

V-543

繰り返し载荷を受ける下面増厚した補強RCはりに関する研究

武蔵工業大学 学生会員 加納 暢彦 正会員 小玉克巳
奈良建設 土木技術研究所 正会員 佐藤 貢一

1. はじめに

下面増厚補強を行う場合、補強材料の違いと交通振動が補強効果に与える影響が問題となる。ポリマーセメントモルタルを用いた下面増厚補強の静的载荷試験では、2種類（PAE系、SBR系）のポリマーセメントモルタルの違いや施工中の交通振動の有無を問わず、最大耐力の向上、ひびわれ発生荷重の向上、たわみ量と主鉄筋応力度の低減効果などがあることが認められた^[1]。そこで本研究では、静的载荷試験で用いた2種類のポリマーセメントモルタルを用い、各々の材料に対し施工環境（無振動環境下、振動環境下）を変え施工を実施したRCはりの繰り返し荷重作用下における補強効果の検討を行った。

2. 実験概要

(1) **補強材料** 本研究では、補強材料としてPAE系（以下材料A）及びSBR系（以下材料B）の2種類のポリマーセメントモルタルを用い、補強筋としてD10鉄筋（SD295A）を用いた。ポリマーセメントモルタルの強度性状及び弾性係数を表-1に示す。

表-1 補強材料基礎性状

系統名	曲げ強度	圧縮強度	引張強度	弾性係数	圧着強度
材料A ポリアクリル機エステル系(PAE系)	5.97	17.5	1.93	0.94×10^4	1.21
材料B スチレンタジエンゴム系(SBR系)	10	28.7	3.14	1.78×10^4	2.76

単位: MPa

(2) **補強はりの作成方法** 本研究では、図-1に示す形状のRCはりを用いた。補強はりは、劣化を想定して補強実施前に主鉄筋降伏応力度の75%（270MPa）程度の静的载荷を行った。その後補強筋（D10）を間隔10cmで配置し両端をアンカーボルトを用いて固定し、ポリマーセメントモルタルを圧入し、全長90cm、幅20cm、厚さ3cmの補強を施した。また補強部分の打設は、無振動環境下と交通振動を想定した振動環境下（主鉄筋降伏応力度 $[30 \sim 40\% (98.4 \text{MPa} \sim 131.2 \text{MPa}) 0.5 \text{HZ}$ の繰り返し载荷]で圧力ポンプを用いて型枠中に注入した。また養生は、ともに室内気中乾燥養生を材令7日迄実施し、振動環境下施工は養生中も繰り返し载荷を行った。

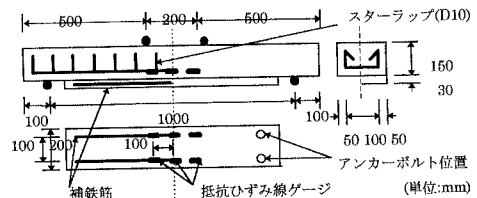


図-1 供試体概略図

(3) **実験方法** 繰り返し载荷試験方法は、载荷荷重を上限荷重26.5kN（無補強はりの破壊荷重の約70%）及び36.3kN（無補強はりの破壊荷重の約95%）、下限荷重を2.0kN、载荷速度を5HZとした。各繰り返し回数において上限荷重まで静的载荷を行い、変位計で中央点のたわみ量を、抵抗線ひずみゲージにより主鉄筋及び補強鉄筋のひずみを計測した。200万回後は、静的試験を行い残存耐力を測定した。

3. 結果及び考察

(1) 繰り返し载荷試験結果と破壊形態について

表-2に繰り返し载荷試験の結果を示す。上限荷重26.5kNにおいて無補強はりの破壊回数は98万回であったのに対し各種補強はりは200万回で破壊せず、上限荷重36.3kNは無補強はりの破壊荷重に近い値だが補強はりは20.5万回以上の破壊回数となり材料、施工環境を問わず疲労寿命の延長が確認された。上限荷重36.3kNで疲労破壊した材料Aの2種類は、はく離後早期破壊していることからもはく離の抑制が疲労寿命を向上させると考えられる。破壊形態は、繰り返し载荷中に破壊したものは曲げはく離破壊を、200万回後に静的载荷試験によって破壊させたものは、はく離が発生していたものは曲げはく離破壊を、はく離が発生していなかったものは高い耐荷力を示し、せん断破壊を起こした。

(2) **たわみ性状について** 各補強はりの繰り返し回数とたわみ量の関係を図-2.3に示す。上限荷重26.5

表-2 繰り返し载荷試験結果一覧

材料	施工環境	載荷荷重	繰り返し回数	繰り返し回数	残存耐力	破壊形態	
材料A	無振動はり	なし M-1	26.5kN	98万	なし	曲げ破壊	
	無振動環境下		26.5kN	200万	50万	50kN	曲げはく離破壊
		A-1	36.3kN	90.8万	82.6万	なし	曲げはく離破壊
	振動環境下		26.5kN	200万	なし	66.7kN	せん断破壊
		A-2	36.3kN	20.5万	18.6万	なし	曲げはく離破壊
材料B	無振動環境下		26.5kN	200万	なし	59.8kN	せん断破壊
	B-1	36.3kN	200万	なし	73.5kN	せん断破壊	
	振動環境下		26.5kN	200万	なし	68.6kN	せん断破壊
		B-2	36.3kN	200万	なし	73.5kN	せん断破壊

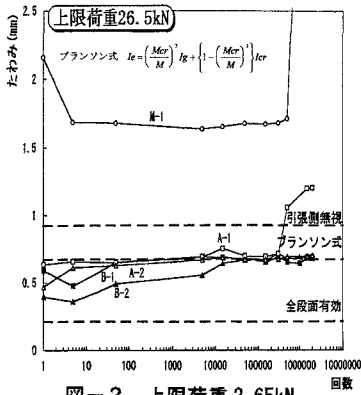


図-2 上限荷重 26.5kN

繰返し回数とたわみ量の関係

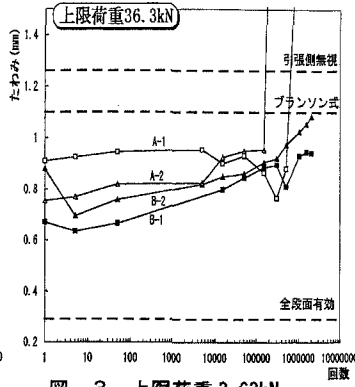


図-3 上限荷重 36.3kN

繰返し回数とたわみ量の関係

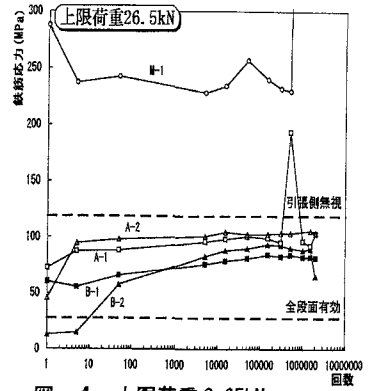


図-4 上限荷重 26.5kN

繰返し回数と主鉄筋応力の関係

kNでは各補強はりは無補強はりのたわみ量の約40%と低減効果が得られたと考えられる。而上限荷重とも、繰返し回数初期では材料Bの方がたわみ量が小さいが、繰返し回数中期以降は材料、施工環境の差はなく徐々にブランソン式に近づいている。これは、各供試体のひびわれ発生荷重の差が[1]、繰返し回数初期のたわみ量に影響を与えていると考えられる。また、上限荷重26.5kNは繰返し回数中期以降たわみ量が定常化するが、上限荷重36.3kNでは高応力下でひびわれが進展し、断面2次モーメントが低下したことによりたわみ量が増加したのではないかと考えられる。以上のことから補強材料の違いや施工中の振動の有無を問わずたわみ量の低減効果あることが分かった。

(3) **主鉄筋応力度について** 各補強はりの繰返し回数と主鉄筋応力度の関係を図-4, 5に示す。上限荷重26.5kNで補強はりは一番応力の大きいものでも無補強はりの主鉄筋応力度の約30%に低減して補強効果が確認できた。上限荷重26.5kNにおいて繰返し回数初期で主鉄筋応力度は、小さな値を示す材料Bの中でも特に振動環境下施工が小さな値を示し差が生じているが、繰返し回数中期からは補強材料や施工環境の違いを問わず同じ値となり、つねに2つの理論値の間に収まっている。上限荷重36.3kNにおいて繰返し回数初期では、26.5kNと同様に材料Bが小さな値を示すが、繰返し回数中期以降も材料Bは材料Aの約60%程度の値をつねに示した。而上限荷重での繰返し回数初期の差は、たわみ量と同じようにひびわれ発生荷重の差が原因と考えられる[1]。上限荷重36.3kNにおいて繰返し回数中期以降においても差が生じたのは、ひびわれ本数が材料Aが載荷点直下の2本に対して材料Bは4～6本と多く、載荷点直下の最大ひびわれ幅も材料Aは工法を問わず0.4mm程度に比べ、材料Bは無振動注入は0.3mm振動注入は0.18mmと小さいことから、材料Bの方は応力が分散していると考えられる。また材料Aは、弾性係数が低いため鉄筋の負担する率が大きくなるのも高い鉄筋応力度を示した原因と考えられる。以上のことから多少の差はあるが、材料や施工環境の違いを問わず主鉄筋応力度の低減効果があり、特に繰返し初期や低応力環境下では振動注入工法の方がより主鉄筋応力度の低減効果があることが分かった。

4. まとめ

本実験結果より以下のことがいえる。繰返し載荷中の破壊は曲げはく離破壊を起こし、はく離発生が破壊の重要な引きがねになっていた。繰返し載荷試験においても補強材料の違いや施工中の振動の有無を問わず疲労寿命の延長、たわみ量と主鉄筋応力度の低減効果があることが確認された。

（参考文献）

- [1] 吉田己理・小玉克己・佐藤貢一：鉄筋コンクリート梁の補強に関する研究、土木学会年次学術講演集、pp484-485、1995.9

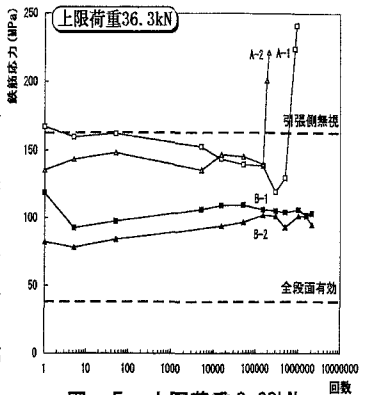


図-5 上限荷重 36.3kN

繰返し回数と主鉄筋応力の関係