

経年劣化を考慮した中路式木製アーチ歩道橋 (めもと橋) の振動使用性に関する検討

7019563 新谷駿元

背景・目的

1994年



旧めもと橋

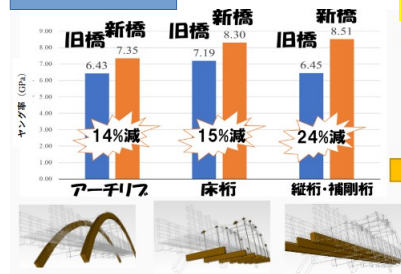
2020年



新めもと橋

歩道橋においては
歩きやすさ（使用性）も重要！！

先行研究



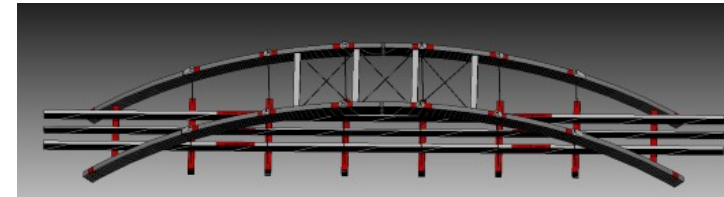
ヤング率の低下！！

安全性は問題なし！



部材応力・座屈荷重
問題なし！！

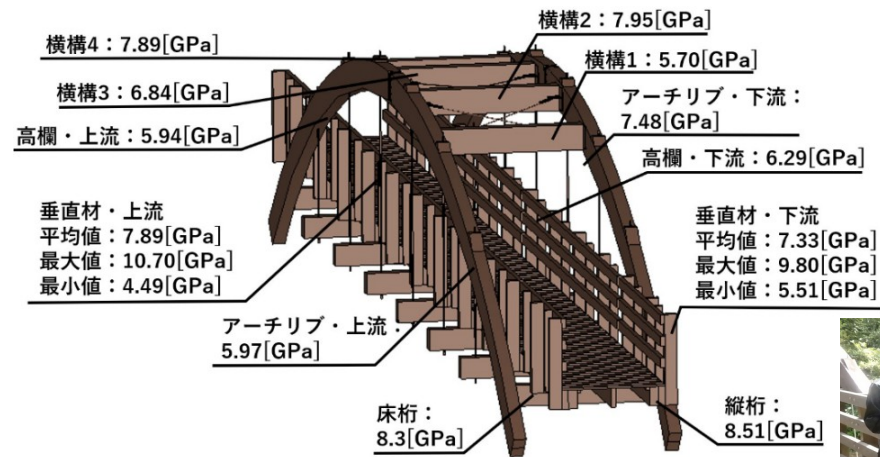
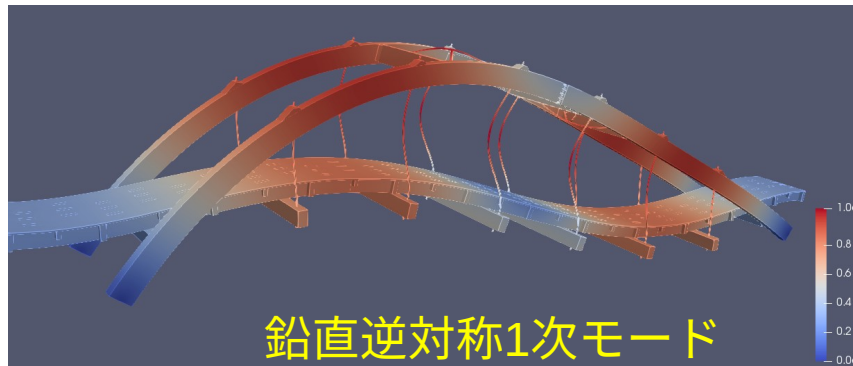
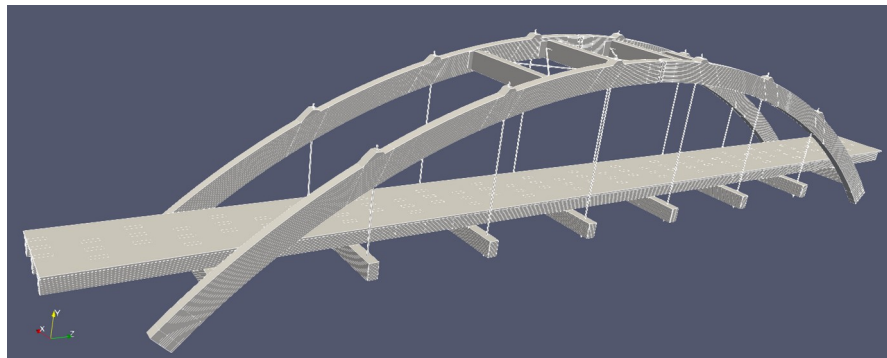
群衆での歩行試験の様子



30年後の劣化を想定

3Dモデルの作成

新橋のモデル



健全時の部材ヤング率

FAKOPPで測定した様子



解析では6.27Hz 測定では5.86Hz

$$\text{相対誤差} = \frac{\text{解析値} - \text{測定値}}{\text{測定値}} = 6.6\%$$

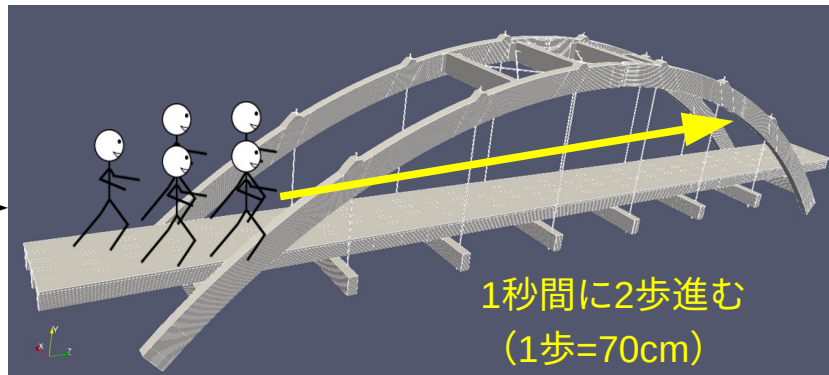
モデルの精度が高い！

歩行試験の再現

めもと橋での歩行試験



時刻歴応答解析で歩行試験を再現



時刻歴応答解析

直接数値積分法

(ニューマークβ法)

$$\beta = \frac{1}{4} \quad \gamma = \frac{1}{2} \quad \Delta t = 0.01$$

減衰定数

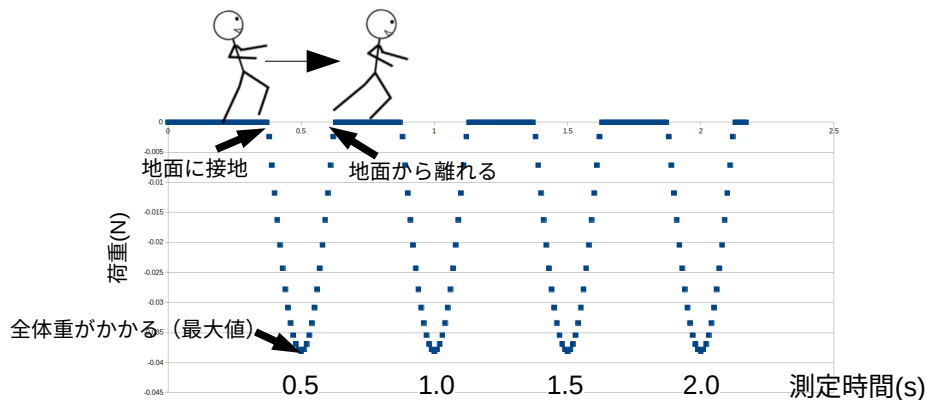
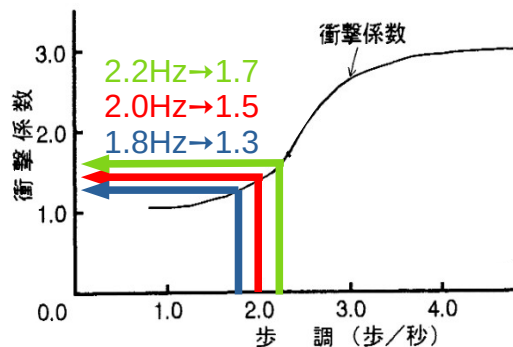
$h=0.018$ (Rayleigh damping)

実測の再現のため体重はばらばら

歩行荷重

$$f(t) = \alpha W \cos(2\pi F t)$$

衝撃係数 体重 歩調 時間



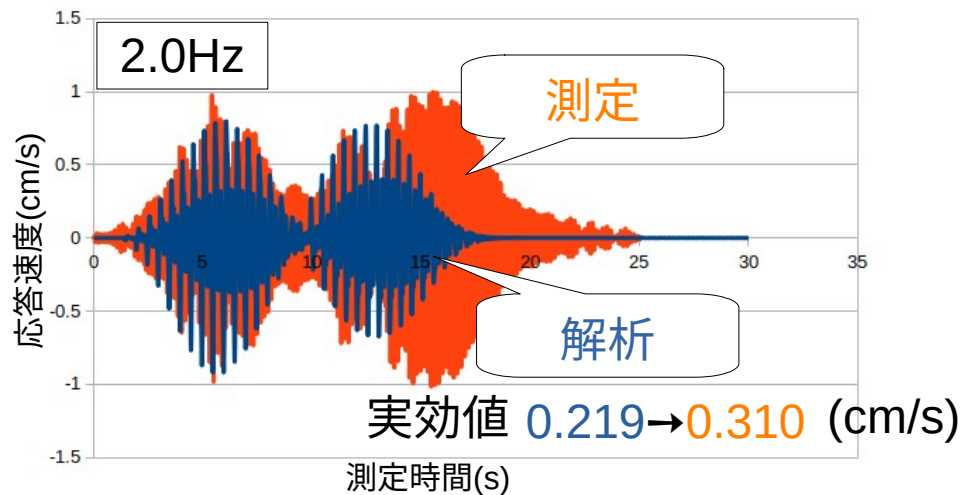
体重70kg(686N)、歩調2.0Hzのとき

振動の観測

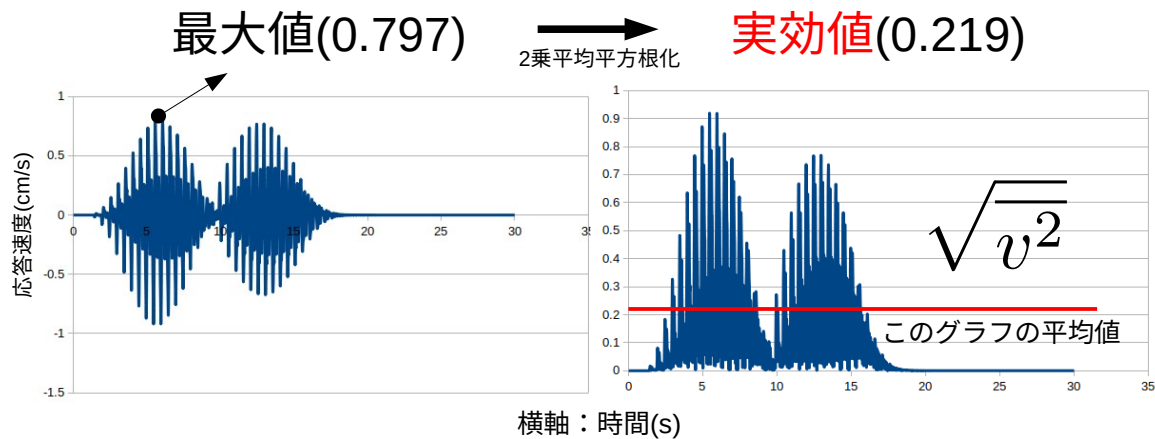
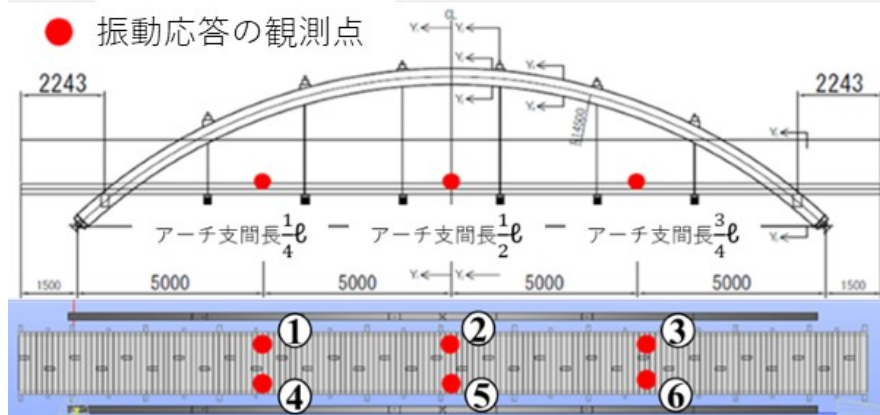
速度の実効値で測定と解析を比較



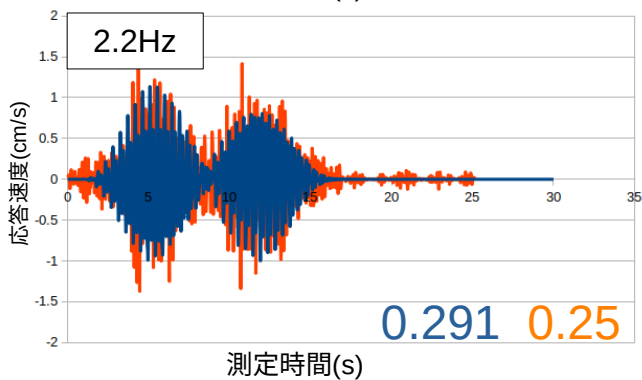
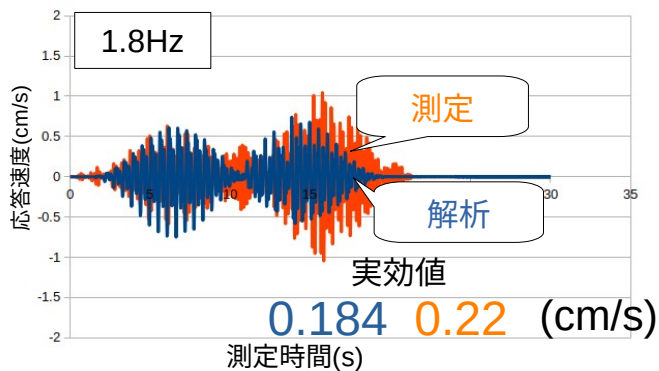
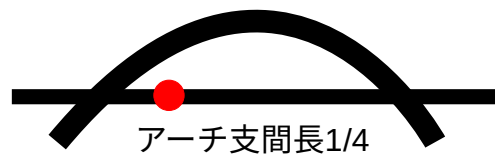
加速度計



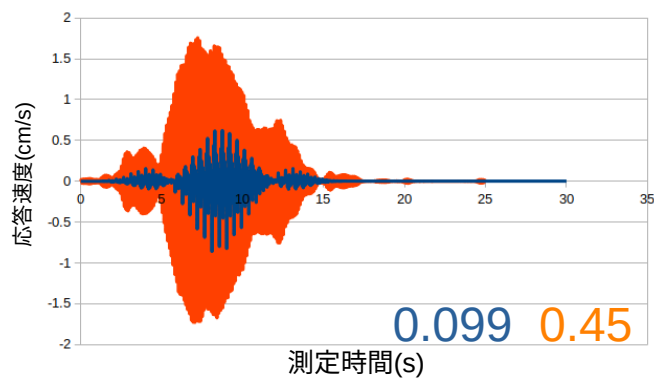
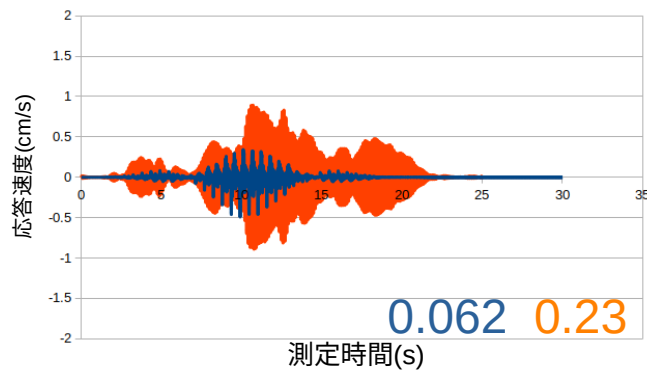
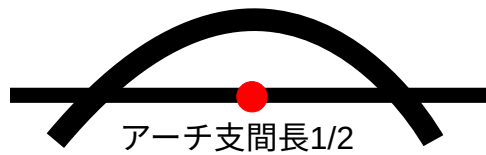
● 振動応答の観測点



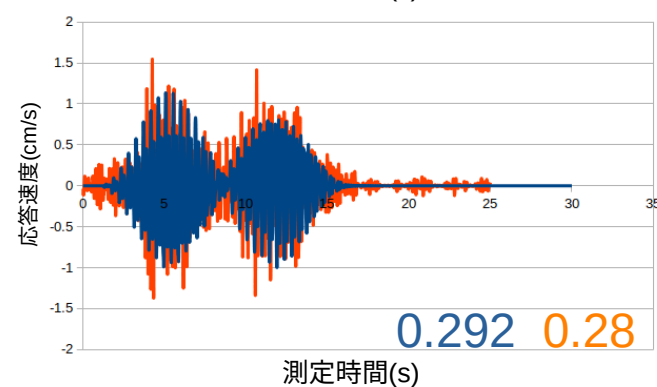
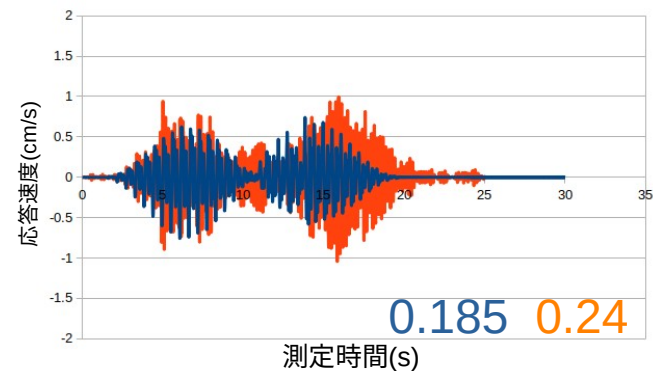
観測点1



観測点2



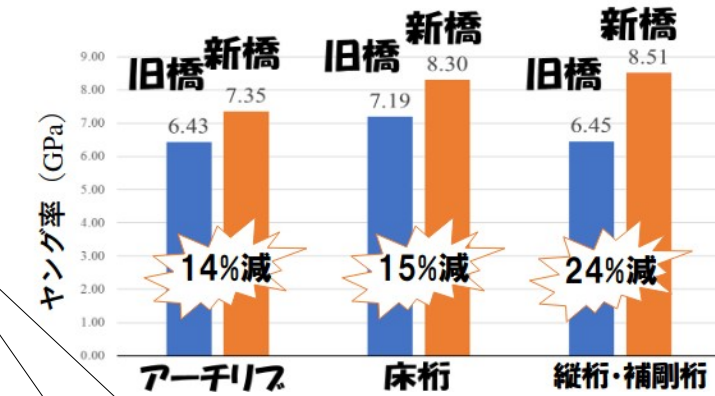
観測点3



観測点 1、3 の相対誤差 = 16%

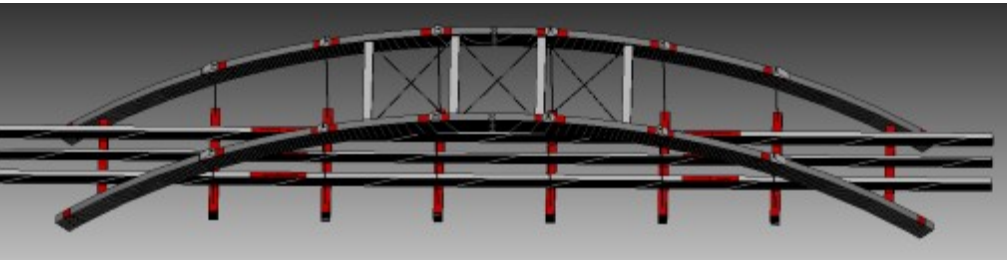
劣化モデルの作成

実際の旧めおと橋の部材

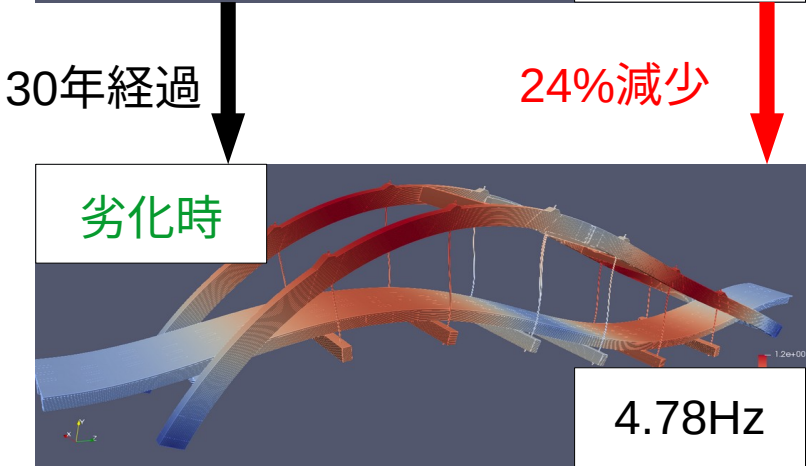
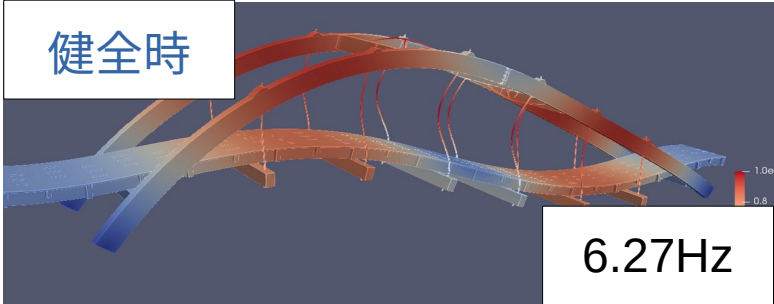


雨水の滞留などの原因で腐朽が生じた

劣化による断面欠損箇所のヤング率は70MPa



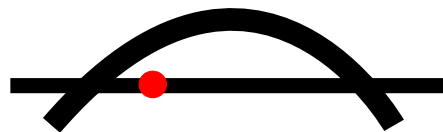
鉛直逆対称1次モード



橋全体が揺れやすくなった！

劣化前後の比較

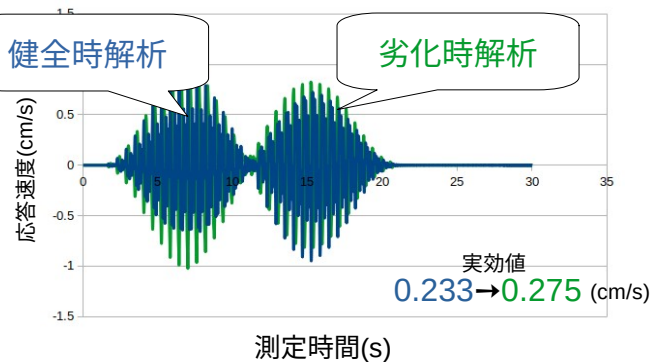
観測点1



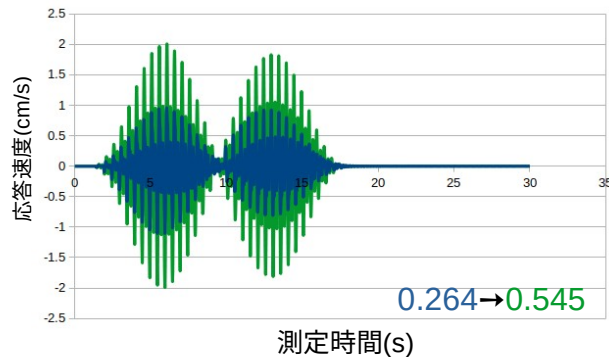
1.7Hz

健全時解析

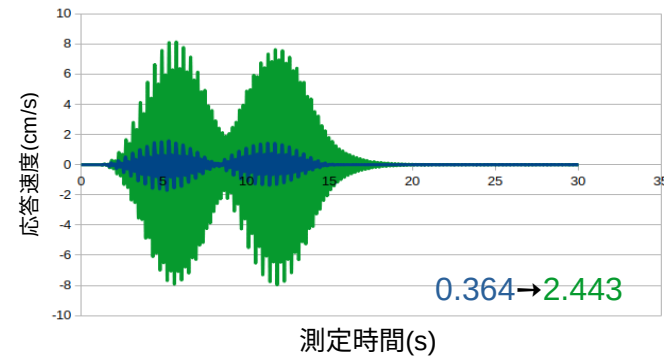
劣化時解析



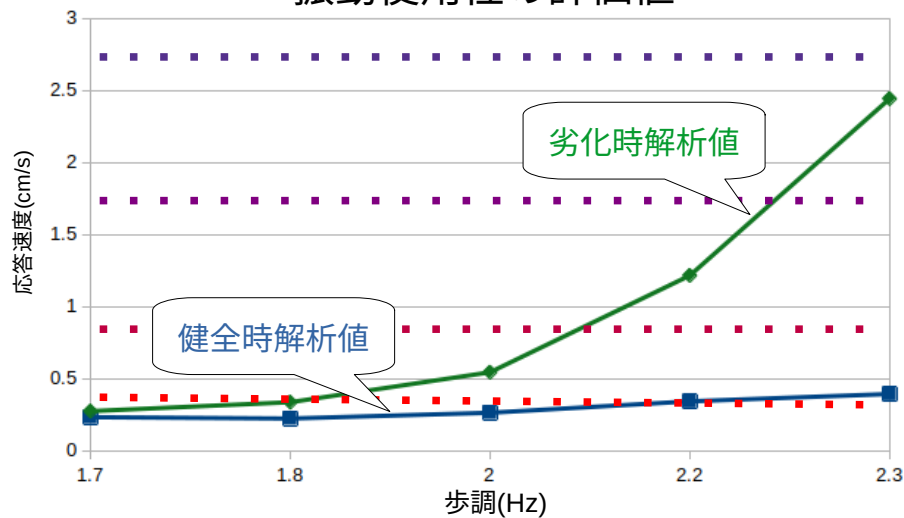
2.0Hz



2.3Hz



振動使用性の評価値



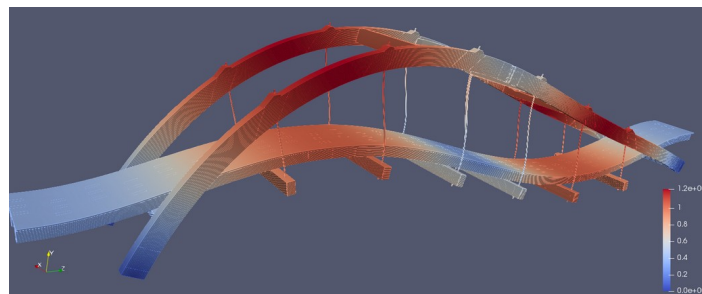
大いに歩きにくい(2.7cm/s)

○少し歩きにくい(1.7cm/s)

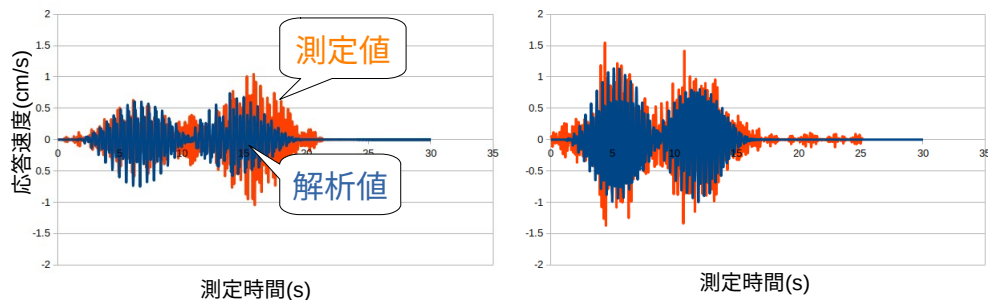
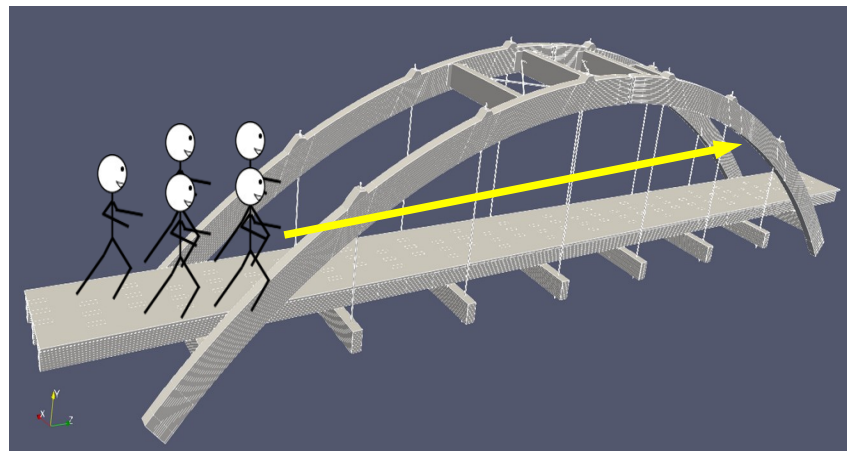
明らかに振動を感じる(0.85cm/s)

振動を感じ始める(0.42cm/s)

劣化時の固有振動数 4.78Hz



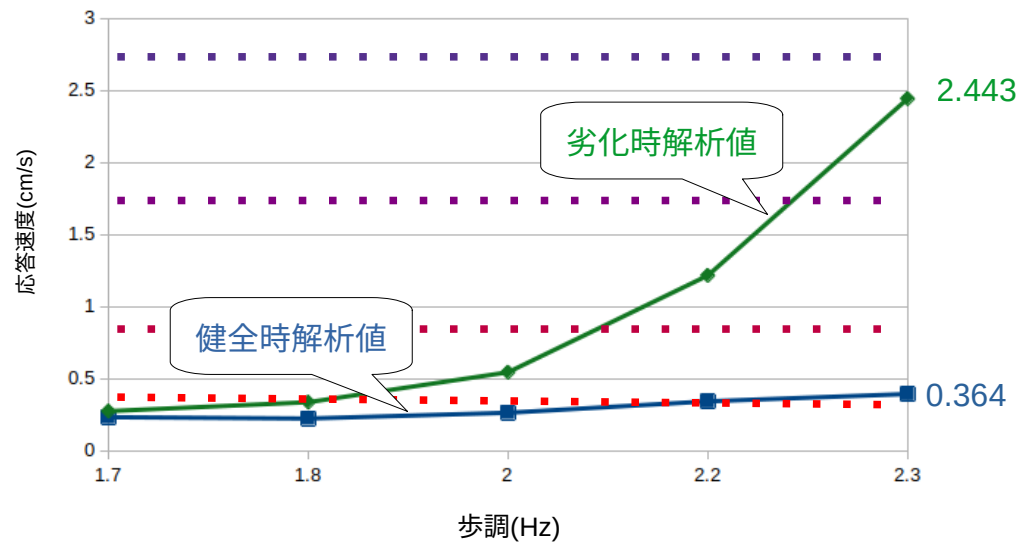
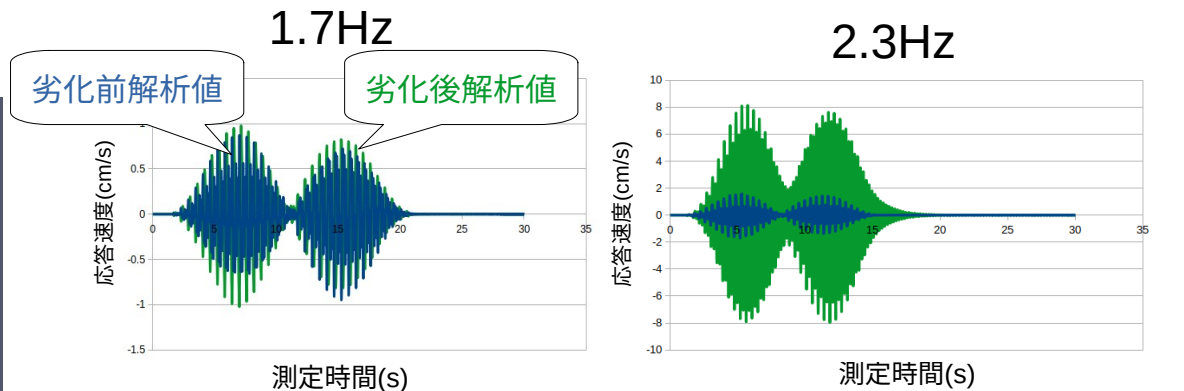
まとめ



誤差16%

salome-mecaで時刻歴応答解析の再現可能！

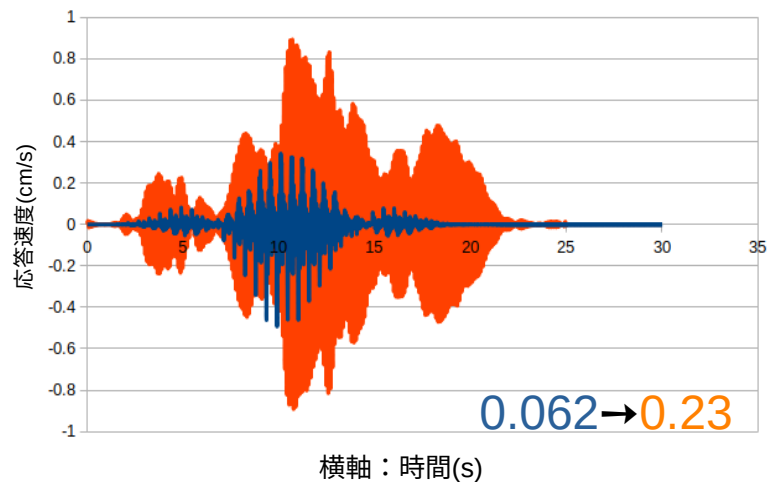
劣化を考慮した場合



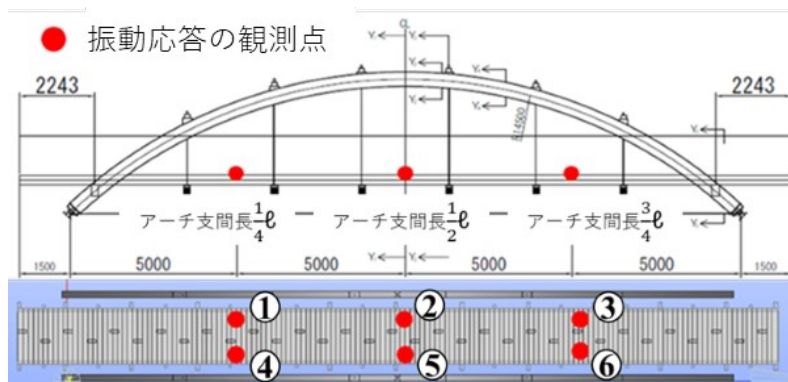
最大6倍振動使用性に問題あり

補足資料

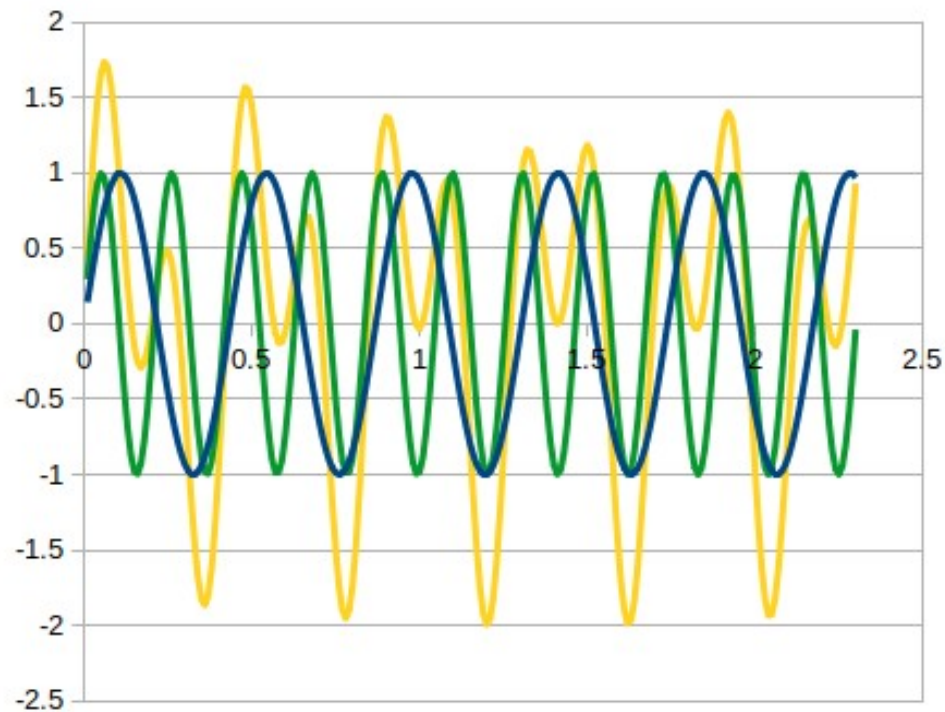
観測点2の応答値



縦桁と横桁がラグス
リューで固定している
ので固定が甘い可能
性があり、完全に剛
結しきれていない可
能性が高い

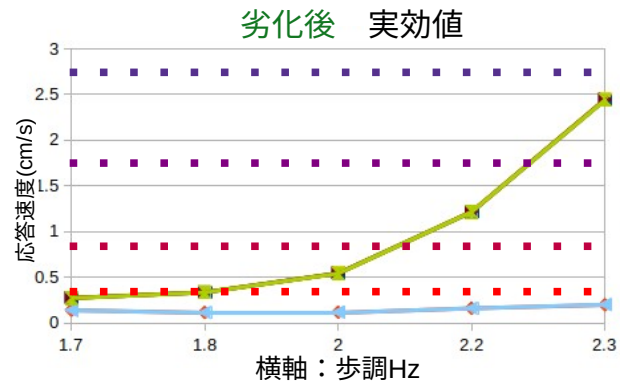


2.3Hzと4.78Hzが共振した場合



共振によって波がおおきくなった

歩調波
橋の固有振動数波
共振波



大いに歩きにくい(2.7cm/s)

○少し歩きにくい(1.7cm/s)

明らかに振動を感じる(0.85cm/s)

振動を感じ始める(0.42cm/s)