

超多点注入工法による液状化対策技術 ～既設構造物基礎の液状化対策例～

島 正憲¹・三浦 仁²・大野康年³・米倉亮三⁴

¹正会員 東亜建設工業株式会社 土木本部技術開発部 部長 (〒102-8451 東京都千代田区四番町5)

²正会員 工修 東亜建設工業株式会社 土木本部技術開発部 課長 (〒102-8451 東京都千代田区四番町5)

³正会員 工修 東亜建設工業株式会社 土木本部技術開発部 主査 (〒102-8451 東京都千代田区四番町5)

⁴フェロー会員 工博 恒久グラウト研究所 東洋大学名誉教授 (〒160-0004 東京都文京区本郷1-10-14)

キーワード: 液状化対策, 地盤改良, 既設構造物, 浸透注入, 恒久グラウト

1. はじめに

1995年の阪神・淡路大震災以来、構造物の耐震基準が大幅に改訂され、既設タンク基礎地盤や既設護岸背面の液状化対策等、既設構造物直下および近傍の地盤に対する液状化対策の必要性が高まっている。このような既設構造物直下および近傍では、施工時に構造物への影響が少ない工法であるのと同時に、施工設備がコンパクトで機動性に優れた地盤改良工法が要求される。一方、従来の液状化対策工法としての地盤改良工法は、新設構造物を対象とした工法がほとんどであるため狭隘個所、既設構造物下部地盤等への適用は困難であった。本施工技術は、このような従来工法では対応が難しい既設構造物下部地盤（例えば、既設護岸背面地盤、供用空港滑走路下部地盤、タンク基礎地盤）等、広範な適用範囲が考えられる液状化対策技術である。

本文では本施工技術の概要を紹介し、従来工法では対応が困難であった供用中バース既設構造物直下の液状化対策例について報告する。

2. 超多点注入工法¹⁾の概要

図-1 に本工法の概念図を示す。本工法では数十から数百という大量のノズルを地盤中に配置し、各ノズルから低吐出(1ノズル当たり 0～2 lit./min.) 注入を同時に行うことによって改良体を形成する。注入装置を写真-1 に示す。注入材料²⁾は、水ガラスのアルカリをイオン交換によって完全に除去して得られる純粋なシリカからなる活性シリカコロイドがベースで、薬液注入による改良体形成後の劣化原因であるアルカリを含まないため、改良体からのシリカの溶脱がほとんど無く、恒久性に優れている。また、水質保全などの環境面に優れた注入材料である。

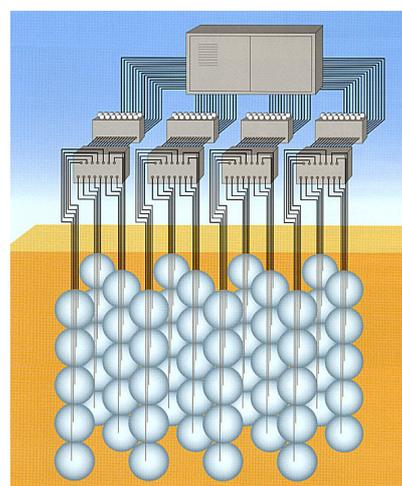


図-1 工法概念図



写真-1 多点注入ポンプ

3. 既設構造物直下の液状化対策例³⁾

(1) 施工概要

当該工事は、超多点注入工法を用いて従来工法では対応が困難であった供用中コンテナバースのベルトコンベヤ基礎地盤の耐震補強を実施したものである。改良平面図、断面図を図-2(a), (b)に示す。液

状化対策として護岸背面の既設ベルトコンベヤ基礎地盤に超多点透注入工法，その背面地盤にセメント系固化工法を採用している。超多点注入工法はベルトコンベヤ基礎直下には斜め注入方式にて施工し（写真-2参照），φ1.7mの改良体53孔を上層から下層へ注入することにより改良体を造成した。使用した注入材料はパーマロックASFⅡで，シリカ濃度は6%である。

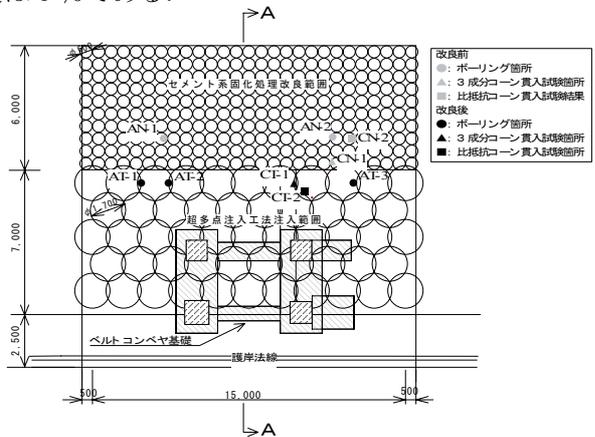


図-2(a) 改良平面図

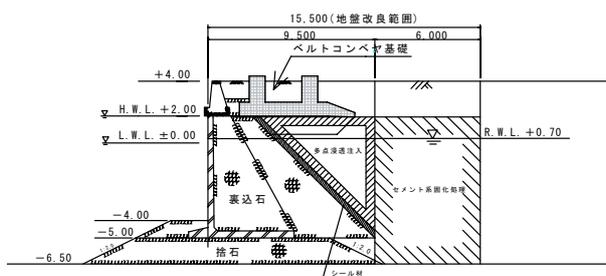


図-2(b) 改良断面図(A-A)



写真-2 注入状況

(2) 注入による既設構造物への影響

注入による既設構造物への影響を把握するため注入前後のベルトコンベヤ基礎天端におけるレベル測量を実施した。測定の結果，基礎部の最大変位が1mmであり，注入時のベルトコンベヤ基礎への影響はほとんど無いことが確認された。

(3) 浸透注入改良体のpH特性

表-1に改良体のpH試験結果を示す。改良体のpH

は，7.1~7.3の範囲で中性域にあり，本工法による改良が環境面で優れていることを示している。

表-1 改良体pH [AT-1]

Depth (GL-m)	pH		
	No.1	No.2	Average
5.00 ~ 5.70	7.3	7.3	7.3
7.00 ~ 8.00	7.1	7.1	7.1

(4) 浸透注入改良体の液状化強度

液状化対象層であるGL-5.0m~GL6.0mについて改良体および未改良地盤の非排水繰返しねじり試験を実施した。拘束圧は， $\sigma_v = 49$ (kPa) とした。図-3に7.5%せん断ひずみ両振幅における繰返し回数とせん断応力比の関係を示す。改良体の液状化強度 R_{20L} (20回の繰返しせん断によってせん断ひずみ両振幅が7.5%に達するようなせん断応力振幅)が $R_{20L(impr.)} = 0.50$ に対して，未改良地盤では $R_{20L(not impr.)} = 0.25$ となっており改良体の液状化強度 R_{20L} は未改良地盤の2倍程度に大きくなっている。

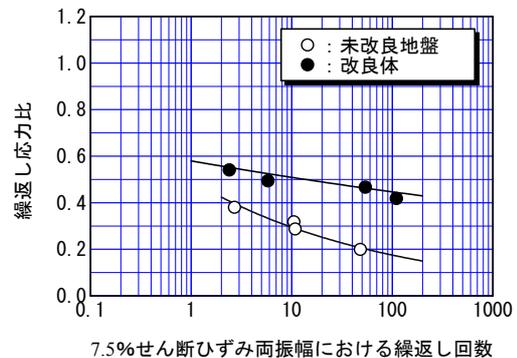


図-3 繰返し回数とせん断応力比関係 [AN-1, AT-1]

4. まとめ

従来工法では困難であった供用中バース既設構造物下部地盤の液状化対策として，超多点注入工法による適用例を示し，その有用性について検証した。

検証の結果，本工法は施工設備がコンパクトで施工時の周辺への影響がほとんどないことから供用中施設の既設構造物基礎地盤の耐震補強に適しており，改良後の地盤は液状化に対する強度が改善されていることが明らかになった。

参考文献

- 1) 大野康年ら：多点浸透注入工法による液状化対策技術～現地注入実験結果～，第4回構造物の安全性・信頼に関する国内シンポジウム，pp.315-322, 2000.
- 2) 米倉亮三ら：恒久グラウトー第1回恒久グラウトの恒久性のメカニズム，土木施工，Vol.40 No.7, pp.99-106, 1996
- 3) 斎藤正明ら：多点浸透注入工法によるウォーターフロント既設構造物の耐震補強，土と基礎，Vol.50 No.4, Ser.No.531 pp.16~18, 2002.