

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

東洋大学	正会員	加賀宗彦 ¹⁾
強化土(株)	フェロー	島田俊介 ²⁾
強化土エンジニアリング(株)	正会員	小山忠雄
同上	正会員	市川智史
ジャテック(株)	正会員	木嶋 正

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。東日本大震災後の追跡調査で護岸の背面に恒久グラウトを注入して液状化防止効果が得られることは既に確認しているが、本報告者らは更にモデル化した実験装置を用いて改良範囲をせまくして経済性を得ると共に液状化側方流動防止を可能にする工法の研究を行った。研究の結果、改良域を狭くすると地震が発生したとき改良地盤底面に引張応力によるき裂が生じることがわかった。この引張応力によるき裂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。そこで引張り応力に抵抗できる補強材を併用した経済的方法を開発した。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。模型による実験では 1000gal 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 の控え矢板工護岸を想定してこれを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。実験装置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ある。背面の砂が液状化した場合は土圧で倒れるように最下部をヒンジとした。模型ではタイロッドの頂部に約 6N の引張りが作用するので地中に埋めたロッドで矢板を支える。ただし、本実験装置のロッドは土槽の底板にヒンジを介して取り付けた。この場合液状化したときは土圧に対して抵抗できないので通常のロッドと同じ動きをする。

底板までロッドを入れた理由は注入材で地盤を改良した時ロッドが引張り補強材として働くように工夫したためである。土槽内側の大きさは図に示す通りである。矢板を想定したプラスチック板は高さ H 50 cm, 幅 b 50 cm である。矢板は、土槽前面から 20 cm の位置に取り付けてある。矢板から後方の土槽壁までは 80 cm である。この間には飽和砂を敷設した。この状態で 5Hz, 360gal の振動を加えた。

側方流動防止実験は図-2 に示す矢板の後方 30 cm の位置に

仕切り版を入れた。矢板と仕切り板の間には砂を入れ注入材で固結した。仕切り版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版を取り除いた。その後、加速度を変えた振動を段階的に加えた。

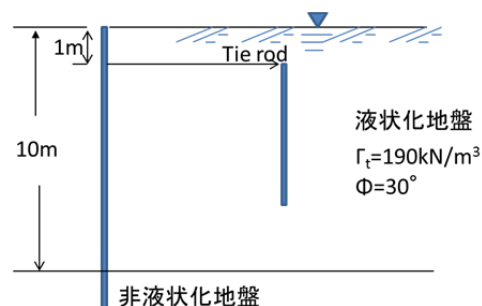


図-1 想定した控え矢板工護岸

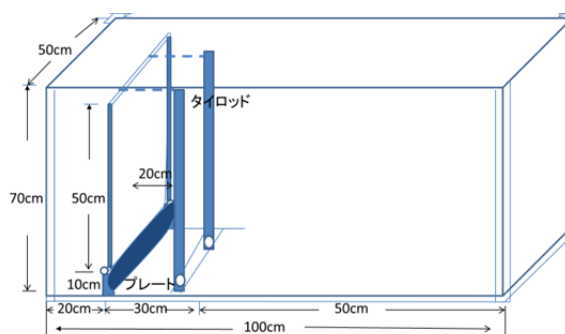


図-2 モデル化した控え矢板工護岸

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

(a) 無処理地盤の側方流動

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。安定を保った状態で5Hz, 360galの震度を加えると矢板背面の地盤は液状化をした。矢板は安定できなくなり図-4に示すように前方に傾向いた。本実験装置の矢板は未改良地盤の場合液状化側方流動に耐えられないことを確認した。

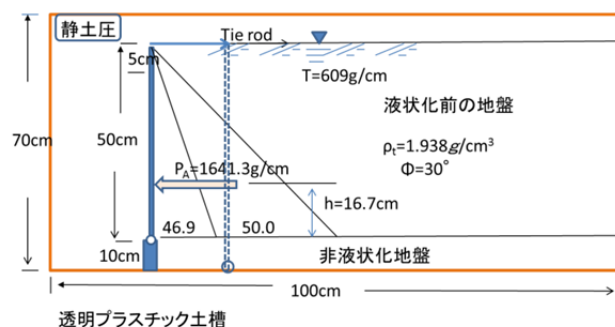


図-3 無処理地盤の側方流動実験

(b) 従来の薬液地盤改良による側方流動防止工法

既設護岸の背面が液状化して側方流動の危険がある場合、この護岸を防ぐ一つの方法として護岸の前面に鋼管パイルを打ち込み補強して液状化被害を防ぐ方法がある。この場合防止効果は高く評価できるが工事費は高額である。これに対し既設護岸の背面を薬液注入で地盤改良して液状化側方流動を防止する工法もある。

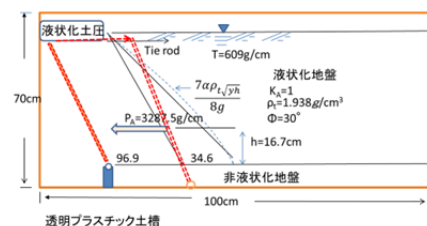


図-4 無処理地盤の側方流動実験結果

鋼管打ち込みに比較して安価であるが護岸背面の改良範囲などまだ調査しなければならない検討項目もある。そこで、そこで通常の設計方法^{1~2)}で控え矢板工護岸背面が液状化した場合、側方流動を防止できる改良範囲を求めた。震度(α/g)は強震に耐えられる0.4とした。計算で求められた数値は図-5に示してある。改良範囲は矢板の深さに対し約60%であった。計算結果から同図に示すように矢板の背面30cmを薬液注入で地盤改良をした。この状態で振動実験を試みた。振動数は5Hzとして水平加速 α を250galから始めて段階的に大きくして耐震性をみてみた。未改良部分はすべての段階で液状化した。結果として約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きれつが生じていた。引張りき裂が生じないようにするためには改良範囲を広げる必要がる。しかし費用は増大する。そこで引張りに抵抗できる補強材を併用することで引っ張りき裂の発生を防止できる方法を考えた。

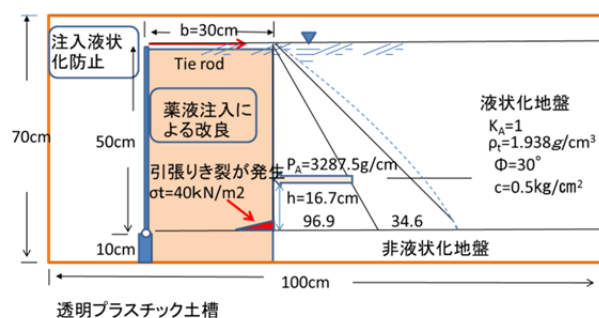


図-5 背面改良地盤の側方流動実験

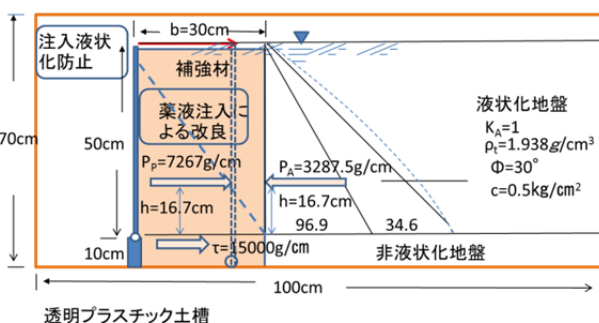


図-6 引張り補強材を併用した側方流動実験

(c) 補強材を併用した薬液(恒久グラウト)側方流動防止工法

補強材を併用した実験を図-6に示す。前述の無処理地盤側方流動を確認するための実験装置(図-3)を使用した。矢板背面の薬液改良幅は前述の実験と同じ30cmである。ただこの実験でのタイロッドは補強材としての役割をする。この状態で振動試験を実施した。振動数は5Hzで水平加速度 α は段階的に大きくした。結果として1000galの加速度でも側方流動防止は可能であった。今回、補強材を使用した側方流動防止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。

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, 2010