

III - A 144

地中構造物の地震時浮上がり抑制効果に周辺地盤の締固め並びに埋設深さが与える影響について

九州工業大学工学部 正会員 清水恵介 永瀬英生 廣岡明彦
九州工業大学大学院 学生会員 ○新井章太 岡村祐介

1. 研究背景並びに目的

締固め工法は、地中構造物の地震時浮上りの主な原因である過剰間隙水圧の上昇に対し、その抑制を目的とした対策工の1つである。しかし、その効果を評価する定量的知見に関しては不明確な点が多く残されている。そこで本研究は地中構造物を有する砂地盤での締固め工法を想定した重力場振動台実験を実施し、改良幅の変化並びに改良域内での構造物埋設深さの変化が、液状化時における埋設構造物の挙動に与える影響について調べることを目的としている。

2. 実験方法並びに条件

本実験モデルの概要を Fig.1 に示す。模型の縮尺は想定した実物の1/10であり、模型寸法、間隙流体の粘性等の決定に際しては井合の相似則¹⁾を適用した。実験の詳細に関しては文献²⁾を参照されたい。実験条件は Table.1 に示す通りであり、未改良域は相対密度 20%、改良域は相対密度 70%に設定している。加振条件は周波数 3Hz、振幅 300gal の正弦波を約 30 波入力する。Fig.2 に入力加速度波形の一例を示す。

3. 実験結果及び考察

各実験での模型構造物の加速度応答倍率の経時変化を Fig.3 に示す。改良域を設けていない W0 での応答加速度振幅は入力加速度振幅に対し振動開始直後から著しく減衰し、その値は共に約 0.2 まで低下する。改良域を設けた W30 においては 4 波目を経過した辺りから緩やかに減衰が生じ、W60 では入力加速度より大きな振幅を持つ加速度が振動中構造物に作用していた様子が観察される。改良域を設けていない場合に構造物での応答の減衰が顕著となり、改良幅の増加に伴い応答が増幅へと移行していることから、振動による模型周辺の地盤剛性の低下が構造物の応答特性に大きな影響を与えていることが推察される。また、D15 での応答は、減衰する場合においても増幅する場合においても、その過程が D30 と比べ顕著である。これより振動に伴う地中構造物の応答特性変化は、埋設深さが浅い程大きいことが指摘できる。

Fig.4 に D15 における振動中での過剰間隙水圧比の最大値をプロットしたものを示す。縦軸は地盤表面を 0 とした深さを表わし、模型地盤に対し同じ列の位置にある間隙水圧計を同一のシンボルで表わしている。Fig.5 は、D15 において改良域を設けた場合の間隙水圧の上昇時刻と改良域中心部からの距離との関係を整理したものである。Fig.3、4、5 を比較すると、D15W30 では模型構造物の応答加速度に減衰が生じる時刻と過剰間隙水圧の上昇時刻がほぼ一致しており、D15W0、D30W0 では構造物での過剰間隙水圧比の値が大きい程、加速度の減衰が著しい。これより、過剰間隙水圧の上昇は地盤剛性の低下を促し、それに伴い構造物の応答に減衰が生じていることが推測できる。一方、D15W60 においては構造物での過剰間隙水圧比の値が小さく、応答加速度が振動開始から増幅

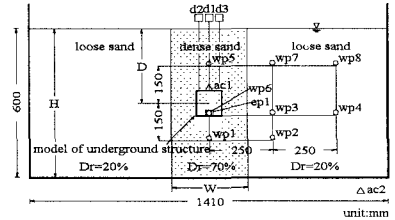


Fig.1 Test setup

Table.1 Test Condition

test codes	depth of model D (cm)	width of densified area W (cm)
D15W0	15	no countermeasure
D15W30	15	30
D15W60	15	60
D30W0	30	no countermeasure
D30W30	30	30
D30W60	30	60

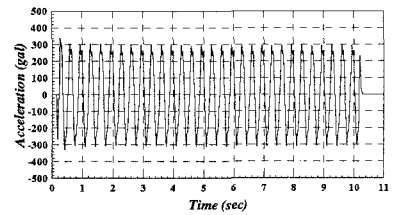


Fig.2 Input motion

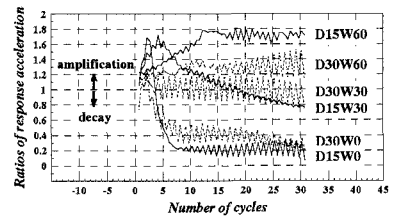


Fig.3 Ratios of response acceleration

keyword / 地中構造物 締固め工法 締固め範囲 埋設深さ 重力場振動台実験

〒804-8550 北九州市戸畑区仙水町 1-1 九州工業大学-建設社会工学科 / TEL 093-884-3111 / FAX 093-884-3100

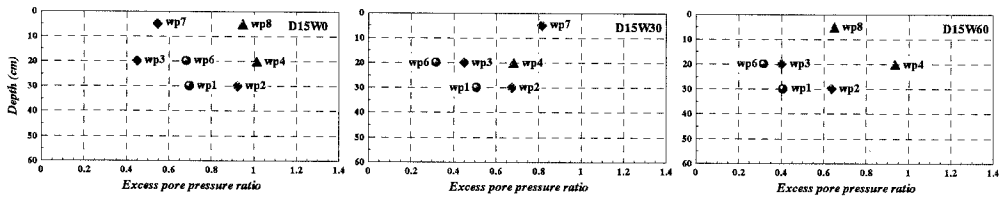


Fig.4 Profiles of observed maximum excess pore pressure ratio

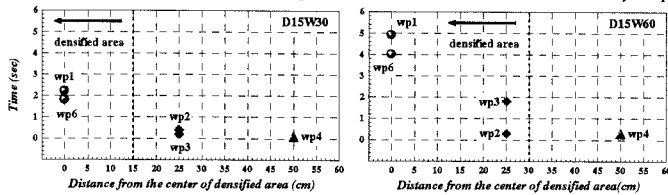


Fig.5 Time when the increase of pore pressure was observed

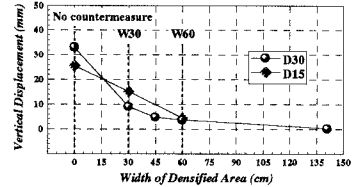


Fig.6 Observed vertical displacement

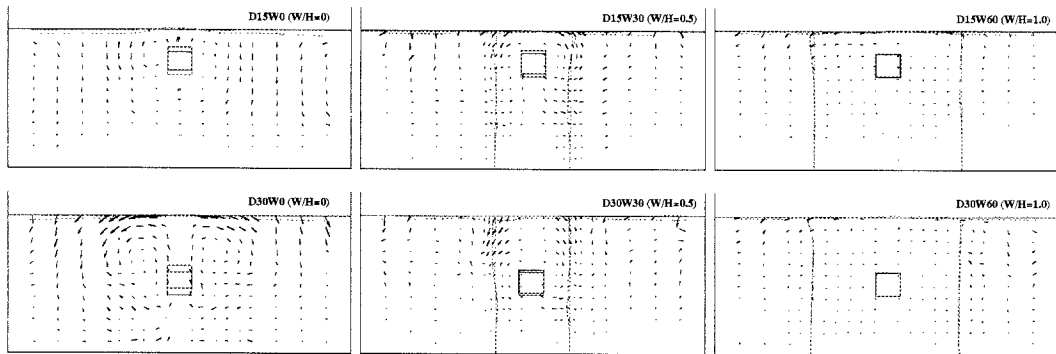


Fig.7 Movement of noodle targets embedded in sand due to shaking

している様子が観察されることから、改良幅を広げることにより過剰間隙水圧の発生と、それに伴う地盤剛性の低下を抑制する効果が増大することが推察される。また、Fig.5より、間隙水圧の上昇開始時刻は、締め固め範囲が広く、さらに改良域中心に近くなる程、遅くなることが指摘できる。

各実験における模型構造物の浮上がり量と締め固め範囲の関係をまとめたものをFig.6に示す。図にはD30の場合において、模型地盤全域を締め固めた場合と45cmの幅で締め固めた場合の浮上がり量も付記している。これよりD30での浮上がり量は、締め固め幅に対し反比例の関係にあり、D15においても浮上がり量の減少傾向は締め固め幅の増加と共に顕著に現れていることが理解できる。また、D15、D30ともに液状化層厚Hに対する締め固め幅Wの比W/Hが1.0になる時、地盤全域を改良した場合と同程度の浮上がり抑制効果を得られたことがわかる。これより、模型埋設深さDに関わらずW/Hが1.0程度であれば構造物の十分な浮上がり抑制効果が得られると考えられる。また、W/Hが1.0より小さい場合にはD15はD30より大きな浮上がりが生じていることから、W/Hが1.0以下においては、埋設深さDが構造物の浮上がり量により大きな影響を与えるものと考えられる。

Fig.7に変位ベクトル図を示す。改良域を設けたW60では共に構造物周辺の地盤流動が顕著に抑制されている様子が観察されるのに対し、W30では改良域内においても模型側方の地盤が模型底部へ大きく流動している様子が観察され、その流動はD15が大きいことがわかる。

参考文献

- 1) 井合進：1g場での地盤-構造物-流体系の模型振動実験の相似則、港湾技術研究所報告、第27巻、第3号
- 2) 廣岡明彦ら：締め固めによる地中構造物の液状化時浮上がり抑制工に関する重力場振動台実験、第33回地盤工学研究発表会、2分冊の1 pp.921~pp.922、1998