

## 高靱性セメント複合材料の材料特性と評価方法

武蔵工業大学 学生会員 ○桐生 有朋, 加藤 慶一  
 武蔵工業大学 正会員 栗原 哲彦

### 1. はじめに

近年、短繊維を混入させることでコンクリートに高い靱性を持たせ、引張応力の分担、ひび割れの微細化といった効果をコンクリートに付加しようとする動きがある<sup>1)</sup>。現在、従来の繊維補強コンクリートの概念を元に、さらに高靱性化させた高靱性セメント複合材料が開発され、実用化を目指して盛んに研究が行われている。しかし、高靱性セメント複合材料は、使用材料の標準化、材料特性の試験方法の統一化、耐久性評価など未解決の問題がある<sup>2)</sup>。そこで、本研究は、主に、材料特性の評価に着目し、高靱性セメント複合材料の実用化に向けた有益な情報を得るために、基本となる引張および曲げ試験を実施した。

### 2. 実験概要

表-1 に示す配合により、高靱性セメント複合材料を作製し、図-1 に示すダンベル型試験体<sup>2)</sup>と曲げ試験体を作製した。高靱性セメント複合材料には PVA 繊維を容積率で 2%混入させている。引張試験には変位制御型の引張試験機を使用し、荷重および

表-1 配合一覧

繊維 混入率(%)	W/C (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )				フロー (mm)
		W	C	S	F	
2	45	459	1020	510	26	119・117
1		464	1030	515	13	227・231
0.5		466	1036	518	6.5	235・237

変位(図-2 に示す位置の標点間距離を変位計による計測)を計測した。さらに、ダンベル型試験体表面にマーカーを貼り(図-3 参照)、荷重中デジタルカメラにより連続して写真撮影を行い、マーカーの移動量からマーカー間の距離を求めた。

このマーカー間距離と変位計による変位量とを相互比較した。また、曲げ試験(図-4 参照)は、支点間距離 300mm、純曲げ区

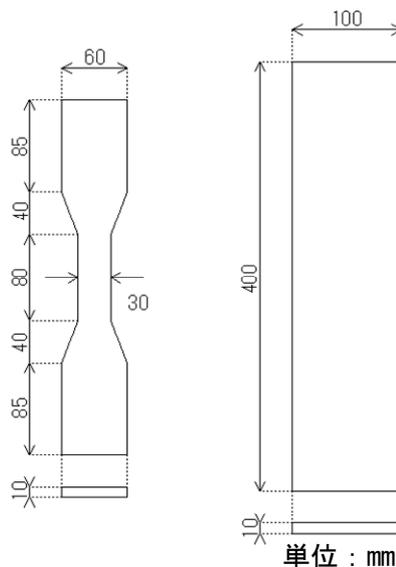


図-1 試験体寸法

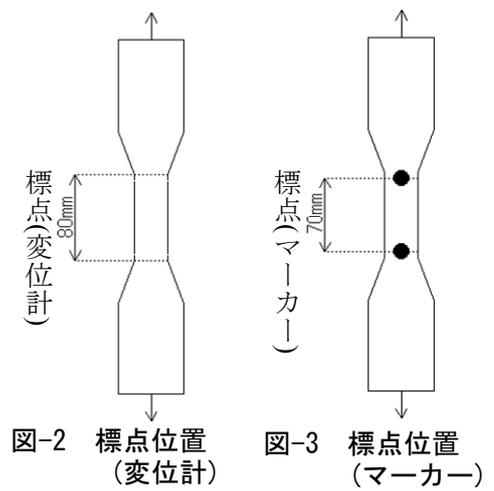


図-2 標点位置(変位計)

図-3 標点位置(マーカー)

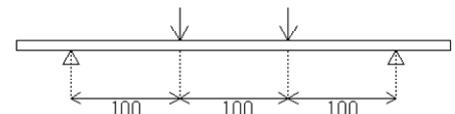


図-4 曲げ試験概要図

間 100mm の 2 点荷重試験とし、荷重-変位曲線を計測した。なお、荷重後は、両試験とも目視で確認できるひび割れをスケッチした。

### 3. 実験結果

#### 3. 1 荷重試験結果

図-5, 6, 7 に引張試験により得られた荷重-変位曲線を示す。図中の実線はダンベル型試験体に設置した変位計により計測された変位を示しており、●はデジタルカメラで撮影された写真からマーカー間の距離を算出した結果である。表-2 にひび割れ荷重及び最大荷重を示す。

引張試験の荷重-変位曲線は、ひび割れ発生後も荷重低下せず、最大荷重まで増加し続けている。最大荷重

を迎えた後も急激な荷重低下はなく、徐々に荷重が低下している。PVA 繊維の架橋効果が発揮されていることが分かる。マーカー間距離を算出した結果は、荷重-変位曲線初期は、変位計の変位量とほぼ同程度であるが、曲線が大き

く勾配を緩やかにする地点から大きく外れていることが分かる。これは、変位計測位置の違いによるものである。変位計による変位計測は図-2 に示す距離を計測しているが、マーカー間距離は変位計で測る標点より内側に設定した標点間距離を算出している。今回の実験では、変位計設置付近でひび割れが多く見られ(図-7 参照)、その変位量をマーカー間距離では考慮で

きなかったためである。平均ひび割れ荷重は 1.13kN, 平均最大荷重は、1.31kN であった。約 20%弱の荷重増加が見られた。

図-8 に曲げ試験により得られた荷重-変位曲線を示す。表-2 に曲げ試験結果を併記する。引張試験同様、ひび割れ発生後も荷重低下せず、最大荷重まで荷重は増大した。表-2 から平均ひび割れ荷重は 0.141kN であり、平均最大荷重は 0.257kN であった。引張試験結果より大きい 82.3%の荷重増加が見られた。

3. 1 ひび割れ性状

図-9 に両試験により発生したひび割れ(目視できるもの)のスケッチ図を示す。前述のように、引張試験では、断面が変化する位置でのひび割れ発生が多く見られ、引張試験の困難さを示すものである。また、曲げ試験においては、ほぼ等間隔にひび割れが生じていることが分かり、試験の容易さを示すものである。単にひび割れ分散性を見るためであれば、曲げ試験が容易に実施できる点、有利と考えられる。

4. まとめ

以上より、得られた知見を以下にまとめ、引張・曲げ両試験ともひび割れ発生後も荷重低下することなく、最大荷重を迎えるという高靱性セメント複合材料の特徴ある荷重-変位曲線を得ることができたが、ひび割れの分散性や試験の容易さからは、曲げ試験が有利であった。引張試験において変位計設置などの煩雑な作業の代わりにマーカー貼付けによるマーカー間距離を画像から算出方法を試みた。改善点はあるものの、微小変位であっても良好な変位計測を行える可能性を示した。

参考文献

- 1)日本コンクリート工学協会：高靱性セメント複合材料を知る・作る・使う，高靱性セメント複合材料の性能評価と構造利用研究委員会報告書，2002.1
- 2)土木学会：複数微細ひび割れ型繊維補強モルタルの評価と利用，コンクリート技術シリーズ 64，2005.7

表-2 ひび割れ荷重及び最大荷重

	Pcr(kN)	Pmax(kN)	Pmax/Pcr
引張	1.13	1.31	1.16
曲げ	0.141	0.257	1.82

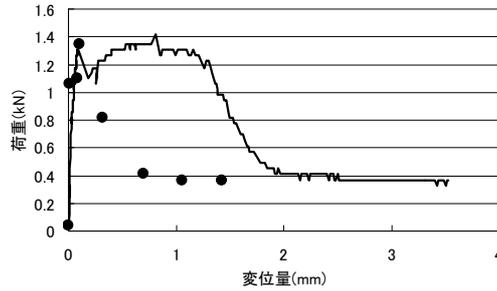


図-5 引張試験結果 1

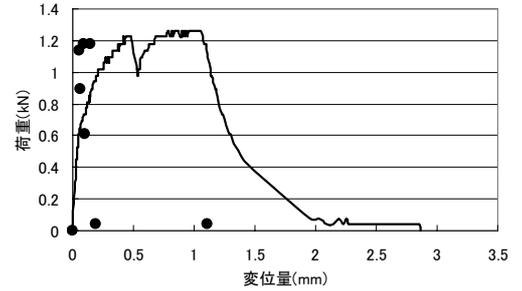


図-6 引張試験結果 2

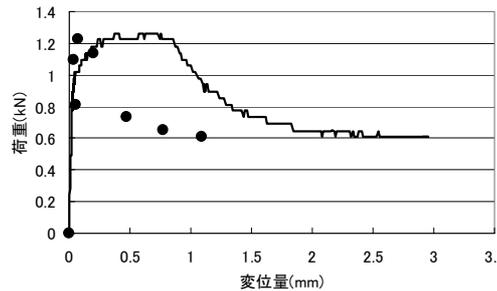


図-7 引張試験結果 3

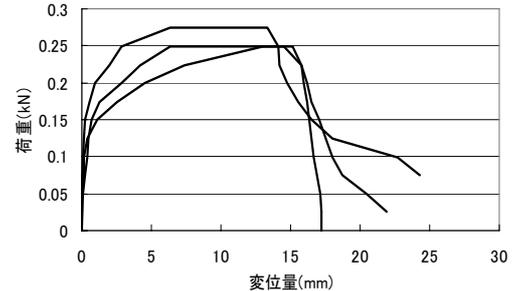


図-8 曲げ試験結果

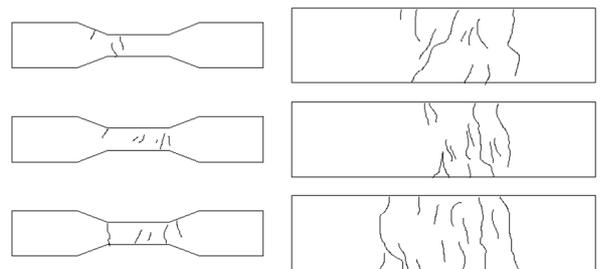


図-9 ひび割れスケッチ図