

バックルプレート桁のき裂に対する超音波探傷法の適用

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○野中大輔
東海旅客鉄道株式会社 正会員 萩谷俊吾
東海旅客鉄道株式会社 上西寿康

1. はじめに

明治～昭和中期にかけて建設した鋼鉄道橋ではバックルプレート（以下 BP と略す）と呼ばれる床版形式が用いられている¹⁾。BP を用いた桁ではBP 取付け部から漏水が生じる場合があり、その原因には部材接合部の隙間やBP のき裂などがある（図-1）。漏水の原因となるBP のき裂は図-2 に示すように、桁下面から直接視認できない箇所が発生する事例が多く、これまでの検査では、検査者が目視にて漏水規模と部位からき裂有無を推定していたが、図-1-b に示すような小・中規模の漏水箇所における正確な判断には特に技量が必要であった。そこで、判断精度向上を目的として、超音波探傷を用いてき裂有無の判断を行った事例について報告する。

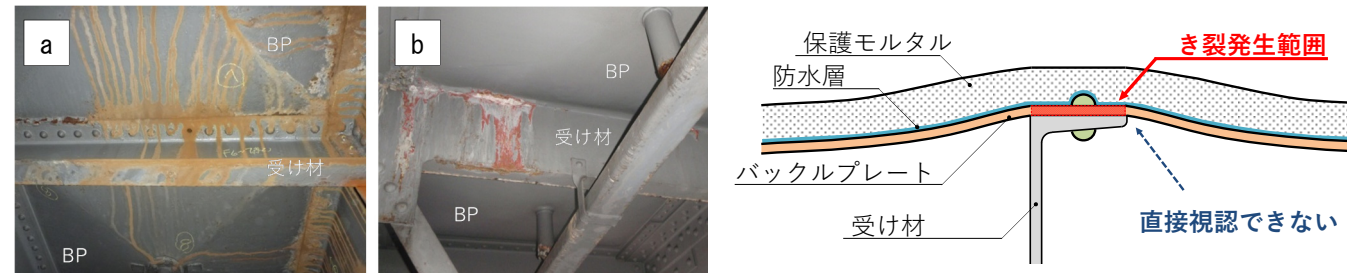


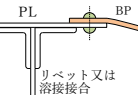
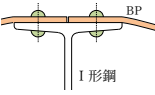
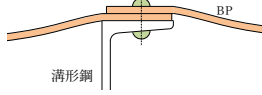
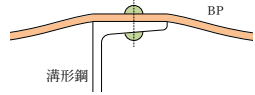
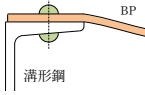
図-1 バックルプレート下面の漏水状況

図-2 き裂発生箇所イメージ（断面図）

2. BP のパターン分類

当社在来線では1936年～1965年の間に製作・架設された19連のBPを用いた桁を供用・管理している。BPは主桁・縦桁・横桁及び支材等の“受け材”にリベット接合されており、受け材を含めたBP接続構造がき裂発生傾向に影響があると考えられている²⁾。管内の19連のBPと受け材との接続構造を分類すると表-1のようになり、「PL、I、Co-1、Co-2、Cs-1、Cs-2、C」の6パターンに大別さる。この分類ごとに漏水箇所を検査記録簿から抽出した結果、全体で273箇所の漏水があり、探傷箇所の選定は、これらの分類結果と検査記録簿の漏水規模を考慮して行った。なお、抽出に用いた検査記録簿は、すべて高所作業車等を用いた至近距離目視検査（平成19年～平成30年に実施）から抽出した。また、BPコーナー部のみからの漏水箇所は、部材接合部の隙間からの漏水である可能性が高いことから今回の調査対象箇所からは除外した。

表-1 バックルプレートの取付け構造分類

分類記号		PL	I	Co-1	Co-2	Cs-1	Cs-2	C	合計
BP連結部材		フランジプレート	I形鋼	溝形鋼（BP重ね連結構造） （背側）（刃側）		溝形鋼（BP連続構造） （背側）（刃側）		溝形鋼（刃側）	
構造概要図 【断面図】									
対象箇所数(辺)		1279	502	544		302		366	2993
漏水箇所数 (コーナー部除く)	き裂判定	5	85	15		21		0	126
	漏水判定	103	36	2		6		0	147
	合計	108(8.4%)	121(24.1%)	17(3.1%)		27(8.4%)		0(0%)	273
探傷選定箇所数		1	13	3	1	1	2	0	21

キーワード 鋼鉄道橋、バックルプレート、超音波探傷、フェイズドアレイ

連絡先 〒453-0801 愛知県名古屋市中村区太閤 1-15-5 JR 東海 名古屋土木技術センター

3. 超音波探傷調査

BP 取付け部に発生するき裂位置は、既往の文献では連結する部材端〜リベット連結箇所付近と考えられている²⁾。この距離を図面上で確認すると最大 40〜50mm で BP 厚さは 7〜9mm であった。探傷方法はプローブからき裂位置までの距離を考慮して、プローブに多数の振動子を組み込み、電子的に走査して高い測定精度が期待できるフェイズドアレイ超音波探傷試験を用いることとした（図-3）。

事前に供試体での探傷試験を行い、機器のセッティングと探傷方法の有用性を確認したうえで検査時に漏水が認められた 21 箇所の探傷試験を実施した。BP の取付け構造分類と漏水規模に応じた探傷結果を表-2・図-4 に示す。プローブ位置から最大 150mm の範囲でき裂・リベット孔・BP 端面が検出されており、き裂検出に対しての有用性が確認できた。一方、漏水による部材表裏が腐食した箇所では、腐食がビームの反射に影響し探傷が行えない箇所も一部存在した。また、探傷に併せて同位置の超音波板厚計測を実施した結果、BP の板厚は最も減肉した箇所で設計板厚の 79%まで減肉しており、計測箇所の平均板厚は 93%程度（標準偏差 0.19）であった。

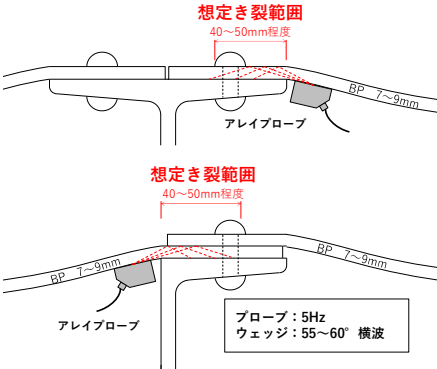


図-3 探傷概要図

表-2 実橋探傷試験結果

構造分類		PL			I			Co-1			Co-2			Cs-1			Cs-2		
漏水規模		大	中	小	大	中	小	大	中	小	大	中	小	大	中	小	大	中	小
探傷箇所数(辺)		0	1	0	3	7※	3	2	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2
探傷結果	き裂検出				3	3													
	き裂非検出		1			2	3	2	1				1			1			2

漏水規模
大: 1辺の半分以上
中: 1辺の半分程度未満
小: リベット1〜2ピッチ程度
(検査時又は探傷時)
※2箇所は探傷実施不可

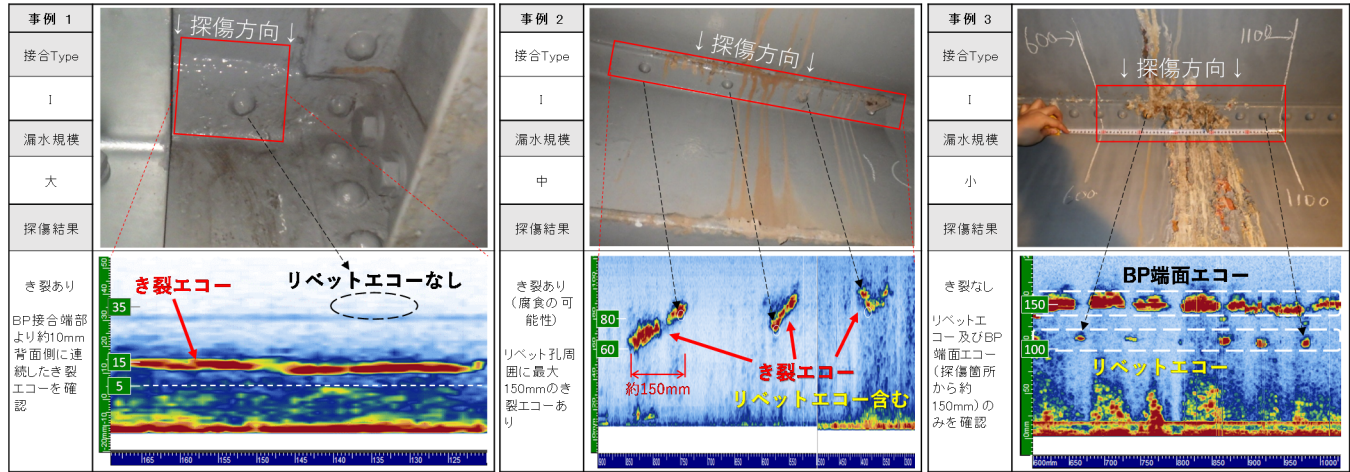


図-4 探傷結果の例

4. まとめと今後の課題

BP 下面からフェイズドアレイ超音波探傷により、最大 150mm 程度の範囲で BP の探傷が可能であることが分かった。探傷箇所では漏水規模が小さい場合ではき裂が検出されない結果となった。

今後の課題は、BP 上面からの調査により探傷結果の正当性を検証していくことや、TFM 超音波探傷等のより高精度の探傷方法（図-5）などを取り入れ、より簡便で正確なき裂判定法を確立する必要がある点と考えている。

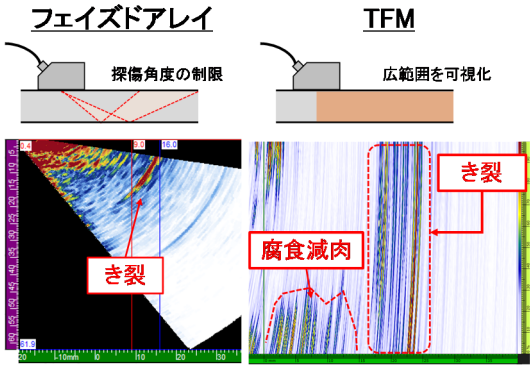


図-5 探傷技術による可視化範囲の違いの例

参考文献

1) 鉄道鋼構造物の検査・修繕の手引き 国土交通省鉄道局監修 鉄道総合技術研究所編 平成 29 年 11 月
2) 福本守ほか 鋼鉄道橋のバックルプレートにおけるき裂の原因と部位別の発生傾向 土木学会論文集 Vol. 74, No. 2, pp. 261-279, 2018