

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2 樹脂注入補修の効果

正会員 ○ 北山和宏 *1 同 田才 晃 *2
同 小谷俊介 *3 同 青山博之 *4

1. 序 その1で詳述した5体の試験体のうち、せん断補強区間がせん断破壊した試験体B3を除いた4体にエポキシ樹脂注入補修を施し、再試験を行なった。ここでは、主に各試験体の補修前後の耐力について述べ、あわせて付着性状についても言及する。なお、各試験体とも補修後は試験体名の先にRを付けて呼ぶこととする。また再試験の方法は補修前の試験と同じである。

2. ひび割れ状況 図1に各試験体のひび割れ状況を示す。実線は補修前試験による最終ひび割れを示し、点線は補修後試験の、ほぼ部材降伏時のひび割れを示している。主筋の付着を絶縁した試験体B5以外は、補修後のひび割れが補修したひび割れの近傍に発生している。

3. 耐力 図2にモーメント-曲率関係を示す。残留変形の修正はしなかったため補修後再試験時のモーメント-曲率関係は残留点からプロットしてある。曲率は中央試験区間における圧縮縁コンクリートの平均歪と同区間の主筋の平均歪とから求めた。図2からわかるように、試験体RB5は約15%の耐力上昇を示したが、他の試験体は補修前の最大耐力と同程度かそれ以下であり補修による耐力上昇はみられない。試験体B1, B2, B4が補修によって耐力上昇を示さなかった理由として、主筋応力と応力中心間距離との相関が考えられる。表1に各試験体のひび割れ断面における荷重、主筋歪度、主筋応力の大小、応力中心間距離の大小、を示す。補修後試験時の主筋応力は、ひずみ硬化・時効効果を考慮して補修前の主筋応力と比較してある。試験体B1, B2, B4のいずれも $T_r \geq T_o$ (鉄筋引張力、添字oは補修前、rは補修後を示す。添字以下同様) かつ $M_r < M_o$ (モーメント) であるから、 $d_r < d_o$ (応力中心間距離) でなければならない。試験体B1及びRB1では、表1に示す荷重状態で鉄筋の材料試験から $T_o = 7.89\text{ton}$ 、 $T_r = 8.97\text{ton}$ がわかっており、これから $d_o = 20.0\text{cm}$ 、 $d_r = 16.9\text{cm}$ が求まり $d_r < d_o$ となっている。さらに図1から、補修後の部材降伏時ひび割れが補修前最大耐力時のひび割れほど上部へ進展していないことがわかる。このことから補修後の中立軸位置は補修前よりも下部にあることが考えられ、応力中心間距離が小さくなっていると思われる。一方、試験体B5では、 $T_r > T_o$ かつ $M_r > M_o$ であるので応力中心間距離については、はっきりしたことはいえないが、補修前後でそう大きな差はないと思われる。ひび割れ位置が補修前後で異なり、圧縮力が集中すると考えられる位置 (= ひび割れ上部のコンクリート) が補修前後で移動することからも、応力中心間距離が補修前後で大きく変化することはないと考えられる。

4. 付着性状 図3に試験体B2及びRB2の主筋の付着応力分布を示す。付着応力度は弾性範囲内で隣接する歪ゲージ間の応力の差から計算した。写真1は補修後再試験終了後、再びひび割れに樹脂を注入して

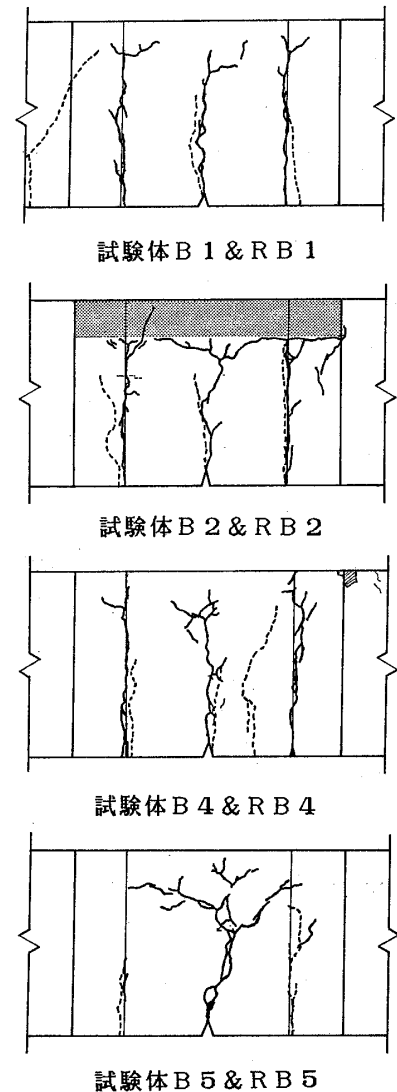


図1 ひび割れ状態

試験体を主筋中心位置で主筋方向に切断し、ブラックライトをあてて撮影したもので、明るい部分がひび割れである。写真1から、試験体中央付近のひび割れ位置は補修前後で3cm から1.5cm 離れていることがわかる。このひび割れ位置の違いが図3に現われており、主筋中央付近で付着応力度が零になる点が補修前後で約3cm ほどずれていることと対応している。弾性範囲では補修前後で付着応力度の絶対値にたいした差はなく、全体としては同じような付着性状を示す。局所的に見ると、補修前後でひび割れ発生位置が異なったり、発生順序が異なったりするために付着応力度の向きが反対になることがある。補修前後とも付着応力度分布とひび割れ発生位置とはよく対応しているといえる。

5. 結論 主筋の付着を絶縁した試験体B5以外は、エポキシ樹脂注入補修による耐力上昇を示さなかった。この理由として、ひび割れ断面における主筋応力と応力中心間距離が考えられる。補修前後の付着応力は、絶対値としては大きな違いはみられない。

謝辞 : 本研究は昭和58年度文部省科学研究費補助金奨励研究(課題番号 58750476 研究代表者 田才晃)によった。本研究を行なうにあたり、ご協力頂いた東京大学助手細川洋治氏、同技官本多健裕氏、ならびにショーボンド建設技術研究所宗栄一氏に感謝致します。

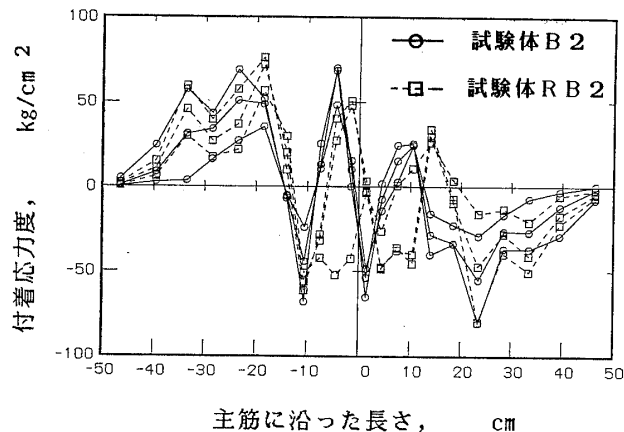


図3 主筋の付着応力度分布

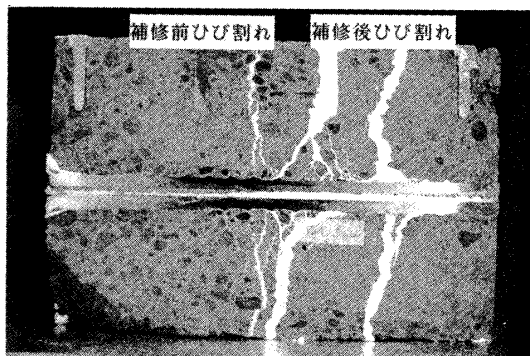


写真1 主筋位置に沿う水平切断面
試験体B2 & RB2

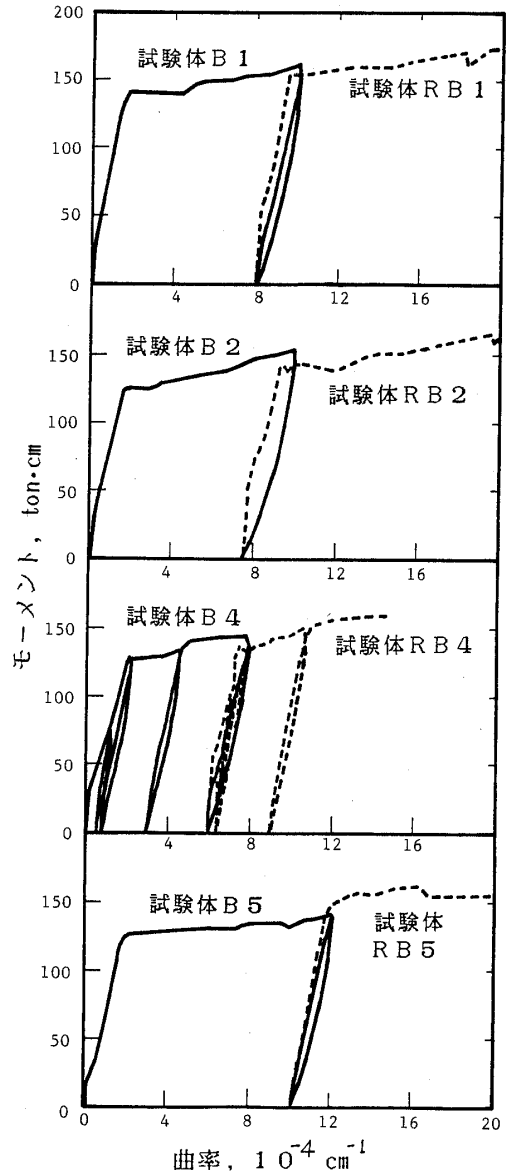


図2 モーメントー曲率関係

表1 補修前後の応力中心間距離関係

試験体	荷重状態	荷重 (ton)	主筋歪度 $\times 10^{-6}$	左記歪の鉄筋位置	主筋応力関係 応力中心間距離関係
B 1	最大耐力時	15.01	28286	中央	$T_o < T_r$
RB 1	部材降伏時	14.09	2498*	中央	$d_o > d_r$
B 2	最大耐力時	14.37	28589	中央	$T_o \cong T_r$
RB 2	部材降伏時	13.08	2153*	中央	$d_o > d_r$
B 4	最大耐力時	13.45	26952	北変断面	$T_o \cong T_r$
RB 4	部材降伏時	12.07	2137*	中央	$d_o > d_r$
B 5	最大耐力時	13.01	23686	中央	$T_o < T_r$
RB 5	部材降伏時	13.12	2246*	北変断面	$d_o \cong d_r$

*は 補修前試験時、その位置の歪が歪硬化域にあったことを示す。

T_o ; 補修前鉄筋引張力

T_r ; 補修後鉄筋引張力

M_o ; 補修前モーメント

M_r ; 補修後モーメント

d_o ; 補修前応力中心間距離

d_r ; 補修後応力中心間距離

*1 東京大学大学院 *2 同 助手 *3 同 助教授 *4 同 教授