

第6章 神戸市被災企業用仮設賃貸工場の入居企業審査用写真

6.1 写真入手の経緯

第5章で述べたように、ヒアリング調査を実施するにあたっては神戸市経済局工業振興課に調査先に関する協力を依頼し、ご助力の結果、3社1団体についてヒアリング調査を実施することができた。これらのヒアリング調査に関する調整・打合せの中で、神戸市の工業振興課においても被災企業の被害写真を所有しているという、つぎのような情報を得た。

神戸市では震災後、被災した中小企業を対象として仮設の賃貸工場を建設し、入居企業を募集した。その際、入居審査用として入居希望企業の被災状況を示す写真を多数撮影しており、(財)神戸市産業振興財団で所有・保管しているということであった。そこで、これらの写真が本調査研究に使用できるかどうか、審査用写真の使用の可能性について神戸市に打診をしたところ、快く承諾して頂き、審査用の被害写真を閲覧することができた。

閲覧の結果、被害写真の多くは工場家屋や建物の被害を中心とした写真、もしくは撮影した時期が震災後2～3ヶ月を経ていることからすでに取り壊されて更地になった写真であり、残念ながら本調査研究で主眼を置いている工場内部の工作機械やその他の設備の被害写真はほとんどなかった。この点に関しては、仮設の賃貸工場への入居を希望している中小企業では工場家屋が壊滅的な被害を受けた企業が多かったことから、工場内部を見るまでもなく工場家屋の外観だけで入居審査に十分耐えられる状態であったこと、また同じ理由により、内部の使用できそうな機械設備だけを搬出して工場家屋を取り壊して更地にしてしまった企業が多かったことなどによるものである。

以上のように、本調査研究との目的の違いにより、神戸市が所有している被災企業用仮設賃貸工場の入居企業審査用の被害写真には工場内部の工作機械や諸設備の写真はほとんどなかったが、借用した写真の中から本調査研究に参考となりそうな写真を次節に示す。

6.2 入居希望企業の被害写真



図6.2-1 壊滅的な被害を受けた工場家屋
(工作機械は残置、神戸市長田区)



図6.2-2 壊滅的な被害を受けた工場
(神戸市須磨区)



図6.2-3 壊滅的な被害を受けた工場



図6.2-4 全焼した工場
(神戸市須磨区)



図6.2-5 被災した工場内部
(仮操業中、神戸市長田区)

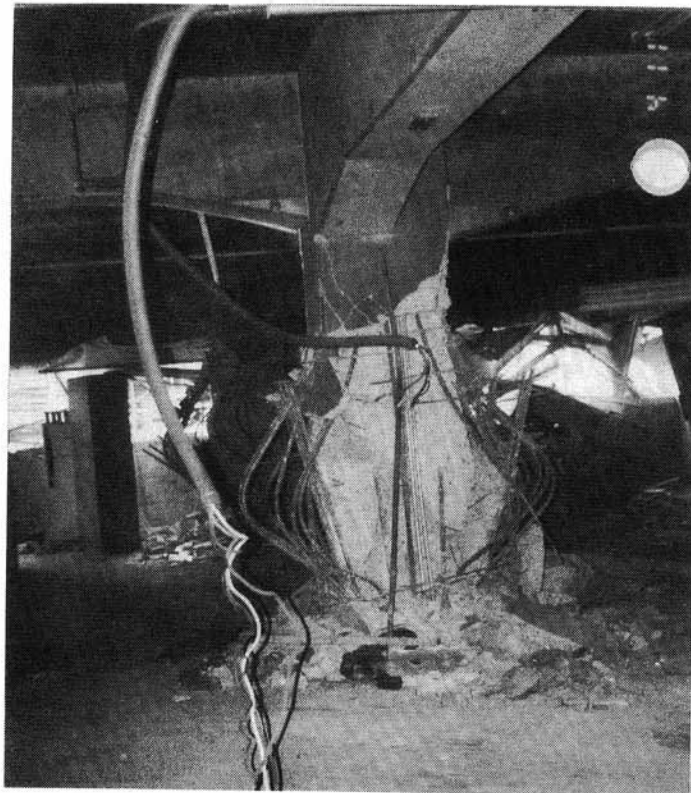


図6.2-6 崩壊した工場の柱
(神戸市須磨区)



図6.2-7 被災した工場内部
(ワイヤーで工場の倒壊を防いでいる、神戸市西区)



図6.2-8 転倒した工作機械
(神戸市灘区)



図6.2-9 更地に搬出された工作機械
(神戸市長田区)

第7章 調査結果の整理と今後の課題

7.1 調査結果の整理

本調査研究における調査内容と結果は以下のとおりである。

第2章では、兵庫県南部地震について各種学会、研究機関等により公表された資料、研究論文等を調査し、地震の概要と特徴についてまとめた。本地震は大都市圏を襲った直下型の地震ということで過去に例がなく、気象庁によって初めて適用された震度7が非常に狭い帯状の地域に分布し、いわゆる「震災の帯」を形成したことが特徴的であった。

第3章では、機械等の設置や設備に関連した現行の耐震指針・基準について調査を行った。その結果、高圧ガス施設やLNG地下式貯槽などの危険物に関しては独自の耐震基準が用意されているものの、一般の産業施設／設備についてはほとんどが「建築設備耐震設計・施工指針（日本建築センター、1984）」に準じていることが明らかになった。また、地上2階以下の建物および100kg以下の設備についてはこの指針によらなくてもよいこととなっているという問題点も明らかになった。

第4章では、今回の震災による産業施設の被害について幅広く調査を実施した。調査は2段階に分けて実施しており、第1段階では主要産業の被害状況や被害総額を把握することを目的として、各種新聞情報および市販の書籍等により広範に被害概要を調査した。さらに、第2段階では各産業における被害の状況を詳細に調査することを目的として、各業界の専門雑誌や各社の被害報告書を中心に個々の施設や設備の被害状況を調査した。そして、これらの結果はいずれも一覧表の形にまとめた。

第5章では、被災した企業の担当者の方々にヒアリング調査の協力を依頼し、被害状況と被災時の対応、ライフラインの復旧に伴う生産ラインの復旧状況、今回の震災において明らかになった問題点などについて、率直な“生の声”を聞いた。

第6章では、神戸市が被災した中小企業を対象として建設した仮設賃貸工場の入居審査用の写真のうち、本調査研究に参考となりそうな写真を掲載した。

これらのうち、第4章で調査した産業施設の主要な被害パターンについて、第3章で調査した現行の耐震指針・基準類との関係を一覧表にまとめたものを表7.1-1～表7.1-2に示す。

これらの表から、今回の阪神大震災においては産業施設の分野にかかわらず、いずれの施設においても液状化による地盤の大変形・陥没等による被害が非常に多かったことがわかる。この液状化による地盤変状による被害パターンとしては以下のように分類できる。

表7.1-1 主要な被害パターンと耐震指針・基準（その1）

分野	設備名	主要被害パターン	原因（一部推定）	対応する指針・基準	備考		
物流施設	クレーン	アンローダの車輪脱線	液状化による地盤の大変形	港湾の施設の技術上の基準・同解説 クレーン等安全規則	地震荷重の再検討		
		アンローダの脚部の塑性変形	過大な地震荷重				
		塔形ジブクレーンの倒壊・損傷	過大な地震荷重				
	倉庫	立体倉庫の倒壊	液状化による地盤の大変形・陥没	建築基礎構造設計指針 建築設備耐震設計・施工指針	地震荷重の再検討		
		ラック棚の倒壊	液状化による地盤の大変形・陥没				
		パレット・荷物の落下	過大な地震荷重				
生産設備	工作機械	建屋	工場建屋の傾斜・沈下	建築基礎構造設計指針 建築設備耐震設計・施工指針 建築設備耐震設計指針・同解説			
		圧搾機/破碎機	本体			損壊、破損したケースは非常に少ない。	
	圧縮機/送風機	据付け	据付け床版の傾斜・沈下			液状化による地盤の大変形・陥没	
			タービン			機械類の移動・転倒により破損	アンカーなし
	圧力容器	アンカーの引き抜けにより機械類の転倒・破損	アンカーの強度不足			アンカーの施工不良	アンカー強度の見直し
			ボイラー				
	集塵機/ろ過機						
	ユーティリティ設備	配管の破損	柱、壁と共に破損			建築設備耐震設計・施工指針 建築設備耐震設計指針・同解説 容器構造設計指針	地震荷重の再検討
			液状化による地盤の大変形				
		用水タンクの破損	過大な地震荷重			F R P 水槽耐震設計基準（案）	
災害リカバリー設備	制御機器パネルの転倒	過大な地震荷重	建築電気設備の耐震設計・施工マニュアル 配電盤・制御盤の耐震設計指針	地震荷重の再検討			

表7.1-2 主要な被害パターンと耐震指針・基準（その2）

分野	設備名	主要被害パターン	原因（一部推定）	対応する指針・基準	備考	
石油タンク	屋外タンク	タンクの傾斜	液状化による地盤の大変形	建築設備耐震設計・施工指針 容器構造設計指針 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		
		側板の座屈	旧法による設計			
		アンカーボルトの破損				
		接続配管部の破損	タンクと配管系架台の基礎形式の違いによる相対変位大			
		漏洩	スロッシング			
	屋内タンク	容器の落下、破損	未固定			
		建屋の崩壊	過大な地震荷重		地震荷重の再検討	
建築設備	電気設備	照明器具の落下	設置の不安定	建築設備耐震設計・施工指針 建築設備耐震設計指針・同解説 建築電気設備の耐震設計・施工マニュアル		
		キュービクルの移動、転倒	アンカーなし		アンカーの強度不足	アンカー強度の見直し
			アンカーの強度不足			
		オープンタイプ電気室内の変圧器の移動、転倒	基礎部の強度不足		アンカーの強度不足	配電盤・制御盤の耐震設計指針 変圧器基礎ボルトの耐震設計指針 蓄電池設備の認定に関する規定・基準
	アンカーの強度不足					
	給排水設備	埋設配管、建物導入部の破損	地盤変状	水道施設耐震工法指針・解説 FRP水槽耐震設計基準（案）		
		水槽の破損、漏水	パネル継ぎ目ボルトのゆるみ			
		水槽の移動、転倒	アンカーの破断		アンカーの引き抜け	アンカー強度の見直し
			アンカーの引き抜け			アンカー強度の見直し
	空調・換気設備	冷却塔	座屈、内部配管、仕切り板の破損			
		室外機の移動、転倒	アンカーなし	アンカーの強度不足	アンカー強度の見直し	
			アンカーの強度不足			
			吊りボルトによる揺れ止めなし			
		ダクトの破損	天井材の揺れ大			
	天井材の落下					
	昇降設備	乗場ドア、かご枠の変形	建物の変形大 1981年以前の竣工物件に集中			
防災設備	配管の損傷	天井材の落下				

- ・地盤変状により、工場建屋自体が倒壊、傾斜したもの
- ・地盤変状により、機械類の基礎や据付け床版が傾斜したもの
- ・地盤変状による相対変位により、脚部の大変形を生じたもの
- ・地盤変状による相対変位により、配管系の取り合い部に大変形を生じたもの

これら産業施設用地の液状化対策については、「建築基礎構造設計指針」や「港湾の施設の技術上の基準・同解説」などに記載されているものである。にもかかわらず、今回の地震によりこれほど多くの地点で液状化に伴う被害が発生したことから、今後、地盤の液状化対策に対する基準・指針類の再検討の必要性を示唆するものであると考える。また、機械系設備の観点から基準・指針類をみた場合、液状化対策に関するものは見当たらない。今回の震災においては工場建屋だけでなく機械系設備においても液状化によって数多くの被害が生じていることから、機械系設備における液状化対策の基準・指針類が必要であると考えられる。

一方、過大な地震荷重（慣性力すなわち地震動の揺れそのもの）による被害はつぎの2通りに大別できる。

- ・過度の揺れにより施設／設備本体が損傷を受けたもの
- ・施設／設備の据付け（固定）方法が不十分であったため、振動（揺れ）あるいは移動により隣接の設備と衝突したものあるいは転倒したもの

前者の過度の揺れにより本体が損傷を受けたものとしては、物流施設ではアンローダクレーン脚部の塑性変形や塔形ジブクレーンの倒壊・損傷、倉庫内でのパレットや荷物の落下などの被害がみられ、生産設備では用水タンクの破損、制御機器パネルの転倒などの被害がみられる。しかしながら、生産設備の工作機械などは本体自体が損壊、破損したケースは非常に少なかった。

また、後者の据付け（固定）方法が不十分であったため、設備・機械類が振動、移動、転倒などにより破損した例は非常に多く、これらの原因は以下のように大別できる。

- ・アンカーがない（固定されていない）
- ・アンカーの強度不足による引き抜け
- ・アンカーの施工不良による引き抜け

これらのうちアンカーがない（固定されていない）ものについては、現行指針で最も使用頻度が高いと推測される「建築設備耐震設計・施工指針（1984）」での問題点である2階建以下の建物での設置を規定していないこと、100kg以下のものはこの指針によらなくてもよいことが起因しているものと考えられる。また、アンカーの強度不足あるいは施工不良による引き抜けについては、国土館大学の木内教授が指摘しているように、現行指針あるいはこれに準ずる指針の理解不足、現行指針に添っての設計・施工不良、

施工者の施工方法の常識と現行指針のレベルの差などの問題点が浮き彫りにされたものであると考えられる。

7.2 今後の課題

今年度の本調査研究においては阪神・淡路大震災に関して、兵庫県南部地震による地震動の概要、現在適用されている基準・指針の調査、産業施設における被害状況を調査した。この結果、今回の震災による各産業の被害状況と現行の耐震基準・指針についての現状をおおむね把握することはできた。本調査の内容は広範囲にわたるものであり、初年度として今回の地震による実情を幅広く調査するという目的はある程度達成したものと考えられるが、反面焦点が定まりにくいという感は否めない。

そこで、次年度の課題として以下のようなことが挙げられる。

- ① 今年度調査した各施設の被害パターンをさらに詳細に調査し、復旧対策の特徴についても調査することにより、関連する現行の各種基準等の問題点を把握し、耐震対策に関する提案を行う。
- ② 地震後の各種学会・協会の動きをフォローして、耐震対策についての考え方の修正案等を把握する。その際、焦点になった事項を抽出し、その対策として検討された項目について調査する。

<謝 辞>

本調査研究に際して、ヒアリング調査の設定や被害写真の借用に対してご尽力いただいた神戸市経済局工業振興課様、(社)神戸市機械金属工業会様、(財)神戸市産業振興財団様、また、ヒアリング調査にご協力いただいた各社の方々に感謝の意を表します。