

既設護岸に対する砂圧入式静的締固め工法の適用事例（試験施工報告その1）

株式会社不動テトラ 正会員 東 祥二 正会員 福島 信吾
 正会員 今井 優輝 永石 雅大
 ○伊藤 竹史

1. はじめに

狭隘地や既設構造物直下の地盤の締固めを可能にするため、流動化した砂を小型施工機でロッドを通して地中に圧入することで地盤を締固める砂圧入式静的締固め工法を開発した¹⁾。本稿においては既設構造物直下（写真-1）での適用性及び施工性の確認を目的に実施した試験施工について報告する。

2. 工法概要

図-2 に斜め施工の場合に使用した機械構成を示す。φ100mm 程度の小径ロッドを地盤に貫入する小型施工機、流動化砂を作製するプラント、流動化砂を圧送する流動化砂圧送ポンプと材料投入のためのバックホウからなる。この構成により既設構造への影響抑制、施工域直近の作業ヤードの減少を実現している。

圧入する材料は SCP 工法などで用いられる砂で、プラントにて流動化剤とともに加水、混練され流動性を増した砂（図-3）は、所定の深度まで貫入された小径ロッドを通して地中に圧入され、周囲の地盤を締固める。圧入された砂は、排出時の脱水および添加された遅効性塑性化剤の作用で流動性が消失するため、最終的に良好な地盤を形成する（図-4）。

3. 試験施工の内容

(1) 目的

本試験施工は徳島県鳴門市撫養町の海岸護岸及びその近傍において実施している。写真-1 に試験施工の状況を示す。本試験施工の目的は、砂圧入式静的締固め工法の①狭隘地における施工性の確認②施工時の周辺影響の確認③液状化対策としての改良効果の確認の3点である。

(2) 地盤条件および施工仕様

改良対象地盤は図-1 に示すように、N 値 8 以下の緩い礫混じりシルト質砂が主体で、改良深度は D.L. +0.6m～-9.2m である。使用材料は、室内試験で流動性などを検討し $D_{50}=0.37\text{mm}$ 、 $F_c=2\%$ の砂とした。改良体は改良率（＝改良体体積／地盤体積）20%となる配置とし、試験施工の断面は図-1 に示すとおりで、護岸直下改良は護岸背面からの斜め施工（傾斜角 70°）、護岸背面改良は鉛直施工とした。既設護岸直下の斜め施工部においては杭径による変位の違いを確認するために φ700mm 相当（杭間 1.4m）と φ500mm 相当（杭間 1.0m）の仕様とした。また、造成は既存の静的締固め砂杭工法と同様に 20cm を 1 ステップとした²⁾。



写真-1 試験施工状況

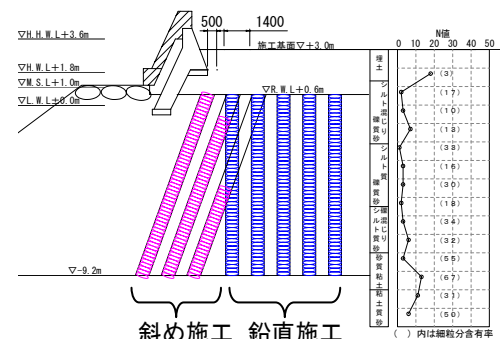


図-1 試験施工断面図

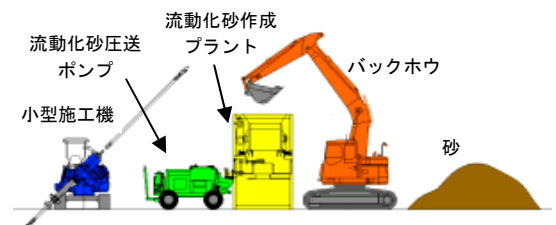


図-2 施工機械の構成

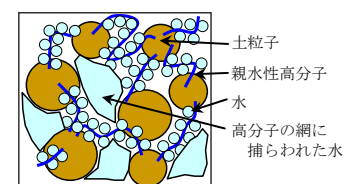


図-3 流動化砂の模式図

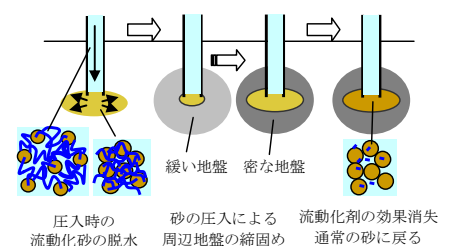


図-4 造成機構

キーワード 地盤改良 締固め 静的圧入

連絡先 〒760-0023 香川県高松市寿町 2-2-10 (株) 不動テトラ 四国支店 TEL 087-821-1541

(3) 調査項目

主な調査項目は、流動化砂の圧入による既設構造物への影響の調査と改良効果（締固め効果）の確認である。調査項目の一覧を表-1に、調査位置を図-5に示す。
＜既設構造物への影響＞

流動化砂の圧入による既設構造物への影響の調査を行うために、施工中の護岸及び建屋の変形を随時計測した。護岸の変形の管理値は、鉛直方向+2cm以下及び水平方向±2cm以下と設定し、建屋の変形は鉛直方向±2.5cm以内と設定した。また、原地盤の盛上りや水平変位を地表面変位杭で調査し、地中変位については地中傾斜計と層別沈下計を設置し、地中内での水平・鉛直変位を測定した。
＜改良効果の確認＞

締固めによる砂地盤の密度増加を確認するために、改良前後の地盤で標準貫入試験、三成分コーン試験、孔内水平載荷試験を実施する。

4. 護岸直下改良時の既設護岸への影響（中間報告）

改良杭の打設は既設護岸への影響を考慮して、既設護岸直近から打設を開始し、既設護岸から離れる方向に打設を行った。図-6に護岸直下の斜め杭3列目途中（φ700mm:4本、φ500mm:9本）までの施工が完了した時点の既設護岸変形量を示す。同図に示す様に、既設護岸直下の施工を実施しても、護岸の変形量は海側へ最大4～5mm程度に収まっており、今回対象とした既設護岸に与える影響は小さいことが確認できた。また、これまでの計測においては護岸変形および、地盤変状が非常に小さいため改良径φ700mmとφ500mmの有意な効果は確認できなかった。今後、護岸背面の改良域に於いて（鉛直施工部）、造成径の違いによる変位影響等について調査を継続する予定である。

5. おわりに

本稿は砂圧入式静的締固め工法を実大の既設護岸に適用した事例の報告である。投稿時点においては全ての計測データおよび地盤調査結果がそろっていないため、中間報告の形になっているが、小型の施工機を用いることで狭隘な場所での施工が可能であることと、斜め施工により既設構造物の直下の改良が可能であることが確認できた。今後、既設構造物への影響調査を継続すると共に、改良効果の確認を行い、結果を報告していくものとする。最後に、貴重な試験施工のフィールドの提供に協力して頂いた、徳島県、鳴門市及び国土交通省四国地方整備局小松島港湾・空港整備事務所に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 東・深田・櫛原・今井：流動化砂の圧入による地盤の締固め工法（その1：工法の概要），第44回地盤工学研究発表会（投稿中）
- 2) 磯谷・仁田尾・櫛原・今井：流動化砂の圧入による地盤の締固め工法（その2：試験施工と改良効果），第44回地盤工学研究発表会（投稿中）

表-1 調査項目一覧表

試験施工の目的		確認方法		計測数量、頻度	
大項目	小項目	調査項目	評価方法	事前	事後
締固め効果の確認	①密度の増加	標準貫入試験(SPT)	N値の増加	1箇所	3箇所(杭芯で1箇所)
		設計値(D法)との相関	設計値(D法)との相関	3箇所	3箇所
		三成分コーン試験(CPT)	各値の増加	3箇所	3箇所
	②応力状態の変化	(先端抵抗、周面摩擦力、間隙水圧)	杭頭の出来形	CPT: L=13m×3	CPT: L=13m×3
		抗後の出来形	杭頭掘り起こしによる実測	—	1箇所(4本)
		孔内水平載荷試験	静止土圧係数Koの増加	1箇所	1箇所
砂圧入静的締固めによる変位の影響調査	①周辺地盤:地表面	変位杭、地表面レベル	地盤の水平・鉛直変位量	3深度	3深度
	②周辺地盤:地中	地中傾斜計+層別沈下計	地中の水平・鉛直変位量	初期値	施工中随時
	③既設構造物:護岸	堤防天端観測	堤防の水平・鉛直変位量	初期値	施工中随時
施工性の確認	①鉛直施工(DHJ-12)	施工能力	能率の確認	—	施工中随時
	②斜め施工(SI-40)	施工能力	能率の確認	—	施工中随時

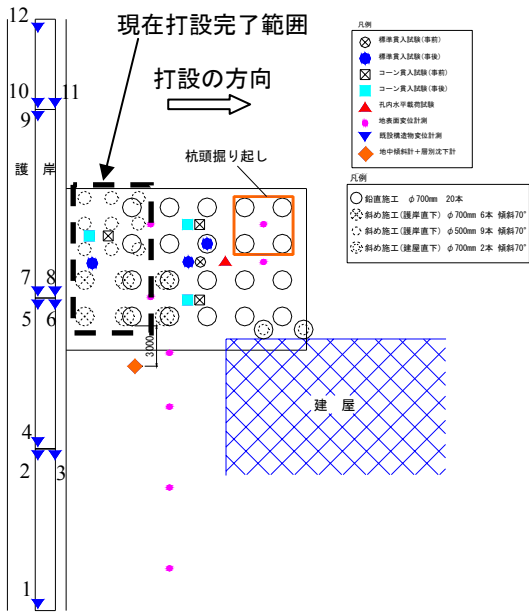


図-5 調査・計測位置図

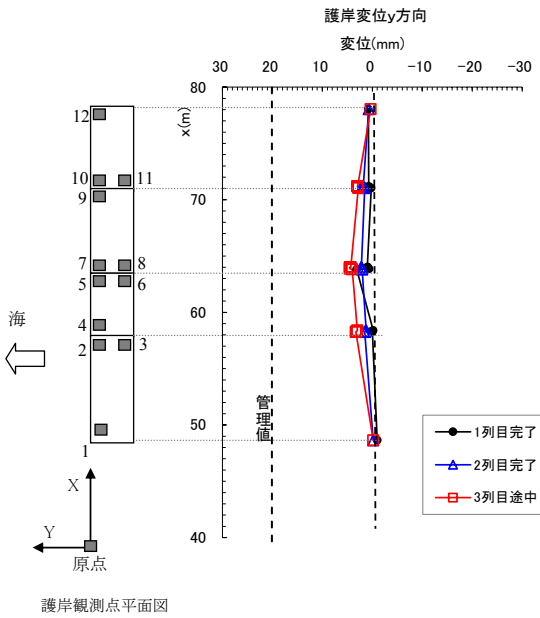


図-6 既設護岸水平変位量