

Ⅲ - A 148

地震時の護岸背後地盤の流動に関する簡易解析結果

東京電機大学 学生員○森本 弘光 正会員 安田 進  
 佐藤工業(株) 正会員 吉田 望、規矩 大義  
 東京電力(株) 正会員 寺内 哲也

1. まえがき

1995年阪神・淡路大震災では多くのケーソン岸壁がはらみだし、液状化した背後地盤が流動し、近傍の構造物に甚大な被害を与えた。また、1964年新潟地震でも矢板護岸と背後地盤で同様の現象が生じた。本研究では両地震で被災したケーソン及び矢板護岸に対し、液状化に伴う地盤の流動を簡易的に解析できる残留変形解析を用いて解析を行った。その中で、パラメータを幾つか変え、それらが解析結果に与える影響、及び実際の被災状況との対応について検討を行った。

2. 解析対象断面及び入力定数の設定

解析には、残留変形解析手法を簡略化した方法を用いている。手法の詳細に関しては文献 1)を参照されたい。魚崎浜付近の解析モデルでは、沖積粘土上にケーソン岸壁が設置され、背後に埋土 (N値=10程度)が建設されている。ケーソン下部にはマウンドを配し、その背面には裏込石、マウンド下部には置換砂層 (N値=10程度)が設けられている。このモデルに対し、まさ土の液状化に伴う地盤のせん断剛性低下率  $G/G_0$  は既往の実験結果等<sup>2), 3), 4)</sup>をもとに液状化層で 1/100、1/300、地下水位以浅の埋立層で 1/10、1/30 と変えた。置換砂層は、液状化層の  $G/G_0$  と連動させ、液状化層：置換砂層 = 1:1、1:2、1:10 とした。次に昭和大橋付近の解析モデルでは、昭和大橋自体は検討の対象とせず、昭和大橋付近を通る護岸の背後地盤における流動を検討した。昭和大橋付近の地盤は、N値が異なる4種類(N値=5、10、15、30程度)の砂層を有しており、その護岸形式は矢板護岸である。このモデルに対し、新潟砂の液状化に伴う地盤の  $G/G_0$  は豊浦砂と同程度ではないかと考え、既往の実験結果等<sup>2), 3), 4)</sup>をもとに液状化層で 1/100、1/500、1/1000、地下水位以浅で 1/10、1/50、1/100 とした。なお、ケーソン及び矢板自体の滑動や転倒、背後地盤の流動や沈下をうまく表現できるよう薄層のジョイント要素を導入した。入力定数の設定は、埋土及び砂質土の初期状態におけるせん断剛性率  $G_N$  を、標準貫入試験によるN値をもとに次式によって設定した。  

$$E_N = 2.8 N \quad \dots(1) \quad G_N = E_N / 2(1 + \nu) \quad \dots(2)$$
 但し、 $G_N$ : 液状化前の初期状態におけるせん断剛性率 (kgf/cm<sup>2</sup>)、 $E_N$ : N値より求められる変形係数 (kgf/cm<sup>2</sup>)、 $\nu$ : ポアソン比である。

3. 各岸壁・護岸における解析結果

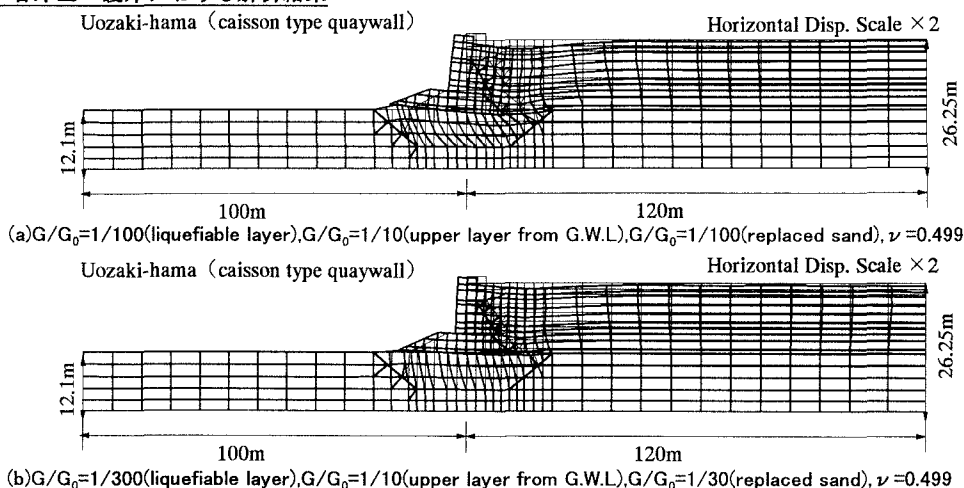


図1 代表的な解析結果(魚崎浜付近)

キーワード：液状化、地盤流動、有限要素法、地震

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

図1には、魚崎浜付近における変形図を示す。同図からケーソン岸壁は移動・沈下をしており、岸壁背後地盤が海側に向かって流動しているのが分かる。図2には、地表面の水平変位量と岸壁からの距離との関係を示す。なお、同図中には、航空写真から測定された背後地盤の水平変位量も併せて示す。同図から液状化層の  $G/G_0$  が大きいほど最大水平変位量が大きく、岸壁背後地盤での流動範囲も大きくなっている。まさ土の  $G/G_0$  を設定した場合では、液状化層・地下水位が浅く・置換砂層の  $G/G_0$  がそれぞれ  $1/300 \cdot 1/30 \cdot 1/30$  の解析結果が実測値と概ね一致している。したがって、置換砂層の  $G/G_0$  を液状化層の  $1/10$  にすることによってより実測値に近い値となるようである。

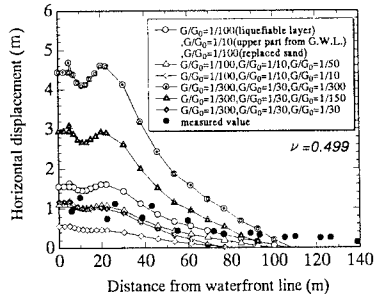


図2 地表面の水平変位量分布(魚崎浜)

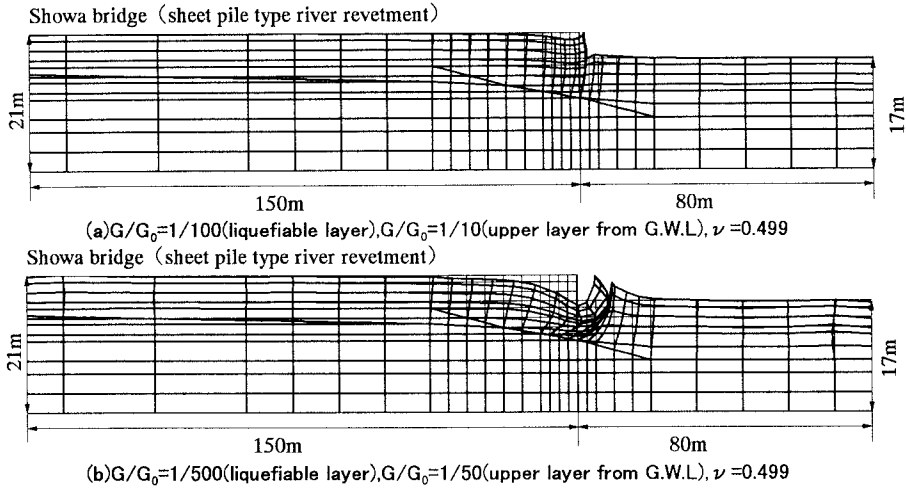


図3 代表的な解析結果(昭和大橋付近)

図3には、昭和大橋付近における解析結果の変形図を示す。同図から矢板護岸は河心に向かってはらみだし、それに伴って護岸背後地盤も流動していることが分かる。図4には、地表面の水平変位量と護岸からの距離との関係を示す。同図から  $G/G_0$  の違いに応じて水平変位量が大きく、また、流動範囲も広がっている。この地区では、護岸付近で  $5 \sim 8$  m 程度の水平変位量が生じたと報告されており、新潟砂の  $G/G_0$  を想定した場合の解析結果はこれと比較的一致している。

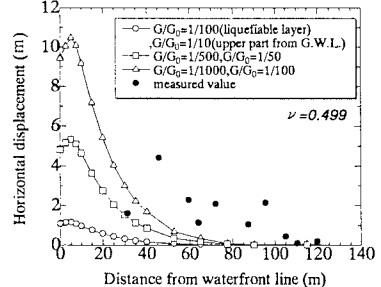


図4 地表面の水平変位量分布(昭和大橋)

4. まとめ

ケーソン岸壁及び矢板護岸に対して残留変形解析手法を適用し、その適用性について検討を行った。その結果、両モデルとも岸壁・護岸付近の背後地盤の水平変位量の分布をかなりよく解析できた。但し、入力定数である液状化に伴うせん断剛性低下の割合によって水平変位量の解析結果が大きく異なり、この定数を適切に評価する必要があると考えられた。なお、本解析は地盤工学会「地震時の地盤・土構造物の流動性および永久変形に関する研究委員会」の一斉解析条件に従い行った。関係各位に謝意を記す。

【参考文献】1)Yasuda, S., Nagase, H., Kiku, H., Uchida, Y.: The Mechanism and A Simplified Procedure for the Analysis of Permanent Ground Displacement due to Liquefaction: Soils and Foundations, Vol. 32, No. 1, pp149-160, 1992. 2)Yasuda, S., Yoshida, S., Masuda, S., Nagase, H., Kiku, H. and Mine, K.: Stress-strain relationships of liquefied sands, Proc. of the First International Conference on Earthquake Engineering, pp. 811-816, 1995. 3)安田進・Ayfer Erken・寺内哲也・森本弘光: 液状化後の変形特性に与える粒度の影響, 第10回日本地震工学シンポジウム, 1998(投稿中). 4)小笠原政文・牧田驚弘・安田進・黛廣志・原田克之: 液状化した地盤のせん断剛性率の評価, 地盤工学会「地震時の地盤・土構造物の流動性および永久変形に関するシンポジウム」, 1998(投稿中).