

コンクリート構造物の長期活用評価技術を踏まえた 余寿命診断に関する研究(その1)

目 的

四国電力の原子力・火力発電所における沿岸部コンクリート構造物は、高経年化および一部では塩害劣化が顕在化している。このような構造物への適切な余寿命診断のためには、塩害劣化進行の正確な予測が必要である。

本稿では、今回構築した劣化進行予測手法等を用いた電力設備コンクリート構造物に適した長期活用評価技術について報告する。

主な成果

1. 塩害劣化進行予測手法の構築に関する検討

塩害劣化進行は、一般的に鉄筋腐食量の増加によって評価される。本稿では、鉄筋腐食量に影響する様々な要因を定量化することを目的としている。主要因である塩化物イオン浸透の見掛けの拡散係数、鉄筋腐食速度、鉄筋腐食量等を図 1 に示すとおり塩害劣化進行過程の各段階で考慮し、各要因の算定方法等について検討した。

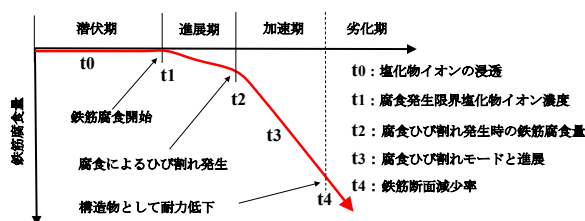


図 1 塩害劣化進行過程

2. 鉄筋腐食速度評価式

本稿においては、長期間にわたる暴露試験によって実際の鉄筋腐食進行を測定し、その実験結果から、鉄筋腐食進行に影響する様々な要因を抽出、各要因と鉄筋腐食の関係をニューラルネットワーク解析に学習させて、影響要因と鉄筋腐食速度の関係を定量化した。進展期におけるコンクリート温度と塩化物イオンの影響を考慮した腐食速度にさらにコンクリート品質の影響を考慮した腐食速度を次式とした。

$$R(T, C, D) = R_0 \cdot C_T(T) \cdot C_C(C) \cdot C_D(D)$$

$$C_T(T) = \exp \left\{ -2.593 \times \left(1000 \times \frac{1}{T + 273.15} \right) + 8.695 \right\}$$

$$C_C(C) = 1.93 \sqrt{1 - \frac{(C - 12.0)^2}{(12.0 - C_{cr})^2}} \quad C_D(D) = 0.127 \times 10^8 \left(D_t \frac{0.419}{t^{-0.54}} \right) - 0.128$$

ここで, $R(T, C, D)$: コンクリート温度と塩化物イオン濃度とコンクリート品質の影響を考慮した腐食速度 (mg/cm²/年)

基準腐食速度 R_0 : 21.33mg/cm²/年

$C_T(T)$: 温度影響を表す項

T : 温度

$C_C(C)$: 塩化物イオンの影響を表す項

C_{cr} : 腐食発生限界塩化物イオン濃度 (kg/m³)

$C_D(D)$: コンクリート品質の影響を表す項

t : 調査時点の経過年数 (年)

D_t : 経過年数 t 年時点での塩化物イオンの見掛けの拡散係数 (cm²/sec)

加速期においては、腐食ひび割れの進展程度によっては、さらに腐食ひび割れが発生するため、鉄筋腐食速度は、ひび割れの無い進展期よりも早くなる可能性を考慮し、鉄筋腐食速度が加速される第2加速期の検討を実構造物の結果も踏まえて実施した。腐食ひび割れ発生後の第1加速期の腐食速度は進展期の3.9倍、その後に鉄筋間ひび割れが貫通後の第2加速期の腐食速度は3.9×5倍となったことから、腐食ひび割れ進展を考慮した塩害劣化進行予測手法を構築した。

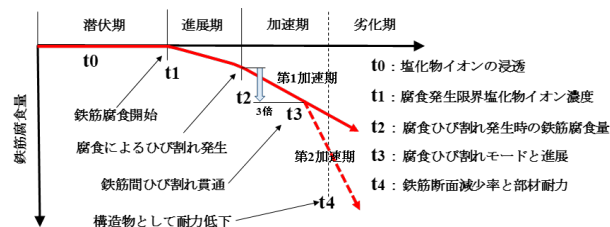


図2 鉄筋間ひび割れを考慮した塩害劣化進行過程

実務上、劣化期の鉄筋腐食調査において、複数鉄筋の平均断面減少率が20%を超えると、部材としての曲げ耐力は限界に近い状態となっていることが考えられる。

研究担当者	野村悠太（株式会社四国総合研究所 土木技術部） 廣瀬文明（四国電力株式会社 土木建築部（現：経営企画部））
キーワード	塩害劣化，劣化進行予測，鉄筋腐食，塩化物イオン濃度，鉄筋かぶり，拡散係数，塩害劣化進行曲線
問い合わせ先	株式会社四国総合研究所 経営企画部 TEL 087-843-8111（代表） E-mail jigyo_kanri@ssken.co.jp https://www.ssken.co.jp/

[無断転載を禁ず]