

被災建造物の復旧性能評価研究委員会
H17年度 「WG3：補修・補強後の性能評価」 第1回議事録（案）

日時：2005年9月27日（火）15:00～18:00

場所：（社）日本コンクリート工学協会 第2会議室

出席者：小林（幹事：JR東日本）、伊藤（中部大）、河野（竹中工務店）、堺（土木研）、鈴木（福井工大）、滝本（清水）、藤永（神戸大）、林（事務局）、以上8名
（欠席者：稲熊（JR東海）、宋（ジョボント）、勝俣（大林組））

資料

No.3-1-1 WG3 議事次第（案）（小林）

No.3-1-2 WG3 名簿（小林）

No.3-1-3 FS 第3回 WG3 議事録(2005.01.24開催)

No.3-1-4 RC 造柱の復旧性に関する研究（小林）

No.3-1-5 塑性域の引張り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検討（小林）

No.3-1-6 曲げ損傷した部材の応急復旧対策（滝本）

No.3-1-7 PC 組立構造と RC 構造の履歴特性・復元性に着目した門型架構による実験的研究（鈴木）

No.3-1-8 載荷履歴を受けた RC・SRC 骨組の補修による耐震性能回復に関する研究（藤永）

No.3-1-9 ひび割れを樹脂注入で補修した RCT 型梁試験体の諸元（小林）

No.3-1-10 2～3年目の活動（小林）

No.3-1-11 本委員会の内容に関わるここ最近の研究内容（稲熊委員からの送付）

【議事内容】

1. No.3-1-3 FS 第3回 WG3 議事録(2005.01.24開催)の説明（小林説明）

- ・ 新規の委員も参加したことにより、WG3 としての活動内容として、FS の委員会として1年活動し、2005年1月に報告書をまとめるときに議論した議事内容を説明。復旧後の建造物の性能評価法を構築する場合、下記の問題点があること説明。

補修・補強後の力学性状として

樹脂注入等によるひび割れ補修した部材は剛性低下を起こす。部材剛性の低下は建造物の動的挙動に影響を及ぼすため、その影響を把握する意味において、補修後の部材剛性の低下割合を定量化する必要がある（既往の実験結果からは、2～3割程度低下）

力学的性能指標

応答値を算出する解析手法との関連で、力学的性能指標が定められる。例えば、部材モデルを用いた場合、補修後の骨格曲線がどのような形状（値）になるのかを明確にする必要があり、動的解析での応答値の算出、あるいは性能評価をするのに必要となる。

補修後の建造物の解析的な評価

現在の解析技術で、補修後の建造物の性能をどの程度評価可能か検討を行う。RCT 型

の梁で、破壊形式を曲げ破壊とせん断破壊した試験体で、圧壊した部分のコンクリートを打ち換え、ひび割れを樹脂注入で補修し、再度破壊まで載荷した実験がある。この実験結果を解析結果の検証に用いることを考えている。

2. No.3-1-4 RC造柱の復旧性に関する研究（小林説明）

- ・ 塑性劣化の委員会（委員長：千葉大野口先生）における報告書を紹介。
- ・ 資料内(1)研究の背景として、鉄道の耐震標準が平成 11 年 10 月に改訂され、復旧性が構造物の耐震性能のひとつとして明記されたこと、復旧性を高めることができれば構造物の耐震性能を高くできる要素があることから、実験的な研究を行ったことを説明。
- ・ 帯鉄筋を密に配筋した RC 柱での損傷は、力学性状の変化点として包絡線の各ポイントと耐力比との関連で整理した。
- ・ 残留変位を荷重が 0 となる変位と定義し、最大荷重時の履歴ループと終局変位時の履歴ループから整理した。その結果、終局変位時方が最大荷重時に比べ、定義した残留変位が約 2 倍大きな値となった。（資料内図 4.3.8-5）
- ・ 定義した残留変位を 0 に戻すために必要な荷重を最大荷重の比として表すと、最大荷重で 0.5 程度、終局変位時で 0.4 程度となった（資料内図 4.3.8-6）。この結果は、設計上、応答変位を最大荷重程度以内であっても、終局変位以内であっても、残留変位を元に戻すために必要な水平力はあまり変わらないことを意味している。
- ・ 鈴木先生から、資料内図 4.3.8-6 に関して、うまくまとまったとのこと意見をいただいた。

3. No.3-1-5 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検討（小林）

- ・ 2004 の JCI 年次講演会の論文を紹介。
- ・ 鉄筋が受けたひずみレベルに応じて、ひずみ時効性と残留ひずみを取り去る基礎的検討を行ったことを説明。
- ・ 鉄筋のひずみ時効性に影響を与える成分が窒素であること、電炉製品は高炉製品に比べて焼く 30 倍程度窒素量が多いため、生じるひずみレベルに応じて時効性が問題になる場合がある。
- ・ 加熱温度を 850 以上とた焼鈍しを行うと残留ひずみの影響を取り去ることが可能で、応力ひずみ曲線は元の状態に復元することを説明。
- ・ 加熱温度の保持時間に対する議論があった。実験では、設定した温度に達した段階で加熱炉から取り出し、気中で放置したことを説明。
- ・ 新潟中越地震の復旧でも曲がった鉄筋を加熱した場合があって、このときは鉄筋が赤色するまで加熱した。
- ・ 温度ショックを用いた温度管理方法もあるが、あまり厳密にする必要もないので、850 をクリアするように赤色するまで、現場では加熱していた。
- ・ 河野委員から、阪神大震災で損傷したメタルの建物で、ガウジング等で補修した場合、その影響度を確認するため、実構造物からテストピースをとり、強度試験を行ったとき熱を入れると残留ひずみの影響がなくなった事例の紹介があった。
- ・ 鈴木先生から、報告書の一節として、残留ひずみの除去方法をまとめたほうが良いとの意見があった。

4 . No.3-1-6 曲げ損傷した部材の応急復旧対策（滝本説明）

- ・ 社内で行った実験結果の紹介。
- ・ 試験体は実建造物の 1/2 スケール。補修はひび割れ注入とポリマーセメントによる断面修復，アラミド繊維シート巻き。
- ・ 補修に費やした日数の質問があり，シート巻きまでに3日間かかったとのこと。
- ・ 補修に際して，断面修復後アラミド繊維巻きもしていることから，補修後の載荷では，変形性能の向上が見られた。
- ・ アラミド繊維巻きは，剛性の回復を目的として実施したが，断面修復時にもとの断面よりも 10～30mm 程度大きくなり，その影響も補修後の実験結果に含まれている。

5 . No.3-1-7 PC 組立構造と RC 構造の履歴特性・復元性に着目した門型架構による実験的研究（鈴木先生説明）

- ・ 建築学会に出した論文の紹介
- ・ PC 構造が RC 構造に比べて，復元性がいいところを明確にするための実験を行った。
- ・ 試験体の耐力設定は PC，RC とともに同程度にしている。
- ・ 層間変形角で 1/25 程度まで載荷した。
- ・ 履歴ループで荷重が 0 となる時の変位を第 1 の残留変位と定義し，層間変形角 1/25（水平変位 40mm 程度時）において，PC 構造の残留変位では 3～4mm 程度，RC 構造では 10～13mm 程度で，顕著な違いとなった。
- ・ PC 構造で水平変位 40mm 付近の荷重が増加している理由は PC 鋼棒のひずみが増加したことに伴うものと推察。
- ・ PC 構造の方が部材接合部で口が開くような変形の集中が生じたことにより，部材そのもののひび割れは少なかった。
- ・ PC 鋼棒はアスファルト系の材料でアンボンド処理をした。

6 . No.3-1-8 載荷履歴を受けた RC・SRC 骨組の補修による耐震性能回復に関する研究（藤永先生説明）

- ・ 援助金をいただいて実験を行った報告書および建築学会での論文の紹介。
- ・ 長柱を対象とした実験の試験体のため，柱は150mm角の小断面である。
- ・ ひび割れへの樹脂注入は行っていない。
- ・ SRC 試験体には，フルウェブの鉄骨が用いられている。
- ・ 建築学会論文図 4 において，補修後の RC 試験体の荷重・変位曲線の剛性低下が大きいことに対して議論があった。損傷を与える実験中，軸方向鉄筋の定着部に不具合があり，負側の載荷が途中からできなくなり，正側のみで繰り返し載荷を行ったことの影響があるかもしれないとのこと。
- ・ 本研究としては，ファイバーモデルを適用して，断面修復したモルタルの挙動を検討する予定とのこと。

7 . No.3-1-9 ひび割れを樹脂注入で補修した RCT 型梁試験体の諸元（小林説明）

- ・ 本実験の目的として，地震時に桁が落橋し，曲げ破壊，あるいはせん断破壊した状態の桁を

補修でもとの耐荷性能にもどすことができないかを確認するために行った。

- ・ 解析の検証用として実験結果を用いてもよい。
- ・ 伊藤先生に解析方法について、検討をお願いしたい。

8 . No.3-1-10 2～3年目の活動（小林説明）

- ・ 補修・補強に用いている材料の現状を確認する必要がある。次回、宋委員から報告をお願いしたいとのこと。
- ・ ダイナミックな視点が必要とのこと。
- ・ 活動の具体的な検討内容については、今後もWGを開催し、様々な観点での議論を通じて、内容を絞りこんで行く事を確認。

9 . No.3-1-11 本委員会の内容に関わるここ最近の研究内容（稲熊委員からの送付）

- ・ 稲熊委員から、補修・補強、復旧性に関する研究の試験体の一覧を紹介。
- ・ 具体的な研究内容に関しては、次回WGで報告していただきたいとのこと。

10 . その他

- ・ 各委員がそれぞれ資料を持ち寄り、様々な観点から議論を行いながら、WG3の具体的内容を絞る。
- ・ 次回WGは、11月2日、7日、11日を候補に調整。