

ら神奈川県警察本部と協力して、災害時の交通規制のシミュレーションを実施し、幾つかのバリエーションの交通規制案を準備すべきと思われる。併せて、交通規制のための器材（バリケード、カラーコーン等）の配備も考えておく必要がある。

イ 家屋が道路側に倒壊して避難、救援、消火活動等の障害となるため、これら路上の障害物の速やかな撤去が必要となるため、ブルドーザー等の重機を確保、配備する必要があると思われる。

ウ 橋梁については、従来の震災対策が落橋防止等を中心としていたため、鉄道上や道路路上にかかる橋梁の下部工を含めた点検及び補修を、国等の調査結果を待つて早急を実施する必要があると思われる。仮に落橋等があれば、鉄道と道路の両方が通行不能となり、救援や復旧に大きく影響を与えることになる。

エ 通信網の混乱や切断に備えて、また、交通混乱を考えると、ミニバイクや自転車等の二輪車を区役所や土木事務所に配備する必要があると思われる。また、現在も行っているが、常温合材や碎石等の十分な備蓄が望まれる。

最後に、今回の現地調査を終えて感じたことを一言で表すと、「Simple is Best」である。

〈道路局街路部次長企画課長〉

4 地下鉄の被害状況

戸屋 勉

井口侃二

阪神・淡路大震災の被災者の皆様に心からお見舞い申し上げます。

地下鉄技術協議会の一員として、神戸市営地下鉄及び神戸高速鉄道の地下構造物の被害状況と応急復旧方法について調査してきたので、報告する。

（地下鉄技術協議会は、地下鉄技術の向上を図ることを目的として、全国の公営と第三セクターの地下鉄事業者で組織した協議会）

なお、今回の報告は、地下構造物に限り、鉄道施設として同じく大きな被害を受けた高架構造物については、機会を改めたい。

① 調査行程

平成七年二月九日、大阪市交通局から神戸市営地下鉄及び大阪市営地下鉄の被害状況の説明を受ける。

平成七年二月十日、大阪港から大阪市の応援職員運搬船に同乗して、神戸港へ移動。神戸市交通局から神戸市営地下鉄と神戸高速鉄道の構造物の形式、被害状況、復旧状況等の概要説明を受けたのち、神戸市営地下鉄三宮駅、神戸高速鉄道の新開地駅、大開駅までのトンネル構内、大開駅付近の地表の状態、市営地下鉄の上沢駅及びその地表付近等を調査した。

平成七年二月十日、地下鉄技術協議会の解散後、阪神電鉄の阪神御影駅から三宮駅までの高架構造物を中心に被害状況を調査した。

② 神戸市営地下鉄

⑦ 地下鉄の構造概要

神戸市営地下鉄は昭和五十二年三月に新長

田（名谷間（五・七キロ）を開業し、その後延伸を重ね、現在、新神戸（西神中央間（二・七キロ）の営業を行い一日約二十五万人の輸送を担っている。（図一）

板宿から東部分の板宿（新神戸間）は、古くからの市街地に全て開削工法で造られた函型断面の構造物で、板宿から西側部分については、六甲山系の高台にある西神ニュータウンを結んでおり、開削工法の他、シールド、山岳トンネル、堀割、高架橋等、いろいろな構造形式を採用している。

また、海岸線として新長田（三宮）（約八キロ）の建設に着手している。

④ 被害の概要

（ア）全体
構造物に被害を受けたのは、地下構造物では、三宮駅、上沢駅及び接している一般部、



図一 神戸市鉄道路線図

新長田駅及び東方の一般部の三方所であり、地上構造物では、名谷駅西方にある高架橋支柱の一方所で、合計四方所である。

今回の地震で損傷の激しい部分は、鉄筋コンクリート中柱（RC中柱）で、まとめると、次のとおりである。（表一）

(イ) 上沢駅付近

上沢駅は二層二径間で、地下二階は島式のプラットホームで、中央に鋼管の中柱があり、軌道面から上に一・一・五メートルのところ、二・三本のクラックが入っていたが、クラックの大きさは、すでに補修作業に入っていたため不明である。しかし、補修状況からすると数ミリと思われるクラックが両側の側壁にあった。

地下二階はコンコースと各種の施設室となっており、中柱の材質は、客扱いする部分は鋼管柱であるが、各種の施設室はRC柱となっている。RC中柱が大きく破損しており、破損の状況は斜め方向に約十センチと大きく破断されて、かぶりの部分のコンクリートも大きくはがれ鉄筋が露出し、軸方向鉄筋が屈曲してコンクリートと鉄筋が分離していた。軸方向鉄筋に囲まれているコンクリートも、ぐずぐずに破壊されており、中には、ぐずぐずになったコンクリートが落下してしまい軸方向鉄筋のみのところもあった。中柱以外の側壁、上床、中床、上床縦桁、中床縦桁に損傷は認められなかった。

上沢駅の長田方は、駅に連続して二層二径間の函型断面部があるが、ここは、三線構造になっており両側が本線、中線が作業用モーターカーの留置線となっている。西行き本線

と留置線の間の中柱があり、東行き本線と留置線との間には中柱がない左右非対称の構造となっている。

地下二階の軌道階では、RC中柱と側壁が破損していた。破損の状況は、RC中柱と側壁とも駅部と同様であるが、本数が圧倒的に多い。

地下一階は機械換気室、信号機室等となっており、西行き本線の上の部分は同道（共同溝）を抱き込んでおり、RC中柱は、軌道階と同じ位置にある。地下一階では、RC中柱が破損しており、その状況は、駅部の中柱と同様であるが、地下二階で破損している中柱の上の地下一階の中柱も破損していた。

従来、地下鉄で地震の影響を強く受けるのは、出入口及び出入口と本体との接続部といわれていたが、接続部は全周にわたり数ミリのクラックが入り、タイルが剥がれていたものの、構造物の強度に影響を及ぼすようなものでなく、その他は、特に異常は認められなかった。

さらに、上沢駅から約二百メートル長田よりにある巨線部（わたりせんぶ、ポイントのある箇所）の一層一径間の部分も異常なかった。

被災延長は、駅部及び一般部（ポイントのない通常のレール部）合わせて、約五百メートルである。

(ウ) 三宮駅

三宮駅は大半が三層二径間で、地下三階が東行のプラットホーム、地下二階が西行のプラットホーム、地下一階がコンコース、駅事務室及び機械室となっている上下型の駅構造

となっており、プラットホームの関係から中柱が断面の中央になく、左右非対称となっており、客扱いをするプラットホーム及びコンコースの中柱は鋼管柱となっている。駅東方の約五十メートルは地下二階に二径間の変電所を併設し、地下一階はコンコースとして使用しており、変電所併設部は地下三階が一部欠けた変則的な三層四径間の構造となっている。

被害の程度は、鋼管柱に異常は認められなかったが、地下二階の変電所内部のRC中柱、地下一階の機械室のRC中柱が破損して、斜めに約十センチの幅で斜め断面全部のコンクリートがぐずぐずになり軸方向鉄筋が屈曲し、かぶりの部分コンクリートが約一メートル剥がれ落ち、コンクリートと鉄筋が分離して、鉄筋が露出していた。帯筋は、はずれているものや破断しているものがあった。

地下三階、地下二階のプラットホーム部に異常は認められなかった。また、地下一階のRC中柱を除く、側壁、床版、縦桁にも異常は認められなかった。

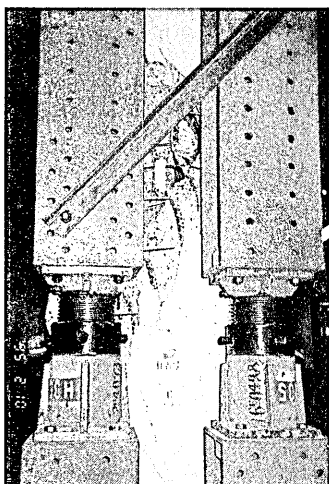
被災延長は、駅部で約三百メートルである。その他の場所については、現地調査に行けなかったため詳細は不明である。

④ 神戸高速鉄道

⑦ 概要

神戸高速鉄道は、東西線として、梅田～三宮の阪急電鉄、梅田～元町の阪神電鉄、西代～明石の山陽電鉄の各鉄道を結び、山陽と阪急及び山陽と阪神の相互直通運行ができるよ

上沢駅 中柱 破損状況



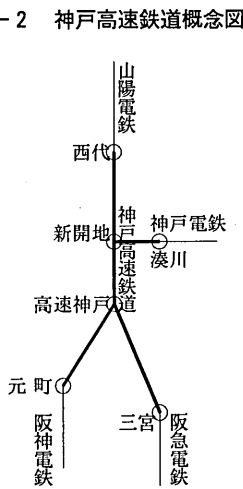
表一 地下構造物被害状況

場 所	RC柱	柱 本 数 (本)		をた柱 被 害 R C
		鋼管柱	小計	
新長田駅 付近	新長田駅	105	42	147
	新長田～長田	498	0	498
	小計	603	42	645
上沢駅付近	上沢～長田	77	0	77
	上沢駅	187	37	224
	小計	264	37	301
三宮駅	143	95	238	60
合計	1,010	174	1,184	250

注) 1 被害を受けたRC柱とは、クラックの大きさが5mm以上のもの。
2 鋼管柱は、損傷していない。

うにし、南北線として、鈴蘭台～湊川の神戸電鉄を湊川～新開地まで延長し、山陽、阪急及び阪神電鉄への乗り換えの利便性を向上させている。神戸高速鉄道は、自社で車両を持たず四つの電鉄会社にトンネルを貸す第三者クターの鉄道会社である。

高速神戸～三宮間の三宮方が高架構造となっている他は、すべて開削工法で造ったRC箱型構造となっており、東西線(七・二キロ)及び南北線(〇・四キロ)は、昭和四十三年四月に開業している。(図-2)



①被害の概要

(ア)新開地～大開

新開地～大開の一般部は、一層二径間であり、被害の程度は、側壁の中央部分の約一メートルの範囲に二～五本の水平クラックがはいり、大きいもので十～十五ミリであった。中柱は、上下端部のコンクリートが欠けていたが中の鉄筋が見えるほどではなかった。

漏水は、普段から多いと聞いたが、トラフ台(側壁下部の動力線ケーブル等収納台)から多量に漏水しており、センタードレーン(中央部水路、約三十×三十センチ)の三分

の二の水量があった。

(イ)大開駅

大開駅は、新開地側の約二十メートルが二層二径間で、土被りは約二メートルである。その他は一層二径間で、土被りは約五メートルである。プラットホームは、相対式である。

従来、地中構造物は、地盤が急変するところや地上構造物が上部にある場合等を除き、地震により地盤が揺れると地盤と一緒に動くので、構造物には、大きな影響を及ぼさないと考えられてきたので、大開駅の被害状況を見て愕然とし、大きなショックを受けた。

RC中柱の軸方向鉄筋がちょうどちんのよう

に押しつぶされ、コンクリートがぐずぐずになつて飛び出し、半分以上が柱の跡形もなくなつてしまつていた。中柱が破壊されている場所は、上部のところ、下部のところ、中程のところもあり、一定していなかった。中柱のところに上床は、約四メートルほど垂れ下がり、中柱から側壁側へ二メートルほどのところに約五センチの大きなクラックが発生していた。上床と側壁の接合部もコンクリートがぐずぐずになつて、破壊されていた。上床の数カ所から多量の漏水がしていた。

路面も上床の崩落した直上部が、最大で約二・五メートルほど陥没し、アスファルトに大きなクラックが発生していた。マスコミ報道で大開駅の被害状況は知っていたが、目の当たりにして鉄筋コンクリートの地中構造物がこれほどに破壊されるとは、考えたこともなく、身震いをした。(図-3)

④復旧方法等

神戸市営地下鉄は、地震翌日の一月十八日に安全確認の結果、大きな被害を受けていない板宿～西神中央間の運行を再開した。また、中柱に被害を受けた板宿～新神戸間については、被害を受けた中柱の脇にH鋼で仮支柱を建て応急復旧をした後、新長田、上沢、三宮の各駅に電車を停車させない方法で、二月十六日に運行を再開した。本復旧方法については、検討中である。

神戸高速鉄道は復旧方法について、検討中である。

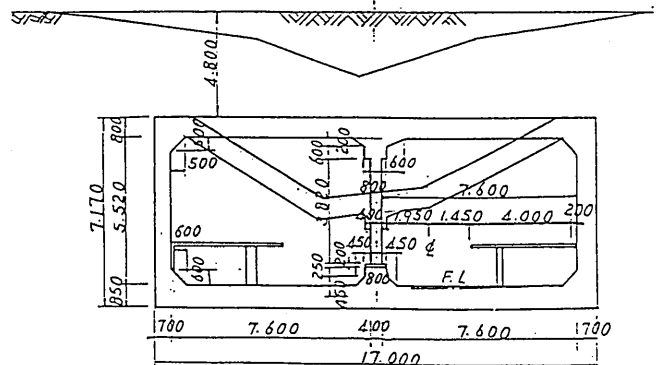
⑤おわりに

神戸市営地下鉄及び神戸高速鉄道の構造物の破損状況を現地調査して、あらためて地震力のすごさを実感すると共に、今回のような直下型で大規模な地震は、経験していなかったもので、今後、地下構造物に作用した地震のメカニズム等を解明する必要がある。

家族や自宅が被災している神戸市交通局の職員も多く、混乱している中で市民の足の確保のため、早期の復旧に懸命な努力をしているなか、私も地下鉄技術協議会を受け入れていただいた神戸市交通局に感謝するとともに、先進的な街づくり積極的に取り組んできた神戸市が一日も早く復興し、震災前にも増して、魅力的な街になることを信じて、この報告とする。

〈戸屋II交通局技術監理担当課長/井口II同局施設課長〉

図-3 大開駅の被害状況



右図付近の状況

