

東京電機大学大学院 ○学生会員 松本 浩一
東京電機大学 正会員 安田 進
東京ガス(株) 正会員 清水 善久, 小金丸 健一

1.はじめに

兵庫県南部地震の際、岸壁・護岸背後地盤において液状化に伴う地盤の流動が生じ、構造物に被害が生じた。その後、このような岸壁・護岸の地盤の流動量を推定する方法の研究が重要な課題となっている。そこで、本研究では、東京低地の護岸を対象とし、残留変形解析 ALID(Analysis for Liquefaction Induced Deformation)を用いて、護岸背後地盤の流動量を推定した。そして、さらにそれを液状化層厚や細粒分含有率などのパラメーターで簡易に推定できる式を考案した。

2.ALID による解析方法

東京低地には、種々の護岸が存在するが、これを矢板式護岸と重力式護岸に分け代表的なモデルを設定して解析を行った。矢板式護岸は、図1に示すようなモデルを用いた。矢板は、長さ22mの鋼矢板Ⅲ型であると仮定した。地下水位は地表面下2mとし、海水面はGL-3mとした。そして、水深1m, 3mの場合を考え、液状化層厚が4m, 8m, 12m、細粒分含有率 F_c が0%, 10%, 30%、 F_L が0.7, 0.85, 1.0の条件で解析を行った。

また、重力式護岸は図2に示すような高さ10m、幅7.5mの木杭付L型棚式護岸を用いた。木杭は間隔2mで2列に並んでおり、長さ12mであると設定した。解析条件は、重力式護岸も同様の液状化層厚、水深、 F_c 、 F_L で解析を行った。

3.簡易推定式の考案

ALID から求められた解析結果より水平変位量と護岸からの距離の関係の例を図2に示す。これに見られるように少し、被害事例の破壊モードと異なるので、これを除いた変位量をもとに六次曲線により近似して、護岸近傍の変位量を推定した。その結果、図2に示すような近似曲線が得られ、護岸からの距離が0mの値をそのケースの護岸の変位量 D_{max} とした。また、護岸の流動の影響が無くなる範囲として、水平変位量が10cm未満になる護岸からの距離を流動影響範囲 L_{10} とした。

このようにして求めた護岸変位量と流動範囲は、液状化層厚、水深、 F_c 、 F_L の関数になっていると考え、これを以下のような式で仮定してみた。そして、a~hとK、RをALIDによる解析結果から求めた。

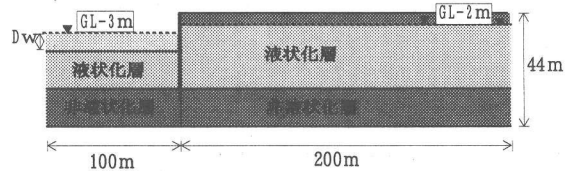


図1. 護岸背後地盤モデル

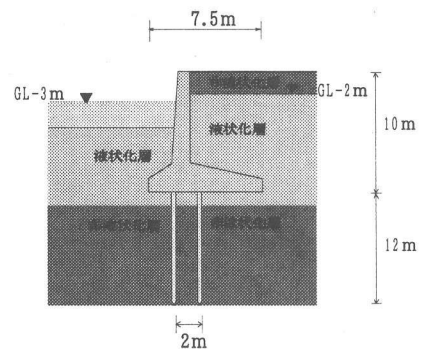


図2. 重力式護岸モデル

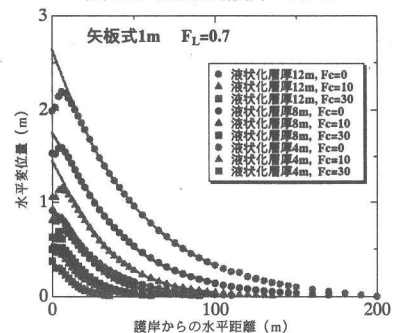


図3. 護岸からの距離と水平変位量の関係例 (六次近似)

キーワード：液状化、護岸背後地盤、簡易式

連絡先：連絡先：〒350-0394 埼玉県比企郡鳩山町石坂 TEL 0492-96-2911(2748) FAX 0492-96-6501

$$D_{\max} = K(H_L)^a (H_w)^b (F_L)^c (F_c)^d \quad \dots \text{式(1)}$$

K: 定数, a,b,c,d: 乗数

$$L_{10} = R(H_L)^e (H_w)^f (F_L)^g (F_c)^h \quad \dots \text{式(2)}$$

R: 定数, e,f,g,h: 乗数

ただし、 H_w は水深、 H_L は液状化層厚、 F_L は液状化に対する安全率、 F_c は細粒分含有率である。

図3に示すように、ALIDの解析結果より求められた D_{\max} と L_{10} をと液状化層厚、水深、 F_L 、 F_c との関係を両対数グラフでプロットした。この図から各ケースの平均的な傾きを設定し、a~hを求めた。次にこの値を式(1)、(2)代入して解析値の比較を行ってK、Rを求めた。その結果、次式が得られた。この簡易式による推定値とALIDによる解析値を比べると図4のようになり、この簡易式によりうまく推定できると判別された。

なお、求められた簡易式は F_c のべき乗を用いているため、 $F_c=0\%$ の場合は水平変位量が推定できない。そこで、 F_c をいくつか変え、簡易式から推定した値とALIDによる $F_c=0\%$ での解析値を比べた。そして、両者が一致する F_c を求めた。これを式(3)~(6)に示すが、 F_c がこの値より小さい場合はこの値を式(3)~(6)に適用する必要がある。

矢板式

$$D_{\max} = 0.237(H_L)^{0.692} (H_w)^{0.178} (F_L)^{-3.17} (F_c)^{-0.4605} \quad \dots \text{式(3)}$$

($F_c \leq 3.27\%$ では3.27%とする。)

$$L_{10} = 6.99(H_L)^{0.939} (H_w)^{0.081} (F_L)^{-2.53} (F_c)^{-0.37} \quad \dots \text{式(4)}$$

($F_c \leq 2.82\%$ では2.82%とする。)

重力式

$$D_{\max} = 0.000607(H_L)^{2.99} (H_w)^{0.125} (F_L)^{-0.466} (F_c)^{-0.365} \quad \dots \text{式(5)}$$

($F_c \leq 5.79\%$ では5.79%とする。)

$$L_{10} = 0.000313(H_L)^{5.29} (H_w)^{0.125} (F_L)^{-4.063} (F_c)^{-0.552} \quad \dots \text{式(6)}$$

($F_c \leq 7.19\%$ では7.19%とする。)

4.まとめ

東京低地の護岸モデルに対し、残留変形解析ALIDを用いて解析を行って、護岸の変位量と流動影響範囲を求めた。そして、これらを簡易的に推定する式を提案した。なお、本研究は(財)地震予知総合研究振興会の“遠隔監視情報を用いたリアルタイム地盤流動に関する研究の一環として行ったものである。関係各位に感謝する次第である。

参考文献

- 1) 国土開発技術研究センター：地盤流動に伴う高架橋への影響に関する調査研究報告書,1997.3

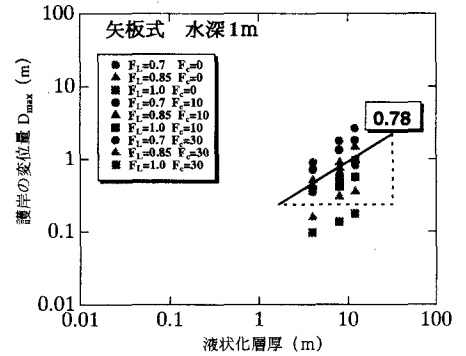


図4. 液状化層厚と D_{\max} の関係

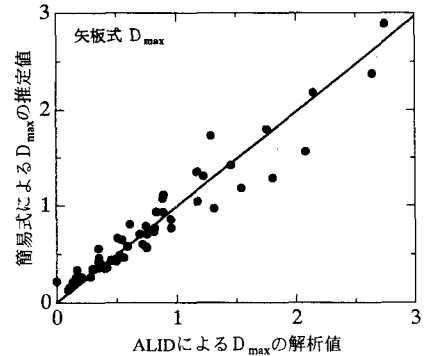


図5. 解析値と推定値の比較

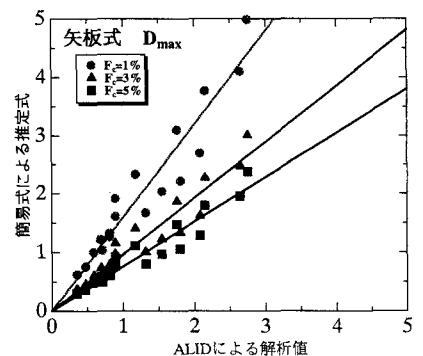


図6. 解析値と推定値の関係
($F_c=0$ を考慮した)