

## 液状化から見た兵庫県南部地震時の基礎構造物の被災分析

阪神高速道路公団 正会員 足立 幸郎  
 日本構造技術 正会員 ○赤木 慎吾

1. はじめに 兵庫県南部地震により、阪神高速道路の基礎構造物に対して、神戸市内の内陸部に位置する3号神戸線では軽微な被災及び大阪湾岸の埋立地群を連絡する5号湾岸線においては甚大な被災が見られた。甚大な基礎被災は主として液状化に伴う流動現象が原因であったことは広く知られている。ここでは、さらに液状化現象に着目し、液状化を表現する工学的パラメータをもってこれら基礎被災がどのように表現されるのかについて検討を行ったので報告する。

2. 基礎損傷調査の概要<sup>1)</sup> 基礎損傷は、表-1 に示す定義に従い評価を行った。その結果を図-1 に示す。3号神戸線の基礎構造物には、最大でも損傷度Cに相当する軽微な曲げひび割れが確認された程度であったが、5号湾岸線においては損傷度Bに至る被災が見られた。

3. 検討パラメータ 本検討では、上述した基礎の被災度と下記に示す検討パラメータとの関連性をマクロ分析した。検討に用いたパラメータは、橋脚周辺地盤の影響に着目した「土被り厚」、橋脚周辺地盤の横方向抵抗を簡略的に表現する「N値×杭本数」、

各地層のなかで最も小さいFL値「最小FL値」、および液状化指数「PL値」である。FL値およびPL値については道路橋示方書にしたがい算定した。計算に用いる震度はレベル1地震動を考慮して0.2、レベル2地震動を考慮して0.6の2種類を用いた。なお、土質定数等については表-2 に示す値を用いて検討を行った。

4. 分析結果 図-2 に土被り厚と基礎被災度の結果を示す。またN値は杭頭部のN値で代表している。フーチングや橋脚基部周辺の地盤抵抗を表すと考えられる土被り厚が厚くなるに従い、慣性力が主たる被災原因である3号神戸線の場合基礎被災が小さくなる傾向にある。一方、5号湾岸線においては周辺地盤が液状化していたこともあり、土被りが厚くとも、被災の軽減には寄与しなかったことがわかる。

図-3 にN値×杭本数と基礎被災度の結果を示す。N値×杭本数の値が大きくなるに従い、3号神戸線では基礎被災

表-1 基礎の被災度の区分

被災度	定義
A	基礎の沈下と同時に大きな水平変位がみられるもの
B	基礎に大きな残留水平変位がみられるもの、また杭体に曲げ亀裂がみられるものである。なお、5号湾岸線においては、基礎の残留変位が大きい場合をB-1、小さい場合をB-2と分けている。
C	杭体に小さな曲げ亀裂がみられるもの。なお、5号湾岸線においては、液状化現象がみられる場合をC-1、基礎の損傷が杭頭に集中している場合をC-2と分けている。
D	杭体に損傷がないか、曲げ亀裂があっても軽微なもの

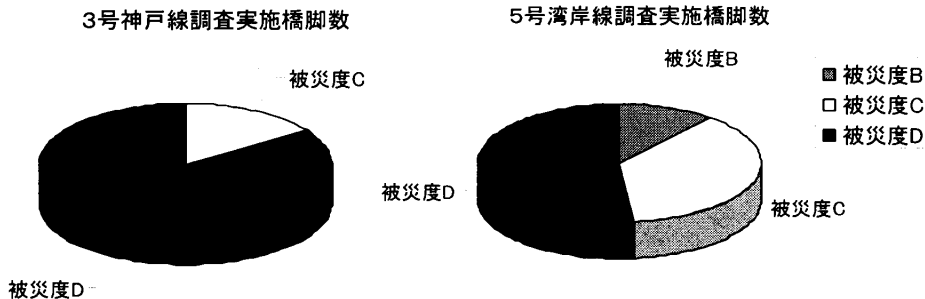


図-1 基礎被災度評価

表-2 計算に用いた土質定数

土質分類	単位体積重量 $\gamma$ ( $\text{tf}/\text{m}^3$ )		平均粒径 $D_{50}$ (mm)	細粒分含有率 FC(%)
	地下水面下	地下水面上		
埋立土・表土	2.00	1.80	1.50	25
粘土	1.65	1.55	0.005	95
砂	2.00	1.80	0.30	10
砂礫	2.10	1.90	2.00	0

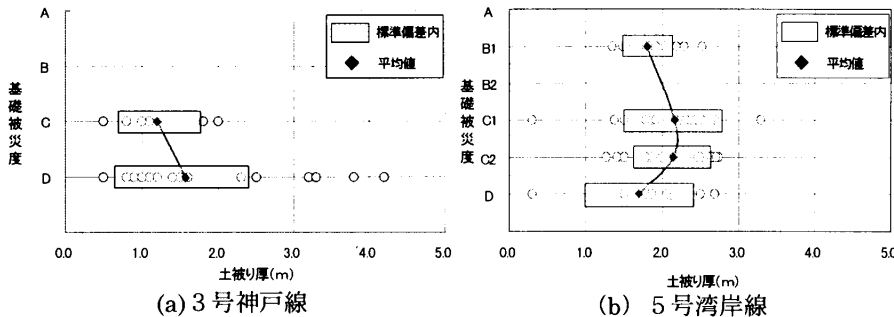


図-2 土被り厚と基礎被災度

キーワード 液状化, 基礎被災, FL 値, PL 値, 兵庫県南部地震

連絡先 〒550-0005 大阪市西区西本町1丁目8番地14号 日本構造技術(株) TEL 06-6533-6021

災度が小さくなる傾向にある。一方、5号湾岸線では周辺地盤が液状化したこともあり、N値×杭本数という指標では基礎被災度の傾向を把握することは困難であることがわかる。

図-4 および図-5 に最小FL値と基礎被災度の結果を示す。明らかに5号湾岸線の最小FL値は3号神戸線のそれと比較して小さいことがわかる。3号神戸線では周辺地盤に液状化の痕跡があまり見られなかったこと、および5号湾岸線では周辺地盤に広範囲にわたって噴砂の痕跡が見られたこと、傾向が一致する。

図-6 および図-7 にPL値と基礎被災度を示す。3号神戸線では震度が変化したことによるPL値の差は小さいが、5号湾岸線では大きく変化する。そして、岩崎らの研究<sup>2)</sup>では、PL値が15以上の場合液状化の危険度が極めて高いことが示されているが、5号湾岸線では震度0.6の場合それをはるかに超える値が算定されている。またばらつきがあるもののPL値と基礎被災度とは正の相関があることがわかる。一方、3号神戸線ではそのような明確な傾向は見られない。

5. おわりに 比較的内陸部に位置する3号神戸線と湾岸域に位置する5号湾岸線の基礎被災データを用いて、マクロ分析を行った。3号神戸線の基礎被災度には、土被り厚やN値×杭本数などと基礎被災度とは明瞭な傾向があり、5号湾岸線の基礎被災度には、FL値やPL値とに明確な関係がみられることがわかった。なお、本研究は、土木学会地震工学委員会「レベル2地震動による液状化研究小委員会のワーキング活動の一環として実施したものである。

参考文献

- 1) 大震災を乗り越えて—震災復旧工事誌—, 阪神高速道路公団, 1997.9
- 2) 岩崎ら：地震時地盤液状化の程度予測について, 土と基礎, Vol28-4, 1980.4

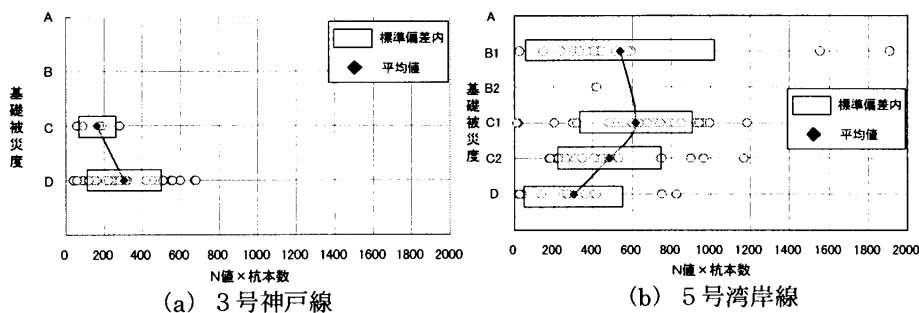


図-3 N値×杭本数と基礎被災度

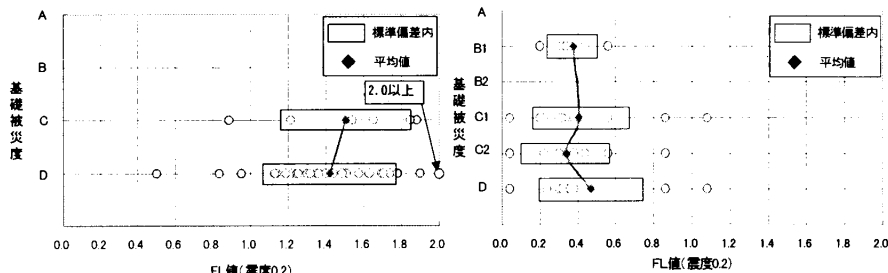


図-4 最小FL値（震度0.2）と基礎被災度

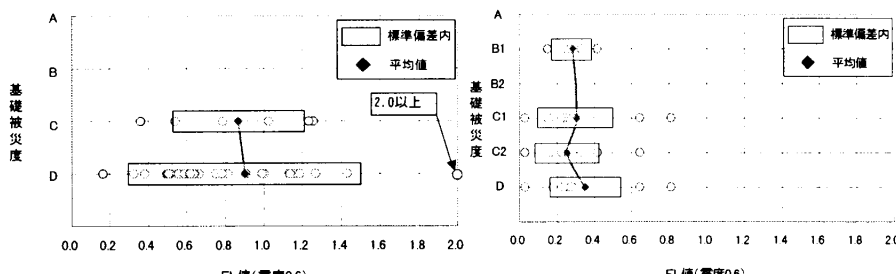


図-5 最小FL値（震度0.6）と基礎被災度

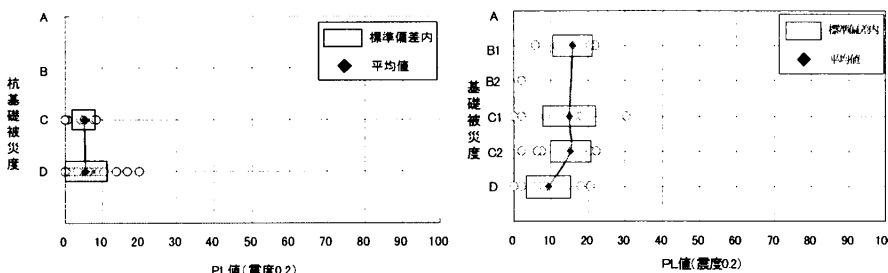


図-6 PL値（震度0.2）と基礎被災度

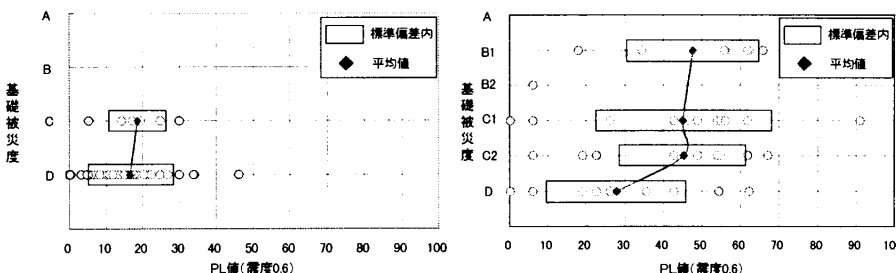


図-7 PL値（震度0.6）と基礎被災度