

曲線半径 R=100m を有する鋼連続合成箱桁橋における FEM 解析によるそりねじり応力の影響評価に関する一考察

八千代エンジニアリング株式会社 正会員 ○白川 祐太

八千代エンジニアリング株式会社 上田 浩章

国土交通省近畿地方整備局神戸港湾空港技術調査事務所 桑原 賢二

国土交通省近畿地方整備局神戸港湾空港技術調査事務所 小西 孝治

1. 目的

曲線半径が小さいランプ橋は、鋼連続非合成桁（従来箱桁）が一般的に採用されている事例が多い。理由としては、鋼道路橋設計便覧¹⁾において「曲線橋や斜橋では、ねじりによる応力や変形等も加わり、床版の応力の負担も累加することになるため、中心角 ϕ が 5° を超える曲線橋もしくは斜角 θ が 60° 未満の斜橋に対して合成げたを採用する場合は、十分慎重な検討をおこなわなければならない。」とされているからである。しかし、平成29年道路橋示方書では、完全非合成桁の記載がなくなり、非合成桁の設計においても床版との合成作用を無視できなくなった。本橋はNEXCOにおける曲線橋の実績と迂回路の有無、床版の耐久性を勘案し、比較検討した結果、高耐久性床版を用いた合成桁を採用した。

しかし、曲線半径が小さい場合に合成桁を採用すると、曲線の影響で床版に発生するそりねじり応力(図-1)が生じる。床版への曲線の影響は、これまでの既往の研究において鋼床版で評価されている²⁾が、合成床版のようなコンクリート系の床版において十分に評価されていないのが実情である。そこで、本論文では曲線橋において、床版に発生するそりねじり応力が直線橋に対してどの程度増加し、設計上課題となるかを判断するため、FEM解析を用いて検証した。

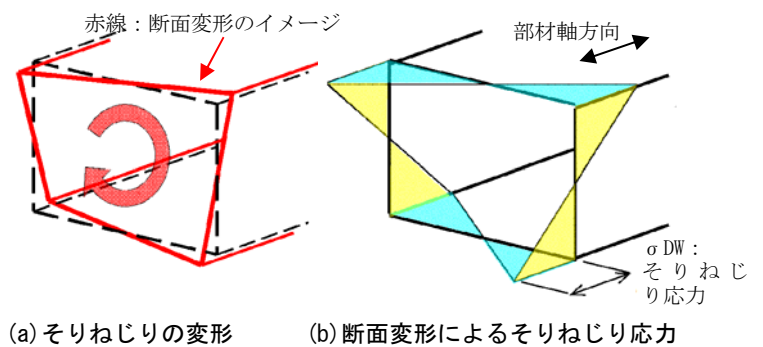


図-1 そりねじり応力の概要図

2. 対象橋梁

表-1に示す対象橋梁の諸元を示す。また、上部工断面図を図-2、平面図を図-3に示す。

項目	諸元
上部工形式	5径間鋼連続合成箱桁橋
床版形式	鋼・コンクリート合成床版
平面曲線半径	最小 R=100m
中心角	最大 37

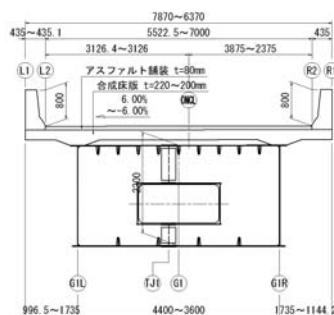


図-2 橋梁の断面図

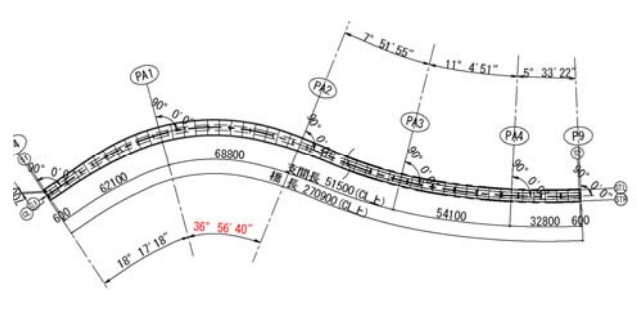


図-3 橋梁の平面図

3. FEM解析

(1) 解析モデル、解析ケース

実橋梁（曲線橋）のモデル（図-3）に加えて、同一支間長をもつ仮定の直線橋のモデル（図-4）についても解析を行い、両者の結果を比較する。解析ケースを表-2に示す。中心角が最も大きいPA1・PA2間を評価区間とし、該当区間に載荷させることとした。また、曲線橋の荷重載荷方法は、曲線の内側と外側で偏載させた2ケースで実施した。

キーワード H29道示, そりねじり応力, 鋼コンクリート合成床版, FEM解析

連絡先 〒111-8648 東京都台東区浅草橋5-20-8 八千代エンジニアリング株式会社 TEL03-5822-2510

(2) 解析結果

FEM 解析における床版の橋軸方向応力図を図-5に示す。床版の橋軸方向応力図は、そりねじり応力を含んだ結果である。床版の橋軸方向応力図は、CASE1・CASE2ともに床版張出部に最小応力が確認され、最小の発生応力値もほとんど同じである。そのため、CASE1とCASE2の違いである床版の橋軸方向の発生応力は荷重偏載荷による影響はほとんどなく、CASE3と比べて方が応力値に違いがみられることから、曲線による影響といえる。CASE3は直線橋で偏載荷したものであるが、中央に床版の最小応力が発生しており、荷重偏載荷の影響ではないといえる。また、曲線の影響（そりねじりの影響）をCASE1・2とCASE3で比較を行った。図-5より、直線モデルと曲線モデルの発生応力の差は0.84N/mm²であり、その差分が曲線による影響といえる。ただし、応力値の差分は小さいため、曲線による影響は小さいといえる。



図-4 仮想の直橋モデル

表-2 荷重ケース

解析ケース	解析モデル	荷重条件
Case1	曲線橋	偏載活荷重（内側）
Case2	曲線橋	偏載活荷重（外側）
Case3	直線橋	偏載活荷重

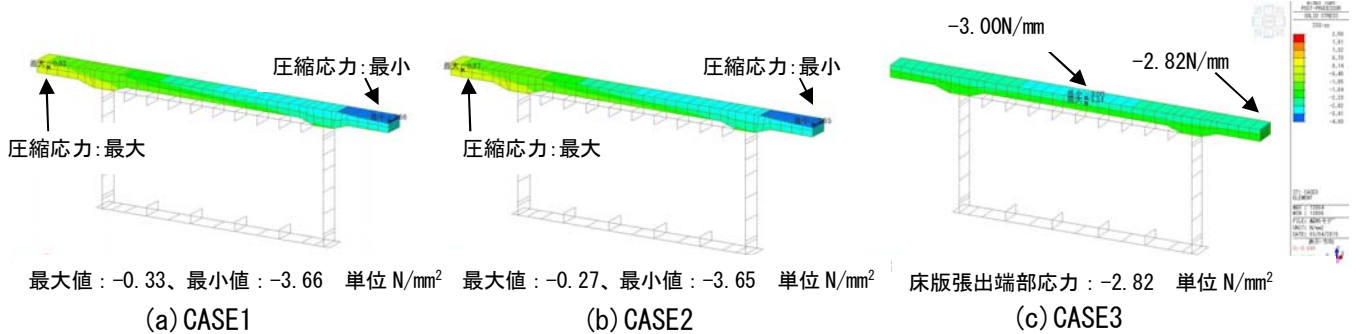


図-5 床版の橋軸方向応力（PA1・PA2 支間中央）

4. そりねじり応力の影響評価

(1) 評価概要

FEM 解析結果は、曲げに対する軸方向の応力とそりねじりに対する応力が重なっている。FEM 解析上では、そりねじりと曲げに対する軸方向の応力を分けることが難しいため、発生する軸力に対する影響について検討した。

(2) 床版の発生軸力に対する評価

モデルの違いがあり、参考程度だが、一般的に設計に用いる格子解析・断面計算で確認される活荷重の応力と比較を行った。その結果、表-3より、引張応力・圧縮応力ともに FEM 解析の方が小さい結果となった。この結果からもそりねじりの影響は小さいといえる。

表-3 床版の発生軸力

(a) 引張応力

項目		算定値	備考
		曲線モデル	
FEM解析結果	荷重係数×軸引張応力 (N/mm ²)	74.4	
格子解析	活荷重応力 (N/mm ²)	99.0	荷重係数考慮

(b) 圧縮応力

項目		算定値	備考
		曲線モデル	
FEM解析結果	荷重係数×軸圧縮応力 (N/mm ²)	-3.3	
格子解析	活荷重応力 (N/mm ²)	-5.9	荷重係数考慮

5. まとめ

- (1) 本対象橋梁においては、FEM 解析結果より、直線橋と曲線橋との発生応力の差が小さく、曲線によるそりねじりの影響は小さいといえる。
- (2) 本対象橋梁においては、格子解析・断面計算で算定される応力と比較した結果、FEM 解析結果の応力の方が小さく、この結果からも設計上構造的な影響は小さいといえる。

参考文献

- 1) 鋼道路橋設計便覧，日本道路協会，1979. 2.
- 2) 高橋和也、三木千壽、市川篤司、田辺篤史、長大鋼箱桁橋の力学的挙動に対する中間ダイアフラムの役割，土木学会論文集 A，2008. 6. 460p～473p.