

座屈防止構造を負曲げ域に適用した連続合成2主1桁橋の試設計

JFE スチール (株) 正会員 岡田 淳
JFE エンジニアリング (株) 正会員 柄 一

1. はじめに

長支間連続合成2主1桁橋の中間支点部近傍においては、大きな負曲げが生じるため、設計上、下フランジ（圧縮フランジ）の局部座屈や桁断面の横座屈の発生により、鋼材性能を十分に活用できない場合がある。そこで、このような座屈の発生を防止し、鋼材本来の性能を有効活用するためのコンセプトを提案した。本案では、図-1 に示すように、負曲げ域の下フランジに RC 部材などからなる座屈防止構造を設置し、スタッドで下フランジと座屈防止構造を一体化することにより、局部座屈を防ぎ、横座屈強度を向上させることを特長とする。これにより、現場接合が問題となるような過大なフランジ厚の低減、ウェブ厚の低減、および水平補剛材の省略を図り、構造合理化を実現できるものである^{1), 2)}。

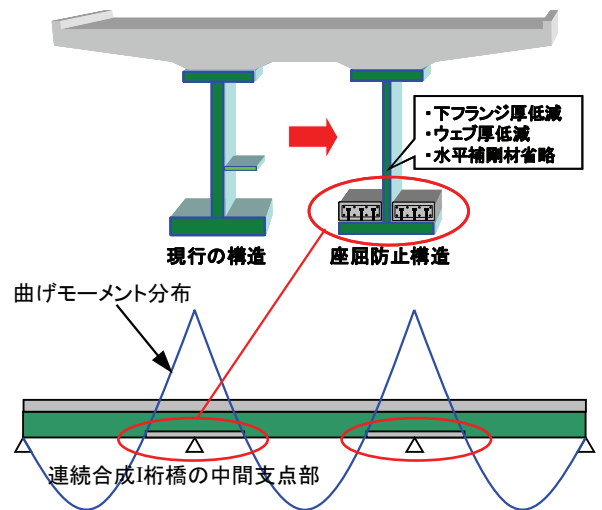


図-1 座屈防止構造のコンセプト

本検討は、中央支間 100m の連続合成2主1桁橋を対象とした限界状態設計法による試設計を行い、座屈防止構造の適用による鋼重低減効果について報告するものである。

2. 橋梁諸元

検討対象橋梁は、80 m + 100 m + 80 m の3径間連続合成2主1桁橋である。検討ケースとして、座屈防止構造のなしの場合（現行の構造）と座屈防止構造のありの場合の2ケースの比較を試みた。図-2 に断面図を、図-3 に側面図を示す。主な断面寸法は、総幅員 10.7 m、有効幅員 9.5 m、床版支間 5.5 m であり、桁高（上フランジ上縁から下フランジ下縁まで）については、3 m で一定とした。水平補剛材はなしとし、横桁は中間支点部の左右 10 m の区間を 5 m 間隔、それ以外を 10 m 間隔で配置した。

座屈防止構造については、予備検討を行い、中間支点部の厚さ 350 mm、幅は下フランジ自由突出幅とし、中間支点部の左右 0.2L（L は支間長）の区間に設置した。使用材料として、鋼材は SM490Y, SM520, SBHS500, SBHS700, コンクリートは設計基準強度 $\sigma_{ck} = 40 \text{ N/mm}^2$ 、鉄筋は SD345（D25 まで使用可能）とした。

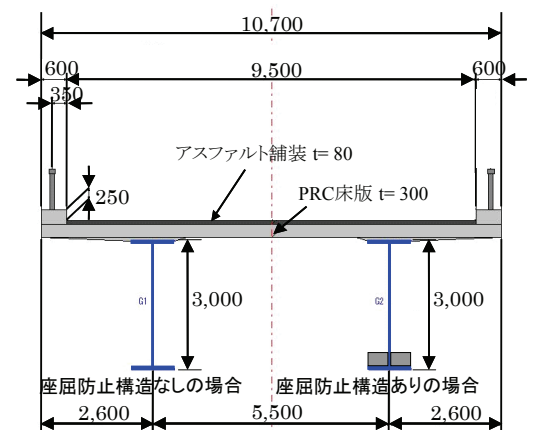


図-2 断面図（寸法単位: mm）

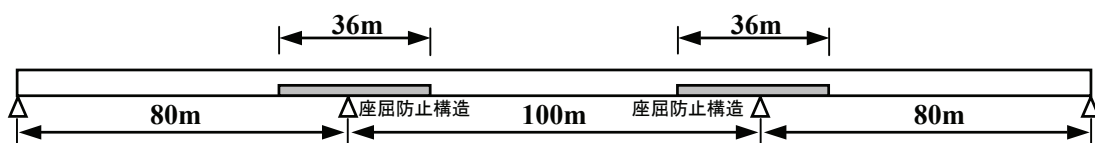


図-3 側面図（座屈防止構造ありの場合）

キーワード 座屈防止構造, 連続合成2主1桁橋, 負曲げ域, SBHS500, SBHS700

連絡先 〒210-0855 川崎市川崎区南渡田町 1-1

3. 設計条件

SBHS 鋼を用いた長スパン 2 主 I 桁の設計計算例³⁾などを参考にして限界状態設計法を適用した。

- ・架設時は、道路橋示方書の考え方に準じて、部材が降伏および座屈しないことを照査する。照査荷重は $1.36D (= 1.70 / 1.25)$ とし、鋼桁架設ステップや床版打設ステップを考慮しない。座屈防止構造は、床版と同時期に施工するものとする。
- ・完成時は、終局限界状態および使用限界状態について照査する。
- ・終局限界状態の照査荷重は、 $1.3D+2.0L$ とし、AASHTO の考え方に準じて、所定の照査を行う。
- ・使用限界状態の照査荷重は、 $1.15 (D+L+CR+SH+T)$ とし、永久変形または座屈を生じないことを照査する。また、床版のひび割れ幅の照査 ($D+L$ に対して許容ひび割れ幅を $0.0035c$) を行う。
- ・各限界状態を照査するときの材料係数、部材係数、構造解析係数、構造物係数は 1.0 とする。
- ・座屈防止構造ありの場合には、下フランジの局部座屈は生じないものとし²⁾、ウェブは座屈防止構造の厚さ分だけ減じて座屈照査を行うものとする。なお、横座屈に対しては座屈防止構造なしとありで同一の条件で照査を行う。

4. 試設計結果

表-1 に座屈防止構造なしとありの比較を示す。ここでは代表例として、中間支点上および中央径間中央部の断面、主部材鋼重を示している。

表-1 試設計結果

＜中間支点上の断面＞

座屈防止構造の設置により、ウェブの座屈長が小さくなるので、ウェブ厚が 16%低減する。また、下フランジについては、合成断面効果および局部座屈防止効果により板厚が 26%低減する。

＜中央径間中央部の断面＞

ウェブおよび下フランジについては、なしとありの差は小さい。一方、上フランジ厚は、ありの場合に 15%増加する。

＜主部材鋼重＞

座屈防止構造の適用により、負曲げ域でウェブ厚が 13%～16%、下フランジ厚が 24%～36%低減する。一方、中央径間正曲げ域の上フランジ厚が 15%～16%増加する。また、側径間正曲げ域の断面は、なしとありの差は小さい。以上により、全体で主部材鋼重が 6%低減する。

5. おわりに

座屈防止構造の適用により、限界状態設計法でミニマム化した主部材鋼重を、さらに 6%を低減できることが確認された。なお、座屈防止構造は、許容応力度設計法に基づいて適用することも可能である。また、本検討では考慮していないが、横座屈強度向上効果を見込むことにより、さらに 3%（合計 9%）程度の鋼重低減が可能になると考えられる。

参考文献

- 1) 岡田 淳：座屈防止構造を適用した合成補剛 I 桁の負曲げ実験，土木学会第 62 回年次学術講演会，CS2-004，pp. 29 - 30，2007.9.
- 2) 岡田 淳，軾 一：厚肉下フランジを用いた合成補剛 I 桁に対する座屈防止構造の有効性の検証，土木学会第 64 回年次学術講演会，CS2-003，pp. 45 - 46，2009.9.
- 3) （社）日本鋼構造協会，合理化設計法部会：SBHS 鋼を用いた長スパン 2 主 I 桁の設計計算例，ハイブリッド桁の限界状態設計法試案，JSSC テクニカルレポート，No.83，pp. 5-37 - 5-48，2009.9.

中間支点上

		座屈防止構造なし	座屈防止構造あり
鋼材		SBHS700W	SBHS700W
上フランジ mm	幅	600	600
	厚	75	75
ウェブ mm	高	2845	2866
	厚	32	27
下フランジ mm	幅	900	900
	厚	81	60

中央径間中央部

		座屈防止構造なし	座屈防止構造あり
鋼材		SBHS500	SBHS500
上フランジ mm	幅	600	600
	厚	34	39
ウェブ mm	高	2940	2933
	厚	23	23
下フランジ mm	幅	750	750
	厚	26	27

主部材鋼重 (t)

	座屈防止構造なし	座屈防止構造あり
主桁	570	530
横桁	52	52
ずれ止め	6	7
合計	628	589
比率	1.00	0.94