

可塑状グラウト増深工法の開発 ―その3:実物大充填実験の報告―

若築建設(株) 正会員 ○ 壹岐 直之, 五洋建設(株) 正会員 小笠原哲也
あおみ建設(株) 正会員 橋本 健 , みらい建設(株) 正会員 田中 良典
(株)本間組 山本 高士

1. 目的

既存の重力式係船岸に対して、前面水深を大きくすること(=増深)を目的とした工法を開発している。この工法は、係船岸前面下部にある基礎捨石の間隙へ可塑状グラウトを注入し、グラウトが基礎捨石と一体に固化した後、係船岸の前面を掘削するものである。本研究は、増深工法開発^{1),2)}などの一環として、可塑状グラウトの注入実験を実施工と同規模で実施し、グラウト注入の施工性、グラウト固化体の出来形および圧縮強度を把握することを目的としたものである。

2. 実験方法

実験ケースは、注入管(φ40mm)の先端部にパッカー(φ85mm,L=1000mm)を取付けたCase-Aと、パッカーなしのCase-Bとした。実験で使用した鋼製型枠の形状および寸法を図-1に示す。この型枠の中へ、実施工と同規模の捨石(30~200kg/個)を40m³程度入れ、間隙は海水で満たした。海水量を計測した結果、鋼製型枠内の間隙率は、Case-Aでは41%、Case-Bでは38%であった。

グラウトの配合を表-1に示す。CASE-A、Case-Bともに同じ配合である。この配合は、事前に行った品質試験に基づいて設定したものである。

グラウトの注入方法を図-2に示す。実施工においては、捨石を削孔して注入管を挿入することを想定しているが、この実験では、削孔した孔の側面を模擬するため、開口率40%の穴あき鋼管を捨石の中へ埋設しておき、穴あき鋼管の中へ注入管を挿入することとした。グラウトは、鋼製型枠の下端から1.5mと、3.0mの高さの2箇所において注入した。1箇所あたりのグラウトの注入量は2.5m³を目標とした、この量は、グラウト塊の直径で約2.3mに相当する。

3. 可塑状グラウト注入時の状況

グラウトの注入量は、Case-A:下側=2.538m³、Case-A:上側=2.537m³、Case-B:下段=2.538m³、Case-B:上側=2.537m³であった。注入速度は全ての注入箇所において、50.0L/min程度で安定していた。注入圧力の平均値は、Case-A:下段=0.25MPa、Case-A:上段=0.20MPa、Case-B:下段=0.16MPa、Case-B:上段=0.10MPaであり、注入中の圧力の変動は±0.05MPa程度であった。

4. 可塑状グラウト固化体の出来形

グラウト固化体の出来形確認は、グラウトの注入から29日後に実施した。型枠の最下段を残した状態まで解体した状況を図-3に示す。グラウトから突出した捨石が確認できるが、突出している捨石はバックホウのバケットで叩いても落ちなかったものである。グラウト固化体の各注入箇所の中心位置における直径は2.11m~2.25mであった。グラウト固化体の出来形は、パッカーの有無に関わらず同程度であり、目標とした直径2.3mをほぼ満足した。

5. 可塑状グラウト固化体からのコア採取

グラウト固化体から、直径30cm×長さ2.2m程度のコアを採取して、グラウトの充填状況を確認し、圧縮強度試験用の供試体を切り出した。コアの採取は注

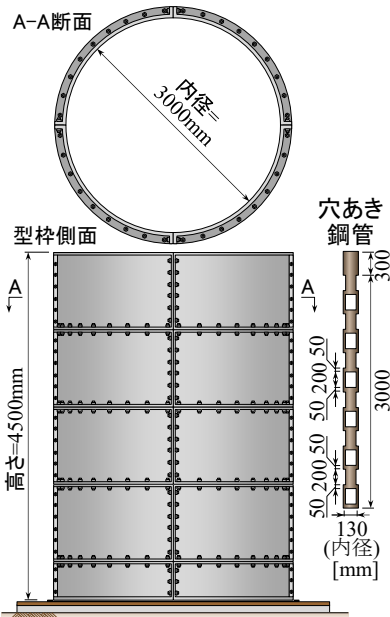


図-1 鋼製型枠の形状・寸法

表-1 可塑状グラウトの配合

基材 [kg/m³]			
セメント	水	高性能AE減水剤	
1212	485	6.06	
可塑剤 [kg/m³]			
水	可塑剤A	可塑剤B	可塑剤C
121	0.91	6.06	2.50

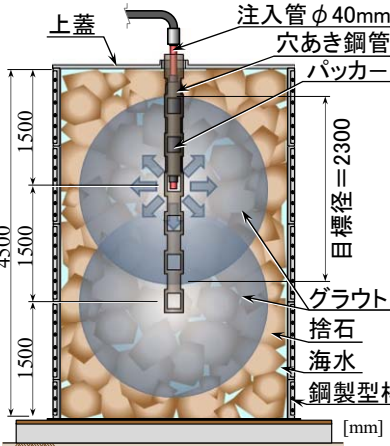


図-2 可塑状グラウトの注入方法

キーワード 重力式岸壁、基礎捨石、増深工法、可塑状グラウト、実物大実験

連絡先 〒153-0064 東京都目黒区下目黒2-23-18 若築建設(株)技術部 TEL:03-3492-0285

入の14日後～17日後にかけて行った。採取コアに、フェノールフタレイン溶液をかけた状況を図-4に示す。この図には、圧縮強度用の供試体として、60cmの長さに切り出した位置も併せて示してある。

採取コアの側面において、グラウトは石材の間隙によく充填されていた。グラウトの未充填部分は、4本のコアに対して2か所程度確認され、その大きさは長さ5～10cm程度であった。なお、ほとんどの部分で、捨石とグラウトは強固に付着していたが、Case-B:上段のように、捨石が簡単に剥離する箇所も確認された。

6. 採取コアを用いた圧縮強度試験結果

採取コアの圧縮強度試験は、可塑状グラウト注入からCase-Aは43日後、Case-Bは45日後に実施した。グラウト単味の圧縮強度試験(φ50×100mm供試体)も、上記と同じ日に行った。採取コアおよびグラウト単味の圧縮強度試験結果を表-2に、採取コアの応力-ひずみ曲線を図-5に示す。採取コアの圧縮強度の平均値は、Case-Aでは16.72N/mm²、Case-Bでは19.29N/mm²であり、グラウト単味の圧縮強度に対して42.0%および51.0%であった。

採取コアの破壊の形態は、ほとんどが爆裂であった。また、破壊面は捨石と可塑状グラウトの境界面であったり、捨石自体の割裂面であったり、供試体によってまちまちであった。これらのうち、いくつかの供試体では、クラック音が発生して、比較的大きな変位が生じたが、その後、載荷すると強度がさらに増加するものがあった(顕著だったのはCase-A:下段②)。これは、図-5中における、応力-ひずみ関係の不連続な変化として確認できる。

7. まとめ

主な結果を以下にまとめる。(1)可塑状グラウトを、捨石の内部へ、注入圧力0.25MPa程度以下、注入速度50L/min程度で安定して注入できた。(2)グラウト固化体の直径は2.11～2.25mであり、目標とした直径2.3mに近い値であった。(3)グラウト固化体から採取したコアにおいて、捨石の隙間へグラウトをほぼ確実に充填できていいることを確認した。(4)採取したコアの圧縮強度は、13.12～24.19N/mm²であり、バラツキが大きかったが、設計上要求¹⁾される圧縮強度4.08N/mm²を十分に満足する値であった。

本研究は、(国研)港湾空港技術研究所から公募された「革新的社会資本整備研究開発推進事業」に対して、五洋建設(株)・東洋建設(株)・東亜建設工業(株)・若築建設(株)・あおみ建設(株)・(株)本間組・みらい建設(株)・りんかい日産建設(株)で行った研究の一部である。

参考文献

- 1) 小笠原ら: 可塑状グラウト増深工法の実岸壁への適用と夾雑物除去工法の開発, 土木学会論文集「特集号(海洋開発)」, 2023.06 (投稿中)
- 2) 三枝ら: 可塑状グラウト増深工法の開発ーその1: グラウト固化体の強度特性ー, 第78回 土木学会年次学術講演会, 第IV部門, 2023.09 (投稿中)。

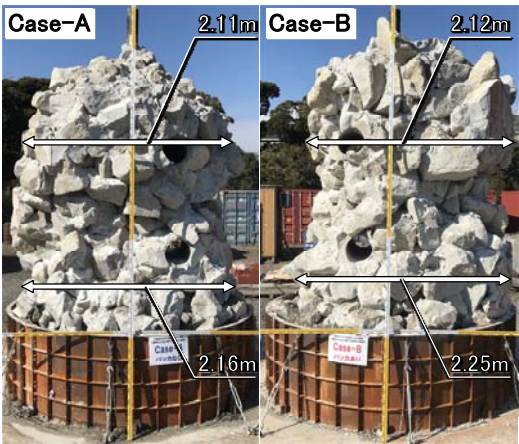


図-3 グラウト固化体の外観および直径

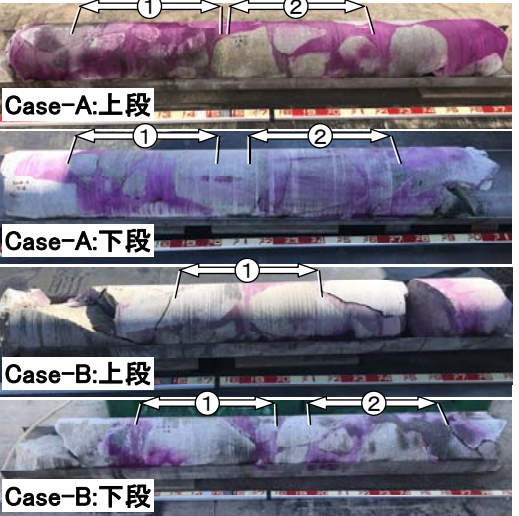


図-4 採取コアの状況および供試体の切出位置

表-2 採取したコアの圧縮強度 [N/mm²]

Case: 採取位置	a) 採取したコア		b) グラウト 単味	比率 = a / b
	圧縮強度	平均値		
A 上段① ② 下段① ②	13.12	16.72	39.83	42.0%
	16.04			
	17.11			
	20.58			
B 上段① ② 下段① ②	24.19	19.29	37.79	51.0%
	16.68			
	17.01			

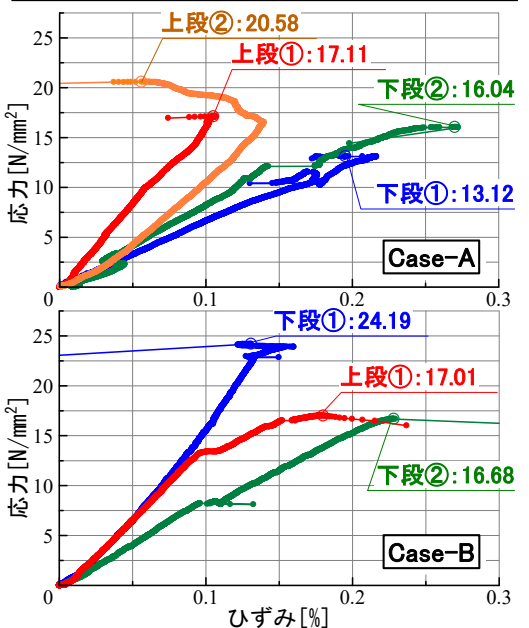


図-5 採取したコアの応力-ひずみ曲線