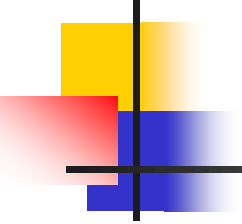


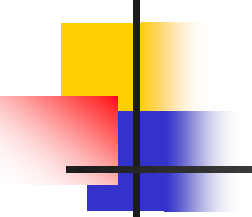
建築分野における基準整備等への取り組み

建築研究部長 向井昭義



建築研究部の取り組み

- 技術基準：構造、防火、環境・設備
- プロジェクト研究
- 建築物の天井脱落対策に係る技術基準
- 木造3階建て学校等の防火基準の検討



プロジェクト研究

- 地震動情報の高度化に対応した建築物の耐震性能評価技術の開発
- 再生可能エネルギーに着目した建築物の新技術導入に関する研究
- 木造3階建学校の火災安全性に関する研究
- 電力依存度低減に資する建築物の評価・設計技術の開発
- 災害拠点建築物の機能継続技術の開発

(プロジェクト研究)

地震動情報の高度化に対応した建築物の耐震性能評価技術の開発(H22～H25)

- 観測または予測された地震動の中には、現在の耐震設計で想定している設計用地震力のレベルを上回るものもある。
- 建築物に作用する地震力は、地表面上の地震動がそのまま建築物に入力するとみなした場合より、かなり低減する場合のあることが知られている。
- 建築物の地震観測記録を収集・分析して地表面の「地震動」と建築物に作用する「地震力」の関係を明らかにする。

(プロジェクト研究)

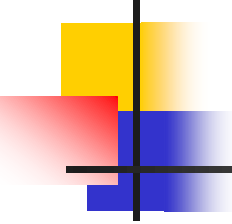
再生可能エネルギーに着目した建築物の新技术導入に関する研究(H23～H25)

- 再生可能エネルギーの地域潜在量、経済性、用途等を踏まえて、設備の種類や特徴を整理
- 再生可能エネルギーとして太陽光、地中熱等を取り上げ、モデル住宅内に機器を設置し、実証実験を行い、その結果等に基づいて、再生可能エネルギー利活用による省エネ効果を検討
- 再生可能エネルギー利活用施設の使用・保全に関する留意点の検討

(プロジェクト研究)

電力依存度低減に資する建築物の評価・設計技術の開発(H25～H27)

- 建築物の設備システムの工夫、特殊建材の導入など各種要素技術を総合して建築物の電力消費のピーク対策への効果を検証する。
- 建築物において電力消費のピークシフトの効果を評価する方法やピークシフトを最適化するための設計手法に係る技術開発を行う。



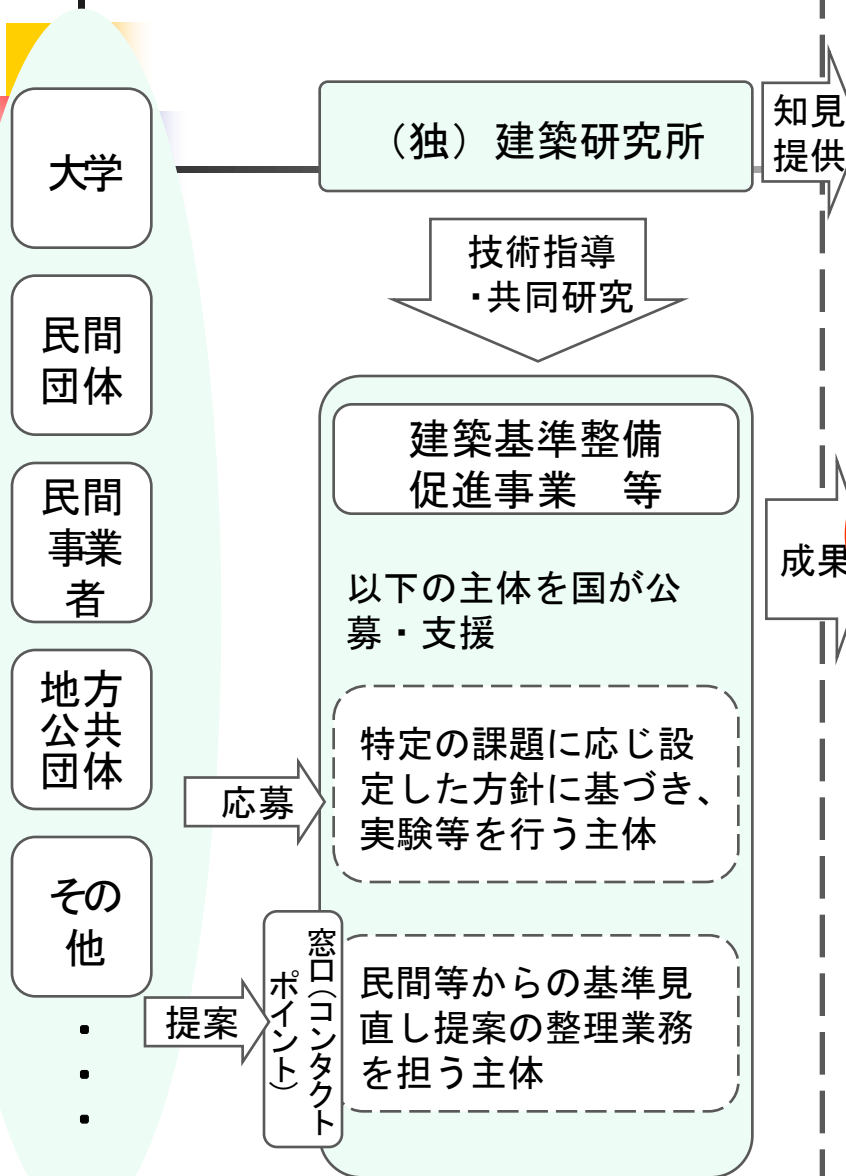
(プロジェクト研究)

災害拠点建築物の機能継続技術の開発 (H25～H28)

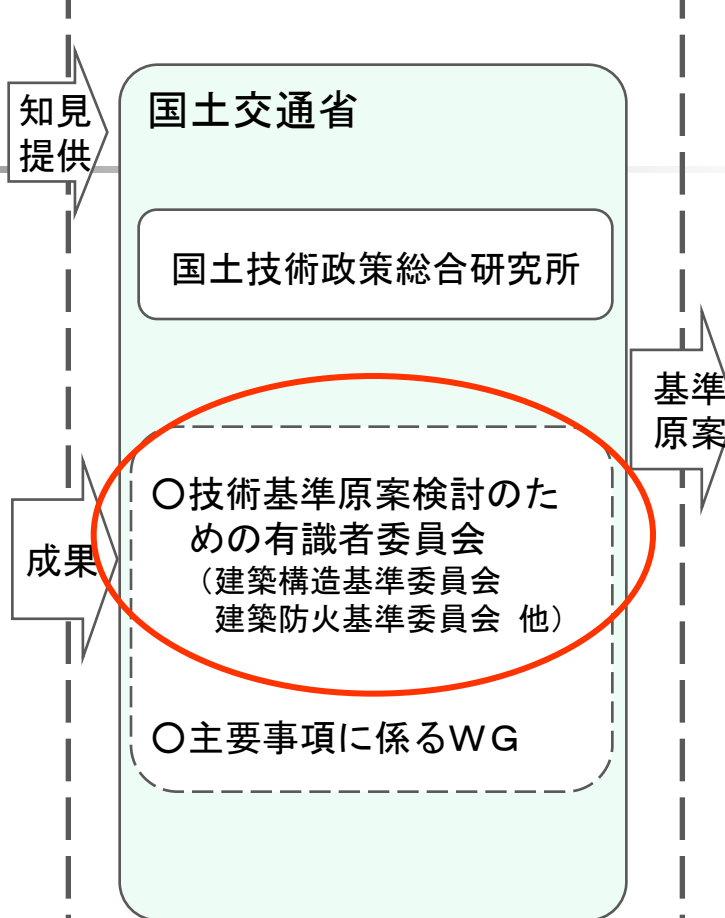
- 地震に対する非構造部材の損傷軽減方法、津波に対する構造安全性、竜巻飛来物等に対する外装材の性能等に関して新たな技術開発、評価方法の提案
- 災害発生後も直後から避難・応急復旧等の指示拠点となりうる災害拠点建築物の継続使用性を評価するガイドラインに反映

建築関連技術基準の検討体制

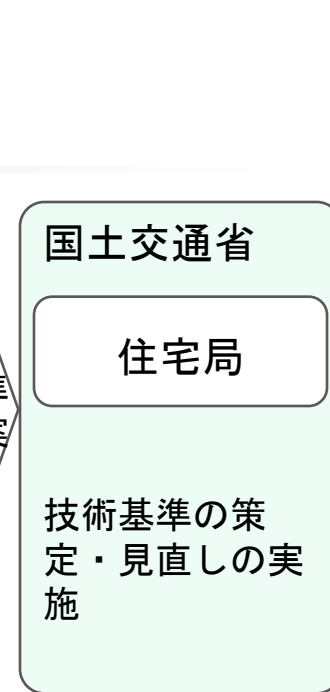
【大学等の知見活用】

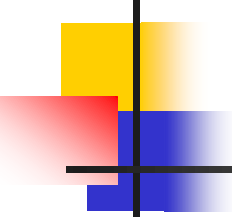


【基準原案作成】



【基準整備】





天井脱落対策に係る技術基準等

- 東日本大震災において多数の建築物で天井脱落被害
- 平成23年度建築基準整備促進事業の調査課題
- 建築構造基準委員会・STGにおいて技術基準原案の作成・審議
- 平成24年7月「建築物における天井脱落対策試案」意見募集
- 平成25年2月「建築基準法施行令及び関連省令の改正案並びに関連告示の制定・改正案」意見募集
- 平成25年7、8月 公布



体育館(在来工法の天井)の被害



体育館(システム天井)の被害



大規模ホールの被害 (坂本功氏提供)



空港ロビーの被害

新築の建築物

既存建築物

特定天井(脱落によって重大な危害を生ずるおそれがある天井)

〔6m超の高さにある、面積200㎡超、質量2kg/㎡超の吊り天井で人が日常利用する場所に設置されているもの〕

※その他の天井

- 吊り天井以外の天井
- 人に重大な危害を与えるおそれの低いもの。
 - ・高さ6m以下
 - ・面積200㎡以下
 - ・天井の質量が2kg/㎡以下
- 人に危害を与えるおそれがない場所に設置されているもの。
 - ・居室、廊下その他の人が日常利用する場所に設けられるものの以外の天井

(設計者の判断により安全を確保)

○以下のいずれかのルートを選択し検証。

中地震で天井が損傷しないことを検証

(これにより、中地震を超える一定の地震においても脱落の低減を図る。)

仕様ルート

耐震性等を考慮した天井の仕様に適合することで検証
(天井の質量2kg/㎡超20kg/㎡以下)

計算ルート

天井の耐震性等を構造計算で検証

大臣認定ルート

構造躯体の特性を時刻歴応答解析で検証する建築物について天井の耐震性等を検証

複雑な天井等仕様ルート及び計算ルートに適合しない天井の耐震性等を、実験及び数値計算で検証

水平方向の地震力に対し斜め部材等を配置し、周辺にクリアランスを確保

その他の方法によるもの

・今後、仕様ルート・計算ルートの追加(告示改正)により対応を検討

既存の特定天井

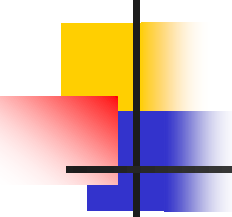
○新築時の基準または

落下防止措置

○天井が損傷しても落下しないような措置がなされているもの

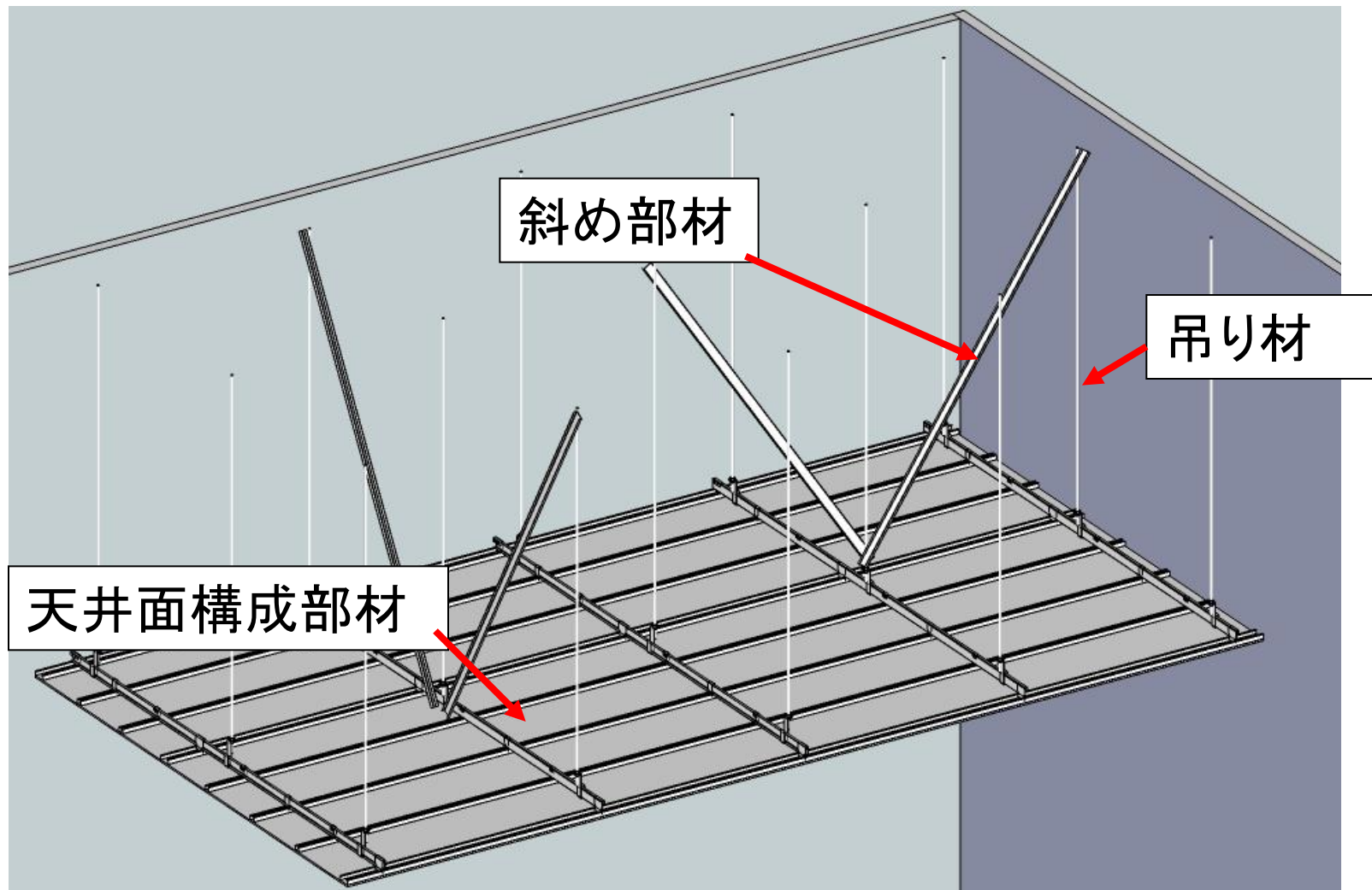
- ・ネットの設置
- ・天井をワイヤー等で吊る構造

※増改築時に適用できる基準として位置付け

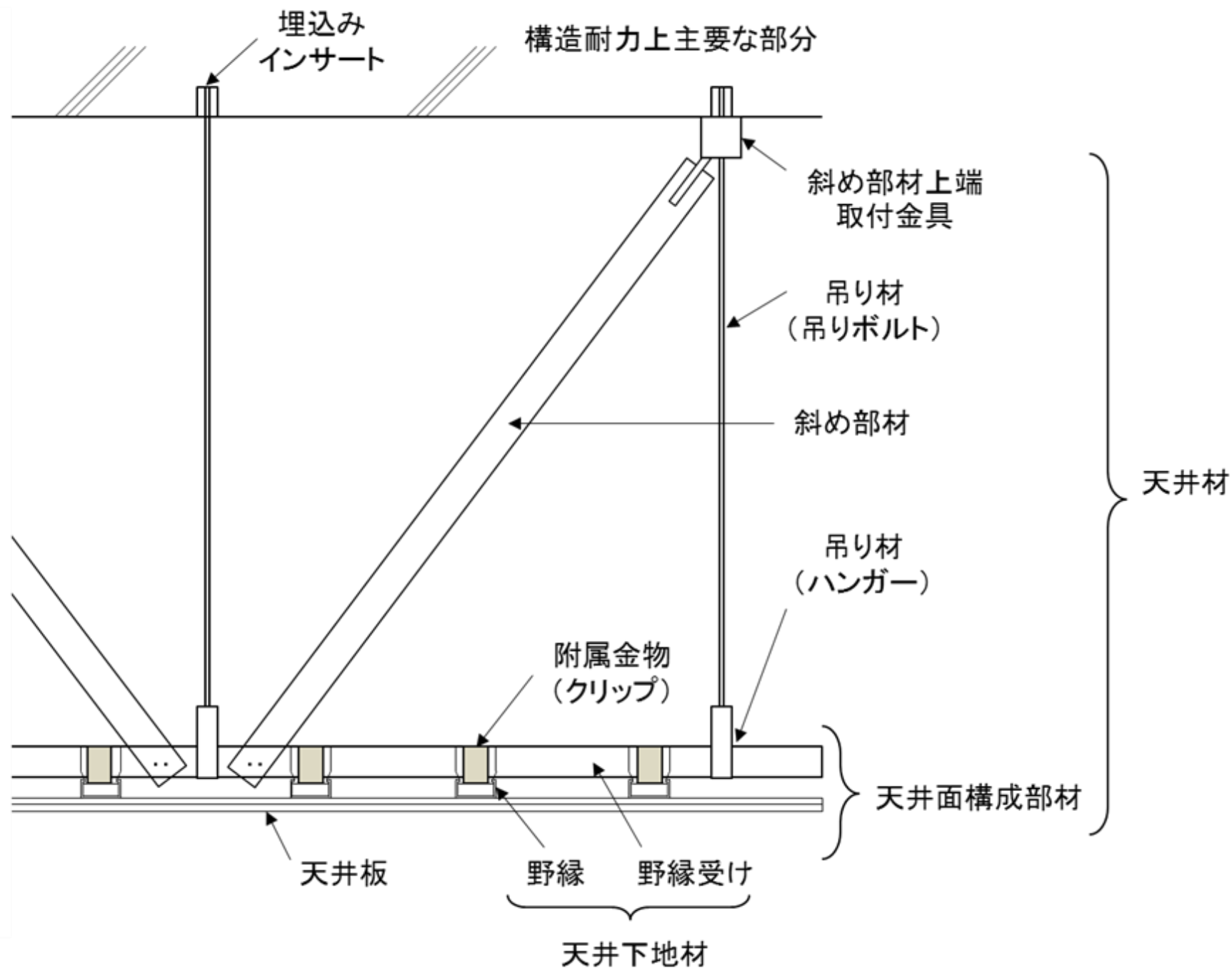


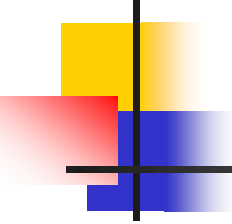
技術基準の概要(1/8)

- 技術基準が適用される特定天井
 - 6m超の高さにある、面積 200m^2 超、単位面積あたりの質量 $2\text{kg}/\text{m}^2$ 超で、人が日常利用する場所に設定されている「吊り天井」
- 稀地震で天井が損傷しないことを検証する。これによって稀地震を超える一定の地震においても脱落の低減を図る。
- 腐食、腐朽その他の劣化のおそれがあるものについては、劣化防止措置を講じる。



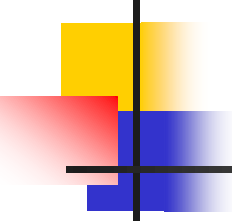
在来工法による吊り天井の例





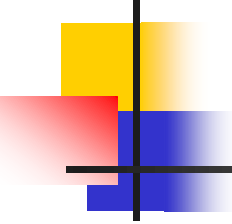
技術基準の概要(2/8)

- 検証は以下のいずれかのルートを適用
- 仕様ルート: 一定の仕様に適合するもの
- 計算ルート: 計算により構造耐力上の安全性を検証
- 大臣認定ルート(特殊な構造の天井)
- 落下防止措置(既存建築物)



技術基準の概要(3/8)

- 仕様ルート(1/2)
 - ・水平方向の地震力に対し、斜め部材等を配置し、周辺にクリアランスを確保する方法を想定
 - ・天井単位面積質量 2kg/m^2 超 20kg/m^2 以下



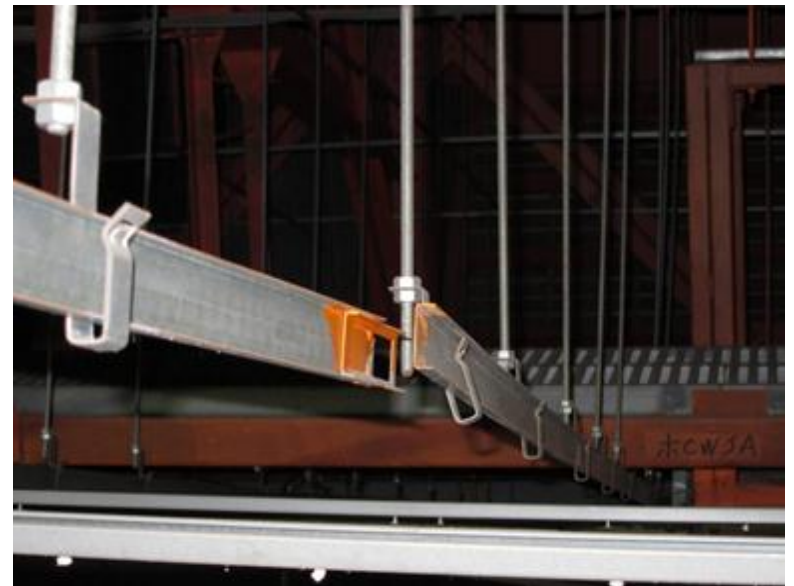
技術基準の概要(4/8)

- 仕様ルート(2/2)

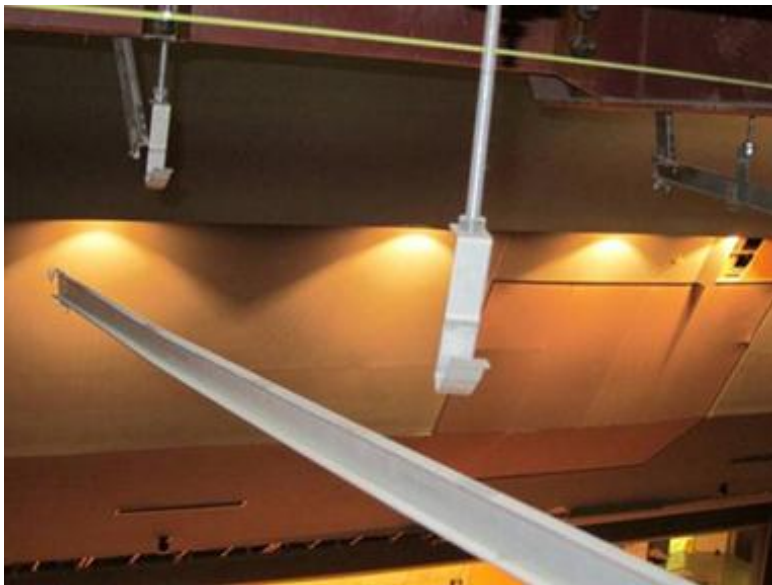
天井材の緊結、支持構造部の仕様、
吊り材及び斜め部材の取り付け方法、
吊り材の規格、吊り長さ、斜め部材の配置
天井面の段差等、
天井面構成部材と壁等とのクリアランス
等



クリップの損傷・外れ



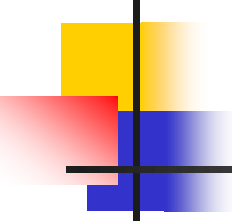
野縁受けジョイントの外れ



ハンガーの開きによる外れ



斜め部材の溶接部の破断



技術基準の概要(5/8)

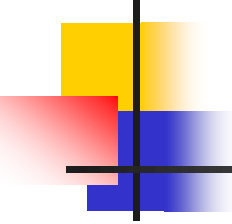
- 計算ルート(1/2)

- 水平震度法

- 応答スペクトル法

- 簡易スペクトル法

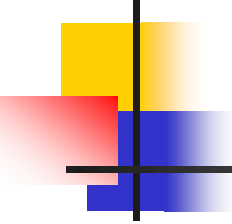
- ・水平方向の地震力に対し、斜め部材等を配置し、周辺にクリアランスを確保する方法を想定



技術基準の概要(6/8)

- 計算ルート(2/2)

- ・地震動に関する各部分の安全性の検証
- ・天井面構成部材と壁等とのクリアランス
- ・風圧並びに地震以外の震動及び衝撃の適切な考慮

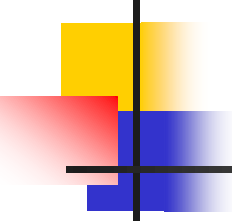


技術基準の概要(7/8)

- 大臣認定ルート

- ・仕様ルート及び計算ルートに適合しない特殊な構造の天井については、耐震性等を実験及び数値計算で検証する

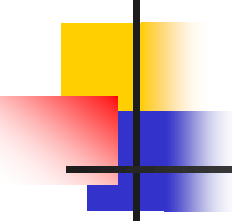
- 認定実績等を踏まえ、必要に応じて仕様ルート・計算ルートの追加(告示改正)



技術基準の概要(8/8)

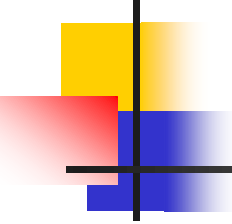
■ 落下防止装置

- ・既存建築物の増改築時に適用できる基準として位置づけ
- ・天井が損傷しても落下しないような措置
ネットの設置、天井をワイヤ等で吊る構造



天井及びその部材・接合部の耐力・剛性の設定方法(参考)(1/6)

- 緊結状態の確認
 - 計算ルートでは天井の許容耐力が必要
- 部材、接合部及び天井ユニットの標準的な試験・評価の方法



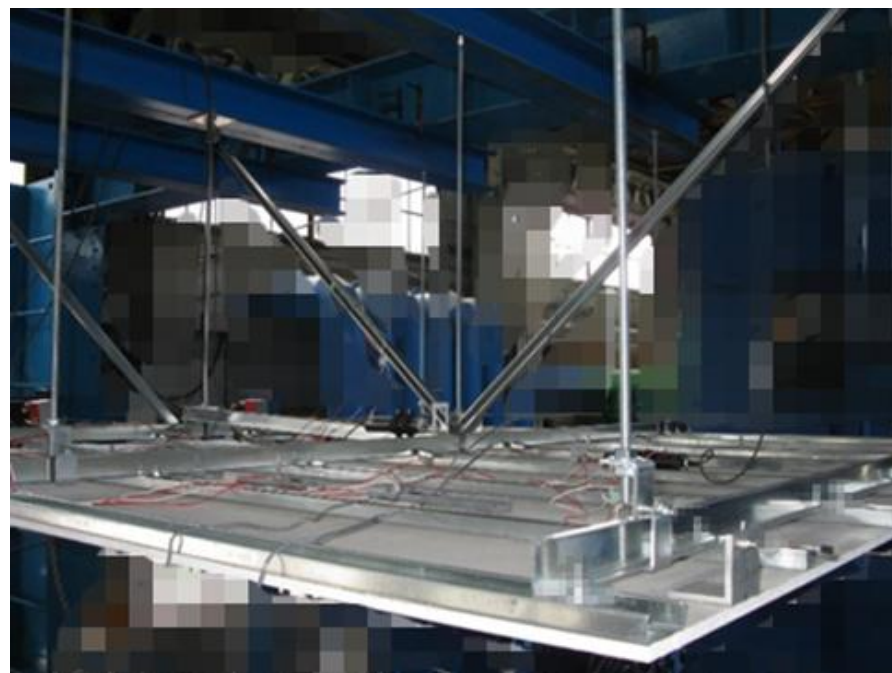
天井及びその部材・接合部の耐力・剛性の設定方法(参考)(2/6)

- 試験体の種類
 - 部材単体
 - 接合部(クリップ、ハンガー 等)
 - 天井ユニット
- 加力方向、載荷方法
 - 曲げ、引張、圧縮、水平(正負繰り返し)

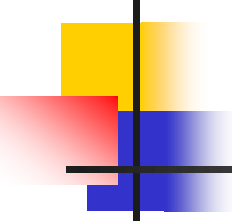
天井及びその部材・接合部の耐力・剛性の設定方法(参考)(3/6)



斜め部材の上端接合部の試験体の例



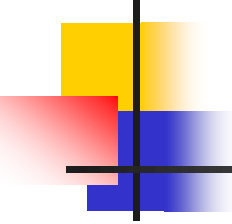
天井ユニットの試験体の例



天井及びその部材・接合部の耐力・剛性の設定方法(参考)(4/6)

- 接合部の許容耐力・剛性の評価方法
 - ・ 引張方向または圧縮方向の許容耐力
一方向加力試験の結果に基づき

許容耐力＝損傷時の荷重/1.5



天井及びその部材・接合部の耐力・剛性の設定方法(参考)(5/6)

■ 水平方向の許容耐力

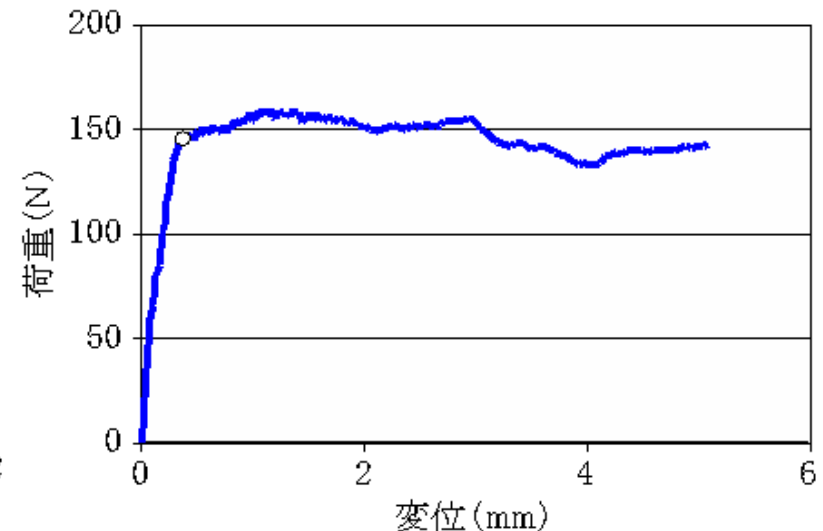
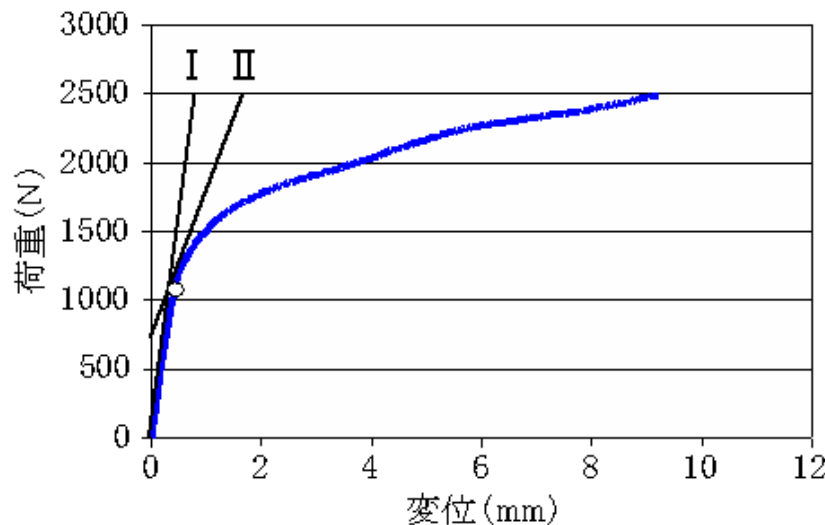
正負繰り返し加力試験の結果が一方方向加力試験の結果と概ね同等であることが確かめられた場合には

許容耐力＝一方方向加力試験での損傷時の荷重/繰り返し加力試験の制御変位の基準値の設定に用いた1.5以上の数値

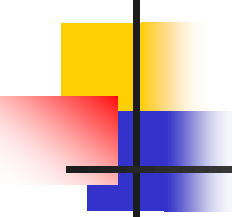
天井及びその部材・接合部の耐力・剛性の設定方法(参考)(6/6)

■ 接合部の剛性

荷重-変位曲線に基づいて損傷時荷重に相当する点と原点を結ぶ直線による



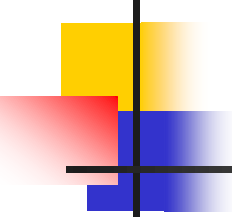
一方向加力試験の結果に基づく損傷時の荷重の算出例



木造3階建て学校などの防火基準の検討(1/9)

■ 検討の背景

- 2010年10月 「公共建築物等における木材利用の促進に関する法律」施行
- 現行の基準：
 - 3階建て学校→耐火建築物
 - 延べ面積が3000m²を超える大規模な木造建築物→主要構造部を耐火構造
- 建築物の避難・救助の安全性確保、3000m²を超える規模の延焼拡大を防止



木造3階建て学校などの防火基準の検討(2/9)

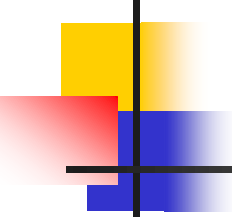
- 在館者の安全な避難・救助が完了するまで火災に耐える性能を満足する場合や、大規模な木造建築物等でも火災時に3000m²を超える規模に延焼拡大しない場合には、一定の仕様を満たすことにより、より木材が利用しやすい準耐火建築物とすることが可能となるよう実験を踏まえた検討を実施
- 火災実験は、木造建築基準の高度化推進事業の事業主体(早稲田大学 等)、(独)建築研究所との共同研究の一環として実施

木造3階建て学校などの防火基準の検討(3/9)

■ 予備実験(2012.2.22 つくば市)

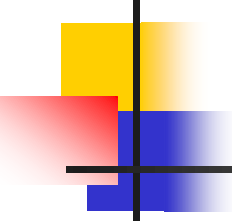


階段室を除く建物全体に火災拡大(点火後30分)



木造3階建て学校などの防火基準の検討(4/9)

- 予備実験(2012.2.22 つくば市)結果
 - ・ 1階出火室から外部開口を通じた早期の上階延焼
 - ・ 防火壁を通じた早期の延焼
 - ・ 防火壁が自立できずに倒壊
- 部材規模の実験、教室規模の実験で対策効果の確認(防火扉、内装材)



木造3階建て学校などの防火基準の検討(5/9)

■ 準備実験(2012.11.25 下呂市)

1時間準耐火構造

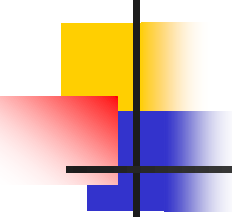
- ・柱や梁、床を除く建物内装の不燃化
- ・外壁の開口上部へバルコニーや庇の設置
- ・防火壁を構造的に独立、防火扉の変更

木造3階建て学校などの防火基準の検討(6/9)

■ 準備実験(2012.11.25 下呂市)



3階南側開口から火炎噴出(点火後139分)

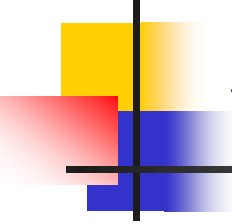


木造3階建て学校などの防火基準の検討(7/9)

■ 準備実験(2012.11.25 下呂市)

1時間準耐火構造

- ・柱や梁、床を除く建物内装の不燃化
→火災初期の延焼拡大抑制性能を確認
- ・外壁の開口上部へバルコニーや庇の設置
→上階延焼抑制効果を確認
- ・防火壁を構造的に独立、防火扉の変更
→防火壁、防火扉の延焼防止性能の有効性確認



木造3階建て学校などの防火基準の検討(8/9)

■ 基準化(見直し)の検討

- ・大規模な木造建築物等の主要構造部の制限
- ・学校などの特殊建築物に関する主要構造部の制限

→防火壁を越えた屋内外の延焼防止性能、防火壁の倒壊防止性能の検証

→天井を不燃化した場合に、在館者の避難・救助が完了するまでの間の他区画への延焼防止性能、遮煙性能、主要構造部の倒壊防止性能を検証

木造3階建て学校などの防火基準の検討(9/9)

■ 本実験(2013.10.20 下呂市)



3階に延焼(点火後87分)