

# 海面上における鉄筋コンクリート構造物の塩害劣化補修工法

電気防食工法の適用

## The Method of Repair for Reinforced Concrete Structures Located in the Sea and Damaged by Salt Attack

Application of Cathodic Protection

(火力センター 工事第一部 土木課)

火力発電所の揚油棧橋は海面上に位置するため、上部工スラブ下面や梁にはコンクリート剥離・剥落、鉄筋腐食など、塩害劣化を生じやすい。今回、渥美燃料基地のAプラットフォーム上部工を対象に、劣化調査を行った上で補修工法の比較検討を行い、新技術であるため国内実施例の少ない鉄筋コンクリートの電気防食工法を適用し、良好な結果を得た。

(Civil Engineering Section, Maintenance Department, Thermal Power Administration Center)

Because offshore oil unloading platform of thermal power plants are constructed in the sea, they are severely damaged by salt attack, for example, by the stripping of the concrete and the corrosion of the reinforcement bars and so on. This time, the investigation into a method of minimizing the repairs was carried out and the cathodic protection was applied based upon the damage survey on the super structure of platform A at the Atsumi fuel base.

### 1

#### 揚油棧橋の劣化状況

この構造物は昭和45年に建設されたもので、昭和61年頃よりコンクリートの剥離・剥落など塩害劣化が見られるようになり、劣化部について部分的な断面修復や表面被覆などの補修が実施されてきた。しかし、今回劣化調査を行った結果、これまで補修を行った箇所についても、補修部・未補修部間のマクロセル形成(局所的な腐食)が原因と推定されるひびわれや浮きが確認された。さらに未補修部については、第2図に示す通り、鋼材の発錆限界を大幅に上回る塩分が鉄筋位置まで浸透していることが確認された。

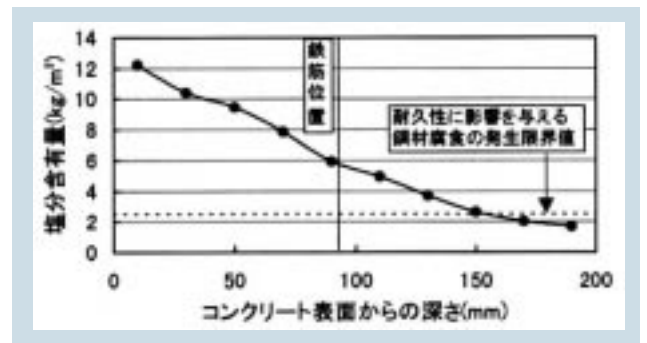


第1図 Aプラットフォーム全景

### 2

#### 補修工法の選定(電気防食工法の採用)

補修工法として、第1表に示す3工法を考えた。断面修復工法では、完全な塩化物イオンの除去が難しく再劣化する可能性が高い。また脱塩工法では、可



第2図 塩化物含有量試験結果の一例

第1表 補修工法比較検討表

| 工 法       | 断面修復 + 表面保護塗装  | 電気防食  | 脱塩 + 表面保護塗装  |
|-----------|--|---|--|
| 施工フロー     | 塩分含有部はつり (t=200mm)<br>↓<br>断面修復 (t=200mm)<br>↓<br>全面表面保護塗装 | 鉄筋補強部はつり (t=100mm)<br>↓<br>断面修復 (t=100mm)<br>↓<br>陽極取付<br>↓<br>オーバーレイ (t=20mm)<br>↓<br>通電 (10mA/m²) | 鉄筋補強部はつり (t=100mm)<br>↓<br>断面修復 (t=100mm)<br>↓<br>外部電極設置<br>↓<br>通電 [脱塩] (1A/m²)<br>↓<br>外部電極撤去<br>↓<br>全面表面保護塗装 |
| 利点<br>問題点 | 施工実績が豊富。<br>はつり量が大きく、供用中の施工は困難。<br>施工後メンテナンスが不要。           | 効果が確実。<br>既に塩分を含んでいても断面修復の必要なし。<br>電源設備のメンテナンスが必要。  | 脱塩設備設置後、約3ヶ月の通電期間が必要。<br>脱塩設備の防爆対策が困難。<br>塩分侵入防止は表面保護塗装による。<br>施工後メンテナンスが不要。                                     |
| 工事費(比率)   | 1.2  | 1.0   | 1.5  |
| 総合評価      |  |   | x  |

燃性ガスに対する防爆対策が困難である。

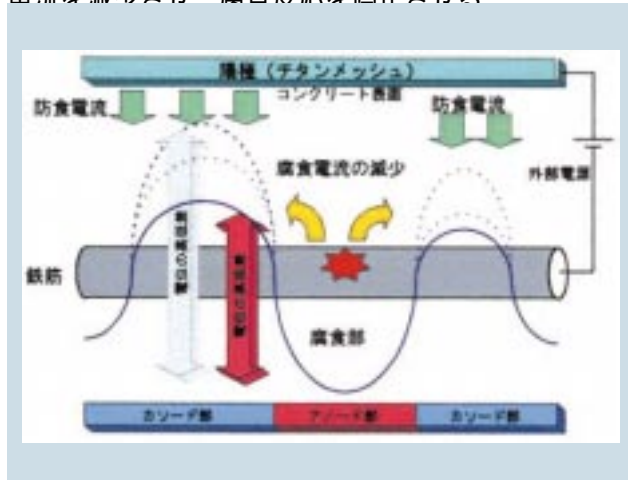
これら2工法に対して電気防食工法は、高濃度の塩化物環境下で防食の信頼性が高く、陽極システムや電源装置の防爆対策が可能であり、さらに施工コストを低減できる。これらを総合的に評価して、電気防食工法を採用することとした。

### 3

#### 電気防食工法の原理と結果

##### (1) 電気防食工法の原理

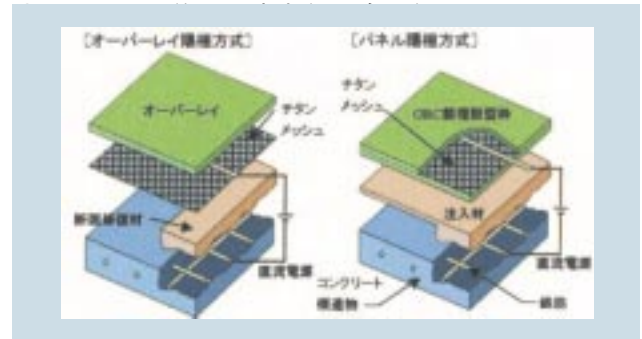
コンクリート構造物の電気防食工法は、鉄の腐食反応の基本原則である電気化学理論に基づき、鉄筋に微弱な電流を供給し、腐食の進行を停止させる技術である。第3図に示すように、コンクリート表面に陽極を設置し、外部電源の+極を陽極に、-極を鉄筋に接続して陰極とすることにより、鉄筋内の腐食電流を減少させ、腐食反応を停止させる。



第3図 電気防食法の原理

##### (2) 2種類の陽極方式の併用

今回適用した電気防食工法は、外部電源方式であり、陽極の設置については、施工性を考慮し、オーバーレイ陽極方式とパネル陽極方式の2つの方法を用いた。これら2方式の模式図を第4図に示す。オーバーレイ陽極方式は、断面欠損部を修復した後にチタンメッシュ陽極を設置し、これをモルタルで被覆する方法である。パネル陽極方式は、ガラス繊維補強モルタルパネルの中心部にチタンメッシュ陽極を埋設したプレキャスト製のパネル陽極を、断面修復時の捨て型枠として用いる方法である。今回のような海洋構造物では潮位変動により施工時間が制約を受けるため、大断面修復箇所には断面修復と陽極設置を同時に行えるパネル陽極方式を、また断面欠損の小さく複雑な箇所にはオーバーレイ陽極方式を適用



第4図 オーバーレイ陽極方式とパネル陽極方式



第5図 チタンメッシュ取付状況

##### (3) 電気防食工法の効果

施工直後に実施したE-logI試験による防食電流密度の測定結果および通電9日後、3ヶ月後に実施したDepolarization試験による防食効果の測定結果を第2表に示す。2種類の陽極方式による施工箇所の両方で100mV以上の電位差が得られており、良好な防食状態にあることがわかる。第2表とE-logI試験およびDepolarization試験結果

| 項目                         | 測定位置         | 防食回路 (300m <sup>2</sup> ) |         |        |         |
|----------------------------|--------------|---------------------------|---------|--------|---------|
|                            |              | Point1                    | Point2* | Point3 | Point4* |
| 通電直後<br>E-logI試験           | 自然電位         | - 330                     | - 334   | - 339  | - 297   |
|                            | 通電遮断直後の電位    | - 432                     | - 467   | - 480  | - 445   |
|                            | 分極量 (mV)     | 102                       | 133     | 141    | 148     |
| 通電9日後<br>Depolarization試験  | 通電遮断直後の電位    | - 454                     | - 499   | - 532  | - 491   |
|                            | 通電遮断24時間後の電位 | - 330                     | - 338   | - 363  | - 314   |
|                            | 復極量 (mV)     | 124                       | 161     | 169    | 177     |
| 通電3ヶ月後<br>Depolarization試験 | 通電遮断直後の電位    | - 469                     | - 471   | - 579  | - 461   |
|                            | 通電遮断24時間後の電位 | - 308                     | - 303   | - 389  | - 277   |
|                            | 復極量 (mV)     | 161                       | 168     | 190    | 184     |
| 備考                         |              | *: パネル陽極部                 |         |        |         |

### 4

#### 同種設備への適用 (今後の展開)

塩害劣化を受けた栈橋上部工に電気防食工法を適用したことにより、根本的な補修を実施できたと考えている。本工法は、他の海上施設に対しても十分対応可能である。ただし、適用にあたっては事前に塩化物含有量試験等の調査を行い、最適な補修工法か否かを検討する必要がある。



執筆者 / 小島雅俊  
Kojima.Masatoshi@chuden.co.jp