

## 鋼鉄道橋における高強度鋼の適用に関する検討

鉄道総研 正会員 杉館 政雄 鉄道総研 正会員 後藤 貴士  
 鉄道総研 正会員 村田 清満 東京工業大学 正会員 市川 篤司  
 日本交通技術 吉澤 暢紘

### 1. はじめに

近年本四架橋に見られるような長大橋を中心に高強度鋼（HT690,HT780,HT950等）の使用が見受けられるが、鉄道橋においては疲労やたわみ制限等の問題からSM570材を越える鋼材の使用実績はない。しかし、将来の社会資本投資において、新設の橋梁に対してはより経済的な構造が求められると考えられている。

そこで、本研究では、特に中スパン（40～70m程度）の鉄道橋に対して、設計上の問題の把握、高強度鋼（ここでは代表してHT780を選定）の使用は可能であるか、可能であるなら適した構造とそのスパン、等について検討したので、以下に報告する。

### 2. モデル構造の選定

鋼鉄道橋においてこれまで高強度鋼が使用されなかった

表 - 1 新幹線の主桁のたわみ限度値

スパンL(m)	40m以下	40～50m	50～100m	100m以上
2連以上連続	L / 1800	L / 2000	L / 2500	L / 2000
単連	L / 1600			

主な理由は以下の2点であると考えられる。

- (1) たわみ制限（使用限界）が厳しく、高強度の材料を用いると経済的でない場合が多い。（表 - 1 参照）
- (2) 断面は疲労限界状態で定まる場合が多いが、疲労強度は鋼種(SM570材まで)での差がなく、高強度鋼を使用するメリットがない場合がある。

しかし、これらの問題は鋼材単独で考えた場合であるので、鋼材とコンクリートを一体化することにより、活荷重比率が大きく下がり、列車荷重によるたわみ及び変動応力の比率が減少し、上記の2つの問題はクリアされるのではないかと考えた。そこで、活荷重比率の低い構造としては、単純合成桁、SRC構造、床組をコンクリートと一体化したトラス橋などが考えられるが、ここでは、新幹線において一般的な構造である合成桁を対象とし検討した。

### 3. 設計条件

検討に用いた合成桁の設計条件を表 2 に、スパン 60m の場合の断面を図 - 1 に示す。

普通鋼材（ここでは鉄道橋において一般的なSM490材とした）の場合と高強度鋼（代表してHT780材）を用いた場合では、それぞれで経済的となるように断面を決めたので、必ずしも同一断面とはなっておらず、ディテールも統一していない。

また、基本的に鋼材の圧縮強度等は鋼鉄道橋の設計標準<sup>1)</sup>によったが、高強度鋼については土木学会関西支部がまとめた報告書<sup>2)</sup>の考え方を引用

した。さらに、疲労強度については高強度鋼が普通鋼材と比較して低下するという報告<sup>3)</sup>もあるが、ここではディテールで対処すると考えて、同じ強度であると仮定した。たとえば、補剛材下端の溶接ビードを普通鋼材では仕上げ無し、高強度鋼では仕上げ有り、等であるが、これらの問題はトータルコストには影響しないものとした。

表 - 2 設計条件

	普通鋼材	高強度鋼
構造形式	活荷重合成桁、複線2主桁（箱桁）	
スパン(m)	40, 50, 60, 70	
列車荷重	新幹線P - 16	
列車速度	260 Km/h	
軌道構造	軌道スラブ式、ロングレール使用	
使用材料	SM490	HT780

Key words : 鋼鉄道橋, 合成桁, 高強度鋼, HT780

連絡先: 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38

電話 042-573-7280

Fax 042-573-7472

#### 4. 算定結果の比較

鋼鉄道橋の断面照査は、終局、使用、疲労の各限界状態に分けて照査を行う<sup>1)</sup>。断面照査した結果を表 3 に示す。

終局限界の照査値は、普通鋼材はほぼ 1.0 に近く、高強度鋼については支間 60m を除いて下フランジ側ではほぼ 1.0 に近い値を示したが、上フランジ側については 0.6 から 0.8 の範囲であった。たわみ制限から決まる使用限界の照査値は、普通鋼材が 0.5 から 0.7 の範囲であるのに対して、高強度鋼はいずれも 1.0 に近い値であった。また、疲労限界の照査値は、普通鋼材は 0.35 から 0.38 の範囲でほぼ同じ値となったが、高強度鋼は 0.88 から 0.53 とスパンが長くなるほど値が低下する傾向を示した。

次に、得られた断面から鋼材重量を比較して表 4 に示す。概略鋼重は中央スパンの断面積に一定値(1.5)を乗じスパン長を考慮して得られたものである。その結果、20～30%ほど高強度鋼の鋼重が低減することがわかった。

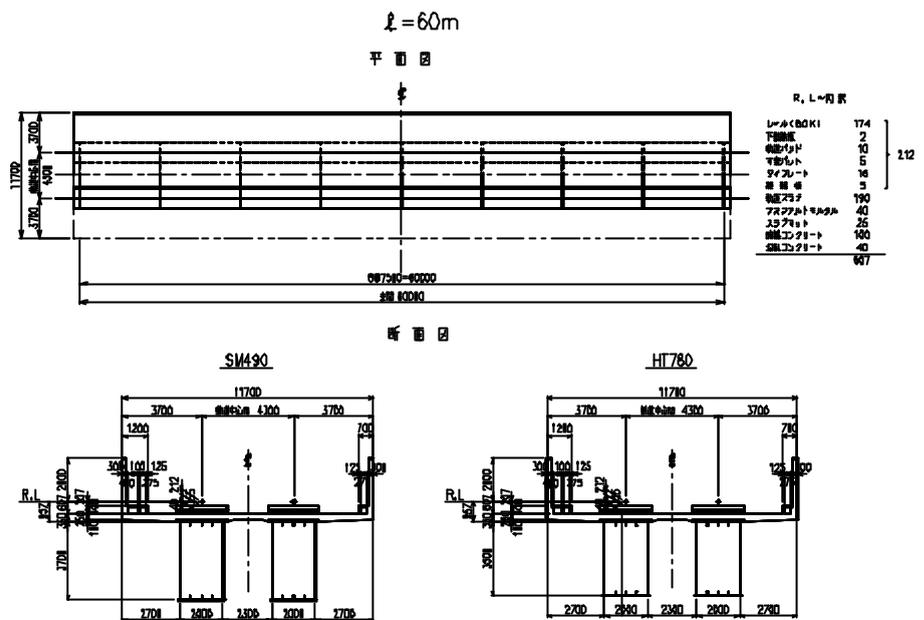


図 - 1 モデル橋梁(L=60m)の断面図

表 - 3 照査値の比較と断面の決定した照査箇所

	支間(m)	普通鋼材	高強度鋼	備考
終局限界	40	0.988(0.941)	0.989(0.606)	照査値は下フランジ側を、( )内は上フランジ側を示す。 $\times \left( \frac{P}{Pu} + \frac{Mx}{Mux} + \frac{My}{Muy} \right) \leq 1.0$
	50	0.980(0.999)	0.955(0.667)	
	60	1.000(1.000)	0.781(0.714)	
	70	0.920(0.951)	0.910(0.858)	
使用限界	40	0.511	0.953	たわみ制限の照査 $\times i / u \leq 1.0$ u: 表-1の限度値
	50	0.663	0.990	
	60	0.682	0.990	
	70	0.549	1.000	
疲労限界	40	0.383	0.885	照査箇所: 下フランジダイヤフラム取り付け部 ( - は疲労限の照査でOK) $\times d / R \leq 1.0$
	50	0.370	0.672	
	60	0.353	0.523	
	70	-	0.535	

注: 太字は断面の決定した照査箇所を示す。

#### 5. まとめ

今回の結果から、断面の決定要因は普通鋼材については終局限界状態、高強度鋼は使用または終局限界状態であった。しかし、疲労限界状態は高強度鋼も余裕があった。また、鋼重は、普通鋼(SM490)の場合と比較して、高強度鋼(HT780)を用いると20～30%ほど軽くなり、鉄道橋においても高強度鋼(HT950やHT650を含む)の適用は、可能であるものと考えられる。

また、実際の適用に当たっては、ライフサイクルコスト(LCC)を考慮した経済性の比較を始め、次のような項目についても解決もしくは整理すべき課題がある。座屈強度の設定、列車荷重を想定した疲労強度の確認、ディテール、他の構造の検討、メンテナンス上の留意点の整理

#### 参考文献

- 1) 鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等設計標準（鋼・合成構造物編），丸善，1996.12.
- 2) 土木学会関西支部共同研究グループ：鋼橋における高機能鋼の有効利用方に関する研究報告書，1996.7
- 3) 館石，慶，町田，三木：高張力鋼すみ肉溶接継手部の疲労強度の溶接材料依存性，