

数値解析による RC スラブの腐食ひび割れモード

香川大学大学院 学生会員 ○本田健一郎 香川大学工学部 フェロー会員 松島 学

1. はじめに

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、鉄筋間隔がそれらのモードに大きく影響する。ひび割れモードの違いを図 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と考えられる。本研究は、数値解析を使って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。

2. ひび割れ進展による解析手法

数値解析モデルを図 2 に示す。鉄筋間隔を変化させた、スラブ試験体を対象とした。左右対称の挙動を見るため、上端の左隅と右隅の 1 接点を配筋の方向に拘束し、上端すべての接点をかぶりの方向に拘束した。連続体の一部分を抜き出したモデルを考えたため、 z 方向にすべての接点を拘束した。鉄筋及びコンクリートは、6 面体のソリッド要素を用いた。鉄筋の腐食を再現するために、鉄筋を熱膨張させることで、腐食による膨張を再現した。鉄筋に沿ったひび割れと水平ひび割れの両方のひび割れが発生した時点で解析終了とした。

3. 解析結果によるひび割れモード

鉄筋間隔の無次元量 l_0/Φ によるひび割れモードの境界値を図 3 に示す。鉄筋間隔の無次元量 l_0/Φ は鉄筋間隔 l_0 を鉄筋径 Φ で割ったものである。水平ひび割れと鉄筋に沿ったひび割れのモードの境界の鉄筋間隔の無次元量 l_0/Φ は 6.28~7.33 であった。鉄筋間隔の無次元量 l_0/Φ が 6.28 以下の時、水平ひび割れが卓越し、鉄筋間隔の無次元量 l_0/Φ が 7.33 の時、鉄筋に沿ったひび割れが卓越した。先に水平ひび割れが卓越したときを図 4(a) に、先に鉄筋に沿ったひび割れが卓越したときを図 4(b) に示す。2 つのひび割れモードの進展を図

5 に示す。図 4(a) は鉄筋間隔の無次元量 l_0/Φ が 6.28、図 4(b) は鉄筋間隔の無次元量 l_0/Φ が 12.57 のモデルである。両方ともひび割れは円周直交方向に全体に発生する。次に、形状に影響を受けて、鉄筋間隔が小さいと水平ひび割れが卓越し、鉄筋間隔が大きいと鉄筋に沿ったひび割れが卓越する。図 5 のように最終的に両方とも水平ひび割れ、鉄筋に沿ったひび割れが卓越し、コンクリートがはく落する。

4. ひび割れの進展の違い

スラブのひずみ分布を図 6(a)、梁のひずみ分布を図 6(b) に示す。図 6(a) はスラブの中心部分を切り取ったもので図 6(b) は梁全体部分を示している。この 2 つのモデルは鉄筋間隔の無次元量 l_0/Φ が 6.28 で腐食量は同じ値で比較して解析を行った。スラブは水平ひび割れのひずみが鉄筋に沿ったひび割れのひずみよりも大きいことがわかる。梁は鉄筋に沿ったひび割れと水平ひび割れのひずみに違いは見られない。スラブと梁のひずみの比較を図 7 に示す。●は水平ひび割れ、▲は鉄筋に沿ったひび割れを示している。梁は水平ひび割れと鉄筋に沿ったひび割れのひずみは変わらない。スラブは水平ひび割れと鉄筋に沿ったひび割れのひずみに大きく差が生じる。ひび割れが進展していくと梁は水平ひび割れと鉄筋に沿ったひび割れのひび割れ幅は、同時に増大する。スラブはひび割れが進展した後、鉄筋に沿ったひび割れのひび割れ幅は一定の値を保ち、水平ひび割れのひび割れ幅だけが増大する。



(a) 水平ひび割れ (b) 鉄筋に沿ったひび割れ

図 1 ひび割れモードの違い

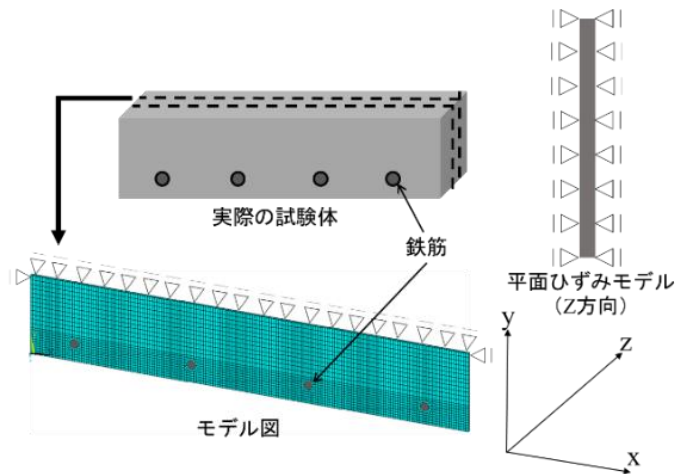
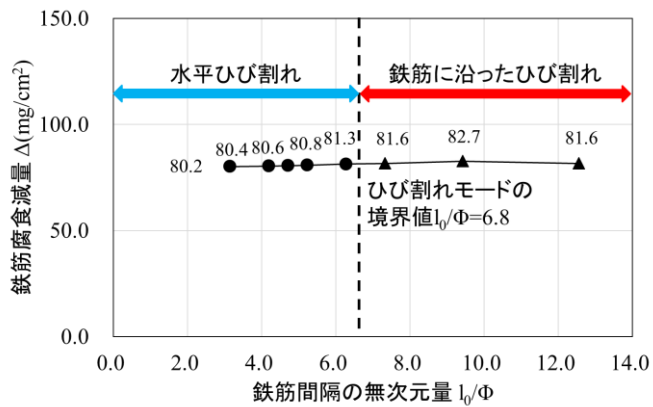
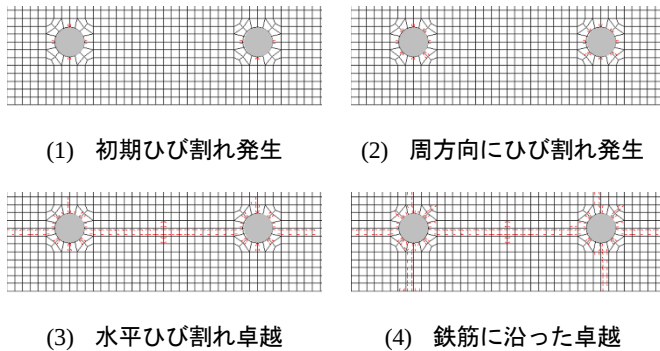
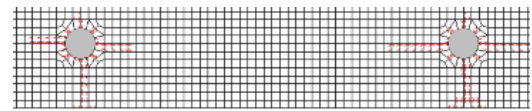
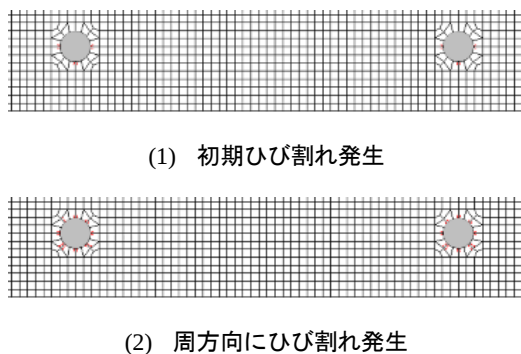
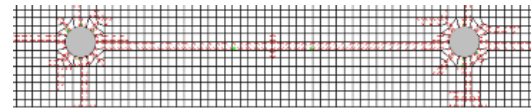


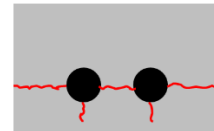
図2 数値解析モデル

図3 鉄筋間隔の無次元量 l_0/Φ によるモードの境界値図4(a) 先に水平ひび割れが卓越($l_0/\Phi=6.28$)

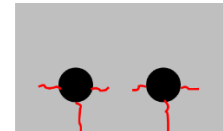
(3) 鉄筋に沿った卓越



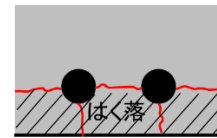
(4) 水平ひび割れ卓越

図4(b) 先に鉄筋に沿ったひび割れが卓越($l_0/\Phi=12.57$)

(a) 水平ひび割れ



(b) 鉄筋に沿ったひび割れ



(c) はく落ひび割れ

図5 2つのひび割れモードの進展

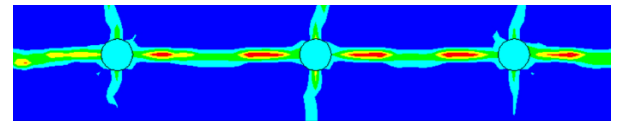


図6(a) ひび割れが形成された時のスラブのひずみ分布

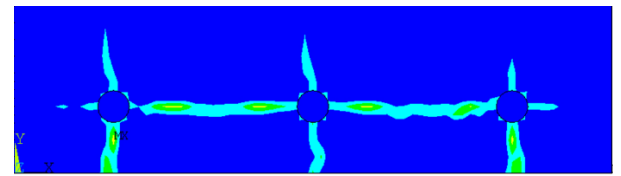


図6(b) ひび割れが形成された時の梁のひずみ分布

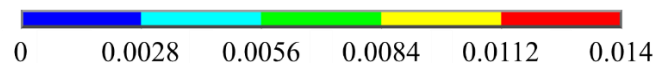


図7 スラブと梁のひずみの比較