

ひずみ硬化型高靱性セメント複合材料と鋼管との複合部材

岐阜大学 学 〇葛谷武司, 森川秀人, 谷口俊哉
正 国枝 稔, 鎌田敏郎, 六郷恵哲
ピー・エス 正 藤元安宏

1. まえがき

引張応力下において、ひずみの増加に伴って応力が増加するひずみ硬化挙動や、微細ひび割れが分散して発生するマルチプルクラック挙動を示す「ひずみ硬化型高靱性セメント複合材料」(SH-DFRCC : Strain-Hardening Type Ductile Fiber Reinforced Cementitious Composites, 以下, DFRCC とする)が開発されている¹⁾。この材料は、ポリエチレン繊維やビニロン繊維等の有機繊維や鋼繊維を1~2%程度混入したもので、コンクリート系構造物の力学性能や耐久性の大幅な向上が期待できる。しかしながら、構造物へのDFRCCの適用例は少なく、特に鋼材との組み合わせについては、未だ明らかにされていない部分が多い。そこで本研究では、DFRCCと鋼管との複合はり部材の力学的挙動について検討を行った。

2. 実験概要

鋼管の剛性ならびに耐久性の向上を目的とし、鋼管のまわりに厚さ25mmの被覆材(モルタル、鋼繊維モルタル(以下、SFMとする)およびDFRCC)を配置したはり供試体の力学特性について検討した(図-1参照)。鋼管の種類は、リブ無し(以下、RAとする)およびリブ有り(以下、RBとする)の2種類とした。供試体の種類と被覆材として使用した材料の配合とを表-1および表-2に示す。また、DFRCCを被覆材として用いた場合には、乾燥収縮や自己収縮によるひび割れ、および温度ひび割れの発生を抑えるために、膨張材を混入した供試体も作製した。SFMには、両端フック型(長さ30mm)の鋼繊維を使用した。モルタルおよびSFMの配合ではW/C=50%とし、SFMにおける鋼繊維の体積混入率は1%とした。

DFRCCはW/C=30%とし、ポリエチレン繊維(長さ12mm, 直径0.012mm, 体積混入率1.5%)を混入し、骨材として7号珪砂を用いた。

荷重方法は、図-1に示すような3等分点曲げ荷重とし、荷重と荷重点変位の計測およびひび割れ発生状況の観察を行った。

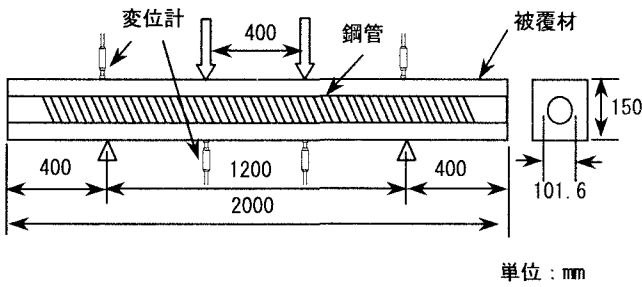


図-1 被覆鋼管供試体

表-1 供試体種類

被覆材	鋼管リブ無し(RA)	鋼管リブ有り(RB)
モルタル	○	—
SFM	○	—
DFRCC	—	○
膨張 DFRCC	○	○

表-2 使用配合

種類	W/C (%)	単位量 (kg/m ³)						Ad* ² (wt%)
		水	セメント	細骨材	繊維	増粘剤* ¹	膨張材* ³	
モルタル	50	240	480	1440	—	—	—	1.7
SFM	50	240	480	1440	78	—	—	1.7
DFRCC	30	379	1264	395	14.6	0.9	—	3
膨張 DFRCC	30	379	1174	395	14.6	0.9	90	3

*1 : ヒドロキシプロピルメチルセルロース
*2 : 高性能 AE 減水剤 (セメントの重量に対する割合)
*3 : 膨張材 (セメントの内割り 7%)

3. 結果および考察

(1) 初期ひび割れ

DFRCC の打設後、約 3 週の湿布養生を行った。DFRCC に膨張材を混入した供試体においては、養生中に収縮によるひび割れはみられなかった。しかしながら、膨張材を混入していない DFRCC 供試体においては、写真-1 に示すような軸方向ひび割れが発生した（写真では細かいひび割れをマジックペンで明示している）。

(2) 荷重-変位曲線およびひび割れ発生状況

荷重-変位曲線を図-2 に示す。鋼管にリブが無い場合、膨張 DFRCC 被覆供試体（以下、膨張 DFRCC-RA とする）では、モルタル被覆供試体（以下、M-RA とする）および鋼繊維モルタル被覆供試体（以下、SFM-RA とする）に比べ、最大荷重およびそのときの変位が大きくなった。また、写真-2 および写真-3 に示すように、ひび割れ発生状況にも違いがみられた。M-RA および SFM-RA では、数本のひび割れが発生した後、そのうちの一本が大きく開口した。一方、膨張 DFRCC-RA の場合、一本の微細なひび割れが発生した後、そのひび割れからさらに数本の微細なひび割れが発生した。

リブの有無に関しては、図-2 に示すように鋼管にリブが有る供試体（以下、膨張 DFRCC-RB とする）が、膨張 DFRCC-RA の場合よりも最大荷重が大きくなった。また、写真-3 および写真-4 に示すように、膨張 DFRCC-RB の場合では、微細なひび割れが広範囲に分散して発生した。一方、膨張 DFRCC-RA の場合では、前述のとおり微細なひび割れは発生したものの、広く分散はしていない。リブが無い場合では、DFRCC と鋼管との付着が悪いため、初期に入ったひび割れ付近で、鋼管と被覆材とのすべりが生じたことが予想される。一方、リブが有る場合では、リブにより DFRCC と鋼管との一体性が確保され、被覆材のひずみが一様に増加し、多数のひび割れが発生したと思われる。

膨張材を混入した場合と、混入していない場合では、荷重-変位曲線においては、明確な差はみられなかった。載荷時のひび割れ発生状況においてもその差はみられなかった。

4. あとがき

DFRCC と鋼管との複合はり部材は、DFRCC のひび割れが細かく、全断面が有効に抵抗するため、通常のもルタルを用いた場合に比べ、大きな曲げ耐荷力と変形性能とを有した。鋼材にリブをつけることにより、耐荷力とひび割れ分散性が向上した。DFRCC に膨張材を混入することにより、硬化時の収縮によるひび割れを防止することができた。

参考文献

- 1) V.C.Li : Engineered Cementitious Composites-Tailored Composites through Micromechanical Modeling, Fiber Reinforced Concrete. Present and the Future, Canadian Society for Civil Engineering, pp.64-97, 1998

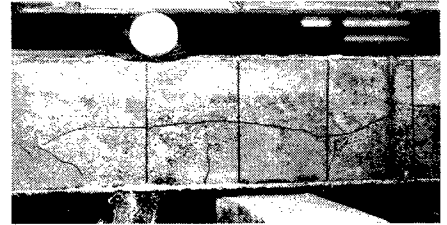


写真-1 DFRCC 供試体(軸方向ひび割れ)

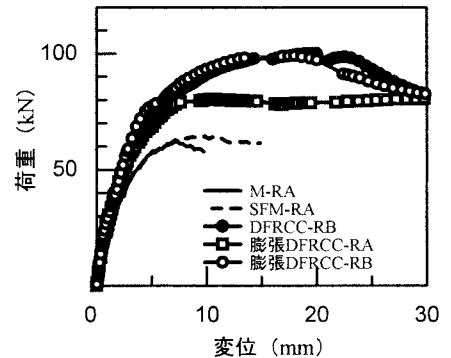


図-2 鋼管供試体の荷重-変位曲線

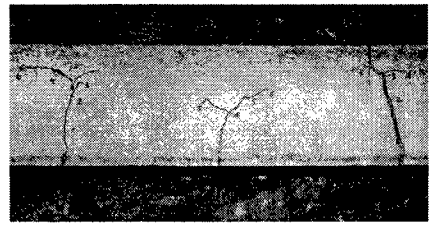


写真-2 M-RA 供試体



写真-3 膨張 DFRCC-RA 供試体

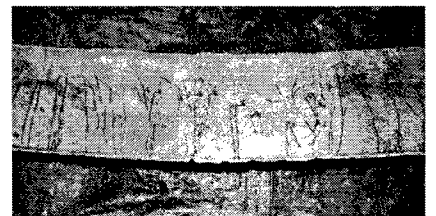


写真-4 膨張 DFRCC-RB 供試体