

格点部剛性を考慮した鋼トラス橋の動的相互作用解析

(公財)鉄道総合技術研究所 正会員 ○北川 晴之 (公財)鉄道総合技術研究所 正会員 徳永 宗正
 (公財)鉄道総合技術研究所 正会員 渡辺 勉 (公財)鉄道総合技術研究所 正会員 池田 学

1. はじめに 橋りょうの設計において部材の動的応答を適切に考慮する必要がある。鋼トラス橋の動的挙動の適切な評価のためには、主構部材の格点部における結合度の精度良い評価が必要となる。本論文では、鋼トラス橋の格点部の詳細な形状が主構部材および鋼トラス橋全体の動的挙動に与える影響を把握することを目的として、鋼トラス橋の格点部の結合度を評価し、格点部の剛性を考慮した鋼トラス橋の動的相互作用解析を行った。

2. トラス橋格点部の結合度評価

2. 1 検討方法 図-1 に解析モデルの概要を示す。解析モデルは、アイソパラメトリック 4 節点シェル要素を用いて、鋼トラス橋の格点部を細部の形状までモデル化したものである。本モデルでは、斜材は、二面添接方式で接合されている。荷重は、格点部から延びている 4 つの部材のうち、上・下弦材の片側と斜材の両側に対し、1 部材ずつとした。作用させる荷重は部材終端部に対して、引張・圧縮軸力または、曲げモーメントを荷重した。このときの境界条件は、荷重を行わない主構の解析モデル終端をピン支持とした。格点部形状は表-1 の通りとした。

2. 2 解析結果 図-2 に各部材の剛性分布を示す。剛性分布は、最も荷重端に近い要素から求められた剛性で無次元化している。格点部における剛性の増加は、上・下弦材よりも斜材で大きく、さらに軸剛性よりも曲げ剛性に対して大きかった。具体的には、斜材における軸剛性分布では、3~8 程度、上・下弦材の軸剛性比では、1~2 程度であった。曲げ剛性比では、斜材で 50~350 程度、上・下弦材でも、4~8 程度であった。なお、格点部 B の斜材 i では最大で 1000 程度であった。

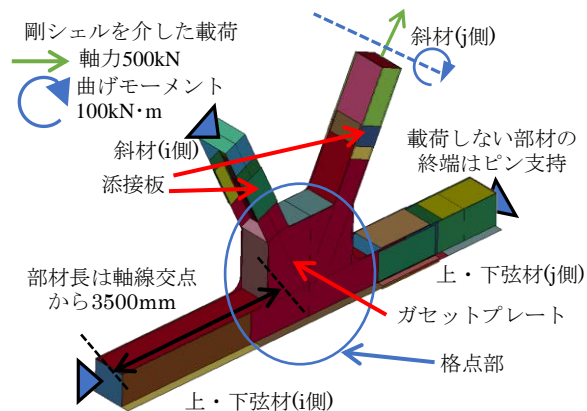


図-1 解析モデルの概要

表-1 格点部詳細解析の解析モデル一覧

モデル	斜材 接合方法	断面寸法 (幅×高さ :mm)			位置
		斜材 i	斜材 j	上・下弦材	
格点部 A	差込み	□型 400×530	□型 400×530	□型 530×510	上弦材側
格点部 B	突合わせ	□型 400×530	I 型 400×530	□型 530×530	下弦材側
格点部 C	差込み	I 型 400×530	□型 460×530	□型 530×510	上弦材側

※ガセット寸法は 1600×1700 mm(A,C), 1600×1628mm(B)

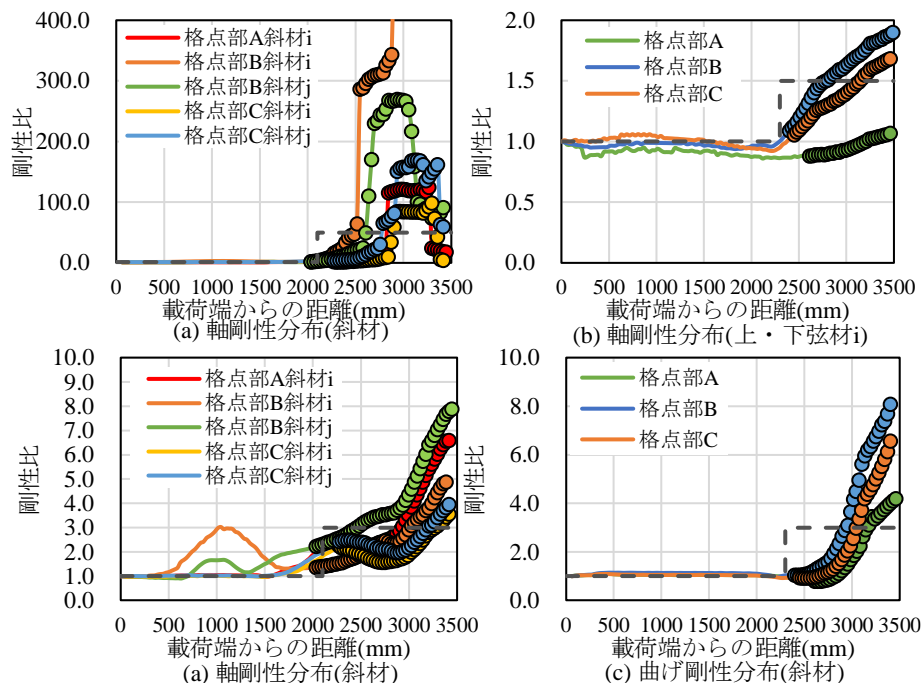


図-2 無次元化された剛性分布

キーワード 鋼トラス橋, 動的相互作用解析, 高速鉄道, 共振, 衝撃係数

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 南館 213 (公財) 鉄道総合技術研究所 TEL : 042-573-7290

3. 動的相互作用解析 3.1 解析手法

図-3 に対象構造物の解析モデルを示す。高速鉄道で適用されているスパン 60m の鋼トラス橋を対象とした。鋼トラス橋の動的応答特性の評価に用いた解析プログラムは鉄道総研が開発した車両と線路構造物の動的相互作用解析プログラム DIASTARSIII¹⁾である。鋼トラス橋は梁要素でモデル化した。格点部剛性は図中の赤で示す位置の要素剛性で考慮した。以降、格点部剛性考慮なしのケースを CASE1, 格点部剛性考慮ありのケースを CASE2 とする。CASE2 では、曲げ剛性の補正量は、斜材で 50 倍, 上・下弦材で 3 倍とし、軸剛性の補正量は、斜材で 3 倍, 上・下弦材で 1.5 倍とした。車両はばね, ダンパで結合したマルチボディでモデル化した。本研究では、走行車両の諸元は一般的な新幹線車両に基づくものとし、車体の質量は空車相当, 車両数は 16 両とした。解析の減衰モード減衰比は 2%, 時刻歴解析の時間刻みは 1msec, 列車速度は 50~500km/h とした。

3. 2 解析結果 図-4 に衝撃係数と列車速度の関係を示す。衝撃係数は、各列車速度と、列車速度 50km/h の時刻歴波形における最大値の比から求めている。CASE1 と CASE2 で共通して、200km/h に共振によるピークが生じていた。これは、図-5(a)に示すたわみ 1 次モードの共振によるものである。このときの衝撃係数は両者で概ね等しかった。しかしながら、より高速領域では、いずれの着目点においても、CASE1 の方が高い衝撃係数を示していた。さらに、図-4(b), (d)の 300km/h 付近や図-4(b), (c)の 480km/h 付近のように、CASE2 では見られないピークが形成されていた。これは図-5(b), (c)に示すような全体系や縦桁の振動に部材振動が連成する振動モードが、格点部剛性の考慮により、500km/h までの領域で見られなくなったためである。また、図-5(a)に示すように全体系の振動モードも格点部剛性の考慮により、部材軸剛性とともに入昇することにより 10%程度、固有振動数が上昇した。

4. まとめ 鋼トラス橋格点部の剛性分布に基づき、格点部剛性を補正し、動的相互作用解析を行った。その結果、格点部剛性を考慮することで、全体系や縦桁の振動に部材振動が連成する振動モードが 500km/h までの領域で生じなくなり、衝撃係数が低下することが確認された。また、全体系振動モードも 10%程度固有振動数が上昇していた。

参考文献 1)涌井一, 松本信之, 松浦章夫, 田辺誠: 鉄道車両と線路構造物との連成応答解析法に関する研究, 土木学会論文集, No.513/I-31, pp.129-138, 1995.

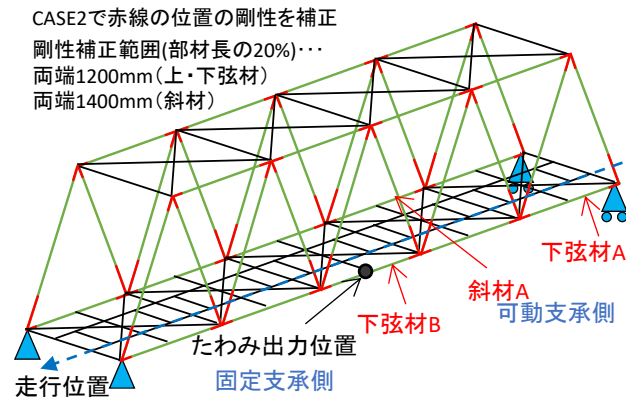


図-3 動的相互作用解析の解析モデル

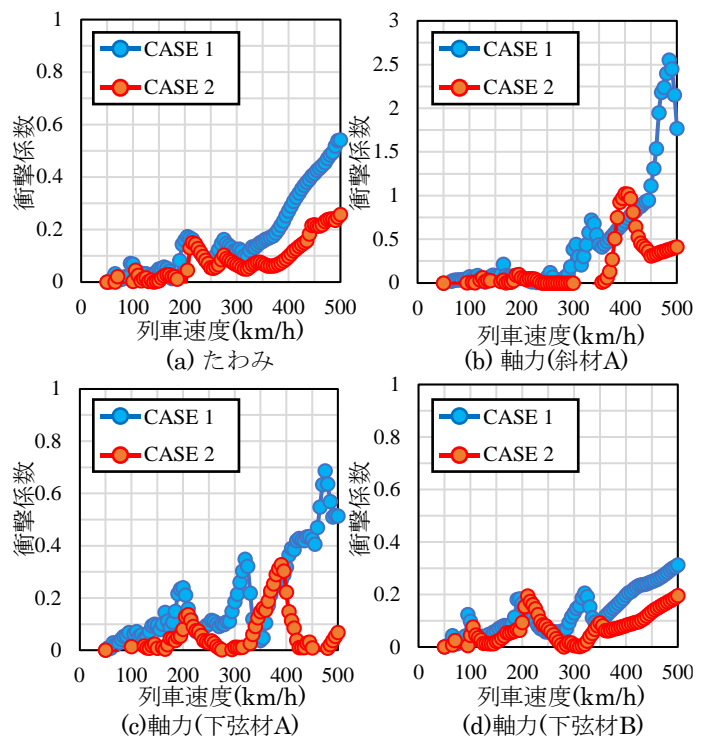


図-4 衝撃係数と列車速度の関係

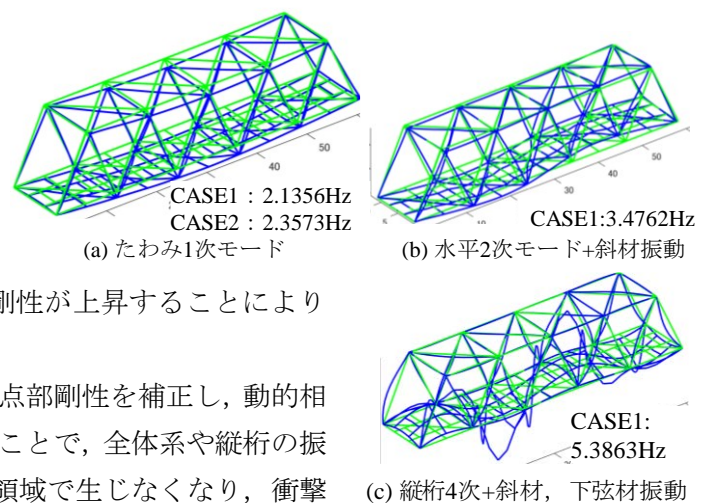


図-5 主な固有振動モード