

阪神・淡路大震災における地下通信管路の被災分析

NTT 又木慎治*

本田健一*

土木・建築構造物に基大な被害を発生させた阪神・淡路大震災では、電気通信設備も同様にかつてない被害を被った。しかし、管路、とう道に通信ケーブルを収容する地下通信設備は家屋倒壊、火災の影響を被った電柱に通信ケーブルを架渉させる架空通信設備に比べ、通信サービスへの影響は小さく、結果的に地下設備の信頼性の高さを証明することとなった。その地下設備の被災は主に液状化が発生した地域に布設された伸縮性を持たない旧仕様管路に集中している。著者らは、地震後に大規模な液状化が発生したポートアイランド、六甲大橋の本土側にあたる住吉浜町に設置された地下管路の調査を実施するとともに、管路ルート内地盤高を測量し、地震前内地盤高と比較することにより、その地盤変位量を推定し、分析を行った。本文ではその内容および結果について述べる。

1. はじめに

過去発生した地震を教訓として、管路設備には伸縮性、可とう性を持たせた継手類の導入を進めてきた。今回の震災では、それらの継手類が効果を発揮し、ほとんど被災は発生していない。昭和50年代前半までに建設された設備は伸縮性、可とう性に乏しく、被災はそれらの管路に集中していた。

液状化地域については、他の震度階Ⅶ地域などと比べて、管路の被災率が高くなっている。そこで、液状化が激しく起こったポートアイランド、住吉浜地区での管路被害を取り上げて、地盤被害と管路被害の関係について検討を行った。

2. 管路設備と地盤変状の関係

管路の地震時挙動は周辺地盤の挙動に支配され、地震時に地盤中で管路が固有振動を起こすような現象は生じにくく、周辺地盤の変形に追従して変形することが過去の検討より確認されている。また地盤変状による水平変位はマンホールとマンホールの相対運動により、その地盤変状による外力を受けると考えられる。過去発生した管路設備の被害は液状化地盤、軟弱地盤、盛土地盤等の地盤

変状が発生した地域に集中している。その傾向は今回の震災でも出ており、液状化発生地域の管路被災率は震度階Ⅶ地域の被災率を上回っていた。

3. 震災時における通信サービスへの影響

地震発生当日は、停電の影響で交換設備がダウンする等の故障が発生し、28万5千回線が不通となったが、損壊家屋を除いて、およそ2週間後には通信サービスは回復した。

今回の震災では、震度階Ⅶという激震であったことに加えて、ポートアイランドや海岸付近の埋立地を中心に大規模な液状化が発生し、通信ケーブルを収容している管路、マンホール等の地下通信設備は局所的に通信サービスに影響を与えるような被害を受けている。しかし、その被災規模は被災地域の全地下ケーブル設備量のごく一部であり、管路設備はケーブル防護機能を十分に果たしたと言える。

都市内に展開している通信設備網としては、電柱等にケーブルを架渉させる架空通信設備と地下通信設備の2通りの設備形態があるが、火災、家屋倒壊等の影響を受けた架空通信設備に比べ、全般的にその被災は軽微であり、地下通信設備の信頼性の高さを示す結果となった。

キーワード：阪神・淡路大震災、地下通信管路
液状化

* NTTアクセス網研究所 0298-52-2543

4. 地下通信設備の被災状況

(1) 被災概要

地下通信設備は過去発生したいくつかの地震を契

機に設備の耐震化を進めてきた。特に1978年宮城県沖地震のあと、マンホールと管路設備の接続部に伸縮機能をもたせるダクトスリーブや、伸縮機能と離脱防止機能をもった管路の離脱防止継手の検討を進め、1982年より地下設備への適用を始めた。これらの設備は、地震時の地盤の挙動に対し、管路の追随性を向上させ、地下設備の耐震化が図られた。

今回の震災では、ダクトスリーブや離脱防止継手を適用した地下設備はほとんど被災を受けず、その耐震性を証明することとなった。

地下通信設備の被災傾向については、3つの条件から、その被災傾向に差異があることがわかっている。ひとつは前述の設備構造の違い、もうひとつは液状化地盤であるか否か、最後に震度階Ⅶ地域であるか否かである。

同じ設備構造の場合で液状化地域、震度階Ⅶ地域、震度階Ⅵ地域の順で被災率が高いことがわかった。液状化地域と非液状化地域における設備の被災形態については、液状化に伴う地盤変状が原因と見られる継手の離脱、ビニル管の破損等が非液状化地域に比べると多いようである。

次に、主要な地下通信設備の被災状況について、概略を述べる。

(2) 開削とう道

神戸市には約1km程度の開削とう道があり、地震後、すぐに設備点検を実施した。その結果、設備セントピルととう道の取り付け部等の構造変化部の伸縮継手で最大18cmのずれが発生し、一部では漏水が発生するという影響が見られたが、構造上の問題となるまでには至らなかった。今回、震災で影響を受けた開削とう道のほとんどが液状化が発生した箇所にあった。

なおシールドとう道については、今回の震災による影響は受けていない。

(3) 管路

面的に広がっている管路設備では、通信サービスに影響を及ぼすような被害は少なかったが、金属管の離脱、折損、ビニル管の破損、マンホールとの接続部におけるモルタル剥離等の設備修理を要する被害は随所に見られた。ただし、神戸地域の設備は全

般的に古い設備が多く、伸縮機能を持たず、老朽化した管路に被害が集中していた。収容している通信ケーブルについては、管路の被災等により、マンホール内でケーブルが移動するという被害は各所で見られた。ケーブルは光ファイバケーブルと銅線を用いたメタルケーブルの2種類があるが、通信サービスに影響を与えるような被災に関しては、ケーブルの違いによる被災傾向の大きな有意差は見られなかった。

また、今回の震災では、ポートアイランド、神戸三宮地区等で、液状化により建物と周辺地盤の間で30～50cm程度の段差が発生しているのが見られた。NTTでは、地下管路を用いて、お客様の建物に通信ケーブルの引き込みを行っている。周辺地盤が沈下した建物の地下管路では、金属管の離脱、ビニル管の割れが発生し、一部では収容していた通信ケーブルの切断も発生した。

(4) マンホール

神戸、芦屋、西宮市等の被災エリアを中心に約1万4千個のマンホールが設置してあるが、そのうち約15%のマンホールに何らかの被害を受けている。最も多い被害は首部のクラックであり、設備の更改を必要とする本体のひび割れも一部発生していた。また液状化が発生した地域では、マンホールとマンホール周辺地盤との間に段差が発生しているのも確認された。

5. 設備被害と地盤変状の相関性

地震後、地下通信設備の点検を実施したポートアイランド、住吉浜町地区を中心に、設備周辺で現地測量を行った。(図-1) 設備建設時のマンホール区間長、地盤高さを比較することにより、地震後の地盤変状を推定し、設備被災との相関性について検討が可能となる。設備は昭和50年代に建設されたものが中心であり、管路設備周辺の状況も変化している場合があるので、そのことに注意を払いつつ、設備建設時、地震後のマンホール区間長、地盤高さについて比較した。

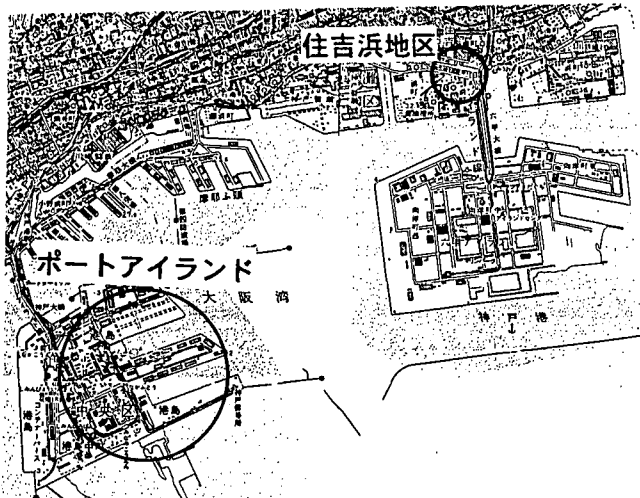


図-1 現地測量を実施した地域

(1) 住吉浜町地区

六甲アイランドと六甲大橋で結ばれた住吉浜町では高架道付近の道路が液状化により地盤が波打つような形状を示していた。図-2は地震前と地震後の地盤高を一方のマンホールの地盤高を基準にしてその相対高さを示したものである。地震後の地盤高を見ると、地震前に比べ全般的に20cm程度、最大で50cm程度沈下しており、地震後の地盤高の形状も凹凸を繰り返した形状になっていることがわかる。また地震後の地盤高から地震前の地盤高を差引き、地盤変位量を推定した結果を図-3に示す。なお付近の建物の周辺地盤との段差量を調べたところ、

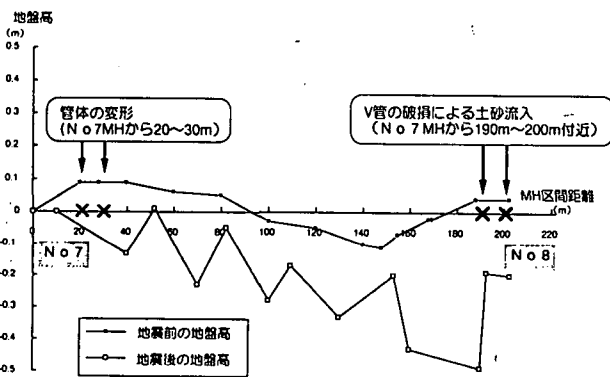


図-2 地震前後の地盤高さ (住吉浜地区)

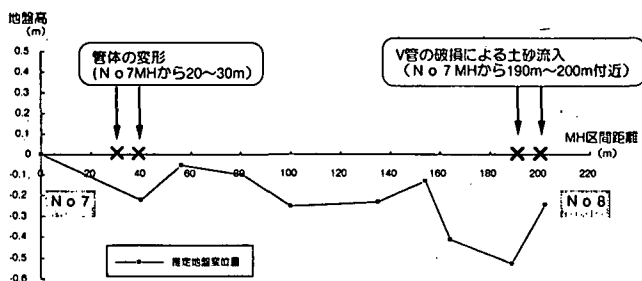


図-3 推定地盤変位 (住吉浜地区)

およそ20cm程度であったことがわかっている。このマンホール区間では、パイプカメラを用いた管路点検により、No. 8 MH側から3~4m付近でビニル管の破損による土砂の流入が確認されている。

(2) ポートアイランド中埠頭地区

ポートアイランド東側の中埠頭では、液状化により歩道が覆われるほどの大規模な噴砂が発生した場所であるが、この付近に埋設してあった管路設備にも被災が発生している。

図-4のマンホール区間の地盤高を見ると、地震後は全体的に沈下しており、一方のマンホールを基準にすると最大で20cm程度沈下している箇所があることがわかる。図-5はその地盤変位量を推定した結果である。この付近の建物と周辺地盤との段差量を調べたところ、およそ40cm程度であったことがわかっている。このマンホール区間では、鋼管の継手が離脱していることが確認されている。

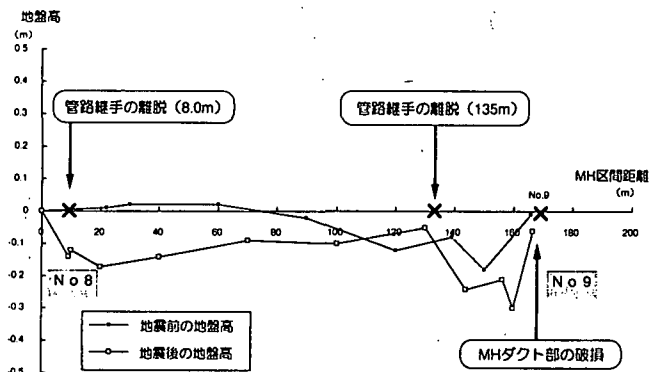


図-4 地震前後の地盤高さ (ポートアイランド)

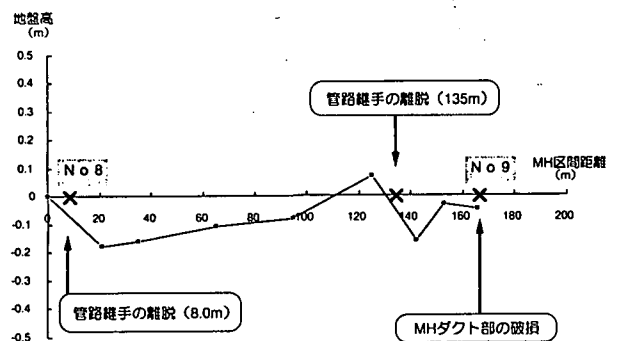


図-5 推定地盤変位 (ポートアイランド)

(3) まとめ

住吉浜町とポートアイランドにある設備を例に地盤変状と管路設備被災の関係について述べたが、管路設備の被災位置は推定した地盤変位が比較的大き

く変化している付近で発生していることがわかる。図-6は、この現地調査を実施した16のマンホール区間について、管軸方向変位と管軸直角方向最大変位に対して、設備被災状況をプロットしたものである。この結果を見ると、変位が大きいほど管路設備被災が発生していることがわかる。また図-7は伸縮性をもつ管路と伸縮性を持たない管路に分けて比較したものである。ここでのマンホール間平均地盤変位とは図-3、図-5で示した推定地盤変位グラフの測定点間の勾配を単純に平均化したものである。この図を見ると、伸縮性を持つ管路では被災を受けておらず、被災が伸縮性を持たない管路に集中していることがわかる。

のマンホール間の相対変位量が小さかったために、被害が少なくすんだ可能性がある。今後は、マンホール間の相対変位量を調べ、管路設備被災との相関性について検討を進めていく予定である。

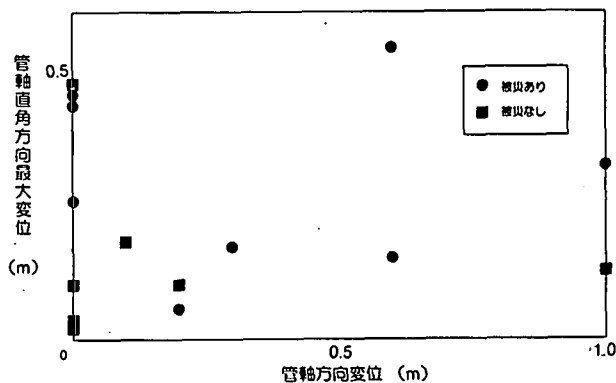


図-6 地盤変位と管路被災の関係

6. おわりに

以上、管路被害と現地測量による地盤変状について述べたが、これらはある一定の被災傾向を示せてはいるが、サンプル数が少ないのも事実であるため、現在地震前後の航空写真を比較して、地震後の地盤変位を求め、もう少し面的に設備被災と地盤との相関性について調査分析を進めている。

今回の震災の規模を考えると、管路設備の被災は比較的軽微な被害で済んでいる。現在の管路継手の伸縮量はポートアイランド等で発生した大規模な液状化は想定していないが、結果的に被害は免れている。

管路設備はその地盤変状外力をマンホールとマンホールの相対的な運動でその外力を受けるために、局所的に大きな地盤変位が発生しても、結果的にそ

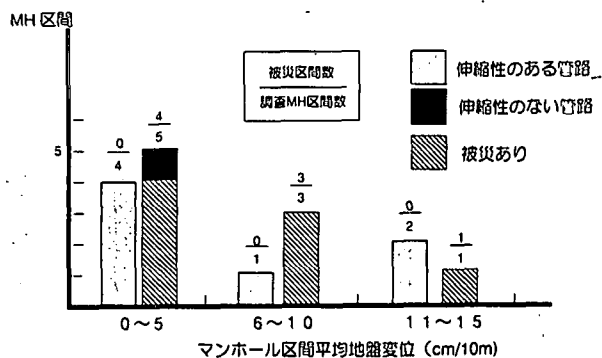


図-7 MH間平均地盤変位と管路被災の関係

Damage Analysis to Telecommunication Conduits in the 1995 Great Hanshin-Awaji Earthquake

Shinji Mataki, Ken-ichi Honda

This paper shows that damage of underground telecommunication facilities in the 1995 Great Hanshin-Awaji Earthquake. We had checked underground telecommunication facilities as soon as after this earthquake. And also we carried out the field survey of length between manholes and ground level of manhole sections in Port Island and Sumiyoshihama-cho area.

We have been investigating the trend of facilities damage in view of facilities type, ground condition and ground motion, by those results of facilities check and field survey.

In this paper, we mentioned about the trend of facilities damage and the relation between facilities damage and ground displacement by field survey.