

静荷重実験による接着剤塗布型荷重分布型伸縮装置の耐荷力性能および破壊モード

日本大学大学院 学生会員 ○木内彬喬 日本大学 フェロー会員 阿部忠 正会員 水口和彦
一般社団法人 日本橋梁メンテナンス協会 金子昌明 山王(株) 深水弘一

1. はじめに

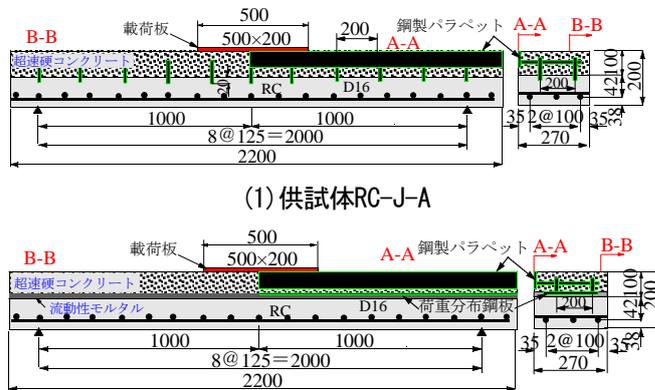
輪荷重を既設 RC 床版に等分布荷重として作用させる荷重分布型伸縮装置が開発された¹⁾。しかしながら、伸縮装置の取替工事では研り作業による新たなひび割れの発生が懸念される。また、既設 RC 床版と荷重分布鋼板の隙間に充填する流動性モルタルと荷重分布鋼板や超速硬コンクリートとの付着力低下が危惧される。そこで本研究は、ひび割れ補修材として浸透性接着剤、付着力を高めるために高耐久型エポキシ接着剤（以下、付着用接着剤とする）を荷重分布型伸縮装置に適用した RC はりの静荷重実験を行い、耐荷力性能、破壊状況および試験終了後の研建式引張試験より引張接着強度について評価する。

2. 供試体の寸法

(1) 既設 RC はり 伸縮装置の取り付け箇所は床版厚が 100mm 程度の単鉄筋配置になることから各伸縮装置を設置する既設 RC はりは高さ 100mm、幅 270mm、長さ 2200mm とした。また、引張側の主筋に D16 を 100mm 間隔で配置する単鉄筋配置とした。

(2) 荷重支持型伸縮装置を設置した供試体 荷重支持型伸縮装置の寸法は、板厚 10mm の鋼製パラペットに長さ 225mm のジベル筋 (D16) を溶接し、そのジベル筋に長さ 120mm の縦筋 (D16) を幅 130mm、奥行き 200mm 間隔で配置した。交差部には軸方向に D13 の鉄筋を配置した立体ラーメン構造であり、各交差部等は全て溶接接合とする。22 箇所ある縦筋 D16 を既設 RC はりに 20mm 挿入させ一体化した供試体寸法を図-1(1)に示し、供試体の名称を RC-J-A とする。

(3) 荷重分布型伸縮装置を設置した供試体 荷重分布型伸縮装置の寸法は、板厚 10mm の鋼製パラペットに長さ 225mm のジベル筋 (D16) を溶接し、長さ 85mm の縦筋 (D16) を幅 130mm、奥行き 200mm 間隔で配置し、厚さ 10mm、200mm、長さ 2,000mm の一般鋼板を用いた荷重分布鋼板上面に縦筋を溶接する。伸縮装置は既設 RC はり上面から 10mm の位置に設置し、荷重分布鋼板の端部 4 点に設置固定用のアンカーボルトを設け固定するものとした。なお、荷重分布鋼板と既設 RC はりとの隙間 10mm



(1) 供試体RC-J-A

(2) 供試体RC-J-B, RC-J-C

図-1 供試体寸法

には流動性モルタルを充填することで一体化を図るものとした。ここで一体化した供試体寸法を図-1(2)に示す。供試体の名称は RC-J-B とし、一体化に 2 種類の接着剤を併用した供試体を RC-J-C とする。

3. 使用材料

(1) 既設 RC はり 供試体のコンクリートには、普通セメントと 5mm 以下の砕砂および最大寸法 20mm の砕石を用いる。設計基準強度は道路示方書・同解説（以下、道示とする）²⁾に規定する 24N/mm² を目標とし、実験時の圧縮強度は 36.3N/mm² である。また、鉄筋には SD345、D16 を用いる。

(2) 伸縮装置 各伸縮装置の鋼板パラペットおよび荷重分布板には SS400、厚さ 10mm の一般鋼板を用いた。また、パラペットに SD345 D16 のジベル筋と D16 および D13 の鉄筋を用いた。

(3) 流動性モルタル 供試体 RC-J-B, C の荷重分布鋼板と既設 RC はりとの隙間 10mm には市販の流動性モルタルを充填する。材齢 3 時間での圧縮強度の平均は 26.8N/mm² である。

(4) 超速硬コンクリート 伸縮装置を設置後、供試体 RC-J-A は上面から 100mm、供試体 RC-J-B, C は鋼板厚と隙間を除いた 80mm の範囲に、材齢 3 時間で道示に規定する設計基準強度 24N/mm² 以上を発現する超速硬コンクリートを用いて一体化をする。材齢 3 時間での圧縮強度の平均は 25.4N/mm²、材齢 28 日では 51.9N/mm² である。

キーワード：荷重分布型伸縮装置、耐荷力、破壊モード、引張接着強度

連絡先 〒 275-8575 千葉県習志野市泉町 1-2-1 日本大学生産工学部土木工学科 TEL 047-474-2468

(5) 接着剤 供試体 RC-J-C に用いる浸透性接着剤、付着用接着剤の材料特性値は表-1 に示すように付着強さはそれぞれ 2.6N/mm^2 , 3.7N/mm^2 以上を有している。

4. 実験方法

(1) 静荷重実験 実験では、各供試体の支点方向、奥行き方向の中央に $500\text{mm}\times 200\text{mm}$ の載荷版を設置し、1 点載荷により行う。荷重載荷条件は 0kN から 20kN まで載荷後、荷重 5kN まで除荷し、残留値を計測する。これを 1 サイクルとして、1 サイクル毎の荷重増加を 20kN とする漸増載荷を行う。試験終了後に支点方向、奥行き方向の中央において供試体を切断し断面の破壊状況を観察した。

(2) 建研式引張試験 静荷重実験終了後に、供試体 RC-J-B, C の荷重分布鋼板と流動性モルタルおよび RC はりコンクリートとの引張接着強度を建研式引張試験より検証する。なお、強度の算出式は式(1)として与えられる。

$$f_t = P/A \quad (1)$$

ただし、 f_t : 引張接着強度 (N/mm^2), P : 接着荷重 (N), A : 接着面積 (mm^2)

5. 実験結果および考察

(1) 最大耐荷力 最大耐荷力を表-2 に示す。供試体 RC-J-A の最大耐荷力は 100.5kN である。一方、供試体 RC-J-B, C の最大耐荷力はそれぞれ 140.4kN , 160.8kN であり、供試体 RC-J-A の 1.40 倍、1.60 倍と荷重分布鋼板を設けることで耐荷力性能は向上している。また供試体 RC-J-C は供試体 RC-J-B の 1.15 倍と接着剤を塗布することで耐荷力はさらに向上している。

(2) 断面の破壊状況 各供試体の断面の破壊状況を図-2 に示す。供試体 RC-J-A では伸縮装置のアンカー筋とほぼ同位置でひび割れが発生し、荷重載荷版の範囲に集中している。供試体 RC-J-B では、荷重分布鋼板に沿うように水平方向のひび割れやはく離が発生しているが荷重分布鋼板の効果により荷重が分散されたことで支点間内で比較的均等にひび割れが発生している。また、供試体 RC-J-C では供試体 RC-J-B と同様にアンカー筋とほぼ同位置ではりに均等に発生しているものの、接着剤の効果によって進展は大きく抑制されている。また、流動性モルタル部のはく離に起因したひび割れも見られない。

(3) 引張接着強度 引張接着強度を表-3 に示す。供試体 RC-J-B における No.1 ~ No.3 の付着強度はそれぞれ 0.00N/mm^2 , 0.06N/mm^2 , 0.98N/mm^2 であり、全ての位置において引張接着強度 1.00N/mm^2 を下回っている。破壊は荷重分布鋼板と流動性モルタルとの界面である。一方、

表-1 接着剤の材料特性

項目	浸透性接着剤		付着用接着剤	
	主剤	硬化剤	無色液状	白色ペースト状
硬化剤		無色液状		青色液状
混合比 (主:硬)	10:3		5:1	
硬化物比重	1.2		1.42	
圧縮強度	104.4N/mm^2		102.9N/mm^2	
圧縮弾性係数	3.172N/mm^2		3.976N/mm^2	
曲げ強さ	92.8N/mm^2		41.6N/mm^2	
引張せん断強さ	58.2N/mm^2		14.9N/mm^2	
付着強さ	2.6N/mm^2		3.7N/mm^2 以上	

表-2 最大耐荷力

供試体	最大耐荷力 (kN)	耐荷力比		破壊モード
		B,C/A	C/B	
RC-J-A	100.5	-	-	曲げ破壊
RC-J-B	140.4	1.40	-	
RC-J-C	160.8	1.60	1.15	

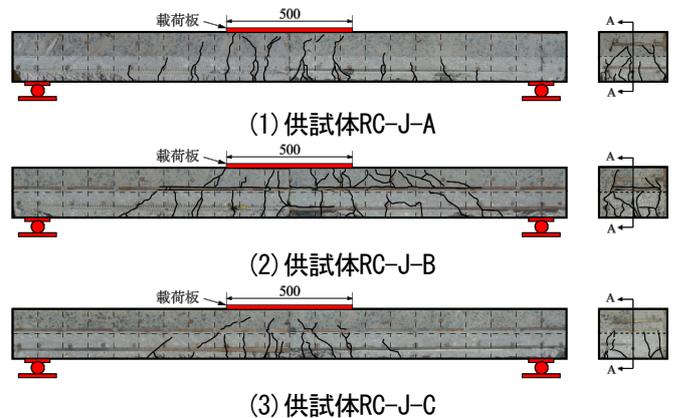


図-2 断面の破壊状況

表-3 建研式引張試験による引張接着強度

供試体	中央からの距離 (mm)	直径 (mm)	接着面積 (mm^2)	接着荷重 (kN)	引張接着強度 (N/mm^2)	破断位置	
RC-J-B	No1	150	99.00	7698	0.0	0.00	鋼板界面
	No2	450	99.00	7698	0.5	0.06	鋼板界面
	No3	750	99.00	7698	7.6	0.98	鋼板界面
RC-J-C	No1	150	99.00	7698	10.3	1.34	モルタル層
	No2	450	99.00	7698	12.3	1.60	コンクリート層
	No3	750	99.00	7698	13.3	1.73	コンクリート層

供試体 RC-J-C ではそれぞれ 1.34N/mm^2 , 1.60N/mm^2 , 1.73N/mm^2 と全ての位置において 1.00N/mm^2 を上回っている。また、破断面においても No.1 ではモルタル層、No.2, No.3 ではコンクリート層と接着剤を塗布することで十分な付着強度が確保されている。

6. まとめ

- (1) 新たに開発された伸縮装置は荷重分布板と接着剤の効果により、耐荷力が大幅に向上した。
- (2) 接着剤の塗布はひび割れの進展抑制に有効であり、破壊時においても界面での付着強度は十分であった。

参考文献:

- 1) 深水弘一：道路橋の伸縮装置および道路橋伸縮装置の施工法，特許第 6567920，2019.8
- 2) 日本道路協会：道路示方書・同解説 I, II，2012.3