

曲げ破壊履歴 RC 梁の繰り返し補修・補強の補強効果に関する実験研究

日本大学 学生員 ○新井 学 日本大学 正会員 木田 哲量
日本大学 正会員 澤野 利章 日本大学 正会員 阿部 忠

1. はじめに

既存 RC 構造物の耐震補強工法の 1 つとして連続繊維シート接着工法があり、兵庫県南部地震以降その施工実績が増加しつつある。現在、施工されている耐震補強は、基本的に補強部材の損傷が軽微なものが前提とされ、一度補修・補強したものが損傷を受けた場合に、さらに補修・補強を行うという事例は少ない。一方で、先の新潟県中越地震や福岡県西方沖地震など地震多発国である我が国においては今後、一度補強した RC 構造物が再度損傷を受ける可能性があると思われる。また、近年の建設事業費の縮減傾向からも、補修・補強による耐震性の確保が求められている。このことから、繰り返し補修・補強による補強効果の検討を行い、補強効果が得られるのであれば再度補修・補強の必要性が高まるとと思われる。

そこで本研究では、3 回の曲げ破壊を履歴した同一の RC 梁に補修・アラミド繊維補強を行い、繰り返し補修・補強による耐力を非破壊検査法である共振法を用いて共振振動数の変移により検証し、その補強効果および繰り返し補修・補強が可能であるかの検討を行うこととする。

2. 供試体

供試体は、曲げ破壊を履歴した RC 梁（全長 2800mm、支間長 2000mm、幅 300mm、高さ 250mm：No. 1、No. 2、No. 3）とする。鉄筋は SD295A、D16 を圧縮側に 2 本、引張側に 3 本配置する。各供試体は、支間中央部において断面欠落およびクラックが生じているため、損傷部における遊離コンクリートを除去した後、コンクリートにより断面補修およびクラック補修を行い、その後アラミド繊維補強を行うこととする。ここで、補修コンクリートの配合を表-1 に、アラミド繊維の力学特性を表-2 に示す。

表-1 補修コンクリートの配合

最大粗骨材寸法 (mm)	水セメント比 W/C (%)	単位体積重量(kg/cm ³)			
		水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G
20	45	206	458	658	1004

表-2 アラミド繊維の力学特性

品番	目付	引張強度	ヤング係数	保証耐力	設計厚
	g/m ²	N/mm ²	kN/mm ²	kN/m	mm
AK-60	415	2060	118	588	0.286

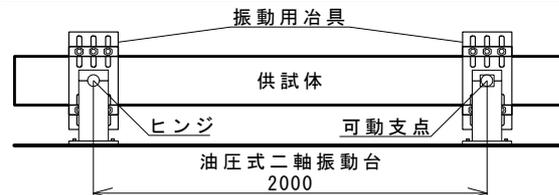


図-1 供試体設置図

3. 実験方法

本実験では、油圧式アクチュエータにより供試体支間中央部に集中荷重を載荷させて同点直下のたわみを測定する載荷実験と、載荷実験後に油圧式二軸振動台に供試体を設置し（図-1）、共振振動数の測定をする共振実験を行うものとする。なお、載荷実験における荷重は 9.8kN ずつ増加させることとし、その都度共振実験を行い、供試体が破壊に至るまで両実験を繰り返し行う。これにより荷重増加に伴う共振振動数の変移から、アラミド繊維による補強効果および繰り返し補修・補強による耐力の推移を検証する。

4. 実験結果

4-1 共振実験 図-2 は無補強 RC 梁の破壊時と補強後 RC 梁の共振振動数の変移および補修・補強 1 回目から 3 回目における載荷実験終了時の共振振動数の変移を示したものである。なお、図中の a を無補強破壊時、b を断面補修後、c をクラック補修後、d を補強後として表した。同図より、無補強破壊時の共振振動数の平均値と各回数補強後の平均値とを比較すると、補修・補強 1 回目で約 2.7 倍の共振振動数の増加が確認され、2 回目で約 2.3 倍の増加、3 回目で約 2.2 倍の増加が確認された。このことから、1 回目と比較して 2、3 回目では増加率が減少したが、無補強破壊時と比較すると、各回数とも共振振動数の増加が確認されたことから顕著に補修・補強効果が現れる結果となった。

キーワード：繰り返し 補修 補強 共振振動数 アラミド繊維

連絡先：〒275-8575 千葉県習志野市泉町 1-2-1 Tel. 047-474-2429

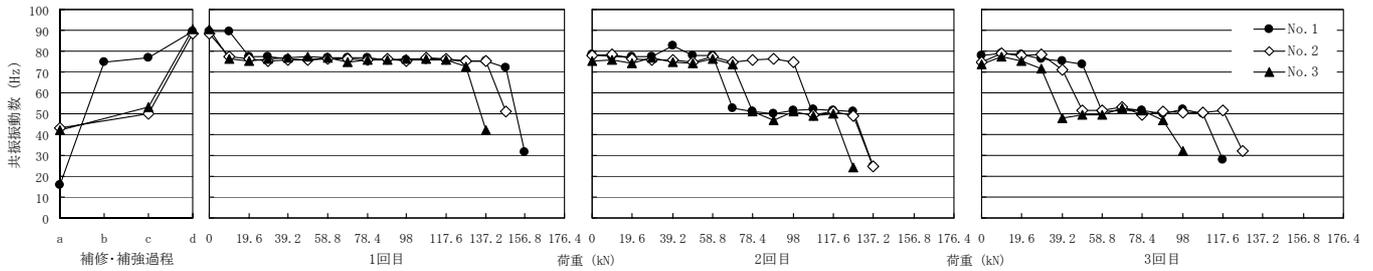


図-2 共振振動数の変移

次に、各回数における共振振動数の変移を見ると、補修・補強1回目ではNo.1が19.6kN 荷重後に初期ひび割れによると思われる共振振動数の減少が見られ、No.2、3が9.8kN 荷重後に同様の減少が確認された。それ以降は、各供試体ともほぼ一定を保ち、最終的にNo.1が147.0kN 荷重後、No.2が137.2kN 荷重後、No.3が137.2kN 荷重中に破壊に至り、急激な共振振動数の減少が確認された。

一方、補修・補強2回目では、1回目と相異して初期ひび割れによると思われる共振振動数の減少は確認されず、No.1が68.6kN 荷重後、No.2が78.4kN 荷重後、No.3が107.8kN 荷重後に1回目破壊時と同程度までの減少が見られるが、1回目と異なり、アラミド繊維シートの延性によると思われる補強効果により破壊には至らず、最終的にNo.1が127.4kN 荷重後、No.2が137.2kN 荷重中、No.3が127.4kN 荷重中に破壊に至り、急激な共振振動数の減少が見られた。

また、補修・補強3回目では、2回目と同様に初期ひび割れによる共振振動数の減少は確認されず、No.1が58.8kN 荷重後、No.2が49.0kN 荷重後、No.3が39.2kN 荷重後に急激な共振振動数の減少が確認され、その後は2回目と同様な変移をなし、最終的にNo.1が117.6kN 荷重中、No.2が127.4kN 荷重中、No.3が88.2kN 荷重中に破壊に至り、急激な減少が確認された。

以上のことより、補修・補強2回目、3回目の共振振動数の変移が酷似し、1回目とは異なっていることが確認できるが、これは各回数における補修前の損傷に差異が生じていたためと思われる。補修・補強1回目の補修前の損傷がクラックまたは微小な断面欠落であるのに対して、2回目、3回目では、補修前の損傷が破壊の回数を重ねたことで拡大し、断面欠落幅が増加していたためと思われる。したがって、同じ曲げ破壊にも程度の差が顕在し、それが共振振動数の変移に現れたと考えられる。また、2回目、3回目では、それぞれ破壊時に見られる急激な共振振動数の減少が確認される以前に、1回目破壊時の共振振動数と同程度までの急激な減少が生じており、その後にはほぼ一定の値を保つことから補修・補強を繰り返すことで、よりアラミド繊維シートの補強効果が発揮されると推測される。

4-2 荷重実験 図-3～5は、最大荷重時の荷重とたわみの関係である。なお、同図中における応力無履歴は同一寸法RC梁の静的荷重実験によるものである。ここで、たわみが急増し始めた10mmにおける最大荷重を応力無履歴のものと比較すると、No.1、2の供試体においては最大荷重が大きくなっていることが確認される。No.3の供試体では補修・補強2回目で小さくなり、さらに3回目では、荷重初期の段階で破壊していることが確認される。これは、図-2における補修・補強3回目の共振振動数の変移において、No.3の共振振動数がNo.1、2と比較して早期に減少している状態を見ても合致する結果となった。これは、コンクリートとアラミド繊維の接着性に起因し、アラミド繊維の効果が十分に発揮されなかったためと思われる。

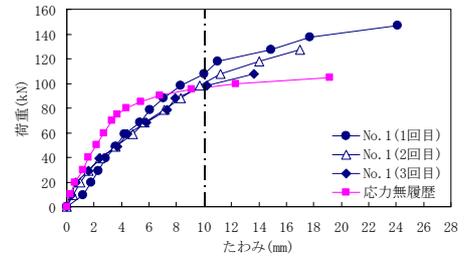


図-3 最大荷重時のたわみ(No.1)

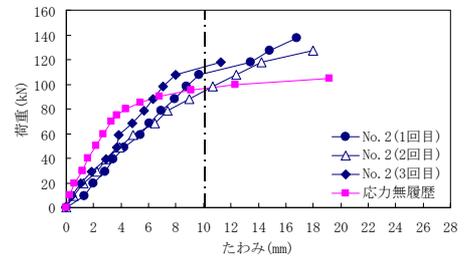


図-4 最大荷重時のたわみ(No.2)

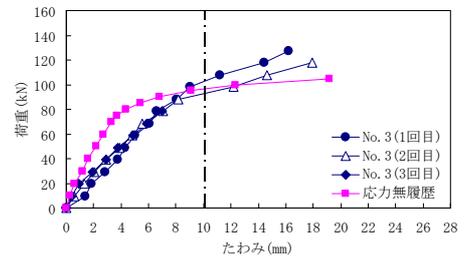


図-5 最大荷重時のたわみ(No.3)