

平成 28 年熊本地震 による 建築設備被害状況に関する調査報告書

2017 年 4 月 6 日

〔調査実施者〕

(一社) 建築設備技術者協会 震災復興支援会議
新・設備被害対策検討委員会

〔協力団体〕

(公社) 空気調和・衛生工学会 2016 年熊本地震に関する支援対策本部
(一社) 電気設備学会
(一社) 日本建築学会 環境工学委員会建築設備運営委員会
(一社) 日本設備設計事務所協会

無断複製転載を禁ず

本報告書をコピー等で複製・掲載することは、一般社団法人建築設備技術者協会および執筆者（著作権者）の許諾なしにはできません。

目次

委員名簿

はじめに	1
1. 熊本地震の特徴	1
2. 建築設備被害の概要	7
3. 空調設備の被害	15
4. 衛生設備の被害	17
5. 電気設備の被害	19
6. 防災設備の被害	21
7. 設備機能障害について	22
8. 震度別の設備被害特徴について	26
9. 余震の影響	27
10. まとめ	27

震災復興支援会議 新・設備被害対策検討委員会 委員名簿

委員長

川瀬 貴晴（千葉大学）

委員

一方井 孝治（鹿島建設）

木村 剛（大林組）

倉田 雅史（山下設計）

小林 靖昌（日建設計）

込山 治良（高砂熱学工業）

田辺 恵一（新菱冷熱工業）

田村 和夫（千葉工業大学）

安田 健一（三菱地所設計）

山口 秀樹（国土交通省 国土技術政策総合研究所）

* 報告書の作成にあたりご協力いただいた東京工芸大学の水谷国男教授はじめ学生の皆様および
建築研究開発コンソーシアムに感謝する。

平成 28 年熊本地震による建築設備被害状況に関する調査報告

〔調査実施者〕

(一社) 建築設備技術者協会 震災復興支援会議
新・設備被害対策検討委員会

〔協力団体〕

(公社) 空気調和・衛生工学会 2016 年熊本地震に関する支援対策本部
(一社) 電気設備学会
(一社) 日本建築学会 環境工学委員会建築設備運営委員会
(一社) 日本設備設計事務所協会

2016 年（平成 28 年）4 月 14 日 21 時 26 分及びその 28 時間後の 4 月 16 日 1 時 25 分に発生した地震は、現在の気象庁震度階級が制定されてから初めて短期間に震度 7 が 2 回観測された地震であり、隣接する二つの断層帯が連動することで発生した連動型地震とみられている。最初の地震は、熊本県熊本地方が震央で、震源の深さ 11km、気象庁マグニチュード 6.5、後の地震（本震）は熊本県熊本地方を震央とする震源の深さ 12km、気象庁マグニチュード 7.3 である。この 7.3 という値は 1995 年（平成 7 年）に発生した阪神・淡路大震災と同規模の大地震である。

(一社) 建築設備技術者協会の新・設備被害対策検討委員会は、この地震による建築設備被害の状況を把握するため、関連各団体の協力のもとにアンケート調査を実施した。以下、調査の概要を報告する。

はじめに

新・設備被害対策検討委員会は東日本大震災と同様の調査を行うべく、空気調和・衛生工学会、電気設備学会、日本建築学会、日本設備設計事務所協会の協力のもと、本会の会員に建築設備被災状況調査への協力を依頼した。調査内容は、東日本大震災時の調査方法に準じたが、前回のアンケート分析の知見を活かした若干の修正と、熊本地震の特徴を考慮した修正を行った。用いたアンケートシートを、表-1 に示す。

ちなみに、本調査に対する回答は 13 社、被害報告物件数は 84 件、被害事例数は 316 例であった。

1. 熊本地震の特徴

以下本地震の要点と概要を国土交通省 国土技術政策総合研究所および国立研究開発法人 建築研究所の「平成 28 年（2016 年）熊本地震建築物被害調査報告（速報）」から抜粋して示す。

熊本地震の特徴としては、内陸の活断層の活動に因ること、地表に地震断層が出現したこと、誘発された地震を含めた余震の活動域が九州をほぼ横断する長さを持つこと、極めて強い揺れ（震度 7）が観測されたこと、また震源の近くでは強い揺れに何度も襲われた地区があること、が挙げられる。

表1 2016年熊本地震 設備被害状況 調査表

回答： (企業・団体名をご記入ください)

1) 建物被害及びライオン被災状況について

施設所在地 (所在地をご記入ください)	建物用途	竣工年 (西暦)	構造種別 階数	ライオン関連被害						
				電気	水道	ガス		写真の 提供		
記入例 熊本県〇市〇区〇 △丁目△番	業務ビル	1990	鉄骨造 B1F、6F	有無	復旧時間	有無	復旧時間		有無	復旧時間

2) 被災設備と被災状況について

№	被災設備	被災場所 (屋上/屋内/備)/屋外)	被害部位	被害状況	推測される被害原因 (推測されていれば)	被害事故に伴う 機能障害	復旧日数	備考 (設備による二次被害等)
記入例	空調設備	屋外4階 (間等を記述)	天井隠蔽ユニットおよび周囲配管類	天井吊り支持金物の脱落ならびに支持材の破断による脱落	長時間の揺れによる支持金物の変形	空調設備の停止 照度器具点検故障	14日後	天井吊り支持金物の脱落落下により 経路閉止
1								
2								
3								
4								
5								

3) その他の被災状況について

№	ある被災状況に関する調査	有無	自由記述
1	本震後の残った余震によって受けた被害はありますか。		
2	建物内で漏水は発生しましたか。 漏水原因や漏水箇所についてご教示下さい。		
3	建物内での停電は発生しましたか。 (ライオンは生きていますか) 機器固定部は大きな状態で機器本体の停止を主とした物がありますか。		
4	機器固定部は大きな状態で機器本体の停止を主とした物がありますか。		
5	以降その他、自由記述下さい。		

4月11日21時26分以降に発生した震度6以上の地震は表-2に示すとおりである。

表-2 地震発生経緯

発生時刻	震央	深さ	M	最大震度
4月14日21時26分	熊本県熊本地方 (32° 44.5' N 130° 48.5' E)	11km	6.5	7
4月14日22時07分	熊本県熊本地方 (32° 46.5' N 130° 50.9' E)	8km	5.8	6弱
4月15日00時03分	熊本県熊本地方 (32° 42.0' N 130° 46.6' E)	7km	6.4	6強
4月16日01時25分	熊本県熊本地方 (32° 45.2' N 130° 45.7' E)	12km	7.3	7
4月16日01時45分	熊本県熊本地方 (32° 51.7' N 130° 53.9' E)	11km	5.9	6弱
4月16日03時55分	熊本県阿蘇地方 (33° 01.5' N 131° 11.4' E)	11km	5.8	6強
4月16日09時48分	熊本県熊本地方 (32° 50.8' N 130° 50.1' E)	16km	5.4	6弱

このうち震度7を記録した地震の各地の震度は図-1及び図-2に示す通りである。

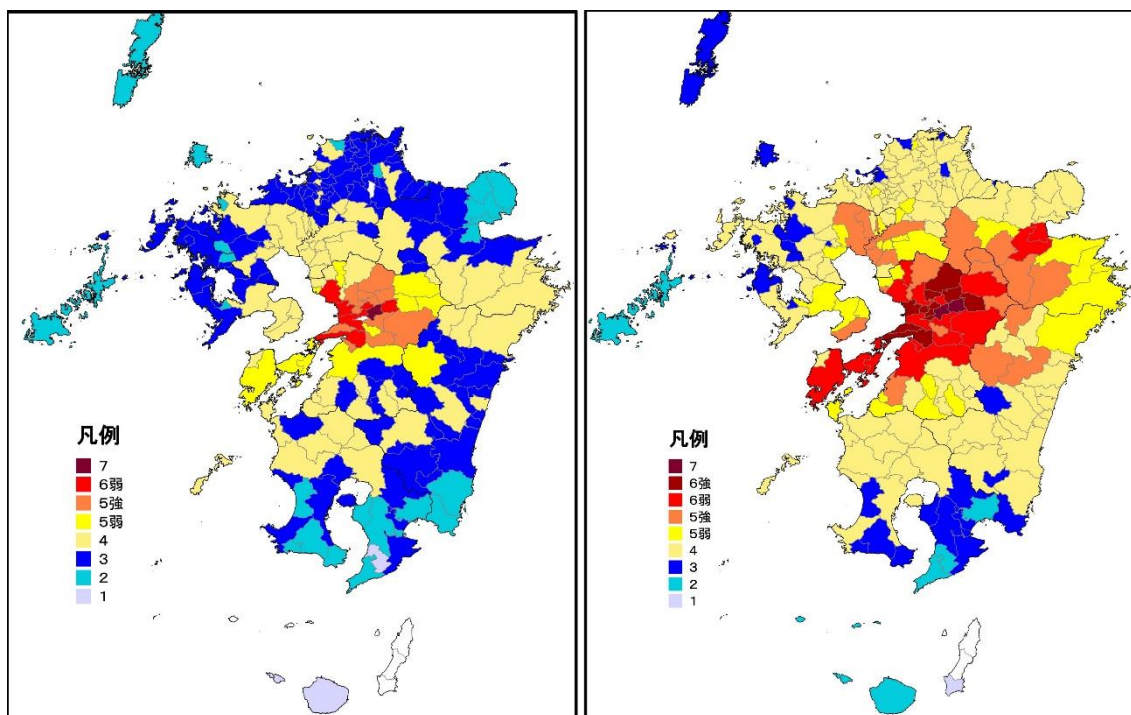


図-1 4月14日の前震 (九州地方のみ)

図-2 4月16日の本震

また建物、インフラ等の被害の概要を表-3～表-7に示す。

表-3 建物被害

都道府県名	住 家 被 害			非住家被害	
	全壊	半壊	一部破損	公共建物	その他
	棟	棟	棟	棟	棟
山口県			3		
福岡県		4	251		
佐賀県			1		2
長崎県			1		
熊本県	8.680	33.642	145.859	439	10.798
大分県	9	222	8.062		62
宮崎県		2	21		
合 計	8.689	33.870	154.198	439	10.862

出典：熊本県熊本地方を震源とする地震（第100報）消防庁応急対策室（平成29年3月31日による）

表-4 電力関連の被害状況（停電）

日時	停電戸数（千戸）
平成28年4月14日 22時	最大16.7
平成28年4月15日 23時	0（高圧配電線への送電完了）
平成28年4月16日 2時	最大476.6
平成28年4月20日 19時10分	0（がけ崩れや道路の損壊等により復旧が困難な箇所を除いて高圧配電線への送電完了）
平成28年4月28日 21時36分	0（大規模な土砂崩れにより送電が困難となっていた阿蘇市、高森町、南阿蘇村において、送電線の仮復旧工事が完了し、系統からの電力供給に切り替えを完了）

注1：4月21日九州電力株式会社発表資料（平成28年熊本地震対応について）、及び、8月1日非常災害対策本部発表資料（平成28年（2016年）熊本県熊本地方を震源とする地震に係る被害状況等について）より作成

表-5 ガス関連の被害状況（供給停止等）

日時	復旧対象戸数（戸）	累計復旧済戸数（戸）	復旧率
平成28年4月16日 9時	105,000	0	0.0%
平成28年4月20日 21時	100,884	7,687	7.6%
平成28年4月22日 15時	100,884	10,024	9.9%
平成28年4月23日 15時	100,884	15,480	15.3%
平成28年4月24日 15時	100,884	28,097	27.9%
平成28年4月25日 15時	100,884	41,620	41.3%
平成28年4月27日 15時	100,884	57,725	57.2%
平成28年4月27日 12時	100,884	68,509	67.9%
平成28年4月28日 18時	100,884	91,589	90.8%
平成28年4月29日 18時	100,884	99,556	98.7%
平成28年4月30日 13時40分	100,884	100,884	100.0%

注1：一般社団法人 日本ガス協会発表資料より作成

注2：供給停止地区は、熊本市のほぼ全域、菊陽町・合志市・益城町・大津町・嘉島町・御船町の全域

注3：復旧対象戸数は、当初発表の105,000戸から空き家等を除いたため、4月20日以降は100,884戸に減少している。

表-6 水道関連の被害状況（断水）

県名	市町村名	最大断水戸数	現在の断水戸数	断水期間
熊本県	宇城市	11,215	0	4/14～4/26
	益城町	約 11,000	0	4/14～5/12
	御船町	6,590	0	4/14～5/23
	熊本市	326,873	0	4/21～4/30
	西原村	2,652	0	4/16～5/25
	大津町、菊陽町 【大津菊陽水道企業団】	約 31,000	0	不明
	玉名市	122	0	4/15～4/21
	菊池市	3,000	0	4/17～4/22
	山都町	2,760	0	4/14～4/25
	甲佐町	697	0	4/15～4/26
	美里町	600	0	4/15～4/16
	宇土市	約 9,200	0	4/16～4/18
	小国町	177	0	4/16～4/20
	南阿蘇村	3,503	2	4/16～
	産山村	200	0	4/16～4/20
	玉東町	0	0	断水なし
	合志市	約 3,000	0	4/16
	人吉市	約 7,000	0	4/16～4/18
	阿蘇市	約 10,000	0	4/16～5/8
	南小国町	2	0	4/16～4/17
	高森町	2,866	0	4/17～4/21
小計	432,457	2		
大分県	日田市	267	0	4/14～4/18
	中津市	23	0	4/16～4/16 21:00
	由布市	3,442	0	4/16～4/23
	別府市	5,740	0	4/16
	九重町	791	0	4/16～4/26
	竹田市	0	0	断水なし
	豊後大野市	0	0	断水なし
	宇佐市	0	0	断水なし
	小計	10,263	0	
	宮崎県	五ヶ瀬町	0	0
延岡市		30	0	4/16
高千穂町		2,700	0	4/16～5/4
美郷町		28	0	4/16
小計		2,758	0	
福岡県	久留米市	70	0	4/16
	小計	70	0	4/16
長崎県	南島原市	35	0	4/16
	雲仙市	15	0	4/16
	小計	50	0	
佐賀県	神埼市	10	0	4/16
	小計	10	0	
鹿児島県	出水市	249	0	4/16
	小計	249	0	
合計		445,857	2	

注1：厚生労働省公表資料（水道の被害状況（7/14 9:00 現在））より作成

注2：資料中に断水期間が記載されていない欄については、最大断水戸数が0を上回るものは「不明」、0のものは「断水なし」と加筆

表-7 下水関連の被害状況

種別	県名	市町村・流域等名	総延長 (km)	被災延長 (km)
合流管・ 污水管	熊本県	八代北部流域下水道	14.9	1.1
		熊本市	2491.0	52.3
		宇土市	144.5	3.0
		宇城市	186.9	2.0
		阿蘇市	68.4	2.4
		御船町	72.4	1.3
		嘉島町	51.4	5.5
		益城町	166.4	15.8
雨水渠	熊本県	熊本市	52.8	0.3
		益城町	3.1	0.1

注1：8月1日国土交通省公表資料（熊本県熊本地方を震源とする地震について（第47報））より作成。

注2：4月27日国土交通省公表資料（平成28年熊本地震における下水管の概略点検が完了しました）によれば、概略点検が4月27日に完了し、熊本県内の下水道については応急対応等により、補理機能、流下機能は概ね確保されたことが確認されている。

2. 建築設備被害の概要

本会会員の皆様からの回答に加えて、空気調和・衛生工学会と連携し実施した平成28年熊本地震災害状況調査での調査事例を加えて分析を行った。被害報告物件数は、総数100件となった。

これらの回答を表-8 分類表に基づき整理を行い、被害内容の分析検討を行った。被害報告物件の住所より所在地における前震と本震の震度を想定した。回答の被害内容から、被害事象の分類を行った結果、被害事象の総数は、384例となった。被害件数1件当たりの平均被害事象数は、約3.8例/件となっている。

表-8 分類表

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪
A 震度(前震)	4	5弱	5強	6弱	6強	7					不明・その他
震度(本震)	4	5弱	5強	6弱	6強	7					不明・その他
B 構造種別	RC	S造	SRC造								不明・その他
建物階数	最高の階数を記入。										
C 建物用途	住居	商業・娯楽	事務所(行政施設、庁舎等を含む)	教育施設	医療・福祉	宿泊(ホテル等)	生産(工場、倉庫等)	ホール・大空間(体育館を含む)	研究施設		不明・その他
D 年代	~1982以前	1983~1997	1998以降								不明・その他
E 設備種別	空調	衛生	電気	防災	搬送						不明・その他
F 設備部位(空調)	機器	配管	ダクト・煙道・煙突	制気口							不明・その他
G 設備部位(衛生)	器具・機器	配管	水槽類								不明・その他
H 設備部位(電気)	受変電機器	照明器具	盤	配線・ケーブルラック	弱電機器						不明・その他
I 設備部位(防災)	機器	配管	SPヘッド、泡消火ヘッド	防火水槽	発電機	排煙口・排煙ダクト					不明・その他
J 設備部位(搬送)	巻き上げ機	ロープ	本体	盤・制御							不明・その他
K 設備部位(その他)	機器	配管	点検口								不明・その他
L 被災位置	屋上	建物内	屋外								不明・その他
被災階数	被災階数をそのまま記入。複数階にまたがる場合は、複数階記入。										不明・その他
M 被害事象	機器本体の損傷	器具の落下・破損	配線・ラック落下・破損	配管・ダクト等の損傷	埋設物の損傷	床固定の損傷	吊支持材の損傷	吊支持材固定金具の損傷	他の固定の損傷	短絡/部分停電	不明・その他
N 被災要因	変位	揺れ(加速度)	2次被害								不明・その他
O 発生した機能障害	室利用不能	停電	断水	空調停止	搬送設備の使用停止	防災機能停止					不明・その他
P 館内漏水被害の要因	衛生配管の損傷	空調配管の損傷	SP消火配管の損傷	機器接続部の損傷	器具接続部の損傷	機器器具本体の損傷					不明・その他
Q SP消火の破損部位	SPヘッド	フレキ配管	枝配管	主配管							不明・その他
R 館内停電被害の要因	受変電設備	発電機設備	盤類	ケーブル類	漏水被害	器具					不明・その他
S 機器本体被害の有無	空調	衛生	電気	防災	搬送						不明・その他
T 各被害と復旧日数	空調	衛生	電気	防災	搬送						不明・その他
上記復旧日数	数時間	3日以内	10日以内	1ヶ月以内	1ヶ月以上						不明・その他
復旧方法	部品交換	機器修理	機器交換	固定部修理	全面更新						不明・その他

構造種別の被害物件数、構造種別の被害事例数を図-3,4 に示す。被害物件数は S 造の建物が一番多い。被害事例数は、概ね被害物件数と比例している。構造種別による設備被害割合に関して特別な差異は見られない。

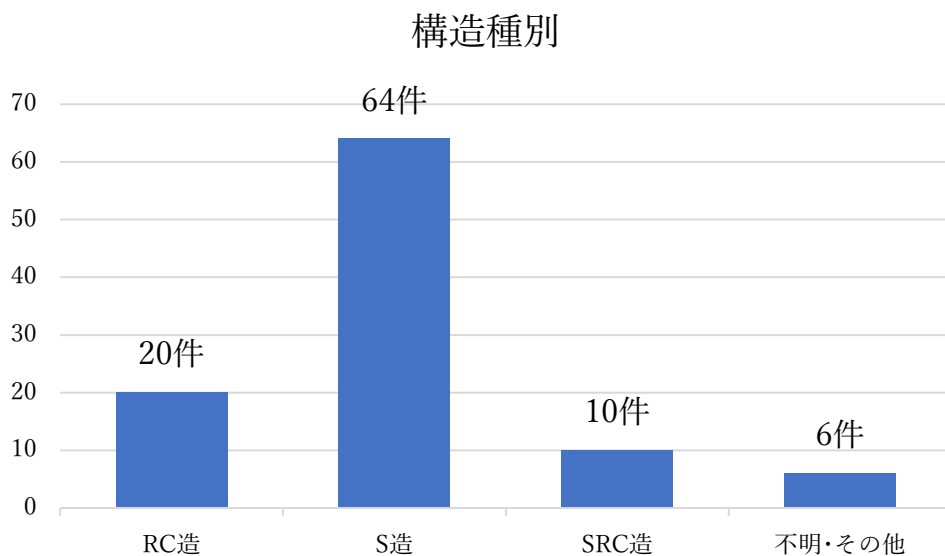


図-3 構造種別の被害物件数

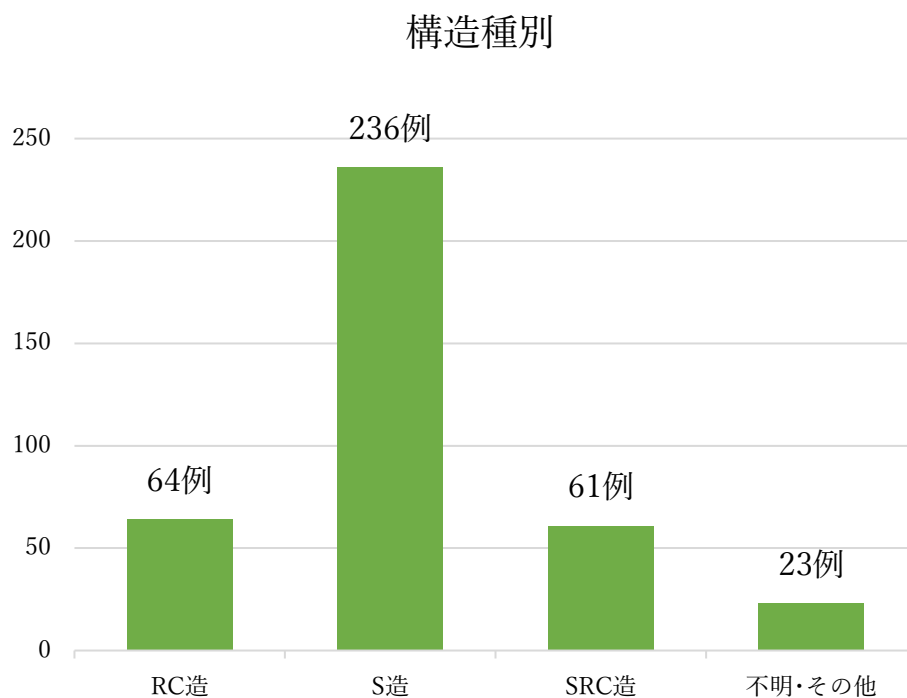


図-4 構造種別の被害事例数

被害建物の階数毎の被害物件数と被害建物階数毎の被害事例数を図-5,6 に示す。建物階数は2階建てが最も多く約30%を占めている。被害事例数は2階建てが最も多いが、被害事例の割合で見ると5階建てが8.3例/件、9階建てが7.0例/件となっている。

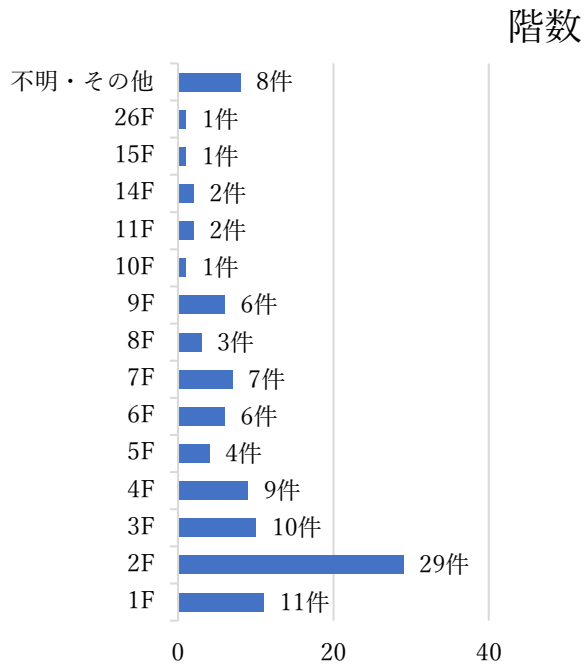


図-5 階数毎の被害物件数

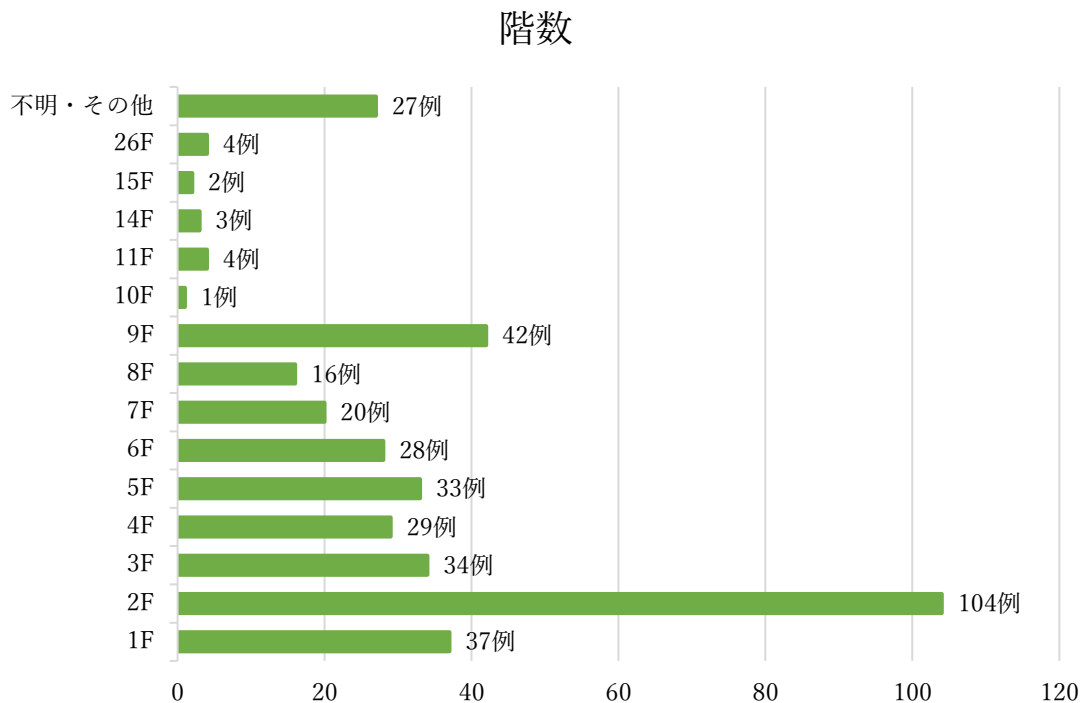


図-6 被害建物階数毎の被害事例数

建物竣工年代別被害物件数、建物竣工年代別の被害事例数を図-7,8 に示す。被害物件数は 1998 年以降竣工の建物が一番多い。被害事例数は、概ね被害物件数と比例している。竣工年代に設備被害割合に関する特別な差異は見られない。

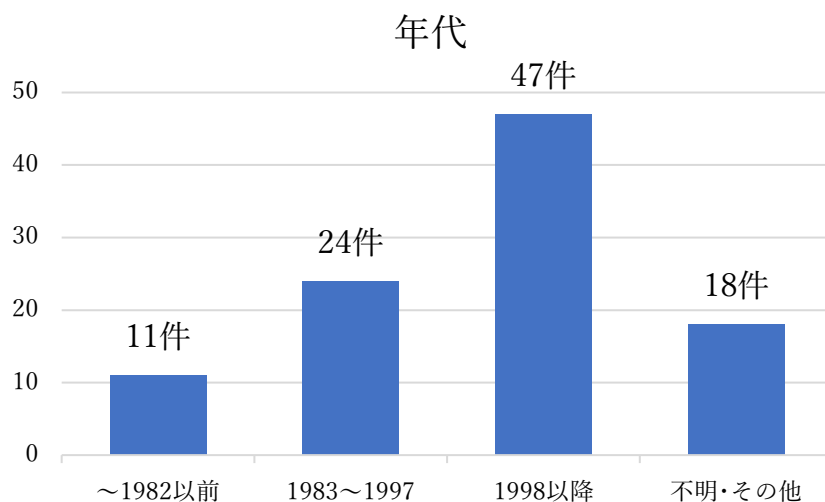


図-7 建物竣工年代別被害物件数

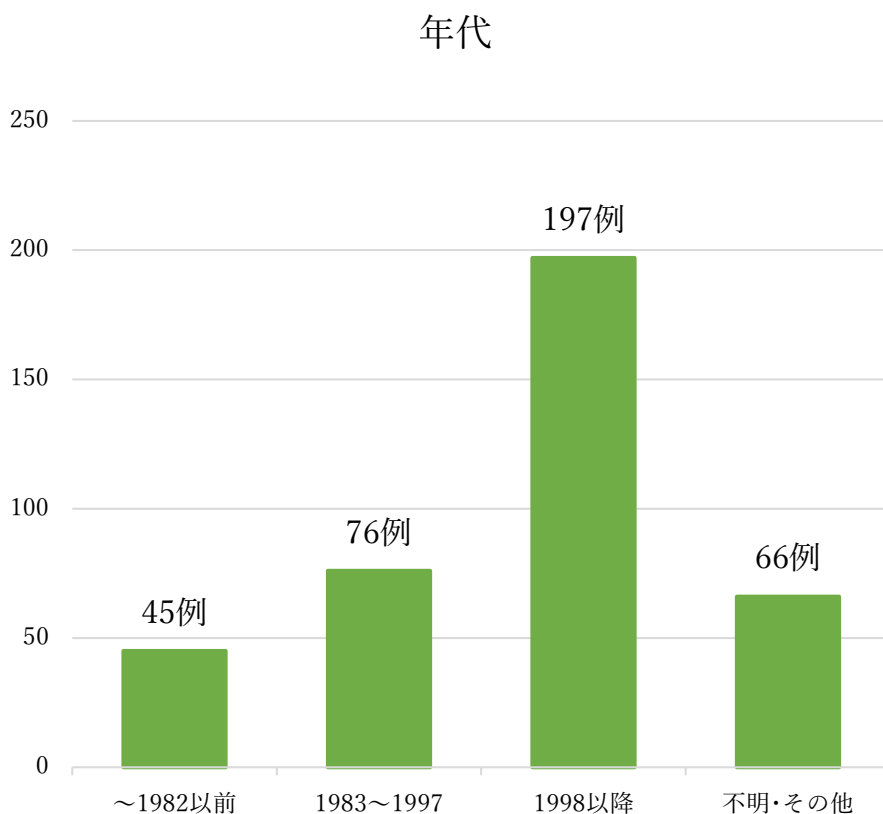


図-8 建物竣工年代別の被害事例数

建物用途別被害物件数、建物用途別の被害事例数を図-9,10 に示す。被害物件数は生産施設（工場、倉庫等）が一番多い。被害事例数は、概ね被害物件数と比例している。建物用途毎での設備被害割合に関して特別な差異は見られない。

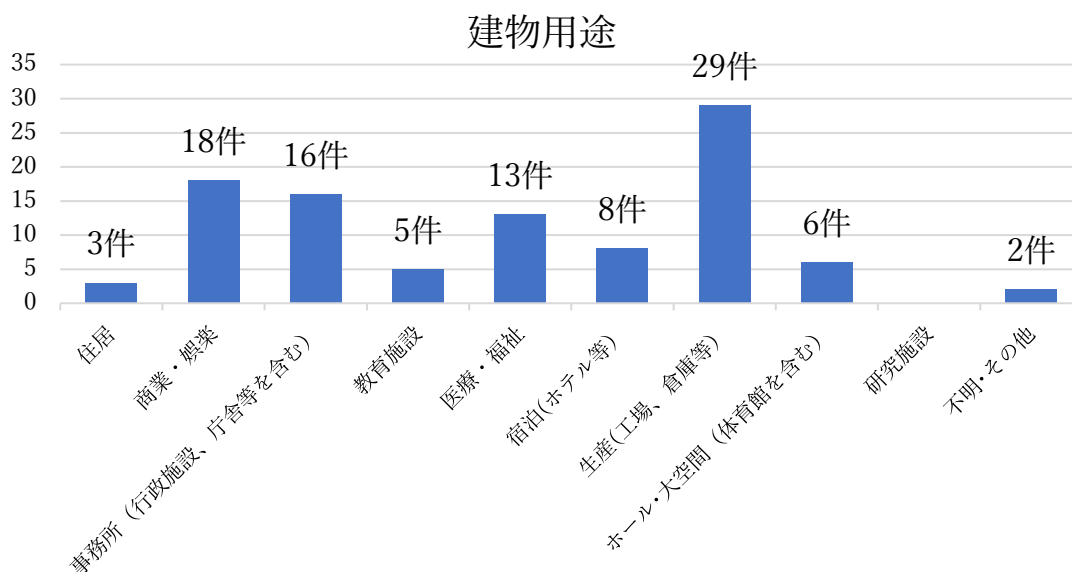


図-9 建物用途別被害物件数

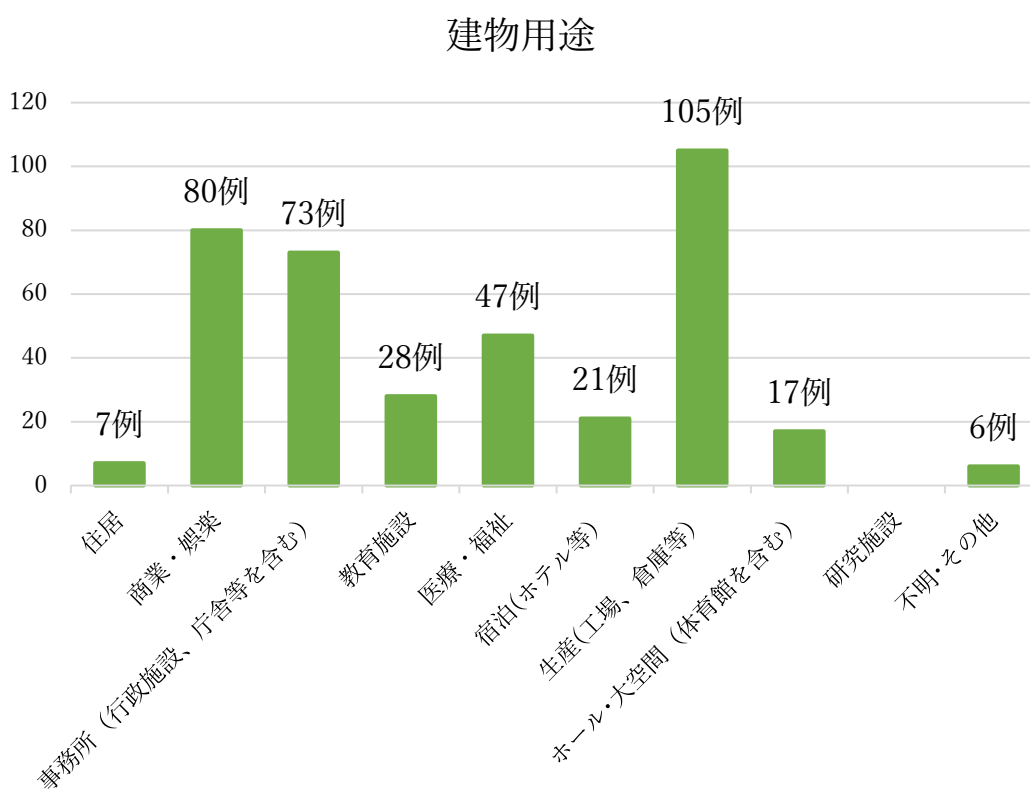


図-10 建物用途別の被害事例数

建物住所より所在地での前震と本震の震度を算出した。前震と本震の震度別での被害物件数を図-11,12 に示す。被害発生が、前震起因なのか、本震起因なのかは不明であるが、6弱以上の震度だった建物が、76件ある。

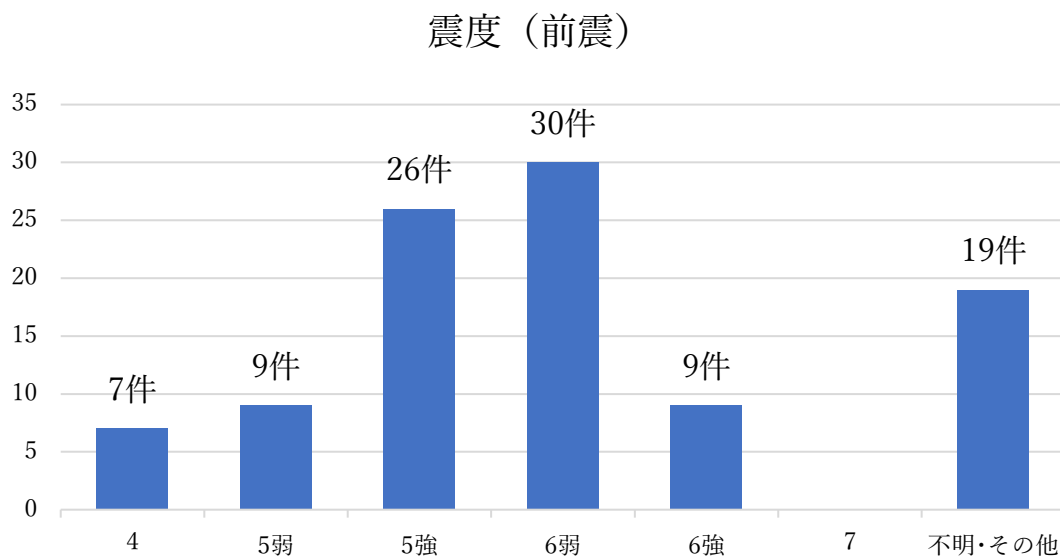


図-11 震度（前震）別の被害物件数

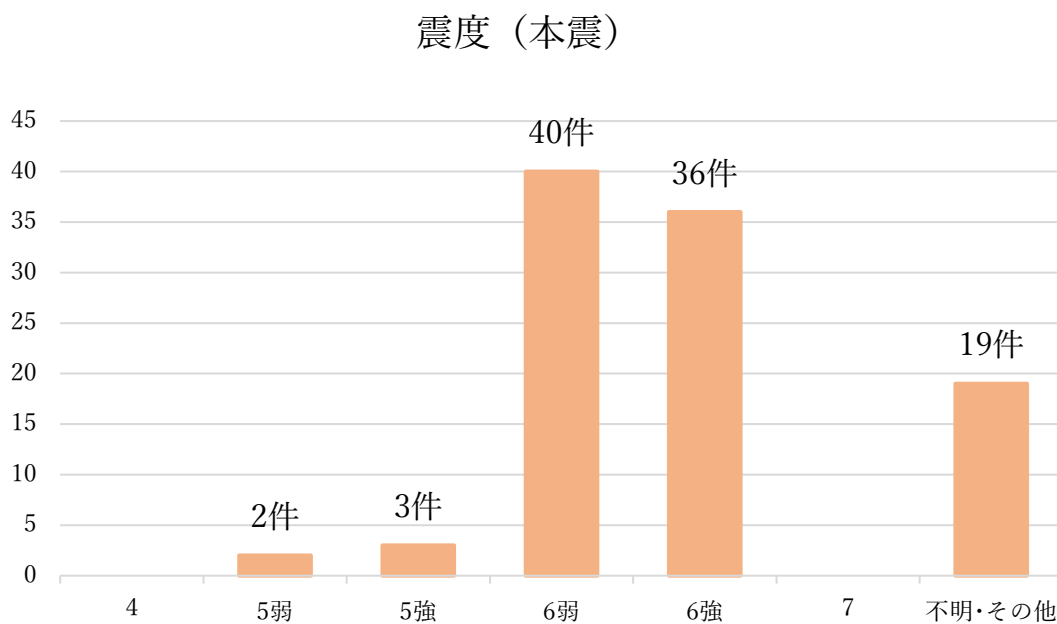


図-12 震度（本震）別の被害物件数

前震と本震の震度別での被害事例数を図-13,14 に示す。本震での震度結果から6強での被害事象数が最も多い。本震での震度別の被害物件数に対する被害事例数を比較すると、6弱では3.2例/件、6強では4.8例/件となっている。

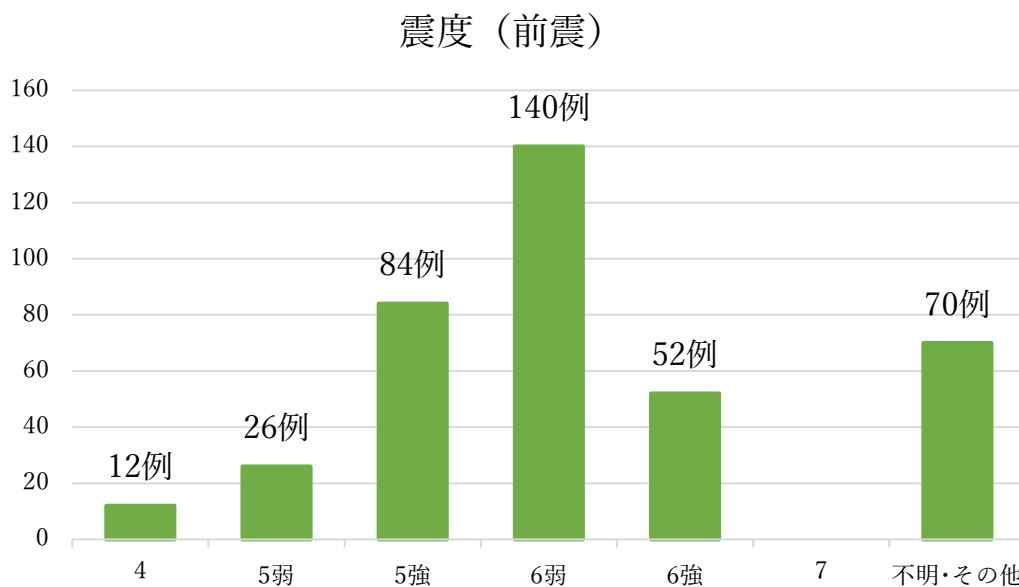


図-13 震度（前震）別の被害事例数

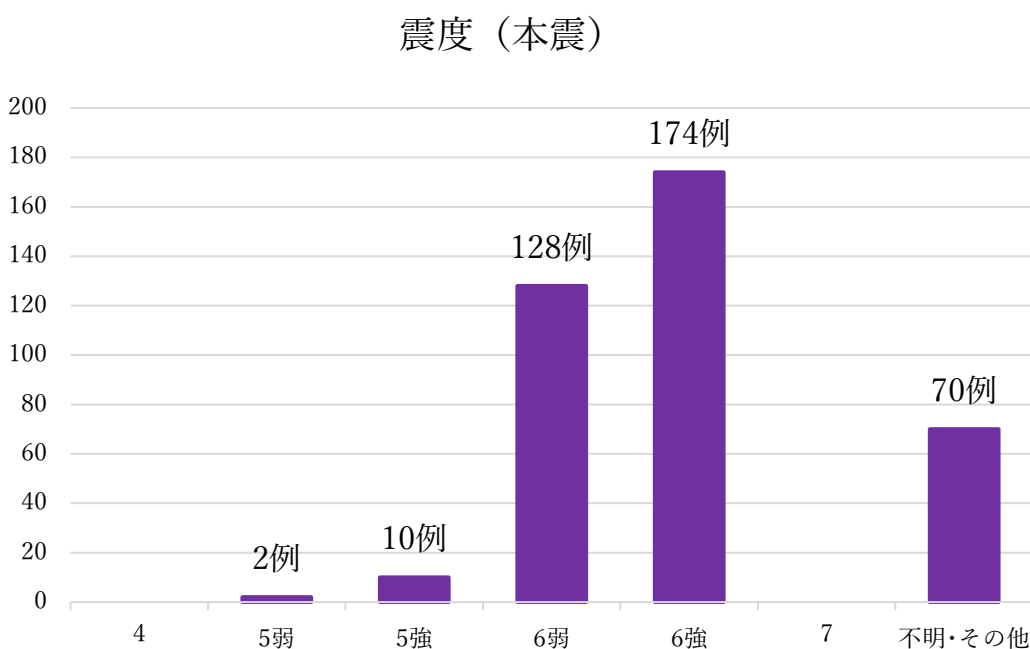


図-14 震度（本震）別の被害事例数

被害のあった設備種別を空調設備、衛生設備、電気設備、防災設備、搬送設備に分類し、その割合を図-15に示す。被害事例数は、空調設備、電気設備、衛生設備の順となっているが、ほぼ同様に被害があった結果と考えられる。

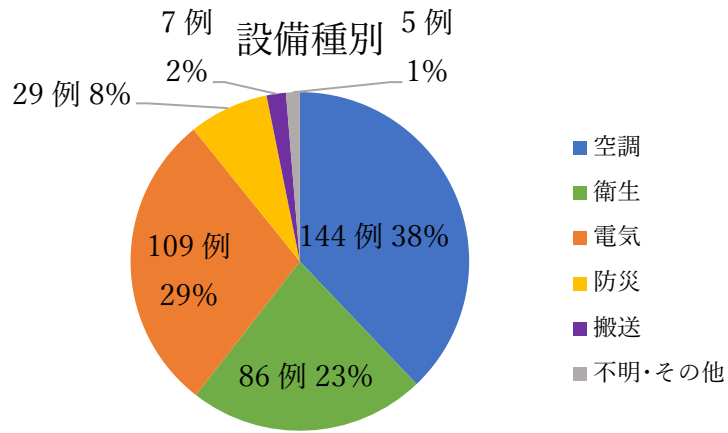


図-15 建築設備の被害割合

被害事象を機器本体の損傷、器具の落下、配線・ラック落下損傷、配管・ダクト等の損傷、埋設物の損傷、床固定の損傷、吊支持材の損傷、吊支持材固定金物の損傷、他の固定損傷、短絡・部分停電に分類し、その割合を図-16に示す。吊支持材固定金物の損傷とは、主に鉄骨の挟み金物等の脱落を示す。他の固定損傷とは、床固定や吊支持に断定できない固定を示す。配管ダクト等の損傷が最も多く、33%となっている。器具の落下破損、配線・ラックの落下破損、吊支持材関連の損傷を合わせると27%となる。配管ダクト等の損傷にも落下脱落も含まれるため、上部より吊り設置した建築設備の被害割合が多いことを示す結果といえる。

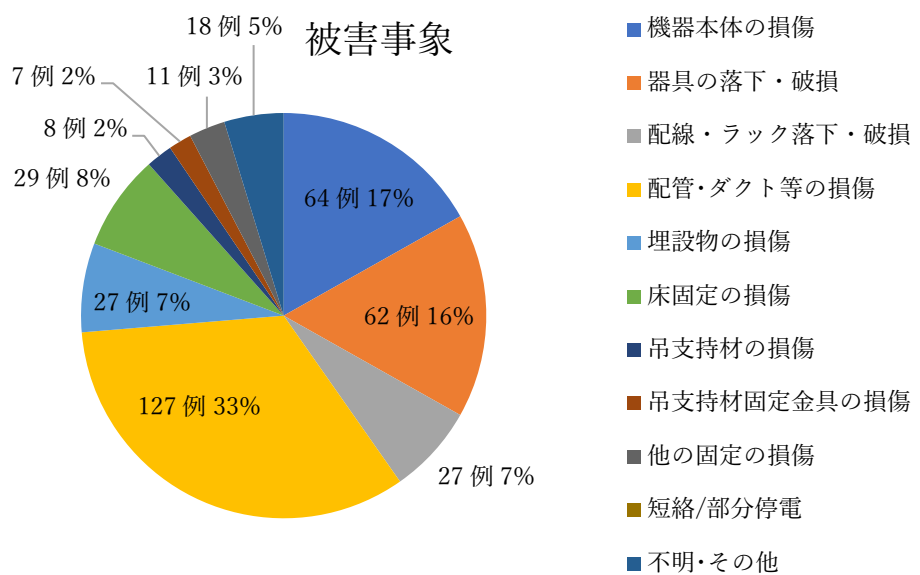


図-16 建築設備の被害事例の割合

3. 空調設備の被害

空調設備単独での被害は、144 例あり全体の 38%を占めている。空調設備の被害部位を機器、配管、ダクト・煙突、制気口に分類し、その割合を図-17 に示す。機器の被害が最も多い。次に配管の割合が多い結果となっている。機器被害の被災位置の割合を図-18 に示す。屋上が 35%、建物内が 62%となっている。

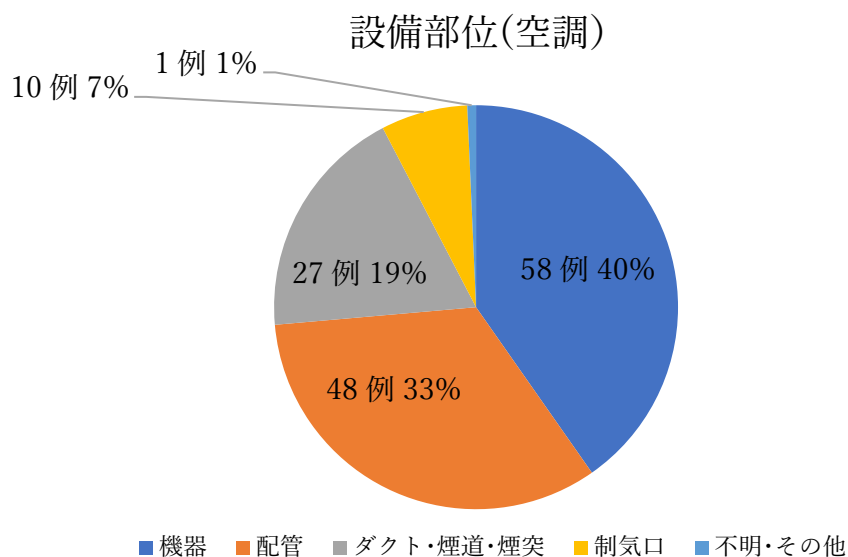


図-17 空調設備部位別の被害割合

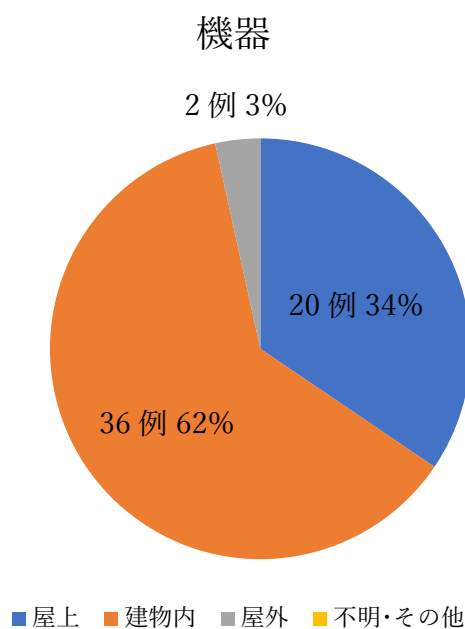


図-18 空調設備機器の被災位置の割合

配管設備の被災位置の割合を図-19 に示す。屋上が 17%、建物内が 69%となっている。

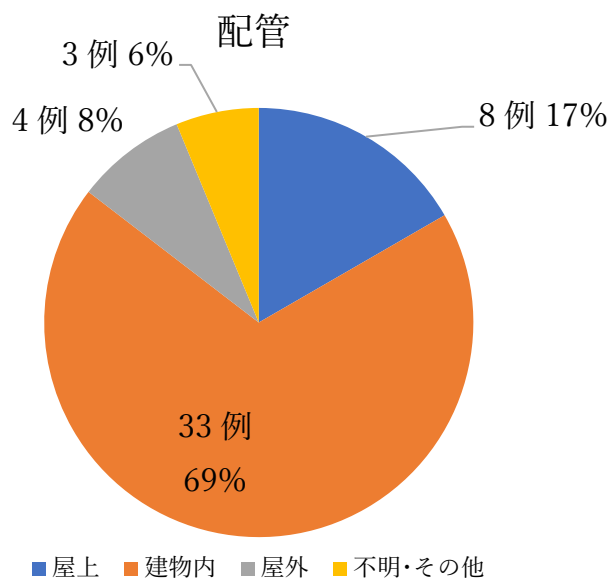


図-19 空調配管設備の被災位置の割合

空調関連機器の被害事例は 58 例あり、被害回答中の約 40%を占めていた。なお、このうち機器本体の被害は 32 例、床固定の被害は 10 例、吊支持関連の被害は 9 例であった。室内機や天井パネルの脱落や吊支持部の破損などが多く、冷却塔落とし込み水槽の破損などの回答があった。天井パネルの内、ビルトインカセット型のパネルの脱落は顕著である。室内機や FCU などの脱落については、2014 年版の日本建築センター「建築設備耐震設計・施工指針」で推奨されている振れ止めの有無については不明である。冷却塔関連の被害は、機器で 8 例、冷却水配管で 7 例ある。特に冷却水配管と本体接続部の破損例が多く、屋上配管の固定方法の不備が要因であると想定される。

空調配管の被害事例は 48 例あり、被害回答中の約 33%を占めていた。ドレン配管が 8 例、室内機やファンコイル廻りの配管が 8 例、加湿配管が 2 例となっている。比較的小口径の配管被害が多い。

4. 衛生設備の被害

衛生設備単独での被害は、86件あり全体の22%を占めている。衛生設備の被害部位を機器・器具、配管、水槽類に分類し、その割合を図-20に示す。配管の被害が最も多い。次は水槽類の被害となっている。水槽類の被害があった建物竣工年代別の割合を図-21、建物竣工年代別の衛生設備被害部位の割合を図-22に示す。水槽被害だけで見ると竣工年代での差異は見られないが、竣工年代別に衛生設備部位の被害割合を見ると、水槽被害の割合は阪神淡路大震災以降（1998年～）の方が少なくなっている。水槽の耐震強化への取組の現れと考えられる。

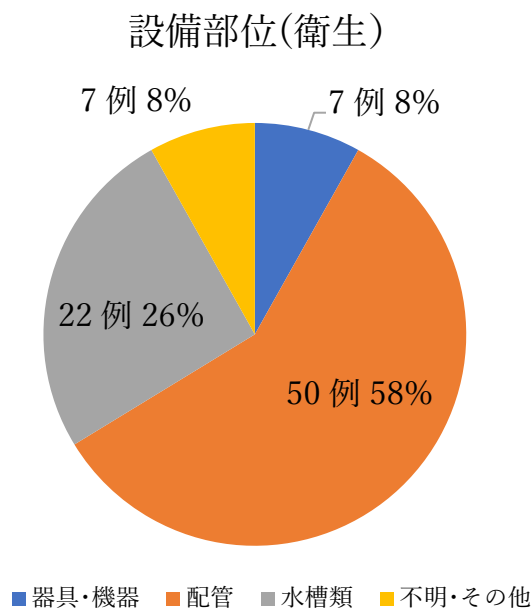


図-20 衛生設備部位別の被害割合

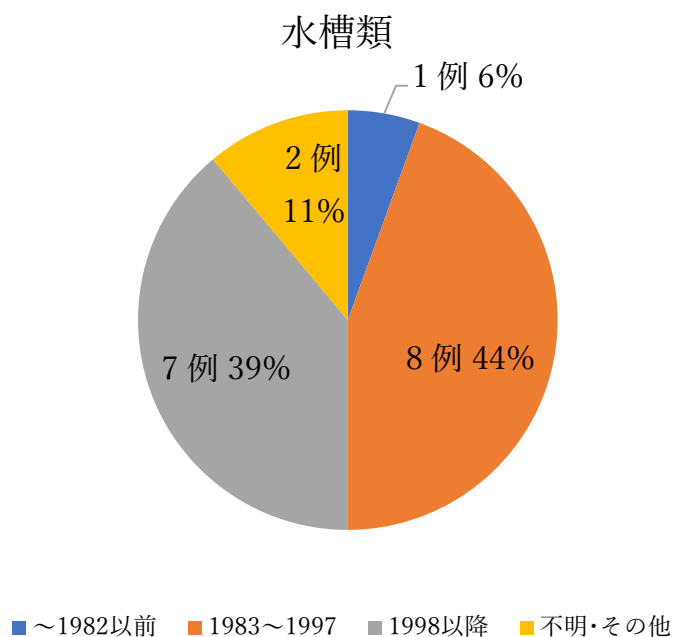


図-21 建物竣工年代別水槽類の被害の割合

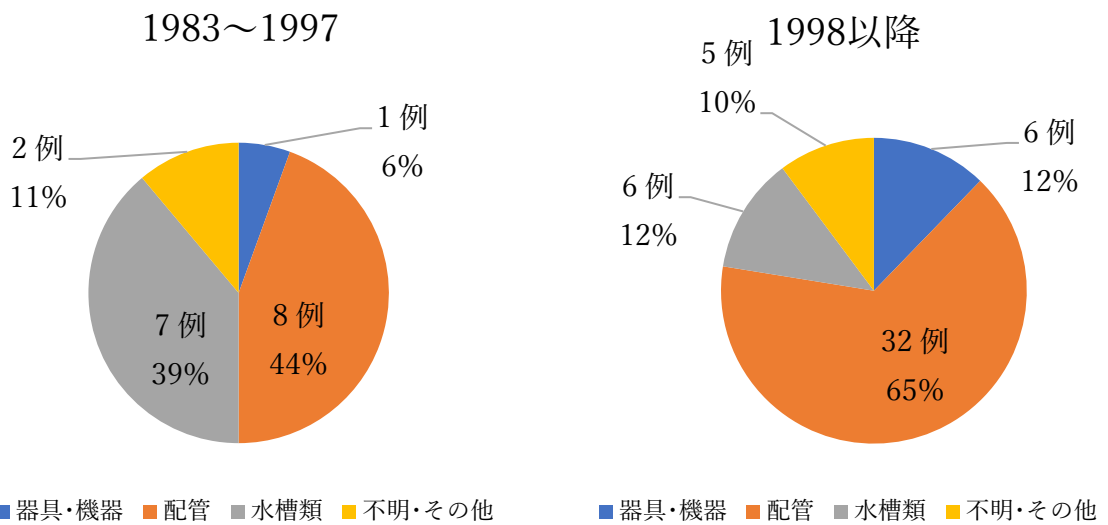


図-22 建物竣工年代別衛生設備部位別の被害割合

配管設備の被災位置の割合を図-23 に示す。屋上が12%、建物内が50%、屋外が32%となっている。空調配管と比較すると屋外の割合が増えている。直下型地震による地盤被害の影響と考えられる。

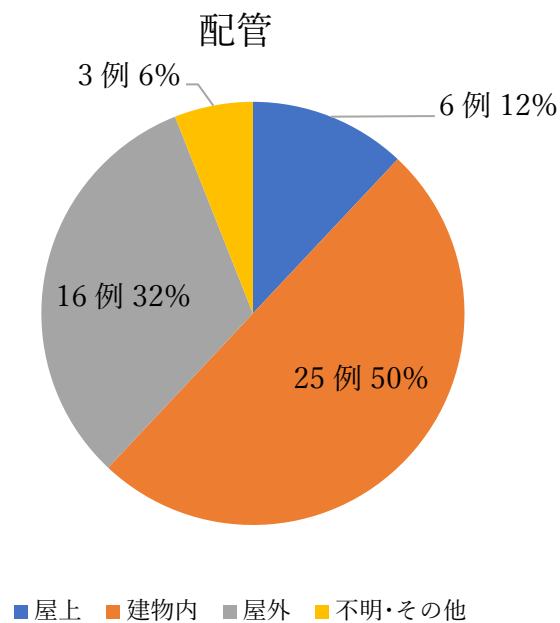


図-23 衛生配管設備の被災位置の割合

衛生配管の被害事例は50例あり、被害回答中の約58%を占めていた。建物内での被害では給水配管が11例、排水管が8例となっている。屋外配管では排水管が10例となっている。衛生配管の被害は比較的小規模被害となっているが、被害発見に時間がかかることが多い。

5. 電気設備の被害

電気設備単独での被害は、109 例あり全体の 29%を占めている。電気設備の被害部位を受変電機器、照明器具、盤、配線・ケーブルラックに分類し、その割合を図-24 に示す。照明器具の被害が最も多く、次に配線ケーブルラックの被害、受変電設備の被害となっている。受変電設備の被害は、建物内の停電につながる被害が想定される。

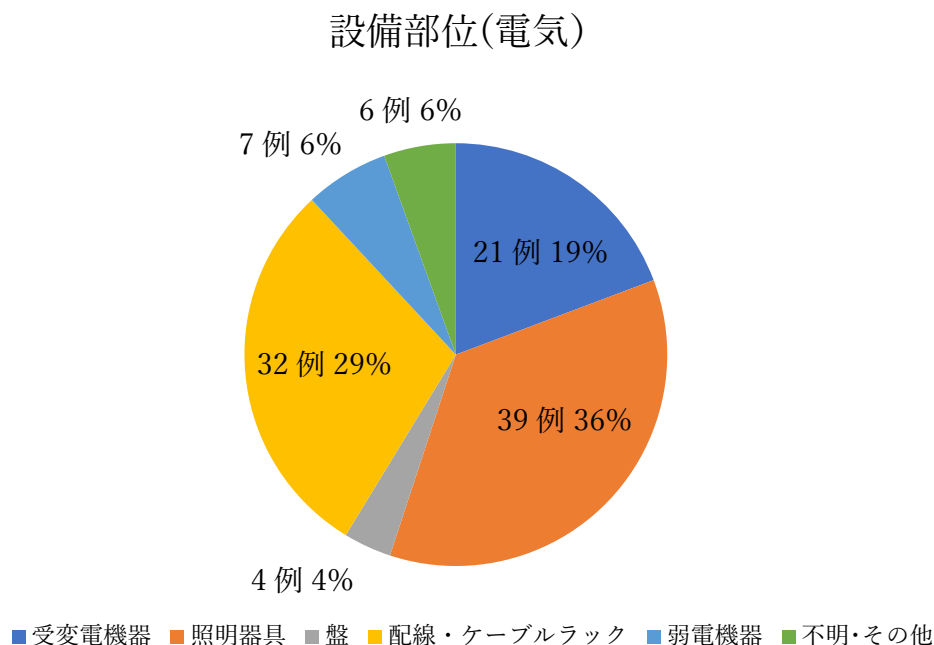


図-24 電気設備部位別の被害割合

ケーブルラックの被害事例は 32 例であり、被害回答中の約 29%を占めていた。このうち受変電設備にも被害を受けたものは 6 例であった。その被害の多くが、S 造のものであった。S 造におけるケーブルラックの被害については、支持部材が鉄骨フランジから抜けて脱落することを防止する対応が必要であるが、それが行われていなかったことが多かった可能性が考えられる。また、S 造の平屋の工場等の施設では、天井が高いため揺れが大きくなること、屋上から吊っていることに該当するので耐震支持種別や吊りピッチが厳しくなるが、それが認識されていなかったという可能性も考えられる。なお、2014 年版の日本建築センター「建築設備耐震設計・施工指針」では、ケーブルラックの耐震強化が図られている。

受変電設備の被害事例は 21 例あり、約 19%を占めている。被害事例としては変圧器のアンカーボルトの抜け・破断が 10 例を占めている。これは変圧器には防振ゴムが設けられることが多く、防振支持の機器では耐震ストッパーの震度割増しや機器支持部と非接触にする隙間の調整が適切ではなかった可能性もある。このような防振支持された変圧器の被害に対しては、近年、各社から頂部支持可能な製品が販売されており、対応が取られるようになっている。

※「電気通信施設被害調査報告書」（調査期間：平成 28 年 4 月 26 日～28 日、建設電気技術協

会)によれば、河川国道事務所・出張所・無線中継所の8ヶ所の局舎の状況を調査し、受変電・発電設備および直流電源設備には、地震の影響と思われる大きな損傷は見られなかったとされ、ケーブルラックの被害も挙げられていない。(なお、建物としては6局舎で壁面や床にひび割れが生じていることが確認されている)

※発電機関係については、今回の調査の被害事例では屋外の送油口・オイル配管が地盤沈下で損傷した可能性があるというものだけだった。発電機の多くは機能したという「熊本地震による自家発電設備の稼働状況報告について」(平成28年9月12日、日本内燃力発電設備協会)の報告と合致している。

人身事故に至る照明器具の落下については報じられておらず、「熊本地震の被害を踏まえた学校施設の整備について」(平成28年7月、文教施設企画部施設企画課)でも体育館などでの照明器具の落下防止について敢えて注意喚起は行われていない。今回の調査結果でも、照明器具の落下は天井の落下と同時に起きている例がほとんどであり、鉄骨造で階高の高い工場においても、投光器類の比較的重量のある照明器具の落下事例は挙げられていない。比較的重量のある照明器具については、鉄骨に固定する金物や吊りボルトにより支持し、振れ止めを設けたり、ボルトの損傷に備えてボルトと別の場所から支持したワイヤー等により落下防止を設ける対策があり、今回の調査結果からも、こうした方法で施工されていれば最低限の安全性は得られると考えられる。

6. 防災設備の被害

防災設備単独での被害は、29 例あり全体の 8%を占めている。防災設備の被害部位を機器、配管、SP・泡消火ヘッド、防火水槽、発電機、排煙口・排煙ダクトに分類し、その割合を図-25 に示す。配管の被害が最も多い。スプリンクラー消火設備の被害部位を SP ヘッド、フレキ配管、枝配管、主配管に分類し、その割合を図-27 に示す。フレキ配管の被害の割合が最も多い。

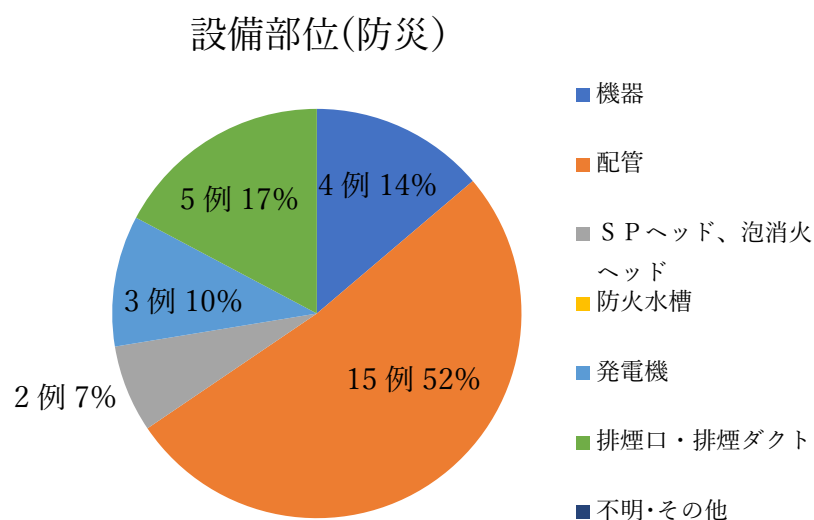


図-25 防災設備部位別の被害割合

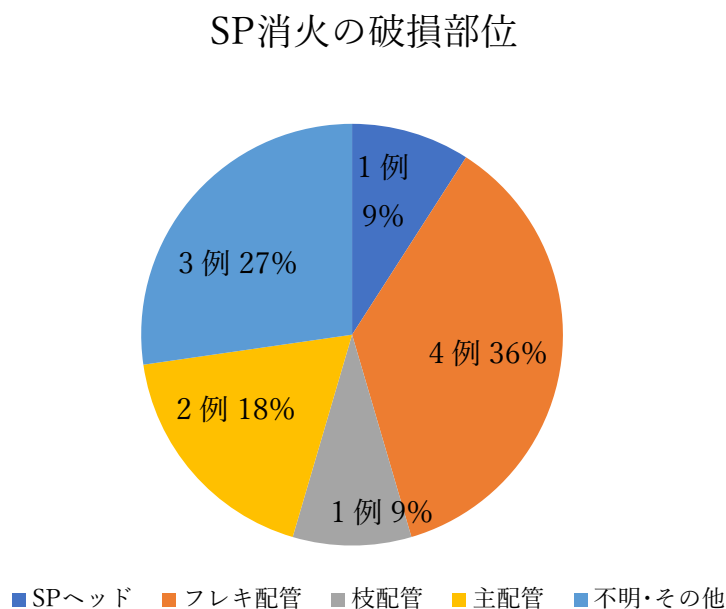


図-26 スプリンクラー消火設備部位別の被害割合

7. 設備機能障害について

設備被害が要因となり発生した機能障害を室利用不能、停電、断水、空調停止、搬送設備の使用停止、防災機能停止、無しに分類し、その割合を図-27 に示す。機能障害が無いと回答が最も多く、機能障害としては、空調停止、停電、断水の結果となっている。室利用不能との回答は0となっている。機器本体被害の有無を図-28 に示す。有無の割合は、空調、衛生、電気の順となっている。

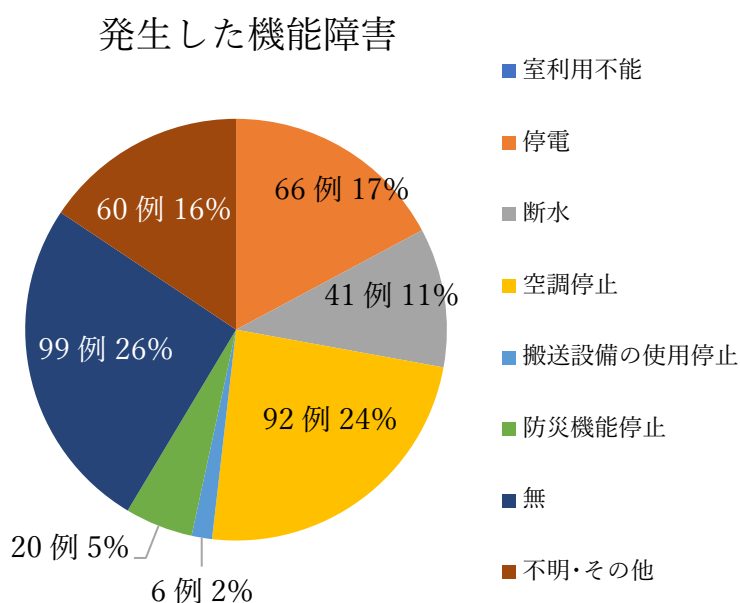


図-27 発生した機能障害の割合

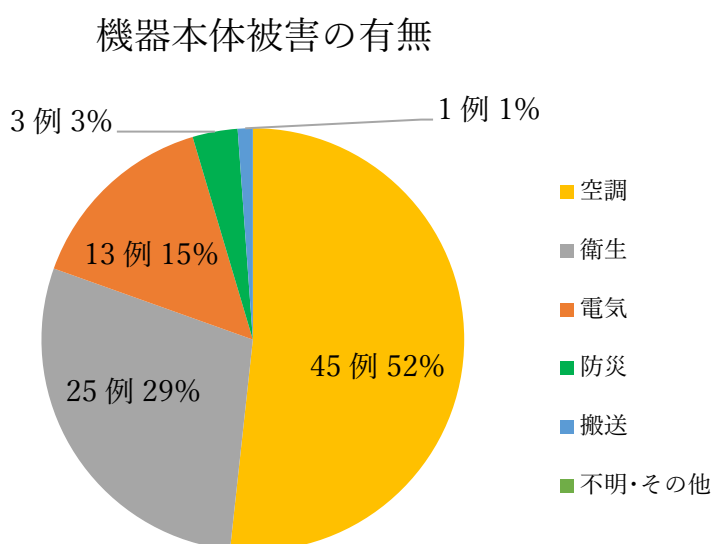


図-28 機器本体被害の有無

ライフラインでの停電ではなく館内のみでの停電被害の要因を図-29に示す。館内停電は66例発生している。器具被害が要因の約50%となっている。本震での6弱、6強における停電被害要因の割合を図-30に示す。6弱ではケーブル類が要因の一番となっている。6強になると器具が要因の一番となっている。また6強になると受変電設備の割合が増えている。受変電設備の被害要因は、キュービクル内のトランスの脱落、防振装置の脱落となっている。受変電設備が起因で停電となった場合、停電範囲が広く影響は大きい。

館内停電被害の要因

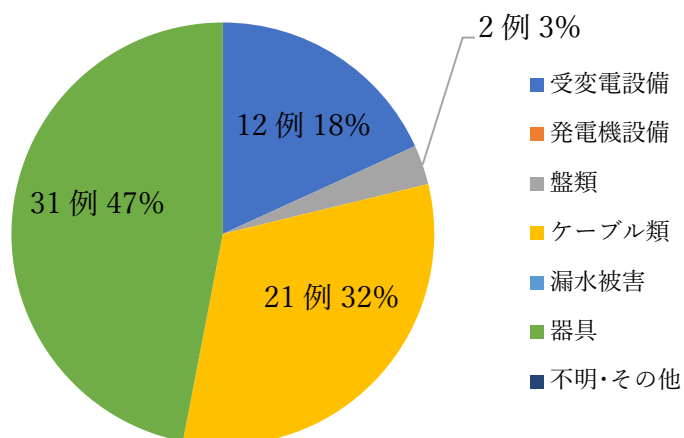


図-29 館内停電被害の要因

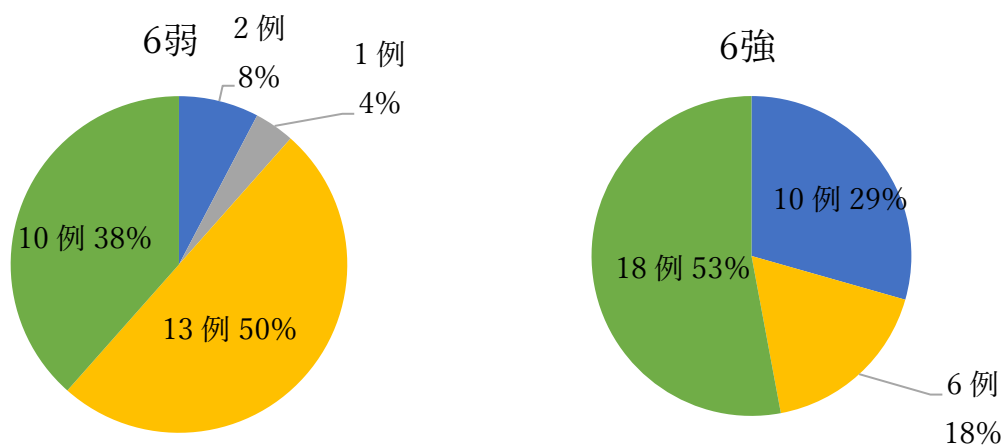


図-30 震度（本震）別館内停電被害の要因

館内の漏水被害の要因を図-31 に示す。漏水被害は、71 例発生している。被害要因は、衛生配管と空調配管を合わせると約 70%となっている。給水配管では器具接続部の給排水管、空調配管では室内機やファンコイル廻りの小口径配管の破断が要因であった。その他ではパネル水槽の歪みや EXP 部での配管破損などの要因、建物防水層亀裂による漏水発生 of 回答もあった。本震での 6 弱、6 強における漏水被害要因の割合を図-32 に示す。6 強になると SP 消火配管の損傷が要因として発生している。

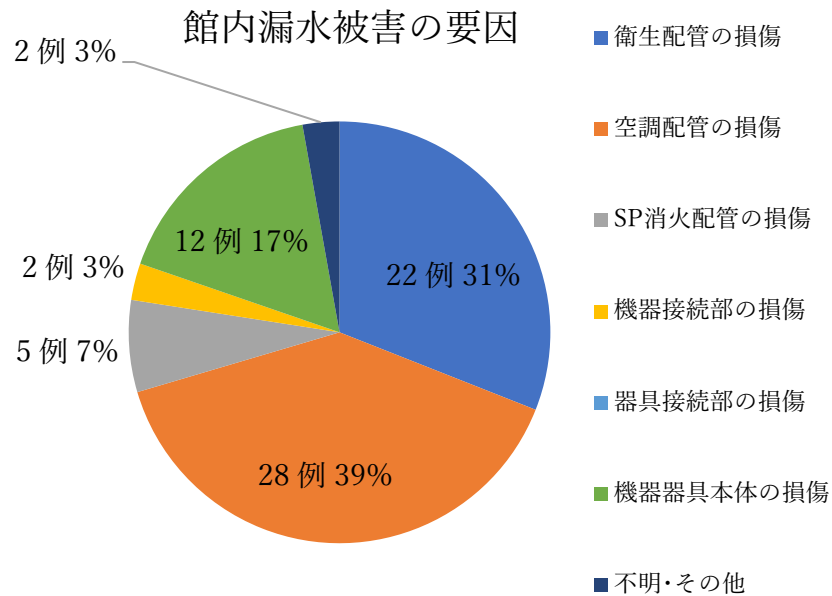


図-31 館内漏水被害の要因

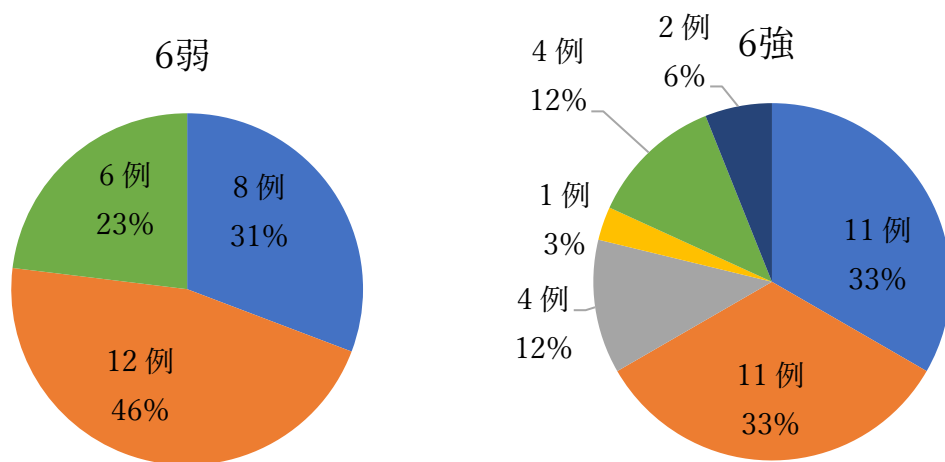


図-32 震度（本震）別館内漏水被害の要因

建築設備被害の復旧日数について図-33 に示す。不明の回答が多く、復旧日数の定義も曖昧だったため精査が必要であるが、3 日以内に復旧した事象は 7%程度である。復旧日数別の設備被害事例の割合を図-34 に示す。器具の落下は 1 ヶ月以上の復旧日数がかかっているが、天

井崩落が同時発生していると想定される。

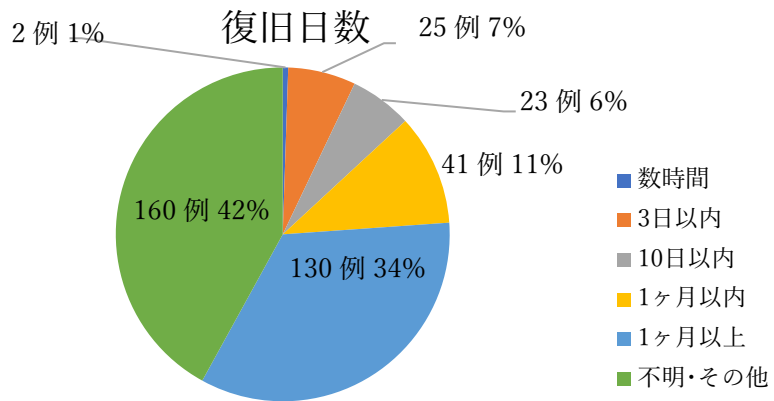


図-33 被害事例の復旧日数

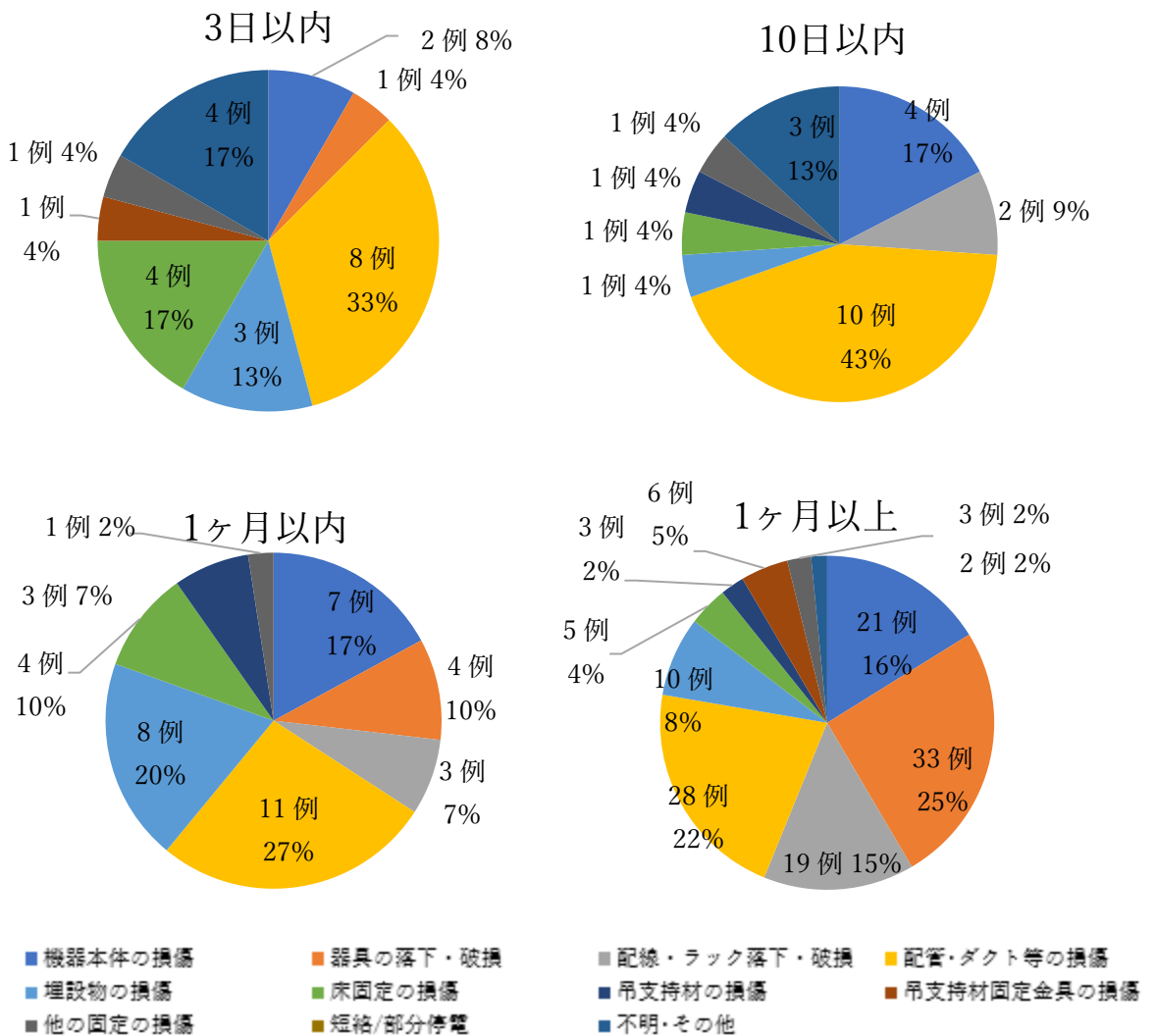


図-34 復旧日数別の設備被害事例の割合

8. 震度別の設備被害特徴について

本震での震度6弱、6強での建築設備の被害割合を図-35,36に示す。6強になると防災設備の割合が増えている。被害事象では、6弱と6強では特別な違いは見られない。

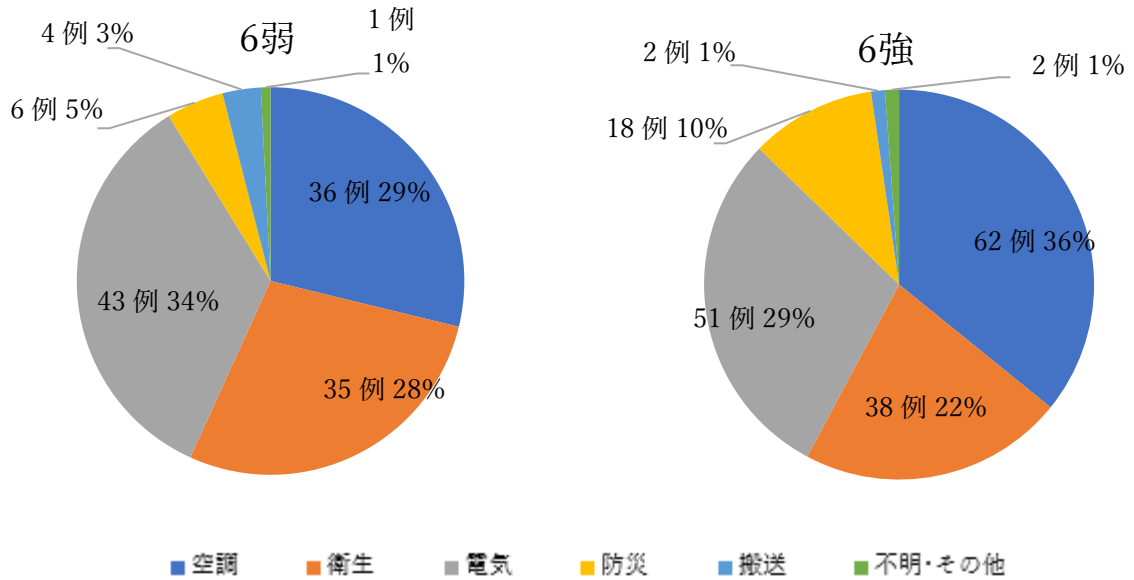


図-35 震度（本震）別建築設備の被害割合

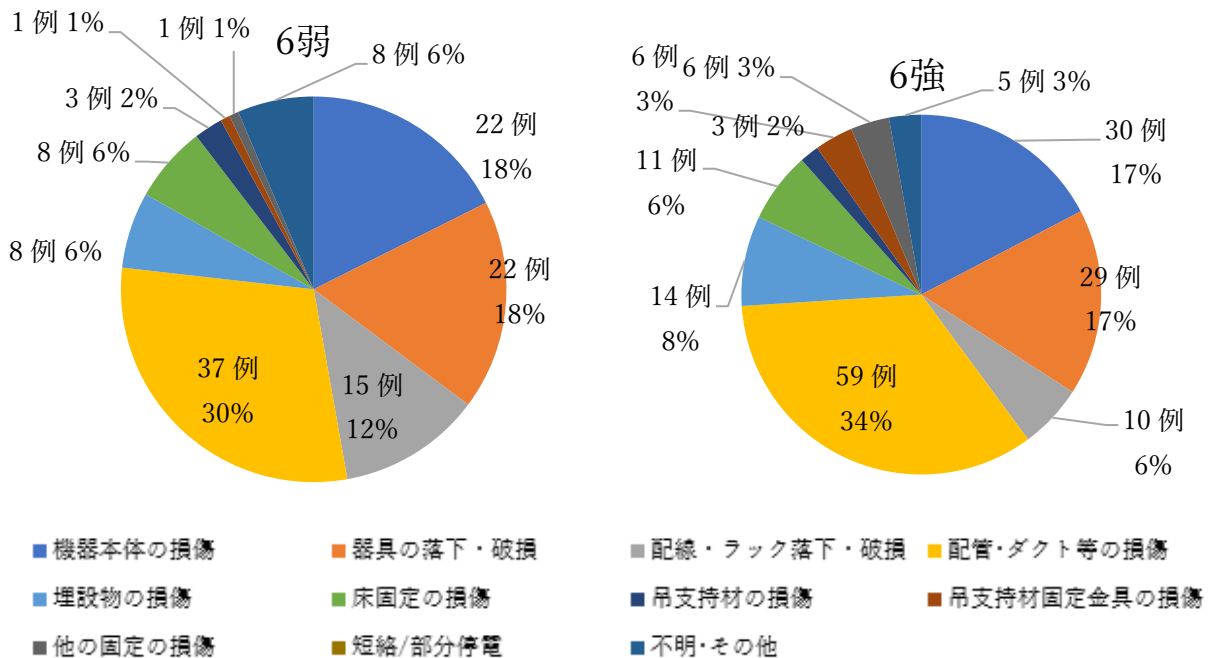


図-36 震度（本震）別被害事象の割合

9. 余震の影響

本震後の続いた余震によって受けた被害の有無について設問を設けた。

回答は、88 例が無、11 例が有、1 例が不明となった。有の回答では、倒壊天井の拡大、ケーブルラックの固定金物の脱落、スレート屋根崩れ、ドレン管破断による漏水などがあった。余震での設備被害の拡大は顕著でなかった結果と考えられる。

10. まとめ

今回のアンケートでは、建物の立地情報に基づいて前震と本震による被災震度の分析も同時に実施した。震度と建築設備被害の大きな傾向と特徴を把握できたと思われる。また、設備機能の障害状況や復旧状況に関する設問により、設備機能障害の要因と継続への影響について特徴を抽出できたと思われる。今後は、地震による建物構造特性と建築設備被害の関係性の解析や設備機能継続に役立つ建築設備機器の耐震についての論点を整理・分析してゆきたいと考えている。

最後になりましたが調査に際して、快く回答に協力頂いた各会の会員の皆様には、ご多忙の中、大変お世話になりました。紙面を借りて厚く御礼申し上げます。

平成 28 年熊本地震による建築設備被害状況に関する調査報告書

2017 年 4 月 6 日発行

発行所 一般社団法人 建築設備技術者協会
〒105-0004 東京都港区新橋 6-9-6
12 東洋海事ビル
info@jabmee.or.jp
