

雪荷重を受けるプレストレス木箱桁橋の座屈挙動

～背景・目的～

8016802 近藤高誉

登山道

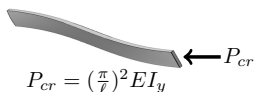


長スパン化の要望あり

座屈の照査

Euler の座屈公式

固定端



$$P_{cr} = \left(\frac{\pi}{\ell}\right)^2 EI_y$$

Trahair の座屈公式

固定端



$$P_{cr} = \frac{\sqrt{EI_y GJ}}{\ell^2} (3.95 + 3.52 \sqrt{\frac{\pi^2 EI_\omega}{GJ \ell^2}})$$

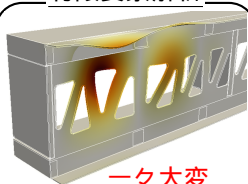
剛性の計算

$$\delta = \frac{5ql^4}{384(E_1 I_1 + E_2 I_2)} + \frac{ql^2}{8k^*(E_1 A_1 + E_2 A_2)}$$

実験・FEM とよく合う

適用が困難なので...

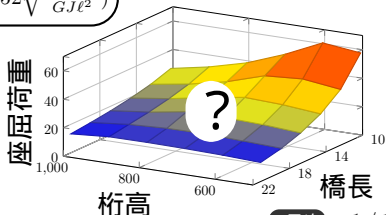
有限要素解析



一々大変...

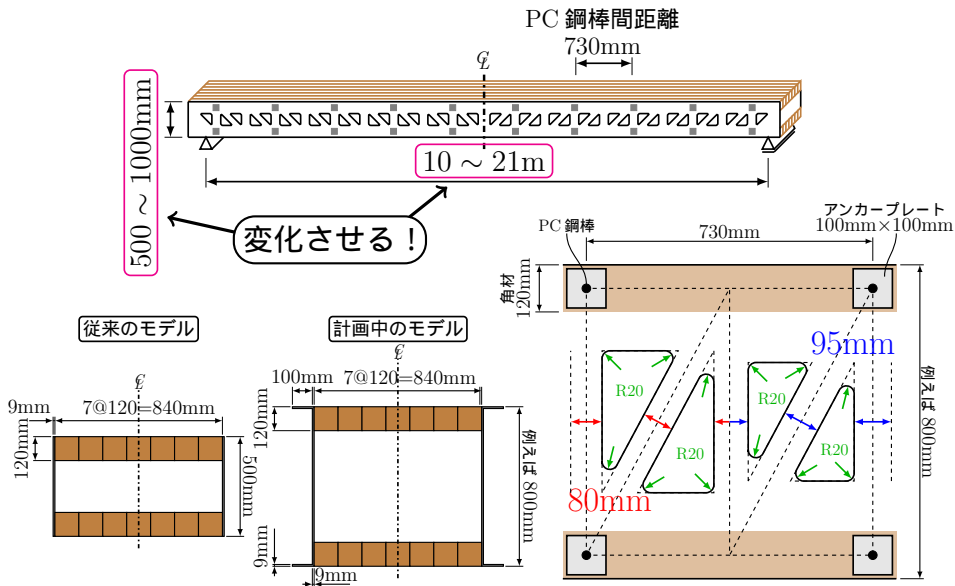
簡便にする

図の提案



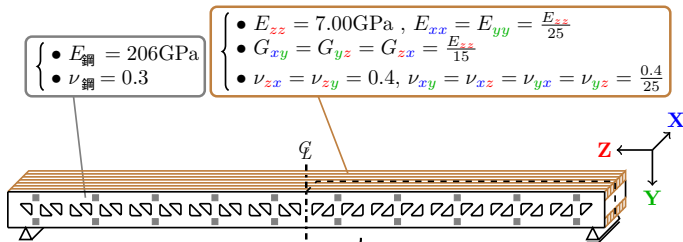
解析手法

～数値モデル～



解析手法

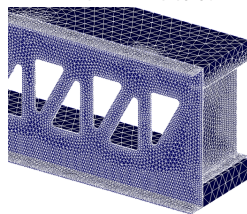
～境界条件と荷重条件～



4 面体 2 次要素



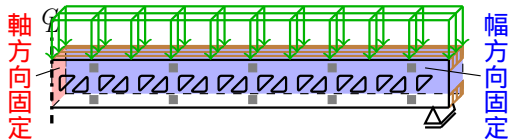
10 節点 30 自由度



等分布荷重

対象条件から 1/4 取り出す

積雪深 1m あたり $q = 3.5\text{kN/m}^2$



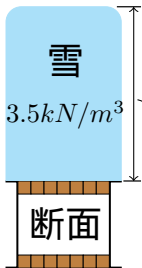
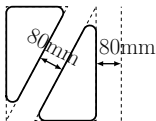
雪荷重で設計



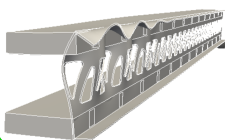
- Lanczos 法による固有値解析

等断面のモデルの解析結果

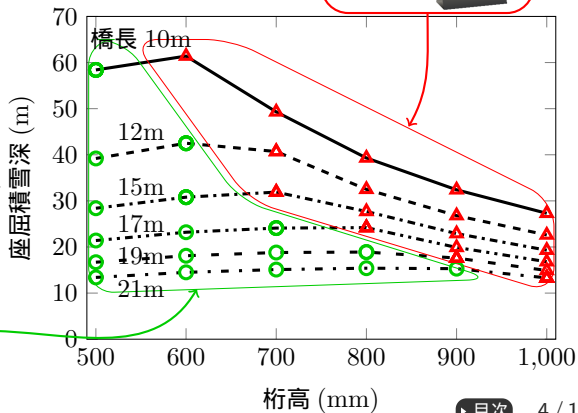
～鉛直材 80mm・斜材 80mm のモデル～



支間中央側の座屈

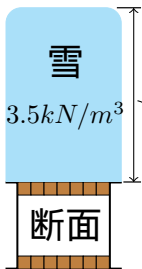
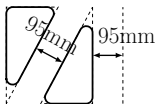


支点付近の座屈

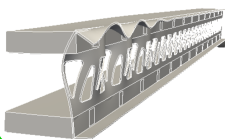


等断面のモデルの解析結果

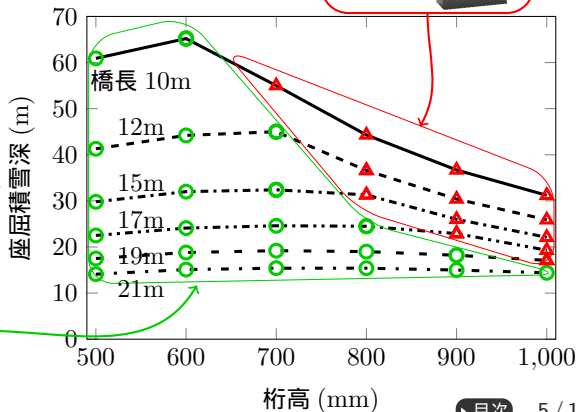
～鉛直材 95mm・斜材 95mm のモデル～



支間中央側の座屈

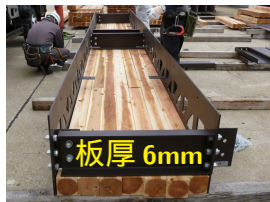


支点付近の座屈

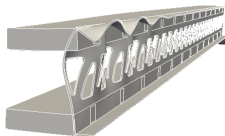


対傾構のモデル化

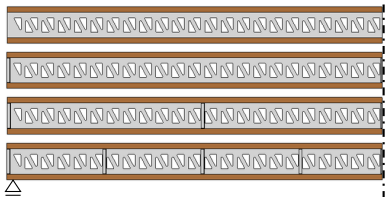
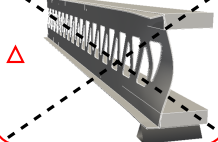
～桁高 800mm/橋長 16.790m/鉛直材 95mm・斜材 85mm のモデル～



支間中央側の座屈

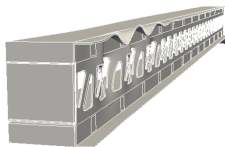


支点付近の座屈

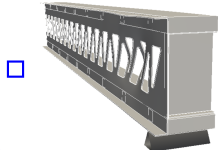


対傾構の数	座屈積雪深 (m)	座屈箇所
0	24.5	支間中央側
2	25.2	支間中央側
3	25.2	支間中央側
5	25.3	支間中央側

支間中央側の座屈



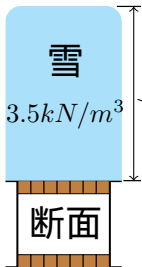
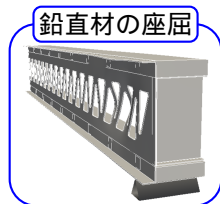
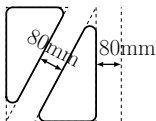
鉛直材の座屈



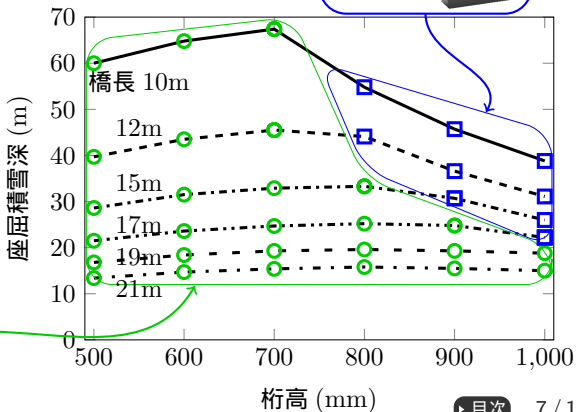
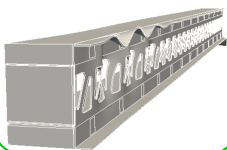
- 対傾構 2 枚で解析

対傾構のあるモデルの解析結果

～鉛直材 80mm・斜材 80mm のモデル～

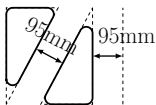


支間中央側の座屈

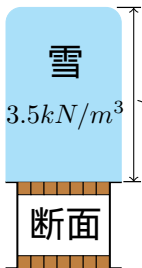
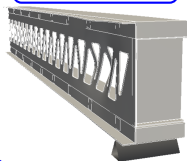


対傾構のあるモデルの解析結果

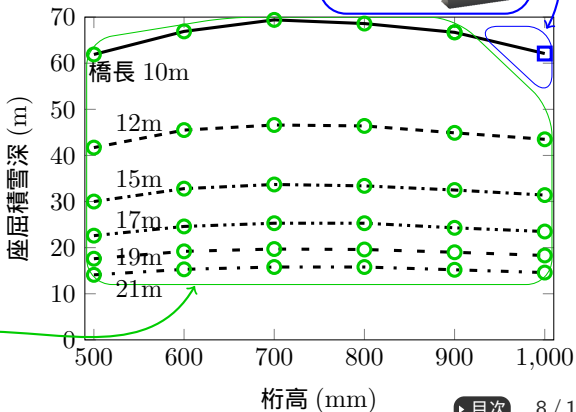
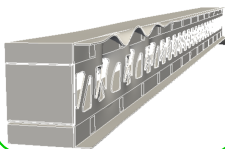
～鉛直材 95mm・斜材 95mm のモデル～



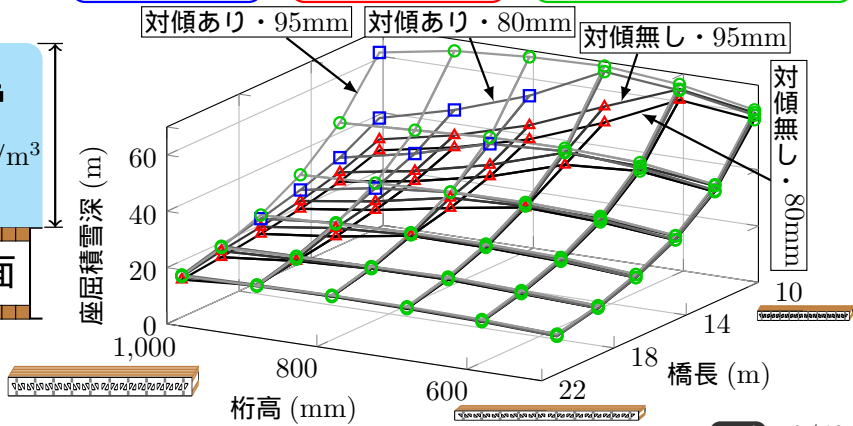
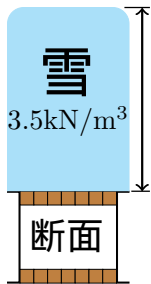
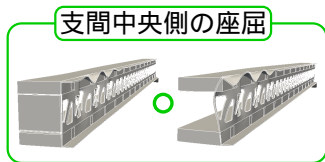
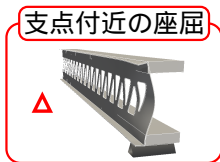
鉛直材の座屈



支間中央側の座屈

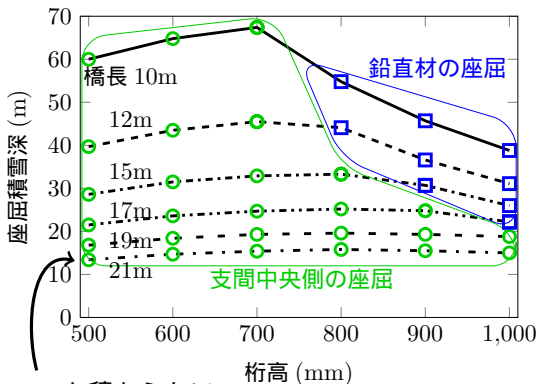


結果の比較



まとめ

座屈の照査を支援する図を提案



13m も積もらない

→ たわみ制限・応力照査で決まる

$$\delta = \frac{5ql^4}{384(E_1I_1 + E_2I_2)} + \frac{ql^2}{8k^*(E_1A_1 + E_2A_2)}$$



側面や底面にも張り付く



現地の積雪深データ

↑ ↓ 対応が難しい

図中の座屈積雪深

目次

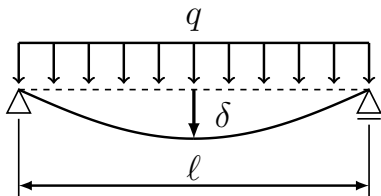
1. 背景・目的
2. 解析手法
 - 2.1 数値モデル
 - 2.2 境界条件と荷重条件
3. 等断面のモデルの解析結果
 - 3.1 鉛直材 80mm・斜材 80mm のモデル
 - 3.2 鉛直材 95mm・斜材 95mm のモデル
4. 対傾構のモデル化
5. 対傾構のあるモデルの解析結果
 - 5.1 鉛直材 80mm・斜材 80mm のモデル
 - 5.2 鉛直材 95mm・斜材 95mm のモデル
6. 結果の比較
7. まとめ

補足

補足 1：せん断変形を考慮した梁理論

過去の研究

~ Bank(1987) の修正せん断補正係数 k^* を適用した Timoshenko 梁理論 ~



実験値や FEM とよく合う

簡単にたわみを予測

$$\delta = \underbrace{\frac{5ql^4}{384(E_1 I_1 + E_2 I_2)}}_{\text{曲げ変形}} + \underbrace{\frac{ql^2}{8k^*(E_1 A_1 + E_2 A_2)}}_{\text{せん断変形}}$$

$$k^* = 20(\alpha + 3m)^2 / \left\{ \frac{E_1}{G_1} (60m^2 n^2 + 60\alpha mn^2) + \frac{E_1}{G_2} (180m^3 + 300\alpha m^2 + 144\alpha^2 m + 24\alpha^3) + \nu_1 (-30m^2 n^2 - 50\alpha mn^2) + \nu_2 (30m^2 + 6\alpha m - 4\alpha^2) \right\}$$

$$m = \frac{bt_1}{ht_2}, \quad n = \frac{b}{h}, \quad \alpha = \frac{E_2}{E_1}$$

