

4.6 釧路港耐震強化岸壁～自立固化改良体を用いた岸壁改良工事～

4.6.1 はじめに

釧路港（北海道）は、石油や紙・パルプなどの各種産業の物流拠点であり、また、全国有数の漁業基地でもある。2011年には穀物分野の「国際バルク戦略港湾」に選定されるなど、安定的かつ効率的な海上輸送網を形成する拠点港として、国際競争力を持つ重要な港湾である。その機能は、大規模地震による災害発生時においても維持され、緊急物資の輸送拠点として機能することが望まれるが、釧路港では耐震性の高い施設が未整備の状況であった。そこで、釧路港東港区（図 4.6.1）において、災害時に緊急物資の輸送拠点として機能（図 4.6.2）するよう、-9m の耐震強化岸壁と防災緑地の整備が 2007 年から開始された。本節では、岸壁の整備において実施された地盤改良工事¹⁾²⁾について紹介する。



図 4.6.1 釧路港東地区³⁾



図 4.6.2 -9m 耐震強化岸壁を施工後の災害時イメージパース¹⁾

4.6.2 耐震強化岸壁の施工概要

施工場所は、市街地が近接しており、施工時の騒音・振動や作業時間に制限があるほか、作業スペースも限られていた。オープン掘削による施工も検討したが、掘削面が背後地にまで達することから、実施は困難と判断された。このため、施工性や経済性を考慮し、深層混合処理による自立土留壁とケーソンによる複合構造（図 4.6.3）が選定された。

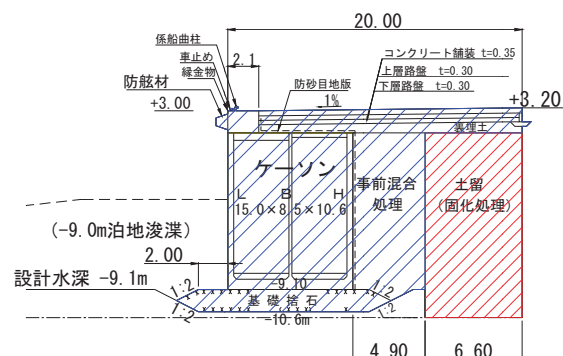


図 4.6.3 岸壁の標準断面¹⁾

施工プロセスを図 4.6.4 に示す。まず、旧岸壁の背後の既設地盤を深層混合処理により固化する。固化した改良体は、改良体同士が確実に密着し、支持層へ確実に着底していることで、水際における自立土留壁として機能する。自立土留壁を構築した後、旧岸壁を取り

壊して、浚渫（写真 4.6.1）を行い基礎とケーソンを新設する。ケーソンと自立土留壁の間は事前混合処理土で充填し、一体化させることで複合構造の岸壁が完成する。改良体は、旧岸壁を取り壊す際の仮設構造物として機能した後、新設のケーソンと一体化して岸壁の一部となり、ケーソンへの土圧軽減、液状化対策などに効果を発揮することが期待される。



写真 4.6.1 旧岸壁の取り壊し・掘削状況¹⁾

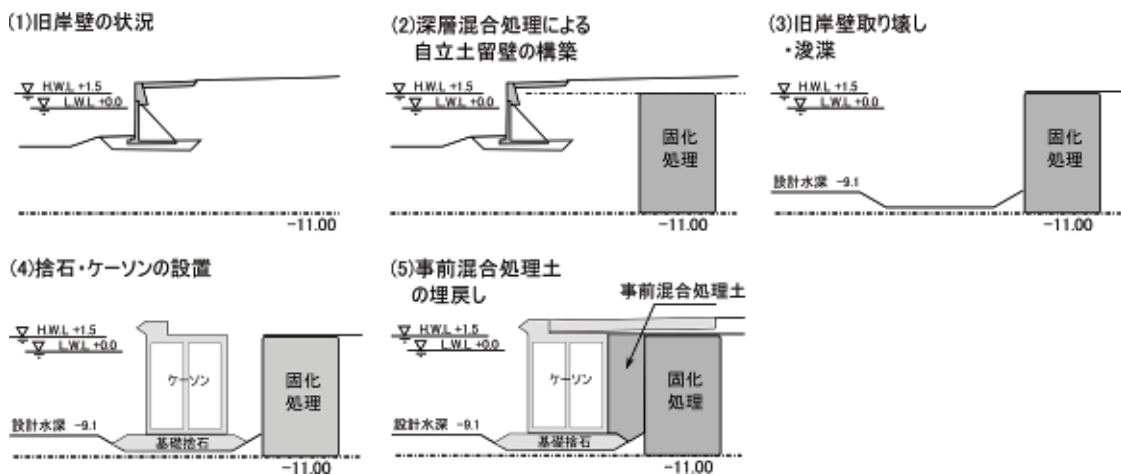


図 4.6.4 耐震強化岸壁を整備する施工プロセス¹⁾

4.6.3 地盤改良工事の概要

改良体による自立式土留壁の設計条件を図 4.6.5 に示す。旧岸壁の撤去にあたり、自立土留壁の滑動・転倒・底面反力および支持力などについて照査が行われた。ケーソンと一体化させた後は、改良体がケーソンの土圧軽減と液状化対策に寄与するものとして岸壁の安定性照査が行われた。地盤改良の仕様を、表 4.6.1 に示す。

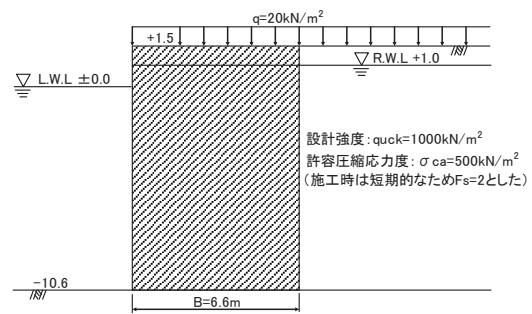


図 4.6.5 自立式土留壁の設計条件¹⁾

地盤改良にあたり、改良体を水際における自立土留壁として機能させるには、改良体同士の確実な密着施工が求められた。確実な密着は噴射式攪拌工法により実現できるが、この性能と機械式攪拌工法の性能を併せ持つ、交差噴流式複合攪拌工法（図 4.6.6）が選定された。これにより、施工効率の向上、施工時の地盤変位の低減などが図られた。本工法の主な特徴は以下の通りである。

- ① 地盤に影響されずに改良体の径を確実に制御できる。
- ② 攪拌性能の向上により、高能率施工が実現し、均一な改良体を造成できる。
- ③ 既設構造物あるいは改良体相互の密着施工が確実・容易にできる。
- ④ 大断面（従来の4倍強）の改良体を造成できる。
- ⑤ 交差噴流の噴射・停止により、任意の深さで任意の径にできる（写真4.6.）。
- ⑥ 施工時に既設構造物への変位の影響を低減できる。

表 4.6.1 地盤改良の仕様

項目	仕様
工法	交差噴流式複合攪拌工法
対象土	砂・礫混じり砂層 ※GL-11m以深に局所的に、 シルト・シルト混じり砂層が点在
改良幅 (m)	6.6
改良深さ (m)	12.6
改良径 (mm)	2300
改良率 (%)	100
改良本数 (本)	481 セット
目標強度 (kN/m ²)	1000
固化材の種類	工法専用固化材（砂・シルト・粘土用）
固化材添加量 (kg/m ³)	砂・砂礫（一般部） 166
	シルト・シルト混じり （改良対象の下部） 227～251
添加方法	スラリー添加（W/C=100%）

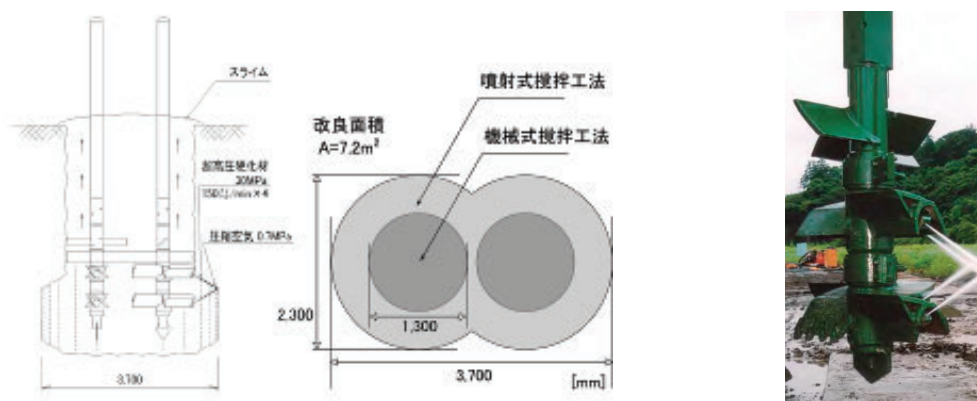


図 4.6.6 交差噴流式複合攪拌工法の模式および出来形¹⁾ 写真 4.6. 攪拌翼と噴射状況⁴⁾

4.6.4 改良体の動態観測および改良後の品質確認

(1) 傾斜計による改良体の動態観測

旧岸壁を取り壊して浚渫を行う際、自立土留壁として機能している改良体の挙動について傾斜計により観測した。浚渫が進む（図 4.6. ）に伴い改良体は変位（図 4.6. ）しているが、その変位量は杭頭部で最大 4～5mm 程度であり、改良体が自立土留壁として十分に機能していることが確認された。

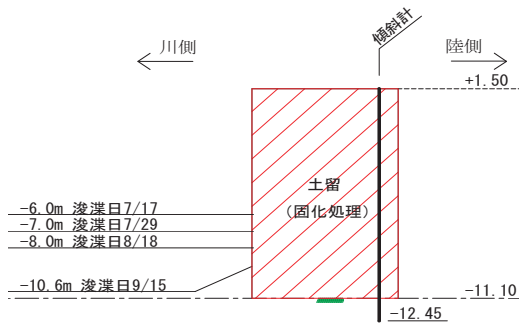


図 4.6. 浚渫進捗断面および傾斜計の設置箇所¹⁾

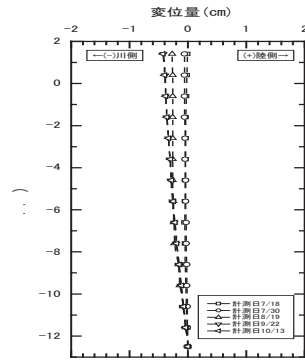


図 4.6. 浚渫時の改良体の挙動¹⁾

(2) 改良後のコアボーリングによる品質確認

コアボーリングによりコアを採取し、一軸圧縮試験を実施した結果を表 4.6. に示す。機械式と噴射式の位置で試験を実施したが、強さおよび変動係数に大きな差異は見受けられなかった。変動係数は 20～35%程度であり、一般的な深層混合処理工法の変動係数と同等かそれ以下であった。

表 4.6. 改良体の一軸圧縮強さ¹⁾

No.	調査位置	一軸圧縮強さ		
		設計 (kN/m ²)	平均	変動係数
1	機械式	1000	1879	26.5
	噴射式		1868	28.1
2	機械式		1838	35.4
	噴射式		1706	28.9
3	機械式		1716	26.4
	噴射式		1690	23.8
4	機械式		1927	19.1
	噴射式		1907	22.9

4.6.5 おわりに

深層混合処理による改良体を、水際における自立土留壁として機能させることで、岸壁造成時の仮設構造物とし、その後、ケーソンと一体化させることで岸壁の一部とする、新たな設計・施工方法が可能であることが実証された。今後、港湾施設の耐震化や老朽化対策に伴い、岸壁や護岸などの改修事業の増加が予想され、本施工のようなセメント系固化材による地盤改良の活用が期待される。

【参考資料】

- 1) 本間大輔、田村友行、森義和：釧路港東港区-9m 耐震強化岸壁の施工について-水際線土留壁としての JACSMAN 工法の適用-、第 54 回(平成 22 年度)北海道開発技術研究発表会、安 26、2010
- 2) 三浦勉：工事現場紹介 釧路港-9m岸壁改良（上流）工事、会報「北のみなと」No.72 より、北海道港湾空港建設協会
- 3) 国土地理院「地理院地図（電子国土 Web）」をもとに(一社)セメント協会が作成
- 4) JACSMAN 研究会：交差噴流式複合攪拌工法 JACSMAN パンフレット