

締切り工法の地中構造物浮き上がり防止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 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
九州工業大学工学部 学生会員 ○橋本 裕二郎

1. 研究の目的及び背景

締切り工法は、液状化による地盤変形を抑制する工法の一つである。しかし、緩い砂層中に建設される地中構造物の液状化時に対する浮上がり抑制工として本工法を適用する場合、その耐震性および締切り部材の剛性が周辺地盤へ及ぼす影響に関しては、不明な点が多く残されている。そこで本研究はシートパイルによる締切り工法を施し、重力場における模型振動台実験を行い、液状化時における地中構造物の挙動に与える影響について調べた。

2. 実験方法及び条件

模型地盤の概要を図-1に示す。模型の縮尺は想定した実物の 1/10(=λ)としており、各物理量の決定に際しては表-1に示す井合りの相似則を適用した。地中構造物はアクリルを用いて模型を作製し、模型地盤は豊浦標準砂を用いて不飽和砂締め固め法により作製した。また、模型シートパイルは、実物での曲げ剛性が 1.187×10⁸(kgf・cm²)となる様にモデル化した。地盤を飽和させる間隙流体には水の約6倍の粘性を持つメチルセルローズ溶液を使用した。模型構造物については、鉛直変位、加速度、間隙水圧を、模型地盤においては加速度、間隙水圧を、模型シートパイルにおいては、曲げ歪をそれぞれ測定し、また、模型地盤内には振動実験前後の砂の流動変化が測定できるようヌードルターゲットを埋設した。入力加速度振幅は約300galとし、実規模での周波数を0.5Hz程度と想定しているため、実験での加速度周波数を3Hzとした。振動時間は約10秒であり、これにより実際は地震動が1分程度持続したことになる。実験ケースは、全域 Dr20%として締切り工法を適用したか否かの2種類とした。

3. 実験結果及び考察

図-2に模型構造物の応答加速度 ac1 の時刻歴を入力加速度とともに示す。W0Dr20 の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ており、最終的には加速度応答倍率が約0.3となった。W0Dr20SPの振幅は、W0Dr20に対し緩やかではあるが減衰しており、

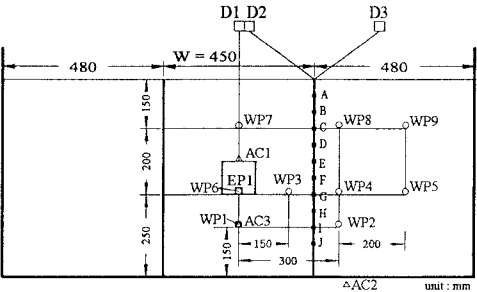


図-1 実験概略図

表-1 各物理量に対する相似則

長さ	λ	1/10 = 0.1
透水性	λ ^{0.75}	(1/10) ^{0.75} = 0.178
時間	λ ^{0.75}	(1/10) ^{0.75} = 0.178
加速度・密度	1	1
歪	λ ^{0.5}	(1/10) ^{0.5} = 0.316
曲げ剛性	λ ^{3.5}	(1/10) ^{3.5} = 3.162 × 10 ⁻⁴
変位	λ ^{1.5}	(1/10) ^{1.5} = 0.032

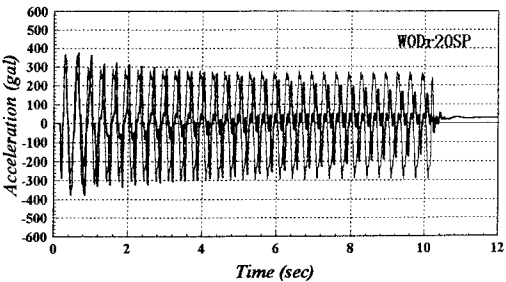
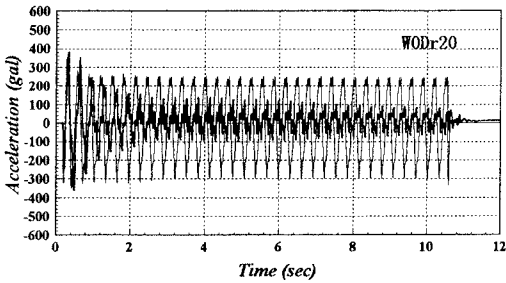


図-2 模型構造物の応答加速度時刻歴

最終的な加速度応答倍率は約 0.6 となった。これは、W0Dr20 では液状化による地盤剛性低下により、振動の継続に伴い入力振動が構造物に伝達されなくなるのに対して締切り工法を適用した W0Dr20SP では、シートパイルがシートパイル壁内のせん断変形を抑制する為に、振動があまり減衰せずに構造物に伝達された為と考えられる。

図-3 に模型構造物の鉛直変位の時刻歴を示す。W0Dr20 においては約 37mm、W0Dr20SP においては約 22mm の構造物浮上がり量が観察された。このことから、締切り工法により地中構造物浮上がり量が抑制されたことは明らかである。また、W0Dr20、W0Dr20SP ともに、振動終了直後から徐々にではあるが構造物が沈下していく様子が観察された。これは振動終了後、間隙水圧が消散し始め、地盤の再堆積が開始されたため、模型構造物自体もこれに伴って沈下すると考えられる。

図-4 に模型構造物底部での過剰間隙水圧比の時刻歴を示す。W0Dr20 では振動開始直後から急激に過剰間隙水圧が上昇しているにもかかわらず、W0Dr20SP では振動開始後緩やかに過剰間隙水圧が上昇している様子が観察された。また、振動終了後の過剰間隙水圧比は W0Dr20、W0Dr20SP ともに約 0.6 であった。

図-5 に模型構造物底部での土圧の時刻歴を示す。W0Dr20、W0Dr20SP ともに振動開始直後から土圧が上昇しており、大きさは異なるものの類似した挙動を示している様子が観察された。この土圧が地中構造物の浮上がり量の差として現れたと考えられる。

図-6 に模型地盤の変位ベクトル図を示す。W0Dr20 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模型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た。これに対して W0Dr20SP ではシートパイル壁内において模型構造物側方の地盤が構造物底部へ流動している様子が観察された。また W0Dr20SP では、締切り工法の適用により地盤の流動変位が抑制されており、地盤変位が小さくなっている様子が観察された。

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

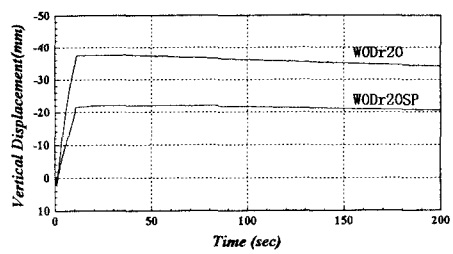


図-3 模型構造物の鉛直変位

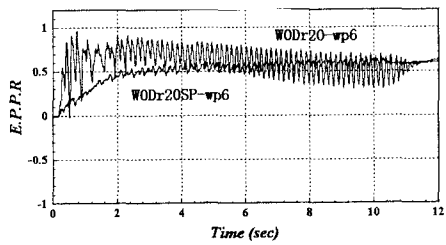


図-4 模型構造物底部の過剰間隙水圧比の時刻歴

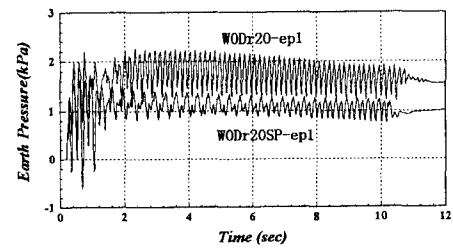


図-5 模型構造物底部の土圧の時刻歴

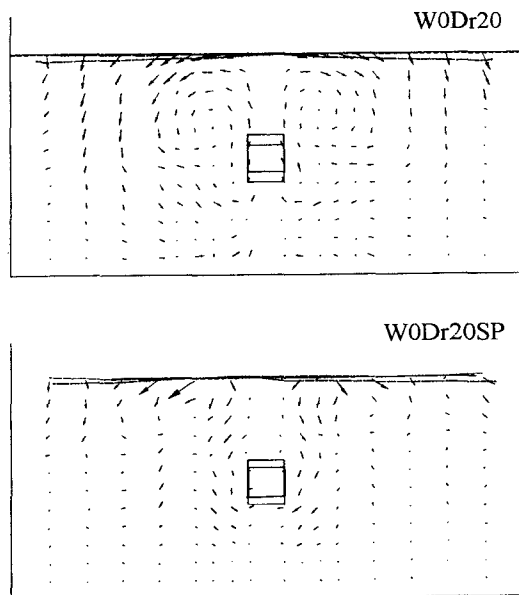


図-6 加振終了後の変位ベクトル