

JCI-TC143A

コンクリート構造のせん断力に対する包括的照査技術研究委員会
第2回全体委員会 議事録

日 時：平成26年9月5日（金）14:00～17:00

場 所：JCI 第5会議室（11F）

出席者：渡辺委員長，倉本副委員長，斉藤幹事長，長井幹事，~~西村幹事~~，
~~島委員~~，~~中村委員~~，佐藤委員，牧委員，~~渡辺（健）委員~~，
日比野委員，~~貞末委員~~，櫻井委員，鈴木委員

（敬称略，計9名 取消線は欠席者）

資 料：

- 資料 2-0 第2回全体委員会議事次第
- 資料 2-1 第1回全体委員会議事録（案）
- 資料 2-2 せん断委員会の研究目標
- 資料 2-3 FEM解析を用いた壁部材の検討（鈴木委員）
- 資料 2-4 鉄筋コンクリートの損傷評価（牧委員）

議 事：

1. 委員長挨拶

- ・ 渡辺委員長および倉本副委員長より挨拶があり，本委員会の設立に至った経緯などについて説明があった。

2. 前回議事録の確認

- ・ 資料 2-1 に基づき，前回議事録（案）の確認を行い，一部修正の上，了承した。

3. 土木・建築各分野における有限要素解析の現状

(1) 建築分野：鈴木委員（資料 2-3）

- ・ 鈴木委員より，資料 2-3 に基づき，壁部材の FEM 解析の事例について紹介があった。

CES 造耐震壁

- ・ 施工性の改善を目的に，SRC から軸方向鉄筋を省略した構造である。コンクリートのはく落防止のためにビニロン繊維を利用している。
- ・ CES 架構と壁板との接合において，壁板の縦筋とはりの定着の有無による違いを実験

により確認した。定着の有無で耐力に違いはなく、定着なしの方がせん断破壊しないため、壁板とはり間のずれにより荷重低下が緩やかであった。

- **FINAL** を用いて、定着の有無を考慮した **FEM** 解析を行った。壁板とはり間には離散ひび割れ要素を用い、定着ありは鉄筋の抜け出しを考慮した。ビニロン繊維の効果はコンクリートの圧縮軟化域に考慮し、鉄骨とコンクリート間の弱い付着力を考慮した。
- 解析による荷重－変位関係は実験とよく対応し、壁板とはり間のずれ挙動の違いも確認できたが、定着状況を完全に再現できているわけではない。

袖壁付き柱

- 鉄骨まわりは鉄筋を省略し、袖壁端部はチャンネル材によりコアを補強した構造である。
- 実験では、鉄筋がないので紡錘形の履歴形状とはならず、せん断破壊により荷重低下を生じた。
- **FEM** 解析は、耐力はほぼ対応する結果となったが、履歴性状の再現性は不十分であった。破壊性状はそれなりに追跡できている。
- **FEM** 解析結果の分析に基づき、終局強度式の提案を試みている。トラス・アーチ理論式を用い、柱のせん断耐力と壁のせん断耐力の和で耐力を予測する。
- **N-M** 相関において、せん断強度式より実験値が下回るケースがあり、柱にアーチ（ストラット）が見られないことや壁板のアーチ（ストラット）の角度などが対応していないなどによるものと考えられ、今後検討を進めたい。

議論の概要

- **FEM** による耐震壁の解析で耐力や損傷過程が実験結果と対応するようになったのは、要素寸法や構成則の影響等の種々の検討を行ってきたことによるものである。
- 要素寸法が比較的細かいのは、開口部などをモデル化する場合があるためである。
- マクロ式への展開では、耐力を合わせに行くより、まずは解析より明らかになった応力状態に基づいてモデル化を試みた方がよい。
- スリットの利用などにより、柱、壁のそれぞれの性能が最大限活かされる構造がありそうだ。

(2) 土木分野：牧委員（資料 2-4）

- 牧委員より、資料 2-4 に基づき、**FEM** 解析を用いた鉄筋コンクリートの損傷評価の事例について紹介があった。

鉄筋コンクリートの損傷評価

- 様々な荷重・境界条件を有する構造物の性能評価を行うには、材料損傷に基づいて構成部材の損傷順序と程度を評価する必要があるため、コンクリートの損傷を評価できる指標を提案した。

- ・ 引張（ひび割れ）損傷に関する J_2 （偏差ひずみの第2不変量）と圧縮損傷に関する W （正規化累加ひずみエネルギー）の2つのスカラー指標を、要素分割に依存しないように平均化して評価に用いる。
- ・ 様々な部材、構造の解析を行い、種々のせん断破壊、曲げ破壊等、破壊モードの違いによらず2つの指標で評価可能であることを確認し、平均化長さを設定した上で指標の限界値を定めた。

各種部材の解析例

- ・ はり部材の解析では、種々の破壊モードについて検討を行った。柱部材の解析では、正負交番載荷や境界条件などについて検討した。面部材の解析では、壁式橋脚、耐震壁、タンク構造等について検討した。
- ・ 構造系では、ラーメン構造やボックスカルバートに対して適用し、構成部材の損傷過程の評価が可能であることを確認した。
- ・ 動的解析への適用では、地震により被災した実建造物の損傷評価を行った。
- ・ 汎用的・統一的な照査法の構築や、材料損傷に立脚したマクロ式の確立などを目標にしている。

議論の概要

- ・ 提案された損傷指標は、コンクリートの損傷とは平均的なエネルギーが限界を越えることを示したもので、平均化構成則に基づく FEM 解析と親和性がある。汎用性が高く定量的であるため、設計・照査に利用することができる。
- ・ 複雑な荷重・境界条件を持つ構造物では、荷重-変位（復元力特性）を容易に表せないため、材料の損傷過程により評価することが有効である。
- ・ 平均化長さを 150mm としたことに特に理由はないが、異なる構成則での利用や部材寸法が小さい場合には、注意が必要である。
- ・ 定変位繰返しによっても損傷指標の値は変化する。修復性の検討については、損傷を定量化することで補修を合理的に行うことを目指すものである。

4. 活動計画と WG の設置

- ・ マクロ式に関する WG と FEM に関する WG に分かれて検討を行う。ただし、FEMWG は、破壊メカニズム等のマクロ式構築に有用な情報をマクロ式 WG に提供する。

マクロ式 WG

- ・ 土木・建築分野の現行のマクロ式を整理し、それぞれの特徴や適用範囲を明らかにする。
- ・ 共通に適用可能な対象や適用対象外となるケース、評価が困難なケース等について検討することで、統一的なマクロ式構築の活路を見出す。
- ・ トラスやアーチ（ストラット）は共通であり、メカニズムに立脚したモデルの構築を目

指す。

FEMWG

- ・ 例えば、建築の袖壁付き柱や有開口壁など、対象をしぼって検討し、メカニズムの解明を試みる。
- ・ 複雑な境界条件など、評価が困難な対象について検討を行ってみる。
- ・ FEM 解析による評価法についても検討する。

5. その他

- ・ 次回は WG を実施した後で全体委員会を開催することにし、下記候補日で調整する。
- ・ 候補日：12/5, 12/11, 12/12, 12/19

WG：14:00-16:00, 全体委員会：16:00-17:00

以上

(文責：斉藤成彦)