

溶液型薬液注入工法における浸透距離と強度発現率および希釈率に関する現地測定結果

国土交通省北海道開発局室蘭開発建設部 正会員 ○首藤 敦
 独立行政法人港湾空港技術研究所 正会員 山崎 浩之
 九州大学大学院 正会員 笠間 清伸
 三井建設（株） 非会員 宮古 直人
 五洋建設（株） 正会員 河村 健輔

1. はじめに

溶液型薬液注入工法は、シリカ系薬液を砂質地盤に浸透注入することにより、砂粒子の間隙水をゲル状の固結物に置換し、強度を増進させる工法である。薬液を浸透注入した場合、薬液の希釈などの影響で注入口から離れるに従い改良土の強度が低下することがある。このことから、室内／現場発現強度の比（強度発現率） $\kappa=0.6$ と設定している。この値は、一次元浸透注入実験および現場実証実験¹⁾などから設定した値である。そこで、この強度発現率および薬液の希釈率の浸透注入距離による変化について、苫小牧港勇払地区での現地試験工事を通して調査を行った。本論文では、現地測定結果の報告および強度発現率 $\kappa=0.6$ の妥当性について検証を行っている。

2. 試験工事の概要

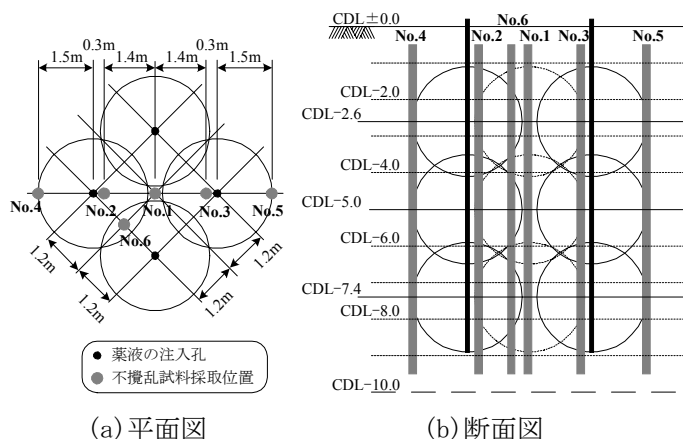


図1 施工標準図

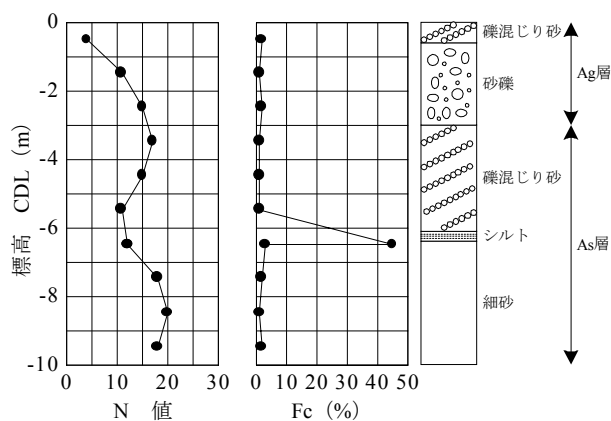


図2 土質柱状図

試験工事は、苫小牧西港勇払埠頭の既設矢板岸壁の地震時土圧低減を目的とした工事を実施された。図1に試験工事の施工標準図を、図2に土質状況を示す。本工事の改良目標強度は $q_{\text{uck}}=100\text{kN/m}^2$ であり、強度発現率 $\kappa=0.6$ 、安全率を $\eta=1.2$ として、室内配合目標強度は $q_{\text{ul}}=200\text{kN/m}^2$ である。この q_{ul} を満足する薬液濃度を決定するために事前に配合試験を行った。配合試験の結果（図3）から、 q_{ul} を満足する薬液濃度は、上部砂礫層（Ag層）では非アルカリシリカゾル Type II の 6.5%以上、下部砂層（As層）では非アルカリシリカシリカゾル Type II の 5.0%以上となり、本工事では、非アルカリシリカシリカゾル Type II の 7.0%を採用した。試験工事では、薬液注入後に、図1に示す位置で事後調査を行った。事後調査は、ロータリー式三重管サンプラーで不攪乱試料を採取し、不攪乱試料の一軸圧縮試験およびシリカ含有量試験²⁾を実施した。

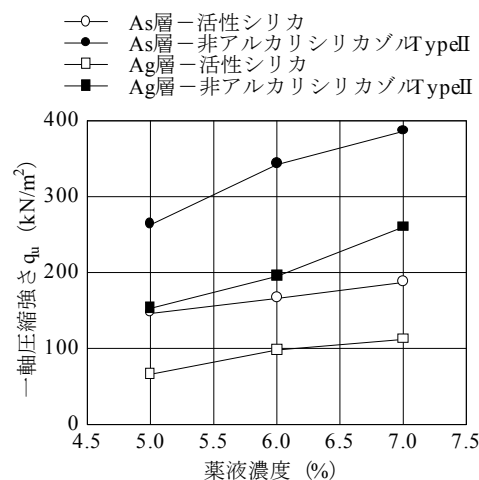


図3 配合試験結果

キーワード：地盤改良、薬液注入、現地調査、一軸圧縮強さ、安全率

連絡先：北海道苫小牧市日吉町2丁目1番5号 TEL 0144-72-5165 FAX 0144-72-6247

3. 強度発現率の測定結果

事後調査より得られた一軸圧縮強さ q_u の度数分布図を図4に示す。バラツキの程度を表す変動係数は58%であり、過去の事例³⁾の50%前後と比較すると若干大きくなっている。この原因として、現地盤が礫混じりであったことから、サンプリングによる乱れの影響が大きかったことが考えられる。図5に注入口からの相対距離と強度の関係を示す。ここで、相対距離 L/L_0 は、注入口からの距離 L を浸透想定距離 L_0 (改良体の半径) で除した値であり、強度発現率 κ は、各地点の q_u を配合試験により得られた q_{uL} で除した値である。また、図には石狩湾新港での事例⁴⁾も併せて示している。注入口付近では $\kappa=1.0$ であり、離れるに従い κ は小さくなり、 $L/L_0=1.0$ 付近で0.6前後となっている。この傾向は、石狩湾新港とほぼ同様の結果となっている。

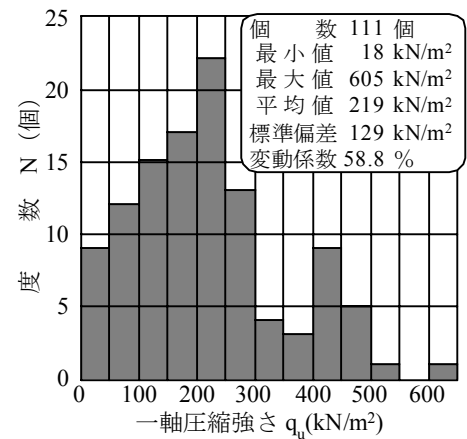


図4 q_u 度数分布図

4. 薬液の希釈率の測定結果

事後調査より得られたシリカ含有量の結果を薬液濃度7.0%の室内配合供試体のシリカ含有量で除し、希釈率を算出し、相対距離 L/L_0 との関係を示したのが図6である。図には石狩湾新港での事例⁴⁾も併せて示している。注入口付近では希釈率は1.0であり、離れるに従い希釈率は小さくなり、 $L/L_0=1.0$ 付近で0.5前後となっている。この傾向は、石狩湾新港とほぼ同様の結果となっており、図5の $L/L_0 \sim \kappa$ 関係と非常に密接な関係を持っている。

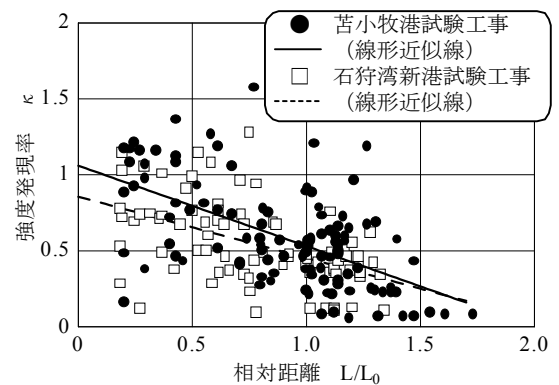


図5 $L/L_0 \sim \kappa$ 関係

5. まとめ

今回の試験工事を通して以下の結論が得られた。

- (1) 改良強度のバラツキは、薬液の希釈等の影響とサンプリングによる乱れの影響を受け、変動係数で58%となる。
- (2) 室内/現場強度比である強度発現率は、改良体中心部では大きく、ほぼ $\kappa=1.0$ であるが、中心から離れるに従い小さくなり、改良体の外縁部で $\kappa=0.6$ 前後となる。
- (3) 薬液の希釈率についても、改良体中心部では大きく、ほぼ希釈率は1.0であるが、中心から離れるに従い小さくなり、改良体の外縁部で希釈率は0.5前後となる。
- (4) 改良体の強度発現は、薬液の濃度と密接な関係があり、薬液の希釈等の影響により改良体の強度は小さくなり、当初の設計値である。 $\kappa=0.6$ は妥当な値であると考えられる。

【参考文献】

- 1) 山崎浩之ほか：溶液型注入固化材による液状化対策工法の開発、港湾技研試料、No.905、1998
- 2) 垂水尚志ほか：注入固結土の化学分析に影響を及ぼす諸因子について、第26回土質工学研究発表会、pp1947-1948、1991
- 3) 林健太郎ほか：溶液型薬液注入工法の浸透および強度特性に関する大型土槽実験、土木学会論文集 No.694、III-57、pp221-228、2001
- 4) 佐伯茂ほか：溶液型薬液注入工法による既設矢板岸壁背面の地盤改良、日本材料学会第4回地盤改良シンポジウム講演集、pp37-42、2000

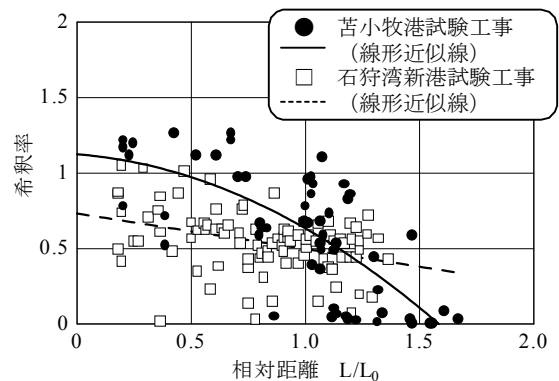


図6 $L/L_0 \sim$ 希釈率関係