

第 2 部材別の対策方法

1 天井

(1) 事前調査

(2) 改修工法

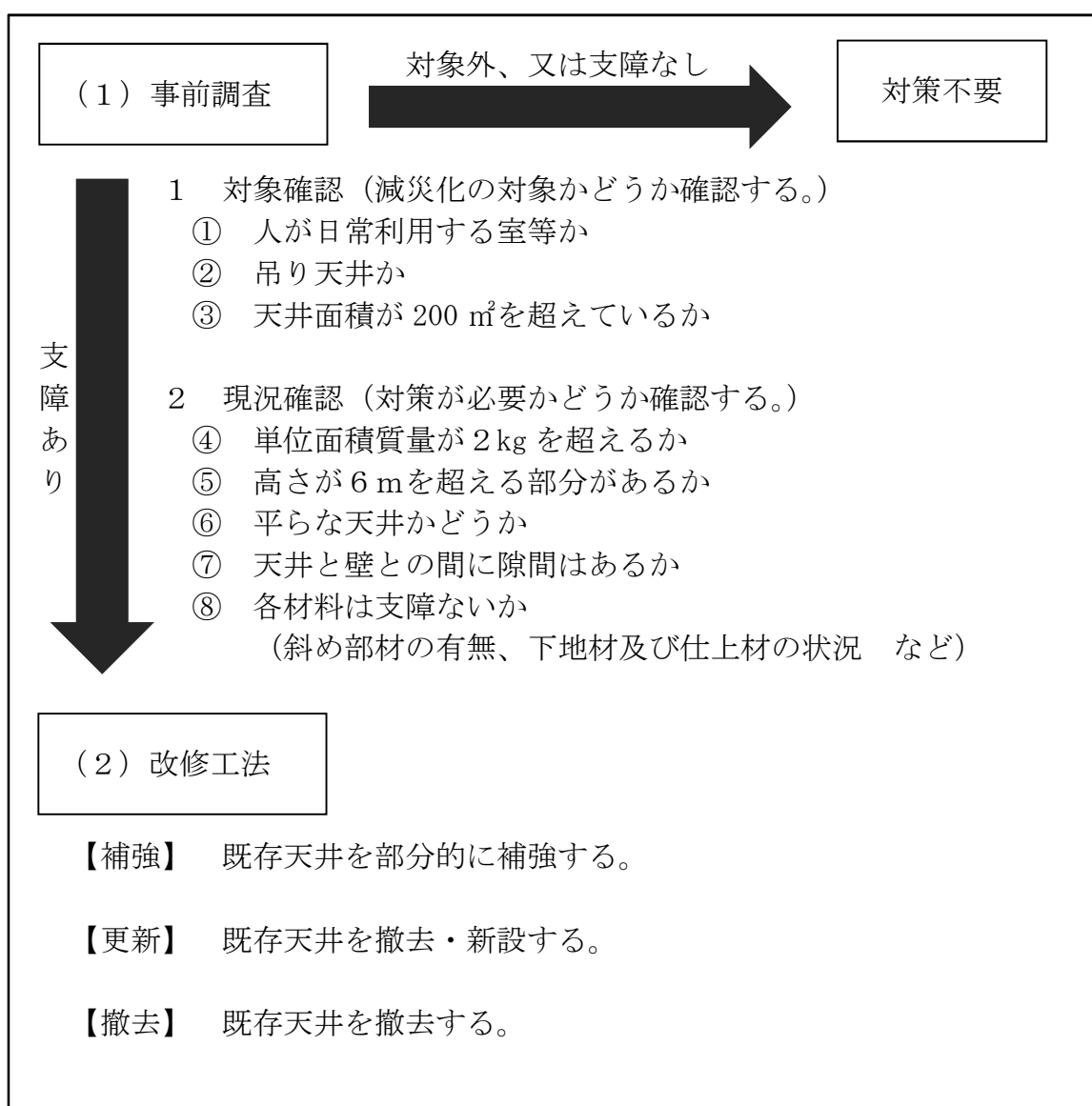
(3) 改修事例

1 天井

ここでは、天井の減災化について説明する。次のフローチャートに示したように、まずは（1）事前調査で既存の天井が減災化の対象かどうか、対策が必要かどうかを確認する。事前調査の結果、対象となる天井があり何らかの支障があった場合、（2）改修工法でどのような工法を選択すれば良いかを検討する。

天井の減災化は、既存天井の状況や機能を総合的に判断して決定する必要があり、判断材料のひとつとして事前調査のポイントや各工法の特徴を示す。

減災化のフローチャート



(1) 事前調査

既存建築物の天井について、事前調査として次の1及び2の確認を行う。

- | |
|---|
| 1 対象確認（減災化の対象かどうか確認する。）
2 現況確認（対策が必要かどうか確認する。） |
|---|

施設管理者においては、これらの確認を行う前に既存図面を準備する必要がある。いずれの確認も既存図面を基に実施することとなるため、図面が無い場合は、現地確認による詳細な調査が必要になり、時間や費用が掛かってしまう。

確認は目視等により、既存図面と一致しているか、又は劣化等損傷していないかなどを調査する。

1 対象確認

既存建築物の天井が減災化の対象かどうかを、表 2-1-1 により確認する。減災化の対象とならない場合も、適宜劣化損傷していないかを確認し、適正な維持管理をしていくことが望ましい。

表 2-1-1 対象確認表

確認項目	
① 人が日常利用する。 居室、廊下その他の人が日常立ち入る場所かどうか確認する。 日常人が立ち入らない機械室などは対象外	□
② 吊り天井である。 天井を吊り材によって吊り下げた構造かどうか確認する。 直天井は対象外。	□
③ 天井面積が、200 m ² を超える。 天井の位置や形状等によって面積の算定方法が異なるため、 「建築物における天井脱落対策に係る技術基準の解説」 ^{*12} （以下 「技術基準の解説」という。）を参考にすること。	□

上記のチェックが 2つ以下 …減災化の対象外

3つ全て …減災化の対象 続けて2 現況確認へ

^{*12} ホームページ 建築物における天井脱落対策に係る技術基準の解説

(URL <http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn0751.htm>)

2 現況確認

既存建築物の天井が減災化の対象である場合、まず、表 2-1-2 により当該天井が建築基準法で定められた特定天井^{*13}かどうかを確認する。ここからは専門的な知識が必要となることから、専門業者などに依頼して実施することが望ましい。

表 2-1-2 現況確認表 1

確認項目	
④ 単位面積質量が 2 kg を超える。 図面等で天井の材料と質量を確認する。 (参考) 一般的な石こうボード (t9.5) の場合、6 kg/m ² 程度 一般的なケイ酸カルシウム板 (t5.0) の場合、5 kg/m ² 程度 天井面構成部材のほか、自重を天井材に負担させる照明設備等も含む。	□

チェックが付いた場合 …続けて以下の⑤を確認

チェックが付かない場合 …軽量で危険性も少ないため、減災化の対象外

表 2-1-2 現況確認表 1 (続き)

確認項目	
⑤ 天井の高さが 6 m を超える部分があり、その天井面積が 200 m ² を超える。 「③ 天井面積が、200 m ² を超える。」と同様に確認する。 技術基準の解説を参考。	□

チェックが付いた場合 …特定天井 次ページへ

チェックが付かない場合 …特定天井ではないが、減災化が必要である。
(2) 改修工法 2 特定天井ではない場合へ
(P 22)

^{*13} 次の①～③の全てに該当する吊り天井。平成 25 年国土交通省告示第 771 号による。

①居室、廊下その他の人が日常立ち入る場所に設けられるもの

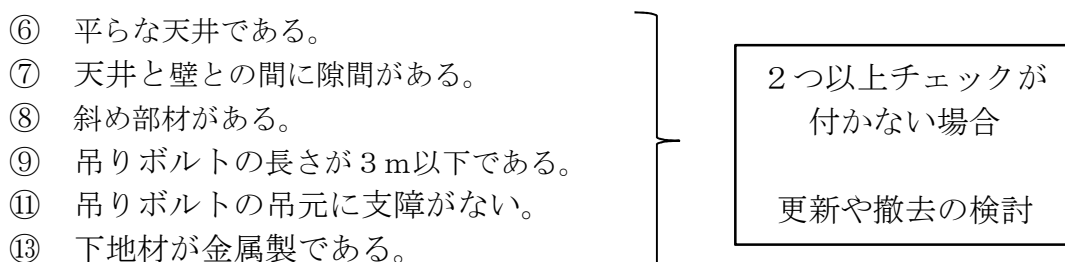
②高さ 6m を超える天井の部分で、その水平投影面積が 200 m² を超えるものを含むもの

③天井面構成部材 (天井面を構成する天井板、天井下地材及びこれに付属する金物) 並びに照明設備その他の建築物の部分又は建築物に取り付けるものであって、天井面構成部材に地震その他の振動及び衝撃により生じる力を負担させるものの単位面積質量 (1 m²あたりの質量) が 2kg を超えるもの

当該天井が特定天井の場合、平成25年8月5日付け国土交通省告示第771号「特定天井及び特定天井の構造耐力上安全な構造方法の規定」^{※14}（以下「告示規定」という。）によって技術基準が定められているため、その内容を踏まえた表2-1-3で引き続き現況確認を行う。特定天井ではない場合も改修工法を検討するために、表2-1-3を活用して現況確認を行うことが望ましい。

確認の結果、チェックが付かない項目は、何らかの対策が必要な箇所となる。特に、以下の確認項目の中で2つ以上チェックが付かない項目がある場合は、部分的な補強での改修は実質的に難しくなることから、更新や撤去といった工法を検討する必要がある。

確認作業の中で重大な損傷等を発見した場合は、応急的な措置として注意喚起や立入禁止、使用制限などを行うことが望ましい。図2-1-1に調査のモデル図を示しているため、そちらも参考にされたい。



なお、あくまでも簡易的に判断をする表であることから、全てにチェックが付いた場合でも、告示規定に適合しているか確認することが望ましい。

また、一般的な天井を想定していることから、特殊な条件や形状等の場合は、別途詳細な調査を要する。

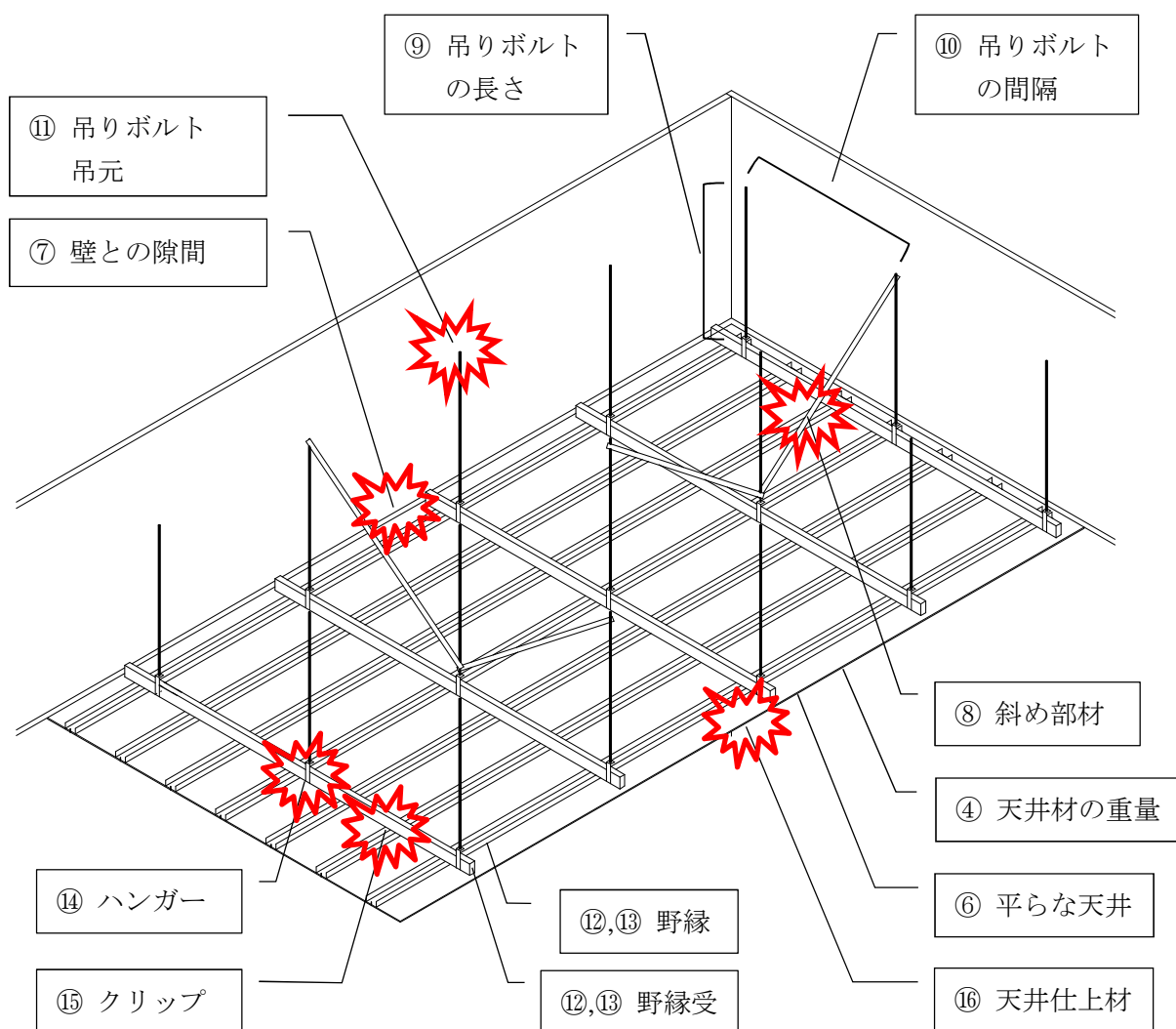
※14 ホームページ 特定天井及び特定天井の構造耐力上安全な構造方法を定める件(平成25年国土交通省告示第771号)
(URL <https://www.mlit.go.jp/common/001009484.pdf>)

表 2-1-3 現況確認表 2

確認項目			
		<p>⑥ 平らな天井である。</p> <p>段差や凹凸等の地震時に有害な応力集中が生じるおそれのある部分がないか確認する。</p> <p>段差等でも、鉛直方向に隙間が確保されていれば支障なし。</p> <p>平らな天井でない場合、改修工法が限定される。</p>	□
		<p>⑦ 天井と壁との間に隙間がある。</p> <p>カバー等で覆い隠されている場合があるため、図面等と併せて現地確認することが望ましい。</p> <p>隙間が無い場合、改修工法が限定される。</p>	□
下 地 材	斜材	<p>⑧ 斜め部材がある。</p> <p>V字状にバランスよく配置されているか確認する。</p> <p>必要組数については、別途計算式により算定する必要がある。技術基準の解説を参考。</p> <p>斜め部材が無い場合、又は必要数の半数に満たない場合、改修工法が限定される。</p>	□
	吊り ボルト	<p>⑨ 長さが、3 m以下である。</p> <p>おおむね均一の長さか確認する。</p> <p>曲げなどの支障が無いか確認する。</p> <p>長さが3 mを超える場合、改修工法が限定される。</p> <p>極端に短い場合も、減災化が困難になり、改修工法が限定されることがある。</p>	□
		<p>⑩ 間隔が、1 m以内である。</p> <p>(単位面積質量が6 kg 以下の場合、1.4 m)</p> <p>鉛直方向に設置されているか確認する。</p> <p>JIS 規格に適合する又は同等以上の吊りボルトか確認する。</p>	□
		<p>⑪ 吊元に支障がない。</p> <p>十分な剛性と強度を有し、建築物の構造耐力上主要な部分に緊結されているか確認する。</p> <p>支障がある場合、改修工法が限定される。</p>	□

表 2-1-3 現況確認表 2 (つづき)

確認項目			
下 地 材	野縁、 野縁受け	⑫ 部材に支障がない。 損傷が無いか確認する。 隣り合うジョイント位置が、互いに1 m以上離れ、 千鳥状に配置されているか確認する。 溶接接合で無いことを確認する。	<input type="checkbox"/>
		⑬ 金属製である。 JIS規格に適合する又は同等以上の下地材か確認 する。 木製の場合、改修工法が限定される。	<input type="checkbox"/>
	ハンガー	⑭ ビス止めがされている。 接合部がボルト、ねじなどの接合方法により相互に 緊結されているか確認する。 外れや損傷が無いか確認する。	<input type="checkbox"/>
	クリップ	⑮ ねじ留めがされている。 接合部がボルト、ねじなどの接合方法により相互に 緊結されているか確認する。 外れや損傷が無いか確認する。	<input type="checkbox"/>
天井仕上材	⑯ 天井仕上材のビス留め間隔が100mm～200mm程度 である。 接合部がボルト、ねじなどの接合方法により相互に 緊結されているか確認する。 外れや損傷が無いか確認する。	<input type="checkbox"/>	




 : 現況確認要注意箇所
 損傷等を発見した場合は、施設管理者に応急的な修繕等を促すことが望ましい。

図 2-1-1 事前調査の内容と天井裏のモデル図

天井材以外にも、照明設備など落下の危険があるものについて、併せて調査を行うことが望ましい。

なお、現況確認については、文部科学省の「学校施設における天井等落下防止対策のための手引」^{※15}も参考にできる。

※15 ホームページ 「学校施設における天井等落下防止対策のための手引」
 (URL http://www.nier.go.jp/shisetsu/pdf/ceiling_all.pdf)

(2) 改修工法

事前調査の結果に基づき、改修方法について【補強】、【更新】、【撤去】それぞれの工法を検討していく。ここでは、既存天井が特定天井の場合とそうでない場合に分けて説明する。

- | |
|--|
| <p>1 特定天井の場合</p> <p>① 特定天井を告示規定の技術基準に適合するよう改修</p> <p>② 特定天井を特定天井以外の安全な天井に改修^{※16}</p> <p>2 特定天井ではない場合</p> <p>① 特定天井の告示規定以前からある従来の基準で改修</p> <p>② 1の改修</p> |
|--|

1 特定天井の場合

特定天井の場合、告示規定により技術基準が定められているため、改修方法は次の2つが考えられる。

1 特 定 天 井	① 特定天井を告示規定の技術基準に適合するよう改修する。 (以下「告示改修」という。)		
	<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">① 告 示 改 修</td> <td>告示規定に適合するよう【補強】又は【更新】する。 「仕様ルート」 「計算ルート」 「認定ルート」 「落下防止措置」^{※17}</td> </tr> </table>	① 告 示 改 修	告示規定に適合するよう【補強】又は【更新】する。 「仕様ルート」 「計算ルート」 「認定ルート」 「落下防止措置」 ^{※17}
① 告 示 改 修	告示規定に適合するよう【補強】又は【更新】する。 「仕様ルート」 「計算ルート」 「認定ルート」 「落下防止措置」 ^{※17}		
	② 特定天井を特定天井以外の安全な天井に改修する。 (以下「非告示改修」という。)		
	<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">② 非 告 示 改 修</td> <td>特定天井以外の安全な天井に【更新】又は【撤去】する。 「一体化」 「軽量化」 「天井撤去」</td> </tr> </table>	② 非 告 示 改 修	特定天井以外の安全な天井に【更新】又は【撤去】する。 「一体化」 「軽量化」 「天井撤去」
② 非 告 示 改 修	特定天井以外の安全な天井に【更新】又は【撤去】する。 「一体化」 「軽量化」 「天井撤去」		

※16 「特定天井以外の安全な天井に改修」とは、単に規制逃れをすることではなく、安全側へ改修を行うことである。

※17 建築基準法第86条の7の規定による既存建築物に対する制限の緩和。特定天井の既存不適格部分については、一定の増改築時等に脱落のおそれがないものとして国土交通大臣が定める基準に適合させなければならないが、技術基準の代替として落下防止措置を講じることが認められている。

1-① 告示改修

告示改修では、告示規定の各ルートに適合するよう【補強】又は【更新】していく。ルートは「仕様ルート」、「計算ルート」、「認定ルート」及び「落下防止装置」の4つが規定されている。概要については、以下のとおりである。

1 特 定 天 井	① 告 示 改 修	仕様 ル ー ト	【補強】又は【更新】 次のいずれかの仕様に適合させる。 <ul style="list-style-type: none"> ・天井と周囲の壁等との間に隙間を設ける仕様 ・天井と周囲の壁等との間に隙間を設けない仕様
		計 算 ル ー ト	【補強】又は【更新】 次のいずれかの構造計算で、安全性を検証する。 <ul style="list-style-type: none"> ・水平震度法 ・応答スペクトル及び簡易スペクトル法
		認 定 ル ー ト	【更新】 脱落対策について、国土交通大臣の認定を受ける。 (【補強】での対応は困難と考える。)
		落 下 防 止 措 置	【補強】 ネット等で【補強】して、一時的に落下を防ぐ。 (一定の範囲の増改築時等の制限の緩和の特例に該当)

「仕様ルート」及び「計算ルート」は、【補強】又は【更新】により減災化を行うこととなるが、(1) 事前調査の結果により【補強】が難しい場合がある。例えば、図 2-1-2 のように、(1) 2 現況確認の結果、「⑨ 吊りボルトの長さ」が 3 m を超えている場合、「仕様ルート」の規定のひとつである「吊りボルトの長さ 3 m 以下」に適合しないことから、【補強】ではなく【更新】、又は別のルート（「認定ルート」又は「落下防止措置」）により対策する方が現実的である。他にも、天井面の全面的な撤去が避けられず、【補強】が困難な場合が考えられる。表 2-1-4 に現況確認の項目と告示規定（「仕様ルート」及び「計算ルート」）の対応表を示したので、参考とされたい。

なお、「認定ルート」は安全性を別途検証し、認定を受けることとなるため、現況確認の結果に左右されず、選択可能である。また、「落下防止措置」についても落下防止措置材が設置できる構造耐力上主要な部分等があることを確認できれば、選択は可能である。

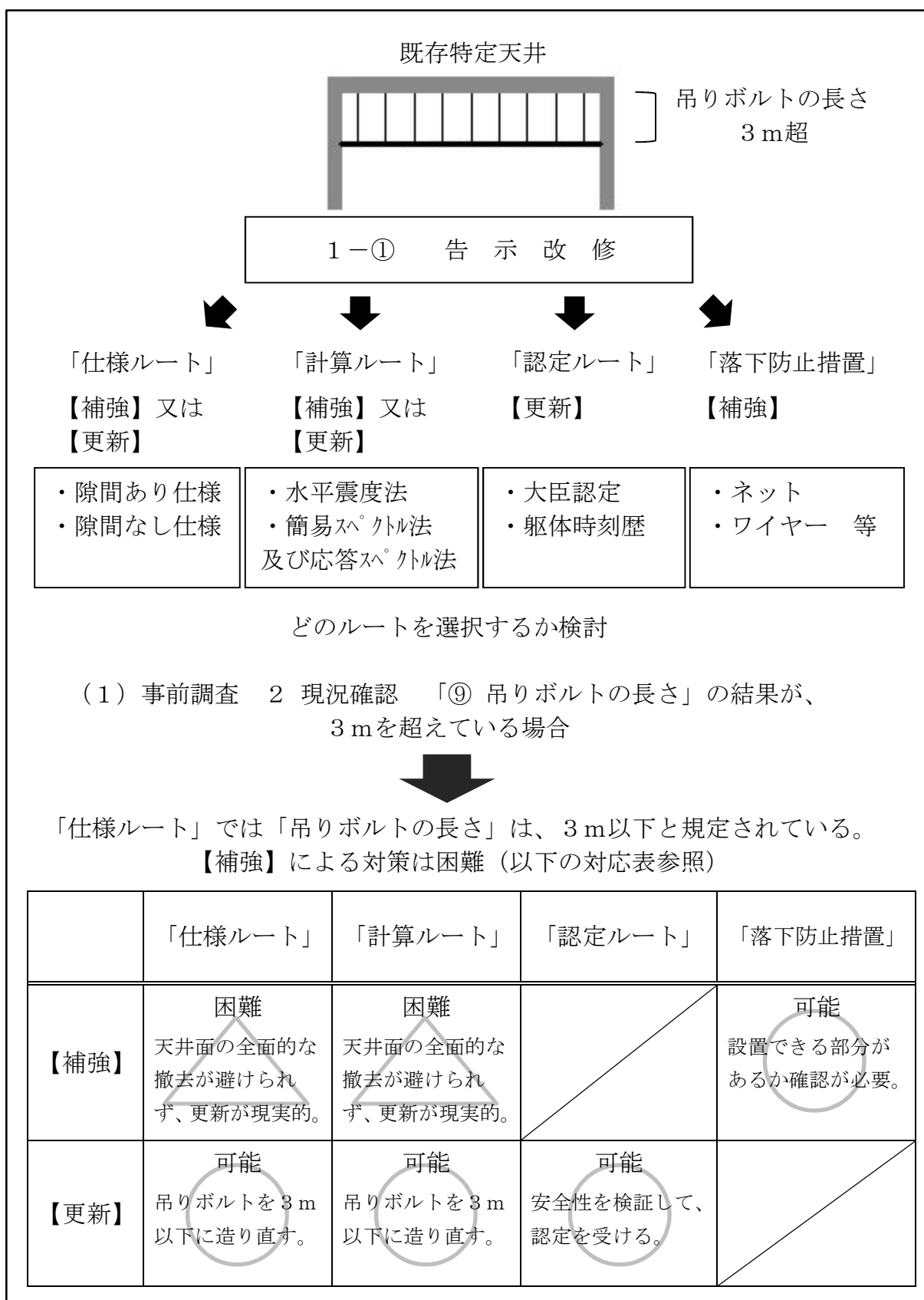


図 2-1-2 工法検討の例

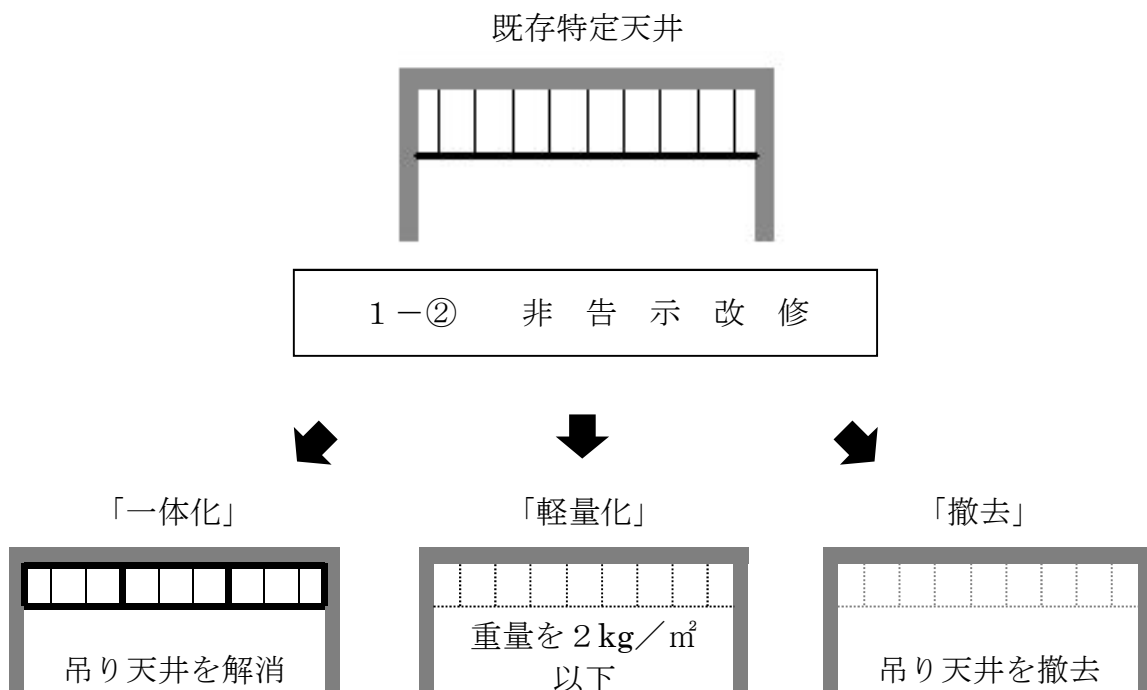
表 2-1-4 現況確認項目と告示規定（「仕様ルート」、「計算ルート」）の対応表

		現況確認項目	「仕様ルート」		「計算ルート」
			隙間あり	隙間なし	水平震度法等
天井全般	接合部	⑭、⑮ ハンガーやクリップが緊結されているか	天井材は、ボルト接合等により相互に緊結する。		
	重量	④単位面積質量が2kgを超えるか	天井の単位面積質量は、20kg以下とする。		
	段差	⑥平らな天井か	段差は設けない。縁が切れていれば可。	段差は設けない。	
	壁との隙間	⑦隙間があるか	隙間を6cm以上確保する。	不要 一定の地震力に対し、変形等が生じないことを確認する。	一定以上必要 構造計算による。
	支持構造部		十分な剛性と強度を有し、構造耐力上主要な部分に緊結する。		
	長さ			各方向一定距離以下とする。 (最大20m以下)	
	設備機器			条件により、 2.5～3cm以上の隙間を確保する。	
斜材		⑧斜め部材があるか	一定の割合で、釣合い良く配置。 埋め込みインサートを用いた接合方法等により構造耐力上主要な部分等に緊結する。	設けない。	釣合い良く配置する。
吊り材	材料		日本工業規格の吊りボルト等を使用する。		
	吊りボルト	吊元	⑪支障ないか	埋め込みインサートを用いた接合方法等により、構造耐力上主要な部分等に緊結する。	
		長さ	⑨3m以下か	3m以下とする。 おおむね均一に配置する。	1.5m以下とする。 補剛材等を設ければ、 3m以下で可。
間隔	⑩1m以内か	1本/m ² とする。		釣合い良く配置する。	
天井面構成部材	天井下地材 (野縁、野縁受け)	⑫支障ないか ⑬金属製か		日本工業規格の天井下地材等とする。	釣合い良く配置する。
	天井仕上材	⑯ねじ留めの間隔は支障ないか		天井板は、日本工業規格の9.5mm厚の石こうボード等とする。	釣合い良く配置する。

1-② 非告示改修

非告示改修では、調査した特定天井を特定天井以外の安全な天井に【更新】又は【撤去】していく。改修する方法として、次の3つが考えられる。

1 特 定 天 井	② 非 告 示 改 修	一体化	【更新】 「(1) 1 対象確認 ② 吊り天井である。」の部分 (特定天井の条件)を、構造躯体と一体化することで 減災化をする。
		軽量化	【更新】 「(1) 1 対象確認 ④ 単位面積質量が2 kg を超える。」 の部分(特定天井の条件)を、 2 kg/m^2 以下とす ることで減災化をする。
		天井材撤去	【撤去】 「吊り天井」自体を撤去してしまう。 コストが掛からず容易にできる。 撤去後の躯体の状況により、塗装等の改修が必要。 断熱性能や吸音性能などを有している場合、 影響を及ぼすことから、追加の対策が必要。



特定天井の改修方法について、表 2-1-5 に各工法の特徴などの比較一覧を示す。一般的な建物の改修を想定して比較した表であることから、特殊な条件や形状等の場合、別途検討を要する。

表 2-1-5 各工法の特徴比較一覧表

改修方法	1-① 告示改修				1-② 非告示改修		
	「仕様ルート」 「計算ルート」		「落下防止措置」		「一体化」	「軽量化」	「撤去」
			ネット	ワイヤー			
	【補強】	【更新】	【補強】		【更新】		【撤去】
	告示規定に適合するよう補強する。	告示規定に適合するよう造り直す。	既存天井の下に受材を設置する。	既存天井の裏に命綱を設置する。	既存天井と躯体を構造的に一体化する。	既存天井を軽い天井に置き換える。	既存天井を撤去する。
足場	全面必要	全面必要	全面必要	全面必要	全面必要	全面必要	全面必要
居ながら改修	不可	不可	不可	不可	不可	不可	不可
既存天井	撤去	そのまま	そのまま	撤去 再取付可能	撤去	撤去	撤去
施工性	容易	容易	困難	容易	容易	容易	容易
意匠	部材による (自由度は高い)	悪い	そのまま	そのまま	部材による (限定されてしまう)	悪い (劣化状況により要改修)	
天井裏 (ふところ)	不要	不要	必要	ある程度必要	不要	不要	不要
構造検討	必要 (ルートによる)	既存躯体の検討が必要 (荷重を伝えるため)		必要	重量の検討が必要	不要	
その他	「仕様ルート」適用の場合、平天井	一時的措置 消防法に留意 (ネットの仕様)	一時的措置	天井裏の状況 (配管、設備等) に留意が必要	照明器具等の重量にも配慮が必要	断熱性能等の検討が必要	

※「1-① 告示改修」の「認定ルート」については、改修工法ごとに認定を受けることから比較の対象にはしていない。

現況確認の結果によって、どの工法を採用するかを判断していくこととなるが、各工法の特徴を十分理解した上で、施設管理者の要望や予算、建物の用途なども考慮して改修工法を選定することが重要になる。

さらに、建築物の耐震性能を把握することも重要である。地震時における建築物の変形性能によって天井材への影響が変わってくることから、それぞれの建築物にあった工法を選定することが必要になる。(図 2-1-3 参照)

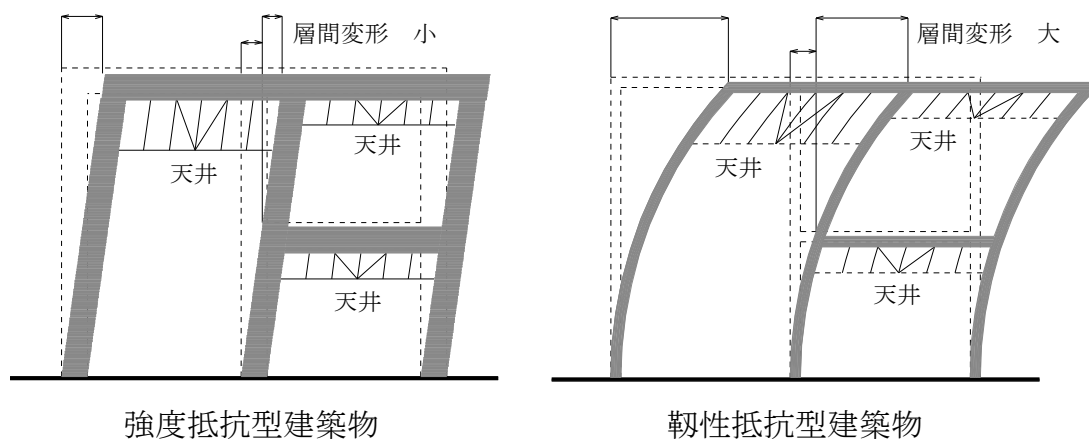


図 2-1-3 建築物の変形性能イメージ

天井材と併せて天井ふところや周辺に設置されている設備機器についても減災化を行うことが望ましい。振れ止めの設置、隙間の確保及びワイヤーによる落下防止措置など、天井材の対策と基本的には変わらない。

照明器具などで天井と一体となって挙動するものは隙間を設けなくてもよい。ただし、独立して設置してあるものは天井と設備機器が一体に挙動せずに天井に損傷を与える可能性があることから、一定の隙間を確保するよう注意が必要である。

なお、照明設備は天井の改修をすることで器具の位置が変わってしまい、照度等に影響を及ぼす場合があることから、非常用照明設備と併せて考慮する必要がある。

2 特定天井ではない場合

特定天井ではない天井については、特に基準が定められていないことから、新築工事であっても落下防止対策を行わないまま、国土交通省大臣官房官庁営繕部監修の公共建築工事標準仕様書などによる仕様（以下「従来の基準仕様」という。図 2-1-4 及び図 2-1-5 参照）で施工されていることが多い。改修工事でも、手を付けずに既存天井のまま完了してしまうことがほとんどである。

特定天井ではない天井であっても、高さが4 m程度の天井落下によって人命に危害を及ぼす可能性が指摘されており、安心安全の観点から告示規定に準じた対策などを行うことが望ましい。改修方法は次の2つが考えられる。

2 特定 天井 で は な い 天 井	① 特定天井の告示規定以前からある従来の基準で改修する。 (以下「従来の改修」という。)	① 従 来 の 改 修	告示規定以前からある従来の落下防止対策 ^{*18} に基づき 【補強】又は【更新】する。 「外れ防止」 「振れ止め」 「隙間の確保」
	② 「1 特定天井の場合」に準じて改修する。	② 「1 特定 天井」 に 準 じ た 改 修	1-① 告 示 改 修 1-② 非 告 示 改 修

^{*18} 平成13年6月1日付け国住指357号の「芸予地震被害調査報告の送付について（技術的助言）」及び平成15年10月15日付け国住指2402号の「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）」により、天井の安全性が特に求められる不特定多数の者が利用する大規模空間を持つ建築物の天井で行われてきた。

野縁受け、吊りボルト及びインサートの間隔
900mm 程度（周辺部は端から 150mm 以内）

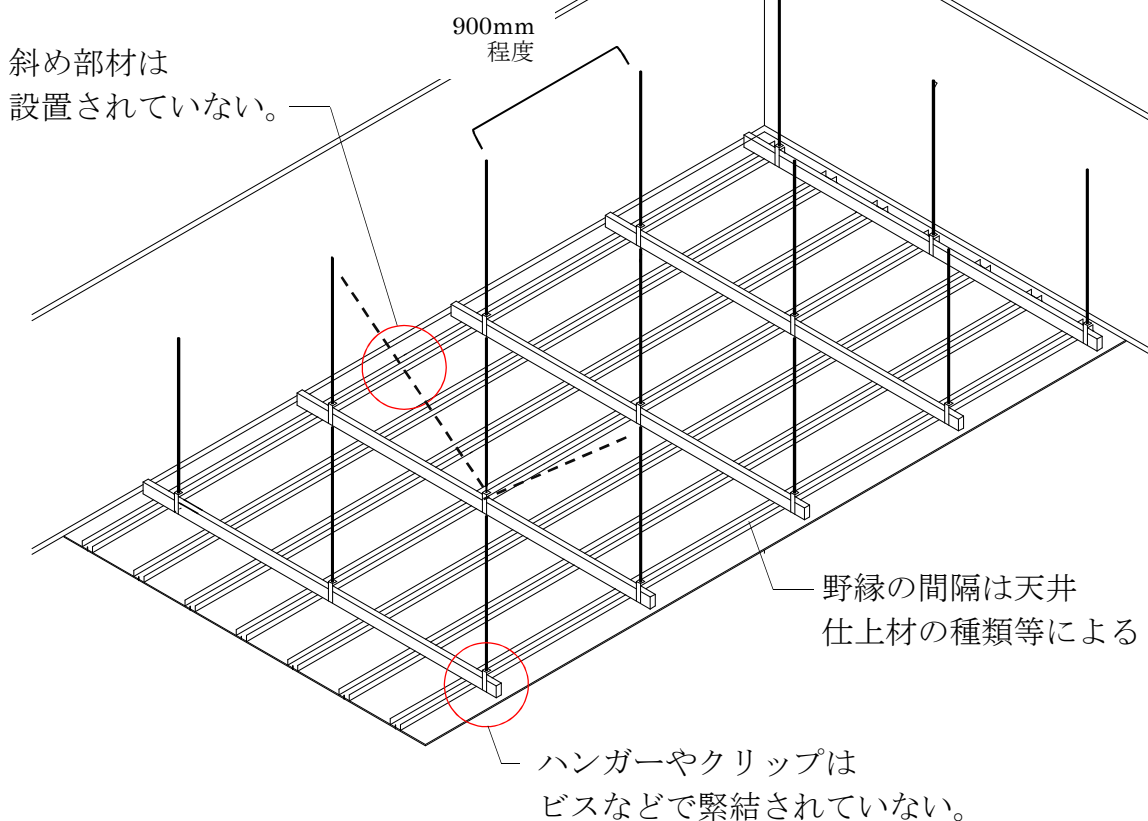


図 2-1-4 従来の基準仕様 モデル図

天井のふところが 1.5m 以上の場合、補強用部材又は[-19×10×1.2(mm) 以上を用いて、吊りボルトの水平補強、斜め補強（耐震性を考慮することを意図したものではない。）を行う。特記が無い場合、以下のとおり

- ・水平補強は、縦横方向に間隔 1.8m 程度に配置
- ・斜め補強は、相対する斜め材を 1 組とし、縦横方向に間隔 3.6m 程度に配置

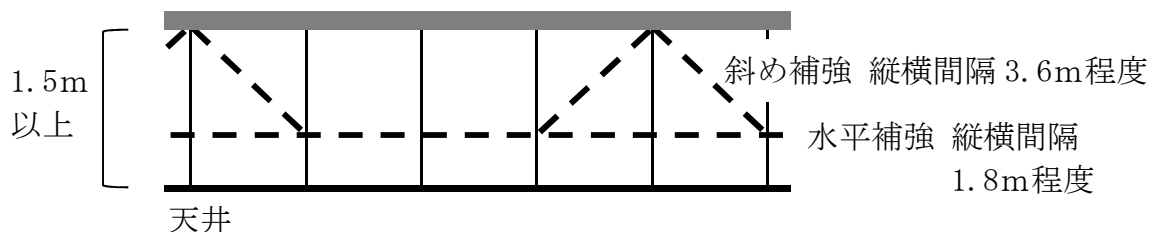


図 2-1-5 天井ふところが 1.5m 以上の場合 補強モデル図

2-① 従来の改修

告示規定が制定される以前は、以下に示す落下防止対策を必要に応じて行ってきた。

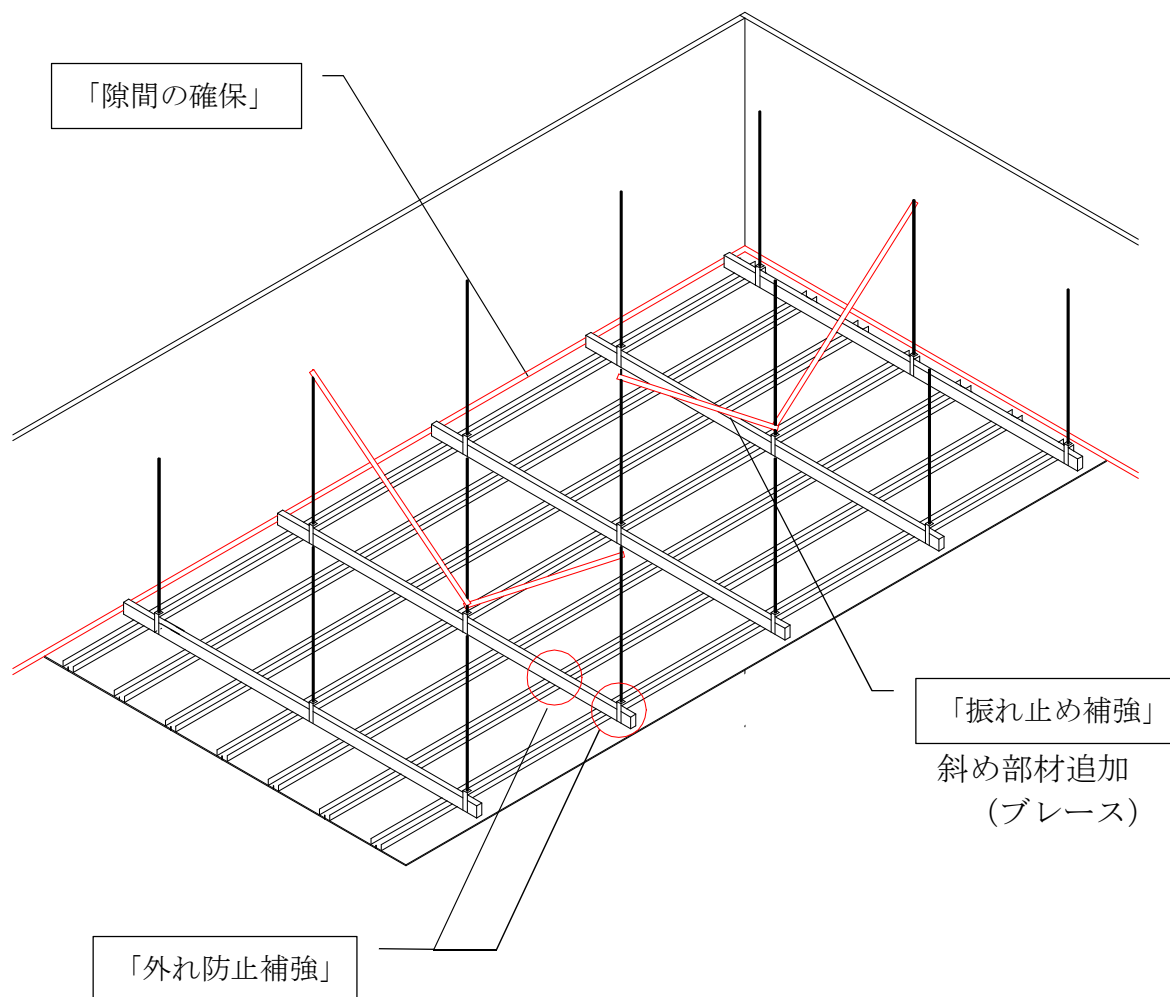
- ・重量の大きい（面内剛性の高い）天井材で、比較的広い天井面を覆う天井では、天井面と周囲の壁等との間に隙間を設ける。
- ・天井面の凹凸などにより、地震時に局所的な力が作用するおそれがある場合剛性の異なる部分にも構造的に隙間などを設ける。
- ・吊りボルトが長くなる場合は、補剛材で連結するなどして揺れを抑える。
- ・軽量の天井材のつなぎ目部分に目地材として置かれるTバー等は、落下しないよう下地材に固定する。

従来の基準仕様に、これらの対策を行うことで【補強】又は【更新】する。

2 特定天井ではない天井	①	外れ防止	【補強】又は【更新】 クリップやハンガーをビスなどで緊結する。 (図 2-1-6、図 2-1-7 参照)
	従来の	振れ止め	【補強】又は【更新】 斜め部材をバランスよく配置し、 水平変位を抑制する。(図 2-1-6 参照)
	改修	隙間の確保	【補強】又は【更新】 天井面と壁等の周囲との間に隙間を設け、 衝突を防止する。(図 2-1-6 参照)

「隙間の確保」については、下地材を含めた天井全体の改修となることから、既存照明器具の LED 化などの設備改修で天井の【更新】をする場合や大規模改修工事を行う場合に併せて実施することが望ましい。

隙間を設けることができない場合は、告示規定の「仕様ルート 隙間なし」の仕様と同様に、斜め部材を設けずに天井下地材と壁面を一体化させるなどして補強することも考えられる。(図 2-1-7 参照)

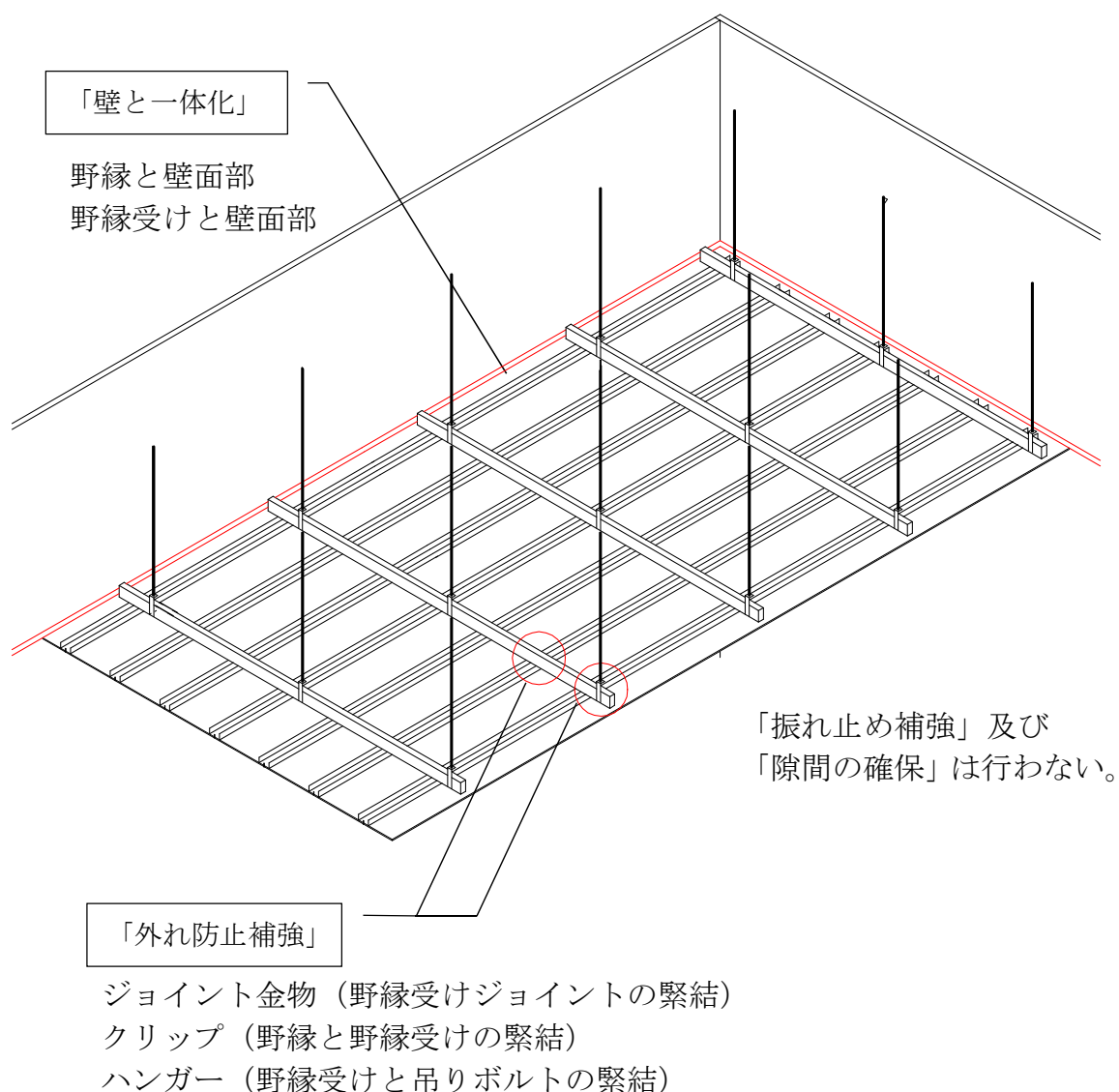


- ジョイント金物（野縁受けジョイントの緊結）
- クリップ（野縁と野縁受けの緊結）
- ハンガー（野縁受けと吊りボルトの緊結）

野縁は、野縁受けにクリップ金物（ビス留めや補強クリップを追加または交換）を用いて緊結する。

野縁受けは、吊りボルトにハンガー金物（ビス留めや開き止め金物（ハンガーロック）を追加または交換）を用いて緊結する。

図 2-1-6 隙間を確保する改修例



野縁は、野縁受けにクリップ金物（ビス留めや補強クリップを追加または交換）を用いて緊結する。

野縁受けは、吊りボルトにハンガー金物（ビス留めや開き止め金物（ハンガーロック）を追加または交換）を用いて緊結する。

「壁と一体化」する際は、天井周辺の壁面が鉄筋コンクリート以外の場合、壁面の面外強度の確認など構造的な検討をする必要がある。

図 2-1-7 隙間を設けない改修例

2-② 「1 特定天井の場合」に準じた改修

「1 特定天井の場合」に準じた改修については、P16の「1-①告示改修」及びP19の「1-②非告示改修」で説明しているため、ここでは省略する。

なお、告示規定の「計算ルート」や「認定ルート」のような複雑な方法ではなく、「仕様ルート」や「落下防止措置」に適合するように部分的な【補強】を行う方法や「天井撤去」、「軽量化」といった方法での対策が比較的容易である。各工法の特徴については、P20の表2-1-5のとおりである。

2 特定天井ではない天井	② 「1 特定天井」に準じた改修	1-① 告示改修	仕様ルート	【補強】 又は 【更新】 特定の仕様に適合させる。 比較的容易に適用できる。
			計算ルート	【補強】 又は 【更新】 構造計算で、安全性を検証する。
			認定ルート	【更新】 国土交通大臣の認定を受ける。
			落下防止措置	【補強】 ネット等で一時的に落下を防ぐ。 比較的容易に適用できる。
	1-② 非告示改修	一 体 化	【更新】 天井材を構造躯体と一体化する。	
		軽 量 化	【更新】 天井材を 2 kg/m ² 以下の重量とする。 比較的容易に適用できる。	
		天 井 撤 去	【撤去】 天井を撤去する。 比較的容易に適用できる。	

特定天井ではない場合の改修工事においては、特定天井の改修とは違った部分で注意が必要な場合がある。例えば、天井を撤去することで天井高さが変わり、建築基準法の排煙上の有効面積^{*19}が減少することがある。これによって無窓居室扱いとなり、それまで適用を受けなかった排煙設備や内装制限の規定が生じてしまうことから、注意を要する。特に学校等の用途に該当する建築物は、内装制限の規定を受けていない場合がほとんどであるため、十分な検討が必要である。

さらに内装制限については、隙間を設けて改修を行う場合、天井面だけでなく天井裏を含めて内装制限を適合させるか、隙間部分に応力を伝えない不燃性の覆いをするなどの配慮が必要になる。

注意するポイント

天井撤去によって排煙上の有効面積が減少することで、無窓居室扱いとなり、排煙設備及び内装制限の規定が生じる。

天井の改修方法は新たな工法や材料の開発など発展途上の段階である。今後、多くの改修設計や工事事例から、より良い改修工法が考案されることがあるので、今後の各メーカーなどの動向に注意していく必要がある。

なお、「参考資料 2 改修案の検討」には、特定天井ではない天井について、改修案を掲載している。

また、天井材の落下防止対策については、既に多くのガイドラインや事例がある。日本建築学会からの報告書である「天井等の非構造材の落下事故防止ガイドライン」^{*20}では、現地調査の方法から事例まで詳細に提示紹介されており、一般社団法人建築性能基準推進協会の「天井の耐震改修事例集」^{*20}にも、様々な改修事例が、写真や図等を用いて掲載されているため参考ができる。

^{*19} 建築基準法令第116条の2及び第128条の3の2による規定。開口部の有効面積として、開放できる部分（天井又は天井から下方80cm以内の距離にある部分に限る。）の面積の合計が、当該居室の床面積の1/50以上必要。

^{*20} ホームページ 「天井等の非構造部材の落下事故防止ガイドライン」
(URL <http://www.aij.or.jp/scripts/request/document/20130304.pdf>)
「天井の耐震改修事例集」(URL <http://www.kenchiku-bosai.or.jp/seismic/pamphlet.html>)

(3) 改修事例

改 修 方 法		
補 強	更 新	撤 去

某庁舎（特定天井ではない天井）
鉄筋コンクリート造
従来の改修「外れ防止」「振れ止め」
「隙間の確保」

工事概要：外れ防止補強、振れ止め防止補強及び隙間の確保を実施

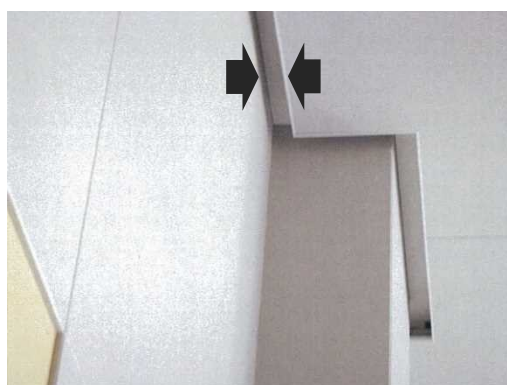
工 事 経 過



外れ防止補強 クリップをビス止め



振れ止め防止補強 斜め部材設置



隙間の確保
天井と周囲の壁との間



隙間の確保
天井と天井下がり壁との間

改修方法		
補強	更新	撤去

格技場（特定天井ではない天井）
鉄骨造平屋建て
非告示改修「軽量化」

工事概要：既存天井を軽量化し、 2 kg/m^2 以下の天井に改修

工事費：12,500 千円 天井面積：330 m^2 天井面積当たり：38 千円/天井 m^2

工期：3 ヶ月

改修前



改修後



工事経過



既存天井材撤去状況



照明器具部 補強状況



天井材（グラスウールボード）新設状況

改修方法		
------	--	--

補強	更新	撤去
----	----	-----------

体育館（特定天井）
鉄骨造平屋建て
非告示改修「撤去」

工事概要：既存天井を撤去し、現しとなった躯体部分を改修

工事費：13,800 千円 天井面積：276 m² 天井面積当たり：50 千円/天井m²

工期：4 ヶ月

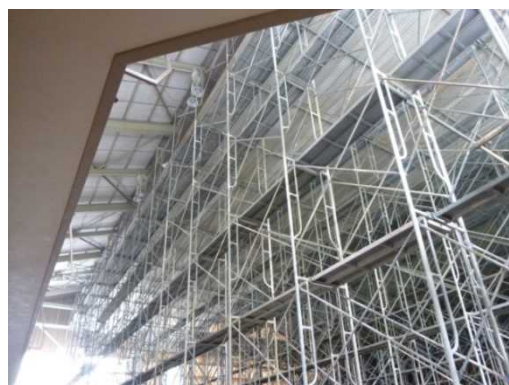
改修前



改修後



工事経過



内部足場 撤去部全面に必要



既存天井撤去時の鉄骨躯体状況
→ 躯体に錆等の劣化
→ 塗装にて仕上げ



照明設備 ワイヤーによる落下防止措置

改修方法		
補強	更新	撤去

体育館（特定天井）
鉄骨造平屋建て
非告示改修「撤去」

工事概要：既存天井を撤去し、現しとなった躯体部分を改修

工事費：25,000 千円 天井面積：765 m² 天井面積当たり：33 千円/天井m²

工期：3 ヶ月

改修前



改修後



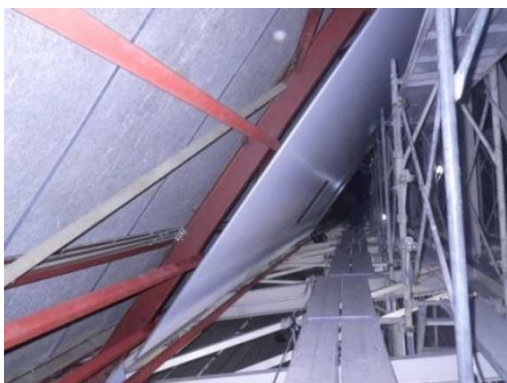
工事経過



内部足場 撤去部全面に必要



既存天井撤去時の天井裏状況
躯体に錆等の劣化、野地板の剥がれ
→鉄骨部は塗装にて仕上げ
→野地板は落下の危険があること
から、脱落防止措置後、金属サイ
ディング設置



金属サイディング設置状況

第 2 部材別の対策方法

2 エレベーター

(1) 事前調査

(2) 改修工法

(3) 改修事例

2 エレベーター

エレベーターについては、地震による閉じ込め被害（平成17年千葉地震等）や戸開走行による事故に伴い法改正が行われてきている。（表2-2-1参照）

その結果、既存エレベーターの多くが既存不適格扱いとなっており、改修がされないままの状態で使用され、同様の事故が再発している。

エレベーターの減災化は、以下の既存不適格を解消させることである。エレベーターのメーカーによって対策の方法が異なるため、個別に検討が必要である。

- ① 釣合いおもりの脱落防止などの耐震対策（以下「耐震対策」という。）
- ② 地震時管制運転装置
- ③ 戸開走行保護装置

表 2-2-1 法改正の変遷

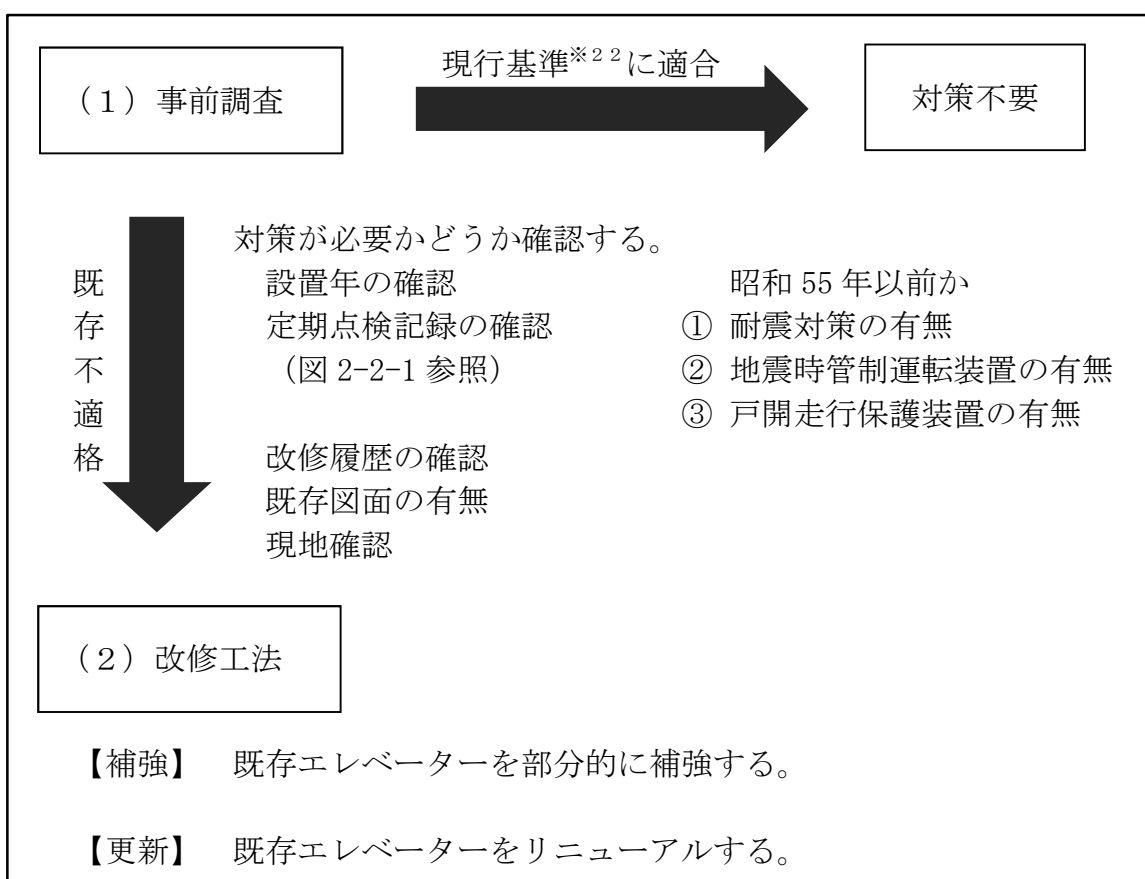
	① 耐震対策	② 地震時管制 運転装置	③ 戸開走行 保護装置
S56 (1981)	<ul style="list-style-type: none"> ・機械室機器の移動や転倒防止 ・かご、釣合いおもりの脱レール防止等 ・かご下綱車、釣合いロープ、 調速機ロープに外れ止め設置 		
H10 (1998)	<ul style="list-style-type: none"> ・巻上機、制御盤の転落防止 ・おもりブロックの脱落防止 ・懸垂機器の転倒、移動防止 ・ロープ類引っ掛かり防止対策の強化 		
H12 (2000)	<ul style="list-style-type: none"> ・強度検証法 ・制御器及び制動装置の性能規定制定 		
H21 (2009)	技術基準の明確化 <ul style="list-style-type: none"> ・駆動装置及び制御器の移動や転倒防止 ・滑車部分のロープガードの設置等 ・ガイドレールのかかり代 ・調速機ロープ等の突出物に対する保護 	義務化	義務化 大臣認定
H26 (2014)	<ul style="list-style-type: none"> ・釣合いおもりの脱落防止 (技術基準の明確化) ・主索等、主要な支持部分に対する構造 計算基準の明示 	↓	↓

(1) 事前調査

既存のエレベーターの事前調査については、次のフローチャートに示したとおり、建築基準法第12条の規定に基づく定期点検^{※21}の記録や設置年、改修履歴等を確認する。特に、「②地震時管制運転装置」及び「③戸開走行保護装置」の設置は、平成21年度の法改正で義務化されており、それ以前に設置されたエレベーターについては、ほとんどが減災化の対象と考えてよい。

定期点検の記録については、点検業者によって様式が異なり、記録を見ても確認しにくいことがあるので、その場合は点検業者に直接確認する必要がある。

減災化のフローチャート



※21 国、都道府県及び建築主事を置く市町村の建築物の昇降機の場合。第4項の規定により、1年以内ごとに有資格者による点検を実施することとされている。それ以外の建築物の昇降機については、第3項の規定により、1年以内ごとに有資格者に検査をさせて、その結果を特定行政庁に報告する必要がある。

※22 減災化計画を策定した平成27年10月時点における基準。

【4. 報告対象昇降機】

【イ. 検査対象昇降機の台数】 (6 台)
 【ロ. 指摘の内容】 要是正の指摘あり 6 台 (うち既存不適格 6 台)
 要重点点検の指摘あり 0 台 指摘なし 0 台
 【ハ. 指摘の概要】 特記事項の通り
 【ニ. 改善予定の有無】 有 (年 月に改善予定) 無
 【ホ. その他特記事項】

指摘の内容で既存不適格となっていれば、減災化の対象となる。

別記第一号 (A4)

主索又は鎖で吊るエレベーター 検査結果表 (機械室有り)
 (第1第1項第1号に規定する昇降機)

当該検査に 関与した 検査者	代表となる検査者	氏名	検査者番号
	その他の検査者		

番号	検査項目	検査結果				昇降機番号	担当 検査者 番号
		指摘 なし	要重点 点検	要是正	既存 不適格		
	2 共通					1	
③	(8) はかり装置	○					
	(9) 戸開走行保護装置			○	○		
②	(10) 地震時等管制運転装置			○	○		
	(11) 降下防止装置						
	4 かご上						
	(1) かご上の停止スイッチ	○					
	(2) 扉部安全距離確保スイッチ						
	(3) 上部ファイナルリミットスイッチ及びリミット(強制停止)スイッチ	○					
①	(13) 乗り場の戸及び敷居	○					
	(14) 昇降路内の耐震対策			○	○		
	(15) 移動ケーブル及び取付部	○					
	6 ピット						
	(1) 保守用停止スイッチ						
	(2) 底部安全距離確保スイッチ						
	(3) 下部ファイナルリミットスイッチ及びリミット(強制停止)スイッチ	○					
	(4) 緩衝器又は緩衝材	○					
	(5) 張り車	○					
	(6) ピット床	○					
	(7) かご非常止め装置 形式: 早ぎき式・次第ぎき式・スラックロープ式	○					
	かご下綱車						
	(9) 鈎合ロープ又は鈎合鎖の取付部	○					
	(10) 鈎合おもり底部すき間 緩衝器形式 ばね式・油入式・緩衝材 制御方式 交流1段制御 その他 590 mm 前回の定期検査時(600 mm)	○					
①	(11) 移動ケーブル及び取付部	○					
	(12) ピット内の耐震対策			○	○		
	(13) 駆動装置の主索保護カバー						

図 2-2-1 定期点検記録の抜粋 (点検業者により様式は異なる。)

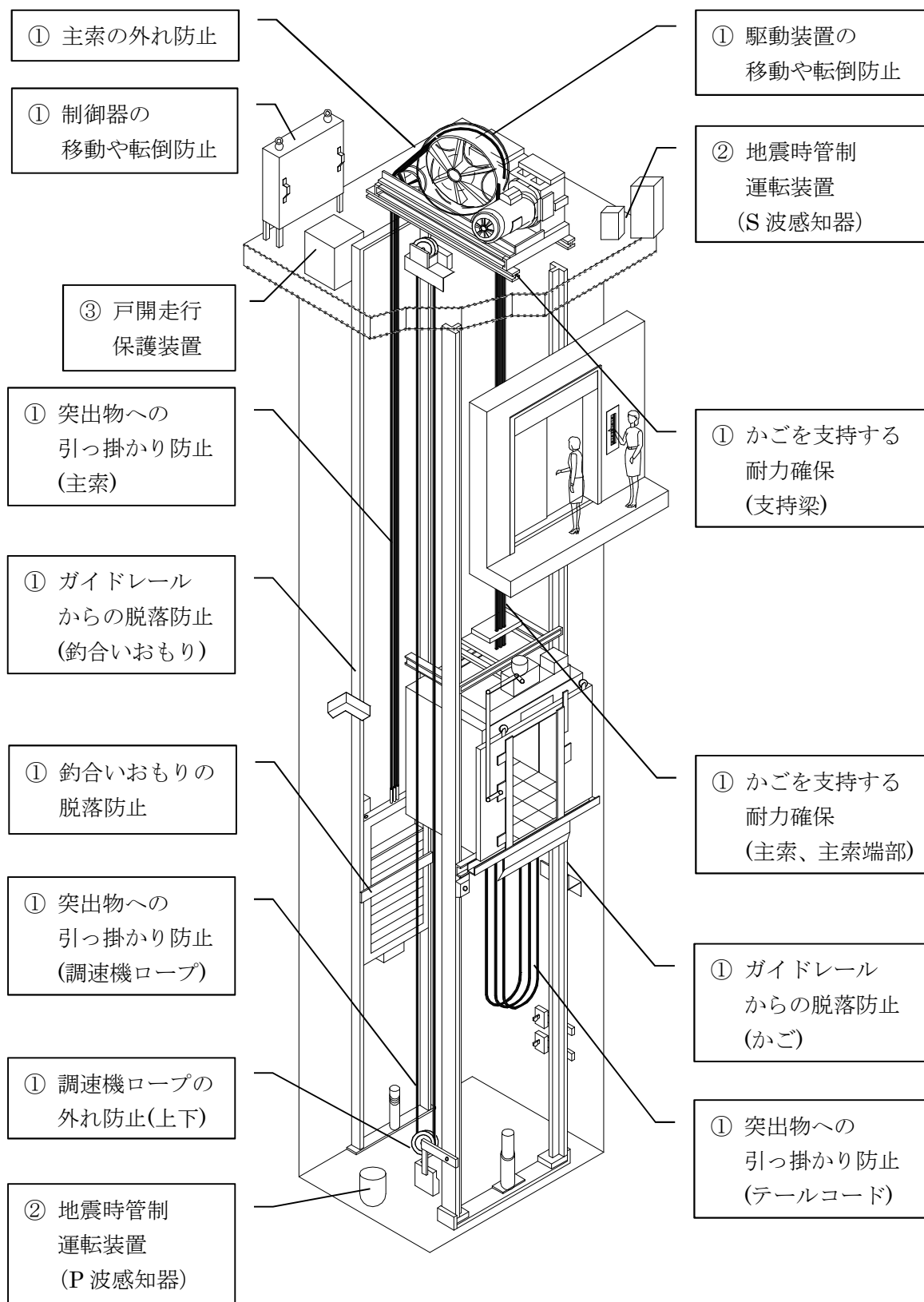


図 2-2-2 ロープ式エレベーターのモデル図

(2) 改修工法

改修工法は、【補強】又は【更新】となる。

まずは部分的な【補強】で対策が可能かどうか確認する。【補強】が困難であれば【更新】を選択することになる。いずれの場合もメーカーに依るところが大きいため、個別に確認が必要である。

工事期間中は当該エレベーターが使用できなくなることから、施設の運営や動線に支障のない計画となるよう考慮が必要である。

さらに、現地調査から工事完了までは、資材の準備や製作等に多くの時間を要することから、これらに配慮した工期設定が望ましい。

部分
補強

【補強】

既存不適格の部分を個別に補強する。

メーカーによって対応が異なることから、個別に確認が必要。

(場合によっては単独改修や複合改修では対応できずに、【更新】となることもある。)

釣合いおもりの脱落防止措置については、他の耐震対策と併せて実施する。



【補強】が困難な場合

全
面
リ
ニ
ュ
ー
ア
ル

【更新】

既存エレベーターの利用可能な部分を活かしつつ、リニューアルを行う。

かごの大きさや出入口間口の変更等が生じる場合がある。併せて、出入口周辺の内装材や床、天井等の工事が発生する。

(エレベーターの駆動方式を油圧式からロープ式に変更する場合、新たに吊元の確保が必要になることから、設置が可能かどうか構造的な検討も必要になる。)

建築基準法第18条の規定による計画通知の手続き^{※23}が必要。

※23 国、都道府県及び建築主事を置く市町村の建築物の場合。それ以外の建築物は、建築基準法第6条に基づく確認申請の手続きが必要になる。

(3) 改修事例

改修方法	学校
補強	ロープ式機械室レス
更新	750kg 定員 11名 速度 45m/min 停止階 3

工事概要：②P波地震感知器及び③戸開走行保護装置の設置
 工事費：7,500千円 工期：6ヵ月

改修前



改修後



工事経過



戸開走行保護装置盤



地震感知器



工事仮設状況



既存巻上機 撤去状況

改修方法

補強 更新

学校
油圧式

750kg 定員 11名 速度 45m/min 停止階 2

工事概要：①耐震対策、②地震時管制運転装置及び③戸開走行保護装置の設置

工事費：25,000 千円 工期：5 ヶ月

改修前



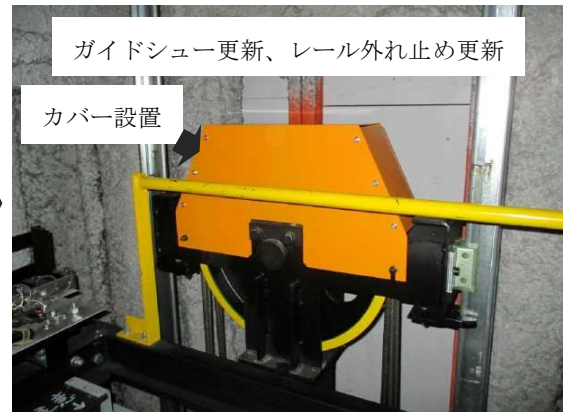
改修後



油圧用待機型逆止弁



ブランジャー回り



ガイドシュー更新、レール外れ止め更新

カバー設置

工事経過



戸開走行保護装置盤

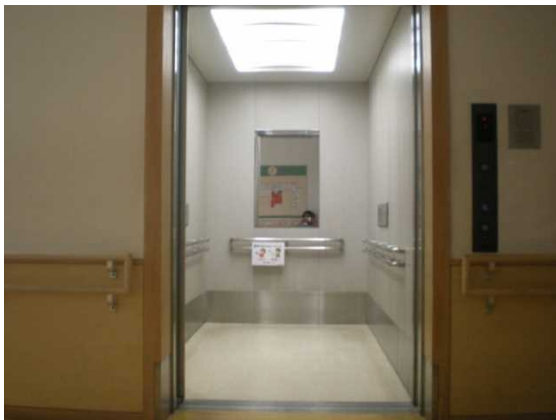


地震感知器取付

改修方法	学校
補強	ロープ式
更新	1,000kg 定員 15名 速度 45m/min 停止階 2

工事概要：全面リニューアル（駆動方式を油圧式からロープ式に変更）による
 現行基準への適合改修
 工事費：23,000 千円 工期：6 ヶ月

改修前



改修後



工事経過



既存油圧ユニットオイル撤去



巻き上げ機新設



出入口間口の変更による躯体はつり



出入口間口部の内装工事

エレベーターの概算工事費比較表（参考）

- ① 耐震対策
- ② 地震時管制運転装置
- ③ 戸開走行保護装置

平成28年9月時点 価格は全て税抜

	(ア)社	(イ)社	(ウ)社	(エ)社	(オ)社	平均額
単独改修工事						(円)
①のみ	2,100,000	1,440,000	2,200,000	1,500,000	1,400,000	1,728,000
②のみ	4,685,500	2,625,000	4,500,000	3,500,000	3,800,000	3,822,100
リニューアル改修工事						(円)
③のみ	4,600,000	5,440,000	5,750,000	5,000,000	5,180,000	5,194,000
複合改修工事						(円)
①+②	6,785,500	4,065,000	6,700,000	5,000,000	5,200,000	5,550,100
①+② +③	11,385,500	9,505,000	12,450,000	10,000,000	10,380,000	10,744,100

注意事項

- 1 改修工事は、以下の条件により比較している。
ロープ式エレベーター 定員9名 速度60m/min 停止階6
- 2 油圧式のエレベーターについては別途確認すること。
- 3 エレベーター機種や据付時期等により対処が異なる場合があり、現地調査の結果や作業条件、改修施工方法により変動する。

第 2 部材別の対策方法

3 建具

(1) 事前調査

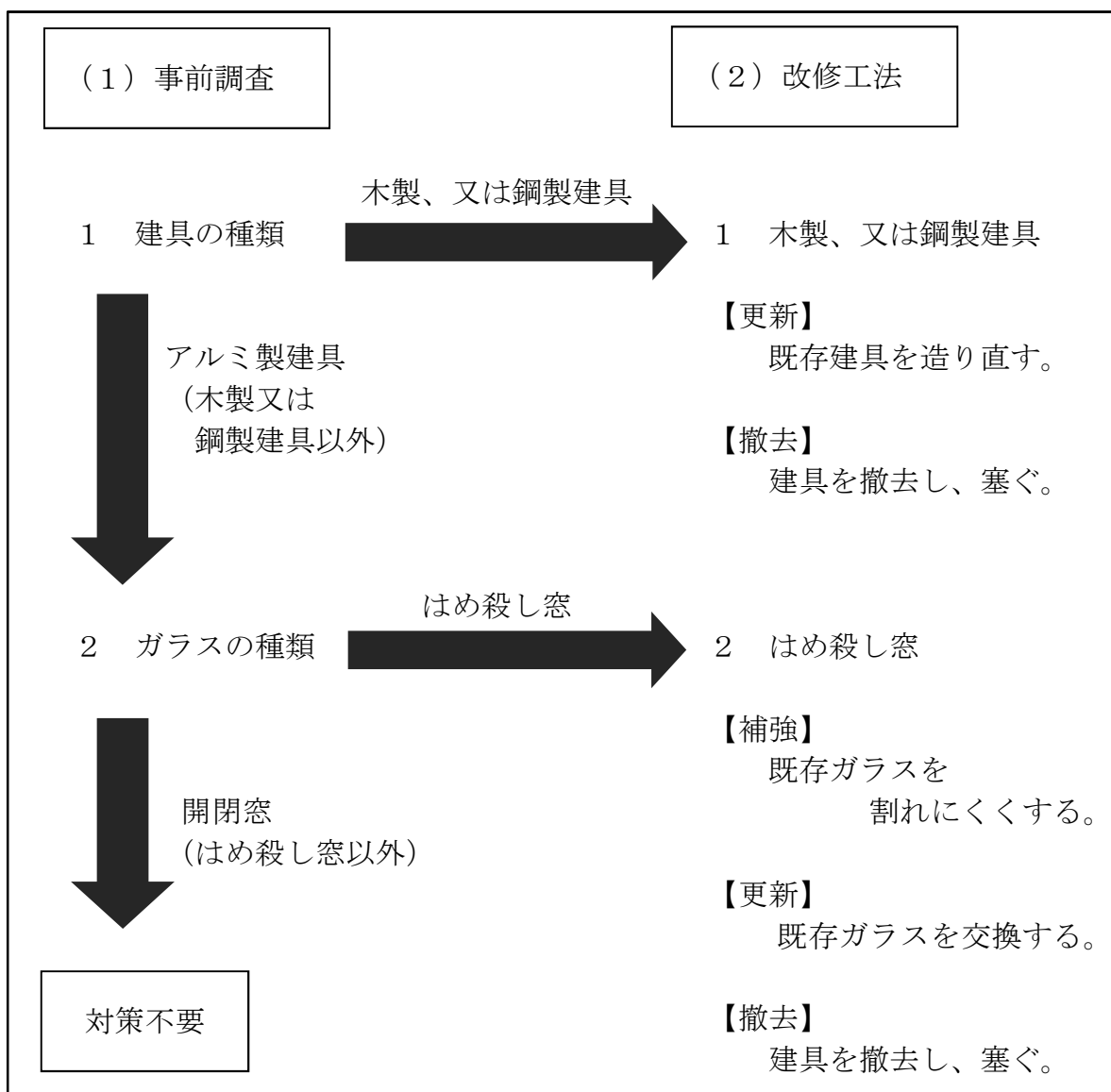
(2) 改修工法

(3) 改修事例

3 建具

建具の減災化については、ガラスの落下防止が目的になることから、建具自体を対策する方法とガラスの対策をする方法のふたつに分けられる。以下に減災化のフローチャートを示す。

減災化のフローチャート



(1) 事前調査

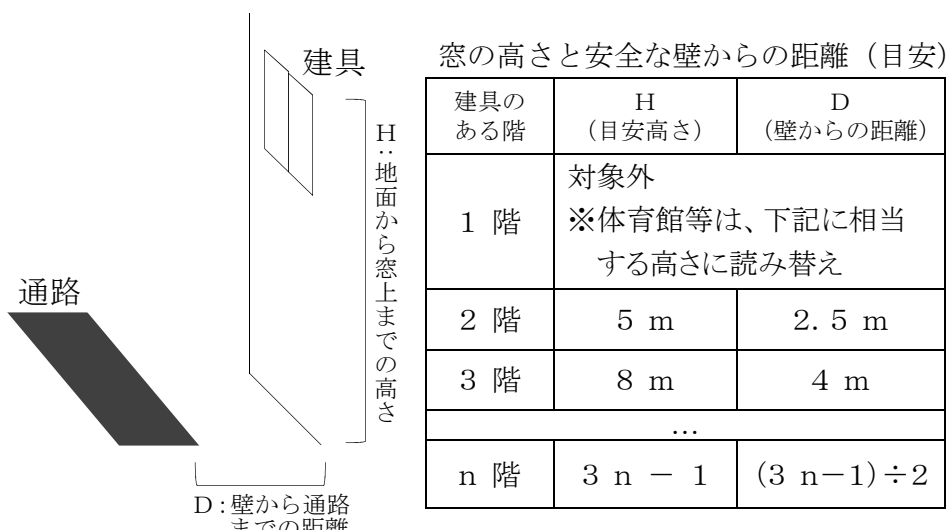
既存建具の事前調査として、次の1から3の確認を行う。

- 1 階下の状況（建具の階下が、日常利用する通路かどうか確認する。）
- 2 建具の種類（木製又は鋼製建具かどうか確認する。）
- 3 ガラスの種類（はめ殺し窓かどうか確認する。）

1 階下の状況

当該建具が高い位置（概ね5 m以上）にあり、その階下が日常的に使用する通路かどうか確認する。基本的に1階部分の建具は対象外となるが、体育館や格技場のように高い位置にある場合は対象となる。

表 2-3-1 対象確認表（階下の状況）

確認事項																			
<p>建具が高い位置にあり、その階下が日常的に使用する通路である。</p> <p>1階部分の建具は対象外。 （ただし、体育館や格技場など、1階部分でも高い位置に設置された建具は対象とする。）</p> <p>花壇などにより、壁から通路まで距離がある場合は対象外。 （下図により、$D \geq H / 2$ の場合は対象外。）</p> <div style="display: flex; align-items: center;">  <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <caption>窓の高さと安全な壁からの距離（目安）</caption> <thead> <tr> <th>建具のある階</th> <th>H (目安高さ)</th> <th>D (壁からの距離)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1階</td> <td>対象外 ※体育館等は、下記に相当する高さに読み替え</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2階</td> <td>5 m</td> <td>2.5 m</td> </tr> <tr> <td>3階</td> <td>8 m</td> <td>4 m</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">...</td> </tr> <tr> <td>n階</td> <td>$3n - 1$</td> <td>$(3n - 1) \div 2$</td> </tr> </tbody> </table> </div>	建具のある階	H (目安高さ)	D (壁からの距離)	1階	対象外 ※体育館等は、下記に相当する高さに読み替え		2階	5 m	2.5 m	3階	8 m	4 m	...			n階	$3n - 1$	$(3n - 1) \div 2$	<input type="checkbox"/>
建具のある階	H (目安高さ)	D (壁からの距離)																	
1階	対象外 ※体育館等は、下記に相当する高さに読み替え																		
2階	5 m	2.5 m																	
3階	8 m	4 m																	
...																			
n階	$3n - 1$	$(3n - 1) \div 2$																	

- | | |
|-------------|-----------------------|
| チェックが付いた場合 | …減災化の対象 続けて次の建具の種類を確認 |
| チェックが付かない場合 | …減災化の対象外 |

2 建具の種類

既存建具が木製、又は鋼製建具かどうか確認する。いずれの場合も地震時にガラスが枠から脱落する恐れがあり、特に建具の階下が避難経路である場合や建具が高所に設置されている場合、大きな被害をもたらす危険性があることから、早急に対策することが望ましい。

表 2-3-2 対象確認表（建具の種類）

確認事項	
建具の種類が、木製、又は鋼製建具である。 図面や目視によって建具の種類を確認する。 鋼製建具かどうかの判断は、錆の発生の有無や磁石を使用することが有効。	□

チェックが付いた場合 …減災化の対象
 (2) 改修工法へ (P 48)

チェックが付かない場合 …続けて次のガラスの種類を確認

3 ガラスの種類

ガラスがはめ殺し窓かどうか確認する。ガラスの落下には建築物自体の層間変位が大きく関わってくるため、建物の剛性を確認する必要もある^{※24}。特に鉄骨造の場合は、形状によりガラスのクリアランスが確保できなくなることが考えられる。さらに、ガラスの取付けに硬化性パテ^{※25}を使用している場合、地震時に破損する危険性が高くなる。いずれの場合も十分な注意が必要である。

なお、以下の飛散防止対策等がされていれば対象外としている。

- ① ガラスの種類が割れても飛散しにくい「網入りガラス」、「あわせガラス」又は粉々に割れる「強化ガラス」である。
- ② ベランダや面格子により、落下防止されている。(部分的な庇は除く。)
- ③ 飛散防止シール、フィルム等が貼り付けられている。



①の例 網入りガラス



②の例 ベランダ

表 2-3-3 対象確認表 (ガラスの種類)

確認事項	
<p>ガラスの種類が、はめ殺し窓である。</p> <p>図面や目視によってガラスの種類を確認する。 (特に目視だけでは判断が難しいため、図面と併せて確認することが望ましい。)</p> <p>建物の剛性とガラスの固定材が硬化していないか確認する。 飛散防止対策等がされていれば対象外となる。</p>	□

チェックが付いた場合 …減災化の対象
(2) 改修工法へ (次ページ)

チェックが付かない場合 …減災化の対象外

※24 窓ガラスの層間変位に対する安全性は、ガラスとその周囲の枠との関係を示したブーカムの提案式による。

※25 告示の改正により、昭和54年4月1日から地上3階建て以上の建築物では、屋外に面したはめ殺し窓に、硬化性シーリング材を使用できないようになっている。

(2) 改修工法

改修工法は、木製又は鋼製建具の場合とはめ殺し窓の場合に分けて説明していく。

- | |
|---------------|
| 1 木製又は鋼製建具の場合 |
| 2 はめ殺し窓の場合 |

1 木製又は鋼製建具の場合

木製又は鋼製建具の場合、改修工法は【更新】又は【撤去】が考えられる。【補強】は使用年数などを考慮すると困難な場合が多い。【撤去】も該当箇所の用途によっては、採光面積等の確保といった法規制が生じ、採用する機会は限られてしまう。減災化は【更新】が中心になる。

なお、【更新】する建具がはめ殺し窓の場合、当該建具のガラスについても対策が必要になることがあるため注意すること。

1 木製建具 又は 鋼製建具	かぶせ工法	【更新】 既存建具の枠を利用しながら更新する。 「カバー工法」 「持出し工法」 「ノンシール工法」
	撤去工法	【更新】 既存建具を枠ごと撤去して更新する。 「はつり工法」 「引抜き工法」
	建具の撤去	【撤去】 パネル等で塞ぐ。 採光面積等の確保といった法規制が生じる場合がある。 採用機会は限られる。

木製建具は、既存建具の枠は利用しないことから「撤去工法」となる。

鋼製建具は、既存建具の枠の状態や騒音の発生、居ながら改修など周辺環境や施工条件を考慮した上で、「かぶせ工法」か「撤去工法」を選定することとなる。特に、はつり工法以外は、改修に伴い窓面積が減少するため、建築基準法の採光、換気及び排煙上の有効面積や消防法の無窓階判定等に影響を及ぼす場合もあり、十分な検討が必要である。各工法の特徴は表 2-3-4 のとおりである。

表 2-3-4 建具の【更新】による改修工法比較表

	かぶせ工法 (既存建具の枠をそのまま利用)			撤去工法 (既存建具の枠ごと撤去)		
	カバー 工法	持出し 工法	ハンシル 工法	はつり 工法	引抜き 工法	
既存建具	木製建具→撤去工法 鋼製建具→枠の厚さ 1.3mm 必要 アルミ建具 →枠の著しい腐食等は不可			撤去	撤去	
			小型建具 のみ適用			
新規建具 の大きさ (縦横)	100mm 程度縮小	60~80mm 程度縮小	40~50mm 程度縮小	○ ほぼ同一	20~40mm 程度縮小	
	法規制注意				法規制注意	
工期	○ 短い	○ 短い	○ 短い	比較的 長い	比較的 長い	
騒音 (周辺配慮)	○ 小さい	○ 小さい	○ 小さい	△ 大きい	比較的 大きい	
居ながら 改修	○ 可能	○ 可能	○ 可能	△ 困難	△ 困難	
養生	比較的 少なく想定 (落下物)	比較的 少なく想定 (落下物)	比較的 少なく想定 (落下物)	△ 多く想定 (粉塵)	△ 多く想定	
コスト (建具工事のみ)	比較的 安い	比較的 安い	比較的 安い	△ 高い	△ 高い	
その他 工事	外部足場	△ 必要	△ 必要	○ 不要	△ 必要	△ 必要
	躯体補修 内装改修	○ 不要	○ 不要	○ 不要	△ 必要	△ 必要

2 はめ殺し窓の場合

はめ殺し窓の場合、改修工法は【補強】、【更新】、【撤去】でそれぞれ次のとおり考えられる。

2 は め 殺 し 窓	飛 散 防 止 措 置	<p>【補強】 飛散防止フィルムなどで補強する。 工期も短く、手軽に施工が可能。 フィルムの耐用年数に注意が必要。 フィルムと一体で割れて落下する危険がある。</p>
	ガ ラ ス の 更 新	<p>【更新】 破損した際に飛散をしない合わせガラスなどに更新する。 ガラスの種類によっては、消防法の無窓階判定に影響を及ぼす場合があるため注意が必要。</p>
	ガ ラ ス の 撤 去	<p>【撤去】 「1 木製建具又は鋼製建具」同様、パネル等で塞ぐ。 採光面積等の確保といった法規制が生じる場合がある。 採用機会は限られる。</p>

はめ殺し窓の改修は工期も短く、比較的簡易に【補強】や【更新】が可能である。【撤去】は、「1 木製建具又は鋼製建具」と同様、採光面積等の法規制が生じる場合があることから、採用は限られてくる。

【補強】や【更新】により対策を行う場合、消防法の無窓階判定に注意が必要である。ガラスの種類によっては、有効窓として扱えない場合もあることから、改修内容について、事前に消防と協議をすることが望ましい。

注意するポイント

ガラスの種類が変わることで、消防法の無窓階判定に影響があり、消防設備の規制が生じる場合がある。

(3) 改修事例

改 修 方 法			学校 鋼製建具 かぶせ工法「カバー工法」
補 強	更 新	撤 去	

工事概要：鋼製建具をカバー工法によりアルミ製建具に改修

工事費：14,500 千円 建具見付面積：135 m²

建具見付面積当たり：110 千円/建具見付m²

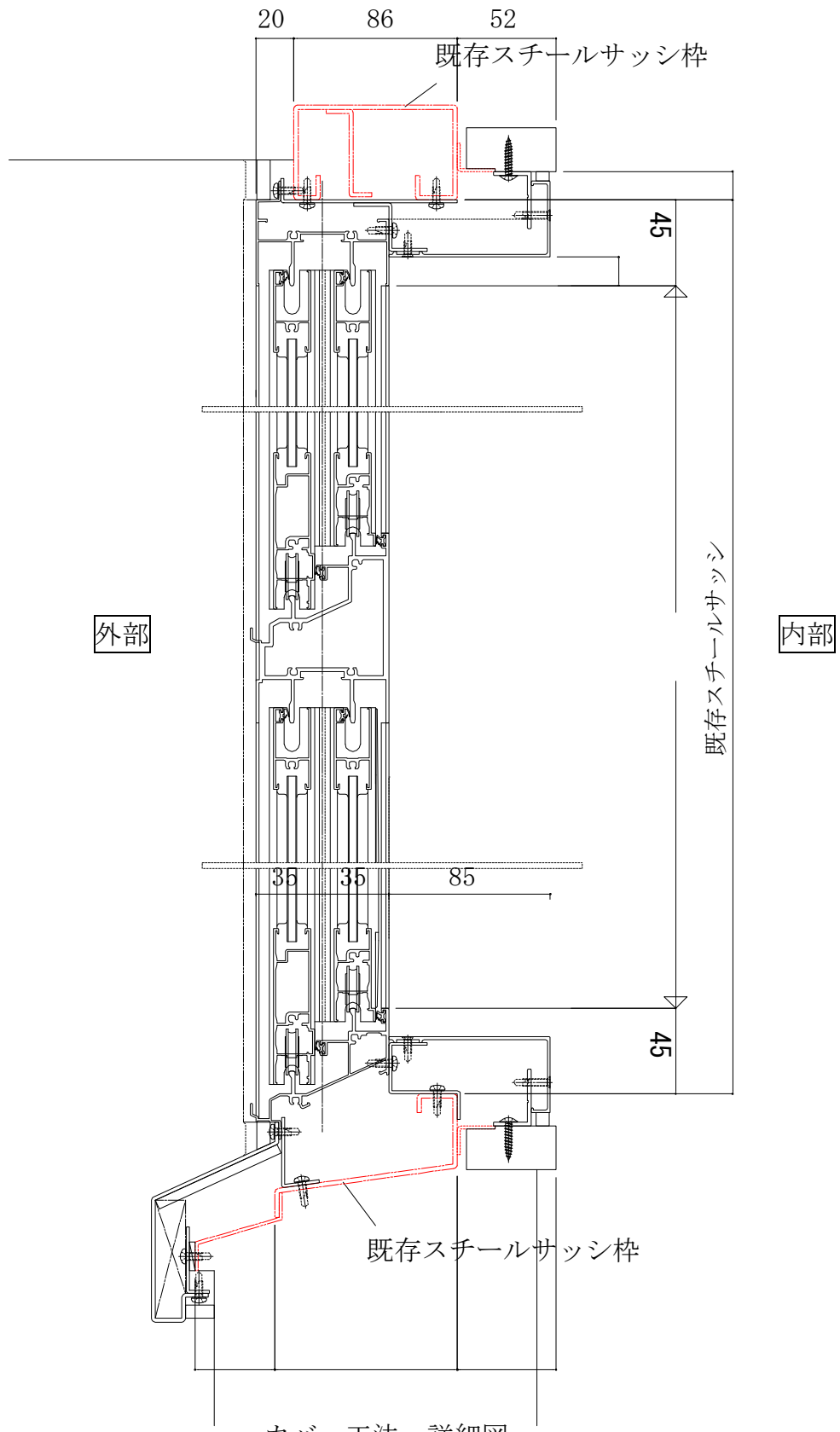
(工事費には、仮設工事や既存建具撤去処分費を含んでいない。)

改 修 前



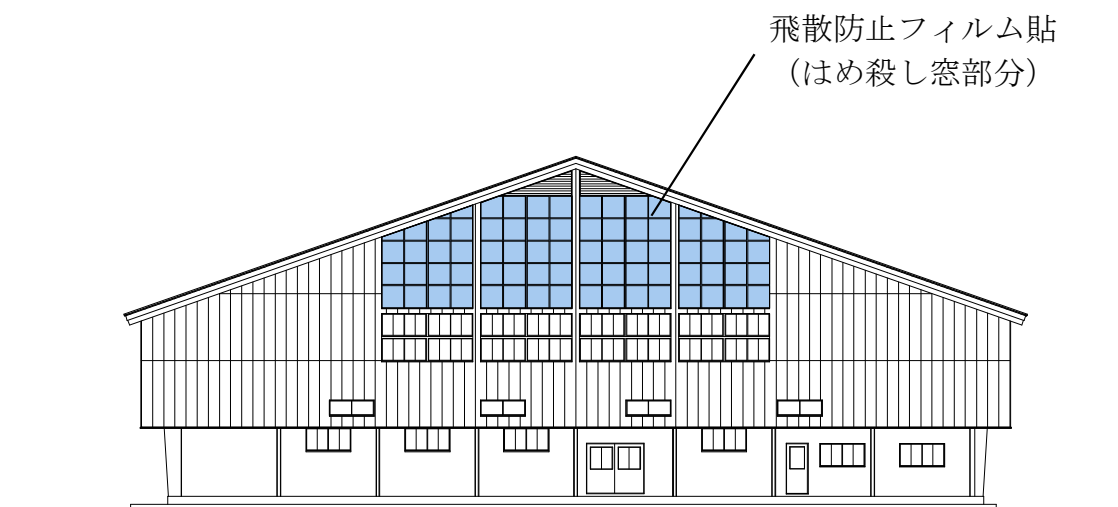
改 修 後





改修方法			体育館（想定）
補強	更新	撤去	はめ殺し窓
			飛散防止措置（飛散防止フィルム）

工事概要：アルミ製建具のはめ殺し窓に飛散防止フィルムを貼付け（内貼）
 （はめ殺し窓以外の引違いアルミ製建具、ガラス等の落下の危険性はない）
 工事費：900 千円 建具見付面積：60 m²
 建具見付面積当たり：15 千円/建具見付m²
 （工事費には、仮設工事費を含んでいない。）



体育館立面図（妻面）



体育館立面図（桁面）

注意事項

- 鉄骨造の建物は地震時変形が比較的大きい為、外壁そのものや建具枠・はめ殺し窓枠自体の損傷による落下の危険性があるので注意が必要。

第 2 部材別の対策方法

4 水槽

(1) 事前調査

(2) 改修工法

(3) 改修事例

4 水槽

建築設備は、新設してから更新するまで長期間使用されているものがあり、中には補強や更新などがされないまま老朽化しているものも多数見受けられる。

県では、これまで平成12年に策定した県有施設建築設備耐震計画指針^{※26}（以下「県指針」という。）において、県有施設の建築設備に関する耐震安全性の確保と計画の標準化を目指してきた。（表2-4-1 参照）

表2-4-1 建築設備に関する基準等の変遷

年代	耐震基準	耐震基準																																
		水平震度		0.3G																														
旧耐震仕様 1981年 (昭和56年)以前 ▶宮城県沖地震 昭和53年	■1950年(昭和25年) 建築基準法制定	(垂直震度は含まない)																																
新耐震仕様 1982～1996年 (平成8年)まで ▶阪神淡路大震災 平成7年	■1980年(昭和55年7月) 建築基準法施行令改正 ■1981年(昭和56年6月) 建築基準法施行令適用開始 ■1982年(昭和57年) 「建築設備耐震設計・施工方針」発刊	設置場所 上層階・屋上 及び塔屋	1.5G～1.0G																															
改正新耐震仕様 スロッシング ^{※27} 対応 1997年 (平成9年以降) ▶新潟中越沖地震 平成16年 ▶東日本大震災 平成23年	■1996年(平成8年11月) 官庁施設の総合耐震計画基準 機械設備工事共通仕様書 ■1997年(平成9年7月) 「建築設備耐震設計・施工方針」改訂 ■2000年(平成12年11月) 「県指針」策定 ■2005年(平成17年5月) 「建築設備耐震設計・施工方針」改訂 ■2014年(平成26年9月) 「建築設備耐震設計・施工方針」2014年版	設置場所 上層階・屋上 及び塔屋 中間階 地下及び1階	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="3"></th> <th colspan="4">耐震安全性の分類</th> </tr> <tr> <th colspan="2">特定施設</th> <th colspan="2">一般施設</th> </tr> <tr> <th>重要 水槽</th> <th>一般 水槽</th> <th>重要 水槽</th> <th>一般 水槽</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>上層階・屋上 及び塔屋</td> <td>2.0G</td> <td>1.5G</td> <td>1.5G</td> <td>1.0G</td> </tr> <tr> <td>中間階</td> <td>1.5G</td> <td>1.0G</td> <td>1.0G</td> <td>0.6G</td> </tr> <tr> <td>地下及び1階</td> <td>1.5G</td> <td>1.0G</td> <td>1.0G</td> <td>0.6G</td> </tr> </tbody> </table>					耐震安全性の分類				特定施設		一般施設		重要 水槽	一般 水槽	重要 水槽	一般 水槽	上層階・屋上 及び塔屋	2.0G	1.5G	1.5G	1.0G	中間階	1.5G	1.0G	1.0G	0.6G	地下及び1階	1.5G	1.0G	1.0G	0.6G
	耐震安全性の分類																																	
	特定施設		一般施設																															
	重要 水槽	一般 水槽	重要 水槽	一般 水槽																														
上層階・屋上 及び塔屋	2.0G	1.5G	1.5G	1.0G																														
中間階	1.5G	1.0G	1.0G	0.6G																														
地下及び1階	1.5G	1.0G	1.0G	0.6G																														

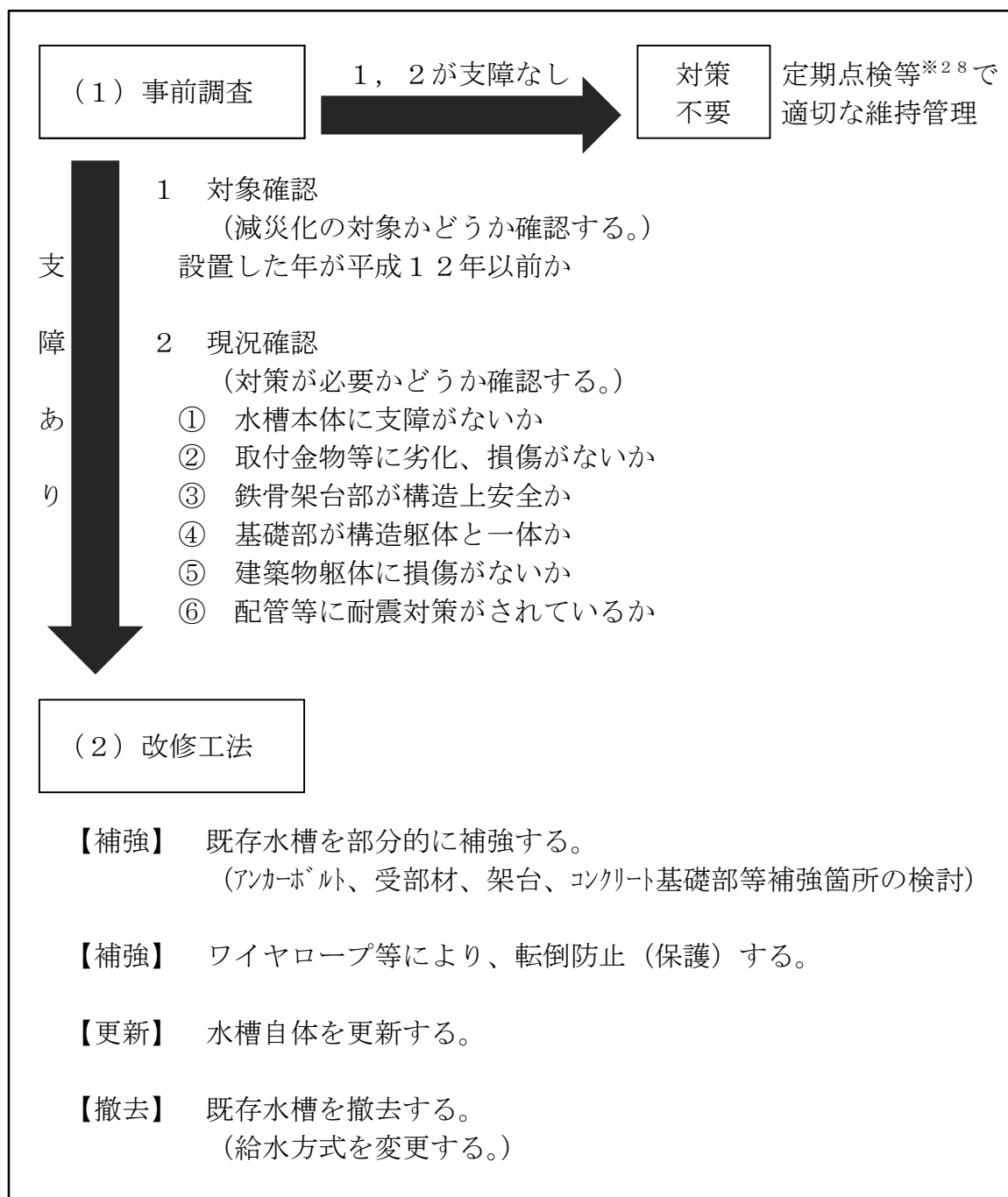
中でも高架水槽については、人的被害の防止のみならず、ライフラインとしての機能を維持する上で早急な対策が必要となる。減災化のフローチャートを次に示す。

※26 ホームページ 「県有施設建築設備耐震計画指針」

(URL <http://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/71660.pdf>)

※27 タンクのような液体が入っている容器に振動を加えた場合に内部の液体が揺動する現象でこの揺動により構造が破壊されたり液体が容器から溢れ出る被害がある。

減災化のフローチャート（FRP製又は鋼製の高架水槽を想定）



^{*28} 建築基準法第12条第1項及び第3項の規定により、3年以内に1回調査、又は点検を実施する必要がある。また、水道法第34条の2及び福島県給水施設等条例第16条の規定、並びに福島県飲用井戸等衛生対策要領により、定期的に検査を実施する必要がある。

(1) 事前調査

事前調査は次の1, 2について、既存図面や改修履歴、定期点検等の記録などを確認の上、現況と照らし合わせながら実施する。

- 1 対象確認 (減災化の対象かどうか確認する。)
- 2 現況確認 (対策が必要かどうか確認する。)

1 対象確認

高架水槽を設置した年が平成12年以前かどうか確認する。

なお、高架水槽がペントハウスといった建屋内などに設置され、転倒や落下による被害のおそれが少ない場合は対象外である。対象とならない場合でも、引き続き適正な維持管理をしていくことが重要である。

対象外の例



小屋裏内



ペントハウス内

表 2-4-2 対象確認表

確認事項	
高架水槽を設置した年が平成12年以前である。 図面や定期点検等の記録によって確認する。 設置箇所がペントハウスといった建屋内などで、転倒等による被害のおそれが少ない場合は、対象外となる。	□

- チェックが付いた場合 …減災化の対象。続けて次の現況確認へ
- チェックが付かない場合 …減災化の対象外

2 現況確認

現況確認については、次の表 2-4-3 により県指針及び日本建築センターの「建築設備耐震設計・施工指針（2014年版）」（以下「県指針等」という。）に適合しているか、既存図面と一致しているか、及び劣化等損傷していないかなどを目視等により確認する。専門的な知識が必要となることから、専門業者に依頼することが望ましい。

既存図面が無い場合は「1 天井」でも言及したように、時間や費用が大幅に掛かってしまう。特に、不可視部分である基礎の配筋状況やアンカーボルトの取付状況等については、耐力が十分かどうか、補強可能かどうかを検討する重要な判断材料となることから、正確な調査結果が必要になってくる。

表 2-4-3 において、チェックが付かない項目があれば、そこが補強箇所となってくるが、複数箇所にあふ場合、部分的な補強では実質的に難しくなることから、更新などの対策を検討する必要がある。さらに、水槽本体の耐用年数や経年劣化の状況によっては更新となる場合があり、水槽本体のメーカーに個別に確認し、検討することも有効である。

全てにチェックが付いた場合、減災化は不要である。対象とならなかった高架水槽と同様、引き続き適正な維持管理をしていくこととなる。

なお、ライフラインとしての機能を維持するため、水槽本体だけではなく水槽に付属する配管等の部分についても「水槽接続配管のフレキシブル化」や「地震時緊急遮断弁の設置」などの検討をする必要があることから、確認しておくことが重要である。

また、当該建築物が耐震診断の実施や耐震改修基本計画の作成をしている場合、既に調査を行っている内容等を確認することも有効である。

表 2-4-3 現況確認表

確認項目		
水槽	① 水槽本体に支障がない。 内外部の劣化状況を確認する。 取付ボルトや使用鋼材類等の状況を確認する。 (水槽本体については、メーカーに依るところが大きい ため、個別に確認をすること。)	<input type="checkbox"/>
取付金物等 (アンカーボルト や鋼材類)	② 取付金物等に支障がない。 県指針等に適合しているか確認する。 (アンカーボルトの定着状況や台直しの有無を確認する。 図 2-4-3 に示した簡略検討フロー図も参考。) (ベースプレート等の形状や厚さ、劣化状況を確認する。) (水槽受部材(鋼材)の劣化、取付状況を確認する。) 各材料で、錆の発生状況や断面欠損等がないか確認する。 取付状況で、緩み、損傷等による鋼材強度を確認する。 既存図面が無い場合、別途調査費が掛かる場合がある。	<input type="checkbox"/>
鉄骨架台	③ 部材や取付状況に支障がない。 県指針等に適合しているか確認する。 各部材で、錆の発生状況や劣化損傷等がないか確認する。 取付状況で、緩み、損傷等による鋼材強度を確認する。 鉄骨部材断面を確認する。 既存図面が無い場合、別途調査費が掛かる場合がある。	<input type="checkbox"/>
基礎	④ 基礎の状況や強度に支障がない。 県指針等に適合しているか確認する。 構造躯体と一体となっているか配筋状況を確認する。 一体では無い場合、基礎の浮き上がりや転倒が生じない か確認する。 補強アンカー等の付着強度や破壊強度等を確認する。 既存図面が無い場合、別途調査費が掛かる場合がある。	<input type="checkbox"/>
建築躯体	⑤ 構造躯体に支障がない。(設置場所に支障がない。) スラブ、大梁などのクラック等損傷状況を確認する。 (水槽の設置位置によっては、基礎直下に柱や梁等が 無く、構造上支障があり、移設が必要となる場合が ある。移設をする場合も、移設先の設置箇所を検討 する上で確認が必要な場合もある。) 既存図面が無い場合、別途調査費が掛かる場合がある。	<input type="checkbox"/>
配管等	⑥ 耐震対策等がされている。 県指針等に適合しているか確認する。	<input type="checkbox"/>



鉄骨架台等が無い場合

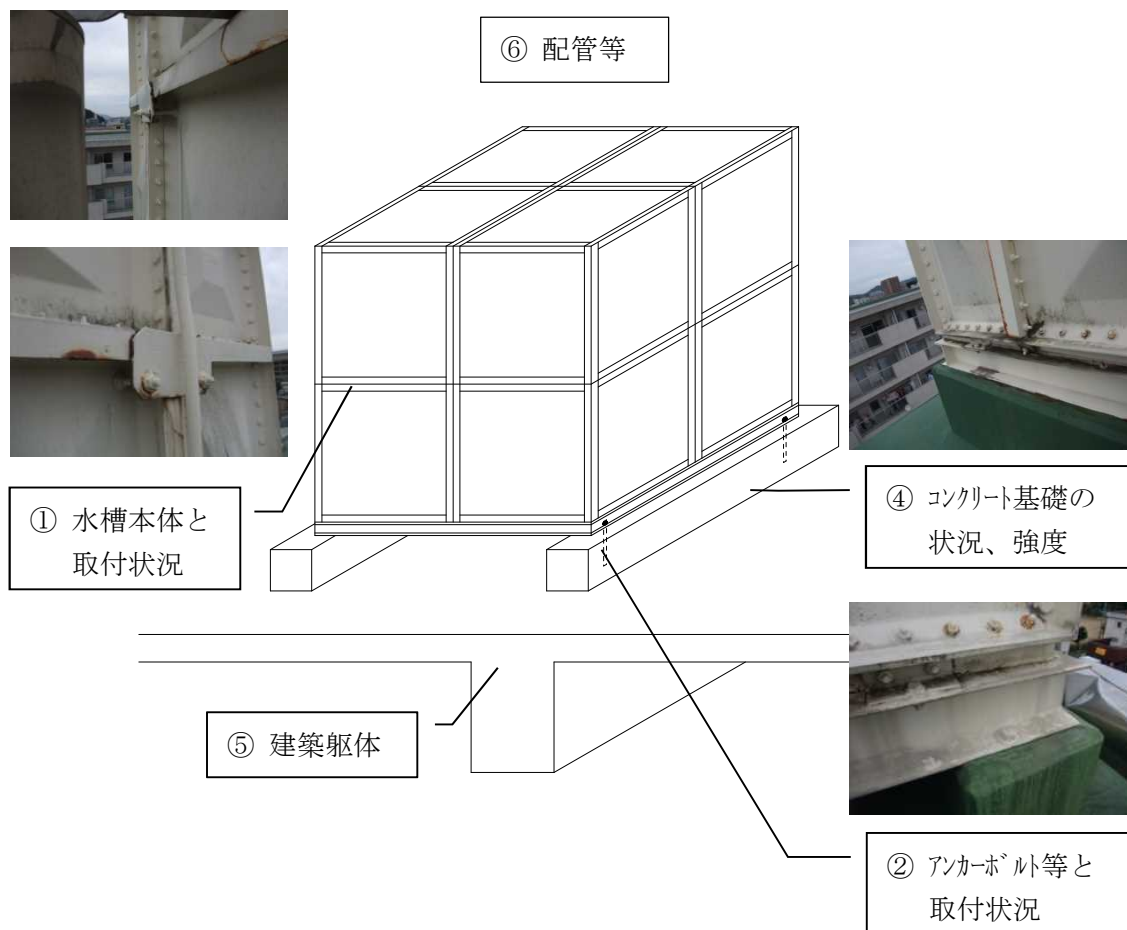


図 2-4-1 現況確認の内容と高架水槽のモデル図 1



鉄骨架台等有る場合

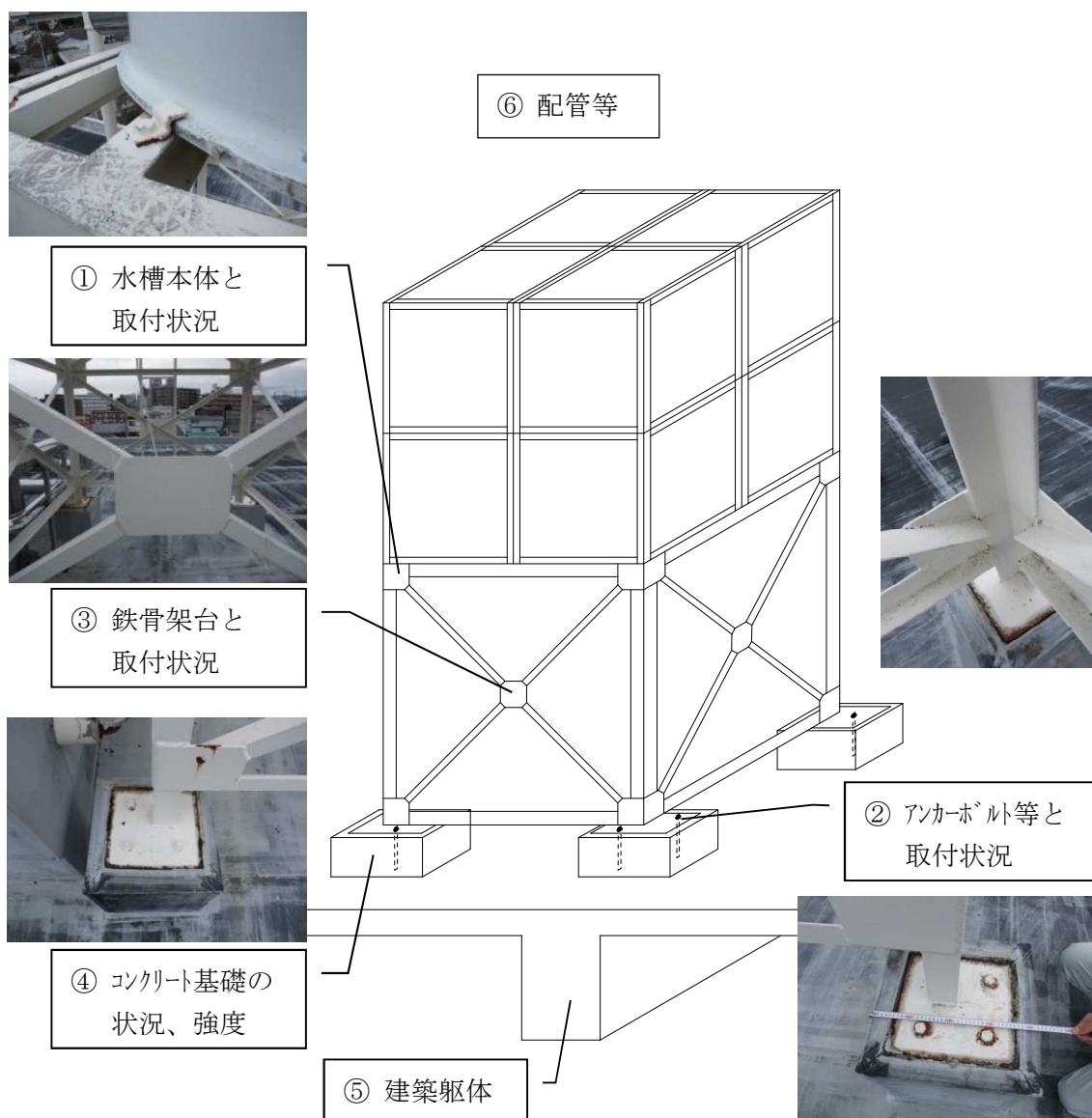


図 2-4-2 現況確認の内容と高架水槽のモデル図 2

図 2-4-3 は、既存アンカーボルトが県指針等に適合しているか簡易的に把握できるフロー図である。あくまでもアンカーボルト部分のみの検討フロー図であるため、検討の結果が適合となっても引き続き鉄骨架上部や基礎部等その他の部分（以下「その他の部分」という。）について、別途検討する必要がある。

適合しなかった場合は、アンカーボルト部が補強箇所ということとなる。その他の部分の検討結果次第ではあるが、補強箇所が複数に及ぶ可能性が高くなることから、その他の部分の検討を省略し、更新を中心とした対策を検討するフローとなっている。（その他の部分の検討を妨げるものではない。）

詳細については、「参考資料 3 既存アンカーボルトの簡略検討事例」に、実際の検討事例と併せて掲載している。

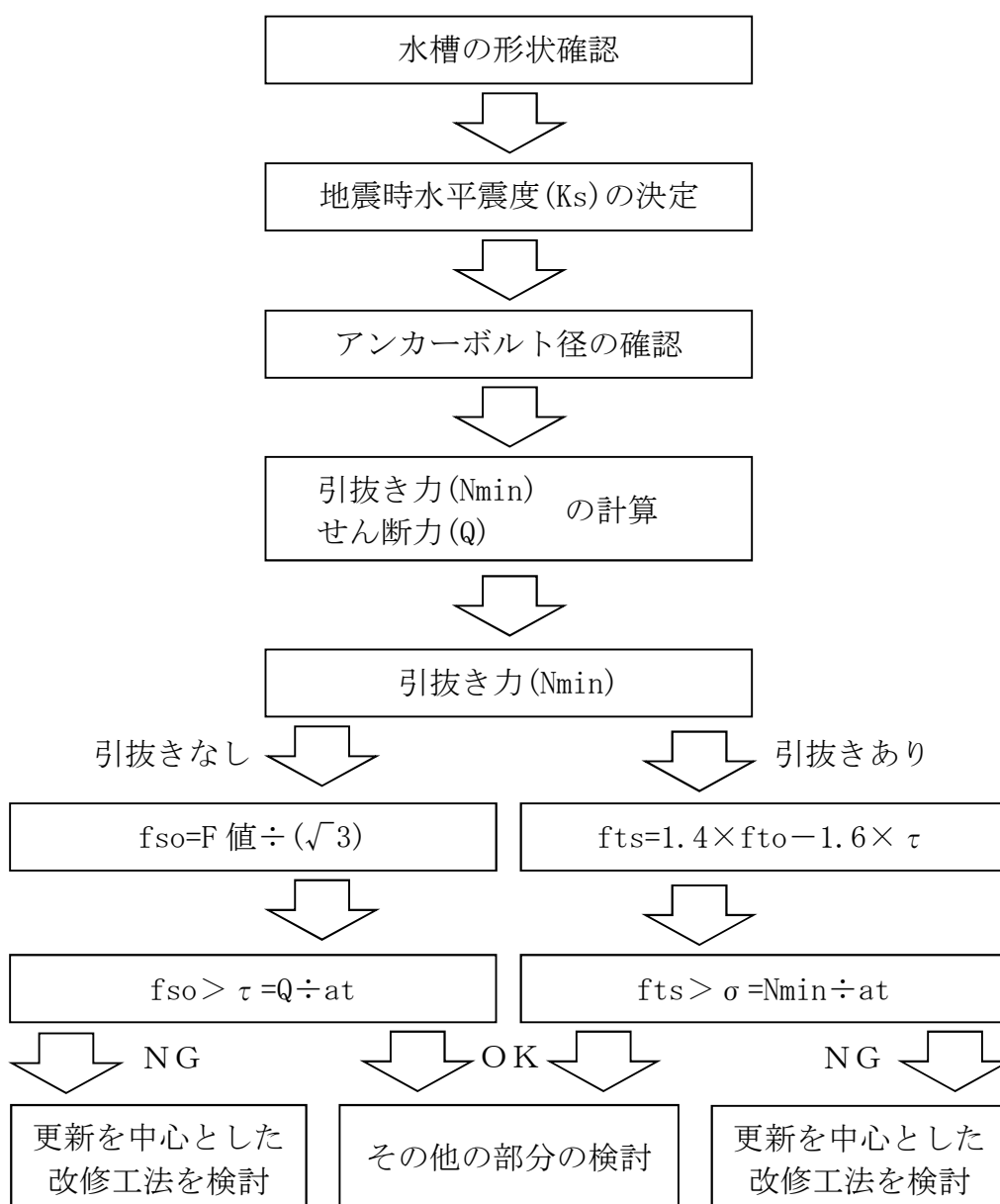


図 2-4-3 既存アンカーボルトの簡略検討フロー図

(2) 改修工法

改修工法は、【補強】、【更新】、【撤去】に区分される。

部分補強	<p>【補強】 既存高架水槽を活かしたまま、部分的に補強する。 (県指針等に準じて補強する。) 水槽自体の耐用年数など、状況により補強が困難な場合がある。 「(1) 事前調査 2 現況確認」の結果、補強が複数箇所となった場合、実質的に補強が困難な場合が多い。</p>
転倒防止措置	<p>【補強】 既存高架水槽をワイヤロープ等で固定又は被覆し、転倒から保護する。 設置箇所は十分な現況確認と構造的な検討が必要。 コストは掛からないが、あくまでも応急的措置である。</p>
水槽の更新	<p>【更新】 既存高架水槽を撤去し、新たな水槽へと造り替える。 安全面及び機能面は確保されるが、コストがかかる。 設置箇所が支障ないか確認が必要。</p>
水槽の撤去	<p>【撤去】 給水方式を変更し、既存高架水槽を撤去する。 ライフラインの機能維持を考慮すると、適用にあたっては施設管理者等と十分な検討が必要。</p>

配管等についても高架水槽本体と同様、県指針等に適合するよう対策することが望ましい。対策を行う場合は、高架水槽のメーカー等と協議を行ながら、フレキシブルジョイントや地震時緊急遮断弁の設置などを検討することとなる。配管等の支持部材も併せて検討を行い、部材の選定や支持間隔などを決定する必要がある。

なお、「参考資料 2 改修案の検討」には、高架水槽の補強について、改修案を掲載している。

(3) 改修事例

改修方法		
補強	更新	撤去

集合住宅

FRP製高架水槽（鉄骨架台無し）

水槽設置時期：昭和40年代

工事概要：既存高架水槽（2,650×2,150×1,540）の撤去

工事費：400千円（諸経費及び撤去後の既存部補修費は未計上。）

改修前



改修後



工事経過



配管接続部 撤去状況



高架水槽撤去状況

