

## 静的圧入締固め工法を用いた既設構造物直下の耐震対策 Seismic Measures under Existing Facilities by Compaction Grouting

○武田耕造、新坂孝志、佐々木清貴、小林賢志、林孝明

○Kozo Takeda, Takashi Shinsaka, Kiyotaka Sasaki, Kenji Kobayashi, Koumei Hayashi

### 1. はじめに

静的圧入締固め工法（コンパシヨングラウチング工法、以下CPG工法とする）は低流動性の注入材を地盤に圧入することによって周辺地盤を圧縮強化する工法で、コンパクトな機械設備を使用し無振動・低騒音である特徴を活かして、液状化対策などの既設構造物に対する地盤改良工法としての実績が増えている<sup>1)</sup>。

既設構造物直下の地盤を強化する場合、構造物の内部あるいは構造物周辺より鉛直や斜めの施工により対応することが多い。しかし構造物内部での施工が不可能な場合や周囲からの斜め施工では、改良のできない死角や改良の密集部などが生じるおそれがある。このような条件に対応するため、曲線ボーリングを用いて削孔し、水平に低流動性注入材を注入するCPG工法が開発された（図-1）<sup>2)</sup>。

本稿では、曲線ボーリングを用いたCPG工法（CPGガイドアーク工法）によって基礎杭を有する構造物直下の地盤を耐震強化した事例を紹介する。

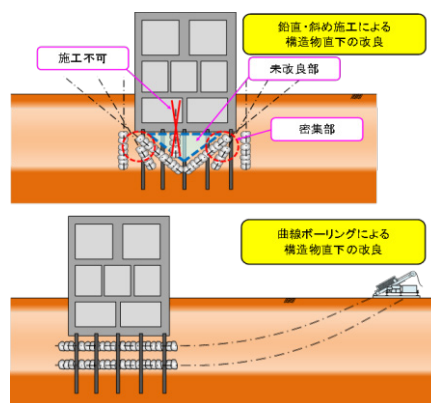


図-1 既設構造物直下への施工方法  
Approach under existing facilities

### 2. 施工概要

稼働中である排水機場の耐震性が照査され、吐水槽基礎工（PHC杭φ900）の杭頭部付近に分布する緩い砂層において、応答変位量が大きくなり杭体耐力の不足や地盤の塑性変形などの危険性が明らかとなった。地盤改良による対策が検討されたが、常時吐水槽を稼働させるため側面からの施工が求められ、基礎杭の間を削孔して地盤を圧縮強化できる曲線ボーリングを用いたCPGガイドアーク工法が採用された。

CPG工法を計画するにあたり、削孔と注入の両方を施工する兼用機の代わりに、削孔専用機と注入専用機を新たに開発して施工の効率化を図った。写真-1に削孔専用機、写真-2に注入専用機、表-1に各施工機の諸元を示す。

今回の事例では削孔長さは最大で85m程度であった



写真-1 削孔専用機  
Drilling equipment



写真-2 注入専用機  
Grouting equipment

三信建設工業株式会社 Sanshin Corporation 工法・施工、安定処理・地盤改良

が、基礎杭の間を精度良く削孔しなければならないため、従来のジャイロ計測に加え、磁気ロケータを併用して削孔精度の向上を図った。磁気ロケータの計測状況を写真-3に示す。

ジャイロ計測は曲線部では3mごと、直線部では6mごとに実施され、計画線形からのずれが管理値を超えないように削孔された。

CPG工法の注入に先立ち、土質調査地点の近傍で鉛直施工による試験注入を実施して注入圧力に関する管理基準を設定した。

固結体の中の地盤が目標まで改良されているかどうかを判定するため、改良範囲を構造物外側まで延長させた部分において標準貫入試験が実施された。

### 3. 施工結果

計画の削孔線形からの偏差を管理値で正規化して、曲線ボーリングの削孔精度を図-2に示す。左右および上下方向とも「計測値/管理値」が±1.0の範囲に入っており、管理値内で削孔されたことが分かる。

削孔が終了して、注入管理基準に従って注入を行った。注入中に実施された動態観測の結果、地盤変位はほとんど認められなかった。施工後に実施された標準貫入試験では、施工前に比べてN値が増加しており、目標を満足していることを確認した。

### 4. まとめ

曲線ボーリングを用いた静的圧入締固め工法（CPGガイドアーク工法）が既設排水機場の耐震補強に適用され、管理基準内の精度で吐水槽下部への削孔が行われた。また注入は注入管理基準に従って実施され、注入後の地盤強度は目標値まで強化されていることが確認された。

本事例の報告に当たり徳倉建設（株）ならびに関係各位のご協力をいただいた。ここに記して感謝の意を表す。

#### [参考文献]

- 1)沿岸技術研究センター：液状化対策としての静的圧入締固め工法 技術マニュアルーコンパクショングラウチング工法ー（2013年版）、2013
- 2)足立・渡邊・入澤・斎藤：曲線ボーリングを併用した静的圧入締固め工法の液状化対策事例，土木施工，Vol.55，No.9，pp.76-79，2014

表-1 CPGガイドアーク施工機の仕様  
Specification and capacity of the equipment

	CPGガイドアーク施工機		
	削孔・注入兼用機 (従来機)	削孔専用機	注入専用機
寸法	6.90m×2.20m H2.31m	8.29m×2.49m H2.74m	6.18m×1.45m H2.19m
質量	8,400kg 角度調整板等除く	14,500kg	2,950kg
打撃力	490N-m	880N-m / 590N-m	
回転力	5.8kN-m / 2.9kN-m	9.8kN-m / 4.9kN-m	5.8kN-m / 2.9kN-m
回転数	34rpm / 68rpm	40rpm / 80rpm	30rpm / 60rpm
フィードカ	押込み：196kN 引抜き：196kN	押込み：117.7kN 引抜き：117.7kN	押込み：144kN 引抜き：210kN
フィード長	3,600mm	3,800mm	500mm
適用ロッド径	φ73mm～φ120mm	φ73mm～φ165mm	φ73mm



写真-3 磁気ロケータによる計測  
Monitoring by the Locator

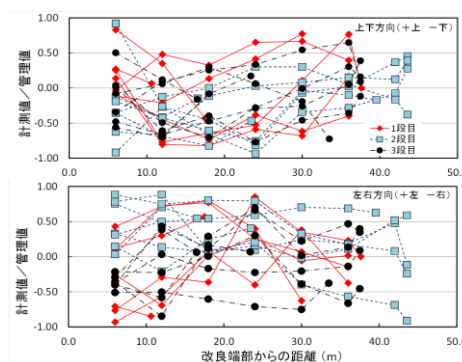


図-2 曲線部の削孔位置の精度  
Deviation of the traced locations