

はじめに

人的・物的被害軽減ユニットでは、地震観測網の活用による地震動評価、構造物の地震時応答及び性能評価、長期的構造ヘルスマニタリング、早期地震警報システムの開発・研究を行っており、またこれら技術と免震構造・制振構造等の構造制御技術との高度な融合により地震時における人的な被害や物的な被害の軽減につながる技術の開発と社会実装を目指しています。

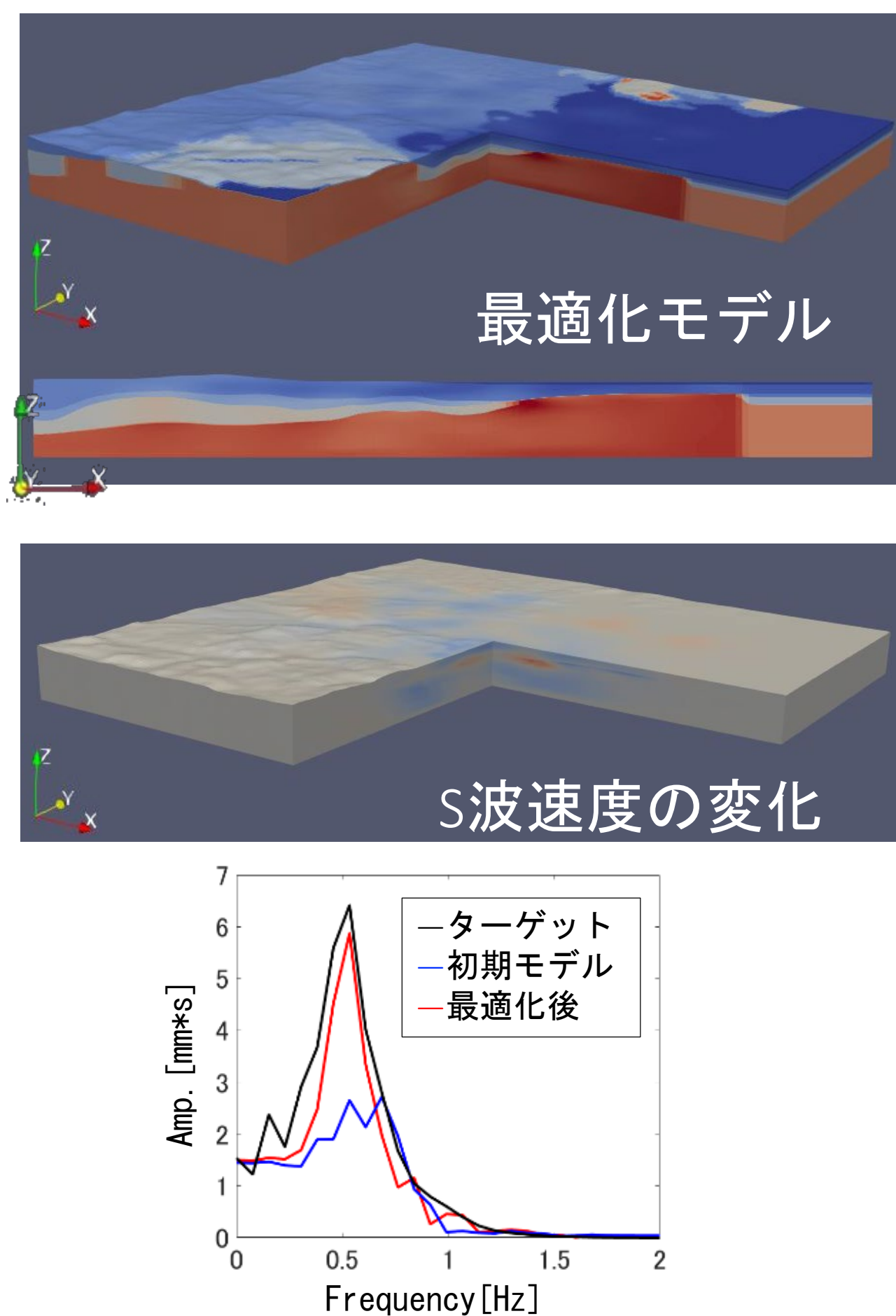
地震動評価技術および振動実験技術

■仙台市域3次元地下構造モデルの領域最適化

長周期地震動評価のためには地下構造モデルが必要となりますが、地震基盤を含む盆地全体が影響するため、広い領域を精度よくモデル化する必要があります。

そのため、観測記録に適合するようにモデルを最適化することが望ましいのですが、通常用いられる直接法では変数が多すぎて領域全体を最適化できません。

今回、随伴法と呼ばれる領域最適化に適した手法を仙台市内の独自観測網の記録に適用し、深部地下構造モデルの最適化を行いました。この結果は、長周期地震動の評価精度の向上に寄与するものです。

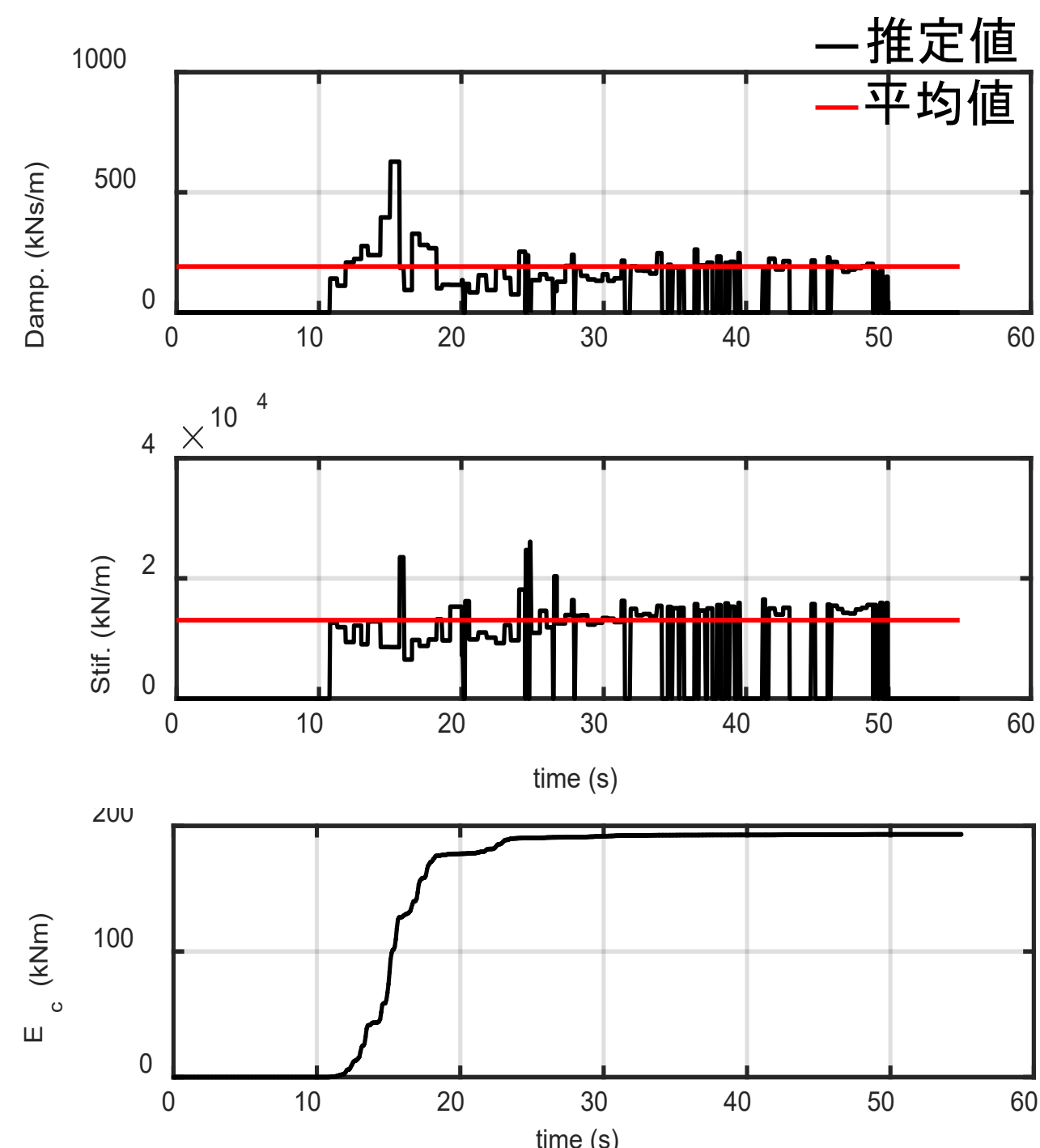


最適化前後の地震動スペクトル

■地震被害を受けた構造物の物理量推定手法の開発



実大三層鉄骨造の振動台実験
@E-Defense



一層階の減衰係数・剛性・エネルギー吸収の時刻歴

地震被害を受けた構造物の物理特性（減衰係数と剛性）を推定できるSimple Piecewise linearisation in time series(SPLITS)を開発しました。この手法をE-Defenseで実施された振動台実験の構造物に応用し、その物理特性を時刻歴で推定できることを示しました。これによって、構造物が吸収したエネルギーも時刻歴で表現しました。今後は、加速度データのみから物理特性を精度高く推定するため、さらなる開発を続けます。

長周期構造物の過大変形抑制技術

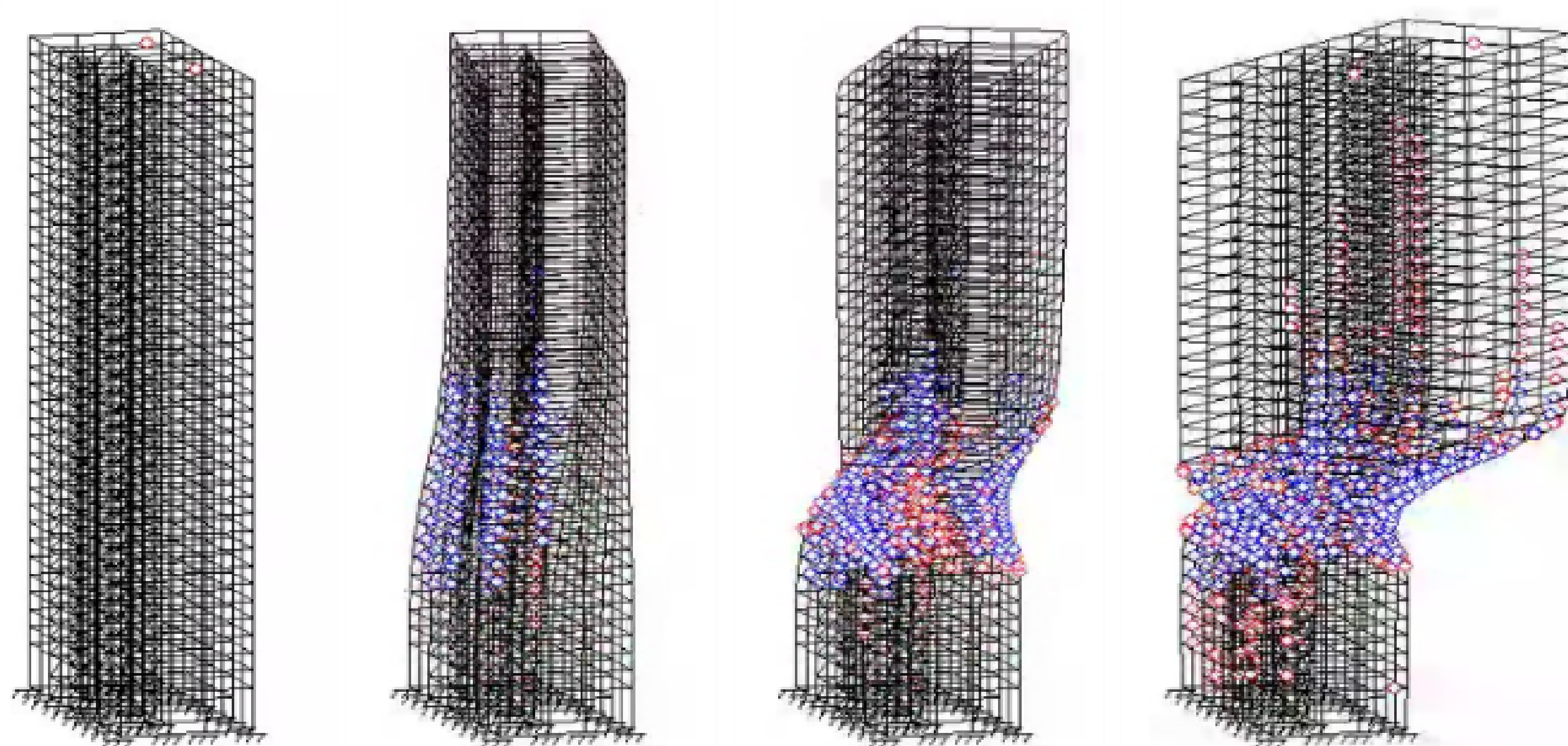
■速度非依存型減衰の理論と地震時過大变位抑制効果

構造物の減衰の数理モデルには、剛性と質量の線型結合で表されるRayleigh減衰がよく用いられます。これは、数学的な取り扱いが容易であることによっています。一方で、構造物の減衰は、振動数に依存しない性質があることが知られており、この理想モデルは、複素減衰(rate-independent linear damping)です。複素減衰は、履歴減衰を線型化したもの(linear hysteretic damping)とも考えられますが、外乱が作用する前に減衰力を発揮してしまう性質があります。即ち、因果律を満足しません。複素減衰要素を長周期構造物の制御に用いると、過大变形の要因となる振動の長周期成分を選択的に低減することで効果的に地震時変形を低減できることが分かっていますが、非因果性を克服することが課題となっていました。

当研究ユニットの最近の研究で、これまでに知られていた複素減衰の因果的近似モデルの相互の関係を説明する統一理論が構築できました。

現在、この理論を足がかりに長周期構造物の地震時過大变形抑制に有効な振動制御デバイスの開発を進めています。

■巨大地震により誘発される超高層建物倒壊現象の解明



想定南海トラフ地震により捩れ倒壊する超高層建物

左から右へと時間が進むに連れ、捩れ変形が累積する。

資料提供：名古屋大学荒木慶一教授

鋼構造高層骨組に従来の設計の想定を超える振幅の地震動が入力するとこれまで設計検討に含まれていなかった $P-\Delta$ 効果と下層部全梁端部の降伏によって、建物の下層部分に変形集中現象を生じます。これは上図のような捩れを伴うこともあります。分岐型塑性座屈理論の観点から発生メカニズムを解明し、対策技術の開発に繋がります。

将来の災害対策に貢献できること

- ✓地盤環境の異なる地震観測点の観測情報を逐次モニタリングすることにより、将来の地震災害への備えとしてサイスマックマイクロゾーニングなど地域の地震対策のための貴重なデータを得ることができ、よって将来の災害軽減に貢献することができます。
- ✓都市とそこに建設される超高層・免震構造物を巨大地震により誘発される大振幅地震動や長周期地震動から守る技術を開発しています。提案技術については企業との共同研究により社会実装を目指し、これにより都市・建築を将来の災害から防御することに貢献します。