

ポリマーセメントモルタルにより下面増厚補強したRCはりの振動荷重下における補強効果

近畿大学大学院総合理工学研究科 学生員 伊藤 定之 近畿大学理工学部 正会員 東山 浩士
 大阪大学大学院工学研究科 フェロー 松井 繁之 マグネ化学（株） 松本 弘

1. はじめに

道路橋床版の損傷・劣化に伴い、種々の補強工法が開発されている。その中でも床版下面からの補強は自動車交通への影響が無いために有用であると言える。しかし、それゆえに床版は自動車荷重を受けながら補強工事がなされ、補強材は振動下で養生される。よって補強効果を得るためには床版と補強材の界面における付着強度の確保が重要となる。本研究では高い付着特性を有するPAE系ポリマーセメントモルタル（以下、PPMGモルタルと呼ぶ）による床版の下面増厚補強に着目し、初期損傷を与えた後、振動荷重下において下面増厚補強したRCはりの疲労試験により補強効果と疲労性状について初期損傷レベルおよび荷重レベルの影響を検討した。

2. 試験体と実験方法

実験で用いた試験体を表-1および図-1に示す。試験体RCFは比較のため製作した無補強RCはりである。下面増厚補強工法の施工手順は、床版下面をグラインダー、あるいはブラストによりケレン、プライマーとしてPPMGモルタルの下塗り、D6補強筋50mm間隔メッシュのアンカー止め、PPMGモルタルのコテ塗りによる1層目施工、とによる2層目、3層目施工、表面仕上げとしてPPMGモルタルの吹き付けとなる。荷重速度は1Hzとし、試験体RCFに対する計算値および実験値から、荷重荷重10kNを実橋レベル（鉄筋応力：10N/mm²）¹⁾、30kNを設計レベル（鉄筋応力：80N/mm²）、50kNを許容応力度レベル（鉄筋応力：140N/mm²）とした。各試験体の荷重プログラムは表-1の通りである。試験体RCF1、RCF2、RCF3は無補強状態で荷重10kN、あるいは30kNを5,000回載荷した後、疲労荷重下において下面補強を行った。それぞれ65,000回載荷、80,000回載荷、80,000回載荷で施工を完了した。材料試験結果は表-2に示すとおりである。

3. 実験結果

図-2に支間中央におけるたわみと繰返し回数との関係を示す。比較のために式(1)に示す疲労に伴うコンクリートの曲げ強度²⁾の低下を考慮してひずみ増分法により求めた無補強試験体の計算値をCal.1として示してある。

$$f_{rN} = f_r \left(1 - \frac{\log_{10} N}{10.954} \right) \quad (1)$$

$$f_r = 0.42 f_c'^{2/3}$$

ここに、

f_c' ：コンクリートの圧縮強度 (N/mm²)

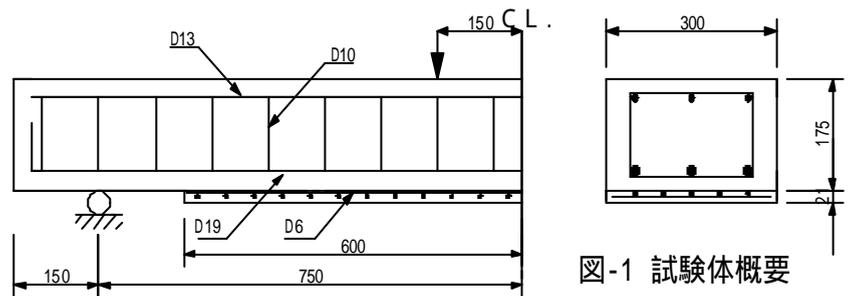
表-1 試験体種類と荷重プログラム

試験体	荷重 (kN)	載荷回数	下面補強
RCF	30	500,000	non
	50	250,000	
	70	250,000	
RCF1	10	5,000	before
		65,000	executing
		430,000	after
	30	250,000	
	50	250,000	
	RCF2	30	5,000
80,000			executing
415,000			after
30		250,000	
50		250,000	
RCF2		30	5,000
	80,000		executing
	415,000		after
	50	250,000	
	70	250,000	

表-2 材料試験結果

試験体	養生期間 (日)	PPMGモルタル		コンクリート	
		圧縮強度 (N/mm ²)	ヤング係数 (kN/mm ²)	圧縮強度 (N/mm ²)	ヤング係数 (kN/mm ²)
RCF	-	-	-	41.6	32.0
RCF1	3	8.2	-	28.9	29.6
	7	14.6	-		
	14	18.3	-		
RCF2	3	7.9	7.7	28.9	29.6
	7	12.3	10.0		
	28	20.3	12.6		
RCF3	3	3.7	4.1	28.9	29.6
	7	8.8	8.6		
	14	17.7	11.8		

図-1 試験体概要



キーワード：下面増厚補強，ポリマーセメントモルタル，疲労試験，補強効果

連絡先：〒577-8502 東大阪市小若江3-4-1 TEL:06-6721-2332 FAX:0729-95-5192

試験体 RCF については実験値と計算値がよく一致していることから、他の試験体に関しては補強効果を比較するために、各載荷プログラムにおける RC はりとしての計算値 Cal.1, 補強筋を考慮した引張側無視の計算値 Cal.2 とともに示してある。

試験体 RCF1 および試験体 RCF2 では実橋レベルの荷重 10kN において、PPMG モルタルにひび割れは発生していなかった。また、たわみは Cal.1 に対してともに約 10% 低減されているが、Cal.2 と比較すると実験値はそれを上回っている。荷重の増加に伴い荷重 30kN の先行荷重を受けた試験体 RCF2 の方が荷重 10kN の先行荷重を受けた試験体 RCF1 より補強効果が低下している。これは先行荷重によるコンクリートの初期ひび割れの影響であると考えられる。両試験体とも荷重を増加させながら 100 万回まで載荷しても PPMG モルタルのずれや剥離は見られなかった。

試験体 RCF3 では、下面増厚後、PPMG モルタルが硬化し始めた約 3 万回載荷において PPMG モルタルにひび割れが発生し、さらに、約 10 万回載荷において増厚端部付近のコンクリートと PPMG モルタルとの面ですれが発生しているのを確認した。このずれにより補強筋への応力伝達が低下し、Cal.2 と比較してもたわみが大きくなっている。設計レベルの荷重では PPMG モルタルの材令初期において早期にひび割れ、ずれの発生する可能性があると言える。

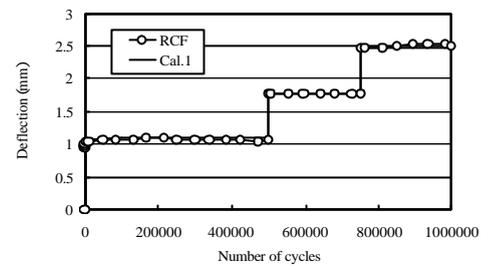
次に、支間中央における引張側主鉄筋ひずみおよび補強筋ひずみと繰返し回数との関係を図-3 に示す。試験体 RCF1 および試験体 RCF2 を比較すると、主鉄筋ひずみと補強筋ひずみとの差にわずかな違いが見られる。初期に大きな荷重による損傷を受けた試験体 RCF2 の方がその差は小さく、たわみと同様に補強効果が低下していることが分かる。試験体 RCF3 では、30 万回載荷までに PPMG モルタルの硬化とともに補強筋ひずみが主鉄筋ひずみに漸近し、補強筋が引張力の一部を分担しているのが分かるが、載荷荷重を 50kN, 70kN と増加させていくとずれの進行により補強筋ひずみよりも主鉄筋ひずみの方が大きくなり、完全に一体化されていないことが分かる。

5. まとめ

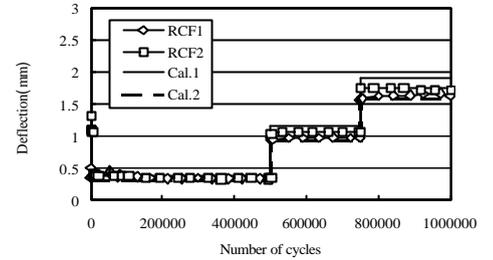
本実験結果より、振動荷重下において下面増厚補強された試験体では、載荷荷重 10kN の実橋レベルにおいてたわみは無補強 RC はりに対して約 10~15% 低減され、補強効果が確認された。また、載荷荷重 30kN の設計レベルでは早い段階から PPMG モルタルにひび割れが発生し、ずれの発生する可能性があると言える。初期損傷レベルの違いによる補強効果への影響を検討する必要がある。

参考文献

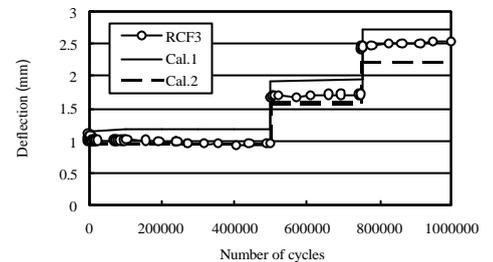
- 1) 軽尾, 松井, 末田, 財津: PP モルタルを用いた下面増し厚工法の床版補強効果確認実験, 橋梁と基礎, pp.23-29, 1997.5
- 2) 石橋ら: 疲労, 技報堂出版, pp.74-76, 1987.9



(a) RCF

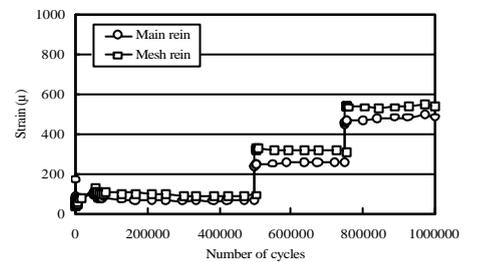


(b) RCF1, RCF2

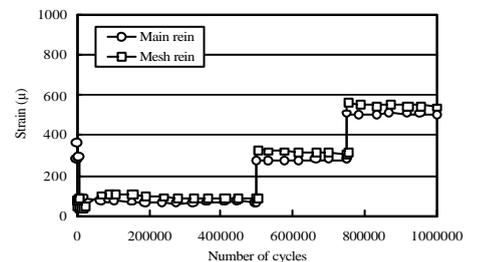


(c) RCF3

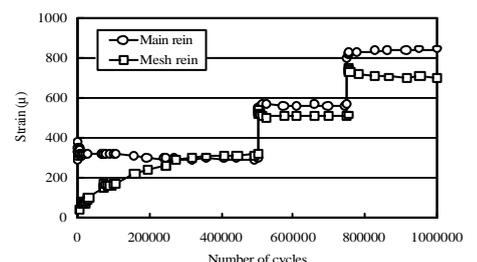
図-2 載荷回数 たわみ関係



(a) RCF1



(b) RCF2



(c) RCF3

図-3 載荷回数 ひずみ関係