

清洲橋バックルプレート床版の疲労耐久性の評価

東京都土木技術支援・人材育成センター 正会員 ○関口 幹夫
東京都建設局第五建設事務所 大石 雅登

1. はじめに

隅田川に架かる重要文化財の清洲橋(昭和3年竣工)の床版は、国内では少数のバックルプレート床版(以下、BP床版)である。BP床版は、図-1に示す下に凹んだプレートの上に無筋コンクリート床版が打設されている形式であり、プレートとコンクリート床版は、スタッドや形鋼などで合成構造としていない点の特徴である。本橋は約60年経過した昭和62年に打替え補修され供用中である。この種の補修事例も少ないことから輪荷重走行装置を使用して疲労耐久性を実験により評価した。

2. 輪荷重走行実験の概要

2.1 実験シリーズ

実験シリーズの概要を表-1に示す。シリーズⅠ現行モデル(静的載荷)¹⁾とシリーズⅡ現行モデル(走行疲労)は、プレートの板厚を3タイプに変化させ、板厚8.0mmは設計相当、6.0mmは昭和62年床版打替え時の腐食量2mmを再現し、4.5mmは、将来の補修限界を鋼板接着補強工法と同等の板厚である。

シリーズⅢ長寿命化モデルは、将来の長寿命化の打替えを想定したモデルで板厚は4.5mmである。BP-4.5D-Hは、高強度人工軽量コンクリートを使用し、BP-4.5D-Pは、水抜き穴を直径20cm欠損させ、プレートの内側に板厚4.5mmの当板をエポキシ樹脂で接着補強したタイプである。シリーズⅢ2は、同Ⅲのプレート製作で溶接による反りの影響が考えられたため再試験したものである。

2.2 試験体

試験体は、図-2のとおり清洲橋の床版をモデル化した。バックルプレートの製作は、プレス型の型がないため溶接構造とした。縦桁とバックルプレートの接合は、ボルトの頭が半円形のトルシア型高力ボルトで代用した。なお、縦桁上には浮き上がり防止用のスタッドジベルを配置した。コンクリートの種類と設計基準強度は、表-1のとおりでシリーズⅠとⅡは、昭和62年床版打替え時仕様の21N/mm²である。長寿命化モデルの設計基準強度は、36N/mm²の高強度タイプと24N/mm²で膨張材仕様の当板補強タイプである。

2.3 実験方法

輪荷重走行疲労実験は、写真-1のゴムタイヤの自走式を使用した。走行載荷は、図-3に示す階段方式の載荷プログラムで累計258万回走行した。

3. 疲労実験結果および考察

3.1 走行回数と疲労耐久性

- (1) シリーズⅡBP-4.5Dは98万回、シリーズⅢBP-4.5D-Hは43万回、BP-4.5D-Pは61万回で破壊。シリーズⅡBP-6.0DとBP-8.0Dは258万回、シリーズⅢ2は70万回で未破壊。未破壊は、静的破壊で残存耐力力を評価した。
- (2) 疲労破壊形式は、写真-2と写真-3に代表例を示す。全てコンクリート床版部の押し抜きせん断破壊形式で

キーワード バックルプレート床版、輪荷重走行疲労耐久性、人工軽量コンクリート、当板補修、維持管理
連絡先 〒136-0075 東京都江東区新砂1-9-15 東京都土木技術支援・人材育成センター TEL 03-5683-1578

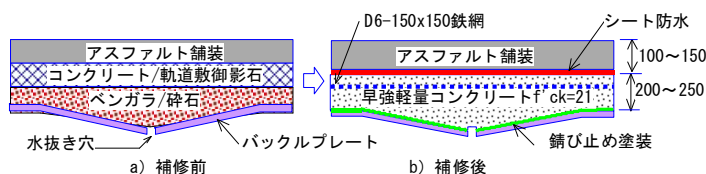


図-1 補修前後の断面(昭和62年)

表-1 実験シリーズの概要

実験 シリーズ	実験 方法	試験 体名	B P 板厚 (mm)	最小 床版厚 (mm)	サゲ 量 (mm)	コンクリート		配筋 (mm)		
						種類	基準強度 (N/mm ²)			
Ⅰ（現行 モデル）	静的 載荷	BP-8.0S	8.0	200	76	1 種 軽量 早強	21	D6 150×150 かぶり50		
		BP-6.0S	6.0							
		BP-4.5S	4.5							
Ⅱ（現行 モデル）	走行 疲労	BP-8.0D	8.0			2 種 軽量 普通	36			
		BP-6.0D	6.0							
		BP-4.5D	4.5							
Ⅲ（長寿命 化モデル）	走行 疲労	BP-4.5D-H	4.5			24*	36			
		BP-4.5D-P	4.5							
Ⅲ2（長寿命 化モデル）	走行 疲労	BP-4.5D-H2	4.5						24*	36
		BP-4.5D-P2	4.5							

(注) *: 膨張材使用

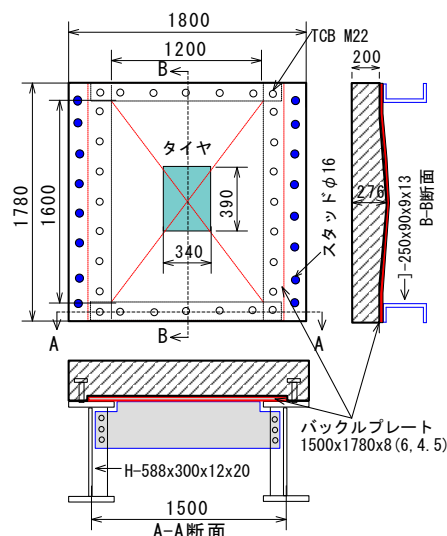


図-2 試験体の形状寸法



写真-1 輪荷重走行装置

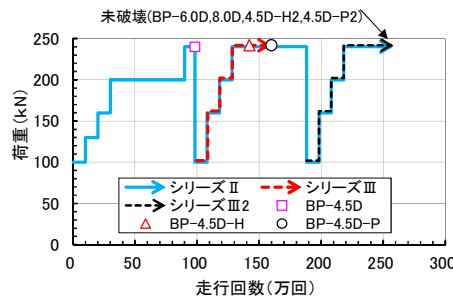


図-3 载荷プログラム

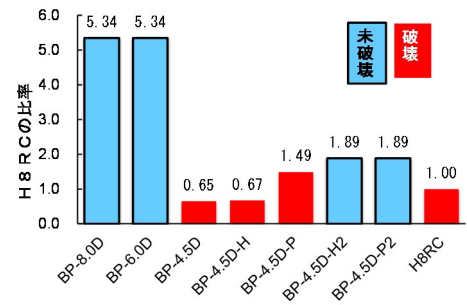


図-4 走行回数の結果

ある。プレートの応力度は、降伏応力度以下であり亀裂等は生じなかった。

(3) 100kN 換算 ($m=12.76$) による疲労耐久性の評価結果を図-4 に示す。比較基準の H8RC は(独)土木研究所²⁾の現行基準 RC 床版(設計寿命 100 年)であり、補修限界 BP-4.5D は 0.65 倍で H8RC 以下であったが、BP-6.0D と BP-8.0D は未破壊で 5.34 倍と極めて高耐久である。

(4) シリーズⅢは、プレート製作時の溶接ひずみによる反りの影響で初期はく離があり、BP-4.5D-H は 0.67 倍、BP-4.5D-P は 1.49 倍とばらつき、初期はく離の影響が大きいと考えられる。再試験のシリーズⅢ2 の BP-4.5D-H2 および BP-4.5D-P2 は、未破壊で H8RC の 1.89 倍以上である。いずれも長寿命化対策に有効な補修方法と考えられる。特に水抜き穴が大きく欠損した補修では、プレートの交換が必要となるが、より簡便で安価な当板補強による部分打替えが可能である。

3.2 残存耐力

未破壊試験体の静的破壊時の残存耐力は、シリーズⅠの耐力比で整理すると図-5 となる。走行回数が多い BP-6.0D の押抜きせん断耐力比は 0.91 倍、最大耐力比は 0.81 倍でダメージは小さい。BP-8.0D はそれぞれ 1.21 倍と 0.91 倍でありダメージはさらに小さい。また、シリーズⅢ2 のそれぞれの耐力比は 1.0 以上でダメージは、ほとんどない結果となった。

3.3 切断面のひび割れ

写真-3 は疲労破壊した BP-4.5D、BP-4.5-P と未破壊で静的破壊させた BP-6.0D の切断面である。写真-3(a)と(c)の橋軸直角方向では、タイヤ幅のエッジから 30~45 度の押し抜きせん断ひび割れが明瞭に確認できる。写真-3(b)と(d)の橋軸方向では、上面から約 10cm の深さに RC 床版で観察される水平ひび割れに類似したひび割れが、それより深い位置ではブロック化した状態が観察される。一方、未破壊で静的破壊の写真-3(e)と(f)では、破壊時のせん断ひび割れが顕著で、疲労ひび割れは底面の曲げひび割れが多少確認できるが疲労のダメージは少ない。

4. まとめ

BP 床版の疲労耐久性は、高耐久である。維持管理では、プレートを腐食させない橋面防水と再塗装が重要である。また、長寿命化対策では、高強度化と当板補修の有用性を確認した。

参考文献

- 1) 関口ほか: バックルプレート床版の耐力性能について, 土木学会第 67 回年次学術講演会, I-580, 2012.
- 2) 内田ほか: 既設道路橋床版の疲労耐久性に関する検討, 土木学会第一回道路橋床版シンポジウム講演論文集, PP.37-42, 1998.



写真-2 BP-4.5D-P (当板タイプ)

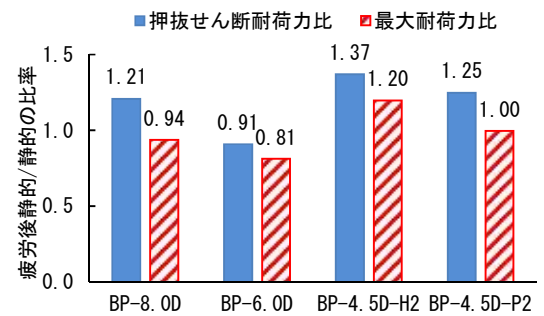


図-5 未破壊の残存耐力

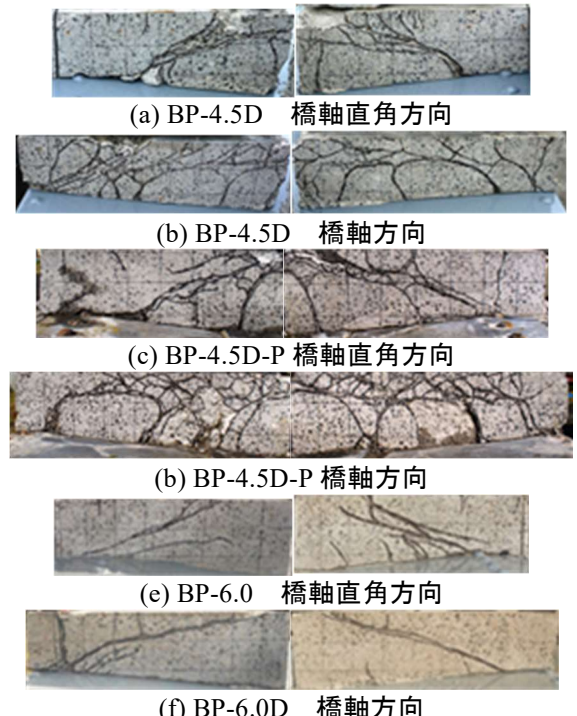


写真-3 疲労破壊と疲労未破壊後静的破壊の切断面の比較