

鋼鉄道橋バックルプレートの分担荷重

西日本旅客鉄道（株） 正会員 ○福本 守 正会員 木村 元哉
関西設計（株） 正会員 今田 大元

1. はじめに

1930 年代以前の代表的な有道床鋼鉄道橋であるバックルプレート（以下、BP）桁（図 1）では、BP 取付け部付近においてき裂、漏水等の変状が多く発生している（図 2）. JR 西日本では、この変状に対し、BP 下面に補強部材を設置し、BP との間にモルタル等を充填する補強（以下、下支え工法）を行ってきた. 下支え工法では、BP の代わりに補強部材が、上載荷重（死荷重、列車荷重）を全て負担できるよう、リブ付きの補強鋼板を設置する（図 3）が、補強部材の鋼重が大きい等の施工性、経済性での課題がある.

一方、既往の実験的検討では、BP の発生応力は、取付け部近傍を除いて設計値の 30%程度であることが報告¹⁾されている。これは、バラスト軌道を介して荷重が分散し、BP への負荷が軽減されたためと推察される。

本研究では、下支え工法よりも施工性・経済性に優れる恒久対策の確立を見据え、載荷試験、FEM 解析に基づき、鋼鉄道橋 BP が実際に分担する荷重を定量的に把握した。

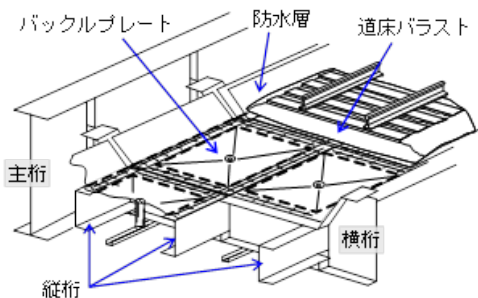


図 1 BP 桁(下路プレートガーダー形式)構造概要



図 2 取付け部の変状事例



図3 下支え工法による補強事例

2. 載荷試験・FEM 解析の概要

下路プレートガーダー（以下、TG）形式のBP桁を対象に、実物大の載荷試験、およびFEM解析を行い、BPの分担荷重を把握した．試験体はBP 4枚を含む橋梁床組部材、軌道材料（レール、PCまくらぎ、バラスト）で構成される（図4）．BP寸法（締結ボルト間隔）は、線路方向1282mm×直角方向1054mmで、TG形式の標準的な寸法である．まくらぎ間隔は568mm、バラスト厚は200mmとした．これらの値は、主要線区の規定値のうち、BPの負担が最も大きくなるように設定した．

載荷用ジャッキを用いて、2本のレールそれぞれに設計列車荷重（EA-17、衝撃含む）125kNを静的に鉛直載荷した。載荷位置は、BP中央直上とした（図4）。

FEM 解析は、基本的に載荷試験体と同じ構造寸法・材料物性のモデル、同じ載荷条件により静的線形解析を行った。なお、バラストについては本来、離散体であるが、まくらぎ下面やバラスト下面の圧力分布に関して実験値の再現性が確認されているヤング係数 100MPa の連続弾性体としてモデル化した²⁾。

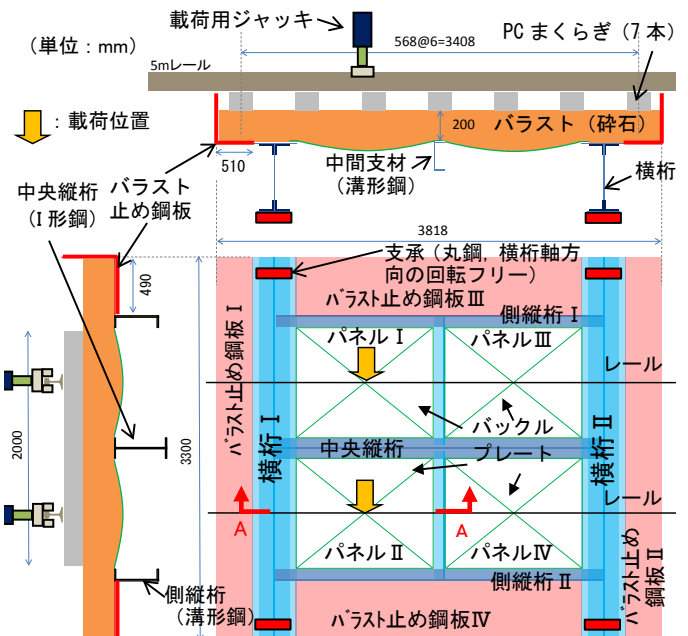


図 4 載荷試験体概要

キーワード バックルプレート，荷重分担，載荷試験，FEM 解析，下支え工法

連絡先 〒532-0011 大阪市淀川区西中島 5-4-20 中央ビル 2F 西日本旅客鉄道(株) 構造技術室 鋼構造 TEL 06-6305-6958

3. バックルプレート の 分担荷重

橋梁の各部材における、バラストから直接作用する荷重の解析値を図5に示す。軌道死荷重、および列車荷重の一部は、横桁、縦桁、中間支材等のいわば骨組となる部材にて直接負担しており、載荷点直下のBP(図4・5中のパネルI・II)の分担荷重は、軌道死荷重67kN、列車荷重250kNの上載荷重のうち、それぞれ52kN(軌道死荷重分1kN、列車荷重分51kN)と、設計値(TG形式の場合、橋軸直角方向に2枚のBPが敷設されており、これらの2枚で上載荷重を等分に負担すると考える)の約33%であった。

パネルIIのA-A断面(図4参照)における、列車荷重による橋軸方向の面内・面外応力分布を図6に示す。実験・解析とも、面内応力は引張側に5~14MPaの範囲で生じ、面外応力は取付け部近傍を除いてほとんど生じていない。この応力性状から、BPが概ね4辺を固定した膜として機能³⁾していることを確認した。面内応力分布の解析値は、中央を最大としてやや勾配があるが、その平均値(図6の面内応力解析値と折れ曲がり点で囲まれた範囲の面積を延長1174mmで除した値)は9.7MPaで、上載荷重を全てBPが負担すると考えた設計値27.2MPaの約36%であった。この結果は、前記のBPの分担荷重の設計値との比較とも概ね一致している。なお、取付け部近傍では大きな面外応力が生じていたが、この応力性状は実橋測定等に基づく既報⁴⁾と同様であり、この面外応力が取付け部近傍のき裂の一因と考えられる。

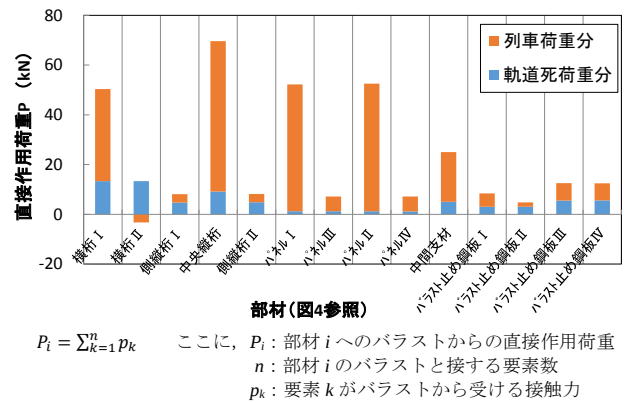
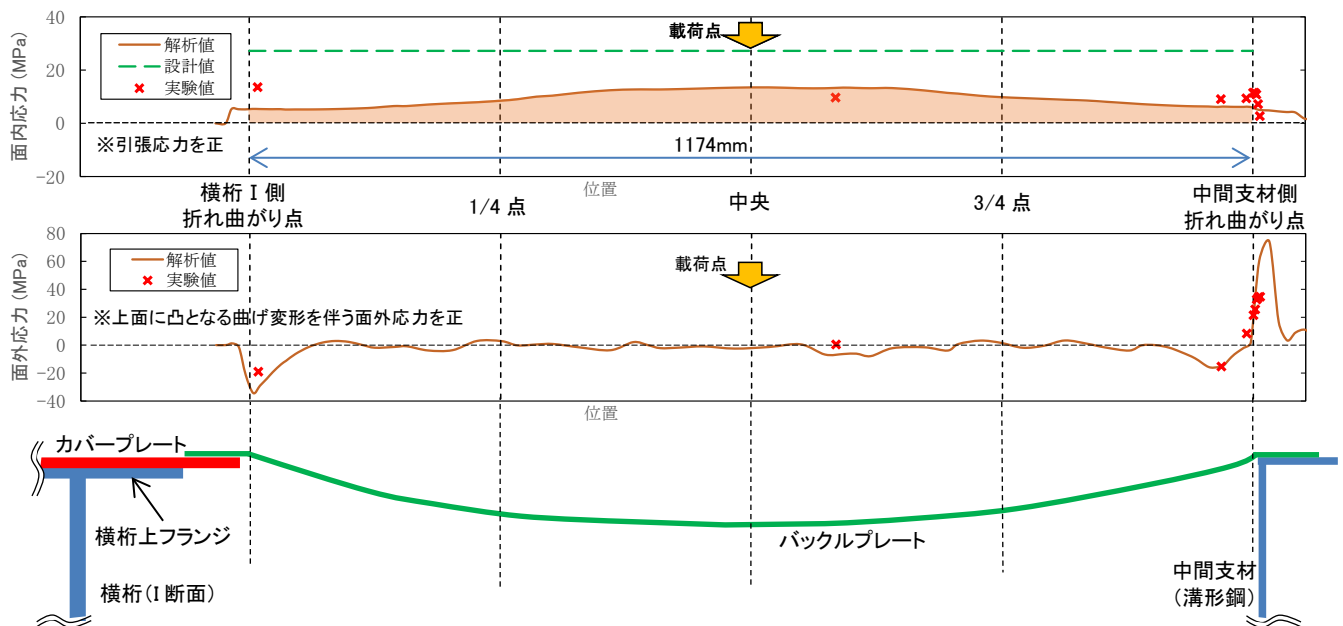


図5 各部材の直接負担荷重(解析値)



4. おわりに

載荷試験、FEM 解析により、鋼鉄道橋(TG形式)の標準的な寸法のBPの分担荷重を定量的に把握した。その結果、上載荷重の一部は、縦桁、横桁等が直接負担しており、BPの分担荷重、および取付け部近傍を除く発生応力は、設計値の3分の1程度となることがわかった。この結果から、BP桁の変状に対する恒久対策として、下支え工法より簡易な構造での補強が可能であると考えられる。今後、具体的な代替恒久対策を策定する。

参考文献

- 1) 杉館政雄ほか：バックルプレート桁の疲労試験，土木学会第46回年次学術講演会，I-409，pp.856-857，1991.9.
- 2) 桃谷尚嗣ほか：鉄道用アスファルト路盤の性能照査型設計方法に関する研究，土木学会論文集E，Vol.63，No.4，pp.608-619，2007.11.
- 3) 阿部英彦：鋼鉄道橋の設計と解説，現代社，pp.43-44，1968.
- 4) 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，Vol.42，No.1，pp.85-88，2004.1.