

鉄筋コンクリートはりの有限要素解析におけるコンクリートの引張剛性効果と引張軟化特性

岐阜大学大学院 学生会員 ○村瀬 貴宣
岐阜大学工学部 正会員 内田 裕市
岐阜大学工学部 正会員 森本 博昭

1 まえがき

ひび割れの進展をともなうコンクリートの破壊現象を数値解析によってシュミレートする場合、コンクリートの引張軟化特性を考慮する必要があることが認識されつつある。一方、分布ひび割れモデルを用いて鉄筋コンクリート部材の荷重－変形関係を解析する場合には、コンクリートの引張剛性効果を考慮しなければならない。ところが、解析においては、引張軟化特性、引張剛性効果ともにコンクリートの引張強度以降の応力－ひずみ曲線として入力するため、両者も関係は必ずしも明確にはなっていない。本報告では曲げを受ける鉄筋コンクリートはりの解析において、引張軟化特性と引張剛性効果を考慮した場合の結果について述べる。

2 解析の概要

本解析で対象とした試験体は、曲げ引張破壊を生じる鉄筋比1%の単鉄筋長方形はりである。図-1に試験体の寸法を示す。ここでは、コンクリートの引張剛性効果を考慮した解析とコンクリートの引張軟化を考慮した解析をおこなった。また、それぞれのケースにおいて、要素寸法の影響について検討した。

2.1 引張剛性を考慮した解析

図-1に示した試験体の載荷試験において求められたコンクリートの引張剛性曲線を図-2に示す。この引張剛性曲線（応力－ひずみ曲線）は、実験で計測された等モーメント区間の曲げモーメント－曲率関係から逆推定されたものである[1]。この応力－ひずみ曲線を用いて有限要素解析を行った。さらに、応力－ひずみ曲線を一定として、要素寸法（はり軸方向の寸法）を変化させた解析を行った。

2.2 引張軟化を考慮した解析

分布ひび割れモデルを用いて引張軟化を考慮する場合、図-3に示すように引張軟化曲線のひび割れ幅をひび割れ間隔（要素寸法）で除すことで、引張軟化曲線を平均の応力－ひずみ曲線に変換したものが使用される。図-4に実験に使用されたコンクリート引張軟化曲線を示す。また、ひび割れ間隔は、実験結果より100mmとした。さらに、解析では要素寸法をひび割れ間隔に等しくするべきであるが、ここでは、要素寸法を変化させた解析も行った。

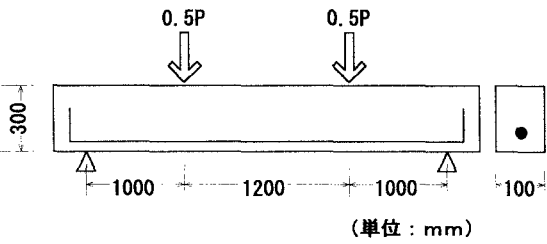


図-1 供試体寸法

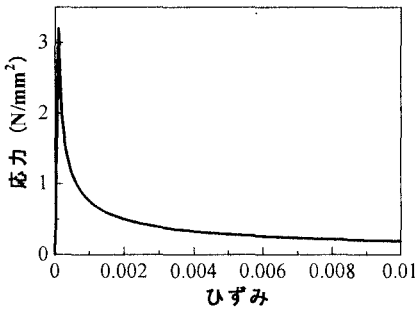


図-2 コンクリートの引張剛性曲線

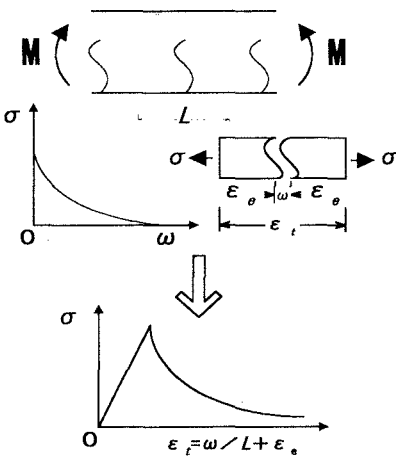


図-3 引張軟化曲線から
応力－ひずみ関係への変換

キーワード：鉄筋コンクリート、引張軟化曲線、引張剛性曲線、要素寸法

連絡先：〒501-1193 岐阜市柳戸 1-1 Tel 058-293-2471

3 解析結果

3.1 引張剛性効果と引張軟化特性を考慮した解析

図-5に引張剛性効果を考慮して解析した結果を示す。ここで用いた引張剛性曲線は実験値から逆推定されたものを使用しているため、当然のことながら解析結果と実験値はよく一致している。

一方、ひび割れ間隔として実験値を用い、引張軟化のみを考慮した解析結果は図-6に示す通り引張剛性効果を考慮した場合より剛性が低くなっている。即ち、今回対象とした試験体のようにひび割れが分散して発生する場合には、ひび割れ間隔と引張軟化を考慮した解析は不適当であると考えられる。

3.2 要素寸法の影響

図-7にコンクリートの引張の応力ひずみ曲線を一定として、要素寸法（はり軸方向の寸法）を50, 100, 150 (mm)に変化させた場合の結果を示す。同図より、この場合には要素寸法の影響はほとんどないことがわかる。これは、試験体の引張側に一様にひび割れが発生するため、要素寸法を変化させても試験体全体としてはひび割れによるエネルギー消費量が一定に保たれているためである。

一方、引張軟化曲線を一定として要素寸法を変化させた場合、すなわち、ひび割れ間隔を変化させた場合には、図-8に示すように、要素寸法によって結果が異なっている。これは、要素寸法を小さくすればひび割れ本数が増えることになり、試験体全体としてのひび割れによるエネルギー消費量が増えてしまうためである。

4 まとめ

ひび割れが分散して発生する鉄筋コンクリート部材の荷重-変形関係を分布ひび割れモデルを用いて解析する場合、コンクリートの引張剛性効果と引張軟化特性を適切に区別して扱う必要があると考えられる。

参考文献

[1] 藤代, 内田, 小柳: SRFCの引張剛性効果に関する研究, 平成10年度研究発表会講演概要集, 土木学会中部支部, pp. 589-590, 1999.

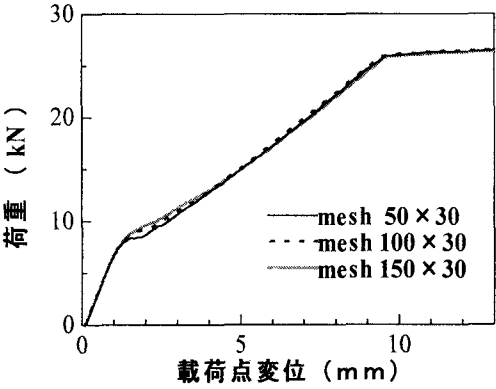


図-7 要素寸法の影響
(応力-ひずみ関係一定)

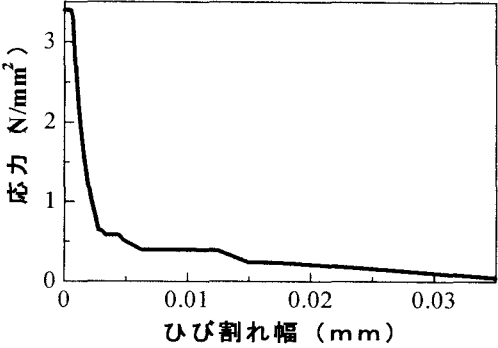


図-4 引張軟化曲線

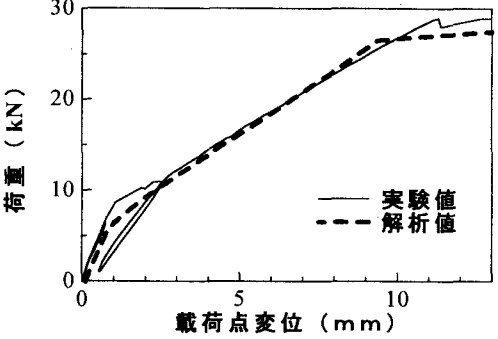


図-5 引張剛性効果を考慮した
解析結果と実験値

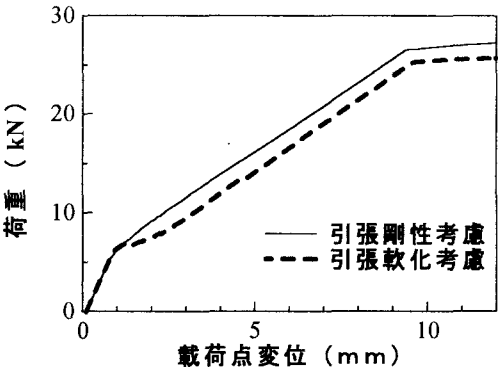


図-6 引張軟化曲線を考慮した解析結果

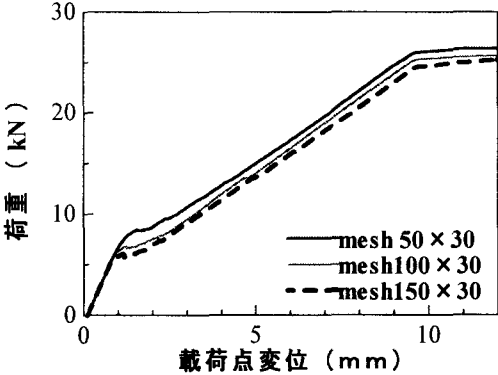


図-8 要素寸法の影響
(引張軟化一定)