

## 高靱性セメント複合材料の曲げ強度の寸法効果

学生氏名 齋藤 忍

指導教員 栗原 哲彦

### 1. 本研究の目的

コンクリート構造物や部材の耐力は、寸法が大きくなっても寸法に比例して大きくなるとは限らず、むしろ強度(単位面積当たりの力等、耐力を寸法で基準化した値)は低下する場合が多い。この現象を寸法効果といい、構造物を設計する上で極めて重要であり、コンクリート構造の破壊の力学における主要なテーマの一つである。また寸法効果には材料欠陥の確率分布、破壊領域の局所化、コンクリートの不均一性等の原因があげられる。今回使用した DFRCC はコンクリートの脆性的な性質を材料レベルで改善したものであり、ひび割れ発生後も急激に発生が低下することなく変形が増大し、靱性に優れた複合材料である。本研究では DFRCC を対象にし、コンクリートの曲げ強度や変形特性におよぼす供試体寸法の影響を明らかにすることを目的とし、様々な寸法の供試体を用いて、載荷試験により曲げ強度を測定し、他の種類のコンクリートと比較することにより寸法効果という視点から DFRCC が持つ特性を明らかにしていくことを目的とする。

### 2. 実験概要

実験に用いた供試体の示方配合を表 - 2.1、種類および寸法諸元を表 - 2.2 に示す。ポリエチレン繊維を体積比で 1.5% 混入した高靱性セメント複合材料 (DFRCC)、ポリエチレン繊維を混入しないモルタルにより供試体をそれぞれ作製した。供試体は寸法全体を比例倍に変化させた A シリーズと幅、スパンを一定とし高さのみを変化させた B シリーズの二種類とした。A シリーズの正方形断面の供試体においては原則として供試体長をはり高さの 4 倍とし、載荷スパン長ははり高さの 3 倍とした。図 - 2.1 に示すように載荷方法は、三等分点曲げ載荷とし、いずれの供試体も打設方向に直角に載荷した。支点における拘束を取り除くために両支点ともローラー支点とし載荷試験を行った。

表 - 2.1 示方配合表

シリーズ	W/C (%)	単位量 (Kg/m <sup>2</sup> )					Ad (%)
		W	C	S	V	F	
DFRCC	30.0	342	1264	395	0.90	146	3.00

表 - 2.2 供試体諸元

シリーズ	供試体	センタリング	供試体寸法 (mm)	本数
			b × h × s(L)	
A	DFRCC	AD40	40 × 40 × 120 (160)	3本
		AD100	100 × 100 × 300 (400)	3本
		AD200	200 × 200 × 600 (800)	3本
	モルタル	AM40	40 × 40 × 120 (160)	3本
		AM100	100 × 100 × 300 (400)	2本
		AM200	200 × 200 × 600 (800)	3本
B	DFRCC	BD25	100 × 25 × 300 (400)	3本
		BD50	100 × 50 × 300 (400)	3本
		BD100	100 × 100 × 300 (400)	3本
		BD200	100 × 200 × 300 (400)	2本

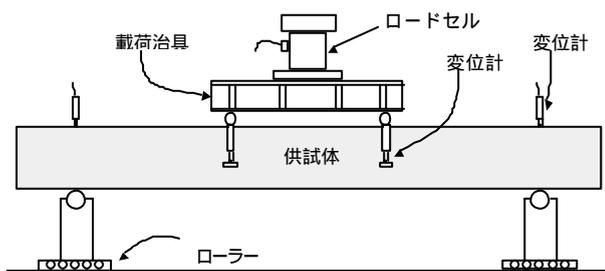


図 - 2.1 三等分点曲げ載荷試験

### 3. 実験結果及び考察

#### (1) 荷重 - 変位曲線とひび割れ性状

全ての供試体においてひび割れ発生点以降複数のひび割れが発生した。B シリーズの供試体に注目すると高さとおひび割れの本数の関係が反比例していることが荷重 - 変位曲線から確認できる。供試体 BD25 では複数のひび割れが入ったのちゆっくり荷重が低下し破断に至る(図 - 3.1 参照)。それに対し供試体 BD200 では、ひび割れを繰り返して最終的には圧壊して破壊に至った(図 - 3.2 参照)。またモルタルの供試体に関してはひび割れ 1 本の発生により急激に破壊した。(図 - 3.3 参照)

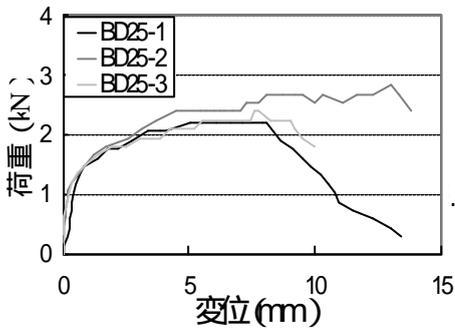


図 - 3.1 荷重 - 変位曲線

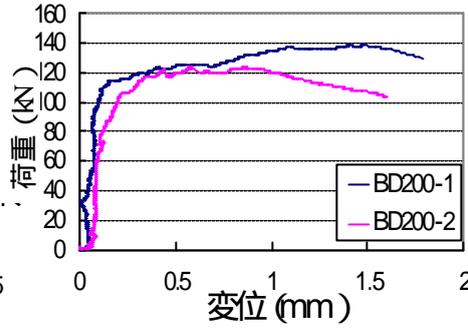


図 - 3.2 荷重 - 変位曲線

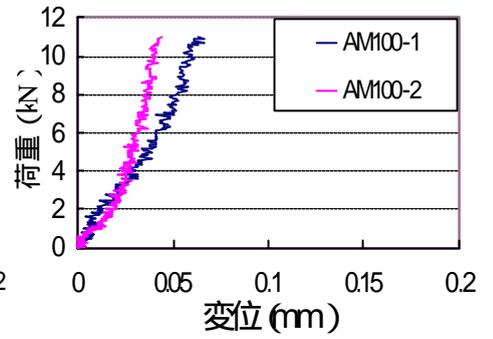


図 - 3.3 荷重 - 変位曲線

(2) DFRCC 及び各種コンクリートの寸法依存性

A シリーズにおいてはやはり高さとの関係を図 - 3.4 (a) に示す . 比較のため普通コンクリートのデータ<sup>1)</sup>も同図中に示す . DFRCC と普通コンクリートを比較してみると各寸法において DFRCC が 2 倍から 3 倍の値を示していることが分かる . 寸法の増大にともない曲げ強度が減少する傾きは , 普通コンクリートの曲げ強度の減少する傾きとほぼ同様であった . 曲げ強度は寸法増大にともない減少するもの高さ 100mm から 200mm にかけて傾きは大きく緩やかになった . また高さ 200mm の供試体の一体では高さ 100mm の供試体の曲げ強度より大きい値を示した . これは , DFRCC の補強効果が現れ , 曲げ強度の寸法依存性が小さくなっていることが考えられる . A シリーズのモルタルにおいてはやはり高さとの関係を図 - 3.4 (b) に示す . モルタルの供試体において今回寸法効果は確認することができなかった . 高さ 40mm から高さ 100mm にかけては , 曲げ強度は低下するが高さ 100mm から 200mm にかけては曲げ強度は大きく増加した . これは , 寸法効果の原因の影響が少ないことが考えられる . DFRCC と比較すると , 寸法ごとの曲げ強度は DFRCC の方が 2 倍から 3 倍の値を示している .

(3) 供試体の高さとの関係

B シリーズにおいては曲げ強度と寸法との関係を図 - 3.4(c) に示す . DFRCC の曲げ強度と供試体の高さとの関係は高さが小さくなるにつれて , 強度が大きくなる傾向にあるが , 高さが 25mm まで小さくなると強度が低下した . つまり B シリーズでは高さ 50mm の供試体において一番高い曲げ強度の値を得ることができた . 高さ 25mm で強度が低下した原因としては本研究レベルにおいて供試体の薄さより他の供試体と同等の性能を持つ供試体の作製が困難であった . そのため強度のばらつき , 低下が生じたものと考えられる .

4. まとめ

高さのみを変化させた B シリーズの曲げ強度に関してはやはり高さ 25mm の供試体を除き基本的に高さが高くなるにつれ強度は低下する傾向にあった . 寸法全体を比例倍に変化させた A シリーズでは B シリーズと同様 , 供試体の寸法が増大にするにつれて , 曲げ強度は減少する傾向にあったが普通コンクリートと比較するとこの減少の傾きは供試体が大きくなるほど小さいものとなった . これは高靱性セメント複合材料の補強効果により現れたものと考えられる .

参考文献

1) 六郷恵哲, 内田祐市, 加藤永徳, 小柳治: コンクリート曲げ強度の推定に関する破壊力学検討, コンクリート工学論文集, 第 3 巻第 1 号, 1992 年 1 月

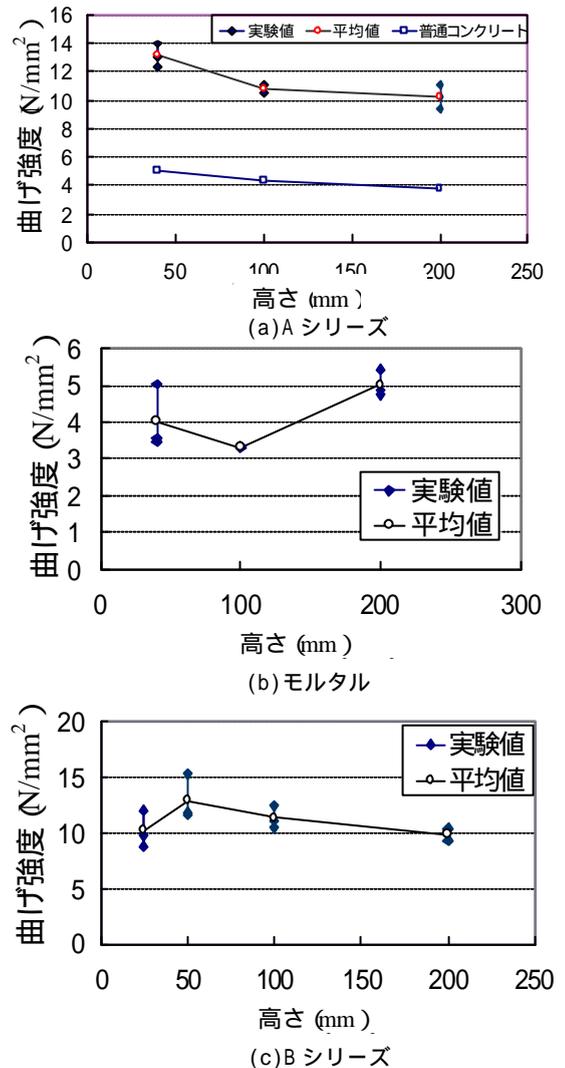


図 - 3.4 曲げ強度の寸法効