

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

1. はじめに

構造、防火、環境等の建築分野において、建築研究部が取り組んでいる技術基準整備のための研究課題や、建築基準整備促進事業等における技術基準の課題等について概説する。特に東日本大震災対応で成案となった建築物の天井脱落対策に係る技術基準や木造3階建て学校等の防火基準の検討についての取り組み状況を紹介する。

2. 建築研究部が主体となって取り組んでいるプロジェクト研究

建築研究部が主体となって取り組んでいるプロジェクト研究の概要を以下に示す。

(1) 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（研究期間 H22～H25）

a) 研究の背景と方針

近年の地震観測網の整備や地震学の進展に伴い、任意地点での地震動の特性が詳細に解明されつつある。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とされるものもある。一方、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、かなり低減される場合のあることが知られている。建築物の耐震性能を適切に評価するには、地震動をより精度良く予測することに加え、このような「地震動」と「地震力」との関係を見極めることが重要である。

そのため、本研究では、民間、大学等の関係機関にも協力を呼びかけ、少しでも多くの建築物の地震観測記録を収集、分析して「地震動」と「地震力」との関係を明らかにし、地震動情報の高度化に対応したより合理的な建築物の耐震性能評価技術の開発に取り組む。

b) 研究目標

地表面の「地震動」と建築物に作用する「地震力」との関係を明らかにして、①建築物と地盤の特性の双方を考慮した地震力評価手法、②地震観測結果に基づく継続的な耐震設計技術の改良方法、③地震観測結果に基づく地盤を含めた効率的な耐震改修技術の開発を行う。

c) 研究成果の活用

地震学の最新の知見に基づき予測された「地震動」に対し、建築物の耐震性能をより高いレベルの工学的知見に基づき評価することが可能となる。これにより、巨大地震が予測された場合の建築物一般の耐震基準の点検や個々の建築物の耐震改修を不必要に安全率を高く設定することなく、合理的に行うことができるようになる。従来よりも、正確に建築物の耐震性能を評価できるようになるため、建築物に対する安全・安心の度合いが高まるといえる。

また、建築物の地震観測は、本研究終了後も実施されるべきものであり、本研究においてこのような地震観測結果に基づく「継続的な耐震設計技術の改良方法」を開発することで、将来の地震学の進展にも対応しつつ耐震設計の精度を常に向上させることを可能とする。

(2) 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 (研究期間 H23～H25)

a) 研究の背景と方針

生活水準と共に建物のエネルギー消費は年々増加傾向にある。建物の熱的構造や機器効率化を一層進めると共に、これからは建物敷地内に存在する自然エネルギーを活用することも大事であり、再生可能エネルギーを取り入れた新たな基準の策定が必要とされている。

b) 研究目標

基準等に太陽光や地中熱等の再生可能エネルギーを位置づける。また、官公庁施設などに導入して社会への普及を図る。

c) 研究成果の活用

省エネ建物を普及させるための技術資料を作成する。

(3) 木造3階建て学校の火災安全性に関する研究 (研究期間 H23～H27)

5. 木造3階建て学校などの防火基準の検討 参照

(4) 電力依存度低減に資する建築物の評価・設計技術の開発 (研究期間 H25～H27)

a) 研究の背景と方針

住宅を含む建築物の設備システム、躯体構造の工夫、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ことにより、ピーク対策のための電力依存度の評価技術及びそれを最適化するための革新的な設計システムの開発を行う。また、建築物において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い、需要側におけるピーク対策を促進する。

b) 研究目標

様々なピークシフト技術(新建材、高性能設備など)をある建物に適用したときの建物全体のピークシフト効果の定量化と検証を行い、ピークシフトに関わる新たな評価手法を構築する。また、様々な地域、建築物のピークシフト効果について系統的な分析や検証実験を実施し、ピークシフト技術の体系化を図ることにより、建築物のピークシフトを効率よく実現する最適な設計システムを開発する。

c) 研究成果の活用

建築物のピークシフトの効果を評価する手法の提示、建築物のピークシフトを最適化するための設計ガイドライン及びツールを提示することにより、建築物の消費電力を下げるだけでなく、電力ピークも下げることができ、夏場のピーク時にあわせた我が国のエネルギー需要の軽減に資する。

(5) 災害拠点建築物の機能継続技術の開発 (研究期間 H25～H28)

a) 研究の背景と方針

平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震では、津波による構造被害、非構造

部材（非構造壁・天井等）の損傷に伴う建築物継続使用性能の喪失、災害拠点となるべき庁舎建築物の被害が顕在化した。津波に対する構造安全性、竜巻飛来物に対する外装材の性能、地震に対する非構造部材の損傷軽減方法に関して、新たな技術開発、評価法の提案を行う。

b)研究目標

地震動のみならず津波や竜巻を含めた災害発生後も発災直後から避難指示・応急復旧等の指示拠点となりうるよう機能が維持できる災害拠点ビルの技術開発を目指している。こうした技術を活用し、今後想定される東海・東南海地震や首都直下地震に対して、建築物が災害後も拠点としての機能を維持するために配慮すべき設計技術水準を提案することを目標としている。

c)研究成果の活用

技術開発された成果は地方公共団体等の公的施設および民間を含む拠点施設の継続使用性を評価するガイドラインに反映させるほか、各種基準にも得られた知見を活用し、開発した技術、評価法のBCPへの反映など官民双方への普及を目指す。

3. 技術基準の見直し（技術原案の提示）を行う体制等

建築研究部では、東日本大震災の被害を踏まえた対応や個別の研究開発に対応した課題設定を行い、技術原案の検討・提示を行っている。

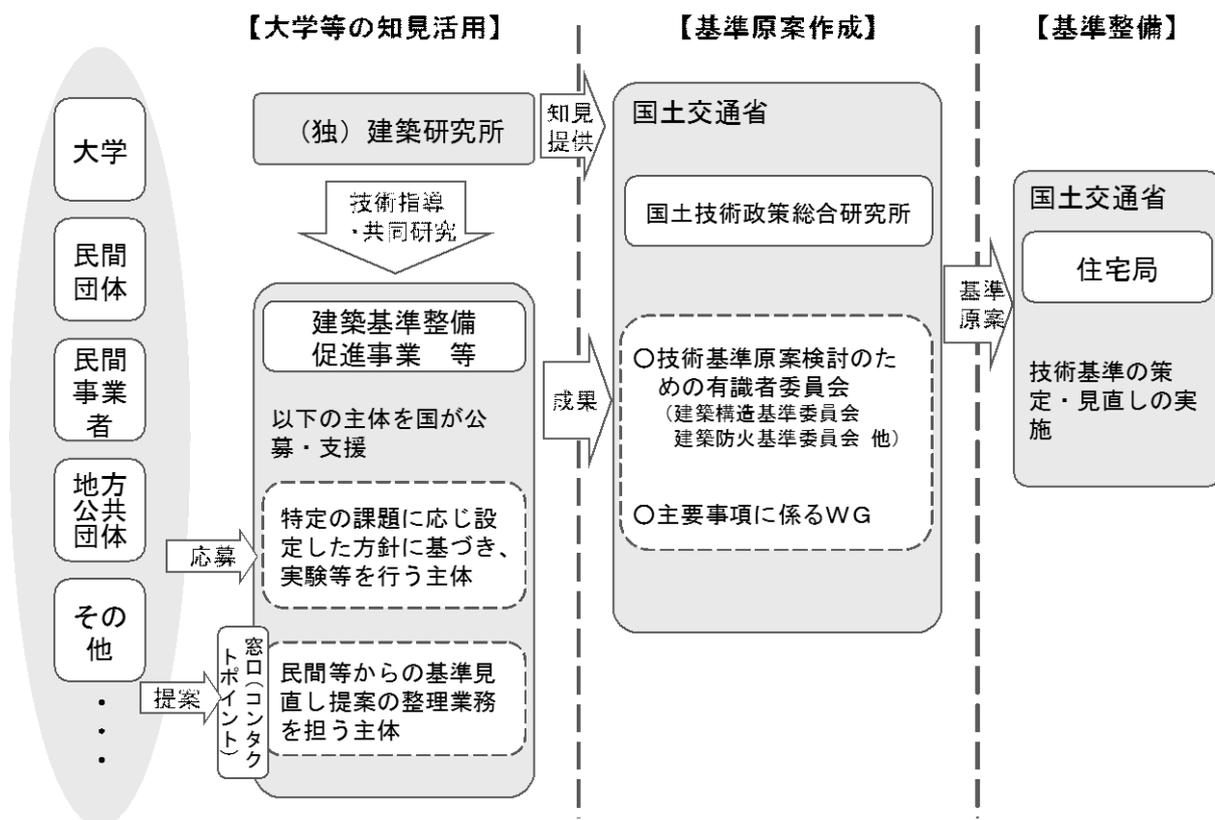


図1 建築関連技術基準の検討体制

東日本大震災に関連した主なものとしては、

- a)津波避難ビルの構造上の要件に関する技術基準
- b)天井脱落対策等に関する技術基準
- c)長周期地震動への対応方策の検討

またその他の個別の研究開発に関連したものとしては、

- d)大規模木造建築に係る防火基準の見直し検討
などがある。

これらについては、国土技術政策総合研究所に学会等の有識者をメンバーとして、それぞれ建築構造基準委員会、建築防火基準委員会を設置・運営し、実務者等の意見を踏まえつつ技術基準の見直しを行う体制を整備している。(図1 参照)

4. 天井脱落対策に係る技術基準等

(1) 建築物における天井脱落対策試案

東日本大震災においては、広範囲に多数の建築物で天井脱落被害が生じている。

従来、建築基準法施行令において、地震動により脱落しないことは規定されていたが、これの具体的な技術基準は規定されておらず、技術的助言において対策を示しているだけであった。

これらの被害を踏まえ、震災後直ぐに平成23年度の建築基準整備促進事業(国が建築基準法等における技術基準を策定・改訂する上で必要な事項について、国の設定した課題に関し、実験等の基礎的なデータ・技術的知見の収集・蓄積等を行うものを公募して、その費用に対し補助を行う事業。平成20年度創設、平成24年度は27課題について調査実施)を活用して検討を進めることとし、調査課題として「41.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」を設定し、独立行政法人建築研究所と共同研究を行うこととして公募により選定された一般社団法人建築性能基準推進協会において委員会が設置され、被害分析等が進められた。

この成果を踏まえ、国土技術政策総合研究所において、天井脱落基準対策検討STGを建築構造基準委員会技術基準原案作成TGに設置し、技術基準原案の作成作業を行った。技術基準原案については、建築構造基準委員会の審議を踏まえ、住宅局及び国土技術政策総合研究所により「建築物における天井脱落対策試案」としてとりまとめ、平成24年7月31日から9月15日まで意見募集(パブリックコメント)を行った。

(2) 技術基準案

「建築物における天井脱落対策試案」に寄せられた意見や平成24年度建築基準整備促進事業による追加の調査研究を踏まえ、国土技術政策総合研究所において継続して技術的検討を行った。そして住宅局において、平成25年2月に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・改正案が作成された。さらにこの政省令・告示案について再度の意見募集(パブリックコメント)が行われた。そして同年7月12日に建築基準法施行令の一部を

改正する政令などが公布され、同年 8 月 5 日に天井脱落に係る一連の技術基準告示が公布された。(施行日は平成 26 年 4 月 1 日)

(3) 技術基準概要

建築物における天井脱落対策の技術基準の概要を図 2 に示す。



図 2 建築物における天井脱落対策の対象となる天井と検証ルート

- ・技術基準が適用される特定天井としては、応答倍率が大きく、脱落するおそれ大きい「吊り天井」を対象とし、6 m 超の高さにある、面積が 200 m² 超、単位面積あたりの質量 2kg/m² 超で、人が日常利用する場所に設置されているものである。応答倍率がごく小さい天井（直天井等）は対象としない。
- ・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。検証は、以下のいずれかのルートを適用し行う。
- ・特定天井のうち特に腐食、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。

a) 仕様ルート（一定の仕様に適合するもの）

耐震性等を考慮した天井の仕様に適合することで検証を行う。天井単位面積質量 2kg/m² 超 20kg/m² 以下の天井が対象である。また、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している。

具体的には、天井材の緊結、支持構造部の仕様、吊り材の規格、吊り材及び斜め部材の取

り付け方法、吊り材の配置方法、天井面の段差等、吊り長さ、斜め部材の配置、天井面構成部材と壁等とのクリアランス、屋外に面する壁等とのクリアランス、屋外に面する天井の仕様に関する規定がある。

b) 計算ルート（計算により構造耐力上の安全性を検証するもの）

耐震性等を計算で検証する方法を設定しており、水平震度法と応答スペクトル法及び簡易スペクトル法がある。ここでも、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している。

具体的には、天井面構成部材の各部分の剛性及び強度、地震動に関する安全性の検証、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に関する規定がある。

c) 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する。
- ・ 複雑な天井等の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する。

d) 落下防止措置（既存建築物）

既存建築物の増改築時に適用できる基準として位置つけられている。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で、ネットの設置や天井をワイヤ等で吊る構造などである。

（４）天井及びその部材・接合部の耐力・剛性の設定方法

計算ルートでは、天井の許容耐力が必要であり、その数値は繰り返し載荷試験その他の試験又は計算によって確認することとされている。また、使用する部材が一定の剛性や強度を有することや接合部の緊結状態の確認が必要な場合もある。そこでこれらの検討に資することを目的に、部材、接合部及び天井ユニットの標準的な試験・評価の方法を参考資料として作成している。

試験体の種類は、1)部材単体（天井下地材）、2)接合部（吊りボルトの上端、クリップ、ハンガー、斜め部材の上・下端）、3)天井ユニットの3通りに分けられる。また、加力方向・載荷方法としては、曲げ（一方向）、引張（一方向）、圧縮（一方向）、水平（一方向及び正負繰り返し）がある。これらを適宜組み合わせて、各々、適用範囲、試験体（試験体数含む）、試験方法、許容耐力や剛性の評価方法を定めている。

以下に例として接合部の許容耐力・剛性の評価法を示す。

a) 接合部の許容耐力

- ・ 引張方向又は圧縮方向

一方向加力試験の結果に基づき、以下の値とする。

許容耐力＝損傷時の荷重／1.5以上の数値

- ・ 水平方向

正負繰り返し加力試験の結果が一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、以下の値とする。

正または負の許容耐力＝一方向加力試験での正または負の損傷時の損傷時の荷重／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

b) 接合部の剛性

加力方向ごとの荷重－変位曲線に基づいて、損傷時の荷重に相当する点と原点を結ぶ直線によって得る。

参考文献：国土技術政策総合研究所資料 No. 751、建築研究資料 No. 146 「建築物における天井脱落対策に係る技術基準の解説」 平成 25 年 9 月

5. 木造 3 階建て学校などの防火基準の検討

(1) 検討の背景

2010 年 10 月に、公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律が施行された。これをうけて、国土交通省では、木造 3 階建て学校に関する建築基準法の防火関係規定の見直しに必要なデータを収集するための研究を開始した。

現行の建築基準法では、多数の在館者がある建物等の避難安全上の要求から、階数又は面積により耐火建築物又は準耐火建築物とすることが義務付けられる。例えば学校については、3 階建てとする場合には耐火建築物（主要構造部を耐火構造とすること等が必要）としなければならない、主要構造部等の制限により、木材利用はほぼ制限される状況にある。また、延べ面積が 3,000 m²を超える大規模な木造建築物等については、火災の際に周囲に著しい危険を及ぼすおそれ大きいことから、その主要構造部を耐火構造としなければならないと規定されている。しかし、建物が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 3,000 m²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している。

(2) 基準の検討について

建物の避難・救助の安全性を確保し、3,000 m²を超える規模の延焼拡大を防止する上で、2012 年 2 月 22 日、国土交通省国土技術政策総合研究所敷地（茨城県つくば市）において実施された予備実験の結果、以下の課題が明らかになった。

- ・ 1 階出火室から外部開口を通じた早期の上階延焼（2 階へは点火後約 4 分、3 階へは点火後約 6 分）
- ・ 防火壁を通じた早期の延焼（1 階で点火後約 18 分）
- ・ 防火壁が自立できずに倒壊（点火後 96 分）

これらの課題に対して、教室 1 つ規模の室を用いた実験により内装を不燃化することで建築基準法で要求する避難安全性が期待できることを確認し、防火扉を含む各部位の耐火性能を、部材規模の実験により把握した上で、建物として避難安全性や延焼拡大防止性能について以下の対策の効果を確認するため、1 時間準耐火構造による実大火災実験（準備実験）により確認した。

- ・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・火災盛期の上階延焼抑制）
- ・外壁の開口上部へバルコニーや庇の設置（火災盛期の上階延焼抑制）
- ・防火壁を構造的に独立させ、防火扉を変更する（延焼拡大抑制）

また併せて、延焼経路、建物周辺へ及ぼす影響、長時間の火災が継続した場合の試験体の構造躯体への影響等を評価するためのデータを収集した。

（3）対策の妥当性について

準備実験は、2012年11月25日に岐阜県下呂市で実施した。

出火室では、点火後50分経過しても、火災の成長は局所に止まり、室全体の火災に成長しなかったため、出火室内の収納可燃物に再度着火した。その後、火源は徐々に成長し、点火後約89分に室内全体に延焼拡大して、外部開口から火炎が噴出し始めた。

再着火した位置の天井部分を通じて点火後約129分に1階から2階への延焼が起き、点火後約139分に外部開口を通じて3階へ延焼した。3階への延焼が確認できた後、安全管理上の理由から、点火後142分に消火を開始した。

この結果より、柱や梁、床を除く建物内装の不燃化による火災初期の延焼拡大抑制性能が確認できた。また、出火室は火災初期から盛期にかけて、避難・救助上必要な間、上階への延焼拡大は起きなかったことから、外壁の開口上部へバルコニーや庇の設置による上階延焼抑制効果が確認できた。また、消火するまでの間出火室から階段室への延焼と防火壁を通じた延焼が起きなかったこと、出火室内の柱は、実験終了後、表面から5～6cmの深さまで炭化したものの実験建物は倒壊せず、防火壁の倒壊もなかったことから、防火壁およびその防火扉の延焼防止性能の有効性について確認でき、各種のデータも収集することができた。

なお、実験建物の概要や代表的な室の温度やビデオ映像等の結果については、国土技術政策総合研究所のウェブサイトに掲載している。

（4）おわりに

今回の実験結果から、木造3階建て学校に必要となる避難・救助の安全性を確保するための対策手段の有効性が確認できた。これらの対策を元に、技術基準（案）を作成し、防火基準委員会において基準化に関する審議を経た上で、2013年10月20日に仕様や実験方法を調整した実大火災実験（本実験）を行い、これまでの実大火災実験の成果等も活用して、木造3階建て学校に必要となる火災安全性を確保するための技術的内容を最終的に確認する予定である。

準備実験を実施するにあたり、下呂市・中津川市をはじめとして多くの方々にご協力を戴いた。また、木造3階建て学校の火災実験（準備実験）及び教室規模の実験等は、木造建築基準の高度化推進事業の事業主体（早稲田大学、秋田県立大学、三井ホーム、住友林業、現代計画研究所）、（独）建築研究所との共同研究の一環として実施した。

【国土技術政策総合研究所のウェブサイト】

<http://www.nilim.go.jp/lab/bbg/kasai/h23/top.htm>