

有機繊維膨張モルタルの力学的性能に及ぼす鋼リングおよび拘束鉄筋の影響

芝浦工業大学 学生会員○松野 淳也 東京大学生産技術研究所 正会員 林 志海
東京大学生産技術研究所 正会員 岸 利治 芝浦工業大学 フェロー会員 魚本 健人

1. はじめに

既往の研究では、膨張コンクリートに鋼繊維を混入することで、鋼繊維補強コンクリートと比較し、曲げ強度を 20%程度上昇させることが可能であると報告されている¹⁾。これは鋼繊維によって膨張を大幅に拘束することでケミカルプレストレスを導入できるためである。本研究では、鋼繊維の代わりに有機繊維を用いた場合でも、ケミカルプレストレスの増大が期待できるのではないかと考え、有機繊維膨張モルタル供試体を用いた実験的検討を行った。また、さらなる曲げ靱性の向上を目的として、有機繊維膨張モルタルに、φ13mmの鋼リングを添加したもの、および、異形鉄筋によって拘束した有機繊維膨張モルタルも作製した。リングを添加したのは、リング内にストレート状の繊維が入り込み、膨張をリングが拘束することで、繊維に圧力が加わり、付着力の増大を図れるのではないかと考えたためである。また、異形鉄筋により膨張コンクリートが拘束され、その結果、間接的に繊維の付着力増大を図れると考え、その効果を比較検討した。

2. 実験概要

2・1 実験要因

配合条件は、W/B=0.5、S/B=2.2 のモルタルとした。短繊維は寸法が異なるものを 2 種類用いた。短繊維は体積比の 0、1.5、2%、膨張材は内割りで 0、13%、鋼リングはφ0.2×12 mmの繊維と併用で体積比の 0、1.5%混入し、計 12 種類で実験を行った。使用材料を表-3.1に示す。

拘束鉄筋は異形棒鋼を図-1 のように長方形に加工したものを 2 本で 1 セットとした。このときの短繊維はφ0.66×30 mmのビニロンを体積比で 0、1.5%、膨張材を内割りで 0、13%、計 4 種類のモルタルについて実験を行った。供試体は圧縮強度試験体用にφ100×200mmの円柱供試体を用い、曲げ強度試験体用に 100×100×400mmの角柱供試体を用いた。また打設 24 時間後に脱型し、気中にて 28 日間養生した。

2.2 試験方法

・曲げ強度および曲げタフネス試験

この試験は JSCE-G 552-1999 に準拠した。ただし拘束鉄筋を用いたものは、せん断破壊したため、せん断強度による比較を行った。せん断強度は以下の式により求めた。

$$\tau = \frac{P}{2bh} \quad \dots (式1)$$

ここで、 τ :せん断強度 (N/mm²)、 bh :破断面積 (mm²)

表-1 使用材料

膨張材	エトリンサイト系 (密度2.98g/cm ³)
高性能AE減水剤	ポリカルボン酸エーテル系の化合物
短繊維	PVA (φ0.66×30mm, φ0.2×12mm, 密度1.3g/cm ³ 引張強度880,1000MPa)
異形棒鋼	(SD295A,D10)
リング	(鋼製, 線径1.6mm, 内径13mm, 抗張力54.4kg、密度7.85g/cm ³)



図 - 1 拘束鉄筋概要図



図 - 2 φ13mmの鋼リング

3. 実験結果と考察

曲げ強度、曲げ靱性係数の結果を図-3、4に示す。膨張材を添加していない場合、曲げ強度、曲げ靱性係数は繊維長の長い PVA30 mmが最も優れているが、膨張材と組み合わせたときは PVA30 mmのみと比較して曲げ強度・曲げ靱性係数ともに低下した。これとは対照的に、膨張材を添加した PVA12 mmは、PVA12 mmのみと比較して曲げ強度が 11%程度、曲げ靱性係数は 8%程度増大した。これは PVA30mmの線径が太いためと考えられる。繊維長が長いことは膨張を拘束する上で有利と考えられるが、線径が太いことは不利に働くと考えられる。PVA30 mmの線径は PVA12 mmに比べ 3.3 倍太く、そのため膨張の際に繊維とモルタルの間の隙間が大きくなり、付着力の低下・曲げ強度が減少したと考えられる。このことから膨張を拘束し、曲げ強度・曲げ靱性係数を増大させるには径の細く、アスペクト比の大きい繊維が有効であると考えられる。

キーワード 膨張材、PVA 繊維、リング

連絡先 〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5 芝浦工業大学 TEL03-5859-8359

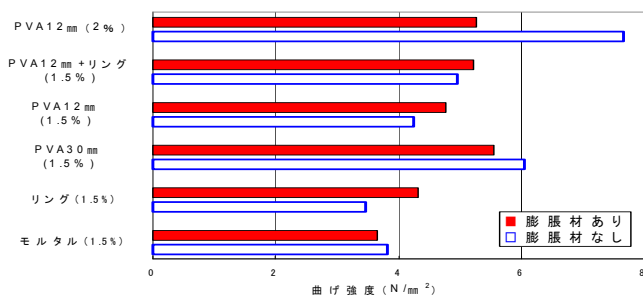


図-3 曲げ強度の比較

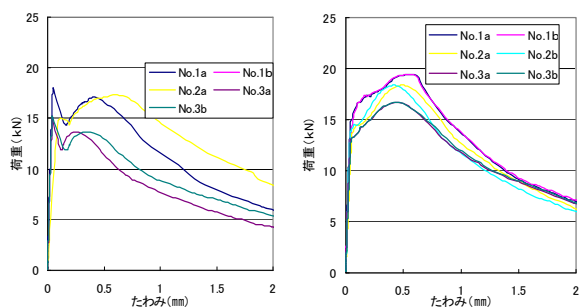


図-5 荷重-たわみ曲線 (左図:膨脹モルタル+PVA12 mm, 右図:リング+膨脹モルタル+PVA12 mm)

PVA12 mmにリングを組み合わせた結果、PVA12 mmのみと比較し曲げ強度が18%程度、曲げ靱性係数は20%程度増大した。リングを混入したことで、拘束効果が増大したことがわかる。また図-5にリングの有無の場合の荷重-たわみ曲線を示す。これによると、リングを混入することで、たわみのバラつきが小さくなったことがわかる。このことから、リングを混合することで拘束効果が一樣になったと考えられる。また、繊維だけでは一旦荷重が低下した後再度上昇したが、リングを混入したものでは、モルタルにひび割れが発生した直後の荷重の低下が見られず継続的に荷重が増加したことも特徴である。

PVA12 mmを2%混入した供試体の曲げ強度・曲げ靱性係数は大幅に増大したものの、膨脹材を混入すると曲げ強度・曲げ靱性係数は大幅に減少した。繊維量を2%に増加させた場合でも、同様に、拘束効果の向上は確認されなかった。

拘束鉄筋を用いた供試体のせん断強度の結果を図-6に示す。膨脹材を混入することで、鉄筋モルタルと比較し、せん断強度が16%増大した。膨脹材とPVA30 mmだけでは強度が減少したが、拘束鉄筋を用いることで改善された。これは拘束鉄筋を用いたことで、PVA30 mmだけでは拘束できなかった膨脹も拘束でき、ケミカルプレストレスが導入されたためと考えられる。

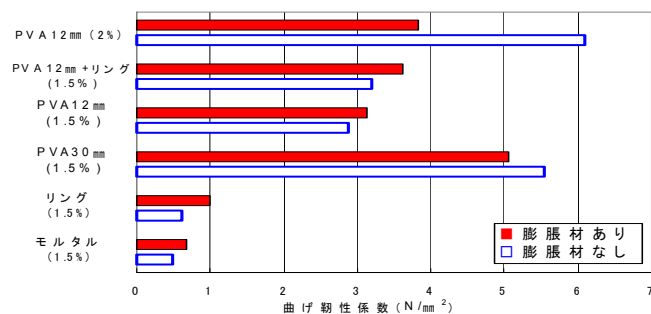


図-4 曲げ靱性係数の比較

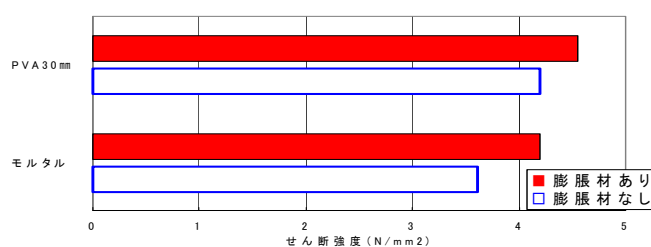


図-6 拘束鉄筋・せん断強度の比較

4. まとめ

(1) 膨脹を拘束するには、線径が短くアスペクト比の高いものが優れている。径が太くアスペクト比が小さい繊維でも拘束力を確保することで、ケミカルプレストレスを導入させることができる。

(2) 繊維補強膨脹モルタルに鋼リングを1.5%混入することで、ケミカルプレストレスを増大させることが確認できた。リングの径の大きさ、材質、混合量は検討すべきである。

(3) PVA12 mmを2%混入した膨脹モルタルは曲げ強度・曲げ靱性係数が減少した。繊維の表面積が大きければ、拘束力を必ずしも強くできるとは言えず、今後、繊維量と膨脹材量の適正な配合を検討すべきである。

謝辞:本研究は東京大学生産技術研究所、岸・加藤研究室にて行ったものであり、同研究室の皆様へ深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 小林一輔, 野口哲男:膨脹コンクリートをマトリックスとした鋼繊維補強コンクリートの複合特性, 土木学会論文集第336号・1983年8月
- 2) Raktipong SAHAMITMONGKOL, 岸利治: FLEXURAL BEHAVIOR OF FIBER-REINFORCED EXPANSIVE MORTAR 土木学会第57回年次学術講演会(平成14年9月)
- 3) 上原尚也, 大内田直也, 松本進:短繊維により拘束した膨脹モルタルのケミカルプレストレス特性 コンクリート工学年次論文集2005年27巻1号