

鋼板接着補強床版の夏季高温時接着材再注入による補修効果

東京都土木技術支援・人材育成センター 正会員 ○今吉 計二
 東京都土木技術支援・人材育成センター 正会員 関口 幹夫
 東京都土木技術支援・人材育成センター 非会員 石田 教雄

1. 目的

鋼板接着で補強された RC 床版では、経年に伴い鋼板の剥離や浮きが発生し、進展が確認されている。東京都では、剥離部にエポキシ樹脂接着材を再注入する補修工法の効果を輪荷重走行疲労試験により検討を行っている¹⁾。本論文は、夏季の高温環境下で接着材の可使時間が短く、接着材がひび割れ内部に十分充填されない条件下での疲労耐久性を検討した。

2. 試験体

試験体は、幅 2.8m×長さ 3.5m×厚さ 16cm を 2 体製作した。鉄筋は SD295 で主鉄筋は下側 D16@150mm, 上側 D16@300mm, 配力筋は下側 D13@300mm, 上側 D10@300mm で、昭和 39 年道路橋示方書の基準に基づいて設計した。コンクリートは、生コン(18-8-20-N)を使用し、材齢 28 日の圧縮強度は 23.9N/mm²である。

3. 輪荷重走行実験の概要

床版の支持条件は、床版支間 2.5m の単純支持、直角方向は弾性支持で 2 体連続に配置した。予備載荷は、支間中央を 160kN の輪荷重で 120 回走行して、図-1 に示す床版下面のひび割れ密度約 13~14 m/m² のダメージを与えてから鋼板を接着した。鋼板の寸法は、図-2 に示す仕様で幅 2m×長さ 3.5m で施工した。補強後の試験体に再度輪荷重を走行させて、鋼板の剥離面積が PL-3 は 47.2%, PL-4 は 17.6%のダメージを与えた。その後、剥離した領域に鋼板接着と同一の接着材を再注入して補修を行った。再注入後の試験体に再度輪荷重を走行させてダメージを与え破壊させた。なお、輪荷重走行疲労試験機は、ゴムタイヤの自走式を使用した。鋼板接着補強後の走行載荷プログラムを図-3 に示す。

4. 実験結果

予備載荷 160kN の 120 回走行におけるたわみに基づく劣化度²⁾の評価結果を表-1 に示す。活荷重たわみは PL-

3, PL-4 いずれも 1 回で 4mm を超え、120 回では PL-3 は 6.43mm, ひび割れ密度 14.33m/m², PL-4 はたわみ 6.64mm, ひび割れ密度 13.07 m/m²である。たわみの計算値は、厚板理論の異方性板として計算した。劣化度 (D_δ) は、PL-3=0.97, PL-4=1.01 で、 $D_\delta \cong 1.0$ であることから使用限界状態と評価される。

補強後 160kN で 30 万回載荷後の剥離は、いずれも 1%未満と少なく荷重を 180kN に上げた結果、剥離領域

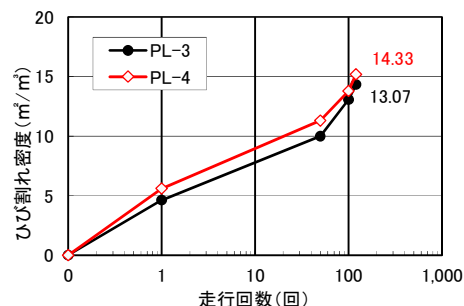


図-1 ひび割れ密度の推移

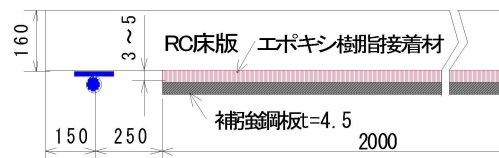


図-2 鋼板接着の仕様 (単位 mm)

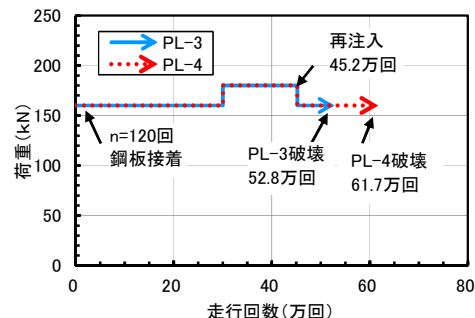


図-3 載荷プログラム

表-1 予備載荷における RC 床版の劣化度

試験体	PL-3	PL-4	備考
活荷重たわみ W(mm)			
1回	4.39	4.16	未走行
120回	6.43	6.64	走行
たわみ計算値			
Wo(mm)	1.50		n=7
Wc(mm)	6.58		n=31
劣化度 D_δ	0.97	1.01	120回時
ひび割れ密度(m/m ²)	14.33	13.07	

(注) : $n=Es/Ec$ (弾性係数比)

はタイヤ側面から徐々に支持桁方向に進展して 45.2 万回で図-4 に示す領域に増加した。剥離面積の推移は図-5 に示した。補強後の剥離の最大値は PL-3 では 17.6%, PL-4 では 47.2% で走行を中断して再注入を行った。再注入位置は、図-4 に示した×印に 1 回目を 7 月の高温下 (32~33℃) で実施した。接着材の可使時間が 30 分と早くゴム風船型注入器内で硬化が進み充填が困難となり、再度 2 回目×印に追加注入を実施した。未注入剥離面積は、PL-3 で 11.7% (充填率 33.5%, 注入量 2.1 kg), PL-4 で 1.7% (充填率 96.4%, 注入量 4.1kg)。再注入後の延命効果は、PL-3 では 160kN で 7.6 万回 (+7.7%), PL-4 では 160kN で 16.5 万回 (+16.8%) であった。PL-3 の延命効果+7.7%は、別途実験結果¹⁾の剥離面積 33.4%の+12.5%に比較して十分な延命効果が得られなかった。その理由は、剥離部とひび割れに接着材を十分に充填できなかった影響による。

補強後の走行回数と剥離面積の関係を図-5 に示す。破壊時の剥離面積は、PL-3 で 41.7%, PL-4 で 52.8% であり、鋼板周辺部はほぼ未剥離状態である。使用限界は、30%程度と考えられる。

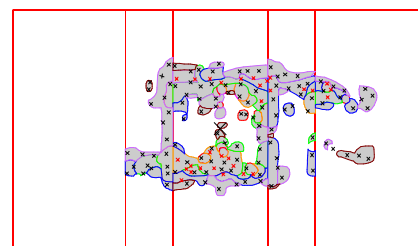
未補強⇒補強⇒再注入⇒破壊までの 160kN 換算走行回数と床版中央点のたわみの関係を図-6 に示す。補強後のたわみは、補強前の PL-3 は 17.6% (1.132/6.428) に PL-4 は 16.7% (1.108/6.641) に低下し、ほぼ同等の補強効果である。一方、再注入直後は 2.289~2.409mm で補強直後の約 2 倍と大きい。2 倍と大きい理由は、高温下で接着材の硬化が早くひび割れの細部に充填されていない影響による。破壊形式は、写真-1 に示す押抜きせん断破壊である。タイヤ走行面は、10mm 程度陥没して骨材化 (砂利化) した。

5. まとめ

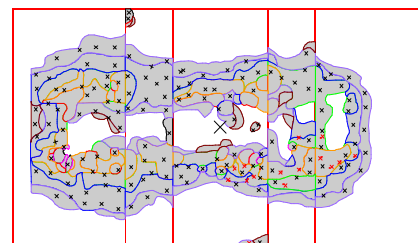
鋼板剥離部への接着材の再注入では、夏季高温環境下であってもひび割れの細部まで充填する必要がある。接着材の粘度を小さくして、硬化時間を適切に確保する選定が重要であることが判明した。

参考文献

- 1) 関口幹夫, 石田教雄, 栗塚一範: 鋼板接着補強床版の接着材再注入による補修効果, 土木学会第 72 回年次学術講演会, CS7-022, PP.43-44, 2017.9.
- 2) 松井繁之, 前田幸雄: 道路橋 RC 床版の劣化度判定法の一提案, 土木学会論文集, 第 374 号, pp.419-426, 1986.10.



a) PL-3



b) PL-4

図-4 剥離領域と再注入箇所(×印)

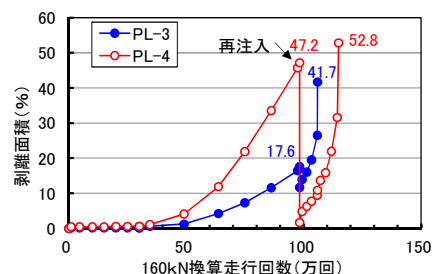


図-5 補強後の走行回数と剥離面積

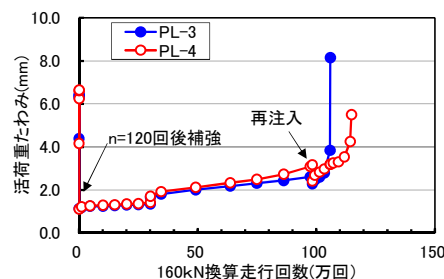


図-6 走行回数とたわみ



上) PL-3 下) PL-4



写真-1 床版中央橋軸直角方向の切断面