

## 超高層テナントビルを想定した震災直後の建物被害調査及び情報集約手法

DB13164 須藤 颯太

### 1. 研究概要

#### 1.1 背景・目的

超高層テナントビル内のテナント入居者および建物管理者が連携して建物被害確認を行う仕組みを検討し、自衛消防組織を活用した建物被害確認・情報集約手法を開発され、平成 24 年度より新宿駅周辺防災対策協議会が実施している新宿駅西口地域地震防災訓練における自衛消防訓練（震災対応訓練）に適用して検証が行われている。そこで、平成 27 年度に実施した自衛消防訓練ではテナント入居者（地区隊）と建物管理者（本部隊）が連携して調査を行う手法を使用した。一方、超高層テナントビルにおける自衛消防組織を活用した建物被害調査および情報集約手法に関する研究<sup>1)・2)</sup>において、改善すべき課題として以下の 3 点が挙げられる。

- ・建物被害調査および情報調査手法が複雑で情報量が多い。
  - ・訓練等で提示する被害写真が参加者によって判断が違う。
  - ・発生数時間後の一部使用性判定の結果がわかりづらい。
- こうした背景から超高層ビルにおける建物被害の確認と情報集約を効率的かつ確実にできる手法の改良が必要である。本論文では、超高層テナントビルにおける自衛消防組織を活用し、建物全体の被害状況を把握および即時使用性判定の手法を改善し、従来の手法に比べ効率的かつ確実に調査を行う手法の改良を提案する。

#### 1.2 研究の流れ

建物被害調査の位置づけを整理した上で、超高層テナントビル内のテナント入居者および建物管理者による災害対応初動期における建物被害調査の流れを示す。次に、昨年度の課題を元に改善した、今年度の建物被害の確認・情報集約手法を提案する。主に建物被害調査・情報集約手法の簡便化、訓練や講習会での被害提示の改良、判定結果の明示を行う。最後に、地震防災訓練による検証とその適用性について示し、訓練結果より得られた課題を整理する。

### 2. 建物被害調査の位置づけ

地震災害発生後に行われる主な建物被害調査を比較し、本検討の対象とする災害対応の初動期における建物被害調査の位置づけを示す。表 1 は、地震後に実施される主

な建物被害調査を災害対応のフェーズに応じて、調査の機関、調査者、目的、方法および継承・蓄積可能な情報について整理した表である<sup>3)</sup>。本検討の対象は、災害対応の初動期とした地震発生後から数時間以内に行われる最初の建物被害調査である。地震発生直後は火災や傷病者の発生等様々な対応事象が考えられるが、救出・救護の際の安全確保、余震等による二次災害の防止、建物への残留可否や使用性の判定等のために建物被害の状況を早期に把握する必要がある。ただし、初動期の調査においては、被害調査を行える建築専門家の数は限られるため、調査者はテナント入居者や建物管理者といった非建築専門家が主体とならざるを得ない。そのため、専門知識が無くても実施可能な建物被害調査手法という制約を考慮する必要がある。

本研究では、災害対応の初動期に建物被害を効率的に把握するため、調査結果として被害部位とその位置・範囲および被害状況を非建築専門家でも簡便に記録し集約できる手法の構築を目指している。

表 1 地震後に実施される主な建物被害調査<sup>3)</sup>

災害対応フェーズ	初動期	緊急対応期	復旧期	復興期
期間の目安	震災直後から数時間	震災直日から数日間	震災後数週間から数ヶ月	震災後数ヶ月から数年
主な調査者	建物入居者、 建物管理者	建築専門家（応急危険度判定調査）、 建物管理者等、 自治体職員（被害認定調査）、 鑑定人（地震保険損害査定調査）	建築専門家（被災区分判定調査）、 学識経験者等、	建築専門家等、
調査目的	救出・救護、 二次災害防止、 被害状況の把握、 使用性の判断	二次災害防止、 被害状況の把握、 罹災証明発行（被害認定調査）、 保険金支払（地震保険損害査定調査）	補修可否判断、復旧計画、 被災区分判定調査、 原因究明、対策	補修・補強設計、施工
調査方法	目視調査	目視調査+簡単な計測	目視調査+計測+解析	目視調査+計測+解析
継承・蓄積可能な情報	被害部位・位置・範囲、 被害状況	被害部位・位置・範囲、 被害状況、 被害程度（危険性）	被害部位・位置・範囲、 被害状況、 被害程度（補修可能性）	修繕履歴

### 3. 建物被害情報の流れ

#### 3.1 災害対応初動期における建物被害情報の流れ

図 1 に災害対応初動期における建物被害情報の流れを示す。超高層ビルの場合は、階数・高さ・床面積が大規模となり、建物管理者だけでは短時間で建物全体の被害を網羅的に確認する事は困難になる。そこで本研究では、テナント入居者が自らテナント専有部を確認し、建物管理者と連携してフロア単位、建物全体で建物被害の情報を集約する事により、建物管理者だけで実施する調査手法よりも効率的に建物全体の被害状況を把握できる仕組みを提案する。

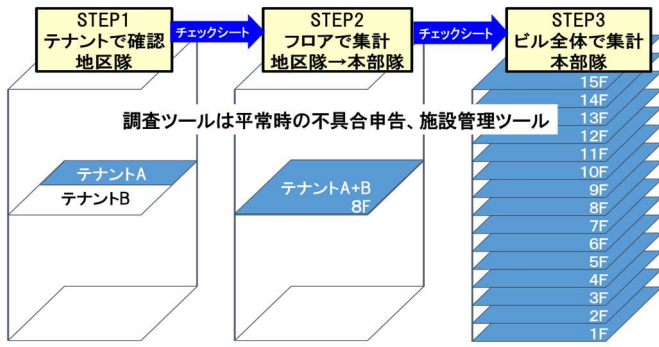


図1 建物被害情報の流れ

### 3.2 経過時間に応じた建物被害確認と情報集約の流れ

図2に災害対応初動期における建物被害確認・集約の流れと建物被害調査の際に使用する各種シート類の構成を示す。地震発生直後は建物内に残留が可能な早急に判定する事が重要で確認した後は、内部の使用性を確認する事が重要となる。そのため、地震発生から1時間程度の場面で建物内の残留可否判定のために実施するフェーズ1、地震発生から数時間程度の場面で建物内部の使用性を具体的に判定するために実施するフェーズ2と分類し、それぞれの調査内容を検討した。フェーズ1では、主に構造体の損傷に関わる被害の調査を行い、具体的にA(柱、壁) B(扉) C(窓、ガラス類)を区分Ⅰとし判定結果が残留不可の場合は速やかに全館避難を実施する。一方残留が可能である場合はフェーズ2に移行し、継続して自衛消防隊による災害対応活動を行う。フェーズ2では、構造被害に加えて非構造部材やテナント特有の被害を対象に詳細な調査を実施する。具体的にはD(天井) E(照明、設備) F(家具)を区分Ⅱにし、G(その他)を区分Ⅲとした。その情報を本部隊の調査に活用して建物内部使用性を判定し立ち入り禁止範囲を明示する。以上の2つのフェーズにおいて建物被害調査・情報集約を行う手法とした。

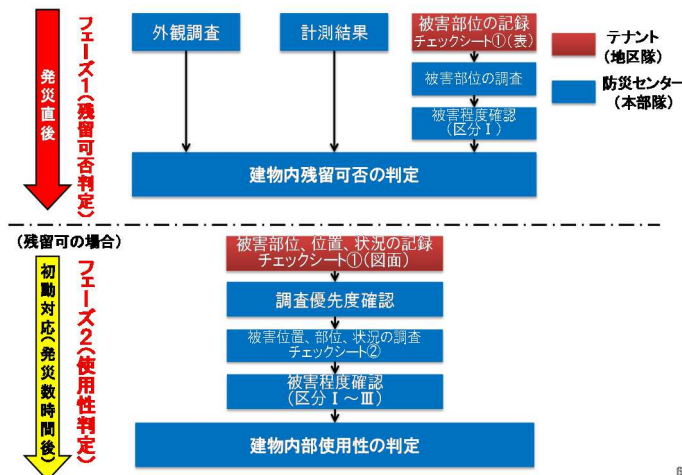


図2 建物被害確認・情報集約のプロセス

## 4. 建物被害確認・情報集約手法

### 4.1 建物チェックシート

図3にフェーズ1の際に地区隊がテナント内の建物被害調査のために使用する建物チェックシート①を示す。平成27年度では地区隊はフェーズ毎に使用するチェックシートが分かれていて、全体として8種のチェックシートを使用した。なので、チェックシートが多く煩雑になり、情報量が多くなった。そこで今年度は、チェックシートの数を2種類まで減らし、EXCELによる建物被害情報集約をする建物被害一覧をフェーズ毎に作成した。建物チェックシート①の内容は昨年度フェーズ毎に地区隊が使用した物を合わせた。構成はフェーズ1で被害部位を把握するための表を左側に、フェーズ2では被害の発生場所を示すための図面を右側に配置した。記入の流れを表と図面の上に配置することでそれぞれの流れを示す形とした。フェーズ2では、地区隊は建物チェックシート①の図面を使用し、調査結果を地区隊は直接防災センターに伝達する。本部隊はチェックシート①と同様のレイアウトで構成されたチェックシート②(図4)を用いてフロア単位で被害部位・位置・範囲・状況を集約し、本部隊による被害調査や建物内部の使用性判定に活用する。

図3 建物チェックシート①(記入例は訓練時の想定)

図4 建物チェックシート②(記入例は訓練時の想定)

## 4.2 建物被害一覧

図5に建物被害一覧(フェーズ1)を示す。フェーズ1では建物内残留可否の判定を行うため、外観調査・計測結果・被害部位の調査の情報を入力する。外観調査では、「建物の傾き」「建物の沈下」「隣接建物の自建物に対する危険」を調査し凡例に従い結果を選択ボタンから入力する。凡例では、順に「著しい傾き」「著しい沈下」「明らかな危険」の有無を調査する形にした。計測結果では、「地震観測システム」「変位計(ケガキ)」を調査する。地震観測システムは開いた時には入力される形を目指している。変位計(ケガキ)は実際に設置階に調査に行き結果を入力する。共に「無被害・小破」を○、「中破以上」を×とした。被害部位の調査ではテナントから得た情報を入力し、フェーズ1ではカテゴリーI(構造体の損傷と関連性が高い部位)だけをシートに表示した。カテゴリーIのA・B・C共に広範囲に著しい被害の有無を確認し結果を入力する。入力した結果を元に残留可否判定を行う。一つでも×がどこかに入った場合には残留不可の判定が出るようになっている。図6に建物被害一覧(フェーズ2)を示す。フェーズ1で入力したテナント情報を元に調査優先度を確認し、建物チェックシート②を使用し調査した建物内部使用性の判定を表示する形にした。判定結果は、タブから選択する手法をとった。

記入者名(カタカナ)		シンジユクゼロ		施設・建物名称		新宿タワービル					
フロア	調査時期	外観調査			計測結果		被害部位の調査			建物内残留可否の判定	
		傾き	沈下	隣接建物	地震観測システム	変位計(ケガキ)	テナント	A	B		C
28	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
27	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
26	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
25	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
24	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
23	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
22	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
21	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
20	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
19	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
18	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
17	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
16	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
15	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
14	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
13	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
12	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
11	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
10	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
9	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
8	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
7	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
6	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
5	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
4	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
3	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
2	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
1	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
0	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

図5 建物被害一覧(フェーズ1)(記入例は訓練時の想定)

記入者名(カタカナ)		シンジユクゼロ		施設・建物名称		新宿タワービル						
フロア	調査時期	被害部位								調査優先度(※)	特に重要な被害情報	建物内部使用性の判定
		A	B	C	D	E	F	G	H			
28	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	28		○
27	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	27		○
26	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	26		○
25	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	25		○
24	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	24		○
23	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	23		○
22	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	22		○
21	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	21		○
20	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	20		○
19	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	19		○
18	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	18		○
17	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	17		○
16	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	16		○
15	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	15		○
14	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	14		○
13	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	13		○
12	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	12		○
11	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	11		○
10	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	10		○
9	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	9		○
8	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	8		○
7	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	7		○
6	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	6		○
5	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	5		○
4	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	4		○
3	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	3		○
2	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	2		○
1	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	1		○
0	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	0		○

図6 建物被害一覧(フェーズ2)(記入例は訓練時の想定)

## 5. 地震防災訓練への適用と検証

### 5.1 訓練の概要

2016年11月10日に実施した新宿駅西口地域地震防災訓練における自衛消防訓練(震災対応訓練)を対象に、4章で検討した建物被害対応・情報集約手法を適用し効性を検証した。写真1に自衛消防訓練の様子と訓練会場に掲示した被害写真の抜粋を示す。工学院大学新宿キャンパスを地上28階の仮想の超高層テナントビルに見立て、1階に仮想の防災センター、3階と地下1階にそれぞれ1つずつ仮想のテナント事業所および被害状況のみ設定したダミーのテナントを設置し、それぞれの仮想テナント事業所内に非構造部材の被害を中心に5箇所に被害写真を掲示した。M7.3の首都直下地震を想定し、地震発生後直ちにビル内で自衛消防隊本部隊(10名)および地区隊(10名×2)が編成されて各活動が行われた。本訓練では、地震発生から1時間の場面を想定した訓練前半の20分間に、建物内残留可否判定を行い、発災後1時間から10時間の場面を想定した訓練後半の20分間に、建物内部使用性判定を行い、訓練前後半を2回行う。本論文では安全防護班を中心に記す。

#### (1)訓練前半

地区隊では、火災対応や傷病者対応の実施後、地区隊長による指示に基づいて安全防護班2名がテナント内を巡回してテナント内の建物被害が発生した部位を確認し、チェックシート①(図3)に確認結果を記録する。地区隊長への調査結果の報告後、安全防護班によって防災センターの本部隊安全防護班へ内線伝達された。本部隊安全防護班は、建物被害一覧(フェーズ1)(図5)を用いてダミーテナントの情報を含めた被害情報を入力し、表示された結果から構造被害の発生を確認した。その結果を参考に本部隊が被害調査を実施し、建物内部に残留可能であるかを判定する。

#### (2)訓練後半

残留可能判定後、地区隊では地区隊長による指示に基づいて安全防護班2名がテナント内を再び巡回し、テナント内の建物被害が発生した部位に加えて被害の位置・範囲・状況を確認し、建物チェックシート①(図3)に記録した。被害が記録された建物チェックシートは、地区隊長への調査結果の報告後、安全防護班によって防災センターの本部隊安全防護班へ直接伝達された。本部隊安全防護班は、ダミーテナントの被害部位・位置・範囲・状況を含めた被害情報を建物チェックシート②(図4)を用いてフロア単位で記録・集約し、その結果を参考に被害調査と建物内部使用性の判定を行った。



## 5.2 訓練結果

図7に訓練当日1回目に本部隊で入力された建物被害一覧（フェーズ1）での入力画面を示す。被害設定DFG（図4）と入力された内容ABDFを比較すると、誤りがある事がわかる。訓練では被害部位A・Bの被害は想定していなかったが、誤って入力されていた。またその他の被害部位のGは記録、入力共にされていなかった。原因として、地区隊の建物チェックシート①の誤記入や内線連絡時の情報伝達ミスが挙げられる。全体として被害情報は問題なく集約され、フェーズ1での残留可否判定やフェーズ2での使用性判定は正しく入力されていた。また被害揭示写真の天井部分も問題なく読み取っていた。

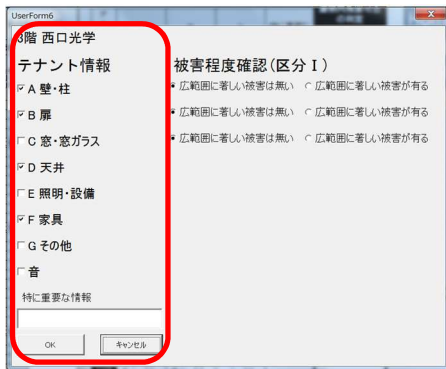


図7 テナント情報入力画面

## 5.3 手法の検証

訓練実施内容について、訓練評価者から得られた主な意見および訓練参加者から得られた主な意見を整理し、手法やチェックシート類について検証を行った。

### (1)ワークショップによる検証

訓練参加者を中心にKPTフォーマットを使用し訓練検証会が行われた。ワークショップの結果、Keepでは安全防護班から「建物被害確認の実施」や「調査対象を前後半で建物から館内に分けたこと」が挙げられた。Tryでは、本部隊からは「訓練当日の改善」「講習会への参加」などが挙げられた。地区隊からは、「建物被害判定の簡素化」や「役割の優先順位の徹底」などが挙げられた。

### (2)ヒアリング調査による検証

自衛消防訓練の実施内容について、安全防護班を経験した方々の内本部隊4名、地区隊5名にヒアリングを行った。まず訓練当日の振り返りを行い、フローチャートに沿って安全防護班の行動ができていたのかを調査し、建物チェックシートや地震被害対応フローなどの適用性を調査した。本部隊からの内容をまとめると、「参加者の特性によって訓練時の記憶に差がある。」「運営側のサポートもあり建物チェックシートや建物被害一覧の記入・入力は滞りなくできたが、サポートや講習会への参加が

必要。」等また、チェックシートへのコメントで「建物チェックシート②の立ち入り禁止の凡例がわかりにくい。（無：○、有：×のため）」が挙げられた。

地区隊の調査内容をまとめる、「フェーズの認識が薄い。」「建物チェックシートの記入の流れを読んでいない」「役割の優先度」等が上がった。また、「少なくとも地区隊長にはある程度流れを理解している人がやるべきではないか。そうすることで、地区隊もスムーズに行動できるのではないか。」「講習会では、チェックシートの状況の番号は降ってなかったので、図面に記入すると複雑になったのを意見していたが訓練当日は改善されていて、以前よりはわかりやすくなったと感じた。」等の意見が挙げられた。

### (3)評価者の意見

いくつかの活動内容に絞りコメントを示す。地区隊によるテナント内の被害調査（フェーズ1）に対するコメントでは、「表・図への記入はスムーズであった（B1F）」「1人が同セミナー経験者でリードしていた（B1F）」「図面にも同時に記入してしまっただが見守った（B1F・3F）」等が挙げられた。地区隊から本部隊への情報伝達（フェーズ1）では、「報告相手の確認（本部隊の安全防護班であることの確認）が必要（B1F）」「地区隊長が実施していた（3F）」「電話での報告は伝達内容が曖昧になり、誤った伝達が行われやすい（本部隊）」等が挙げられた。

## 6 考察

昨年度の自衛消防訓練から挙げられた課題から今年度使用する手法を検討し、各種シート類を作成して訓練に適用した。検証結果からフェーズ1、フェーズ2共に情報の伝達・集約はスムーズに行われたことがわかった。また被害揭示も天井被害のみだが改良された。だが、運営のサポート方法や事前の説明・講習による経験の差などでも有効性は変わると感じた。

今後の課題として、各種シート類や被害揭示の改良、調査方法や調査内容の検討、建物被害確認・情報集約のプロセス等を見直す必要がある。

## 7 参考文献

- 1) 本橋直之：超高層テナントビルを想定した震災直後の建物被害調査および情報集約手法に関する研究より、修士学位論文、2016.3
- 2) 新宿駅周辺防災対策協議会：平成27年度 新宿駅西口地域地震防災訓練 報告書、2016.3
- 3) 鱒沢曜、久田嘉章、田中聡、宮村正光、諏訪仁、飯塚章仁、超高層ビル街における災害時の建物被害確認と情報集約に関する研究、日本地震工学会大会2013年梗概集、pp.13-14、2013.10