

透水性を有する注入モルタルの配合検討

大木建設 技術研究所 高田賢司
長岡技術科学大学 学生員 安田和弘
長岡技術科学大学 フェロー 丸山久一

1. はじめに

現在、地中構造物の裏込めや埋め戻しに用いられている充填材は、スムーズな充填のための流動性や周辺地盤と同程度の強度などが要求され、透水性は必要とされない場合が多い。そのためほとんどは透水性の低い材料であり、充填部に実質上の不透水層を形成するものとなっている。しかしもともと地盤が砂礫層などの透水性の良い土層の場合、不透水層が地下水の流れを妨げ、周辺地盤に地下水位低下や、建設された地中構造物にかかる地下水圧の上昇、下流部での地盤沈下など発生させる恐れがある。

その問題の解決策として、充填材が周辺地盤と同程度かそれ以上の透水性を有していれば地下水の流れを妨げないと考え、透水性を有する充填材の開発・研究を行ってきた¹⁾。しかしまだ所要の性能を十分に満たすものが開発されているとは言い難いのが現状である。そこで最適な配合を見つけ出す目的で、各種配合要因の影響をフレッシュ時の流動性試験、硬化後の透水試験および強度試験の結果に基づいて検討した。

2. 実験概要

2.1 要求品質と目標値

要求品質はスムーズな注入を行えるような流動性と、砂礫層程度の透水性、および周辺地盤と同程度の強度である。それぞれの具体的な目標値は、現実の注入材や地盤の特性を考慮して、流動性としてP漏斗流下時間 25 ± 5 秒、透水性として透水係数 10^{-2} cm/sec以上、強度として圧縮強度 1.0 N/mm²以上と設定した。

2.2 使用材料

使用材料を表-1に示す。細骨材は粒径1.2mm以下のもの、模型地盤用の砂利は5号砕石(粒径13~20mm、比重2.69、実積率50%)をそれぞれ表乾状態に調整して用いた。

表-1 使用材料

種類	記号	特性、主成分など
水	W	水道水
早強セメント	C	密度 3.14 g/cm ³ 、比表面積 4580 cm ² /g
細骨材	S	比重2.60、粒度調整をする
起泡剤	Fa	アニオン系界面活性剤
発泡剤	Al	特殊表面処理アルミニウム粉末
増粘剤	Ad	アクリル系高分子化合物(白色粉末)
高性能減水剤	Sp	カルボキシル基含有ホリエーテル系

2.3 実験配合

実験配合を表-2に示す。実験は水セメント比、砂セメント比および発泡剤添加率を変化させて行った。

表-2 実験配合

W/C (%)	S/C	Fa/C (%)	Al/C (%)	Ad/W (%)	Sp/C (%)
55~90	1.5~4.0	3.0	0~2.4	0.005	0.5

2.4 試験項目および方法

試験項目および方法を表-3に示す。透水、圧縮強度試験用供試体は、プレパックドコンクリートの圧縮強度試験方法(JSCE-G-522)に準拠して作製し、材齢3日で脱型した後ビニール袋に入れて温度20℃の恒温槽で養生した。硬化後の試験は材齢7日で実施した。

表-3 試験項目および方法

試験項目	試験方法	備考
モルタルフロー	JIS R 5201に準拠	振動を与えない場合のフローを測定
P漏斗流下時間	JSCE-F521に準拠	
圧縮強度	JIS A 1108	供試体寸法: $\phi 10 \times 20$ cm
透水係数	JIS A 1218	供試体寸法: $\phi 10 \times 10$ cm

3. 実験結果

透水性を有する注入モルタルの配合要因の影響を検討するために、まず水セメント比と砂セメント比が流動

キーワード：透水係数、水セメント比、砂セメント比、発泡剤

連絡先：〒270-1402 千葉県印旛郡白井町平塚第二工業団地

0474-92-5362

性に及ぼす影響について検討した。流動性に関してはP漏斗流下時間、フローを測定しており、これらを統一して把握するためにフローとP漏斗流下時間の関係で整理した(図-1参照)。この図から、フローは砂セメント比が増加すると低下するが、水セメント比が変化してもほとんど変化しておらず、P漏斗流下時間は水セメント比、砂セメント比によって異なっていることがわかる。この図から、水セメント比が低い場合でも、砂セメント比もそれに対応させて低下させることで、所要のP漏斗流下時間を満足できるということがわかる。しかしながら、砂セメント比2.0以下の場合には砂とペーストが分離してしまう傾向が見られたため、それらを除いた所要の流動性を満足している配合について、発泡剤添加率を変化させて供試体を作製し、透水係数・圧縮強度を調べた。

図-2に、発泡剤添加率を変化させた場合の透水係数と圧縮強度の関係を示す。この図から、発泡剤添加率を増加させることで圧縮強度は低下するが、透水係数は増加していることがわかる。しかし、その変化率は配合によって異なっており、透水性、強度を満足できないものがあることがわかる。

そこで、要求品質を満足する配合の範囲を推定するために、透水係数・圧縮強度が配合によって連続的に変化していると考え、各配合と透水係数・圧縮強度の関係をそれぞれの目標値で整理した(図-3参照)。この図から、透水係数は、これらの配合では目標値を満足できているが、圧縮強度は配合によっては目標値を下回っているものがあることがわかる。このことから、要求品質を満足する範囲は強度の結果から決定され、およそW/C=72%からW/C=80%の間の配合で、さらに砂セメント比を水セメント比の変化に対応させて変化させることで、目標とする圧縮強度・透水係数をともに満足できることがわかる。これらのうち、充填材の注入後の広がり方を考慮すると、フローが大きいもののほうが注入間隔を広くできるものと考えられるため、フローが大きく、なおかつ材料分離を起こさない範囲で砂セメント比が最も低い配合が最適であると考えられる。

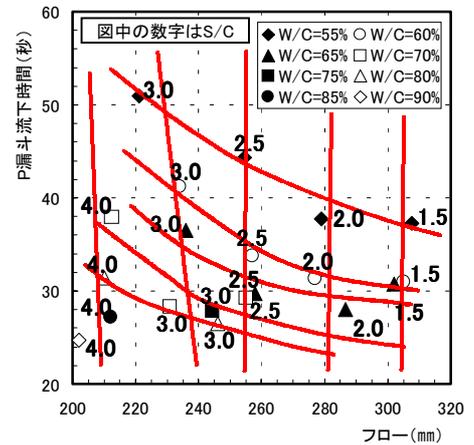


図-1 フローとP漏斗流下時間の関係

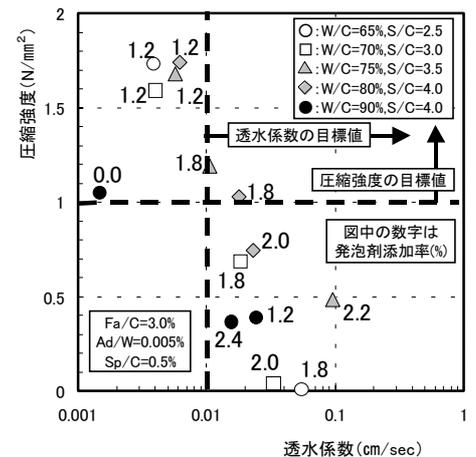


図-2 透水係数と圧縮強度の関係

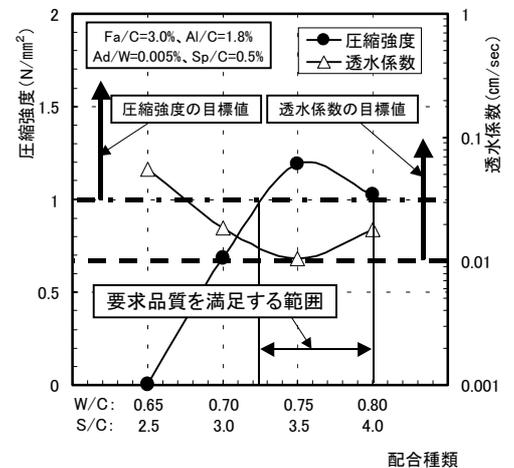


図-3 各配合の圧縮強度と透水係数

4. まとめ

透水モルタルの透水性・強度の両方を考慮した最適配合を検討する目的で、流動性に及ぼす水セメント比・砂セメント比の影響を検討し、強度・透水性に及ぼす発泡剤添加率の影響を検討した。今回の実験結果を簡単に以下に記す。

- (1)水セメント比を低くした場合でも、砂セメント比を調整することで所要の流動性満足することができる。
- (2)発泡剤添加率を増加させると圧縮強度は低下するが、透水係数は増加する。
- (3)水セメント比=72%、砂セメント比=3.2程度とし、なおかつ発泡剤添加率を1.8%とすることで、所要の透水性、強度、流動性を満足するモルタルを製造できる。

【参考文献】

- 1)外館良之、丸山久一、下村匠：透水性を有する注入材料の開発、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.18、1、1996