

2020年7月20日

JCI研究委員会
TC-204A 性能評価型耐震設計に用いる
コンクリート構造物の非線形モデル研究委員会 第1回議事録(案)

1. 日時：2020年7月20日（月） 15:00 ～ 17:00
2. 場所：オンライン会議
3. 出席予定者：（委員長）塩原等；（幹事）壁谷澤寿一、楠浩一、中村光、藤倉修一、三木朋広；
（委員）池田周英、伊藤央、伊佐政晃、川口和広、楠原文雄、眞田靖士、谷昌典、山谷敦、小室努、鍋島信幸（下線部は欠席）

（事務局）清宮祐子

6. 配付資料

- 資料No.1 : 議事次第
資料No.2 : 委員名簿
資料No.3 : JCI 研究委員会2020年度新規専門委員会運営説明会要旨
資料No.4 : 2020年度新規研究委員会設置の趣旨
資料No.5 : 最近の米国の建築物耐震設計基準
参考資料No.1 : 研究委員会 2020年度研究課題 応募用紙 [種別A]

5. 議事次第：

(1) 挨拶

各委員から自己紹介があった。

(2) 委員の紹介（資料No. 2） 塩原

塩原委員長より本委員会の委員会規定について説明があった。

(3) JCI研究委員会2020年度新規専門委員会運営説明会報告（資料No. 3） 塩原

本委員会の趣旨について塩原主査より説明があった。

耐震設計法に関して日本が遅れてしまったという感覚を持っている。米国ASCE 7では非線形の地震応答解析による倒壊確率がある一定の確率を超えないことが耐震性能だということが合意されている。米国ACI318の規準に基づく耐震性能型設計法を実現するために近年検討を続けている。設計法とリンクしたモデル化や判定クライテリアが規準として合意形成されている。日本は50年前から超高層建物を建設しているが、標準モデルで社会の信頼性を得るという意味では遅れていると思われ本委員会を提案した。個別委員会における評価によって建物設計の品質を保つ方法は個別の審査員の判断や能力に委ねられている。非線形応答解析方法を平準化することで耐震性能や技術者の地位向上を目指す。どういうモデル化や設計方法があるか適用範囲があるか有効性や信頼性があるかを整理する。

また、関連するACI-JCI Joint Collaboration 委員会では日米の標準的なドキュメントを作ろうとしており活動成果を連携できればと考えている。本委員会では現状調査や意識調査のとりまとめ、モデル化の持つ問題必要な課題を洗い出すことを目的とする。

日本は極稀地震（レベル2）に対して倒壊しない設計、米国ではレベル2の1.5倍の地震動に対して倒壊確率がある一定レベル（性能が高い場合10%、通常は20%）に抑えるという設計方法の違いが

ある。実際にどういうモデルにしたらよいかというのは走りながら決めているところもある。

建築は骨組、土木はFEM等の違う耐震設計法やクライテリアがあり、誰に対して説明責任を果たすかにより変わる。共通事項は、設計にダイレクトに用いるモデルについて検討することとしたい。情報交流しながらそれぞれの設計の実態を調査し比較する。モデル化をどの程度規定しているか、設計用クライテリアを分析する。解析モデルが被害と適合しているのか、倒壊まで考慮したモデルをどのように規定しているのかといった部分まで興味を持つ委員もいるかもしれない。性能設計で差別化を図ることで競争するわけであるため、設計実務者はモデル化の標準化に対しては積極的ではないかもしれないが、ある程度の平準化は必要だと考える。

(4) 新規研究委員会設置の趣旨と質疑（資料No. 4、資料No. 5） 塩原

米国での近年の耐震設計規準類について資料としてアップロードした。骨組の地震応答解析を行うと解析結果がばらつくため、解析結果の変動しないようモデルの簡略化を突き詰めている。それでも地震動による最大応答のばらつきは避けられない。米国では、多くの地震波を取り扱い、確率量として性能を評価するという提案になっている。ACIでは近年の鉄筋コンクリートの耐震設計法について17個のSummaryが出版されている(無料でダウンロード可能)。資料1は柱と梁のモデルの標準が書かれている。ASCE 31は耐震診断に関する規定になっているが、記述内容が古く資料2のみインターネットで見つからなかった。資料3以降は説明を省略する。

2019年版のACI318は Appendix Aが新規に追加され、非線形時刻歴応答解析で耐震設計を行う場合のモデル化等の規定を提案している。現状は、完成度としては不十分で、パラメータ等を精緻に決めず適切に定めなさいといった定性的な文言が用いられている。モデル化に含まれる破壊現象や剛性低下方法等の方法等も記載されている。モデル化は平均的な強度を用いればよいというのが規定になっている。部材設計と解析モデルをリンクしており、想定した以外の崩壊形が生じないことを明示的に設計に求めている。JCIにおいては、建築と土木を含めた非線形解析の標準方法を作ることが可能ではないかと考えている。

(5) 自由討議

- ・ 担当執筆箇所について自己申告を募りたい。
- ・ ある程度作業が進んだら土木と建築のWGに分かれる。
- ・ モデル化の是非については言及せずそれは将来の研究で検討すべき話としている。
- ・ モデル化の前に最も大きなキーパラメータを決めておくべきではないか。
- ・ 将来の新しい研究につながる。

- ・ 土木側は部材の既設構造か新設構造で分けていきたい。
- ・ 倒壊についても範囲が広いと感じている。
- ・ 設計のレベル2と部材の崩壊現象をどこで線を引いたら良いか考えている。
- ・ 崩壊とか倒壊等について言及するとプレキャストの話が出てくる。
- ・ WGは国際基準を見ておきたい。
- ・ 原子力のBackcheckで行われている。
- ・ 非線形解析でFEMを使うのは標準的になっており、土木学会のコンクリート標準設計仕様書でも取りまとめられている。
- ・ 設計時に崩壊という概念はできていない。
- ・ ポストピークを再現する解析は部材レベルですら行われていない。
- ・ 非線形応答を設計の位置づけとすると安全率等の設計体系の話になってしまう。
- ・ 現象なのか設計なのか切り分けられないで進められるか。

- ・ 非線形解析のモデル詳細について語りだすと複雑であるが、人為ミスや要素モデル化等の方法は

設計者判断なのか。

- ・ 設計では安全率と非線形モデルのばらつきはセットになっている。
 - ・ 未知の破壊モードの構造物ではなく、信頼性のある汎用的なモデルを前提とした非線形応答解析を対象としたい。
 - ・ 土木建築で社会制度が違うのでそれも含めて検討できればよいが2年でとりまとめは難しい。
 - ・ 原子力関係で行っている3次元解析の標準的な照査方法や非線形解析に対する記述を調査できる。
 - ・ 今回は提案までは考えておらず、収集して国際的位置づけを分析したい。
 - ・ ACI等の規準と比較して日米のガイドラインを今後作成していく。
 - ・ 構造物ごとに規準をまとめる方向でよいと思う。
 - ・ 港湾関係の関係者は現状委員で居ない。
 - ・ 統一フォーマットで調べていくような形を想定している。
 - ・ 照査方法に関しては設計実務にフォローアップしてもらおう。
-
- ・ 建物の場合、複雑な形状でも柱と梁と壁と床の組み合わせで性能を照査するといった形が多い。
 - ・ 日本の超高層建物は2方向純ラーメンで複雑なコア壁は積極的には用いられない。
 - ・ 審査の場でも近年モデル化と実際の設計が対応していない事例等も散見されている。
 - ・ 日本は有識者の責任で審査をしているが、アメリカでは審査者の責任も重い。
 - ・ できるだけ審査者の責任が重くならないようにモデル化方法を平準化している。
-
- ・ 何を審査するのかというクライテリアを示す必要がある。
 - ・ 建築実務者では現状の審査制度が心配なのは共感できる。
 - ・ 建築基準法に書かれているので無責任になっている部分もある。
 - ・ フレーム立体解析を動的応答解析の標準モデル化について耐震性能を評価する場合にいろんな答えが作れてしまう部分をはっきりさせる。
 - ・ 設計のためのものとするには、モデルの適用範囲を決めるということも重要である。
-
- ・ 建築物の設計では地震応答解析をフレームで行うケースは極めて少ない。
 - ・ 鉄筋コンクリート建物では柱の2軸曲げ相関を考慮したファイバーモデル等を用いるが、規定された材端ばねモデルと異なり剛性や強度等はどのように妥当性を担保しているのか不思議な部分もある。
-
- ・ 研究者は細かくパラメータを調整して実現象を再現する方向に研究しがちである。
 - ・ 細かいモデルを使うことはあまり米国でも推奨していない。
 - ・ 実務者には一貫設計プログラムで地震応答解析に使えるものもあるが、その場合の留意事項について注意喚起する必要があるのではないか。
 - ・ 米国ではインハウスのプログラムは認められていない。
 - ・ 精緻にモデル化することに研究は偏りがちであるが、標準的なモデルを用いた解析的研究が今後増えていくべきだと思う。
 - ・ 標準的なモデルが定まれば、構造特性係数が妥当かどうか等も議論できる。
 - ・ モデル化が標準化されれば研究で検討することが増えてくる。
-
- ・ 建築分野では告示がプログラムのバグ込みで耐震安全性を認定する方向になってしまった。
 - ・ 姉歯事件後に構造計算法について沢山の取り決めを行い、決められない部分については適用範囲外とした。
 - ・ 当時の検討の内規も提案できる。
 - ・ また、有名なものでは建築学会近畿支部が行った複数のブラインド解析を行った結果のばらつき

に言及したレポートもある。

- ・ 壁式構造では直交壁有効幅等の立体効果は建物規模に応じて変化してしまうので、平面モデルを基本とするといった方向に向かっている。
 - ・ 建築分野は最終的な保有耐力が分かればいいという考え方が根本にあるのではないか。
 - ・ 地震に対して安全だったかという点と実験結果に精緻に再現できるというどちらを軸において設計モデルを提案すべきか、まだ整理できてない。
 - ・ 現状の解析ではモデル化できていないピロティ構造等に関する取り組みを期待されていると考えている。
 - ・ 構造物の応答に特化してキーとなるパラメータが何になるか標準化することは重要だと思う。
 - ・ 現状の解析モデルにおける留意事項の再認識も重要ではないかと思う。
 - ・ 海外の知見や倒壊までの再現解析についても勉強していきたい。
-
- ・ 土木分野では壮大なテーマで取り組みが非常に難しいと考えている。
 - ・ まとめ方が難しそう。設計行為と再現解析に剥離がある。
 - ・ 各機関の標準的な手法を現状で整理し共通項目を整理することになると思う。
 - ・ 建築側と土木側の非線形解析に関するスタンスの違いにも興味を持った。
 - ・ 地震動の違いの影響も部材の構成則でばらつきをどれだけ抑えられるか検討したい。
 - ・ 米国の設計規準についても検討してみたい。
 - ・ 報告書の目次を想定して割り振りを今年度中に行う予定である。

(6) 次回以降について

1) 次回は 2カ月後、9月中旬に開催予定

委員会開催1カ月前程度に各委員に事前に検討して頂きたい内容をメールで連絡する。
候補日を9/16,17,18 午前(10:00~12:00)・午後(16:00~18:00)で事務局が日程調整を行う

幹事会開催

候補日を8/17,18,21 午前(10:00~12:00)で事務局が日程調整を行う

2) 委員サイトから複数資料のダウンロード方法について事務局が確認しておく