

Ⅲ - B204

レベル2地震動に対する改良地盤の評価法と被害について

建設省土木研究所 正会員 松尾 修  
 東京電機大学 正会員 安田 進  
 不動建設株式会社 山本 実  
 同上 正会員 原田 健二、○橋本 隆

1. はじめに

筆者らは前報<sup>1)</sup>で、1995年兵庫県南部地震で強い地震動の作用を受けたポートアイランド、六甲アイランド埋立地盤を対象に、地盤の換算N値 $N_1$  ( $N_1=1.7 \cdot N/(\sigma_v'+0.7)$ )と地震による沈下量の関係を統計的に分析した。その結果、改良地盤では液状化安全率 $F_L \geq 1.0$ で規定される目標N値に達していないデータが何割か含まれていても有意な地盤沈下は生じていないことを示した。その際に地盤の性状を表す指標として用いた指標は、 $F_L < 1.0$ で規定されるN値の不合格率であったが、これは液状化層厚、N値の大きさ等、液状化による地盤の沈下に直接関連するパラメータを取り込んでいないため、本報では液状化指数 $P_L$ <sup>2)</sup>を用いて分析した結果を述べる。

2. 分析方法

対象地域を地盤改良の有無・種類に応じてゾーン分けし、各ゾーンについて $F_L$ 、 $P_L$ 、相対沈下量の頻度分布を求めた。本報で取扱う $F_L$ 、 $P_L$ の算定方法は、「道路橋示方書」<sup>2)</sup>（以下、新道示と呼ぶ）に準拠したものであり、図-1のフローに従って分析を実施した。 $F_L$ 算定の際、動的せん断応力比Rの上限は1.0と設定し、また同図中の「不合格率P」は( $F_L < 1.0$ の度数)/(全度数)を意味している。分析に使用したデータは表-1に示すとおり文献<sup>1)</sup>と同様である。

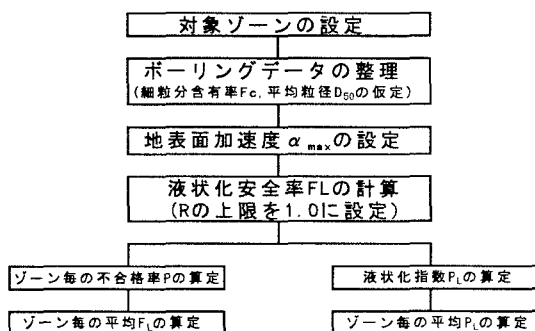


図-1 分析フロー

表-1 使用データ

|                  | ポートアイランド<br>1期                       | ポートアイランド<br>2期 | 六甲アイランド   |
|------------------|--------------------------------------|----------------|-----------|
| ボーリング本数          | 107                                  | 24             | 140       |
| N値データ数           | 1226                                 | 402            | 1669      |
| 細粒分含有率<br>Fc (%) | 15                                   | 30             | 30 (一部50) |
| 平均粒径<br>D50 (mm) | 砂質土 : 1.0 (mm)<br>礫質土、マサ土 : 2.0 (mm) |                |           |
| αmax (gal)       | 500                                  | 400            | 400       |

3. 分析結果

図-2に、各ゾーン毎に求めた平均 $F_L$ とN値の不合格率、相対沈下量の関係を示す。同図(b)より平均 $F_L$ が1.0ないし1.1を下回れば地盤沈下が生じているのが判る。ただし、ロッドコンパクション工法及びサンドコンパクションパイル工法で締固め改良されたゾーンでは平均 $F_L$ が1.0を下回っても沈下が生じていない。これは、前報<sup>1)</sup>でも示唆したように、締固め杭間でのN値を用いていることなど、改良効果を安全側に評価していることに起因している可能性がある。

また、同図(a)から例えば平均 $F_L=1.0$ である地盤でもN値の不合格率は50~70%程度となっており、ゾーンにより $N_1$ あるいは $F_L$ の頻度分布形状に違いがあることを示している。

KEYWORD: 地盤改良, 液状化安全率, 液状化指数, 沈下量

建設省土木研究所 〒305 茨城県つくば市大字旭1番地 TEL. (0298)64-4969 FAX. (0298)64-2576

東京電機大学 〒350-03 埼玉県比企郡鳩山町石坂 TEL. (0492)96-2911 FAX. (0492)96-6501

不動建設株式会社 〒110 東京都台東区台東1丁目2番1号 TEL. (03)3837-6034 FAX. (03)3837-6158

図-3に平均 $P_L$ と相対沈下量の関係を示す。締固め改良された地盤では、平均 $P_L$ が $0 < \overline{P_L} < 15$ であり沈下が生じていない。また、サンドドレーンによる改良地盤では $5 < \overline{P_L} < 15$ であり、沈下は10~20cmとなっている。一定の平均 $P_L$ に対する沈下量の幅は、前報に示した $N$ 値の不合格率、あるいは図-2に示した平均 $F_L$ を指標にとりより狭くなっており、沈下量との相関がやや改善されているのが判る。ただし、地盤改良種別で見ると、未改良地盤とサンドドレーン改良地盤では両者の関係に有意な差は見られないが、締固め地盤だけは平均 $P_L$ が10程度であっても地盤沈下が生じていない。

なお、文献<sup>3)</sup>では、液状化の激しさの程度を予測する指標として液状化指数 $P_L$ を以下のように示しており、この $P_L$ が15よりも大きい場合には特に対策が必要であるとしている。

- ・  $P_L = 0$                       …… 液状化危険度はかなり低い。
- ・  $0 < P_L \leq 5$                 …… 液状化危険度は低い。
- ・  $5 < P_L \leq 15$               …… 液状化危険度が高い。
- ・  $15 < P_L$                     …… 液状化危険度が極めて高い。

上記の $P_L$ 値の区分に従って、今回の分析結果から平均的な地盤沈下量と関係付けると次のようになる。

- ・  $0 \leq P_L \leq 5$                 …… 相対沈下量(RC or SCP改良地盤)=0cmでありほとんど沈下していない。
- ・  $5 < P_L \leq 15$               …… 相対沈下量(RC or SCP改良地盤)=0cm。相対沈下量(SD改良地盤)≒20cm。相対沈下量(無処理地盤)>30cm。
- ・  $15 < P_L$                     …… 相対沈下量(無処理地盤)>30cmであり、かなり大きな沈下が生じている。

なお、これらの結果は、用いた液状化判定法や地表面最大加速度、地盤の粒度分布の仮定等により変わり得るものであることを断っておきたい。

#### 4. まとめ

本報では、地盤の $P_L$ 値と沈下量の関係を兵庫県南部地震における実績に基づいて定量的に示した。ただし、締固め改良地盤は同程度の平均 $F_L$ 、 $P_L$ であっても未改良地盤、サンドドレーン改良地盤に比べ沈下量が小さい傾向にあった。したがって、締固め改良地盤の改良効果をより適切に評価する手法の開発が今後の研究課題であると考えられる。

#### 【参考文献】

- 1) 松尾, 安田, 原田, 石黒, 渦岡: レベル2地震動による地盤改良の評価について, 第32回地盤工学研究発表会, 投稿中
- 2) (社)日本道路協会: 道路橋示方書・同解説V耐震設計編, 平成8年12月
- 3) 岩崎, 龍岡, 常田, 安田: 地震時地盤液状化の程度の予測について, 土と基礎, pp. 23-29, 1980. 4

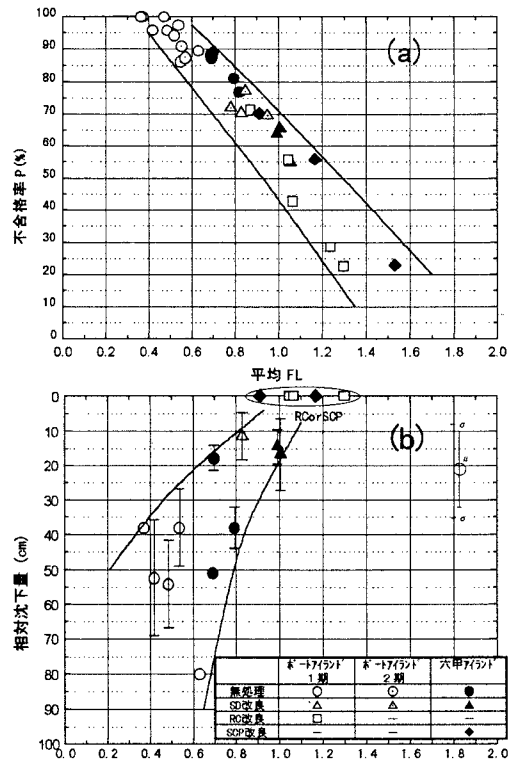


図-2 平均 $F_L$ と相対沈下量, 不合格率 $P$ の関係

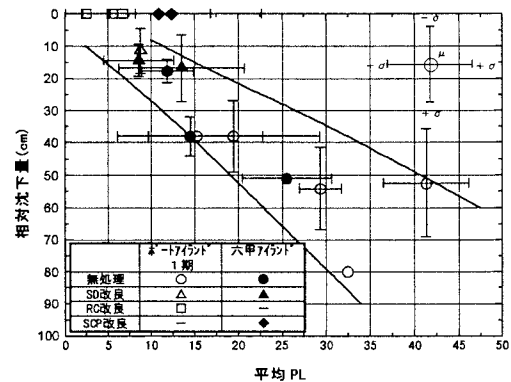


図-3 平均 $P_L$ と相対沈下量の関係