

注入による改良体の長期耐久性に関する室内実験

(公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 ○仲山 貴司

(公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 澤田 亮

早稲田大学理工学術院 フェロー会員 赤木 寛一

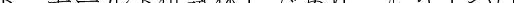
1. はじめに

近年では想定される地震規模が大きくなり、これまでに建設された構造物の安全性が確保されない場合が想定される。この場合、軟弱地盤上の構造物などでは支持地盤の強度を増加させるなど、地盤改良で構造物の安定性を増加させる対策などを講じる必要がある。鉄道構造物の場合は、設備が小規模で狭隘な空間でも施工が可能で騒音・振動に対する問題も少ない薬液注入工法の適用性が高いが、注入した地盤の強度評価や注入範囲の設定に関して明確な検討方法がないという課題が残されていた。そこで本研究では浸透注入して作成した改良体の流水促進養生を行い、注入地盤の経年に対する物性値変化を把握した。

2. 流水促進養生試驗

改良体近傍の地下水に含まれるシリカは自然界で元来含有するものと改良体から溶脱したものがあり、地下水流がある場合はその速度に応じて、改良体から溶脱したシリカは改良体近傍から消散することとなる。このとき電離平衡の概念に基づけば、改良体近傍のシリカの消散が加速するに伴い、改良体からのシリカの溶脱も促進されることとなる。そこで本研究では、この考え方に基づき実時間の流速を 10 倍した流水条件下で改良体を養生して、シリカの溶脱を促進させる流水促進^{1), 2)}を用いた。

3. 試験内容

試験には2種類の改良体を使用した。1つは $\phi 5 \times 10\text{cm}$ のモールドに砂試料、注入材の順に投入して作成したもの（以下、モールド供試体）であり、もう1つは、-1に示す直径600mmの円柱状の土槽内に飽和地盤

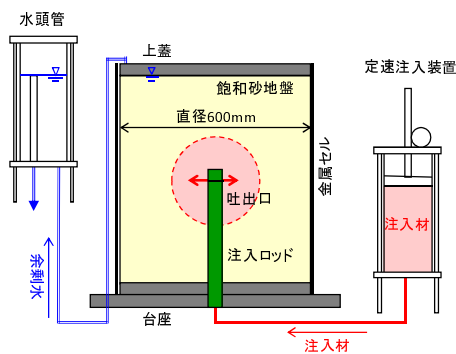


図-1 注入装置の模式図



a) 注水狀況



b) 改良体作成状況

図-2 注水、改良体の作成状況写真

表-1 注入材の標準配合

分類	配合 (1ℓ あたり)	
溶液型 無機特殊中酸性	A 剤	主 剤 : 250(ml)
		水 : 300(ml)
	B 剤	硬 化 剤 : 20(ml)
		pH 調整剤 : 20(g)
		水 : 410(ml)

表-2 砂試料の主な物性値

土粒子の密度 ρ_s	2.62(g/cm ³)
最大間隙比	0.931
最小間隙比	0.613
平均粒径 D_{50}	0.18(mm)
内部摩擦角	33.0(°)

キーワード 薬液注入，室内実験，地盤改良

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (公財)鉄道総合技術研究所 構造物技術研究部 トンネル TEL

042-573-7266

を作成し、注入速度 1L/min で実際に浸透注入して作成した直径 30cm の球状のもの（以下、球体供試体）である。これらは作成した後、水槽内に設置して劣化促進養生を行い、所定日数が経過した段階で改良体の体積、一軸圧縮強度を測定した。

なお、使用した砂、注入材は表-1、表-2 に示す通りである。モールド供試体では相対密度を 60%, 80%, 水ガラス濃度を標準配合である 25%のほか、12.5%, 19% とした。また、球状供試体では相対密度は 80%, 水ガラス濃度は 25%とした。

4. 試験結果

モールド供試体の試験結果を図-3 および図-4 に示す。なお、横軸の促進日数とは流水促進養生の倍率に合わせて実養生時間を 10 倍した値である。

この結果から、一軸圧縮強度は、水ガラス濃度が大きいほど、初期に大きく発現するが、日数の経過に伴う低下程度も大きいことがわかる。また、相対密度の違いによる影響は初期の発現強度において顕著な差が見られるが、経過とともにその差は小さくなることわかる。いずれのケースについても 2 年を超えるあたりから強度の低下が落ち着く傾向にあり、概ね 100kN/m² となっていることがわかる。また、体積は約 2 年で 10%程度が減少することがわかる。

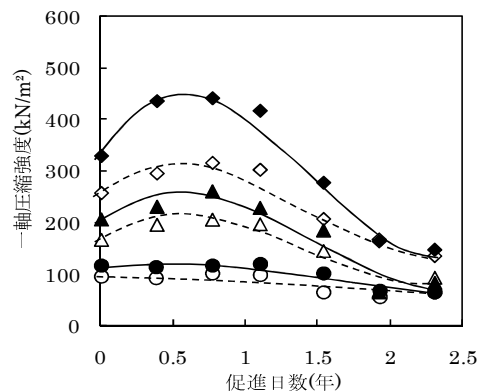
一方、球状供試体の試験結果を図-5 および図-6 に示す。一軸圧縮強度の経年変化についてモールド試料の結果と比較したものであるが、供試体中央部は劣化の進行がみられないことがわかる。これは、改良体は外周部から強度低下することを示唆していると考えられる。また、体積減少については約 2 年で 10%程度体積が減少しており、低下傾向は異なるもののモールド供試体の結果と一致する結果となった。

5. まとめ

本研究では、注入の改良体の長期耐久性として、流水促進養生させた場合の一軸圧縮強度と体積減少量を測定した。今後はより長期の物性値の変化を把握するため、室内実験を継続するとともに数値解析による予測法の開発を行う予定である。

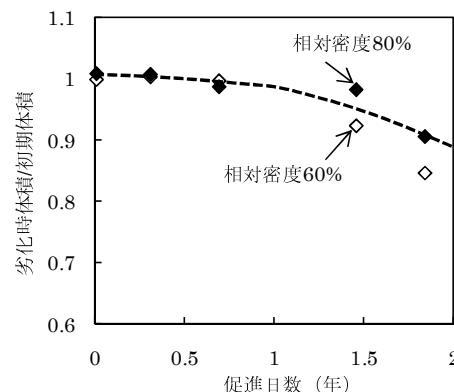
参考文献

- 1) 平岡陽, 赤木寛一, 澤田亮: 薬液で改良した砂地盤の経時変化特性について, 土木学会第65回年次学術講演会, 2010.9
- 2) (公財)鉄道総合技術研究所: 注入の設計施工マニュアル, (財)研友社, 2011.



◆: 水ガラス濃度 25%, ▲: 水ガラス濃度 19%, ●: 水ガラス濃度 12.5%
相対密度 80% 相対密度 80% 相対密度 80%
◇: 水ガラス濃度 25%, △: 水ガラス濃度 19%, ○: 水ガラス濃度 12.5%
相対密度 60% 相対密度 60% 相対密度 60%

図-3 一軸圧縮強度の経年変化(モールド供試体)



●: 水ガラス濃 25%相対密度 80% ○: 水ガラス濃度 25%相対密度 60%

図-4 体積減少の経年変化(モールド供試体)

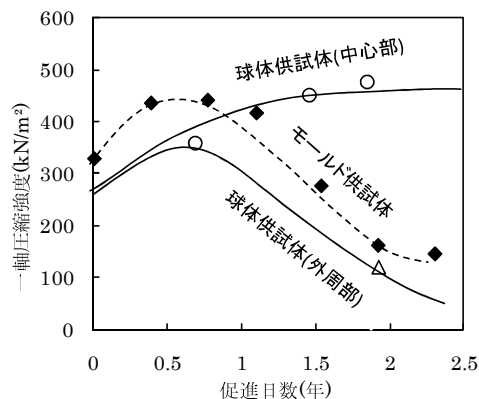


図-5 一軸圧縮強度の経年変化(球状供試体)

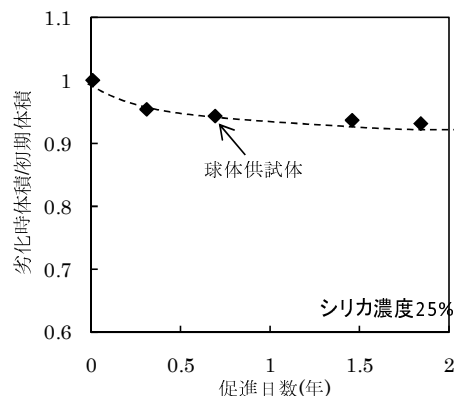


図-6 体積減少の経年変化の傾向(球状供試体)