

## 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2回 WG1：復旧性を考慮した耐震設計法 議事録

日時：2004年11月10日（木）17:00～19:00

場所：（社）日本コンクリート工学協会 11F 会議室

出席者：衣笠（幹事），中村（副委員長），伊藤，岡野，小林，斉藤，鈴木，松田（事務局），田嶋（記録），以上9名

#### 資料

No.WG1-2-1 第1回 WG1 議事録（案）

No.WG1-2-2 建築物の分類と被害額の評価（田嶋）

No.WG1-2-3 復旧性を考慮した耐震性能指標の必要性（衣笠，中村）

No.WG1-2-4 鉄筋コンクリート建築構造物の耐震修復経費算出を目的とした損傷評価

No.WG1-2-5 RC 建物中の非構造部材要素の損傷を考慮するライフサイクル修復経費算出方法

#### 議事内容

##### 1. 第1回 WG1 議事録の確認（資料 No. No.WG1-2-1）

田嶋委員より，資料 No.WG1-2-1 にもとづいて，第1回 WG1 での議事内容が確認された。

##### 2. 復旧性を考慮した耐震性能指標の必要性について

復旧性を考慮した耐震性能指標の必要性に関する議論に先立って，田嶋委員より，資料 No.WG1-2-2 にもとづいて，建築物の分類と被害額の評価について考えが述べられた。以下に概要を示す。

- (1) 建築の場合，様々な種類の建築物が存在する。例えば，集合住宅や商業施設，病院や学校など基本的な構造形式に大きな違いはないものの，建物の性格は大きく異なっている。各建築物の種類に応じて，復旧性を評価する必要があるのではないかな？
- (2) 建築物の場合，衣笠幹事の提案式において，特に被害額の評価において各建築物の特徴が現れてくると思われる。

続いて，復旧性能指標および復旧性に関する議論を行なった。以下に，議論の内容を整理する。

- ・田嶋委員と同様の考えが，資料 No.WG1-2-5 の図-1 に示されており，建築物の復旧にかかるコストの内訳は建物種類によって異なっている。（衣笠）
- ・建築と土木を区別することなく，同じ土俵で補修費用の建物構成要素別割合を比較してみてはどうか。（鈴木）
- ・資料 No.WG1-2-3 に示しているが，復旧指標を次式で表現できるのではないかな。（衣笠）  
復旧指標 = (復旧コスト + 機能停止損失) / 最大復旧資金
- ・機能停止損失は (損失時間) × (単位時間当たりの損失額) で評価される。（衣笠）

- ・基本的に、コストで評価する考え方は良いと思う。コストで評価するのであれば、多くの構造物に対応できるだろう。(岡野)
- ・最大復旧資金についても、会社が所有している分についてはある程度計算できるはずである。(岡野, 小林)
- ・とりあえず、何らかの数値を基準にし、それに対してどのレベルの補強をするのか明確にする必要がある。例えば、機能停止損失を評価する場合、損失時間は短いほど復旧性が高いと考えられるが、併せて補強の程度に関する議論も必要であろう。(中村)
- ・新幹線の場合、運転を停止しても良い期間について議論は行なわれているのか？(衣笠)
- ・議論は以前に行なわれたが、一概に期間を設定できるわけではない。周辺の被害との関係(周辺が大被害を受けているのか、それとも軽微な被害なのか?)や社会への影響(例えば、新幹線の利用頻度など)を考慮する必要がある。(小林)
- ・鉄道の場合、ネットワークが形成されており、遠回りすれば目的地に到着できるという点も考える必要がある。(小林)
- ・機能停止損失については、損失時間と単位時間あたりの損失額との単純な計算であれば評価できるが、波及効果まで考えることは難しい。(小林)
- ・復旧指標について、具体的な数値による評価は難しいが、大小関係については考えることができるのではないかと。とりあえず、細かな数字は考えなくとも、意味のある検討ができると思う。(中村)
- ・指標ができれば、関連して設計や補強の考え方について議論ができそうである。(衣笠)
- ・復旧作業の制約にも目を向ける必要がある。復旧作業が可能な時間や空間の制約は非常に大きい。(岡野, 小林)
- ・全層降伏を期待するのか、それともピロティを設けて損傷を集中させるのかについて、現状の規準で設計された柱ではピロティは危険であるが、スパイラル筋等で拘束した柱であれば大丈夫であろう。スパイラル筋で拘束した柱ならば、免震層になる。(鈴木)
- ・兵庫県南部地震において、市民からの声を聞くと、全層降伏した集合住宅では、全ての住居で補修補強が必要となってしまった。この場合、住みながらの補強は難しく、住人は外へでていなくてはならなかった。(鈴木)
- ・免震の場合、総工事費の1割もコストがかかってしまうが、スパイラル筋によって柱を拘束する場合には、それほどコストはかからない。(鈴木)

次に、衣笠幹事より、資料 No.WG1-2-3 にもとづいて、報告書第1章「復旧性を考慮した耐震性能指標の必要性」の内容が説明された。以下に概要を示す。

- (1) 兵庫県南部地震では、安全性が確保されているにも関わらず、復旧費用が非現実的になるために取り壊された建築物があった。また、土木構造物では、社会の流通機能を担うため、機能停止損失を最小にすることが震災直後の最重要目標となった。構造物の性能は「安全性」と「復旧性」の両面から評価されるべきである。
- (2) 復旧指標は、「復旧指標 = (復旧コスト + 機能停止損失) / 最大復旧資金」で表現し、復旧指標が小さいほど復旧性能が高い構造物とみなす。
- (3) 復旧指標の導入により、安全性と復旧性のバランスが良く、構造物に対して考慮する復旧性能

のタイプ（復旧コスト抑制 or 機能停止損失最小 or 資産価値の低下防止 etc）を考えた構造計画が可能となるとともに、復旧の目標も明確にすることができる。

- (4) 復旧性の面から、構造物を「復旧コスト支配型」および「機能停止損失支配型」の2つのタイプに分類して考える。

続いて、報告書第1章の内容を中心として、復旧性能に関する議論を行った。以下に議論の内容を示す。

- ・ 建築と土木という分類ではなく、「復旧コスト支配型構造物」と「機能停止損失支配型構造物」の2つに分類して考える方法は良いと思う。（一同）
- ・ 機能停止損失支配型構造物の復旧性能評価では、LCCに関する内容も含める必要があると思われる。（衣笠）
- ・ 資料WG1-2-3の2ページ目にある図（復旧性能と安全性能に応じて、TypeAからTypeDまでの構造計画の位置づけを示している）で考えると、従来は建設コストが安いという点に重点をおいており、TypeD（安全性能は高いが復旧性能は低い）に該当する工事が多い。盛土やトンネル、橋梁などがそうであろう。いずれの場合も、壊れることを想定していないため、復旧工事が極めて行いづらい状況である。（岡野）
- ・ 復旧作業に関して、時間的な制約や場所による制約が非常に多い。例えば、鉄道の場合、列車の運行が終了した深夜に工事を行わなければならない。また、地下鉄の場合には、空間的な制約があり、復旧工事が困難である。現状においては、防災については考えるが、復旧性にまで考えを及ぼしていない。（岡野）
- ・ 岡野委員の言うとおりで、設計においては損傷を許容しているのも事実である。（中村）
- ・ 考え方として、壊れたならば直せば良いという考え方も面白い。建築の場合に、こういう考え方はあるだろうか？（衣笠）
- ・ 建築の場合、人が居住するという観点から、安全性の確保が重要となるのではないかと。（岡野）

以上