

粒度の異なる碎石の繰返しせん断挙動について

九州工業大学大学院 正会員 ○永瀬 英生 廣岡 明彦
九州工業大学大学院 学生会員 鬼塚 充明 黄 中原
九州工業大学工学部 非会員 兵庫 悠太
国土交通省 九州地方整備局 中道 正人 山口 誠 森山 崇来
日建設シビル 片桐 雅明 沿岸技術研究センター 勝呂 和之

1.はじめに

大規模な港湾工事を行う際、大量の材料が必要とされるため、護岸の床掘置換材として石材を生成する際に発生する 0～300mm の碎石が用いられることがある。しかし、碎石の力学的特性は明らかになっていないため、本研究では、0～300mm の碎石が繰返しせん断を受けた際の挙動の把握を目的とし、碎石で構成された水平地盤の振動台実験を行った。

2.実験方法

試料には福岡県内で採取された産地の異なる 2 種類の碎石（試料 A、B）を用いた。本実験では、試験装置の制約上最大粒径 300mm まで使用することができないため、125mm、53mm、26.5mm、9.5mm、2mm、425 μ m のふるいにかけ、最大粒径 53mm となるように粒度調整を行った。このとき細粒側に実粒度曲線を平行移動させる相似粒度と 53mm 以上の部分を除去した尖頭粒度の 2 種類に分けた。図 1 に本実験に用いた試料の粒径加積曲線を示す。振動台実験には、1m $\times$ 1m の振動台、高さ：幅：奥行＝700：1400：450(mm)の土槽を用いた。模型地盤は現場での施工を模擬するため水中落下法により作製した。また、それぞれの試料は気乾状態であり、試料 A は 10 層、試料 B は 9 層に分け、1 層あたり 60kg 程度を投入した。

作製した模型地盤には、図 2 のように、振動時の挙動を把握するため加速度計および間隙水圧計を設置した。また、地盤の沈下挙動を測定するため加振前後で地盤表面の鉛直変位を測定した。入力波形は、正弦波形を用いて波数 30、入力周波数 5.6Hz、加振時間 5.33s、入力加速度 300gal とした。加振については、同試料で 3 回続けて行い、その都度、計測を行った。実験ケースとしては、最大粒径を 53mm に調整した相似粒度と尖頭粒度について、試料 A、B それぞれで行った。また、実験の再現性を確認するため、試料 A について 2 回実験を行っている。

3.実験結果

実験の再現性については、十分確保されていることを確認している。振動台実験における入力加速度波形を図 3 に示す。図 4、5 には地盤上層部での過剰間隙水圧比と加速度を示す。試料 A の相似粒度では、加振 1 回目終了時より過剰間隙水圧比が急激に低下しているが、2 回目と 3 回目ではそのような傾向は見受けられない。加振 1 回目の終了後、地盤の表面には細かい粒子が堆積しており、噴砂に似た現象を生じたものと考えられる。したがって、試料 A の相似粒度では加振 2 回目以降には地盤の上層に 425 μ m 以下の粒子(以下、細砂分と呼ぶ。)が堆積し、過剰間隙水圧比に影響を及ぼしたものと考えられる。試料 B の相似粒度は細砂分が少な

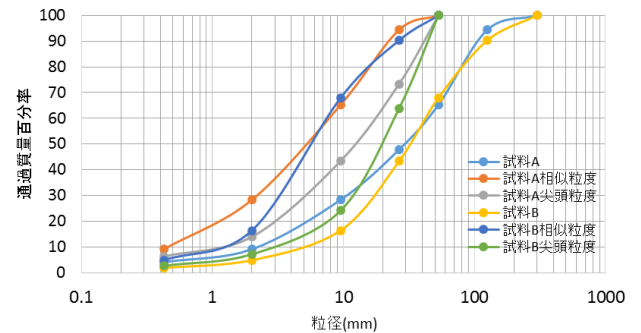


図 1 粒径加積曲線

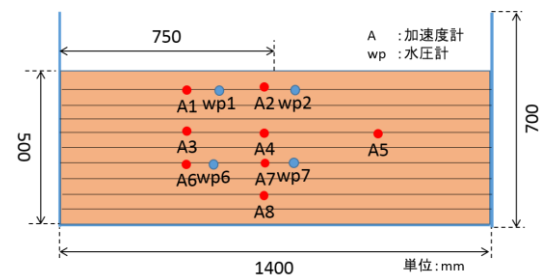


図 2 土槽断面図

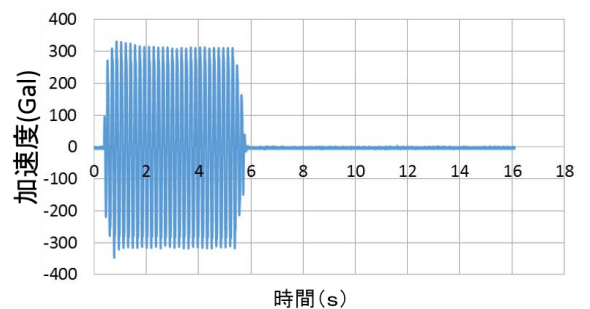


図 3 入力加速度波形

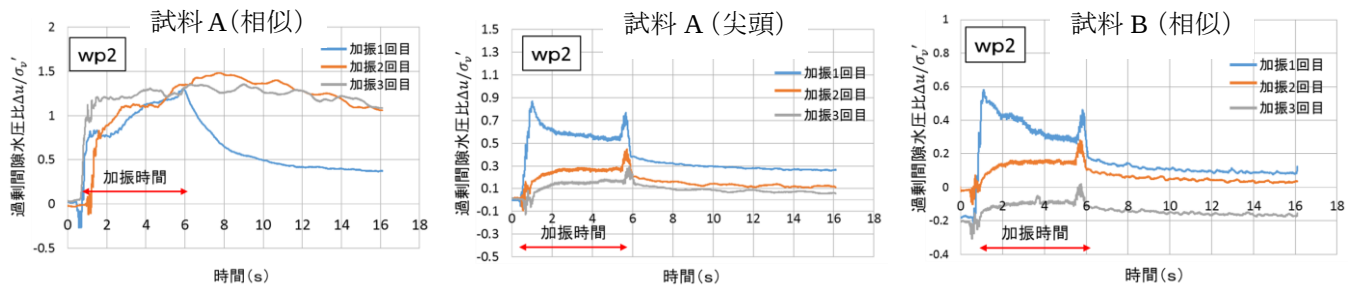


図4 各粒度における地盤上層部での過剰間隙水圧比の時刻歴

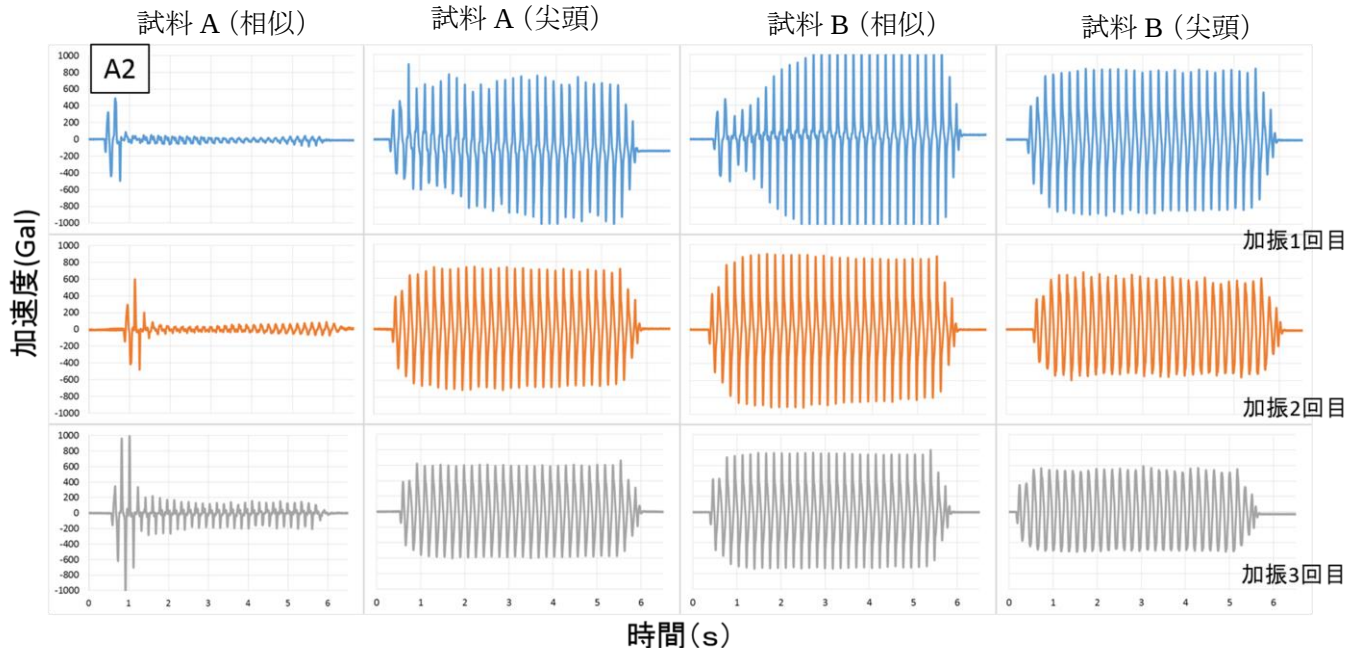


図5 各粒度における地盤上層部での加速度の時刻歴

いため、過剰間隙水圧比の挙動としては、試料 A の尖頭粒度に類似していることが読み取れる。これにより、過剰間隙水圧比に影響を与えるものとして細砂分の割合が挙げられることが確認できた。

次に、試料 A の相似粒度の加速度を見ると、加振回数を重ねるごとに最大振幅が増加していることが読み取れる。これは、加振により模型地盤が締め固められ密な地盤となり振動が伝わりやすくなったためであると考えられる。また、いずれの加振においても最大加速度の後、減衰に至っているが、液状化の状態となり振動が伝わりにくくなったものと考えられる。各試料の尖頭粒度では、ほぼ一様の加速度応答となっており、試料 B の相似粒度では、これらの傾向に近いことがわかる。これは、試料 B の方が細砂分が少ないため、液状化による流動的な挙動を示さなかったものと考えられる。

4.結論

本研究では、2種類の碎石を用い、それぞれの床掘置換材としての有効性を検討するため、土槽に現場を模擬した投入法により模型地盤を作製して振動台実験を行い、繰返しせん断を受けた際の挙動の把握を行った。以下にこれまで得られた結果を記す。

- 1) 繰返しせん断を行った際、過剰間隙水圧比の上昇は粒度分布に大きく依存するため、今後、液状化試験を行う際は相似粒度で行うことで安全側へ見積もることができる。
- 2) 相似粒度、尖頭粒度によらず、加振時に液状化による流動的な挙動を呈すると考えられる細砂分が少ないと応答加速度の変動は小さい。

参考文献

- 1) 笹井剛ら：港湾工事に用いる岩ブリの強度特性について、第 40 回地盤工学研究発表会、No.271、pp.541-542、2005。
- 2) 後藤佑介ら：岩ずりの繰返しせん断による体積収縮特性と密度特性、港湾空港技術研究所資料、No.1278、2013。