

締固め範囲が及ぼす地中構造物の浮上がり抑制効果に関する重力場振動台実験

九州工業大学工学部 正会員 清水恵介 永瀬英生 廣岡明彦
九州工業大学工学部 学生会員 ○新井章太 橋本裕二郎
九州工業大学工学部 非会員 岡村祐介

1. 研究の背景並びに目的

埋設構造物周辺部の液状化抵抗並びに浮上がり抑制を目的とした場合に適用される締固め工法は地震国である我国で施工実績が多く、信頼性が高い工法として知られている。しかし、本工法を適用する場合の効果を決定付ける締固め範囲並びに領域内の相対密度の設定に関しては不明確な部分が多く残されている。そこで本研究は、改良域に模型地中構造物を埋設し、改良幅並びに模型構造物設置位置をパラメーターとした重力場振動台実験を行い、締固め工法の改良範囲の変化及び改良域内での模型設置位置の変化が地盤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事を目的としている。

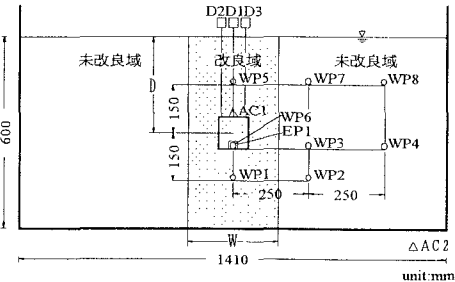


図-1 実験概略図

2. 実験方法並びに条件

本研究で用いた実験概略図を図-1 に示す。模型縮尺は想定した実物の 1/10 であり、本実験での各物理量の決定に際しては井合の相似則¹⁾を適用した。その他の実験条件等に関しては文献²⁾を参照されたい。実験ケースは、表-1 に示す通りであり、模型設置深さ：D は模型地盤表層から模型構造物中心までの距離を示している。また、未改良域は相対密度 $Dr=20\%$ に、改良域は相対密度 $Dr=70\%$ に設定している。入力加速度振幅は 300gal、加振周波数は 3Hz の正弦波であり、振動時間は 10 秒としている。

表-1 実験ケース

実験コード	改良幅：W (cm)	模型設置深さ：D (cm)
D15W0	0	15
D15W60	60	15
D30W0	0	30
D30W60	60	30

3. 実験結果及び考察

模型構造物の応答加速度時刻歴を図-2 に、各実験ケースの加速度応答倍率時刻歴を図-3 に示す。改良域を設けていない D15W0、D30W0 での応答加速度振幅は両実験とも入力加速度振幅に対し振動開始直後から著しく減衰し、最終的な加速度応答倍率は D30W0 の場合は約 0.3、D15W0 の場合は約 0.2 となった。加速度応答倍率は両実験とも 1.5 波目に増幅のピークを示しているもののその値は D30W0 に比べ D15W0 の方が大きく、その後の減衰は D15W0 の方が著しい様子が観察された。改良域を設けた D30W60、D15W60 では入力加速度振幅より大きな振幅が減衰する事なく振動終了時まで持続し、最終的な加速度応答倍率は D30W60 の場合は約 1.3、D15W60 の場合は約 1.7 となった。加速度応答倍率においては D15W60 の方が D30W60 を終始上回っている様子が観察された。これは、D15W0、D30W0 においては構造物周辺においても相対密度が低い地盤の剛性が全域

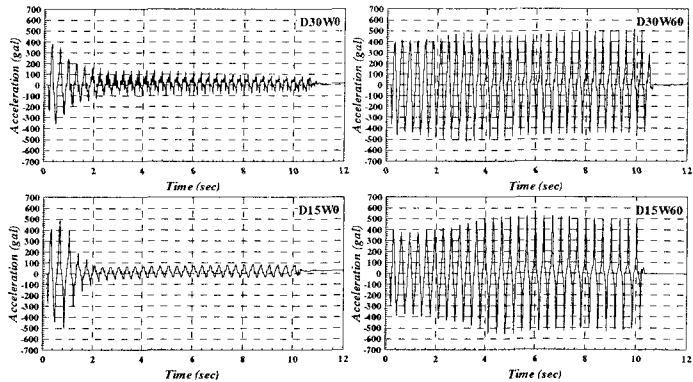


図-2 模型構造物の応答加速度時刻歴

で低下し、入力振動が構造物に減衰して伝達されたためと考えられ、一方、構造物周辺を締固めた D30W60、D15W60 では締固める事で少なくとも構造物周辺地盤の剛性の顕著な低下が抑制されるため、改良域を設けていない場合のような減衰が生じなかったものと推測される。また、加速度応答倍率の挙動に関しては D15 の方が D30 より模型地盤表層に近い位置にあるので、W0 での振動初期並びに W60 での増幅率がより大きくなるという挙動が観察されたものと考えられる。

図-4 に模型構造物の鉛直変位時刻歴を示す。改良域を設けていない D15W0、D30W0 での振動終了後の浮上がり量を見てみると、D30W0 の方が D15W0 より大きな値を示している様子が観察された。D15W0 は D30W0 に比べ模型構造物までの有効土被り圧が小さく、加速度応答倍率の減衰の様子も D15W0 の方が著しいため、通常に D15W0 の浮上がり量は D30W0 より大きくなることが予測されるにもかかわらず、結果はその逆であった。これは、振動開始から 6 秒付近までは D15W0 の方が D30W0 より浮上がり速度は大きいものの、それから振動終了時までには速度が急激に減少している様子が観察されることから、D15W0 では模型構造物上方の表層地盤の流動が模型構造物の浮上りに伴わず、模型構造物それ自身が上方の砂地盤を持ち上げる形となったため変位が 6 秒付近より頭打ちとなり、結果的に模型構造物の浮上がり量が小さくなったと推察される。これに対し、改良域を設けた D30W60、D15W60 においては、改良域を設けていない場合に比べ両実験とも地盤流動が小さく、これが模型構造物の浮上がり速度に与える影響が少なかったため、浮上がり量は D15W60 の方が D30W60 に比べ大きくなったものと考えられる。

図-5 に模型地盤の変位ベクトル図を示す。改良域を設けていない D15W0、D30W0 では、模型構造物側方の地盤が構造物底部へ流動し、構造物上部の地盤が構造物側方へ流動し、地盤を形成している砂が構造物を巻き込むように押し上げている様子が観察される。また、D15W0 は D30W0 に比べ模型構造物上部の地表面が周辺と比べ大きく部分的に隆起している様子が観察

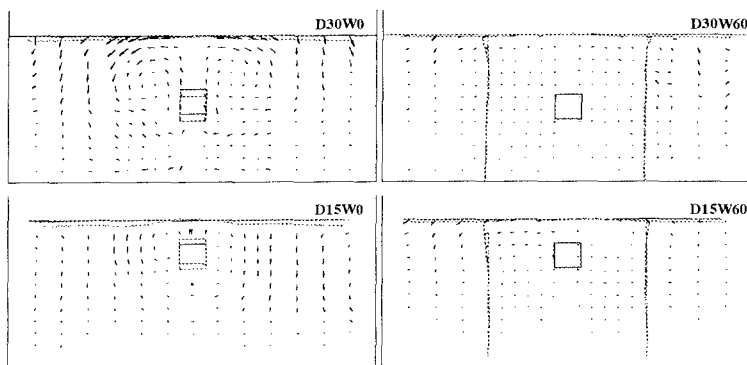


図-5 変位ベクトル図

される。このことから前述の浮上がり量に対する考察が理解できる。また、改良域を設けた D30W60、D15W60 においては液状化後の再堆積に伴う未改良域での沈下と、地盤上層部において改良域が未改良域に倒れ込むような変形が観察された。これらの図より、改良域を設けた場合の地盤流動変形は改良域を設けていない場合に比べ非常に小さいことが観察できることから、地盤内の相対密度の増加は地盤の流動変形抑制に著しい影響を与えている事が理解でき、模型構造物周辺の相対密度の増加は模型構造物の浮上がり抑制に効果的である事が確認できる。

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

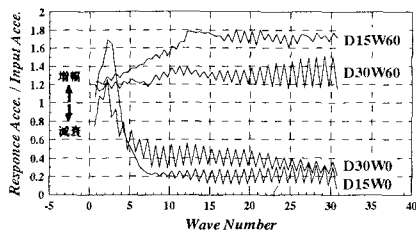


図-3 加速度応答倍率時刻歴

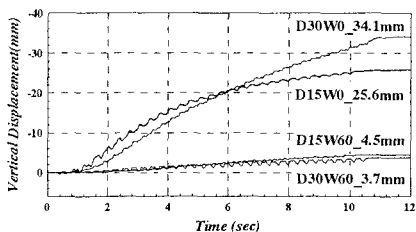


図-4 模型構造物鉛直変位時刻歴