

FS研究 コンクリート桁橋の多点同時可搬式振動計測による健全性評価法の実用化研究 概要 (Outline)

【研究目的】 Objectives

「コンクリート桁橋を対象に、交通規制することなく可搬式振動計による多点同時振動測定を行い、それに基づき評価された曲げ剛性を指標とした定量的健全度評価技術を、局所損傷分布との関係を明らかにしつつ、開発する。」

最終審査時コメント「局所的な損傷で橋梁の安全性に関わるものと、得られる巨視的な振動特性との関係など、**マクロとミクロの関係 (MM関係)**について、具体的な事例を通じて明らかにすること。」→ミクロからマクロへ (**損傷の影響評価**)

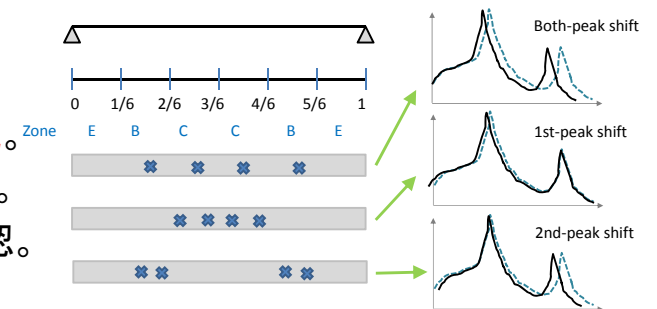
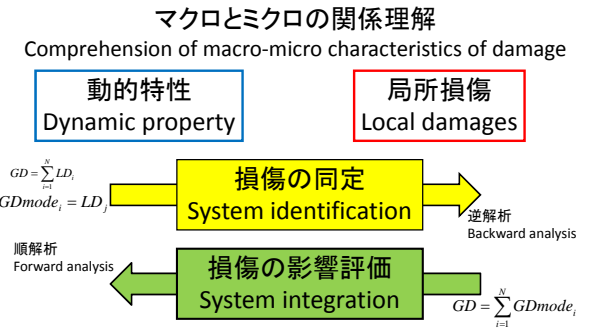
(1)全国中小径間のRC/PCコンクリート桁橋(単純桁橋)に適用、(2)実務で使える健全性評価手法、(3)外観点検による定性的評価に定量的評価を加えて維持管理を高度化、(4)地方コンサルタント業者でも可能な方法論、(5)データベースとして利・活用可能。

【研究方法】 Methodology

- 高精度可搬型速度計による多点同時振動測定による方法。
- 交通を止めず、かけや打撃を振源とし短時間で再現性のよい測定。
- 低次の振動モードに対応する卓越振動数を精度良く特定する。(マクロ)
- 局所損傷を定量評価する**非破壊試験NDT**を目視に加えて実施(ミクロ)
- マクロ(固有振動数)とミクロ(NDT径間平均)との関係を明示(**MM関係**)

【研究成果】 Results and Conclusions

- 先行研究(H21~23)の44橋梁(78支間)に加えて**国県市町管理21橋で実施**。
- 構造・経年の同一性に着目して単純桁多径間橋梁(11橋)の径間間の比較。
- ミクロ(RH,IH,USの結果)とマクロ(低次モード固有振動数)に正の相関を確認。
- 固有振動数が径間ごとに異なるMCK橋では、径間別定量損傷と良い対比。
- 固有振動数を特定し、逆算曲げ剛性の比を健全性指標とする妥当性を提示



研究代表者: 愛媛大学 森伸一郎

FS研究の特徴・体制・内容・流れ

研究の特徴

【国内・国際の技術水準】 振動測定による構造的な性能評価のアイデアは古い。

主に斜張橋や吊り橋などの長大橋に適用。中小橋梁への適用事例はない。

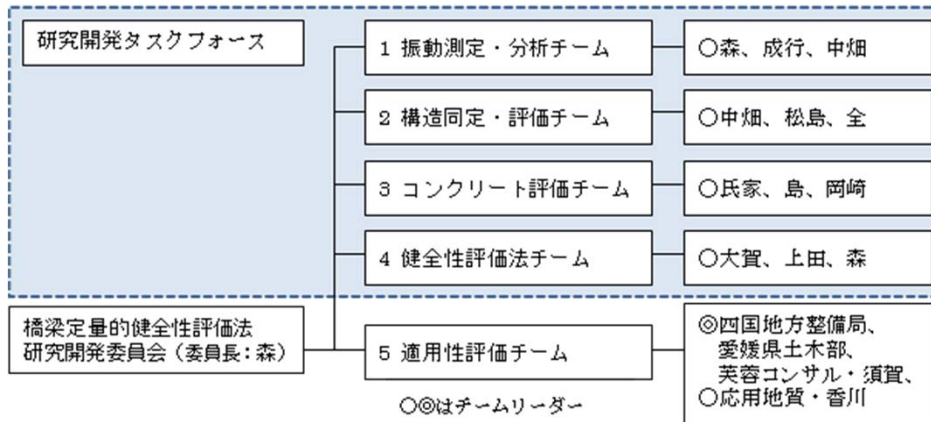
その理由 (1)健全性評価に成功した事例が少ない。(1a)再現性が乏しい。
(1b)たわみを求めるのが困難。(1c)測定しても結果の解釈が困難。

【独創性】 ■ 損傷同定という従来の立場から、損傷評価(総和)という新しい着眼。
■ FS研究で開発した発展的モード励起ハンマー打撃法は独創的(特許出願準備中)。
■ 測定、分析、可視化、数値解析の要素技術は従来のものを使用するが、大量波形測定データの一元管理や波形・スペクトル分析は、数値解析や可視化手法と融合させることで振動モード特定や構造モデル推定を確実なものとし、高度な解釈に焦点を当てる技術。

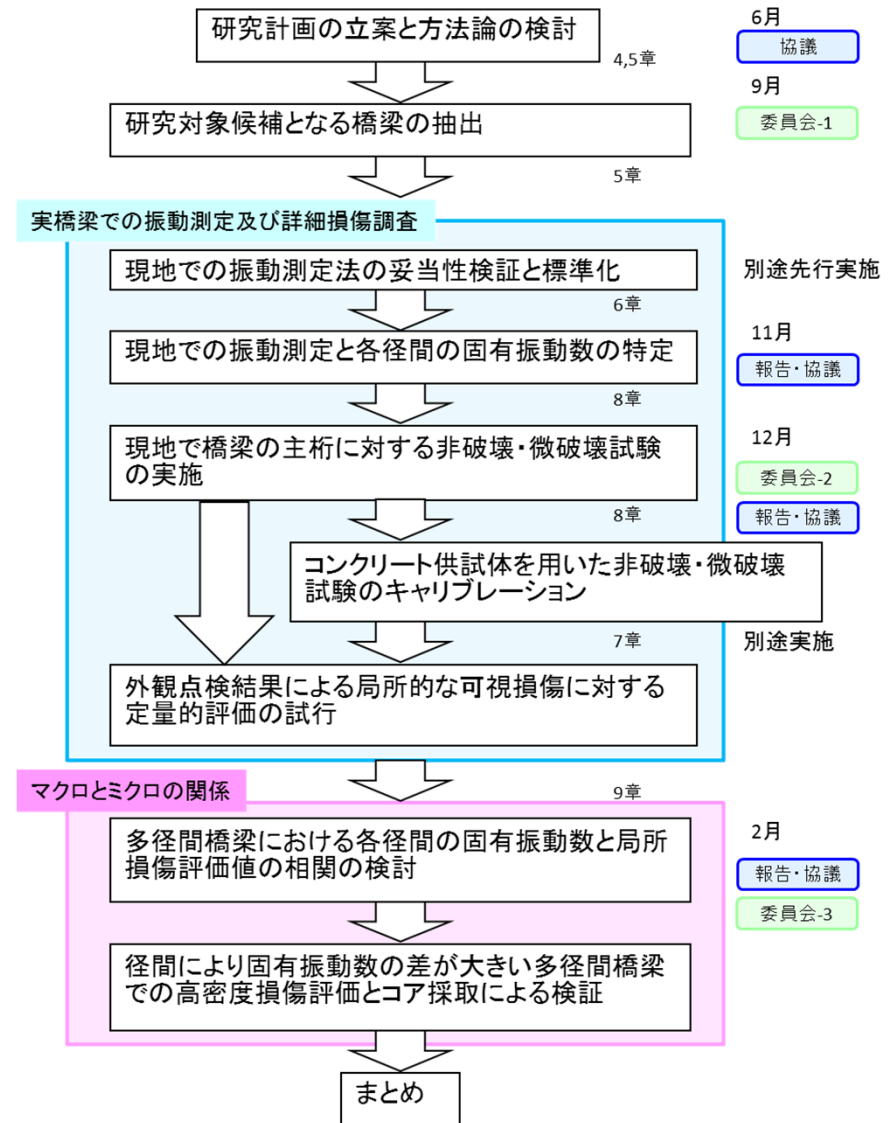
- ・可搬型振動計測定により、交通制限無しで点検時に定量的検査を実現できる。
- ・振動励起法・波形分析の標準化によって容易な定量的比較を可能にする。
- ・数多くの測定事例から現存するサンプル群での相対的健全性を評価する。
- ・可搬型多点計測と可視化によって振動モードの特定で誤りを防げる。

【先導性】 本研究での成果は「建設から維持管理まで一貫して」という改訂道路橋示方書の一貫性精神を具現化でき先導性が高い。

研究体制



研究の内容と流れ

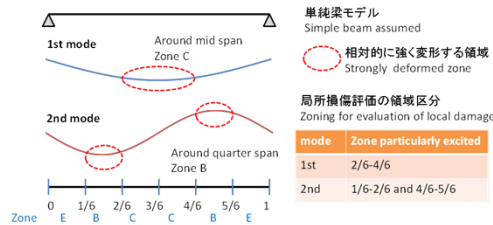


研究代表者: 愛媛大学 森 伸一郎

期待される成果とマクロ・ミクロ関係検討の前提

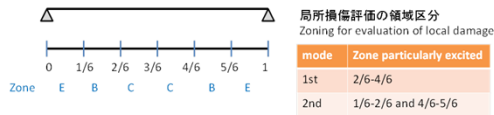
期待される効果

- コスト削減
- 耐久性向上と管理の高度化(管理者の安心化)
- 説明性の向上
- 道路橋示方書の建設維持一貫性精神を具現化
- 海外への先進的展開



中央部1/3(領域C)は1次振動モード, 中央端部間1/3(領域B)は2次振動モード, 両端部1/3(領域E)は3次以上の高次モードに強く寄与する区間と言えるので, 支間を6等分に領域区分する。

図 5.5.3 振動モードに着目した局所損傷の箇所別評価
Location-specific evaluation of local damages considering modes of vibration

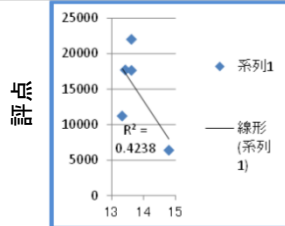


- 箇所別評価する局所損傷評価法
- 外観点検のC, B, P, Eの区分
 - リバウンドハンマー
 - インパルスハンマー
 - 超音波速度

LS Evaluation method for LD visual inspection, VI rebound hammer, RH impulse hammer, IH ultrasonic velocity, US

図 5.5.4 振動モードに着目した局所損傷の箇所別評価の適用対象調査
Inspection methods applied as location-specific evaluation of local damages considering modes of vibration

Span.No	1PF	2PF	3PF	4PF
Span 1	3.52	4.35	13.33	18.12
Span 2	3.52	4.35	13.43	18.7
Span 3	3.56	4.39	13.62	18.07
Span 4	3.56	4.39	13.62	18.46
Span 5	3.56	4.35	14.79	20.75



振動数

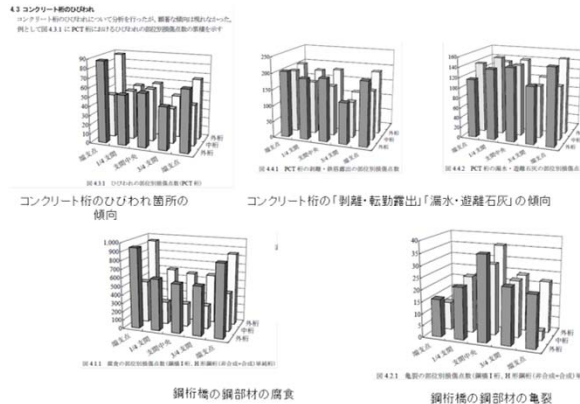


図 5.5.12 コンクリート桁橋と鋼桁橋の損傷の特徴とその違い

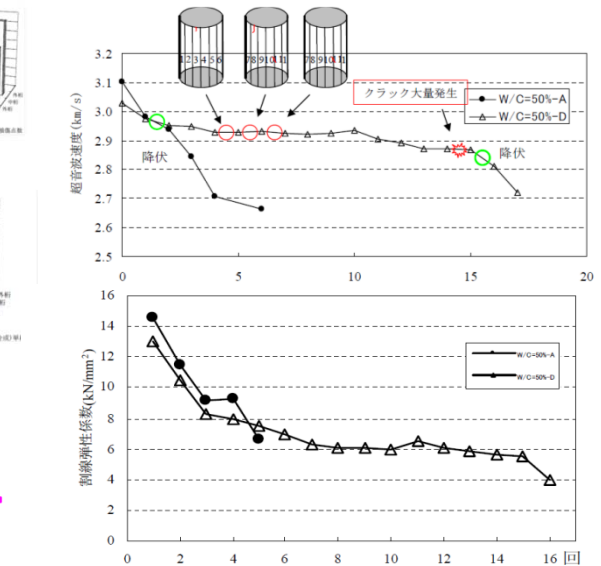
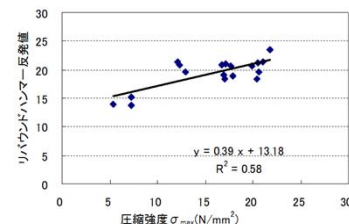
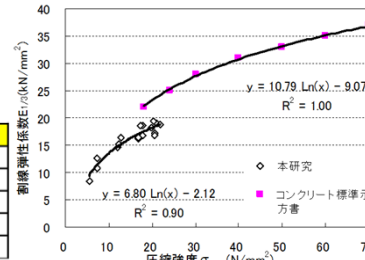
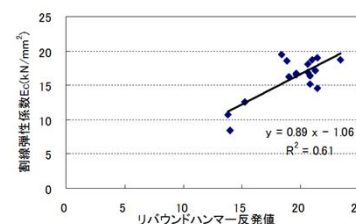


図 7.2.17 水セメント比50% (2個) のコンクリート供試体の荷重パターンBの繰り返し荷重試験によるヤング率の変化

荷重に伴う可視損傷発現前の超音波速度と弾性係数の低下



主な成果 (Achievements)

- 橋長-卓越振動数関係: 先行研究と同じ傾向
- 非破壊検査結果と卓越振動数に正の相関
- 損傷箇所別重み付き評点-卓越振動数
- マクロ-マイクロ関係: 局所損傷の総和が卓越振動数の変化に現れる。

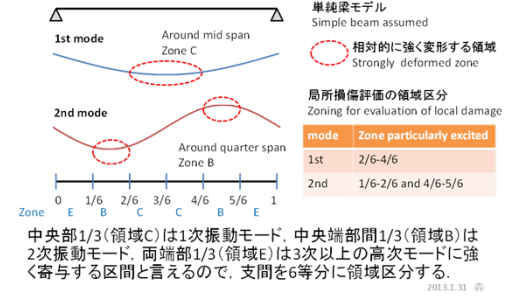
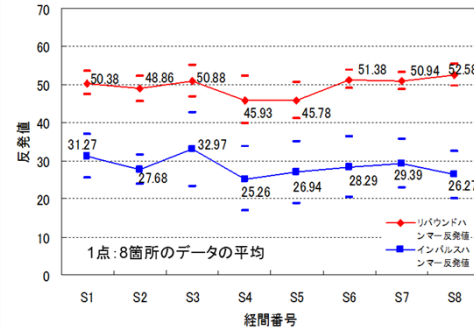
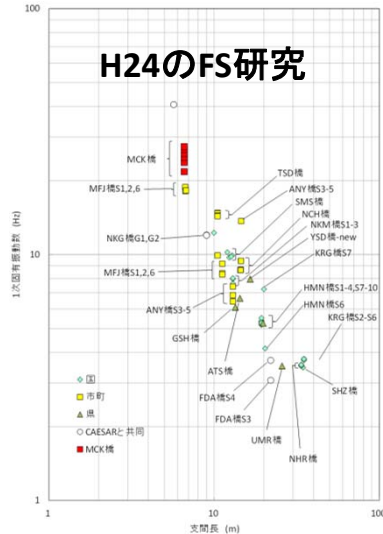
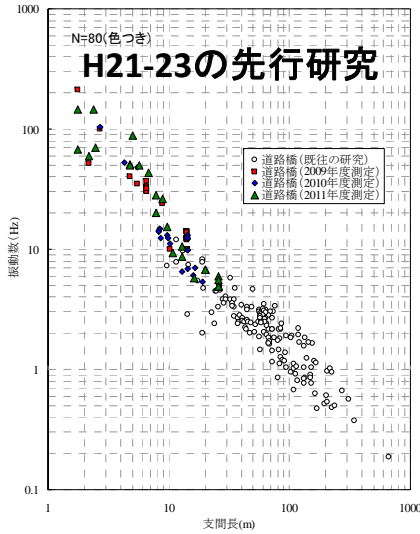


図 5.5.3 振動モードに着目した局所損傷の箇所別評価
Location-specific evaluation of local damages considering modes of vibration

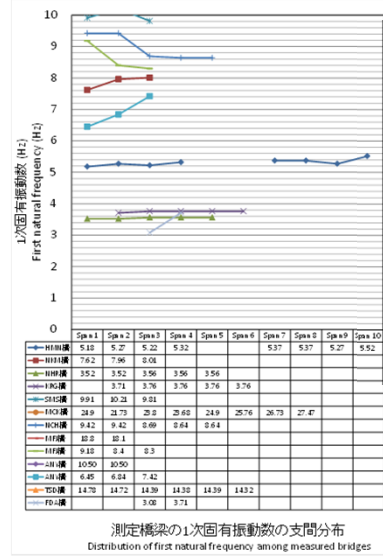
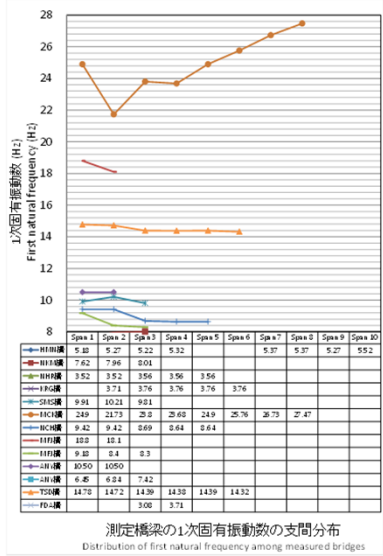


図9.1.9 コンクリート単純桁橋の1次固有振動数の支間分布 (実数表示)

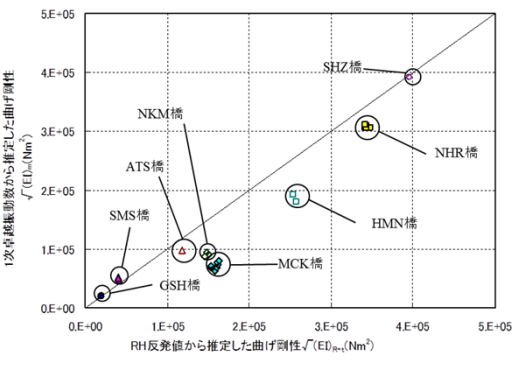


図 9.1.1 1次固有振動数逆算曲げ剛性およびRH推定曲げ剛性の相関

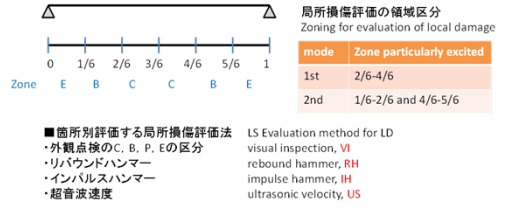
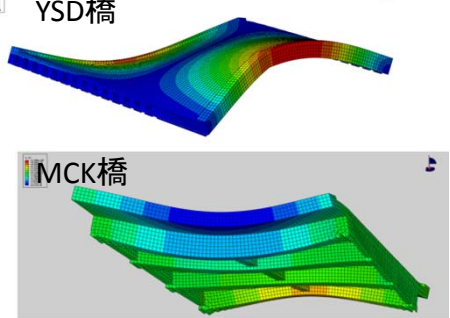


図 5.5.4 振動モードに着目した局所損傷の箇所別評価の適用対象調査
Inspection methods applied as location-specific evaluation of local damages considering modes of vibration



研究代表者: 愛媛大学 森伸一郎