

# ウォーター・ジェットと永久型枠を用いた LNG 受け入れ棧橋の補修

東亜建設工業 技術研究所 正会員 村松道雄  
東京ガス 袖ヶ浦工場 田辺 修  
東京ガス 袖ヶ浦工場 犬飼 朗  
東京ガス 袖ヶ浦工場 関 晃一  
東亜建設工業 袖ヶ浦作業所 金田 聡

## 1. はじめに

対象の構造物は、岸から 400m 沖に突出した LNG 受け入れ棧橋であり、厳しい塩害劣化環境におかれている。そこで塩害劣化の厳しい着船側の梁・床板に対して、ウォーター・ジェット（以下 WJ）および人力によりはつり、永久型枠を用いた断面修復を行った。

## 2. 補修計画の立案

### 2.1 補修範囲に関する検討

対象の構造物は、上部工の梁底面のレベルは「L.W.L +4.80m」、床板底面は「L.W.L +5.75m」であり、上部工は飛沫帯から海上大気中に分類される。ここで、過去の塩害劣化調査結果より各部位・部材毎の表面塩化物イオン量  $C_0$  の分布状況をまとめたものを図 - 1 に示す。LNG 船が着く着船側床板下面では  $C_0=1.960\%$  であり、この棧橋の中では最も大きく、LNG 受け入れ時に散布される海水によって最も厳しい環境状態におかれていると推測される。また、鉄筋位置での塩化物イオン量は  $0.15\%$  程度（約  $3.45\text{kg}/\text{m}^3$  vs コンクリート重量）であり発錆限界値を大幅に越えていた。実際に鉄筋をはつり出して、日本コンクリート工学協会防食指針（案）の規準に従い鉄筋の腐食度を判定した。図 - 2 に判定結果を示す。着船側床板下面主筋は腐食度の「断面が当初の  $1/2 \sim 2/3$  位欠損している」範囲が広く、断面がないような鉄筋も確認された。

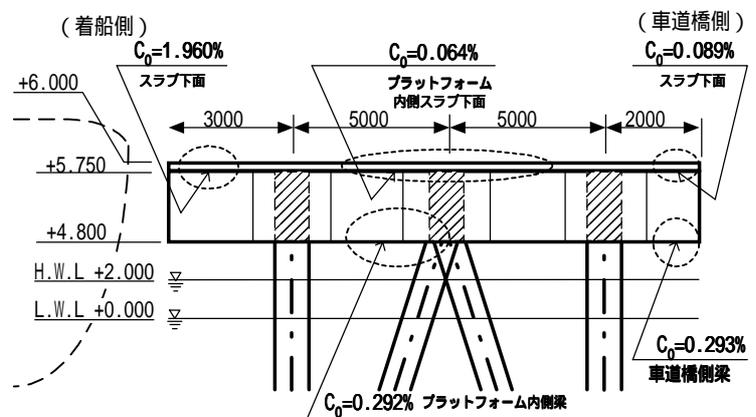


図 - 1 LNG 棧橋の  $C_0$  分布状況 ( $C_0$  は平均値)

### 2.2 補修後の塩化物イオン分布のシミュレーション

補修後の塩化物イオンの拡散を推測し、鉄筋位置において発錆限界値に達しない範囲まではつり取ることとした。シミュレーションには一次差分法を使用した。補修後は FRP 製型枠で表面が被覆されるので外からの塩分の浸入は遮断されるものと仮定し、既設コンクリートに残された塩化物イオンが拡散するものと仮定した。計算の結果、鉄筋裏 10mm まではつり取れば鉄筋位置において発錆限界値に達することはないことが確認された。

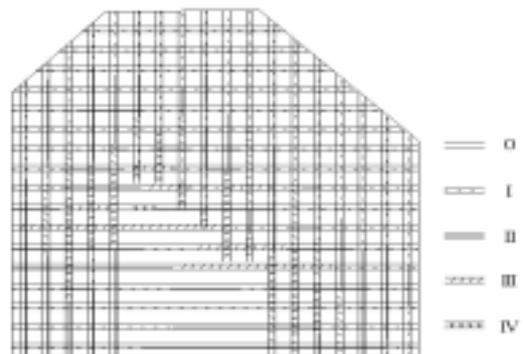


図 - 2 鉄筋の腐食状況

キーワード：塩害劣化，FRP 製永久型枠，ウォーター・ジェット

〒230-0035 横浜市鶴見区安善町 1-3 TEL 045-503-3741 FAX 045-786-1942

## 2.3 WJ工法の採用

ピック等によるコンクリートのはつり作業は、健全部へ悪影響を及ぼすと言われている。そこで、本補修では健全部や鉄筋に損傷を与えることが少ないWJによるはつり工法を採用した。事前に供試体を陸上ではつる試験を行った。今回使用した機械（写真 - 1）は、最大圧力 100N/mm<sup>2</sup>、水量 130L/min.である。その結果、鉄筋裏 10mm まで十分にはつることが可能であることが確認された。多少の凹凸が見られたため、ピックによる人力はつりを併用し仕上げを行った。さらに断面修復材との付着（純引張）試験を行った。ピックによるはつり作業も同様にして行い比較を行った。結果を表 - 1 に示す。ピックによる施工面では 0.71N/mm<sup>2</sup> であるのに対して、WJ 施工面では 1.38N/mm<sup>2</sup> と約 2 倍の付着強度を示した。これは、凹凸のある施工面の付着面積が増大したためと考えられる。

## 3. 施工管理

### 3.1 FRP 製永久型枠の組み立て

栈橋構造物の梁底面から側面、および床板を補修対象とした永久型枠は、躯体にアンカーで固定し、角部には FRP 製アングルを、ハンチ部にはフレキシブルな FRP 製パネルを使用して組み立てた（写真 - 2）。

### 3.2 管理方法

断面修復材は袋詰めされたポリマーセメントモルタルを現地で練り混ぜた。粉体材料はホッパーでグラウトミキサに落とし込み、混和剤を添加、グラウトポンプで圧送し注入を行った。先送りモルタルは添色材で着色し、断面修復材と識別を行うことにより、誤注入を防止した。型枠内の断面修復材の充填確認を行うため空気孔を設け、モルタル流出の有無により充填性の確認を行った。

### 3.3 補修後の管理

補修完了後モルタルの硬化性状試験として、圧縮強度試験を行った。その結果、7 日強度が平均で 47N/mm<sup>2</sup> の発現を示しており、管理基準値を確保していることを確認した。さらに補修後の型枠内鉄筋の状態をモニタリングするために照合電極を設置し、鉄筋の自然電位を追跡計測している。

## 4. おわりに

塩害を受けた栈橋のうち、著しく劣化した部分について、広い範囲にわたって WJ および人力を併用したはつり工法、FRP 製永久型枠を使用した断面修復工法を実施し、その実用性を確認した。今後、さらに施工性、信頼性を向上させるために検討を進めていきたい。

[参考文献]

- [1] 岡井賢一・森山守・登坂知平・小澤郁夫：塩害を受けた橋りょう上部工の全面修復，コンクリート工学 Vol.34,No.2,pp33-42,1996.2
- [2] 守分敦郎・根本誠・森博一・村松道雄：軽量 FRP 製永久型枠を用いた断面修復工法の適用性について，第 42 回日本学会会議材料研究連合講演会，pp.111-112，1998.9



写真 - 1 WJ はつり機械

表 - 1 付着（純引張）強度試験結果

	付着（引張）強度
ピック（人力はつり）施工面	0.71 (N/mm <sup>2</sup> )
ウォータージェット施工面	1.38 (N/mm <sup>2</sup> )

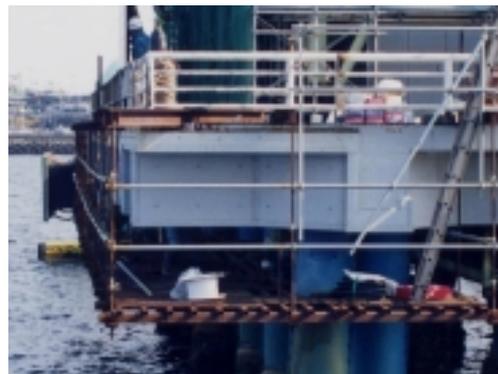


写真 - 2 型枠設置状況