

重力式護岸構造物の地震時安定性が背後の杭基礎構造物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 ○佐藤 孝
 九州工業大学工学部 非会員 片山 大介

1. 実験の背景及び目的

筆者らはこれまでに、置換砂層部の締固めや護岸背後に透水性に優れたグラベルを用いるといった地盤改良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検討してきた。これにより近接杭基礎構造物の被害の原因となる側方流動現象は背後地盤に発生する液状化に加え護岸構造物の地震時安定性にも影響されると考えられる。そこで本研究では、護岸構造物の幅が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調べた。

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を適用している。その他詳細については別報²⁾を参照されたい。実験ケースはケーソン幅を83、166mmと変化させ、それぞれについて図-2に示すような加速度振幅約500gal、周波数11Hzの正弦波を5秒間、ポートアイランド西岸のGL-32mの地点において観測された実地震波を元に作製した不規則波を入力し振動台実験を行った。

3. 実験結果及び考察

図-3はケーソン応答加速度の経時変化であり、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。これによると、ケーソン幅166mmの方が応答加速度振幅が小さいことが指摘できる。これは幅が増すことでロッキングに対する安定性が向上したことに加え、ケーソン底部の接地面積が大きくなったことで置換砂層部において間隙水圧の消散が抑制され剛性低下が大きく、入力振動が減衰されケーソンに伝達されたためと考えられる。

図-4は加振終了後のケーソン重心移動量を示しており、不規則波のケースについては以前、地盤改良を行った結果(ケーソン幅83mm)も併せて示している。そ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している。ケーソン幅が166mmの方が水平変位量は抑制されているが、鉛直変位量は大きくなっている。これは先ほど説明した置換砂層部の剛性の低下によるものと考えられる。不規則波のケースでは、ケーソン背後にグラベル改良を施した方がR166よりも水平変位、鉛直変位ともに抑制される結果となった。

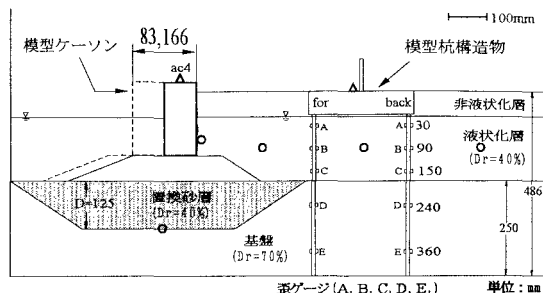


図-1 実験モデル

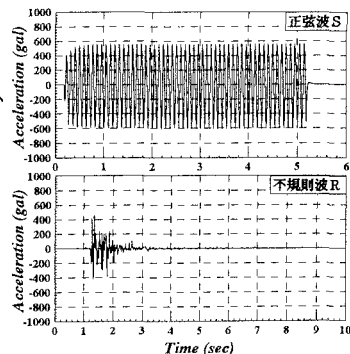


図-2 入力加速度波形

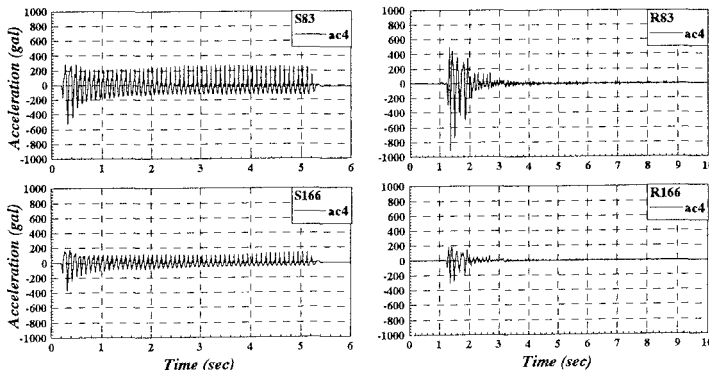


図-3 各実験におけるケーソン応答加速度の経時変化

変位ベクトル図と杭基礎構造物の振動中の挙動については、より顕著に被害が現れる入力波が正弦波の場合について示す。図-5 に示した変位ベクトル図より、流動量は S166 の方がケーソン近傍の背後地盤と置換砂層部の丸で囲まれた部分において抑制されているが、置換砂層部の海側では大きいことが観察される。これは S166 の方がケーソンの沈下に伴う地盤の流動領域が大きく、丸で囲まれた部分では裏込め地盤の側方流動とその流動変形が打ち消しあったため、結果として流動量が小さくなったと推測される。一方、置換砂層部の海側では逆に両者の相乗効果で大きな流動が生じたと考えられる。

図-6 は入力波が 5,20,50 波目に、A 点での曲げ歪が極大(+)・極小(-)となる時点での前杭(for)に発生した曲げ歪の深度方向分布を示したもので、その符号は杭が海側に凸に変形した場合を負とし、深さは基礎スラブ底面を 0 としている。曲げ歪の動的成分では最上部 A 点において同程度であるが、最下部 E 点では S166 の方が振動に伴い増加しており、また残留成分では S166 の方が全体的に小さくなっている。さらに曲げ歪分布を 4 次関数で近似し、それを微分することで求めた杭に作用するせん断力と地盤反力を図-7 に示す。ここでは地盤の状態の変化を見るために 5 波目と 50 波目で極小(-)の場合に着目し、その符号は海側から山側へ向かう

方向を正とした。まず、杭上部では、振動に伴いせん断力、地盤反力ともに負の方向に増加しているが、S166 の方がその絶対量は小さい。杭下部では、どちらのケースも 5 波目では杭を支える正の方向にせん断力、地盤反力が働いており、50 波目では減少している。S166 においては両者ともにほとんど作用していない。以上のことより、両ケースともに背後地盤で液状化による側方流動が起こるが、S166 ではケーソン近傍で側方流動が抑制されたことで杭に発生する曲げ歪の残留成分が小さくなったと考えられる。しかし、S166 の方が杭下部周辺の地盤において、置換砂層部の液状化の影響を受け、剛性低下が顕著となったものと考えられる。

参考文献

- 1) 坂本賢司ら：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、土木学会西部支部研究発表会、1999,3
- 2) 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

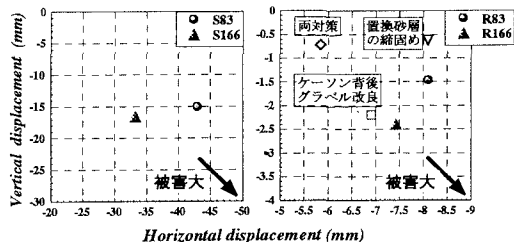


図-4 実験終了後のケーソンの重心移動量

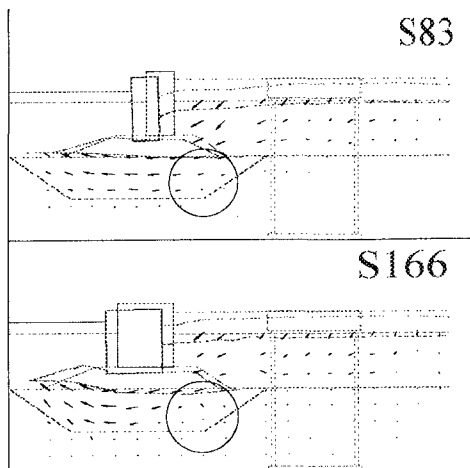


図-5 入力振動が正弦波の場合の変位ベクトル

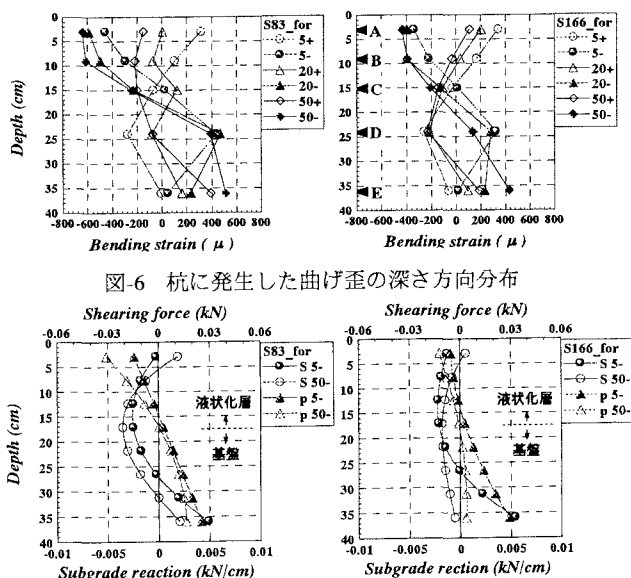


図-6 杭に発生した曲げ歪の深さ方向分布

図-7 5 波目と 50 波目におけるせん断力と地盤反力