

## 液状化対策を目的とした薬液注入工法の品質管理について

The quality control of the chemical grouting method for liquefaction countermeasure

吉久 寧<sup>1)</sup>  
Yoshihisa Yasushi

橋本 要<sup>2)</sup>  
Hashimoto Kaname

### 1. はじめに

平成 23 年 3 月 11 日に発生した「東日本大震災」により、関東地方にある水資源機構の施設において漏水出水によるライフラインの停止、埋設管の埋戻し材（砂基礎）が液状化し、広範囲に渡る地表部の変状（沈下、陥没）のほか、管路の構造機能の低下（地盤反力の低下）が確認された。福岡導水においても、警固断層を震源とする大規模地震の発生が危惧されており、地震が発生した場合、管路周囲の埋戻し材（砂基礎）が液状化し、東日本大震災同様の被災が懸念されるため、地盤改良による対策工事を実施することとした。本報は、液状化対策を目的とした地盤改良工法の品質管理の事例について報告する。

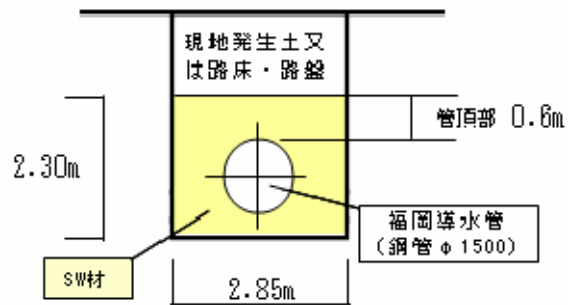


図1 埋設管標準断面図

### 2. 液状化対策工法の選定

福岡導水は、1,500mm の鋼管による導水路である。管路周囲は砂（SW）（以下、「SW材」という）により埋戻を行っている。

液状化の可能性について既存資料や土質調査により整理し、その結果等から液状化対策が必要なことが判明した。導水路の延長が約 14km と長大なことから、事業規模が非常に大きくなり、工期的、費用的にも実現が難しい。

このため、施工範囲については、施設の立地条件、二次的被害（第三者災害等）の影響度合いについて優先順位を付け、重要度の高い区間を選定した。

液状化対策工法の選定については、既設管体へ影響がないこと、近接する鉄道、家屋等に影響がないこと、省スペースで施工が可能なおこと、管路の維持管理に支障がないこと、などの条件から薬液注入工法による地盤改良を選定し、さらに、恒久性を有すること、周辺環境への水質等の影響がないこと、将来、管路の維持管理のため掘削が可能であること、とう性管の特性を損なわないこと、などの条件から二重管ストレーナ（複相）工法を採用した。

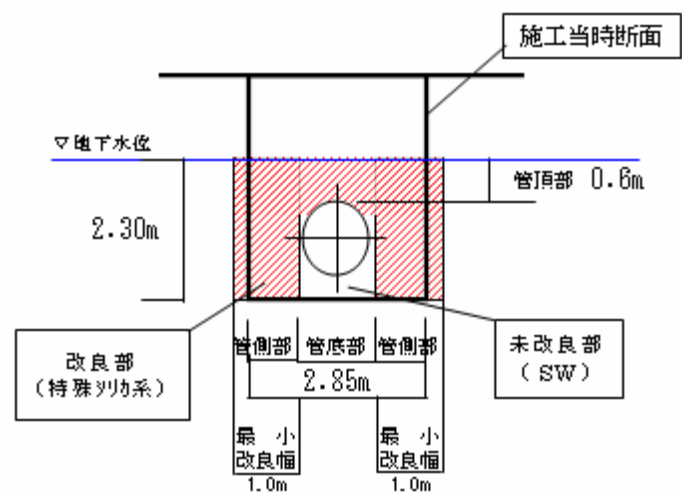


図2 薬液注入 施工断面図

1) 2) 独立行政法人水資源機構筑後川局 Chikugo Regional Bureau, Japan water agency

キーワード：液状化、薬液注入工法、繰返し三軸試験、現場透水試験

### 3. 薬液注入効果確認のための品質管理

#### 3.1 指標の設定

今回の液状化対策は、管体保護のための「液状化防止」であり、埋戻しの強度を高め、地盤反力を増加させる目的ではないため、液状化を防止するために必要となる薬液注入工の改良効果の指標を検討した。

薬液注入工法の施工管理は、一軸圧縮試験又は三軸圧縮試験による強度を指標とした管理を行うことが一般的であるが、液状化対策の効果確認に対する指標としては、母材（SW材）のバラツキ（粒度分布、密度）による強度差が大きくなることが想定されるため、別途液状化防止を目的とした改良指標を検討することとした。

液状化は、図3に示すとおり、地震動による繰返し荷重を受けることにより過剰間隙水圧が生じ、土粒子間の接点力が低下することで、地盤が砂と水が混ざった液体のように挙動する現象と言われている。

薬液注入工法による液状化対策は、土粒子間に薬液を注入することで土粒子間の水を排除し、これにより間隙水がゼリー状のホモゲルに置き換わる（透水係数の減少）。この結果、地盤は粘性土に似た挙動を示し、液状化の発生を抑制する。この点に着目し、透水係数を施工管理の指標（ ）とすることとした。

$$K < 1 \times 10^{-4} \text{ cm/s} \quad 1)$$

また、液状化対策としての改良効果については、透水係数のほか、別途改良範囲から採取した不攪乱試料を用いて繰返し三軸試験を行い、サイクリックモビリティ（地盤のねばり強さ）の傾向を示すかどうかを確認することとした。

#### 3.2 品質管理試験結果

薬液注入施工後の効果確認のため実施した11点の現場透水試験結果は、 $9.14 \times 10^{-5} \sim 8.23 \times 10^{-6} \text{ (cm/s)}$ であった。また、薬液注入後の改良範囲からサンプリングした試料にて実施した繰返し三軸試験の結果を図4に示す。

透水係数は $K < 1 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$ が得られ、繰返し三軸試験についてもサイクリックモビリティの傾向が表れていることから地盤改良効果が確認できたと考える。

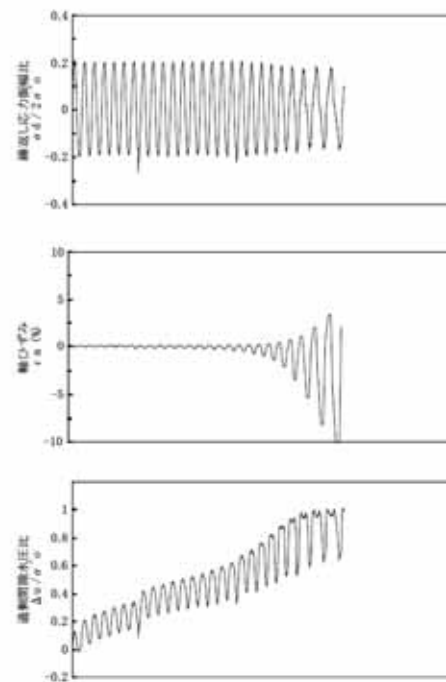


図3 繰返し三軸試験結果（例）

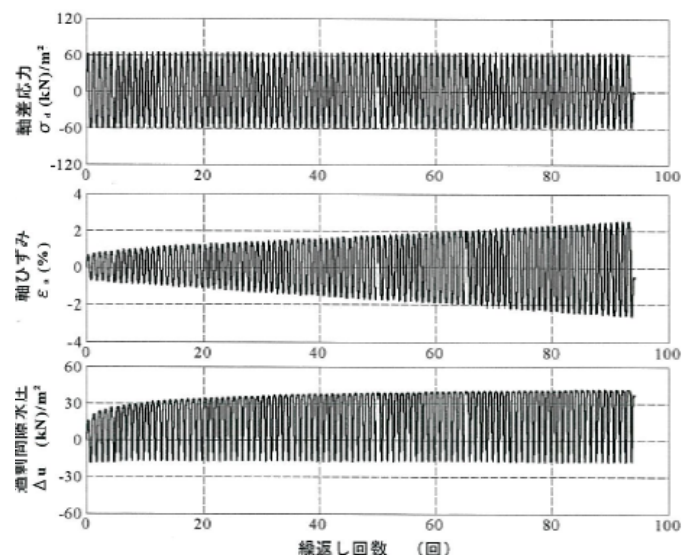


図4 薬液注入後の繰返し三軸試験結果

【参考文献】1) (社)日本グラウト協会.2011.薬液注入工設計資料.P42.