

高張力鋼の開断面箱桁橋への適用性

石川島播磨重工業（株） ○正会員 猪瀬 幸太郎

正会員 小川 潤一郎

正会員 久保田 善明

1. はじめに

高張力鋼の鋼橋への適用は、支間の長大化や死荷重低減など利点が多い反面、鋼材単価が低強度鋼材に比べ高価なこと、溶接管理が煩雑であることなど経済性および施工上の問題点が指摘されている。このため HT690 以上の強度を有する鋼材は港大橋（1974 年供用開始）や明石海峡大橋（1998 年供用開始）などの長大橋梁を除き使用が控えられている。しかし近年、安価な高張力鋼の開発や溶接施工性の改善に関する研究が数多く報告されており、これらの問題は次第に改善されつつある。そこで本研究では橋梁の試設計を行い、高張力鋼の一般橋梁への適用の有効性について施工性および経済性の観点から検討した。

2. 設計条件

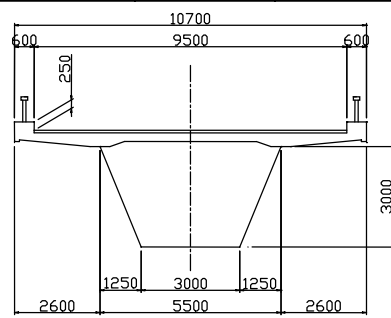
試設計は、一般橋梁としては比較的長支間にも適用可能で、かつ標準的な合理化橋梁である開断面箱桁橋を対象とした。桁はプレストレスしない3径間連続の合成桁とし、幅員は一般的な2車線道路を想定した。桁断面は表1の図に示すような逆台形の1BOXとし、全検討ケースで外形を統一した。ただし、上フランジ幅は各ケースに応じた適当な幅とした。また、水平補剛材は全ケースとも1段とした。

比較のためのパラメーターは、支間割と使用最高鋼種とした。Case1-1～3は中央支間80m、Case2-1～3は100mとした。それぞれについて使用最高鋼種をSM570、HT690、HT780の3種類とする設計を行い、合計6ケースについて比較した。なお、鋼材の強度および許容応力度は、現行の道路橋示方書と本州四国連絡橋公団の上部工構造設計基準・同解説を参考にし、表2のように設定した。

3. 検討結果

表1 検討ケースおよび設計条件

	Case1-1	Case1-2	Case1-3	Case2-1	Case2-2	Case2-3
支間割(m)	65 + 80 + 65	65 + 80 + 65	65 + 80 + 65	80 + 100 + 80	80 + 100 + 80	80 + 100 + 80
使用最高鋼種	SM570	HT690	HT780	SM570	HT690	HT780
一般条件 断面	構造形式 3径間連続合成開断面箱桁橋 有効幅員 9,500mm 鋼桁高 3,000mm 床版 合成床版 t=260mm ハンチ高 150mm 舗装 80mm 適用示方書 道路橋示方書・同解説(H14) 本州四国連絡橋公団 上部構造設計基準・同解説					



(1) 総鋼重

試設計の結果を表3に示す。高張力鋼を使用したケースでは、総鋼重は減少し、その減少率は支間が大きいほど顕著であった（中央支間80mでは4.2%、100mでは11.3%）。

(2) 最大板厚

各ケースとも、中間支点部の上フランジの板厚が最大となり、鋼種も高いものとなった。特にCase2-1（最高鋼種SM570）では板厚が100mmに達し、鋼板として使用できる限界値であった。しかし、高張力鋼の採用により、Case2-3（最高鋼種HT780）では70mmまで低減することが可能となった。

ただし腹板に高張力鋼を使用すると、座屈安全上最低板厚が増大するため、注意が必要である。

表2 強度および許容応力度

(N/mm²)

	許容軸方向 引張応力度	許容せん断 応力度	基準降伏点	引張強度
SM490Y	210	120	355	490
SM570	255	145	450	570
HT690	315	175	590	690
HT780	355	195	690	780

キーワード：高張力鋼、開断面箱桁橋、経済性

連絡先：〒135-8731 東京都江東区豊洲2-1-1 IHI 東京エンジニアリングセンター別館

TEL：03-3534-3227 FAX：03-3534-3220

(3) 活荷重たわみ

活荷重たわみは、いずれも許容値の半分程度であった。

(4) 疲労照査

全ケースについて疲労照査を行った。疲労に対しては十分な安全性を有していた。

(5) 施工性の検討

主桁の組み立ては、腹板と上フランジとの接合は工場で、下フランジと腹板との接合は架設現場で行うものと想定した。架設ブロックの最大重量を試算したところ、高張力鋼の使用によりブロック重量は減少した。これによりクレーン等荷役設備のコストダウンが可能となる。

Case2-1～3では板厚が70mmを超えるため現場継手は狭開先溶接となる。表4に示すように板厚の減少にともない溶着金属量は激減する。溶接パス数が減少することから工期短縮が可能になると同時に入熱量の低下によって溶接収縮量の低下、残留応力の低減など品質改善も期待できる。

(6) 経済性

図2に各ケースの材質別鋼重を示す。高張力鋼を使用したケースにおいて最高鋼種の占める比率は25%～30%である。よって総鋼重量としてはあまり減少していない。次にCase1-1、Case2-1（最高鋼種 SM570）を基準値として各ケースの材料費を比較した。結果を図3に示す。建設物価（2003年2月）ベースの単価では高張力鋼を使用した場合、材料費は増加する。しかし HT690 と HT780 の単価増加率がそれぞれの強度増加率と同じと仮定した場合、材料費は使用最高鋼種を SM570 とした橋梁と同程度であった。

4. まとめ

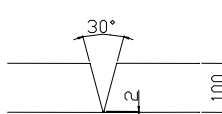
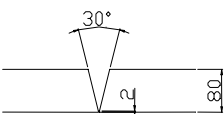
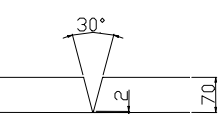
今回の試設計では高張力鋼の適用は一般橋梁であっても利点が多いとの結果を得た。よって価格低下や施工管理の簡素化が実現した場合、高張力鋼材の採用は増加することが予想される。

【参考文献】1) 石井順, 猪瀬幸太郎, 西村公宏, 星野俊幸, 他, 橋梁用予熱フリー非調質 HT780 鋼の溶接継手特性と溶接施工法, 溶接学会秋季全国大会, 2003 年

表3 試設計結果

		Case1-1	Case1-2	Case1-3	Case2-1	Case2-2	Case2-3
中間 支 点 部	上フランジ(mm)	700×82	650×53	600×42	1000×100	900×80	800×70
	ウェブ(mm)	t = 18	t = 27	t = 28	t = 26	t = 26	t = 28
	下フランジ(mm)	3200×35	3200×27	3200×27	3200×63	3200×41	3200×34
	材 質	SM570	HT690	HT780	SM570	HT690	HT780
総鋼重 (t)		583	562	558	962	896	855
最大ブロック重量 (t) (L=11m)		35.0	31.40	29.2	56.2	45.3	40.6
活荷重たわみ(mm)		60.1	60.6	60.5	103.9	106.2	108.6
たわみ許容値(mm)		160.0	160.0	160.0	200.0	200.0	200.0

表4 現場溶接施工比較

	Case2-1	Case2-2	Case2-3
開先形状			
溶着金属量	3079 (mm ² /mm)	2036 (mm ² /mm)	1595 (mm ² /mm)
電 流	300～400 (A)		
電 圧	30～32 (V)		
速 度	10～40 (cm/min)		

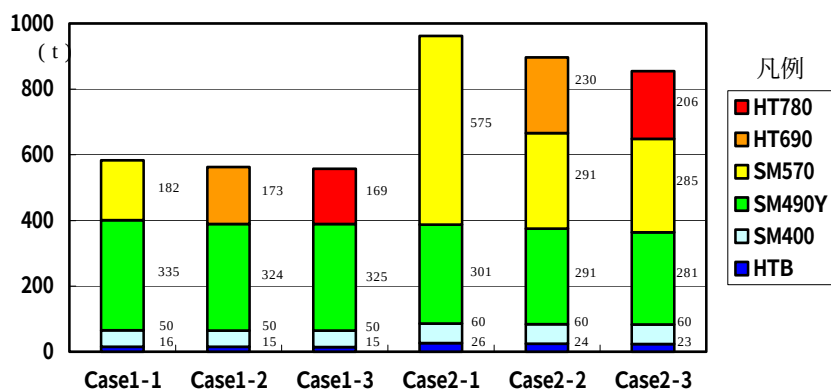


図2 各ケースの材質別鋼重

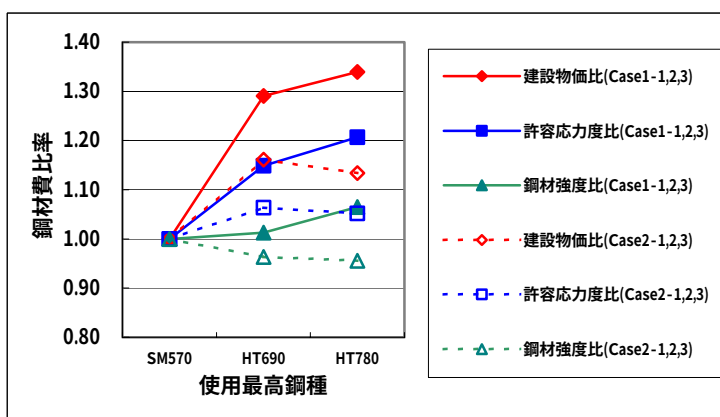


図3 最高鋼種 SM570 橋梁を基準とした鋼材費比較