

一括架設時における I 形鋼合成床版桁形式に対する横倒れ座屈の検討

オリエンタルコンサルタンツ 正会員 ○富田毅

オリエンタルコンサルタンツ 正会員 熊坂徹也 正会員 審良郁夫

1. はじめに

本橋は、歩行者の安全確保を目的とした歩道整備事業のうち、一級河川吉野川を渡河する国道 13 号羽黒橋の側道橋である。橋梁形式決定にあたり、以下に示す課題があったため、これらを満足し経済性に優れる形式である I 形鋼合成床版桁を選定した。

【橋梁形式選定時の課題】

■施工工期短縮：施工期間は 1 年間を目標

■狭小施工ヤード：民家が密集する国道沿いの側道橋であり、現況交通機能の確保、狭小ヤードでの施工に配慮した安全確実な施工計画を立案

■桁高制限：河川条件より、構造高 1.4m(桁高支間比 1/32)の低桁高に対応

しかし、狭小幅員の歩道橋に対して I 形鋼合成床版桁形式を適用するにあたり、一括架設時の「横倒れ座屈」に対する課題があった。そこで本稿では、架設計画に配慮した単純 I 形鋼合成床版桁(橋長 L=45m)の設計事例について報告する。

2. 橋梁形式検討時の課題に対する解決策

2-1. 課題 1: 施工工期短縮

I 形鋼合成床版桁形式は、主桁、床版が工場で一体化されたものが現場に搬入されるため現場施工の簡略化が可能となる。また、吊足場・床版型枠の設置撤去が不要となるため、桁下での作業がほとんど発生せず最小限の規制で施工可能であり、他形式と比べ施工工期を短縮することができた。

2-2. 課題 2: 狭小施工ヤード

I 形鋼合成床版桁形式は、横組み部材を省略しているため、桁重量が他形式と比べ軽い。そのため、架設クレーン規模を小さくすることが可能となり、狭小施工ヤードでの架設が可能となる。本橋では、現橋上で地組みし、橋台両側に 200t 吊オールテレーンクレーンを設置し、相吊り一括架設を行った。桁地組・架設時、国道 13 号は片側交互通行とし、現況交通機

能を確保した上での架設を可能とした。

2-3. 課題 3: 桁高制限

I 形鋼合成床版桁形式は、桁高支間比 1/30~40 であり、桁高を 1.1m(桁高支間比 1/40)とすることで、交差条件の河川に対して十分な余裕(H.W.L+余裕高に対して 0.5m の余裕)を確保した。



図-1 橋梁側面図

表-1 橋梁緒元

橋長	L=45.2m
桁長	L=45.0m
支間長	L=44.0m
斜角	$\theta = 85^{\circ} 00' 00''$
幅員構成	W=2.0m
上部工形式	単純I形鋼合成床版桁(パネルブリッジ)
下部工形式	逆T式橋台(A1, A2)
基礎工形式	鋼管杭φ600(A1, A2)
交差物件	一級河川 吉野川
適用方書	道路橋示方書(H24.3)
適用方書	立体横断歩道施設技術基準(S54.1)

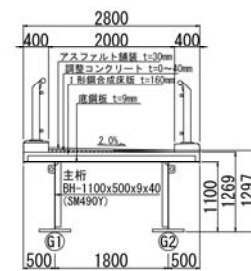


図-2 上部工断面図

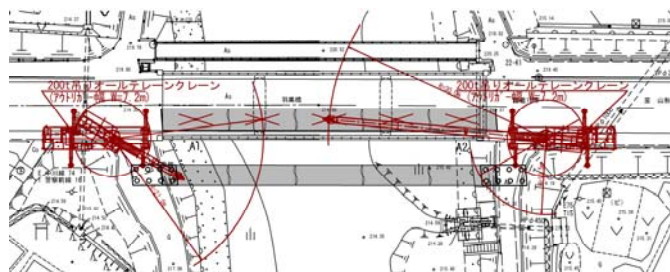


図-3 架設計画図

I 形鋼合成床版桁の構造的特徴

■横組み部材の省略化

本形式は、床版に荷重分配および水平荷重を負担させることで、中間横桁、横構などの中間横組み部材を省略しているため、製作・施工の省力化を図ることができる。

■床版構造の合理化

本形式はハンチ・ジベルを省略するため、床版と主桁を工場で一体化させており、合成床版の主部材である I 形鋼にジベル機能を兼用させている。



キーワード：横倒れ座屈、一括架設、合成床版、桁高制限、急速施工、歩道橋

連絡先：〒980-0811 宮城県仙台市青葉区一番町 4 丁目 6-1 TEL：022-215-5625 FAX：022-215-5626

3. 一括架設時における横倒れ座屈の照査

3-1. 概要

支間長L/主桁間隔Bが18以上の細長い橋梁の場合、床版打設時の載荷死荷重により主桁が横変形し、横倒れ座屈が生じる。¹⁾

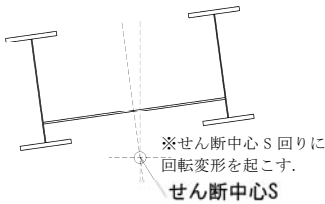


図-4 横倒れ座屈模式図

本形式は横組み部材を省略し、L/B が 24(44/1.8) となるため、横倒れ座屈が生じやすいが、底鋼板(t=9mm)に主桁を一体化したπ型断面であり、U型断面と比べ水平曲げ剛度が大きく、横倒れ座屈に対する安全性は高いと考えられる。しかし、架設時は床版打設前であり、軸方向に補剛されていない床版のため、底鋼板だけでは剛度が不足している可能性がある。したがって、架設時における横倒れ座屈の照査を実施し本形式の安全性を確認した。

3-2. 照査①：底鋼板の応力・座屈照査

1) 圧縮フランジである底鋼板が偏心モーメントと軸圧縮力に対して許容値を満足し、横変形を起こすことが無ければ横倒れ座屈は生じないと考え、底鋼板の応力照査を実施

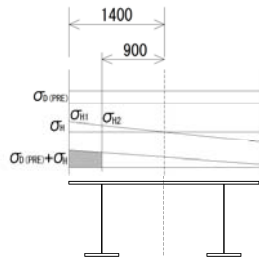


図-5 照査①断面模式図

した。照査箇所は軸圧縮力および偏心モーメントにより圧縮力が最大となる床版張出部底鋼板とした。想定する偏心量δは道示Ⅱ²⁾に規定される組立精度の許容値27.6mmとして照査した結果、偏心モーメントによる圧縮応力を考慮しても許容値を満足した。許容値は鋼・合成橋梁を支える諸技術³⁾より無補剛板の横方向圧縮強度σ_{ymp}=188.5 N/mm²とした。

表-2 照査①-1) 照査結果

前死荷重時 (鋼重・床版コンクリート)の 底鋼板圧縮応力 σD(PRE)	底鋼板 に作用する 偏心モーメント Mδ	横方向力による 床版張出部圧縮応力 σH1	照 査 結 果
160N/mm ²	201.6kN・m	17.1N/mm ²	
横方向力による 床版張出部圧縮応力 σH2	平均圧縮応力 σH	床版張出部 合計圧縮応力 σ	
11.0N/mm ²	14.1N/mm ²	174.1N/mm ²	174.1N/mm ² <188.5N/mm ² OK

2) 底鋼板を単純支持された柱と考え、柱状座屈に対する照査を実施した。道示Ⅱ²⁾の軸方向力と曲げモーメントを受ける部材の照査式にて照査した結果、許容値を満足した。

照査結果：0.94<1.00・・・OK

以上より、本形式は施工誤差を考慮した張出部圧

縮応力度に対して底鋼板は十分な剛性を有しており、横変形は生じないと考えられる。したがって、横倒れ座屈に対する安全性は確保していると考える。

3-3. 照査②：上部工断面全体系での座屈照査

プレートガーダー側道橋の全体横倒れ座屈に関する検討(その1)⁴⁾より、弾性横倒れ座屈荷重q_{cr}と実荷重q_w(床版打設時の死荷重)を比較し、安全性を照査した。安全率は2.5(=1.2(荷重偏載)×1.2(桁の初期変形)×1.7(未知の諸要因))とした。⁴⁾

1) π型断面での照査

底鋼板と主桁が一体化となったπ型断面として照査を実施した結果、安全率を満足した。

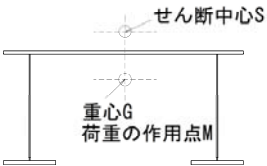


図-6 照査②-1) 断面模式図

2) I型断面での照査

底鋼板は橋軸方向に縦リブを設けていないためπ型断面としての剛性を期待できない場合を想定した。底鋼板を上フランジと仮定し、下フランジ幅(50cm)と同幅として照査を実施した結果、安全率を満足した。

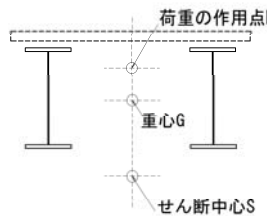


図-7 照査②-2) 断面模式図

表-3 照査② 照査結果

照査断面	曲げねじり抵抗係数 Cω	弾性横倒れ 座屈荷重 qcr	作用荷重 (床版打設時) qw	照査結果
π型断面	17,237,361,140cm ⁶	664.5kN/m	20.02kg/cm	33.2>2.5 OK
I型断面	13,926,965,202cm ⁶	51.9kN/m	20.02kg/cm	2.6>2.5 OK

以上より、本形式をI型断面とした場合においても架設時の横倒れ座屈に対する安全性を確保できており、本橋は一括架設が可能であると判断した。

4. おわりに

短期間での施工・狭小な施工ヤード・桁高制限の条件を受ける場合、I形鋼合成床版形式は構造的特徴から望ましい形式である。本稿は、一括架設を採用するにあたり課題となる横倒れ座屈の照査について一事例を紹介した。本形式を選定した場合、本稿が横倒れ座屈照査の手助けになれば幸いである。

参考文献：1) (公社)日本道路協会：鋼道路橋施工便覧、H27.03 2) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅱ鋼橋編、H24.03 3) (株)山海堂：鋼・合成橋梁の進歩を支える新技術、H11.05 4) 土木研究所：プレートガーダー側道橋の全体横倒れ座屈に関する検討(その1)、S57.02