

電食実験によるスラブと梁のひび割れモードの違い

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 西谷昌晃 香川大学創造工学部 フェロー会員 松島 学

1. はじめに

実構造物で塩害劣化したスラブと梁を図1に示す。鉄筋に沿ったひび割れは目視で確認できるが、水平ひび割れは内部で発生するため、目視で確認することが難しい。さらに、スラブは腐食が進行するにつれて水平ひび割れが卓越する傾向があり、結果的にかぶりコンクリートのはく落が見られ、危険なひび割れモードである。本研究は電食実験を行い、スラブと梁のひび割れモードとひび割れの進展の違いを調べた。

2. 電食実験

電食実験に用いる試験体を図2に示す。ファラデーの法則から求めた腐食量の推定値を電気腐食量 $\Delta W(\text{mg}/\text{cm}^2)$ と定義する。試験体の寸法は $900 \times 180 \times 400(\text{mm})$ のスラブ試験体5体と $420 \times 180 \times 400(\text{mm})$ の梁試験体2体を作製した。スラブ試験体5体は電気腐食量 $\Delta W=300, 400, 500, 600, 800\text{mg}/\text{cm}^2$ 、梁試験体2体は $\Delta W=300, 600\text{mg}/\text{cm}^2$ まで腐食させた。先に鉄筋に沿ったひび割れが発生するような鉄筋間隔を考え、かぶり30mmに対して鉄筋間隔を120mmとした。異形鉄筋D19を採用した。試験体には埋め込み型と防水型のひずみゲージを設置した。埋め込み型は水平ひび割れを防水型は鉄筋に沿ったひび割れのひずみ値を測定する。電食実験の手法を図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、ステンレス板側を陰極につなぎ、アノード反応とカソード反応を起こすことにより鉄筋の腐食を発生させた。図3の右上の図のように水槽にステンレス版を敷き、スポンジを介して塩水を浸透させ、飛沫帯の環境を模擬した。導線を直列につなぎ、鉄筋を腐食させた。腐食電流密度が $1.0\text{mA}/\text{cm}^2$ になるように電流量を調整して実験を行った。

3. スラブと梁のひび割れモード

目視で確認した腐食量増大による梁とスラブの

ひび割れモードの進展を図4に示す。図4(a)のようにスラブと梁は鉄筋に沿ったひび割れが初めに発生する。外端部の鉄筋は横方向の拘束力が小さいため、外端部の鉄筋に沿ったひび割れ幅だけが顕著に大きい。次に、図4(b)のように、スラブと梁は水平ひび割れが発生する。 $\Delta W=600\text{mg}/\text{cm}^2$ まで腐食した状態、つまり最終のひび割れ状態を図4(c)に示す。スラブは梁に比べて試験体の幅が広い中央の鉄筋に対しての横方向の拘束力が大きい。そのため、外端から中央に向かって、水平ひび割れのひび割れ幅が大きい。梁は試験体の幅がスラブに比べて狭いため、横方向の拘束力は小さい。そのため、水平ひび割れ幅はほぼ一定となる。電気腐食量 ΔW とひずみ値 ε の関係を図5に示す。縦軸は鉄筋に沿ったひび割れのひずみ値を表している。図中の1~5の数字は図2に示すゲージの位置を表している。図5(a)に見られるように、スラブのひずみ値は $\Delta W=50\text{mg}/\text{cm}^2$ から急激に上昇したことから、鉄筋に沿ったひび割れが発生した時と判断した。その後もひずみ値は増大し、 $\Delta W=140\text{mg}/\text{cm}^2$ でひずみ値が一定値となり、水平ひび割れが発生した時と判断した。図5(b)に見られるように梁もスラブと同様の傾向で $\Delta W=60\text{mg}/\text{cm}^2$ の時に鉄筋に沿ったひび割れ、 $\Delta W=160\text{mg}/\text{cm}^2$ の時に水平ひび割れが発生した時と考えられる。図4から見られるように目視で確認したひび割れが発生した時の ΔW とひずみゲージから求めた ΔW はほぼ一致しており、妥当なひずみゲージの挙動であることがわかる。

4. スラブと梁のひび割れの進展

目視によるスラブのひび割れ幅の進展を図6に示す。水平ひび割れ幅を図6(a)、鉄筋に沿ったひび割れ幅を図6(b)に示す。横軸の数字は鉄筋位置を示す。鉄筋1から7の位置でひび割れ幅を測定した。実線は電気腐食量 $\Delta W=600\text{mg}/\text{cm}^2$ まで腐食した時のひび割れ幅、点線は $\Delta W=180\text{mg}/\text{cm}^2$ で鉄筋に沿ったひ

キーワード：ひび割れモード、ひび割れ幅、ひずみ値、スラブ、梁、腐食量

連絡先：香川県高松市多肥下町1593-15 サクシード1101号室 080-2881-6177

び割れと水平ひび割れが発生した時のひび割れ幅を示す。図6(a)に見られるように、腐食量が増大すると中央の鉄筋の水平ひび割れ幅が顕著に大きくなる。対して、図6(b)に見られるように、鉄筋に沿ったひび割れ幅は腐食量が増大しても大きくなり、ひび割れ発生後一定値をとる。スラブと梁の水平ひび割れの進展を図7に示す。横軸は鉄筋位置を示す。実線はスラブ、点線は梁を示す。スラブと梁のひび割れ幅を比較するために各電気腐食量 ΔW での平均ひび割れ幅で除して、無次元量とした。スラブは両端の鉄筋(1,2,5,6,7)の無次元量は小さいが、中央の鉄筋(3,4)では顕著に大きくなっている。これはスラブの中央の鉄筋が受ける横方向の拘束力が大きいため、ポアソン効果により、鉛直方向の力も大きくなったためと考えられる。対して、梁は鉄筋位置によって、無次元量は一定値とみなせる。これは梁がスラブよりも試験体の幅が狭く、横方向の拘束力が小さいからである。

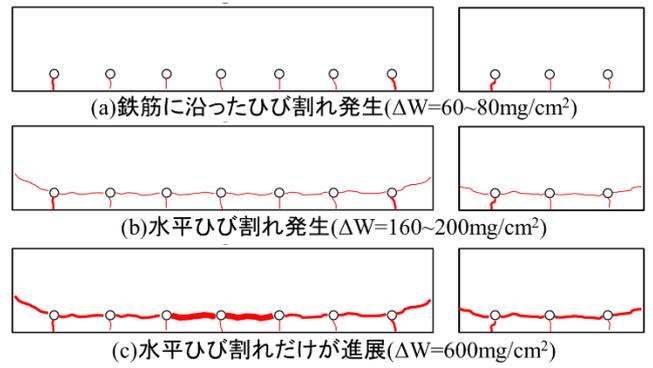


図4 目視で確認した梁とスラブのひび割れモード

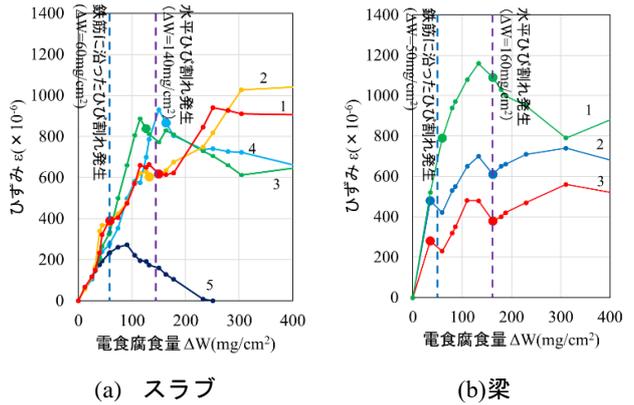


図5 電気腐食量 ΔW とひずみ値 ϵ の関係

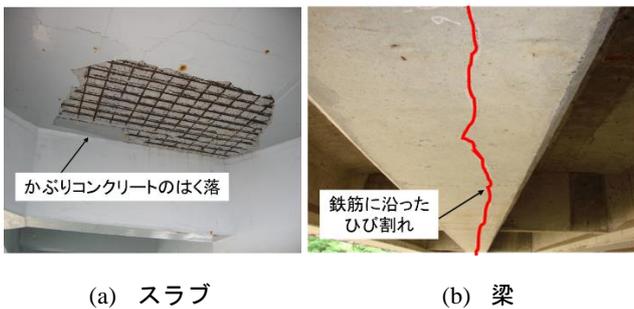


図1 スラブと梁のひび割れの進展の違い

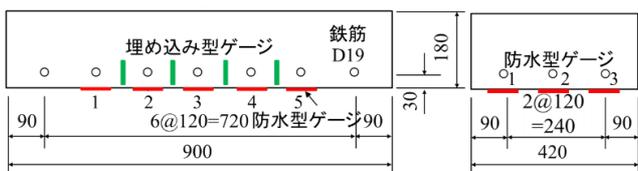


図2 電食実験に用いる試験体

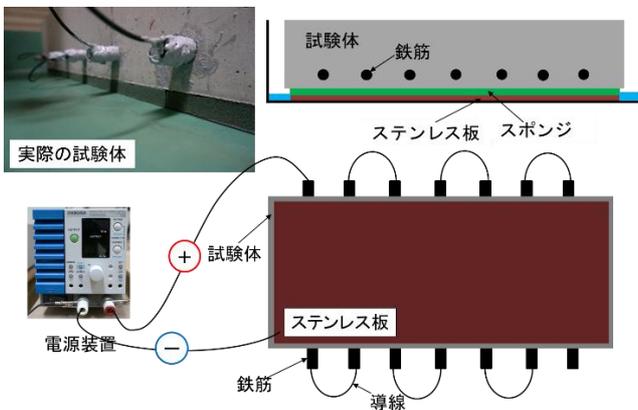


図3 電食実験の手法

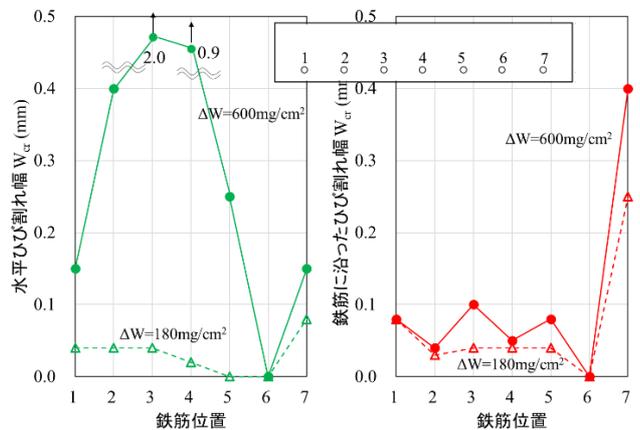


図6 目視によるスラブのひび割れ幅の進展

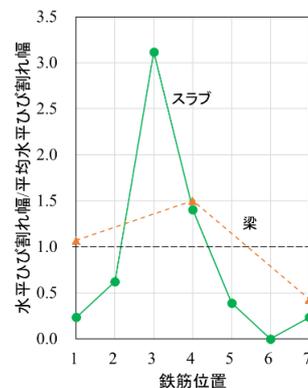


図7 スラブと梁の水平ひび割れの進展