

鋼鉄道橋の箱桁ダイヤフラム付近に生じた変状の原因推定

東日本旅客鉄道(株) 構造技術センター 正会員 ○大島 博之
 東日本旅客鉄道(株) 横浜土木技術センター 正会員 窪田 利幸

1. はじめに

対象橋りょうは1963年に製作した支間32.8mの箱断面の鋼鉄道橋である。支承部修繕時にマンホールを新設し箱桁内部を調査したところ、対傾構形式のダイヤフラムや主桁ウェブ下端のダイヤフラムの廻し溶接部などにき裂を確認した。本稿では箱桁ダイヤフラム付近に生じた変状と推定した変状原因について報告する。

2. 橋りょう概要

本橋は旅客および貨物列車の往来がある京浜地区の輸送を支える重要線区に位置する。橋りょう諸元および構造上の特徴を以下に示す。

(1) 橋りょう諸元

- ・ 構造：単線橋マクラギ式上路箱桁（溶接構造）
- ・ 支間：32.8m 曲線半径：600m
- ・ 設計荷重：KS-18 製作：1963年

(2) 構造の特徴

① 箱桁上フランジにマクラギを直接敷設した軌道構造（図1）

本橋は主桁ウェブ直上にマクラギ受けを設けず、橋マクラギを直接主桁上フランジに敷設している。橋マクラギと上フランジは、橋マクラギ下面に設けた幅400mm程度の突起で接触する。接触部は主桁ウェブ中心から内側に300mm程度入り込んでいるため、列車荷重は主桁ウェブ直上から偏心して作用することが考えられる。

② 横リブ部分と垂直補剛材を板継溶接した対傾構形式のダイヤフラム（図2）

対傾構形式のダイヤフラムは、箱桁内の四辺を補剛するフレームと四隅を接合する斜材で構成している。フレームは上下フランジに配置した横リブに相当する部分とウェブに配置した垂直補剛材を板継溶接する構造になっている。ダイヤフラムは設置位置により2種類に分類できる。支点側のタイプ1は下フランジと横リブに相当する部分を溶接するのに対して、支間中央側のタイプ2は下フランジと横リブに相当する部分を溶接しない。これは、曲げモーメントの卓越部に対して疲労等級を低下させる溶接を避ける配慮と考えられる。

3. 変状内容

ダイヤフラム付近に生じた変状を写真1に示す。



写真1 ダイヤフラム付近に生じたき裂（タイプ1・タイプ2）

キーワード 鋼鉄道橋、箱桁、ダイヤフラム、き裂

連絡先 〒163-0231 東京都新宿区西新宿 2-6-1 新宿住友ビル 31 階 東日本旅客鉄道(株)構造技術センター TEL03-6276-1251

4. 変状原因の推定

箱桁は(a)荷重が偏心して作用したり、(b)フランジに直接作用したりする場合、図3のような変形が生じる¹⁾。対傾構形式ダイヤフラムはこのような変形に対して斜材とフレームが抵抗する。上フランジ側のフレームの剛性が小さいと箱桁に変形が生じることが考えられる。対傾構形式ダイヤフラムの変形と局部応力の発生状態を把握するためFEM解析を行った(図4)。

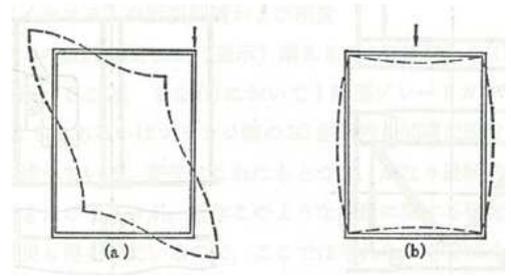


図3 箱桁の変形

	(1)主桁ウェブ直下に鉛直載荷した場合	(2)主桁ウェブから内側に偏心鉛直載荷した場合	(3)主桁ウェブに作用する荷重の大きさが異なる場合	(4)遠心力により水平方向の荷重が作用する場合
荷重	左右ウェブ直上に輪荷重(150kN)を載荷	主桁ウェブ中心から300mm内側に輪荷重(150kN)を載荷	左側のウェブ直上に輪荷重(100kN) 右側のウェブ直上に輪荷重(200kN)を鉛直載荷	上フランジの傾斜にあわせ輪荷重(150kN)を 鉛直力(149.7kN)と水平力(10.0kN)に分解して載荷
変形図 (50倍)				
変形	小さい	大きい。フレームが下フランジから反り上がる変形あり。	小さい	小さい
ダイヤフラム (ミーゼス応力 コンター図)				
局部応力	荷重載荷位置に発生	荷重載荷位置とフレームの発生	荷重載荷位置に発生	荷重載荷位置に発生
ダイヤフラム下端の 剛し溶接部 (ミーゼス応力 コンター図)				
局部応力	特に発生なし	ダイヤ剛し溶接部に発生	特に発生なし	特に発生なし

図4 FEM解析結果(タイプ2)

本橋のダイヤフラム付近のき裂の発生原因は、剛性が小さい上フランジ側のフレームに荷重が主桁ウェブ中心から内側に偏心して作用したことでフレームが変形し局部応力が生じたことと想定した。

6. おわりに

今回確認した変状には当て板等の応急対策や監視の強化などの措置をとった。当社が管理する箱桁は、鋼直結構造・バラスト構造・橋マクラギ式などの軌道構造、鋼床版・RC床版などの床版構造、充腹形式・対傾構形式などのダイヤフラム形状で分類できる。本橋と類似性のある橋マクラギ式で上フランジ側のフレーム剛性が小さい対傾構形式のダイヤフラムを有する箱桁から調査を深度化し、対策の方法や要否を検討していきたい。

参考文献 1) (社)日本道路協会 鋼道路橋設計便覧 昭和55年8月改定 pp143~