

溝型補強桁の変状対策

東海旅客鉄道株式会社	名古屋土木技術センター	正会員	大山 智
東海旅客鉄道株式会社	名古屋土木技術センター		野中 大輔
東海旅客鉄道株式会社	名古屋土木技術センター		水谷 真基

1. はじめに

溝型補強桁は、主に昭和初期に、列車の重量化や鋼材節約などの時代背景から、強度の低い古い桁に対して溝型断面の部材を現場溶接にて補強した桁である。しかし、桁に傷みが見られること、溶接性が悪いこと、また溶接技術が未発達であったこと等から、変状が生じやすい桁とされている。今回、当社在来線の溝型補強桁を目視点検したところ、上フランジを貫通したき裂(以下、貫通き裂)を確認(写真-1)した。安全性には問題ないが、今後の進展を防止するため、応急対策を行った。



写真-1 き裂発生状況

本稿では、き裂発生メカニズムを推定するとともに、推定した原因から応急対策工を検討し、その効果を検証したので以下に報告する。

2. 変状の概要

当該橋りょうの主な概要は、延長約 170m、全 11 連の単線桁であり、平坦な直線区間に設けられている。変状が発生した 11 連目は支間長 12.8m の上路鉋桁で、桁形式は作 30 年式の改良型(よはふ 512 - 12)であり、上下フランジにカバープレート、対傾構、補剛材、ラテラル材が溶接にて追加補強されている。き裂は、左右主桁の上フランジ溝型補強部カバープレート両側に線路方向へ発生(以下、溶接き裂)し、左側は長さ 1100mm、右側は長さ 390mm であった。また、左外側では貫通き裂が発生していた(図-1、図-2)。

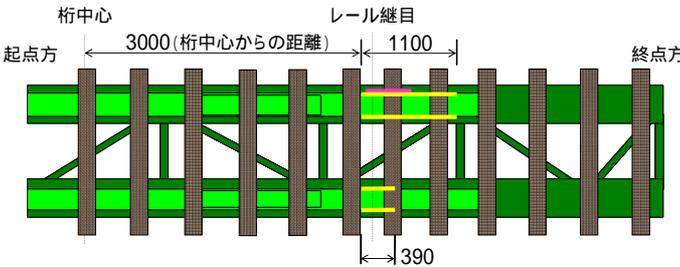


図-1 き裂の長さおよび方向(平面図)

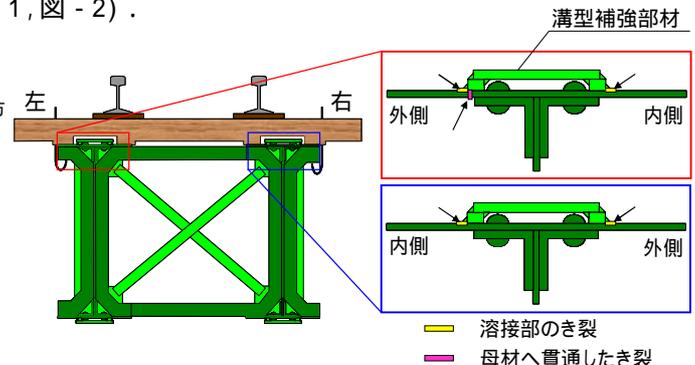


図-2 き裂の貫通状況(断面図)

3. き裂発生メカニズム

溶接き裂を目視したところ、き裂面の腐食が進行していることを確認した。また、列車通過時には溝型補強部材が上フランジに沈み込む挙動を示していた。これらのことから、溶接補強桁特有の肌隙を生じている可能性が高く、加えて溶接品質が劣っていたことにより、溶接き裂が貫通き裂より先行して発生したと考えられる。なお、溶接き裂はビード内を蛇行しながら進展しているため、ルートき裂の可能性が高いと考えられる。

実橋の応力測定の結果、溶接き裂発生箇所とき裂未発生箇所の上フランジ曲げ応力を比較したところ、き裂未発生箇所は 10MPa 程度であったのに対し、き裂発生箇所では 100MPa 超の高い応力が発生していた。

以上を踏まえ、貫通き裂の発生および進展のメカニズムは、列車の繰り返し荷重により、溝型補強溶接部の破断、溝型補強部材の沈み込み、上フランジへの荷重集中、上フランジ幅が広く板厚が薄い形状が起因となり、

キーワード 溝型補強, 溶接補強, 応急対策, 当て板, 曲げ応力, 応力低減, レール継目移設

連絡先 〒453-0801 愛知県名古屋市中村区太閤一丁目 15 番 5 号 名古屋土木技術センター TEL: 052-451-7146

上フランジ端部への曲げ応力が作用， 溶接欠陥から上フランジき裂が発生，進展，貫通と推定した(図 - 3)．また，き裂発生箇所上部にはレール継目が存在しており，フランジの曲げ作用を助長していると言える．

4．対策実施と効果確認

変状発見後，溝型補強部および上フランジ破断箇所を除いた断面にて耐荷力評価を実施した結果，現有応力比率は 100% 以上であることを確認した．また，実橋の応力測定・たわみ測定結果も管理値以下であることを確認し，列車運行を支障することはなく，安全性に問題のないことがわかった．そのため，応急対策の目的をき裂進展防止および曲げ応力の緩和とした．工期短縮およびコスト軽減を条件として検討を進めた結果，上フランジの上面はまくらぎ間に，下面は連続的に当て板を施す工法(以下，まくらぎ間当て板工法)を採用した(図 - 4)．

本対策の効果を検証するため，対策前後の発生応力を比較することとした．事前に，レール継目の影響がないき裂未発生箇所では，上フランジに高い曲げ応力が生じていないことを確認した．次に，応力測定位置とその結果について，代表的なものを図 - 5，図 - 6 に示す．上フランジ線路直角方向の曲げ応力は，変状発見直後，最大 215MPa(測点 3)の大きな圧縮応力が下面において発生していた．対策後，線路平行方向(測点 1,2)の応力低減が目立った効果は現れていないが，線路直角方向(測点 3,4)の曲げ応力は 5 割程度の低減効果があった．しかし，応力は低減したものの 84MPa(測点 3)程度の圧縮応力が下面において発生している．

今回実施したまくらぎ間当て板工法は，曲げ応力の低減効果があるものの，今後新たなき裂が発生する可能性や主部材へのき裂進展により，耐荷力を減少させる可能性が残った．このため，追加対策として，レール継目を移設するとともに，まくらぎの据え直しを行った．レール継目移設後，再度応力を測定した結果，図 - 6 に示すように曲げ応力の低減が確認された．しかし，き裂を完全に除去していないことから，き裂発生，進展の有無を継続的に監視するとともに，今後の追加対策として，水平補剛材の設置や，桁架替え等の計画を策定する．

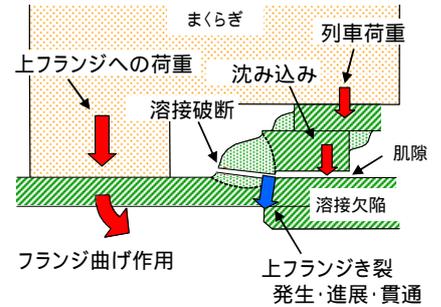


図 - 3 上フランジのき裂発生メカニズム

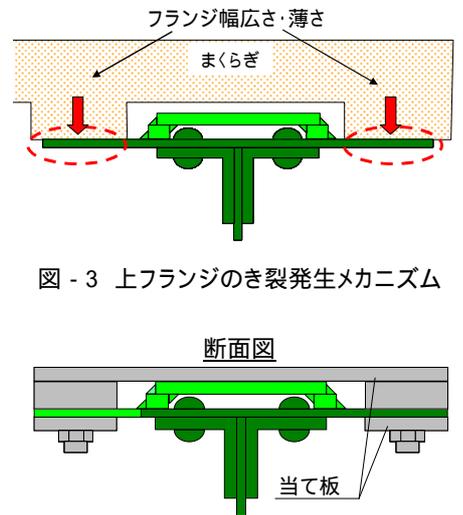


図 - 4 まくらぎ間当て板工法

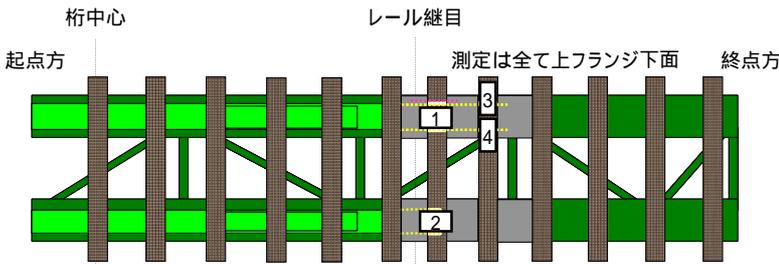


図 - 5 応力測定位置および方向

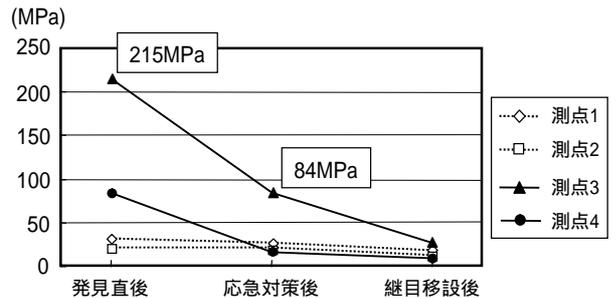


図 - 6 応力測定結果

5．まとめ

本稿では，今回の変状は，溶接部の破断により溝型補強部材が沈み込んだことによって応力集中が生じた箇所に，レール継目等の影響による高い曲げ応力が作用することにより，母材切断に至った可能性があることを明らかにした．これに対し，母材へのき裂発生防止は曲げ応力対策と同様であり，当て板やレール継目移設といった簡易な対策でも応力低減が図れることが実証できた．今後も確実な検査を継続するとともに，効果的・効率的な補修方法を検討していく．

おわりに，原因究明から対策検討，実施に至るまで多大なご指導ご協力を頂いた皆様に厚く御礼申し上げます．

参考文献 ・(社)日本鉄道施設協会：鉄道施設技術発達史，1994.1

・(財)鉄道総合技術研究所：鋼構造物補修・補強・改造の手引き，1987.9