

2021年9月22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6回議事録

1. 日時：2021年9月22日（火） 10:00 ～ 12:00
2. 場所：オンライン会議
3. 出席予定者：（委員長）塩原等；（幹事）壁谷沢寿一、植造二、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、小室努、谷昌典、山谷敦、鍋島信幸（下線部は欠席）

（事務局）清宮祐子

4. 配付資料

- 資料No.6-1：議事次第
資料No.6-2：第5回全体委員会議事録
資料No.6-3：第5回土木建築合同WG議事録
資料No.6-4：文献リスト
資料No.6-5：地震応答の不確定性
参考資料No.6-1：Thick Foundation Element Blind Prediction Contest Invitation
参考資料No.6-2：Thick Foundation Element Blind Prediction Contest Provided Information

5. 議事：

- (1) 前回委員会および合同WGの議論の確認（資料6-2 および 資料6-3）
 - ・ 前回委員会，合同WG，幹事会の議事録を確認した。
 - ・ 原稿締切りについて，以下の日程を再度確認した。11月末に章の担当者は最終原案を示す。全体の整合性を確認し，12月末までに最終報告書案を作成する。幹事団を中心に次年度3月で最終報告書を取りまとめる。
- (2) 報告書の執筆状況の確認
 - ・ 1.2節は鉄道構造物の設計について追記した。タンク構造物の設計は特殊なので省略した。
 - ・ 現状では耐震性能1～3という区分ではなく，安全性・復旧性・機能性という言葉に変更された。
 - ・ 改定するコンクリート標準示方書でも耐震性能という名称は無くなる方向で議論している。耐震性能は機能性・復旧性・安全性をまとめて呼称していたが別々の言葉に分けて表現している。復旧性は修復性を含む復旧のしやすさに関連した性能である。
 - ・ 鉄道橋示方書の中で記載されている構造物の性能照査についても記載しておく。
 - ・ コンクリート標準示方書では損傷レベルという用語はコンクリート損傷制御レベルという用語とし1～4に分ける方向で議論している。
 - ・ 地震作用は近年では津波荷重等もあるので偶発荷重の一つとして取り扱っている。地震荷重だけ特別扱いすることなく，より一般化する形で荷重に対する性能を評価する方向でコンクリート標準示方書では議論している。
 - ・ 1.3節における構造物の設計判定値については1.2節の記載とも関連するので移行する。
 - ・ 道路橋示方書においても橋脚の限界状態と部材の限界状態が別々に定義されている。

- ・ 部材としては損傷していても橋として問題ないという考え方は許容できるのか、脆性的な破壊については防止している。既設構造物等では全ての部材の損傷を押さえるような補強設計をすると費用面も含め合理的でない場合が生じる。例えば2層ラーメンの中間梁等は変形拘束するものなので、補強設計の際には損傷を許容する場合はある。新設構造物では、合理的に設計できるので部材の損傷をわざわざ許容するような設計は少ない。
 - ・ 耐荷性能が低下しない範囲で耐力低下を考慮した設計は行われている。
 - ・ 限界状態1は弾性範囲、限界状態2は降伏変位まで、限界状態3は耐荷性能を喪失しない変形範囲として定められている。
 - ・ 構造部材の判定を構造全体系の設計の中で関連づけて説明していきたい。
 - ・ 1.4節ではコンクリート標準示方書に基づいて入力地震動の設計での考え方について情報を追記した。基本的な設計での考え方が示されているが具体的にどのような地震を選択するかは設計者に任されている。地震波形や上下動を組み合わせる場合等について記載している。
 - ・ 耐震性能と限界値がどうなっているかについても記載した。
 - ・ 道路と鉄道の設計についても具体的な記述を増やしたいと考えている。
 - ・ 建築分野と土木分野の地震動の考え方は楠先生と相談して書き分けたい。
-
- ・ 1.5節は荷重のモデル化で地震によって生じる作用と荷重組み合わせについて説明している。組み合わせるべき地震時の土圧・水圧・津波荷重等について記載している。近年指摘されている断層変位や側方流動等についても記載している。
 - ・ 1.7節は質点モデルについて記載している。想定外の地震動についてはNewRCの方法としてエネルギー2倍の地震動に対して検討する架構の設計方法を紹介している。フレームモデルを質点系モデルに直す場合のばねの設定方法について記載している。
 - ・ 層塑性率をクライテリアに選択している理由を示す必要は無いか。わざわざ静的解析でフレームモデルを使っておきながら質点系モデルに直して地震応答解析を行っている。
 - ・ 応答解析が複雑になるから、または設計者が歪や曲率などではイメージがわからないといった感覚あると思う。仕上げや建具等を考えると被害との相関も層間変形角と関連付けて説明されることも多い。その他にも歴史的な経緯や解析コストや時間的な制約も影響していると思う。その辺りについても私見であっても記載すべきではないかと思う。
 - ・ これらの議論は最初に記載すると発散するのでどこに書くべきかについて検討する。
 - ・ 1.8節については具体的に担当者が決まっていない。道路橋構造物でも長くなると梁モデルを用いて設計している。1.8節の土木構造物に関する記載は鍋島委員にお願いしたいと考えている。フレームモデルを用いた場合の問題点や課題については私見を含めて書いておいた方がいい。
 - ・ 土木ではフレーム解析はどんな構造物を対象とした解析で用いるか具体的に記載した方が良い。1.2節や1.3節でも層間変形や層せん断力はどのようなモデルで検討されているか記載しておく。
-
- ・ 1.12節では最後4頁で強度制御作用のクライテリアに関して日本の事例を記載した。降伏ヒンジを考慮したせん断保証設計に関する安全係数を紹介している。いつヒンジが生じるかという塑性化する順番での配慮は無い。メカニズム時のヒンジの有無でせん断保証設計に対する余裕度が変わっている。
 - ・ ヒンジを発生させるかどうかの曲げ余裕度については強度制御作用ではなく変位制御作用の項目に記載する内容になると思う。
 - ・ 保証設計の安全係数にはスラブの影響や2方向地震動や材料強度等の様々な要因を勘案して定められたと構造関係技術基準解説書に記載されている。米国では荷重側と耐力側から細かい係数がそれぞれ検討されている。日本とアメリカの係数の考え方の違いを書き分けるのは難しい。
 - ・ 土木分野ではあまり対応するものがない。ラーメン高架橋の設計ではヒンジの発生順を例示しているだけで、その部分を塑性化させないという強度制御作用の概念は無いかもしれない。柱と杭とフーチングの設計における損傷制御の考え方等では一部記載ができるかもしれない。

- 1.14節は最初の部分は第三者構造照査の簡単な説明と必要根拠となるは不具合について記載した。国交省のレポートでは不具合の原因としては認識・知識不足ではなく、時間不足や負担領域があいまい、発注方式による低品質化などが挙げられている。
- 一般的には設計コンサルタントの照査技術者が照査するケースが多い。解析の中身はブラックボックスとなるので別の解析を新たに行っている。重要度の高いまたは設計難度の高い構造物では照査をおこなっている。発注時に受注者に照査を義務付けている。第3者には設計者と同等の技術資格を求めている。
- 建築分野については記載していない。用語の定義は追加することを予定している。
- 具体例でどの程度の規模になると照査が必要なるという基準はないか。「必要に応じて」で済ませてしまうとルールとしてどう動いているか不明である。また、設計者と人的関係についてどのような立場だと照査者として関わられるかルールを明示してほしい。
- 米国では大体3名で照査期間は設計が終わった後に定期的に行う実施している。日本の土木設計ではどの時期に行うのか
- 時刻歴応答解析の設計について全部照査するのか部分的なのか。軽微な構造物ならやらないのか。どのように第3者審査をするか/しないかどう決めているのか。
- テクニカルな根拠を示せばいいが発注者の責任で判断しているのが現状である。建築では判断基準は法令で決まっている。設計責任が生じて初めて社会的に認められて規準が作られるのではないか。
- 国の発注では照査の必要性については地方整備局長が判断していることになるのではないか。
- 1社だけの設計ではミスが発生するためダブルチェックが必要になると思う。照査は不具合を探そうとしているわけではなく、知識が必要だとか正確に理解するのに必ずしも十分となっていない部分もあるので、独りよがりの設計になっている部分をただす役割があるのではないか。
- 建築分野では審査者の責任を軽減させるためにも照査制度が必要だと考えている。
- 2.1節以降については次回以降で議論する

(3) その他の話題と今後の進め方について (参考資料6-1 および 資料6-2)

- 10/1メ切の基礎梁のせん断破壊強度に関する簡易な国際ブラインド解析について紹介する。実験主体は U.C.Berkeley で実験はまだ実施していないので、内部の人も参加する予定ではないか。
- 近年、超高層コンクリートマンションの傾斜が米国で問題になっている。主宰の Jack Moehle 先生は性能評価型設計を第3者としてチェックする立場で携わっている。建物基礎のマットスラブでせん断補強されていないことを問題視しているので、このような実験になったと考えられる。
- マットスラブのせん断補強筋のあるなしをパラメータとした基礎梁のせん断実験を行っている無配筋なので建築の設計式では正しい値が出てくるかわからない。本委員会で土木と建築分野の通常のせん断設計式で検討して間に合うなら参加してみてもどうか。
- 解析するには非常に時間が短いので設計式を当てはめることが現実的であろう。アメリカ側も参加を期待していると思う。ACI のせん断強度式に問題があると考えている。
- 主筋の一部がグラウトで定着されている部分やせん断補強筋がきちんと効くかがポイントとなる。また鉄筋径が大きく付着の影響も大きいと思う。これらの鉄筋が十分有効だと思って計算するしかないと思う。評価1位を狙わなければならないわけではない。
- 日本の SI 単位系で修正する必要がある。基準の式に基づいてどう計算したか英語でレポート書く必要がある。建築と土木でそれぞれ提出する。土木側では三木委員が参加する。建築側では谷委員が参加し、計算式等を壁谷澤委員が確認する。
- 高強度鉄筋を使っているので設計式の適用範囲に配慮する必要がある。
- U.C.Berkeley の下記 HP には Q&A 等の詳細なデータが記載されている。
<https://peer.berkeley.edu/news-and-events/2021-thick-foundation-slice-test>
- 事務局が日程調整した結果、第6回 WG は 10月27日(水)、第7回全体委員会は 12月1日(水)に開催する予定となった。

以上