

加圧注入による注入体拡張に適したグラウト材の検討

日特建設株式会社 正会員 ○石垣 幸整, 窪塚 大輔, 横山 一輝, 三上 登
 京都大学大学院 フェロー会員 杉山 友康
 京都大学大学院 正会員 阪東 聖人

1. はじめに

筆者らはグラウンドアンカー工で行われてきた加圧注入を盛土等の低強度地盤における地山補強土工に適用することで、注入体の拡張効果や周面摩擦抵抗の増加により補強材の引抜き抵抗を増加させることを試みており¹⁾²⁾、耐加圧脱水性能が高いグラウト材が注入体拡張に有効であると考えている。コンクリートの耐加圧脱水性能を高めるためには、高性能 AE 減水剤を用いて W/C を低下させ、材料分離抵抗性を高めることが有効である³⁾ことから、本検討では同様の手法を用いて、グラウト材の耐加圧脱水性能を高めることを試み、加圧ブリーディング試験にて評価した。また、耐加圧脱水性能の高い配合が注入体拡張に効果的であることを、模擬土槽試験において検証した。

2. 試験方法

2. 1 加圧ブリーディング試験

加圧ブリーディング試験は「Schupack Pressure Bleed Test⁴⁾」で示された加圧容器を用い、フィルター材として珪砂 5 号を 70 g 用いた。珪砂は水締め後、同じ高さとなるように突き固め、グラウト材は珪砂の上に 100 cc 充填した。加圧条件は 0.1, 0.2, 0.4 MPa の圧縮空気とし、加圧時に加圧容器から露出する水の重量を計測した。また、表 1 はグラウト材の配合を示したものであり、A-50 は地山補強土工の一般的な配合を想定したものである。

表 1 グラウト材の配合

No.	W/C (%)	普通ポルトランドセメント (kg/m ³)	減水剤		フロー値 (P ロート) (秒)
			種類	添加量 (%)	
A-50	50	1230	a	0.1	10.1
B-35	35	1500	a	0.3	13.5
C-35	35	1500	b	3.0	16.6
C-50	50	1230	b	3.0	9.8

a: 高性能減水剤, b: 高性能 AE 減水剤 (増粘剤一液タイプ)
 a, b 共にポリカルボン酸系

2. 2 模擬土槽試験

図 1 は模擬土槽試験装置の概要を示したものである。5 kg の表乾した珪砂を 50 cm の高さから落下させ、乾燥密度が 1.36 t/m³ となるように圧力容器内に珪砂を充填した。グラ

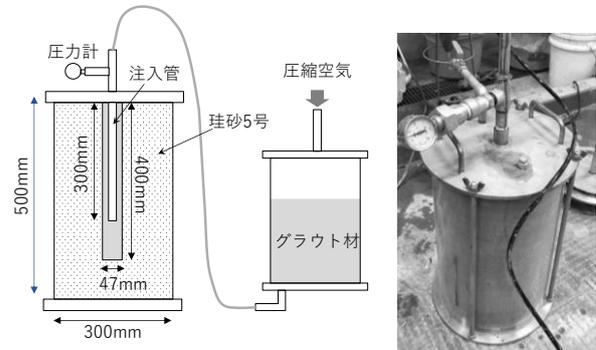


図 1 模擬土槽試験装置の概要

ウト材は、充填した珪砂の中に予め建て込んでおいた塩ビ管 (VU-40 外径 47 mm) を抜管しながら充填し、加圧容器を密閉後、先端を解放した注入管を通じて加圧注入を行った。加圧条件は 0.5 MPa とし、10 分間の加圧保持を行った。

3. 結果・考察

3. 1 加圧ブリーディング試験

図 2 は加圧力と 20 秒脱水率の関係を示したものである。脱水率は配合中に含まれる水量に対する脱水量と定義した。A-50 は加圧力が増加するにつれて脱水率も増加し、最も低い耐加圧脱水性能を示した。また、B-35 は A-50 と同様に加圧力が増加するにつれて脱水率も増加したが、その傾きは小さく脱水率は約 14~22 % であった。一方、C-35 及び C-50 は加圧力が増加しても脱水率が増加する傾向はみられず、高い耐加圧脱水性能を示した。

図 3 は加圧脱水に要する時間を加圧力毎に比較したものである。加圧力に関わらず A-50 は最も早く加圧脱水が

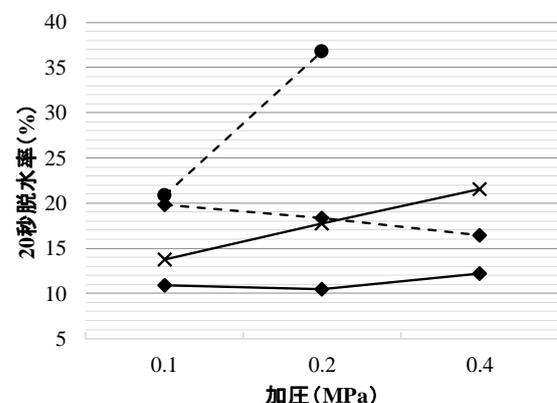


図 2 加圧力と 20 秒脱水率との関係

キーワード 地山補強土工, 盛土法面, 加圧注入

連絡先 〒103-0004 東京都中央区東日本橋 3-10-6 Daiwa 東日本橋ビル 5 階 日特建設(株) TEL03-5645-5116

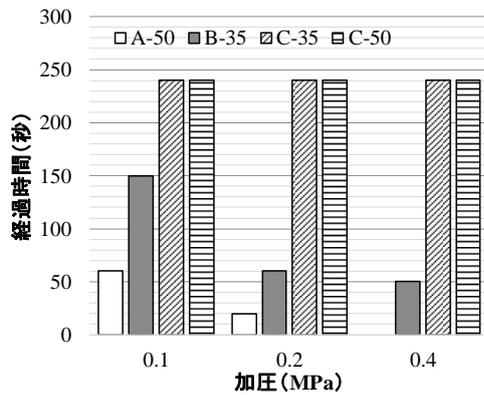


図 3 加圧脱水に要する時間の比較

完了し、0.2 MPa では 20 秒で加圧脱水が完了した。B-35 は A-50 よりも加圧脱水に要する時間は長くなるが、全ての加圧力で加圧脱水する様子が確認された。一方、C-35 及び C-50 は加圧力に関わらず、240 秒を経過しても完全に加圧脱水した様子は確認できなかった。ただし、C-50 においては 240 秒経過後、0.5 MPa で 120 秒間試験を継続したところ、完全に加圧脱水する様子が確認された。また、試験終了後の W/C を比較すると、A-50 は 31.8 % の値を示したのに対し、C-35 は完全に脱水していないにもかかわらず、21.0 % と顕著に低い値を示した。これは、高性能 AE 減水剤の効果で低い W/C まで流動性が保たれたと考えられる。

以上の結果より、C-35 が最も高い耐加圧脱水性能を有していると判断した。B-35 よりも C-50 の評価が良好であったことから、W/C やセメントの分散性に加えて、増粘剤の有無が加圧脱水性能に大きく寄与していると推測される。

3. 2 模擬土槽試験

加圧ブリーディング試験の結果から、評価の高かった C-35 及び C-50 の配合を選定し、A-50 を対照とした試験を行った。写真 1 は試験後の注入体を撮影したものであり、断面を観察すると注入体の縁部にグラウト材が浸透したことが確認できる。また、図 4 は深度 150~350 mm までの A-50 との供試体直径の差を示したものである。最も拡張効果の高かった配合は C-35 であり、浸透域を含めれば約 15~25 mm、浸透域を除いた拡張域でも約 10~15 mm の直径が増加した。また、C-50 は深度 300 mm 以降の先端部は C-35 と同程度の拡張効果が確認され、深度 200 mm までは A-50 と同様にほとんど拡張効果が確認されなかった。なお、A-50 は 0.2~0.4 MPa で完全に加圧脱水し、予定していた 0.5 MPa まで圧力を掛けることができなかった。

加圧ブリーディング試験の評価と同様の試験結果が得られたことから、加圧ブリーディング試験による耐加圧脱水性能の評価の高い配合が注入体拡張に効果的であることを



写真 1 試験後の注入体(左は深度 35mm 付近の断面)

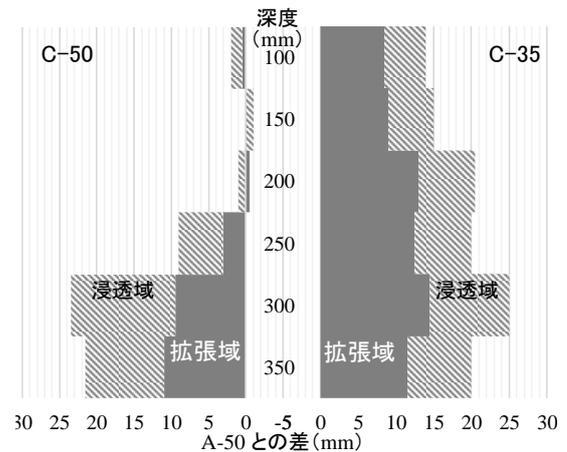


図 4 供試体直径の比較(A-50 との比較)

確認できた。また、C-50 の拡張が注入体の全域ではなく、一部に留まっているのは、吐出口のある先端付近から加圧脱水が始まったため、注入体上部まで加圧力が働かなかったためだと考えられる。C-35 の拡張が全域に渡っているのは加圧脱水による流動性の低下がほとんど生じなかったことに起因すると考えられる。

4. まとめ

本検討の結果、W/C が小さく分散性の高いグラウト材の配合とすることで、拡張しやすい注入体を造成することが可能であることがわかった。また、この性状は加圧ブリーディング試験によって確認することが可能であり、一つの指標となるものと考えられる。

参考文献

- 1) 窪塚大輔ほか: 低強度地盤における地山補強土工の注入体形状が引抜き抵抗力に及ぼす効果の検討, 第 53 回地盤工学会研究発表会論文集, 2018.
- 2) 石垣幸整ほか: 地山補強土工の加圧注入方法の違いが引抜き抵抗力に及ぼす効果, 第 73 回土木学会年次学術講演会論文集, 2018.
- 3) 女屋英明ほか: 単位水量の違いが高強度コンクリートの諸性質に及ぼす影響, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2007.
- 4) Post-Tensioning Institute (PTI): Specification For Grouting Of Post-Tensioned Structures Guide Specification, pp.29-30, p61-63, 2001.