

部分係数設計法による連続鋼床版箱桁橋の試設計と許容応力度設計法との比較検討

(独) 土木研究所 正会員 小森 大資 (独) 土木研究所 正会員 村越 潤
 (独) 土木研究所 正会員 梁取 直樹 大日本コンサルタント(株) 正会員 清水 英樹

1. はじめに

筆者らはこれまでに鋼道路橋上部構造を対象とし、現行の道示 鋼橋編に従った単純鋼 I 桁橋(支間長 30m, 40m, 50m)の許容応力度設計(以下、現行設計)を行って信頼性指標 β_T を算出し、部分係数設計法による試設計と許容応力度設計法との比較検討を行ってきた^{1),2)}。本検討では、死活荷重モーメント比率の変化に伴う影響を把握するため、支間長を 200m と 100m とした図-1 に示す断面を有する連続鋼床版箱桁橋について信頼性指標 β_T を試算した。また、得られた β_T をもとに目標とする信頼性指標 β_T を設定し、抵抗側部分係数について検討した³⁾。さらに、この部分係数を用いて部分係数設計法により試設計を行い、現行設計で得られた鋼桁断面との比較を行った。

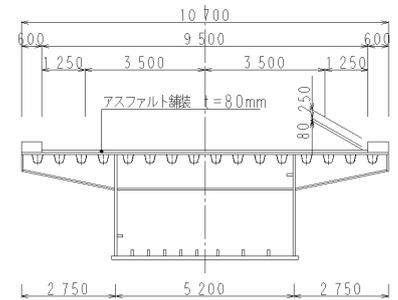


図-1 対象橋梁断面図

2. 信頼性指標

信頼性指標 β_T の算定にあたって、抵抗側及び荷重側不確定要因は文献 3) を、算定上の基準値となる耐荷力曲線は実験データの下限值³⁾を使用した。活荷重(現行 B 活荷重とする)統計量は平均値 1.6(確定値)とした。この値は、本検討対象の連続鋼床版箱桁橋と比較を行うため、単純非合成 I 桁橋(支間長 20m, 30m, 40m, 50m, 55m)、単純鋼床版箱桁橋(支間長 50m)についても同一条件で算出することとし、算出部位は設計で断面が決定する全箇所を対象とした。

図-2 に FORM 法による信頼性指標 β_T の算出結果を死荷重曲げモーメント比率別に示す。支間長 20m ~ 200m の鋼桁橋の死荷重比率は 0.43 ~ 0.74 となり、 β_T の下限値として、引張降伏強度、圧縮鋼床版降伏強度および圧縮自由突出板座屈強度では 4.5 ~ 5.5 が得られた。一方、圧縮補剛板座屈強度の β_T の下限値は、座屈強度統計量の標準偏差が自由突出板座屈強度と比べて大きく、死荷重比率の影響よりもむしろ座屈強度統計量の影響を受けるため 3.8 程度となった。一般に適用支間に対して最適な鋼桁橋形式を採用する限りにおいては、現行設計による信頼性指標 β_T の下限値は支間長によって極端に変わることはないと考えられる。

3. 抵抗側部分係数

部分係数を算定するために、現行設計法に基づいて設計された複数の橋梁の信頼性指標 β_T をもとに、目標となる信頼性指標 β_T を設定する。2. で得られた(図-2)より、各強度における β_T をすべて一定の 4.5 と仮定し、抵抗側部分係数(以下、抵抗係数)を設計値法により算出した。

$$\phi_{Ri} = \left(1 - \beta_T \cdot \alpha_i \cdot \frac{\sigma_R}{\bar{R}} \right) \cdot \bar{R} \quad (1)$$

ここに、 β_T : 目標信頼性指標、 α_i : 感度係数、 \bar{R} : 平均値、 σ_R : 標準偏差、 ϕ_{Ri} : 抵抗係数

現行道示の耐荷力曲線を特性値とした場合の圧縮補剛板座屈強度の抵抗係数は、算定上の基準値(実験データの下限值)を特性値として算出した抵抗係数から変換して求めた。変換の結果³⁾、圧縮補剛板座屈強度の抵抗係数を 0.65 と仮定した。また、圧縮降伏強度および引張降伏強度の抵抗係数は、設計値法により得られた値をもとにそれぞれ 0.80 と仮定した。

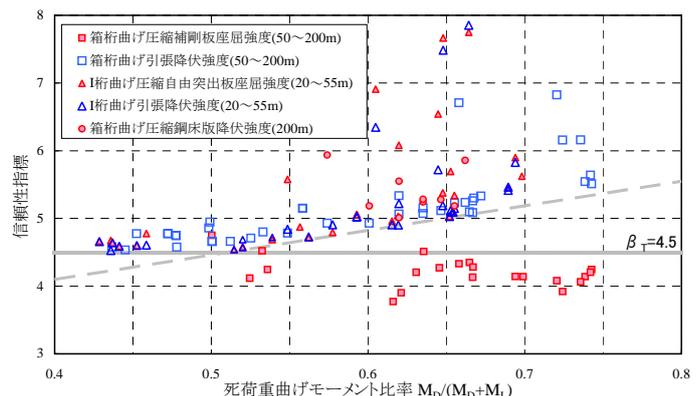


図-2 現行設計法にて試設計した鋼桁抵抗断面の

キーワード 部分係数設計法, 連続鋼床版箱桁橋, 信頼性指標, 目標信頼性指標, 部分係数

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 (独) 土木研究所 構造物メンテナンス研究センター TEL029-879-6773

4. 部分係数設計法書式による試設計

(1) 検討方法

試設計は鋼床版 3 径間連続箱桁橋 (160m+200m+160m, 80m+100m+80m) の 2 ケースとし、照査項目は主桁の曲げに伴うフランジの引張降伏強度、圧縮降伏強度、圧縮補剛板座屈強度とした。荷重係数については、死荷重係数を 1.05、活荷重係数を の算出と同様 1.6 とした。抵抗係数は 3. により仮定した値を用いた。断面は許容応力度設計法で得られた断面力と断面をもとに上下フランジの板厚を 1mm 単位で変化させて得られる断面剛度と鋼重を収束させながら、以下の照査式を満足するように決定した。

$$\phi_R \left(\frac{\min(1.1A_{net-k}, A_{gross-k}) \sigma_{yk} I_k}{A_{gross-k} \gamma_a} \right) \leq \gamma_D M_{Dk} + \gamma_L M_{Lk} \quad (2)$$

$$\phi_R \left(\frac{\sigma_{crk} \sigma_{yk} I_k}{\sigma_{yk} \gamma_a} \right) \leq \gamma_D M_{Dk} + \gamma_L M_{Lk} \quad (3)$$

ここに、

- γ_D : 死荷重係数 (=1.1)
- γ_L : 活荷重係数 (=1.6)
- M_{DK} : 死荷重による公称曲げモーメント
- M_{LK} : 活荷重による公称曲げモーメント
- σ_{yk} : 鋼材の降伏強度基準値
- $A_{gross-k}$: 引張フランジ公称総断面積
- A_{net-k} : 引張フランジ公称純断面積
- I_k : 鋼部材の公称断面 2 次モーメント
- y_{ik} : 中立軸から部材引張縁までの公称距離
- y_{ck} : 中立軸から部材圧縮縁までの公称距離
- σ_{crk} : 座屈強度に関する基準値
- ϕ_R : 抵抗係数
- $\min()$: () 内の値の小さいものを採用

(2) 検討結果

図-3 に現行設計法と部分係数設計法により得られた鋼桁断面 (支間中央断面, 中間支点上断面) を示す。部分係数設計法により得られた鋼桁断面は、現行設計法と比べて、橋面積あたりの鋼重は支間 200m では 1.7% の減少、支間 100m では 1.1% の増加となった。支間長が大きくなると、鋼桁断面は減少する傾向にあるが、現行設計法とほぼ同じ断面が得られた。

またここで得られた鋼桁断面について、2. と同じ統計量を用いて算出した信頼性指標 を図-4 に示す。引張降伏強度の (□) および圧縮鋼床版降伏強度の (○) は、最小板厚規定で決まっている断面については T の 4.5 に近づかない。また、圧縮補剛板座屈強度の (■) は、現行設計法 (図-2) と比べて、最小の (3.8 程度) は T の 4.5 に近づくが、幅厚比パラメータ (R) が大きくなる範囲では、特性値に用いる道示の耐荷力曲線と実験値との離れ量が R で異なるため³⁾、も大きくなっていると考えられる。その他は現行設計法と比べて、 T の 4.5 に近くなりばらつきも小さくなった。

5. 結論

部分係数設計法で支間長の大きな連続鋼床版箱桁橋を試設計したところ、目標信頼性指標 T を一定とした場合でも、鋼桁断面は極端に小さくなることはなく、現行設計とほぼ同程度の鋼桁断面を得ることができた。

参考文献

- 1) 村越潤, 清水英樹, 有馬敬育: 鋼 I 桁橋の信頼性指標 の評価と部分係数に関する基礎検討, 構造工学論文集 Vol.53A, 2007.3.
- 2) 村越潤, 梁取直樹, 清水英樹: 部分係数設計法による鋼 I 桁橋の試設計と許容応力度設計法との比較検討, 第 62 回年次学術講演会, 2007.9.
- 3) 清水英樹, 村越潤, 梁取直樹, 小森大資: 鋼けた橋の信頼性指標 の評価と部材強度の抵抗係数の基礎検討, 第 63 回年次学術講演会 (投稿中)

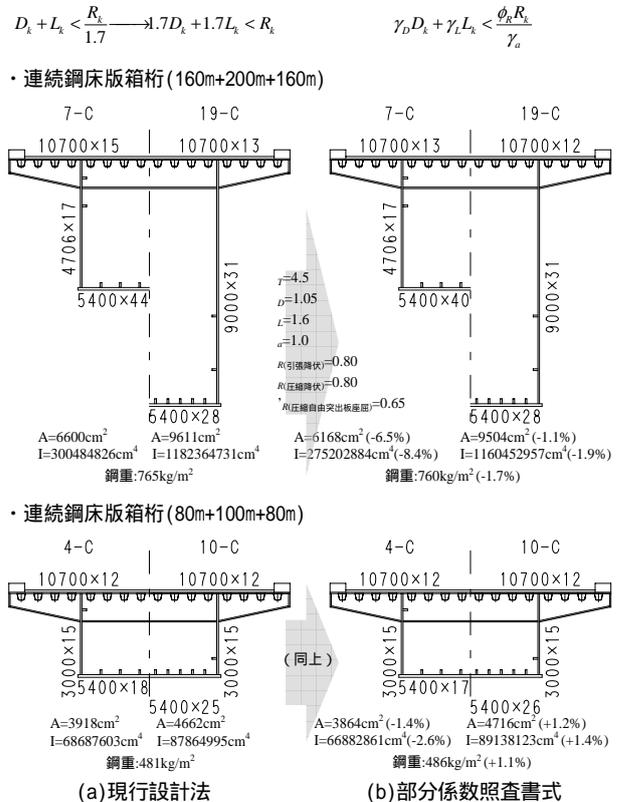


図-3 設計法の違いによる鋼桁断面の比較

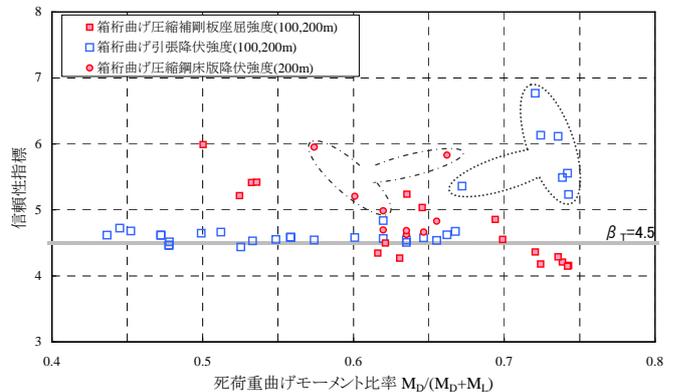


図-4 部分係数設計法にて試設計した鋼桁断面の