

少数鈑桁橋の一括架設における横倒れ座屈の検討と安全対策

宇部興産機械株式会社
宇部興産機械株式会社

○清水 征也 宇部興産機械株式会社 正会員 後藤 悟史
谷脇 敬一郎 株式会社宇部情報システム 松浦 慎一

1. はじめに

本稿では, 鋼単純少数鈑桁橋において鋼桁を一括架設する際の横倒れ座屈の検討を行い, 安全性を確認した結果について報告する. 対象工事の現場は, 高架下が重要種生息対象域となっているためベントの設置が困難な箇所があり, 長さ約 45m の鋼桁を一括架設する計画を立てた. しかし, 横倒れ座屈の簡易照査で安全率を満足しない結果となったため, 一括架設と同時に中間・端支点上横桁を仮連結する対策を検討した. この対策に伴い, 横桁の拘束を考慮した座屈解析を行い安全性の照査を行った. これらの架設計画や座屈解析, 横桁を仮連結する対策案の比較検討について詳述する. 図-1 に対象橋梁の平面図を示す.

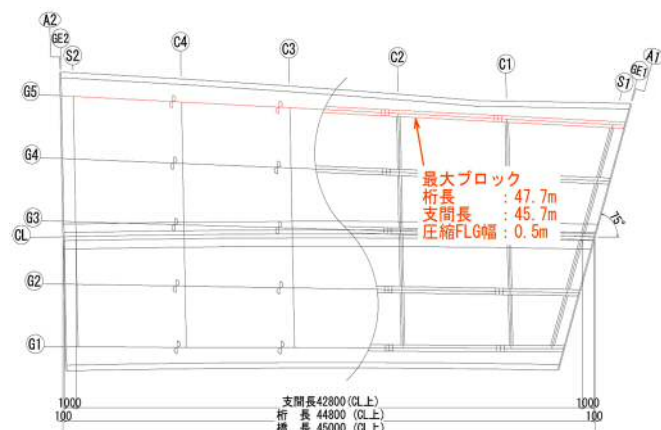


図-1 橋梁平面図

2. 横倒れ座屈に対する簡易照査

(1) 支持間隔 l と圧縮フランジ幅 b の比による照査

「鋼構造架設設計施工指針(土木学会, 2012 年版)」より安全率は式(1)で照査できる.

$$l/b \leq 70 \quad \dots (1)$$

l : 支間長(m), b : フランジ幅(m)

よって, $45.7/0.5 = 91.3 > 70$ となり, 安全性は不十分であった.

(2) 限界モーメントによる照査

図-2 で示す一軸対称な I 形断面部材が, 両端で単

純支持された場合の弾性理論による横倒れ座屈の限界モーメントにより, 照査を行った. 「鋼構造架設設計施工指針(土木学会, 2001 年版)」より式(2)に横倒れ座屈の限界モーメント M_{cr} を表-1 に M_{cr} 算出式の係数をそれぞれ示す.

$$M_{cr} = \alpha \cdot \frac{\pi}{l} \cdot \left\{ \sqrt{E \cdot I_y \cdot G \cdot K + E^2 \cdot I_y \cdot C_w \cdot \frac{\pi^2}{l^2} + E^2 \cdot I_y^2 \cdot \frac{\pi^2}{l^2} \cdot J^2} + E \cdot I_y \cdot \frac{\pi}{l} \cdot J \right\} \quad \dots (2)$$

表-1 M_{cr} 算出式の係数

等分布荷重の換算係数	α	1.13
弾性係数	E (kN/m ²)	2.0×10^8
せん断弾性係数	G (kN/m ²)	7.7×10^7
Y軸周りの断面2次モーメント	I_y (m ⁴)	$I_c + I_t$
圧縮FLGの断面2次モーメント	I_c (m ⁴)	$\frac{t_c \cdot b_c^3}{12}$
引張FLGの断面2次モーメント	I_t (m ⁴)	$\frac{t_t \cdot b_t^3}{12}$
純ねじり定数	K (m ⁴)	$\frac{1}{3} \sum b \cdot t^3$
曲げねじり定数	C_w (m ⁶)	$\frac{I_c \cdot I_t}{I_c - I_t}$
支間長	l (m)	
せん断中心と重心との距離	e (m)	$\frac{I_c h_c - I_t h_t}{I_y}$
作用位置	J (m)	$\frac{h \cdot (I_c - I_t)}{2 \cdot I_y}$

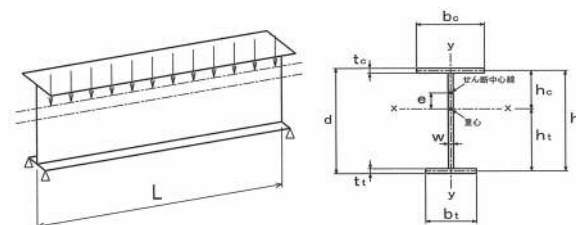


図-2 単純支持の I 形断面部材

照査の結果, $M_{cr} = 2356 \text{ kNm}$, $M_{max} = 2708 \text{ kNm}$ より $v = 2356 / 2708 = 0.87 < 1.35$ (安全率) となり限界モーメントによる照査でも安全性は不十分という結果になった.

キーワード 少数鈑桁, 横倒れ座屈, 座屈解析

連絡先 〒755-8633 山口県宇部市大字小串字沖ノ山 1980 宇部興産機械株式会社 TEL 0836-22-6211

3. FEMによる座屈解析結果

簡易照査において安全性が確保されなかったため、一括架設と同時に中間・端支点上横桁を仮連結する対策案を検討し、横桁の拘束を考慮した座屈解析により安全性の確認を行った。

解析は、図-3 のように横桁設置の有無を組み合わせ計 4CASE 行った(以下 CASE1~CASE4 と表記)。拘束条件として、主桁の拘束は図-2 に合わせ、横桁の拘束は仮連結した状態とし図-4 のように設定した。図-5 は、各 CASE の座屈モードと座屈係数を示す。

解析結果より、各 CASE の座屈係数(安全率)は 0.657, 0.661, 1.765, 1.773 で、CASE1, CASE2 の中間横桁を設置していない状態では安全率を満足しないが、中間横桁を設置した CASE3, CASE4 については安全率を満足した。これは、中間横桁を設置することにより面外方向への変形が効率良く抑えられ座屈モード次数を上げることができたためと考える。

また、CASE1 は 2. で照査した条件と同じで解析の妥当性を評価できるが、 M_{cr} による安全率より低い値となった。これは、簡易照査で使用した断面係数は支間中央のもので断面変化を考慮していなかったが、FEM では支間中央以外の弱断面の影響を表現できているためである。

よって、解析結果をふまえクレーンで吊った状態で中間横桁を連結し、また現場の施工性から支承と桁の固定と同時に端支点上横桁を連結する必要があるため、CASE4 の方法を採用した(写真-1)。

4. 今後の課題

同様の架設工法の都度、FEM を実施することは、時間・コスト面で問題がある。今後、中間横桁を設置した場合の簡易照査の方法について、検討したい。

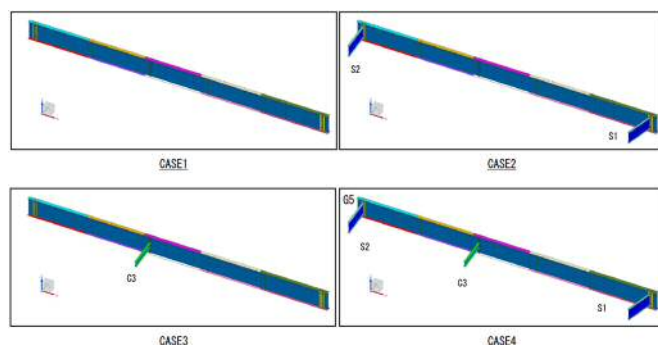


図-3 解析 CASE 毎の簡略図

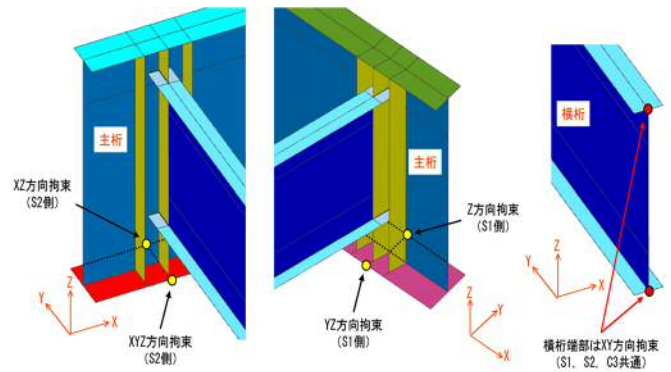


図-4 拘束条件

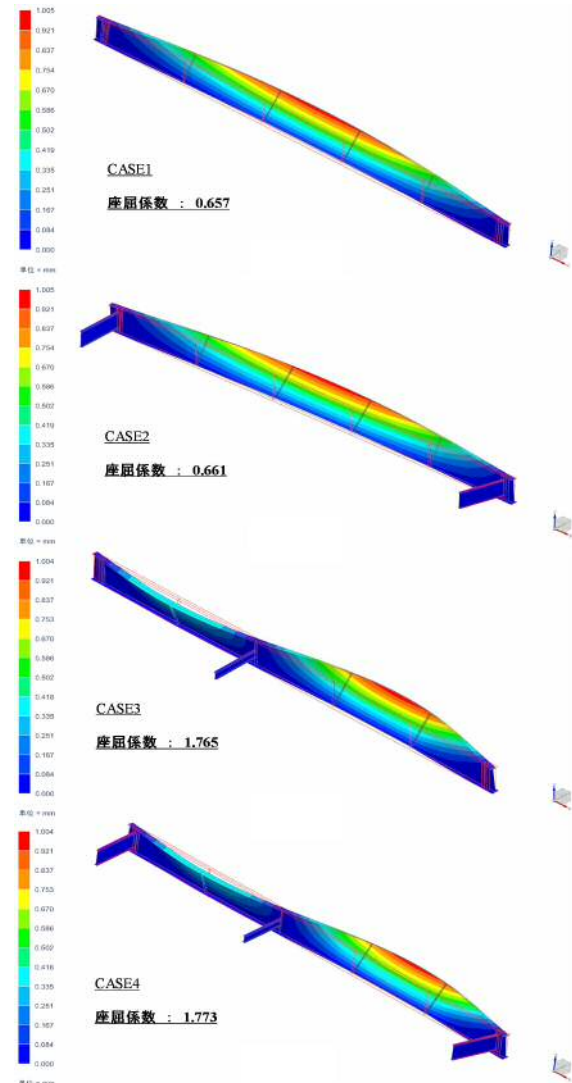


図-5 解析結果



写真-1 架設状況