

V-150

鉄筋腐食におけるかぶり厚さがひび割れ性状に与える影響

北海道大学大学院 学生員 亀谷 英樹
 北海道大学工学部 正 員 佐藤 靖彦
 北海道大学工学部 正 員 上田 多門
 北海道大学工学部 正 員 角田與史雄

1. はじめに

鉄筋コンクリート構造物の早期劣化の代表的被害に塩害等による鉄筋の腐食がある。腐食した鉄筋は体積膨張を引き起こしコンクリートのかぶりに縦ひび割れ、剥離等の損傷を与える。こうした問題に対処するには、縦ひび割れの発生時期とそのひび割れ性状を把握することが重要であると考えられる。本研究は、かぶり厚さに注目して、その変化がはり断面のひび割れ性状に与える影響、および、鉄筋の本数が与える影響について解析的検討を行った。

2. 解析概要

2.1 解析プログラム

本研究では、鉄筋コンクリート部材用非線形有限要素解析プログラムWCOMR¹⁾を平面ひずみ問題用に拡張したものを使用した。また、本プログラムは分散ひび割れモデルを採用している。

2.2 解析供試体

本研究で対象とする部材は、高さ550mm、横400mmの矩形断面に直径25mmの鉄筋を配置した鉄筋コンクリート梁である。解析供試体は合計5体であり、それらは、供試体No.1を基準にして、供試体No.1より側面かぶり厚さが小さい供試体No.2、供試体No.1より下面かぶり厚さが小さい供試体No.3、供試体No.1より側面および下面かぶり厚さが小さい供試体No.4、さらに、鉄筋の本数の影響を比較するために、鉄筋比を等しく鉄筋の本数を2倍にした供試体No.5である（表-1参照）。本解析では、鉄筋部の要素は設けずコンクリート要素に直接強制変位を与えることで鉄筋の腐食膨張を表現し、膨張は鉄筋と同心円状に等方的なものと仮定した。供試体No.1、No.5の要素分割図を図-1に示す。図中でC₁は側面かぶり厚さ、C₂は下面かぶり厚さ、C₃はあきかぶり厚さを表している。

表-1 各供試体のかぶり厚さ 単位(mm)

	側面厚さ	下面厚さ	あき厚さ
No.1	87.50	87.50	87.50
No.2	43.75	87.50	131.25
No.3	87.50	43.75	87.50
No.4	43.75	43.75	131.25
No.5	65.86	87.50	65.86

表-2 コンクリートの材料特性値

圧縮強度	引張強度	ポアソン比	弾性係数
34.3(MPa)	3.43(MPa)	0.2	24500(MPa)

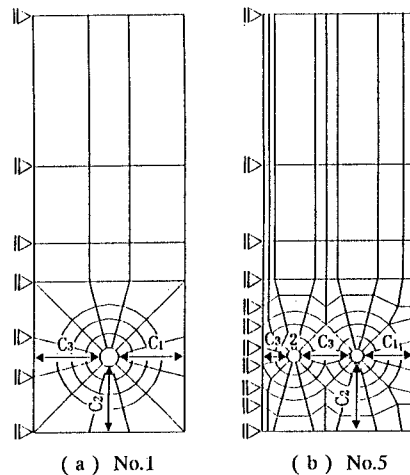


図-1 要素分割図

3. 解析結果

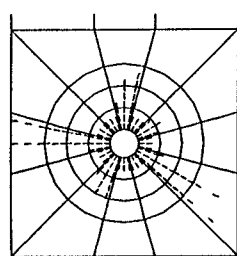
3.1 かぶり厚さがひび割れ性状に与える影響

解析結果として、各供試体についてかぶりを貫通するひび割れが発生した時の鉄筋の膨張率を表-3にその時のひび割れ図を図-2に示す。本論文で膨張率(%)とは(膨張による断面積の増加量)/(膨張前の鉄筋断面積)×100である。各供試体ともに、膨張率が小さい時は鉄筋と同心円状に、ひび割れが進展した。さらに膨張が進むと各供試体で異なった方向に応力が集中し、ひび割れが発生した後、主引張応力が

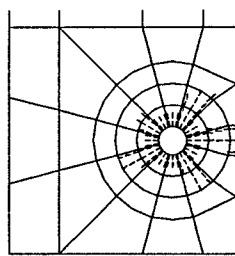
解放され、ひび割れ方向への主圧縮応力の増加が顕著に見られる結果が得られた。供試体No.1は、あき方向および側面斜め下方向にひび割れが卓越した。その後、膨張率0.27であき方向にかぶり貫通ひび割れが発生し、続いて膨張率0.34で側面斜め下方向にひび割れが貫通した。また、下面方向へのひび割れの進展は確認されなかった。供試体No.2ではかぶりが最も薄い側面かぶり方向に主引張応力が集中し、ひび割れが貫通した。供試体No.3も同様にかぶりが最も薄い下面方向に貫通した。両供試体の最小かぶり厚さは等しいが貫通ひび割れ発生時の膨張率は供試体No.3のほうがわずかに小さい。また、下面かぶり厚さと側面かぶり厚さが等しい場合の供試体No.4については主引張応力は側面および下面の両方向に集中するが、先にひび割れが貫通したのは側面方向であった。以上から本解析供試体断面では最小かぶり厚さが1/2倍になると下面および側面への貫通ひび割れに有する膨張率は0.41、0.47倍程度に減少し、また、供試体No.1、供試体No.4の解析結果から側面および下面のかぶり厚さが等しい時は、ひび割れは側面方向に卓越する傾向がある。

表-3 貫通時の膨張率とその方向

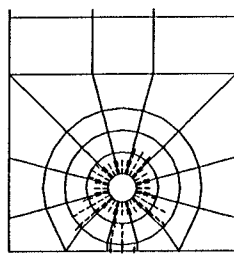
	膨張率	ひび割れ方向
No.1	0.27	あき方向
No.2	0.16	側面方向
No.3	0.14	下面方向
No.4	0.14	側面方向



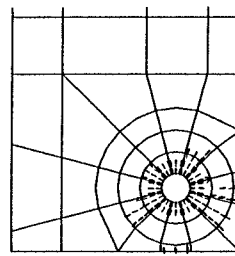
(a) 供試体No.1



(b) 供試体No.2



(c) 供試体No.3



(d) 供試体No.4

図-2 ひび割れ図

3.2 鉄筋の本数がひび割れ性状に与える影響

鉄筋の断面積を変えずに本数を増やした供試体No.5は、あき方向にひび割れが卓越し、隣接する鉄筋間ではほぼ同膨張率0.14で貫通した。その後、ひび割れは側面斜め下方向に卓越し、膨張率0.29で側面かぶりを貫通した。下面方向にはひび割れは卓越しなかった。膨張率0.29の時のひび割れ図を図-3に示す。供試体No.1は供試体No.5と、側面およびあきかぶり厚さは等しくはないが、下面かぶり厚さは等しい供試体である。両者を比較すると、供試体No.5は供試体No.1の0.52倍の膨張率であき方向に、また、0.85倍の膨張率で側面方向にかぶり貫通ひび割れが発生している。

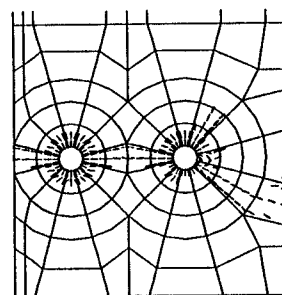


図-3 供試体No.5ひび割れ図

4. まとめ

- 1) 同じ部材断面では最小かぶり厚さがより薄い方が、より小さい膨張率でひび割れが貫通する。
- 2) 側面かぶり厚さと下面かぶり厚さが等しい場合、側面と下面では側面にひび割れが卓越する傾向がある。
- 3) 鉄筋断面積が等しい場合に、鉄筋を多数配置する方が少数配置する場合よりも小さい膨張率でひび割れが進展する傾向がある。

<参考文献>

- 1) 岡村甫、前川宏一：鉄筋コンクリートの非線形解析と構成則、技報堂出版 1991年 5月
- 2) 角本周、梶川康男、川村満紀：コンクリート中の鉄筋腐食による膨張挙動の弾塑性解析とその適用性、土木学会論文集、第402号/V-10、1989年 2月
- 3) 横関康祐、MISURA Sudhir、本橋賢一：腐食ひび割れ発生期間に関する解析的検討、土木学会第49回年次学術講演会、平成 6年 9月