

横荷重を受ける鋼 I 桁橋における床版ずれ止めの有効幅に関する検討

西日本高速道路株式会社 正会員 ○奥山 大輝 西田 健一 西谷 朋晃
日本ファブテック株式会社 非会員 清水 織恵 山口 徹

1. はじめに

鋼橋の設計においては、H29 道路橋示方書によって、「橋の立体的構造を確保すること」が橋の要求性能の1つであることが明確化されている。橋の立体的構造を確保することとは「1.断面形状の保持、2.剛性の確保、3.横荷重の伝達」を満足することである。このうち、風荷重や地震の影響等の横荷重に対して構造物の荷重伝達を確実にを行うため、ずれ止めの配置を適切に行う必要がある。しかしながら、H29 道路橋示方書には橋軸直角方向の荷重に対する床版有効幅の考え方等、ずれ止めに関する具体的な照査方法は示されておらず、橋軸方向の荷重に対するずれ止めの照査方法を準用した場合に、過度なずれ止め配置となる設計になる可能性がある。本稿では、鋼2主 I 桁橋に横荷重が作用した場合における床版有効幅の考え方について、解析的に検討を行った。解析は、上部構造の一部についてシェル・ソリッド要素として、地震による横荷重を想定した静的 FEM とした。

2. 橋軸方向の荷重に対するずれ止めの床版有効幅の考え方

ずれ止めの橋軸直角方向に対する床版有効幅の考え方については、次のとおり様々な考え方が提案されている。

例えば、「少数主桁橋設計・施工指針（案）」（高速道路技術センター：平成12年）では、支点部については「支間長/10 または主桁間隔の範囲で三角形分布」するものとして定めている。また、「連続合成2主桁橋の設計例と解説」²⁾においては「横桁間隔/2の範囲で三角形分布」しているものとして定めている。上記のように三角形分布として提案されている他に、平成29年道路橋示方書Ⅱ13章に規定されているフランジの片側有効幅の考えを準用し、「 $2 \times 0.15 \times$ 横桁支間の範囲で等分布」するものとして設定している例もある。

3. 解析モデル・解析条件

3-1. 解析モデル

今回の FEM 解析の対象橋梁を図-1 に示す。この橋梁は、現在新規建設中の第二神明道路 北線（神戸西バイパス）に位置する橋梁の1つである。構造形式は鋼7径間連続少数主桁橋であり、橋長は273.5m、各径間の支間長は図-1の通りで道路の有効幅員は9.6mである。本橋の解析モデルを図-2 及び図-3 に示す。本検討では主桁高さが変化する支点 e~h 間の横荷重に対するずれ止めの床版有効幅を検討するため、支点 a から支点 e については、床版、主桁、ずれ止めをはり要素とし、支点 e から支点 h までは床版をソリッド要素、ずれ止めを線形バネ要素、主桁を横桁をシェル要素とした。また、シェル要素のサイズは 200-400mm とし、ソリッド要素は鉛直方法に3分割程度とする。ずれ止めの間隔は全線にわたって 200mm とする。

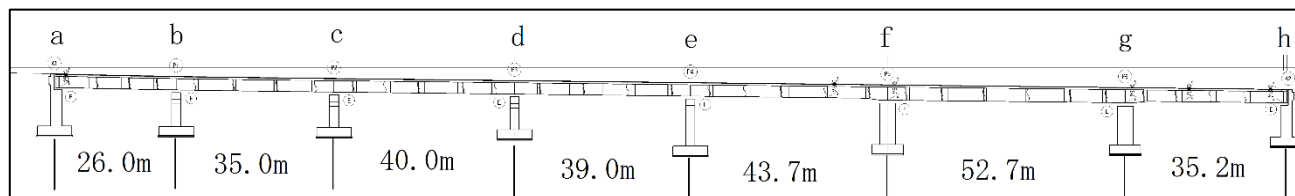


図-1 解析対象の橋梁側面図

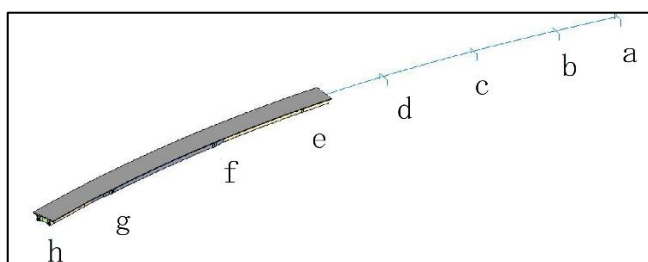


図-2 解析モデル

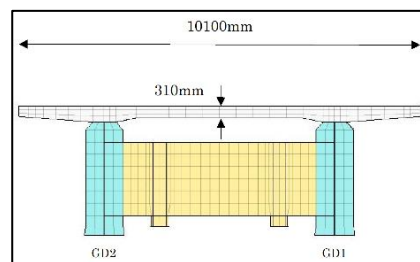


図-3 断面図（支点 f 及び g 上）

キーワード 橋梁設計 FEM 解析 ずれ止め 道路橋示方書 床版有効幅

連絡先 〒655-0852 兵庫県神戸市垂水区名谷町字前田 953 西日本高速道路(株)関西支社第二神明道路事務所 TEL078-708-8392

3-2. 解析条件・载荷条件

床版及び鋼材の材料特性を表-1に示す。ずれ止めの剛性は、土木学会複合構造標準仕様書³⁾に準拠し、ずれ止めのせん断力-ずれ変位曲線から初期割線剛性 358.3kN/mm²とした。支承の拘束条件は、橋軸直角方向は支点 a~h の全てで固定とし、橋軸方向は支点 d のみ固定、その他の支点については可動とした。载荷条件は、地震による横荷重を想定して解析を行うため、本橋梁の設計時に実施した動的解析から得られた L2 地震時水平力 (Q_{L2} =重量×設計水平震度 kh (kh=0.58)) を支点 e-h に対して直角方向に载荷を行った。

表-1 材料特性

材料	ヤング係数 (N/mm ²)	ポアソン比	ばね定数 (kN/mm ²)	備考	
鋼材	200,000	0.3000		弾性	—
床版	31,000	0.1667		弾性	$\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$
ずれ止め			358.3	橋軸方向	
			358.3	橋軸直角方向	
			剛性	鉛直方向	

4. 解析結果

横荷重を载荷した際のずれ止めの反力分布を図-4に示す。また、支点 e~f の内、代表して支点 f に着目した結果を図-5に示す。図-4及び図-5より、ずれ止めの反力分布形状に着目すると、文献2)等で提案されているような支点上をピークとする三角形分布となっていることがわかる。一方でその分布幅に着目すると、今回の橋梁の横桁の間隔は約 10m であり、文献2)に基づいて床版有効幅を設定した場合、床版有効幅は約 5.0m となる。一方、図-5のように FEM 解析を用いて床版有効幅（ずれ止めの反力の分布幅）を確認したところ約 3.2m となり、文献2)で提案されている有効幅よりも小さい結果となった。これはずれ止め自体の剛性に大きく依存するものと考えられ、本検討では解析の簡略化のためにずれ止めの剛性を線形としてモデル化した影響が考えられる。

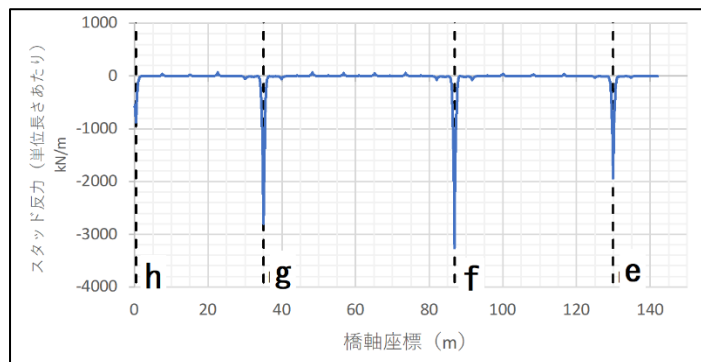


図-4 解析結果（ずれ止めの反力分布）

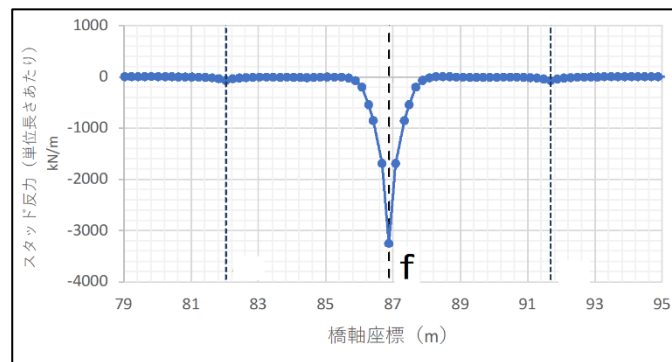


図-5 解析結果（支点 f 着目）

5. まとめ

本稿では、鋼橋の設計において橋の立体機能を確保するための橋軸直角方向の荷重に対する床版有効幅の考え方について、FEM 解析を用いて検討を行った。その結果、FEM 解析により得られたずれ止めの反力について、分布形状は従来提案されている支点部をピークとした三角形分布形状を示したものの、その分布幅は、文献2)で提案されている有効幅である横桁間隔の 2 分の 1 よりも小さい結果となった。これは、ずれ止めのモデル化の影響が大きいと考えられるため、引続きこれらに関して検討を行う予定である。

参考文献

- 1) (社) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 II 鋼橋編, 2017
- 2) (社) 日本橋梁建設協会：連続合成 2 主桁橋の設計例と解説～道示平成 29 年 11 月対応～, 2019.9
- 3) (社) 土木学会：2014 年制定 複合構造標準示方書設計編, 2015