

新旧部材の測定値を用いた集成材木橋の劣化評価

環境構造工学分野 及川 大輔

背景・目的

戦前は多く架けられていた木橋

従来の木橋

森林鉄道



愛本橋



木材不足

道路整備5カ年計画

高度経済成長期

モータリゼーション

メンテナンスフリー

永久橋



鋼橋



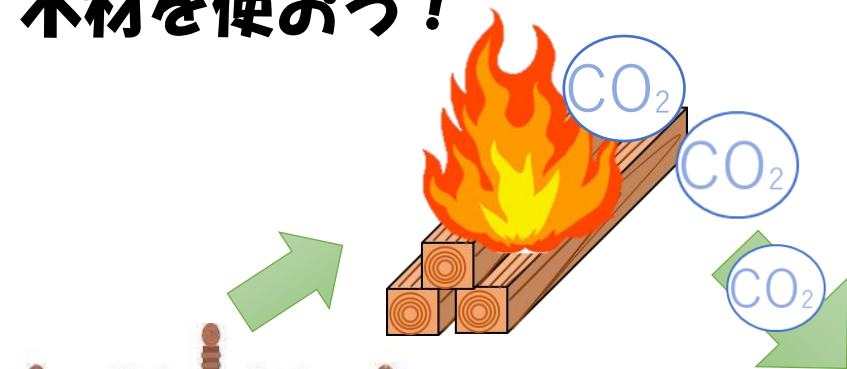
コンクリート橋

木橋は
姿を消した・・・

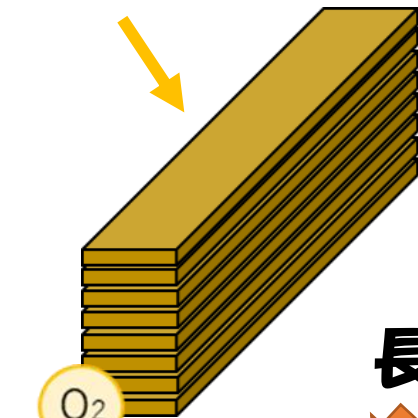
背景・目的

大断面集成材を用いて荷重に耐えられる橋

木材を使おう！



大断面集成材



長い間使いたい

木材は腐る！！定期点検

壊れている？
腐っている？

架け替えが必要？
補修は？

劣化診断

メンテナンス

劣化状況
ヤング率・強度が不明

背景・目的

1994年～2020

2年F使われた木橋

2020

架替え

2020年～

新めもと橋



めもと橋

主材料 秋田スギ集成材
秋田スギ製材



旧めもと橋の部材をいただいて・・・



補剛桁



アーチリブ



横構

材料試験

- ・劣化状況
- ・曲げ強度
- ・曲げヤング率
- ・軸方向ヤング率
- ・貫入深さ

数値解析

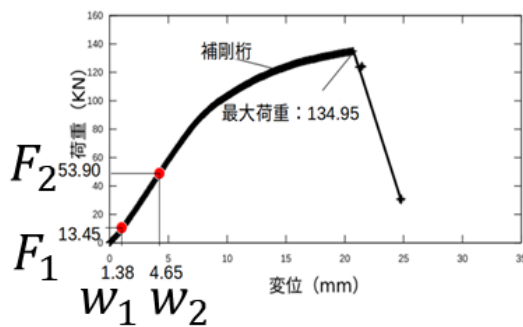
- ・圧縮応力の確認
- ・座屈解析
- ・振動解析

材料試験

目視



3点曲げ試験



伝播速度の測定

FAKOPPは
ハンマー100g

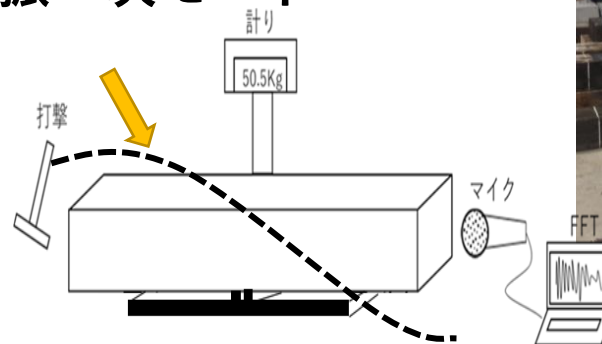


材中を伝播する応力波の
伝播時間測定



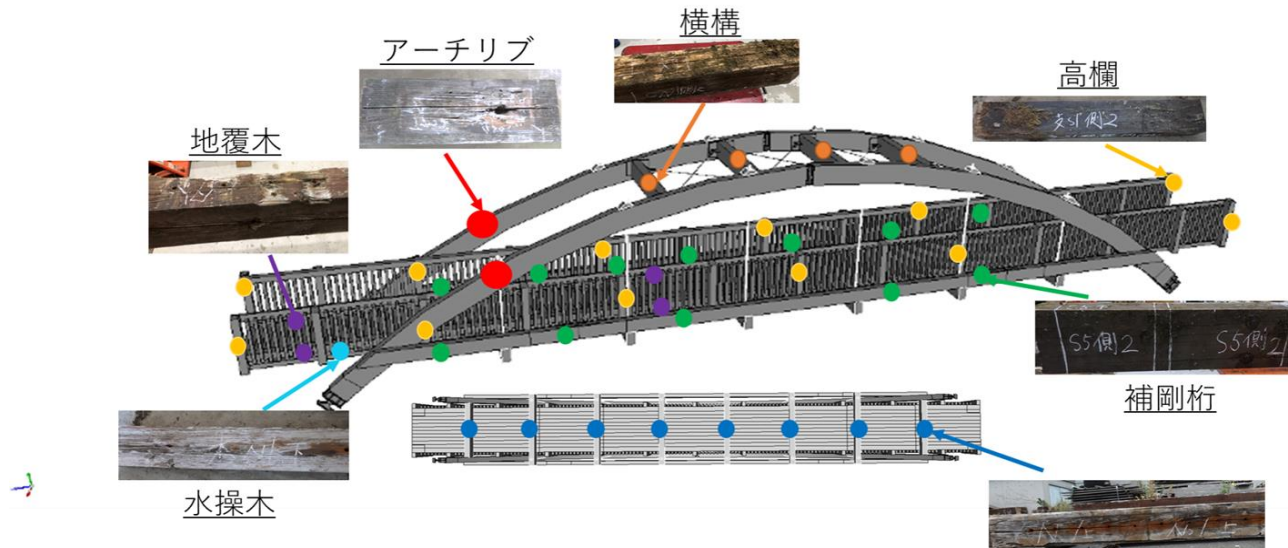
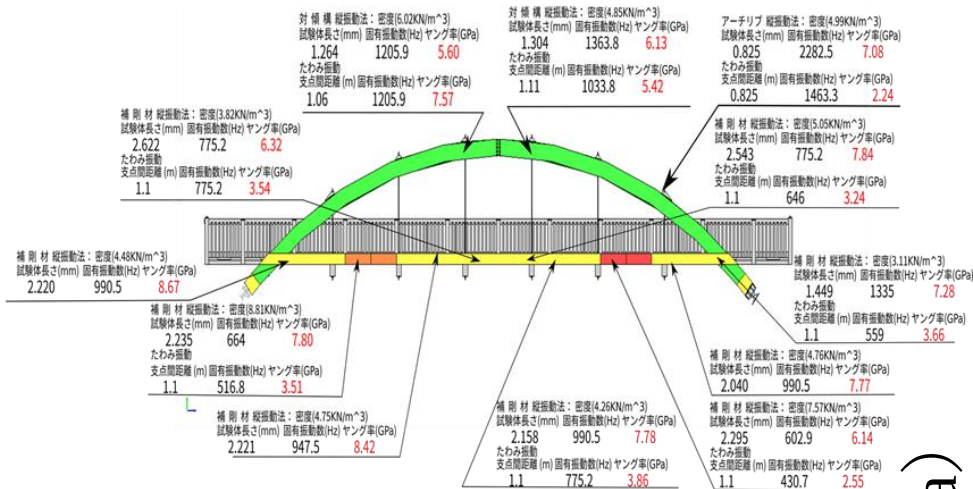
縦振動法

縦共振一次モード



試験結果

軸方向ヤング率の一例

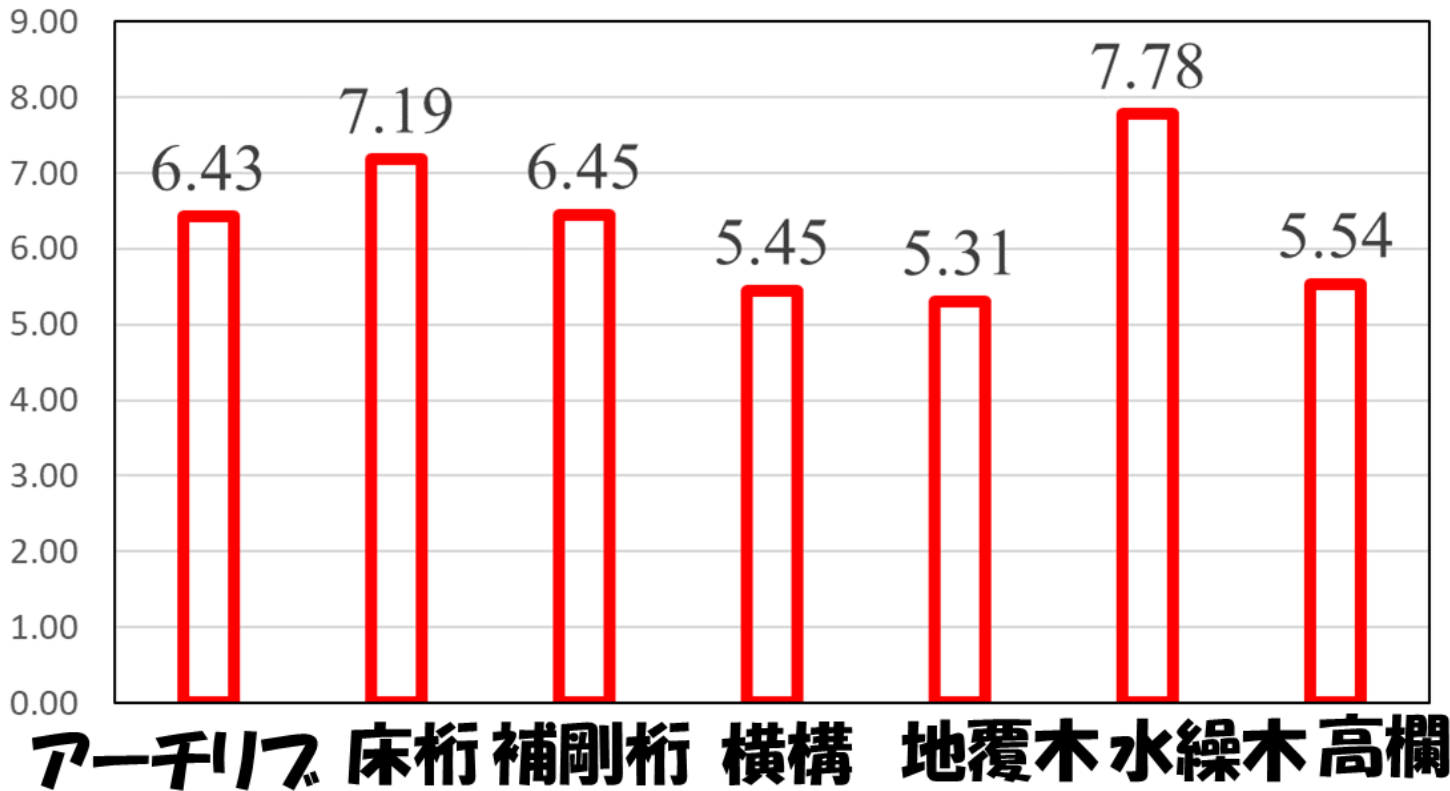


比較のため部材の代表値を算定

部材によってばらつき

平均を算定

軸方向ヤング率 (GPa)



新橋

めおと橋の測定

ヤング率の測定

伝播速度の測定

固有振動数の測定

2020年に架け替え

新めもと橋



秋田スギ集成材



新橋めおと橋

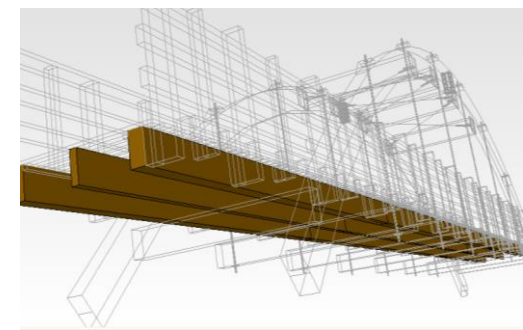
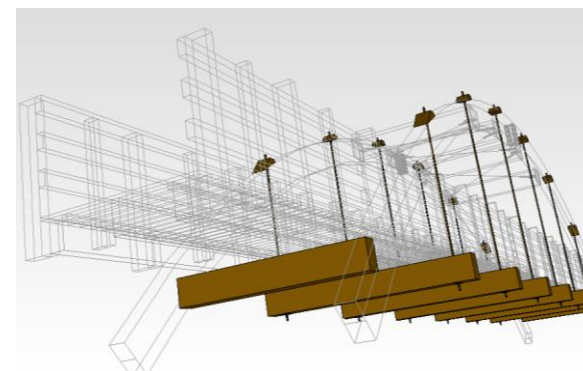
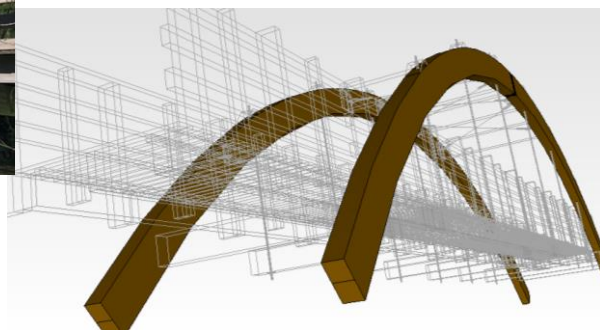
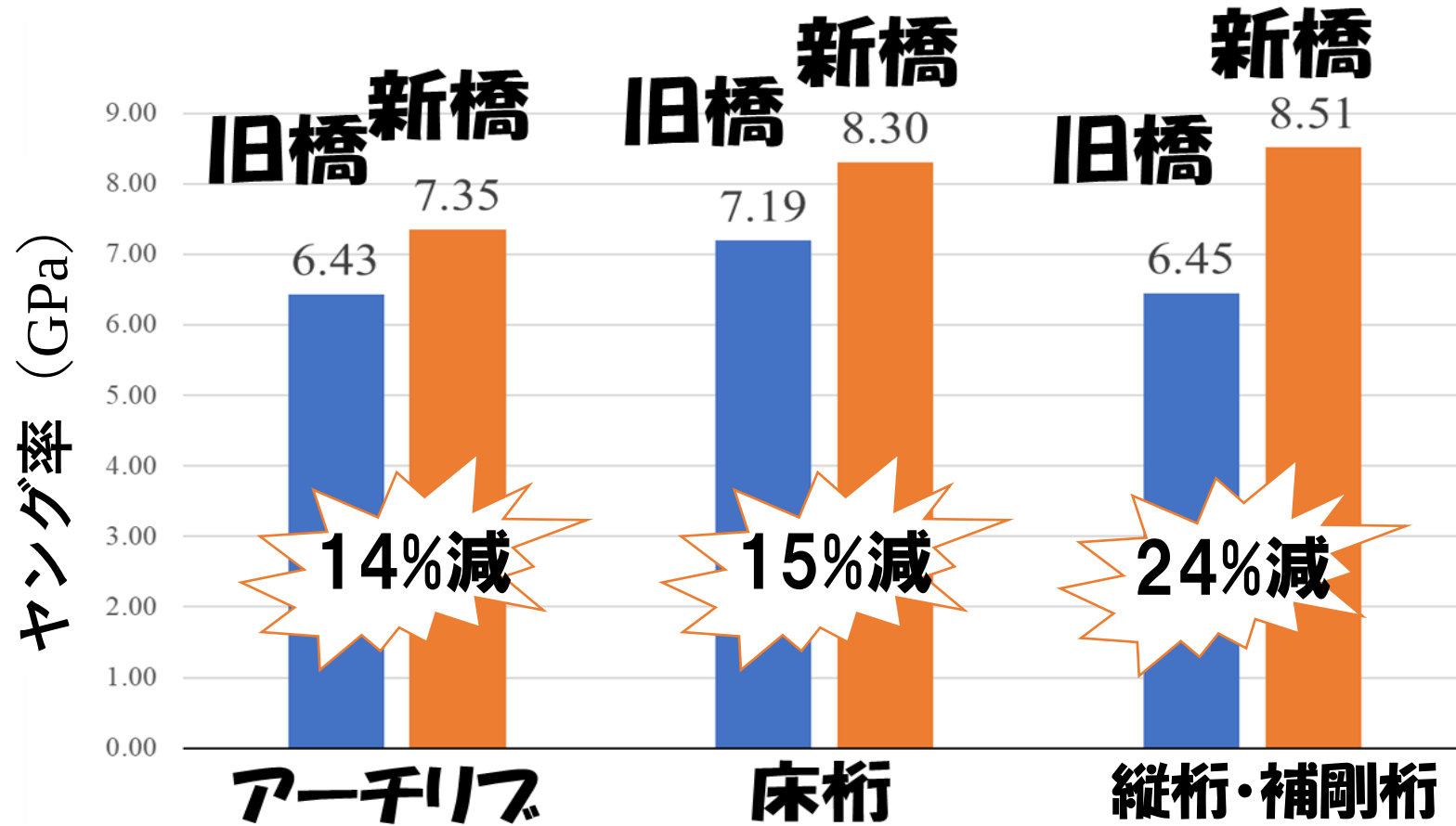
旧橋と新橋の比較



27年で劣化？

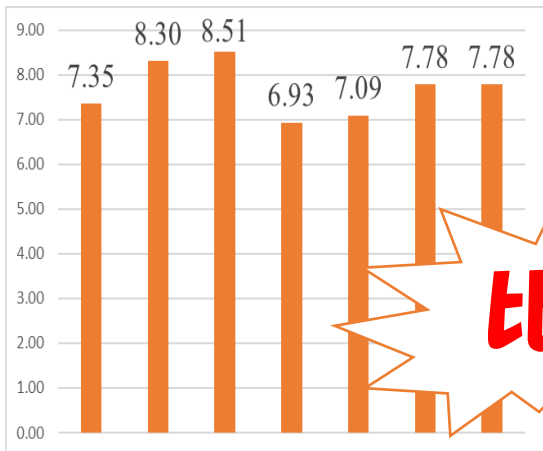


比較

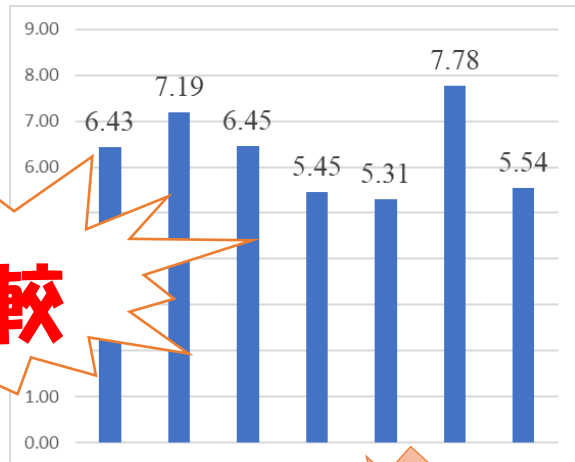


数値解析

新橋のヤング率

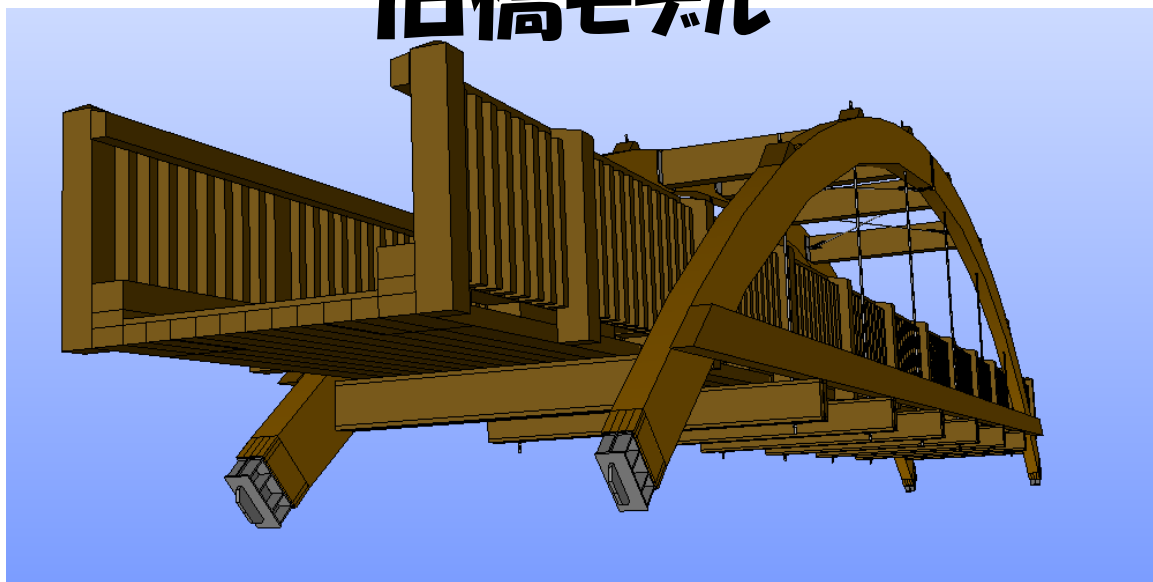


旧橋のヤング率



比較

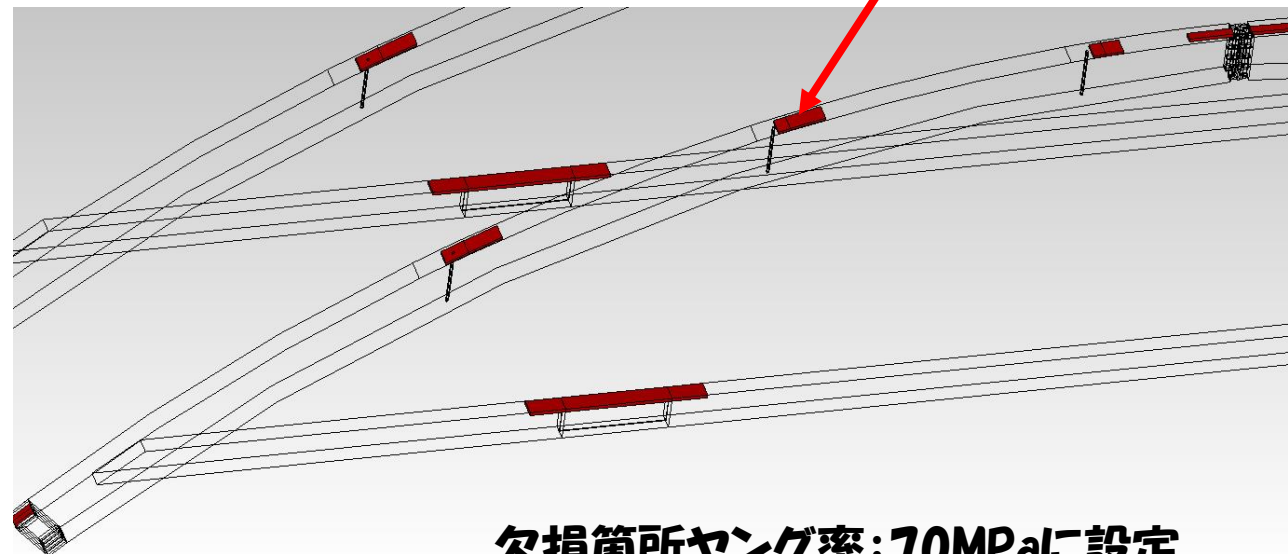
旧橋モデル



腐朽により断面が欠損

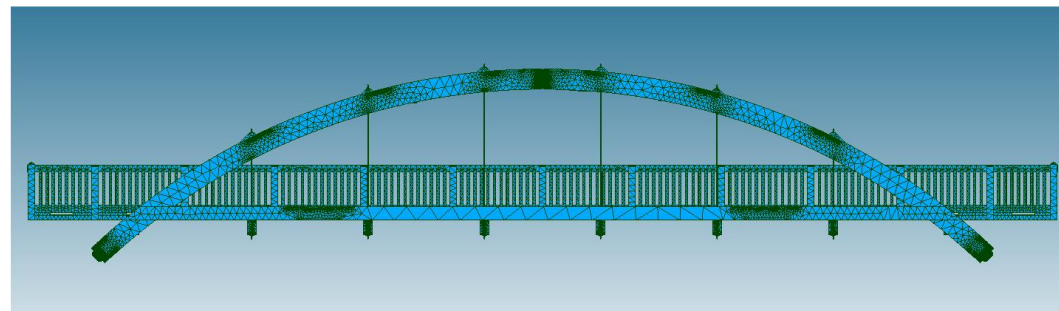


赤は欠損箇所



欠損箇所ヤング率: 70MPaに設定

メッシュ: 100万要素 2次メッシュ

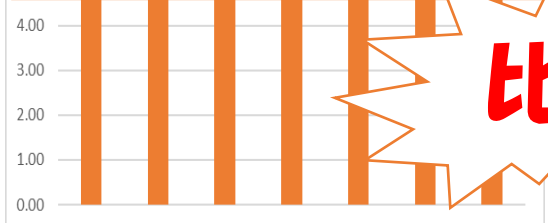


数値解析

新橋のヤング率

旧橋のヤング率

みなしの
新設時

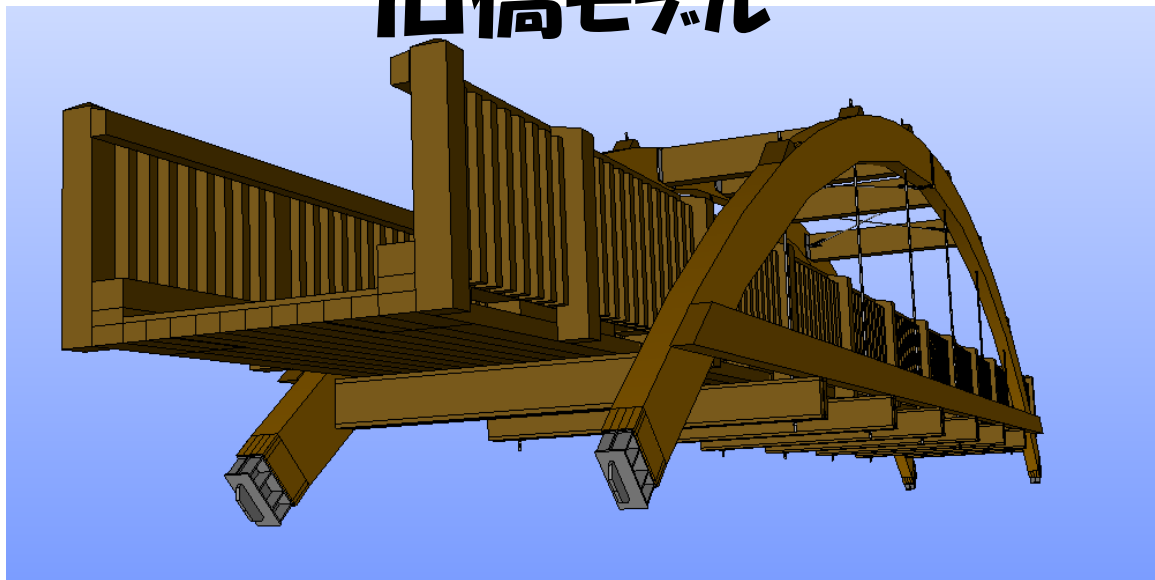


27年経過時



比較

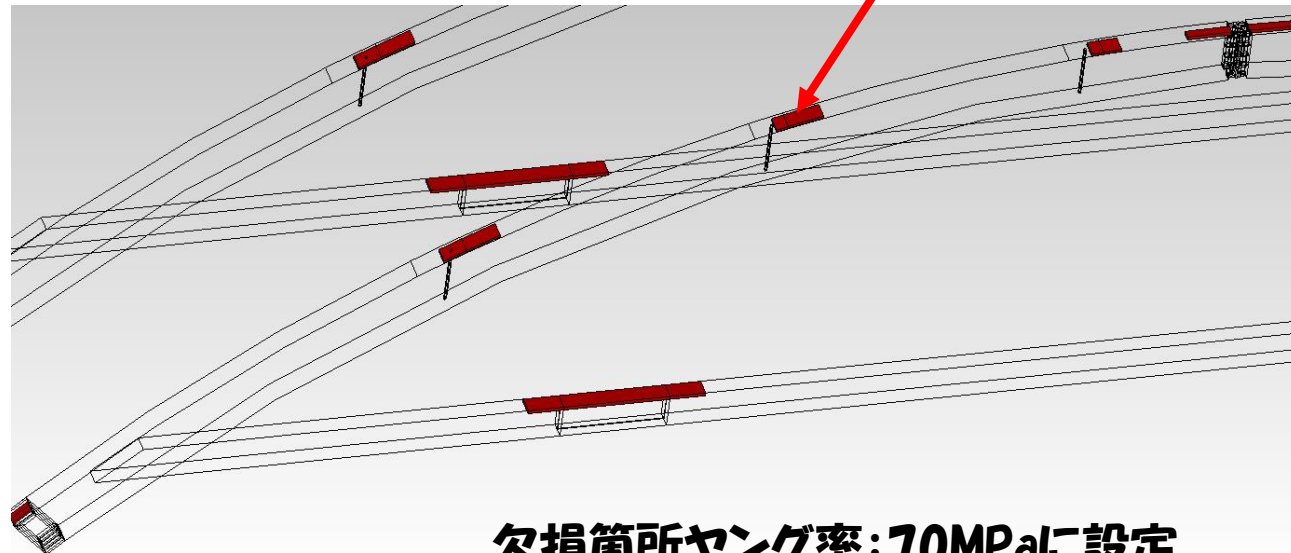
旧橋モデル



腐朽により断面が欠損

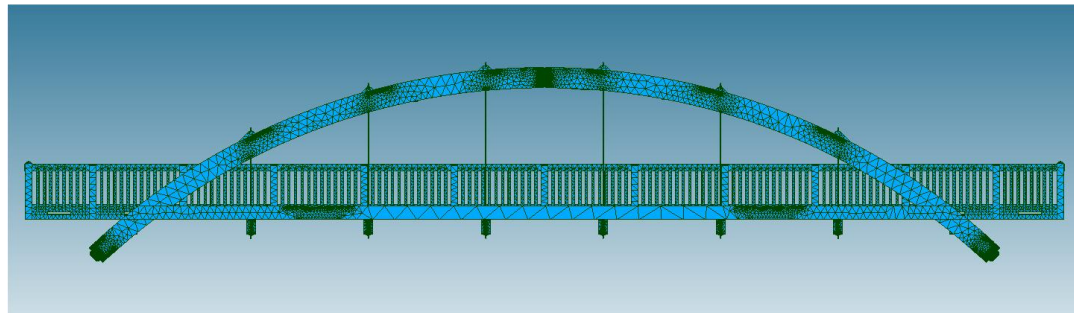


赤は欠損箇所



欠損箇所ヤング率: 70MPaに設定

メッシュ: 100万要素 2次メッシュ

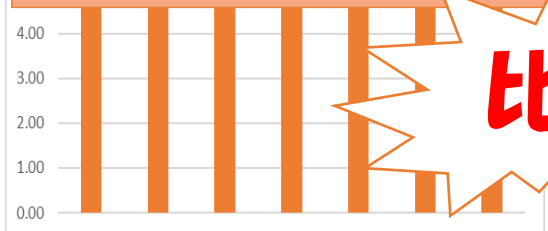


数値解析

新橋のヤング率

旧橋のヤング率

みなしの
新設時

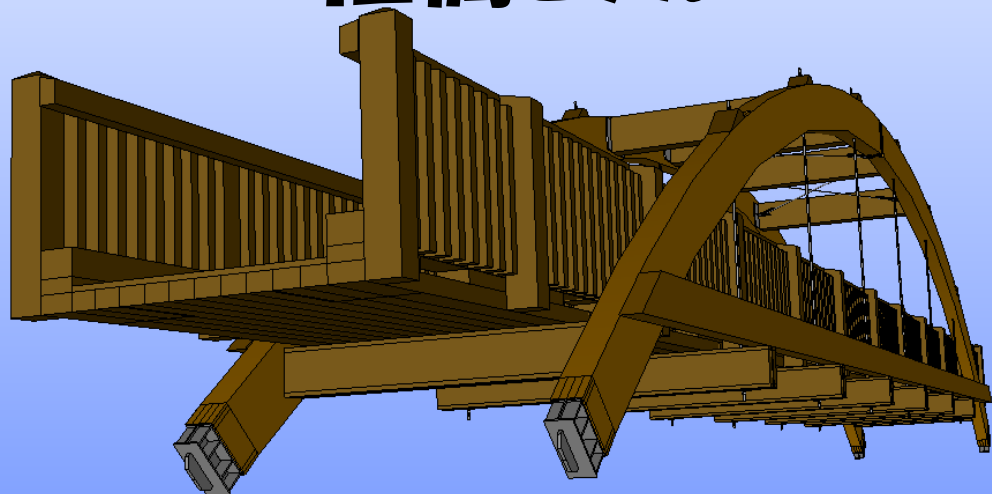


27年経過時



比較

旧橋モデル



解析の流れ

・ アーチリブの圧縮応力の確認



圧縮応力 < 許容圧縮応力

安全

・ アーチリブの座屈解析



設計荷重 < 座屈荷重

安全

・ 振動解析

橋梁全体の
曲げ剛性の評価

数値解析（圧縮応力）

積雪の検討

除雪前提の場合
人+雪(0.15m)

除雪なしの場合
雪(4m)

安全

雪

雪

スギ2級集成材
許容応力
圧縮応力: 7.0MPa

新橋: 0.59MPa
旧橋: 0.57MPa

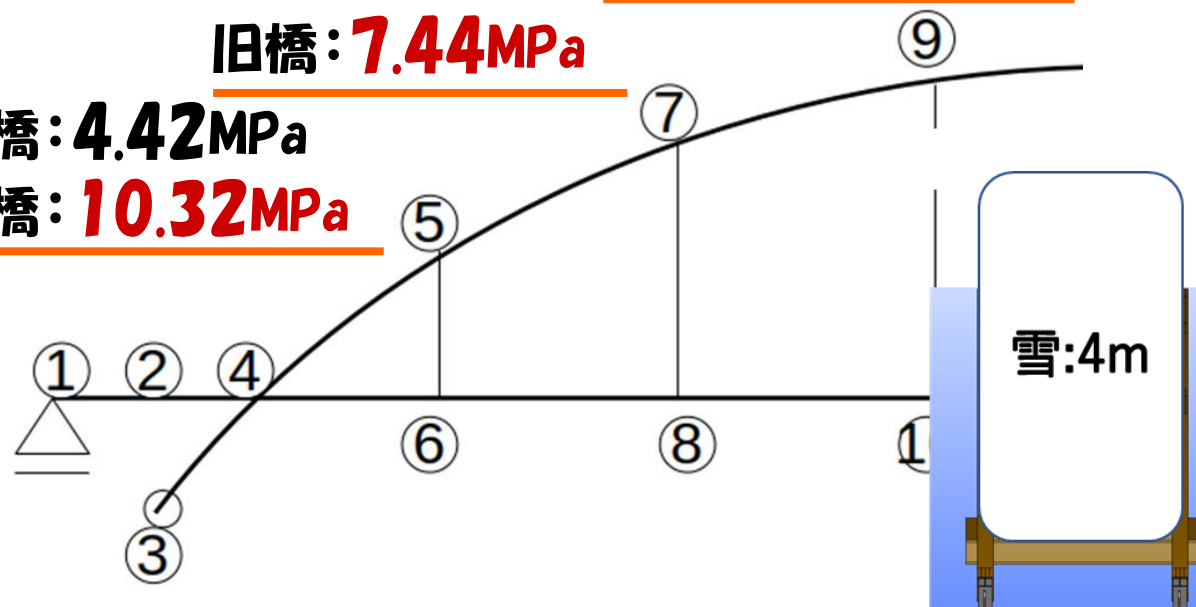
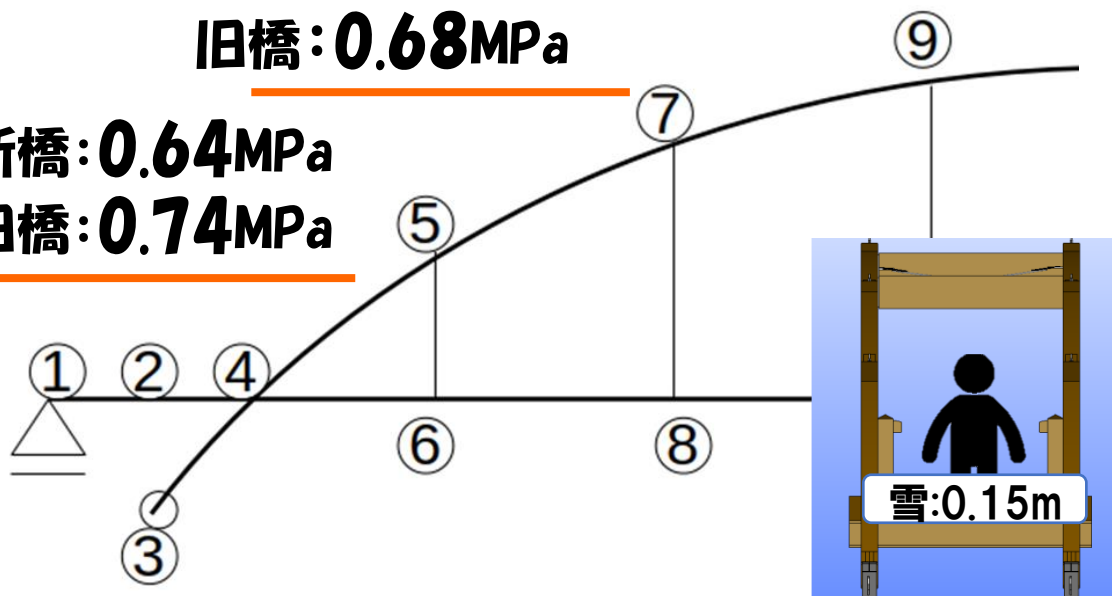
新橋: 4.60MPa
旧橋: 7.31MPa

新橋: 0.50MPa
旧橋: 0.68MPa

新橋: 3.92MPa
旧橋: 7.44MPa

新橋: 0.64MPa
旧橋: 0.74MPa

新橋: 4.42MPa
旧橋: 10.32MPa



数値解析（座屈解析）

設計荷重 < 座屈荷重

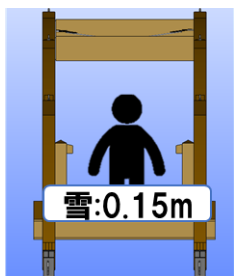
安全

設計荷重 > 座屈荷重

危ない



座屈による安全性の確認



積雪0.15m + 活荷重の場合
設計荷重: **204kN**

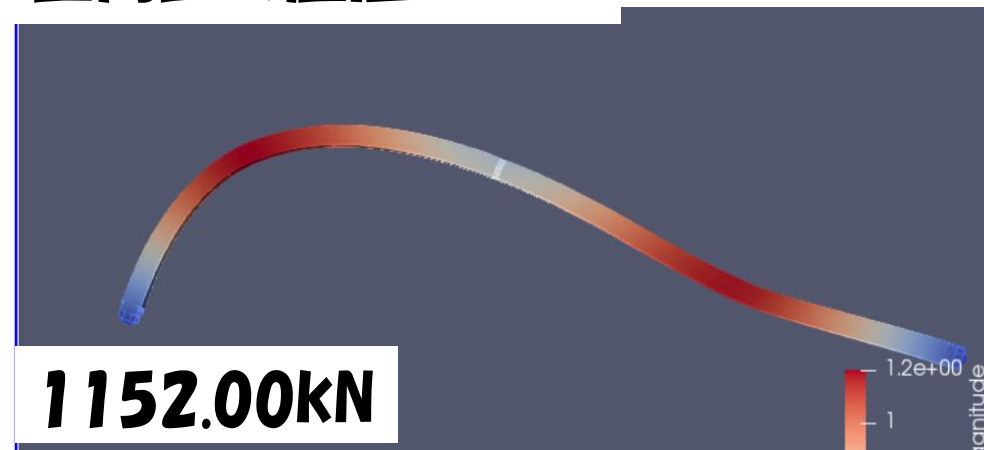


積雪4mの場合
設計荷重: **1101kN**

面外曲げ座屈モード



面内曲げ座屈モード



数値解析（座屈解析）

設計荷重 < 座屈荷重

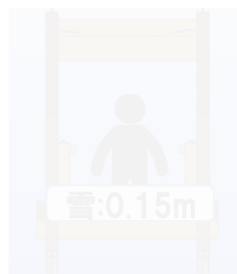
安全

設計荷重 > 座屈荷重

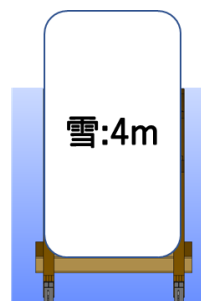
危ない



座屈による安全性の確認



積雪0.15m + 活荷重の場合
設計荷重: 204kN

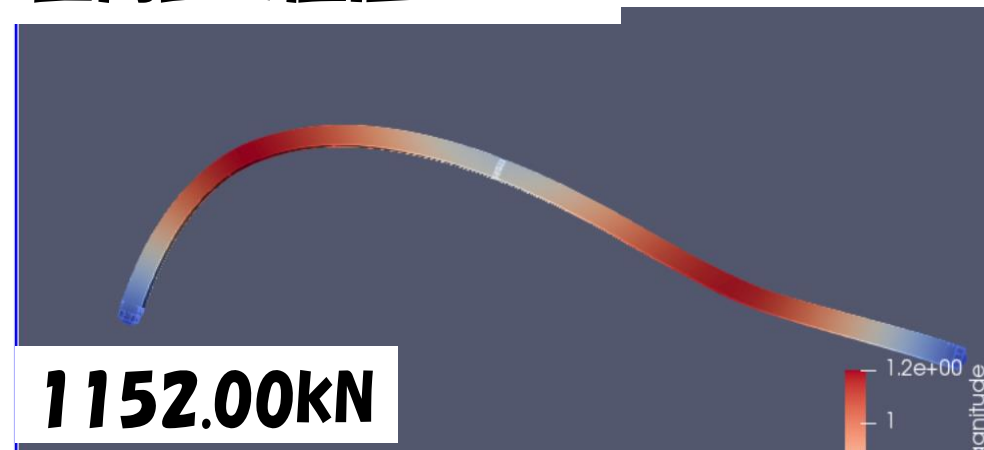


積雪4mの場合
設計荷重: 1101kN

面外曲げ座屈モード



面内曲げ座屈モード



固有振動数

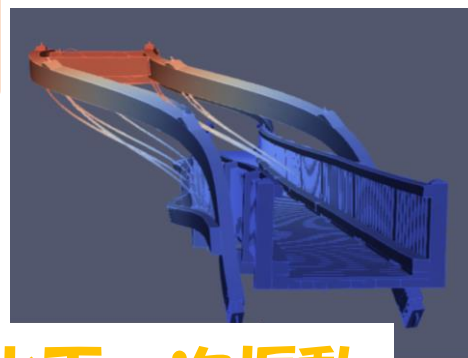
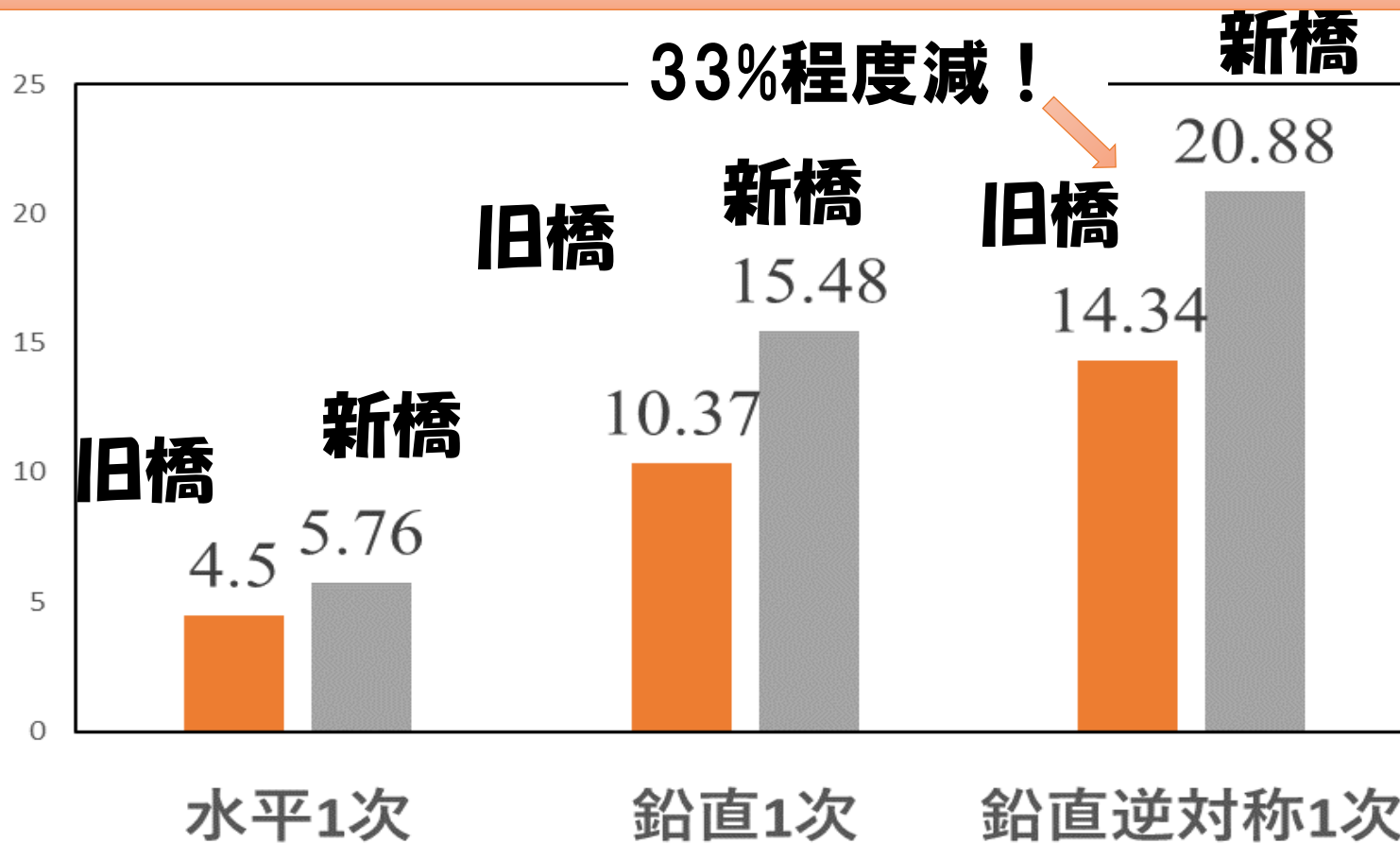
相関

曲げ剛性

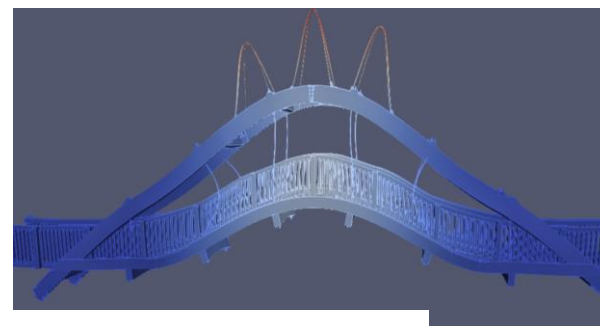


橋梁全体の
曲げ剛性の評価

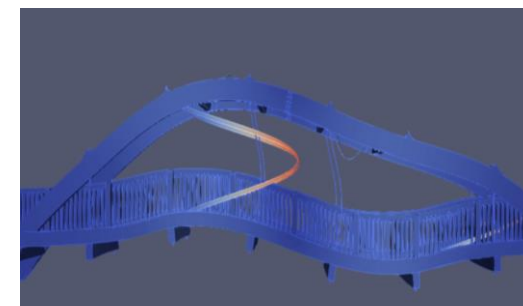
固有振動数(Hz)



水平一次振動

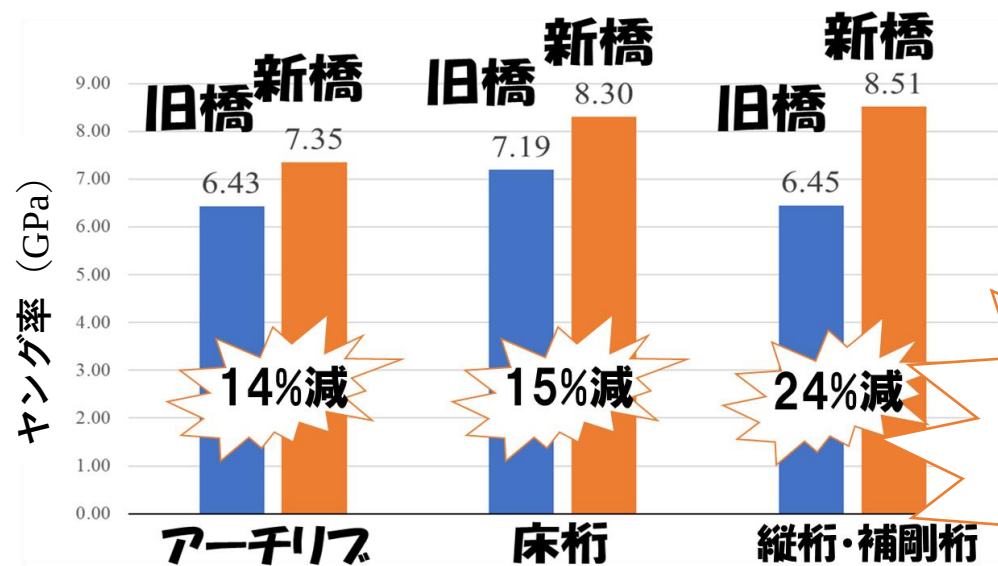


鉛直対称振動

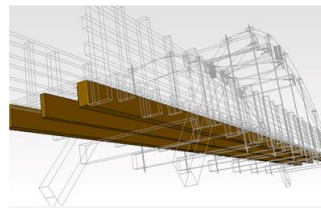
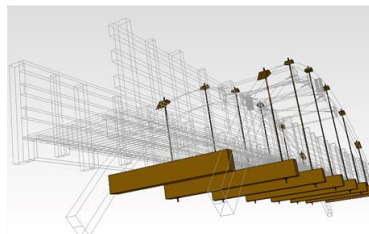
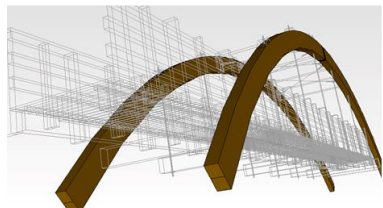


鉛直逆対称振動

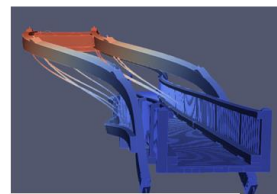
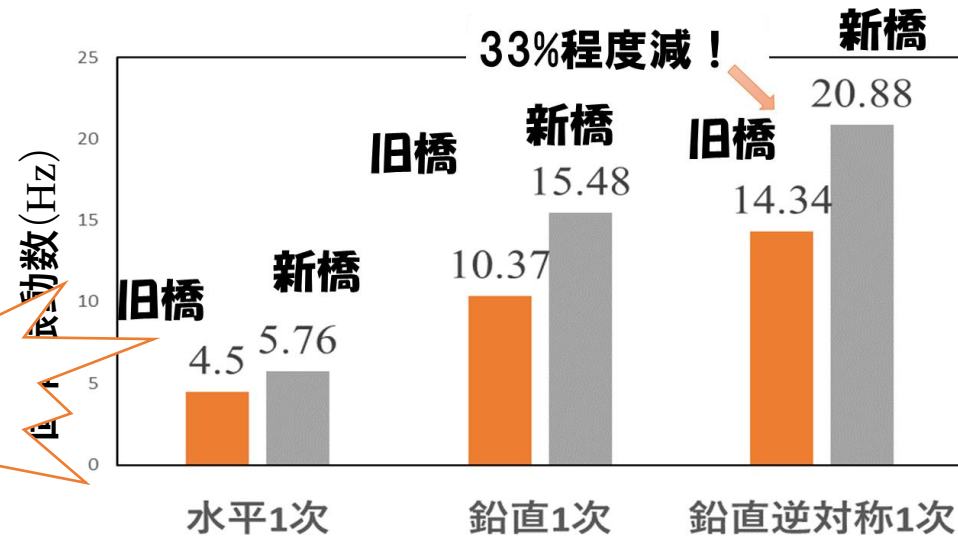
ヤング率の低減



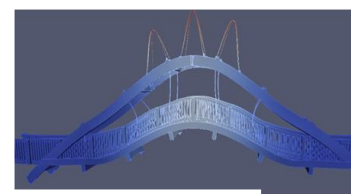
比較



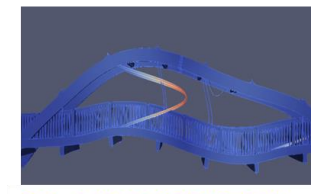
固有振動数の低減



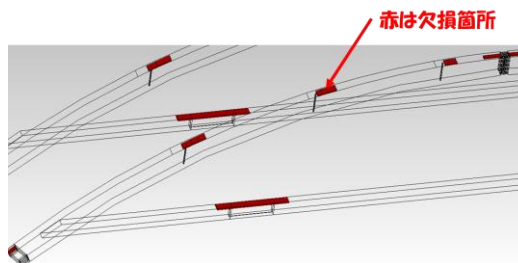
水平一次振動



鉛直対称振動



鉛直逆対称振動



赤は欠損箇所

欠損の影響が振動数に影響

～まとめ～

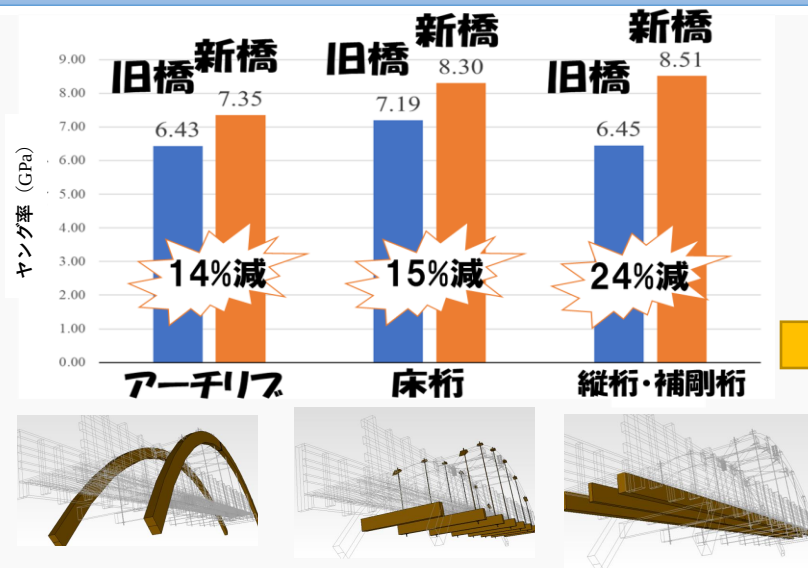
旧橋



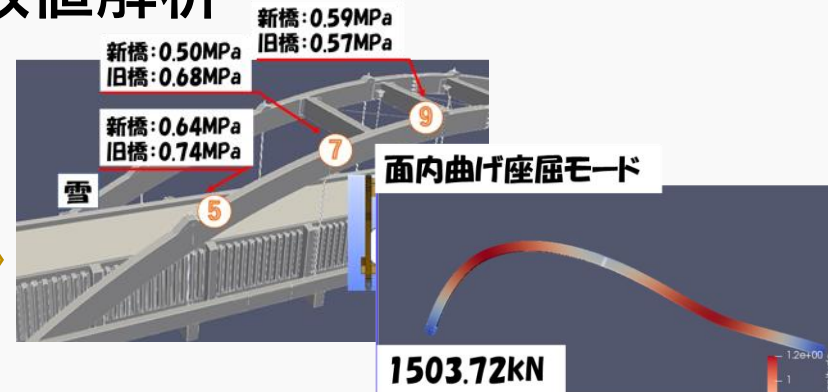
比較



新橋



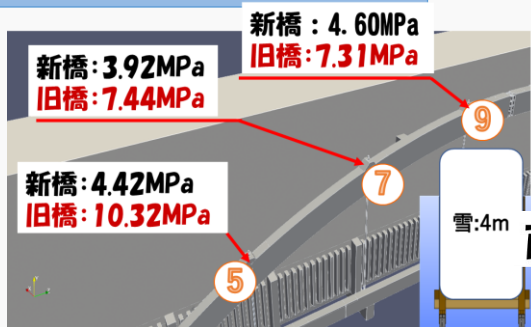
数値解析



部材応力・座屈荷重
問題なし！！

ヤング率の低下！！

積雪4mの場合



積雪によっては
危ない状態に！！

面外曲げ座屈モード



今後の課題

- ・除雪を実施しなくても安全な橋の考案
- ・集成材木橋でも正確に診断できる劣化診断法の構築

