

平成 28 年度 修士論文

加熱の作用を受けたコンクリートのひび割れ抵抗性に関する研究

首都大学東京大学院 都市環境科学研究科 建築学域

15886424 山内博史  
指導教員 橘高義典

# 目次

第1章	序論	4
1.1	研究の背景	5
1.2	研究の目的	8
1.3	論文の構成	9
1.4	既往の研究	10
	参考文献	18
第2章	引張軟化曲線	20
2.1	コンクリートの破壊力学	21
2.2	コンクリートの破壊モード	22
2.3	引張軟化曲線	23
2.3.1	多直線近似解析	23
2.3.2	引張軟化曲線の逆推定	24
2.3.3	引張軟化曲線に基づく破壊パラメータ	25
	参考文献	33
第3章	加熱と中性化の作用を受けたコンクリートのひび割れ抵抗性	34
3.1	はじめに	35
3.2	供試体概要	36
3.3	試験方法	39
3.3.1	促進中性化試験	39
3.3.2	破壊靱性試験(切欠き梁3点曲げ試験)	41
3.3.3	破壊特性の評価方法	42
3.3.4	圧縮強度試験	42
3.4	試験結果	43
3.4.1	圧縮強度	43
3.4.2	荷重－開口変位曲線	48
3.4.3	引張軟化曲線および初期結合応力	52
3.4.4	破壊エネルギー	54
第4章	加熱中のコンクリートのひび割れ抵抗性	57
4.1	はじめに	58
4.2	供試体概要	58
4.3	試験方法	62
4.3.1	試験装置概要	62
4.3.2	加熱方法	63

4.3.3	破壊靱性試験(くさび割裂試験)概要.....	64
4.3.4	破壊特性の評価方法.....	65
4.4	実験結果および考察.....	66
4.4.1	荷重－開口変位曲線.....	66
4.4.2	引張軟化曲線および初期結合応力.....	79
4.4.3	破壊エネルギー.....	86
	参考文献.....	93
第5章	結論.....	94

## 第 1 章 序論

1.1 研究の背景

1.2 研究の目的

1.3 論文の構成

1.4 既往の研究

参考文献



## 1.1 研究の背景

現在、鉄筋コンクリート構造物は様々な用途に用いられているが、その中に原子力発電所をはじめとする原子力施設がある。これらの施設はその特性上、長期間にわたり高温加熱の影響を受ける。加熱の影響を受けたコンクリートは強度特性も含めてその性質が変化するため、原子力施設に供用されるコンクリートについては耐久性の確保を目的とした温度規定値が設けられており、この規定値は本国において原子力発電所の安全性および健全性を評価するための指標として用いられている<sup>1)</sup>。コンクリートの加熱に関する研究は以前から多く行われているが、この温度規定値に関する研究は少なく、十分な検討が行われていない。

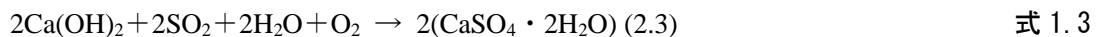
加熱の影響を受けたコンクリートの力学的特性については、圧縮強度試験により検討された例が比較的多く、100℃未満で検討したものから1000℃を超える高温で検討したものまで存在する。100℃未満での加熱については、加熱期間100日以内の場合50~80℃で強度が低下するが、加熱期間1000日では逆に50~80℃において強度が増大すること、またそれがコンクリートの含水率の影響によるものであること<sup>2),3),4),5)</sup>などが報告されている。加えて100℃付近での加熱では、65~110℃までの温度で8年間暴露したコンクリートの強度変化は自由水の逸散と対応し、水分の減少が安定した時点で変化が収束し、暴露開始後3年が経過した時点でこの現象が確認されたこと、収束時点の110℃における強度および弾性係数はそれぞれ常温時の80%および60%程度であったこと<sup>6)</sup>が示されている。100℃以上の加熱実験については、供試体を加熱後に冷却してから試験を実施する冷間試験と、加熱中に試験を実施する熱間試験とがある。加熱冷却後の圧縮強度についての報告としては、温度の上昇に伴い強度が低下したもの<sup>7)</sup>、200℃までは常温時と同程度または若干低い強度を示すが300℃以上では温度上昇に伴い低下したもの<sup>8)</sup>、200℃までは増大し300℃以上では低下したもの<sup>9)</sup>などがあるが、いずれについても200℃以上では圧縮強度が低下することが示されている。また、高強度コンクリートは普通強度のコンクリートに比べて圧縮強度の低下が大きいことも明らかとなっている<sup>9)</sup>。高温環境下での圧縮強度についての報告については、100℃で低下した後200℃で常温時とほぼ同等まで上昇し、その後は温度上昇とともに低下したもの<sup>7)</sup>、100~200℃で低下するが300℃でやや回復し、400℃以上では低下したもの<sup>10)</sup>などがあるが、いずれについても400℃以上では圧縮強度が低下するとされている。また、少なくとも材齢3~12か月の範囲内では、高温時の圧縮強度について材齢の影響がほとんどないことが明らかにされている<sup>11),12)</sup>。

割裂引張試験による加熱冷却後のコンクリートの引張強度については、加熱温度の上昇とともに低下し、600℃では常温時の25~35%の強度まで低下すること<sup>13)</sup>、加熱温度と引張強度残存比の関係から、常温時の引張強度をもとに加熱後の引張強度を概ね推定できることが報告されている<sup>14)</sup>。

破壊靱性試験による検討が行われた研究については後に記述する。

また、鉄筋コンクリート造建築物の安全性および耐久性を検討する際に考慮すべき要

因としてコンクリートの「中性化」がある。中性化とは、コンクリート中に含まれアルカリ性を示す水酸化カルシウムが、大気中の二酸化炭素と反応することにより炭酸カルシウムを生成し pH8.5~10 程度になる現象である。コンクリートに使用されるセメントは、水を加えると水和反応により水酸化カルシウムを生成する。水酸化カルシウムは pH12~13 の供アルカリ性を示し、セメント水和物の pH を決定している。一方、空気中には弱酸性の炭酸ガスが含まれており、このガスと水酸化カルシウムが式 1.1 のように反応し炭酸カルシウムを生成し、炭酸カルシウムとなった部分の pH は 8.5~10 程度になる。また、実際には式 1.1 以外にも式 1.2, 式 1.3 のような反応の影響も受ける。式 1.2 では、アルカリ性であるセメントゲル  $[(\text{CaO})_3(\text{SiO}_2)_2(\text{H}_2\text{O})_3]$  が  $\text{CO}_2$  と反応して炭酸カルシウムを生成する。式 1.3 では、アルカリ性である水酸化カルシウムが中和され、中性の二水せっこう  $(\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O})$  を生成する。



中性化によってコンクリートに直接的な劣化が及ぼされることはないとされている。中性化が問題とされるのは、コンクリート内部の鉄筋に錆を生じさせるためである。硬化したばかりのコンクリート内部では、鉄筋は表面に不動態皮膜を形成しているため、錆が生じることはない。しかしコンクリートが中性化されると、鉄筋表面の不動態皮膜が失われ、防錆力がなくなるので鉄筋が錆びてしまう。錆の体積は次第に大きくなるため、これにともなってコンクリートのひび割れが生じ、かぶりコンクリートの剥離・剥落を引き起こす。ひび割れ面からは水や空気の進入が激しくなり、鉄筋の腐食がさらに進行する。こうした鉄筋の耐久性低下、コンクリートの劣化進行が中性化の引き起こす問題点とされている。中性化の進行については、進行速度は経過時間の平方根に比例するという理論をもとにした速度式が使用されることが多い。中性化に関する研究も数多く行われており、モルタルは中性化の進行に伴い圧縮強度、硬度および重量が増大し、また水セメント比が大きいほど中性化の進行が速いこと<sup>15)</sup>、モルタルおよびコンクリートは中性化により含水率および圧縮強度が増加し、コンクリートは中性化に伴いヤング係数もまた増加すること<sup>16)</sup>、炭酸化によるモルタルの収縮は乾燥収縮より著しく、乾燥収縮終了後も炭酸化収縮が起こること<sup>17)</sup>などが報告されている。

以上のように、加熱や中性化の影響を受けたコンクリートについては多くの研究がなされているが、その力学的性質を評価する手法としては圧縮強度試験が用いられることがほとんどである。これは鉄筋コンクリート構造物において、引張力は主に鉄筋が負担し、圧縮力を主に負担するのがコンクリートであるという考え方に基づいているためと考えられる。しかし鉄筋に引張力が加わった際、鉄筋周辺のコンクリートも引張応力を受け、それにより

ひび割れが発生する場合がある。コンクリートは引張脆性破壊型の材料であり、鉄筋コンクリート部材のひび割れおよび破壊挙動を評価するにはコンクリートの引張特性の評価が必要であると考えられる。しかし、引張破壊時の安定したひび割れ進展を直接引張試験から得ることは難しい。このようなことから、コンクリートの引張変形時の破壊特性を評価する手法として、破壊力学を応用した試験方法である破壊靱性試験が用いられるようになっている。圧縮強度試験などによる検討から、加熱の影響を受けたコンクリートは強度特性が変化し高温になるほど強度が低下することが明らかになっており、この強度低下に伴い破壊特性も変化することが想定されるが、加熱を受けたコンクリートの破壊特性に関する研究は少なく、十分な検討が行われていないのが現状である。

## 1.2 研究の目的

本研究では、加熱の作用を受けたコンクリートの破壊特性およびひび割れ抵抗性の検討を目的として、破壊靱性試験による検討を行った。コンクリート構造物に及ぼす加熱の影響として、原子力発電所などの施設で設定されている温度規定値に着目した。第3章では、主に施設の一般部分に供用されるコンクリートを想定し、規定値に設定されている温度での加熱と中性化による複合作用の影響について検討した。第4章では、施設の一般部分に加え配管貫通部や遮蔽体など、より高温での短期加熱を受ける部分を想定し、加熱環境下で破壊靱性試験を行い検討を行った。

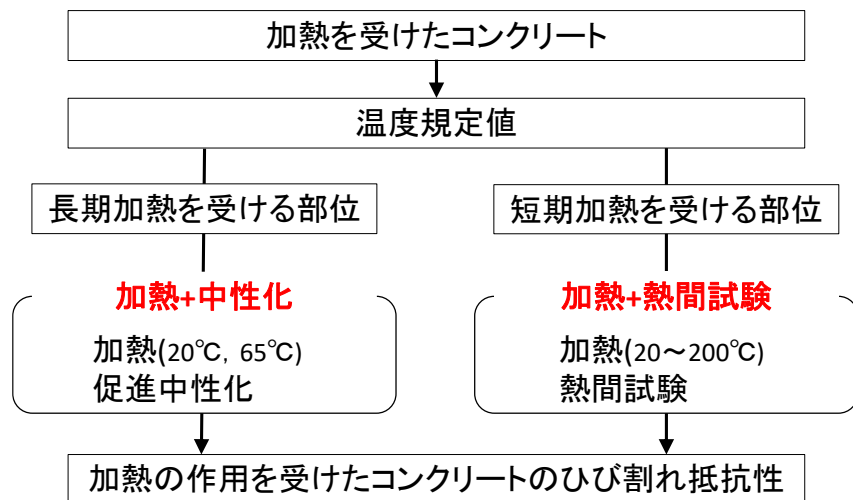


図 1.1 研究フロー

### 1.3 論文の構成

本論文は以下に示す 5 つの章で構成されている。

第 1 章では、序論として研究の背景と目的、既往の文献について述べる。

第 2 章では、本研究で用いた、コンクリートの破壊特性を評価するための破壊力学手法について述べる。

第 3 章では、加熱および中性化による複合劣化作用を受けたコンクリートのひび割れ抵抗性について、破壊靱性試験により検討した結果を述べる。破壊靱性試験には切欠き梁 3 点曲げ試験を採用している。破壊靱性試験から得られる荷重－開口変位曲線、この曲線をもとに多直線近似解析により得られる引張軟化曲線、引張軟化曲線から求められる初期結合応力や破壊エネルギーなどの破壊パラメータを用いて検討を行っている。

第 4 章では、加熱環境下におけるコンクリートのひび割れ抵抗性について、破壊靱性試験を用いて検討した結果を述べる。破壊靱性試験にはくさび割裂試験を採用している。ひび割れ抵抗性の評価には、第 3 章と同様の手法を用いている。

第 5 章では、結論として、本研究により得られた知見を述べる。

付録では、本研究で行った実験のデータを載録する。

## 1.4 既往の研究

ここでは、加熱を受けたコンクリートの破壊特性について検討した既往の研究について述べる。

- (1) 橘高義典, 松沢晃一: 加熱を受けたコンクリートのひび割れ抵抗性—60℃の加熱を受けたコンクリートの破壊特性—, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 181-182, 2009. 8

### 研究内容

60℃に加熱されたコンクリートのひび割れ抵抗性について、破壊靱性試験(切欠き梁3点曲げ試験)および破壊靱性試験終了後の供試体についての圧縮強度試験を行い検討している。

### 実験水準

- ・ 供試体種類：モルタル，コンクリート
- ・ 調合：水セメント比 50%，コンクリートの細骨材率 45%
- ・ 加熱温度：20, 60℃
- ・ 加熱期間：0, 4 週

### 結果

初期結合応力，破壊エネルギー，圧縮強度のいずれについても 20℃養生より 65℃養生の方が値は小さく，ひび割れ抵抗性が低下している。

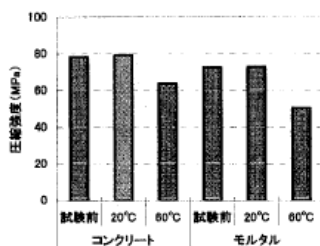


図2 圧縮強度

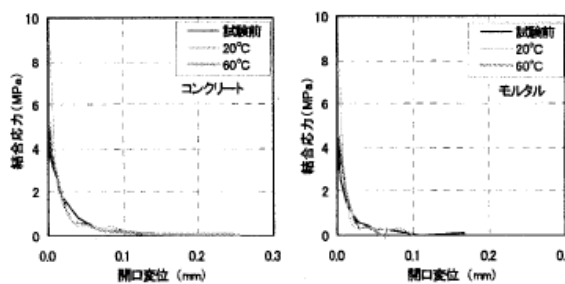


図4 引張軟化曲線 (TSD)

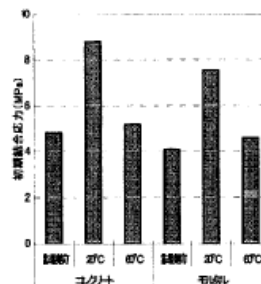


図5 初期結合応力

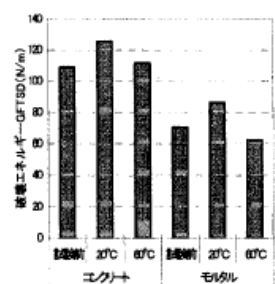


図6 破壊エネルギー

- (2) 松沢晃一，橘高義典：高温加熱の影響を受けたコンクリートのひび割れ抵抗性，日本建築学会大会学術講演梗概集（東海），pp. 761-762，2012. 9

## 研究内容

100℃から 800℃までの高温加熱環境下に曝されたコンクリートのひび割れ抵抗性について，加熱冷却後に破壊靱性試験(くさび割裂試験)を行い検討した。

## 実験水準

- ・ 調合：水セメント比 57.2%
- ・ 加熱温度：20, 100, 200, 300, 500, 800℃
- ・ 加熱方法：昇温速度 0.5℃/min, 目標温度保持時間 1 時間

## 結果

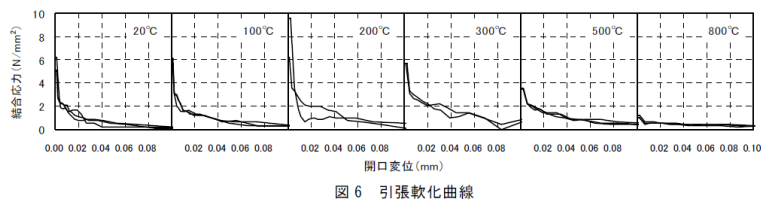
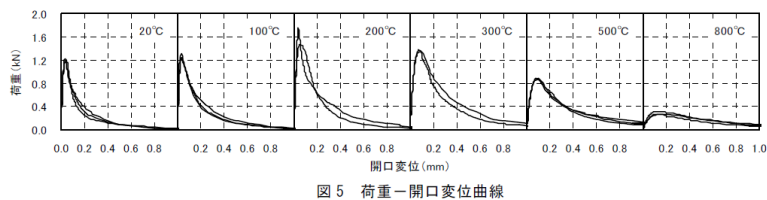
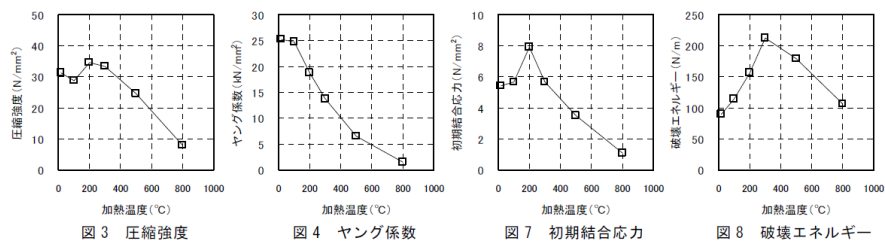
- ・ 圧縮強度：
 

100℃で低下し，200℃で増加，300℃以降は温度上昇に伴い再び低下
- ・ ヤング係数：
 

100℃で若干低下，以降は温度上昇に伴い低下
- ・ 初期結合応力：
 

200℃までは増加し，以降は温度上昇とともに低下。
- ・ 破壊エネルギー
 

300℃までは増加し，以降は温度上昇に伴い減少。



- (3) 松沢晃一，橘高義典：高温加熱の影響を受けたコンクリートのひび割れ抵抗性に及ぼす加熱時間の影響，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp. 293-294，2013. 8

## 研究内容

100℃から 800℃までの高温加熱環境下に 1 時間から 1 週間曝されたコンクリートのひび割れ抵抗性について，加熱冷却後に破壊靱性試験(くさび割裂試験)を行い検討した。

## 実験水準

- ・ 調合：水セメント比 57.2%
- ・ 加熱温度：20, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800℃
- ・ 昇温速度：0.5℃/min
- ・ 加熱時間：1, 3, 6, 24, 72, 168 時間

## 結果

- ・ 初期結合応力：

加熱時間 24 時間まではばらつきがみられるが，以降は加熱時間に関わらずほぼ同じ値になる。

- ・ 破壊エネルギー

ばらつきが大きく，加熱時間による影響は確認できなかった。

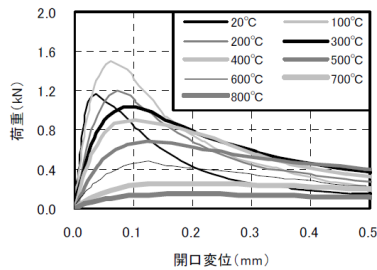


図2 荷重－開口変位曲線（加熱 168 時間）

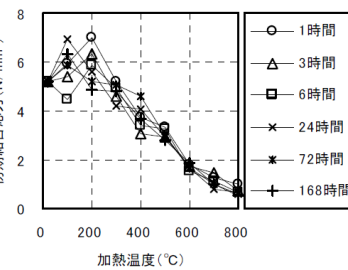


図4 初期結合応力と加熱温度の関係

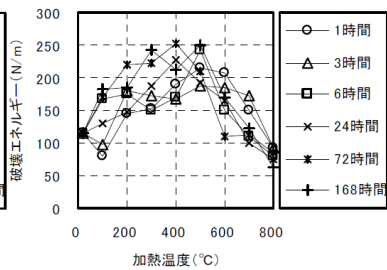


図6 破壊エネルギーと加熱温度の関係

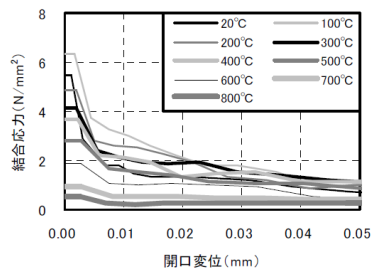


図3 引張軟化曲線（加熱 168 時間）

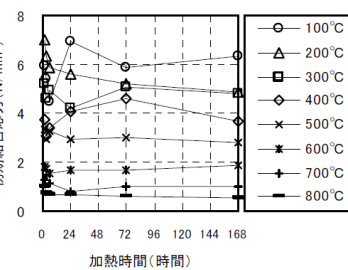


図5 初期結合応力と加熱時間の関係

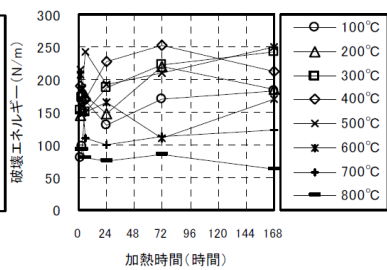


図7 破壊エネルギーと加熱時間の関係



- (4) 松沢晃一，橘高義典：高温加熱の影響を受けたコンクリートの破壊特性に及ぼす材齢および養生の影響，日本建築学会構造系論文集，第 688 号，pp. 1027-1034，2013. 6

## 研究内容

材齢および養生条件が異なるコンクリートを 100℃から 800℃までの温度で加熱し，そのひび割れ抵抗性について，加熱冷却後にくさび割裂試験を行い検討している。

## 実験水準

- ・コンクリート強度：18, 27, 36N/mm<sup>2</sup>
- ・養生：4 週標準，26 週標準，26 週気中
- ・加熱温度：20, 100, 200, 300, 500, 800℃
- ・昇温速度：0.5℃/min
- ・加熱時間：1 時間

## 結果

- ・荷重－開口変位曲線：

最大荷重は，標準養生では 200℃，気中養生では 20℃で最も高くなり，200℃以上では材齢および養生に関係なく低下する。

- ・引張軟化曲線：

結合応力の低下は温度の上昇に伴い緩やかになる。

- ・初期結合応力：

標準養生では 200℃まで増加し，気中養生では 20℃が最も高い。200℃以上では材齢および養生に関係なく低下する。

- ・破壊エネルギー：

標準養生では 100℃で若干低下する場合もあるが，300℃まで増加し，以降は温度の上昇とともに低下する。26 週気中養生では 20℃が最も高く，100℃で低下した後，300℃まで増加し以降は再び低下する。

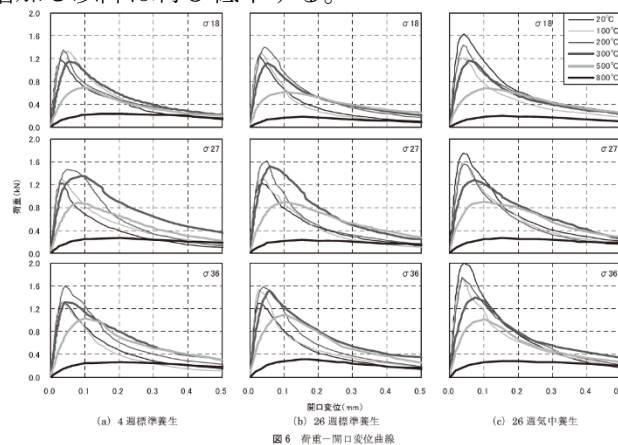


図 6 荷重－開口変位曲線

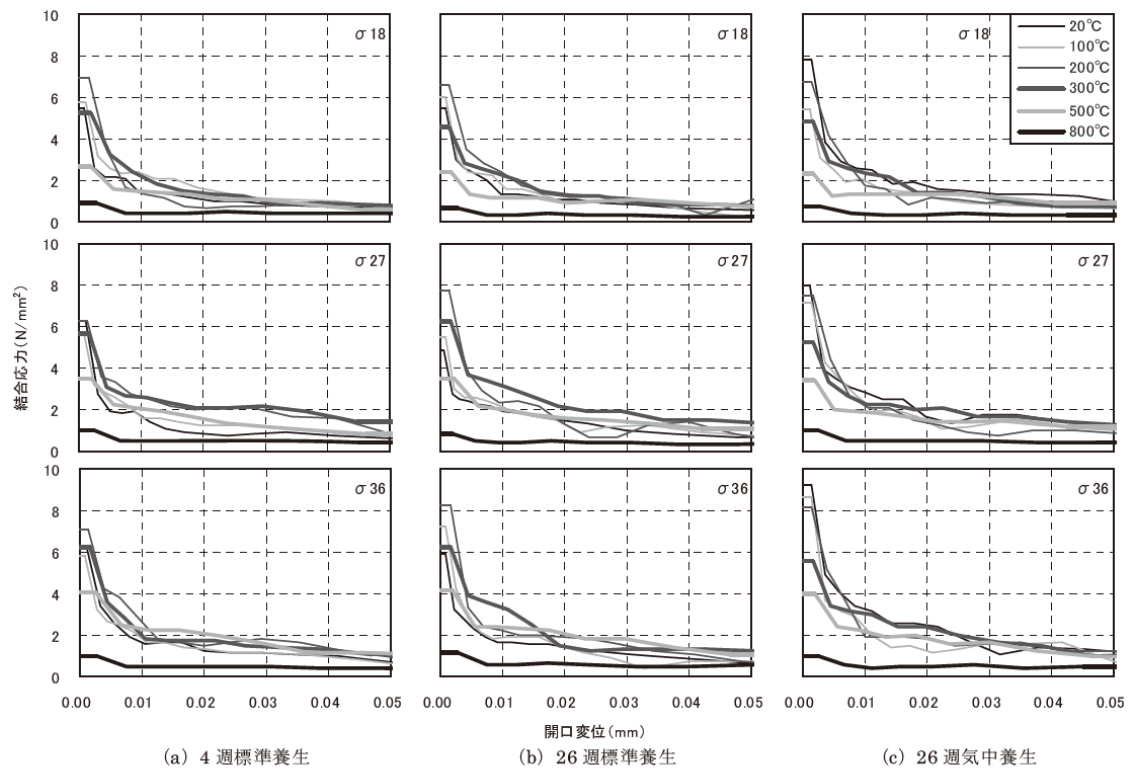


図7 引張軟化曲線

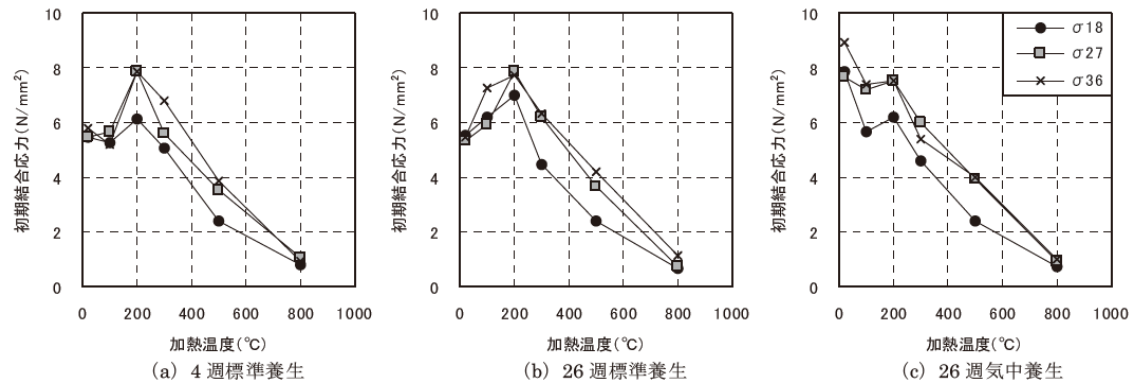


図8 初期結合応力と加熱温度の関係

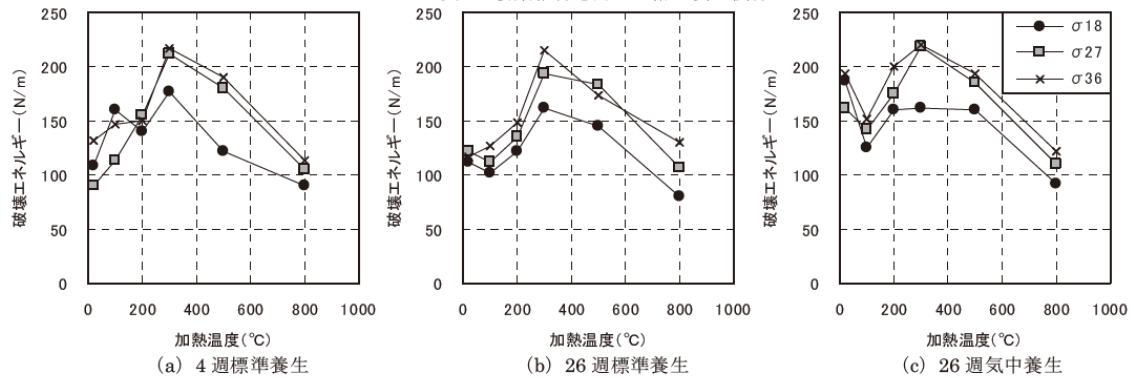


図9 破壊エネルギーと加熱温度の関係

- (5) Bazant Z.P., and Prat P.C. : Effect of Temperature and Humidity on Fracture Energy of Concrete, ACI Materials Journal, July-August, pp.262-271, 1988

### 研究内容

加熱温度 20, 65, 120, 200°Cの温度環境下において、乾燥状態と湿潤状態の2通りの含水状態で切欠き梁3点曲げ試験を行った。

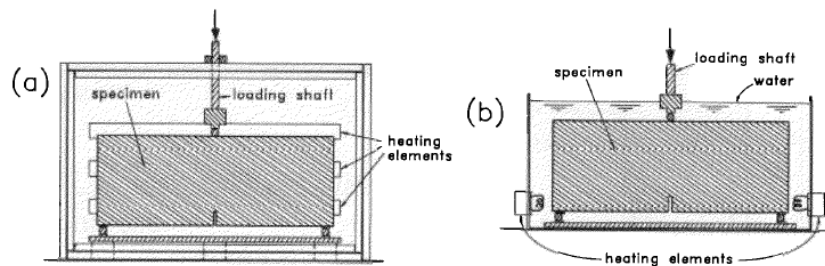
### 実験水準

- ・ 調合：水セメント比 60%, セメント：細骨材：粗骨材=1：2：2(重量比)
- ・ 含水状態：乾燥, 湿潤
- ・ 加熱温度：20, 65, 120, 200°C(乾燥状態), 65, 90°C(湿潤状態)
- ・ 加熱時間：3 時間

### 結果

- ・ 破壊エネルギー：

加熱温度の上昇に伴い低下し、湿潤状態の方がこの傾向は顕著である。



**Table 3 — Fracture energy values obtained from tests, N/m\***

Test	Age	20 C (68 F)	65 C (149 F)	90 C (194 F)	120 C (248 F)	200 C (392 F)
3-point bend, dry	28	35.24	25.58	—	20.87	16.39
Eccentric compression, dry	28	39.01	28.42	—	22.06	17.36
3-point bend, wet	28 <sup>†</sup>	33.30 <sup>‡</sup>	13.72 <sup>‡</sup>	9.79 <sup>‡</sup>	—	—
3-point bend, wet	41	—	14.57	10.40	—	—

\* 1 N/m = 0.005710 lb./in.

<sup>†</sup> Corrected from age 41 days.

<sup>‡</sup> From Bazant and Pfeiffer, not in water bath but in air immediately after removal from moist room.

- (6) B. Zhang and N. Bicanic : Fracture energy of high-performance concrete at high temperatures up to 450°C : the effects of heating temperatures and testing conditions (hot and cold), Magazine of Concrete Research, 58, No.5, June, pp.277-288, 2006

### 研究内容

加熱温度を変えたコンクリート供試体について、加熱中および高温冷却後に切欠き梁3点曲げ試験を行い、破壊エネルギーなどを求めた。加熱冷却後の供試体を用いて圧縮強度、ヤング係数、割裂引張強度などを測定した。

### 実験水準

- ・ 調査：水セメント比 56%，粉砕燃焼灰使用
- ・ 加熱温度：20, 105, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450°C
- ・ 昇温速度：3.0°C/min
- ・ 加熱時間：1 時間

### 結果

- ・ 荷重－開口変位曲線：

最大荷重は、熱間試験では 105°C で低下した後 150°C および 200°C で上昇し、以降は温度の上昇に伴い低下する。冷間試験では 150°C で若干増加し、以降は加熱温度の上昇に伴い低下する。

- ・ 破壊エネルギー：

熱間試験では 150°C まで低下し以降は増大する。冷間試験では 100~300°C で増大し、以降は低下する。

Table 2. Concrete mix design

Contents	Cement	PFA	Sand	10 mm aggregate	20 mm aggregate	Water	Plasticiser
Ratio	1	0.33	2.45	1.39	2.78	0.56	0.006
Quantities: kg/m <sup>3</sup>	300	99	735	417	834	168	1.8

Table 3. Weight loss and fracture properties for varied heating temperatures

$T_m$ : °C	$w$ : %	$f_{cu}$ : MPa	$f'_t$ : MPa	$E$ : GPa	$G_F$ : N/m		$f_f$ : MPa	
State	Cold	Cold	Cold	Cold	Hot	Cold	Hot	Cold
20	0.00	67.1	4.47	35.64	228.2		6.35	
105	2.46	55.2	3.40	29.82	205.6	223.0	4.89	6.43
150	4.59	61.9	3.61	27.05	191.5	258.9	6.13	6.65
200	5.16	63.7	3.55	23.80	212.2	286.4	6.33	6.35
250	5.58	62.9	3.31	21.12	236.3	310.7	6.20	5.92
300	5.97	60.9	3.11	17.57	258.6	323.7	6.01	5.37
350	6.28	58.8	2.91	14.75	273.7	310.1	5.81	5.13
400	6.62	56.4	2.71	12.53	289.9	280.7	5.61	4.87
450	6.76	53.8	2.48	9.99	303.2	253.4	5.41	4.65

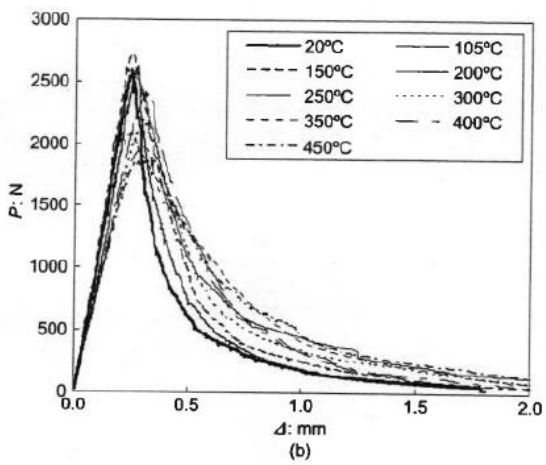
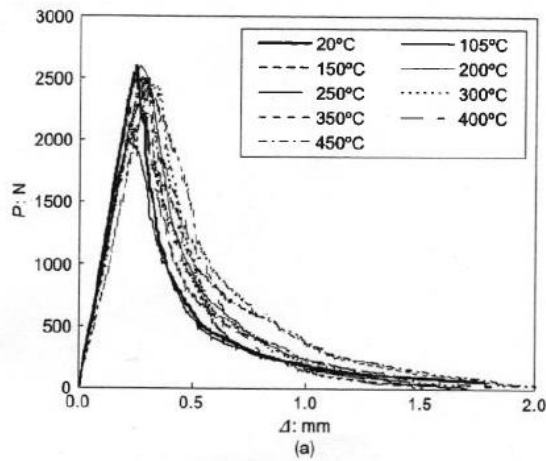


Fig. 7. Complete load-displacement curves for varied heating temperatures: (a) from the hot concrete beams: (b) from the cold concrete beams

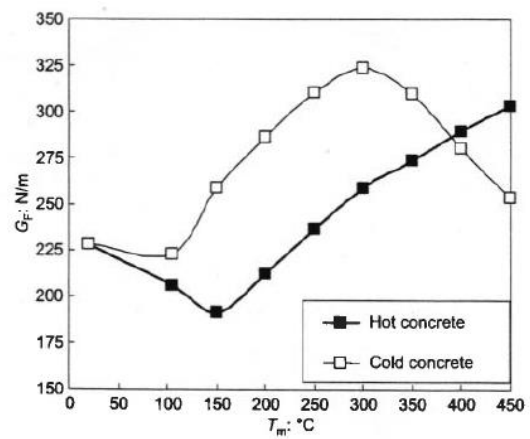


Fig. 8. Fracture energy for different heating temperatures

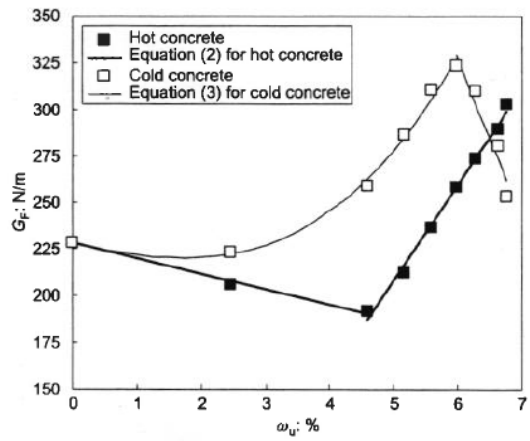


Fig. 9. Fracture energy versus ultimate weight loss

## 参考文献

- 1) 日本建築学会：原子力施設における建築物の維持管理指針・同解説，2008
- 2) 岸谷孝一，嵩英雄，奥山治也，奥野亨：20~300℃の高温にさらされたコンクリートの諸性質に関する研究(その1)，日本建築学会大会学術講演梗概集(九州)，1972.10
- 3) 岸谷孝一，嵩英雄，奥山治也，奥野亨：20~300℃の高温にさらされたコンクリートの諸性質に関する研究(その2)，日本建築学会大会学術講演梗概集(九州)，1972.10
- 4) 岸谷孝一，嵩英雄，奥山治也，奥野亨：20~300℃の高温に長期間さらされたコンクリートの性状に関する研究 その1 1000 日間の長期暴露をうけたコンクリートの性状の変化，日本建築学会大会学術講演梗概集(東北)，1982.10
- 5) 岸谷孝一，嵩英雄，奥山治也，奥野亨：20~300℃の高温に長期間さらされたコンクリートの性状に関する研究 その2 高温暴露期間および含水状態の影響，日本建築学会大会学術講演梗概集(東北)，1982.10
- 6) 金津努，松村卓郎，西内達雄：高温下に長期間暴露したコンクリートの力学的性質の変化，電力中央研究所報告，U95037, 1996.3
- 7) 安部武雄，古村福次郎，戸祭邦之，黒羽健嗣，小久保勲：高温度における高強度コンクリートの力学的特性に関する基礎的研究，日本建築学会構造系論文集, No.515, pp.163-168, 1999.1
- 8) 一瀬賢一：高温加熱を受けた 100N/mm<sup>2</sup> 級高強度コンクリートの力学的性状，コンクリート工学年次論文集，Vol.29, No.2, pp.97-102, 2007.7
- 9) 一瀬賢一，長尾覚博：高温加熱を受けた高強度コンクリートの力学的性質に関する実験的研究，日本建築学会構造系論文集，No.541, pp.23-30, 2001.3
- 10) 一瀬賢一，長尾覚博，川口徹：高温加熱状態における高強度コンクリートの力学的性質に関する実験的研究，日本建築学会構造系論文集, No.557, pp.23-28, 2002.7
- 11) 安部武雄，大塚貴弘，小林裕，道越真太郎：高温度における普通強度コンクリートの力学的特性，日本建築学会構造系論文集, No.615, pp.7-13, 2007.5
- 12) 松戸正士，西田浩和，大塚貴弘，平島岳夫，安部武雄：高温加熱時における高強度コンクリートの力学的特性について 高強度コンクリートの耐火性に関する研究(その1)，日本建築学会構造系論文集, No.624, pp.341-347, 2008.2
- 13) 本田義博，大岡督尚，藤巻敏之：高強度コンクリートの耐火性能に関する実験的研究(その1 定常温度の一軸試験)，日本建築学会大会学術講演梗概集(近畿)，pp.23-24, 1996.9
- 14) 河辺伸二，一瀬賢一，川口徹，長尾覚博：高温加熱を受けた高強度コンクリートの強度特性に関する研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.25, No.1, pp.377-382, 2003
- 15) 渡澤正典，福地利夫：セメントモルタルの中性化と強度，日本建築学会大会学術講演梗概集(北海道)，pp.225-226, 1986.8
- 16) 千葉一雄，高木嗣朗，椎名国雄：モルタルコンクリートの中性化に伴う圧縮強度とヤング係数の変化，日本建築学会大会学術講演梗概集(関東)，pp.889-890, 1993.9

- 17) 千葉一雄, 高木嗣朗, 椎名国雄: モルタルコンクリートの中性化に伴う寸法と強度の変化, 日本建築学会大会学術講演梗概集(東北), pp.393-394, 1991.9

## 第 2 章 引張軟化曲線

- 2.1 コンクリートの破壊力学
- 2.2 コンクリートの破壊モード
- 2.3 引張軟化曲線
  - 2.3.1 多直線近似解析
  - 2.3.2 引張軟化曲線の逆推定
  - 2.3.3 引張軟化曲線に基づく破壊パラメータ
- 参考文献



## 2.1 コンクリートの破壊力学

コンクリートの力学的性質を評価する手法としては圧縮強度試験が用いられることがほとんどである。これは鉄筋コンクリート構造物において、引張力は主に鉄筋が負担し、圧縮力を主に負担するのがコンクリートであるという考え方に基づいていると考えられる。しかし鉄筋に引張力が加わった際、鉄筋周辺のコンクリートも引張力を受け、それによりひび割れが発生する場合がある。近年、構造物の解析技術が進歩し、また構造物の終局状態における安全性評価の必要性が高まっている中で、コンクリートの破壊挙動の把握が重要な課題となっている。しかし、ひび割れに起因するコンクリートの非線形破壊挙動の把握は難しく、特に引張、せん断、曲げなどの力が作用する場合には、応力分布の偏りや複数のひび割れ発生、急速なひび割れの伝播による破壊が生じ、平均的な応力の評価に基づく従来の破壊基準では合理的な解析は困難である。このようなことから、コンクリートの性能を評価する手法として、ガラスなどの脆性材料の破壊強度推定法として発展してきた破壊力学を応用した考え方が用いられるようになっている。

破壊力学とは、ひび割れあるいはひび割れの発生、成長によって引き起こされる現象を対象とした力学である。破壊力学は 1921 年に発表された Griffith 理論に基づいている。これは「脆性材料においてはひび割れ進展に伴うエネルギー解放率  $G$ (Energy Release Rate)が表面エネルギー増加率を超えたときにひび割れが急激に進展する」というものであり、完全脆性材料中におけるひび割れの不安定伝播の発生を説明した。金属材料や岩石、ガラス、セラミックスなどの脆性破壊を起こす材料に蓄えられるひずみエネルギーが、新しくひび割れ面が形成される際のエネルギーとして消費され、このときのエネルギー解放率などの破壊力学パラメータを用いることで、ひび割れの脆性的な伝播による破壊を防止する条件を導出する。主に金属構造物の設計および維持管理などに用いられ発展してきたが、コンクリートを対象とする破壊力学の適用は遅れをとった。これはコンクリートが複合材料であり、単純な脆性型材料ではなく軟化も含めた複雑な破壊挙動を示すためである。ひび割れの発生していない弾性領域とひび割れ部分との中間部分にある破壊進行領域(Fracture Process Zone)では、引張ひずみの増大に伴い伝達される引張応力が減少する引張軟化現象が生じる。このような特異なコンクリートの破壊特性を表すため、ひび割れ面内部に生じる応力とひび割れ幅(開口変位)との関係を示す仮想ひび割れモデルおよび引張軟化曲線、破壊の脆性度を表す指標である破壊エネルギー $G_f$ や初期結合応力(引張強度) $F_t$ などの数値が用いられるようになった。そのため近年では、コンクリートの引張特性評価の手法として切欠き梁3点曲げ試験やくさび割裂試験などの破壊靱性試験が用いられている。

## 2.2 コンクリートの破壊モード

図 2.1 にコンクリートの破壊モードの形態を示す。コンクリートの破壊モードは3種類の型に分類される。モードIは引張型，モードIIは面内せん断型，モードIIIは面外せん断型である。コンクリートは引張脆性破壊型の材料であるため，鉄筋コンクリート部材のひび割れおよび破壊挙動を評価するにはモードIの引張型による破壊特性を評価することが有効であると考えられる。モードI型の破壊試験には主に一軸引張試験，切欠き梁3点曲げ試験，コンパクトテンション試験(CT試験)，くさび割裂試験(Wedge Splitting Test)がある。引張型の破壊試験としては直接引張試験が最も明快であるが，この試験では一様な応力状態を維持することが難しく正確な計測結果を得ることが困難であるため，安定破壊が得られやすい他の試験方法が採用されることが多い。

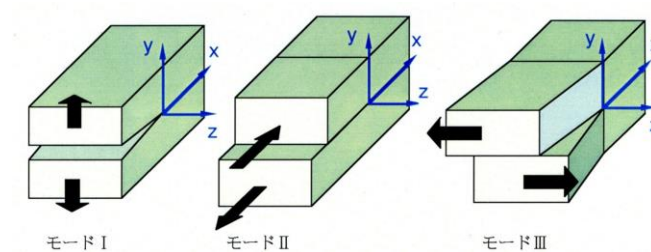


図 2.1 破壊モードの形態

## 2.3 引張軟化曲線

### 2.3.1 多直線近似解析

図 2.2 に引張軟化曲線の解析フローを示す。ひび割れ近傍の開口変位  $\delta$  と結合応力  $\sigma(\delta)$  との関係を示す構成則を引張軟化曲線(TSD:Tension Softning Displacement)と呼び、非回復性の変形挙動を表すことができる。引張軟化曲線は、破壊靱性試験より得られる荷重－開口変位曲線をモードI型の仮想ひび割れモデルに基づくひび割れ進展数値解析法、多直線近似解析法を用いて求められる。その後引張軟化曲線から解析によって荷重－開口変位曲線を推定し、破壊靱性試験から得られる荷重－開口変位曲線との誤差を小さくする。引張軟化曲線から荷重－開口変位曲線を求めることを「解析」、荷重－開口変位曲線から引張軟化曲線を求めることを「逆解析」とする。引張軟化曲線は実験により求めることができるが大きなばらつきが生じるため、本研究では上記の方法により求めることとする。この曲線を基に破壊エネルギーなどの破壊パラメータを算出することができ、特に繊維補強セメント系材料のようにひび割れ発生以降の性能が重要となる材料においては、この引張軟化曲線によりその挙動を評価することが必要となる。

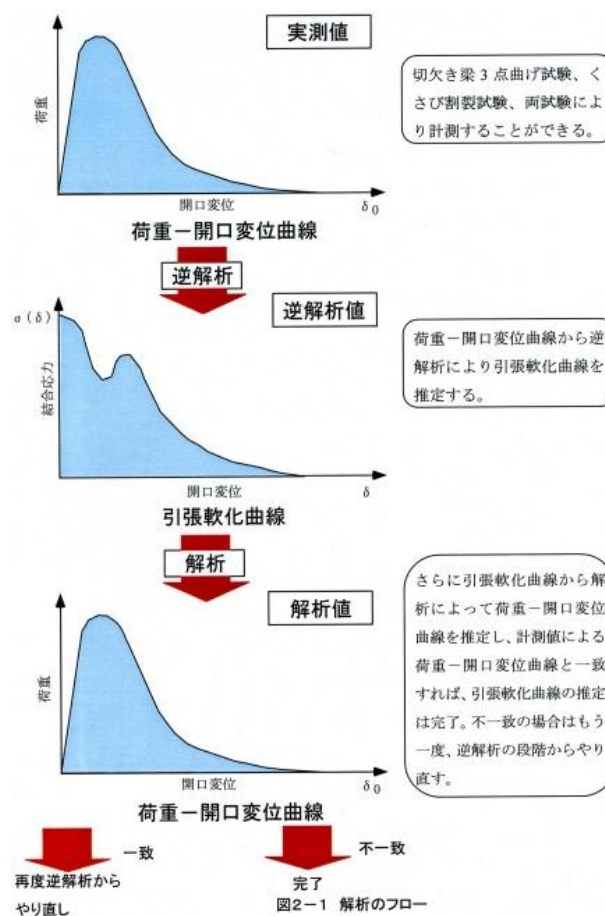
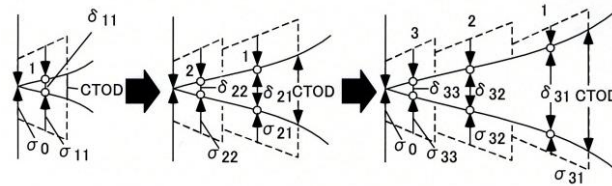


図 2.2 引張軟化曲線解析フロー

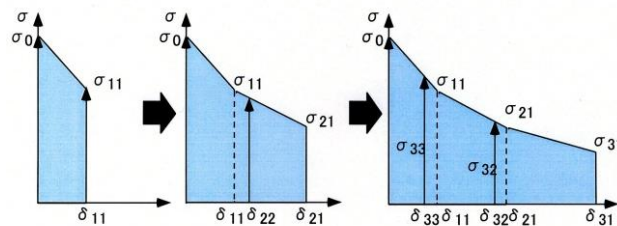
## 2.3.2 引張軟化曲線の逆推定

図 2.3 にひび割れ進展と多直線近似曲線との関係を示す。逆解析による多直線近似解析は、実験により得られる荷重－開口変位(CMOD)曲線を利用し、非線形ひび割れ方程式の繰り返し演算により結合応力－開口変位(COD)関係を求める。この際、計算により求めている一部の結合応力－開口変位関係を繰り返し演算の構成則として適用し、逐次解析を行っている。初期結合応力は、一時的に軟化勾配を 0(完全塑性型)と仮定し、解析結果と実際の荷重－開口変位とが一致するようにしている。まず初期結合応力  $\sigma_0$  および弾性係数  $E$  が求められているものとする。最初の軟化勾配  $m_1$  を仮定し、ひび割れを 1 ステップ進展させる。この曲線においてはその時点での荷重、第一ステップ区間での開口変位、荷重点変位がひび割れ方程式によって求められる。解析結果の荷重点変位と同一の変位を与える実験結果での荷重を求め、解析結果による荷重と比較し、両者が合致するまで軟化勾配を変化させていく。最適勾配  $m_1$  が得られたならば第一接点での開口変位計測値を  $\delta_{11}$  とし、曲線上において  $\delta_{11}$  と近似曲線との交点を  $\delta_{11}$  での決り手応力  $\sigma_{11}$  とする。

ひび割れ先端から第一接点までは  $m_1$  の傾きの軟化曲線を仮定する。この時点で  $\delta_{11}$  までの軟化曲線は固定する。次のステップではさらに  $\delta_{11}$  以降の軟化直線の勾配  $m_2$  を仮定し、荷重－開口変位関係を求め、実測値との適合性の評価から軟化勾配を定める。多直線近似軟化曲線でのひび割れ解析方法に従い、荷重－変位関係を求める。新たに追加推定された軟化曲線は、全ステップでの最適軟化勾配が得られる毎にその区間の軟化直線を決定していく。要するに、本解析方法は第一接点での開口変位と結合応力を随時全ひび割れ接点間のつり合い方程式により求め、それをプロットし、直線近似する方法といえる。



(a) ひび割れ進展



(b) 多直線近似軟化曲線

図 2.3 ひび割れ進展と多直線近似曲線との関係

## 2.3.3 引張軟化曲線に基づく破壊パラメータ

図 2.4 に結合力モデルを示す。初期切欠き長さ  $a_0$ 、仮想ひび割れ長さ  $a$  を有する一本のひび割れに、外力に釣り合う結合応力  $\sigma(a, x)$  を開口変位  $\delta(a, x)$  に応じて作用させることにより、プロセスゾーンを有する材料のモード I での破壊進展がモデル化される。開口変位と結合応力との関係は引張軟化曲線と呼ばれ、材料構成則の一つである。この引張軟化曲線を基に各種破壊パラメータを得ることができる。

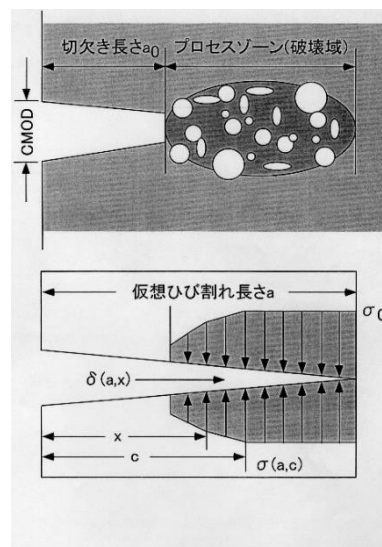


図 2.4 結合力モデル

(1) エネルギー開放率  $G$ 

ひび割れを有する材料に荷重を加えていくと、荷重がある限界値に達したときにひび割れが進展を開始する。ひび割れが進展する際に解放されるエネルギーがひび割れの新しい破面を形成するため、必要なエネルギー値に達したときにひび割れの進展を開始する。仮想ひび割れが  $da$  進む間に結合応力がなす仕事  $dW_f$  は、各ひび割れ接点での結合力の変化に開口変位の変化量を乗じたものを、仮想ひび割れ長さ方向に積分することにより式 2.1 で求められる。

$$dW_f = t \int_{a_0}^a \sigma(\delta) d\delta, \quad \delta = \delta(a, x) \quad \text{式 2.1}$$

ここに、 $t$  = 試験体厚

式 2.1 を仮想ひび割れの進展面積 ( $dA = t da$ ) で除したものを、結合応力モデルでのエネルギー開放率  $G$  (N/m) と定義する。 $G$  は破壊進展に対する抵抗値  $R$  でもあり、 $a$  との関係をプロットすると、結合力モデルでの  $R$  曲線が得られる。

$$G = \frac{W}{A} = \int_{a_0}^a \sigma(\delta) \frac{\delta}{a} dx, \quad \delta = \delta(a, x) \quad \text{式 2.2}$$

(2) 応力拡大係数  $K$  (stress intensity factor)

Irwin が導いた応力拡大係数  $K$  は応力とひび割れ長さにより表すことができ、一般的に用いられている破壊パラメータである。 $K$  が材料特性である限界応力拡大係数  $K_c$  に達するとひび割れが進展する。モード I の応力拡大係数  $K_I$  は以下の式で表される。

$$K_I = \sigma \sqrt{\pi a} \times g_I \quad \text{式 2.3}$$

ここに、 $K_I$  : モード I の応力拡大係数 (N/mm<sup>2</sup>・m<sup>0.5</sup>)       $\sigma$  : 断面の公称応力 (N/mm<sup>2</sup>)  
 $a$  : ひび割れ長さ (m)       $g_I$  : 供試体形状、ひび割れ形状、負荷形式により定まる定数

(3) エネルギー開放率  $G$ 

エネルギー開放率  $G$  が材料固有の限界エネルギー開放率  $G_c$  に達すると破壊が進行する。エネルギー開放率  $G$  は、ひび割れが進展する際に解放される単位面積あたりのエネルギーであり、以下の式で示される。

$$GdA = Pdu - dU_e \quad \text{式 2.4}$$

ここに、 $G$ : エネルギー開放率     $A$ : ひび割れ面積     $P$ : 荷重     $u$ : 荷重点変位  
 $U_e$ : 弾性ひずみエネルギー

また、応力拡大係数  $K$  との関係は以下の式で表される。

$$G = \frac{K_I^2}{E'}, \quad E' = E \text{ (平面応力)}, \quad E' = \frac{E}{1-\gamma^2} \quad \text{式 2.5}$$

ここに、 $E$ : ヤング率     $\gamma$ : ポアソン比

(4)  $J$  積分

非線形な挙動を示す材料のひび割れ先端近傍におけるひずみ集中の性質を調べる目的で導入された。以下の式で表される。

$$J = \int_{\Gamma} (W dy - T \frac{\partial u}{\partial x} ds) \quad \text{式 2.6}$$

ここに、 $J$ :  $J$  積分     $\Gamma$ : ひび割れ先端を囲む任意の積分経路     $W$ : ひずみエネルギー密度  
 $T$ :  $\Gamma$  上の分布力ベクトル     $u$ :  $\Gamma$  上の変位ベクトル     $ds$ :  $\Gamma$  上の線素

材料定数である  $J_c$  に達したときに破壊が進展する。線形弾性体においてはエネルギー開放率  $G$  に等しい。

## (5) ひび割れ先端開口変位 CTOD (Crack Tip Opening Displacement)

塑性変形が大きいときの破壊条件として用いると有効であり、この値が限界値  $CTOD_c$  に達したときに不安定な破壊が発生するという仮定に基づく。以下の式で表される。

$$J = \int_0^{\Phi} \sigma d\Phi, \quad \frac{dJ}{d\Phi} = \sigma \quad \text{式 2.7}$$

ここに、 $J$ :  $J$  積分     $\Phi$ : CTOD     $\sigma$ : 結合応力

(6) 限界荷重点変位  $u_0$ 

供試体が破断し荷重が 0 になったときの変位。後述する破壊エネルギー  $G_F^{WOF}$  を求める際に必要な、供試体破断時の変位  $\delta_0$  に等しい。

(7) 限界開口変位  $\delta_{cr}$ 

引張軟化曲線において結合応力が 0 になるときの開口変位。プレーンコンクリート、プレーンモルタルのような完全に破断しやすい材料の評価に有効なパラメータである。

(8) 外部仕事  $U_w$ , 破壊仕事  $U_f$ , 弾性歪み  $U_e$ , コンプライアンス  $C$ 

ひび割れ形成・塑性変形により破壊に要したエネルギー  $dU_f$  は、繰り返し試験結果から推定できる。図 2.5 は破壊靱性試験により得られた荷重－開口変位曲線と、直線近似した除荷経路を示したものである。曲線上の点 B から点 D に破壊が進み、仮想ひび割れが  $da$  進展したとき外部からなされた仕事  $dU_w$  は四角形 BHID で囲まれた面積となる。また、点 B および点 D での弾性歪みエネルギーは、 $\triangle BDH$  および  $\triangle DFI$  で囲まれた面積で近似でき、その変化  $dU_e$  は  $\triangle DFI - \triangle BCH$  となる。 $dU_f$  は外部仕事の変化から弾性ひずみエネルギー  $dU_e$  の変化を引いたものであり、

$$dU_f = dU_w - dU_e \quad \text{式 2.8}$$

となる。式 2.8 の右辺は上記より、

$$\text{右辺} = \square BHID - (\triangle DFI - \triangle BCH) = \square BCFD \quad \text{式 2.9}$$

となり、 $dU_f$  は図 2.5 に示される面積となる。

$dU_f$  を現在のひび割れ長さ  $a$  (図 2.5, 点 B) まで積分すると、破壊に要したトータルのエネルギーとなり、図 2.6 の OBCO で囲まれた面積となる。またのエネルギー開放率が全て破壊に対し有効に消費されたと仮定すると、

$$U_f = \text{OBCO} = \int_{a_0}^a G_p da \quad \text{式 2.10}$$

また、外部からなされたトータルの仕事  $U_w$  は、

$$U_w = \text{OBHO} = \int_0^u P du \quad \text{式 2.11}$$

であり、曲線から求められる。したがって図 2.6 中の  $\triangle BCH$  で示される弾性歪みエネルギー  $U_e$  が、



$$U_e = OBHO - OBCO = U_w - U_f$$

式 2.12

で求められ、またそのときの荷重  $P$  から、直線近似した除荷線のコンプライアンス  $C$  が次式で求められる。

$$C = \frac{2U_e}{P^2}$$

式 2.13

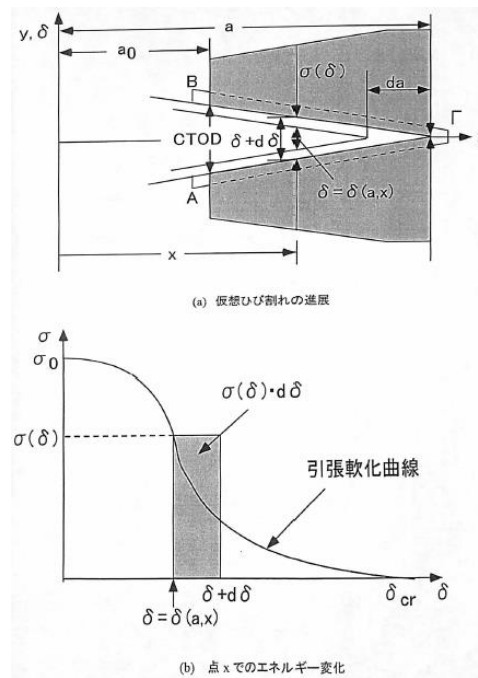


図 2.4 結合力モデルでのエネルギー変化

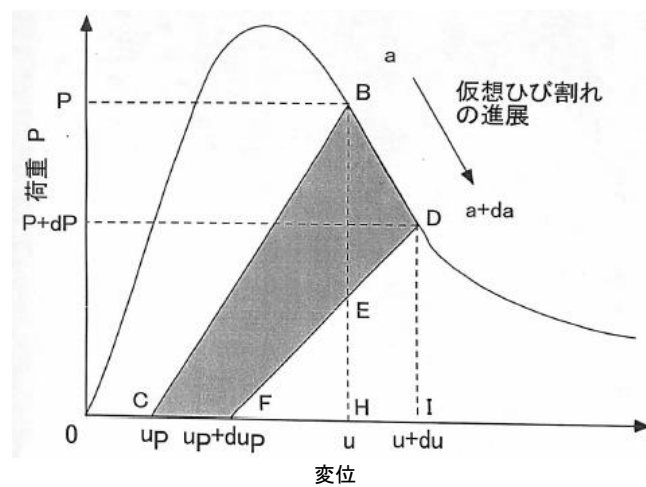


図 2.5 荷重－変位曲線でのエネルギー構成

## (9) ヤング率 E

切欠き試験体の曲げ試験およびくさび割れ試験の両試験において、初期段階では試験体にはひび割れが進展せず、弾性変形すると仮定すると、試験体のヤング率 E は曲線の初期コンプライアンス C から線形破壊力学の解析結果を基に以下の式で求められる。

$$U = u_{\text{crack}} + u_{\text{nocrack}} = \frac{1.5PS^2}{Etd^2} V_2(\alpha) + \frac{PS^2}{4Etd^2} \quad \text{式 2.14}$$

したがって、

$$E = \frac{1.5S^2}{Ctd^2} V_2(\alpha) + \frac{S}{6d} \quad \text{式 2.15}$$

ただし、

$$V_2(\alpha) = \left(\frac{\alpha}{1-\alpha}\right)(5.58 - 19.57\alpha + 36.82\alpha^2 - 34.94\alpha^3 + 12.77\alpha^4) \quad \text{式 2.16}$$

## (10) 等価パラメータ

図 2-6 において、破線 OB'C' で囲まれた面積は塑性変形のない弾性体を仮定した場合での見かけの弾性歪み解放エネルギー  $U_{fe}$  を表す。 $U_f$  から  $U_{fe}$  を引いたものは見かけの弾性歪みエネルギー  $U_{fp}$  となる。これらには破壊力学パラメータとしての物理的意味はないが、破壊過程での塑性変形の程度を評価する指標となる。

(11) 破壊エネルギー $G_F$ ,  $G_F^{WOF}$  (fracture energy)

切欠き梁3点曲げ試験やくさび割裂試験の試験結果より得られる荷重－開口変位曲線の面積から、破壊エネルギー $G_F$ を求めることができる。破壊エネルギーは、ひび割れが単位面積分進展するのに必要な平均エネルギーであり、供試体を完全に破断するのに消費されたエネルギーを破断部の投影面積で除して求められる。 $G_F^{WOF}$ は求め方が簡単であり、靱性を評価しやすいため多く使用されている。RILEM法<sup>3)</sup>では、破壊靱性試験により得られる荷重－変位曲線下の面積を基に、供試体の自重や治具の重量を考慮した補正を行い以下の式2.17により求められる。くさび割裂試験における $G_F^{WOF}$ は $m=0$ とし、式2.18により求められる。

$$G_F^{WOF} = \frac{W_0 + mg\delta_0}{A_{lig}} \quad \text{式 2.17}$$

$$G_F^{WOF} = \frac{W_0}{A_{lig}} \quad \text{式 2.18}$$

ここに、 $W_0$ ：荷重－変位曲線下の面積(N/m)       $m$ ： $m_1+m_2$ (kg)

$m_1$ ：支店の梁の重さ(kg)       $m_2$ ：試験体に載っている治具の重量(kg)

$g$ ：重力加速度( $m/s^2$ )       $\delta_0$ ：破断時の変位(m)

$A_{lig}$ ：梁の破断面の投影面積( $m^2$ )

(12) 破壊エネルギー $G_F^{TSD}$ 

仮想ひび割れ節点 $\delta$ が $\delta = \delta_{cr}$ (限界開口変位)となるまでに消費されるエネルギーであり、引張軟化曲線により囲まれる面積である。 $G_F^{WOF} = G_F^{TSD}$ と定義され、このことを利用し、荷重－開口変位曲線から引張軟化曲線を逆解析することができる。 $G_F^{WOF}$ は自重などの補正項 $mg\delta_0$ の値に大きな影響を及ぼす限界荷重点変位の正確な計測が必要だが、載荷速度や計測システムの差異によりばらつきが生じるため、破壊エネルギーによる評価には $G_F^{TSD}$ を用いることが理想的である。

(13) 有効破壊エネルギー  $G_F^u$ 

引張軟化曲線から求められる破壊エネルギー  $G_F^{TSD}$  は供試体が破断するまでに必要なエネルギーであるが、繊維を混入したコンクリートやモルタルでは繊維のブリッジング作用などにより供試体が完全な破断に至らず、正確な限界開口変位  $\delta_{cr}$  が求められないことがあり、その場合は  $G_F^{TSD}$  による評価は難しくなる。そこで、引張軟化曲線において開口変位が有効ひび割れ幅  $\delta_u$  に達するまでの破壊エネルギーを有効破壊エネルギー  $G_F^u$  とし、 $G_F^u$  を用いて評価する方法が提案されている。有効ひび割れ幅  $\delta_u$  は、部材の耐久性、防水性、美観などの観点からその機能が大きく低下すると考えられる値であり、0.5mm に設定されることが多い。本研究においても、 $G_F^u$  を用いる場合には  $\delta_u=0.5\text{mm}$  として算出することとする。

(14) 初期結合応力  $\sigma_0$ 

初期結合応力は、実験結果より得られた荷重－変位曲線の初期勾配により決定される値である。ひび割れ発生(初期のひび割れ進展)に対し、一定の結合応力を仮定してひび割れ進展を行い、解析により得られる荷重－変位関係と一致する結合応力を求め、これを初期結合応力とする。材料の本質的な引張強度を表すパラメータであり、ひび割れ発生に対する抵抗性を示す。この値が大きいほどひび割れが発生しにくいといえる。

(15) 有効引張強度  $f_t^{\text{eff}}$ 

引張軟化曲線において  $\delta = \delta_1=0.01\text{mm}$  となるまでの平均結合応力を有効引張強度  $f_t^{\text{eff}}$  とし、これを用いて引張強度を評価することが提案されている。本来は初期結合応力により評価するが、逆解析による初期結合応力のばらつきが大きい場合には  $f_t^{\text{eff}}$  を用いた評価が適切であると考えられる。 $f_t^{\text{eff}}$  は次式により求められる。

$$f_t^{\text{eff}} = \frac{g_1}{\delta_1}$$

式 2.19

## (16) タフネス指数 T. M.

引張軟化曲線において開口変位  $0 \sim \delta_i (i=1, 2, 3, \dots, u)$  間で囲まれる面積を  $g_i$  とし,  $g_i$  を  $i=1 \sim u$  間で積分したものをタフネス指数 T.M. とする。T.M. は初期ひび割れ部分でのエネルギー消費量が LPD 曲線の最大荷重やその後の変形性能に大きく影響するため, その部分を課題に評価するよう重みをつけたものである。

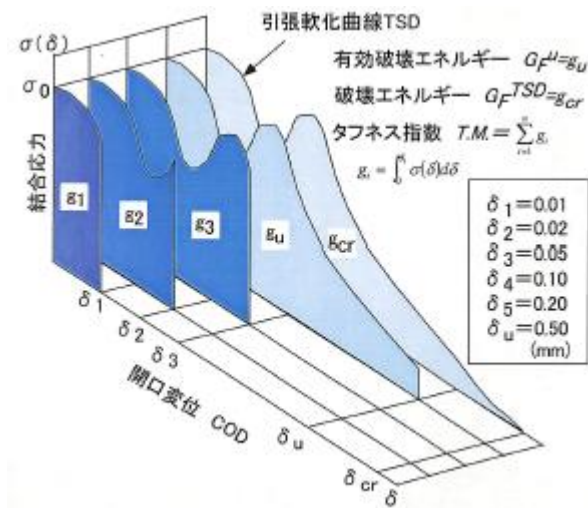


図 2.6 有効破壊エネルギーおよびタフネス指数

## 参考文献

- 1) 神山力, 橘高義典, 田村雅紀: 各種コンクリートの破壊特性の試験方法に関する研究, 東京都立大学工学部建築学科平成 12 年度特別研究
- 2) 松沢晃一, 橘高義典, 田村雅紀: ハイブリッド型短繊維補強コンクリートの破壊特性に及ぼす繊維種類の影響, 東京都立大学大学院工学研究科建築学専攻平成 16 年度修士論文
- 3) 50 FMC Draft Recommendation : Determination of The Fracture Energy of Mortar and Concrete by Means of Three-point Bend Tests on Notched Beams, Materials and Structures, Vol.18, No.106, pp.286-290, 1985

## 第 3 章 加熱と中性化の作用を受けたコンクリート のひび割れ抵抗性

- 3.1 はじめに
- 3.2 供試体概要
- 3.3 試験方法
  - 3.3.1 促進中性化試験
  - 3.3.2 破壊靱性試験(切欠き梁 3 点曲げ試験)
  - 3.3.3 破壊特性の評価方法
  - 3.3.4 圧縮強度試験
- 3.4 試験結果
  - 3.4.1 圧縮強度試験
  - 3.4.2 荷重－開口変位曲線
  - 3.4.3 引張軟化曲線および初期結合応力
  - 3.4.4 破壊エネルギー

参考文献

### 3.1 はじめに

近年、鉄筋コンクリート造の建築物が発電施設や焼却施設などに用いられている。これらの施設はその特性上、長期間にわたって加熱の影響を受ける。このことから、これらの施設に使用されるコンクリートには耐久性確保を目的として温度規定値が定められている。原子力施設の一般部分などに対しては、コンクリート温度が  $65^{\circ}\text{C}$  を超えないよう規定されている。コンクリートの加熱に関する研究は以前から多く行われているが、この温度規定値に関する研究は少ない。

また、鉄筋コンクリート造建築物の安全性および耐久性を検討する際に考慮すべき要因としてコンクリートの「中性化」がある。中性化とは、コンクリート中に含まれアルカリ性を示す水酸化カルシウムが、大気中の二酸化炭素と反応することにより炭酸カルシウムを生成し  $\text{pH}8.5\sim 10$  程度になる現象である。中性化に関する研究も数多くなされており、中性化の進行については、進行速度が経過時間の平方根に比例するという理論をもとにした速度式が使用されることが多い。

本章では、加熱および中性化による複合劣化作用を受けたコンクリートの強度および耐久性に着目し、そのひび割れ抵抗性について、モルタル供試体を用いた破壊靱性試験(切欠き梁3点曲げ試験)により検討を行った。本研究の実験フローを図3.1に示す。

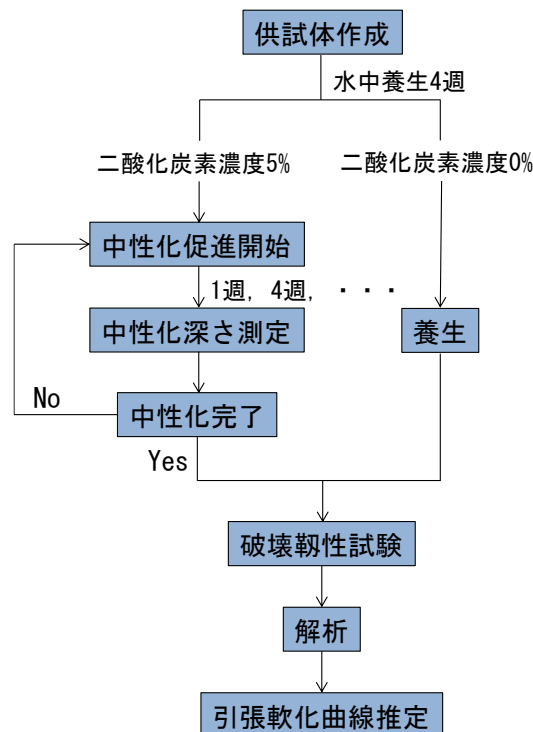


図 3.1 実験フロー

### 3.2 供試体概要

表 3.1 に供試体作成に使用した材料の種類と物性、表 3.2 に供試体の調合およびフレッシュ性状、表 3.3 に実験の要因と水準、図 3.2 に供試体練り手順、図 3.3 に供試体概要、写真 3.1 にフロー試験結果、写真 3.2 に供試体練りに使用したパン型ミキサ、写真 3.3 に供試体打込み時風景を示す。供試体の調合は水セメント比 60%，80%，100%の 3 水準とし、それぞれフロー試験によるフロー値が  $180 \pm 10 \text{mm}$  となるよう S/C(細骨材セメント重量比)を調節し、試し練りにより決定した。供試体の練りおよび打ち込みは温度 20℃，相対湿度 60% の高温恒湿室で行った。練り混ぜには写真 3.2 に示す容量 10 リットルのパン型ミキサを使用した。供試体練りの手順は図 3.2 に示したように、セメントおよび細骨材を投入して 30 秒練り混ぜ、その後水を投入して 30 秒練り混ぜ、かき落としした後さらに 90 秒練り混ぜという順で行った。打込みには鉄製の型枠を用いた。水セメント比 60%，80%の供試体は打込み後 2 日で脱型し、100%の供試体は打込み後 5 日で脱型した。脱型後にそれぞれ材齢 4 週まで水中養生を行い、その後は実験の要因と水準に合わせて促進中性化を行った。促進中性化における供試体の加熱温度は 20℃，65℃の 2 水準，二酸化炭素濃度は 0(0.4)%，5%の 2 水準とし、促進中性化時の相対湿度はいずれも 60%とした。切欠き梁 3 点曲げ試験実施の直前に、供試体中央部にダイヤモンドカッター(刃厚 1mm)を使用し、リガメント高さが 12mm となるよう切欠きを入れた。

表 3.1 使用材料

材料	種類	記号	物性
セメント	普通ポルトランドセメント	C	密度 $3.16 \text{g/cm}^3$ 比表面積 $3300 \text{cm}^2/\text{g}$
細骨材	硬質砂岩砕砂（相模原産）	S	表乾密度 $2.61 \text{g/cm}^3$ 絶乾密度 $2.56 \text{g/cm}^3$ 吸水率 2.15% 粗粒率 3.25

表 3.2 調合およびフレッシュ性状

W/C (%)	S/C (kg/kg)	質量( $\text{kg/m}^3$ )			フロー値 (mm)
		W	C	S	
60	3.0	243	500	1500	184.7
80	4.3	243	376	1616	173.0
100	5.0	214	314	1571	185.0



表 3.3 実験の要因と水準

要因	水準
水セメント比(%)	60, 80, 100
加熱温度(°C)	20, 65
二酸化炭素濃度(%)	0, 5

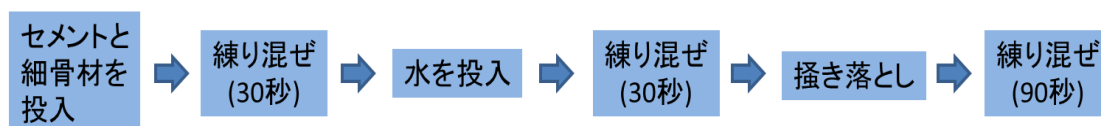


図 3.2 供試体練り手順

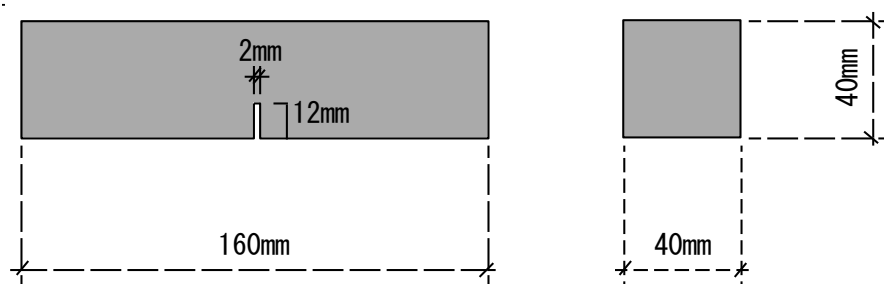


図 3.3 供試体概要



写真 3.1 フロー試験



写真 3.2 パン型ミキサ



写真 3.3 供試体打込み時風景

### 3.3 試験方法

#### 3.3.1 促進中性化試験

図 3.4 に本研究で行った促進中性化試験のフローを示す。供試体は材齢 4 週まで水中養生を行った後、水中から取り出し乾燥させ、エポキシ樹脂系接着剤を用いてシールした。シールは写真 3.4 に示すように供試体の小口 2 面に行い、それ以外の 4 面から炭酸ガスが浸透するようにした。シール後は、写真 3.5 に示した中性化促進試験装置により、各温度 (20°C, 65°C)、各二酸化炭素濃度 (0%, 5%) で試験した。また、試験中の湿度はいずれも 60% R.H. で一定とした。二酸化炭素濃度 5% の供試体についてはフェノールフタレイン溶液を用いて定期的に中性化深さの測定を行い、供試体全体が中性化したのを確認した時点で、それぞれ二酸化炭素濃度 0% の供試体とともに破壊靱性試験 (切欠き梁 3 点曲げ試験) を実施した。中性化深さの測定は、JIS A 1153 : 2012 を参考にまず 1 週、4 週時点で行った。以降はその測定結果を用いて式 3.1 から係数  $A$  を求め、これをもとに供試体全体が中性化する時期を予測し、各供試体の測定時期を設定した。

$$C = A\sqrt{t}$$

式 3.1

ここに、 $C$  : 中性化深さ (mm),  $t$  : 材齢 (年),  $A$  : 係数 (mm/ $\sqrt{\text{年}}$ )

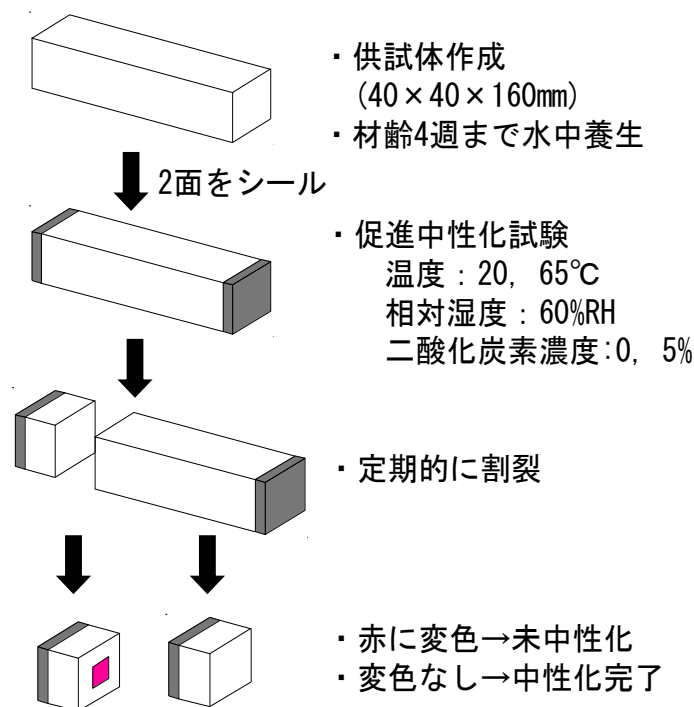


図 3.4 促進中性化試験フロー

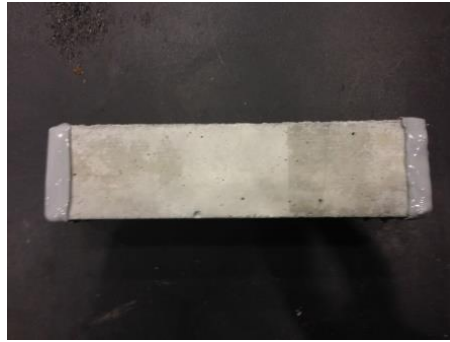


写真 3.4 シールした供試体



写真 3.5 中性化促進試験装置

### 3.3.2 破壊靱性試験(切欠き梁 3 点曲げ試験)

図 3.5 に破壊靱性試験(切欠き梁 3 点曲げ試験)概要, 図 3.6 に試験装置のシステムフローチャート, 写真 3.6 に破壊靱性試験(切欠き梁 3 点曲げ試験)の風景を示す。破壊靱性試験は JCI-S-001-2003「切欠きはりをを用いたコンクリートの破壊エネルギー試験方法」の切欠き梁 3 点曲げ試験方法に準じて行った。本研究では  $40 \times 40 \times 160(\text{mm})$  の供試体を用いた。供試体中央部から左右に  $60\text{mm}$  の位置に台座部分をセットし荷重スパンを  $120\text{mm}$  とした。供試体下部の切欠きの両端に  $5\text{mm}$  の間隔を空けて接着剤にてスチールチップを貼り付け, 開口変位計測用の高感度クリップゲージをセットし, 荷重を開始した。供試体の安定破壊が得られるよう, 切欠き端部の開口変位速を  $0.02\text{mm}/\text{min}$  に設定した。最大荷重以降の軟化域を精度よく検出するため, 試験には加力部, 油圧装置, フィードバック機能を有する制御装置からなるクローズドループシステム型(閉回路機構)のサーボコントロール式油圧試験機(MTS 社製)を用いた。供試体の切欠き部分に設置した開口変位制御用のクリップゲージにより, 開口変位(COD : Crack Opening Displacement)を計測し, 荷重速度を制御することとした。試験により得られたデータから荷重 - 開口変位曲線(L - CMOD 曲線 : Load - Crack Opening Displacement)を求め, この曲線から多直線近似解析法により引張軟化曲線(TSD)を推定することができる。なお破壊靱性試験においては, 供試体は各条件につき 3 体使用することとした。

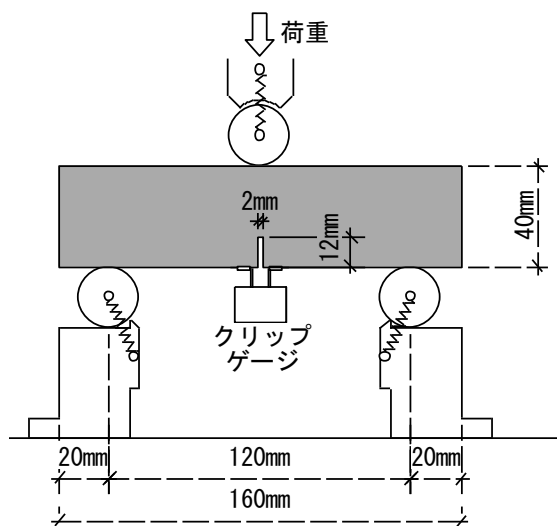


図 3.5 切欠き梁 3 点曲げ試験概要

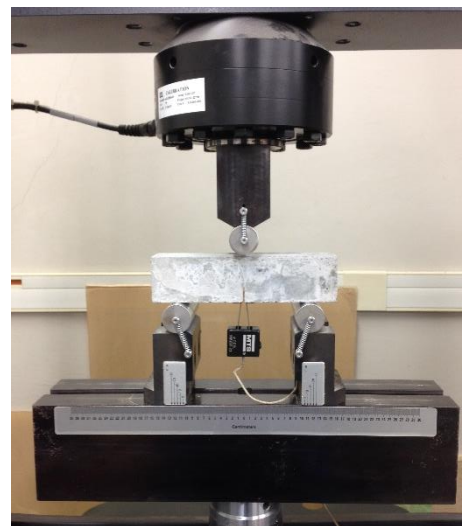


写真 3.6 切欠き梁 3 点曲げ試験風景



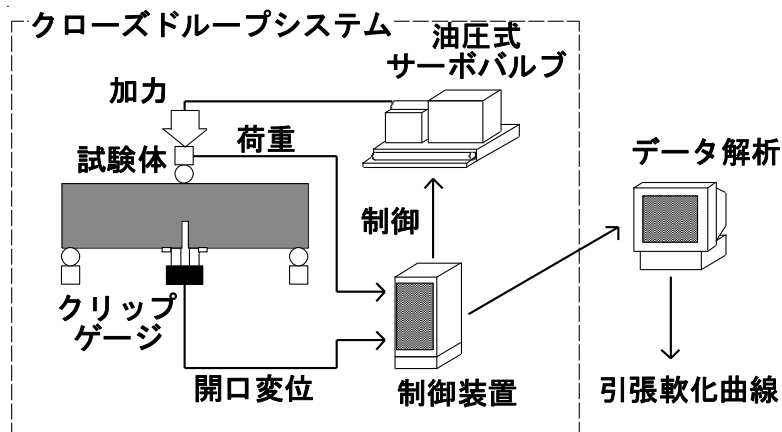


図 3.6 システムフローチャート

### 3.3.3 破壊特性の評価方法

本研究では、荷重－開口変位曲線、引張軟化曲線、および引張軟化曲線から求められる各種破壊パラメータにより破壊特性およびひび割れ抵抗性を評価した。引張軟化曲線は多直線近似解析(2.3.1)により求めた。破壊パラメータによる評価には、初期結合応力および破壊エネルギー(2.3.3)を用いることとした。

### 3.3.4 圧縮強度試験

写真 3.7 に圧縮強度試験風景、写真 3.8 に圧縮強度試験に使用した 1000kN 耐圧式試験機を示す。圧縮強度試験には切欠き梁 3 点曲げ試験後 2 つに破断した供試体を用い、その 2 つの断片の試験結果を平均することで圧縮強度とした。



写真 3.7 圧縮強度試験風景



写真 3.8 1000kN 耐圧式試験機

### 3.4 試験結果

#### 3.4.1 圧縮強度

表 3.4.1~3 および図 3.7 に各供試体の圧縮強度試験結果を示す。二酸化炭素濃度 0%の供試体に着目すると、20℃ではいずれの供試体も4週時点より圧縮強度が増大し、65℃ではいずれの供試体も4週時点より低下していた。65℃で圧縮強度が低下した原因としては、加熱による乾燥や熱膨張、空隙の粗大化、微小ひび割れの発生などが挙げられる。また20℃、65℃ともに中性化した供試体は圧縮強度が増大しており、特に65℃では大幅に増大した。これは、加熱により生じた微細ひび割れや粗大化した空隙が、中性化に伴い生成される炭酸カルシウムなどにより充填されたためと考えられる。また、中性化による圧縮強度の増大は水セメント比の低下に伴い著しくなる傾向がみられる。これは、水セメント比が低いほど供試体に含まれるセメント量が多くなり、そのため中性化により発生する炭酸カルシウムなどの生成物量が増加したことが影響したと考えられる。

### 第3章 加熱と中性化の作用を受けたコンクリートのひび割れ抵抗性

表 3.4.1 圧縮強度試験結果(水セメント比 60%)

水セメント比 (%)	加熱温度 (℃)	二酸化炭素濃度 (%)	材齢* (週)	番号	断面長さ (mm)	断面積 (mm <sup>2</sup> )	最大荷重 (kN)	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	平均圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )
60	—	—	4	①	39.9	1596	86	53.9	54.2	53.1
				①	40.38	1615.2	88	54.5		
				②	41.02	1640.8	88.3	53.8	54.2	
				②	40.84	1633.6	89.1	54.5		
				③	40.74	1629.6	85.5	52.5	52.1	
				③	40.19	1607.6	83.3	51.8		
				④	40.15	1606	85.8	53.4	54.1	
				④	40.33	1613.2	88.3	54.7		
				⑤	40.08	1603.2	82	51.1	51.2	
				⑤	40.13	1605.2	82.2	51.2		
				⑥	40.13	1605.2	85	53.0	52.9	
				⑥	40.14	1605.6	84.8	52.8		
	20	0	52	①	40.4	1616	112.6	69.7	69.8	71.7
				①	40.1	1604	112	69.8		
				②	40.8	1632	114.1	69.9	71.8	
				②	40.7	1628	119.8	73.6		
				③	40.9	1636	120.8	73.8	73.6	
				③	40.5	1620	119	73.5		
		5		①	40.7	1628	126.8	77.9	77.5	82.2
				①	40.1	1604	123.8	77.2		
				②	40.6	1624	133	81.9	84.8	
				②	40.5	1620	142	87.7		
				③	40.3	1612	142	88.1	84.2	
				③	40.1	1604	128.8	80.3		
	65	0	15	①	40.4	1616	71.8	44.4	44.8	41.4
				①	40.33	1613.2	72.8	45.1		
				②	40.62	1624.8	64.8	39.9	38.3	
				②	41.77	1670.8	61.4	36.7		
				③	41.76	1670.4	71.1	42.6	41.1	
				③	41.48	1659.2	65.6	39.5		
		5		①	40.99	1639.6	152.4	92.9	88.5	89.7
				①	40.68	1627.2	136.8	84.1		
				②	41.02	1640.8	148	90.2	91.9	
				②	40.9	1636	153.2	93.6		
				③	40.17	1606.8	139.2	86.6	88.7	
				③	40.9	1636	148.4	90.7		



### 第3章 加熱と中性化の作用を受けたコンクリートのひび割れ抵抗性

表 3.4.2 圧縮強度試験結果(水セメント比 80%)

水セメント比 (%)	加熱温度 (℃)	二酸化炭素濃度 (%)	材齢 (週)	番号	断面長さ (mm)	断面積 (mm <sup>2</sup> )	最大荷重 (kN)	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	平均圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )
80	—	—	4	①	40.15	1606	61.6	38.4	38.4	41.4
				①	40.16	1606.4	61.6	38.3		
				②	41.26	1650.4	69.3	42.0	41.6	
				②	40.29	1611.6	66.5	41.3		
				③	40.08	1603.2	67.6	42.2	40.0	
				③	40.04	1601.6	60.6	37.8		
				④	40.01	1600.4	63.4	39.6	40.0	
				④	40.1	1604	64.8	40.4		
				⑤	40.34	1613.6	68.6	42.5	42.0	
				⑤	40.1	1604	66.4	41.4		
				⑥	40.1	1604	75.4	47.0	46.3	
				⑥	40.03	1601.2	73	45.6		
	20	0	15	①	41.55	1662	79.5	47.8	48.4	46.5
				①	41.3	1652	80.8	48.9		
				②	41.09	1643.6	70.4	42.8	43.6	
				②	41.89	1675.6	74.5	44.5		
				③	40.92	1636.8	77.1	47.1	47.5	
				③	41.04	1641.6	78.6	47.9		
		5		①	40.43	1617.2	97.4	60.2	62.2	58.2
				①	41	1640	105.4	64.3		
				②	41.68	1667.2	90.8	54.5	54.0	
				②	41.3	1652	88.6	53.6		
				③	41.44	1657.6	98	59.1	58.3	
				③	41.3	1652	95	57.5		
	65	0	10	①	41.62	1664.8	55.4	33.3	32.4	31.1
				①	41.13	1645.2	51.9	31.5		
				②	41.4	1656	50	30.2	30.0	
				②	41.33	1653.2	49.4	29.9		
				③	41.31	1652.4	48.8	29.5	30.8	
				③	42.02	1680.8	54	32.1		
		5		①	40.89	1635.6	104.3	63.8	65.5	64.6
				①	41.13	1645.2	110.5	67.2		
				②	42.24	1689.6	104	61.6	62.1	
				②	42.55	1702	106.6	62.6		
				③	41.26	1650.4	110	66.7	66.2	
				③	41.12	1644.8	108	65.7		

### 第3章 加熱と中性化の作用を受けたコンクリートのひび割れ抵抗性

表 3.4.3 圧縮強度試験結果(水セメント比 100%)

水セメント比 (%)	加熱温度 (℃)	二酸化炭素濃度 (%)	材齢 (週)	番号	断面長さ (mm)	断面積 (mm <sup>2</sup> )	最大荷重 (kN)	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	平均圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )
100	—	—	4	①	40.1	1604.8	35	21.8	22.5	24.7
				①	40.0	1599.2	37.1	23.2		
				②	40.0	1600.8	42.4	26.5	27.4	
				②	40.1	1604	45.5	28.4		
				③	40.1	1605.2	40.7	25.4	25.1	
				③	40.2	1608.8	39.9	24.8		
				④	40.3	1610	38.9	24.2	23.7	
				④	40.1	1605.2	37.4	23.3		
				⑤	40.2	1607.2	39.5	24.6	25.2	
				⑤	40.3	1610.8	41.6	25.8		
				⑥	40.1	1604.8	36.9	23.0	24.2	
				⑥	40.1	1605.2	40.8	25.4		
	20	0	10	①	41.7	1668.8	51.2	30.7	30.2	30.0
				①	42.0	1680.4	49.9	29.7		
				②	40.4	1616	48.2	29.8	30.1	
				②	40.9	1635.2	49.7	30.4		
				③	41.4	1657.6	47.8	28.8	29.8	
				③	40.7	1627.6	50.1	30.8		
		5		①	41.2	1647.6	61.3	37.2	34.1	33.1
				①	41.8	1672.8	52	31.1		
				②	41.0	1640.4	55.6	33.9	32.0	
				②	41.7	1668.8	50.4	30.2		
				③	41.0	1641.6	55.4	33.7	33.2	
				③	40.6	1623.2	52.9	32.6		
	65	0	8	①	41.1	1644	31.5	19.2	19.8	20.7
				①	41.5	1658.4	33.8	20.4		
				②	41.3	1652.8	34.1	20.6	19.7	
				②	40.8	1630.8	30.5	18.7		
				③	41.4	1656	38.4	23.2	22.6	
				③	42.1	1683.2	37.2	22.1		
		5		①	40.9	1634.8	58.8	36.0	37.0	34.8
				①	40.1	1604.8	61	38.0		
				②	40.5	1620.4	49.7	30.7	31.1	
				②	41.4	1655.6	52.1	31.5		
				③	42.0	1680	57.5	34.2	36.2	
				③	41.3	1652.8	63.2	38.2		

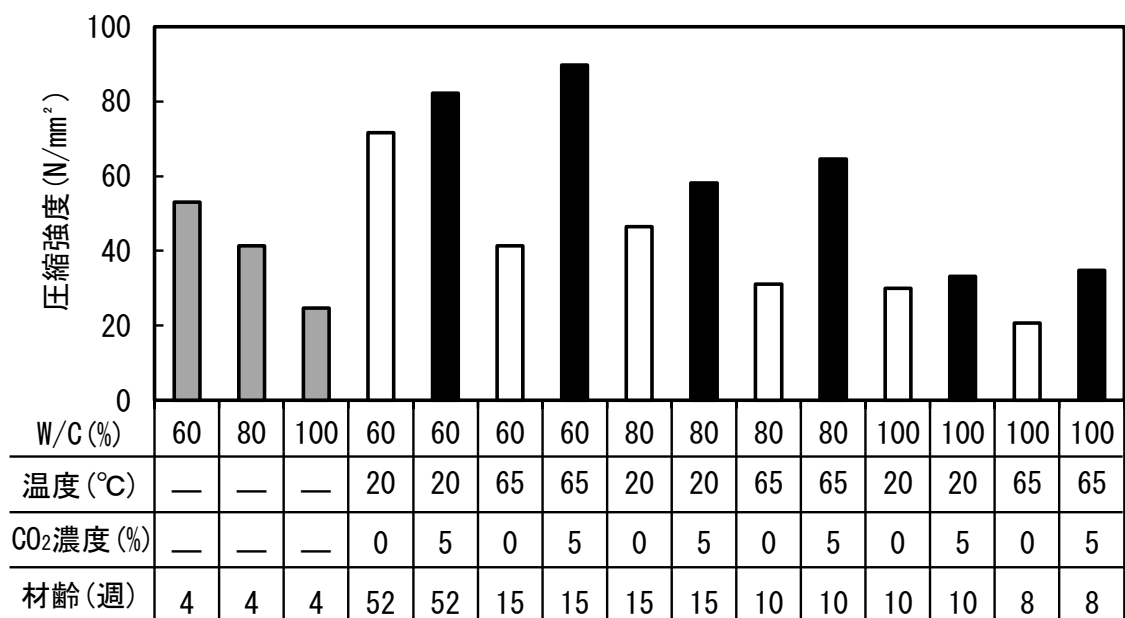


図 3.7 圧縮強度

### 3.4.2 荷重－開口変位曲線

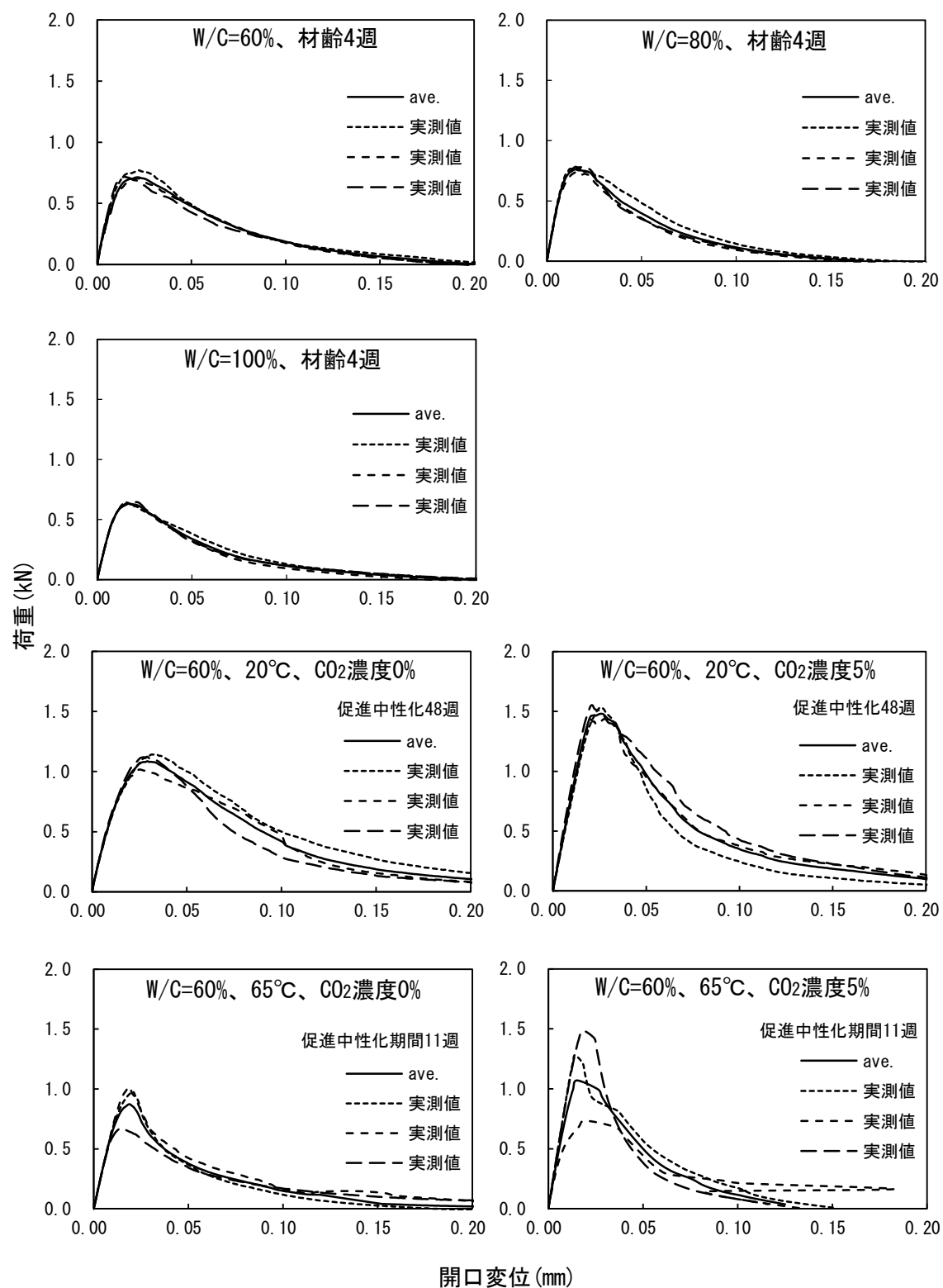
図 3.8 に各供試体の荷重－開口変位曲線を示す。

水セメント比が小さいほど中性化に長い期間を要した。また、20℃に比べ 65℃では中性化の進行が速くなる傾向にある。これは加熱により二酸化炭素の拡散速度が向上したためであると考えられる。

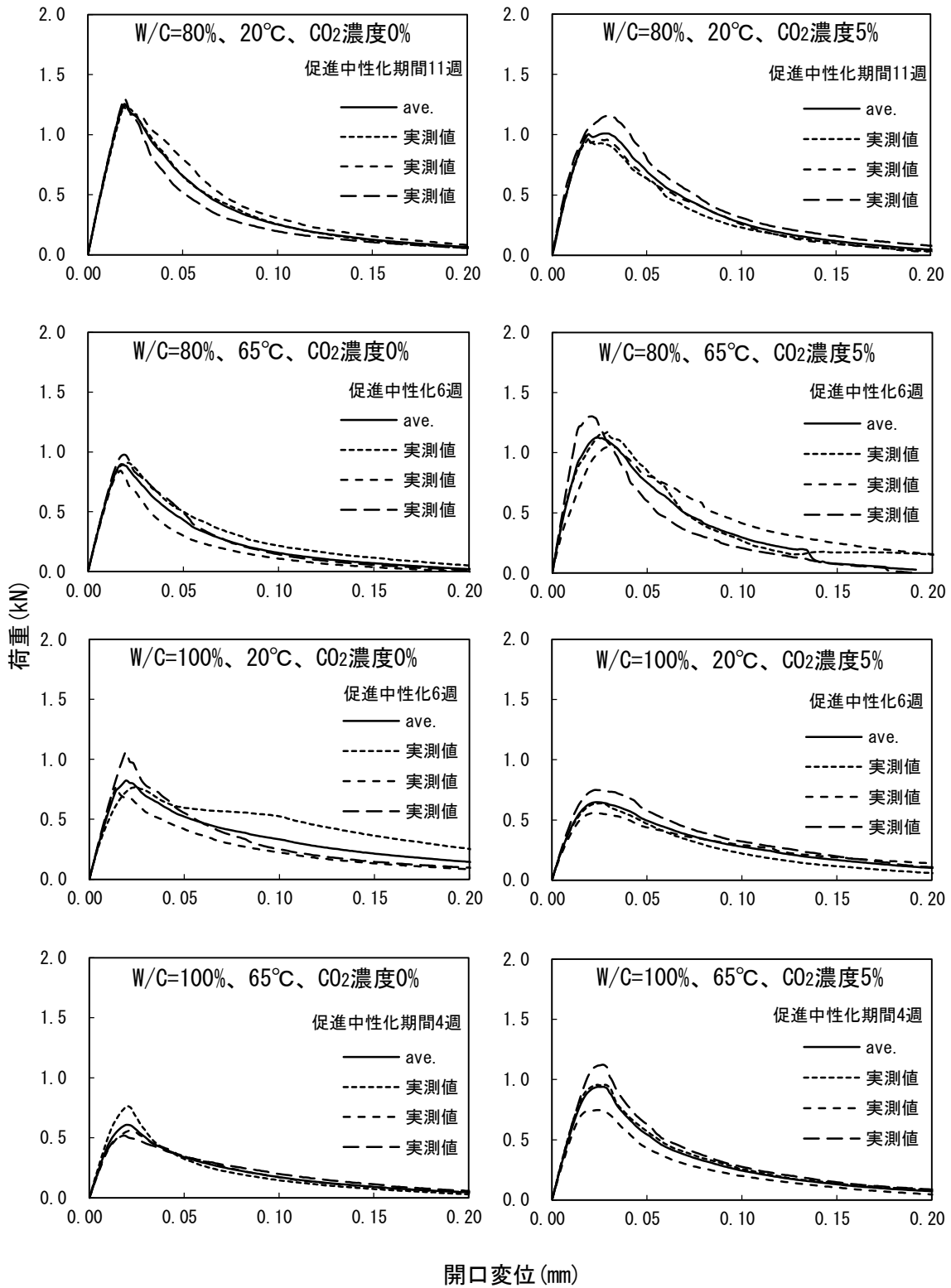
養生温度 20℃、二酸化炭素濃度 0%の供試体は、全て材齢 4 週時点より曲線の最大荷重が増大していた。同一温度で中性化した供試体も最大荷重は増大したが、水セメント比 80%および 100%の供試体では、中性化した供試体の方が低い値となった。これは、水和反応による C-S-H などの水和物による支持構造が十分に構築されていない状態で中性化が始まったことで、炭酸カルシウム生成による強度増進が抑制されたためと推察する。水セメント比 60%の供試体については、20℃で中性化した場合にも最大荷重が大きく上昇したが、これは比較的材齢が長いため十分に水和反応が進行したためと考えられる。このことから、材齢が短い段階では中性化により最大荷重の増大が抑制されるが、材齢が長くなるとともに水和反応および中性化による強度発現が効果的に影響し始めると考えられる。

養生温度 65℃、二酸化炭素濃度 0%の供試体については、全て 4 週時点より最大荷重が増大した。これは、水和反応の進行や加熱による水和の促進によるものと考えられる。65℃で中性化すると最大荷重は大きく増大したが、これは中性化による供試体組織の緻密化が影響したと考えられる。

### 第3章 加熱と中性化の作用を受けたコンクリートのひび割れ抵抗性



### 第3章 加熱と中性化の作用を受けたコンクリートのひび割れ抵抗性



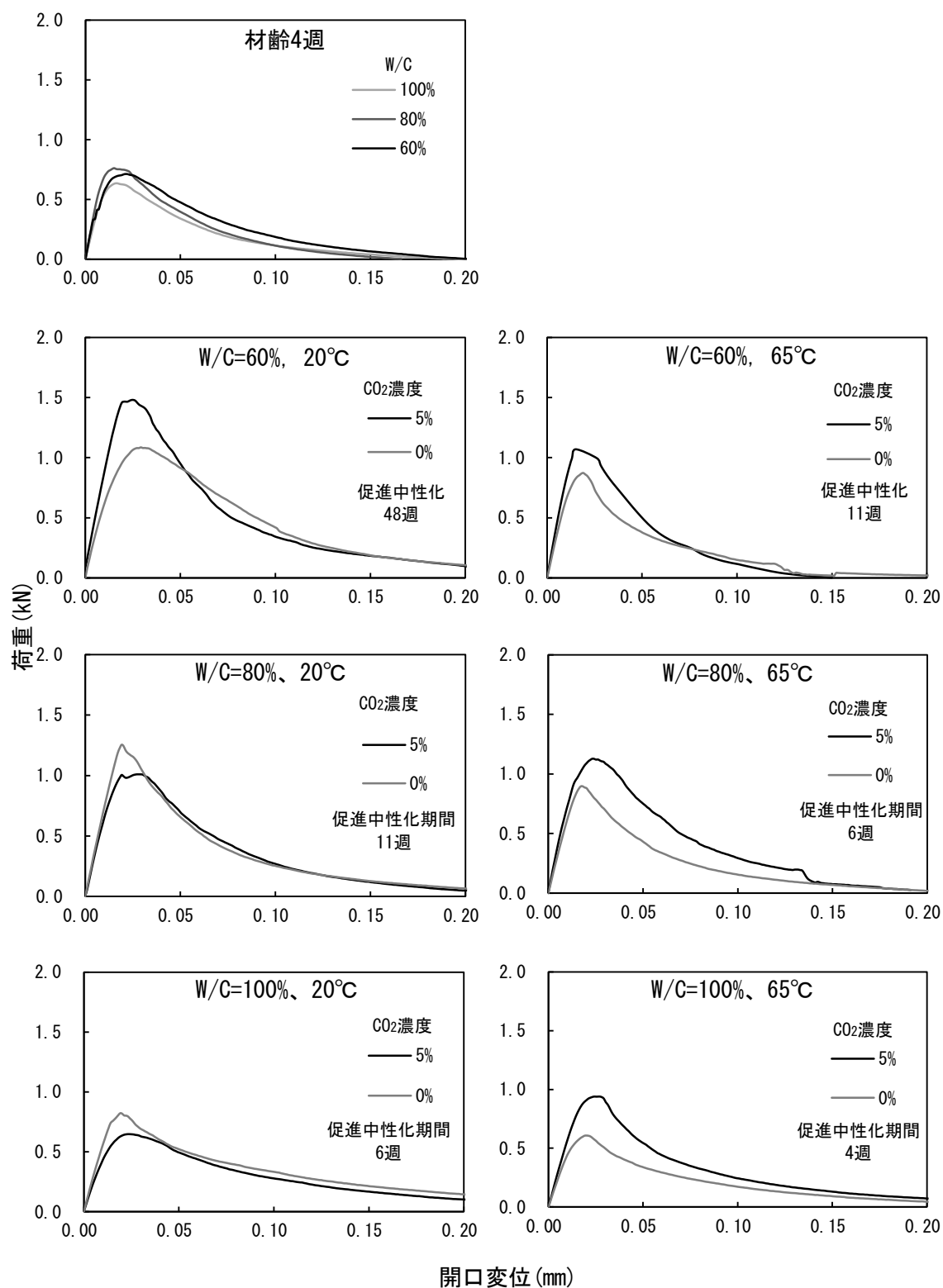


図 3.8 荷重-開口変位曲線

### 3.4.3 引張軟化曲線および初期結合応力

図 3.9 に各供試体の引張軟化曲線を示す。引張軟化曲線は、平均化した荷重－開口変位曲線から多直線近似解析により求めた。

初期結合応力に着目すると、二酸化炭素濃度 0% 供試体については 20℃、65℃ともに材齢 4 週時点より増大しているため、65℃以下においては養生により初期結合応力は増大すると考えられる。養生温度 20℃の供試体については、水セメント比 80%および 100%では中性化した供試体の方が低い値を示した。しかし、水セメント比 60%では中性化すると初期結合応力が大きく増大しているため、荷重－開口変位曲線の最大荷重と同様、材齢が長くなると中性化の進行に関わらず初期結合応力は増大すると考えられる。65℃で中性化した供試体は、いずれの水セメント比においても初期結合応力が増大している。以上から、65℃以下においては、加熱と同時に中性化による影響を受けても初期結合応力は増大する傾向にあると考えられる。



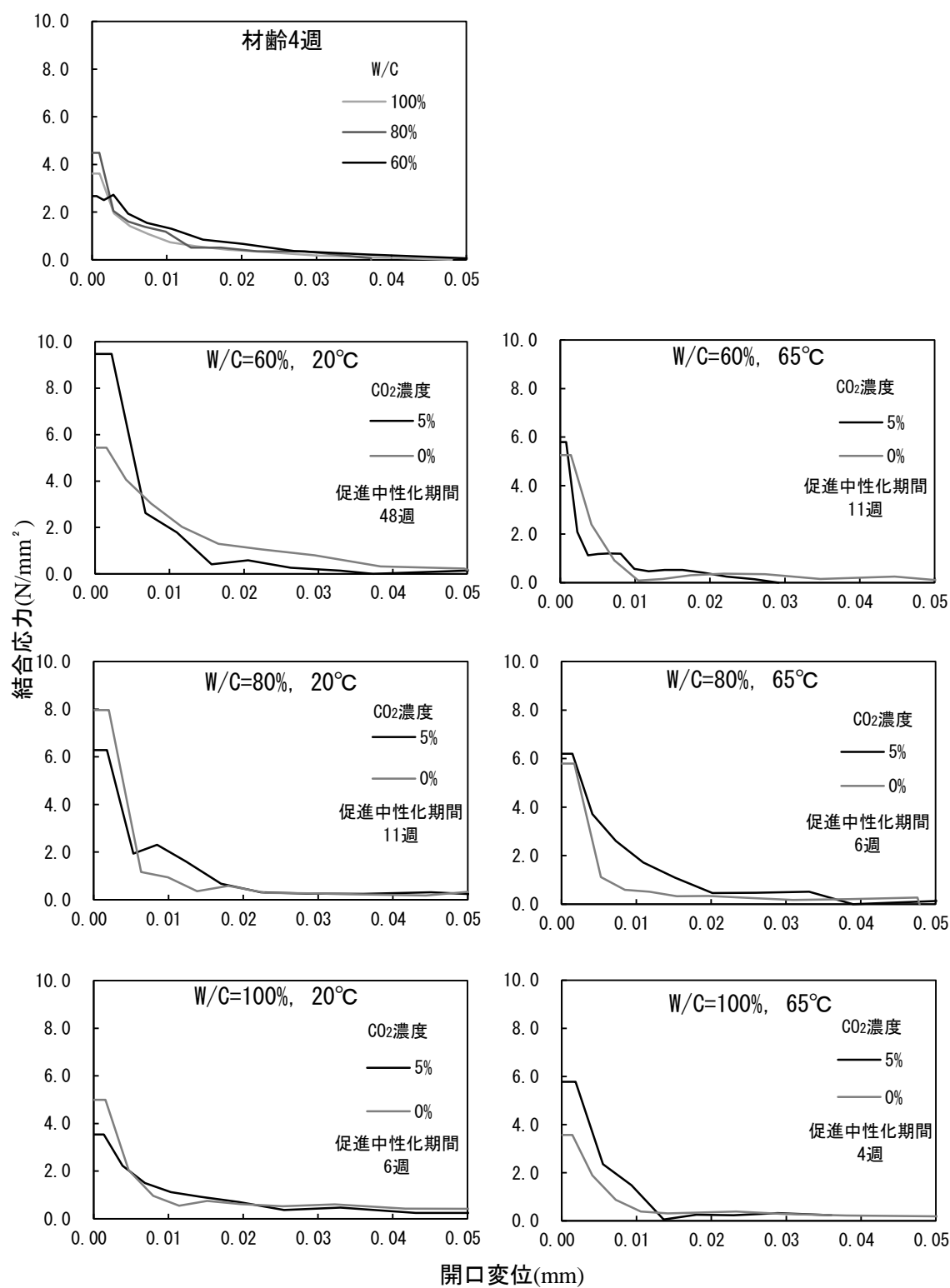


図 3.9 引張軟化曲線

#### 3.4.4 破壊エネルギー

表 3.5 に破壊パラメータ解析結果，図 3.10 に破壊エネルギーを示す。二酸化炭素濃度 0% 供試体については 20℃，65℃ともに材齢 4 週時点より破壊エネルギーが増大している。また，65℃で中性化した供試体は中性化すると破壊エネルギーが増大している。これは，水セメント比 60%および 100%については引張安価曲線における初期結合応力が大きく増大したためであり，水セメント比 80%については開口変位の増加に伴う結合応力の低下が緩やかになっているためと考えられる。一方で，20℃で中性化した場合には破壊エネルギーは減少するかまたは若干の増大にとどまっている。これは，水セメント比 80%および 100%については初期結合応力の増大が抑制されたためであり，水セメント比 60%については結合応力の低下が著しくなったためであると考えられる。しかし，全体としては中性化により破壊エネルギーは増大する傾向にあるため，65℃以下で加熱と中性化による複合作用を受けても，ひび割れ進展抵抗性はほぼ低下しないものと考えられる。



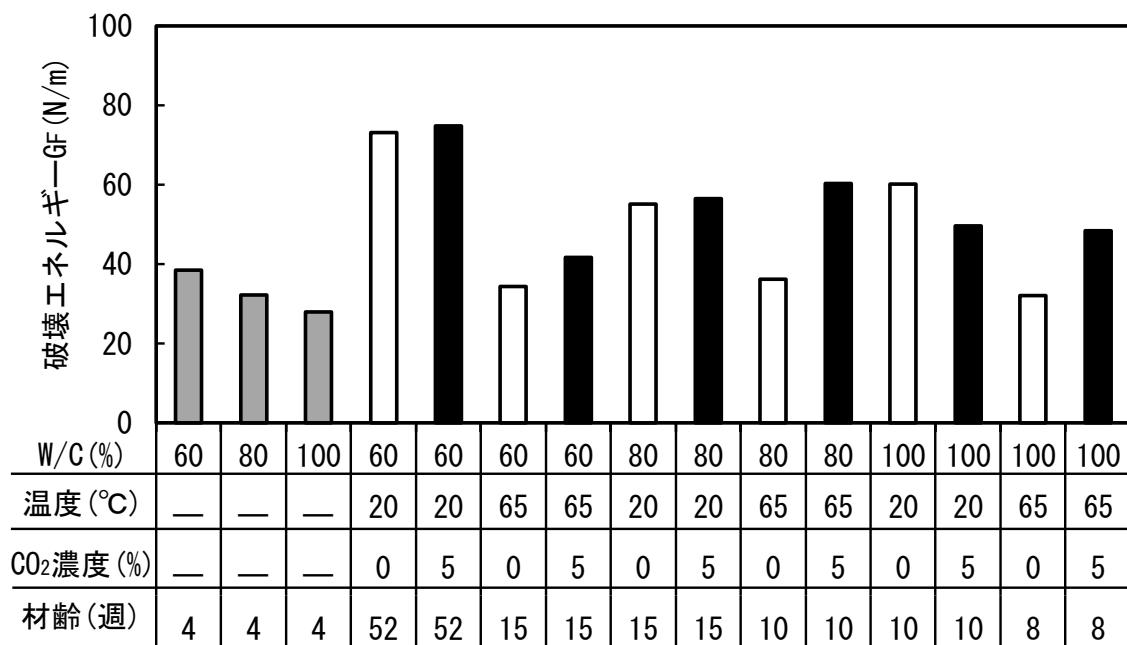


図 3.10 破壊エネルギー

## 第4章 加熱中のコンクリートのひび割れ抵抗性

- 4.1 はじめに
- 4.2 供試体概要
- 4.3 試験方法
  - 4.3.1 試験装置概要
  - 4.3.2 加熱方法
  - 4.3.3 破壊靱性試験(くさび割れ試験)概要
  - 4.3.4 破壊特性の評価方法
- 4.4 実験結果および考察
  - 4.4.1 荷重－開口変位曲線
  - 4.4.2 引張軟化曲線および初期結合応力
  - 4.4.3 破壊エネルギー
- 参考文献

## 4.1 はじめに

原子力施設に供用されるコンクリート構造物は、様々な形で加熱の影響を受ける。そのため、機能維持に必要な性能を確保することを目的として、用途や場所に合わせた温度規定値が設定されている。これは設計時の性能水準を維持し続けていることを確認するためのものである。

高温加熱の影響を受けたコンクリートについては様々な検討がされているが、この温度規定値に関する検討は未だ数が少ない。また加熱されたコンクリートの研究についても、その多くは高温時または加熱冷却後の圧縮強度について検討を行ったものであり、破壊靱性試験による検討を行った例は少ない。さらに、供試体加熱中に破壊靱性試験を行い評価した例は非常に少ない。

本研究では、加熱環境下のコンクリートの破壊特性およびひび割れ抵抗性について、供試体加熱中にくさび割裂試験を実施し検討を行った。

## 4.2 供試体概要

表 4.1 に使用材料、表 4.2 に調合、図 4.1 に供試体概要を示す。練り混ぜには写真 4.1 に示した容量  $0.055\text{m}^3$  のパン型強制練りミキサを使用し、型枠には鋼製型枠を使用した。供試体練りおよび供試体打ち込み時の風景を写真 4.2 に示す。供試体は  $W/C=20, 40, 60, 80(\%)$  のプレーンモルタル供試体(N-20, 40, 60, 80)、鋼繊維混入モルタル供試体(SF-20)、そしてビニロン繊維混入モルタル供試体(VF-20)の 6 種類とした。使用した繊維を写真 4.3 に示す。N-40, 60, 80 の調合は、フロー値が  $180\pm 10(\text{mm})$  となるようにそれぞれ  $S/C$ (細骨材重量/セメント重量)を調節し決定した。写真 4.4 にフロー試験の結果を示す。N-20 の調合については N-40 と同一の  $S/C$  を使用し、スランプフロー値が  $60\pm 5.0(\text{cm})$  となるよう混和剤混入量を調節し決定した。写真 4.5 にスランプフロー試験の結果を示す。SF-20 および VF-20 の調合は、N-20 の調合に繊維を  $1.0(\text{vol.}\%)$  の割合で加えたものである。SF-20 および VF-20 についても、スランプフロー値は  $60\pm 5.0(\text{cm})$  の範囲内に収めるようにした。練り混ぜの手順は、N-40, 60, 80 については、前章と同様とした。N-20 については、その後さらに 1 分間の練り混ぜと掻き落としを 2 回繰り返した。SF-20 および VF-20 については、さらにその後ミキサを回転させた状態で繊維を少しずつ投入した。

表 4.1 使用材料

材料	種類	記号	物性
セメント	普通ポルトランドセメント	C	密度 3.15 g/cm <sup>3</sup>
細骨材	硬質砂岩砕砂（相模原産）	S1	表乾密度 2.59g/cm <sup>3</sup> 絶乾密度 g/cm <sup>3</sup> 吸水率% 粗粒率
混和剤	高性能減水剤	Ad	ポリカルボン 酸系化合物
繊維	鋼繊維	SF	長さ 30mm 比重 7.85
	ビニロン繊維	VF	長さ 18mm 比重 1.30

表 4.2 調合およびフレッシュ性状

記号	調合(kg/m <sup>3</sup> )								スランプフロー(フロー) (mm)
	W/C(%)	S/C	W	C	S	Ad(%)	SF	VF	
PL-20	20	1.35	193	963	1300	3.12	—	—	634.0
PL-40	40	1.35	323	807	1089	—	—	—	(181.6)
PL-60	60	2.85	298	496	1414	—	—	—	(179.9)
PL-80	80	3.5	324	405	1418	—	—	—	(172.2)
SF-20	20	1.35	193	963	1300	3.12	78.5	—	597.0
VF-20	20	1.35	193	963	1300	3.12	—	13.0	558.0

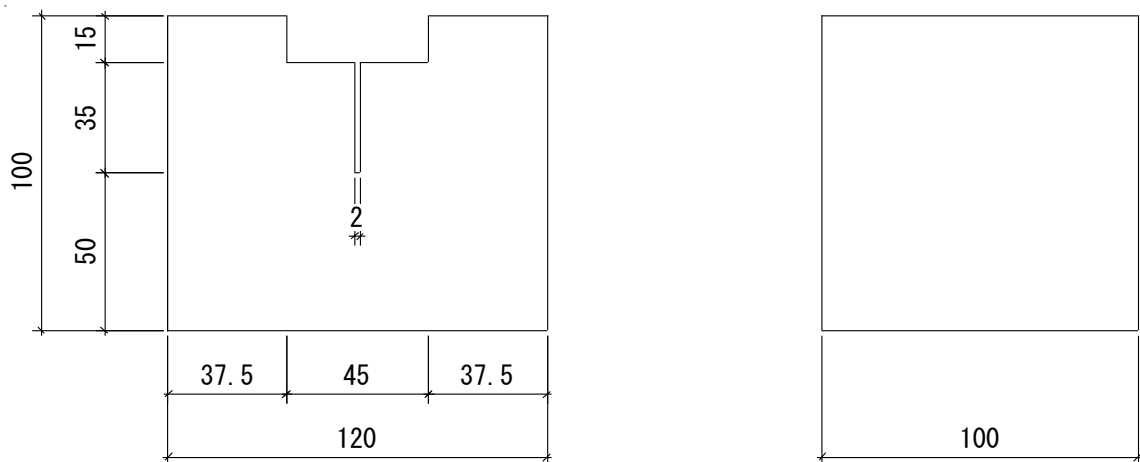


図 4.1 くさび割裂試験供試体概要



写真 4.1 パン型強制練リミキサ



写真 4.2 供試体打ち込み風景



写真 4.3 使用繊維



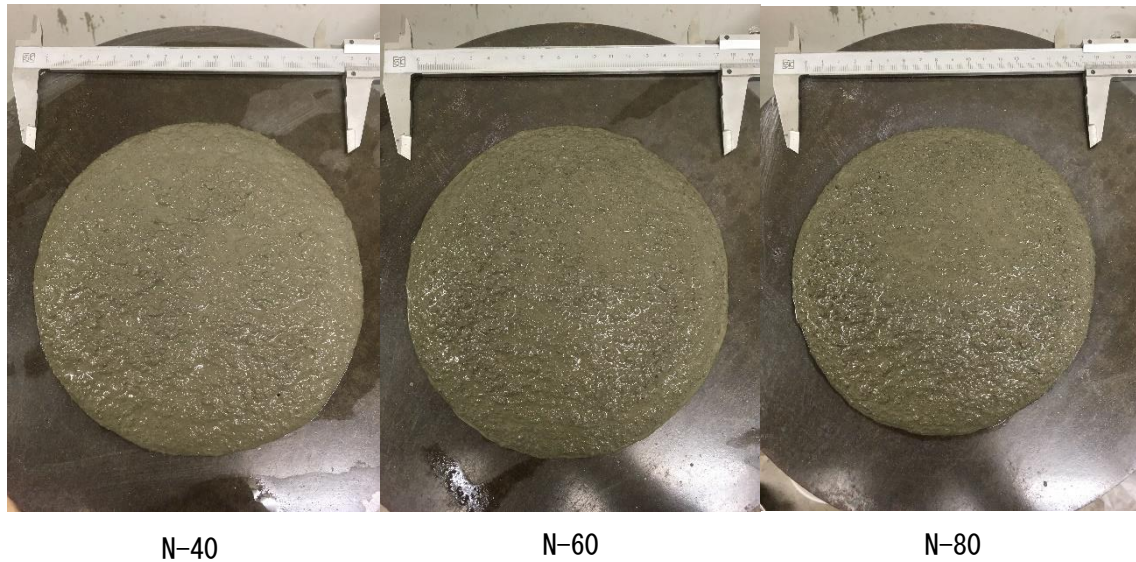


写真 4.4 フロー試験

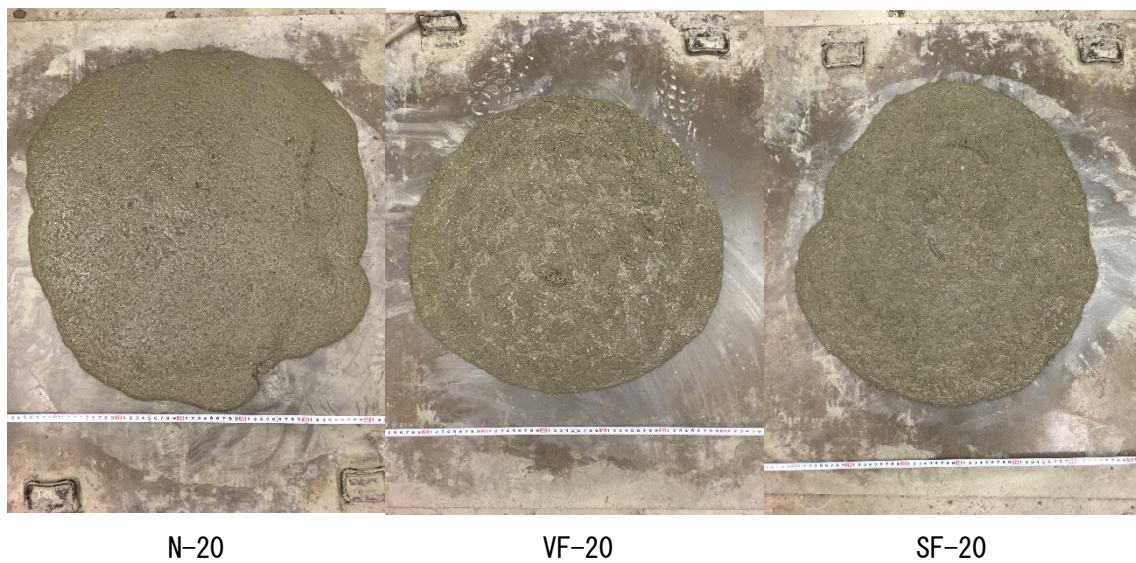


写真 4.5 スランプフロー試験

### 4.3 試験方法

#### 4.3.1 試験装置概要

図 4.2 に本試験で使用した加熱炉設置型試験装置を、写真 4.6 に試験装置外観を示す。この試験装置は、前章で示したサーボコントロール式油圧試験機に加熱炉を取り付け、供試体加熱中に載荷試験を行えるようにしたものである。

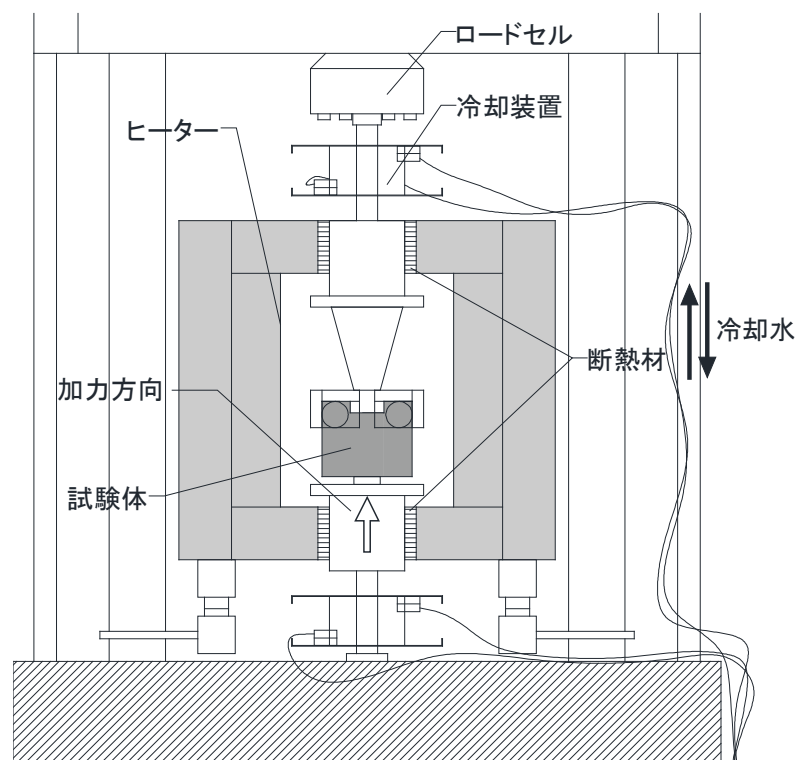


図 4.2 試験装置



写真 4.6 試験装置外観

## 4.3.2 加熱方法

図 4.3 に加熱履歴を示す。加熱温度は、20℃(常温), 40℃, 65℃, 90℃, 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃の9条件とした。加熱には、炉内寸法 W230×D320×H310(mm)で前後左右4面からの加熱が可能な加熱炉を用いた。この加熱炉はプログラム機能付き温調器により、ヒーター温度を随時測定しながら、あらかじめ設定したプログラムに従い温度制御することができる。昇温速度は、供試体の表面と中央部の温度差を可能な限り小さくするため、1.0℃/minとした。炉内温度が目標温度(加熱温度)に達した後はその温度を1時間保持し、以降は温度保持を継続した状態で破壊靱性試験(くさび割裂試験)を行った。破壊靱性試験終了後、供試体の温度が外気温度と同程度になるまで炉の扉を開けずに炉内にて自然除熱した。

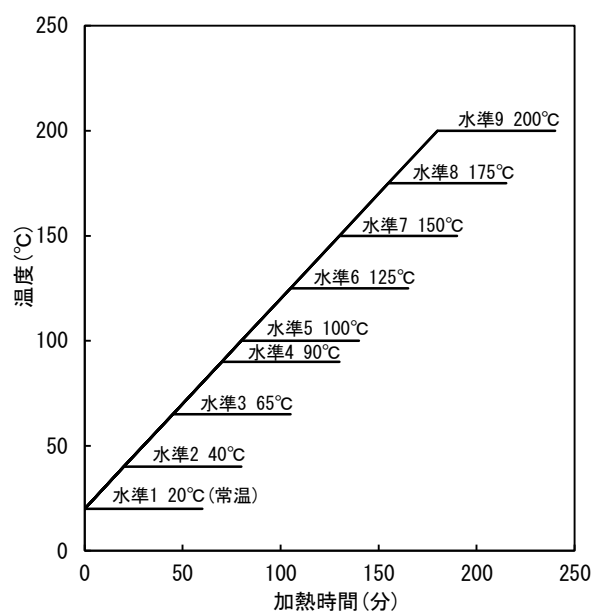


図 4.3 加熱履歴

### 4.3.3 破壊靱性試験(くさび割裂試験)概要

図 4.4 に破壊靱性試験(くさび割裂試験)概要, 写真 4.7 に破壊靱性試験(くさび割裂試験)風景を示す。加熱前に, あらかじめ供試体中央部にダイヤモンドカッター(刃厚 1mm)を用いてリガメント高さが 50mm となるように切欠きを入れた。このくさび割裂試験用供試体を用いて, くさびの挿入により引張破壊を生じさせた。開口変位の計測には変位制御用の高感度クリップゲージを使用した。切欠き端部の開口変位の変位速度は, 供試体の安定破壊を得るため, プレーンモルタル供試体(N-20, 40, 60, 80)の場合は 0.02mm/min, 繊維補強モルタル供試体(SF-20, VF-20)の場合は 0.1mm/min に設定した。なお, 供試体は各条件につき 3 体使用することとした。

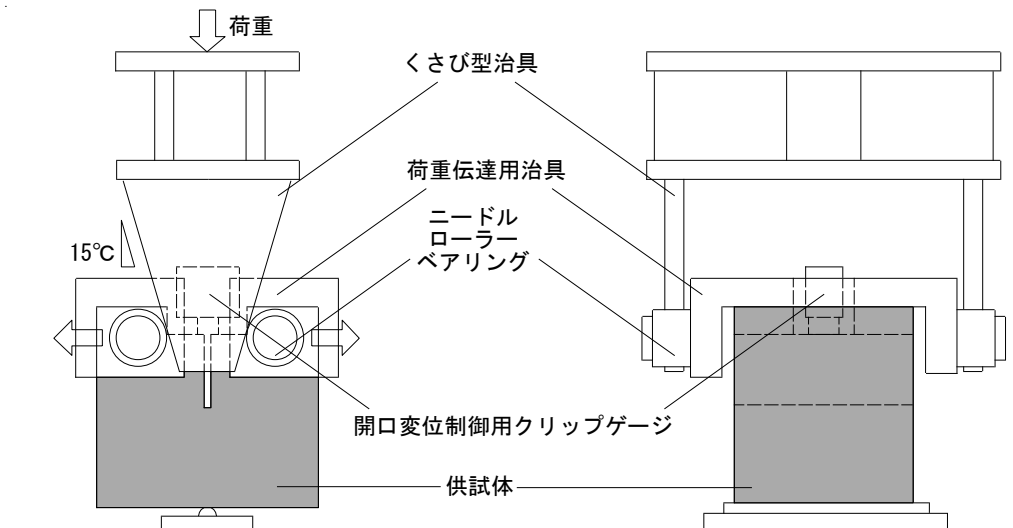


図 4.4 くさび割裂試験概要



写真 4.7 くさび割裂試験風景

#### 4.3.4 破壊特性の評価方法

本章における破壊特性およびひび割れ抵抗性の評価方法は前章(3.3.3)と同様とした。ただし、繊維混入モルタル供試体(SF-20, VF-20)の破壊エネルギーの評価には、有効破壊エネルギー $G_F^u$ (2.3.3)を用いた。

## 4.4 実験結果および考察

### 4.4.1 荷重－開口変位曲線

図 4.5.1~10 に破壊靱性試験より得られた荷重－開口変位曲線，図 4.6 に荷重－開口変位曲線の最大荷重と加熱温度との関係，図 4.7 に最大荷重残存比と加熱温度との関係を示す。繊維を混入した供試体については，一部計測結果が振動していたものがみられたので，スムージング処理を施した。図 4.7 は，各温度における最大荷重値を 20℃(常温)時の最大荷重値に対する比率で示したものである。

荷重－開口変位曲線の最大荷重に着目すると，いずれの調合についても加熱温度の上昇に伴い低下する傾向がみられる。これは，加熱により供試体が乾燥しひび割れが発生しやすくなったためと考えられる。しかし，N-20 供試体は 90℃以下においてほぼ一定の荷重値を保っている。これは，供試体の含水量が少なく組織が緻密であるため，乾燥による収縮やひび割れの発生が抑制されたためと考えられる。また SF-20 供試体は，175℃で最大荷重が一度増大し，200℃で再び低下している。

曲線の形状に着目すると，N-40, 60, 80 供試体は 175℃以上で，また N-20 供試体は 200℃で曲線の上昇および下降が緩やかになっている。この挙動は，開口変位の増加に伴う荷重の増大および低下が緩やかになっていることを示している。これは Zhang らの報告<sup>1)2)</sup>にあるように，加熱により生じた微細なひび割れの影響に加えて供試体内部に発生した水蒸気圧などの影響からひび割れが進展しやすくなり，供試体の破壊が延性的になったためであると考えられる。VF-20 供試体については，最大荷重前後において N-20 供試体と同様の挙動がみられる。これは，載荷初期においてはモルタル部分の影響が支配的なためであると考えられる。しかし開口変位 0.25mm 付近以降では，ブリッジング効果をもつビニロン繊維の影響が支配的になることで N-20 供試体と異なる挙動を示している。また，この挙動は加熱温度の上昇に伴い変化している。20℃および 40℃では，開口変位 1mm 付近までほぼ一定の荷重値を保ち以降は徐々に低下している。また 20℃と比較して 40℃の方が荷重の低下が緩やかになっている。65℃から 125℃においては，最大荷重直後に荷重値が大きく低下し，その後は若干ではあるものの増大する傾向をみせている。そのため曲線全体としては，開口変位 2mm 以降で 2 つ目の荷重ピークを示すような形状になっている。これは加熱によるビニロン繊維の延性化によるものと考えられる。加熱に伴う繊維の延性化により，繊維の最大荷重を示す開口変位が増大するため，曲線の傾向が徐々に変化しているようにみえるものと推察する。曲線の上昇勾配については大きな変化がみられないが，最大荷重直後の荷重低下は温度上昇に伴い著しくなっている。150℃以上になると再び傾向が変化しており，2 つ目の荷重ピークが消失し，最大荷重以降は緩やかに低下している。ただし，加熱温度の上昇に伴い荷重低下は徐々に著しくなっている。これは，高温によりビニロン繊維の強度が著しく低下したためと考えられる。SF-20 供試体は，他の供試体と同様に，加熱温度の上昇に伴い最大荷重が徐々に低下する傾向を示すが，曲線の形状



については明確な変化はみられない。ビニロン繊維とは異なり、加熱を受けても鋼繊維の強度は大きく低下しなかったためと考えられる。

最大荷重残存比に着目すると、加熱温度の上昇に伴う最大荷重の低下はN-80 供試体で最も顕著にみられ、150℃で常温時の約 0.49 倍まで低下し、200℃では約 0.45 倍に低下している。N-60 供試体および N-40 供試体は、N-80 供試体と比べると最大荷重の低下は若干抑えられているものの、いずれも 200℃では約 0.54 にまで低下している。このことから、水セメント比 40%以上においては、200℃で加熱すると最大荷重は常温時の約半分まで低下すると考えられる。一方で 200℃における残存比は、N-20 供試体は約 0.88, VF-20 供試体は約 0.71, SF-20 供試体は約 0.75 であり、いずれも常温時の 7 割以上の値が残存している。このことから、水セメント比 20%では荷重の低下が大きく緩和されているといえる。以上の結果から、水セメント比を低下させることで加熱による最大荷重の低下は抑制できると考えられる。

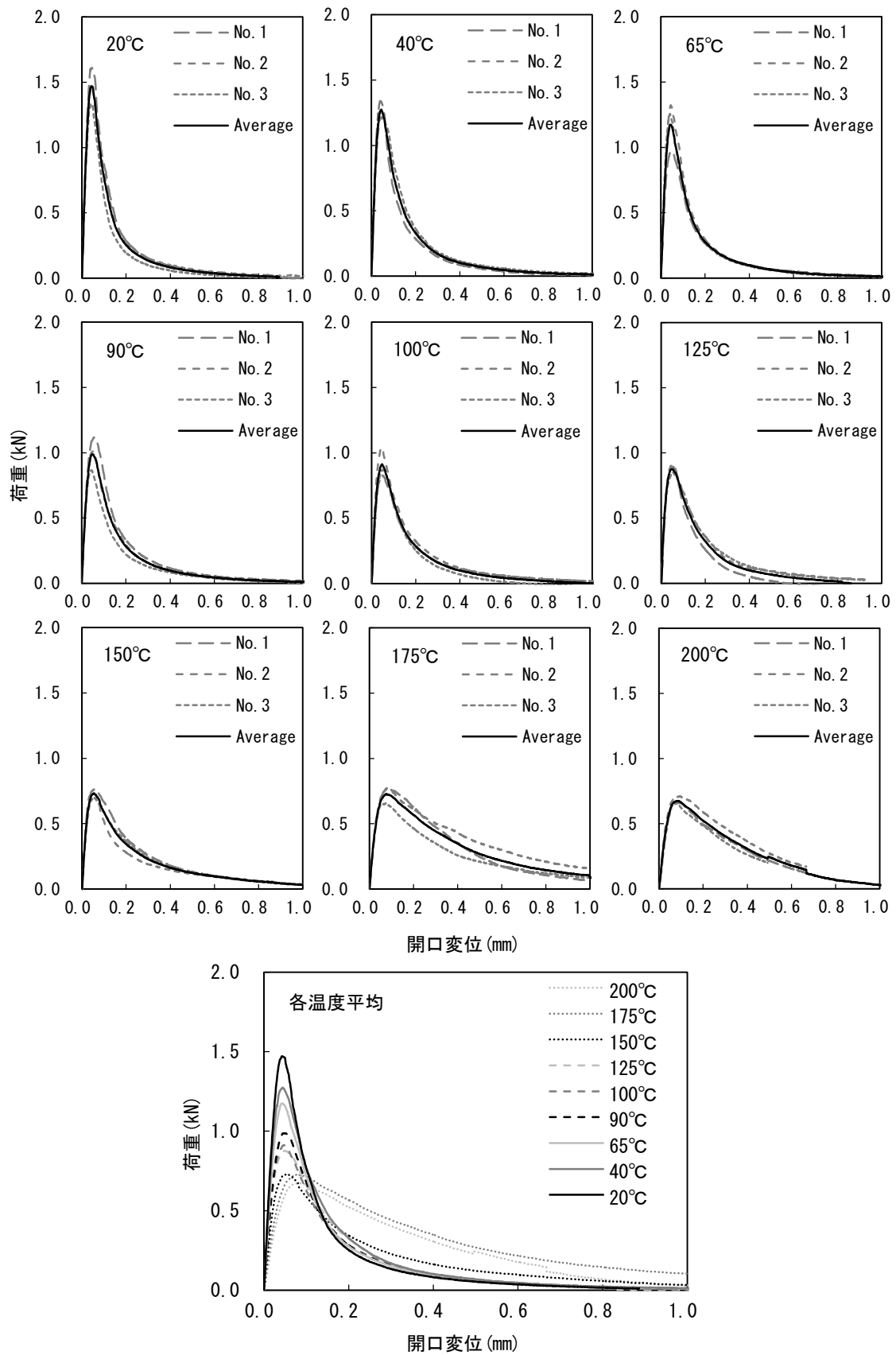


図 4.5.1 荷重－開口変位曲線 (N-80)



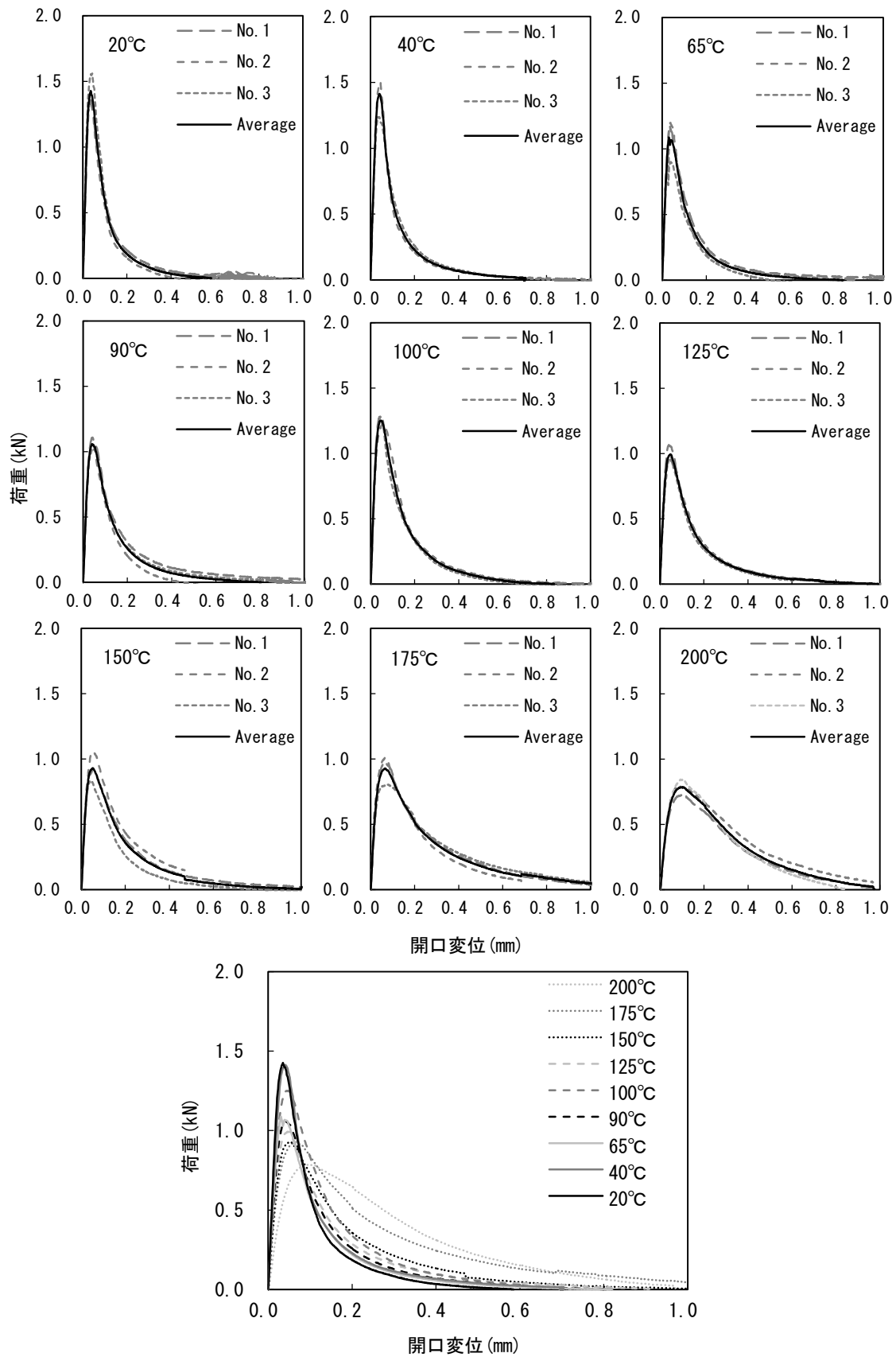
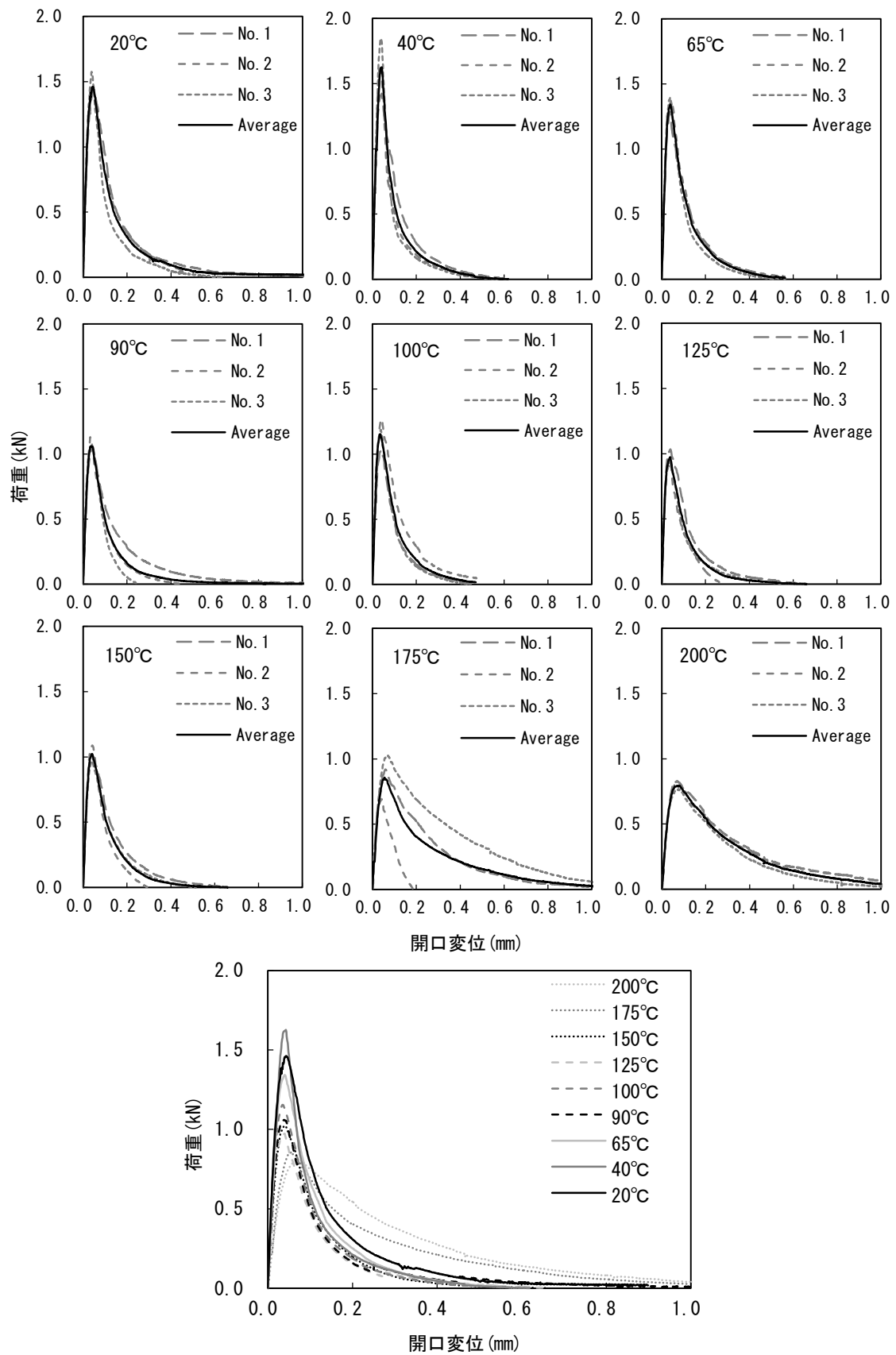


図 4.5.2 荷重－開口変位曲線(N-60)



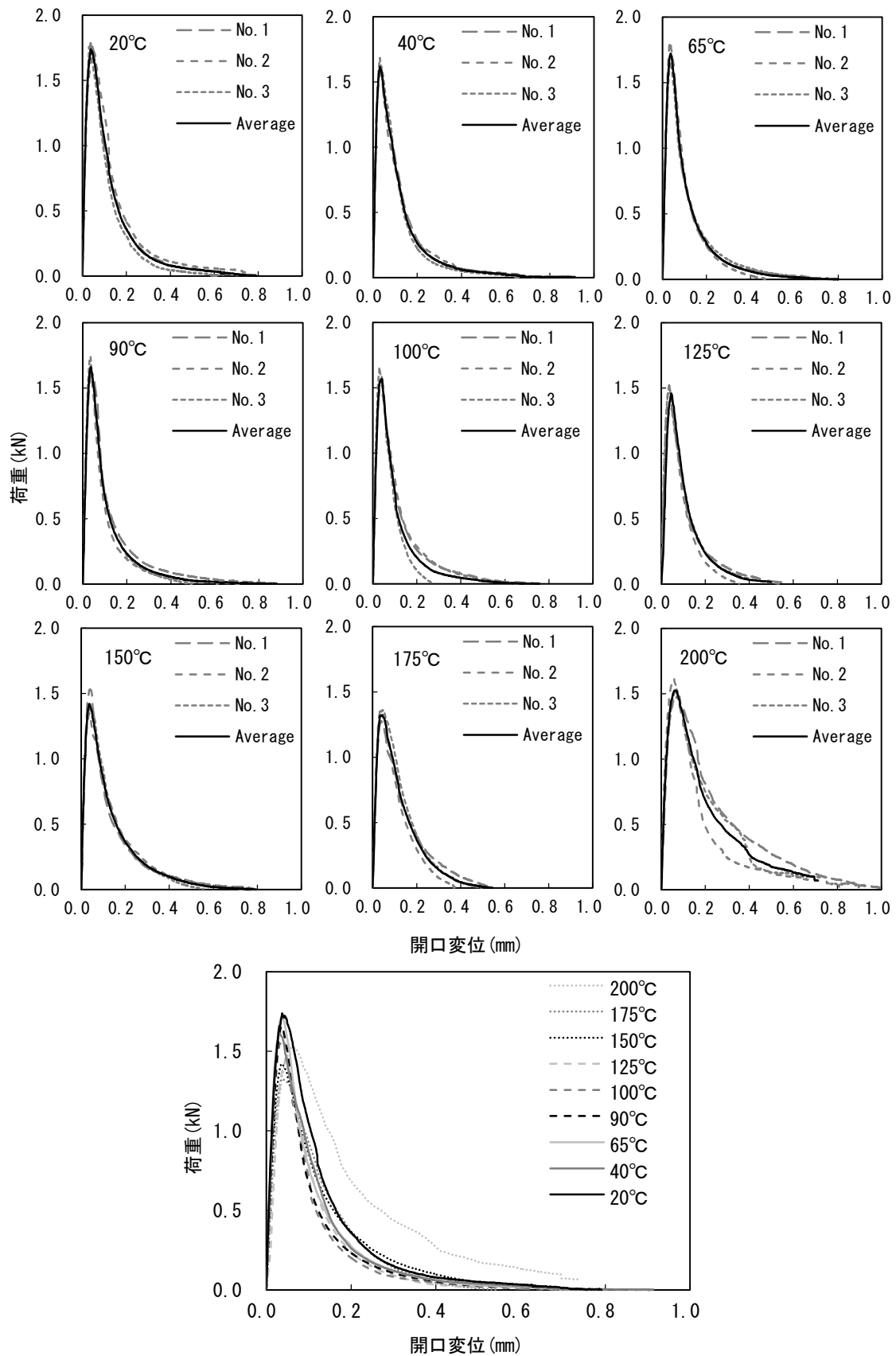


図 4.5.4 荷重－開口変位曲線(N-20)

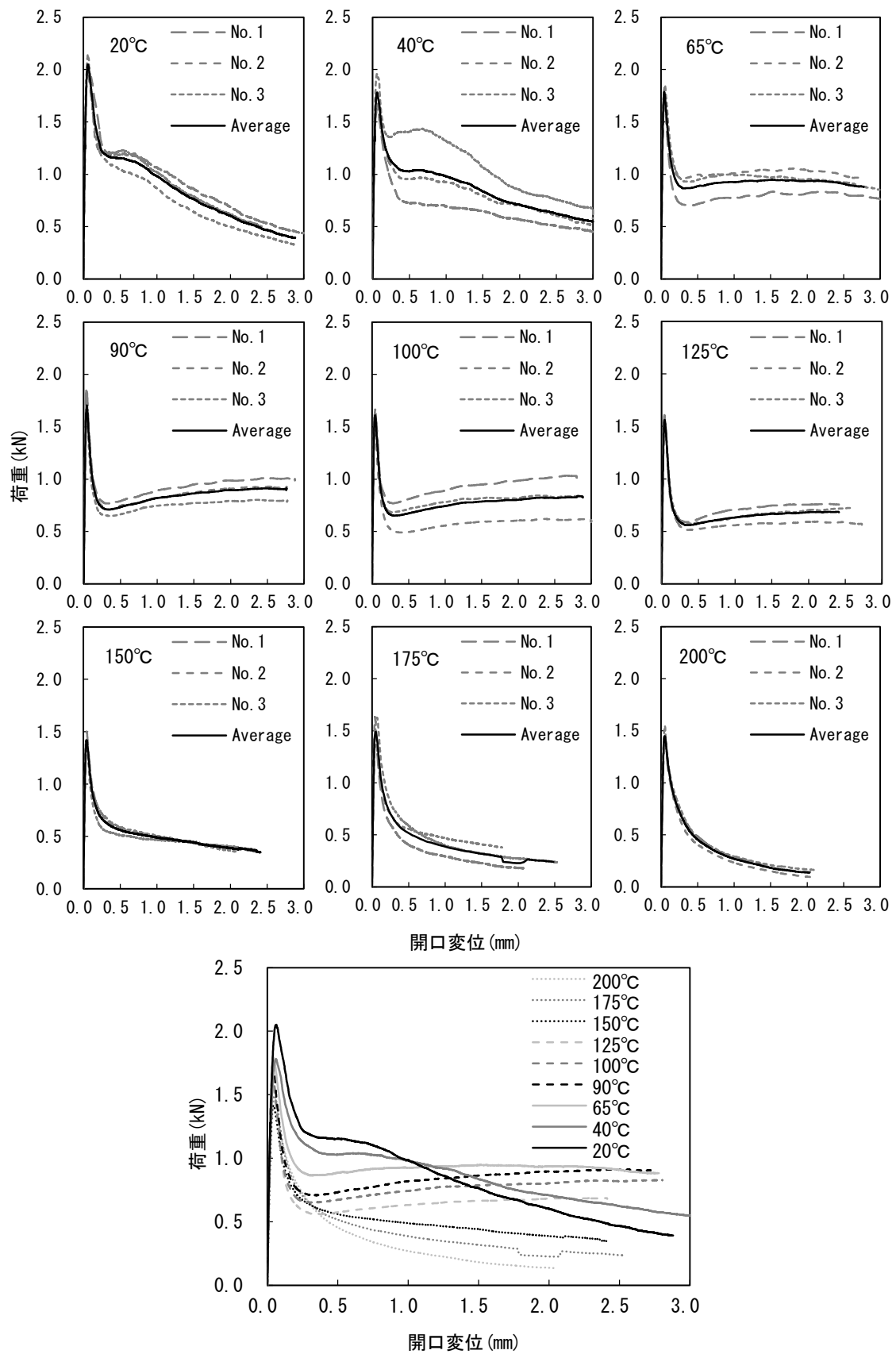


図 4.5.5 荷重－開口変位曲線 (VF-20)

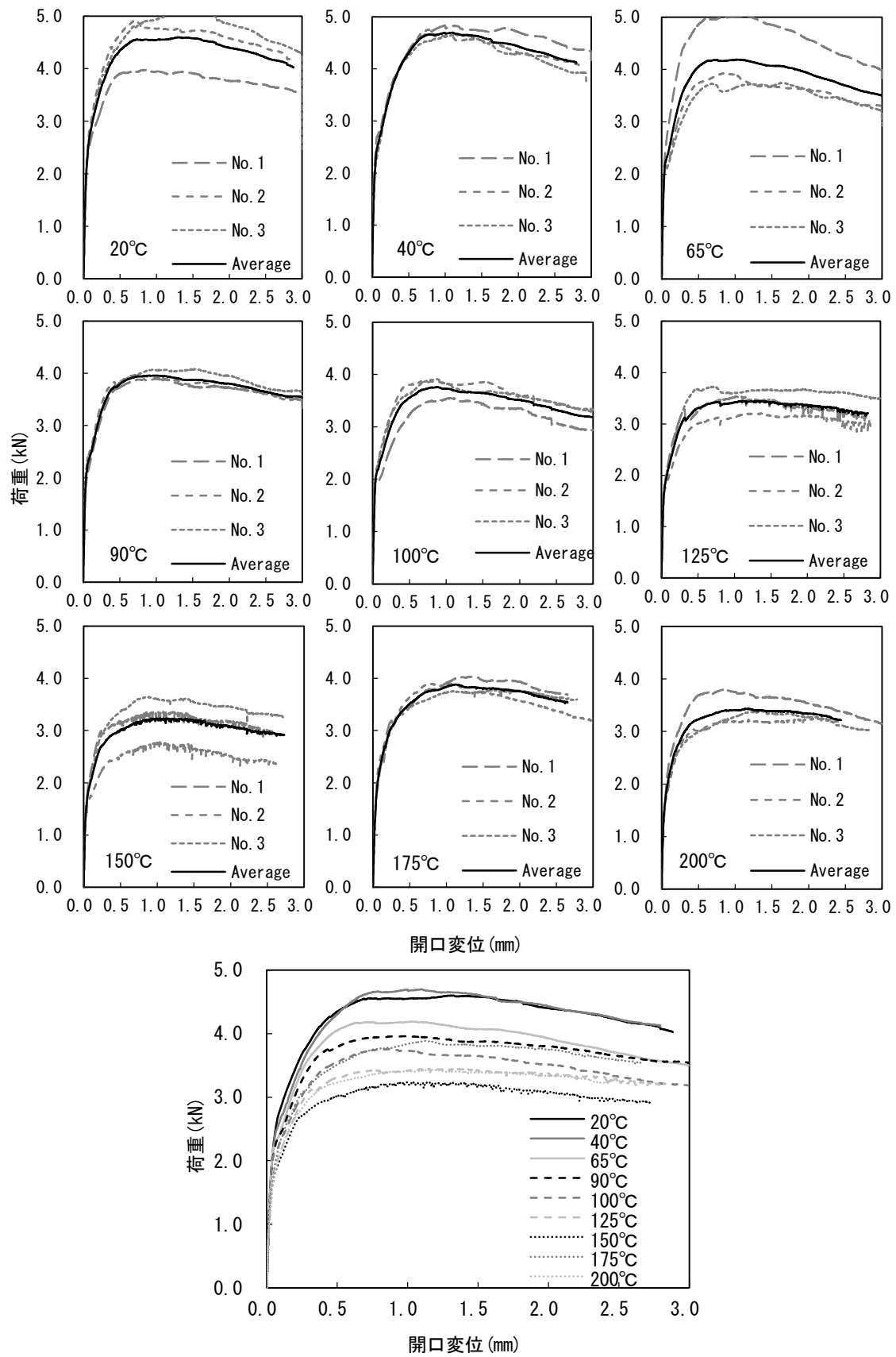


図 4.5.6 荷重－開口変位曲線 (SF-20)

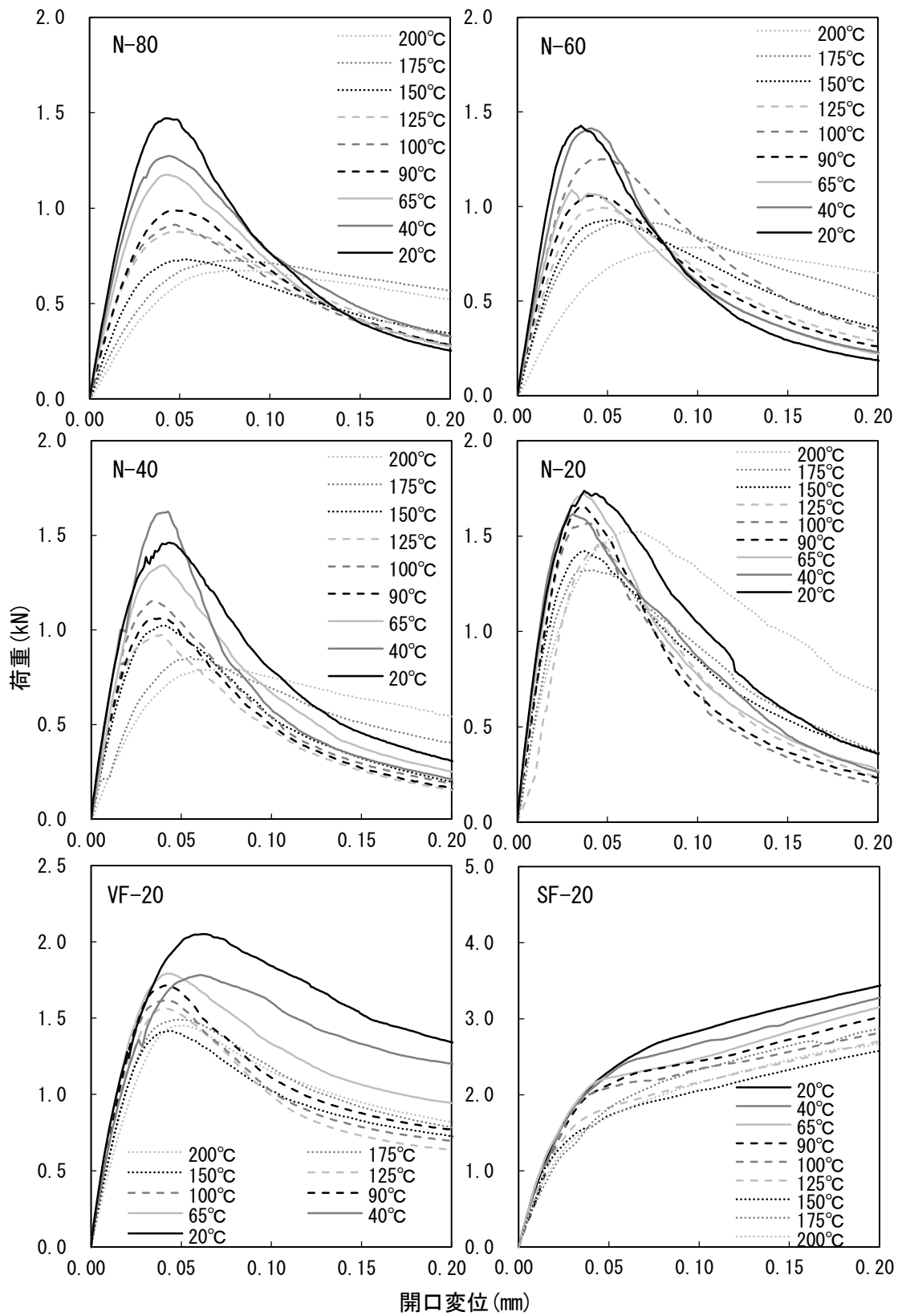


図 4.5.7 荷重－開口変位曲線 (最大開口変位 0.2mm)

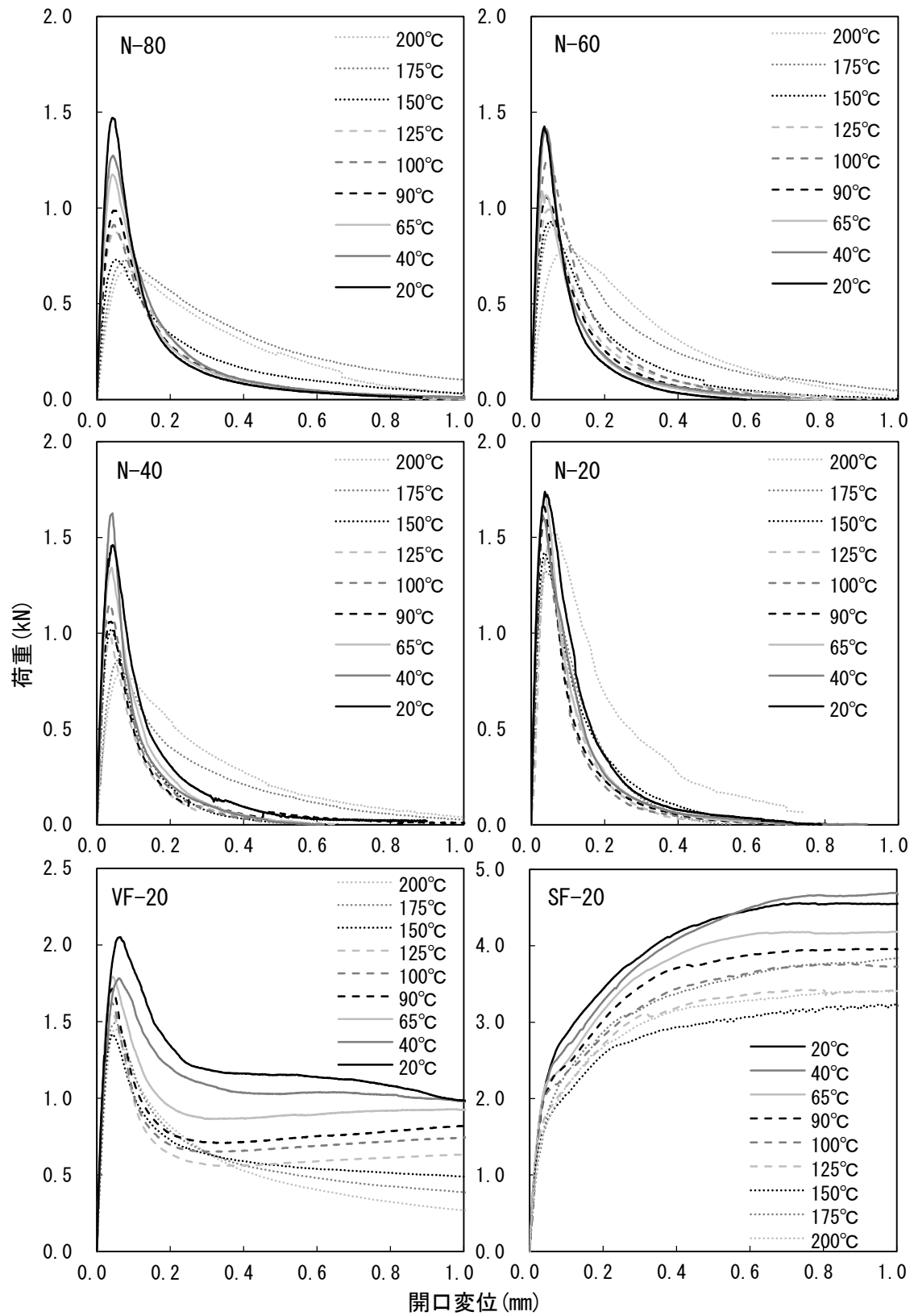


図 4.5.8 荷重－開口変位曲線 (最大開口変位 1mm)

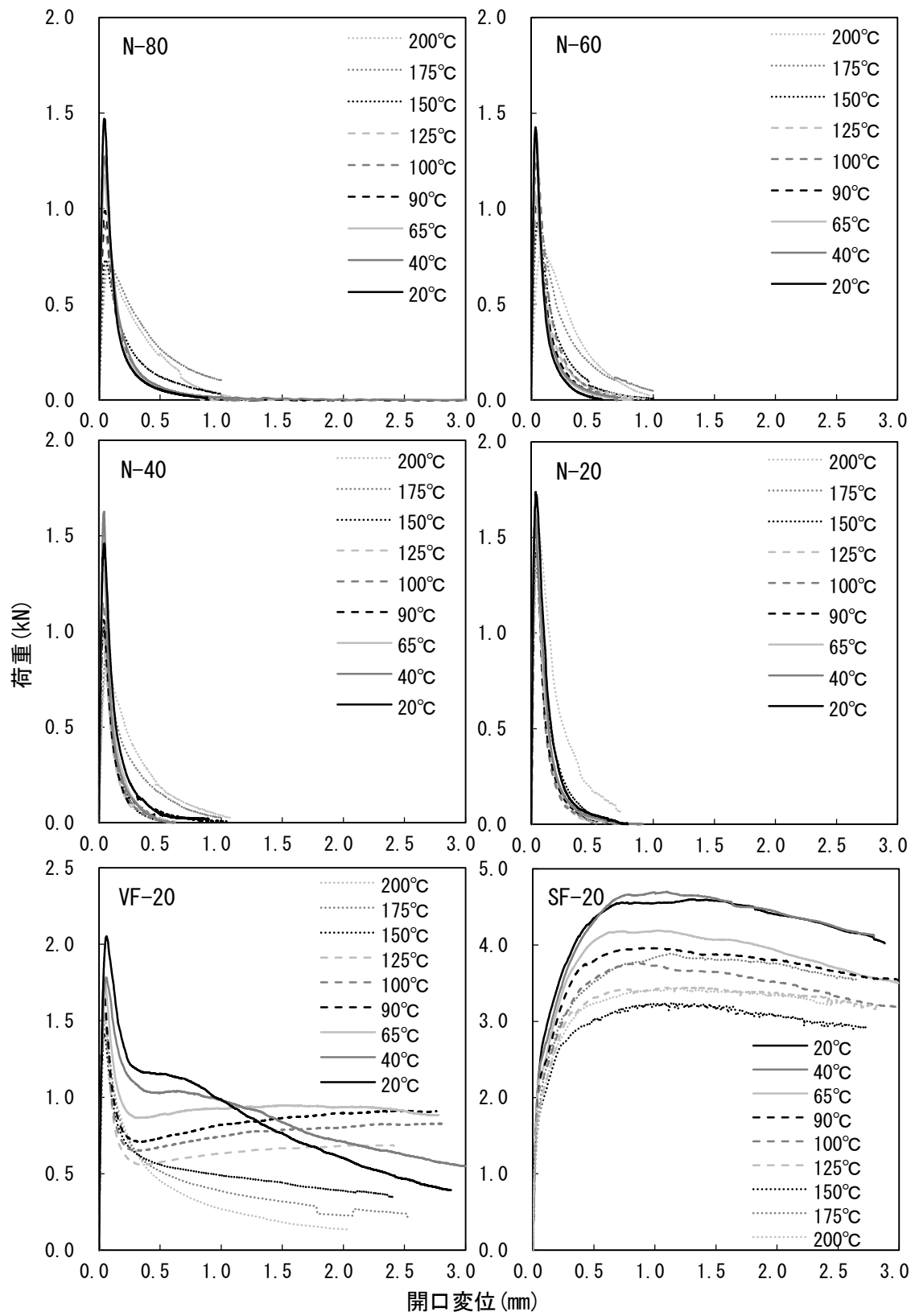


図 4.5.9 荷重－開口変位曲線(最大開口変位 3mm)



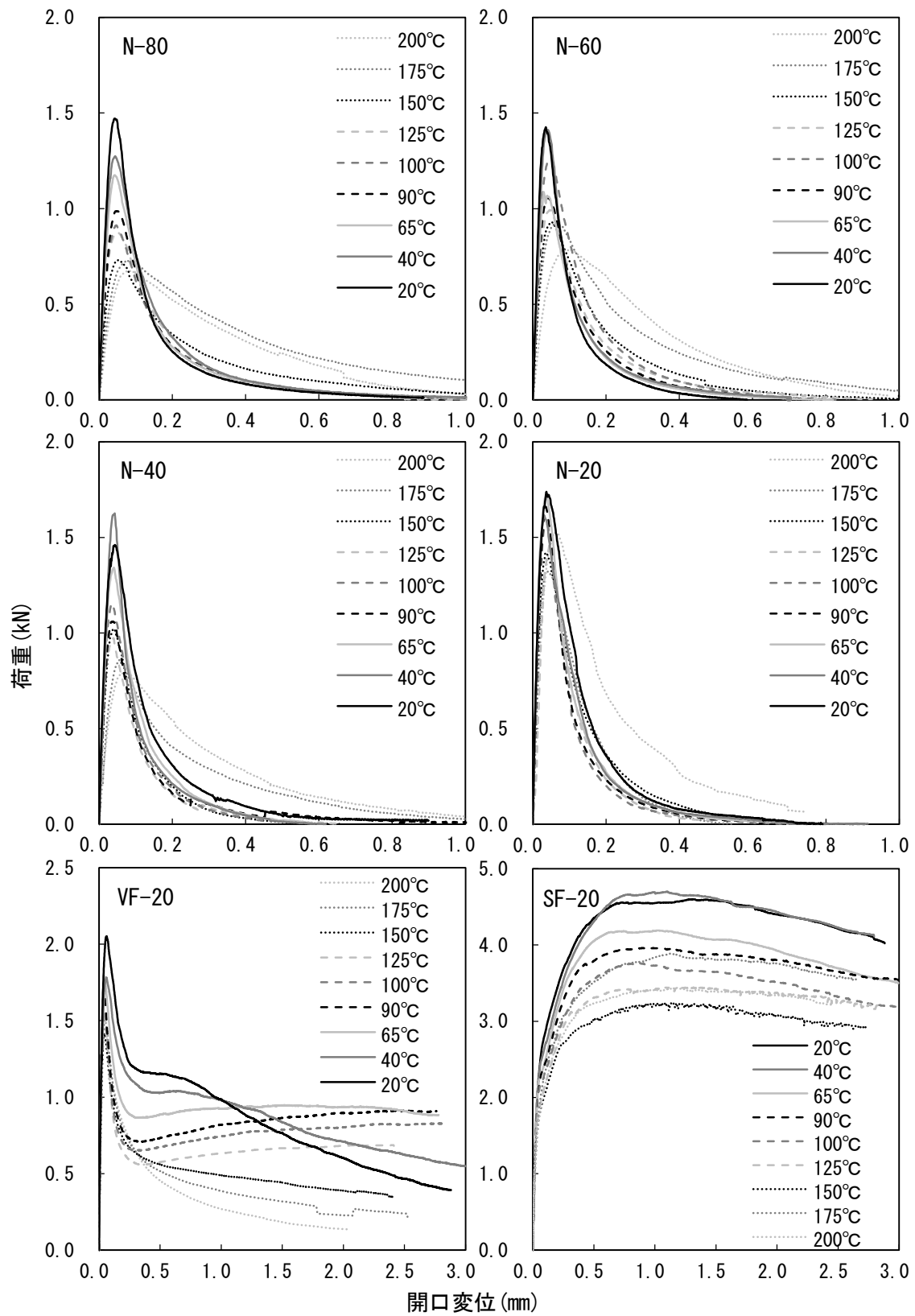


図 4.5.10 荷重－開口変位曲線(一覧)

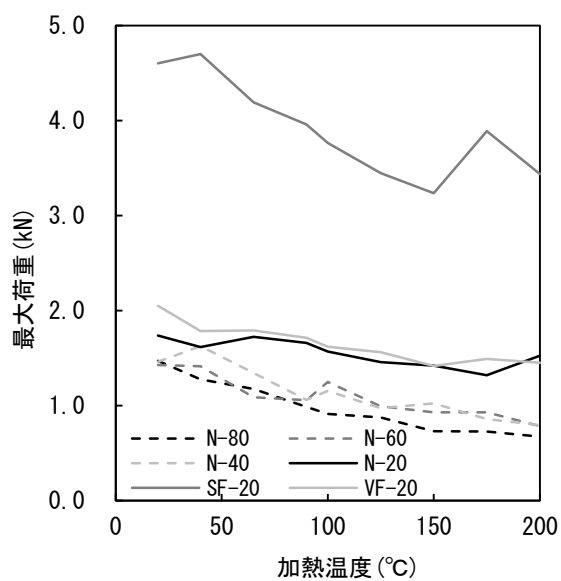


図 4.6 最大荷重

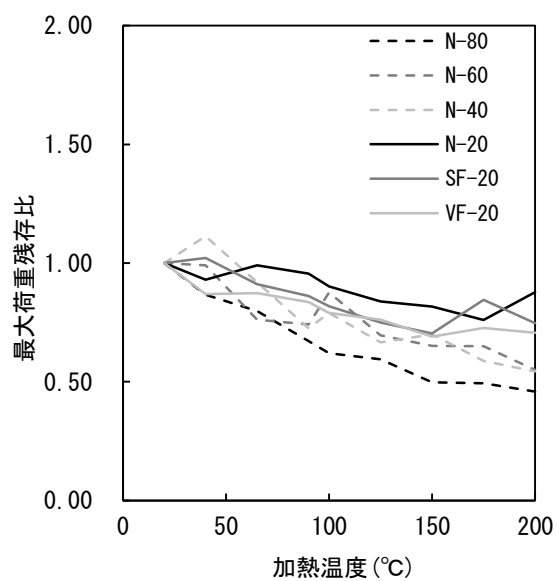


図 4.7 最大荷重残存比

#### 4.4.2 引張軟化曲線および初期結合応力

図 4.8.1~4 に引張軟化曲線，図 4.9 に初期結合応力と加熱温度との関係，図 4.10 に初期結合応力残存比と加熱温度との関係を示す。引張軟化曲線は，いずれも平均化した荷重－開口変位曲線をもとに，多直線近似解析法により求めた。図 4.10 は，各温度における初期結合応力を，20°C(常温)における初期結合応力を 1 としたときの比で示している。

曲線の形状に着目すると，N-20, 40, 60, 80 供試体については加熱温度の上昇により曲線の低下が緩やかになる傾向がみられる。これは，開口変位の増加に伴う結合応力の低下が緩やかになっているためであり，供試体の破壊が延性的になっていることを示している。また荷重－開口変位曲線と同様に，N-40, 60, 80 供試体は 175°C 以上で，N-20 供試体は 200°C で結合応力の低下がさらに緩やかになっている。VF-20 供試体は，開口変位 0.1mm 以下において常温から温度が上昇するに従い結合応力の低下が著しくなっているが，100°C 以上になると徐々に低下が緩やかになり，やがて一定の傾きに収束するような変化をみせている。しかし，曲線全体としては温度上昇に伴い結合応力の低下は徐々に著しくなっている。SF-20 供試体は，加熱温度が上昇しても曲線の形状は大きく変化しておらず，いずれの温度でも開口変位 0.01mm 程度まで結合応力が急激に低下した後，開口変位 0.1mm 程度までは若干増大し，それ以降は再び低下する傾向を見せるが，開口変位 3mm 以下の範囲ではほぼ一定の応力を保っている。載荷初期においてはモルタル部分が荷重を負担するため結合応力が急激に低下するが，その後は鋼繊維が荷重を負担するために結合応力が低下しなかったと考えられる。

初期結合応力に着目すると，N-40, 60, 80 供試体は加熱温度の上昇に伴い低下する傾向にあり，グラフ形状としてはほぼ直線的に低下するような形になっている。これは，荷重－開口変位曲線の最大荷重の低下と同様，加熱に伴う含水量の低下や乾燥によりひび割れが発生しやすくなったことが原因と考えられる。しかし N-20 供試体は，90°C 以下において増加傾向を示している。この原因としては，供試体の含水量が少なく組織が緻密なため乾燥によるひび割れの発生や進展が抑えられたことや，加熱により未水和セメントの水和反応が促進されたことが挙げられる。VF-20 供試体も同様の傾向を示しているが，これは初期結合応力に対してはモルタル部分の影響が支配的なためと考えられる。SF-20 供試体は，150°C 以下では温度上昇に伴い初期結合応力が直線的に低下するが，175°C で一度増大し，200°C で再び低下している。

200°C における初期結合応力残存比は，N-80, 60 供試体はそれぞれ約 0.43, 0.44 であり，常温時の 4 割程度まで低下している。N-40 供試体は約 0.56 であり，常温時の約半分まで低下している。このことから，水セメント比 40% 以上では，200°C まで加熱されると初期結合応力が常温時の半分程度まで低下するものと考えられる。一方，N-20, VF-20, SF-20 供試体はそれぞれ約 0.84, 0.92, 0.73 であり，いずれも常温時の 7 割以上の初期結合応力が残存している。これらの結果から，水セメント比および繊維混入の有無に関わらず加熱温度

が上昇するとともに初期結合応力が低下しひび割れが発生しやすくなるが、水セメント比を低下させることで初期結合応力の低下は緩和され、ひび割れの発生も抑えられると考えられる。

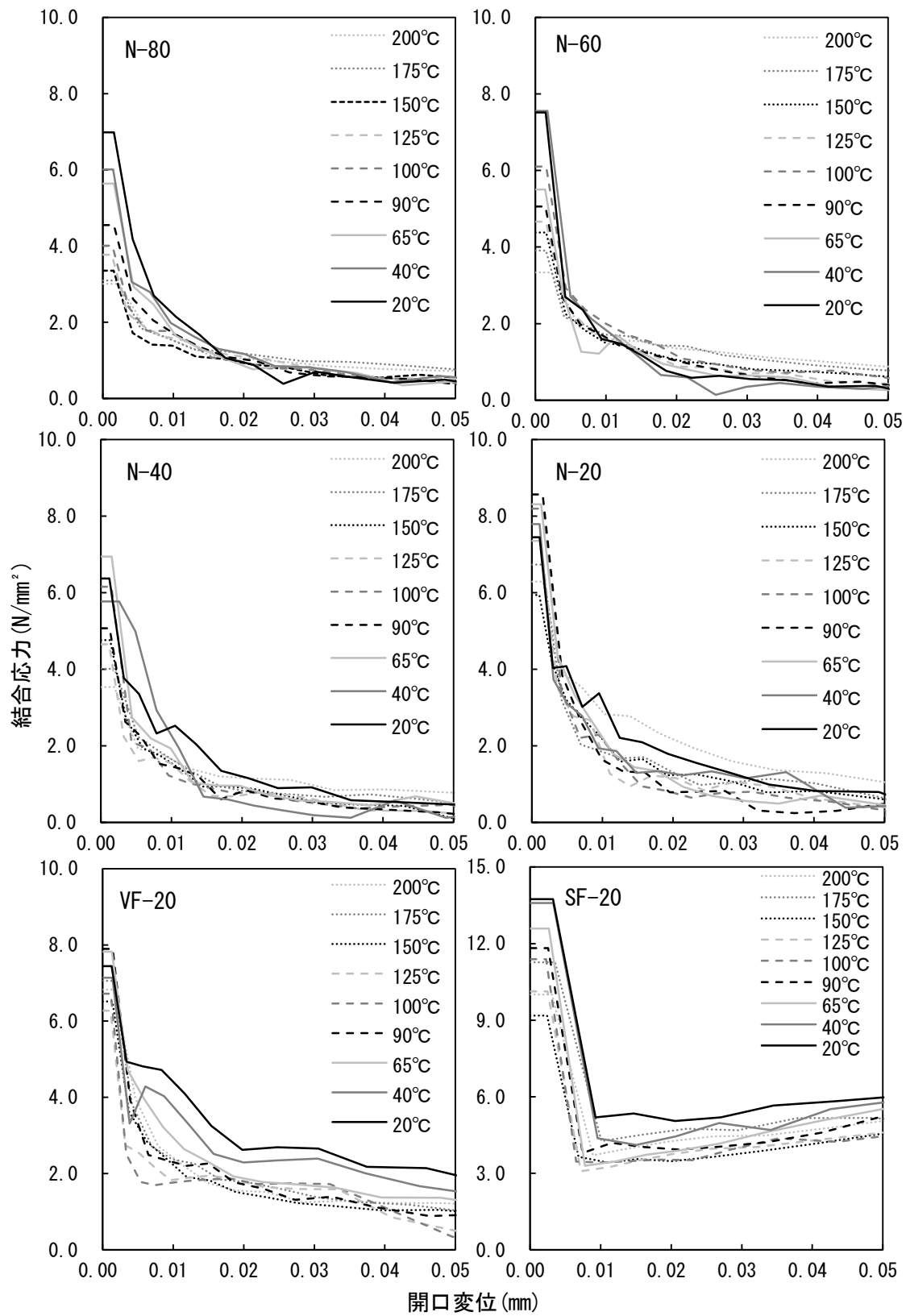


図 4. 8. 1 引張軟化曲線 (最大開口変位 0. 05mm)

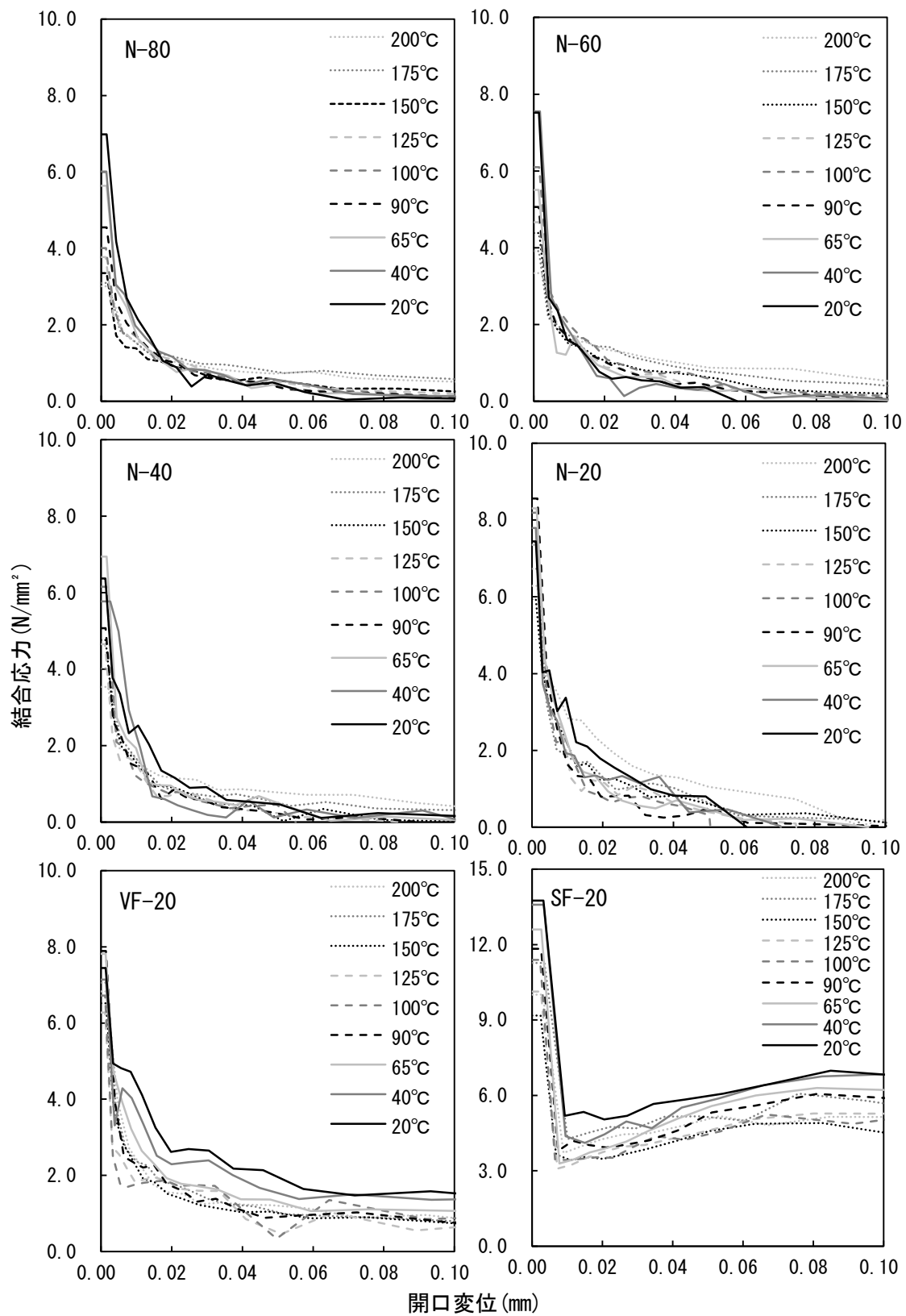


図 4.8.2 引張軟化曲線(最大開口変位 0.1mm)

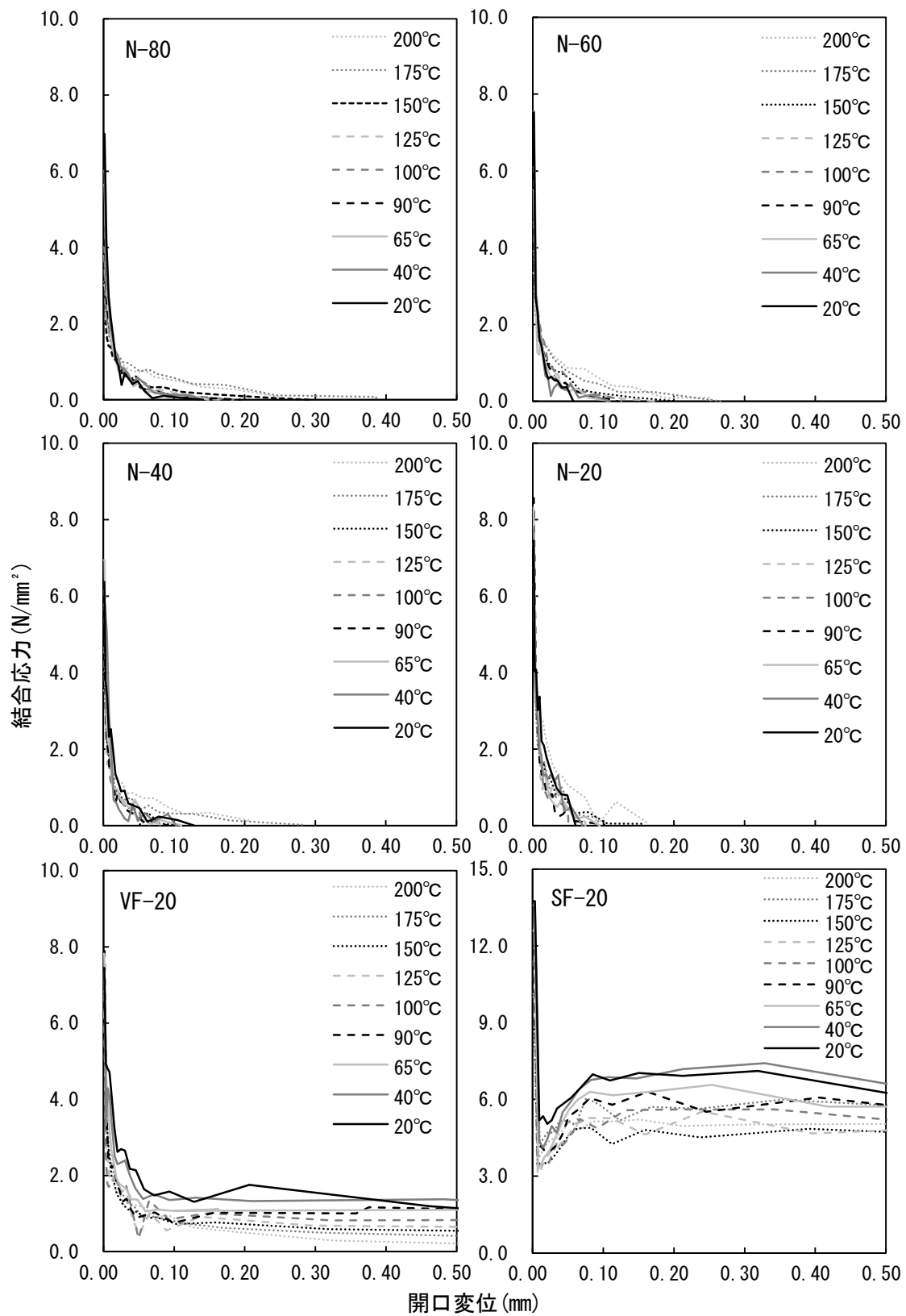


図 4.8.3 引張軟化曲線(最大開口変位 0.5mm)

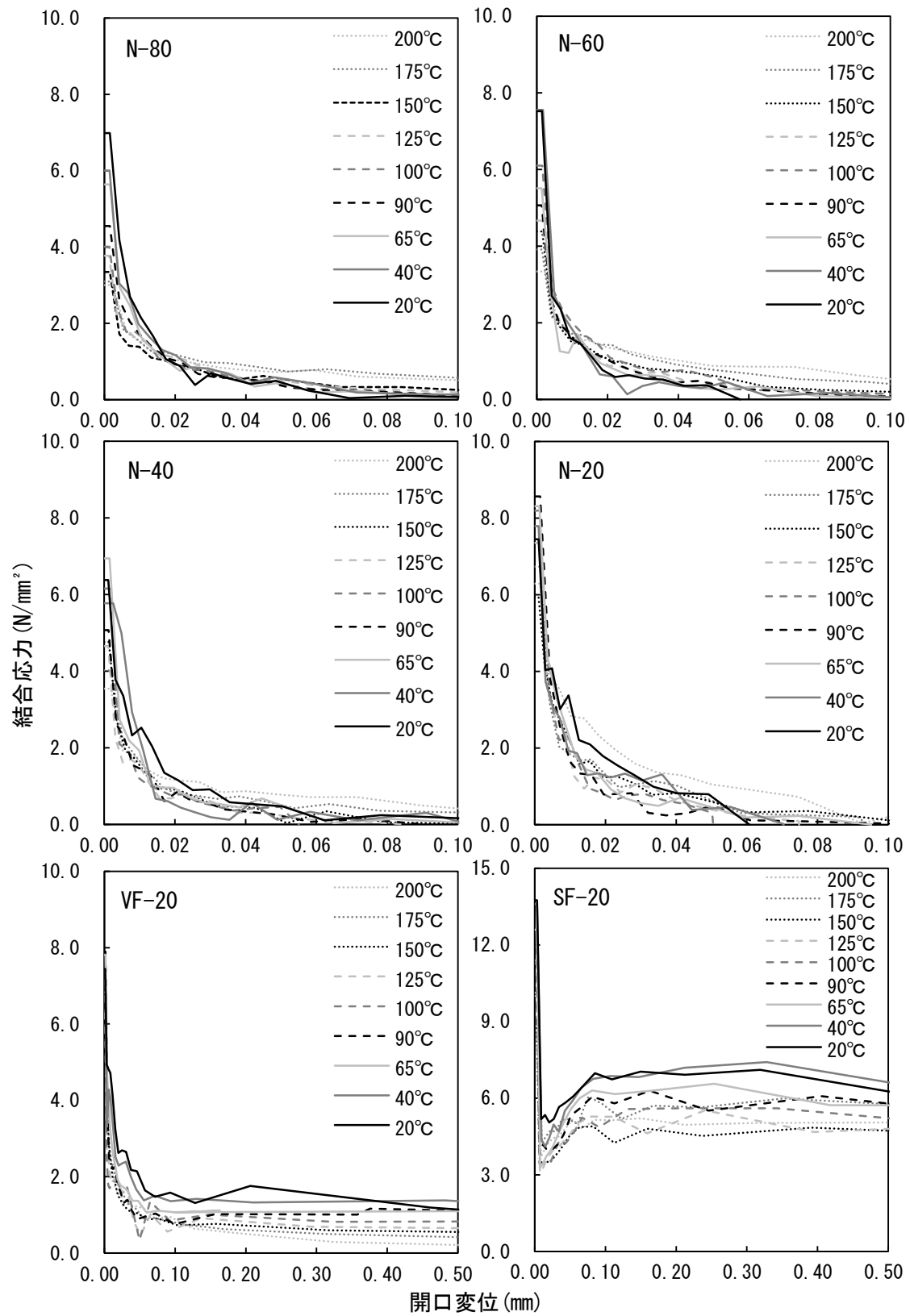


図 4.8.4 引張軟化曲線(一覧)



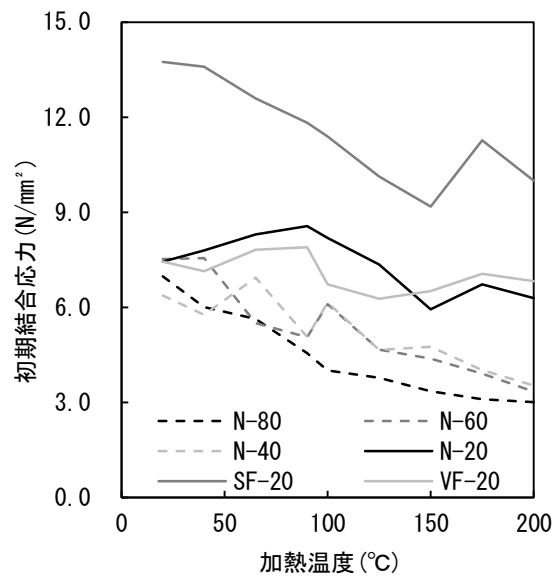


図 4.9 初期結合応力

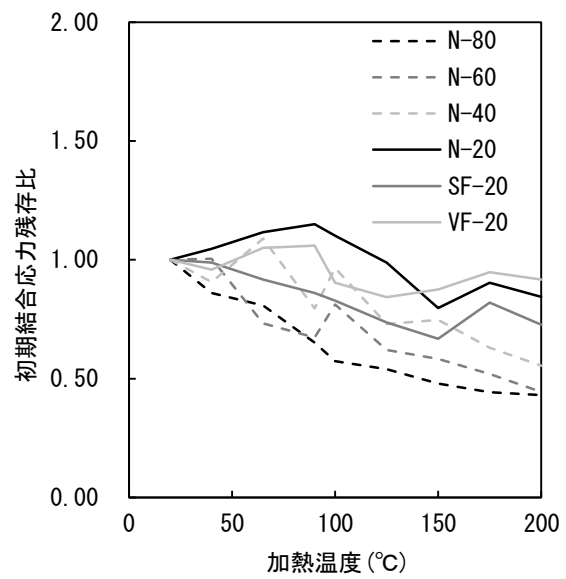


図 4.10 初期結合応力残存比

#### 4.4.3 破壊エネルギー

表 4.3.1~6 に各供試体の破壊パラメータ解析結果，図 4.11 に N-20, 40, 60, 80 供試体の破壊エネルギーと加熱温度との関係，図 4.12 に N, VF, SF-20 供試体の破壊エネルギーと加熱温度との関係，図 4.13 に破壊エネルギー残存比と加熱温度との関係を示す。図 4.13 は，各温度における破壊エネルギーを，20°C(常温)での破壊エネルギーを 1 としたときの比で示している。

プレーンモルタル供試体(N-20, 40, 60, 80)の破壊エネルギーに着目すると，供試体ごとに差異はあるものの，90°C以下においては減少傾向にある。これは乾燥によるひび割れ発生などの影響によるものと考えられる。しかし，100°C以上においては増大傾向にあり，また N-40, 60, 80 供試体は 175°Cで，N-20 供試体は 200°Cで破壊エネルギーが大きく増大している。これは荷重－開口変位曲線や引張軟化曲線と同様の傾向であり，水蒸気圧の発生などにより破壊が延性的になっているためと考えられる。このことから，プレーンモルタルの破壊エネルギーは 100°C以上では増大する傾向にあり，さらに 175°C以上になると大きく増大するものと考えられる。100°Cを境に傾向が変化していることから，プレーンモルタルの破壊エネルギーに対しては供試体内部の水蒸気圧が大きく影響していると考えられる。一方で，VF-20 供試体および SF-20 供試体についてはプレーンモルタル供試体とは異なる傾向がみられる。これは，繊維を混入した供試体の破壊エネルギーについては繊維が大きな影響を及ぼすためである。VF-20 供試体に着目すると，破壊エネルギーは温度上昇に伴い減少し，グラフ形状としては直線的に減少している。これは加熱によるビニロン繊維の延性化および強度低下により，繊維の破断に使用されるエネルギーが減少したためであると考えられる。また SF-20 供試体は，150°C以下では温度上昇に伴い直線的に減少しているが，175°Cで大きく増大し，200°Cで再び減少している。これは鋼繊維の強度が大きく低下せず，またモルタル部分の破壊が延性化したためと考えられる。

200°Cにおける破壊エネルギー残存比に着目すると，N-20, 40, 60, 80 供試体はそれぞれ約 1.63, 1.42, 2.21, 1.75 であり，常温時の 1.5~2 倍程度まで増大している。一方で SF-20 供試体は約 0.74，VF-20 供試体は約 0.37 まで低下している。このことから，200°Cで加熱するとプレーンモルタルは破壊エネルギーが大きく増大するが，繊維補強モルタルは大きく減少するといえる。これは，加熱によりプレーンモルタルはひび割れが進展しやすくなり破壊は延性的になるが，繊維補強モルタルの場合は繊維の延性化および強度低下が起こり繊維の破断に消費されるエネルギーが減少するためと考えられる。

表 4. 3. 1 破壊パラメータ解析結果 (N-80)

温度	ヤング率	破壊エネルギー WOF	破壊エネルギー TSD	有効破壊 エネルギー	初期結合応力	限界 開口変位	タフネス 指数	有効 引張 強度	限界 荷重点 変位	有効 曲げ 強度	応力 拡大 係数	等価 a	CTODc	Pmax 計測値 (-自重)	自重項
—	E	GF-WOF	GF-TSD	GF-u	s0	dc	T.M.	f <sub>teff</sub>	u0	f <sub>b</sub>	K <sub>Ics</sub>	a <sub>c</sub>	CTODc		
(°C)	(GPa)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(Mpa)	(mm)	(Nm)	(Mpa)	(mm)	(Mpa)	(MPa/m)	(mm)	(mm)	(kN)	(kN)
20	22.78	0.0	82.5	82.5	6.98	0.141	421.2	4.30	0.882	1.47	0.00	13.50	0.0126	0.909	0.0022
40	20.77	0.0	88.1	88.1	6.01	0.139	419.1	3.61	3.856	1.27	0.00	13.50	0.0126	0.909	0.0022
65	18.25	0.0	78.6	78.6	5.64	0.149	378.6	3.44	1.329	1.17	0.00	13.50	0.0126	0.909	0.0022
90	14.86	0.0	75.8	75.8	4.55	0.194	353.7	2.89	3.728	0.99	0.00	13.50	0.0126	0.909	0.0022
100	15.12	0.0	73.8	73.8	4.01	0.184	333.7	2.48	1.117	0.91	0.00	13.50	0.0126	0.909	0.0022
125	15.0009	0.0	77.2	77.2	3.77	0.175	345.5	2.34	3.845	0.88	0.00	13.50	0.0126	0.909	0.0022
150	11.22	0.0	88.5	88.5	3.35	0.291	345.3	2.05	0.998	0.73	0.00	13.50	0.0126	0.909	0.0022
175	8.0557	0.0	161.9	161.9	3.10	0.386	520.7	2.23	1.465	0.73	0.00	13.50	0.0126	0.909	0.0022
200	6.63	0.0	145.1	145.1	3.01	0.273	479.7	2.26	1.083	0.67	0.00	13.50	0.0126	0.909	0.0022

表 4.3.2 破壊パラメータ解析結果 (N-60)

温度	ヤング率	破壊エネルギー WOF	破壊エネルギー TSD	有効破壊 エネルギー	初期結合応力	限界 開口変位	タフネス 指数	有効 引張 強度	限界 荷重点 変位	有効 曲げ 強度	応力 拡大 係数	等価 a	CTODc	Pmax 計測値 (-自重)	自重項
—	E	GF-WOF	GF-TSD	GF-u	s0	dc	T.M.	f <sub>eff</sub>	u0	f <sub>b</sub>	K <sub>Ics</sub>	ac	CTODc		
(°C)	(GPa)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(Mpa)	(mm)	(Nm)	(Mpa)	(mm)	(Mpa)	(MPa/m)	(mm)	(mm)	(kN)	(kN)
20	26.14	0.0	65.1	65.1	7.52	0.058	346.3	3.77	0.585	1.43	0.00	13.50	0.0126	0.909	0.0022
40	22.39	0.0	71.9	71.9	7.55	0.109	371.2	4.09	0.700	1.41	0.00	13.50	0.0126	0.909	0.0022
65	20.36	0.0	64.9	64.9	5.50	0.106	318.7	2.77	0.819	1.09	0.00	13.50	0.0126	0.909	0.0022
90	18.47	0.0	70.6	70.6	5.06	0.120	341.8	2.91	0.805	1.06	0.00	13.50	0.0126	0.909	0.0022
100	20.19	0.0	90.0	90.0	6.10	0.125	430.3	3.56	0.834	1.25	0.00	13.50	0.0126	0.909	0.0022
125	16.1754	0.0	76.1	76.1	4.67	0.175	352.5	2.79	0.992	0.99	0.00	13.50	0.0126	0.909	0.0022
150	14.55	0.0	89.0	89.0	4.38	0.204	386.4	2.63	1.100	0.93	0.00	13.50	0.0126	0.909	0.0022
175	13.3916	0.0	130.0	130.0	3.91	0.266	492.2	2.52	1.100	0.93	0.00	13.50	0.0126	0.909	0.0022
200	7.49	0.0	144.2	144.2	3.34	0.252	531.8	2.46	0.975	0.78	0.00	13.50	0.0126	0.909	0.0022

表 4. 3. 3 破壊パラメータ解析結果 (N-40)

温度	ヤング率	破壊エネルギー WOF	破壊エネルギー TSD	有効破壊 エネルギー	初期結合応力	限界 開口変位	タフネス 指数	有効 引張 強度	限界 荷重点 変位	有効 曲げ 強度	応力 拡大 係数	等価 a	CTODc	P <sub>max</sub> 計測値 (-自重)	自重項
—	E	GF-WOF	GF-TSD	GF-u	s <sub>0</sub>	d <sub>c</sub>	T.M.	f <sub>teff</sub>	u <sub>0</sub>	f <sub>b</sub>	K <sub>Ics</sub>	a <sub>c</sub>	CTOD <sub>c</sub>		
(°C)	(GPa)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(Mpa)	(mm)	(Nm)	(Mpa)	(mm)	(Mpa)	(MPa/m)	(mm)	(mm)	(kN)	(kN)
20	27.34	0.0	90.5	90.5	6.37	0.129	439.7	3.78	1.017	1.46	0.00	13.50	0.0126	0.909	0.0022
40	27.03	0.0	75.9	75.9	5.77	0.103	394.5	4.59	0.619	1.63	0.00	13.50	0.0126	0.909	0.0022
65	22.90	0.0	74.1	74.1	6.94	0.110	373.9	3.72	0.563	1.34	0.00	13.50	0.0126	0.909	0.0022
90	20.73	0.0	55.4	55.4	5.07	0.090	283.2	2.77	1.044	1.06	0.00	13.50	0.0126	0.909	0.0022
100	20.90	0.0	56.4	56.4	6.15	0.055	295.7	3.08	0.470	1.15	0.00	13.50	0.0126	0.909	0.0022
125	20.47	0.0	51.2	51.2	4.65	0.086	259.0	2.42	0.662	0.97	0.00	13.50	0.0126	0.909	0.0022
150	18.76	0.0	60.1	60.1	4.76	0.106	299.4	2.74	0.659	1.02	0.00	13.50	0.0126	0.909	0.0022
175	10.6416	0.0	108.1	108.1	4.02	0.282	416.4	2.74	1.099	0.86	0.00	13.50	0.0126	0.909	0.0022
200	9.49	0.0	129.3	129.3	3.54	0.240	480.3	2.45	1.100	0.79	0.00	13.50	0.0126	0.909	0.0022

表 4.3.4 破壊パラメータ解析結果 (N-20)

温度	ヤング率	破壊エネルギー WOF	破壊エネルギー TSD	有効破壊 エネルギー	初期結合応力	限界 開口変位	タフネス 指数	有効 引張 強度	限界 荷重点 変位	有効 曲げ 強度	応力 拡大 係数	等価 a	CTOD <sub>c</sub>	P <sub>max</sub> 計測値 (-自重)	自重項
—	E	GF-WOF	GF-TSD	GF-u	s <sub>0</sub>	dc	T.M.	f <sub>teff</sub>	u <sub>0</sub>	f <sub>b</sub>	K <sub>Ics</sub>	ac	CTOD <sub>c</sub>		
(°C)	(GPa)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(Mpa)	(mm)	(Nm)	(Mpa)	(mm)	(Mpa)	(MPa/m)	(mm)	(mm)	(kN)	(kN)
20	34.84	0.0	102.2	102.2	7.44	0.061	514.6	4.39	0.791	1.74	0.00	13.50	0.0126	0.909	0.0022
40	36.15	0.0	89.8	89.8	7.79	0.070	446.9	3.93	0.914	1.62	0.00	13.50	0.0126	0.909	0.0022
65	32.00	0.0	88.7	88.7	8.30	0.095	453.3	4.60	0.801	1.72	0.00	13.50	0.0126	0.909	0.0022
90	28.51	0.0	78.6	78.6	8.56	0.101	411.4	4.54	0.882	1.66	0.00	13.50	0.0126	0.909	0.0022
100	28.19	0.0	73.8	73.8	8.19	0.050	392.8	4.26	0.758	1.57	0.00	13.50	0.0126	0.909	0.0022
125	29.29	0.0	80.3	80.3	7.35	0.075	406.8	3.96	0.534	1.52	0.00	13.50	0.0126	0.909	0.0022
150	28.54	0.0	98.6	98.6	5.94	0.156	461.2	3.65	0.794	1.42	0.00	13.50	0.0126	0.909	0.0022
175	22.9233	0.0	95.4	95.4	6.73	0.094	458.5	3.66	0.544	1.32	0.00	13.50	0.0126	0.909	0.0022
200	20.60	0.0	167.4	167.4	6.29	0.208	703.7	4.34	0.742	1.53	0.00	13.50	0.0126	0.909	0.0022

表 4.3.5 破壊パラメータ解析結果 (VF-20)

温度	ヤング率	破壊エネルギー WOF	破壊エネルギー TSD	有効破壊 エネルギー	初期結合応力	限界 開口変位	タフネス 指数	有効 引張 強度	限界 荷重点 変位	有効 曲げ 強度	応力 拡大 係数	等価 a	CTODc	Pmax 計測値 (-自重)	自重項
—	E	GF-WOF	GF-TSD	GF-u	s0	dc	T.M.	f <sub>eff</sub>	u0	fb	K <sub>Ics</sub>	ac	CTODc		
(°C)	(GPa)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(Mpa)	(mm)	(Nm)	(Mpa)	(mm)	(Mpa)	(MPa/m)	(mm)	(mm)	(kN)	(kN)
20	29.86	0.0	1382.5	819.6	7.44	2.179	1747.8	5.40	2.827	2.02	0.00	13.50	0.0126	0.909	0.0022
40	26.64	0.0	1915.7	752.4	7.14	2.997	1567.4	4.72	2.980	1.75	0.00	13.50	0.0126	0.909	0.0022
65	30.76	0.0	6281.6	606.4	7.82	10.511	1298.0	4.84	2.728	1.78	0.00	13.50	0.0126	0.909	0.0022
90	28.75	0.0	2082.0	562.0	7.89	3.216	1156.7	4.26	2.474	1.58	0.00	13.50	0.0126	0.909	0.0022
100	29.362	0.000	1298.820	488.202	6.722	1.458	1026.140	3.032	2.626	1.258	0.000	13.50	0.0126	0.909	0.0022
125	28.27	0.0	791.6	416.6	6.27	1.128	919.6	3.20	2.022	1.30	0.00	13.50	0.0126	0.909	0.0022
150	24.439	0.000	690.124	390.763	6.517	1.147	920.488	3.857	2.377	1.408	0.000	13.50	0.0126	0.909	0.0022
175	23.882	0.000	668.691	362.426	7.057	1.982	932.178	4.192	2.483	1.489	0.000	13.50	0.0126	0.909	0.0022
200	20.496	0.000	348.851	306.136	6.825	0.791	876.901	4.376	2.034	1.450	0.000	13.50	0.0126	0.909	0.0022

表 4.3.6 破壊パラメータ解析結果 (SF-20)

温度	ヤング率	破壊エネルギー WOF	破壊エネルギー TSD	有効破壊 エネルギー	初期結合応力	限界 開口変位	タフネス 指数	有効 引張 強度	限界 荷重点 変位	有効 曲げ 強度	応力 拡大 係数	等価 a	CTODc	Pmax 計測値 (-自重)	自重項
—	E	GF-WOF	GF-TSD	GF-u	s0	dc	T.M.	f <sub>teff</sub>	u0	f <sub>b</sub>	K <sub>Ics</sub>	ac	CTODc		
(°C)	(GPa)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(Mpa)	(mm)	(Nm)	(Mpa)	(mm)	(Mpa)	(MPa/m)	(mm)	(mm)	(kN)	(kN)
20	21.64	0.0	8061.2	3391.2	13.75	1.501	5979.5	10.55	2.877	4.34	0.00	13.50	0.0126	0.909	0.0022
40	21.08	0.0	9938.6	3453.6	13.59	1.888	5936.1	10.29	2.788	4.27	0.00	13.50	0.0126	0.909	0.0022
65	24.27	0.0	8927.2	3016.1	12.60	1.713	5225.1	8.16	2.986	4.01	0.00	13.50	0.0126	0.909	0.0022
90	23.56	0.0	10290.7	2893.5	11.83	2.367	5025.9	7.84	2.986	3.75	0.00	13.50	0.0126	0.909	0.0022
100	25.95	0.0	7325.1	2676.7	11.39	1.538	4576.7	6.93	2.986	3.52	0.00	13.50	0.0126	0.909	0.0022
125	20.95	0.0	18122.6	2474.6	10.13	5.661	4319.1	6.50	2.732	3.28	0.00	13.50	0.0126	0.909	0.0022
150	19.49	0.0	14042.4	2328.0	9.18	5.038	4072.3	6.18	2.681	3.01	0.00	13.50	0.0126	0.909	0.0022
175	16.2944	0.0	17659.1	2864.6	11.27	5.920	5053.6	9.04	2.629	3.48	0.00	13.50	0.0126	0.909	0.0022
200	16.43	0.0	14910.7	2525.8	10.00	5.457	4494.2	7.49	2.430	3.21	0.00	13.50	0.0126	0.909	0.0022



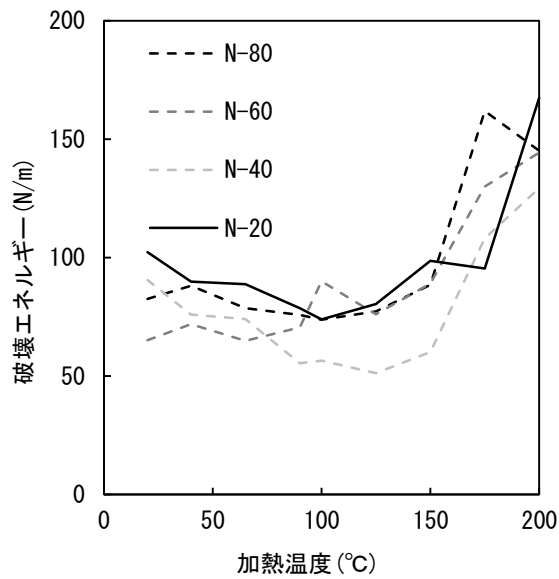


図 4.11 破壊エネルギー (N-20, 40, 60,

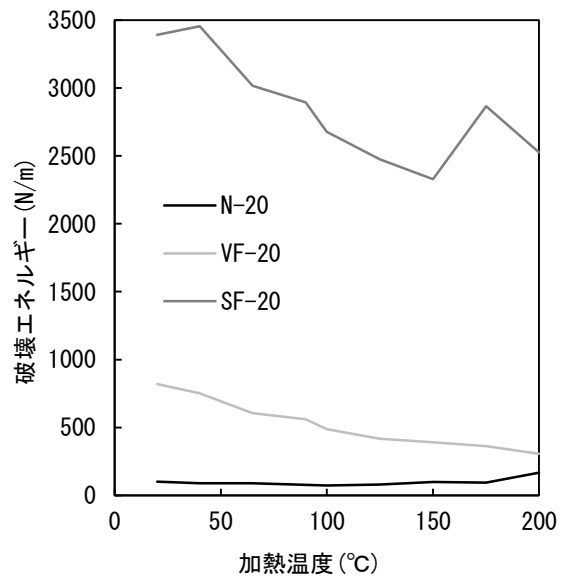


図 4.12 破壊エネルギー (N, VF, SF-20)

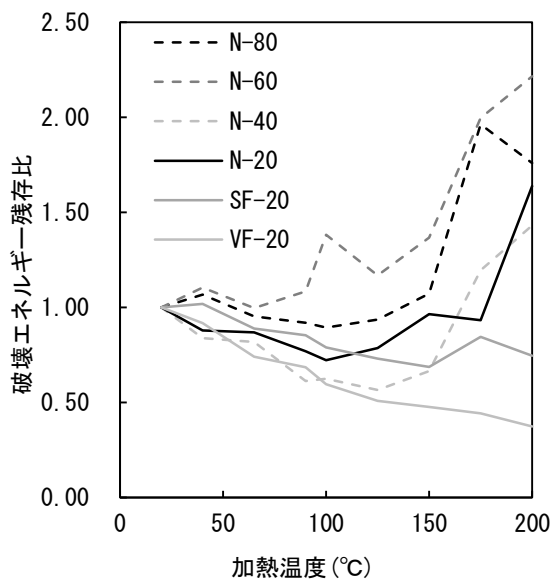


図 4.13 破壊エネルギー残存比

## 参考文献

- 1) Bazant Z.P., and Prat P.C. : Effect of Temperature and Humidity on Fracture Energy of Concrete, ACI Materials Journal, July-August, pp.262-271, 1988
- 2) B.Zhang and N.Bicanic : Fracture energy of high-performance concrete at high temperatures up to 450°C : the effects of heating temperatures and testing conditions (hot and cold), Magazine of Concrete Research, 58, No.5, June, pp.277-288, 2006

## 第 5 章 結論

本研究では、加熱および中性化による複合劣化作用を受けたコンクリート、また加熱環境下のコンクリートのひび割れ抵抗性について、モルタル供試体を用いた破壊靱性試験による検討を行い、以下のことが明らかとなった。

- 1) 20℃で促進中性化作用を受けた供試体は、同温度で中性化していない供試体に比べて初期結合応力は低下する傾向にあるが、破壊エネルギーは大きく変化しない。
- 2) 65℃で促進中性化作用を受けた供試体は、同温度で中性化していない供試体に比べ、初期結合応力と破壊エネルギーはいずれも増大する。
- 3) 加熱環境下においては、荷重－開口変位曲線における最大荷重および初期結合応力は、水セメント比および繊維の有無に関わらず加熱温度の上昇に伴い低下する傾向にある。
- 4) 加熱環境下における初期結合応力の低下は、水セメント比の低下により緩和される可能性がある。
- 5) 加熱環境下において、プレーンモルタルは175℃以上で破壊が延性的になり、破壊エネルギーが大きく増大する。
- 6) 加熱環境下において、鋼繊維やビニロン繊維を混入したモルタルでは、温度上昇に伴い破壊エネルギーが減少する傾向にある。

# 謝辞

本研究を進めるにあたり，懇切丁寧なご指導を受け賜りました，首都大学東京大学院都市環境科学研究科建築学域 教授 橘高義典博士に心より御礼申し上げます。

研究を進める上での適切な助言や指導を頂き，また供試体作製時に参加して頂いた首都大学東京大学院都市環境科学研究科建築学域 助教 國枝陽一郎博士に深く感謝致します。

実験の指導を中心に，様々なご指導を頂いた国立研究開発法人建築研究所材料研究グループ 主任研究員 松沢晃一博士に心から感謝致します。

社会人の先輩として様々なことを教えてくださった熊野康子さん，水谷吉克さんに心より御礼申し上げます。

実験および研究を行うにあたり供試体作製や試験機の操作方法など，幾度となくご助言を頂きました刈田祥彦さん，小安健太さん，池戸歩弥さんに心より御礼申し上げます。

お互いに協力し合いながら研究や論文作成に励んだ谷合亨介さん，高木恵里さん，小野夏実さん，山本万悠子さんに心より御礼申し上げます。

供試体作成時を中心に，実験など協力してくださった，久須美真悟さん，原和泉さん，児玉文悟さん，馬場祐さんに心より御礼申し上げます。

皆様のご協力により今日を迎えることができました。心より深く御礼申し上げます。

2017 年 2 月

山内 博史

# 付録

第 3 章 破壊パラメータ解析結果

第 4 章 破壊パラメータ解析結果

梗概

### ■第3章 加熱と中性化の作用を受けたコンクリートのひび割れ抵抗性 破壊パラメータ解析結果

水セメント比 60%, 材齢 4 週

N	ひびわれ 長さ	開口 変位	結合 応力	荷重 点変位	荷重 (-自重)	有効 a	CTOD	CMOD	外部 仕事	破壊 仕事	弾性歪み	エネルギー 解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性 変位	G <sub>nl</sub> /G <sub>p</sub>	a-a <sub>0</sub>	荷重 (-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	a <sub>eff</sub>	CTOD	CMOD	U <sub>w</sub>	U <sub>f</sub>	U <sub>e</sub>	G <sub>p</sub> (R)	J-TSD	W.O.F	C	d <sub>s</sub>	G <sub>nl</sub> /G <sub>p</sub>	d <sub>a</sub>	P
	12.0	0.000	2.669	0.000	0.000	12.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	14.000	0.0000	2.669	0.004	0.259	12.05	0.000	0.004	0.001	0.000	0.001	0.0	0.0	0.0	0.017	0.000	0.000	2.00	258.6
1	16.000	0.001	2.669	0.007	0.411	12.20	0.001	0.006	0.002	0.000	0.001	1.6	1.6	0.8	0.017	0.000	1.000	4.00	411.1
2	18.000	0.002	2.511	0.010	0.523	12.70	0.002	0.009	0.003	0.000	0.002	4.0	4.1	1.9	0.018	0.001	0.847	6.00	523.3
3	20.000	0.003	2.725	0.013	0.636	13.20	0.003	0.012	0.005	0.001	0.004	7.5	7.5	3.3	0.018	0.002	0.884	8.00	636.5
4	22.000	0.005	1.938	0.017	0.689	14.15	0.005	0.016	0.007	0.002	0.005	13.1	12.1	5.3	0.020	0.003	0.697	10.00	689.3
5	24.000	0.007	1.546	0.020	0.708	15.35	0.007	0.020	0.009	0.004	0.006	19.4	16.5	7.6	0.022	0.004	0.660	12.00	708.0
6	26.000	0.011	1.299	0.024	0.704	16.65	0.011	0.025	0.012	0.006	0.006	26.8	21.1	10.4	0.025	0.006	0.654	14.00	703.6
7	28.000	0.015	0.841	0.028	0.657	18.40	0.015	0.031	0.015	0.009	0.007	34.7	25.6	13.4	0.030	0.009	0.573	16.00	656.8
8	30.000	0.020	0.670	0.034	0.593	20.25	0.020	0.038	0.019	0.012	0.007	42.6	29.7	16.6	0.037	0.012	0.578	18.00	593.0
9	32.000	0.027	0.369	0.040	0.499	22.50	0.027	0.047	0.022	0.016	0.006	50.3	33.2	20.0	0.048	0.016	0.522	20.00	498.9
10	34.000	0.037	0.226	0.050	0.391	25.20	0.037	0.061	0.026	0.021	0.005	60.1	36.1	23.7	0.070	0.022	0.482	22.00	391.1
11	36.000	0.052	0.049	0.064	0.266	28.65	0.052	0.081	0.031	0.026	0.004	69.9	38.2	27.5	0.124	0.030	0.404	24.00	265.7
12	38.000	0.0624	0.000	0.087	0.133	32.90	0.077	0.116	0.036	0.033	0.003	79.4	38.4	31.5	0.320	0.044	0.297	26.00	132.7
13	39.000	0.0624	0.000	0.127	0.052	35.90	0.118	0.175	0.039	0.038	0.001	131.8	38.4	35.2	0.968	0.075	0.315	27.00	51.8
14	39.500	0.0624	0.000	0.194	0.019	37.80	0.182	0.271	0.042	0.041	0.001	156.8	38.4	37.4	3.478	0.121	0.306	27.50	18.9
15	39.750	0.0624	0.000	0.292	0.006	38.90	0.276	0.410	0.043	0.043	0.000	177.1	38.4	38.7	13.272	0.185	0.294	27.75	5.9

水セメント比 60%, 温度 20℃, 二酸化炭素濃度 0%

N	ひびわれ 長さ	開口 変位	結合 応力	荷重 点変位	荷重 (-自重)	有効 a	CTOD	CMOD	外部 仕事	破壊 仕事	弾性歪み	エネルギー 解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性 変位	Gnl/Gp	a-a0	荷重 (-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gnl/Gp	da	P
	12.0	0.000	5.439	0.000	0.000	12.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	14.000	0.000	5.439	0.011	0.529	12.050	0.000	0.009	0.003	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.020	0.000	0.000	6.276	13.929
1	16.000	0.002	5.439	0.018	0.840	12.200	0.002	0.015	0.008	0.001	0.007	8.304	8.304	4.152	0.021	0.001	1.000	7.252	13.714
2	18.000	0.004	4.063	0.024	1.002	12.950	0.004	0.021	0.013	0.002	0.011	20.348	20.723	9.551	0.022	0.002	0.730	8.156	13.198
3	20.000	0.008	3.035	0.029	1.079	13.900	0.008	0.027	0.019	0.005	0.014	33.421	32.680	15.518	0.024	0.004	0.644	9.029	12.481
4	22.000	0.012	2.029	0.034	1.076	15.200	0.012	0.033	0.024	0.009	0.016	46.712	43.177	21.757	0.027	0.005	0.553	9.815	11.581
5	24.000	0.017	1.298	0.039	1.017	16.750	0.017	0.040	0.030	0.013	0.016	58.695	51.375	27.913	0.031	0.008	0.486	10.541	10.554
6	26.000	0.022	1.052	0.045	0.937	18.400	0.022	0.048	0.035	0.019	0.016	70.137	58.207	33.945	0.037	0.011	0.497	11.321	9.456
7	28.000	0.029	0.799	0.052	0.836	20.200	0.029	0.057	0.041	0.026	0.016	81.776	64.758	39.924	0.045	0.014	0.487	12.154	8.290
8	30.000	0.038	0.323	0.060	0.699	22.450	0.038	0.069	0.047	0.033	0.014	91.810	69.732	45.689	0.059	0.019	0.395	13.010	7.052
9	32.000	0.050	0.235	0.070	0.557	24.900	0.050	0.084	0.054	0.041	0.013	100.489	72.866	51.169	0.082	0.024	0.378	14.081	5.771
10	34.000	0.052	0.000	0.083	0.382	28.300	0.064	0.103	0.060	0.049	0.010	105.455	73.114	56.104	0.142	0.028	0.198	15.298	4.426
11	36.000	0.052	0.000	0.105	0.242	31.550	0.088	0.135	0.067	0.058	0.008	113.470	73.114	60.885	0.276	0.037	0.239	17.710	3.060
12	38.000	0.052	0.000	0.151	0.116	35.150	0.135	0.203	0.075	0.069	0.006	133.615	73.114	66.479	0.851	0.051	0.146	23.492	1.624
13	39.000	0.052	0.000	0.215	0.041	37.300	0.200	0.298	0.080	0.078	0.003	213.054	73.114	71.908	2.781	0.095	0.226	24.933	0.821
14	39.500	0.052	0.000	0.320	0.013	38.700	0.301	0.447	0.083	0.082	0.001	214.348	73.114	74.498	11.577	0.141	0.165	26.760	0.416
15	39.750	0.052	0.000	0.477	0.004	39.350	0.452	0.671	0.085	0.084	0.001	229.227	73.114	75.892	44.166	0.215	0.193	28.926	0.210

水セメント比 60%, 温度 20℃, 二酸化炭素濃度 5%

N	ひびわれ 長さ	開口 変位	結合 応力	荷重 点変位	荷重 (-自重)	有効 a	CTOD	CMOD	外部 仕事	破壊 仕事	弾性歪み	エネルギー 解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性 変位	Gn/Gp	a-a0	荷重 (-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	a <sub>eff</sub>	CTOD	CMOD	U <sub>w</sub>	U <sub>f</sub>	U <sub>e</sub>	G <sub>p</sub> (R)	J-TSD	W.O.F	C	d <sub>s</sub>	G <sub>n</sub> /G <sub>p</sub>	d <sub>a</sub>	P
	12.0	0.000	9.480	0.000	0.000	12.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	14.000	0.000	9.480	0.016	0.924	12.050	0.000	0.013	0.007	0.000	0.007	0.000	0.000	0.000	0.017	0.000	0.000	10.938	13.929
1	16.000	0.002	9.480	0.027	1.465	12.200	0.002	0.023	0.020	0.002	0.019	21.067	21.067	10.534	0.017	0.001	1.000	12.639	13.714
2	18.000	0.007	2.618	0.031	1.464	13.700	0.007	0.028	0.027	0.006	0.021	48.507	48.407	23.192	0.020	0.002	0.366	13.399	12.885
3	20.000	0.011	1.785	0.035	1.396	15.250	0.011	0.033	0.032	0.010	0.022	59.711	57.716	32.321	0.023	0.003	0.375	14.101	11.960
4	22.000	0.016	0.416	0.038	1.235	17.300	0.016	0.038	0.037	0.016	0.021	67.326	62.864	39.322	0.027	0.004	0.209	14.590	10.911
5	24.000	0.021	0.592	0.042	1.095	19.150	0.021	0.045	0.042	0.022	0.020	72.542	65.340	44.859	0.033	0.006	0.289	15.202	9.855
6	26.000	0.026	0.264	0.047	0.936	21.250	0.026	0.052	0.046	0.028	0.019	77.958	67.789	49.588	0.042	0.007	0.236	15.808	8.752
7	28.000	0.033	0.137	0.053	0.773	23.450	0.033	0.060	0.051	0.034	0.017	81.954	69.129	53.633	0.056	0.009	0.209	16.458	7.614
8	30.000	0.037	0.000	0.059	0.600	25.950	0.041	0.070	0.056	0.041	0.015	83.771	69.429	56.982	0.081	0.011	0.129	17.125	6.437
9	32.000	0.051	0.154	0.068	0.463	28.100	0.051	0.083	0.060	0.048	0.012	85.763	70.452	59.860	0.115	0.015	0.270	18.140	5.254
10	34.000	0.062	0.452	0.079	0.359	29.500	0.062	0.099	0.065	0.055	0.010	88.999	74.024	62.509	0.149	0.025	0.521	19.529	4.039
11	36.000	0.066	0.000	0.103	0.216	33.150	0.088	0.135	0.072	0.064	0.008	106.254	74.844	66.155	0.354	0.026	0.040	22.527	2.815
12	38.000	0.066	0.000	0.161	0.106	36.350	0.146	0.218	0.081	0.074	0.007	129.176	74.844	71.002	1.269	0.024	-0.029	30.402	1.525
13	39.000	0.066	0.000	0.240	0.038	38.050	0.224	0.334	0.087	0.084	0.004	245.324	74.844	77.459	4.382	0.065	0.169	32.250	0.773
14	39.500	0.066	0.000	0.325	0.015	38.700	0.306	0.455	0.090	0.088	0.002	219.100	74.844	80.034	10.169	0.148	0.328	33.878	0.391
15	39.750	0.066	0.000	0.475	0.005	39.300	0.450	0.668	0.091	0.091	0.001	255.537	74.844	81.615	32.859	0.242	0.262	36.793	0.199



水セメント比 60%, 温度 65℃, 二酸化炭素濃度 0%

N	ひびわれ 長さ	開口 変位	結合 応力	荷重 点変位	荷重 (-自重)	有効 a	CTOD	CMOD	外部 仕事	破壊 仕事	弾性歪み	エネルギー 解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性 変位	Gnl/Gp	a-a0	荷重 (-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gnl/Gp	da	P
	12.0	0.000	5.259	0.000	0.000	12.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	14.000	0.0000	5.259	0.010	0.512	12.05	0.000	0.008	0.003	0.000	0.003	0.0	0.0	0.0	0.020	0.000	0.000	2.00	511.6
1	16.000	0.001	5.259	0.017	0.812	12.20	0.001	0.015	0.007	0.001	0.007	7.5	7.5	3.8	0.020	0.001	1.000	4.00	812.1
2	18.000	0.004	2.401	0.021	0.872	13.35	0.004	0.019	0.011	0.002	0.008	17.9	18.0	8.5	0.022	0.002	0.522	6.00	872.0
3	20.000	0.007	0.918	0.024	0.824	15.05	0.007	0.022	0.013	0.004	0.009	23.9	23.1	12.3	0.026	0.002	0.334	8.00	823.7
4	22.000	0.010	0.084	0.026	0.717	17.25	0.010	0.026	0.014	0.006	0.008	26.5	24.7	15.2	0.032	0.003	0.157	10.00	717.1
5	24.000	0.014	0.149	0.028	0.621	19.30	0.014	0.030	0.016	0.008	0.008	27.8	25.0	17.3	0.039	0.004	0.198	12.00	620.5
6	26.000	0.017	0.302	0.031	0.540	21.20	0.017	0.034	0.018	0.011	0.007	29.7	25.9	19.0	0.049	0.005	0.307	14.00	540.2
7	28.000	0.022	0.367	0.036	0.468	22.85	0.022	0.040	0.020	0.013	0.007	32.4	27.4	20.7	0.060	0.007	0.399	16.00	468.3
8	30.000	0.027	0.348	0.041	0.399	24.50	0.027	0.048	0.022	0.016	0.006	35.7	29.3	22.4	0.075	0.010	0.465	18.00	399.3
9	32.000	0.035	0.152	0.048	0.325	26.40	0.035	0.057	0.025	0.019	0.005	39.8	31.2	24.1	0.101	0.015	0.428	20.00	325.1
10	34.000	0.045	0.246	0.057	0.259	28.15	0.045	0.071	0.027	0.023	0.005	45.0	33.2	26.0	0.134	0.022	0.538	22.00	259.4
11	36.000	0.054	0.000	0.073	0.167	31.45	0.062	0.095	0.031	0.027	0.004	54.1	34.3	28.4	0.262	0.029	0.270	24.00	167.5
12	38.000	0.0543	0.000	0.110	0.080	35.35	0.099	0.148	0.036	0.033	0.003	66.5	34.3	31.3	0.907	0.036	0.104	26.00	79.6
13	39.000	0.0543	0.000	0.159	0.027	37.50	0.148	0.220	0.038	0.037	0.001	110.2	34.3	34.2	3.111	0.067	0.211	27.00	27.2
14	39.500	0.0543	0.000	0.221	0.010	38.45	0.208	0.309	0.040	0.039	0.001	100.6	34.3	35.4	8.077	0.120	0.326	27.50	10.4
15	39.750	0.0543	0.000	0.335	0.004	39.05	0.317	0.471	0.041	0.040	0.000	132.1	34.3	36.3	20.773	0.210	0.412	27.75	3.8

水セメント比 60%, 温度 65℃, 二酸化炭素濃度 5%

N	ひびわれ 長さ	開口 変位	結合 応力	荷重 点変位	荷重 (-自重)	有効 a	CTOD	CMOD	外部 仕事	破壊 仕事	弾性歪み	エネルギー 解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性 変位	Gnl/Gp	a-a0	荷重 (-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gnl/Gp	da	P
	12.0	0.000	7.792	0.000	0.000	12.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	14.000	0.0000	7.792	0.011	0.759	12.05	0.000	0.009	0.004	0.000	0.004	0.0	0.0	0.0	0.015	0.000	0.000	2.00	759.1
1	16.000	0.002	7.792	0.019	1.204	12.20	0.002	0.016	0.012	0.001	0.011	12.5	12.5	6.2	0.015	0.001	1.000	4.00	1204.2
2	18.000	0.005	0.826	0.021	1.114	14.10	0.005	0.019	0.014	0.003	0.011	27.5	27.3	13.3	0.018	0.001	0.192	6.00	1114.3
3	20.000	0.008	2.009	0.024	1.103	15.35	0.008	0.023	0.018	0.006	0.012	31.9	31.0	18.0	0.020	0.002	0.509	8.00	1103.4
4	22.000	0.010	0.000	0.026	0.946	17.60	0.011	0.026	0.020	0.009	0.011	36.5	33.2	21.7	0.025	0.003	0.105	10.00	946.3
5	24.000	0.014	0.624	0.029	0.849	19.30	0.014	0.031	0.023	0.012	0.011	38.7	34.6	24.5	0.030	0.004	0.343	12.00	849.4
6	26.000	0.018	0.590	0.033	0.743	21.05	0.018	0.036	0.025	0.015	0.010	42.3	36.9	27.1	0.036	0.006	0.346	14.00	743.4
7	28.000	0.023	0.027	0.037	0.611	23.40	0.023	0.042	0.028	0.019	0.009	45.0	38.4	29.3	0.049	0.007	0.186	16.00	610.8
8	30.000	0.023	0.000	0.042	0.499	25.65	0.029	0.050	0.031	0.023	0.008	48.0	38.4	31.4	0.068	0.008	0.228	18.00	499.3
9	32.000	0.023	0.000	0.048	0.366	28.20	0.036	0.058	0.033	0.026	0.007	48.7	38.4	33.1	0.102	0.010	0.157	20.00	366.5
10	34.000	0.042	0.349	0.053	0.287	28.95	0.042	0.066	0.035	0.030	0.005	45.8	41.7	34.3	0.118	0.019	0.675	22.00	286.7
11	36.000	0.042	0.000	0.075	0.182	33.00	0.064	0.098	0.040	0.035	0.005	64.5	41.7	36.8	0.298	0.020	0.055	24.00	182.0
12	38.000	0.0421	0.000	0.116	0.090	36.25	0.105	0.157	0.046	0.042	0.004	78.8	41.7	40.0	1.049	0.020	-0.005	26.00	89.7
13	39.000	0.0421	0.000	0.174	0.028	38.20	0.163	0.242	0.050	0.047	0.002	146.9	41.7	44.0	4.612	0.035	0.078	27.00	28.1
14	39.500	0.0421	0.000	0.218	0.006	39.25	0.206	0.305	0.050	0.050	0.001	108.1	41.7	45.1	23.439	0.027	-0.030	27.50	6.0
15	39.750	0.0421	0.000	0.332	0.005	39.25	0.314	0.467	0.051	0.051	0.001	105.5	41.7	45.7	24.977	0.163	0.872	27.75	4.6

水セメント比 80%, 材齢 4 週

N	ひびわれ 長さ	開 口 変位	結 合 応力	荷 重 点 変 位	荷重 (-自重)	有効 a	CTOD	CMOD	外部 仕事	破壊 仕事	弾性歪み	エネルギー 解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性 変位	Gnl/Gp	a-a0	荷重 (-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gnl/Gp	da	P
	12.0	0.000	4.485	0.000	0.000	12.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	14.000	0.0000	4.485	0.007	0.436	12.05	0.000	0.006	0.002	0.000	0.002	0.0	0.0	0.0	0.016	0.000	0.000	2.00	436.0
1	16.000	0.001	4.485	0.012	0.692	12.20	0.001	0.010	0.004	0.000	0.004	4.4	4.4	2.2	0.016	0.001	1.000	4.00	692.2
2	18.000	0.003	2.054	0.014	0.744	13.35	0.003	0.013	0.006	0.001	0.005	10.5	10.6	5.0	0.018	0.001	0.523	6.00	743.7
3	20.000	0.005	1.607	0.017	0.757	14.55	0.005	0.016	0.008	0.002	0.006	14.6	14.2	7.4	0.020	0.002	0.540	8.00	756.9
4	22.000	0.007	1.383	0.020	0.750	15.75	0.007	0.019	0.010	0.004	0.006	18.9	17.6	9.7	0.022	0.003	0.569	10.00	750.5
5	24.000	0.010	1.177	0.023	0.729	17.00	0.010	0.023	0.012	0.006	0.007	23.9	21.1	12.1	0.025	0.005	0.583	12.00	728.9
6	26.000	0.013	0.513	0.026	0.655	18.85	0.013	0.028	0.015	0.008	0.007	28.5	23.9	14.4	0.030	0.006	0.422	14.00	655.1
7	28.000	0.017	0.512	0.030	0.582	20.60	0.017	0.033	0.017	0.011	0.006	32.6	26.0	16.7	0.037	0.008	0.474	16.00	582.1
8	30.000	0.022	0.357	0.034	0.494	22.60	0.022	0.039	0.019	0.014	0.006	36.5	28.1	18.9	0.047	0.011	0.450	18.00	493.9
9	32.000	0.028	0.355	0.040	0.415	24.45	0.028	0.048	0.022	0.017	0.005	41.1	30.3	21.1	0.061	0.015	0.532	20.00	414.9
10	34.000	0.037	0.067	0.048	0.312	27.10	0.037	0.060	0.025	0.021	0.004	47.0	32.2	23.5	0.091	0.020	0.409	22.00	312.3
11	36.000	0.037	0.000	0.062	0.191	31.00	0.052	0.080	0.029	0.025	0.004	53.8	32.2	26.0	0.191	0.025	0.219	24.00	191.3
12	38.000	0.0373	0.000	0.093	0.092	35.05	0.083	0.125	0.033	0.030	0.003	65.8	32.2	29.0	0.640	0.033	0.145	26.00	92.1
13	39.000	0.0373	0.000	0.137	0.033	37.30	0.128	0.190	0.036	0.035	0.001	108.8	32.2	32.0	2.154	0.061	0.230	27.00	33.1
14	39.500	0.0373	0.000	0.200	0.010	38.70	0.188	0.279	0.037	0.037	0.001	107.1	32.2	33.4	9.063	0.089	0.156	27.50	10.1
15	39.750	0.0373	0.000	0.287	0.002	39.40	0.272	0.403	0.038	0.038	0.000	105.6	32.2	34.0	37.427	0.125	0.151	27.75	2.2

水セメント比 80%, 温度 20℃, 二酸化炭素濃度 0%

N	ひびわれ 長さ	開口 変位	結合 応力	荷重 点変位	荷重 (-自重)	有効 a	CTOD	CMOD	外部 仕事	破壊 仕事	弾性歪み	エネルギー 解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性 変位	G <sub>nl</sub> /G <sub>p</sub>	a-a <sub>0</sub>	荷重 (-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	a <sub>eff</sub>	CTOD	CMOD	U <sub>w</sub>	U <sub>f</sub>	U <sub>e</sub>	G <sub>p</sub> (R)	J-TSD	W.O.F	C	d <sub>s</sub>	G <sub>nl</sub> /G <sub>p</sub>	d <sub>a</sub>	P
	12.0	0.000	7.965	0.000	0.000	12.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	14.000	0.0000	7.965	0.014	0.776	12.05	0.000	0.012	0.006	0.000	0.006	0.0	0.0	0.0	0.018	0.000	0.000	2.00	776.0
1	16.000	0.002	7.965	0.024	1.231	12.20	0.002	0.021	0.016	0.001	0.014	16.1	16.1	8.1	0.019	0.001	1.000	4.00	1231.0
2	18.000	0.006	1.158	0.027	1.160	14.00	0.006	0.025	0.019	0.004	0.015	36.0	35.7	17.4	0.022	0.002	0.235	6.00	1160.3
3	20.000	0.010	0.937	0.030	1.074	15.75	0.010	0.029	0.022	0.007	0.015	40.9	39.5	23.3	0.026	0.003	0.287	8.00	1073.9
4	22.000	0.014	0.357	0.033	0.952	17.70	0.014	0.033	0.025	0.011	0.014	44.9	42.0	27.6	0.031	0.003	0.210	10.00	951.9
5	24.000	0.018	0.576	0.037	0.853	19.45	0.018	0.039	0.029	0.015	0.014	48.7	44.0	31.1	0.037	0.005	0.326	12.00	852.9
6	26.000	0.023	0.285	0.041	0.737	21.40	0.023	0.045	0.032	0.019	0.013	53.1	46.1	34.3	0.047	0.006	0.271	14.00	736.8
7	28.000	0.029	0.264	0.046	0.624	23.35	0.029	0.052	0.036	0.024	0.012	57.0	47.7	37.1	0.060	0.009	0.300	16.00	623.9
8	30.000	0.036	0.225	0.052	0.510	25.35	0.036	0.062	0.039	0.029	0.010	60.6	49.4	39.7	0.080	0.011	0.314	18.00	510.4
9	32.000	0.044	0.181	0.060	0.401	27.35	0.044	0.073	0.043	0.034	0.009	63.6	51.2	42.1	0.109	0.016	0.355	20.00	401.1
10	34.000	0.054	0.449	0.069	0.316	28.55	0.054	0.086	0.046	0.039	0.007	65.0	54.3	44.2	0.135	0.026	0.605	22.00	316.5
11	36.000	0.058	0.000	0.092	0.188	32.65	0.078	0.120	0.052	0.045	0.006	82.7	55.1	47.4	0.335	0.028	0.062	24.00	188.4
12	38.000	0.0581	0.000	0.151	0.098	36.10	0.136	0.204	0.060	0.054	0.006	107.5	55.1	52.0	1.204	0.030	0.025	26.00	97.9
13	39.000	0.0581	0.000	0.227	0.038	37.75	0.212	0.315	0.065	0.063	0.003	211.8	55.1	57.9	3.570	0.083	0.250	27.00	38.3
14	39.500	0.0581	0.000	0.298	0.010	38.95	0.281	0.417	0.067	0.066	0.001	179.3	55.1	60.1	16.689	0.099	0.053	27.50	9.8
15	39.750	0.0581	0.000	0.423	0.003	39.40	0.401	0.595	0.068	0.068	0.001	165.5	55.1	61.1	46.910	0.186	0.268	27.75	2.9

水セメント比 80%, 温度 20℃, 二酸化炭素濃度 5%

N	ひびわれ 長さ	開口 変位	結合 応力	荷重 点変位	荷重 (-自重)	有効 a	CTOD	CMOD	外部 仕事	破壊 仕事	弾性歪み	エネルギー 解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性 変位	G <sub>nl</sub> /G <sub>p</sub>	a-a <sub>0</sub>	荷重 (-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	a <sub>eff</sub>	CTOD	CMOD	U <sub>w</sub>	U <sub>f</sub>	U <sub>e</sub>	G <sub>p</sub> (R)	J-TSD	W.O.F	C	d <sub>s</sub>	G <sub>nl</sub> /G <sub>p</sub>	d <sub>a</sub>	P
	12.0	0.000	6.282	0.000	0.000	12.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	14.000	0.0000	6.282	0.012	0.612	12.05	0.000	0.010	0.004	0.000	0.004	0.0	0.0	0.0	0.020	0.000	0.000	2.00	611.6
1	16.000	0.002	6.282	0.021	0.970	12.20	0.002	0.018	0.011	0.001	0.010	11.0	11.0	5.5	0.021	0.001	1.000	4.00	970.5
2	18.000	0.005	1.933	0.025	0.983	13.65	0.005	0.022	0.014	0.003	0.011	25.5	25.5	12.2	0.023	0.002	0.395	6.00	982.6
3	20.000	0.008	2.300	0.029	1.009	14.70	0.008	0.027	0.019	0.006	0.013	33.2	32.2	17.4	0.026	0.003	0.589	8.00	1008.9
4	22.000	0.012	1.595	0.033	0.984	16.00	0.012	0.033	0.023	0.009	0.014	42.7	39.8	22.5	0.029	0.005	0.524	10.00	983.7
5	24.000	0.017	0.666	0.037	0.891	17.80	0.017	0.039	0.027	0.013	0.014	50.7	45.1	27.2	0.034	0.007	0.366	12.00	890.7
6	26.000	0.022	0.314	0.042	0.773	19.90	0.022	0.045	0.030	0.018	0.013	56.0	47.7	31.3	0.043	0.009	0.304	14.00	772.9
7	28.000	0.029	0.253	0.047	0.653	22.05	0.029	0.053	0.034	0.022	0.012	60.4	49.5	34.9	0.056	0.011	0.304	16.00	652.7
8	30.000	0.036	0.244	0.054	0.537	24.20	0.036	0.063	0.038	0.028	0.011	64.6	51.3	38.2	0.074	0.014	0.333	18.00	537.2
9	32.000	0.045	0.307	0.062	0.435	26.05	0.045	0.075	0.042	0.033	0.009	69.0	53.8	41.3	0.098	0.020	0.452	20.00	435.4
10	34.000	0.057	0.148	0.072	0.322	28.25	0.057	0.090	0.046	0.039	0.007	73.0	56.5	44.2	0.140	0.027	0.410	22.00	322.2
11	36.000	0.057	0.000	0.096	0.198	32.10	0.081	0.124	0.052	0.046	0.006	89.1	56.5	47.9	0.318	0.032	0.145	24.00	198.0
12	38.000	0.0569	0.000	0.149	0.098	35.75	0.134	0.201	0.060	0.055	0.006	110.2	56.5	52.7	1.103	0.039	0.073	26.00	97.7
13	39.000	0.0569	0.000	0.207	0.032	37.70	0.193	0.287	0.064	0.062	0.002	178.9	56.5	57.4	3.806	0.076	0.180	27.00	32.2
14	39.500	0.0569	0.000	0.311	0.010	38.90	0.293	0.435	0.067	0.065	0.001	172.1	56.5	59.5	15.692	0.114	0.137	27.50	10.4
15	39.750	0.0569	0.000	0.451	0.002	39.50	0.427	0.634	0.068	0.067	0.001	178.0	56.5	60.5	65.319	0.160	0.116	27.75	2.3

水セメント比 80%, 温度 65℃, 二酸化炭素濃度 0%

N	ひびわれ 長さ	開口 変位	結合 応力	荷重 点変位	荷重 (-自重)	有効 a	CTOD	CMOD	外部 仕事	破壊 仕事	弾性歪み	エネルギー 解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性 変位	Gnl/Gp	a-a0	荷重 (-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gnl/Gp	da	P
	12.0	0.000	5.795	0.000	0.000	12.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	14.000	0.0000	5.795	0.012	0.564	12.05	0.000	0.010	0.003	0.000	0.003	0.0	0.0	0.0	0.021	0.000	0.000	2.00	563.9
1	16.000	0.002	5.795	0.021	0.895	12.20	0.002	0.017	0.010	0.001	0.009	9.9	9.9	5.0	0.022	0.001	1.000	4.00	895.0
2	18.000	0.005	1.110	0.023	0.861	13.90	0.005	0.021	0.012	0.003	0.009	22.4	22.3	10.8	0.025	0.001	0.283	6.00	861.5
3	20.000	0.008	0.592	0.026	0.791	15.70	0.008	0.025	0.014	0.005	0.009	25.9	25.0	14.6	0.030	0.002	0.259	8.00	790.6
4	22.000	0.012	0.513	0.028	0.718	17.45	0.012	0.029	0.016	0.007	0.009	28.7	26.8	17.4	0.035	0.003	0.300	10.00	717.7
5	24.000	0.015	0.330	0.032	0.636	19.30	0.015	0.033	0.018	0.009	0.009	31.5	28.4	19.7	0.043	0.004	0.285	12.00	635.8
6	26.000	0.020	0.337	0.035	0.559	21.10	0.020	0.039	0.021	0.012	0.008	34.4	29.8	21.8	0.053	0.006	0.339	14.00	558.8
7	28.000	0.025	0.255	0.040	0.478	22.95	0.025	0.045	0.023	0.015	0.008	37.5	31.3	23.8	0.067	0.008	0.344	16.00	478.2
8	30.000	0.031	0.168	0.045	0.393	24.95	0.031	0.053	0.025	0.018	0.007	40.2	32.6	25.6	0.088	0.011	0.334	18.00	392.7
9	32.000	0.038	0.199	0.052	0.313	26.85	0.038	0.063	0.028	0.022	0.006	42.5	34.0	27.3	0.118	0.015	0.407	20.00	313.1
10	34.000	0.048	0.270	0.060	0.245	28.30	0.048	0.076	0.030	0.025	0.005	44.5	36.1	28.9	0.150	0.023	0.565	22.00	245.4
11	36.000	0.048	0.000	0.080	0.146	32.40	0.068	0.104	0.034	0.030	0.004	55.6	36.2	31.1	0.363	0.026	0.092	24.00	146.2
12	38.000	0.0479	0.000	0.132	0.076	35.95	0.119	0.178	0.040	0.036	0.004	73.6	36.2	34.4	1.310	0.030	0.047	26.00	75.9
13	39.000	0.0479	0.000	0.189	0.025	37.85	0.177	0.263	0.043	0.041	0.002	132.2	36.2	38.0	4.558	0.063	0.177	27.00	25.4
14	39.500	0.0479	0.000	0.261	0.006	39.00	0.246	0.365	0.044	0.043	0.001	112.0	36.2	39.3	21.500	0.077	0.051	27.50	6.4
15	39.750	0.0479	0.000	0.366	0.001	39.50	0.346	0.514	0.045	0.044	0.000	101.3	36.2	39.9	80.879	0.117	0.121	27.75	0.9

水セメント比 80%, 温度 65℃, 二酸化炭素濃度 5%

N	ひびわれ 長さ	開口 変位	結合 応力	荷重 点変位	荷重 (-自重)	有効 a	CTOD	CMOD	外部 仕事	破壊 仕事	弾性歪み	エネルギー 解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性 変位	Gn/Gp	a-a0	荷重 (-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	a <sub>eff</sub>	CTOD	CMOD	U <sub>w</sub>	U <sub>f</sub>	U <sub>e</sub>	G <sub>p</sub> (R)	J-TSD	W.O.F	C	d <sub>s</sub>	Gn/Gp	d <sub>a</sub>	P
	12.0	0.000	6.195	0.000	0.000	12.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	14.000	0.0000	6.195	0.010	0.603	12.05	0.000	0.008	0.003	0.000	0.003	0.0	0.0	0.0	0.017	0.000	0.000	2.00	603.1
1	16.000	0.001	6.195	0.018	0.957	12.20	0.001	0.015	0.009	0.001	0.008	9.1	9.1	4.6	0.018	0.001	1.000	4.00	957.0
2	18.000	0.004	3.713	0.022	1.084	13.15	0.004	0.020	0.014	0.002	0.011	22.0	22.3	10.4	0.019	0.002	0.630	6.00	1083.6
3	20.000	0.007	2.602	0.027	1.122	14.25	0.007	0.025	0.018	0.005	0.013	33.0	32.2	16.0	0.021	0.003	0.566	8.00	1122.0
4	22.000	0.011	1.717	0.031	1.090	15.65	0.011	0.030	0.023	0.009	0.014	43.2	40.1	21.5	0.024	0.005	0.499	10.00	1090.3
5	24.000	0.015	1.091	0.035	1.012	17.30	0.015	0.035	0.027	0.013	0.014	52.2	46.1	26.6	0.028	0.007	0.444	12.00	1012.1
6	26.000	0.020	0.457	0.039	0.886	19.35	0.020	0.042	0.031	0.017	0.014	59.1	49.9	31.2	0.034	0.008	0.338	14.00	885.5
7	28.000	0.026	0.467	0.044	0.762	21.35	0.026	0.049	0.035	0.023	0.013	64.8	52.6	35.4	0.044	0.011	0.375	16.00	761.6
8	30.000	0.033	0.513	0.051	0.646	23.25	0.033	0.059	0.040	0.028	0.012	71.4	56.1	39.4	0.056	0.015	0.441	18.00	645.8
9	32.000	0.039	0.000	0.059	0.493	26.00	0.042	0.070	0.045	0.034	0.010	76.3	57.6	43.1	0.082	0.018	0.261	20.00	492.6
10	34.000	0.055	0.181	0.070	0.365	28.50	0.055	0.087	0.049	0.041	0.008	82.1	59.0	46.7	0.125	0.024	0.350	22.00	364.9
11	36.000	0.068	0.000	0.089	0.232	31.70	0.075	0.115	0.055	0.048	0.007	92.7	60.3	50.5	0.243	0.032	0.243	24.00	232.4
12	38.000	0.0681	0.000	0.132	0.113	35.35	0.118	0.178	0.063	0.058	0.005	112.9	60.3	55.3	0.778	0.042	0.131	26.00	113.3
13	39.000	0.0681	0.000	0.191	0.040	37.45	0.178	0.264	0.067	0.065	0.002	187.5	60.3	60.2	2.594	0.081	0.219	27.00	40.2
14	39.500	0.0681	0.000	0.292	0.017	38.50	0.275	0.408	0.070	0.069	0.001	203.8	60.3	62.8	7.433	0.150	0.323	27.50	16.9
15	39.750	0.0681	0.000	0.423	0.005	39.20	0.401	0.595	0.072	0.071	0.001	238.1	60.3	64.4	26.568	0.229	0.243	27.75	5.1

水セメント比 100%, 材齢 4 週

N	ひびわれ 長さ	開 口 変位	結 合 応力	荷 重 点 変 位	荷重 (-自重)	有効 a	CTOD	CMOD	外部 仕事	破壊 仕事	弾性歪み	エネルギー 解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性 変位	G <sub>nl</sub> /G <sub>p</sub>	a-a <sub>0</sub>	荷重 (-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	a <sub>eff</sub>	CTOD	CMOD	U <sub>w</sub>	U <sub>f</sub>	U <sub>e</sub>	G <sub>p</sub> (R)	J-TSD	W.O.F	C	d <sub>s</sub>	G <sub>nl</sub> /G <sub>p</sub>	d <sub>a</sub>	P
	12.0	0.000	3.615	0.000	0.000	12.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	14.000	0.0000	3.615	0.007	0.351	12.05	0.000	0.006	0.001	0.000	0.001	0.0	0.0	0.0	0.021	0.000	0.000	2.00	351.0
1	16.000	0.001	3.615	0.012	0.558	12.20	0.001	0.010	0.004	0.000	0.003	3.7	3.7	1.9	0.021	0.001	1.000	4.00	557.6
2	18.000	0.003	1.949	0.015	0.618	13.20	0.003	0.014	0.005	0.001	0.004	8.9	9.0	4.2	0.023	0.001	0.586	6.00	617.6
3	20.000	0.005	1.415	0.018	0.635	14.40	0.005	0.017	0.007	0.002	0.005	12.9	12.6	6.4	0.025	0.002	0.554	8.00	634.5
4	22.000	0.008	1.077	0.021	0.624	15.70	0.008	0.021	0.009	0.003	0.006	16.9	15.7	8.5	0.028	0.003	0.536	10.00	623.6
5	24.000	0.010	0.732	0.024	0.587	17.20	0.010	0.025	0.011	0.005	0.006	20.7	18.3	10.5	0.033	0.005	0.487	12.00	587.1
6	26.000	0.014	0.571	0.027	0.539	18.80	0.014	0.029	0.013	0.007	0.006	24.5	20.6	12.5	0.039	0.006	0.487	14.00	538.5
7	28.000	0.018	0.428	0.031	0.478	20.60	0.018	0.035	0.015	0.009	0.005	28.3	22.7	14.5	0.048	0.009	0.477	16.00	478.4
8	30.000	0.023	0.324	0.036	0.411	22.50	0.023	0.042	0.017	0.012	0.005	32.1	24.7	16.5	0.060	0.012	0.480	18.00	410.9
9	32.000	0.030	0.176	0.043	0.334	24.65	0.030	0.051	0.019	0.015	0.005	35.9	26.3	18.4	0.081	0.015	0.448	20.00	334.4
10	34.000	0.039	0.084	0.051	0.251	27.30	0.039	0.063	0.022	0.018	0.004	40.3	27.6	20.4	0.122	0.020	0.395	22.00	250.6
11	36.000	0.048	0.000	0.065	0.157	30.90	0.054	0.084	0.025	0.022	0.003	45.7	27.9	22.5	0.242	0.026	0.258	24.00	157.2
12	38.000	0.0481	0.000	0.097	0.075	35.00	0.087	0.131	0.028	0.026	0.002	56.0	27.9	25.1	0.803	0.035	0.150	26.00	75.1
13	39.000	0.0481	0.000	0.139	0.026	37.20	0.129	0.192	0.031	0.030	0.001	88.7	27.9	27.4	2.620	0.064	0.235	27.00	26.2
14	39.500	0.0481	0.000	0.208	0.009	38.50	0.196	0.291	0.032	0.031	0.001	92.3	27.9	28.6	8.969	0.106	0.254	27.50	9.2
15	39.750	0.0481	0.000	0.305	0.002	39.25	0.289	0.429	0.033	0.033	0.000	103.3	27.9	29.3	32.425	0.163	0.242	27.75	2.2



水セメント比 100%, 温度 20℃, 二酸化炭素濃度 0%

N	ひびわれ 長さ	開口 変位	結合 応力	荷重 点変位	荷重 (-自重)	有効 a	CTOD	CMOD	外部 仕事	破壊 仕事	弾性歪み	エネルギー 解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性 変位	Gnl/Gp	a-a0	荷重 (-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gnl/Gp	da	P
	12.0	0.000	4.991	0.000	0.000	12.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	14.000	0.0000	4.991	0.011	0.485	12.05	0.000	0.009	0.003	0.000	0.003	0.0	0.0	0.0	0.023	0.000	0.000	2.00	485.5
1	16.000	0.002	4.991	0.019	0.771	12.20	0.002	0.016	0.008	0.001	0.007	8.0	8.0	4.0	0.024	0.001	1.000	4.00	770.6
2	18.000	0.005	2.038	0.023	0.812	13.45	0.005	0.021	0.011	0.002	0.009	18.8	18.8	8.9	0.026	0.002	0.483	6.00	812.2
3	20.000	0.008	0.960	0.026	0.774	15.05	0.008	0.025	0.013	0.004	0.009	24.6	23.8	12.8	0.030	0.003	0.362	8.00	773.7
4	22.000	0.011	0.547	0.029	0.706	16.85	0.011	0.029	0.015	0.006	0.009	28.3	26.4	15.9	0.036	0.004	0.319	10.00	706.2
5	24.000	0.015	0.744	0.033	0.656	18.30	0.015	0.034	0.018	0.009	0.009	32.2	28.8	18.6	0.041	0.005	0.463	12.00	656.1
6	26.000	0.020	0.616	0.037	0.599	19.80	0.020	0.040	0.021	0.012	0.009	37.3	31.9	21.3	0.049	0.008	0.481	14.00	598.6
7	28.000	0.025	0.529	0.043	0.536	21.35	0.025	0.048	0.024	0.015	0.008	42.8	35.1	24.0	0.059	0.011	0.508	16.00	535.8
8	30.000	0.032	0.604	0.050	0.482	22.65	0.032	0.057	0.027	0.019	0.008	49.9	39.0	26.9	0.069	0.016	0.623	18.00	481.7
9	32.000	0.042	0.423	0.059	0.422	24.15	0.042	0.071	0.032	0.024	0.008	59.9	43.9	30.2	0.084	0.023	0.631	20.00	421.8
10	34.000	0.055	0.408	0.072	0.359	25.65	0.055	0.089	0.037	0.030	0.007	74.5	49.5	34.2	0.105	0.034	0.673	22.00	359.1
11	36.000	0.079	0.114	0.096	0.267	28.50	0.079	0.123	0.044	0.038	0.006	102.2	55.7	39.9	0.168	0.051	0.536	24.00	267.3
12	38.000	0.1304	0.059	0.147	0.149	32.80	0.130	0.197	0.055	0.050	0.005	147.7	60.2	48.2	0.438	0.081	0.384	26.00	149.3
13	39.000	0.1304	0.000	0.219	0.059	35.85	0.203	0.303	0.063	0.060	0.002	256.2	60.2	55.9	1.328	0.138	0.344	27.00	58.8
14	39.500	0.1304	0.000	0.313	0.024	37.45	0.294	0.437	0.067	0.066	0.001	265.8	60.2	59.7	3.580	0.219	0.398	27.50	24.2
15	39.750	0.1304	0.000	0.455	0.009	38.45	0.430	0.639	0.070	0.069	0.001	326.9	60.2	62.1	9.849	0.340	0.433	27.75	9.5

水セメント比 100%, 温度 20℃, 二酸化炭素濃度 5%

N	ひびわれ 長さ	開口 変位	結合 応力	荷重 点変位	荷重 (-自重)	有効 a	CTOD	CMOD	外部 仕事	破壊 仕事	弾性歪み	エネルギー 解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性 変位	Gn/Gp	a-a0	荷重 (-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	a <sub>eff</sub>	CTOD	CMOD	U <sub>w</sub>	U <sub>f</sub>	U <sub>e</sub>	G <sub>p</sub> (R)	J-TSD	W.O.F	C	d <sub>s</sub>	Gn/Gp	d <sub>a</sub>	P
	12.0	0.000	3.536	0.000	0.000	12.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	14.000	0.0000	3.536	0.010	0.343	12.05	0.000	0.008	0.002	0.000	0.002	0.0	0.0	0.0	0.028	0.000	0.000	2.00	343.3
1	16.000	0.001	3.536	0.017	0.545	12.20	0.001	0.014	0.005	0.000	0.004	4.9	4.9	2.5	0.029	0.001	1.000	4.00	545.3
2	18.000	0.004	2.225	0.021	0.624	13.10	0.004	0.019	0.007	0.001	0.006	11.9	12.1	5.6	0.031	0.002	0.651	6.00	624.2
3	20.000	0.007	1.504	0.025	0.647	14.25	0.007	0.024	0.010	0.003	0.007	18.1	17.7	8.7	0.034	0.003	0.564	8.00	646.8
4	22.000	0.010	1.114	0.029	0.637	15.55	0.010	0.029	0.013	0.005	0.008	23.9	22.2	11.8	0.039	0.005	0.536	10.00	637.0
5	24.000	0.014	0.916	0.034	0.612	16.90	0.014	0.034	0.015	0.007	0.008	29.9	26.3	14.8	0.044	0.007	0.546	12.00	612.0
6	26.000	0.019	0.707	0.039	0.571	18.40	0.019	0.041	0.018	0.010	0.008	36.4	30.4	17.9	0.052	0.009	0.534	14.00	570.8
7	28.000	0.025	0.363	0.045	0.500	20.35	0.025	0.049	0.021	0.013	0.008	42.2	33.6	20.9	0.064	0.012	0.438	16.00	500.3
8	30.000	0.033	0.464	0.052	0.440	22.05	0.033	0.060	0.025	0.017	0.008	48.5	36.7	24.0	0.079	0.017	0.544	18.00	440.3
9	32.000	0.043	0.243	0.062	0.369	24.10	0.043	0.073	0.029	0.022	0.007	56.4	40.3	27.2	0.103	0.023	0.509	20.00	368.9
10	34.000	0.057	0.247	0.075	0.297	26.25	0.057	0.093	0.033	0.027	0.006	67.1	43.8	30.9	0.141	0.033	0.542	22.00	296.6
11	36.000	0.080	0.112	0.097	0.215	28.90	0.080	0.124	0.039	0.034	0.005	83.4	47.8	35.2	0.222	0.049	0.511	24.00	215.4
12	38.000	0.1120	0.000	0.143	0.110	33.35	0.127	0.191	0.047	0.043	0.004	111.1	49.6	41.1	0.627	0.073	0.302	26.00	110.3
13	39.000	0.1120	0.000	0.210	0.043	36.10	0.194	0.290	0.052	0.050	0.002	183.8	49.6	46.4	1.854	0.126	0.330	27.00	43.1
14	39.500	0.1120	0.000	0.314	0.017	37.80	0.295	0.439	0.055	0.054	0.001	209.5	49.6	49.3	5.840	0.204	0.349	27.50	16.7
15	39.750	0.1120	0.000	0.462	0.005	38.80	0.437	0.649	0.057	0.057	0.001	243.6	49.6	51.1	19.428	0.314	0.345	27.75	5.4

水セメント比 100%, 温度 65℃, 二酸化炭素濃度 0%

N	ひびわれ 長さ	開口 変位	結合 応力	荷重 点変位	荷重 (-自重)	有効 a	CTOD	CMOD	外部 仕事	破壊 仕事	弾性歪み	エネルギー 解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性 変位	G <sub>nl</sub> /G <sub>p</sub>	a-a <sub>0</sub>	荷重 (-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	a <sub>eff</sub>	CTOD	CMOD	U <sub>w</sub>	U <sub>f</sub>	U <sub>e</sub>	G <sub>p</sub> (R)	J-TSD	W.O.F	C	d <sub>s</sub>	G <sub>nl</sub> /G <sub>p</sub>	d <sub>a</sub>	P
	12.0	0.000	3.566	0.000	0.000	12.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	14.000	0.0000	3.566	0.010	0.346	12.05	0.000	0.008	0.002	0.000	0.002	0.0	0.0	0.0	0.029	0.000	0.000	2.00	346.2
1	16.000	0.001	3.566	0.017	0.550	12.20	0.001	0.015	0.005	0.000	0.005	5.1	5.1	2.6	0.030	0.001	1.000	4.00	549.9
2	18.000	0.004	1.889	0.021	0.607	13.25	0.004	0.019	0.007	0.001	0.006	12.3	12.4	5.8	0.032	0.002	0.579	6.00	607.0
3	20.000	0.007	0.875	0.025	0.590	14.75	0.007	0.023	0.009	0.003	0.006	17.3	16.7	8.7	0.037	0.003	0.405	8.00	589.5
4	22.000	0.011	0.381	0.027	0.536	16.60	0.011	0.027	0.011	0.004	0.006	20.2	18.8	11.0	0.044	0.004	0.304	10.00	535.7
5	24.000	0.014	0.313	0.030	0.479	18.45	0.014	0.031	0.012	0.006	0.006	22.4	20.0	12.9	0.053	0.005	0.327	12.00	479.1
6	26.000	0.018	0.343	0.034	0.427	20.15	0.018	0.037	0.014	0.008	0.006	24.9	21.4	14.6	0.064	0.007	0.400	14.00	427.0
7	28.000	0.023	0.385	0.039	0.380	21.70	0.023	0.044	0.016	0.010	0.006	28.1	23.2	16.3	0.077	0.010	0.493	16.00	379.9
8	30.000	0.030	0.290	0.045	0.328	23.35	0.030	0.052	0.018	0.013	0.005	31.7	25.3	18.0	0.096	0.013	0.501	18.00	327.7
9	32.000	0.038	0.221	0.053	0.277	25.15	0.038	0.064	0.021	0.016	0.005	36.7	27.5	19.9	0.122	0.019	0.531	20.00	277.1
10	34.000	0.050	0.187	0.065	0.224	27.00	0.050	0.080	0.024	0.019	0.004	43.3	29.9	22.0	0.164	0.028	0.558	22.00	223.8
11	36.000	0.069	0.033	0.083	0.156	29.90	0.069	0.107	0.027	0.024	0.003	53.6	32.0	24.6	0.278	0.039	0.433	24.00	156.1
12	38.000	0.0734	0.000	0.123	0.073	34.50	0.110	0.166	0.032	0.029	0.003	68.5	32.1	28.0	0.943	0.052	0.178	26.00	73.2
13	39.000	0.0734	0.000	0.178	0.027	36.80	0.165	0.246	0.035	0.033	0.001	108.0	32.1	31.0	2.879	0.095	0.284	27.00	26.7
14	39.500	0.0734	0.000	0.256	0.010	38.10	0.241	0.358	0.036	0.036	0.001	109.7	32.1	32.4	8.116	0.156	0.345	27.50	10.1
15	39.750	0.0734	0.000	0.378	0.003	39.00	0.358	0.531	0.037	0.037	0.000	132.1	32.1	33.3	27.721	0.241	0.316	27.75	2.8

水セメント比 100%, 温度 65℃, 二酸化炭素濃度 5%

N	ひびわれ 長さ	開口 変位	結合 応力	荷重 点変位	荷重 (-自重)	有効 a	CTOD	CMOD	外部 仕事	破壊 仕事	弾性歪み	エネルギー 解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性 変位	Gnl/Gp	a-a0	荷重 (-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gnl/Gp	da	P
	12.0	0.000	5.783	0.000	0.000	12.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	14.000	0.0000	5.783	0.013	0.563	12.05	0.000	0.011	0.004	0.000	0.004	0.0	0.0	0.0	0.023	0.000	0.000	2.00	562.7
1	16.000	0.002	5.783	0.023	0.893	12.20	0.002	0.019	0.011	0.001	0.010	10.9	10.9	5.4	0.024	0.001	1.000	4.00	893.1
2	18.000	0.006	2.350	0.027	0.941	13.45	0.006	0.024	0.015	0.003	0.012	25.6	25.7	12.2	0.027	0.002	0.481	6.00	940.6
3	20.000	0.009	1.475	0.031	0.920	14.85	0.009	0.029	0.018	0.006	0.013	34.0	32.9	17.6	0.030	0.003	0.437	8.00	920.1
4	22.000	0.014	0.058	0.034	0.799	17.10	0.014	0.034	0.021	0.009	0.012	38.9	36.3	21.9	0.037	0.004	0.152	10.00	799.1
5	24.000	0.018	0.253	0.037	0.698	19.10	0.018	0.039	0.023	0.012	0.011	41.1	36.9	25.1	0.046	0.005	0.237	12.00	698.4
6	26.000	0.023	0.236	0.041	0.601	21.10	0.023	0.045	0.026	0.016	0.011	43.9	38.2	27.8	0.058	0.007	0.261	14.00	600.6
7	28.000	0.029	0.316	0.047	0.513	23.00	0.029	0.053	0.029	0.019	0.010	47.2	39.8	30.2	0.073	0.009	0.340	16.00	513.0
8	30.000	0.036	0.230	0.053	0.423	24.95	0.036	0.062	0.032	0.023	0.009	50.7	41.7	32.5	0.096	0.012	0.344	18.00	423.1
9	32.000	0.045	0.236	0.062	0.348	26.70	0.045	0.075	0.036	0.028	0.008	55.5	43.9	34.8	0.126	0.018	0.456	20.00	347.7
10	34.000	0.058	0.259	0.073	0.275	28.30	0.058	0.092	0.039	0.033	0.006	61.4	46.9	37.2	0.165	0.028	0.544	22.00	274.7
11	36.000	0.069	0.000	0.096	0.177	31.80	0.081	0.125	0.044	0.039	0.005	76.5	48.4	40.5	0.340	0.036	0.229	24.00	176.8
12	38.000	0.0687	0.000	0.141	0.083	35.55	0.127	0.191	0.050	0.046	0.004	89.7	48.4	44.3	1.165	0.043	0.082	26.00	82.6
13	39.000	0.0687	0.000	0.207	0.029	37.60	0.193	0.288	0.054	0.052	0.002	152.4	48.4	48.3	4.048	0.083	0.204	27.00	28.6
14	39.500	0.0687	0.000	0.280	0.010	38.55	0.265	0.393	0.056	0.055	0.001	132.3	48.4	49.8	10.796	0.145	0.295	27.50	10.4
15	39.750	0.0687	0.000	0.435	0.004	39.10	0.412	0.611	0.057	0.057	0.001	176.8	48.4	50.9	27.343	0.266	0.422	27.75	4.0

# ■第4章 加熱中のコンクリートのひび割れ抵抗性 破壊パラメータ解析結果

N-80 20℃

N	ひび われ 長さ	開口変 位	結合応 力	荷重 点変 位	荷重 (- 自重)	有効 a	CTOD	CMOD	外部 仕事	破壊 仕事	弾性歪 み	エネルギー 解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライア ンス	塑性 変位	Gnl/Gp	a-a0	荷重 (- 自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	a <sub>eff</sub>	CTOD	CMOD	U <sub>w</sub>	U <sub>f</sub>	U <sub>e</sub>	G <sub>p</sub> (R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gnl/Gp	da	P
	50.0	0.000	6.982	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	52.5	0.0000	6.982	0.015	0.756	0.00	0.000	0.015	0.006	0.000	0.006	0.0	0.0	0.0	0.020	0.000	0.000	7.72	24.9
1	55.0	0.002	6.982	0.026	1.206	0.00	0.002	0.026	0.016	0.003	0.014	10.9	10.9	5.5	0.019	0.004	1.545	8.53	24.8
2	57.5	0.004	4.181	0.033	1.389	0.00	0.004	0.033	0.026	0.009	0.016	25.6	25.9	12.2	0.017	0.010	1.307	9.12	24.1
3	60.0	0.007	2.697	0.039	1.454	0.00	0.007	0.039	0.034	0.018	0.016	36.8	36.2	18.3	0.015	0.018	1.277	9.58	23.1
4	62.5	0.010	2.146	0.045	1.468	0.00	0.010	0.045	0.042	0.030	0.013	45.7	43.8	23.8	0.012	0.028	1.304	10.01	22.1
5	65.0	0.014	1.671	0.050	1.445	0.00	0.014	0.050	0.051	0.043	0.007	53.7	50.2	28.8	0.007	0.040	1.347	10.42	21.0
6	67.5	0.017	1.060	0.056	1.376	0.00	0.017	0.056	0.058	0.058	0.000	60.3	55.2	33.3	0.000	0.056	1.420	10.77	19.7
7	70.0	0.021	0.886	0.062	1.292	0.00	0.021	0.062	0.066	0.075	-0.008	65.9	59.0	37.4	-0.010	0.075	1.504	11.13	18.4
8	72.5	0.026	0.384	0.068	1.172	0.00	0.026	0.068	0.074	0.092	-0.019	70.0	61.8	41.0	-0.027	0.100	1.657	11.44	17.1
9	75.0	0.030	0.700	0.075	1.074	0.00	0.030	0.075	0.081	0.111	-0.030	74.8	64.2	44.4	-0.051	0.130	1.728	11.83	15.7
10	77.5	0.035	0.555	0.082	0.966	0.00	0.035	0.082	0.089	0.131	-0.042	80.1	67.5	47.6	-0.090	0.169	1.889	12.24	14.3
11	80.0	0.041	0.410	0.091	0.852	0.00	0.041	0.091	0.097	0.152	-0.055	85.4	70.4	50.8	-0.152	0.221	2.065	12.67	12.9
12	82.5	0.0485	0.492	0.102	0.748	0.00	0.049	0.102	0.106	0.176	-0.070	93.5	73.6	54.0	-0.250	0.289	2.180	13.20	11.4
13	85.0	0.0576	0.245	0.116	0.632	0.00	0.058	0.116	0.115	0.201	-0.086	103.0	76.9	57.5	-0.431	0.388	2.441	13.77	10.0
14	87.5	0.0693	0.041	0.134	0.494	0.00	0.069	0.134	0.125	0.229	-0.104	112.1	78.6	61.2	-0.851	0.555	2.934	14.35	8.4
15	90.0	0.0851	0.103	0.159	0.365	0.00	0.085	0.159	0.136	0.260	-0.123	120.4	79.8	64.9	-1.856	0.836	3.404	15.00	6.8
16	92.5	0.1114	0.050	0.202	0.249	0.00	0.111	0.202	0.149	0.294	-0.145	138.0	81.8	69.2	-4.678	1.365	3.817	15.97	5.2
17	95.0	0.1410	0.000	0.291	0.140	0.00	0.164	0.291	0.167	0.335	-0.168	164.1	82.5	74.5	-17.184	2.697	4.543	17.75	3.6
18	97.5	0.0000	0.000	0.593	0.062	0.00	0.338	0.593	0.197	0.396	-0.199	243.0	82.5	83.3	-103.917	7.019	4.400	23.35	1.9
19	98.75	0.0000	0.000	0.887	0.020	0.00	0.508	0.887	0.209	0.438	-0.229	340.3	82.5	89.9	-1105.850	23.399	7.838	23.59	1.0
20	99.375	0.0000	0.000	1.296	0.007	0.00	0.742	1.296	0.215	0.458	-0.243	314.8	82.5	92.8	-9095.110	67.803	16.505	24.34	0.5

N-80 40℃

N	ひびわれ長さ	開口変位	結合応力	荷重点変位	荷重(-自重)	有効a	CTOD	CMOD	外部仕事	破壊仕事	弾性歪み	エネルギー解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性変位	Gn/Gp	a-a0	荷重(-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gn/Gp	da	P
	50.0	0.000	6.008	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	52.5	0.0000	6.008	0.014	0.651	0.00	0.000	0.014	0.005	0.000	0.005	0.0	0.0	0.0	0.022	0.000	0.000	6.64	24.9
1	55.0	0.001	6.008	0.025	1.038	0.00	0.001	0.025	0.013	0.002	0.011	8.9	8.9	4.4	0.021	0.003	1.545	7.34	24.8
2	57.5	0.004	3.057	0.031	1.160	0.00	0.004	0.031	0.020	0.007	0.013	20.6	20.8	9.8	0.019	0.009	1.292	7.78	24.0
3	60.0	0.007	2.796	0.037	1.248	0.00	0.007	0.037	0.027	0.015	0.013	28.7	28.4	14.5	0.016	0.016	1.286	8.24	23.1
4	62.5	0.010	1.984	0.042	1.270	0.00	0.010	0.042	0.034	0.024	0.010	36.9	35.4	19.0	0.013	0.026	1.301	8.63	22.1
5	65.0	0.013	1.633	0.048	1.262	0.00	0.013	0.048	0.041	0.035	0.007	44.1	41.2	23.2	0.008	0.038	1.338	9.01	21.0
6	67.5	0.016	1.304	0.054	1.229	0.00	0.016	0.054	0.049	0.048	0.001	50.9	46.3	27.1	0.001	0.052	1.393	9.38	19.8
7	70.0	0.020	1.162	0.060	1.182	0.00	0.020	0.060	0.056	0.062	-0.006	57.6	51.1	31.0	-0.008	0.070	1.454	9.77	18.6
8	72.5	0.024	0.848	0.067	1.111	0.00	0.024	0.067	0.064	0.078	-0.014	64.0	55.4	34.6	-0.023	0.092	1.554	10.15	17.3
9	75.0	0.029	0.818	0.074	1.035	0.00	0.029	0.074	0.072	0.096	-0.024	70.5	59.3	38.2	-0.044	0.120	1.643	10.56	15.9
10	77.5	0.035	0.692	0.082	0.948	0.00	0.035	0.082	0.080	0.115	-0.035	77.5	63.4	41.8	-0.078	0.156	1.764	11.00	14.6
11	80.0	0.041	0.427	0.092	0.844	0.00	0.041	0.092	0.088	0.136	-0.048	84.1	66.9	45.3	-0.134	0.205	1.947	11.44	13.1
12	82.5	0.0479	0.586	0.102	0.749	0.00	0.048	0.102	0.097	0.159	-0.062	91.4	70.5	48.8	-0.221	0.268	2.074	11.93	11.6
13	85.0	0.0577	0.444	0.118	0.652	0.00	0.058	0.118	0.108	0.186	-0.078	108.0	75.5	53.1	-0.368	0.357	2.166	12.56	10.1
14	87.5	0.0713	0.187	0.139	0.533	0.00	0.071	0.139	0.120	0.217	-0.097	126.8	79.8	58.0	-0.686	0.504	2.468	13.26	8.6
15	90.0	0.0907	0.140	0.170	0.406	0.00	0.091	0.170	0.135	0.254	-0.119	146.8	83.0	63.5	-1.448	0.758	2.807	14.09	7.0
16	92.5	0.1209	0.125	0.220	0.286	0.00	0.121	0.220	0.152	0.297	-0.145	172.8	87.0	70.0	-3.553	1.236	3.165	15.07	5.4
17	95.0	0.1393	0.000	0.315	0.156	0.00	0.177	0.315	0.173	0.348	-0.175	202.1	88.1	77.3	-14.435	2.562	4.083	16.58	3.7
18	97.5	0.0000	0.000	0.622	0.063	0.00	0.355	0.622	0.207	0.418	-0.211	280.1	88.1	88.0	-106.343	7.326	4.288	21.30	1.9
19	98.75	0.0000	0.000	0.932	0.021	0.00	0.533	0.932	0.220	0.462	-0.242	350.0	88.1	94.7	-1098.100	23.987	7.995	21.48	1.0
20	99.375	0.0000	0.000	1.397	0.008	0.00	0.799	1.397	0.226	0.483	-0.257	340.7	88.1	97.8	-8442.970	67.226	15.833	22.49	0.5

N-80 65℃

N	ひびわれ長さ	開口変位	結合応力	荷重点変位	荷重(-自重)	有効a	CTOD	CMOD	外部仕事	破壊仕事	弾性歪み	エネルギー解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性変位	Gn/Gp	a-a0	荷重(-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gn/Gp	da	P
	50.0	0.000	5.639	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	52.5	0.0000	5.639	0.015	0.611	0.00	0.000	0.015	0.005	0.000	0.005	0.0	0.0	0.0	0.025	0.000	0.000	6.23	24.9
1	55.0	0.002	5.639	0.026	0.974	0.00	0.002	0.026	0.013	0.002	0.011	8.9	8.9	4.5	0.023	0.004	1.545	6.89	24.8
2	57.5	0.004	2.933	0.033	1.093	0.00	0.004	0.033	0.020	0.007	0.013	20.7	20.9	9.9	0.021	0.010	1.294	7.31	24.0
3	60.0	0.007	2.471	0.039	1.166	0.00	0.007	0.039	0.027	0.015	0.013	28.9	28.5	14.6	0.018	0.018	1.284	7.72	23.1
4	62.5	0.010	1.644	0.045	1.172	0.00	0.010	0.045	0.034	0.024	0.010	36.5	35.0	19.0	0.014	0.028	1.303	8.06	22.1
5	65.0	0.014	1.318	0.050	1.153	0.00	0.014	0.050	0.040	0.034	0.006	42.7	40.0	22.9	0.009	0.040	1.347	8.38	20.9
6	67.5	0.017	1.040	0.056	1.111	0.00	0.017	0.056	0.047	0.047	0.000	48.4	44.3	26.6	0.001	0.056	1.408	8.69	19.7
7	70.0	0.021	0.761	0.062	1.048	0.00	0.021	0.062	0.053	0.060	-0.006	53.5	47.8	29.9	-0.012	0.075	1.494	8.99	18.4
8	72.5	0.026	0.859	0.069	0.990	0.00	0.026	0.069	0.060	0.075	-0.014	59.0	51.3	33.2	-0.029	0.098	1.556	9.35	17.2
9	75.0	0.030	0.782	0.077	0.925	0.00	0.030	0.077	0.068	0.091	-0.023	65.3	55.3	36.4	-0.054	0.127	1.648	9.73	15.8
10	77.5	0.036	0.670	0.085	0.851	0.00	0.036	0.085	0.075	0.109	-0.034	71.9	59.3	39.6	-0.093	0.164	1.768	10.13	14.5
11	80.0	0.043	0.345	0.095	0.757	0.00	0.043	0.095	0.083	0.129	-0.045	78.3	62.6	42.8	-0.159	0.215	1.963	10.53	13.0
12	82.5	0.0498	0.445	0.106	0.664	0.00	0.050	0.106	0.091	0.150	-0.059	84.4	65.5	46.0	-0.266	0.283	2.131	10.96	11.6
13	85.0	0.0594	0.197	0.120	0.559	0.00	0.059	0.120	0.100	0.173	-0.073	94.2	68.6	49.5	-0.471	0.383	2.389	11.42	10.0
14	87.5	0.0726	0.225	0.141	0.453	0.00	0.073	0.141	0.110	0.200	-0.090	108.7	71.4	53.4	-0.878	0.539	2.592	12.01	8.5
15	90.0	0.0918	0.060	0.172	0.343	0.00	0.092	0.172	0.122	0.232	-0.109	124.8	74.1	57.9	-1.852	0.807	2.955	12.73	6.9
16	92.5	0.1214	0.126	0.221	0.241	0.00	0.121	0.221	0.137	0.268	-0.131	145.0	76.9	63.0	-4.507	1.308	3.328	13.58	5.3
17	95.0	0.1486	0.000	0.322	0.136	0.00	0.181	0.322	0.156	0.312	-0.157	178.1	78.6	69.4	-17.022	2.630	4.030	15.11	3.6
18	97.5	0.0000	0.000	0.640	0.056	0.00	0.365	0.640	0.186	0.375	-0.189	251.3	78.6	79.0	-121.084	7.404	4.245	19.55	1.9
19	98.75	0.0000	0.000	0.976	0.019	0.00	0.558	0.976	0.199	0.417	-0.218	332.3	78.6	85.5	-1188.180	23.728	7.525	19.93	1.0
20	99.375	0.0000	0.000	1.456	0.007	0.00	0.833	1.456	0.205	0.437	-0.232	323.6	78.6	88.5	-9424.530	67.554	15.199	20.84	0.5

N-80 90℃

N	ひびわれ長さ	開口変位	結合応力	荷重点変位	荷重(-自重)	有効 a	CTOD	CMOD	外部仕事	破壊仕事	弾性歪み	エネルギー解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性変位	Gn/Gp	a-a0	荷重(-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gn/Gp	da	P
	50.0	0.000	4.551	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	52.5	0.0000	4.551	0.015	0.493	0.00	0.000	0.015	0.004	0.000	0.004	0.0	0.0	0.0	0.031	0.000	0.000	5.03	24.9
1	55.0	0.002	4.551	0.026	0.786	0.00	0.002	0.026	0.011	0.002	0.009	7.1	7.1	3.6	0.029	0.004	1.545	5.56	24.8
2	57.5	0.004	2.613	0.033	0.898	0.00	0.004	0.033	0.016	0.006	0.011	16.6	16.8	7.9	0.026	0.010	1.303	5.93	24.0
3	60.0	0.007	2.050	0.039	0.959	0.00	0.007	0.039	0.022	0.012	0.010	23.9	23.5	11.9	0.023	0.018	1.282	6.27	23.2
4	62.5	0.010	1.685	0.046	0.986	0.00	0.010	0.046	0.028	0.020	0.009	30.6	29.4	15.7	0.018	0.028	1.300	6.59	22.2
5	65.0	0.014	1.354	0.052	0.987	0.00	0.014	0.052	0.035	0.029	0.006	37.1	34.6	19.2	0.012	0.040	1.334	6.90	21.1
6	67.5	0.018	1.089	0.058	0.965	0.00	0.018	0.058	0.041	0.040	0.001	43.3	39.3	22.7	0.003	0.056	1.385	7.20	19.9
7	70.0	0.022	0.979	0.065	0.934	0.00	0.022	0.065	0.048	0.052	-0.004	49.4	43.7	26.0	-0.010	0.075	1.442	7.52	18.7
8	72.5	0.026	0.680	0.073	0.878	0.00	0.026	0.073	0.054	0.066	-0.012	55.2	47.6	29.3	-0.030	0.099	1.545	7.82	17.4
9	75.0	0.032	0.584	0.081	0.814	0.00	0.032	0.081	0.061	0.081	-0.020	60.6	50.9	32.4	-0.060	0.130	1.651	8.13	16.0
10	77.5	0.038	0.563	0.090	0.747	0.00	0.038	0.090	0.068	0.098	-0.030	66.6	54.2	35.5	-0.106	0.169	1.753	8.48	14.6
11	80.0	0.044	0.497	0.100	0.677	0.00	0.044	0.100	0.076	0.116	-0.040	73.6	57.9	38.7	-0.177	0.220	1.876	8.86	13.2
12	82.5	0.0525	0.319	0.112	0.592	0.00	0.052	0.112	0.083	0.136	-0.053	80.2	61.1	41.9	-0.302	0.291	2.100	9.23	11.7
13	85.0	0.0632	0.245	0.129	0.503	0.00	0.063	0.129	0.092	0.159	-0.067	92.2	64.2	45.5	-0.529	0.395	2.269	9.68	10.2
14	87.5	0.0774	0.210	0.151	0.413	0.00	0.077	0.151	0.102	0.185	-0.083	105.6	67.4	49.5	-0.976	0.554	2.484	10.21	8.6
15	90.0	0.0980	0.119	0.184	0.318	0.00	0.098	0.184	0.114	0.216	-0.102	123.3	70.8	54.1	-2.011	0.824	2.791	10.83	7.0
16	92.5	0.1312	0.062	0.239	0.221	0.00	0.131	0.239	0.129	0.253	-0.124	146.7	73.8	59.5	-5.086	1.361	3.229	11.61	5.4
17	95.0	0.1938	0.003	0.344	0.125	0.00	0.194	0.344	0.147	0.297	-0.149	175.0	75.8	65.9	-19.165	2.737	3.925	12.76	3.7
18	97.5	0.1938	0.000	0.668	0.049	0.00	0.381	0.668	0.176	0.356	-0.181	238.6	75.8	75.0	-149.675	8.024	4.358	16.19	2.0
19	98.75	0.0000	0.000	1.054	0.018	0.00	0.603	1.054	0.188	0.396	-0.207	315.1	75.8	81.2	-1344.980	24.668	7.419	16.92	1.0
20	99.375	0.0000	0.000	1.549	0.006	0.00	0.887	1.549	0.194	0.415	-0.221	307.2	75.8	84.0	-10919.100	70.954	15.323	17.46	0.5



N-80 100℃

N	ひびわれ長さ	開口変位	結合応力	荷重点変位	荷重(-自重)	有効a	CTOD	CMOD	外部仕事	破壊仕事	弾性歪み	エネルギー解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性変位	Gn/Gp	a-a0	荷重(-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gn/Gp	da	P
	50.0	0.000	4.008	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	52.5	0.0000	4.008	0.013	0.434	0.00	0.000	0.013	0.003	0.000	0.003	0.0	0.0	0.0	0.031	0.000	0.000	4.43	24.9
1	55.0	0.001	4.008	0.023	0.692	0.00	0.001	0.023	0.008	0.001	0.007	5.4	5.4	2.7	0.028	0.003	1.545	4.90	24.8
2	57.5	0.004	2.401	0.029	0.797	0.00	0.004	0.029	0.013	0.005	0.008	12.7	12.9	6.1	0.026	0.008	1.307	5.23	24.1
3	60.0	0.006	1.779	0.034	0.849	0.00	0.006	0.034	0.017	0.009	0.008	18.4	18.2	9.1	0.022	0.015	1.281	5.53	23.2
4	62.5	0.009	1.769	0.040	0.891	0.00	0.009	0.040	0.022	0.015	0.007	23.9	22.9	12.1	0.018	0.024	1.298	5.85	22.3
5	65.0	0.012	1.535	0.046	0.912	0.00	0.012	0.046	0.028	0.023	0.005	30.0	27.9	15.1	0.013	0.035	1.319	6.18	21.2
6	67.5	0.015	1.075	0.052	0.898	0.00	0.015	0.052	0.033	0.032	0.002	35.9	32.5	18.1	0.004	0.048	1.372	6.47	20.1
7	70.0	0.019	0.986	0.059	0.875	0.00	0.019	0.059	0.039	0.042	-0.003	41.6	36.4	21.0	-0.007	0.065	1.423	6.78	18.9
8	72.5	0.024	0.788	0.066	0.835	0.00	0.024	0.066	0.045	0.054	-0.009	47.3	40.3	23.9	-0.025	0.087	1.504	7.09	17.6
9	75.0	0.028	0.775	0.074	0.792	0.00	0.028	0.074	0.052	0.067	-0.016	53.5	44.1	26.9	-0.050	0.113	1.572	7.44	16.2
10	77.5	0.034	0.640	0.082	0.736	0.00	0.034	0.082	0.058	0.082	-0.024	59.9	48.0	29.9	-0.088	0.148	1.687	7.79	14.9
11	80.0	0.041	0.526	0.093	0.673	0.00	0.041	0.093	0.065	0.099	-0.034	67.6	51.8	33.0	-0.149	0.193	1.800	8.18	13.4
12	82.5	0.0485	0.428	0.105	0.600	0.00	0.048	0.105	0.073	0.118	-0.045	76.7	55.6	36.4	-0.251	0.255	1.954	8.60	11.9
13	85.0	0.0591	0.277	0.121	0.517	0.00	0.059	0.121	0.082	0.141	-0.058	90.2	59.4	40.2	-0.438	0.347	2.114	9.08	10.4
14	87.5	0.0726	0.255	0.143	0.428	0.00	0.073	0.143	0.092	0.166	-0.074	102.7	62.9	44.4	-0.810	0.489	2.358	9.59	8.8
15	90.0	0.0929	0.139	0.175	0.332	0.00	0.093	0.175	0.105	0.197	-0.093	124.0	66.9	49.4	-1.681	0.733	2.617	10.21	7.2
16	92.5	0.1271	0.098	0.232	0.235	0.00	0.127	0.232	0.121	0.236	-0.115	154.8	71.0	55.6	-4.181	1.214	2.916	11.05	5.5
17	95.0	0.1838	0.000	0.335	0.133	0.00	0.188	0.335	0.140	0.282	-0.142	182.3	73.8	62.6	-15.959	2.463	3.656	12.06	3.8
18	97.5	0.0000	0.000	0.638	0.050	0.00	0.364	0.638	0.168	0.342	-0.174	241.1	73.8	72.0	-138.696	7.593	4.269	15.04	2.0
19	98.75	0.0000	0.000	1.004	0.018	0.00	0.575	1.004	0.180	0.379	-0.199	298.5	73.8	77.8	-1234.340	23.182	7.507	15.71	1.0
20	99.375	0.0000	0.000	1.491	0.007	0.00	0.853	1.491	0.186	0.398	-0.212	295.7	73.8	80.6	-9914.470	66.291	15.244	16.34	0.5

N-80 125℃

N	ひびわれ長さ	開口変位	結合応力	荷重点変位	荷重(-自重)	有効a	CTOD	CMOD	外部仕事	破壊仕事	弾性歪み	エネルギー解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性変位	Gn/Gp	a-a0	荷重(-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gn/Gp	da	P
	50.0	0.000	3.772	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	52.5	0.0000	3.772	0.013	0.409	0.00	0.000	0.013	0.003	0.000	0.003	0.0	0.0	0.0	0.031	0.000	0.000	4.17	24.9
1	55.0	0.001	3.772	0.021	0.652	0.00	0.001	0.021	0.007	0.001	0.006	4.8	4.8	2.4	0.028	0.003	1.545	4.61	24.8
2	57.5	0.003	2.241	0.027	0.749	0.00	0.003	0.027	0.011	0.004	0.007	11.4	11.5	5.4	0.026	0.008	1.306	4.92	24.1
3	60.0	0.006	1.885	0.033	0.812	0.00	0.006	0.033	0.016	0.008	0.007	16.5	16.3	8.2	0.023	0.014	1.285	5.23	23.2
4	62.5	0.008	1.639	0.038	0.849	0.00	0.008	0.038	0.020	0.014	0.007	21.8	20.9	10.9	0.018	0.023	1.296	5.53	22.3
5	65.0	0.011	1.531	0.044	0.873	0.00	0.011	0.044	0.025	0.020	0.005	27.4	25.5	13.7	0.013	0.033	1.316	5.86	21.3
6	67.5	0.015	1.248	0.051	0.875	0.00	0.015	0.051	0.031	0.029	0.002	33.5	30.2	16.5	0.005	0.046	1.354	6.17	20.2
7	70.0	0.018	1.129	0.057	0.866	0.00	0.018	0.057	0.037	0.039	-0.002	39.8	34.6	19.4	-0.005	0.062	1.398	6.51	19.0
8	72.5	0.023	1.050	0.065	0.848	0.00	0.023	0.065	0.043	0.051	-0.007	46.9	39.3	22.5	-0.020	0.082	1.447	6.87	17.8
9	75.0	0.028	0.863	0.073	0.812	0.00	0.028	0.073	0.050	0.064	-0.014	54.3	44.1	25.6	-0.042	0.108	1.531	7.24	16.4
10	77.5	0.033	0.724	0.082	0.764	0.00	0.033	0.082	0.057	0.080	-0.022	62.2	48.6	29.0	-0.076	0.141	1.625	7.63	15.1
11	80.0	0.040	0.523	0.093	0.697	0.00	0.040	0.093	0.065	0.097	-0.032	70.1	52.8	32.4	-0.133	0.185	1.773	8.02	13.6
12	82.5	0.0485	0.531	0.106	0.630	0.00	0.049	0.106	0.074	0.118	-0.044	82.2	57.2	36.2	-0.222	0.246	1.856	8.48	12.1
13	85.0	0.0595	0.374	0.123	0.551	0.00	0.060	0.123	0.084	0.142	-0.058	98.2	62.2	40.6	-0.384	0.335	2.003	9.01	10.6
14	87.5	0.0745	0.287	0.147	0.462	0.00	0.074	0.147	0.096	0.172	-0.076	117.3	67.1	45.8	-0.707	0.474	2.193	9.61	9.0
15	90.0	0.0958	0.210	0.181	0.364	0.00	0.096	0.181	0.110	0.207	-0.097	141.2	72.4	51.7	-1.456	0.712	2.457	10.25	7.3
16	92.5	0.1304	0.030	0.238	0.250	0.00	0.130	0.238	0.128	0.249	-0.122	170.4	76.6	58.7	-3.907	1.214	2.943	11.02	5.6
17	95.0	0.1753	0.000	0.339	0.134	0.00	0.190	0.339	0.147	0.297	-0.150	188.9	77.2	65.9	-16.805	2.583	3.870	11.97	3.8
18	97.5	0.0000	0.000	0.635	0.050	0.00	0.362	0.635	0.174	0.357	-0.183	241.1	77.2	75.2	-146.912	7.966	4.457	14.71	2.0
19	98.75	0.0000	0.000	0.980	0.017	0.00	0.561	0.980	0.186	0.393	-0.207	285.9	77.2	80.6	-1358.150	24.695	8.173	15.15	1.0
20	99.375	0.0000	0.000	1.485	0.006	0.00	0.850	1.485	0.192	0.411	-0.219	291.6	77.2	83.2	-10393.100	68.988	15.787	15.99	0.5

N-80 150℃

N	ひびわれ長さ	開口変位	結合応力	荷重点変位	荷重(-自重)	有効a	CTOD	CMOD	外部仕事	破壊仕事	弾性歪み	エネルギー解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性変位	Gn/Gp	a-a0	荷重(-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gn/Gp	da	P
	50.0	0.000	3.351	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	52.5	0.0000	3.351	0.015	0.363	0.00	0.000	0.015	0.003	0.000	0.003	0.0	0.0	0.0	0.041	0.000	0.000	3.70	24.9
1	55.0	0.002	3.351	0.025	0.579	0.00	0.002	0.025	0.008	0.001	0.006	5.1	5.1	2.6	0.038	0.003	1.545	4.10	24.8
2	57.5	0.004	1.718	0.032	0.648	0.00	0.004	0.032	0.011	0.004	0.007	11.9	12.0	5.7	0.035	0.009	1.293	4.34	24.0
3	60.0	0.007	1.412	0.038	0.688	0.00	0.007	0.038	0.015	0.008	0.007	16.5	16.3	8.4	0.030	0.017	1.283	4.58	23.1
4	62.5	0.010	1.386	0.044	0.718	0.00	0.010	0.044	0.020	0.014	0.006	21.1	20.3	10.9	0.024	0.027	1.300	4.83	22.1
5	65.0	0.013	1.104	0.050	0.726	0.00	0.013	0.050	0.024	0.020	0.004	26.2	24.5	13.5	0.016	0.039	1.327	5.08	21.1
6	67.5	0.017	1.038	0.057	0.727	0.00	0.017	0.057	0.030	0.028	0.001	31.4	28.4	16.0	0.005	0.053	1.359	5.34	20.0
7	70.0	0.021	0.891	0.065	0.716	0.00	0.021	0.065	0.035	0.037	-0.002	37.1	32.5	18.7	-0.010	0.071	1.409	5.61	18.8
8	72.5	0.026	0.818	0.073	0.697	0.00	0.026	0.073	0.041	0.048	-0.007	43.2	36.6	21.4	-0.030	0.094	1.463	5.90	17.5
9	75.0	0.031	0.614	0.082	0.660	0.00	0.031	0.082	0.047	0.060	-0.014	49.3	40.5	24.2	-0.063	0.123	1.566	6.19	16.2
10	77.5	0.038	0.528	0.092	0.615	0.00	0.038	0.092	0.053	0.074	-0.021	55.4	44.1	27.0	-0.113	0.161	1.668	6.49	14.8
11	80.0	0.045	0.621	0.103	0.576	0.00	0.045	0.103	0.060	0.090	-0.030	63.7	48.2	30.1	-0.182	0.208	1.711	6.85	13.4
12	82.5	0.0542	0.490	0.118	0.529	0.00	0.054	0.118	0.068	0.109	-0.041	75.6	53.4	33.6	-0.292	0.273	1.806	7.26	12.0
13	85.0	0.0671	0.329	0.139	0.468	0.00	0.067	0.139	0.079	0.133	-0.054	94.5	58.7	37.9	-0.495	0.371	1.938	7.75	10.5
14	87.5	0.0840	0.334	0.166	0.401	0.00	0.084	0.166	0.090	0.161	-0.071	113.6	64.3	43.0	-0.879	0.519	2.097	8.27	8.9
15	90.0	0.1114	0.205	0.211	0.327	0.00	0.111	0.211	0.107	0.199	-0.092	151.8	71.7	49.8	-1.725	0.776	2.212	8.99	7.3
16	92.5	0.1553	0.144	0.284	0.241	0.00	0.155	0.284	0.128	0.248	-0.120	194.8	79.3	58.3	-4.124	1.280	2.502	9.77	5.6
17	95.0	0.2441	0.041	0.435	0.146	0.00	0.244	0.435	0.157	0.314	-0.157	265.4	87.5	69.8	-14.697	2.586	2.880	10.87	3.8
18	97.5	0.2910	0.000	0.841	0.053	0.00	0.479	0.841	0.197	0.402	-0.204	350.5	88.5	84.6	-143.106	8.491	3.603	13.62	2.0
19	98.75	0.0000	0.000	1.327	0.019	0.00	0.759	1.327	0.215	0.452	-0.237	402.1	88.5	92.7	-1279.060	25.953	6.688	14.25	1.0
20	99.375	0.0000	0.000	2.013	0.007	0.00	1.152	2.013	0.224	0.478	-0.254	416.3	88.5	96.8	-9818.460	72.639	12.906	15.00	0.5

N-80 175℃

N	ひびわれ長さ	開口変位	結合応力	荷重点変位	荷重(-自重)	有効a	CTOD	CMOD	外部仕事	破壊仕事	弾性歪み	エネルギー解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性変位	Gnl/Gp	a-a0	荷重(-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gnl/Gp	da	P
	50.0	0.000	3.097	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	52.5	0.0000	3.097	0.019	0.335	0.00	0.000	0.019	0.003	0.000	0.003	0.0	0.0	0.0	0.057	0.000	0.000	3.42	24.9
1	55.0	0.002	3.097	0.033	0.535	0.00	0.002	0.033	0.009	0.002	0.008	6.1	6.1	3.0	0.053	0.004	1.545	3.78	24.8
2	57.5	0.005	1.848	0.042	0.616	0.00	0.005	0.042	0.014	0.005	0.009	14.3	14.4	6.8	0.048	0.012	1.307	4.04	24.1
3	60.0	0.009	1.612	0.050	0.671	0.00	0.009	0.050	0.020	0.010	0.010	20.8	20.6	10.3	0.042	0.022	1.286	4.30	23.3
4	62.5	0.013	1.284	0.059	0.697	0.00	0.013	0.059	0.026	0.017	0.008	27.6	26.5	13.7	0.034	0.035	1.296	4.54	22.3
5	65.0	0.017	1.238	0.068	0.716	0.00	0.017	0.068	0.032	0.026	0.006	34.5	32.0	17.2	0.024	0.051	1.317	4.81	21.3
6	67.5	0.022	1.121	0.078	0.724	0.00	0.022	0.078	0.039	0.036	0.003	42.3	38.0	20.8	0.010	0.070	1.346	5.08	20.2
7	70.0	0.028	0.980	0.088	0.720	0.00	0.028	0.088	0.047	0.049	-0.002	50.8	44.1	24.5	-0.009	0.095	1.390	5.37	19.0
8	72.5	0.035	0.959	0.100	0.712	0.00	0.035	0.100	0.055	0.064	-0.009	60.6	50.6	28.5	-0.035	0.125	1.428	5.69	17.8
9	75.0	0.043	0.864	0.114	0.693	0.00	0.043	0.114	0.065	0.082	-0.017	71.8	57.7	32.9	-0.072	0.164	1.489	6.03	16.5
10	77.5	0.052	0.737	0.129	0.664	0.00	0.052	0.129	0.075	0.103	-0.028	84.7	65.1	37.6	-0.127	0.214	1.562	6.40	15.2
11	80.0	0.063	0.800	0.148	0.638	0.00	0.063	0.148	0.088	0.129	-0.041	101.4	73.6	42.9	-0.202	0.277	1.598	6.85	13.8
12	82.5	0.0779	0.673	0.173	0.604	0.00	0.078	0.173	0.103	0.161	-0.058	130.9	84.6	49.7	-0.319	0.366	1.642	7.38	12.3
13	85.0	0.0985	0.585	0.207	0.559	0.00	0.098	0.207	0.123	0.204	-0.081	171.1	97.5	58.4	-0.520	0.498	1.722	8.02	10.8
14	87.5	0.1271	0.416	0.254	0.493	0.00	0.127	0.254	0.148	0.260	-0.112	221.5	111.8	69.2	-0.921	0.708	1.873	8.73	9.2
15	90.0	0.1710	0.391	0.327	0.416	0.00	0.171	0.327	0.181	0.335	-0.154	301.2	129.5	83.7	-1.782	1.068	1.988	9.57	7.6
16	92.5	0.2452	0.118	0.451	0.305	0.00	0.245	0.451	0.225	0.437	-0.212	407.7	148.4	102.8	-4.557	1.839	2.305	10.51	5.8
17	95.0	0.3861	0.073	0.689	0.178	0.00	0.386	0.689	0.283	0.569	-0.286	526.8	161.9	126.3	-17.971	3.893	2.782	11.63	3.9
18	97.5	0.3861	0.000	1.270	0.061	0.00	0.724	1.270	0.352	0.724	-0.372	623.5	161.9	152.5	-201.702	13.522	3.752	14.00	2.0
19	98.75	0.0000	0.000	2.042	0.022	0.00	1.168	2.042	0.384	0.812	-0.428	701.4	161.9	166.6	-1715.120	40.346	6.832	14.92	1.0
20	99.375	0.0000	0.000	3.362	0.009	0.00	1.923	3.362	0.405	0.859	-0.453	746.3	161.9	173.9	-10431.800	100.629	12.051	16.39	0.5

N-80 200℃

N	ひびわれ長さ	開口変位	結合応力	荷重点変位	荷重(-自重)	有効a	CTOD	CMOD	外部仕事	破壊仕事	弾性歪み	エネルギー解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性変位	Gnl/Gp	a-a0	荷重(-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gnl/Gp	da	P
	50.0	0.000	3.005	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	52.5	0.0000	3.005	0.023	0.326	0.00	0.000	0.023	0.004	0.000	0.004	0.0	0.0	0.0	0.070	0.000	0.000	3.32	24.9
1	55.0	0.002	3.005	0.039	0.519	0.00	0.002	0.039	0.010	0.002	0.009	7.0	7.0	3.5	0.064	0.005	1.545	3.67	24.8
2	57.5	0.006	1.768	0.049	0.596	0.00	0.006	0.049	0.016	0.006	0.010	16.3	16.5	7.8	0.059	0.014	1.305	3.92	24.1
3	60.0	0.011	1.490	0.059	0.645	0.00	0.011	0.059	0.022	0.012	0.011	23.6	23.4	11.7	0.051	0.026	1.285	4.16	23.2
4	62.5	0.015	1.126	0.068	0.663	0.00	0.015	0.068	0.028	0.019	0.009	30.9	29.6	15.5	0.041	0.041	1.298	4.38	22.2
5	65.0	0.020	1.040	0.078	0.672	0.00	0.020	0.078	0.035	0.029	0.006	37.8	35.2	19.3	0.028	0.060	1.326	4.61	21.2
6	67.5	0.026	0.950	0.089	0.672	0.00	0.026	0.089	0.042	0.040	0.002	45.3	40.9	23.0	0.010	0.083	1.360	4.85	20.1
7	70.0	0.033	0.838	0.101	0.662	0.00	0.033	0.101	0.050	0.054	-0.003	53.5	46.8	26.8	-0.015	0.111	1.408	5.10	18.9
8	72.5	0.040	0.769	0.114	0.645	0.00	0.040	0.114	0.059	0.069	-0.011	62.5	52.8	30.8	-0.051	0.146	1.462	5.37	17.6
9	75.0	0.049	0.725	0.128	0.623	0.00	0.049	0.128	0.068	0.087	-0.019	72.6	59.2	34.9	-0.100	0.191	1.521	5.67	16.3
10	77.5	0.059	0.777	0.146	0.604	0.00	0.059	0.146	0.079	0.109	-0.030	86.4	66.8	39.6	-0.165	0.246	1.541	6.03	15.0
11	80.0	0.071	0.606	0.166	0.572	0.00	0.071	0.166	0.091	0.134	-0.044	101.9	75.3	44.8	-0.268	0.319	1.649	6.41	13.6
12	82.5	0.0871	0.549	0.192	0.532	0.00	0.087	0.192	0.105	0.166	-0.061	125.5	84.5	51.0	-0.430	0.421	1.723	6.84	12.2
13	85.0	0.1090	0.487	0.228	0.488	0.00	0.109	0.228	0.123	0.206	-0.083	162.2	95.8	59.0	-0.696	0.568	1.772	7.39	10.7
14	87.5	0.1396	0.334	0.278	0.426	0.00	0.140	0.278	0.146	0.258	-0.112	207.5	108.4	68.9	-1.233	0.804	1.936	8.00	9.1
15	90.0	0.1845	0.277	0.352	0.351	0.00	0.184	0.352	0.175	0.325	-0.150	267.0	122.1	81.2	-2.443	1.208	2.125	8.67	7.4
16	92.5	0.2580	0.041	0.473	0.245	0.00	0.258	0.473	0.211	0.410	-0.199	339.0	133.8	96.4	-6.620	2.095	2.565	9.40	5.7
17	95.0	0.2707	0.529	1.055	0.256	0.00	0.590	1.055	0.357	0.442	-0.085	128.4	137.4	98.2	-2.588	1.718	-3.012	13.24	4.1
18	97.5	0.2731	5.396	10.162	0.614	0.00	5.788	10.162	4.322	0.458	3.864	64.1	144.5	96.4	20.474	-2.417	-158.447	36.35	2.3
19	98.75	0.2753	14.299	157.695	2.335	0.00	90.182	157.695	221.919	1.031	220.888	4586.5	166.2	211.5	80.998	-31.469	-118.344	181.62	1.2
20	99.375	0.2732	5.847	167.140	0.597	0.00	95.630	167.140	235.767	0.659	235.108	4586.5	145.1	133.5	1319.810	-620.638	944.903	112.72	0.6

N-60 20℃

N	ひびわれ長さ	開口変位	結合応力	荷重点変位	荷重(-自重)	有効a	CTOD	CMOD	外部仕事	破壊仕事	弾性歪み	エネルギー解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性変位	Gnl/Gp	a-a0	荷重(-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gnl/Gp	da	P
	50.0	0.000	7.520	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	52.5	0.0000	7.520	0.014	0.814	0.00	0.000	0.014	0.006	0.000	0.006	0.0	0.0	0.0	0.018	0.000	0.000	8.31	24.9
1	55.0	0.001	7.520	0.025	1.299	0.00	0.001	0.025	0.017	0.003	0.014	11.1	11.1	5.5	0.016	0.003	1.545	9.19	24.8
2	57.5	0.004	2.699	0.029	1.380	0.00	0.004	0.029	0.023	0.009	0.014	25.1	25.1	12.0	0.015	0.009	1.263	9.61	23.8
3	60.0	0.007	2.359	0.034	1.419	0.00	0.007	0.034	0.030	0.017	0.013	32.0	31.4	17.0	0.013	0.016	1.281	10.02	22.9
4	62.5	0.009	1.602	0.039	1.400	0.00	0.009	0.039	0.036	0.027	0.009	38.2	36.7	21.3	0.010	0.025	1.313	10.37	21.7
5	65.0	0.012	1.470	0.043	1.369	0.00	0.012	0.043	0.042	0.037	0.005	43.6	41.0	25.0	0.005	0.036	1.360	10.74	20.6
6	67.5	0.015	1.153	0.048	1.313	0.00	0.015	0.048	0.049	0.050	-0.001	48.9	45.0	28.4	-0.001	0.049	1.424	11.11	19.4
7	70.0	0.019	0.767	0.053	1.229	0.00	0.019	0.053	0.055	0.063	-0.008	53.4	48.2	31.5	-0.010	0.066	1.522	11.44	18.1
8	72.5	0.022	0.586	0.058	1.130	0.00	0.022	0.058	0.061	0.077	-0.016	57.3	50.6	34.4	-0.025	0.087	1.636	11.78	16.8
9	75.0	0.026	0.636	0.064	1.036	0.00	0.026	0.064	0.068	0.093	-0.025	61.5	53.0	37.1	-0.046	0.112	1.736	12.17	15.5
10	77.5	0.031	0.548	0.071	0.934	0.00	0.031	0.071	0.074	0.109	-0.035	65.9	55.6	39.7	-0.080	0.146	1.885	12.58	14.1
11	80.0	0.036	0.522	0.079	0.836	0.00	0.036	0.079	0.081	0.127	-0.046	71.2	58.4	42.3	-0.131	0.188	2.004	13.05	12.7
12	82.5	0.0415	0.356	0.087	0.723	0.00	0.041	0.087	0.088	0.146	-0.058	75.6	60.9	44.9	-0.222	0.248	2.273	13.50	11.2
13	85.0	0.0482	0.372	0.097	0.614	0.00	0.048	0.097	0.095	0.166	-0.071	79.9	63.4	47.4	-0.379	0.330	2.519	13.98	9.8
14	87.5	0.0575	0.000	0.113	0.478	0.00	0.059	0.113	0.103	0.189	-0.086	92.3	65.1	50.4	-0.749	0.471	2.938	14.57	8.2
15	90.0	0.0000	0.000	0.137	0.343	0.00	0.074	0.137	0.113	0.214	-0.101	101.3	65.1	53.6	-1.723	0.728	3.465	15.37	6.7
16	92.5	0.0000	0.000	0.174	0.222	0.00	0.096	0.174	0.124	0.241	-0.118	108.8	65.1	56.8	-4.771	1.235	4.145	16.40	5.1
17	95.0	0.0000	0.000	0.252	0.125	0.00	0.142	0.252	0.137	0.273	-0.136	126.9	65.1	60.7	-17.349	2.425	4.697	18.35	3.5
18	97.5	0.0000	0.000	0.526	0.060	0.00	0.300	0.526	0.163	0.322	-0.160	195.8	65.1	67.8	-87.434	5.809	4.177	24.46	1.9
19	98.75	0.0000	0.000	0.784	0.020	0.00	0.449	0.784	0.173	0.360	-0.187	301.7	65.1	73.8	-979.591	19.923	7.312	24.70	1.0
20	99.375	0.0000	0.000	1.100	0.007	0.00	0.630	1.100	0.177	0.376	-0.199	261.3	65.1	76.2	-9250.190	61.803	16.829	24.97	0.5

N-60 40℃

N	ひびわれ長さ	開口変位	結合応力	荷重点変位	荷重(-自重)	有効a	CTOD	CMOD	外部仕事	破壊仕事	弾性歪み	エネルギー解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性変位	Gn/Gp	a-a0	荷重(-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gn/Gp	da	P
	50.0	0.000	7.555	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	52.5	0.0000	7.555	0.017	0.818	0.00	0.000	0.017	0.007	0.000	0.007	0.0	0.0	0.0	0.021	0.000	0.000	8.35	24.9
1	55.0	0.002	7.555	0.029	1.305	0.00	0.002	0.029	0.019	0.003	0.016	13.0	13.0	6.5	0.019	0.004	1.545	9.23	24.8
2	57.5	0.005	2.713	0.034	1.386	0.00	0.005	0.034	0.027	0.011	0.017	29.5	29.6	14.2	0.017	0.011	1.263	9.65	23.8
3	60.0	0.008	2.127	0.040	1.411	0.00	0.008	0.040	0.035	0.020	0.015	37.5	36.8	20.0	0.015	0.019	1.278	10.04	22.8
4	62.5	0.011	1.696	0.045	1.398	0.00	0.011	0.045	0.042	0.031	0.011	44.3	42.6	24.9	0.011	0.029	1.314	10.40	21.7
5	65.0	0.014	1.189	0.050	1.348	0.00	0.014	0.050	0.049	0.044	0.005	50.3	47.4	29.1	0.006	0.042	1.369	10.73	20.5
6	67.5	0.018	0.657	0.055	1.260	0.00	0.018	0.055	0.055	0.057	-0.002	54.7	50.6	32.8	-0.002	0.058	1.459	11.01	19.3
7	70.0	0.022	0.598	0.060	1.168	0.00	0.022	0.060	0.062	0.072	-0.010	58.4	53.0	36.0	-0.015	0.077	1.552	11.31	18.0
8	72.5	0.026	0.137	0.066	1.043	0.00	0.026	0.066	0.068	0.087	-0.019	60.8	54.5	38.7	-0.035	0.103	1.732	11.55	16.6
9	75.0	0.030	0.349	0.072	0.934	0.00	0.030	0.072	0.074	0.103	-0.029	63.3	55.5	41.2	-0.066	0.134	1.844	11.85	15.3
10	77.5	0.035	0.451	0.079	0.835	0.00	0.035	0.079	0.080	0.120	-0.039	66.7	57.4	43.5	-0.113	0.173	1.972	12.21	13.9
11	80.0	0.040	0.348	0.087	0.734	0.00	0.040	0.087	0.087	0.137	-0.051	70.6	59.6	45.8	-0.188	0.225	2.155	12.60	12.5
12	82.5	0.0465	0.294	0.096	0.631	0.00	0.046	0.096	0.093	0.156	-0.063	74.5	61.7	48.0	-0.316	0.296	2.394	13.02	11.1
13	85.0	0.0538	0.452	0.108	0.543	0.00	0.054	0.108	0.100	0.176	-0.076	79.1	64.4	50.2	-0.517	0.388	2.540	13.48	9.6
14	87.5	0.0652	0.091	0.126	0.441	0.00	0.065	0.126	0.108	0.199	-0.090	92.3	67.5	53.0	-0.929	0.535	2.811	14.13	8.1
15	90.0	0.0822	0.166	0.153	0.340	0.00	0.082	0.153	0.119	0.226	-0.107	108.1	69.7	56.4	-1.845	0.781	3.084	14.97	6.6
16	92.5	0.1090	0.000	0.198	0.232	0.00	0.109	0.198	0.132	0.257	-0.125	125.6	71.9	60.5	-4.648	1.277	3.671	16.06	5.1
17	95.0	0.0000	0.000	0.288	0.130	0.00	0.163	0.288	0.148	0.295	-0.146	150.0	71.9	65.5	-17.340	2.542	4.382	18.03	3.5
18	97.5	0.0000	0.000	0.622	0.062	0.00	0.355	0.622	0.180	0.355	-0.174	240.3	71.9	74.7	-89.670	6.215	3.814	24.59	1.9
19	98.75	0.0000	0.000	0.926	0.020	0.00	0.530	0.926	0.193	0.400	-0.207	361.4	71.9	82.0	-1017.520	21.453	6.804	24.77	1.0
20	99.375	0.0000	0.000	1.377	0.008	0.00	0.788	1.377	0.199	0.421	-0.222	341.6	71.9	85.3	-7722.270	59.951	13.678	25.78	0.5

N-60 65℃

N	ひびわれ長さ	開口変位	結合応力	荷重点変位	荷重(-自重)	有効a	CTOD	CMOD	外部仕事	破壊仕事	弾性歪み	エネルギー解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性変位	Gn/Gp	a-a0	荷重(-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gn/Gp	da	P
	50.0	0.000	5.503	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	52.5	0.0000	5.503	0.014	0.596	0.00	0.000	0.014	0.004	0.000	0.004	0.0	0.0	0.0	0.023	0.000	0.000	6.08	24.9
1	55.0	0.001	5.503	0.023	0.951	0.00	0.001	0.023	0.011	0.002	0.009	7.6	7.6	3.8	0.021	0.003	1.545	6.73	24.8
2	57.5	0.004	2.848	0.029	1.066	0.00	0.004	0.029	0.017	0.006	0.011	17.7	17.8	8.4	0.019	0.008	1.294	7.13	24.0
3	60.0	0.006	1.263	0.033	1.063	0.00	0.006	0.033	0.021	0.012	0.009	23.8	23.3	12.3	0.016	0.016	1.265	7.38	22.9
4	62.5	0.009	1.214	0.037	1.049	0.00	0.009	0.037	0.026	0.019	0.007	27.5	26.4	15.3	0.012	0.024	1.314	7.65	21.8
5	65.0	0.012	1.696	0.042	1.064	0.00	0.012	0.042	0.031	0.027	0.004	32.2	30.1	18.1	0.007	0.034	1.339	8.01	20.8
6	67.5	0.015	1.284	0.048	1.048	0.00	0.015	0.048	0.037	0.037	0.000	37.9	34.6	20.9	0.001	0.047	1.388	8.36	19.6
7	70.0	0.018	0.952	0.053	1.006	0.00	0.018	0.053	0.043	0.047	-0.005	43.1	38.4	23.7	-0.009	0.063	1.463	8.69	18.4
8	72.5	0.022	0.794	0.059	0.951	0.00	0.022	0.059	0.048	0.059	-0.011	48.0	41.7	26.4	-0.024	0.082	1.548	9.03	17.1
9	75.0	0.026	0.630	0.065	0.882	0.00	0.026	0.065	0.054	0.073	-0.018	52.8	44.7	29.1	-0.047	0.107	1.661	9.37	15.8
10	77.5	0.031	0.643	0.072	0.810	0.00	0.031	0.072	0.060	0.087	-0.027	57.6	47.6	31.7	-0.082	0.138	1.773	9.74	14.4
11	80.0	0.036	0.600	0.081	0.735	0.00	0.036	0.081	0.067	0.103	-0.036	63.5	50.9	34.3	-0.134	0.179	1.888	10.15	13.0
12	82.5	0.0427	0.325	0.091	0.647	0.00	0.043	0.091	0.074	0.121	-0.047	71.5	54.1	37.2	-0.224	0.236	2.063	10.61	11.5
13	85.0	0.0513	0.256	0.104	0.550	0.00	0.051	0.104	0.082	0.141	-0.059	80.5	56.6	40.3	-0.391	0.319	2.275	11.12	10.0
14	87.5	0.0626	0.335	0.122	0.461	0.00	0.063	0.122	0.091	0.164	-0.073	93.3	59.9	43.8	-0.691	0.441	2.398	11.72	8.5
15	90.0	0.0790	0.092	0.148	0.356	0.00	0.079	0.148	0.101	0.191	-0.090	108.8	63.4	47.9	-1.419	0.653	2.786	12.39	6.9
16	92.5	0.1056	0.016	0.192	0.236	0.00	0.106	0.192	0.114	0.223	-0.109	127.6	64.9	52.6	-3.917	1.116	3.417	13.25	5.3
17	95.0	0.1056	0.000	0.283	0.128	0.00	0.159	0.283	0.131	0.261	-0.130	152.3	64.9	58.1	-15.877	2.318	4.048	14.92	3.7
18	97.5	0.0000	0.000	0.549	0.053	0.00	0.313	0.549	0.155	0.312	-0.157	202.6	64.9	65.7	-113.816	6.528	4.366	18.95	1.9
19	98.75	0.0000	0.000	0.872	0.019	0.00	0.499	0.872	0.167	0.348	-0.182	288.1	64.9	71.4	-1018.970	20.105	7.117	19.88	1.0
20	99.375	0.0000	0.000	1.255	0.007	0.00	0.718	1.255	0.171	0.365	-0.194	272.9	64.9	74.0	-8835.770	59.760	15.395	20.29	0.5



N-60 90℃

N	ひびわれ長さ	開口変位	結合応力	荷重点変位	荷重(-自重)	有効 a	CTOD	CMOD	外部仕事	破壊仕事	弾性歪み	エネルギー解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性変位	Gn/Gp	a-a0	荷重(-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gn/Gp	da	P
	50.0	0.000	5.063	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	52.5	0.0000	5.063	0.014	0.548	0.00	0.000	0.014	0.004	0.000	0.004	0.0	0.0	0.0	0.025	0.000	0.000	5.60	24.9
1	55.0	0.001	5.063	0.023	0.875	0.00	0.001	0.023	0.011	0.002	0.009	7.1	7.1	3.5	0.023	0.003	1.545	6.19	24.8
2	57.5	0.004	2.675	0.029	0.984	0.00	0.004	0.029	0.016	0.006	0.010	16.5	16.6	7.9	0.021	0.009	1.295	6.57	24.0
3	60.0	0.006	1.968	0.034	1.033	0.00	0.006	0.034	0.021	0.012	0.010	22.9	22.6	11.6	0.018	0.016	1.280	6.91	23.1
4	62.5	0.009	1.733	0.040	1.056	0.00	0.009	0.040	0.027	0.019	0.008	28.7	27.6	15.1	0.014	0.025	1.303	7.24	22.1
5	65.0	0.012	1.408	0.045	1.053	0.00	0.012	0.045	0.032	0.027	0.005	34.5	32.3	18.3	0.009	0.035	1.338	7.57	21.0
6	67.5	0.015	1.250	0.051	1.036	0.00	0.015	0.051	0.038	0.037	0.001	40.2	36.6	21.4	0.002	0.049	1.383	7.90	19.8
7	70.0	0.019	1.075	0.057	1.005	0.00	0.019	0.057	0.045	0.049	-0.004	46.2	40.8	24.5	-0.008	0.065	1.441	8.25	18.6
8	72.5	0.023	0.893	0.064	0.957	0.00	0.023	0.064	0.051	0.062	-0.011	52.1	44.9	27.6	-0.024	0.086	1.520	8.61	17.3
9	75.0	0.028	0.726	0.071	0.895	0.00	0.028	0.071	0.058	0.077	-0.019	58.0	48.6	30.6	-0.047	0.112	1.624	8.97	16.0
10	77.5	0.033	0.589	0.079	0.820	0.00	0.033	0.079	0.065	0.093	-0.028	63.8	52.0	33.6	-0.083	0.147	1.750	9.34	14.6
11	80.0	0.039	0.437	0.088	0.734	0.00	0.039	0.088	0.072	0.110	-0.038	69.6	55.1	36.6	-0.142	0.192	1.918	9.72	13.2
12	82.5	0.0459	0.483	0.098	0.652	0.00	0.046	0.098	0.079	0.129	-0.050	77.0	58.3	39.7	-0.235	0.252	2.032	10.17	11.7
13	85.0	0.0555	0.286	0.113	0.559	0.00	0.055	0.113	0.088	0.152	-0.064	89.9	62.0	43.3	-0.406	0.341	2.205	10.69	10.2
14	87.5	0.0682	0.223	0.133	0.459	0.00	0.068	0.133	0.098	0.178	-0.079	103.4	65.2	47.3	-0.753	0.479	2.453	11.28	8.6
15	90.0	0.0862	0.115	0.162	0.351	0.00	0.086	0.162	0.110	0.207	-0.097	119.5	68.3	51.8	-1.586	0.718	2.809	11.94	7.0
16	92.5	0.1156	0.037	0.210	0.237	0.00	0.116	0.210	0.124	0.243	-0.118	140.6	70.5	57.1	-4.201	1.208	3.308	12.80	5.4
17	95.0	0.1205	0.000	0.300	0.128	0.00	0.169	0.300	0.140	0.282	-0.142	158.7	70.6	62.7	-17.391	2.521	4.225	14.08	3.7
18	97.5	0.0000	0.000	0.580	0.051	0.00	0.331	0.580	0.166	0.336	-0.170	213.3	70.6	70.6	-128.226	7.183	4.502	17.84	1.9
19	98.75	0.0000	0.000	0.888	0.018	0.00	0.508	0.888	0.176	0.370	-0.194	278.6	70.6	76.0	-1247.010	22.895	7.961	18.26	1.0
20	99.375	0.0000	0.000	1.305	0.006	0.00	0.747	1.305	0.181	0.387	-0.206	266.1	70.6	78.4	-10227.800	66.189	16.514	18.94	0.5

## N-60 100℃

N	ひびわれ長さ	開口変位	結合応力	荷重点変位	荷重(-自重)	有効a	CTOD	CMOD	外部仕事	破壊仕事	弾性歪み	エネルギー解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性変位	Gn/Gp	a-a0	荷重(-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gn/Gp	da	P
	50.0	0.000	6.101	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	52.5	0.0000	6.101	0.015	0.661	0.00	0.000	0.015	0.005	0.000	0.005	0.0	0.0	0.0	0.023	0.000	0.000	6.74	24.9
1	55.0	0.002	6.101	0.026	1.054	0.00	0.002	0.026	0.014	0.002	0.012	9.4	9.4	4.7	0.021	0.003	1.545	7.46	24.8
2	57.5	0.004	2.924	0.032	1.167	0.00	0.004	0.032	0.021	0.008	0.013	21.8	21.9	10.4	0.019	0.009	1.287	7.88	24.0
3	60.0	0.007	2.370	0.038	1.226	0.00	0.007	0.038	0.028	0.015	0.012	29.6	29.2	15.2	0.017	0.017	1.282	8.28	23.0
4	62.5	0.010	1.999	0.043	1.250	0.00	0.010	0.043	0.035	0.024	0.010	37.1	35.6	19.6	0.013	0.027	1.304	8.67	22.0
5	65.0	0.013	1.691	0.049	1.248	0.00	0.013	0.049	0.042	0.036	0.006	44.4	41.5	23.7	0.008	0.039	1.338	9.06	20.9
6	67.5	0.017	1.497	0.055	1.229	0.00	0.017	0.055	0.050	0.049	0.001	51.8	47.2	27.7	0.002	0.053	1.382	9.46	19.8
7	70.0	0.021	1.086	0.062	1.178	0.00	0.021	0.062	0.057	0.063	-0.006	58.9	52.3	31.6	-0.008	0.072	1.459	9.84	18.5
8	72.5	0.025	0.952	0.069	1.115	0.00	0.025	0.069	0.065	0.080	-0.014	65.8	56.8	35.4	-0.023	0.094	1.538	10.24	17.2
9	75.0	0.030	0.791	0.076	1.038	0.00	0.030	0.076	0.074	0.098	-0.024	72.6	61.1	39.1	-0.045	0.123	1.643	10.65	15.9
10	77.5	0.036	0.721	0.085	0.953	0.00	0.036	0.085	0.082	0.118	-0.036	79.8	65.3	42.8	-0.079	0.160	1.756	11.09	14.5
11	80.0	0.042	0.771	0.095	0.875	0.00	0.042	0.095	0.091	0.140	-0.049	89.0	70.1	46.7	-0.127	0.206	1.828	11.62	13.1
12	82.5	0.0496	0.588	0.107	0.782	0.00	0.050	0.107	0.101	0.165	-0.064	98.8	75.2	50.7	-0.208	0.270	2.004	12.16	11.7
13	85.0	0.0599	0.240	0.122	0.663	0.00	0.060	0.122	0.112	0.193	-0.081	114.8	79.5	55.3	-0.370	0.367	2.253	12.74	10.1
14	87.5	0.0738	0.240	0.144	0.537	0.00	0.074	0.144	0.125	0.226	-0.101	132.2	82.8	60.4	-0.700	0.520	2.490	13.43	8.6
15	90.0	0.0935	0.159	0.176	0.411	0.00	0.093	0.176	0.140	0.265	-0.124	152.4	86.7	66.1	-1.469	0.780	2.801	14.22	7.0
16	92.5	0.1252	0.049	0.228	0.281	0.00	0.125	0.228	0.158	0.309	-0.151	179.2	90.0	72.8	-3.822	1.302	3.278	15.24	5.4
17	95.0	0.1253	0.000	0.328	0.152	0.00	0.185	0.328	0.180	0.361	-0.181	207.8	90.0	80.3	-15.598	2.705	4.116	16.90	3.7
18	97.5	0.0000	0.000	0.629	0.061	0.00	0.359	0.629	0.212	0.430	-0.217	273.4	90.0	90.5	-118.325	7.803	4.521	21.26	1.9
19	98.75	0.0000	0.000	1.010	0.022	0.00	0.578	1.010	0.228	0.478	-0.250	384.1	90.0	98.0	-1022.670	23.611	7.275	22.51	1.0
20	99.375	0.0000	0.000	1.430	0.008	0.00	0.818	1.430	0.234	0.500	-0.266	356.9	90.0	101.3	-9270.230	71.631	16.303	22.74	0.5

N-60 125℃

N	ひびわれ長さ	開口変位	結合応力	荷重点変位	荷重(-自重)	有効a	CTOD	CMOD	外部仕事	破壊仕事	弾性歪み	エネルギー解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性変位	Gn/Gp	a-a0	荷重(-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gn/Gp	da	P
	50.0	0.000	4.666	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	52.5	0.0000	4.666	0.014	0.505	0.00	0.000	0.014	0.004	0.000	0.004	0.0	0.0	0.0	0.029	0.000	0.000	5.16	24.9
1	55.0	0.001	4.666	0.025	0.806	0.00	0.001	0.025	0.010	0.002	0.009	6.9	6.9	3.4	0.026	0.003	1.545	5.70	24.8
2	57.5	0.004	2.510	0.031	0.910	0.00	0.004	0.031	0.016	0.006	0.010	16.0	16.2	7.6	0.024	0.009	1.297	6.06	24.0
3	60.0	0.007	2.006	0.037	0.967	0.00	0.007	0.037	0.021	0.011	0.010	22.5	22.2	11.3	0.021	0.016	1.282	6.39	23.1
4	62.5	0.010	1.565	0.042	0.986	0.00	0.010	0.042	0.027	0.018	0.008	28.6	27.4	14.8	0.016	0.026	1.302	6.70	22.1
5	65.0	0.013	1.450	0.048	0.992	0.00	0.013	0.048	0.032	0.027	0.005	34.4	32.1	18.1	0.011	0.037	1.333	7.02	21.0
6	67.5	0.016	1.198	0.054	0.978	0.00	0.016	0.054	0.038	0.037	0.001	40.5	36.8	21.3	0.003	0.052	1.378	7.35	19.9
7	70.0	0.020	0.881	0.061	0.938	0.00	0.020	0.061	0.045	0.049	-0.004	46.2	40.9	24.4	-0.010	0.070	1.453	7.65	18.6
8	72.5	0.025	0.851	0.068	0.895	0.00	0.025	0.068	0.051	0.062	-0.011	52.0	44.7	27.5	-0.027	0.092	1.518	7.98	17.4
9	75.0	0.030	0.703	0.075	0.838	0.00	0.030	0.075	0.058	0.076	-0.019	58.0	48.5	30.5	-0.053	0.120	1.618	8.33	16.0
10	77.5	0.035	0.703	0.084	0.780	0.00	0.035	0.084	0.065	0.092	-0.028	64.8	52.4	33.6	-0.091	0.155	1.702	8.71	14.7
11	80.0	0.042	0.498	0.094	0.708	0.00	0.042	0.094	0.072	0.110	-0.038	72.0	56.3	36.8	-0.152	0.202	1.851	9.11	13.2
12	82.5	0.0492	0.437	0.106	0.628	0.00	0.049	0.106	0.080	0.130	-0.050	79.4	59.9	40.1	-0.255	0.266	2.021	9.53	11.7
13	85.0	0.0597	0.324	0.122	0.542	0.00	0.060	0.122	0.090	0.154	-0.064	94.2	63.8	44.0	-0.438	0.359	2.148	10.04	10.2
14	87.5	0.0736	0.159	0.144	0.441	0.00	0.074	0.144	0.100	0.181	-0.081	108.5	67.2	48.3	-0.830	0.510	2.449	10.59	8.7
15	90.0	0.0935	0.166	0.176	0.340	0.00	0.093	0.176	0.113	0.213	-0.100	126.2	70.4	53.1	-1.728	0.763	2.726	11.24	7.1
16	92.5	0.1256	0.074	0.229	0.238	0.00	0.126	0.229	0.128	0.250	-0.122	151.5	74.3	58.9	-4.311	1.256	3.100	12.04	5.4
17	95.0	0.1752	0.000	0.333	0.133	0.00	0.187	0.333	0.147	0.296	-0.149	182.2	76.1	65.8	-16.915	2.575	3.840	13.31	3.7
18	97.5	0.0000	0.000	0.649	0.052	0.00	0.370	0.649	0.177	0.358	-0.181	248.2	76.1	75.4	-131.979	7.569	4.220	16.96	2.0
19	98.75	0.0000	0.000	0.995	0.018	0.00	0.569	0.995	0.189	0.397	-0.208	311.1	76.1	81.4	-1272.780	24.011	7.645	17.37	1.0
20	99.375	0.0000	0.000	1.505	0.007	0.00	0.861	1.505	0.195	0.416	-0.221	313.1	76.1	84.3	-9642.120	66.838	14.829	18.28	0.5

N-60 150℃

N	ひびわれ長さ	開口変位	結合応力	荷重点変位	荷重(-自重)	有効a	CTOD	CMOD	外部仕事	破壊仕事	弾性歪み	エネルギー解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性変位	Gn/Gp	a-a0	荷重(-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gn/Gp	da	P
	50.0	0.000	4.382	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	52.5	0.0000	4.382	0.015	0.475	0.00	0.000	0.015	0.004	0.000	0.004	0.0	0.0	0.0	0.032	0.000	0.000	4.84	24.9
1	55.0	0.002	4.382	0.026	0.757	0.00	0.002	0.026	0.010	0.002	0.008	6.7	6.7	3.4	0.029	0.003	1.545	5.36	24.8
2	57.5	0.004	2.251	0.032	0.848	0.00	0.004	0.032	0.015	0.006	0.010	15.7	15.8	7.5	0.027	0.009	1.293	5.68	24.0
3	60.0	0.007	1.823	0.038	0.898	0.00	0.007	0.038	0.020	0.011	0.009	21.7	21.4	11.0	0.023	0.017	1.282	5.98	23.1
4	62.5	0.010	1.483	0.044	0.917	0.00	0.010	0.044	0.026	0.018	0.008	27.5	26.4	14.3	0.018	0.027	1.302	6.27	22.1
5	65.0	0.013	1.428	0.050	0.928	0.00	0.013	0.050	0.031	0.026	0.005	33.3	31.1	17.5	0.012	0.039	1.330	6.59	21.0
6	67.5	0.017	1.196	0.057	0.920	0.00	0.017	0.057	0.037	0.036	0.001	39.5	35.9	20.6	0.003	0.054	1.372	6.90	19.9
7	70.0	0.021	1.010	0.064	0.896	0.00	0.021	0.064	0.044	0.048	-0.004	45.9	40.4	23.8	-0.009	0.072	1.429	7.22	18.7
8	72.5	0.026	0.943	0.071	0.865	0.00	0.026	0.071	0.051	0.061	-0.010	52.7	44.9	27.0	-0.027	0.094	1.486	7.57	17.4
9	75.0	0.031	0.805	0.080	0.822	0.00	0.031	0.080	0.058	0.076	-0.018	59.9	49.5	30.3	-0.052	0.123	1.572	7.93	16.1
10	77.5	0.037	0.767	0.090	0.773	0.00	0.037	0.090	0.066	0.093	-0.027	68.1	54.3	33.7	-0.090	0.159	1.649	8.33	14.7
11	80.0	0.044	0.691	0.101	0.719	0.00	0.044	0.101	0.074	0.112	-0.038	77.9	59.5	37.4	-0.146	0.206	1.737	8.78	13.3
12	82.5	0.0529	0.577	0.115	0.655	0.00	0.053	0.115	0.084	0.135	-0.051	90.2	65.1	41.5	-0.237	0.270	1.858	9.27	11.9
13	85.0	0.0649	0.327	0.134	0.569	0.00	0.065	0.134	0.095	0.162	-0.067	109.4	70.5	46.3	-0.412	0.368	2.040	9.81	10.4
14	87.5	0.0810	0.247	0.159	0.470	0.00	0.081	0.159	0.109	0.194	-0.086	129.2	75.1	51.8	-0.775	0.524	2.269	10.41	8.8
15	90.0	0.1040	0.191	0.196	0.367	0.00	0.104	0.196	0.124	0.233	-0.109	153.7	80.2	58.2	-1.611	0.788	2.524	11.10	7.2
16	92.5	0.1425	0.103	0.260	0.260	0.00	0.143	0.260	0.144	0.281	-0.137	192.0	85.8	66.1	-4.032	1.310	2.831	11.98	5.5
17	95.0	0.2045	0.000	0.381	0.146	0.00	0.214	0.381	0.169	0.339	-0.170	231.2	89.0	75.2	-15.921	2.707	3.532	13.22	3.8
18	97.5	0.0000	0.000	0.728	0.055	0.00	0.415	0.728	0.204	0.414	-0.211	302.0	89.0	87.2	-139.423	8.390	4.138	16.53	2.0
19	98.75	0.0000	0.000	1.156	0.020	0.00	0.661	1.156	0.220	0.462	-0.242	379.5	89.0	94.7	-1230.000	25.554	7.177	17.41	1.0
20	99.375	0.0000	0.000	1.725	0.007	0.00	0.987	1.725	0.227	0.485	-0.258	381.7	89.0	98.3	-9728.850	72.593	14.363	18.13	0.5

N-60 175℃

N	ひびわれ長さ	開口変位	結合応力	荷重点変位	荷重(-自重)	有効a	CTOD	CMOD	外部仕事	破壊仕事	弾性歪み	エネルギー解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性変位	Gnl/Gp	a-a0	荷重(-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gnl/Gp	da	P
	50.0	0.000	3.909	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	52.5	0.0000	3.909	0.015	0.423	0.00	0.000	0.015	0.003	0.000	0.003	0.0	0.0	0.0	0.035	0.000	0.000	4.32	24.9
1	55.0	0.001	3.909	0.025	0.675	0.00	0.001	0.025	0.009	0.001	0.007	5.8	5.8	2.9	0.032	0.003	1.545	4.78	24.8
2	57.5	0.004	2.171	0.031	0.767	0.00	0.004	0.031	0.013	0.005	0.009	13.6	13.7	6.5	0.029	0.009	1.300	5.08	24.0
3	60.0	0.007	1.987	0.038	0.834	0.00	0.007	0.038	0.019	0.010	0.009	19.5	19.3	9.7	0.025	0.017	1.287	5.40	23.2
4	62.5	0.010	1.717	0.044	0.874	0.00	0.010	0.044	0.024	0.016	0.008	25.8	24.8	12.9	0.021	0.026	1.296	5.72	22.3
5	65.0	0.013	1.676	0.051	0.906	0.00	0.013	0.051	0.030	0.024	0.006	32.7	30.4	16.2	0.015	0.038	1.312	6.07	21.3
6	67.5	0.017	1.439	0.059	0.919	0.00	0.017	0.059	0.037	0.035	0.003	40.6	36.5	19.7	0.007	0.053	1.343	6.42	20.2
7	70.0	0.021	1.412	0.067	0.926	0.00	0.021	0.067	0.045	0.047	-0.002	49.5	42.8	23.5	-0.004	0.071	1.370	6.82	19.1
8	72.5	0.027	1.177	0.077	0.912	0.00	0.027	0.077	0.054	0.062	-0.008	59.4	49.5	27.4	-0.020	0.094	1.429	7.22	17.8
9	75.0	0.033	1.051	0.087	0.885	0.00	0.033	0.087	0.063	0.079	-0.016	70.1	56.2	31.7	-0.042	0.124	1.493	7.65	16.5
10	77.5	0.040	0.911	0.099	0.844	0.00	0.040	0.099	0.073	0.100	-0.027	82.0	63.1	36.3	-0.075	0.162	1.573	8.11	15.2
11	80.0	0.048	0.797	0.112	0.791	0.00	0.048	0.112	0.084	0.124	-0.040	95.1	70.1	41.2	-0.127	0.212	1.671	8.60	13.8
12	82.5	0.0586	0.685	0.129	0.728	0.00	0.059	0.129	0.097	0.153	-0.056	118.0	78.1	47.1	-0.211	0.283	1.741	9.19	12.3
13	85.0	0.0731	0.533	0.153	0.650	0.00	0.073	0.153	0.113	0.190	-0.076	146.1	86.9	54.2	-0.361	0.388	1.863	9.85	10.7
14	87.5	0.0932	0.460	0.185	0.562	0.00	0.093	0.185	0.133	0.236	-0.102	183.7	96.9	62.8	-0.648	0.550	1.988	10.64	9.1
15	90.0	0.1216	0.237	0.231	0.447	0.00	0.122	0.231	0.156	0.291	-0.135	223.8	106.8	72.9	-1.352	0.836	2.287	11.41	7.4
16	92.5	0.1712	0.239	0.314	0.330	0.00	0.171	0.314	0.188	0.367	-0.178	300.7	118.6	86.3	-3.274	1.394	2.452	12.44	5.7
17	95.0	0.2656	0.000	0.474	0.194	0.00	0.266	0.474	0.230	0.464	-0.233	388.2	130.0	103.0	-12.371	2.877	2.967	13.76	3.9
18	97.5	0.0000	0.000	0.884	0.069	0.00	0.504	0.884	0.284	0.583	-0.299	479.1	130.0	122.8	-127.002	9.603	3.856	16.66	2.0
19	98.75	0.0000	0.000	1.405	0.025	0.00	0.804	1.405	0.308	0.651	-0.343	544.5	130.0	133.6	-1109.110	28.988	7.083	17.59	1.0
20	99.375	0.0000	0.000	2.092	0.009	0.00	1.197	2.092	0.320	0.686	-0.365	545.2	130.0	138.8	-8922.200	82.841	14.303	18.26	0.5

N-60 200℃

N	ひびわれ長さ	開口変位	結合応力	荷重点変位	荷重(-自重)	有効a	CTOD	CMOD	外部仕事	破壊仕事	弾性歪み	エネルギー解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性変位	Gnl/Gp	a-a0	荷重(-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gnl/Gp	da	P
	50.0	0.000	3.005	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	52.5	0.0000	3.005	0.023	0.326	0.00	0.000	0.023	0.004	0.000	0.004	0.0	0.0	0.0	0.070	0.000	0.000	3.32	24.9
1	55.0	0.002	3.005	0.039	0.519	0.00	0.002	0.039	0.010	0.002	0.009	7.0	7.0	3.5	0.064	0.005	1.545	3.67	24.8
2	57.5	0.006	1.768	0.049	0.596	0.00	0.006	0.049	0.016	0.006	0.010	16.3	16.5	7.8	0.059	0.014	1.305	3.92	24.1
3	60.0	0.011	1.490	0.059	0.645	0.00	0.011	0.059	0.022	0.012	0.011	23.6	23.4	11.7	0.051	0.026	1.285	4.16	23.2
4	62.5	0.015	1.126	0.068	0.663	0.00	0.015	0.068	0.028	0.019	0.009	30.9	29.6	15.5	0.041	0.041	1.298	4.38	22.2
5	65.0	0.020	1.040	0.078	0.672	0.00	0.020	0.078	0.035	0.029	0.006	37.8	35.2	19.3	0.028	0.060	1.326	4.61	21.2
6	67.5	0.026	0.950	0.089	0.672	0.00	0.026	0.089	0.042	0.040	0.002	45.3	40.9	23.0	0.010	0.083	1.360	4.85	20.1
7	70.0	0.033	0.838	0.101	0.662	0.00	0.033	0.101	0.050	0.054	-0.003	53.5	46.8	26.8	-0.015	0.111	1.408	5.10	18.9
8	72.5	0.040	0.769	0.114	0.645	0.00	0.040	0.114	0.059	0.069	-0.011	62.5	52.8	30.8	-0.051	0.146	1.462	5.37	17.6
9	75.0	0.049	0.725	0.128	0.623	0.00	0.049	0.128	0.068	0.087	-0.019	72.6	59.2	34.9	-0.100	0.191	1.521	5.67	16.3
10	77.5	0.059	0.777	0.146	0.604	0.00	0.059	0.146	0.079	0.109	-0.030	86.4	66.8	39.6	-0.165	0.246	1.541	6.03	15.0
11	80.0	0.071	0.606	0.166	0.572	0.00	0.071	0.166	0.091	0.134	-0.044	101.9	75.3	44.8	-0.268	0.319	1.649	6.41	13.6
12	82.5	0.0871	0.549	0.192	0.532	0.00	0.087	0.192	0.105	0.166	-0.061	125.5	84.5	51.0	-0.430	0.421	1.723	6.84	12.2
13	85.0	0.1090	0.487	0.228	0.488	0.00	0.109	0.228	0.123	0.206	-0.083	162.2	95.8	59.0	-0.696	0.568	1.772	7.39	10.7
14	87.5	0.1396	0.334	0.278	0.426	0.00	0.140	0.278	0.146	0.258	-0.112	207.5	108.4	68.9	-1.233	0.804	1.936	8.00	9.1
15	90.0	0.1845	0.277	0.352	0.351	0.00	0.184	0.352	0.175	0.325	-0.150	267.0	122.1	81.2	-2.443	1.208	2.125	8.67	7.4
16	92.5	0.2580	0.041	0.473	0.245	0.00	0.258	0.473	0.211	0.410	-0.199	339.0	133.8	96.4	-6.620	2.095	2.565	9.40	5.7
17	95.0	0.2707	0.529	1.055	0.256	0.00	0.590	1.055	0.357	0.442	-0.085	128.4	137.4	98.2	-2.588	1.718	-3.012	13.24	4.1
18	97.5	0.2731	5.396	10.162	0.614	0.00	5.788	10.162	4.322	0.458	3.864	64.1	144.5	96.4	20.474	-2.417	-158.447	36.35	2.3
19	98.75	0.2753	14.299	157.695	2.335	0.00	90.182	157.695	221.919	1.031	220.888	4586.5	166.2	211.5	80.998	-31.469	-118.344	181.62	1.2
20	99.375	0.2732	5.847	167.140	0.597	0.00	95.630	167.140	235.767	0.659	235.108	4586.5	145.1	133.5	1319.810	-620.638	944.903	112.72	0.6

N-40 20℃

N	ひびわれ長さ	開口変位	結合応力	荷重点変位	荷重(-自重)	有効a	CTOD	CMOD	外部仕事	破壊仕事	弾性歪み	エネルギー解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性変位	Gnl/Gp	a-a0	荷重(-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gnl/Gp	da	P
	50.0	0.000	6.372	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	52.5	0.0000	6.372	0.012	0.690	0.00	0.000	0.012	0.004	0.000	0.004	0.0	0.0	0.0	0.017	0.000	0.000	7.04	24.9
1	55.0	0.001	6.372	0.020	1.101	0.00	0.001	0.020	0.011	0.002	0.009	7.6	7.6	3.8	0.016	0.003	1.545	7.79	24.8
2	57.5	0.003	3.771	0.025	1.265	0.00	0.003	0.025	0.018	0.006	0.011	17.8	18.0	8.5	0.014	0.007	1.306	8.31	24.1
3	60.0	0.005	3.356	0.031	1.381	0.00	0.005	0.031	0.025	0.013	0.012	25.9	25.6	12.8	0.012	0.013	1.287	8.85	23.3
4	62.5	0.008	2.322	0.035	1.414	0.00	0.008	0.035	0.031	0.021	0.010	34.1	32.7	17.1	0.010	0.021	1.297	9.30	22.3
5	65.0	0.011	2.528	0.041	1.453	0.00	0.011	0.041	0.039	0.032	0.007	42.0	39.1	21.2	0.007	0.031	1.319	9.84	21.2
6	67.5	0.014	2.033	0.046	1.453	0.00	0.014	0.046	0.047	0.045	0.003	51.1	46.1	25.5	0.003	0.043	1.358	10.36	20.1
7	70.0	0.017	1.347	0.052	1.399	0.00	0.017	0.052	0.055	0.059	-0.004	59.1	51.9	29.7	-0.004	0.058	1.437	10.81	18.9
8	72.5	0.021	1.157	0.058	1.327	0.00	0.021	0.058	0.064	0.076	-0.012	66.4	56.7	33.8	-0.014	0.077	1.515	11.29	17.6
9	75.0	0.025	0.898	0.065	1.232	0.00	0.025	0.065	0.072	0.094	-0.022	73.5	61.1	37.8	-0.030	0.101	1.627	11.76	16.2
10	77.5	0.030	0.916	0.072	1.136	0.00	0.030	0.072	0.081	0.115	-0.034	81.3	65.4	41.7	-0.053	0.132	1.722	12.29	14.8
11	80.0	0.035	0.582	0.080	1.017	0.00	0.035	0.080	0.090	0.137	-0.047	89.1	69.6	45.7	-0.092	0.173	1.894	12.82	13.4
12	82.5	0.0419	0.534	0.090	0.891	0.00	0.042	0.090	0.099	0.161	-0.062	96.9	73.2	49.6	-0.157	0.230	2.081	13.38	11.9
13	85.0	0.0505	0.469	0.103	0.765	0.00	0.050	0.103	0.110	0.189	-0.080	112.8	77.5	54.1	-0.272	0.311	2.205	14.06	10.3
14	87.5	0.0623	0.106	0.122	0.610	0.00	0.062	0.122	0.122	0.222	-0.099	128.7	80.9	59.1	-0.533	0.446	2.564	14.82	8.7
15	90.0	0.0784	0.240	0.147	0.465	0.00	0.078	0.147	0.136	0.258	-0.122	145.0	83.7	64.5	-1.122	0.670	2.864	15.67	7.1
16	92.5	0.1043	0.148	0.190	0.333	0.00	0.104	0.190	0.153	0.301	-0.148	173.4	88.7	70.9	-2.664	1.077	3.136	16.72	5.4
17	95.0	0.1286	0.000	0.275	0.184	0.00	0.155	0.275	0.175	0.354	-0.178	209.9	90.5	78.6	-10.559	2.216	3.986	18.49	3.7
18	97.5	0.0000	0.000	0.525	0.072	0.00	0.299	0.525	0.207	0.423	-0.215	275.7	90.5	89.0	-83.466	6.520	4.486	23.13	2.0
19	98.75	0.0000	0.000	0.802	0.025	0.00	0.459	0.802	0.221	0.465	-0.245	342.1	90.5	95.5	-806.767	20.673	8.151	23.66	1.0
20	99.375	0.0000	0.000	1.218	0.009	0.00	0.697	1.218	0.228	0.487	-0.259	345.7	90.5	98.6	-6042.640	57.196	15.658	24.97	0.5

N-40 40℃

N	ひびわれ長さ	開口変位	結合応力	荷重点変位	荷重(-自重)	有効a	CTOD	CMOD	外部仕事	破壊仕事	弾性歪み	エネルギー解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性変位	Gn/Gp	a-a0	荷重(-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gn/Gp	da	P
	50.0	0.000	6.372	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	52.5	0.0000	6.372	0.012	0.690	0.00	0.000	0.012	0.004	0.000	0.004	0.0	0.0	0.0	0.017	0.000	0.000	7.04	24.9
1	55.0	0.001	6.372	0.020	1.101	0.00	0.001	0.020	0.011	0.002	0.009	7.6	7.6	3.8	0.016	0.003	1.545	7.79	24.8
2	57.5	0.003	3.771	0.025	1.265	0.00	0.003	0.025	0.018	0.006	0.011	17.8	18.0	8.5	0.014	0.007	1.306	8.31	24.1
3	60.0	0.005	3.356	0.031	1.381	0.00	0.005	0.031	0.025	0.013	0.012	25.9	25.6	12.8	0.012	0.013	1.287	8.85	23.3
4	62.5	0.008	2.322	0.035	1.414	0.00	0.008	0.035	0.031	0.021	0.010	34.1	32.7	17.1	0.010	0.021	1.297	9.30	22.3
5	65.0	0.011	2.528	0.041	1.453	0.00	0.011	0.041	0.039	0.032	0.007	42.0	39.1	21.2	0.007	0.031	1.319	9.84	21.2
6	67.5	0.014	2.033	0.046	1.453	0.00	0.014	0.046	0.047	0.045	0.003	51.1	46.1	25.5	0.003	0.043	1.358	10.36	20.1
7	70.0	0.017	1.347	0.052	1.399	0.00	0.017	0.052	0.055	0.059	-0.004	59.1	51.9	29.7	-0.004	0.058	1.437	10.81	18.9
8	72.5	0.021	1.157	0.058	1.327	0.00	0.021	0.058	0.064	0.076	-0.012	66.4	56.7	33.8	-0.014	0.077	1.515	11.29	17.6
9	75.0	0.025	0.898	0.065	1.232	0.00	0.025	0.065	0.072	0.094	-0.022	73.5	61.1	37.8	-0.030	0.101	1.627	11.76	16.2
10	77.5	0.030	0.916	0.072	1.136	0.00	0.030	0.072	0.081	0.115	-0.034	81.3	65.4	41.7	-0.053	0.132	1.722	12.29	14.8
11	80.0	0.035	0.582	0.080	1.017	0.00	0.035	0.080	0.090	0.137	-0.047	89.1	69.6	45.7	-0.092	0.173	1.894	12.82	13.4
12	82.5	0.0419	0.534	0.090	0.891	0.00	0.042	0.090	0.099	0.161	-0.062	96.9	73.2	49.6	-0.157	0.230	2.081	13.38	11.9
13	85.0	0.0505	0.469	0.103	0.765	0.00	0.050	0.103	0.110	0.189	-0.080	112.8	77.5	54.1	-0.272	0.311	2.205	14.06	10.3
14	87.5	0.0623	0.106	0.122	0.610	0.00	0.062	0.122	0.122	0.222	-0.099	128.7	80.9	59.1	-0.533	0.446	2.564	14.82	8.7
15	90.0	0.0784	0.240	0.147	0.465	0.00	0.078	0.147	0.136	0.258	-0.122	145.0	83.7	64.5	-1.122	0.670	2.864	15.67	7.1
16	92.5	0.1043	0.148	0.190	0.333	0.00	0.104	0.190	0.153	0.301	-0.148	173.4	88.7	70.9	-2.664	1.077	3.136	16.72	5.4
17	95.0	0.1286	0.000	0.275	0.184	0.00	0.155	0.275	0.175	0.354	-0.178	209.9	90.5	78.6	-10.559	2.216	3.986	18.49	3.7
18	97.5	0.0000	0.000	0.525	0.072	0.00	0.299	0.525	0.207	0.423	-0.215	275.7	90.5	89.0	-83.466	6.520	4.486	23.13	2.0
19	98.75	0.0000	0.000	0.802	0.025	0.00	0.459	0.802	0.221	0.465	-0.245	342.1	90.5	95.5	-806.767	20.673	8.151	23.66	1.0
20	99.375	0.0000	0.000	1.218	0.009	0.00	0.697	1.218	0.228	0.487	-0.259	345.7	90.5	98.6	-6042.640	57.196	15.658	24.97	0.5



N-40 65℃

N	ひびわれ長さ	開口変位	結合応力	荷重点変位	荷重(-自重)	有効a	CTOD	CMOD	外部仕事	破壊仕事	弾性歪み	エネルギー解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性変位	Gn/Gp	a-a0	荷重(-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gn/Gp	da	P
	50.0	0.000	6.942	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	52.5	0.0000	6.942	0.015	0.752	0.00	0.000	0.015	0.006	0.000	0.006	0.0	0.0	0.0	0.020	0.000	0.000	7.67	24.9
1	55.0	0.002	6.942	0.026	1.199	0.00	0.002	0.026	0.016	0.003	0.013	10.8	10.8	5.4	0.019	0.003	1.545	8.48	24.8
2	57.5	0.004	2.731	0.031	1.289	0.00	0.004	0.031	0.023	0.009	0.014	24.5	24.6	11.8	0.017	0.010	1.270	8.90	23.9
3	60.0	0.007	2.187	0.036	1.326	0.00	0.007	0.036	0.029	0.017	0.013	31.8	31.2	16.8	0.014	0.017	1.280	9.28	22.9
4	62.5	0.010	1.932	0.041	1.336	0.00	0.010	0.041	0.036	0.026	0.010	38.4	37.0	21.1	0.011	0.027	1.310	9.67	21.8
5	65.0	0.013	1.048	0.046	1.283	0.00	0.013	0.046	0.042	0.037	0.005	44.2	41.6	24.9	0.006	0.038	1.366	9.97	20.6
6	67.5	0.016	0.962	0.051	1.223	0.00	0.016	0.051	0.049	0.050	-0.001	48.7	44.8	28.3	-0.001	0.053	1.432	10.29	19.4
7	70.0	0.020	0.956	0.057	1.160	0.00	0.020	0.057	0.055	0.063	-0.008	53.6	48.2	31.5	-0.011	0.070	1.498	10.65	18.2
8	72.5	0.024	0.725	0.063	1.080	0.00	0.024	0.063	0.062	0.078	-0.016	58.5	51.5	34.5	-0.027	0.092	1.604	11.00	16.9
9	75.0	0.028	0.582	0.069	0.989	0.00	0.028	0.069	0.069	0.093	-0.025	63.0	54.3	37.4	-0.051	0.119	1.730	11.36	15.5
10	77.5	0.033	0.531	0.076	0.894	0.00	0.033	0.076	0.075	0.110	-0.035	67.8	57.0	40.1	-0.088	0.154	1.859	11.76	14.1
11	80.0	0.038	0.448	0.084	0.794	0.00	0.038	0.084	0.082	0.129	-0.046	72.7	59.6	42.8	-0.147	0.201	2.029	12.18	12.7
12	82.5	0.0446	0.682	0.094	0.716	0.00	0.045	0.094	0.090	0.148	-0.059	79.9	63.2	45.7	-0.229	0.258	2.057	12.72	11.3
13	85.0	0.0526	0.421	0.107	0.623	0.00	0.053	0.107	0.098	0.171	-0.073	89.6	67.7	48.8	-0.375	0.340	2.286	13.27	9.8
14	87.5	0.0650	0.033	0.126	0.497	0.00	0.065	0.126	0.109	0.198	-0.089	107.0	70.5	52.7	-0.720	0.484	2.659	13.96	8.3
15	90.0	0.0811	0.143	0.152	0.371	0.00	0.081	0.152	0.120	0.227	-0.107	117.2	71.9	56.7	-1.553	0.728	3.096	14.67	6.8
16	92.5	0.1101	0.005	0.200	0.252	0.00	0.110	0.200	0.135	0.262	-0.127	141.9	74.1	61.7	-4.014	1.211	3.433	15.91	5.2
17	95.0	0.1101	0.000	0.283	0.138	0.00	0.160	0.283	0.151	0.302	-0.151	158.3	74.1	67.1	-15.760	2.463	4.374	17.52	3.6
18	97.5	0.0000	0.000	0.580	0.060	0.00	0.331	0.580	0.181	0.360	-0.180	233.4	74.1	75.9	-98.384	6.525	4.207	23.09	1.9
19	98.75	0.0000	0.000	0.863	0.020	0.00	0.494	0.863	0.192	0.401	-0.209	323.9	74.1	82.2	-1081.700	22.116	7.566	23.27	1.0
20	99.375	0.0000	0.000	1.237	0.007	0.00	0.708	1.237	0.197	0.419	-0.222	289.6	74.1	84.8	-9452.780	66.012	16.617	23.79	0.5

N-40 90℃

N	ひびわれ長さ	開口変位	結合応力	荷重点変位	荷重(-自重)	有効 a	CTOD	CMOD	外部仕事	破壊仕事	弾性歪み	エネルギー解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性変位	Gn/Gp	a-a0	荷重(-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gn/Gp	da	P
	50.0	0.000	5.068	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	52.5	0.0000	5.068	0.012	0.549	0.00	0.000	0.012	0.003	0.000	0.003	0.0	0.0	0.0	0.022	0.000	0.000	5.60	24.9
1	55.0	0.001	5.068	0.021	0.875	0.00	0.001	0.021	0.009	0.002	0.008	6.3	6.3	3.2	0.021	0.003	1.545	6.19	24.8
2	57.5	0.003	2.627	0.026	0.982	0.00	0.003	0.026	0.014	0.005	0.009	14.7	14.8	7.0	0.019	0.008	1.294	6.57	24.0
3	60.0	0.006	2.241	0.031	1.048	0.00	0.006	0.031	0.019	0.010	0.009	20.5	20.3	10.4	0.016	0.014	1.284	6.94	23.1
4	62.5	0.008	1.539	0.035	1.058	0.00	0.008	0.035	0.024	0.017	0.007	26.0	25.0	13.5	0.013	0.022	1.302	7.25	22.1
5	65.0	0.011	1.425	0.040	1.056	0.00	0.011	0.040	0.029	0.025	0.005	30.9	28.9	16.4	0.008	0.032	1.338	7.58	21.0
6	67.5	0.014	1.220	0.045	1.037	0.00	0.014	0.045	0.034	0.034	0.001	36.0	32.7	19.2	0.002	0.044	1.385	7.91	19.8
7	70.0	0.017	0.609	0.050	0.972	0.00	0.017	0.050	0.039	0.044	-0.004	40.1	35.8	21.8	-0.009	0.059	1.494	8.17	18.5
8	72.5	0.021	0.845	0.056	0.922	0.00	0.021	0.056	0.045	0.055	-0.010	44.3	38.3	24.3	-0.024	0.078	1.538	8.51	17.2
9	75.0	0.025	0.630	0.062	0.855	0.00	0.025	0.062	0.050	0.067	-0.017	48.8	41.2	26.8	-0.046	0.101	1.659	8.84	15.9
10	77.5	0.029	0.573	0.069	0.782	0.00	0.029	0.069	0.056	0.080	-0.025	53.3	43.9	29.2	-0.081	0.132	1.785	9.19	14.5
11	80.0	0.034	0.391	0.077	0.700	0.00	0.034	0.077	0.061	0.095	-0.033	58.3	46.4	31.6	-0.136	0.172	1.932	9.58	13.1
12	82.5	0.0401	0.339	0.085	0.610	0.00	0.040	0.085	0.067	0.110	-0.043	62.5	48.6	34.0	-0.233	0.227	2.155	9.95	11.6
13	85.0	0.0479	0.263	0.097	0.518	0.00	0.048	0.097	0.074	0.128	-0.054	70.8	50.9	36.6	-0.404	0.307	2.324	10.41	10.1
14	87.5	0.0585	0.066	0.113	0.410	0.00	0.058	0.113	0.081	0.148	-0.067	79.7	52.7	39.5	-0.793	0.439	2.716	10.90	8.5
15	90.0	0.0736	0.139	0.138	0.311	0.00	0.074	0.138	0.090	0.171	-0.081	90.6	54.2	42.7	-1.667	0.656	2.981	11.53	6.9
16	92.5	0.0904	0.000	0.175	0.207	0.00	0.096	0.175	0.100	0.196	-0.096	100.3	55.4	46.1	-4.464	1.101	3.677	12.26	5.3
17	95.0	0.0000	0.000	0.253	0.114	0.00	0.143	0.253	0.112	0.226	-0.113	119.3	55.4	50.1	-17.460	2.242	4.356	13.67	3.6
18	97.5	0.0000	0.000	0.492	0.047	0.00	0.281	0.492	0.132	0.266	-0.134	161.8	55.4	56.0	-119.799	6.167	4.598	17.38	1.9
19	98.75	0.0000	0.000	0.745	0.016	0.00	0.426	0.745	0.140	0.293	-0.154	218.4	55.4	60.2	-1223.220	20.138	8.115	17.71	1.0
20	99.375	0.0000	0.000	1.099	0.006	0.00	0.629	1.099	0.143	0.306	-0.163	207.6	55.4	62.0	-9805.220	57.616	16.650	18.38	0.5

N-40 100℃

N	ひびわれ長さ	開口変位	結合応力	荷重点変位	荷重(-自重)	有効a	CTOD	CMOD	外部仕事	破壊仕事	弾性歪み	エネルギー解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性変位	Gn/Gp	a-a0	荷重(-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gn/Gp	da	P
	50.0	0.000	6.150	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	52.5	0.0000	6.150	0.015	0.666	0.00	0.000	0.015	0.005	0.000	0.005	0.0	0.0	0.0	0.022	0.000	0.000	6.80	24.9
1	55.0	0.002	6.150	0.025	1.062	0.00	0.002	0.025	0.014	0.002	0.012	9.2	9.2	4.6	0.020	0.003	1.545	7.52	24.8
2	57.5	0.004	2.098	0.030	1.121	0.00	0.004	0.030	0.019	0.008	0.012	20.9	20.9	10.1	0.018	0.009	1.259	7.84	23.8
3	60.0	0.007	1.927	0.035	1.154	0.00	0.007	0.035	0.025	0.014	0.010	26.5	26.0	14.2	0.016	0.017	1.282	8.18	22.8
4	62.5	0.010	1.228	0.039	1.134	0.00	0.010	0.039	0.030	0.022	0.008	31.5	30.3	17.6	0.012	0.026	1.314	8.46	21.7
5	65.0	0.012	1.028	0.044	1.097	0.00	0.012	0.044	0.035	0.031	0.004	35.6	33.5	20.6	0.006	0.037	1.367	8.73	20.5
6	67.5	0.015	0.901	0.048	1.051	0.00	0.015	0.048	0.040	0.041	-0.001	39.5	36.4	23.3	-0.002	0.050	1.430	9.02	19.3
7	70.0	0.019	0.770	0.054	0.994	0.00	0.019	0.054	0.045	0.052	-0.006	43.5	39.2	25.8	-0.013	0.067	1.507	9.32	18.1
8	72.5	0.022	0.788	0.060	0.938	0.00	0.022	0.060	0.051	0.064	-0.013	47.9	42.1	28.3	-0.029	0.087	1.576	9.66	16.8
9	75.0	0.027	0.588	0.066	0.865	0.00	0.027	0.066	0.057	0.077	-0.020	52.3	44.9	30.7	-0.054	0.113	1.702	9.99	15.5
10	77.5	0.031	0.485	0.073	0.784	0.00	0.031	0.073	0.062	0.091	-0.029	56.5	47.4	33.0	-0.093	0.146	1.846	10.34	14.1
11	80.0	0.036	0.366	0.081	0.698	0.00	0.036	0.081	0.068	0.106	-0.038	60.9	49.6	35.4	-0.156	0.190	2.009	10.72	12.7
12	82.5	0.0425	0.426	0.090	0.614	0.00	0.042	0.090	0.074	0.122	-0.048	65.3	52.0	37.7	-0.257	0.247	2.169	11.13	11.3
13	85.0	0.0498	0.457	0.101	0.537	0.00	0.050	0.101	0.080	0.140	-0.060	71.9	55.2	40.1	-0.416	0.324	2.295	11.60	9.8
14	87.5	0.0551	0.000	0.118	0.411	0.00	0.061	0.118	0.088	0.161	-0.073	82.9	56.4	43.0	-0.861	0.472	2.924	12.07	8.3
15	90.0	0.0000	0.000	0.143	0.294	0.00	0.077	0.143	0.097	0.184	-0.086	91.0	56.4	46.0	-2.000	0.731	3.359	12.75	6.7
16	92.5	0.0000	0.000	0.182	0.191	0.00	0.101	0.182	0.107	0.208	-0.101	97.6	56.4	49.0	-5.586	1.247	4.025	13.61	5.2
17	95.0	0.0000	0.000	0.264	0.108	0.00	0.149	0.264	0.119	0.237	-0.118	114.7	56.4	52.6	-20.224	2.447	4.523	15.23	3.6
18	97.5	0.0000	0.000	0.549	0.051	0.00	0.313	0.549	0.142	0.281	-0.139	176.2	56.4	59.1	-106.994	6.008	4.123	20.25	1.9
19	98.75	0.0000	0.000	0.800	0.016	0.00	0.458	0.800	0.150	0.313	-0.163	255.9	56.4	64.2	-1284.440	21.252	7.589	20.17	1.0
20	99.375	0.0000	0.000	1.142	0.005	0.00	0.654	1.142	0.154	0.327	-0.173	222.7	56.4	66.2	-11504.200	64.247	16.944	20.61	0.5

N-40 125℃

N	ひびわれ長さ	開口変位	結合応力	荷重点変位	荷重(-自重)	有効a	CTOD	CMOD	外部仕事	破壊仕事	弾性歪み	エネルギー解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性変位	Gnl/Gp	a-a0	荷重(-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gnl/Gp	da	P
	50.0	0.000	4.652	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	52.5	0.0000	4.652	0.011	0.504	0.00	0.000	0.011	0.003	0.000	0.003	0.0	0.0	0.0	0.023	0.000	0.000	5.14	24.9
1	55.0	0.001	4.652	0.019	0.804	0.00	0.001	0.019	0.008	0.001	0.007	5.4	5.4	2.7	0.021	0.003	1.545	5.69	24.8
2	57.5	0.003	2.239	0.024	0.890	0.00	0.003	0.024	0.012	0.004	0.007	12.5	12.6	6.0	0.019	0.007	1.287	6.01	24.0
3	60.0	0.005	1.604	0.028	0.923	0.00	0.005	0.028	0.016	0.009	0.007	16.9	16.6	8.7	0.016	0.013	1.278	6.29	23.0
4	62.5	0.007	1.698	0.032	0.953	0.00	0.007	0.032	0.020	0.014	0.006	21.0	20.1	11.1	0.013	0.020	1.304	6.61	22.0
5	65.0	0.010	1.555	0.037	0.969	0.00	0.010	0.037	0.024	0.020	0.004	25.7	24.0	13.6	0.008	0.029	1.328	6.95	21.0
6	67.5	0.013	1.090	0.042	0.950	0.00	0.013	0.042	0.029	0.028	0.001	30.4	27.6	16.0	0.002	0.040	1.383	7.25	19.8
7	70.0	0.016	0.694	0.046	0.900	0.00	0.016	0.046	0.033	0.036	-0.003	34.2	30.4	18.2	-0.008	0.054	1.472	7.52	18.5
8	72.5	0.019	0.682	0.052	0.849	0.00	0.019	0.052	0.038	0.046	-0.008	37.8	32.6	20.4	-0.023	0.071	1.546	7.81	17.2
9	75.0	0.023	0.787	0.058	0.804	0.00	0.023	0.058	0.043	0.057	-0.014	42.3	35.3	22.6	-0.043	0.092	1.597	8.16	15.9
10	77.5	0.027	0.709	0.064	0.750	0.00	0.027	0.064	0.048	0.068	-0.020	47.4	38.5	24.9	-0.073	0.119	1.700	8.54	14.6
11	80.0	0.032	0.544	0.072	0.686	0.00	0.032	0.072	0.053	0.082	-0.028	52.9	41.6	27.2	-0.120	0.154	1.828	8.94	13.2
12	82.5	0.0376	0.313	0.081	0.600	0.00	0.038	0.081	0.059	0.096	-0.037	58.0	44.1	29.6	-0.207	0.205	2.083	9.31	11.7
13	85.0	0.0457	0.304	0.093	0.517	0.00	0.046	0.093	0.066	0.113	-0.047	68.7	46.6	32.4	-0.355	0.277	2.161	9.81	10.2
14	87.5	0.0559	0.133	0.109	0.417	0.00	0.056	0.109	0.073	0.133	-0.059	77.1	48.8	35.3	-0.681	0.393	2.523	10.30	8.6
15	90.0	0.0704	0.096	0.132	0.313	0.00	0.070	0.132	0.082	0.154	-0.073	87.1	50.5	38.6	-1.486	0.597	2.919	10.86	7.0
16	92.5	0.0855	0.000	0.171	0.204	0.00	0.094	0.171	0.092	0.179	-0.088	99.9	51.2	42.2	-4.216	1.030	3.538	11.64	5.4
17	95.0	0.0000	0.000	0.245	0.111	0.00	0.138	0.245	0.103	0.207	-0.104	112.4	51.2	46.1	-16.916	2.121	4.303	12.88	3.7
18	97.5	0.0000	0.000	0.478	0.046	0.00	0.273	0.478	0.122	0.246	-0.124	154.7	51.2	51.8	-116.784	5.868	4.472	16.42	1.9
19	98.75	0.0000	0.000	0.734	0.016	0.00	0.420	0.734	0.130	0.272	-0.143	209.8	51.2	55.9	-1143.930	18.801	7.790	16.89	1.0
20	99.375	0.0000	0.000	1.098	0.006	0.00	0.628	1.098	0.134	0.285	-0.152	206.4	51.2	57.8	-8881.360	52.995	15.489	17.65	0.5

N-40 150℃

N	ひびわれ長さ	開口変位	結合応力	荷重点変位	荷重(-自重)	有効a	CTOD	CMOD	外部仕事	破壊仕事	弾性歪み	エネルギー解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性変位	Gn/Gp	a-a0	荷重(-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gn/Gp	da	P
	50.0	0.000	4.761	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	52.5	0.0000	4.761	0.013	0.516	0.00	0.000	0.013	0.003	0.000	0.003	0.0	0.0	0.0	0.025	0.000	0.000	5.26	24.9
1	55.0	0.001	4.761	0.022	0.822	0.00	0.001	0.022	0.009	0.002	0.008	6.2	6.2	3.1	0.023	0.003	1.545	5.82	24.8
2	57.5	0.004	2.728	0.027	0.939	0.00	0.004	0.027	0.014	0.005	0.009	14.4	14.6	6.9	0.021	0.008	1.303	6.20	24.0
3	60.0	0.006	1.941	0.032	0.991	0.00	0.006	0.032	0.019	0.010	0.009	20.5	20.3	10.3	0.018	0.015	1.279	6.53	23.1
4	62.5	0.009	1.731	0.037	1.017	0.00	0.009	0.037	0.024	0.017	0.007	26.0	24.9	13.4	0.014	0.023	1.302	6.86	22.1
5	65.0	0.011	1.390	0.043	1.017	0.00	0.011	0.043	0.029	0.025	0.005	31.4	29.3	16.4	0.009	0.033	1.335	7.18	21.0
6	67.5	0.014	0.939	0.048	0.982	0.00	0.014	0.048	0.034	0.034	0.001	36.2	33.0	19.2	0.002	0.046	1.399	7.46	19.8
7	70.0	0.018	0.951	0.053	0.947	0.00	0.018	0.053	0.040	0.044	-0.004	40.8	36.2	21.9	-0.009	0.062	1.453	7.78	18.6
8	72.5	0.022	0.874	0.059	0.903	0.00	0.022	0.059	0.046	0.055	-0.010	46.0	39.6	24.6	-0.024	0.081	1.521	8.12	17.3
9	75.0	0.026	0.711	0.066	0.846	0.00	0.026	0.066	0.051	0.068	-0.017	51.3	43.0	27.3	-0.047	0.106	1.624	8.46	16.0
10	77.5	0.031	0.520	0.073	0.773	0.00	0.031	0.073	0.057	0.082	-0.025	56.3	46.0	29.9	-0.083	0.138	1.765	8.81	14.6
11	80.0	0.036	0.468	0.082	0.696	0.00	0.036	0.082	0.064	0.098	-0.034	61.8	48.8	32.6	-0.141	0.180	1.898	9.19	13.2
12	82.5	0.0430	0.431	0.092	0.617	0.00	0.043	0.092	0.070	0.115	-0.045	68.5	51.7	35.3	-0.234	0.237	2.041	9.61	11.7
13	85.0	0.0516	0.031	0.105	0.507	0.00	0.052	0.105	0.077	0.134	-0.056	76.0	53.7	38.2	-0.439	0.327	2.421	10.01	10.2
14	87.5	0.0629	0.347	0.123	0.420	0.00	0.063	0.123	0.086	0.155	-0.070	86.5	55.9	41.5	-0.792	0.455	2.479	10.54	8.6
15	90.0	0.0796	0.053	0.149	0.324	0.00	0.080	0.149	0.096	0.181	-0.085	101.6	59.2	45.2	-1.622	0.675	2.808	11.19	7.0
16	92.5	0.1057	0.016	0.192	0.214	0.00	0.106	0.192	0.107	0.210	-0.103	116.1	60.1	49.4	-4.494	1.153	3.522	11.94	5.4
17	95.0	0.1057	0.000	0.271	0.115	0.00	0.153	0.271	0.120	0.242	-0.122	128.5	60.1	53.8	-18.462	2.392	4.434	13.07	3.7
18	97.5	0.0000	0.000	0.527	0.047	0.00	0.301	0.527	0.141	0.286	-0.145	174.8	60.1	60.1	-131.686	6.703	4.628	16.61	1.9
19	98.75	0.0000	0.000	0.836	0.017	0.00	0.478	0.836	0.151	0.316	-0.166	245.6	60.1	64.9	-1150.070	20.357	7.550	17.37	1.0
20	99.375	0.0000	0.000	1.219	0.006	0.00	0.698	1.219	0.155	0.331	-0.176	237.8	60.1	67.1	-9538.120	59.182	15.876	17.87	0.5

N-40 175℃

N	ひびわれ長さ	開口変位	結合応力	荷重点変位	荷重(-自重)	有効a	CTOD	CMOD	外部仕事	破壊仕事	弾性歪み	エネルギー解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性変位	Gnl/Gp	a-a0	荷重(-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gnl/Gp	da	P
	50.0	0.000	4.016	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	52.5	0.0000	4.016	0.019	0.435	0.00	0.000	0.019	0.004	0.000	0.004	0.0	0.0	0.0	0.043	0.000	0.000	4.44	24.9
1	55.0	0.002	4.016	0.032	0.694	0.00	0.002	0.032	0.012	0.002	0.010	7.7	7.7	3.9	0.040	0.004	1.545	4.91	24.8
2	57.5	0.005	2.231	0.040	0.788	0.00	0.005	0.040	0.018	0.006	0.011	18.1	18.2	8.6	0.036	0.012	1.300	5.22	24.0
3	60.0	0.009	1.793	0.048	0.841	0.00	0.009	0.048	0.024	0.013	0.011	25.7	25.3	12.9	0.032	0.022	1.283	5.52	23.2
4	62.5	0.013	1.349	0.056	0.856	0.00	0.013	0.056	0.030	0.021	0.009	32.7	31.4	16.8	0.025	0.034	1.301	5.79	22.1
5	65.0	0.017	0.945	0.063	0.841	0.00	0.017	0.063	0.036	0.031	0.006	38.8	36.3	20.5	0.016	0.049	1.345	6.02	21.0
6	67.5	0.021	0.779	0.070	0.812	0.00	0.021	0.070	0.042	0.042	0.001	44.0	40.2	23.9	0.002	0.069	1.403	6.25	19.8
7	70.0	0.026	0.744	0.078	0.779	0.00	0.026	0.078	0.049	0.054	-0.005	49.4	43.9	27.1	-0.018	0.092	1.463	6.50	18.5
8	72.5	0.032	0.666	0.087	0.739	0.00	0.032	0.087	0.056	0.068	-0.012	55.3	47.8	30.2	-0.045	0.120	1.539	6.77	17.3
9	75.0	0.038	0.735	0.097	0.703	0.00	0.038	0.097	0.063	0.083	-0.021	62.3	52.2	33.4	-0.083	0.156	1.590	7.09	16.0
10	77.5	0.045	0.608	0.109	0.657	0.00	0.045	0.109	0.071	0.101	-0.030	70.3	57.0	36.8	-0.140	0.201	1.690	7.43	14.6
11	80.0	0.054	0.428	0.122	0.599	0.00	0.054	0.122	0.079	0.121	-0.042	78.6	61.4	40.2	-0.233	0.261	1.837	7.77	13.2
12	82.5	0.0637	0.529	0.137	0.544	0.00	0.064	0.137	0.088	0.143	-0.055	88.5	66.1	43.9	-0.371	0.339	1.925	8.17	11.7
13	85.0	0.0779	0.355	0.160	0.482	0.00	0.078	0.160	0.099	0.170	-0.071	109.6	72.4	48.6	-0.608	0.453	2.004	8.67	10.3
14	87.5	0.0974	0.316	0.192	0.415	0.00	0.097	0.192	0.114	0.204	-0.090	134.8	79.0	54.4	-1.046	0.626	2.130	9.27	8.7
15	90.0	0.1277	0.307	0.242	0.349	0.00	0.128	0.242	0.133	0.249	-0.116	178.5	88.4	62.1	-1.899	0.905	2.178	10.05	7.1
16	92.5	0.1797	0.138	0.329	0.265	0.00	0.180	0.329	0.160	0.310	-0.150	244.4	100.0	72.9	-4.286	1.463	2.419	10.99	5.5
17	95.0	0.2824	0.021	0.503	0.155	0.00	0.282	0.503	0.196	0.392	-0.196	327.8	108.1	87.0	-16.183	3.018	2.950	12.33	3.8
18	97.5	0.2824	0.000	0.964	0.056	0.00	0.549	0.964	0.245	0.497	-0.252	419.8	108.1	104.5	-160.058	9.941	3.699	15.44	2.0
19	98.75	0.0000	0.000	1.553	0.021	0.00	0.888	1.553	0.267	0.560	-0.293	509.2	108.1	114.9	-1392.530	30.110	6.499	16.45	1.0
20	99.375	0.0000	0.000	2.343	0.008	0.00	1.341	2.343	0.279	0.592	-0.313	504.6	108.1	119.9	-10332.100	82.789	13.006	17.09	0.5

N-40 200℃

N	ひびわれ長さ	開口変位	結合応力	荷重点変位	荷重(-自重)	有効a	CTOD	CMOD	外部仕事	破壊仕事	弾性歪み	エネルギー解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性変位	Gnl/Gp	a-a0	荷重(-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gnl/Gp	da	P
	50.0	0.000	3.538	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	52.5	0.0000	3.538	0.019	0.383	0.00	0.000	0.019	0.004	0.000	0.004	0.0	0.0	0.0	0.049	0.000	0.000	3.91	24.9
1	55.0	0.002	3.538	0.032	0.611	0.00	0.002	0.032	0.010	0.002	0.008	6.7	6.7	3.4	0.045	0.004	1.545	4.32	24.8
2	57.5	0.005	1.930	0.040	0.692	0.00	0.005	0.040	0.015	0.006	0.010	15.7	15.9	7.5	0.041	0.012	1.298	4.60	24.0
3	60.0	0.009	1.777	0.048	0.751	0.00	0.009	0.048	0.021	0.011	0.010	22.4	22.1	11.2	0.036	0.021	1.287	4.88	23.2
4	62.5	0.012	1.413	0.056	0.779	0.00	0.012	0.056	0.027	0.019	0.009	29.4	28.3	14.9	0.029	0.033	1.298	5.15	22.2
5	65.0	0.017	1.206	0.064	0.788	0.00	0.017	0.064	0.034	0.028	0.006	36.3	33.8	18.4	0.019	0.049	1.325	5.42	21.2
6	67.5	0.021	1.142	0.073	0.790	0.00	0.021	0.073	0.041	0.039	0.002	43.6	39.4	22.0	0.007	0.067	1.357	5.70	20.1
7	70.0	0.027	1.113	0.083	0.788	0.00	0.027	0.083	0.049	0.052	-0.003	52.2	45.4	25.8	-0.009	0.090	1.390	6.02	18.9
8	72.5	0.033	0.844	0.094	0.763	0.00	0.033	0.094	0.057	0.067	-0.010	61.0	51.6	29.7	-0.034	0.120	1.468	6.33	17.6
9	75.0	0.040	0.866	0.106	0.738	0.00	0.040	0.106	0.066	0.085	-0.019	70.9	57.6	33.8	-0.068	0.156	1.515	6.69	16.3
10	77.5	0.049	0.788	0.120	0.705	0.00	0.049	0.120	0.076	0.105	-0.029	83.0	64.5	38.3	-0.118	0.203	1.582	7.08	15.0
11	80.0	0.058	0.713	0.136	0.665	0.00	0.058	0.136	0.087	0.129	-0.042	96.5	71.9	43.2	-0.191	0.263	1.664	7.51	13.6
12	82.5	0.0713	0.717	0.157	0.626	0.00	0.071	0.157	0.101	0.160	-0.059	120.7	81.2	49.1	-0.299	0.345	1.693	8.04	12.2
13	85.0	0.0896	0.499	0.187	0.570	0.00	0.090	0.187	0.119	0.199	-0.080	156.9	92.3	56.8	-0.492	0.468	1.789	8.68	10.7
14	87.5	0.1138	0.309	0.226	0.484	0.00	0.114	0.226	0.139	0.247	-0.107	191.2	102.0	65.8	-0.917	0.670	2.044	9.31	9.1
15	90.0	0.1497	0.335	0.285	0.396	0.00	0.150	0.285	0.165	0.308	-0.142	244.2	113.6	76.9	-1.813	1.004	2.168	10.07	7.4
16	92.5	0.2104	0.123	0.386	0.290	0.00	0.210	0.386	0.200	0.388	-0.189	323.0	127.5	91.4	-4.484	1.686	2.452	10.96	5.7
17	95.0	0.2403	0.000	0.562	0.152	0.00	0.316	0.562	0.239	0.481	-0.242	368.3	129.3	106.8	-20.857	3.737	3.391	12.05	3.9
18	97.5	0.0000	0.000	1.047	0.055	0.00	0.597	1.047	0.289	0.593	-0.304	448.2	129.3	124.8	-202.543	12.136	4.104	14.64	2.0
19	98.75	0.0000	0.000	1.666	0.020	0.00	0.953	1.666	0.312	0.659	-0.347	529.5	129.3	135.1	-1797.480	36.971	7.371	15.57	1.0
20	99.375	0.0000	0.000	2.514	0.007	0.00	1.439	2.514	0.323	0.693	-0.369	546.3	129.3	140.3	-13846.000	103.661	14.269	16.32	0.5

N-20 20℃

N	ひびわれ長さ	開口変位	結合応力	荷重点変位	荷重(-自重)	有効a	CTOD	CMOD	外部仕事	破壊仕事	弾性歪み	エネルギー解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性変位	Gnl/Gp	a-a0	荷重(-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gnl/Gp	da	P
	50.0	0.000	7.444	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	52.5	0.0000	7.444	0.011	0.806	0.00	0.000	0.011	0.004	0.000	0.004	0.0	0.0	0.0	0.013	0.000	0.000	8.23	24.9
1	55.0	0.001	7.444	0.018	1.286	0.00	0.001	0.018	0.012	0.002	0.010	8.1	8.1	4.1	0.012	0.002	1.545	9.10	24.8
2	57.5	0.003	4.033	0.023	1.454	0.00	0.003	0.023	0.019	0.007	0.012	18.9	19.1	9.0	0.011	0.007	1.298	9.67	24.0
3	60.0	0.005	4.083	0.028	1.600	0.00	0.005	0.028	0.026	0.014	0.013	27.1	26.8	13.5	0.010	0.012	1.290	10.32	23.2
4	62.5	0.007	3.019	0.032	1.660	0.00	0.007	0.032	0.034	0.023	0.011	36.2	34.8	18.1	0.008	0.019	1.296	10.89	22.3
5	65.0	0.010	3.372	0.038	1.734	0.00	0.010	0.038	0.043	0.034	0.009	45.7	42.5	22.7	0.006	0.028	1.309	11.57	21.3
6	67.5	0.012	2.212	0.043	1.720	0.00	0.012	0.043	0.051	0.048	0.003	56.1	50.6	27.5	0.002	0.039	1.361	12.16	20.2
7	70.0	0.016	2.096	0.048	1.693	0.00	0.016	0.048	0.061	0.065	-0.004	66.0	57.4	32.3	-0.002	0.053	1.404	12.80	19.0
8	72.5	0.019	1.791	0.055	1.637	0.00	0.019	0.055	0.071	0.084	-0.012	76.5	64.5	37.2	-0.009	0.070	1.470	13.45	17.7
9	75.0	0.023	1.550	0.061	1.558	0.00	0.023	0.061	0.082	0.106	-0.024	87.6	71.4	42.2	-0.019	0.092	1.550	14.14	16.4
10	77.5	0.028	1.292	0.069	1.456	0.00	0.028	0.069	0.093	0.130	-0.037	99.5	78.2	47.4	-0.035	0.120	1.648	14.87	15.0
11	80.0	0.034	0.989	0.077	1.326	0.00	0.034	0.077	0.105	0.158	-0.053	110.3	84.4	52.7	-0.060	0.157	1.802	15.59	13.5
12	82.5	0.0402	0.819	0.087	1.178	0.00	0.040	0.087	0.118	0.189	-0.072	125.4	90.3	58.3	-0.103	0.209	1.948	16.38	12.0
13	85.0	0.0492	0.798	0.102	1.032	0.00	0.049	0.102	0.133	0.227	-0.094	151.7	97.6	64.9	-0.176	0.283	2.026	17.37	10.5
14	87.5	0.0608	0.000	0.120	0.814	0.00	0.061	0.120	0.151	0.271	-0.120	173.6	102.2	72.2	-0.362	0.415	2.468	18.34	8.9
15	90.0	0.0000	0.000	0.143	0.577	0.00	0.076	0.143	0.167	0.315	-0.148	176.1	102.2	78.7	-0.890	0.656	3.163	19.13	7.2
16	92.5	0.0000	0.000	0.180	0.368	0.00	0.099	0.180	0.184	0.362	-0.178	187.9	102.2	85.1	-2.631	1.147	3.838	20.16	5.5
17	95.0	0.0000	0.000	0.253	0.198	0.00	0.142	0.253	0.205	0.414	-0.210	209.6	102.2	92.0	-10.644	2.365	4.613	22.01	3.7
18	97.5	0.0000	0.000	0.471	0.078	0.00	0.269	0.471	0.235	0.481	-0.246	268.2	102.2	101.3	-81.199	6.797	5.150	27.13	2.0
19	98.75	0.0000	0.000	0.719	0.027	0.00	0.412	0.719	0.248	0.524	-0.277	346.5	102.2	107.6	-781.209	21.515	9.044	27.85	1.0
20	99.375	0.0000	0.000	1.017	0.009	0.00	0.582	1.017	0.253	0.544	-0.291	310.7	102.2	110.1	-7461.710	66.908	20.645	28.28	0.5



N-20 40℃

N	ひびわれ長さ	開口変位	結合応力	荷重点変位	荷重(-自重)	有効a	CTOD	CMOD	外部仕事	破壊仕事	弾性歪み	エネルギー解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性変位	Gn/Gp	a-a0	荷重(-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gn/Gp	da	P
	50.0	0.000	7.791	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	52.5	0.0000	7.791	0.011	0.844	0.00	0.000	0.011	0.005	0.000	0.005	0.0	0.0	0.0	0.013	0.000	0.000	8.61	24.9
1	55.0	0.001	7.791	0.018	1.346	0.00	0.001	0.018	0.013	0.002	0.011	8.6	8.6	4.3	0.012	0.002	1.545	9.52	24.8
2	57.5	0.003	3.728	0.023	1.490	0.00	0.003	0.023	0.019	0.007	0.012	19.8	20.0	9.5	0.011	0.007	1.287	10.06	24.0
3	60.0	0.005	3.095	0.027	1.570	0.00	0.005	0.027	0.025	0.014	0.011	27.0	26.6	13.9	0.009	0.012	1.282	10.58	23.0
4	62.5	0.007	2.780	0.031	1.615	0.00	0.007	0.031	0.032	0.022	0.010	34.1	32.7	17.9	0.007	0.019	1.303	11.11	22.0
5	65.0	0.009	1.929	0.035	1.596	0.00	0.009	0.035	0.038	0.033	0.006	40.9	38.3	21.7	0.005	0.028	1.342	11.58	20.9
6	67.5	0.012	1.864	0.039	1.568	0.00	0.012	0.039	0.045	0.044	0.001	47.3	43.1	25.4	0.001	0.038	1.385	12.09	19.8
7	70.0	0.015	1.295	0.044	1.496	0.00	0.015	0.044	0.052	0.058	-0.005	53.5	47.5	28.9	-0.005	0.051	1.467	12.55	18.5
8	72.5	0.018	1.342	0.049	1.425	0.00	0.018	0.049	0.060	0.073	-0.013	59.9	51.6	32.3	-0.013	0.067	1.526	13.09	17.2
9	75.0	0.021	1.229	0.055	1.343	0.00	0.021	0.055	0.068	0.090	-0.022	67.1	56.2	35.8	-0.024	0.087	1.609	13.66	15.9
10	77.5	0.026	1.334	0.061	1.268	0.00	0.026	0.061	0.076	0.109	-0.032	76.1	61.4	39.5	-0.040	0.112	1.658	14.34	14.6
11	80.0	0.030	1.149	0.069	1.180	0.00	0.030	0.069	0.086	0.130	-0.045	86.6	67.3	43.4	-0.064	0.145	1.758	15.08	13.2
12	82.5	0.0360	1.313	0.078	1.103	0.00	0.036	0.078	0.096	0.155	-0.059	100.9	74.4	47.8	-0.097	0.185	1.791	15.97	11.8
13	85.0	0.0445	0.384	0.092	0.957	0.00	0.044	0.092	0.110	0.187	-0.077	126.6	81.5	53.4	-0.168	0.253	2.035	16.92	10.3
14	87.5	0.0553	0.466	0.109	0.792	0.00	0.055	0.109	0.125	0.224	-0.099	146.4	86.1	59.6	-0.315	0.358	2.283	17.92	8.7
15	90.0	0.0704	0.024	0.133	0.586	0.00	0.070	0.133	0.141	0.265	-0.124	166.3	89.8	66.3	-0.723	0.556	2.783	18.94	7.1
16	92.5	0.0704	0.000	0.169	0.373	0.00	0.093	0.169	0.159	0.310	-0.151	179.5	89.8	73.0	-2.179	0.981	3.532	20.11	5.4
17	95.0	0.0000	0.000	0.241	0.200	0.00	0.136	0.241	0.180	0.361	-0.181	201.8	89.8	80.1	-9.058	2.052	4.246	22.14	3.7
18	97.5	0.0000	0.000	0.464	0.080	0.00	0.265	0.464	0.211	0.427	-0.217	267.2	89.8	90.0	-68.058	5.895	4.591	27.90	2.0
19	98.75	0.0000	0.000	0.737	0.029	0.00	0.422	0.737	0.225	0.474	-0.248	369.6	89.8	97.1	-596.427	17.939	7.519	29.32	1.0
20	99.375	0.0000	0.000	1.079	0.010	0.00	0.617	1.079	0.232	0.496	-0.264	360.5	89.8	100.5	-4984.770	52.371	15.725	30.21	0.5

N-20 65°C

N	ひびわれ長さ	開口変位	結合応力	荷重点変位	荷重(-自重)	有効a	CTOD	CMOD	外部仕事	破壊仕事	弾性歪み	エネルギー解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性変位	Gn/Gp	a-a0	荷重(-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gn/Gp	da	P
	50.0	0.000	8.305	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	52.5	0.0000	8.305	0.013	0.899	0.00	0.000	0.013	0.006	0.000	0.006	0.0	0.0	0.0	0.014	0.000	0.000	9.18	24.9
1	55.0	0.001	8.305	0.022	1.435	0.00	0.001	0.022	0.016	0.003	0.014	11.0	11.0	5.5	0.013	0.003	1.545	10.15	24.8
2	57.5	0.004	4.346	0.028	1.612	0.00	0.004	0.028	0.025	0.009	0.016	25.6	25.8	12.2	0.012	0.008	1.295	10.77	24.0
3	60.0	0.006	3.325	0.033	1.698	0.00	0.006	0.033	0.033	0.018	0.015	35.6	35.1	18.0	0.010	0.015	1.281	11.33	23.1
4	62.5	0.009	2.599	0.037	1.721	0.00	0.009	0.037	0.041	0.029	0.012	44.5	42.7	23.3	0.008	0.023	1.304	11.85	22.0
5	65.0	0.012	1.798	0.042	1.683	0.00	0.012	0.042	0.049	0.042	0.007	52.3	49.0	28.2	0.005	0.034	1.350	12.30	20.9
6	67.5	0.015	1.439	0.047	1.616	0.00	0.015	0.047	0.057	0.057	0.000	58.9	53.9	32.6	0.000	0.047	1.413	12.75	19.7
7	70.0	0.018	1.341	0.052	1.540	0.00	0.018	0.052	0.065	0.073	-0.008	65.4	58.4	36.7	-0.007	0.062	1.479	13.23	18.4
8	72.5	0.021	0.932	0.058	1.432	0.00	0.021	0.058	0.074	0.091	-0.018	71.6	62.6	40.5	-0.017	0.082	1.591	13.69	17.1
9	75.0	0.025	0.695	0.063	1.305	0.00	0.025	0.063	0.082	0.110	-0.029	76.9	65.8	44.2	-0.034	0.108	1.727	14.14	15.7
10	77.5	0.030	0.566	0.070	1.168	0.00	0.030	0.070	0.090	0.131	-0.041	81.9	68.6	47.6	-0.061	0.141	1.882	14.61	14.3
11	80.0	0.035	0.492	0.077	1.029	0.00	0.035	0.077	0.098	0.153	-0.055	87.3	71.3	50.9	-0.104	0.184	2.055	15.13	12.9
12	82.5	0.0409	0.701	0.087	0.912	0.00	0.041	0.087	0.107	0.177	-0.070	95.3	74.9	54.3	-0.168	0.240	2.128	15.78	11.5
13	85.0	0.0487	0.494	0.098	0.788	0.00	0.049	0.098	0.117	0.203	-0.087	107.8	79.5	58.1	-0.279	0.318	2.300	16.51	10.0
14	87.5	0.0595	0.190	0.115	0.639	0.00	0.060	0.115	0.129	0.235	-0.106	124.8	83.2	62.6	-0.518	0.446	2.622	17.36	8.5
15	90.0	0.0748	0.229	0.140	0.492	0.00	0.075	0.140	0.143	0.270	-0.128	143.2	86.4	67.6	-1.054	0.659	2.920	18.37	6.9
16	92.5	0.0952	0.000	0.180	0.330	0.00	0.099	0.180	0.159	0.312	-0.153	165.8	88.7	73.4	-2.795	1.104	3.546	19.66	5.3
17	95.0	0.0000	0.000	0.257	0.181	0.00	0.144	0.257	0.179	0.359	-0.180	188.6	88.7	79.8	-11.054	2.253	4.400	21.67	3.6
18	97.5	0.0000	0.000	0.510	0.076	0.00	0.291	0.510	0.211	0.425	-0.214	265.5	88.7	89.6	-74.710	6.166	4.465	28.01	1.9
19	98.75	0.0000	0.000	0.760	0.025	0.00	0.435	0.760	0.224	0.470	-0.246	352.9	88.7	96.3	-798.928	20.573	8.100	28.21	1.0
20	99.375	0.0000	0.000	1.108	0.009	0.00	0.634	1.108	0.230	0.490	-0.260	324.9	88.7	99.2	-6555.170	59.505	17.081	29.08	0.5

N-20 90℃

N	ひびわれ長さ	開口変位	結合応力	荷重点変位	荷重(-自重)	有効 a	CTOD	CMOD	外部仕事	破壊仕事	弾性歪み	エネルギー解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性変位	Gn/Gp	a-a0	荷重(-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gn/Gp	da	P
	50.0	0.000	8.560	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	52.5	0.0000	8.560	0.015	0.927	0.00	0.000	0.015	0.007	0.000	0.007	0.0	0.0	0.0	0.016	0.000	0.000	9.46	24.9
1	55.0	0.002	8.560	0.026	1.479	0.00	0.002	0.026	0.020	0.003	0.016	13.1	13.1	6.6	0.015	0.003	1.545	10.46	24.8
2	57.5	0.004	3.834	0.031	1.620	0.00	0.004	0.031	0.029	0.011	0.018	30.2	30.4	14.5	0.014	0.009	1.281	11.03	23.9
3	60.0	0.007	2.584	0.036	1.657	0.00	0.007	0.036	0.037	0.021	0.016	40.0	39.3	20.8	0.012	0.017	1.275	11.49	22.9
4	62.5	0.010	1.634	0.041	1.620	0.00	0.010	0.041	0.044	0.033	0.011	47.2	45.4	26.1	0.009	0.027	1.312	11.87	21.8
5	65.0	0.013	1.331	0.045	1.558	0.00	0.013	0.045	0.051	0.046	0.006	52.9	49.8	30.6	0.005	0.038	1.371	12.24	20.6
6	67.5	0.016	1.299	0.050	1.492	0.00	0.016	0.050	0.059	0.060	-0.001	58.5	53.9	34.6	-0.001	0.052	1.431	12.65	19.4
7	70.0	0.020	0.791	0.056	1.390	0.00	0.020	0.056	0.066	0.076	-0.010	63.6	57.5	38.2	-0.010	0.070	1.536	13.02	18.1
8	72.5	0.023	0.803	0.061	1.288	0.00	0.023	0.061	0.074	0.093	-0.020	68.4	60.5	41.5	-0.024	0.091	1.627	13.43	16.8
9	75.0	0.027	0.819	0.067	1.186	0.00	0.027	0.067	0.082	0.112	-0.030	73.9	63.8	44.8	-0.043	0.118	1.725	13.88	15.5
10	77.5	0.032	0.312	0.074	1.045	0.00	0.032	0.074	0.089	0.131	-0.042	77.8	66.5	47.8	-0.078	0.155	1.980	14.27	14.1
11	80.0	0.037	0.246	0.081	0.905	0.00	0.037	0.081	0.096	0.152	-0.056	81.3	67.9	50.6	-0.136	0.204	2.174	14.70	12.6
12	82.5	0.0432	0.305	0.090	0.770	0.00	0.043	0.090	0.103	0.173	-0.070	85.2	69.6	53.2	-0.235	0.271	2.409	15.17	11.2
13	85.0	0.0503	0.498	0.101	0.660	0.00	0.050	0.101	0.111	0.196	-0.085	91.0	72.4	55.9	-0.388	0.357	2.508	15.75	9.7
14	87.5	0.0610	0.115	0.117	0.532	0.00	0.061	0.117	0.121	0.222	-0.101	105.0	75.7	59.2	-0.713	0.497	2.829	16.49	8.2
15	90.0	0.0764	0.087	0.142	0.399	0.00	0.076	0.142	0.133	0.252	-0.119	118.9	77.2	62.9	-1.495	0.739	3.253	17.42	6.7
16	92.5	0.1012	0.025	0.183	0.270	0.00	0.101	0.183	0.146	0.286	-0.139	136.4	78.6	67.3	-3.816	1.215	3.774	18.69	5.1
17	95.0	0.1012	0.000	0.263	0.150	0.00	0.149	0.263	0.163	0.326	-0.162	159.3	78.6	72.4	-14.392	2.426	4.567	20.81	3.5
18	97.5	0.0000	0.000	0.558	0.071	0.00	0.318	0.558	0.196	0.388	-0.192	249.0	78.6	81.7	-75.636	5.948	4.032	28.04	1.9
19	98.75	0.0000	0.000	0.796	0.022	0.00	0.455	0.796	0.207	0.432	-0.225	349.6	78.6	88.5	-952.632	21.486	7.722	27.47	1.0
20	99.375	0.0000	0.000	1.179	0.008	0.00	0.675	1.179	0.213	0.451	-0.239	315.6	78.6	91.4	-7521.130	61.102	16.004	28.69	0.5

N-20 100℃

N	ひびわれ長さ	開口変位	結合応力	荷重点変位	荷重(-自重)	有効a	CTOD	CMOD	外部仕事	破壊仕事	弾性歪み	エネルギー解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性変位	Gn/Gp	a-a0	荷重(-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gn/Gp	da	P
	50.0	0.000	8.194	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	52.5	0.0000	8.194	0.015	0.888	0.00	0.000	0.015	0.006	0.000	0.006	0.0	0.0	0.0	0.016	0.000	0.000	9.06	24.9
1	55.0	0.001	8.194	0.025	1.415	0.00	0.001	0.025	0.018	0.003	0.015	12.2	12.2	6.1	0.015	0.003	1.545	10.02	24.8
2	57.5	0.004	3.444	0.030	1.536	0.00	0.004	0.030	0.026	0.010	0.016	27.9	28.0	13.4	0.014	0.009	1.275	10.53	23.9
3	60.0	0.007	2.209	0.035	1.555	0.00	0.007	0.035	0.033	0.019	0.014	36.2	35.6	19.1	0.012	0.017	1.274	10.94	22.9
4	62.5	0.009	2.289	0.040	1.568	0.00	0.009	0.040	0.041	0.030	0.011	43.1	41.5	23.9	0.009	0.026	1.312	11.40	21.8
5	65.0	0.012	1.583	0.044	1.529	0.00	0.012	0.044	0.048	0.042	0.006	50.1	47.1	28.3	0.005	0.037	1.359	11.80	20.7
6	67.5	0.016	0.941	0.049	1.443	0.00	0.016	0.049	0.055	0.056	-0.001	55.5	51.1	32.1	-0.001	0.051	1.440	12.15	19.4
7	70.0	0.019	0.828	0.054	1.348	0.00	0.019	0.054	0.062	0.071	-0.009	59.9	54.1	35.6	-0.010	0.067	1.526	12.51	18.1
8	72.5	0.023	0.646	0.059	1.240	0.00	0.023	0.059	0.069	0.087	-0.018	64.2	56.8	38.8	-0.024	0.089	1.640	12.89	16.8
9	75.0	0.027	0.765	0.066	1.141	0.00	0.027	0.066	0.076	0.105	-0.028	69.1	59.6	41.8	-0.043	0.115	1.728	13.32	15.5
10	77.5	0.031	0.800	0.073	1.044	0.00	0.031	0.073	0.084	0.123	-0.039	75.2	63.2	44.9	-0.072	0.148	1.825	13.82	14.1
11	80.0	0.036	0.643	0.080	0.939	0.00	0.036	0.080	0.092	0.144	-0.052	81.3	66.9	47.9	-0.118	0.191	1.988	14.34	12.7
12	82.5	0.0425	0.538	0.090	0.827	0.00	0.043	0.090	0.100	0.166	-0.066	88.7	70.6	51.0	-0.193	0.249	2.165	14.91	11.3
13	85.0	0.0502	0.308	0.101	0.700	0.00	0.050	0.101	0.109	0.190	-0.081	96.9	73.8	54.3	-0.332	0.333	2.441	15.50	9.8
14	87.5	0.0505	0.000	0.117	0.529	0.00	0.061	0.117	0.119	0.217	-0.098	106.6	73.8	57.8	-0.702	0.488	3.069	16.11	8.3
15	90.0	0.0000	0.000	0.138	0.372	0.00	0.074	0.138	0.128	0.244	-0.116	108.8	73.8	61.0	-1.676	0.761	3.730	16.76	6.7
16	92.5	0.0000	0.000	0.176	0.241	0.00	0.098	0.176	0.140	0.274	-0.134	120.0	73.8	64.5	-4.607	1.288	4.234	17.89	5.1
17	95.0	0.0000	0.000	0.258	0.140	0.00	0.146	0.258	0.155	0.310	-0.154	144.1	73.8	68.9	-15.673	2.459	4.563	20.18	3.6
18	97.5	0.0000	0.000	0.535	0.066	0.00	0.305	0.535	0.184	0.366	-0.181	222.3	73.8	77.0	-82.481	6.006	4.234	26.79	1.9
19	98.75	0.0000	0.000	0.817	0.022	0.00	0.467	0.817	0.197	0.409	-0.212	348.4	73.8	83.9	-854.435	19.872	7.100	27.43	1.0
20	99.375	0.0000	0.000	1.146	0.007	0.00	0.656	1.146	0.202	0.428	-0.227	308.0	73.8	86.8	-8119.860	61.839	16.295	27.71	0.5

N-20 125℃

N	ひびわれ長さ	開口変位	結合応力	荷重点変位	荷重(-自重)	有効a	CTOD	CMOD	外部仕事	破壊仕事	弾性歪み	エネルギー解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性変位	Gn/Gp	a-a0	荷重(-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gn/Gp	da	P
	50.0	0.000	7.354	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	52.5	0.0000	7.354	0.013	0.797	0.00	0.000	0.013	0.005	0.000	0.005	0.0	0.0	0.0	0.016	0.000	0.000	8.13	24.9
1	55.0	0.001	7.354	0.021	1.270	0.00	0.001	0.021	0.014	0.002	0.012	9.4	9.4	4.7	0.015	0.003	1.545	8.99	24.8
2	57.5	0.004	3.528	0.026	1.407	0.00	0.004	0.026	0.021	0.008	0.013	21.8	22.0	10.4	0.013	0.008	1.287	9.50	24.0
3	60.0	0.006	2.774	0.031	1.473	0.00	0.006	0.031	0.028	0.015	0.012	29.6	29.2	15.2	0.011	0.014	1.281	9.97	23.0
4	62.5	0.008	2.674	0.036	1.519	0.00	0.008	0.036	0.035	0.025	0.010	37.2	35.7	19.6	0.009	0.022	1.303	10.48	22.0
5	65.0	0.011	1.271	0.040	1.465	0.00	0.011	0.040	0.041	0.035	0.006	43.9	41.2	23.7	0.005	0.032	1.355	10.83	20.8
6	67.5	0.014	0.940	0.044	1.386	0.00	0.014	0.044	0.047	0.048	0.000	48.4	44.4	27.2	0.000	0.045	1.430	11.17	19.6
7	70.0	0.017	1.225	0.050	1.325	0.00	0.017	0.050	0.054	0.061	-0.007	53.4	47.7	30.5	-0.008	0.060	1.479	11.60	18.4
8	72.5	0.020	1.157	0.055	1.258	0.00	0.020	0.055	0.061	0.076	-0.014	59.5	51.8	33.7	-0.018	0.078	1.549	12.06	17.1
9	75.0	0.024	0.843	0.061	1.165	0.00	0.024	0.061	0.068	0.092	-0.024	65.4	55.7	36.9	-0.035	0.102	1.676	12.51	15.7
10	77.5	0.029	1.065	0.068	1.094	0.00	0.029	0.068	0.077	0.110	-0.034	73.3	59.9	40.2	-0.056	0.130	1.695	13.10	14.4
11	80.0	0.034	0.938	0.076	1.007	0.00	0.034	0.076	0.085	0.131	-0.046	81.9	65.0	43.7	-0.090	0.167	1.834	13.70	13.0
12	82.5	0.0400	0.635	0.086	0.900	0.00	0.040	0.086	0.094	0.154	-0.060	91.0	69.8	47.3	-0.148	0.218	2.018	14.32	11.6
13	85.0	0.0483	0.422	0.099	0.775	0.00	0.048	0.099	0.105	0.181	-0.076	107.6	74.2	51.6	-0.252	0.294	2.179	15.06	10.1
14	87.5	0.0593	0.230	0.116	0.630	0.00	0.059	0.116	0.117	0.211	-0.094	122.9	77.8	56.4	-0.476	0.416	2.494	15.85	8.5
15	90.0	0.0747	0.096	0.140	0.470	0.00	0.075	0.140	0.130	0.246	-0.116	138.4	80.3	61.5	-1.047	0.632	2.939	16.71	6.9
16	92.5	0.0748	0.000	0.182	0.301	0.00	0.100	0.182	0.147	0.286	-0.139	158.9	80.3	67.2	-3.077	1.107	3.598	18.00	5.3
17	95.0	0.0000	0.000	0.252	0.162	0.00	0.142	0.252	0.163	0.327	-0.164	165.5	80.3	72.7	-12.520	2.281	4.594	19.44	3.6
18	97.5	0.0000	0.000	0.505	0.068	0.00	0.288	0.505	0.192	0.386	-0.195	237.8	80.3	81.4	-83.734	6.215	4.513	25.28	1.9
19	98.75	0.0000	0.000	0.804	0.025	0.00	0.460	0.804	0.206	0.430	-0.225	349.8	80.3	88.2	-742.800	19.067	7.228	26.60	1.0
20	99.375	0.0000	0.000	1.175	0.009	0.00	0.672	1.175	0.212	0.451	-0.240	340.8	80.3	91.4	-6198.590	55.679	15.115	27.39	0.5

N-20 150℃

N	ひびわれ長さ	開口変位	結合応力	荷重点変位	荷重(-自重)	有効a	CTOD	CMOD	外部仕事	破壊仕事	弾性歪み	エネルギー解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性変位	Gn/Gp	a-a0	荷重(-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gn/Gp	da	P
	50.0	0.000	5.938	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	52.5	0.0000	5.938	0.010	0.643	0.00	0.000	0.010	0.003	0.000	0.003	0.0	0.0	0.0	0.016	0.000	0.000	6.56	24.9
1	55.0	0.001	5.938	0.018	1.026	0.00	0.001	0.018	0.009	0.002	0.008	6.3	6.3	3.2	0.015	0.002	1.545	7.26	24.8
2	57.5	0.003	4.193	0.023	1.222	0.00	0.003	0.023	0.016	0.005	0.010	14.9	15.2	7.1	0.014	0.006	1.322	7.83	24.2
3	60.0	0.005	3.202	0.028	1.333	0.00	0.005	0.028	0.022	0.011	0.011	23.0	22.7	11.1	0.012	0.012	1.284	8.35	23.4
4	62.5	0.007	2.721	0.033	1.397	0.00	0.007	0.033	0.028	0.019	0.010	30.7	29.4	15.0	0.010	0.019	1.295	8.85	22.4
5	65.0	0.010	2.265	0.038	1.421	0.00	0.010	0.038	0.035	0.028	0.007	38.5	35.7	18.9	0.007	0.028	1.320	9.34	21.4
6	67.5	0.013	1.591	0.043	1.393	0.00	0.013	0.043	0.042	0.040	0.002	45.8	41.3	22.8	0.002	0.039	1.374	9.78	20.2
7	70.0	0.016	1.657	0.048	1.366	0.00	0.016	0.048	0.050	0.053	-0.003	53.2	46.4	26.6	-0.004	0.053	1.415	10.28	19.0
8	72.5	0.019	1.233	0.054	1.303	0.00	0.019	0.054	0.057	0.068	-0.011	60.7	51.5	30.3	-0.013	0.071	1.502	10.76	17.7
9	75.0	0.023	1.261	0.060	1.239	0.00	0.023	0.060	0.066	0.085	-0.020	68.9	56.5	34.2	-0.026	0.092	1.565	11.31	16.4
10	77.5	0.028	1.088	0.068	1.160	0.00	0.028	0.068	0.075	0.105	-0.030	78.2	62.0	38.2	-0.045	0.120	1.658	11.89	15.0
11	80.0	0.033	0.780	0.076	1.059	0.00	0.033	0.076	0.084	0.127	-0.043	88.7	67.1	42.4	-0.077	0.158	1.789	12.50	13.6
12	82.5	0.0401	0.819	0.087	0.956	0.00	0.040	0.087	0.095	0.153	-0.058	102.4	72.5	47.0	-0.127	0.208	1.886	13.21	12.1
13	85.0	0.0490	0.624	0.101	0.844	0.00	0.049	0.101	0.108	0.183	-0.076	121.7	78.9	52.4	-0.213	0.281	2.007	14.04	10.5
14	87.5	0.0604	0.321	0.119	0.697	0.00	0.060	0.119	0.121	0.218	-0.097	140.0	84.3	58.2	-0.399	0.397	2.321	14.84	8.9
15	90.0	0.0775	0.360	0.147	0.551	0.00	0.077	0.147	0.139	0.261	-0.123	171.1	90.1	65.3	-0.808	0.591	2.501	15.84	7.3
16	92.5	0.1058	0.057	0.193	0.384	0.00	0.106	0.193	0.160	0.314	-0.154	211.2	96.0	73.8	-2.080	0.992	2.917	17.09	5.6
17	95.0	0.1558	0.046	0.277	0.214	0.00	0.156	0.277	0.185	0.375	-0.189	244.1	98.6	83.3	-8.290	2.049	3.702	18.54	3.8
18	97.5	0.1558	0.000	0.528	0.080	0.00	0.301	0.528	0.222	0.455	-0.233	320.6	98.6	95.8	-73.443	6.376	4.298	23.09	2.0
19	98.75	0.0000	0.000	0.807	0.028	0.00	0.462	0.807	0.237	0.501	-0.264	370.6	98.6	102.8	-697.196	20.001	8.097	23.62	1.0
20	99.375	0.0000	0.000	1.253	0.011	0.00	0.717	1.253	0.246	0.526	-0.280	394.5	98.6	106.5	-4877.490	53.546	14.587	25.16	0.5

N-20 175℃

N	ひびわれ長さ	開口変位	結合応力	荷重点変位	荷重(-自重)	有効a	CTOD	CMOD	外部仕事	破壊仕事	弾性歪み	エネルギー解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性変位	Gnl/Gp	a-a0	荷重(-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gnl/Gp	da	P
	50.0	0.000	6.730	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	52.5	0.0000	6.730	0.015	0.729	0.00	0.000	0.015	0.005	0.000	0.005	0.0	0.0	0.0	0.020	0.000	0.000	7.44	24.9
1	55.0	0.002	6.730	0.025	1.163	0.00	0.002	0.025	0.015	0.003	0.013	10.1	10.1	5.0	0.019	0.003	1.545	8.23	24.8
2	57.5	0.004	3.204	0.031	1.286	0.00	0.004	0.031	0.022	0.008	0.014	23.3	23.5	11.1	0.017	0.009	1.286	8.69	24.0
3	60.0	0.007	2.032	0.036	1.314	0.00	0.007	0.036	0.029	0.016	0.012	31.2	30.7	16.2	0.014	0.017	1.274	9.06	22.9
4	62.5	0.010	1.856	0.041	1.321	0.00	0.010	0.041	0.035	0.026	0.010	37.6	36.1	20.4	0.011	0.026	1.309	9.44	21.9
5	65.0	0.013	1.675	0.046	1.310	0.00	0.013	0.046	0.042	0.037	0.006	44.0	41.3	24.4	0.007	0.037	1.347	9.83	20.8
6	67.5	0.016	1.703	0.052	1.298	0.00	0.016	0.052	0.050	0.049	0.001	51.3	46.8	28.2	0.001	0.051	1.381	10.27	19.6
7	70.0	0.020	1.340	0.058	1.258	0.00	0.020	0.058	0.058	0.064	-0.006	59.0	52.5	32.1	-0.008	0.068	1.447	10.71	18.4
8	72.5	0.024	0.975	0.065	1.188	0.00	0.024	0.065	0.066	0.081	-0.015	66.1	57.3	35.9	-0.021	0.089	1.544	11.13	17.1
9	75.0	0.028	1.047	0.072	1.122	0.00	0.028	0.072	0.075	0.099	-0.024	73.9	62.0	39.7	-0.039	0.116	1.606	11.62	15.8
10	77.5	0.034	1.141	0.081	1.060	0.00	0.034	0.081	0.084	0.120	-0.036	83.6	67.8	43.7	-0.064	0.149	1.663	12.18	14.5
11	80.0	0.040	1.023	0.091	0.992	0.00	0.040	0.091	0.095	0.144	-0.049	96.0	74.6	48.0	-0.100	0.191	1.738	12.82	13.1
12	82.5	0.0478	0.722	0.103	0.899	0.00	0.048	0.103	0.106	0.172	-0.065	109.9	81.3	52.8	-0.162	0.249	1.903	13.48	11.7
13	85.0	0.0582	0.310	0.119	0.768	0.00	0.058	0.119	0.119	0.204	-0.085	130.2	86.7	58.3	-0.287	0.340	2.146	14.18	10.2
14	87.5	0.0718	0.256	0.140	0.622	0.00	0.072	0.140	0.134	0.241	-0.107	148.1	90.6	64.3	-0.554	0.485	2.431	14.94	8.6
15	90.0	0.0913	0.209	0.172	0.477	0.00	0.091	0.172	0.151	0.284	-0.133	173.0	95.1	71.1	-1.170	0.730	2.701	15.84	7.0
16	92.5	0.0942	0.000	0.221	0.302	0.00	0.121	0.221	0.170	0.332	-0.162	190.9	95.4	78.1	-3.554	1.293	3.561	16.87	5.4
17	95.0	0.0000	0.000	0.320	0.165	0.00	0.180	0.320	0.194	0.387	-0.194	220.7	95.4	86.0	-14.295	2.673	4.119	18.80	3.7
18	97.5	0.0000	0.000	0.612	0.066	0.00	0.349	0.612	0.227	0.459	-0.232	288.3	95.4	96.7	-107.904	7.690	4.566	23.66	1.9
19	98.75	0.0000	0.000	0.992	0.024	0.00	0.568	0.992	0.244	0.511	-0.267	416.8	95.4	104.9	-897.296	22.887	7.118	25.16	1.0
20	99.375	0.0000	0.000	1.491	0.009	0.00	0.853	1.491	0.253	0.538	-0.286	431.2	95.4	109.0	-6858.530	64.093	13.957	26.27	0.5

N-20 200℃

N	ひびわれ長さ	開口変位	結合応力	荷重点変位	荷重(-自重)	有効a	CTOD	CMOD	外部仕事	破壊仕事	弾性歪み	エネルギー解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性変位	Gnl/Gp	a-a0	荷重(-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gnl/Gp	da	P
	50.0	0.000	6.289	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	52.5	0.0000	6.289	0.015	0.681	0.00	0.000	0.015	0.005	0.000	0.005	0.0	0.0	0.0	0.022	0.000	0.000	6.95	24.9
1	55.0	0.002	6.289	0.026	1.086	0.00	0.002	0.026	0.015	0.002	0.012	9.8	9.8	4.9	0.021	0.003	1.545	7.69	24.8
2	57.5	0.004	3.917	0.033	1.261	0.00	0.004	0.033	0.023	0.008	0.015	23.0	23.3	11.0	0.019	0.009	1.311	8.23	24.1
3	60.0	0.007	3.532	0.041	1.389	0.00	0.007	0.041	0.033	0.017	0.016	34.2	33.9	16.8	0.017	0.017	1.288	8.79	23.3
4	62.5	0.010	2.827	0.047	1.454	0.00	0.010	0.047	0.043	0.028	0.014	46.2	44.3	22.7	0.014	0.028	1.294	9.31	22.4
5	65.0	0.014	2.776	0.055	1.508	0.00	0.014	0.055	0.054	0.043	0.011	58.6	54.4	28.6	0.010	0.040	1.311	9.89	21.4
6	67.5	0.018	2.326	0.063	1.523	0.00	0.018	0.063	0.066	0.061	0.005	72.6	65.1	34.9	0.004	0.056	1.345	10.47	20.3
7	70.0	0.023	1.943	0.072	1.506	0.00	0.023	0.072	0.079	0.083	-0.004	86.9	75.3	41.4	-0.003	0.077	1.395	11.04	19.1
8	72.5	0.028	1.593	0.081	1.457	0.00	0.028	0.081	0.093	0.108	-0.015	101.3	85.0	48.1	-0.014	0.102	1.464	11.63	17.8
9	75.0	0.035	1.364	0.091	1.386	0.00	0.035	0.091	0.107	0.137	-0.030	116.0	94.1	54.9	-0.031	0.134	1.546	12.23	16.5
10	77.5	0.042	1.288	0.103	1.306	0.00	0.042	0.103	0.123	0.170	-0.048	133.1	103.6	62.0	-0.056	0.176	1.621	12.91	15.1
11	80.0	0.050	1.049	0.116	1.205	0.00	0.050	0.116	0.139	0.208	-0.069	151.2	113.3	69.4	-0.095	0.230	1.740	13.62	13.7
12	82.5	0.0606	0.917	0.133	1.092	0.00	0.061	0.133	0.158	0.253	-0.095	179.1	123.7	77.8	-0.159	0.306	1.839	14.43	12.2
13	85.0	0.0745	0.730	0.155	0.962	0.00	0.075	0.155	0.181	0.307	-0.126	215.5	135.2	87.7	-0.272	0.416	1.968	15.36	10.6
14	87.5	0.0926	0.033	0.182	0.762	0.00	0.093	0.182	0.205	0.367	-0.162	242.2	142.1	98.0	-0.559	0.608	2.424	16.19	9.0
15	90.0	0.1182	0.622	0.224	0.609	0.00	0.118	0.224	0.233	0.439	-0.206	288.0	150.5	109.9	-1.111	0.900	2.469	17.26	7.3
16	92.5	0.1631	0.066	0.298	0.441	0.00	0.163	0.298	0.273	0.533	-0.261	374.7	165.9	125.4	-2.678	1.480	2.728	18.71	5.6
17	95.0	0.2085	0.000	0.424	0.235	0.00	0.238	0.424	0.315	0.637	-0.322	417.0	167.4	141.6	-11.666	3.166	3.802	20.30	3.8
18	97.5	0.0000	0.000	0.799	0.088	0.00	0.456	0.799	0.376	0.771	-0.396	535.2	167.4	162.4	-102.594	9.808	4.359	24.99	2.0
19	98.75	0.0000	0.000	1.211	0.030	0.00	0.693	1.211	0.400	0.847	-0.447	607.0	167.4	173.8	-1008.140	31.238	8.412	25.53	1.0
20	99.375	0.0000	0.000	1.997	0.013	0.00	1.143	1.997	0.417	0.892	-0.475	716.4	167.4	180.6	-6024.580	77.673	13.028	28.36	0.5



## VF-20 20°C

N	ひびわれ長さ	開口変位	結合応力	荷重点変位	荷重(-自重)	有効a	CTOD	CMOD	外部仕事	破壊仕事	弾性歪み	エネルギー解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性変位	Gnl/Gp	a-a0	荷重(-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	a <sub>eff</sub>	CTOD	CMOD	U <sub>w</sub>	U <sub>f</sub>	U <sub>e</sub>	G <sub>p</sub> (R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gnl/Gp	da	P
	50.0	0.000	7.445	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	52.5	0.0000	7.445	0.012	0.806	0.00	0.000	0.012	0.005	0.000	0.005	0.0	0.0	0.0	0.015	0.000	0.000	8.23	24.9
1	55.0	0.001	7.445	0.021	1.286	0.00	0.001	0.021	0.014	0.002	0.012	9.5	9.5	4.7	0.014	0.003	1.545	9.10	24.8
2	57.5	0.003	4.933	0.027	1.512	0.00	0.003	0.027	0.023	0.008	0.015	22.4	22.7	10.6	0.013	0.008	1.316	9.78	24.1
3	60.0	0.006	4.813	0.034	1.702	0.00	0.006	0.034	0.033	0.016	0.017	34.1	33.8	16.5	0.012	0.014	1.291	10.52	23.4
4	62.5	0.008	4.718	0.041	1.863	0.00	0.008	0.041	0.046	0.029	0.017	48.5	46.5	22.9	0.010	0.023	1.287	11.34	22.6
5	65.0	0.012	4.113	0.048	1.973	0.00	0.012	0.048	0.060	0.045	0.015	65.8	60.8	30.0	0.007	0.033	1.296	12.17	21.7
6	67.5	0.015	3.251	0.056	2.012	0.00	0.015	0.056	0.074	0.066	0.008	84.3	74.9	37.8	0.004	0.047	1.330	12.96	20.6
7	70.0	0.020	2.620	0.063	1.996	0.00	0.020	0.063	0.090	0.092	-0.002	102.5	87.7	45.9	-0.001	0.065	1.380	13.74	19.5
8	72.5	0.025	2.693	0.072	1.978	0.00	0.025	0.072	0.108	0.123	-0.014	123.2	100.9	54.5	-0.007	0.087	1.414	14.64	18.2
9	75.0	0.031	2.653	0.083	1.948	0.00	0.031	0.083	0.129	0.160	-0.031	148.6	116.4	63.9	-0.016	0.115	1.456	15.65	16.9
10	77.5	0.037	2.177	0.095	1.876	0.00	0.037	0.095	0.151	0.204	-0.053	176.8	133.1	74.2	-0.030	0.151	1.537	16.71	15.6
11	80.0	0.046	2.140	0.109	1.793	0.00	0.046	0.109	0.177	0.258	-0.081	215.0	151.2	85.9	-0.050	0.199	1.591	17.93	14.1
12	82.5	0.0573	1.642	0.128	1.675	0.00	0.057	0.128	0.210	0.326	-0.117	275.3	172.8	100.5	-0.083	0.267	1.664	19.37	12.6
13	85.0	0.0718	1.477	0.151	1.519	0.00	0.072	0.151	0.248	0.411	-0.164	339.5	195.4	117.5	-0.142	0.367	1.789	20.94	11.1
14	87.5	0.0933	1.581	0.187	1.382	0.00	0.093	0.187	0.300	0.527	-0.227	462.9	228.2	140.6	-0.238	0.516	1.783	23.05	9.4
15	90.0	0.1281	1.309	0.246	1.227	0.00	0.128	0.246	0.377	0.697	-0.321	680.0	278.7	174.3	-0.426	0.769	1.821	25.74	7.8
16	92.5	0.2064	1.757	0.382	1.163	0.00	0.206	0.382	0.539	1.040	-0.501	1369.7	398.6	244.6	-0.741	1.243	1.612	30.41	6.0
17	95.0	0.4622	1.190	0.827	1.070	0.00	0.462	0.827	1.036	2.060	-1.024	4081.4	775.5	457.7	-1.789	2.741	1.571	40.63	4.2
18	97.5	1.2539	0.158	2.201	0.537	0.00	1.254	2.201	2.140	4.370	-2.231	9242.0	1308.9	920.1	-15.455	10.505	1.805	54.32	2.2
19	98.75	2.1786	0.002	3.810	0.213	0.00	2.179	3.810	2.743	5.737	-2.994	10932.6	1382.5	1176.8	-132.210	31.945	3.339	60.37	1.1
20	99.375	2.1786	0.000	6.043	0.082	0.00	3.457	6.043	3.072	6.500	-3.428	12212.3	1382.5	1316.5	-1018.590	89.607	6.198	66.71	0.6

VF-20 40℃

N	ひびわれ長さ	開口変位	結合応力	荷重点変位	荷重(-自重)	有効a	CTOD	CMOD	外部仕事	破壊仕事	弾性歪み	エネルギー解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性変位	Gnl/Gp	a-a0	荷重(-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gnl/Gp	da	P
	50.0	0.000	7.137	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	52.5	0.0000	7.137	0.013	0.773	0.00	0.000	0.013	0.005	0.000	0.005	0.0	0.0	0.0	0.017	0.000	0.000	7.89	24.9
1	55.0	0.001	7.137	0.023	1.233	0.00	0.001	0.023	0.015	0.002	0.012	9.8	9.8	4.9	0.016	0.003	1.545	8.72	24.8
2	57.5	0.004	3.313	0.028	1.358	0.00	0.004	0.028	0.021	0.008	0.013	22.5	22.7	10.8	0.015	0.008	1.284	9.21	23.9
3	60.0	0.006	4.286	0.035	1.523	0.00	0.006	0.035	0.031	0.016	0.015	31.3	31.1	15.9	0.013	0.015	1.296	9.87	23.2
4	62.5	0.009	4.031	0.041	1.654	0.00	0.009	0.041	0.042	0.027	0.015	43.8	42.2	21.5	0.011	0.024	1.290	10.57	22.4
5	65.0	0.012	3.347	0.048	1.730	0.00	0.012	0.048	0.053	0.041	0.012	58.3	54.1	27.6	0.008	0.035	1.303	11.26	21.4
6	67.5	0.016	2.514	0.055	1.740	0.00	0.016	0.055	0.065	0.060	0.006	72.8	65.2	34.1	0.004	0.049	1.343	11.90	20.3
7	70.0	0.020	2.292	0.063	1.727	0.00	0.020	0.063	0.079	0.081	-0.003	87.4	75.3	40.7	-0.002	0.066	1.385	12.58	19.1
8	72.5	0.025	2.345	0.072	1.712	0.00	0.025	0.072	0.094	0.108	-0.014	104.7	86.5	47.8	-0.009	0.088	1.417	13.36	17.9
9	75.0	0.030	2.395	0.082	1.695	0.00	0.030	0.082	0.112	0.139	-0.028	126.7	100.0	55.7	-0.019	0.115	1.448	14.27	16.7
10	77.5	0.037	2.007	0.094	1.644	0.00	0.037	0.094	0.131	0.177	-0.046	151.3	114.9	64.4	-0.034	0.150	1.523	15.23	15.3
11	80.0	0.045	1.669	0.106	1.550	0.00	0.045	0.106	0.151	0.221	-0.070	173.8	129.0	73.5	-0.058	0.196	1.653	16.18	13.9
12	82.5	0.0560	1.380	0.124	1.438	0.00	0.056	0.124	0.178	0.278	-0.100	231.0	145.9	85.6	-0.097	0.264	1.685	17.39	12.4
13	85.0	0.0713	1.501	0.150	1.332	0.00	0.071	0.150	0.214	0.354	-0.141	303.5	168.0	101.2	-0.159	0.361	1.708	18.96	10.9
14	87.5	0.0935	1.357	0.188	1.224	0.00	0.094	0.188	0.262	0.458	-0.196	414.2	199.7	122.1	-0.262	0.508	1.737	20.97	9.3
15	90.0	0.1304	1.418	0.251	1.126	0.00	0.130	0.251	0.336	0.618	-0.282	639.5	250.9	154.4	-0.444	0.751	1.713	23.69	7.7
16	92.5	0.2099	1.325	0.388	1.041	0.00	0.210	0.388	0.485	0.931	-0.446	1251.5	359.9	218.9	-0.823	1.245	1.643	27.97	6.0
17	95.0	0.4821	1.378	0.863	1.003	0.00	0.482	0.863	0.970	1.923	-0.953	3971.3	727.9	427.4	-1.894	2.763	1.534	37.65	4.2
18	97.5	1.5213	0.276	2.670	0.596	0.00	1.521	2.670	2.415	4.912	-2.497	11952.8	1587.3	1034.0	-14.071	11.052	1.652	55.14	2.2
19	98.75	2.9965	0.169	5.240	0.273	0.00	2.996	5.240	3.531	7.349	-3.818	19498.7	1915.6	1507.5	-102.346	33.194	2.481	62.57	1.1
20	99.375	2.9966	0.000	8.308	0.105	0.00	4.753	8.308	4.111	8.662	-4.551	21010.2	1915.7	1754.3	-827.414	95.088	4.944	70.11	0.6

VF-20 65℃

N	ひびわれ長さ	開口変位	結合応力	荷重点変位	荷重(-自重)	有効a	CTOD	CMOD	外部仕事	破壊仕事	弾性歪み	エネルギー解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性変位	Gn/Gp	a-a0	荷重(-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gn/Gp	da	P
	50.0	0.000	7.818	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	52.5	0.0000	7.818	0.013	0.847	0.00	0.000	0.013	0.005	0.000	0.005	0.0	0.0	0.0	0.015	0.000	0.000	8.64	24.9
1	55.0	0.001	7.818	0.022	1.350	0.00	0.001	0.022	0.015	0.003	0.013	10.2	10.2	5.1	0.014	0.003	1.545	9.56	24.8
2	57.5	0.004	4.716	0.028	1.557	0.00	0.004	0.028	0.024	0.008	0.015	23.8	24.1	11.3	0.013	0.008	1.308	10.21	24.1
3	60.0	0.006	3.949	0.033	1.689	0.00	0.006	0.033	0.033	0.017	0.016	34.8	34.4	17.2	0.011	0.015	1.285	10.85	23.3
4	62.5	0.009	3.220	0.039	1.754	0.00	0.009	0.039	0.042	0.029	0.014	45.8	44.0	22.9	0.009	0.023	1.297	11.46	22.3
5	65.0	0.012	2.642	0.044	1.771	0.00	0.012	0.044	0.052	0.043	0.009	56.6	52.7	28.5	0.006	0.034	1.326	12.04	21.2
6	67.5	0.015	2.318	0.050	1.758	0.00	0.015	0.050	0.063	0.060	0.003	67.3	60.8	34.1	0.002	0.047	1.366	12.65	20.1
7	70.0	0.019	1.927	0.057	1.713	0.00	0.019	0.057	0.074	0.079	-0.005	78.3	68.7	39.6	-0.004	0.063	1.424	13.25	18.9
8	72.5	0.023	1.776	0.064	1.652	0.00	0.023	0.064	0.086	0.102	-0.016	90.0	76.4	45.2	-0.012	0.083	1.485	13.91	17.6
9	75.0	0.027	1.715	0.071	1.581	0.00	0.027	0.071	0.098	0.128	-0.029	103.2	84.6	51.0	-0.023	0.108	1.548	14.63	16.3
10	77.5	0.033	1.630	0.081	1.503	0.00	0.033	0.081	0.112	0.157	-0.045	119.3	93.9	57.2	-0.040	0.140	1.609	15.45	14.9
11	80.0	0.040	1.375	0.091	1.405	0.00	0.040	0.091	0.128	0.192	-0.064	138.1	103.8	64.0	-0.065	0.182	1.705	16.34	13.5
12	82.5	0.0479	1.368	0.105	1.303	0.00	0.048	0.105	0.146	0.233	-0.087	166.6	115.3	71.8	-0.103	0.239	1.763	17.40	12.1
13	85.0	0.0595	1.061	0.124	1.182	0.00	0.059	0.124	0.170	0.286	-0.116	211.2	129.3	81.8	-0.167	0.321	1.840	18.68	10.6
14	87.5	0.0759	1.107	0.151	1.060	0.00	0.076	0.151	0.200	0.355	-0.155	276.5	147.1	94.8	-0.276	0.443	1.882	20.29	9.0
15	90.0	0.1034	1.063	0.198	0.949	0.00	0.103	0.198	0.247	0.458	-0.211	411.3	177.0	114.6	-0.468	0.642	1.835	22.55	7.4
16	92.5	0.1631	1.109	0.301	0.867	0.00	0.163	0.301	0.341	0.655	-0.314	787.1	241.8	154.1	-0.836	1.025	1.688	26.29	5.8
17	95.0	0.1002	1.069	0.756	0.936	0.00	0.422	0.756	0.751	0.525	0.225	787.1	173.3	116.8	0.515	0.274	5.429	40.26	4.2
18	97.5	1.8219	1.195	3.198	0.866	0.00	1.822	3.198	2.951	5.940	-2.989	21657.0	2121.8	1250.5	-7.968	10.099	1.572	64.36	2.2
19	98.75	0.5772	1.104	12.262	0.804	0.00	7.012	12.262	10.522	2.482	8.040	21657.0	691.4	509.1	24.856	-7.730	4.147	107.34	1.2
20	99.375	10.5114	0.022	18.372	0.291	0.00	10.511	18.372	13.868	22.146	-8.278	314629.0	6281.6	4485.3	-195.293	75.232	1.228	111.14	0.6

VF-20 90℃

N	ひびわれ長さ	開口変位	結合応力	荷重点変位	荷重(-自重)	有効a	CTOD	CMOD	外部仕事	破壊仕事	弾性歪み	エネルギー解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性変位	Gnl/Gp	a-a0	荷重(-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gnl/Gp	da	P
	50.0	0.000	7.893	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	52.5	0.000	7.893	0.014	0.855	0.000	0.000	0.014	0.006	0.000	0.006	0.000	0.000	0.000	0.016	3.19E-18	0.000	8.724	24.938
1	55.0	0.001	7.893	0.023	1.363	0.000	0.001	0.023	0.017	0.003	0.014	11.073	11.073	5.536	0.015	0.003	1.545	9.647	24.750
2	57.5	0.004	3.927	0.029	1.519	0.000	0.004	0.029	0.025	0.009	0.016	25.649	25.840	12.241	0.013	0.009	1.290	10.212	23.972
3	60.0	0.007	2.487	0.034	1.559	0.000	0.007	0.034	0.032	0.018	0.014	34.773	34.182	17.874	0.012	0.016	1.274	10.659	22.982
4	62.5	0.009	2.348	0.039	1.576	0.000	0.009	0.039	0.040	0.028	0.011	42.147	40.456	22.728	0.009	0.024	1.308	11.126	21.938
5	65.0	0.012	2.205	0.044	1.577	0.000	0.012	0.044	0.048	0.041	0.007	50.035	46.855	27.280	0.006	0.035	1.341	11.626	20.847
6	67.5	0.015	2.266	0.050	1.578	0.000	0.015	0.050	0.057	0.056	0.001	59.177	53.813	31.836	0.001	0.048	1.368	12.199	19.733
7	70.0	0.019	1.772	0.056	1.540	0.000	0.019	0.056	0.067	0.073	-0.006	69.089	61.090	36.493	-0.005	0.064	1.430	12.757	18.533
8	72.5	0.023	1.611	0.063	1.487	0.000	0.023	0.063	0.077	0.093	-0.016	79.304	67.939	41.250	-0.014	0.084	1.490	13.355	17.285
9	75.0	0.027	1.315	0.070	1.407	0.000	0.027	0.070	0.088	0.115	-0.027	89.782	74.678	46.103	-0.028	0.109	1.584	13.965	15.973
10	77.5	0.033	1.390	0.079	1.329	0.000	0.033	0.079	0.100	0.141	-0.041	101.880	81.752	51.174	-0.047	0.141	1.648	14.664	14.627
11	80.0	0.039	1.114	0.089	1.229	0.000	0.039	0.089	0.112	0.170	-0.058	116.230	89.560	56.595	-0.076	0.182	1.761	15.411	13.226
12	82.5	0.046	0.886	0.101	1.112	0.000	0.046	0.101	0.126	0.203	-0.077	133.253	97.155	62.492	-0.124	0.239	1.891	16.227	11.774
13	85.0	0.057	0.952	0.118	1.004	0.000	0.057	0.118	0.145	0.245	-0.101	169.339	107.062	70.124	-0.200	0.319	1.892	17.333	10.307
14	87.5	0.072	1.031	0.144	0.913	0.000	0.072	0.144	0.169	0.301	-0.131	221.114	122.230	80.190	-0.316	0.432	1.867	18.771	8.800
15	90.0	0.099	0.755	0.189	0.807	0.000	0.099	0.189	0.208	0.385	-0.177	337.370	146.221	96.263	-0.543	0.627	1.870	20.845	7.254
16	92.5	0.157	1.022	0.288	0.741	0.000	0.157	0.288	0.285	0.545	-0.260	639.722	197.169	128.232	-0.948	0.990	1.681	24.309	5.662
17	95.0	0.358	1.005	0.639	0.757	0.000	0.358	0.639	0.548	1.073	-0.525	2112.530	400.793	238.470	-1.834	2.027	1.486	32.657	4.027
18	97.5	0.376	1.164	3.059	0.767	0.000	1.743	3.059	2.391	1.222	1.169	5.97E+02	420.681	257.353	3.972	0.011	-10.358	59.378	2.207
19	98.75	3.216	0.006	5.625	0.322	0.000	3.216	5.625	3.789	6.708	-2.919	4.39E+04	2082.000	1.38E+03	-56.278	23.750	1.394	68.406	1.121
20	99.375	3.216	0.000	9.034	0.126	0.000	5.169	9.034	4.552	8.409	-3.857	2.72E+04	2082.000	1703.080	-489.584	70.491	3.449	77.229	0.567

VF-20 100℃

N	ひびわれ長さ	開口変位	結合応力	荷重点変位	荷重(-自重)	有効a	CTOD	CMOD	外部仕事	破壊仕事	弾性歪み	エネルギー解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性変位	Gn/Gp	a-a0	荷重(-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gn/Gp	da	P
	50.0	0.000	6.722	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	52.5	0.000	6.722	0.011	0.728	0.000	0.000	0.011	0.004	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.016	2.05E-18	0.000	7.429	24.938
1	55.0	0.001	6.722	0.020	1.161	0.000	0.001	0.020	0.012	0.002	0.010	7.863	7.863	3.931	0.015	0.003	1.545	8.215	24.750
2	57.5	0.003	2.511	0.023	1.239	0.000	0.003	0.023	0.017	0.006	0.010	17.879	17.926	8.581	0.013	0.007	1.266	8.599	23.853
3	60.0	0.005	1.780	0.027	1.254	0.000	0.005	0.027	0.021	0.012	0.009	22.738	22.319	12.120	0.011	0.013	1.276	8.927	22.819
4	62.5	0.007	1.700	0.031	1.255	0.000	0.007	0.031	0.026	0.019	0.007	26.909	25.870	15.078	0.009	0.020	1.313	9.277	21.745
5	65.0	0.010	1.761	0.035	1.256	0.000	0.010	0.035	0.031	0.027	0.004	31.566	29.640	17.826	0.005	0.028	1.345	9.677	20.653
6	67.5	0.012	1.805	0.039	1.257	0.000	0.012	0.039	0.037	0.036	0.001	37.245	33.988	20.600	0.001	0.039	1.371	10.135	19.540
7	70.0	0.015	1.843	0.045	1.258	0.000	0.015	0.045	0.043	0.047	-0.004	44.321	39.098	23.565	-0.005	0.051	1.394	10.663	18.401
8	72.5	0.018	1.867	0.051	1.258	0.000	0.018	0.051	0.051	0.060	-0.009	53.249	45.172	26.863	-0.012	0.066	1.418	11.273	17.228
9	75.0	0.022	1.723	0.058	1.243	0.000	0.022	0.058	0.060	0.076	-0.017	63.949	52.122	30.572	-0.022	0.085	1.466	11.941	15.996
10	77.5	0.027	1.744	0.066	1.226	0.000	0.027	0.066	0.070	0.096	-0.026	77.242	60.059	34.815	-0.034	0.108	1.498	12.717	14.720
11	80.0	0.032	1.726	0.076	1.206	0.000	0.032	0.076	0.082	0.120	-0.038	95.524	69.839	39.874	-0.052	0.139	1.527	13.631	13.395
12	82.5	0.040	1.128	0.088	1.136	0.000	0.040	0.088	0.096	0.150	-0.054	121.626	80.551	46.162	-0.083	0.183	1.653	14.605	11.984
13	85.0	0.050	0.341	0.104	0.970	0.000	0.050	0.104	0.112	0.187	-0.075	147.712	87.823	53.416	-0.159	0.257	1.959	15.467	10.456
14	87.5	0.065	1.351	0.129	0.893	0.000	0.065	0.129	0.136	0.238	-0.102	204.978	100.450	63.520	-0.256	0.358	1.747	16.979	8.955
15	90.0	0.092	0.850	0.176	0.833	0.000	0.092	0.176	0.177	0.323	-0.146	338.853	130.673	80.728	-0.421	0.527	1.666	19.318	7.419
16	92.5	0.149	1.007	0.275	0.760	0.000	0.149	0.275	0.255	0.485	-0.230	649.984	183.443	114.214	-0.798	0.881	1.654	22.830	5.794
17	95.0	0.323	0.819	0.577	0.694	0.000	0.323	0.577	0.475	0.934	-0.459	1793.260	342.029	207.494	-1.905	1.899	1.576	29.811	4.080
18	97.5	1.449	0.872	2.543	0.649	0.000	1.449	2.543	1.795	3.616	-1.820	1.07E+04	1294.740	761.159	-8.649	8.155	1.513	51.044	2.209
19	98.75	1.458	0.000	0.881	0.030	0.000	0.504	0.881	1.231	12.286	-11.055	6.94E+04	1298.820	2520.160	-24029.000	729.773	2.525	26.940	1.000
20	99.375	0.000	0.000	1.515	0.014	0.000	0.867	1.515	1.245	12.697	-11.452	6.57E+03	1298.820	2571.470	-118551.000	1649.320	31.110	30.335	0.512

VF-20 125℃

N	ひびわれ長さ	開口変位	結合応力	荷重点変位	荷重(-自重)	有効a	CTOD	CMOD	外部仕事	破壊仕事	弾性歪み	エネルギー解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性変位	Gn/Gp	a-a0	荷重(-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gn/Gp	da	P
	50.0	0.000	6.271	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	52.5	0.0000	6.271	0.011	0.679	0.00	0.000	0.011	0.004	0.000	0.004	0.0	0.0	0.0	0.016	0.000	0.000	6.93	24.9
1	55.0	0.001	6.271	0.019	1.083	0.00	0.001	0.019	0.011	0.002	0.009	7.1	7.1	3.6	0.015	0.003	1.545	7.66	24.8
2	57.5	0.003	2.742	0.023	1.182	0.00	0.003	0.023	0.015	0.006	0.010	16.3	16.4	7.8	0.014	0.007	1.279	8.07	23.9
3	60.0	0.005	2.542	0.027	1.251	0.00	0.005	0.027	0.021	0.011	0.009	21.9	21.6	11.3	0.012	0.013	1.285	8.49	23.0
4	62.5	0.007	2.183	0.032	1.284	0.00	0.007	0.032	0.026	0.018	0.008	27.7	26.6	14.6	0.009	0.020	1.303	8.91	22.0
5	65.0	0.010	1.825	0.036	1.289	0.00	0.010	0.036	0.032	0.027	0.005	33.5	31.3	17.7	0.006	0.028	1.334	9.32	20.9
6	67.5	0.012	1.891	0.041	1.293	0.00	0.012	0.041	0.038	0.037	0.001	39.8	36.1	20.9	0.002	0.039	1.361	9.80	19.8
7	70.0	0.015	1.949	0.047	1.299	0.00	0.015	0.047	0.045	0.049	-0.003	47.8	41.8	24.3	-0.004	0.051	1.383	10.35	18.7
8	72.5	0.019	1.851	0.053	1.293	0.00	0.019	0.053	0.054	0.063	-0.009	57.5	48.4	28.0	-0.011	0.067	1.420	10.96	17.5
9	75.0	0.023	1.647	0.060	1.268	0.00	0.023	0.060	0.063	0.080	-0.017	68.6	55.6	32.0	-0.021	0.087	1.480	11.61	16.2
10	77.5	0.028	1.598	0.069	1.237	0.00	0.028	0.069	0.074	0.101	-0.027	82.4	63.4	36.6	-0.035	0.113	1.518	12.36	14.9
11	80.0	0.033	1.590	0.079	1.198	0.00	0.033	0.079	0.086	0.125	-0.040	98.9	72.6	41.8	-0.055	0.145	1.574	13.21	13.6
12	82.5	0.0410	0.855	0.091	1.099	0.00	0.041	0.091	0.099	0.156	-0.057	122.2	81.9	48.0	-0.094	0.194	1.745	14.06	12.1
13	85.0	0.0510	0.458	0.106	0.942	0.00	0.051	0.106	0.115	0.193	-0.078	148.1	88.5	55.1	-0.175	0.271	1.972	14.92	10.6
14	87.5	0.0655	1.022	0.130	0.837	0.00	0.066	0.130	0.137	0.241	-0.104	193.2	99.2	64.3	-0.298	0.380	1.886	16.21	9.0
15	90.0	0.0890	0.559	0.170	0.723	0.00	0.089	0.170	0.168	0.309	-0.142	272.7	117.8	77.4	-0.543	0.562	1.935	17.89	7.4
16	92.5	0.1370	0.913	0.252	0.640	0.00	0.137	0.252	0.224	0.430	-0.206	482.3	153.1	101.2	-1.007	0.897	1.776	20.52	5.7
17	95.0	0.2925	0.688	0.523	0.599	0.00	0.292	0.523	0.391	0.772	-0.381	1368.1	277.6	171.6	-2.124	1.795	1.571	26.45	4.0
18	97.5	1.1273	0.543	1.978	0.472	0.00	1.127	1.978	1.171	2.356	-1.185	6336.0	791.4	496.0	-10.619	6.995	1.551	41.87	2.2
19	98.75	1.1278	0.000	2.544	0.130	0.00	1.455	2.544	1.341	3.624	-2.283	10147.7	791.6	743.5	-268.659	37.569	3.142	41.92	1.1
20	99.375	0.0000	0.000	15.765	0.230	0.00	9.020	15.765	3.721	3.311	0.409	10147.7	791.6	670.7	15.534	12.199	18.605	89.36	0.6

VF-20 150℃

N	ひびわれ長さ	開口変位	結合応力	荷重点変位	荷重(-自重)	有効a	CTOD	CMOD	外部仕事	破壊仕事	弾性歪み	エネルギー解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性変位	Gnl/Gp	a-a0	荷重(-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gnl/Gp	da	P
	50.0	0.000	6.517	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	52.5	0.000	6.517	0.013	0.706	0.000	0.000	0.013	0.005	0.000	0.005	0.000	0.000	0.000	0.019	-4.22E-19	0.000	7.203	24.938
1	55.0	0.001	6.517	0.023	1.126	0.000	0.001	0.023	0.013	0.002	0.011	8.880	8.880	4.440	0.017	0.003	1.545	7.965	24.750
2	57.5	0.004	3.633	0.029	1.279	0.000	0.004	0.029	0.020	0.007	0.013	20.720	20.921	9.867	0.016	0.008	1.300	8.478	24.029
3	60.0	0.006	2.847	0.034	1.362	0.000	0.006	0.034	0.028	0.015	0.013	29.410	29.016	14.752	0.014	0.015	1.282	8.952	23.148
4	62.5	0.009	2.406	0.039	1.401	0.000	0.009	0.039	0.035	0.024	0.011	37.605	36.080	19.323	0.011	0.024	1.300	9.412	22.158
5	65.0	0.012	1.916	0.045	1.400	0.000	0.012	0.045	0.043	0.036	0.007	45.559	42.535	23.696	0.007	0.035	1.334	9.850	21.064
6	67.5	0.015	1.816	0.051	1.389	0.000	0.015	0.051	0.051	0.049	0.002	53.638	48.624	27.973	0.002	0.048	1.372	10.325	19.924
7	70.0	0.019	1.513	0.057	1.352	0.000	0.019	0.057	0.059	0.064	-0.005	62.181	54.771	32.249	-0.006	0.065	1.430	10.804	18.713
8	72.5	0.023	1.389	0.064	1.302	0.000	0.023	0.064	0.069	0.082	-0.014	71.211	60.787	36.578	-0.016	0.085	1.492	11.319	17.452
9	75.0	0.028	1.224	0.072	1.237	0.000	0.028	0.072	0.078	0.103	-0.024	80.912	66.950	41.012	-0.031	0.111	1.573	11.863	16.136
10	77.5	0.033	1.140	0.081	1.163	0.000	0.033	0.081	0.089	0.126	-0.037	91.961	73.378	45.643	-0.054	0.143	1.652	12.465	14.775
11	80.0	0.040	1.035	0.091	1.082	0.000	0.040	0.091	0.101	0.152	-0.051	105.443	80.391	50.627	-0.088	0.186	1.737	13.141	13.370
12	82.5	0.048	1.048	0.104	1.001	0.000	0.048	0.104	0.114	0.183	-0.069	124.903	88.736	56.340	-0.137	0.242	1.793	13.943	11.926
13	85.0	0.059	0.875	0.123	0.916	0.000	0.059	0.123	0.132	0.223	-0.091	161.497	99.786	63.851	-0.217	0.322	1.823	14.983	10.453
14	87.5	0.075	0.903	0.150	0.828	0.000	0.075	0.150	0.156	0.276	-0.121	211.602	114.151	73.701	-0.352	0.441	1.863	16.260	8.924
15	90.0	0.103	0.727	0.196	0.733	0.000	0.103	0.196	0.192	0.356	-0.164	317.987	136.711	88.969	-0.608	0.643	1.861	18.065	7.349
16	92.5	0.158	0.765	0.292	0.641	0.000	0.158	0.292	0.258	0.495	-0.238	557.713	178.146	116.542	-1.156	1.033	1.794	20.746	5.707
17	95.0	0.319	0.594	0.569	0.544	0.000	0.319	0.569	0.422	0.834	-0.412	1355.150	286.904	185.354	-2.785	2.084	1.687	25.852	3.993
18	97.5	1.114	0.403	1.954	0.392	0.000	1.114	1.954	1.07E+00	2.149	-1.08E+00	5259.700	683.360	452.425	-14.058	7.462	1.602	38.792	2.140
19	98.75	1.147	0.000	3.637	0.169	0.000	2.080	3.637	1.542	2.830	-1.289	5449.310	690.124	580.550	-90.670	18.923	2.837	45.054	1.092
20	99.375	0.000	0.000	6.464	0.074	0.000	3.699	6.464	1.88E+00	3.224	-1.34E+00	6300.450	690.124	652.954	-486.060	42.544	4.452	52.627	0.556

## VF-20 175℃

N	ひびわれ長さ	開口変位	結合応力	荷重点変位	荷重(-自重)	有効a	CTOD	CMOD	外部仕事	破壊仕事	弾性歪み	エネルギー解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性変位	Gnl/Gp	a-a0	荷重(-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gnl/Gp	da	P
	50.0	0.000	7.057	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	52.5	0.000	7.057	0.015	0.764	0.000	0.000	0.015	0.006	0.000	0.006	0.000	0.000	0.000	0.019	6.14E-20	0.000	7.800	24.938
1	55.0	0.002	7.057	0.025	1.219	0.000	0.002	0.025	0.016	0.003	0.013	10.655	10.655	5.327	0.018	3.38E-03	1.545	8.625	24.750
2	57.5	0.004	3.824	0.032	1.378	0.000	0.004	0.032	0.024	0.009	0.015	24.817	25.043	11.824	0.016	0.009	1.298	9.167	24.014
3	60.0	0.007	2.713	0.037	1.444	0.000	0.007	0.037	0.032	0.018	0.015	34.712	34.192	17.546	0.014	0.017	1.279	9.632	23.087
4	62.5	0.010	2.376	0.043	1.474	0.000	0.010	0.043	0.040	0.028	0.012	43.357	41.600	22.708	0.011	0.026	1.303	10.094	22.071
5	65.0	0.013	2.260	0.049	1.489	0.000	0.013	0.049	0.049	0.041	0.008	52.383	48.924	27.654	0.007	0.038	1.332	10.592	21.006
6	67.5	0.017	1.848	0.055	1.471	0.000	0.017	0.055	0.059	0.057	0.002	61.967	56.287	32.556	0.002	0.053	1.376	11.084	19.857
7	70.0	0.021	1.770	0.062	1.444	0.000	0.021	0.062	0.069	0.075	-0.006	72.148	63.505	37.505	-0.006	0.070	1.420	11.623	18.667
8	72.5	0.025	1.600	0.070	1.400	0.000	0.025	0.070	0.080	0.096	-0.016	83.499	71.171	42.615	-0.016	0.092	1.478	12.199	17.422
9	75.0	0.030	1.378	0.079	1.336	0.000	0.030	0.079	0.092	0.120	-0.028	95.575	78.918	47.911	-0.031	0.120	1.559	12.802	16.116
10	77.5	0.036	1.248	0.088	1.258	0.000	0.036	0.088	0.105	0.147	-0.042	108.804	86.763	53.447	-0.054	0.156	1.644	13.454	14.759
11	80.0	0.043	1.184	0.100	1.176	0.000	0.043	0.100	0.119	0.178	-0.060	125.931	95.452	59.487	-0.087	0.202	1.714	14.204	13.362
12	82.5	0.052	0.978	0.114	1.078	0.000	0.052	0.114	0.135	0.216	-0.081	148.482	105.094	66.333	-0.139	0.264	1.816	15.044	11.912
13	85.0	0.065	0.935	0.135	0.979	0.000	0.065	0.135	0.156	0.263	-0.107	188.488	116.965	75.058	-0.224	0.353	1.853	16.119	10.433
14	87.5	0.082	0.873	0.164	0.875	0.000	0.082	0.164	0.183	0.324	-0.141	244.597	132.858	86.361	-0.369	0.487	1.906	17.446	8.900
15	90.0	0.111	0.753	0.212	0.763	0.000	0.111	0.212	0.223	0.413	-0.190	354.821	156.516	103.140	-0.653	0.711	1.926	19.228	7.315
16	92.5	0.168	0.626	0.309	0.636	0.000	0.168	0.309	0.290	0.558	-0.268	582.322	195.536	131.327	-1.326	1.152	1.929	21.803	5.666
17	95.0	0.313	0.498	0.559	0.494	0.000	0.313	0.559	0.431	0.855	-0.423	1187.130	277.126	189.983	-3.476	2.275	1.868	26.054	3.934
18	97.5	0.934	0.225	1.640	0.303	0.000	0.934	1.640	0.862	1.729	-0.868	3498.240	501.528	364.101	-18.901	7.367	1.764	36.510	2.095
19	98.75	1.982	0.094	3.465	0.156	0.000	1.982	3.465	1.280	2.637	-1.357	7262.140	668.686	540.974	-112.140	20.910	2.321	41.284	1.068
20	99.375	1.982	0.000	5.472	0.060	0.000	3.131	5.472	1.497	3.131	-1.635	7907.160	668.691	634.217	-906.873	59.925	4.740	45.174	0.541



VF-20 200℃

N	ひびわれ長さ	開口変位	結合応力	荷重点変位	荷重(-自重)	有効a	CTOD	CMOD	外部仕事	破壊仕事	弾性歪み	エネルギー解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性変位	Gnl/Gp	a-a0	荷重(-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gnl/Gp	da	P
	50.0	0.000	6.825	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	52.5	0.000	6.825	0.017	0.739	0.000	0.000	0.017	0.006	0.000	0.006	0.000	0.000	0.000	0.023	1.34E-18	0.000	7.543	24.938
1	55.0	0.002	6.825	0.028	1.179	0.000	0.002	0.028	0.017	0.003	0.014	11.613	11.613	5.806	0.021	3.81E-03	1.545	8.342	24.750
2	57.5	0.005	3.979	0.036	1.351	0.000	0.005	0.036	0.027	0.010	0.017	27.173	27.462	12.929	0.019	0.010	1.304	8.899	24.053
3	60.0	0.008	2.724	0.042	1.420	0.000	0.008	0.042	0.036	0.019	0.017	38.807	38.237	19.398	0.016	0.019	1.278	9.364	23.137
4	62.5	0.011	2.244	0.049	1.444	0.000	0.011	0.049	0.045	0.032	0.014	48.596	46.597	25.238	0.013	0.030	1.303	9.806	22.111
5	65.0	0.015	1.753	0.055	1.428	0.000	0.015	0.055	0.054	0.046	0.008	57.692	53.938	30.647	0.008	0.044	1.342	10.224	20.989
6	67.5	0.019	1.556	0.062	1.395	0.000	0.019	0.062	0.064	0.063	0.001	66.456	60.527	35.762	0.001	0.060	1.392	10.657	19.812
7	70.0	0.023	1.512	0.070	1.356	0.000	0.023	0.070	0.074	0.082	-0.007	76.030	67.275	40.796	-0.008	0.080	1.441	11.136	18.600
8	72.5	0.028	1.246	0.078	1.294	0.000	0.028	0.078	0.085	0.103	-0.018	86.100	74.150	45.830	-0.022	0.106	1.520	11.622	17.325
9	75.0	0.034	1.285	0.087	1.232	0.000	0.034	0.087	0.097	0.127	-0.031	97.529	81.254	51.000	-0.041	0.137	1.578	12.176	16.020
10	77.5	0.040	1.234	0.098	1.166	0.000	0.040	0.098	0.110	0.155	-0.046	111.341	89.472	56.485	-0.067	0.176	1.646	12.800	14.675
11	80.0	0.048	1.221	0.111	1.102	0.000	0.048	0.111	0.124	0.188	-0.064	130.427	99.182	62.647	-0.105	0.226	1.684	13.549	13.300
12	82.5	0.058	1.136	0.127	1.033	0.000	0.058	0.127	0.142	0.227	-0.085	157.172	110.916	69.918	-0.160	0.292	1.745	14.422	11.879
13	85.0	0.072	0.899	0.150	0.947	0.000	0.072	0.150	0.165	0.278	-0.113	202.555	125.187	79.392	-0.252	0.389	1.809	15.500	10.414
14	87.5	0.092	0.959	0.183	0.858	0.000	0.092	0.183	0.194	0.344	-0.150	264.452	143.300	91.730	-0.407	0.532	1.855	16.802	8.889
15	90.0	0.125	0.641	0.238	0.744	0.000	0.125	0.238	0.239	0.442	-0.203	391.371	169.866	110.457	-0.733	0.784	1.919	18.564	7.312
16	92.5	0.185	0.527	0.339	0.593	0.000	0.185	0.339	0.306	0.590	-0.284	593.115	204.749	138.849	-1.614	1.297	2.050	20.769	5.645
17	95.0	0.324	0.291	0.579	0.413	0.000	0.324	0.579	0.427	0.847	-0.421	1029.470	261.900	188.328	-4.938	2.617	2.119	24.211	3.900
18	97.5	0.790	0.082	1.387	0.201	0.000	0.790	1.387	0.675	1.360	-0.685	2049.980	348.848	286.309	-34.077	8.222	2.193	31.393	2.054
19	98.75	0.791	0.000	2.271	0.075	0.000	1.299	2.271	0.796	1.658	-0.862	2383.170	348.851	340.075	-310.516	25.405	4.298	34.032	1.041
20	99.375	0.000	0.000	3.501	0.028	0.000	2.003	3.501	0.859	1.817	-0.957	2541.120	348.851	367.936	-2393.000	71.192	8.155	36.160	0.526

SF-20 20℃

N	ひびわれ長さ	開口変位	結合応力	荷重点変位	荷重(-自重)	有効a	CTOD	CMOD	外部仕事	破壊仕事	弾性歪み	エネルギー解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性変位	Gnl/Gp	a-a0	荷重(-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gnl/Gp	da	P
	50.0	0.000	13.745	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	52.5	0.0000	13.745	0.032	1.489	0.00	0.000	0.032	0.024	0.000	0.024	0.0	0.0	0.0	0.021	0.000	0.000	15.19	24.9
1	55.0	0.003	13.745	0.054	2.374	0.00	0.003	0.054	0.067	0.011	0.056	44.6	44.6	22.3	0.020	0.007	1.545	16.80	24.8
2	57.5	0.009	5.185	0.065	2.538	0.00	0.009	0.065	0.094	0.037	0.057	101.5	101.8	48.7	0.018	0.020	1.267	17.59	23.9
3	60.0	0.015	5.344	0.077	2.675	0.00	0.015	0.077	0.125	0.070	0.055	132.2	130.2	69.6	0.015	0.036	1.287	18.48	22.9
4	62.5	0.021	5.045	0.089	2.770	0.00	0.021	0.089	0.158	0.111	0.047	166.9	160.6	89.0	0.012	0.055	1.303	19.42	22.0
5	65.0	0.027	5.186	0.103	2.862	0.00	0.027	0.103	0.197	0.163	0.034	207.4	193.8	108.8	0.008	0.079	1.318	20.51	21.0
6	67.5	0.035	5.654	0.119	2.977	0.00	0.035	0.119	0.245	0.228	0.017	260.2	234.3	130.4	0.004	0.108	1.322	21.82	19.9
7	70.0	0.043	5.828	0.139	3.096	0.00	0.043	0.139	0.303	0.311	-0.008	331.6	285.8	155.6	-0.002	0.144	1.328	23.35	18.9
8	72.5	0.054	6.066	0.161	3.225	0.00	0.054	0.161	0.375	0.418	-0.043	428.4	350.6	185.9	-0.008	0.188	1.334	25.18	17.8
9	75.0	0.068	6.458	0.189	3.376	0.00	0.068	0.189	0.467	0.559	-0.092	565.0	435.0	223.8	-0.016	0.244	1.335	27.42	16.7
10	77.5	0.085	6.981	0.224	3.562	0.00	0.085	0.224	0.589	0.751	-0.163	767.2	550.0	273.2	-0.026	0.316	1.332	30.24	15.5
11	80.0	0.109	6.736	0.272	3.757	0.00	0.109	0.272	0.764	1.038	-0.274	1145.5	717.5	345.9	-0.039	0.418	1.342	33.87	14.2
12	82.5	0.1499	7.036	0.351	4.040	0.00	0.150	0.351	1.070	1.542	-0.472	2017.6	996.7	474.5	-0.058	0.584	1.333	39.35	13.0
13	85.0	0.2124	6.920	0.468	4.289	0.00	0.212	0.468	1.557	2.397	-0.840	3418.9	1432.9	684.8	-0.091	0.859	1.380	46.64	11.6
14	87.5	0.3189	7.114	0.662	4.524	0.00	0.319	0.662	2.412	3.984	-1.572	6347.8	2180.1	1062.3	-0.154	1.357	1.418	56.99	10.1
15	90.0	0.5160	6.186	1.010	4.551	0.00	0.516	1.010	3.992	7.093	-3.101	12438.0	3491.0	1773.3	-0.299	2.373	1.487	71.19	8.4
16	92.5	0.9608	6.484	1.790	4.502	0.00	0.961	1.790	7.522	14.274	-6.752	28722.1	6308.9	3358.5	-0.666	4.789	1.515	93.12	6.5
17	95.0	1.5013	0.000	2.942	2.647	0.00	1.643	2.942	11.639	23.378	-11.739	36416.0	8061.2	5195.1	-3.351	11.812	2.042	106.02	4.4
18	97.5	0.0000	0.000	5.347	0.849	0.00	3.045	5.347	15.843	32.950	-17.107	38287.7	8061.2	6936.8	-47.518	45.668	3.001	118.94	2.2
19	98.75	0.0000	0.000	8.704	0.311	0.00	4.977	8.704	17.789	37.773	-19.984	38583.1	8061.2	7748.2	-414.227	137.373	5.906	132.38	1.1
20	99.375	0.0000	0.000	13.587	0.117	0.00	7.774	13.587	18.833	40.458	-21.626	42970.6	8061.2	8194.1	-3160.760	383.326	10.713	143.94	0.6

SF-20 40℃

N	ひびわれ長さ	開口変位	結合応力	荷重点変位	荷重(-自重)	有効a	CTOD	CMOD	外部仕事	破壊仕事	弾性歪み	エネルギー解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性変位	Gnl/Gp	a-a0	荷重(-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gnl/Gp	da	P
	50.0	0.000	13.590	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	52.5	0.0000	13.590	0.032	1.472	0.00	0.000	0.032	0.024	0.000	0.024	0.0	0.0	0.0	0.022	0.000	0.000	15.02	24.9
1	55.0	0.003	13.590	0.055	2.347	0.00	0.003	0.055	0.067	0.011	0.056	44.8	44.8	22.4	0.020	0.007	1.545	16.61	24.8
2	57.5	0.010	4.377	0.065	2.461	0.00	0.010	0.065	0.092	0.036	0.055	100.9	100.9	48.6	0.018	0.020	1.255	17.30	23.8
3	60.0	0.015	4.112	0.076	2.524	0.00	0.015	0.076	0.118	0.068	0.050	126.4	124.2	68.0	0.016	0.036	1.283	18.02	22.8
4	62.5	0.021	4.444	0.087	2.591	0.00	0.021	0.087	0.147	0.107	0.041	154.0	148.2	85.2	0.012	0.056	1.309	18.87	21.8
5	65.0	0.027	4.965	0.101	2.682	0.00	0.027	0.101	0.183	0.154	0.029	189.3	177.2	102.6	0.008	0.079	1.320	19.90	20.8
6	67.5	0.034	4.698	0.116	2.748	0.00	0.034	0.116	0.224	0.212	0.011	234.6	212.5	121.4	0.003	0.108	1.338	21.03	19.7
7	70.0	0.043	5.512	0.134	2.866	0.00	0.043	0.134	0.275	0.286	-0.011	295.4	255.7	143.2	-0.003	0.142	1.326	22.47	18.7
8	72.5	0.053	5.876	0.156	3.005	0.00	0.053	0.156	0.341	0.382	-0.041	383.2	315.0	169.8	-0.009	0.184	1.324	24.23	17.6
9	75.0	0.066	6.410	0.184	3.178	0.00	0.066	0.184	0.426	0.510	-0.084	510.5	394.6	203.9	-0.017	0.237	1.317	26.41	16.5
10	77.5	0.083	6.758	0.218	3.374	0.00	0.083	0.218	0.538	0.685	-0.147	699.9	503.9	249.0	-0.026	0.305	1.319	29.12	15.3
11	80.0	0.107	6.872	0.266	3.616	0.00	0.107	0.266	0.706	0.953	-0.246	1071.8	667.8	317.6	-0.038	0.403	1.313	32.78	14.1
12	82.5	0.1471	6.822	0.345	3.918	0.00	0.147	0.345	1.004	1.436	-0.432	1933.6	945.2	441.9	-0.056	0.566	1.324	38.19	12.9
13	85.0	0.2120	7.188	0.468	4.242	0.00	0.212	0.468	1.505	2.300	-0.795	3455.6	1399.9	657.1	-0.088	0.843	1.360	45.80	11.6
14	87.5	0.3281	7.415	0.682	4.602	0.00	0.328	0.682	2.451	4.018	-1.567	6872.0	2247.5	1071.5	-0.148	1.363	1.394	57.16	10.1
15	90.0	0.5387	6.438	1.055	4.685	0.00	0.539	1.055	4.185	7.405	-3.221	13549.6	3706.2	1851.3	-0.293	2.430	1.476	72.20	8.4
16	92.5	0.9876	6.051	1.839	4.487	0.00	0.988	1.839	7.779	14.760	-6.980	29418.0	6509.1	3472.9	-0.693	4.950	1.538	93.28	6.5
17	95.0	1.8864	1.578	3.380	3.099	0.00	1.886	3.380	13.623	27.316	-13.693	50224.5	9937.3	6070.2	-2.852	12.217	1.793	112.80	4.5
18	97.5	1.8880	0.000	6.197	0.991	0.00	3.529	6.197	19.384	40.287	-20.904	51884.6	9938.6	8481.5	-42.602	48.400	2.763	126.57	2.3
19	98.75	0.0000	0.000	10.018	0.360	0.00	5.728	10.018	21.964	46.595	-24.631	50459.9	9938.6	9557.9	-380.550	146.937	5.621	140.49	1.1
20	99.375	0.0000	0.000	14.445	0.122	0.00	8.265	14.445	23.031	50.219	-27.188	57982.2	9938.6	10170.8	-3629.430	458.687	10.530	146.61	0.6

SF-20 65℃

N	ひびわれ長さ	開口変位	結合応力	荷重点変位	荷重(-自重)	有効a	CTOD	CMOD	外部仕事	破壊仕事	弾性歪み	エネルギー解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性変位	Gnl/Gp	a-a0	荷重(-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gnl/Gp	da	P
	50.0	0.000	12.595	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	52.5	0.0000	12.595	0.026	1.364	0.00	0.000	0.026	0.018	0.000	0.018	0.0	0.0	0.0	0.019	0.000	0.000	13.92	24.9
1	55.0	0.003	12.595	0.044	2.176	0.00	0.003	0.044	0.050	0.008	0.042	33.4	33.4	16.7	0.018	0.006	1.545	15.39	24.8
2	57.5	0.008	3.287	0.052	2.230	0.00	0.008	0.052	0.066	0.027	0.039	74.3	74.2	35.9	0.016	0.016	1.240	15.94	23.7
3	60.0	0.012	3.462	0.060	2.269	0.00	0.012	0.060	0.084	0.049	0.035	90.2	88.6	49.5	0.013	0.029	1.283	16.56	22.7
4	62.5	0.016	3.728	0.068	2.311	0.00	0.016	0.068	0.104	0.077	0.028	108.4	104.4	61.3	0.010	0.044	1.313	17.28	21.7
5	65.0	0.021	3.902	0.078	2.358	0.00	0.021	0.078	0.127	0.109	0.018	130.8	122.8	72.9	0.007	0.063	1.332	18.12	20.6
6	67.5	0.027	4.163	0.090	2.416	0.00	0.027	0.090	0.155	0.149	0.006	159.8	145.1	85.3	0.002	0.085	1.341	19.12	19.6
7	70.0	0.033	4.601	0.104	2.501	0.00	0.033	0.104	0.189	0.199	-0.010	199.4	173.7	99.5	-0.003	0.112	1.338	20.35	18.5
8	72.5	0.041	5.062	0.120	2.615	0.00	0.041	0.120	0.232	0.263	-0.031	256.1	211.9	116.9	-0.009	0.144	1.328	21.87	17.4
9	75.0	0.051	5.577	0.141	2.766	0.00	0.051	0.141	0.288	0.348	-0.060	339.8	264.4	139.2	-0.016	0.185	1.315	23.78	16.3
10	77.5	0.064	5.996	0.167	2.944	0.00	0.064	0.167	0.362	0.464	-0.102	463.8	337.0	168.7	-0.023	0.236	1.313	26.16	15.2
11	80.0	0.081	6.297	0.203	3.163	0.00	0.081	0.203	0.470	0.636	-0.166	686.4	443.9	211.9	-0.033	0.307	1.308	29.30	14.0
12	82.5	0.1136	6.161	0.267	3.492	0.00	0.114	0.267	0.684	0.974	-0.291	1354.8	646.7	299.8	-0.048	0.433	1.298	34.43	12.8
13	85.0	0.1648	6.292	0.364	3.782	0.00	0.165	0.364	1.036	1.578	-0.542	2415.4	965.5	450.9	-0.076	0.650	1.360	41.32	11.5
14	87.5	0.2538	6.568	0.527	4.081	0.00	0.254	0.527	1.679	2.750	-1.071	4689.1	1537.9	733.5	-0.129	1.052	1.399	51.30	10.0
15	90.0	0.4177	5.725	0.818	4.162	0.00	0.418	0.818	2.877	5.087	-2.209	9345.5	2545.1	1271.7	-0.255	1.880	1.474	64.81	8.4
16	92.5	0.7770	5.709	1.447	4.074	0.00	0.777	1.447	5.469	10.360	-4.892	21093.4	4599.4	2437.7	-0.589	3.848	1.521	84.65	6.5
17	95.0	1.7098	3.557	3.065	3.390	0.00	1.710	3.065	11.507	22.998	-11.492	50551.7	8920.7	5110.7	-1.999	9.844	1.608	111.95	4.5
18	97.5	1.7134	0.000	5.922	1.136	0.00	3.373	5.922	17.974	34.530	-16.556	46126.6	8927.2	7269.4	-25.664	35.074	2.485	129.43	2.3
19	98.75	0.0000	0.000	11.415	0.507	0.00	6.527	11.415	22.486	39.713	-17.227	41464.2	8927.2	8146.2	-134.034	79.372	4.333	160.69	1.2
20	99.375	0.0000	0.000	17.725	0.189	0.00	10.141	17.725	24.681	43.974	-19.293	68177.6	8927.2	8906.1	-1080.240	221.884	6.321	176.78	0.6

SF-20 90℃

N	ひびわれ長さ	開口変位	結合応力	荷重点変位	荷重(-自重)	有効a	CTOD	CMOD	外部仕事	破壊仕事	弾性歪み	エネルギー解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性変位	Gnl/Gp	a-a0	荷重(-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gnl/Gp	da	P
	50.0	0.000	11.826	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	52.5	0.0000	11.826	0.025	1.281	0.00	0.000	0.025	0.016	0.000	0.016	0.0	0.0	0.0	0.020	0.000	0.000	13.07	24.9
1	55.0	0.003	11.826	0.043	2.043	0.00	0.003	0.043	0.045	0.008	0.038	30.3	30.3	15.2	0.018	0.006	1.545	14.45	24.8
2	57.5	0.007	3.793	0.051	2.141	0.00	0.007	0.051	0.062	0.025	0.037	68.3	68.4	32.9	0.016	0.016	1.254	15.06	23.8
3	60.0	0.012	4.191	0.059	2.234	0.00	0.012	0.059	0.081	0.046	0.035	86.4	85.0	46.3	0.014	0.028	1.288	15.76	22.9
4	62.5	0.016	4.024	0.069	2.301	0.00	0.016	0.069	0.102	0.073	0.029	107.4	103.4	58.5	0.011	0.043	1.306	16.52	21.9
5	65.0	0.021	3.927	0.079	2.351	0.00	0.021	0.079	0.126	0.106	0.020	131.6	123.3	70.7	0.007	0.062	1.326	17.37	20.8
6	67.5	0.027	4.041	0.091	2.402	0.00	0.027	0.091	0.154	0.146	0.007	161.1	145.9	83.6	0.003	0.084	1.341	18.34	19.8
7	70.0	0.033	4.209	0.104	2.460	0.00	0.033	0.104	0.187	0.196	-0.009	199.4	173.4	98.1	-0.003	0.112	1.352	19.48	18.7
8	72.5	0.041	4.597	0.121	2.540	0.00	0.041	0.121	0.228	0.259	-0.031	251.8	208.4	115.2	-0.010	0.145	1.350	20.89	17.6
9	75.0	0.051	5.324	0.141	2.673	0.00	0.051	0.141	0.281	0.342	-0.060	330.5	257.1	136.7	-0.017	0.186	1.325	22.70	16.4
10	77.5	0.064	5.593	0.167	2.827	0.00	0.064	0.167	0.352	0.454	-0.102	447.7	325.5	165.0	-0.025	0.239	1.325	24.95	15.3
11	80.0	0.081	6.058	0.202	3.033	0.00	0.081	0.202	0.455	0.619	-0.164	661.0	426.5	206.3	-0.036	0.310	1.311	27.96	14.1
12	82.5	0.1127	5.792	0.264	3.330	0.00	0.113	0.264	0.652	0.935	-0.283	1264.1	614.0	287.7	-0.051	0.434	1.302	32.75	12.9
13	85.0	0.1628	6.296	0.359	3.637	0.00	0.163	0.359	0.985	1.503	-0.518	2271.8	916.8	429.4	-0.078	0.644	1.349	39.40	11.5
14	87.5	0.2456	5.518	0.510	3.800	0.00	0.246	0.510	1.543	2.537	-0.994	4136.7	1406.2	676.6	-0.138	1.033	1.427	48.09	10.0
15	90.0	0.4051	6.076	0.794	3.943	0.00	0.405	0.794	2.644	4.681	-2.038	8575.7	2330.3	1170.3	-0.262	1.827	1.461	61.00	8.4
16	92.5	0.7601	4.999	1.416	3.872	0.00	0.760	1.416	5.073	9.606	-4.533	19699.3	4296.1	2260.2	-0.605	3.757	1.517	80.30	6.5
17	95.0	1.7555	4.365	3.147	3.428	0.00	1.755	3.147	11.394	22.765	-11.371	52636.6	8956.4	5058.9	-1.936	9.782	1.570	109.40	4.5
18	97.5	2.3668	0.000	6.239	1.185	0.00	3.553	6.239	18.525	38.396	-19.871	62525.0	10290.7	8083.4	-28.311	39.783	2.274	126.65	2.3
19	98.75	0.0000	0.000	10.263	0.437	0.00	5.868	10.263	21.789	46.054	-24.265	61261.1	10290.7	9447.0	-253.545	121.189	4.651	143.50	1.2
20	99.375	0.0000	0.000	16.011	0.164	0.00	9.160	16.011	23.518	50.255	-26.737	67213.6	10290.7	10178.2	-1984.860	341.798	8.620	157.88	0.6

SF-20 100℃

N	ひびわれ長さ	開口変位	結合応力	荷重点変位	荷重(-自重)	有効a	CTOD	CMOD	外部仕事	破壊仕事	弾性歪み	エネルギー解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性変位	Gnl/Gp	a-a0	荷重(-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gnl/Gp	da	P
	50.0	0.000	11.386	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	52.5	0.0000	11.386	0.022	1.233	0.00	0.000	0.022	0.014	0.000	0.014	0.0	0.0	0.0	0.018	0.000	0.000	12.58	24.9
1	55.0	0.002	11.386	0.037	1.967	0.00	0.002	0.037	0.038	0.006	0.032	25.5	25.5	12.8	0.016	0.005	1.545	13.92	24.8
2	57.5	0.007	3.457	0.044	2.048	0.00	0.007	0.044	0.052	0.021	0.031	57.3	57.3	27.6	0.015	0.014	1.250	14.47	23.8
3	60.0	0.010	3.426	0.051	2.100	0.00	0.010	0.051	0.066	0.039	0.028	71.2	70.0	38.5	0.013	0.025	1.284	15.07	22.8
4	62.5	0.014	3.472	0.059	2.142	0.00	0.014	0.059	0.083	0.060	0.022	86.4	83.1	48.1	0.010	0.038	1.311	15.74	21.8
5	65.0	0.018	3.532	0.067	2.179	0.00	0.018	0.067	0.101	0.086	0.015	104.3	97.9	57.5	0.006	0.054	1.332	16.51	20.7
6	67.5	0.023	3.512	0.077	2.210	0.00	0.023	0.077	0.122	0.118	0.004	126.3	114.8	67.3	0.002	0.073	1.352	17.37	19.6
7	70.0	0.029	3.935	0.088	2.266	0.00	0.029	0.088	0.148	0.157	-0.009	155.2	135.5	78.3	-0.004	0.096	1.353	18.44	18.5
8	72.5	0.035	4.372	0.102	2.350	0.00	0.035	0.102	0.180	0.206	-0.026	196.5	163.2	91.4	-0.009	0.124	1.344	19.76	17.4
9	75.0	0.043	4.234	0.119	2.416	0.00	0.043	0.119	0.218	0.269	-0.050	251.5	198.6	107.4	-0.017	0.160	1.370	21.27	16.3
10	77.5	0.054	4.572	0.139	2.506	0.00	0.054	0.139	0.268	0.351	-0.083	329.1	243.5	127.6	-0.026	0.205	1.364	23.15	15.1
11	80.0	0.067	5.241	0.164	2.640	0.00	0.067	0.164	0.334	0.463	-0.129	449.3	307.3	154.4	-0.037	0.262	1.345	25.58	13.8
12	82.5	0.0913	4.872	0.212	2.869	0.00	0.091	0.212	0.466	0.677	-0.211	856.7	432.0	208.4	-0.051	0.359	1.304	29.61	12.6
13	85.0	0.1311	5.578	0.288	3.152	0.00	0.131	0.288	0.695	1.067	-0.372	1557.3	639.5	304.8	-0.075	0.524	1.335	35.44	11.4
14	87.5	0.2024	5.607	0.420	3.464	0.00	0.202	0.420	1.131	1.853	-0.722	3146.8	1038.7	494.2	-0.120	0.837	1.377	44.18	9.9
15	90.0	0.3428	5.608	0.672	3.706	0.00	0.343	0.672	2.034	3.583	-1.548	6916.6	1825.5	895.6	-0.226	1.508	1.437	57.19	8.3
16	92.5	0.6500	4.847	1.211	3.663	0.00	0.650	1.211	4.019	7.592	-3.573	16037.4	3431.6	1786.3	-0.532	3.161	1.511	75.85	6.5
17	95.0	1.5111	4.070	2.709	3.249	0.00	1.511	2.709	9.197	18.357	-9.160	43060.6	7270.2	4079.3	-1.735	8.348	1.565	103.95	4.5
18	97.5	1.5380	0.000	6.740	1.460	0.00	3.838	6.740	18.688	25.984	-7.296	30507.3	7325.1	5470.3	-6.845	16.734	1.605	138.48	2.3
19	98.75	0.0000	0.000	3.200	0.115	0.00	1.830	3.200	15.900	41.794	-25.894	126483.0	7325.1	8573.2	-3917.730	453.638	3.177	72.16	1.1
20	99.375	0.0000	0.000	12.456	0.138	0.00	7.127	12.456	17.070	42.346	-25.276	8822.1	7325.1	8576.3	-2664.890	379.493	-18.521	141.30	0.6

## SF-20 125℃

N	ひびわれ長さ	開口変位	結合応力	荷重点変位	荷重(-自重)	有効a	CTOD	CMOD	外部仕事	破壊仕事	弾性歪み	エネルギー解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性変位	Gnl/Gp	a-a0	荷重(-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gnl/Gp	da	P
	50.0	0.000	10.127	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	52.5	0.0000	10.127	0.024	1.097	0.00	0.000	0.024	0.013	0.000	0.013	0.0	0.0	0.0	0.022	0.000	0.000	11.19	24.9
1	55.0	0.002	10.127	0.041	1.749	0.00	0.002	0.041	0.037	0.006	0.031	25.0	25.0	12.5	0.020	0.006	1.545	12.38	24.8
2	57.5	0.007	3.083	0.049	1.822	0.00	0.007	0.049	0.051	0.020	0.031	56.2	56.2	27.1	0.018	0.015	1.250	12.87	23.8
3	60.0	0.011	3.237	0.057	1.880	0.00	0.011	0.057	0.066	0.038	0.028	70.1	68.9	37.8	0.016	0.027	1.285	13.43	22.8
4	62.5	0.015	3.500	0.066	1.943	0.00	0.015	0.066	0.083	0.059	0.023	86.2	83.0	47.5	0.012	0.042	1.308	14.09	21.8
5	65.0	0.020	3.743	0.076	2.013	0.00	0.020	0.076	0.103	0.086	0.017	106.7	99.9	57.4	0.008	0.059	1.318	14.86	20.8
6	67.5	0.026	3.960	0.088	2.093	0.00	0.026	0.088	0.127	0.120	0.008	133.9	120.9	68.3	0.004	0.080	1.323	15.78	19.8
7	70.0	0.032	4.025	0.102	2.172	0.00	0.032	0.102	0.157	0.162	-0.005	170.0	147.1	81.0	-0.002	0.106	1.331	16.85	18.7
8	72.5	0.040	4.285	0.118	2.265	0.00	0.040	0.118	0.194	0.217	-0.023	219.3	180.0	96.4	-0.009	0.139	1.332	18.15	17.7
9	75.0	0.050	4.582	0.139	2.376	0.00	0.050	0.139	0.241	0.289	-0.048	289.2	223.4	115.7	-0.017	0.179	1.331	19.74	16.5
10	77.5	0.062	5.037	0.164	2.515	0.00	0.062	0.164	0.303	0.387	-0.084	392.2	282.9	140.8	-0.027	0.231	1.326	21.74	15.3
11	80.0	0.080	5.277	0.200	2.706	0.00	0.080	0.200	0.398	0.537	-0.139	600.8	375.5	179.1	-0.038	0.303	1.307	24.49	14.1
12	82.5	0.1117	5.270	0.262	2.971	0.00	0.112	0.262	0.574	0.819	-0.245	1128.1	541.8	252.1	-0.056	0.427	1.308	28.75	12.9
13	85.0	0.1590	4.629	0.350	3.104	0.00	0.159	0.350	0.839	1.288	-0.449	1873.7	775.9	367.9	-0.093	0.639	1.400	33.95	11.6
14	87.5	0.2407	5.525	0.499	3.307	0.00	0.241	0.499	1.319	2.174	-0.855	3544.9	1190.7	579.7	-0.156	1.016	1.410	41.72	10.1
15	90.0	0.3951	4.671	0.774	3.402	0.00	0.395	0.774	2.240	3.968	-1.728	7175.2	1978.3	992.0	-0.299	1.790	1.467	52.77	8.4
16	92.5	0.7494	5.086	1.396	3.434	0.00	0.749	1.396	4.368	8.276	-3.908	17233.4	3706.7	1947.3	-0.663	3.672	1.501	70.03	6.6
17	95.0	1.7842	3.749	3.199	3.132	0.00	1.784	3.199	10.287	20.541	-10.253	49058.3	8277.8	4564.6	-2.090	9.747	1.551	97.99	4.5
18	97.5	5.6565	1.335	9.930	1.831	0.00	5.657	9.930	26.990	55.632	-28.642	140366.0	18119.6	11712.1	-17.087	41.216	1.642	136.92	2.3
19	98.75	5.6610	0.000	16.545	0.685	0.00	9.460	16.545	35.312	74.233	-38.921	148806.0	18122.6	15227.3	-165.786	130.145	3.276	157.74	1.2
20	99.375	0.0000	0.000	26.262	0.262	0.00	15.025	26.262	39.914	84.724	-44.810	167851.0	18122.6	17159.2	-1306.940	368.503	5.950	178.58	0.6

SF-20 150℃

N	ひびわれ長さ	開口変位	結合応力	荷重点変位	荷重(-自重)	有効a	CTOD	CMOD	外部仕事	破壊仕事	弾性歪み	エネルギー解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性変位	Gnl/Gp	a-a0	荷重(-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gnl/Gp	da	P
	50.0	0.000	9.179	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	52.5	0.0000	9.179	0.024	0.994	0.00	0.000	0.024	0.012	0.000	0.012	0.0	0.0	0.0	0.024	0.000	0.000	10.15	24.9
1	55.0	0.002	9.179	0.040	1.586	0.00	0.002	0.040	0.033	0.006	0.028	22.1	22.1	11.0	0.022	0.005	1.545	11.22	24.8
2	57.5	0.007	3.644	0.049	1.707	0.00	0.007	0.049	0.047	0.018	0.029	50.4	50.6	24.2	0.020	0.015	1.271	11.77	23.9
3	60.0	0.011	3.425	0.057	1.789	0.00	0.011	0.057	0.062	0.035	0.027	66.1	65.1	34.6	0.017	0.027	1.285	12.35	22.9
4	62.5	0.015	3.556	0.067	1.864	0.00	0.015	0.067	0.079	0.055	0.024	83.2	80.0	44.4	0.014	0.041	1.303	13.00	22.0
5	65.0	0.020	3.477	0.077	1.925	0.00	0.020	0.077	0.099	0.081	0.017	104.0	97.2	54.3	0.009	0.059	1.318	13.73	21.0
6	67.5	0.026	3.633	0.089	1.990	0.00	0.026	0.089	0.122	0.114	0.008	130.0	117.1	65.1	0.004	0.081	1.327	14.58	19.9
7	70.0	0.032	3.856	0.103	2.067	0.00	0.032	0.103	0.151	0.155	-0.004	164.6	141.9	77.6	-0.002	0.107	1.331	15.60	18.9
8	72.5	0.040	4.158	0.120	2.160	0.00	0.040	0.120	0.187	0.208	-0.021	213.1	174.3	92.6	-0.009	0.140	1.329	16.84	17.8
9	75.0	0.050	4.576	0.141	2.282	0.00	0.050	0.141	0.234	0.279	-0.045	284.3	218.2	111.8	-0.017	0.181	1.319	18.40	16.7
10	77.5	0.063	4.872	0.168	2.426	0.00	0.063	0.168	0.297	0.377	-0.080	391.7	279.2	137.2	-0.027	0.234	1.318	20.36	15.5
11	80.0	0.083	4.894	0.207	2.604	0.00	0.083	0.207	0.394	0.531	-0.136	613.4	373.1	176.9	-0.040	0.312	1.313	23.04	14.3
12	82.5	0.1124	4.253	0.263	2.731	0.00	0.112	0.263	0.544	0.784	-0.239	1012.1	509.5	241.1	-0.064	0.438	1.369	26.50	13.0
13	85.0	0.1588	4.810	0.349	2.880	0.00	0.159	0.349	0.787	1.213	-0.426	1718.4	719.4	346.7	-0.103	0.646	1.389	31.33	11.6
14	87.5	0.2373	4.521	0.492	3.010	0.00	0.237	0.492	1.206	1.996	-0.790	3130.4	1085.9	532.2	-0.174	1.017	1.427	38.10	10.1
15	90.0	0.3910	4.850	0.766	3.150	0.00	0.391	0.766	2.052	3.641	-1.590	6582.0	1806.1	910.4	-0.320	1.776	1.453	48.45	8.4
16	92.5	0.7497	4.454	1.397	3.210	0.00	0.750	1.397	4.058	7.684	-3.627	16171.6	3474.7	1808.1	-0.704	3.657	1.494	64.97	6.6
17	95.0	1.7370	3.345	3.114	2.818	0.00	1.737	3.114	9.233	18.451	-9.218	43065.3	7324.5	4100.1	-2.322	9.657	1.570	89.16	4.5
18	97.5	5.0368	0.727	8.843	1.496	0.00	5.037	8.843	21.587	44.544	-22.956	104372.0	14042.1	9377.6	-20.516	39.533	1.713	118.90	2.3
19	98.75	5.0376	0.000	14.678	0.558	0.00	8.393	14.678	27.581	58.042	-30.461	107983.0	14042.4	11906.0	-195.580	123.834	3.486	136.22	1.2
20	99.375	0.0000	0.000	23.317	0.213	0.00	13.341	23.317	30.914	65.698	-34.784	122502.0	14042.4	13305.9	-1526.650	349.210	6.284	153.76	0.6



## SF-20 175℃

N	ひびわれ長さ	開口変位	結合応力	荷重点変位	荷重(-自重)	有効 a	CTOD	CMOD	外部仕事	破壊仕事	弾性歪み	エネルギー解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性変位	Gnl/Gp	a-a0	荷重(-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gnl/Gp	da	P
	50.0	0.000	11.268	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	52.5	0.0000	11.268	0.035	1.220	0.00	0.000	0.035	0.021	0.000	0.021	0.0	0.0	0.0	0.028	0.000	0.000	12.45	24.9
1	55.0	0.004	11.268	0.059	1.946	0.00	0.004	0.059	0.060	0.010	0.050	39.8	39.8	19.9	0.026	0.008	1.545	13.77	24.8
2	57.5	0.010	4.261	0.071	2.081	0.00	0.010	0.071	0.084	0.033	0.051	90.6	90.9	43.5	0.024	0.022	1.267	14.42	23.9
3	60.0	0.016	4.513	0.084	2.202	0.00	0.016	0.084	0.112	0.062	0.050	118.2	116.6	62.2	0.020	0.039	1.288	15.17	22.9
4	62.5	0.022	4.741	0.098	2.318	0.00	0.022	0.098	0.144	0.100	0.044	151.3	145.6	80.0	0.016	0.060	1.301	16.03	22.0
5	65.0	0.029	4.682	0.114	2.419	0.00	0.029	0.114	0.182	0.148	0.034	192.5	179.7	98.7	0.012	0.086	1.310	16.99	21.0
6	67.5	0.038	5.154	0.133	2.544	0.00	0.038	0.133	0.229	0.210	0.020	246.3	220.9	119.8	0.006	0.118	1.309	18.16	20.1
7	70.0	0.048	5.170	0.155	2.663	0.00	0.048	0.155	0.287	0.290	-0.003	319.3	273.5	144.8	-0.001	0.157	1.318	19.51	19.0
8	72.5	0.060	4.991	0.181	2.760	0.00	0.060	0.181	0.356	0.393	-0.037	413.5	336.8	174.6	-0.010	0.208	1.340	21.04	17.9
9	75.0	0.076	6.066	0.214	2.936	0.00	0.076	0.214	0.450	0.532	-0.081	556.0	421.5	212.8	-0.019	0.270	1.308	23.10	16.8
10	77.5	0.095	5.778	0.253	3.073	0.00	0.095	0.253	0.568	0.720	-0.152	751.2	537.2	261.7	-0.032	0.352	1.348	25.45	15.6
11	80.0	0.123	5.189	0.306	3.179	0.00	0.123	0.306	0.734	0.998	-0.264	1111.3	690.2	332.5	-0.052	0.472	1.376	28.38	14.3
12	82.5	0.1676	5.708	0.391	3.361	0.00	0.168	0.391	1.012	1.464	-0.452	1866.4	931.8	450.5	-0.080	0.661	1.356	32.75	13.0
13	85.0	0.2357	5.641	0.518	3.534	0.00	0.236	0.518	1.448	2.241	-0.793	3106.0	1318.4	640.2	-0.127	0.966	1.393	38.62	11.6
14	87.5	0.3520	5.989	0.730	3.740	0.00	0.352	0.730	2.219	3.676	-1.457	5740.3	1994.5	980.2	-0.208	1.509	1.413	47.14	10.1
15	90.0	0.5763	5.657	1.129	3.883	0.00	0.576	1.129	3.741	6.644	-2.903	11874.2	3300.3	1661.1	-0.385	2.625	1.459	59.67	8.4
16	92.5	1.0645	4.935	1.983	3.755	0.00	1.064	1.983	7.001	13.286	-6.286	26568.2	5885.8	3126.2	-0.891	5.330	1.530	77.66	6.5
17	95.0	2.3395	3.509	4.194	3.123	0.00	2.340	4.194	14.606	29.229	-14.624	63772.2	11269.1	6495.4	-2.999	13.559	1.612	102.30	4.5
18	97.5	5.9195	0.060	10.393	1.428	0.00	5.920	10.393	28.710	59.318	-30.609	120356.0	17659.1	12488.1	-30.041	53.276	1.884	128.29	2.3
19	98.75	5.9196	0.000	17.178	0.531	0.00	9.822	17.178	35.354	74.510	-39.156	121531.0	17659.1	15284.0	-278.045	164.740	3.894	145.78	1.2
20	99.375	0.0000	0.000	27.274	0.203	0.00	15.604	27.274	39.058	83.160	-44.102	138408.0	17659.1	16842.6	-2136.600	461.391	6.968	163.06	0.6

SF-20 200℃

N	ひびわれ長さ	開口変位	結合応力	荷重点変位	荷重(-自重)	有効a	CTOD	CMOD	外部仕事	破壊仕事	弾性歪み	エネルギー解放率	J-TSD	W.O.F	コンプライアンス	塑性変位	Gnl/Gp	a-a0	荷重(-自重)
	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(mm)	(-)	(mm)	(N)
	a	d	s	u	P	aeff	CTOD	CMOD	Uw	Uf	Ue	Gp(R)	J-TSD	W.O.F	C	ds	Gnl/Gp	da	P
	50.0	0.000	10.001	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0	52.5	0.0000	10.001	0.030	1.083	0.00	0.000	0.030	0.017	0.000	0.017	0.0	0.0	0.0	0.028	0.000	0.000	11.05	24.9
1	55.0	0.003	10.001	0.052	1.728	0.00	0.003	0.052	0.047	0.008	0.039	31.1	31.1	15.6	0.026	0.007	1.545	12.22	24.8
2	57.5	0.009	3.707	0.062	1.842	0.00	0.009	0.062	0.065	0.025	0.040	70.7	70.9	33.9	0.023	0.019	1.265	12.79	23.9
3	60.0	0.014	3.975	0.074	1.948	0.00	0.014	0.074	0.087	0.048	0.038	91.9	90.6	48.4	0.020	0.034	1.288	13.45	22.9
4	62.5	0.020	4.243	0.086	2.053	0.00	0.020	0.086	0.112	0.078	0.034	117.6	113.2	62.3	0.016	0.053	1.301	14.21	22.0
5	65.0	0.026	4.443	0.101	2.162	0.00	0.026	0.101	0.143	0.116	0.027	150.7	140.5	77.0	0.012	0.076	1.305	15.11	21.1
6	67.5	0.033	4.484	0.118	2.266	0.00	0.033	0.118	0.180	0.164	0.016	194.0	174.0	93.7	0.006	0.104	1.312	16.14	20.1
7	70.0	0.042	4.778	0.137	2.385	0.00	0.042	0.137	0.226	0.227	-0.001	252.3	215.6	113.5	0.000	0.138	1.311	17.38	19.0
8	72.5	0.053	5.171	0.162	2.528	0.00	0.053	0.162	0.286	0.311	-0.025	335.6	270.7	138.2	-0.008	0.182	1.307	18.91	18.0
9	75.0	0.067	4.818	0.190	2.633	0.00	0.067	0.190	0.358	0.422	-0.064	445.6	340.1	168.9	-0.018	0.239	1.343	20.62	16.8
10	77.5	0.085	5.146	0.225	2.751	0.00	0.085	0.225	0.452	0.572	-0.120	598.0	426.2	207.9	-0.032	0.312	1.351	22.71	15.6
11	80.0	0.110	5.135	0.275	2.900	0.00	0.110	0.275	0.593	0.802	-0.208	919.5	557.4	267.2	-0.050	0.419	1.344	25.56	14.4
12	82.5	0.1503	5.214	0.352	3.078	0.00	0.150	0.352	0.823	1.187	-0.364	1541.9	765.2	365.3	-0.077	0.588	1.354	29.57	13.1
13	85.0	0.2114	4.960	0.465	3.210	0.00	0.211	0.465	1.178	1.822	-0.643	2537.2	1076.1	520.4	-0.125	0.865	1.404	34.82	11.7
14	87.5	0.3125	5.029	0.647	3.310	0.00	0.312	0.647	1.772	2.944	-1.172	4489.8	1581.0	785.1	-0.214	1.355	1.443	42.01	10.1
15	90.0	0.5065	5.048	0.992	3.407	0.00	0.507	0.992	2.931	5.217	-2.286	9091.4	2558.7	1304.2	-0.394	2.334	1.467	52.81	8.4
16	92.5	0.9451	4.620	1.761	3.380	0.00	0.945	1.761	5.540	10.515	-4.975	21193.1	4678.6	2474.1	-0.871	4.705	1.513	69.32	6.6
17	95.0	2.1132	3.214	3.788	2.861	0.00	2.113	3.788	11.868	23.741	-11.873	52903.6	9254.1	5275.8	-2.900	12.087	1.597	92.60	4.5
18	97.5	5.4566	0.169	9.580	1.334	0.00	5.457	9.580	24.017	49.612	-25.595	103483.0	14910.7	10444.6	-28.767	47.954	1.849	117.24	2.3
19	98.75	5.4568	0.000	15.842	0.496	0.00	9.058	15.842	29.747	62.678	-32.931	104529.0	14910.7	12857.0	-267.572	148.593	3.821	133.34	1.2
20	99.375	0.0000	0.000	25.152	0.190	0.00	14.391	25.152	32.940	70.114	-37.173	118970.0	14910.7	14200.2	-2061.780	416.670	6.846	149.37	0.6

## 修士論文 梗概