

高強度緻密モルタルと CFRP による RC 床版の補強に関する実験的研究

高速道路総合技術研究所 正会員 ○柴崎晃, 服部雅史, 長谷俊彦
ものつくり大学 学生会員 星名誉紀, 正会員 大垣賀津雄
太平洋マテリアル 正会員 石田学, 赤江信哉

1. はじめに

本研究の背景として、RC 床版は上面からの雨水や凍結防止剤散布による塩分浸入の影響により、輪荷重走行の多い部分で経年劣化することが知られている。その対策として床版防水工の有効性が明らかになっているが、その長期的な性能を確保するためには、基盤となる床版が健全である必要がある。そこで床版の基盤を健全な状態に性能回復するため高強度緻密モルタル（以下 HSM と呼ぶ）を上面増厚材として使用することを想定して、基本的な性能確認のため静的載荷実験を行った。また、下面に中弾性 CFRP シートを施工してさらなる強度向上を検討した。その実験結果と等価応力ブロック法による計算値を比較・考察した¹⁾。

2. 実験概要

曲げ載荷実験を行った供試体は表 1、図 1 に示すとおりである。高さ 200 mm×幅 600 mm×長さ 2200 mm の基盤となる RC 床版を作り、上面増厚材を 20～50 mm、下面に CFRP シートを施工した。また、基盤コンクリートと上面増厚材との界面における接着剤の有無をパラメータとした。CASE1 は無補強、CASE2 は HSM、CASE3 は超高強度緻密モルタル（以下 UHSM と呼ぶ）、CASE4 は鋼繊維補強高強度緻密モルタル（以下 SFHSM）、CASE5 は鋼繊維補強コンクリート（以下 SFRC と呼ぶ）を上面増厚材として使用した。床版支間 2000mm の中央を 200×500mm の載荷版で 3 点曲げ静的載荷実験を行った。

3. 実験結果

実験結果は表 1、図 2 に示すとおりである。実験結果から HSM は上面に 20 mm という薄層でも補強効果があることが分かる。また下面を CFRP シートで補強した場合も大きく強度が上昇した。CASE2A、3A は基盤コンクリートと上面増厚材との界面で水平せん断破壊しており実験値は計算値より低い値となった。それに対し接着剤ありの CASE4A2、4B2 は基盤コンクリートと上面増厚材との界面での剥がれはなく、両者は近い値となっている。

表 1 供試体パラメータと実験結果

供試体	基盤 (N/mm ²)	上面増厚		接着剤	CFRP	鉄筋降伏			終局荷重		
		材料	強度(N/mm ²)			実験(kN)	計算(kN)	比	実験(kN)	計算(kN)	比
CASE-1A1	24	基盤コンクリートを連続打設	(24)	-	-	116	131	0.89	160	148	1.08
CASE-1A2	29		(29)	-	-	128	137	0.94	186	160	1.16
CASE-1B1	24		(24)	-	○	190	198	0.96	253	233	1.09
CASE-1B2	29		(29)	-	○	206	207	1.00	268	257	1.04
CASE-2A	24	HSM 20mm	81	-	-	140	153	0.92	163	187	0.87
CASE-2B		UHSM 20mm	137	-	○	216	229	0.94	294	284	1.04
CASE-3A				-	-	136	160	0.85	165	203	0.81
CASE-3B				-	○	224	238	0.94	290	315	0.92
CASE-4A1	29	SFHSM 20mm	97	-	-	143	159	0.90	211	201	1.05
CASE-4A2				○	-	148	159	0.93	209	201	1.04
CASE-4B1				-	○	215	236	0.91	275	311	0.88
CASE-4B2				○	○	234	236	0.99	306	311	0.98
CASE-5A1	24	SFRC 50mm	50	-	-	153	181	0.85	233	236	0.99
CASE-5A2	29		52	○	-	180	182	0.99	257	241	1.07
CASE-5B1	24		50	-	○	255	264	0.97	299	385	0.78
CASE-5B2	29		52	○	○	263	266	0.99	369	396	0.93

注) CASE1 の () は基盤コンクリートを上面まで施工している。

キーワード 道路橋床版, 上面増厚, 高強度緻密モルタル, SFRC, CFRP

連絡先 〒194-8508 東京都町田市忠生 1-4-1 (株)高速道路総合技術研究所 TEL:042-791-1625

CASE3B, 5B1 は CFRP シートが剥がれた値が最大荷重となった。CFRP シートを施工した B の供試体の鉄筋降伏荷重は、施工していない A の供試体より 50%以上増加している。

4. 終局強度評価

平面保持が成立するとして、まず圧縮側と引張側、各材料のひずみと分担力を求める。次に圧縮側と引張側の力（図 4 の各 P）のモーメントのつり合いから中立軸が求められる。ひび割れ発生荷重は、求めた中立軸から曲げモーメントを計算し、曲げモーメントと荷重の関係から求められる。鉄筋降伏荷重は図 4 の分担力のうち引張側コンクリート P_{tc} を抜いた値で曲げモーメントのつり合いを計算し、荷重が求められる。

終局荷重は等価応力ブロック法を用いて、図 5 の上面増厚材 P_{ucm} と基盤コンクリートの分担力 P_{ucc} を求め、引張鉄筋 P_{uts} と CFRP シートの分担力 P_{utCF} も加えて、モーメントの計算をすることで求められる。表 1 に示した計算値と実験値を比較すると、ほとんどの値が $\pm 10 \sim 15\%$ に収まっており、両者がほぼ一致していることが分かる。ただし、CFRP シートの剥離やコンクリートとモルタルの界面での剥離などが発生しているケースは、実験値との差が出ている。

5. まとめ

- (1) 高強度緻密モルタルを上面に 20mm 施工すると鉄筋降伏荷重は 20%程度増加した。
- (2) 下面に CFRP シートを施工したケースの鉄筋降伏荷重は 50%程度増加した。
- (3) 等価応力ブロック法による終局強度計算方法はおよそ実験値と一致した。

【謝辞】：本研究の CFRP 材料供給と施工に関して、日鉄ケミカル&マテリアルの関係各位にご協力頂きましたことを感謝いたします。また、ものづくり大学橋梁・構造研究室の皆さんに協力いただいたことを感謝致します。

【参考文献】

- 1) 大垣，星名，柴崎，原田，長谷，赤江，石田：上面増厚および下面 CFRP 接着により補強した RC 床版の曲げ強度に関する実験研究，FRP 複合構造・橋梁シンポジウム，2020.11

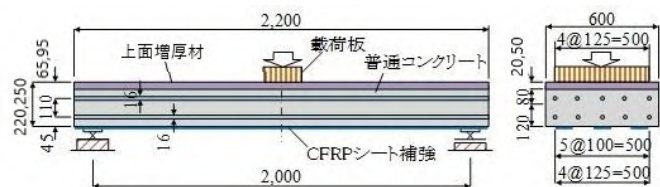


図 1 供試体図

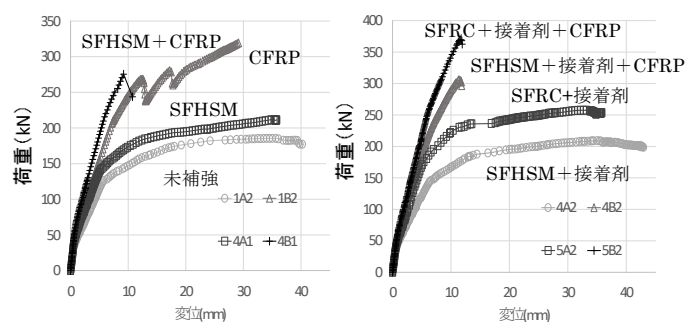


図 2 荷重 - 変位 基盤コンクリート (29N/mm²)



図 3 実験状況

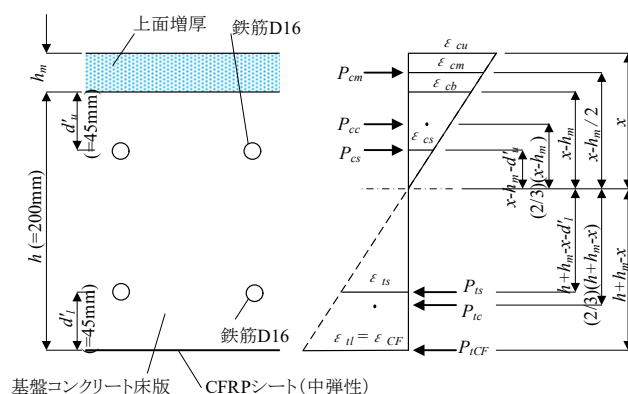


図 4 供試体断面の複鉄筋分担力

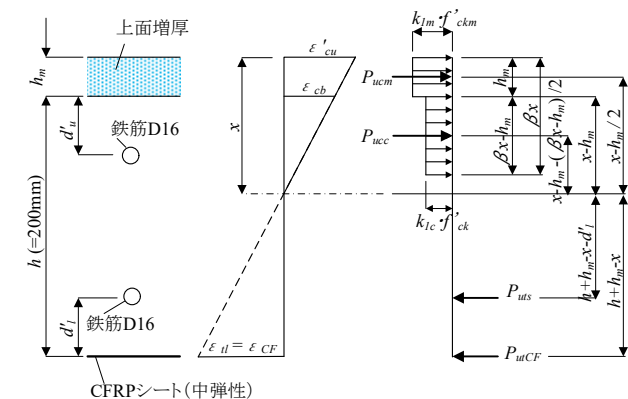


図 5 等価応力ブロック法による終局強度計算