

関西大学 学生員 ○朝根 健司 関西大学 正会員 松本健太郎
 (株)トヨシマ 非会員 田邊 義和 関西大学 正会員 坂野 昌弘

1 はじめに

橋梁の合理化手法の一つとして鋼桁にテーパ鋼が採用されている。メリットとしては鋼重低減や製作の省力化があり、長スパンの橋梁ではそのメリットが得られる。しかし、従来の一般的なテーパ鋼では、短スパンの場合メリットは少ない。原因として、一般的なテーパ鋼では最大テーパ率が 4mm/m であるため、必要な断面変化量を得られないことが考えられる。フォークリフトのアーム等に使用される特殊圧延テーパ鋼は最大テーパ率が 25mm/m と高く、短スパン橋梁に採用すれば鋼重低減や製作の省力化が期待される。

本研究では、特殊圧延テーパ鋼を短スパン鋼 I 桁橋に採用し、高性能化を試みる。ここでは高性能化の中でも経済性に着目し、比較設計により検討を行う。

2 比較設計方法

2.1 設計条件

表-1 に、設計条件を示す。形式を単純 2 主鋼 I 桁の鉄道橋とし、スパンは 9.8m のものを用いる。フランジ形状は、①等厚鋼で突合せ溶接による断面変化（標準設計）、②断面一定、③テーパ鋼で板厚変化および④テーパ鋼で板厚板幅変化の 4 パターンとする。図-1 に、各パターンのフランジ形状を示す。

図-2 に、標準設計桁の寸法と形状を示す。標準設計桁は 1/4 点付近で突合せ溶接により断面変化している。

2.2 コストの算定

比較項目は、鋼材費、特殊圧延費および溶接費の 3 項目の製作コストについて考える。特殊圧延テーパ鋼の場合は CC 鋼片から特殊圧延を行うため、鋼材費は等厚鋼の場合より 1 割安価で、特殊圧延費が別途計上される。溶接費は土木工事標準積算基準書¹⁾の計算方法に準じて、突合せ溶接費は脚長が 6mm のすみ肉溶接に換算して 0.94 を乗じ、T 継手溶接費は溶接長さに 0.39 を乗じ、それぞれ労務単価の 27,400 円を乗じて求める。特殊圧延費は板厚テーパが 40,000 円/t、板厚板幅テーパが 53,000 円/t（製作メーカーより）。鋼材単価は実際の販売価格を参考に、1t あたり 6 万円～10 万円の範囲とした。

表-1 設計条件

設計法：許容応力度設計法
形式：単純 2 主鋼 I 桁鉄道橋
スパン：9.8m
列車荷重：KS-16
使用鋼材：SM400
フランジ形状：
①標準モデル (等厚鋼，2 箇所突合せ)
②一定モデル (等厚鋼，断面変化無し)
③板厚モデル (テーパ鋼，厚さ変化)
④板厚板幅モデル (テーパ鋼，厚さ・幅変化)
中央断面：標準設計モデルの 中央断面と同一
その他断面：24 等分点で発生応力が 許容応力度となる断面
比較項目：鋼材費
特殊圧延費
溶接費

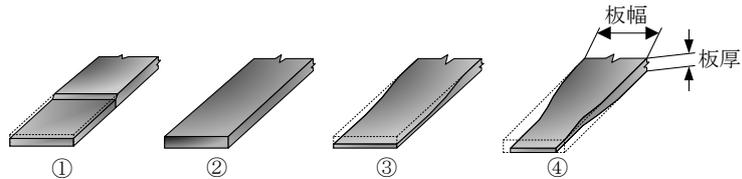


図-1 各モデルのフランジ形状

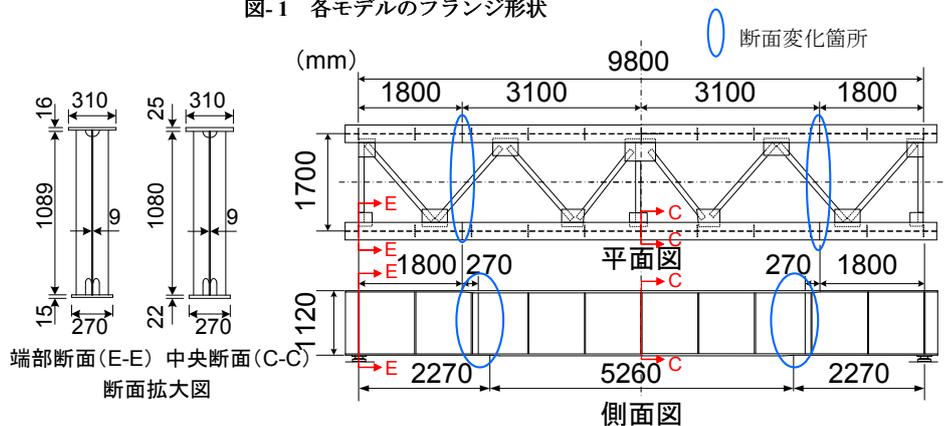


図-2 標準設計桁の寸法と形状

3 比較設計結果

3.1 抵抗モーメントおよび作用モーメント

図-3に、各モデルの抵抗モーメントおよび作用モーメントを示す。実線は作用モーメント、破線は抵抗モーメントである。標準モデルは突合せ溶接により断面変化しているが、板厚モデルと板厚板幅モデルではフランジにテーパをつけられるため抵抗モーメントを作用モーメントに近づけることができる。スパン中央から±4m位置から支点までの間では、板厚モデルの抵抗モーメントは一定となっている。これは幅厚比の許容値を超えるため、抵抗モーメントの低減が打ち切りとなった。板厚板幅モデルでは幅を絞ることによって幅厚比が許容値内となるため、抵抗モーメントが小さくなる。

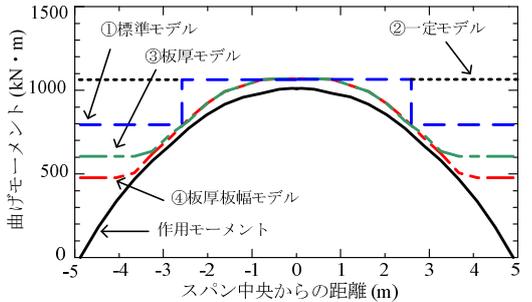


図-3 各モデルの抵抗モーメント及び作用モーメント

3.2 鋼重低減効果

図-4に、各モデルの鋼重を示す。標準モデルを基準とすると、鋼重は板厚板幅モデルで10%低減し、板厚モデルで7%低減となる。一方、一定モデルでは、標準モデルよりも7%増加する。これらより、鋼重低減効果が最も高いのは板厚板幅モデルとなる。

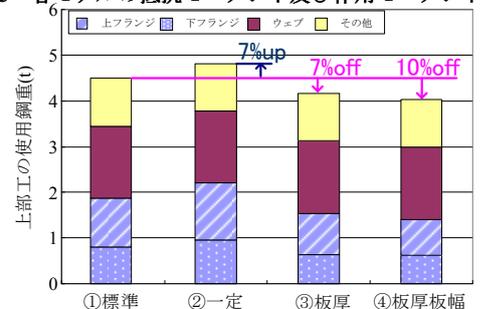


図-4 各モデルの使用鋼重

3.3 溶接費低減効果

図-5に、各モデルの溶接費を示す。標準モデルのみに突合せ溶接があり、溶接費は他のモデルのおよそ3倍となる。一方、その他のモデルはフランジとウェブとの縦溶接のみで、溶接費は同じ値となる。

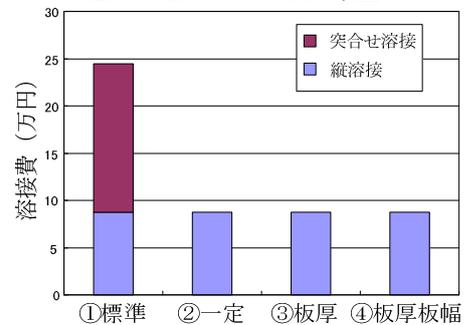


図-5 各モデルの溶接費

3.4 トータルコスト低減効果 (鋼材単価 100,000 円/t)

図-6に、各モデルの製作コストの比率とその内訳を示す。標準モデルと比較すると、板厚モデルと板厚板幅モデルでは21%低減でき、一定モデルでは18%の製作コスト低減が期待される。

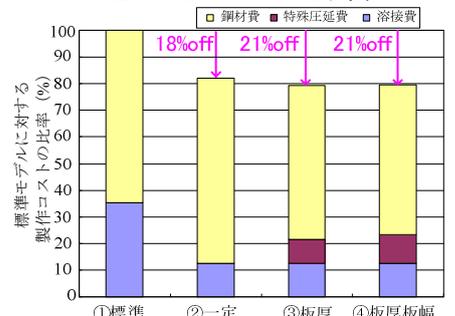


図-6 コストの割合(鋼材単価 100,000 円/t)

3.5 鋼材単価による製作コスト削減効果の違い

図-7に、鋼材単価と製作コストの低減率の関係を示す。低減率は標準モデルを基準とし、板厚モデルと板厚板幅モデルはほぼ同じ値となる。鋼材単価が80,000円/tのとき、全モデルで約23%の低減率が得られ、単価がそれより大きいときは板厚モデルと板厚板幅モデルの方が、単価がそれより小さいときは一定モデルの方がコスト低減率は大きくなる。

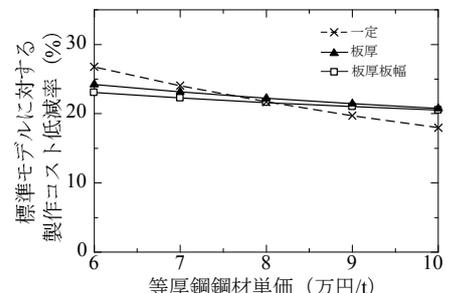


図-7 製作コスト低減率

4 まとめ

主な結論は、以下のとおり。

- 1) スパン9.8mの鋼I桁橋のフランジに特殊圧延テーパ鋼を用いた場合、標準設計(等厚鋼, 突合せ溶接)の場合と比較して鋼重最大10%の低減が期待できる。
- 2) スパン9.8mの鋼I桁橋のフランジに特殊圧延テーパ鋼を用いると、鋼材単価が80,000円/tより高い場合には、フランジに板厚一定鋼を用いるよりも製作コストは安価となる。鋼材単価を100,000円/tと決定すると、標準設計にくらべて、テーパ鋼を採用した場合は21%の低減となり、断面一定の場合は18%の低減が期待される。

参考文献

- 1) 建設物価調査会：国土交通省土木工事標準積算基準書(河川・道路編), 2008.
- 2) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説, 鋼・合成構造物, 2009.7.