

CFRP と MMA 樹脂コンクリートを併用した損傷 RC 床版の上面増厚補強工法

修成建設専門学校 正会員 堤下 隆司* (株)フジエンジニアリング 正会員 岡田 裕行**
 (株)菱 晃 正会員 徳岡 文明*** 大阪工業大学工学部 正会員 栗田 章光****

1. はじめに

損傷 RC 床版の補強工法として MMA 樹脂コンクリート（以下、樹脂コンクリートという）を用いた上面増厚補強工法の研究開発を、著者らは行って来た。その成果については既に発表¹⁾しており、本工法は、その適用に際し使用制限はあるが、床版防水工を兼ね得る補強工法として有効な工法であると考え、その使用制限が必要になった最大の原因として、補修材に用いる樹脂コンクリートは、力学特性の温度依存性が大きな材料であるため、設計温度条件(-10 ~ 40)を考えた場合、高温下の引張側補強において、樹脂コンクリートの許容値を $\sigma_{at} = f_{at}/3$ に設定した場合、補強設計が成立するためには、床版支間長を 2.0m 以下とする使用制限が必要となる。そこで、従来工法に変わる工法として樹脂コンクリート上面に炭素繊維シートを貼付し、樹脂コンクリート + CFRP による新しい補強工法を提案し、その工法の妥当性についてパラメータ解析を行ったので、その結果について報告する。

2. 従来工法と新工法の比較

樹脂コンクリートによる上面増厚補強工法は、図-1 に示すように補強対象域は圧縮側補強と引張側補強の 2 対象となる。従来の工法では、既往の研究成果より、圧縮側補強は、高強度樹脂コンクリートのみによる補強とし、引張側補強では、高強度よりもじん性効果を期待するため、圧縮側に用いる樹脂コンクリートよりも強度を低く設定し、強度不足分をメッシュ筋による部分補強により増厚部の剛性を高める工夫をしていた。しかし、

-10 ~ 40 の設計温度条件を考慮し、かつ、樹脂コンクリートの許容応力度を $\sigma_{at} = f_{at}/3$ に設定すると、引張側の補強設計が満足するためには、適用床版支間長を 2.0m 以下にしなければならないことが明らかになった。これは、樹脂コンクリートの感温性が顕著であるため、特に高温下でのヤング係数値が極端に低くなるので、メッシュ筋での部分補強には限界がある。そこで、提案する新工法では、メッシュ筋に変わる補強材として炭素繊維シートを用い、含浸接着樹脂には MMA 樹脂を使用し、樹脂コンクリート + CFRP により補強する工法である。図-2 には、従来工法と新工法の断面図を示した。

3. 解析条件

解析は、弾性は理論をもとに許容応力度設計法による応力度解析と等価応力ブロック法を用いた終局耐力等について行った。解析に用いた材料の各定数を表-1 に示した。炭素繊維は高弾性カーボンを用いることとし、繊維目付量 300g/m² で、設計厚さは 0.143mm である。また、既往の研究結果²⁾から、圧縮側補強では高強度樹脂コンクリートのみで、しかも増厚量

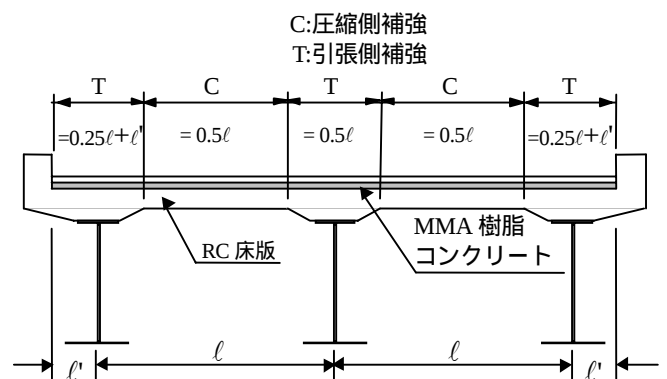
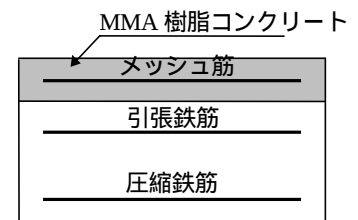
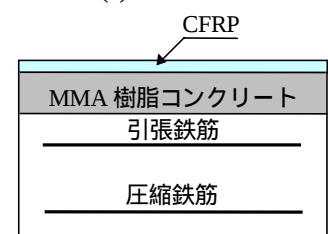


図-1 上面増厚補強工法



[MMA+メッシュ筋]
(a) 従来工法



[MMA+CFRP]
(b) 新工法

図-2 従来工法と新工法の断面図

キーワード：炭素繊維シート、MMA 樹脂コンクリート、上面増厚補強工法

*〒555-0032	大阪市西淀川区大和田 5-19-30	TEL 06-6474-1644	FAX 06-6474-1687
**〒532-0002	大阪市淀川区東三国 5-5-28	TEL 06-6350-6130	FAX 06-6350-6140
***〒103-0016	東京都中央区日本橋小網町 14-1	TEL 03-5651-0662	FAX 03-5651-0667
****〒535-8585	大阪市旭区大宮 5-16-1	TEL 06-6954-4109	FAX 06-6957-2131

表-1 材料の定数

コンクリート		鉄 筋		樹脂コンクリート			高弾性カーボン	
				-	-10	40	目付	300 g/m ²
f_{CK}	24 N/mm ²	f_{sv}	300 N/mm ²	f_a	9.49 N/mm ²	1.65 N/mm ²	f_{CF}	2400 N/mm ²
E_C	14.0 kN/mm ²	E_S	210.0 kN/mm ²	E_a	18.8 kN/mm ²	1.55 kN/mm ²	E_{CF}	490.0 kN/mm ²
ϵ_C	0.0035	ϵ_S	1.43E-03	ϵ_a	4.38E-04	3.48E-02	ϵ_{CF}	4.90E-03
-	-	n_s	15.0	n_a	1.35	0.11	n_{CF}	35.0

30mm で、補強設計が成立することが確認されているため、解析は、引張側補強を対象に増厚量 30mm の一定値として行った。

4. 考 察

表-2 には、弾性は理論をもとに許容応力度設計法による各部材における発生応力をパラメータ解析した結果の内、安全性の照査で問題となる樹脂コンクリート上縁の発生応力度を、炭素繊維シートの枚数および床版支間長を変化させて表したものである。同表より樹脂コンクリートの発生応力を引張強度の 1/3 程度に低減するには、約 3ply 必要であることが明らかとなった。ゆえに以下では、炭素繊維シートは 3ply で計算した結果を示す。

図-3 には、断面剛性比 - 床版支間長関係を示した。ここで、断面剛性比とは、増厚補強後の断面剛性を無補強時のそれで除した無次元係数であり、増厚補強による剛性増加の効果を表すものである。これより、CFRP を用いることにより温度条件に関わらず、新工法では従来工法より大きく断面剛性が向上しており、高い剛性効果が得られることが確認できた。

図-4 には、従来工法(樹脂コンクリートとメッシュ筋を併用)と新工法(樹脂コンクリートと CFRP を併用)および無補強床版の終局耐力と支間長関係を示した。従来の工法に比べ CFRP を併用することで 2.5 倍以上、無補強床版とでは 5 倍以上耐力が向上する結果となり、その補強設計が十分成り立つことが確認できた。

4. まとめ

解析結果より、樹脂コンクリートと CFRP による上面増厚補強は、非常に有効な補修工法であることが確認できた。

しかし、この結果は既往の研究成果²⁾をもとに数値解析を行った結果である。ゆえに、今後実験により性能確認を行う必要があるため、現在検討中である。

参考文献

1) 堤下, 栗田, 岡田, 徳岡: RC 床版の上面増厚補強に用いられる MMA 樹脂コンクリートの設計法に関する研究, 構造工学論文集, Vol.46A, 2000.3

2) 岡田裕行: MMA 樹脂コンクリートにより上面増厚補強された RC 床版の設計法に関する研究, 大阪工業大学修士論文, 2001.2

表-2 数値解析結果

支間長 (m)	シート層	樹脂コンクリート (N/mm ²)			
		-10		40	
		σ_{at}	f_{at}	σ_{at}	f_{at}
3.0	1ply	3.78		0.38	
	2ply	3.34		0.30	
	3ply	2.99		0.25	
	4ply	2.70		0.21	
3.5	1ply	3.60		0.39	
	2ply	3.19		0.31	
	3ply	2.85		0.25	
	4ply	2.57		0.22	
4.0	1ply	4.27		0.47	
	2ply	3.79		0.38	
	3ply	3.40		0.32	
	4ply	3.08		0.27	

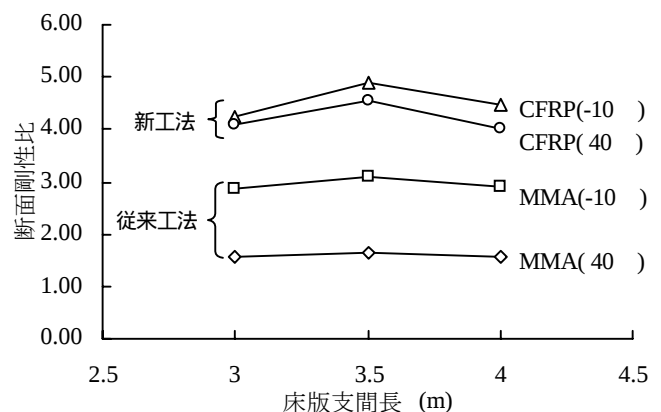


図-3 断面剛性比 - 床版支間長関係

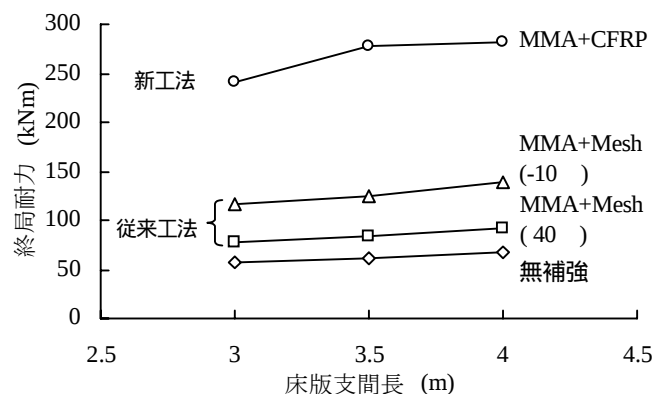


図-4 終局耐力 - 床版支間長関係