

I-409

バックルプレート桁の疲労試験

J R 東日本 東京工事事務所 正員○杉館 政雄
(財) 鉄道総合技術研究所 正員 市川 篤司
(財) 鉄道総合技術研究所 正員 阿部 允
川崎製鉄株式会社 正員 中村 聖三

1. はじめに

鉄道橋では、首都圏を中心に約3000連のバックルプレート桁がかけられている。その平均的な経年は50年を超えてきており、中には、腐食による断面欠損や疲労の影響の出始めたものもある。これらに対する効果的な対策方法を開発するために、河川改修に伴って取替えられた発生桁の一部に溶接補修および下支え工法による補修工法を施して疲労試験を行ったので、その概要を報告する。

2. 試験の概要

試験には山手線で約60年間供用され、その後撤去されたバックルプレート式下路プレートガーダーを用いた。当橋におけるバックルプレートの板厚は設計図では7mmとなっているが、50mmメッシュで行った腐食量測定の結果、一般部では0.5～0.7mm減厚した結果が得られた。しかし、腐食が著しい桁取付部や排水孔の周囲は測定が困難であったが、最大2mm程度の欠食も見られた。

バックルプレートの鋼材について行った成分及び引張り試験結果は、表-1、表-2に示す通りである。

表-1 化学成分分析結果

採取部位	C	Si	Mn	P	S	Al
バックルプレート	0.200	0.006	0.340	0.028	0.038	0.001
S S 4 1				≤ 0.050	≤ 0.050	
S M 4 1 A	≤ 0.230		≥ 2.5 * C	≤ 0.040	≤ 0.040	

$C_{eq} = 0.257(\%)$ 、 $P_{CM} = 0.217(\%)$

表-2 引張試験結果

	降伏点 (kg/mm ²)	引張強さ (kg/mm ²)	伸び (%)	弾性係数 (kg/mm ²)
平均値	29.4	45.1	17	19800
S S 4 1	≥ 25	41 ~ 52	≥ 17	—
S M 4 1	≥ 25	41 ~ 52	≥ 17	—

(各試験片の平均値)

応力は、試験片平行部を10mmメッシュに区切って板厚を測定し、平均板厚を求め、その板厚により計算した。

試験体および補修工法については、図-1に示す。

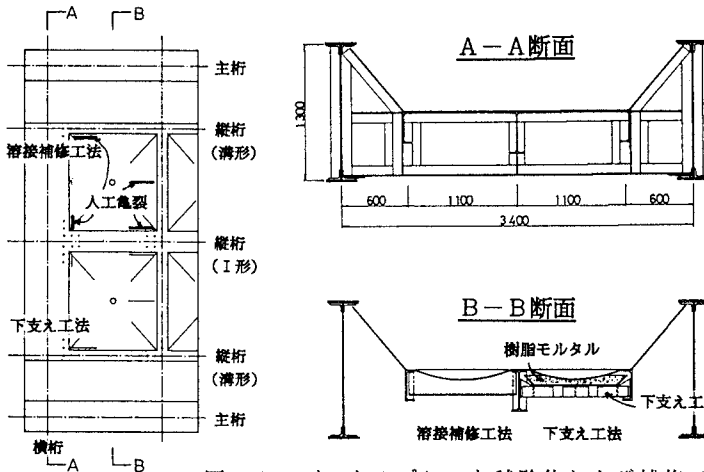


図-1 バックルプレート試験体および補修工法

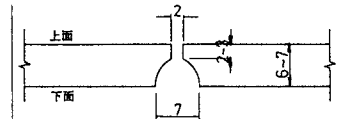


図-2 人工き裂の加工形状

試験は次の2種類の補修工法について行った。

(1) 溶接補修

試験桁に用いた実橋のバックルプレートに図-2に示すように人工き裂をグラインダーで入れた後、バックルプレート裏側から上向きで補修溶接を行った。溶接補修は1層目施工後、グラインダーによる上層部分の削り取り→2層目施工→グラインダーによる止端部仕上げ、という方法で行った。

(2) 下支え工法

縦桁に設置したブラケットにリブを有する下支えパネルをセットした後、バックルプレートと下支えパネルとの遊間に超速硬無収縮グラウト材を充填した。本グラウト材は打設後2時間で100 kgf/cm²以上の圧縮強度を発現するグラウト材である。今回注入したグラウト材の性状を表-3にまとめて示す。

これらの試験体を用いて、対策工を施す前後における静的載荷試験および対策後の疲労試験を実施した。

表-3 グラウト材の性状

注 入 時			材 令 1 日	
気 温	練 上 り 温 度	フロー値 (J ₁₄ ロ-ト)	圧縮強度 (kgf/cm ²)	弾性係数 (kgf/cm ²)
10～13℃	18℃	5.5 秒	355	19.7×10 ⁴

3. 試験の結果およびまとめ

- (1) バックルプレートに発生する実応力は、設計時の想定応力の20～30%程度である。
- (2) ただし、桁（フランジ）取付け部には100MPa程度の面外曲げ応力が作用している。
- (3) 溶接補修後の応力挙動は、設計で想定している膜応力と異なる性状を示したが、これらについては今後検討を要する。
- (4) 両補修方法とも疲労試験の結果、設計荷重はもちろん、設計荷重の2倍の大きさの載荷でも特に異状は見られず、修繕効果のあることが認められた。

その他、

- (5) 今回使用したバックルプレートの鋼材は、強度的には現在の40キロ鋼に相当する。また、溶接性を損なうPやSの含有率もSM41Aの成分を満足しているし、他の研究結果からも、この程度の成分であれば、溶接性はそれほど悪くないものと推察される。
- (6) バックルプレート一般部の腐食は、保護モルタルが破損しなければ特に問題になることはない。
- (7) 本実験で用いた下支えパネルは、2分割されていたにもかかわらず添接板のついたほうの重量は60 kgf程度あり、パネルのセットには3～4人必要であった。また、当初製作されたパネル支持用ブラケットでは、既存部材と干渉し取付けができなかったため、形状を若干変更した。実際の設計ではこれらに十分に配慮する必要がある。
- (8) 「溶接補修工法」は亀裂の発生したバックルプレートを元の状態に近づけるという効果は期待できるものの、変位あるいは応力を軽減するという補強効果は期待できないし、また、縦桁や横桁取付け部の板曲げ加工部では、溶接作業が困難なため適用しにくい。それにたいし、「下支え工法」はそのような補強効果が期待できる。

4. 最後にこの試験に協力いただいた、宮地鐵工株式会社、川崎製鉄株式会社および小野田ケミコ株式会社の関係の方々に感謝の意を表します。