

鋼橋の合理化設計に伴うコスト削減事例について

東日本高速道路株式会社 正会員 鈴木 永之
東日本高速道路株式会社 正会員 ○本 間 英 貴

1. はじめに

近年、旧 JH において鋼少数主桁橋の採用による鋼橋の構造形式の革新が進められ、また PC 床版により床版耐久性の確保を行い、PC 床版連続合成 2 主桁橋の採用に至っている（図-1）。PC 床版連続合成 2 主桁橋は、①床版に主桁作用と床版作用を期待、②床版に水平荷重の分担を期待して、主桁、横桁、床版を含めた橋梁構造全体を考慮して橋梁の合理化および省力化により橋梁構造の単純化を図った構造である。東日本高速道路（株）関東支社管内の鋼橋についても積極的に合成桁化および鋼桁の合理化設計に取り組んでいるところであり、本稿は当社の鋼橋設計思想について概説するとともに詳細設計時に実施した鋼橋の合理化設計結果からの鋼重、鋼部材数量の変遷および従来設計との経済性について考察するものである。

2. 合理化設計の概要

2-1 合成桁化設計

合成桁は、鋼桁と床版が一体となって働くように、鋼桁のフランジと床版をずれ止めによって合成し、鋼桁の上フランジに生じた圧縮応力を床版で受け持つものである。合成桁は鋼とコンクリートを組合せることで力学的に有利な構造としたもので、非合成桁に比べ上フランジの断面が小さく、桁高も低く、経済的な構造となる（図-2）。更に、当社の設計思想は、従来の多主桁構造で採用されていた RC 床版のかわりに PC 床版を採用している。これは、床版の損傷を不可避とし、打換える構造という概念から床版は基本的には半永久的な構造でなければならないという判断によるものである。

2-2 鋼桁の合理化設計

現在の鋼桁の設計は、従来の多主桁設計から工場製作時の省力化、板取りの容易さおよび LCC の観点から塗装面積の低減を図った従来と比較して製作部材数を減少させた少数主桁橋設計が主流である。当社の設計はこれに加え、正曲げモーメントを受ける支間中央部は、せん断力が比較的小さいことに加え、水平補剛材を省略したため厚い腹板となっていることから、現行の道路橋示方書におけるキーワード 連続合成桁、合理化設計、少補剛設計、コスト削減

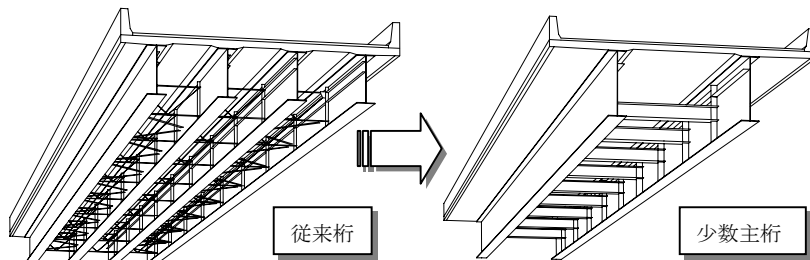


図-1 少数主桁概念図

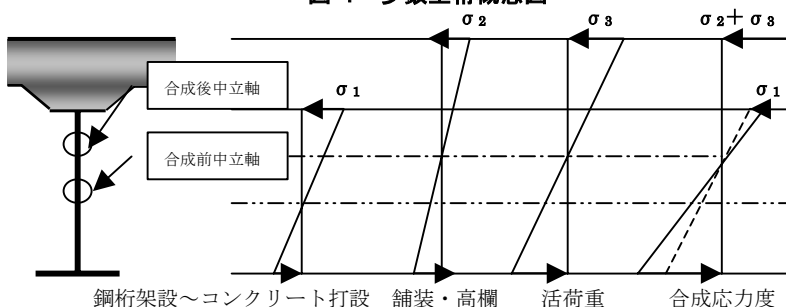


図-2 合成桁の概念図

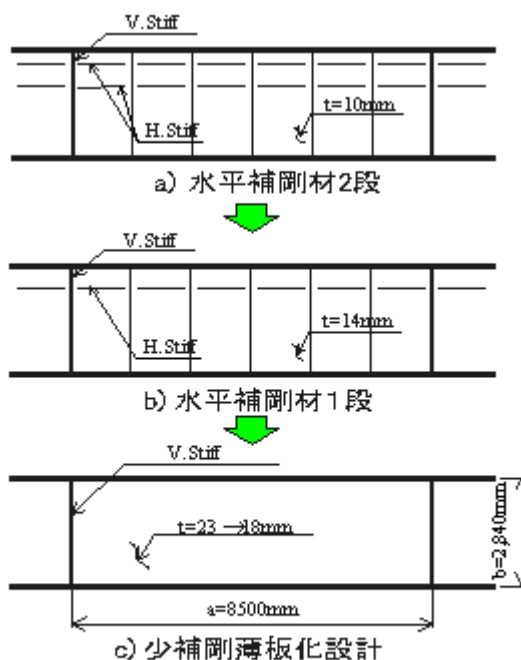


図-3 断面構成の変遷

アスペクト比 α (α ＝垂直補剛材間隔／腹板高)の規定 1.5 以下のところ 3.0 まで許容している。これにより中間横桁間に垂直補剛材を設けない設計が可能になっている。また合成桁設計に伴い腹板の補剛設計は桁支間部で床版の剛性を期待して水平補剛材を省略した少補剛薄板化設計を取り入れている。少補剛薄板化設計とは、合成桁設計を行った場合、後死荷重および活荷重載荷時においては、中立軸が上フランジのすぐ下側に位置することから、正曲げモーメント範囲では腹板の曲げ圧縮領域が少なくなり、腹板厚を薄くできる。¹⁾

よって、昨今の詳細設計では設計年次の相違により、従来の少補剛設計の非合成桁設計と比較して①鉛直補剛材間隔の拡大、②正曲げ区間の腹板薄板化した断面構成となっている(図-3)。

3. 合理化設計後の比較(数量・金額)

以下に合理化設計の有無による数量及び金額比較の結果を示す。なお、対象橋梁は NEXCO 東日本関東支社管内の橋梁(6 橋)としている。

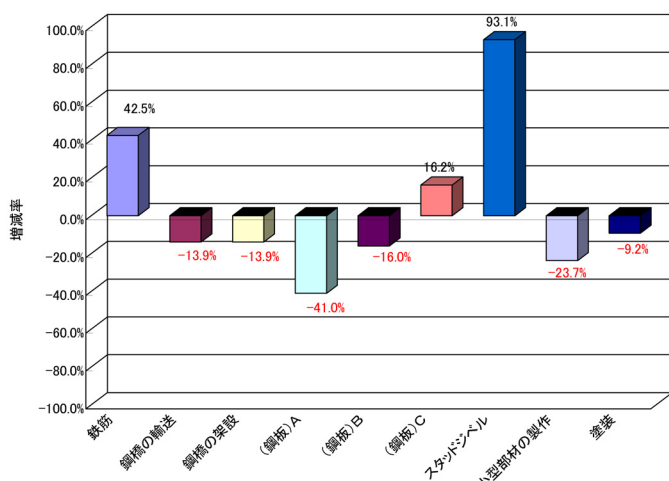


図-4 合理化設計による数量増減率(合理化／非合理化)

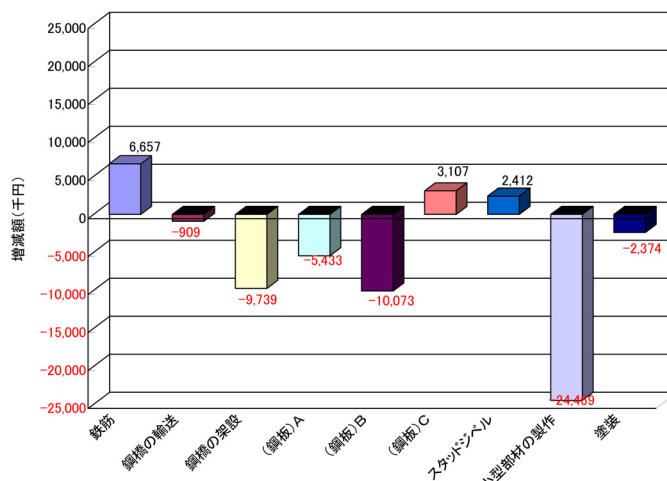


図-5 合理化設計による増減額(合理化－非合理化)

4. 結果の考察

数量は、非合成桁設計から合成桁設計に変更した結果、上フランジの断面を縮小し、更に少補剛設計を採用したことにより垂直・水平補剛材が減少できることから、鋼板(SM400、490)と小型部材の製作数量が減少した。逆に合成桁設計にした結果、床版に主桁作用も期待することから、非合成桁設計と比較して床版鉄筋量は増加する。同様に合成桁設計では床版と主桁が一体となって挙動することを前提にしており、確実に一体化を図る必要があるため、ずれ止めのスタッドジベル数量が増加する。(図-4 参照)

非合成桁設計から合成桁設計への変更及び少補剛設計の採用に伴うコスト削減効果として、6 橋平均の増減額を図-5 に示す。上記のとおり鋼材重量減及び小型部材数の減に伴い、輸送・架設費、鋼材費(SM400 材及び SM490 材)、塗装のコストが削減されることが分かった。特に小型部材の製作費用の減が顕著に表れている。逆にコスト増としては、床版鉄筋費と鋼板 C、スタッドジベル費等で若干のコスト増となった。

5. おわりに

今回、鋼橋の設計において、合理化設計(非合成桁設計から合成桁設計へ変更及び少補剛設計)することによるコスト削減効果について検証し、概ね全体工費の約 5 % 程度のコスト縮減を見込めることが分かった。ただし、合成桁設計が成立するためには桁と床版が一体となって挙動するのが大前提であるため、確実な床版施工及び品質管理が求められる。

今後、更なるコスト削減を模索していく手法としては、許容応力度法から欧米諸外国では採用されている限界状態設計法(コンパクト設計、ハイブリッド設計)による設計も視野にいれているところである。

【参考文献】

- 1) NEXCO 設計要領第二集