

平成28年度

室蘭港における控えアンカー鋼管矢板構造 による岸壁改良

室蘭開発建設部 室蘭港湾事務所 第1工務課

○石橋 克典
高野池 僚
岡元 節雄

室蘭港築地地区西ふ頭は、港奥に位置し静穏が確保されているため、荷役作業とともに休憩のニーズが高く、利用の頻度が高い岸壁である。西3号ふ頭は昭和38年に建設を開始した施設であり、既設構造の老朽化が著しく、抜本的な改良が必要である。しかし、本岸壁前面水域は本ふ頭と西2号の2つの突堤式ふ頭に挟まれた凹状の施設形状のため狭く、また、岸壁直背後には上屋があるなど、改良工事における制約が多い。これらの条件から標準的な構造が適用できないため、本州では実績があるが、北海道の港湾では初となる控えアンカー鋼管矢板構造を採用した。本報告では、控えアンカー鋼管矢板構造の施工に関する工事報告である。

キーワード：設計・施工

1. はじめに

室蘭港築地地区西ふ頭は、建設から47年以上が経過しており、岸壁の老朽化が進行し、利用者からの改良要望が強く、平成13年度より西2号ふ頭から順次改良を行ってきた。

本岸壁の位置は図-1に示すとおり、平成22年度に改良工事が完了した西2号ふ頭の岸壁に直面した施設である。

本岸壁では老朽化が進行し、エプロンに大きな段差や凹凸が生じるなど、通常の維持補修では対応できない状況が生じ、また、矢板本体部の腐食が進行していることから地震等による倒壊も懸念され、本施設のみならず周辺施設及び対面する岸壁の施設利用にも大きな支障を与える可能性がある。これらの状況から岸壁の抜本的な改良工事を実施するに至った。

設計の制約として、本施設は西2号ふ頭に直面しており、全面の水域が狭隘であるため、岸壁利用者からは改良による前出しは極力抑制してほしいとの強い要望があった。さらに、岸壁直背後には上屋が存在し、多くの利用がなされているため、工事期間中も移設や撤去などはできず、存置のまま施工する必要があった。

これらの諸条件をクリアするための改良断面として、北海道では初となる控えアンカー鋼管矢板構造を採用した。

本報告は、平成23年度より現地着手した西3号ふ頭の岸壁(-9m)(西側)の改良に関する工事報告である。



図-1 改良施設の位置図

2. 控えアンカー鋼管矢板構造

(1)設計の基礎条件

a)既設構造の老朽化

本施設の老朽化状況としては、岸壁法線が昭和61年度に測量した結果と比較し、岸壁全体で陸側に最大で24cm程度の移動が確認された。岸壁及びエプロンの天端は、全体的に20cm程度の沈下があり、エプロンの逆勾配及び段差が散在していた。岸壁本体の矢板は、全体的に腐食しろ(15mm)を超過する腐食が生じていた。

調査結果に基づき、既設の本体構造の耐力照査を実施した結果、矢板の応力、根入れ深度の点で、永続状態、変動状態(L1地震動)ともに不安定となったため、断面改良が必要となった。

(2) 施工フローチャート

控えアンカー鋼管矢板構造の施工フローチャートを図-5に示す。

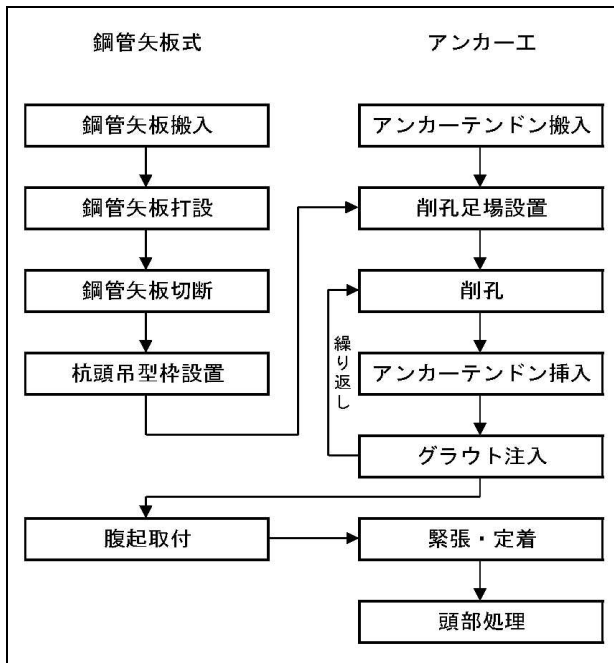


図-5 施工フローチャート

(3) アンカー施工方法

a) アンカーテンドン搬入

アンカーテendonは工場加工を行い、現場に搬入する。スペーサー、注入パイプ、布パッカーを取り付け、グラウトとの付着力を維持するため、汚れを防止し、また、傷が付かないよう特に定着部にはバタ角等を設け地面との接触を防止し、上部はブルーシート等で養生し保管した。(図-6)

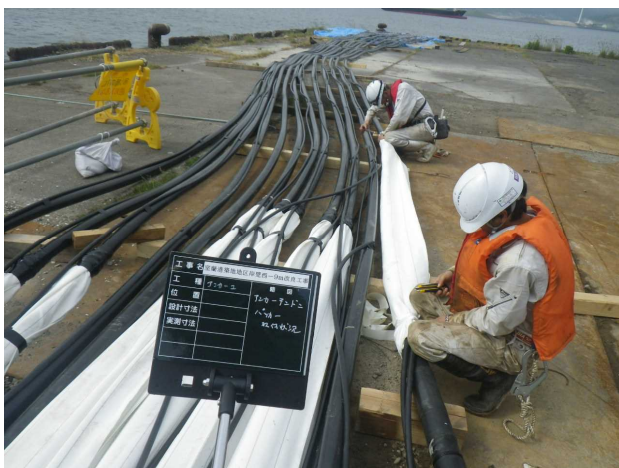


図-6 布パッカー取付状況

b) 削孔足場設置

削孔足場としてスパッド台船を使用する。削孔時の反力によりスパッド台船が動揺するため、スパッド台船前面部にストッパーを設置(図-7)し、また、既設鋼管矢板からスパッド台船にレバブロックにて引張固定するなど、揺れ防止が重要である。

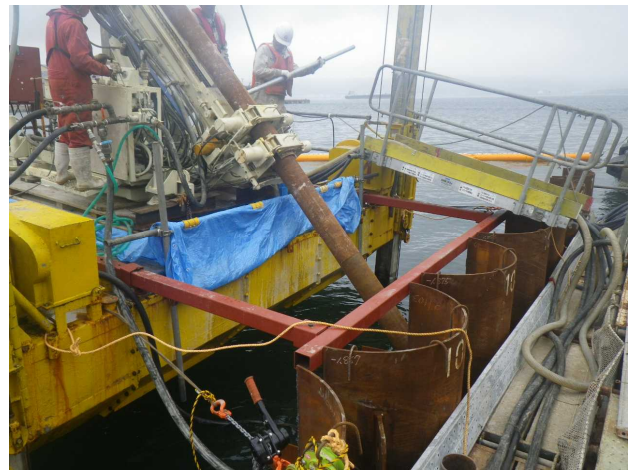


図-7 ストッパー取付状況

c) 削孔

スパッド台船設置後、削孔機をスパッド台船に積み込み、固定する。本工事では、削孔機は回転と打撃及び推力を備えたロータリーパーカッション、ドリルパイプは二重管方式(アウターケーシング+インナーロッド)を使用した。削孔機をアンカー位置にセット後、ケーシング及びロッドを継ぎ足し、送水しながら所定の深度まで削孔する。その後、孔内及び孔底のスライム除去を行い、スライム除去状況を確認するため、洗浄水の濁度を目視により確認後、インナーロッドを引き抜く。(図-8)削孔時に排出される水は、削孔口に受けを取り付け、水中ポンプで揚水し、貯留槽に集水し、スラッジと上澄み水に分離させ、削孔用水として再利用した。



図-8 削孔状況

d) アンカーテendon挿入

セメントミルク注入前に工場加工されたテendonをケーシング管口に接触して損傷しないよう慎重に挿入する。(図-9)この際、挿入されたテendonが所定深度に達しているか、テendonの残尺により確認した。



図-9 アンカー tendon 挿入状況

e) グラウト注入

注入作業は、孔底まで取り付けたグラウトホースから送水、孔口より清水が出るのを確認後、セメントミルクを孔底（最深部）から孔内の水や空気を排除し、置換注入を行う。（図-10）注入したグラウトと同等の性状のものが孔口から排出されるまで連続して注入する。置換注入完了後、ケーシングを定着体部と自由長部の境界まで引き抜き、加圧注入を行う。加圧注入完了の目安は圧力ゲージで管理する。加圧注入完了後、ケーシングを引き抜きながら自由長部に充填注入を行う。

グラウトの注入作業の流れを図-11に示す。

f) 緊張・定着

セメントミルクの圧縮強度が所定の強度（24N/mm²）に達したことを確認後、アンカーの緊張を行う。仮緊張（設計荷重の10%程度）を行い、新設鋼管矢板と既設鋼管矢板の間に裏込石を投入、その後、本緊張（設計荷重）を行い、構造の安定を図る。（図-12）

緊張にあたり、適正試験及び確認試験²⁾を行う。

適正試験は、実際に使用されるアンカーにおいて、設計アンカー力の1.25倍（鋼線の降伏点荷重の90%を超えない範囲）の荷重を計画最大荷重として繰り返し荷重を加え、アンカーの変位量より安全性を確認するものである。本工事においては、地震時における設計荷重が設計アンカー力の1.25倍を上回る荷重であることから、計画最大荷重は地震時の荷重を採用して試験を行った。試験本数は施工数量の5%かつ3本以上とした。

確認試験は、適正試験を行ったアンカーを除く全てにおいて行うものとし、設計アンカー力の1.25倍の荷重を計画最大荷重として荷重を加え、アンカーの変位量より安全性を確認するものである。適正試験と同様に計画最大荷重は地震時の荷重を採用した。

適正試験及び確認試験を行い、アンカーの変位量が理論値（自由長×緊張荷重÷弾性係数÷断面積）の±10%の範囲内に収まっていることを確認後、設計荷重で定着を行った。

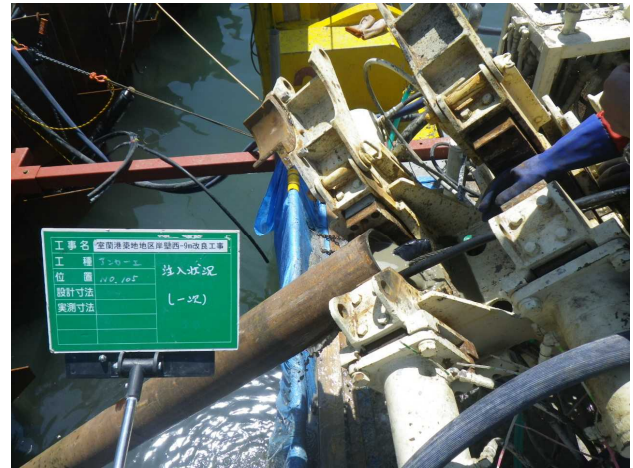


図-10 グラウト注入状況

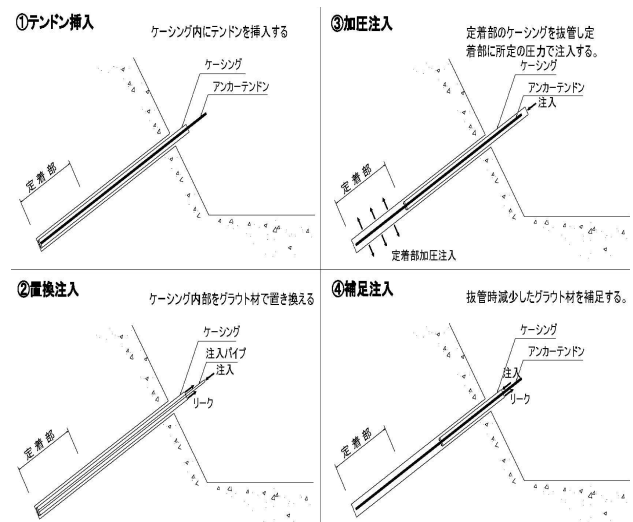


図-11 注入作業の流れ



図-12 設計荷重定着状況

g) 頭部処理

アンカー定着完了後、頭部余長部にアンカーキャップを取り付け、余長部の保護を行う。(図-1 3) アンカーキャップ取付後、防錆油を充填する。

アンカーキャップを取り付け、控えアンカー鋼管矢板構造の完成となる。(図-1 4)

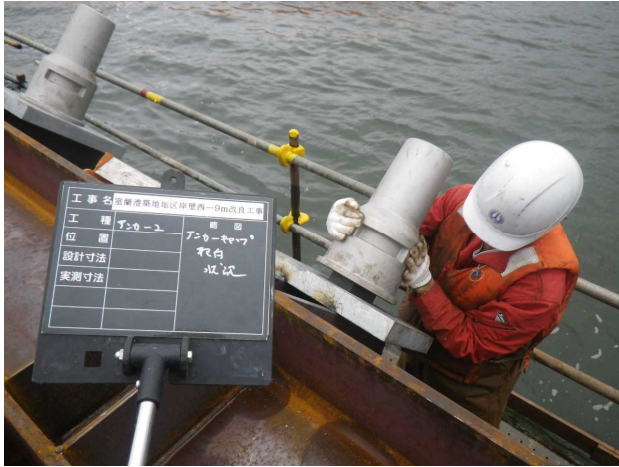


図-1 3 アンカーキャップ取付状況



図-1 4 控えアンカー完成状況

4. 控えアンカー施工に伴う課題と対策

(1) アンカー長

上部マンションの位置管理について、アンカーが入りすぎると緊張時に取り付けるテンションバーの取り付けができなくなる。逆に出すすぎると定着時のナットの締め代がなくなる。長尺のアンカーであるため、緊張時の伸び(約50mm程度)を考慮する必要があり、また、上部マンション余長130mm±65mm以内にアンカーを収める必要があった。

施工管理³⁾として、削孔深さの出来形基準が設計値以上であることから、現場では削孔深さを設計値より100mm深くし、設計値を確保してアンカーを設置した。そして、セメントミルク充填後、アンカーを微調整する予定だったが、充填後はアンカーが動かず調整が不可能

であった。また、削孔深さを±0mmにしてアンカーを設置した場合、削孔先端部の地盤の状態が不安定で、アンカーを挿入してセメントミルクを充填するとアンカーが沈下する箇所があり、沈下量については削孔箇所により様々であった。

削孔深さの出来形基準を確保するため、アンカー自由長部を200mm長くし、定着深度を確保した。また、アンカー挿入後、沈下することを考慮し、削孔深さをアンカー長より100mm浅くした。

上記対策を行ったことで、アンカーの入りすぎや出すすぎを防ぐことができ、削孔深さの出来形基準を確保することができた。

これは、本現場における対策であり、アンカーの沈下に関しては、地盤の状態や削孔長、アンカー長により変わるものと推測されることから、各現場において、事前に試験施工を行うなど、適正な管理を行いながら施工する必要があるものと考えられる。

(2) 削孔及びアンカー打設

アンカーの打設間隔について、鋼管矢板1本毎にアンカー1本の打設であるため、その間隔は1.35mと近接している。連続して打設を行うことで、隣接孔グラウトに対し、削孔水等により強度低下を誘発する可能性が考えられた。

本現場においては、削孔及びアンカー打設の際は、隣接孔グラウトに対し影響を与えないよう1本おきに施工した。

削孔及び打設順序を図-1 5に示す。

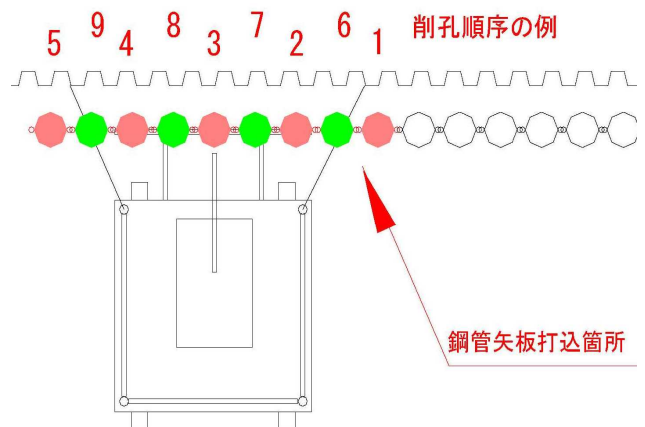


図-1 5 削孔及びアンカー打設順序

(3) 削孔長の確認

削孔長の確認について、掘削長は既設鋼矢板から tendon先端部までとなっており、既設鋼矢板は水中部であり、測定が困難である。よって、本工事では、tendon長(上部マンションまでの長さ)で管理した。確認方法は検尺棒とケーシングの残尺によるものとする。

削孔長の確認方法の例を図-1 6に示す。

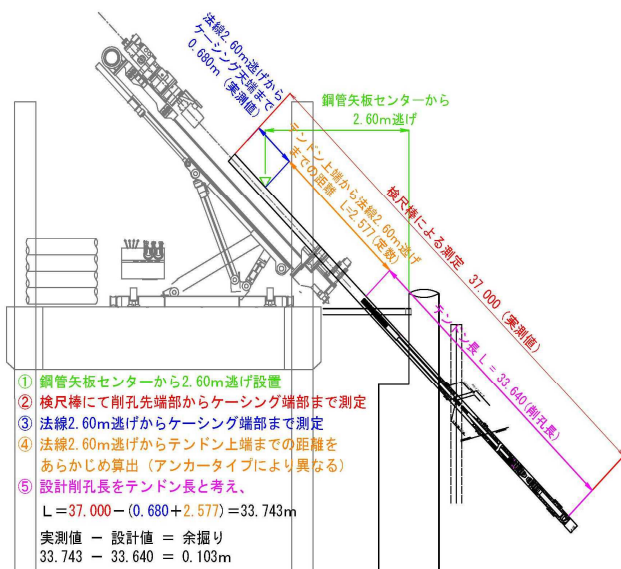


図 - 1 6 削孔長確認方法

5. まとめ

本構造は、斜めに地中に向かって削孔するため、エプロンやその背後施設に施工の影響が及ぶことがない。アンカーの施工に必要な設備は、削孔機、動力設備、注入プラントのみで、その占有面積は約100㎡程度と小さいため、付帯施設の供用を妨げない任意の位置に配置可能である。また、アンカーテンドンは完全二重防食構造であり、耐久性に優れているため、現場に搬入してからの保管がシート養生と簡易的である。さらに、工場製品であることから、現場での組立加工の必要がなく、施工手間が簡略化された。

本報告では下記の課題についての対応策を紹介したので、類似工事の施工において、参考にいただければ幸いである。

①施工において、テンションバーを適正な位置に取り付けるため、アンカー長及び削孔長を調整することで位置管理を適正に行うことができた。

②削孔及びアンカーの打設について、1本おきに施工したことで隣接孔グラウトに対し影響を与えることなく施工することができた。

③削孔長については、水中部であるため測定が困難であったが、テンドン長で確認することで削孔長を管理することができた。

控えアンカー鋼管矢板構造は、標準化された施工方法ではないが、総合的な費用を抑制した上で利用価値の高い構造に改良することが可能である。既設の岸壁が耐用年数を迎えていく中で、本構造の採用により、既設構造に対する処理が少なく、総合的に施工手間が小さく、経済的である。さらに、天然材料や化石燃料の使用も抑制され、環境負荷も小さくなることから、先人が築いた係留施設の世代交代がより効果的に行われることを期待するものである。

参考文献

- 1) 株式会社エスイー：タイプルアンカーA型カタログ
- 2) 地盤工学会：グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説
- 3) 北海道開発局：道路・河川共通仕様書