

鉄筋コンクリート造曲げ部材のエポキシ樹脂による補修効果

その1 樹脂充填補修の効果

正会員 ○ 田才 晃 #1 同 北山 和宏 #2
同 小谷 俊介 #3 同 青山 博之 #4

1. 序 純曲げを対象として、エポキシ樹脂による補修効果を小型単純梁試験体を用いて実験的に検討した。被災建物をエポキシ樹脂系材料で補修するには、ひび割れに樹脂を注入し、コンクリートの欠損部には流動性のない樹脂モルタルを充填する方法が考えられる。ここではこの2つの補修方法の効果を取り上げるが、問題をなるべく単純にするため、それぞれ個別に検討した(文献1)。

2. 実験方法 試験体は、全5体で、その形状、配筋(図1)は同一である。純曲げを生じさせる中央の区間は、曲げ耐力を他の部分より低くするため幅を狭くした。主筋は D16 1本を下端に配した。ただし、主筋の歪を観測する際に、異形による付着の条件を実際の構造物と一致させるよう、1本の鉄筋を機械加工で半分に分り去り、その内側に深さ 2 mm、幅 8 mm の溝を削り、塑性歪ゲージを中央部で 3 cm 間隔で貼ってワックスコーティングをしたものを、エポキシ樹脂で2つ合わせにした。試験体名と各試験体の変数をまとめて表1に示す。加力は変形制御型ネジ式200ton万能試験機を用い、軸力を生じないよう試験体両端をローラー支持し、加力ビームを介して2点荷重を行なった。加力履歴は中央たわみで 10 mm までの単調荷重とした。計測は主筋の歪と共に、中央変断面部分のコンクリートの軸方向歪、主筋位置でのひび割れを含んだコンクリートの伸び等を測定した。使用した材料の諸物性を表2(a)~(d)に示す。充填樹脂モルタルの応力度歪度関係は、引張破断から圧縮歪で0.005まではほぼ直線とみなせる。試験体 B1, B2, B4 および B5は、加力終了後、粘性の低いエポキシ樹脂を低圧で徐々に注入する補修を行なった。補修に際して残留変形の修正は行なわなかった。初めの加力から約 50 日後に、各試験体とも補修前と全く同様の方法で再加力を行なった。注入補修後の結果については、補修前の結果と

表1 試験体の変数

試験体名	荷重履歴	樹脂モルタル層	主筋付着
B 1	} 単調	なし	—
B 2		圧縮縁 5 cm	—
B 3		引張縁 5 cm	—
B 4	片振	なし	—
B 5	単調	なし	絶縁

表2 各材料の物性

(a) コンクリート (材令45日)		
最大強度	314	kgf/cm ²
最大強度時の歪	0.002509	cm/cm
1/4 Fcに於ける割線弾性係数	249000	kgf/cm ²
(b) 鉄筋 (SD30 D16)		
降伏応力度	3900	kgf/cm ²
降伏歪度	0.001822	cm/cm
ヤング率	2140000	kgf/cm ²
歪硬化開始時の歪度	0.017744	cm/cm
(c) エポキシ樹脂モルタル (材令25日)		
圧縮強度	790	kgf/cm ²
圧縮強度時歪度	0.022	cm/cm
引張強度	289	kgf/cm ²
引張強度時歪度	0.0039	cm/cm
弾性係数	73300	kgf/cm ²
(d) 注入エポキシ樹脂		
圧縮強度	556	kgf/cm ²
圧縮強度時歪度	0.041	cm/cm
引張強度	246	kgf/cm ²

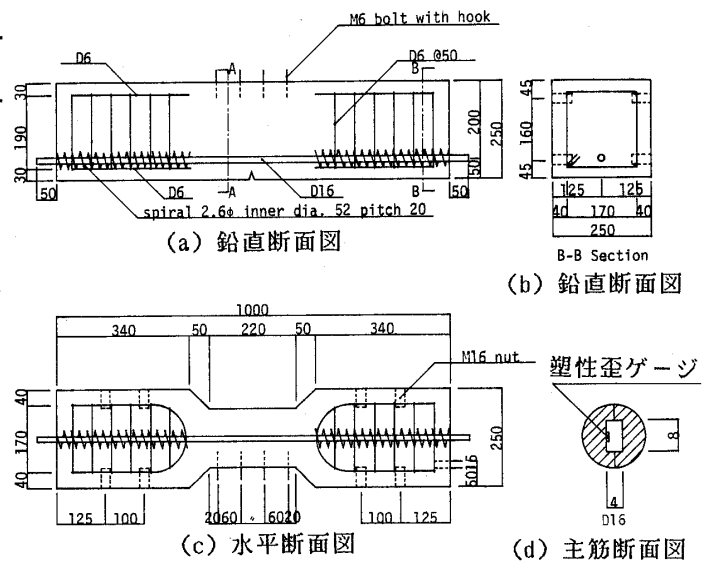


図1 試験体形状と配筋

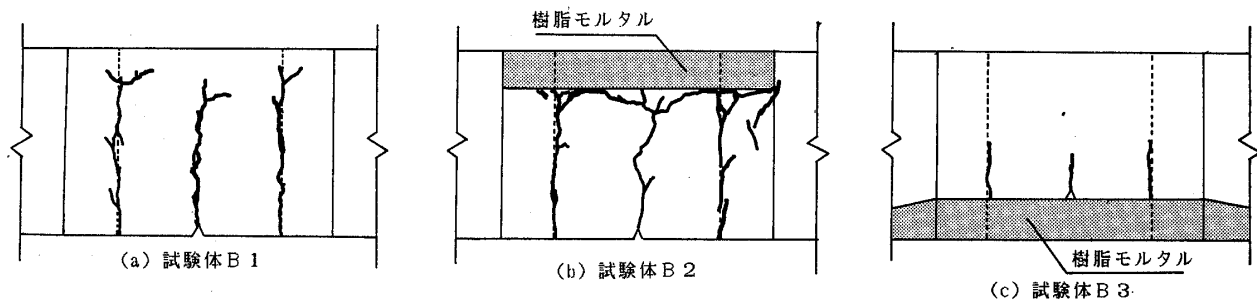


図2 最終ひびわれ状態

共に(その2)で検討する。ここでは、試験体 B1, B2, B3 について、充填樹脂が耐力に及ぼす影響を見る。

3. 樹脂充填の効果

3 試験体のモーメント一定区間における実験終了時のひび割れ状態を図2に示す。試験体 B1 および B2 では、中央及び変断面部分に縦ひび割れが入り、圧縮縁に向かって徐々に進展した。但し試験体 B2 では、圧縮縁の樹脂層内には進展せず、変形が進むにつれて、樹脂層とコンクリートの境界に沿って水平なひび割れが生じた。両試験体とも梁巾の大きいせん断区間にひび割れは生じなかった。試験体 B3 では、中央部に入ったひび割れは軽微で上方にはほとんど進展しなかったが、せん断区間と加力支承を結ぶせん断ひび割れを生じた。

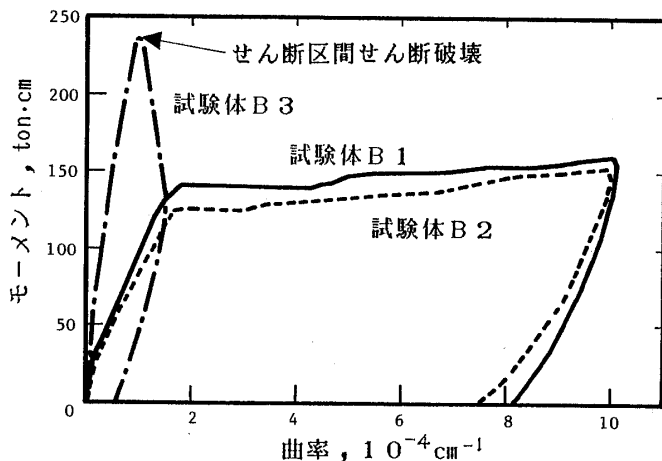


図3 各試験体のモーメントと曲率の関係

図3に、試験体 B1 および B2 の中央モーメント一定区間のうち変位計で測定された 18 cm の区間の圧縮縁コンクリートの平均歪と、同じ区間の鉄筋平均歪から求めたモーメント曲率関係を示す。試験体 B1, B2とも曲げひび割れ発生と共に剛性が低下し、降伏後は徐々に耐力が上がっているが、B2 は降伏耐力も降伏後の耐力も B1 より低かった。樹脂の材料特性を考慮して鉄筋の歪に対する応力中心間距離を計算すると、降伏時でB2の方が10%小さく、剛性がコンクリートの1/3程度の樹脂層が圧縮縁にあると、同じ鉄筋の引張力と釣り合うためには中立軸位置が下がるため耐力が低くなるといえる。試験体 B3 では、荷重 13.6 tonf までは他の2試験体より高い剛性で耐力が上昇したが、せん断ひび割れ後は剛性が落ち、やがてせん断区間の主筋が降伏して、荷重 22.1 tonf でこの部分のせん断破壊と共に最大耐力に達した。引張縁の樹脂のひび割れは終局まで観察されずプラスチックゲージの最大値は0.014 程度で表2(c)の引張破断時の歪よりかなり小さく、樹脂が引張力を負担した。ファイバーモデルによるモーメント曲率関係を実験結果と比較すると(図5)、剛性は両者で良く一致しており、計算値では実験で得られた最大耐力の2倍程度の耐力に達したところで引張縁の樹脂が破断し最大耐力に達する。

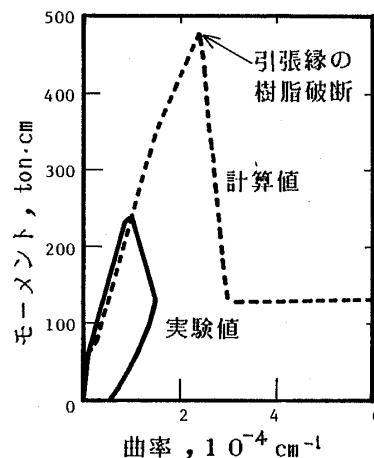


図4 モーメントと曲率の計算値と実験値 (試験体 B5)

4. まとめ

圧縮縁に充填された樹脂モルタルは補修後の耐力上昇には貢献しないが、引張縁にかぶり厚さ程度に充填された樹脂は引張力を負担し、部材の剛性耐力を著しく高める。

参考文献 (1) 田才晃、北山和宏、小谷俊介、青山博之: "純曲を受ける鉄筋コンクリート梁のエポキシ樹脂による補修効果(その1)、(その2)"、昭和59年度関東支部研究報告集

*1 東京大学工学部助手 *2 同 大学院生 *3 同 助教授 *4 同 教授