

複数微細ひび割れ型繊維補強セメント複合材料の引張性能と評価方法

中日本高速道路株式会社 正会員 ○森山 守
 （株）デーロス 正会員 林承 燦
 岐阜大学 正会員 内田裕市、六郷恵哲

1. はじめに

引張力下において、ひずみ硬化特性と複数ひび割れ特性を示す複数微細ひび割れ型繊維補強セメント複合材料(以下、HPFRCCと呼ぶ)の特性を、利用目的や使用条件に応じて有効に利用するためには、引張応力ひずみ関係およびひび割れ性状などの引張性能を明らかにするとともに、引張性能の評価試験方法を確立することが大切である¹⁾。

本研究では、HPFRCCを対象として、ダンベル形状の供試体を用いた簡便な一軸直接引張試験方法を提案するとともに、HPFRCCの引張性能について検討した。

2. 実験概要

(1) 使用材料および供試体

HPFRCCの配合を表-1に示す。HPFRCCマトリックスには、プレミックスされたポリマーセメントモルタルに粗骨材($G_{max}=10\text{mm}$)を混入したものをを用いた。繊維(混入率:2vol%)には、長さ12mm、直径 $40\mu\text{m}$ のPVA(polyvinyl alcohol)繊維を使用した。スランプフローは420mmで、空気量は6.8%であった。打設後2日目に脱型し、試験材齢(28~36日)までは実験室内(室温10~20程度)において気中養生を行った。

図-1に引張試験用の供試体の概要及びダンベル形状の供試体寸法を示す。引張試験用供試体寸法は、断面の平面寸法を一定とし、厚さのみ13mm、50mmの2種類とし、それぞれ供試体を5体ずつ作製した。

(2) 引張載荷試験及びひび割れ観察の概要

供試体の引張載荷試験の様子を図-2に示す。鋼製フレーム(質量:約30kg、外寸:250×200×500mm)の中で、上下の掴み具によりダンベル形状の供試体の肩の部分を掴んで引張力を伝達させる構造とした。建研式付着試験装置の加力部分(手回し式)を鋼製フレーム上に置き、加力棒を介して供試体へ引張力を与えた。引張試験の境界条件としては、下側掴み具は、鋼製フレームの底板上に固定させた「固定支持」とし、上側掴み具は加力棒の中にヒンジを設け、「ピン支持」とした。

引張試験における荷重-変位関係は、供試体に直接取り

表-1 HPFRCCの配合

単位量(kg/m^3)					圧縮強度 (MPa)	弾性係数 (GPa)
モルタル	粗骨材	ポリマー	水	PVA		
1225	323	71	257	26	34.4	16.3

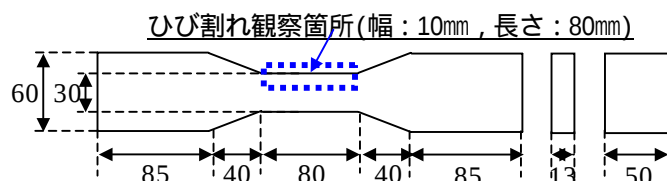


図-1 供試体形状及び寸法 (単位: mm)

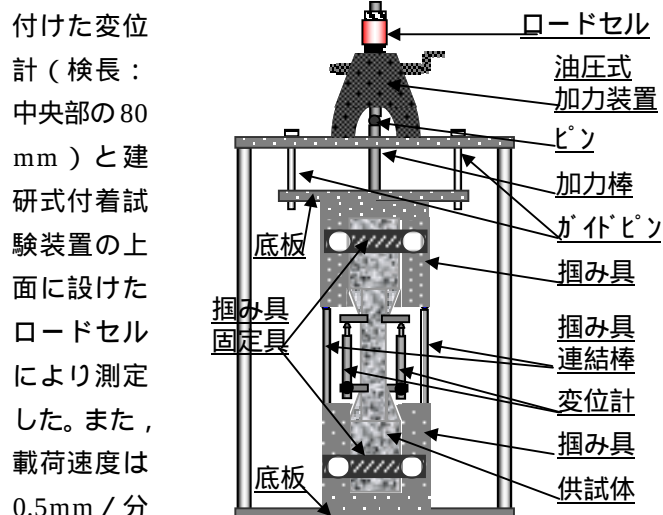


図-2 引張試験装置の形状

ひび割れの観察は、マイクロスコープを用い、各供試体の種類ごとに3体ずつ行った。ひび割れの観察は、引張ひずみ0.25%、0.63%、0.95%、1.25%、1.88%、2.5%、3.13%、3.75%、5.0%の各段階で載荷を止めて行った。観察区間は、供試体底面(型枠面)の側面寄りの領域(幅:10mm、長さ:80mm)とした。

3. 引張試験結果および考察

本研究で提案した試験装置により引張試験を行った結果、全ての供試体において、検長内で破壊が生じ、引張試験を確実に行うことが出来た。

キーワード HPFRCC, ひずみ硬化, 直接引張試験, 複数ひび割れ

連絡先 〒160-0004 岐阜県高山市清見町牧ヶ洞 2447 中日本高速道路(株)清見工事事務所 TEL 0577-68-2497

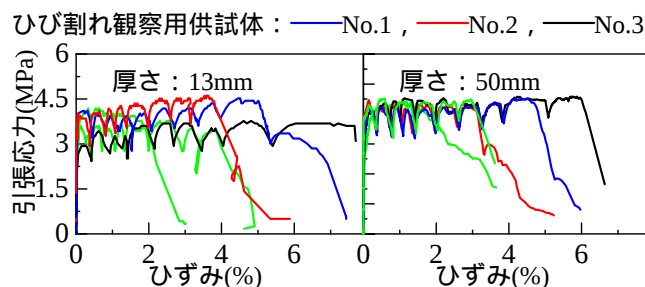


図-3 引張応力—ひずみ関係

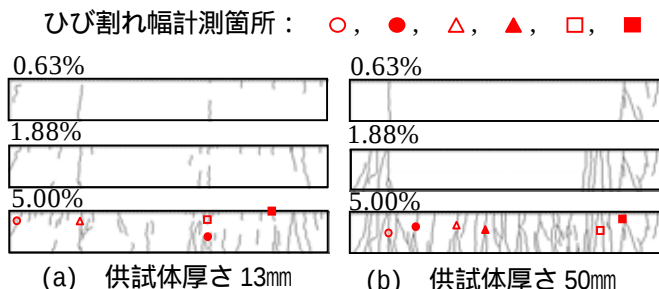


図-4 各ひずみ段階におけるひび割れ発生状況

(1) 応力—ひずみ関係

引張供試体の厚さごとの引張応力—ひずみ関係を図-3に示す。いずれの供試体厚さにおいても、初期ひび割れ発生後、脆性的に破壊せず、ひずみの増大に伴って、引張応力が増加する「ひずみ硬化特性」が現れた。

いずれの供試体の厚さとも、引張終局ひずみのバラツキが大きく、供試体の厚さ13mmの場合は、厚さ50mmに比べ引張強度のバラツキが大きい結果となった。

(2) ひび割れ発生傾向

引張ひずみが0.63%、1.88%及びマイクロスコプで観察した最終ひずみ段階での、ひび割れ発生状況を図-4に示す。

全ての供試体において、複数のひび割れが発生するとともに、ひずみの増加に伴ってひび割れも多くなった。いずれの供試体厚さにおいても、引張終局ひずみが大きいほどひび割れ本数が多く、ひび割れ発生領域も広くなる結果となった。

図-4では、供試体の厚さ13mmおよび50mmともに、引張終局ひずみは5%以上であるが、供試体の厚さ50mmの方がひび割れ発生数が若干多い結果となった。これは、供試体の厚さの違いによる影響というより、マイクロスコプによりひび割れを観察した領域が狭い範囲であるためであると考えられる。

(3) ひび割れ幅と寸法効果

図-5にひび割れ幅—ひずみ関係を示す。マイクロスコプにより測定したひび割れ幅は、図-4の～までに各種ブロックで示されているひび割れで、最初発生した3本のひび割れとひび割れ幅が最も大きいと判断される3本で、合計6本のひび割れを対象とした。

引張終局ひずみが4%以上の場合では、ひずみが約1%まではひび割れ幅が大きくなるが、それ以上のひずみで

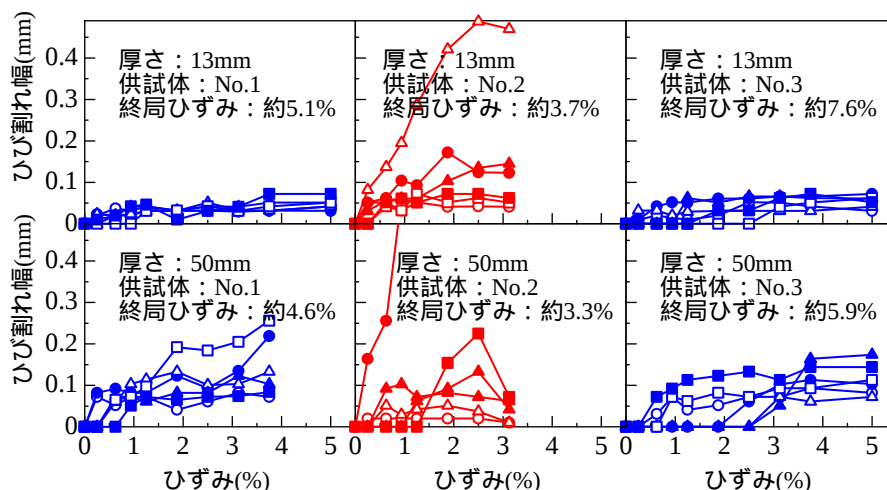


図-5 ひび割れ幅—ひずみ関係

は、ひずみの増加に伴うひび割れ幅の増大は非常に小さくなり、最大ひび割れ幅も0.2mm以下であった。

引張終局ひずみが4%以下となる場合では、ひずみが1%以上において、ひび割れ幅が大きく増大するものと幅の増大がほとんど無いものの、2種類に区別される結果となった。これは、ひび割れ発生範囲が局所化するためであると考えられる。この傾向は、いずれの供試体の厚さにおいても同じであった。

4. まとめ

- (1) 本研究で提案した試験装置により引張試験を行った結果、引張試験を確実に行うことが可能であった。また、いずれの供試体厚さにおいても、引張終局ひずみについてはバラツキが大きく、供試体厚さが小さいと引張強度のバラツキも大きい結果となった。
- (2) 供試体厚さがいずれの場合も、ひずみが約1%までは、ひずみの増加に伴ってひび割れの幅が増大した。引張終局ひずみが4%以上となる場合、ひずみが1%以上では、ひずみの増加に伴うひび割れ幅の増大はほとんど無く、最大ひび割れ幅も0.2mm以下であった。

参考文献

- 1) 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，No.64，2005.7