



「コンクリート構造診断士」とは、プレストレストコンクリート工学会により認定される技術者資格です。コンクリート構造診断士に期待される役割は、既設の鉄筋コンクリート構造物やプレストレストコンクリート構造物に対して、力学的・構造的な診断や評価を実施し、当該構造物の適切な補修・補強、あるいは維持管理の手法を提示することです。

このコーナーでは、こうしたコンクリート構造診断士の活動を紹介するため、資格登録更新時に提出される研修報告書のなかから、とくに一般の読者にも有益な情報を与えるとして選出された事例を掲載します。

## 栈橋上部工の劣化調査および補修計画



西松建設(株) 土木設計部  
藤波 亘

### 1. はじめに

鉄筋コンクリート構造物にとって海洋環境は、非常に厳しい条件であり、一般環境下の構造物と比較すると供用期間を極端に短くさせている。しかしながら、適切な段階で、適切な点検・調査を行い、適切な対策を施すことで、海洋環境下の構造物でも一般環境下と同程度の供用が可能となる。

ここでは、海洋環境下の代表的な構造物である栈橋上部工の劣化調査と、それに伴う対策(補修)方法の計画について述べる。

### 2. 構造物の変状とその原因

今回調査の対象となった構造物は、昭和49年に施工された直杭式栈橋の上部工である(図-1)。

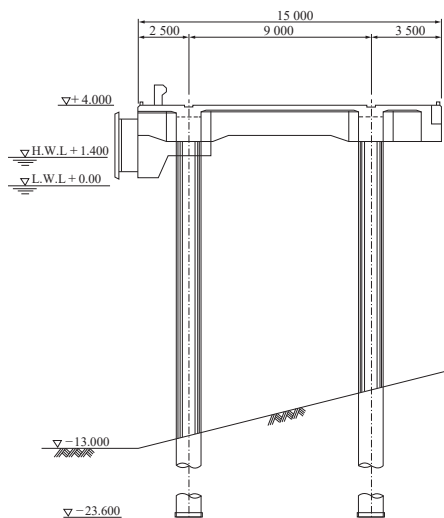


図 - 1 直杭式栈橋断面図

上部工1ブロックは、鋼管杭10本で支持されており、栈橋全体は7ブロックで構成されている。栈橋は、護岸に対して平行な位置に構築されており、上部には移動式のクレーンが設置されている。クレーンは、栈橋長手方向に移動する形式のものであり、長手方向の梁で支持されている。

今回、本栈橋の上部工下面においてひび割れ、錆汁の流出、かぶりコンクリートの剥離・剥落(写真-1)が確認された。施工後40年以上経っていること、海洋環境下の構造物であることから、主な劣化要因が塩害であることは明らかであったが、補修方法の検討を行うために調査を実施することとした。



写真 - 1 栈橋上部工下面の劣化状況

### 3. 調査内容

本栈橋は、15年前の時点では劣化が確認されていなかったが、現在、すでに加速期または劣化期に入っているものと想定された。したがって、劣化が表面化している範囲のみではなく、構造物全体を評価するための調査が必要であった。また、調査項目・数量は、補修方法の選定、補修範囲の特定が可能となるように設定した。調査項目・調査方法を以下に示す。

#### (1) コンクリート圧縮強度

15年前の前回調査結果と比較することも含めて同一箇所(6箇所)において、シュミットを用いた調査を行った。

#### (2) 鉄筋かぶり調査

各ブロック(全7ブロック)、各部位(長手・短手+外港側・内港側の梁およびスラブ)のすべてに関して、レーダーにより調査した。

### (3) 含有塩分量調査

前回調査（6箇所）と鉄筋かぶり調査と同一箇所において、試料を採取した。

### (4) 鉄筋腐食度調査

含有塩分量調査と同一箇所において、自然電位法にて調査した。

### (5) 中性化深さ調査

前回調査と同一箇所において、1%フェノールフタレインエタノール溶液を噴射した。

### (6) 目視調査

栈橋下面を全体的に調査し、スケッチを作成した。また、鉄筋の腐食、ひび割れ、かぶりコンクリートの剥離・剥落に関して、その劣化程度を大・小で区分した。

## 4. 調査結果

劣化状況を全般的に捉えた場合、以下の特徴があることがわかった。

- 1) 長手方向の梁の中央部にかぶりコンクリートの剥離・剥落による鉄筋の露出が多い。
- 2) 梁側面の下方に梁軸方向のひび割れが多い。
- 3) スラブ下面において、かぶりコンクリートの剥離・剥落による鉄筋の露出が多い。
- 4) 杭頭廻りにおいて、下面および梁側面下方にひび割れが多い。
- 5) 損傷箇所は、外港側のブロックに多い。

また、各調査結果の概要は以下のとおりである。

- 1) コンクリート圧縮強度、中性化深さに関してはとくに問題はなかった。
- 2) 含有塩分量は、発錆限界を超えている範囲が多く見受けられた。
- 3) 鉄筋腐食度調査により、かぶりコンクリートが健全であっても鉄筋が腐食している可能性が高いことがわかった。

以上の結果より、劣化要因は予想どおり塩害であることが確認された。また、その他の要因として、以下のことがあげられた。

- 1) 梁部の劣化は、塩害に加え、栈橋上面での移動式クレーン荷重によるものと想定された。
- 2) スラブの劣化は、かぶり厚不足により塩害が促進したと推定された。

## 5. 補修計画

補修は、部材の重要性、劣化程度、イニシャルコスト、ライフサイクルコスト等を踏まえ、総合的に検討した。その結果、以下に示すような補修計画とした。

### 5.1 梁部材

梁部材は、移動式クレーン荷重を支持する重要部材であり、劣化もかなり進んでいることから、多少イニシャルコストがかかっても確実な補修効果が得られるよう、劣化が顕在化している梁については電気防食工法による補修を行うこととした。また、外観上健全である梁については、調査結果により以下のとおりとした。

- 1) 鉄筋腐食度調査により鉄筋の腐食が懸念された梁は電気防食工法を採用した。
- 2) かぶり調査による鉄筋位置において、含有塩分量が発錆限界を超えている梁に関しては、鉄筋腐食度調査の結果に関係なく電気防食工法を採用した。
- 3) 今回の調査結果で劣化が顕著であった外港側ブロックの中で鉄筋腐食度調査、含有塩分量調査とも問題ない梁が若干あったが、今後の劣化の進行が懸念されることから周囲の梁と同様に電気防食工法を採用した。
- 4) 内港側の2ブロックは、鉄筋腐食度調査、含有塩分量調査の結果より劣化が進行していないことが確認できたため、表面塗装のみの対策とした。
- 5) かぶりコンクリートの剥離・剥落部は、補強鉄筋を設置し、断面修復後に電気防食を施すものとした。

### 5.2 スラブ

スラブは、梁部材に比較すると部材としての重要度が低いため、基本的にイニシャルコストのかかる電気防食は採用しないこととした。対策としては、剥離・剥落部に断面修復工法、それ以外に表面塗装工法を適用するものとした。ただし、断面修復工法には、化学的脱塩工法（SSI工法）を適用し、含有塩分量が発錆限界を超えている範囲、内部鉄筋が腐食している範囲にも採用した。

また、かぶり厚が小さい範囲に関しては、断面修復材によるかぶりの増厚を行った。

### 5.3 その他

防舷材の取付け部材は、水中に没する部分もあり、目だった劣化は見られなかったものの、予防の観点で水中施工が可能な材料による表面塗装工法を適用した。

## 6. 維持管理計画

本栈橋は今後も供用されるものであり、今回の補修により延命措置が施されたものの、適切な維持管理がなされなければ早期に対策が必要となる可能性がある。そのため、今後の維持管理に関する要領書を取りまとめ、客先に提出・提案している。要領書の内容は、点検項目、点検頻度、評価・判定基準を取りまとめ、現在客先にて運用されている。

## 7. まとめ

今回の事例は、劣化が顕在化してからのものであり、劣化度がかかり進んでしまっていたため、補修も大掛かりなものとなった。今回の補修後も劣化が進行することが懸念されるため、今後は定期的な点検・調査計画をたてることが重要であり、それにより海洋環境下にある構造物でも長寿命化できるものとする。

### 参考文献

- 1) 沿岸開発技術センター：港湾構造物の維持・補修マニュアル
- 2) 土木学会：コンクリート標準示方書

【2018年4月5日受付】