

RC床版下面増厚補強における付着界面の引張強度および一面せん断強度

日本大学 正会員 阿部 忠, 澤野利章
新日鉄住金マテリアルズ(株)正会員 ○小森篤也

1. はじめに

道路橋 RC 床版の下面損傷および耐荷力性能の向上を図るために鉄筋を配置し, ポリマーセメントモルタル (PCM) 吹付けによる下面増厚補強法が提案されている. 筆者ら¹⁾は, RC 床版に PCM 下面増厚補強した供試体を用いて輪荷重疲労実験による耐疲労性の評価を行った. その結果, 従来の補強法においても耐疲労性は評価されるものの, 増厚界面で剥離が先行する押抜きせん断破壊に至る結果が報告されている¹⁾. そこで本研究では, PCM 下面増厚補強法において既設コンクリートとの増厚界面を乾燥状態, 湿潤状態, プライマーおよび接着剤を塗布した場合の引張試験および一面せん断試験を行い, 界面の引張強度およびせん断強度を検証する.

2. PCM下面増厚補強法

RC 床版の一般的な PCM 下面増厚補強法の手順は, RC 床版の下面コンクリートを表面処理・研掃した後, 界面処理として, アクリルエマルジョン系プライマー (以下, プライマーとする) を塗布し, 鉄筋を配置して PCM を 2 層から 3 層に分けて吹付増厚されている. また, 近年ではエポキシ系接着剤 (以下, 接着剤とする) を塗布した PCM 下面増厚補強法も提案されている¹⁾. 一方, 下面増厚補強後の補強部は鉄筋の配置や PCM の圧縮強度が高く, 既設 RC 床版の剛性に比して剛性が高いことから, 輪荷重の作用により界面に曲げ引張による「ずれ」, すなわ, 一面せん断によるはく離が懸念される. よって, 界面の付着強度およびせん断強度を検証が必要がある.

3. 使用材料

(1) PCM RC 床版の下面増厚補強におけるセメント系材料には, ビニロン繊維を配合した市販の PCM を用いる. ここで, 引張試験および一面せん断試験に用いる PCM の配合を表-1, PCM の圧縮強度を表-2に示す.

(2) プライマー RC 床版の下面増厚補強では, コンクリートと PCM の付着性を高めるために, 研掃後, プライマーの塗布や水を散布するなど, 界面処理を行なうことが一般的である. 本研究では, 一般的に使用されているストレートタイプのプライマー (以下, プライマー A (E.P-A) とする) と希釈タイプのプライマー (以下, プライマー B (E.P-B) とする) の 2 種類を用いる.

(3) 接着剤 RC 床版の下面増厚補強における既設 RC 床版の界面に接着剤が塗布されている. 本研究では, 一般的に使用されている 2 タイプの接着剤 (以下, 接着剤 A (E.A-A), 接着剤 B (E.A-B) とする) を用いる.

キーワード: 引張試験, 一面せん断試験, プライマー, 接着剤

連絡先 〒275-8575 千葉県習志野市泉町 1-2-1 日本大学生産工学部土木工学科 TEL 047-474-2459

表-1 ポリマーセメントモルタルの配合条件

項目	単位量(kg/m ³)		水結合材比 (%)
	プレミックス粉体	水	
PCM	1860	595	32

4. 増厚界面の引張強度および一面せん断強度

(1) 直接引張試験

1) 試験体 引張試験に用いるコンクリートの材片は, ϕ 50mm×100mm のサミットモールドに, 既設 RC 床版と同等な強度となるコンクリートを打ち込み, 養生する.

次に, ϕ 50mm×100mm の材片を高さ 50mm の位置で切断し, 引張試験および一面せん断試験に用いる. 切断した材片をサミットモールドに挿入し, 界面が乾燥状態, 湿潤状態で残り 50mm に PCM を吹き付けする. 同様にプライマー, 接着剤をそれぞれ塗布し, 残り 50mm に PCM を吹き付けする. 試験体はそれぞれ 3 体を製作する.

2) 試験方法 引張試験治具に接着剤を用いて試験体を設置する. 試験方法は JIS A 6909 の規定に基づき, 荷重速度を 2mm/min とする. 引張試験の状況を図-1 に示す.

3) 引張強度の算定 直接引張試験における引張強度 ($\sigma_{\max}$) は式(1)より評価する. なお, 一面せん断試験におけるせん断強度 ($\tau_{\max}$) も式(1)より評価する.

$$\sigma_{\max} = \tau_{\max} = P/A_s \quad (1)$$

ここで, $\sigma_{\max}$: 引張強度 (N/mm²), $\tau_{\max}$: せん断強度 (N/mm²), P: 破壊荷重 (N), A_s : 材片断面積 (mm²)

(2) 一面せん断試験

1) 試験体 サミットモールドに引張試験で切断したコンクリート材片を挿入し, 界面を乾燥状態, 湿潤状態およびプライマー, 接着剤をそれぞれ塗布し, PCM を打ち込む. 試験体はそれぞれ 3 体を製作する.

2) 試験方法およびせん断強度の算定 一面せん断試験にはモード II 型 (縦ずれ) の一面せん断試験装置 (図-2) を用いる²⁾. 荷重載荷は, コンクリートの圧縮載荷法 JIS A 1108 の規定に基づき, 加圧速度を毎秒 0.6N/mm² で行った. また, せん断強度 ($\tau_{\max}$) は式(1)より評価する.

5. 結果および考察

(1) 直接引張試験 直接引張試験における材片の圧縮強度, 引張強度の関係および破壊状況を表-2に示す.

1) 乾燥状態および湿潤状態 材片の界面が乾燥状態で PCM を吹き付けした試験体の引張強度の平均は 0.89N/mm² であり, 界面で破壊している. また, 材片の界面を湿潤状態で PCM 吹き付けした試験体の引張強度の平均は 1.19N/mm² であり, 界面で破壊している.

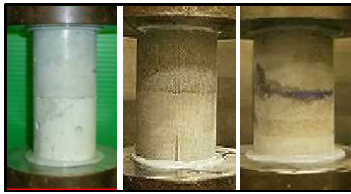


図-1 引張試験

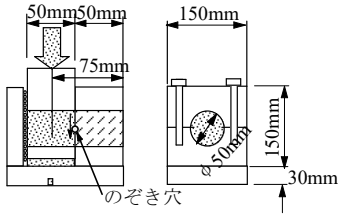


図-2 一面せん断試験

表-2 引張強度および一面せん断強度

試験体	コンクリートの圧縮強度 (N/mm ²)	PCMの圧縮強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	破壊状況	一面せん断強度 (N/mm ²)	破壊状況
乾燥状態	No.1	35	0.86	界面	2.50	界面
	No.2	35	0.89		2.93	
	No.3	40	0.91		2.40	
湿潤状態	No.1	35	1.26	界面	3.11	界面
	No.2	35	1.14		2.74	
	No.3	40	1.18		2.66	
E.P-A	No.1	30	2.56	コンクリート	3.69	界面
	No.2	35	2.60		4.22	
	No.3	40	2.69		4.00	
E.P-B	No.1	30	2.36	コンクリート	3.10	界面
	No.2	35	2.28		2.80	
	No.3	40	2.36		3.30	
EA-A	No.1	35	2.41	コンクリート	6.59	PCM
	No.2	40	2.58		6.70	
	No.3	40	2.49		6.97	
EA-B	No.1	35	2.37	コンクリート	8.10	PCM
	No.2	40	2.59		7.90	
	No.3	40	2.28		7.30	

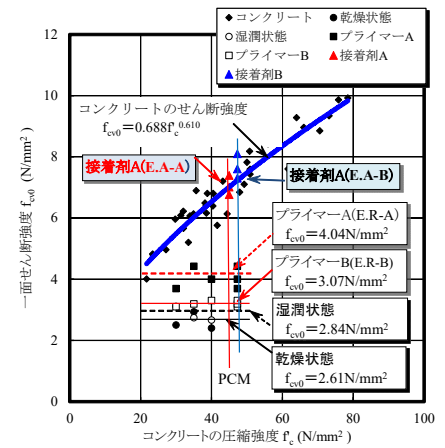


図-3 一面せん断強度

2) プライマー プライマーを塗布して PCM を吹き付けた試験体 E.P-A の引張強度は $2.56 \sim 2.69 \text{ N/mm}^2$ であり、破壊はコンクリート側で引張破断している。また、プライマー B を塗布した試験体 E.P-B の引張強度は $2.28 \sim 2.36 \text{ N/mm}^2$ であり、試験体 E.P-A と同様にコンクリート側で引張破断している。

3) 接着剤 接着剤 A を塗布した試験体 E.A-A の引張強度は $2.41 \sim 2.58 \text{ N/mm}^2$ 、接着剤 B を塗布した試験体 E.A-B は $2.28 \sim 2.59 \text{ N/mm}^2$ の範囲であり、両試験体ともにコンクリート側で破断している。よって、引張強度はコンクリートの強度が顕著となる。

(2) 一面せん断強度 一面せん断試験における圧縮強度とせん断強度の関係および破壊状況を表-2、コンクリート圧縮強度とせん断強度の関係を図-3に示す。

1) 乾燥状態および湿潤状態 コンクリートの圧縮強度が 35 N/mm^2 の材片の界面を乾燥状態で PCM を吹き付けた場合の一面せん断強度は、試験体 No.1, 2 でそれぞれ 2.50 N/mm^2 , 2.93 N/mm^2 、圧縮強度 40 N/mm^2 の試験体 No.3 は 2.40 N/mm^2 であり、平均値が 2.61 N/mm^2 である。次に、コンクリート材片の界面を湿潤状態で PCM を吹き付けた場合の一面せん断強度は、圧縮強度 35 N/mm^2 の試験体 No.1, 2 でそれぞれ 3.11 N/mm^2 , 2.74 N/mm^2 、圧縮強度 40 N/mm^2 の試験体 No.3 は 2.66 N/mm^2 である。よって、コンクリートの強度差は顕著とならず、ほぼ一定な結果が得られている。

2) プライマー コンクリート材片にプライマー A を塗布し、PCM を吹き付けた試験体 E.P-A は、圧縮強度 35 N/mm^2 , 40 N/mm^2 の試験体 No.1, 2, 3 でそれぞれ 3.69 N/mm^2 , 4.42 N/mm^2 , 4.00 N/mm^2 であり、せん断強度の平均は 3.97 N/mm^2 である。界面が乾燥状態および湿潤状態で PCM を吹き付けた試験体に比して 1.4 倍～1.5 倍のせん断強度が得られたものの、界面で破壊した。次に、プライマー B を塗布した試験体 E.P-B は、試験体 No.1, 2, 3 で、それぞれ 3.10 N/mm^2 , 2.80 N/mm^2 , 3.30 N/mm^2 であり、せん断強度の平均は 3.07 N/mm^2 である。よって、

プライマー A, B は、界面で破壊していることから面せん断に対する抵抗性は低い。

3) 接着剤 コンクリート材片に接着剤 A を塗布した試験体 E.A-A は、圧縮強度 35 N/mm^2 の試験体 No.1 のせん断強度は 6.59 N/mm^2 、圧縮強度 40 N/mm^2 の試験体 No.2, 3 は、それぞれ 6.70 N/mm^2 , 6.97 N/mm^2 である。次に、接着剤 B を塗布した試験体 E.A-B は、圧縮強度 35 N/mm^2 の試験体 No.1 のせん断強度は 8.10 N/mm^2 、圧縮強度が 40 N/mm^2 の試験体 No.2, 3 が 7.90 N/mm^2 , 7.30 N/mm^2 である。また、図-3に示すようにコンクリートの一面せん断試験におけるせん断強度と近似している。よって、PCM 側でせん断破壊していることから、接着剤を塗布することで界面の付着強度が高まり耐疲労性の向上が期待できる。

6. まとめ

(1) 下面増厚補強法では、一般的にプライマー A 或いはプライマー B を塗布した後に PCM 吹き付け補強が施されているが、直接引張試験ではコンクリート側で破断することからコンクリートの圧縮強度が顕著となる。一方、一面せん断試験においては、両プライマーともに界面で破壊となっている。したがって、RC 床版の下面増厚補強法には、曲げ引張によるずれに対する抵抗性は期待出来ないものと考えられる。

(2) 下面増厚補強において、接着剤 A および接着剤 B を塗布した場合の破壊状況は、PCM 側で破壊することから、せん断強度は、PCM の圧縮強度が顕著となる。したがって、両接着剤は、引張試験では母材コンクリート、せん断試験では PCM で破壊することから、既設コンクリートと PCM の一体性が確保され、耐疲労性が向上するものと思われる。

参考文献

- 1)小森篤也, 阿部忠: 増厚界面に接着剤を塗布した下面増厚補強床版の補強効果および耐疲労性の評価, 構造工学論文集, Vol. 60A, pp.1005-1104, 2014.
- 2)阿部忠, 木田哲量, 徐銘謙, 澤野利章: 道路橋 RC 床版の押抜きせん断耐荷力評価式に関する研究, 構造工学論文集, Vol.53A, pp.199-207, 2007.