

長周期地震動に対する超高層建築物等の安全対策に関する検討

大川 出¹⁾、斉藤 大樹¹⁾、佐藤 智美²⁾、佐藤 俊明³⁾、北村 春幸⁴⁾、鳥井 信吾⁵⁾、
辻 泰一⁶⁾、北村 佳久⁷⁾、藤田 聡⁸⁾、関谷 裕二⁹⁾、関 松太郎¹⁰⁾

概 要

超高層建築物や、一部の免震建築物は、建築基準法に基づく告示により定められた方法によって、耐震性能検証用の地震動時刻歴を作成し、それによる地震応答解析により、耐震性能のチェックを行うことになっている。近年、地震動予測手法の高度化や、観測データの蓄積により、わが国周辺の海溝域に生ずる巨大地震による長周期地震動の予測や被害想定などが行われている。これらの検討によると、推定された地震動は、地域によっては現在想定される同種建物用の設計用地震動レベルを超える可能性がある。

そのため、本検討では近年観測された多数の地震記録に基づいて、想定地震（連動型を含む）の地震規模や震源位置を用いて、設計用地震動の作成手法として、建設地の地震動スペクトルレベルや、位相特性を推定する実験式を作成しその有効性について検討した。この場合、長周期地震動の建築物への影響の観点から、各成分の継続時間特性も考慮できるモデルとしている。

さらに、実験式により近い将来に発生が想定される地震について、大都市圏の代表的地点での加速度応答スペクトルをもとめ、さらに当該地点での地震動時刻歴の作成を行った。

超高層建築物については、RC、鉄骨の別、建物高さの違いを考慮した解析モデルを合計 13 種類作成し、それぞれについて、前記長周期地震動による応答性状の検討を行った。

免震建築物についても、建築物の規模、建設年代、免震装置等の種類により 40 種類の解析モデルを作成し、地震応答解析を行い、応答性状の検討を行った。

また、建築設備としてエレベータ、エスカレータをとりあげ、その地震対策について最新の状況と課題の整理を行った。

- 1) 独立行政法人建築研究所, 2) (株) 大崎総合研究所, 3) 清水建設 (株) 技術研究所,
4) 東京理科大学理工学部, 5) (株) 日建設計構造設計部門, 6) 鹿島建設 (株) 建築設計本部,
7) 清水建設 (株) 設計本部, 8) 東京電機大学工学部, 9) (社) 日本エレベータ協会
((株) 日立製作所), 10) (財) 日本建築防災協会

STUDY ON THE SAFETY COUNTERMEASURES FOR SUPER-HIGH-RISE BUILDINGS ETC.
AGAINST THE LONG-PERIOD EARTHQUAKE GROUND MOTIONS

by

Izuru Okawa¹⁾, Taiki Saito¹⁾, Toshimi Satoh²⁾, Toshiaki Sato³⁾,
Haruyuki Kitamura⁴⁾, Shingo Torii⁵⁾, Yasukazu Tsuji⁶⁾, Yoshihisa Kitamura⁷⁾,
Satoshi Fujita⁸⁾, Yuji Sekiya⁹⁾, Matsutaro Seki¹⁰⁾

Summary

In Japan, the seismic performance of the super-high-rise buildings and the base-isolated buildings are to be checked through the response history analysis using the design earthquake motion time histories generated according to the method specified by the Building Standard Law.

Recently, a long-period ground motion simulation and its damage estimations due to large earthquake occurring in the subduction zones around Japan were conducted using the enhanced methodology with the accumulation of earthquake data. These attempt looks to show that the effect of the estimated earthquake ground motions are locally larger than what is legally assigned to specific sites.

In this study, an estimation techniques for determining the spectral and phase properties depending on the earthquake magnitude and the location of hypocenter were proposed based on the many recently recorded data nationwide. In formulating the time history properties, the duration time for time history was also taken into account. Using these techniques, ground motions at several locations in large cities for hypothetical large subduction zone earthquakes anticipated soon to occur in near future were simulated.

The response history analyses using these motions were conducted with variety of building models, considering the natural periods, the height of buildings, structural types, RC or Steel in case for super-high-rise buildings, construction time, types of isolation devices, etc. in case for base-isolated buildings.

In addition, some recent technology for earthquake countermeasures with the elevators was overviewed and new problems were picked up.

This work was conducted under the auspices of the Building Standard Maintenance Promotion Program by the Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism.

- 1) Building Research Institute, 2) Ohsaki Research Institute, Inc.,
3) Institute of Technology, Shimizu Corporation, 4) Tokyo University of Science,
5) Nikken Sekkei, Inc., 6) Kajima Corporation, 7) Shimizu Corporation,
8) Tokyo Denki University, 9) Hitachi Ltd., 10) Japan Building Disaster Prevention Association

謝 辞

本検討は、建築研究所と、平成 21 年度建築基準整備促進補助金事業の実施主体である株式会社大崎総合研究所、社団法人日本建築構造技術者協会、社団法人日本免震構造協会および財団法人日本建築防災協会との共同研究として実施されたものです。

検討の実施にあたっては、次頁以降に示す検討委員会を設置し、強震動研究や建築物の地震応答特性についての経験が豊富な研究者、技術者の方々からさまざまな貴重なご意見を頂戴しました。

検討委員会委員長として、成果のとりまとめにご協力をいただいた首都大学東京名誉教授西川孝夫先生および、同委員会委員の皆様には深甚なる謝意を表する次第です。

また、種々の建築物の応答性状につきましては、検討委員会・建物応答 WG 下に設置された超高層 SWG（事務局（社）：日本建築構造技術者協会）と免震 SWG（事務局：（社）日本免震構造協会）にて実施された地震応答解析結果に基づいています。

第 3 章における長周期地震動の解析においては、公表された観測記録を利用させていただきました。K-NET、KiK-net の地震記録については、独立行政法人防災科学技術研究所の観測記録を、JMA87 型、同 95 型の地震記録については、気象庁の観測記録を利用させていただきました。また、工学院大学の観測記録も利用させていただきました。さらに、地震調査研究推進本部から公表された長周期地震動予測地図試作版(平成 21 年 9 月)における公表データについても利用させていただきました。これらの機関および担当者の方々に深甚なる謝意を表する次第です。

以上、あわせて、ご協力いただいた皆様に、謝意を表します。

検討体制

本検討は、建築研究所と、(株)大崎総合研究所、(社)日本建築構造技術者協会、(社)日本免震構造協会および(財)日本建築防災協会との共同研究として、(財)日本建築防災協会に「長周期地震動の設定に関する検討委員会」及び各WG(「地震動WG」・「建物応答WG」)を設置して実施した。下記に委員会及び各WGの委員名簿を示す。

(所属、肩書きは平成22年3月末現在のものである)

長周期地震動に関する検討委員会委員名簿 (敬称略、順不同)

委員長	西川 孝夫	(社)日本免震構造協会会長：首都大学東京名誉教授
委員	岡田 恒男	(財)日本建築防災協会理事長：東京大学名誉教授
同	北村 春幸	東京理科大学理工学部建築学科教授
同	瀬瀬 一起	東京大学地震研究所地震火山災害部門教授
同	小鹿 紀英	(株)小堀鐸二研究所副所長
同	佐藤 俊明	清水建設(株)技術研究所原子力施設技術センター所長
同	勅使川原正臣	名古屋大学大学院環境学研究科都市環境学専攻教授
同	中島 正愛	京都大学防災研究所地震防災研究部門教授： (独)防災科学技術研究所兵庫耐震工学研究センター長
同	福和 伸夫	名古屋大学大学院環境学研究科教授
同	藤田 聡	東京電機大学工学部機械工学科教授
同	翠川 三郎	東京工業大学大学院総合理工学研究科教授
同	村上 雅也	(財)日本建築防災協会耐震改修支援センター長：千葉大学名誉教授
同	瀬尾 和大	(社)日本免震構造協会(東京工業大学大学院総合理工学研究科教授)
同	鳥井 信吾	(社)日本建築構造技術者協会((株)日建設計構造設計部門副代表)
同	佐藤 智美	(株)大崎総合研究所主席研究員
同	飯場 正紀	(独)建築研究所構造研究グループ長
同	五條 涉	(独)建築研究所住宅・都市研究グループ長
同	大川 出	(独)建築研究所構造研究グループ主席研究監
同	小山 信	(独)建築研究所国際地震工学センター上席研究員
同	斉藤 大樹	(独)建築研究所国際地震工学センター上席研究員
同	杉山 義孝	(財)日本建築防災協会専務理事
協力委員	杉藤 崇	国土交通省住宅局建築指導課建築物防災対策室長
同	西山 功	国土交通省国土技術政策総合研究所建築研究部長

同 地震動WG 委員名簿 (敬称略、順不同)

主査	大川 出	(前 掲)
委員	西川 孝夫	(前 掲)

同	北村 春幸	(前 掲)
同	久田 嘉章	工学院大学工学部建築学科教授
同	加藤 研一	(株)小堀鐸二研究所研究部統括部長
同	佐藤 俊明	(前 掲)
同	藤堂 正喜	戸田建設(株)技術研究所技術指導役
同	吉村 智昭	大成建設(株)技術センター建築技術研究所防災研究室主任研究員
同	長谷川 豊	(社)日本免震構造協会(オイレス工業(株)免制震事業部技術部主査)
同	辻 泰一	(社)日本建築構造技術者協会(鹿島建設(株)建築設計本部 構造設計統括グループ・グループリーダー)
同	佐藤 智美	(前 掲)
同	飯場 正紀	(前 掲)
同	小山 信	(前 掲)
同	斉藤 大樹	(前 掲)
同	片岡正次郎	国土交通省国土技術政策総合研究所 危機管理技術研究センター地震防災研究室主任研究官
協力委員	松井 康治	国土交通省住宅局建築指導課課長補佐
同	竹原 創平	国土交通省住宅局建築指導課構造係長
同	向井 昭義	国土交通省国土技術政策総合研究所建築新技術研究官
同	小豆畑達哉	国土交通省国土技術政策総合研究所建築研究部構造基準室長

同 建物応答WG 委員名簿 (敬称略、順不同)

主 査	斉藤 大樹	(前 掲)
委 員	西川 孝夫	(前 掲)
同	北村 春幸	(前 掲)
同	勅使川原正臣	(前 掲)
同	藤田 聡	(前 掲)
同	小鹿 紀英	(前 掲)
同	木村 雄一	大成建設(株)設計本部構造計画グループプロジェクトリーダー
同	関谷 裕二	(社)日本エレベーター協会昇降機耐震設計・施行指針検討WG委員
同	田村 和夫	清水建設(株)技術研究所副所長
同	三宅 辰哉	(株)日本システム設計代表取締役
同	北村 佳久	(社)日本免震構造協会 (清水建設(株)設計本部構造設計部3部グループ長)
同	鳥井 信吾	(前 掲)

同	大川 出	(前 掲)
同	森田 高市	(独)建築研究所構造研究グループ主任研究員
協力委員	松井 康治	(前 掲)
同	竹原 創平	(前 掲)
同	向井 昭義	(前 掲)
同	小豆畑達哉	(前 掲)
事務局	関 松太郎	(財)日本建築防災協会審議役
同	菊池 志郎	(財)日本建築防災協会企画調査部長
同	飯島 正也	(財)日本建築防災協会企画調査部課長