

繊維補強高強度モルタルの引張応力 - ひずみ関係の逆推定

0117031 加藤慶一
指導教員 栗原哲彦

1. はじめに

繊維補強コンクリートの力学特性の評価は、主に引張試験により行われている。しかし、現時点では統一的な試験方法がなく、様々な研究者が独自で試験体形状を決め、引張試験を行っているのが現状である。こうした中で本研究は、試験より得られた圧縮における応力 - ひずみ関係を用い、曲げ試験結果(荷重 - 変位関係)を良好に再現できる引張応力 - ひずみ関係をファイバーモデルにより算出し、それらの挙動を解析的に比較・検討した。

2. 実験概要および結果¹⁾

桐生氏が行った繊維補強高強度モルタルの引張試験結果(ダンベル型供試体の試験結果)および曲げ試験結果(薄板の3等分点曲げ載荷試験¹⁾)を図 - 1, 2 に示す。試験結果は非常にばらつきの多いものである。表 - 1 に配合を示す。筆者は、表 - 1 の配合に基づき 50×100mm の圧縮供試体を作製し圧縮応力 - ひずみ関係を測定した。その結果を図 - 3 に示す。なお表 - 2 に圧縮強度とヤング係数を示す。

3. 解析概要

梁の曲げ載荷試験結果である荷重変位関係をファイバーモデルと弾性荷重法を用いて算出するプログラムを作成した。このプログラムは、圧縮および引張応力 - ひずみ関係を入力データとし、ファイバーモデルでモーメント - 曲率関係を、弾性荷重法で荷重 - 変位関係を求めるものである。

4. 解析結果

既往の研究²⁾より得られた応力 - ひずみ関係(図 - 4)を用い、200×200×800(mm)の曲げ供試体の荷重 - 変位関係を解析した。

ここでは、応力 - ひずみ関係の形状が荷重 - 変位関係の形状に与える影響について解析的に検討した。圧縮応力 - ひずみ関係は土木学会コンクリート標準司法所を使い圧縮強度を文献²⁾から抽出し、モデル化(固定)し、上記図 - 4 を Case4 とし、図 - 5 に示すような Case1 ~ Case7 を設定した。図 - 6 に荷重 - 変位関係を解析した結果を示す。この結果よりまず初期勾配が等しくとも、最大引張応力の大きい Case のものほど、大きい最大荷重を示している。また最大応力後に勾配の変化に伴い荷重 - 変位関係にどのような違いが出るのかを確かめたのだが勾配を急にすると荷重 - 変位関係においても勾配は急になり応力 - ひずみ関係と似た変化を示した。

表 - 1 示方配合

W/C	単位量(kg/m ³)				
	W	C	S	繊維	Ad
25	322	1288	644	26	60

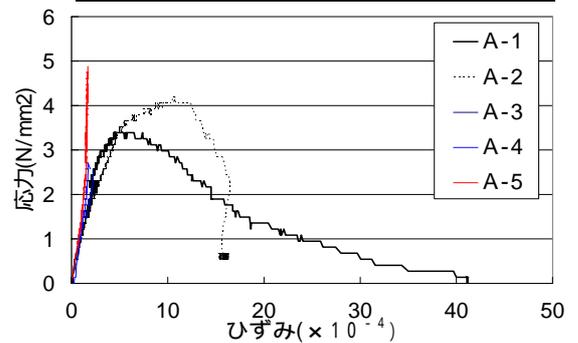


図 - 1 引張試験結果¹⁾

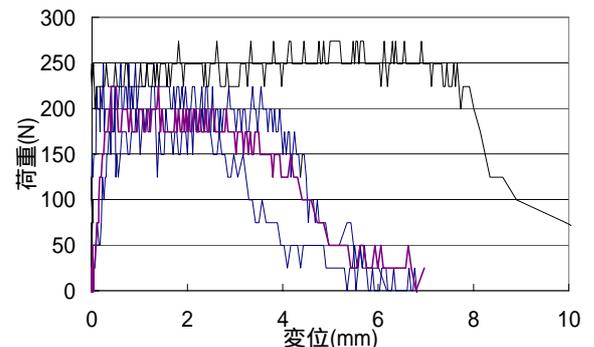


図 - 2 曲げ試験結果¹⁾

表 - 2 圧縮試験結果

試験体	圧縮強度 (N/mm ²)	数 (kN/mm ²)
平均	113.9	35.1

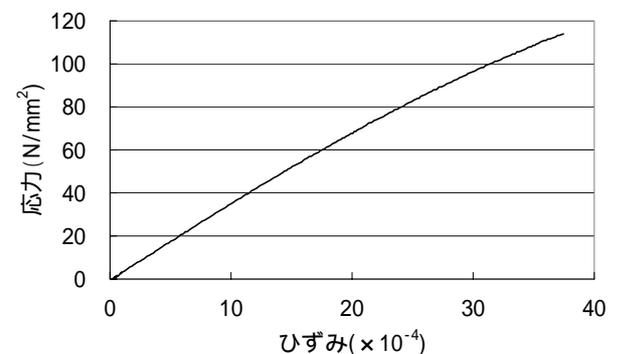


図 - 3 圧縮応力 - ひずみ関係

キーワード：繊維補強高強度モルタル ファイバーモデル 弾性荷重法 応力 - ひずみ関係

以上の結果を踏まえて、図 - 2 に示す荷重 - 変位関係を良好に再現できる応力 - ひずみ関係の推定を試みた。図 - 3 に示す圧縮応力 - ひずみ関係をモデル化し、固有値として扱う。その上で繊維補強高強度モルタルの引張応力 - ひずみ関係を4直線でモデル化し、各点の(応力, ひずみ)を試行錯誤の上決定していった。決定された応力 - ひずみ関係を図 - 7 に示す。解析により得られた荷重 - 変位関係を図 - 8 に示す。

図 - 1 と図 - 7 を比較すると、初期勾配および最大応力において近い値を示している。また初期ひび割れ点における 3N/mm^2 という値は引張強度を示しているが、この点についても図 - 1 の実験値より得られる引張強度と近い値を示した。

また図 - 8 においても初期勾配や最大荷重後の変化について実験値と解析値で似た形状となっており、最大荷重においてもほぼ一致している。

6. まとめ

今回ファイバーモデルによる解析から初期勾配また最大荷重がやはり大きく影響したが、最大荷重後における挙動に変化をつけた際にも変化が見られた。また本解析はひび割れが一本であることが前提に行われた。実際には複数のひび割れが発生しているのだが、ある程度の推定に評価できる挙動を示した。今回の結果より、圧縮や曲げ試験と比べ試験の行いづらい引張試験だが、引張における応力 - ひずみ関係にてある程度の推定ができた。また実際今後引張試験を行う際にも、解析値と比較することができ有効な手段となると思われる。

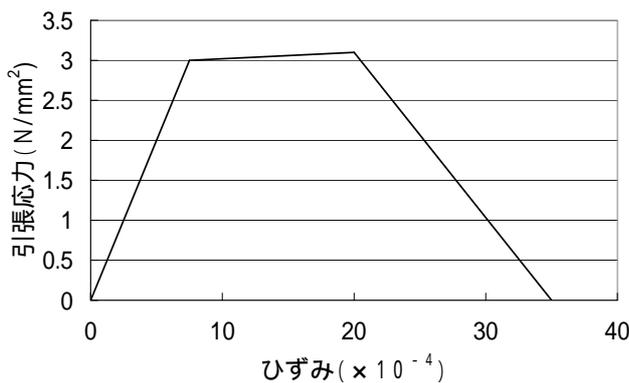


図 - 7 引張応力 - ひずみ関係 (推定値)

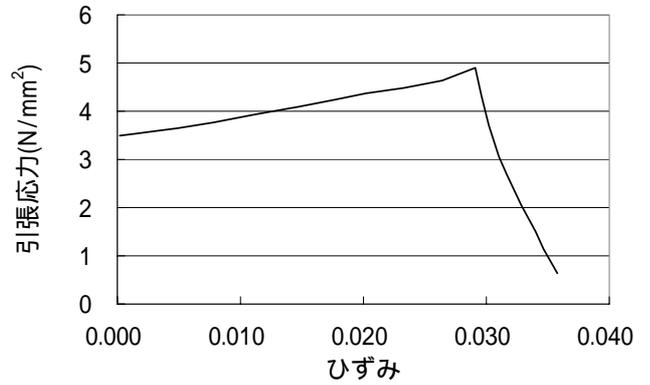


図 - 4 引張応力 - ひずみ関係²⁾

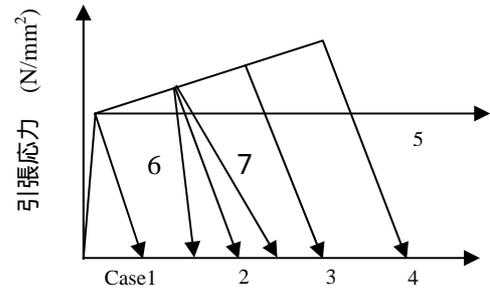


図 - 5 解析ケース

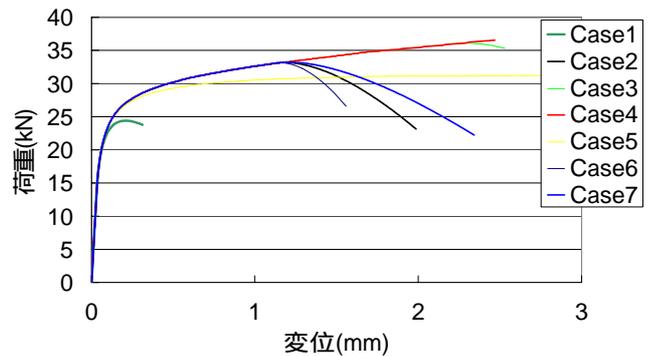


図 - 6 解析結果

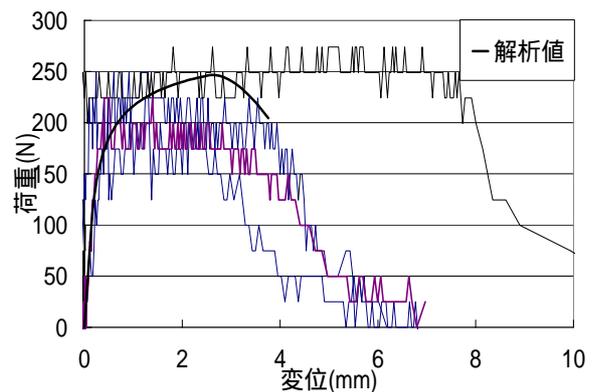


図 - 8 解析結果

参考文献

- 1) 桐生有朋：高靱性セメント複合材料の引張・曲げ試験とデジタルカメラを利用した変位測定の試み
- 2) 金久保利之, 清水克将, 片桐誠, 関田徹志, 福山洋, 六郷恵哲：DFRCC の引張性能評価, 高靱性セメント複合材料に関するシンポジウム論文集, NO.16, p p.101-111, 2003.12