

青海埠頭第3バース棧橋補強および補修工事について

(株)ピーエス三菱 東京土木支店 技術部 開発グループ 正会員 ○山田 俊一
 (財)東京港埠頭公社 埠頭建設部 施設第一課 長内 誠
 (財)東京港埠頭公社 埠頭建設部 施設第一課 土木係 萩野 玲
 (株)ピーエス三菱 東京土木支店 PC工事部 PC工事グループ 正会員 宮崎 宗守

1. はじめに

本報告は東京港にある現在供用中の青海埠頭第3バース棧橋において、ガントリークレーンの大型化に伴い梁を補強し、また予防保全の見地から梁、床版の劣化対策を行った工事について報告するものである。

工事は棧橋が供用中のため、荷役作業に影響を及ぼさないように行った。

所在地を図-1に、工事内容を以下に示す。

(1) 件名;平成 15 年度青海埠頭第3 バース棧橋補強及び補修工事

(2) 工事場所;

東京都江東区青海 2 丁目青海埠頭第3 バース内

(3) 工事概要;

ア 補強工事

(ア)外ケーブル工 (イ)鋼板接着工

イ 補修工事

(ア) 錆汁処理工 (イ)表面塗装工 (ウ)床版補修工

(4) 工期;平成 15 年 12 月 2 日から平成 16 年 6 月 21 日

(5) 規模;法線方向 25.0m, 法線直角方向 35.0m、

計 14 ブロック(一般部、係留部)

図-2に一般(断面)図を示す。

2. 設計

クレーンが大型化することにより、作業時における荷重が1輪あたり490kN/輪が570kN/輪に増加する。レールは海側梁と陸側梁の中心上に配置されており、この増加荷重による曲げとせん断の検討を行い、海側梁では外ケーブルにより緊張力を導入して、陸側梁では鋼板接着により補強を行った。

外ケーブルは、棧橋という厳しい塩害環境を考慮し、P鋼材に防錆油を塗布し、耐候性を有するポリエチレン樹脂を密着させて被覆した完全防錆型ケーブル(エスイーF100TS)を用いた。海側梁の両側に2本ずつ、計4本を配置して、曲げとせん断に対する補強とした。

陸側梁のせん断に対する補強は、厚さ6mmの耐候性鋼板を梁側面に接着させることにより行った。

補強後の平面図と、梁耐力検討結果をそれぞれ図-3、表-1に示す。

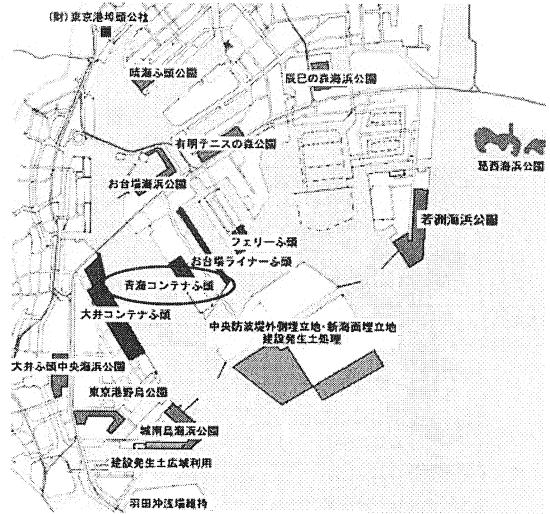
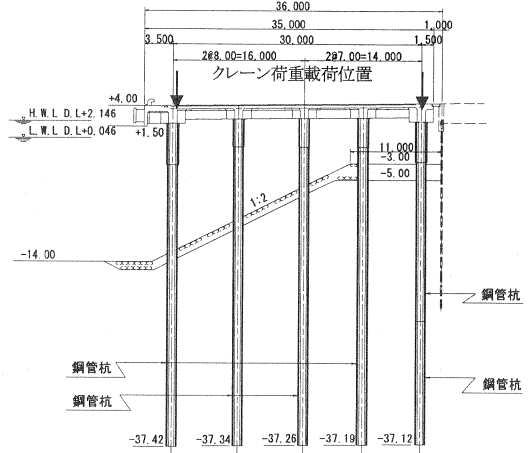


図-1 位置図



第3バース 全体位置図

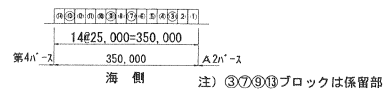


図-2 一般(断面)図

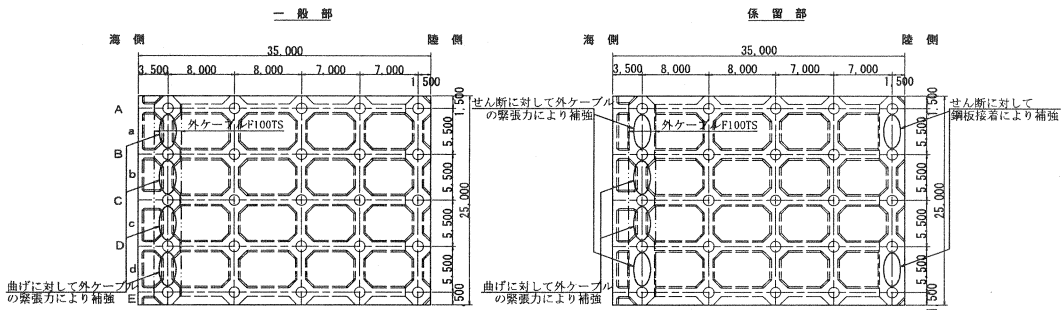


図-3 補強図

表-1 梁耐力検討結果表

補強前
〈一般部〉

位置	補強必要ケース	状態	終局限界状態に対する安全率		不足耐力
			終局限界状態に対する安全率	不足耐力	
海側 クレーン 梁 (G5)	支間a (d) 下側引張	曲げモーメントに対して	作業時	$\frac{1.2 \times 4809.0}{5650.1} = 1.021$	120.7kN・m
		せん断に対して	地震時	$\frac{1.0 \times 3437.4}{3298.0} = 1.042$	139.4kN
	支間b (c) 上側引張	曲げモーメントに対して	作業時	$\frac{1.2 \times 3734.6}{4046.8} = 1.107$	434.0kN・m
下側引張		曲げモーメントに対して	作業時	$\frac{1.2 \times 5704.5}{5968.4} = 1.147$	877.0kN・m

〈係留部〉

位置	補強必要ケース	状態	終局限界状態に対する安全率		不足耐力
			終局限界状態に対する安全率	不足耐力	
海側 クレーン 梁 (G5)	支点A右 (E左) 上側引張	せん断に対して	作業時	$\frac{1.2 \times 3060.4}{3298.0} = 1.114$	374.5kN
		せん断に対して	地震時	$\frac{1.0 \times 3437.4}{3298.0} = 1.042$	139.4kN
	支間a (d) 下側引張	せん断に対して	作業時	$\frac{1.2 \times 2233.4}{2475.0} = 1.083$	205.1kN
		せん断に対して	作業時	$\frac{1.2 \times 2969.8}{3479.0} = 1.024$	84.8kN
	支間b (c) 上側引張	曲げモーメントに対して	作業時	$\frac{1.2 \times 3734.6}{4046.8} = 1.107$	434.0kN・m
		下側引張	曲げモーメントに対して	作業時	$\frac{1.2 \times 5704.5}{6283.5} = 1.089$
陸側 クレーン 梁 (G1)	支点A右 (E左) 上側引張	せん断に対して	作業時	$\frac{1.0 \times 3444.0}{3352.0} = 1.027$	92.0kN
		せん断に対して	地震時	$\frac{1.0 \times 3983.0}{3479.0} = 1.145$	504.0kN
	支間a (d) 下側引張	せん断に対して	作業時	$\frac{1.2 \times 2309.1}{2475.0} = 1.120$	295.9kN

補強後

終局限界状態に対する安全率	不足耐力
$\frac{1.2 \times 4809.0}{7566.3} = 0.763$	120.7kN・m
$\frac{1.2 \times 3734.6}{6094.2} = 0.735$	434.0kN・m
$\frac{1.2 \times 5704.5}{7871.1} = 0.870$	877.0kN・m

終局限界状態に対する安全率	不足耐力
$\frac{1.2 \times 3060.4}{3744.0} = 0.981$	374.5kN
$\frac{1.0 \times 3437.4}{3518.0} = 0.977$	139.4kN
$\frac{1.2 \times 2233.4}{3428.0} = 0.782$	205.1kN
$\frac{1.2 \times 2969.8}{3704.0} = 0.962$	84.8kN
$\frac{1.2 \times 3734.6}{6097.9} = 0.735$	434.0kN・m
$\frac{1.2 \times 5704.5}{8170.6} = 0.838$	561.9kN・m

Vsd (kN)	不足耐力 (kN)
4158.9	≥ 92.0
4136.8	≥ 295.9
4136.8	≥ 504.0

3. 施工

(1)本工事の全体施工フローを図-4に示す。

(2)施工内容

本工事は大きく3工種(A~C)に分けられ、各工種毎に細目があり、合計7つ(ア~キ)の工種に分類される。各工種の内容を以下に示す。

ア 開口部(資機材搬入口)設置工 施工数量:1カ所

埠頭利用者の荷役への影響を考慮し、筏及び資機材等の搬入口として、 $3m \times 4m$ (形状:筏+昇降階段)の開口部を、船舶係留、荷役に影響の無い栈橋上部端部に設けた。

イ 吊足場設置工・照明設備設置 施工数量:5 250m²

全ての作業が常に変化する潮位を相手にしての作業のため、足場の出来・不出来が作業性に大きく関わる。栈橋下面の足場を設置するにあたり、全工種に対して作業性の良く、波の影響を受けにくい、さらに足場の組立解体が安全に、また工期短縮になることを考慮した。

ウ 外ケーブル工 施工数量:L=23m \times 56 ケーブル(削孔長 L=308m)

緊張作業にあたり、クレーン梁にクレーンの載荷荷重による残留応力が無い状態での緊張作業とする為、作業が出来る潮位になっている事、荷役(クレーン)作業の無い事、クレーンがあらかじめ緊張する区域以外にいる事等を配慮しての緊張作業とした。緊張作業は片引きとし、梁に偏心がかかからぬよう緊張ジャッキを2台使用

し、梁本体両側のケーブルを同時に緊張した。

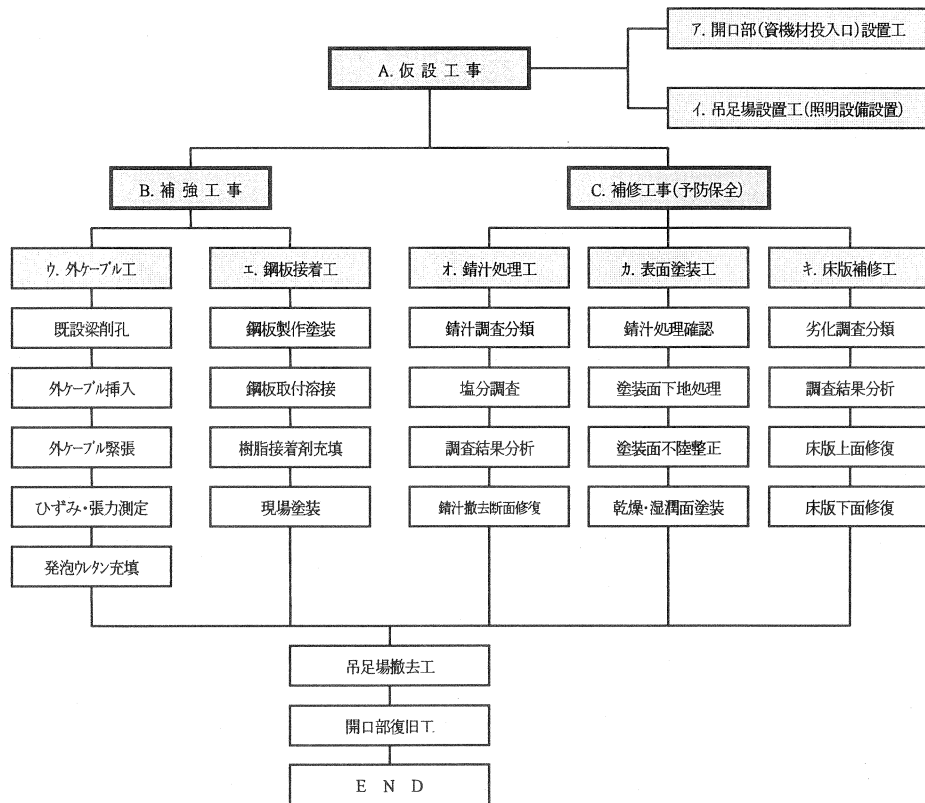


図-4 工事全体施工フロー

エ 鋼板接着工 …… 施工数量:137m²、SM400、t=6mm

鋼板の防食塗装として、重要港湾構造物等に使用実績のある「超厚膜形エポキシ樹脂+フッ素樹脂(総合膜厚 2 480 μm・期待耐用年数:40 年以上)の超重防食塗装材」を採用した。

オ 錆汁処理工 …… 施工数量:6 200 箇所(62m²)

工事を着手するにあたり、足場組立完了後劣化対策の予防保全の観点から、錆汁発生現況調査及び塩化物イオン含有量調査を行い、塩化物イオン量の拡散予測を行った。

カ 表面塗装工 …… 施工数量:4 540 m²(総合膜厚 1 000 μm)

表面塗装に関しては、錆汁処理によりコンクリート中の塩化物イオン含有量が少なくなったコンクリート面に表面塗装を行うことでコンクリート表面よりの塩分供給を遮断する。本工事では、塗装面を AP+2.1 を境に乾燥面塗装及び湿潤面塗装とした。

キ 床版補修工 …… 施工数量:70m(防水・舗装復旧:100m²)

貫通クラック部については、半たわみ舗装をはがし、水抜きパイプを配置し、橋面塗布防水を施し半たわみ舗装で復旧した。床版下面のひびわれ・遊離石灰発生箇所は、Vカット(口50mm)を行い、止水・断面修復(無収縮)材にて充填を行った。尚、打継部よりのクラック発生も考慮し打継部表面にポリマー系モルタルを塗布した。

4. 測定

(1)ひずみ測定

外ケーブルにより補強する海側梁において、緊張力による梁のプレストレス導入力を確認するために、梁下縁のひずみ測定を行った。

測定は梁最下段の主鉄筋をはつり出し、ひずみゲージを配置し、外ケーブルの緊張前後でその鉄筋ひずみを計測することで行った。結果は 37μ であり、FEMの結果とほぼ一致した。

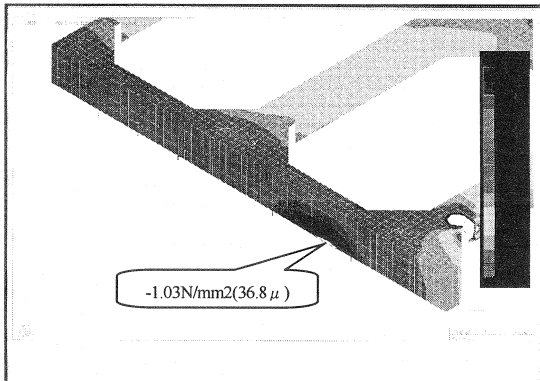
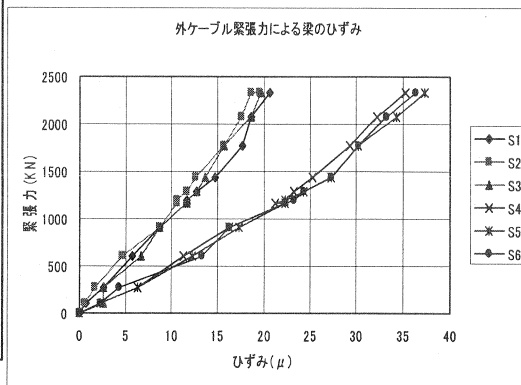


図-5 FEM解析結果

図-6 ひずみ測定結果



(2)外ケーブル固有振動数測定

外ケーブルの緊張力が低下すると、設計荷重に対する構造物の耐力が失われる。そのため外ケーブルの固有振動数を測定しておき、将来その固有振動数を測定することで緊張力を管理することとした。

外ケーブルに加速度計を取り付け、損傷を与えないように留意しながら打撃、振動を与え、その値をパソコンに取り込み、振動数を測定した。振動数を測定する外ケーブル緊張力は、設計緊張力(580.4kN;0.6Pu)よりも10%高い値と20%小さい値とした。

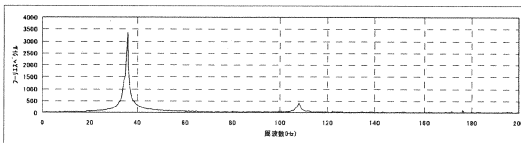
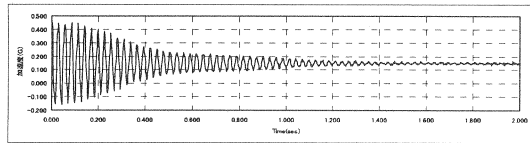


表-2 振動数測定結果

緊張力(ロードセル値) (kN)	振動数 (Hz)
638.1 (+10%時)	35.6445
466.9 (-20%時)	30.7620
483.0	31.2212

図-7 振動数測定結果

せん断に対する設計計算から、緊張力が483kNを下回ればせん断耐力が不足する。緊張力+10%と-20%時の振動数から483.0kN時の振動数を計算し、将来振動数を測定した際に、この値以下であれば、再緊張等の対策を講じるものとする。

5. おわりに

我が国の国際競争力

を強化するためには、大都市が人流、物流のそれぞれについて国際的な交通ネットワークの要となることが必要である。しかし、港湾の現状はこのような要請を満たしているとは言い難い。このため大都市圏において、国際港湾のハード・ソフト両面での機能強化とともに、これらへの連絡の利便性向上を図ることが緊急の課題となっている。

このため本工事のような栈橋の荷役能力を向上させるための補強工事は、今後増加してくることが予想される。

本報告が今後の栈橋補強・補修工事設計、施工の一助となれば幸いである。

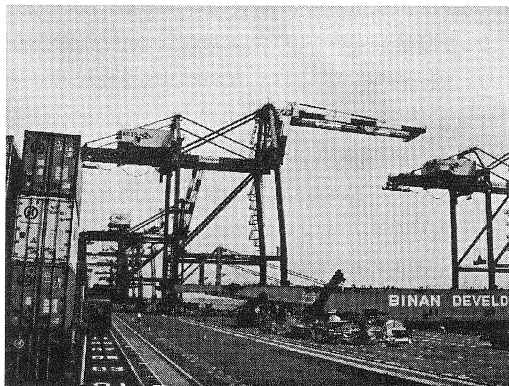


写真-1 新型クレーン搬入・設置状況