

# 車両応答の時間周波数解析 に基づく橋梁の損傷検知法

Bridge Damage Detection based on Time Frequency Analysis of Responses of a Passing Vehicle



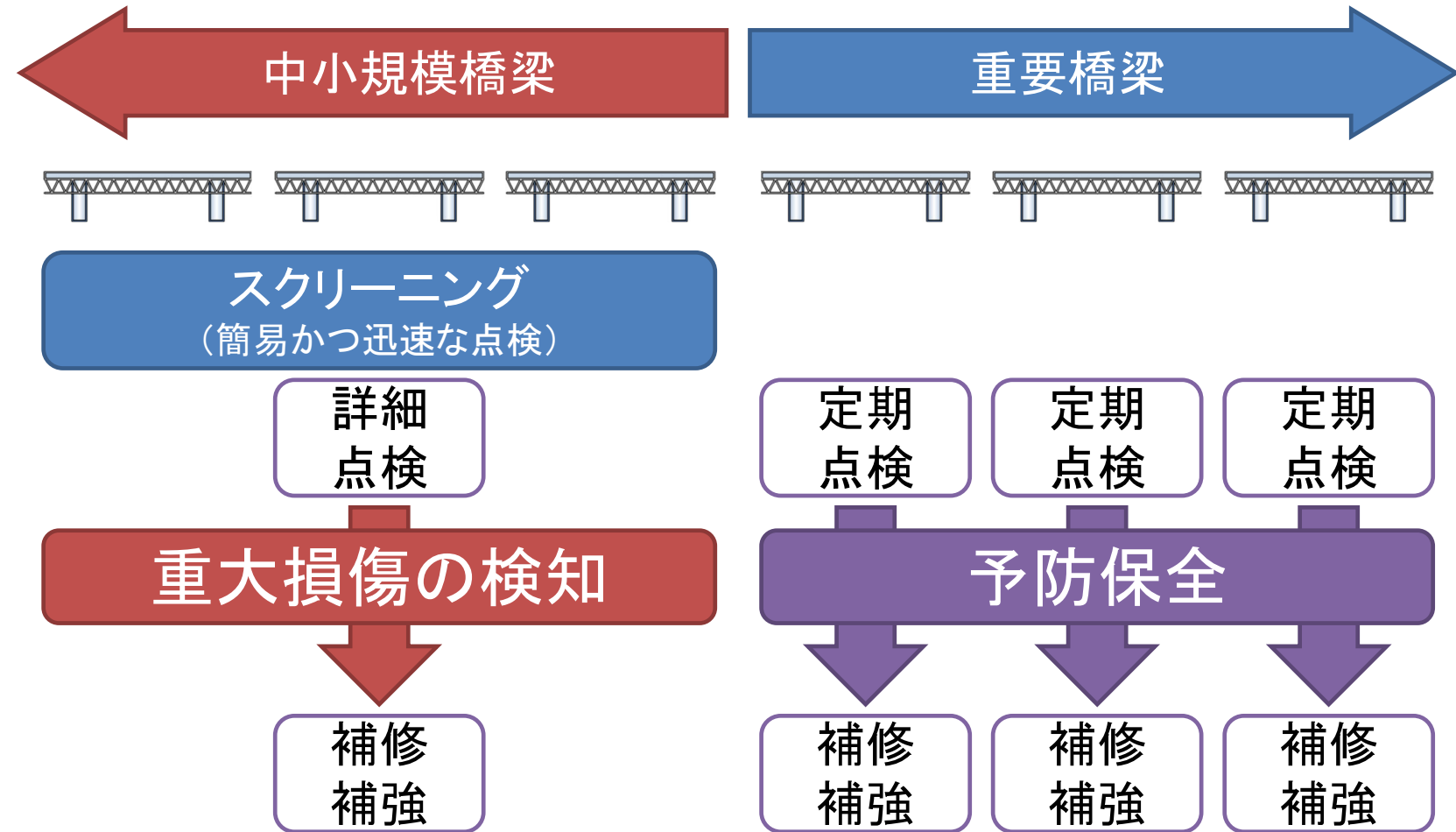
京都大学  
京都大学  
京都大学  
京都大学

山本亨輔  
大島義信  
金哲佑  
杉浦邦征

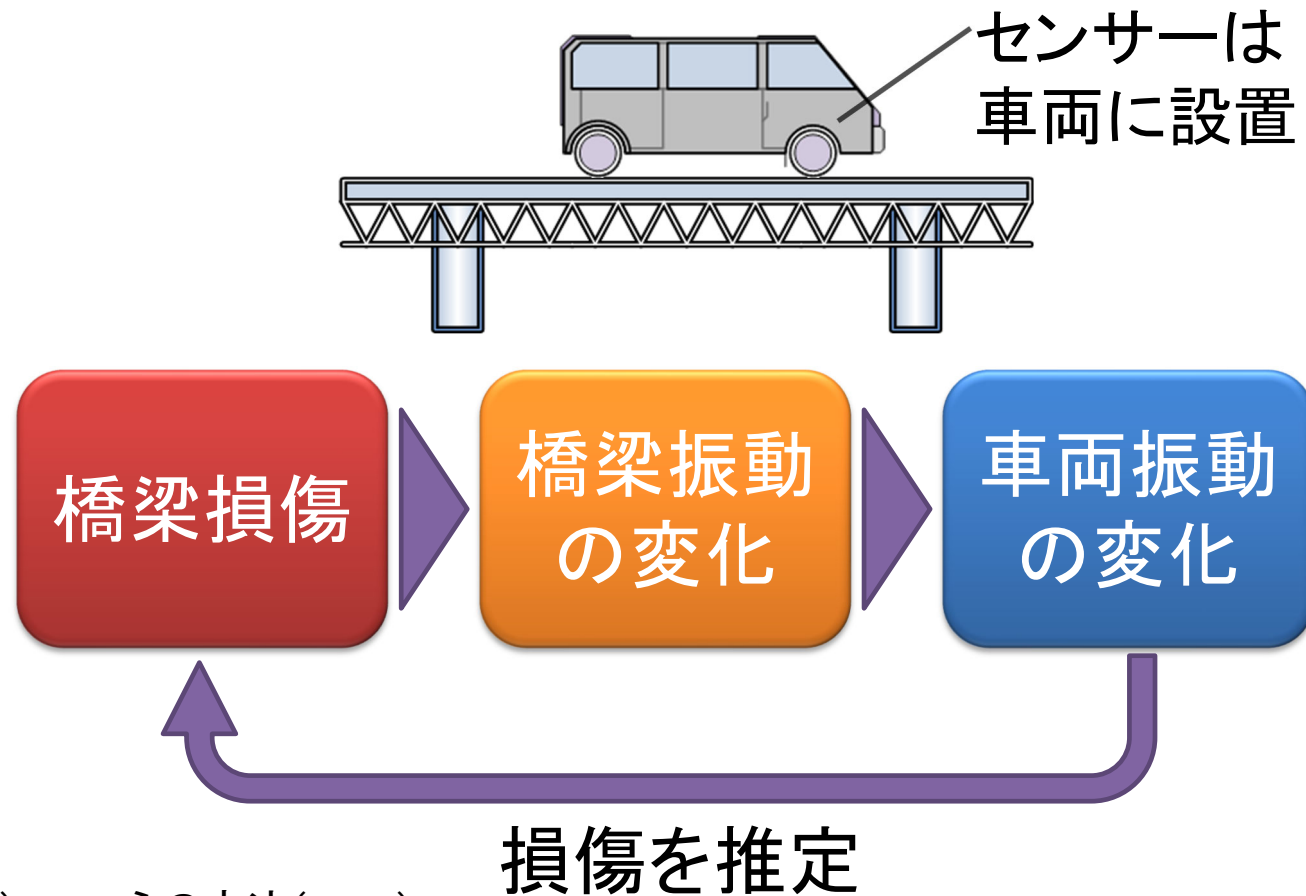
BACKGROUND

**背景**

# 社会的要請



# 車両応答に基づく手法

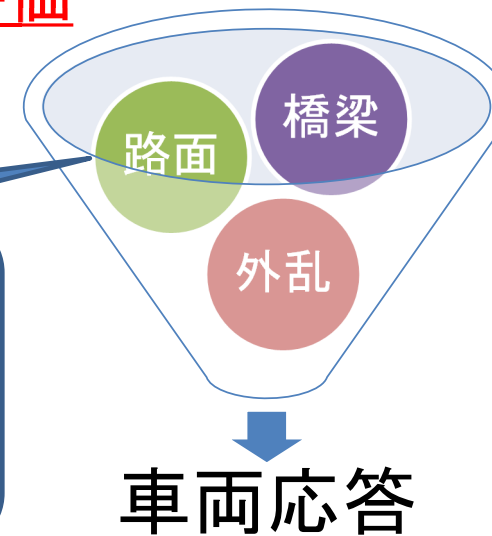


例) Yangらの方法(2004)

# 技術的課題

- 車両応答に着目
  - 橋梁の健全性を間接的に評価
  - 橋梁以外の影響 : 大

車両からは  
橋梁成分とそれ以外の成分の  
区別が難しい!!

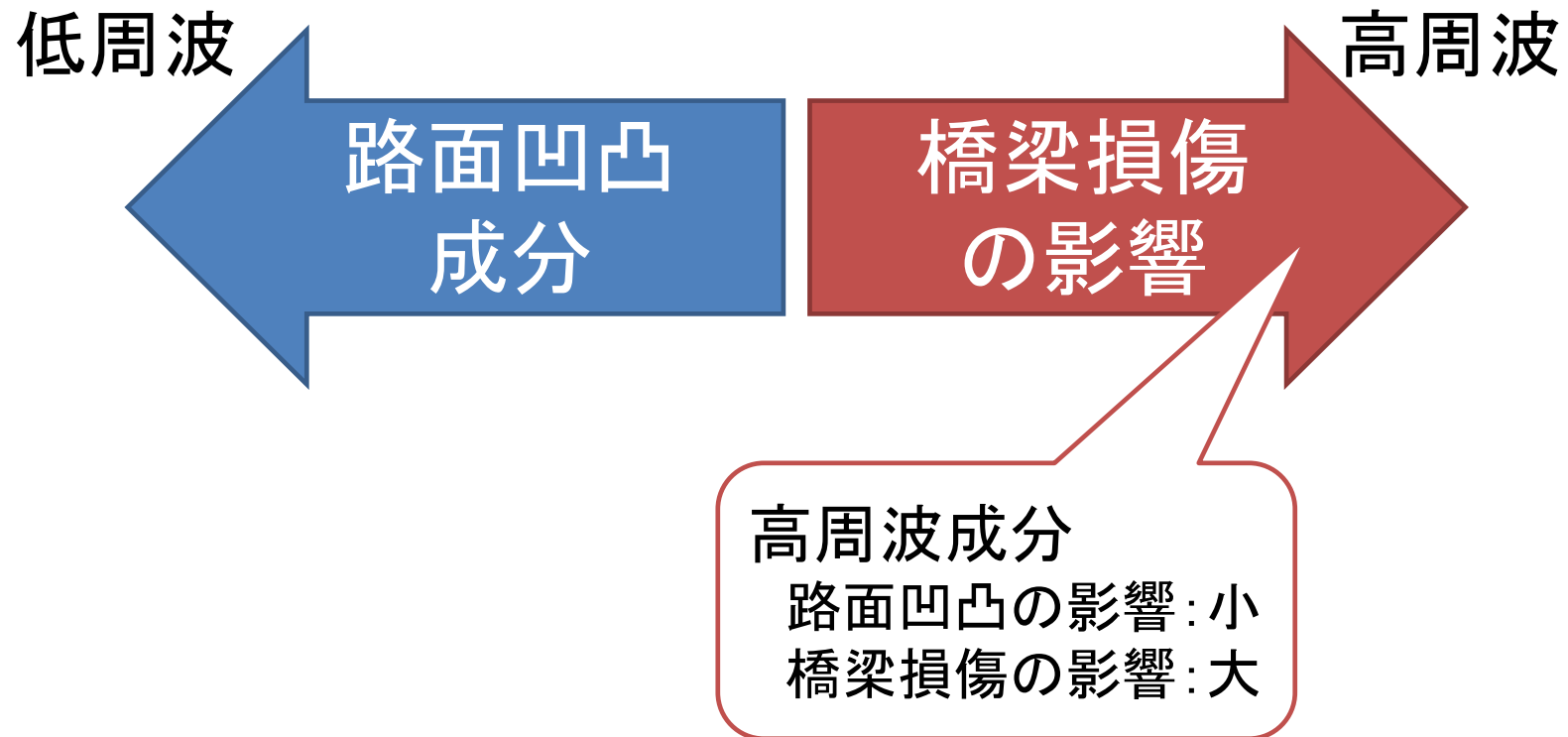


路面凹凸の影響は極めて大きい

⇔ 既往の手法は、路面凹凸を考慮すると適用不可

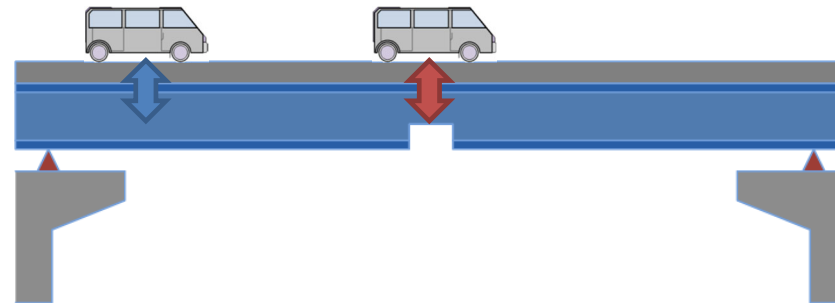
# 解決策

- 特に路面凹凸の影響が大きい



# 提案手法

- 車両応答の高周波成分に着目⇒損傷検知
  - 路面凹凸は低周波成分が卓越
  - 局所損傷を検知(・・・高次モード)
  - **連続ウェーブレット変換(CWT)**を適用



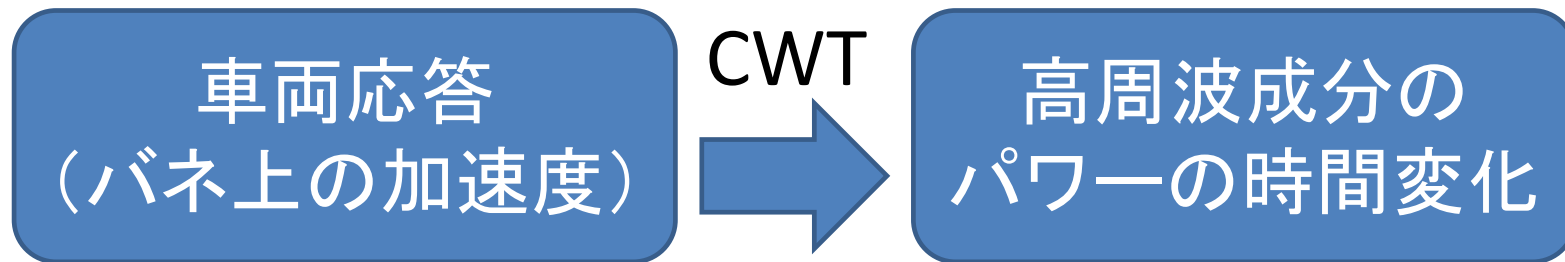
PURPOSE

# 研究目的



# 研究目的

- 提案手法の有効性の検討
  - 損傷による高周波成分の変化を評価
  - 数値シミュレーションにより検討

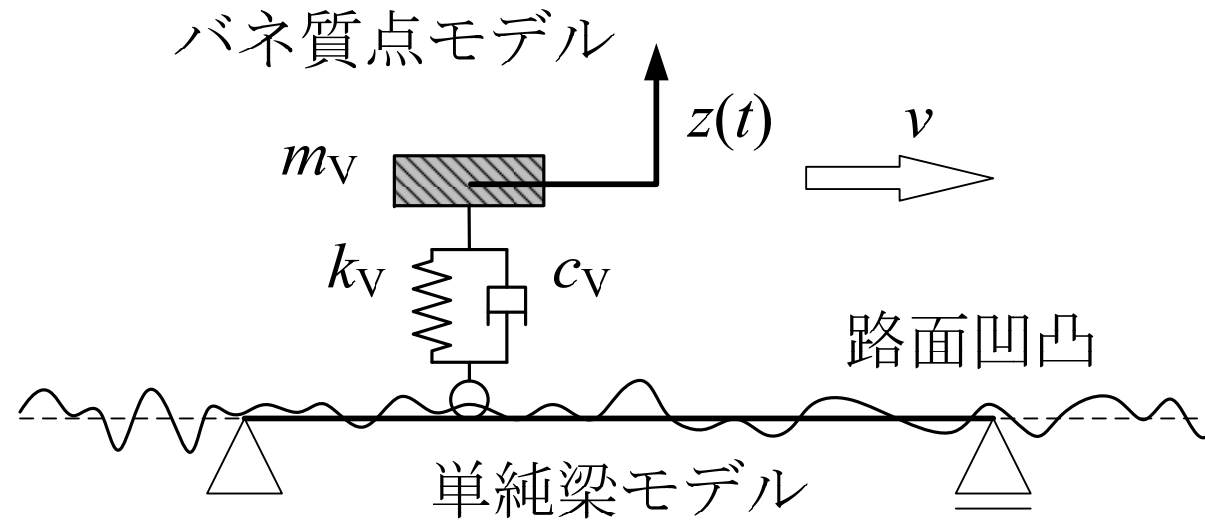


METHOD TO EXAMINE

# 検討方法

# 検討方法

- 数値シミュレーション

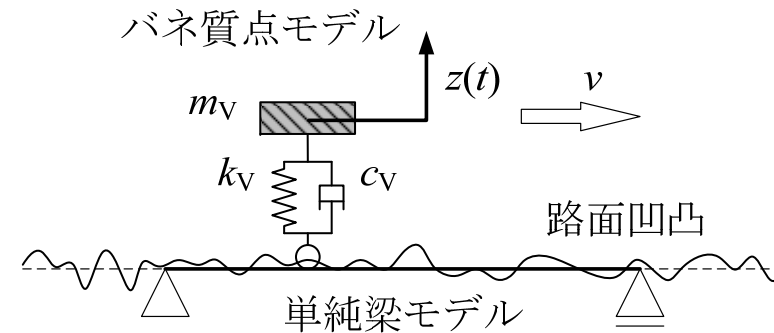


- 橋梁損傷による影響を検討

# 検討モデル

## 車両モデル(QC)

質量	10(t)
固有振動数	2.12(Hz)

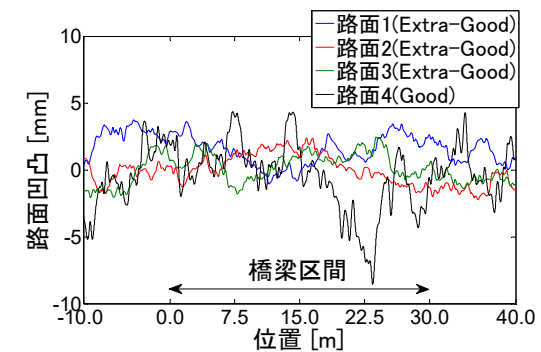


## 橋梁モデル(1次元-FEM)

橋長	30(m)				
固有振動数	3.97(Hz)	15.7(Hz)	35.0(Hz)	61.2(Hz)	93.6(Hz)

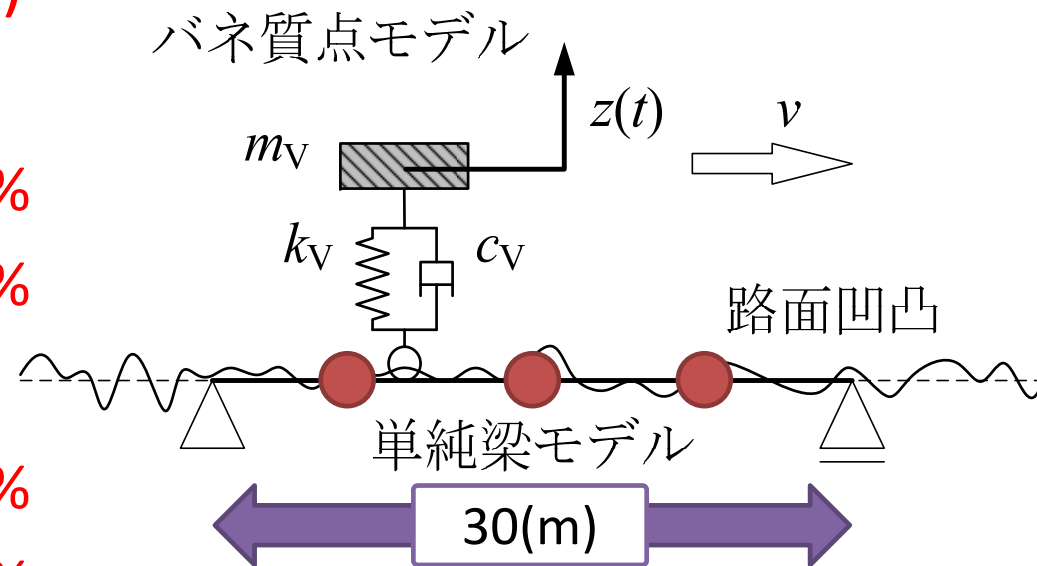
## 路面凹凸

ISO基準でExtra-GoodとされるものとGoodとされるものをモンテカルロ法により生成



# 損傷

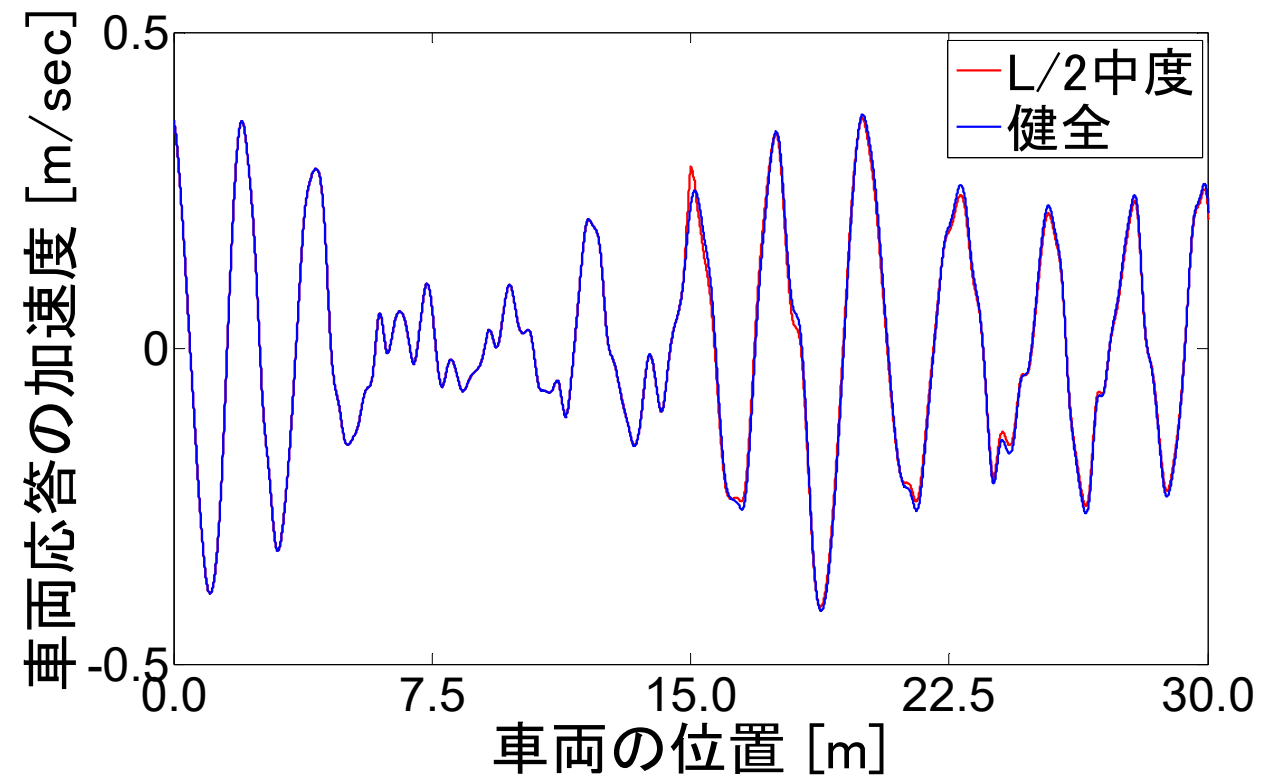
- 橋梁の中央 ( $L/2$ ),  $L/4$ ,  $3L/4$
- 損傷幅: **20(cm)**
- 中度損傷
  - 剛性低下: 27%
  - 質量低下: 10%
- 重度損傷
  - 剛性低下: 49%
  - 質量低下: 20%



RESULT

# 検討結果

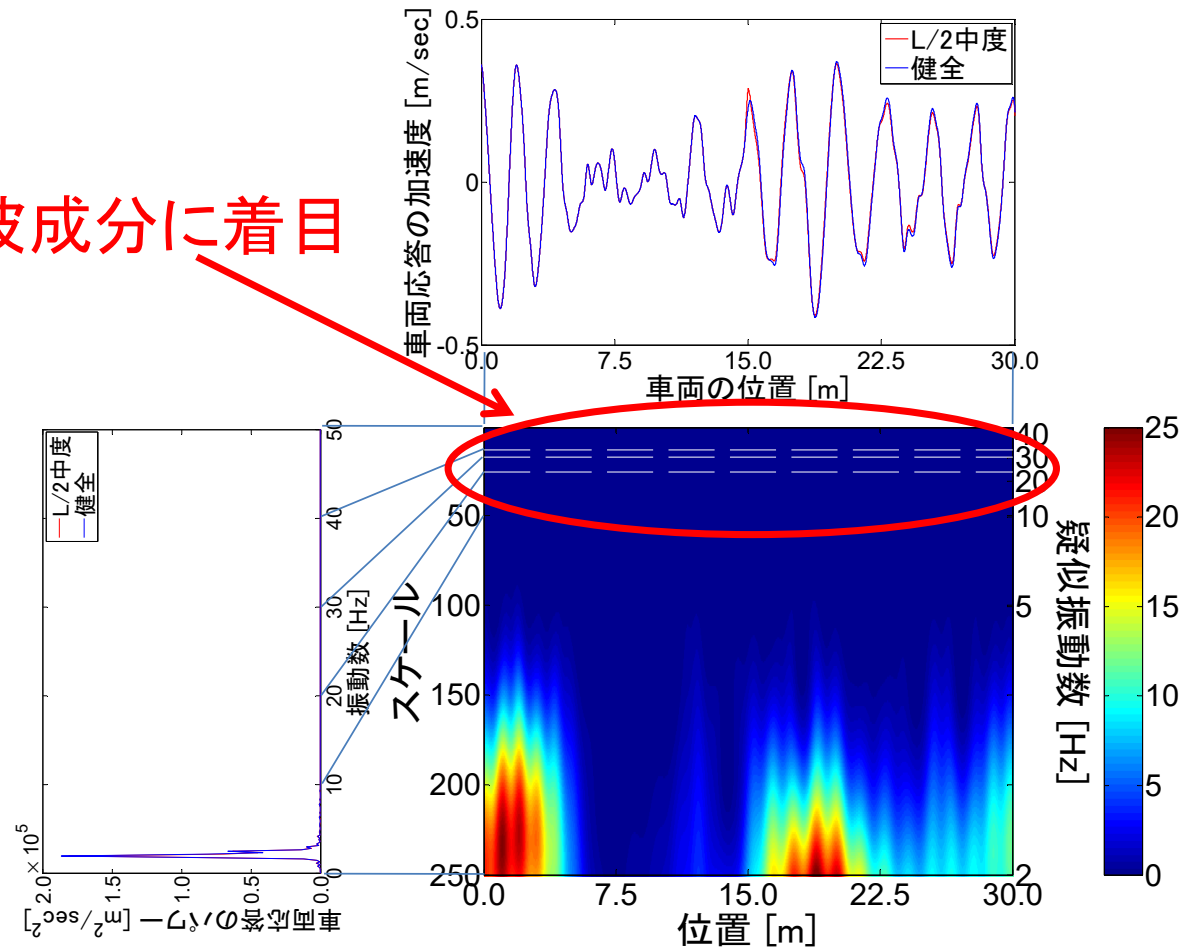
# 加速度波形



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

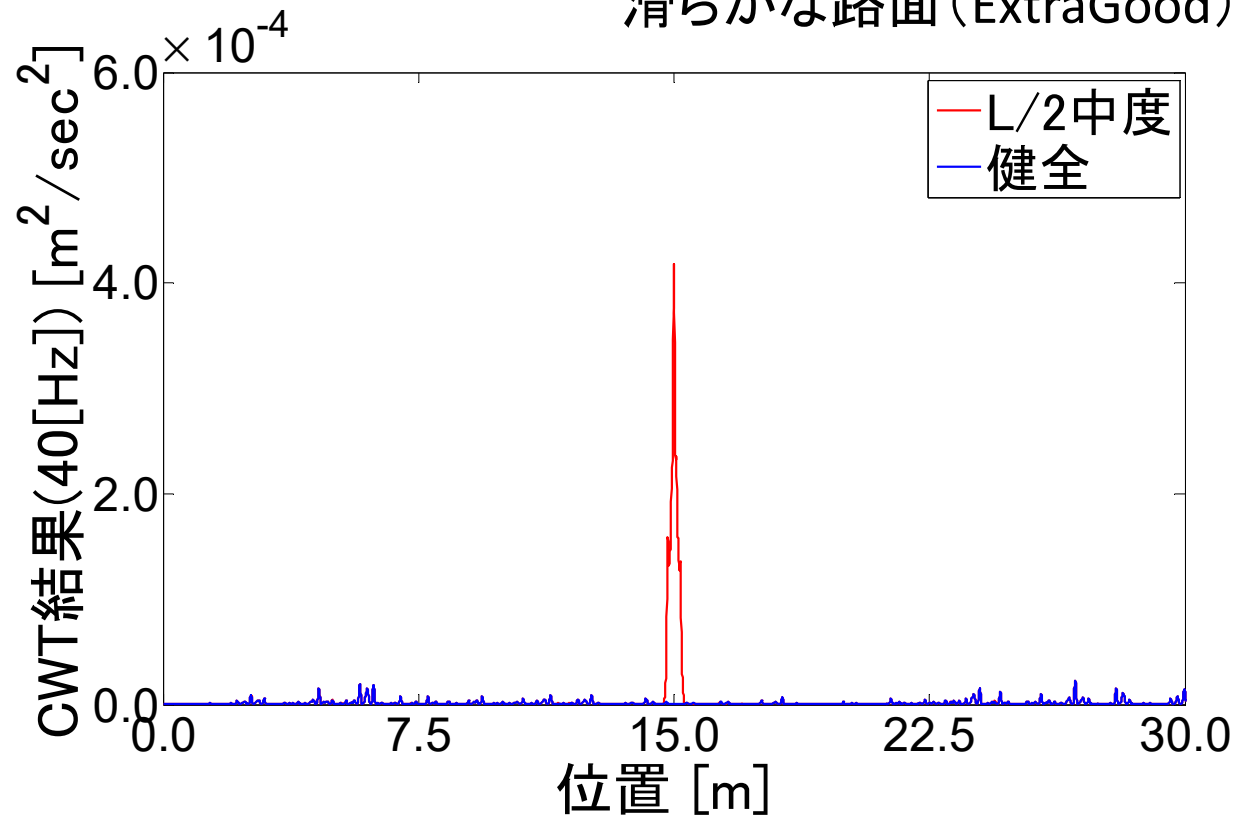
高周波成分に着目





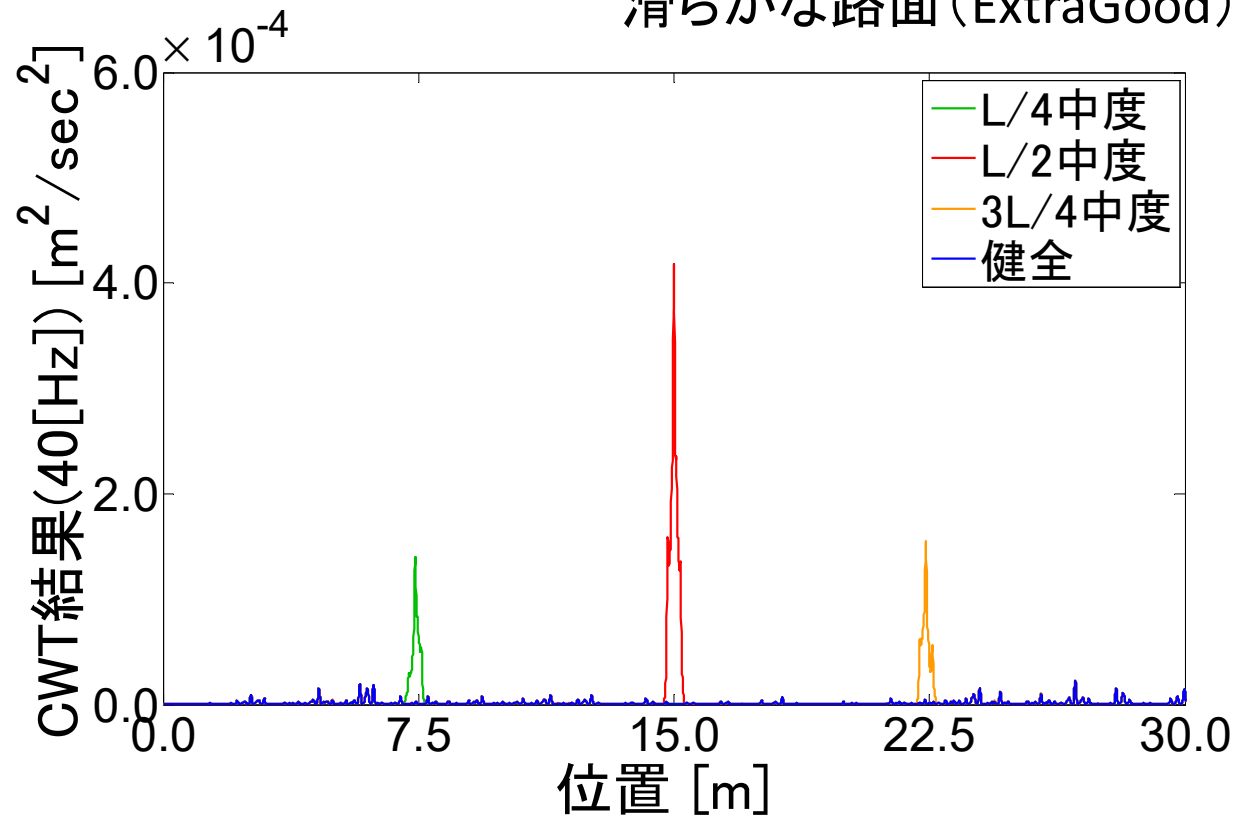
# 高周波成分の結果

滑らかな路面 (ExtraGood) の場合



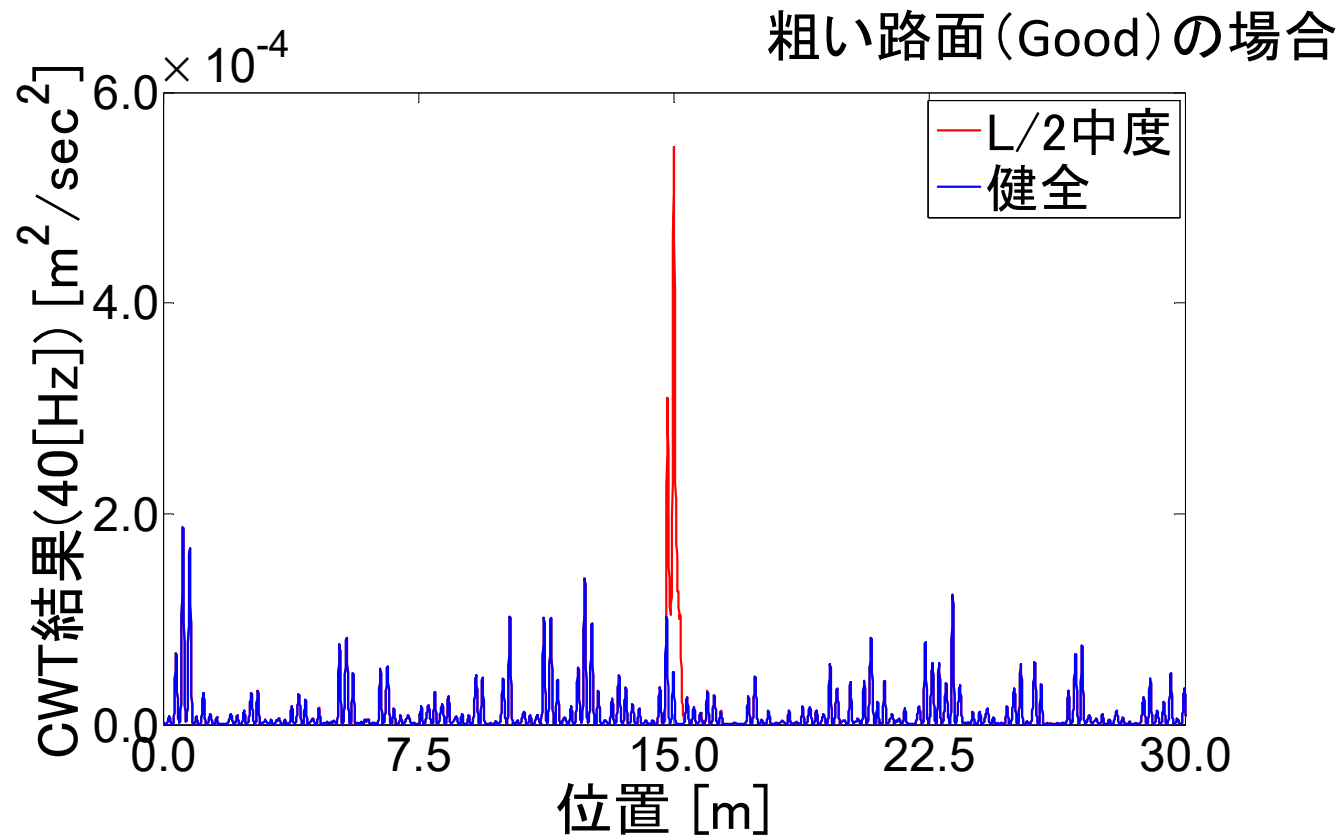
# 高周波成分の結果

滑らかな路面 (ExtraGood) の場合



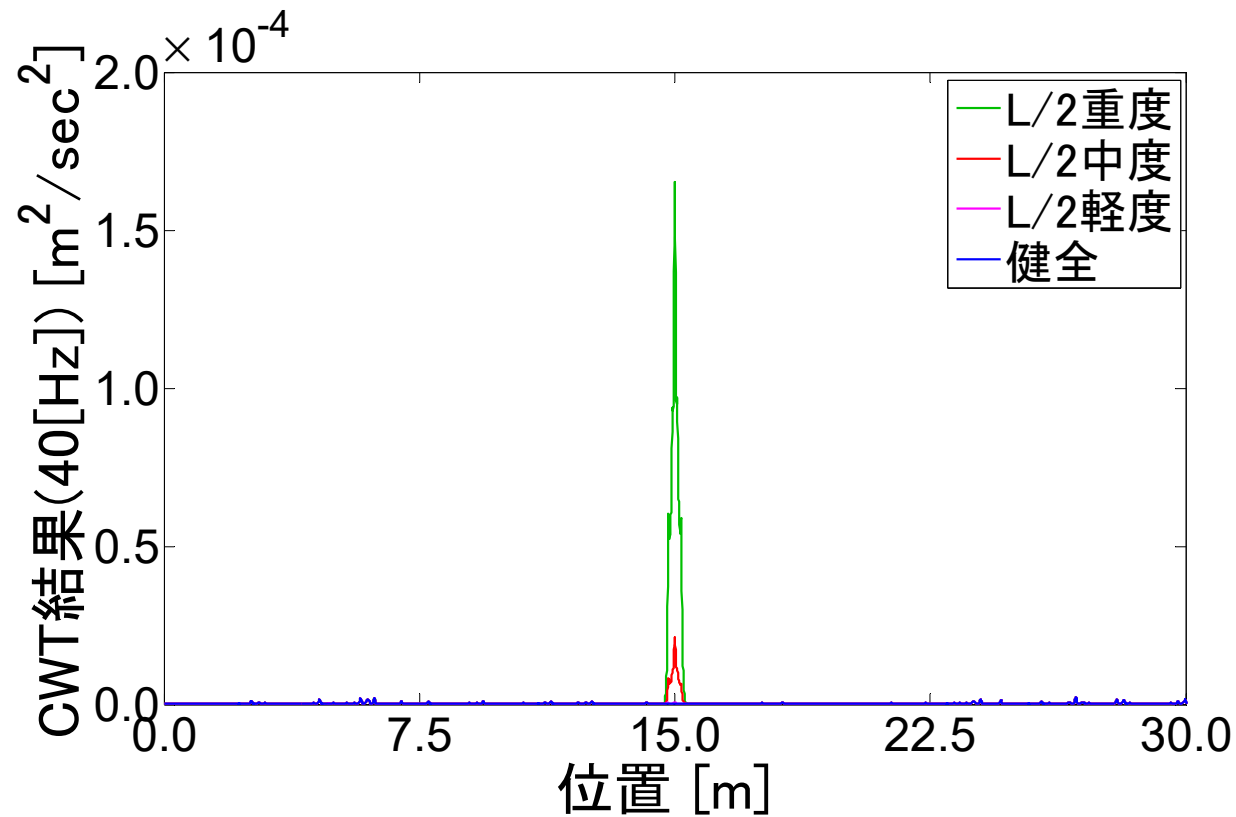
損傷前後で明確な違い (但し, 端部に近いほど小)

# 高周波成分の結果



路面: 粗  $\Rightarrow$  感度低下

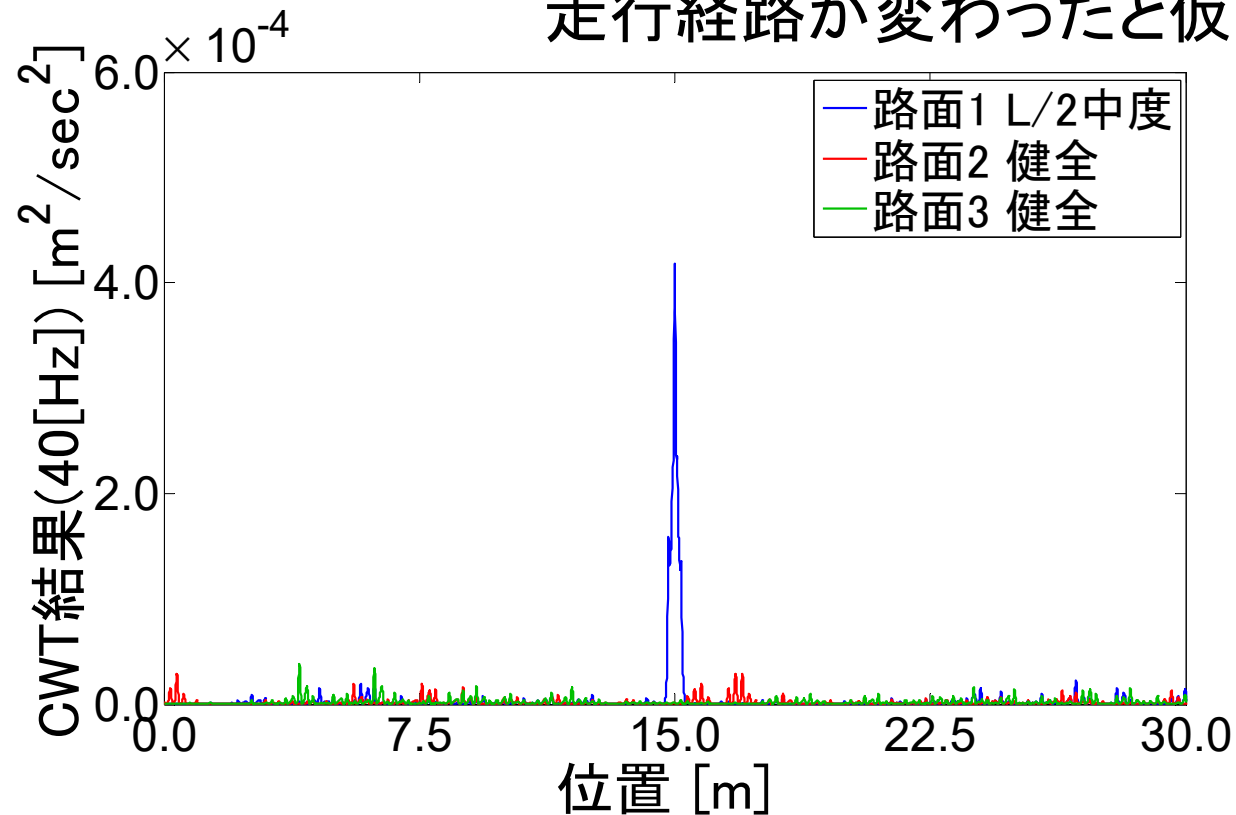
# 高周波成分の結果



損傷:大 ⇒ 感度:高

# 高周波成分の結果

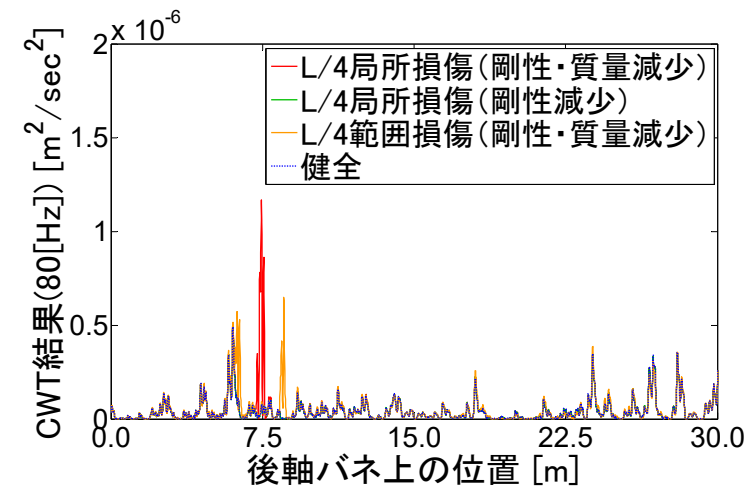
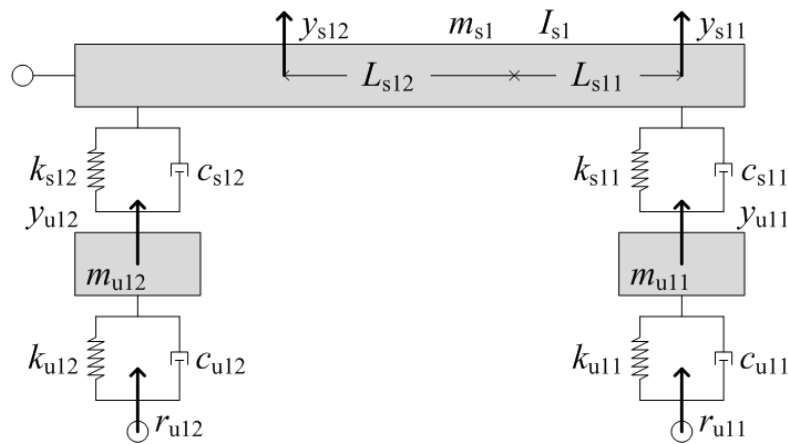
走行経路が変わったと仮定



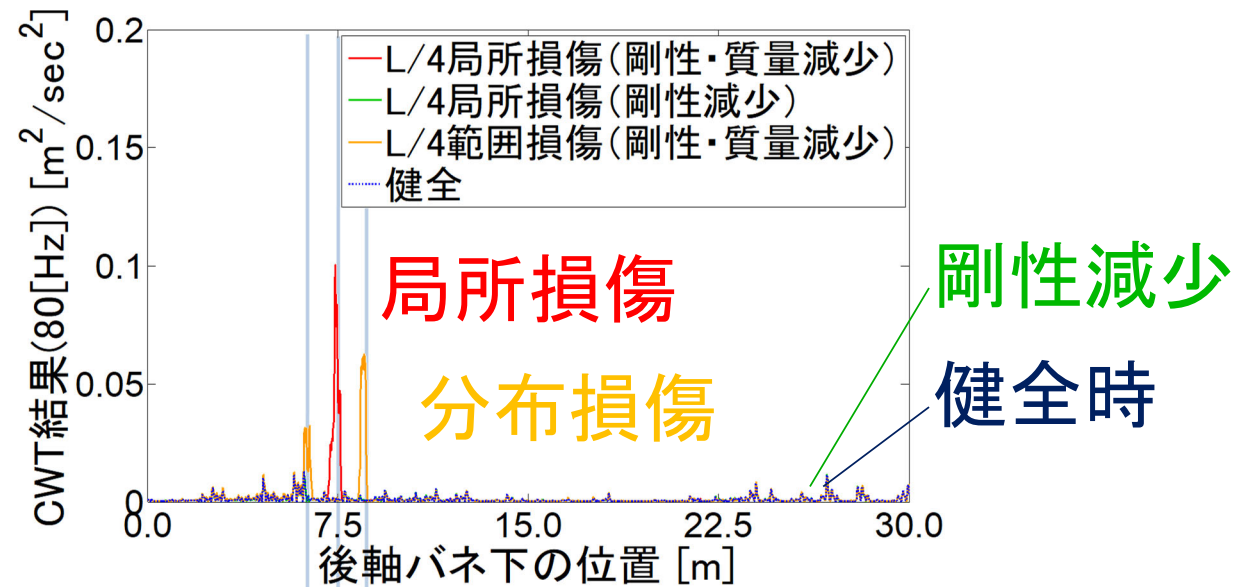
路面の影響は十分に小さい

# HCモデルを用いた検討

- 同様の傾向を確認
  - 感度はやや低下 ⇒ 着目する周波数: 高
  - 後軸 > 前軸
  - バネ下 > バネ上



# 様々な損傷形態による結果の違い

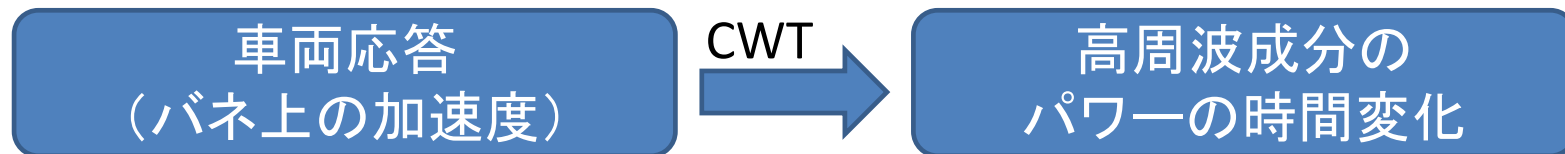


**局所損傷**

**分布損傷**

# 結論

- CWTにより車両応答の高周波成分を抽出し、そのパワーの時間的変化を求めると、損傷位置でピークを示すことが分かる。



- 損傷検知に有効である。
- 但し、端部での感度が低下するという欠点がある。
- 現在は模型実験、実橋梁での走行実験により検討を進めている。