

二重合成構造による連続合成細幅箱桁橋の長支間化に向けた検討

大阪工業大学大学院 学生会員 ○岡山尚輝
 日本ファブテック株式会社 正会員 柳尾 唯
 大阪工業大学 正会員 大山 理
 大阪工業大学 正会員 今川雄亮

1. はじめに

近年、橋梁分野においてコスト削減が求められている中で、複合構造をはじめとした新形式の構造に対する研究・開発が行われている。その中で二重合成桁橋は、連続合成桁橋の中間支点領域に下床版を合成することにより、圧縮を受ける鋼の座屈防止、桁高および板厚の低減が図れる特長を有している。さらに、限界状態設計法の適用により、安全性の照査において正曲げ、負曲げ断面ともにコンパクト断面として設計することができる。そこで本研究では、二重合成構造による長支間化に向けて、細幅箱桁橋の一般的な支間長(60~90m)を超える連続細幅箱桁橋を対象に、全桁長にわたってコンパクト断面とする概略設計を行った。本稿では、試設計による断面構成結果、従来の細幅箱桁橋との鋼重および概算工事費を比較した結果を報告する。

2. 対象橋梁の概要

対象橋梁は、3 径間連続合成細幅箱桁橋(支間長：100m+120m+100m)である。対象橋梁の標準断面を図-1に示す。下床版が無い従来の細幅箱桁橋(以下、従来構造)と二重合成細幅箱桁橋(以下、二重合成構造)の試設計を行った。

3. 設計条件および照査方法

本検討では、複合構造標準示方書¹⁾(以下、複示)に準拠し、完成系に対して終局限界状態の照査を行った。ただし、本検討では横力は考慮していない。荷重は、表-1に示す4 ケースとし、クリープ、乾燥収縮、温度変化ならびに温度差について別途考慮している。作用係数の内、死荷重(D)は 1.1、活荷重(L)は 1.2 とした。コンパクト断面の判定²⁾において、ウェブの圧縮域高さを下床版によって固定されていないところと仮定し、合成断面の塑性中立軸位置を算出している。

下床版の設計基準強度 f_{ck} は 40N/mm^2 、下床版の圧縮制限値は輪荷重が直接作用しないため、道路橋示方書・同解説(以下、道示) III²⁾を参考に、鉄筋コンクリート部材として $20.5\text{N/mm}^2(=f_{ck}/\gamma_c \times 2/3)$ とした。下床版厚は最低 300mm、最大で塑性中立軸位置までとしている。一方、従来構造は、道示 II³⁾に準拠して設計を行った。

4. 断面構成結果

試設計を行った二重合成構造の側面を図-2に示す。なお、下床版の範囲は負曲げ域として断面力図より決定している。一例として、中間支点部および側径間中央断面の断面構成結果を表-2 および図-3に示す。側径間中央断面では、塑性中立軸位置に近い上フランジは全塑性モーメントへの寄与率が小さいため、道示 II で設計した断面よりも板厚が増加した。一方、下フランジは塑性中立軸位置から離れているため、全塑性モーメントの寄与率が高くなり、複示で設計することで板厚の低減を図ることができた。中間支点断面では、下床版を

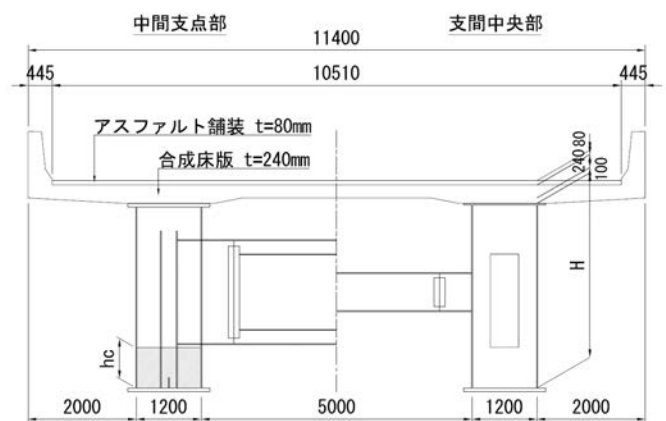


図-1 対象橋梁の標準断面 (寸法単位：mm)

表-1 荷重ケースおよび二重合成部の抵抗断面

荷重	抵抗断面(二重合成部)
合成前死荷重：鋼桁架設+下床版打設	鋼桁
合成前死荷重：上床版打設	鋼桁+下床版
合成後死荷重	鋼桁+下床版+上床版内鉄筋
活荷重	鋼桁+下床版+上床版内鉄筋

キーワード：細幅箱桁、二重合成、下床版、限界状態設計法、コンパクト断面

連絡先：〒535-8585 大阪府大阪市旭区大宮 5 丁目 16 番 1 号 TEL：(06)6954-3315

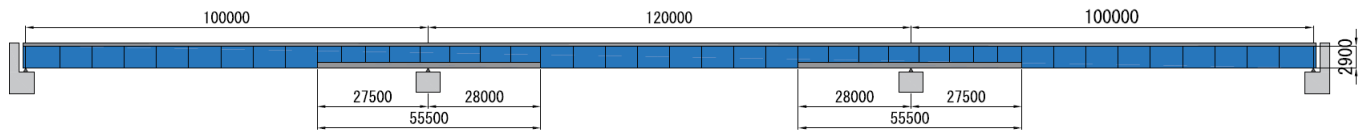


図-2 二重合成細幅箱桁橋の側面(寸法単位：mm)

合成することで下フランジ厚は2割程度の低減となった。なお、下床版の厚さの決定には、架設時および使用性の照査にも留意する必要がある。桁高は全桁長にわたって3400mmから2900mmへと15%程度低減を図ることが可能となる。

5. 鋼重・概算工事費の比較

図-4に最大支間長と連続合成細幅箱桁橋の橋面積当たりの鋼重の関係を、図-5に連続合成細幅箱桁橋の平均支間長と上部工工事費の関係を示す。ここで、従来構造について、施工実績と概ね一致しているため、本試設計の妥当性を確認している。図-4より、橋面積当たりの鋼重について、二重合成構造ではコンパクト断面として設計することで、従来構造と比較し2割程度低減することができた。なお、下床版による重量増分は、上部工鋼重の低減分と同程度となった。図-5より、二重合成構造では、下床版の施工費増となるが、桁高減により水平継手を省略することができるため、従来構造と比較し2割程度のコスト削減が可能であることがわかった。

したがって、細幅箱桁橋に二重合成構造を適用することにより、コストを削減した上で長支間化が可能となることが見出された。

6. まとめ

3径間連続細幅箱桁橋の負曲げ域に下床版を設けることで全桁長コンパクト断面として設計でき、桁高の抑制、鋼桁の薄板化が可能となり、細幅箱桁橋の長支間化とともに鋼重および工事費の低減が図れることがわかった。今後の課題として、さらなる合理化を図るために下床版の軽量化やプレキャスト版の適用による工期短縮、施工方法などについて検討を行う必要がある。

【参考文献】

- 1) (公社)土木学会 複合構造委員会：2014年制定 複合構造標準示方書 原則編・設計編，2015.5.
- 2) (公社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅲ コンクリート橋・コンクリート部材編，2017.11.
- 3) (公社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅱ 鋼橋・鋼部材編，2017.11.
- 4) (一社)日本橋梁建設協会：細幅箱桁橋の設計例と解説，2021.6.
- 5) (一社)日本橋梁建設協会：鋼道路橋の工事費実績【平成28年～令和2年度 実績】，2021.6.

表-2 断面比較 (寸法単位：mm)

項目		中間支点断面 (負曲げ最大)	側径間中央断面 (正曲げ最大)
二重合成構造	上フランジ	幅	1520
		厚	57
	ウェブ	高さ	2843
		厚	17
	下フランジ	幅	1520
		厚	57
下床版	幅	1200	
	厚	740	
材質		SM570	SM490Y
適用図書		複合構造標準示方書	
従来構造	上フランジ	幅	1520
		厚	67
	ウェブ	高さ	3333
		厚	19
	下フランジ	幅	1520
		厚	73
材質		SM570	SM490Y
適用図書		道路橋示方書	

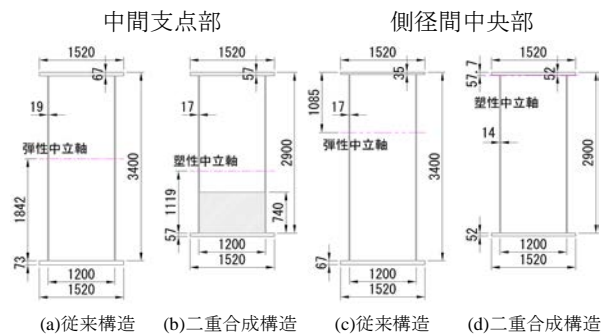


図-3 鋼断面比較 (寸法単位：mm)

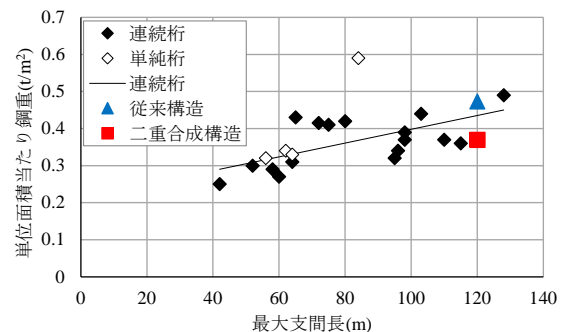


図-4 最大支間長と鋼重の関係⁴⁾

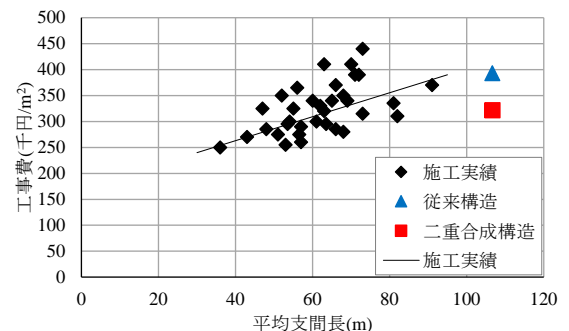


図-5 平均支間長と工事費の関係⁵⁾