

I-A218 鉄道鋼トラス橋の縦桁における疲労損傷の検討

J R 東日本 正会員 鈴木博人 J R 東日本 大井晴男
BMC 正会員 小芝明弘 BMC 正会員 公門和樹

1. はじめに

トラス橋ではすでにいくつかの疲労損傷の報告¹⁾があるが、今回対象とする疲労損傷は図-1に示すものである。ここに示した、縦桁腹板の補剛材下端に生じた疲労き裂については、すでに高速区間における横振動を対象とした検討は行われているものの、一部低速区間で見られるこの種の変状については改めて検討が必要である。ここでは、手はじめに補剛材下端の応力に影響を及ぼす要因について検討した。なお、補剛材下端の応力に影響を及ぼす応力に次のものがある。

- ①梁応力としての腹板応力（面内応力）
- ②荷重の偏心载荷による梁の倒れによる面外応力
- ③縦桁に連結された主構のラテラルから作用する面外応力
- ④梁自体の横振れ振動による面外応力

このうち①の梁応力の作用については、設計において水平橋軸方向の応力として照査される。また、④については、主に新幹線の高速走行における振動問題として研究が進んでいる²⁾。しかし②、③については、必ずしも十分には解明されておらず、ここでは、この検討を中心に行った。

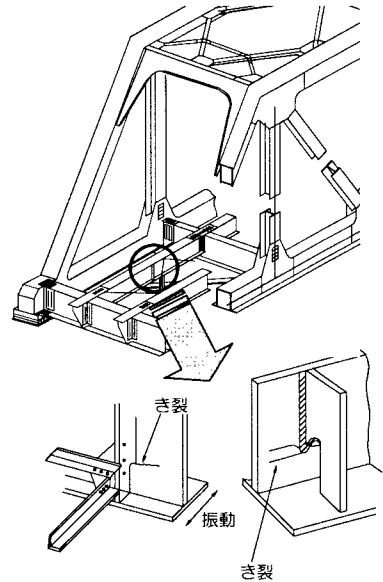


図-1 補剛材下端部の疲労き裂

2. 検討の方法及び結果

(1)補剛材下端部の応力測定

ここで対象としたトラス橋は、溶接構造が導入されはじめた昭和30年代初期のもので、縦桁に対傾構がないのが特徴である。なお、実測した時の列車速度は70 km/hと当該線区における平均的なものである。なお、補剛材下端に対するき裂の検討は、補剛材下端の回し溶接部に貼ったゲージの鉛直方向の作用応力を中心に行った。図-2は、測定した代表的な応力波形とその波形の振動成分をフィルターをかけて分析した結果を示す。(a)は原波形、(b)はローパスフィルターをかけた静的成分、そして(c)が振動成分である。

その結果低速区間にもかかわらずかなり大きな振動成分が見られる。

(2)トラス全体構造の作用力シミュレーション解析

縦桁の補剛材下端に生じる応力は、梁応力の他、補剛材下端をノードとした腹板の面外曲げ応力が支配的であることはすでに解っている。この応力を生じさせる要因として縦桁下フランジの横振動の他、レール位置が縦桁の腹板と偏心していることにより起こる横倒れ変形と、主構のラテラルから作用する横力と考えられる。ここでは、はじめにトラス全体モデルに列車を走行させ、

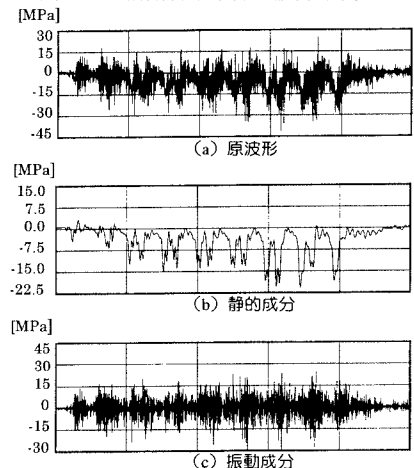


図-2 補剛材下の実測波形分析

キーワード：鉄道橋、トラス、疲労、維持管理、面外応力

連絡先：〒261-7125 千葉県美浜区中瀬2-6 WBG ウェスト 25F 043-297-0207, Fax043-297-0208

その時ラテラルに作用する力をシミュレーション解析した。
図－3にはシミュレーションに用いた立体モデルとラテラルの作用力の応答解析結果を示す。これより、ラテラルからは桁端で16tf、そして桁中央部で約4tf程度の力が作用することが分かった。

(3)補剛材下端部の応力解析

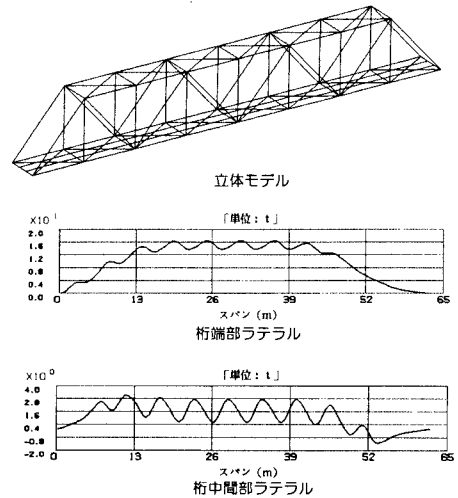
図－4にはモデル化した縦桁全体の一部(着目箇所)と、その変形の状況を示す。ここでの主な目的は偏心载荷による影響、载荷位置による影響および縦桁ラテラルの有無による影響を見ようとしたものである。

また、载荷は枕木に相当する梁を介して実列車荷重を偏心载荷した。

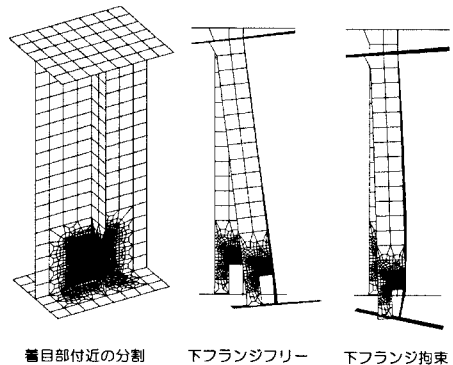
なお、解析の条件と結果を表－1に示す。

表－1 解析条件と補剛材下端部の作用応力(MPa)

解析条件		解析ケース			
		1	2	3	4
枕木が補剛材直上		○	○		
枕木が補剛材間				○	○
拘束	上フランジ(上ラテラル)	有	有	有	有
	下フランジ(拘束)	無	有	無	有
補剛材下端の応力	主応力	79.9	127.7	26.0	38.1
	鉛直成分	80.2	127.9	22.7	38.2



図－3 立体モデルと解析結果



図－4 解析モデルの一部と変形状況

3. 結果のまとめ

今回の検討から、以下に示すことが分かった。

- ① 補剛材下端に生じる応力は、レール枕木を介して偏心载荷することにより縦桁が横倒れすることによって生じる。
- ② ラテラルが下フランジに取り付くことによる拘束が縦桁の傾斜時に腹板に補剛材下端をノードとして面外変形を生じさせ、拘束しない場合の約1.6倍の高い応力となった。さらに、ラテラルからの力が加わると増加する。
- ③ 補剛材下端に生じる応力は、補剛材の直上に車輪が载荷した時に最大となり軸の通過に応答する。
- ④ この箇所に対する疲労の評価に用いる応力は、設計では橋軸水平方向の梁応力、また、実測では三軸ゲージによる主応力を用いることを基本としているが、今回の検討から下端部の鉛直方向の応力と三軸による主応力はほぼ一致していることが分かった。
- ⑤ 実測応力から、低速区間でも静的応力に匹敵する大きさの動的な応力成分が検出された。

今後は、さらに具体的な応力発生メカニズムを解明し、合理的な対策の開発につなげていく。

参考文献

- 1) 阿部英彦・谷口紀久・阿部允：鋼鉄道橋における疲労問題と補修・補強，橋梁と基礎，Vol.17，No.8，P24～29，1983.8
- 2) 谷口紀久・阿部允・阿部英彦：鋼鉄道橋の疲労変状(垂直補剛材下端)，土木学会構造工学論文集，Vol.32A(1986.3)