

VI-35

コンクリート橋の補修に関する実験的検討

金沢工業大学

正会員 石森 広

金沢工業大学

正会員 太田 実

ショーボンド建設（株）

村松和仁

1. まえがき

近年、コンクリート構造物の早期劣化が問題となっており、その防止対策および損傷を受けた構造物の補修対策の確立が望まれている。本研究は、損傷を生じたコンクリート桁の断面損傷部をはつり落としてプレバッキングコンクリートまたはモルタル注入により断面修復する工法を対象とし、修復されたはりの繰返し荷重作用下における挙動および振動下で施工を行った場合の修復材の安定と修復ばりの挙動を、供試体による室内実験によって確かめたものである。

2. 実験概要

図-1に示すような断面 20×20 cm、長さ2mのはり供試体2体と、同寸法のはりの支間部160cm長の断面下部5cm（かぶり部分）を切欠いた補修用供試体8体とを実験に供した。部材コンクリートの強度は、実験開始時で $\sigma_{28} = 290 \text{ kg/cm}^2$ ($E_c = 2.55 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$)であった。断面修復材としては、表-1に示す2種類を対象とし、次の二つの状態における実験を行った。①繰返し荷重下で注入施工を行った状態（写真-1）、②静止状態で注入施工を行い、3～4週間常温養生したのち繰返し荷重を与えた状態。これらの条件別の供試体一覧を、表-2に示す。載荷には能力20tonの疲労試験機を用い、載荷板中心間隔を60cmとした2点对称の曲げ載荷を行った。載荷速度は供試体のたわみ追従性に応じて2～5Hzとした。繰返し載荷は正弦波・荷重制御による片振り載荷とし、繰返し数200万回までの上限荷重は計算上の曲げびわれ発生荷重に設定した。200万回載荷終了後は、さらに50万回追加の繰返し載荷を行うこととし、その際の上限荷重はコンクリートの許容曲げ圧縮応力度に対応する荷重（養生済供試体の場合）または修復部が硬化して全断面有効となった状態での曲げびわれ発生荷重（振動下注入供試体の場合）とした。繰返し載

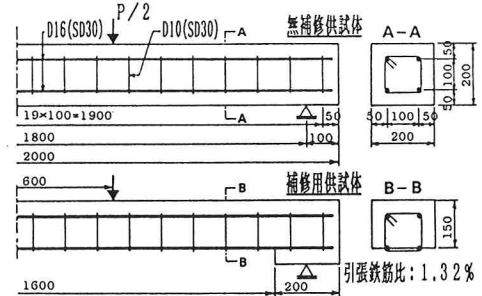


図-1 供試体(単位:mm)

表-1 補修材料

種 類	圧縮強度(kg/cm ²)	ヤング係数(kg/cm ²)
・プレバッキングコンクリート (エポキシ系ポリマー)	307	3.2×10^5
・セメントモルタル (無収縮)	464	1.8×10^5



写真-1 振動下注入供試体

表-2 供試体の種類・載荷条件

供試体の種類	供試体No.	載荷条件	試験時期*
無補修供試体	N-1 N-2	$P_{max} = 1.3t$, 200万回載荷 → $P_{max} = 2.4t$, 50万回載荷	夏期 冬期
ポリマー振動下注入供試体	P-0-1 P-0-2 P-0-3 P-0-4	$P_{max} = 1.3t$, 200万回載荷 → $P_{max} = 2.4t$, 50万回載荷	夏期 " 冬期 "
ポリマー養生済供試体	P-1-1 P-1-2	$P_{max} = 2.0t$, 200万回載荷 → $P_{max} = 2.9t$, 50万回載荷	夏期 "
無収縮モルタル養生済供試体	M-1-1 M-1-2	$P_{max} = 2.0t$, 200万回載荷 → $P_{max} = 2.9t$, 50万回載荷	夏期 "

*: 夏期(8,9,10月)、冬期(2,3月)

荷開始前と、繰返し荷開始後は繰返し数は50万回ごとに静的荷荷を行い、コンクリートおよび引張主鉄筋のひずみ、はりのたわみを測定するとともに、修復材の付着性状およびひびわれ状況を観察した。

3. 実験結果

図-2は、荷重1ton荷荷における供試体側面のひずみ分布の一部を示すが、スパン中央点および荷荷点断面において、ひずみはともに直線的分布をなし、修復材と部材コンクリートとが一体となって変形していることがわかる。図-3に、振動下で注入施工を行った供試体のコンクリート応力、鉄筋応力およびたわみの変化を示すが、各応力とたわみは繰返し数の増加につれて明らかに減少しており、振動条件下であっても修復材の強度発現が順調に行われることを示している。繰返し数120万回付近で応力、たわみが幾分増加しているが、これは修復部の型枠脱型によるものである。表-3は、繰返し数200万回における条件別供試体の性状を示したもので、振動下注入供試体は無補修供試体に比べ、コンクリート応力、鉄筋応力およびたわみはそれぞれ小さくなっている。この理由としては、ポリマー修復材の引張抵抗効果¹⁾および高ヤング率の影響が考えられる。実際に、振動下ポリマー注入供試体の方が無補修供試体よりも、曲げひびわれが発生した荷重は大きかった。養生済供試体では、ポリマー注入供試体の方が無収縮モルタル注入供試体よりも、鉄筋応力およびたわみは小さくなっている。断面修復材の付着性については、ポリマーを注入した供試体はすべて繰返し荷荷250万回まで、何ら変状は認められず付着は極めて良好であったが、無収縮モルタルを注入したM-1-2供試体の200~250万回荷荷において、長さ5~10cmの付着切れが数箇所に生じているのが確認された。既往の資料²⁾に、セメントモルタルを逆打ち注入した場合には付着性能が劣ると報告されている。ひびわれ状況の一部を、図-4に示す。修復部に発生した曲げひびわれは荷荷荷重および繰返し数の増加に伴って、付着面に沿うことなしに真上の部材コンクリート中に進展するのが観察された。P-0-3、P-0-4供試体の実験は寒冷期に行ったが、同一条件で暑中に実施したP-0-1、P-0-2供試体と比較して、補修性能に何ら違いが認められなかった。

4. あとがき

振動下でポリマーを注入したプレパックドコンクリート断面修復供試体は、250万回荷荷中付着切れもなく極めて安定で、応力やたわみの状況からみて、補修材料の特性が十分に発揮されているものと言えよう。数少ない実験で確定的なことは言えないが、無収縮モルタルによる断面修復補修については、修復材の養生方法、修復断面の厚さおよび付着性能をさらに検討する必要があるように思われる。

参考文献 1) 大浜、出村：ポリマーコンクリート、シーエムシー、昭和59年。

2) 小林、河野他：補修用プレパックドコンクリートに関する基礎研究、第39回土木学会年講要集・V部、昭和59年。

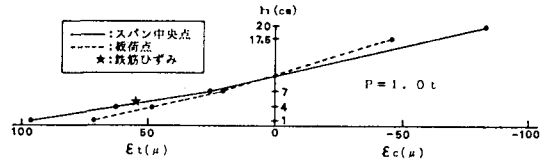


図-2 供試体側面のひずみ分布(P-0-3)

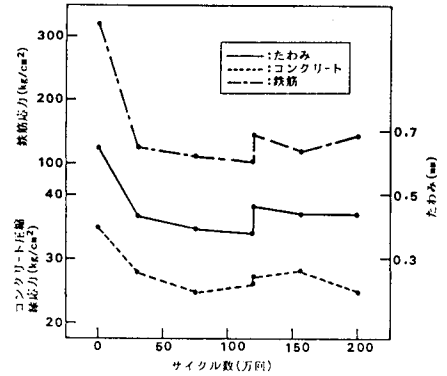


図-3 繰返し荷荷に伴うスパン中央点の応力、たわみの変動(P-0-2)

表-3 200万回荷荷時におけるスパン中央点の応力とたわみ(平均値)

供試体の種類	コンクリート圧縮 応力(kg/cm ²)	鉄筋応力 (kg/cm ²)	たわみ (mm)	荷荷荷重 (t)
N-1, N-2	34	297	0.68	1.3
P-0-1, P-0-2 P-0-3, P-0-4	25	138	0.42	
P-1-1, P-1-2	75	738	1.23	2.0
M-1-1, M-1-2	74	898	1.51	

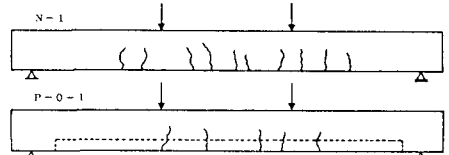


図-4 ひびわれ発生状況(250万回荷荷後)