

第14回 応用力学シンポジウム

8. メンテナンスの力学問題(その3)

平成23年9月6日(火) 16:10-17:30 愛媛大学 F会場(403講義室)

車両応答の統計分析に基づく 橋梁損傷検知法

京都大学

山本亨輔, 大島義信,
金哲佑, 杉浦邦征

神戸大学

川谷充郎

清水建設

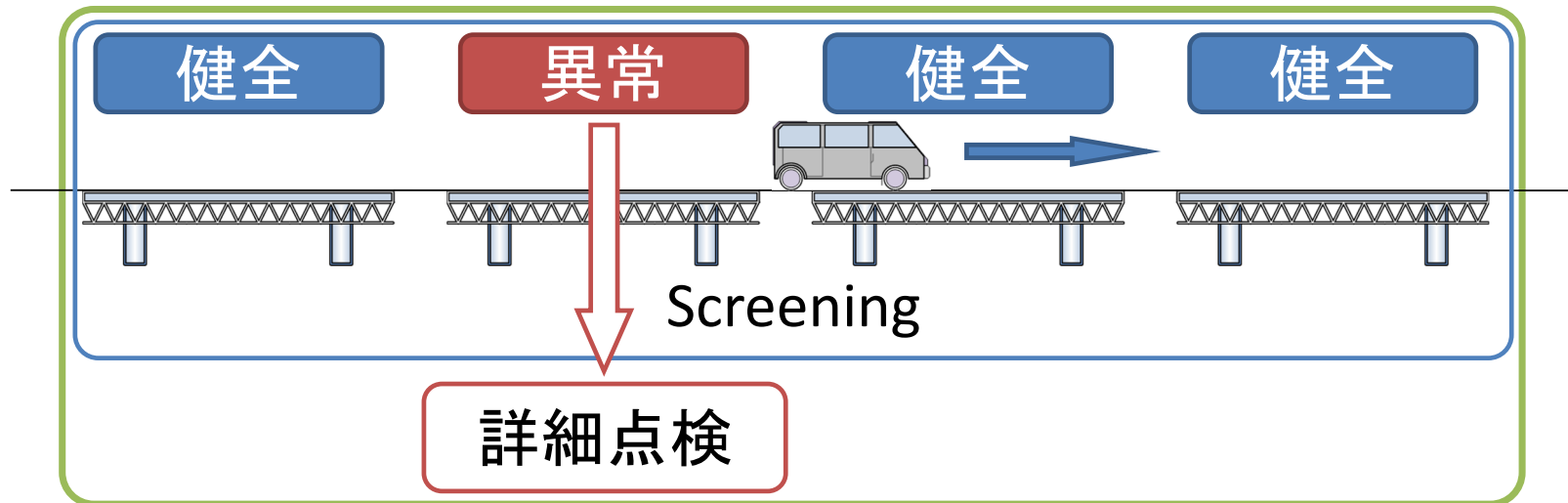
利波立秋

橋梁維持管理における課題

課題) 橋梁スクリーニングに基づく
中小橋梁群の維持管理システム構築

1. 大まかでいいので迅速に全ての橋梁を点検
2. 損傷確率の高いものから詳細点検

車両応答に基づく橋梁スクリーニング

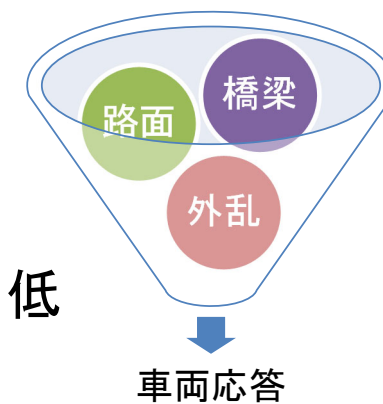


(メリット) 低コスト性, 迅速性

(デメリット) 精度: 悪

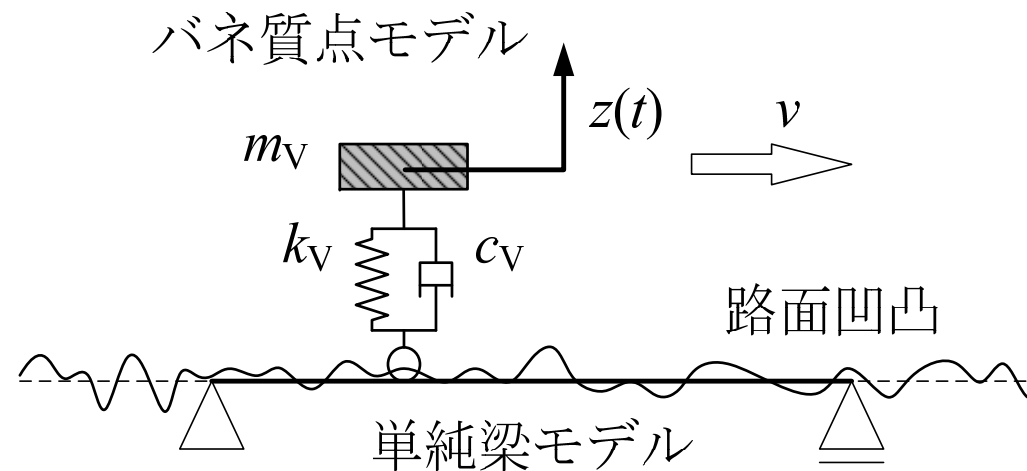
2つの技術的課題

- ① 橋梁損傷に対する感度: 低
- ② 不確定要素の影響: 大



既往の研究成果

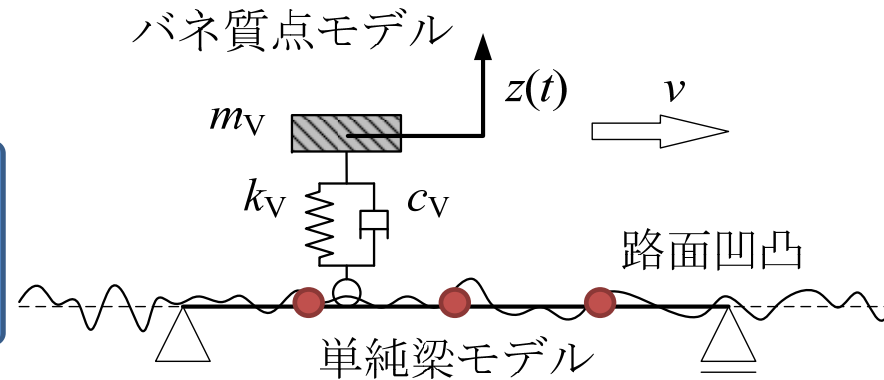
- 時間周波数分析による損傷検知の可能性
 - 車両振動の高周波成分に着目
 - 損傷位置にピーク発生
 - 数値シミュレーションによる検討



検討モデル

車両モデル(QC)

質量	10(t)
固有振動数	2.12(Hz)

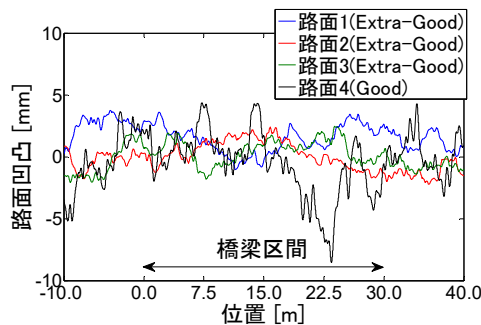


橋梁モデル(1次元-FEM)

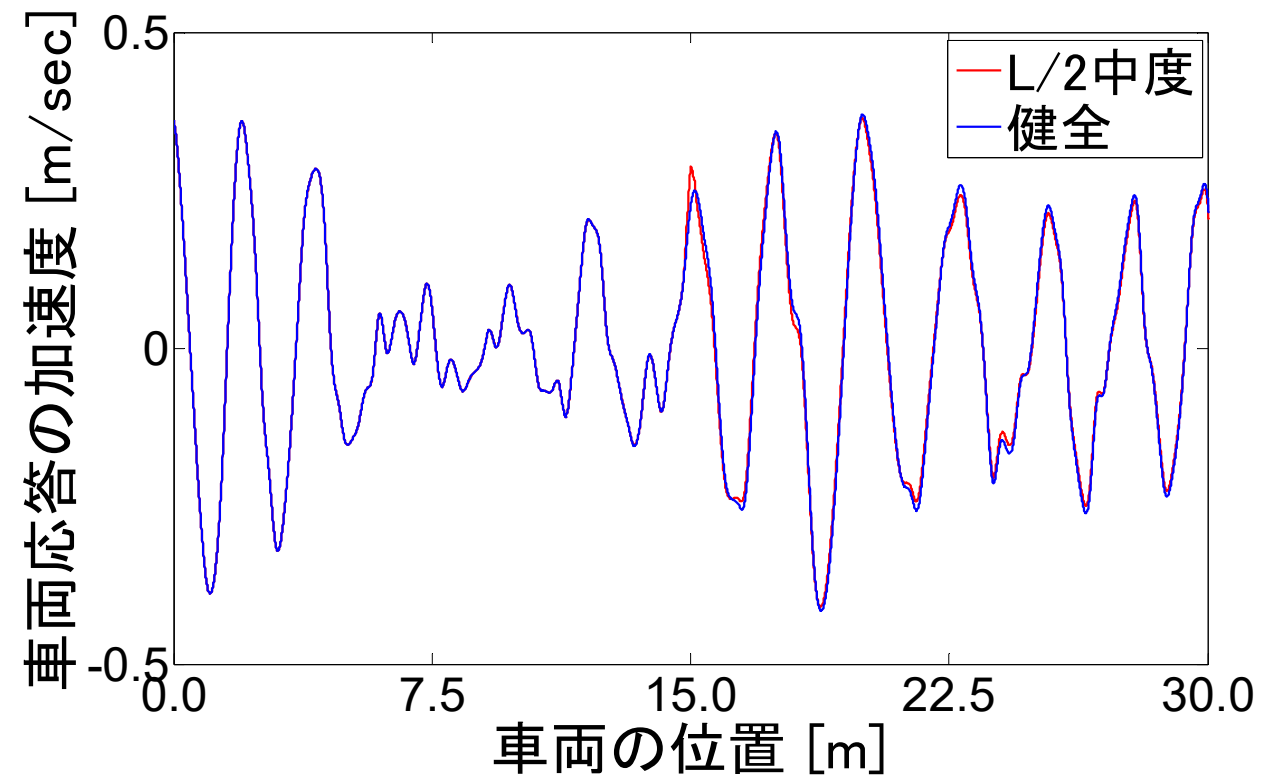
橋長	30(m)	損傷	幅20(cm)	剛性:27%減		
固有振動数	3.97(Hz)	15.7(Hz)	35.0(Hz)	61.2(Hz)	93.6(Hz)	質量:10%減

路面凹凸

モンテカルロ法により生成



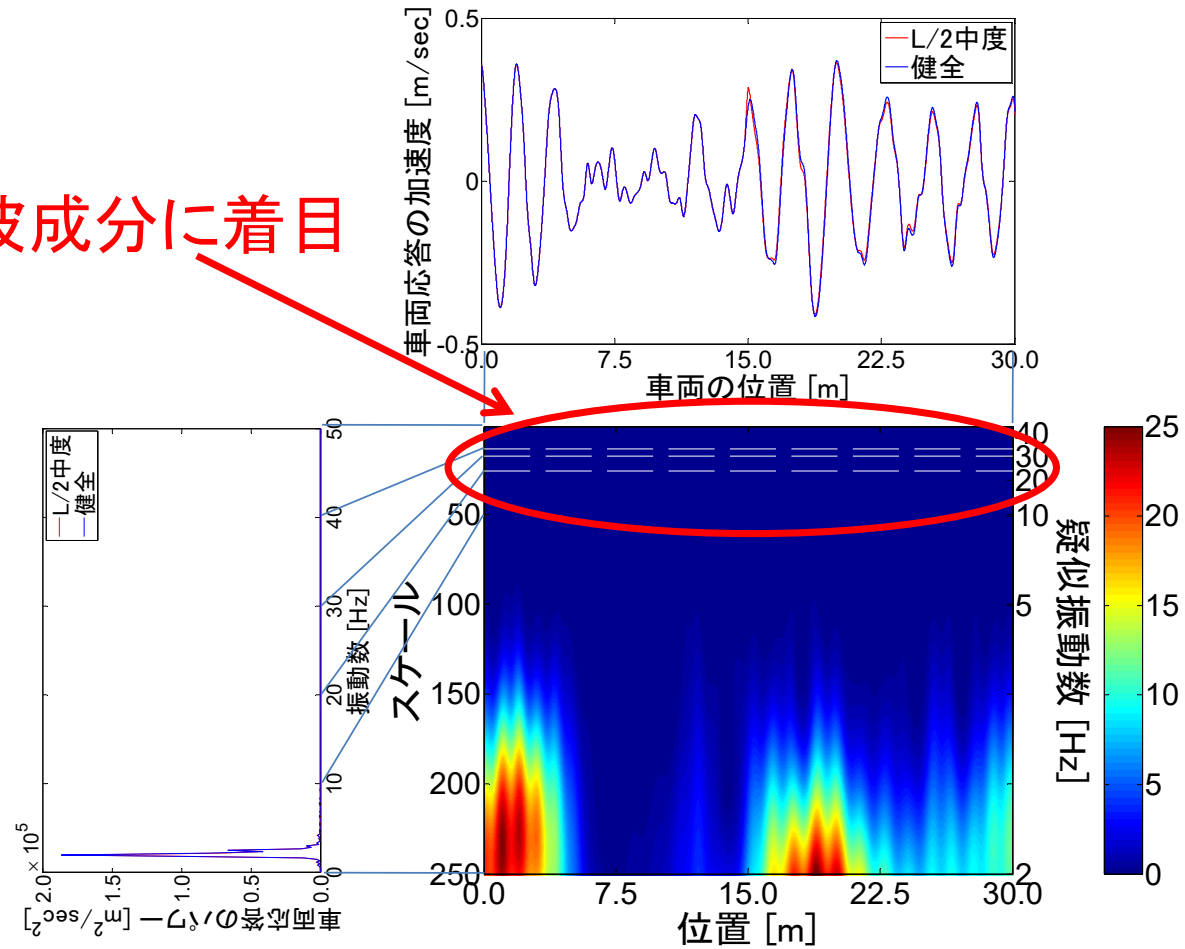
加速度波形



損傷前後で変化がほとんど見られない

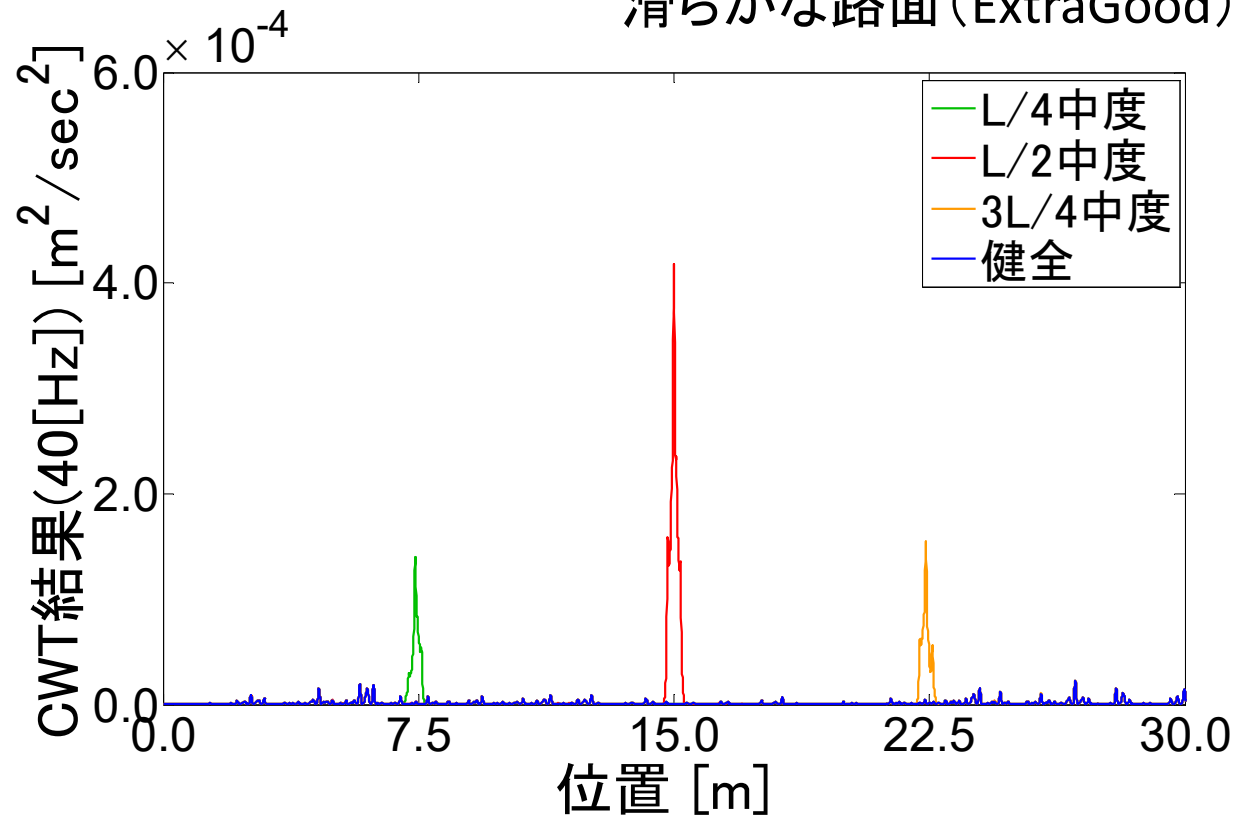
CWTによる高周波成分の抽出

高周波成分に着目



高周波成分の結果

滑らかな路面 (ExtraGood) の場合



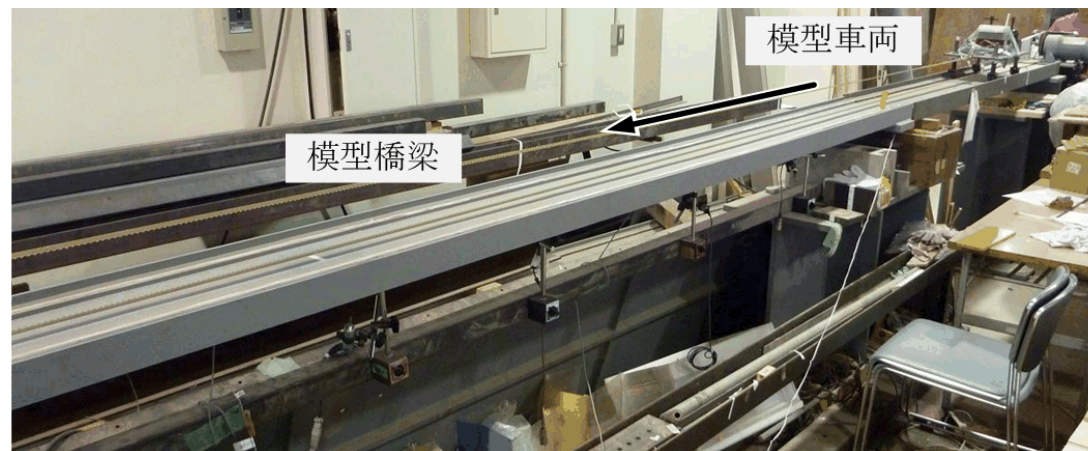
損傷前後で明確な違い (但し, 端部に近いほど小)

既往の研究成果の課題

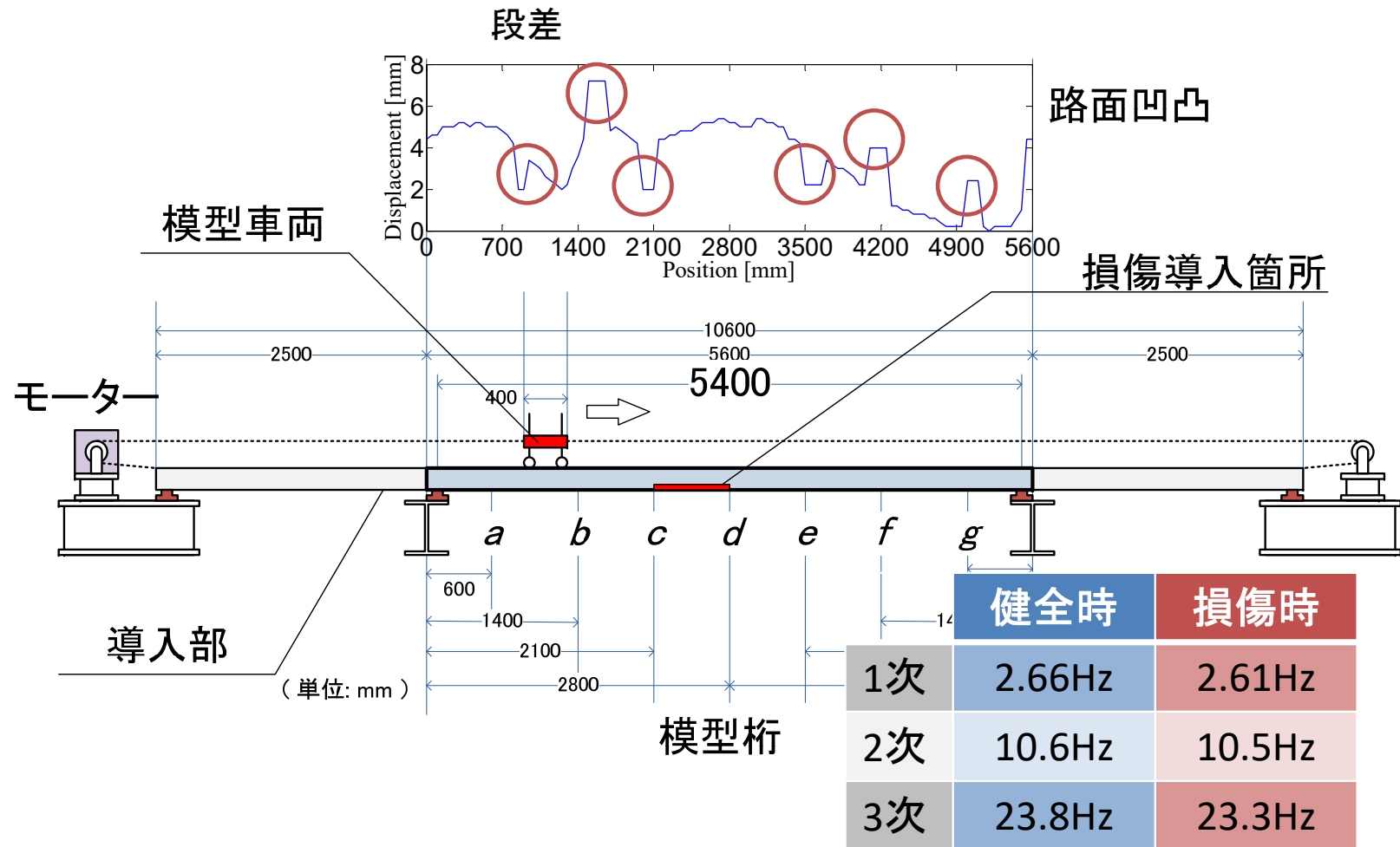
- 数値シミュレーションのみの検討
 - 未知の不確定要素の影響
- 実験的検証
- 新たな不確定要素を適切に処理する手法

研究目的

- 車両振動に含まれる不確定要素（路面，段差など）の影響を適切に処理し，橋梁損傷を推定する手法を考案する。
- 実験的検証



模型実験



車両走行ケース

- 車両種類

- V1 : 21.6(kg), 2.93(Hz)

- V2 : 21.6(kg), 3.71(Hz)

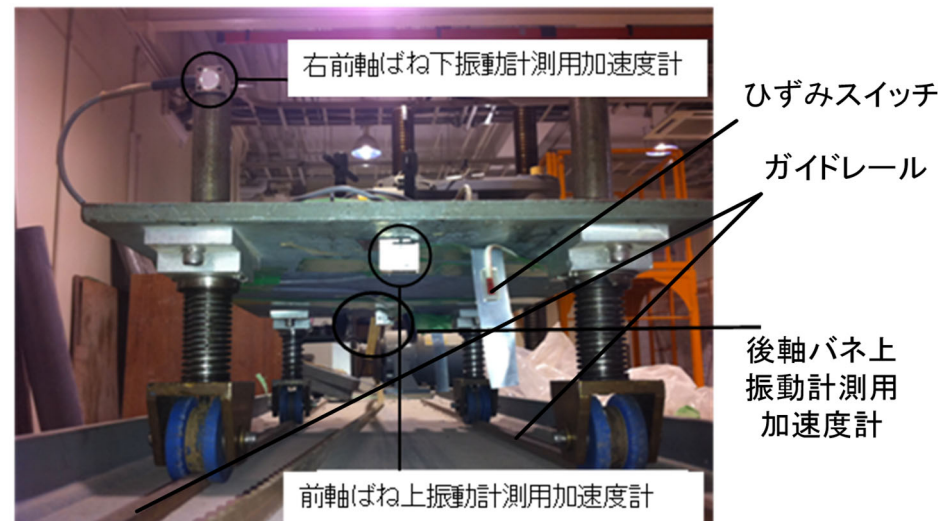
- V3 : 25.8(kg), 2.93(Hz)

- 走行速度

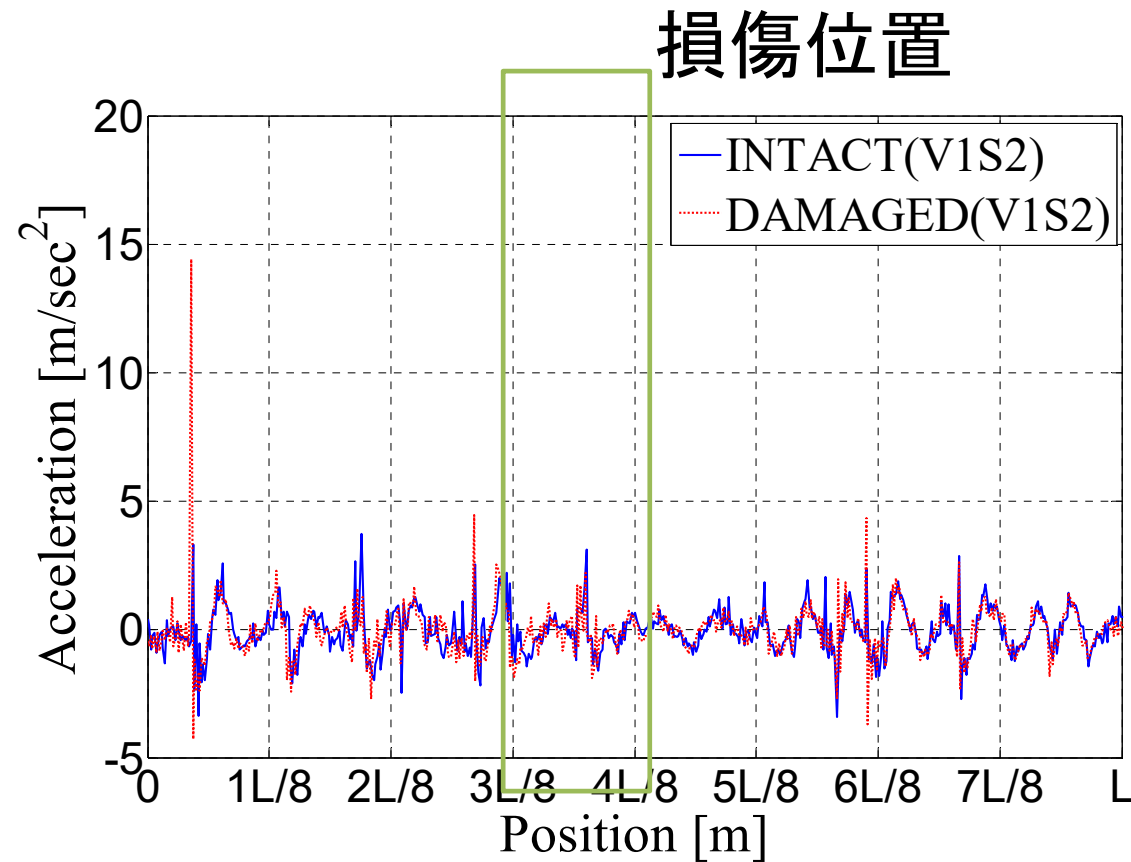
- S2 : 0.93(m/s)

- S2a : 1.16(m/s)

- S3 : 1.63(m/s)

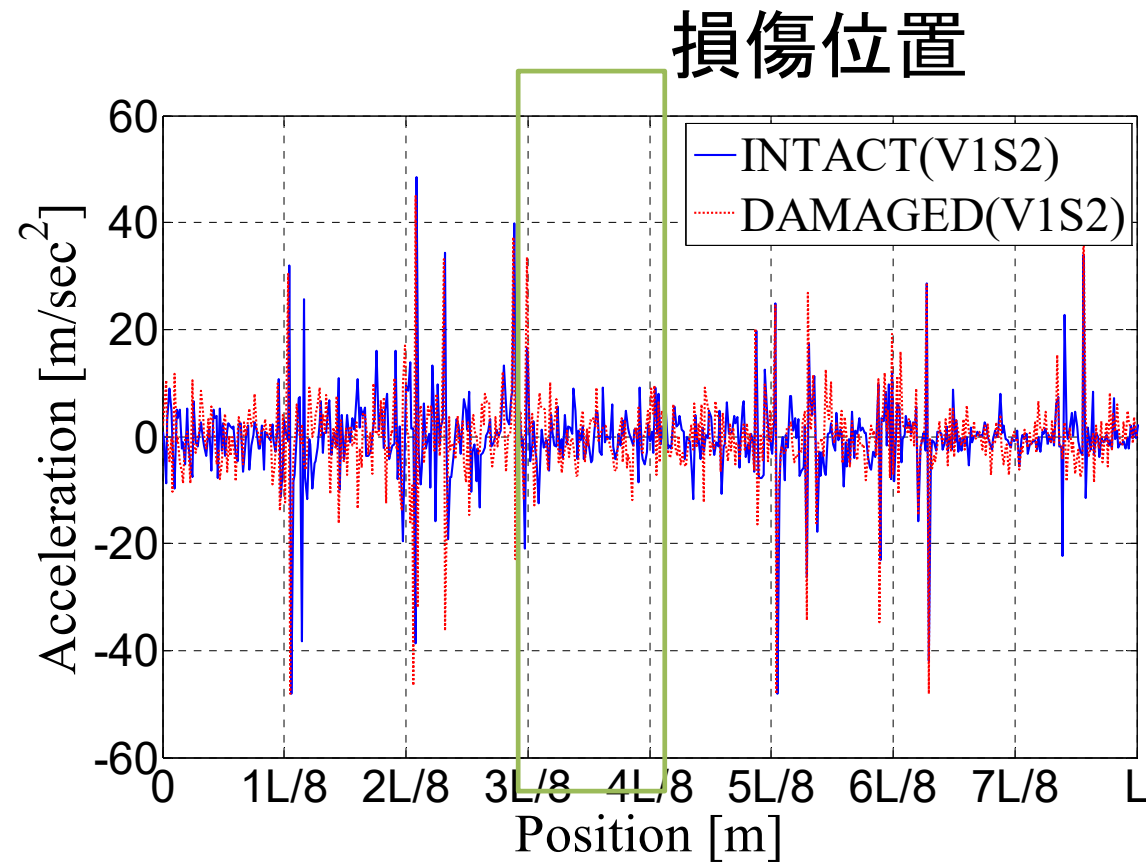


車両バネ上加速度



再現性が高い

車両バネ下加速度

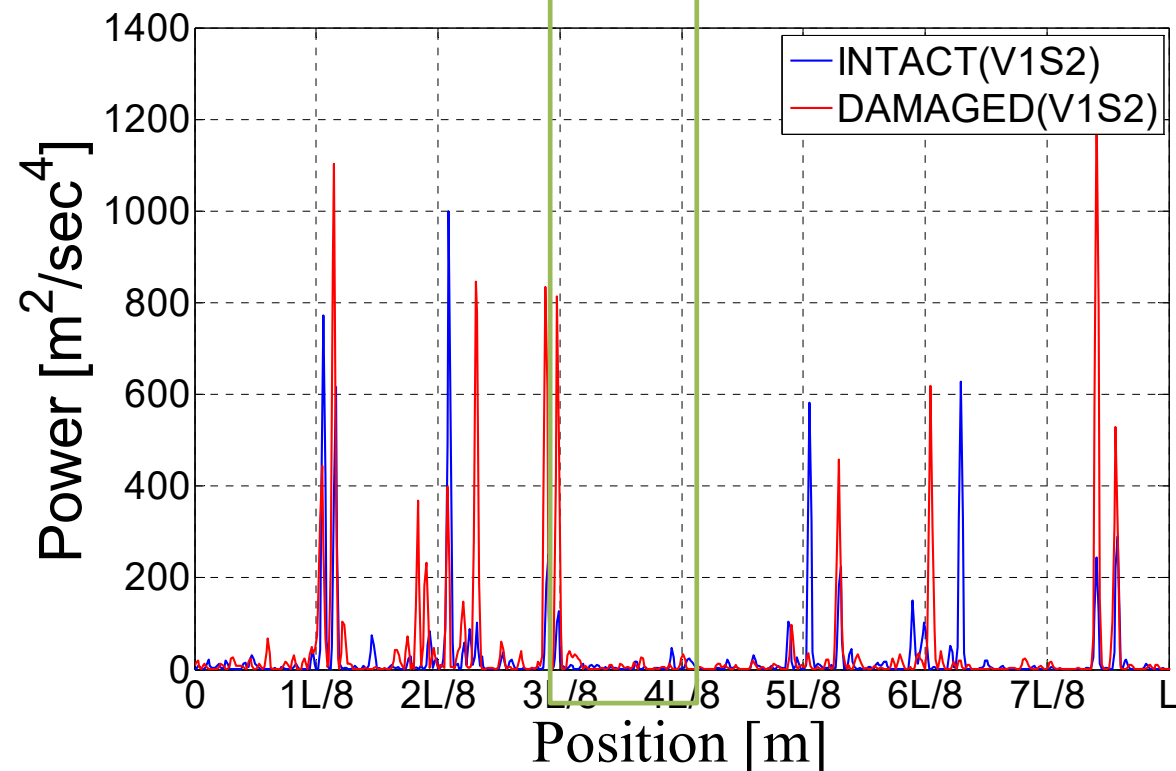


ピークの再現性が高い

模型実験での検証結果一例

段差の影響：大

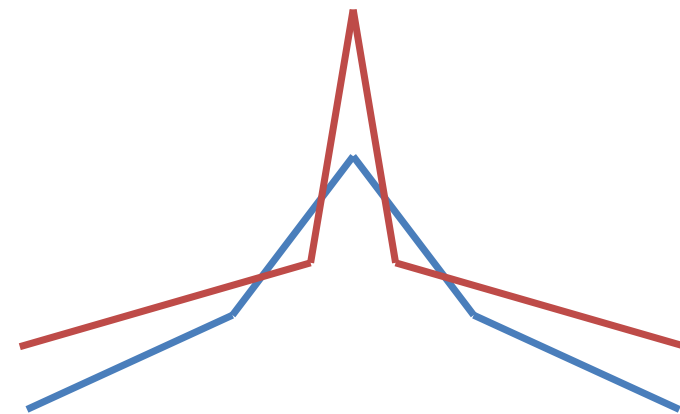
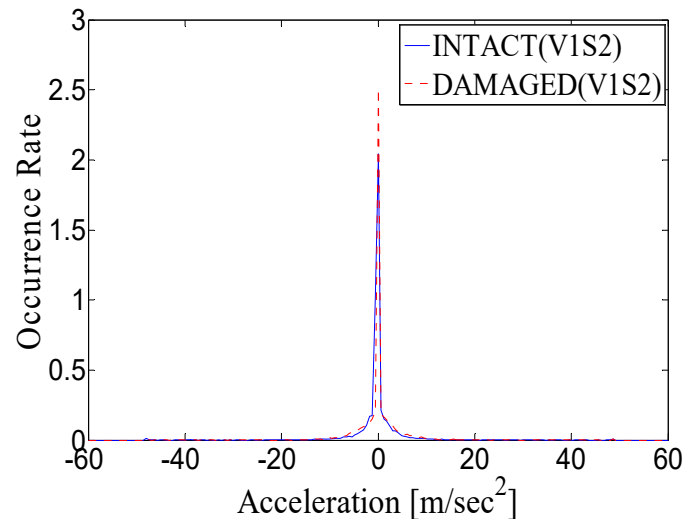
損傷位置



車両バネ下加速度のCWTパワー(50Hz)

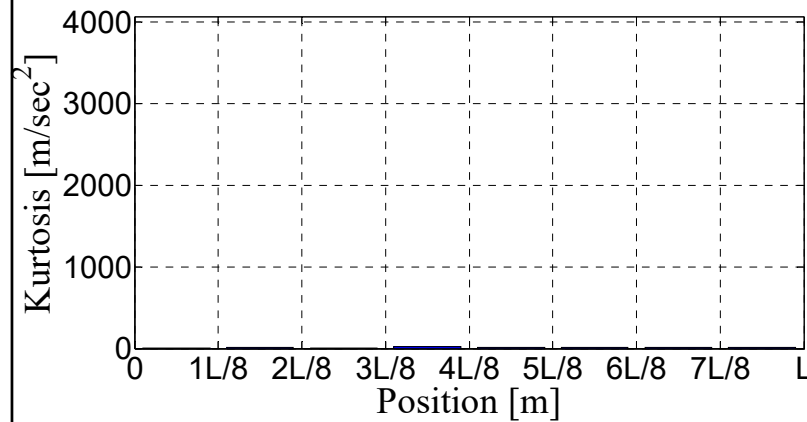
不確定要素(段差)の処理法

- CWT変換後, 高周波領域を取り出す
- 空間的にデータを分割
- 分割区間ごとの尖度(4次統計量)算出
 - サンプル分布の裾が広い ⇔ 尖度:大

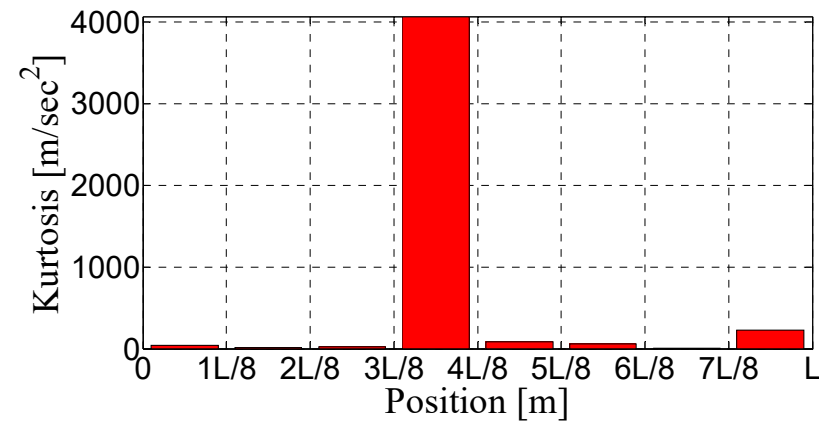


尖度による不確定要素の処理

- 各区間毎に高周波CWTの尖度を求める



健全時



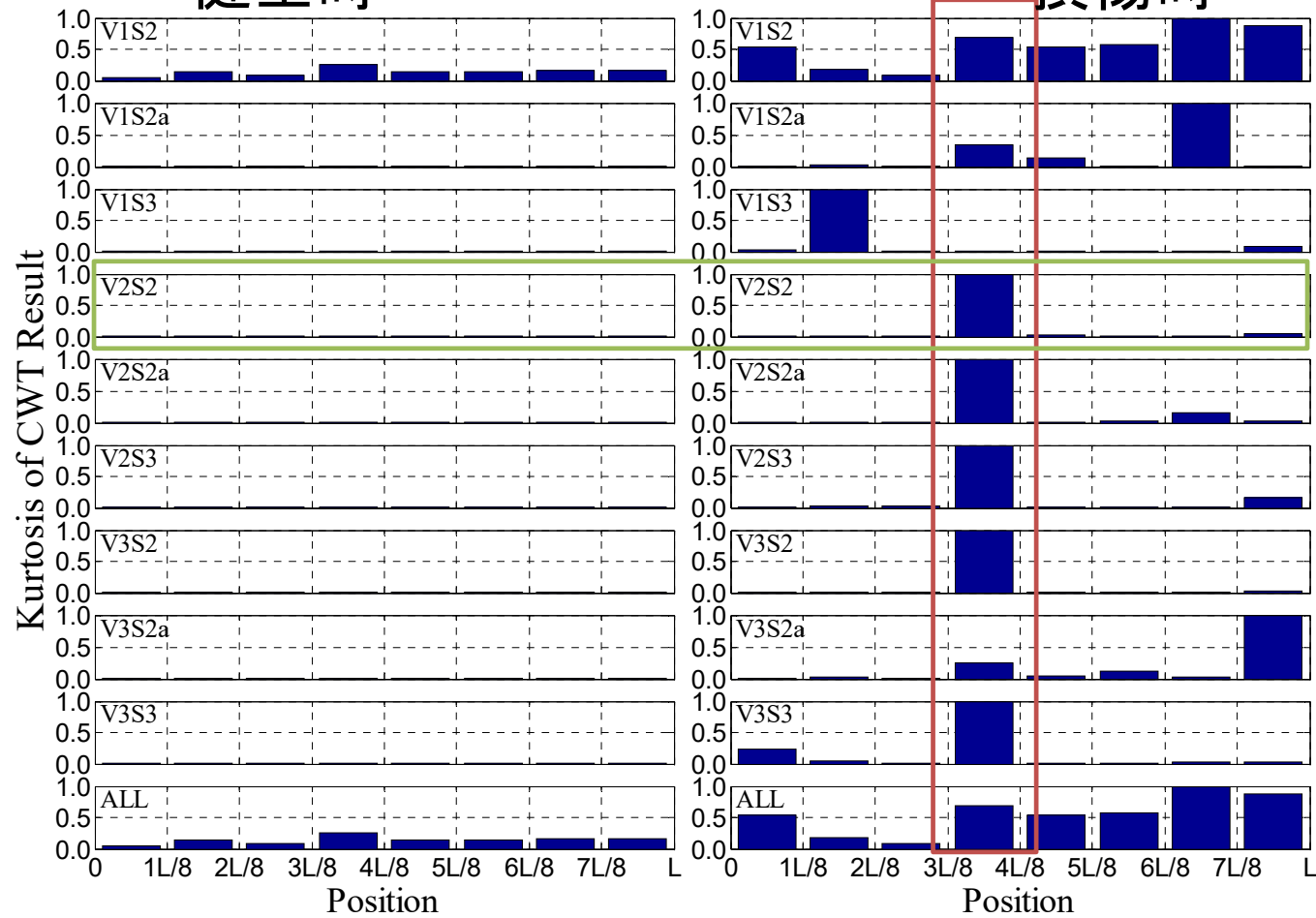
損傷時

- 損傷位置: 尖度が反応

不確定要素の処理精度

健全時

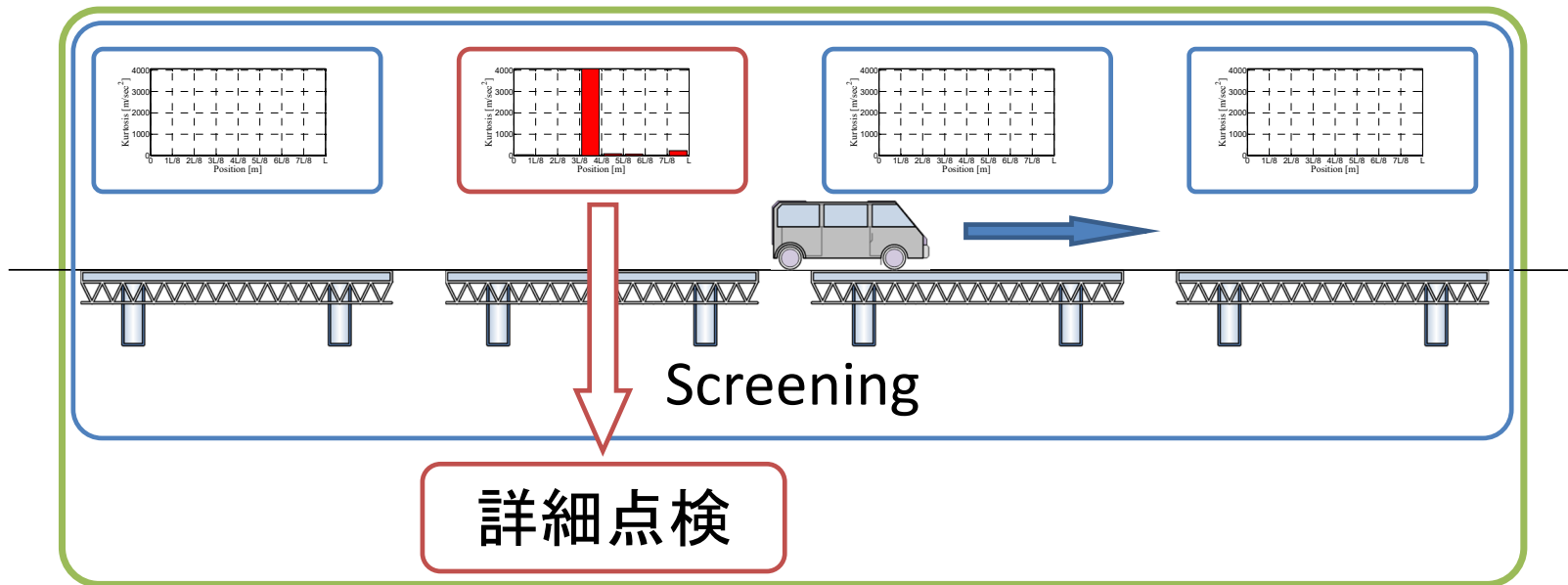
損傷時



結論

- 模型車両と模型橋梁を用いた実験
- 連続ウェーブレット変換と尖度を用いて車両加速度を分析した…橋梁損傷を検出
- 今後の課題
 - 実橋での検証？
 - 損傷形態の違いによる影響？
 - 最適な結果を得る条件？

質疑応答



ご静聴ありがとうございました！