

# 飛島ふ頭地区ふ頭再編改良事業 ～岸壁改良工事の荷役作業への影響最小化と急速整備～

金澤宜大<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 名古屋港湾事務所 第二建設管理官室（〒455-0045 名古屋市港区築地町2番地）

名古屋港では、入港船舶の大型化と連続するコンテナターミナルの運用効率化を目指し、既存の岸壁の再編改良という国内的にも例が少ない事業に着手した。工事に伴う港湾荷役への影響を極力軽減させるため、段階施工による閉塞期間の縮減、プレキャスト部材の採用、既設構造物への影響を抑える地盤改良、航行船舶への影響を抑える浚渫などの工法を選択し工事を進めている。本稿では、本再編改良工事で取り入れた工法を紹介するとともに、第1期工事としての岸壁土留め部改良と泊地浚渫工事では、港湾荷役への影響は概ね受忍できる範囲に抑えられたことを確認した。

キーワード：コンテナターミナル，岸壁改良工事，耐震強化岸壁

## 1. はじめに

名古屋港は、我が国の基幹産業である自動車産業等、製造産業の輸出入拠点であり、総取扱貨物量は、平成14（2002）年以降、18年連続で全国1位となっている。また、コンテナ取扱量は、東京港、横浜港、神戸港に次ぐ、年間約260万TEUを扱っている。とりわけ、東南アジア諸国の高度経済成長を背景に、東南アジア航路の貨物量は、ここ10年で約2倍となっている。

近年、コンテナ輸送業界は、大量輸送によるコストメリットを追求し、世界全体でコンテナ船の大型化が進むカスケード現象が起こっている。名古屋港においても、カスケード現象が進み、水深15mの岸壁が必要なコンテナ船の割合は、40%に迫っている（図-1）。

飛島ふ頭の東側に位置するコンテナターミナルは、総延長2,100mと日本最大級の岸壁延長を誇り、効率的な荷役が可能となる連続岸壁である。しかし、現在、岸壁

水深が15m（W94，W93），12m（R1，R2，R3），10mと分かれているため、連続岸壁を活かした大型コンテナ船の弾力的な配船運用が制約されている。

さらに、名古屋港のコンテナターミナル（以下「CT」と略す）には、耐震強化された岸壁が不足しており、大規模地震時には、緊急物資の搬入やコンテナ輸送の維持ができない状況が危惧される。

以上のことから、名古屋港湾事務所では、飛島ふ頭地区のR1とR2の二つの水深12m既存岸壁を15mに増深および耐震強化する、ふ頭再編改良事業に着手した。

本工事の課題として、港湾荷役への影響を少なくするため、施工期間を短縮し、工事作業エリアを極力少なくすることが求められる。本稿では、先行するR1岸壁での改良にあたり、次の点に着目した工法を選定し、荷役活動への影響を評価する。

- ① 荷役活動への影響を少なくする施工段階・施工手順
- ② 工期短縮に向けたプレキャスト部材の採用
- ③ 既設構造物に支障のない地盤改良工法
- ④ 船舶の航行に影響の少ない浚渫工法

第2章では、飛島ふ頭地区再編改良事業の概要を紹介し、CTの新規開発より既存CTの改良を選択した経緯を述べる。第3章では、港湾荷役への影響を軽減するための施工上の工夫を整理する。第4章では、適用した工法により港湾荷役への影響を評価し、今後の事業進捗を見通す。第5章では、継続する工事への改善点や気づきを述べる。

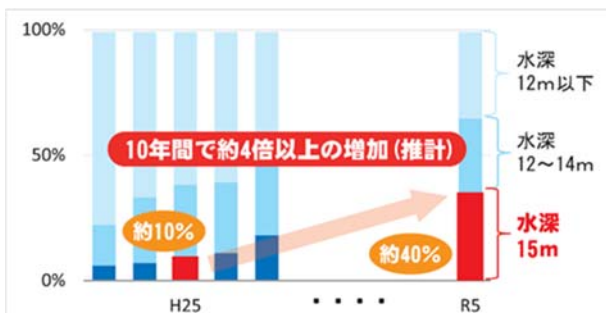


図-1 コンテナ船の大型化の推移（名古屋港）

## 2. 飛島ふ頭地区ふ頭再編改良事業の概要

### (1) ふ頭再編改良事業の概要

ふ頭再編改良事業の概要を以下に示す(図-2, 3)。

整備施設：R1・R2岸壁改良(水深15m)，  
航路・泊地(-15m)，ふ頭用地，荷役機械  
事業着手：平成28(2016)年度  
(平成30(2018)年度工事開始)  
取扱貨物量：201,402TEU(令和1(2019)年度)

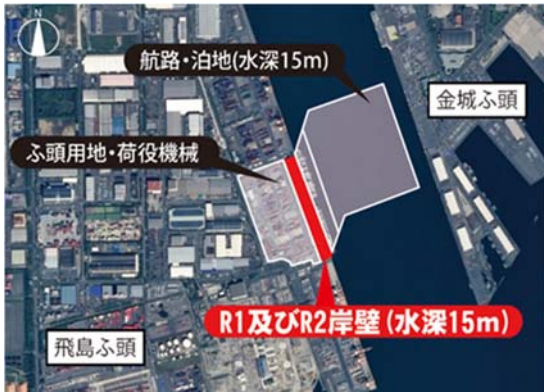


図-2 ふ頭再編改良事業の概要

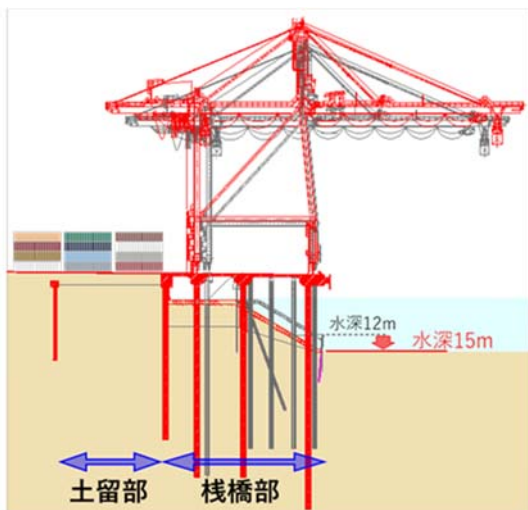


図-3 岸壁の標準断面図

### (2) 既存CTの再編の経緯

事業計画段階においては、新規に岸壁を整備するか、または、既存の岸壁を改良するかという検討を行った。

新規岸壁の整備には、岸壁背後に広大なコンテナヤードが必要となり、埋立等による陸地化が必要である。この方法は、埋立の手続き・工事期間(環境影響評価手続き期間、埋立工事期間)と多額の整備費用が必要となる。

一方、既存岸壁の改良は、岸壁数(バースウィンドウ)が増えないというマイナス面があるが、埋立に要する期間を経ず、整備期間の大幅な短縮が可能となる。

また、当事業を実施することにより、隣接する岸壁(W93, W94)とあわせて、延長1,400mの連続する大水

深岸壁(水深15m)が完成することとなる(図-4)。これは、東京港の大井ターミナルに次ぐ規模であり、様々な大きさのコンテナ船の荷役ができ、また、ヤードを隣り合う岸壁と共有して利用することにより、極めて効率的な荷役作業が可能となる。

さらに、改良を行うR1・R2岸壁は、整備後40年以上が経過しており、経年的な機能劣化が著しく、施設の更新や補修が迫られている状況である。同岸壁を改良することで、老朽化対策も同時に解決できる。

以上のことから、既存の岸壁を改良する整備手法が選択した。



図-4 大水深岸壁の連続性

## 3. 施工期間を短縮する工夫

本事業の対象であるR1およびR2岸壁は、全国屈指の高稼働の岸壁であり、施工の際には、港運や海運などのユーザーへの負担を最小限化することが求められる。

施工にあたり、ユーザーとの調整の中で、「工事着手後も可能な限りコンテナヤードで荷役作業を継続したい」、「土留部施工時は岸壁にコンテナ船を接岸したい」、「対岸のPCC船の入出港に支障のないよう配慮してほしい」など様々な要請が挙げられた。この要請を考慮しつつ、施工期間を短縮するため、以下に示す(1)から(5)において検討し、対策を講じた。

### (1) 平面的な施工の考え方

- R1・R2岸壁のうち、R1岸壁工事を先行する。
- 土留部の施工箇所を分割し、工事作業エリアは必要最低限とする。
- 岸壁が使用できない期間を3年とする。
- 国債工事の活用等により、現場での作業期間を確保する。

既存の水深15m岸壁に隣接するR1岸壁より工事に着手

することで、早期にW93・W94岸壁との大水深連続岸壁の効果が得られることとなる。

また、土留部上およびその背後地は、コンテナヤードとして利用されており、コンテナ荷役のために常にトレーラーやストラドルキャリアが行き交う状態である。

通常、栈橋部と土留部の施工には5年以上を要し、施工時にはターミナル全体の荷役を止めることとなる。そこで、ユーザーからの要請を考慮し、土留部の施工については分割し、その中央部より着手した。その際、工事作業エリアを必要最低限に設定することにより、残りのエリアと岸壁栈橋部を利用し、コンテナ運搬ルートを確認した(図-5)。

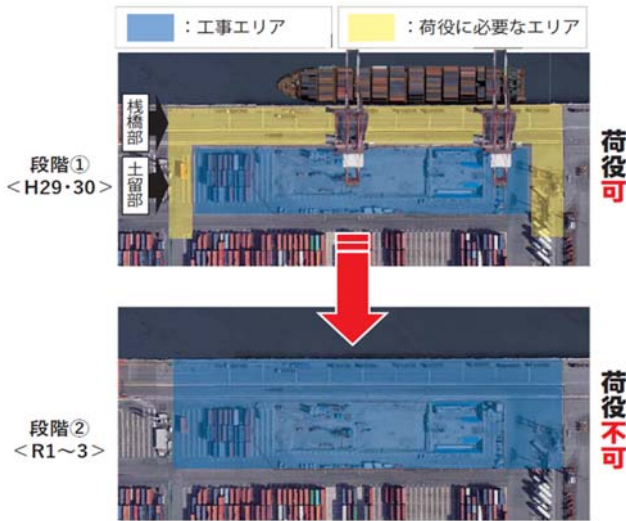


図-5 工事エリアと荷役に必要なエリア

次に、岸壁の閉塞期間は、ユーザーとの調整の結果、3年間の閉塞は許容できるとのことであるため、栈橋部の施工は、工事期間後半の3年に集約する計画とした。

一方で、工事期間を十分に確保する必要があるため、契約手続き期間や工事手続き期間も、現地施工ができるよう、予算確保の時点から発注ロットを想定し、国債工

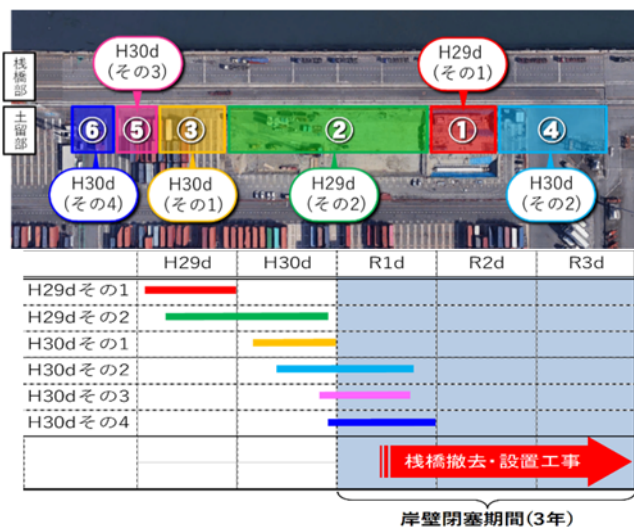


図-6 土留部工事の発注ロットとスケジュール

事を組み込み、発注時期を調整した。

これにより、荷役作業への影響範囲を小さくし、かつ、許容される岸壁閉塞期間3年とする、工事発注スケジュールを立案した(図-6)。

## (2) 断面的な施工の考え方

- ガントリークレーン (GC) の稼働を優先する。
- 工事の週休二日制を確保する。

土留部の杭打ちには、杭打機と杭の建込み・溶接作業に使用するクローラクレーンを使用する。この杭打機は高さが39mであり、岸壁上のGCの高さ37mを上回る。そのため、GCと杭打機は、同時に稼働できない。

GCの稼働を停止した場合、コンテナ船の荷揚げ・荷下ろしを止めることとなり、港湾荷役への影響は計り知れない。

これにより、GCの稼働を優先することとした。

一般的に、1本の杭を打つ場合、「下杭打込み」⇒「上杭建込み・溶接」⇒「上杭打込み」と1日で作業を行い、毎日、杭打機を使用することとなるが、これでは、杭打機とGCとが干渉し作業ができない(図-7)。

そこで、GCの稼働日が週3日程度であることに着目し、杭打機とクローラクレーンの施工手順を工夫した。具体的には、GC稼働3日のうち、2日を工事の休日として週休二日制を確保しつつ、残りの1日をGCに干渉しないクローラクレーンによる建込み・溶接作業に充てた。

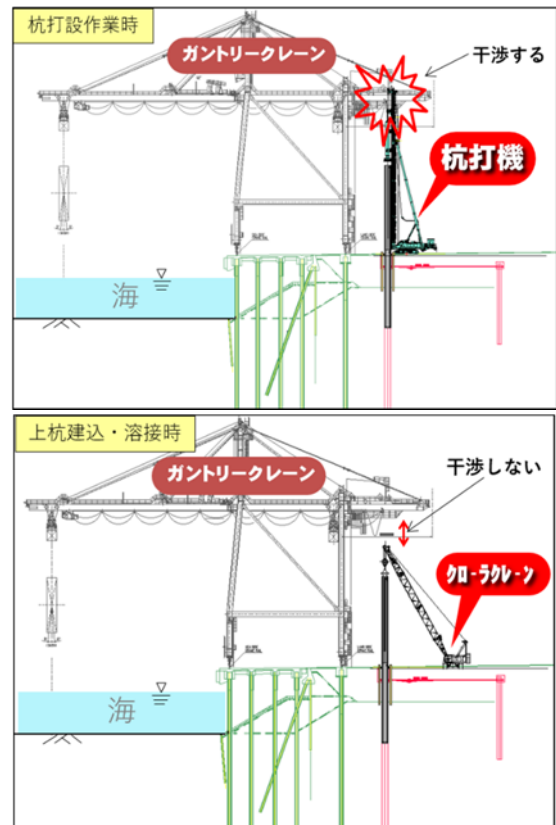


図-7 GCと作業機械の干渉

### (3) プレキャスト部材の導入

- a) 床版部にプレキャスト (PCa) 部材を使用する。
- b) プレキャスト部材は、プレストレストコンクリート (PC) を使用する。

施工期間を短縮するため、栈橋上部工のプレキャスト (PCa) の採用に着目した。上部工は、受梁と床版とがあり、共に、鉄筋で補強した現場打ちコンクリート (RC) を使用することが多い。そこで、通常の「①受梁RC, 床版RC」に加えて、「②受梁RC, 床版PCa」、「③受梁PCa, 床版PCa」について、工期、経済性 (工費) および施工性 (工事作業範囲) を比較した (図-8)。

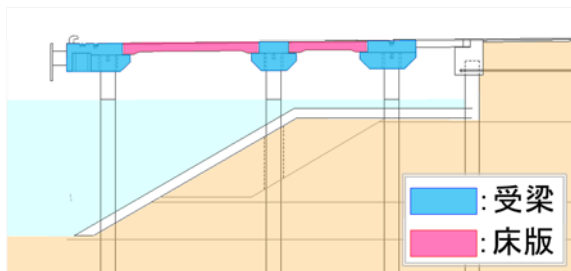


図-8 栈橋上部工断面図

まず、工期については、PCa化により工場での製作期間が必要であるものの、現場の作業期間は、大幅に短くなる。

次に、経済性については、PCa化により工費が高くなる傾向ではあるが、床版にプレストレストコンクリート (PC) を採用することにより、上部工が軽くなり下部工の設計の上で優位となる。そのため、下部工の鋼管杭の断面が小さくなり上部工+下部工のトータル工費としては、①と②とで同等という結果であった。

最後に、施工性については、「③受梁PCa, 床版PCa」のみが適用不可 (×) となった。これは、受梁のPCa化には大型の起重機船が必要となり、対岸の船舶 (PCC船) の入出港範囲と工事作業範囲が干渉するためである。

結果、対岸の船舶の入出港が可能であり、かつ、現場での工期が短くなる「②受梁RC, 床版PCa (PC)」を採用した (表-1)。

表-1 プレキャスト部材導入の比較表

	受梁	床版	工期	経済性	施工性	特徴
①	RC	RC	×	○	△	広範囲での足場設置 →養生期間が必要→工期×
②	RC	PCa	○	○	○	床版のPC化により軽量化 →工費削減が可能
③	PCa	PCa	○	△	×	受梁設置時に大型の起重機船が必要 →航行船舶に多大な影響

### (4) 土留部の地盤改良工法

- a) 低変位型深層混合処理工法にて地盤改良を実施。
- b) ガントリークレーン (GC) のレール基礎への影響を監視。

当該施設は、耐震強化岸壁に改良するため、土留部には液状化対策のための地盤改良が必要である。地盤改良区域の近傍には、GCのレール基礎と基礎を支える杭が打設されている。このため、GCレール基礎に支障が無いようにしなければならない (図-9)。

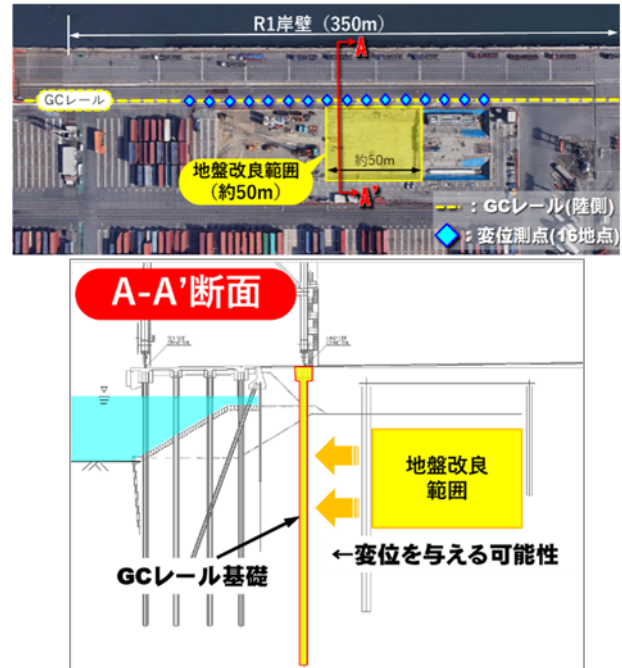


図-9 土留部の地盤改良範囲

地盤改良には、安価であることから砂杭締め固め工法が採用されることが多い。しかしながら、この工法は、周辺地盤の変位が大きい。このため、レール基礎に支障のない地盤改良工法を選択する必要があり、工法選択にあたっては、レール基礎の許容変位量を確認し、これを満足する低変位型深層混合処理工法を選定した (図-10)。なお、地盤改良施工時には、念のためにレール基礎の変位量を測定して安全性を確認した。

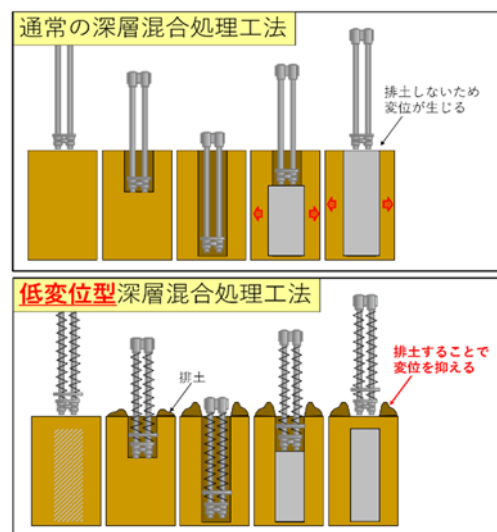


図-10 土留部の地盤改良工法

#### (5) 岸壁前面の航路・泊地の浚渫工法

- a) 船舶の航行への影響を低減するため、ドラグ浚渫船を使用する。
- b) 岸壁際については、グラブ浚渫を使用する。

当該海域は、コンテナ船、PCC船およびフェリー等が頻繁に航行する海域である。このため、航路・泊地の浚渫には、航行船舶に影響のないように施工することが求められる(図-11)。

浚渫工法としては、グラブ浚渫やドラグ浚渫などがある(図-12)。このうち、航行船舶に対して短時間で回避行動が可能な、ドラグ浚渫を基本として計画した。ドラグ浚渫船は、自航式の浚渫船であり、浚渫ポンプ吸入管の先端に取付けたドラグヘッドを海底に接地させ牽引し、海底土砂を水と共に吸い上げ船内の泥艙に積載し、処分場まで運搬する浚渫船である。

なお、航行しながらの浚渫となるため、岸壁から安全な離隔を確保する必要があり、岸壁際100mについては、グラブ浚渫船により浚渫を行うこととした。

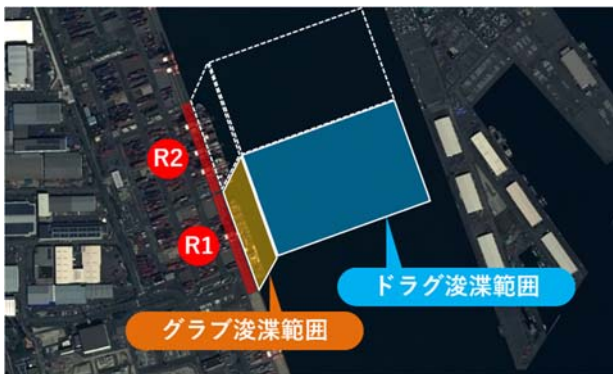


図-11 R1工事における浚渫範囲



図-12 ドラグ浚渫船(上)とグラブ浚渫船(下)

#### 4. 港湾荷役への影響評価と事業の進捗

##### (1) 港湾活動への影響

名古屋港のコンテナ荷役を円滑に行うための統括・調整を行う役割をもつ「名古屋港運協会コンテナ委員会ターミナル部会」に当事業の港湾活動への影響をヒアリングした。荷役事業者が、概ね受忍できる範囲で収まっていることを確認した。その内容を要約すると次の通り。

- a) コンテナ運搬ルート確保により、動線をほぼ変えることなく荷役ができた。
- b) 工事による荷役量・入港隻数への大きな影響は無し。
- c) ユーザー側も苦勞しながら岸壁シフトを調整した。
- d) 一部の船舶には、入港のロスタイムが発生した。
- e) 岸壁の閉塞期間がもっと長ければ、名古屋港抜港の可能性もあった。
- f) R1岸壁が整備され、被災時にも使用可能な大水深岸壁の選択肢が増えることとなる。

##### (2) プレキャスト・プレストレストコンクリート(PCaPC)化による工期への影響

受梁部については従来のRCにて施工し、床版部については、PCaPCにて施工した。

床版にPC桁を用いることにより、RCに比べて、上部工の重量が、約3%軽くなり、下部工鋼管杭の厚さを薄くでき、結果、岸壁のトータルコストの増は無いと試算された。

また、床版のPCa化により、現場作業を約4ヶ月短縮でき、結果、令和3(2021)年度に上部工が完成する見込みとなった。

##### (3) GCと杭打機との干渉回避による影響

当初、GCと杭打機との干渉する日数は、土曜日・日曜日を休日とした場合、R1岸壁全体で約60日であった。

これは、火曜日から木曜日にGCが稼働するためである。このため、杭打ちは週2日しか作業ができない。

前述の施工手順の工夫により、週5日の施工が可能となり、実際の現場において、GCと杭打機との干渉する日を回避し施工ができた。

これにより、土留部の施工は、約5カ月の短縮ができ、令和元(2019)年8月に終了した。

なお、この現場に携わる方は、土曜日と日曜日に休みを取ることが出来なかった。この点は、大変申し訳なく感じている。

##### (4) 低変異型深層混合工法による既設構造物への影響

低変異型深層混合工法の施工時には、16地点において、クレーン基礎変位を測定した。

この測定結果は、水平変位の許容値10mmに対して、

陸側・海側ともに4mm以内となった。また、垂直変位の許容値±10mmに対して、上方・下方ともに4mm以内となった。結果、GCのレール基礎への影響は、問題なく施工を終えた（表-2）。

表-2 変位測定結果

		最大変位	
水平変位	許容値	海側	陸側
	10mm	4mm	4mm
		最大変位	
垂直変位	許容値	上方向	下方向
	±10mm	+4mm	-4mm

図-13に示す変位分布は、地盤改良前においても変位があったことを示している。このときの変位は、主に陸側への変位であった。これは、地盤改良前の掘削による影響と考えられる。

また、地盤改良期間においては、海側にわずかな変位が生じた。これは、地中に改良体を注入したことで、一度陸側に変位した地盤が、元の位置に押し戻されるような動きをしたことがうかがえる。地盤改良後も水平変位・垂直変位とも許容値内であることから、今回の施工による問題はないと判断した。

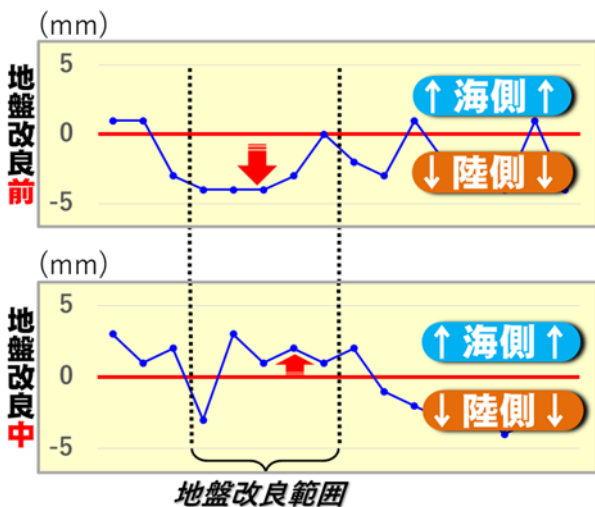


図-13 地盤改良前と地盤改良中の変位の分布

#### (5) 想定工期に対する現在の進捗度

現在、航路・泊地の浚渫は、ドラグ浚渫船およびグラブ浚渫船により、計画工程のとおり進捗している。これは、適正な浚渫船を採用したことに加えて、浚渫船の船長、航行船舶の船長、および、航行管制を行っているハーバーレーダーの間で、密に連絡を取り合った結果でもあり、安全かつ円滑に作業を進めているところである。

また、岸壁改良は、土留部の地盤改良が終了し、現在、栈橋本体工を施工している。引き続き、上部工を整備するところである。

ここまでに述べた各取り組みにより、目標とする令和3(2021)年度に、R1岸壁および航路・泊地が完成する見込みである。

表-3 当初想定工程との比較と今後の作業予定

		H29年度	H30年度	R1年度	R2年度	R3年度	R4年度
当初想定工程		[Red bar spanning H29 to R4]					
短縮工程	土留部工事	[Red bar]					
	栈橋撤去			[Red bar]			
	床掘・浚渫				[Red bar]		
	本体工				[Red bar]		
	上部工・舗装工					[Red bar]	

約9ヶ月の短縮

R3d 完成見込み

## 5. おわりに

本検討を進めるにあたり、関係する方々との調整や打ち合わせの中で、名古屋港のインフラが地域経済を支えていることや、我々の行っているプロジェクトが、期待されていることを実感できた。

第1期工事であるR1岸壁完成後は、第2期工事であるR2岸壁の改良に着手する予定である。

R2岸壁は、水深12mのCTとして一括運用されていた3つの岸壁の中間部に位置しており、R2岸壁の閉塞は、R1岸壁の閉塞よりも港湾荷役への影響は大きくなる。そのため、ユーザーの実情を把握した上で、新たな技術の採用について検討を進めることが必要と考える。

今後は、R2岸壁の着手に向けて本検討で明らかとなった課題を踏まえ、より効率的な施工が出来るよう事業を進めていく所存である。

謝辞：本報告の作成にあたり、情報提供いただいた、名古屋港運協会コンテナ委員会ターミナル部会、港湾PC構造物研究会の皆様をはじめ、ご指導、ご協力をいただいた関係者の方々に深く感謝し、御礼を申し上げます。

#### 参考文献

- 1) 公益社団法人日本港湾協会: 港湾の施設の技術上の基準・同解説, 平成30年5月.