

非合成桁橋における鋼桁と鉄筋コンクリート床版とのずれ止めに関する検討

日立造船 正会員 ○勝田幸男 サノヤス・ヒシノ明昌 非会員 小野裕昭
日本道路公団 正会員 安藤博文

1. まえがき

従来、非合成桁橋における鋼桁上フランジと鉄筋コンクリート床版（以下、RC 床版という）とのずれ止めには 16 本の丸鋼を曲げ上げたスラブアンカーが用いられ、現在でも使用されるケースが多い。一方、建設工事費のコスト縮減を目的とした鋼橋の合理化・省力化の観点から、最近では PC 床版を用い、地震や風荷重に対して床版の剛性を考慮して設計することが多くなっている。このため、日本道路公団の設計要領第二集¹⁾では、合成・非合成に関わらず、地震や風荷重によりずれ止め作用する橋軸及び橋軸直角方向の水平せん断力に対して方向依存性のない頭付きスタッドの使用を原則としている。

四国横断自動車道 中間高架橋は 3 径間連続鋼桁橋であり、床版コンクリートに生じるひび割れ問題を回避するため非合成桁として設計したのだが、地震や風荷重に対してずれ止めが破損することなく、さらに橋全体が非合成桁として挙動するようずれ止め配置を決定する必要があった。

本文は、本橋に対して行った設計検討のうち、頭付きスタッドの配置に関する検討結果について報告するものである。図-1 に本橋の構造諸元を示す。

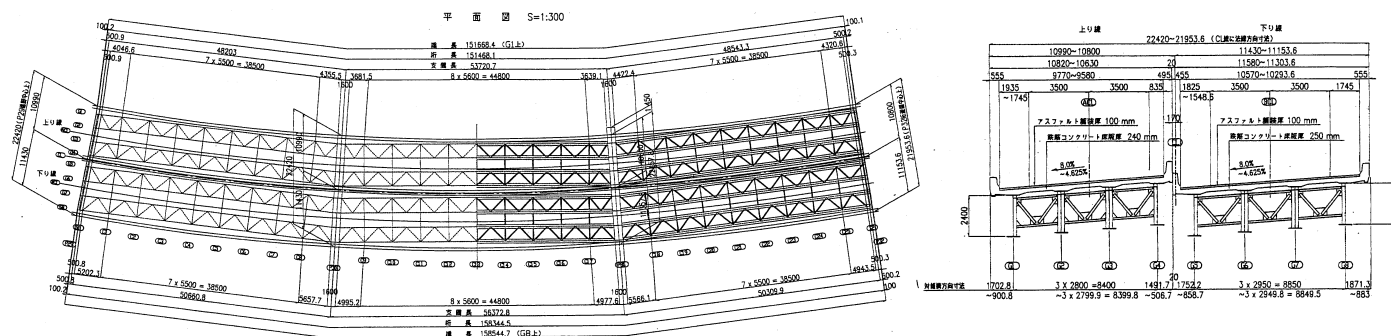


図-1 構造諸元

2. 構造解析

ずれ止め作用する水平せん断力は 3 次元 FEM 解析により求めた。解析モデルには、RC 床版及び壁高欄をソリッド要素、主桁及び横梁をシェル要素、対傾構及び下横構をビーム要素、ずれ止めをバネ要素とした橋梁全体モデルを用いた。解析で考慮した荷重は、主桁の自重及び床版重量を除いた死荷重、活荷重、温度及び地震の影響であり、これらの組み合わせを考えた。具体的には、活荷重(L 荷重)を径間毎に固定載荷、温度の影響として RC 床版及び壁高欄と鋼桁との間に 10℃の温度差を考慮、地震の影響として震度法レベルの地震力を橋軸直角方向に静的に載荷することとした。

解析結果を図-2 及び図-3 に示す。図-2 は死荷重+活荷重+温度時における橋梁全体の変形図(模式図)、図-3 はこの荷重状態においてずれ止め作用する水平せん断力図である。

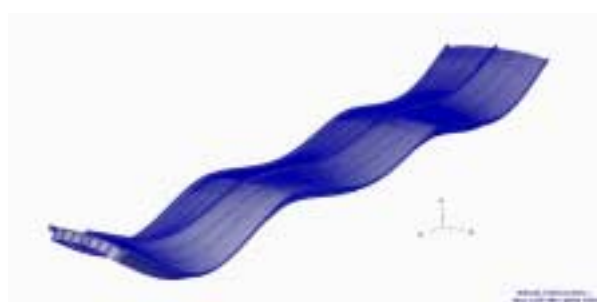


図-2 橋梁全体の変形図(模式図)

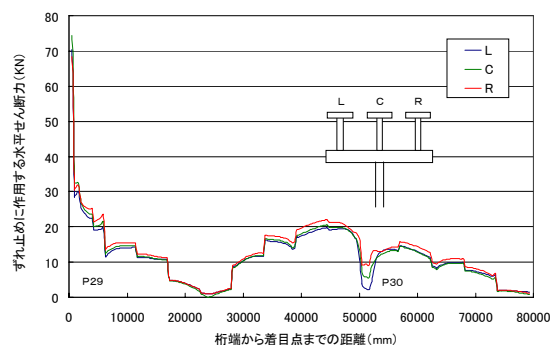


図-3 ずれ止め作用する水平せん断力図

キーワード：ずれ止め、非合成、フレキシビリティ定数、中間高架橋

連絡先：〒550-0002 大阪市西区江戸堀 2 丁目 6 番 3 3 号 TEL06-6447-6074 katsuda@hitachizosen.co.jp

本解析結果から、ずれ止めに作用する水平せん断力は端支点部で最大となり、また、中間支点上(P30 上)における水平せん断力は小さく、さらに橋軸直角方向の取り付け位置によって差異が生じると判明した。本橋の中間支点上には箱断面の剛な横梁を配置しており、この影響で中間支点上の水平せん断力は小さくなったと考えられる。また、橋軸直角方向の取り付け位置による差異は、橋軸直角方向の温度の影響によるものと考えられる。

ずれ止めに作用する水平せん断力は RC 床版と鋼桁との変形差によって生じるが、RC 床版の変形が鋼桁よりも小さいことから、剛で変形が小さい横梁上に取り付けたずれ止めに作用する水平せん断力は小さくなると考察できる。

3. ずれ止めの設計

- 上述した構造解析結果をベースにずれ止めを設計したのだが、設計に際して考慮した事項は次の通りである。
- (1) ずれ止めには頭付きスタッドを用い、スタッドの軸径は経済性を考え 19Φとする。
 - (2) 橋軸直角方向の配置は、主桁上フランジ上面に取り付く架設用吊金具及び床版打設高検測棒用ナットを考え、主桁腹板直上への配置を避けるよう偶数配置とし、床版の配筋との干渉回避に留意して決定する。
 - (3) スタッドの許容せん断応力度は、設置本数を少なくし、できる限り非合成桁として挙動するよう降伏耐力とする。
 - (4) (1)～(3)で設計したスタッドに対してフレキシビリティ定数³⁾を算出し合成度を確認する。
- ここで、RC 床版と鋼桁との合成度を評価するためフレキシビリティ定数(S)を用いたが、これは $S = \sqrt{k_0/k}$ (k : ずれ止めの単位長さ当たりのばね定数, k_0 : 基準ばね定数=2.0kN/mm/mm)から求まる定数で、 $S=0$ の場合が完全合成, $0 < S < 7$ の場合が不完全合成, $S \geq 7$ の場合が非合成となる。ちなみに道路橋示方書²⁾に従い合成桁として頭付きスタッドを配置した場合、フレキシビリティ定数(S)は0.7～0.8に近い値となる。
- 本事項を考慮して設計したスタッド配置結果の一例を表-1に示す。本表より、橋軸方向のスタッド間隔は最大 2750mm, 最小 251mm となり、フレキシビリティ定数(S)は橋長平均で 1.403 となった。

表-1 スタッド配置結果

G8																
スタッド配置グループ	区間延長		スタッド配置 (実配置)			S=		1.403		スタッドのパネ値				収束判定		合成度
	Li		径	スタッド配置 (実配置)		スタッド本数	K*N	平均ピッチ	照査	スタッドパネ (1本当り)	FEM要素パネ		解析条件要素パネ	収束度	部分 S 定数	
				直角方向列数	橋軸方向列数						区間数	パネ要素数 (要素当り)				
S1 ~ S1R	501	19	4	2	8	2548	251	OK	318.5	2	6	424.7	424.7	100%	0.621	
S1R ~ SE1	991	19	4	2	8	2548	496	OK	318.5	4	12	212.3	212.3	100%	0.873	
SE1 ~ SE2	2229	19	4	4	16	5096	557	OK	318.5	9	27	188.7	188.7	100%	0.926	
SE2 ~ C1	1982	19	4	3	12	3822	661	OK	318.5	8	24	159.3	159.3	100%	1.008	
C1 ~ C2	5500	19	2	9	18	5733	611	OK	318.5	22	66	86.9	86.9	100%	1.371	
C2 ~ C3	5500	19	2	7	14	4459	786	OK	318.5	22	66	67.6	67.6	100%	1.555	
C3 ~ C4	5500	19	2	3	6	1911	1833	OK	318.5	22	66	29.0	29.0	100%	2.375	
C4 ~ C5	5500	19	2	2	4	1274	2750	OK	318.5	22	66	19.3	19.3	100%	2.909	
C5 ~ C6	5500	19	2	7	14	4459	786	OK	318.5	22	66	67.6	67.6	100%	1.555	
C6 ~ C7	5500	19	2	10	20	6370	550	OK	318.5	22	66	96.5	96.5	100%	1.301	
C7 ~ C8	5500	19	2	12	24	7644	458	OK	318.5	22	66	115.8	115.8	100%	1.188	
C8 ~ P30L	5658	19	2	12	24	7644	472	OK	318.5	23	69	110.8	110.8	100%	1.204	
P30L ~ P30R	1600	19	2	2	4	1274	800	OK	318.5	6	18	70.8	70.8	100%	1.569	

4. まとめ

- 3次元 FEM 解析を用いて鋼桁と RC 床版とのずれ止めに作用する水平せん断力を求め、その配置を非合成桁として設計した結果、19 Φの頭付きスタッドを橋軸方向に最大 2750mm, 最小 251mm の間隔で配置することとした。この場合のフレキシビリティ定数(S)は橋長平均で 1.403 であり、合成桁と非合成桁の中間的な配置となった。
- 以上の設計により、常時、温度時、地震時にずれ止めが破損することなく、さらに橋全体が可能な限り非合成桁として挙動するようずれ止めを配置できた。

<参考文献>

- 1)日本道路公団：設計要領 第二集：平成 12 年 1 月。
- 2)(社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説 II 鋼橋編：平成 14 年 3 月。
- 3)小松定夫・佐々木孝：不完全合成格子桁橋の理論と近似計算法について、土木学会論文報告集，第 329 号・1983 年 1 月。