

令和3年度 建築基準整備促進事業

P14 大地震時におけるエレベーターの 閉じ込め防止に関する検討

成果報告会資料

令和4年5月12日

【事業者】

代表 一般財団法人 日本建築設備・昇降機センター 理事長 坂本 努
学校法人 東京電機大学 理事長 石塚 昌昭

1.事業の目的等

1.1 事業経緯、目的

建築基準法においては、地震時にエレベーターの利用者がかご内に閉じ込められることがなく速やかに避難ができるよう、地震時等管制運転装置の設置を義務付けている。

しかしながら、これまでに発生した大地震である東日本大震災、熊本地震、大阪府北部地震等においては、閉じ込めが広い範囲で多数発生した。

また、今後、首都直下地震が起こると最大1.7万人の閉じ込め事故が発生することが想定されている。

このため、本事業では、次の①及び②の内容を検討することとした。

① 閉じ込め防止のための耐震強化対策の検討

地震時の建築物全体の揺れによる、昇降路の壁の変形、破壊、エレベーターの乗場の戸と隣接する壁との衝突等による戸開閉障害、スイッチ及びセンサ類の故障等による閉じ込め等の発生要因を分析し、対策の立案及び対策効果を実験等によって検証する。

② 閉じ込め対策としての仮復旧診断領域拡大の検討

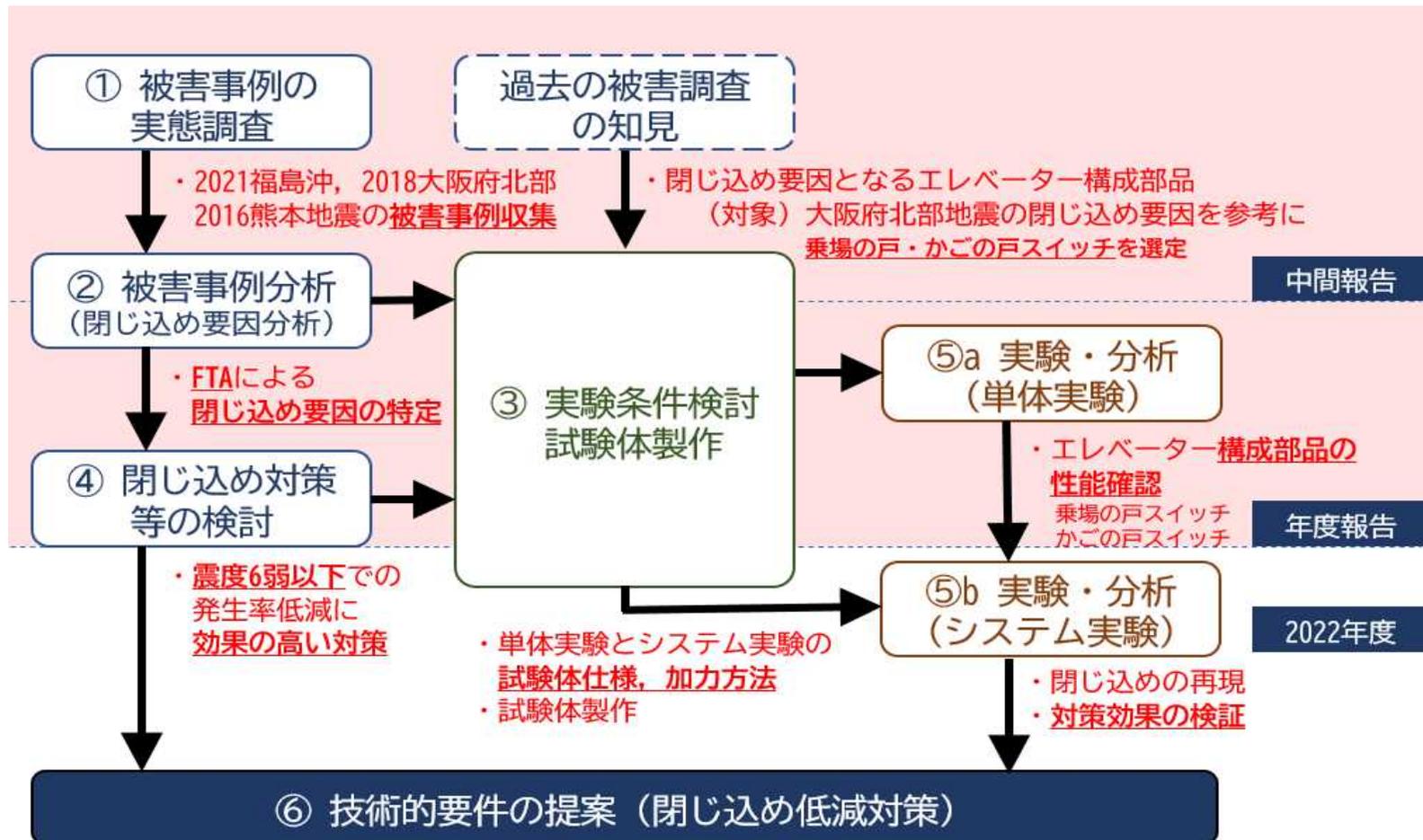
地震後の閉じ込め等対策として、(1)の検討結果をもとにエレベーターの運行に係る建物関係情報とエレベーター関係情報との共有化等により、自動診断仮復旧運転の領域拡大を図る。

検討にあたっては、「大地震時におけるエレベーターの閉じ込め防止等に関する検討委員会」、その下に「耐震対策検討WG」及び「仮復旧運転検討WG」を設置し、地震時及び地震後における建築物の安全を確保し、エレベーターの早期の復旧対策を含め、喫緊の課題となっているエレベーターの閉じ込め防止対策を更に強化した、実現可能な対策の検討及び課題整理を目的として検討を行った。

1.2 検討方法、手順

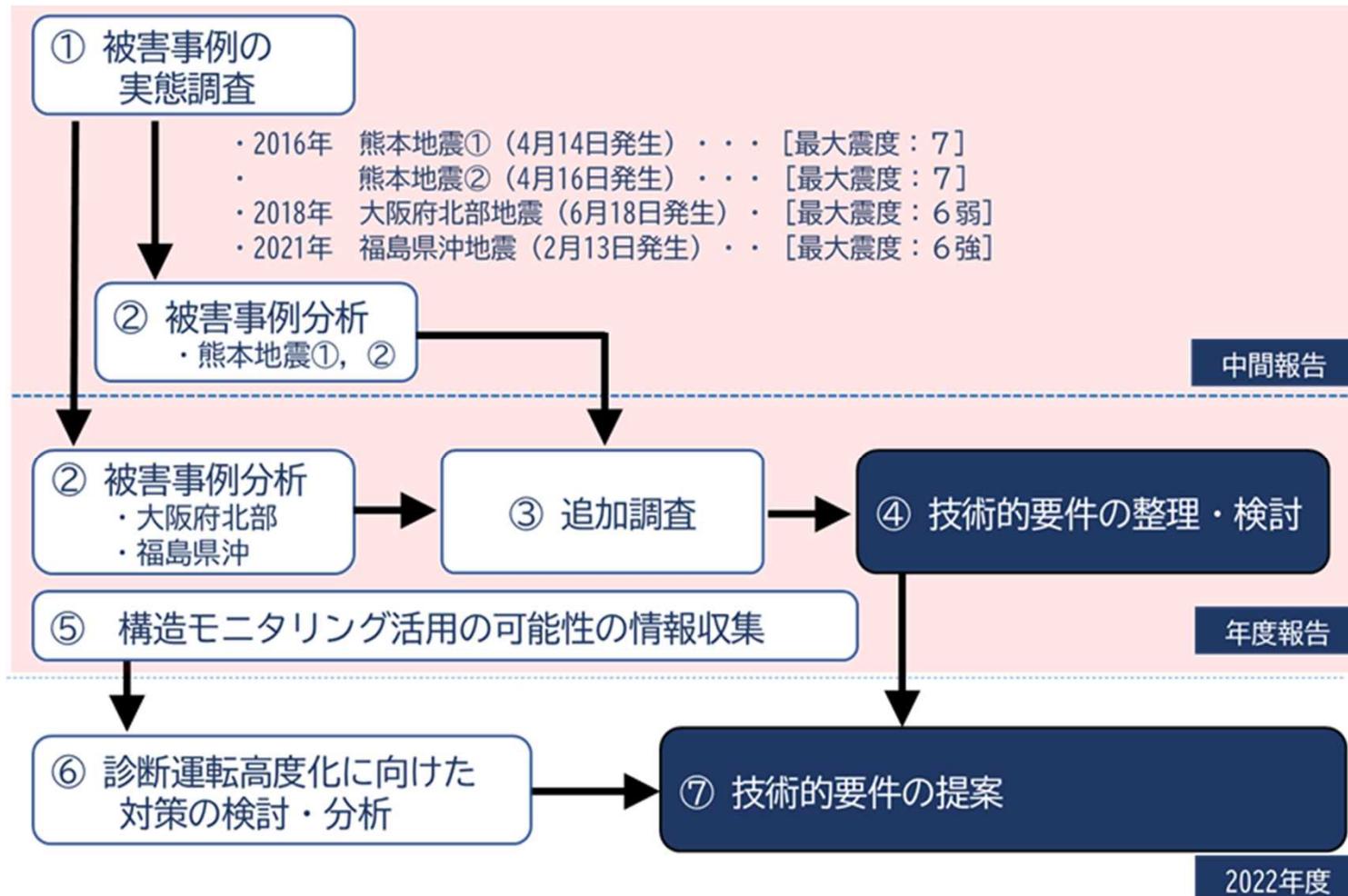
1.2.1 閉じ込め防止のための耐震強化対策の検討

閉じ込め防止のための耐震強化対策について、次の図の手順により検討した。



1.2.2 閉じ込め対策としての仮復旧運転診断領域拡大の検討

閉じ込め対策としての仮復旧運転診断領域拡大について、次の図の手順により検討した。



1.2.3 所有者、管理者等への調査

目的

本事業の採択時の指摘として、閉じ込め低減に向けた実現可能な対策を検討するにあたり、製造業者、保守事業者側の意見だけでなく、建物の所有者、管理者等、利用者側の意見も把握することがあったことから関東圏にある建物の所有者、管理者等に対して調査した。

方法

令和4年1月に実施し、本事業に参画しているエレベーター製造会社の保守部門及び保守会社の保守技術者が、保守点検等で訪問した時に、所有者等の方々に説明し回答を得た。

結果

- ① 80 件以上の回答が得られた。
- ② **回答者は所有者、管理者等**が約85[%]で、本調査の目的が達成できた。
- ③ 本調査結果から、本事業の目的である、(1)地震時に閉じ込め防止のための耐震強化対策の検討、(2)閉じ込め対策としての仮復旧診断領域拡大の**検討の方向性は、所有者、管理者等の意見とほぼ一致**していた。
- ④ 令和3年度及び令和4年度本事業の成果を踏まえて、本事業の検討結果を周知することが望まれる。

1.3 工程計画

1.3.1 閉じ込め防止のための耐震強化対策の検討

閉じ込め防止のための耐震強化対策を検討するにあたり、次の図に示す工程計画を立て実施した。

事業のフロー		事業の工程計画																							
項目	実施内容	令和3年度事業									令和4年度事業														
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
被害事例の実態調査	2021年福島県沖地震、2018年大阪府北部地震、2016年熊本地震等の近年に発生した大地震による建物並びにエレベーターの損傷及び閉じ込め事例を収集する。	■																							
被害事例分析 閉じ込め要因の分析	震度6弱以下地域の被害事例について、発生頻度の高い損傷部位、閉じ込め要因を特定する。																								
実験条件検討 及び 試験体製作	発生頻度の高い要因による閉じ込めが発生した事例のエレベーターと建物との仕様を調査し、単体実験及びシステム実験の条件を検討する。また、実験の試験体を製作する。																								
閉じ込め対策等の検討	発生頻度の高い閉じ込め要因に対して、発生を防止するための対策を検討する。単体実験での分析結果も踏まえ対策を検討する。																								
実験、実験結果の分析	エレベーターの構成部品の特性を単体実験により確認する。また、エレベーター機器と建物部材とを組み合わせた試験体を用いたシステム実験により、閉じ込め発生条件(振動、変形の大きさ)の確認と閉じ込め防止対策の効果とを評価する。																								
技術的要件の提案 閉じ込め低減対策	閉じ込め発生の条件(振動、変形の大きさ)を踏まえて、閉じ込めを防止するための要件をまとめる。																								
中間報告	各年度 10月に中間報告を行う。(中間報告書の作成)																								
報告書	各年度の報告書をまとめる。(R3年度:2/25事業完了)																								

年度報告

1.3.2 閉じ込め防止のための仮復旧運転診断領域拡大の検討

閉じ込め対策としての仮復旧運転診断領域拡大等を検討するにあたり、次の図に示す工程計画を立て実施した。

事業のフロー		事業の工程計画																						
項目	実施内容	令和3年度事業									令和4年度事業													
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
被害事例の実態調査	「1. 閉じ込め防止のための耐震強化対策の検討」と共同で活動する。	■																						
被害事例分析 部材、機器の損傷分析	「1. 閉じ込め防止のための耐震強化対策の検討」の「被害事例分析 閉じ込め要因の分析」と併せ活動する。									■	■													
被害事例分析 復旧方法の分析	平常運転に復旧するために保守技術者の派遣を要したエレベーターについて、推定震度、建物仕様、エレベーター仕様及び復旧方法等を整理、分析する。									■	■													
地震感知器の設定値(診断運転用)の要件の検討	建物の仕様、エレベーターの仕様(耐震クラス)ごとの診断運転用の地震感知器の設定値について妥当性を検証する。																							
地震感知器の設定値(診断運転用)の要件の提案	過去の大地震の被害状況分析から、診断運転用の地震感知器の設定値(上限値)のあり方についてまとめる。																							
診断運転高度化に向けた対策の検討・分析	耐震強化対策、構造モニタリングシステムのデータの活用等による診断領域の拡大について検討する。なお、耐震強化対策については、「1. 実験結果の分析」を活用する。																							
技術的要件の提案 閉じ込め低減対策、現地情報共有による仮復旧運転高度化	閉じ込め対策を踏まえて、閉じ込めを防止するための仮復旧運転高度化の要件をまとめる。																							
中間報告	各年度 10月に中間報告を行う。(中間報告書の作成)																							
報告書	各年度の報告書をまとめる。(R3年度:2/25事業完了)																							

年度報告

2.被害事例の実態調査

2.1 調査概要

- ・ **調査目的：** 建物自体の損傷が小さいと考えられる**震度 6 弱以下**、エレベーターの耐震指針が強化された**1998年以降**に竣工した建物で発生した**閉じ込め要因**を明らかにする
- ・ **調査対象：** 2016年14日及び16日 熊本地震（前震、本震）
2018年6月18日 大阪府北部地震
2021年2月13日 福島県沖の地震
- ・ **調査項目：** 地震後の復旧作業の要否、物損の有無、閉じ込め要因
エレベーターの用途、仕様、耐震基準等
建物の用途等に関する情報、建設地点の揺れの大きさ
- ・ **調査依頼先：** エレベーター製造会社及びエレベーター保守会社 5 社

（注意）「閉じ込め台数」、「復旧作業要の台数」

閉じ込めが実際に発生し復旧作業をしたエレベーターのほか、閉じ込めは発生しなかったが復旧作業要のエレベーターは乗客が乗っていたら閉じ込めが発生した可能性が高いと考えた。このため、本事業の閉じ込め抑制の検討は、全ての復旧作業要のエレベーターを対象とした。

2.2 調査結果

調査台数と復旧作業要の台数

- ・ **調査台数は約12万台**のうち、復旧作業要の台数は2,274台
- ・ 震度6弱以下、竣工年1998年以降では調査台数が約8万台、そのうち復旧作業要の台数は1,203台
- ・ 建物の用途は、住宅、事務所が多い
- ・ エレベーターの昇降行程は、半数以上が20m以下

建設地点の震度別調査台数（復旧作業要の台数）

建設地点の計測震度	全年代	1998年以降
3.5未満	12,514(17)	6,940(13)
3.5以上4未満	25,404(47)	14,676(24)
4以上4.5未満	25,866(82)	16,611(51)
4.5以上5未満	30,124(477)	20,516(281)
5以上5.5未満	19,135(688)	13,712(425)
5.5以上6未満	8,604(748)	6,139(409)
6以上	1,240(210)	890(120)
全地域	124,144(2,274)	80,142(1,323)

建物用途別の調査台数（復旧作業要の台数）

	全年代	1998年以降
事務所	25,202(418)	12,821(230)
住宅	50,902(656)	33,232(391)
宿泊	4,290(117)	2,230(49)
医療・福祉	11,751(258)	9,089(170)
学校	6,186(72)	4,898(46)
商業・物販	8,191(317)	5,440(202)
工場	4,949(80)	3,452(50)
文化・スポーツ	4,476(77)	3,108(38)
駐車場	517(25)	306(14)
交通機関・通路	2,155(70)	1,769(59)
その他・不明	5,525(184)	3,797(74)

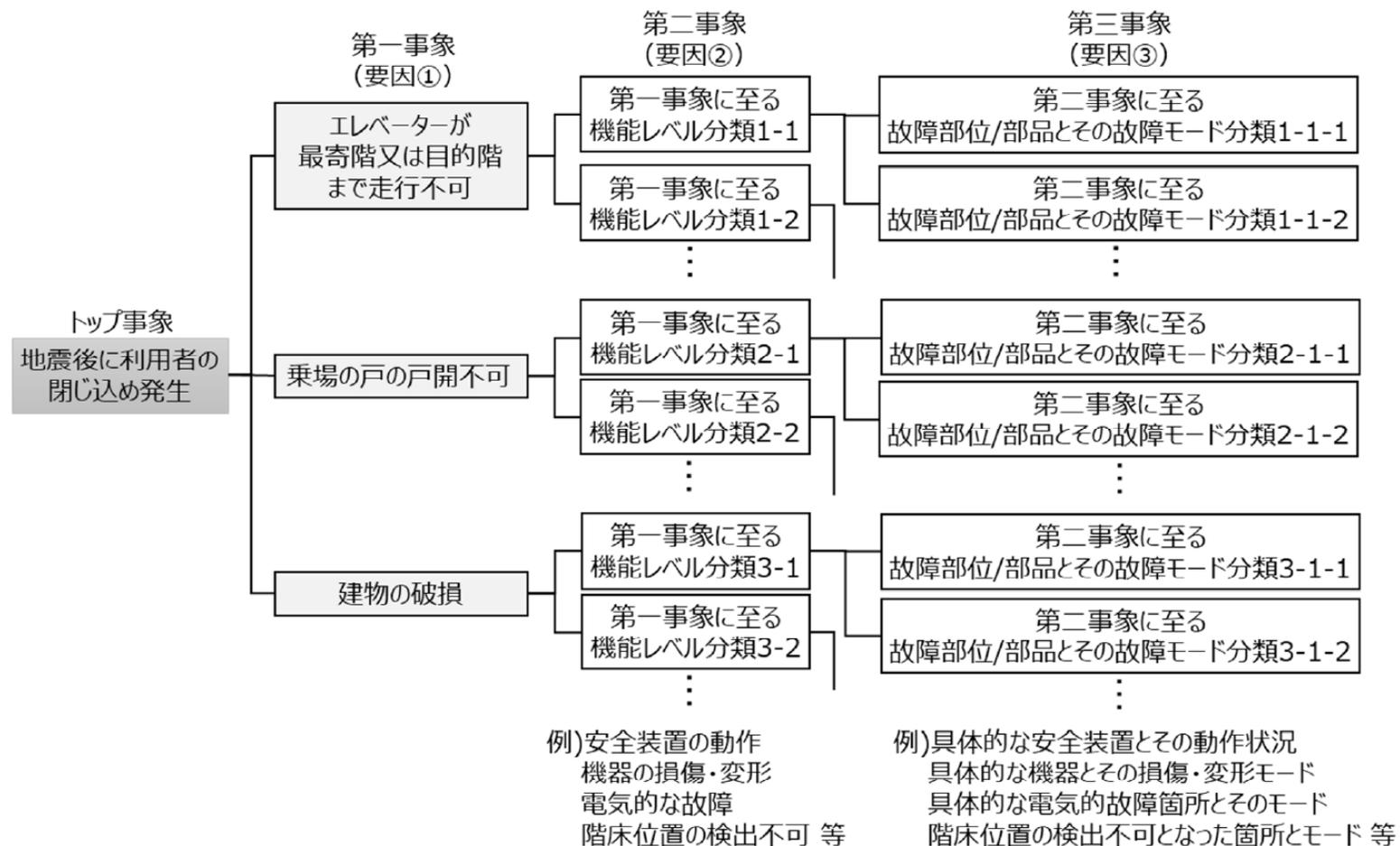
昇降行程別の調査台数（復旧作業要の台数）

	全年代	1998年以降
20m未満	70,219(1,181)	49,302(721)
20-40m	34,766(673)	20,492(372)
40-60m	6,420(146)	4,762(101)
60-100m	4,449(100)	3,300(70)
100m以上	2,310(37)	1,660(23)

3.閉じ込め防止のための耐震強化対策の検討

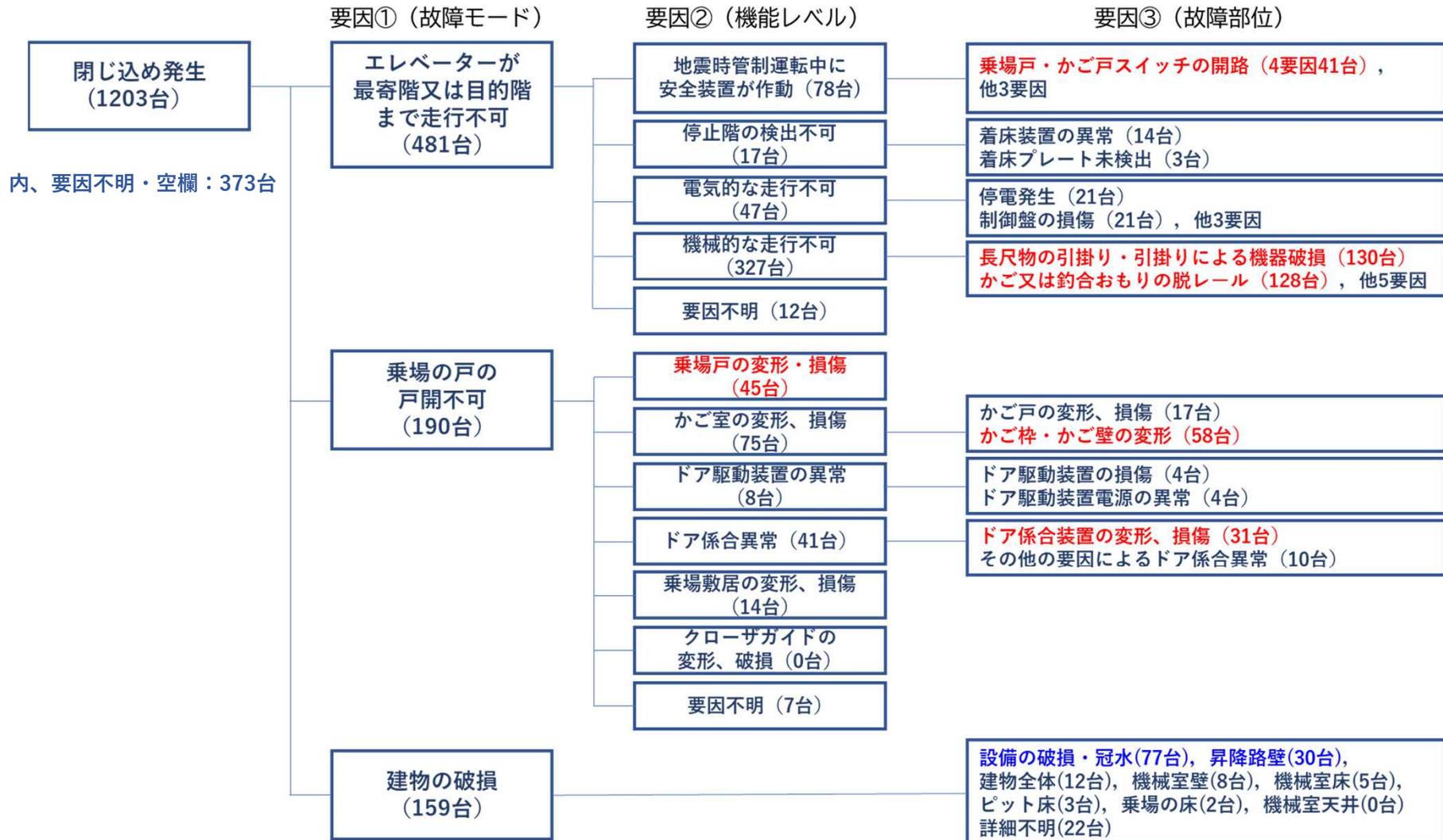
3.1 閉じ込め要因分析

閉じ込め要因となった故障部位/部品及び故障状況を分析するためのFT(Fault Tree)図を作成し、閉じ込め事例の発生要因を特定した。



要因分析のまとめ(1)： 要因別の復旧作業要の台数（震度6弱以下、1998年以降）

※赤字は、閉じ込めの発生が多い要因



要因分析のまとめ(2)： 復旧作業が必要であったエレベーターの仕様

復旧要のエレベーター仕様分類

エレベーターの仕様	台数
用途	乗用1,568台 ^(※) 、住宅用211台、寝台用137台、荷物用104台、その他・不明254台 (※)住宅用を含む
定格速度 [m/min]	45m/min;556台、60m/min;761台、90m/min;375台、105m/min;160台 その他・不明422台
戸の形式	2S(2枚戸片開き);635台、C0(2枚戸中央開き);477台、2C0(4枚戸中央開き);110台、 その他・不明1052台
機械室有無	機械室あり;1,349台、機械室なし;812台、その他、不明;113台
定格積載量 [kg]	450kg;178台、600kg;583台、750kg;357台、1000kg;284台、1600kg;120台、 その他、不明;752台

上表を踏まえて、令和4年度にシステム実験をするエレベーター仕様を決定する。

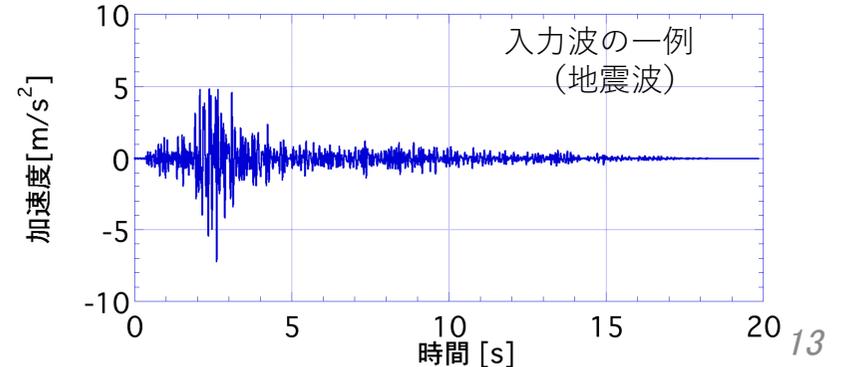
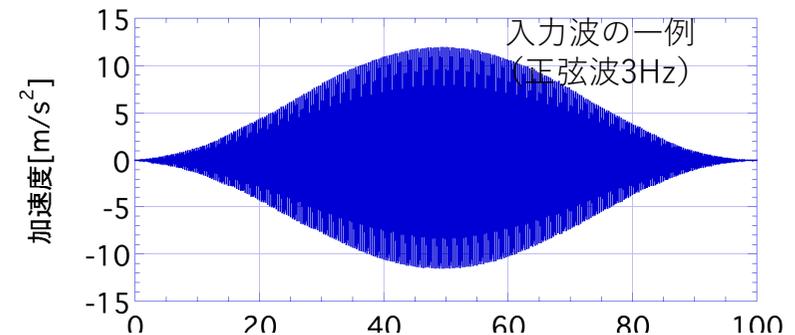
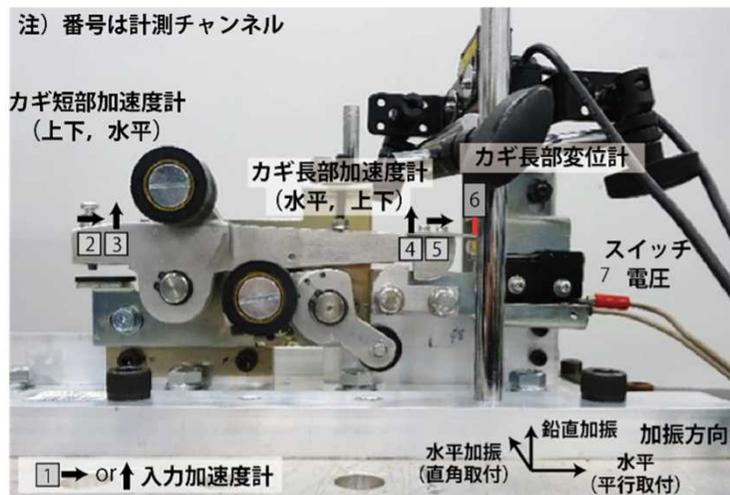
3.2 単体実験（施錠装置単体を加振し、その振動特性を把握するための実験）

目的

- エレベーターの戸の壁との衝突等による戸開閉障害、スイッチ及びセンサー類の故障等による閉じ込め等の**発生要因の分析**
- 上記被害に対する**対策の立案**及び**対策効果の検証**
- エレベーターの構成部品の**特性調査**
- 2022年度実施予定のシステム実験の実験条件の提案
- 施錠装置に対する振動実験**を実施し、開路に必要な加速度等を明らかにする

実験方法

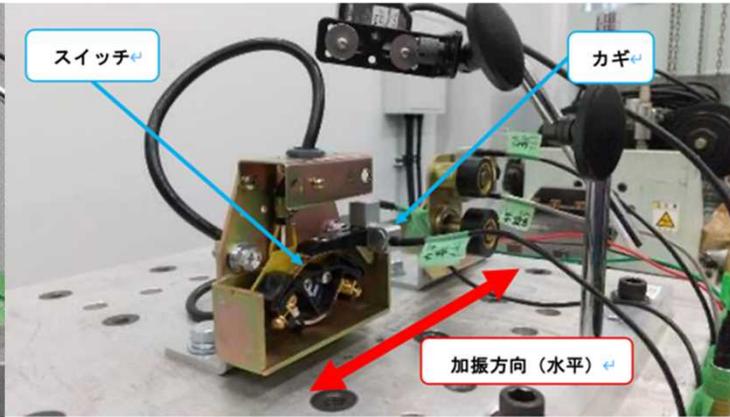
- 振幅を漸増させた**正弦波**（3～10Hz）、**地震波**を入力
- 各点の加速度，変位，スイッチの電圧を計測



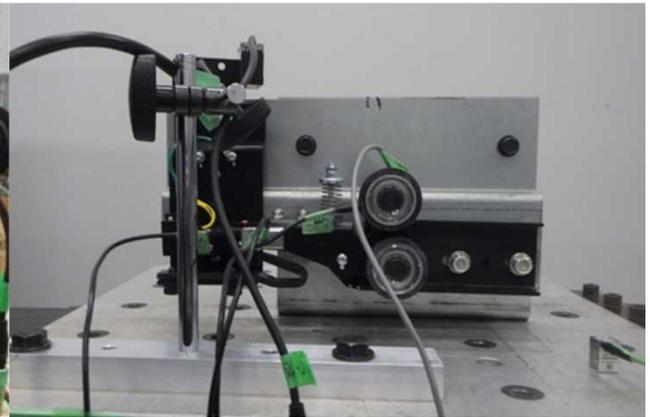
各社の乗場施錠装置



A社



B社 ↑

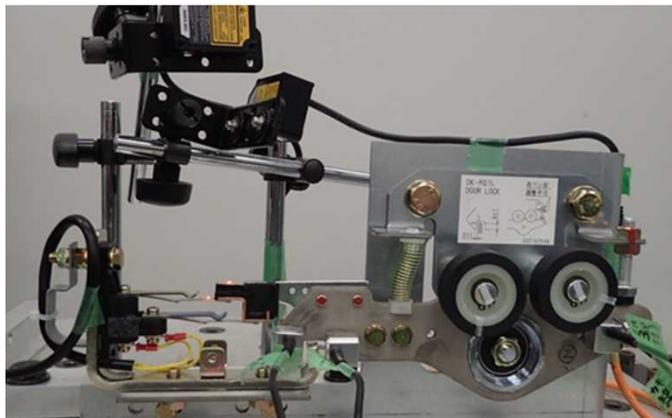


C社

E社 →



D社



汎用品



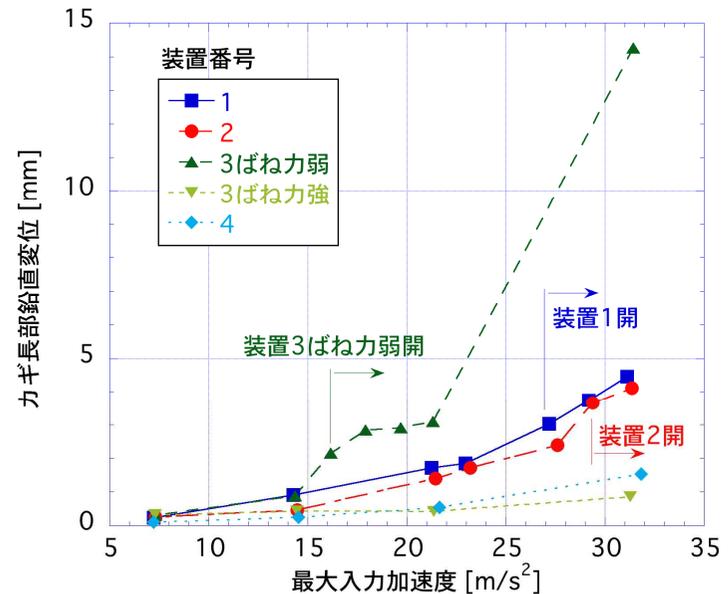
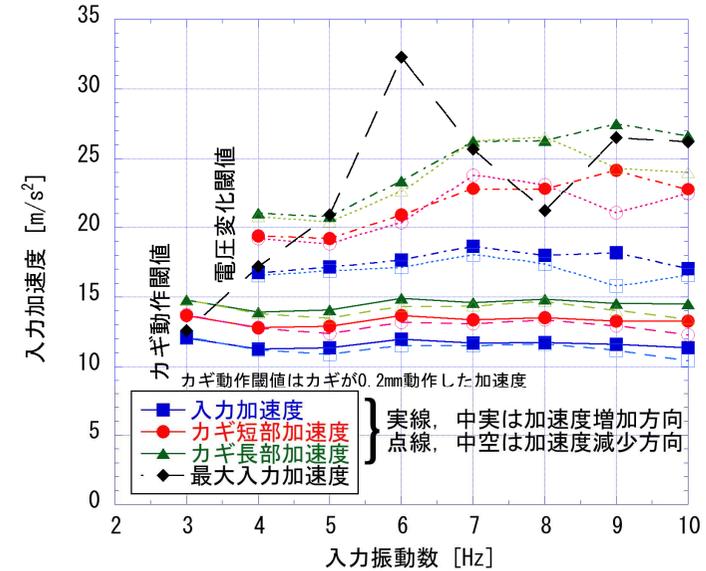
単体実験の結果及びまとめ

結果

- 正弦波水平加振、平行取付の条件では、多くの施錠装置でスイッチの接点が開く事象を確認（入力波速度10.6～31.2[m/s²]）。
- 正弦波水平加振、直角取付の条件では、基本的にはスイッチの接点が開く事象は見られなかった。
- 正弦波鉛直加振の条件では、全ての施錠装置でスイッチの接点が開く事象を確認（入力波速度6.0～38.0[m/s²]）。
- 地震波、水平加振、平行取付の条件では、スイッチの接点が開く施錠装置を確認（入力波速度16.1～29.3[m/s²]）。地震波は瞬間的に大きな加速度が働くので、正弦波に比べてスイッチの接点が開く時の入力加速度が大きくなった。

まとめ

- スイッチの接点挙動に対する周波数の影響は小さく、加速度の影響が大きい。
- 加振中スイッチは開閉を繰り返し、加振後には接点は閉じた状態に戻り、**施錠装置に損傷は見られなかった。**
- カギ部をスイッチの接点に押付ける力を強めると、**スイッチの接点が開く時の入力加速度が増加**することが確認された。



3.3 システム実験の計画

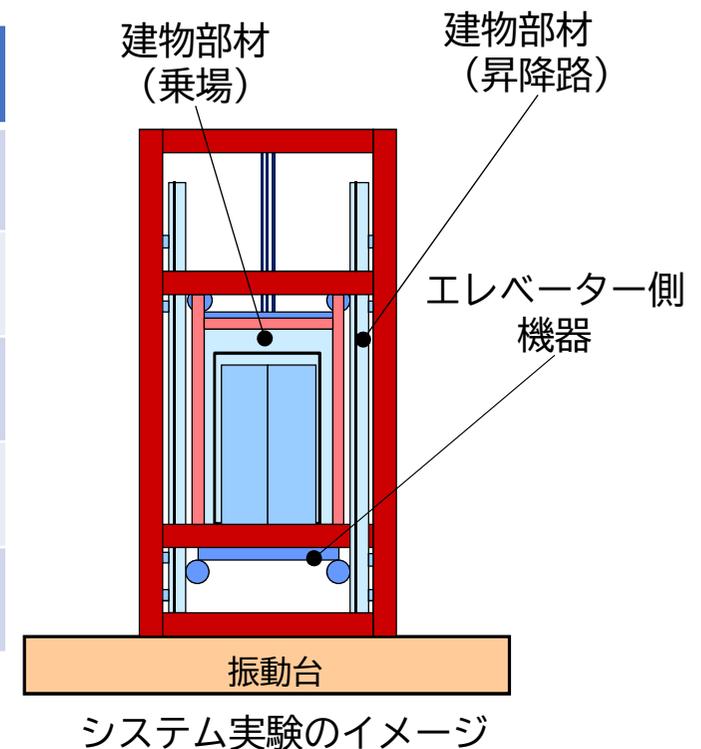
システム実験の概要

熊本地震、大阪府北部地震、福島沖地震の調査結果についての閉じ込め又は閉じ込めに至ったと思われる事象の要因分析に基づいて、発生頻度の高い閉じ込め事象をかご全体の振動実験で再現するシステム実験を2022(令和4)年度に計画している。

模擬する故障モード例

部位	発生事象（故障モード等）
戸スイッチ	・安全装置が作動（瞬間的な開路、変形等による開路）共振現象の発生有無等
かご枠振れ止め	・部品の変形、損傷によるかご枠とレールとの干渉、脱レール等
ガイドレール	・慣性力による機器の変形、損傷及び機器同士の干渉等
かごの戸と乗場の戸との係合装置（※）	・係合部分のはずれ及び変形、損傷等
ガイド装置	・レールとのクリアランスによるガタつきにより、地震時に衝撃力が発生し変形、損傷する等

令和3年度の単体試験との比較のため、かごと乗場の戸とが係合していない場合の実験も実施予定。



3.4 閉じ込め防止のための耐震強化対策の検討に関するまとめ及び課題

3.4.1 まとめ

2021(令和3)年度実施した地震時の被害事例の実態調査における閉じ込め要因分析で、震度6弱以下、1998年以降の物件について、閉じ込めの可能性があった復旧作業要のエレベーターの故障状況は、故障要因が不明のものを除くと、①「エレベーターが最寄階又は目的階まで走行不可」の割合が最も多く約58[%]であり、次いで②「乗場の戸の戸開不可」が約23[%]、その他③「建物の破損」が約19[%]であった。

①、②について故障部位で分けると「長尺物の引掛り、破損」16[%]と「かご又は釣合おもりの脱レール」15%が多く、次いで「かご枠、かご壁の変形」7%、「乗場戸の変形・損傷」5[%]となっている。さらに単体実験で評価対象としたドア周りの「ドア係合装置の変形、損傷」4[%]で、戸スイッチの開路は5[%]であった。

2022(令和4)年度のシステム実験では、実験設備の制約から「長尺物の引掛り、破損」の評価は難しいため、これを除き多かった故障要因について再現を行なう。「建物の破損」はシステム実験での再現はできないが、建物の層間変位やその他要因に関しては、被害事例の実態調査結果を精査し同時に発生しているエレベーター機器の故障状態と照らし合わせて閉じ込めへの影響を精査する。

3.4.2 2022（令和4）年度の課題

2021（令和3）年度の被害事例の実態調査における閉じ込め要因分析結果を踏まえ、2022（令和4）年度に計画しているシステム実験においては、閉じ込め要因として発生台数の多かった「かご又は釣合おもりの脱レール」、「戸スイッチの開路」、「乗場の戸の変形、損傷」、「かご枠、かご壁の変形」、「ドア係合装置の変形、損傷」による閉じ込めに至る過程を再現するため、①試験体（かご仕様）の検討の他、②試験体の設置方法、③加振条件、④計測方法等の検討を進め、耐震性強化につながる知見を得ることを目的とした実験を実施する。

4.閉じ込め対策としての仮復旧診断運転領域拡大の検討

4.1 被害事例の実態調査結果

4.1.1 復旧作業要否台数状況

今回の地震被害調査にて地震感知器が動作（専門技術者にて復旧）したエレベーターにおける復旧作業有無状況を次の表に示す。**結果、次の1)、2)の領域への対策立案により閉じ込め時リスタート運転の適用拡大及び現行の仮復旧診断領域の拡大に期待がもてる**ことが判った。

- 1) 閉じ込め防止・・・閉じ込めあり、かつ、物損なし現場の「閉じ込め時リスタート運転」の適用拡大（353台：閉じ込め発生現場の82.3[%]）
- 2) 仮復旧診断運転領域拡大・・・復旧作業否、かつ、物損なし(121,765台：全体の98.1[%])

復旧作業要否状況

単位：台

		熊本①&②	大阪府北部	福島県沖	計	構成率
地震時管制運転装置 地震計（低）作動台数		19,701	66,479	37,964	124,144	100.00%
復旧作業否		18,750	65,558	37,458	121,766	98.08%
	物損あり	1	0	0	1	0.00%
	物損なし	18,749	65,558	37,458	121,765	98.08%
復旧作業要		951	921	506	2,378	1.92%
	閉じ込めあり	53	365	11	429	0.35%
	物損あり 注2	31	40	5	76	0.06%
	物損なし 注1	22	325	6	353	0.28%
	閉じ込めなし	898	556	495	1,949	1.57%
	物損あり	895	533	493	1,921	1.55%
	物損なし	3	23	2	28	0.02%

注1：初回調査で復旧作業否と報告があった閉じ込め104台は、再調査の結果復旧作業要に修正した。

注2：再調査によりエレベーターの状態を整理し、物損ありは初回調査から4台増と修正した。

4.2 閉じ込め時リスタート運転の適用拡大

4.2.1 地震による閉じ込め発生状況

今回の調査における閉じ込めは429台、そのうちの353台(82.3[%])では物損がなかった。また、物損がなかった82台(19.1[%])は閉じ込め時リスタート運転を具備すれば救出可能な状況であった。

閉じ込め発生状況

単位：台

	熊本①&②	大阪府北部	福島県沖	計	構成率
閉じ込めあり	53	365	11	429	100.00%
物損あり	31	40	5	76	17.72%
物損なし	22	325	6	353	82.28%
リスタート可否：可(最新機能を具備した場合)	4	78	0	82	19.11%
今後リスタート可能性あり	0	74	3	77	17.95%
リスタート可否：否(安全装置作動継続等)	4	42	3	49	11.42%
リスタート可否：判断できず	14	131	0	145	33.80%

4.2.2 閉じ込め時リスタート運転の更なる拡大

今後の対応で閉じ込め回避(救出)の可能性のあるものは77台(全体の17.9[%])確認できた。主な閉じ込め理由は、次のとおりである。

- ① 〔高〕感知器動作(急行ゾーン)
- ② 停電
- ③ 安全回路動作(S/W)の一時的動作(速度異常検出、コンタクタの瞬間的接点开)

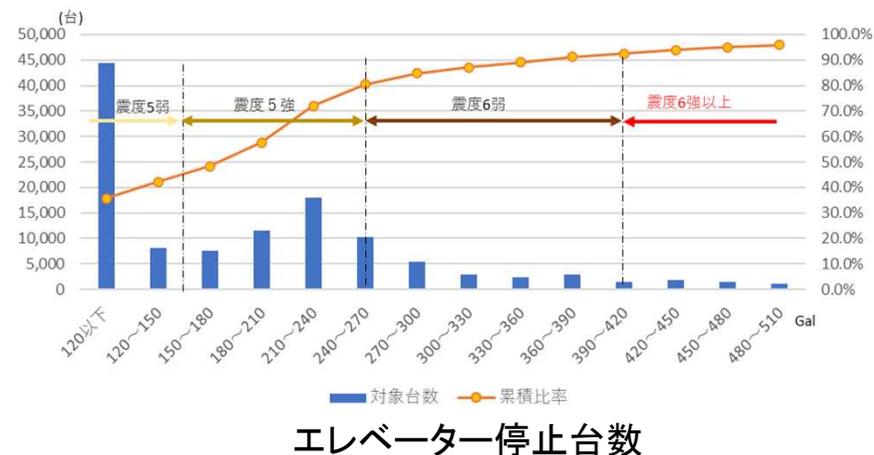
リスタート可否が判断できなかった145台(全体の33.8[%])についても、状況から閉じ込め回避(救出)の可能性があり、今後、拡大に向けた検討を行う。

4.3 仮復旧診断運転領域拡大

4.3.1 調査対象エレベーターの地震強度（最大加速度）分布

今回の調査で地震時管制運転により継続的に停止したエレベーターの地震強度（最大加速度）別の分布を右図に示す。

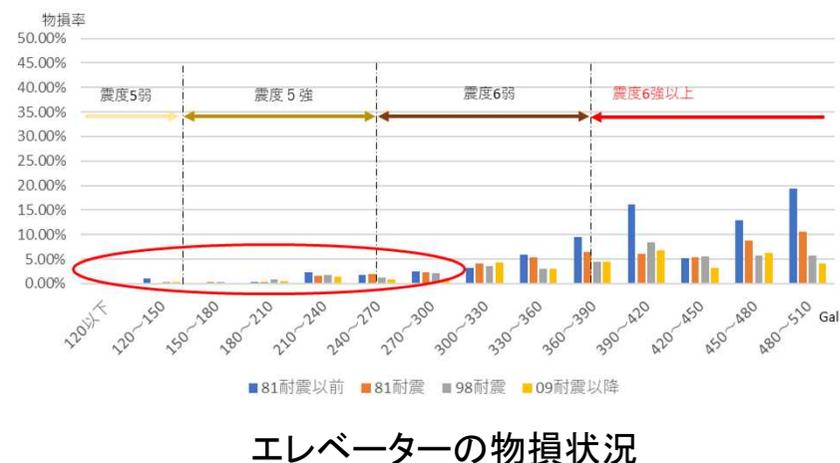
全体の35.8[%]は現在の仮復旧診断領域である120[Gal]以下であり、震度5強の目安である250[Gal]程度で全体の80.4[%]、震度6弱の目安である400[Gal]程度で全体の92.4[%]を占めていた。



4.3.2 調査対象エレベーターの物損状況（エレベーター耐震基準別）

建物又はエレベーター機器で物損が判明した台数の各地震強度（最大加速度）領域に占める割合（物損率と称す）を図4.3.2に示す。

物損率で比較すると、約300[Gal]程度まではエレベーターの耐震基準によらず概ね軽少であった（2[%]以下）。



4.3.3 仮復旧診断運転領域拡大に向けた検証①（建物側）

仮復旧診断運転領域拡大の対象となるエレベーター（耐震基準が98耐震以降）が設置された建物に物損が発生していた状況は、次表のとおりであり、189件発生していた。

今回の調査結果では、**建物側の物損からは300[Gal]程度までは冠水発生時の対応要領の明確化により仮復旧診断運転の領域拡大の期待が持てる結果**であった。

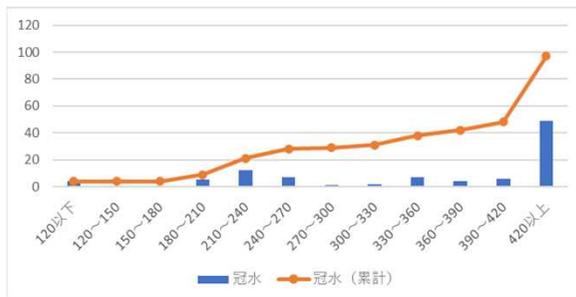
ただし、建物の物損は、エレベーター復旧対応時に確認したものであり、全てが運行に支障があったということではない。

建物側物損状況表

単位：台

物損部位（状況）	小計
冠水	96
昇降路壁の破損	45
昇降路壁破損および冠水	1
ピット床の破損	4
乗場壁の破損	3
機械室床、壁の破損	2
停電	2
建物（場所不明）	36

合計 189



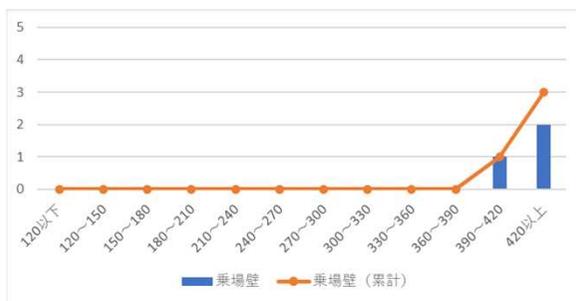
建物破損（冠水）



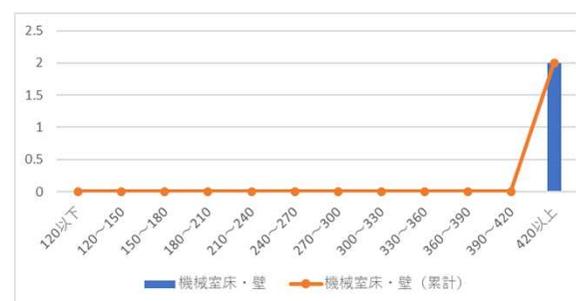
建物破損（昇降路壁）



建物破損（ピット床）



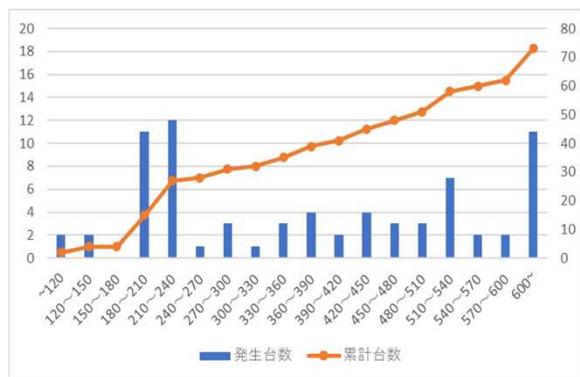
建物破損（乗場壁）



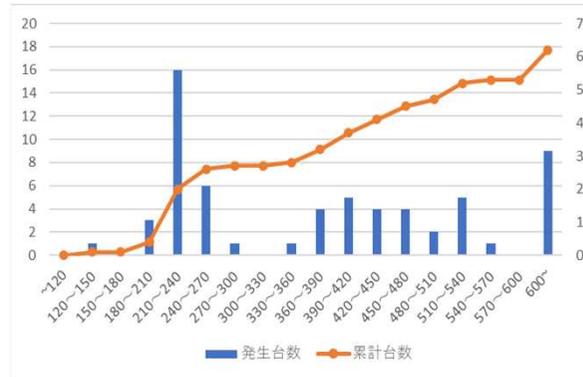
建物破損（機械室床、壁）

4.3.4 仮復旧診断運転領域拡大に向けた検証②（エレベーター機器側）

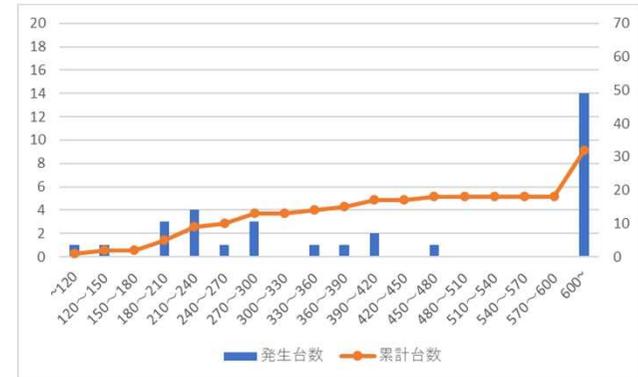
今回の調査でエレベーターの耐震基準が98耐震以降の機器側での物損は987件発生していた。この物損のうち、**今後の領域拡大に向けて診断が必要と思われる6つの機器の被害状況**を次図に示す。ガイド装置、レール等で被害が発生しやすい状況を確認した。



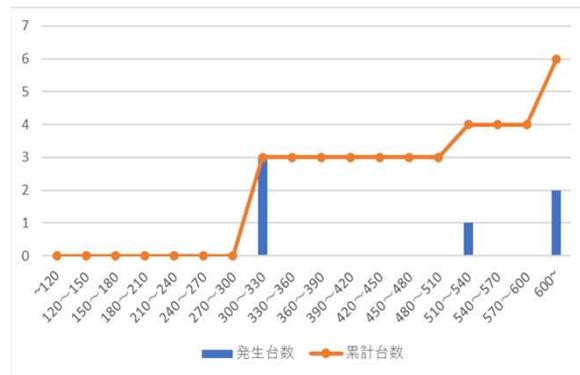
ガイド装置



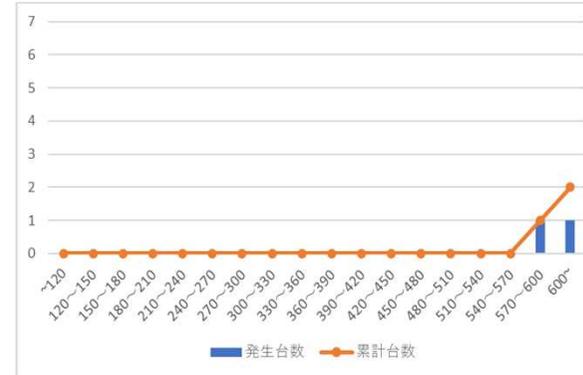
脱レール



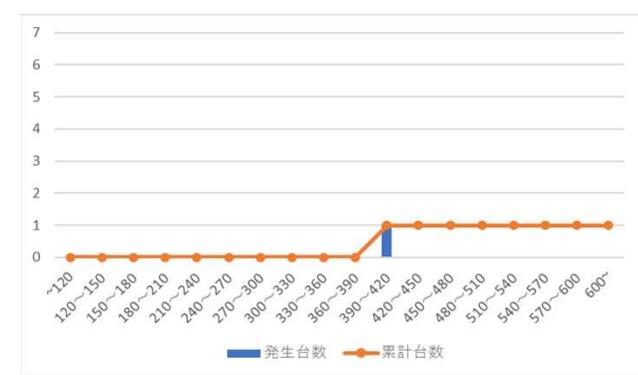
ガイドレール変形



かごと昇降路機器との
干渉リスク



釣合おもり枠変形、釣合おもり
ブロックの落下



そらせ車その他

4.4 閉じ込め対策としての仮復旧診断運転領域拡大の検討に関するまとめ及び課題

4.4.1 まとめ

現行の閉じ込め時リスタート運転が地震による閉じ込め防止に大きく効果があることが確認できた。

今後、閉じ込め回避（救出）の可能性のあるものについて、閉じ込め時リスタート運転の機能とするかの検討を含め、閉じ込め回避（救出）拡大に向け更に検討を行う。

仮復旧診断領域拡大については、今回の調査で**専門技術者の点検を要した大部分のエレベーターにおいて復旧作業が不要であり、領域拡大に大きく期待が持てる結果**であった。

今回の調査で顕在化しなかった物損リスクを含め、リスク分析及び拡大に向けた対策検討を進め、社会ニーズに応える具体的な要件策定に繋げる。

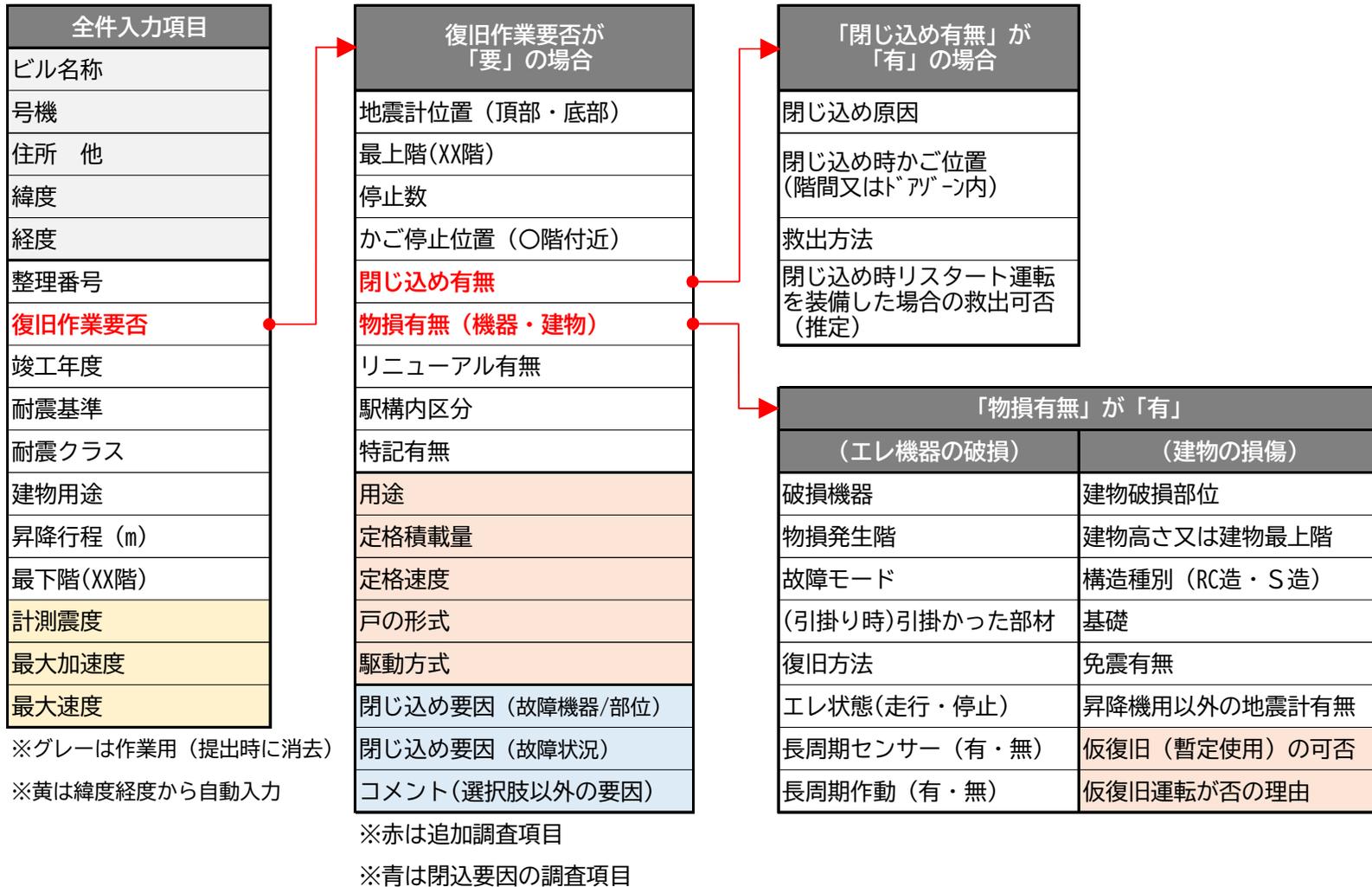
4.4.2 2022（令和4）年度の課題

- ① 閉じ込め時リスタート運転適用拡大時の機器破損に対する追加検出要否検討
- ② 閉じ込め時リスタート運転適用拡大時の機器破損時の安全確保（リスク分析）
- ③ 冠水発生時の対応要領（検知方法、把握すべき冠水による影響）の明確化
- ④ 一定以上の破損から運行に支障が出る機器の検知すべき状態（変形等）の整理
- ⑤ 調査で顕在化しなかった機器についての確認（検討漏れ確認）
- ⑥ エレベーター機器の破損時のリスク分析
- ⑦ 建物に関する構造モニタリングシステムのデータの活用等によるエレベーターの診断領域の拡大についての検討
- ⑧ 「耐震対策検討WG」の検討結果を踏まえた検討

参考資料

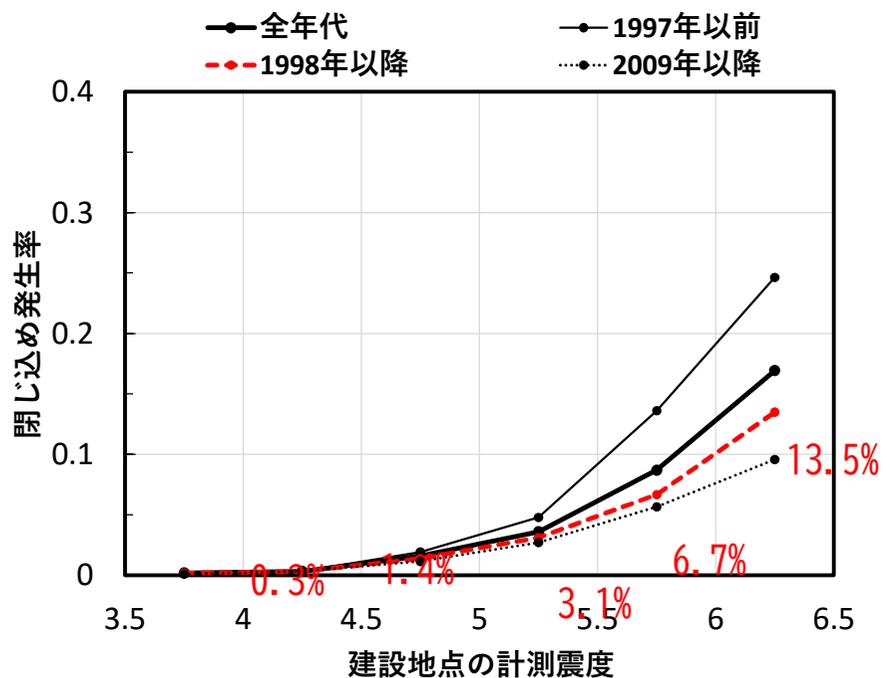
(被害事例調査及び閉じ込め要因分析)

(被害事例調査) 調査項目

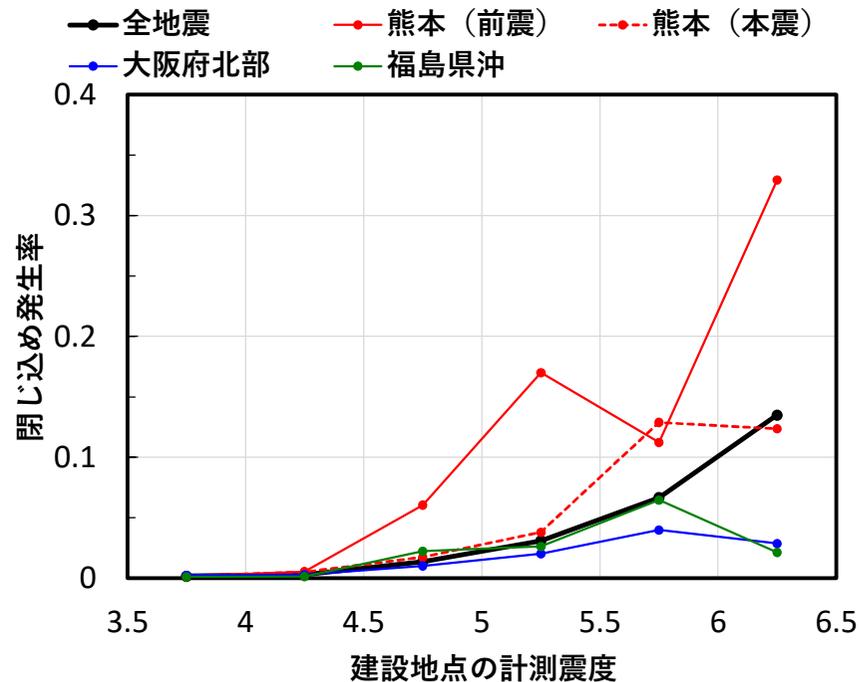


(被害事例調査) 震度別の閉じ込め発生率 (復旧作業要の台数で算出)

- ・ 閉じ込め発生率は、震度階級に応じて増加し、震度5弱で1.4[%]、震度5強で3.1[%]、震度6弱で6.7[%]であった (震度階級に応じて発生率が2倍に増加)
- ・ 発生率は、熊本地震が他の地震に比べて高い



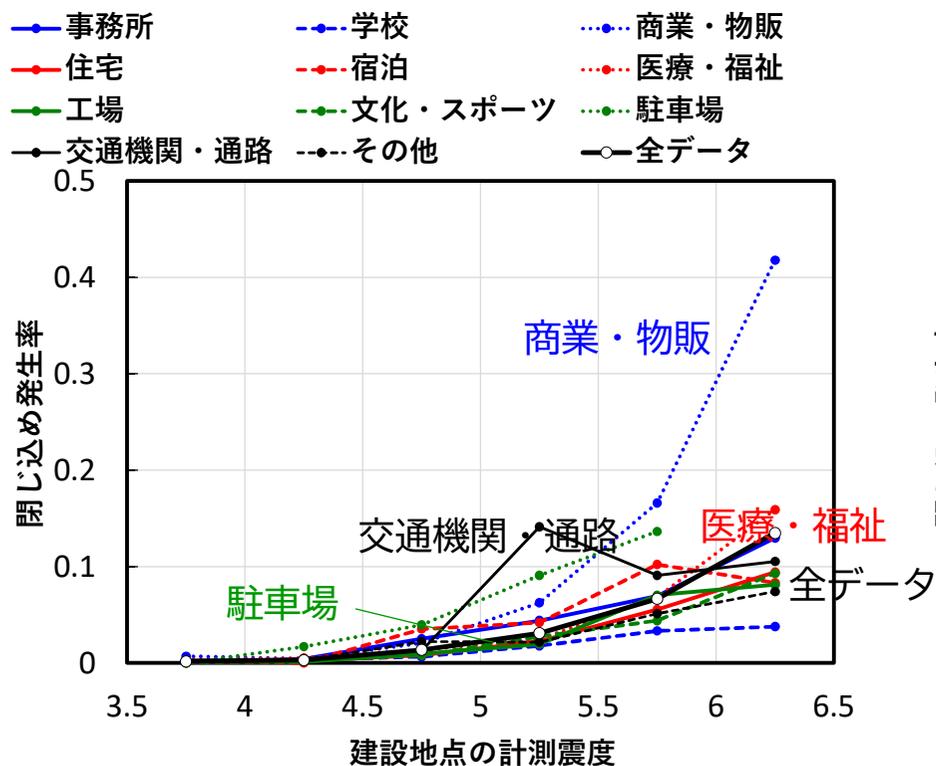
竣工年による比較
(全地震)



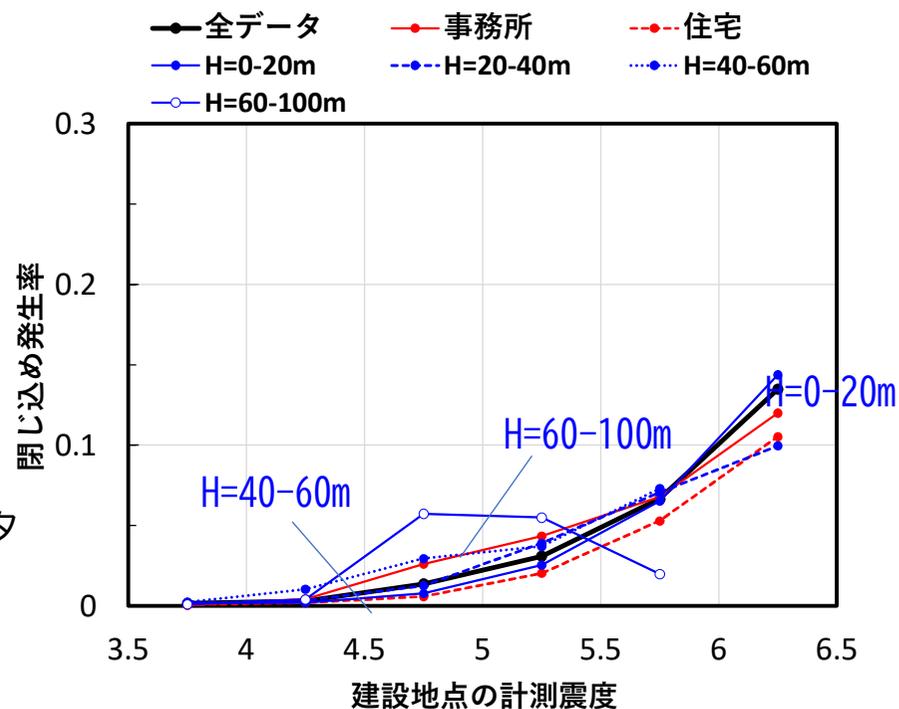
地震による比較
(1998年以降)

(被害事例調査) 震度別の閉じ込め発生率 (復旧作業要の台数で算出)

- ・ 閉じ込め発生率は、商業・物販、交通機関・通路、駐車場が高い
(これらの用途の建物は鉄骨造が多く、構造種別の違いが関係している可能性)
- ・ 震度5弱及び5強では、昇降行程が長いほど閉じ込め発生率が高い



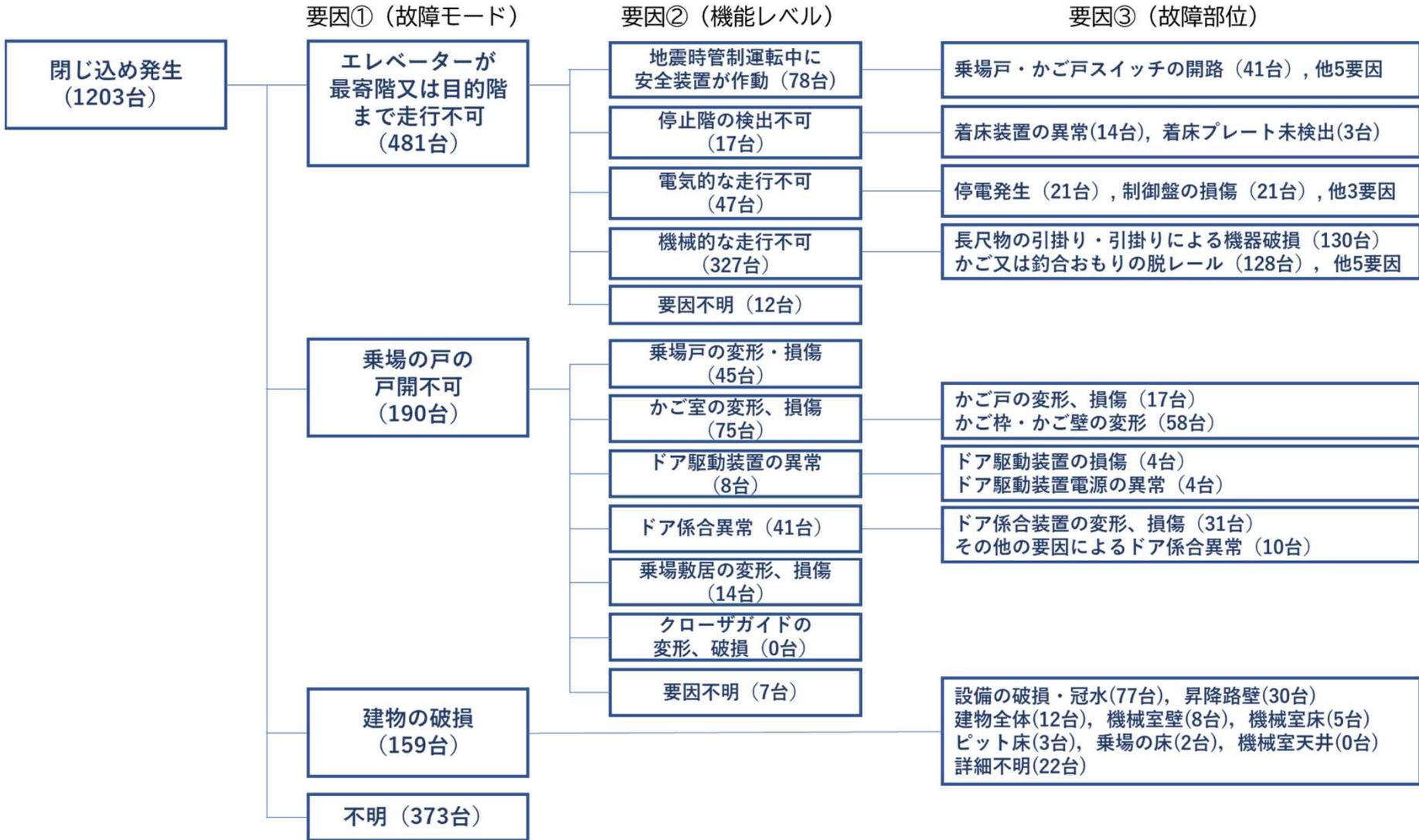
用途別 (1998年以降)



昇降行程による比較

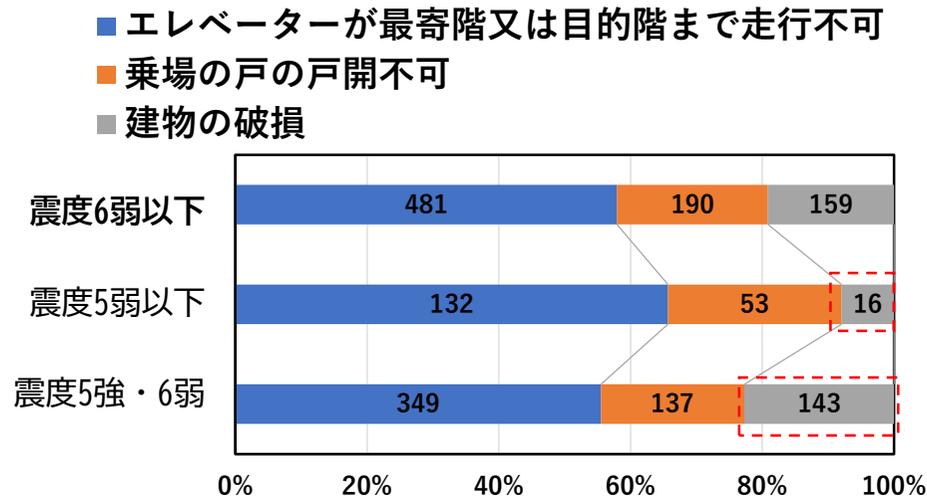
※1998年以降・震度6弱以下

(閉じ込め要因分析) 要因別の閉じ込め台数 (復旧作業要の台数で算出)



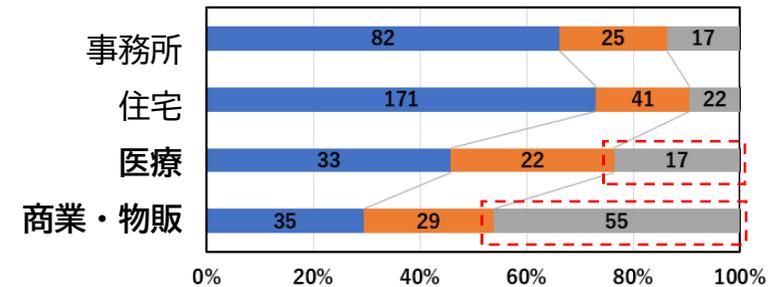
(閉じ込め要因分析) 要因① (故障モード) 別の閉じ込め台数(復旧作業要の台数で算出)

- ・「走行不可」が約60[%]、「戸開不可」が約20[%]、「建物の破損」が約20[%]
- ・「建物の破損」の割合は、震度が大きいほど高い
- ・「建物の破損」の割合は、事務所、住宅に比べて医療、商業・物販で高い
- ・「走行不可」の割合は、昇降行程が長いほど高い

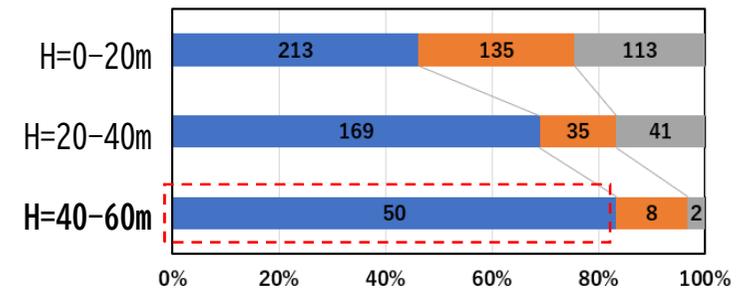


震度別 (1998年以降)

※1998年以降・震度6弱以下



昇降行程別(震度6弱以下、1998年以降)



用途別(震度6弱以下、1998年以降)

(閉じ込め要因分析) 要因② (機能レベル) 別の閉じ込め台数(復旧作業要の台数で算出)

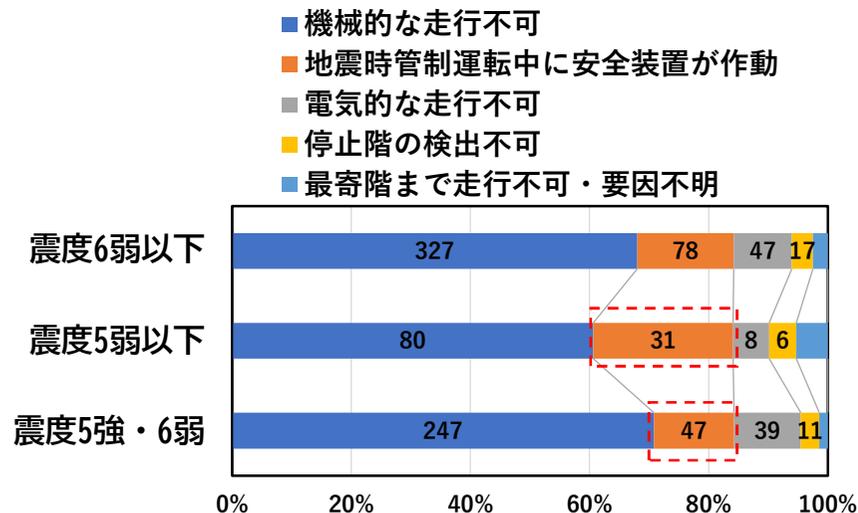
■ 要因①が「走行不可」の閉じ込め

- ・「機械的な走行不可」が約70[%]、「地震時管制運転中に安全装置が作動」が10~20[%]
- ・「地震時管制運転中に安全装置が作動」の割合は、震度が大きくなると低下

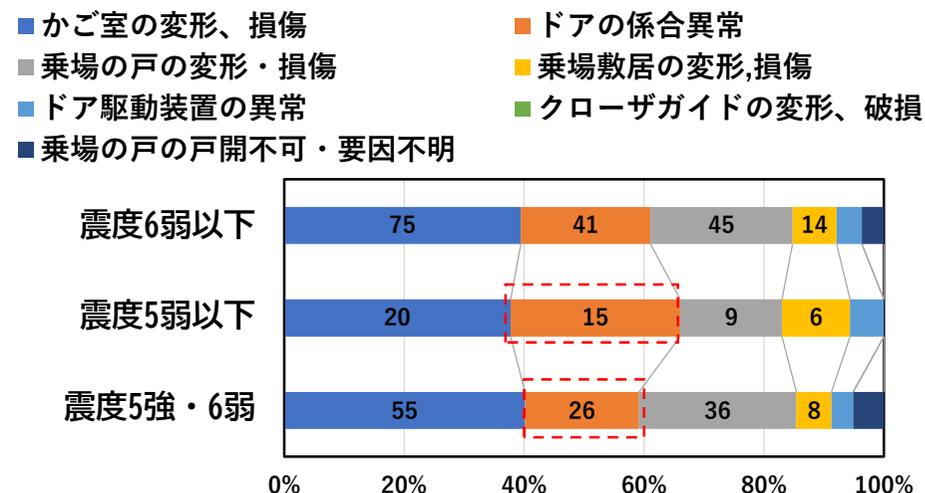
■ 要因①が「戸開不可」の閉じ込め

- ・「かご室の変形、損傷」が約40[%]、「ドアの係合異常」と「乗場の戸の変形、損傷」がそれぞれ約20[%]
- ・「ドアの係合異常」の割合は、震度が大きくなると低下

※1998年以降・震度6弱以下



要因①が「走行不可」



要因①が「戸開不可」

(閉じ込め要因分析) 要因③ (故障部位) 別の閉じ込め台数 (復旧作業要の台数で算出)

■ 要因②が「地震時管制運転中に安全装置が作動」の閉じ込め

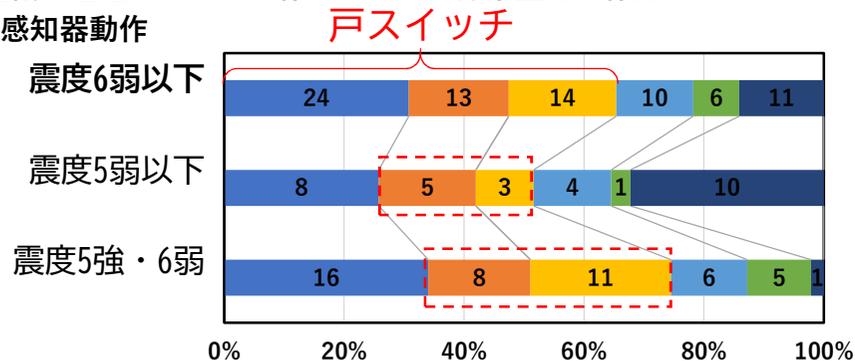
※1998年以降・震度6弱以下

- ・「戸スイッチの開路」に関するものが半数以上
- ・震度が大きいほど一時的な開路より継続的な開路の割合が高い

■ 要因②が「機械的な走行不可」の閉じ込め

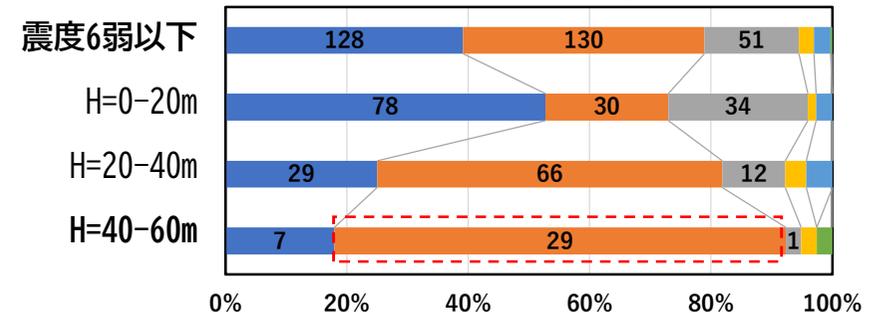
- ・「かご又は釣合おもりの脱レール」と「長尺物の引掛り又は引掛りによる機器破損」がそれぞれ約40[%]
- ※最下層要因別では、脱レールはかごよりおもりが多く、長尺物の引掛りは主索と調速機ロープで約90[%]
- ・「長尺物の引掛り又は引掛りによる機器破損」の割合は、昇降行程が長いほど高い

- 乗場の戸スイッチの一時的な開路
- 乗場の戸スイッチの継続的な開路
- かごの戸スイッチの一時的な開路
- かごの戸スイッチの継続的な開路
- 調速機の過速スイッチの作動
- 非常止めの作動
- S波感知器動作



要因②が「安全装置が作動」

- かご又は釣合おもりの脱レール
- 長尺物の引掛り又は引掛りによる機器破損
- かご室の固渋
- 巻上機の転倒・損傷
- 巻上機綱車からの主索の外れ
- コンペーンションロープ外れ



要因②が「機械的な走行不可」

(閉じ込め要因分析) 要因③ (故障部位) 別の閉じ込め台数 (復旧作業要の台数で算出)

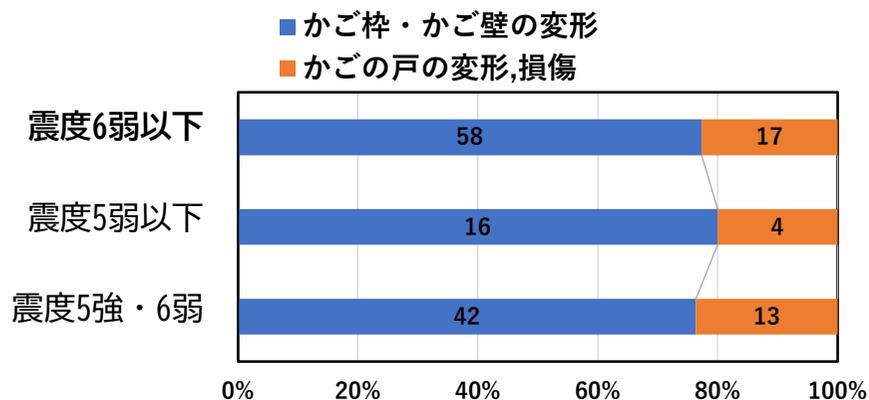
■ 要因②が「かご室の変形、損傷」の閉じ込め

・「かご室の変形、損傷」はほとんどが「かご枠、かご壁の変形」

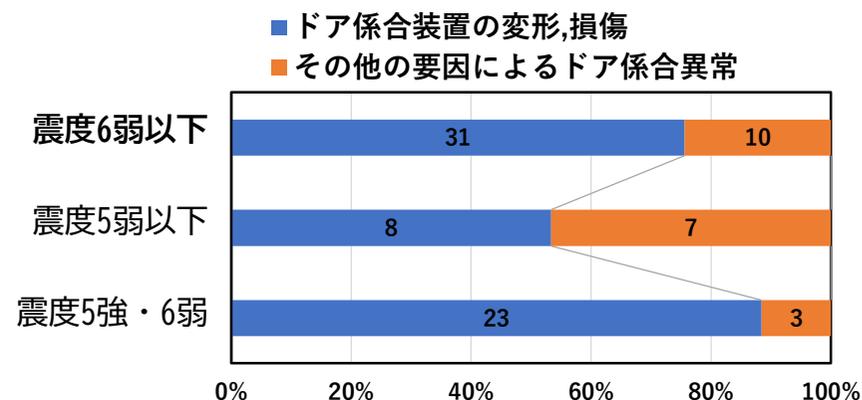
■ 要因②が「ドア係合異常」の閉じ込め

・「ドアの係合異常」はほとんどが「ドア係合装置の変形、損傷」

※1998年以降・震度6弱以下



要因②が「安全装置が作動」



要因②が「機械的な走行不可」

(閉じ込め要因分析) 要因③ (故障部位) 別の閉じ込め台数 (復旧作業要の台数で算出)

■ 要因①が「建物の破損」の閉じ込め

※1998年以降・震度6弱以下

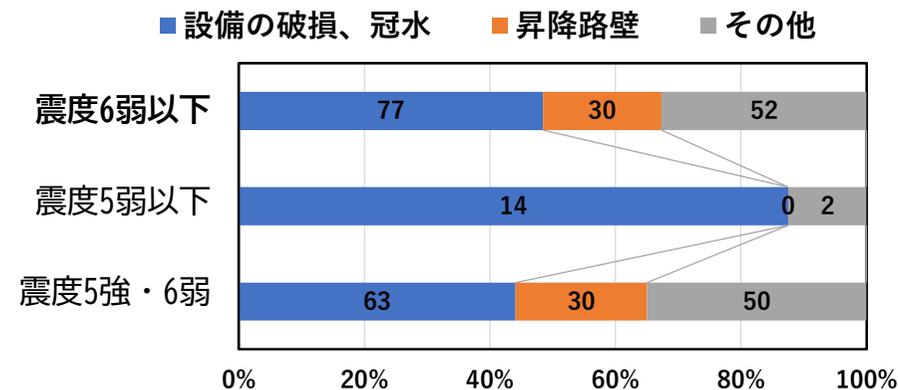
- ・「設備の破損、冠水」によるものが約半数、「昇降路壁」によるものは20[%]程度

※冠水の原因は、建屋水道配管破損、高架水槽からの水漏れ等

- ・「昇降路壁」による閉じ込めは、震度5強以上で発生

※昇降路壁の損傷は、壁崩落、ガラス破損、塔内ALC脱落、塔内石膏ボード崩れ

乗場の間隙を埋めるエキスパンダープレート脱落等



要因①が「建物の破損」