

バックルプレート桁（BP 桁）の維持管理方法

JR 東日本 東京支社 東京土木技術センター 正会員 ○塚澤 幸子
JR 東日本 建設工事部 構造技術センター 正会員 関 玲子

1. 背景・目的

バックルプレート桁（以下 BP 桁）は床版に凹型のプレート（バックルプレート、以下 BP）を用いた有道床の橋りょうで、桁により 4 辺を支持された BP が引張力として上載荷重を支持している（図 1）。BP 桁は明治末期から昭和 40 年代に架設され、JR 東日本東京支社管内には約 264 橋りょう、490 連存在し、供用開始後 100 年を超える桁もある。BP 桁では、経年劣化による亀裂・漏水等の変状が確認されている。そのため、BP 桁は、健全度等から計画的に変状対策が講じられてきているが、今後、未対策の BP 桁を計画的・効率的に維持管理するためには、BP 桁の健全度判定の精度向上を図る必要がある。

今回、BP 桁に関する既往の研究^{*1)}を基に、既存の変状を確認し、データ分析することで、BP 桁の健全度判定の精度向上について検討した。また、BP 桁の維持管理する上での着目点について提言を行った。

2. BP 桁健全度判定の精度向上を図る上での問題点

BP 桁の的確な健全度判定や対策優先順位付けは、次の 2 点を理由として容易でない。

- (1) 有道床の BP 桁では、BP 桁上面からの検査が容易に行えず、BP 桁下面からのみの検査になるため、変状内容を直接確認できない場合は、変状内容（亀裂、隙間、腐食等）を推定することで、桁の健全度を判断している。
- (2) これまで、橋りょう形式（上路プレートガーダー（以下 Gd）、下路プレートガーダー（以下 Gt）、軌道構造（バラスト軌道、省力化軌道、舗装軌道）、通過トン数等各種要因が桁の健全度へ及ぼす影響についての統計的な分析が不十分であった。

3. BP 桁の健全度判定の向上

(1) 変状内容の特定方法（BP 桁上面・下面から確認）

BP 桁上面からは、道床があるため BP の検査が困難である。また、BP 桁下面からの検査だけでは、部材の取合い等により BP 全ての変状を捉えきれない場合がある。

そこで、BP 桁上面からも BP の検査が可能な桁式工法^{*}2)で改良された BP 桁 10 橋りょう、373 プレートを対象に、

BP 桁上面及び下面から近接目視検査を行った。桁上面からの検査では、BP に多数の亀裂が確認され（図 2）、桁下面からの検査では漏水が多数（256 箇所）確認された。

はじめに、桁上面から確認された BP の変状位置と下面で確認された漏水位置を照らし合わせることで、漏水の原因を推定することとした。推定される漏水原因の内訳を図 3 に示す。下面から漏水が確認されたものの、上面からは変状が確認できない箇所は 164 箇所存在したが、これは、構造上の隙間等に起因するものと考えられる。

次に、亀裂に起因することが明らかな漏水 77 箇所を、表 1 に示す漏水状況・図 4 に示す発生位置に着目して更に分類した（図 5）。その結果、縦（横）桁取付部での漏水が 88%（29+34+25=88）と多いことが分かった。一方、構造上の隙間等に起因すると考えられる漏水 172 箇所を分類した結果、コーナー部での漏水が 66%、縦（横）桁取付部での小規模な漏水が 22%と多いことが分かった（図 6）。したがって、小規模な漏水が縦（横）取付部にある

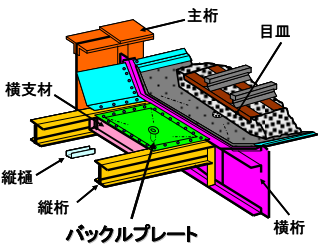


図 1 BP 桁の構造

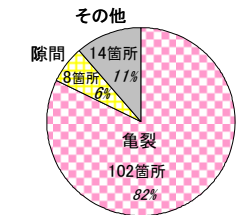


図 2 上面の調査結果

	漏水の状況		
	漏水長	錆汁・泥水等の付着物	塗膜劣化範囲
漏水規模	大	1辺の2/3以上	多い
	中	1辺の2/3未満	比較的小さい
	小	短い	少ない

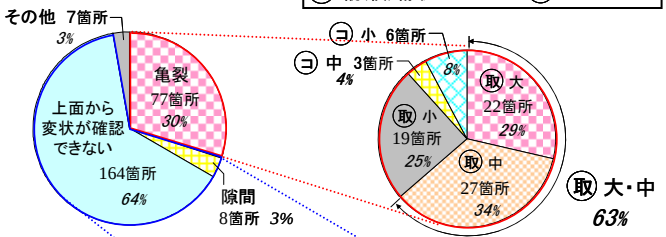


図 3 下面の漏水の内訳

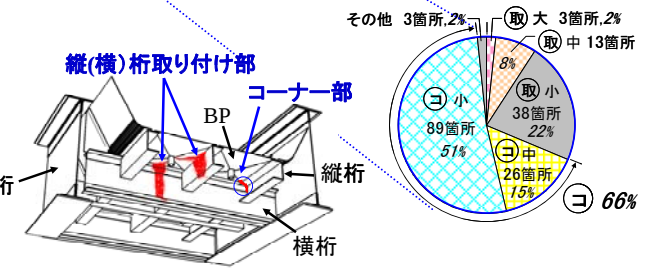


図 4 漏水発生位置

図 6 隙間等による漏水の分類

場合は、亀裂・隙間と判断するのは難しいが、傾向として、大・中規模な漏水が縦（横）桁取付部にある場合は亀裂の可能性が高く、コーナー部に漏水がある場合は隙間の可能性が高いと判断することができる。以上を踏まえ、変状内容の分類指標を作成した(表2)。

(2) 各種要因がBP桁の健全度へ及ぼす影響

①BPの亀裂発生率の検討（BP桁下面から確認）

目視調査により漏水等の変状が確認された213橋りょう、1,885プレートについて表2に示す分類指標に基づき分類した結果を示す(表3)。

既往の研究^{*1)}で、変状が発生しやすい条件は、溝型鋼との取付部の背面に多い、経年が大きい、道床厚が100mm以下と薄い、等であることが報告されている。応力測定やFEM解析結果より、亀裂は縦（横）桁取り付け部に高い曲げ応力が繰り返し作用するため、剛性の高い溝型鋼背面側に発生しやすいとされている。そこで、表3より亀裂が発生していたと推定される306(114+192=306)プレートについて縦（横）桁取付部の形鋼形状による分類を行った(図7)。

表2 変状内容の分類指標

位置	変状規模		
	大	中	小
縦(横)桁取り付け部	亀裂		
コーナー部		隙間	不明
その他			不明

表3 変状規模・発生位置（プレート数）

位置	変状規模		
	大	中	小
縦(横)桁取り付け部	114	192	452
コーナー部	1	152	837
その他	7	33	97

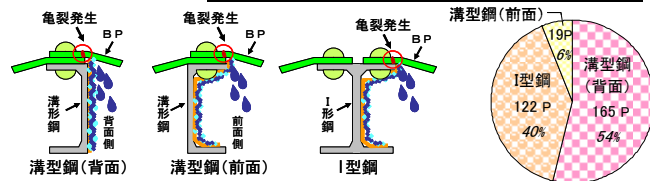


図7 形鋼形状による分類

その結果、溝型鋼（背面）、I型鋼との取付部に亀裂が多く発生していることが分かる。

次に、経年毎の亀裂発生率を示す(図8)。

図8 経年毎の亀裂発生率

なお、亀裂発生率とは、各橋りょうのプレート数に対する亀裂が発生したプレート数である。亀裂発生率が高くなる傾向として経年が大きいことが分かる。

次に、板厚・構造形式毎の亀裂発生率を示す(図9)。

その結果、BPの板厚が6.4mm及び8.0mmを用いたGdにおいて、亀裂発生率が高いことが分かる。構造形式がGdの場合、横桁に溝型鋼が多く使用されていることに起因すると考えられる。

図9 板厚・構造形式毎の亀裂発生率

②新たに亀裂が発生する条件の検討

表3で亀裂有と推定された306プレートの内、平成11年度の検査記録の変状発生位置と比較して、新たに亀裂が発生したとされる55プレートについて、経年毎・通トン毎の亀裂増加率を示す(図10)。

なお、亀裂増加率とは、各橋りょうの全プレート数に対して平成11年度以降新たに亀裂が発生したプレート数の割合、通トンとは平成11年度以降の通過トン数の累積である。その結果、通トンの影響は明確には確認できなかったが、経年が大きいほど、亀裂増加率が大きくなる傾向が確認できた。

次に、板厚・構造形式毎の亀裂増加率を示す(図11)。

BPの板厚が6.4mmと比較 図11 板厚・構造形式毎の亀裂増加率。比較的に薄いGdにおいて、亀裂増加率が多いことが分かる。

したがって、亀裂発生率と亀裂増加率が高くなる条件としては、経年が大きく、板厚が6.4mmを用いたGdといった同じ傾向が確認された。

平成11年度の亀裂発生率に対する平成11年度以降の亀裂増加率を示す(図12)。

亀裂発生率が高い程、亀裂増加率が多い傾向が読み取れる。

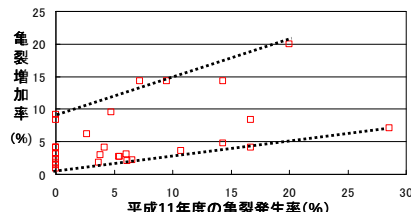


図12 亀裂発生率に対する亀裂増加率

4. まとめ

既存の変状と漏水箇所との位置関係を検討した結果、縦（横）桁取付部の大・中規模の漏水は亀裂に起因する可能性が高く、コーナー部の漏水は構造上の隙間に起因する可能性が高いことが明らかになった。BP桁下面からの調査では、縦（横）桁取付部の大・中規模漏水に特に着目すべきと考えられる。

また、亀裂発生率と亀裂増加率が高い条件が、経年が大きい、BPの板厚が6.4mmと比較的に薄い、Gd桁等と共通していること、亀裂発生率が高い程、亀裂増加率が多いことから、今後、BP桁を維持管理する際には、亀裂発生率の高いものに特に着目すべきであると考えられる。

<参考文献>*1): 下垣正宏, バックルプレート桁の変状と対策: 日本鉄道施設協会誌 2004年1月, *2): 星野智之: 都市部における老朽化橋りょう(バックルプレート桁)改良について, 第63回年次学術講演会講演概要集: 土木学会平成20年9月