

Ⅲ - B24

FEMを用いた側方流動に関する一考察

首都高速道路公団	正会員	角田 浩
同上	正会員	小笠原 政文
同上	正会員	牧田 篤弘
国土開発技術研究センター	正会員	坂本 俊一
建設技術研究所	正会員	五瀬 伸吾

1. はじめに

兵庫県南部地震(1.17.1995)では、湾岸部の護岸近くの埋め立て地盤において液状化に起因する地盤流動が発生し、これに伴う構造物の移動が観測されている<sup>1)</sup>。この地盤流動は護岸が変状することにより、地盤が釣り合い状態を失うことに起因していると考えられることができる。本論文は、地盤の不釣り合い状態をFEM解析により地盤変位として表現し、この推定した地盤変位を地盤流動量として評価し、基礎の設計に反映することを目的としている。不釣り合い状態のFEM解析は、液状化前後の地盤の剛性を変化させることを行った<sup>2)</sup>。

2. 液状化に伴う地盤流動のメカニズムに関する考察

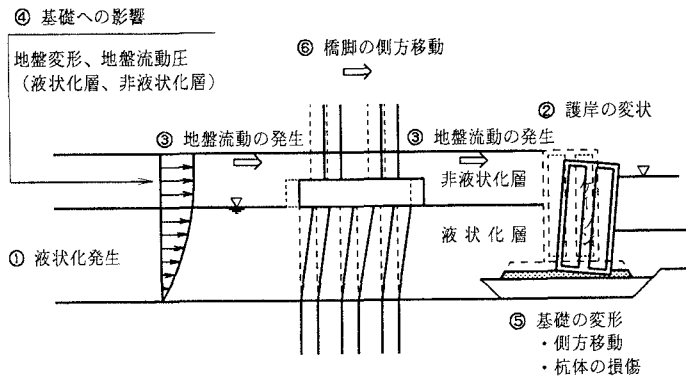


図-1 地盤流動のメカニズムの考え方

図-1は、側方流動が橋脚基礎に与える影響を模式化したものである。同図は、地表面からフーチング底面までを非液状化層、これより以深のある深さまでを液状化層と仮定している。○内の数値は液状化発生の順序を意味している。①地震による液状化の発生、慣性力による護岸の移動、②液状化による土圧の増加と基礎地盤の支持力の減少により護岸が海側に傾斜・沈下・水平移動を起こす、③護岸の変状により背後地盤が沈下しながら海側に大きく水平移動し、側方流動が発生する、④地盤の水平移動により構造物に流動圧が作用する、⑤、⑥流動圧により構造物が移動する。

上記のようにメカニズムを考えると、護岸の変状が地盤を介して構造物に伝達されることになる。

3. 側方流動量の評価

3. 側方流動量の評価

側方流動量は、液状化前後の液状化層の剛性を変化させたFEMによる自重解析で求められる地盤変位量の差としてもとめる。この時の地盤の剛性低下係数を、非液状化層は1/10、ポアソン比0.33、液状化層は1/100、ポアソン比0.499と

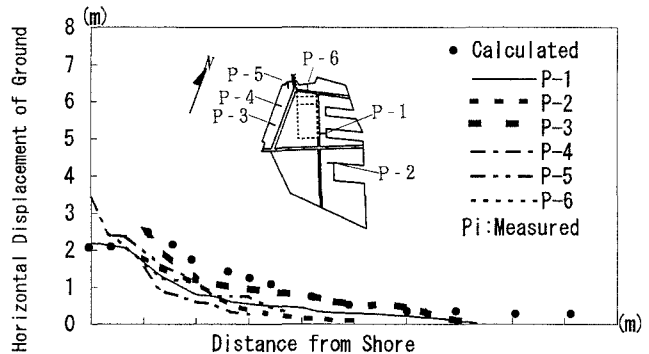


図-2 地盤変位と護岸からの離れの関係(ホートアイランド)

キーワード：液状化，流動化，流動圧，対策工

〒100 東京都千代田区霞ヶ関1-4-1(日土地ビル) TEL:03-3502-7311, FAX:03-3503-1806

して、兵庫県南部地震で側方流動が観測されたポートアイランド<sup>3)</sup>で検証を行った結果を図-2に示す。図-2は、地表面の水平移動量と護岸からの離れの関係を示したものであり、観測値と解析値を示している。解析モデルの考え方の概要を図-3に示す。図中の $E_0$ は、 $28 \cdot N$  ( $N$ :標準貫入試験値)で求められる地盤の変形係数である。このようにモデルを設定することで観測値をシミュレートできることが判る。

4. 側方流動圧の評価と基礎設計の基本的考え方

側方流動量を変位で評価しているため、流動圧 $p$ を、式(1)で表現する。

$$p = k \cdot (\delta_g - \delta_f) \dots \dots (1)$$

ここに、 $k$ は構造物と地盤の相互バネ定数、 $\delta_g$ は地盤の変位量、 $\delta_f$ は構造物の変位量を意味する。流動圧については、液状化層上の非液状化層に対して受働土圧などで上限を設定することができる。図-4に側方流動量を作用させた場合の解析モデルを示す。比較的大きな変形が予想されることから、基礎構造物は非線形特性を考慮する。図-5は兵庫県南部地震において側方流動で移動したと考えられる橋脚を対象に、本論文で示した方法で、観測値との比較をしたものである。実測値とやや異なるものの実測値よりも大きく、安全側の評価であることが判る。

5. おわりに

本論文は、側方流動量をFEM解析により推定する手法と、その側方流動量を用いた橋脚基礎の設計法を提案した。今後は本手法の推定精度を高める検討を行っていきたい。最後に、本研究の遂行にあたり貴重な御意見御指導をいただいた「地盤流動に伴う高架橋への影響に関する調査研究委員会(委員長:塩井幸武八戸工大教授)」の方々に厚く謝意を表します。

参考文献: 1)兵庫県南部地震道路震災対策委員会(1995)「兵庫県南部地震における道路橋の被災に関する調査報告書」、2)規矩, 安田ら(1994)「液状化した砂の強度・変形に関するねじりせん断試験」, 第9回日本地震工学ソポジウム, 3)石原(1995)「土質特性と地盤変状」, 阪神大震災報告会, 土質工学会

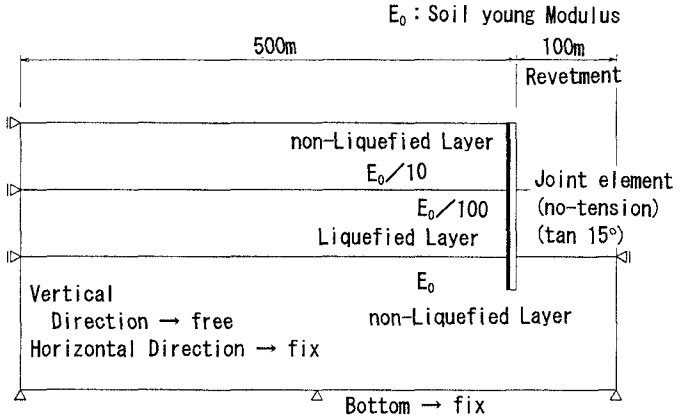


図-3 解析モデルの考え方

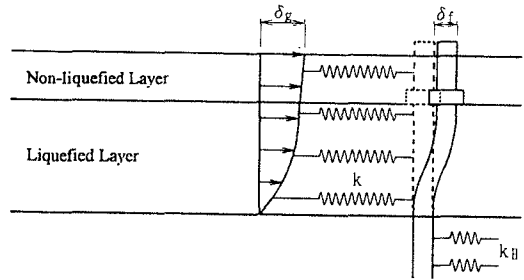


図-4 流動圧の作用モデル

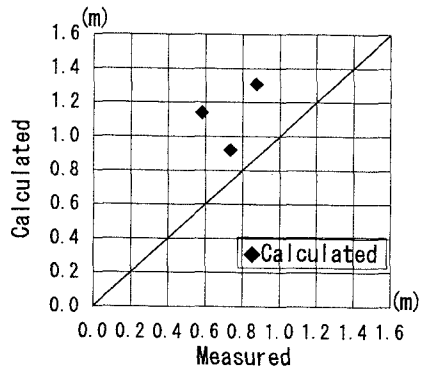


図-5 計算値と実測値の比較