

被災建造物の復旧性能評価研究委員会
H18年度 「WG3：補修・補強後の性能評価」 第7回議事録（案）

日時：2006年10月30日（月）15:00～18:00

場所：（社）日本コンクリート工学協会 会議室

出席者：小林（幹事：JR東日本）、滝本（清水）、藤永（神戸大）、堺（土木研）、稲熊（JR東海）
（欠席者：伊藤（中部大）、河野（竹中工務店）、鈴木（大阪大学名誉教授）、勝俣（大林組）、
宗（シヨホント）

資料

- No.3-7-1 WG3 第7回議事次第（案）（小林幹事）
- No.3-7-2 WG3 第6回議事録（案）（小林幹事）
- No.3-7-3 平成18年度第2回 被災建造物の復旧性能評価研究委員会議事録（案）
- No.3-7-4 被災建造物の復旧性能評価研究委員会目次（案）（小林幹事）
- No.3-7-5 地震時の復旧に関して注意しなければならない事項（宗委員）
- No.3-7-6 載荷履歴を受けたSRC・RC部材の補修による耐震性能回復に関する実験（藤永委員）
- No.3-7-7 塑性域の引張ひずみを受けた電炉製鉄筋の熱処理後の機械的性質に関する実験的研究（小林幹事）
- No.3-7-7-1 JCI年次講演会論文「塑性域の引張ひずみを受けた電炉製鉄筋の熱処理後の機械的性質に関する実験的研究」（小林幹事）
- No.3-5-8 損傷語に補修されたRC部材の正負交番載荷実験に対するファイバー解析（堺委員）
- No.3-5-9 補修後のSRC部材の弾塑性解析による解析（藤永委員）
- No.3-5-10 被災建造物の復旧性能評価研究委員会H18年度「WG3：補修・補強後の性能評価」活動（案）

【議事内容】

1. No.3-7-2 WG3 第6回議事録（案）（小林幹事）
 - ・ 前回WGの議事内容を説明。
 - ・ 出席者に稲熊委員を追加する。

2. No.3-7-3 平成18年度第2回 被災建造物の復旧性能評価研究委員会議事録（案）
 - ・ 7. 今後のスケジュールを確認した。
 - 1 2月下旬 幹事会 報告書（1st draft）
 - 1 月下旬 幹事会 報告書（2nd draft）
 - 2 月下旬 幹事会 報告書（最終版）
 - 3 月初旬 研究委員会
 - 3 月末 全体委員会（報告会の審議および懇親会）

3. No.3-7-4 被災建造物の復旧性能評価研究委員会目次（案）（小林幹事）

- ・WG3 担当内容について再確認を行った。

4. No.3-7-5 地震時の復旧に関して注意しなければならない事項（宗委員）

- ・ 宗委員欠席であるが、提出資料をもとに担当内容について議論した。
- ・ 補修後の解析等で、補修材料の弾性係数の影響が意外と大きいことから、できれば補修材料（例えば、樹脂モルタルなど）の材料諸定数に関する記述があるとよい。
- ・ 阪神大震災時に、冬季であったことから樹脂系の材料を選択しない工区があった。また、補修材料の要求性能として材齢に応じた材料強度が指定されていた。材料選定に関して、目安的な内容があるといい。
- ・ 補修材料として、弾性係数、圧縮強度だけでなく付着強度等も重要であるといった内容があるとよい。
- ・ 報告書に関しては、
 - ① 記述できるのであれば概数的な数値として、補修材料の材料特性に関する諸数値があるとよい。
 - ② 樹脂系材料の在庫（貯蔵）に関して、長期間の保存ができないことなど。
 - ③ ひび割れ幅に応じた注入材料の選定など（例えば、かなり大きなひび割れだと損傷を受けたコアコンクリートにあらかじめ注入パイプセット後、全周をシール、あるいは断面修復後、注入パイプから無機系の材料で注入が行われる。）
 - ④ 宗委員の経験等に基づく内容。（できるだけ自由に書いていただいてよい。）

5. No.3-7-6 載荷履歴を受けた SRC・RC 部材の補修による耐震性能回復に関する実験（藤永委員）

- ・ 損傷時、補修後の実験後等の写真があると分かりやすい。
- ・ 実験終了後、H 鋼はほとんど変形はなかった。
- ・ CF シートの目付量 300g/m² とした理由としては、一般的に手に入るシートを選定したこと、せん断補強とともにコンファインドの効果を利用して、じん性補強の効果も狙ったため、補強量的には多くなった。
- ・ 軸力比については、P2 の図(b)(c)の比較から影響がでているのがわかる。

6. No.3-5-9 補修後の SRC 部材の弾塑性解析による解析（藤永委員）

- ・ 主筋に関しては、座屈した状態で補修したので、解析に用いた鉄筋の構成則として、残留ひずみを考慮して引張力が鉄筋に入るのを若干遅れるようにしている。圧縮は負担しないようにしている。
- ・ 補修後の解析結果は実験結果との整合性が非常によい。
- ・ 軸力比が 0, 0.3 の場合、補修後の解析結果が実験で生じている耐力低下を追えていない。
- ・ 鉄筋の残留ひずみを 0.2%として考慮しているが、この数値を変えても解析結果に大きな影響はなかった。
- ・ CF シートでの拘束の影響は細谷モデルを用いている。
- ・ SRC 構造だと断面内での鋼材量が多いので、比較的解析は実験結果との精度が良いように思える。

- ・ SRC 構造として、可とう長さ（要素長）の提案式がある。提案式との比較なども報告書に書けるとよい。

7. No.3-5-8 損傷語に補修された RC 部材の正負交番載荷実験に対するファイバー解析 (堺委員)

- ・ JR 東日本で行った補修後の実験結果のファイバー解析を行った。
- ・ 解析モデルとしては、道路橋示方書に則って等価塑性ヒンジ長の仮定を行いファイバー要素にしている。その他は降伏剛性を有する変形梁要素にした。
- ・ 帯鉄筋内側の軸方向鉄筋中心を結んだ箇所をコアコンクリートとし、それ以外は補修後にエポキシ樹脂モルタルに置換されたとした。
- ・ エポキシ樹脂モルタルについては、圧縮強度だけしかわかっていない。弾性係数は宗委員からの情報をもとに設定した。
- ・ エポキシ樹脂モルタルの応力-ひずみモデルは資料図 5 のように設定した。
- ・ 軸方向鉄筋のひずみ効果影響を降伏強度で 10~20%程度大きくした。
- ・ 補修後の解析で、損傷時の影響を取り込むのが非常にむずかしいので基本的に補修した箇所での材料設定で概略考慮した。
- ・ 堺委員が実施しているファイバー解析では、軸方向鉄筋量が大きくなると徐荷時のループが膨らみ実験結果とのずれが大きくなる傾向を示す。
- ・ 初期剛性の低下については、資料図 7 から、解析では 10~15%程度低下しており、概ね実験結果と一致した。
- ・ 剛性低下に関して、解析では軸方向鉄筋と補修後のモルタルが完全付着としている。付着の影響等が解析で加味できれば、実験結果との整合性が向上すると思われる。

8. No.3-7-7 塑性域の引張ひずみを受けた電炉製鉄筋の熱処理後の機械的性質に関する実験的研究 (小林幹事)

No.3-7-7-1 JCI 年次講演会論文「塑性域の引張ひずみを受けた電炉製鉄筋の熱処理後の機械的性質に関する実験的研究」(小林幹事)

- ・ 報告書 4. 2 に関して、鋼材の残留ひずみをとる内容である。
- ・ 研究目的は、復旧性を指標とした耐震設計では、復旧後の再使用が前提で、性能も保証する必要があり、特に鉄筋をもとに戻せことができれば、より確実な状態になるので、それを目的に鉄筋の基礎実験を行ったものである。
- ・ 実験は、一軸で引張り、熱処理をしたものである。熱処理のやり方は、焼き鈍し処理である。
- ・ 報告書 4. 3 に関しては、補修後の試験体に関して、 $M-\theta$ 関係の履歴特性を用いて、履歴吸収エネルギーの検討を行ったものである。
- ・ 検討の結果、損傷前の履歴吸収エネルギーで評価する予定である。
- ・ 初期剛性が解析値と実験結果が整合していなかったため、再度初期剛性をあわせてみて、EI を低減して解析を実施する予定。
- ・ RC 柱の補修前後について、実験的な違いを報告書に書いた方がよい。概要的にわかるような内容を記述する。報告書 4. 2. 2 の既往の研究事例に実験概要を入れる。

9. No.3-5-10 被災建造物の復旧性能評価研究委員会 H18 年度「WG3: 補修・補強後の性能評価」

活動（案）

- ・ **WG3** の報告書の作成方針としては、各委員が検討した内容を記述することしたい。
- ・ 全体の枠組みとして、**WG3** は補修した後の性能評価であるので、ひとつは実験的な評価、もうひとつは補修後に再度地震の影響を受けると想定した場合の挙動を評価するための内容を検討することになる。
- ・ 上記に関しては、設計等で用いている構造モデルを用いた補修後の変形挙動の検討内容となる。
- ・ **WG3** の報告書の内容として、現時点で考えられる主な内容としては以下の通りとである。
 - (1) 補修・補強に関して
 - ・ 地震時の復旧に関して注意しなければならない事項（宗委員）
 - ・ 塑性ひずみを受けた鋼材（主として鉄筋）のリフレッシュ（小林幹事，河野委員）
 - (2) 補修・補強後の力学挙動（最近の実験的研究）
 - ・ 実構造物を試験体に用いた実験（稲熊委員）
 - ・ 復旧に用いた補修材料の影響検討（稲熊委員）
 - ・ 損傷レベル4となった部材の補修後の性能（稲熊委員）
 - ・ **RC・SRC** 骨組み架構（藤永委員）
 - ・ **RC** 造4層フレーム構造に関する一連の振動台実験（勝俣委員）
 - ・ **RC** 柱の補修後の性能（小林幹事）
 - (3) 補修後の性能評価
 - ・ 補修後の実験結果の解析的検討内容を記述する。解析法と担当委員は下記の通り。
 - (1)ファイバーモデル（堺委員，藤永委員）
 - (2)部材モデル（小林幹事，稲熊委員）
 - ・ 解析結果の内容として、荷重-変位関係，初期剛性等を報告書に記述する方法で考える。
 - ・ 補修後の地震時応答性状に関しては，橋脚を対象に堺委員に解析的な検討ができるかどうか検討していただくことになった。
 - (4) 補修部材の数値解析的検討
 - ・ **FEM** モデル（伊藤委員）

10. その他

- ・ 前回の委員会で，12月下旬に幹事会がある。報告書の一次原稿を12月11日（月）を目途集めたい
- ・ 次回、**WG** は1月31日（水）15時より開催。
（委員会後，メールで）
- ・ 補修後の剛性評価に関して，滝本委員に既往の文献調査をお願いした。