

被災構造体の補修補強後の耐力変形状評価研究委員会

第1回 WG3：補修・補強後の性能評価 議事録

日時：2004年11月10日（木）15:00～17:00

場所：（社）日本コンクリート工学協会 11F 会議室

出席者：小林（幹事）、白井（委員長）、中村（副委員長）、伊藤、岡野、斉藤、鈴木、宗、滝本、松田（事務局）、田嶋（記録）、以上11名

資料

No.WG3-1-0 WG3 議事次第（小林）

No.WG3-1-1 WG3 資料 <WG3の目的・活動内容>（小林）

No.WG3-1-2 震災復旧技術関連実験・研究成果資料（宗）

No.WG3-1-3 既往の研究（滝本）

議事内容

1. 新潟県中越地震の現地調査結果

WG3の議事に先立って、小林幹事より新潟県中越地震の被害調査報告が行なわれた。調査の対象は上越新幹線の高架橋の損傷状況等であった。高架橋に関しては、鋼板巻き立て補強をした脚柱の鋼板が少しはらんでいた例や、直角フックを有する脚柱がせん断破壊し、コンクリートがブロック状に破壊している例があった。

高架橋の損傷状況としては、阪神大震災で見られたものと同じような形態であった。また、魚野川橋梁脚部の損傷帯状破壊は段落し部での破壊であると考えられ、補修が行なわれる予定であることが報告された。

2. 今後の活動方針について

小林幹事より、資料 No.WG3-1-1 にもとづいて、WG3の活動内容が説明された。以下に、WG3の目的および活動内容を整理する。

- (1) WG3の目的は「補修・補強後の性能評価」を確立することである。「補修・補強方法」と「補修後の性能評価」について検討することにより、RC構造物の復旧性能についても言及する。
- (2) WG3では、「既往の研究事例」「補修方法」「(耐震)補強方法」「補修後の性能評価」について調査・検討し、報告書を作成する。
- (3) 本年度の報告書では、「WG3の目的」「補修・補強の背景」「地震被害における復旧・補修事例」「補修・補強の方法」「補修後の部材性能（解析的検討を含む）」「今後の検討事項」についてまとめる。
- (4) 本年度の報告書を作成するにあたり、既往の研究の調査を進め、過去の研究ピークの目的や研究内容、過去の地震被害での復旧方法などを整理する。

小林幹事の説明を受け、宗委員より資料 No. WG3-1-2 にもとづいて、過去の補修・補強に関する

研究ピークに関する説明があった。以下に、概要を示す。

- (1) 建築では、昭和 50 年代に補修・補強に関する研究のピークがあり、昭和 57 年度および 58 年度に総合技術開発プロジェクトとして「震災構造物の復旧技術の開発」に関する研究が各大学・機関において実施されている。
- (2) 既往の研究において、エポキシ樹脂注入補修実験も実施されており、補修後の耐力上昇挙動も確認されている。
- (3) 「復旧事例に見る耐震診断補強設計の実務」では、浪岡病院の補修・補強工事の内容（ひび割れへの樹脂注入補修や破壊した柱の打ち直し工事等）が記録されている。
- (4) 昭和 61 年には、建築・土木両方で震災復旧技術マニュアル（案）が発刊されている。

続いて、宗委員による補修・補強の研究ピークに関する説明にもとづいて議論を行った。以下に、議論の内容を整理する。

- ・補修とは（表面）ひび割れへの樹脂注入が作業の中心であり、補修で対応できない場合に行われる作業を補強と考えている。（宗）
- ・過去の地震被害を概観してみると、概ね RC 構造物において破壊する個所は決まっている。復旧性能を考えた場合、あらかじめ破壊個所を特定し、その部分を交換できるようにしておくという考え方も必要であろう。また、建設年と破壊状況もパターン化できるのではないか。（宗）
- ・先ほど説明のあった総プロにおいて実施された実験では、どのような制御をしているのか？（小林）
- ・変形角で制御している。土木の場合、シンプルな構造を有しており、一方向載荷が多いため、変形値(mm)で制御が可能である。しかし、建築の場合は複雑な構造形式を有しているため、変形角で制御するケースが多い。（宗）
- ・建築では、兵庫県南部地震の後でどのような研究が行われたのか？（小林）
- ・大規模な実験が行われるということではなく、基礎的な実験が多く行われたようである。（宗）
- ・土木では、兵庫県南部地震以後、地震力を大きく見積もるようになり、大変形領域までを対象として考えるようになった。（小林）
- ・菅野先生の委員会報告書に書かれているが、連続繊維シートによる補強が増加し、これに関する研究が盛んに行われた。（白井）
- ・充填材としてエポキシ樹脂と無機系を使い分ける際はひび割れ幅で判断するのか？（小林）
- ・損傷の状態と復旧コストによって判断することになる。例えば、コア部のコンクリートを固めるためには無機系を使用する。両者の特徴を把握しておくことも重要であり、エポキシ樹脂は温度の影響を受け、低温では粘度が落ちてしまう。一方、無機系は水によって薄まってしまう欠点がある。（宗）
- ・建築では、大変形領域を対象とした実験を行うことはないのか？（小林）
- ・大変形を考慮した実験を実施することはあるが、コアコンクリートがブロック化するところまではやらない。また、補修の前後で実験をする場合において、補修後の供試体を大きく破壊させることはあるが、補修前の供試体を大破させることはない。（宗）
- ・補修後の性能評価に関して、土木ではどのような取り組みがあるか？（小林）
- ・宮城地震の後、石橋先生が研究に取り組んでいるだけでは？その後、兵庫県南部地震が起きた

のではないか。(中村)

- ひび割れ注入に関して、例えばアルカリ骨材反応等に対する補修に関する研究は進んでいるのか？(斉藤)
- アルカリ骨材反応や塩害などを対象にしたひび割れへの樹脂注入補修に関する研究は、先ほど説明した総プロで行われている。また、これらに関する実験は非常に多い。土木でも、維持管理編に記載がある。(宗)
- ひび割れへの樹脂注入補修に関して、構造を主眼に置いた研究例は少ない。(岡野)
- 技術的には、アル骨や塩害等のひび割れ補修と同様ではないか。(斉藤)
- 補修後の RC 部材を数値解析する場合、樹脂の物性を決めるのが困難である。樹脂の物性に関して、力学的な実験データは存在するのか？(白井)
- 基本的にデータは全て揃っている。ただし、試験体レベルのデータであり、実際に補修で使用されている状況とは少し異なることに注意が必要である。(宗)
- 現在、ひび割れを樹脂注入で補修した梁の試験を計画している。供試体は全部で4体あり、すでに破壊試験は終了している。今後、樹脂注入を行い、再度載荷する予定である。
- 実験を実施する前に、ブラインドで解析をしてみてはどうか？ブラインド解析の結果と実験結果を考察し、2年後の成果にすることができるのではないか？(白井)
- 実験を行う場合、供試体に対してどの程度の損傷(各種損傷レベルがターゲット)を与え、それぞれの損傷に対してどういう補修・補強をするのか検討し、補修・補強後に力学的性質がどのように変化するのかを明確にしなければならない。(中村)
- 樹脂注入に関しては、ひび割れ何mmまでならどう樹脂をどう風注入するなどの基礎資料が必要であろう。(中村)
- 昭和大橋関連の実験で樹脂注入補修に関する実験データはある。(宗)

次に、滝本委員より、資料 No.WG3-1-3 にもとづいて、既往の研究内容が説明された。以下に内容を整理する。

- (1) 1/2 スケールの RC 柱供試体の繰返し載荷実験を、損傷度を実験要因として実施した。試験終了後、エポキシ樹脂モルタルによる応急復旧を想定して補修し、補修補強後の性能評価を確認した。
- (2) 補修後の性能を何で評価するのか明確になっていない。剛性、エネルギー吸収、耐力などが考えられるが、この点を明確にする必要がある。

続いて、滝本委員の説明にもとづいて議論を行った。議論の内容を以下に整理する。

- 実験で軸力はどの程度加えているのか？(鈴木)
- 1MPa 程度である。(滝本)
- 補修・補強後の復元力特性はこれまで提案されていない。(小林)
- 補強方法による性能の違いとコストの話がからむと非常に面白い。(白井)
- 補強によって破壊モードが変化することがあることも考慮しなければならない。(滝本)
- 補修・補強後の性能評価項目としては、①初期剛性(スペクトルが重要)、②耐力、③減衰の劣

化（樹脂注入の程度）が考えられる。（鈴木）

- ・鉄筋の付着など，部分的な違いをどう考慮するのかについても考える必要がある。（小林）

2. 第2回 WG3 の開催について

第2回 WG3 を以下のとおり開催することに決定した。

- ・日時：12月6日（水） 第3回全体委員会終了後
- ・各委員が調べたものを持ち寄り，報告書の内容の打ち合わせを行う予定である。

以上