

可塑性グラウトの空洞・間隙充填に関する実大規模実験

大成建設(株) ○正会員 石井 裕泰 非会員 檜垣 貴司
 四国電力(株) 非会員 立川 貴重 非会員 木岡 浩一

1. はじめに

可塑性グラウトは、自立性がありながら若干の圧力で圧入が可能で、トンネル背面の裏込め注入材料として多くの実績を上げている¹⁾。近年では、広範囲の充填領域の端部充填²⁾や構造物直下の空洞充填、沈埋トンネル基礎地盤構築³⁾といった流動性材料とは異なる特徴を活かした利用方法、さらには数値解析による検討⁴⁾⁵⁾といった、用途拡大や注入圧の定量評価等についても研究が進められている。

本報では、構造物下部の空洞充填、および捨石護岸の間隙充填を想定した二つの実大規模実験の概要を示し、それぞれの注入状況と注入圧の違いを比較・考察した。

2. 可塑性グラウト

検討対象とした可塑性グラウト(写真-1)は、セメント、水、ベントナイト、ケイ酸ナトリウムを混合した、表-1に代表される配合を有する。混合後は、10秒程度でゲル状になり、ブリージングはほとんど生じない。15回打撃後テーブルフロー値は130mm程度で、著者らが確認したベンセン断強さは0.5~1.0kPaを有する。自重で流動するモルタルとは異なり、後から注入されたグラウトが先行するグラウトを押し出すように挙動するため空洞部を残しにくい。一方、一定の圧が必要になるため、適用



写真-1 可塑性グラウト

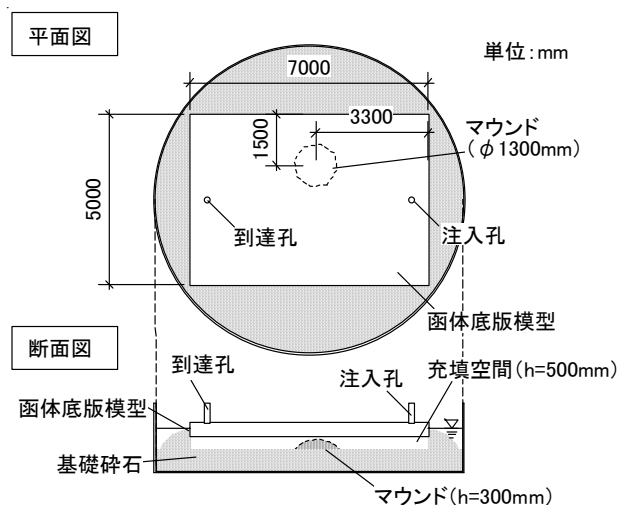


図-1 構造物下部の空洞充填を想定した実大実験

表-1 可塑性グラウトの配合

分類	グラウト1m ³ あたり	
固化材溶液	セメント	320kg
	ベントナイト溶液	60L
	混和剤	2L
	水	236L
ベントナイト溶液	ベントナイト	45kg
	水	552L
可塑材溶液	ケイ酸ナトリウム	30L

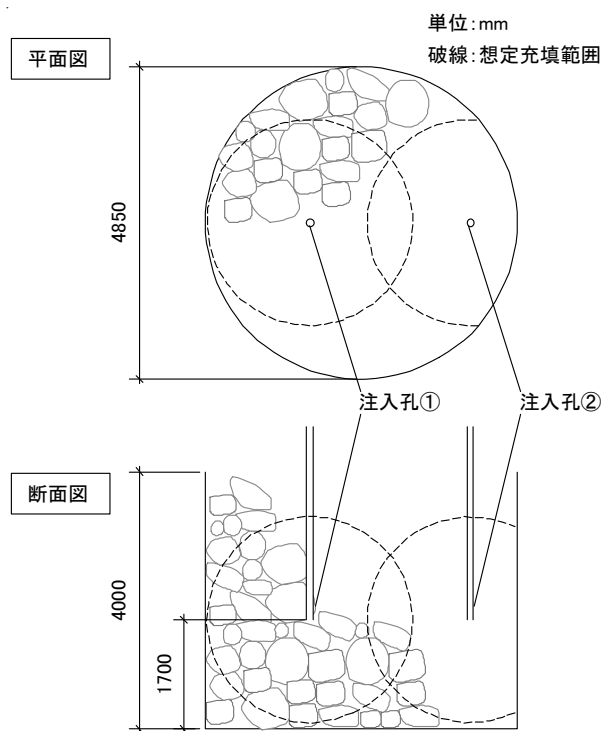


図-2 捨石護岸の間隙充填を想定した実大実験

キーワード 可塑性グラウト, 実大実験, 空洞充填, 間隙充填

連絡先 大成建設(株) 技術センター (〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1 TEL 045-814-7217)

にあたっては発生圧力の周辺影響度に基づき、充填孔間隔、充填速度を検討する必要がある。

3. 実大規模実験

3.1 実験概要

二つの実大実験の概要を図-1, 2 に示す。構造物下部の空洞充填を想定した検討では、充填空間高さ 500mm で、下面は碎石、上面は構造物模型で閉塞された矩形空間に、320L/min の充填速度で可塑性グラウトを注入した。6m 離れた到達孔に達し、全体が充填されるまで、約 16m³ を充填した。一方、間隙充填を想定した実験では、巨礫を配した模型地盤内に 2 本の注入孔を設置し、60L/min の注入速度で約 5.7m³ を注入孔①, ②の順にそれぞれ充填した。

3.2 実験結果

実験後の状況を写真-2 に示す。空洞充填実験の結果は、上部にほとんど空隙を残さない平滑な基盤を構築することが出来た。硬化体から採取したブロックサンプルからは、想定した必要強度を上回る 0.8MPa ほどの一軸圧縮強度を確認した。一方、間隙充填においては、細かな間隙での未充填部と、間隙部通過の際の攪拌作用によると思われる低品質グラウトが一部に見られたものの、間隙充填を通して捨石を一体化させる目的は達成した。

それぞれの実験で得られた充填量と充填圧増分の関係を図-3 に示す。空洞充填に対して間隙充填では二割程度のゆっくりとした充填速度としているが、充填圧は相対的に高く、捨石の浸透抵抗が大きく影響していることを示している。一方、間隙充填の圧力上昇傾向は、空洞充填に比べると線形関係に近いように見受けられる。空洞充填では、充填先端部が水和により徐々に硬化し、発生圧力の増加に寄与したと考えられる⁴⁾。一方、間隙充填ではこのような硬化部分は間隙に取り残さる可能性が高く、充填先端部も比較的フレッシュなグラウトが占めていたと推測され、圧の上昇傾向の違いを生じさせたと推測される。

4. まとめ

可塑性グラウトは、流動性材料とは異なる特性を活用した維持・補修関連技術としても今後の発展が期待される。本報で示した適用事例をはじめ、施工性評価で不可欠な発生圧力の定量評価を含めて検討にあたっていきたい。

参考文献

- 1)三木五三郎, 下田一雄: 可塑状グラウト注入工法, 日刊建設工業新聞社, 2001. 2)坂本ほか: 地下空洞限定充てん工法の開発と施工, 土木学会論文集 F, Vol.62, No.3, pp.546-557, 2006. 3)石井ほか: ボスボラス海峡横断鉄道建設プロジェクト ―海峡横断沈埋トンネルの基礎地盤構築―, 基礎工 1 月号, pp45-47, 2011. 4)石井裕泰, 檜垣貫司, 伊藤一教, 木村政俊, 小山文男: セメント系可塑状グラウト材料の充填挙動に対する数値流体解析の適用, 土木学会論文集 F, Vol.66, No.1, 170-180, 2010. 5)石井ほか: 施工性評価を目的としたセメント系可塑状グラウトの流動挙動解析, 大成建設技術センター報, No.43, 34, 2010.12.



(a) 構造物下部の空洞充填 (左: 全体, 右: 表面部)



(b) 捨石護岸の間隙充填 (左: 全体, 右: 間隙部)

写真-2 硬化後に確認した充填状況

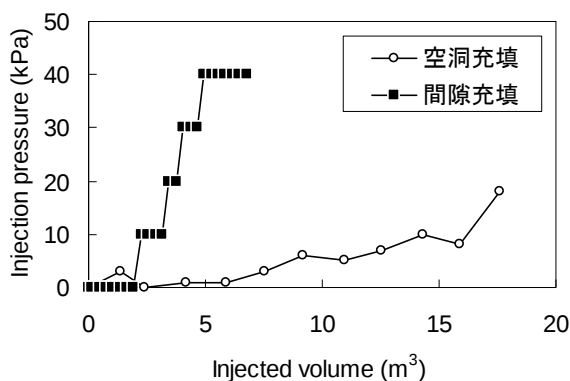


図-3 充填量と充填圧増分の関係