

バックルプレート桁の変状と原因究明について

東日本旅客鉄道(株) 東京土木技術センター ○正会員 下山貴史
東日本旅客鉄道(株) 東京土木技術センター 非会員 成嶋健一
(株)BMC 正会員 小芝明弘

1. はじめに

鋼鉄道橋で用いられているバックルプレート桁は、床版に凹嵌（バックルプレート）を用いた閉床式の橋りょうであり、このバックルプレートの上には道床碎石が敷設されている。主に、大都市の道路との交差部に用いられており、トータルコストの低減を考慮して採用されたが、騒音防止という2次的な効果も備えている。

JR東日本において首都圏の鉄道土木構造物のメンテナンスを担当する東京土木技術センター管内には、この形式の桁が約480連架設されており主に東北線に多く供用されている。また、この中には供用開始後100年に達する桁もあり、亀裂等の変状が見られる。ここでは、バックルプレートの変状の実態とその原因について調査したので報告する。

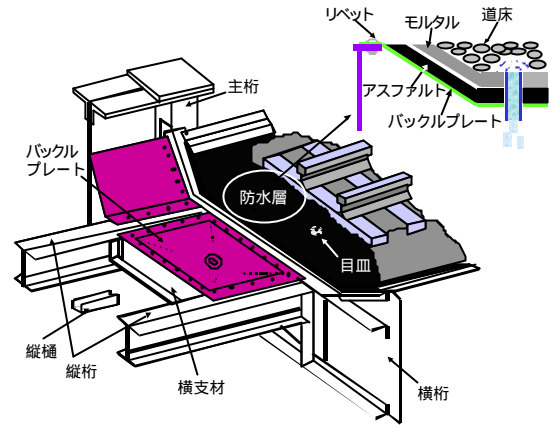


図1 バックルプレート桁の構造

2. バックルプレートの変状実態調査

(1) 変状状況

バックルプレートの主な変状として亀裂や漏水が発生している。亀裂は図2に示すようにバックルプレートと縦桁や横桁の取り付け部に発生しており、漏水もこれらの亀裂に伴うものと考えられる。

また、亀裂は縦桁や横桁などの支材に用いている溝型鋼の腹板側に多く発生する傾向がある。

(2) 実応力測定

列車通過時にバックルプレートに作用している応力を確認するため、実橋においてバックルプレートの上面の縦桁との取付部付近にひずみゲージを取りつけ（写真1）応力測定を行った。測定した波形は図3でありバックルプレート上面の応力は最大で約75Mpaとなった。この値から、耐用年数（余寿命）の算定を行った結果、供用開始後約35～40年に亀裂が発生する可能性があることがわかった。

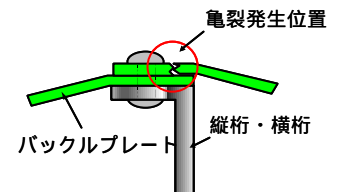


図2 亀裂発生箇所イメージ



写真1 ゲージ取付状況

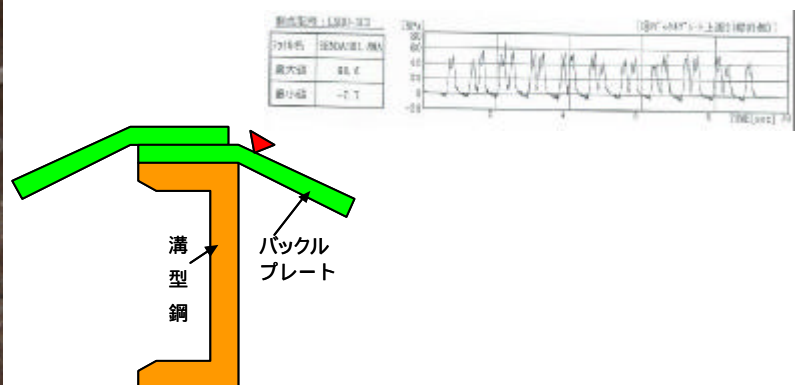


図3 測定波形

キーワード 鋼鉄道橋・バックルプレート桁

連絡先(住所：東京都台東区上野7-15-74 上野第一総合事務所1F 電話：03-3845-5081 FAX：03-3845-5082)

2. FEM解析

バックルプレート桁の変状原因の究明と対策を検討するため、バックルプレートをモデル化(図4)し、道床厚、バックルプレートサイズ(板厚、寸法)マクラギの位置等を変えて構造解析を行った。

解析によるバックルプレートの応力挙動から、バックルプレートと縦桁や横桁との取付部に大きな応力が作用することが確認され、取付部の応力は実測値約75Mpaに対し、解析では約55Mpaと若干小さくなった。また、取付部の応力は図5の溝型鋼A部(前面)よりもB部(背面)の方が約1.5倍程度大きくなり、剛度の大きい溝型鋼B部(背面)に亀裂が発生しやすいことがわかった(図6, 7)。取付部の実測応力が解析値より大きくなったのは、実測箇所は溝型鋼B部、解析値は溝型鋼A部に相当することからである。

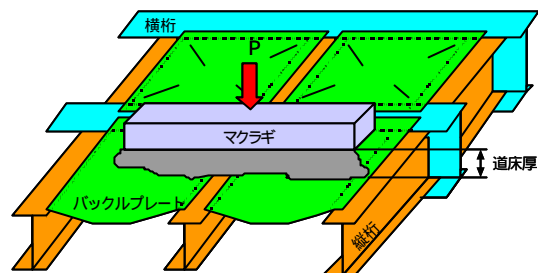


図4 解析モデルイメージ

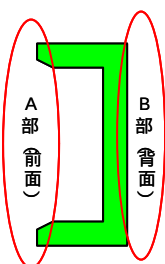


図5 溝型鋼の前面と背面

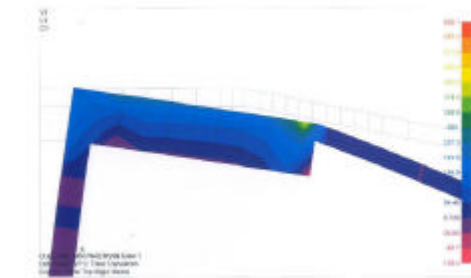


図6 取付部の応力挙動(A部)

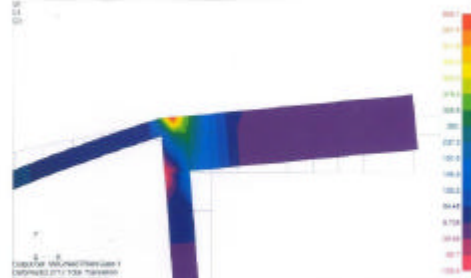


図7 取付部の応力挙動(B部)

一方、各種パラメータを変えた解析結果について縦桁および横桁との取付部の応力で比較した場合、バックルプレートの寸法の違いにより発生する応力に差はなかったが、道床厚が100mm以下になると極端に大きくなる結果となった。また、マクラギを横桁付近に配置するよりも中央部に配置した方が取付部に発生する応力が小さくなる結果となった。

これらのことから、最低でも道床厚を100mm以上確保し、マクラギの配置を考慮することでバックルプレートに発生する応力を低減し、亀裂の発生を防ぐことが可能であることが確認された。

表1 解析結果一覧(単位:Mpa)

バックルプレート寸法 (mm)	板厚 (mm)	道床厚 (mm)	枕木載荷 位置	横桁側	縦桁側
1, 100×1, 400	6.4	50	端部	43.9	59.3
			中央	7.6	66.0
		100	端部	34.6	53.0
			中央	7.2	58.1
		250	端部	34.5	41.0
			中央	8.2	38.1
	7.0	250	端部	33.2	35.0
			中央	7.7	31.8
1, 378×1, 384	8.0	250	端部	31.0	26.5
			端部	25.9	63.6

4. まとめ

今回、バックルプレート桁の変状状況を調査し、実応力測定および構造解析を行うことで、バックルプレートに発生する亀裂は、縦桁や横桁との取付部に作用する局部応力によるものであることがわかった。そして、この応力は十分な道床厚を確保し、マクラギ位置を考慮することで低減させることができることがわかった。しかし、架道橋部分では、十分な道床が確保されていない箇所があり、前後の軌道の勾配等から道床厚を増加させることは困難である。このようなことから、今後は、今回の調査結果を参考に、すでに亀裂が発生しているバックルプレートも含めて抜本的な対策を検討していきたいと考えている。