

第2部 デ活およびプロジェクトにおける本年度の成果と注目研究 サブプロc「非構造部材を含む崩壊余裕度に関するデータ収集・整備」

(講演者) 西谷 章 (防災科研 首都圏レジリエンスプロジェクトサブプロc統括/
早稲田大学 教授)

梶原 浩一 (防災科研 首都圏レジリエンスプロジェクト サブc統括)

(司会) サブプロcの発表者につきましても、プログラムから少し変わっています。兵庫県三木市にある防災科研 E-ディフェンスからの長距離移動は控えさせていただきます、サブプロc統括の西谷章よりご報告します。

1.サブプロcの課題

サブプロcのタイトルは「予防力の向上を目指す」で、課題が五つあります(図表1)。最大の目的は、三木市にある通称 E-ディフェンスという世界最大の振動台を有効活用し、4種類の実物大の建物で、なるべく現実に近い状況を想定した実験を行い、壊れるときにどのようなデータが取れるかを把握することで、今後このようなデータが取れたら壊れる寸前である、このようなデータが取れているならまだまだ使えるということをはっきりとすることです。5年あるうちの2年目、3年目、4年目、5年目に実験を行います。今年は3年目が終わったので、二つの実験が終わっています。



1

課題1「簡易・広域センシングを用いた広域被害推定・危険度判定」では、木造密集地に建っている3階建ての木造建物の実験を2年目に行いました(図表2)。

課題2「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」では、防災拠点となり得るような鉄筋コンクリートの建物の実験を3年目に行いました。

課題3「災害時重要施設の高機能設備性能評価と機能損失判定」は、2020年度に実験を行います。鉄骨の病院を想定して、なるべく本物に近くなるように、建物の中にベッドや医療機器などを入れます。さらに、病院は天井の配管が特殊で、いざというときに簡単に壊れてしまわないようにしっかりした配管になっています。そのようなことも踏まえて実物に近いものをつくり、実験を行います。

課題4「室内空間における機能維持」では、室内に焦点を当てた実験を5年目に行います。家具が壊れたり、倒れたり、飛んだりすると、構造体がいくらしっかりしていても全く使い物になりませんし、場合によっては人が亡くなることもあるので、その辺を明らかにしようというのが課題4です。

課題5「データ収集・整備と被害推定システム構築のためのデータ管理・利活用検討」は、課題1~4とサブプロc全体の統括的な機能を備えたグループです。実験を行うに当たってどのようなセンサーを共通して付ければいいのかを考え、各課題のグループと協力して、センサー設置等の計画を立てています。



2.課題 1：簡易・広域センシングを用いた広域被害把握・危険度判定

図表 3は、木造 3 階建ての実験の様子です。片方は基礎もしっかりつくりました。実際の建物は、土の基礎の上にコンクリートの基礎があり、その上に載っています。それを再現したため、片方は少し高めになっています。図表 4は建物内部の写真です。



3.課題 2：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

図表 5、6は鉄筋コンクリート建物の実験の様子です。実験後は図表 7のように、ひび割れはしましたが、震度 6 強のかなり強い地震でもほとんどびくともしないことが分かりました。この後、この少し弱くなった建物に、もう 1 段強めの地震の揺れを与えてみましたが、それでも壊れずに建っていました。1 回目の震度 6 強ではかなり大丈夫で、2 回目も建ち続けていて、使い物にならないほど壊滅的にはなりませんでした。

5

課題② 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
令和元年度 鉄筋コンクリート造行政庁舎建物のE-ディフェンス実験を実施

- ✓ 種々のセンサから、建物の崩壊余裕度や継続使用の可否等を即座に判定
- ✓ 災害拠点建物に付与すべき耐震性能と、その設計法の妥当性を検証
- ✓ 試験体は構造躯体のみならず設備・非構造部材をも再現

新工法を適用した災害拠点建物試験体

6

告示波160%加振(JMA神戸NS位相):震度7相当

7

構造・非構造の地震損傷を再現し、データを収集

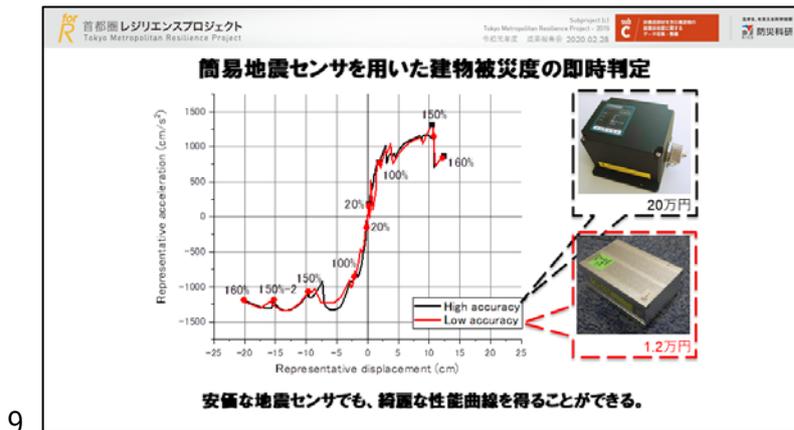
図表 8は、そのときの計測結果です。この結果を見せずに、どのような建物かという情報だけ与えて、こういう地震が来たときはこれだけ揺れるということを競争して解析して答えを出してもらうブラインド解析コンペを実施しています。20%、100%、150%の地震が来たときに、どれくらい揺れるかということ計算して答えてもらうテストです。

図表 9は、鉄筋コンクリートの3階建て建物の、例えば2階の真ん中、3階の一番上など、ある1点に着目して力と変形の関係をプロットした図です。ここに書いてある150%というのは、防災拠点になり得る建物であればそこそこしっかり建っていてほしい部分です。先ほど1段階強めの揺れを与えたと言ったのは160%です。150%までは力が落ちることなくしっかり建っていることを証明している結果になっています。しかし、少し弱っているところに160%の揺れが来ると、がくんと落ちていきます。これは現状ではやむを得ない結果だと思えます。

8

実験結果:最大加速度、最大層間変形角						
	1F		2F		3F	
	最大加速度 (cm/sec ²)	最大層間 変形角	最大加速度 (cm/sec ²)	最大層間 変形角	最大加速度 (cm/sec ²)	最大層間 変形角
20%						
100%	ブラインド解析コンペ実施中につき非公開					
150%						
150%	1,245	1/43	1,434	1/45	1,619	1/92
160%	1,079	1/29	1,382	1/30	1,590	1/59

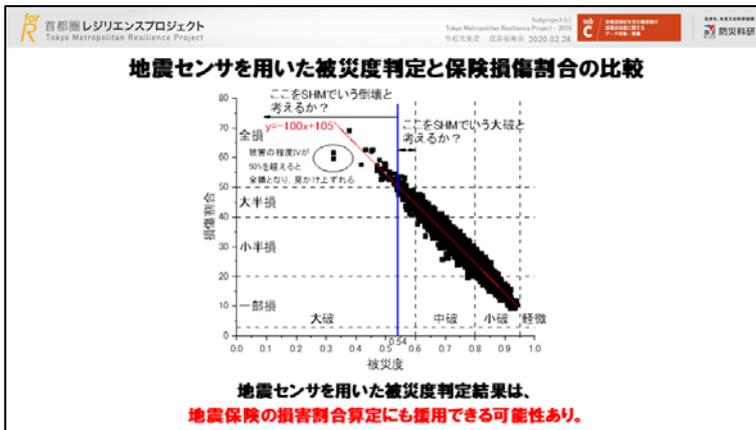
告示波150%加振では、損傷は限定的で建物の継続使用も可能
告示波160%加振でも倒壊はしておらず、災害拠点として十分な耐震性能



図表 10は、大破、中破、小破、軽微が横軸になっています。これは構造技術者の判断基準です。縦軸の一部損、小半損、大半損、全損は、保険会社等の判定基準です。構造技術者の大破、中破、小破という判断が、保険の判断とほぼ対応しています。つまり、横軸のようなデータを構造技術者が保険会社に与えれば、保険会社はそれを地震保険の損害割合判定に援用して、現地に行かなくても縦軸の判断が可能になるのではないかとことを表しています。

光ファイバーセンサーを用いたタイルの落ち方の検証も行っています(図表 11)。

10



11



4.課題3：災害時重要施設の高機能設備性能評価と機能損失判定

図表 12、13は、病院の実験のイメージ図です。天井の配管等の要素実験も行っており、準備は着々と進んでいます。図表 14は要素実験の様子です。

12

課題③ 災害時重要施設の高機能設備性能評価と機能損失判定

令和2年度 鉄骨造病院建物のEーディフェンス実験を実施予定

- ✓ 災害時の機能低下要因を特定し、医療業務継続性の即時評価法を開発
- ✓ 医療機器設備を多配置した試験体で、非構造部材を含む崩壊余裕度を検証
- ✓ 医療関係者との協議を通じた医療機器選定、機能損失度評価方法の検討

外観損傷度を高める非主要構造部材の脆弱性

- 倉庫・設備庫などの事業継続性判定
- 使用可能領域と立ち入り禁止領域の即時判別
- モーションキャプチャを利用した非構造部材や医療機器の被害判定

医療機器と構内インフラの機能評価
- 軽微損傷防止異進性床材による移動量低減

免震棟
耐震棟
避難に異なる高層
客電力無停動ひずみ計測

◆ Eーディフェンス実験実施にむけて、試験体の設計、構造・非構造部材の要素実験、医療関係者との協議、損傷検知手法の検討を行った。

13

医療施設の診療科を再現

4F
3F

イメージ

14

2019年度 要素試験&モニタリング機器開発

段差を有する天井と機器の相互干渉評価実験

術中患者の体位が地震時挙動に与える影響評価

Lighting-920
Lighting-1375
AC-920
AC-1375

柱脚固定度の低下を評価するLPWA対応センシング手法の開発

Damage Index (%)

Damage Level

CB1...
CB5...

5.課題 4：室内空間における機能維持性能の検証

図表 15は、室内空間を再現した E-ディフェンス実験です。5 年目に行く予定です。コンピューターであらかじめ家具を分類し、揺れている最中にそれぞれの揺れを追いかけ、地震が治まったときに、どれくらい動いたかを表現できるようになっています。まだ見せ方が成熟していませんが、動いたものを太い線で強調するように直せば、かなり使えるのではないかと考えています。

6.課題 5：データ収集・整備と被害推定システム構築のためのデータ管理・利活用検討

課題 5 では、課題 1～4 と協力して、実験データを総合し、なるべく短時間で、どの建物はどれくらい余裕度があるか、どの建物がまだ使えるのか、どの建物はもう使わない方がいいのかということの評価するシステムを構築しようとしています（図表 16）。

15

16