

# エポキシ樹脂塗装鉄筋を用いたコンクリート構造物の塩害維持管理基準に関する一考察

大林組技術研究所 正会員 ○平田 隆祥  
大林組技術研究所 正会員 竹田 宣典

## 1. はじめに

近年、コンクリート構造物の性能発注への移行が進み、土木分野の重要構造物では50年から100年間の耐久性が求められるケースが増えている。特に、沿岸部に建設する重要構造物では、塩害による劣化を想定し、エポキシ樹脂塗装鉄筋（以下、エポキシ鉄筋）が用いられることが多くなっている。一方、2002年制定コンクリート標準示方書では、これらの要求性能に対し、それぞれの性能が満足するかどうか照査を行うように規定している。

本報告では、エポキシ鉄筋を用いたコンクリート構造物が、設計耐用期間中に塩化物イオンの侵入に伴う鋼材腐食によって損なわれないように管理する塩害維持管理基準について考察した。現在、エポキシ鉄筋を用いた構造物の維持管理手法が明確でないため、塩化物イオンの侵入予測を行い、その維持管理手法について検討した結果を示す。

## 2. エポキシ鉄筋を用いたコンクリートの塩化物イオンの侵入に伴う鋼材腐食に関する照査

### (1) 耐久性照査のフロー

耐久性照査は図1に示ように、「エポキシ樹脂塗装鉄筋を用いる鉄筋コンクリートの設計施工指針[改訂版]（以下、指針）」に基づいた。照査は(1)式により、エポキシ樹脂塗装で覆われた素地鋼材表面における塩化物イオン濃度の設計値  $C_d$  の鋼材腐食発生限界濃度  $C_{lim}$  に対する比に、構造物係数  $\gamma_i$  を乗じた値が1.0以下であることを確かめることで行う。

$$\gamma_i \frac{C_d}{C_{lim}} \leq 1.0 \quad (1)$$

$\gamma_i$ ：構造物係数。一般に1.0、重要構造物は1.1。

$C_{lim}$ ：鋼材腐食発生限界塩化物イオン濃度。

一般に、 $1.2\text{kg/m}^3$ 。

$C_d$ ：素地鋼材表面の塩化物イオン濃度の設計値。

### (2) 維持管理上の問題点

エポキシ鉄筋が用いられる土木構造物では、維持管

キーワード エポキシ樹脂塗装鉄筋、塩害劣化、維持管理、耐久性照査、塩化物イオン濃度照査

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸4-640 (株)大林組 技術研究所 土木材料研究室 TEL0424-95-0930

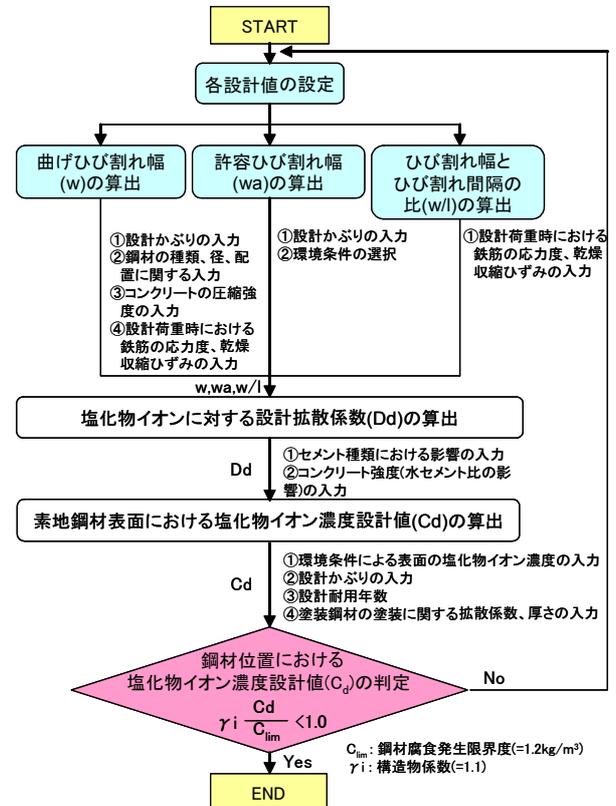


図1 耐久性照査のフロー

理計画の策定が義務付けられる場合が多い。維持管理では図2に示すように、エポキシ樹脂塗装内側の素地鋼材表面の塩化物イオン濃度が、予定供用期間内に(1)式を満足することを確認する必要がある。しかし、この素地鋼材表面の塩化物イオン濃度は測定が困難であるため、維持管理のための管理値として用いるのは適切ではない。そこで、エポキシ鉄筋位置のコンクリートの塩化物イオン濃度を測定することで、鋼材腐食に対する維持管理を行う方法と、性能保持限界値の設定基準について考察した。

## 3. 塩化物イオンの侵入量の予測

### (1) 鋼材位置の塩化物イオンの予測値

表1に示す構造物条件に対して塩化物イオン量の照査を行った。先ず指針に基づき、エポキシ樹脂塗装で覆われた素地鋼材表面とエポキシ鉄筋位置の塩化物イ

表1 塩化物イオン濃度の照査条件

No	項目	記号	入力値
1	コンクリートの設計基準強度	$f_{ck}$	40N/mm <sup>2</sup>
2	鉄筋の段数	n	1 段
3	設計かぶり	c	70mm
4	鋼材中心間隔	cs	125mm
5	鉄筋径	$\phi$	25mm
6	鉄筋応力度の増加量	$\sigma_{se}$	120 N/mm <sup>2</sup>
7	セメントの種類	BB	高炉B
8	水セメント比	W/C	42%
9	設計耐用年数	t	100 年
10	構造物係数	$\gamma_i$	1.1
11	コンクリート表面の塩化物イオン濃度	$C_o$	4.8 kg/m <sup>3</sup>
12	計 塩化物イオン設計拡散係数	Dd	1.20cm <sup>2</sup> /y
13	算 素地鋼材表面の塩化物イオン濃度の予測値	Cd	0.76kg/m <sup>3</sup>
14	結 $\gamma_i \cdot C_d / C_{lim}$	---	0.70
15	果 判定	---	OK

オン濃度の予測を行った。

エポキシ鉄筋を用いた場合の照査による耐用年数は、図3に示すように 130 年となる。その時のエポキシ鉄筋位置のコンクリート塩化物イオン濃度は、4.27kg/m<sup>3</sup>となる。

(2)性能保持限界値の基準設定

本構造物の設計耐用年数は 100 年である。そこで、設計で仮定した塩化物イオンの侵入条件が異なり、照査を満足する期間が 100 年となる場合のエポキシ鉄筋の素地鋼材表面の塩化物イオン濃度の予測と、その時のエポキシ鉄筋位置のコンクリート塩化物イオン濃度を予測した。ここでは、飛来塩分量に着目した結果、表面塩化物イオン濃度は 6.98kg/m<sup>3</sup>となった。

予測の結果、図4に示すように、照査による耐用年数が 100 年となる場合の、エポキシ鉄筋位置のコンクリート塩化物イオン濃度を性能保持限界ラインと定めた。それ以上の範囲をNGゾーンとし、耐用年数 100 年～130 年の範囲は、設計で仮定した条件より塩化物イオンの侵入量が多いため要点検ゾーンとした。

これにより、ある時期に測定したエポキシ鉄筋位置のコンクリート塩化物イオン濃度がOKゾーンであれば、設計耐用年数を満足すると予測できるが、NGゾーンであれば満足しないため、点検強化や予防保全対策の実施が必要と判断でき、基準管理が可能となる。

4. まとめ

本報告では、エポキシ鉄筋を用いたコンクリート構造物の塩害劣化に対する維持管理の手法として、エポキシ鉄筋位置のコンクリートの塩化物イオン量に着目

海洋環境

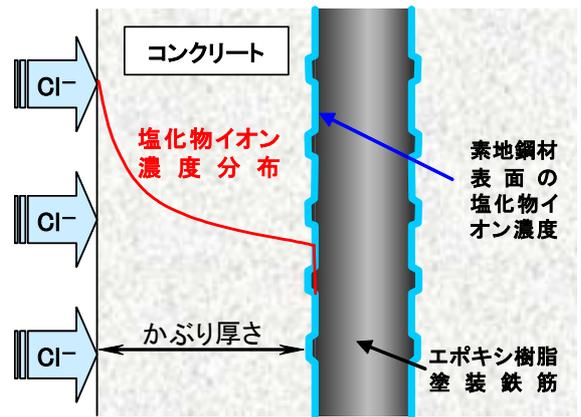


図2 塩化物イオン濃度の照査位置

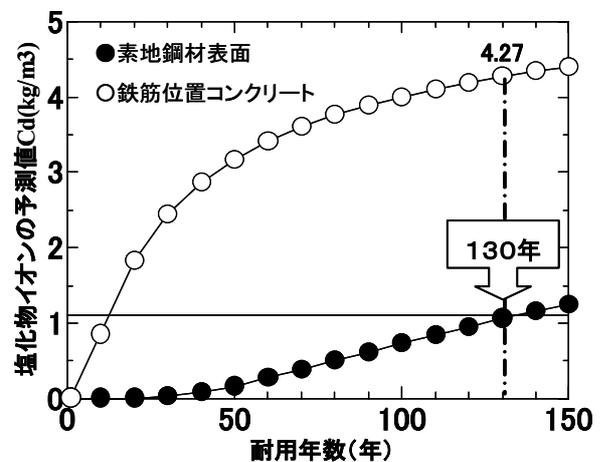


図3 鋼材位置の塩化物イオンの予測値

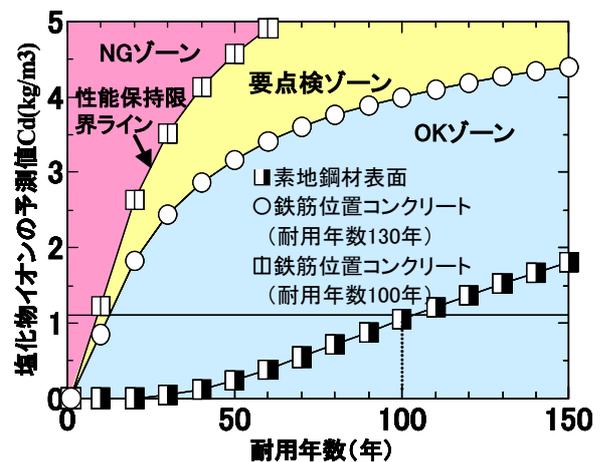


図4 性能保持限界値の設定例

した性能保持限界値の設定方法を提案した。

今後の展開として、エポキシ鉄筋を用いたコンクリート構造物において、点検から得られた実構造物の塩化物イオン拡散係数を維持管理にフィードバックし、その後の劣化予測を行いながら、合理的な管理を実施する維持管理手法について提案する予定である。