

ポリマーセメントモルタルおよび高強度鋼線を用いた RC 部材の補強効果に関する検討

○九州大学大学院 学生会員 Le Quang Nhut
九州大学大学院 正会員 佐川 康貴

九州大学大学院 フェロー 松下 博通
マグネ化学(株) 権藤 健二

1. はじめに

近年、耐候性に優れ、曲げ・引張・付着強度が高く、かつ施工時に有機溶剤が不要なポリマーセメントモルタル（以下 PCM で表記する）を用いた補修・補強工法が注目されている。本研究では、PCM と高強度鋼線を用いた下面増圧工法により曲げ補強した RC 部材の曲げ耐力および変形性状について明らかにするため、鋼線を軸方向のみに配置した場合と格子状に溶接加工した場合について曲げ載荷実験を行った。また、炭素繊維シート（CFS）により補強した場合との比較も行った。

2. 試験概要

表-1 には補強材の種類とその材料特性を示す。また、図-1 に示すように、床版軸方向のみを補強した場合を単筋、格子状に溶接加工した場合をメッシュ（クロスに溶接した場合）とフラットメッシュ（同一面に溶接した場合）という。これらの鋼線は、RC 部材下面に専用金具により固定した。

本研究では、アクリル系ポリマーセメントモルタルを使用した。コンクリートおよび PCM の強度特性が表-2 に示される。なお、PCM の圧縮強度および弾性係数試験には $\phi 5 \times 10\text{mm}$ の円柱供試体を、引張・曲げ強度試験には $4 \times 4 \times 16\text{mm}$ のモルタルバーを用いて求めた。また、付着強度は建研式引張試験により求めた。

図-2 に供試体の形状寸法を示す。材齢約 4 週で補強を行い、材齢約 8 週で載荷試験を行った。

3. 試験結果および考察

3.1 耐力および破壊形態

図-3 に各供試体の破壊形状を、表-3 に計算値および試験結果一覧を示す。無補強供試体は通常の曲げ引張破壊であった。単筋の供試体を除き、補強した供試体は非常に高い耐力を示し、十分な補強効果が認められた。単筋の供試体においては載荷荷重を増加すると鋼線が降伏する前に、鋼線と PCM との付着力が失われることにより、鋼線の引張能力を最大限に発揮できず曲げ破壊した。メッシュおよびフラットメッシュの供試体では、軸方向直

表-1 鋼線および CFS の材料特性

補強材の種類	鋼線径 (mm)	鋼線配置間隔 (mm)		本数 (本)	引張強度 (Mpa)	弾性係数 (GPa)
		軸方向筋	配力筋			
$\phi 4.5$ 単筋	4.5	29	-	14	1470	210
$\phi 4.5$ メッシュ	4.5	29	100	14		
$\phi 4.5$ フラットメッシュ	4.5	29	100	14		
CFS (目付け 200g/m^2)	シート厚さ 0.111mm			2層	3400	230

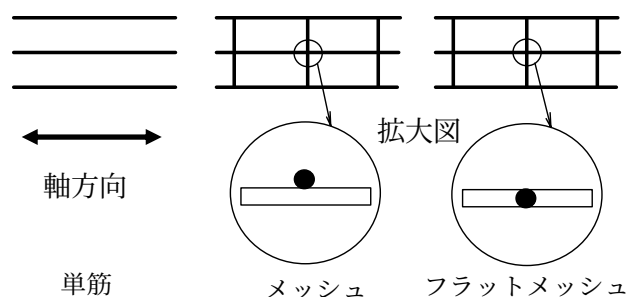


図-1 鋼線の配置方法

表-2 コンクリートと PCM の強度特性

材料	圧縮強度 (MPa)	弾性係数 (GPa)	引張強度 (MPa)	曲げ強度 (MPa)	付着強度 (MPa)
コンクリート (56 days)	28.1	26.5	2.44	5.13	-
PCM (14 days)	34.8	17.6	-	8.60	2.45

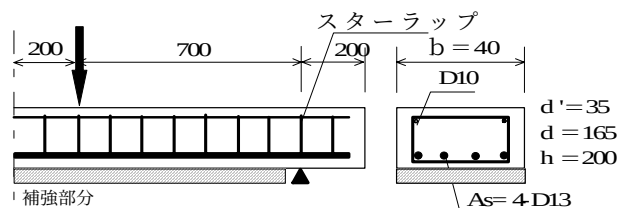


図-2 供試体の形状

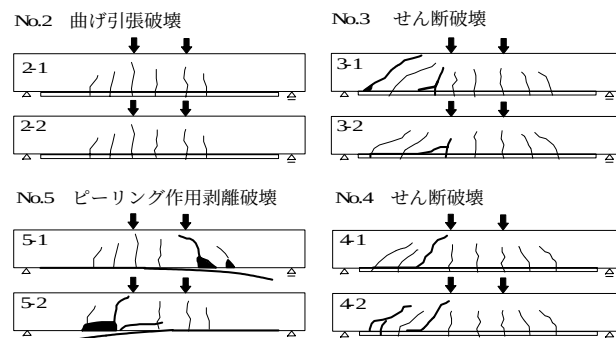


図-3 供試体の破壊形態

表-3 各供試体の計算値と実験値

供試体	供試体	計算値 (kN)					実験値 (kN)			
		ひび割れ発生荷重	鉄筋降伏荷重	曲げ耐力	せん断耐力	最大荷重比 (無補強との比較)	ひび割れ発生荷重	鉄筋降伏荷重	最大荷重 P_{max}	最大荷重比 (無補強との比較)
No.1	無補強	18.0	82.8	82.8	178	1.00	19.0	82.0	92.0	1.00
No.2-1	φ4.5単筋	34.0	144	238	203	2.45	39.0	134	151	1.64
No.2-2							39.0	120	128	1.39
No.3-1	φ4.5メッシュ	48.0	144	238	203	2.45	40.0	137	190	2.07
No.3-2							50.0	138	214	2.33
No.4-1	φ4.5フラットメッシュ	46.0	144	238	203	2.45	49.0	140	205	2.23
No.4-2							46.0	144	215	2.34
No.5-1	CFS 200g/m ² 2層	22.0	108	185	180	2.02	28.0	113	161	1.75
No.5-2							27.0	110	167	1.82

角の配力筋の機械的な抵抗により、十分な補強効果が得られたと考えられる。

また、曲げ耐力を算出する際、CFS または PCM が局部的に剥離することを考慮し、鉄筋コンクリート部材と同様に求めた耐力に低減係数 0.9 を乗じて求めてみると、PCM および CFS 供試体の実験結果と同程度の値となり、PCM を使用しても低減係数 0.9 を適用することも可能と考えられる。加えて、メッシュおよびフラットメッシュの供試体は溶接加工の違いによらずほぼ同程度の耐力が得られた。さらに、CFS 目付け 200g/m² を 2 層貼付けた供試体と比較すると、無補強供試体に対する最大荷重比の実験値と計算値との比が同程度の結果となった。CFS の供試体ではピーリング作用により剥離が全面に進展し終局に至った。一方、メッシュ、フラットメッシュ供試体では荷重の増加に伴い補強部にひび割れが発生し応力分散がなされ、剥離は破壊と同時に狭い範囲で生じた。

3.2 荷重とたわみ及び鉄筋ひずみの関係

図-4, 5 に荷重とスパン中央のたわみの関係および、荷重と主鉄筋のひずみとの関係を示す。図には完全付着と仮定した場合、鋼線補強供試体の断面分割法による計算値を合わせて示す。これより、鋼線を用いた供試体は無補強供試体に対してたわみ量および鉄筋ひずみが低減され、十分な補強効果が認められた。また、たわみ及び鉄筋ひずみの実験値は主鉄筋が降伏するまで断面分割法により求められた計算値とほぼ一致するものの、鉄筋が降伏した後計算値より大きな値となった。これは鉄筋が降伏した後、PCM および CFS が局部的に剥離したためと考えられる。

4. まとめ

- (1) 軸方向のみに鋼線を配置した場合、曲げひび割れ部における付着力低下が大きく、十分な補強効果が得られなかったが、メッシュ、フラットメッシュでは、配力筋の機械的抵抗により十分な補強効果が得られた。
- (2) シート補強供試体では鋼線補強供試体よりも剥離が早く生じ、耐力が小さくなった。
- (3) メッシュ、フラットメッシュでは同程度の耐力が得られ、鋼線の溶接加工方法による影響は小さい。

【参考文献】

- 1) 土木学会：連続繊維シートを用いたコンクリート構造物の補修補強指針，コンクリートライブラリー101，pp.21-22，2000

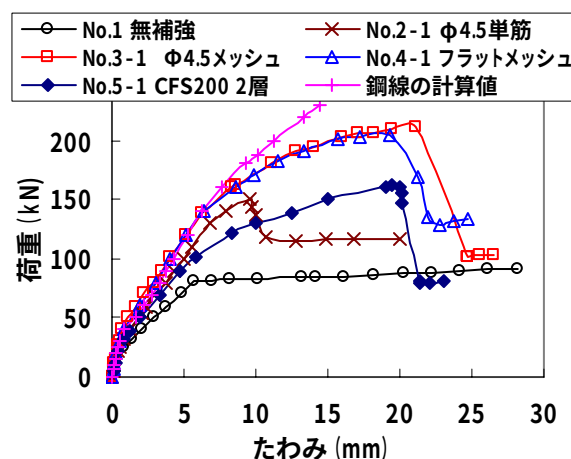


図-4 荷重とたわみの関係

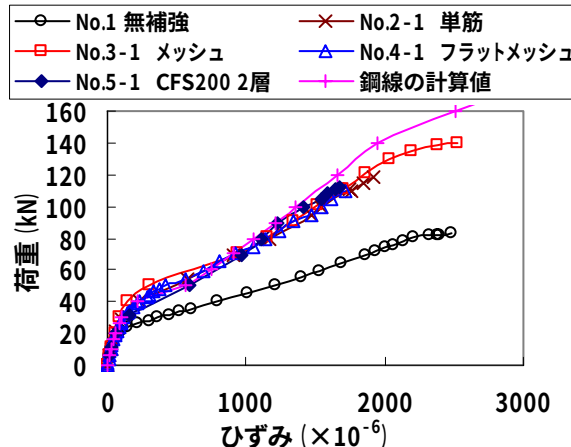


図-5 荷重とたわみ、主鉄筋ひずみの関係