

I-478

兵庫県南部地震による地下構造物の被害と地盤条件との関係

大成建設（株）技術研究所 正会員 志波由紀夫
同 上 正会員 渡辺和明

1. はじめに

1995年兵庫県南部地震では、地下構造物にも前例を見ない比較的大きな被害が出た。その被害原因の全容解明には、個々の構造物ごとに被害の態様や構造特性や地震動の特性などを詳細に解析することが不可欠であるが、また一方では、被害地点の分布状況と地形・地質との関連性などといった、マクロな見方でも必要であろう。ここでは、後者に属する検討の一つとして、今回の地下構造物の被害を、地盤条件との関連性という観点から考えてみたい。ただし、ここでは山岳トンネルは地下構造物の中に含まないこととする。

2. 地下構造物の被害の状況

学会調査団報告¹⁾や新聞等で公表された情報によると、鉄道の5箇所の地下駅舎と5, 6区間の駅間トンネル部で、ホーム天井の崩落や支柱の破損などの被害が生じた。これら被災した地下構造物は神戸市中央区・兵庫区・長田区（ごく一部は灘区内）に位置している。しかし、この3区に須磨区を加えた被災地域内には他に約14箇所の地下駅舎があるが、それらと周辺のトンネル部分については、被害は報告されていない。また、少なくとも2箇所の地下街とそれに隣接する地下駐車場には、被害がほとんど発生しなかった。

3. 神戸市街地の地盤の硬軟の分布

神戸市の編集・発行による地盤資料²⁾に収録されている多数のボーリングデータを用いて、東灘区から須磨区にかけての市街地部の地盤を「硬質」と「軟質」とに大別してみた。ただし、神戸の地盤は、埋立地や海岸沿いを除けば、全般に硬い。ここでいう「軟質」とは、そうした硬い中では幾分軟らかめという程度の意味合いである。「軟質」の指標としては、判定結果の安定性の問題もあるため、次の2ケースを試みた。
指標-1：N値15未満の砂質土層・腐植土層およびN値8未満の粘性土層が、合計5m以上の厚さに及ぶ地盤
指標-2：N値15以下の砂質土層・腐植土層およびN値8以下の粘性土層が、合計6m以上の厚さに及ぶ地盤

N値の不明な表土についても層厚に算入した。なお、N値15の砂質土層とN値8の粘性土層はいずれも、せん断波速度が200m/s程度の地層という意味をもつ³⁾。右図の(a)および(b)は、土質柱状図とN値のデータが揃っている1,185地点について、地盤の硬軟を指標-1と2とでそれぞれ判定した結果である。これらには大きな違いが見られず、地盤の硬軟の判定結果は比較的安定している。いずれにしても、全体の約30%の地点が「軟質」と判定され、それらは埋立地や海岸沿いのほか、須磨区東部から兵庫区西部にかけての一帯、宇治川から三宮へかけての地域、新神戸駅の東側の一画、河川の河口付近などに分布している。

4. 過去の地盤の状況

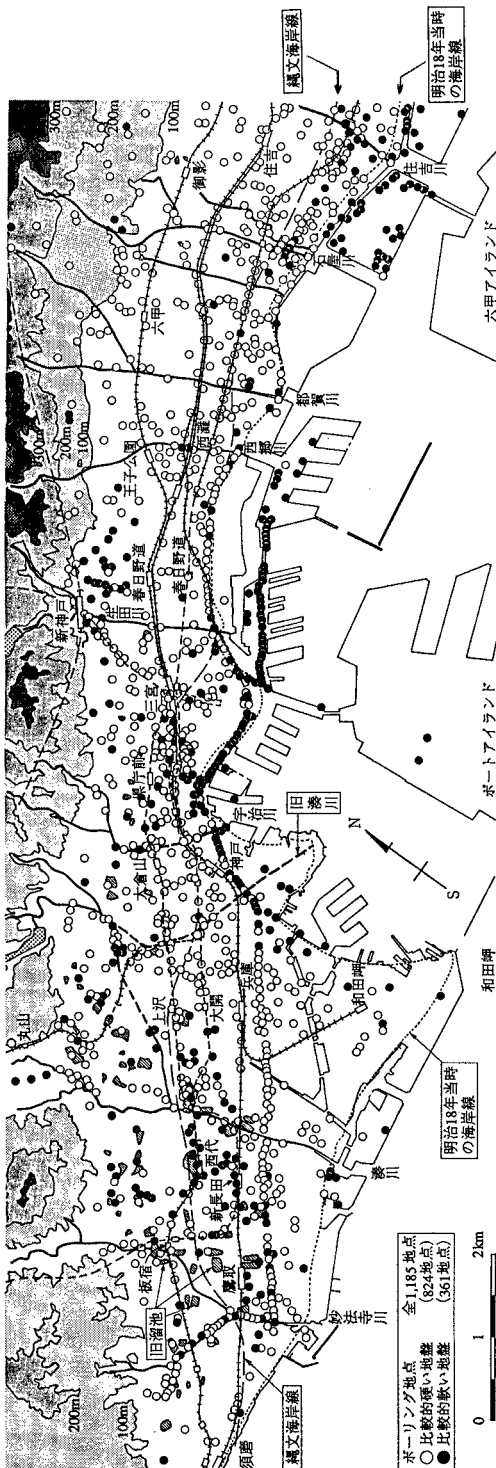
右図には、約6,000年前の縄文時代の海岸線や、明治18年（1885年）当時の海岸線、旧河道、旧溜池などの位置²⁾も重ねて示してある。ここで特筆すべきと思われる事柄を、以下に挙げる。

- ①湊川河口付近の、現在阪神高速道路神戸線が通っている付近は、昔、河川流出土砂が沿岸流に運ばれ海岸に沿って堆積してできた砂堆である。この砂堆と縄文海岸線との間の広い凹地は、後背湿地であった。
- ②湊川は、明治30年以前は菊水橋付近から南下し、湊川公園を通過して東川崎町へ出る流路であった。
- ③明治時代には、現在の兵庫区以西の地域に、農耕用の溜池が数多く存在していた。

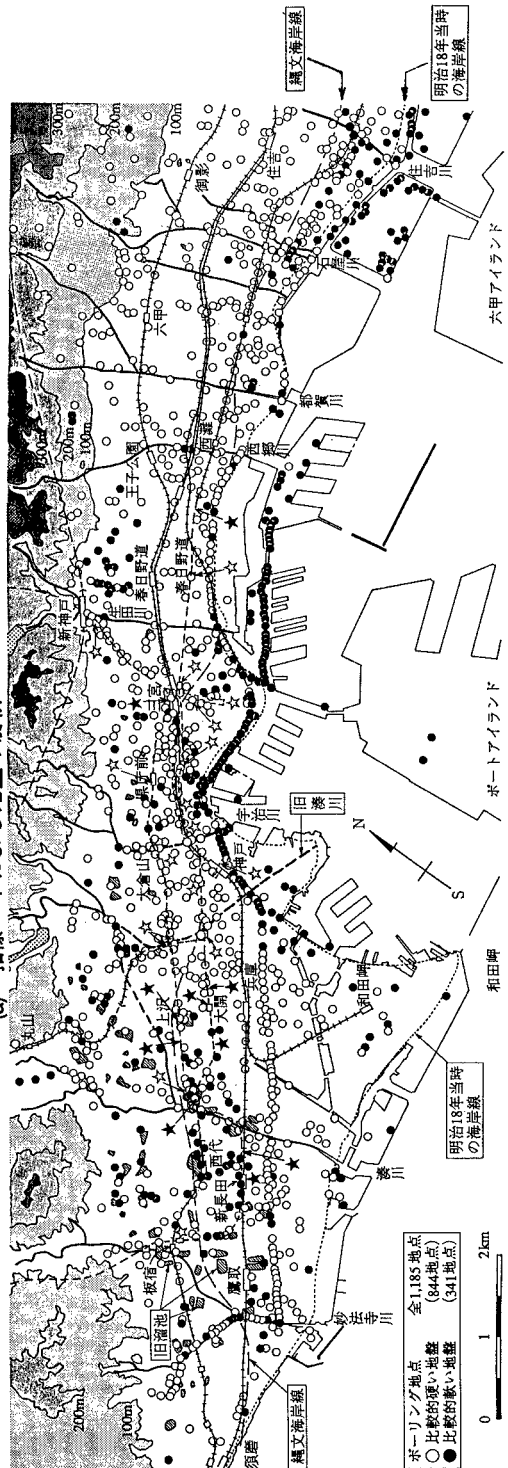
5. まとめ—地下構造物の被害と地盤条件との関連性

上述の地下構造物の被害状況と被災地の地盤状況とを重ね合わせてみると、両者に次の関連性が見られる。

- ①兵庫区西部と長田区の一帯に被害が比較的多く生じたが、この地域は昔、低湿地帯であった所およびその周辺で、全体的に地盤が「軟質」である。また、明治時代に多くの溜池があり、軟らかい粘土が見られる。
 - ②被害が出なかった地下構造物の多くは、縄文期以前からの陸地や、地盤が「硬質」な場所に位置する。
- ただし、いくつかの被害／無被害のケースについては、上記の地盤条件との関係が当てはまらない。



(a) 指標-1 による地盤の硬軟



(b) 指標-2 による地盤の硬軟

阪神大震災での地下構造物の被災状況と神戸市街地の地盤の状況 (構造物被害は学会報告¹⁾、新聞報道等の公表資料による)

★: 地下構造物に被害が生じた地点 ☆: 被害無し、または軽微だった地点

参考文献

- 1) 土木学会: 阪神大震災震害調査/緊急報告会資料, 1995年
- 2) 神戸市企画局総合調査課: 神戸の地盤, 1980年
- 3) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編, p. 34, 1990年