

2014.3.19 (水)

「防災・減災に向けた研究成果報告会～東日本大震災から3年～」

東日本大震災の教訓を 踏まえた建築分野の取組み

国土技術政策総合研究所

建築研究部、総合技術政策研究センター評価
システム研究室、危機管理技術研究センター

独立行政法人 建築研究所

構造研究グループ、建築生産研究グループ

発表者：(独)建築研究所 建築生産研究G
主任研究員 石原 直

1



内 容

1. 津波避難ビル
2. 長周期地震動
3. 宅地地盤の液状化
4. エスカレータの落下対策
5. 吊り天井の脱落対策

【津波①】津波避難ビルの構造上の要件整備に係る検討

津波に対し構造耐力上安全な建築物の設計法等
に係る**技術的助言**（平成23年11月17日）

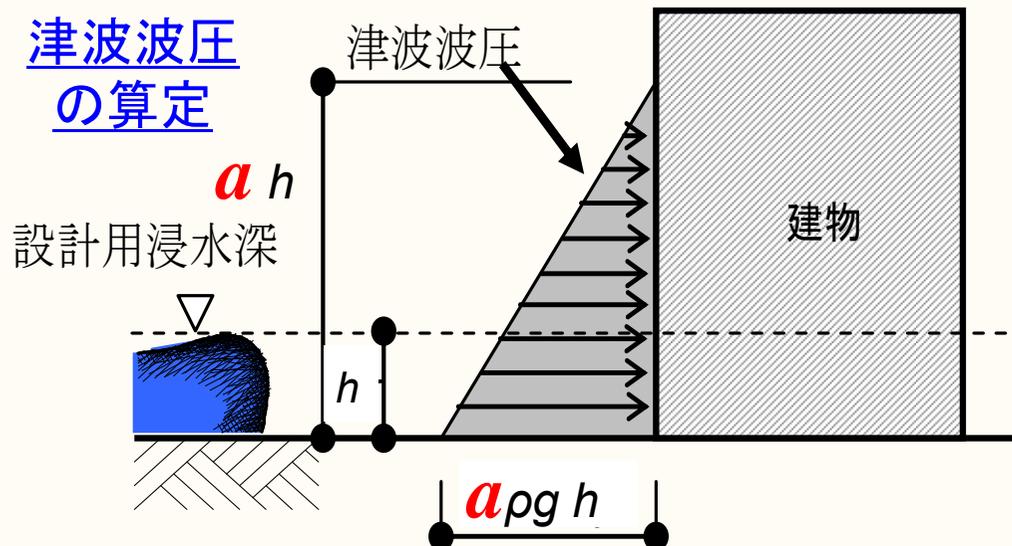
津波避難ビル等の構造上の要件に係る暫定指針

平23年度基整促「津波危険地域における建築基準等の整備に資する検討」（東京大学生産技術研究所・建築研究所の共同研究）にて得られた知見

津波防災地域づくりに関する法律
（平成23年12月27日施行）

平成23年国交告第1318号「津波浸水想定を設定する際に想定した津波に対して安全な構造方法を定める件」

津波波圧の算定

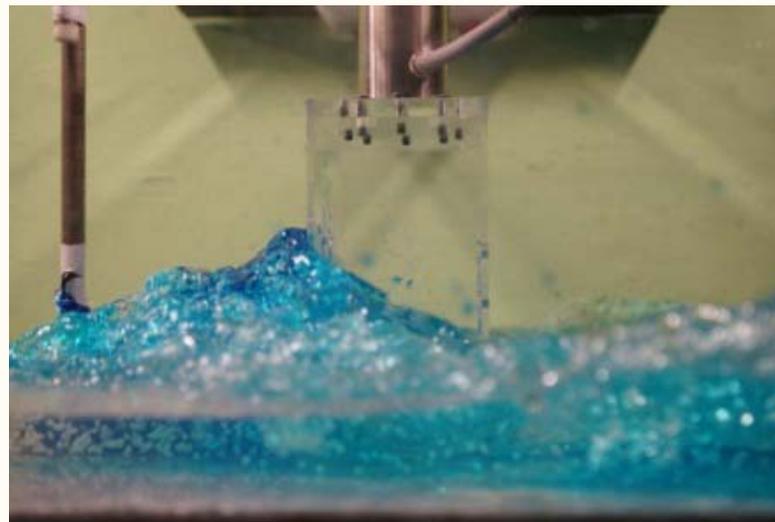
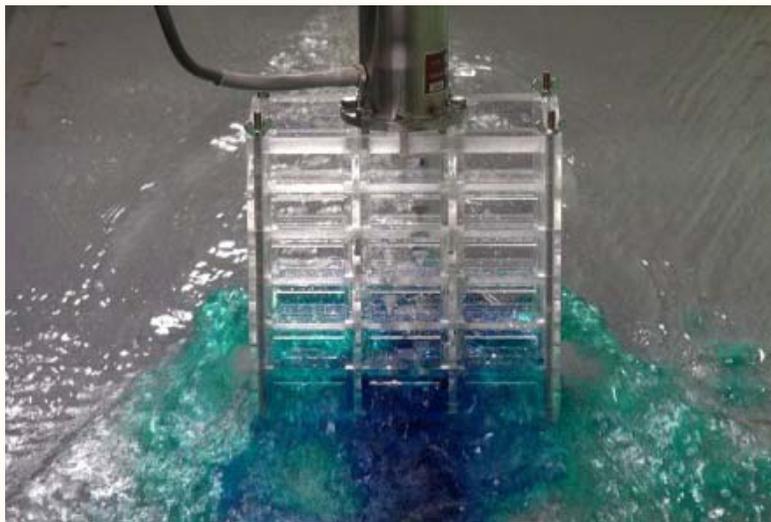


津波波圧を、設計用浸水深 h に水深係数 a を乗じた高さの静水圧として算定

| | 遮蔽物あり | | 遮蔽物なし |
|--------------|------------|----------|----------|
| 海岸や河川等からの距離 | 500m以遠 | 500m未満 | 距離によらず |
| 水深係数 a の設定 | 1.5 | 2 | 3 |

【津波②】津波避難ビル等の構造基準の合理化に係る検討

- 平成24～25年度 基整促課題「津波避難ビルの構造基準の合理化に資する検討」((一社)建築性能基準推進協会、東京大学生産技術研究所、鹿島建設(株)と建築研究所との共同研究)において、**水理実験**や**数値シミュレーション**の実施をとおして、主に以下の観点で**津波避難ビル等の構造基準の合理化**に資する検討を進めている。
 - ✓ 開口を有する建築物に作用する津波波力と浮力に関する検討
 - ✓ フールド数、遮へい物の高さ等の津波波力への影響に関する検討
 - ✓ 木造建築物の津波抵抗性能の向上に資する検討 など

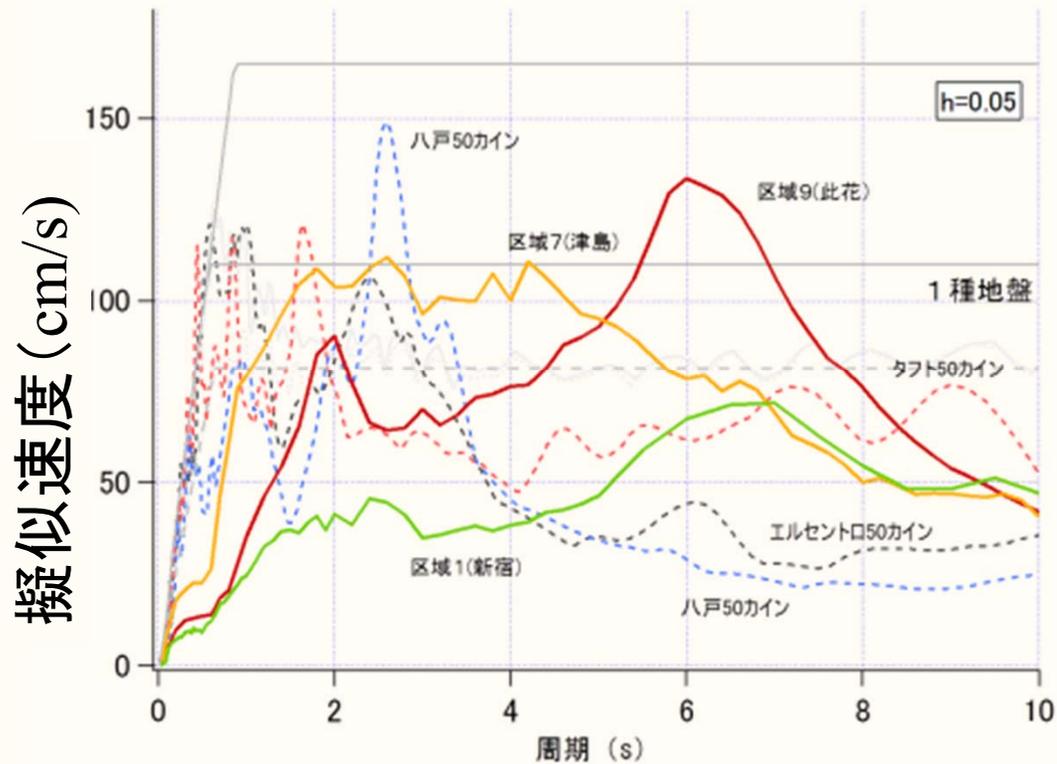


水理実験の実施例

【長周期地震動②】 取組みの概要

【建築物
応答】

【入力地震動】



超高層設計用地震動(点線)と対策試案波(実線)



RC造超高層の震動台実験



免震用鉛ダンパーの震動台実験₆

【長周期地震動③】 成果と今後の課題

成 果

【入力地震動】

- 「超高層建築物等における長周期 地震動への**対策試案**について(H22、国土交通省)」への反映
- 東日本大震災の強震データに基づき予測手法を改良

【建築物応答】

- RC造、鉄骨造、免震について、主に構造安全性に関する保有性能等の把握

今後の課題

- 内閣府等が検討中の南海トラフ巨大地震、首都直下地震の長周期地震動シミュレーション結果との比較・妥当性検討
- 首都直下地震による超高層建築物等の応答性状

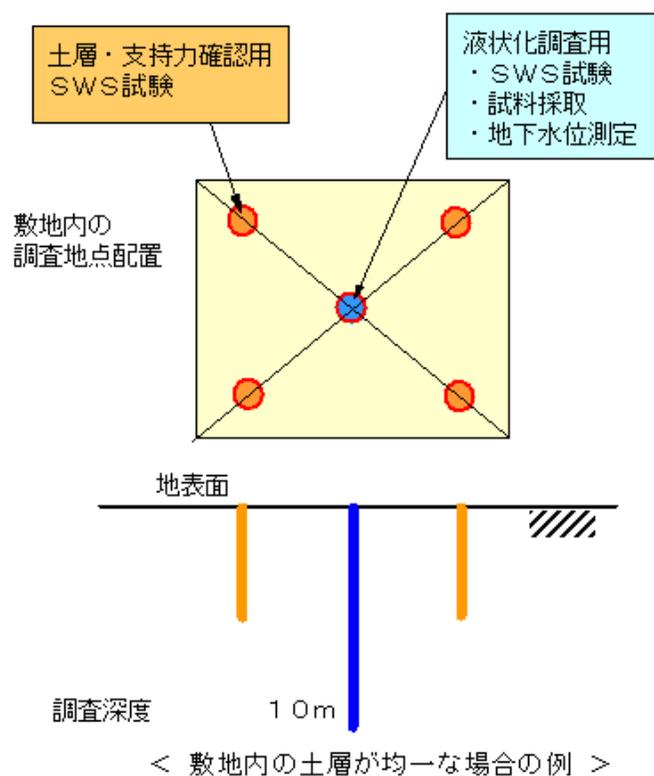
【宅地地盤の液状化①】 検討と成果

- ◎「住宅の液状化に関する情報の表示に係る基準の整備に資する検討」(平成23年度)
 - ・液状化予測手法の妥当性についての検討
 - ・地盤の液状化に関する情報表示についての検討
- ⇒ 「液状化に関する情報提供を含む住宅性能表示制度の改正について」(品確法、パブリックコメント済)
- ◎「小規模建築物に適用する簡易な液状化判定手法の検討」(平成24年度)
 - 小規模建築物で使用される安価なSWS試験でのFL法による液状化判定の可能性と手法の適用性に関する検討
 - ・SWS試験からの標準貫入試験のN値の推定
 - ・細粒分含有率や粘性土・砂質土の判定
 - ・地下水位の測定

【宅地地盤の液状化②】 簡易な液状化判定手法の提案1/2

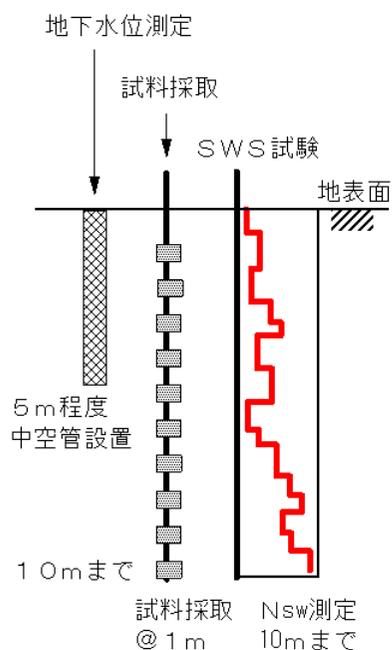
- ・ 液状化判定は，SWS試験による推定N値，計算 F_c ，測定地下水位を用いて，建築基礎構造設計指針に準拠したFL計算， D_{cy} 計算により行う。（現段階での知見に基づく提案）

戸建て住宅のSWS試験による調査



①調査深度：深度GL-10m

- ・ SWS試験(JIS)の適用深度
- ・ SWSサンプラーの採取可能深度
- ・ 液状化被災事例の適合性



②調査箇所数：戸建住宅 一敷地当たり原則1箇所 (土層が均一な場合)

③試料採取：深度GL-10m まで，1m毎

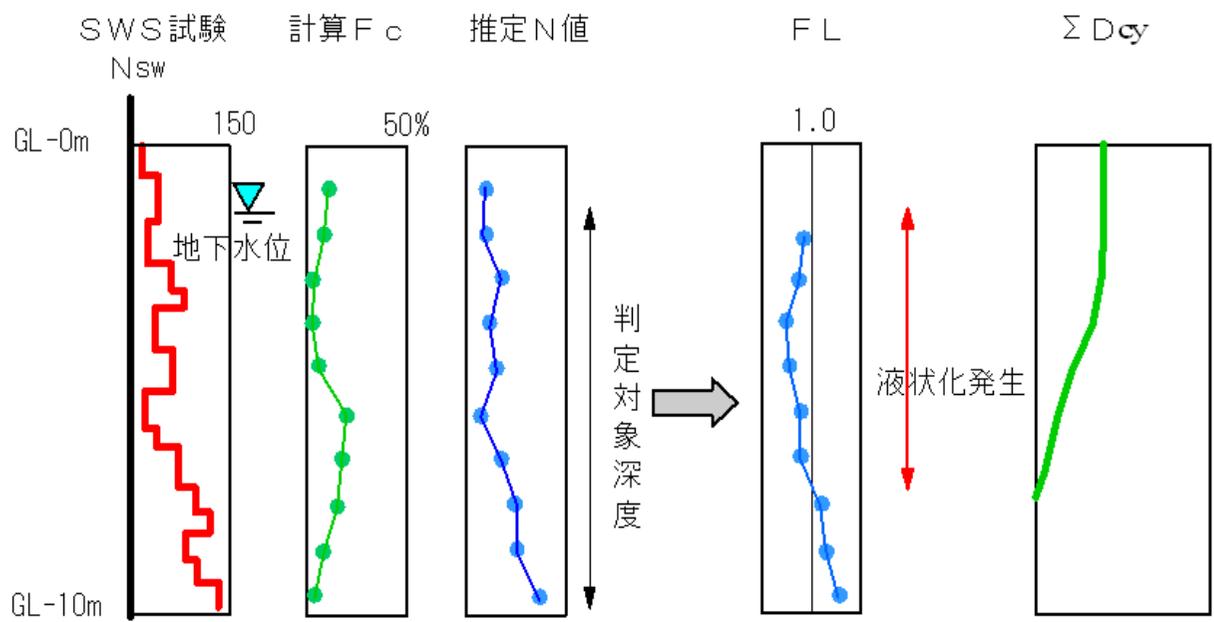
④細粒分含有率 SWS- F_c 採取試料の粒度試験(ふるい 分析試験)による

⑤地下水位：安定水位

【宅地地盤の液状化③】 簡易な液状化判定手法の提案2/2

- ⑥液状化判定用の細粒分「計算 F_c 」：SWS- F_c に補正計算を適用して算定
- ⑦推定N値：稲田式(砂)×0.8 による相関式から、1m毎に算定 (Nsw上限を150 とする、推定N値 ≤ 10)
- ⑧地震外力： $\alpha_{max}=200 \text{ gal}$ ， $M=7.5$ を想定 (L1地震動を想定，建築基礎指針・小規模指針[中地震 $\alpha_{max}=150 \sim 200\text{gal}$]との整合性を踏まえ安全側の判定を考慮)

液状化判定 ($FL \cdot D_{cy}$ 計算)



<液状化判定結果>
(建築基礎構造設計指針 準拠)

- ・ $FL \leq 1$: 液状化発生
 $FL > 1$: 非液状化
- ・ 液状化の程度区分
 $D_{cy} = 0 \text{ cm}$: 無し
 $D_{cy} = 5 \text{ cm}$ 以下 : 軽微
 $D_{cy} = 5 \sim 10\text{cm}$: 小
 $D_{cy} = 10 \sim 20\text{cm}$: 中
 $D_{cy} = 20 \sim 40\text{cm}$: 大
 $D_{cy} = 40\text{cm}$ 以上 : 甚大

【エスカレータ①】 被害と従来の指針

東日本大震災でのエスカレーター落下被害



仙台市幸町のショッピングセンター
(設計・施工 A社)



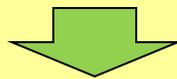
仙台市泉大沢のショッピングセンター
(設計・施工 B社)



郡山市のショッピングセンター
(設計・施工 C社)

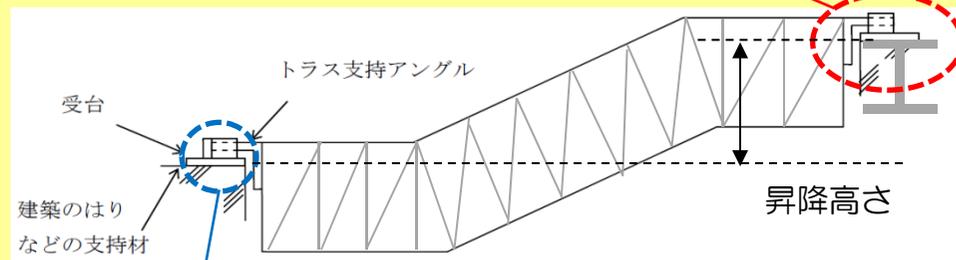
これまでのエスカレーターの耐震基準(業界指針)

東日本大震災においては、
「昇降機耐震設計・施工指針」(業界指針)に従って設計されたエスカレーターでも落下被害が発生



想定すべき建築物の層間変形角(指針では1/100)について見直しが必要

① 「昇降高さ× $1/100$ +2c m」以上の「かかり代」を設ける。



② 固定部の強度を計算により確保

【エスカレータ②】 検討と基準化

- H23年度建築基準整備促進事業による検討（国総研、建築研究所の技術協力）
- 国総研において、建築研究所の協力を得て、「エスカレーターの落下防止対策に係る技術基準原案」を作成（意見聴取 対策試案：H24年7～9月、告示案：H25年4～5月）
- 建築基準法に基づき、**新設エスカレーターへの基準適合を義務づけ**
（技術基準告示 H25年10月公布、H26年4月施行）

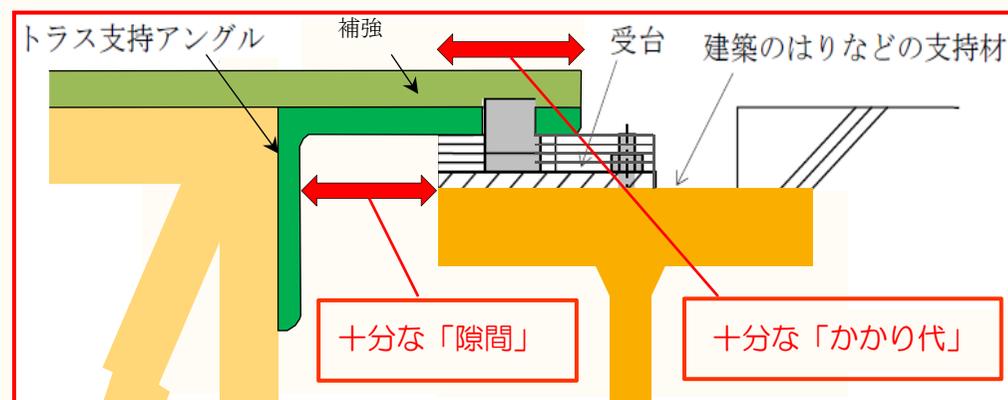
基準概要

1. 仕様ルート

①十分な「かかり代」の確保

②脱落防止措置

2. 大臣認定ルート



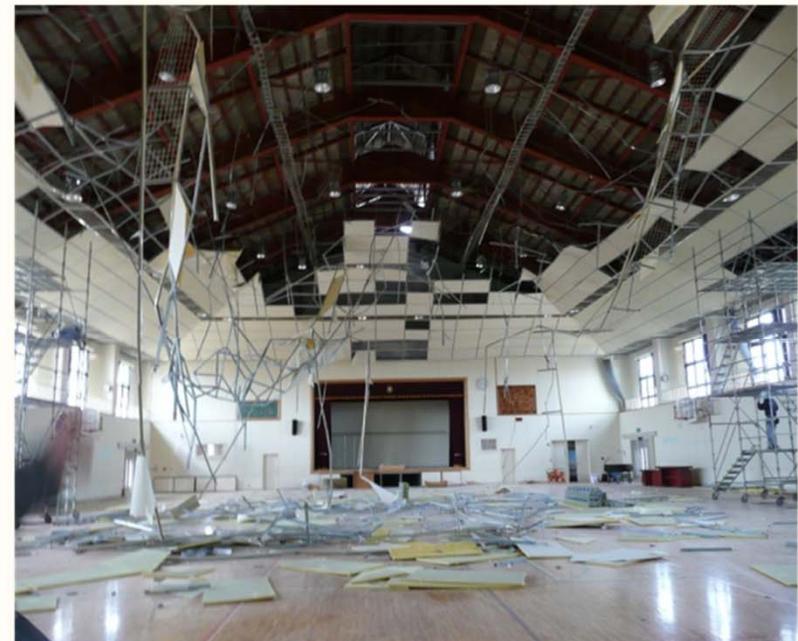
【天井①】 東日本大震災での脱落等の被害

■東日本大震災での天井脱落の被害

- 東日本大震災では、体育館、劇場、商業施設、工場などの大規模空間を有する建築物の天井について、比較的新しい建築物も含め、脱落する被害が多く見られた。
- 報道等によれば、天井の脱落等による人的被害は、死者5名、負傷者72名以上。また、被害件数は、(社)日本建設業連合会からの報告によれば、約2000件判明。



音楽ホールにおける天井の脱落



体育館における天井の脱落

国土交通省HPより

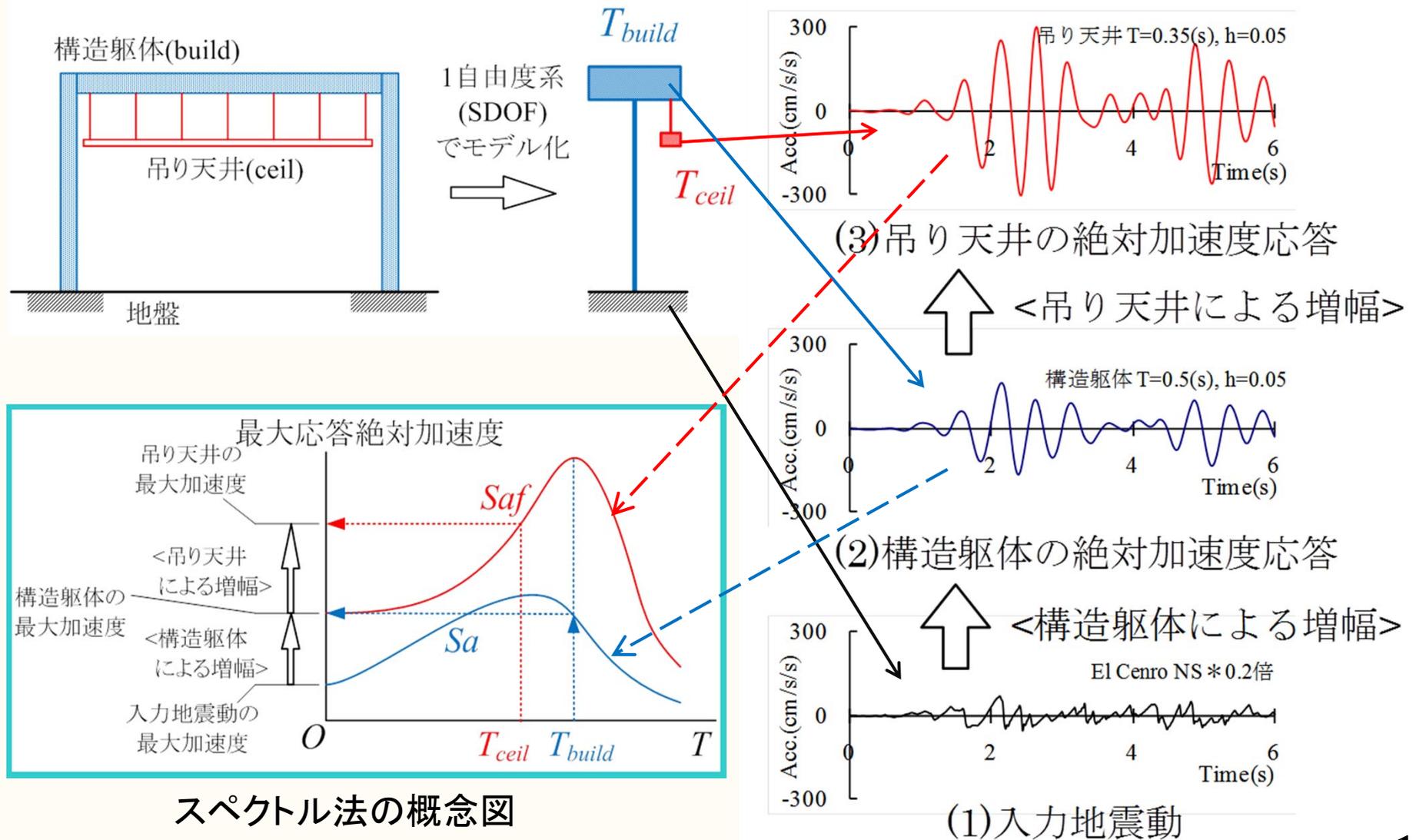


【天井②】 検討と基準化等の経緯(概要)

- (1) 平成23年度建築基準整備促進事業(2011春~2012/3)
一般社団法人 建築性能基準推進協会(建研との共同研究(一部は技術指導))
 - (2) 「建築物における天井脱落**対策試案**」(意見募集2012/7/31~9/15)
 - (3) 建築基準法施行令及び関連省令並びに関連告示の**制定・一部改正案**に関するご意見募集について(意見募集2013/2/28~3/29)
 - (4) 建築基準法施行令の一部を**改正する政令**について 閣議決定
2013/7/9、公布2013/7/12、施行 2014/4/1
 - (5) 関連告示の**制定・改正 公布**2013/8/5(官報 号外第170号)、施行
2014/4/1
- 「特定天井及び特定天井の構造耐力上安全な構造方法を定める件」(**平25国交告第771号**)、等
- (6) 解説書、設計例の作成 2013/6~2013/9

【天井③】 H23基準整備促進事業での検討の一例

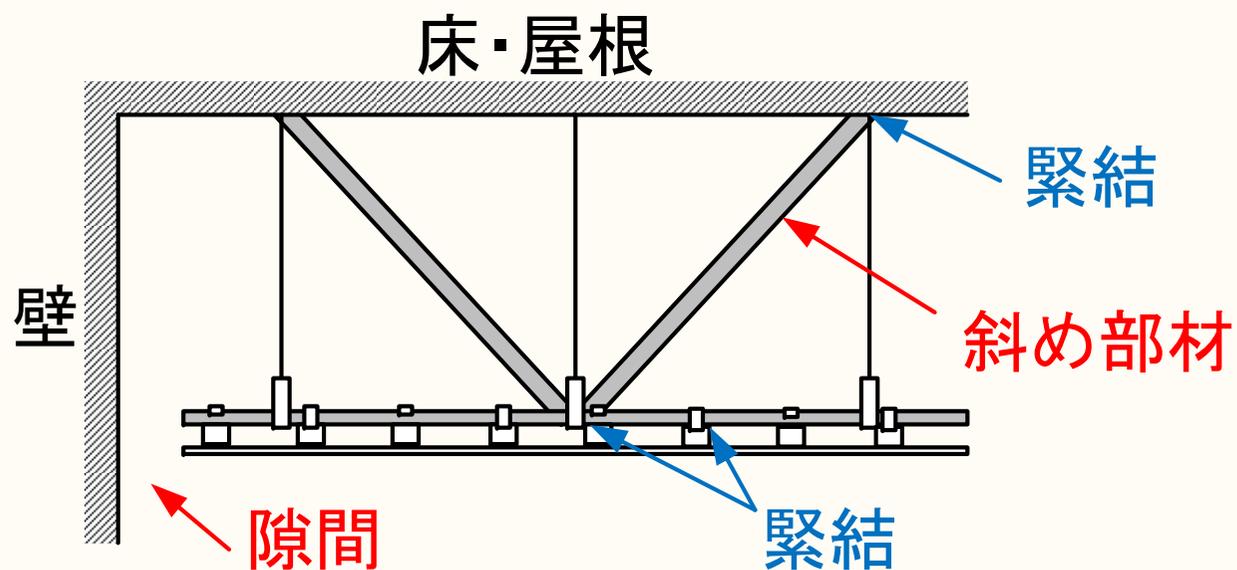
共振（応答の増幅）の概念



【天井③】 新基準の概要

対象： 特定天井（高さ6m超、かつ、面積200m²超、かつ、質量2kg/m²超の吊り天井）

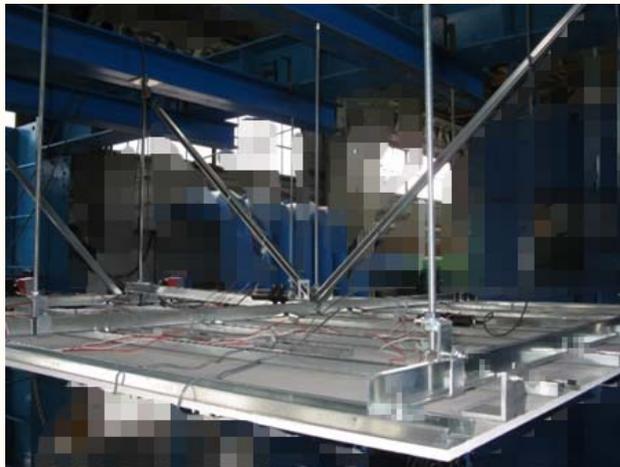
検証ルート：仕様ルート、計算ルート、大臣認定ルートのいずれかを選択



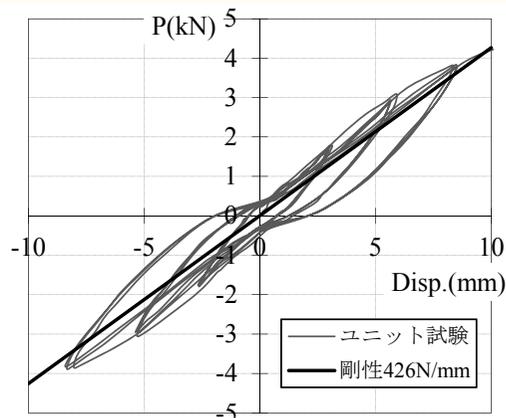
仕様の概要

【天井④】 解説書作成に伴う検討の例

試験法・評価法の整備



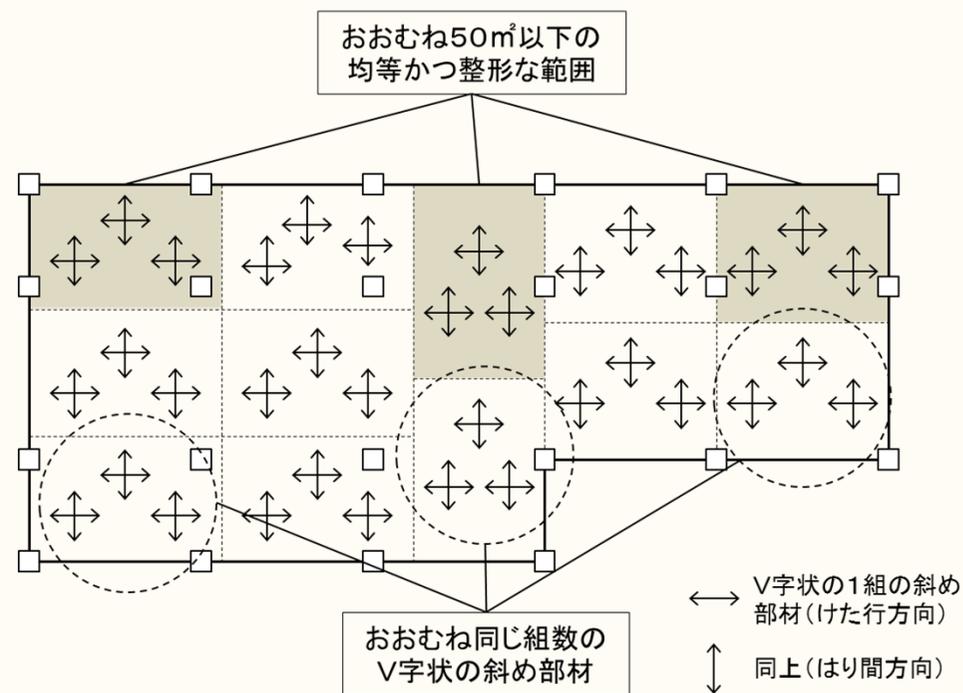
天井ユニットの試験体の例



ユニット試験の結果と接合部試験から計算された剛性の比較

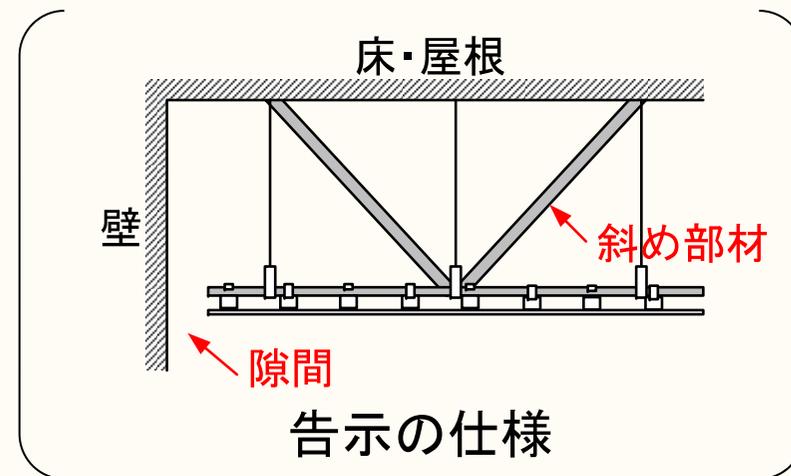
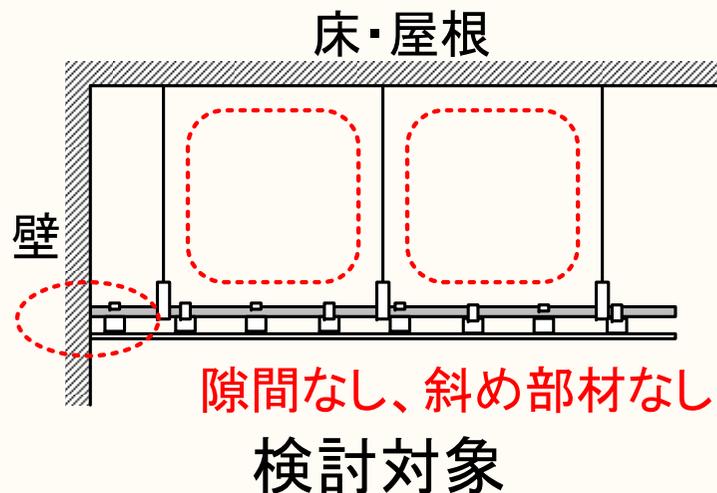
基準適合のための具体的な方法の検討例

「釣合いよく」
→ゾーニング



【天井⑤】 現在の取組み状況

壁等との間に隙間のない吊り天井の耐震性に関する検討 (H25建築基準整備促進事業)



静的面内圧縮試験による天井面の耐力評価



動的加振試験による衝突時衝撃力を含む外力等の評価