

塩害劣化を受けた部材の耐力・靱性率の評価手法の開発

香川大学大学院 学生会員 ○山下 泰輔
 香川大学工学部 フェロー会員 松島 学
 (株) 四国総合研究所 正会員 松田 耕作
 香川大学工学部 フェロー会員 吉田 秀典

1. はじめに

日本は周囲を海で囲まれており、コンクリート構造物は塩害を受けやすい環境下にある。一方、日本は地震大国であり、構造物の耐力と靱性率の適切な評価が重要である。しかし、現状では構造物の劣化状況が考慮されておらず、特に既存の構造物は耐力と靱性率が過大評価されている恐れがある。本研究は、塩害劣化を受けた部材の耐力と靱性率の低下の評価手法の開発を目的とする。

2. 塩害劣化と鉄筋断面減少率の経年変化

塩害劣化の進行過程は図1に示すように、潜伏期、進展期、加速期、劣化期の4つで構成される。潜伏期はコンクリート表面に付着した塩化物イオンが浸透し、鉄筋位置で腐食発生限界塩化物イオン濃度を越えると腐食が発生する。進展期に移行すると鉄筋腐食が進行し、腐食量がひび割れ発生限界腐食量を越えると腐食ひび割れが発生する。ひび割れがコンクリート表面まで達すると加速期に移行し、加速期は腐食ひび割れにより鉄筋の腐食が進む。劣化期はひび割れによりコンクリートに剥落が生じるなどして構造物の耐力が大きく低下する。既往のRC梁の腐食実験から得られた鉄筋断面減少率と耐力残存率の関係を図2に示す。縦軸は健全時の鉄筋の耐力を1.0とし鉄筋断面が減少した時の耐力残存率を示す。横軸は85%鉄筋断面減少率を示す。鉄筋断面減少率は試験体から鉄筋を採取し、切断して計測した。計測した鉄筋断面減少率は一つの試験体の中でもばらつきがあることから、10cm長さを一つの単位として、断面減少率の計測値分布を整理し、その内の85%をカバーする計測値を、試験体の鉄筋断面減少率の特性値として定義した。実線は主鉄筋3本の線形近似線、点線は主鉄筋2本の線形近似線を示す。

主鉄筋の本数が増えるに従って耐力残存率の低下は小さくなる。部材は一般的に主鉄筋が3本以上であるため、耐力の低下モデルは主鉄筋3本のものとする。既往の現場調査から得られた鉄筋断面減少率と破断伸び残存比の関係を図3に示す¹⁾。

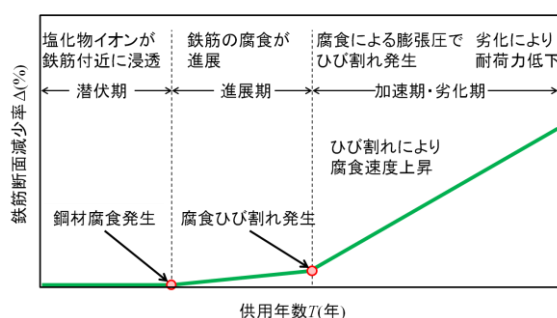


図1 塩害劣化の進行過程

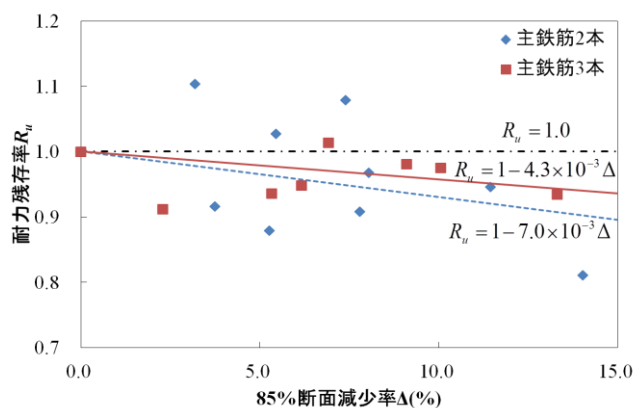


図2 鉄筋断面減少に応じた耐力残存率

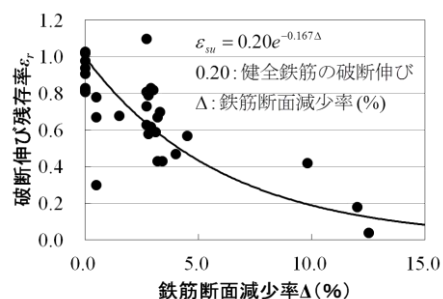


図3 鉄筋断面減少に応じた破断伸び残存率¹⁾

キーワード 塩害劣化, 鉄筋腐食, 耐力力

連絡 〒761-0396 香川県高松市林町 2217-20 香川大学工学部安全システム建設工学科 Tel:087-864-2187

各点は実構造物から採取した鉄筋の引張試験の結果から求めた鉄筋の伸び能力を示し、実線は近似線である。縦軸は鉄筋健全時の破断伸び(=20%)を1.0とし鉄筋断面が減少した時の靱性能の低下率を示す。部材においては引張鉄筋が1本でも破断した場合、部材の耐荷力は大きく失われるため引張鉄筋が破断する際のひずみの算定にはこの結果を用いる。

3. 塩害劣化を考慮した耐力・靱性率の評価手法

耐力と靱性率はバイリニアモデルをエネルギー一定則の考え方にに基づき(1)に示すように耐力 P_y と靱性率 μ を等価耐力 P_e に変換する。これにより耐力と靱性率の二つのパラメータを等価耐力一つのパラメータで評価することができる。

$$P_e = P_y \sqrt{2\mu - 1} \quad (1)$$

4. 対象構造物の等価耐力の経年変化

本研究では現在の耐震基準を満たさず、かぶりが不十分、せん断補強筋間隔の大きい既存不適格のRC橋脚を対象とする。対象構造物の断面を図4に示す。対象地域は、飛来塩分が多い地域における汀線付近で、表面塩化物イオン濃度は 9.0kg/m^3 とする。鉄筋断面減少率と供用年数の関係を図5に示す。2年目でせん断補強筋に腐食が発生し、7年目で軸方向鉄筋に腐食が発生している。腐食ひび割れは8年目でせん断補強筋沿いに発生した。軸方向鉄筋もせん断補強筋沿いのひび割れの影響を受けるとし、8年目で加速期に移行するものとした。対象構造物の耐力と靱性率の経年変化を図6に示す。実線は耐力の低下率、点線は靱性率の低下率を示す。耐力は年数を経るごとに低下している。靱性率は腐食ひび割れが発生したのちに急激に低下する。この理由は、鉄筋腐食により鉄筋の伸びが小さくなり、破壊モードがコンクリートの圧壊から引張側の軸方向鉄筋の破断に変化するためである。供用開始から22年目で変化し、図中にその時点を○印で示す。終局モードが変化することで構造物の靱性率は急激に低下するため、図7に見られるように等価耐力は22年目で急激に低下する。

参考文献

- 1) 岩城一郎, 上原子晶久, 子田康弘, 内藤英樹, 皆川浩, 鈴木基行: 著しい塩害を受けた道路橋 PC 桁内部のコンクリート及び鋼材の物性評価, 土木学会論文集 E, Vol.66, No.4,

pp.413-432, 2010.

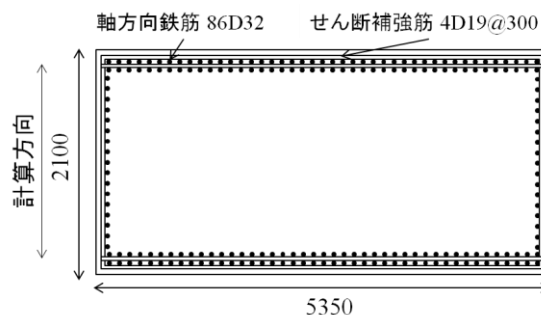


図4 既存不適格の橋脚の断面

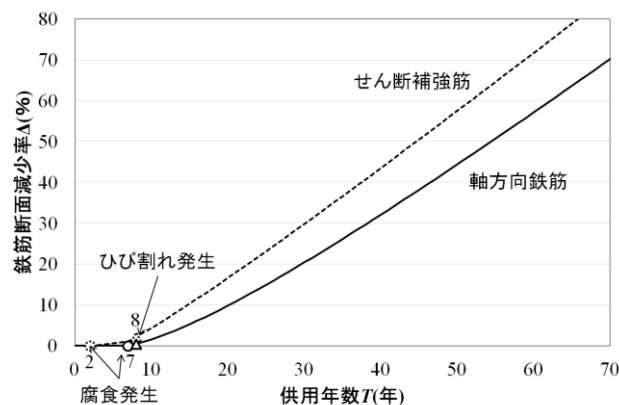


図5 鉄筋断面減少率の経年変化

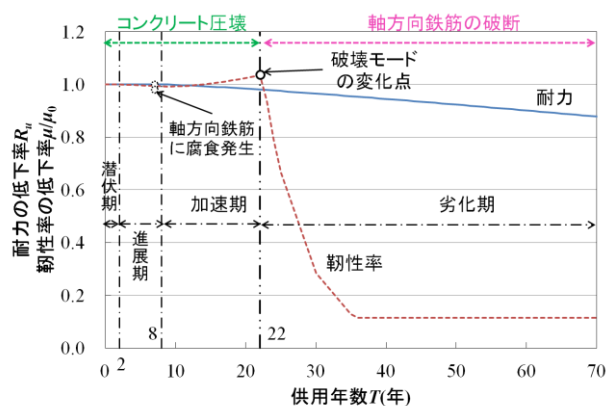


図6 耐力・靱性率の低下率の経年変化

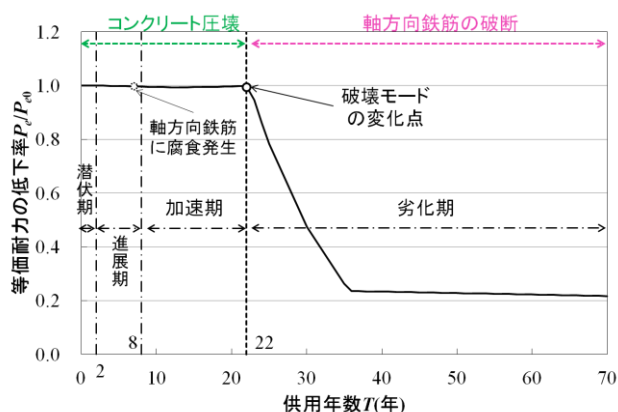


図7 等価耐力の経年変化