

仙台市におけるブロック塀の調査報告

—1978年宮城県沖地震によるその被害と地形の関係並びに残存塀との比較—

望月 利男* 宮野 道雄**
四戸 英雄*** 田代 侃***

要 約

1978年6月12日に宮城県沖に生じたマグニチュード7.4の地震は、宮城県並びにその周辺に少なからぬ被害を与えた。この地震の被害の特徴は、仙台市を中心とする都市型地震災害といわれ、多面的な被害調査がなされたが、この報告は、震死者の筆頭原因をなしたブロック塀の被害実態を主として仙台市において調査したものである。

この地震により宮城県では27名の死者を生じたが（この他福島県で1名：石塀倒壊による）、そのうち13名は仙台市での発生であり、7名がブロック塀倒壊の犠牲となっている（宮城県全体では10名）。これに対し家屋倒壊による死者は5名であるから、比較的古い地震の人的被害の発生状況に比べ、その原因がかなり変質してきていることを推測させる。

すなわち、かつての大地震において家屋倒壊による震死者数（あるいはそれに伴う類焼死）が圧倒的に多く、その他の原因によるものは相対的に著しく低かったと考えられる。例えば、門柱・石塀の倒壊による死者も7名（28名のうち）生じており、これだけでも家屋倒壊による死者数を越えるが、これらの構造物はかなり古くから存在していたはずである。

筆者らは人的被害に及ぼす影響という観点から、構造物としては従来軽視されてきた（しかし使用量は極めて多い）ブロック塀について、その被害実態を調査し、その地震時危険度を検討した。調査地域は各種被害が多発した仙台市であり（一部泉市を含む）、その倒壊率等と地形（地盤）・震度との関係、残存ブロック塀について検討することにより我が国各地の既存ブロック塀の地震時危険度と対策を考究するための基礎資料を得ること並びに今後、施工されるこの種の塀の安全性の確保のためのデータを提供すべく、この調査を実施した。

1. はじめに

調査の目的は1978年6月の宮城県沖地震で被害が多発した仙台市において、i. 補強コンクリートブロック塀（以下、ブロック塀という）の被害が地形（地盤）といかなる関係にあったか。ii. 他の被害との相関性、墓石転倒による震度との関係、いいかえれば、コンクリートブロック塀の被害（率）もまた震度の総合評価の重要な

要素となる。iii. 地震後残存する塀と倒壊ブロック塀の構造比較による既存ブロック塀の耐震性の評価資料をうる等を主なるものとし、地震直後並びにその後5回にわたり調査を実施した。

この地震を契機として、我が国各地でブロック塀の耐震診断が行われ、また、その設計施工、補強案が少なからず提案されているが、実際の激震に遭遇した仙台市等において残存したブロック塀は、それらにある程度の目安を与えるものであり、その種の調査はそのような点か

* 東京都立大学都市研究センター・工学部

** 東京都立大学工学部研究生

*** 東北工業大学

ら必要不可欠である。墓石調査によれば、仙台市の低地の多くは 400gal 内外ないしそれ以上である。さらに、仙台市では比較的地盤のよい東北大学の強震計も259gal (1階, N-S), 震度6を記録している。また、仙台市東南部低地での木造建物被害調査では、昭和20年以前に建てられたものは、19.5%の全壊率を生じており、昭和20年~30年代の建物も10.5%の全壊率となっている(望月・宮野, 1979)。気象庁は仙台市の震度を5と発表しているが、それは、仙台市全般の被害状況によるものであり、構築物全般の質の向上(特に木造建物)並びに上記の諸事実から推察すれば、作用した地震動の強さは、震度6ともいえよう。

2. 調査概要

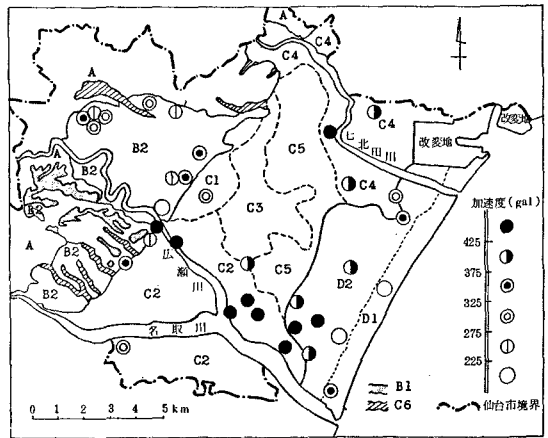
地震直後並びにその一年後の補足(追跡)調査の一部については、田代・四戸(1978, 1979)に詳しい。さらに望月・宮野らは地形などと被害の関係をより体系的に把握するために1979年8月、仙台市が行ったアンケート調査をもとに、後述する各地形上の主として被害多発地で聞き込み・観察調査を行った(1,442件)。

次いで、1980年3月仙台市旭ヶ丘一丁目(丘陵地の人工改変地)および同遠見塚二丁目(沖積低地:前縁低地)において残存ブロック塀の構造調査を行った。両地区とも、同一地形のなかでは被害の多かったところである。

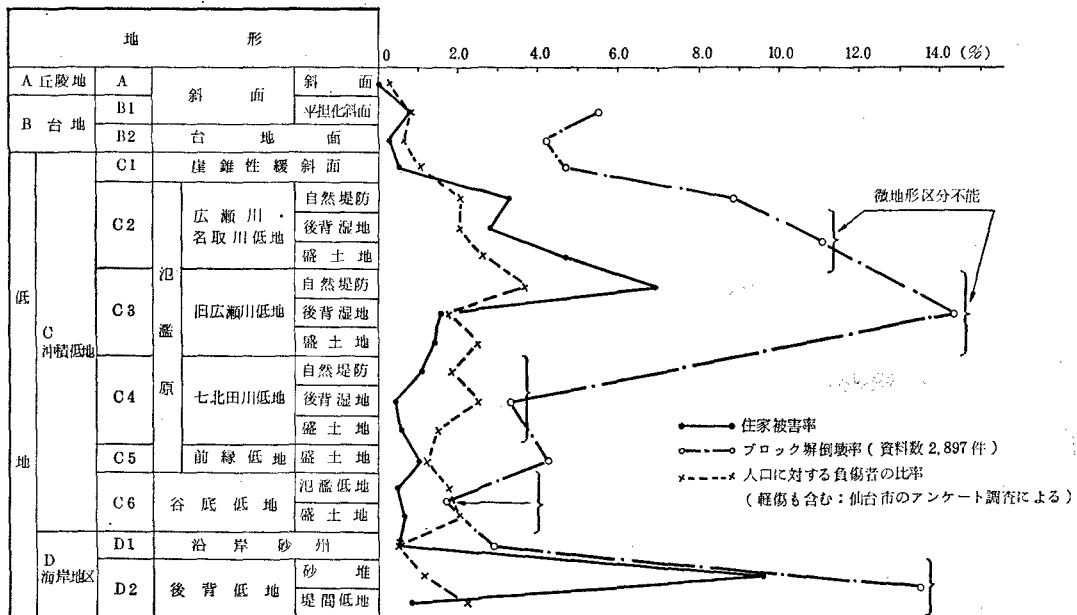
なお、調査地域内では意図的なサンプリングを行わず、ブロック塀のある家を軒並訪問して許諾の得られるものを両地域全域にわたって調査した。

また調査項目は、i. 塀の配置・縦断面(実測)のスケッチ、ii. 鉄筋配置の測定(パコメータ:PQ-120を使用)、iii. 塀の外観の写真記録、iv. 基礎の寸法、配筋の掘り出しによる実測(測定)、v. その他建設年次、塀の現状、長さ等である。

なお、この両地区については、予め仙台市長名の調査協力要請を各戸に提示していただいた。



図一 仙台市の地形区分と推定加速度(墓石による)



図二 仙台市の地形と住家・ブロック塀・人的被害の関係

以上は、主として標準ブロックによる塀に関する調査であるが、1980年6月、上記の2地区とその近辺において化粧コンクリートブロック塀の聞き込みと観察による調査を行った。

3. ブロック塀の被害と地形・各種被害との関係

図1は、仙台市の地形の大略的な区分表示である。図中には墓石の転倒調査による幾つかの地形に対する推定加速度も示してある。図2は、図1の幾つかの地形内をさらに細分化した場合の、各微地形におけるブロック塀の倒壊率、木造住家（建物）、被害率、負傷者の人口に対する発生率（負傷者数は仙台市が行ったアンケート調査による）を示したものである。

なお、表1で図1の各地地形の表層地盤の大略を説明している。したがって、表1と図1を対応させれば、各地形の表層地盤の概略は理解しうる。また、そのような観点から図2の各種被害（率）をみれば、ほぼ地盤の悪いところほど被害程度が高くなっていることはわかる。ただし、望月・宮野（1979）の調査結果が示すように木造住家は建築年代により、その耐震性は大きく異なる

表1 各地形の地盤概要説明

A	第三紀層が露出、表土があっても薄い部分のローム層厚が数mのところもある。
B1	AとBの人工改変地、部分的に盛土（N<10）が10mを越えるところもある。
B2	薄いローム層（N≧5）をもつ部分もあるが、主相はよく締った砂礫質土である。
C1	砂礫層が主相（B2より地味）、層厚は薄い泥層（N=1~4）をもつ部分も少なくない。
C2	地表付近でもN値10内外と比較的締った自然堤防が広く発達している。後背湿地も長町近辺（10~20m厚の泥層）を除けば、泥質な軟弱層厚はほぼ数mである。盛土地がかなり広い。
C3	自然堤防の発達は悪く（締り方も一般に低い）、大部分は後背湿地でN値10未満（地表付近では1~3）の泥層が15m内外厚の地域もかなり広く分布する。盛土地が極めて広い。
C4	自然堤防の発達は中位であり、締り方も大体C2、C3の中間といえる。後背湿地の泥層厚は仙台市最北部付近（部分的に層厚20m以上）を除けば数m程度であり、N値は全般的にC3よりやや高い。盛土地の規模は小さい。
C5	ほぼ全域が地表付近N値1~2の泥質層（層厚>10mの部分もかなりある）。工業団地の大部分
C6	部分的には泥層が10mを越えるが、一般には数m、そのN値も地表付近で5程度以上ある。
D1	よく締った砂礫（平均N値20~30内外ないしそれ以上）が20m以上の厚さで分布する。
D2	砂堆（地表付近N≧10）が点在、大部分は薄い泥質層（3~4m厚、N=4）で覆われている。

表2 仙台市の地形と各種被害の関係

地	形	ブロック塀調査件数	ブロック塀倒壊件数	ブロック塀中小被害件数	ブロック塀倒壊率(%)	ブロック塀震害率(%)	世帯数	住家全壊戸数	住家半壊戸数	住家一部損壊戸数	人口	重傷者数	軽傷者数	
丘陵地	A 斜面	0	—	—	—	—	444	0	0	99	1,447	0	4	
台地	B1 平坦化面	762	42	115	5.51	20.60	46,219	132	409	9,263	136,428	24	1,062	
	B2 台地面	761	32	53	4.20	11.17	83,795	30	365	15,824	216,019	47	1,303	
低地	沖積	C1 緩斜面	279	13	31	4.66	15.77	11,842	3	110	3,977	33,091	16	333
		C2 自然堤防 後背湿地盛土地	318	28	90	8.81	37.11	23,825	180	1,173	11,090	79,741	67	1,514
	318		35	67	11.01	32.08	10,653	139	554	3,979	31,866	29	711	
	低地	C3 旧広瀬川低地	126	18	46	14.29	50.79	15,308	125	491	4,975	43,854	25	1,107
		C4 七北田川低地	93	3	8	3.23	11.83	8,782	12	127	3,418	29,868	5	426
		C5 前縁低地	24	1	7	4.17	33.33	584	0	11	116	2,052	1	39
C6 谷底低地		62	1	27	1.61	45.16	6,900	10	55	1,718	20,660	9	124	
海岸低地	D1 沿岸砂州	72	0	2	0	2.78	514	0	3	168	2,336	1	13	
	D2 後背低地	82	11	14	13.41	30.49	1,232	14	93	467	4,077	3	51	
合計		2,897	184	460	6.35	22.22	210,098	645	3,391	55,094	601,439	227	6,687	

注1) ブロック塀中小被害：部分的落下、亀裂、若干の傾斜などをいう。
 2) ブロック塀倒壊率 = (倒壊件数 / 調査件数) × 100
 3) ブロック塀震害率 = { (倒壊件数 + 中小被害件数) / 調査件数 } × 100
 4) 地形C3、C4もC2と同様に3種の微地形より成る。C5は盛土地である。C6は氾濫低地と盛土地、D2は砂堆と堤間低地より成る。

(用途によってもかなりの差異はある)ため、地盤の悪いD2の堤間低地などで被害率が小さくなっているなどのばらつきはみられる(D2の砂堆は比較的良好な地盤であるが古い農家が多く、被害率は高くなっている)。

表2は、望月・宮野らが行った調査件数と四戸・田代らのそれを各地形ごとに合計して、ブロック塀の被害内訳とその比率をやや詳細に示したものである。また同表には木造住家の被害・人的被害資料も併記した。望月・宮野らは前述したように、いずれの地形とも被害が集中しているところを重点的に調査している(1,442件)。その調査によれば、人工平坦化斜面B1では、擁壁上にブロック塀が構築されているケースがかなり多い(調査件数241件のうち142件、58.9%)。ところで倒壊した塀の比率は、擁壁上7.7%(11/142)、地面上13.1%(13/99)であり、むしろ直接地面上に造られた塀の方がはるかに倒壊率は高い。このことは、台地(B2)上でもいえ、調査総数207件のうち擁壁上の倒壊率は6.5%(2/32)、地盤上10.2%(18/176)となっており、一般にいわれてきた被害傾向とは異なる。

表2の調査件数は、地域的にはランダムに調査された四戸・田代らの資料を各地形に分類し、望月・宮野らの資料に加え、各地形において実際に生じたであろうブロック塀の被害率にできるだけ近い数値を推定しようとしているが、上述の理由から全般的にやや大きめの値となっている可能性はある。表2、図2によれば、全般的に地盤の悪い沖積低地で倒壊率は高いが、谷底低地C6では低い。しかし、亀裂・部分的落下(中小被害件数)などを含めた被害率でみれば、C6はC3に次いで高い数値を示している。

地形C3は鉦町が属する地形で、RC造建物が少なからぬ被害をうけた。ブロック塀もその地形で最高の倒壊率14.3%を示している。また全般的に、ブロック塀の倒壊率の高い地形では住家被害率、人的被害率も高く、墓石調査結果とも良く調和する(図1、図2)。このような調査を前提とし、地形C3に属する遠見塚二丁目を、また大規模な切土・盛土を行っているため丘陵地あるいは一般の人工平坦化地としては少なからぬ被害を生じた旭ヶ丘一丁目(B1)を以下に示す地震後、存在するブロック塀の調査地として選定した。これらの地区はいずれも前述したように、それぞれの地形内でも比較的被害が集中したところである(仙台市のアンケート調査も参照した)。

4. 残存ブロック塀の調査結果

調査数は、表3に示すように66戸、148件である。同一敷地内にあるブロック塀でも立地条件、方位までは構造の異なるものは、それぞれ1件として記録した。なお

表3 残存ブロック塀の調査数

立地条件		状態				合計	
		健全	損傷	無耐力	補強		
旭ヶ丘	地盤上	N-S	11	5		16	
		E-W	12	10		22	
丘	擁壁上	N-S	16	5		21	
		E-W	13	8	1	22	
遠見塚	地盤上	N-S	17	16	1	3	37
		E-W	19	6	2	3	30
合計			88	50	4	6	148

注) 塀の状態で、それぞれ損傷とは、亀裂あるいは一部脱落のあるもの、無耐力とは押すとぐらつくもの、補強は補強してあるもの。

表3で無耐力となっているもの(手で押すとぐらつく)4件と補強してあるもの6件は、被害程度大であるから残存塀はこれらを除いた138件と以降みなす。ところで、この138件のうち、塀の高さ1.2m以下は、旭ヶ丘47件、遠見塚35件、同様に1.6mは31件と20件、1.8m以上は2件と3件である。

また基礎またはそれプラス擁壁の高さ(低い方の地面からの)は旭ヶ丘、遠見塚で、それぞれ20cm以下:25件、42件、50cm以下:23件、16件、それ以上は遠見塚ではなく、1.0m以下17件、1.5m以下8件、1.5m以上7件(いずれも旭ヶ丘)である。

また塀の長さは、旭ヶ丘、遠見塚のそれぞれについて5m以下:3件、8件、10m以下:22件、17件、15m以下:28件、18件、15m以上:27件、15件となっている。

次いで、スカシブロックについては、138件中101件がそれをもっている。うち旭ヶ丘は80件のうち、53件、遠見塚では、58件中48件を数える。ところで、スカシブロックが塀の下段(最下段および下から2段目)のみに単独分散で入っているものは旭ヶ丘15件、遠見塚2件、同中段に入っているもの14件と11件、最上段のみは両地区ともゼロ、以下最上段、中段、下段のいずれか両方に単独分散で入っているケースは旭ヶ丘15件、遠見塚20件(いずれもほとんど中段と下段に設けられている)。それ以外の24件は、いずれかの位置に2個以上の連続配置をしており、それも最上段全面、下段単独配置が7件と最も多い。いずれにしろスカシブロックを配置すれば、そこでの鉄筋の付着は不完全なものとなるし、それが連続配置の場合は特にその条件は悪い(鉄筋はその部分には入らない)。なお138件中、フェンス兼用は7件である。

以下、この138件を地震力に耐えた塀の事例として、建築基準法施行令第62条の8に規定されている事項につ

表4 基準法による不合格率

号	項目	旭ヶ丘 地盤上	旭ヶ丘 擁壁上	遠見塚 地盤上	合計
一	高さ	0%	0%	0%	0%
二	壁厚	0	0	0	0
三	壁頂の横筋	38	24	22	27
	基礎の横筋	91	90	58	76
	端・隅角の 縦筋	81	70	66	71
四	壁内の縦筋	13	10	14	12
	壁内の横筋	34	36	19	28
五	控壁の間隔	100	94	100	99
	控壁の配筋	33	38	0	21
	控壁の突出巾	0	0	0	0
七	基礎のせい	43	71	29	45
	基礎の根入れ	73	100	30	59
	累計不合格率	513	532	349	438

いて調査した塀（地震に耐えた）の合・否の判定を行った。

表4は、それぞれの上記事項の不合格率を地域別に示したものである。まず高さは、いずれも3m以下であったので不合格率はゼロ、厚さは高さが全て2m以下であったことから10cm以上でよく、不合格率はゼロである。

壁頂に横筋のない塀が全体で27%である（不合格率の高いのは、旭ヶ丘地盤上で38%）。基礎に横筋のない塀は極めて多く、特に旭ヶ丘では90~91%に達する。

以下、不合格率の高い事項は、端・隅角に鉄筋なし、また控壁の間隔については、高さ1.2m以上の塀についてのみ集計したが、控壁の設けられているものが少なく、旭ヶ丘地盤上で13%、同擁壁上で36%、遠見塚では15%の塀がこれをもっているに過ぎない。また、基礎のせい、根入れ深さの2項目も不合格が高い（特に旭ヶ丘：いずれも高さ1.2mを越える塀について集計）。

なお、鉄筋は9割以上とされているが、今回の調査では径の探査はできなかった。また、第62条の8の6に規定されている鉄筋の定着も探査できなかった。ただし、壁頂の横筋、基礎の横筋、並びに端・隅角部の不合格率をみれば、多くの塀において鉄筋の定着はなされていないと推定できる（特に旭ヶ丘において）。

ところで、表4の12項目の不合格率の累計は、旭ヶ丘地盤上で513%、同擁壁上で532%、遠見塚（地盤上のみ）349%となる。これは調査した残存ブロック塀の不

合格事項（12項目）の平均重複度である。いいかえれば、12項目のうち、上記地域、立地条件順に5.13事項、5.32事項（旭ヶ丘全体では、5.23事項）、並びに3.49事項に不合格であったということである。旭ヶ丘の地盤上と擁壁上では、上記の数値をみる限り、ほとんど差異はない。そして旭ヶ丘と遠見塚の最大の差異は、基礎の横筋・せい・根入れの3項目による。因みに、その3項目を差引いて比較すれば、旭ヶ丘地盤：同擁壁上：遠見塚は、306：271：232となる。

したがって、大きな差異ではないが、遠見塚の残存塀は、他の面（壁頂の横筋、壁内の横筋など）においても、より欠陥の少ない側にあることがわかる。いいかえれば、倒壊率のはるかに高い（地震動の強かった）遠見塚におけるブロック塀は、旭ヶ丘に比べ、より欠陥の少ないものまで地震により淘汰されたと推定される（倒壊率：旭ヶ丘；調査件数200件に対し倒壊24件、12%。遠見塚（一部南小泉を含む）；65件のうち17件、26%）。

5. 地震で倒壊した塀との比較

地震直後の筆者らの倒壊調査で、構造スケッチを行った70件について、残存ブロック塀との比較を行う。ただし、地震直後の調査と残存ブロック塀の調査では手法が異なるため、比較しうる事項はかなり限定されるが、次の幾つかの点で大きな差がみられる。

すなわち、基準法にもとづいて判定すると表5のごとくである。表5によれば、倒壊した塀の不合格率は、残存したものに比べ、2.3~4倍に達する。特に縦筋において著しい（4倍）。

表5 配筋の不合格率と被害の関係

	倒壊	残存
縦筋の間隔不合格率	48%	12%
横筋の間隔不合格率	65%	28%
壁頂の横筋不合格率	74%	27%

表6 縦筋、横筋の有無と被害の関係

縦筋	横筋	倒壊		残存	
		実数	%	実数	%
ナシ	ナシ	19	33	1	0.7
アリ	ナシ	14	24	4	3
ナシ	アリ	1	2	1	0.7
アリ	アリ	24	41	142	96

注）倒壊例では横筋の有無が不明のもの12例あるため合計実数は58例である。

表7 縦筋、横筋の施工良否と被害の関係

縦筋	横筋	倒壊		残存	
		実数	%	実数	%
良	良	5	21	70	50
良	不良	9	38	52	37
不良	良	2	8	7	5
不良	不良	8	33	10	7

- 注 1) 縦筋は間隔80cm以下を良とした。
 2) 横筋は間隔80cm以下で、壁頂にも横筋があるものを良とした。
 3) 縦・横筋とも定着は考慮に入れていない。
 4) 倒壊調査で鉄筋が6本以下のものは不良としてある。

表8 縦筋の基礎への定着深さ(Lcm)

被害	Lcm					合計
	0	1~9	10~19	20~以上		
倒壊	11	2	0	0		13
残存	24	7	10	43		84

この配筋の事項をさらに詳細にみたものが表6である。表が示すように、縦筋・横筋とも入っているものが残存の場合は96%あるのに対し、倒壊したものでは、41%と少なく、しかも無筋が1/3を占めていることがわかる。

表7は、縦筋・横筋とも入っているものについて、その良否を示したものである。表から、縦・横筋ともに配筋不良なものが、倒壊では1/3あるのに対し、残存では7%と低く、逆に縦・横筋共に満足しているものは、残存では50%あるのに対し、倒壊では21%と少ない。

さらに配筋で比較できるものとして縦筋の基礎への定着深さ(長さ)があげられる(倒壊ブロック塀の場合、判明13件と少ないが)。表8にその比較を示す。なお、残存ブロック塀で、この事項の判明しているのは84件である。表より、定着長さ(深さ)L(cm)が10cm未満のものが倒壊では100%に達するのに対し、残存では37%に過ぎない。

ところで、すでに旭ヶ丘、遠見塚の残存ブロック塀について、高さ、長さ等について示したが、ここでそれらが判明している78事例について、その分布を示す。まず塀の高さについては、1.2m以下:30件、1.6m以下:33件、1.8m:13件、2m以上:2件、また基礎またはそれプラス擁壁高さについては、20cm以下:43件、50cm以下:26件、1.0m以下:4件、1.5m以下:4件、次いで長さについては、5m以下:18件、10m以下:40

件、15m以下:7件、15m以上:13件である。

これひの数値を直接比較することは、サンプリングの方法(地域等)、量的な問題などはあるが、倒壊・残存ブロック塀の間にどのような差異があるかを若干比較検討してみる。

まず塀の高さについては、残存ブロック塀の59.4%(82/138)が1.2m(6段)以下であるのに対し、倒壊ブロック塀では、それが38.5%(30/78)となっており、高さの大小ほど倒壊率が高くなっていることは確かであろうである(倒壊1.8m以上:19.2%(15/78)、残存1.8m以上:3.6%(5/138))。

基礎またはそれプラス擁壁高さについては、20cm以下の場合、倒壊:55.1%(43/78)、残存:48.6%(67/138)であり、両者の間に実質的な差異はない。ただし、倒壊ブロック塀の詳細な調査は、ここにいふ高さの低いものに集中しているため、量的な検討は十分できない。

次いでブロック塀の長さについては、15m以上のケースについて、倒壊:16.7%(13/78)、残存:30.4%(42/138)、また10m以上とすれば、倒壊:25.6%(20/78)、残存:63.8%(88/138)となっており、長い塀ほど倒壊しているとの結果はみられない(控壁がいずれも極めて不十分であるにもかかわらず)。

6. 化粧コンクリートブロックについて

このブロックは、ブロック単体上の表面を自然石(あるいは大谷石)状などの仕上げを行ったもので、ここ15年間程度の間序々に普及しつつあるもので、大きさも50, 60cm~90cm(長さ)など大き目なものが多い。また単価も標準のものに比べて数倍はするとのことである。

そして仙台市における追跡調査で感じたことであるが、標準ブロック塀の倒壊後の建て替にかなり多く使われている。それゆえ、既存の塀としては標準ブロック塀に比べて少ないが、今後さらに多くの比率で用いられるものと考え、この地震における被害(率)を遠見塚(南小泉を含む)、旭ヶ丘で調査した。調査件数は前者の地区で50件(うち倒壊5, 10%, また亀裂など中小被害は12件、健全33件)、旭ヶ丘では、53件調査したが(存在数からみてほとんどしっ皆ともいえる)、完全に倒壊しているものは1件も見出せなかった。ただ部分的に落下(5段のうち上から2段、フェンス間ブロック1列)寸前、倒壊寸前(頂部の番線で支えられている、門柱隅角部1列、5段)各1件が認められたのみで、他は被害が多くても極めて局部的(目地亀裂など11件)な段階に止っていた。調査は上記2地区のみであるが、調査もれないよう十分配慮した聞き込みと観察によっている。したがって、この種の塀が標準ブロックにより残存率が著

しく高かったのは事実である。

なお、配筋等の調査は行ってはいないが、調査実感としては、この種の塀は価格が高い等の理由で、より入念な施工がなされているようである。それが最もよく感じられたのは基礎である（外見のみによるが）。ただし、擁壁は調査数 103 件のうち 5 件に設置されていたに過ぎない。

7. まとめと考察

残存ブロック塀の調査を行った旭ヶ丘と遠見塚の地震の際の被害は、木造住家については旭ヶ丘 0.06% (2戸/3,361世帯)、遠見塚 1.34% (20戸/1,490世帯) の全壊率、またブロック塀の倒壊率については前述したように、それぞれ 12%、26% である。すでに述べたようにこの数値は、同一地形内ではかなり高い（旭ヶ丘を含む人工平坦化地 B 1 の平均値は 5.51%、遠見塚の属する旧広瀬川低地 C 3 における平均値は 14.29%）。

すなわち、この旭ヶ丘、遠見塚は図 1、図 2、表 1、表 2 の地形 B 1 と C 3 内の被害をマイクロにしたものであるが、この地震における両地域の地震動の差異は明白である。また、地動加速度は N-S の方が大きかったようであるが、ブロック塀の倒壊率は N-S 方向 10.5%、E-W 方向 9.1% であり、有意な差異は認められない。

さらに、地盤上と擁壁上では、後者におけるブロック塀の方が被害が大きかったともいわれてきたが、筆者らの調査結果では、全く逆の結果が得られた。その理由の一つは、擁壁上の塀は高さが一般に低いことがあげられる（旭ヶ丘の調査では、7 段積以上の比率は、地盤上：63%、擁壁上：29%）。また、同地域の残存壁で鉄筋の入った擁壁をもっているのは地盤上 4%、擁壁上 13% であった。したがって、擁壁が崩壊しない限り、その上のブロック塀も地盤上のそれに比べ倒壊しにくい要因はあったと考えられる。仙台市の擁壁は玉石練積みが多く、これは少なからず被害をうけたが、それらは大規模（例えば、高さが大）なものが多い。そして、そのような高い擁壁上にブロック塀は少ない（必要性がかなり限定される）。

ところで、以上に述べてきたように倒壊したもの、残存しているもの間の比較は限定された項目でしか行い得なかったが、構造的に欠陥をより多くもつものが、それぞれ作用した地震動の強さに対応して倒壊したと考えられる。いいかえれば、欠陥の多いブロック塀は、一応この地震で淘汰され、被害の多かった地域的条件下のブロック塀ほど、残存する塀の構造的欠陥は少なくなっていると考えても大きな誤りはないと思われる。ただし、仙台市などにおいては残存するブロック塀に損傷を生じている場合も少なくない（表 2、表 3）。これらは

耐力が低下していることも考える必要があり、その補修・補強などが早急に望まれる。

なお、この地震を契機として少なからぬ地域においてブロック塀の調査が行われており、それらの極めて多くが基準法に抵触するとして問題になっている。この報告は、そのような問題に対する対策を考える場合の資料をうることも目的としている。

結果的に、この地震に残存しているブロック塀もそのほとんどが基準法の規定を満していない。この地震における仙台市の地震動の強さをどのように位置付けるかにより、結論は様々になるであろう。この地震で直接的に観測された最大加速度は石巻市においてである（開北橋、EW：294gal）。しかし、仙台市の方がはるかに大きな各種の被害（率）を生じており、墓石転倒（率）による推定加速度も高い（特に低地において）。そして、加速度的にみれば、比較的地盤のよいところでも震度は 6（気象庁の震度階）である。

以上のような諸点を考慮すれば、一般的な地域の場合、防災的な立場からみて早急に補強等を要するブロック塀の目安はある程度得られるように思われる。それは、建築基準法に抵触する塀の全てではないであろう（理想的にはそうであるにしても）。すなわち、その対象になるのは特に大きく抵触するレベルの低い方から 10～30% 程度（主として地盤条件により差異を設けることになる）の塀であり、それも通学路などに限定すれば、比較的現実的な対応がとれると考える。

なお、図 3 は、ブロック塀の倒壊率の予測のために作

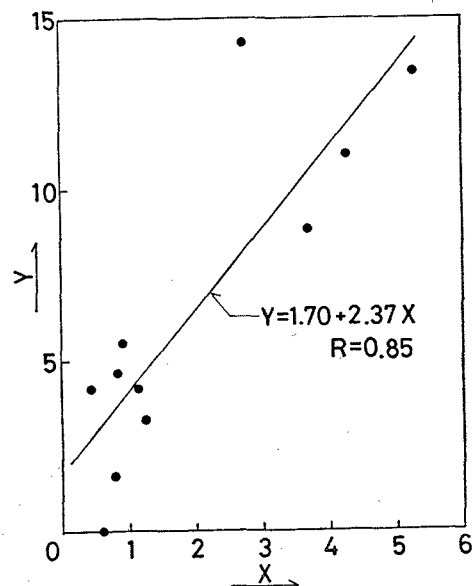


図 3 住家震害率 X とブロック塀倒壊率 Y の関係

成した。すなわち、各地の防災会議等の地震時被害予測において、木造建物の被害予測は重要な課題として扱われている。それゆえ、木造住家の被害(率)とブロック塀の倒壊率の間の関係を定量化すれば、予測される地震動のレベルにより限定されるにしろ、ブロック塀の被害予測もある程度可能になろう。また、図3では住家については震害率(= (全壊戸数+0.5×半壊戸数+0.01×一部損壊戸数) / 世帯数) × 100%)を用いている。ここで一部損壊戸数を取り入れたのは、半壊戸数が生じない地域でもブロック塀の倒壊は生じている地域が少なからずあるからである。また、一部損壊戸数のウェイト0.01は、相関係数Rが最大になるように決定した。なお、図3上のプロット(各点)は、図1、表2、表3の各地形における値に対応する。

以上、6を除けば、ブロック塀全般にわたる(なお、5には化粧ブロック塀は含まれていない)であり、必ずしも個々のブロック塀の細かな調査(数)は十分ではないが、現存ブロック塀の補強の必要性和その程度、今後の施工のあり方等の資料となるであろう。

また、市民権を得つつあり、その使用が大巾に伸びつつある化粧ブロック塀についても、この調査結果は、実際の大きな地震における、いわば初試練に対するものであり(少くともかつて報告はない)、標準ブロックによ

る塀の耐震性の実態との相対的な評価はできよう。

末尾ながら、この調査に格別のご協力をいただいた仙台市防災対策室、また市の要請をうけて多大の協力をいただいた調査地域の多くの市民の方々並びに地形区分等でご教示いただいた都立大学理学部松田磐余助教授に深甚の謝意を表わす次第です。

文献一覽

田代 侃・四戸英雄

1978 「宮城県沖地震による塀の被害の統計的調査報告」『日本建築学会東北支部研究報告集』, pp. 85~88。

田代 侃・四戸英雄

1979 「宮城県沖地震による塀の被害の統計的調査報告, 続報」『日本建築学会東北支部研究報告集』, pp. 77~80。

望月利男・宮野道雄

「木造建物の諸性状と地震被害の関係について—1968年十勝沖地震, 1978年宮城県沖地震の調査から—」『総合都市研究』8号, pp. 131~144。

ON THE ACTUAL CONDITIONS OF REINFORCED BLOCK WALLS IN SENDAI CITY

—Relationship between Landforms and Resulting Damage and Comparison between Damaged and Nondamaged Walls after the 1978 Miyagi-ken Oki Earthquake—

Toshio Mochizuki*, Michio Miyano,**
Hideo Shinohe*** and Kan Tashiro

Comprehensive Urban Studies, No. 11, 1980, pp. 39—46

In the June 1978 Miyagi-ken Oki earthquake, many reinforced block walls fell and resulted in not a few people being either killed or seriously injured. This paper investigates the relationships between the damages or damage ratio of these walls and the landforms on which they are built in Sendai City where was the most heavy damage occurred. Differences in type of construction between those overturned walls and those nondamaged such as reinforcement, footings, anchor walls and so on were also investigated. Results obtained above reseaches and comparisons of both groups of walls are shown. For instance, the influence of the landform had on their damage ratio, reinforcement and footings etc.

* Center for Urban Studies, Tokyo Metropolitan University

** Reseach Student of Engineering, Tokyo Metropolitan University

*** Tohoku Institute of Technology, Sendai