

補修したコンクリート梁のひび割れ性状に関する基礎研究

芝浦工業大学大学院 学生会員 ○豆田憲章
芝浦工業大学 正会員 矢島哲司

新潟県 須江敏
芝浦工業大学 正会員 勝木太

1. はじめに

近年、わが国の高度経済成長期に建設されたコンクリート構造物の劣化・損傷が社会問題となっており、これらの劣化・損傷した構造物に対応した補修・補強の必要性が高まってきている。特に劣化・損傷現象の中で代表的なひび割れは、構造物の耐荷力や耐久性に大きな影響を及ぼすことから、ひび割れ性状を正確に把握することは重要なことである。また、補修材の性能は近年めざましく進歩を遂げているが、未だ多くの課題のもとに研究開発が精力的に行われているが、維持・管理等を含めた実務レベルでは十分に成熟しているとは言い難い。

そこで本研究ではいくつかの異なる方法により補修したコンクリート梁のひび割れ性状を主とした検討を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

使用材料を表.1 に示す。使用したコンクリートは単位水量を $165\text{kg}/\text{m}^3$ 、水セメント比 (W/C) = 60%，細骨材率 (s/a) = 46%，目標空気量 $6\pm 1\%$ ，混和剤 = $C \times 0.8\%$ とし、目標強度を $30\text{N}/\text{mm}^2$ とした。試験体補修部に打設する補修材配合については表.2 に示す。補修を行ったいずれの梁においてポリマーセメントモルタルを補修材の母材として用い、一部に膨張材及びビニロン繊維を添加した。補修方法の違いを表.3 に示す。なお試験体 No.4 に用いたビニロン繊維はポリマーセメントモルタルの体積(空気量を除く)の 2%を混入した。また、ポリマーセメントモルタルの目標強度はコンクリートと同一の $30\text{N}/\text{mm}^2$ とした。

2.2 試験体の形状および寸法

試験体の断面諸元を図.1 に示す。なお、引張鉄筋比 (p_b)は 1.74%，せん断スパン比(a/d)は 4.6 である。なお補修を行う区間はスパン中央部 1600mm であり、補修深さは鉄筋の付着性能を考慮して引張側鉄筋の裏側までを補修材充填部として 60mm とした。そこに補修材を充填して補修をおこなう。試験体は打設後 7 日間湿潤養生を行い、以後は室内に静置した。

2.3 載荷方法および測定方法

載荷方法は図.1 に示すようにスパン 2200mm で載荷点は中央部 800mm の 2 点載荷を行い、試験体下縁における最大ひび割れ幅が 0.4mm (日本コンクリート工学協会の補修限界値)に達するまで漸増漸減で 3 サイクルの載荷を

表.1 使用材料

材料	種類	記号	備考	密度
セメント	普通ポルトランドセメント	C	比表面積; $3270\text{cm}^2/\text{g}$	$3.16\text{g}/\text{cm}^3$
細骨材	鬼怒川水系陸砂	S	吸水率; 2.14%、粗粒率; 2.4	$2.58\text{g}/\text{cm}^3$
粗骨材	美祿産碎石	G	吸水率; 0.88%、粗粒率; 7.8	$2.74\text{g}/\text{cm}^3$
混和材	高性能AE減水剤	SP	ポリカルボキシル酸系	-
ポリマーエマルジョン	SBR系合成ゴムチタックス	P	PH8.0~9.0	$1.0\text{g}/\text{cm}^3$
膨張材	膨張性セメント混和材	E	比表面積; $2800\text{cm}^2/\text{g}$	$3.05\text{g}/\text{cm}^3$
短繊維	ビニロン繊維	F	長さ; 12mm	$1.30\text{g}/\text{cm}^3$

表.2 補修材配合表

略名	P/C (%)	水結合材比 W+P/B (%)	細骨材率 S/B (%)	単位量 (kg/m^3)				
				粉体; B=C+E				
				W	C	E	S	P
ポリマー	5	50	189	282	626	0	1183	31.3
膨張材				283	602	24.1	1183	30.1

表.3 各種試験体補修工法

試験体No	略名	使用材料
No.1	補修なし	補修なし
No.2	ポリマー	ポリマーエマルジョン(P)
No.3	膨張材	ポリマー(P) + 膨張材(E)
No.4	ビニロン繊維	ポリマー(P) + 膨張材(E) + ビニロン繊維(F)

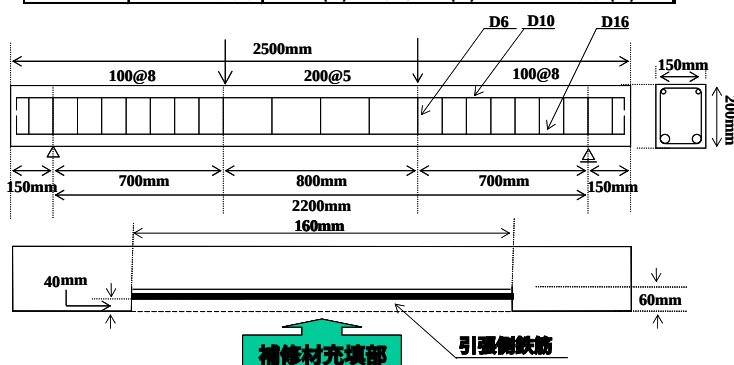


図.1 試験体及び補修概略図

行なった。

なお配合および試験体の略名は表.2、表.3 に示すものとする。

3. 試験結果および考察

キーワード 補修 ひび割れ幅 ポリマーセメントモルタル ビニロン繊維

〒108-8548 東京都港区芝浦 3-9-14 Tel 03-5476-3054

3.1. 荷重と梁中央部分のたわみの関係

図.2は試験体 No.1 から No.4 までの梁中央部のたわみと荷重との関係(1 サイクル目)である。この図からわかるように各試験体の最大ひび割れ幅 0.4mm となる荷重($P_{0.4}$)までのたわみおよび残留たわみは、ビニロン繊維を除き、多少の違いはあるもののほぼ同一の挙動を示した。また図示していないが、2 サイクル目及び 3 サイクル目もこれらほぼ同様の挙動を示した。また試験体 No.4 (ビニロン繊維)は、ひび割れ発生 (10kN)以降からビニロン繊維の効果が表れはじめ、無補修および他の補修方法の $P_{0.4}$ の時のたわみ量(約 7mm)の荷重よりも 3 割程度大きく、変形制御に対して効果が得られることがわかる(荷重 $P_{0.4}$ = 43.6kN, たわみ 9.82mm)。これにより、今回実験を行った範囲内においては、試験体 No.1 (補修なし) のものとほぼ同等もしくはそれ以上の結果を示した。

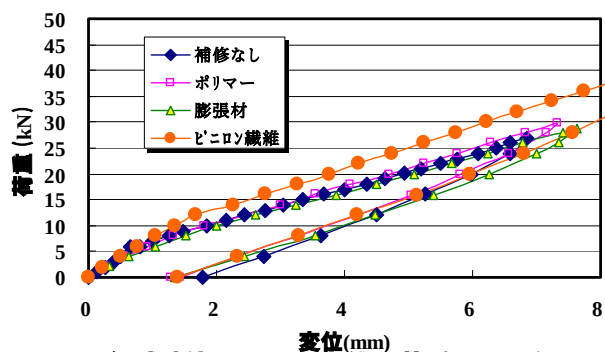


図.2 各試験体における変位と荷重との関係

3.2 各試験体のひび割れ幅の特性

図.3 は下縁における最大ひび割れ幅 0.2mm 荷重($P_{0.2}$)と 0.4mm に達したときの荷重($P_{0.4}$)の各試験体の値である。試験体 No.4 (ビニロン繊維)を除いてほぼ同様の値を示した。また、試験体 No.2(ポリマー)には載荷前における初期乾燥収縮ひび割れが見られたが、膨張材を補修材に添加した試験体 No.3(膨張材)と No.4(ビニロン繊維)では収縮ひび割れが見られなかったことから乾燥収縮に対する膨張材の効果が確認できた。しかしながら、試験体 No.3(膨張材)は 0.2mm 発生荷重が最も小さく、膨張材添加による載荷時のひび割れ制御に関する有効性が確認できなかったため、膨張材の添加量についての検討が必要である。ビニロン繊維混入の試験体 No.4 に関しては他の試験体に比べてひび割れの制御効果が大きく表れ、ビニロン繊維のひび割れ制御に対する有効性を示すことができた。これにより、今回実験を行った範囲内においては、試験体 No.1 (補修なし) のものとほぼ同等

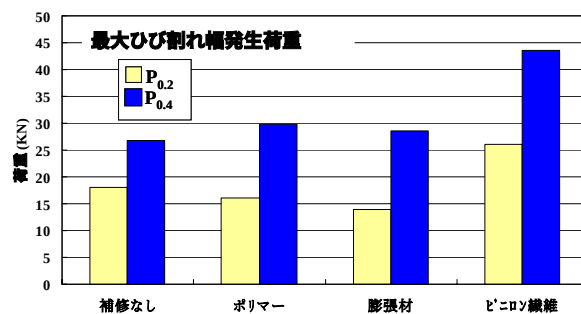


図.3 各試験体における $P_{0.2}$, $P_{0.4}$ 発生荷重の比較

もしくはそれ以上の結果を示した。

次に平均ひび割れ幅の挙動について検討を行った。

図.4 は試験体 No.1 (補修なし) における土木学会の曲げひび割れ幅算定式によって求めた値および各試験体の平均ひび割れ幅と鉄筋応力との関係を示したものである。いずれの試験体の平均ひび割れ幅も、鉄筋応力の増加に伴う実験値と算定値に多少の違いはあるものの差がみられなかった。本研究の試験体において、最大ひび割れ幅に関してはビニロン繊維の混入により試験体 No.4 の最大ひび割れ幅荷重($P_{0.4}$)に差が生じているが、平均ひび割れ幅に関しては試験体 No.1 (補修なし) とほぼ同一の挙動を示した。

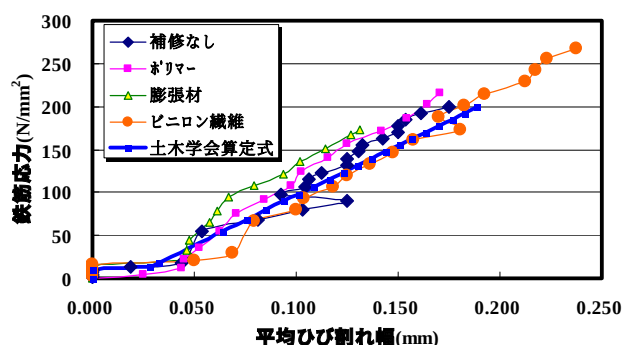


図.4 各試験体における平均ひび割れ幅と鉄筋応力との関係

4. まとめ

本研究の範囲内で以下のことが明らかになった。

- ①ポリマーによる補修工法は無補修の RC 梁とほぼ同様の挙動を示し、補修材としての効果が確認された。
- ②膨張材を添加することにより乾燥収縮などの初期ひび割れに対する抵抗性が認められたが、添加量に関しては今後さらに検討する必要がある。
- ③ビニロン繊維を混入することにより最大ひび割れ幅荷重 ($P_{0.4}$) が大きくなったことから、繊維混入は、ひび割れ幅制御に有効的であることがわかった。

今後の課題としては、補修を行なった梁の疲労特性などを検討する必要があると考えられる。