

高性能吹き付けモルタルにより断面修復した鉄筋コンクリート梁の疲労試験

木更津高等工業専門学校	正会員	黒川章二
木更津工業高等専門学校	正会員	嶋野慶次
東電工業株式会社	正会員	鈴木正志
東電工業株式会社	正会員	佐藤一也

1. まえがき

性能低下したコンクリートの断面修復工法の修復材には有害ひびわれが生じず、それ自体の耐久性が必要である。最近、早期強度を発現し、凍結融解作用に対して優れた抵抗性があるモルタル吹き付け材が開発された。それにより断面修復した鉄筋コンクリート(RC)梁の静的載荷実験により、修復材としての適性が窺える¹⁾。しかし、繰返し荷重作用に対する問題が懸念される。本研究では、修復したRC梁について、上限荷重をパラメータとし、200万回載荷までの低荷重疲労試験、破壊までの疲労試験を行い、修復材の変形性能について考察した。

表-1 フィルコン-Sの物性

試験項目		測定値
硬化時間(時:分)	始発	1:32
	終結	3:53
圧縮強度(N/mm ²)(養生温度20℃)	材齢1日	24.5
	材齢7日	46.0
	材齢28日	59.5
	材齢1日	6.7
	材齢28日	8.8
凍結融解への抵抗性		300cycle異常なし

2. モルタル吹き付け材

モルタル吹き付け材(フィルコン-S)の物性は表-1のとおりである。早期に強度を発現し、耐久性に優れている。フィルコン-Sは、モルタルポンプなどで吹き付け、こてで押さえることによって平滑面となる。

3. 供試体および実験方法

供試体は鈎合鉄筋比以下の3種類12本のRC梁である。梁A-1~3は図-1と同じ緒元の通常の修復なしRC梁である。図-1は梁B-1~3であり、コンクリート打設時に梁の下底部に幅150mm、深さ60mm、長さ1400mmの空間を作り、材齢4日で表面を処理し、フィルコン-Sを押しこんだRC梁である。梁C-1~3は、コンクリート打設時に100mm間隔のスターラップの中間位置に長さ120mmのD10鉄筋を80mm挿入してからフィルコン-Sを押しこんだRC梁である。表-2がコンクリートの示方配合である。使用鉄筋はすべてSD295Aで、主鉄筋にD19、スターラップおよび組立鉄筋にD6を使用した。疲労試験は、材齢55日から172日にかけて、

図-1に示す2点載荷で4.2Hzの正弦波荷重載荷により行った。ストレインゲージによるコンクリートおよび鉄筋のひずみ測定、差動トランス型変位計によりスパン中央のたわみ、π型変位計により旧コンクリートと修復材との接合部のひずみを測定した。

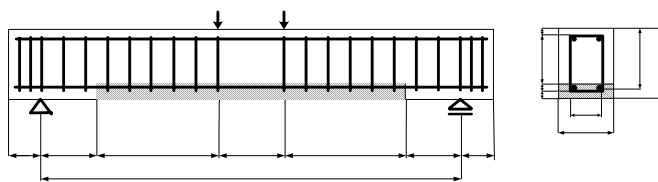


図-1 断面修復したRC梁

表-2 コンクリートの示方配合

粗骨材の最大寸法 mm	スランプ cm	水セメント比 %	空気量 %	細骨材率 %	単位量 (kg/m ³)				
					水	セメント	細骨材	粗骨材	混和剤
20	8	60	4.5	43	155	258	798	1110	0.65

呼び強度: 24 N/mm²、早強ポルトランドセメント使用

表-3 静的載荷試験結果の概要

供試体	ひびわれ荷重(kN)	破壊荷重(kN)	ひびわれ		破壊形式
			S面(本)	S面(本)	
A-1	8.0	100.0	11	11	鉄筋の降伏
B-1	5.0	100.3	14	19	鉄筋の降伏
C-1	6.0	99.3	9	18	鉄筋の降伏

キーワード：鉄筋コンクリート、修復材の性能、ひびわれ、吹き付けモルタル、断面修復、疲労試験

連絡先：黒川章二 〒292-004 木更津市清見台東 2-11-1、Tel/Fax:0438-30-4156、e-mail:ckuroka@minato.kisaradzu.ac.jp

前以て実施した静荷重試験により表-3の結果が得られた。A-1の試験結果によると鉄筋の200万回設計疲労強度となる梁の疲労強度は50kNである。これにもとづいて表-4に示すような疲労試験を実施した。

表-4 疲労試験内容と疲労寿命

供試体	低荷重疲労試験			高荷重疲労試験		
	上限荷重 (kN)	下限荷重 (kN)	備考	上限荷重 (kN)	下限荷重 (kN)	疲労寿命 (万回)
A-2	8	0.8	200万回載荷後中止	70	5.0	34.25
B-2	8	0.8		70	5.0	15.83
C-2	8	0.8		70	5.0	24.98
A-3	24	2.4	200万回載荷後中止	80	5.0	89.10
B-3	25	2.4		80	5.0	45.35
C-3	26	2.4		80	5.0	72.52
A-4	50	5.0	200万回載荷後中止	破壊までの疲労試験をせずに海岸において暴露試験		
B-4	50	5.0				
C-4	50	5.0				

各供試体について200万回載荷の低荷重疲労試験を行った後で高荷重疲労試験を行った。

4. 試験結果および考察

3種類の梁は、いずれも鉄筋の降伏により破壊し、破壊荷重は同等である[表-3]。疲労寿命は、A梁、C梁、B梁の順に長い。疲労破壊形式はすべて鉄筋破断である[表-4]。

低荷重疲労試験の場合、図-2によれば、荷重繰返しに対するたわみ振幅は、上限荷重が50kNのB-4で増加し、他の場合はほぼ一定である。挿し筋はたわみ抑制に有効である。図-3によれば、修復端垂直方向境界を跨ぐひずみ振幅は、B梁、C梁、A梁の順に大きく、荷重繰返しに対して、最大荷重が8kNおよび24kNの場合には一定であり、50kNではB梁およびC梁で増加し、200万回載荷時のπゲージ標点間伸びはそれぞれ0.015および0.011mmである。挿し筋効果が現れている。

高荷重疲労試験の場合、荷重繰返しに対するたわみ振幅は、A-3およびC-3で微増するが、B-3では大きく変化する。これは、B梁では修復部分と旧コンクリートとの水平方向境界にひびわれが発達することによる。C-3の挿し筋は有効に作用している[図-4]。図-5によれば、荷重繰返して、修復端垂直方向境界を跨ぐひずみ振幅は、いずれの梁もほぼ一定な値を保っている。最終測定値によるπゲージ標点間伸びはC-3で0.08mm、B-2で0.07mm、C-2で0.05mmである。

5. まとめ

修復したRC梁は、疲労性能が通常のRC梁に比べて低いが、鉄筋と直交する修復部と旧コンクリートとの境界におけるひびわれの繰返し荷重による成長は小さい。挿し筋により修復した梁の変形性能を改善できる。

参考文献

1) 佐藤一也・鈴木正志・黒川章二・嶋野慶次：高性能吹き付けモルタルにより断面修復した鉄筋コンクリート梁の載荷実験、土木学会第58回年講、2003,9

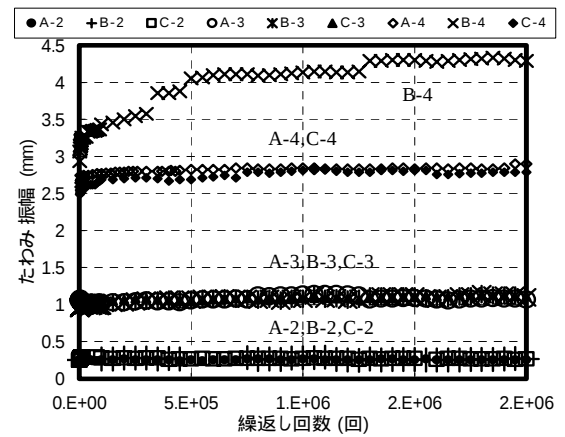


図-2 たわみ振幅と繰返し載荷の関係
(低荷重疲労試験の場合)

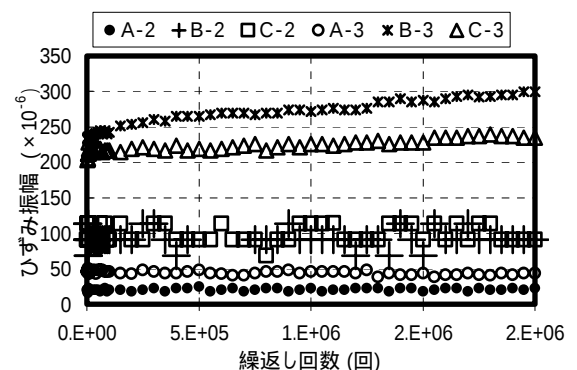


図-3 修復部境界を跨ぐπゲージのひずみ
(低荷重疲労試験の場合)

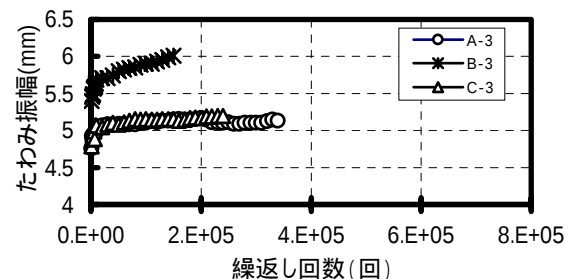


図-4 たわみ振幅と繰返し載荷の関係
(高荷重疲労試験の場合)

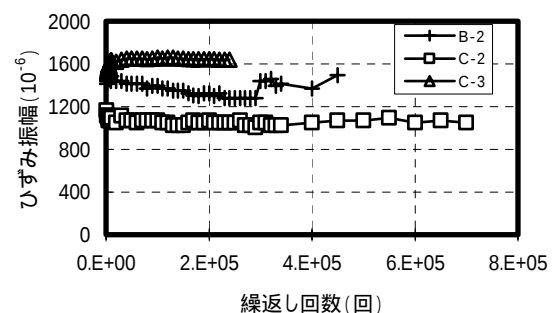


図-5 修復部境界を跨ぐπゲージのひずみ
(高荷重疲労試験の場合)