

Ⅲ-B211

溶液型薬液注入時の強度発現率に関する研究

五洋建設（株）技術研究所 正会員 ○林 健太郎 大久保 泰宏
運輸省港湾技術研究所 正会員 山崎 浩之

1. はじめに

砂地盤に溶液型の薬液を地盤に注入した場合、地盤内の間隙水との接触や土粒子の保有水が残ることから、溶液型の薬液の希釈現象が生じる¹⁾。薬液の希釈現象は、設計時に充填率として取り扱われ、砂地盤の場合 80～90%、粘土地盤の場合 40%程度の値が用いられるが、強度の発現にも大きく影響すると考えられる。しかしながら、希釈現象は地盤条件等によって異なるため、浸透距離や細粒分含有率との関係や強度との関係については不明な点も多い。このため、本研究では基本的な室内配合実験と一次元のモデル地盤を用いた注入実験を行い、改良されたモデル地盤の一軸圧縮強さから浸透距離と強度発現率について検討を行った。

2. 実験内容

配合試験は、試料の細粒分含有率、薬液のシリカ濃度を变化させて $\phi 5\text{ cm}$ 、 $\ell=10\text{ cm}$ の供試体を作成し一軸圧縮試験を行った。供試体は、相対密度が 60% なるよう試料を充填し、その空隙を 100% 薬液で充填したものである。また実験に用いた試料は、東京湾の埋立地盤より採取した試料をふるい分けし、細粒分含有率の調整を行った。一次元注入実験は、直径 5 cm の塩化ビニール管内に一次元のモデル地盤を作成し（図-1）、モデル地盤の長さ及び地盤内の細粒分含有率を変化させて、合計 6 ケースの実験を行った。実験に用いた試料は、モデル地盤は細粒分を調整した各試料を相対密度が 60% となるように空中落下法にて充填を行い、空隙を CO_2 で満たした後、脱気水を下部から注入し地盤を飽和させた。薬液の注入量は、作成したモデル地盤の空隙の 80% を置換する量を目標に注入を行った。注入実験ケースを表-1 に示す。注入実験終了後、常温にて 7 日間養生した後にモデル地盤の各浸透距離において $\phi 5\text{ cm}$ 、 $\ell=10\text{ cm}$ の供試体を採取し、一軸圧縮強度試験を行った。

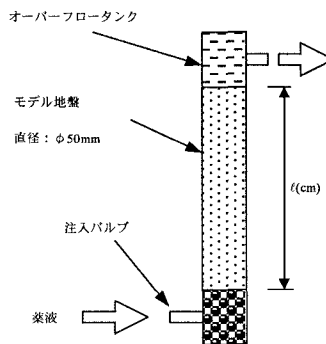


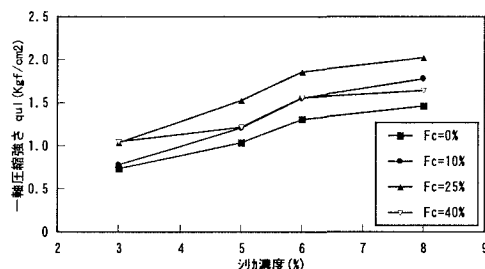
図-1 実験装置

表-1 一次元注入実験結果

細粒分含有率 $F_c(\%)$	0		10		25	
地盤長さ $\ell(\text{cm})$	170	250	170	250	170	250
目標注入距離 (cm)	136	200	136	200	136	200
注入到達距離 $L_o(\text{cm})$	132	200	130	194	136	155
注入率 $(\%)$	97%	100%	96%	97%	100%	78%

3. 実験結果

はじめに充填率 100% の理想状態における室内配合試験による改良体の一軸圧縮強さ (q_{ul}) の結果を図-2 に示す。室内配合試験による一軸圧縮強さ (q_{ul}) はシリカ濃度が高くなるほど大きくなる傾向が確認された。また同一シリカ濃度で比較すると、細粒分含有率が 0～25% までは、細粒分含有率が増加するにつれて一軸圧縮強さが大きくなる傾向にある。また、細粒分含有率が 40% になると若干強度が低くなる傾向にある。これは、細粒分含有率が 40% にもなると、現場と同等な密度の再現による室内実験が難し

図-2 シリカ濃度と q_{ul} との関係

キーワード：薬液注入、強度発現率、一軸圧縮強さ

〒329-2746 栃木県那須郡那須野町四区町 1534-1 五洋建設株式会社 技術研究所

く、試験体の密度が小さかったことが原因であると推測できる。シリカ濃度と薬液の粘性との関係を図-3に示す。間隙水の粘性と地盤の透水係数 k の間には以下のような関係がある。

$$k = \frac{C}{\eta} \quad \text{ここに } k: \text{地盤の透水係数 } \eta: \text{粘性係数} \\ C: \text{間隙, 粒径を考慮した比例定数}$$

このため、薬液の濃度を3%から6%に上昇することにより、地盤の透水係数は1から0.9程度に変化すると考えられる。次に地盤長さ $\ell=250\text{cm}$ のときの浸透距離による一軸圧縮強さ (q_u)

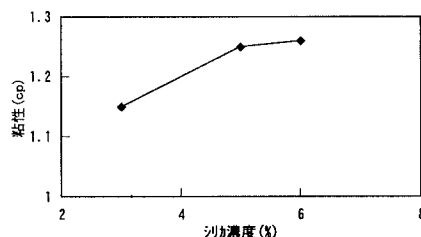


図-4 シリカ濃度と粘性の関係

の分布を図-4に示す。一次元注入実験に使用した薬液は、シリカ濃度が5%の超微粒子シリカである。細粒分含有率が0%、10%の場合は、ともに十分な一軸圧縮強度が得られ、また全域にわたって均一であった。細粒分含有率が25%の場合、薬液の注入域の先端に及び注入口付近において改良体の強度が低下しており、ばらつきが大きいことが確認された。次に地盤長さ $\ell=250\text{cm}$ のときの浸透距離と強度発現率 κ との関係を図-5に示す。強度発現率 κ は、一次元注入試験による改良体の一軸圧縮強度 (q_u) と充填率100%の理想状態である配合試験時の一軸圧縮強さ (q_{ul}) との比である。理想状態である配合試験の一軸圧縮強さ (q_{ul}) は、図-3よりシリカ濃度が5%場合の一軸圧縮強さ (q_{ul}) を用いた。細粒分含有率が0%と10%の時、強度発現率 κ は、0.6~0.8の値をとり注入域全域にわたってほぼ均一であった。しかし細粒分が25%のケースにおいては、注入口付近及び注入域先端部における強度発現率の低下の傾向が強く、強度発現率 κ 自体も0.4~0.5となっている。次に相対距離0.4以上の場合の細粒分含有率と強度発現率との関係を図-6に示す。同図よりわかるように細粒分含有率が増えるにつれて強度発現率は小さくなる傾向にある。よって、実施に際しては注入を行う対象地盤の細粒分含有率の影響を十分に考慮して注入する薬液のシリカ濃度を設定する必要がある。

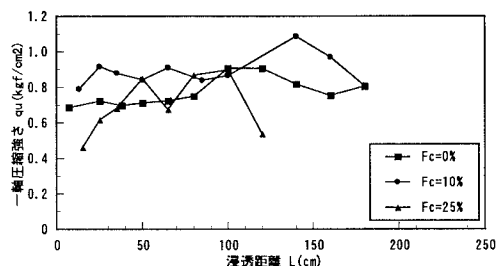


図-5 浸透距離 L と一軸圧縮強さ q_u の関係

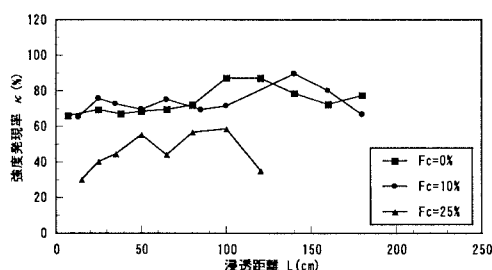


図-6 細粒分含有率 F_c と強度発現率 κ との関係

4. まとめ

本実験より以下のことが明らかとなった。

- ① シリカ分含有率5%の超微粒子シリカ薬液を地盤に注入することによって改良土の一軸圧縮強度は0.6~0.9 kg/cm^2 程度の改良強度が得られる。
- ② 薬液中のシリカ濃度を3%から5%に増加した場合、改良土の一軸圧縮強度は1.8~2倍程度に増加するが粘性による影響は比較的少なく、地盤の透水係数は90%程度までしか減少しない。
- ③ 地盤注入時の強度発現率は室内配合試験に比べ概ね40~80%程度となる。また、細粒分含有率が増えるにつれて強度発現率 κ は小さくなる。

【参考文献】1)大久保泰宏・林健太郎・林規夫・山崎浩之：溶液型薬液の注入時の希釈に関する研究；第34回地盤工学研究発表会講演会(投稿予定),1999.