

## シリカ系薬液注入材（恒久グラウト）による 液状化側方流動防止工法の開発(その2)

|                |                    |            |
|----------------|--------------------|------------|
| 東洋大学           | 正会員                | 加賀宗彦       |
| 東洋大学(現 JR 東日本) | 正会員                | 谷川真里       |
| 強化土(株)         | フェロー               | 島田俊介       |
| 強化土エンジニアリング(株) | 正会員                | 小山忠雄 佐々木隆光 |
| ジャッテック(株)      | 正会員                | 木島正        |
| 東洋大学           | 川嶋太郎 齊藤健太 中山裕樹 吉田栞 |            |

### 1. はじめに

既設護岸の液状化側方流動防止の対策の一つとしてシリカ系薬液注入材（恒久グラウト）による防止工法を開発した。従来の水ガラス系注入材による護岸の補強は、護岸の背面に注入材を打ち込み裏込め地盤を改良して補強する方法である。しかしこの方法では改良地盤底面に液状化による土圧が作用して引張応力が発生して亀裂が生じることがわかった。この引張応力による改良地盤の破損を防ぐためには改良範囲を大きくする必要がある。この場合、経費は増大する。そこで引張りに抵抗できる補強材を併用する方法を開発した。本工法は護岸背面が全面的に液状化した場合にも適用できる。また補強材を併用したことで地盤改良範囲を狭くすることができる特徴もある。薬液注入工法を利用した従来の設計による改良幅を約半分にできた。模型による実験では 851gal 以上の振動にも耐えられた。今回はこの実験結果を紹介する。

### 2. 実験方法

側方流動防止実験は図-1 に示す高さ 10m の控え矢板工を想定してモデル化した実験装置で実施した。この実験装置を図-2 に示す。土槽の高さ  $H$  70cm, 幅  $b$  50cm, 長さ  $L=100$  cm である。モデル化した矢板の大きさは想定した矢板工の 1/20 とした。モデル化した矢板はプラスチックで最下部はヒンジとした。これにより矢板背面の砂が液状化した場合、矢板は土圧で倒れる。図-2 に示すロッドは注入材で地盤を改良した場合、ロッドが引張り補強材として働くように工夫した。詳細は文献 1) を参照されたい。矢板は、土槽前面から 20 cm の位置に取り付けてある。矢板は後方の土槽後壁までは 80 cm である。液状化側方流動防止実験は矢板後方 30 cm 及び 15 cm の位置に仕切り板を入れた 2 通りとした。矢板と仕切り板間には砂を入れ注入材で固結した。仕切り板の後方は砂を敷設して水で飽和した。今回は 7 日間養生して仕切り板を取り除いた。その後、加速度を変えた振動を段階的に加えた。

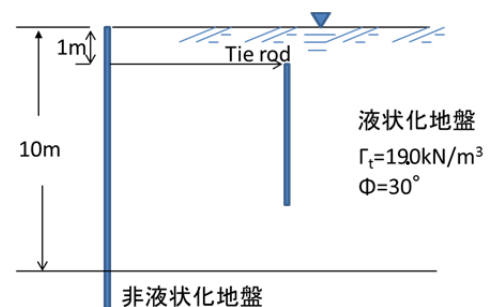


図-1 想定した控え矢板工護岸

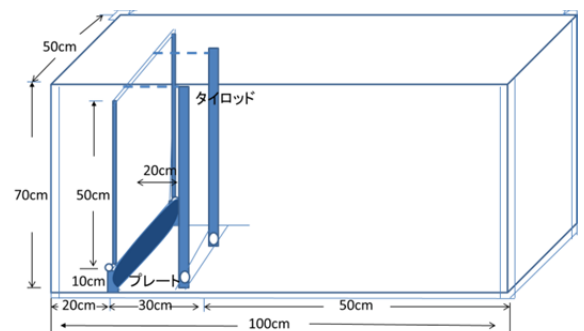


図-2 モデル化した控え矢板工護岸

キーワード：液状化対策，護岸，側方流動防止，薬液注入，地盤改良，恒久グラウト

連絡先 1) 〒350-8585 埼玉県川越市鯨井 2100 東洋大学理工学部 E-mail : kaga@toyo.jp

2) 〒113-0033 東京都文京区本郷 3-15-1 強化土エンジニアリング株式会社 TEL03-3815-1687

FAX03-3818-0670

### 3. 実験結果

#### (1) 昨年までの結果

理解を得るため前回の実験結果を簡単に説明する．無処理地盤で矢板に作用する土圧と水圧は図-3に示す．この状態でタイロッドの支持で安定を保つ．5Hz, 360galの振動を加えると矢板背面の地盤は液状化した．矢板は安定できなくなり図-4に示すように傾いた．本実験装置の矢板は未改良地盤条件で液状化側方流動に耐えられないことを確認した．注入地盤改良工法による従来の設計方法で護岸背面が液状化した場合側方流動を防止できる範囲を求めた．震度( $\alpha/g$ )は強震に耐えられる0.4とした．本実験では矢板の背面30cmを薬液注入で地盤改良をした．図-3に示すロッドは取り除いてある．この状態で振動実験を試みた．振動数は5Hzとした．結果として400galまでは側方流動を防止できた．400gal以上の水平加速度を加えた場合は矢板が傾いてきた．その時点で実験を終了して改良体背面の砂を取り除き改良体の状態を観察してみた．結果として図-5改良部底面に赤いくさびで示すように引張り亀裂が生じていた．そこで引張りに抵抗できる補強材を併用することで引張り亀裂に抵抗できる方法を考えた．引張補強材を挿入した場合(図-6)，同じ改良幅で5Hz, 1000galの加振でも改良体に損傷はなかった．

#### (2) 新改良工法

今回、新しく開発した工法は護岸背面がすべて液状化した場合にも適用できる．また、補強材を併用することで、従来の注入工法に比較して改良範囲を狭くすることができるのも本工法の特徴である．この新工法で改良範囲を22cmにして実験を行った結果、補強材の鉄筋が土槽底部に固定されていなかった場合5Hz, 371galで改良体は傾いた．補強材を土槽底部に固定しなければ十分な強度は得られないことが確認できた．続いて、改良体範囲を従来の設計方法の半分の15cmとして実験を行った．補強材を土槽底部に固定して補強材下部にヒンジを取り付けずに実験を行った場合5Hz, 851.6gal以上の揺れに耐えることが確認できた．次に、同じ条件で補強材を土槽底部に固定して補強材下部にヒンジを取り付けた実験を実施した．この結果5Hzで772gal以上加振した後、2Hzで2580galまで再加振をした．この揺れで損傷はなかった．この時の改良体範囲は従来の設計方法の半分の15cmであった．

#### 4. おわりに

注入改良擁壁の幅を従来の設計方法の約半分にまで縮小できたことから、コストを従来の護岸側方流動防止工法の約3分の1にできる可能性が十分にある．この結果から、実用化が可能であると言える．

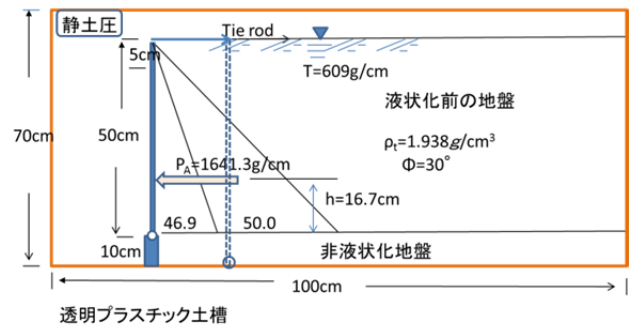


図-3 無処理地盤の側方流動実験

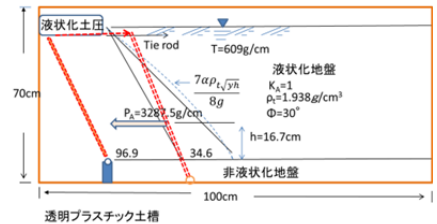


図-4 無処理地盤の側方流動実験結果

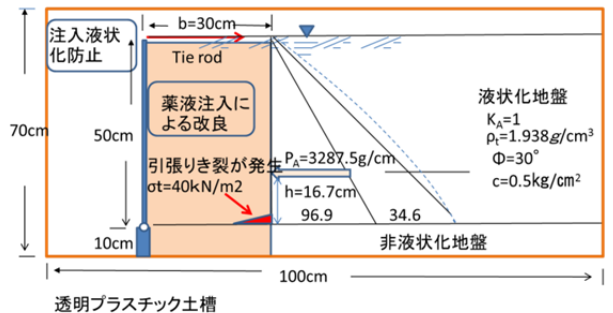


図-5 背面改良地盤の側方流動実験

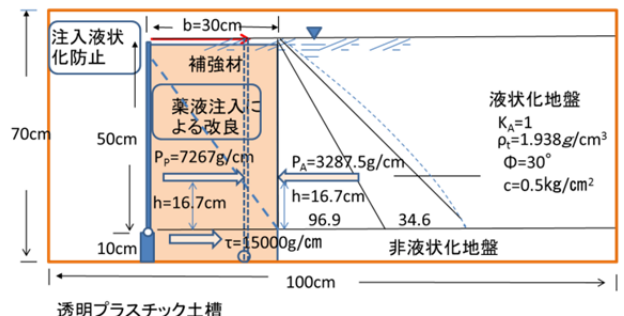


図-6 引張り補強材を併用した側方流動実験

- 参考文献 1) 液状化対策工法, 地盤工学会, 2008, 2) 島田他 3 名:「地震と地盤の液状化」, インデックス出版, 2010  
3) 去年の文献「シリカ系薬液注入材(恒久グラウト)による液状化側方流動防止工法の開発」