

鋼鉄道橋における高強度鋼の適用に関する検討（その2）

鉄道総研 正会員 杉館 政雄 鉄道総研 正会員 後藤 貴士(現JR東日本)
 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

昨年度（合成桁の試設計）¹⁾に引き続き、最近都市部で多く使われる傾向にあるH鋼埋込み桁に関して、高強度鋼(代表してHT780)と普通鋼(SM490～SM570)を用いた場合の試設計を行い、鋼鉄道橋への高強度鋼の適用性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（使用限界状態）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。
- (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、これらの問題は純粋な鋼構造物の場合であり、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なり下がり、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、昨年度は合成桁について検討し、概ね良好な成果が得られた。今年度はさらに死荷重比率の高い構造で、特に桁高制限や騒音問題等で厳しい条件下にある都市部で多く使用される傾向にあるH鋼埋込み桁について検討することとした。

3. 設計条件

検討に用いたH鋼埋込み桁の設計条件を表1に、標準的な断面の形状を図1に示す。

普通鋼材(SM490 材～SM570 材)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²⁾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³⁾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とする事等である。

表1 設計条件

| | 普通鋼材 | 高強度鋼 |
|--------|---------------------|-------|
| 構造形式 | 単線H鋼埋込桁 | |
| スパン(m) | 10, 20, 30, 40, 50 | |
| 列車荷重 | EA-17 | |
| 列車速度 | 130Km/h | |
| 軌道構造 | 軌道スラブ式、ロングレール使用 | |
| 鋼材 | SM490, SM520, SM570 | HT780 |
| コンクリート | 普通、軽量 | 普通、軽量 |

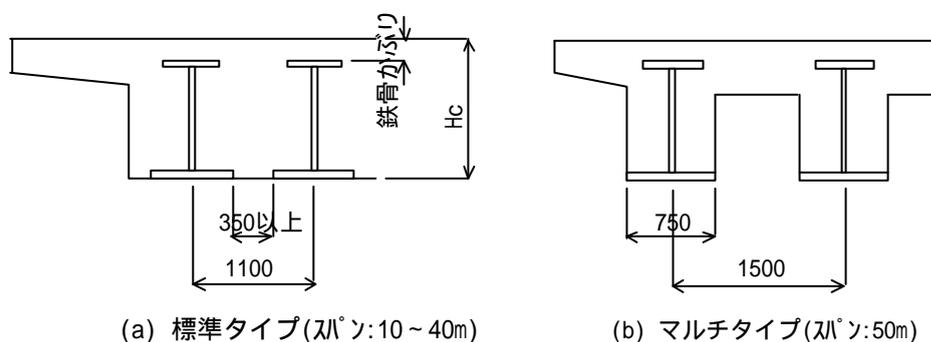


図1 標準断面形状

Key words : 鋼鉄道橋, H鋼埋込桁, 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. 算定結果と考察

限界状態設計法による照査結果を表2に示す。また、表3に鋼重と桁高の比較表を示す。

桁高に着目すれば、10m~20mクラスの桁の最小桁高は、主に施工性等から決まるため高強度鋼の使用は不相当と考えられるが、30m~50mの比較的長スパンの桁には有効であることが分かった。50mクラスの桁では軽量骨材コンクリートを使用することにより、更に桁高を低減できることも分かった。

高強度鋼を使用することにより桁高の低減ができることから、H鋼埋込み桁の適用スパンを従来のより大きな範囲まで広げることができる。また、スパン 30m~50mの橋梁の形式を考えると、H鋼埋込み桁は他の形式より優れた要素（例えば騒音等）を兼ね備えており、構造形式選定の際の一つに加えることができるものと考えられる。

ただし、高強度鋼を使用した場合には、疲労の影響が大きくなるため、継手の構造ディテールには十分留意する必要があると考えられる。

また、経済性（詳細は当日発表）に関しては、高強度鋼を使用することで鋼重

は10~20%程度軽くなるが、全体の工事費は逆に20~35%高くなる傾向が見られた。工事費の算出に用いた単価は工事実績に基づいたものであるが、橋梁において高強度鋼の使用は本四架橋のような特殊なものに限られているため、現時点では普通鋼に比べて材料費及び製作費がかなり割高になっているためである。

5. まとめ

昨年と今回の結果から、死荷重比率の高い構造形式においては、鉄道橋でも高強度鋼（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、最近の傾向として桁下空頭の少ない桁等に大型車両の衝突事故が増加しており、このような箇所に高強度鋼を使用し、桁高を低く抑え少しでも桁下空頭を増すことは事故防止の観点からも期待できるものと思われる。しかし、実際の適用に当たっては、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考えられる。 座屈強度の設定、 実列車を想定した疲労強度の確認、 ディテール、 メンテナンス上の留意点の整理

参考文献

- 1) 杉館, 後藤, 村田, 市川, 吉澤: 鉄道橋における高強度鋼の適用に関する検討, 第55回土木学会年次講演 / 第1部(A) p500-501, 2000.9
- 2) 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.
- 3) 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

表2 照査値の比較と断面の決定した照査箇所

| 種別 | スパン L (m) | 普通コンクリート | | | 軽量コンクリート | |
|------|-----------|----------|--------|--------|----------|----------|
| | | 普通鋼 | | 高強度鋼 | 普通鋼 | 高強度鋼 |
| | | 標準タイプ | シャロタイプ | シャロタイプ | シャロタイプ | シャロタイプ |
| | | A-タイプ | B-タイプ | C-タイプ | B-タイプ(軽) | C-タイプ(軽) |
| 終局限界 | 10 | 0.955 | 0.955 | - | - | - |
| | 20 | 0.964 | 0.969 | - | - | - |
| | 30 | 0.979 | 0.961 | 0.929 | 0.982 | 0.867 |
| | 40 | 0.969 | 0.983 | 0.955 | 0.975 | 0.952 |
| | 50 | 0.993 | 0.993 | 0.971 | 0.979 | 0.982 |
| 使用限界 | 10 | 0.502 | 0.502 | - | - | - |
| | 20 | 0.436 | 0.864 | - | - | - |
| | 30 | 0.400 | 0.685 | 0.912 | 0.934 | 0.945 |
| | 40 | 0.404 | 0.524 | 0.790 | 0.905 | 0.972 |
| | 50 | 0.256 | 0.256 | 0.502 | 0.592 | 0.966 |
| 疲労限界 | 10 | 0.914 | 0.914 | - | - | - |
| | 20 | 0.718 | 0.756 | - | - | - |
| | 30 | 0.674 | 0.697 | 0.981 | 0.850 | 0.993 |
| | 40 | 0.670 | 0.711 | 0.872 | 0.831 | 0.972 |
| | 50 | 0.461 | 0.460 | 0.656 | 0.620 | 0.858 |

注) 終局限界は断面耐力の照査、使用限界はたわみ制限の照査、疲労限界は腹板と下フランジのすみ肉溶接(C継手)の照査結果を示す。また、太字は断面の決定した照査箇所を示す。

表3 鋼重と桁高

単位: tf(cm)

| 支間 L (m) | 普通コンクリート | | | 軽量コンクリート | |
|----------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | 普通鋼 | | 高強度鋼 | 普通鋼 | 高強度鋼 |
| | A-タイプ | B-タイプ | C-タイプ | B-タイプ(軽) | C-タイプ(軽) |
| 10 | 5.3 (50) | 5.3 (50) | - | - | - |
| 20 | 22.5(100) | 27.7 (75) | - | - | - |
| 30 | 47.7(150) | 54.3(120) | 45.8(110) | 43.5(125) | 38(135) |
| 40 | 76.4(200) | 78.5(180) | 70.7(155) | 73.1(165) | 60.0(175) |
| 50 | 175.5(280) | 175.5(280) | 148.0(220) | 154.0(230) | 128.7(195) |

注) カッコ内は桁高を示す