

## 長周期地震動による超高層建築の応答・損傷予測アプリの有効性に関する研究

DA16081 角田光矩

### 1. はじめに

近年、南海トラフ地震等の長周期地震動による超高層建築への被害が懸念されており、防災・減災のための事前のハード対策だけでなく、地震後に速やかに揺れや被害状況を把握し、適切な対応行動を可能とする事後のソフト的な対応策の推進が求められている。2018 年度より工学院大学新宿校舎（28 階建て S 造）を対象として、防災科学技術研究所から得られた長周期地震動の予測・観測情報をもとに、各階の長周期地震動階級・層間変形角等の推定結果をタブレット端末に通知する等により、適切な初動対応を支援するシステム開発を行っている。本研究では、2018 年度に開発した超高層建築の応答・損傷予測アプリ「びるゆれコール」の導入についての改善点の洗い出しを行う。

### 2. 超高層建築の応答・損傷予測アプリ「びるゆれコール」

図 1 に 2018 年度版の「びるゆれコール」の概念図を示す。まずアプリ側サーバには事前に対象建物の構造種別や階数、固有周期・刺激関数・減衰定数、さらに被害程度の判断基準値（構造的被害の基準となる層間変形角、および、室内被害の基準値となる震度・長周期地震動階級など）の情報を登録しておく。次にアプリ側サーバは常に防災科研の長周期地震動指標 API により予測・観測情報をモニタリングしており、地震時には対象サイトの応答スペクトル等の情報を速やかに入手する。ここで予測情報とは、気象庁による緊急地震速報（震源データ）と長周期地震動の強震動予測式を用いて、250m メッシュごとに長周期地震動階級や絶対速度応答スペクトル等の情報である。一方、観測情報とは K-Net 等による最寄りの観測データによる同様な情報である。

一方、対象となる超高層建築の応答・損傷予測として、地震時に更新される最新の予測・観測情報を用いて、建物各階の最大応答値や長周期地震動階級・震度（相当値）、層間変形角等の推定値をサーバにて計算し、その結果をタブレット端末に通知する。建物各階の応答値は、予測・観測情報による絶対速度応答スペクトルから応答スペクトル法よりサーバ側で計算する。今回対象としている工学院大学新宿校舎の 1~3 次の固有周期が約 3, 1, 0.5 秒であり、提供される長周期地

震動の最小周期が 1.6 秒であるため、ここでは 1 次モードのみで計算を行う。刺激関数等は文献 1) の経験式を用い、減衰定数は 3%とした。

計算された建物の応答推定値は、タブレット端末でのクライアント側アプリに自動的に表示・更新される。図 2 は予測情報受信時の画面の一例であり、受信者がいる階（低中高層階）に対応した長周期地震動階級・震度、揺れの到達予測時間、想定される層間変形角と震度等による構造・室内被害程度と、事前に計画した望まれる対応行動を促すメッセージが表示される（現在、震度は地表震度のみ表示）。さらに観測情報受信時にも同様な情報が自動的に表示される。一方、図 3 は管理者用アプリの画面である。サーバにアクセスすることで、過去 3 日分の全ての予測・観測情報による応答推定値を確認し、初動対応に活用することができる。

### 3. ワークショップの実施

2019 年 12 月 12 日に工学院大学新宿キャンパス 13 階会議室にて、「びるゆれコール」の利活用のためのワークショップが行われた。参加者は工学院大学総務部より 1 名、防災センターより 1 名、研究室、開発側より 6 名の計 8 名で行われた。このワークショップでは、「びるゆれコール」の開発目的の説明、使用方法の説明、使用訓練、最後に質疑、アンケートが行われた。開始時にもアンケートをとり、ワークショップを通じて、長周期地震動、長周期地震動階級については理解をすることができたという意見を頂くことができた。しかし、層間変形角についてはあまりよくわからなかったという意見が 2 名から出ていた。アプリの使用に際して、層間変形角の理解は必須ではないため、直近の課題ではないと判断した。

アンケートを行った結果見えてきたのは、「びるゆれコール」の有効性については、2 名とも好評であったということだ。どのように有効であるか、という質問に対して、「発災の予報を聞き、初動対応に役立てることができる。」「事前の防災対策や訓練に活かすことができる」など、事前の準備と発災直後の初動対応に活用できると開発側の目的を理解できていると思われる意見が多かった。

改善点もいくつか見つかった。まずは、使いやすさについ

では、ワークショップだけではなんともいえないという意見が2名とも上がっていた。そのため、現在試験的に利用してもらっているのですが、地震が発生した際にはヒアリングに伺い、使用性の面でも意見をまとめていく必要がある。また、端末の設定によっては、通知音が小さく、警報が鳴っても気づかない可能性を指摘された。そのため、本格的な導入をする際には端末の設定にも留意して設置する必要があると考えた。

#### 4. 今後の課題

試験的に導入してから大きな地震が発生していないため、地震が起きた際に使用性やその他気づいたことなどをヒアリングに伺う必要がある。そうして見つかった改善点をさらに取り入れることでより実践的なアプリの開発をすることができると思う。

直近3日間で発生した地震のうち、以下の情報を画面の上部に表示。

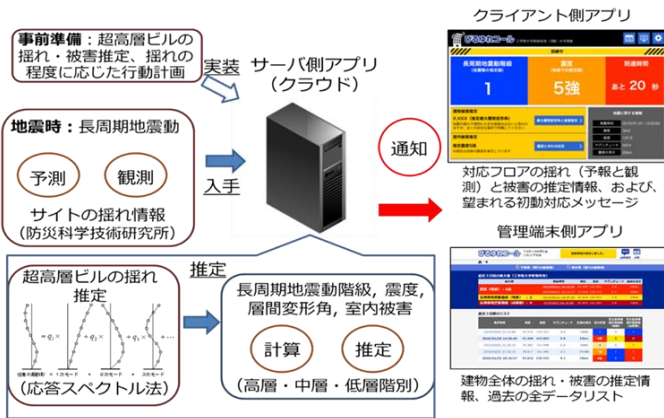
- 最大震度（地表）
- 最大長周期地震動階級（地表）
- 最大長周期地震動階級（高層階）



直近3日間で発生した地震のうち以下の条件のいずれかに合致する情報を表示

- 最大震度が震度3以上
- 最大長周期地震動階級（地表）が長周期地震動階級1以上

図3：管理者側画面



図①：びるゆれコール概略図

#### 謝辞

本研究は、官民連携研究開発投資拡大プログラム（PRISM）に基づき、防災科研が主催している公募研究「長周期地震動に関する観測・予測情報の利活用技術開発に関する研究」として実施しています。またアプリ開発は、アールシーソリューション株式会社（代表取締役 栗山 章氏）により行われています。

#### 参考文献

- 1) 大宮憲司、久田嘉章、応答スペクトルを用いた超高層建築の簡易応答評価に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集（近畿）、pp.1011-1012、2014
- 2) 内閣府、南海トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動に関する報告、2015.12.2
- 3) 気象庁、長周期地震動に関する情報検討会・多様なニーズに対応する予測情報検討ワーキンググループ、報告書、2019
- 4) 防災科学技術研究所、陸海統合地震津波火山観測網「MOWLAS」（Monitoring of Waves on Land and Seafloor）



図2：クライアント側タブレット画面