

技術短信


 一般社団法人 日本橋梁建設協会
 Japan Bridge Association
 編集：技術委員会
 発行人：高木正己
 東京都港区西新橋1丁目6-11
 TEL 3507-5225・FAX 3507-5235
 http://www.jsbc.or.jp/

No.17

H29道示による曲線合成1箱桁の適用限界の検証

H29道示における曲線桁の課題

新しい道路橋示方書(以下、H29道示)では、「コンクリート系床版を有する鋼桁の設計にあたっては、床版のコンクリートと鋼桁との合成作用を適切に考慮しなければならない」と規定された。したがって、今までは非合成桁として設計されてきた中心角φが5°を超えるような曲線橋についても、鋼桁とコンクリート床版の合成作用の影響を考慮した設計を行う必要がある。

適用限界の検証

曲線合成桁を適用できる平面形状の目安として、図-1が知られている。この曲線は、ねじりにより床版コンクリートに作用するせん断応力度を、せん断流理論による簡易式(図-2参照)によって算出し、その値がコンクリートの許容引張応力度以下となるように設定されている。ここでは、まずその妥当性について検証を行った。

検証結果(表-1参照)

検証方法として、図-3に示す曲線半径R=220m、支間長L=50m(中心角13°)、総幅員7mの単純合成1箱桁について有限要素解析を行い簡易式との比較を行った。その結果、床版コンクリートに作用するせん断応力、スタッドに作用するせん断力ともに、両者の結果はよく一致しており、図-1が妥当であることが確認できた。

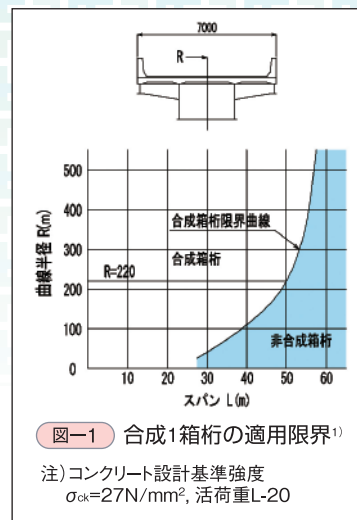


図-2 ねじりモーメントによる水平せん断流の算出

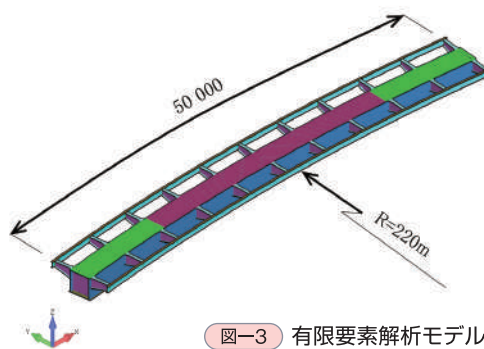
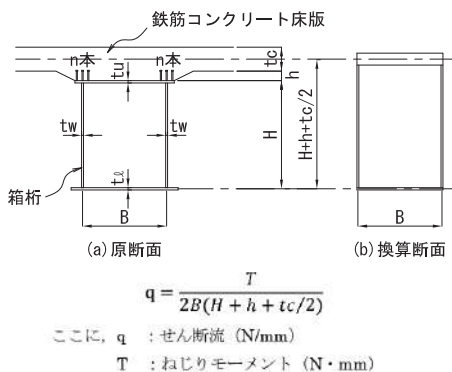


表-1 簡易式と有限要素解析結果の比較

		曲げ	ねじり	合計	許容値	備考
床版に作用するせん断応力度 (N/mm ²)	簡易式	0.36	0.79	1.15	1.1	許容圧縮応力度 $\sigma_{ca} = 27/3.5 = 7.7 \text{ N/mm}^2$ 床組作用と主桁作用による割り増し $7.7 \times 1.4 = 10.8 \text{ N/mm}^2$ 上記の1/10として $10.8/10 = 1.1 \text{ N/mm}^2$
	有限要素解析	—	—	1.07~1.31*		
スタッドに作用するせん断力 (kN/本)	簡易式	5.0	3.5	8.5	17.6	【H24道示Ⅱ式(12.5.1)】 $\Phi 19 \times 150, \sigma_{ck} = 27 \text{ N/mm}^2$
	有限要素解析	—	—	8.5		

※) 支点上近傍床版の上下縁の値

H29年道示の適用

つぎに図-1の適用限界にH29道示を適用した場合について検討を行った。検討条件としてコンクリート設計基準強度 $\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$ 、B活荷重とし、ねじりによるコンクリートのせん断応力度およびスタッドのせん断力を簡易式と有限要素解析により算出し制限値との比較を行った。

検証結果(表-2参照)

活荷重がL-20からB活荷重に大きくなった影響により、簡易式では床版コンクリートのせん断応力度が制限値を超過する結果となった。一方、有限要素解析では、床版上下縁の制限値に収まる結果となった。簡易式は床版厚中心でのせん断応力度を与えるとみなすと、平面形状が図-1の境界上に位置する橋を計画する場合は、コンクリートの設計基準強度を大きくするなどの配慮が必要となる。

図-4は有限要素解析によるスタッド反力の分布であるが、左右ウェブでせん断力が大きく異なるのは、ねじりによるせん断力の作用方向が図-5に示すように左右で異なるためである。支点上の橋軸直角方向ピーク値を除けばスタッド反力は、簡易式によるスタッド反力とほぼ一致する結果となった。

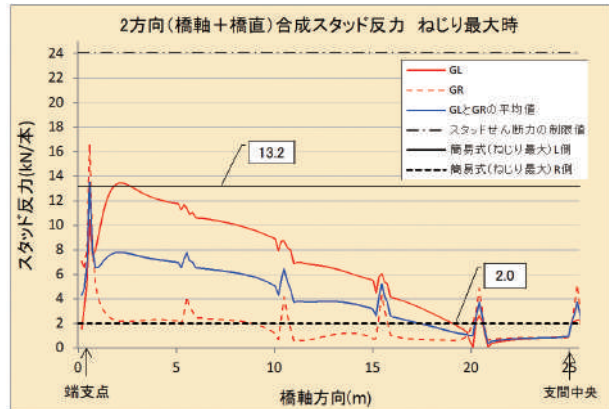


図-4 スタッド反力の分布

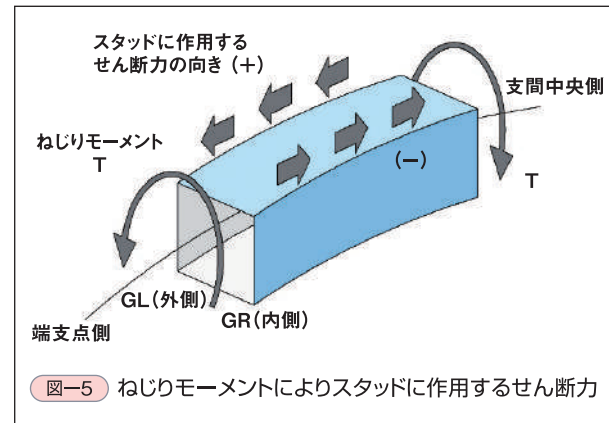


図-5 ねじりモーメントによりスタッドに作用するせん断力

表-2 簡易式と有限要素解析結果の比較

		曲げ	ねじり	合計	制限値	備考
床版に作用するせん断応力度 (N/mm ²)	簡易式	0.51	1.22	1.73	1.6	【H29道示Ⅱ表-14.6.2】床版厚中心
	有限要素解析	—	—	1.58~2.03	2.2	【H29道示Ⅱ表-14.6.2】床版の上、下縁
スタッドに作用するせん断力 (kN/本)	簡易式	7.6	5.6	13.2	24.1	【H29道示Ⅱ式(14.6.1)】 Φ19×150, $\sigma_{ck}=30\text{ N/mm}^2$
	有限要素解析	—	—	14.5		

※) 支点上近傍床版の上下縁の値

まとめ

せん断流理論に基づいた簡易式による床版やスタッドに作用するせん断力は、局所的な値を除けば有限要素解析結果と比較しても十分な精度を有することが確認できた。よって、図-1の適用限界にかかわらず、大きな中心角を有する合成1箱桁橋の場合においても、簡易式による設計は可能と考えられる。

ただし、平面形状が図-1の適用限界、もしくはそれを超える位置にある場合、H29道示では床版コンクリートに生じるせん断応力度が大きくなるので、コンクリートの設計基準強度を上げる、床版厚を厚くする、あるいは箱断面を大きくするなどの配慮が必要となる。

【参考文献】
 1) 曲線橋設計の手引き(案), 阪神高速道路公団, 昭和63年10月 2) 曲線合成1箱桁橋の適用限界に関する考察, 橋梁と基礎2019年7月