# 塩害を受けたＲＣラーメン高架橋の診断と補修

ＪＲ東日本　正会員　○香川 英司
同　長塩 治久
同　最 首　勝

## １．はじめに

東京湾埋立地に沿って建設されたＦ高架橋は、鉄道路線のラーメン高架橋で、海上に鋼管柱を打設して構築されている(写真-1)。しかし近年、建設から約 30 年が経過し、海面からの塩分供給による塩害で 1 層目の柱基部における鉄筋の腐食、かぶりコンクリートの剥離と劣化が顕著に見られるようになってきた。

ここでは、劣化原因の調査・推定及び電気化学的方法による補修工事について述べる。

写真-1　Ｆ高架橋全景

## ２．高架橋の構造と概況

Ｆ高架橋は、全長約 400m の鉄筋コンクリート高架橋であり、3 径間ラーメン式構造、基礎形式は鋼管杭となっている。Ｆ高架橋は構造上、17 ブロックに分かれており、内 7～17 ブロックまでの 11 ブロック間が海上に建設されている。基礎フーチング天端は T.P+1.00m 及び T.P+1.80m に位置している。満潮時には、フーチング天端から 300mm 程度まで海水に浸かる状況である。

## ３．高架橋調査

### ３－１．調査概要

Ｆ高架橋については、環境状況及び、劣化状況から塩害による劣化と判断されるため、今回は 6 ブロックの橋脚・梁について次の調査を行った。①周辺環境調査(潮位変動等)、②外観調査(ひび割れの有無、剥落の有無、錆汁の有無等)及び鉄筋腐食調査(主筋・帯筋の錆の有無、腐食度判定、重量減少率)、③塩分量分析(塩化物イオン濃度(コア採取))を行った。また、塩分量調査に伴い、今後の劣化予測を行うため、塩分の拡散シミュレーションを行った。

### ３－２．調査結果

上記の調査項目により以下の事が分かった。

①高架橋下の潮位変動

Ｆ高架橋は海上に建設された鉄道高架橋としては特異な建造物であり、高架橋の下は潮位変動により海面が上昇下降して、飛沫帯が形成される。日本海沿岸では、外洋から直接吹き付ける波浪の影響により、塩分が供給され、海水中に浸かっている部分よりも、気中にある時に酸素が供給される飛沫帯において、鉄筋腐食による劣化が発生するが、Ｆ高架橋では、潮位の変動幅内であるフーチング及び柱基部（フーチング天端＋約 1.0m）の範囲に劣化域が集中している事から(写真-2)、潮位変動により塩分がコンクリート内部に供給、蓄積され高架橋の劣化が進行していったと推定される。

写真-2　鉄筋腐食状況（Ｆ高架橋）

②外観及び鉄筋腐食状況

鉄筋の腐食により、かぶりコンクリートの剥離・剥落が見られ、鉄筋の断面欠損状況を調査したが、設計耐力に影響を及ぼすような断面欠損は見られない。

③塩分量の分析結果

柱部から供試体を採取して塩分量分析を行った結果、調査位置における塩分量は海面から離れるにつれて低下している傾向を示している。また、コンクリート内部ほど塩分量は低下していることから、外来塩分の

キーワード　塩害，ラーメン高架橋

連　絡　先　ＪＲ東日本 千葉土木技術センター　〒260-0031 千葉県千葉市中央区新千葉 1-3-24 TEL043-221-7582

進入によるものと判断できる。

３－３．塩分の拡散シミュレーション結果

塩分量調査の調査結果より、各ブロックで最も塩分量の高い位置について拡散シミュレーション[1)]を行った(図-1)。15 年後・30 年後の塩化物量を推定し今後の劣化予測(腐食の可能性の有無)を行った。

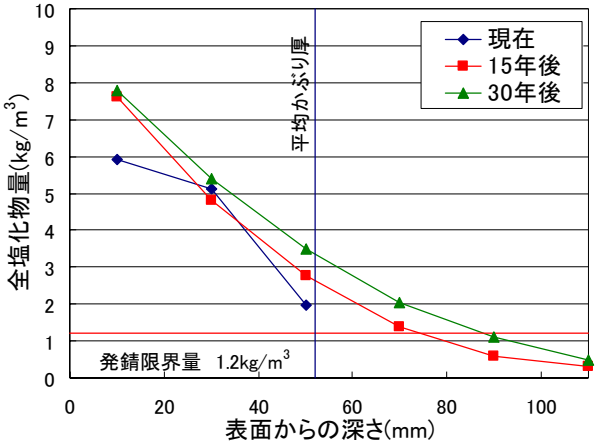


図-1　劣化予測(拡散シミュレーション)

３－４．破損状況区分

前項までの調査結果よりわかった各柱の破損状況により次のとおりグレード分けを行った。

αⅠ：鉄筋は健全であり、コンクリート中の塩化物量も発錆限界[2)]以下である。

αⅡ：鉄筋には部分的に浮き錆があるが、おおむね健全であり、コンクリート中の塩化物量も発錆限界以下である。

αⅢ：鉄筋の断面欠損に至っていないが全周または、全長に渡って浮き錆があり、塩化物量は発錆限界以下であるが、長期的には断面欠損に進行すると考えられる。

βⅠ：鉄筋は健全であるがコンクリート中の塩化物量は発錆限界を超えており、発錆する事が考えられる。

βⅡ：鉄筋に小規模な発錆が見られコンクリート中の塩化物量は発錆限界量を超えているため腐食が進行する事が考えられる。

βⅢ：鉄筋の断面欠損には至っていないが全周又は全長に渡って浮き錆があり、塩化物量は発錆限界を超えている為、早い時期に断面欠損に至る恐れがある。

βⅣ：鉄筋は断面欠損を生じており、一部には破断しているところも見受けられる。

４．対策工法の選定

対策工法の選定にあたっては、

① 鉄筋の腐食は進行しているが、設計耐力に影響を及ぼすような断面欠損には至っていない。

② 鉄筋の周囲にはすでに発錆限界量を超える塩分が浸透しており、さらなる潮位変動による塩分の浸透や、内部拡散による鉄筋周囲への塩分凝集が見込まれる。

以上を考慮し、「確実性」、「施工性」、「工期」、「コスト」という観点から、以下の対策、A．電気化学的犠牲材料[3)]を用いた鉄筋の腐食抑制対策（電気化学的に鉄防錆を行い、また補修部と未補修部に生じる鉄筋の電位差によるマクロセル腐食を抑制する(写真-3))、B．塩化物イオンの吸着作用のある防錆剤を含んだモルタルの鉄筋周囲への塗布による塩化物量減少(塩分吸着剤を混入した防錆モルタルを使用する事によってコンクリート中の塩化物イオンを吸着固定し、手放した亜硝酸イオンによりコンクリート中の鉄筋腐食を防止する)、C．コンクリート表面被覆工法による外部からの塩分浸透対策工法(コンクリート内部への海水の浸透を防止する)の内、前項でグレード分けした結果によりA＋BもしくはA＋Cで組み合わせる事とした。

５．電気化学的方法による補修工法

電気化学的犠牲材料(犠牲陽極)の構造は、内部に亜鉛板が入っており、特殊モルタルで包み込んだ構造となっている。亜鉛は鉄よりもイオン化傾向が高く、犠牲材料を鉄筋に取付けることにより、電流が犠牲陽極に集中する為、周囲の鉄筋にほぼ電流が流れなくなる。電気化学的方法による補修工法は、塩分により鉄筋が腐食すると腐食箇所の周囲に流れる腐食電流を犠牲陽極に集中させ、鉄筋の腐食を抑制する工法である。

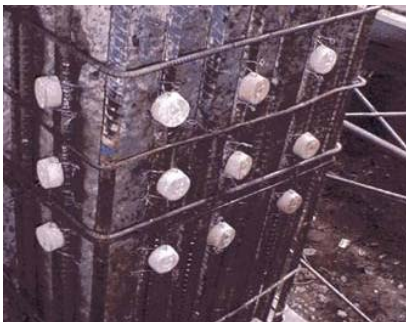

写真-3　電気化学的犠牲材料

６．今後の課題

対策工の施工は 2006 年 2 月に開始しており、約 1 年をかけて対策を完了させる予定である。電気化学的犠牲材料の適用例はあまりないため、対策前後の自然電位測定および目視調査等により、その効果を検証して行きたい。

【参考文献】

1)(社)日本コンクリート工学協会：コンクリート診断技術’02（基礎編)p190

2)土木学会：コンクリート標準仕方書(施工編)p24, 2002　　3)電気化学工業(株)：デンカガルバシールドＸＰ