

水ガラス系注入材の強度特性

公益財団法人 鉄道総合技術研究所	正会員	○牛田 貴士
公益財団法人 鉄道総合技術研究所	正会員	仲山 貴司
公益財団法人 鉄道総合技術研究所	正会員	岡野 法之
公益財団法人 鉄道総合技術研究所	正会員	焼田 真司
株式会社フジタ	正会員	吉川 和行

1. はじめに

鉄道近接工事では時間的・空間的制約が非常に厳しい。そのようななか、注入工法は設備が小型で作業の方向性に自由度があるため、鉄道近接工事の補助工法として採用されることが多い。一方で、地盤条件に改良効果が左右されやすいという欠点があり、設計・施工では経験や実績に基づく検討、現場注入試験や効果確認試験による確認が必要となる。

そこで、本研究ではこれらの検討ならびに確認で必要となる改良体の強度特性を把握するため、①モールドで作成した供試体（モールド試験）と②模型地盤に実施工と同様の手順で浸透注入して作成した供試体（浸透注入試験）の一軸圧縮強度を測定した。なお、本研究では近年使用実績が多い注入材を対象としており、仮設注入で数多く使用される水ガラス系溶液型（中・酸性、以下、中・酸性と表記。）と、液状化対策等に用いるために耐久性を向上させた水ガラス系溶液型（特殊中・酸性、以下、特殊中・酸性と表記。）に分類されるものを使用した。なお、どちらもゲルタイムは緩結（10 時間程度）で、標準配合の水ガラス濃度は 25%である。

2. モールド試験

φ5cm×10cm のモールドにて充填率が 100%となる量の注入材、標準砂の順に投入後、水中養生した供試体を用いた試験である。それぞれの注入材を水ガラス濃度 5%～25%に配合調整して使用した。本研究で使用した注入材は中・酸性、特殊中・酸性である。

試験結果を図-1 に示す。「注入の設計施工指針」¹⁾に掲載されている注入材の強度特性²⁾とともに整理した。本研究の試験結果から水ガラス濃度と一軸圧縮強度に線形に近い相関があることが分かる。既往の試験結果では、水ガラス系溶液型（アルカリ性、図-1 中では既往（アルカリ性））の試験結果にはばらつきがみられる

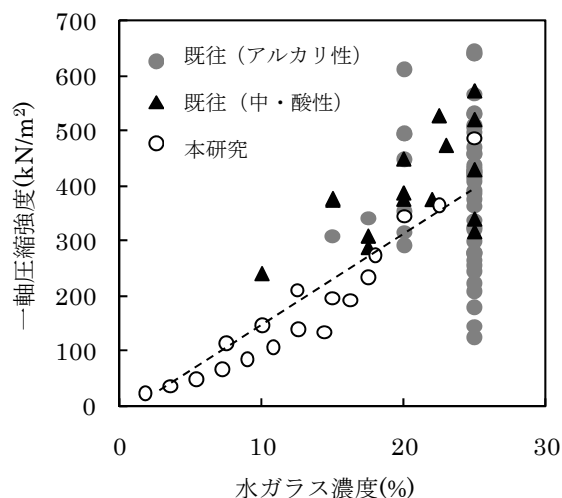


図-1 水ガラス濃度と一軸圧縮強度

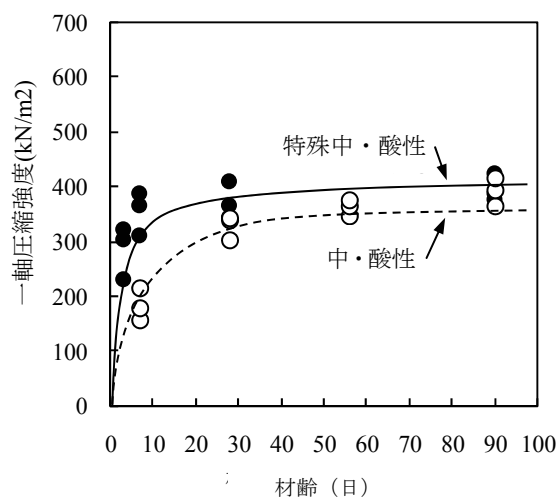


図-2 材齢と強度の関係

キーワード 注入工法，浸透注入，水ガラス系注入材，水ガラス濃度，強度特性

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

が、水ガラス系溶液型（中・酸性、図-1 中では既往（中・酸性）.）の試験結果は、水ガラス濃度の増加とともに一軸圧縮強度も増加している。本研究の試験結果も、既往のそれと同様に一軸圧縮強度と水ガラス濃度との比例関係が確認された。また、中結あるいは緩結の注入材であればモールドでも比較的容易に均質な供試体を作成することができた。図-2 に今回の試験における材齢と強度の関係を示す。どちらの注入材も 28 日程度で強度増加が収束する傾向が確認された。しかし、それ以前の強度発現特性には、注入材種類による差異が認められるため、強度測定を行う場合には注入材毎に定める強度発現期間の養生を行ったうえで試験を行う必要がある。また、図-2 のような強度発現特性が把握されている注入材は材齢による補正等が必要になる場合があることも分かる。

3. 浸透注入試験

室内では理想的な供試体を作成できる中結、緩結の注入材も、実地盤に注入すると土粒子に吸着する表面水の残留などにより完全には間隙水と置換せず、改良体内で強度にばらつきが生じる。浸透注入試験とは、この特性を把握するために図-3 に示すようにシリンダー（ $\phi 0.2\text{m} \times 1\text{m}$ ）内に作成した模型地盤に注入材を定速（1L/min）で下向きに浸透注入させ、3 日静置後に $\phi 5\text{cm} \times 10\text{cm}$ の供試体を浸透距離に応じて整形するものである。

図-4 に硅砂 7 号を締固め（飽和状態、相対密度 70%）、これに注入材をてん充率 80%で定速注入して作成した改良体からサンプリングした供試体の一軸圧縮強度試験の結果を示す。この結果、浸透境界面近傍では注入口近傍に比べ、5 割程度の強度低下が見られることが分かる。

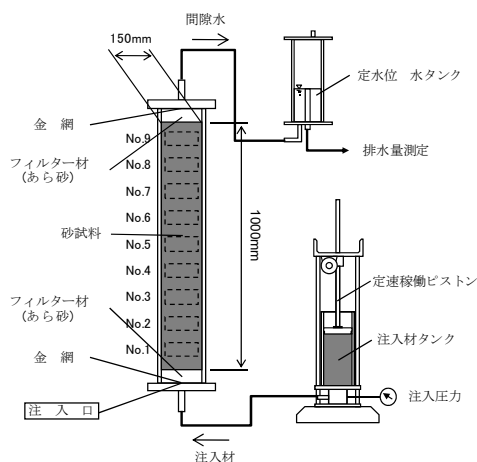


図-3 浸透距離と一軸圧縮強度の例

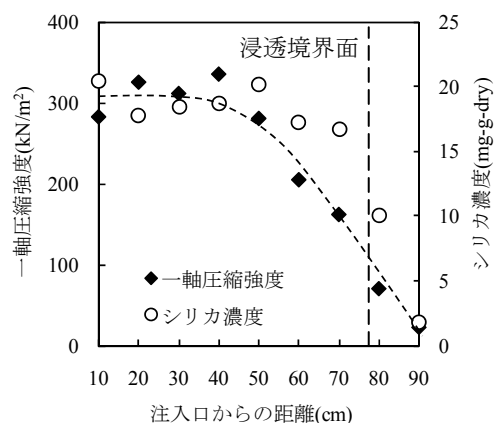


図-4 一軸圧縮強度の分布

4. おわりに

本研究では、2 種類の供試体作成方法を用いて、近年使用実績の多い水ガラス系溶液型（中・酸性）、水ガラス系溶液型（特殊中・酸性）を注入した供試体の強度を測定した。その結果、緩結の注入材であればモールドで容易に供試体を作成することができること、水ガラス濃度と一軸圧縮強度とが比例関係にあること、注入材種類によって強度発現特性が異なることを把握した。ただし、浸透注入した模型地盤から整形した供試体の強度は浸透境界面付近で 5 割程度の強度低下が見られるため、設計や施工段階において想定する強度は、この影響を考慮しておく必要があるものと考えられる。

今後は、現場注入試験等の強度測定結果と比較検証して、試験結果の妥当性を検証していく予定である。

参考文献

- 1) 日本国有鉄道：注入の設計施工指針，1986.
- 2) 宮武洋之，小山幸則，酒井克衡：水ガラス系薬液を用いた固結砂の強度試験，土木学会第41回年次学術講演会，1986.