

危険物施設等の被害から見た兵庫県南部地震

—被害の特徴と首都圏施設への警鐘—

1. 序 論
2. 兵庫県南部地震による危険物施設の被害と教訓
3. 兵庫県南部地震以前の危険物施設の被害との比較
4. 首都圏の危険物施設への警鐘
5. 結 言

三 森 友 彦*

要 約

1995年1月の兵庫県南部地震において甚大な被害を受けた神戸港湾地域は日本有数の工業地帯であり、石油コンビナート等特別防災区域の指定地区も含まれていた。幸いにして危険物施設に関しては、新潟地震時のように大規模な火災こそ発生しなかったが、2,000klの高圧ガス施設からのLPガスの漏洩事故も生じ、屋外タンク貯蔵所の被害状況は決して楽観できるものではなかった。あと数秒間地震動が続いていたら、貯槽や配管の変形、破損により多くの屋外タンク貯蔵所から内容物の漏洩が始まり、新潟地震を大きく超える大火災が生じる危険性も大いに考えられる状況であった。

一方、首都圏は人口の密集度、危険物・高圧ガスの集積度において、兵庫県南部地震の被災地をはるかにしのぐ状態となっている。本稿では新潟地震及び兵庫県南部地震の危険物施設などの被害状況とその経験をとおして、首都圏の危険物・高圧ガス施設の地震対策の問題を考察している。

1. 序 論

1995年1月17日の兵庫県南部地震では、最先端の技術を駆使したインテリジェントビルから、戦前に建築された老朽家屋にいたる多様な建築物、多くの生産施設、都市の大動脈とも言うべきライフライン網など、あらゆる都市施設が多大な被害を被った。

また、幸いにして大きな二次災害には発展しな

かったが、危険物取扱施設、高圧ガス取扱施設も少なからぬダメージを受けた。1964年の新潟地震における石油プラント火災、1978年宮城県沖地震における都市ライフライン被害等を教訓として耐震規制の改正、生産施設・都市ライフラインの耐震強化等種々の地震対策を、官民一体となって進めてきたが、その対策に要した年月に比べてパルスのともいうべき短時間、わずか10数秒で想像を絶する大被害を被ってしまったのである。

地震防災というテーマは非常に広い範囲の問題

を含んでいるが、いずれも過去の地震災害の経験則の上に成り立っている。つまり、災害文化の継承を主体として対策が考えられている。30数年前の新潟地震では、初めて地盤液状化によって石油化学プラントが大きな被害を受けた。1995年の兵庫県南部地震でも地盤液状化、側方流動が大被害の成因となっている。このように巨大地震に襲われる毎に、人間社会の中で従来予想しなかった弱点が指摘されるとともに、過去の地震における被災経験によった耐震対策の不備も同様に明らかにされる。これらの弱点及び不備な点を取り除くべく、新しい対策を考えねばならない。この繰り返しによって地震対策が発展していくことを考えると、兵庫県南部地震によって明らかとなった、生産施設等の脆弱な箇所に対する耐震強化策を明確に提示することの重要性はいっそう増してきたといえる。

2. 兵庫県南部地震による危険物施設の被害と教訓

兵庫県南部地震による危険物取扱施設の被害は兵庫県、大阪府、京都府さらには香川県の4府県に及んでいる。これら4府県における地震発生時の危険物取扱施設の総数は52,406施設であり、そのうちの被害施設総数は図1に示すように1,258施設に及んだ。府県別では兵庫県1,172施設(93.2%)、

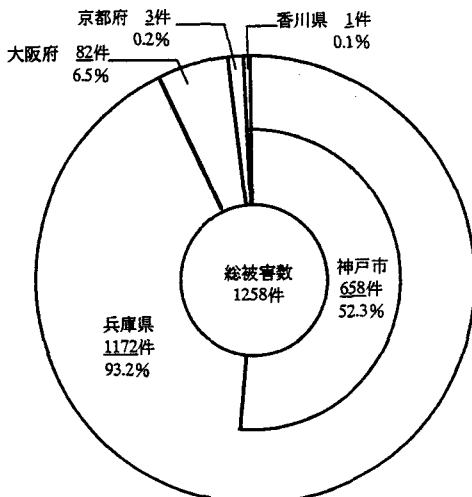


図1 危険物取扱施設の府県別被災状況

大阪府82施設 (6.5%)、京都府3施設 (0.2%)、香川県1施設 (0.1%) である。

このように兵庫県の被害、とりわけ神戸市の被害が658施設 (52.3%) と圧倒的に大きくなったのは、多くの産業施設が震度7の強震域の真上にあったこと、及びこれらの施設が立地する海岸寄りの埋立地で、大規模な地盤液状化と側方流動が発生、さらに護岸のはらみだし、崩壊により埋め立て土が流出したためである。特にこの埋立地は六甲山地で産出した、土質工学的に非常に不安定なマサ土を使用していたために地震被害が大きくなったと考えられる。

同じ阪神工業地帯の大阪府に属する地域には、兵庫県の2倍近い26,133の危険物取扱施設が、兵庫県と同様の軟弱な地盤地帯にあったが、地震断層域から離れており、わずか0.3%の被害率に留まったことは不幸中の幸いといえる。

図2には被害総数に対する各施設の被害割合を示してある。4府県全体で見ると、給油取扱所が347施設 (27.6%) ともっとも多く、次いで屋外タンク貯蔵所の343施設 (27.3%)、一般取扱所

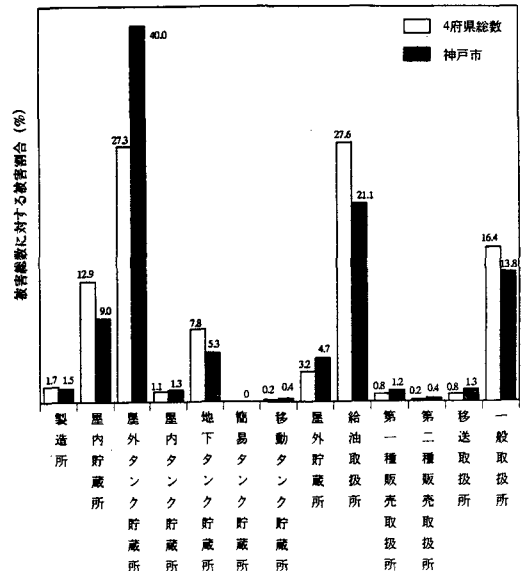


図2 危険物取扱施設の被害総数に対する各施設の被害割合

207施設 (16.4%)、屋内貯蔵所162施設 (12.9%) の順になっている。

図3には各施設数に対する被害発生割合を示す。4府県全体で見ると、移送取扱所が11.5%と被害

発生割合が高くなっている。神戸市について見ると、移送取扱所の75%が被害を受けており、次いで屋外タンク貯蔵所38%、製造所25.6%給油取扱所23.7%の順である。全ての危険物取扱施設において、4府県の総被害率を上まっており、このことから神戸市の被害がいかに大きかったことがわかる。移送取扱所の被害が特に多かったが、これは地盤液状化、及び側方流動により護岸がはらみだしたり、崩壊したため、それにより配管支

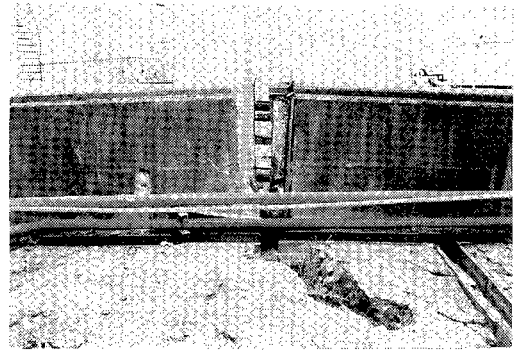


写真1 防油堤の地割れの状況 (消防庁提供)

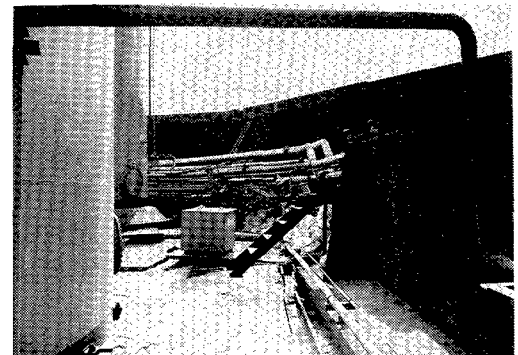


写真2 防油堤の崩壊状況 (消防庁提供)

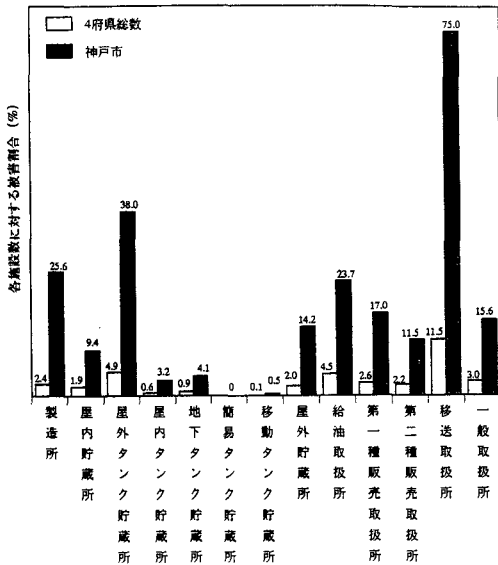


図3 危険物取扱施設数に対する被害割合

持部が流され、配管本体の変形、フランジ部分からの漏洩が発生したためであった。

屋外タンク貯蔵所および給油取扱所は被害総数や施設数のいずれに対しても被害の発生割合が高い。屋外タンク貯蔵所の被害は、タンク本体の不等沈下、傾斜、防油堤の亀裂・崩壊、防油堤内地盤の亀裂・地割れなど多くは地盤の液状化と側方流動に起因している。

防油堤の被害は写真1、2に示すように、目地部とコーナー部に集中しており、周辺の地盤には液状化と側方流動の発生が顕著である。このことから防油堤の被害には、設置地盤の性状が密接に関係すると考えられる。防油堤は容量、高さ、構造が規定されているが、設置地盤に関しては規制がない。目地部、コーナー部の補強対策及び設置地盤の改良についても今後の検討が必要であろう。

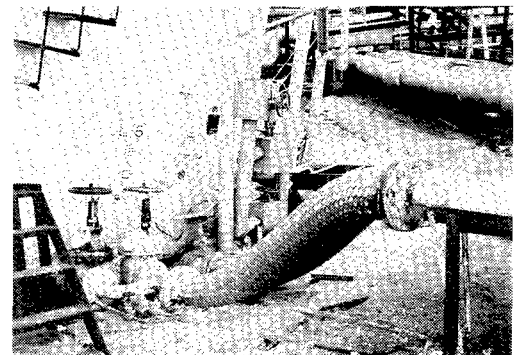


写真3 タンクの不等沈下により大きく変位した可撓継手 (消防庁提供)

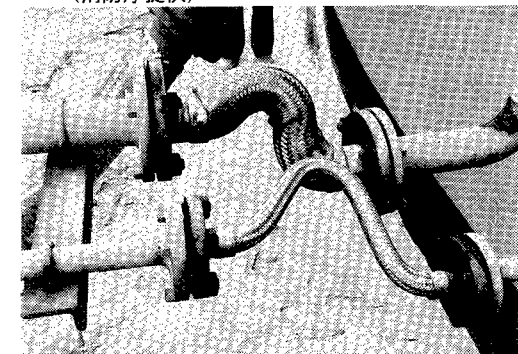


写真4 タンクの傾斜により押し縮められた可撓継手 (消防庁提供)

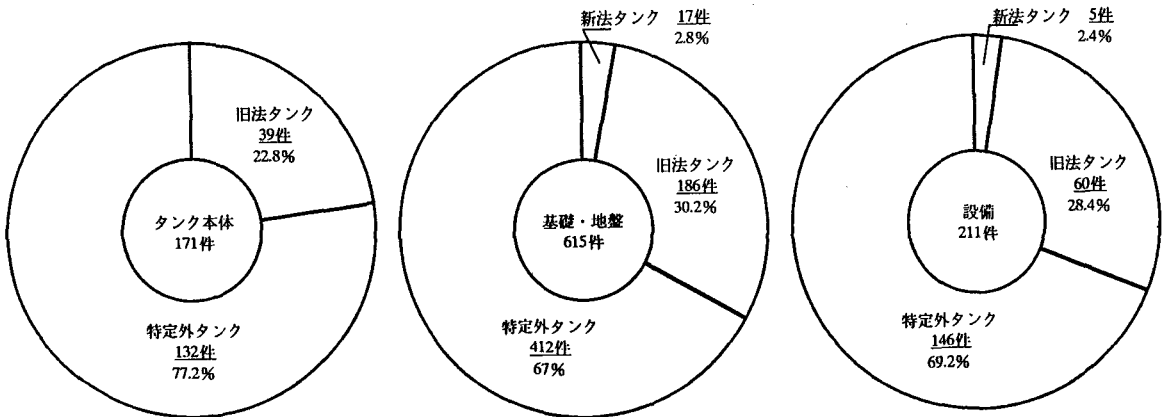


図4 屋外タンクの貯蔵所の被災状況 (消防庁資料による)



写真5 側方流動により流されたタンク下地盤 (タンクは杭により支持され沈下なし) (消防庁提供)

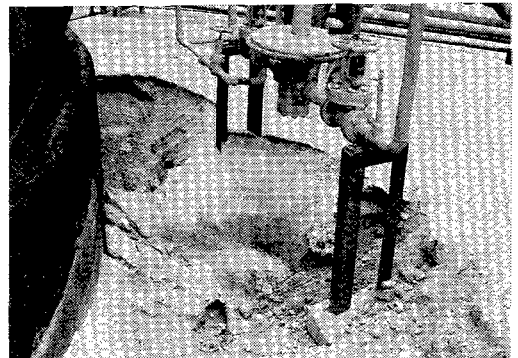


写真6 タンク直下にできた噴砂口 (消防庁提供)

タンク本体と配管の接続部には可撓管継手を使用されており、これによりタンクの不等沈下や傾斜による接続部の相対変位を吸収できたと見られる (写真3、4)。しかし、可撓管継手の許容変位量に余裕のないものや、変形特性を十分考慮せずに取り付けられたものには被害が出ている。可撓管継手の適切な使用法の普及と耐震設計への導入は重要な課題となろう。

特に被害率の大きかった神戸市内において、6事業所の屋外タンク貯蔵所236基 (神戸市内の屋外タンク貯蔵所の34%) を対象として被災状況の詳細な調査が自治省消防庁及び危険物保安技術協会により行われた。その結果を図4に示す。

1988年の自治省告示119号以降に建設された“新法タンク”はタンク本体には何ら異常は認められず、基礎・地盤と付属設備に若干の被害があった。1974年に改正された自治省告示22号以前の基準による“旧法タンク”に関しては基礎・地盤

について噴砂や地割れといった地盤液状化、側方流動に起因すると思われる被害が認められている (写真5、6)。容量1000kl未満の特定外タンクに関しては全体的に多くの被害が認められ、特にアンカーボルトの異常、座屈、不等沈下による本体の傾斜が多く (写真7、8)、基礎・地盤についても噴砂・地割れなど地盤液状化、側方流動の影響を多く受けていた。これら少容量のタンクに対しても、何らかの適切な耐震規制を設けることが必要となると考えられる。

給油取扱所の被害は防火壁の亀裂・倒壊などの施設破損が主であったが、写真9に示すように据置型の給油機が転倒した例もあり、営業中であれば漏洩から出火につながる恐れがあった。また、屋内貯蔵所では施設内に積み上げられた第4類危険物としてのペール缶など貯蔵容器が落下、破損したことによる漏洩事故が90施設において発生した。危険物貯蔵容器を積み重ねて貯蔵する場合の

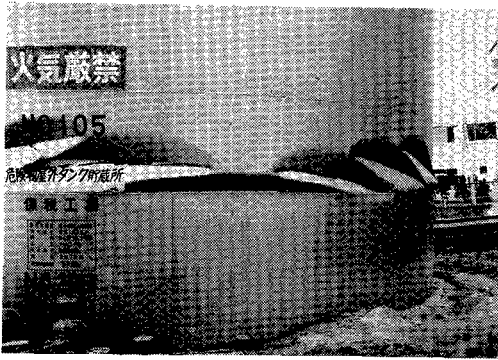


写真7 ダイヤモンド座屈したタンク（消防庁提供）

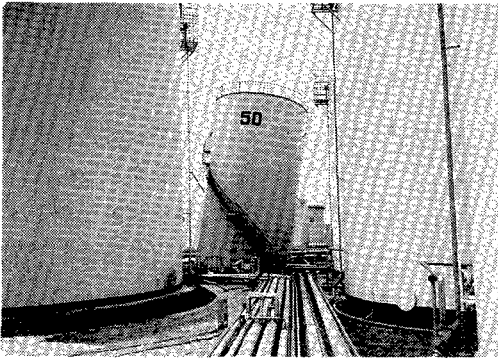


写真8 傾斜したタンク（消防庁提供）

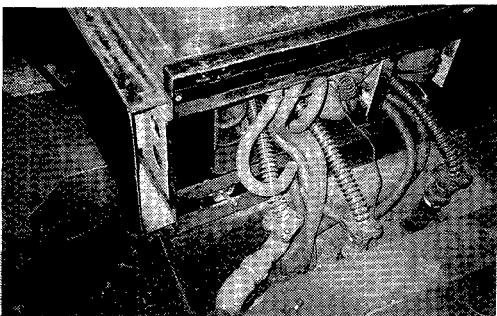
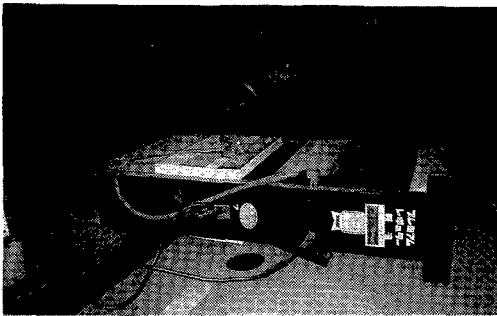


写真9 倒壊した給油機（撮影・著者）

高さ制限は3m以下（但し第4類の第3石、第4石、動植物油類のみ4m以下）、架台貯造の場合は6m以下と規定されている。しかし、貯蔵容器の落下性能試験は、もっとも厳しい危険等級Ⅰのクラスでも落下試験の高さは1.8mと規定されているにもかかわらずこれを超える高さに危険物が貯蔵されるのは日常的事となっており、貯蔵容器の性能向上が困難であるのならば、今後は荷崩れ防止バンドなどによる有効な落下防止対策が必要となる。

総被害数1,258件の被害内容の内訳は表1に示すとおりである。火災になった5施設は屋外タンク貯蔵所：1、販売取扱所：2、一般取扱所：2であり、いずれも類焼したものであって、自火は発生していない。

表1 危険取扱施設の被害状況（4府県合計）

被害内容	火災	漏洩	その他	合計
施設数	5	150	1103	1258

3. 兵庫県南部地震以前の危険物施設の被害との比較

国内において近年、都市生産施設などに大きな被害を与えた地震は表2に示すとおりである。中でも1964年の新潟地震は、石油プラントの炎上と津波被害という二重の災禍を受け、都市生産施設の機能が長期間にわたって停滞することになった。また1978年の宮城県沖地震では、近代都市の動脈ともいうべきライフラインが大きなダメージを受け、大都市の産業施設災害に対する脆弱さを露呈した。

兵庫県南部地震は、新潟地震とそれ以降30余年の間に蓄積された地震による被災経験と、そこから生まれた危険物施設に対する防災技術の進歩を、ハード・ソフトの両面から検証するまたとない好機であった。兵庫県南部地震と新潟地震における産業施設の被害状況は多くの類似点を有している。特に、多くの施設が海岸沿いの軟弱地盤

に立地していたために、大規模な地盤液状化による被害が多かったことがその代表的共通点であろう。

表2 産業施設に被害記録のある最近の地震（国内）

地震名	発生日	M	地域	備考
新潟地震	1964年6月16日	7.5	新潟県	都市施設、貯油施設 工場施設
十勝沖地震	1968年5月16日	7.9	北海道南部、青森県	工場施設、製鉄所
宮城県沖地震	1978年6月12日	7.4	宮城県沖	工場施設、都市
日本海中部地震	1983年5月26日	7.7	秋田県沖	工場施設、港湾施設
釧路沖地震	1993年1月15日	7.8	釧路沖	工場施設、港湾施設
北海道南西沖地震	1993年7月12日	7.8	北海道南西部	港湾施設

新潟地震の全般的特徴は、下記の2点がよく知られている。

(1) 地中で地滑りが発生したような世界的にも珍しい地盤移動性の地震であり、大規模な地盤液状化現象が生じ、大幅に沈下・隆起が発生した。

(2) 津波の来襲により、海岸寄りに立地する工業地域は広い範囲にわたって水没した。

さらに、この地震による生産施設被害の特徴は、①大容量タンクの長期火災と隣接居住地域への延焼、②低地への全面的浸水による水害、および③流出油の停滞であった。特に屋外タンク貯蔵所の容量別被害内訳は表3のようであった。防油堤に関しても、耐震性の点から十分に機能を発揮できず、特にエキスパンション部分の構造的脆弱性が問題となった。当時、新潟市内の屋外タンク貯蔵所の総数は760基であり、100kl未満のタンクを含めた被災数は264基で、全体の34.7%が被災したことになる。

表3 新潟県地震における屋外タンクの容量別被害内訳

タンク容量	被災種別			合計
	火災	漏洩	その他	
100~1000kl未満	24	51	59	134
1000kl以上	17	18	16	51
合計	41	69	75	185

(単位：基)

屋外大型危険物としてのタンクは、新潟地震以外にも1978年の宮城県沖地震でも被害が見られたが、これらから屋外タンク貯蔵所の被った主な損傷モードを抽出してみると以下ようになる。

①浮屋根および付属品の破損による内溶液の溢流、②円錐屋根と側板との接合部の破損、③固定屋根式タンクにおける側板上部の座屈、④側板とアニューラー板接合部を含むタンク底面の破損、⑤側板直下（犬走り法面）の沈下、⑥タンク本体の沈下（一様沈下、不等沈下、傾斜など）、⑦タンク本体の横ずれ、横滑り、⑧アンカーボルトの引抜け、折損、⑨タンク本体に付随した弁・ノズル・計器などの破損、⑩防油堤、防止堤などの破損、⑪防油堤内地盤の陥没、亀裂。

新潟地震では①、②、③、⑥、⑦、⑧、⑨、⑩、⑪のモードが顕著であり、宮城県沖地震においては①、②、④、⑤、⑧のモードが多かった。

これら両地震での被害を分析して自治省は、消防法の規制を受ける屋外タンク貯蔵所とその基礎に適用される「危険物の規制に関する技術上の基準の細目を定める告示」（自治省告示第99号、1974年9月公布）を、1977年2月（自治省告示第22号）と1983年4月（自治省告示第119号）の2回にわたり改正し、修正震度法を基準とする耐震設計法の体系化を図るとともに、スロッシングの影響の検討も加えて、やや長周期地震動に対する安全性の確保に努めた。その結果、兵庫県南部地震における屋外タンク貯蔵所の被災状況はすでに述べたように（図4参照）、「新法タンク」に対しては効果を認めたが、「旧法タンク」および特定外タンクについては被害が多く、耐震補強などの対策の必要性が浮き彫りになった。また、防油堤および防油堤内地盤の被災状況は、新潟地震以来の対策が不十分であったことの反映であり、今後の大きな課題である。

兵庫県南部地震は周知のように加速度も非常に大きかったが、過去の地震に比して変位量の大きなことがその大きな特徴であった。今後は大加速度、大変位の地震に対して、タンク本体はもちろんタンクヤード全体の地盤液状化、側方流動への十分な対策が必要であり、特にバルブ配管系の耐震対策は被災状況を十分に検討して確立すべきである。

4. 首都圏の危険物施設への警鐘

多くの地震学者の指摘によると南関東地域の地下は非常に複雑なプレート構造になっており、長期にわたり大地震がなく(1923年の関東地震以後、東京で震度5を観測したのはわずかに3回である)、プレートの歪みが増し、潜在的な地震エネルギーは蓄積されている。悪いことにこのような地下構造を持つ東京湾岸地域には軟弱な沖積層の地盤が広がっており、さらにその上には大規模な埋め立てでできた、さらに軟弱な地盤がある。沖積層は地震動を増幅し、埋立地では液状化、側方流動が発生しやすい。このような軟弱な地盤上に京葉・京浜工業地帯が立地しているのである。

これらの工業地帯は兵庫県南部地震で被害を受けた、阪神工業地帯より規模が大きく、一般の製造業よりも原油やLNGの備蓄基地、石油精製施設などの危険物、高圧ガスを大量に貯蔵する施設

が多いことは、周知の事実であり、その後方には神戸地域よりはるかに密度の高い、世界に例を見ない“人”と“物”(建築物、交通機関、ライフライン、金融、情報、etc.)の過密状態が展開している。さらに言えば最近の“ウォーターフロント”による新都市開発で居住地域と工業地帯は接近し、工業地帯より海側に居住域が広がるという異常な事態が出現している。

東京湾岸の工業地帯には表4に示すように、特定事業所における石油類の屋外タンク貯蔵所だけに限ってみても6,352基で、阪神工業地帯の2倍以上という大規模な物となっている。さらにこの地域には多くのLPガス貯蔵基地があり、表5に示すように、その貯蔵タンクの総容量は100万トンを超える膨大な物である。この数字には内陸二次基地、大口消費プラント、LPガス販売基地、LPガススタンドの貯蔵基地は含まれていない。

最近の統計によると東京湾の高圧ガス貯蔵能力は全国比でLNG：60%、LPG：30%、また、石油

表4 特定事業所における屋外タンク貯蔵所の容量別基数(石油, 1984・4・1現在)

都府県	容量 1000kl 未満	1000~ 10000kl	10000~ 50000kl	50000~ 100000kl	100000kl 以上	合 計	
千 葉	1995	561	285	106	20	2967	6352
東 京	106	8	14			128	
神奈川	1940	921	318	74	4	3257	
大 阪	940	317	144	30	5	1436	3013
兵 庫	973	373	111	16		1473	
香 川	14	54	29		7	104	

表5 LPガス基地の貯蔵タンク容量(単位; トン)

都府県	基地種別	輸入基地	沿岸二次基地	生産基地	合 計
千 葉		728,492	6,980	62,004	797,476
東 京		24,900			24,900
神奈川		264,072	5,680	67,586	337,338
合 計		1,017,464	12,660	129,590	1,159,714

(1992.3.31現在)

精製能力は同様に全国比で40%とされている。これはあくまでも貯蔵能力の上限を示しているもので、常に全てのタンクが100%貯蔵しているわけではない。しかし、消費された石油、LNGなどを補給するために、これらの基地へは24時間体制で各種タンカーが出入りしている。日本最大のタンカーは、一回にドラム缶にして290万本分の原油を、LNG船は一隻で100万戸の家庭が1ヶ月使うガスを運んでくる。これらタンカーの航行量は瀬戸内海の4~5倍という世界有数の過密航路で、しかも瀬戸内海と違い東京湾は袋小路である。

世界最大の海上保険会社ロイドの保険料は東京湾へはいるエネルギー輸送船の保険料が世界一高い。つまり世界一の危険を背負っていることを裏付けている。このような状態の東京湾とその湾岸域の工業地帯は正に火薬庫に等しい危険な状況にある。

火薬庫的な危険性を有する首都圏の工業地帯を地震から守るには、貯蔵タンクの耐震強化はもちろんだが、何よりも地盤を固めて基礎の強化を図らねばならない。液状化による被害が大きくクローズアップされた新潟地震の際、すでにパイプフローティング工法により地盤改良された砂地盤上に設置されていた2万klタンク2基と3万klタンク1基はほとんど被害を受けず、再使用に耐える状態であったとの報告もある。しかし、宮城県沖地震の際には同様の地盤改良を行った石油タンク基礎が相当な被害を受けたとの報告もある。このようにたとえ地盤改良をしたとしても、決して対策は十分とはいえない。新潟地震以降地盤改良技術は大きく進歩している。兵庫県南部地震の際には、地盤改良を行った、新法による規制で設置された特定タンクには本体への被害は発生せず、逆に旧法タンクと特定外タンクはタンク本体に多くの被害を受けている。このことから、タンク本体基礎の地盤改良は耐震上有効と考えられる。また、新法タンクも含めたすべてのタンクで、防油堤内の地盤液状化、側方流動が発生し、配管系、バルブ等に大きな被害が出ており、この点については根本的な見直しが必要となろう。

今後、石油プラント等危険物、高圧ガス施設の

耐震対策として、タンク本体の地盤改良だけでなく、タンクヤード全体としての液状化対策が必要と考えられる。すでに神奈川県ではモデル的ではあるが図5に示すような、根本的な液状化防止策をとった例もある。さらに兵庫県南部地震では、タンクヤードを囲む護岸が崩壊しヤード内の地盤が流出したため、液状化、側方流動と合わせて被害を大きくしたことに注目し、護岸の補強等地盤流出にも備えねばならない。

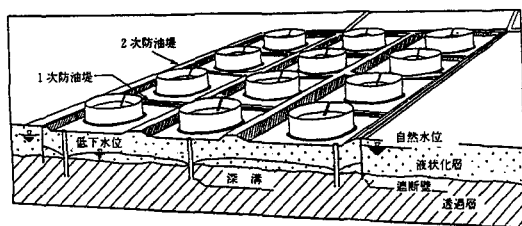


図5 石油タンクヤードの被害拡大防護システム

5. 結 言

兵庫県南部地震における危険物施設被害の特徴は、タンク本体や付属する配管類が、地震動そのものによって動的に破壊されたものではなく、地震動により地盤の液状化が発生し次いで起こった地盤の不等沈下、護岸崩壊及び側方流動などの大規模な地盤変動が主な原因とされていることである。不等沈下、側方流動などの地盤変動に規則性はないから、タンク本体のみではなく相互に連結された配管や機器類の相対的変形により被害が増大された。

地盤変動に起因する諸施設の被災程度は、それぞれの構造物を支えている基礎の設置深さに大きく関係している。基礎は深いほど液状化の影響が軽減されるとされている。基礎が液状化層にどどまるか、さらに深く非液状化層にまで達しているかで被害の様相は大きく異なる。多くの危険物施設では、タンク本体をはじめ配管架構、周辺機器等の基礎の建設状況はさまざまである。地盤変動が発生すると、基礎はその深さによって傾斜、沈下、浮上等の異なった動きを示し、不等沈下、不等水平変位を生じ、各接続部の許容変位量を超えることで被害は全システムに波及する。

これらの被害を未然に防止するために、以下の事項を特に優先的に実施することが望まれる。

1. 護岸・岸壁を強化して地盤の水平移動量を可能な限り抑制する。
2. 現在提案されている各説の地盤改良工法を適切に採用して沈下、水平移動の軽減を図る。
3. 重量機器類を設置する基礎構造を一本化し、相互の不等沈下、不等変位の発生を防ぐ。

補 追

本稿は、1995、1996年に通産省の要請で実施された（財）エンジニアリング振興協会の「阪神大震災の被害調査に基づく産業施設の耐震性向上に関する調査研究」プロジェクトにおいて著者らが担当した調査研究の一部としてまとめたものであり、引用には注意を払ったが必ずしも精細なものではない。

阪神大震災後、約2年を経てその衝撃がやや沈静化した感もある昨今であるが、首都圏に近い将来に襲来する巨大地震を想定すると、本稿で指摘した諸問題は今後行わなくてはならない震災防止対策に対する極めて“ささやかな”提言である。

終わりに、引用させていただいた資料、写真を快く提供された諸協会、消防庁危険物規制課に厚くお礼申し上げます。また、本稿をまとめるに当たり助言された東京都立大学鈴木浩平教授にも感謝する。

文 献 一 覧

- (株)石油化学新聞社『1993年版・LPガス資料年報』1993.
 石油コンビナート等防災研究会編『自衛防災活動マニュアル—化学プラントの爆発・火災—』1985.
 消防庁『新潟地震火災に関する研究』1964.
 危険物保安技術協会『KHKだより特集号』1995.
 危険物保安技術協会『KHKだより』No.50, 1996.
 土木学会編『動的解析と震害設計(3) エネルギー施設』1989.
 土木学会『新潟県地震・震害調査報告』1966.
 消防庁危険物規制課『写真提供1~8』
 三森友彦・鈴木浩平「大都市ライフラインシステムの災害復旧シミュレーションについて」、『総合都市研究』44, p. 127-141, 1991.
 三森友彦・鈴木浩平「高圧ガスの地震被害拡散予測に関する研究」、『総合都市研究』51, p. 45-55, 1993.

Key Words (キー・ワード)

Dangerous Liquid and Gas Facility (危険物施設), Liquefaction (地盤液状化), Lateral Flow (側方流動)

Consideration of Earthquake Damages for the Dangerous Tanks to the 1995 Hyogo-ken Nanbu Earthquake : Warning to the Existing Facilities in the Metropolitan Area

Tomohiko Mitsumori*

*Faculty of Engineering, Tokyo Metropolitan University
Comprehensive Urban Studies, No.61, 1996, pp.91-100

This report deals with the earthquake damages to the industrial facilities and the associated counterplanning, in particular, those located in the metropolitan area. At the Hyogo-ken Nanbu Earthquake on January 17th, 1995, enormous structures in the industrial facilities were damaged by excessive seismic force and liquefaction caused in the coast side area.

From one of the huge pressurized gas storage tanks, leakage of LP-gas occurred due to excessive pipe deformation by lateral flow of the soil foundation.

Through the investigations of the typical damage to the facilities having dangerous object such as oil storage tanks, high pressure gas tanks and pipings by the Hyogo-ken Nanbu Earthquake and the Niigata Earthquake on June, 1964, comparative examination on the industrial structure damages was carried out.

Several major damage modes to the storage tanks was selected such as the roof damage, the damage on the connecting parts between the roof and wall, the liquefaction induced damage, the pull-out of the anchor bolts and so on.

Finally, the author gave suggestions for the anti-earthquake counter planning to the industrial facilities located in Tokyo metropolitan area. Totally 6,350 tank facilities are now to being setting up along the Tokyo Bay area which is approximately double of those in the Hanshin area. The importance of the urgent countermeasure was pointed out to the lateral flow due to the soil liquefaction and the available techniques for reducing the relative motions generated among structures, equipments and pipings.