

V-317 FEMを用いた鉄筋腐食によるコンクリートのひび割れ幅について

早稲田大学理工学部 元 路寛

早稲田大学理工学部 関 博

1. はじめに

塩化物の浸透や中性化によりコンクリート部材に鉄筋腐食が生ずる場合、ひび割れ発生までの鉄筋腐食量に関する研究結果は数多く発表されている。ひび割れ発生時点でコンクリート構造物の性能がただちに喪失することはないと考えられるが、ひび割れ発生以降においては、部材の耐荷力に関連してひび割れ幅と鉄筋腐食量との関係の推定することは重要と考えられる。

上記を予測する時に、実験以外の検討手法としてコンクリートの破壊力学はこの問題の解析に有望な手法と考えられる。本研究では、ひび割れモデルを基礎にして、ひび割れ幅と鉄筋腐食量の関係についてシミュレーションを行い、解析結果と既往の実験結果の比較から、本解析方法の適用性について検証を行った。

2. 数値解析

ひび割れ幅と鉄筋腐食量の関係を求めるために、離散ひび割れモデルを適用する場合に、ひび割れ発生位置及び本数を適切に定めておくということは最も重要なことである。実際に鉄筋腐食によって発生するひび割れの位置は、鉄筋直径、コンクリートかぶり、鉄筋間隔、拘束条件など、各種の要因の影響を受けて変化する。しかしながら、その位置、角度及び本数が、おおよそどの程度の範囲にあるかを予測することは、分布ひび割れモデルを用いれば、それほど困難なことではないと考えられる。

そこで、分布ひび割れモデルを用いた解析結果によってひび割れ発生位置及び本数を定めた上で、さらに、離散ひび割れモデルを用いてひび割れ幅の解析を行った。

2.1 ひび割れ発生位置と本数の判断

解析方法としては、コンクリートの軟化曲線によるひび割れの進展を考慮した分布ひび割れモデルを用いた。コンクリートの引張軟化の特性を図-1に示すようになる。鉄筋膨張を鉄筋周囲のコンクリートへ強制変位を与えていく変位制御型の増分解析である。

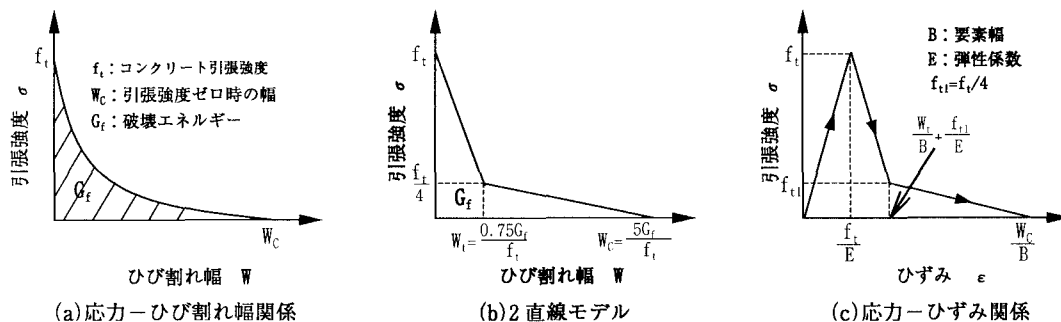


図-1 コンクリートの引張軟化特性

2.2 ひび割れ幅の計算

解析方法としては、図-2に示すように、コンクリートのひび割れ発生条件としては、仮想ひび割れ界面

キーワード: 鉄筋腐食, ひび割れ幅, 分布ひび割れモデル, 離散ひび割れモデル

〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学理工学部 TEL:03-5286-3407 FAX:03-3208-8749

の節点が負担する局所的な応力がコンクリートの引張強度に達するとひび割れが発生する。ひび割れ発生後にコンクリートの引張強度は伝達しない。鉄筋膨張は鉄筋周辺のコンクリートへ強制変位を与える方法とした。

2.3 解析モデル

ひび割れ発生位置と本数を推定するための分布ひび割れモデルを図-3(a)に示す。ひび割れ幅を求めるための離散ひび割れモデルは図-3(b)に示すようになった。コンクリートの圧縮は弾性として計算を行った。

3. 解析結果

本研究では鉄筋腐食によって発生した鉄筋軸ひび割れを解析対象とするモデルを用いて解析を行った。比較対象とした研究は、丸山らの実験結果²⁾である。解析に用いたパラメータは表-1に示した。

表-1 解析用パラメータ

圧縮強度 (N/mm^2)	引張強度 (N/mm^2)	ヤング係数 (N/mm^2)	ポアソン	G_f (N/mm)
30.5	2.24	28×10^3	0.2	0.1

解析用寸法：300×300mm、かぶり：70mm、鉄筋直径：19mm

鉄筋腐食量の計算については、腐食生成物の体積膨張率は、既往の文献¹⁾を参考に $n=3.0$ を採用した。

図-4の解析値で示すように、コンクリートの引張強度-ひずみ関係は3直線で表され、図-1(c)により求める推定値と一致することがわかる。なお、解析結果によりひび割れ発生状況は図-5に示すようになった。

図-6は、ひび割れ幅と腐食量の関係を示したものである。本図より理論値と実験値を比較すると、傾向は一致することだけでなく、量の関係はほぼ同じになることがわかる。

4. まとめ

本研究では、鉄筋腐食によるひび割れ幅と鉄筋腐食量の関係について、数値解析的な検討を行った。本研究の結果から得られた結論は以下の通りである。

- (1) ひび割れ発生位置と本数の判断方法としては、分布ひび割れモデルは有効な方法である
- (2) 分布ひび割れモデルの計算結果から判断したひび割れ面を用いて、鉄筋腐食によるひび割れ幅と腐食量の関係を推定することが可能となった。
- (3) 本解析結果は、既往の実験より得られたひび割れ幅と腐食量の関係の傾向をよく表わしている。

【参考文献】

- 1) 鉄筋腐食・防食及び補修に関する研究の現状と今後の動向, コンクリート委員会腐食防食小委員会報告, 1997, 12
- 2) 丸山 久一: 鉄筋の発錆によるコンクリートのひび割れ性状に関する基礎研究, コンクリート工学年次論文集報告集, V-10, No. 2, pp. 505-510, 1988

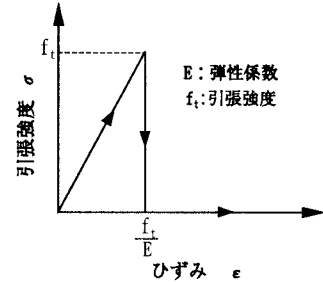


図-2 応力-ひずみ関係

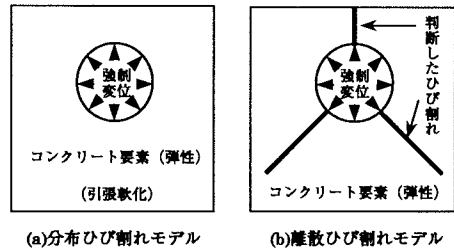


図-3 解析モデル

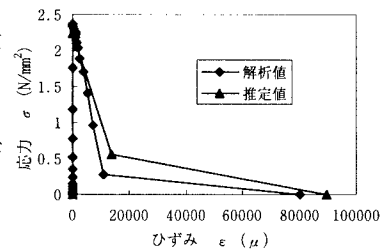


図-4 応力-ひずみの比較

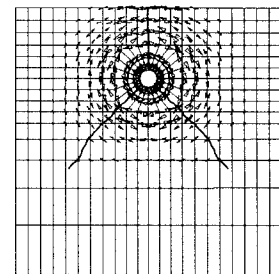


図-5 主応力の分布

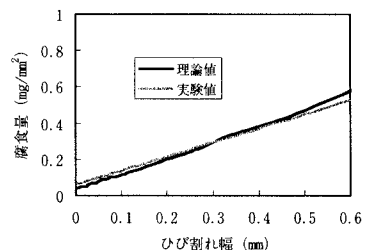


図-6 ひび割れと腐食量の関係