

建物被害調査のための基礎知識

2017年9月22日

鯨沢工学研究所 鯨沢 曜

大規模施設の建物被害調査(初動対応)に係る課題

- **建物全体の被害状況を容易に把握することができない**
 - ビル内の被害状況を一元的に把握することが困難(特にテナントビル)
 - 建物管理者等が建物全体の被害を確認するには相当な時間を要する

- **大規模地震災害時には建築専門家が直ぐに駆けつけられない**
 - 中心市街地における地震災害(首都直下地震等)
 - 広域地震災害(南海トラフ巨大地震等)

- **各ビルや事業所に求められる判断は建物の被害状況を把握できないと難しい**
 - 事業所内での事業継続の可否判断
 - 従業員等の一斉帰宅抑制(東京都帰宅困難者対策条例)
 - 駅前滞留者を含む帰宅困難者の受入れ判断

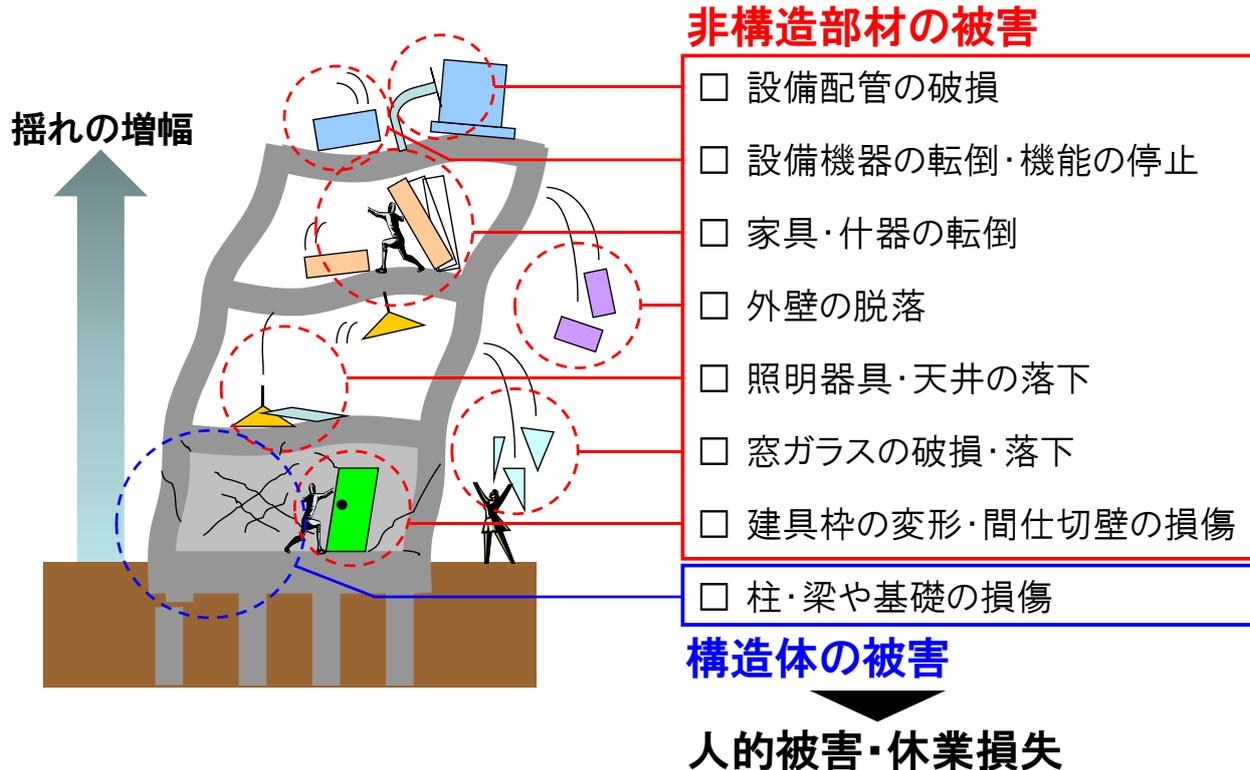
本講習の目的

- 建物被害の特長と見かたを学ぶ
- 建築専門家でなくても行える建物調査の方法を学ぶ
- 地震災害を想定した建物被害調査を体験する

本講習の予定

- 13:30 開会
- 13:35～14:35 解説(建物被害調査のための基礎知識)
- 地震による建物被害の特長・被害事例
 - 建物調査方法の解説
- 14:45～16:15 演習
- チェックシートを使用した調査・スマートフォンによる情報伝達
 - iPhoneアプリを使用した調査
- 16:25～16:55 振り返り
- 解答例の参照
 - 質疑応答
 - アンケート用紙の記入
- 17:00 閉会

地震動による建物の被害



平成29年度 新宿駅周辺防災対策協議会主催 講習会
建物被害対応の実践トレーニング

建物の構造体と非構造部材

■ 建物の構成要素

構造体	建物の骨格を構成する柱，梁，耐震壁，床スラブおよび基礎など
非構造部材	構造体に支えられている天井，照明器具，外壁，窓ガラス，建具，間仕切壁，家具・什器類および設備機器・配管類など

平成29年度 新宿駅周辺防災対策協議会主催 講習会
建物被害対応の実践トレーニング

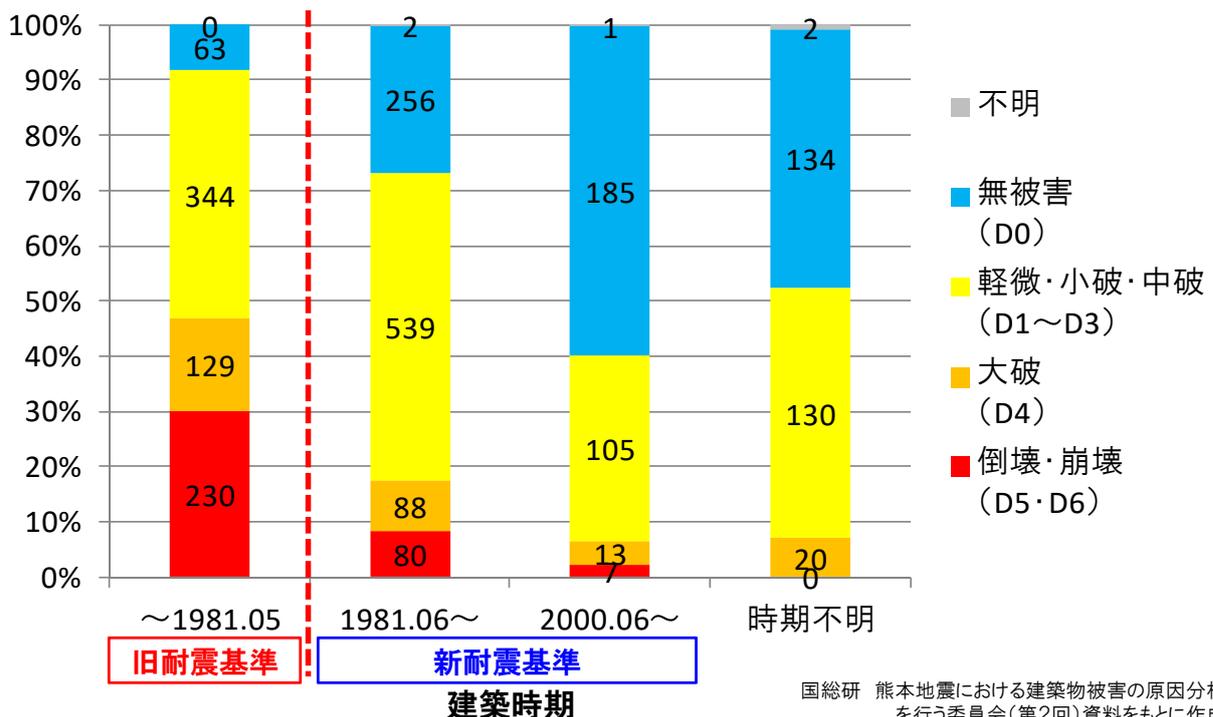
被害地震と建築耐震基準等の変遷

	主な被害地震	関連法規・指針等	主な対象	備考
旧耐震	1923 関東大震災			
	1924	市街地建築物法改正	構造	耐震設計の規定化
	1948 福井地震			
	1950	建築基準法制定	構造	全国の建物に対する耐震設計の規定化
	1968 十勝沖地震			
	1971	建築基準法改正	構造	鉄筋コンクリート造柱のせん断強度の向上
	1978 伊豆大島近海地震			
	宮城県沖地震	建築基準法告示改正	非構造	はめ殺し窓ガラスへの硬化性シーリング材の使用禁止
	1981	建築基準法改正	構造	新耐震設計法の導入による耐震性の向上
	1985	建築非構造部材の耐震設計指針	非構造	日本建築学会による指針
新耐震	1993 釧路沖地震			
	北海道南西沖地震			
	1995 兵庫県南部地震	耐震改修促進法施行	構造	旧耐震建物の耐震診断・耐震改修の規定化
	2000	建築基準法改正	構造・非構造	従来の仕様規定に加え性能規定の導入
	2001 芸予地震	芸予地震被害調査報告の送付について(技術的助言)	非構造	特定行政庁に対する天井被害および対策方法の周知
	宮城県沖地震	建築非構造部材の耐震設計施工指針	非構造	日本建築学会による指針の改定
	2003 宮城県北部地震			
	十勝沖地震	大規模空間を持つ建築物の天井の崩落対策について(技術的助言)	非構造	特定行政庁等に対する天井被害および対策方法の周知
	2004 新潟県中越地震	既存鉄骨造体育館等の耐震改修の手引きと事例	非構造	日本建築防災協会による指針
	福岡県西方沖地震	既存建築物における窓ガラスの地震対策について	非構造	所有者に対する実態調査および改善指導等の周知
	2005	体育館等の天井の耐震設計ガイドライン	非構造	日本建築センターによる指針
		既存建築物における外壁タイル等落下物対策について	非構造	所有者に対する実態調査および改善指導等の周知
	宮城県沖地震	大規模空間を持つ建築物の天井の崩落対策について、他	非構造	所有者に対する実態調査および改善指導等の周知
	2006	耐震改修促進法改正	構造・非構造	促進計画・指導強化・支援拡充、非構造部材等の対策推進
	2007 能登半島地震	建築基準法改正	構造	建築確認・検査の厳格化等
	新潟県中越沖地震			
2008 岩手・宮城内陸地震	建築基準法施行規則改正	非構造	特殊建築物等の定期報告制度の見直し	
2011 東北地方太平洋沖地震	東京における緊急輸送道路沿道建築物の耐震化を推進する条例	構造	建物の倒壊による緊急輸送道路の閉塞を防止(都条例)	
2013	建築基準法施行令改正	非構造	天井脱落対策の規制強化	
2016 熊本地震				

平成29年度 新宿駅周辺防災対策協議会主催 講習会
建物被害対応の実践トレーニング

熊本地震における建築時期別の建物被害状況

- 日本建築学会悉皆調査(対象地域:益城町大字安永、宮園、木山、辻の城)
- ※調査が行われた2,652棟のうち、倉庫、神社等を除く全建物(2,328棟)の暫定値



国総研 熊本地震における建築物被害の原因分析を行う委員会(第2回)資料をもとに作成

平成29年度 新宿駅周辺防災対策協議会主催 講習会
建物被害対応の実践トレーニング

地震災害時に実施される主な建物被害調査

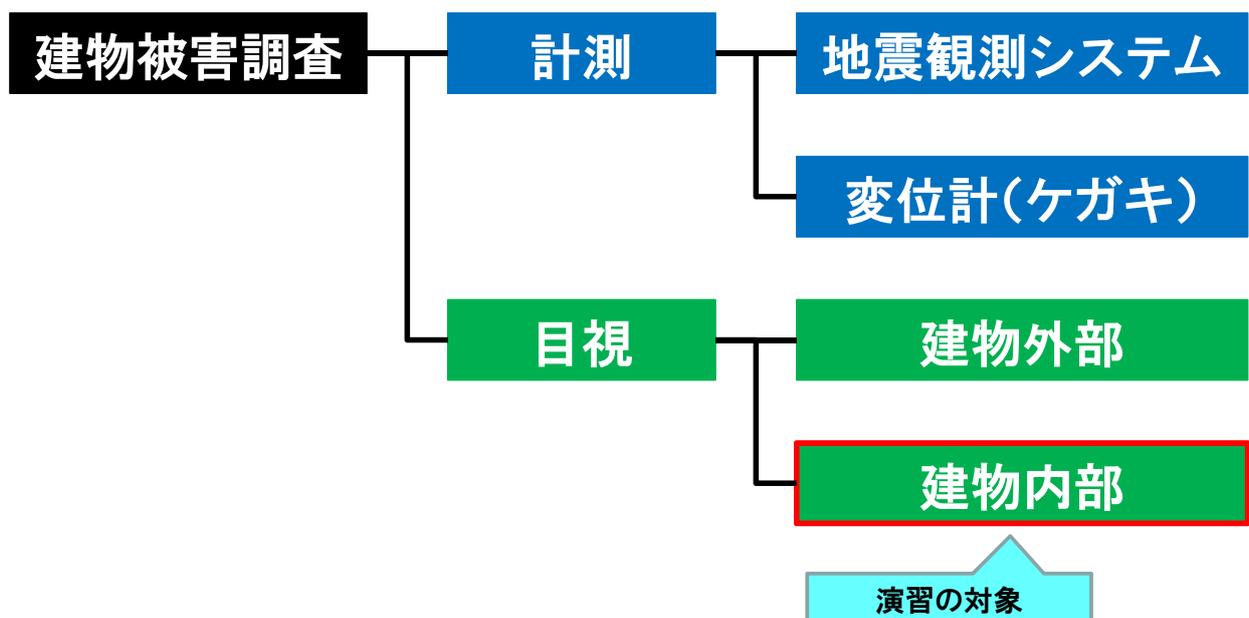
本講習の対象

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	発災直後から数時間	発災当日から数日間	発災後数週間から数カ月	発災後数カ月から数年
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 (被災度区分判定調査) 学識経験者等	建築専門家等
調査目的	救出・救助 2次災害防止 被害状況の把握 使用性の判断	2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 (被災度区分判定調査) 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

9

平成29年度 新宿駅周辺防災対策協議会主催 講習会
建物被害対応の実践トレーニング

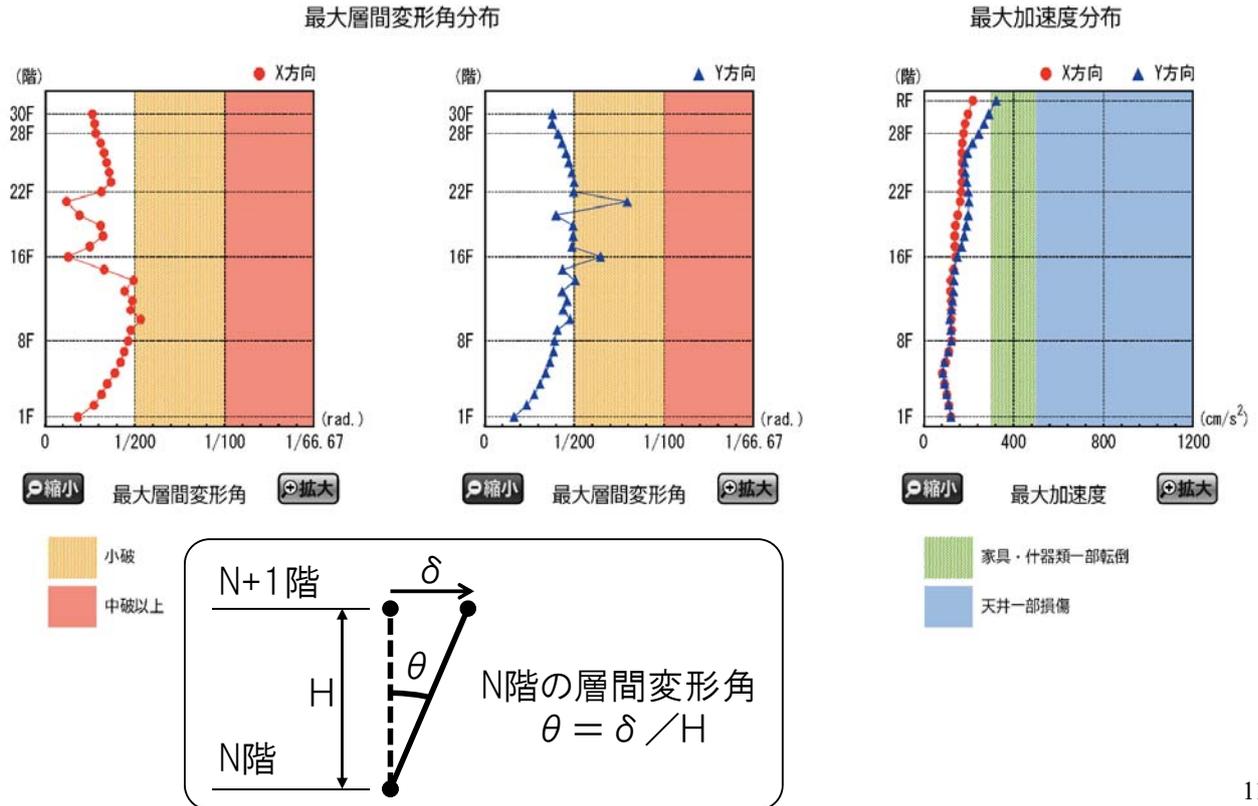
対象とする建物被害調査の分類



10

平成29年度 新宿駅周辺防災対策協議会主催 講習会
建物被害対応の実践トレーニング

地震観測システムによる計測

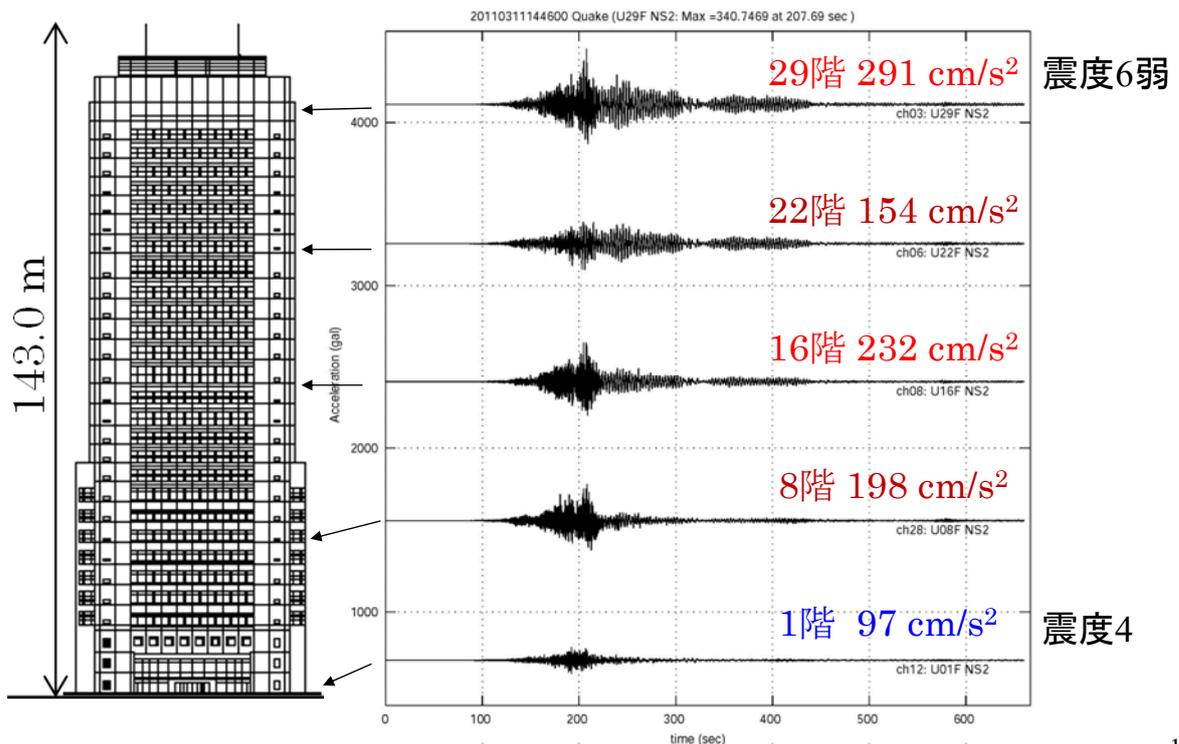


11

平成29年度 新宿駅周辺防災対策協議会主催 講習会
建物被害対応の実践トレーニング

東日本大震災における超高層ビルの揺れ

■工学院大学新宿校舎における強震記録(南北成分の加速度)



12

平成29年度 新宿駅周辺防災対策協議会主催 講習会
建物被害対応の実践トレーニング

東日本大震災における天井被害の発生状況

工学院大学高層棟の天井被害

高層棟	場所	状態
28	第1会議室	一部天井落下
	第4会議室	天井板のたわみ
27	2718	天井板の落下
26	2612	天井板のたわみ
24	弱電実験室	天井一部ズレ、2箇所
	2432	天井の一部ズレ
	2418	天井の一部ズレ
23	南側通路	天井の一部ズレ
	2373	天井の一部ズレ
22	2381	応接室天井のズレ
	2373	天井の一部ズレ
22	入り口	東西入り口の天井ズレ
21	廊下	一部天井落下
20	第6会議室	天井の一部ズレ
	2011	天井の一部ズレ
	廊下	天井の一部ズレ
19	入り口	天井の一部ズレ
	1937	天井の一部ズレ
18	1861	天井の一部ズレ
17	入り口	天井の一部ズレ、ホワイトボードの落下
	1772	天井の一部ズレ
	事務室	天井の一部落下
16	1776	天井の一部ズレ
	1718	天井の一部ズレ
	入り口	入り口付近、天井の一部ズレ
	1616	天井の一部ズレ、撤去
15	1667	天井の一部ズレ、撤去
	1661	天井の一部ズレ
	1517	天井の一部ズレ
14	1518	天井の一部ズレ
	通路	天井の一部落下
14	管理室	天井の一部落下
12	学長室	天井の一部破損
5	511	天井の一部に小穴



28階:天井板落下



24階:天井板脱落



21階:天井板落下



16階:天井板脱落

13

平成29年度 新宿駅周辺防災対策協議会主催 講習会
建物被害対応の実践トレーニング

変位計(ケガキ)による計測



層間変形角

1/200 以下 無被害

1/100~200 小破

1/100 以上 中破

罫書き軌跡

14

平成29年度 新宿駅周辺防災対策協議会主催 講習会
建物被害対応の実践トレーニング

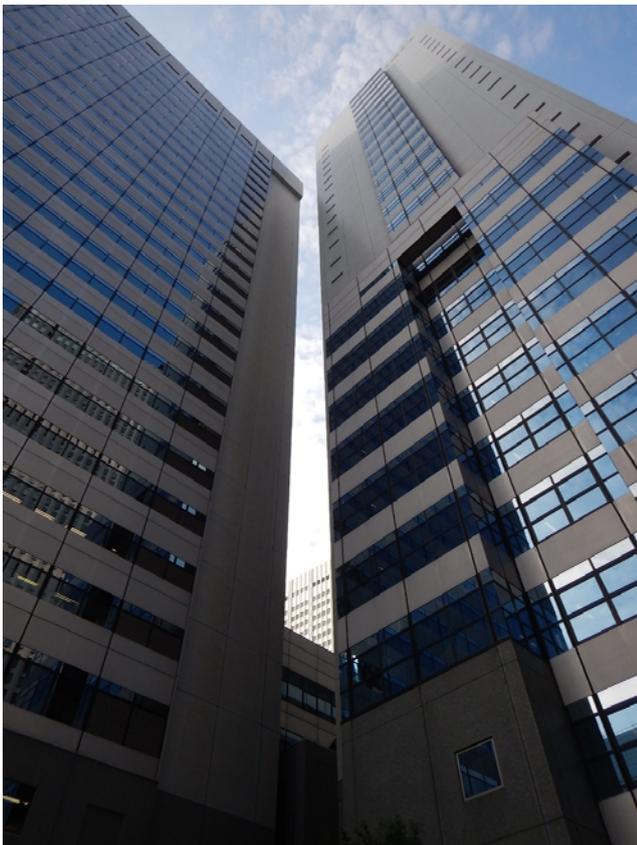
建物外部の調査

- 建物の傾き、沈下
- 隣接建物等の危険
- 周辺地盤の変状
- 柱・壁の損傷
- 梁の損傷
- 扉・窓の損傷
- 設備の損傷
- エキスパンションジョイントの損傷
- その他の危険

15

平成29年度 新宿駅周辺防災対策協議会主催 講習会
建物被害対応の実践トレーニング

建物の傾きを確認するコツ



16

平成29年度 新宿駅周辺防災対策協議会主催 講習会
建物被害対応の実践トレーニング

建物内部の調査

- 柱・壁の損傷
- 床・梁の損傷
- 扉・窓の損傷
- 天井の損傷
- 設備の損傷
- 家具の損傷
- エキスパンションジョイントの損傷
- 毒物・薬物の飛散
- 大きな破壊音
- その他の危険



本講習で使用する調査ツール

- (1) 建物チェックシート・スマートフォン
- (2) iPhoneアプリ

1A
No.

建物チェックシート①

記入者名 (カタカナ)	記入日時	9月22日 時 分	建物/ 施設名称	工学院大学新宿校舎	階数	28階	場所/ テナント名	共用部
----------------	------	-----------	-------------	-----------	----	-----	--------------	-----

チェックシート
記入・送信手順
(スマホで読み取り)

状況	1=ひび割れ 2=はがれ・浮き 3=変形 4=割れ・破断 5=落下・脱落 6=開閉困難 7=転倒・傾斜 8=漏水 9=その他								
----	--	--	--	--	--	--	--	--	--

記号	部位など	異常に チェック
I	A 柱・壁	●●●
	B 床・梁	●●●
	C 扉・窓	●●●
II	D 天井	● ✓
	E 設備	●●●
III	F 家具	●●●
	G その他の 部位	●●●
IV	H 大きな 破壊音	●●●
	X 記入例	● ✓

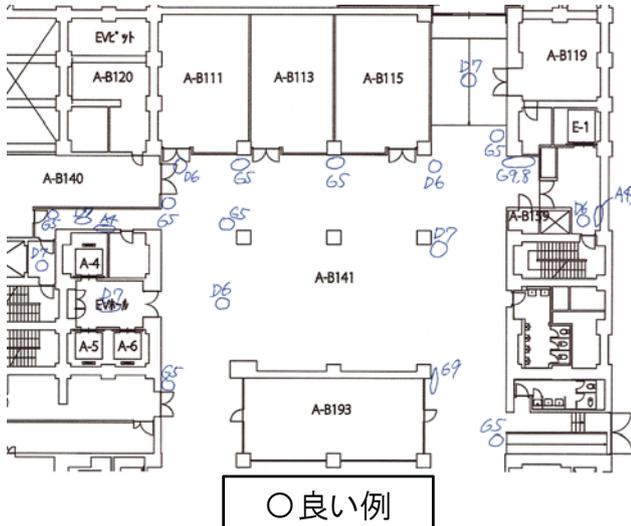
D5/1510
共用部

天井の脱落

記入例 X 1/1556
記号 状況 写真撮影時刻(時分4ケタ)

チェックシートを上手く書くコツ

- 範囲を正確に記入する
- 文字の向きを揃える
- 記号と数字の区別がつくように書く
- 記入の訂正は二重線等で統一する
- 込み入ったところは引き出し線を使う



平成29年度 新宿駅周辺防災対策協議会主催 講習会
建物被害対応の実践トレーニング

チェックシートを上手く撮るコツ

- チェックシートの正面からフレームに合わせて撮る
- スマホのカメラの向き(横向き)を確認して撮る
- 照明等が反射しないようにする
- 影を落とさないようにする
- ファイルサイズを設定する際は「中」以上にする



iPhoneの場合



平成29年度 新宿駅周辺防災対策協議会主催 講習会
建物被害対応の実践トレーニング

スマートフォンによる建物チェックシートの情報集約

■ 建物チェックシートの記入・送信手順

- (1) スマートフォン等で「建物チェックシート」のQRコードを読み取り、メール作成画面を開く
- (2) メール作成画面に表示される「建物チェックシートの記入・送信手順」に従い、建物チェックシートに記入し、調査結果をサーバーに送信する

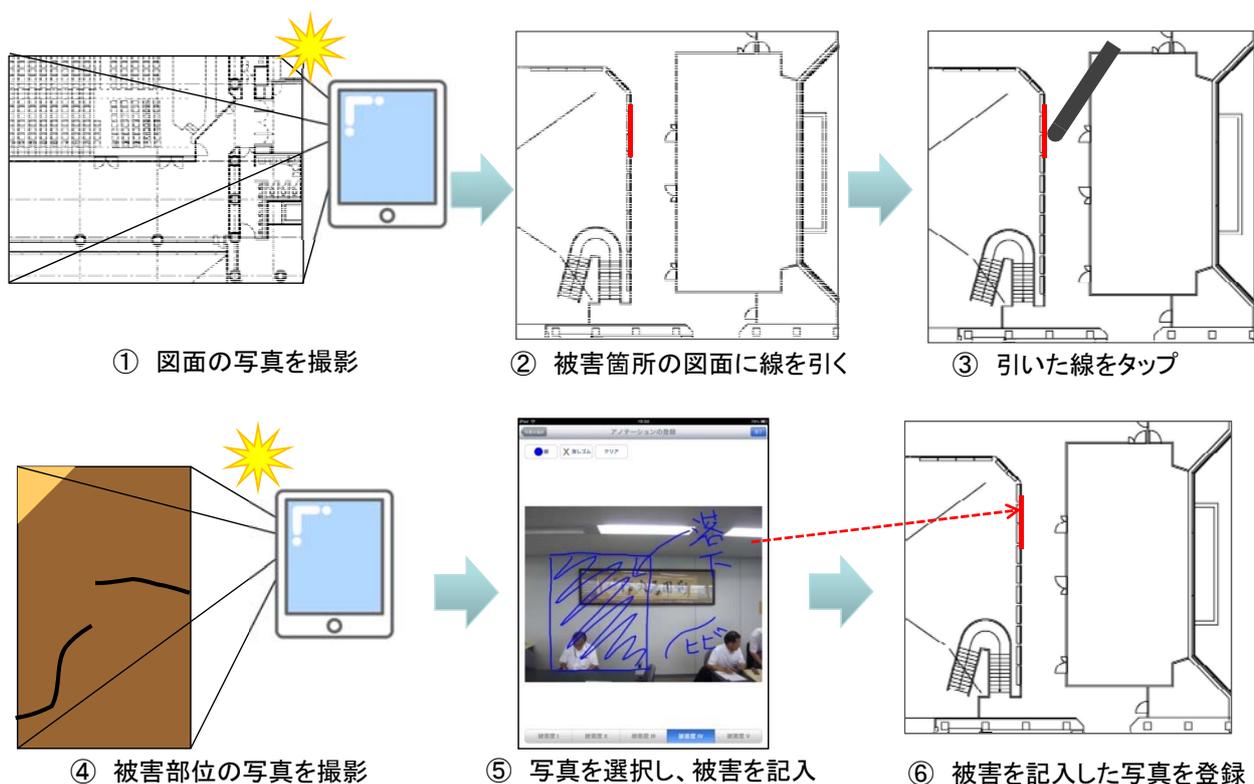
【建物チェックシートの記入・送信手順】

- 1.表に異常がある項目のチェックを記入
 - 2.スマホで異常箇所の写真を撮影
 - 3.図面の異常箇所を囲み、該当する記号、状況、写真撮影時間(時分4ケタ)を記入
 - 4.記入したチェックシートをスマホで撮影
 - 5.撮影した写真全てを本メールに添付し送信、完了
- ※写真サイズを設定する際は「中」以上にしてください

※スマートフォン(Android/iPhone)をお持ちの方は体験できます

21

iPhoneアプリを使用した建物被害調査の流れ



※iPhoneをお持ちの方は建物被害調査アプリをインストールして体験できます(別紙参照)

22

まとめ

■地震による建物被害の特長・被害事例

- 構造体・非構造部材
- 新耐震・旧耐震

■建物調査の方法

- 計測・目視
- 被害の見かた
- 調査ツールの使い方