

種々の側方流動対策工が護岸及びその背後の杭基礎構造物の地震時挙動に与える影響について

九州工業大学工学部 正会員 廣岡明彦 清水恵助 永瀬英生
 九州工業大学大学院 学生会員 ○坂本賢司
 九州工業大学工学部 学生会員 佐藤 孝

1. 実験の背景及び目的

以前より地震国である我国では護岸の耐震性に関する研究が数多く行われており、兵庫県南部地震以後さらにその関心が高まっている。本研究室においてもこれまで、護岸直下の地盤に適用した締固め工法や護岸背後に施したグラベルドレーン工法が護岸とこれに近接した杭基礎構造物の地震時挙動に与える影響について正弦波を用いた 1g 場模型振動台実験¹⁾を実施し調べてきたが、今回はさらに入力波にポートアイランド西岸の G.L.-32m の地点において観測された実地震波を元にした不規則波を入力し実験を行ったので以下に報告する。

2. 実験条件

図-1 に実験モデルの概要を示す。模型の幾何縮尺は実規模の 1/60 であり、各種模型の設計においてはこの幾何縮尺に対する井合の相似則²⁾を適用している。その他詳細については別報¹⁾を参照されたい。

実験ケースは表-1 に示すとおり相対密度 $Dr=40\%$ の緩い置換砂層厚 125mm、ケーソン〜杭間距離 515mm とした無対策 NM を基本に、置換砂層を基盤と同じく $Dr=70\%$ に締固めた D0、ケーソン背後に改良幅 194mm のグラベルドレーンを設けた W19、さらに両対策を施した D0W19 の計 4 ケースで、この模型地盤に図-2 に示すような不規則波を入力し振動実験を行った。

3. 実験結果及び考察

図-3 は各実験におけるケーソン応答加速度 $ac4$ の経時変化でありその符号はケーソンが海側へ向かう方向を負としている。これによれば、背後にグラベルによる改良域が存在しない NM, D0 では類似した経時変化となっており、両者を比較すると D0 にて負のピークが大きい。これは、D0 では置換砂層を締固めているためこの部分の振動による剛性低下が小さく入力振動がさほど減衰されずケーソンに伝達されたためと考えられる。次にケーソン背後をグラベルにより改良した W19, D0W19 では、NM, D0 程の大きな加速度振幅が観察されない。これはケーソン背後にグラベルによる地盤改良を施す事で透水性の向上に加え背後地盤の剛性低下が抑制されるため応答加速度にこの影響が現れたものと考えられる。また、W19, D0W19 を比較すると僅かながら D0W19 の応答加速度振幅が大きくなっており、ここでも置換砂層を締固めた影響が観察される。

図-4 は各実験における加振終了後のケーソン重心移動量を示しており、移動量の符号はケーソンが海側へ変位する方向を負、沈下する方向を負と定義している。これを見ると、まず置換砂層を締固めた D0 では、無対策 NM に比べ沈下量は小さくなっているものの水平変位は抑制されていない。また W19 に着目すると、

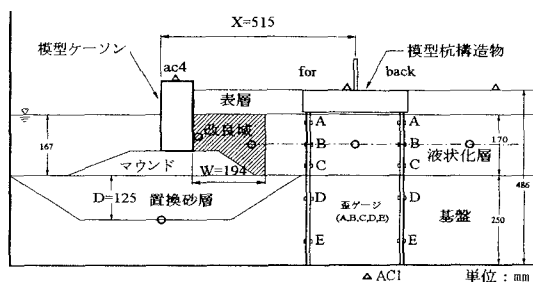


図-1 実験モデル

表-1 実験名及び実験条件

実験名	適用した対策工
NM	対策工なし
D0	置換砂層のみ改良(締固め工法)
W19	護岸背後のみ改良(グラベルドレーン工法)
D0W19	置換砂層並びに背後地盤を改良

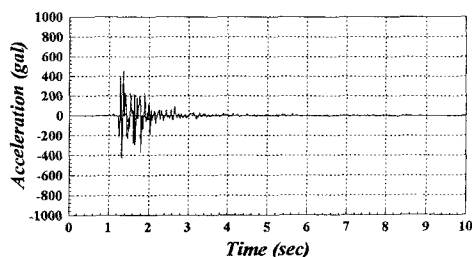


図-2 入力した不規則波形

無対策に比べ水平変位は抑制されているが沈下量は全ケースで最大となっている。最後に両対策を施した D0W19 のケーソンの変位は水平変位・沈下ともに抑制されている。これらの結果から、振動によるケーソン変位形態は施された対策工により異なり、水平変位抑制にはグラベルドレーン工法が、鉛直変位抑制には締固め工法が有効である事が理解でき、さらにこの 2 つの対策工を併用する事でより一層の効果が得られる事が分かった。

図-5 は実験終了後において前杭(for)と後杭(back)に残留した曲げ歪の深さ方向の分布を示している。その符号は杭が海側に凸に変形した場合を負と定義し、深さは基礎スラブ底面を 0 としている。まず、最下部の E 点に着目すると置換砂層を締固めていない NM, W19 では後杭に残留曲げ歪がほとんど生じていないものの前杭に正の曲げ歪の残留が観察される。一方、置換砂層を締固めた D0, D0W19 では両杭ともにほとんど残留曲げ歪が生じていない。これより緩い置換砂層が存在する場合その部分の振動による剛性低下により前杭周辺の基盤の剛性が低下するが、置換砂層を締固めることでその部分の剛性低下が抑制され基盤が前杭をしっかり支持できたものと考えられる。

次に、最上部の A 点に着目するとケーソン背後をグラベルによる地盤改良を施した W19, D0W19 では NM, D0 に比べ両杭ともに残留曲げ歪が抑制されており前杭においては B 点よりも残留曲げ歪が小さい事が観察される。これはグラベルによる地盤改良を施すことでその排水機能によりグラベル改良地盤近傍の背後地盤の剛性が保たれ、また剛性の高いグラベル改良地盤が背後地盤の流動を抑制した事で曲げ歪の残留量が小さくなったと考えられる。最後に両対策を施した D0W19 では他のケースに比べ A 点の曲げ歪の残留量が 5 割程度に止まっており、2 つの対策工を併用した場合その効果は、ケーソン変位の抑制よりむしろ背後の杭の残留曲げ歪の抑制という点においてより顕著に発揮される事が今回の実験により明らかになった。

参考文献

- 1) 廣岡明彦ら：背後に杭基礎構造物を有する護岸構造物の側方流動対策工に関する実験的研究、第 10 回日本地震工学シンポジウム、第 1 分冊 pp.19~pp.24、1998.11
- 2) 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、1988

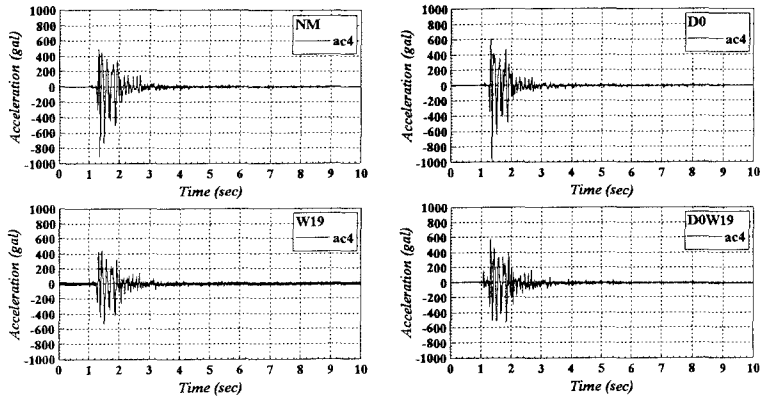


図-3 各実験におけるケーソン応答加速度の経時変化

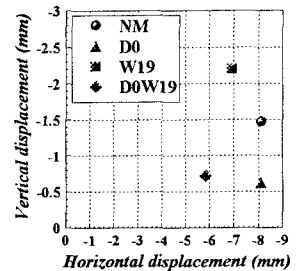


図-4 各実験におけるケーソン重心移動量

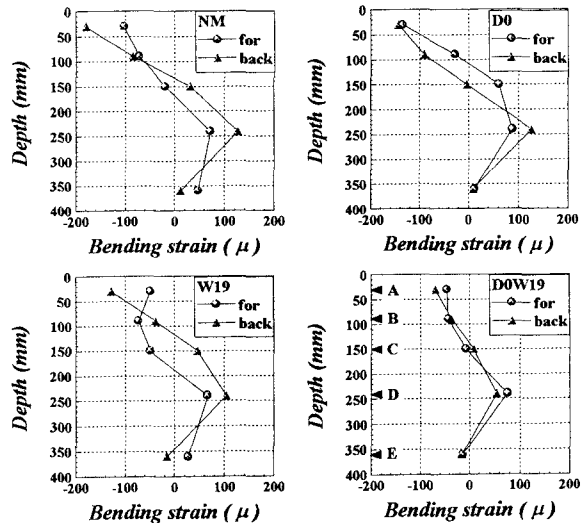


図-5 杭に発生した残留曲げ歪の深さ方向の分布