

ISSN 1346-7328

国総研資料 第1340号

令和8年2月

# 国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of  
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.1340

February 2026

高層建築物の地震後の火災安全対策技術の開発

成瀬友宏、鈴木淳一、河野守、  
北後明彦、高橋済、花井英枝、  
近藤史郎、村田明子

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

NARUSE Tomohiro, SUZUKI Jun-ichi, KOHNO Mamoru,  
HOKUGO Akihiko, TAKAHASHI Wataru, HANAI Fusae,  
KONDO Shiro, MURATA Akiko

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management  
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan

高層建築物の地震後の火災安全対策技術の開発

成瀬友宏, 鈴木淳一	*
河野守	**
北後明彦	***
高橋済	****
花井英枝	*****
近藤史郎, 村田明子	*****

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

NARUSE Tomohiro, SUZUKI Jun-ichi
KOHNO Mamoru
HOKUGO Akihiko
TAKAHASHI Wataru
HANAI Fusae
KONDO Shiro, MURATA Akiko

概要

大都市には多数の高層建築物が存在し、比較的大きな地震による力がこれらに作用する可能性が高まっている。過去の地震被害に関する調査から、一般的な耐火建築物である高層建築物においては地震直後に火災発生確率が高まることから、火災の拡大を防止する防火区画の性能維持や火災感知警報設備・スプリンクラー設備等の防災設備の機能維持が地震直後の火災安全性に重要となる。しかしながら、これらの防災設備を含めた部材全体が地震時に破損する等の挙動に関する技術的な情報は乏しいため、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略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、地震後の高層建築物の火災安全性を確立することが急務となっている。

これまでに国土技術政策総合研究所では、事項立て研究「高層建築物の地震後の火災安全対策技術の開発」（平成 21～23 年度）を実施した。本研究では、中程度以上の地震動（概ね震度 5 強を超える地震）に対して、火災安全に必要となる耐火構造・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について、その直後の継続使用を可能とするために必要な対策技術及び、地震直後の継続使用及び避難のための判断基準を明示した緊急点検・避難指針を作成した。

その後、2012年に東京都においてLCP (Life Continuity Performance) 住宅として、地震後に生活を継続しやすい共同住宅の登録・閲覧制度が開始され、他の都市においても同様な制度が設けられている。しかし、これらは、もっぱら使用継続に重点が置かれ、防火の観点について十分に考慮はされていないため、本書は、事項立て研究の成果とそれ以降の関連する情報をとりまとめて紹介するものである。

本研究の成果を活用することにより、大地震時に激甚被害地域周辺において多数存在する、中程度の損傷を受けた高層建築物に対して、その直後から火災を想定しながら継続的に利用できる可能性を高めることで、当該建築物利用者の生活の質の向上を達成し、併せて被災地域全体の地震後復旧の円滑化等に資する。

キーワード : 高層建築物、地震後、火災安全対策技術、緊急点検・避難指針

#### Synopsis

The growing likelihood that many high-rise buildings in big cities may be affected by the strong seismic shocks generated by a relatively large earthquake has been clarified. Surveys of past seismic damage indicate that high-rise buildings, which are standard fire-resistant buildings, have an increased probability of fire breaking in them immediately after an earthquake. Therefore, it is important for postseismic fire-safety measures to maintain the performance of the fire compartment and the function of fire-prevention equipment such as the fire-detection and alarm system as well as the sprinkler system, to prevent a fire from spreading. However, technological information is scarce on how all the structural members of such a system including fire-prevention equipment behave. This is why any fire-safety strategy following an earthquake remains merely conceptual, making it hard to establish effective tactics to protect against fires. Accordingly, it has become an urgent task to accumulate technological information systematically, and to establish fire safety after an earthquake.

The National Institute for Land and Infrastructure Management (NILIM) had been working on a comprehensive technology development project titled "Development of Postseismic Fire-Safety Technology for High-Rise Buildings" from FY2009 to FY2011. 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. At the same time, we formulated guidelines for emergency checks and evacuation setting clear evaluation standards for their continued usage or evacuation immediately after

an earthquake.

In 2012, Tokyo launched a registration and viewing system for LCP (Life Continuity Performance) housing, which makes it easier to continue living in apartment buildings after an earthquake. Similar systems have been established in other cities as well. These are primarily focused on life continuity, and fire prevention is not sufficiently considered. This research note compiles and introduces the results of the research and related information.

Utilizing the guidelines to be developed, we will protect many moderately damaged high-rise buildings in the vicinity of a heavily damaged area during a big earthquake to increase the possibility of their continuing usage for a better quality of life for the occupants, contributing to the smooth recovery of the entire afflicted area after an earthquake.

Key Words : High-Rise Buildings, Postseismic, Fire-Safety Technology,  
Guidelines for Emergency Checks and Evacuation

---

*	国土技術政策総合研究所	National Institute for Land, Infrastructure and Management
**	東京理科大学	Tokyo University of Science
***	神戸大学	Kobe University
****	アイエヌジー株式会社	ING Co.Ltd.
*****	竹中工務店	Takenaka Corporation
*****	清水建設株式会社	Shimizu Corporation

## 目 次

1. はじめに	1
1. 1 研究の背景	1
1. 2 研究の目的	2
1. 3 本研究の概要	3
2. 地震直後の緊急点検・対応計画作成に関する課題と調査の対象	4
2. 1 地震後火災の出火原因からみて対策を要する主な建築物用途	4
2. 2 地震後の一時避難からみて必要な対策	5
2. 3 防火管理者・防災管理者について	5
2. 4 本研究で作成する地震直後の緊急点検・対応計画に関する対象について	7
2. 5 本研究で実施する地震直後の緊急点検・対応計画に関する建築物の構造について	8
3. 地震直後の避難・火災安全計画に関する調査	10
3. 1 地震時の共同住宅における住民対応・火災からの安全確保に関する文献調査	10
3. 1. 1 地震時の超高層共同住宅の避難状況	10
3. 1. 2 地震時の高層共同住宅の避難状況	11
3. 1. 3 地震後火災からの共同住宅の避難状況	11
3. 1. 4 文献調査から得られた地震時の共同住宅の安全確保に関する課題と対策	12
3. 2 地震時の商業施設における対応状況に関する文献調査	14
3. 2. 1 地震時の福岡県の百貨店の避難状況	14
3. 2. 2 地震時の新潟県の総合スーパーの避難状況	17
3. 2. 3 文献調査から得られた地震時の商業施設の安全確保に関する課題と対策	20
3. 3 高層建築物の避難計画の問題点と今後の対策	22
3. 3. 1 高層建築物における避難計画上の問題点と対策	22
3. 3. 2 今後の避難安全対策に向けて	24
3. 4 高層共同住宅における避難マニュアル・制度の整備状況	27
3. 4. 1 東京都中央区「高層共同住宅における震災時活動マニュアル策定の手引き」	27
3. 4. 2 東京都におけるLCP 住宅・マンション普及促進事業等	30
3. 4. 3 考察	30

3. 5	平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震による被害状況調査	31
3. 5. 1	調査の目的	31
3. 5. 2	調査の方法及び内容	31
3. 5. 3	調査結果	33
3. 6	防火区画構成部材の地震被害低減のための対策手法の調査	41
3. 6. 1	エキスパンションジョイントの文献調査	41
3. 6. 2	開口部に設ける設備の文献調査	41
3. 6. 3	ドアメーカーへのヒアリング調査	43
3. 6. 4	地震後火災対策としての耐震ドアの課題	44
4.	高層建築物の地震後の防耐火性能に関する調査	45
4. 1	地震後の架構の耐火性能に関する既往の知見	46
4. 1. 1	地震被害事例	46
4. 1. 2	地震後の網架構の崩壊温度	48
4. 2	地震後の防火区画等の防耐火性能に関する既往の知見	54
4. 2. 1	完全崩壊実験における耐火被覆と防火区画の損傷度	54
4. 2. 2	損傷を被った間仕切壁の耐火性能に関する既往の実験	61
4. 2. 3	損傷を被った間仕切壁の耐火性能改善案	68
4. 3	防火設備等の耐震安全性に関する既往の知見	69
4. 3. 1	建築設備の耐震性能の考え方	69
4. 3. 2	防火設備等の地震時の被害及び耐震対策の現状	72
4. 4	地震被害を受けた建築物構造部分の火災安全性に関する実験的検討	80
4. 4. 1	実験的検討の目的と地震による架構の被害想定	80
4. 4. 2	試験概要	81
4. 4. 3	梁付き柱の試験	82
4. 4. 4	柱付き梁の試験	97
4. 4. 5	まとめ	108
4. 5	地震被害を受けた防火区画の火災安全性に関する実験的検討	109
4. 5. 1	実験的検討の目的と地震による架構の被害想定	109
4. 5. 2	試験概要	109
4. 5. 3	試験体	110
4. 5. 4	加力試験	111
4. 5. 5	加熱試験	114
4. 5. 6	まとめ	116
5.	地震直後の緊急点検・対応計画について	117

5. 1	概要	117
5. 2	地震後に時系列に行う点検の目的と必要とされる防火性能	118
5. 2. 1	時系列の整理	118
5. 2. 2	フェーズ 1	120
5. 2. 3	フェーズ 2	123
5. 2. 4	フェーズ 2.5	127
5. 2. 5	フェーズ 3	128
5. 2. 6	点検すべき項目と判断水準	128
5. 2. 7	他の用途建築物への応用	136
5. 2. 8	高層共同住宅における緊急対応計画の事例	136
5. 3	地震後火災に対する構造部材の耐火性能	142
5. 3. 1	地震後の構造部材に必要とされる性能の考え方	142
5. 3. 2	構造種別ごとの点検項目と判断基準	143
5. 3. 3	まとめ	146
5. 4	地震後火災に対する防火区画の耐火性能	151
5. 4. 1	地震後の防火区画構成部材に必要とされる性能の考え方	151
5. 4. 2	防火区画構成部材の点検項目と簡易な補修方法	153
6.	おわりに	162
6. 1	本研究で得られた成果	162
6. 2	今後の課題	163
	参考文献	164
付録 1	マンションの防災設備等の被害状況と点検・復旧状況に関する アンケート用紙	付録 1-1
付録 2	ヒアリング結果	付録 2-1



## 1. はじめに

### 1. 1 研究の背景

建築基準法では、中地震（稀に発生する地震）に対して無被害、巨大地震（極めて稀に発生する地震）に対して構造的な崩壊等が起こらないことが明確に要求され、設計時の構造計算等で安全性が確認されている。しかしながら、地震直後に発生あるいはその頻度が高まる火災（地震後火災）に対しては、中地震時においては地震前と同じ水準の安全性の確保が要求されるべきであるものの、設計・施工等に関する明確な技術的な基・規準が整備されていない。

さらに、中地震を超え巨大地震に至る地震動に対して許容する損傷等に関しては、構造的にも建築主・設計者の主体的な判断に委ねており、火災安全性に関しても同様である。平成 30 年（2018 年）5 月に「防災拠点等となる建築物に係る機能継続ガイドライン」<sup>1)</sup>が国土交通省から公表され、令和元年 6 月に追補版が公表されたものの、現状では火災安全性に関する判断の拠り所となる確立した技術的な基・規準は存在せず、業界の慣行に従って設計・生産が行われている。その結果、一部の例外を除き、中地震を超えた地震時に建築物がどのような状態になるのかは不明で、実際の地震が起こった際に在館者の安全をいかにして確保するのかについても明確にされていない。

巨大地震においては、震源近くでは震度 6 強以上の非常に激しい地震動の作用を受ける。このような地域に建つ建築物の多くは、地震により崩壊しないことが何とか確保されたとしても、応急危険度判定士等の専門家による調査が行われるまでは、引き続き使用できるかどうかは在館者・居住者には判断できないのが一般である。したがって、彼等は当該建築物以外に避難して生活するか、リスクを承知の上で当該建物を使用し続けることとなる。

その周辺の地震 5 強～6 弱程度の地域において倒壊を免れた場合には、当該建築物の在館者・居住者は、地震後の混乱の中で当該建築物に留まり、これまでの地震においても、多くの共同住宅の居住者がこれらの建築物において生活を継続してきた。このような状況で使用される建築物に、地震により非構造部材（二次部材）や防災設備等に損傷や機能障害が生じれば、在館者・居住者の安全性は地震以前と同等程度には確保されない。例えば、地震直後には発生頻度が平常時より高くなることが知られている火災が発生した場合には、地震がなければ働くはずであった火災感知・通報設備、煙・火熱を防御するはずであった防火設備や防火区画等の機能が十分発揮されず、在館者・居住者が高い火災リスクに曝される恐れがある。このため在館者・居住者が地震後も建築物を使用し続けるかどうかを判断するためには、単に構造的な被害以外にも、設備等の種々の要因を考慮した地震後火災安全性確保の戦略が必要となる。

令和 2 年（2020 年）時点の地震動予測地図<sup>1-2)</sup>（地震調査研究推進本部地震調査委員会）によれば、宮城県及び関東から四国の太平洋側では大地震の襲来が切迫していると予想さ

れ、東京、名古屋、大阪等の大都市がこの中に含まれる。これらの大都市では、高層ないし超高層の共同住宅、オフィスの需要が高く、特に近年においては参画業者の裾野の広がりとともにコスト競争の様相も呈している。そのため、法令により要求されていない「地震後の火災安全性」の確保が十分でないことが特に懸念されている。

平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震の後の避難状況に関する調査<sup>1-3)</sup>からは、地震直後は公的な避難場所が満員のため仕方なく帰宅した人がいた一方で、積極的に自宅にとどまれるような対策を行っていた建築物、さらには他の避難者を受け入れる余裕のあった高層共同住宅もあった。高層共同住宅等では、地震後に多くの避難者が同時に生じることで、避難所選定・確保等について自治体の負担が大きくなる。

そのため、事前に十分な準備をした上で地震後にも建築物を火災安全性も含めて継続的に使用できるかどうかを、住民により確認する方法・判断する規準の整備が必要である。

## 1. 2 研究の目的

高層建築物には多数の在館者がおり、さらに防火設備・スプリンクラー・屋内消火栓等は高層になるほど地震時の被害が大きいことが平成 7 年（1995 年）兵庫県南部地震等の過去の震災において明らかになっている。現状を放置しておくことは、近い将来に発生が予測される大規模地震時に大混乱となる恐れが高い。また、既に大都市に多数存在するこの種の施設について、防火設備等を含む防災設備の耐震対策、地震直後の建築物の利用を判断するソフト的対策等に係る技術情報を蓄積し、大規模地震時の高層建築物の防災対策に資する必要がある。そこで、国土技術政策総合研究所では、平成 21 年度より平成 23 年度にわたり、事項立て研究課題「高層建築物の地震後の火災安全対策技術の開発」の中で、次の項目に関する技術的開発の検討を行った。

- ・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
- ・建築物構造・防火区画の地震に対する耐火性能の確保技術の開発

これらの検討を行う中で、2011 年 3 月 11 日 14 時 46 分頃、三陸沖を震源とするマグニチュード 9.0 の巨大地震が発生した。地震の直接的な作用、さらに、三陸海岸を中心に、直後に発生した大津波により、第二次世界大戦後の我が国の災害史上最も甚大な被害が発生した。本地震による揺れは、東京都心において最大震度 5 強であったにもかかわらず、福島第一原子力発電所他の発電施設の被害から、都心を除く関東の広い地域で計画停電が実施される事態となり市民生活に多大な影響を与えた。この震災において、建築物の在館者・居住者がとった行動の調査結果からは、困難な状況となっていたことが明らかになった。そのため、これらの結果に基づいて、それまでに検討してきた緊急対応方針を見直した<sup>1-4)</sup>。

その後、平成 24 年（2012 年）に東京都において LCP (Life Continuity Performance) 住宅として、地震後に生活を継続しやすい共同住宅の登録・閲覧制度が開始され、令和 5 年（2023 年）に「東京都とどまるマンション」に変更されて運用されている。横浜や大阪等の都市においても同様な制度が設けられている。しかし、これらは、もっぱら使用継続に重

点が置かれ、防火の観点については十分に考慮されているとは言えないことから、今般、事項立て研究の成果とそれ以降の関連する取組の状況を踏まえ、火災安全性を確保しつつ建築物を継続使用する上での緊急点検・対応計画作成ガイドラインと耐火性能の確保技術についてとりまとめたものである。

### 1. 3 本研究の概要

本研究の全体構成を図 1.3.1 及び以下に示す。

第 1 章では、研究の背景・目的・概要を示す。

第 2 章では、地震直後の緊急点検・対応計画作成に関する課題の抽出を行い、検討対象とする建築物用途及び構造部材を示した。図 1.3.1 の①に該当する。

第 3 章では、地震直後の避難・火災安全計画に関する調査を行い、過去の地震時の課題を明らかにした。平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震により被災した地域へのアンケート・ヒアリング調査を行い建築物被害や地震直後の対応行動、課題について把握した。図 1.3.1 の②及び「東日本大震災」に部分に該当する。

第 4 章では、建物構造・防火区画の地震に対する耐火性能の確保技術について、既往の研究に基づく検討を行い、地震による影響を受けた構造部材の耐火性能・区画部材の防耐火性能に関する実験的な検討を行った。図 1.3.1 の③及び④に該当する。

第 5 章では、第 3 章と第 4 章の結果を踏まえて、地震後火災に対する緊急点検・対応計画を作成するためのガイドラインを検討し、調査シート(案)を提案した。図 1.3.1 の⑤に該当する。

第 6 章では、全体のまとめを示す。

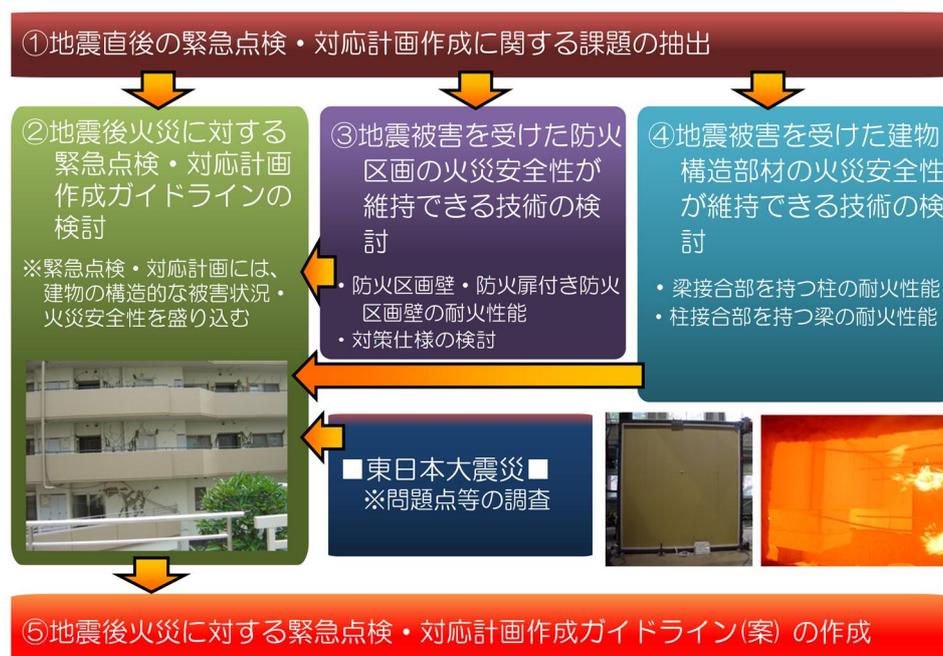


図 1.3.1 研究の全体構成

## 2. 地震直後の緊急点検・対応計画作成に関する課題と調査の対象

### 2. 1 地震後火災の出火原因からみて対策を要する主な建築物用途

過去の主な地震後火災の出火は、建築物被害、地震発生時間、季節等によって異なる。出火件数についてみると、表 2.1.1 に示す通りであるが、生活様式や使用火気器具は時代とともに変化しており、それに伴って出火原因も変化している<sup>2-1)</sup>。近年の地震後火災の出火原因として平成 7 年（1995 年）兵庫県南部地震を見ると、電気ストーブ、電気スタンド、熱帯魚ヒーター等の電気設備・器具、ガスコンロ、ガス風呂釜等のガスを燃料とする燃焼機器やガスの漏洩、地震後の復電時の出火等が主である。地震発生時刻が早朝であったにもかかわらずこれらが出火原因であることは、都市部の生活様式によるものと分かる。また、平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震でも、津波の被害を受けていない地域で出火原因が明らかかなものでは、電気器具・配線の破損、風呂用のボイラー煙突の破損、停電中に使用したろうそく、地震後の復電時の出火等<sup>2-2)</sup>が上げられる。

これらの結果をみると、出火原因による建築物用途は、電気設備であれば全ての用途、ろうそく等は避難先あるいは住宅、調理器具は、飲食店舗・住宅・ホテル等となる。

表 2.1.1 関東大地震以降の主な地震時出火件数（文献<sup>2-1)</sup>に加筆<sup>2-3~6)</sup>

発生年月日	地震名等	規模	出火件数
大正 12.9.1	関東地震（関東大震災）	M7.9	628
大正 14.5.23	北但馬地震	M7.0	22
昭和 2.3.7	北丹後地震	M7.5	475
昭和 18.9.10	鳥取地震	M7.2	17
昭和 19.12.1	東南海地震	M7.9	14
昭和 21.12.21	南海地震	M8.0	16
昭和 23.6.28	福井地震	M7.1	57
昭和 21.3.4	十勝沖地震	M8.1	7
昭和 39.6.16	新潟地震	M7.5	13
昭和 43.5.16	1968 年十勝沖地震	M7.9	52
昭和 53.6.12	1978 年宮城県沖地震	M7.4	11(仙台市内)
平成 5.1.12	北海道南西沖地震	M7.8	9
平成 6.12.28	1994 年三陸はるか沖地震	M7.6	7
平成 7.1.17	1995 年兵庫県南部地震	M7.3	262(兵庫県・大阪府)
平成 16.10.23	平成 16 年(2004 年)新潟県中越地震	M6.8	7
平成 23.3.11	平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震	Mw9.0	121(浸水のない地域)
平成 28.4.14	平成 28 年（2016 年）熊本地震	M7.3	15
平成 30.9.6	平成 30 年北海道胆振東部地震	M6.7	12
令和 6.1.1	令和 6 年能登半島地震	M7.6	17

## 2. 2 地震後の一時避難からみて必要な対策

これまでの地震により、一時避難やその後の生活を継続する上で問題が明らかになった事項を以下に示す。

### (1) 平成7年(1995年)兵庫県南部地震

平成7年(1995年)兵庫県南部地震においては、高層建築物で停電あるいは地震による揺れの影響でエレベーター(EV)が使用できなくなり、中高層の住戸では、飲料水や食糧、燃料の供給の問題から、自宅住戸のトイレが使用できず極めて不自由になった。その結果、建築物に構造的な問題はなくても、生活が継続できなくなるという問題が起きた。

### (2) 平成16年(2004年)新潟県中越地震

平成16年(2004年)新潟県中越地震においては、1箇所の避難所に数千人の避難者が集まり、スペースや毛布等の物資が不足した。また通信・交通網の途絶等により支援活動が遅れた地区では、食料品や飲料水の配給が1~2日止まったところもあった。余震による建築物倒壊のおそれから、屋外の車中に泊る避難者もあり、エコノミークラス症候群や心労から倒れるという問題も起きた。

### (3) 平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震

平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震においても上記と同様であり、特に通信の途絶や庁舎の被害等により、被害状況の把握や報告・発信等への支障が多く発生したことにより、全ての緊急対応が十分でなかった。また、交通が途絶した東京都心部では帰宅困難者の問題が起きた。

これらの問題から、一時避難上の問題は、以下の条件を満たす避難場所を用意できれば解決できる。

- ・地震による被害を受けにくい建築物構造とすること
- ・十分な空間を用意できること
- ・当面の必要物資が確保できること

しかし、十分な対応が難しいことは、これまでの地震により明らかである。

一時避難後の生活を継続する上で、ほとんどの人は一旦自宅へ帰り、自宅が使用可能であれば自宅を使用し、使用継続ができなければ、避難所や親戚・知人宅等を使用する。生活をする場としての住宅の使用継続が重要となる。

## 2. 3 防火管理者・防災管理者について

建築物について制度上、災害時に緊急の対応を行うしくみが防災計画の策定であり、建築物の規模・用途等により、火災時には防火管理者、他の災害には防災管理者を選任することになっている。

消防法では、多数の人が利用する建築物等の火災による被害の防止を図るため、一定以上の収容人員を有する事業所等においては、事業所等の管理権原者(代表取締役や店長等)は事業所等の火気の使用や取扱に関する監督、その他消防訓練の実施等、防火に関するさまざまな職務の実施責任者である防火管理者を選任する必要がある。

また、防火管理者は、事業所等において防火上必要な業務を適切に遂行できる地位にある者(管理的又は監督的地位にある人で、かつ、防火管理講習を修了すること。)が必要となる。

表 2.3.1 防火管理者の選任が必要な建築物(一定以上の収容人員を有する事業所等)

区分	甲種防火対象物		乙種防火対象物	
	特定防火対象物※1	非特定防火対象物※2	特定防火対象物	非特定防火対象物
延べ面積	300m <sup>2</sup> 以上	500m <sup>2</sup> 以上	300m <sup>2</sup> 未満	500m <sup>2</sup> 未満
全体の収容人員	30人以上	50人以上	30人以上	50人以上
必要資格	甲種防火管理者		甲種又は乙種防火管理者	

※1 飲食店、スーパー、ホテル、病院、福祉施設等の不特定多数の者の出入りのある事業所

※2 アパート、学校、工場、事務所等で特定防火対象物以外の事業所

防火管理者は、事業所等において以下の防火に関する仕事を行う。

- ・ 消防計画の作成
- ・ 消火、通報及び避難訓練等の実施
- ・ 消防用設備等の点検及び整備
- ・ 火気の使用及び取り扱いに関する監督
- ・ 避難施設等(避難階段や防火戸)の維持管理
- ・ 収容人員の管理
- ・ その他防火管理上必要な事項(従業員教育等)

また、消防法では、防災管理を要する建築物として、表 2.3.2 から表 2.3.4 に示すとおり建築物の用途(複合用途)、規模により、自衛消防組織の設置、防災管理者の選任等が義務付けられている。防災管理を要する災害には「地震」と「毒性物質の発散その他の特殊な災害」が想定されており、テロ等による災害も含まれる。防災管理者は、消防計画を作成し、年1回以上の避難訓練を実施する責務がある。ただし、表 2.3.2 には用途のうち共同住宅等は含まれていないため、表 2.3.3 の規模に該当しない共同住宅等は、地震時の対応が十分とは、いえないことが予想される。

表 2.3.2 自衛消防組織・防火管理者を設置しなければならない防火対象物

対 象 用 途	劇場等 (1 項)
	風俗営業店舗 (2 項)
	飲食店等 (3 項)
	百貨店等 (4 項)
	ホテル等 (5 項イ)
	病院・社会福祉施設等 (6 項)
	学校等 (7 項)
	図書館・博物館等 (8 項)
	公衆浴場等 (9 項)
	車両の停車場等 (10 項)
	神社・寺院等 (11 項)
	工場等 (12 項)
	駐車場等 (13 項イ)
	その他の事業場 (15 項)
	文化財である建築物 (17 項)

表 2.3.3 自衛消防組織・防火管理者を設置しなければならない防火対象物

規 模	
階数が 11 階以上の防火対象物	延面積 10,000m <sup>2</sup> 以上
階数が 5 以上 10 以下の防火対象物	延面積 20,000m <sup>2</sup> 以上
階数が 4 以下の防火対象物	延面積 50,000m <sup>2</sup> 以上

表 2.3.4 自衛消防組織・防火管理者を設置しなければならない複合用途防火対象物

複合用途防火対象物
対象用途に供する部分が 11 階以上の階に存し、 防火対象物全体の対象用途に供される部分の床面積の合計が 10,000m <sup>2</sup> 以上
対象用途に供する部分が 5 階以上 10 階以下の階に存し、 防火対象物全体の対象用途に供される部分の床面積の合計が 20,000m <sup>2</sup> 以上
対象用途に供する部分が 4 階以下の階に存し、 防火対象物全体の対象用途に供される部分の床面積の合計が 50,000m <sup>2</sup> 以上

## 2. 4 本研究で作成する地震直後の緊急点検・対応計画に関する対象について

建築物用途からみて対策を要する主なものとして、本研究の対象を以下のものとする。

東北地方太平洋沖地震では帰宅困難者という問題が明らかとなったが、地震後には自宅

に帰宅することが一般的であるため、住宅の継続的利用可能性は重要である。そのほか、住宅は、

- ・就寝用途かつ火気使用用途
  - ・建築物の規模（高さ・面積）、耐震性能、管理形態が多様
  - ・自衛消防組織の設置、防災管理者の選任義務（消防法で消防計画作成ガイドラインが示されている）の対象外
  - ・6階以上の共同住宅は全国で16万棟以上(平成20年時点)
  - ・大規模共同住宅は自治体等にとって避難所選定、確保等への影響が大
- といった特徴が上げられる。

また、高層建築物では、建築物被害やライフライン（電気・ガス・水道）の途絶、EVの利用停止等による地震後の対応（利用可能性、安全性）への影響が大きい。

これらのことから、高層共同住宅を対象として、技術的な情報を含めた地震後火災に対する緊急点検・対応計画について管理組合等へ分かりやすく情報提供することにより、準備を促す必要がある。

## 2. 5 本研究で実施する地震直後の緊急点検・対応計画に関する建築物の構造について

地震被害を受けた建築物において火災が発生すると、通常時と同様の建築物の防耐火性能が期待できず、被害を甚大にする可能性がある。しかし、建築物部材の耐火性能については、地震被害の程度に応じて建築物構造部材・防火区画の耐火性能等に与える影響を事前に判定可能となる技術的知見がほとんど得られていない。

地震による建築物構造の被害と耐火性能に影響する耐火被覆の被害についてみると、構造的被害が小さく、耐火被覆も被害が小さければ、耐火性能は期待できるものの、構造的に被害が大きければ耐火被覆の被害程度によらず、危険があるため建築物の継続使用はできない。高層共同住宅については、構造部材は鉄筋コンクリート造（RC造）が主で、その構造部材は構造的被害の程度が外見から判定しやすいだけでなく、被害の程度により耐火性能の低下の度合が容易に判定できると考えられる。また、非耐力壁は様々な構造が考えられるものの、その耐火性能の低下度合いは、構造部材のRC造の被害に基づいて想定できると考えられる。

これに対して、鉄骨造（S造）建築物の構造部材の場合、鋼材は温度が400℃になると強度が常温時の約2/3に低下するため、耐火被覆による温度上昇の抑制が必要になる。耐火被覆された部材の耐火性能は、その種類や厚さだけでなく、鋼材の断面積や部材の断面周長等の影響による熱入力への抵抗度合等により大きく影響を受ける。また、この耐火被覆は、地震動による鋼材の変形により損傷する等の影響を受けやすいものもあることから、耐火被覆の地震動による被害の程度だけでは耐火性能の低下の度合が容易に判定できないと考えられる。

これらの考え方を整理して、図2.5.1に示す。

そのため本研究では、S造建築物について地震被害を受けた部材及び防火区画を構成する部材が、火災による加熱の影響を受ける状況として残留部材角（1/100）を想定した。実験においては、残留部材角が 1/100 程度になるように層間変形角を部材に与え、その後に耐火性能を実験的に確認することとした。

**●RC造建築物の構造部材**

RC部材は構造的被害の程度が外見から判定しやすだけでなく、被害の程度により耐火性能の低下の度合が容易に判定できると考えられる。

RC造建築物の応急危険度判定

建築物全体または一部の傾斜		Aランク	Bランク	Cランク
(1) 損傷度Ⅲ以上の損傷部材の有無		なし	あり	
(2) 最大被害の階	損傷度Ⅴの柱本数の割合	1%以下	1~10%	10%超
	損傷度Ⅳの柱本数の割合	10%以下	10~20%	20%超

損傷度Ⅲ：2mm程度のひび、コンクリートの剥離は極めてわずか：耐火性能は期待できる  
 損傷度Ⅳ：ひびわれ、コンクリートの剥離も激しく、鉄筋がかなり露出 耐火性能は期待できない  
 損傷度Ⅴ：鉄筋の座屈や破断、柱の高さ方向の変形・床の沈下等

**●鉄骨造建築物の構造部材**

鉄骨造の部材は、耐火被覆による温度上昇の抑制効果だけでなく、鋼材の断面積や部材の断面周長等の影響による熱入力への抵抗度合等により耐火性能が大きく影響を受ける。耐火被覆は、地震動による鋼材の変形により損傷する等の影響を受けやすいものもあるため、耐火被覆の地震動による被害の程度だけでは部材の耐火性能の低下の度合が容易に判定できないと考えられる。

鉄骨造建築物の応急危険度判定「要注意」となる場合を想定

建築物全体または一部の傾斜	Aランク	Bランク	Cランク
傾斜を生じた階の上の階数が1階以下	1/100以下	1/100~1/30	1/30超
傾斜を生じた階の上の階数が2階以上	1/200以下	1/200~1/50	1/50超

鉄骨造建築物の構造部材の地震被害を想定した残留部材角（1/100）における耐火性能を実験的に確認する。

- 防火区画を構成する壁（床と柱に囲まれた部材を想定）
- 柱・梁の接合部を含んだ構造部材

図 2.5.1 RC造建築物とS造建築物の部材の耐火性能の考え方

### 3. 地震直後の避難・火災安全計画に関する調査

高層建築物において地震直後（中地震（概ね5強を超える地震）以上）の在館者の安全を確保するために必要な建築物・設備等の緊急点検・避難誘導等については、明確な技術基準や方針が示されていない。

そこで本章では、地震を受けた建築物の防火性能の状態を把握するために点検・確認すべき項目、点検の方法及び判断基準等の対策技術のフレームワークを作成することを目的として、第1の調査を実施した。次に、平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震で建築物や消防用設備等に被害を受けた、あるいは、建築的な被害はなかったもののライフラインの停止等の対応を行った建築物があることから、第2の調査を実施した。

- ・第1の調査は、高層建築物における、
  - ・避難の必要性の判断・避難誘導の方法等の避難計画上の課題と今後の対策（3.1～3.3）
  - ・行政による地震対応マニュアルや制度の内容（3.4）について、文献による調査・分析を行ってとりまとめた。
- ・第2の調査は、対策技術のフレームワークが実用的かつ効果的であるものとするために、特に課題が指摘されている共同住宅を対象にして、平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震時の状況について、
  - ・居住者の避難及び対応の状況（3.5）
  - ・仙台市消防局に中高層共同住宅の消防用設備等の被害状況（3.5）
  - ・防火区画構成部材の地震被害を提言するための対策事例（3.6）を把握するためのヒアリング調査・アンケート調査を行った。

#### 3.1 地震時の共同住宅における住民対応・火災からの安全確保に関する文献調査

共同住宅において居住者が地震に遭った場合、しかも震度7のような大地震の場合、共同住宅に構造的な問題がなくても、それが居住者にどのような影響を与えるのか、また、それに備えてどのような対策が必要かについて、平成7年（1995年）兵庫県南部地震をはじめ、これまでに発生した地震時における共同住宅の居住者の対応行動についての調査結果<sup>3-1,2)</sup>を整理して課題と対応策を示す。

##### 3.1.1 地震時の超高層共同住宅の避難状況<sup>3-1)</sup>

平成7年（1995年）兵庫県南部地震は、最大震度7の激震であった。超高層共同住宅数棟における揺れている間の居住者の行動として、回答者の半数が「何もできなかった」と答え、「ふとんを被った」、「とっさに家族をかばった」の行動が続いている。多くの人、強く揺れている時は立つこともできず、最低限の危険回避の行動しかできない状態となっていたことがわかる。さらに、「家具等の下敷きになって動けなかった」人は約1割もいた。

芦屋浜の高層を含む超高層共同住宅群(14～29 階建て建築物)では、高層階で全ての住戸、低層階でも、6～8 割の住戸で大型家具が転倒し、「余震が怖かった」、「水やガスが出ないのが不安だった」との理由で 7～8 割の居住者が地震後に建築物から避難している。大阪と神戸の超高層共同住宅数棟(25～50 階建て建築物)の居住者への調査でも、高層階で 7～8 割、低層階で 1～2 割の住戸で大型家具が転倒し、2～3 割の居住者が「余震が心配」、「ライフラインが停止して住めない」との理由で建築物から緊急避難している。

2005 年 3 月 20 日福岡県西方沖の地震は、最大震度 6 弱であったが、福岡市内の高層を含む超高層共同住宅群(14～27 階建て建築物)では、大型家具の転倒は高層階で約 6 割、低層階で約 1 割発生し、2～3 割の居住者が避難している。高層階ほど大型家具の転倒が激しかったので、住戸内から廊下への避難がしにくいといった傾向があった。避難した居住者の 7 割は「余震が怖い」を避難理由としている。

以上のいくつかの事例から、超高層共同住宅では、高層階ほど揺れが激しく大型の家具が転倒すること、余震を心配して避難する人の割合が高いことがわかる。避難しなかった人は、「家の中が安全と思った」という理由が多いものの、EV が止まって、外に出たくても体力的、身体的に難しいという理由から、結果的に共同住宅内に残り残された人も多く、高齢者ほど、実際に避難した人の割合は少ない傾向がある。

### 3. 1. 2 地震時の高層共同住宅の避難状況

平成 7 年（1995 年）兵庫県南部地震における地震直後の高層共同住宅の住戸内での行動<sup>3-2)</sup>は、3 割の「動けず・じっとしていた」、2 割の「明かりを探した」が代表的で、その後の行動として多いのは「余震の恐怖」によって 5～6 割が「すぐに外へ出ようとした」。これらの共同住宅では、建築物全体の構造的な被害はなくても玄関ドアの周りの変形等でドアが開きにくかったり、あるいはドアが開けられずに避難することが困難であったりした事例が多くあった。ドアに体当たり等して玄関から避難した人もいたが、約 2 割の人は、玄関ドアが開かずに廊下側の窓やバルコニー側から避難している。

他の地震においても同様に玄関ドアの開閉障害が発生しているほか、避難階段のドア等についても開閉障害が発生して、居住者の避難に支障があった例もある。

### 3. 1. 3 地震後火災からの共同住宅の避難状況<sup>3-1)</sup>

平成 7 年（1995 年）兵庫県南部地震における地震後火災は 285 件で、共同住宅から出火した事例は 70 件であった。そのうち耐火建築物が約 8 割程度であり、その耐火性によって出火住戸内に多くの火災がとどまっている。一方で、その約 2 割で上階に延焼しており、地震によって構造的な被害を受けているものが多い。このような状況では、居住者の避難も困難となる。玄関ドアが開かなくなった住戸内で火災が発生し、住戸から避難できずに亡くなった事例も多く発生した。

一方、密集市街地で火災が発生し、市街地火災にまで拡大した場合、多くは共同住宅の

耐火性によって延焼が停止している。共同住宅の外壁開口部を通じて出火した隣棟から内部延焼し、延焼は1室のみに止まったものの、建築物の架構の被害から階段が利用できず、バルコニーの住戸間隔壁を破壊してタラップを使用して緊急に避難した事例が紹介されている<sup>3-1)</sup>。

### 3. 1. 4 文献調査から得られた地震時の共同住宅の安全確保に関する課題と対策

上記の文献調査から得られた地震時の共同住宅の安全確保に関する課題をまとめ、その対策について以下に示す。

#### (1) 家具類の転倒防止対策

地震により家具や家電機器類が転倒することで、怪我をしたり、挟まれて避難ができなかったり、避難経路が確保できなかったりした課題が指摘されている。

その対策としては、家具や家電機器類を固定して地震による転倒を防止することであり、正しい固定方法について解説された書も多い。

しかし、2007年10月に内閣府が実施した「地震防災対策に関する特別世論調査」<sup>3-3)</sup>では家具固定対策をとった家庭は約2割にとどまっている。実施しない理由として、約3割が「面倒だから実施していない」、約2割が「固定しても大地震の時に効果がない」、約1割程度が「地震で家具は転倒しない・転倒しても危険でない」と考える人がいる。このような対策の必要性、効果を正確に伝えて、家具等の転倒防止対策の実施率を上げる必要がある。

#### (2) 避難経路障害の除去

地震により住戸の玄関ドアや避難階段等のドアの開閉障害により住戸や建築物から避難ができなかった課題が指摘されている。

その対策としては、非耐力壁の変形・破壊によるドアの開閉障害に対して、変形に対応するドア形式とすることや、スリットその他の工法により地震時の変形に対応できる非耐力壁とすることが提案されている。また、エキスパンションジョイント(Exp.J)部分や、鉄骨階段とその他の構造部分等の地震時の挙動が異なる部分にあるドアの開閉障害については、それぞれの箇所で解消する必要がある。これらは、共同住宅の長期的な改修計画の中で取り組むべき内容である。

廊下や階段の天井・壁の落下による通行障害も、多数の人が避難する際には大きな支障になるので、天井や壁の平常時の点検や維持管理が求められる。

なお、廊下や階段から避難ができない場合を想定して、バルコニー・避難ハッチ等を使って避難ができるようにしておくことも重要である。

#### (3) 非常時の相互援助体制の確立

共同住宅では地震の揺れが強いほど、地震後に避難する人が多くなる。その際には地震

により EV が止まることが多いので、高齢者や障害者は地上への避難ができずに、住戸にとどまらざるを得なくなる。その後、火災が発生すると、避難が非常に困難になる。

そこで、非常時の相互援助性を持つコミュニティを共同住宅内につくっておき、高齢者等の避難誘導ができるようにしておくことが望まれる。このコミュニティは、例えば共同住宅内のサークルや近所づきあいで形成されるもので、日頃のつきあいが重要となる。

また、地震後、ライフラインが止まり、EV が復旧するまでの生活をどのように確保するかについて話し合い、場合によっては水や食料品等の備蓄を行うことも取り組むべき課題の一つである。

### 3. 2 地震時の商業施設における対応状況に関する文献調査

多くの人が集中する都心の商業施設において、地震に遭遇した場合、客あるいは施設の従業員がとるべき対応について検討する必要がある。2005年3月20日に起きた福岡県北西沖の地震、2007年7月16日に起きた平成19年（2007年）新潟県中越沖地震時に実際に商業施設における従業員や客がどのような対応行動を取ったかについて当時の防災担当者に対して実施したヒアリング結果をまとめた文献<sup>3-4)</sup>を調査し、課題と対策についてまとめた。

#### 3. 2. 1 地震時の福岡県の百貨店の避難状況<sup>3-4)</sup>

調査対象の福岡県にある7階建てのA百貨店では、表3.2.1に示すとおり、毎月1回防災訓練を行っている。しかし、2005年3月20日に起きた福岡県北西沖の地震の直後は指示、命令系統が一貫していなかったため、客を避難させる判断に時間を要した。また、火災時の対応のみ訓練していたため、地震時の対応については従業員に徹底されてなかった。

表 3.2.1 A百貨店の施設概要と地震前の防災訓練の状況

客層	男:女	3:7
	年齢層(男性)	全年齢層
	年齢層(女性)	全年齢層
階数		7F・B3F
延床面積(m <sup>2</sup> )		64300
建設年代(年)		1996
防災訓練内容	頻度(回/年)	12
	内容	初期消火訓練
		応急救護訓練
		通報連絡訓練
		救出・救助訓練
		煙中避難訓練
避難誘導訓練		
防災訓練参加者		全従業員(アルバイト含む)

以下に、2005年3月20日福岡県北西沖の地震時の建築物の状況と従業員の対応や避難の状況をまとめて示す(図3.2.1参照)。なお、①～⑪は項目を示す。

#### (1) 建築物や従業員の対応状況

##### ① 地震発生時の在館者数

客：2,500名程度、従業員：3,500名程度。

##### ② 建築物の設備の状況

EV閉じ込めあり(最寄り階停止)。

エスカレーター(ES)は停止したところと停止しなかったところがあった。  
 停電なし。  
 全館に亘り防煙垂壁の破損。  
 本館と新館を繋ぐ空中連絡通路の接続部分に 3cm のズレが発生。

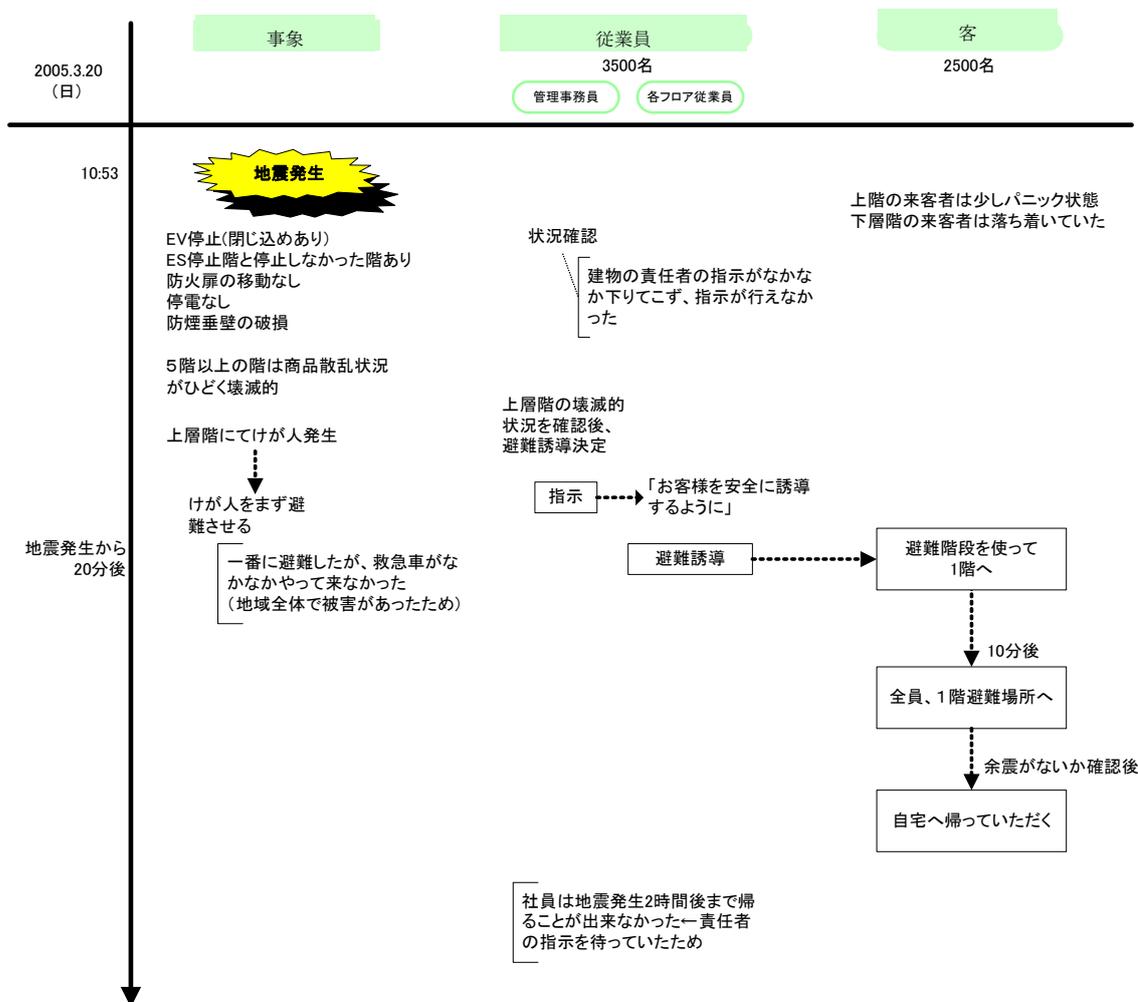


図 3.2.1 A百貨店における地震時の事象・従業員・客の状況の推移

③ その他地震による被害

4階から上で物が倒れた。5階以上がひどく、壊滅的であった。  
 4階から下はあまりひどくなかった。

④ 地震直後の客と従業員の状況

1階の客は買物を続けているほど、あまり危機感を感じていなかった。  
 地下では客がレジに並んでおり、その他にも客が多数いた。  
 上の階では客が取り乱していた。

⑤ 従業員の連絡方法

内線・口頭指示。

⑥ 避難誘導決定者

各階従業員。

⑦ 避難誘導を行った人

各階従業員。

⑧ 避難誘導状況

本来は従業員が避難指示をしなければいけなかったが、まったく状況が把握できなかった。上層階に行くと被害が大きいことから、客を避難させることとした。

組織立って避難させるということはなかった。

訓練時、避難階段の入り口を事前にあけて、避難階段に入るまでの訓練をしていたが、実際の地震災害時に避難階まで誘導したときに、従業員は階段からどこに出るのかがわかっていなかった。

それ以来、訓練でも避難階まで降りるようにした。

ケガ人を先に避難させたが、救急車がなかなか来なかった。

従業員は2時間ほど残っていた。

建物責任者に了解をもらえないと、帰ることができなかった。

避難誘導時には火災マニュアルの知識を利用した。

⑨ 非常放送の実施状況

建物責任者からの指示がなかったため、なかなか放送が行えなかった。

⑩ 避難経路・障害の有無

避難階段を利用した。

商品は散乱していたところを避けて、遠回りをしながら避難した。

百貨店の特性でバックヤードの避難経路もあるが、積み重ねてあった荷物が倒れたため、通ることはできなかった。

⑪ 地震時の最終的な避難

(地域全体で被害があったため、)客全員を避難階まで避難させてから帰宅させた。

(2) 避難の状況

写真 3.2.1 に示すように5階以上の売り場は散乱した状態であり、高層階になるほど散乱の程度は増した。低層階の被害はあまりひどくなく、1階ではまだ買い物が続けられていた。

こうした状況で、階別に避難の判断がされ、高層階は被害がひどいので避難させた。

避難に際しては、売り場は商品が散乱したため、そこを避けて少し遠回りをしながら避難した。売り場のバックヤードの避難経路も積み重ねてあった荷物が倒れたため、通ることができなかった。



写真 3.2.1 A百貨店における地震時の売り場の状況

### 3. 2. 2 地震時の新潟県の総合スーパーの避難状況<sup>3-4)</sup>

調査対象の新潟県の6階建てのB総合スーパーは、表 3.2.2 に示すように、火災訓練に加え防災訓練（地震対応）もそれぞれ年1回実施している。普段から、地震を想定している状況であり、あわてないことが大事で、あわてるとかえって被害が起こると認識している。平成16年（2004年）新潟県中越地震の経験が生かされている。

平成19年（2007年）新潟県中越沖地震時には、地震時の対応マニュアル（本スーパー本部作成のもの）が整備されていたこともあり、従業員の対応がスムーズであった。

表 3.2.2 B総合スーパーの施設概要と地震前の防災訓練の状況

客層	男:女	3:7
	年齢層(男性)	40代以上
	年齢層(女性)	30代以上
階数		6F・B1F
延床面積(m <sup>2</sup> )		11550
建設年代(年)		1981
防災訓練内容	頻度(回/年)	2
	内容	初期消火訓練
		地震体験訓練 避難誘導訓練
防災訓練参加者		全従業員(アルバイト以外)

以下に、平成19年（2007年）新潟県中越沖地震時の建築物（耐震工事実施済み）の状況と従業員の対応や避難の状況をまとめて示す（図 3.2.2 参照）。なお、①～⑪は項目を示す。

#### （1）建築物と従業員の対応状況

地震による大きな揺れが30秒、そのあと大きな余震が1回あった（平成16年（2004年）新潟県中越地震では余震が多かった）。

① 地震発生時の在館者数

客:80名(10時過ぎの開店時で少なかった。もう少し後であったら負傷者が多かったと考えられる。)

従業員:社員25名、パートナー52名、ヘルパー4名

② 建築物の設備の状況

防火扉等は動かなかった。扉が開かないことはなかった。

停電は地震後、5秒程度だけ発生した。貯水タンクが壊れて水道は止まった。ガスも止まった。

扉の開閉不具合はなかった。

EV(荷物用)に1人(業者)が閉じ込められた。客用はチェックしたが、荷物用を見ていなかったなので1時間後に気づいた。客用のものは全て各階を点検した。

③ その他地震による被害

商品が床に散乱。レジが動いて大変危険であった(今後、固定が必要)。

足にローラーがついている什器の上に陳列されていた商品は倒れなかった。

食品の酒類の損害が大きかった。

④ 地震直後の客と従業員の状況

外国人従業員(パート)が泣き叫んでいた(地震を体験したのが初めてだった)。

客や他の従業員の多くは、平成16年(2004年)新潟県中越地震を経験していたのである程度落ち着いていた。

けがをした従業員が一人(惣菜コーナーで油による火傷)。

⑤ 従業員の連絡方法

PHS(内線代わり)を使用。しかし、最初はみんなが一斉にかけたため、PHSはつながらなかった。普段であればつながるはずである。

そこで、最初は口頭で指示を行った。

⑥ 避難誘導決定者

各階従業員、管理事務所。

⑦ 避難誘導を行った人

各階従業員。

⑧ 避難誘導状況

全従業員が対応した。各階で独自に行った。

建築物の中が安全なので、すぐに客を外には出さなかった。

客を各階で集め、1階へ移動(避難は1、2分)してもらった。5分程度で避難完了した。

余震がないことを確認後、客に自宅へ帰ってもらった。

避難後に、トイレや更衣室等に残っている人がいないかを確認した。

マニュアルを見ている時間はなかったが、対応方法は頭に入っていた。

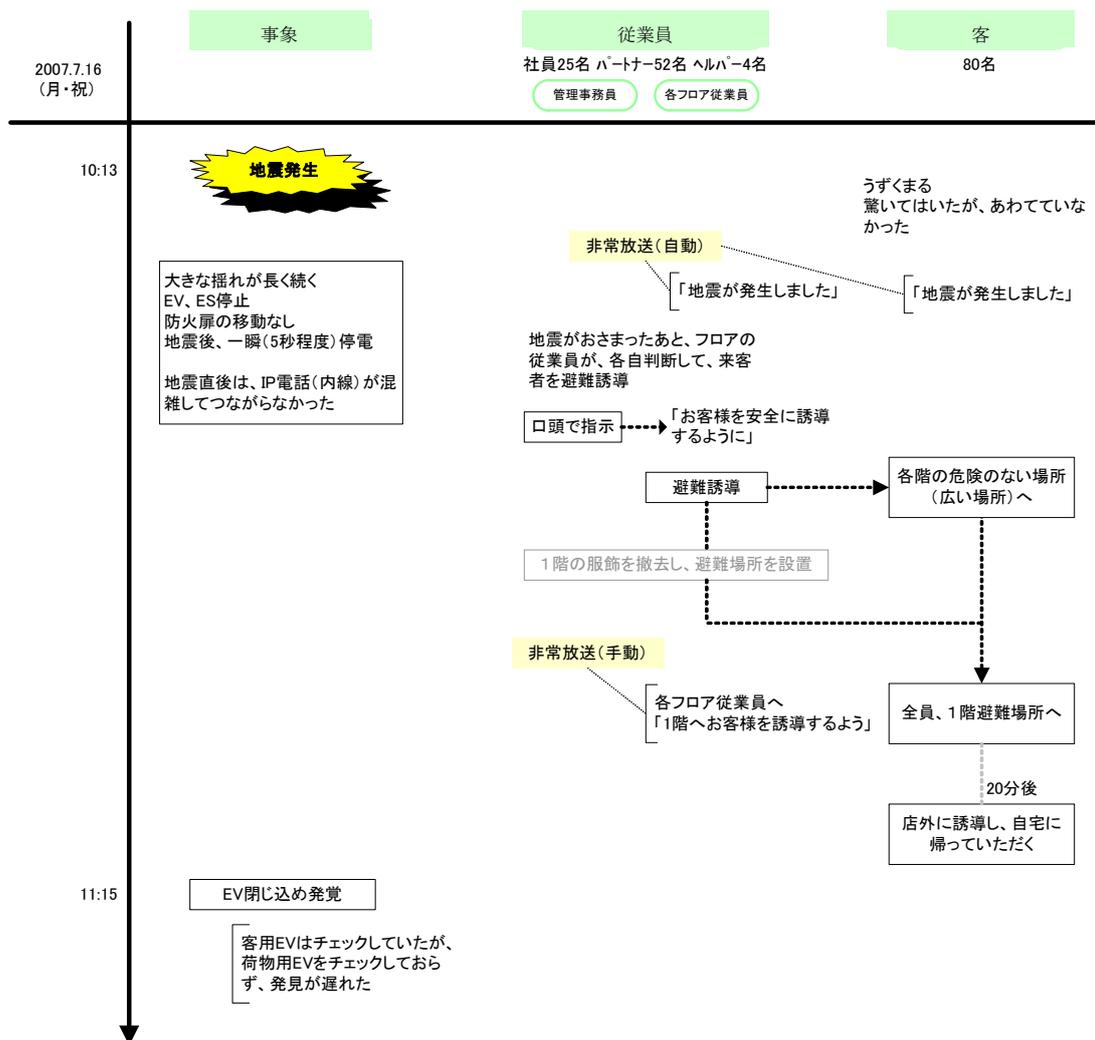


図 3.2.2 B総合スーパーにおける地震時の事象・従業員・客の状況の推移

⑨ 非常放送の実施状況

1階受付に設備があり、1階避難場所に客を移動するよう放送。

保安(警備会社)の人が放送。

震度4以上は自動的に機械音声が出る。

⑩ 避難経路・障害の有無

避難経路は客用階段を利用。

訓練ではバックヤードの階段も客用の階段も利用。

経路障害はなかった。商品が散乱していたが気をつけて通行してもらった。

⑪ 地震時の最終的な避難

まず客を1階に避難させ、お茶を出した。

テレビにより震源地等の状況が判明し、余震がないと従業員が判断した後、客を帰した。



写真 3.2.2 B 総合スーパーにおける地震後の売場の状況

## (2) 避難経路の状況

写真 3.2.2 のように、売り場は商品が散乱し、瓶類も割れた。

なお、本地震の3年前に発生した平成 16 年（2004 年）新潟県中越地震の経験を生かした地震の対応マニュアルを総合スーパー本部が作成されていた。しかし、地震直後の混乱状況においてはマニュアルを見る余裕がなかったものの、対応方法が従業員に記憶されていたことが避難誘導を比較的スムーズに行うことができた要因であった。

## 3. 2. 3 文献調査から得られた地震時の商業施設の安全確保に関する課題と対策

福岡県と新潟県にある 2 施設について、地震時の対応状況を文献調査からまとめた。事例が少ないため、起こり得る状況全てを網羅してないことに留意する必要があるものの、商業施設における近年の対応事例から地震時の商業施設の安全確保に関する課題と対策について以下にまとめる。

### (1) 地震時の EV の課題と対策

2 施設において EV は停止した。ES は福岡県の施設では動いていたが、新潟県の施設では停止した。このような状況において、新潟県の施設では、EV（荷物用）に 1 人（業者）が閉じ込められた。これは、客用のものは地震後すぐに確認したものの、荷物用は確認していないことが原因である。

地震時の EV 閉じ込めの問題については、2005 年 3 月 20 日に起きた福岡県西方沖の地震の頃からすでに課題と指摘され、その対策として最近の EV は、地震時に最寄階で停止するものが普及しつつある。

### (2) 地震時の客と従業員の状況に応じた対応の課題と対策

2 施設において、客に群衆パニックのような状況は起きなかった。福岡県の施設では

大きく揺れた上層階で動揺が見られた客もいたが、あまり揺れなかった下層階では落ち着いていた客が多かった。同じ建築物でも階により揺れの状況が異なり、それに応じて客の状況は変わるので、それぞれの状況に応じた対策が必要となる。

新潟県の総合スーパーでは各階で従業員もしくは管理事務所（防災センター要員）が避難誘導について判断している。一方で福岡県の百貨店では、従業員が建物責任者の指示を待ったために、避難誘導を行うまでに時間がかかった。

こうした事例から、地震が発生した際には、建物責任者による判断を待つより、各階で従業員が判断・行動することで安全に早急に客の避難誘導ができる。商業施設の場合、階（売り場）により、従業員や客の構成も異なるので、臨機応変に対応しなければならないことを想定したマニュアル作りが必要である。

### 3. 3 高層建築物の避難計画の問題点と今後の対策

超高層建築物で地震時に避難の必要があるのは、現状では、地震後に火災が発生した場合のみと考えられている。これは、地震では超高層建築物が倒壊等しないことを前提にしているためである。地震が発生して超高層建築物から避難する場合を考えると、大きく揺れている間は心理的な動揺が大きいため動けずに、地震直後に建築物外に避難する人は多くはないものと考えられる。例えば、平成7年（1995年）兵庫県南部地震では、上階の7～8割、下階の1～2割の住戸で大型家具が転倒した超高層共同住宅（25階～50階建て）の居住者の7～8割が避難せず、2005年3月20日福岡県西方沖の地震では、上階の約6割、下階の約1割の住戸で大型家具が転倒した超高層共同住宅（14階～27階建て）でも同様に居住者の7～8割が避難しなかった<sup>3-1)</sup>。その一方で、上階の全て、下階の6～8割の住戸で大型家具が転倒した超高層共同住宅（14階～29階建て）では居住者の7～8割が避難した例<sup>3-1)</sup>もあることから、上階の全ての住戸で大型家具が転倒するような地震の揺れに対しては、余震に対する恐怖やライフライン停止に対する不安による心理的な要因から、避難をした居住者の割合が多くなったと考えられる。

従来の高層建築物の火災時の避難計画では、3. 3. 1以降に示す理由から、火災発生直後に在館者全員が直接地上へ避難することは難しく、建築物の耐火性能を考慮して全館避難の考えを放棄してきたと言える。実際、全館避難を短時間で終わらせるために十分な階段幅が用意されていない。出火階を優先的に避難させ、引き続きその上下階、その後他の階を逐次避難させる想定のため、避難誘導が重要とされてきた。

しかし、地震後火災を想定した場合、全館一斉避難ということも視野に入れた検討が重要となる。そのためには、在館者の安全確保のための避難の必要性の判断、避難時における確実な誘導の方法、震動や高層階に閉塞されることに対する在館者の恐怖心を取り去り、意図しない避難行動（パニック的行動）の防止等が必要になる。これらについて、「東海地震等巨大災害の対応特別調査委員会報告書」<sup>3-5)</sup>（2006）では避難計画上の問題点と対策について指摘されていることから、その内容をもとに、現時点での問題点及び今後の対策について再整理した。

#### 3. 3. 1 高層建築物における避難計画上の問題点と対策<sup>3-5)</sup>

##### （1）全館避難の問題点と対策

高層建築物において地震後火災が発生した場合には、全館一斉避難が必要になる可能性がある。その場合に予想される問題を整理すると、以下のようになる。

まず、在館者の全員が火災発生後の短時間で避難を完了するためには、十分な階段幅と階段の数を確保する必要がある。また、高齢者や障害者が超高層の上階から地上まで階段を歩いて降りることは困難であるので、EVを利用した避難も考える必要がある。

避難に長時間を要し、地震により扉の開閉に支障が出る等の建築物への影響により、火災が起きている部分の近くを避難経路とせざるをえないことも考慮して、避難経路とそれ以外の部分とを区画する壁等の耐火性能も十分に確保する必要がある。在館者が勝手気ままに避難を始めて混乱することを避けるため、避難が必要か否か、どの避難経路を利用するのか等、在館者への情報を確実に伝達するシステムが必要となる。

#### (2) 防火区画・防災設備等の機能障害防止対策

地震直後には防火区画や防災設備の機能障害が起こることが予想される。そこで、区画・設備が有効に機能しないことを想定して、地震時の避難計画を考えることが重要である。

想定する地震動に対して、どの設備が正常に機能するのか、どの設備は障害が発生する可能性が高いのかがわからないと避難シナリオも作成できないため、このような条件についての情報を得ておく必要がある。

#### (3) 非構造部材の損傷等に伴う避難経路の確保対策・人的被害防止対策

非構造部材の損傷または什器や収納物等が散乱することにより、室内及び避難経路上の通行障害にならないような対策や、天井及び壁の部材、あるいは什器等の移動・落下等による人的被害の防止対策が必要である。

#### (4) 同時多発火災への対策

地震のため、建築物内では同時に複数の火災が発生する危険性がある。一般的な防火・避難計画では、火災は1カ所で発生した場合の対策しか考えていないので、同時に複数の火災が発生した場合について、排煙設備の能力、自動消火設備の能力等をどの程度用意すべきかの検討が必要である。

#### (5) 高層階の不安対策

高層階にいるということ自体が在館者に不安を与えるため、地震時には安心できる情報提供が必要になる。特に、高層建築物は情報提供のための設備や多くの生活に必要な機能を電気エネルギーに依存していることから、その不安を取り除くためには停電対策が重要である。

#### (6) 屋外における落下物の危険防止対策

建築物の周辺においては、外壁の材料や窓ガラス等の落下の危険がある。屋外に設けられた避難経路や一時的な避難場所等は、落下物の危険を避けられるように設けるとともに、落下物の危険性が高い場所を立ち入り禁止エリアとすることも必要である。

### 3. 3. 2 今後の避難安全対策に向けて

「東海地震等巨大災害の対応特別調査委員会報告書」<sup>3-5)</sup>(2006)に示された問題点と対策をもとに、現時点での問題点及び今後の対策について、以下の通り再整理した。

なお、ここでは以下の条件を想定した。

- ・建築物自体には大きな被害が発生していない（実際に発生しているかどうか、直ぐには分からない）。
- ・各種防火対策が正常に機能しているかどうかは不明である（壊れているかどうか、直ぐには分からない）。
- ・居室や避難経路となる部分に什器が散乱している
- ・在館者は地震により大きな怪我等はしていない

#### (1) 想定される対応・避難行動

地震直後の揺れがおさまってから直ぐ後に在館者が行う対応や行動については、概ね以下の3つが想定される。

1つ目は、身の回りに大きな被害が起こってないことが分かれば、何が起きたのかの情報を得るための行動をする。自分がいる場所が安全かどうかは直ちに判断できないので、情報を得るために、周囲の人に尋ねたり、中央管理室や防災センターに問合せたりする。しかし、誰も確実な情報を把握できていないことが想定されるので、求める情報が得られないことが想定される。

2つ目は、家族や職場の同僚の安否について情報を集めようとする行動をとる。家族や同僚のいる場所が近くであれば直接移動して確かめるであろう。しかし、遠く離れていれば、電話やメール等の通信手段により連絡を取り、安否を確かめようとする。通信手段に障害が生じている場合は、情報を得ようとする行動をとり続けることが想定される。

3つ目は、身の回りに人的な被害が発生している場合、救助の行動がとられる。しかし、自分だけでは助けられないと判断すれば、周りに協力を求める。どこに助けを求めることができるのか、必要な情報を求める行動が想定される。

#### (2) 想定される避難上の問題

上記のように想定される地震直後の対応・避難行動より生じる問題は、図 3.3.1 及び以下のように整理できる。

- 1) 避難開始が遅れることや、避難の必要性が認識できないことが問題である。例えば、地震直後に在館者が欲しい情報がすぐに得られないため、情報を得ようとする行動が優先されてしまい、避難開始が遅れることになる。また、感知警報設備の故障等で、火災が発生しているかどうかの情報が伝達（放送等ができない）されない場合も考えられる。

- 2) 地震により、通常の避難経路が利用できないことが問題である。什器が床に散乱したり、天井の材料が落下したりして通行ができないことが発生する。
- 3) 在館者が居室等に閉じ込められるということも問題である。出口が移動した什器でふさがれることや、戸枠が変形して扉が開かないということが起こる。
- 4) 地震直後に在館者が各自の判断で避難すると、多くの避難者が集中して群衆災害が発生する危険が高くなる。
- 5) 避難が長時間になると非常用照明の電源が切れて建築物内が暗くなるため、在館者の行動が制約される。
- 6) 安全装置が作動して、乗車中の EV に閉じ込められることが問題である。非常に多くの建築物で同時に問題が発生するため、消防や専門の業者による救出までには、非常に長い時間がかかる。
- 7) 現状でも、車いす利用者にとっては高層建築物からの避難に適切な手段は用意されていない。非常用 EV による移動が救助手段として期待されるが、その EV が地震で利用できないのであれば、避難は極めて困難である。その他の障害を持った在館者にとっても、地震時には通常より移動手段が限られる。

<p>予想される避難上の問題</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 避難が遅れること・避難の必要性が認識できないこと</li> <li>2) 通常の避難経路が利用できないこと</li> <li>3) 居室等に閉じ込められること</li> <li>4) 出口や階段等に多くの避難者が集中してしまうこと</li> <li>5) 停電で暗くなると行動が制約されること</li> <li>6) EV 等に閉じ込められること</li> <li>7) 障害者等は利用できる移動（避難）手段がないこと</li> </ol>
---

図 3.3.1 想定される避難上の問題

### (3) 問題への対策

上記で想定される問題を解決するための対策としては、まずは地震及び地震による被害状況について、適切な情報を在館者に迅速に伝えることが重要である。これにより、時間を浪費することなく、避難が必要か否か、何をすべきかを判断して行動することが可能となる。

次に、地震により防災対策が機能しない場合もあることを想定した避難計画を用意することも必要である。特に、全館一斉避難を想定した計画であることが必要である。現状の階段の数や幅では不十分であるならば、相応しい数と幅を確保するか、あるいは、なるべく短時間で全館一斉避難が完了できる計画を用意しなければならない。

また、各種の防災対策については、機能に障害が発生した場合には、自動的に故障を発見し、警報で知らせるシステムとすることも重要である。在館者が防災対策の機能障害を発見した場合には、建築物の管理者に連絡する仕組みを用意することも必要である。

避難経路や出口を確保するためには、什器が移動したり、床に散乱したりすることを防止し、壁や天井の材料が落下することを防止する対策を進めることが重要である。

障害者が利用できる避難手段は、火災時でも十分ではないのが現状である。地震対策以前に、全ての在館者に対して有効な避難手段を用意することが必要である。

### 3. 4 高層共同住宅における避難マニュアル・制度の整備状況

平成7年（1995年）兵庫県南部地震を教訓として、高層共同住宅の地震時の対応について、行政だけでなく居住者も参加して議論がされるようになってきた。以下、避難マニュアルの整備事例として東京都中央区のものについて調査結果の概要を示す。また、その他の行政による制度の整備状況の概要について示す。

#### 3. 4. 1 東京都中央区「高層共同住宅における震災時活動マニュアル策定の手引き」

東京都中央区では、都市再開発に伴い高層共同住宅の件数が著しく増加しており、人口の8割超が共同住宅に居住している。また、そのうちの半数が6階以上の階に居住している。このような状況で、中央区では、高層住宅の地震対策の検討に着手したが、その最中に平成17年7月23日千葉県北西部の地震が起きた。中央区では、それによる震度が4であったにもかかわらず、区内のEVの約3割が停止し、ますます対策策定の必要性が高まった。

そこで中央区では、平成17年6月から平成18年3月までの期間において、「中央区高層住宅防災対策検討委員会」（委員長：寺本隆幸東京理科大学教授）を設置して、「高層共同住宅における震災時活動マニュアル策定の手引き」作成のための調査・検討を行った。この委員会では、生活に必要なライフラインの安全対策及びライフライン復旧までの防災対策を検討しており<sup>3-6)</sup>、その概要を図3.4.1にまとめて示す。

この検討の中で、想定する地震に対して建築物自体には十分な耐震性が期待できる一方で、EVの停止と電気・水道等のライフラインの被害が大きいことが想定された。具体的には、EVは震度5ではほぼ全てが停止し、復旧は業者の対応となること、EVが使用できない中での物品の移動は階段の利用では困難であることが問題として浮かび上がった。また、送電の停止は、それだけでEVと送水（ポンプ利用）の停止を意味し、その復旧が大事であることが再認識された。委員会では、これらの被害状況において、どの設備をいつごろまでに復旧させるかの優先順位を表3.4.1に示すとおり定めて、その見通しを検討している。

これらの調査検討により明らかになった課題を整理し、中央区では図3.4.2に示す4点を提言としてまとめた。

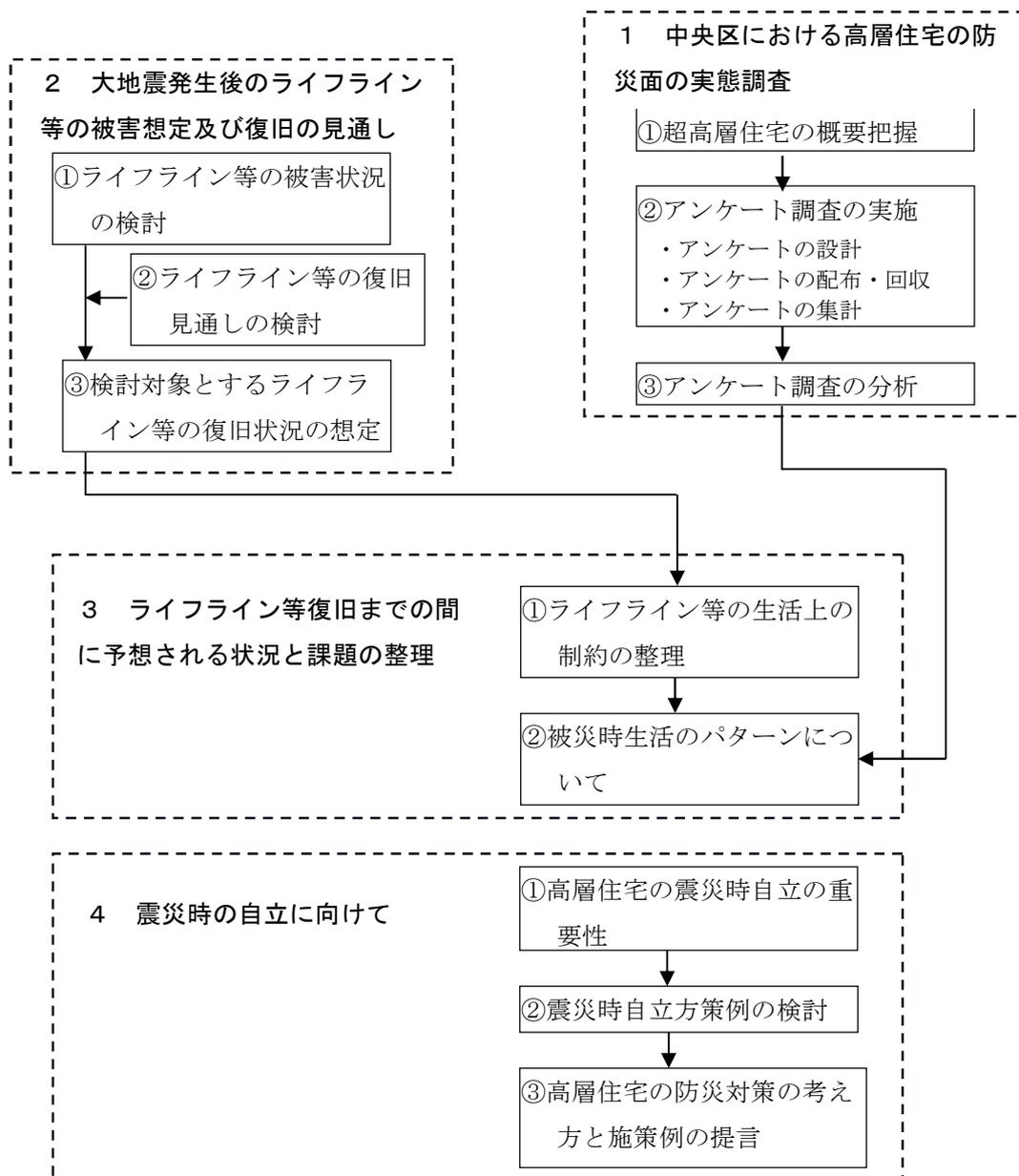


図 3.4.1 高層住宅防災対策検討委員会報告書<sup>3-6)</sup>の概要

- 1) 震災時自立型高層住宅としての要件整理
  - 市街地開発事業指導要綱の改正
    - ・施設規模に応じた防災備蓄倉庫の設置
    - ・受水槽緊急遮断弁の設置
    - ・マンホールトイレの設置
    - ・地震時対応 EV の設置
    - ・防火水槽の設置
    - ・避難施設の設置
  - 既存共同住宅に対する助成
- 2) 復旧支援体制の整備
- 3) 防災知識の共有と意識の向上
  - パンフレット<sup>37)</sup>・DVDによる普及啓発
  - 震災時活動マニュアル作成支援  
(2012年3月時点で3棟に適用済み、2棟で検討中。)
- 4) 防災拠点・避難場所の整備

図 3.4.2 中央区がとりまとめた提言

表 3.4.1 中央区におけるライフライン等の復旧状況の想定

種類	I-緊急対応期 (発災後 2~3 日目)	II-応急対応期 (発災後 4 日目以降)	備考
上水	断水している可能性が高い。 また、住宅内の給水施設が被害を受けている可能性もある。	断水したままの可能性もある。 また、住宅内の給水施設が被害を受け、復旧していない可能性もある。	・3 日目まで断水(45%) ・4 日目以降断水(7.1%)
下水	被害は受けても疎通に支障はない。しかし、住宅内の排水施設が被害を受けている可能性もある。	被害は受けても疎通に支障はない。しかし、また、住宅内の排水施設が被害を受け、復旧していない可能性もある。	
電力	高層住宅でも停電している可能性を考慮する必要がある。	高層住宅は全て復旧している。	
ガス	安全確認のため供給停止している。	中央区全域では復旧していない可能性が高い。	
電話	通話が極めて困難な状態である。	復旧している。	
EV	停止している。	順次復旧作業が行われている。	

2015年2月に東京都中央区では、「中央区防災対策優良マンション認定制度」<sup>3-8,9)</sup>を設け、その名称および所在地を区ホームページで公表（任意）<sup>3-10)</sup>してPRが可能になっている。そのほか、認定証の交付、防災訓練経費の助成、防災資器材の支給が受けられる。

### 3. 4. 2 東京都におけるLCP住宅・マンション普及促進事業等

平成7年（1995年）兵庫県南部地震や平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震において、建物自体が損傷を受けていなくても、停電があったマンションでは、水の供給やEVの運転が停止し、結果として自宅での生活の継続が難しい状況となった。

災害時においては、救援物資が供給されるまでの間、自宅での生活を継続するためには、防災マニュアルや防災訓練、備蓄等の防災活動による備えが重要である。

そこで東京都では、建築物の耐震性、停電時でも水の供給やEVの運転に必要な最小限の非常用電源の確保（ハード対策）、防災マニュアルを策定し、居住者共同で様々な防災活動を行う取組（ソフト対策）によって、自宅での生活を継続しやすい共同住宅を「東京都LCP (Life Continuity Performance)住宅」<sup>3-11)</sup>として登録・公開して、東京都や住宅所有者がPRできる「東京都LCP住宅情報登録・閲覧制度」が2012年4月20日に施行された。認定には、非常用発電機の設置や排熱利用の努力義務、15年以上の機器委託期間等が条件とされていたため、認定件数は少なかった。

2023年1月から「東京都とどまるマンション」<sup>3-12)</sup>と名称を変更して、登録・閲覧制度<sup>3-13)</sup>、防災備蓄資器材の購入に係る経費の補助が受けられる東京とどまるマンション普及促進事業を実施している。

これら以外の防災対策共同住宅の認定制度は、東京都中央区や東京都以外にも、東京都墨田区の「すみだ良質な集合住宅認定制度・防災型」<sup>3-14)</sup>、東京都荒川区の「災害時地域貢献建築物の認定・助成制度」<sup>3-15)</sup>、横浜市の「よこはま防災力向上マンション認定制度」<sup>3-16)</sup>、埼玉県川口市の「防災体制認定マンション制度」<sup>3-17)</sup>、大阪府の「防災力強化マンション認定制度」<sup>3-18)</sup>、大阪市の「防災力強化マンション認定制度」<sup>3-19)</sup>等があり、大阪市では2009年8月から制度を運用している。これらは、宣伝効果が見込まれる認定制度以外にも、防災用品の購入のための補助や、防災の専門家派遣等の制度が用意される等、東京都（2023年）や大阪市（2024年）等では、改正されながら運用がされている。

### 3. 4. 3 考察

東京都中央区を含めて上記の事例は、大地震によって停止したライフラインが復旧するまでの間、どのように対応し、生活していくかを取りまとめたものであり、建築物及び設備の防火的機能保全の確認までを網羅したものではない。そこで、このようなマニュアルの中に、使用者の専門知識のレベルに応じて、建築物や設備の防火機能のチェック内容を盛り込んでいくことにより、地震直後に発生する火災に対して実効性のある緊急対応・継続使用に関する対応マニュアルとすることが可能になると考えられる。

### 3. 5 平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震による被害状況調査

#### 3. 5. 1 調査の目的

2011 年 3 月 11 日に発生した平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震による被害状況及び回復過程、ならびに、地震前に計画されていた防災対策とその計画の奏功性、もしくは、見出された問題点について把握することを目的にヒアリング調査を実施した。

さらに、建築物に設置されている防災設備の被害状況ならびに点検・復旧状況、消防用設備等の被害状況について把握し、その知見を緊急点検等に活用することを目的にアンケート調査を実施した。調査結果は、本研究で検討する緊急点検・対応計画が実際の地震時に使用される上での課題を確認するための参考資料とする。

#### 3. 5. 2 調査の方法及び内容

##### (1) ヒアリング調査概要

ヒアリング調査は、調査対象とする共同住宅及び事務所において、管理組合、自治会、管理会社等に対して 1～2 時間程度、直接対面でヒアリングを実施した。調査対象は表 3.5.1 に示すとおり、東日本大震災による被害が甚大な東北地方の中で、特に高層共同住宅が多い仙台市内の共同住宅 6 棟、災害マニュアルを作成し啓蒙活動を行っている横須賀市内の共同住宅 1 棟、東京都内の共同住宅 1 棟及び東京都内で防災設備の被害の報告があった事務所ビル 1 棟、液状化の被害の大きい浦安市内の共同住宅 2 棟を対象に表 3.5.2 に示す項目について行った。

表 3.5.1 調査建築物リスト

No.	調査対象建築物名称	所在地
(1)	共同住宅 SO	神奈川県横須賀市
(2)	共同住宅 V	宮城県仙台市太田区
(3)	共同住宅 SA	宮城県仙台市青葉区
(4)	共同住宅 C	宮城県仙台市太田区
(5)	共同住宅 R	東京都中央区
(6)	共同住宅 K	千葉県浦安市
(7)	共同住宅 T	千葉県浦安市
(8)	共同住宅 N	宮城県仙台市太田区
(9)	共同住宅 CI	宮城県仙台市青葉区
(10)	共同住宅 SH	宮城県仙台市青葉区
(11)	事務所 G	東京都

表 3.5.2 ヒアリング調査項目

<p><u>被害状況の把握</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・敷地内の被害全般</li> <li>・建築物内での被害状況</li> </ul>
<p><u>地震直後の初期対応状況(被害確認と危険性の認識、避難誘導)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・避難行動(直後、当日)</li> <li>・管理組合・自治会・防災組織・管理会社等の対応</li> <li>・災害時に役に立った物や活動、組織及び施設・設備・情報ツール</li> </ul>
<p><u>被害からの回復過程(居住者(入居者)の合意形成、資金、業者の対応)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・発災後の管理組合・自治会・防災組織・管理会社等の対応</li> <li>・居住者(入居者)の相互支援活動、震災前後でのコミュニティの変化</li> </ul>
<p><u>防災計画の奏功性及び問題点</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・地震対応マニュアルの内容。啓蒙活動状況及びその方法。</li> <li>・地震時のマニュアルの活用の有無等</li> </ul>
<p><u>今後の課題 等</u></p>

## (2) アンケート調査概要

アンケート調査は、防災設備の被害状況ならびに点検・復旧状況の把握を目的として被災共同住宅に対して行うとともに、消防用設備等の被害状況の把握を目的として仙台市消防局に対して実施した。

### 1) 防災設備の被害状況ならびに点検・復旧状況調査(アンケート)

調査対象は、平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震による建築物被害の大きい東北地方の中で、特に高層共同住宅が多い仙台市内の共同住宅と、震災による液状化の被害が多くみられた浦安市内の共同住宅とした。

仙台市内の共同住宅への調査は、事前に東北マンション管理組合連合会に調査協力を依頼し、その会員の共同住宅153棟にアンケート調査用紙を郵送し、回答後、アンケート用紙を返送してもらう方式とした。アンケート用紙を付録1に示す。

浦安市内の共同住宅への調査についても、2011年8月にヒアリング調査を実施した共同住宅2棟に対して、同様の方式でアンケート調査を行った。

調査期間について、仙台市の調査は2012年1月16日(月)にアンケート用紙を調査対象共同住宅に発送し、1月27日(金)までに返送されたものを取りまとめた。浦安市の調査は2012年1月25日(水)にアンケート用紙を調査対象共同住宅に発送し、2月3日(金)までに返送されたものを取りまとめた。

調査対象共同住宅155棟(仙台市153棟、浦安市2棟)のうち、回答を得たのは46棟(仙台市45棟、浦安市1棟)、回収率は30%であった。集計・分析では、ヒアリング調査により回答を得た仙台市内の共同住宅1棟を追加した。

共同住宅へのアンケート調査の項目は、図3.5.1に示す防災設備の被害状況ならびに点

検・復旧状況である。

- ・ 建築物の概要
- ・ ライフラインの被害状況と復旧状況
- ・ 設置されている防災設備
- ・ 防災設備等の被害状況
- ・ 防災設備等の点検実施日
- ・ 被害を受けた防災設備等の復旧日

図 3.5.1 共同住宅へのアンケート調査項目

## 2) 消防用設備等の被害状況調査

東日本大震災における中高層共同住宅の消防設備等の被害状況を把握するため、仙台市消防局に対してアンケート調査を実施した。2012年1月10日（火）に共同住宅の火災の有無を確認するアンケート（1月17日（火）回答）2012年1月20日（金）に火災についての詳細の確認と消防設備への被害の有無についての新たなアンケート（1月26日（木）に回答）を行い、この際、簡単なヒアリング調査も併せて実施している。

仙台市消防局へのアンケート調査(ヒアリング調査含む)の項目は、図 3.5.2 に示す消防用設備等の被害状況である。

- ・ 仙台市内の共同住宅の概要
- ・ 火災発生状況
- ・ 消防用設備等の不具合状況

図 3.5.2 仙台市消防局へのアンケート調査(ヒアリング調査含む)項目

## 3. 5. 3 調査結果

### (1) ヒアリング調査結果の概要

各共同住宅におけるヒアリング調査結果の概要を、表 3.5.3 及び表 3.5.4 に示す。各調査シートは付録 2 に示す。なお、共同住宅 CI と共同住宅 SH は、地震直後から復旧までの過程において、共同住宅居住者による対策本部の立ち上げ・居住者組織による建築物・設備の点検に等に係る活動がみられなかったため記載を省略している。

表 3.5.3 及び表 3.5.4 から明らかになった主な地震直後の居住者の行動は、次の通りである。

地震直後、被害が大きい仙台市内及び浦安市内の共同住宅の居住者は自主的に建築物 1 階に集まり、そのまま住戸に留まるか近くの避難所に避難するか判断している。また、安否確認は、ほとんどの共同住宅で行われており、自主防災組織や管理組合の役員、役員経験者、管理員等が中心となり当日若しくは翌日に実施している。全戸調査の他、炊き出しの際に確認する例もあった。すべての居住者の安否確認に要する時間は 5 時間～1 週間程度であり、

平時におけるコミュニケーション（高齢者対応、防災活動、自治会活動等）が震災時の緊急対応にも役に立ち、共同住宅内の情報の伝達方法に掲示板を使用することの有効性も示された。平時の準備ができていない場合は、メーリングリストを一から作成する等対応に時間がかかり、対応が遅れた例がある。

また、形態は様々ではあるが当日又は翌日に対策本部を設置した例が多い。対策本部は共同住宅にいる人の中から数人～40人程度で構成され、被害状況の確認、水の確保・配布、炊き出し、情報の提供、建築物の点検・補修、要援護者の対応等を行っている。炊き出しを行っている共同住宅は、決められた場所でプロパンガス等を使用している例が多い。

震災直後は安否確認、食料の確保等に追われ、建築物点検・補修は二の次という状況であった。また、帰宅困難等で居住者（特に自治会役員等）が参集できず、あらかじめ計画したマニュアル通りには対応できずに、対策本部の設置をはじめ、臨機応変な対応が必要であったことが分かる。

表 3.5.3 ヒアリング調査対象建築物の概要、地震被害及び地震直後の行動

調査対象	施設概要	地震による主な被害	地震直後の避難行動	安否確認行動
共同住宅 S0 (横須賀)	309 戸, 築 9 年, 4 棟/14 階 (2 棟)・13 階・8 階	ライフライン被害 (停電、断水)、EV 停止	津波警報が発令したため自主防災会がハンドマイクを用いて避難を指示。小さい子供がいる親子、高齢者等 20 名程度が 13 階ラウンジに避難。	12 日に各棟の幹事が「避難完了マグネット」により安否確認。貼られていない住戸や不在の住戸について自主防災会が引き継ぎ確認。
共同住宅 V (仙台)	100 戸, 築 13 年, 10 階建	ライフライン被害 (停電、ガス停止、断水)、EV 停止、窓周りの外壁・屋外階段クラック、駐車場の陥没	各自で判断し、自宅に待機又は近隣小、中学校に避難。 *自治会長が指定避難場所に避難するかどうか決めることになっていたが、不在のため機能しなかった。	12 日に理事長等 2 人で全戸をまわり安否確認。 *各階の班長が確認することが決められていたが不在者が多く機能しなかった。
共同住宅 SA (仙台)	228 戸, 築 26 年, 2 棟 /15 階・10 階	ライフライン被害 (停電、ガス停止、断水)、EV 停止、躯体外壁に多数のクラック、外壁の梁の一部に亀裂・欠陥、Exp. J 破損、受水槽等破損	管理組合が 15 時 30 分過ぎに「避難して下さい。残る場合は自己責任」と放送設備で呼び掛けた。5 階共用スペース大広間に避難した人もいるが、その後大多数が近くの中学校や親戚の家等に避難。翌日にはほとんどの人が帰宅。	自主防災組織が当日 2 回全戸調査を行った。全員の無事を確認するのに 1 週間程度かかった。全戸訪問の他、炊き出しの際に名前を書いてもらい確認した。
共同住宅 C (仙台)	44 戸, 築 21 年, 7 階建	ライフライン被害 (停電、ガス停止、断水)、EV 停止、外壁タイルのクラック、剥離、躯体(梁)にクラック、エントランスの地盤沈下、受水槽の破損	避難指示あり。被害が少なかった 1 階居住者や車、実家に避難した人以外は市民センターに避難。電気が復旧する 15 日まで滞在。	当日 16 時頃、理事長、自治会長の妻と管理員で安否確認。手書きで名簿を作成。
共同住宅 R (東京都)	247 戸, 築 5 年, 2 棟 /39 階・3 階	EV 停止	幼い子供がいる母親等 50 人程度が自主的に 1 階エントランスに避難。共用施設(集会場)を開放。	車いす居住者 (5 世帯) の安否確認を実施。
共同住宅 K (浦安)	298 戸, 築 12 年, 14 階建	ライフライン (断水)、EV 停止、液状化に伴う建築物周囲敷地の地盤沈下、下水道配管一部損傷、泥噴出	1 階エントランスに自主的に避難。車、小学校に避難した人もいる。	12 日の夜に簡単なアンケートを作成し、3 日間かけて全戸をまわって安否確認。メールアドレスを聞きメールリングリストを作成。
共同住宅 T (浦安)	256 戸, 築 29 年, 4 棟/8 階(3 棟)・5 階(1 棟)	ライフライン被害 (停電、断水)、EV 停止、液状化に伴う建築物周囲敷地の地盤沈下、下水道配管一部損傷、泥噴出	地震直後、共同住宅に居た人の多くが避難場所として決められていた広場に自主的に避難。電気が復旧する 20 時過ぎまで滞在。	高齢者共助組織が中心となり、全戸調査により安否確認。
共同住宅 N (仙台)	229 戸, 築 23 年, 3 棟 /14 階・11 階・15 階	ライフライン被害 (停電、ガス停止、断水)、EV 停止、外壁損傷、2 階の階段扉が開閉障害、受水槽崩壊、Exp. J 部多数損傷	防災センターから「非常階段を使って防災センター前に集合して下さい」と呼びかけ。在宅者は 1 階防災センターに避難。30~40 人程集まった(民生委員、自治会長も含む)。	2 人 1 組となって全戸をまわり、平面図で安否確認。30~40 人で実施。15 時 30 分から 21 時くらいまでかかった。
共同住宅 CI (仙台)	49 戸, 築 7 年, 15 階建	ライフライン被害 (停電、断水)、EV シャフト壁損傷・落下により EV 停止、外壁のクラック、地盤沈下	地震直後に 1 階ロビーに避難。	不明
共同住宅 SH (仙台)	55 戸, 築 31 年, 12 階建	ライフライン被害 (停電、ガス停止、断水)、EV 停止、EV 機械室の壁崩壊により制御装置破壊、外壁・戸堺壁・内部雑壁に損傷、地盤沈下	管理員は隣接する広域避難場所である公園に避難。その後、各住戸を訪問し、在室の場合には中学校への避難を呼びかけた。	管理員が各住戸を訪問した。
事務所 G (東京都)	複合施設 (20 階程度の事務所棟 2 棟、複合用途棟 1 棟で構成)	EV 停止。Exp. J 被害、壁の開口部周辺の室内仕上面に亀裂等。石膏ボードの破損、テナント内の間仕切り扉に開閉障害。SP ヘッドの破損及び水の放出、防煙垂壁の落下	自主的に敷地内の屋外広場に避難 (200~300 人程度)。	実施せず

EV : エレベーター、Exp. J : エキスパンションジョイント、SP : スプリンクラー

表 3.5.4 地震後の対策本部の役割と建築物・設備の点検～復旧過程

調査対象	対策本部の活動状況	施設・設備に関わる点検及び補修状況
共同住宅 S0 (横須賀)	11日に在宅者により立ち上げ。自主防災会のメンバーが帰宅とともに加わり、10人程度で対応。EVの閉じ込めの確認、ラジオによる情報収集、避難指示、建築物内の見回り、要援護者の安否確認・避難誘導、受水槽の水をポリタンクへ移し配布。停電のため玄関を照明により点灯（非常用発電設備を使用）。2日間設置。	防災会 情報班班長が12日早朝5時に建築物の被害状況を目視確認。 管理員が12日に設備・施設を点検（EV、建築物外壁の亀裂の有無、駐車場等）。
共同住宅 V (仙台)	設置なし。	大規模修繕委員(2年ほど前に立ち上げ。建築・電気設備のプロにより構成)・管理組合が3月末に被害状況を写真撮影し把握。5月から居住者から住戸内の状況等複数回にわたりアンケート調査、7月23,24日には各住戸に立入被害状況を確認。 *補修工事は2012年3月に着手、7月に竣工予定。
共同住宅 SA (仙台)	11日に在宅していた自主防災組織のメンバー(30～40人)により1階管理入室に災害対策本部を立ち上げ。記録係、写真係、食料係、工事係に分かれ、炊き出し、ボランティア(水汲み、家具の整理、ゴミの運び出し)の采配、掲示板設置、情報の提供。建築物の点検・補修、業者の手配(13日に建設会社が建築物を確認)。3月12～22日まで設置。それ以降もボランティアの呼びかけは継続。	管理組合理事会が12日に施工した建設会社に出向き確認を要請。被害調査結果は、3月27日、4月30日、4月12日に理事会だよりにより居住者に伝達。 建設会社が13日に破損した受水槽の水を排水(12日は消防により実施)、目視により安全性を評価。 管理会社は3月末に被害調査の報告。 自主防災会他が12日から被害状況を写真撮影。危険個所の応急処置。 *補修工事は、5月10日に見積り、5月15日に理事会承認、6月12日に通常総会、7月8日～12月24日にかけて段階的に実施。
共同住宅 C (仙台)	事前に自主防災組織を編成していたが、震災時は不在のため機能せず、在宅者数人で対応。帰宅した居住者と協力し、翌日から炊き出しを実施。	管理組合理事会が建築物のクラックやタイルの剥離等の応急処置を業者に依頼。
共同住宅 R (東京都)	設置なし。防災センター長と管理組合役員が対応。理事長判断で居住者及び帰宅困難者のために集会場を開放(別棟)。	管理組合・管理会社が11日から被害状況を調査。専有部については、居住者の申告による。
共同住宅 K (浦安)	12日夜に5,6人(大規模修繕委員、前理事長)集まり安否確認。14日から18日まで(平日)は理事が集まらず、他の居住者同士で情報の提供、管理会社による危険個所の点検・補修の手配。1週間後からは新理事会が機能。	管理会社が12日から危険個所の確認、補修の手配。被害状況調査報告の作成。 *補修工事は、ライフラインに関わる復旧工事は3月末までに、それ以外は震災後1か月後に、大規模復旧工事の手配・コンペを実施。
共同住宅 T (浦安)	当日に広場にテントを張って対策本部を立ち上げ。帰宅した防災・防犯対策専門委員会委員長も加わり、敷地内の泥の撤去の手配、実施。被害状況の把握、補修の手配。	管理組合理事会が震災後3,4日後に業者に依頼し、被害状況を調査。 *補修工事は、3月25日に下水の配管工事、段差の補修工事を実施。下水の本復旧工事は震災1年後に実施を考えている。
共同住宅 N (仙台)	災害対策本部を立ち上げ。「介助」、「力仕事」、「写真」、「充電」、「工作」班を構成。各班のリーダーを決め、メンバーは非常放送設備により募った。	災害対策本部 写真班が被害状況の写真撮影。 災害対策本部 工事班が11日に壁が破損した箇所、Exp.J部にベニヤを貼って補修。 *補修工事は、7月～12月にかけて実施予定(ヒアリングは2011年8月に実施)。
事務所 G (東京都)	15人程度で構成(防災センター要員+管理会社)。被害状況の確認。数時間程度のみ設置。管理会社が建築物の被害状況の把握・補修の手配。	管理会社が建築物すべて(テナントは許可を得、内部確認)について、11日～14日まで、平面図を持ち、写真を撮りながら構造体や設備の破損状況を目視により確認。14日から補修開始。防災設備については、4月になってから定期検査により確認。

(2) アンケート調査結果の概要

防災設備の被害状況ならびに点検・復旧状況の把握を目的として、被災した共同住宅に対して行ったアンケート調査の回答があった仙台市内の共同住宅の分布を、図 3.5.3 に示す。

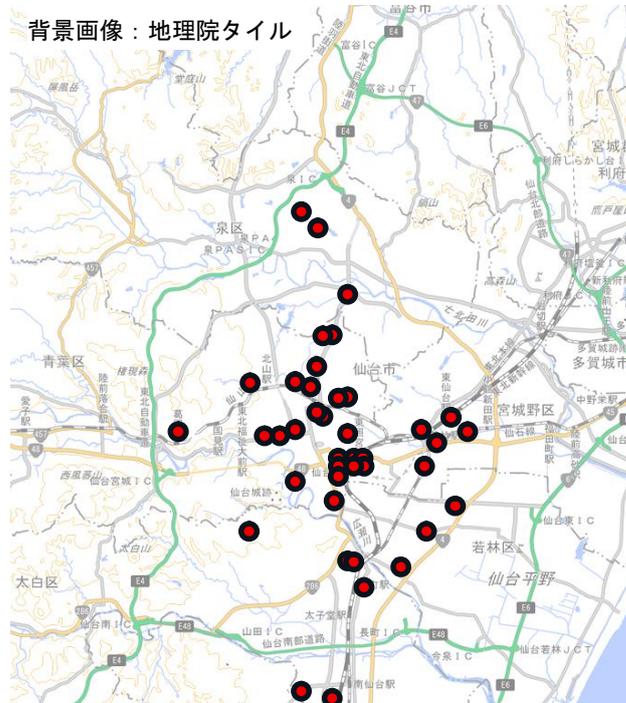


図 3.5.3 アンケート調査の回答があった仙台市内の共同住宅の分布

1) ライフラインの復旧状況

各共同住宅におけるライフラインの復旧状況を図 3.5.4～3.5.6 に示す。

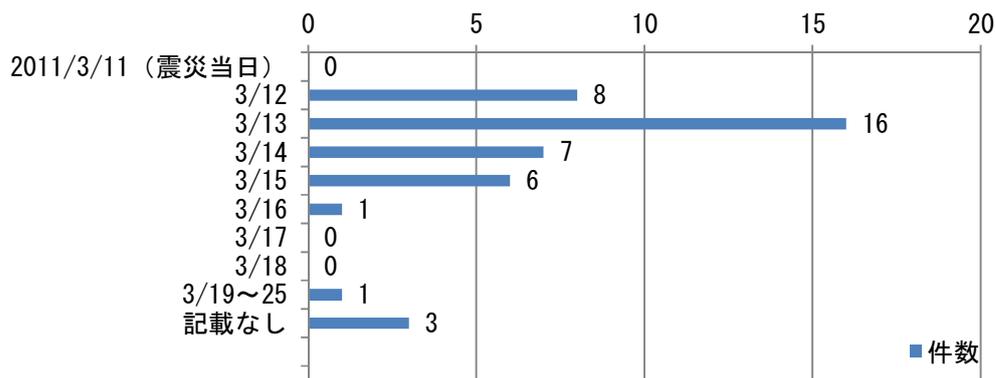


図 3.5.4 電気の復旧件数

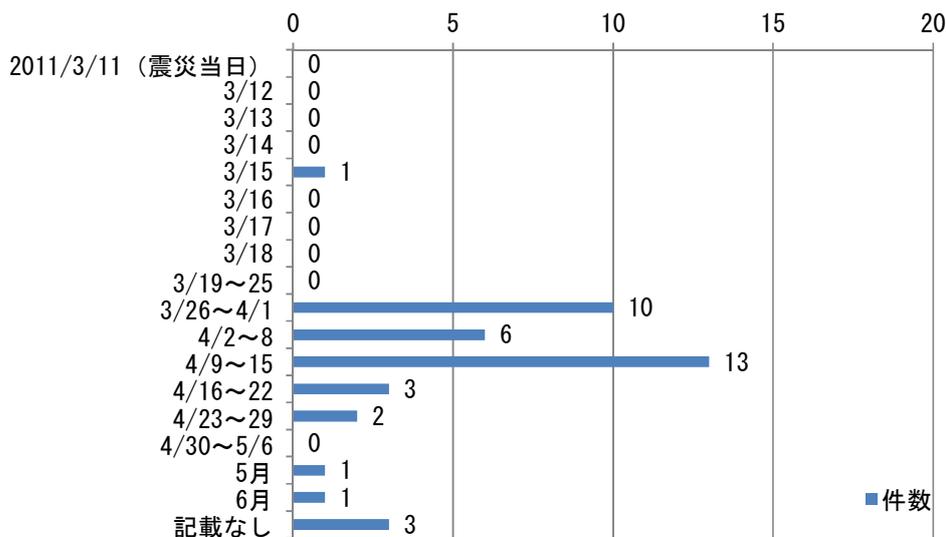


図 3.5.5 ガスの復旧件数

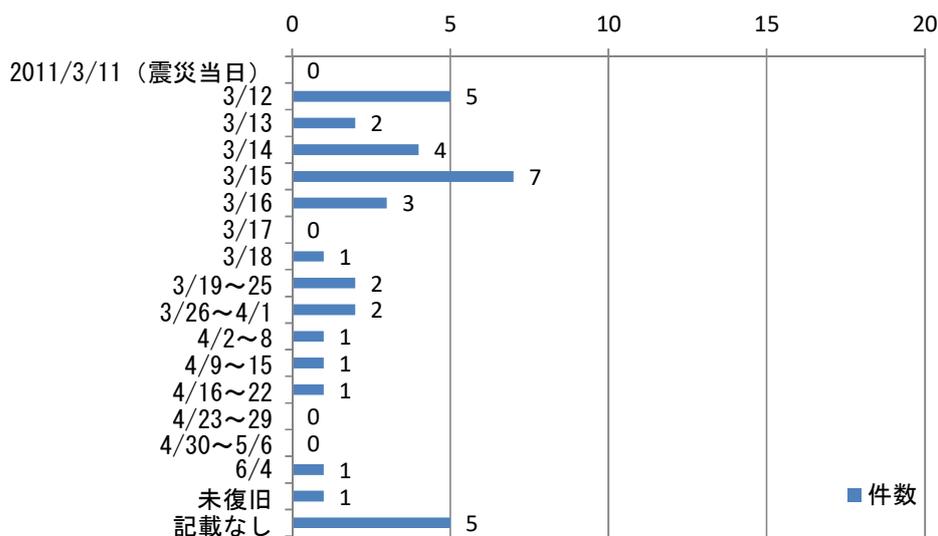


図 3.5.6 上水道の復旧件数

今回の調査対象の範囲では、電気が地震後 1 週間以内にほぼ復旧している。一方、ガスは 1 週間以内での復旧はほとんどなく、1 週間後～1 ヶ月で約 3/4 が復旧している。上水道は、復旧日の幅が広い。これは、電気の復旧によって建築物内のポンプ等の設備が稼動できるようになったものが水道の 1 週以内に復旧できた事例であり、それ以外の事例では外部設備（本管、取水管、水槽）の破損が原因のため修理に時間を要したため時間を要した。

## 2) 防災設備等の被害状況

アンケート調査の結果からは、防災設備に大きな被害があったという回答は、消火用水槽の2件のみで、その他の防災設備の不具合についての回答はない。

しかし、アンケート調査から上記の被害以外に避難経路上（と思われる）の扉の開閉障害の発生が比較的多い。ほとんどの防災設備は専門家の点検により不具合の確認及び修繕がなされているため、地震直後には建築物管理者が不具合を把握しにくかったことが考えられる。その中で扉の被害状況に関しては、居住者が直接的に確認した（行動を起こした際に扉の開閉を行っている）ものと考えられるので、アンケート調査の回答として報告されたと思われる。

また、ヒアリング調査の結果に合わせて、次に示す仙台市消防局への消防設備の被害に関するアンケート結果からも、防災設備の破損はほとんどないことが分かった。

- (3) 消防用設備の被害状況の把握調査（仙台市消防局へのアンケート・ヒアリング調査）  
消防用設備の被害状況を把握するために、仙台市消防局に対して以下の調査を実施した。
- 1) 調査対象  
共同住宅（消防法施行令別表第一（5）項ロ）のうち、階数が10以上のもの
  - 2) 調査期間  
平成23年3月11日から平成24年1月13日まで
  - 3) 仙台市消防局管内の共同住宅の件数（平成23年2月末現在）  
表3.5.5に示すとおり。

表 3.5.5 仙台市消防局管内の共同住宅の件数（消防法施行令別表第一（5）項ロ）

階 数	件 数
10	237
11 以上	442
計	679

- 4) 火災の発生件数及び対応状況
  - i) 火災件数：19件
  - ii) i)のうち、消防用設備に不具合があった件数：0件
  - iii) 消防用設備等の使用状況：屋内消火栓設備2件、連結送水管4件
  - iv) 出火階への消防隊の進入方法：屋内階段等（特異事案なし）
- 5) 消防用設備等の不具合状況（地震に起因するもの）

上記3) 仙台市消防局管内の共同住宅の合計件数のうち、仙台市消防局が把握した件数は表3.5.6の通りである。

表 3.5.6 消防設備の不具合及び修繕の状況

消防用設備等	不具合件数	不具合状況	修繕件数
屋内消火栓設備	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 配管取付金具破損(1)</li> <li>・ 水源水槽の漏水(1)</li> <li>・ 格納箱の変形(1)</li> </ul>	2
消火用水	0	—	—
連結送水管	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 格納箱の変形(2)</li> <li>・ 建築物全体の被害(1)</li> </ul>	1
非常コンセント	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 格納箱の変形(1)</li> <li>・ 建築物全体の被害(1)</li> </ul>	1

### 3. 6 防火区画構成部材の地震被害低減のための対策手法の調査

本節では、防火区画を構成する部材の地震被害を低減するための対策手法として、Exp.Jと開口部に設ける設備についての文献調査を行った。そして、開閉障害の多い扉についてドアメーカーにヒアリング調査を行った。調査結果の要点のとりまとめ、耐震ドアについての課題を以下に示す。

#### 3. 6. 1 エキスパンションジョイントの文献調査

Exp.Jは、主に次のような目的や機能を持つ<sup>3-20)</sup>。

- ・ 高強度（耐荷重性、耐風圧力等）
- ・ 変位追従性（免震対応型を含む）
- ・ 耐火性
- ・ 防水・防音機能
- ・ 軽量化、施工性の向上、指を挟まない等の安全を目的としたもの

Exp.Jは、構造設計上の要件から必要とされる部材であるので、地震時の建物の揺れを考慮し、建物の接合部分に可動性を持たせることでその部分が損傷しないように設計されている。また、Exp.Jは、特定防火設備として扱われている。

一般にExp.Jとは、セラミックファイバー等を使用した耐火帯を付加させる事で可動性と耐火性を確保するものである。一方向にのみ稼動する耐火帯が一般的であるが、スライドレール等を複合させて、二方向以上の振動に対応したのものも存在する。

Exp.Jに特定防火設備として要求される耐火性能は以下の通りである。

- ・ 耐火上有害と認められる変形・破壊・脱落等の変化が生じないこと。
- ・ 火炎を通すような亀裂が入らないこと。

なお、日本エキスパンションジョイント工業会では、平成12年の改正前の建築基準法において第38条の認定を取得しており、当時の基準の一つである、

- ・ 一定時間、裏面温度が260℃を超えないこと
- については、現在も引き続き自主的に定めている<sup>3-20)</sup>。

#### 3. 6. 2 開口部に設ける設備の文献調査

開口部に設ける設備のうち、ドア、シャッター、窓について地震による開閉障害等の被害を低減するための対策手法として、商品カタログ等を調査した結果を示す。

##### (1) ドア

ドア枠は地震の揺れで変形を起こし、開閉出来ずに避難の妨げとなることがある。一度変形してしまったドア・ドア枠は避難者が自力で開けることが困難で、平成7年（1995年）

兵庫県南部地震では多くの人が避難出来なかった<sup>3-1)</sup>。こうした事態を防ぐため、建築基準法施行令第82条第2項では地震時の建物層間変形角は1/120以下となるよう定めている。また、ドアメーカーでは層間変形角1/120が生じても扉の開閉が行えるものを「耐震ドア」と称している。耐震ドアの対策の具体例を以下に挙げる。

#### 1) 錠前

- ・錠前部のデッドボルトおよびラッチボルトがストライクへ接触しないように隙間を十分にとる。また、側圧に対しては、デッドボルト・ラッチボルトが滑らないようなストライク形状にする。
- ・外圧がかかるとステンレスカバーがつぶれて、ラッチおよびデッドボルトへの側圧をやわらげ、通常力で解錠できるようにする。

※ デッドボルト（本締）：締まり機構のひとつ。かんぬきの一様で四角な形状をしていて、こじ開けや押し込み、切断等の暴力破壊に耐える強度と大きさがある。鍵やサムターンで操作する。

※ ラッチボルト（仮締）：締まり機構のうち、戸が風等で開かぬように阻止する仮締まり機構で、実際に締まりを行う部分。三角状に角度がついていて、スプリングによって常時ケースから飛び出している。ノブまたはレバーハンドルで操作する。

※ ストライク（受座）：錠ケースから出てくるラッチボルト、デッドボルトの「受け」で枠に取り付ける。

#### 2) 枠

- ・周囲を構造体で囲み補強することで、ドアを強化する。筋交いの役目も果たす。

#### 3) 丁番

- ・丁番に内蔵している圧縮スプリングで地震によるドアの歪みを吸収し、無理なく扉の開閉を行う。

#### 4) その他

- ・ドアとドア枠上部に傾斜をつけたステンレス製のパーツを取り付け、ドアの下部には耐震ローラーを取り付ける。これらにより地震でドア枠が歪むと、くさび型のステンレス材によってドアにかかった圧力が分散され、ドアが押し出される仕組みにする。
- ・既存ドアのドア枠に器具を取り付け、地震時に歪んだドアを無理なく開ける。
  - ・テコの原理によってドアを押し出す。
  - ・扉の上部にローラーを取り付け、その力を利用して扉を開ける。
- ・耐震枠とドアのクリアランスを通常より大きくとり、ゆがみを生じても開閉できる性能を保持する。
- ・扉に中扉（非常脱出口）を設け、ドア（本扉）、丁番、錠前が変形してしまった時も中扉を通して避難が可能とする。脱出後も施錠することが可能である。
- ・扉枠の変形に応じてドア自体も座屈変形して開閉不能となるのを防止する。

上記の内容からは、地震時の枠の変形による閉じ込めの問題に対しては考慮されているが、開放後に扉を閉めて遮炎・遮煙性能及び防犯性能を担保している商品は少ないようである。

#### (2) シャッター

耐震門型フレームを取り付け、開口部の強度を補強するタイプのものが主である。シャッターは地震対策がされている商品が少ない。

#### (3) 窓

窓枠に補強部材を取り付け、地震力に耐えるようにするものが多い。

### 3. 6. 3 ドアメーカーへのヒアリング調査

防火区画を形成する扉についての情報収集を目的として、ドアメーカー（スチールドア等の鋼製建具の設計・製造・施工を行っている会社）に対してヒアリング調査を行った。

#### (1)扱っている耐震製品について

- ・ 湿式壁用免震ドア及び乾式壁工法用免震ドアを開発している。地震時のドアの開閉不能問題を解決するために、枠材を強化するとともに、ドアに変形追従性を持たせた製品を開発した。層間変形 1/75 程度まで開閉可能である。

#### (2) 耐震ドア、丁番についての考え方

- ・ 耐震ドア、丁番は、玄関、階段室、防災センター、(超)高層マンションのドア等に用いられるべきと考える。
- ・ 一般的に「耐震」と称しているものは、層間変形 1/150 程度まで開閉可能なものが多い。
- ・ 耐震丁番は、マンションの個別住戸のドア等に多く用いられている（マンションの付加価値を上げるためディベロッパーが積極的）。ただし、大地震への効果には疑問がある。
- ・ 耐震丁番よりも、扉の上部にすきまをとることが大切である。目安としては 8mm 程度（扉の下部に 3mm かつ上部に 6mm のクリアランスを取れば層間変形が 1/150 でも開閉が可能）。
- ・ 扉枠がゆがむだけでなく、座屈することもある。特にストライク部が弱点となり、この部分で座屈して開閉不能となることがある。

#### (3) 建具の現状について

- ・ 日本はオーダードアが主流で、既製品が少ない。
- ・ 日本のスチールドアは、特定防火設備の基準を元に厚さ 1.6mm の鉄板が標準である。これは諸外国と比較するとかなり厚いため、1.0～1.2mm 程度にする動きがある。

### 3. 6. 4 地震後火災対策としての耐震ドアの課題

ヒアリング調査の結果から、一般的に「耐震」と称しているドアに求められる性能は、地震が生じても避難できる（＝開けることができる）ことである。その点では、詳細は第6章で提案する地震直後のフェーズにおける要求性能（避難動線の確保）と一致している。一方で、地震後も遮煙性能や遮炎性能が必要となる扉（階段入口等）に適用できるものが、ほとんど存在しないことが明らかになった。今回のヒアリング先となったメーカーでは、優れた性能（地震後でも開閉可能）を有するドアを開発しているものの、採用されている事例が非常に少ないという。建物の高層化に対しては、このような開閉可能な「耐震ドア」の設置の普及が望まれる。

#### 4. 高層建築物の地震後の防耐火性能に関する調査

建築基準法では地震と火災は全く同時に起きることは想定されていない。しかし、火災が多く発生した平成7年(1995年)兵庫県南部地震を例にすると火災は地震後3日間に集中しており、地震により建築物の構造部材が被害を受けた後で火災が起こることが想定される。通常、大地震後は道路が寸断され消防隊が早期に火災現場に到達できないため、地震で倒壊に到らなかった建築物で火災が発生すると長時間火災が継続して崩壊に到ることも考えられる。

また、地震による建築物の被害は、構造部材のみならず耐火被覆や防火区画部材にも及ぶため、構造部材の損傷が抑えられたとしても耐火被覆や防火区画部材の損傷によりその耐火性能に影響を及ぼすことになる。

建築物の地震時の火災安全性能を確保する上では、架構とあわせて耐火被覆や防火区画部材の挙動を把握し、それぞれ損傷への対策を施すことが必要不可欠である。

例えば、図4.0.1に示すように、近年の事務所ビルなどでは階段やEVシャフトなどの堅穴部分のみを防火区画し、その他は同一防火区画とする平面計画がなされることが多い。

このようなケースを考えた場合、地震で残留部材角が生じた状態で火災が発生すると層全体がほぼ同時に火災を受け、横倒しになる横移動型層崩壊の恐れも懸念される。

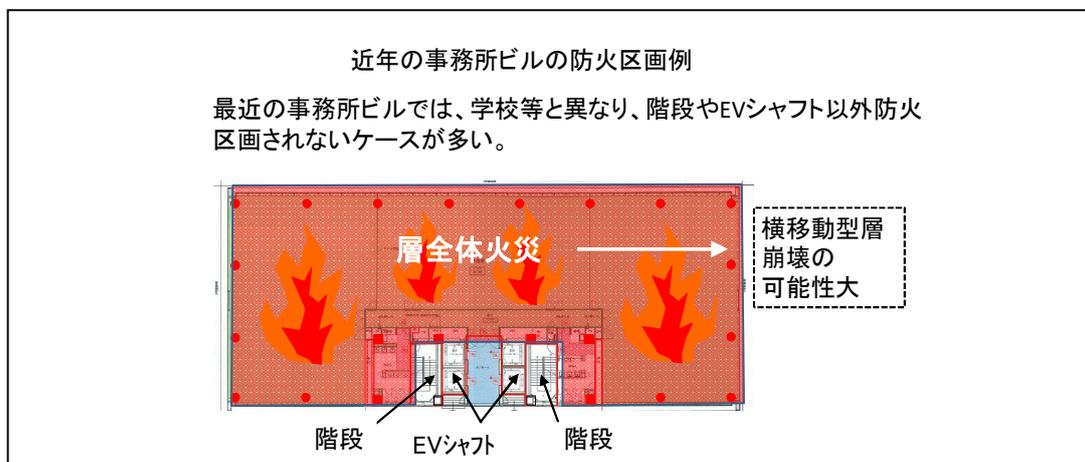


図 4.0.1 近年の事務所ビルの防火区画例

そこで、図4.0.2に示すように、建築物が地震被害を受けて架構に損傷が生じた後さらに火災を受けた場合に倒壊する可能性はないか、また、崩壊温度(崩壊してしまう温度)がどの程度低下するかについて、実際の地震による被害事例をもとに耐火性能に影響を与える要因を整理した上で、解析的に求め、架構の耐火性能確保のための対策について検討した結果を4.1にとりまとめる<sup>4)1~4)</sup>。

防火区画壁の地震時の挙動等については4.2に、防火設備の耐震性については4.

3に既往の知見をとりまとめ、知見の不足する内容に関して、架構に施してある耐火被覆の地震時の挙動等について実験を行った結果を4.4に、防火区画の火災安全性について防火区画構成部材の地震時の挙動等について実験を行った結果を4.5に記載する。

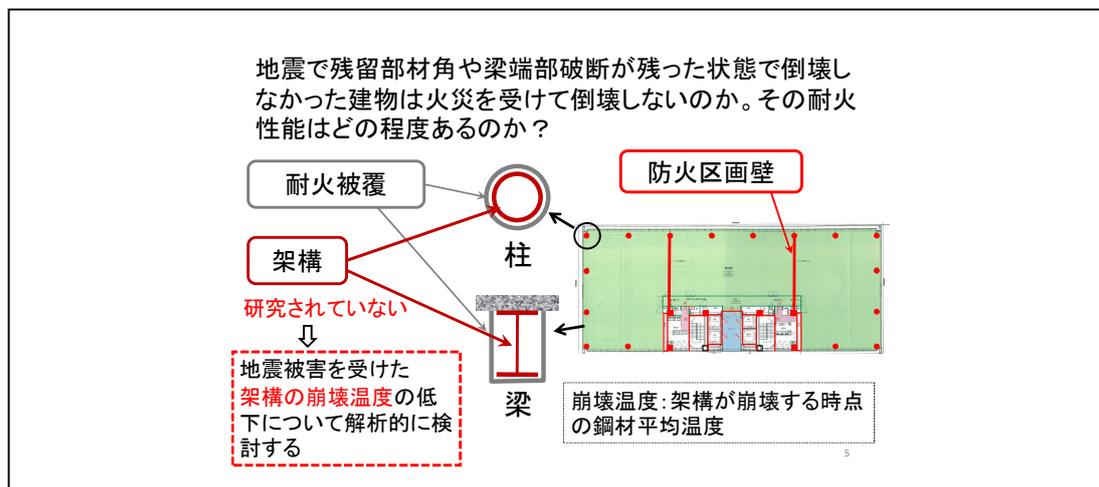


図 4.0.2 地震後の架構の火災による影響

#### 4.1 地震後の架構の耐火性能に関する既往の知見

##### 4.1.1 地震被害事例

地震による架構の被害について、残留部材角を生じた事例及び梁端部破断を生じた事例、梁端部が破断して、かつ、残留部材角が同時に発生している事例について、文献 4.1~4)から以下にまとめて示す。

##### (1) 残留部材角

地震による構造的な被害の中では、図 4.1.1 に示すような残留部材角を生じた被害事例が一番多く、調査母数約 900 事例中の 55%を占めている。地震で倒壊せず、大破や中破の建築物の中で、残留部材角の大きさは 1/50 程度というものが大半を占めている。

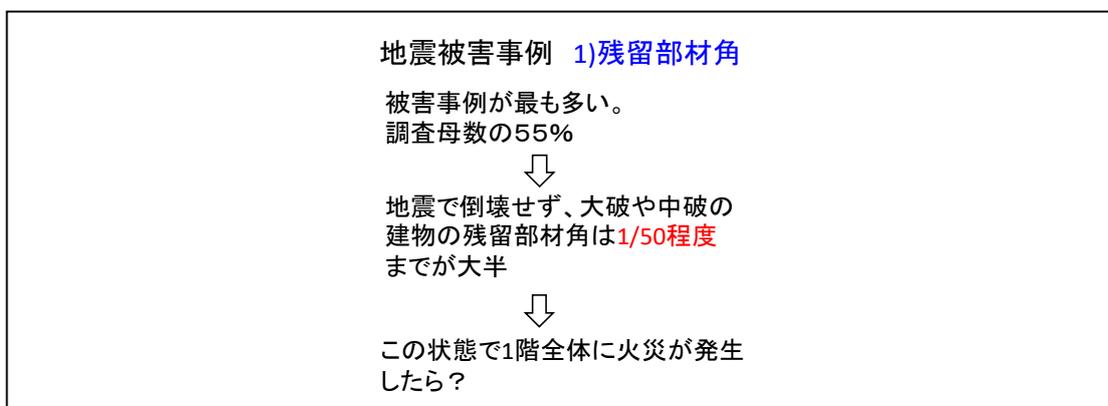


図 4.1.1 地震被害事例 (1)残留部材角)

(2) 梁端部破断

残留部材角に次いで被害事例が多いものが図 4.1.2 に示す梁端部破断であり、調査母数の 9%を占めている。柱-梁接合部において、ウェブの下部 1/3 程度が亀裂し下フランジが破断しているというケースが多かったという報告がなされている。

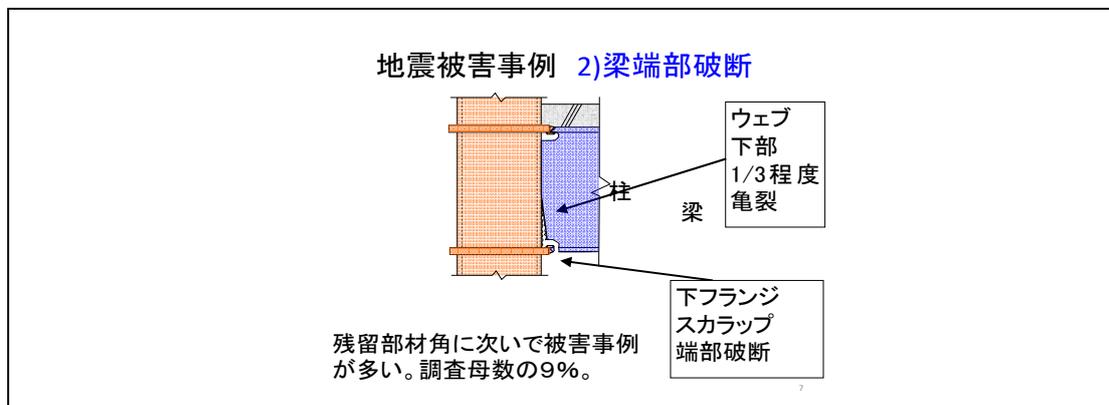


図 4.1.2 地震被害事例 (2)梁端部破断)

(3) 残留部材角+梁端部破断

現行と同じ耐震基準で設計された建築物(5層4スパン)の被害事例として、図 4.1.3 に示すとおり、残留部材角が 1/100、2 階床及び 3 階床の殆どのところで梁端部破断が生じているものがある。つまり、建築物の低層階において層全体にわたって梁端部が破断しており、残留部材角が同時に発生している事例である。

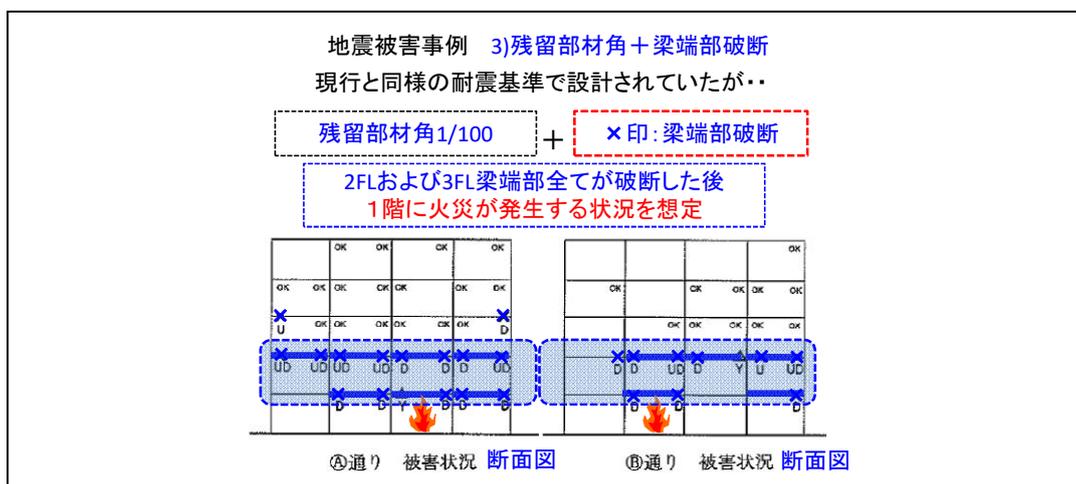


図 4.1.3 地震被害事例 (3)残留部材角+梁端部破断)

この事例において火災は報告されていないが、先述のとおり平成 7 年(1995 年)兵庫県南部地震において地震後 3 日間に火災の発生が集中しており、地震に起因する火災が多く発生していることから、残留部材角や梁端部破断を生じた後火災による火熱を受けることは十分に考えられる。その場合、図 4.1.3 に示すとおり、残留部材角や梁端部

破断が建築物の耐火性能（崩壊温度）に影響を与えることが想定でき、このことは、5層以上の建築物でも同様である。

#### 4. 1. 2 地震後の鋼架構の崩壊温度

残留部材角や梁端部破断を生じた状態で火災を受けた建築物の状態を考える。

火災範囲を考えると、図 4.1.4 および次のように分けられる。

火災範囲(1)：細分化された防火区画により部分的な火災でおさまる場合

火災範囲(2)：防火区画はないが、ぼや程度のため部分的な火災でおさまる場合

火災範囲(3)：防火区画がなく、空間全体が火災に包まれる場合

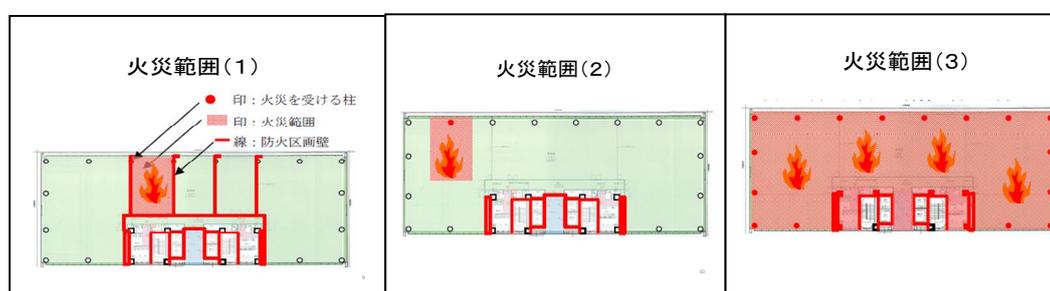


図 4.1.4 地震後の火災範囲の想定

火災のみが発生した場合、上記の火災範囲(1)、(2)のような火災が部分的な場合は、図 4.1.5 に示すとおり、火災を受けた柱だけがくの字に曲がって沈下する沈下型の崩壊形となる一方で、火災範囲(3)のように火災が層全体の場合は、横移動型の崩壊形となることが考えられる。

地震被害を受けた後の火災を想定した場合、部分的な火災により本来沈下型であるものが、残留部材角が生じた後の火災により横移動型の崩壊型となる可能性や、梁端部破断の影響で崩壊温度が低下する可能性について解析的に検討した結果を示す。

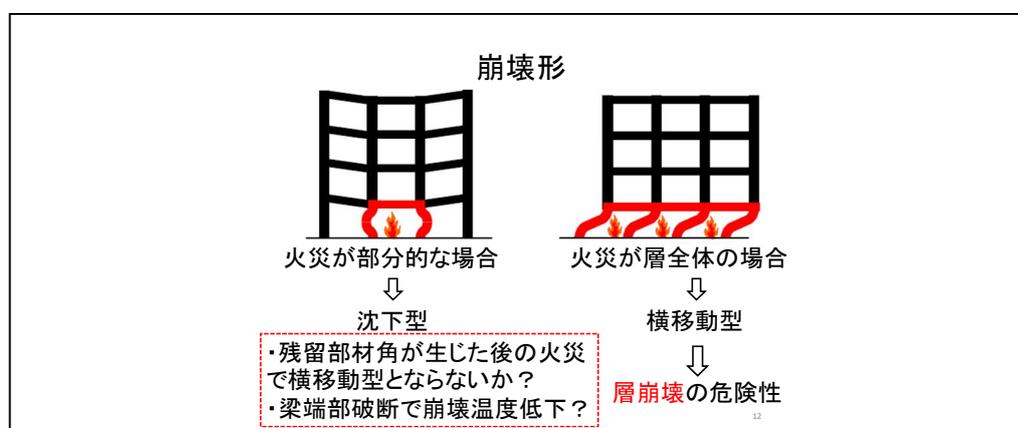


図 4.1.5 建築物の火災時の崩壊形

(1) 地震被害と火災範囲の設定

地震被害を、先に示した被害事例をもとに、次のとおり設定する。

- a) 残留部材角：1/50(0.02)以上
- b) 梁端部破断：有る場合と無い場合の2ケース

例えば、図 4.1.6 に示すとおり、ある建築物（5層 10 スパン）を想定し、残留部材角が発生した状況で火災範囲を、例えば建築物の左端から 1 スパン、2 スパンと徐々に増加させたときに、どのような壊れ方をするのか、火災範囲がどの段階まで増えたときに横移動型崩壊形になるのかを、有限要素解析で崩壊温度を確認することにより求めた。

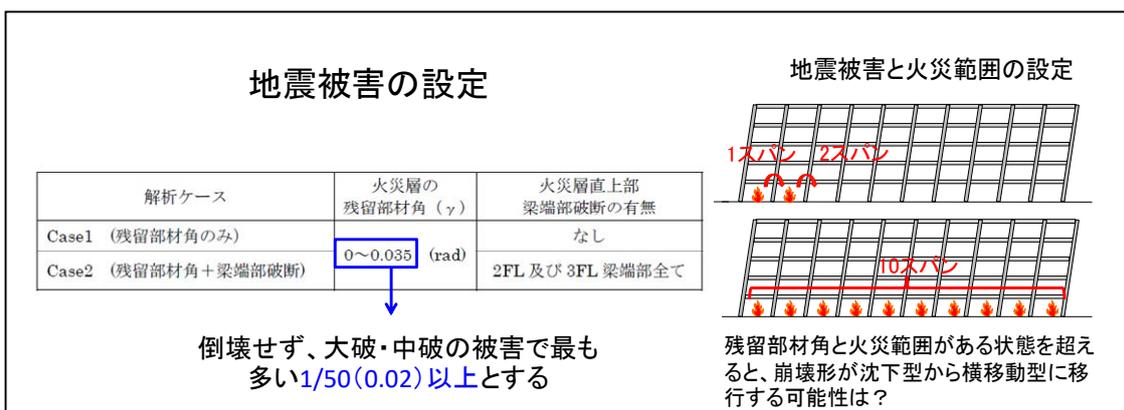


図 4.1.6 地震被害の想定と火災範囲の想定

(2) 火災範囲の違いによる崩壊温度－残留部材角関係

解析の結果、図 4.1.7 に示すとおり、想定した 10 スパンの建築物に対して建築物の右

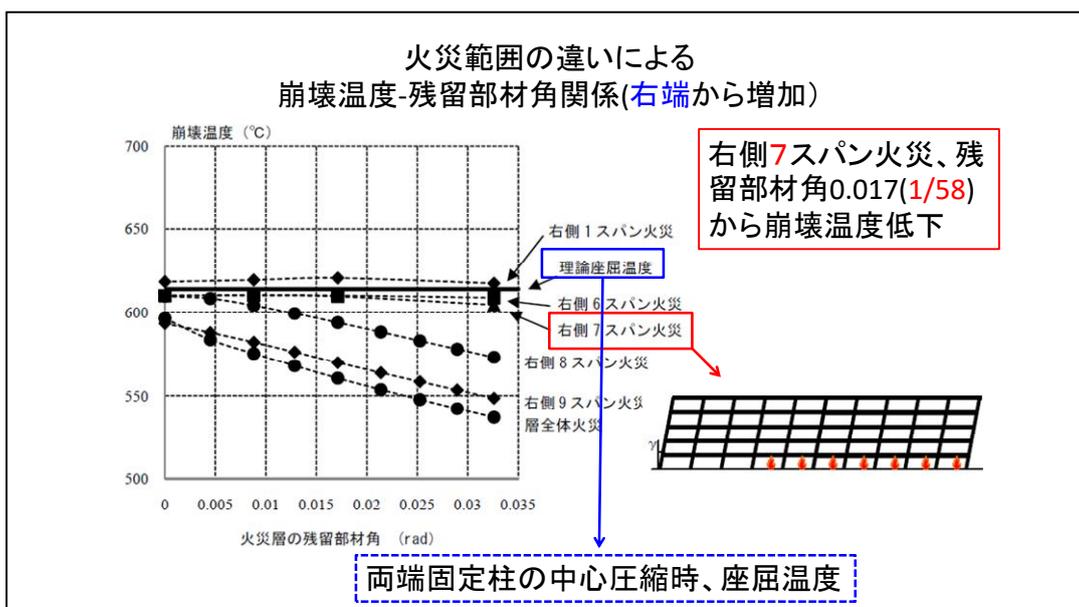


図 4.1.7 火災範囲の違いによる崩壊温度－残留部材角の関係

端から7スパンまでの火災(7スパン火災)の場合は、残留部材角が増加してもほとんど崩壊温度が低下しないが、8スパン火災になると、残留部材角の増加に伴って崩壊温度が低下している。

柱と梁をそれぞれ全て同じ断面に想定した条件ではあるが、このような架構では、火災が7スパンまでは崩壊温度はあまり低下しないが、8スパンになると残留部材角の影響が出てくることを示している。このことは、5層以上の建築物でも同様である。

ここまでの結果をまとめると、次のとおりとなる。

- 1) 火災範囲が狭い場合は、沈下型の崩壊形となり、残留部材角に関わらず崩壊温度は低下しない。
- 2) 火災範囲が広いほど、残留部材角が大きいほど、横移動型の崩壊温度が低下する。

### (3) 層全体火災での崩壊温度

(2)の結果より、地震後の残留部材角が崩壊温度を低下させるのは横移動型の崩壊形となる場合であり、層全体火災の場合にその傾向が最も顕著であることが分かる。

そこで、層全体火災時における、建築物の階高、層数、スパン数、スパン長、1階柱軸力比等のパラメータを変化させた場合の崩壊温度への影響について、図4.1.8に示す耐震設計されている一般的な事務所ビルを想定して、解析を行った結果を示す。

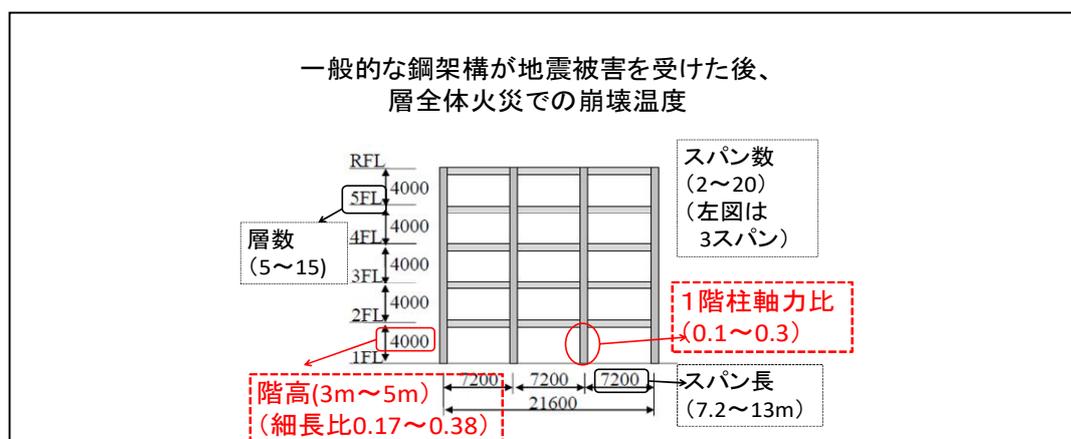


図 4.1.8 層全体火災での崩壊温度解析の建築物条件

#### 1) 軸力比の影響

図4.1.9は、崩壊温度に影響が大きい軸力比0.1~0.3と火災層残留部材角0~0.03の解析結果の関係を示す。軸力比が増えるにつれて残留部材角の影響が大きいことがわかる。また、梁端部破断があるほうがより急激に崩壊温度が低下する。

軸力比だけをみると軸力比が0.1から0.3に増えると、崩壊温度は、1/50(0.02)の残留部材角があり梁端破断がある場合は175℃程度、梁端破断がない場合は130℃程度低下する結果が得られた。つまり梁端破断があると、ない場合に比較して45℃程度崩壊温度が低下することが分かる。

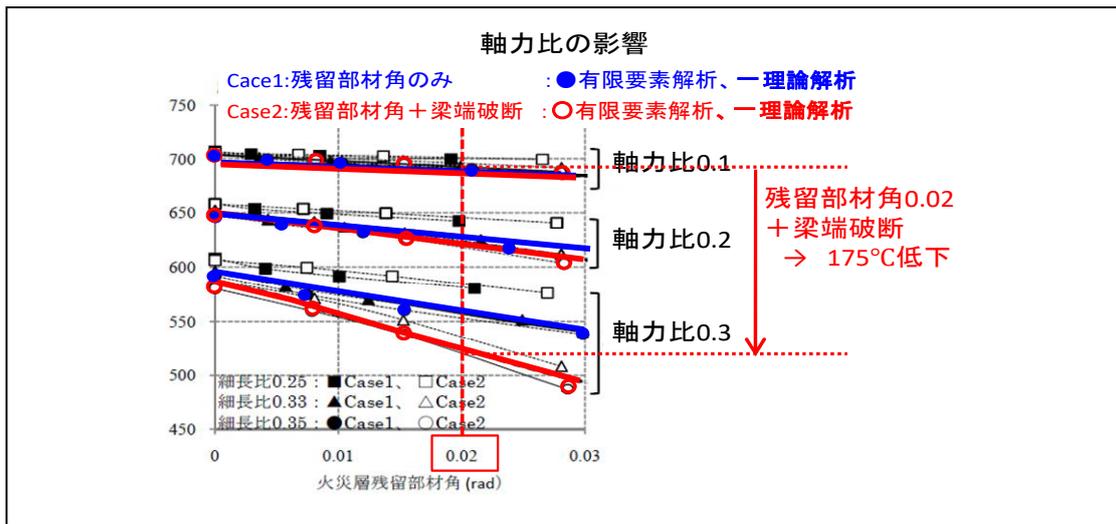


図 4.1.9 軸力比による崩壊温度への影響

2) 細長比の影響

崩壊温度に影響が大きいもう一つの要素である細長比については、図 4.1.10 に細長比 0.17~0.38 と火災層残留部材角 0~0.03 の解析結果の関係を示す。細長比が 0.17 から 0.38 になると、崩壊温度は、1/50(0.02)の残留部材角があり梁端破断がある場合で 95°C程度、梁端破断がない場合で 55°C程度低下する結果が得られ、梁端部破断がある方が細長比の影響がより顕著になっていることがわかる。

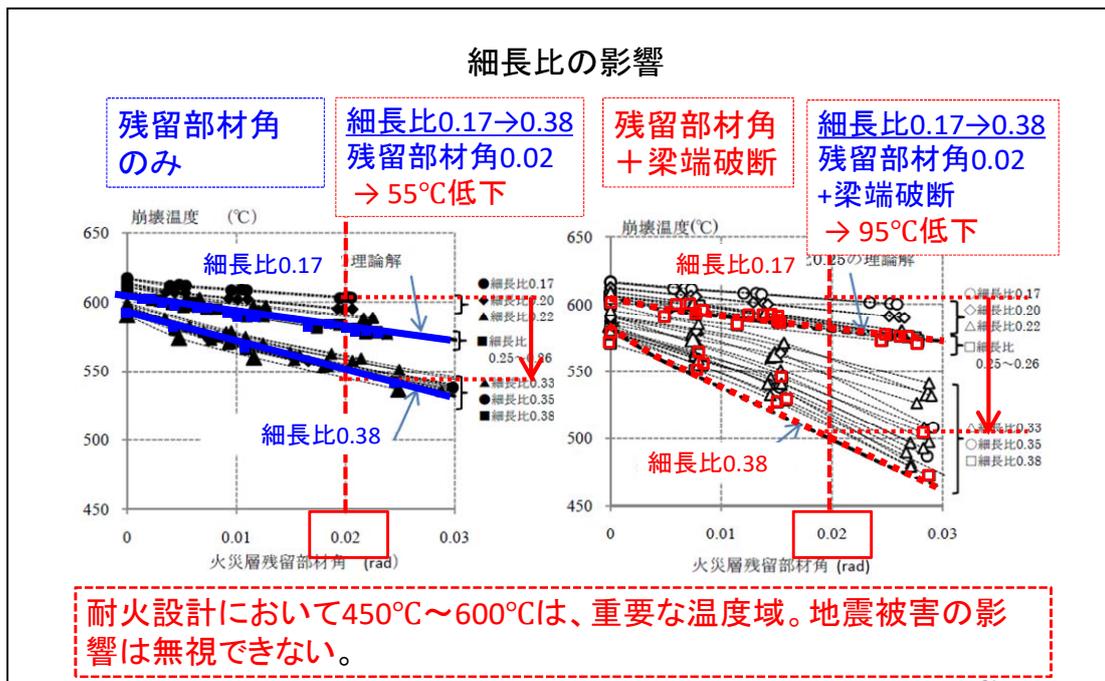


図 4.1.10 細長比による崩壊温度への影響

### 3) 残留部材角分布の影響

火災層以外の残留部材角分布の影響を見るために、図 4.1.11 に示すとおり、残留部材角の影響で建築物の下階だけ変形している場合と上階にわたって大きく変形している場合を想定してみたが、いずれについても、1 階に火災が起きると 1 階で層崩壊する結果であり、結局のところ、上階の残留部材角に関係なく 1 階部分で生じている残留部材角だけが崩壊温度に影響している。

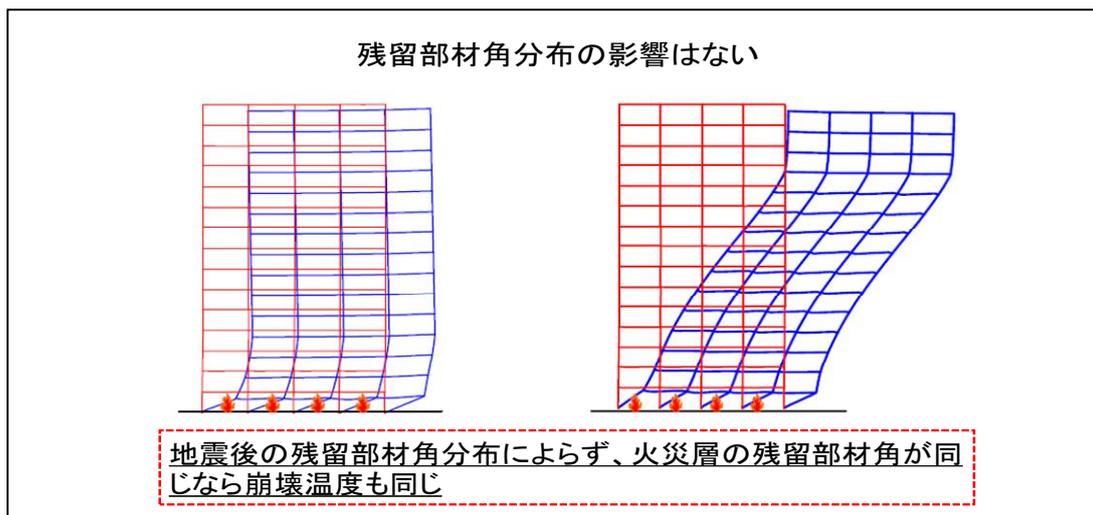


図 4.1.11 残留変形角分布による崩壊温度への影響

### (4) 解析結果のまとめ

以上の成果をまとめると、火災層の残留部材角にあわせ、軸力と細長比だけが崩壊温度の低下に影響することが分かった。また、梁端部破断があると崩壊温度の低下が大きくなることが分かる。解析では 5 層の建築物を対象にしたが、その結果は 10 層、15 層の建築物にも同様に適用でき、全層階高が 3m と 4m の建築物で、残留部材角が 0.01 であれば 5 層と 15 層の崩壊温度の解析結果に相違はなく、全層階高が 5m でも崩壊温度の相違は 20℃程度である<sup>44)</sup>。

### (5) 耐火設計への提案

以上の成果を踏まえると、地震後の防耐火性能を確保するために、耐火設計に対して次のような提案ができる。

例えば、防火区画がない場合や防火区画が壊れてしまった場合などの層全体火災になる可能性を考えると、火災層の残留部材角 (1/50) や火災層上層 2 層の梁端部破断を想定した場合、細長比に応じて柱の全体座屈で決まる限界部材温度を下げても耐火設計する。つまり、図 4.1.12 に示すとおり、層全体火災になる可能性が考えられる平面計画の場合は限界部材温度を下げても設計することを提案する。耐火性能検証法 (平成 12 年建設省告示第 1433 号) では、柱の限界部材温度 ( $T_{cr}$ ) は次式により算定する。

$$T_{cr} = \min \{ T_B, T_{LB}, T_{DP}, 550 \}$$

- $T_B$  : 柱の全体座屈に対する上限温度 (°C)
- $T_{LB}$  : 柱の局部座屈に対する上限温度 (°C)
- $T_{DP}$  : 柱の熱変形に対する上限温度 (°C)
- 550 : 接合部の破断に対する上限温度 (°C)

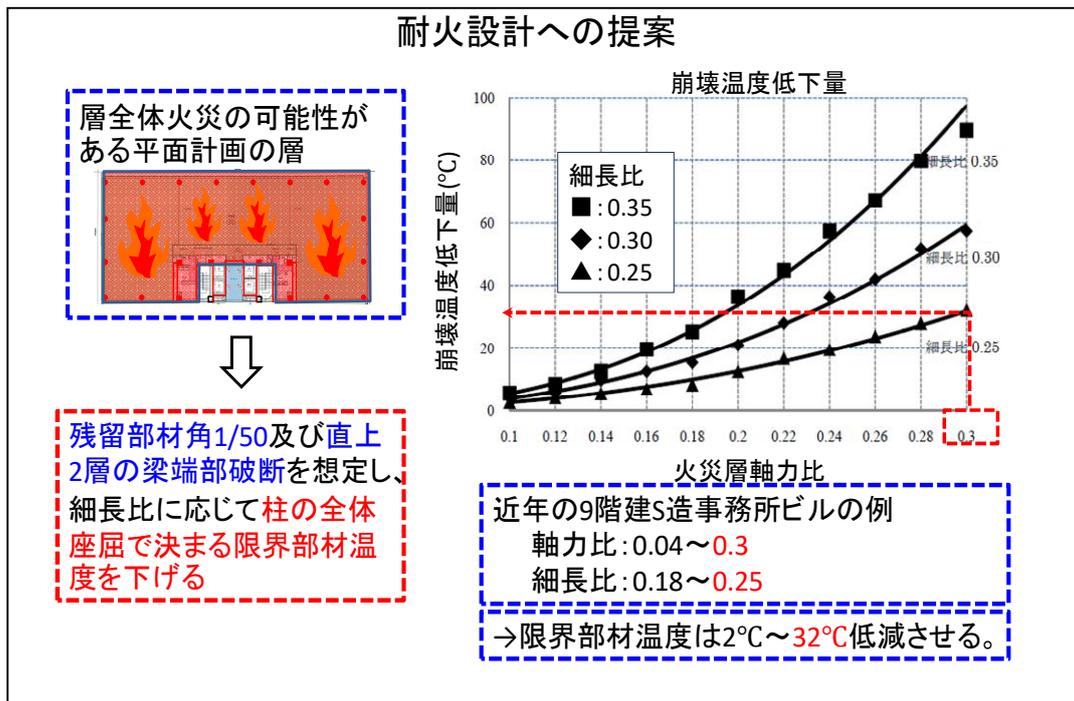


図 4.1.12 耐火設計への提案

本提案は、 $T_B$ を下げる提案である。 $T_B$ を下げることによって、上式により  $T_{cr}$  が下がって、鋼材平均最高温度 ( $T_s$ ) を下回る場合には、火災による加熱が緩くなるように「火災荷重を見直す」、「防火区画を新設する」、「耐火被覆を増す」など、 $T_s$ を下げる処置を施す。

なお、これらの成果は、アスペクト比（建築物の短辺と高さの比）が 5.2 以下という範囲でのものであり、例えば東京タワーのような極端にアスペクト比の高い建築物については今後の研究課題である。

## 4. 2 地震後の防火区画等の防耐火性能に関する既往の知見

一般に耐火設計では、火災のみを考えた設計がされている。しかし、地震により、耐火被覆にひび割れや留付けビスの緩みなどが生じて早期に脱落することで耐火性能が発揮できない、あるいは、性能が大きく低下する可能性がある。特に構造部材の耐火被覆が脱落すると耐火性能が低下することにより、耐火設計での想定から大きく外れることになるため、注意が必要である。

建築基準法施行令第 109 条の 2 の 2 では、建築物の地上部分の主要構造部（柱、梁、床、壁）の層間変形角は 1/150 以内であることが求められているものの、架構や防火区画を構成する主要構造部が地震動によってどの程度損傷するかについては十分な検討がなされていないのが現状である。

そのため、図 4.2.1 に示すとおり、地震時における耐火被覆工法及び防火区画部材の動的挙動について明らかにしておくことが重要である。

以下に、耐火被覆及び区画部材を対象とした振動台実験及び損傷した区画壁を想定した加熱実験を元に、耐火被覆工法及び防火区画部材の動的挙動について整理し、地震時の防火性能について検討した既往の研究結果<sup>4・5~12)</sup>をとりまとめる。

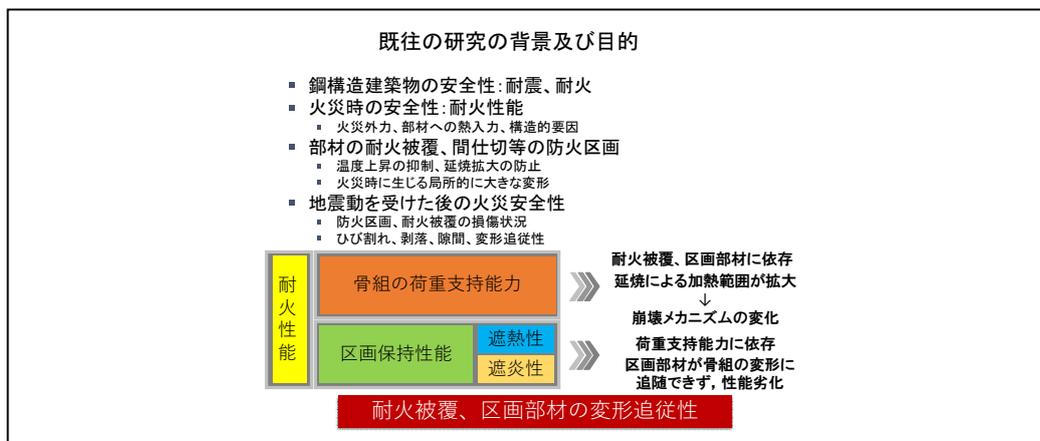


図 4.2.1 防火区画等の防耐火性能に関する既往の研究の背景及び目的

### 4. 2. 1 完全崩壊実験における耐火被覆と防火区画の損傷度

ここでは、実大 S 造の架構に耐火被覆と防火区画の両方を施工し、それぞれの動的挙動の把握を目的として行われた振動実験の結果についてとりまとめた<sup>4・5~9)</sup>。

架構は S 造とし、1981 年に改正された建築基準法に基づく耐震基準（新耐震設計法）に基づき設計された一般的な中層建築物を想定した 4 層の建築物としている。

加振条件は、図 4.2.2 に示すとおり、平成 7 年（1995 年）兵庫県南部地震における JR 鷹取波の 20%、40%、60%、100% の 4 つのレベル（レベル 1~4）とし、それぞれで目標層間変形角（残留変形でなく最大層間変形）を想定している。加振レベル 2（40%）ま

では弾性加振で、構造部材に塑性変形が生じない程度を想定している。塑性領域に入るのは加振レベル3（60%）程度であり、実際に加振レベル3（60%）の実験後に構造体を調べると、1階の柱の柱脚に触ってわかる程度の局部座屈が生じていた。加振レベル4（100%）になると1階で層崩壊する。

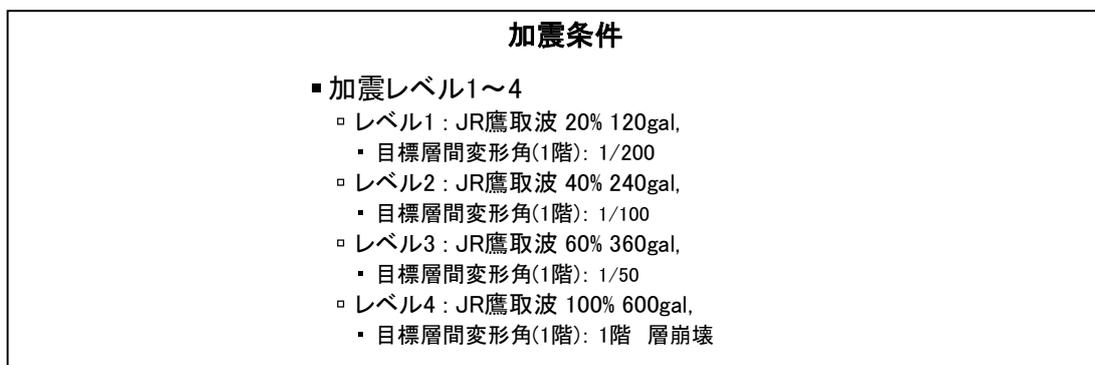


図 4.2.2 加振条件

(1) 耐火被覆の挙動について

図 4.2.3 に示すとおり、曲げ変形によって隙間を生じることが想定される柱・梁の取合い部に併せて被覆材の挙動及び損傷状況を確認した。

1) 耐火被覆の仕様・施工状況

実験に用いた耐火被覆は、標準的なものとして図 4.2.4 に示す以下のものとした。

- a) 半乾式吹付けロックウール工法
- b) 繊維混入けい酸カルシウム板工法
- c) 高耐熱ロックウール巻付け工法
- d) 耐火シート巻付け工法

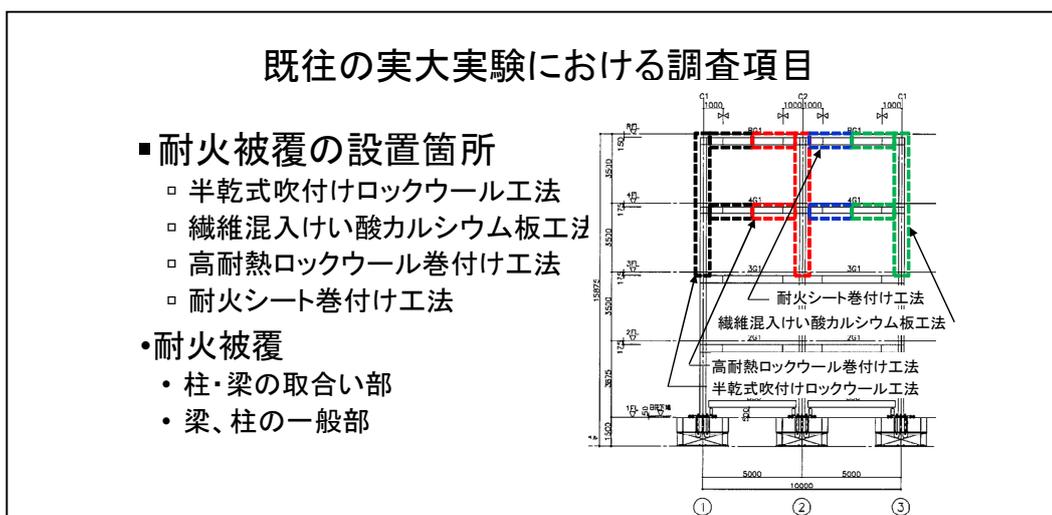


図 4.2.3 既往の実大実験における耐火被覆の調査部分

耐火被覆の仕様・施工状況

- 半乾式吹付けロックウール工法の仕様:
  - 1時間耐火, 比重:0.28以上, 厚さ:25mm以上
  - 水:セメント= 2:1のセメントスラリー
  - ロックウールとセメントの配合比 6:4
- 施工方法
  - 浮き錆等の除去
  - 吹付後, コテならし, スラリー掛け

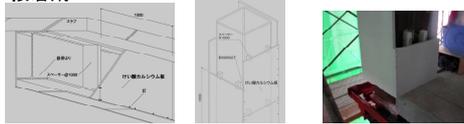


ロックウール      セメントスラリー      施工状況

a) 半乾式吹付けロックウール工法

耐火被覆の仕様・施工状況

- 繊維混入けい酸カルシウム板工法の仕様:
  - 1時間耐火(タイプ3 0.2けい酸カルシウム板)
  - 比重:0.25~0.35
  - 厚さ:柱 20 mm, 梁 15 mm
- 施工方法
  - 釘打ち(柱:50mm@150, 梁:45mm@150)
  - 接着剤



梁      柱      施工状況

b) 繊維混入けい酸カルシウム板工法 (柱、梁にはスペーサーを介して張り付け)

耐火被覆の仕様・施工状況

- 高耐熱ロックウール巻付け工法の仕様:
  - 1時間耐火 (ALC外壁との合成耐火被覆)
  - 比重:0.08
  - 厚さ:20 mm
- 施工方法
  - 固定ピンによる溶接固定(@300)



梁      施工状況      施工状況

c) 高耐熱ロックウール巻付け工法 (ALCの外壁と合成耐火被覆)

耐火被覆の仕様・施工状況

- 耐火シート巻付け工法の仕様:
  - 1時間耐火
  - 厚さ:1.5 mm
- 施工方法
  - 固定ピンによる溶接固定(@200)



梁      施工状況      施工状況

d) 耐火シート巻付け工法

図 4.2.4 耐火被覆の仕様

## 2) 加振結果：層間変形角

図 4.2.5 には加振レベル 3 (60%) と加振レベル 4 (100%) における X 方向と Y 方向の層間変形角を示す。加振レベル 4 (100%) のときに図 4.2.5 の下表に示す 3 層部分の X 方向で最大層間変形角が 1/75 となったことが分かる。

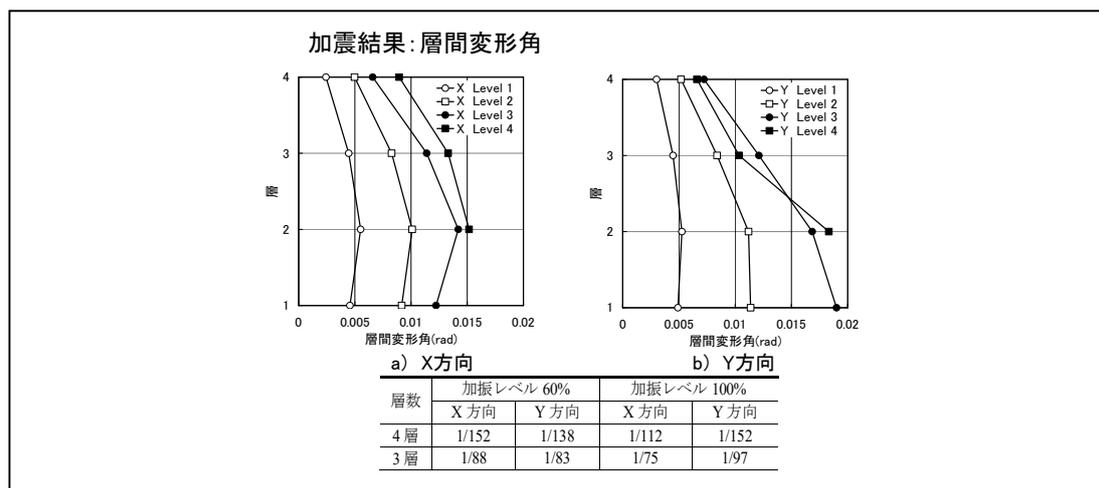


図 4.2.5 加振による層間変形角

## 3) 耐火被覆：観察結果

図 4.2.6 に一例を示す CCD カメラの映像、図 4.2.7 に示す映像及び実験時の観察から、加振による耐火被覆のへ影響を以下に示す。

### a) 半乾式吹付けロックウール工法

- ・乾燥収縮による柱のへアクラック：実験前に長さ 14 cm であったが加振レベル 3 (60%) 後に約 7 cm 増加
- ・耐火性能に影響を及ぼすような亀裂・脱落：加振レベル 4 (100%) 後になし

### b) 繊維混入けい酸カルシウム板工法

- ・耐火被覆の目地の隙間：加振レベル 4 (100%) 後に実験前と比較して最大 0.4 mm 程度の変化であり、約 1 mm 以下
- ・釘の緩み、耐火被覆の圧壊、亀裂、脱落等：加振レベル 4 (100%) 後になし

### c) 高耐熱ロックウール巻付け工法

- ・耐火被覆の表面材の隙間と目地部：加振レベル 3 (60%) 後にしわが発生
- ・耐火性能に影響を及ぼす被覆材の損傷：加振レベル 4 (100%) 後になし
- ・溶接ピンの脱落や被覆材の剥離：加振レベル 4 (100%) 後になし

### d) 耐火シート巻付け工法

- ・溶接ピンの脱落、被覆材の剥離、損傷：加振レベル 4 (100%) 後になし
- ・耐火性能に影響を及ぼす目地部の損傷：加振レベル 4 (100%) 後になし



図 4.2.6 加振による耐火被覆への影響 1



図 4.2.7 加振による耐火被覆への影響 2

#### 4) 実験結果のまとめ

加震レベル4 (100%) の実験では最大で  $1/75$  の層間変形角が架構に生じた。それにもかかわらず、どの耐火被覆工法においても耐火性能に悪影響を及ぼすような亀裂・脱落等の損傷は観察されず、品質・施工管理がなされた一般的な耐火被覆工法においては、地震時における変形追随性を有するという結果が得られた。本実験では、中層建築物を想定した4層の建築物を対象としたが、この結果は4層以上の建築物にも適用できる。

ただし、今回の実験は目視観察により外観の損傷を調査したのみであり、吹付け材の鋼材への付着性や被覆板下地の損傷具合など目視観察のみの確認では明らかにできていない。また、施工直後の実験のため、経年の影響は評価できていない。

#### (2) 防火区画部材の挙動について

防火区画部材 (壁) の目地部や周囲の状況、壁の入隅・出隅ならびに防火戸等の取合い部分の挙動及び加振による損傷状況を確認する。

##### 1) 防火区画部材の仕様

実験には防火区画部材としてせっこうボードと軽量鉄骨下地を主体とした乾式耐火間仕切壁及び鋼製の防火扉、鋼製サッシ、アルミサッシの窓を用いている。

##### 2) 防火区画部材の設置位置

間仕切壁及び防火扉の設置位置は図 4.2.8、窓の設置位置は図 4.2.9 のとおりである。

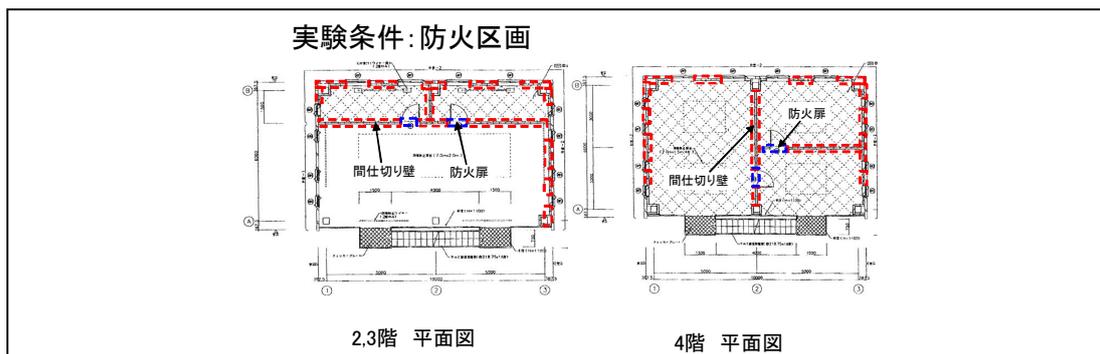


図 4.2.8 防火区画部材の設置位置 (平面図)

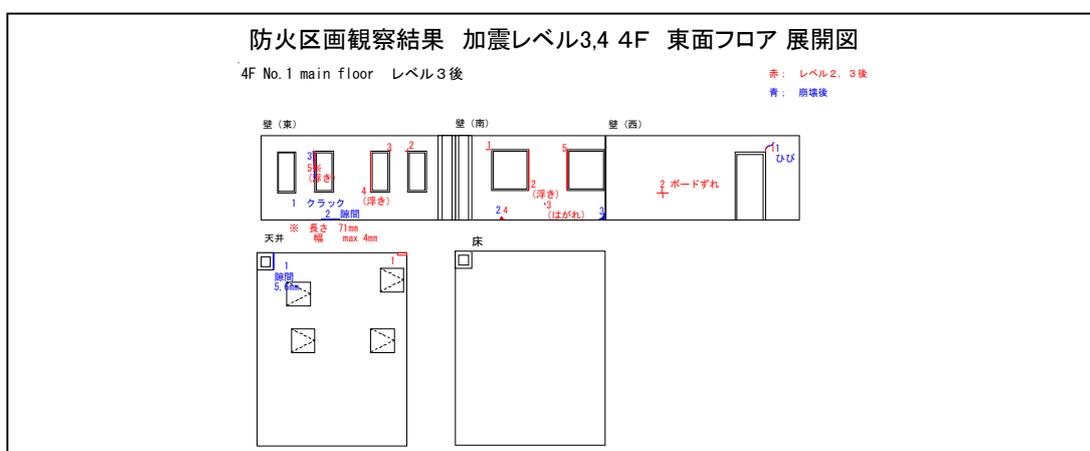


図 4.2.9 防火区画部材の加振結果 (フロア展開図)

### 3) 防火区画部材：観察結果

#### a) 加振レベル3 (60%) による被害状況 (3階)

図 4.2.10 に示すとおり、窓枠と壁に隙間が生じた。窓は耐震性能のあるもので、窓枠に直接ボードが当たらないような施工になっているため、変形が残ってしまうとすき間が開いてしまう。コーナー部については、図 4.2.10 に示すとおり圧壊がかなり見られる。

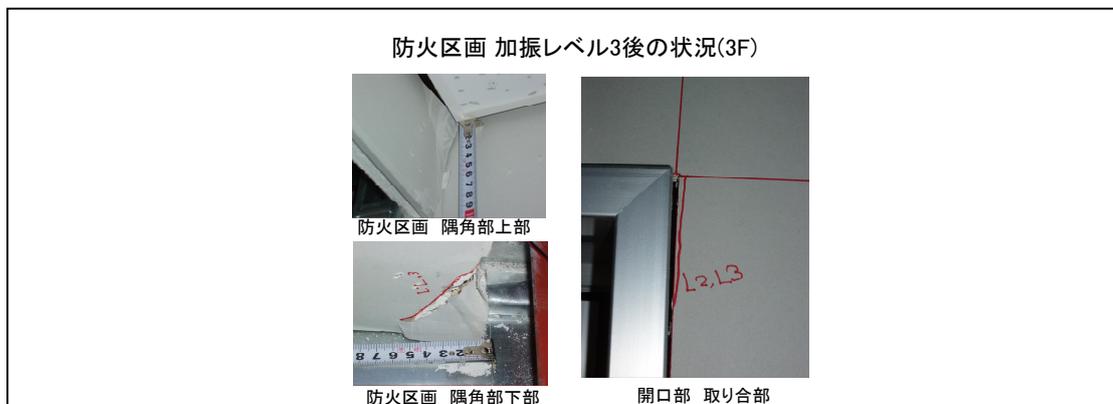


図 4.2.10 加振レベル3 (60%) の結果

b) 加振レベル4 (100%) による被害状況 (2階)

図 4.2.11 に示すとおり、防火戸と壁の隙間が生じた。加振レベル4 (100%) による加振では 15 mm程度開く場所も出ている。

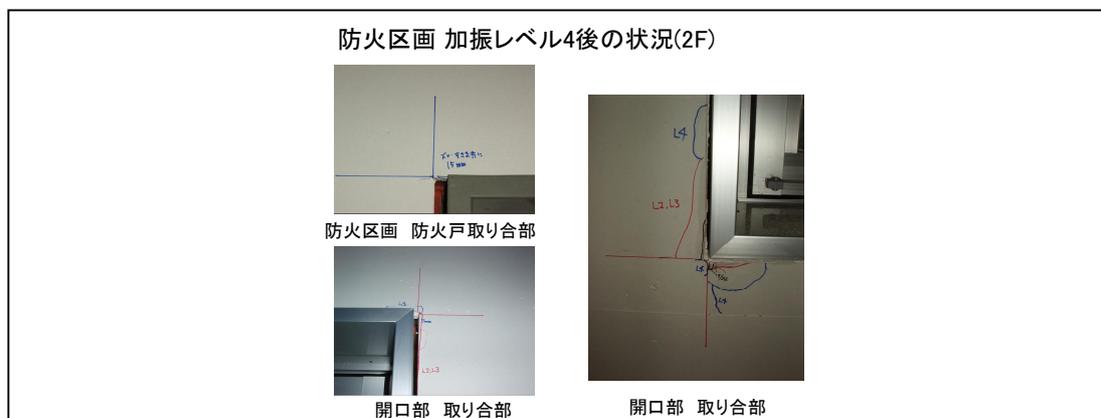


図 4.2.11 加振レベル4 (100%) の結果

以下、防火区画部材の加振による乾式間仕切壁の主な損傷部分とその状況を示す。

◇主な損傷部分

- ・せっこうボード (亀裂、圧壊)
- ・開口部、防火扉等とせっこうボードの間 (隙間)

◇損傷状況

- ・乾式間仕切壁の損傷は、ドア・開口部と壁取合い部、壁の入隅、出隅部分に集中した。これは、ドア枠とせっこうボードとの接触、入隅、出隅部分の応力集中によるものと考えられる。
- ・乾式壁の他の部材との取合い部分以外の部分 (一般部) については、目地のずれなどが観察されるが、上張りせっこうボードの外観に大きな損傷は観察されていない。
- ・下張りせっこうボードには、加振によって留付けねじの緩みなどが生じている可能性がある。

4) 実験結果のまとめ

乾式間仕切壁のせっこうボードには、加振により亀裂や圧壊が確認でき、開口部との間にすき間が生じている。扉や開口部、壁の取合い部分など外観上の損傷が集中している。これは応力集中等によるものであることがわかる。乾式壁の一般部については、外観上目地のずれは確認されるが、大きな損傷はない。本実験では、中層建築物を想定した4層の建築物を対象としたが、この結果は4層以上の建築物にも適用できる。

ただし、ボードを留付けている接着剤やビスなどが緩んでいる可能性はある。その場合は、早期にボードが脱落するおそれも考えられる。これら損傷による耐火性能の低下をよりの確に把握するためには、加熱実験による確認が必要である。

#### 4. 2. 2 損傷を被った間仕切壁の耐火性能に関する既往の実験

4. 2. 1で示した実験は、結果の確認方法が目視観察のみであったため、ボード留付けビスの緩みなど耐火性能に影響を及ぼすと考えられる項目について、その影響を明らかにできていない。そこで、図 4.2.12 に示すように、目視観察では確認できていない項目による影響を含めた防火区画部材の耐火性能を把握することを目的として行われた既往の加熱実験の結果<sup>4)10)~12)</sup>を、以下にとりまとめる。

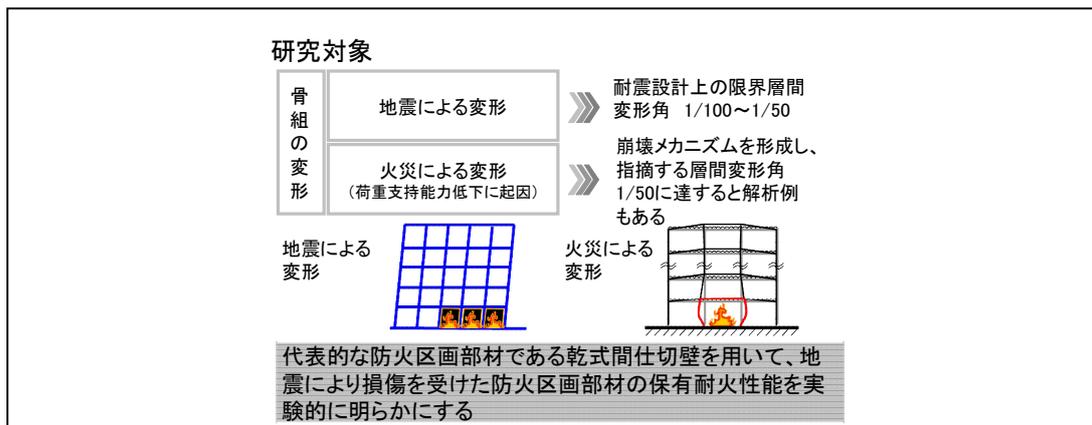


図 4.2.12 間仕切壁の耐火性能の研究

実験に用いる間仕切壁は、図 4.2.13 に示すとおり、堅穴区画に用いられるせっこうボード片面 2 枚張り間仕切壁と、標準的な防火区画壁として使用されるせっこうボード両面張り間仕切壁の 2 種類である。

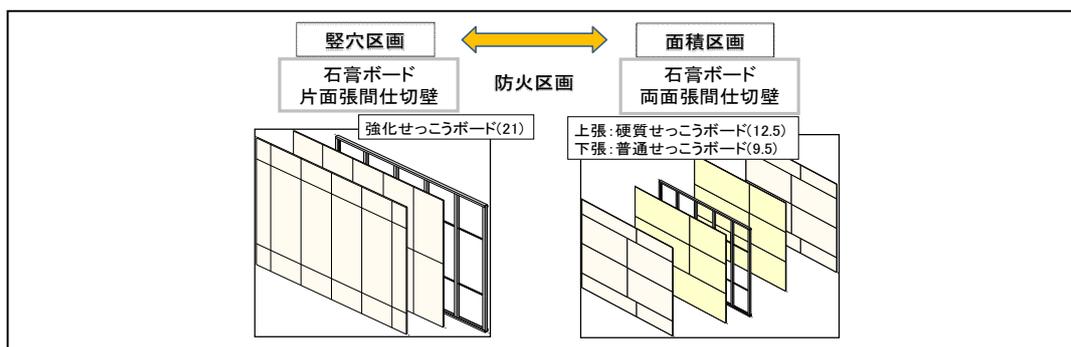


図 4.2.13 防火区画を構成する間仕切壁

実験の手順は、まず、面内せん断実験として、図 4.2.14 に示すとおり、試験体を載荷フレームに設置し、油圧シリンダにより押し引き交互の繰り返し変形を与えながら、面内方向に最大 1/50 まで、変形量を 5 mm ずつ増やしていき地震被害を想定した損傷を与えた。

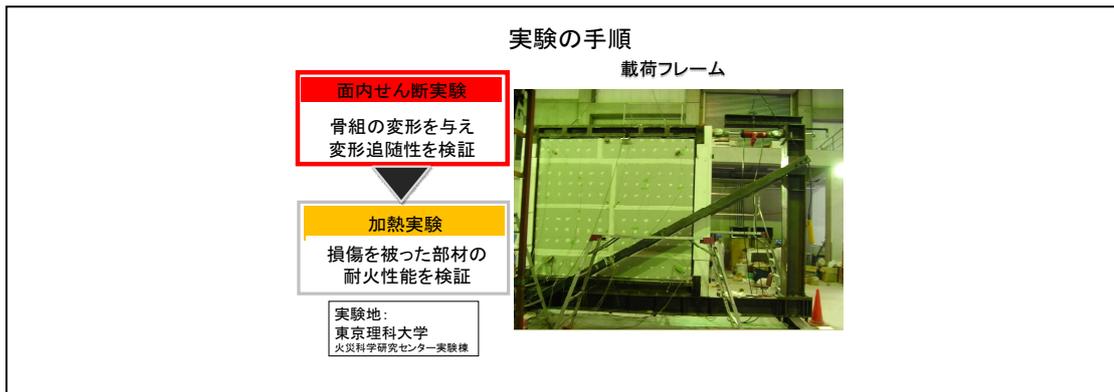


図 4.2.14 間仕切壁の面内せん断実験

次に、面内せん断実験によりロッキング、亀裂又は座屈といった損傷モードが生じた試験体に対して図 4.2.15 に示す加熱炉を用いて加熱実験を行った。

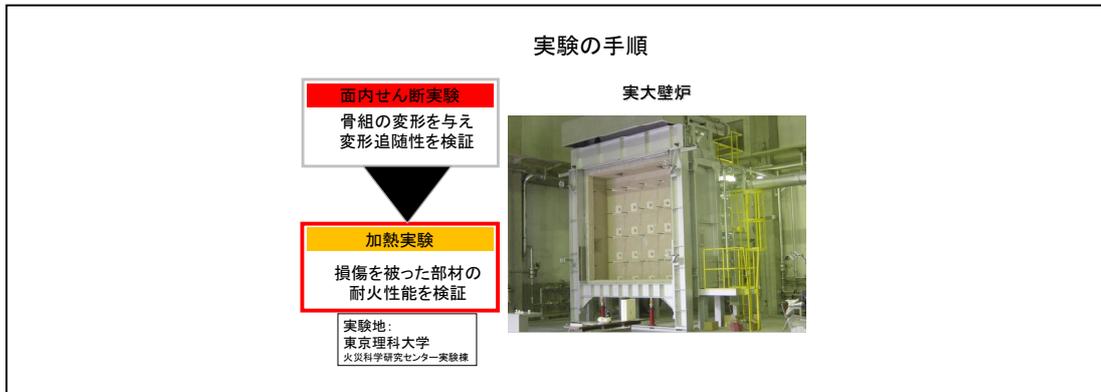


図 4.2.15 間仕切壁用の加熱炉

図 4.2.16 に示すとおり、間仕切壁の損傷モードは、ロッキング、せん断破壊型（亀裂）、座屈の3つに大きく分類できる。ロッキング型とは表面のボードが独立して回転する変形、せん断破壊型とは壁全体に対角方向に亀裂が入る変形、座屈型とは壁中央が面外方向に膨れる変形で破壊するものである。座屈型には壁全体が膨れるものと、ボードが下地材の中で局部座屈するものがある。

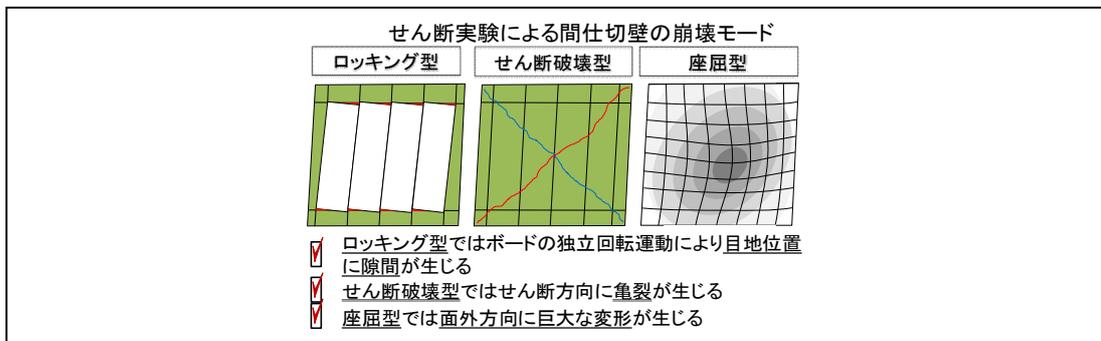


図 4.2.16 間仕切壁の崩壊モード

1) 片面被覆間仕切壁の実験について

①試験体仕様

図 4.2.17 に示すとおり、試験体は 6 体とし、パラメータとしては S-1 が面内せん断を与えていないもの（通常の耐火試験に用いられるもの）、S-2 から S-4 までが面内せん断を与えたものである。S-2 は S-1 と同仕様である。

**試験体仕様一覧**

試験体No.	S-1	S-2	S-3			S-4	
			S-09-1	S-09-2	S-09-3		
主な構成材	スタッド		50 x 45 x 0.8(mm)				
	ランナー		52 x 40 x 0.8(mm)				
	振れ止め		19 x 10 x 1.0(mm)				
	面材(下張)		強化せっこうボード(21mm)				
	面材(上張)		強化せっこうボード(21mm)				
	ビス(本数)		180				
	ステープル(本数)	352		546	904	1524	
	ステープル(種類)			4x32		8x38	
	下張せっこうボードに刺さるステープル表面積 (cm <sup>2</sup> )	371.712		576.576	954.624	1609.344	2487.168
	上張ボードの留付		標準仕様	ステープル増量			
面内せん断変形	なし		あり				

$$\text{留付強度 } (kg/m^2) = \frac{\text{ステープル本当りの引抜き力}(kg) \times \text{本数}}{\text{壁面積}(m^2)}$$

試験体No.	S-1	S-2	S-3			S-4
留付強度(kg/m <sup>2</sup> )	372.380	577.611	956.338	1612.234	2195.079	

**1.6倍 2.6倍 4.3倍 5.9倍**

図 4.2.17 片面被覆間仕切壁の試験体仕様

さらに、実験の過程で耐火性能に影響する上張りのボード保持のため、それをとめつけているステープルの密度が大きく影響している可能性が見られたため、ステープルの密度と留め付け強度（図 4.2.17 に示す留付強度で標準の S-1 と S-2 に対して 1.6～6 倍程度）、ステープルの打ち方（1 箇所につき 2 個「T 字」打ち）をパラメータとして、S-3 をステープル本数を標準仕様より増した 3 種 S-09-1～S-09-3 と S-4 について実験を行った。



図 4.2.18 片面被覆間仕切壁の被覆留付け

### ②面内せん断実験の結果

図 4.2.19 及び図 4.2.20 に面内せん断実験の結果を示し、以下の結果が得られた。

- a) 標準仕様 S-2 では上張ボードにロッキングが生じ、ある程度のところから荷重が上がり変形だけが進むような状況、つまり最大耐力が小さくなる傾向を示した。
- b) 上張ボードの留め付けを強化するためビスやステーブルで補強していくとロッキングは防止できるが、ボード自体に亀裂が生じる結果となった。

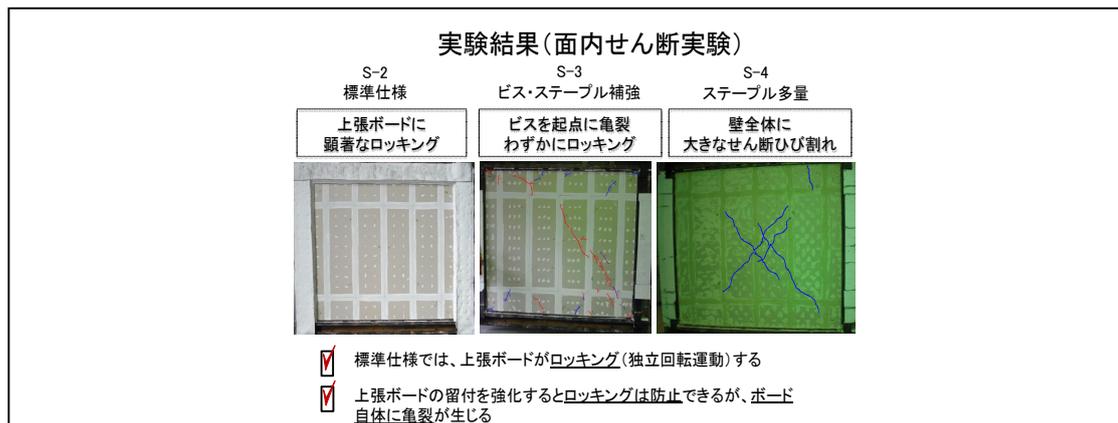


図 4.2.19 片面被覆間仕切壁の実験結果 1

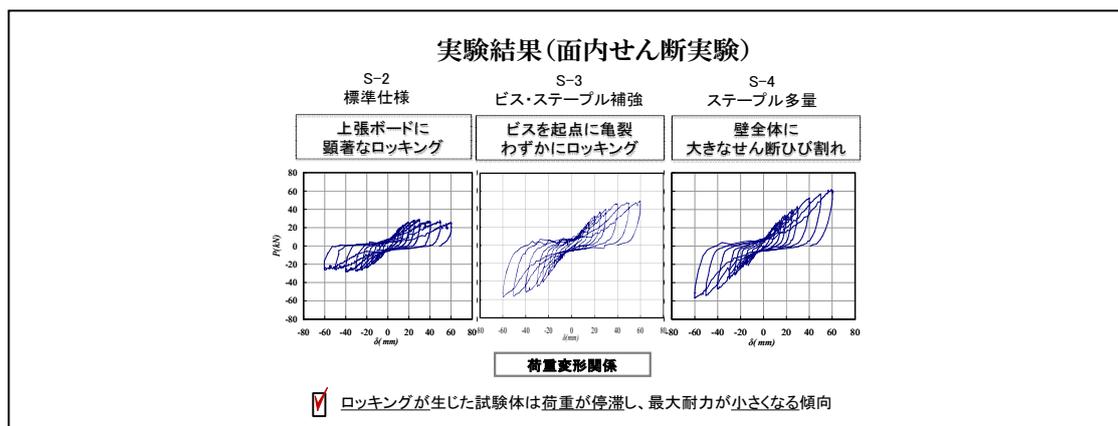


図 4.2.20 片面被覆間仕切壁の実験結果 2

### ③加熱実験の結果

図 4.2.21 及び図 4.2.22 に加熱実験の結果を示し、以下の結果が得られた。

- a) 面内せん断を与えていない S-1 と、同仕様で面内せん断を与えた S-2 の加熱実験後の結果を比較する。S-1 では裏面温度が 180° K 上昇するまでに 93 分かかっているのに対して、面内せん断を与えた後に加熱をしている S-2 では表面のボードが早期に脱落して、50 分で裏面温度上昇が 180° K を越える結果となり、相当の性能劣化が起きる結果となった。

図 4.2.22 は、横軸に加熱時間を取り縦軸にその時の裏面の平均温度を示したものであるが、脱落した試験体では早期に温度が上がっていることがわかる。

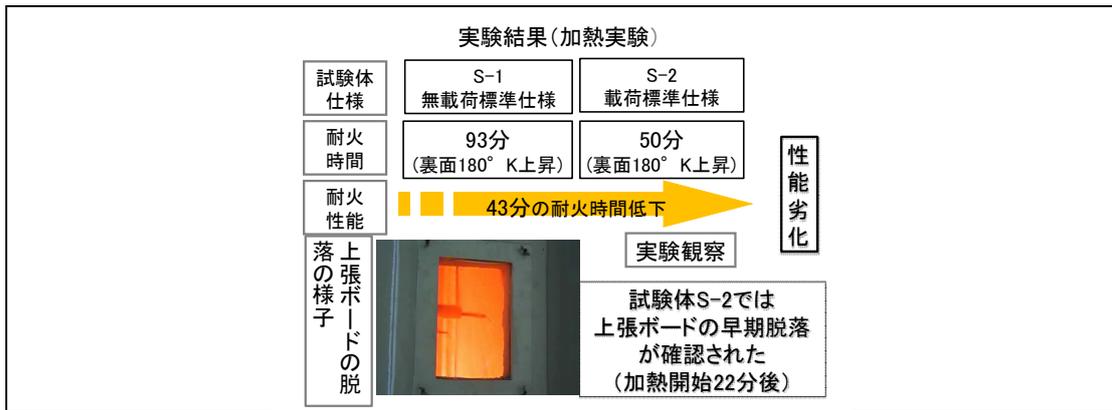


図 4.2.21 片面被覆間仕切壁の加熱実験 1

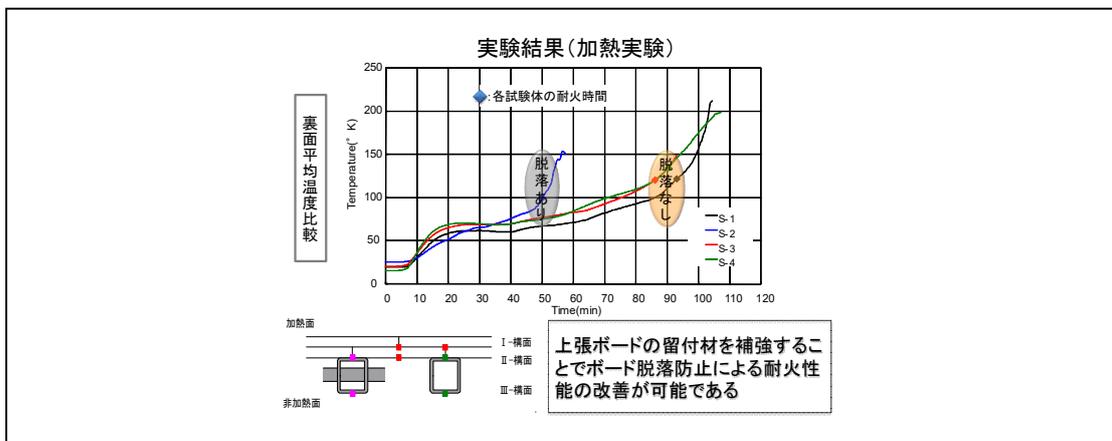


図 4.2.22 片面被覆間仕切壁の加熱実験 2

b) 図 4.2.23 に結果の全てを示す。この結果から、S-09-2 から S-4 までステーブルを増やすと、ボードの脱落を延長でき、裏面温度をみると耐火性能が徐々に向上していることがわかる。S-09-1 の結果から 1.6 倍程度の留め付け強度を増しても、耐火時間中にボードが脱落し、標準のものと比較して耐火時間は大きく改善されないことも確認できた。

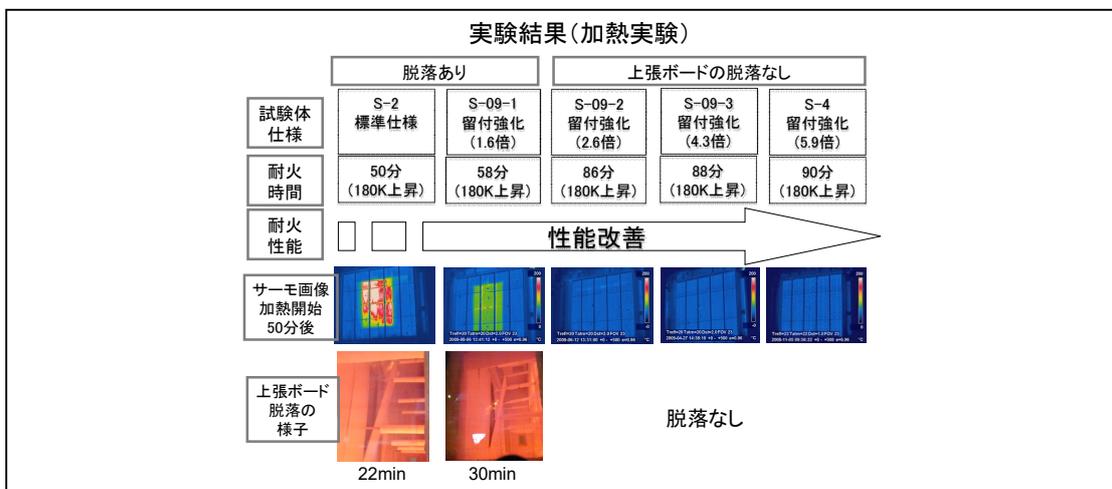


図 4.2.23 片面被覆間仕切壁の実験結果 1

#### ④片面張間仕切壁の実験結果

加熱実験の結果をグラフにすると図 4.2.24 のとおりであり、ステーブルによる留め付け強度を上げるほど耐火性能も上がる結果となった。

ただし、留め付けにより試験体に大きな亀裂が斜めに入るようなケースもあり、亀裂が貫通している場合は耐火性能が落ちる可能性があるため、亀裂をある程度防ぎながら、ロッキングによるボードの脱落を生じさせないというような微妙な設計が要求されるということがある。

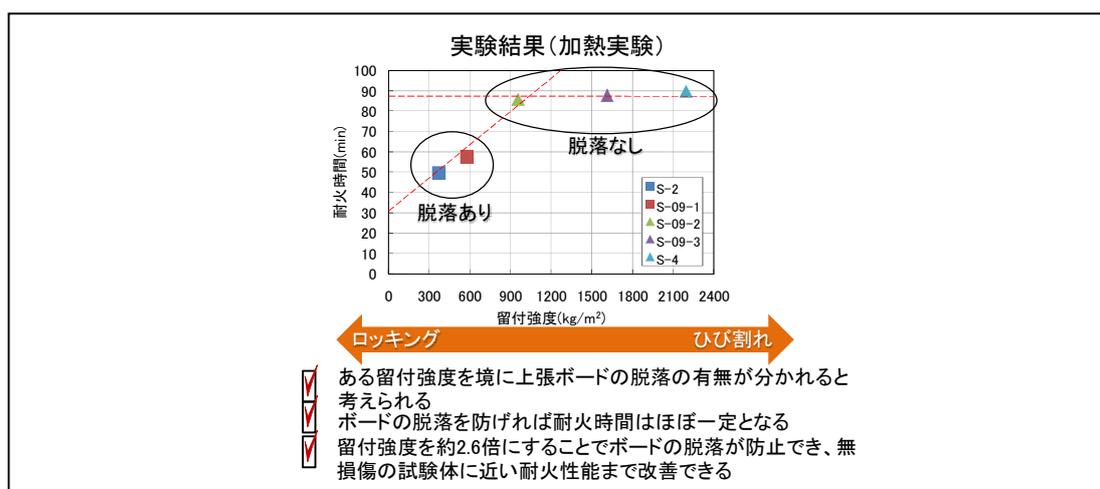


図 4.2.24 片面被覆間仕切壁の実験結果 2

#### 2) 両面張間仕切壁の実験について

##### ①試験体仕様

図 4.2.25 に示すとおり、試験体は4体とし、パラメータとして W-1 が面内せん断を与えていないもの（通常の耐火試験に用いられるもの）、W-2 から W-4 までが面内せん断を与えたものである。W-2 は W-1 と同仕様としている。また、W-3 は他の試験体が横張りであるのに対し縦張りとしている。W-4 は W-2 のスタッドの剛性を高めたものである。

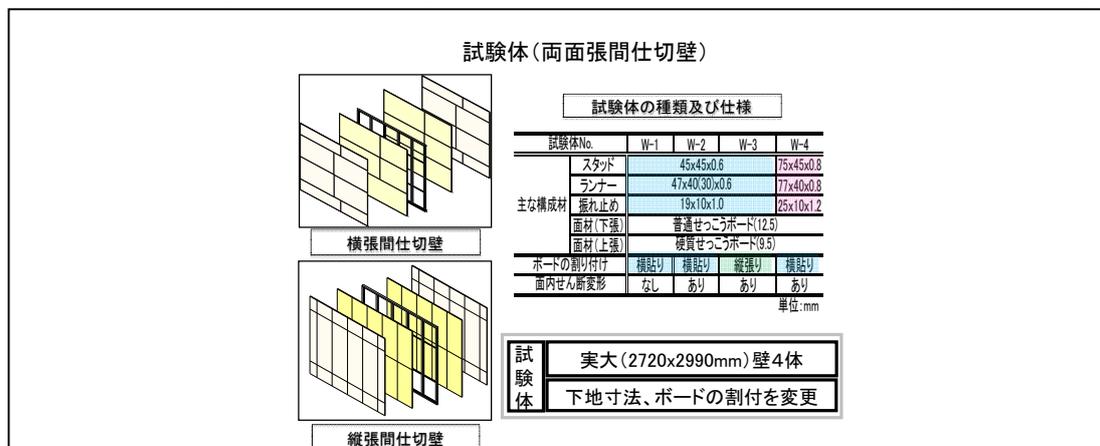


図 4.2.25 両面被覆間仕切壁の試験体

②面内せん断実験の結果

面内剪断実験の結果を図 4.2.26 に示す。

- a) 横張り標準仕様ではボードの座屈により面外に変形が生じた。
- b) ボードを縦張りにすると、ロッキングが生じた。
- c) 下地材の剛性を強化すると面外への変形が拘束され隅角部に損傷が生じた。

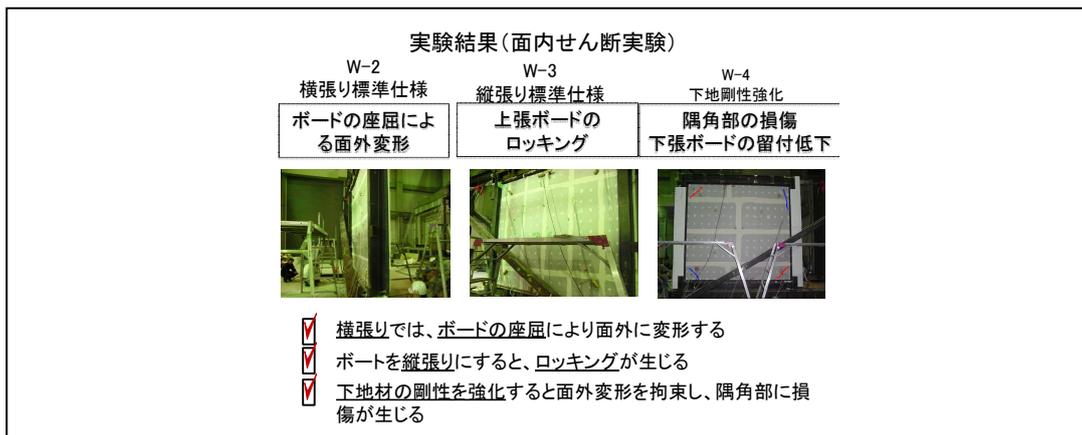


図 4.2.26 両面被覆間仕切壁のせん断実験

③加熱実験の結果

加熱実験の結果の概要を図 4.2.27 に示す。横張り仕様の W-2 と、縦張り仕様の W-3 の加熱実験後の結果を比較すると、W-2 では裏面温度が 180° K 上昇するまでに 51 分かかっているのに対して、縦張り仕様の W-3 では表面のボードが早期に脱落してしまい、38 分で耐火時間を迎える結果となり、かなりの性能劣化が起きてしまう結果となった。

また、図 4.2.27 に示すとおり、W-4 では裏面温度上昇が 180° K を越えるまでに 53 分かかった。

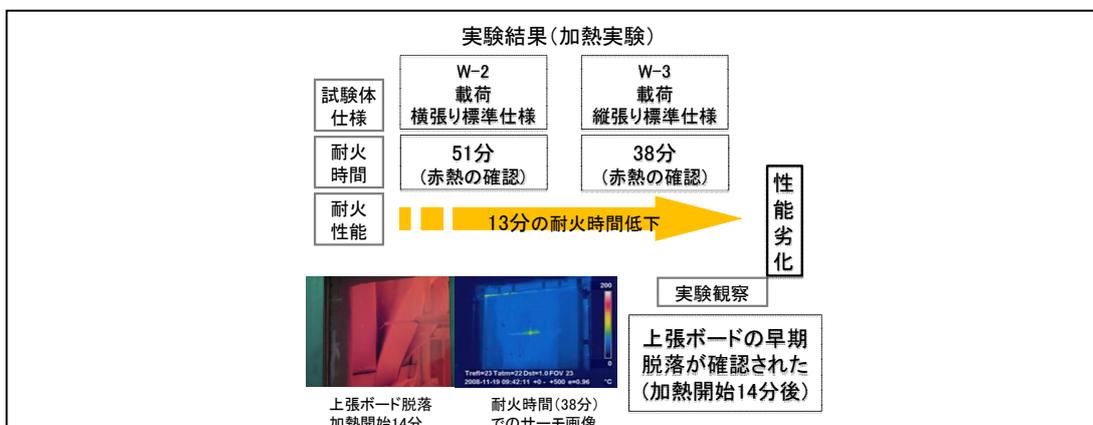


図 4.2.27 両面被覆間仕切壁の加熱実験

④両面張間仕切壁の実験結果のまとめ

ボードを縦張りにするとロッキングが生じて大きく性能が低下した。また、下地材を補強すると、ある程度の改善は見込めるものの、面内せん断により、上張りボードが脱落して耐火性能はほとんど改善されない。

4. 2. 3 損傷を被った間仕切壁の耐火性能改善案

既往の実験の結果から、次の知見が示される。

- ・せん断変形による間仕切壁の崩壊モードにより、耐火性能が大きく低下する。
- ・崩壊モードは、下地材とボードとの剛性や、上張ボードの留め付け強度の違いにより大きく変わる。

これらの結果をもとに、図 4.2.28 にせん断変形に対する間仕切壁の耐火性能の改善案を示す。この結果から、下地材のサイズやボードの厚さを大きくするというような仕様上の変更や、ステーブルを増し打ちするというような施工時における比較的簡易な工夫で地震後における耐火性能は大幅に改善できる。

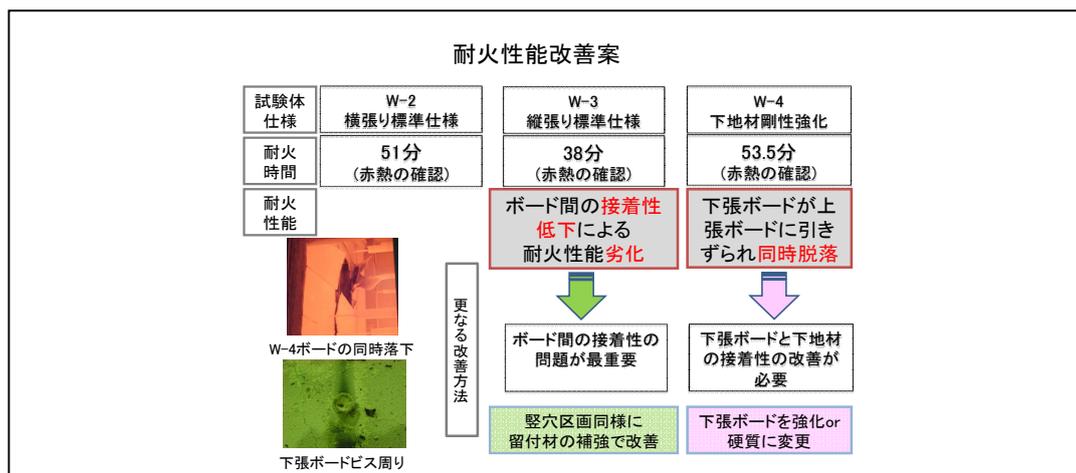


図 4.2.28 せん断変形に対する間仕切壁の耐火性能の改善案

#### 4. 3 防火設備等の耐震安全性に関する既往の知見

地震時において建築物架構の耐震安全性を確保することが重要であることは言うまでもない。その一方、地震後の火災安全性を考えるうえでは、建築物に設置される建築設備や防火設備等の地震による挙動を把握し、機能維持のための対策あるいはその状況を踏まえた火災安全計画を検討することが重要である。

そこで、まずはじめに建築設備について「建築設備耐震設計・施工指針」<sup>4-13)</sup>（以下、「指針」）の整備に到った経緯ならびに「指針」に定める耐震設計の考え方等から、建築設備全般の耐震性能の考え方について整理し、防火設備（防火扉・防火シャッター）、スプリンクラー設備、Exp.J等の地震時の挙動及び損傷状況等について、既往の知見<sup>4-13~17)</sup>をとりまとめる。

##### 4. 3. 1 建築設備の耐震性能の考え方

###### (1) 建築設備の耐震に関するガイドラインの整備

建築設備の耐震に関するガイドラインの整備については、「指針」に次の通り記載されている。「1978年の宮城県沖地震による建築物の被害によって、都市の中の建築物であることの認識を深め、現代建築の設備が果たす役割の重大さを痛感させられた。建築物に限って考えれば、その骨組である構造ばかりでなく、非構造材、あるいは建築設備に於てあえられた地震被害によって建築の総合的な耐震化の必要性に対する大きな教訓となった。」

この経験と1981年の新耐震設計法導入を踏まえ作成されたのが「指針」であり、1982年に初版が刊行された。その検討の経緯は、「指針」が刊行される以前は、一般の建築設備はアンカーボルトもなく、単に床に置かれている物もあるような、耐震性の低い状況であった。そのために、まず設備機器の耐震固定を第一に重視し、固定されていれば重要な損傷は生ぜず、復旧に要する手間も少ないであろうという観点から、静的震度に基づく「指針」1982年版が作成された。さらに、1984年に改定されて「配管等の耐震措置や銅配管」が追加された<sup>4-14)</sup>。

###### (2) その後の知見を踏まえた「指針」の改訂の概要<sup>4-15,16)</sup>

平成7年（1995年）兵庫県南部地震において、これらの「指針」に基づいて設計・施工された設備機器の地震被害は軽微であり、「指針」の内容がおおむね妥当であったことが検証された。その一方で、前回1984年の改訂から10年以上を経過し、平成7年（1995年）兵庫県南部地震から得られた地震被害等の最新知見を踏まえて検討が行われた。最終的には、基本的な点に変更はないものの、全般的な指針の見直しが行われ、耐震クラスに「S」が追加されて、「指針」が1997年に改訂された。

2005年改訂では、主としてSI単位への変更に伴う改訂でその前と同様に、基本方針は変更されていない。2014年改訂では、配管類の耐震支持方法や計算例が盛り込まれた。

(3) 「指針」2005年改訂版の指針における建築設備の耐震性能の目標<sup>4-15)</sup>

大地震時においても建築設備が脱落、転倒、あるいは移動しないことを建築設備の耐震性能の目標としており、アンカーボルト等による留め付けに重点を置いている。

「指針」では、外力（設計用標準震度）を最低でも0.4と高めに設定することに加えて、アンカーボルトの強度を低めに設定しており、施工管理のばらつき等を踏まえた現実的なものとなっている。

4) 「指針」における建築設備の耐震設計の方法（耐震クラス分けについて）<sup>4-15)</sup>

建築物の動的解析が行われる場合を除いては、局部震度法による地震力を用いて許容応力度法により設計することとしている。これは、機器の重心等に標準の地震力が作用するとしたもので、設計用標準震度は、0.4～2.0までの所定の値を使用する。

「指針」2005年改訂版では、設備機器の支持固定等の耐震性能のグレード分けとして、耐震クラスB、耐震クラスA及び耐震クラスSに分けて設計用標準震度を定めている。耐震クラスBを概ね建築基準法が要求するレベルと想定し、耐震クラスAはその約1.5倍の耐力、耐震クラスSはさらに約1.5倍となっている。その概略の内容を表4.3.1に示す。

表 4.3.1 局部震度法による建築設備機器の設計用標準震度（概略）<sup>4-15)</sup>

	建築設備機器の耐震クラス		
	耐震クラスS	耐震クラスA	耐震クラスB
上層階、屋上、塔屋	2.0	1.5	1.0
中間階	1.5	1.0	0.6
地下、1階	1.0 (1.5)	0.6 (1.0)	0.4 (0.6)
( ) 内の値は地階及び1階（地表）に設置する水槽の場合に適用			

各耐震クラスの適用については、建築物又は設備機器等の重要度に応じて、例えば災害時に重要となる防災拠点建築物あるいは重要度の高い水槽等、地震時あるいは地震後の用途を考慮して適用するものとなっている。この他、建築設備の耐震クラスについては、官庁施設の耐震設計のガイドライン「官庁施設の総合耐震計画基準及び同解説」（平成8年版（社）公共建築協会）<sup>4-17)</sup>において、「災害応急対策活動に必要な施設」や「避難所として位置づけられる施設」等の施設（特定の施設）の重要機器（災害応急対策活動に必要な機器）については、標記指針の耐震クラスSと同程度の設計用標準水平震度を定めている。また、耐震クラスではないものの、NPO法人耐震総合安全機構編の「耐震総合安全性の考え方2008」<sup>4-18)</sup>においては、建築設備の耐震レベルと耐震目標について表4.3.2に示すような提案がなされている。

表 4.3.2 耐震総合安全機構で提唱する建築設備の耐震安全性の目標

	大地震動(震度 6 強以上)に対する目標	中地震動(震度 5 強から 6 弱)に対する目標	対象施設	ライフライン対策	備考
耐震レベル A	大地震動後の人命の安全確保及び 2 次災害の防止が図られているとともに、大きな補修をすることなく、必要な設備機能を相当期間継続できることを目標とする。	機器・配管類の損傷はまったくなく、併せて設備機能性能においても点検、確認を行ったのち、運転に支障がないものとする。	超高層・高層のマンション、超高層・高層の事務所・ホテル等の地震後にただちに避難することが困難とされる建築用途の施設、地震後にあっても社会的活動上で建築機能を継続させることを必要とする建築用途の施設及び災害応急対策活動に必要な施設とする。	7 日間程度のライフラインの途絶えに備えた対策を検討。	
耐震レベル B	大地震後の人命の安全確保及び 2 次災害の防止が図られていることを目標とする。	耐震レベル A の場合と同じ。	耐震レベル A に該当しない施設とする。	1～3 日間程度のライフラインの途絶えに備えた対策を検討。	
耐震レベル C	大地震動後は機器及び配管類ともに損傷が生じるものがあったとしても可とする。	設備耐震措置に不備のところがあることにより、中地震動に対しても建築設備の部分において損傷が生じることがありうるものとする。			設備機能は保持できないので、耐震レベル C と判定された場合は、耐震対策の措置を講ずることにより、耐震レベル B あるいは A となるよう配慮する。

参考文献 4-18)の 114～115 ページより作成

#### 5) 文献調査から整理した今後の課題について

「指針」で取り扱う範囲は、建築設備の据え付け・取り付けに関する部分とし、設備機器本体の耐震性能は、別途製造者において確認されているものとしている。過去の地震被害の例からは、移動、転倒等が起これなければ被害は小さなものとなっており、早急な機能回復が見込めるものと考えられるが、機能維持について保証されたものとはなっていない。施工面も含めた総合的な検討を行い地震後の機能維持性能について明確にしていくことは今後の課題である。

また今後、建築設備の要求性能については、建築物の要求機能（例えば、人命を確保すればよい、地震後速やかに機能復帰したい、地震直後も防災拠点として機能すべき、等）に応じたグレード設定についての検討が必要であり、建築設備の耐震性能確認の実験的な研究が望まれる。

#### 4. 3. 2 防火設備等の地震時の被害及び耐震対策の現状

防火設備等（防火扉・防火シャッター、スプリンクラー設備及び **Exp.J**）について、被害調査等の既往文献<sup>4-19~24</sup>から地震時の損傷状況及び対策等について整理して以下に示す。

##### （1）防火扉・防火シャッター

地震により防火扉・防火シャッターに被害があった場合、納入したメーカー等により個別に修理対応が行われてきた。これらのデータは必ずしも系統的に収集整理されていないものの、平成7年（1995年）兵庫県南部地震では、地震後火災からの避難への支障や耐火建築物における防火区画を超えた延焼等の問題が明らかになり、学会、メーカー団体でも実態調査<sup>4-19,20</sup>が行なわれたので、以下にその概要を示す。

##### 1) 防火扉（共同住宅の避難扉も含む）<sup>4-19</sup>

建築物の構造と防災設備の被害に関するアンケート調査（日本建築学会拡大防火委員会実施）では、兵庫県14棟、大阪府42棟から回答を得ている。そのうち、防火扉に被害があったものは、それぞれ5棟（回答建築物の36%）及び8棟（同20%）であった。図4.3.1及び図4.3.2に回答建築物の構造被害別割合と防火扉の被害状況を示す。いずれも、防火扉の被害は扉の開閉障害であったが、注目すべきは、建築物架構に被害がなくても、開閉障害が生じている建築物があることであり、その傾向はRC造よりもS造に顕著である。なお、この傾向は、他の設備も同様である。

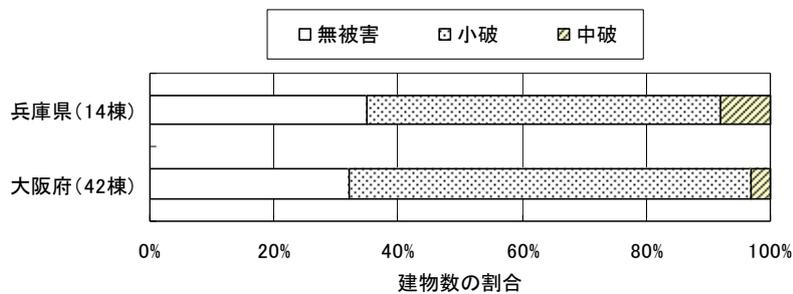


図 4.3.1 構造被害別割合

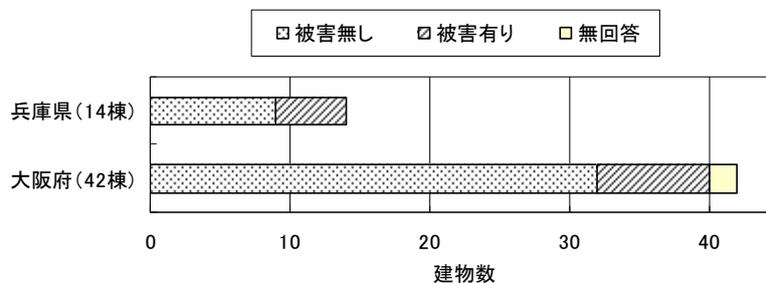


図 4.3.2 防火扉の被害状況（被害建築物発生棟数）

また、防火扉に損傷がある場合、その閉鎖異常が原因でスプリンクラーヘッドが破損する事象も散見されている。

次に防火扉として防火設備ではないものの、避難扉の開閉障害についての調査結果を概説する。神戸市長田区にある9階建以上の高層共同住宅41棟を対象に、アンケート調査を実施している。

この結果からは、開閉障害が生じた建築物は震度7地域に集中し、また、被害は建築物中層以下の階で生じていることがわかった。さらに、閉鎖障害を起こした扉には、設置された方向と地震の揺れの方向との間には相関がみられ、層間変形によって生じる扉枠の変形に依存していることが確認された。扉の開閉障害が生じた要因は以下の通りである。

- 1) 枠の変形、倒れ
- 2) 扉の破損
- 3) 丁番の変形、破損
- 4) 鍵の破損
- 5) ドアクローザー、ピボットヒンジの破損、故障
- 6) 土間、床面の盛り上がり

なお、耐震扉を設置した建築物では避難に支障がなく、その効果が確認されている。

## 2) 防火シャッター

防火シャッターを含むシャッターの被害状況について、日本シャッター工業会（現、日本シャッター・ドア協会）の会員企業が納品したものに対して、平成7年9～10月に調査<sup>4-20</sup>を実施し報告されている。

管理用シャッターのように、地震発生時に閉鎖された状態のものであれば、建築物の変位に追従できずに破損している。しかし、防火シャッターは地震時には格納されている状態であり、地震後の調査において直接目視で確認されることがないためか、いくつかの事例を除いて被害はほとんど報告されていない（シャッターが固定されている構造部分が崩壊しているものは除く）。被害事例としては、振動によるローラーチェーンの脱離、ブレーキ開放装置の作動、メタルヒューズの破断による作動等によるシャッターの降下が報告されている。

また、平成17年（2005年）の千葉県北西部の地震においても、地震後に故障・修理の依頼数が増加することはなかったといわれている。

これらの事例や状況から、建築物の変位への追従性やシャッターの巻き取りシャフトの強度向上等が提言されているものの、具体的な対応事例は少ないようである。

## (2) スプリンクラー設備

地震による消防用設備等の被害について、過去に起きた主な5つの地震による被害の概要が報告書<sup>4-21)</sup>としてとりまとめられている。その中から消防庁が行ったアンケート調査の結果（兵庫県南部地震については各種報告書等からの情報）を引用し、スプリンクラー設備の被害状況について整理して示す。

### 1) 主な地震によるスプリンクラー設備の被害状況の整理

#### a) 平成7年（1995年）兵庫県南部地震（1995年1月17日）による被害状況

平成7年（1995年）兵庫県南部地震の各種報告書のうち、「消防用設備等耐震性調査研究報告書（（財）日本消防設備安全センター）からの引用部分として、神戸市消防局が行った調査結果（スプリンクラーを設置している544件の施設が調査対象）からスプリンクラー設備等の被害状況について整理して以下に示す。

##### i) 被害が多く発生した消防用設備等

被害が多く発生した消防用設備等は、それぞれ設置している施設数に占める発生の割合で示すと、スプリンクラー設備(222/544件 40.8%)、屋内消火栓設備(107/451件 23.7%)、自動火災報知設備(109/542件 20.1%)の順であった。

##### ii) スプリンクラー設備の被害状況

スプリンクラー設備については、544件の施設のうち222件で表4.3.3に示す計379件の部位別の被害が発生している。

表 4.3.3 スプリンクラー設備の部位別被害状況（平成7年（1995年）兵庫県南部地震）

部位	被害状況	被害件数
配管類	配管の亀裂、ずれ、漏水、変形、破断	138
端末部	ヘッドの亀裂、漏水、変形、誤作動	122
機器類	水槽の亀裂、ずれ、転倒	75
	加圧送水装置のずれ、漏水、変形	44

#### b) 平成19年（2007年）新潟県中越沖地震（2007年7月16日）での被害状況

平成19年（2007年）新潟県中越沖地震による、スプリンクラー設備を含む消防用設備等の被害について、消防庁予防課が行ったアンケート調査（震度6強の新潟県柏崎市、長岡市をはじめ、震度6弱以下の三条市、小千谷市、十日町市及び長野市等からの回答のうち、倒壊して使用不能となったものを除く109建築物のデータ）から、スプリンクラー設備等の被害状況について整理して以下に示す。

i) 被害が多く発生した消防用設備等

被害が発生した消防用設備等の割合で多いものは、自動火災報知設備（42/146 件 28.8%）、屋内消火栓設備（32/146 件 21.9%）、スプリンクラー設備（29/146 件 19.9%）の順であった。

ii) スプリンクラー設備の被害状況

スプリンクラー設備については、146 件のうちの 29 件で表 4.3.4 に示す計 36 件の部位別の被害が発生している。

表 4.3.4 スプリンクラー設備の部位別被害状況（平成 19 年（2007 年）新潟県中越沖地震）

部位	被害状況	被害件数
配管類	天井損傷による配管損傷	3
	屋内配管（ヘッド周囲含む）損傷	10
	ポンプ周り配管損傷	2
端末部	天井損傷によるヘッドカバーはずれ	5
	天井損傷によるヘッド開放	1
	物が当たりヘッド損傷	5
	ヘッド飛び出し	3
	天井落下により散水障害	3
機器類	水槽損傷（漏水）	2
	呼水槽ボータップ損傷	1
	圧力タンク圧力低下	1

c) 平成 19 年（2007 年）能登半島地震（2007 年 3 月 25 日）での被害状況

平成 19 年（2007 年）能登半島地震による、スプリンクラー設備を含む消防用設備等の被害について、消防庁予防課が行ったアンケート調査（24 建築物）から、スプリンクラーの被害状況について整理して以下に示す。

i) 被害が多く発生した消防用設備等

被害が発生した消防用設備等の割合で多いものは、スプリンクラー設備（14/30 件 46.7%）、自動火災報知設備（7/30 件 23.3%）、屋内消火栓設備（4/30 件 13.3%）の順であった。

ii) スプリンクラー設備の被害状況

スプリンクラー設備では、30 件のうちの 14 件で表 4.3.5 に示す計 28 件の部位別の被害が発生している。

表 4.3.5 スプリンクラー設備の部位別被害状況（平成 19 年（2007 年）能登半島地震）

部位	被害状況	被害件数
配管類	屋内配管（継手部を含む）損傷	9
	屋外埋設配管損傷	2
	機器類周囲配管損傷	4
端末部	天井損傷によるヘッドカバーはずれ	4
	天井損傷によりヘッド開放	3
	天井落下による散水障害	2
機器類	圧力スイッチ・フート弁等	4

d) 平成 20 年（2008 年）岩手・宮城内陸地震（2008 年 6 月 14 日）での被害状況

平成 20 年（2008 年）岩手・宮城内陸地震による、スプリンクラー設備を含む消防用設備等の被害について、消防庁予防課が行ったアンケート調査（岩手県、宮城県及び周辺の県からの 47 建築物のデータ）から、スプリンクラーの被害状況について整理して以下に示す。

i) 被害が多く発生した消防用設備等

被害が発生した消防用設備等の割合で多いものは、スプリンクラー設備（20/52 件 38.5%）、自動火災報知設備（11/52 件 21.1%）、屋内消火栓設備（10/52 件 19.2%）の順であった。

ii) スプリンクラー設備の被害状況

スプリンクラー設備では 52 件のうちの 20 件で表 4.3.6 に示す計 28 件の部位別の被害が発生している。

表 4.3.6 スプリンクラー設備の部位別被害状況  
（平成 20 年（2008 年）岩手・宮城内陸地震）

部位	被害状況	被害件数
配管類	配管継手部損傷	12
	支持・固定金具の不良	3
端末部	ヘッドが天井・支持金具等に接触して損傷	9
	ヘッドカバー脱落	4

e) 2008 年 7 月 24 日岩手県沿岸北部の地震での被害状況

2008 年 7 月 24 日岩手県沿岸北部の地震における、スプリンクラー設備を含む消防用設備等の被害について、消防庁予防課が行ったアンケート調査（青森県、岩手県及び宮城県からの 47 建築物のデータ）から、スプリンクラーの被害状況について整理して以下に示す。

i) 被害が多く発生した消防用設備等

被害が発生した消防用設備等の割合で多いものは、スプリンクラー設備（11/27 件 40.7%）、屋内消火栓設備（6/27 件 22.2%）の順であった。

ii) スプリンクラー設備の被害状況

スプリンクラー設備では 27 件のうちの 11 件で表 4.3.7 に示す計 13 件の部位別の被害が発生している。

表 4.3.7 スプリンクラー設備の部位別被害状況（岩手県沿岸北部地震）

部位	被害状況	被害件数
配管類	配管継手部損傷	5
端末部	ヘッドが天井に接触して損傷	6
	ヘッドカバー脱落	2

f) 部位別被害状況のまとめ

a) ～ e) の被害状況をまとめて表 4.3.8 に示す。スプリンクラー設備の被害は機器類と比較して配管類と端末部が多いことが読みとれる。また、各調査結果より部位別の代表的な被害状況と主な発生原因は次のとおりとなる。

- ・配管類：地震の揺れによる屋内配管の亀裂、継手部の損傷
- ・端末部：地震の揺れによる天井損傷によるヘッドカバーはずれ、ヘッドが天井に接触することによる損傷、物が当たることによるヘッドの損傷
- ・機器類：地震の揺れによる水槽の亀裂、ずれ

表 4.3.8 スプリンクラー設備の部位別被害状況（集計）

	平成 7 年 (1995 年) 兵庫県南 部地震	平成 19 年 (2007 年)新 潟県中越沖 地震	平成 19 年 (2007 年) 能登半島 地震	平成 20 年 (2008 年)岩 手・宮城内陸 地震	2008 年 7 月 24 日岩 手県沿岸北 部の地震	
被害対象物数	222	29	14	20	11	
被害件数 ( ) は%	配管類	<b>138(36.4)</b>	15(41.7)	<b>15(53.6)</b>	<b>15(53.6)</b>	5(38.5)
	端末部	122(32.2)	<b>17(47.2)</b>	9(32.1)	13(46.4)	<b>8(61.5)</b>
	機器類	119(31.4)	4(11.1)	4(14.3)	0	0
	合計	379	36	28	28	13

また、「(1) 防火扉・防火シャッター」に記載したとおり、防火扉に損傷がある場合は、その閉鎖異常が原因でスプリンクラーヘッドが破損する事象が散見されている。

(3) エキスパンションジョイント (Exp.J) (注1)

Exp.J の被害としては、

- ・ 中層ビルで比較的高い位置の Exp.J や、増築等によって固有周期や構造種別が違う建築物間に設けられたものは、それぞれの建築物の揺れが想定振幅を超えたり、位相差を生じたりしたために衝突し、その衝撃力によって損傷。特に揺れの大きく出る上階での破壊が顕著
- ・ 隣棟間隔の狭い建築物同士や、空中歩廊の被害も同じような傾向にあり、振幅の大きい高所での衝突及び衝撃によって、双方の外壁が損傷

といった例が見られる<sup>4-22)</sup>。

こうした被害を防ぐために、建築物相互のクリアランスを設定する際には、建築物の固有周期・変位量等を考慮し安全側で設定する必要があるが、設置箇所の条件に応じて、地震後火災・避難等を考え、耐火性、耐火帯の変形追従性能、変位量を考慮した Exp.J カバーの大きさ等についても同時に検討が必要である。

1) 建築物相互のクリアランスの設定について

中地震、大地震時において建築物相互に間隔を確保し Exp.J を設ける際の方針が、国土交通省により表 4.3.9 のように示されている<sup>4-23)</sup>。

表 4.3.9 別棟における隣棟間隔確保の方針

許容応力度計算レベル (中地震時程度)	荷重・水平力の変形に対して、建築物の衝突による損傷が生じないことが求められる。したがって、建築基準法施行令第 88 条第 1 項に規定する地震力が作用する場合の建築物の各部分の層間変位を計算し、地上部分の相互の間隔が当該部分の高さまでの累積の数値以上であること(衝突しないこと)を確かめる。
保有水平耐力計算レベル (大地震時程度)	荷重・水平力に対しては、建築物が倒壊・崩壊等しないことが求められる。したがって、保有水平耐力計算レベルの検討においては、建築物の衝突による損傷を想定した検討は要求されないが、衝突時における外壁等の落下や屋外避難階段等の損傷等は人命に関わる可能性があることへの配慮や、保有水平耐力の設計上想定した架構の靱性能が十分に発揮されるような建築物の隣棟間隔の確保等への配慮をしておく必要がある。

参考文献<sup>4-23)</sup>より作成

2) Exp.J カバーについて

Exp.J は被害事例からもわかるように、地震時に損傷することがある。そのため、Exp.J

部分を避難経路として想定する場合にあっては、少なくとも中地震に対してはそのカバーを取り付ける金物等も衝突しないようにする必要がある。それ以外の場合、そのカバーを含めて、建築基準法施行令第 39 条の規定に従い「風圧並びに地震その他の震動及び衝撃によって脱落しないように」設計をしなければならない。

また、**Exp.J** カバーを設ける場合には、地震時に **Exp.J** 部分に被害があったとしても、**Exp.J** カバー自体は無被害である場合も想定されるため、**Exp.J** カバーの内部の点検に配慮した構造とすることが望ましい<sup>4-23)</sup>。

### 3) **Exp.J** カバーの耐火仕様

**Exp.J** カバーを防火区画の壁、床に設ける場合は、耐火性能が必要となる。この場合、**Exp.J** カバーは耐火性能と同時に建築物の変形に追従する機能が要求されることになり、耐火帯（JIS R 3311 に規定されるセラミックファイバークラウド相当品の生体溶解性繊維 AES とする<sup>4-24)</sup>。）を組み合わせるものとする等の必要がある。

#### (注 1)

「建築用エクспанションジョイントの手引」<sup>4-24)</sup>では、**Exp.J** 等について次のように定義している。

##### ・ **Exp.J** :

温度変化による伸縮、地震時の振動性状の違い等による影響を避けるために、建築物をいくつかのブロックに分割して設ける、相対変位に追従可能な接合部の手法及び工法。

##### ・ **Exp.J** カバー :

**Exp.J** に設けたクリアランスを覆い、遮断された建築物に使用上支障を及ぼさない機能を有する仕上材。

#### 4. 4. 地震被害を受けた建築物構造部分の火災安全性に関する実験的検討

##### 4. 4. 1 実験的検討の目的と地震による架構の被害想定

###### (1) 実験的検討の目的

S造建築物に使われる一般的な鋼材は、その温度が500℃になると強度は常温の約半分に低下する。そのため、S造の構造部材は、耐火被覆による温度上昇の抑制が重要であり、鋼材の断面積や部材の断面周長等の火災による加熱条件以外に地震被害により耐火被覆が落下すれば、耐火性能は大きく低下する。

これまでに地震被害を受けた建築物の構造部材の耐火性能に関しては、Kohnoら<sup>4-25)</sup>によるS造の被覆の脱落を条件にした鉄骨柱温度の測定結果が報告されており、脱落部分の鉄骨温度が急激に上昇し、荷重支持能力を短時間に喪失する。しかし、Kohnoら<sup>4-25)</sup>が想定した被覆の25%の面積が脱落する状況は、地震後の建築物の継続使用を考える上では明らかに危険であることが外見から判断できるため、地震により直接構造部材が受ける被害と地震により被覆が落下する被害との関係は明らかでない。4. 2. 1では、実大S造架構の加震実験の結果、平成7年(1995年)兵庫県南部地震におけるJR鷹取波100%の加震に対して、半乾式吹きつけロックウール吹付工法、繊維ケイ酸カルシウム板張付工法、高耐熱ロックウール巻付工法、耐火シート巻付工法の耐火被覆には耐火性能に影響を及ぼす損傷は確認できなかったことを報告している。しかし、平成7年(1995年)兵庫県南部地震等では、地震による被覆の損傷が報告<sup>4-26)</sup>されており、地震後の建築物の継続使用を考える上では地震による被害を受けたS造の構造部材の耐火性能が十分に把握できていない。

そこで、これらについて、実験による確認を目的として行った結果を報告<sup>4-27,28)</sup>する。

###### (2) 架構の被害想定

応急危険度判定<sup>4-29)</sup>では、残留変形角(残留部材角)が1/50を超えると「Cランク(危険)」と判断され、構造被害により継続使用が難しい。そのため、地震後も建築物を継続使用する上で地震後火災による耐火性能を検討するには、地震による架構の被害を「Bランク(要注意)」と想定し、「建築物全体又は一部の傾斜」の「傾斜を生じた階の階数が2階以上の場合」の判定基準(1/200~1/50)のうち、現状ではその耐火性能に関する知見がほとんどない状況であることから、架構の被害として構造部材の残留部材角を1/100と想定した。

###### (3) 対象とした構造部分と耐火被覆

地震に対して構造設計上、梁端部での破壊を想定する。柱や梁の耐火性能は、建築基準法で要求されているものの、その性能評価は部材単位で確認されており、接合部を含めた性能は確認されていないため、知見が十分でない。柱と梁の接合部やその被覆の地震による損傷は、それぞれの耐火性能に影響を及ぼすことから、柱及び梁についてはそれぞれ図4.4.1に示す梁付き柱、柱付き梁として接合部を含む構造部材を対象とした。

梁付き柱の耐火性能については、代表的な次の3種の工法の耐火被覆を選定した。

- ・成形板張付工法：繊維けい酸カルシウム板
- ・吹付工法：半乾式吹きつけロックウール
- ・巻付工法：高耐熱ロックウール

これらにより被覆した試験体を実験し、その結果から、地震による損傷が耐火性能に大きく影響を及ぼす被覆を選定して柱付き梁の耐火性能を確認した。なお、耐火被覆の組み合わせについては、対象としていない。

また、図 4.4.1 に示す壁試験体は 4. 5 で検討する。

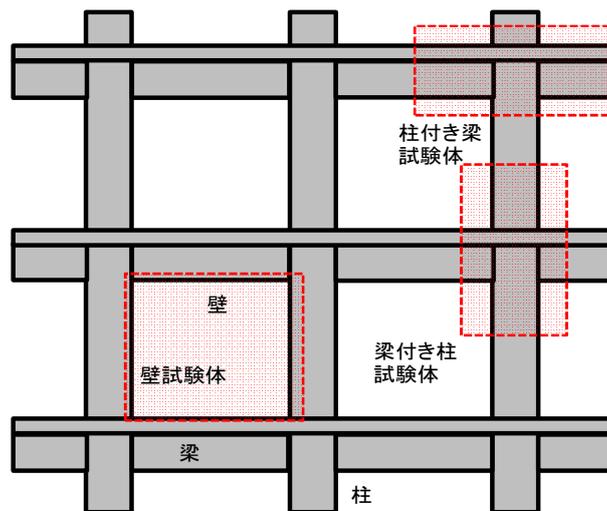


図 4.4.1 接合部を含む試験体の考え方

#### 4. 4. 2 試験概要

通常、耐火被覆の性能は実物に近いサイズの試験体を用いて耐火試験により確認する。しかし、高層建築物の構造部材を考えた場合、地震時にこのような部材が損傷するような荷重を作用させることは実験計画上の課題と、使用装置の加力能力上の限界がある。また、平成 7 年（1995 年）兵庫県南部地震での被害事例<sup>4-26)</sup>から、耐火被覆への損傷が局部的になることがあることを考慮して、本研究では、実験計画上、試験体の鉄骨部の損傷を想定する部分の溶接をすみ肉溶接、他を完全溶け込み溶接として、写真 4.4.1 に示す加力装置（国立研究開発法人 建築研究所所有の 1000t 構造物試験機）を用いて純曲げにより地震時の損傷を与え（加力後）、可能な範囲で状態を保持した状態で、写真 4.4.2 に示す耐火炉（建築研究所所有の水平炉・柱炉）により加熱し、地震を想定した加力を行わないもの（加力なし）と比較を行った。



写真 4.4.1 加力装置 (1000t 構造物試験機)



(a)水平炉



b)柱炉

写真 4.4.2 加熱装置

#### 4. 4. 3 梁付き柱の試験

##### (1) 試験体

試験体は、S 造高層建築物で図 4.4.1 及び図 4.4.2 に示すように床を挟んだ建築物上下階の下層 1 層分の中央から上層 1 層分の中央までの柱とし、梁の接合部分を想定した。角形鋼管  $500 \times 500 \times 25\text{mm}$  (建築構造用冷間成形角形鋼管)、ダイアフラム  $560 \times 560 \times 32\text{mm}$  (建築構造用圧延鋼材)、H 形鋼  $700 \times 400 \times 16 \times 28\text{mm}$  (建築構造用圧延鋼材) で構成した。

この鉄骨柱に 2 時間耐火構造を想定して、

- ・高耐熱性無機繊維フェルト 厚さ 40mm (フェルト被覆)
- ・繊維混入けい酸カルシウム板 第 2 種第 1 号品 厚さ 35mm (ケイカル被覆)

・吹き付けロックウール 比重 0.28 厚さ 45mm (ロックウール被覆)  
 によりそれぞれ 2 体の梁付き鉄骨柱に耐火被覆した。なお、ロックウール被覆の試験体は、1 年以上屋内で養生して含水率を調整し、図 4.4.3 及び写真 4.4.3 に示すとおり、床として厚さ 150mm の ALC パネルを梁上に設置した。

また、図 4.4.2 に示すように、鋼材の平均温度を測定できるように、熱電対 (JIS C 1602 に定める K 0.65mm 径) を梁は B-1 と B-2 断面に、柱は梁接合部の上下を含む C-1～C-5 断面に、図 4.4.2 の右の図に示すとおり設置した。

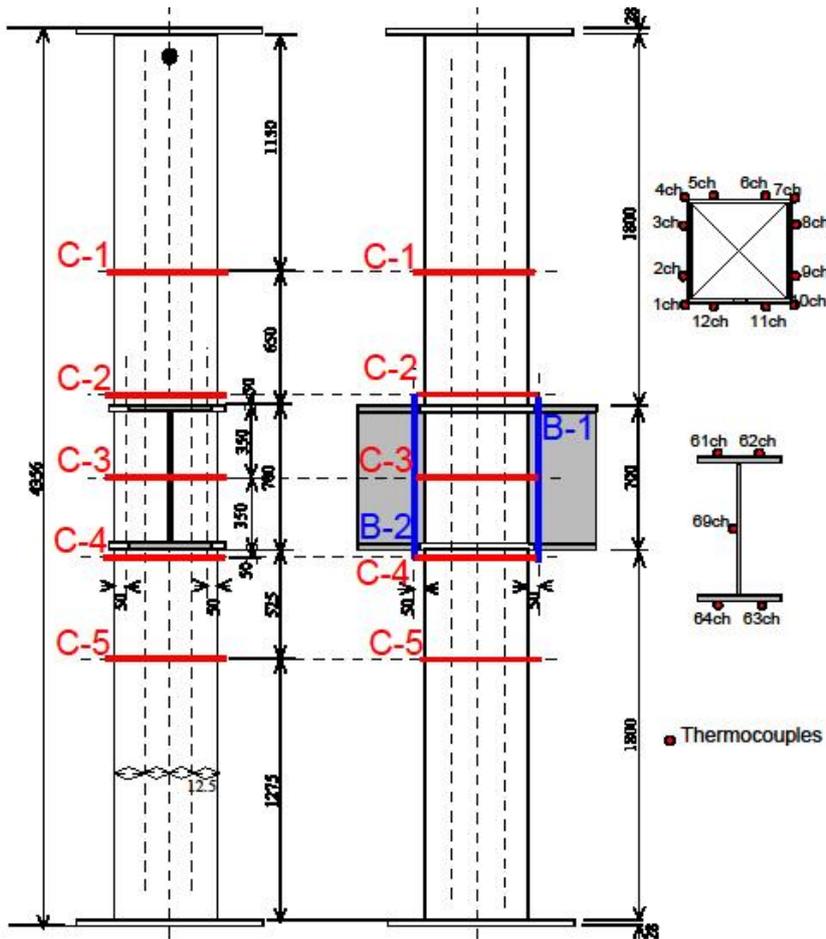


図 4.4.2 梁付き柱試験体及び熱電対設置位置

(2) 加力試験

加力試験は、写真 4.4.1 に示す装置を用いて、支点間距離を 4m とし、梁の H 形鋼部分 (全面) に最大耐力を示すまで単調に加力し、その後、残留部材角が 1/100 になることを目標として、繰り返し加力した。

変位は、図 4.4.3 及び写真 4.4.3 に示すとおり、梁の支持点と H 形鋼部分 4 点で測定した。

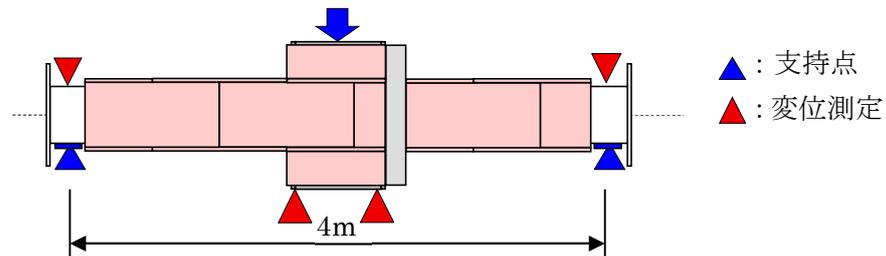


図 4.4.3 梁付き柱試験体の加力試験における変位測定位置



写真 4.4.3 梁付き柱試験体の加力試験の様子と変位測定位置

加力試験の結果、

- ・フェルト被覆の柱：1,842kN（残留部材角 1/82）
- ・ケイカル被覆の柱：1,686kN（残留部材角 1/110）
- ・ロックウール被覆の柱：2,077kN（残留部材角 1/95）

で下階柱頭部分(C-4 付近) の被覆が損傷し、耐火試験後の観察から梁の下側ダイアフラムと下階の角形鋼管柱との間の溶接（すみ肉溶接）部分が損傷したことが確認できた。3体の試験体とも、同様な履歴を示し、図 4.4.4 に一例として、ロックウール被覆の柱の荷重と層間変形角の関係を示す。

被覆の損傷状況については、以下の通りである。

- ・フェルト被覆の柱：加力によるフェルト被覆の外観には損傷はみられなかった。
- ・ケイカル被覆の柱：写真 4.4.4 に赤い破線の楕円で示すとおり、梁が設置されていない側の柱面と梁下部接合部で最大 11mm 幅の亀裂が生じ、その反対の柱面には目地が開いたものの、被覆が落下することはなかった。
- ・ロックウール被覆の柱：写真 4.4.5 に赤い破線の楕円で示すとおり、下部の柱と梁下側フランジとの接合部で最大 10mm 幅の亀裂が生じたものの、被覆が落下することはなかった。

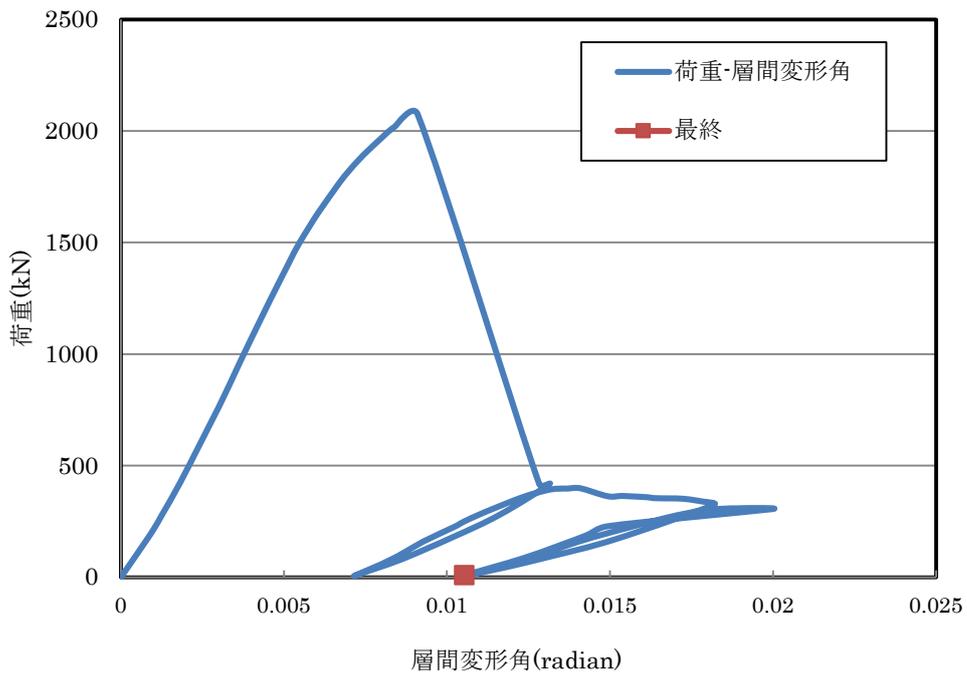


図 4.4.4 荷重と層間変形角の関係 (ロックウール被覆柱)

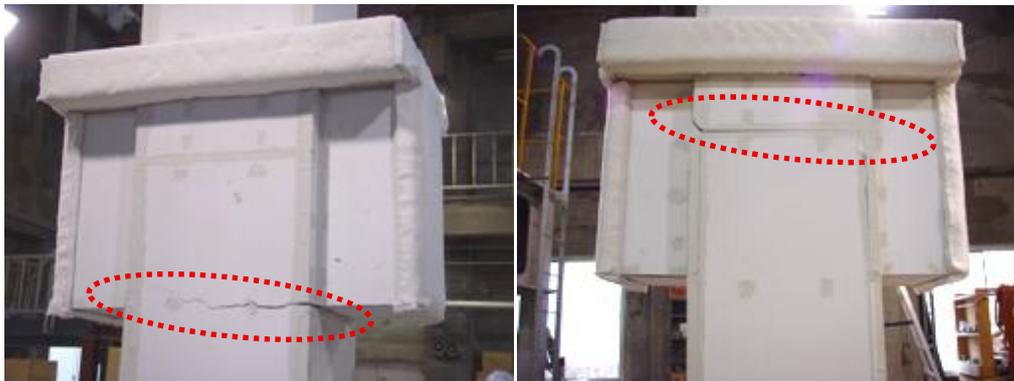


写真 4.4.4 ケイカル被覆の柱の加力後の様子



写真 4.4.5 ロックウール被覆の柱の加力後の様子

### (3) 加熱試験

加熱試験は、写真 4.4.2 に示す耐火炉（柱炉）を用いて、国土交通大臣認定の性能評価のための業務方法書に従い、ISO834-1 の加熱温度で加熱し、鋼材の温度を測定した。

加熱の結果は、以下の通りである。

#### 1) ケイカル被覆柱

ケイカル被覆柱の加熱前後の様子を写真 4.4.6 に示す。加熱後はケイカル被覆材の収縮により目地部分に隙間が見られるものの、目地部分に比べると亀裂幅には大きな変化は見られなかった。



写真 4.4.6 ケイカル被覆柱（加力後）の加熱前（左）と加熱後（右）の様子

ケイカル被覆柱の温度については、柱部分の各断面（C-1～5）の12点の温度のうち、写真4.4.4に示すように、加力により梁下の被覆の目地部分が開き、被覆に亀裂が生じた位置に近く、その上部にあるC-3断面（位置は図4.4.2参照）における温度において、図4.4.5に示すとおり、ばらつきが最も大きかった。

比較のため、加力により梁下の被覆の目地部分が開き、被覆に亀裂が生じた位置に最も近く、その下部にあるC-4断面における温度を図4.4.6に示す。

C-3断面の温度結果の図4.4.5とC-4断面の温度結果の図4.4.6を比較すると、C-3断面の方はばらつきが大きく、かつ、最高温度も高いことが分かる。図4.4.5からは、実線で示される部分の温度は他の部分より高く（鋼材の角部である熱電対No28が最高）、この部分は写真4.4.4（右）に示す被覆の目地が開いた部分に近い。図4.4.6や他の柱の断面温度と比較しても、加熱初期から温度が上昇している。その温度上昇は柱の反対面の目地が開いていない部分（熱電対No28の反対部分）の温度（図4.4.5の破線部分）と比較すると、最大で50分程度温度上昇が早くなっていることが分かる。なお、熱電対は、図4.4.2に示すとおり、1ch～12chの順に設置されている。そのため、熱電対No28は4chの位置となる。

加力により梁下の被覆の目地部分が開き、被覆に亀裂が生じた位置に最も近いC-4断面の温度上昇がC-3断面より高くはなく、ばらつきが顕著でなかった要因としては、柱には厚さ32mmのダイアフラムが柱から突出して設けられていることから被覆と鋼材との隙間が狭くなり、かつ、C-4断面がその下側にあること、ダイアフラムの熱容量により熱が下方に伝わりにくかったことが考えられる。

なお、梁の温度（B-1とB-2断面）については、5点の温度測定を行ったが、床を想定してALCパネル150mmを梁上面に設置したため、梁上面の温度（図4.4.2の61chと62ch）が他より低くなった。

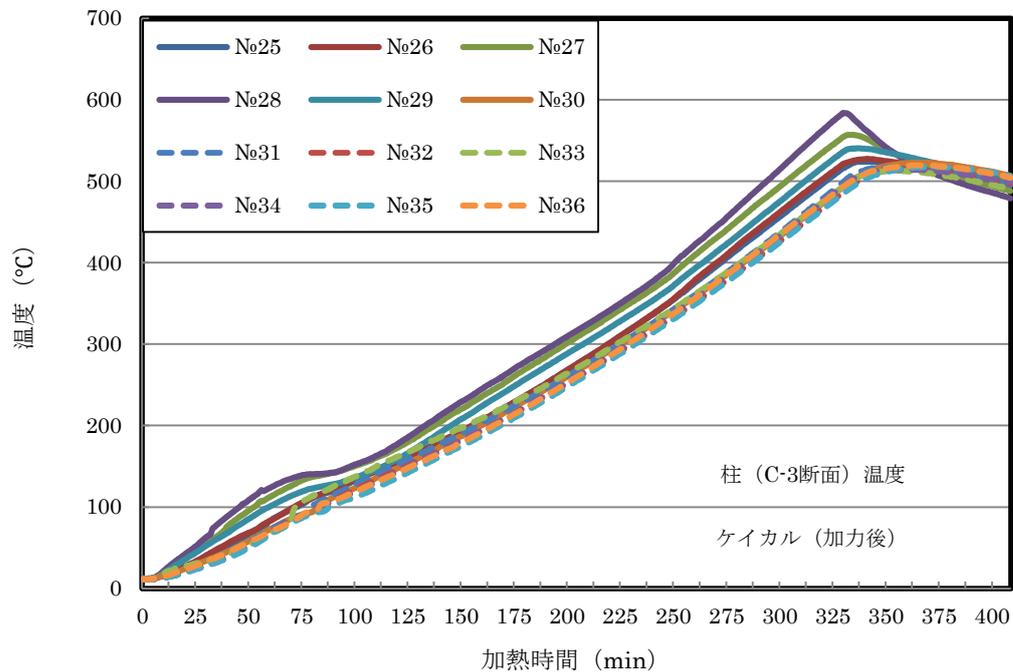


図 4.4.5 鋼材温度の測定結果 (C-3 断面、ケイカル被覆柱 (加力後))

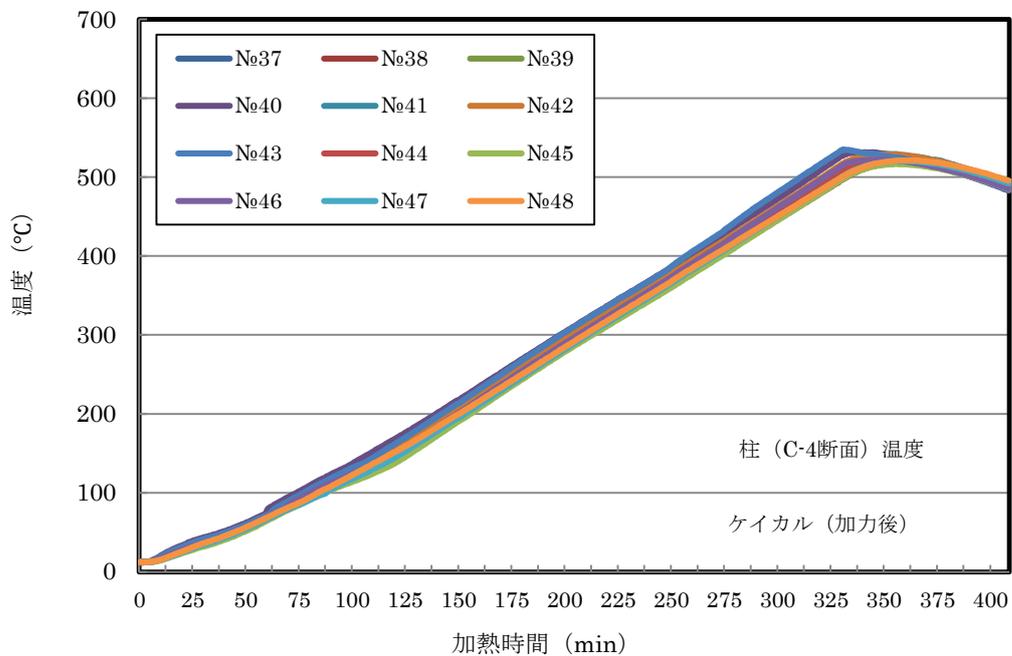


図 4.4.6 鋼材温度の測定結果 (C-4 断面、ケイカル被覆柱 (加力後))

ケイカル被覆の試験体について、図 4.4.7 と図 4.4.8 に、加力なしと加力後の試験体における各断面の温度の測定結果から求めた平均温度を示す。

加力なしの結果を示す図 4.4.7 では、試験体柱上部の C-1 断面の平均温度が他の断面より高い。温度測定のための熱電対の配線に問題があったと考えられる。これ以外の断面については、おおよそ同じ温度履歴を示す。加力後については、加力なしに比べて全体的に平均温度に幅（ばらつき）がみられる。

国土交通大臣認定の性能評価のための業務方法書に従って、試験の判定基準である各断面の平均温度が 350℃を超えた時間をまとめて表 4.4.1 に、各断面での最高温度が 450℃を超えた時間をまとめて表 4.4.2 に示す。また、加力なしの時間に対する加力後の各温度到達時間の比率も表中に示す。

この結果から、ケイカル被覆の比率は 1.02~1.36 で、加力後の方が加力なしの時間を上回る結果となった。これが試験体の施工等の違いによるものか、理由は明らかではないものの、いずれの断面においても、加力後においても十分な耐火性能があることが分かる。

なお、ケイカル被覆の試験時の含水率は、3.0%であった。

表 4.4.1 柱の温度測定結果のまとめ（平均温度が 350℃を超えた時間）

		平均350℃を超えた時間(min)							加熱終了時間 (min)
		C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	B-1	B-2	
ケイカル被覆 (35mm)	加力なし	166	231	213	222	215.5	212	217	260
	加力後	225	285.5	248.5	236.5	220.5	231	254	330
	比率	1.36	1.24	1.17	1.07	1.02	1.09	1.17	
フェルト被覆 (40mm)	加力なし	168.5	219	191	167	159.5	167	166	240
	加力後	169.5	215.5	188	167.5	160	150	162	225
	比率	1.01	0.98	0.98	1.00	1.00	0.90	0.98	
ロックウール被覆 (45mm)	加力なし	219.5	236	225.5	224	229.5	212	207	287
	加力後	219	241.8	209	193.3	210.5	200	203	265
	比率	1.00	1.02	0.93	0.86	0.92	0.94	0.98	

表 4.4.2 柱の温度測定結果のまとめ（最高温度が 450℃を超えた時間）

		450℃を超えた時間(min)							加熱終了時間 (min)
		C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	B-1	B-2	
ケイカル被覆 (35mm)	加力なし	176.5	273.5	246	-	-	253	260	260
	加力後	275.5	328.5	288	283.5	281	259	285	330
	比率	1.56	1.20	1.17	-	-	1.03	1.10	
フェルト被覆 (40mm)	加力なし	214.5	-	227.5	201	196.5	180	181	240
	加力後	216.5	-	222.5	201	200.5	161	178	225
	比率	1.01	-	0.98	1.00	1.02	0.89	0.98	
ロックウール被覆 (45mm)	加力なし	263.8	237.5	262.3	260.8	279	235	232	287
	加力後	260.5	253.5	243.3	213.3	249.3	206	222	265
	比率	0.99	1.07	0.93	0.82	0.89	0.88	0.96	

「-」：加熱時間中に温度を超えなかったことを示す。

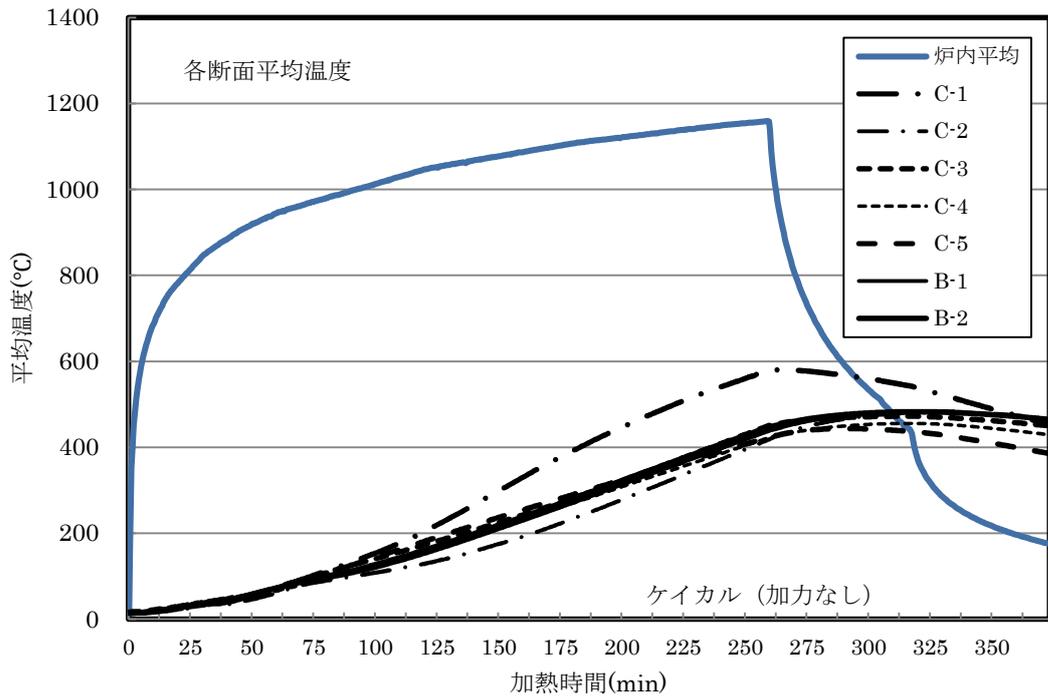


図 4.4.7 鋼材温度の測定結果 (各断面平均、ケイカル被覆柱 (加力なし))

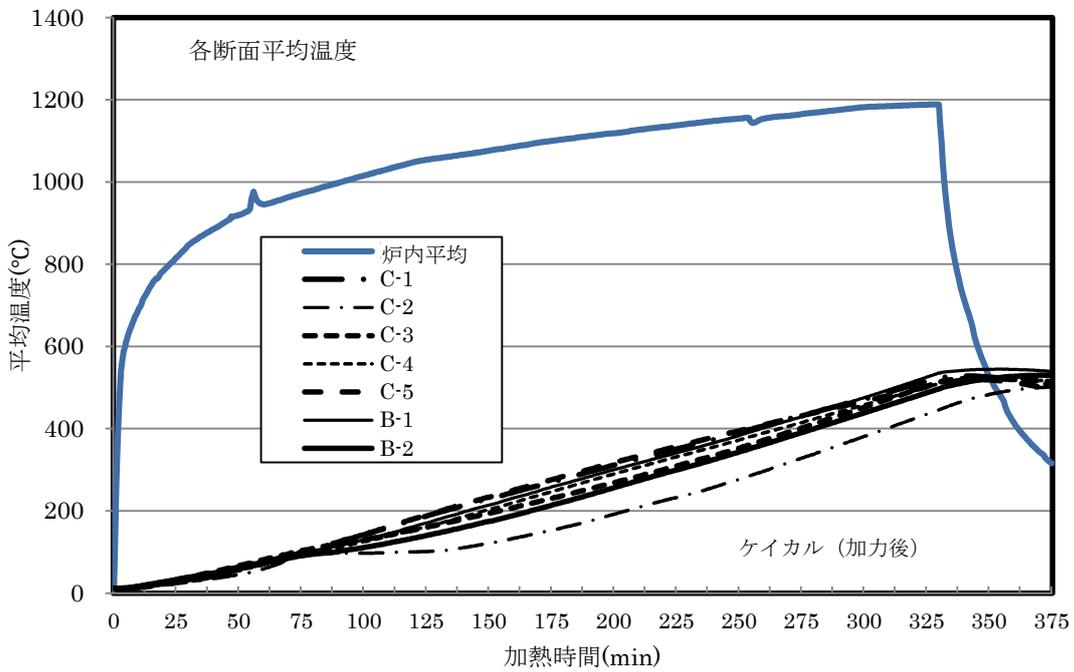


図 4.4.8 鋼材温度の測定結果 (各断面平均、ケイカル被覆柱 (加力後))

## 2) フェルト被覆柱

フェルト被覆柱の加熱前後の様子を写真 4.4.7 に示す。



写真 4.4.7 フェルト被覆柱（加力後）の加熱前（左）と加熱後（右）の様子

フェルト被覆柱の温度については、柱部分及び梁部分ともに写真 4.4.7 に示すように外見上は加力による被覆の損傷は見られないものの、図 4.4.9 及び表 4.4.1 と表 4.4.2 に示すように梁の温度(B-1 断面)は加力による影響が見られた。しかし、他の部分の温度に関しては、図 4.4.11 と図 4.4.12、表 4.4.1 と表 4.4.2 に示すように、顕著に見られなかった。C-2 断面は床を想定して設けた ALC パネルの影響で他の部分より、平均温度が低い。

フェルト被覆の試験体について、図 4.4.11 と図 4.4.12 に加力なしと加力後の試験体における各断面の温度の測定結果から求めた平均温度を示す。梁部分の温度については、加力なしの条件であれば B-1 断面と B-2 断面は対称の位置であることから、図 4.4.11 ではほぼ同じ温度を示すが、加力後の条件では、図 4.4.12 からは B-1 断面の温度が上昇していることが分かる。

国土交通大臣認定の性能評価のための業務方法書に従って、試験の判定基準である各断面の平均温度が 350℃を超えた時間をまとめて表 4.4.1 に、各断面での最高温度が 450℃を超えた時間をまとめて表 4.4.2 に示す。また、加力なしの条件において平均温度が 350℃あるいは最高温度が 450℃を超える時間に対する加力後の条件の時間の比率も表中に示す。

この結果から、フェルト被覆の加力による平均温度へ影響は、梁の温度(B-1 断面)で比率が 0.89 に低下したが、他の部分は比率が 0.98~1.02 であることから、加力による影響は顕著にはみられず、再現性のよい結果となった。

なお、フェルト被覆の試験時の含水率は、3.0%であった。

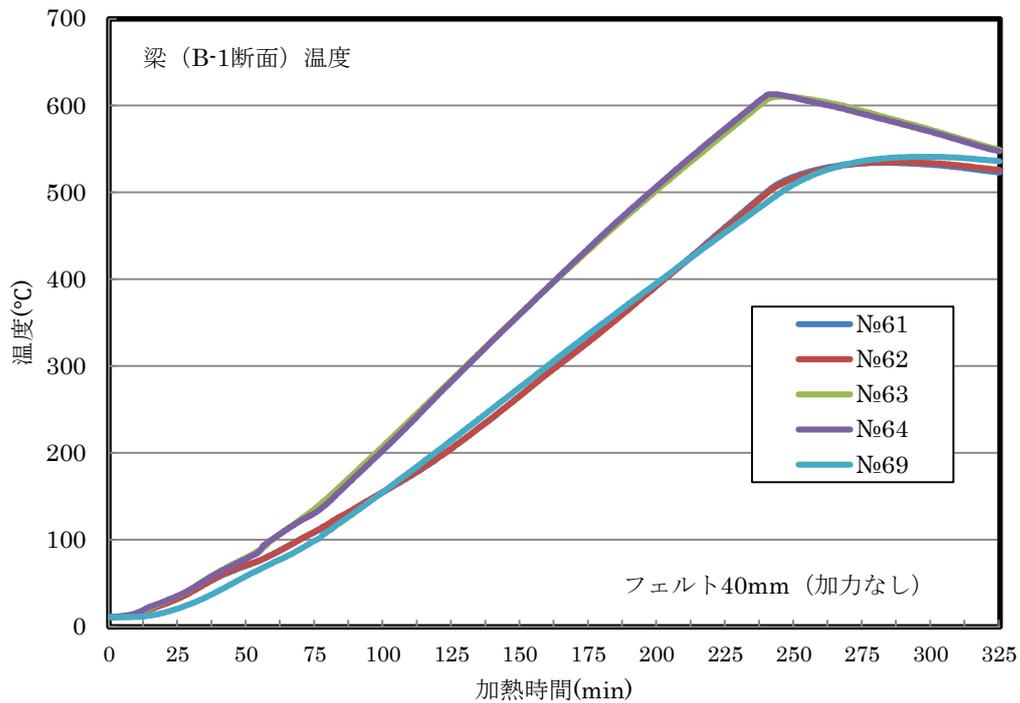


図 4.4.9 鋼材温度の測定結果 (B-1 断面、フェルト被覆柱 (加力なし))

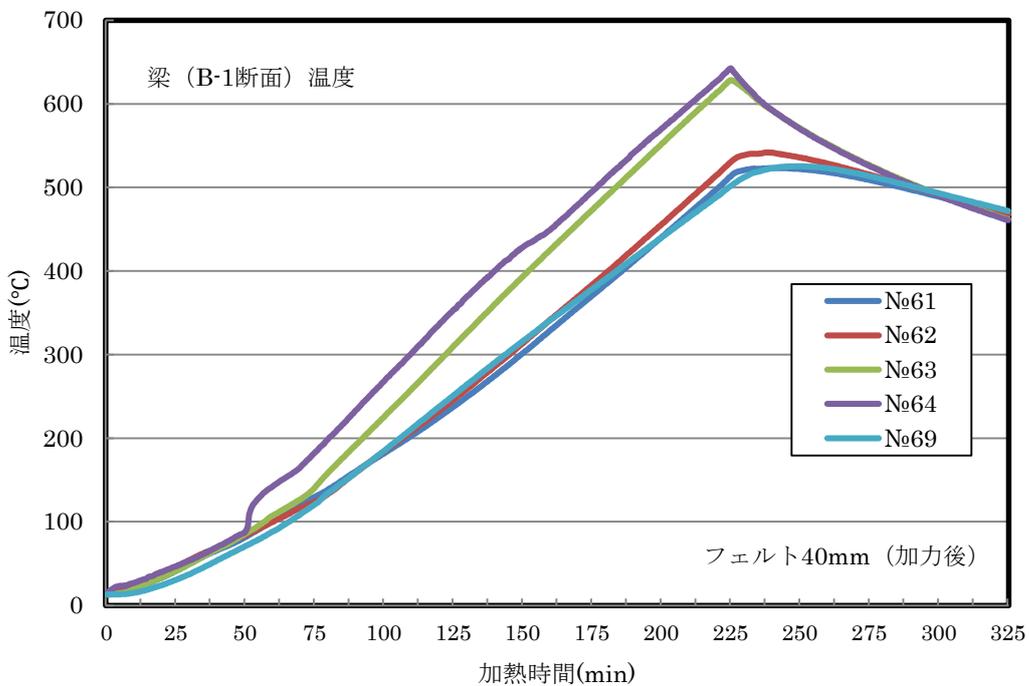


図 4.4.10 鋼材温度の測定結果 (B-1 断面、フェルト被覆柱 (加力後))

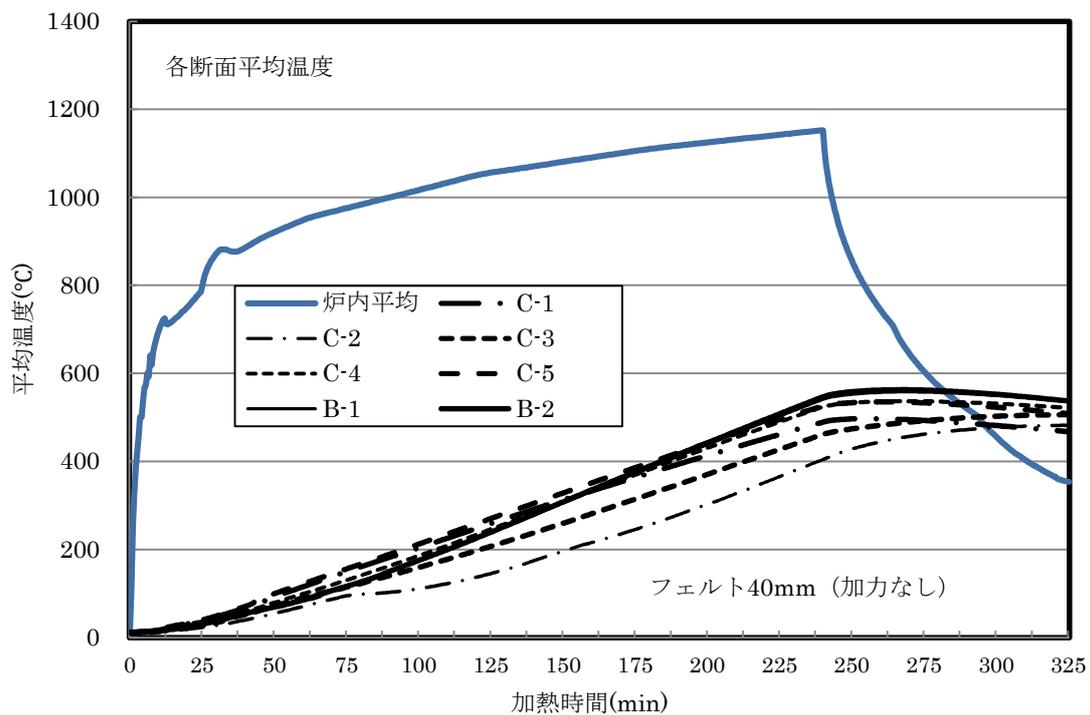


図 4.4.11 鋼材温度の測定結果 (各断面平均、フェルト被覆柱 (加力なし))

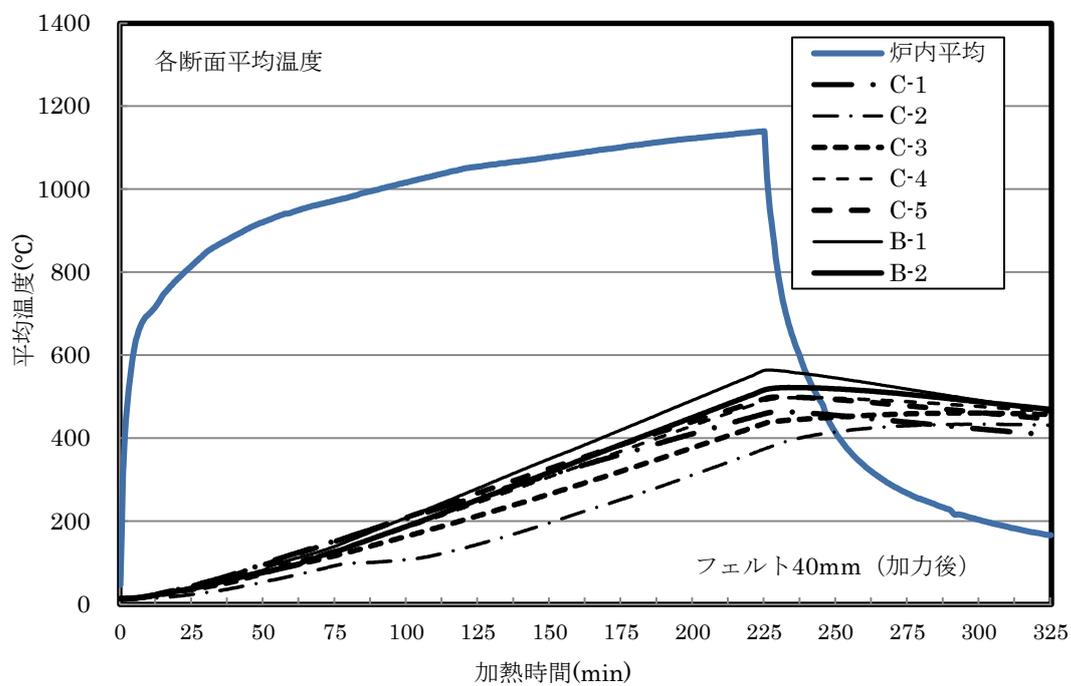


図 4.4.12 鋼材温度の測定結果 (各断面平均、フェルト被覆柱 (加力後))

### 3) ロックウール被覆柱

ロックウール被覆柱の加熱前後の様子を写真 4.4.8 に示す。



写真 4.4.8 ロックウール被覆柱の加熱前（加力なし：左）と加熱後（加力後：右）の様子

ロックウール被覆柱の温度については、柱部分の各断面(C-1～5)の12点の温度のうち、写真 4.4.5 に示すように被覆に亀裂が生じた C-4 断面における温度が上昇した。比較のため、被覆に亀裂が発生した C-4 断面における温度について、加力なしの条件における温度を図 4.4.13 に、加力後の条件における温度を図 4.4.14 に示す。図 4.4.13 と図 4.4.14 を比較すると、加力による C-4 断面内での温度のばらつきが見られ、全体に加力なしに比べて温度上昇が 30～40 分早い。図 4.4.14 からは、熱電対 No48,47,37,46 の温度が高いが、これはロックウール被覆に亀裂が入った側の反対側の熱電対であり、この部分の被覆の外観に損傷が見られなかったことから、熱電対の設置あるいは計測上の間違いが疑われる。

ロックウール被覆の試験体について、図 4.4.15 と図 4.4.16 に、加力なしと加力後の試験体における各断面の温度の測定結果から求めた平均温度を示す。梁の温度(B-1 と B-2 断面)については、5 点の温度測定を行ったが、床を想定して ALC パネル 150mm を梁上面に設置したため、他の被覆と同様に梁上面の温度が他より低いものの、加熱の後半で図 4.4.15 及び図 4.4.16 とともに他の位置に比べて急な温度上昇をしていることが分かる。

国土交通大臣認定の性能評価のための業務方法書に従って、試験の判定基準である各断面の平均温度が 350℃を超えた時間をまとめて表 4.4.1 に、各断面での最高温度が 450℃を超えた時間をまとめて表 4.4.2 に示す。また、各温度を超える加力なしの時間に対する加力後の時間の比率も表中に示す。

この結果から、ロックウール被覆の加力による平均温度への影響は、平均温度では加力により比率で最大 14%低下したが、それでも性能には十分な余裕があるといえる。

なお、ロックウール被覆の試験時の含水率は、2.2%であった。

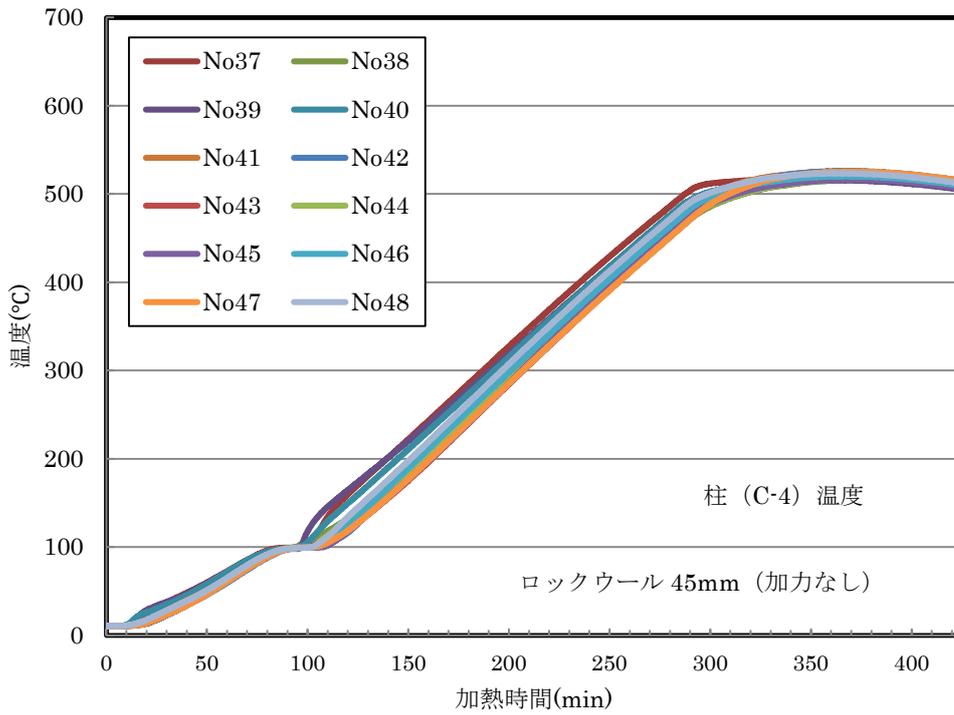


図 4.4.13 鋼材温度の測定結果 (C-4 断面、ロックウール被覆柱 (加力なし))

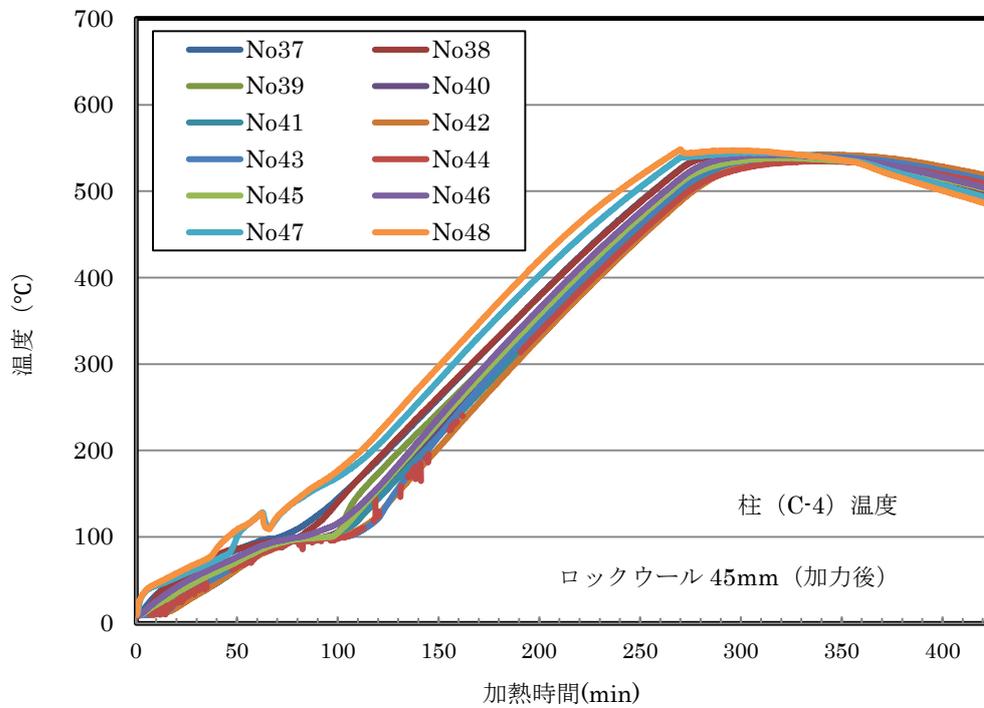


図 4.4.14 鋼材温度の測定結果 (C-4 断面、ロックウール被覆柱 (加力後))

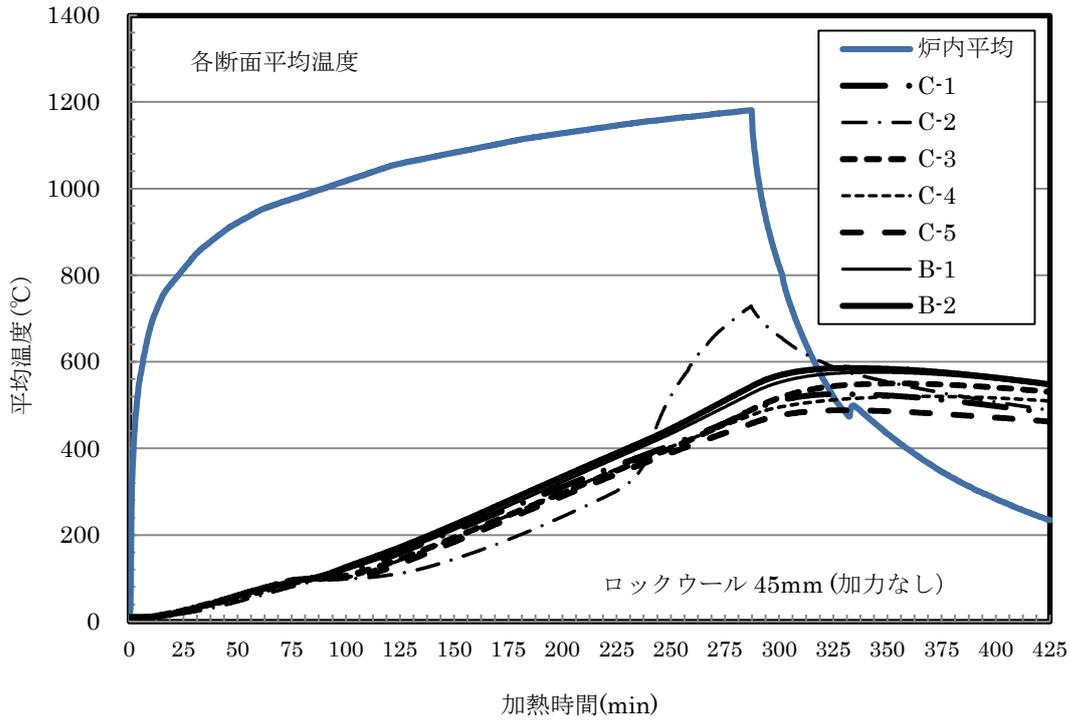


図 4.4.15 鋼材温度の測定結果 (各断面平均、ロックウール被覆柱 (加力なし))

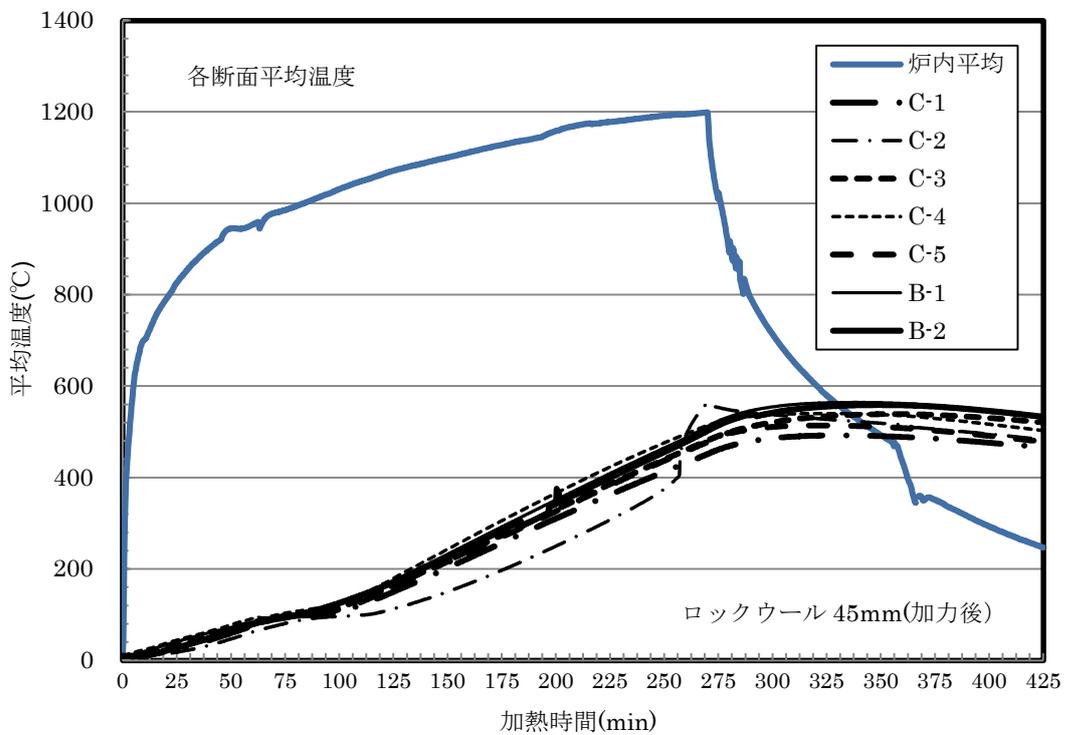


図 4.4.16 鋼材温度の測定結果 (各断面平均、ロックウール被覆柱 (加力後))

#### 4. 4. 4 柱付き梁の試験

##### (1) 試験体

試験体は、梁付き柱と同様に、図 4.4.1 及び図 4.4.17 に示すように柱の左右の梁として、柱との接合部分を想定した。角形鋼管  $500 \times 500 \times 22\text{mm}$ （建築構造用冷間成形角形鋼管）、ダイアフラム  $560 \times 560 \times 28\text{mm}$ （建築構造用圧延鋼材）、H 形鋼  $700 \times 300 \times 13 \times 23\text{mm}$ （建築構造用圧延鋼材）で構成した。

この鉄骨梁に、2 時間耐火構造を想定し、梁付き柱の試験結果から地震を想定した変形に対して、外見上亀裂等が生じなかったフェルト被覆を除いて、

- ・繊維混入けい酸カルシウム板 第 2 種第 1 号品 厚さ  $35\text{mm}$ （ケイカル被覆）
- ・吹き付けロックウール 比重  $0.28$  厚さ  $45\text{mm}$ （ロックウール被覆）

によりそれぞれ 2 体の柱付き鉄骨梁に耐火被覆した。なお、ロックウール被覆の試験体は、1 年以上屋内で養生して含水率を調整した。

また、図 4.4.17 に示すように、鋼材の平均温度を測定できるように、熱電対（JIS C 1602 に定める  $K 0.65\text{mm}$  径）を梁柱接合部を挟む B-1～B4 断面に、柱は梁接合部を挟む C-1～C-3 断面に、図 4.4.17 の右の図に示すとおり設置し、加力した後、変形を固定するためのサポートを設けた。

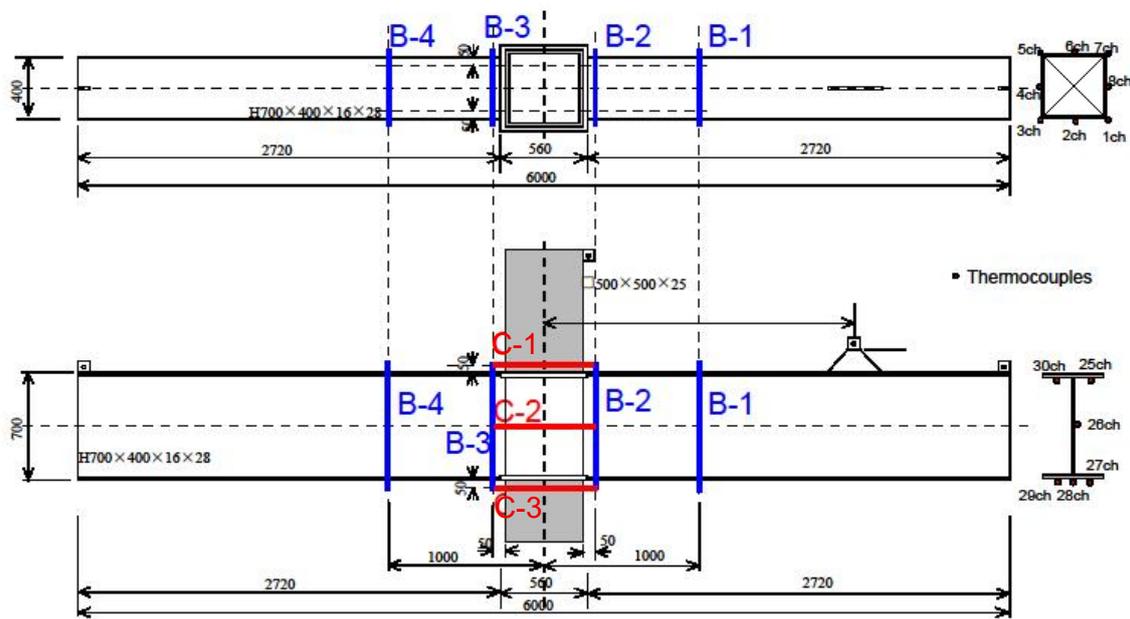


図 4.4.17 柱付き梁試験体及び熱電対設置位置

## (2) 加力試験

柱付き梁試験体は、支点間距離 5.4m として、柱試験体と同様に加力試験を実施した。なお、梁試験体の残留変形は、4m の階高を想定した際の柱の残留部材角 1/100 に相当する変形値を目標として、図 4.4.3 と写真 4.4.3 に示す方法と同様に測定した。

加力の結果、

- ・ケイカル被覆の梁：1,919kN（残留部材角 1/87）
- ・ロックウール被覆の梁：1,799kN（残留変形角 1/81）

で図 4.4.17 に示す柱と梁の接合部(B-2 付近)の被覆が損傷し、耐火試験後の観察から柱と梁の接合部の溶接が損傷したことが確認できた。図 4.4.18 にロックウール被覆の梁の荷重と層間変形角の関係を示す。加力は単調に行う予定であったが、変位測定上、2度装置の調整が必要になったことから、図 4.4.18 は加力を止めて、再度加力していることを示す。

被覆の損傷状況については、以下の通りである。

- ・ケイカル被覆の柱：写真 4.4.9 に赤い破線の楕円で示すとおり、柱と梁の接合部から離れた梁の被覆端部の両側面に最大 3mm 幅、長さ約 1m の亀裂が生じたものの、被覆が落下することはない。
- ・ロックウール被覆の柱：写真 4.4.10 に示すとおり、柱と梁の接合部において梁の下側フランジ周りに最大 9mm 幅の亀裂が生じたものの、被覆が落下することはない。

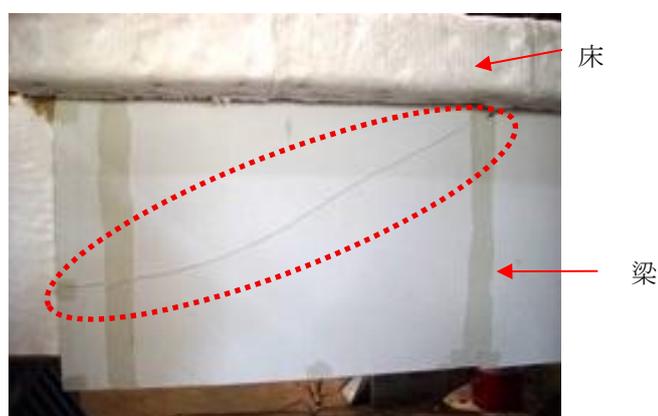


写真 4.4.9 ケイカル被覆梁の加力後の亀裂の様子



写真 4.4.10 ロックウール被覆梁の加力後の亀裂の様子

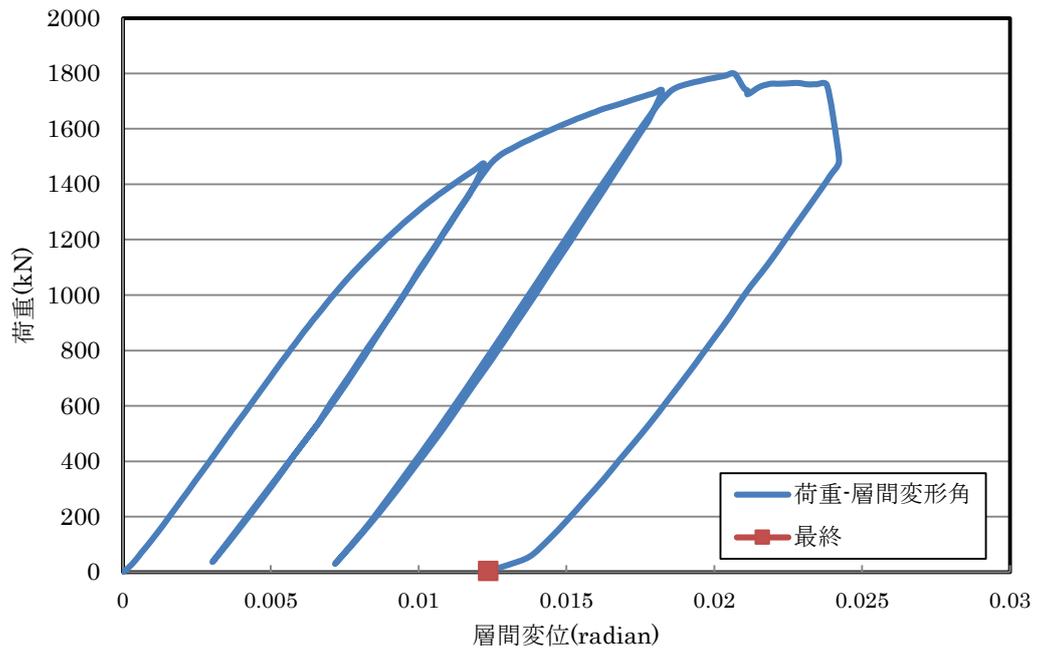


図 4.4.18 荷重と層間変形角の関係 (ロックウール被覆梁)

### (3) 加熱試験

加熱試験は、写真 4.4.2 に示す耐火炉（水平炉）を用いて、国土交通大臣認定の性能評価のための業務方法書に従い、ISO834-1 の加熱温度で加熱し、鋼材の温度を測定した。

加熱の結果は以下の通りである。

#### 1) ケイカル被覆梁

ケイカル被覆梁の加熱前後の様子を写真 4.4.11 に示す。

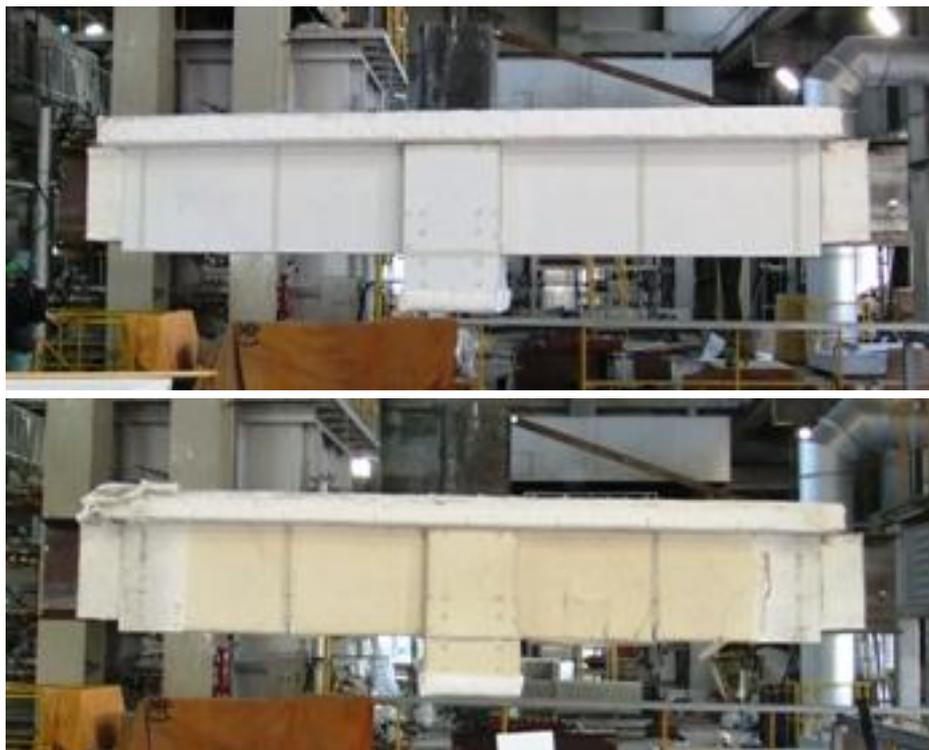


写真 4.4.11 ケイカル被覆梁（加力なし）の加熱前（上）と加熱後（下）の様子

ケイカル被覆梁の温度については、柱部分の各断面（C-1～3）の 8 点の温度、梁部分の各断面（B-1～4）の 6 点の温度うち、図 4.4.17 及び写真 4.4.9 に示すように被覆に亀裂が生じた B-4 断面の温度が最も上昇した。B-1 断面の鋼材温度を図 4.4.19 に示し、B-4 断面の鋼材温度を図 4.4.20 に示す。図 4.4.19 と図 4.4.20 を比較すると、加熱開始後 100 分以降温度のばらつきが見られ、加熱後半で急な温度上昇を示し、最高温度も高くなっていることが分かる。しかし、2 時間耐火の被覆の仕様という点から、加力後の条件の試験体にも耐火性能には余裕があるといえる。

ケイカル被覆の試験体について、図 4.4.21 と図 4.4.22 に、加力なしと加力後の試験体における各断面の温度の測定結果から求めた平均温度を示す。加力の影響を梁の温度の 2 つの図により比較すると、柱と梁間の鋼材が破断した側の B-4 断面と B-3 断面において温度が早期に上昇し、どちらも加熱開始後 275 分で急に上昇した。また、B-2 断面の温度は B-

1 断面の温度と同様な傾向を示し、B-3 断面の温度は B-4 断面と同様な傾向を示した。

なお、柱試験体と同様に ALC パネルにより被覆された C-1 断面の温度は他に比べて低い。加熱終了後の破断面の様子を写真 4.4.12 に赤い破線の楕円で示す。ケイカル被覆の試験時の含水率は、2.8%であった。

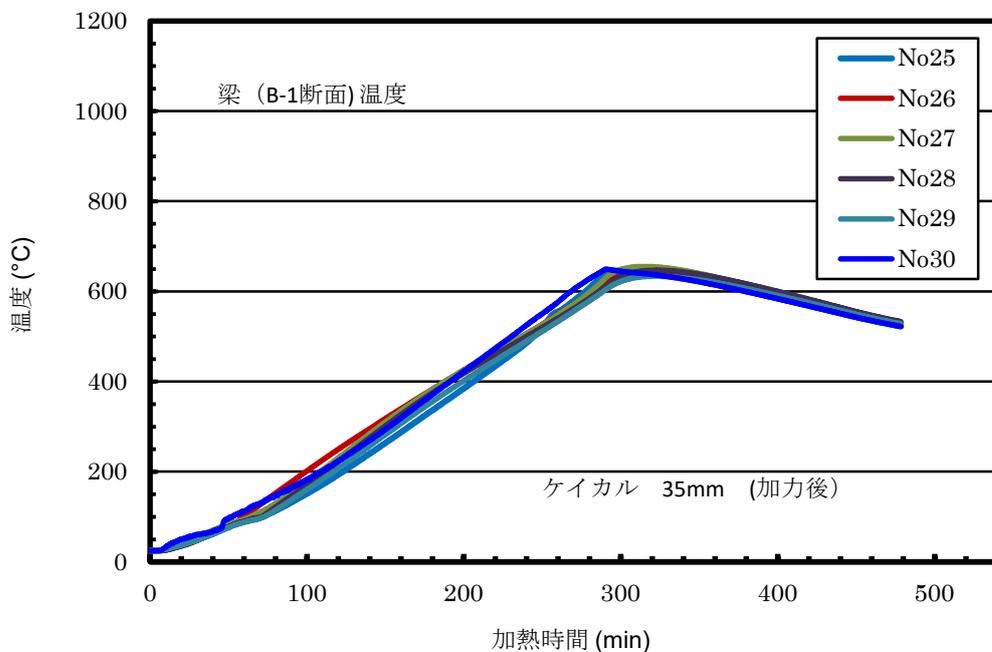


図 4.4.19 鋼材温度の測定結果 (B-1 断面、ケイカル被覆梁 (加力後))

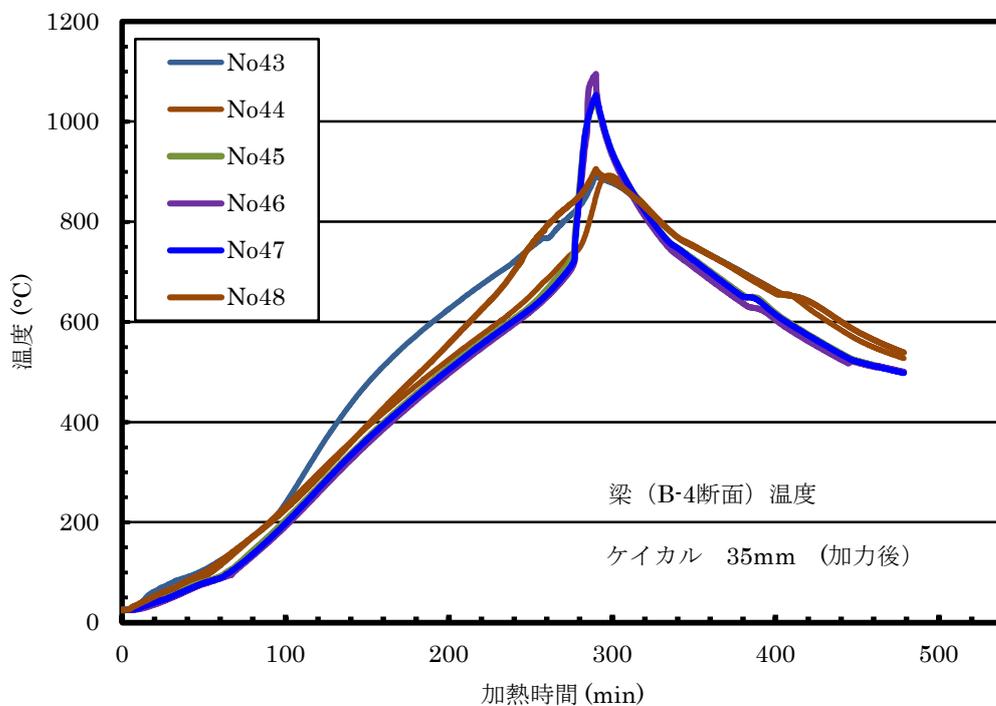


図 4.4.20 鋼材温度の測定結果 (B-4 断面、ケイカル被覆梁 (加力後))

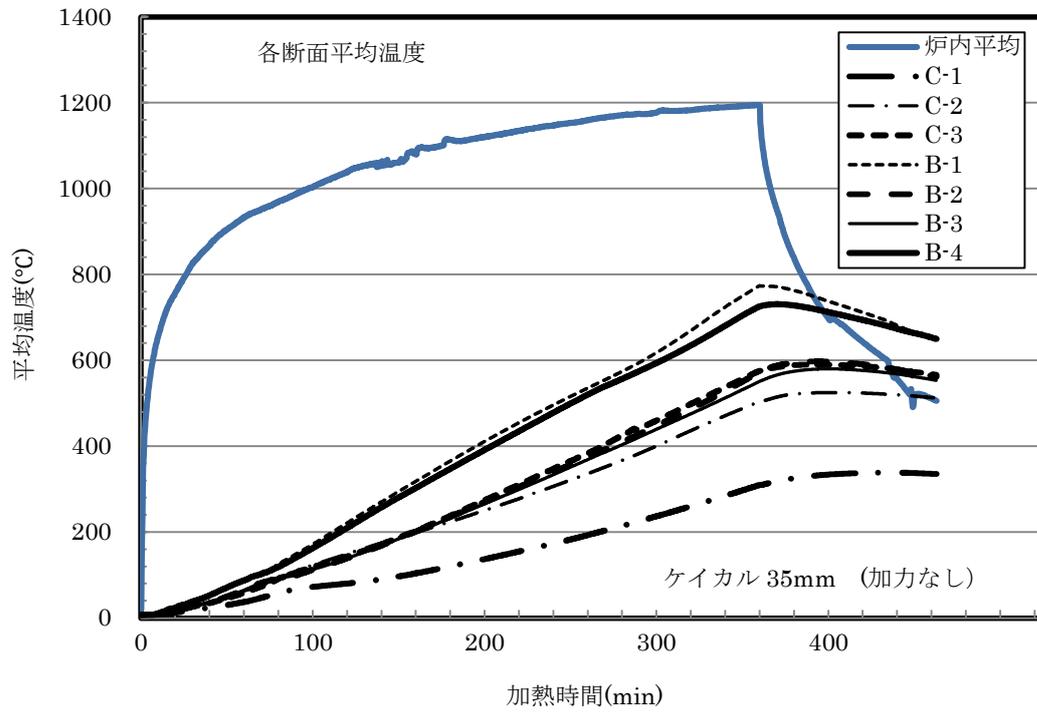


図 4.4.21 鋼材温度の測定結果 (各断面平均、ケイカル被覆梁 (加力なし))

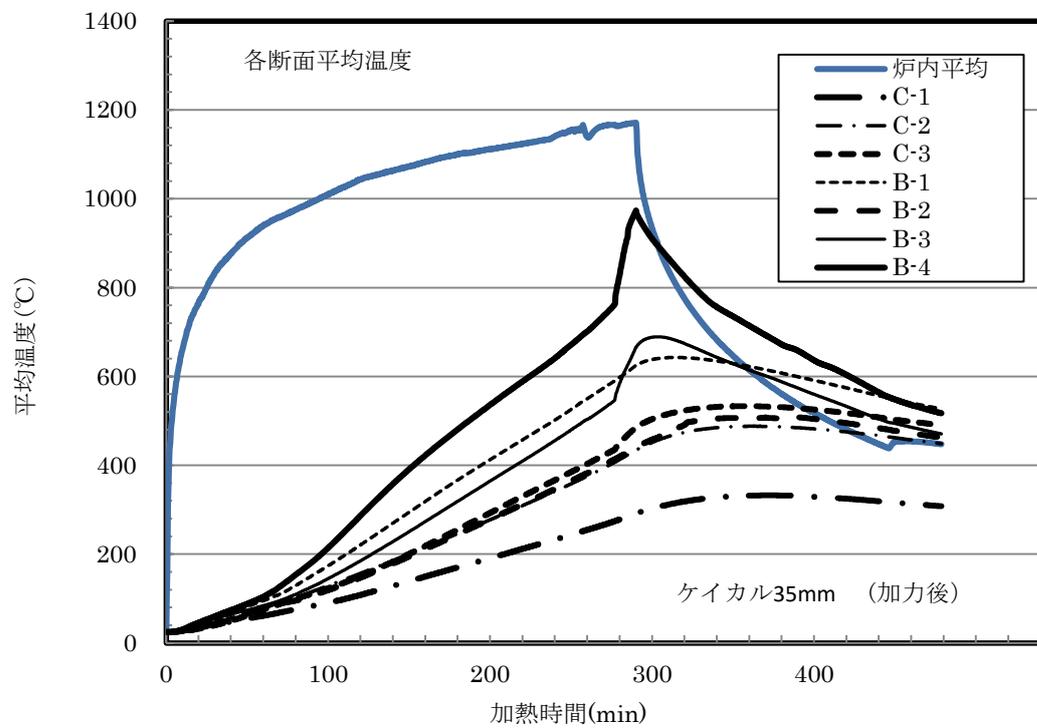


図 4.4.22 鋼材温度の測定結果 (各断面平均、ケイカル被覆梁 (加力後))

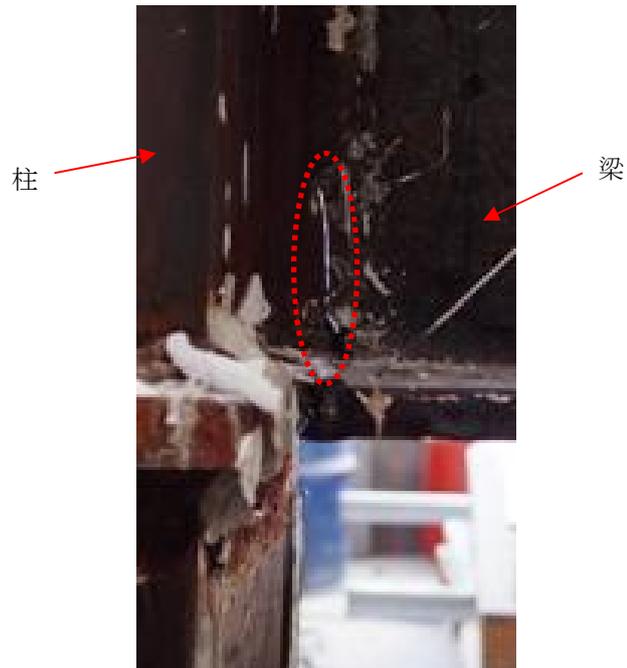


写真 4.4.12 ケイカル被覆梁（加熱後）のウェブの破断の様子

国土交通大臣認定の性能評価のための業務方法書に従って、試験の判定基準である各断面の平均温度が  $350^{\circ}\text{C}$  を超えた時間をまとめて表 4.4.3 に、各断面での最高温度が  $450^{\circ}\text{C}$  を超えた時間をまとめて表 4.4.3 に示す。また、各温度を超える、加力なしの時間に対する加力後の時間の比率も表中に示す。

この結果から、ケイカル被覆の加力の有無による平均温度の比率は梁部分の B-4 断面で 0.76、B-3 断面で 0.78 に低下し、柱の反対側の梁においては比率の低下が見られなかった。これは、柱部分の被覆により熱が伝わりにくいことによると想定される。

なお、柱部分の比率は 0.91～0.96 で加力による影響はあまりみられなかった。

表 4.4.3 梁の温度測定結果のまとめ（平均温度が 350℃を超えた時間）

		平均350℃を超えた時間(min)							加熱終了時間 (min)
		B-1	B-2	B-3	B-4	C-1	C-2	C-3	
ケイカル被覆 (35mm)	加力なし	173.3	245.8	249.8	181.0	-	268.8	241.3	288
	加力後	172.8	241.8	193.8	137.5	-	244.8	230.8	288
	比率	1.00	0.98	0.78	0.76	-	0.91	0.96	
ロックウール被覆 (45mm)	加力なし	143.0	206.3	215.0	149.3	-	222.8	217.8	320
	加力後	145.0	205.5	211.5	149.5	-	241.5	222.0	227
	比率	1.01	1.00	0.98	1.00	-	1.08	1.02	

「-」は加熱中に温度が350℃を超えなかったことを示す。

表 4.4.4 温度測定結果のまとめ（最高温度が 450℃を超えた時間）

		平均450℃を超えた時間(min)							加熱終了時間 (min)
		B-1	B-2	B-3	B-4	C-1	C-2	C-3	
ケイカル被覆 (35mm)	加力なし	211.3	276.0	283.3	214.8	-	304.5	275.0	288
	加力後	211.0	274.3	224.0	143.3	-	287.3	277.3	288
	比率	1.00	0.99	0.79	0.67	-	0.94	1.01	
ロックウール被覆 (45mm)	加力なし	147.5	220.8	230.5	153.8	-	267.0	257.5	320
	加力後	143.5	221.5	220.0	154.8	-	254.5	261.0	227
	比率	0.97	1.00	0.95	1.01	-	0.95	1.01	

「-」は加熱中に温度が450℃を超えなかったことを示す。

## 2) ロックウール被覆梁

ロックウール被覆梁の加熱前後の様子を写真 4.4.13 に示す。



写真 4.4.13 ロックウール被覆梁（加力後）の加熱前（上）と加熱後（下）の様子

ロックウール被覆梁の温度については、柱部分の各断面（C-1～3）の 8 点の温度、梁部分の各断面（B-1～4）の 6 点の温度のうち、写真 4.4.10 に示すように被覆に亀裂が生じた B-3 断面における加力なしの条件の温度を図 4.4.23 に、加力後の条件の温度を図 4.4.24 に示す。図 4.4.23 と図 4.4.24 を比較すると、ロックウール被覆に亀裂が入っても鋼材温度には大きな違いは見られない。

ロックウール被覆の試験体について、図 4.4.25 と図 4.4.26 に、加力なしと加力後の試験体における各断面の温度の測定結果から求めた平均温度を示す。梁の温度（B-1 と B-2 断面）については、6 点の温度測定を行ったが、床を想定して ALC パネル 150mm を梁上面に設置したため、他の被覆と同様に梁上面の温度が他の位置より低い。

国土交通大臣認定の性能評価のための業務方法書に従って、試験の判定基準である各断面の平均温度が 350℃を超えた時間をまとめて表 4.4.3 に、各断面での最高温度が 450℃を超えた時間をまとめて表 4.4.4 に示す。また、各温度を超える加力なしの時間に対する加力後の時間の比率も表中に示す。

この結果から、ロックウール被覆の比率は平均温度では 0.98～1.08 で加力による比率の低下は顕著に見られず、2 時間耐火の被覆の仕様という点から、耐火性能には余裕があるといえる。

なお、ロックウール被覆の試験時の含水率は、2.2%であった。

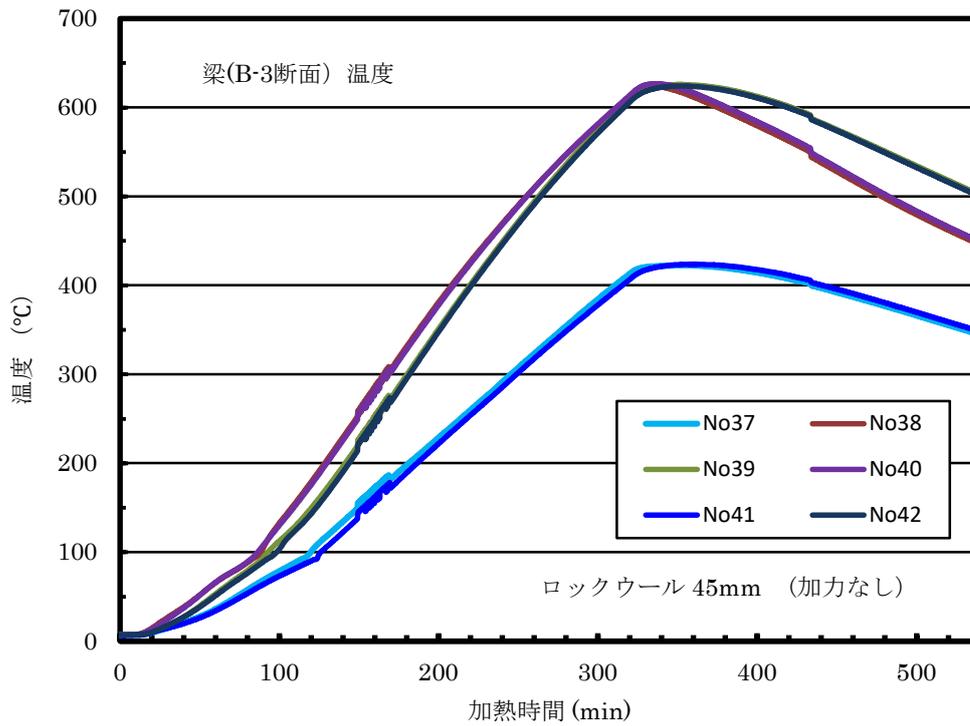


図 4.4.23 鋼材温度の測定結果 (B-3 断面、ロックウール被覆梁 (加力なし))

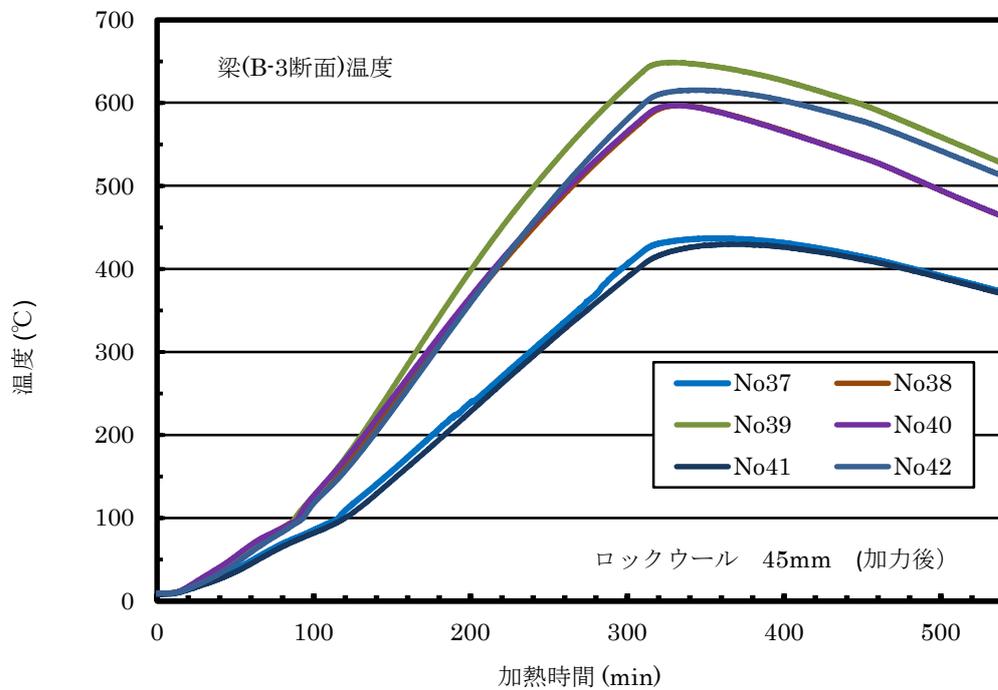


図 4.4.24 鋼材温度の測定結果 (B-3 断面、ロックウール被覆梁 (加力後))

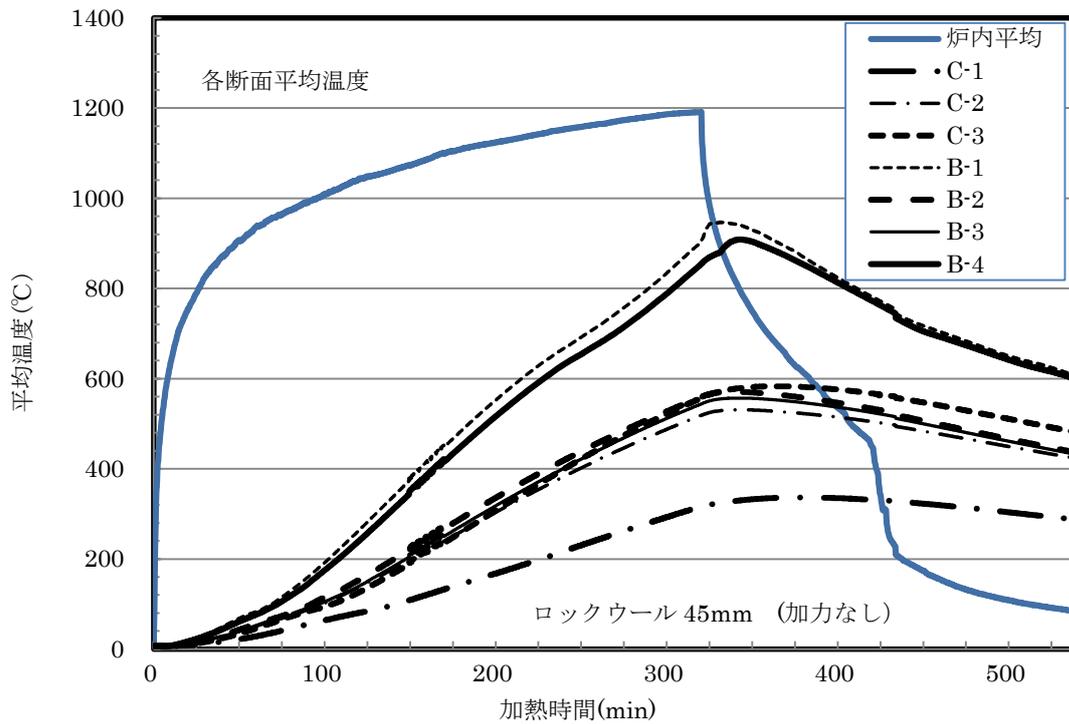


図 4.4.25 鋼材温度の測定結果 (各断面平均、ロックウール被覆梁 (加力なし))

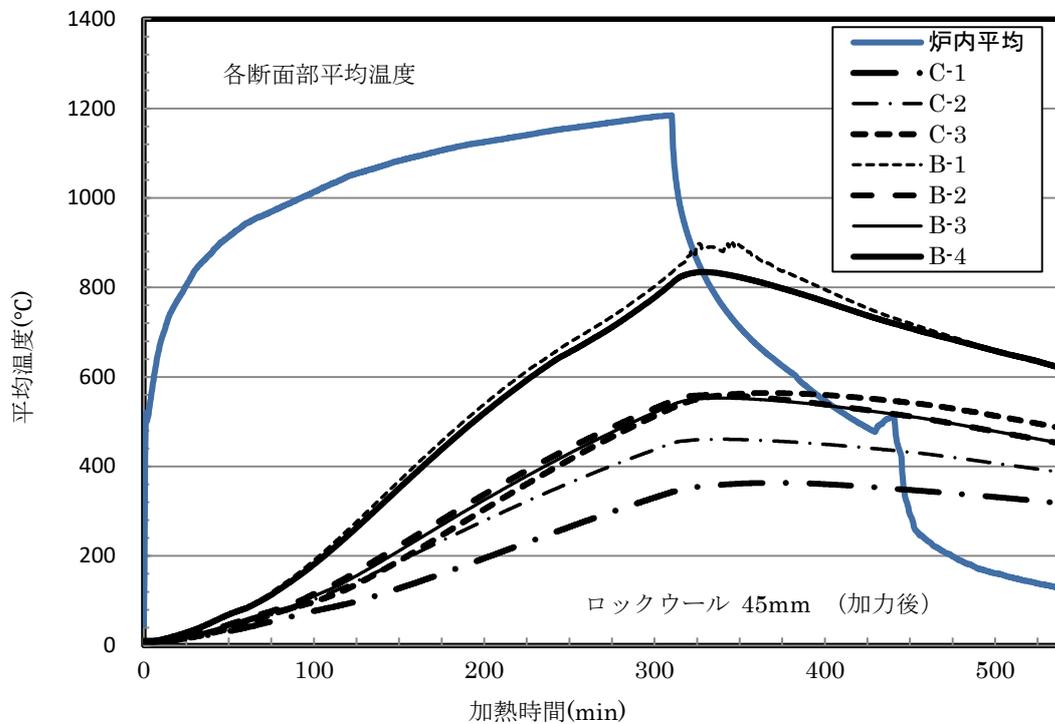


図 4.4.26 鋼材温度の測定結果 (各断面平均、ロックウール被覆梁 (加力後))

#### 4. 4. 5 まとめ

地震後に応急危険度判定を実施し、建築物が使用できる「A ランク（被害なし）」、「B ランク（要注意）」のうちで、残留変形角（残留部材角）1/100 を想定した S 造建築物における構造部材について、張付工法、吹付工法、巻付工法の代表的な 3 種の材料で耐火被覆した柱と梁の保有耐火性能を、加力の有無を条件に実験により確認した。

実験結果から、各断面の平均温度が 350℃を超えた時間を取りまとめ、以下の内容が得られた。

##### （1）梁付き柱

ケイカル被覆では被覆に亀裂や目地の開きが見られたものの、平均温度から判断すると耐火時間の低下はみられなかった。

フェルト被覆では、梁部分で最大 10%の耐火時間の低下が見られたものの他の部分では、ほぼ影響が見られなかった。

ロックウール被覆では、柱部分で最大 14%の耐火時間の低下が確認された。被覆に亀裂が生じた周辺では数%の耐火時間の低下が確認されたが、問題となる程度ではない。

いずれの被覆でも、2 時間耐火構造の被覆の仕様という点から、試験に使用した鉄骨断面が大きいことがあるものの、耐火時間に余裕がみられる。

##### （2）柱付き梁

ケイカル被覆では被覆に亀裂が見られ、平均温度から判断すると耐火時間の低下はみられるものの、2 時間耐火構造の被覆の仕様という点から、耐火時間に余裕がある。

ロックウール被覆では、平均温度から 0.98～1.08 の比率で加力による低下は顕著に見られず、2 時間耐火の被覆の仕様という点から、耐火性能には余裕があるといえる。

いずれの被覆でも、2 時間耐火構造の被覆の仕様という点から、試験に使用した鉄骨断面が大きいこともあるものの、耐火時間に余裕がみられる結果となった。

以上、地震後に応急危険度判定を実施し、建築物が使用できる「A ランク（被害なし）」、「B ランク（要注意）」のうちで、残留変形角（残留部材角）1/100 を想定した S 造建築物における部材の保有耐火性能に関して、ただちに危険になるような性能低下は確認されなかった。

## 4. 5 地震被害を受けた防火区画の火災安全性に関する実験的検討

### 4. 5. 1 実験的検討の目的と地震による架構の被害想定

#### (1) 実験的検討の目的

建築物内で火災が発生した場合、延焼や煙の拡散を防止し、避難安全の確保、財産の保全、消防活動支援等のために防火区画が設けられている。この防火区画が地震による作用を受けた場合にも、性能を維持することが重要であるが、3. 1に示すように、防火区画を構成するドアが地震時に開閉障害を起こす等の問題が明らかになっている。

また、4. 2. 3では、防火区画の構成部材の間仕切壁の耐火性能改善案が示されている。それ以外に、壁の端部の耐火被覆に可撓性のあるシーラ材を設置して、壁に接する部材の地震による応力が壁の耐火被覆に直接作用して損傷を与えないようにする提案があることから、対策技術としての有効性を確認する必要がある。防火区画を構成する間仕切壁には出入口が設けられるため、防火設備を設けた間仕切壁の耐火性能についても、地震の影響を把握する必要がある。

そこで、防火区画の構成部材が地震時にも性能を維持できるための技術を実験的に開発することを目的とした。

#### (2) 防火区画の構成部材の地震による被害想定

防火区画の構成部材については、4. 4. 1 (2)に示した架構の被害想定と同様に、地震による被害として構成部材の残留部材角を1/100と想定した。

#### (3) 対象とした構成部材と耐火被覆

防火区画の構成部材とし、図4.4.1に示す非耐力壁と周囲の壁・柱・床との接合部を含た部分を壁試験体とした。また、耐火被覆については、代表的な繊維けい酸カルシウム板及びせっこうボードとし、特定防火設備を設置したものも含めた。

### 4. 5. 2 試験概要

防火区画の構成部材は、壁や床、その開口部に設ける防火設備である。床は、一般に荷重を支持することから堅固にできており、壁に比べて地震の作用を受けにくいと考えられることから、防耐火性能も維持されることが期待できる。これに対して、壁は、耐力壁と非耐力壁があり、いずれも地震により、せん断・回転・圧縮等の応力が面内・面外方向に作用して、破損等の原因となる。開口部についても、周囲の壁や柱・床からの作用を受けて変形し、開閉に支障を来す。防火区画の構成部材である間仕切壁が開口部をもつ場合、壁の構造とは異なる開口部が設置されることで、部分的に構造性能が異なることから一部に被害が集中することも予想される。

そこで、本節では、地震時に被害を受けやすい部分として、床、梁、柱等で囲まれた壁とその接合部を図4.4.1に示すように想定し、周囲の柱や床に囲まれた非耐力壁を対象とした壁試験体とした。

試験は、地震力を想定した面内剪断力を与えて、残留部材角 1/100 になるように加力を行った後（加力後）、試験体を加熱して耐火性能を測定し、加力を行わないもの（加力なし）との耐火性能を比較した。

また、地震力による防火被覆の損傷を低減するため、周囲の枠と防火被覆の間にポリウレタンシーラントを充填し、周囲の枠と下地の間にはセラミックウール 25mm を挿入した工法（遮音上は一般的工法）を被覆損傷低減技術として、同様に実験を行い、その効果について確認した。

#### 4. 5. 3 試験体

試験体は、図 4.4.1 に示すような床、梁、柱等の構造部材に囲まれた非耐力間仕切壁の試験体（防火区画壁試験体）とし、これに開口部を想定して鋼製の防火扉を設けた壁試験体（特定防火設備付き防火区画壁試験体）、及び、防火区画壁試験体の地震時の耐火性能の低下を抑制するための対策技術として、床、梁、柱等の構造部材と非耐力壁の被覆との間に地震による変形を吸収するためにポリウレタンシーラント等を充填する工法の効果を実験的に確認する非耐力の壁試験体（地震時損傷抑制防火区画壁試験体）の 3 種類とする。

いずれの壁試験体も、図 4.5.1 に示すよう、1 時間耐火構造を想定した床、梁、柱の構造部材に囲まれた非耐力壁とする。そのため、鉄骨枠（溝形鋼 200×80mm、外寸：高さ 3200mm、幅 3150mm）の内側に 1 時間耐火構造の被覆としてけい酸カルシウム板（厚さ 35mm、200mm 幅）を施工し、その内側に非耐力壁を設置する。なお、枠部分は 1 時間耐火構造の仕様として、セラミックウール 25mm により被覆した。詳細は、次の通りである。

##### （1）防火区画壁試験体

ケイカル板被覆した枠の内側に、下地（スタッド WS-100、ランナー WR-100、振れ止め WB-25）を設け、次に示す耐火被覆を用いた壁を各 2 体（合計 4 体）作成した。ただし、この試験体には開口部を設けていない。

- ・けい酸カルシウム板 タイプ 2(1 種) 比重 0.8 厚さ 8mm の上に 8mm 重ね張り（ドリリングタッピンねじを用いてボードの周辺部 200mm、中間部 300mm 間隔で止めつけ）（ケイカル被覆）
- ・せっこうボード 厚さ 12.5mm の上に 12.5mm 重ね張り（ドリリングタッピンねじを用いてボードの周辺部 300mm、中央部 450mm 間隔で止めつけ）（せっこうボード被覆）  
この壁内や裏面に熱電対（JIS C 1602 に定める K 0.65mm 径）を設置して温度を測定した。

##### （2）特定防火設備付き防火区画壁試験体

（1）に示すケイカル被覆の防火区画壁試験体に、鋼製（厚さ 1.6mm）の特定防火設備を設けた試験体を 2 体作成した。

この壁内や裏面に熱電対（JIS C 1602 に定める K 0.65mm 径）を設置して温度を測定した。

##### （3）地震時損傷抑制防火区画壁試験体

- （1）に示すせっこうボード被覆の防火区画壁試験体に、壁被覆と周囲の間にポリウレ

タンシーラント・セラミックウール等を充填する工法の効果を実験により確認するために、シール幅を10mmと20mmとした仕様の2種類について、それぞれ試験体を2体作成した。この壁内や裏面に熱電対（JIS C 1602 に定める K 0.65mm 径）を設置して温度を測定した。

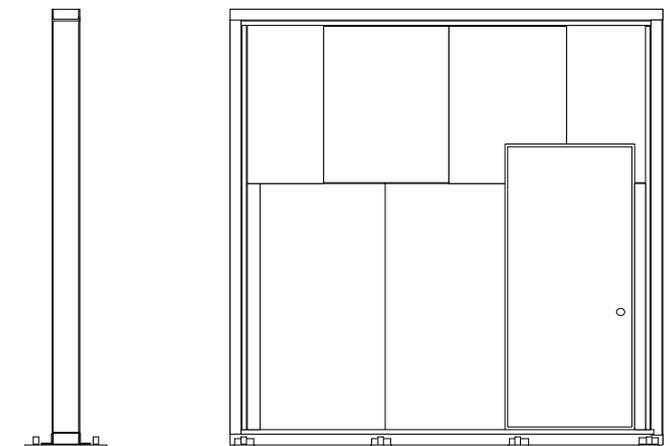


図 4.5.1 特定防火設備付き防火区画壁試験体

#### 4. 5. 4 加力試験

加力試験は、写真 4.5.1 に示す装置を用いて、図 4.5.2 に示す測定を行った。層間変形角が $\pm 1/600$ 、 $\pm 1/300$ 、 $\pm 1/150$ 、 $\pm 1/120$ 、 $\pm 1/100$ 、 $\pm 1/75$  となるように水平変位を油圧ジャッキによって静的に与えた。

図 4.5.2 に示す「 $\Leftrightarrow$ 」の方向に、層間変形角  $1/600$  となる水平変位から始め、各層間変形角に相当する水平変位の「+」側載荷 $\rightarrow$ 除荷 $\rightarrow$ 「-」側載荷 $\rightarrow$ 除荷の後、その状態を保持して被覆の状態を確認・記録した後、次の層間変形角に相当する水平変位を与えることを層間変形角  $1/75$  に相当する水平変位まで繰り返すことを1サイクル実施した。その後、残留部材角  $1/100$  を目標に変位を与え、おおよそ目標の残留部材角が得られた際に試験体の四隅に筋交いを入れて、残留部材角が変化することを防止した。また、枠の上部にはガイドを設け、加力中の面外の変形を防止した。

図 4.5.3 に荷重と変形の関係の一例として、せっこうボード被覆防火区画壁試験体の加力試験の結果を示し、表 4.5.1 に加力前後の試験体の様子を示す。

##### (1) ケイカル被覆防火区画壁試験体・ケイカル被覆特定防火設備付き防火区画壁試験体

加力後ケイカル被覆に大きな亀裂が生じ、被覆の浮き上がりが観測された。ただし、被覆の落下や裏面に貫通する孔は観察されなかった。

##### (2) ケイカル被覆特定防火設備付き防火区画壁試験体

加力後の扉上部の被覆の損傷が激しいため、加力後の扉の開閉を行うと被覆が落下する危険があった。また、いったん扉を開けると閉まらなくなり、加熱実験が実施できなくなる恐れがあったことから、扉の開閉の確認は行わなかった。ただし、扉は扉枠と干渉して、容易に開けることはできなかった。

(3) 地震時損傷抑制防火区画壁試験体

加力試験による被覆の損傷は、せっこうボード被覆防火設備壁試験体より低減されたことが確認できた。



写真 4.5.1 加力試験装置概要

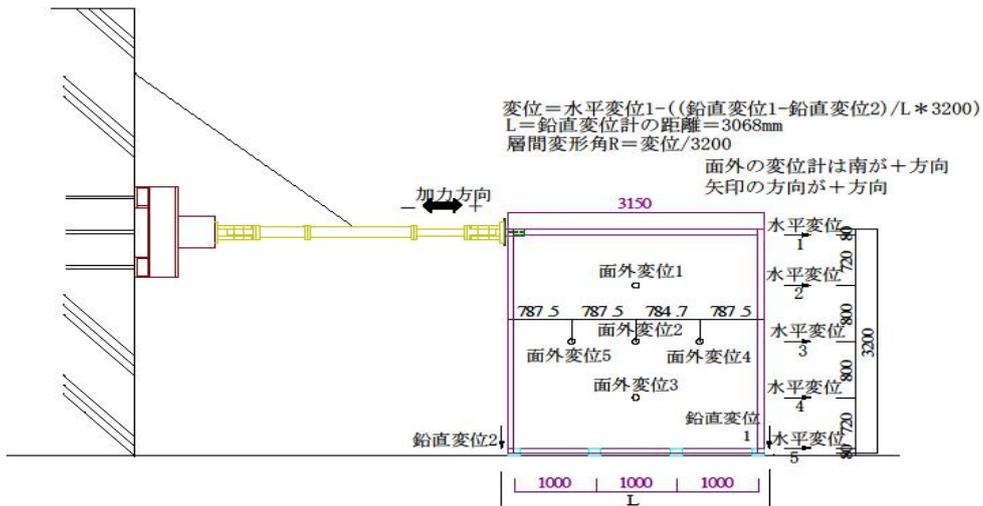


図 4.5.2 防火区画壁試験体加力試験の測定概要

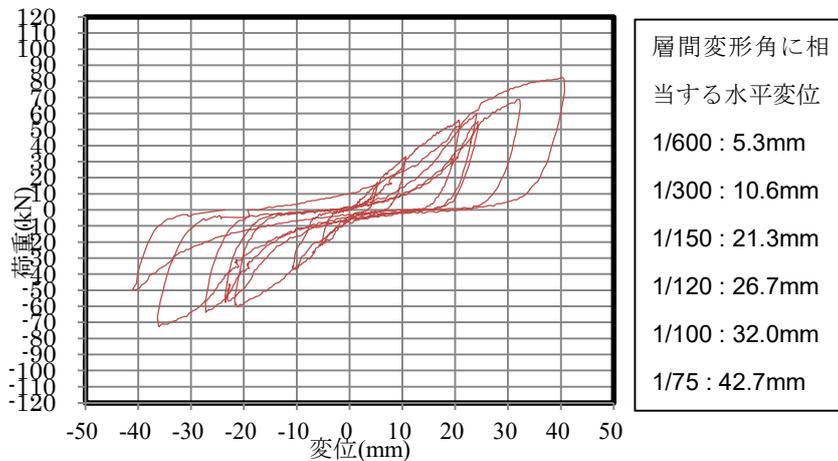
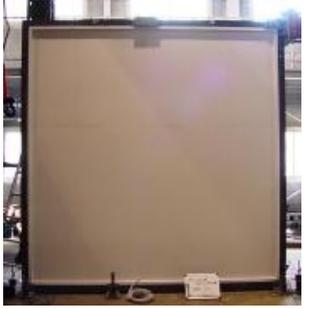


図 4.5.3 荷重と変形の関係 (せっこうボード被覆防火区画壁試験体)

表 4.5.1 各試験体の加力前・後の様子

	防火区画壁試験体		ケイカル被覆特定防火設備付き防火区画壁試験体	地震時損傷抑制防火区画壁試験体	
	せっこうボード被覆	ケイカル被覆		目地 20mm 幅	目地 10mm 幅
加力前					
加力後					

#### 4. 5. 5 加熱試験

加熱試験は、写真 4.5.2 に示す耐火炉（壁炉）を用いて、国土交通大臣認定の性能評価のための業務方法書に従って、ISO834-1 の加熱温度で加熱した。加熱中の試験体内部及び裏面の温度を測定した。

加熱の結果は、以下の通りであり、まとめて表 4.5.2 に示す。



写真 4.5.2 加熱装置（耐火炉（壁炉））

##### （1）防火区画壁試験体

せっこうボード被覆は、残留部材角が 1/100 を想定したもの（加力後）でも、表 4.5.2 にアンダーラインで示すとおり、60.5 分間の準耐火性能が確認できた。加力なしの 72 分間の準耐火性能から 16%低下した。

ケイカル被覆は、加力により、その表面が大きく面外に浮いて落下しそうな状態であった。そのため、加熱に対する被覆の効果が見込めず、表 4.5.2 にアンダーラインで示すとおり、準耐火性能は 27.5 分であった。加力なしの 60 分間の準耐火性能から性能が半分に大きく低下した。

##### （2）特定防火設備付き防火区画壁試験体

特定防火設備付き防火区画壁試験体では、鋼製（厚さ 1.6mm）の特定防火設備が設置されており、もともと遮熱性は法令により要求されず、また、試験に用いた鉄製扉の仕様では遮熱性能は期待できない。そのため、遮熱性能については、壁部分に限定して確認した。

防火区画壁（防火設備の枠部分）とその周囲の枠（隣接する柱、梁、床を想定）との間に加熱後 20 分で隙間が生じ、遮炎性が失われた。枠部分の炉内側は、1 時間耐火構造を想定してセラミックファイバー25mm により被覆したが、加熱中の载荷は行っていないことから、温度上昇に伴い鋼材が伸びやすい条件ではあったものの、早い時間に性能を失った。

表 4.5.2 各試験体の加熱試験の結果

	防火区画壁試験体						ケイカル被覆特定防火設備付き防火区画壁試験体	地震時損傷抑制防火区画壁試験体								
	せっこうボード被覆			ケイカル被覆				目地20mm幅			目地10mm幅					
残留部材角	0	1/100	比率	0	1/100	比率	0	1/100	比率	0	1/100	比率	0	1/100	比率	
遮熱性(min)																
平均温度到達	—	—	—	<u>60.0</u>	37.0	0.62	42.3	40.3	0.95	—	—	—	—	—	—	
最高温度到達	<u>72.0</u>	<u>60.5</u>	0.84	—	<u>27.5</u>	—	53.0	<u>20.0</u>	0.38	<u>37.0</u>	55.0	1.49	<u>37.5</u>	<u>43.5</u>	1.16	
遮炎性																
壁面内	72.0	63.0	0.88	—	—	—	58.0	31.0	0.53	41.5	55.0	1.33	—	44.5	—	
壁-枠間	—	—	—	—	—	—	<u>28.0</u>	<u>20.0</u>	0.71	—	<u>53.8</u>	—	—	—	—	
加熱時間(min)	74.0	65.0		60.0	43.0		75.0	41.0		62.0			60.0	54.0		
準耐火性能 (min)	72.0	60.5	0.84	60.0	27.5	0.46	28.0	20.0	0.71	37.0	53.8	1.45	37.5	43.5	1.16	
加熱中の様子																

「—」は実験実施中に得られなかったことを示す。

アンダーラインは、準耐火性能を決めた要因を示す。

### (3) 地震時損傷抑制防火区画壁試験体

加熱試験では、加力なしのものでは防火区画壁と試験体周囲の枠との間に加熱後 37 分程度で隙間が生じ、遮炎性が失われた。これに対して、地震時損傷抑制のための対策技術として、周囲の床、柱、梁等と、区画壁を構成する下地部分にはセラミックウールを挿入し、被覆との取り合い部分にはポリウレタンシーラントを充填した工法は、加力による耐火被覆表面の損傷は低減できた。また、この工法で加力なしの結果に比べると、準耐火性能は向上しているが、対策を行っていないせっこうボード被覆防火区画壁の準耐火性能に比べると性能が劣る結果となった。防火区画壁の部分では、中央目地部で遮熱・遮炎性を失っており、ポリウレタンシーラントの消失が原因と考えられる。そのため、損傷抑制の効果は見られなかった。その対策として、ポリウレタンシーラントに比べて耐熱性に優れるシリコンシーラントの使用により改善効果が見込まれる。

## 4. 5. 6 まとめ

本項では、防火区画の構成部材が地震時にも性能を維持できるための技術を実験的に開発することを目的として、地震による加力が一般的な防火区画を構成する非耐力の防火区画壁、特定防火設備付きの防火区画壁、地震時損傷抑制防火区画壁の準耐火性能に及ぼす影響について、加力実験に引き続き加熱実験を実施した。

実験の結果、以下の結果が得られた。

- ・ケイカル被覆では、防火区画壁及び特定防火設備付き防火区画壁とも加力により、被覆の損傷が激しく、また、周囲の床、柱、梁等との取り合い部分の遮炎性が過熱開始後の早期に失われたことから、加力なしの準耐火時間の半分程度に低下した。
- ・せっこうボード被覆では、加力後は加力なしの準耐火性能から 16%程度低下したのみで、60 分以上の準耐火性能を有する。
- ・対策技術として、周囲の床、柱、梁等と、防火区画壁の被覆との取り合い部分にポリウレタンシーラント・セラミックウールを充填した工法は、加力による耐火被覆表面の損傷は低減できた。加熱試験では、加力なしのもので防火区画壁と試験体周囲の枠との間に加熱後 37 分程度で隙間が生じ、遮炎性が失われた。この工法では、加力による耐火被覆表面の損傷が低減でき、試験体周囲枠と防火区画壁の間に隙間ができることを遅延したものの、地震時の損傷を抑制できる防火区画壁としては効果が見られなかった。

以上の結果から、せっこうボード被覆防火区画壁は地震時の損傷に対して、準耐火性能の低下が少なく、法令で要求される 1 時間の性能を有していることが確認できた。

## 5. 地震直後の緊急点検・対応計画について

### 5. 1 概要

本章では、地震直後～復旧までの間、高層建築物を継続使用する上でそれが有すべき防火性能を定め、地震後に当該防火性能を建築物が有していることを在館者（居住者）もしくは建物管理者が点検する方法を提案する。

概ね震度5強以上の地震の発生により、建築物は多少なりとも被害を受けるが、その程度は建築物の耐震性に大きく依存することは言うまでもない。以下の検討においても、被害を受けた建築物そのものがその後の余震によって崩壊する危険性があれば、防火性能の点検以前に早期に建築物から退出することは大前提である。また建築物内外いずれにおいても安否確認・人命救助が最優先される。本章では主に共同住宅を対象とするが、第3章のヒアリングの結果から明らかなように、大規模共同住宅の居住者数は避難所の受け入れ想定人数を超えるため避難所に入れず、被災した共同住宅を継続使用せざるを得ない場合がある。通常的生活を取り戻すまでの間、多少の不便はあってもその建築物を継続使用するのであれば、建築物には本来建築基準法等で要求される平常時の安全水準には達しないものの一定の性能が必要とされる。一般的な地震後防災対策では、建築物の耐震性や居住性が注目されるが、継続使用に伴って起こる火災に対する建築物の防火性能については、あまり注意が払われていない。今後ますます建築物が高層化すると思われ、防火性能を含めた地震後対策を進めないと、いざ火災が生じたときに居住者の安全が大きく損なわれる危険性が危惧される。

そこで、地震後の建築物を継続使用する上で必要となる「防火性能」に焦点をあて、被害の大きさや地震後の時間の経過に伴う周囲の状況の変化を勘案しながら、その時々・各段階で最低限必要な防火性能を定め、その性能の有無を、居住者、建物管理者（ここでいう管理者とは建築物内に常駐する者）及び専門技術者が各段階において簡易な点検により判断できる方法を提案する。また、その内容を明確にするために、主として10階建て以上の共同住宅を念頭において、以下の検討・考察を行う。最後に、この手法を他の用途（事務所等）へ利用することについて考察する。

なお、本研究では、緊急点検・対応計画の主たる部分については、平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震の発生以前に検討を開始した。この地震により被災した共同住宅等へのヒアリング調査やその対応にあたった消防等へのヒアリング調査から得られた知見を基に見直しを行い、実用的で効果的な点検手法となるよう、以下の3つのポイントについて重点的に改訂した。

- ① 誰が、いつ、何の点検を行うか。
- ② 地震後の時間区分・段階（フェーズ分け）の考え方
- ③ 高層共同住宅の継続使用（住み続ける）のための要件

これらの3つのポイントは相互に関連する。例えば、点検者は、地震発生からの経過時間

によってその数・能力が変化する。これは、上記項目の①と②に強く関連することを示す。また、地震発生からの時間が経過するほど、ライフラインが復旧して通常的生活状況に近づく。それは、火災の発生リスクが増加（通常時に戻る）することを意味し、そのリスクへの対策が必要となるため、②と③に関連する。防火を含む防災のための設備が点検・補修されていない状態では、火災発生やその後のリスクも増加するため、防災対策の健全性を確認する点検も必要になるので、①にも関連していることがわかる。このように整理を進めていくと、結局、フェーズ分けの精度を上げることが最も重要であり、妥当なフェーズ分けによって、「誰が」、「何をする（どの要件を点検する）」かが明確になるものと考えてに至った。

以下、5. 2では当初作成したフレームワークを残しながら、被災した共同住宅へのヒアリング調査の結果等を基に、現実性が高く、よりシンプルな内容として改訂した、地震後に時系列に行う点検の目的と必要とされる防火性能を提案し、5. 3では地震後火災に対して必要となる構造部分の耐火性能について、5. 4では地震後火災に対して必要となる防火区画の耐火性能について、点検手法を提案した。

## 5. 2 地震後に時系列に行う点検の目的と必要とされる防火性能

### 5. 2. 1 時系列の整理

防火性能を維持するために地震後に行う緊急点検・対応計画を効果的なものにするには、地震後の時間経過に応じて必要となる設備・施設を明確にする必要がある。つまり、地震後の時間経過をフェーズに分けて、各フェーズにおいて建築物に必要とされる防火性能を明確に示すことである。

ここで提案する「フェーズ」とは、単なる時間経過だけでなく、居住者の帰宅状況（＝生活状況）、ライフラインの復旧状況、公設消防力の状況、さらには防火性能の復旧（改修等）状況等の項目も考慮に入れている。表 5.2.1 にこれらの項目（状況）とフェーズについてまとめて示す。また、表 5.2.1 では各フェーズにおける必要性能とその確認のための点検対象、並びに達成性能を火気制限の考え方と合わせて記述した。

表 5.2.1 フェーズの考え方

フェーズ	期間	居住者	ライフライン	公設消防	必要性能	点検対象	達成性能	火気制限	備考
1	地震後 一昼夜	一部未 帰宅	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 得る。
2	2日目 ～2～4 週間	帰宅	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 自火報 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☆	使用禁止	☆は補修による性 能達成も許容す る。
2.5			復旧	復旧		非 EV 設備 連結送水管	(消防活動)	一部制限	
3	～6ヶ 月・1年	帰宅	復旧	復旧	出火防止 避難安全 構造耐火 防火区画 消防活動	本格点検と本格復旧	制限なし		
4	通 常 状 態								

「自火報」：自動火災報知機、「非 EV」：非常用エレベーター

第一のフェーズ（フェーズ1）は、地震発生後の一昼夜であり、緊急時の対応が必要な期間と位置付ける。この期間には、居住者の一部が帰宅困難者となり点検に必要となる人員が不足していること、ライフラインが停止しており熱源の利用ができない、もしくは著しく制限される状況であること、公設消防力は期待できないこと等の特徴が挙げられる。このフェーズでの活動目的は地震直後一昼夜の安全な待機場所の確保である。その必要防火性能は、「出火防止」と「避難安全」とし、それぞれ「出火危険性の低減」と「避難動線の確保」を緊急対応・活動とする。前者のためには、火気使用を禁止し、後者のためには、住戸から屋外までの避難経路（扉が開くこと、通路の散乱物の除去、階段の健全性）を確保する。なお、避難動線確保の目的は、火災対策だけではなく、余震等への対応も含まれ、万一これらが達成できない場合は、建築物やその一部の利用を制限する。

第二のフェーズ（フェーズ2）は地震発生後、ライフラインが復旧して、建築物の被害の修復を除いて通常の生活に戻るまでの期間である。この期間は建築物に必要とされる防火性能の観点からは2つの期間に分けられる。フェーズ2の前半（以後、フェーズ2という。）は、居住者の過半は帰宅し点検活動等の対応能力が上がること、ライフラインの一部が復旧し、熱源の使用機会が増大すること、公設消防は未だ期待できない状況（または建築物側で消防用設備が利用できない状況）等が想定できる。

フェーズ2の後半（以後、フェーズ2.5という。）は、ライフラインがほぼ復旧し、かつ公設消防も通常の活動が可能であり、さらにはこれまでの点検で一定の防火性能は確保できているにも関わらず、消防隊の活動に必要な建築物側の諸設備の点検・機能確認が完了していない期間である。

フェーズ 2～2.5 では、建築物の耐震性能についてはすでに安全性が確認され、ライフラインも徐々に復旧し、通常的生活（ここでは特に熱源を用いる生活行動）に復帰していく過渡期を想定するので、必要とされる防火性能としては、フェーズ 1 に引き続き「出火防止」と「避難安全」に加えて「防火区画」とし、それぞれ「出火危険性の低減」、「避難動線の確保」、「延焼防止のための措置」を対策とする。これは、ライフラインの部分的な復旧、生活環境の改善等を勘案すると、火気使用の禁止は緩和せざるを得ず、火災リスクが増大することに対応するための措置である。

平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震において明らかになったように、建築物の本格的な修復を地震発生後短い期間で行うことは不可能といえる。本検討では、建築物の構造や計画に応じて、建築基準法の要求防火性能には達しないものの一定の性能を緊急的に確保するために必要となる簡易な補修（居住者もしくは建物管理者に作業可能なレベル）について提案する。

点検作業者については、フェーズ 2 までは専門的知識を有さない居住者を想定しているのに対し、フェーズ 2.5 では専門技術者を対象としている。ライフラインがすべて復旧し、公設消防も期待できる状況となれば、通常的生活に戻れるが、消防活動に必要な諸設備が機能しなければ、公設消防力がないものと同じである。従って、これらの建築物の諸設備の点検・機能確認が完了するまでは、フェーズ 2 は継続するものとして、熱源等の使用制限を必要とする。

第三のフェーズ（フェーズ 3）は、すでにライフラインが復旧し、公設消防が期待でき、建築物自体も簡易な補修で、通常の火災に対して一定の防火性能を確保している状態（準通常時）である。このフェーズは、専門技術者によるすべての防火対策（建築・設備）の機能確認及びフェーズ 2 までに行った簡易補修部分を完全に修復するまでの期間と位置付けられる。

以上のフェーズを経て、最終の第四のフェーズ（フェーズ 4）（通常時）に至る。

各フェーズでの必要性能を勘案して、緊急対応・活動の内容や優先順位をあらかじめ策定しておくことが有効である。

以下、各フェーズについて示す。

## 5. 2. 2 フェーズ 1

フェーズ 1 は地震発生直後の一昼夜の期間である。前節でフェーズの分割は複合的な要件から決定すると記したが、このフェーズのみ後述の理由から期間を明確にする。このフェーズでは、「出火防止」と「避難安全」を必要性能として、出火可能性の低減のための「火気使用の禁止」及び避難安全のための「避難動線の確保」を緊急対応・活動として実施する。

大地震により震度 5 強～震度 6 弱程度の地震動を受けた建築物には、部分的な損傷（耐震

性能は確保されている状態)や、ライフラインの停止によって防災設備が作動できない状況が想定され、建築物が元々有している防火性能をすべて満たしてはいない。また、一旦火災が発生しても公設消防等による消火活動・救助活動も期待できないと考えられる。

一方、地震が昼間に発生した場合、地震発生後の一昼夜においては、共同住宅の居住者の一部が帰宅できない状況が生じることが予想される。特に、緊急対応・活動の重要な部分を担うはずの年代が帰宅できない状況が考えられる。ヒアリング調査の結果、多くの共同住宅において地震発生時に在館した居住者の一部あるいは管理人が自発的に集合し、緊急対応のための住民組織を構成しているが、地震発生が平日の昼間であった事例では、この初期の対応を行ったのは高齢者や専業主婦たちであった。居住者の帰宅に伴い、正式な災害対策本部に発展する場合も多かったが、いずれ場合も、当初は数人もしくは10名程度で、生活情報の収集・整理・伝達と居住者の安否確認作業を行ったことが明らかになった。

建築物内で活動できる人員が不足し、かつ、周囲からの支援も期待できないような状況では、まずは火災を起こさないことが必要である。その最も効果的な対策として、フェーズ1では火気使用の禁止もしくは著しく限定することを必要とする。熱源となるライフライン(電気、ガス)がこの時点で止まっているとすれば、各住戸では火気を用いずに、炊き出しは決められた場所・時間に行うこと等の緊急対応・活動が有効である。

火気使用の禁止を徹底するためには、事前の計画・周知も必要であるが、地震直後に居住者に伝達する手段を確保することが重要であるため、非常放送設備等緊急時に利用できる放送設備を設置することが効果的である。また、放送設備は万が一、火災が発生した場合の警報・避難誘導にも有用であるので、この観点からも高層共同住宅には必須の設備と考えてよい。

このようにして、火災発生リスクの低減が実現できれば、この期間における必要な防火性能のうちの重要項目を絞り込むことが容易となり、避難のため、緊急対応・活動として居室から階段までの避難動線と階段の安全性を確保する。具体的な機能要件、点検項目及び緊急対応・活動の例を表5.2.2に示す。

表 5.2.2 フェーズ1の機能要件と点検項目

機能要件	点検項目	緊急対応・活動の例
—	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)	扉が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	散乱物品等の除去
	共用廊下床の健全性(破損 箇所の有無)	破損等があり、他の経路がない場合は 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当該住戸から退 避(あらかじめ耐震性のある扉を設置し ておく)
階段室が煙で汚染されていないこと		
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)	破損があり、他の経路がない場合は退 避(非常照明に変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	散乱物品等の除去

安否確認作業を効率的に行うために、同一階やブロック単位で、上に挙げたような共用廊下や階段の状況を確認できるような体制を整えておくと、建物管理者は建築物全体の状況が容易に把握できて、次の対応を迅速に行うことが可能になる。例えば、大きな地震が発生した場合に、安否確認のために居住者が居住階のEVホールに集まるように計画しておき、居住者の安否とともに各住戸内の状況及び集合場所(EVホール)までの移動経路の状況を○×式や選択式、箇条書き等で記載する等容易に記載できるような報告用紙で情報を集積できるようにする等、専門的知識がなくても点検ができる工夫が求められる。図 5.2.1 に、報告用紙の例を示す。

様式-1 階別安否情報シート( )階

記入後、該当する拠点階(○・△・□階)に届け、報告する。

記入者: 号室 氏名:			
記入日時: 平成 年 月 日 午前・午後 時 分			
号室	氏名	状況(人数・安否)	救護の必要性(内容)
01号室			
02号室			
03号室			
....			
○号室			
△号室			
□号室			
通路の状況			
建物被害	あり・なし		
通行	可・不可		

様式-2 ブロック別安否情報シート( )ブロック

拠点階からの情報を、ブロックごとに下記一覧表にまとめる。

各戸の記載内容:人数(無事:○、要救護:内容記載) 不明:-

ブロック代表: 号室 氏名:					
記入日時: 平成 年 月 日 午前・午後 時 分					
階数	階	階	階	階	階
代表者名					
01号室					
02号室					
03号室					
....					
○号室					
△号室					
□号室					
階段の状況					
第1階段	建物被害	あり・なし			
	通行	可・不可			
第2階段	建物被害	あり・なし			
	通行	可・不可			

図 5.2.1 報告用紙の例

これらの報告は地震直後に実施し、その内容を管理者が集約して、必要な応急対応を実施する。さらに、余震等を含め経時的に2次、3次の報告が必要になる場合も想定される。

フェーズ1は、最も非常時かつ緊急的な対応が求められる期間であるので、火気使用禁止等の厳しい制限を必要とする。しかしながら、そもそもの目的である共同住宅の継続使用のための「生活機能の確保（どうやって住み続けるか）」を考えると食事の準備のため、あるいは、冬季であれば暖を取るための火気・熱源の利用を長期間禁止することは難しい。このことからフェーズ1の期間は短くするべきであることから一昼夜の期間とする。

### 5. 2. 3 フェーズ2

フェーズ2は、地震発生翌日から、ライフラインの復旧・公設消防力の復旧（公設消防そのものは活動しているが個々の建築物への対応が期待できない状況からの改善後）等の外的条件を満たした後、居住者が通常の生活に戻るまでの期間と考える。

図3.5.2～4に示すヒアリング・アンケート調査の結果から、平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震における仙台市のライフラインの復旧は、電気が2日目～1週間、ガスが1週間～1か月であった。また、電気が復旧すると炊き出しは中止もしくは縮小され、ほとんどの居住者が自室での（熱源を使った）生活に戻っている。また住民組織の在り方も変化し、特に大きい要因は、地震発生当日には帰宅できなかった居住者が翌日にはほぼ100%帰宅して対策本部の規模が大きくなり、地震活動マニュアル等あらかじめ計画した地震時の体制ができることである。これにより各種点検や対応が計画通り実施できるようになる。

以上の状況より、火災発生リスクは増加する一方で、防火に関わる部材・設備について専門技術者による確認はこの時点では未了と考えられるので、このフェーズでは、フェーズ1に引き続き、「出火可能性の低減」及び「避難動線の確保」を求めるとともに、一定の「延焼防止」性能を必要とする。

フェーズ2ではフェーズ1からの継続作業として、安否確認及び各種の情報（食事（水・食料の確保）、トイレの使用等の生活に関すること、建築物の構造部材や防火区画の防火性能に関する事等）の収集～伝達が行われる。各階集合場所でまとめた情報を、例えば中央管理室や防災センター等の防災対策本部に伝達することとなるが、停電し、かつ非常用電源の稼働可能な期間が一般的にはそれほど長期ではないことから、伝達方法については事前に準備・訓練しておくことが重要である。本研究でヒアリングを行った共同住宅（後述）では、非常用電源の稼働期間を延長するために、保管燃料の増量、非常用電源で使用できる設備を限定もしくは作動時間を限定する等の工夫を行っている。また、情報伝達の効率化をはかるために階ごとに情報伝達する順序を決める等の工夫や、情報伝達手段として無線装置（トランシーバー）を準備する等の対策を行っている。これらの事例は十分に参考になる。各階の情報は防災対策本部に集められて内容を確認して集約した上で、住戸での待機（継続利用）、もしくは、即時の避難を居住者に指示する。

また、フェーズ2では、フェーズ1で緊急的にチェックした避難経路上の不具合の再点検

を行うとともに、建築物の構造部材や防火区画の防火性能を確認するために、以下に示す点検を行う。点検者はここでも基本的には住民組織となるので、点検項目や方法については、なるべく簡易なものとし、かつ、あらかじめマニュアル化しておくことが必要である。図 5.2.2 に、RC 造建築物の構造部材に関する点検シートの例を示す。柱や梁等の構造体の被害、避難経路上（階段室内の階段・壁、廊下の床・壁等）の不具合の把握に努め、点検すべき箇所をあらかじめ記載しておき、誰でも利用できるように準備しておく。応急危険度判定や専門技術者による確認を受けられる場合には、この点検は省略してもよいが、確認を受けるまでの期間は活用することができる。

部位	被害状況（目視確認）		有無	備考
	イメージ図	項目		
柱	<p>コンクリート面の欠け又は仕上げの脱落</p> <p>柱</p> <p>コンクリート斜めひび割れ又は仕上げの割れ</p>	・コンクリート面に斜めひび割れ	有	無
		・コンクリート面の欠け	有	無
		・仕上げはがれ、割れ	有	無
		・仕上げの脱落、破壊	有	無
梁	<p>梁</p> <p>コンクリート斜めひび割れ又は仕上げの割れ</p> <p>コンクリート面の欠け又は仕上げの脱落</p>	・躯体に斜めひび割れ	有	無
		・躯体コンクリートの欠け	有	無
		・仕上げはがれ、割れ	有	無
		・仕上げの脱落、破壊	有	無
床	<p>床</p> <p>コンクリート斜めひび割れ又は天井・仕上げの割れ</p> <p>コンクリート面の欠け又は仕上げの脱落</p>	・傾斜（球体を転がす）	有	無
		・躯体に斜めひび割れ	有	無
		・躯体コンクリートの欠け	有	無
		・天井又は仕上げのはがれ、割れ	有	無
		・天井又は仕上げの脱落、破壊	有	無
耐震壁	<p>コンクリート斜めひび割れ又は天井・仕上げの割れ</p> <p>耐震壁（戸境壁）</p> <p>コンクリート面の欠け又は仕上げの脱落</p>	・躯体に斜めひび割れ	有	無
		・躯体コンクリートの欠け	有	無
		・仕上げはがれ、割れ	有	無
		・仕上げの脱落、破壊	有	無

図 5.2.2 構造部材の点検シートの例  
 (点検すべき個所をあらかじめ記載しておく。)

以下に、フェーズ2でチェックすべき項目を挙げる。

- ・避難経路上の不具合（フェーズ1の再点検）
- ・建築物の傾き
- ・柱、はり、床の亀裂
- ・住戸間の壁の大きな損傷の有無
- ・住戸と共用廊下との間の壁の大きな損傷の有無
- ・外壁やタイル（外装材）の崩落
- ・外部開口部（ガラス等）の崩落
- ・消火器の有無及び使用可能性（スプリンクラー等の消火設備の機能確認までは困難）
- ・自動火災報知設備の機能保全（防災盤での機能チェック）
- ・警報・放送設備の機能保全（防災盤での機能チェック）
- ・非常用照明の機能保全（防災盤での機能チェック）

以上の点検項目を全てクリアすれば、フェーズ1で課された火気使用制限を一部緩和することができる。なお、後述するように、全面的に許容するわけではない。

上記の点検項目のうち、建築物部分の延焼防止性能に多少の劣化が認められたとしても、その建築物が有する特徴に応じて緩和を許可してもよいと判断できる例をいくつか挙げる。

#### 1) 共用廊下が開放廊下である場合

住戸と共用廊下を区画する扉もしくは壁の一部が破損（隙間が発生）している場合に、その住戸で火災が発生すると、その隙間から共用部に煙が漏れ出す恐れがあるが、共用廊下の外気開放性が高ければ、煙は廊下に蓄積することはなく、避難者が煙にさらされる状況にはなりにくい。

#### 2) 独立した避難経路を2以上有する場合

共用廊下が屋内にある場合は、共用廊下が煙で汚染されて、避難には利用できないことも考えられる。そのようなときに、バルコニー等この共用廊下とは別に階段までの避難経路が確保されていれば、避難安全は確保できる。

#### 3) 簡易な補修によって一定の性能が確保できる場合

居住者や建物管理者による簡易（一時的な）補修によって性能を確保することを許容する。例えば住戸と共用廊下との間に設置される窓ガラス（通常は防火設備が設置されている）や壁のヒビ割れ部分をアルミテープ等でふさぐ等の対処が考えられる（図5.2.3参照）。

#### 4) スプリンクラー設備が機能することが確認され、作動に十分な電気容量・水量が確保できる場合

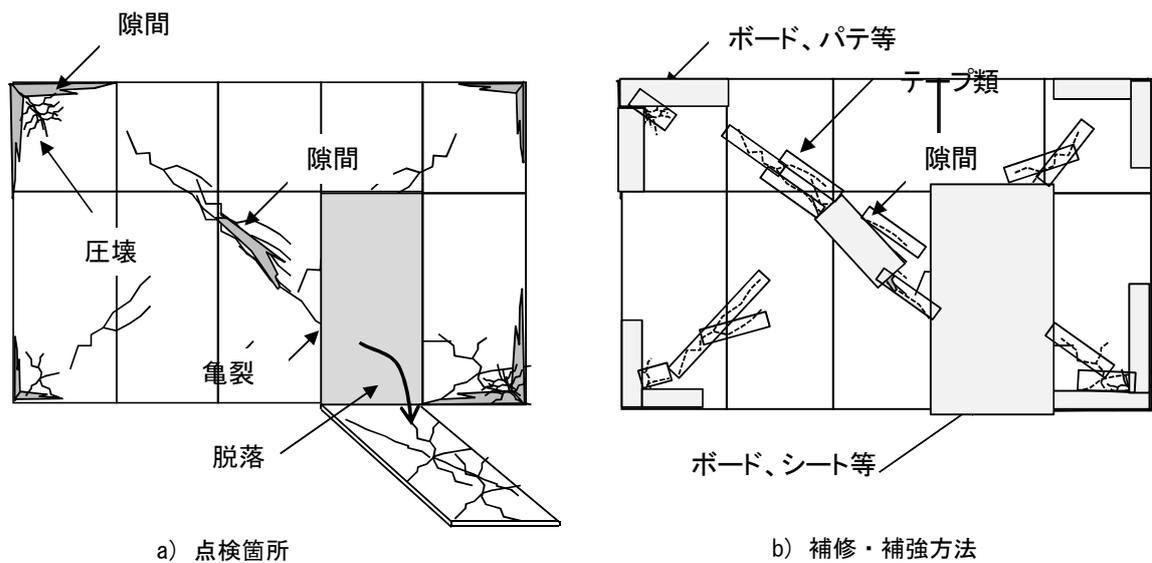


図 5.2.3 防火区画の補修の例

(補修に使用する材料はできれば不燃材料が望ましい。)

フェーズ 2 では、生活機能の復旧に連動して一定の防火性能が回復すれば、フェーズ 1 のような火気使用の禁止は緩和することとする。しかしながら、本来の防火区画性能や遮煙性能が劣化している状態で、かつ、公設消防の活動が期待できない状況では、制限なく火災リスクを拡大することはできない。よって、フェーズ 2 においても、「出火防止」を必要性能に含め、出火可能性の低減のための「火気使用の制限」を緊急対応・活動として継続すべきである。制限の方法としては、火気・熱源の種類限定(裸火使用禁止、室内喫煙禁止等)、火気・熱源利用場所の制限、又は利用時間の制限等が考えられる。なお、建築物の構造部材や防火区画の性能が確認できない状況であればフェーズ 1 と条件は同じため、出火可能性の低減のための「火気使用禁止」も緊急対応・活動として継続すべきである。

#### 5. 2. 4 フェーズ 2.5

フェーズ 2 から、ライフラインが復旧し、かつ、公設消防の活動も期待できる状況(外的条件が満足する状況)になれば、通常の生活に戻ってよいことになる。しかしながら、建築物側で消防隊の活動を支援する施設・設備の機能が地震により損傷したままでは、公設消防の活動が期待できない状況と同じである。よって、外的条件は満足するものの、建築物の延焼防止性能が満たされない状況を、フェーズ 2.5 と定義する。フェーズ 2.5 での点検項目は、消防活動に必要な諸設備(非常用 EV、屋内消火栓、連結送水管、消火用水、非常コンセント設備等)で、これらは専門技術者でなければ点検・修復することができないものである。これらの設備に不備があると、火災が発生した際に消防隊による消火活動ができず、当該建築物のみならず建物間延焼を引き起こす可能性もあるので、これら設備が復旧しない限り、フェーズ 3 への移行は遅延すべきである。つまりフェーズ 2.5 では、外的条件が揃っていない

も、熱源の利用を制限する等、フェーズ2と同様の対応が必要となる。

フェーズ2～2.5 期間では、対応に時間的な余裕が出てくると考えられるのでフェーズ1よりも細かい箇所の点検も可能となるし、専門技術者による確認も開始することが期待できる。フェーズ2では緊急対応・活動として共用部と住戸間の界壁を目視で確認するが、これに加えて戸境壁の状況や、配管等の区画貫通部の健全性についても確認することが望ましい。これら貫通部の確認は、ライフラインの復旧にあたる専門技術者が行うこともあり、専門技術者においても担当する設備部材の損傷が防火性能に与える影響を一定程度理解しておくことが重要である。

なお、フェーズ2～2.5の期間についても可能な限り短い時間とするのが望ましい。ライフラインの復旧状況や建築物の規模に依存するものの、平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震における激震地域であった仙台市では2～4週間を要している。

### 5. 2. 5 フェーズ3

フェーズ3は、ライフラインがほぼ復旧し、かつ、公設消防力も期待できるような外的条件の中、通常の生活が可能となる一方で、防火対策は最低限必要な性能を一時的な補修等によって確保している状態である。この期間では、建築物が本来有すべき防火性能の修復あるいは修復の可能性判断が必要になる。

防火性能が必要になる部材や設備は、その多くが専門技術者によって施工されており、一般的にはこれらの点検や本格的修復は、建築物の点検・復旧スケジュールの中では後方に属するものと思われる。架構や防火区画を構成する部材等、建築物本体に関わるものについては、この期間で専門的な点検を受け、建築物本来の防火性能を修復することが可能かどうかを判断する。フェーズ2～2.5で簡易補修された部分は本来の建築部材とは異なり、防火性能や耐久性に乏しい可能性が大きい。よって、修復可能と判断された場合にはできる限り速やかに修復工事を実施し、修復不能もしくは修復期間が長期にわたるような場合には、一時的な退避や使用条件の制限を課すことも検討すべきであろう。防災設備についても同様に専門技術者の点検を受け、すべて本来の状態に復旧させる。

防火性能の観点からは、すべての建築・設備の完全復旧によって、ようやく通常の状態（フェーズ4）に移行することができる。

### 5. 2. 6 点検すべき項目と判断水準

建築物を構成する部材・設備のうち、点検すべき項目、居住可能性の判断指標・基準及び点検を行うフェーズ、並びに、復旧時期との関連を示す。点検すべき項目は、建築物の用途や部分（居室、共用廊下、階段等）により分類する方法もあるが、居住者や建物管理者を点検者として想定しているので、点検対象はより具体的に明示する。

また、点検項目ではないが「火災の発生」と「ライフラインの状態」についても、建築物の継続使用（居住）の可否を判断する重要な防火的指標となるので記載する。

## (1) 構造部材

ここでいう構造部材は建築物の荷重を支持し、または耐震要素となっている部分を指す。地震後の耐震性能については、応急危険度判定等で別途確認されるので、ここではそれらには触れない。しかしながら、応急危険度判定は中層以下の建築物が優先的に行われるため、概ね 10 階以上の建築物については、地震発生後かなり時間が経過してから構造安定性の点検が行われることもあり得る。本研究でヒアリング調査をした建築物でも、応急危険度判定を受けた建築物の数は少なかった。一方で、施工業者が独自に調査を行う場合もあり、いずれにしても一定の調査が行われれば、点検を省略することも可能である。

時系列にはフェーズ 1 で、避難動線の健全性を確認することから始まり、フェーズ 2 でも避難経路となる共用廊下や階段室内の壁、床及び階段に不具合がないことを点検する。点検者は、居住者・建物管理者になるが、専門的知識を期待できないことが想定されるので、どの部分をどのようにチェックすべきかを事前に理解しておくことが必要である。具体的な方法としては、建物管理者のマニュアルの中に点検項目とともに点検箇所と判断指標を明示しておくことが望ましい。

フェーズ 1 に続き、外壁、間仕切壁、柱、梁等の点検を行うが、これも同じように事前にマニュアル化し、避難訓練等で経験しておくべきである。

フェーズ 3 で専門技術者の点検を受ける際には、柱・梁部材の傾き・亀裂、S 造建築物では耐火被覆の脱落等を確認することになる。この時点で耐火性能が著しく劣ると判断される場合には、建築物からの退出を促すことも考えられる。詳細については、5. 3 に示す。

## (2) 非構造部材

### 1) 内壁 (4. 5 参照)

内壁は、防火上主要な間仕切壁とそうではないものに大別できる。フェーズ 1～フェーズ 2 で点検者となる居住者がその知識を有していることは期待できない。そこでフェーズごとに確認すべき壁の場所をマニュアルで決めておく。

フェーズ 1 では、居住者が集合場所に参集するまでに住戸と共用廊下との間の界壁の状況を確認する。このフェーズでは点検作業に多くの人員を望めないのが、避難経路上での障害の有無について、階段までの共用廊下の状況、階段室内の状況及び避難階における階段から最終出口までの状況を居住者が確認する。壁のどの部分が壊れているか、等の詳細をこのフェーズで求めることは困難で、壁の状況を確認するよりも安否確認の方が重要であることから、安否確認作業の中で確認できる内容にとどめるべきである。

フェーズ 2 になれば点検のための人員が期待できるので、より詳細な点検及び必要に応じて、次のフェーズに進むために簡易な補修を行う期間と位置付ける。まず、フェーズ 1 の安否確認作業中に確認された、廊下の壁の破損や床上への什器の散乱等の不具合を詳細に点検する。例えば、延焼を防止しなければならない住戸と廊下との間の壁等については、

必要な補修を行う。どの部分が防火上重要な壁であるかを居住者が判断することは困難なので、できる限り建物管理者が重要な避難経路となる階段室、避難階における階段から屋外までの避難経路の部分の壁の健全性を確認すべきである。一般的にはここまでにチェックされる壁部材は防火区画を構成する重要なものとなるので、避難安全性や延焼防止性能を確認することができる。また壁のどの部分を点検するのかといった判断指標やひび割れの大きさ等の基準については、建築物の性質によって異なるので、事前に決定・周知しておくことが肝要である。ただし、建築物の性質によらず階段室を構成する壁については判断基準をそれ以外の箇所よりも高く設定しておくべきである。

フェーズ2では、共用部の壁に加えて、戸境壁の点検も行う。これも建物管理者が望ましいものの、プライバシーの問題もあり、共同住宅の管理組合や自治会で、対応策について事前に協議しておくべきである。前述したように、フェーズ2ではフェーズ1に比べて出火の危険性が高いので、判断基準は高く設定してよい。また、居住者らが行うことのできる簡易な補修方法をあらかじめ想定して、その有効性を評価することでもよい。

## 2) 外壁

最初の点検はフェーズ2で建物管理者が行う。外壁に崩落がある場合には、構造的にも問題があると考えられ、また外部からの延焼の原因ともなりうるので、退去の判断をしてもよいであろう。崩落がない場合でも、延焼のおそれのある外壁の部分に一定以上の亀裂が発生している場合や、スパンドレルを構成する部分に損壊がある場合も、延焼の危険性が高いことを認識しておくべきである。

外壁については、居住者らによる応急的補修を行うことは難しい。よって、フェーズ2以降で、他所からの延焼の危険性が大きいと判断されるような場合は、居住不可と判断する。

## 3) 開口部（建具。防火区画に関わる部分については、4. 5参照。）

フェーズ1では、居住者が自室の扉の開閉状況及び破損状況を点検する。この時点ではまず避難安全を重視すべきなので、「扉を開けることができる」を判断基準としてよい。また、開口部を閉めなくても共用廊下の煙汚染を防げる場合や階段室への避難経路が二方向確保できるような場合等には、スプリンクラー設備の作動等を条件として、フェーズ2以降の段階でも、「扉を開けることができる」を第一に考えてもよい。

フェーズ1では、安否確認の中で重要な避難経路の扉の開閉障害を点検する。階段室等はきちんと閉鎖できることも必要である。

フェーズ2では、外壁開口部の状況を確認する。そこに設置されていたガラス部材が大きく崩壊しているような場合、建築物の変形が大きかったことが想定され、構造部材に何らかの損傷が生じている可能性がある。特にカーテンウォールのスパンドレルを構成するバックボード等には注意が必要である。外壁と同様に、他所からの延焼の可能性

を考慮しなければならない。しかし、周囲に他の建築物がない等延焼の危険性がないと判断できる場合には、開口部をベニヤ板やビニールシートで塞ぐ等居住性を優先して構わない。

#### 4) 内装（天井・壁）

内装仕上げ材料の状況は、建築物の防火性能に大きく影響を与える状況にはならないと考えられるので、点検項目に挙げない。ただし、火気設備の周囲については注意する必要がある。ライフライン（熱源）復旧時に建物管理者から居住者に注意喚起したり、設備業者の復旧時のチェック項目に入れたりする等の対応をとればよい。

#### 5) 建築設備（防災設備を除く）

防災設備を除く建築設備については、前記の「ライフライン設備」の復旧作業期であるフェーズ 2、2.5 において主として専門技術者による点検項目となる。以下の大きく 2 つに分類される。

- ・ ライフライン復旧時の設備の不具合による熱源からの出火危険性の確認
- ・ 配管・ダクト類の界壁貫通部の健全性の確認

配管・ダクト類が壁及び床を貫通する部分の状況を確認するが、特に堅穴区画（層間区画）を形成する貫通部の破損は火災時の避難安全性に大きく影響するので、早期の点検と補修が必要となる。

#### 6) 防災設備

- ・ 消火器の状態については、フェーズ 2 の段階で使用可能性を確認しておく。ただし使用不可であっても、退去の判断はしない。
- ・ 自動火災報知設備、通報・警報設備及び誘導灯・非常用照明設備については、代替する方法がある場合を除いて、高層階であればあるほど、フェーズ 2 の初期段階から機能しているべきである。特に、放送設備と階段内の照明設備は、フェーズ 1 でも重要になる。点検者は設備の脱落・断線の有無等を確認することになるが、フェーズ 1 もしくはフェーズ 2 において居住者がこれらを点検することは難しいので、防災盤等で一括点検できる体制をとっておくことが望ましい。また、非常用電源や内蔵電池を電源とするような場合には、フェーズ 2 において作動可能となるように容量を定めておくべきである。本研究で行ったヒアリング調査・アンケート調査の結果からは、1 週間分の非常用電源を確保するための燃料を確保している事例もある。
- ・ 自動消火設備（スプリンクラー設備）については、フェーズ 2 で火災リスクが大きくなった時点で必要性が選択的に判断される。たとえば、避難経路を構成する界壁・建具が健全もしくはほぼ健全であるならば、復旧を急がないが、界壁の損傷が大きい場合には、避難経路として機能することが判断の基準となる。

- ・非常用 EV は非常用電源のための燃料を確保しても、地震時管制の解除は専門技術者が行うことになるため、復旧はフェーズ 2～2.5 になると思われる。ただし、機械として復旧しても、火災発生時は非常用電源に切り替わるので、非常用電源設備の燃料も確保しておくことを忘れてはならない。
- ・消防隊用設備（連結送水管設備、非常電源、非常用コンセント、消防用水・消火栓）については、フェーズ 2～2.5 での点検項目となる。専門的であり、かつ、おそらく最も後期に点検が実施されるものであるが、これが完了すればフェーズ 3 に移行できる要件を満たす。

## 7) 什器

建築物を構成する部材・設備ではないが、地震被害の状況を把握することが可能となるので、フェーズ 1 で居住者の自室を含む各階集合場所までの経路における什器の散乱、転倒状況を報告する。また、散乱物等が避難経路を阻害しているような場合は、できる限りそれらを除去するように事前訓練しておくといよい。

同時にフェーズ 1 やフェーズ 2 の初期では、建物管理者もしくは初めに形成される居住者組織によって、階段内～屋外出口までの避難経路上の散乱物の除去作業等を行う。もし、居住者による散乱物の除去が不可能で、かつ、他に利用可能な避難経路がない場合は、その避難経路を利用する居住者は散乱物が除去されるまで一時退去する必要がある。

### (3) 火災の発生

この項目は建築物の部材や設備ではないが、建築物の居住性に大きく影響するので、特に記載する。機能の点検ではなく、情報伝達が損なわれている状態の中での行動指針である。

指標は出火の有無で、出火がなければ居住可能と判断する。当然のことではあるが、どのフェーズにおいても火災が発生すれば、避難しなければならない。ただし、地震直後で建築物の防火性能が損なわれていることが想定されるので、たとえ小火程度の火災であっても、原則としては安全が確認されるまでは、早急に在館者全員が屋外へ退避するように指示すべきである。以下では、地震直後のフェーズ 1 からフェーズ 2.5 までの期間、すなわち内外の防火的機能が一部損なわれている状況下での出火への対応を示す。

フェーズ 1 では、居住者が各階の集合場所に集まる際に自室もしくは集合場所までの間に出火の有無を報告する。もし、この段階で出火箇所があれば、早急に避難行動を開始しなければならない。通常は機能するスプリンクラー設備等の自動消火設備の作動は期待できず、また、防火区画・防煙区画が損なわれていることも考えられる。さらには、地上への避難は、高層であるため時間がかかる可能性がある。このような状況と鑑みると、速やかに避難を開始すべきである。また、このとき通報・警報システムも停電や損傷による機能停止の可能性があるので、避難時に周囲の人に声をかける等情報伝達を行うよう、事前の訓練等で周知しておくべきである。

フェーズ 2～2.5 では、防火機能は回復しているものの、補修が簡易であり、消防力が期待できないこともあるので、避難行動については、フェーズ 1 と同様である。

なお、消火作業によって火災が局所的に終結した場合には、フェーズ 2 以降の段階で、出火室(あるいは出火室を含む一定の範囲)を除いて、居住者は自住戸に戻ることを許容する。

#### (4) ライフラインの状態

基本的には、地震直後からライフラインは停止しているものとする。復旧はフェーズ 2 及びフェーズ 2.5 と想定している。電気やガス等の熱源は復旧する際に火災の原因となった事例もあるので、通常は専門技術者の確認後に復旧する。またフェーズ 1 で、ガスの元栓を閉栓したり、電気のブレーカーを落としたりする等を徹底しておくことも復帰時の事故を未然に防ぐことに役立つ。水道に関しては、上水利用のスプリンクラー設備を設置している建築物については、水道が復旧するまでは、火気使用を制限してもよい。なお、水道の復旧は多くの場合、電気の復旧が前提である。

また、ライフラインが復旧したフェーズ 2.5 では、通常の生活の条件が揃っても、公設消防力の不備や消防活動上必要な施設・設備が整わなければ、熱源の使用については一定の制限を与える。

以上の結果をまとめて、図 5.2.4 に地震後の時間的フェーズ分割ととるべき地震後対応フローチャートを、表 5.2.3 に地震後の居住可能性に関するチェック項目及び判断基準を示す。

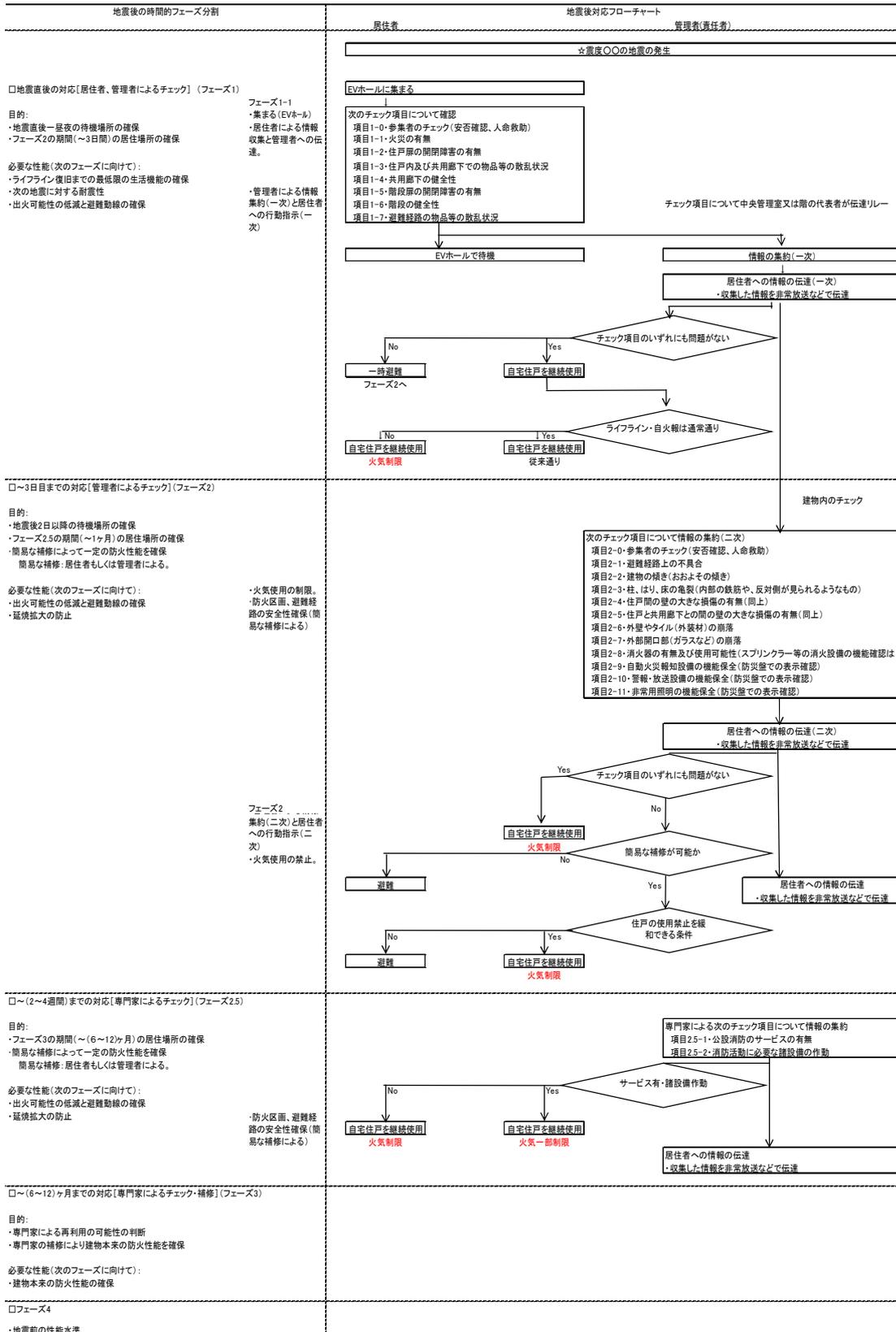


図 5.2.4 地震後の時間的フェーズ分割と地震後対応フローチャート

表 5.2.3 地震後の居住可能性に関するチェック項目及び判断基準

判断基準は、(火災)安全性・地震前の機能とする。

	点検項目	指標	判断基準	備考	A.居住し続ける (基本的に居住者の判断)	B.避難 (基本的に管理者判断)	点検を行う フェーズ*			
i	火災の発生	出火	出火の有無	建物内で出火箇所なし	建物全体のチェックの方法(防災盤が健全でない場合はどうするか?)	出火箇所なしであれば居住可。	火災の程度によって再居住可能。 →火災程度の判断を行う必要がある 出火室(防火区画)は不可とする。非出火室(防火区画)は可とする。 →通常時と同じ。消火活動があれば非出火室も水損などで実質的に居住不可となる。	フェーズ1-1 フェーズ1-2		
ii	設備	電気	使用の不可	不通でも可	漏電に注意	【参考】 電気、ガスは不通時は出火源とならないが、復旧時に原因となりうる一チェックする仕組みが必要。		フェーズ1-2		
	(ライフライン)	ガス	使用の不可	不通でも可	ガス漏れに注意					
		上水道	使用の不可	自動消火設備で上水道利用の場合は不可。	上水道利用のSPは期待できない					
		通信	使用の不可	不通でも可	一般加入電話、TV等					
1	構造	架構(構造耐力上主要な部分) ※応急危険度判定の項目	傾き	被害なし(見える範囲)	被害軽微(見える範囲にヘアクラック)	被害なし(見える範囲)	被害軽微(見える範囲にヘアクラック)	みためあり	みためあり	フェーズ1-2 フェーズ2 フェーズ2.5
			亀裂(架構そのもの)	被害なし(見える範囲)	被害軽微(見える範囲にヘアクラック)	亀裂(被覆)	被害なし(見える範囲)			
2	非構造部材									
	2-1	内壁	傾き	被害なし(見える範囲)	被害軽微	居住者に防火区画を判別させるのは困難である。	多少被害があっても、出火のおそれの少ない部分(階段区画、堅穴区画を除く)、外部廊下に面した部分で、煙汚染の影響が少ない部分、簡易な補修などによって一定の防火性能が確保できる部分は居住可能としてもよい。			フェーズ2
			亀裂	被害なし(見える範囲)	被害軽微					
	2-2	外壁	傾き	被害なし(見える範囲)	被害軽微		外壁の崩落は構造部材の損傷可能性を示唆。 延焼線、スバンドレル(上階延焼防止)などの損傷。			フェーズ2
			亀裂	被害なし(見える範囲)	被害軽微					
	2-3	開口部(建具)	開閉障害	開閉障害なし 随時閉鎖式の建具の作動性	開閉障害なし 随時閉鎖式の建具の作動性	考えるべき防火性能 遮炎性能 遮煙性能 避難安全性	遮炎性、遮煙性が多少劣化したとしても、防火安全上問題がないと判断できれば、避難安全性を優先させてもよい。 多少被害があっても、出火のおそれの少ない部分(階段区画、堅穴区画を除く)、外部廊下に面した部分で、煙汚染の影響が少ない部分、簡易な補修などによって一定の防火性能が確保できる部分は居住可能としてもよい。 延焼のおそれのある部分の開口部(防火設備)の損傷がある場合は居住不可。			フェーズ1-1 フェーズ2 (階段扉はフェーズ1-1)
		※内側、外側は別に評価	亀裂	被害なし(見える範囲)	被害軽微					フェーズ2 フェーズ2.5
		EXPJ	脱落	被害なし(見える範囲)	被害軽微					
			隙間							
	2-4	内装(天井・壁)	脱落	被害なし(見える範囲)	被害軽微	火気使用室以外は問題なし?				
			隙間							
			亀裂							
	2-5	建築設備(防災設備除く)								
		照明器具				直接的には脱落しても問題なし				
		空調	ダクトの脱落	ダクト(貫通部)の破壊	他のものの被害を推定する際に利用できる 防火区画が壊れている可能性が高い。 排水不通は不可?	このあけた設備機器類は直接的に建物の防火性能とは関係しないが、防火区画貫通部、外壁貫通部については、注意が必要。				フェーズ2.5
		衛生		(貫通部)の破壊						
	2-6	防災設備								
		自動火災報知器(感知器)	脱落	脱落の無いこと						フェーズ2
		消火器	容器の破壊	見た目の健全さ(消火剤が出てしまっていないか)						フェーズ2
		自動消火設備	ヘッドの脱落・破壊	ヘッドの脱落・破壊の無いこと	屋内消火栓設備は判断できない。					フェーズ2
		通報・(住戸への)警報	スピーカの脱落・破壊	スピーカの脱落・破壊が無いこと						フェーズ2.5
		排煙	ダクトの脱落	脱落の無いこと	他のものの被害を推定する際に利用できる	ここで、考えるべき防火性能は、主に「避難安全性」である。 OKとすると、「自火報」、「自動消火設備」、「警報・放送設備」及び「誘導設備(非常用照明も含む)」が健全であれば、居住可能と判断する。				
		(本格消火)			消防隊用設備	見た目が健全でも機能するか否かは、電気的なチェックが必要。				フェーズ3
		(非常電源)			消防隊用設備					
		(非常コンセント)			消防隊用設備	消防隊用設備のチェックは居住者には難しい。				
		(水槽)			消防隊用設備					
		避難誘導灯 非常用照明	設備の破壊・脱落	脱落・破壊の無いこと	停電の場合期待できない。夜につかない場合でも、避難させるか?					フェーズ1-1
		避難器具	器具の破壊	見た目の健全さ						
	2-7	家具・什器	転倒	避難経路を阻害しているか	他のものの被害を推定する際に利用できる					フェーズ1-1(専有) フェーズ1-2(共用)
			散乱		共用のみ。専有部までも踏み込むか?					
			移動							
			落下							

\*フェーズは、地震発生からの経過時間により次のように分けることとする。  
 フェーズ1:地震発生直後の一昼夜(フェーズ1-1は住民による行動・作業、フェーズ1-2は建物管理者による行動・作業)  
 フェーズ2:地震発生後3日までの期間  
 フェーズ2.5:地震発生後2~4週間までの期間  
 フェーズ3:地震発生後おおむね6~12ヶ月までの期間

### 5. 2. 7 他の用途建築物への応用

第3章で実施したヒアリング調査では、主として共同住宅を対象としたが、1件複合建築物（事務所、ホテル等）を対象とした。それは東京都内にあり、平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震による建築物の被害は少なく（防煙垂れ壁の落下等）、在館者による組織も構成されなかった。

ここでは、他の用途の高層建築物について考えられる問題点を一般論として列挙し、共同住宅を対象とした点検手法が応用できるかどうかについて考察する。

高層建築物の用途には、共同住宅、事務所、ホテル、病院、商業施設（物販店舗、飲食店舗等）が想定できる。これらの在館者の代表的な特徴は、

- ・共同住宅：生活の基盤（就寝、調理等）、夜間人口が多い、特定少数
- ・事務所：特定多数、昼間人口が多い、熱源の利用は少ない（または建築物として制御）
- ・ホテル：就寝施設、宴会場をもつ場合が多く、部分的に人口密度が高い
- ・病院：就寝施設、入院患者等は施設に留まらざるを得ない場合がある、特定少数
- ・商業施設：昼間人口が多い、不特定多数

等である。

本研究で検討している点検手法を、時間経過の分割（フェーズ分け）の観点から考える。

事務所、商業施設は、地震後一両日程度の一時的な滞在（帰宅困難者ら）を除けば、緊急的な対応は不要であろう。ただしこれらの用途の建築物でも、利用を再開させるには、フェーズ2～3で行う点検を実施し、建築物に必要な性能があることを確認する必要がある。

ホテルも同様に分類できる。ただし用途上、避難者の滞在期間は長くなる可能性があり、その場合は共同住宅と同様の点検を行うべきである。

病院は、地震後も入院を継続しなければならない在館者がおり、今回提案した共同住宅と同様の点検が必要である。在館者の建築物に対する認知度は共同住宅に比べると同程度と期待できるものの、病院本来の業務である緊急患者等への対応を考えると、建築物の緊急点検を実施する人的資源が不足する状況が想定される。

### 5. 2. 8 高層共同住宅における緊急対応計画の事例

高層共同住宅で地震後防災計画を策定している事例を以下に紹介する。これは居住者が主体となって地震後の生活確保のための対応・役割分担を定めたもので、居住者の防災意識が比較的高い。なお、内容については「防火」に対する意識は必ずしも高くはないものの、時系列に整理して対策を計画している。本研究では実際にこれらの高層共同住宅を訪問して、対策策定の経緯、内容及び運用状況等についてヒアリング調査をしたので、結果を参考のため掲載する。なお、ヒアリング調査は、平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震の発生前に実施した。

### (1) 建築物概要

東京都内の私鉄駅から徒歩3分程度にあり、地上35階地下1階建ての共同住宅である(1階及び3階の一部に商業施設あり)。総住戸数は約300戸(分譲戸数はそのうちの5/6、賃貸は1/6)で、竣工は2001年である。建物管理は管理会社に委託している。居住者の管理組合は役員19名(任期2年)で構成されている。防災センターが地下1階に配置され、非常用EV(1基)、屋上ホバリングスペースを有している。

### (2) 震災時活動マニュアル策定の経緯

管理組合の下に「防災専門委員会(メンバー10名)」が構成されており、本共同住宅の防災体制マニュアル策定の機運が高まっていた。情報収集の過程で、東京都内で防災対策マニュアルを策定している事例を知り、これをベースに本共同住宅用に書き換えた。マニュアルは2009年に完成し、全戸に配布している。マニュアル策定後は、ハード面の充実・整備に力を入れている。

### (3) 震災時活動マニュアルの概要

- ・地震後の行動指針について、「地震発生直後1日目」、「2～3日目」及び「4日目以降」に分けて記載している。
- ・建築物を階層ごとに6つのブロックに分けてブロック単位での行動指針としている。そのブロック内で拠点となる階を定めている。
- ・地震発生後、防災センターに対策本部を設置する。商業施設は一つのブロックとして行動する。
- ・地震発生直後1日目の居住者の行動は以下の通り。
  - －初期消火
  - －設備の点検(電気ブレーカ切断、水道元栓閉)
  - －各階EVホールに集合して安否確認
  - －拠点階に各階の安否情報シートを集積
  - －対策本部にブロックの情報を伝達
  - －要援護者、負傷者の救護活動
  - －救助活動
- ・地震発生直後1日目の防災センターの行動は以下の通り。
  - －機器及び非常用電源の作動確認
  - －EVの確認(閉じ込め者の有無)
  - －地震に関する情報収集
  - －住民代表者の召集
  - －対策本部の設置
  - －非常用電源の稼働確認

- －拠点階からの情報収集
- －災害時要援護者の救護活動・居住者の救助活動支援及び安否情報の収集
- －避難所・救護所の開設（共用施設部分）
- －情報（避難所等開設情報、地震情報等）の発信
- －建築物からの退避命令、避難誘導
- ・地震発生後 2～3 日目の居住者と建物管理者の行動は以下の通り。
  - －対策本部の充実（代表の選出、本部会議開催、行動指示）
  - －拠点階ブロック体制の充実（被災生活の支援）
  - －対策本部の他、4 つの班を構成して行動する。
    - 情報班：共同住宅居住者との情報交換、地域との情報交換
    - 救護班：要援護者・負傷者の救護、救護所の運営
    - 安全班：建築物・設備の安全確保、防犯活動等。
    - 物資班：備蓄品等の管理・配布、非常用電源用燃料の確保等。
- ・地震発生後 4 日目以降の居住者と建物管理者の行動は以下の通り。
  - －2～3 日目の活動の充実
  - －ライフラインの復旧状況により、対策本部・班行動を廃止し、日常体制に移行。

#### （4）施設・設備の状況

- ・各階非常用 EV 前の連結送水管送水口箱に対応マニュアルと情報収集のためのシートと防災倉庫の鍵が保管されている。
- ・拠点階防災倉庫には、照明（ランタン）、破壊器具、ヘルメット、食料、避難補助器具（階段降下用椅子 2 台(10kg)）が保管されている（飲料水は地下 1 階受水層から供給）。
- ・消火器を各階に 4 本設置している。
- ・非常発電機用燃料タンクの増設を計画。現在の保管量は 600L（地下 1 階発電機室内タンク）であるが、少量危険物取扱所にならない範囲で 1000L のタンクを 1 階に増設する予定。非常時における燃料補給業者として非常用電源をもつガソリンスタンドも選定済み。
- ・発電機のオンオフを居住者側でコントロールできるよう交渉中で、本来は法人格が必要。運用としては、非常時に資格者に連絡してその指示で運転・停止する予定。目標は 1 週間の持続。（現状は 5 時間）
- ・発電機が作動を開始すると EV 3 基を同時に動かせるだけの電力を発電するので、燃料消費が早い。EV や放送設備の使用を中止もしくは使用時間の制限をかける。防災センターは通電している必要がある点は今後の課題。例えば防災センターだけ独立した発電機を設置する等。
- ・放送設備及び非常通話装置の代わりに連絡手段として無線機の活用を検討している。すでに無線用のアンテナは設置済み。トランシーバー自体は防災センターに 2 基あるのみ。

将来的にはトランシーバーを全住戸、少なくとも各階に持たせるようにしたい。

- ・地下1階の受水槽容量は85m<sup>3</sup>。災害時には一人あたり一日に必要な水量として3リットルの飲料水を確保することが推奨されている。この建築物だけでなく、周辺住民にも供給可能な容量を確保し、受水槽に非常時用の取水口（蛇口）を設置している。

#### （5）避難訓練・啓蒙活動等について

- ・マニュアル策定後、3回（半年毎）の訓練を行っている。それぞれ災害想定を少しずつ変えている。
- ・マニュアルの配布、防災委員会からの情報提供等により、訓練参加者は非常に多い（最近の訓練で64%にあたる世帯が参加）。
- ・訓練に参加する居住者の意識は高く、また、訓練時にブロック単位で安否確認活動及び訓練時の集合時にブロック単位での集合箇所を指定すること等の工夫により、訓練をきっかけにしてコミュニケーションがとられているケースもある。
- ・低層部の商業施設についてもマニュアルには行動指針が記載されているが、訓練には参加要請はしておらず、参加していない。今後は商業施設に対しても参加を呼びかける。
- ・災害時の避難や、居住者同士の安否確認の為にベランダの避難扉を破ることを承諾しあっている階もある。
- ・ミニ防災拠点として、行政に協力を依頼している。なお、周辺住民や在館者の受け入れも検討したいが、まずは居住者の安全性を確保することが優先である。

#### （6）マニュアルの運用と問題点

- ・防災センターと拠点階のやりとりは、防災センターから情報伝達の指示を出して順に行う計画であるが、避難訓練では、想定以上に手間取った。今後、トランシーバーの活用を予定したい。
- ・防災センターの要員は2人以上（夜間2人）。
- ・地震直後の火災に対しては、自分で消火できる範囲が対応の限界である。
- ・火災が起こっても、EVは動かず、消防も来ないことを前提としている。
- ・消火器とスプリンクラーの作動に依存している。
- ・地震発生後数日間、役割をいくつかの班に分けて分担する体制をとっているうちの安全班の活動に、建築物構造、設備の確認の項目があるが、具体的に何をチェックし、どのような判断をするかは明確になっていない。
- ・商業施設に客がいる場合に発災すると、共用施設はそのけが人等でいっぱいになる可能性もある。

#### （7）地震後の防火性能の点検の可能性と課題

本共同住宅は、非常用電源の稼働期間の延長、無線装置の設置等、合理的な取り組みを

実現しており、開放廊下の構造も避難安全性に優れているものであった。

本ヒアリング調査の結果、火災後の建築物の構造・設備のチェックを、居住者あるいは建物管理者に行わせることは、チェック項目と判断基準を相当やさしくしないと難しいと思われる。特に設備の点検に関しては、居住者には不可能であると考えべきである。居住者に対して建築物の構造や設備機能への理解度を向上することを求めるには限界があり、建物管理者（管理会社）や専門の設備業者がより積極的に関与すべきである。また、点検すべき内容をわかりやすくマニュアル化することで、居住者及び建物管理者が、点検をスムーズに実施できると考えられる。

本事例における対応計画を表 5.2.4 にまとめて示す。

表 5.2.4 調査事例における対応計画

[ ]は、書式有り

大地震(震度5強以上)の発生		
□地震発生直後:1日目		
【住民】	【対策本部(防災センター)】	【商業施設】
<ul style="list-style-type: none"> <li>・初期消火</li> <li>・設備の点検(電気のブレーカーを切る、水道の元栓を閉める)</li> <li>・エレベーターホールに集合し安否確認</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・機器及び非常用電源の作動を確認</li> <li>・エレベーターの状況を確認(閉じ込めがあった場合、非常用電話で指示を出す)</li> <li>・地震に関する情報収集</li> <li>・住民(代表者)の召集</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・初期消火</li> <li>・設備の点検(電気のブレーカーを切る、水道の元栓を閉める)</li> <li>・客の避難誘導</li> <li>・店の保全</li> </ul>
↓		↓
<ul style="list-style-type: none"> <li>・拠点階に各階の安否情報を集める [安否情報シート]</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>・1階エントランスホールで安否確認</li> </ul>
↓	↓	
<ul style="list-style-type: none"> <li>・対策本部にブロックの情報を報告(非常用電話使用)[ブロック別安否確認]</li> <li>・要援護者、負傷者の救護活動</li> <li>・救助活動</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・対策本部の設置、補佐</li> <li>・非常用電源の稼働確認</li> <li>・拠点階からの通話で、各階の情報を把握 [ブロック別安否確認]</li> <li>・災害時要援護者と情報を元に、支援が必要な人をリストアップ</li> <li>・住民、在館者への指示を出す(救助、安否確認)</li> <li>・随時、対策本部の状況を住民に流す(救護所の開設、地震情報)</li> <li>・避難所・救護所の開設 [避難所・救護所受付名簿]</li> <li>・避難誘導</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・対策本部に店舗の状況を報告 [安否確認]</li> </ul>
↓	↓	
対策本部に活動報告	活動結果の報告を依頼、情報収集	
□地震発生後:2~3日目		
(エレベーター、電気、水、ガスは使えないことを前提)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>・対策本部の充実(代表の選出、提示の会議、活動の指示)</li> <li>・拠点階毎のブロック体制を充実させ、被災生活を支援</li> <li>・情報班・救護班・安全班・物資班を設置し、活動を行う 対策本部—活動全体の把握及び指示。 行政、地域防災拠点と連携した活動の実施</li> <li>情報班—住民の安否等の情報収集・整理、本部からの住民への情報提供区、地域防災拠点など関係機関の情報収集、住民への情報提供 [ブロック別安否確認]、[安否確認済み表示] ※[災害連絡]:室内の被害状況を記載する項目を連絡</li> <li>救護班—災害時要援護者・負傷者等の救護・避難誘導 救護所の開設・運営 [災害連絡]</li> <li>安全班—建物・設備の安全確保(防災センター要員への協力) 町会と連携した建物内外の防犯活動。救護班・物資班への協力</li> <li>物資班—備蓄品、飲料水、救援物資等の管理、配布。炊き出しの実施。 町会への協力、ごみ集積場所の確保、管理。 非常用電源の燃料(軽油)の確保 [備蓄品・救援物資リスト作成]</li> </ul>		
□地震発生後:4日目以降		
<ul style="list-style-type: none"> <li>・基本的には、2~3日の活動を充実させ、継続する</li> <li>・ライフラインの復旧の状況により、対策本部を廃止し日常体制に移行</li> </ul>		

### 5. 3 地震後火災に対する構造部材の耐火性能

#### 5. 3. 1 地震後の構造部材に必要なとされる性能の考え方

大地震により震度5強～震度6弱程度の地震動を受けた建築物の構造部材が担保すべき目標性能を、地震発生後のフェーズ（経過時間）毎に設定して点検すべき項目を提示する。構造部材は、建築基準法上の「主要構造部」だけではなく、地震後の余震も考え耐震要素も対象とする。すなわち、「柱・間柱・中間階専用免震層の免震装置」、「梁・小梁」「床」、「屋根」、「耐力壁」、「階段」に加えて「ブレース」、「制震装置」など耐震専用部材も含む。

対象とする建築物は10層以上の耐火建築物であり、用途は主に「共同住宅」とするが、この結果は建築物の構造部材が同じ「ホテル」や「事務所」等にも活用できる。対象構造は、RC造、SRC造、S造（コンクリート充填鋼管構造（CFT造）柱含む）であり、建築年代として、耐震基準に応じて「第1世代（1971年以前）」、「第2世代（1971～1981年）」、「新耐震以降（1981年以降）」の全ての場合を含む。

これらの建築物の地震後火災に対する各フェーズの目標性能と点検者を、表5.3.1に示す。

表 5.3.1 地震後の火災に対するフェーズ毎の目標性能と点検者

フェーズ	地震発生後の経過時間の目安	建築物及び周辺状況						地震後の火災に対する構造部材の目標性能	点検者					
		建築設備					消防		通信	応急危険度判定	居住者・在館者※2	建物管理者	建築士等※3	防火専門家※4
		電気	防災設備	ELV	ガス	水道								
フェーズ1 (緊急時)	24時間以内	×	×	×	×	×	×	×	避難経路安全性	○	○	○	/	/
フェーズ2 (準緊急時)	24時間以降	●	×	×	×	×	▲	▲		/	○	○	/	/
フェーズ2.5 (ライフライン復旧開始)		●	▲	▲	▲	×	●	●		/	○	○	○	/
フェーズ3 (準通常期)		●	●	●	●	▲	●	●	地震前の耐火性能確保	/	/	○	○	○
フェーズ4 (通常期)		●	●	●	●	●	●	●		/	/	/	○	○

※1 ×：未復旧、▲：使用制限又は一部未復旧、●：復旧、○：点検実施

※2 住宅では居住者、事務所等では在館者

※3 建築士等とは、一級建築士、構造一級建築士等の有資格者

※4 防火専門家とは、学会、防火技術者協会等に属する防火の専門家

ELV:非常用エレベーター

まず、一定程度の火災安全性をもって地震後に建築物を継続使用するための前提として、応急危険度判定士による応急危険度判定 5-1)で「要注意（黄色）」または「調査済（緑色）」の判定に該当する程度の被害であることが必要である。通常、応急危険度判定が実施され

るまでの期間は、被害棟数の多さ等によっても変わり、過去の地震においては月単位の期間必要になったこともある。表 5.3.1 では地震発生後 24 時間以内（フェーズ 1）として記載しているが、これは、地震発生後の経過時間にかかわらず、居住者・在館者及び建物管理者は点検を開始することとする。それまでの間は、余震等の地震動に注意することはもとより、出火防止や避難経路の確保等の必要性が極めて高い。

なお、応急危険度判定は、建築物の高さが 10 階程度以上の高層建築物や大スパン架構、立体トラス構造、吊り構造などの特殊構造の建築物は適用範囲外であること、フェーズ 1 及び 2 において応急危険度判定がされたとしても、それ以外の点検者は居住者・在館者及び建物管理者であり、専門的な点検は不可能であることから、点検者による目視による点検で判定が可能な項目として、避難するための経路が確保されていることとした。フェーズ 2.5 では、ある程度ライフラインが復旧し始め、建築士等が立ち入って点検するが、目標性能はフェーズ 1 及び 2 と同様に避難経路の確保とした。

フェーズ 3 及び 4 では専門技術者による点検で、地震前に保有していた耐火性能まで回復させることを標準的な目標とする

### 5. 3. 2 構造種別ごとの点検項目と判断基準

#### (1) フェーズ 1、2 及び 2.5 の点検項目と判断基準

この段階では、避難安全性確保を目標として、避難動線を点検する。避難動線は共同住宅の居住者・事務所の在館者が地震時に滞在する「①居室」と、避難に使用する共用廊下・避難バルコニー等の「②共用廊下等、避難階段までの避難経路」及び「③避難階段」で構成される。

フェーズ 1 及び 2 において、①と②は居住者・在館者が点検し、②と③は建物管理者が点検することを想定する。フェーズ 2.5 では、それぞれについて建築士等を交えて若干詳細な点検を実施する。

避難動線を確保するには、避難動線となる床を支持する柱・梁・壁が崩壊していないことが条件となるが、これらの床近辺の柱・梁・壁だけを確認しても十分ではなく、建築物全体の構造部材が崩壊しないことを確認しなければならない。地震直後には、居住者・在館者や建物管理者が構造部材の崩壊につながるような被害を目視で短時間に確認する必要があり、その内容は分かりやすさが要求される。

図 5.3.2(a)~(f)に建築物用途ごとの典型的な平面計画と避難動線を示す。自らの建築物の設計図書を参考に避難経路を図面化して、居住者・在館者や建物管理者が容易に確認できる場所に掲示しておくことが望ましい。

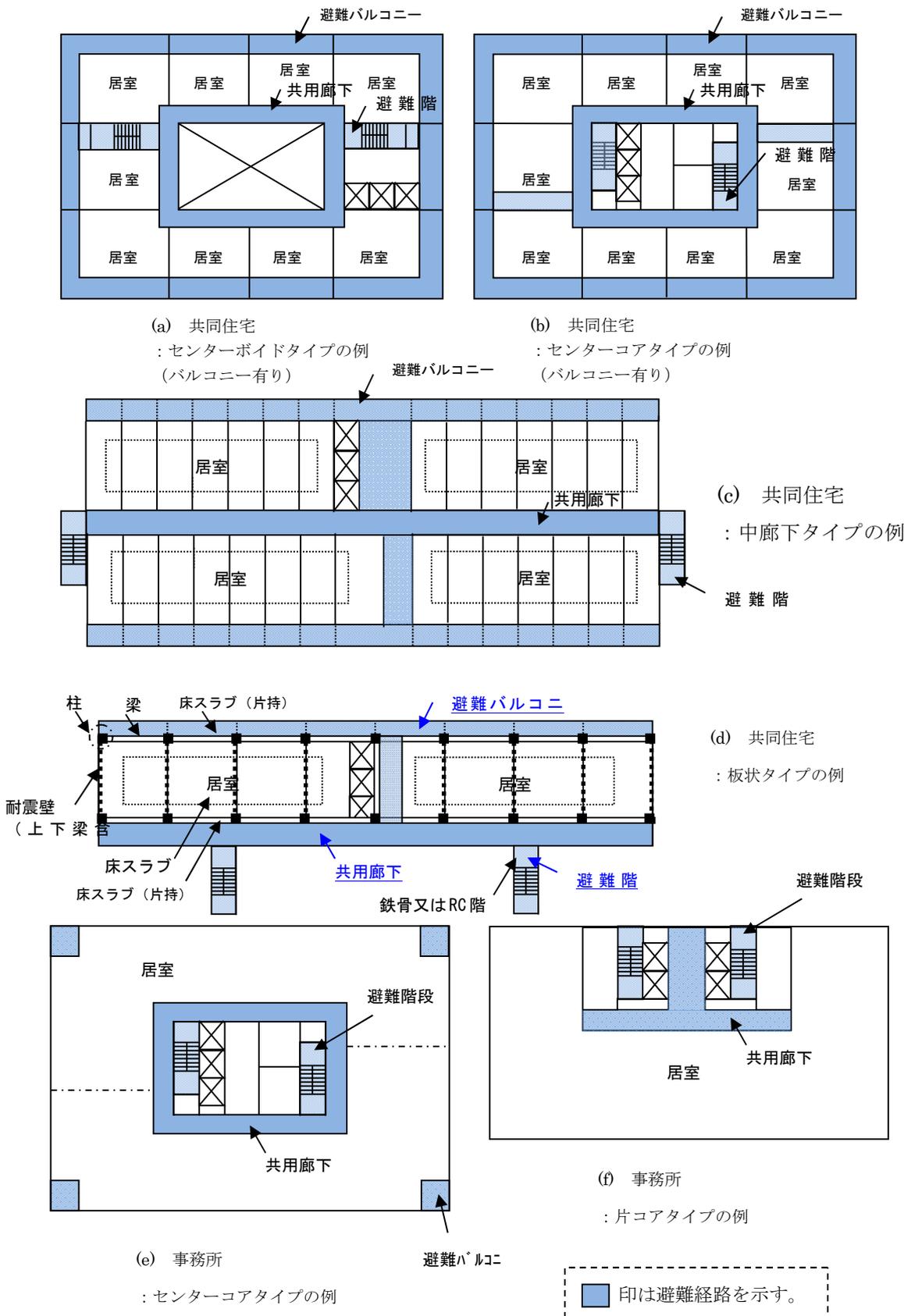


図 5.3.2 典型的な平面計画と避難動線の例

フェーズ1、2及び2.5の点検項目として、下記のもものが挙げられる。居住者・在館者及び建築物所有者の置かれた状況を考慮し、フェーズ1及び2では測定器具を使わず「目視」のみで確認が可能な範囲での点検とする。フェーズ2.5は建築士等による実施を想定しており、ひびわれ計測定規、水準器などの測定器具を使い、a～e全ての項目について点検する。現象のイメージは、文献<sup>5-1.5-2)</sup>の口絵写真が参考となる。

- a 目視で明らかな部材の崩壊の有無
  - ・柱・梁コンクリート圧縮破壊、せん断破壊、鉄筋が露出・座屈
  - ・柱・梁鉄骨の外見による曲がり（全体座屈、局部座屈、横座屈）
  - ・床が脱落、あるいは、その上下階が見える
  - ・コンクリート壁がせん断破壊で鉄筋が露出、あるいは、壁の先が見える
- b 床の傾斜（目視の場合は球体をころがす）
- c 構造部材のコンクリートのひびわれ
- d 構造部材のコンクリート表面の欠け、脱落
- e 構造部材の表面仕上げのはがれ、割れ、脱落、破壊

緊急に判定すべき内容として、aの項目を一カ所でも発見すれば、他の点検を中止して即刻避難する必要がある。bからeについて具体的なチェックシートの例を表5.3.2(a)～(d)に示す。

## (2) フェーズ3の点検項目と判断基準

この段階では、ライフライン及び建築設備がほぼ復旧し、消防活動も期待でき、通信も可能となる。フェーズ1、2及び2.5の点検結果に基づく緊急の避難は完了して、建築物が利用できる状況を想定する。

建築物構造に関する応急危険度判定が完了していることを前提として、地震前と同等の耐火性能を担保する観点から、構造体について、より詳細な下記の項目を点検する。

### ■ RC造、SRC造躯体：

- ・かぶりコンクリート部分の健全性を詳細チェック

### ■ S造躯体：

- ① 主要構造部（柱・間柱・大梁・小梁・中間階免震装置等）の耐火被覆の損傷度詳細チェック
- ② 主要構造部の耐火被覆内躯体鉄骨の損傷度詳細チェック
- ③ 耐震専用部材の損傷度詳細チェック
- ④ 区画部材の損傷度詳細チェック
  - a) 床、特に外壁層間ふさぎ部分
  - b) 防火区画壁（第4章で詳細を記載）
  - c) 外壁、スパンドレル
  - d) 区画貫通部

点検に当たって参照する図書は以下が挙げられる。

- ① 意匠設計図（特に耐火被覆、防火区画壁の仕様を記した図）
- ② 防火区画図
- ③ 構造設計図
- ④ 建築基準法の防火関連の条文及び防火関連の告示
- ⑤ 耐火性能に関して国土交通大臣の認定（ルートC）を受けた場合：防災性能評価資料（評価項目一覧、主要構造部一覧、火災室定義図、壁仕様図、被覆種別図など）

### 5.3.3 まとめ

本項では、大地震により震度5強～震度6弱程度の地震動を受けた建築物の構造躯体の耐火性能について、主に居住者・在館者及び建物管理者が地震発生後ライフライン復旧前（フェーズ1、2及び2.5）に行う緊急的な点検項目を、一般的な事例を挙げて記載した。ここでの記述や表5.3.2(a)～(d)に示すチェックシート(案)を参考にして、各建築物に適合する構造部材のチェックシートを予め用意することを勧める。

フェーズ3及び4での点検については大項目を挙げるにとどめた。詳細は防火・構造の専門技術者によって当該案件ごとに詳細な点検・補修計画を作成することとなる。

表 5.3.2(a) フェーズ1及び2の\_構造被害簡易チェックシート(案) (RC造共同住宅、ホテル) (その1)

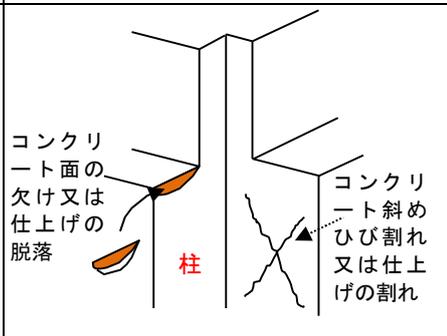
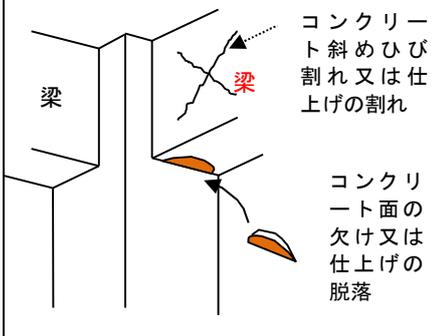
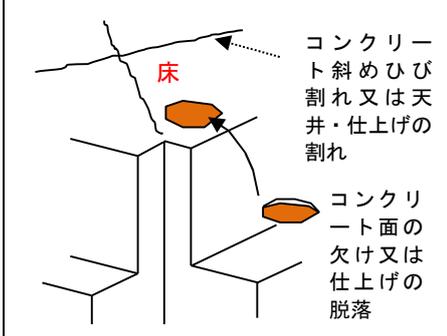
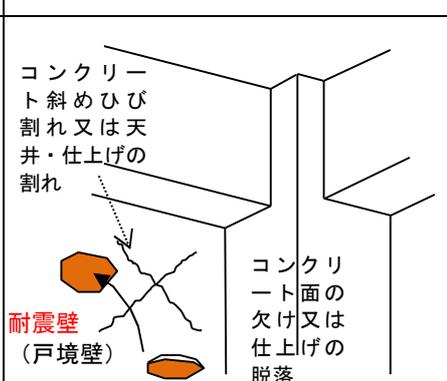
部位	被害状況 (目視確認)		有無	備考
	イメージ図	項目		
柱	 <p>コンクリート面の欠け又は仕上げの脱落</p> <p>柱</p> <p>コンクリート斜めひび割れ又は仕上げの割れ</p>	・コンクリート面に斜めひび割れ	有 無	
		・コンクリート面の欠け	有 無	
		・仕上げはがれ、割れ	有 無	
		・仕上げの脱落、破壊	有 無	
梁	 <p>コンクリート斜めひび割れ又は仕上げの割れ</p> <p>梁</p> <p>コンクリート面の欠け又は仕上げの脱落</p>	・躯体に斜めひび割れ	有 無	
		・躯体コンクリートの欠け	有 無	
		・仕上げはがれ、割れ	有 無	
		・仕上げの脱落、破壊	有 無	
床	 <p>コンクリート斜めひび割れ又は天井・仕上げの割れ</p> <p>床</p> <p>コンクリート面の欠け又は仕上げの脱落</p>	・傾斜 (球体を転がす)	有 無	
		・躯体に斜めひび割れ	有 無	
		・躯体コンクリートの欠け	有 無	
		・天井又は仕上げのはがれ、割れ	有 無	
		・天井又は仕上げの脱落、破壊	有 無	
耐震壁	 <p>コンクリート斜めひび割れ又は天井・仕上げの割れ</p> <p>耐震壁 (戸境壁)</p> <p>コンクリート面の欠け又は仕上げの脱落</p>	・躯体に斜めひび割れ	有 無	
		・躯体コンクリートの欠け	有 無	
		・仕上げはがれ、割れ	有 無	
		・仕上げの脱落、破壊	有 無	

表 5.3.2(b) フェーズ1及び2の\_構造被害簡易チェックシート(案) (RC造共同住宅、ホテル) (その2)

部位	被害状況 (目視確認)		有無	備考
	イメージ図	項目		
内部 階段 (RC)		・コンクリート面に斜めひび割れ	有	無
		・コンクリート面の欠け	有	無
		・仕上げはがれ、割れ	有	無
		・仕上げの脱落、破壊	有	無
外部 階段 (S)		・高力ボルトの破断	有	無
		・アンカーボルト破断、抜け出し	有	無
		・鉄骨階段ささらの変形	有	無
		・鉄骨階段段部の変形	有	無
		・鉄骨柱の変形	有	無
内部 階段 (S)		・鉄骨階段ささらの変形	有	無
		・鉄骨階段段部の変形	有	無

表 5.3.2(c) フェーズ 1 及び 2 の\_構造被害簡易チェックシート(案)  
 (S 造共同住宅、ホテル (柱・梁等鉄骨が被覆されたもの)) (その 1)

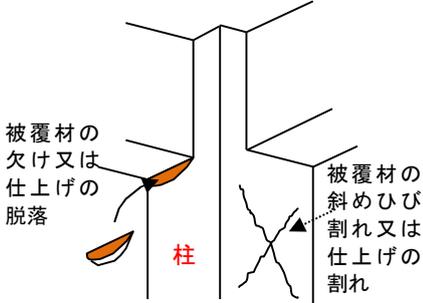
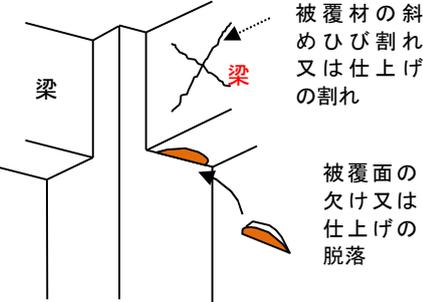
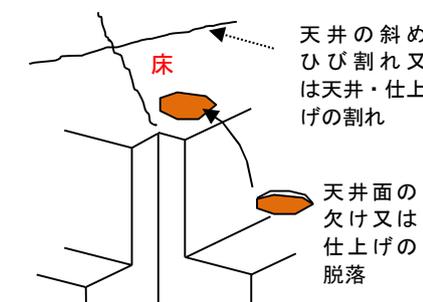
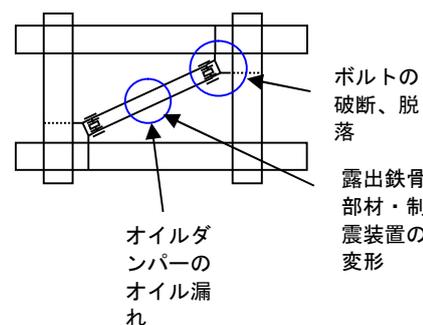
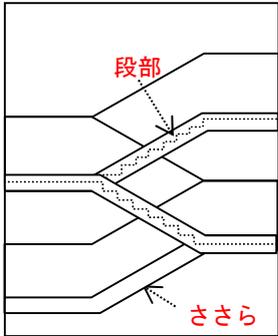
部位	被害状況 (目視確認)		有無	備考
	イメージ図	項目		
柱		・被覆・仕上げのはがれ、割れ	有	無
		・被覆・仕上げの脱落、破壊	有	無
梁		・被覆・仕上げのはがれ、割れ	有	無
		・被覆・仕上げの脱落、破壊	有	無
床		・傾斜 (床上に球体を転がす)	有	無
		・床に斜めひび割れ	有	無
		・床の欠け	有	無
		・天井又は仕上げのはがれ、割れ	有	無
		・天井又は仕上げの脱落、破壊	有	無
露出する耐震要素 (ブレース制震装置)	<p>目視により確認できる場合</p> 	・仕上げのはがれ、割れ	有	無
		・仕上げの脱落、破壊	有	無
		・露出鉄骨のボルト破断、ボルト落下	有	無
		・露出鉄骨部材の変形	有	無
		・オイルダンパーのオイル漏れ	有	無

表 5.3.2(d) フェーズ 1 及び 2 の\_構造被害簡易チェックシート(案)  
 (S 造共同住宅、ホテル (柱・梁等鉄骨が被覆されたもの)) (その 2)

部位	被害状況 (目視確認)		有無	備考
	イメージ図	項目		
内部 階段 (S)		・鉄骨階段ささらの変形	有 無	
		・鉄骨階段段部の変形	有 無	

## 5. 4 地震後火災に対する防火区画の耐火性能

### 5. 4. 1 地震後の防火区画構成部材に必要とされる性能の考え方

本節では、防火区画を構成する床・壁及び開口部（窓、扉）について、地震後の時間経過に応じて必要とされる防耐火性能（主として、遮煙性能、遮熱性能、遮炎性能）を考察し、その性能の有無の判断方法、点検方法、簡易的な補修方法等について検討する。

本節で検討する地震発生直後の建築物の想定は、地震により防火区画を構成する部材（防火区画構成部材）に何らかの被害はあるものの、地震を直接の原因とする火災が当該建築物では発生していない状況である。当該建築物をライフライン・設備の復旧のフェーズに応じて、通常時の用途（居住、事務等）または一時避難場所等に供する場合は、本節を参考として点検、簡易な補修・補強を実施した上で火気取り扱い等に注意して使用する。なお、地震直後に建築物内で煙や炎などが確認された場合には、以下の点検などは実施せず、速やかに発見者は初期消火を試みるとともに居住者・在館者に避難を促す必要がある。当該火災の初期消火が成功し（小火程度に留まり）、防火上の安全が確保された場合であって、建築物を継続的に使用する場合にも、本節で示す点検方法等を実施することが望ましい。

地震直後に防火区画構成部材に被害を受けた高層建築物を、地震直後も通常時と同様に使用する場合には、防火区画構成部材は、建築物の構造、用途を問わず地震直後であっても一定程度の性能の低下に留める必要がある。防火区画構成部材の具体的な性能は、表 5.4.1 に示す各フェーズにおける優先度、時間的条件、実施する点検項目、箇所、内容及び点検者の専門性・技術能力に応じて、避難経路や防火区画等を構成する箇所に補修・補強等を行いながら通常時の性能に対して一定程度の性能を満足するようにする。

表 5.4.1 各フェーズにおけるライフラインの状況と確認項目

フェーズ	時期(本震後) ライフライン・設備 の状況	復旧補修・点検状況																		
		補強、△:最低限の補修・補強 ▲:使用制限、×:未復旧、損傷使用・補修不能、□:確認、応急対応											居:居室、廊:廊下、隣:隣室、外:屋外							
		ライフライン等(地域)	建築設備				画等構成材													
1 緊急時	24時間以内	×	×	×	×	□	□	□	□	□	×	×	×	×	□	□	□	□	□	
	(and/or)	×	×	×	×						□	□	□	□						
	ライフライン・設備	×									□	□	□	□						
	全て使用不可能																			
2 準緊急時	24時間以降	●	×	●	×	△	△	△	□	△	×	×	×	×	△	△	△	□	△	
	または	▲	▲	×	×						□	□	□	△						
	ライフライン・設備	▲									□	□	□	△						
	一部使用可能																			
2.5 ライフライン 復旧時	24時間以降	●	▲	●	▲	○	○	○	△	○	▲	▲	×	×	○	○	○	△	○	
	かつ	▲	●	▲	●						△	△	△	○						
	ライフライン・設備	●									△	△	△	○						
	一部使用不可能																			
3 準日常	24時間以降	●	●	●	●	○	○	○	○	○	▲	▲	▲	▲	○	○	○	○	○	
	かつ	▲	●	●	●						○	○	○	○						
	ライフライン・設備	●									○	○	○	○						
	一部使用制限																			
4 通常時	復旧工事完了	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
		●	●	●	●						●	●	●	●						
	ライフライン・設備	●									●	●	●	●						
	全て使用可能																			

「扉-居・廊」は、居室と廊下の間の扉を示す。

表 5.4.2 各フェーズにおける防火区画構成部材に必要とされる性能

フェーズ	必要とされる性能等	点検者 *: 主たる点検者
1 緊急時	出火防止、火災に対する警戒態勢 避難安全性 居室から避難場所までの避難経路を 確保できること	居住者・在館者* 建物管理者 等
2 準緊急時	出火防止、火災に対する警戒態勢 避難安全性 通常時の性能に対して、遮煙性能の 劣化が一定程度以下におさまること 延焼拡大防止 通常時の性能に対して、遮熱性能、 遮炎性能の劣化が著しくないこと	居住者・在館者* 建物管理者 建築士等の有資格者 等
2.5 ライフライン 復旧期	(消防設備の復旧)	居住者・在館者 建物管理者* 建築士等の有資格者
3 準通常時	避難安全性 同上 延焼拡大防止 通常時の性能に対して、遮熱性能、遮 炎性能の低下が一定程度のもの	専門性を有する者* 建物管理者 建築士等の有資格者 等
4 通常時	建築基準法で要求される性能	専門性を有する者 等

「居住者・在館者」：住宅では居住者、事務所等では在館者

#### 5. 4. 2 防火区画構成部材の点検項目と簡易な補修方法

通常時及び地震後に防火区画構成部材に求められる性能を示し、地震後に被害が想定される箇所の例を挙げながら、点検項目や簡易的な補修方法等などについて検討する。

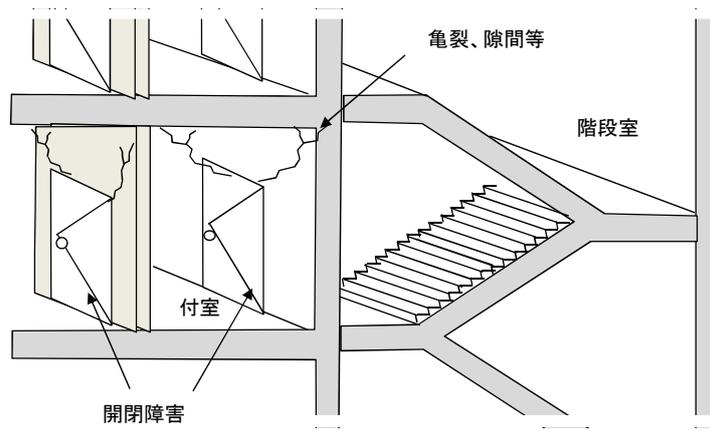
通常時、防火区画（本節では、堅穴区画、層間区画、面積区画を指す。）を構成する部材、界壁、防火上主要な間仕切壁は、延焼拡大防止を主な目的としている。避難経路として用いられる階段室や廊下に面する部分には、火災時に発生する煙が火災室以外の空間に早期に伝播するのを防止し、避難行動に影響するような煙の漏洩防止（遮煙）性能も期待している。また、防火区画構成部材ではないが、防火区画内をさらに区画化し、防煙区画を構成する部材（間仕切り壁、垂れ壁）にも、その性能が期待される。

建築物内の床や壁等の防火区画構成部材には、耐火性能（非損傷性能、遮熱性能、遮炎性能）、遮煙性能が求められており、それらに設ける開口部には、遮炎性能をもつ防火設備が設置される。また、階段室の開口部等に設ける特定防火設備は遮煙性能も要求されており、これらの性能は、地震後に建築物を使用する上では、一定程度確保しておく必要がある。

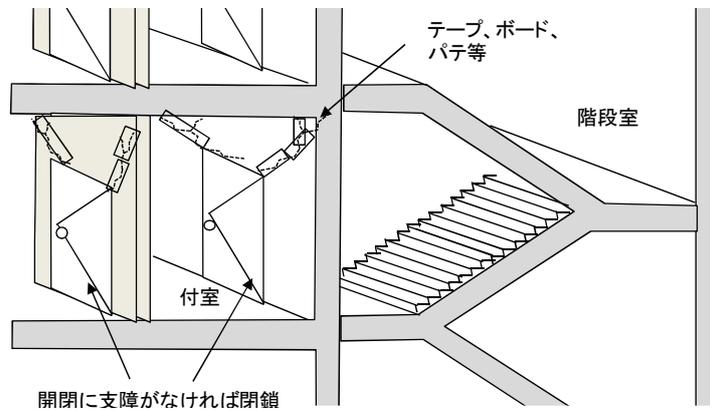
以下に、地震動やそれに応答する構造体の変形によって性能が劣化する可能性のある部分を図 5.4.1a)～5.4.9a)に示し、予想される典型的な損傷状況について示す。

まず、堅穴区画を構成する部位において、地震後の損傷状況等を確認しておくべき箇所は、避難経路としても利用される階段室に面する壁とその開口部(図 5.4.1a))である。階段室は、避難安全上も機能上も重要な役割を担っているが、煙の拡散等の経路となる危険性も有している。特に、壁に貫通する亀裂や隙間、遮煙性能を有する防火設備やその周辺や枠材が変形し隙間が生じていると、その危険性が增大する恐れがある。階段室の出入口は避難時に開放されるため、常時閉鎖又は煙感知器に連動して自動的に作動する機構を有する遮煙性能のある防火設備が設置されているが、地震後には自動閉鎖機構が必ずしも有効に働かない可能性があるため、開閉に支障がなければ常時閉鎖しておく。

EV シャフト(図 5.4.2a)、ダクトスペース(DS)、パイプシャフト(PS、EPS)等についても危険性は同様である。EV ホール部分等の区画に防火防煙シャッターや防火戸等が設けられている場合は稼働することを確認する。また、EPS においては、遮煙性能に関しては PS と同様であるが、電線や通信ケーブルなどは塩化ビニル等の可燃物で被覆されているためシャフト内に延焼すると、さらに延焼拡大する恐れがある。フェーズ 3 までには、点検を実施し被害の程度に応じて一定程度の性能が期待できる補修等を行う必要がある。

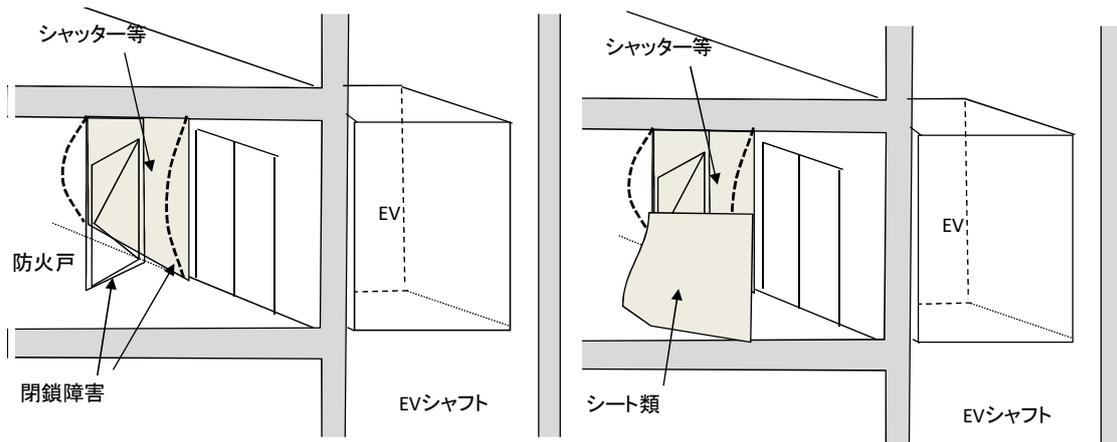


a) 点検箇所及び予測される損傷

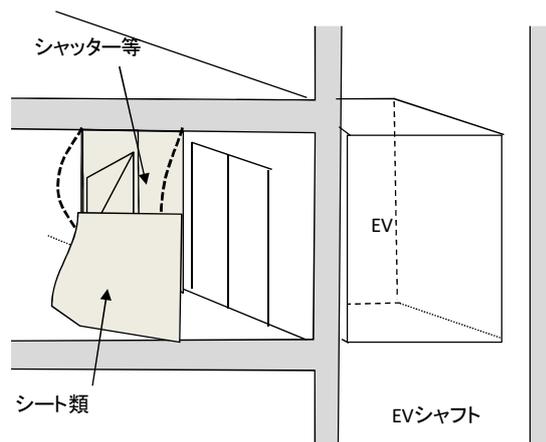


b) 補修・補強方法

図 5.4.1 縦穴区画(階段室)付近の点検箇所及び予測される損傷、補修・補強方法



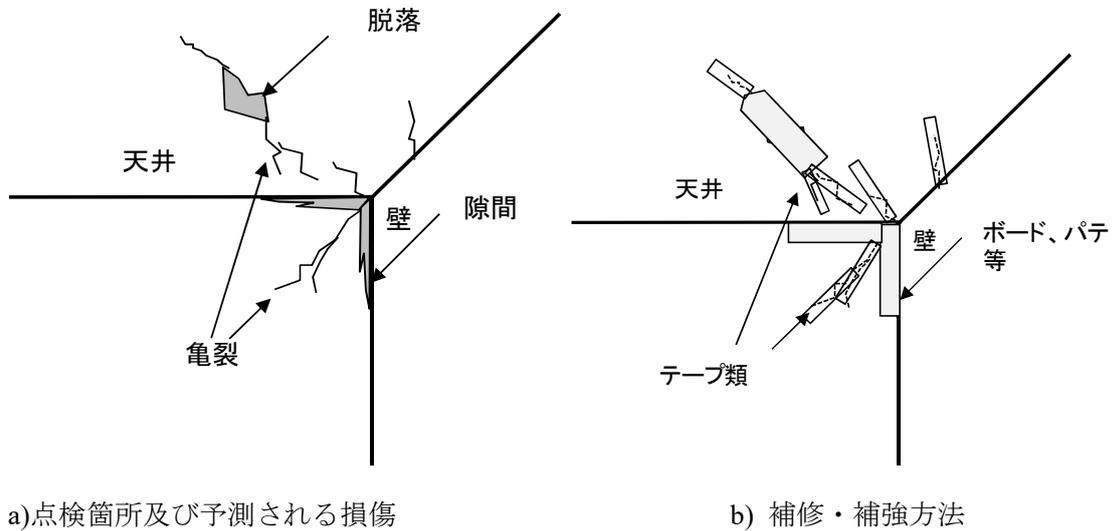
a) 点検箇所及び予測される損傷



b) 補修・補強方法

図 5.4.2 縦穴区画(EV シャフト)付近の点検箇所及び予測される損傷、補修・補強方法

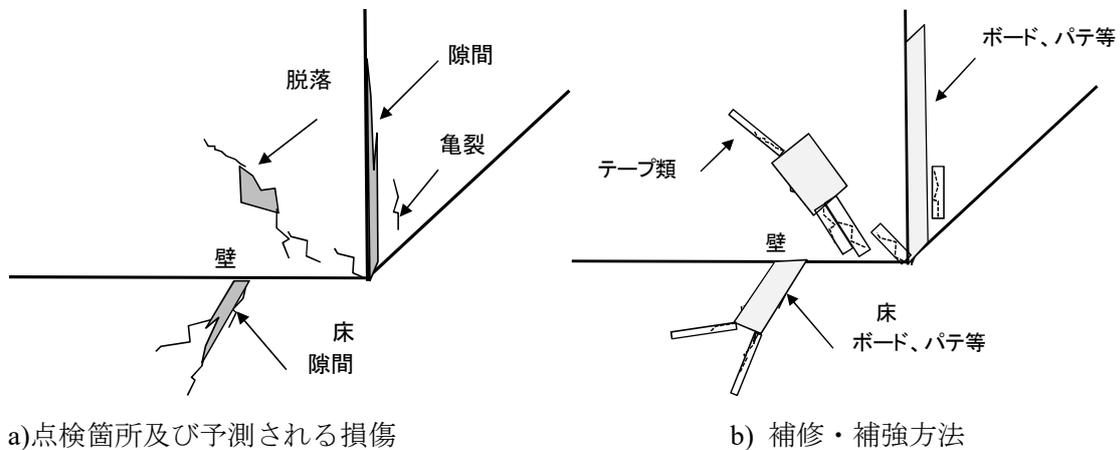
層間区画において地震後の損傷状況を確認しておくべき箇所としては、図 5.4.3a)～5.4.5a) に示す床、天井及び配管などが床を貫通する部分である。また、建築物の外周部については、スパンドレル（腰壁、垂れ壁を含む）、ひさし、バルコニー等の状況も確認する。居室の開口部（防火設備）が損傷していると、延焼拡大の恐れがあるので損傷状況を確認する。



a)点検箇所及び予測される損傷

b) 補修・補強方法

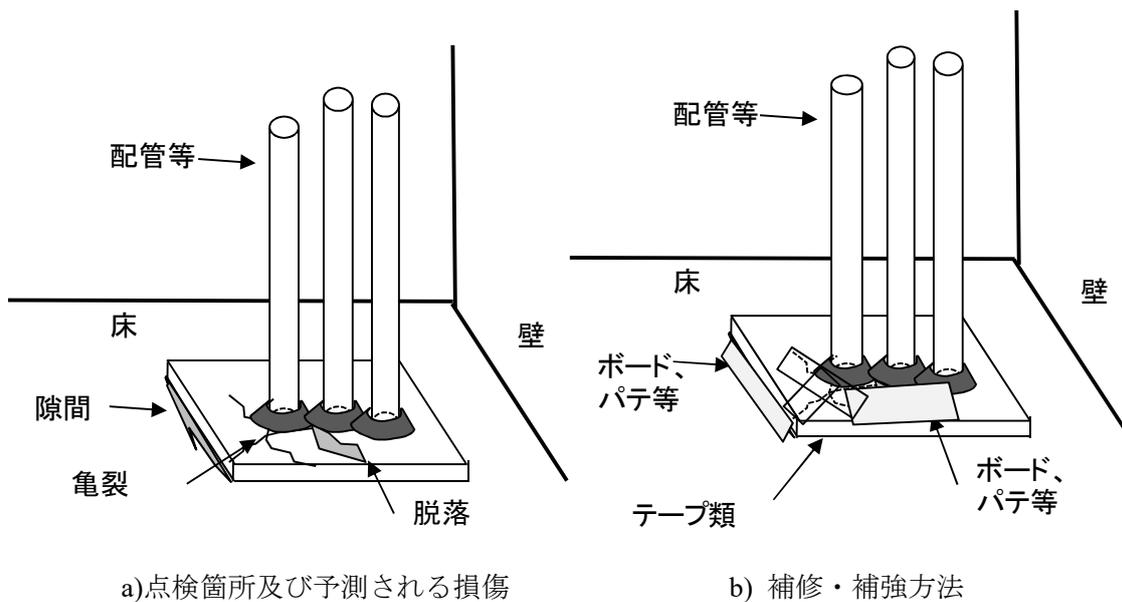
図 5.4.3 天井、壁の点検箇所及び予測される損傷、補修・補強方法



a)点検箇所及び予測される損傷

b) 補修・補強方法

図 5.4.4 床、壁の点検箇所及び予測される損傷、補修・補強方法



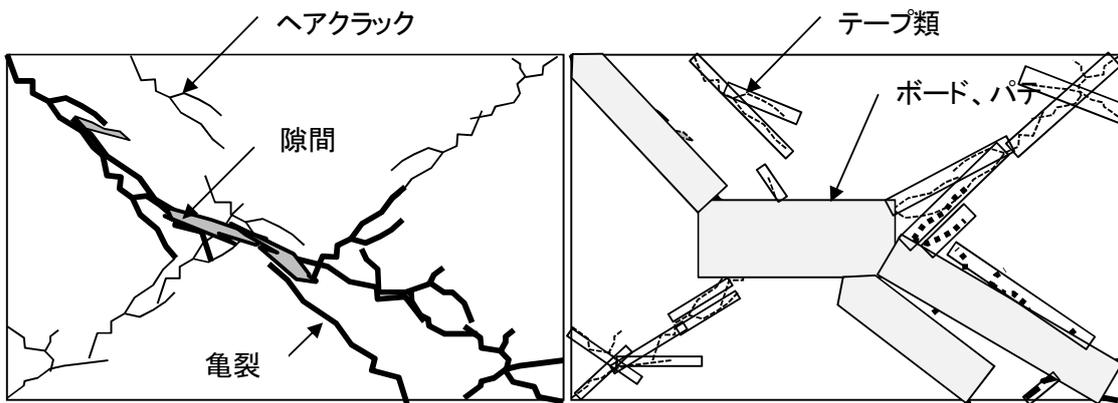
a)点検箇所及び予測される損傷

b) 補修・補強方法

図 5.4.5 区画貫通部の点検箇所及び予測される損傷、補修・補強方法

面積区画を構成する部位において、地震後の損傷状況等を確認しておくべき箇所は、壁及び開口部である。なお、壁等は堅穴区画を構成する部材でもある。これらの代表例は、図 5.4.6a)～5.4.9a)に示す居室間の界壁、避難経路としても利用される共用廊下、階段室に面する壁とその開口部である。

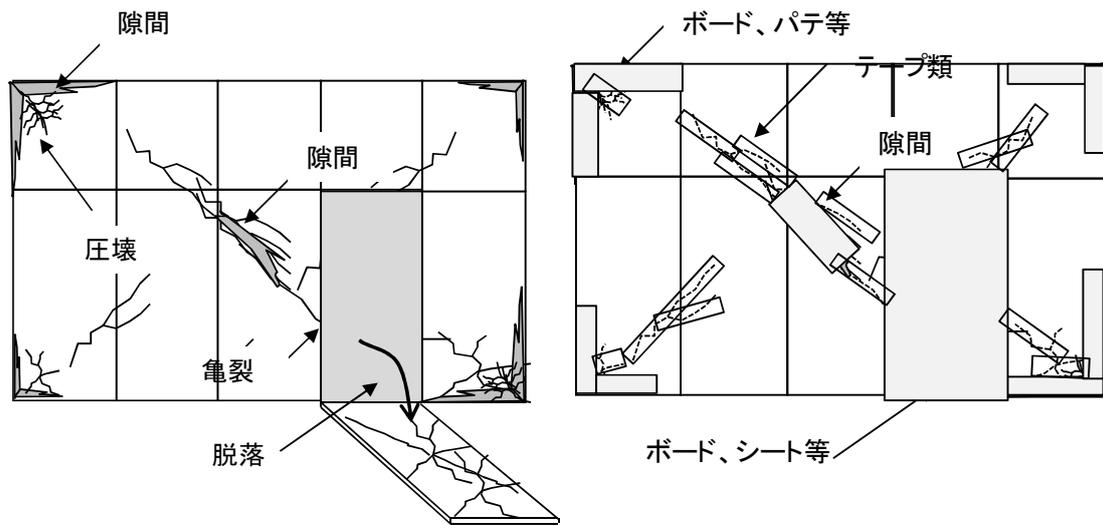
地震によって、架構が変形するとそれに設置された非耐力壁や防火戸等は強制変形を受ける。その際、非耐力壁等は架構との接触によって損傷が生じ易い。なお、耐力壁は、構造耐力上も重要であることから、応急危険度判定の対象でもあり、地震後においても一定程度の損傷に抑えられていることを期待する。



a)点検箇所及び予測される損傷

b) 補修・補強方法

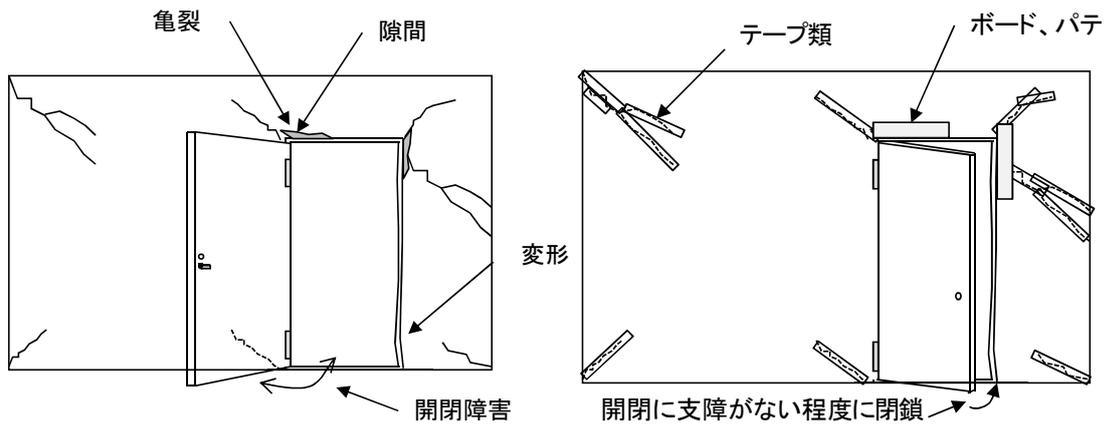
図 5.4.6 非耐力 RC 造壁の点検箇所及び予測される損傷、補修・補強方法



a)点検箇所及び予測される損傷

b) 補修・補強方法

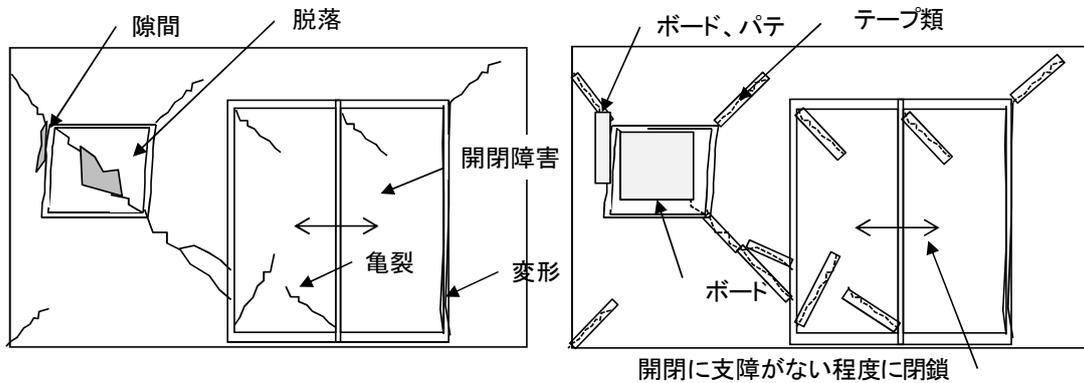
図 5.4.7 乾式壁の点検箇所及び予測される損傷、補修・補強方法



a)点検箇所及び予測される損傷

b) 補修・補強方法

図 5.4.8 開口部(ドア、扉)の点検箇所及び予測される損傷、補修・補強方法



a)点検箇所及び予測される損傷

b) 補修・補強方法

図 5.4.9 開口部(窓、ガラス戸)の点検箇所及び予測される損傷、補修・補強方法

(1) フェーズ1における点検項目と応急対応

フェーズ1は地震発生直後から24時間以内であり、余震に対する安全確保やライフラインの寸断等もあり、混乱状態にあることが想定される。また、表5.4.2に示すとおり、損傷部位の点検作業を主として実施する者は建築物の居住者・在館者や建物管理者等であり、時間、物資等の制約も大きいと想定される。そのため、火災が発生した際に損傷を受けると避難安全性に与える影響が極めて大きい箇所、また簡易的な目視観察などによって容易に点検が可能な箇所を対象とする。

表5.4.3及び表5.4.4にフェーズ1における点検箇所、方法及び項目を示す。点検箇所は、避難安全性の確保に重点を置き、居室から屋外へ至る部分とする。安否確認と平行して、住居・階段の開口部(出入口、窓)の動作確認、居住者の避難経路の状況確認及び確保を優先する。

余震により扉等の開閉が不能となることを避けるため、扉を開放状態とすることも推奨される。しかし、防火上は火災時の煙等の拡散をできるだけ防止するために、全開放とするのではなく開閉に支障が無い程度に閉鎖しておく。

フェーズ1においては、防火上重要であるが点検により被害が確認できていない箇所が大半であり、通電による火災発生等も想定されるため、火気使用の制限や火災発生に対する警戒を怠らないことが必要である。

表5.4.3 フェーズ1における居室、廊下部分の点検項目と応急対応

点検箇所		点検方法	点検項目	応急対応
室	部位			
居室、廊下(避難経路)	開口部	目視検査 作動確認	ドア、扉、防火シャッター等の脱落、変形による隙間、開閉障害等	開閉に支障がない程度に閉鎖する。
			ガラス戸等の亀裂、隙間、脱落、開閉障害等	散乱物、飛散物がある場合は避難上障害とならない様に片付ける。
	壁	目視検査	壁面の亀裂、隙間、面材の脱落、圧壊等	ひび割れ、隙間の有無を確認し、補修に必要な資材を確保する。
その他	バルコニー、避難器具	目視検査	バルコニーや避難器具等の亀裂、脱落、破損等	散乱物、飛散物がある場合は避難上障害とならない様に片付ける。

表 5.4.4 フェーズ1における階段室等（堅穴区画）の点検項目と応急対応

室	点検箇所		点検方法	点検項目	応急対応
	部位				
階段室	開口部	廊下や付室に面する部分	目視検査 作動確認	ドア、扉等の脱落、 変形による隙間、開 閉障害等	開閉に支障がない程度 に閉鎖する。
				ガラス戸等の亀裂、 脱落、開閉障害等	散乱物、飛散物がある 場合は避難上障害とな らない様に片付ける。
	壁	廊下、付室に面 する部分	目視検査	廊下、付室に面する 部分の亀裂、隙間、 面材の脱落、圧壊等	ひび割れ、隙間の有無 を確認し、補修に必要 な資材を確保する。

(2) フェーズ2における点検項目と応急対応

表 5.4.2 に示すもののうち、フェーズ1と同様に、フェーズ2においても損傷部位の点検作業等が建築物の居住者・在館者や建物管理者等により実施されると想定する項目について示す。フェーズ1と同様に時間、物資等の制約が大きい。

フェーズ2においては、フェーズ1の点検箇所に加えて、火災による損傷が避難安全性に与える影響が大きい箇所、目視観察によって点検が可能な箇所を対象とする。表 5.4.5～表 5.4.8 にフェーズ2における点検箇所、方法及び項目を示す。表に示す通り、点検箇所は避難安全性が著しく低下するおそれのある部分の排除に重点を置く。また、フェーズ1と同様に損傷が生じていた場合であっても、図 5.4.1b)～5.4.9b)に示すように、最低限の補修・補強を実施し、通常時の性能に対して著しく遮煙性能が低下しないことが望ましい。

フェーズ2において補修・補強に用いる材料は、遮煙性能の確保を主目的とするため、ガムテープ、段ボールなど日用品等比較的入手しやすい物を用いて良いが、耐火性能を有するものが望ましい。

表 5.4.5 フェーズ2 における居室、廊下部分の点検項目と応急対応

点検箇所		点検方法	点検項目	応急対応
室	部位			
居室、 廊下（避難経路）	開口部	目視検査 作動確認	ドア、扉、防火シャッター等の脱落、変形による隙間、開閉障害等	開閉に支障がないように、隙間等を目止めする。
			ガラス戸等の亀裂、脱落、開閉障害等	ひび割れ、脱落が進行しないように、テープ類で補強し、脱落部分は面材、シート状のもので覆う。
	壁	目視検査	壁、床、天井の亀裂、隙間、面材の脱落、圧壊等	テープ類、面材等で損傷を塞ぐ。
	床 天井*	目視検査	上下階との境界 <u>外部に面する部分</u>	
その他	目視検査	スパンドレル、ひさし、バルコニー、避難器具等	スパンドレル、ひさし、バルコニー、 <u>区画貫通部</u> 等の亀裂、脱落、隙間	テープ類、面材等で損傷を塞ぐ。
区画貫通部（壁床）		給排水管、電線、通信ケーブル等が貫通する部分		

（下線部：フェーズ1からの追加事項）

表 5.4.6 フェーズ2 における階段室等（堅穴区画）の点検項目と応急対応

点検箇所		点検方法	点検項目	応急対応
室	部位			
階段室	開口部	目視検査 作動確認	ドア、扉等の脱落、変形による隙間、開閉障害等	隙間等がある場合は開閉に支障がないように、目止めする。
			ガラス戸等の亀裂、脱落、開閉障害等	ひび割れ、脱落が進行しないように、テープ類で補強し、脱落部分は面材、シート状のもので覆う。
	壁	目視検査	壁の亀裂、隙間、面材の脱落、圧壊等	テープ類、面材等で損傷を塞ぐ。
パイプ シャフト	開口部*	目視検査 作動確認	EVの扉、遮煙スクリーン等の脱落、変形による隙間、開閉障害等	隙間等がある場合は開閉に支障がないように、目止めする。
	壁*	目視検査	シャフトに面する部分の壁の亀裂、隙間、面材の脱落、圧壊等	テープ類、面材等で損傷を塞ぐ。

（下線部：フェーズ1からの追加事項）

### (3) フェーズ 2.5 における点検項目と応急対応

表 5.4.2 に示すもののうち、点検作業を実施する者として、建物管理者を想定し、建築士等の有資格者、居住者・在館者等がそれを補助することを想定する項目について述べる。フェーズ 2 と同様に物資等の制約はあるものの、時間的にはある程度余裕があると想定している。

ここでは、フェーズ 1 及び 2 で居住者・在館者が実施した点検箇所を建物管理者等が入念に点検する。点検箇所は、避難安全性、延焼拡大防止性の影響する部分である。避難安全性、延焼拡大防止性に与える影響が大きい箇所に対して、物資の状況を勘案しながら遮煙性能については一定程度以上の性能確保、延焼防止性能については著しい劣化を排除する。

点検箇所、方法及び項目は表 5.4.5 及び 5.4.6 と同様である。また、前節と同様に損傷が生じていた場合には、図 5.4.1b)～5.4.9b)に示すように、簡易補修・補強を実施し、通常時の性能に対して著しい遮煙性能、遮熱性能、遮炎性能の劣化がないことが望ましい。補修・補強に用いる材料は、延焼拡大を防止する目的から耐火性能をもつ、金属テープ（アルミ）、耐火パテ、金属板、不燃ボード等を利用する。

### (4) フェーズ 3、4 における点検項目と応急対応

フェーズ 3 においては、表 5.4.2 に示すとおり、損傷部位の点検作業を主として実施する者は、専門性を有する者であり、建物管理者、建築士等の有資格者等がそれを補助することを想定している。物資等の制約が大きいことも想定されるが、完全に復旧するまでにはフェーズ 3 の状況が比較的長期間継続する可能性が高い。点検者は専門性を有することから、表 5.4.5 及び表 5.4.6 のフェーズ 2 で実施した点検箇所の全てを再度点検し、完全復旧のための調査資料を作成するものとする。損傷が生じていた箇所にあつては、必要があれば専門性を有するものが補修補強を再度実施する。フェーズ 3 の点検において、補修・補強を行っても期待される性能が著しく低いか、全く確保できない場合にあつては、必要に応じて建築物の部分的な使用制限や退去などを検討することが望ましい。

フェーズ 4 にあつては、フェーズ 3 で行った点検の成果に基づき、可及的速やかに、建築基準法において要求される性能を満足するように、専門業者などによる補修・補強を実施する。

## 6 おわりに

### 6. 1 本研究で得られた成果

本研究では、高層建築物の地震後火災に対する緊急点検・対応計画の策定及び建築物構造・防火区画の地震に対する耐火性能の確保技術の開発を実施した。

その結果、以下の結果が得られた。

第 2 章においては、地震直後の緊急点検・対応計画作成に関する課題の抽出を行い、検討対象として建築物の用途及び構造を検討した。

第 3 章では、地震を受けた建築物の防火性能の状態を把握するために点検・確認すべき項目、点検の方法及び判断基準などの対策技術のフレームワークを作成することを目的として、第 1 の調査を実施した。次に、平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震で建築物や消防用設備等に被害を受けた、あるいは、建築的な被害はなかったもののライフラインの停止などの対応を行った建築物があることから、第 2 の調査を実施した。

・第 1 の調査は、高層建築物における、

- ・避難の必要性の判断・避難誘導の方法等の避難計画上の課題と今後の対策
- ・行政による地震対応マニュアルの内容

について、文献による調査・分析を行ってとりまとめた。

・第 2 の調査は、対策技術のフレームワークが実用的かつ効果的であるものとするために、特に課題が指摘されている共同住宅を対象にして、平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震時の状況について、

- ・居住者の避難及び対応の状況
- ・仙台市消防局に中高層共同住宅の消防用設備等の被害状況
- ・防火区画構成部材の地震被害を提言するための対策事例

を把握するためのヒアリング調査・アンケート調査を行った。

平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震では、あらかじめ計画した対応マニュアル通りの緊急対応はできず、臨機応変に対応することが必要であったことが分かった。また、防災設備等の被害も想定され、実際に被害が確認されるまでの点検を含め、いろいろな状況を想定した計画を検討する必要があることが分かった。

第 4 章では、建築物構造・防火区画の地震に対する耐火性能の確保技術について、既往の研究に基づく検討を行い、地震による影響を受けた構造部材の耐火性能・区画部材の耐火性能に関する実験的な検討を行った。

既往の研究結果に基づき、残留部材角や梁端部破断が生じた建築物の層崩壊の危険性を検討し、その対策の考え方を示した。また、耐火被覆及び区画部材を対象とした振動大実

験、損傷した区画壁を想定した加熱実験を元に、耐火被覆工法及び防火区画部材の動的挙動について整理し、地震時の防火性能について検討した既往の研究結果をとりまとめた。これらの結果に基づいて、地震被害を受けた建築物構造部材の耐火性能及び防火区画壁の防耐火性能を実験により確認した。その結果、張付工法、巻付工法、吹付工法の代表的な3種の材料で耐火被覆した柱と梁試験体に1/100の残留部材角を想定した変形を与えた場合、直ちに耐火性能に問題が生じる危険性は高くないという結果が得られた。また、防火区画壁の防耐火性能は、周囲の柱、天井、床等との取り合い部分が弱点となることが判明し、地震による影響がないものでも、この取り合い部分が弱点となることが判明した。被覆材の地震による損傷を低減すると考えられる方法について実験により確認したところ、改善は見られるものの、十分な水準にはないことが分かった。

第5章では、第3章と第4章の検討結果を踏まえて、地震後火災に対する緊急点検・対応計画を作成するためのガイドラインを検討し、チェックシート等の調査表(案)を提案した。特に、緊急点検・対応計画を作成する上で平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震において明らかになった問題から、

- ①誰が、いつ、何の点検を行うか。
- ②地震後の時間区分・段階(フェーズ分け)の考え方
- ③高層共同住宅の継続使用(住み続ける)のための要件

という3つのポイントに絞って実用的で効果的な点検手法を提案した。

## 6.2 今後の課題

本研究では、S造建築物を中心に、残留変形角を1/100と想定して地震後火災に対する防耐火性能を確認するために実験的な検討を行った。RC造、SRC造等の構造の違いや、S造を含み1/100以上の層間変形角が生じる場合の構造部分の耐火性能、防火区画部材の防耐火性能については、今後実験的な知見を蓄積してゆく必要がある。

また、本研究では、地震後火災に対する緊急点検・対応計画について、共同住宅を中心として検討した。他の用途も含め、これまでの地震火災の教訓を生かしながら、建築物の管理形態や使われ方等に応じた計画が作成できるよう、検討を行ってゆく必要がある。

## 参考文献

### 第1章

- 1-1) 国土交通省：熊本地震における建築物被害の原因分析を行う委員会 報告書、平成28年9月、  
<https://www.mlit.go.jp/common/001292547.pdf>（最終閲覧日令和8年2月4日）  
追補版、<https://www.mlit.go.jp/common/001292550.pdf>（最終閲覧日令和8年2月4日）
- 1-2) 地震調査研究推進本部：全国地震動予測地図、  
[https://www.jishin.go.jp/evaluation/seismic\\_hazard\\_map/](https://www.jishin.go.jp/evaluation/seismic_hazard_map/)（最終閲覧日令和8年2月4日）
- 1-3) 成瀬友宏ほか：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、pp244-255、2012年5月
- 1-4) 花井英枝、高層共同住宅の地震後火災に対する安全性評価に関する研究、学位申請論文、東京  
理科大学、2018年3月

### 第2章

- 2-1) 社団法人日本火災学会編、第3版火災便覧、p.519、共立出版株式会社、1997年5月
- 2-2) 公益社団法人日本火災学会、東日本大震災火災等調査報告書（速報版）、p.3-18、2011年11  
月
- 2-3) 気象庁、過去の地震津波災害、  
<https://www.data.jma.go.jp/eqev/data/higai/higai-1995.html>、  
<https://www.data.jma.go.jp/eqev/data/higai/higai1996-new.html>（最終閲覧日令和8年2月4  
日）
- 2-4) 鈴木恵子、篠原雅彦、平成28年（2016年）熊本地震後に発生した火災の概要、消防研究所報  
告 第122号、2017年3月
- 2-5) 大津暢人、廣井悠、北後明彦、平成30年（2018年）北海道胆振東部地震に起因する火災に関  
する調査、日本火災学会論文集 71巻2号、2021年8月
- 2-6) 令和6年（2024年）能登半島地震による建物等の火災被害調査報告（速報）、  
<https://www.nilim.go.jp/lab/bbg/saigai/R5/notojishin02.pdf>（最終閲覧日令和8年2月4日）

### 第3章

- 3-1) 北後明彦、大地震時の共同住宅における住民対応・火災からの安全確保、マンション管理セン  
ター通信、平成20年11月号（通巻275号）、pp.6-9、2008年11月
- 3-2) 社団法人日本火災学会、1995年兵庫県南部地震における火災に関する調査報告書、1996年11  
月
- 3-3) 内閣府、「地震防災対策に関する特別世論調査」、2007年10月
- 3-4) 和田ちはる、中高層商業施設における地震火災時の避難計画に関する研究、神戸大学大学院修  
士論文、2008年3月（一部改変）

- 3-5) 社団法人日本建築学会、東海地震等巨大災害への対応特別調査委員会報告書、2006年3月
- 3-6) 東京都中央区、高層住宅防災対策検討委員会報告書、2006年3月
- 3-7) 東京都中央区、高層住宅防災対策パンフレット、2007年3月
- 3-8) 東京都中央区、中央区防災対策優良マンション認定制度、  
<https://www.city.chuo.lg.jp/a0011/bousaianzen/bousai/bousaitaisaku/kousoujuutaku/kousoubosaitaisakuninteiseido.html> (最終閲覧日令和8年2月4日)
- 3-9) 葉山淳、宇於崎勝也、集合住宅の防災性能向上に資する支援制度に関する研究-東京都中央区「防災対策優良マンション認定制度」に着目して-、日本建築学会大会学術講演梗概集、2017年7月
- 3-10) 東京都中央区、防災対策優良マンション認定制度 認定マンション一覧、  
<https://www.city.chuo.lg.jp/a0011/bousaianzen/bousai/bousaitaisaku/kousoujuutaku/kousoubosaininteiseidoichiran.html> (最終閲覧日令和8年2月4日)
- 3-11) 東京都民間住宅部マンション課、東京都LCP住宅、  
<https://www.mansion-tokyo.metro.tokyo.lg.jp/kanri/03tokyo-lcp.html> (最終閲覧日令和8年2月4日)
- 3-12) 東京都民間住宅部マンション課、東京都とどまるマンション普及促進事業  
<https://www.mansion-tokyo.metro.tokyo.lg.jp/pdf/02lcp-touroku/%E8%B3%87%E5%99%A8%E6%9D%90%E8%A3%9C%E5%8A%A9%E4%BA%8B%E6%A5%AD%E6%A6%82%E8%A6%81.pdf> (最終閲覧日令和8年2月4日)
- 3-13) 東京都民間住宅部マンション課、東京とどまるマンション情報登録簿一覧  
<https://www.mansion-tokyo.metro.tokyo.lg.jp/kanri/05lcp-list.html> (最終閲覧日令和8年2月4日)
- 3-14) 墨田区役所、すみだ良質な集合住宅認定制度とは、  
[https://www.city.sumida.lg.jp/kurashi/zyuutaku/ryositu\\_syugojyutaku/shuugoujyuutaku.html](https://www.city.sumida.lg.jp/kurashi/zyuutaku/ryositu_syugojyutaku/shuugoujyuutaku.html) (最終閲覧日令和8年2月4日)
- 3-15) 荒川区役所、災害時地域貢献建築物の認定・助成制度、  
<https://www.city.arakawa.tokyo.jp/a040/machizukuridoboku/kenchikukaihatsu/zyoseiseidowosousetu.html> (最終閲覧日令和8年2月4日)
- 3-16) 横浜市、よこはま防災力向上マンション認定制度、  
<https://www.city.yokohama.lg.jp/kurashi/sumai-kurashi/jutaku/sien/bousaimansion.html> (最終閲覧日令和8年2月4日)
- 3-17) 川口市、川口市防災体制認定マンション制度、  
[https://www.city.kawaguchi.lg.jp/soshiki/01130/040/1\\_1/36254.html#container](https://www.city.kawaguchi.lg.jp/soshiki/01130/040/1_1/36254.html#container) (最終閲覧日令和8年2月4日)
- 3-18) 大阪府、大阪府防災力強化マンション認定制度  
<https://www.pref.osaka.lg.jp/o130160/jumachi/bousairyokukyoka/index.html> (最終閲覧日令和8年2月4日)

3-19) 大阪市、大阪市防災力強化マンション認定制度

<https://www.city.osaka.lg.jp/toshiseibi/page/0000048313.html> (最終閲覧日令和 8 年 2 月 4 日)

3-20) 日本エキスパンションジョイント工業会、エキスパンションジョイントの二十年、2006 年 6 月

#### 第 4 章

4-1) 近藤史朗ほか、地震後の残留層間変形角による崩壊温度の低下—地震被害を受けた鋼架構の火災時安定性(その 1)—、日本建築学会構造系論文集、第 73 巻第 630 号、1369-1376、2008 年 8 月

4-2) 近藤史朗ほか、地震後の梁端部破断による崩壊温度の低下—地震被害を受けた鋼架構の火災時安定性(その 2)—、日本建築学会構造系論文集、第 74 巻第 636 号、385-392、2009 年 2 月

4-3) 近藤史朗ほか、地震後に層全体火災を受ける多層多スパン架構の崩壊温度—地震被害を受けた鋼架構の火災時安定性(その 3)—、日本建築学会構造系論文集、第 74 巻第 645 号、2103-2110、2009 年 11 月

4-4) 近藤史朗、地震被害を受けた鋼架構の崩壊温度、学位申請論文、筑波大学、2010 年 3 月

4-5) 鈴木淳一ほか、実大 4 層鋼構造建物の完全崩壊実験における耐火被覆の挙動、日本建築学会技術報告集、第 16 巻第 32 号、173-178、2010 年 2 月

4-6) 吹田啓一郎ほか、実大 4 層鉄骨造建物の完全崩壊実験 その 1 実験方法及び応答の概要、日本建築学会近畿支部研究報告集、構造系、437-440、2008 年 6 月

4-7) 松岡祐一ほか、実大 4 層鉄骨造建物の完全崩壊実験 その 2 崩壊までの応答の詳細、日本建築学会近畿支部研究報告集、構造系、441-444、2008 年 6 月

4-8) 島田 侑子ほか、実大 4 層鉄骨造建物の完全崩壊実験 その 3 完全崩壊挙動、日本建築学会近畿支部研究報告集、構造系、445-448、2008 年 6 月

4-9) 赤澤 資貴ほか、実大 4 層鉄骨造建物の完全崩壊実験 その 4 非構造部材の損傷と挙動、日本建築学会近畿支部研究報告集、構造系、449-452、2008 年 6 月

4-10) 鈴木弘之、鈴木淳一ほか、損傷を被った間仕切壁の耐火性能に関する実験 その 1: 研究概要、日本建築学会大会学術講演梗概集(東北)、2009 年 8 月

4-11) 足立格、鈴木淳一ほか、損傷を被った間仕切壁の耐火性能に関する実験 その 2: 面内せん断実験、日本建築学会大会学術講演梗概集(東北)、2009 年 8 月

4-12) 小寺賢、鈴木淳一ほか、損傷を被った間仕切壁の耐火性能に関する実験 その 3: 加熱実験、日本建築学会大会学術講演梗概集(東北)、2009 年 8 月

4-13) 谷 資信、建築設備耐震設計・施工指針 1982 年版 はじめに、(財) 日本建築センター、1982 年 2 月

4-14) 寺本隆幸、建築設備耐震設計・施工指針 2005 年改訂版 はじめに、(財) 日本建築センター、2009 年 11 月

4-15) (財) 日本建築センター、建築設備耐震設計・施工指針 2005 年版、2009 年 11 月

- 4-16) (財) 日本建築センター、建築設備耐震設計・施工指針 2014 年版、2014 年 9 月
- 4-17) (社) 公共建築協会、官庁施設の総合耐震計画基準及び同解説 (平成 8 年版)、2011 年 8 月
- 4-18) NPO 法人耐震総合安全機構編、耐震総合安全性の考え方 2008、オーム社、2008 年 10 月
- 4-19) 日本建築学会他、阪神・淡路大震災調査報告書 建築編-6、1998 年 10 月
- 4-20) (社) シャッター工業会、平成 7 年 1 月 17 日・阪神大震災におけるシャッターの被害状況調査、1995 年 10 月
- 4-21) 大規模地震に対応した消防用設備等のあり方に関する検討会、大規模地震に対応した消防用設備等のあり方に関する検討会報告書 (中間報告)、2009 年 2 月
- 4-22) 日本建築学会他、阪神・淡路大震災調査報告書 建築編-5、2000 年 5 月
- 4-23) 井上波彦、建築基準法に基づく告示の制定について エキスパンションジョイント等によって分割された建築物に係わる構造計算の基準を定める件、ビルディングレター、2008 年 3 月
- 4-24) 日本エキスパンションジョイント工業会、建築用エキスパンションジョイントの手引 2023 年版、2023 年 6 月、  
[https://dbc3c2f4-bcd7-451b-8d92-b8ddbc594b12.filesusr.com/ugd/baa04a\\_744f0982c4bb4d51bc2b43a60560a069.pdf](https://dbc3c2f4-bcd7-451b-8d92-b8ddbc594b12.filesusr.com/ugd/baa04a_744f0982c4bb4d51bc2b43a60560a069.pdf) (最終閲覧日令和 8 年 2 月 4 日)
- 4-25) Kohno M, et al (2004) Effects of large section size and fire resistant steel on redundancy improvement of steel high-rise buildings in fire, CIB-CTBUH International Conference on Tall Buildings, pp.298-302, 2004 年 10 月
- 4-26) 日本建築学会近畿支部鉄骨構造部会、1995 年兵庫県南部地震 鉄骨造建物被害調査報告書、1995 年 5 月
- 4-27) 成瀬ほか、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、日本建築学会大会学術講演概要集、2010 年 9 月
- 4-28) 成瀬ほか、高層建築物の地震後の火災安全対策に関する研究 その 2 : 鉄骨柱・梁の耐火性能、日本火災学会研究発表会、2013 年 6 月
- 4-29) 一般財団法人日本建築防災協会、被災建築物応急危険度判定マニュアル、1998 年 6 月

## 第 5 章

- 5-1) 一般財団法人日本建築防災協会、被災建築物応急危険度判定マニュアル、1998 年 6 月
- 5-2) 阪神・淡路大震災調査報告編集委員会、「阪神・淡路大震災調査報告」建築編-1 鉄骨造建築物 (1997 年 7 月)、建築編-2 鉄骨鉄筋コンクリート造建築物 (1998 年 8 月)、建築編-3 鉄骨造建築物 (1999 年 3 月)、建築編-6 火災 (1999 年 3 月)、日本建築学会

付録 1

マンションの防災設備等の被害状況と点検・復旧状況に関するアンケート用紙

## マンションの防災設備等の被害状況と点検・復旧状況に関するアンケート

## 1. 建物の概要についてご記入お願いいたします。

1-1 マンション名称	
1-2 所在地	_____市・郡_____区・町
1-3 階数、築年数	地上（ ）階、 地下（ ）階、 築年数（ ）年
1-4 延床面積、建物高さ	延床面積（ ）㎡、 建物高さ（ ）m
1-5 住戸数	（ ）住戸のうち、分譲（ ）戸、賃貸（ ）戸
1-6 構造形式（該当に○）	鉄骨造・鉄筋コンクリート造・鉄骨鉄筋コンクリート造 ・免震（免震装置設置階 階）
1-7 廊下形式（該当に○）	片廊下（外気開放）・片廊下（屋内）・中廊下
1-8 避難階段（カ所数）	屋外階段（ ）カ所、 屋内階段（ ）カ所
1-9 防災センター	設置 無・有（該当に○） 要員（ ）人，うち常駐（ ）人
1-10 被害状況	応急危険度判定（危険・要注意・調査済） 地震保険（全損・半損・一部損）

## 2. マンション内（接続部含む）のライフラインの被害状況と復旧状況についてご記入お願いいたします。

種類	被害状況	復旧月日	その他被害状況
電気	停電 有り・なし (該当に○)	月 日	(当てはまるもの全てに○をつけてください。) 埋設電線の破断・引込み線の破断・ 建物内の電気室の破損・建物内配線の破断
ガス	停止 有り・なし (該当に○)	月 日	(当てはまるもの全てに○をつけてください。) 埋設配管の破断・引込管の破断・建物内配管の破断 マイコンメーターの作動など処理場の損壊 埋設本管の破断・汚水桝の破断・建物内配管の破断
上水	断水 有り・なし (該当に○)	月 日	(当てはまるもの全てに○をつけてください。) 浄水場の破損・埋設本管の破断 引込み管の破断・建物内配管の破断
下水	問題 有り・なし (該当に○)	月 日	(当てはまるもの全てに○をつけてください。) 処理場の損壊・埋設本管の破断 汚水桝の破断・建物内配管の破断

3. マンションの防災設備の被害状況と点検・復旧状況についてご記入お願いいたします。

別紙

(点検日の欄には点検を行った場合のみ、復旧日の欄には破損等があった場合のみご記入ください。)

目的	設備の種類	設置の有無	破損等の状況 (破損個数、生じた階、原因など)	点検日	復旧日
初期消火	消火器	共用部 無 有			
		住戸内 無 有			
	屋内消火栓	無 有			
	スプリンクラー	共用部 無 有 (種類: ) 住戸内 無 有 (種類: )			
感知・放送・避難	自動火災報知設備	共用部 無 有 (種類: ) 住戸内 無 有 (種類: )			
		共用部 無 有 (種類: ) 住戸内 無 有 (種類: )			
	避難階段	屋外階段 本			
		屋内階段 本			
	避難器具	無 有 (種類: )			
	非常照明	無 有			
	誘導灯	無 有			
排煙設備	無 有 (場所: ) (種類: )				
消防活動	非常用エレベータ	無 有 (台数: 台 )			
	自家発電設備	無 有 (容量: 何日分 )			
	連結送水管	無 有			
	消火用水	無 有 (台数: L )			
防災センター		無 有 (階: 階 )			

4. 階別の破損個所や位置について伺います。( )内に該当する箇所数を記入してください。

別紙

設置していない場合は、( 0 )箇所設置とご記入ください。

設置しているかどうか不明の場合は、各階( 不明 )とご記入ください。

設備の種類	設置場所	階	設備の合計数	損傷の状況
防火扉	階段の入口	1～5階	各階( )箇所・合計( )箇所設置.	うち( )箇所が開閉損傷あり
		6～10階	各階( )箇所・合計( )箇所設置.	うち( )箇所が開閉損傷あり
		11～15階	各階( )箇所・合計( )箇所設置.	うち( )箇所が開閉損傷あり
		16～20階	各階( )箇所・合計( )箇所設置.	うち( )箇所が開閉損傷あり
		21階以上	各階( )箇所・合計( )箇所設置.	うち( )箇所が開閉損傷あり
玄関ドア	各住戸の玄関	1～5階	各階( )箇所・合計( )箇所設置.	うち( )箇所が開閉損傷あり
		6～10階	各階( )箇所・合計( )箇所設置.	うち( )箇所が開閉損傷あり
		11～15階	各階( )箇所・合計( )箇所設置.	うち( )箇所が開閉損傷あり
		16～20階	各階( )箇所・合計( )箇所設置.	うち( )箇所が開閉損傷あり
		21階以上	各階( )箇所・合計( )箇所設置.	うち( )箇所が開閉損傷あり
自然排煙設備	廊下・附室など	1～5階	各階( )箇所・合計( )箇所設置.	うち( )箇所が損傷あるいは使用不可
		6～10階	各階( )箇所・合計( )箇所設置.	うち( )箇所が損傷あるいは使用不可
		11～15階	各階( )箇所・合計( )箇所設置.	うち( )箇所が損傷あるいは使用不可
		16～20階	各階( )箇所・合計( )箇所設置.	うち( )箇所が損傷あるいは使用不可
		21階以上	各階( )箇所・合計( )箇所設置.	うち( )箇所が損傷あるいは使用不可
機械排煙設備	廊下・附室など	1～5階	各階( )箇所・合計( )箇所設置.	うち( )箇所が損傷あるいは使用不可
		6～10階	各階( )箇所・合計( )箇所設置.	うち( )箇所が損傷あるいは使用不可
		11～15階	各階( )箇所・合計( )箇所設置.	うち( )箇所が損傷あるいは使用不可
		16～20階	各階( )箇所・合計( )箇所設置.	うち( )箇所が損傷あるいは使用不可
		21階以上	各階( )箇所・合計( )箇所設置.	うち( )箇所が損傷あるいは使用不可

5. 地震時に実際に使用した又は役に立った防災設備・避難施設等についてご記載下さい。

別紙

6. その他（地震時の対応、建物内外の被害状況などをご記載ください）

以上です。ありがとうございました。

## 付録 2

### ヒアリング結果

(1) 共同住宅 S0

調査日時	2011年12月4日(日)	
住所	神奈川県横須賀市	
施設概要	構造	鉄筋コンクリート造
	階数	地上14階建(1,2号棟:14階建、3号棟:13階建、4号棟:8階建)
	総戸数	総戸数309戸
	築年数	築9年
管理体制	建物管理は管理会社に委託。管理員常駐(2名/日勤)。	
管理組合	管理組合(任期2年)、町内会(任期2年、隣接する共同住宅と一体運営)	

<地震以前の計画などについて>

1. 震災又は防災への備えについて

1-1) 地震又は火災対策に対する役割分担及び管理組合と管理会社間の協力体制

→管理組合と管理会社の間で特に地震時の対応はマニュアル等として作成していない。

2011年3月11日に発生した平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震による被災時は、管理員の判断で常駐時間が過ぎても電気復旧時まで滞在した。管理会社からの指示ではなく、管理員の判断で行動する場合、勤務時間外に怪我等をしても、労災がおりないなどの問題が発生する可能性がある。

1-2) 震災または火災に備えることとなった経緯。また設定する目標

→2003年2月に引き渡し、3月1日から入居開始した。2003年6月に管理組合が、2004年に自治会準備会が設立。2005年4月に自治会設立とともに、自主防災会が設立。

1-3) 避難訓練の頻度、訓練内容

→自主防災会が避難誘導ブロックごとに毎年防災講習会を開催。2010年度のテーマは、『津波の脅威と津波災害から身を守るために』2010年10月10日~2011年2月10日まで。2011年度のテーマは、『東日本大震災に学ぶ住民共助の地域防災力』。自治会と管理組合の両組織により編成した自主防災会が主催する総合防災訓練を毎年12月第1日曜日に開催。地震、津波、火災など、災害種別ごとに編成したカリキュラムで実施。

1-4) マニュアルの有無、マニュアルの内容

→自主防災会が「危機管理マニュアル(2011年改訂版)」を作成。

1-5) 備蓄品、救援物資等(食料、水、非常用電源、かなづち、懐中電灯など)の備蓄状況と内容。地震後の機能維持の想定日数

→防災倉庫が4つあり、炊き出し用品、防災器材(非常用発電機、リヤカー、トイレなど)を備蓄。

155tの受水槽有(手動で弁を閉鎖するもの)。2008年に非常用給水蛇口を設置。

電気 6 日間、ガス 53 日間、上下水道 30 日間、電話 40 日間の不使用中に、それぞれ耐えられるように啓蒙。

- 1-6) マニュアル作成、備蓄品等購入のための予算確保状況。行政からの補助の有無  
→自主防災組織の届け出をすると、市から補助金が支給される（最大 74 万円/年）。防災計画組織編成表などを提出する必要がある。
- 1-7) 地震対策の想定範囲。周辺住民の受入の想定等の有無  
→地震が起きた場合、海が近いと津波の被害が発生することが想定される。津波の際は、近隣の戸建て住宅の住民が避難できるように共同住宅を開放し、上階へ避難可能であることを伝えている。オートロックのため自由に出入りできないが、停電時は解除されるため避難が可能と考えている。平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震では、逃げ込んでくる人はいなかった。

## 2. 対応マニュアルについて（マニュアルがある場合）

- 2-1) マニュアル作成への建築、防災関係者の参加の有無  
→居住者の中に自衛隊、消防署などに勤務している人がいる。それぞれの知見を参考に、マニュアルを作成している。
- 2-2) 啓蒙活動状況およびその方法。新規入居者に対する対応及びマニュアル等配布の有無  
→未回答
- 2-3) 地震発生時（または火災時）の情報収集の方法  
→地震発生時、災害対策本部から「避難指示」が出たら、各家庭に配布された「避難完了」マグネットシートを玄関扉の外側へ貼りつけてから避難。各ブロックの避難誘導リーダーとサブリーダーは担当住戸を巡回点検し、避難完了の有無を確認、避難完了シートを回収、災害対策本部へ報告。
- 2-4) 地震発生時（または火災時）の管理者（防災センター）と居住者の情報伝達方法  
→地震発生時、災害対策本部と避難誘導リーダーは常時防災用無線で情報を共有。  
→火災発生時、インターホンの「非常」ボタンを押して管理室に通報するとともに、大声で近隣住民に火事の発生を知らせる。
- 2-5) 地震発生時（または火災時）の管理者（防災センター）と居住者それぞれのチェック項目、判断基準（建築に関する知識がない人による判断の想定の有無）  
→自主防災会の平常時、非常時の組織体制を図に示す（チェック項目、判断基準の記載はなし）。  
本部長 1 名を筆頭に自主防災指導員 3 名（市の講習を受ける認定資格）、副本部長 1 名（情報班 4-5 名、消火班 4-5 名、救出救護班 4-5 名を統括）、副本部長 1 名（避難誘導班 11 名（11 班（各班 20-35 世帯）の棟別幹事 11 名と自主防災会の役員 1 名）、給食給水班 4-5 名を統括）で組織され、平常時、非常時の活動が決められている。

<地震時の対応などについて>

### 3. 平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震における被災状況

#### 3-1) 人的被害

→被害なし

#### 3-2) ライフライン（電気、水道、ガス、EV の停止及び復旧状況）

→停電及びこれに伴う断水、EV 停止。夜中の 1,2 時頃に電気の復旧とともに復旧（同じ町内でも停電していないところもあった。）

#### 3-3) 建築架構の被災状況

→被害なし

#### 3-4) 外構の被災状況

→被害なし

#### 3-5) 共用通路、階段の被災状況

→被害なし

#### 3-6) 住戸室内の被災状況（家具の転倒、照明設備の落下、ガラスの破損など）

→被害なし

#### 3-7) 防災設備の破損

→被害なし

### 4. 防災計画の奏功性及び問題点

#### 4-1) 地震発生～一昼夜の行動

→発災当時、共同住宅内に居合わせた人たち、自治会防災部会長、自主防災指導員、自治会副会長、管理組合防災担当副理事長、管理組合情報化推進担当理事、ブロック別避難誘導リーダーの棟別幹事などがリーダーとなり、初期の災害対応行動。自主防災会が発した上階への避難指示放送を受けて避難。災害時要援護者の避難誘導も行った。情報班は、津波観測。

- ・居住者の行動（どこかに集合したか、それは階単位、建物単位、街区単位？）

→小さい子供がいる親子及び高齢者が 20 人程度、避難の呼び掛けに応じて 3 号棟 13 階にあるラウンジに避難した。

- ・対策本部などの設置有無

→地震が起きた際に共同住宅にいたメンバーにより設置。

- ・対策本部に参集した人数

→10 人程度。外出先で被災した人も多く、当初の想定よりも少ない人数となった。

- ・対策本部の活動内容

（建物居住者の安否確認、情報収集及び連絡、他所との連絡、食糧・水の確保・・・）

→EV の閉じ込めの有無の確認、ラジオによる情報収集、建物内の見回り、要援護者の安否確認、受水槽の水をポリタンクへ移し替え配布、停電のため玄関（2 か所）を

照明により点灯（非常用発電設備を使用）。

- ・非常用電源の作動の有無

→照明を用いるために使用

#### 4-2) 地震からライフライン復旧までの行動

- ・対策本部の活動内容

（建物居住者との連絡、他所との連絡、食糧・水の確保、熱源などの確保・・・）

→棟別幹事が「避難完了」マグネットにより安否確認。貼られていない住戸については、自主防災会が引き継ぎ確認。

- ・建物、設備の点検（居住者、管理員（会社）、建設業者、公的機関・・・）

→3月12日に管理員が点検を行った。特に被害は見られなかった。

- ・EV不通時の上階への連絡・物資輸送の方法

→両親が帰宅困難者となった中学生が、両親の指示により協力。ポリタンクの水(20kg前後)を階段により搬送（複数回）。

- ・ライフラインの復旧状況

→3月12日には、すべてのライフラインが復旧

- ・対策本部の継続期間

→1,2日

#### 4-3) ライフライン復旧後の行動

- ・破損、不具合箇所の改修（方法、手続き、スケジュール、費用・・・）

優先的に対応したものはなにか？

→未回答

### 5. 今後の課題と対策

#### 5-1) 地震後火災対策のマニュアル作成もしくは改訂

→未回答

表付 2.1 建物に設置・配置されている防災設備（共同住宅 S0）

目的	設備の種類	設置の有無	破損状況	点検・復旧日	備考
初期消火	消火器	有	破損なし	※	
	屋内消火栓	有	破損なし	※	
	スプリンクラー	有	破損なし	※	共用部のみ
	その他の消火設備	無			
感知・放送・避難	自動火災報知設備	有	破損なし	※	
	非常警報（放送）	無			
	避難階段	有	破損なし	※	
	避難器具	有	破損なし	※	
	非常照明	有	破損なし	※	共用部のみ
	誘導灯	有	破損なし	※	
	排煙設備	有	破損なし	※	設置場所不明
消防活動	非常用 EV	無			（台数）0
	自家発電設備	無			（容量）
	連結送水管	有	破損なし	※	
	消火用水	有	破損なし	※	（容量）
	防災センター	無			管理人室有

※未回答

非常用コンセント、移動粉末消火設備、防火戸（1階の売店等）、防火シャッターあり（10㎡を超えている住戸（11,12階の住戸）、1階の売店等）あり。

<平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震時の被災状況>

#### 被災状況の把握

- ・ インフラ
  - ・ 地震後すぐに停電。これにより断水及び EV 停止。深夜 1 時過ぎに電気復旧とともに復旧。
  - ・ ガスの被害なし。
- ・ 専有部、共用部とも被害なし。物の落下等の報告もなし。

#### 地震直後の初期対応状況（ヒアリング結果）

- ・ 防災会 情報班班長
 

自宅近くのスーパーマーケットで買い物中に被災。大きな揺れがあり、すぐに停電。停電のため、出入口付近は明るいが、奥の売り場は暗かった。外に避難した方がよいと思

ったが、人も多かったので、出入口に殺到すると危険だと判断し、ゆっくりと落ち着いて駐車場へ避難した。その後、共同住宅に戻り、奥さんに孫のことを頼み、自分は管理事務室へ向かった。管理事務室に集まっていたのは、管理員 2 人、役員など数名だった。ラジオで情報を収集していたら、電話にて自主防災会のリーダーから全棟へ避難メッセージを出すように指示があった。駐車場の屋上からハンドマイクで指示（後の調査で聞こえなかったと言われた。ハンドマイクでは限界があるので、なるべく早く改善が必要）。ラジオで津波警報が出ていることが分かったので、何度か呼びかけを行った。通路に行くと、デイケアから家族が戻ってくるのを待っている女性がいた。しばらく後に家族が到着したので、事務所に詰めていた 4 人で担架を使って 4 階まで運んだ（EV が止まっていたため）。夕方以降、真っ暗になったので、帰宅困難者が困らないように、管理員らと照明設備及び発電機をセットし、共同住宅の南北入口を照らした。管理員とは夜中の 3 時頃まで一緒に活動した。午前 5 時に起床し、見回りをしたが、特に人的・物的被害はなかった。計画停電もあったため、照明設備は設置したままとした。帰宅困難者は最大で 2 日後に帰宅した。1 番遠い人で日本橋だった。両親が帰宅困難となった中学生が、両親の指示により協力してくれた。EV が止まっていたため、上階へ 20kg の水を何度も運んでくれた。

地震後、子供たちは、学校からバラバラに帰宅していた。また、水を十分に確保していることが周知されていなかった。水が欲しい、自宅まで届けてほしいという声があった。人手が必要だったので、協力してくれる人が多く欲しいと感じた。

- ・ 長寿会会長

自宅で被災。共同住宅に要介護者は 20 名近くいるが、16 時頃に、2 号棟 4,13 階、4 号棟 10 階の要援護者宅に行き、安否の確認を行った。特に被害は報告されなかった。1 階に降り管理事務室に向かった。管理事務室には、ラジオが設置されていた。3 号棟 13 階にあるラウンジを臨時の避難所とした。自主防災会の情報班班長が拡声器を用いて知らせ、小さい子供がいる親子や高齢者など 20 人程度が避難所に集まった（15 時から 16 時頃）。管理員とともに水の用意をした。ポリタンクに水を入れ、並べた。ろうそくは用意していなかった。翌日（3 月 12 日）10 時頃に自主防災会のリーダーが帰宅後、自主防災会が全戸調査。この際、避難完了マグネットも使用した。棟別幹事が調査し、帰宅してない住戸は、自主防災会が引き継ぎ確認した。買い物困窮者、生活支援ボランティア登録のために全戸を訪問した。

- ・ 管理員

地震後に停電したため、EV の閉じ込めがないか手分けして確認した。閉じ込めはなかった。管理事務室に設置したラジオのボリュームを上げてエントランスに居る人にも聞こえるようにした。受水槽の水は防災マニュアルに従って閉じた。受水槽の水は計画給水としてポリ容器に入れて配布した。日が暮れて外が真っ暗になってから、帰宅困難者

が帰り始めた。懐中電灯で照らし、玄関まで送り届けた。その際、帰宅した人を確認した。共同住宅入口に配置した照明設備は、夜中3時過ぎまでつけておいた。照明器具が足りなかった。ろうそくは火災予防のため使用しないようにした。

情報の収集はラジオだけが頼りだった。EVは電気復旧とともに復旧。1台のみ不具合があったが、1~2時間でEV保守管理会社がきてくれた。15時?過ぎには修理完了。建物全体の点検は翌日(3月12日)に行ったが、特に被害はなかった。

停電復旧まで待機する必要があると思い、翌朝まで帰宅しなかった。

翌12日に設備・施設の点検を行った(EV、建物外壁の亀裂の有無、駐車場など)。

自主防災会はリーダーがしっかりしているので、まとまっている。役割分担をしているから防災訓練をしても人が出てくる。組織運営が優れている。

管理員の業務として、水道の残留塩素の測定という業務があるが、できるだけ初めての方や高齢者のお宅に伺うようにして居住者を把握するようにしている。

- ・自主防災会のリーダー

平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震時は、防災会の主力メンバーの3分の1しかいなかった。この人数で対応できたのは日頃の訓練のおかげだと思う。

## その他

- ・非常用放送設備の導入

何かあったときに、みんなに情報が行きわたらないのは困る。全館放送設備を設けるべき。インターホンと連動のものだと高額となり、かつ停電の時に使用できない。停電時にも使用できる自家発電装置で給電可能な非常放送設備を導入したい。バルコニー側からは音が入りやすいので、バルコニー側に設置したい。非常発電機も理事会で導入を検討してほしい。

- ・修繕費用について

建物の被害があった場合は、見積もりを取って、管理組合理事長に相談。建物、土地に関する問題は、管理組合の理事会の守備範囲。緊急を要する場合は、管理員の判断で対応。事後報告で理事長の承認でも問題ない。

- ・自主防災会について

自治会と管理組合のメンバーから構成される。理事会の予算で動いている。

- ・防災無線について

津波の恐れがあるため、潮位観測をしている。観測後、実際に津波が到達するまで6分ほどあると考えている。津波を観測した場合、まちづくり協議会(地域住民や企業等で構成され、防災など広域の課題解決に取り組んでいる)に防災無線で連絡する予定。防

災無線の価格は 5500 円ほど。免許が必要だが、指定周波数を優先的に使用でき、連合自治会のすべて 2km 四方をカバーできる。

・ 居住者台帳について

自主防災会の設立とともに作成。服用している薬等まで記載。管理員室で鍵をかけて保存。現在、自主防災会のリーダーが更新作業を行っている。電子データは役員にも一切渡していない。自治会長、理事長には最新版を紙データで渡している。

<避難訓練の実施と課題>

ヒアリング当日に行われていた避難訓練を見学した。避難訓練は、自治会・管理組合が年 1 回共同で開催している。約 1000 人の居住者のうち 3 割程度が参加している。

訓練の主なスケジュールは、次の通りである。

サイレン発報（緊急地震速報を想定）後、居住者は各階共用廊下等の決められた避難場所に避難し待機する。自主防災会は災害対策本部を立ち上げ、避難者の安否確認、負傷者（役割が事前に決められている。）の救護を行う。津波警報の発令を想定し、さらに 6 階以上に避難を促すとともに津波観測を行う。訓練終了後、参加者全員が広場に集合・全体点呼。はしご車による避難者救助訓練見学、応急手当訓練、防災器材（非常用発電機、投光器、救助用工具、エンジンカッター、簡易トイレ、担架、脚立ハシゴ、折りたたみリヤカー、テントなど）の組立・取扱い訓練及び炊き出し訓練を実施。

避難訓練後のミーティングの内容を以下にまとめる。

参加者について

- ・参加率が低い。いつも決まったメンバーが参加している。
- ・多くの人に参加してもらおう工夫が必要だと思う。
- ・中学生や高校生も参加させるようにしないといけない。
- ・収集した避難完了マグネットを見ると、参加率は棟・階により異なっている。芝生広場に集まってからの待ち時間が長くて、帰ってしまう人、座り込んでしまう人、遊んでいる人がいた。

避難訓練行動について

- ・集合場所が分からず迷っていた人がいた。待機する予定の要援護者が、最初から階段に集まってしまったり、負傷者も一緒に避難してしまった。
- ・待ち時間が長くて寒かったので、途中で帰宅してしまう人がいた。
- ・班長が変わるので、班旗を持っていると集まりやすい。
- ・班長も居住者の顔と名前を把握しておらず、人数カウントがあやふやになってしまった。
- ・津波を想定するのであれば、最初から 6 階以上に避難すればスムーズではないかと思う。
- ・トランシーバーを使用したやり取りが長く待ち時間が長くなり寒かった。低層階の場合

は担いで搬送する訓練をするとよい経験になるのではないかと思う。

#### 放送設備について

- ・避難訓練では緊急地震速報の代わりにサイレンを3回鳴らし避難を促すこととなっていたが、日曜日の早朝ということもあり、サイレンを鳴らす際に躊躇してしまった。
- ・テレビの音も消して待っていてもサイレンが聞こえなかったため、玄関の戸をあけて、初めてサイレンに気が付いた。
- ・非常時にサイレンのみでは、全員に知らせることが出来るか不安が残るため、非常用放送設備を導入したい。

#### 備蓄品について

- ・防災倉庫が4か所設置されているが、どこに何が備蓄されているかほとんどのマンション居住者は把握していない。どこに何があるのかを明確にした方がいい。
- ・備蓄品を使用した訓練に際に、マンホールに設置するタイプのトイレを設置していたら、マンホールが詰まったらどうするのかと聞かれた。  
→30か所のマンホールがあるので順番に使っていけばいいのではないかと思う。猫の砂を使う方法は、人数が多いので対応しきれない。(自主防災組織回答)
- ・電動カッターを使用したときに、火の粉が飛ぶので普通の服と防護メガネだけでは危ないと思った。耐火服やフェイスマスクがあるといい。  
→耐火服は市の補助リストに入っていないので、酒屋さんの前掛けのようなものを検討している。(自主防災組織回答)

#### 今後の課題

- ・仙台市内の共同住宅では、平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震時に非常用放送設備が非常に役に立ったという事例があったため導入が望ましい。津波の場合を想定して、最初から上階に避難してという意見があったが、地震の時は揺れが大きい上階にいることを不安に思う人も多い。絶対にこうしなければいけないと決めるとうまくいかない。
- ・人数を確認するのに時間がかかり、待ち時間中寒かったそうだが、非常時にはその都度優先順位を考えて動く必要がある。
- ・実際の地震では色々な場合が想定される。雨が降った場合、エキスパンションが壊れて避難に支障がある場合、地震後火災が発生した場合、津波が来て下の階が使えない場合、夜、非常用電源が使えない場合、様々な場合を想定して訓練するといい。
- ・液状化も念頭に入れておく必要があると思われる。

(2) 共同住宅 V

調査日時	2012年1月22日(日)	
住所	宮城県仙台市太白区	
施設概要	構造	鉄筋コンクリート造
	階数	地上10階建
	総戸数	総戸数100戸(分譲88戸、賃貸12戸)
	築年数	築13年
管理体制	建物管理は管理会社に委託。管理員常駐(2名/日勤)。	
管理組合	管理組合(任期1年)、自治会(任期1年)4月1日~3月31日	

<地震以前の計画などについて>

1. 震災又は防災への備えについて

1-1) 地震又は火災対策に対する役割分担及び管理組合と管理会社間の協力体制

→特に決め事はなし。平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震では、管理会社は何もしなかった。

1-2) 震災または火災に備えることとなった経緯。また設定する目標

→未回答

1-3) 避難訓練の頻度、訓練内容

→毎年、近くの学校(小学校、中学校)と連携し、避難訓練を年1回行っている。太白区には4つの連合町内会がある。所属している連合町内会(9町内会から構成)からは理事会役員のみ参加。毎年300人程度が参加。震災前の10,11月にも行っている。震災後も1回開催。おそらく今まで10回程度行っている。当該共同住宅の避難場所は共同住宅から最も近い小学校に設定されている(町内会が異なるためすぐ目の前の戸建て住宅の避難場所は中学校に設定されている)。こうした活動が共同住宅全体に行きわたらないのが課題。共同住宅単独でも防災訓練を行っているが、想定する災害は火災を対象としたもののみ。

1-4) マニュアルの有無、マニュアルの内容

→マニュアル有。各フロアが1つの班となっており、班長が災害時には安否確認をすることになっている。

1-5) 備蓄品、救援物資等(食料、水、非常用電源、かなづち、懐中電灯など)の備蓄状況と内容。地震後の機能維持の想定日数

→水、乾パンなどを備蓄。

1-6) マニュアル作成、備蓄品等購入のための予算確保状況。行政からの補助の有無

→震災前に購入した備蓄品は行政からの補助はない。震災時に使用した備蓄品の再購入にあたり、市からの補助金(15万程度)があった。備蓄品として水、缶詰、お湯を注

ぐだけで食べられるもの、電池、ロウソク、お湯を沸かす設備（ガスボンベ）、毛布などを新たに購入した。補助金の他、管理組合から予算 200 万をとり、その予算で購入。

1-7) 地震対策の想定範囲。周辺住民の受入の想定等の有無

→未回答

2. 対応マニュアルについて（マニュアルがある場合）

2-1) マニュアル作成への建築、防災関係者の参加の有無

→未回答

2-2) 啓蒙活動状況及びその方法。新規入居者に対する対応及びマニュアル等配布の有無

→未回答

2-3) 地震発生時（または火災時）の情報収集の方法

→各階に班長さんを決めており、安否確認をする前提。3月11日は自宅にいない人も多く、機能しなかった。

2-4) 地震発生時（または火災時）の管理者（防災センター）と居住者の情報伝達方法

→集会所にまず避難し、自治会長が指示をして指定避難場所に避難するかを判断すると決めていた（住める人は住み続ける、住めない人は避難が前提）。

2-5) 地震発生時（または火災時）の管理者（防災センター）と居住者それぞれのチェック項目、判断基準（建築に関する知識がない人による判断の想定の有無）

→未回答

<地震時の対応などについて>

3. 今回の地震における被災状況

（保険会社：半損認定、市役所の罹災証明：一部損壊）

3-1) 人的被害

→被害なし

3-2) ライフライン（電気、水道、ガス、EVの停止及び復旧状況）

→停電、ガス停止、上水道停止（停電による）、下水道は問題なし。EV停止

3-3) 建築架構の被災状況

→窓周りの外壁のひび割れ、外壁タイルのひび割れ及び剥離。剥離したタイルが駐車場に落下し、駐車してあった自動車に当たった。

3-4) 外構の被災状況

→駐車場の陥没

3-5) 共用通路、階段の被災状況

→被害なし

3-6) 住戸室内の被災状況（家具の転倒、照明設備の落下、ガラスの破損など）

→各家庭内の壁のクロスにひび割れ

### 3-7) 防災設備の破損

→被害なし（扉等にも被害なし）

## 4. 防災計画の奏功性及び問題点

### 4-1) 地震発生～一昼夜の行動

- ・ 居住者の行動（どこかに集合したか、それは階単位、建物単位、街区単位？）  
→大地震が発生した場合、集会所にまず避難し、自治会長が共同住宅に居住し続けることができるかを確認し指定避難場所に避難するかを判断すると決めていたが、実際は地震時に自治会長は不在だったため避難所（小学校、中学校）に各自バラバラに判断して避難した。避難した学校は混乱していたため、機転を利かせた人が紙とペンを用意し、避難した人の名前などを確認した。集会所に集まった人も数名いた。
- ・ 対策本部などの設置有無  
→設置なし
- ・ 対策本部に参集した人数  
→設置なし
- ・ 対策本部の活動内容  
（建物居住者の安否確認、情報収集及び連絡、他所との連絡、食糧・水の確保・・・）  
→特になし
- ・ 非常用電源の作動の有無  
→特になし

### 4-2) 地震翌日からライフライン復旧までの行動

- ・ 対策本部の活動内容  
（建物居住者との連絡、他所との連絡、食糧・水の確保、熱源などの確保・・・）  
→各階の班長が確認するように決められていたが当日は不在者が多く機能しなかった。翌日の3月12日に当時の理事会（自治会？）が全戸をまわり安否確認（2人で100戸）。並行して、集会所で水、乾パン等の備蓄品を配った。3月13日に缶コーヒーメーカーに勤務する居住者から缶コーヒー300~400本の寄付があり、居住者に配布した。
- ・ 建物、設備の点検（居住者、管理員（会社）、建設業者、公的機関・・・）  
→3月末にようやく写真を撮影したり、大規模修繕委員が災害状況を確認したりして住むには問題ないと判断。余震が多いのである程度落ち着かないと被災状況も確認できない。
- ・ EV不通時の上階への連絡・物資輸送の方法  
→隣に高齢者だけの夫婦が住んでいるので、声をかけ食料を分けあった。水の運搬はたまたま通りかかった際には手伝った。
- ・ ライフラインの復旧状況  
→停電（復旧3月15日）、ガス停止（復旧3月31日）、上水道停止（停電とともに屋

上のタンクに水をあげることができなくなり断水。電気復旧とともに復旧。屋上のタンクが地震により傾いたものの大きな水漏れはなく、地上にある貯水槽も被害なし。水道蛇口が1つついており、14日に水が出ることに気が付いた。水が出ることは特に告知しなかったが、ロコミで広まった。下水道は問題なし。EVは3月16日復旧。

- ・対策本部の継続期間

→設置なし

#### 4-3) ライフライン復旧後の行動

- ・破損、不具合箇所の改修（方法、手続き、スケジュール、費用・・・）

優先的に対応したものはなにか？

→大規模修繕を2012年3月に予定しており、2年ほど前に大規模修繕委員会（5名）を立ち上げていた。建築、電気設備に詳しい居住者からメンバーを選出。2011年5月から居住者の要望を複数回にわたりアンケート調査するとともに、7月23,24日には各住戸をまわって被災状況を確認した。2012年3月に着手、7月に竣工予定。費用は積立金のみで賄う予定（共同住宅竣工後13年間の積み立て）。

## 5. 今後の課題と対策

### 5-1) 地震後火災対策のマニュアル作成もしくは改訂

→共同住宅では、近所付き合いを好まない人も多いが、震災後はEVが動かず高齢者が閉じこもってしまうと危険だと思った。住民カードを作成し、各住戸に住んでいる居住者の年齢を記載してもらおう予定。案内文と一緒に配布し、今、半分程度回収できている（高齢者単身世帯が1世帯、他に高齢者のみの世帯がいる）。

### ◇居住者（10階に家族と居住）の震災後の対応

- 11日 震災時は会社にいた。一つの車に複数人乗り、各家を順番にまわり帰宅。普段1時間弱のところ4,5時間かかった。このため、役員が揃ったのは18時頃。賃貸のため躯体を傷つけるような固定方法を取れなかったため、棚と壁の間に接着シートを貼って固定していたが、平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震のような長い揺れには対応できずすべての棚が倒れ、ガラス類も壊れた（震災後、ガラス類は買っていない）。家の中がめちゃくちゃだった。接着シートは長い間揺れるような地震では持たないと思った。震災直後は、日々どう生活するかのみ考えていた（共同住宅自体は大丈夫だと思ったので）。まずお風呂に水がためてあること、蛇口から水が出ることなどを確認した。
- 12日 屋上タンクの水がなくなり蛇口から水が出なくなった。ガソリン不足が問題となっていた。
- 13日 情報を集めに行き、トイレが使用できる場所、電気保安協会が携帯が充電できるということ、街の中心部の銀行が使えること、バス運行状況情報（13日に運行開始し、

ガソリンなくなるまで走行すると宣言)を得ている。大きな幹線では電気が復旧(もしかしたら12日か14日)。貯水槽の水が駐車場に設置された蛇口から使用できた(特に情報は出さず、ロコミのみの情報伝達。目立つ場所にあった)。

14日 食料の状況を確認するため近所を歩きまわっている。

15日 出勤した。電気復旧とともに水が復旧。上水道が復旧するまで飲み水はペットボトルと外の蛇口からの水を使用し、トイレはお風呂にためていた水を使用(会社、学校など外出先のトイレを使用)。下水道は問題なかった。

建物は階により被害が異なり、特に2,3階の被害が大きかった。震災後冷蔵庫を開けなかったため、電気復旧まで冷やすことができた。1番困ったのはガス(3月30日復旧)とEV(3月16日復旧)が使えなかったこと。カセットコンロを使用した。

◇共同住宅単独の自治会(加入率100%)。管理費から自治会費を出している。自治会の活動としては、おまつり、小学校と他の自治会対抗運動会など。連合会がしっかりしており、色々と活動している。サロン会等開催。管理組合と自治会は一緒に運営している。役員を選出は、各年毎に各フロアの○号室の人と決めている。

◇若い人たちの生活スタイルが問題となった。食べ物の備蓄が少なくすぐに避難所に駆け込む例が多かった。避難場所は基本的に住めない人が来るのが前提。食べ物をもらいに行くところではない。車に乗って避難所に食べ物をもらいに行く例もあった。

◇お年寄りには閉じこもってしまう傾向にあった。町内連合会でも問題視している。現在、住民台帳(名前、年齢等)を作っており、半数ほど集まっている。

◇震災前後で大きな活動の変化は見られない(避難訓練の参加人数も変化なし)。大きな地震を経験したので安心したのか。

表付 2.2 建物に設置・配置されている防災設備（共同住宅 V）

目的	設備の種類	設置の有無	破損状況	点検・復旧日	備考
初期消火	消火器	有	被害なし	※2	
	屋内消火栓	有	被害なし	※2	
	スプリンクラー	無			
	その他の消火設備	無			
感知・放送・避難	自動火災報知設備	有	被害なし	※2	
	非常警報（放送）	有	被害なし	※2	共用部のみ
	避難階段	有	被害なし	※2	
	避難器具	無			
	非常照明	無			
	誘導灯	有 ※1	被害なし	※2	
	排煙設備	無			
消防活動	非常用 EV	無			（台数）
	自家発電設備	無			（容量）
	連結送水管	無			
	消火用水	無			（容量）
	防災センター	無			管理人室有

※1 アンケート調査の回答は「無」となっていたが、ヒアリング調査時に確認

※2 未回答

### (3) 共同住宅 SA

調査日時	2012年1月22日(日)	
住所	宮城県仙台市青葉区	
施設概要	構造	鉄骨鉄筋コンクリート造
	階数	地上15階建(A棟15階、B棟10階)
	総戸数	総戸数228戸(分譲219戸、賃貸9戸)
	築年数	築26年
管理体制	建物管理は管理会社に委託。管理員常駐(1名/24時間365日)。	
管理組合	管理組合(任期2年)、町内会(任期2年、隣接する共同住宅Rと一体運営)	
その他	2002年に元々のオーナーが倒産したため管理組合が法人格となり建物管理	

#### <地震以前の計画などについて>

##### 1. 震災又は防災への備えについて

###### 1-1) 地震又は火災対策に対する役割分担及び管理組合と管理会社間の協力体制

→特に決め事はなし。平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震時は管理員は3時間かけて徒歩で出勤してきた。その時には、(独自に判断することなく)こちらの指示で動いてもらった。管理会社からガソリン、食料などの支援があった。

###### 1-2) 震災または火災に備えることとなった経緯。また設定する目標

→2005年8月16日の宮城県沖地震

###### 1-3) 避難訓練の頻度、訓練内容

→2005年8月に当時町内会長だった女性(宮城県沖地震の経験者)が自主防災組織を立ち上げた。これ以降、毎年10月に共同住宅単独の避難訓練を行っている。参加者は150~160名程度。発足後4,5年目から芋煮会も行っており、この経験や備蓄品(プロパンガス(8kg×2本)、80人用の大鍋)が平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震後の炊き出しの役に立った。

###### 1-4) マニュアルの有無、マニュアルの内容

→2005年8月の宮城県沖地震は在宅している人が少なかった。このとき、何かあったら管理員室へ集まることに決めた。

###### 1-5) 備蓄品、救援物資等(食料、水、非常用電源、かなづち、懐中電灯など)の備蓄状況と内容。地震後の機能維持の想定日数

→自主防災組織が出来て3~4年目に備蓄品(救護品、炊出用品、護身防寒用品、照明設備、連絡用具、工具類、衛生用品など)を整備。1世帯に水を20×2本用意(当日は1本ずつ配布)。隣接する共同住宅Rと町内会を一体運営していることもあり、備蓄倉庫はまとめて共同住宅SAにある。備蓄品は実際に使ってみないとわからない。充電式の懐中電灯を用意していたが15分間しか使えなかった。LEDの電池式の懐中電灯、照

明用の小型発電機を購入した。

1-6) マニュアル作成、備蓄品等購入のための予算確保状況。行政からの補助の有無

→未回答

1-7) 地震対策の想定範囲。周辺住民の受入の想定等の有無

→未回答

## 2. 対応マニュアルについて（マニュアルがある場合）

2-1) マニュアル作成への建築、防災関係者の参加の有無

→未回答

2-2) 啓蒙活動状況及びその方法。新規入居者に対する対応及びマニュアル等配布の有無

→未回答

2-3) 地震発生時（または火災時）の情報収集の方法

→未回答

2-4) 地震発生時（または火災時）の管理者（防災センター）と居住者の情報伝達方法

→未回答

2-5) 地震発生時（または火災時）の管理者（防災センター）と居住者それぞれのチェック項目、判断基準（建築に関する知識がない人による判断の想定の有無）

→未回答

<地震時の対応などについて>

## 3. 今回の地震における被害状況

（保険会社：半損認定、市役所の罹災証明：全壊）

3-1) 人的被害

→家具等の転倒により玄関にたどり着けず室内に閉じ込められた人がいた（1名）。自主防災組織による全戸調査の際は応答がなかったので気が付かなかったが、夜になりベランダから懐中電灯を点灯することにより外部に救助を求めて発覚。やけどを負っていた。

3-2) ライフライン（電気、水道、ガス、EVの停止及び復旧状況）

→停電（復旧3月13日夕方）、ガス（復旧3月31日）、上水道（復旧4月2日※受水槽破損のため。市では3月末に復旧）、下水道（1か所破断有）、通信（復旧3月14日）、A棟非常用EV（復旧3月20日）、B棟EV（復旧3月14日）。町内会を一体で運営している隣接する共同住宅RではEVへの閉じ込めがあった。備蓄品（共同住宅Rと共同購入）のバールを用いて救出した。

3-3) 建築架構の被害状況

→躯体外壁：共用廊下に面する壁、開口部（玄関扉・サッシ）まわりにクラック多数。  
構造躯体：2階南西外壁の梁の一部に亀裂、欠陥あり。  
壁、エキスパンションに破損あり

屋上に設置した機器類に変形等あり。

#### 3-4) 外構の被害状況

→地下の受水槽破損。現在も応急手当のみ（来年度に復旧予定）。

#### 3-5) 共用通路、階段の被害状況

→共用廊下の雑壁にせん断破壊。正面エントランス壁がX字破壊。

#### 3-6) 住戸室内の被害状況（家具の転倒、照明設備の落下、ガラスの破損など）

→ほぼ全戸で家具転倒あり。室内が足の踏み場もない状態だった。

#### 3-7) 防災設備の破損

→消火器3本が地震により倒れ、さらに安全ピンが外れ中身が散乱した。

### 4. 防災計画の奏功性及び問題点

#### 4-1) 地震発生～一昼夜の行動

- ・居住者の行動（どこかに集合したか、それは階単位、建物単位、街区単位？）  
→大多数が近くの中学校や親戚の家などに避難したが、ほとんどの人が翌日には戻ってきた。5階の大広間にも5～6人避難。  
3時30分過ぎに、「避難して下さい。共同住宅に残る場合は自己責任です」と放送設備を用いて共同住宅からの避難を呼びかけるとともに、避難所が開設しているかどうかを確認した(避難した居住者も、翌日にはほとんど戻っていた)。本来は、避難所の開設は市役所の人々が避難所として使用できる状況かどうか確認後が原則だが、今回は連絡がなかったため学校判断で開設。飲料、アルファ米の配布があった。平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震翌日は、仙台駅(共同住宅から2kmの位置)に避難していた旅行客など千数百人が避難所に誘導されてきた。2日目には帰宅したが、食料、飲料ともに足りなかった。
- ・対策本部などの設置有無  
→11日中に、1階管理人室に自主防災組織の本部を立ち上げ。
- ・対策本部に参集した人数  
→自主防災組織(30～40人)のうち当日在宅していた人。自主防災組織の長は理事長。
- ・対策本部の活動内容  
(建物居住者の安否確認、情報収集及び連絡、他所との連絡、食糧・水の確保・・・)  
→自主防災組織が安否確認のため、当日2回全戸調査を行った。全員の無事を確認するのに1週間程度かかった。全戸訪問の他、炊き出しの際に名前を書いてもらい安否を確認。
- ・非常用電源の作動の有無  
→非常用発電機あり。非常用発電機を止めるのを忘れており、昼なのに照明がついたまま3時間回し続け、気がついて止めた。昼間回し続けたため18時過ぎまでしかもたなかった。その後は車のライト等を使用。平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震後、照明用の非常用発電機を購入した。

#### 4-2) 地震翌日からライフライン復旧までの行動

##### ・対策本部の活動内容

(建物居住者との連絡、他所との連絡、食糧・水の確保、熱源などの確保・・・)

→平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震翌日から 5 日間、炊き出しを自主防災組織 (町内会?) が 1 階エントランスで 1 日 1 回行った。材料は、備蓄品や呼びかけにより提供してもらったものを使用。プロパンガス(8kg×3 (うち 2 本は備蓄品)) がなくなったため 5 日間のみ実施。

炊き出しのきっかけは、3 月 12 日に泉地区 (共同住宅から 4km 離れたところ) で働いている女性が会社にあるプロパンガスを用いてごはんを炊き、持ってきてくれたこと。翌日の 3 月 13 日には、お米と水を会社まで持参し、炊いてもらった。それ以降、居住者から集めたお米を炊飯器で炊いた。

情報を 1 階ロビーに貼り出した (好評であった)。館内放送を用いてボランティア (水汲み、家具の整理など) を募った。ボランティアに震災ゴミの運びだし、水の運搬などを手伝ってもらった。ボランティアセンターからのボランティアの派遣も数回お願いした。

情報伝達のため、掲示板 (3 つ) を設置。水、食料の情報、病院、携帯の充電、お風呂、ガス、ゴミの出し方等の情報提供を行った。最初は自主防災組織の広報を貼っていたが、居住者がこういう情報がほしいというリクエストを貼ると、それに対する回答が貼られるようになった。また、ここに避難していますという情報を貼る欄も設けた。避難所は市からの情報が入るが、共同住宅の場合、自ら情報を集めに行かないと情報が入らない。地元情報が必要であった。

3 月 19 日に居住者の中にいる医師 2 名が主体となり、高齢者の閉じこもり防止のためリフレッシュ体操、健康相談を行った。

##### ・建物、設備の点検 (居住者、管理員 (会社)、建設業者、公的機関・・・)

→3 月 12 日に理事長が直接、建設会社に出向き要請。平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震時に壊れた受水槽も 12 日は消防により、13 日は建設会社により排水、補修。あふれた (油がまざった) 水は生活用水として使用した。13 日に建設会社が目視により安全性を評価。確認を行った後は、管理組合が共同住宅に居ても問題ないことを居住者に伝えている。

3 月 12 日から被害状況写真を撮影。記録係、写真係、食料係、危険個所の工事係など役割分担した。ベニヤが手に入りづらかったため、プラベニヤを貼りつけるなどの補修を行った (建設会社による補修)。

##### ・EV 不通時の上階への連絡・物資輸送の方法

→水は非常用水栓 (水道量水器から受水槽に送る中間にある散水栓) があり、ゴムホースで 10 階まで届けることができた。また、A 棟と B 棟は行き来が可能であることから、A 棟の非常用 EV (3 月 20 日復旧) が復旧前も、B 棟の EV が 3 月 14 日に復旧した後は、10 階までは EV で行くことが出来た。

- ・ライフラインの復旧状況
  - 停電（復旧 3 月 13 日夕方）、ガス（復旧 3 月 31 日）、上水道（復旧 4 月 2 日）、下水道（1 か所破断有）、通信（復旧 3 月 14 日）、A 棟非常用 EV（復旧 3 月 14 日）B 棟 EV（復旧 3 月 20 日）。
- ・対策本部の継続期間
  - 2011 年 3 月 12 日～22 日まで。それ以降も、ボランティアの呼びかけなどを継続している。

#### 4-3) ライフライン復旧後の行動

- ・破損、不具合箇所の改修（方法、手続き、スケジュール、費用・・・）
  - 優先的に対応したものはなにか？
  - 2011 年 7 月 8 日～12 月 24 日まで段階的に改修。1 番危なそうなところを中心に上の階から順番に改修。
  - 2011 年 10 月 1 日の避難訓練の参加者は去年と比べて変化はないが、補修工事の説明会（図書室）には 130 人集まった。
  - 補修工事は、2011 年 5 月 10 日に見積もり、工程表、5 月 15 日に理事会、6 月 12 日に通常総会。総会后、工事契約し着手（期間 5 か月）
  - 補修の予算は、保険（半損認定）を使用。仙台市の応急修理制度も 219 世帯のうち 190 世帯が使用。委任状等してもらい半数くらいはまとめて申請した（2011 年 4 月 20 日頃）。外壁は大規模修繕で対応することとしているので、未対応。地下の受水槽もまだ（ヒアリング時に目視したが、特に破損は見られなかった）。
  - 理事会だよりを被害報告に関して、3 月 27 日、4 月 12 日、4 月 30 日の 3 回発行。被害調査結果について、3 回居住者に広報を行った（居住者に恐怖心があり心配の声があったため）。

## 5. 今後の課題と対策

### 5-1) 地震後火災対策のマニュアル作成もしくは改訂

- 家具を固定する際に、躯体を傷つけるのでアンカーをうつなどの方法は禁止していた。平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震後は認めようという動きがあり、総会で変更の手続きを取ろうとしている最中の 4 月 7 日に大きな地震があったため、総会の議決前に転倒防止対策をしても OK ということになった。

### その他

平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震後、病院から戻ってきた赤ちゃんがいたが、震災による急な退院だったため、おむつなどの用品の準備がなかった。おむつ等の提供を呼び掛けたらたくさん集まった。日頃、ドライな付き合いに思えたが、声をかければ協力が得られることが分かった。

以上

表付 2.3 建物に設置・配置されている防災設備（共同住宅 SA）

目的	設備の種類	設置の有無	破損状況	点検・復旧日	備考
初期消火	消火器	有	中身の散乱	※	3本
	屋内消火栓	有	被害なし	※	
	スプリンクラー	無			
	その他の消火設備	無			
感知・放送・避難	自動火災報知設備	有	被害なし	※	
	非常警報（放送）	有	被害なし	※	各住戸に直接伝えることができるもの
	避難階段	有	被害なし	※	
	避難器具	無			
	非常照明	有	被害なし	※	
	誘導灯	有	被害なし	※	
	排煙設備	有	被害なし	※	A棟非常用EVホール
消防活動	非常用EV	有	被害なし	※	（台数）A棟1台
	自家発電設備	有	被害なし	※	（容量）3時間
	連結送水管	有	被害なし	※	
	消火用水	有	被害なし	※	（容量）13m <sup>3</sup>
	防災センター	有	被害なし	※	（1階）

※未回答

#### (4) 共同住宅 C

調査日時	2012年1月23日(月)	
住所	宮城県仙台市太白区	
施設概要	構造	鉄筋コンクリート造
	階数	地上7階建
	総戸数	総戸数44戸(分譲38(39)戸、賃貸6(5)戸)
	築年数	築21年
管理体制	建物管理は管理会社に委託。管理員常駐(9時~17時)。	
管理組合	管理組合(8名:任期4年*理事長のみ2年)、自治会(8名:任期2年以上)	
その他	自治会の班長は2年以上継続。自治会から2名管理組合に移る。	

#### <地震以前の計画などについて>

##### 1. 震災又は防災への備えについて

- 1-1) 地震又は火災対策に対する役割分担及び管理組合と管理会社間の協力体制  
→防災組織を編成。防災組織は消防に届け出を出したのみ。特に活動はしていない。
- 1-2) 震災または火災に備えることとなった経緯。また設定する目標  
→未回答
- 1-3) 避難訓練の頻度、訓練内容  
→ウォーキングクリーンアップ、食事会と合わせ、年に一度共同住宅単独での防災訓練を行っている。
- 1-4) マニュアルの有無、マニュアルの内容  
→未回答
- 1-5) 備蓄品、救援物資等(食料、水、非常用電源、かなづち、懐中電灯など)の備蓄状況と内容。地震後の機能維持の想定日数  
→未回答
- 1-6) マニュアル作成、備蓄品等購入のための予算確保状況。行政からの補助の有無  
→備蓄はしていなかった。平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震直後に及びが炊き出しのために市民センターで使用した資材(ボンベや釜などの道具)を共同住宅側で負担したので、それを補填する費用として公的補助が出た(仙台市から私的避難所の負担金に対し10割補助金)。
- 1-7) 地震対策の想定範囲。周辺住民の受入の想定等の有無  
→未回答

##### 2. 対応マニュアルについて(マニュアルがある場合)

- 2-1) マニュアル作成への建築、防災関係者の参加の有無

→未回答

2-2) 啓蒙活動状況及びその方法。新規入居者に対する対応及びマニュアル等配布の有無  
→納涼会やスポーツ大会を開催し交流を図っている。これによって、地震時の確認作業がスムーズに行えた。

2-3) 地震発生時（または火災時）の情報収集の方法

→未回答

2-4) 地震発生時（または火災時）の管理者（防災センター）と居住者の情報伝達方法

→未回答

2-5) 地震発生時（または火災時）の管理者（防災センター）と居住者それぞれのチェック項目、判断基準（建築に関する知識がない人による判断の想定の有無）

→未回答

<地震時の対応などについて>

### 3. 今回の地震における被害状況

（保険会社：一部損認定、市役所の罹災証明：採択中\*）

\*市の罹災証明の再評定は4～5か月かかる。半壊以上だと補助金が出る。住宅応急修理制度の届け出締め切りは3月末までなので、再評定で半壊ならば届け出をと考えている。

3-1) 人的被害

→被害なし

3-2) ライフライン（電気、水道、ガス、EVの停止及び復旧状況）

→電気、ガス、EVが停止。

上水道は使用出来たが、停電によりポンプが停止し水道の使用不可。上水道は来ていたので、地上にある受水槽の水栓から水を活用できた。水の配布について掲示しなかったが、口コミで広まった。下水は使用出来たものの、仙台市の下水処理場に被害が出た為、自主的な使用制限を呼びかけていた。

3-3) 建築架構の被害状況

→外壁タイル（2011年3月11日に一部クラック。4月7日の余震でタイルの崩れ）  
躯体（梁）に一部クラック。

3-4) 外構の被害状況

→エントランスの地盤沈下。フェンス変形。受水槽の空気口破損（部品の交換のみ）。

3-5) 共用通路、階段の被害状況

→4月7日の余震によるタイルの剥離等あり。

3-6) 住戸室内の被害状況（家具の転倒、照明設備の落下、ガラスの破損など）

→2～5階にかけて建物被害が大きく、5,6階は家具の転倒等で室内が散乱。

3-7) 防災設備の破損

→被害なし。

#### 4. 防災計画の奏功性及び問題点

##### 4-1) 地震発生～一昼夜の行動

→16 時過ぎに理事長が帰宅。理事長と管理員と自治会長夫人で安否確認。部屋番号と名前を確認するとともに、「共同住宅に残る場合は自己責任、市民センターに避難して下さい」と呼びかけた。

周辺の避難所を確認、指定避難所の小学校の体育館は照明が落ち天井が崩れていた為避難できず。近くの市民センター（避難所として指定されていない）に避難。

仙台市では市民センターの下にコミュニティセンターがありコミュニティセンターに備蓄品が置かれている。共同住宅ではコミュニティセンターで避難訓練をしており、備蓄品が置かれていることは知っていた（備蓄品は消防の持ち物）。市民センターには非常用発電機があった。共同住宅最寄りの市民センターの場合は、コミュニティセンターが併設されている。

- ・居住者の行動（どこかに集合したか、それは階単位、建物単位、街区単位？）  
→比較的被害が少なく共同住宅に残った 1 階の居住者や、車や実家に避難した人以外は市民センターに避難。電気が復旧するまでを過ごした（共同住宅に残った人は数名）。
- ・対策本部などの設置有無  
→事前に自主防災組織は編成していたが昼間の時間帯で不在のため実質機能しておらず、共同住宅にいる居住者で対応した。
- ・対策本部に参集した人数  
→未回答
- ・対策本部の活動内容  
（建物居住者の安否確認、情報収集及び連絡、他所との連絡、食糧・水の確保・・・）  
→地震直後に自治会長と管理員で安否確認。その際に手書きで名簿を集めた（自治会）。市民センターにある炊出しの器材は消防団所有の為、町内会長と役員が相談の上、食糧や道具を各家庭から持ち寄り、炊出しを地震の 12 日の朝から行う。炊き出しは市民センターの駐輪場で行った。共同住宅周辺からも人が集まり、年配者・子供に優先的に配給した。100～150 人に提供。15 日の朝に電気が復旧するまで実施。12 日は避難者の持ち寄り(カセットコンロ)を使用し、13 日以降は消防団の機材（ガスボンベ、釜など）を使用した。近くの生協やレストランからの差し入れもあった。
- ・非常用電源の作動の有無  
→未回答

##### 4-2) 地震翌日からライフライン復旧までの行動

- ・対策本部の活動内容  
（建物居住者との連絡、他所との連絡、食糧・水の確保、熱源などの確保・・・）  
→水は受水槽の蛇口から確保できた。張り紙等はなく、口コミで広がった。

- ・建物、設備の点検（居住者、管理員（会社）、建設業者、公的機関・・・）  
→未回答
- ・EV 不通時の上階への連絡・物資輸送の方法  
→物資等の上げ下ろしは人力で行った。高齢者住居の水の上げ下ろし等は、その都度理事長とその息子が自主的に手伝っている。
- ・ライフラインの復旧状況  
→電気（3月15日復旧）、ガス（3月30日復旧）、EV（復旧は2～3週間後）。  
上水道（電気の復旧時）
- ・対策本部の継続期間  
→未回答

#### 4-3) ライフライン復旧後の行動

- ・破損、不具合箇所の改修（方法、手続き、スケジュール、費用・・・）  
優先的に対応したものはなにか？  
→補修は応急的なものを、積立金を取り崩し行った。大規模改修に関しては罹災証明が採択中（同程度の被害状況で半壊認定を受けている建物がある）であること、材料費や人件費が高騰していることから保留にしている。保険は一部損扱い。

## 5. 今後の課題と対策

### 5-1) 地震後火災対策のマニュアル作成もしくは改訂

- 平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震後、名簿等作成等を行っていない。震災時はとにかく情報がないので、その収集が今後の課題である。

### その他

- ・地震発生時、大きな交差点以外の信号機は停まり、交通渋滞が発生。帰宅に通常時の何倍もの時間を要した。
- ・生協での買い物は2時間待ち、1人10分以内で10商品まで。支払は現金のみ。
- ・電気が止まっていたため、銀行のATMではお金をおろせない状態。10万円までは引き出せたので、当面の生活分は確保することができた。

以上

表付 1.4 建物に設置・配置されている防災設備（共同住宅 C）

目的	設備の種類	設置の有無	破損状況	点検・復旧日	備考
初期消火	消火器	有	被害なし	3/11 点検	
	屋内消火栓	有	被害なし	3/11 点検	
	スプリンクラー	無			
	その他の消火設備	無			
感知・放送・避難	自動火災報知設備	有	被害なし	3/11 点検	
	非常警報（放送）	無			
	避難階段	屋外 2 本	被害なし		
	避難器具	有	被害なし	占有部なので定期点検 4/18	
	非常照明	有	被害なし		
	誘導灯	無			
	排煙設備	有	被害なし	3/11 点検	エントランス
消防活動	非常用 EV	無			(台数)
	自家発電設備	無			(容量)
	連結送水管	有	被害なし	4/18 点検	
	消火用水	有	被害なし	4/18 点検	(容量)
	防災センター	無			(階)

(5) 共同住宅 R

調査日時	2012年2月22日(水)	
住所	東京都中央区	
施設概要	構造	鉄筋コンクリート
	階数	地下2階地上39階建(A棟:39階建、B棟:3階建)
	総戸数	総戸数247戸(3~12階が地権者の住居、12階から上階は賃貸)
	築年数	築5年
管理体制	建物管理は管理会社に委託。管理員常駐(防災センター)	
管理組合	管理組合(14名:建物再開発組合が共同住宅竣工時から役員となっている)、町会は個人の判断で入会。町会加入者数250人中130人が共同住宅Rの居住者。7~8人の役員も町会に加入している(管理組合役員と兼任あり)。共同住宅独自の自治会はない。	

<地震以前の計画などについて>

1. 震災又は防災への備えについて

1-1) 地震又は火災対策に対する役割分担及び管理組合と管理会社間の協力体制

→未回答

1-3) 避難訓練の頻度、訓練内容

→単独の防災訓練と、町会と共同での防災訓練をそれぞれ年1回(4月・11月)行っている。町会と共同の防災訓練の参加者は130~150人程度。2011年4月30日に行った共同住宅単独の防災訓練は平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震後すぐのため参加率が上がり、100人程度の参加があった。消防団、区の担当者、警察も来た。防災訓練の内容は毎年少しずつ変えており、安否確認、避難訓練も行っている。避難完了マグネットのようなものは使用していない。

1-4) マニュアルの有無、マニュアルの内容

→マニュアルは区と協力し作成済み。

1-5) 備蓄品、救援物資等(食料、水、非常用電源、かなづち、懐中電灯など)の備蓄状況と内容。地震後の機能維持の想定日数

→受水槽もあり、多少備蓄もしているが、居住者には個々で備蓄するようお願いして、備蓄品があることは伝えていない。卓上コンロ、水などを備蓄するように指導している。

1-6) マニュアル作成、備蓄品等購入のための予算確保状況。行政からの補助の有無

→2008年に区に勧められ一緒にマニュアルを作成した。区は、既に他の共同住宅においてマニュアルを作成しており、3度目のマニュアル作成であった。マニュアル作成に当たりアンケート調査を行ったが、かなり時間がかかった。備蓄品購入のための区から

の補助はない。

1-7) 地震対策の想定範囲。周辺住民の受入の想定等の有無

→未回答

## 2. 対応マニュアルについて（マニュアルがある場合）

2-1) マニュアル作成への建築、防災関係者の参加の有無

→未回答

2-2) 啓蒙活動状況及びその方法。新規入居者に対する対応及びマニュアル等配布の有無

→避難訓練の参加者及び希望者にマニュアルを配布している（全戸配布はしていない）。

2-3) 地震発生時（または火災時）の情報収集の方法

→各階において、EV ホールに集合後、互いに部屋番号、名前、人数、負傷者等の安否状況を確認し、各階に保管している階別安否情報シートに記入する。このとき、安否不明の住戸については玄関ドアを叩く等により確認をする。階の代表者は拠点階（5階ごとに設置）に階別安否情報シートを届け、状況を報告する。拠点階の代表（以下、ブロック長）はブロック別安否情報シートに記入し対策本部に報告する。

2-4) 地震発生時（または火災時）の管理者（防災センター）と居住者の情報伝達方法

→震度 5 強以上の場合、防災センター要員は、館内放送、住居内インターホンで、管理組合役員、12 階以下の居住者（各階代表）に対し、防災センターへの集合を呼びかける。集合したメンバーで防災センターに対策本部（情報班・救護班）を設置する。対策本部（情報班）は、ブロック長との非常電話での通話により情報を状況を把握する。対策本部（情報班）からの指示は、館内放送、非常用電話を使用する。

2-5) 地震発生時（または火災時）の管理者（防災センター）と居住者それぞれのチェック項目、判断基準（建築に関する知識がない人による判断の想定の有無）

→地震発生後 2~3 日目に対策本部は、安全班、物資班を設置。このうち、安全班が建物・設備の安全確保を担当する。対策本部の安全班の役割は以下の通り。

1. 管理会社等の担当職員に協力し、建物及び設備の状況を確認する。

建物は外装、内装、構造等を、設備は給水管、配水管、電気配線、EV 等の状況を確認する。

2. 管理会社等に点検結果のまとめを依頼する。

危険個所の明示と危険防止策、復旧が必要な場所・内容・費用等及び EV の復旧見通し等

3. 点検結果を対策本部に報告し、対策本部の指示に基づき管理会社が行う危険防止・復旧対策を管理する。

4. 費用を要する復旧内容については、協議会の開催を要請し、協議会の承認を得て行う。

なお、各ブロックの安全班は、管理会社の担当職員、対策本部・安全班に協力し、建物及び設備の状況を確認するとともに、各住戸の被災状況を災害連絡カードからまと

め対策本部に報告する。また、ブロックの危険防止・復旧対策を管理する。

<地震時の対応などについて>

### 3. 今回の地震における被災状況

#### 3-1) 人的被害

→被害なし

#### 3-2) ライフライン（電気、水道、ガス、EVの停止及び復旧状況）

→EVが地震時管制運転装置により停止。地震後約2時間30分後に業者が閉じ込めがな  
いかを確認し復旧。

#### 3-3) 建築架構の被災状況

→被害なし

#### 3-4) 外構の被災状況

→被害なし

#### 3-5) 共用通路、階段の被災状況

→被害なし

#### 3-6) 住戸室内の被災状況（家具の転倒、照明設備の落下、ガラスの破損など）

→制震構造のため、ほとんど揺れもなかった。高層階よりも20階程度の方が揺れが大き  
かった。

#### 3-7) 防災設備の破損

→被害なし

### 4. 防災計画の奏功性及び問題点

#### 4-1) 地震発生～一昼夜の行動

- ・居住者の行動（どこかに集合したか、それは階単位、建物単位、街区単位？）  
→幼い子供がいる母親など50人ほどが自主的に1階のエントランスに集まった。椅子  
を並べたり、共用施設（集会所）を開放したりし滞在できるようにした。EV復旧と  
ともに、避難者は徐々に部屋に戻った。
- ・対策本部などの設置有無  
→特に本部は設置していないが、防災センター長と管理組合役員が対応。
- ・対策本部に参集した人数  
→
- ・対策本部の活動内容  
（建物居住者の安否確認、情報収集及び連絡、他所との連絡、食糧・水の確保・・・）  
→車いす居住者（5世帯）の安否確認を行っている（インターホンにより確認）。理事  
長の判断によりB棟の集会所を帰宅困難者に開放した。共同住宅の下階にある店舗が  
通常の営業時間を延長し帰宅困難者に対応しているのを見て開放することを判断し

た。店舗とは平常時から交流がある。お祭りにも参加してもらっている。

- ・非常用電源の作動の有無

→停電しなかったため使用していない。

#### 4-2) 地震からライフライン復旧までの行動

- ・対策本部の活動内容

(建物居住者との連絡、他所との連絡、食糧・水の確保、熱源などの確保・・・)

→特になし

- ・建物、設備の点検 (居住者、管理員 (会社)、建設業者、公的機関・・・)

→管理組合、管理会社等が平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震当日 (2011 年 3 月 11 日) から被災状況を調査。専有部については居住者の申告により調査。

- ・EV 不通時の上階への連絡・物資輸送の方法

→EV 停止時の物資の運搬等を行っていない。

- ・ライフラインの復旧状況

→EV は地震後 2 時間 30 分後に復旧。

- ・対策本部の継続期間

→対策本部を設置していない。

#### 4-3) ライフライン復旧後の行動

- ・破損、不具合箇所の改修 (方法、手続き、スケジュール、費用・・・)

優先的に対応したものはなにか？

→改修の必要なし。

## 5. 今後の課題と対策

### 5-1) 地震後火災対策のマニュアル作成もしくは改訂

→マニュアル改訂の予定はない。マニュアルには、地震が起きた際に居る人間でやるしかないと思っているので、各役割の担当者名を記載していない。

平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震の前に仙台の高層共同住宅の管理組合の人がマニュアルの作成方法などを聞きに来た。防災マニュアル作成の途中で平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震が起こったが、作成の過程で得た経験が役に立ったと言われた。その共同住宅では 3 日間炊き出しを行ったようだが、大変であったと聞いた。

区からは、受入想定人数を超えるため近くの避難所に来ないようにと言われている。ライフラインが止まった場合、復旧までの 1 週間程度を行政に頼らず自分で何とかしなければいけないと思う。また、今回の地震により帰宅困難者の問題に気づかされた。居住者を中心に地震後の対応を考えていたが、共同住宅内に事務所棟がある場合、受け入れをどうするかなどの問題がある。

備蓄品は会社、自宅両方にする必要があるのかもしれない。平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震では最寄りの避難所に指定されている小学校では、何も食べ

物を提供しなかった。近くの体育館では炊き出しを行ったようだ。百貨店・ホテルも開放していた。

3月に区から炊き出し用品を借り、町会と合同で炊き出しを行う予定。共同住宅敷地内で、燃料に灯油を使用して行う予定。

共同住宅では隣近所と煩わしい近所付き合いをしなくても良いと言われ販売されることもあるが、実際にはそうはいかない。災害時の協力関係は必要（平常時からの付き合いが大切）。共同住宅には、若い人や長期不在者がいる場合がある。連携を取ることが難しいケースも考えられる。

平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震では非常用放送設備を使用しなかった。今後は活用したい。

区は、共同住宅が多いことから情報の発信を各共同住宅にしたいと考えており、分譲マンション管理組合交流会を開催している。

各住戸に設置されているインターホンは、停電の場合使用できない。

表付 2.5 建物に設置・配置されている防災設備（共同住宅 R）

目的	設備の種類	設置の有無	破損状況	点検・復旧日	備考
初期消火	消火器	有			
	屋内消火栓	有			
	スプリンクラー	有			全館
	その他の消火設備	有			駐車場：泡消火設備
感知・放送・避難	自動火災報知設備	有			
	非常警報（放送）	有			
	避難階段	有			
	避難器具	有			
	非常照明	有			
	誘導灯	有			
	排煙設備	有			共用部のみ
消防活動	非常用 EV	有			（台数）1基 （通常の EV は 3 基）
	自家発電設備	有			（容量） 6 時間程度使用可
	連結送水管	有*1			
	消火用水	有*2			（容量）
	防災センター	有			（1 階）

\*1 連結送水管の送水口は防災センターの他 1 カ所にある

\*2 24 階にも消火用水（6m<sup>3</sup>）あり

(6) 共同住宅 K

調査日時	2011年8月10日(水)	
住所	千葉県浦安市	
施設概要	構造	鉄骨鉄筋コンクリート造
	階数	地上14階建
	総戸数	総戸数298戸(分譲283戸、賃貸15戸)
	築年数	築12年
管理体制	建物管理は管理会社に委託。管理員常駐(2名)。	
管理組合	管理組合(12名:任期1年)、自治会(10名:任期1年) 輪番制(3月交替)	

①被災状況の把握

- ・ 電気、ガス被害なし、水道は断水。
  - －電気、ガスの被害はないが、ガスは安全装置が作動し停止。(ガスのマイコンメータの復旧作業ができない居住者がいた。)
  - －上水道は断水したが、受水槽があるため当日20時から21時頃までは使用可。
  - －下水管が2か所で破断(建物から出たところで、地盤の沈下に追従できなかった。)
- ・ EV(8基)は地震後停止したが、2基を除いて翌12日未明(3時ごろ)に復旧した。2日後に残りの2基も復旧した。
- ・ 室内において棚等が倒れたという住戸と、まったく倒れなかった住戸がある。
- ・ 専有部、共用部ともガラスの割れはない。外壁は亀裂が1箇所のみ。
- ・ 液状化により外構部に多数の段差、屋外駐車場に砂や水の被害あり。
- ・ 液状化により地下雨水槽に汚泥が堆積。お盆前に浚渫作業。
- ・ 杭打ちをしていない構造物は液状化により傾くなどの被害が出た。
- ・ 杭打ちしている構造物はほとんど被害がない。
- ・ 避難階段の被害、建具のゆがみはなかった。
- ・ 杭がある構造物と杭がない構造物とでは50cm以上のレベル差が出た。
  - －駐輪場(杭基礎なし、鉄骨造)と受水タンクの建物(杭基礎あり、RC造)との間でレベル差が生じた。
- ・ Exp.Jに被害が出た。歩行する音がうるさいと苦情があったため、カバーをはずしている。
- ・ 共同住宅周辺の状況
  - －被災したため道路で野菜を売っているスーパーマーケットがあった。最寄りのスーパーマーケットは、併設されているスポーツクラブのプールの水漏れなど大規模な被害があった。新浦安駅周辺は被害が少なかった。
  - －共同住宅の隣の公園は地盤が1m海側にずれた。
- ・ 保険会社の調査では、一部損壊。市からは罹災証明あり。

## ②地震直後の初期対応状況

### ・ 現自治会長夫人の話（10階に居住）

最初にズンと来てしばらく立ち上がれないほどの揺れだった。揺れで本棚が倒れた。かなり揺れたと思うが、二人いる子供のうち一人は寝たままだった。室内から下を見ると、公園の地面がひび割れて水が出ていた。すぐに共同住宅敷地内の平面駐車場に止めていた車に避難し、しばらく待機したが、子供の体調が良くなかったため部屋に戻った。避難する際、EVは止まっていた。当日20時から21時頃に水が出なくなった。以前地震があった際に、水が出なくなったことを覚えていたため、出なくなる前にお風呂に水を張った。地震後しばらくは、個々人の室ではなくリビングでパジャマを着ずに家族全員で寝た。

### ・ 前自治会長の話（9階に居住）

地震直後は、ちょうど共同住宅の横を自転車で通っていたので気がつかなかった。周りの様子で気がつき、自転車を降りて頭を押さえていたら道路から水が出てきた。小学校の体育館に避難したが、エントランスなど共同住宅内で待機している人も多かった、また部屋に戻る人もいた。消防の人が「津波はここまでは来ない」と避難先の体育館まで知らせに来た。寒かったこともあり、すぐに、校長先生の判断で体育館から3階の教室に移動した。

訓練では、小学校の校庭に避難することになっていたが、校庭は液状化により水浸しで避難が出来なかった。学校に避難している人は300人程度だったと思う。20時前には小学校に避難していたほとんどの人が帰宅した。共働き等で両親とも帰宅できなかった子供は本来の避難場所として指定されていた中学校に移動し、学校に泊まった。先生も朝までいたと思う。家に戻ると、お風呂にためていたお水が揺れのため半分くらいになっていた。浦安市の小学校はそのまま春休みとなった。

## ③被害からの回復過程

- ・ 地震直後は、居住者が自主的に階段を使ってエントランスに避難し、どうするか相談した。階段を使った避難は問題なかった。
- ・ 男の人は、都内で働いている人が多いため、帰宅困難者が多かった。
- ・ 12日に、メールで呼びかけをし、複数の共同住宅の自治会、PTAが、小中学校にあった備品を使用して合同で炊き出しを行った。帰宅困難者の子供のため。
- ・ 12日の夜、自発的に集会所に集まれる人が集まった（管理組合は組織として動かなかった）。5～6人程度（大規模修繕委員など前理事長も含む）。簡単なアンケート（安否確認、メールアドレスの確認）を作って、全部の住戸をまわって、困ったことがないか確認をした。3日間程度かかった。居住者の8割程度のメールアドレスを集めることが出来たため、メーリングリストを作成した。これまで、居住者間でのコミュニケーションを取る手段がなかった。

- ・ メールは、1日1回程度。ライフライン、生活情報、市の防災関連情報や、毎晩の自治会連合会の内容を発信。
- ・ 地震発生後1週間程度は、理事長など忙しく、時間がある人3~4人程度が朝、昼、晩に集まって、どうしようか議論していたが、1週間くらい経ってから、ようやく新理事会などの組織が機能し始めた。その後、毎週末（週1回）集まった。12日と13日は、週末ということもあり人が集まったが、14日はパタッと人がいなくなった。その後、1週間が辛かった。その間、管理会社の人が、危険箇所の補修を依頼した。理事長の承認があるものについては、その都度、メールまたは電話で確認した。
- ・ 復旧に備えて、ガス・水道の元栓の閉栓を通達した。
- ・ 自治会から共同住宅の備蓄品のお水や簡易トイレを配った。
- ・ 市の給水車は出ていたが、12日の朝は台数も少なく大行列だった。自衛隊が来てから改善された。高齢者には、市がボランティアを用意し水を配った。
- ・ 断水のため、学校のプールから水を汲む人がたくさんいた。
- ・ 計画停電に際してEVを止めたため、その前に水を用意するよう呼びかけた。
- ・ 断水しており上下水道管の状態が分からなかったため、上下水とも極力使わないようにした。断水の間、トイレは使用禁止とした。復旧後（17日以降）は、共同住宅を3グループに分けて2時間ごとの輪番制で使用した。これは、大量に水を流して管に負担を与えないため、また問題がある管を調べるため1週間程度行った。
- ・ 15日に、エントランスに掲示板を作り、コインランドリー情報などの生活情報を発信した。この掲示板は不安感を取り除くにも役立ち、コミュニケーションツールにもなっていた。たとえば、『自宅での簡易トイレの作り方（2011.3.15）』、『上下水道復旧時の重要なお願い\*（2011.3.17）』、『トイレの排水不良について（2011.3.16）』などを掲示した。

\*下水道を3グループに分けて2時間ごとに使用することとしたが、どのグループがどの時間なのかなどのお知らせを行った。この掲示板は22日に撤去した。

- ・ 17日までに建物管理会社が目視調査を行い、報告書をまとめた。
- ・ 19日に、液状化で砂が大量にあった共同住宅の駐車場の清掃を行った。ボランティアも含め100人程度集まった（掲示板で募集）。
- ・ 20日に住戸棟の上水が復旧。共用棟は仮復旧。
- ・ 28日に住戸棟の排水管工事完了。共用棟は給排水設備の補修はまだ。植栽への水やりが必要になるので、管理事務所のみ仮復旧させた。今後、本復旧させる予定。
- ・ ライフラインに関わる復旧工事は早急に行ったが、それ以外は、コンペ等で透明性を持たせて理事会の承認を得る形で進めている。平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震後1ヶ月程度で大規模復旧工事の手配、コンペを行った。修繕積立金を活用する予定。県・市からの補助金は、工事完了報告、見積書、契約書を提出してから金額が査定される（最大3000万円）。補助金は、ライフラインの復旧に限られる。
- ・ もともと大規模修繕の計画があり、緊急性を要しない復旧工事は、こちらに含ませる予

定である。震災対応を優先し、大規模修繕はコンパクト化し、先送りする。

- ・ 8月6日(7日?)に臨時総会を開いて、復旧工事のための費用支出などの了承を得ている。費用は修繕積立金で賄える予定。
- ・ 下水道は、住戸棟は完全復旧しているが、共用棟は仮復旧の状態。
- ・ 連結送水管設備の機能確認、火災感知器の機器確認は7月に行った。

#### ④今後の課題

- ・ 平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震による助け合いにより居住者間のコミュニケーションが増えた。
- ・ 平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震直後に作成したメーリングリストは、理事会で議論し、非常時に集めたものであるため、日常に使うことは禁止した。日常的な利用をするなら改めて居住者に説明し、メーリングリストを整備しようという話はある。

#### ⑤組織について

- ・ 理事会、自治会は別組織。役員は専任。自治会は竣工後4年目に設立。理事会、自治会とも輪番制であるため、住居者のほぼ7割はどちらかの役員を経験済み。自治会の加入率は100%。自治会費は、管理組合費と一緒に引き落としている。賃貸の人も自治会へ参加可能。
- ・ 理事会の修繕委員は、3~4人
- ・ 自治会は、夏祭りや避難訓練などを実施している

#### ⑥地震前の防災の取り組み

- ・ 2010年11月に防災訓練・避難訓練を自治会主導で実施。簡易トイレの使い方、水害の場合の避難場所について勉強し、防災倉庫に何があるのかも確認した。防災倉庫は、市の補助金により設置
- ・ 防災倉庫内には、リヤカー、シャベル、つるはし、消防ポンプ、水、簡易トイレ、保存食、避難場所の地図などを保管。保存食は、今回使用しなかった。
- ・ 共同住宅に新しく入ってきた人には、避難袋を渡している。市から補助金が出る。
- ・ 希望者十数人程度で本所防災館を見学。市の補助金あり。
- ・ 共同住宅共用部は火災保険付帯の地震保険に加入していなかった。
- ・ 一斉放送設備はない。

#### ⑦その他

- ・ 地震後2~3日は、東京方面への道路の渋滞がひどかった。
- ・ 地震後は、いつ水道が復旧するかについての情報がなく困った。
- ・ 市の災害ボランティア派遣も行われていたが、お願いしなかった。
- ・ カセットコンロが役立ったが、ガスボンベが入手できなかった。単一電池、簡易トイレ

も入手困難だった。

## (7) 共同住宅 T

調査日時	2011年8月10日(水)	
住所	千葉県浦安市	
施設概要	構造	鉄骨鉄筋コンクリート造
	階数	地上8階建3棟、地上5階建1棟
	総戸数	総戸数256戸(分譲250(251)戸、賃貸6(5)戸)
	築年数	築29年
管理体制	建物管理は自主管理(窓口のみ委託)。*11年前から自主管理	
管理組合	理事会、自治会、自主防災隊(自主管理後、メンバーの入替は半数程度)	

### ①被災状況の把握

- ・ 電気、ガス、上下水道に被害
  - －電気は3月11日、ガスは3月15日、上水道は3月18日、下水道は3月25日(一部19日)に復旧した。
  - －受水槽には遮断弁を設置しており、地震時に遮断された。上水断水中は、受水槽(75t×2)から居住者に供給した。19日に復旧するまで供給可能であった。1度、自衛隊の給水車(5t)が給水。
- ・ EVは、緊急時停止システムはない。電気復旧と同時に使用可。閉じ込めなし。
- ・ 専有部、共用部とも建物の傾き、ガラスの割れはない。建物共有部にほんの一部被害。
- ・ 送水口部分で大きな地盤沈下が見られ、連結送水管はおそらく使用不可。
- ・ 液状化の影響により、敷地が30cmから50cm程度沈下した。
- ・ 住戸内で家具の転倒があった。共用部はひび割れ程度の被害。
- ・ 管理組合として共用部の地震保険に加入していなかった。
- ・ 保険会社の調査では、一部損壊。市からは罹災証明あり。

### ②地震直後の初期対応状況

- ・ 地震直後は、避難場所である広場に集合した。
- ・ 理事長が建物の安全確認をした。
- ・ 人海戦術で安否確認を行った。けが人はいなかった。ドアに貼る「安全カード」を用意していたが、誰も使わなかった。居住者の安否確認のための台帳が用意してあった。高齢者共助組織が安否確認を行った。中庭にテントを張って、対策本部を立ち上げた。
- ・ 避難所として徒歩10分の位置にある小学校が指定されていたが、共同住宅の防災マニュアルの方針により、避難所に避難する人はいなかった。
- ・ 当日の20時頃に電気が復旧し、EVが復旧するまで居住者は外にいた。

### ③被害からの回復過程

- ・ 地震直後は、理事会によりを被災状況確認し、3～4 日後に業者に頼んで調査した。
- ・ 断水などの情報は、各棟にある掲示板に掲示するとともに、各住戸の玄関ポストに紙を配布した。また、理事長が拡声器を使用してベランダ側から呼びかけを行った。
- ・ 断水中、トイレは 15 日まで全面禁止とし、15 日以降は一部使用可とした。
- ・ 地震後すぐに仮設トイレ（テントの中にダンボールのトイレを設置）を設置したが、凝固剤、処理剤がついておらず後処理のことを誰も考えていなかったため、すぐに撤去された。凝固剤がないトイレは役に立たない。その後は、備蓄品の簡易トイレ（1 セット 10 枚入り）を各住戸に配布した。
- ・ 12 日と 13 日に液状化の影響で共同住宅の敷地内の泥の撤去などを行った。自主防災隊が中心となり、高齢者共助組織、居住者、その友人など 1000 人程度集まった。土砂が 400t 程度集まった。
- ・ 地震直後、業者による管の破断による汚れなどの洗浄を行ったが、その後、業者が手配できず、3 月 25 日に下水の配管工事、段差の補修工事（2700 万）を行った。費用は、管理組合の補修費（長期修繕のために積み立てられていたお金）から支出。事後報告とした。
- ・ 上水道は復旧済み。下水道の本復旧は、1 年後など余震が収まった後を考えている。

### ④今後の課題

- ・ 防災マニュアル、組織などは役に立たなかった。マニュアルは総論なため、実際は適宜動ける人が判断し、対応しなければいけなかった。今後、どのように変えていけばよいのか分からない。震災への対応組織の再編、行事のとりやめはない。
- ・ 今後、棟毎に放送設備（スピーカー）を設置予定（防災対応となるかは不明）。
- ・ 1 号棟は新耐震、2～4 号棟は旧耐震で建てられている。耐震診断する準備を進めている。

### ⑤組織について

- ・ 管理組合、自治会、子ども会がある。
- ・ 自治会は竣工後 5 年後くらいに設立。自治会役員は任期が長く、20 数年やっている人もいる。管理組合の理事長も自主管理後 10 年ほど同じ人がやっている。
- ・ 管理組合は賃貸住戸（6(5)戸以外）、自治会は加入率 80%程度。管理組合の中に、大規模修繕、防災・防犯、緑化委員会がある。
- ・ 2006 年に管理組合と自治会が共同で自主防災隊（トップに管理組合理事長、セカンドに副理事、自治会長）を作った。きっかけは、自治会が主導で行っていた避難訓練を自主防災隊で行うことにより自治会の負担を減らすため、支出を一元化するためであった。全居住者を対象とする。
- ・ 自治会主体で 8 月に夏祭り、12 月に餅つき大会、管理組合主体で 3 ヶ月に 1 回大掃除をしている。管理組合の防災防犯委員会が 8 月 1 日から 26 日までの土日は 21 時に集

合して夜間パトロールを行っている。縦階段で班分けし、1班14から16世帯で構成。

- ・ 高齢者共助組織を12年くらい前に作った。会員は50名程度。きっかけは、孤独死があったため。仕事を持たない高齢者が中心となり、毎月1回集まっている。高齢者の助け合い、居住者の把握に役立っている。

#### ⑥地震前の防災の取り組み

- ・ 防災倉庫に簡易トイレ、道具などを備蓄していた。市の補助金が、かかった費用の3分の1まで出る（上限230万円）。食料品の備蓄はなかった。
- ・ 共同住宅共用部の地震保険は入っていない。
- ・ 非常時防災マニュアルを策定していた。

#### ⑦その他

- ・ 直後は、マスクがないと生活できない状況だった。
- ・ 平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震により一体感が高まった。
- ・ EVは、4階と7階のみ着床。
- ・ 高齢者共助組織が10ℓの水を高齢者住戸に配布した。
- ・ 近隣スーパーとの間で、物資の供給協定をしていたが、実際にはなかった。

(8) 共同住宅 N

調査日時	2011年8月11日(木)	
住所	宮城県仙台市太白区	
施設概要	構造	鉄骨鉄筋コンクリート造
	階数	棟1:地上14階建、棟2:地上11階建、棟3:地上15階建
	総戸数	総戸数229戸
	築年数	築23年
管理体制	建物管理は管理会社に委託。管理員常駐(24時間)。	
管理組合	管理組合、町内会(共同住宅単独のもの)、連合町内会加入	
その他	棟1と棟2は非常階段が3つあり、外廊下により水平移動可能。棟3は4つある非常階段、EVの両脇に住戸があり水平移動できない。	

①被災状況の把握

- ・電気、ガス、水道、通信、EVすべて停止。
  - －上水道は通水していたが、受水槽(123トン、二槽式)が地震により崩壊。高架水槽は問題なかった。
  - 受水槽への引き込み配管から直接、取水して配った。
  - 受水槽は応急措置で部分的に利用可(全戸給水。18日から)。
  - －地区の汚水処理施設が破壊された(ヒアリング時では未復旧)。
  - －EVは通電後問題なく作動。
- ・外壁の一部が損傷(2階部は圧縮崩壊、5階以上の外壁の損傷は層間変形によるものと考えられる)。
- ・上記外壁の破壊箇所のうち、2階部は破壊された外壁横の扉(階段出口)が変形により、開放が困難となった(その後、開放したが、ヒアリング時点では、完全に閉鎖できない状態。目視では外壁に生じた圧縮力によって、扉枠が変形したものと思われる)。
- ・5階以上のエキスパンションが破壊。
- ・杭は地下50mまで到達。1階駐車場の埋戻し部分が20cm沈下。
- ・地震保険の適用は「半損」、罹災証明は「全壊」、応急危険度判定では「補修すれば使用可」の判断を受けている。会社の調査では、一部損壊。市からは被災証明あり。

②地震直後の初期対応状況～復旧状況

- ・地震時は3分弱の揺れが2回来た。洗濯中で洗濯機が倒れ、漏水した。
- ・地震中は座布団を頭に載せて、本棚を押さえていた。
- ・L字金具で家具を止めていたが、本棚が倒れた。観音開きの棚は開いて食器が飛散した。テレビが倒れた。
- ・地震後、1階防災センターへ降りていくと、他の居住者も降りてきており、30～40人ほ

どいたと思われる。民生委員、自治会長も集まっていた。避難所に行く人を町内会が中心となって確認した。

- ・防災センター要員が「EV は停止しているので、非常階段を使って防災センターに集合してください」旨の放送。←避難訓練において緊急放送の訓練は行っていないが座学では体験している。
- ・災害対策本部を立ち上げた。「介助」、「力仕事」、「写真（被災状況の撮影など。地震保険の調査に提供することなどが目的）」、「充電（携帯電話などの充電。EV からの電力利用）」及び「工作（簡易は補修など）」班を構成。それぞれのリーダーを決めて、あとは各自でメンバーを集めてもらう。非常放送設備を使ってメンバー呼びかけを行った。すべてボランティアで行った。実際にやるメンバーは、高齢者、主婦、学生などだった。
- ・災害対策本部は、受水槽の配管破断部から流れる水をくみ置きした。水道局には水を止めないようお願いし、バルブを閉めずに水道を出したままにもらった。その後、仮設配管を設けて給水口を二つ設けた。
- ・工事班は当日、天気が悪かったこともあり、壁が破損した箇所、エキスパンション部にベニヤを貼って補修した。また、コンクリートパネルで仕切って支援物資を置くスペースを作成した。
- ・ボランティアは、毎日 21 時に「振り返り」という打ち合わせを行った。
- ・最初に、管理組合と町内会で仕事の役割分担を決めた。管理組合は生活支援（建物・ライフラインの被害確認・復旧）、町内会は個人への対応（居住者の安否確認や、連合町内会、地域包括支援センター、避難所ボランティア対応）を行った。
- ・安否確認作業は 2 人一組で行った（余震などへの対応として）。全戸をまわり、平面図（各階住戸が平面的にレイアウトされたもの）で安否チェックを行った（部屋ごとに居住者人数、食料の有無、避難の有無を記載）。安否確認は 15 時 30 分から 21 時くらいまでかかった。最初 5 人前後で行い、町内会役員、民生委員を中心にボランティア 30~40 人程度で実施した。
- ・安否確認作業においては、他所への避難の有無の確認を行い、他所に避難する場合には、必ず連絡先を伝えるようお願いした。
- ・建物被害の状況については、管理センターが行った。4~5 日かかった。この際に、各室の感知器の復旧（断線の有無の確認）、非常電話の確認（地震により所定の場所から受話器がはずれると防災センターに使用中のサインが点灯する）も行った。
- ・地震当日（11 日）から 20 日まで炊き出しを行った。17 時ごろから非常放送設備を用いて炊き出し開始の呼びかけを行った。
- ・電気がとまっており冷蔵庫は利用できないので、冷蔵庫の中のを提供してもらった。近くのスーパーマーケットにも保存の利かないものの提供をお願いした。
- ・炊き出しは 11~13 日は 3 食、14 日以降は 2 食を提供した。15 日に電気が復旧したので、それ以降は各戸の炊飯器で自炊。ただし、希望者（高齢者など）に対しては配食サービスを行った。

- ・支援物資は、自分たちで車を出して取りに行った。避難者用の物資は 600 人分申請したが、100 人分くらいしかもらえなかった。
- ・情報（生活情報、食事の準備、どこの病院が利用可能か。入浴情報など）伝達の方法として掲示板を設けた。非常放送設備を活用した。当初は 10 分おきに居住者に情報を提供していた（非常放送設備のバッテリーは 15 日までもった）。
- ・カセットボンベを各戸に 1 本ずつ配布した。
- ・被災したとき、居住者は 600 人程度在宅していた。公的避難場所の小学校に全員でまわって避難する前に、3 人ほどで確認に行ったら満員の状態でもう入れないと言われた。これを受けて、当共同住宅を準公的避難所として開設した（1 階ロビー・2 階集会室）。
- ・最大 100 人程度が滞在した（通電するまで）。このうち当共同住宅の居住者以外の方も 5 ～10 世帯は滞在していた。
- ・ライフラインの復旧は以下の通り。  
電気：3 月 18 日午後 8 時 20 分、ガス：4 月 4 日午後、水道：3 月 18 日（受水槽の部分修理が完了）、通信：3 月 15 日、EV：3 月 16 日
- ・ライフラインの復旧においては、非常放送設備を使って、ブロック毎に指示を出した。
- ・トイレは 1 階防災センターのものを利用した。水さえあれば住戸のトイレも利用できた。直流方式だったのでよかった。
- ・補修工事は、2011 年 7 月から 12 月まで行う予定。2 年前に大規模修繕工事が完了したばかりであった。その時の業者に修繕費用の見積もりを出してもらった。補修工事の費用は 2 億円程度。大規模修繕工事の費用と同等の費用が掛かる。

### ③地震後対応における留意点

- ・マニュアルの準備は必要であるが、それに縛られることなく臨機応変に対応することが重要。
- ・行動は 2 人以上で行う（1 人での行動はいざという時に危険）。
- ・アナログ電話回線（外部との連絡）、非常放送設備（共同住宅内の連絡）が非常に役に立った。
- ・管理員室にプロパンガス 2 本を設置していた。
- ・民生委員、地域包括支援センターなどとの連携が重要（要介護者などの情報をもっている）
- ・入居時の条件として、各世帯の住民登録、緊急連絡先情報などを得ている。

(9) 共同住宅 CI

調査日時	2011年8月11日(木)	
住所	宮城県仙台市青葉区	
施設概要	構造	鉄筋コンクリート造
	階数	地上15階建
	総戸数	総戸数49戸
	築年数	築7年
管理体制	建物管理は管理会社に委託。	
管理組合		

①被災状況の把握

- ・電気、水道、EVが停止。
  - －12日午前9時半に電気復旧。同時に水道も利用可。
- ・EVは、停電のため2階に停止。EVシャフトを構成する柱・壁が一部損傷し、その瓦礫がシャフト内に散乱したため、瓦礫撤去するまで使用不可。
  - －14日にEV保守管理会社が点検、23日に施工会社が瓦礫撤去、30日に仮復旧（ヒアリング時点でもシャフト部の柱の修繕は未了）
- ・4月7日の余震でもEV停止。点検のみで復旧。
- ・EVシャフトを構成する柱が、各階同じ位置で損傷を受けていた。
  - －柱下端でコンクリートが剥離、もしくは脱落。鉄筋も座屈様の変形。
- ・11～15階の上記柱と同じ平面位置にある温水器の一部も変形により脱落。
- ・上記の柱通りと同じ平面位置の外壁にもひび割れ、地盤の沈下が確認される。

②地震直後の状況

- ・地震直後には居住者が1階ロビーに降りてきた（おそらく階段を利用）。
- ・建物前面の商店街の歩行者が、共同住宅内に避難してきた。オートロックの建物であるが、入居者の出入時にいっしょに入ってきたものと思われる。
- ・EVは2階で停止したが、閉じ込められた人はいなかった。
- ・EVが復旧するまでは、非常階段を使って上下移動を行っていた。

(10) 共同住宅 SH

調査日時	2011年8月11日(木)	
住所	宮城県仙台市青葉区	
施設概要	構造	鉄筋コンクリート造
	階数	地上12階建
	総戸数	総戸数55戸
	築年数	築31年
管理体制	建物管理は管理会社に委託。管理員常駐(8時から17時)	
管理組合		

①被災状況、地震後の状況

- ・初期微動があった際に、危険を感じ、目の前の公園に避難(管理員)。本格的な地震の際には公園から建物を見ていた。東西方向に揺れていた。植栽が引き抜かれていた。
- ・電気、水道、ガス、EVが停止。
  - －電気：12日復旧、水道：12日復旧、ガス：4月12日復旧、EV：4月4日復旧。
- ・EVは1階で停止。最上階EV機械室の壁が崩落してEVかごの上部の制御装置を破壊。瓦礫の撤去、制御装置の交換(60万円)を行い、4月4日に復旧。
- ・4月7日の余震でもEV停止。点検のみで復旧。
- ・1階駐車場の床が地盤沈下により、一部利用不可となっている。
- ・外壁、戸境壁、内部雑壁に損傷あり。
- ・ガラスの破損・崩落はなし。ドアの開閉障害もなし。
- ・専有部の被害は少なかった。家具の転倒あり。
- ・保険会社(地震保険)からは半損の判定を受けている。
- ・管理員は、入居者全員と顔見知り。
- ・地震直後に管理員が、各住戸を訪問。ノックして声をかける。在室の場合には、中学校への避難を推奨。
- ・高齢者、女性の一人住まいが多い。管理員が階段を使って灯油の搬送を行っていた。

(11) 事務所 G

調査日時	2012年1月30日(月)
住所	東京都
施設概要	20階程度の事務所棟2棟、複合用途棟1棟から構成される複合施設 SRC造一部S造・一部RC造

<地震以前の計画などについて>

1. 震災又は防災への備えについて

1-1) 地震又は火災対策に対する役割分担及び入居者と管理会社間の協力体制

→管理会社、テナントの防火管理者が参加する協議会を年2回実施している。

1-2) 震災または火災に備えることとなった経緯。また設定する目標

→未回答

1-3) 避難訓練の頻度、訓練内容

→避難訓練は事務所棟-1、複合用途棟合同で年2回実施。避難訓練は、入居者の1/3程度の約1000人が参加。非常用放送で呼び掛け、1階の敷地内の屋外広場に集まることとなっている。

事務所棟-2(工事中)が完成後は、どう対応するかが課題。事務所棟-1と事務所棟-2では、避難階、広域避難場所が異なる。別の対策本部を立ち上げなければうまくいかないのではと思う。建物内で災害が起きた場合は広域避難場所へ避難できないが(設置されない)、地域全体で災害が起きた時は広域避難場所へ避難可能。

消防訓練の際に、テナントの防火管理者から階段扉が内開きで危ないという声が多く聞かれた。

1-4) マニュアルの有無、マニュアルの内容

→マニュアルはあり、各テナントに配布もしている。防災センターが主体となって活動するという内容が記載されている。防災センターから各テナントのリーダーに非常電話で避難の必要の有無を指示。例えば「中に居て安全を確保して下さい。EVは使用できない」などの内容。対策本部は避難状況の確認し、その後は各テナントの防火管理者に任せる。広域避難場所は知らせるが避難するかどうかは各自の判断。

1-5) 備蓄品、救援物資等(食料、水、非常用電源、かなづち、懐中電灯など)の備蓄状況と内容。地震後の機能維持の想定日数

→備蓄は各テナントが個々に行っている。食料、簡易トイレなどを備蓄している。

1-6) マニュアル作成、備蓄品等購入のための予算確保状況。行政からの補助の有無

→未回答

1-7) 地震対策の想定範囲。周辺住民の受入の想定等の有無

→地震時に、周辺住民の受入は想定していない。

## 2. 対応マニュアルについて（マニュアルがある場合）

### 2-1) マニュアル作成への建築、防災関係者の参加の有無

→未回答

### 2-2) 啓蒙活動状況及びその方法。新規入居者に対する対応及びマニュアル等配布の有無

→未回答

### 2-3) 地震発生時（または火災時）の情報収集の方法

→未回答

### 2-4) 地震発生時（または火災時）の管理者（防災センター）と入居者の情報伝達方法

→未回答

### 2-5) 地震発生時（または火災時）の管理者（防災センター）と入居者それぞれのチェック項目、判断基準（建築に関する知識がない人による判断の想定の有無）

→未回答

<地震時の対応などについて>

## 3. 今回の地震における被害状況

### 3-1) 人的被害

→被害なし

### 3-2) ライフライン（電気、水道、ガス、EVの停止及び復旧状況）

→ライフラインの停止なし（ガスは、安全装置が働いたため停止。動作確認を行うまで使用しないように指示）。EVは常用と非常用とも地震により自動停止、常用は翌日復旧、非常用はロープの引っ掛かりがあったため復旧までに2～3日を要した。閉じ込めなし。

### 3-3) 建築架構の被害状況

→架構の被害なし（外壁タイルの剥離、ガラスの割れ等一切なし）。エキスパンションに被害あり。構造の点検のため、外資系企業のテナントで本国からの要望で外部からの調査を行った例もあった。

事務所棟-2は、耐火被覆の落下（クラック）あり。

### 3-4) 外構の被害状況

→被害なし

### 3-5) 共用通路、階段の被害状況

→被害なし

### 3-6) 室内の被害状況（家具の転倒、照明設備の落下、ガラスの破損など）

→室内は壁の開口部周辺の仕上げにゆがみ、亀裂あり。家具の転倒あり。横型ブラインドの揺れによる接触で石膏ボードの破損あり（穴が開いた）。テナント内の間仕切

り扉の一部に開閉不良あり。テナント内の通路に物が散乱している例があった（通路には物を置かないように指導はしていた）。

### 3-7) 防災設備の破損

→事務所棟-1 と複合用途棟の間の天井が高くなっている Exp. J 部分に設置されたスプリンクラーのヘッドが飛び、水の放出があった。事務所棟-1 のテナントと共用廊下の中の防火設備（随時閉鎖扉）の一部が閉鎖。これらにより、スプリンクラー、防火戸の異常が総合操作盤に見られたが、自火報の作動はなかったので、火事が起きているとは思わなかった。

防煙垂れ壁の落下あり。点検の際にテナント側から報告があった。すぐに立ち入り禁止とし、落下したガラスを撤去した。この防煙垂れ壁は、その後、撤去しても問題がないことが判明したため復旧せず。

設備の被害について地震後の点検は特に行っていない。現状把握と補修に追われ余裕がなかった。4月に定期検査を予定していたので、その際に確認。ダンパの破損などが見つかったが、それが地震による破損なのかはわからない。

消防の立ち入りは特になし。個々のテナントでの消防からアンケート調査（被害状況、平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震前後の意識変化）あり。

## 4. 防災計画の奏功性及び問題点

### 4-1) 地震発生～一昼夜の行動

- ・入居者の行動（どこかに集合したか、それは階単位、建物単位、街区単位？）

→テナントが自主的に敷地内の屋外広場に避難（避難時の際の怪我はないが、テレビ等を支えて肩が外れたという人がいた）。複合用途棟ではイベントが行われていた。複合用途棟からの避難者も広場に誘導。事務棟のテナント、複合用途棟にいた人など 200～300 人程度が避難。ここで緊急対策本部（事務棟と複合用途棟共同）を立ち上げた。

一斉に避難したので、階段が混雑した（戻ろうとした人がいたが上には上れなかった）。点検の際は、譲り合いながら登った。

消防計画、防災管理計画も作成していたが、思った通りにはいかなかった。

ほとんどのテナントは余震がおさまった後、従業員を帰宅させた。地震当日夜までオフィスに留まっている人は少なかった。

- ・対策本部などの設置有無

→対策本部は、地震後に敷地内の屋外広場に設置。

- ・対策本部に参集した人数

→災害対策本部は 15 人程度で構成（防災センター要員+管理会社）。

- ・対策本部の活動内容

(建物入居者の安否確認、情報収集及び連絡、他所との連絡、食糧・水の確保・・・)  
→緊急対策本部では、災害状況を確認するとともに、避難には階段を使用すること、次の余震に備えて落下物の危険がある場所にいないことなどを指示。業務用無線で避難広場と管理事務所で情報のやり取りあり。余震がおさまった16時頃に対策本部も解散。特に安否確認はしていない。

- ・非常用電源の作動の有無  
→停電がなかったため、自家発電の使用なし。

#### 4-2) 地震翌日からライフライン復旧までの行動

- ・対策本部の活動内容  
(建物入居者との連絡、他所との連絡、食糧・水の確保、熱源などの確保・・・)  
→対策本部は地震後1時間程度で解散。
- ・建物、設備の点検(入居者、管理会社、建設業者、公的機関・・・)  
→管理会社が建物すべての状況を目視により確認した(テナントはテナントの許可を得た上で内部確認)。3月11~14日まで、平面図を持ち、写真を撮りながら架構や設備の破損状況を目視で確認した。14日から補修を始めた。12日と13日も出勤しているテナントもあったが、地震後1~2週間休みというテナントが多かった。中には3月いっぱい休みというテナントもあった
- ・EV不通時の上階への連絡・物資輸送の方法  
→未回答
- ・ライフラインの復旧状況  
→未回答
- ・対策本部の継続期間  
→未回答

#### 4-3) ライフライン復旧後の行動

- ・破損、不具合箇所の改修(方法、手続き、スケジュール、費用・・・)  
優先的に対応したものはなにか?  
→補修には1~2か月かかった。費用は建物の架構や構造体(テナント内の家具等以外)に関するものはビル側で負担。地震保険は使わなかったと思う(免責の範囲内?)。補修は、(事務所棟-2又は事務所棟-1のテナント工事?)工事中の作業員に、優先的に震災対応をさせた。

### 5. 今後の課題と対策

#### 5-1) 地震後火災対策のマニュアル作成もしくは改訂

→地震の被害を総括して、マニュアルを作り直そうという話がある。  
管理会社と各テナントの防火管理者で年2回、協議会を行っており、その場で協議する予定。地震直後にも緊急招集し、被害の確認、節電のお願いをしている。

建物内にあるスポーツジムのシャワー、複合用途棟のホール等は帰宅困難者に提供するというのが既に協議会であった。

平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震時は、テナントが自主的に外に避難したが、今後は中に居るようにという指示を出したいと考えている。

他の高層建物でも、避難誘導がうまくいかなかったという声が聞こえる。放送が聞き取れなかった、情報を得るのが大変だったなど。自主判断で避難したなど。

火事の場合は、非常電話でテナントから連絡があることになっており、火点から遠い階段から避難するように促す予定。防火戸は必ず閉めてから避難するように指示。どこの階から優先的に避難させるかが課題。

防災センター要員が 50 名程度必要。建物規模、階数により必要人数が異なる。

表付 2.6 建物に設置・配置されている防災設備（事務所 G）

目的	設備の種類	設置の有無	破損状況	点検・復旧日	備考
初期消火	消火器	有	被害なし	※2	
	屋内消火栓	有	被害なし	※2	
	スプリンクラー	有	破損	※2	
	その他の消火設備	有 ※1	被害なし	※2	
感知・放送・避難	自動火災報知設備	有	被害なし	※2	
	非常警報（放送）	有	被害なし	※2	
	避難階段	有	被害なし	※2	
	避難器具	有	被害なし	※2	
	非常照明	有	被害なし	※2	
	誘導灯	有	被害なし	※2	
	排煙設備	有	被害なし	※2	
消防活動	非常用 EV	有	停止(ロープの絡まり)	※2	(台数) 事務所棟-1：2 台 事務所棟-2：2 台 複合用途棟：2 台
	自家発電設備	有	被害なし	※2	(容量)
	連結送水管	有	被害なし	※2	
	消火用水	有	被害なし	※2	(容量)
	防災センター	有	被害なし	※2	事務所棟-1 地下 1 階 複合用途棟 地下 1 階

※1 補助散水栓、泡消火設備、ハロゲン化物消火設備、粉末消火設備、大型消火器あり

※2 未回答

-----

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of NILIM

No. 1340      February 2026

編集・発行 ©国土技術政策総合研究所

-----

本資料の転載・複写の問い合わせは

〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地

企画部研究評価・推進課      TEL 029-864-2675