

# 難題克服！

## 飛島ふ頭岸壁改良工事における課題と対応

三輪 峻平<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 中部地方整備局 名古屋港湾空港技術調査事務所 調査課  
(〒457-0833 愛知県名古屋市南区東又兵ヱ町1丁目57-3)

名古屋港湾事務所では、入港船舶の大型化への対応と連続するコンテナターミナルの運用効率化を目指し、飛島ふ頭東地区岸壁の再編整備事業を行っている。2023年に着工したR2岸壁は経済活動への影響を最小限とするため、岸壁前面の栈橋部を供用しながら背後の土留護岸部の施工を行っている。そのため、多くの制約がある中での施工となったが、様々な工夫により課題を克服することができた。

キーワード：岸壁改良，安全管理，地盤改良

### 1. 事業概要

名古屋港湾事務所では、飛島ふ頭東地区において、東南アジア向け貨物量の増加とコンテナ船の大型化に対応するため、供用後約40年経過し老朽化した既存の水深12m岸壁を水深15mの耐震強化岸壁に機能強化する事業を実施している。

飛島ふ頭東地区は年間約90万TEU（TEU:20フィートコンテナ換算による取り扱い個数）のコンテナを取り扱っており、貿易黒字額日本一位の名古屋港を支えているコンテナターミナルの1つである。

先行して着手したR1岸壁は2022年10月に工事完了し供用を開始しており、R2岸壁は2023年から工事に着手した（写真-1）。

改良にあたっては土留護岸部から着手することにより、栈橋部に船舶が着岸し、コンテナ荷役の利用可能期間を最大限確保することとしている（図-1）。

本論文では、R2岸壁の着工工事である「令和5年度名古屋港飛島東ふ頭東岸壁（-15m）土留本体及び地盤改良工事」において生じた、課題と対応について主な4項目を報告する。

### 2. 課題と対応

#### (1)資機材の搬入路

##### a) 課題

本事業の施工場所である飛島ふ頭東地区のNCB



写真-1 飛島ふ頭東地区

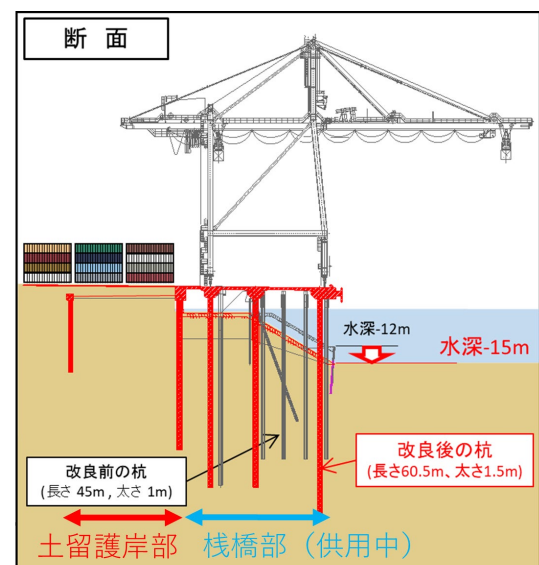


図-1 改良断面

コンテナターミナル(R1～R3岸壁)では年間約57万TEUのコンテナが扱われており、コンテナターミナル内では「ストラドルキャリア」と呼ばれる特殊な荷役車両によるコンテナの場内移動が常時行われている。ストラドルキャリアはコンテナを吊り上げて運搬作業を行うため、門型の構造をしており、操縦席が地面から高い位置に設置されている。ターミナル内にはコンテナが高く積み重ねられており、操縦席からは足元を走行する一般車両を視認しにくくなっている(写真-2)。

コンテナターミナルで週平均14回のコンテナ船入出港時には、ストラドルキャリアの走行に加え、船舶からコンテナヤードへコンテナを運ぶ場内用トレーラーの移動とストラドルキャリアによる荷下ろし、コンテナを受け取りにきた場外トレーラーへのストラドルキャリアによる積み込みとトレーラーの場外退場が輻輳する。工事車両を含む一般車両はグリーンベルトと呼ばれる専用ルートを走行することとなっているが、このルートは荷役車両(ストラドルキャリア及びトレーラー)の走行ルートと複数の個所で交錯している。さらに、交錯する地点は高く積み重ねたコンテナにより見通しが悪くなっており、資機材搬入路として使用するにはリスクが高かった。

港湾におけるコンテナターミナル内の特殊性として、ターミナル内では一般的な交通ルールと異なり、何よりもストラドルキャリアの走行が優先される。その次にトレーラーの走行が優先され交通を管理する信号施設は一切存在しない。そのうえ、ストラドルキャリアは通路だけではなく、蔵置場の各レーンにも自由に出入りするため、出現する場所を予見することが困難であり、グリーンベルトを走行して資機材の搬入を行うのは非常に危険であった。

#### b) 対応

ターミナル関係者と調整を行い、R1岸壁の栈橋部の背後に敷鉄板を敷設して、グリーンベルトに代わる工事車両専用の走行ルートを設定した(図-2)。

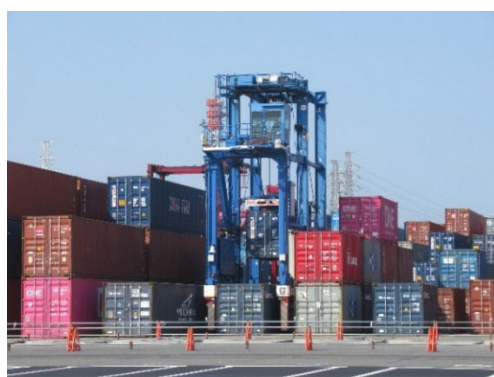


写真-2 ストラドルキャリア



図-2 走行ルート

このルートを採用することで、工事車両と荷役車両の走行ルートが交錯する地点を最小限にすることができた。また、資機材搬入時には工事車両と荷役車両の走行ルートが交錯する各地点に、ターミナルの交通ルールを熟知した交通誘導員を配置して工事車両の誘導を行うことで、さらなる安全の確保を行った。

## (2)変位対策

### a) 課題

本岸壁の土留護岸部は地震発生時に液状化するため地盤改良を行う必要がある。本事業の施工場所前面は供用中の岸壁であり、背後はコンテナターミナルとして利用しているため、振動が小さく周辺環境への影響が少ない静的締固め砂杭工法(図-3)により施工する計画とした。

静的締固め砂杭工法は原地盤に強制的に砂を圧入する工法のため、施工に伴い地盤変位が発生する。既往施工事例から施工範囲外の変位量を検討した結果、施工場所から8m離れた地点で1.5cm程度変位が発生することが想定された。施工場所から約11m離れた地点にはガントリークレーンのレールが敷設されており地盤改良に伴う地盤変位によりレールに変位が発生する可能性があった。レールに変位してしまうとガントリークレーンの利用停止や脱線等の重大な事故につながる可能性があるため変位対策が必要となった。

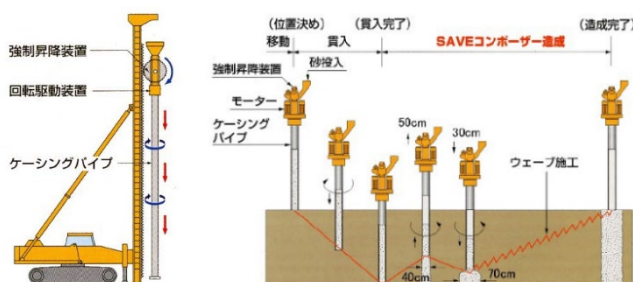


図-3 静的締固め砂杭工法施工イメージ

## b) 対応

変位対策として打設順序による変位方向の管理に加え「変位緩衝孔」の設置を行った。「変位緩衝孔」とは変位が予測される地盤周辺を事前に攪拌することにより、地盤改良による地中応力の伝達を吸収することで変位を抑制するものである（図-4）。

本工事ではガントリークレーンのレールに沿って、アースオーガによりφ500mmの変位緩衝孔を1mピッチで設置した。また、施工中にはガントリークレーンのレール上に測定点を10m間隔で設置して地盤改良工の施工前、施工中、施工後に水平及び垂直変位、レールスパンの測定、目視による確認により変位の発生状況を確認した。測定結果は下表のとおりであり（表-1）、許容値からの逸脱は確認されなかった。また、コンテナターミナル管理者もレールの変位について懸念をしていたため、測定結果を共有することで安心してもらうことができた。また、鋼管矢板打設時についても変位の発生が懸念されたため、同様の測定を行い変位が発生していないことを確認・報告した。

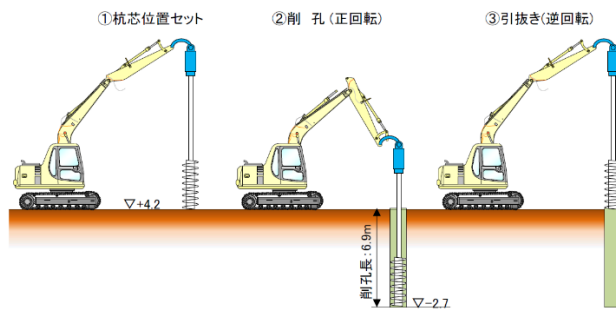


図-4 変位緩衝孔施工イメージ

表-1 測定結果

| 測定項目   | 許容値     | 変位測定結果 |      |       |
|--------|---------|--------|------|-------|
|        |         | 最大     | 平均   | 最小    |
| 水平変位   | 10mm    | 8mm    | 4mm  | 1mm   |
| 垂直変位   | ±10mm   | +5mm   | ±0mm | -5mm  |
| レールスパン | ±15mm   | +8mm   | ±0mm | -10mm |
| 目視確認   | 変状が無いこと | 変状なし   |      |       |

## (3)地盤改良工法の変更

### a) 課題

前述したとおり、本岸壁の土留護岸部は地震発生時に液状化するため地盤改良を行う必要があった。今回の工事では静的締固め砂杭工法の一つである「SAVE コンポーザー工法」により施工する計画であった。

しかし、施工時に改良範囲の一部で打ち込み困難な状況が発生した。当該箇所では試掘及びボーリング調査を行った結果、延長方向に連続的に捨石層が分布していることが判明し、断面方向で層厚が変化していることも確認した（図-5）。今回発見された捨石層について管理者にヒアリングを実施したところR2岸壁として供用する以前の旧護岸の構造の一部であり、50年以上前に施工されたものであることが判明した。

「SAVE コンポーザー工法」は捨石層の削孔に対応していないため捨石の撤去を検討したが、捨石撤去時に地下水の湧水が懸念され、土留め対策が必要となり、施工期間の延長が見込まれた。しかし、本事業は利用者より一刻も早い完了が望まれているため、捨石の撤去を必要としない工法への見直しが必要となった。

### b) 対応

工法見直しの候補として、オールケーシング掘削機により捨石を撤去することで工法の変更を行わない方法、捨石を撤去することなく改良を行うことが可能な「SAVE-SP 工法」への工法変更、静的締固め砂杭工法以外で地盤改良を行う「浸透固化処理工法」への工法変更等が挙げられた。検討の結果、無振動で施工可能であり使用する施工機械が小さく作業ヤードが狭隘な本現場への適応性が高い「SAVE-SP 工法」に工法を変更することとした。

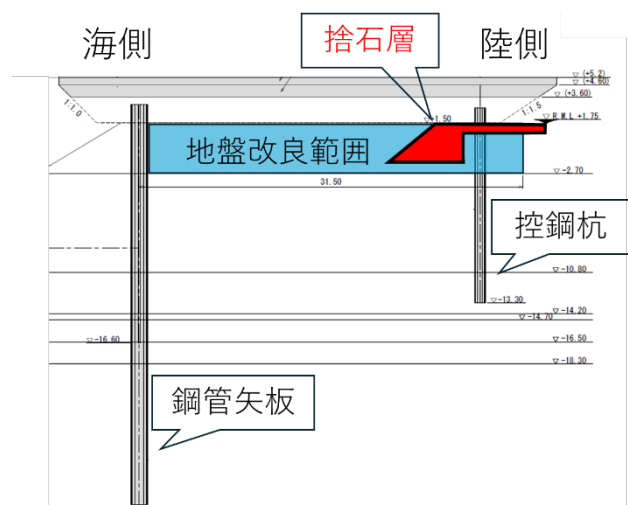


図-5 捨石層断面図

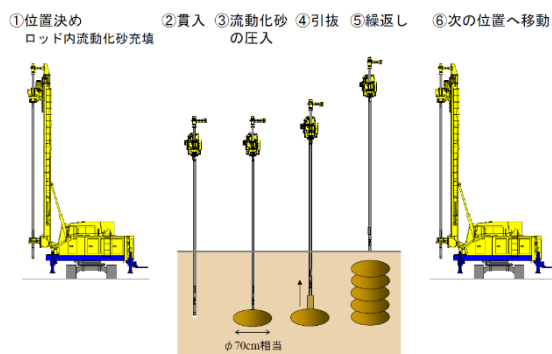


図-6 SAVE-SP 工法施工イメージ

「SAVE-SP 工法」は通常の砂に流動化剤と遅効性塑性化材を練込み、流動性に優れた流動化砂を作成して改良範囲に圧入することにより、周辺の地盤を締固める工法である(図-6)。なお、圧入した流動化砂の流動性は、排出時の脱水及び添加された遅効性塑性化剤の作用により消失するため「SAVE コンポーザー工法」同等の改良効果を見込むことができる。また、本工法で使用するロッドは、捨石層を打ち抜いて施工することが可能である。

施工後に行ったチェックボーリング結果は、管理基準値「最低N値7以上かつ平均N値15以上」に対し「最低N値11, 平均N値15.5」であり、必要な地盤強度が確保できていることが確認できた。また、施工機械が小さく鋼管矢板の打設と同時施工を行うことができたため、工期延伸を行うことなく想定した範囲を施工することができた。

#### (4)施工機械と荷役機械の干渉

##### a) 課題

本工事では土留用の鋼管矢板を打設するために、高さ約35mの杭打機を使用する。それに対し、荷役作業に使用するガントリークレーンの高さは約32mであり、施工機械とガントリークレーンが接触する可能性がある(写真-3)。そのため、前面の



写真-3 ガントリークレーンと施工機械

岸壁で荷役が行われている日は、杭打機を使用した作業を行うことができない。R2 岸壁では週に4回程度荷役が行われており、対策を行わないと本工事だけではなく、事業全体の工程に影響が出てしまうことが懸念された。そのため、荷役の影響による作業休止日数を少なくする施工方法の検討を行った。

##### b) 対応

本工事では鋼管矢板を約30m打設するため、上杭と下杭に分け2段階で打設を行う計画とした。

通常であれば①「下杭打設」→②「上杭建込み、溶接」→③「上杭打設」の順番で1本ずつ打設を行う。しかし、今回の現場条件では杭打機を使用する①「下杭打設」及び③「上杭打設」はガントリークレーン非稼働日しか施工ができないため、作業休止日数が多くなることが想定された。一方、②「上杭建込み、溶接」は杭打機を使用しないため、ガントリークレーン稼働日であっても施工可能である。さらに、鋼管矢板1本あたりの打設に要する時間は5時間であり、そのうち溶接には3時間程度の時間を要し、作業全体の6割を占めている。また、R2 岸壁では週4回程度荷役が行われておりガントリークレーン稼働率は6割程度であるため、荷役が行われているときに②「上杭建込み、溶接」を行うことで効率的に施工を行うことが可能であった。

そのため、1本ずつ順番に施工を行うのではなく、ガントリークレーン非稼働日に①「下杭打設」をまとめて行い、ガントリークレーン稼働日に②「上杭建込み、溶接」を行い、その後、ガントリークレーン非稼働日に溶接が完了した箇所③「上杭打設」を行う計画とした(図-7)。このような施工手順の工夫を行うことにより、荷役の影響による作業中止日をゼロにすることができた。

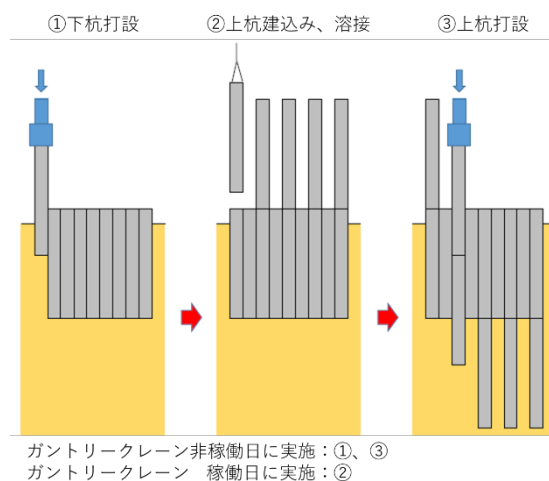


図-7 鋼管矢板施工手順

### 3. まとめ

令和 5 年度名古屋港飛島東ふ頭(-15m)土留本体及び地盤改良工事では、供用中の岸壁を施工するため資機材搬入の難しさや狭隘な作業ヤード等様々な課題がある中での施工となった。万が一事故が起きれば、コンテナターミナルの運用が一時的に停止され、日本の物流に多大な影響が及ぶ緊張感のある施工現場であったが、利用者や工事関係者との密な情報交換や、現場条件に合わせた施

工方法の検討を行うことで様々な課題を克服することができた。

今後、全国各港で岸壁の老朽化が進み、荷役作業が行なわれている岸壁で大規模な改良を行う事業が増えていくことが予想される。今回の事例が他事業の参考になれば幸いである。

**謝辞：**本論文の執筆にあたり、施工業者の五洋建設株式会社には多大なるご協力をいただいた。ここに記してお礼を申し上げる。