

4. 7 建築研究部

建築基準の運用状況の実態把握等に関する基礎的研究（その2）

Basic study for a building code implementation

(研究期間 平成22～24 年度)

建築研究部
建築研究部 基準認証システム研究室

部 長 西山 功
室 長 深井 敦夫
主任研究官 井上 波彦
主任研究官 岩田 善裕
研 究 官 原口 統

[研究目的及び経緯]

本研究は、平成19年から施行されている改正建築基準法、住宅品質確保法等の最近の改正法令基準の運用状況について課題の把握、分析等の基礎的な研究を行うものである。具体的には、改正法の技術基準の内容、運用について、実務者からの改善提案等を受け付け、課題を収集・把握するとともに、本省住宅局、(独)建築研究所、建築行政会議、民間機関等と協力して、有識者等による技術基準を検討いただく委員会において、それら課題等を含めて技術基準及びその運用に関するレビュー等を実施するとともに、そこでの議論等を踏まえ、一部技術基準の見直し原案等の検討、作成等を行ってきたものである。

平成23年度は、実務者からの提案として、保有水平耐力計算における全体転倒崩壊形や、耐力壁の開口低減率の適用に関する技術基準の見直し原案を検討した。

建築物の使用時安全確保のための技術基準の再編及び認証システム等に関する研究

Research on a technical safety standards inside buildings in daily use and accreditation system

(研究期間 平成23～25 年度)

建築研究部
建築研究部 基準認証システム研究室

建築品質研究官 棚野 博之
室 長 深井 敦夫
主任研究官 井上 波彦
主任研究官 岩田 善裕
研 究 官 原口 統
室 長 足永 靖信
主任研究官 久保田 裕二

建築研究部 環境・設備基準研究室

[研究目的及び経緯]

本研究は、建築基準法を中心とした建築物に関する技術基準について、国際整合化、技術開発の進展に対応するため、技術基準の階層化や、材料等の認定・認証システムについて検討する必要性が生じていることから、特に建築物の使用時の安全に関する規定である一般構造や設備分野について、諸外国における近年の技術基準、体系等の動向の整理や、国内の認証システムの運用状況を整理するとともに、これらを踏まえて、使用時の安全を確保するための新たな技術基準の再編・階層化や、認証システムについて検討を行うものである。

平成23年度は、一般構造・設備分野において、技術基準の階層化について、これまでの経緯や海外の動向を踏まえた素案を検討するとともに、建物利用者を対象とした意識調査の試行、可動系施設の海外規格の認証システムの事例について調査を行った。

構造性能に関する建築基準の策定支援のための研究

Research of Support System for regulating Building Codes on Structural Performance

(研究期間 平成 21～23 年度)

建築研究部 構造基準研究室
Building Department
Structural Standard Division

室長	小豆畑 達哉
Head	Tatsuya AZUHATA
主任研究官	宮村 雅史
Senior Researcher	Kazuo NISHIDA
主任研究官	新井 洋
Senior Researcher	Hiroshi ARAI
研究官	諏訪田 晴彦
Researcher	Haruhiko SUWADA

This study aims to acquire technical information to develop building codes on structural performance. These codes are composed of force and load regulations, geotechnical regulations, specification regulations of structural or non-structural members, calculation methods for structural performance evaluation, durability regulations and so on. The technical information stored in this study will be used to revise some building codes.

[研究目的及び経緯]

平成 19 年に建築基準法令が改正施行されたところであるが、その後も、「建築基準整備促進補助金事業」(住宅局建築指導課主管)により、構造技術基準の一層の適正化、合理化のための検討作業が進められているところである。ここでは、民間の能力を積極的に活用して基準の整備・見直しが図られているが、技術基準を実際の建築生産の場で運用していくには、単に技術的知見を基準として纏めるのみならず、建築設計・施工の実務的な側面や建築確認制度の実情に即した、新基準対応の構造計算プログラムや、建築確認での審査基準、種々の解説書類等、基準運用のための様々な「ツール」が必要になる。本研究では、建築生産での設計、確認、施工、検査といった一連の流れの中で、新たな構造基準を策定し運用していくには、どのような「ツール」が必要になるかを分析・整理し、「建築基準整備促進補助金事業」の成果を睨みつつ、具体の「ツール」作成のための基礎的情報を入手することを目的とする。

[研究内容]

建築物の構造基準は、荷重・外力の設定に関するもの、地盤・基礎、表層地盤の増幅に関するもの、構造、非構造部材の仕様及び部材レベルでの構造計算に関するもの、地震荷重等の外乱に対する建築構造の応答を予測し、構造性能を照査するための構造計算方法に関するもの、耐久性に関するもの等に分類される。本研

究では、荷重・外力の設定から、構造性能の検証、さらには、構造性能を恒常的に維持していくための耐久性の確保まで、構造基準適用の一貫した流れを俯瞰し、また現況と照らした場合に、構造基準の整備において、やや欠落している部分について、技術的情報の蓄積、整備のための検討を行った。

[研究成果]

(1) 基礎ばねを考慮した場合の上部構造の地震力設定

現行の耐震基準(保有水平耐力)の適用においては、上部構造の地震力設定時に基礎ばねを付けることによる地震力の低減を認めていない。基礎ばねは、建築物の固有周期、外力分布及び減衰に影響する。これらの影響を見積もると、上部構造の地震力を大幅に低減することもできるが、評価を誤ると、危険側の評価につながる。そこで、慎重な取り扱いとなっているのが現状であるが、一方で、設計の合理化を阻害している側面もある。このような現状を改善するためには、基礎ばねの影響をより精度良く評価するための実証的なデータの蓄積が必要とされたため、建築物の地震観測を実施し、基礎ばねが上部構造の地震力に与える影響について、記録を整理、分析した。地盤の条件によっては、上部構造の地震力が低減されることを実証的に確認した。

(2) 地盤特性評価における微動観測の活用

建築物に作用する地震力は、表層地盤の増幅特性に大きく左右される。このような増幅特性をより精度良

く評価するため、平成12年の基準法令改正により、従来の地盤種別による設定方法のほか、地盤特性に基づく増幅特性の計算方法が示されている。しかしながら、この計算方法では成層地盤のみ適用可能である。さらに成層地盤か否かの判断を行うにも、建設地を含めた周辺地盤までの地盤調査が必要となり、コスト面での問題も生じている。特に、小規模な建築物を対象とした場合には、地盤特性評価の一層の合理化が望まれているところである。本研究では、地盤特性評価の合理化に向けて、不整形地盤を有する造成宅地を対象に、微動を用いた地盤探査の可能性を探るための実証データの入手を行った。

(3) 構造部材及び非構造部材の特性評価のためのデータ収集

鉄筋コンクリート造においては、柱はり架構に、腰壁、垂れ壁、側壁等の2次壁が含まれる場合が多い。このような2次壁が、柱はり部分に与える影響を評価するための構造実験データを蓄積した。

また、近年の地震で、天井部材が落下する被害が問題化しているが、山形ラーメンで構成される建築物に天井を張る場合には、天井部材に作用する加速度において、鉛直成分の影響が無視できなくなる。このような鉛直成分の影響を評価するため、山形ラーメンの小型モデルを作成し、振動台実験を実施して、実験データを蓄積した。

(4) 剛床仮定が成立しない場合の偏心率規定の適用に関する検討

現行耐震基準の構造計算では、上部構造の偏心の影響を評価するために、偏心率の計算と、偏心率に応じた必要保有水平耐力の割増し係数 F_e の設定が求められる。しかしながら、偏心率規定は剛床仮定を前提としているため、吹き抜け等の存在により剛床仮定が成立しない場合には、規定の適用方法があいまいになる。そこで、本研究で規定適用の明確化のための検討を行った。剛床仮定が成立しない場合には、床が面内に変形する分、建築物の平面内において、一方の側に偏ることになる。そのため、剛床仮定が成立しない場合には、偏心率で大局的な剛性の偏りを評価することに加え、床の変形を考慮できる立体解析を課すことにより、床の面内変形も含めた偏心の影響を評価する方法を提案することとした。

(5) 木造住宅の耐久性

木造住宅において、壁部分の腐朽・劣化により、十分な耐力が発揮されず、大破、倒壊に至ったというのが、木造住宅の典型的な地震被害のパターンとなっている。モルタル外壁の場合は、腐朽・劣化を防止させる対策として、通気工法を採用するのが有効である。

このような有効性を実証するための実験データを蓄積した。

[成果の発表]

下記の他に、建築学会等で順次発表する予定である。

- 1) 井上、小豆畑ほか：2011年東北地方太平洋沖地震において液状化した区域における板状建築物の地震観測結果 その1～2、2011年、B-2分冊、p.321-324
- 2) 新井：埋没谷状の不整形地盤を有する造成宅地の微動特性に関する一検討、2011年、B-2分冊、p.151-152
- 3) 鈴木、諏訪田ほか：腰壁・垂れ壁付きRC梁部材の構造性能に関する実験的研究 その4、2011年、C-2分冊、p.45-46
- 4) 小鹿、小豆畑ほか：非剛床建物の設計上の取り扱いに関する検討 その1～2、2010年、B-1分冊、p.43-46
- 5) 古賀、宮村ほか：既調査軽量モルタル塗り通気工法外壁の構造性能 その1 全体概要、2010年、C-1分冊、p.309-310

[成果の活用]

建築基準法令に基づく構造基準の解説書類において、基準の技術的背景を解説するための資料等として活用する。

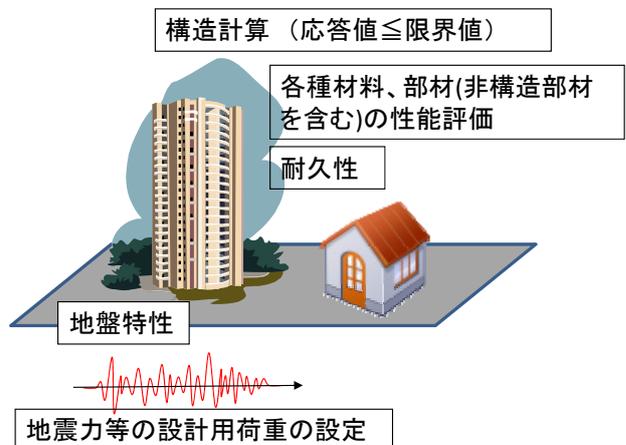


図1 構造基準で取り扱う範囲

小規模建築物の雨水浸入要因とその防止策に関する研究

Research of rain water infiltration factor and prevention countermeasure in small-scale building.

(研究期間 平成 21～23 年度)

建築研究部
Building Department

建築研究部 構造基準研究室
Building Department
Structural Standard Division

住宅研究部 住宅ストック高度化研究室
Housing Department
Housing Stock Division

建築新技術研究官
Research Coordinator
for Advanced Building Technology

室長
Head
主任研究官
Senior Researcher

主任研究官
Senior Researcher

向井 昭義
Akiyoshi MUKAI

小豆畑 達哉
Tatsuya AZUHATA

宮村 雅史
Masashi MIYAMURA

西田 和生
Kazuo NISHIDA

We carried out a construction situation investigation and a waterproofing performance test to investigate the factor of the rain leak of the timber-framed house. It became clear by the result of the survey that there is much unsuitable construction. Moreover, the watering experiment proved that unsuitable construction causes leakage of water.

〔研究目的及び経緯〕

新築住宅を供給する事業者に対して、瑕疵担保責任の履行を確保する為、住宅瑕疵担保履行法が平成 21 年 10 月 1 日に本格施行された。本法では、住宅品質確保促進法に基づき定められた構造耐力上主要な部分および雨水の浸入を防止する部分に関する 10 年間の瑕疵担保責任を義務付けている。

本研究は、これらの背景を受け小規模建築物の雨水浸入要因に関する技術資料の整備や将来の技術基準化に向けての防止策の検討を行うものである。平成 21 年度は、雨水浸入のメカニズム、雨水浸入状況とその要因、雨水浸入のリスクと評価手法等に関して、有識者からヒアリングを行い有益な情報を得た。また、現在、採用されている防水仕様と雨水浸入状況との関係を求める為、比較的新しい戸建木造住宅を対象にして、全国的な雨水浸入状況調査を実施した。さらに、構成材料と劣化との関係を求めるため解体予定の戸建木造住宅を対象にして、防水仕様と雨水浸入状況や劣化状況等との関係について調査した。平成 22 年度は、各種の仕様による外壁(開口部を含む)、屋根と外壁の取り合い部、バルコニーを対象にして、強風雨を模した撒水試験を実施した。さらに、雨水浸入事故事例が多いと指摘されているモルタル直張り構法と二層下地通気構法による 2 棟の試験家屋を建設し、雨水の浸入状況や壁内に

浸入した雨水や水蒸気の放湿状況を観察し、構法による差を比較検討した。平成 23 年度は、屋根及び外壁への撒水試験や 2 棟の試験家屋の計測を実施するとともに、各種の防水材料による防水性能試験等も実施した。

〔研究内容〕

本研究の主な成果を以下に示す。

(1) 雨水浸入及び劣化実態調査

調査建物は、現在の防水仕様と雨水浸入状況との関係が求められる比較的新しい住宅を対象とした。本調査により雨水浸入状況や劣化状況を把握して、それらの要因を探るとともに、雨水浸入を未然に防ぐ為の対応策等について検討した。調査は 1. 北海道・東北地域 2. 関東地域 3. 近畿地域 4. 中国・四国・九州地域の 4 地域を対象とし、各々の地域において雨水浸入事例が多いとされる下記の 6 つの雨水浸入部位について調査し、計 24 棟の雨水浸入状況と要因について検討した。

- ①モルタル外壁(窓周りを含む)からの雨水浸入
- ②窯業系サイディング(窓周りを含む)からの雨水浸入
- ③屋根と外壁の取り合い部からの雨水が浸入
- ④バルコニーと外壁の取り合い部からの雨水浸入
- ⑤バルコニーの笠木部分からの雨水浸入
- ⑥屋根からの雨水浸入

調査結果の概要を表 1 に示す。

調査建物は、建設時期が1990年～2008年の比較的新しい住宅であるが、建設時から雨漏れの発見に至る期間が1～2年以内の住宅が、全体の1/3(8棟)であり、10年以内の住宅は、70%(17棟)を越える結果となった。調査建物24棟の雨水浸入に至る発生期間の平均は7.8年であり、設計・施工が不適切な場合は、防水材料が劣化する以前から早期に雨水浸入することが判明した。



写真1 強風雨撒水実験状況例 (風速 20m/s)

表2 試験体の主な仕様

部位	No.	概要
軒	①	外装材頂部に隙間7～8mm、シート下端のテープ無し
	②	No.①に鼻隠し、隙間0～3mm、シート下端のテープ無し
	③	No.②の試験体の透湿防水シート下端をテープ留め
	④	No.③の試験体の外装材上端をシーリング
	⑤	No.③に板金を施工(左右でシールの有無を分ける)
けらば	⑥	外装材頂部に板金がない仕様
	⑦	外装材頂部に板金がある仕様
片流れ	⑧	外装材頂部廻りに板金やシールがない仕様
バルコ	⑨	サッシ先付け、FRP後施工
ニー	⑩	FRP先施工、サッシ後付け

(2) 強風雨撒水試験

試験体(写真1)は、躯体を在来軸組構法、外装を窯業系サイディングによる通気構法とした。試験体No.①～⑧(表2参照)は、雨水浸入事例が多く、軒天井の無い屋根と外壁の取り合い部を対象とし、No.⑨～⑩は、FRP製のバルコニーを対象とした。試験体に対して、風速5m/sから20m/sに至るまで、5m/s毎に各々15分間にわたり風雨を与えた。撒水量は、32L/minで一定とした。実験の結果、屋根と外壁の取り合い部は、隙間をシーリングで塞ぐことにより、止水することが可能となったが、耐久性を考慮した場合、板金も含めて事前に対策を施す必要がある。透湿防水シートの下端がテープで土台水切りに留め付けられていない場合は、容易に雨水が躯体内へ浸入して土台部に滞留した。試験体⑨～⑩は、サッシまわりからの雨水浸入は無かった。

(3) 試験建物による水蒸気移動・拡散実験

雨水浸入事故が多いとされるモルタル直張り構法と、二層下地通気構法による高气密の試験建物(4.5畳)を2棟建設し、壁内や小屋裏内の水蒸気の移動・拡散状況について計測した。直張り構法は、通気構法と比較して、雨水が浸入しやすいだけではなく、壁内外が透湿抵抗の高い材料で構成されている為、水蒸気が移動・拡散が困難となり、雨水浸入により高含水率となった躯体が乾燥しにくい状況であった。

(4) 各種防水材料の防水性能試験

屋根及び外壁に使用される防水紙(アスファルト系や透湿防水系)を対象にして、促進劣化後や曝露後の釘孔シール性を実施した。さらに、防水テープの促進劣化後の密着安定性試験や粘着力試験を実施した。その結果、製品間のバラツキが大きく、評価試験法の確立が必要であることが判明した。

[成果の発表]

下記の他に、建築学会等で順次発表する予定である。
 1) 宮村ほか: ラス下地モルタル塗り外壁におけるモルタルと防水紙間の透水性について、日本建築学会学術講演梗概集、A-1、材料施工、2009、pp.451-452
 2) 宮村ほか: 木造住宅の雨水浸入に関する実験的研究(その1)、日本建築学会学術講演梗概集、A-1、材料施工、2011、pp.79-80

表1 雨水浸入実態調査の概要

No.	地域	建設時期	雨水発生時期	雨水浸入発生期間	浸入部位	雨水浸入原因
1	宮城県仙台市	2005	2006	1	①	外壁ひび割れ部分から雨水が浸入し、ステابل等の打ち損じ穴より、壁体内に雨水が浸入した。
2	宮城県多賀城市	2008	2009	1	③	外壁と水切り金物の取合い部から、雨水浸入。
3	宮城県名取市	2007	2008	1	④	ベランダ手摺と外壁の取合い部のシーリングが破断し、壁体内に雨水が浸入した。
4	宮城県柴田郡	1998	2000	2	②	防水紙のタッカー穴から防水紙の内側に浸入。
5	宮城県仙台市	2002	2008	6	⑤	笠木とパラペット立上り取合い部の隙間から雨水浸入、笠木固定釘による防水紙穴より壁体内へ浸入した。
6	宮城県多賀城市	1984	2005	21	⑥	野地板の劣化による急勾配化粧スレート取付釘が変形し、劣化した防水紙が破損。
7	埼玉県所沢市	2004	2006	2	③	窓上部の屋根端部雨押え包み板と外壁の取合い部より雨水が浸入、防水紙の不良部(穴)より内部へ雨水が浸入した。
8	千葉県山武郡	2002	2007	5	④	外壁と笠木端部の隙間から雨水が浸入。透湿防水シート及び防水テープの施工不良(接着不良)により内部へ浸入した。
9	神奈川県横浜府	2002	2008	6	⑤	笠木と手摺立上り取合い部の隙間から雨水浸入、笠木固定釘による防水紙穴より壁体内へ浸入した。
10	神奈川県川崎市	1996	2009	13	②	サッシ廻りシール劣化部の隙間から雨水が浸入し、防水シートと透湿防水シートの接着不良箇所より内部へ雨水が浸入した。
11	東京都世田谷区	1989	2009	20	①	サッシ下端に水切り未設置のため、シール劣化により内部へ雨水が浸入した。
12	東京都練馬区	1983	2009	26	⑥	屋根端部棟包み板より雨水が浸入、防水紙の切れ目から内部へ浸入した。
13	兵庫県加古川市	2002	2003	1	①	サッシ枠とモルタル取合部亀裂から、防水紙の切れ目を通し、壁体内へ雨水が浸入した。
14	兵庫県明石市	2003	2004	1	④	バルコニーFRP防水層立ち上りのシール施工不良及びサッシの防水テープ未施工により雨水浸入。
15	兵庫県三木市	2006	2007	1	⑤	ベランダ手摺笠木端部と外壁取合い部の隙間から雨水が浸入した。
16	大阪府貝塚市	2001	2006	5	②	サッシ戸戸ブラケットと外壁取合部のピンホールから雨水が浸入した。
17	大阪府和泉市	2004	2009	5	③	屋根とバラベツ壁取合い部のシール充填不良により雨水浸入。
18	大阪府枚方市	2004	2009	5	⑥	強風により屋根棟包み板の隙間から雨水が浸入し天井に滴下した。
19	福岡県春日市	2002	2009	7	⑤	ベランダ手摺笠木コーナー部のシール劣化により、壁体内に雨水が浸入した。
20	福岡県筑紫野市	2001	2009	8	②	サイディングジョイント部のシールが破断し、透湿防水シートの亀裂若しくはピンホールより壁体内に雨水が浸入した。
21	福岡県福岡市	1999	2008	9	③	ボーチ屋根先端と外壁の取合い部に、防水紙及び屋根板金の立ち上がりがないため、壁体内に雨水が浸入した。
22	福岡県福岡市	1992	2002	10	①	サッシ枠ゴムビートが一体成形でなく、コーナー継手になっていた為に亀裂が入り、その隙間より雨水が浸入した。
23	福岡県前原市	1993	2005	12	④	ベランダ手摺と外壁の取合い部のシールが破断し、壁体内に雨水が浸入した。
24	福岡県福岡市	1990	2010	20	⑥	屋根葺き材の破損箇所を経由し、防水紙の切れ目から下地材へ雨水浸入した。また、棟違い部の下地板を延ばす部位が逆。

RC 造建物の有開口非構造壁を構造壁として活用するための 性能向上に関する研究

Research on performance improvement to use non-structural wall as structural wall of RC building

(研究期間 平成 22～23 年度)

建築研究部 構造基準研究室
Building Department
Structural Standard Division

研究官
Researcher

諏訪田 晴彦
Haruhiko SUWADA

In this study, it aims to develop non-structural wall with opening that has a high damage decrease by using the strain hardening cement composite. A basic structural performance was examined by a structural experiment that used the specimens of 1/2.5 scales. As a result, it has been understood to achieve a very excellent effect of the damage reduction by using SHCC in story-drift-angle of over 1/400rad.

〔研究目的及び経緯〕

RC 造集合住宅では廊下側に玄関扉や小窓を有する壁（以下、有開口壁）が配置されるが、この有開口壁は構造耐力に算定されないいわゆる非構造壁として扱われている。しかし、この有開口壁に高い損傷低減性、耐力、変形性能等を付与させ、構造部材として活用することができれば、比較的容易に RC 造建物の耐震性を向上させることが出来る。

本研究では CO₂ の削減や天然資源の有効活用などの側面から建築物の長寿命化が強く望まれる社会的背景を考慮し、ストック型社会に対応する損傷低減型 RC 造建物の構築を念頭に置き、極めて優れた引張特性を持つひずみ硬化型セメント複合材料（以下、SHCC と呼ぶ）を利用して損傷低減性の高い有開口壁を開発する。

〔研究内容〕

本研究では、SHCC 造有開口壁の基本的な構造性能を調べるために、同一変位での多数回繰返し加力を含む正負交番繰返し漸増加力条件の下で、RC 造と SHCC 造の有開口壁の水平力-層間変形角関係および損傷状況について、縮尺模型試験体の構造実験に基づく比較検討を行った。

(1) 試験体

試験体は上下に加力スタブを有する 1 層 1 スパンの平面架構試験体で、縮尺は実大の 1/2.5 程度を想定した。壁板の厚さ (40mm) および開口部の形状寸法は RC 試験体と SHCC 試験体で共通としたが、壁筋は RC 試験体では D4@100mm シングル (壁筋比=0.35%) とし、SHCC 試験体では D4@200mm シングル (壁筋比

=0.18%) とした。

(2) 実験方法

図 1 に加力装置図を示す。加力は柱部分に一定の鉛直力を作用させ、図 2 に示す载荷ルールに従って水平力を作用させた。

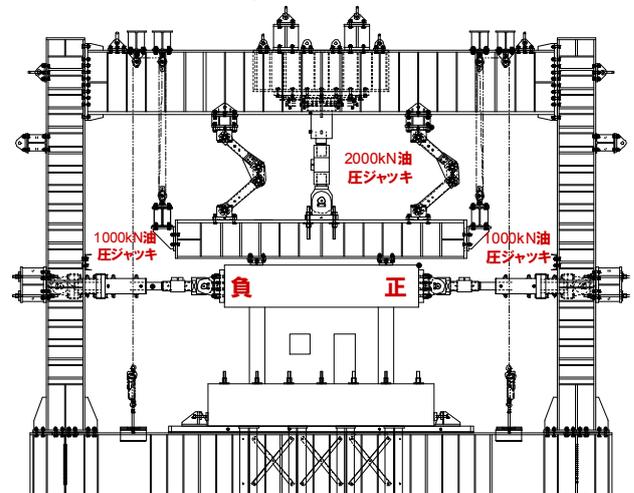


図 1 加力装置

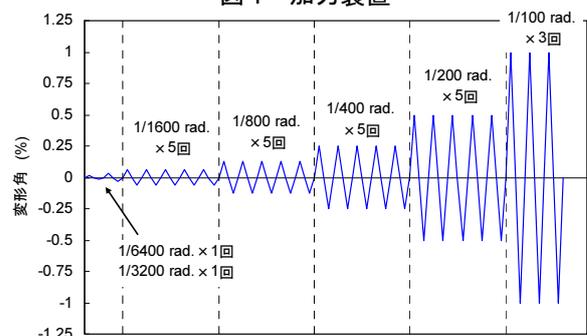


図 2 水平力の载荷ルール

【研究成果】

(1) 水平力-層間変形角関係について

図3に水平力-層間変形角関係を示す。この図より、SHCC試験体はRC試験体に比べ、初期剛性がかなり低いことがわかる。これは、SHCCのヤング係数がコンクリートの半分程度であることの影響が大きいと考えられる。また、最大耐力については、正側加力ではRC試験体を下回るが、負側加力ではRC試験体を上回り、最大耐力以降の挙動についてもSHCC試験体はRC試験体に比べて耐力低下が緩やかである。

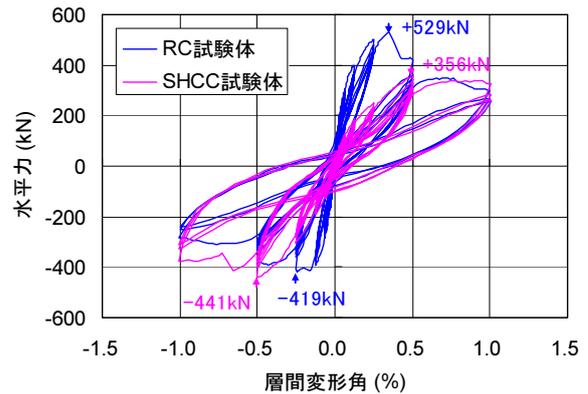


図3 水平力-層間変形角関係

(2) ひび割れ幅について

実験中、図2に示した各変形段階において、クラックスケールにより壁板のひび割れ幅を測定した。その結果、1/800rad.加力終了時では、RC試験体とSHCC試験体に大きな差は見られなかったが、1/400rad.加力終了時および1/200rad.加力終了時では、SHCC試験体はRC試験体に比べて最大残留ひび割れ幅がかなり小さくなった。結果の一例として、1/400rad.加力終了時の写真を図4に示す。また、RC試験体は同一変形角における繰り返し加力によってひび割れ幅が拡幅するがSHCC試験体ではあまり大きな変化はない。これらの比較検討の結果、有開口非構造壁にSHCCを用いることで、壁筋を半分にしても1/400rad. (0.125%) 以上の変形角では、かなりの損傷低減効果が得られることがわかった。

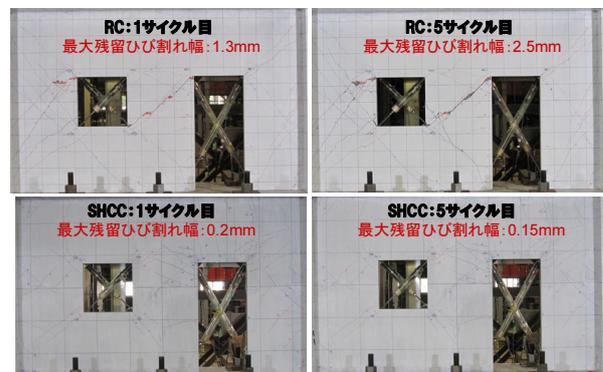


図4 1/400rad. 加力終了時の損傷状況

(3) 最終破壊性状について

図5は最終破壊状況(1/100rad.加力終了時)を示したものであるが、これを見るとRC試験体ではひび割れの拡幅、コンクリートの圧壊や剥落などの激しい破壊が壁板の広範囲に生じているのに対して、SHCC試験体では限定的なひび割れ(本実験では方立て壁のひび割れ)が拡幅する程度に抑えることができていることがわかる。ちなみにひび割れの本数については、RC試験体に比べSHCC試験体のほうが圧倒的に多いが、そのほとんどはSHCC特有の微細ひび割れの分散発生機構(マルチプルクラッキング)によるもので、ひび割れ幅は0.05~0.15mm程度であった。なお、鉄筋コンクリート造建築物の耐久設計施工指針(案)・同解説では耐久性に関する許容ひび割れ幅の最小値を0.3mmとしており、SHCCのひび割れ幅に関する寸法効果が現時点では不明であるが、多くは補修不要となる可能性がある。

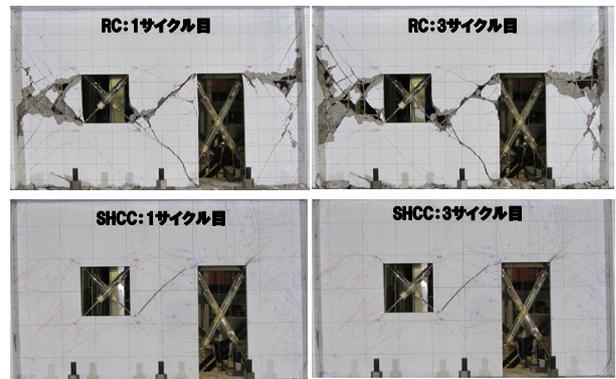


図5 最終破壊状況(1/100rad. 加力終了時)

【成果の発表】

下記のほかにも、今後、実験データのさらなる詳細な検討や数値解析による検討を加え、建築学会等で発表する予定である。

1) 諏訪田晴彦:高靱性セメント系複合材料を用いた二

次壁の耐震性能に関する実験的研究、コンクリート工学年次論文集、第34巻、2012.7.

【成果の活用】

学協会における論文等に積極的に公表することにより、RC造建築物における有開口非構造壁を構造壁として利用するための一技術として提案するとともに、実用時に必要不可欠である構造性能評価法を確立するためのバックデータとして活用する。

建築実務の円滑化に資する構造計算プログラムの技術基準に関する研究

Research on technical guideline for structural calculation computer program to streamline building engineering design process

(研究期間 平成 22～25 年度)

建築研究部 構造基準研究室

室 長 小豆畑 達哉

研 究 官 諏訪田 晴彦

建築研究部 基準認証システム研究室

主任研究官 井上 波彦

主任研究官 岩田 善裕

〔研究目的及び経緯〕

平成19年の建築基準法改正により、プログラムの大臣認定制度が創設され、構造計算書の偽装防止の徹底とともにプログラムによる構造計算の信頼性の確保が図られることとなった。一方、従前より、異なるプログラム間で構造計算の結果にばらつきが見られることが指摘されている。これは、現行の建築基準法令にはプログラムにおける個別のモデル化等の詳細までは標準化されていないため、プログラムにより異なるモデル化方法等が採用されている場合があること等を大きな要因としている。こうした状況は、大臣認定制度の制定後も変わりはない。これらプログラム間でのばらつき等が時として有意な差として現れる場合も考えられるため、建築確認審査では、認定プログラムを使用した構造計算であっても、慎重な取扱いが必要となっている。そこで本研究では、計算結果のばらつきを抑えるため、プログラムが従うべき構造計算の技術基準原案を作成し、建築構造のモデル化等を詳細に定めること等について検討を行う。本年度は、昨年度に引き続き、事例解析を作成し、これらの解析を通してモデル化等の違いによるばらつきの程度等の実態を調査した。昨年度は、比較的規模の小さな非線形解析を要しない範囲を対象としたのに対し、本年度は、鉄筋コンクリート造の中層集合住宅を対象としている。これらの事例解析により、はり降伏形のラーメン構造では、メカニズムに達したところではプログラム間でのばらつきは少なくなること、ただし、途中段階ではばらつきは大きくなること、壁が挿入される構造では、壁がせん断破壊する場合に、プログラム間で保有水平耐力の他、降伏形にも有意の差が生じること等を明らかにした。ばらつき要因の特定のためには、単純化されたモデルを用いた検討が有効であると考えられるので、これを次年度の課題とする。

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

Development of Building Seismic Performance Evaluation Technologies in Response to the Advance of Earthquake Motion Information.

(研究期間 平成 22～24 年度)

建築研究部

部 長 西山 功

建築新技術研究官 向井 昭義

建築研究部 構造基準研究室

室 長 小豆畑 達哉

主任研究官 新井 洋

建築研究部 基準認証システム研究室

主任研究官 井上 波彦

主任研究官 岩田 善裕

〔研究目的及び経緯〕

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。観測又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少なくない。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見なした場合より、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不可欠であると言える。そのため、本研究では、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。

本年度は、東北地方太平洋沖地震の記録を含む、超高層 20 棟、中低層 33 棟の建築物内外同時観測記録を収集した。その上で、中低層建築物については入力損失効果の評価を目的として、フーリエスペクトル比(内/外)の定式化を検討し、超高層建築物については記録の分析と並行してシミュレーションを実施して、地震入力に対する基礎構造形式の違い等の影響について検討した。中低層建築物については根入れ以外に杭による入力損失が認められること、超高層建築物については、地中連壁を有する場合に、その曲げ変形等の影響により基礎入力動において回転成分がやや大きくなる傾向があること等を明らかにした。

高層建築物の地震後の火災安全対策技術の開発

Development of Postseismic Fire-Safety Technology for High-Rise Buildings

(研究期間 平成 21～23 年度)

建築研究部

Building Department

防火基準研究室

Fire Standards Division

室長

成瀬 友宏

Head

Tomohiro NARUSE

主任研究官

五頭 辰紀

Senior Researcher Tatsuhiko GOTO

主任研究官

仁井 大策

Senior Researcher Daisaku NII

研究官

山名 俊男

Researcher

Toshio YAMANA

The aim of this research is to accumulate technological information on the behavior of a fire-resistant structure and fire-safety equipment after the occurrence of an intermediate-level earthquake (with a seismic intensity of 5 or more), and develop technologies such as fire-safety measures to enable the continuing usage by the occupants of a building taller than 10 stories that does not have clear technological standards of fire-safety after an earthquake. We formulated guidelines for emergency checks and evacuation based on these technologies. For existing buildings in which these development technologies are not incorporated, we formulated guidelines for emergency checks and evacuation setting clear evaluation standards for their continued usage or evacuation immediately after an earthquake.

[研究目的及び経緯]

大都市には多数の高層建築物が存在し、これらが比較的大きな地震を受ける可能性が高まっていることが種々の研究で明らかにされている。過去の地震被害に関する調査から、高層建築物において一般的な耐火建築物においては地震直後に火災発生確率が上がることが明らかになっており、主要構造又は非構造で構成される防火区画の性能維持、火災感知警報設備・スプリンクラー設備等の防火設備の機能維持は地震直後の火災安全性に重要である。しかしながらこれらの防災設備を含めた二次部材の地震時挙動に関する技術的な情報は乏しく、このことが地震直後の火災安全に対する戦略を単に概念的な領域にとどめ、実効性のある火災安全確保戦術の確立を困難にしている。したがって、これらの技術情報を系統的に蓄積し、地震後の火災安全性を確立することが急務となっている。

本研究は、中程度以上の地震（概ね震度 5 強を超える地震）に対して、火災安全に関連する耐火構造・防火設備等の挙動に関する技術的な情報を実験・解析により蓄積し、地震後の火災安全性に関する明確な技術基準がない概ね 10 階を超える高層建築物が中程度以

上の地震の作用を受けた直後の在館者の継続使用を可能とするために必要な火災安全等の対策技術を確認し、地震直後の緊急点検・避難指針を作成する。また、これらの開発技術が組み入れられていない既存建築物を対象として、その保有する地震後火災安全性能に応じた、地震直後の継続使用または避難のための判断基準を明示した地震直後の緊急点検・避難指針を作成することを目指している。

[研究内容]

(1) 高層建築物の地震後火災に対する緊急点検・対応計画の策定¹⁾

(2) 建物構造部及び防火区画の地震に対する耐火性能の確保技術の開発²⁾

[研究成果]

(1) 高層建築物の地震後火災に対する緊急点検・対応計画の策定

本検討では高層建築物の中で、消防法で自衛消防組織の設置および防災管理者の選任の義務がなく、事務所等の事業継続計画 (BCP) といった考え方とは目的が異なる用途であり、地震後の対応が明確になっていないと考えられる住宅を対象とする。その中でも、共同

住宅は規模や管理形態が様々であり、多くの居住者(被災者)がおり、自治体等の避難場所の選定・確保等の検討に対して影響が大きいことから高層共同住宅を対象とした。このような建築物では、建築物の被害以外にライフラインの途絶等により、利用可能性や安全性が大きく左右されるといった特徴をもっている。

2011年3月11日に発生した東北地対併用沖地震における教訓をヒアリング調査およびアンケート調査を元に検証しつつ、地震直後から建築物が復旧するまでの間、建築物の防火性能を確認し維持するための対応計画として、いつ(フェーズ1~4)、だれが、なに(どのような対応)をすべきかについてとりまとめた。表1に、いつ、どのような対策が必要かを示す。また、例として表2にフェーズ1における建物への性能要求と点検項目を示す。このほか、点検項目として具体的な被害状況を説明するための資料を整備した。地震後に、どのように点検を行い、対応すべきかは、それぞれの建築物の事情にあった事前の計画が極めて重要である。

(2) 建物構造部及び防火区画の地震に対する耐火性能の確保技術の開発

高層建築物は、各種の構造により建築されているが、地震後火災に対する耐火性能については、十分な知見がない。そこで、地震が建物構造部の耐火性能に大きく影響を及ぼす場合として、一般的な3種類の耐火被覆つきの鉄骨構造部の柱と梁の接合部(実大規模)に、残留層間変形角1/100を目標とした変形を与えて、耐火時間を実験的に測定した。また、発生した火災を閉じ込める防火区画の性能として、非耐力壁とその周囲の柱・床を想定した部分に面内剪断変形(残留層間変形角1/100を目標)を与えて、耐火時間を実験的に測

定した。

これらの結果、柱と梁の接合部に残留層間変形角1/100を与えても、著しい性能低下はみられなかった。また、防火区画としての壁は、周囲の柱や床との接合部分が防火上の問題となることが判明した。その対策として、セラミックフェルトを充填する方法等について、実験により性能確認を行った。

[成果の発表]

所内イントラによる情報の提供・学会発表等。

[成果の活用]

省内委員会等における参考資料とする。

[参考文献]

- 1)成瀬他、高層住宅の地震後防火機能維持の課題 その1~3、日本火災学会研究発表会概要集2012年5月
- 2)成瀬他、高層建築物の地震後の火災安全対策に関する研究 その1 鉄骨柱の耐火性能、日本建築学会学術講演概要集2010年9月

表2 フェーズ1における建物への性能要求と点検項目

機能要件	点検項目	対応例
—	住戸内の出火の有無	出火があった場合は退避
共用廊下に出られること	住戸扉の開閉障害の有無(開かない、閉まらない)	開かない場合は当該住戸から退避
共用廊下が通行可能であること	住戸内及び共用廊下での物品等の散乱状況 共用廊下床の健全性(破損箇所の有無)	散乱物品などの除去 破損がある場合は退避
階段室に出られること	階段扉の開閉障害の有無(開かない、閉まらない)	開閉障害がある場合は退避。(耐震性が特に強い扉を設置しておくべき)
階段室が煙で汚染されていないこと	階段の健全性(破損箇所の有無、照明の点灯)	破損がある場合は退避、非常照明に代わる照明器具を準備)
階段が通行可能であること	階段の健全性(破損箇所の有無、照明の点灯)	破損がある場合は退避、非常照明に代わる照明器具を準備)
避難階において、階段から屋外までの避難経路が通行可能であること。	避難経路の物品等の散乱状況)	散乱物品などの除去

表1 フェーズの考え方

フェーズ	期間	住民	ライフライン	公設消防	要求性能	点検項目	達成性能	火気制限	備考
1	地震後一昼夜	一部未帰館	停止	期待できず	出火防止 避難安全	扉 廊下 階段	出火防止 避難安全	使用禁止	性能達成できない場合は退避もありうる。
2	2日目 ~ 2~4週	帰館	一部復旧	期待できず	出火防止 避難安全 構造耐火 防火区画	構造部 区画部 外壁・開口部	出火防止 避難安全	使用禁止	☆は補修による性能達成も許容とする。
2.5			復旧	復旧		放送・警報 非常照明 スプリンクラー	出火防止 避難安全 構造耐火 防火区画☆		
3	~ 6ヶ月・1年	帰館	復旧	復旧	出火防止 避難安全 構造耐火 防火区画 消防活動	本格点検と本格修復		制限なし	
4	通常状態								

火災時における排煙風道と防火設備の機能確保技術に関する研究

Research on the technique to retain the function of smoke duct and fire damper in fire

建築研究部 防火基準研究室

(研究期間 平成 23～25 年度)

室 長	成瀬 友宏
主任研究官	五頭 辰紀
主任研究官	仁井 大策
研 究 官	山名 俊男

〔研究目的及び経緯〕

平成 21 年 9 月 15 日に建設省告示が改正され、加圧防排煙方式が採用できるようになったが、現行排煙風道の基準については、煙突の基準を引用するなど基準が未整備なままとなっており、必要な性能を確認する為の試験方法および断熱仕様などを明確にすることが求められている。また、その他にも排煙風道が防火区画を貫通する場合、防火ダンパーが設置されるが防火ダンパー自体には遮熱性が無いこと、さらに加圧および排煙に伴うファン作動時での扉開放障害を防止する圧力制御技術などの検討が必要である。

平成 23 年度は、排煙風道の外皮に断熱被覆を施した試験体を加熱炉に設置し、風道の外側からの加熱と風道内部に火炎を浸入させた状態で、加熱炉外における排煙風道外皮の温度を測定し、断熱被覆材の断熱性を確認する試験を行った。その結果、加熱温度と断熱被覆材厚さによる断熱性能の関係が確かめられた。

建築物の防排煙規定の合理化に関する基礎的研究

Fundamental Study on rationalization of Smoke Control Standard of building

建築研究部 防火基準研究室

(研究期間 平成 22～24 年度)

室 長	成瀬 友宏
主任研究官	五頭 辰紀
主任研究官	仁井 大策
研 究 官	山名 俊男

〔研究目的及び経緯〕

建築物の防排煙に関する規定では、排煙設備や防煙区画、防火設備の遮煙性等種々の対策を要求しているが、制定後既に 40 年あまりが過ぎ、新たな知見や新技術をとり入れた合理的な規定とすることが求められている。特に規定内容が、建築形態や空間特性によらず画一的な仕様で決められており、目指すべき機能要件や要求性能の安全水準が明確ではない。本研究では、建築形態や空間特性だけでなく、可燃物の発煙性状や室用途に応じた防排煙規定の合理的なあり方を調査することを目的としている。

平成 23 年度は、避難安全性能に関する防排煙規定の寄与について、避難安全性能を向上させるため、防煙垂れ壁により火災初期の煙拡散を抑え、煙感知器による火災の早期覚知が有効であることの可能性について検討した。その結果、可燃物の発煙性状や室用途に応じた防煙区画面積と煙感知器の作動時期の関係をさらに検討する必要があることを確かめた。

建築物の居住性、省エネルギー性に関する基盤的研究

Basic Research on indoor environment and energy conservation

建築研究部 環境・設備基準研究室

(研究期間 平成 22～24 年度)
室 長 足永 靖信
主任研究官 倉山 千春
主任研究官 西澤 繁毅
主任研究官 久保田 裕二

[研究目的及び経緯]

建築物の環境及び設備に関する基礎的・基盤的研究により、新たな社会的ニーズに対応を図るため、居住性、省エネルギー性の向上技術を開発する。

今年度は以下の研究を実施した。JISA2102「窓及びドアの熱性能—熱貫流率の計算—」での計算結果と JISA4710「建具の断熱性試験方法」および JISA1492「出窓及び天窗の断熱性試験方法」の測定結果の差異について検討し、表面熱伝達率の値が重要であることがわかった。カーテンウォールの熱貫流率計算法について検討を行い、風向、風速の影響について分析した。日射遮蔽付属物を考慮した窓の日射熱取得率の計算方法について「窓及びドアの熱性能—日射熱取得率の計算—」の JIS 化に向けた検討を行うとともに、建築省エネルギー基準における取り扱い等の問題点の整理・検討を行った。

建築物の熱負荷削減に資する外皮等設計・評価手法に関する研究

Research on reduction of heat loads considering thermal characteristics of building envelopes

建築研究部 環境・設備基準研究室

住宅研究部 住環境計画研究室

(研究期間 平成 23～25 年度)
室 長 足永 靖信
主任研究官 倉山 千春
主任研究官 西澤 繁毅
主任研究官 三木 保弘
主任研究官 三浦 尚志

[研究目的及び経緯]

本研究は、建築物の負荷に関わる、外皮、開口部などの躯体や、日射遮蔽、外気冷房等の設備と建築の双方に関わる設計・評価技術の開発を行うことを目的とする。

今年度は、外皮、開口部に関する検討のため、代表的開口部材及び日射遮蔽部材の組み合わせを対象とした日射侵入率の計測手法の準備、予備的な計測の実施とその結果による計測手法の妥当性の確認を行った。また、保水性建材の物性値を収集し、熱水分同時移動モデルの検討を行った。外気冷房技術に関する検討については、外気処理システムの制御に係る設計法及び仕様について近年の設計事例を調査して、制御ロジックやパラメータ等について整理した。

再生可能エネルギーに着目した建築物への新技術導入に関する研究

Research on introduction of new technologies for buildings with a focus on the renewable energy

(研究期間 平成 23～25 年度)

建築研究部 環境・設備基準研究室

室 長 足永 靖信
主任研究官 倉山 千春
主任研究官 西澤 繁毅

[研究目的及び経緯]

本研究は、太陽光や地中熱などの再生可能エネルギーに着目し、これらを効率良く建築物に導入するため、実証実験に基づいて省エネルギー効果を明らかにすることを目的とする。

(1) 建築物における再生可能エネルギー利活用の可能性の調査

建築物群や地域を対象として再生可能エネルギーが集中的に導入されている事例及び太陽光発電の効率・性能の表示に関する規格等について文献調査を実施した。

(2) 建築物における再生可能エネルギー利活用のための実証実験

実証実験の準備として、地中採熱のための埋設管の設置を行った(埋設管の設置深さは 50m、口径 180mm)。そして、地中埋設管を利用したサーマルレスポンス試験を実施し、現地地盤の熱の伝わりやすさについて調べた。

低炭素・水素エネルギー活用社会に向けた都市システム技術の開発

Research on urban system towards low carbon society using hydrogen energy

(研究期間 平成 21～24 年度)

建築研究部

建築研究部 環境・設備基準研究室

住宅研究部 住環境計画研究室

都市研究部

都市研究部 都市開発研究室

部 長 西山 功
室 長 足永 靖信
主任研究官 久保田 裕二
主任研究官 西澤 繁毅
主任研究官 三木 保弘
主任研究官 三浦 尚志
部 長 柴田 好之
主任研究官 鍵屋 浩司

[研究目的及び経緯]

本研究では、新たなエネルギー媒体としての水素の供給及び利用に関する技術的課題として、水素配管技術、業務建築エネルギーシステム技術及び都市エネルギーシステム評価技術をとりあげ、都市建築物のエネルギー効率向上及び再生エネルギー源等との組み合わせを検討することにより、現状に比べて二酸化炭素排出量 50%削減を実現するための方策を提案する。

今年度は、建築基礎及びガス配管の加振実験を行い、一般的な宅地地盤におけるガス配管は揺れだけでは損傷しないことが分かった。また、燃料電池排熱の建物利用に関する技術動向のアンケート調査を実施し、燃料電池の各種課題について整理した。さらに、地方都市を対象として、都市ガス配管が水素配管に置き換わった場合のコスト計算を行い、省エネルギー効果と共に整理した。