

日本鋼構造協会「鋼構造物のモニタリング研究委員会」の活動計画（案）
刊行物「鋼構造物の振動モニタリング技術の現状と将来展望」（仮）の作成

1. はじめに、歴史的経緯

土木・建築分野の構造モニタリング技術に関する

- ・ 歴史と変遷
 - ・ 1980年代からの情報技術の発展 ⇒ 振動を手軽に計測できる技術的・経済的環境を整備
 - ・ インフラ構造物の老朽化
 - ・ 軍事技術の民間への移転（米国）
 - ・ 構造物が実際に有する性能への関心（特に1995年兵庫県南部地震）
 - ・ 地震直後の継続使用性：都市機能を迅速に回復させる技術の必要性
 - ・ 性能規定型設計との関係：期待した性能を振動計測に基づいて検証する技術の重要性
 - ・ 耐震性能の把握は部材レベルから建物全体に、縮小モデルから実大モデルに移行
 - ・ コンピュータの高性能化
 - ・ 振動データの蓄積
 - ・ 維持管理の自動化、安価や容易さへの期待
 - ・ 逆問題の遅れ
- ・ 現状認識（主に項目2）

委員会の目的

- ・ 現状の技術維持 ⇒ 基本知識を習得・概観できる刊行物
- ・ 個人の研究への依存性が高い傾向に技術を、次世代に継承するための基盤整備
- ・ 将来を担う技術としての方向性の提示
- ・ 情報分野との知識・認識の共有
- ・ 振動モニタリングを中心に

2. 構造モニタリング技術の整理と現状認識

- ・ 既往の技術または手法を整理・分類しながら、当該分野の現状認識
- ・ 建築構造分野の文献を参考にして、整理軸とキーワードを用意
- ・ 土木分野もこういう分類は可能？
- ・ 相互に関係するが、土木・建築系の委員が分担執筆して、最後に全体調整

【整理・研究開発の軸】

A：目的・モニタリング情報の使い方，許容される精度，適用範囲

地震や強風後の被災度判定・損傷検知／経年劣化／維持管理，残余性能評価・損傷予測
リスクマネジメント，モニタリングの間接的利用法（修繕順位を大まかに付ける等）

構造物のマネジメントへの組み込み方法，維持管理の考え方や方法論の提示

現場での短期間のモニタリングの報告書としての扱い方？

モニタリングから把握できる情報と知りたい情報の不整合

B：構造種別

S造／RC・SRC造（現時点では明瞭な区分けは困難）

C：計測量

加速度／速度／変位／歪，最大値／時刻歴波形／画像（静／動），各種計測（各種センサ）の併用
これらに絡めて，センサ開発の変遷や原理の簡単な解説．

モニタリングの目的，センサ開発，分析手法は，場合によっては一体

スマートセンサ，センサ開発と分析手法の関係

材料分野のようにマイクロな扱い？

D：計測器とモニタリングシステムの設置の運用

計測位置と計測点数：目的に応じてどのように決められるか？

経済性や実現性による制約をどう克服しているか？

故障や機器更新にどう対処しているか？ 現状の課題は何か？

電源の確保，通信方法（有線，無線）

データ管理（クラウド，データプラットフォームほか）

E：判定基準・性能指標

相対量（変化の把握）／絶対量，最大値／累積値／平均値，加速度／速度／変位／歪

閾値・判定値：設定の問題点，判定基準の使い分け方

F：判断方法・評価部位

物理的アプローチ／非物理的アプローチ：力学モデルの有無

決定論的／確率論的，統計処理：各方法の問題点，特に確率論的アプローチの必要性

剛性・減衰・耐力の評価／等価モード（固有振動数，モード減衰比，モード形）

線形／等価線形／非線形，部材（柱，梁，接合部，基礎構造，・・・）／層

建築構造分野では，層間変形角と層の加速度という指標が多い．

G：処理方法

オフライン型：データをある程度貯めてから処理，オンライン型：逐次処理，データ更新型

データ欠損・感度劣化の理論的扱い？

H：システム同定

有／無（信号処理だけで対応）

パラメトリック同定／ノンパラメトリック同定

I：モニタリング前のモデル（設計モデルやその修正モデル）

必要／不要

モデルの規模・次元：知りたい量との関係

J：モデルの分類

物理モデル（運動方程式モデル，質点系／連続体，部材／層）

時系列モデル（ARモデル，ARXモデル，・・・），部分空間モデル，統計的モデル

線形／等価線形／非線形，モデルの規模・次元：知りたい量との関係

K：入出力関係

入力のみ／出力のみ／入出力，周波数伝達関数など

L：利用する外乱

地震／風／交通振動／常時微動／・・・

M：検証レベル

実構造物（提案は多いが，実構造物に適用されているのはごく一部）／実験段階／数値解析・理論

真の適用性の判断が困難な可能性あり、どのレベルまで解説・紹介？

O：個別技術の統合・組み合わせの方法

多種類の計測による総合的判断。何か傾向はある？

P：手法間の関係、長所と短所、その他

現在の「できること」、「できないこと」、「できて欲しいこと」

センサによって計測されても、扱い・判断が困難な場合とは

3. 事例紹介

- ・ 土木・建築系の委員が主に担当。土木と建築である程度分業。刊行物・報告書では、結果を持ち寄って最終整理という方向
- ・ 前項3の分類に基づく適用事例の整理・紹介ならば、2018年秋の中間報告は可能？ ⇒ 適用事例の抽出が必要。どの程度（新しい）事例紹介が可能？
- ・ 学会発表・研究論文としてシステムの全体像は必ずしも報告されていない。⇒ 網羅的に正確に紹介するのは難しい。ただし、技術進展の鍵なる研究や研究開発の流れの解説は必要
- ・ 利用目的が「被災度判定」のように明確でなくても、実構造物の動特性をより深く理解するためにモニタリングが利用されている例があって良い。
- ・ 情報分野の視点で、情報技術の建築・土木分野への適用事例はある？ IoT？

4. 土木・建築分野と情報分野との連携、情報分野からの発信

- ・ 土木・建築分野は、モニタリングを通じて構造物のどのような情報を情報分野に提供可能か？
- ・ 土木・建築分野が望む情報分野との連携とは？
- ・ 情報分野からの土木・建築分野のモニタリングに対する見方。どの領域で建築・土木と手を結ぶことが可能？（IT系の研究者・ベンダー・メーカー等からの話題提供・情報交換・ヒアリング等）
- ・ 機械学習法などの概観、手法が多過ぎるため基本知識を身に着けるための指南が必要（土木・建築を意識し過ぎる必要はないのでは？）。建築・土木分野の「素人」に、最近の情報分野の進展状況や異常検知などの流れを分かり易く解説することは可能？
- ・ 他分野ですでに使われていて、建築・土木分野で使えそうな技術は？ 差し障りのない範囲でアイデアなどを紹介
- ・ 維持管理はビッグデータを取り扱う手法と関連付けられる？
- ・ AIなどの情報技術を土木・建築分野に取り入れようとする時の課題 ⇒ 大量の教師データをどのように集める？ 学習データ蓄積の基盤作りの方向性、人が気付かない現象を見抜けるか？
- ・ 連携で「できて欲しいこと」
- ・ 今後5年あるいは10年の技術進歩を見据えた、鋼構造物への適用できそうな、あるいは適用したい技術とは？

5. 構造モニタリングのための基礎知識

- ・ 信号処理法、波形処理法、システム同定などの基礎知識を解説
- ・ 解説する内容の抽出が必要。どの程度の分量？ 古典的な方法にどこまで言及？
- ・ 文献を引用し詳細は文献に委ねる。適用上のポイントは解説が必要

(以上)