

建築研究資料

Building Research Data

No. 193

March 2019

東日本大震災における地震被害を踏まえた 吊り天井の基準の整備に資する検討

A Study on the Establishment of Standards of Suspended Ceilings
Based on Seismic Damage from the Great East Japan Earthquake

脇山善夫、石原直、元結正次郎、清家剛、坂本功、大宮幸、沖佑典
Yoshio WAKIYAMA, Tadashi ISHIHARA, Shojiro MOTOYUI,
Tsuyoshi SEIKE, Isao SAKAMOTO, Sachi OHMIYA, Yusuke OKI

国立研究開発法人 建築研究所

Published by
Building Research Institute
National Research and Development Agency, Japan

はしがき

東日本大震災では吊り天井の脱落等の被害が多数生じました。国土交通省の発表によれば、死者 5 名、負傷者 72 名以上、被害件数は約 2000 件判明、とされています。

震災直後の平成 23 年度建築基準整備促進事業の中で「地震被害を踏まえた非構造部材の基準の整備に資する検討」が（一社）建築性能基準推進協会を事業主体として実施されました。建築研究所は「地震被害を踏まえた非構造部材の耐震性に関する研究」を同年度に実施し、当該事業と共同研究（一部は技術指導）を行いました。内容は、被害状況の整理・分類と、基準のあり方の検討とに大きく分けられます。前者では被害状況把握のためのアンケートや現地調査を実施し、後者では対策を講ずるべき範囲、耐震的な仕様、設計用外力の設定、等を検討しました。学識経験者等からなる委員会を設置して内容に関して様々な観点からご意見をいただきながら検討が進められ、平成 24 年 3 月に当該事業としての報告書がまとめられました。

その成果をもとにして、平成 24 年度以降に国土交通省で技術基準が検討され、国土技術政策総合研究所が設置した建築構造基準検討委員会での審議等を経て、平成 24 年 7 月には「建築物における天井脱落対策試案」が公開されました。平成 25 年 7 月及び 8 月には「特定天井」に関する改正建築基準法施行令及び制定・改正された関連告示が公布され、平成 26 年 4 月から施行されています。公布直後の平成 25 年 9 月には技術基準の解説が公開され、告示等により具体的な運用方法、許容耐力を定めるための試験・評価法、設計事例などが示されました。また平成 25 年度の建築基準整備促進事業では特定天井の追加基準の検討が実施され、同様の経緯を経て平成 28 年 5 月に告示に追加されました。これらの検討段階においても建築研究所は主に技術的な面からの支援を行ってきました。

本資料は東日本大震災直後の平成 23 年度建築基準整備促進事業での検討の内容を記録として残して共有するためにまとめたものです。上述のとおり、本資料に示された成果を踏まえ、平成 24 年以降にも基準化に向けた様々な検討が実施され、本資料 6 章で記載されていた平成 23 年度末時点での課題の多くは技術的・行政的な追加検討を経て、解決・判断されています。

本資料が上記基準等の策定の背景を理解する一助となると共に、天井の耐震性を検討する上での参考資料となることを期待します。

末筆ながら、本資料の調査研究に携わられた方、ご協力いただいた方に厚く御礼申し上げます。

平成 31 年 3 月

国立研究開発法人建築研究所
理事長 緑川光正

東日本大震災における地震被害を踏まえた吊り天井の基準の整備に資する検討

脇山善夫*1、石原直*1、元結正次郎*2、清家剛*3、坂本功*4、大宮幸*5、沖佑典*6

概要

本資料は、東日本大震災における吊り天井の脱落被害を踏まえ、平成 23 年度の建築基準整備促進事業として実施された（イ）東日本大震災による被害状況の整理・分類、と（ロ）東日本大震災の被害状況を踏まえた基準のあり方の検討、の 2 つを基に一部を修正してまとめたものである。（イ）に関しては、アンケート調査や現地調査により東日本大震災における天井の脱落等の被害状況を把握するとともに、対策を考える上で着目すべき項目等をまとめている。（ロ）に関しては、対策の基本的な枠組みや対策を取るべき天井の重量・規模・高さについての検討、耐震的な仕様の検討、天井の設計用地震力の設定等に関する検討をまとめている。

（所属は検討当時の平成 23 年度のもの）

- *1 （独）建築研究所 主任研究員
- *2 東京工業大学大学院 教授
- *3 東京大学大学院 准教授
- *4 東京大学 名誉教授
- *5 （一社）建築性能基準推進協会

（平成 30 年度 所属）

- *6 国立研究開発法人建築研究所 研究員

A Study on the Establishment of Standards of Suspended Ceilings
Based on Seismic Damage from the Great East Japan Earthquake

by

Yoshio WAKIYAMA^{*1}, Tadashi ISHIHARA^{*1}, Shojiro MOTOYUI^{*2},
Tsuyoshi SEIKE^{*3}, Isao SAKAMOTO^{*4}, Sachi OHMIYA^{*5}, Yusuke OKI^{*6}

ABSTRACT

This report is a revised version of the report based on the Building Standards Promotion Project in FY 2011, which was implemented in light of the fall of suspended ceilings at the time of the Great East Japan Earthquake. The contents are as follows: (a) arrangement and classification of the damage situation caused by the earthquake; and (b) examination of the criteria based on the damage situation. For (a), we grasp the damage situation such as the fall of ceiling in the earthquake through a questionnaire survey and field surveys, and summarize the items that should be paid attention to in considering the measures. For (b), we consider the basic framework of countermeasures, the weight, size, and height of the ceiling to be taken a measure for, and summarize the studies on seismic specifications and the setting of seismic forces for design of ceilings.

(Affiliations are as of FY 2011)

*1 Building Research Institute

*2 Tokyo Institute of Technology

*3 The University of Tokyo

*4 Professor Emeritus, The University of Tokyo

*5 Building Performance Standardization Association

(Affiliation is as of FY 2018)

*6 Building Research Institute

目次

1. はじめに	1-1
2. 地震による天井の脱落被害	2-1
2.1 東日本大震災における天井脱落被害のアンケート調査	2-2
2.1.1 16都県の特定行政庁へのアンケート	2-2
2.1.2 (一社)日本建設業連合会へのアンケート調査	2-8
2.2 東日本大震災における天井脱落被害の現地調査	2-36
2.2.1 目的	2-36
2.2.2 調査対象	2-36
2.2.3 被害	2-37
2.2.4 現地被害調査のまとめ	2-37
2.3 近年の地震における天井脱落被害の文献等調査	2-89
2.4 地震による天井脱落被害に関するまとめ	2-90
3. 天井の耐震対策の検討	3-1
3.1 天井の耐震対策を考える際の基本的な枠組	3-1
3.2 天井の耐震対策の適用範囲	3-2
3.2.1 適用範囲の検討に用いる指標	3-2
3.2.2 天井脱落による危害の可能性	3-5
3.2.3 天井の耐震対策の適用範囲	3-6
4. 天井の耐震的な仕様の検討	4-1
4.1 用語の定義	4-1
4.1.1 天井面を支持する構成による分類	4-1
4.1.2 天井の仕上げ方法による分類	4-1
4.1.3 “在来工法による天井”の代替用語	4-1
4.1.4 システム天井	4-1
4.1.5 天井に関する用語、部材名称等の定義	4-2
4.2 対象とする範囲	4-4
4.3 耐久性	4-4
4.4 仕様1：長期荷重、地震荷重に対する仕様	4-4
4.4.1 吊り天井の鉛直方向の荷重の負担（長期荷重に対して）	4-4
4.4.2 吊り天井の鉛直方向の荷重の負担（地震荷重に対して）	4-4
4.4.3 地震時の水平方向の慣性力の負担	4-4
4.4.4 天井の縁切り	4-6
4.5 仕様2：フェイルセーフの仕様	4-7
5. 吊り天井の耐震性に関する計算方法の検討	5-1
5.1 許容応力度設計を前提とした吊り元の揺れの評価方法	5-3
5.1.1 背景と前提条件	5-3

5.1.2	1自由度系の床応答スペクトル	5-4
5.1.3	多自由度系への拡張	5-6
5.1.4	評価法の簡略化	5-11
5.2	吊り天井の固有周期及び許容耐力	5-18
5.2.1	在来工法天井の野縁方向	5-18
5.2.2	在来工法天井の野縁受け方向	5-20
5.2.3	耐震性に配慮した仕様の静的加力実験	5-24
5.2.4	座屈する場合の許容耐力	5-27
5.2.5	その他の吊り天井の固有周期と許容耐力	5-29
5.3	吊り天井の地震時挙動に関する検討	5-30
5.3.1	実験による吊り天井の地震時挙動の例	5-31
5.3.2	数値解析による検討	5-34
5章	参考文献	5-42
5章	付録	A5-1
A5.1	吊り元の揺れのエネルギースペクトル	A5-1
A5.2	構造種別ごとに固有周期を仮定した場合の水平震度	A5-3
A5.3	天井面の安定性および圧縮耐力	A5-4
5章	付録 参考文献	A5-10
6.	まとめと今後の課題	6-1
6.1	まとめ	6-1
6.2	今後の課題	6-3
6.3	追補	6-6