

複数微細ひび割れ型コンクリートにより被覆した鋼管の力学性状とひび割れ性状

岐阜大学大学院 学生会員 ○畑 朋宏, 山下 賢司
 (株) ピーエス三菱 正会員 藤元 安宏
 (株) デーロス 正会員 林 承燦
 岐阜大学 正会員 六郷 恵哲

1. はじめに

複数微細ひび割れ型の繊維補強セメント複合材料は、引張および曲げ応力下において初期ひび割れ発生後も荷重の増加を伴うひずみ硬化を示し、複数の微細なひび割れを生じる。こうした材料は、ひび割れ幅が小さいため止水材や防食材として、また、引張変形にも優れているため鋼材の被覆材¹⁾としての利用が期待されている。被覆材として利用するためには、力学性状やひび割れ性状を明らかにしておく必要がある。

本研究では、複数微細ひび割れ型のコンクリート（以下 DF）により鋼管を被覆した供試体を作製し、それらの力学性状およびひび割れ性状について実験的に検討した²⁾。

2. 使用材料および試験方法

鋼管の被覆材には、DF、鋼繊維補強モルタル（以下 SF）および普通コンクリート（以下 NC）を用いた。DF マトリクスには、プレミックスされたポリマーセメントモルタルを使用し、粗骨材には乾燥骨材を使用した。繊維には、繊維長 6mm と 12mm の 2 種類の PVA 繊維を使用し、体積比で 2% 混入した。SF および NC ともに、セメントには早強ポルトランドセメントを、細骨材には川砂を使用した。SF において、繊維には、繊維長 30mm のインデント付きストレート型鋼繊維を使用し、体積比で 1% 混入した。DF では、型枠の都合により 3 回に分けて打設した。材料の物性値を表-1 に示す。

供試体の作製条件を表-2 に示す。鋼管には一般構造用炭素鋼鋼管を使用した。鋼管の寸法は、外径 216mm、長さ 2700mm および厚さ 5mm とした。被覆部分のコンクリート寸法は、厚さ 45mm、長さ 2500mm とした。鋼管には、被覆材とのすべり防止のために、スパイラル筋と軸方向筋を配置した。DF により被覆した鋼管供試体は、配筋および断面形状の違いにより、DF-1～DF-4 供試体と名づけた。また、鋼管のみの供試体（SP 供試体）も作製した。

載荷試験の概要を図-1 示す。載荷方法は、支点間 2400mm、等曲げモーメント区間 400mm の 4 点曲げ載荷とし、計測項目は荷重および載荷点変位とした。なお、本研究では、供試体のひび割れ観察にマイクロスコープを用い、観察区間を等曲げモーメント区間とした。載荷直前に、ひび割れの有無を確認したが、すべての供試体においてひび割れは確認できなかった。

表-1 材料の物性値

材料種類 (回目)	スランブ (cm)	空気量 (%)	圧縮強度 (MPa)	弾性係数 (GPa)	曲げ強度 (MPa)
DF (1)	20.0	9.7	28.0	16.9	7.0
DF (2)	19.7	-	28.7	16.5	7.0
DF (3)	19.9	-	29.3	18.4	7.4
SF	17.0	7.4	40.2	28.7	6.9
NC	5.8	4.0	30.3	26.6	5.4

表-2 供試体の作製条件

供試体の 呼び名	被覆材種類 (回目)	断面 形状	配筋	
			スパイラル筋	縦筋
DF-1	DF (1)	円形	D10	D10
DF-2	DF (2)	円形	D10	-
DF-3	DF (3)	円形	D6	D6
DF-4	DF (3)	正方形	D10	D10
SF	SF	円形	D10	D10
NC	NC	円形	D10	D10
SP	-	円形	D6	-

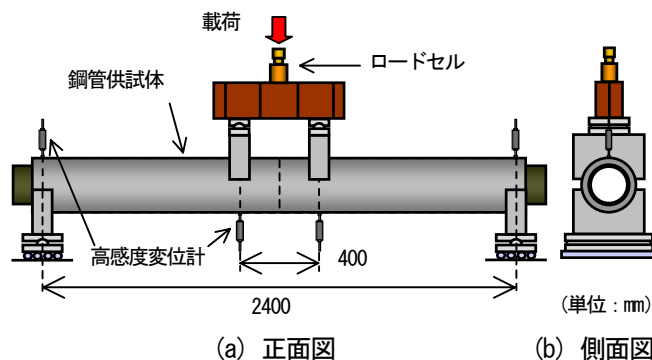


図-1 載荷試験の概要

3. 実験結果および考察

3. 1 供試体の力学性状

曲げ試験より得られた試験結果を表-3 に、荷重-変位曲線を図-2 に示す。図-2 (a) から分かるように、DF-1 供試体は、SF、NC 供試体と比較して最大荷重は 1 割弱大きくなった。また、DF-1 供試体では、除荷曲線の傾きが緩やかになり、除荷後の残留変位も小さくなる傾向を示した。これより、DF が引張力を負担したため、鋼管の降伏を遅らせていると考えられる。図-2 (b) から分かるように、DF-3 供試体は、最大荷重において、DF-1、DF-2 供試体より 1 割弱小さくなった。図-2 (c) および表-3 から分かるように、DF-4 供試体は、最大荷重において、DF-1 供試体と比較して、2 割強大き

キーワード：複数微細ひび割れ型コンクリート、鋼管、被覆材、ひび割れ性状

連絡先：〒501-1193 岐阜市柳戸 1-1 岐阜大学工学部社会基盤工学科 TEL 058-293-2468

表-3 供試体の試験結果

供試体 呼び名	力学性状			ひび割れ性状					
	最大荷 重 (kN)	最大荷重時 の変位 (mm)	初期勾配 (kN/mm)	変位5mm時		変位10mm時		最大荷重時	
				幅 (mm)	本数	幅 (mm)	本数	幅 (mm)	本数
DF-1	292	23.4	28.7	0.05	5	0.06	10	0.13	10
DF-2	291	20.3	28.5	0.08	8	0.24	10	1.73	13
DF-3	251	20.1	28.5	0.09	20	0.13	23	0.11	27
DF-4	368	20.8	39.5	0.12	5	0.21	9	0.91	10
SF	272	22.8	29.7	—	—	0.23	—	0.6	—
NC	267	18.7	30.1	0.17	6	0.57	6	1.09	6
SP	160	32.1	16.1	—	—	—	—	—	—

幅：観察した最大ひび割れ幅

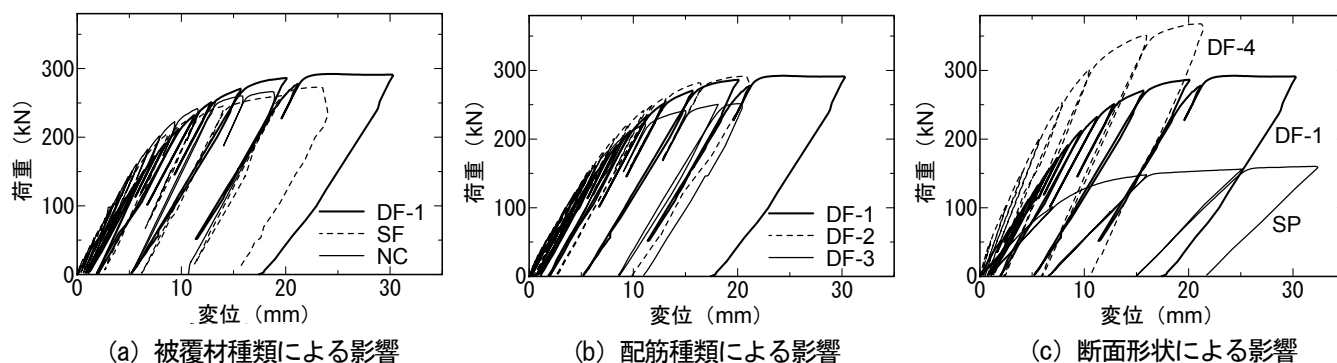


図-2 供試体の荷重－変位曲線

くなった。また、荷重－変位曲線の初期勾配も4割弱小さくなった。

3. 2 供試体のひび割れ性状

各供試体におけるひび割れ性状を表-3に、最大ひび割れ幅と変位の関係を図-3に示す。SF供試体においては、ひび割れ観察が十分に行われておらず、図-3中に3点のみの最大ひび割れ幅を示した。荷重の増加に伴い、DF供試体では、ひび割れ本数が増加し、SF、NC供試体では、ひび割れ幅が増加する傾向がみられた。NC供試体では、変位5mm程度の早い段階よりひび割れ幅が増加した。DF-1、DF-3供試体では、最大荷重時においても最大ひび割れ幅が0.15mmと小さくなった。軸方向筋を配置していないDF-2供試体では、変位10mm付近より、1箇所のひび割れ幅が急激に増加した。これより、軸方向筋には、ひび割れ幅を抑制する効果があると考えられ、この点についてはさらなる検討が必要である。SF、NC供試体では、ひび割れ幅の増加に伴い、コンクリート片の剥離や剥落が確認できたが、DF供試体において、それらは確認できなかった。

4. まとめ

本研究で得られた結果を以下に示す。

- (1) DFを鋼管の被覆材に用いることで、SF、NC供試体に比べ、最大荷重では、1割弱小さくなった。さらに、荷重－変位曲線の除荷曲線の傾きも緩やかになり、残留変位も小さくなった。
- (2) 被覆断面形状を円形から正方形に変えることにより、最大荷重では2割強、荷重－変位曲線の初期勾配では4割

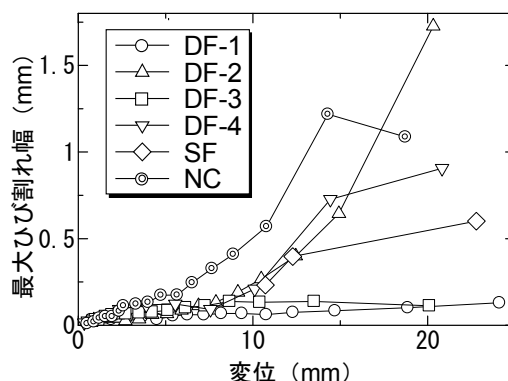


図-3 最大ひび割れ幅－変位関係

弱小さくなった。

(3) 載荷の進行に伴い、DF供試体では、ひび割れ幅はさほど増加せず、ひび割れ本数が増加した。一方、SF、NC供試体では、ひび割れ幅が増加する傾向を示した。

(4) 軸方向筋を配置したDF供試体において変位10mm程度では、ひび割れ本数が10本以上であり、ひび割れ幅は0.15mm以下と微細であった。

参考文献

- 1) 森川秀人, 国枝稔, 藤元安宏, 六郷恵哲: ひずみ硬化型高靱性セメント複合材料で鋼材を被覆した部材の力学挙動, コンクリート工学年次論文集, No.25, Vol.1, pp.263-268, 2003
- 2) 山下賢司, 藤本安宏, 林承燦, 六郷恵哲: 複数微細ひび割れ型コンクリートにより被覆した鋼管の曲げ破壊性状とひび割れ性状, コンクリート工学年次論文集, No.27, 2005