

供用中岸壁における高圧噴射攪拌工法による岸壁背面の地盤改良対策例

国土交通省九州地方整備局

野澤良一

東亜建設工業株式会社

正会員

○稲木信之

ケミカルグラウト株式会社

非会員

一坪慎吾

1. はじめに

九州の中心に位置する八代港は、外港地区に最大-12mの岸壁を有しているが、穀物類、石炭、木材チップを輸送する貨物船の大型化により、潮待ち、喫水調整等による入港が発生している。このため、現在、船舶の大型化に対応した多目的国際ターミナルの整備として、既存岸壁の-14m化への増深改良工事が進められている。増深対策は、岸壁を供用しながらの施工となるため、地盤改良による岸壁背面部の土圧低減と岸壁前面部の受働抵抗の増加により計画された。今回の施工は、岸壁背面部の地盤改良として、大口径造成の高圧噴射攪拌工法により施工を行った。本報告では、その施工結果について報告する。

2. 工事概要

(1) 工事サイトの概要

工事サイトは八代港外港地区の岸壁背面地盤で、過去に SCP (サンドコンパクション) で改良された地盤に図1に示す改良層厚(設計層厚)4.5m (平面面積約2000m²)、改良最深深度は GL-15.2m の改良を行うものであった。図2に柱状図と標準貫入試験結果を示す。地層構成は、地表面から雑石層 (5~100kg/個) が 10m 程度あり、その下の SCP 砂層 (N 値 7~31) の標高-5.0~-9.5m が改良対象範囲である。実施工では、SCP 層の改良率が 80%であったため、20%の締まった粘性土 (粘着力 89.9kN/m²) が存在した。

(2) 施工概要

本事例は、写真1の施工状況に示すように、荷役船が接岸する供用中の岸壁における施工である。岸壁の構造形式は控式鋼管矢板岸壁で、層厚約 10m の雑石層の下を高圧噴射攪拌工により改良する。そのため、改良工法は、①施工エリアをコンパ外にでき、②硬質な地盤に対応でき、③工程短縮にもつながる大口径の造成 (当現場ではφ4.3m とする) が可能なジバスタ工法を採用した。これにより先行削孔本数を大幅に減らすことができ雑石層の乱れを最小限にすることができた。

施工は、まずロータリーパーカッションドリルにより先行削孔を行った後、造成マシンにより改良した。改良体の設計粘着力は 300kN/m² (全体改良平均) で改良体単体の 500kN/m² に相当する一軸圧縮強度は $q_{\text{uck}}=3000\text{kN/m}^2$ である。

キーワード ジバスタ工法 高圧噴射攪拌 土圧低減対策

連絡先 〒980-0021 仙台市青葉区中央 1-8-19 東亜建設工業(株)東北支店土木部 TEL 022-262-6513

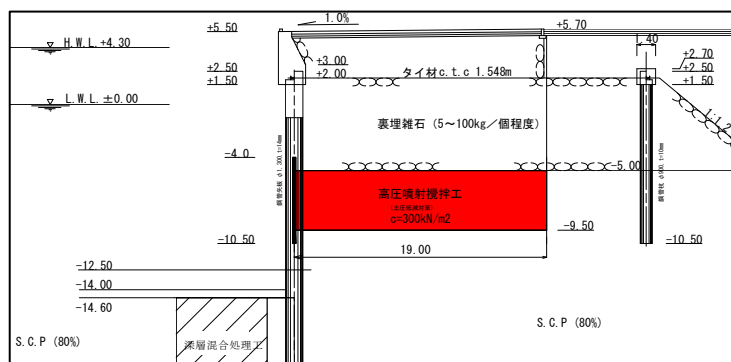


図1 改良断面図



図2 柱状図



写真1 施工状況図 (ジバスタ工法)

(3) 施工仕様の決定

当該事例では、改良径 4.3m を造成できているかを確認するため熱電対（温度を感知するセンサー）をボーリング孔にセットして試験施工を行った。熱電対は、改良径外周の図 3 に示す箇所に設置し、施工仕様は表 1 のように決定した。

表 1 施工仕様一覧表

項 目	単位	タイプ 1
引上速度	分/m	10
噴射圧力	Mpa	35 以上
噴射流量	リットル/分	600
回転数	rpm	2.5
残置ケーシング	mm	φ216
試験施工の結果	熱電対 改良径	反応有 φ4.3m

3. 改良体の出来形確認

改良体の出来形確認として、乱さない試料(材令 28 日)を採取し一軸圧縮試験を実施した。試料採取位置は、平均 GL-10.6～-15.1 までの上・下層部の 2 深度とした。また、締まった粘性土が試料に斑な状態で存在したため、改良地盤全体を評価するため PS 検層による地盤の弾性波速度を測定した。

図 5～8、表 2 に一軸圧縮試験結果及び弾性波速度を測定の結果を示す。改良地盤の一軸圧縮強さ q_{uf} は、3302～15500kN/m² の範囲に分布し、設計基準強度 $q_{uck}=3000\text{kN/m}^2$ を十分満足する結果となった。改良体のバウンスを示す変動係数は 0.44 と、従来の高圧噴射攪拌工法の変動係数 0.45 前後¹⁾と同等の値を示した。一軸圧縮強度と変形係数の関係は、 $E_{50}=150\sim450\cdot q_u$ の範囲に分布し、従来の高圧噴射攪拌工法の関係 $E_{50}=100\cdot q_u$ より大きい値を示した。

弾性波速度は、原地盤の 150m/sec に対し改良地盤は 850m/sec と大きな値を示し、既往文献¹⁾のグラフより、設計基準強度 3000kN/m² から推定したせん断波速度 600m/sec を上回る結果となった。今回の調査で得られた改良体の平均強度とせん断波速度は、既往文献との間に高い相関が見られた。

4. まとめ

本報告では、供用中岸壁における岸壁背面土の高圧噴射攪拌対策事例とその改良効果について示した。改良地盤の強度は、設計基準強度を満足し、改良によって地盤強度が改善されていることがわかった。一軸圧縮試験による改良体の確認は断片的な評価法に留まるが、弾性波速度を用いることで改良地盤を連続的に判定することができ、有効な評価法と考えられる。ジグソーパズル工法は、切削能力に優れ拡大径の造成が今回のような複雑な地盤であっても施工できるというメリットから今後大いに活用される工法になると考えている。

参考文献

- 1) 柴崎光弘，太田想三，久保弘明：分かりやすい土木技術 ジグソーパズル工法，1983.4

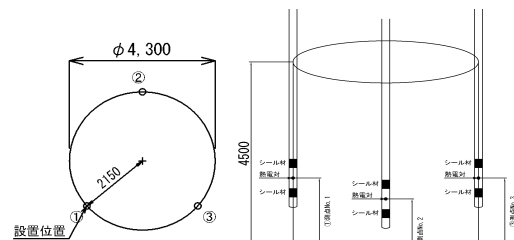


図 3 熱電対設置位置図

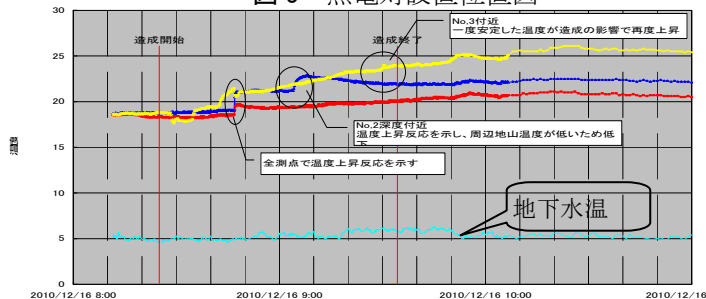


図 4 熱電対の試験施工結果

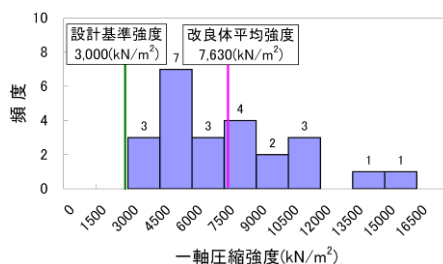


図 5 一軸圧縮強さのヒストグラム

表 2 一軸圧縮試験結果

個数	24 個
平均一軸圧縮強度	7,630 kN/m ²
標準偏差	3,326 kN/m ²
変動係数	0.44
最小値	3,302 kN/m ²
最大値	15,500 kN/m ²

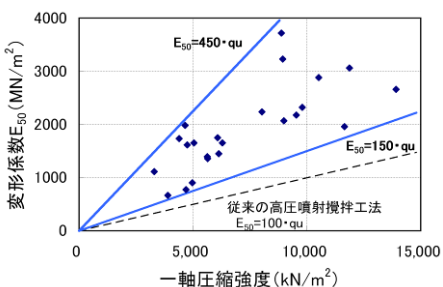


図 6 一軸強度と変形係数の関係

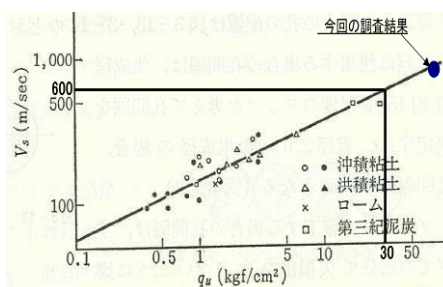


図 7 一軸強度とせん断波速度の関係

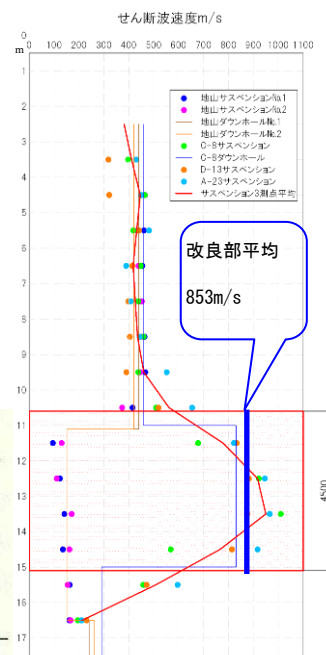


図 8 弾性波速度測定結果