

横荷重を受ける鋼 I 桁橋の下横構に対する応答値と荷重分担率

大日本コンサルタント(株) 正会員○宮田 秀太, 徳橋 亮治
(株)地震工学研究開発センター 正会員 馬越 一也
名古屋工業大学 正会員 野中 哲也

1. はじめに

平成 29 年の道路橋示方書Ⅱ鋼橋・鋼部材編¹⁾(以下, H29 道示)では, 橋の立体的な機能が確保できる構造という観点のもと, 対傾構及び横構を設計することが規定されている。著者らは, 橋の立体的な機能に着目し, シェル要素を含む立体解析を行い, 横桁及び対傾構の部材配置による影響を確認し, その挙動に対する考察を行っている²⁾。

一方, H29 道示に基づく道路橋の設計計算例³⁾(以下, 計算例)では, 下横構に対して, 横荷重としてレベル 2 地震動が作用する状況にて, 床版と下横構での荷重分担率を仮定した計算例が示されている。荷重分担率は, 構造条件に応じて, 個別に設定するには, 荷重伝達についての確認が必要である。そこで, 本検討では, 既報²⁾の立体解析モデルを用いて, 下横構に作用する応答値と荷重分担率を仮定した簡易計算値との比較を行った。

2. 対象橋梁とモデル化概要

図-1 に対象橋梁の概要を示す。対象橋梁は, 橋長 98.3m の鋼 3 径間連続鋼桁とした。上部構造は, RC 床版を有する鋼 I 断面, 下部構造は, コンクリート充填した鋼製橋脚及び場所打ち杭とした。支承は, 免震支承とし, 全支点とも橋軸方向は弾性支持, 橋軸直角方向は固定支持とした。地盤種別はⅡ種地盤であり, 地域別補正係数は 1.0 となる。

図-2 に解析モデルの概要を示す。図中には, 部材の断面形状をファイバー要素で表示したものと, 非表示で骨組みにて表示したものを示す。支点上補強リブは, 桁高の半分の高さを設置範囲とした。その他, モデル化条件は, 参考文献²⁾を参照されたい。解析は, 材料非線形, 幾何学的非線形を考慮し, 解析ソフトは SeanFEM ver1.2.2⁴⁾を用いた。

解析は, 支点上部材と死荷重強度を変化させた Case を行った。支点上部材は, 既報²⁾にて部材配置にて挙動が異なるため, 横桁とした Case1, 対傾構とした Case3 とし, このときの死荷重比率は, 図-3 左図に示す基本比率(床版 5 : 鋼重 1)とした。Case2 は, Case1 と同様の支点上横桁形式としたうえで, 死荷重比率(床版 3 : 鋼重 1)とした。

3. 格子計算を用いた簡易計算

立体解析との比較用の格子計算の概要を図-4 に示す。格子計算は, 下横構がある XY 平面を 2 次元でモデル化し, キーワード 鋼 I 桁橋, 耐震設計, 横荷重, 分担率, 下横構

連絡先 〒330-6011 さいたま市中央区新都心 11-2 TEL 048-615-2224

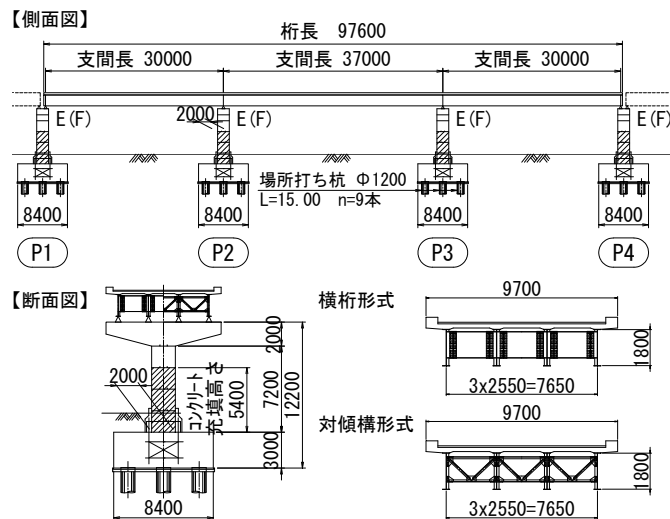


図-1 対象橋梁の概要

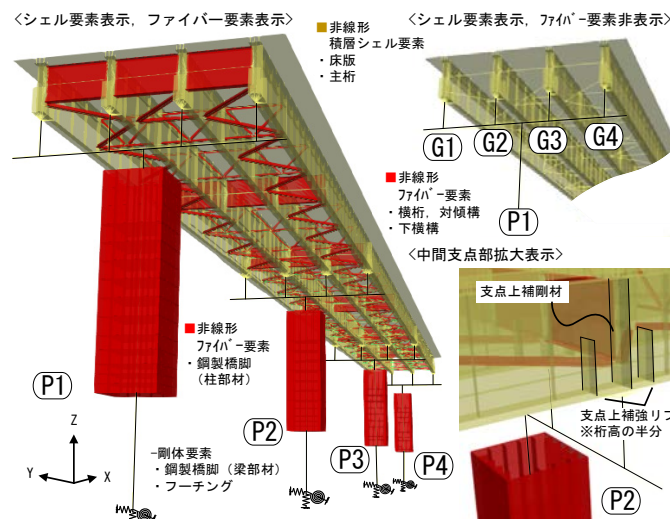


図-2 解析モデルの概要

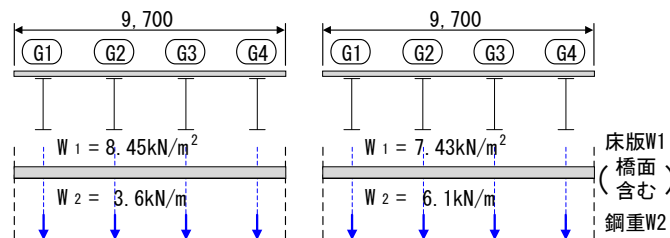


図-3 荷重強度図 (左: Case1 及び Case3, 右 Case2)

各主桁線に+Y方向に分布荷重を載荷した。載荷荷重は、図-3左図の基本比率より作成した。床版荷重 W_1 は面荷重のため、幅員 9,700m を乗じて主桁本数 4 本で除し、鋼重荷重 W_2 に加えている。算出した死荷重強度に対して、設計水平震度 $k_h=1.75$ 及び荷重分担率 0.25 (=1/4) を乗じて、1 主桁あたりの載荷荷重とした。設計水平震度は、II 種地盤のピーク震度であり、動的解析の応答値より設定した。なお、荷重分担率は、計算例³⁾の値を参照した。

4. 解析結果と簡易計算との比較

図-5 には、Case1 を代表とした水平力の時刻歴応答を示す。時刻 5.0Sec 付近にて、最大応答値を示している。床版水平力は、鋼桁と床版の接合部の応答値から抽出している。表-1 には、各 Case の最大水平力の応答値を示す。なお、この値は、最大最小値の絶対値を平均化している。表より、地震時の床版水平力と上部構造全体に作用する水平力は、図-3 の荷重強度に示す死荷重比率と同等であることが確認できる。

表-2 に下横構の応答値について、立体解析結果及び格子計算の値を示す。抽出箇所は、端支点及び中間支点付近、支間中央部の最大値とした。

Case1 及び Case2 は、支点上部材は横桁形式であるが、死荷重比率が異なっている。下横構に作用する応答値としては、両 Case に差はなく、ほぼ同等の応答値となっている。これより、荷重分担率に床版と鋼重の死荷重比率が与える影響は小さい可能性が考えられる。Case3 である支点上対傾構形式は、横桁形式よりも比較的剛性が小さいため、これに伴い、下横構に作用する応答値も大きくなっている。

図-6 に各 Case の応答値を格子計算の応答値にて除し、計算例³⁾で仮定している荷重分担率との差を確認した結果を示す。中間支点付近は、増減 15% 程度の精度となっており、概ね妥当な精度であるといえる。その他、端支点付近又は支間中央では、60% 程度から 70% 程度と解析値が若干小さくなっている。

5. まとめ

本検討では、下横構に作用する応答値について、荷重分担率を考慮した格子計算と立体解析を用いた比較を行った。下横構の応答特性は、床版と鋼重の死荷重比率による影響よりも、支点上部材の剛性、橋の立体的機能の確保の観点により、分担率が異なっていることがわかった。本検討は、限られた条件の中で実施した一検討であるため、今後も、横荷重を受けた際の上部構造の応答特性について、検討が必要である。

参考文献 1) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説 II 鋼橋・鋼部材編(平成 29 年版)，2017. 2) 宮田他：横荷重を受ける鋼 I 桁橋に対する立体的機能の確保に関する一考察，第 23 回橋梁等の耐震設計シンポジウム講演論文集，pp.199-206,2021. 3) (社)日本道路協会：平成 29 年道路橋示方書に基づく道路橋の設計計算例，2018. 4) (株)耐震解析研究所：SeanFEM User's Manual，2009.

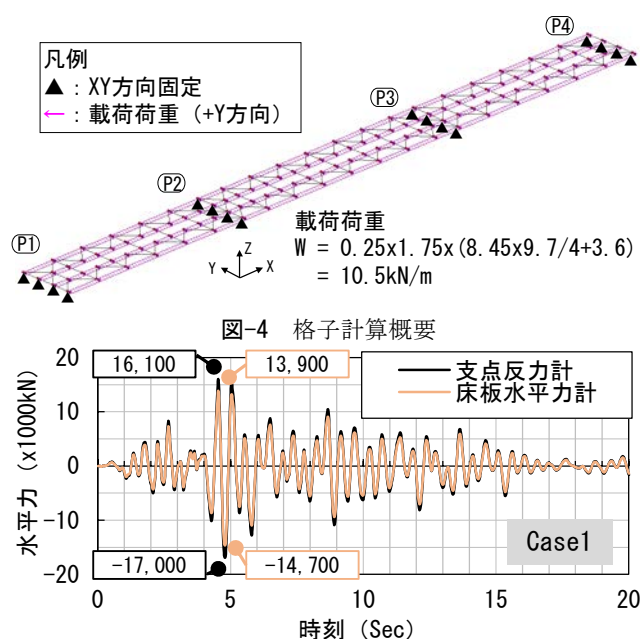


図-5 水平力の時刻例応答

	Case1	Case2	Case3
全支点 (A)	16,550	16,550	14,300
床版 (B)	14,300	12,850	12,300
比率 (B/A)	0.86	0.78	0.86

対象箇所	格子計算 (kN)	Case1 (kN)	Case2 (kN)	Case3 (kN)
端支点付近	264	141	137	196
中間支点付近	406	348	342	475
支間中央	87	68	65	54

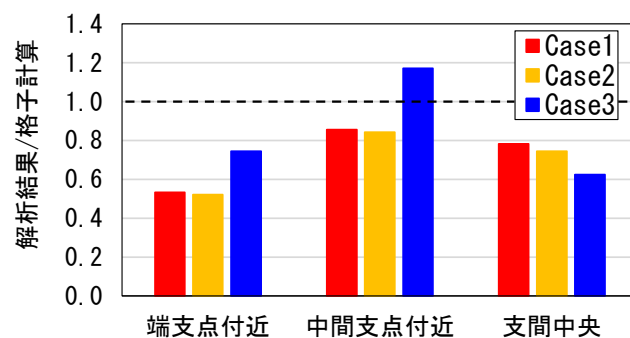


図-6 下横構応答値の比率