

2021年度（第19回） 建築・住宅技術アイデアコンペ

提案タイトル		通常の確認申請ルートにおける時刻歴応答解析の適用
提案概要 (200字程度)		制振装置の動的な効果を精度よく評価するには、時刻歴応答解析が不可欠である。しかし、設計に時刻歴応答解析を取り込むには性能評価を受ける必要があり、実務的ハードルは高い。限界耐力計算やエネルギー法による設計も可能であるが、計算が煩雑なうえ評価精度も低下する。本提案では、高さ60m以下の建物に対し通常の確認申請ルートにおいても時刻歴応答解析による検証を可能とすることで、制振構造の普及を促し、レジリエントな都市の実現に寄与するものである。
提案ポイント	①新規性	現在、通常の確認申請において時刻歴応答解析を採用できるルートが存在しない。限界耐力計算やエネルギー法による設計は事例が少なく、有効な設計ルートとはなっていない。新たな設計ルートを策定することで、中低層建物の設計の幅が大いに広げられる。
	②実用性	近年はソフトウェアの整備が進み、時刻歴応答解析を簡便に実施できる環境となっている。モデルの縮約などの煩雑な作業が不要で、かつ精度の高い評価が可能であり、構造設計者に広く受け入れられる下地ができている。制振構造を採用することによる工期への影響、設計作業の増加といった事態を避けられるようになれば、これまで制振構造の導入が進んでいなかった規模・用途の建物にも普及していくことが期待できる。
	③異業種関連度合	新しい設計ルートの策定には建築基準法の改正が必要となるため、実務設計者に加え、省庁や大学、審査機関などを巻き込んだ幅広い連携が求められる。また、制振装置の解析モデルの構築・統一や解析ソフトへの導入にはメーカーやソフトウェア会社の協力が不可欠である。
	④建築や社会に対するインパクト	部材の塑性変形によるエネルギー吸収に頼らない制振構造であれば、複数回の地震に耐え、地震後も継続して使用できる建物とすることが容易になる。南海トラフ地震の発生が懸念される現在、耐震性に優れた建物の建設を促すことには大きな意味がある。また、地震後に解体される建物を減らすことで環境負荷の低減にも資することができる。

提案ポイントについて

① 新規性 :	「従来の建築・住宅技術」に対する新規性について述べて下さい。
② 実用性 :	ご提案のアイデアが、学術研究や情報の蓄積や整理の範囲にとどまらず、都市・建築空間で実地に用いる、あるいは実際に役立つ点を述べて下さい。
③異業種関連度合 :	コンソーシアムの特徴として異業種連携による研究活動をうたっています。ご提案のアイデアが、研究活動における異業種関連度合について述べて下さい。
④建築や社会に対するインパクト :	生活や産業経済、建築空間に対する影響など、研究目標が達成され、成果が実用化された場合の建築や社会に対するインパクトについて述べて下さい。

※こちらにご記入頂いた内容も審査の対象となります。提案ポイント項目は審査評価基準に基づきません。

通常の確認申請ルートにおける時刻歴応答解析の適用

【背景・目的】

地震や重力に対して安全な建物とするため、一定規模以上の建物には構造計算による検証が義務付けられている。構造計算の方法にはいくつかの種類があり、主として建物の高さによって適用できるものが異なる。建物の構造種別に依らず、高さ 31m を超える建物は保有水平耐力計算またはそれよりも高度な検証（限界耐力計算、エネルギー法）が、高さ 60m を超える建物は時刻歴応答解析による検証が必須である。

保有水平耐力計算では地震時に建物が倒壊するかどうかの判定が可能だが、建物に生じる変形や加速度、制振装置の効果は評価できない。限界耐力計算やエネルギー法では一応の評価は可能だが、様々な仮定を含んでいるため精度が低く、また、計算が非常に煩雑である。一方時刻歴応答解析では、精緻なモデル化が可能のため評価精度が高く、ソフトウェアの整備も進んでいるため計算も簡便に実施できる。

しかし、時刻歴応答解析による検証を行う場合、通常申請業務に先立って国土交通大臣の認定を受けなくてはならない。認定の可否を判断するために性能評価委員による審査が行われるが、審査に必要な検討項目は多岐にわたり、構造設計者の負担は大きい。また、設計および審査の期間が伸びることによる工期への影響も無視できない。そのため、**高さ 60m 以下の建物において時刻歴応答解析による検証が行われることは稀**である。

南海トラフ沿いの巨大地震の発生が懸念されるなか、地震後の事業継続性（非構造部材の損傷抑制・加速度制限）や、複数回の地震を想定した高い耐震性（変形角・塑性率の制限）など、建築基準法に定められた以上の性能が求められている。そうした要求に応えるには、高さ 60m 以下の建物においても地震時の建物の変形や加速度を考慮した設計をすること、制振装置を備えた、部材の塑性変形によるエネルギー吸収に依存しない建物を設計しやすくすることが重要である。

そこで、通常の確認申請ルートにおいても時刻歴応答解析を適用できるようにし、制振装置の効果設計に取り込める環境を整備することを提案する。

【制振建物の計画棟数】

制振建物の計画棟数（図 1）は、多少の増減は見られるものの、近年は 60 棟以下の水準にとどまっている。建物全体からみると、ごくごく限られた建物にしか適用されていないことがわかる。

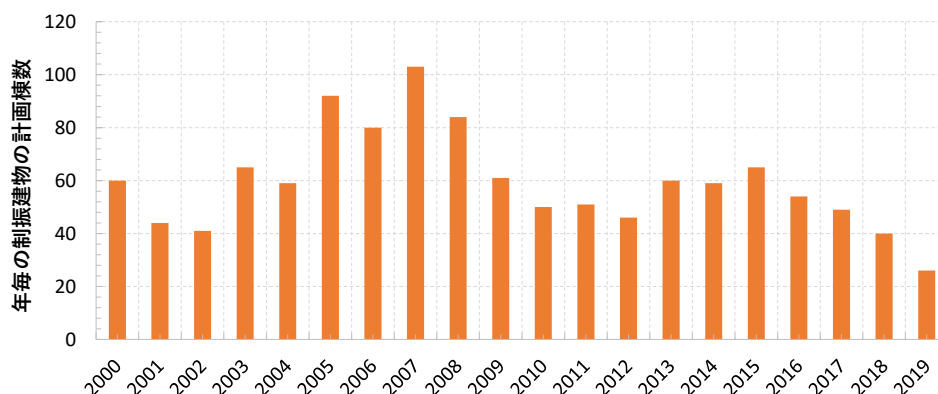


図 2 制振建物の年毎の計画棟数 (JSSI 資料より作成)

https://www.jssi.or.jp/data_accumulation

【実施内容】

通常の確認申請ルートにおける時刻歴応答解析の適用を実現し、建物の応答性状の把握、制振装置の普及を促すために、以下の項目を実施する。

1. 設計法の違いによる耐震性能の変化の確認

保有水平耐力計算により設計された建物が実際にどの程度の耐震性能を有しているかを確認するため、高さ 30～60m 程度のモデル建物を対象に時刻歴応答解析を行う。設計用地震動 (L1) の減衰定数 2% での変位応答スペクトル (図 1) から、剛性の低い層では変形制限を満たさない可能性があることが見て取れる。

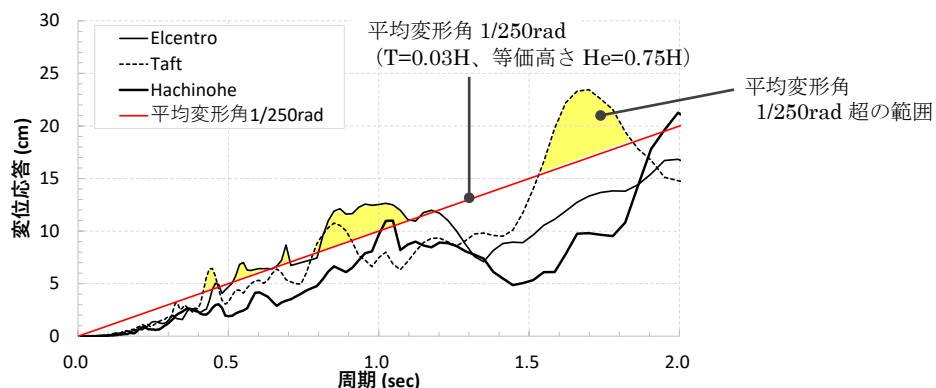


図 1 観測波 L1 の変位応答スペクトル (h=0.02)

2. モデル化手法の検証

A) 建物のモデル化

一般に建物の解析モデルとしては、精緻なものから順に、立体フレームモデル・平面フレームモデル・魚骨モデル・質点系モデルがある。それぞれ利点・欠点を有しているが、設計者側・審査側の両方の視点から、通常の確認申請ルートに適したモデルを選定する。

B) 制振装置のモデル化

制振装置には様々なものがあり、そのモデル化も多様である。例えば鋼材ダンパーの場合、バイリニア型・トリリニア型などがあり、さらにそれぞれに移動硬化型・等方硬化型などの履歴特性の違いがある。建物のモデル化同様、各種制振装置に対しても通常の確認申請ルートに適したモデルを選定する。

3. 設計例の作成

いくつかの建物 (高さ、構造種別、構造形式) に対して設計例を作成し、通常の確認申請において時刻歴応答解析を行う場合の業務量および利点を示す。

4. 法改正に向けた課題点の抽出

新たな確認申請ルートを設け、運用していこうとする場合、様々な課題が生じるものと考えられる。可能な限り事前に課題を抽出し、スムーズな運用を行えるよう準備する。

【さいごに】

制振装置を備えた建物が世に出て久しいが、いまだに制振構造は特殊な建物であり続けている。よりレジリエントな建物・都市を構築していくには制振構造のさらなる普及が不可欠であり、この研究を機に構造設計のあり方が大きく変わることを期待する。