

鋼・木合成桁の横ねじれ座屈に関する数値解析的研究

秋田大学	学生会員	小池真子
秋田大学	学生会員	田村陸
秋田大学大学院	正会員	青木由香利
秋田大学大学院	正会員	後藤文彦

グ率は 205GPa、ポアソン比を 0.3 とした。木材はスギ材などを想定し、ヤング率を 6GPa、ポアソン比を 0.4 とした。なお、今回の解析では木材の異方向性は考慮せず、今後の課題としている。

1. 背景

本研究では将来的に斜張橋などの構造物への木材利用を目的として新しい鋼・木合成構造を提案する。本研究で提案する合成構造はこれまでの鋼コンクリート合成桁から着想を得て¹⁾、特に I 形鋼の横ねじれ座屈改善のため木材との組み合わせを考えた。ここでは、鋼板、いくつかの I 形鋼、木材のみ、そして鋼板と木材、I 形鋼と木材の合成桁の横ねじれ座屈に関して数値解析的に検討を行った。

2. 数値解析

(1) 数値解析モデル

本研究では A~I に示す 9 つの数値解析モデルを作成しその詳細をここに示す。鋼板のみのモデルを A、I 型鋼のみのモデルを B、C、木材のみのモデル D、E、F、鋼板プレートと木材の合成桁のモデルを G、I 型鋼と木材の合成桁のモデルを H、I とし、それぞれの断面図を図-1 に諸元を表-1、表-2 に示す。

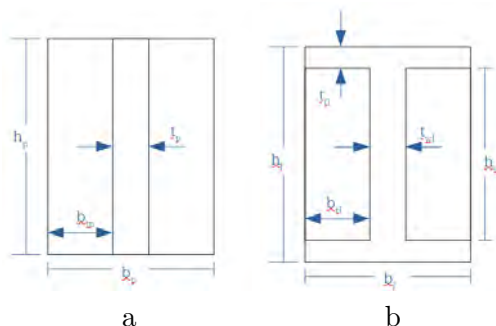


図-1 断面図

表-1 プレート合成桁の諸元

名称	タイプ	h_p	b_p	b_{tp}	t_p
A	P	1000			9
D	T	1000		245.5	
G	PC	1000	500		

P:プレートのみ T:木のみ PC:プレートと木の合成

表-2 I 型鋼合成桁の諸元

名称	タイプ	h_I	h_{tI}	b_I	b_{tI}	t_{wI}	t_{fI}
B	I	1000		500		9	12
C	I	912		302		18	34
E	T		976		345.5		
F	T		844		142		
H	IC	1000		500			
I	IC	912		302			

I:I 型のみ IC:I 型と木の合成

(2) 解析方法

有限要素解析ツール「salome meca」を用いて横ねじれ座屈解析を行う。橋の桁のように、曲げモーメントが作用する部材においてフランジが固定されていない場合はフランジが圧縮力により横方向に曲がり横ねじれ座屈が起こる可能性があるため本研究では鋼板・I 型鋼に木材を組み合わせることでのくくらい低減されるかを検討した。

鋼板と I 型プレートは通常の鋼材を適用し、ヤン

横ねじれ座屈解析は図に示す片持ち梁（片側完全固定、自由端に 100kN 荷重）と、図に示す片側完全固定、反対側は鉛直・回転固定、橋軸方向自由で中央に荷重するモデルの 2 つを用いて行った。

図に示す片持ち梁モデルはモデル C を用いて行っ

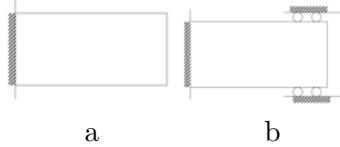


図-2 片持ち梁

た理論値との比較に使用した。

理論値は Andrade²⁾ の式

$$P_{cr} = C_1 \frac{2EI_y}{4l^3} \sqrt{\frac{4I_w}{I_y} + \frac{4l^2GJ}{n^2EI_y}} \quad (1)$$

を用いて求めた。

ここで P_{cr} は座屈荷重、 E はヤング率、 I_y は断面 2 次係数、 l はスパン長、 G はせん断性係数、 J はねじり定数をそれぞれ示す。

3. 解析結果

(1) 理論値との比較

式-1 より I 型鋼の横ねじれ座屈荷重は 1408.21kN となった。図-3 は解析モデルの要素数と座屈荷重の関係図である。これより本研究では要素数が 5400 程度が理論値と比較して最適であることが分かった。また、本モデルの座屈荷重は理論値より 15.9 % 高くでた。

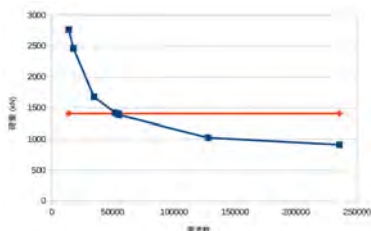


図-3 理論値と解析値

(2) 横ねじれ座屈

図-2 に示す境界条件・解析条件で A ~ I のモデルの横ねじれ荷重を示す。図-4a はプレートのみのモ

表-3 解析結果

モデル名称	1 次
A	49.53
B	$4.60 \cdot 10^3$
C	$7.05 \cdot 10^3$
D	$7.04 \cdot 10^3$
E	$5.71 \cdot 10^3$
F	$1.18 \cdot 10^3$
G	$4.10 \cdot 10^4$
H	$6.75 \cdot 10^4$
I	$2.14 \cdot 10^4$

デル A、図-4b は I のみのモデル C、図-4c は木のみモデル F、図-4d は合成桁モデル I の一次座屈モードをそれぞれ示す。

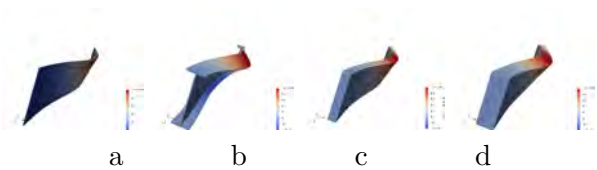


図-4 各モデル

4. まとめ

横ねじれ座屈について基礎的研究を行った。表-3 は全てのモデルの一次モードにおける座屈荷重を示す。これらより、合成桁は、鋼板のみと比較して 82828.2 %、I 型鋼のみと比較して 303.5 %、木のみと比較して 1813.5 % と大幅に横ねじれ座屈に対して改善されることが分かった。図-4 よりモードの形には大きな変化はなく一次モードでは部分座屈は見られなかった。今後は曲げ剛性や曲げ強度について実験的また解析的に検討していく。

参考文献

- 岡本 裕, 中村 俊一: 合成主塔を用いた多径間連続斜張橋の静的および地震的挙動に関する研究, 東海大学紀要工学部, vol.53, No.1, 2013, pp.41-48
- A. Andrade, D. Camotim, P. Providencia e Costa: On the evaluation of elastic critical moments in doubly and singly symmetric I-section cantilevers, Journal of Constructional Steel Research 63, 2007, pp.894-908