

重力式係船岸の増深のための基礎構造に関する研究（その3） - 捨石改良体の強度試験 -

日本埋立浚渫協会 正会員 ○大久保泰宏 正会員 竹内 純
日本埋立浚渫協会 正会員 高井 徹也 非会員 菅原 禎
港湾空港技術研究所 正会員 森川 嘉之

1．はじめに

港湾空港技術研究所と日本埋立浚渫協会は、平成 22 年から重力式係船岸増深のための基礎構造に関する研究を行っている。既設重力式係船岸の捨石マウンドの一部を固化・掘削することで増深化を図る工法の開発であり、これまで注入固化した捨石マウンドの力学・変形特性や改良効果に関する研究成果が得られている。しかしながら、注入固化した捨石の強度特性については、注入する薬液や注入方法も含め未だ既往の研究も少なく未解明な点が多い。そこで本報（その3）では、捨石マウンドに関する現地調査結果¹⁾や増深化による岸壁の安定検討結果²⁾をもとに捨石マウンドを注入改良するための薬液を選定し、注入薬液の配合試験および注入改良した捨石供試体を用いて大型一軸圧縮試験を実施した。その結果を報告する。

2．実験概要

注入改良された捨石マウンドの強度特性を把握するために、捨石を注入改良して作製した供試体による一軸圧縮試験を行った。捨石マウンドを注入改良する際、間隙内に砂がある場合とない場合では使用する薬液が異なるため、地盤条件として捨石マウンドの間隙内に砂がない場合とある場合を想定した。一軸圧縮試験に用いる供試体サイズはφ500×H1000mm とした。実験に用いた捨石は、供試体の直径がφ500mm であることから、粒径が200mm 以下の砕石を使用した。砕石の間隙に入る砂は、現地調査¹⁾における港内・港外で採取した間隙砂の粒度分布をもとに「飯豊硅砂5号」を使用した(図-1 参照)。また、注入する薬液は、砕石の間隙に砂がない場合は「水中不分離性モルタル」「セメントベントナイト」の2種類、間隙に砂がある場合は、「懸濁型薬液」を選定した。各実験ケースにおける地盤条件と注入薬液の組合せを表-1 に示す。各薬液の配合を表-2 に示す。

3．注入薬液の配合試験

注入改良された捨石供試体の作製に先立ち、実験に用いる各薬液についての配合試験を行った。なお「懸濁型薬液」については、薬液と砂を混合したサンドゲルで供試体を作製した。サンドゲルに用いた砂は、捨石供試体と同様「飯豊硅砂5号」である。配合試験用の供試体はモールド（φ50×H100mm）にて作成し、供試体は恒温恒湿室で養生し、材令7, 28 日において一軸圧縮試験を行った。配合試験結果を表-3 に示す。

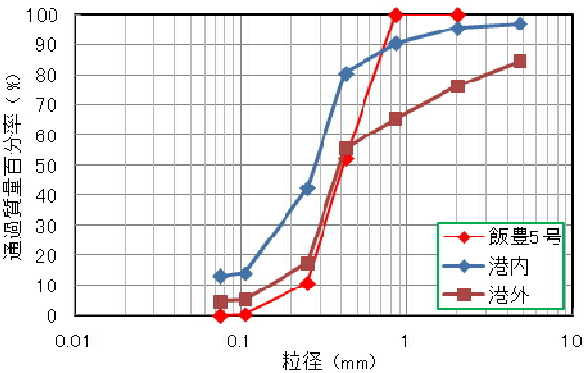


図-1 間隙砂の粒度分布

表-1 実験ケース

	ケース	ケース	ケース
地盤条件	捨石のみ	捨石のみ	捨石 + 砂
注入薬液	水中不分離性モルタル	セメントベントナイト	懸濁型薬液

表-2 薬液の配合

< 水中不分離性モルタル > (1m ³ 配合)				
W/C=60%、S/C=1				
水	高炉セメント B種	陸砂	高性能AE 減水剤	水中不分離性 混和剤
W	C	S	C × 2%	W × 1.1%
446kg	743kg	742kg		

< セメントベントナイト > (1L配合)		
高炉セメント B種	ベントナイト (赤城)	水
500 g	50 g	816 ml

< 懸濁型薬液 > (1L配合)			
急冷スラグ 高微粉末	硬化促進剤	混和剤	水
350 g	30 g	2 ml	863 ml

キーワード 捨石マウンド，固化改良，薬液注入，一軸圧縮試験

連絡先 〒107-0052 東京都港区赤坂3丁目3番5号(国際山王ビル8階) (社)日本埋立浚渫協会 T E L 03-5549-7468

4. 供試体作製方法

大型一軸圧縮試験用の供試体は以下の手順で作製した。

ボイド管内に、砕石を3層に分けて投入・締固めを行い作製した。砂があるケースは砕石上に砂を撒出し振動を与えながら充填した。

蓋コン打設した後、水中での固化を想定して注入管より間隙を水で満たした。

注入管より薬液注入を行い、各観測孔から薬液が十分に出てきた段階で注入を終了した。

供試体モデル図を図-2に、供試体諸元を表-4に示す。

表-4 供試体諸元

ケースNo.	ケース	ケース	ケース
地盤条件	捨石のみ	捨石のみ	捨石+砂
注入薬液	水中不分離性モルタル	セメントベントナイト	懸濁型薬液
体積(L)	187	190	177
砕石(kg)	322.4	326.3	277.1
砂(kg)	—	—	142.9
注入量(kg)	82.9	83.2	41.5
間隙率(%)	44.5	43.7	23.5

5. 大型一軸圧縮試験

作製した供試体は養生28日後、アムスラー試験機により一軸圧縮試験を行った。大型一軸圧縮試験結果を表-5に示す。また、それぞれの薬液の配合試験結果および大型供試体と配合供試体の一軸圧縮強さの強度比を表-5に合わせて示す。水中不分離性モルタルで改良したφ500mm供試体は、圧縮強度の確認ができなかった(10,200kN/m²以上)ので、φ150mm供試体を新たに作成し一軸圧縮試験を行った。その供試体の一軸圧縮強さは19,600kN/m²であった。

注入改良された捨石マウンドの強度は、捨石の間隙に注入された薬液の強度に影響されると考えられるが、注入改良した大型供試体の一軸圧縮強さと薬液配合の一軸圧縮強さの強度比は0.19~0.50と非常に小さいことが分かる。また、大型一軸圧縮試験における破壊性状として、砕石と薬液部分が剥離したような箇所が観察され、砕石と薬液の境界面での付着破壊が卓越していると考えられる。

6. まとめ

注入改良された捨石供試体の大型一軸圧縮試験を行ったが、今回の結果をもとに、注入改良された捨石マウンドの配合設計方法について追加実験・検討を行っていく予定である。

参考文献

- 1) 合田, 寺内, 小滝, 藤田, 菊池, 平井: 重力式係船岸増深のための基礎構造に関する研究(その1) - 捨石マウンドの現地調査深の設計方法 -, 土木学会第67回年次学術講演会概要集, 2012.09(投稿中)
- 2) 加藤, 田中, 木村, 渡部, 水谷: 重力式係船岸増深のための基礎構造に関する研究(その2) - 係船岸増深の設計方法 -, 土木学会第67回年次学術講演会概要集, 2012.09(投稿中)

表-3 配合試験結果

	一軸圧縮強さ(kN/m ²)	
	材令7日	材令28日
水中不分離性モルタル	18,300	39,400
セメントベントナイト	1,803	4,993
懸濁型薬液(サンドゲル)	5,388	7,106

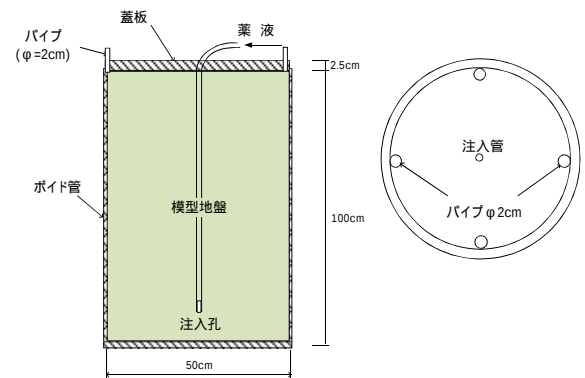


図-2 大型一軸圧縮試験供試体のモデル図

表-5 大型一軸圧縮試験結果

	一軸圧縮強さ q_u (kN/m ²)		q_u (大型供試体) / q_u (薬液配合)
	大型供試体	薬液配合	
水中不分離性モルタル	10,200以上(19,600)	39,400	0.50
セメントベントナイト	950	4,993	0.19
懸濁型薬液	2,340	7,106	0.33



写真-1 大型一軸圧縮試験 破壊状況
(ケース 懸濁型薬液)