

(株)長大 正員 ○竹田 達也 神戸大学工学部 正員 森川 英典
神戸大学工学部 フェロー 高田 至郎 神戸大学工学部 正員 小林 秀惠
積水化学工業(株) 正員 深貝 孝義

1. はじめに：現在，コンクリート構造物を補強するために鋼板接着工法が広く用いられている．本研究では，鋼板接着工法の実施工条件，特に鋼板接着面の乾湿条件に着目し，供試体の補強性能およびエポキシ樹脂の接着性能についての評価を行うこととし，RC はり供試体にエポキシ樹脂を用いて鋼板を接着し，曲げ载荷によりエポキシ樹脂の接着性能に関する実験を行った．

2. 実験の概要：供試体は断面が $150 \times 150\text{mm}$ ，長さを 1400mm の RC はりとし，コンクリートの設計基準強度は 27.4N/mm^2 とした¹⁾．鋼板は厚さ 4.5mm ，幅 100mm ，長さ 500mm とし，エポキシ樹脂を用いて鋼板を接着した．鋼板厚 4.5mm は，現在 RC 床版の補強で

表 1 乾湿実験の要因

供試体名	载荷点からの 鋼板の長さ (mm)	樹脂の 圧縮弾性率 (N/mm^2)	接着面の状態
20-25-D	200	2.5×10^3	乾燥
20-25-W	200	2.5×10^3	湿潤
20-25-W-18	200	2.5×10^3	湿潤 (18時間気乾)
20-25-W-36	200	2.5×10^3	湿潤 (36時間気乾)
20-25-W-48	200	2.5×10^3	湿潤 (48時間気乾)

一般に採用されている厚さである²⁾．その際，片側を意図的にはく離させるために，载荷点直下から 200mm になるようにずらして接着した．供試体の名称および要因を表 1 に示す．表 1 の供試体名の英字は接着面の状態を表し，D は乾燥を，W は水槽に 24 時間以上供試体を浸しておき，シーリング剤を施工する直前に供試体を取り出した状態を表す．さらに W の右の数字は，水槽から供試体を取り出してからシーリング剤を施工するまでの室内での乾燥時間を表す．エポキシ樹脂は実施工で用いている材質のものを使用し，シーリング剤は注入剤のみを評価するために，シーリング剤を用いて，注入剤の硬化後に全て切り除いた．供試体図および载荷方法を図 1 に示す，载荷方法は，スパン長 1200mm とし中央 1 点曲げ载荷とした．

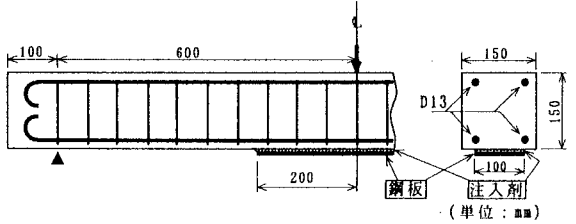


図 1 供試体図および载荷方法

3. 実験の結果および考察：実験結果を表 2 に示す．はく離荷重をみると 20-25-D は他の供試体に比べてはく離荷重が大きく，20-25-W の約 1.5 倍，20-25-W-18 の約 1.1 倍となっている．20-25-W-48 とはほぼ等しい結果となった．この結果から，鋼板

表 2 実験の結果

供試体 番号	コンクリート 圧縮強度 (N/mm^2)	樹脂の 圧縮弾性率 (N/mm^2)	鋼板の はく離荷重 (kN)	引張鉄筋 降伏荷重 (kN)	コンクリート 圧壊荷重 (kN)	最大 荷重 (kN)
20-25-D	28.4	2.4×10^3	41.2	37.2	44.1	44.1
20-25-W	28.1	2.5×10^3	31.9	37.2	51.0	51.4
20-25-W-18	28.1	2.3×10^3	35.3	40.2	44.6	46.1
20-25-W-36	28.1	2.4×10^3	36.3	40.2	44.7	45.5
20-25-W-48	27.6	2.3×10^3	41.7	41.7	46.7	46.7

のはく離荷重は接着面の状態が乾燥状態に近づくにつれて大きくなることがわかる．そして，接着面が乾燥状態でも室内で 48 時間乾燥させれば，はく離荷重の点からは乾燥状態とほぼ同様の結果を得ることがわかる．

ひび割れは 20-25-D，20-25-W とともにほぼ同じ荷重で鋼板端部から生じた．20-25-D は鋼板端部にひび割れが集中し，鋼板のはく離が起これと水平方向に近い角度で大きなひび割れが発生する．これは樹脂にコンクリートが付着して破壊したために起こるひび割れである．これに対して 20-25-W は，鋼板のはく離前から鋼板 Tatsuya TAKEDA, Hidenori MORIKAWA, Shiro TAKADA, Hidee KOBAYASHI, Takayoshi FUKAGAI

端部から荷重点直下にかけてひび割れが発生し、鋼板のはく離後も、樹脂にコンクリートは付着しておらず、ひび割れは鉛直方向に伸びている。このことから、鋼板のはく離は接着面が乾燥状態の時には一度に進行するが、接着面が湿潤状態の時には鋼板端部から徐々に進行するといえる。なお、20-25-W-18 は 20-25-W と同様のひび割れ状況だが、20-25-W-36、20-25-W-48 は 20-25-D とほぼ同様のひび割れ状況であった。

図 2、3 に 20-25-D、20-25-W の荷重－たわみ関係を示す。各供試体を比較すると、20-25-D、20-25-W-48 は 20-25-W、20-25-W-18、20-25-W-36 に比べて前述のようにはく離荷重は大きい、はく離時の荷重の低下量が小さい。そして前者 2 体は、はく離後はほとんど荷重の増加が認められないのに対し、後者 3 体ははく離後も荷重の増加が認められる。このことは、前者 2 体は鋼板のはく離が急速に荷重点直下まで進行するのに対し、後者 3 体は鋼板端部から徐々に荷重点直下まで進行して行くことを表している。よって接着面が乾燥状態に近づくほど補強性能は向上することがわかる。

次に、本研究ではコンクリートと鋼板との間に生じる引張力がある区間内でどの程度伝達するかを表すものとして、接着応力という指標を用いる。接着応力は鋼板ひずみの値を用いて、鋼板の断面積とある区間の応力差の積から鋼板の幅とある区間の距離を除した値として評価した。図 4、5 に 20-25-D と 20-25-W の荷重が 30kN の時の接着応力分布を示す。20-25-W は 20-25-D に比べて全体的に接着応力の値が小さいことがわかる。また、20-25-D は鋼板端部から 5cm 付近で接着応力の集中が確認できるが、20-25-W は接着応力の集中は確認できない。20-25-W ははく離荷重も小さいことから、接着応力が集中する前に鋼板のはく離し、エポキシ樹脂の接着性能はかなり低下することがわかる。

本研究では、接着応力分布のグラフの積分値と鋼板幅の積を接着力と定義した。各供試体の接着力の最大値を表 3 に表す。表から 20-25-D が最も大きく他の供試体はほぼ同様である。このことから接着性能が低下したと考えられる。

5. 結論：以上から次の結論を得た。

- ・ 鋼板のはく離荷重は、接着面が乾燥状態に近づくにつれて大きくなる。
- ・ 接着面が乾燥状態の時は樹脂にコンクリートが接着して破壊するが、湿潤状態の時には樹脂とコンクリートは接着しない。
- ・ 接着面が湿潤状態の時には接着応力の集中は確認できず、全体的に接着応力の値も小さい。
- ・ 室内で約 50 時間乾燥させると、補強性能は回復するが、接着性能はまだ若干低下している。
- ・ 実施工においては、接着面が湿潤状態であれば約 2 日乾燥させれば、構造物の耐力的な面の補強性能は接着面の影響を受けない。

【参考文献】1)高速道路公団：道路橋 RC 床版のひび割れ損傷と耐久性，pp.117～199，1991．12
2) 佐野正ほか：鋼板接着によるコンクリート部材の補強設計法に関する研究，土木学会論文集，pp.117～129，1996．11

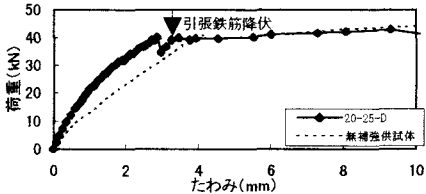


図 2 荷重－たわみ関係 (20-25-D)

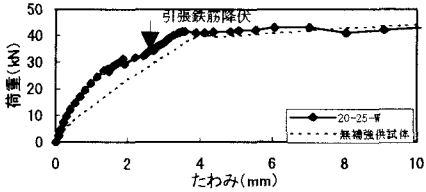


図 3 荷重－たわみ関係 (20-25-W)

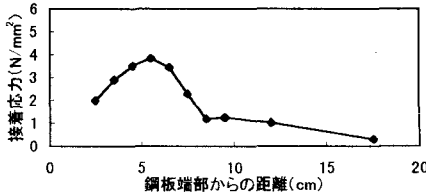


図 4 接着応力分布 (20-25-D)

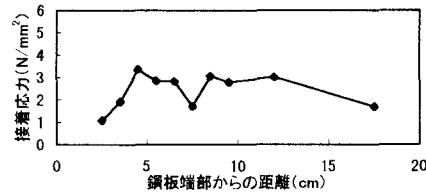


図 5 接着応力分布 (20-25-W)

表 3 接着力の最大値

供試体	最大値(kN)
20-25-D	6.44
20-25-W	3.78
20-25-W-18	3.79
20-25-W-36	3.96
20-25-W-48	3.02