

MMA 樹脂コンクリートにより上面増厚補強された RC 床版の使用性に関する検討

(株)フジエンジニアリング 正会員 岡田 裕行* 修成建設専門学校 正会員 堤下 隆司**
 株式会社 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 床版の補強工法の 1 つとして、床版防水をも兼ね得る 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について著者らは開発研究を行っている。本工法は、損傷 RC 床版の上面に樹脂コンクリートを増厚し、断面のかさ上げによって、剛性を増す工法である。本工法に用いる樹脂コンクリートは、種々の優れた特性を有する反面、樹脂特有の力学特性の温度依存性が大きい。また、対象補強域によって異なる強度特性を有する樹脂を用いることとしている。これより、補強設計法を検討する場合、これらの特殊な要因を把握する必要がある。そこで、今回は限界状態設計法の使用限界状態に着目し、照査方法を提案するとともに種々のパラメータ解析を実施し、その照査を行ったので、それらの結果を本文で報告する。

2. 解析条件

図-1 に解析モデルおよび床版の諸元を示す。なお、RC 床版は、昭和 39 年の道路橋示方書で設計されたものとする。解析に用いるパラメータは、

温度：-10, 40 の 2 種類

増厚量：30, 40, 50mm の 3 種類

とし、表-1 に各種材料定数の設定値を示す。ここで、樹脂コンクリートは温度影響を考慮した値となっている。

また、使用状態における安全係数はすべて 1.0 とする。

3. 圧縮側補強における照査

圧縮側補強 RC 床版に対する照査は、床版下面のひび割れ幅の制限とし、コンクリート標準示方書のひび割れ幅の照査式を参考に、式(1)に示す照査式を提案する。

$$\sigma_s \leq \sigma_{se} \quad (1)$$

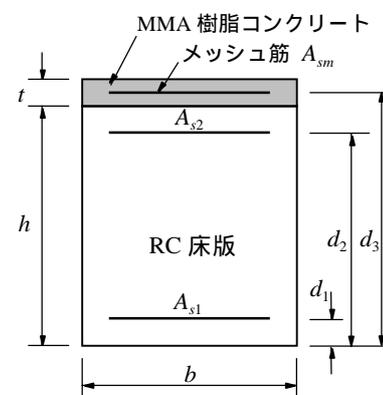
ここに、

σ_s : 補強後における鉄筋の発生応力

σ_{se} : 鉄筋の限界応力

$$\left(= E_s \left[\frac{w_a}{k \{4c + 0.7(C_s - \phi)\}} - \epsilon'_{csd} \right] \right)$$

これより、式(1)を満足することにより補強設計が成立する。ここで、式(1)の鉄筋の限界応力 σ_{se} は損傷 RC 床版に関する既存のデータを用いて決定することができ、補強設計の際には既知の値である。一方、式(1)の鉄筋の発生応力 σ_s は、樹脂コンクリートの増厚量および弾性係数に依存する。樹脂コンクリートの増厚量は設計全般の検討が必要であるが、増厚量が決定すれば補強設計上樹脂コンクリートに必要な弾性係数値



$\ell = 3\text{m}, h = 170\text{mm}$
 $b = 1000\text{mm}, A_{s1} = 1023\text{mm}^2$ (D19, ピッチ 280mm)
 $A_{s2} = 2046\text{mm}^2$ (D19, ピッチ 140mm)
 $d_1 = 30\text{mm}, d_2 = 140\text{mm}, d_3 = h + t/2$

図-1 解析モデル（引張側補強）

表-1 解析条件

温度 ()		-10	40
弾性係数 (N/mm ²)	樹脂		
	コンクリート	圧縮側 3.20×10^4	引張側 2.63×10^3
	コンクリート	1.4×10^4	
	鉄筋およびメッシュ筋	2.0×10^5	

Key Word : MMA 樹脂コンクリート, 限界状態設計

*〒532-0002 大阪市淀川区東三国 5-5-28 TEL 06-6350-6130 FAX 06-6350-6140
 **〒555-0051 大阪市西淀川区大和田 5-19-30 TEL 06-6474-1644 FAX 06-6474-1687
 ***〒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

を得ることが可能である。

図-2 に樹脂コンクリートの増厚量 - 弾性係数の関係を示す。これより、樹脂コンクリートの弾性係数値は増厚量に大きく依存していることがわかる。このことより、補強設計を行う場合増厚量の設定には十分な配慮が必要であると云える。

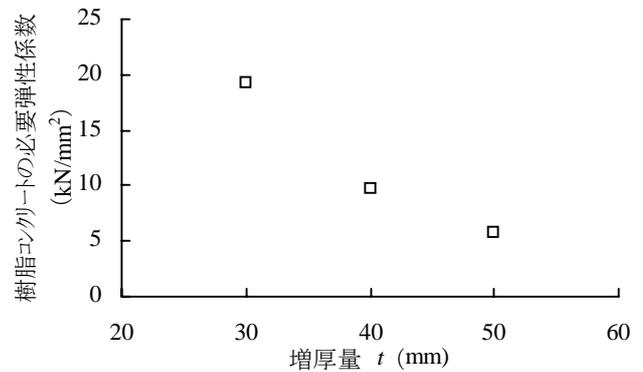


図-2 樹脂コンクリートの増厚量 - 弾性係数値関係

4. 引張側補強における照査

引張側補強の場合、樹脂コンクリートは遮水性に優れることから防水層の役割を兼ね備えている。このため、樹脂コンクリートのひび割れは使用性能を大きく損なうものと考えられる。このことより、引張側補強 RC 床版に対する照査は、樹脂コンクリート上縁のひび割れ発生防止を目的とし、式(2)に示す照査式を用いる。この場合、樹脂コンクリートには使用荷重による発生応力のほかに、既往の研究¹⁾より、硬化に伴う収縮応力が発生することが明らかとなっており、初期応力として発生応力に付加するものとする。

$$\sigma_{au} + \sigma'_{au} \leq f'_{ad} \quad (2)$$

ここに、

- σ_{au} : 樹脂コンクリート上縁の発生応力
- σ'_{au} : 樹脂コンクリート上縁の初期応力
- f'_{ad} : 樹脂コンクリートの引張強度

硬化収縮によって発生する初期応力は、表-2 に示す解析条件を用いて算出する。なお、樹脂コンクリートの打設時温度を常温 20 とし、その後の温度による影響は受けないものと仮定する。

表-2 解析条件 (温度: 20)

クリープ係数		ϕ_s	0.1
弾性係数 (N/mm²)	樹脂コンクリート	E_a	2.0×10^3
	コンクリート	E_c	1.4×10^4
	メッシュ筋	E_{sm}	2.1×10^5
無次元係数	自由収縮ひずみ	k_1	0.282
	弾性係数	k_2	2.561
		k_3	1.029
自由収縮ひずみの最終値 (μ)		ϵ_s	2860

表-3 に本解析条件における照査結果を示す。これより、低温-10 の場合、発生応力に初期応力を加えた総発生応力は、増厚効果も大きく樹脂コンクリートの引張強度以下であることから、補強設計は余裕を持って成立する。他方、高温 40 の場合、総発生応力は増厚効果がほとんど見られず、本解析条件では引張強度を越えており、補強設計は満足しない結果となった。これは、本解析では、初期応力が温度影響を受けないものと仮定しているため、特に高温 40 における初期応力は引張強度の約 40% を占めており、このことが補強設計に大きく影響していると云える。このため、初期応力の温度による影響を正確に把握することは今後重要な課題であると云える。

表-3 照査結果 (引張側補強)

温度 (°C)	増厚量 t (mm)	発生応力 (N/mm²)	初期応力 (N/mm²)	総発生応力 (N/mm²)	引張強度 (N/mm²)
-10	30	6.38	0.67	7.05	9.49
	40	5.46		6.13	
	50	4.78		5.45	
40	30	1.17	0.67	1.84	1.65
	40	1.16		1.83	
	50	1.15		1.82	

5. まとめ

本文では、使用限界状態における照査法の提案、および数値解析を行った。これより、特に引張側補強において、補強設計が成立しないことが明らかとなった。このことにより、引張側補強における初期応力の取り扱いなど使用性能に関するさらなる検討が必要である。また、樹脂コンクリートの部分補強に用いているメッシュ筋では限界があるため、炭素繊維により補強する新工法の提案も別途行っており、その妥当性について現在検討中である。

参考文献

- 1) 澤田友治, 栗田章光, 堤下隆司, 徳岡文明: 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硬化収縮応力とクリープ係数の評価, 構造工学論文集, Vol.45A, 1999.3