

繊維補強コンクリートの曲げ寸法効果に関する数値解析的研究

鉄建建設	正	○川又 篤	正	松岡 茂
クラレ	正	保城 秀樹	正	小川 敦久
鉄道総合研究所	正	堀池 高広	正	高橋 貴蔵

1. 目的

近年、高靱性を有する繊維補強コンクリートが注目されており、土木構造物を中心に適用が広がりつつある。本研究では、繊維補強コンクリートの適用拡大を目的に、破壊力学の考えに基づいて引張軟化曲線を考慮した数値計算により曲げ寸法効果を検討した。尚、本研究は鉄道総合技術研究所、クラレ及び鉄建建設の共同研究として実施したものである。

2. 数値計算方法

2. 1 数値計算方法概要

コンクリートの曲げ強度は、ひび割れの進展に支配されるものであって、寸法効果が存在することが知られている¹⁾。繊維補強コンクリートでは、コンクリート母材(マトリックス)にひび割れが発生した後に繊維の補強効果が作用するため、ひび割れ強度以降の引張特性が普通コンクリートと比較して大幅に改善される。そのため、破壊力学の考えに基づいて繊維補強コンクリートの引張軟化曲線をモデル化して数値計算で使用した。

数値計算では、圧縮応力側及び引張応力側の構成則を構築して、平面保持の仮定に基づいた断面力の釣り合い計算を行った。断面寸法(高さ及び幅)は100, 300, 500mmとして数値計算を行って、既往の研究²⁾における曲げ試験結果との比較を行った。

2. 2 構成モデル

圧縮応力側及び引張応力側の構成モデルは、既往の研究²⁾における実験結果を使用して構築した。圧縮応力側に関しては、図-1に示すようにコンクリート標準示方書³⁾に基づいてひずみが 2000×10^{-6} までは二次関数で表現されるモデルとした。又、ひずみ 2000×10^{-6} 以降については、繊維補強による圧縮軟化が存在するが試験によりこれを安定して測定することは困難である。そのため、ここではコンクリート標準示方書³⁾に従って圧縮強度の平均値の0.85倍の強度を保持するモデルとした。

引張応力側に関して、マトリックスの引張強度に至るまでは既往の研究²⁾における圧縮強度試験で得られた弾性係数をもつ直線とした。繊維補強コンクリートの引張軟化曲線に関しては、現在、リニア型、バイリニア型、トリリニア型、多直線型等のモデルが考案されている。本研究では、図-2に示すように既往の研究²⁾における実験から得

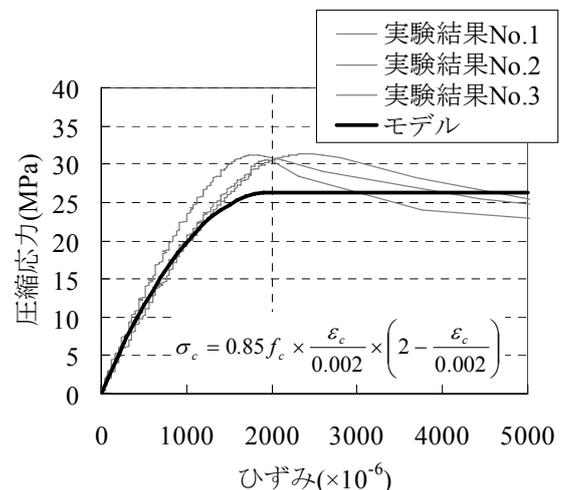


図-1 圧縮応力-ひずみ曲線

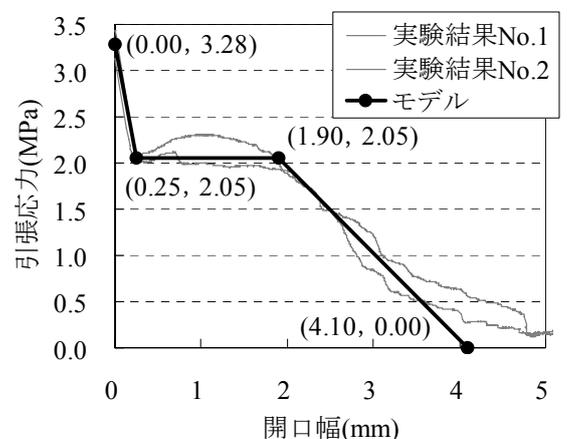


図-2 引張軟化曲線

キーワード 短繊維, 曲げ, 寸法効果, 数値解析

連絡先 〒286-0825 千葉県成田市新泉 9-1 TEL 0476-36-2357 FAX 0476-36-2380

られた引張軟化曲線を簡便的に最も良く表現できるトリリニア型のモデルとした。

3. 結果及び考察

3.1 σ_b/σ_{ck} - ひび割れ幅曲線

曲げ強度における寸法効果はひび割れが進展することにより現れる。そのため、引張強度のみが影響する微細ひび割れ発生時には寸法の影響はないものと思われる。そこで、数値計算により得られた曲げ応力 σ_b を微細ひび割れ応力 σ_{ck} により除することにより基準化した。又、実験結果に関しても各断面寸法における微細ひび割れ応力の平均値で曲げ応力を除して基準化した。図-3に σ_b/σ_{ck} - ひび割れ幅曲線を示す。数値計算結果は、いずれの断面寸法においても第一ピークが現れる曲線となり、第一ピーク時の σ_b/σ_{ck} 及びひび割れ幅はおおよそ実験結果と一致したが、断面寸法 300, 500mm では実験結果のような第一ピーク後の σ_b/σ_{ck} の極端な低下は見られなかった。又、数値計算結果では、 σ_b/σ_{ck} が低下し始めるひび割れ幅が 2~3mm と実験結果と比較して小さかった。これは数値計算では一断面しか考慮していないのに対して、実験では数本のひび割れが発生したためと考えられる。

3.2 寸法効果

図-4に断面寸法と σ_b/σ_{ck} の関係を示す。第一ピークについて見てみると、数値計算結果と実験結果の傾向はおおよそ一致する結果となった。

4. まとめ

本研究では、繊維補強コンクリートの曲げ寸法効果について数値解析的に検討を行った。その結果、微細ひび割れ応力により基準化することにより、第一ピークにおいて実験結果とおおよそ一致する傾向を得ることができた。最後に、本研究を行うに当たりご協力を頂いた北武コンサルタント(株)の渡邊忠朋氏に深謝する次第である。

参考文献

- 1) 内田裕市, 六郷恵哲, 小柳洽: コンクリートの曲げ強度の寸法効果に関する破壊力学的検討, 土木学会論文集, No.442, V-16, pp.101-107, 1992.2
- 2) 高橋貴蔵, 関根悦夫, 益田彰久, 川又篤, 小川敦久, 掘越哲郎: 繊維補強コンクリートの曲げ寸法効果に関する実験的研究, 土木学会年次学術講演会講演概要集第5部, 投稿中, 2006.9
- 3) コンクリート標準示方書[構造性能照査編](2002年制定), (社)土木学会

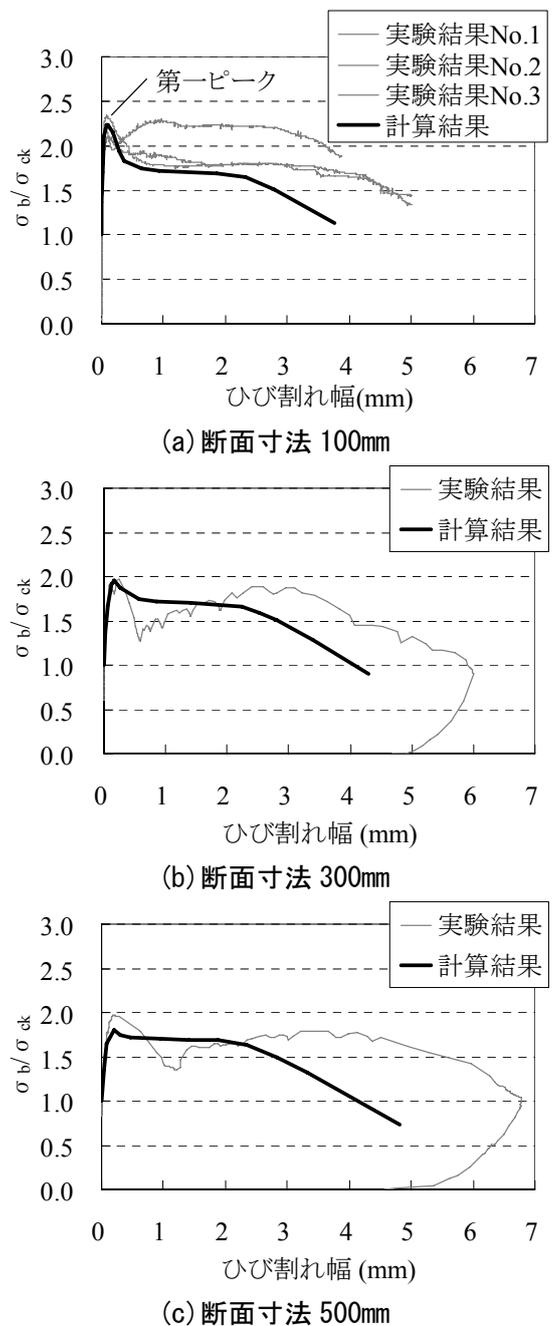


図-3 σ_b/σ_{ck} - ひび割れ幅曲線

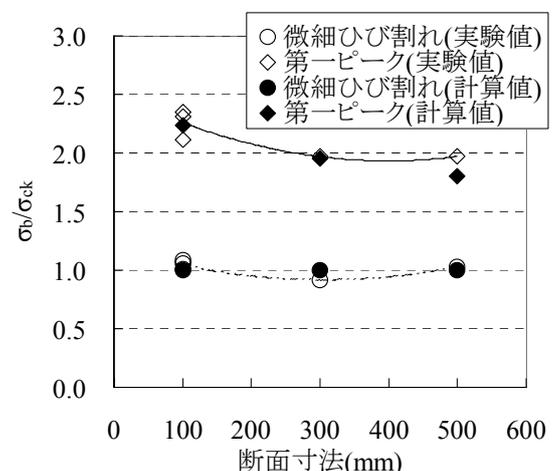


図-4 断面寸法と σ_b/σ_{ck} の関係