

## 5) - 2 天井の耐震設計に係るモデル化・諸元の設定方法等に 関する研究【基盤】

### Study on the method of the modeling and setting parameters of ceilings for seismic design

(研究期間 平成 24~25 年度)

建築生産研究グループ

Dept. of Production Engineering

構造研究グループ

Dept. of Structural Engineering

石原直

Tadashi Ishihara

喜々津仁密

Hitomitsu Kikitsu

福山洋

Hiroshi Fukuyama

Based on lots of damage in the Great East Japan Earthquake, the new standard for large ceilings has been established. At the time of start of this study, many items relating to the draft of the new standard was remained unclear and we need more technological information for the seismic design of ceilings. The aims of this study are to clear some topics about the draft and to investigate seismic ability of the alternative to the specification by the draft. In the first year, we investigated the technological background for seismic design, such as stress conditions of inclined ceilings, vertical seismic force for the design, and so on. In the second year, static and dynamic tests were carried out to evaluate the capacity and the design forces of ceilings without clearance to the surrounding walls.

#### 【研究目的及び経過】

東日本大震災での被害状況を踏まえ、建築基準法に基づく新たな天井の耐震基準が制定された<sup>1)</sup>。本研究の開始時には具体的な基準としてさらに検討を要する事項等が残されていた。また、新基準の運用に当たり、判断の根拠となる技術情報・資料の提示が必要と考えられた。さらにはパブリックコメント等を踏まえてやや特殊な耐震設計の検討も必要となっていた。

本研究では新たな天井の耐震基準及びその運用に資する技術資料の提示を目的としている。

平成 24 年度は基準案の明確化のための技術的背景の整理等を行った。平成 25 年度は基準原案に対するパブリックコメント等を踏まえ、周囲の壁等との間に隙間（クリアランス）のない天井の耐震性に関して種々の実験等を行った。いずれも建築基準整備促進事業の事業主体（平成 24 年度：（一社）建築性能基準推進協会、平成 25 年度：戸田建設）との共同研究として実施した。

#### 【研究内容】

平成 24 年度は、基準案の明確化のための技術的背景の整理（例えば、「上層階」等の区分、等）、構造躯体及び天井に勾配がある場合の応力状態の検討（図 1）、許容耐力設定のための試験・評価項目の整理、上下震度に関する検討（図 2）、海外基準の調査、等を行った。

平成 25 年度は、周囲の壁等との間に隙間（クリアランス）のない天井（図 3）の耐震性について検討した。大きくは耐力の検討と外力の検討に分けられる。耐力の

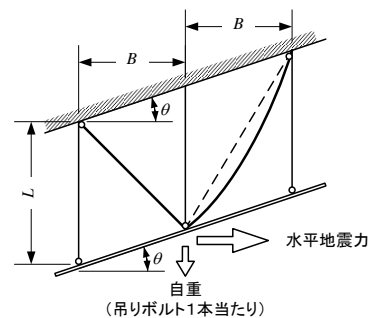


図 1 斜め天井の検討（模式図）

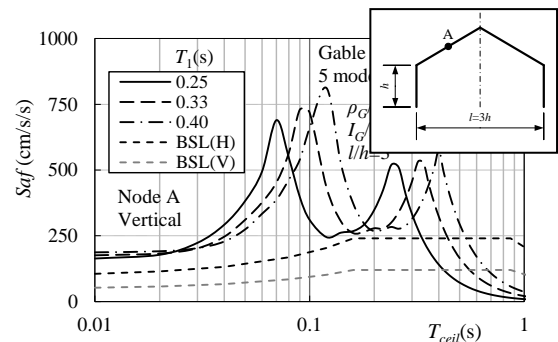


図 2 上下震度の評価例

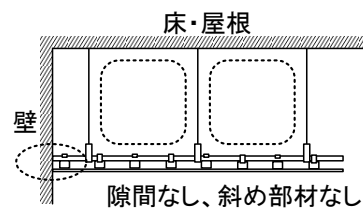


図 3 周囲に隙間（クリアランス）のない天井

検討では、静的実験として、面内圧縮実験（写真 1）や曲げ実験を実施した。面内圧縮実験では地震時の天井の慣性力を壁等で受ける際の天井の耐力等を明らかにした（図 4）。また、野縁等の下地を含む天井面の曲げ実験を行い座屈耐力評価用の曲げ剛性等も把握した。以上から、剛性・耐力等のモデル化・諸元の設定に関する実験データを収集・整理した。

外力の検討は動的实验として振動台実験（幅 2.12m×長さ 4.85m、等）（写真 2）や大規模天井の加振実験（幅 4.8m×長さ 16.5m）を実施した。隙間のない仕様とはいえ、施工誤差や天井自体の縮み等により不可避免的に生じる隙間により地震時には壁等と衝突することが想定されるため、衝撃的な外力に関する実験データを取得した（図 5）。動的实验では静的実験では生じなかった金物類の外れや緩みも観察された。実験は基準<sup>1)</sup>を上回るレベルでの加振までを行い、クリップの種類等に応じた地震時の破壊状況の違いも把握した（写真 3）。

また、非線形応答解析や、応答スペクトルと等価線形化による予測手法によって、周囲の壁等との衝突を含む実験結果の追跡を試みた。その結果、実験結果を一定の精度でシミュレートできることを確認し、モデル化・諸言の設定方法として示すことができた。

#### 【研究結果】

平成 24 年度は技術的背景の整理等を行い、その成果は、国土交通省から示された対策試案の技術基準原案（平成 24 年 7 月公開）及び政令・告示の制定・改正案（平成 25 年 2 月公開）に反映できた。

平成 25 年度は周囲の壁等との間に隙間のない天井の耐震性に関して、実験や解析等に基づいて設計上のモデル化を示すとともに、諸言の設定方法に関する実験データ等を整備することができた。また実験結果等から、平面規模がさほど大きくない水平な在来工法天井の場合には、接合部等に配慮すれば一定の耐震性を期待できることを明らかにした。成果の一部は既に日本建築学会で公表し<sup>2)</sup>、その他も公表予定<sup>3)</sup>である。

#### 【参考文献】

- 1) 平成 25 年国土交通省告示第 771 号「特定天井及び特定天井の構造耐力上安全な構造方法等を定める件」、ほか、2013.8
- 2) 稲井慎介、石原直、ほか：周囲にクリアランスのない吊り天井の耐震性に関する実験、日本建築学会関東支部研究報告集 I、2014.2
- 3) 石原直、ほか：周囲の壁等に慣性力を負担させる水平な在来工法天井の耐震性に関する実験的研究、日本建築学会大会学術講演梗概集（投稿中）

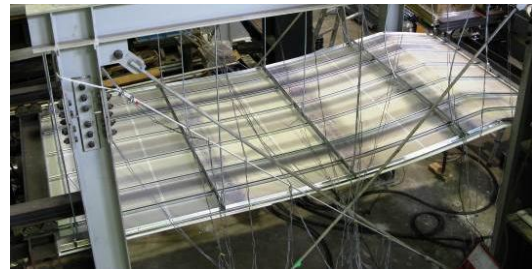


写真 1 面内圧縮実験（耐力の検討）

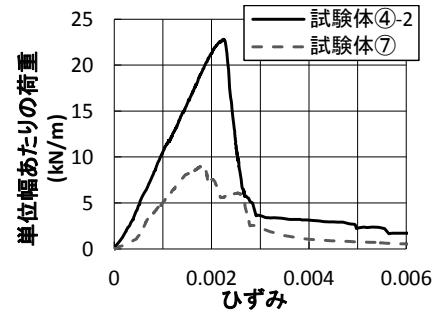


図 4 面内圧縮実験結果の例  
（懐の長さの異なる天井の比較）



写真 2 振動台実験（外力の検討）

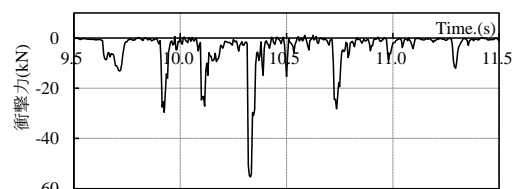


図 5 天井と壁（梁）との衝突による力の例



写真 3 クリップの外れによる天井面の落下  
（大規模天井の加振実験）