

Ⅲ - A130

流動化に伴う地盤の水平変位及び橋梁基礎に作用する流動力に関する実験

建設省土木研究所 正会員 ○東 拓生
建設省土木研究所 正会員 田村敬一

1. まえがき

平成7年兵庫県南部地震では、臨海部の埋立て地盤の広い範囲で液状化が発生するとともに、特に、水際線近傍では液状化に伴う流動化が発生し、橋梁基礎に残留変位が生じた事例が見られた。

本研究は、水際線構造物及びその近傍の地盤を模型化して流動化を発生させる実験を行うことにより、地盤の水平変位及び橋梁基礎に作用する流動力の発生特性について検討するものである。

2. 実験方法

図-1に実験模型の概要を示す。また、実験の手順は次のとおりである。

- ①幅6m×奥行2m×高さ2mの土槽内に、護岸構造物模型（幅90cm×奥行2m×高さ1.3m）を設置し、その背後には、豊浦標準砂を用いて水中落下法により、相対密度22%程度のゆるい地盤模型を作成する。
- ②実験前に水位を調整することにより、液状化層の上部に非液状化層を設ける。なお、本報告では、液状化層厚100cm、非液状化層厚50cm及び液状化層厚50cm、非液状化層厚100cmの2種類の地盤模型での実験の結果を示す。
- ③1模型につき150gal及び500galの2段階の加速度で、土槽の長手方向に加振することにより流動化を発生させる。このときの背後地盤の地表面の水平及び鉛直変位、地盤内の水平変位を計測するとともに、背後地盤に埋設した計測器により、流動力を直接測定する。

地盤内の水平変位及び流動力を計測するための計測器を図2に示す。(a)は、加速度計を設置した9枚の薄いステンレス板を蝶番で接続し、これを地盤内に埋設し、地盤の変位を計測するものである。地盤に水平変位が発生すると、ステンレス板は地盤とともに移動して傾きが生じるが、この傾きによる（重力）加速度の変化から、地盤の水平変位の深度分布を推定するものである。(b)は、剛な支柱の周囲を9段の塩ビ管で覆い、支柱と塩ビ管をロードセルで接続したものを地盤模型中に埋設し、塩ビ管に作用する荷重を直接計測するものである。また、地表面の水平変位及び沈下は巻取り式の変位計で計測し、液状化層内には間隙水圧計を埋設している。

3. 流動力、地盤の水平変位、過剰間隙水圧比の深度分布

図-3に、液状化層厚100cmの地盤模型を500galで加振した際に計測された、地盤の水平変位、流動力、過剰間隙水圧比の深度分布を示す。上の図は護岸構造物模型から0.5m離れた位置、下の図は護岸から2.5m離れた位置のものである。水平変位については、液状化層の変位に伴って表層の非液状化層も移動している状況がみられる。

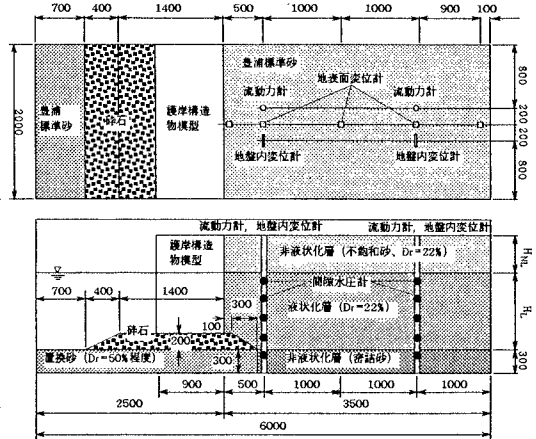


図-1 模型概要

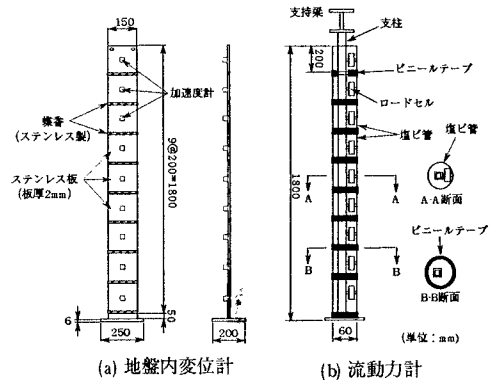


図-2 計測器概要

キーワード：液状化，流動化，振動台実験，護岸，橋梁基礎

連絡先：茨城県つくば市大字旭1番地，TEL 0298-64-4963，FAX 0298-64-0598

また、護岸構造物模型から離れた位置では、水平変位が小さくなっている。流動力を比較すると、非液化化層の方が液化化層よりも大きくなっている。図中に示した実線は、地表面から50cmまで（非液化化層）は受働土圧、それ以深（液化化層）は全上載圧の深度分布である。護岸構造物模型から0.5m離れた位置では、表層50cmの非液化化層についてはほぼ受働土圧に相当する流動力が発生し、その下部の液化化層については全上載圧以下の流動力となっている。一方、護岸構造物模型から2.5m離れた位置の非液化化層では、流動力は受働土圧には達していない。図-4は、液化化層厚50cmの地盤模型を500galで加振した際の、護岸から0.5m離れた位置での深度分布であるが、このケースでも液化化層100cmの地盤模型と同様の結果が得られている。

4. 地表面の残留水平変位

図-5に、護岸構造物模型の水際線側の先端からの距離とその位置で計測された地表面の残留水平変位の関係を示す。護岸からの距離が0の点は、護岸の水平移動量を示している。この図から、護岸から遠くなると地表面の水平変位は小さくなる傾向が見られる。また、加振加速度または液化化層厚が大きくなると、水平変位は大きくなる。

図-5をもとに、地表面水平変位を護岸の変位で除した値と護岸からの距離を護岸の高さで除した値の関係を、図-6に示す。図中には、兵庫県南部地震後に測定された実測値を併記している1) 2)。データにはばらつきが認められるが、実験結果は実測値に整合的であり、流動化による地表面水平変位と護岸からの距離の関係を、このような方法で評価することができることの可能性が示唆される。

5. まとめ

護岸構造物及びその近傍の地盤をモデル化して流動化を発生させる実験を行うことにより、地盤の水平変位及び橋梁基礎に作用する流動力の発生特性について検討した結果、以下の結論が得られた。

- ・ 液化化層の変位に伴い、表層の非液化化層も液化化層と一体的に移動する状況がみられた。
- ・ 表層の非液化化層における流動力は、概ね受働土圧に相当する値を示す。その下部の液化化層における流動力は全上載圧以下の値を示す。このことは、層厚の条件が変化しても同様であった。また、護岸構造物模型から遠い位置では、流動力が小さくなる。
- ・ 護岸構造物模型から離れるにしたがって、水平変位が小さくなる。
- ・ 無次元化した実験及び実測の水平変位の挙動は、整合的であった。

【参考文献】

- 1) 石原研而：地盤の液化化と基礎に及ぼす側方流動の影響，土木学会平成8年度全国大会研究討論会1資料「これからの土木構造物の耐震構造のあり方 - 基本問題検討会議による提言の具体化にむけて -」，pp14-21，土木学会耐震工学委員会，平成8年9月
- 2) 港湾技術研究所：兵庫県南部地震による港湾施設の被害考察，港湾技研資料No.813，平成7年9月

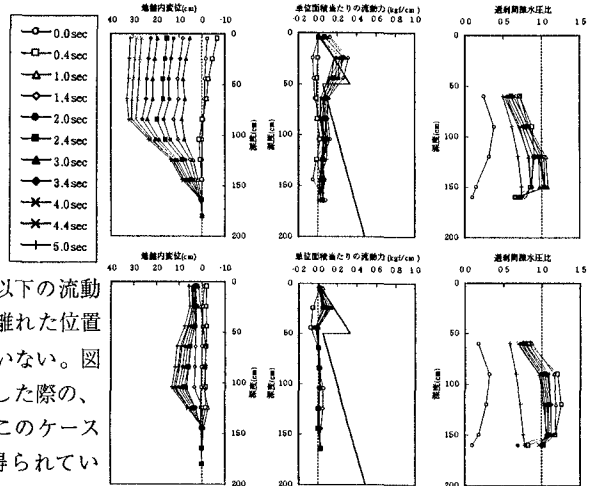


図-3 深度分布図（液化化層厚100cm，500gal加振）

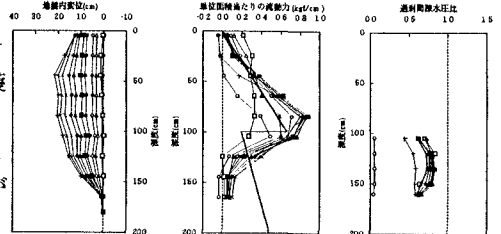


図-4 深度分布図（液化化層厚50cm，500gal加振）

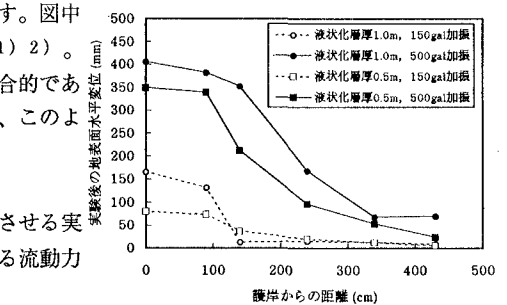


図-5 護岸からの距離と地表面水平変位の関係

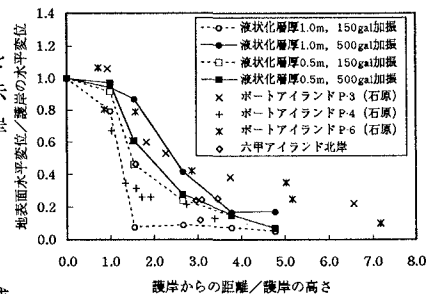


図-6 無次元化した護岸からの距離と地表面水平変位の関係