

## 「災害拠点建物の安全度即時評価および継続使用性即時判定について」

楠 浩一（サブプロ（c）課題2 分担責任者／東京大学地震研究所 教授）

### 1.研究の目的

今日は、私たちサブプロ（c）課題2のグループが来年度に行う実験の背景となった世の中の出来事や研究成果を、この後、4名の先生方にお話しいただきます。私たちのグループでは、市役所や避難所などの建物がそこはかたなく壊れたときに、果たして災害拠点として使っていいのか、あるいは、ここはもう駄目なのかということ、いち早く判断するための研究開発を行っています。

今までは構造体ばかりを調査して判断してきましたが、東日本大震災や熊本地震では、非構造部材の被害により、結果的に取り壊されたり、継続使用できなくなった例がたくさんありました（図表1）。そのようなことから、これからは構



1

造部材だけではなく、非構造部材の被害もいち早く察知して判断する必要があります（図表 2）。

## 2.実験の概要

われわれの試験体は、躯体だけではありません。天井やサッシなど、いわゆる非構造といわれる仕上げの部材も全て再現して、実物として振動台実験を行い、継続使用性を確認しようとしています（図表 3）。その被害を把握するために、さまざまなチャレンジングな技術も採用しようと考えています。

2

首都圏レジリエンスプロジェクト  
Tokyo Metropolitan Resilience Project


平成30年度 第3回平野シナリオコンテスト 「災害被災による建物に与えられる影響性」 2018.12.08

研究の目的

【研究背景】  
災害拠点建物は、巨大地震後も利用可能である必要がある。  
地震後には利用可能かどうかを**早急に判断**する必要がある。  
拠点建物の継続使用可否は、単に構造体の被害程度のみならず、天井や仕上げ、雑壁などの**二次壁の被害**にも大きく依存する

【研究目的】

- 対象施設：災害時拠点建物（行政庁舎や体育館）
- 開発システム：少数のセンサを設置し、地震後速やかに建物安全性、崩壊余裕度、および継続使用の可否等を判定する
- 判定対象
- 建物構造体（加速度計）
- 非構造部材：天井 静止画像
- 仕上げ材 光ファイバー
- E-Defenseで有効性を確認する



二次部材の被害

3

首都圏レジリエンスプロジェクト  
Tokyo Metropolitan Resilience Project

平成30年度 第3回平野シナリオコンテスト 「災害被災による建物に与えられる影響性」 2018.12.08

E-Defense実験の概要



非構造の安全性を  
加速度計により判断

天井被害を  
静止画で判断

防犯カメラの利用

仕上げ材の被害を  
光ファイバーにより判断

Image of the specimen

安価な加速度計

振動台実験のイメージ

構造の安全性を  
加速度計により判断

図表 4は研究者のリストです。構造だけが対象ではなくなったので、非構造の先生を含めて全国の研究者に集まっています。また、今は情報工学の分野も重要になってきているので、これまでの構造分野とは少し毛色が違う企業の方々にもご協力を頂いています。

試験体の形状・寸法はほとんど決まりました（図表 5）。3階建てのフルスケール、2×1 スパンで、一般的な建物よりも強く設計された建物です。

構造体の地震時の挙動の研究というのは長い歴史がありますが、非構造部材の地震時の挙動の研究、特に実験的研究はこれまでほとんどありませんでした。そこでわれわれは非構造の先生方にご協力を頂き、実際の地震を再現した力を加えて、例えば外壁のタイルがどのように壊れていくのか、そしてそれを光ファイバー等でどのように把握できるかということを基礎的な研究として実施しています

4

首都圏レジリエンスプロジェクト  
Tokyo Metropolitan Resilience Project

平成30年度 第3回学芸シンポジウム 「災害減災と作る建物に求められる耐震性能」 2018.12.08

Subject List  
Tokyo Metropolitan Resilience Project - 2018  
災害減災と作る建物に求められる耐震性能  
17:45開演 18:00閉演

### 研究者リスト

楠 浩一(東大地震研)	研究協力者 深井 悟(日建設計) 平井清宗 (NEC) 荒木正之(ALabo)  松森泰造(防災科研)
中村いずみ(防災科研)	
勝俣英雄 (大林組)	
米澤健次 (大林組)	
大久保孝昭 (広島大学)	
清家 剛 (東大先端研)	
真田靖士 (大阪大学)	
向井智久 (建研)	
日比野陽 (広島大学)	
寺本篤史 (広島大学)	
林 和宏(豊橋技科大)	

5

首都圏レジリエンスプロジェクト  
Tokyo Metropolitan Resilience Project

平成30年度 第3回学芸シンポジウム 「災害減災と作る建物に求められる耐震性能」 2018.12.08

Subject List  
Tokyo Metropolitan Resilience Project - 2018  
災害減災と作る建物に求められる耐震性能  
17:45開演 18:00閉演

### E-Defense試験体の設計

床梁伏図

軸組図

地震応答解析結果

図 層せん断力と層間変形角の関係 荷重倍率1.5

- ・災害拠点として所要の性能を確保  
袖壁・たれ壁端部に**新構法**
- ・設置予定の内装  
天井・窓枠・外壁タイル

(図表 6)。天井に関しては、防犯技術を応用し、カメラ画像から天井裏の損傷状況を把握できないかということを検討しています(図表 7)。

構造の被害をセンサーを使って把握するというのは、10年以上の研究の歴史があるので、ある程度可能になってきていますが、非構造の被害の把握に関してはまだチャレンジングな部分があります。この振動台実験による研究では、非構造と構造の両方の被害をセンサーにより判定し、それを統合し、トータルで建物全

6

**非破壊試験を用いたタイルの剥離検知技術の開発**

広島大学：大久保・寺本，東京大学：清家

**試験体概要**  
1800mm\*1800mm\*200mmの耐震壁  
主要工法2種類（弾性接着剤，モルタル）  
タイル寸法2種類（220\*60\*15mm，45\*95\*7mm）




・水平載荷を実施  
・異なる損傷量時において、以下の非破壊試験及び試験体裏面を使用してひび割れ観察

打音    光ファイバーセンサ    パイゲージ  
 サーモグラフィ    加速度センサ    画像解析    三次元計測

・非破壊試験におけるタイルの剥離、剥落の検知可能性の検証  
→ E-ディフェンス実験時の非破壊試験の選定

・ひび割れ性状からタイルの剥離可能性を推定する手法の提案  
→ 構造部材の損傷からタイルの接着一体性の劣化予測

7

**画像を用いた非構造部材の損傷把握技術の開発**

①画像解析による天井板落下検知

- 撮影した画像を用いてマーカーの変位を測定
  - ✓ 変位検出対象にマーカーを取り付けて画像データ差分にて位置ずれを検知する
  - ✓ 画像から算出するマーカー変位量と、実際の変位量と比較する実験を実施。

