

H1-20

高性能デジタルマイクロ스코ープを用いた PVA 繊維補強コンクリートのひび割れ抵抗性に関する基礎的研究

Fundamental study on cracking resistance of PVA fiber reinforced concrete using high performance digital microscope

張 撃宇¹, 郷 拳太良¹, 加藤 慶介¹ 齊藤 準平²
Chinyu Chou¹, Kentaro Go¹, Keisuke Kato¹ Junpei Saito²

Abstract: In this study, loading test of PVA fiber reinforced concrete was carried out for the purpose of examining the relationship of cracking resistance.

1. はじめに

PVA 繊維補強コンクリートは、曲げじん性などの力学的特性や、ひび割れに対する抵抗性など様々な性能を改善できることが知られている。さらに、鋼繊維と比べ繊維の密度が小さく変形しやすいことから施工への影響が少なく、表面にさびが浮き出ることもない。

本研究では、PVA 繊維(以下、繊維とする)混入量とひび割れに対する抵抗性の関係の解明ならびにそれに伴う塩害抵抗性の関係性の解明を目指している。本実験はひび割れに対する抵抗性を把握することを目的として、PVA 繊維補強コンクリートの載荷試験を行い、各強度特性を把握するとともに超高性能デジタルマイクロSCOPEによって最大荷重載荷後のひび割れ状態(ひび割れ分布、ひび割れ幅)を分析し、繊維混入量との関係性について検討を行った。

2. 実験方法

(1) 載荷試験

供試体は W/C=55%, S/C=300vol%の条件でモルタルを作製し、繊維 A(繊維長 18mm, 直径 200 μ m, ヤング率 27Gpa)と繊維 B(繊維長 6mm, 直径 27 μ m, ヤング率 45Gpa)を混入した。繊維の混入量は、0%, A0.5%, A1.0%, A2.0%, B0.5%の 5 パターンで、それぞれ圧縮試験(ϕ 50mm \times 100mm), 引張試験(ϕ 50mm \times 100mm), 三等分点曲げ載荷試験(高さ 20mm \times 幅 100mm \times 長さ 400mm)を行った。なお、繊維 B については打設時の流動性の影響を考慮し、混入量は 0.5%のみとした。

(2) ひび割れ分析

高性能デジタルマイクロSCOPE(最大ズーム 2000 倍)を用いてひび割れ状況の観察を行った。最大ひび割れ幅は、ひび割れ幅が最大となる箇所数点を付属のソフトを用いてひび割れ幅を計測し、その最大値を最大ひび割れ幅とした。

3. 結果と考察

(1) 載荷試験

① 圧縮試験

図-1 に応力とひずみの関係(圧縮試験)を示す。図より、圧縮強度は繊維量 0%または繊維量が少ない場合が大きく、繊維の混入によって低下する傾向を示した。また、最大圧縮応力後の応力とひずみの関係挙動について、繊維量 0%の供試体は急激な低下が見られたが、繊維入りの供試体では緩やかな低下傾向を示した。

このことから、繊維の混入によって最大圧縮応力以降で力学的特性が変化し、圧縮靱性が向上されていることが明らかとなった。

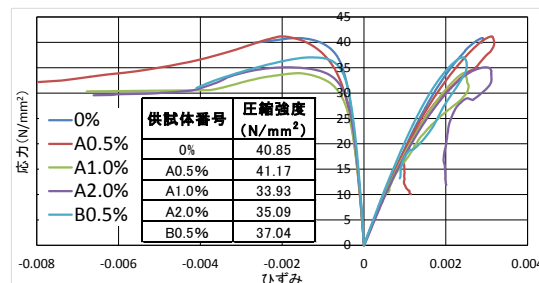


図-1 応力とひずみの関係(圧縮試験)

② 引張試験

図-2 に応力とひずみの関係(引張試験)を示す。図より、引張強度も圧縮強度と同様に、繊維量 0%または繊維量が少ない場合が大きく、繊維の混入によって低下する傾向を示した。

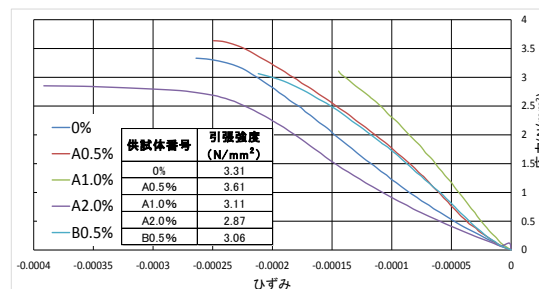


図-2 応力とひずみの関係(引張試験)

③曲げ載荷試験

表-1 に曲げ載荷試験の結果を示す。表より、曲げ強度は繊維混入率の増加とともに低下する傾向がみられた。これは PVA 繊維の弾性係数はコンクリートと同等またはそれ以下である為、ひび割れ発生前の弾性変形時には繊維の過重負担は小さくなる。従って、混入率が大きくなるほど繊維を除いたコンクリートマトリクス部分では過重負担が大きくなり、曲げ強度が繊維量の増加と共に低下して行くものと考えられる。¹⁾

表-1 曲げ載荷試験結果

供試体番号	幅(mm)	高さ(mm)	せん断スパン (mm)	最大荷重 (N)	曲げ強度 (N/mm ²)
0%	100.0	22.13	120	863.5	6.347
A0.5%	100.0	20.73	120	639.5	5.359
A1.0%	99.8	22.63	120	800.6	5.637
A2.0%	100.3	21.50	120	706.6	5.486
B0.5%	99.9	20.92	120	577.9	4.760

図-3 に応力とたわみの関係(曲げ試験)を示す。図より、最大曲げ応力後、繊維量 0%の供試体は曲げひび割れが発生した時点で破断に至ったが、繊維を混入した供試体は曲げひび割れが生じた時点で荷重が低下し、たわみの増大が確認できた。その後は繊維とコンクリートの付着効果によって一時的な荷重の増加が見られ、繊維補強コンクリート特有の靱性性状を発揮し破断に至っている。

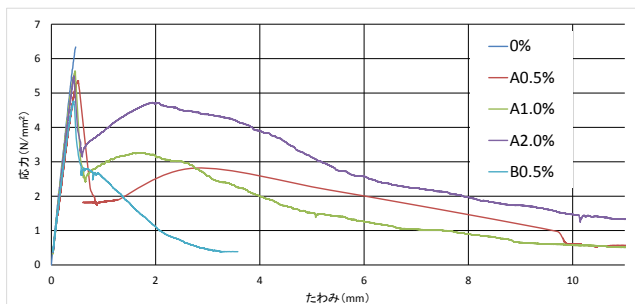


図-3 応力とたわみの関係 (曲げ試験)

(2) ひび割れ分析

高性能デジタルマイクロスコープによるひび割れ幅計測写真を写真-1~4 に示し、供試体名に倍率を併記した。

デジタルマイクロスコープを用いることで 0.01mm にも及ぶ微小なひび割れ幅を正確に測定することができた。

図-4 に写真から得られた最大ひび割れ幅と繊維混入率の関係を示す。図より、繊維の増加に伴って最大ひび割れ幅が縮小傾向にあることが明らかとなった。繊維混入による架橋効果は十分に発揮できていると考えられる。また、ひび割れ幅と繊維混入率の関係は最大ひび割れ幅が収束する傾向にあり、多量の繊維混入ではひび割れ抑制効果は期待できないものと推測することができるが、これについては今後の検討課題である。

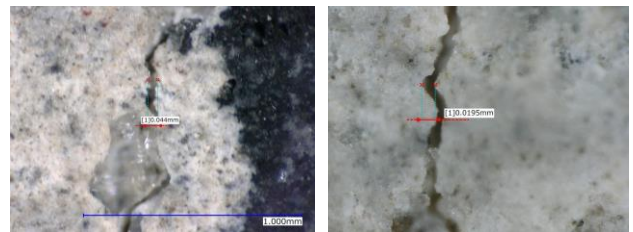


写真-1 A-0.5% (200 倍) 写真-2 A-1.0% (500 倍)

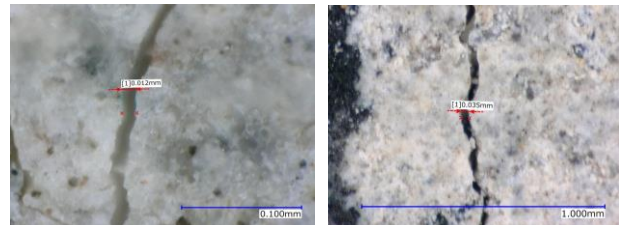


写真-3 A-2.0% (1000 倍) 写真-4 B-0.5% (200 倍)

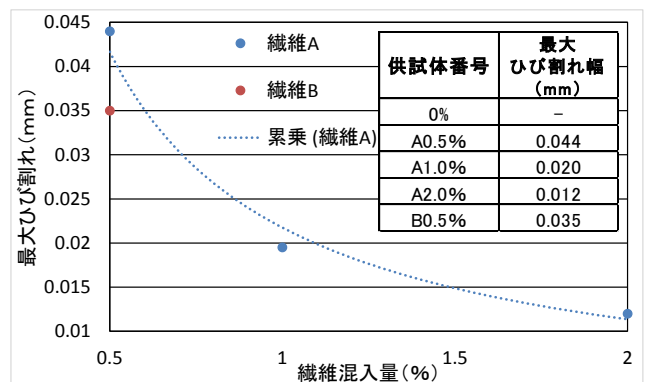


図-4 繊維混入量と最大ひび割れ幅の関係

4. まとめ

- ①デジタルマイクロスコープで 0.01mm レベルの微小なひび割れ幅の計測が可能である。
- ②繊維の増加に伴い、最大ひび割れ幅は小さくなるものの、一定に収束する傾向がみられる。

引用・参考文献

- 1) 佐々木 亘: 種々の短繊維を用いた高強度繊維補強コンクリートの材料特性と配合設計に関する研究, 京都大学学術情報リポジトリ, pp.5-66, 2014
- 2) 六郷 恵哲ら: 鋼靱性セメント複合材料を知る・作る・使う, 鋼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 社団法人日本コンクリート工学協会, pp.106-109, 2002