

電食実験により腐食した RC スラブのひび割れモードの評価

香川大学大学院 学生会員 ○本田健一郎 四国総合研究所 正会員 中川裕之
 四国電力 非会員 山口浩希 香川大学工学部 フェロー会員 松島 学

1. はじめに

鉄筋コンクリートの腐食ひび割れは、鉄筋が腐食することで生成される腐食生成物の体積が元の鉄筋よりも大きくなるため、結果的に鉄筋が膨張し、それによる内圧が発生することで生じる。腐食ひび割れには、鉄筋に沿ったひび割れと水平ひび割れのモードなどのひび割れが存在し、鉄筋間隔などがそれらのモードに大きく影響する。実際の鉄筋に沿ったひび割れと水平ひび割れを図1に示す。鉄筋間隔が大きい場合は鉄筋に沿ったひび割れが発生し、鉄筋間隔が小さいと水平ひび割れが発生する。水平ひび割れはコンクリートが剥落するため、第三者障害を引き起こす可能性が高い。本研究は、鉄筋間隔による鉄筋に沿ったひび割れと水平ひび割れのモードの境界値を力学モデルにより求め、電食実験の結果と比較し検討した。さらに、スラブと梁のひび割れの進展の違いも明らかにした。

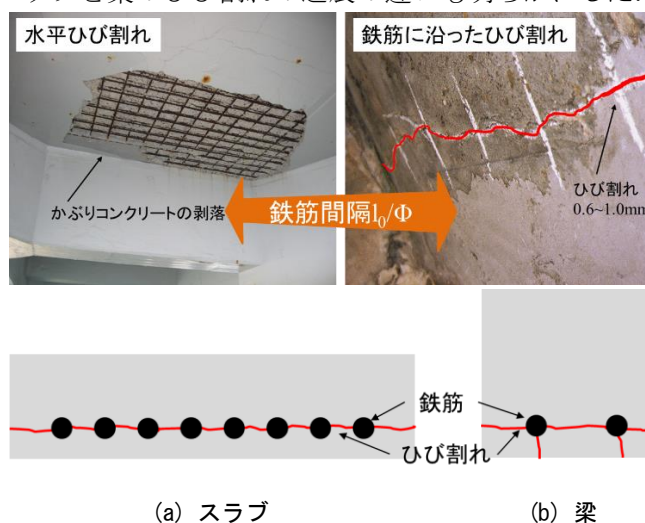
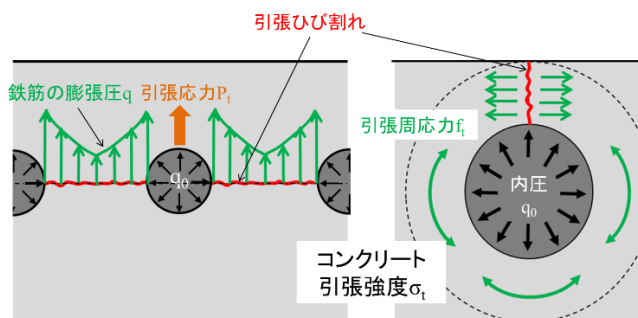


図1 ひび割れモードの比較とスラブと梁の進展の違い

2. 力学モデル

提案する力学モデルを図2に示す。腐食ひび割れは、鉄筋に沿ったひび割れが卓越するのが一般的である。鉄筋が密に配筋された場合は水平ひび割れが卓越する。腐食した鉄筋が膨張することにより、まだ腐食していない鉄筋とかぶりコンクリート部が内圧を受ける厚肉円筒シェルとして挙動すると仮定し、コンクリートの引張応力を平均応力説に基づいて求めた。この引張応力が引張強度 σ_t を超えるとひび割れが発生するとした。図2のような鉄筋に沿ったひび割れと水平ひび割れの力学モデルをそれぞれ考え、鉄筋間隔と鉄

筋腐食減量との関係を求め、鉄筋に沿ったひび割れと水平ひび割れの境界の鉄筋間隔を求めた。



(a) 水平ひび割れ (b) 鉄筋に沿ったひび割れ

図2 力学モデル

3. 電食実験

電食実験の試験体を図3に示す。試験体を海水と同じ塩分濃度 3%の塩水に浸し、直流化電源装置を用いて鉄筋側を陽極、ステンレス板を陰極につなぎ、アノード反応とカソード反応を起こすことにより腐食を発生させた。図3の右上の図のように水槽にステンレス板を敷き試験体との間にスポンジを挟むことでセットした。導線を直列につなぎ、鉄筋を腐食させた。試験体は寸法が 900mm×180mm×400mm のスラブ試験体で鉄筋間隔 60mm, 80mm, 90mm, 100mm, 120mm, 180mm, 240mm の試験体を作製した。腐食対象を主鉄筋とし、異形鉄筋 D19 を採用し、せん断補強筋として異形鉄筋 D16 を採用した。

4. ひび割れの進展の違いの検証

本実験では鉄筋間隔の無次元量によるスラブ試験体のひび割れモードの境界値を求めた。さらに、梁とスラブのひび割れの進展の違いも求めた。鉄筋間隔の無次元量 l/Φ は鉄筋間隔 l を鉄筋径 Φ で割ったものである。電食実験後のひび割れスケッチを図4と図5に示す。鉄筋間隔 60mm の鉄筋間隔が狭い試験体では図4の上図のように鉄筋同士を結ぶように水平ひび割れが発生した。鉄筋間隔 240mm の試験体底部の図に比べ、あまり鉄筋に沿ったひび割れは確認できない。これはコンクリート内部で水平ひび割れが起きていることを示している。鉄筋間隔 240mm の鉄筋間隔が広い試験体は鉄筋に沿ったひび割れが発生した。力学モデルと電食実験のひび割れモードの境界値を図6に示す。水平ひび割れと鉄筋に沿ったひび割れの境界

キーワード：ひび割れモード、力学モデル、ひび割れ幅

連絡先：香川県高松市多肥下町 1593-15 サクシード 1 101 号室 080-2881-6177

の鉄筋間隔の無次元量 l_0/Φ は力学モデルは 5.7, 電食実験は 4.4 前後と推定できた。塩害劣化のような自然のばらつきを考慮すると, 電食実験の境界値と力学モデルの境界値はほぼ同程度であると判断した。さらに, 水平ひび割れはコンクリートを剥離させる危険なひび割れであるため, 力学モデルは安全側になっている。梁とスラブのひび割れの進展を図 7 に示す。梁は鉄筋に沿ったひび割れと水平ひび割れのひび割れ幅は同時に増大している。対して, スラブは幅が高さ方向より十分に大きいので, 横からの拘束により, ひび割れ発生後, 水平ひび割れのひび割れ幅だけが増大している。実際に電食実験で測定したひび割れ幅の結果を図 8 に示す。スラブ試験体の両端の鉄筋は横からの拘束がないため梁のひび割れ幅と仮定できる。スラブのひび割れ幅は試験体の中央の鉄筋のひび割れ幅を採用した。梁は鉄筋に沿ったひび割れと水平ひび割れのひび割れ幅は腐食量が増大すると同じように増大する。対して, スラブは腐食量が増大しても, 鉄筋に沿ったひび割れのひび割れ幅は増大せず, 水平ひび割れのひび割れ幅のみが増大する。

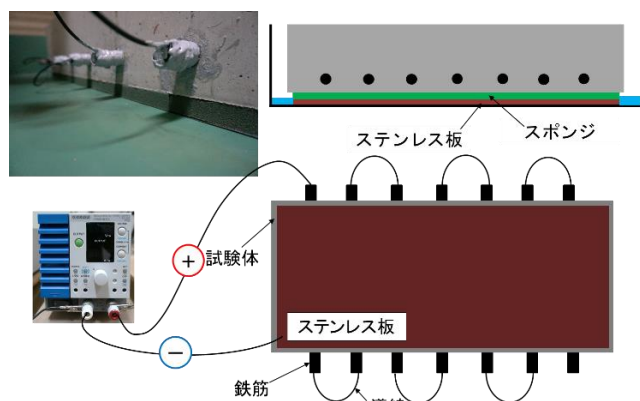
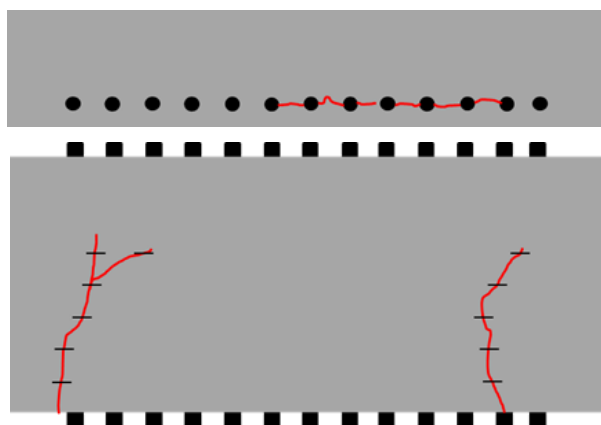
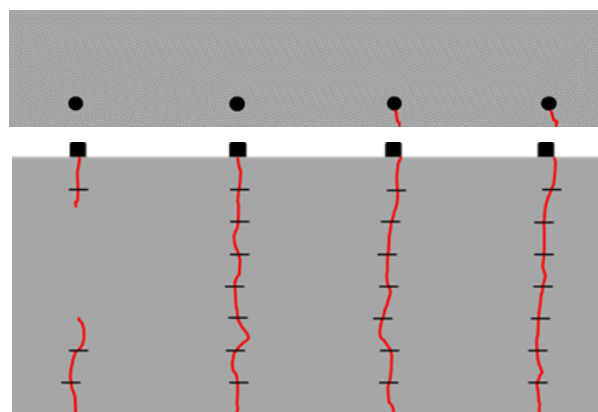


図 3 電食実験試験体



上：試験体側面部, 下：試験体底面部

図 4 鉄筋間隔 60mm のひび割れスケッチ



上：試験体側面部, 下：試験体底面部

図 5 鉄筋間隔 240mm のひび割れスケッチ

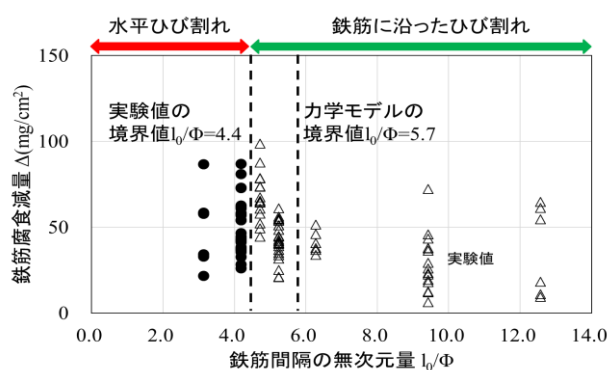


図 6 力学モデルと実験のひび割れモードの境界値

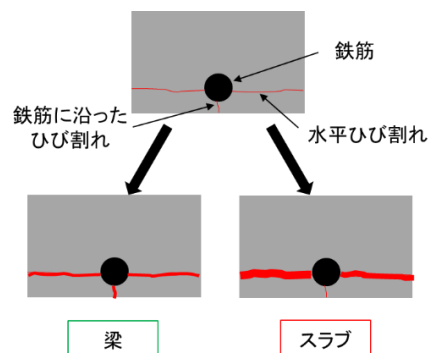
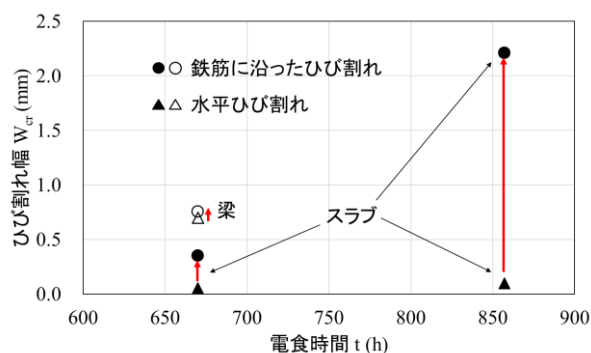


図 7 梁とスラブのひび割れの進展

図 8 電食時間 t とひび割れ幅 W_{cr} の関係