

高靱性セメント複合材料を下面増厚した小型 RC 梁の疲労特性

東京都市大学 学生会員 ○倉持 稔昭

東京都市大学 正会員 栗原 哲彦

1. 目的

近年、高靱性セメント複合材料の開発および実用化が進められている¹⁾。本研究では、この高靱性セメント複合材料の疲労特性に着目し、増厚による梁補強を行い、部材としての疲労特性を実験的に明らかにすることを目的としている。

2. 試験概要

2. 1 供試体概要

供試体の概要を図1に、示方配合を表1にそれぞれ示す。図1に示したように、鉄筋コンクリート梁の下面に高靱性セメント複合材料を増厚する(曲げ補強を想定)。また、高靱性セメント複合材料を増厚しない供試体を比較対象として使用する。増厚厚さは予備試験において増厚無と明確な差が生じた15mmを採用した。増厚面に関しては、洗い出しによる表面処理を行った。写真1に表面処理後の様子を示す。母材の梁を作製した48時間後、表面処理を行い、高靱性セメント複合材料を増厚した。その後、2週間の湿布養生とした。

2. 2 静的曲げ載荷試験概要

増厚無と増厚有の場合の荷重変位曲線からの変位曲線を計測する。計測した結果から変形量および耐力を求め、比較検討する。

2. 3 繰返し曲げ載荷試験概要

静的曲げ載荷試験により得られた曲げ耐力から、繰返し曲げ載荷試験の上限荷重等のパラメータを決定する。荷重回数上限を200万回、荷重サイクルを4Hzとし、決定したパラメータを使用して繰返し曲げ載荷試験を行い、増厚無と増厚有の場合の荷重変位曲線および破壊回数を計測する。疲労破壊に至るまでの荷重繰返し回数によりS-N線図³⁾を求め、比較検討する。また、200万回荷重終了時に破壊していない供試体に関しては、繰返し曲げ載荷試験後に静的曲げ試験を実施し、残存強度を

計測する。

3. 試験結果および考察

3. 1 静的曲げ載荷試験

試験結果を表2および図2に示す。表2中の15は増厚量15mm、Nは増厚無を意味し、A、Bは供試体の番号を意味する(A、Bの供試体に差はない)。増厚無に対し、15mm増厚したものは、最大荷重が増加した。これにより、高靱性セメント複合材料による補強効果を確認した。この試験結果から、それぞれの最大荷重を求め、繰返し曲げ載荷試験のパラメータを決定した。決定した繰返し曲げ載荷試験の条件を表3に示す。

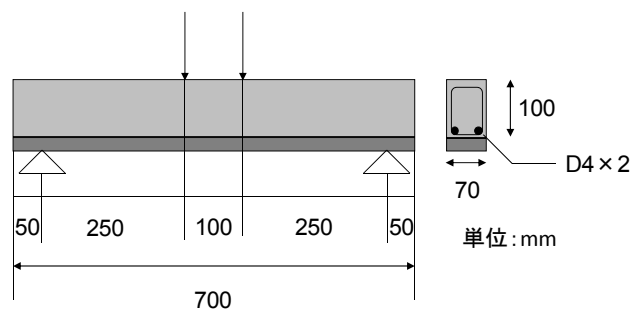


図1 供試体概要

表1 示方配合²⁾

種類	%	kg/m ³									
	W/(C+SF)	W	C	SF	S	G	F	Ad ₁	Ad ₂	Ad ₃	
コンクリート	60	182	303	—	918	863	—	—	0.757	0.0303	
高靱性	30	340	823	274	607	—	26	18	—	—	

Ad₁ 高性能AE減水剤Ad₂ AE減水剤Ad₃ 補助AE剤

F PVA繊維(長さ12mm, 15dtex)

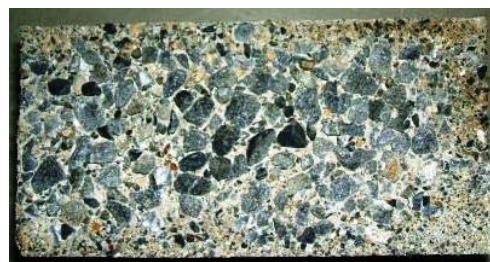


写真1 増厚面

キーワード 高靱性セメント複合材料, 増厚, 疲労強度, S-N線図, 洗い出し

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学 TEL03-5707-0104 (内: 3243)

3. 2 繰返し曲げ載荷試験

試験結果を表 3 および図 3 に示す。表中のシリーズ名は、例えば 10-30A の場合、10 は下限荷重であり、静的最大荷重の 10% を意味している。同様に、30 は上限荷重であり、静的最大荷重の 30% を意味している。また、A・B は供試体の番号を意味している (A, B の供試体に差はない)。試験結果から、近似線を描き S-N 線図を求めた。求めた S-N 線の式を図 3 中に示す。図中の式から、載荷回数 200 万回時の疲労強度を求め、疲労限界とし、図 3 中に示した。図 3 より載荷回数の増加に伴い、曲げ補強効果が小さくなっていることが分かる。これは、増厚有供試体の曲げひび割れが母材に達した時点で増厚無と同様の挙動を示していると考えられ、増厚による曲げ補強は低サイクル疲労において高い効果を示すが、高サイクル疲労においては効果が低いものと考えられる。

また、破壊が生じなかったシリーズに対し、静的曲げ載荷試験を行い、残存強度を測定した。残存強度を表 3 および図 4 に示す。試験結果から、繰返し載荷による耐力低下は生じていないと考えられる。ほぼすべてのシリーズにおいて前述した 3.1 で実施した静的曲げ載荷試験で得られた最大耐力を上回っていた。養生期間が 2 週間であったことから、繰返し曲げ載荷試験期間中にも水和反応が進み、これが疲労による耐力低下を示さなかった一因と考えられるが、現時点で明確な理由は不明である。

4. まとめ

高靱性セメント複合材料を増厚した RC 梁の疲労特性について検討を行い、以下のような結論を得た。

- (1) 増厚の有無で比較を行い、高靱性セメント複合材料による梁の曲げ補強効果を確認した。低サイクル疲労において高い効果を示すが、高サイクル疲労においては効果が低いことを確認した。
- (2) 疲労破壊しなかったシリーズは強度低下が生じていないことを確認した。

参考文献

- 1) 日本コンクリート工学協会：高強度・高靱性コンクリート利用研究委員会報告書，pp. 63-65，2009. 3
- 2) 桐生有朋：高強度型高靱性セメント複合材料の開発と引張性能評価，pp. 59-64，2009. 3
- 3) 吉川弘道：鉄筋コンクリートの解析と設計—限界状態設計法の考え方と適用，pp. 228-230，1995. 6. 20

表 2 静的曲げ試験結果

供試体	15A	15B	NA	NB
最大荷重(kN)	11.0	10.5	9.02	8.47
平均(kN)	10.7		8.74	

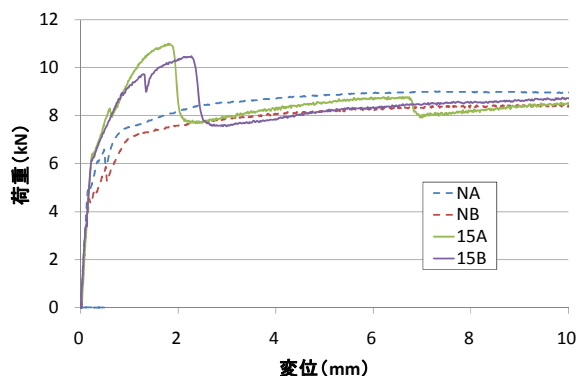


図 2 静的曲げ試験結果

表 3 繰返し曲げ載荷試験結果

シリーズ名	最大荷重	上限荷重	下限荷重	残存強度	平均	破壊回数
	kN					回
10-30A	10.7	3.22	1.07	12.2	11.7	—
10-30B				11.2		—
10-50A		5.37		11.3	11.9	—
10-50B				12.5		—
10-55A		5.91		11.7	10.8	—
10-55B				9.86		—
10-60A		6.44		—	—	329248
10-60B				—		221450
10-70A		7.52		—	—	62246
10-70B				—		55385
10-50NA	8.74	4.37	0.874	9.58	9.84	—
10-50NB				10.1		—
10-70NA		6.12		—	—	468406
10-70NB				—		795048

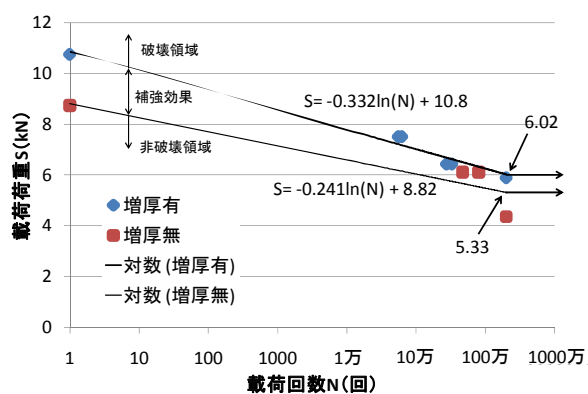


図 3 S-N 線図

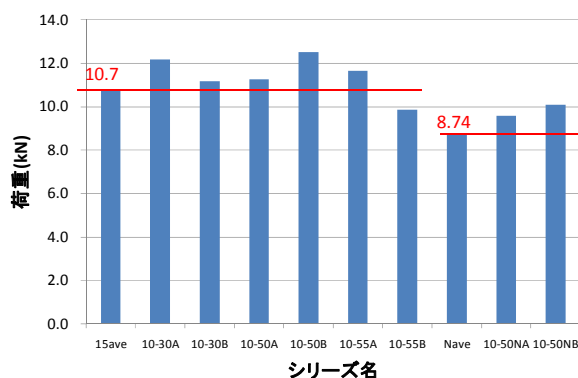


図 4 残存強度