

塩害環境下におけるコンクリート構造物の耐震性能評価に関する研究

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
 香川大学工学部 非会員 宮本 慎宏

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、構造物の耐震性能評価が重要である。しかし、現状の耐震性能評価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震性能が過大評価されている恐れがある。本研究は、塩害劣化を考慮した定量的な耐震性能評価を行い、対象のコンクリート構造物の耐用年数を求める手法を提案することを目的とする。

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荷力が大きく低下する。加速期ではひび割れを通して外部から水や酸素が直接浸入するため急速に劣化が進む。既往の実験及び現場調査から得られた鉄筋断面減少率と終局耐力残存比及び破断伸び残存比の関係を図2に示す。●印は鉄筋腐食に応じたRC梁の耐力、◆印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伸び能力を示す。縦軸は健全時の鉄筋の耐力もしくは破断伸び(=20%)を1.0とし鉄筋断面が減少した時の耐力とじん性能の低下率を示す。図2に示すように耐力は直

線的に減少し、鉄筋のじん性能は指数関数的に急激に減少する。

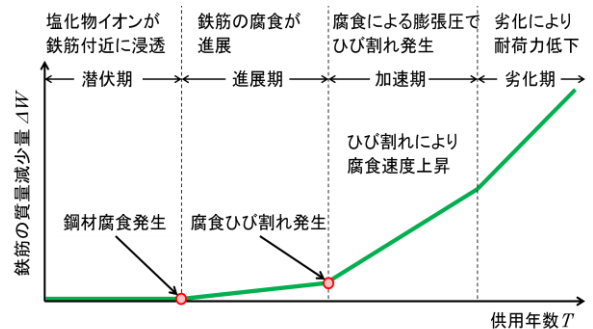


図1 塩害劣化の進行過程

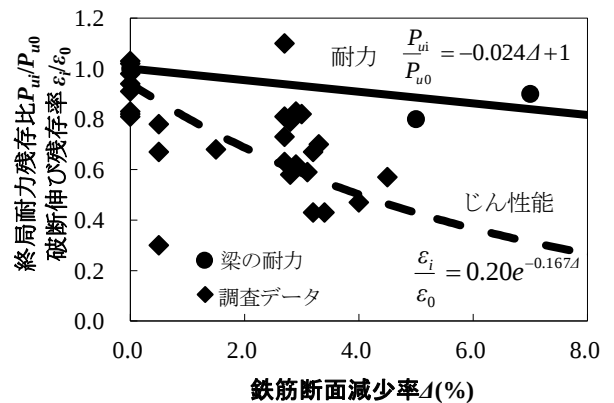


図2 鉄筋断面減少に応じた耐力、変形性能の低下

3. 塩害劣化を考慮した耐震性能の評価手法

耐力と塑性率は図3に示すようにバイリニアモデルをエネルギー一定側にに基づき台形で囲まれた面積と等しい三角形を描くように弾性区間を延ばした等価線形荷重 P_e に変換した。これにより耐力と変形性能の二つのパラメータを等価線形荷重ひとつのパラメータで評価することができる。本研究では耐震性能の無次元指標として耐震性能指標 η を定義すると、式(1)のように

キーワード 塩害劣化、耐震性能、鉄筋腐食

連絡先 〒761-0396 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

表せる. このときの設計水平震度はレベル2地震動(タイプⅡ)を想定し, $k_{hc}=1.75$ とした.

$$\eta = \frac{P_e}{k_{hc}W} \quad (1)$$

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

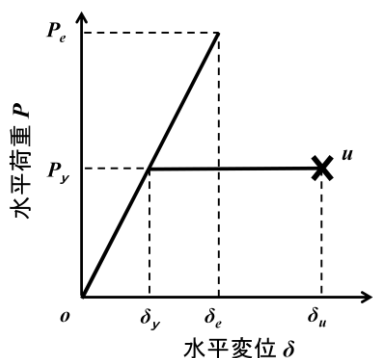


図3 エネルギー一定則に基づく
等価線形モデルの概念

4. 対象構造物の耐震性能指標の経年変化

本研究では図4に示すRC橋脚を対象構造物とする. 現在の耐震基準を満たさず, かぶりが不十分, セン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. 対象構造物の断面と等価重量のモデルを図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. 15年目に腐食が発生し, 23年目に腐食ひび割れが発生している. 耐力と塑性率の経年変化を図6に示す. 実線は耐力, 点線は塑性率を示す. 耐力は年数を経るごとに徐々に低下しているのに対し, 塑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, 終局状態の曲げ耐力がコンクリートの圧壊で決定されたものが軸方向鉄筋の破断に変化するためである. 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塑性率は急激に低下するため, 図7に見られるように耐震性能指標は急激に低下する. 耐震性能指標は1.0を下回ると倒壊の可能性が高まるため, その時点を耐用年数とする. 既存不適格のRC橋脚の耐用年数は24.1年と求められる.

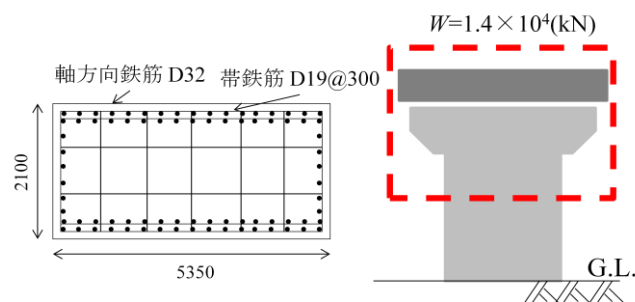


図4 既存不適格の橋脚の断面(左)と
等価重量のモデル(右)

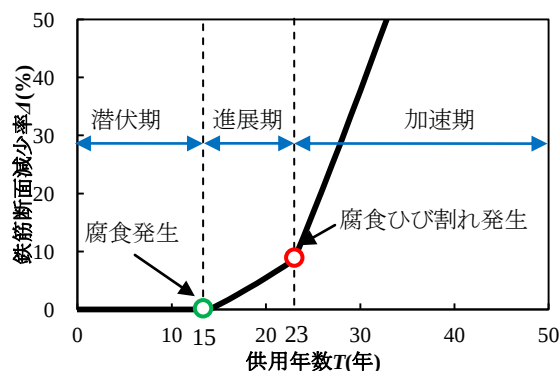


図5 鉄筋断面減少率の経年変化

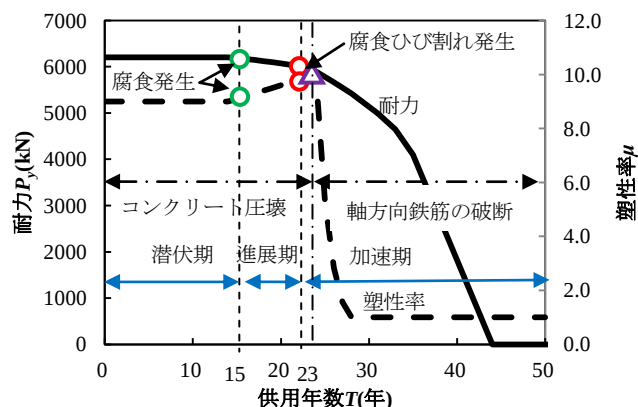


図6 既存不適格の橋脚の耐力の経年変化

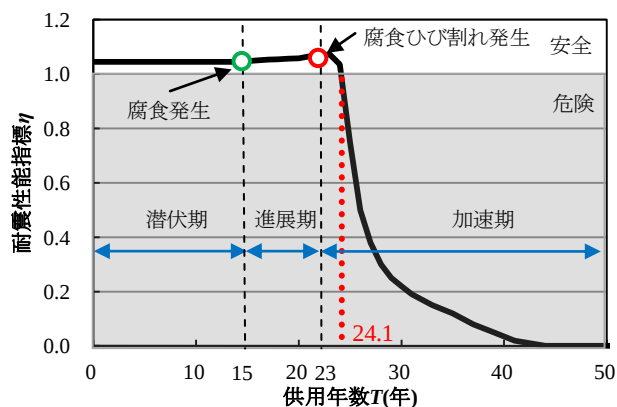


図7 耐震性能指標の経年変化