

共同住宅ストック再生のための技術の概要 (耐久性・耐用性)

目 次

- 1 共同住宅ストックの耐久性・耐用性に関する課題と対応……………1
 - 1 - 1 共同住宅ストックの性能に関する課題
 - 1 - 2 共同住宅ストックの再生の現状

- 2 耐久性・耐用性に係る共同住宅の改修技術の概要……………7
 - 2 - 1 調査・診断と改修工事
 - 2 - 2 調査・診断技術
 - 2 - 3 改修技術
 - 2 - 4 劣化状況に応じた修繕・改修技術の適用

- 3 技術の活用(計画修繕等)……………23
 - 3 - 1 共同住宅の修繕工事
 - 3 - 2 計画修繕
 - 3 - 3 工事費の考え方
 - 3 - 4 事後保全的修繕

1-1 共同住宅ストックの性能に関する課題 ①ストックの現状(経年劣化による課題)

- ・鉄筋コンクリート造の共同住宅は、経年により外壁にひび割れなどが生じ、その影響が鉄筋コンクリート躯体内部に至り、構造耐力が低下する。
- ・共同住宅を維持するために、経年劣化を適切に補修することが課題。

経年によるコンクリート中性化※の進行と改修方法

※コンクリートの劣化現象のひとつ

中性化が鉄筋位置に至らない状態で、外壁の一部にひび割れが見られる段階

中性化が少数の鉄筋位置に至り、外壁の一部にさび汁を伴うひび割れが見られる段階

中性化が多数の鉄筋位置に至り、外壁の各所でコンクリートが剥落し、鉄筋が露出している段階



注入工法による補修



表面被覆工法による補修

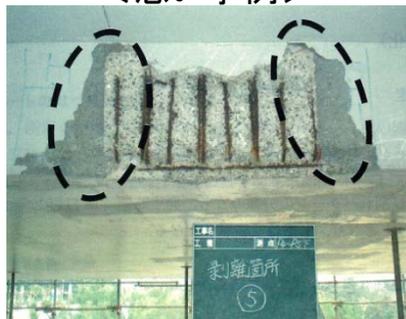


断面修復工法による補修

経年によるコンクリート中性化の進行にともない、ひび割れ・鉄筋腐食・コンクリート剥落等の補修範囲は広くなり、改修費用も高額になる。

適切な診断・改修の実施の有無による補修後の劣化状況の差異

<悪い事例>



劣化原因に対する配慮が十分でなく、短期間のうちに再劣化した例



定期点検による外壁のひび割れ確認と原因の特定



<良い事例>

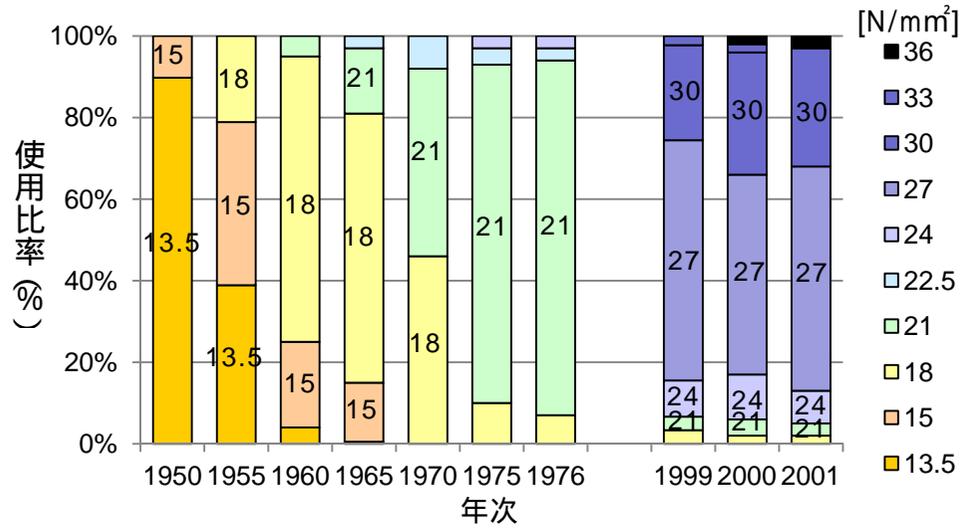


原因特定にもとづく適切な改修により、15年経過後もひび割れの発生なし

1-1 ストックの現状(初期性能に関する課題)

- ・鉄筋コンクリート造の共同住宅は、建築時期によってコンクリート強度の設定が違い、古いものでは、間取りの変更や設備の更新を見据えていないものが多い。
- ・建設時の初期性能が違うことに留意して、共同住宅を活用することが課題。

コンクリートの設計基準強度の年次別使用比率



東京都に建築された建築物に使用された設計基準強度の推移

(出典: 構造体コンクリートの品質に関する研究の動向と問題点、日本建築学会、2008年 を元に作成)

同潤会アパートにおけるコンクリートの状況



建物出隅部でのコンクリート剥落・鉄筋露出

	最小値	最大値	平均値	標準偏差
大塚	15.3	45.7	28.9	9.2
青山	18.7	41.7	31.9	6.3
江戸川	20.2	39.7	29.1	6.1

・上表のとおり、コア調査の結果、コンクリートの圧縮強度の低下は見られない。
 ・建物出隅部等では、コンクリートが剥落し、鉄筋の露出がみられる。
 ・コンクリートの密実な部分の中性化は、現在のコンクリートと同程度の進行状況。

写真: 江戸川アパート

(出典: 古賀一八ほか、同潤会アパートの施工技術に関する調査研究、2004年)

外壁劣化状況(1934年竣工)

経年によりコンクリートが剥離し、外壁面の鉄筋が露出している事例



外壁面の鉄筋露出

窓下の鉄筋露出

(1956年竣工、設計基準強度18N/mm²、計画修繕が行われていない物件)

排水立管を住宅専用部内のコンクリートダクト内に設置した事例



排水立管

排気ダクト

通気管

更新時にはブロック壁を撤去し、配管を更新する必要

(1975年竣工、築36年の設備更新)

イメージ

(参考) 供給時期と課題の整理

・経年劣化と初期性能に起因する課題は、供給年代により異なる。

建築時期等による共同住宅の5つのタイプにおける躯体・設備改修上の課題と対応

想定する仕様モデル		S55年以前(～1980年)供給		S56～H2年 (1981～1990年)供給 (モデルB)	H3～H12年 (1991～2000年)供給 (モデルC)	H13年以降 (2001年～)供給 (モデルD)
		中層階段室・壁式 (モデルA1)	高層・ラーメン (モデルA2)			
躯体	劣化対策(コンクリートの品質等)	JASS5準拠		同左	同左	同左
	耐震性(耐震基準)	旧耐震基準		旧耐震基準	新耐震基準	新耐震基準
	コンクリート設計基準強度	13.5N/mm ² ～24N/mm ²		21N/mm ² ～36N/mm ²	21N/mm ² ～36N/mm ²	24N/mm ² ～36N/mm ²
	コンクリートをめぐる課題	・経年による中性化進行の可能性 ・低強度コンクリートの存在		・経年による中性化進行の可能性 ・アルカリ骨材反応、未洗浄の海砂による塩害等による早期劣化	・経年による中性化進行の可能性	
	改修における対応方法	・コンクリート強度の確認 ・中性化・鉄筋腐食の調査・診断 ・ひび割れ補修、断面修復、再アルカリ化等の工法を組み合わせ適用		・ひび割れ等を目視調査で確認し、必要に応じ詳細調査・診断 ・適切な補修工法の選択と適用	・日常点検・定期点検による劣化状況の確認と予防保全 ・大規模修繕計画にもとづく適切な修繕・改修の実施	
設備	維持管理 容易性	水廻り位置(共用排水縦管位置)	外壁面	住戸内	住戸内	住戸内
	設備配管をめぐる課題と対応		・配管・継手の腐食・錆つまり	・配管・継手の腐食・錆つまり ・更新に当たって内壁解体を伴う排水縦管が多い		
	改修における対応方法		・配管更新	・配管更新	・配管更新更生・の組合わせで対応	・配管更生・洗浄
備考				・1980～84年,総プロ「建築物の耐久性向上技術の開発」 ・1985～87年,総プロ「コンクリート耐久性向上技術の開発」	・1997年のJASS5改定で、耐久設計基準強度を導入 ・2009年のJASS5改定時の耐久設計基準強度標準(計画供用期間65年) 24N/mm ² 長期(計画供用期間100年) 30N/mm ² 超長期(計画供用期間200年) 36N/mm ² ・持続可能な社会の構築に向けて、長寿命化・延命化の技術開発が進む	

建築時期等による共同住宅の5つのタイプは、多世代総プロ「多世代利用型超長期住宅及び宅地の形成・管理技術の開発(多世代利用総プロ)」(H20～22 国土技術政策総合研究所)で類型化された既存共同住宅のモデル(詳細は総合分野資料4-1「(参考) 建築時期等による共同住宅の5つのタイプの分類」を参照)

1 - 2 共同住宅ストックの再生の現状 高経年化した共同住宅ストックの再生

- ・高経年化した建物の躯体を補修し活用できる多様な改修技術が開発されている。
 (築後 80 年超の共同住宅を改修・再生した事例)



求道学舎(改修・再生)

- ・1926年に建設された武田五一設計による鉄筋コンクリート造3階の学生寮
- ・2009年に歴史的建物として後世まで残していくため再生
- ・コーポラティブ方式により共同住宅に用途変更

外壁



- ・外壁仕上下地にはポリマーセメントモルタルを吹付け。
- ・最上層は防水性能を有する化粧吹付仕上げ。

内装



- ・構造体の耐震性能・耐久性能を確保したうえで、学生寮を定期借地権付コーポラティブハウスとして再生。

改修・再生後の建物概要

建築面積: 339.96m²
 延床面積: 768.01m²
 構造・規模: 鉄筋コンクリート造・地上3階
 総戸数: 10戸 + 地主取得分(事務所)

概算改修・再生工事費

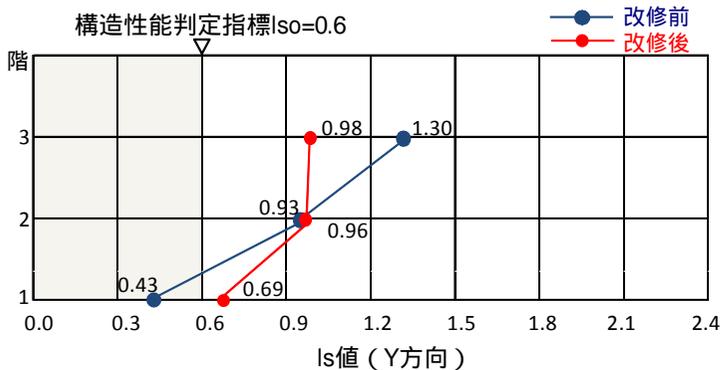
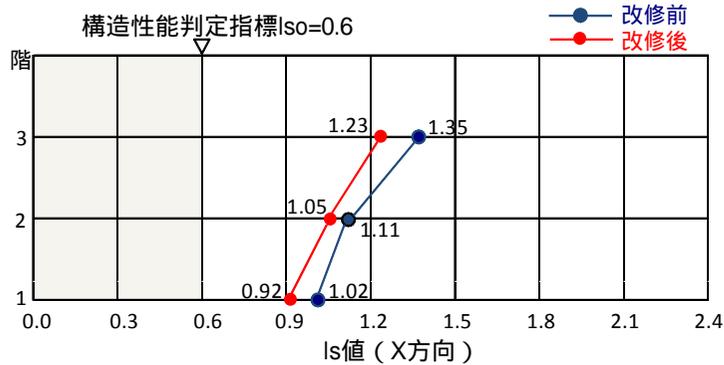
約 2.3億円
 共用部改修: 1.6億円
 専用部改修: 0.7億円

1 - 2 高経年化した共同住宅ストックの再生

・高経年化した建物の改修・再生の概要（築後80年超の共同住宅を再生した事例）

耐震性能の確認

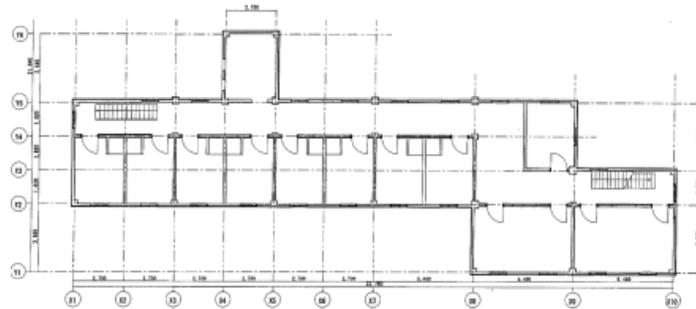
耐震診断により、築80年の既存構造躯体に十分な耐震性能が確保されており、改修後のプラン変更によっても耐震性能が確保される事を確認。



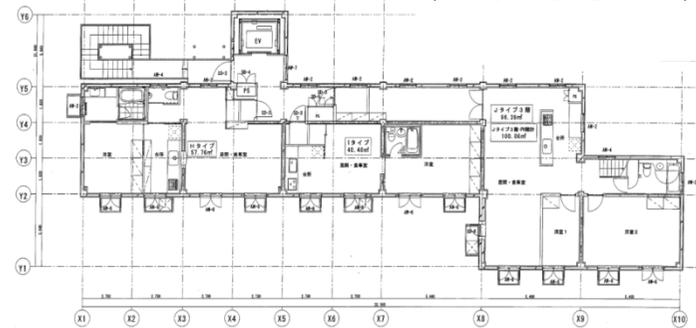
間仕切り壁の撤去・新設

定期借地期間(62年間)に耐えるように、耐震性能を確保しながら、間仕切り壁の撤去による耐用性向上。劣化した箇所躯体・仕上げの耐久性を回復。

改修前(寮)



改修後(共同住宅+事務所)



躯体改修施工

不良な鉄筋、コンクリートを除去し、新品鉄筋交換のうえ、吹付けコンクリートを施工。耐震性能向上のため壁増打ち。

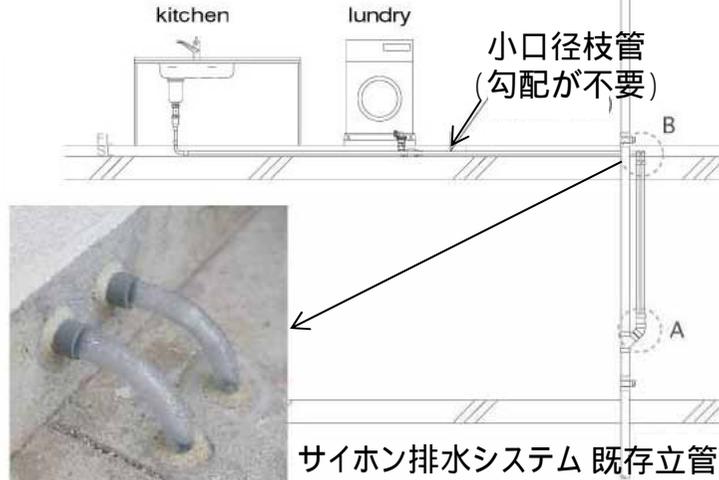


吹付けコンクリート施工

1 - 2 陳腐化した共同住宅ストックの再生

- ・ 陳腐化した建物でも現在の技術によって、居住性の確保は可能である。
 (階高の低い共同住宅を再生する改修技術)

無勾配排水方式による排水システムと薄型配線システムを活用した階高の低い建物の改修

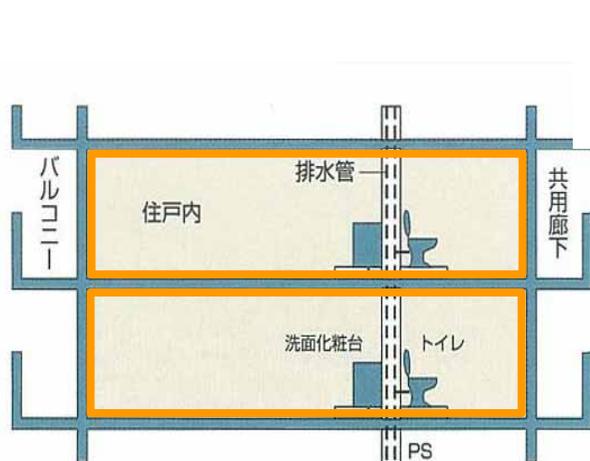


- ・ 天井高の確保による居住空間の質の確保
- ・ 排水立管の外部設置による維持管理容易性の向上



コンクリート直天井面における平形保護層工事

低い階高の高経年共同住宅



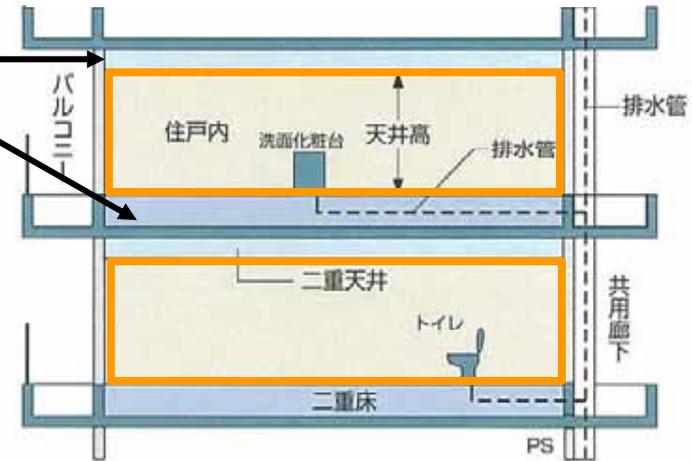
天井裏、床下確保で
更新性、可変性を確保

階高の差

2.55m ~
2.65m

2.95m ~
3.30m

長期優良住宅(共同住宅)



2 - 1 調査・診断と改修工事 調査・診断

・建物の劣化状況を把握するために行う調査・診断は、劣化原因の推定、補修の要否の判定、適切な工法の選定等につながるよう行う。

調査・診断の基本フロー

標準調査(資料調査、外観目視を中心とした現況調査)の実施

ひび割れパターン等による劣化原因の推定、詳細調査の要否の判定

劣化原因の推定が困難な場合や劣化状況の定量的な把握が必要な場合
詳細調査(非破壊・微破壊調査、破壊調査)の実施

劣化原因の推定、劣化状況の定量的な評価、補修要否の判断

補修が必要と判定された場合 ↓

劣化タイプと劣化状況に基づく補修工法の選定

<劣化タイプ>

<原因別の補修工法>

ひび割れ先行型

乾燥収縮等によるひび割れから劣化因子が侵入し、鉄筋が腐食し、劣化が進展するタイプ

ひび割れ補修工法(被覆or注入or充てん)

ひび割れ幅とひび割れの挙動を考慮して、被覆・注入・充てん工法の中から選定する

鉄筋腐食先行型

中性化や塩害などの原因で鉄筋が腐食し、鉄筋腐食の進行に伴って、ひび割れが発生・拡大し、劣化がさらに進展するタイプ

鉄筋腐食補修工法(断面修復)

はつり 鉄筋露出 防せい処理 断面修復

中性化抑制工法(表面被覆、アルカリ含浸)

塩害抑制工法(表面被覆、防せい材含浸)



乾燥収縮によるひび割れの例
(窓の隅角部のひび割れ)



中性化によるひび割れの例
(鉄筋に沿ったひび割れ)

出典)コンクリートのひび割れ調査,補修・補強指針2009 (日本コンクリート工学協会)

2 - 1 改修工事

・調査・診断の結果を踏まえて、必要な工事を仕様書に取りまとめ、工事を実施する。

改修工事仕様書の作成(管理組合)

工事内容・仕様、工事期間、保証期間、施工基準(大臣官房官庁営繕部監修「建築改修工事共通仕様書」を準用する場合が多い)等



改修工事計画書の作成(工事業業者)

工事内容(仮設計画、改修工事で使用する工法・材料等)、工事監理体制、工事工程表、保証期間等、場合によっては代替工法等を提案



改修工事の実施(工事業業者)

改修工事計画書に従って工事を進め、目標工期内に、合理的でかつ信頼性の高い施工が安全に進められるように管理する。
さらに、工事期間中、品質管理計画および検査標準に従って、所定の頻度および所定の方法で工程検査を実施し、検査記録を作成して整備していく。



改修後の定期検査(工事業業者)

改修後の保証とともに定期検査を工事業業者が行う契約としていることが多く、この場合、工事業業者が改修後の定期点検を実施する。

ひび割れ補修工法による
改修の例
(コンクリートひび割れ補修
(注入工法(エポキシ樹脂注入)))



鉄筋腐食補修工法による
改修の例
(断面修復工法)



中性化抑制工法による
改修の例
(表面被覆工法)



2 - 2 調査・診断技術 非破壊調査と破壊調査

- ・建物を調査・診断する技術には、建物をそのままにして行う非破壊調査と、建物の一部をサンプルにして行う破壊検査がある。
- ・測定した結果は、修繕が必要かどうか、必要なのはどのような修繕か等の判断に活用される。

耐久性耐用性に係る調査・診断技術			規・基準類	
標準調査	現況調査	資料調査 現況調査		
躯体・外壁 詳細調査	非破壊・微破壊 調査	ひび割れ調査	クラックスケールによる測定 超音波法 デジタルカメラ NDIS 3418 NDIS 2426-1 NDIS3419	
		脆弱部、内部空洞調査	打音法、赤外線サーモグラフィ法 衝撃弾性波法 超音波法 NDIS 2426-3 NDIS 2426-2 NDIS 2426-1	
		圧縮強度推定	反発度法 衝撃弾性波法 超音波法 JIS A 1155 NDIS 2426-2 NDIS 2426-1	
		鉄筋の非破壊調査(位置、かぶり厚さなど)	小径コア法 電磁波レーダ法 電磁誘導法 放射線透過法 CTM-14 CTM-12 JASS5T-608 NDIS 1401	
		ドリル削孔法	ドリル削孔法 NDIS3419	
		タイル等の浮きの調査	打診法 打音法 NDIS 2426-3	
		塗装・吹付け材の付着試験	赤外線サーモグラフィ法 NDIS 3428	
		破壊調査	はつり試験	塗装・吹付け材の調査 JIS K 5600
			コアによる強度試験	中性化深さ(フェノールフタレイン法) 鉄筋(かぶり厚さ、径、腐食度など) JIS A 1152 JIS A 1152
			化学・組成分析、促進試験	コア強度試験
	配合推定試験			セメント協会F-18 NDIS 3422
	塩化物イオン量の測定			JIS A 1154 JCI-SC4、JCI-SC5
	仕上がり材の試験	アルカリ量の測定、残存膨張試験 引張試験(付着強さ) 接着試験 JCI-DD2 JIS A 6909 JIS A 6916		
	屋上防水 詳細調査	屋上防水の調査	アスファルト露出防水の調査	アスファルト露出防水の調査 JIS K 2207
			アスファルト保護防水の調査	アスファルト保護防水の調査 JIS K 2207
シート防水の調査			シート防水の調査 JIS A 6008	
塗膜防水の調査			塗膜防水の調査 JIS A 6021	
建具他 詳細調査	建具他の調査	建具他の劣化・腐食調査	サッシ・ドアの調査 シーリングの調査 JIS K 5600	
		超音波肉厚測定		
設備配管 詳細調査	非破壊調査	設備配管の腐食調査	内視鏡調査 X線調査	
		サンプリング調査	設備配管のサンプリング調査 腐食状況の観察と残存肉厚の測定	

・非破壊・微破壊調査は、大面積を概要調査・診断する場合に、破壊調査は特定部位の劣化状況を詳細に確認する場合に用いられている。但し、目的とする性能・物性・状態を直接測定しないものは、推定精度が高くないものも多い。



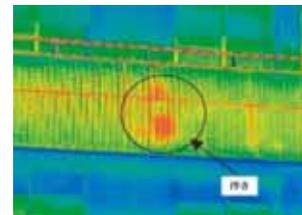
打診法による外壁
タイルの浮きの検査
(非破壊検査)



コア強度試験による
コンクリート強度の確認
(破壊調査)

・試験機械・試薬等を用いる試験法には、学協会
で定めた規・基準類があり、これに準じて調査・診断
が実施されている。

- ・日本工業規格(JIS)
- ・(社)日本建築学会(JASS、CTM)
- ・(社)日本非破壊検査協会(NDIS)
- ・(社)日本コンクリート工学会(JCI) 等



赤外線サーモグラフィ法による表層部の欠陥検出
(NDIS 3428)



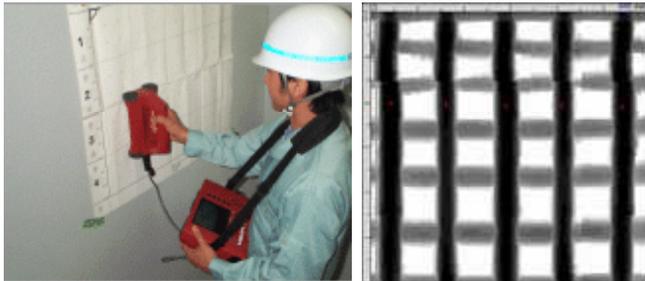
屋根防止アスファルト
軟化点の測定装置
(JIS K 2207)

2 - 2 技術の概要

・建物を調査・診断する技術には、躯体・外壁・設備配管等の表面からは見えない鉄筋の位置・径、外壁タイルの浮き・剥離、及び配管内部の腐食などを、非破壊で把握できる技術がある。

鉄筋の調査技術 (電磁誘導法)

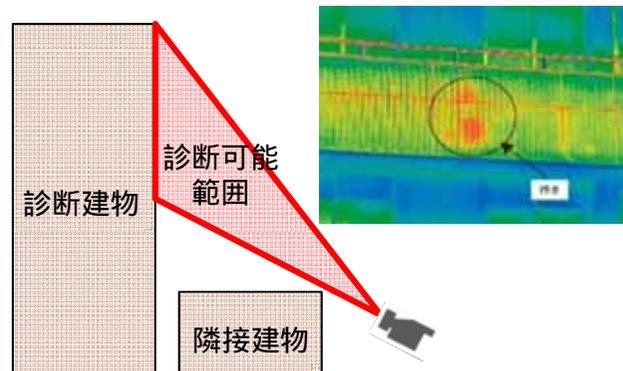
概要: コイルに交流電流を流し、インピーダンスの変化により、かぶり厚さを測定する。また、起電力の強弱を感知することで鉄筋位置が測定でき、さらに磁束の振幅の変化によって鉄筋径を推定する。



電磁誘導法による鉄筋探査の例

外壁タイル浮き・剥離診断技術 (赤外線サーモグラフィ法)

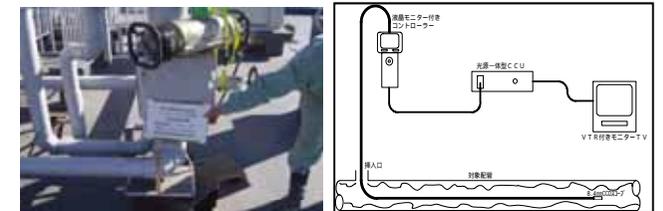
概要: 赤外線サーモグラフィカメラを使用して、外壁面の赤外線画像(熱画像)から、タイルやモルタルの浮き表層部の欠陥を検出する。



赤外線サーモグラフィ法による診断例と隣接建物による調査・診断範囲の制約

設備配管の腐食調査技術

概要: 設備配管改修工法を決定するために、非破壊により配管の劣化を調査することができる調査方法として超音波肉厚測定、内視鏡調査、X線調査等が使用される。



超音波肉厚調査

内視鏡調査

非破壊検査技術の適用性

	隠蔽部	管種類	肉厚	錆こぶ
超音波肉厚調査	×			×
内視鏡調査			×	
X線検査	×			

各技術には、適用方法・適用範囲等に留意すべき事項があるので、実施にあたり注意すること

2 - 2 調査・診断による評価(躯体)

・躯体・外壁のひび割れ調査は、ひび割れの規模・形状を測定するだけでなく、収縮・中性化の進行など、ひび割れの発生要因についても把握する。

(1)躯体コンクリートのひび割れの評価

原因推定

- (a)ひび割れ先行型 乾燥収縮、温度差など
- (b)腐食ひび割れ 中性化、塩害など
- (c)その他 アル骨、不同沈下など

(a)のひび割れはひび割れ幅から劣化状況の評価するが、(b)(c)のひび割れについては、さらに詳細調査(例:はつり調査(右写真))を行って、劣化の現状(かぶり厚さ、中性化深さ及び鉄筋の腐食状況)について把握する必要がある。

はつり調査による鉄筋コンクリート躯体の劣化度確認



はつり状況



試薬噴霧後



試薬噴霧前



中性化深さの測定

劣化状況の評価

まだ顕在化していない劣化についても、調査・診断によって早期に発見し、適切な補修を行う必要がある。例えば、外観のひび割れ調査において、鉄筋腐食が疑われる場合には、はつり調査を行って、鉄筋の腐食状況を直接確認するとともに、中性化深さの測定を実施する。

鉄筋コンクリート躯体の劣化度の評価基準

評価	評価基準(鉄筋腐食を対象とした場合)	
	外観の劣化症状	鉄筋の腐食状況
健全	めだった劣化症状はない	鉄筋の腐食グレードは 以下
軽度	乾燥収縮等による幅0.3mm未満のひび割れが認められる(腐食ひび割れはない)	腐食グレード の鉄筋がある
中度	鉄筋腐食による幅0.5mm未満のひび割れがみられる	腐食グレード の鉄筋がある
重度	鉄筋腐食による幅0.5mm以上のひび割れ、浮き、鉄筋の露出などがみられる	腐食グレード の鉄筋がある あるいは大多数の鉄筋が

鉄筋腐食度の評価(建設省総合技術開発プロジェクト,1988年)

腐食度	腐食状態	
	腐食がなく、黒皮の状態	
	表面にわずかな点錆が生じている	
	表面に薄い錆が広がっており、コンクリートに錆が付着している	
	やや厚みのある膨脹性の錆が生じているが、断面欠損は比較的少ない	
	鉄筋全体にわたって著しい膨脹性の錆が生じており、断面欠損がある	

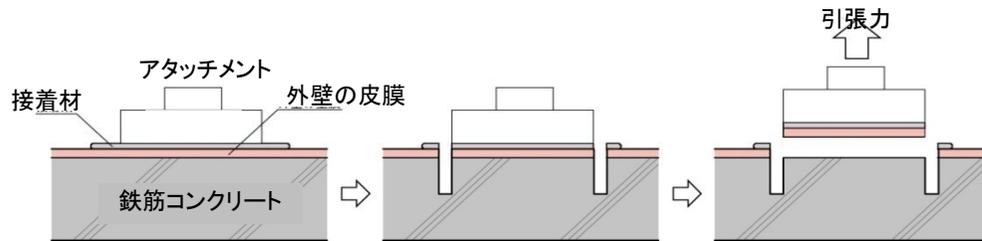
参考)日本建築学会「鉄筋コンクリート造建築物の耐久性調査・診断および補修指針(案)・同解説,1997年

2-2 ③調査・診断による評価(その他)

- ・仕上げ材の付着強度の測定は、継続的な利用の可否、塗り替えの要否等を判断するために活用する。
- ・設備配管のサンプリング法による残存肉厚の測定は、計算式により残存寿命を推定するために活用する。

(2)仕上げ材の付着強度の評価

建研式引張試験器を用いて、試験個所に接着したアタッチメントに引張力を与え、仕上げ材の付着強度を測定



JIS A 6909(建築用仕上塗材)の付着強さの品質規定 (複層仕上げ塗装材の場合)

試験項目	種類	複層塗材 (吹付タイル)	可とう形 複層塗材	防水型 複層塗材 (複層弾性)	試験対象仕上塗材の種類																
					複層塗材					可とう形 複層塗材					防水型 複層塗材						
					CE	Si	E	RE	RS	CE	CE	E	RE	RS							
付着強さ N/mm ²	標準状態	1.0以上	—	1.0以上																	
		0.7以上	—	0.7以上																	
		0.5以上	0.5以上	0.5以上	○						○										
	浸水後	0.7以上	—	0.7以上																	
		0.5以上	—	0.5以上																	
		0.5以上	0.5以上	0.5以上	○						○										

CE:ポリマーセメント系, Si:けい酸質系, E:合成樹脂エマルジョン系, RE:反応硬化型合成樹脂エマルジョン系, RS:合成樹脂溶液系

(3)設備配管の残存寿命の評価

サンプリング法による腐食状況の観察と残存肉厚の測定をもとに残存寿命を推定



サンプリング資料



残存最小肉厚の計測

配管残存寿命の計算式

$$\text{最大浸食度 } M_{cr} = (A - B) / Y$$

A: サンプルと同径の JIS 規格による公称近似厚さ [mm]

B: サンプルの残存最小肉厚 [mm]

Y: サンプルの使用年数 [年]

$$\text{推定残存寿命 } N = \{t1 - (A - B)\} / M_{cr}$$

A, B: 前式と同じ

t1: ねじ部基準径谷部の肉厚 [mm]

M_{cr}: 最大浸食度 [mm/年]

出典)「建築設備の耐久性向上技術」建設大臣官房技術調査室監修、財団法人建物保全センター編

推定残存寿命と錆つまり率を利用した対応決定

推定残存寿命	錆つまり率	対応
10年以上	薄く付着	継続使用
5年以上10年未満	20%未満	更新または部分補修
5年未満	20%以上	更新

出典)「設備配管の腐食と劣化診断」須賀技術報告NO.30394

2 - 3 改修技術 躯体・外壁

・躯体・外壁の改修技術は、多様な工法が開発されており、調査・診断結果に基づき、ひび割れを補修する技術(被覆工法、注入工法、充てん工法等)や、既設塗膜を補修する技術(塗装・吹付け直し工法)だけでなく、劣化事象を回復する技術(劣化部分の除去工法、吹付け工法、表面含浸工法等)等を組み合わせて活用する。

補修・改修の方針		耐久性耐用性に係る補修・改修技術	
躯体・外壁等	劣化部分の除去	劣化部分の除去工法	サンダー工法 超音波ケレン工法 高圧水洗浄工法 ウォータージェット工法
	ひび割れ補修	コンクリートのひび割れ補修(被覆工法(シール工法))	ポリマーセメントモルタルによる被覆工法 塗膜弾性防水材による被覆工法
		コンクリートのひび割れ補修(注入工法)	エポキシ樹脂注入工法 セメントスラリー注入工法
		コンクリートのひび割れ補修(充てん工法(Uカットシール材充てん工法))	ポリウレタン充てん工法 ポリマーセメントモルタル充てん工法 可とう性エポキシ樹脂
	表面処理改修	表面含浸工法	浸透性吸水防止材含浸工法 浸透性固化材含浸工法 アルカリ性付与材含浸工法
		表面被覆工法	既存被覆(塗装)層の改修工法 被覆層の新規施工法
	塗装の補修	塗装・吹付け直し工法	塗装・吹付け直し工法 ひび割れ補修・塗布防水併用工法
	浮き、欠損及び剥落部の補修	タイル外壁等の補修(アンカーピンニング・注入併用工法)	エポキシ樹脂注入工法 セメントスラリー注入工法
		タイル外壁等の補修(張替(塗替)工)	部分張替(塗替)工法、全面張替(塗替)工法
		タイル外壁等の補修(外壁複合改修構工法(ピンネット工法))	樹脂系外壁複合改修構工法 セメント系外壁複合改修構工法
	断面修復改修	コンクリート断面修復の左官工法	ポリマーセメントモルタル塗り工法 樹脂系モルタル塗り工法
		コンクリート断面修復の吹付け工法	ポリマーセメントモルタル吹付け工法
		コンクリート断面修復の打込み工法	無収縮モルタル・グラウト打込み工法 コンクリート打込み工法
電気化学的方法	コンクリートの電気化学的防食工法	電気防食工法 再アルカリ化工法	
外壁	外壁仕様のグレードアップ	外壁のパネル被覆改修構法	繊維補強セメントパネル 複合金属サイディング 窯業系サイディング

・ひび割れ補修においては、ひび割れ幅や挙動に応じて、**被覆工法**や**注入工法**および**充てん工法**が用いられている。



充てん工法によるひび割れ補修

・浮き、欠損部の補修については**アンカーピンニング工法**、**エポキシ樹脂注入**、**断面修復改修**については、**ポリマーセメントモルタル**による修復等が用いられている。



アンカーピンニング・注入併用工法によるタイルの浮きの補修

2 - 3 躯体・外壁(代表例)

・コンクリート躯体の改修技術には、劣化状況や劣化原因に対応して、コンクリートひび割れの改修技術、鉄筋腐食部の補修技術、中性化・欠損した躯体の修復技術等がある。

コンクリートひび割れの改修 (注入工法)

ひび割れ部の条件(ひび割れ幅、挙動の有無、乾燥・湿潤)により、エポキシ樹脂やセメントスラリーなどの注入材を、注入器具を用いてひび割れ深部まで充填



ひび割れの補修事例

鉄筋腐食部の補修 (表面含浸工法・断面修復工法)

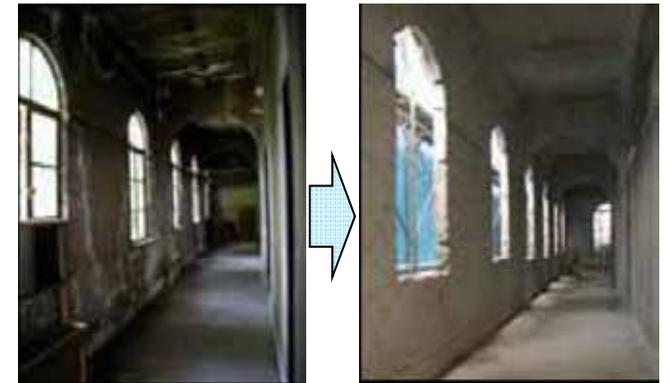
既存躯体の劣化部分を除去後、防せい処理し、ポリマーセメントモルタル等による断面修復を行った上で、表面被覆することで、その後の劣化進行を抑制



鉄筋腐食によるひび割れの補修事例

中性化・欠損した躯体の修復 (再アルカリ化工法・断面修復工法)

既存躯体の劣化部分を除去し、鉄筋の取り替えやひび割れを補修した後に、アルカリ含浸材の付与、ポリマーセメントモルタルの吹き付けなど、複数の材料を段階的に使用して耐久性を確保



求道学舎(築後約80年)の躯体改修

各技術には、施工方法・適用範囲・ライフサイクルコスト等に留意すべき事項があるので、実施にあたり注意すること

2 - 3 防水・仕上げ・設備

- ・防水・仕上げを改修する技術には、劣化した部位を部分補修する工法、防水層等を撤去し再施工する工法、従前の防水層を撤去せずに行う補修(かぶせ工法)等がある。
- ・共用設備配管を改修する技術には、給水管を高圧洗浄する工法、配管内部を補修する更生工法、配管を取り替える更新工法がある。
- ・いずれの場合も、調査・診断結果に基づき、適切な工法を選択し活用する。

補修・改修の方針		耐久性耐用性に係る補修・改修技術	
屋上防水	屋上防水改修	部分補修・撤去工法	アスファルト露出防水の改修工法
			アスファルト保護防水の改修工法
建具他	サッシ・ドア改修	サッシ・ドア改修工法	サッシ・ドアの撤去工法 サッシ・ドアのカバー工法
	パラペット部補修	笠木のかぶせ工法	笠木のかぶせ工法
	手摺改修	手摺改修工法	手摺改修工法
	シーリング改修	シーリング改修工法	目地シーリング打ち替え工法 建具・金物棟取合いシーリング打ち替え工法
設備・配管等	給水・排水配管の更生	給水・排水配管の更生工法	給水管洗浄工法 排水管高圧洗浄工法 給水・排水管更生(ライニング工法) 排水管更生工法(反転挿入による雑排水管更生工法)
	給水・排水配管の更新	給水・排水配管の更新工法	給水管一般更新工法 排水管一般更新工法 給水・排水配管の特殊継手による更新工法
	設備機器の改修・更新	設備機器の改修・更新工法	消火管等の更新工法
機械設備	機械設備の改修・更新	機械設備の改修・更新工法	エレベーター改修工法 機械式駐車場改修工法
屋上防水	防水仕様のグレードアップ	防水仕様のグレードアップ工法	断熱防水へのグレードアップ工法 防水仕様のグレードアップ工法 金属屋根等によるカバーリング工法
設備機器・配管等	設備機器・配管仕様のグレードアップ	設備機器・配管仕様のグレードアップ工法	給水管の高耐久仕様への変更工法 排水管更生更新併用工法 給水管、排水管等の防露被覆工法
設備機器・配管等	設備機器・配管の更新・点検の容易性確保	設備機器・配管の更新・点検の容易性確保のための改修工法	給水管更新工法 排水立て管更新工法
	給水システムの変更・改修	給水システムの変更・増圧改修工法	直結給水方式、直結増圧給水方式への変更工法
設備機器・配管等	設備配管配線スペースの縮小工法	無勾配排水方式への変更工法	無勾配排水方式による排水システム工法(サイホン排水システム工法)
		薄型配線等の利用工法	薄型配線システム工法(コンクリート直天井面における平形保護層工事)

・屋上防水の改修では従来の防水層の上に新たな防水層を設けるかぶせ工法が多用されている。



かぶせ工法による屋上防水改修

・共用設備配管の改修については、洗浄工法、更生工法とともに更新工法が組合せて採用されている。



オゾン洗浄水方式による給水管洗浄

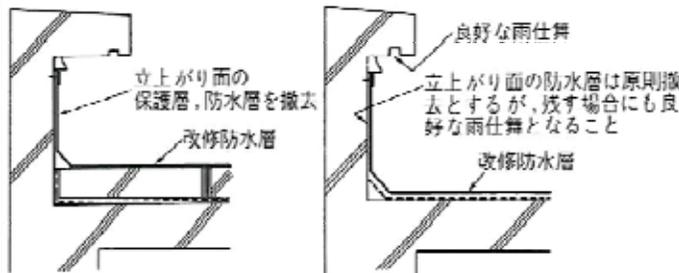
・性能向上改修では、配管の高耐久仕様への変更が見られる。

2 - 3 屋上防水・仕上げ(代表例)

- ・屋上防水の改修技術には、既存防水を部分補修・全面撤去し再施工する工法とともに、既存防水層を撤去せずに、防水補修を上乗せしていくかぶせ工法がある。
- ・外壁タイルの補修技術には、張替工法とともに、繊維ネットを使用して剥落を防止する複合改修構工法がある。
- ・塗装の補修技術には、躯体等を保護する塗装・吹付け直し工法がある。

屋上防水改修 (屋上防水のかぶせ工法)

概要: 屋上防水の改修では、既存防水層を全面撤去せずに、防水補修・改修を上乗せしていく「かぶせ工法」が用いられることが多い。



保護防水の改修例

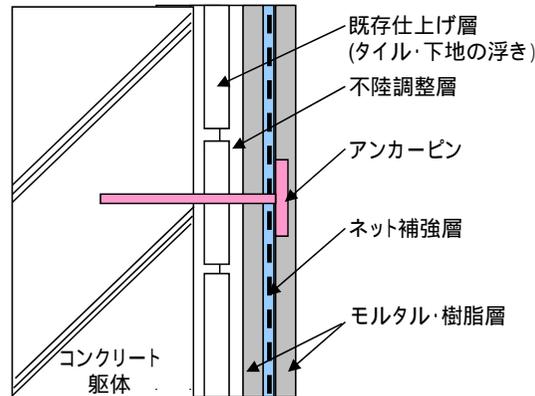
露出防水の改修例

出典) 外装仕上げおよび防水の補修・改修技術; 9: 屋根防水の補修・改修技術, 1993年

日本建築センター 編 建築保全センター 編
建設大臣官房技術調査室 監修

外壁タイル等の複合改修構工法 (ピンネット工法)

概要: タイル、モルタル塗り外壁において、繊維ネットをモルタルや樹脂で張付け、仕上げ材の剥落防止層を形成し、この層をアンカーピンで固定することで施工範囲全体の剥落を防止する。



既存仕上げ層と剥落防止層を合わせて躯体に固定する方法の例(タイル外壁の場合)

塗装の補修 (塗装・吹付け直し工法)

概要: 建築物の内外部に施され仕上げとしての美観を回復するとともに、各種の劣化外力(雨水、飛散・浮遊物質、二酸化炭素ガス、紫外線など)や経年劣化などから被塗物を保護することによって、建築物の耐久性を向上させる。



塗装・吹付け直しの例

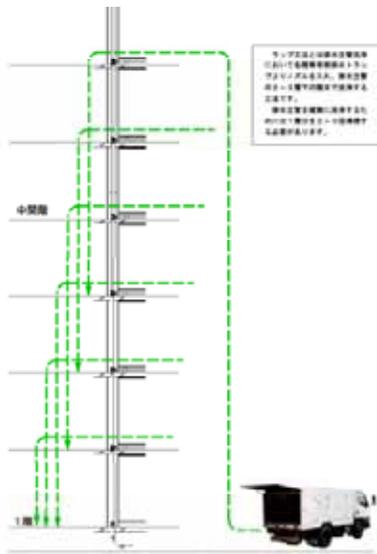
各技術には、施工方法・適用範囲・ライフサイクルコスト等に留意すべき事項があるので、実施にあたり注意すること

2 - 3 共用設備配管

・共用設備配管の改修技術には、洗浄工法、更生工法、更新工法があり、配管の劣化状況に応じて組み合わせて利用することができる。

設備排水立て管の高圧洗浄工法

概要:高圧水洗浄は、高圧洗浄車内のポンプで加圧した水を、延長ホースを経て洗浄ホースへ送り、先端に取り付けた噴射ノズルで逆噴射させ、その衝撃力により管内付着物を破碎剥離する。

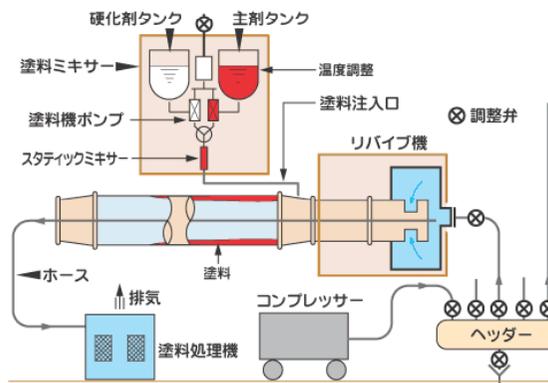
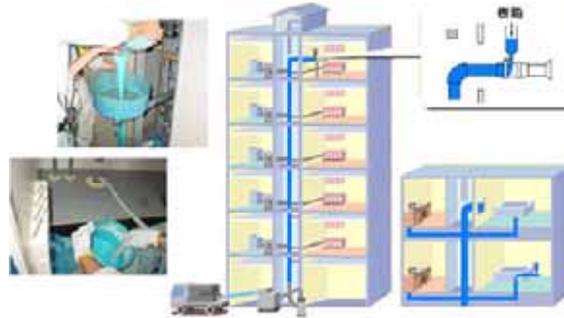


ラップ洗浄工法

専用部排水トラップよりノズルを入れ、排水立て管を2～3層下の階まで洗浄する方法

設備給排水管の更生工法

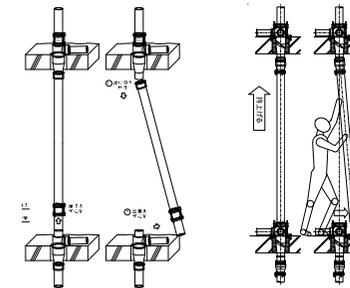
概要:給排水管内面にライニング用樹脂を注入し、吸引力を利用してライニングし更生する。



給水・排水配管更生工法(ライニング工法)

設備排水立て管の更新工法

概要:スライド継手ややりとり継手との組合せにより、排水立管を切断することなく更新する。



スライド継手 やりとり継手
排水立て管更新工法



専用部内の排水立て管更新

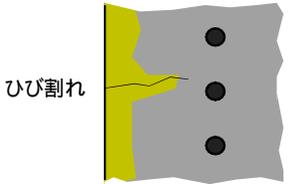
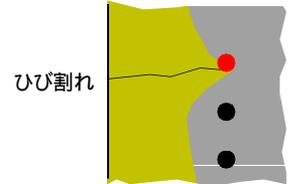
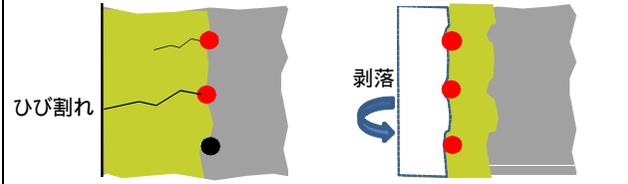
各技術には、施工方法・適用範囲・ライフサイクルコスト等に留意すべき事項があるので、実施にあたり注意すること

2 - 4 劣化状況に応じた修繕・改修技術の適用 外壁・躯体

・外壁・躯体の劣化は、コンクリート表面からコンクリートの内部、鉄筋へと進行する。劣化が軽度
 のときには、ひび割れたコンクリートの補修で対応するが、劣化が内部に進行した場合、コンクリートの
 中性化抑制、腐食した鉄筋の補修が必要になる。なお、特に中性化が重度に至った場合でも、技術
 的には、電気化学的防食工法 により相当程度の補修が可能であるが、コストは相当高い。

再アルカリ化工法、電気防食工法の総称。歴史的価値のある建物では利用されることがある

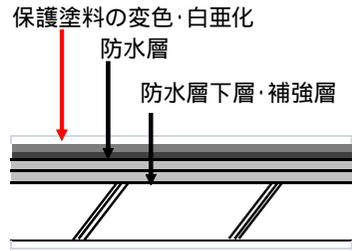
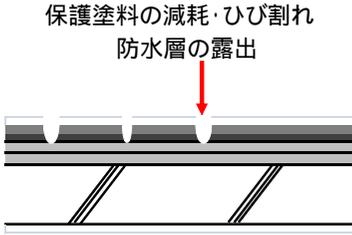
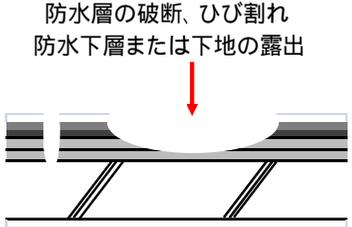
外壁・躯体の劣化状況と適用技術

	軽度	中度	重度
劣化状況	<p>【コンクリート】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・中性化は鉄筋位置まで到達していない。 ・軽微なひび割れが見られる。  <p>ひび割れ</p> <p>中性化は緩やかに進行 (ひび割れ部は早い)</p>	<p>【コンクリート】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・中性化が少数の鉄筋位置まで進行している。 ・一部ひび割れが見られる。 <p>【鉄筋】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ひび割れから鉄筋腐食による錆汁が見られる。  <p>ひび割れ</p> <p>中性化の進行</p>	<p>【コンクリート】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・中性化が半数以上の鉄筋位置まで進行している。 ・(鉄筋腐食による)ひび割れやかぶりコンクリートの剥落が見られる。 <p>【鉄筋】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・鉄筋腐食が進行し、鉄筋の断面欠損が生じている。  <p>ひび割れ</p> <p>中性化が半数以上の鉄筋位置まで進行</p> <p>剥落</p> <p>鉄筋が腐食し、かぶりコンクリートが剥落(かぶり厚が薄い場合)</p>
主な適用技術	<p>【コンクリート】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ひび割れ補修工法(被覆工法、充てん工法) 	<p>【コンクリート】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ひび割れ補修工法(注入工法、充てん工法) ・表面処理工法(表面被覆工法、表面含浸工法)による中性化抑制 <p>【鉄筋腐食箇所】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・断面修復工法(左官工法)による鉄筋腐食補修 周辺コンクリートのはつり、欠損したコンクリートの断面修復を含む 	<p>【コンクリート】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ひび割れ補修工法(注入工法、充てん工法) ・表面処理工法(表面被覆工法、表面含浸工法)による中性化抑制 ・断面修復工法によるコンクリート欠損部の打ち直し ・電気化学的防食工法(再アルカリ化工法) <p>【鉄筋腐食箇所】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・断面修復工法(左官工法、吹き付け工法)による鉄筋腐食補修 周辺コンクリートのはつり、欠損したコンクリートの断面修復を含む
補修範囲等(広さ・深さ)の目安	・部分的	・部分的	・基本的に全面 (部分的な場合もある)

2 - 4 屋上防水

- ・屋上防水の劣化は表面保護層から防水層へと進行し、防水層が損傷すると漏水が発生する。軽度の場合には部分的な補修で対応できるものの、劣化が進んだときは補修を全面的に行う必要がある。
- ・既存の防水層の劣化が著しい場合には、既存の保護防水等を全面撤去してから、全面的に再施工され、補修の単価が上昇する。

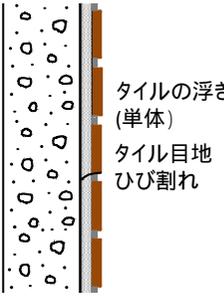
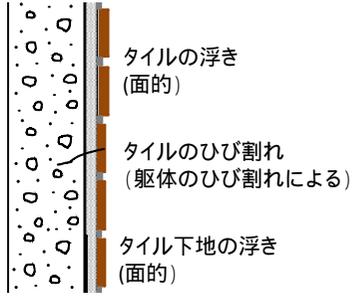
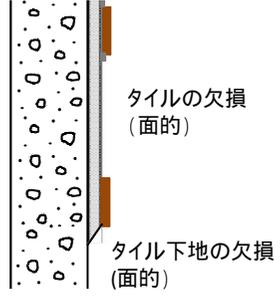
屋上アスファルト露出防水の劣化状況と適用技術

	軽度	中度	重度
劣化状況	<p>・保護塗料(トップコート)が変色・白亜化し始めている。立上がり部の一部に防水層の露出箇所が見られる。</p> 	<p>・保護塗料(トップコート)に減耗・ひび割れを生じ、防水層が露出してほとんど防水層の保護としての役割を果たせなくなっている。急速に劣化が進行する可能性がある。</p> 	<p>・保護塗料(トップコート)の劣化から防水層の劣化損傷に至っている。既に漏水している可能性が高い。</p> 
主な適用技術	<ul style="list-style-type: none"> ・アスファルト露出防水の改修工法(保護塗料の塗替え) ・かぶせ工法(露出防水)による立上り部等の部分補修 	<ul style="list-style-type: none"> ・アスファルト露出防水の改修工法(防水層の部分的補修) ・かぶせ工法(露出防水)による新たな防水層の敷設 	<ul style="list-style-type: none"> ・アスファルト露出防水の改修工法(既存防水層全面撤去後に新規防水層の再施工)
補修範囲等(広さ・深さ)の目安	<ul style="list-style-type: none"> ・保護塗料の塗替えは基本的に全面 ・かぶせ工法は部分的 	<ul style="list-style-type: none"> ・部分的が主流 ・一部全面的(かぶせ工法の場合) 	<ul style="list-style-type: none"> ・基本的に全面

2 - 4 外壁タイル

- ・タイル仕上げの外壁は、劣化が進行することにより補修を要するタイルが増加する。
- ・補修は、張替工法及びアンカーピンニング・注入併用工法により行われ、劣化の進行は必要工事量の増加、補修費の増加につながる。なお、劣化が重度の場合、外壁複合改修構工法（ピンネット工法）を採用して全面的な改修が必要となるケースもある。

外壁タイルの劣化状況と適用技術

	軽度	中度	重度
劣化状況	<p>・タイル単体浮きやタイル目地のひび割れが見られる。著しい機能低下はないと判断される。</p> 	<p>・打診等により、タイルあるいはタイル下地の面的な浮きを確認できる。 ・躯体のひび割れによる、タイルのひび割れが見られる。</p> 	<p>・タイルあるいはタイル下地の欠損・落下が発生している。</p> 
主な適用技術	<ul style="list-style-type: none"> ・張替工法(部分) ・アンカーピンニング・注入併用工法 	<ul style="list-style-type: none"> ・張替工法(部分) ・アンカーピンニング・注入併用工法 	<ul style="list-style-type: none"> ・張替工法(部分/全面) ・アンカーピンニング・注入併用工法 ・外壁複合改修構工法(ピンネット工法)(全面)
補修範囲等(広さ・深さ)の目安	<ul style="list-style-type: none"> ・タイル単体での補修 	<ul style="list-style-type: none"> ・面的なタイルの補修 	<ul style="list-style-type: none"> ・外壁タイル面積の30%～全面の補修

2 - 4 設備

- ・排水設備の修繕には、劣化の程度に応じて洗浄、更生、更新の技術が選択して適用され、劣化が進行しているほど適用される技術の単価は高い。
- ・躯体に打ち込まれた共用設備配管及び専用部に設定された共用設備配管の更新は、外部への露出配管新設工事や間仕切り壁等の撤去・復旧費が加わる。

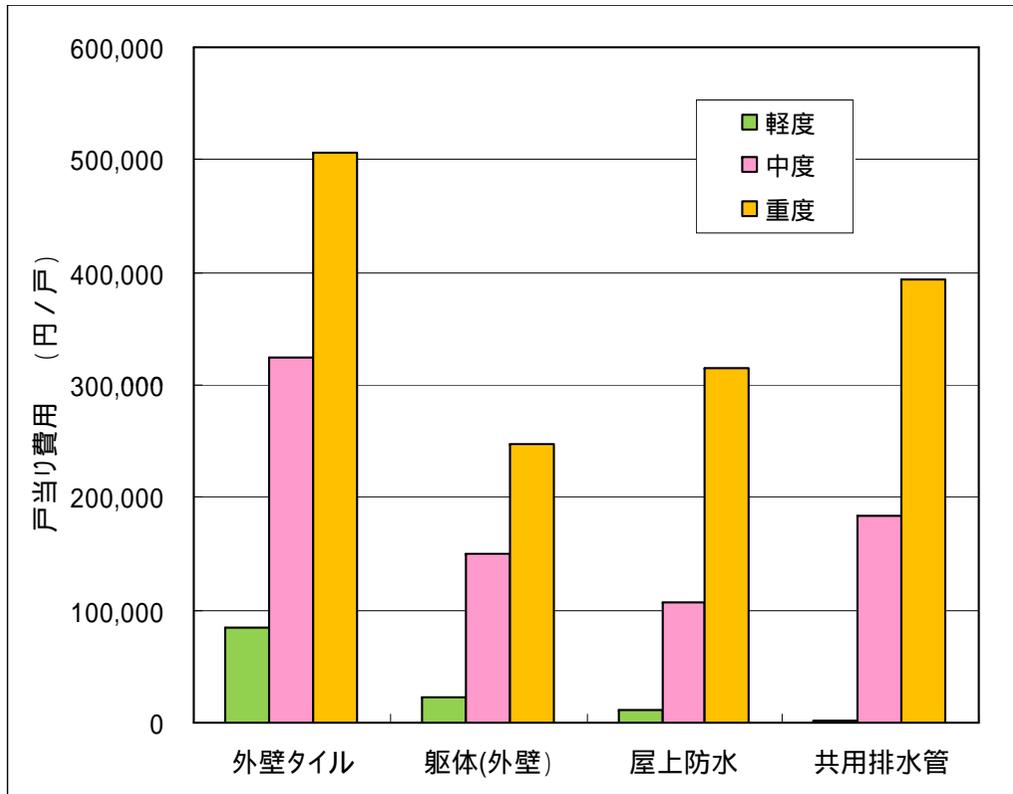
設備排水管の劣化状況と適用技術

	軽度	中度	重度
劣化状況	<p>・排水管内部にスケール等の汚れの付着や表面のみの錆が発生している。</p> 	<p>・排水管内部のねじ等の接続部に錆が発達している。放置するとスケール等の堆積により閉塞が発生し、排水の流れが阻害され漏水の可能性はある。</p> 	<p>・排水管内部に部分的に大きく発達した錆が認められ、配管の外部や周辺には漏水の跡が確認できる。</p> 
主な適用技術	<p>・排水管高圧洗浄工法</p>	<p>・排水管更生工法(反転挿入による雑排水管更生) ・給水・排水配管更生工法(ライニング工法)</p>	<p>・排水管更新工法(排水管一般更新) ・排水管の高耐久仕様への変更</p>
補修範囲等の目安	<p>・一式洗浄</p>	<p>・一式更生</p>	<p>・全面的に更新・交換</p>

2 - 4 劣化状況による改修工事費の比較

- ・ 2 - 4の ~ までで示したとおり、劣化状況が軽度 中度 重度へ進行することによって、
 - ・ 単価の高い技術が必要となること
 - ・ 補修すべき対象面積(幅・深さ)が増加すること
 になり改修費用は増大する。
- ・ このため、劣化が重度になる前に、計画的に修繕を実施することが重要である。

劣化度に対して適用される工法による概算改修工事費の試算



左のグラフに対応する適用技術と補修範囲

部位	劣化度	適用技術	補修範囲
外壁タイル	軽度	張替工法(部分)	壁全体の5%
	中度	張替工法(部分)	壁全体の20%
	重度	張替工法(部分)	壁全体の30%
躯体(外壁)	軽度	ひび割れ補修工法(被覆工法、充てん工法)	ごく一部
	中度	表面処理工法(中性化抑制) +断面修復工法(鉄筋腐食補修)	狭範囲
	重度	表面処理工法(中性化抑制) +断面修復工法(鉄筋腐食補修)	広範囲
屋上防水	軽度	かぶせ工法(露出防水)	部分
	中度	かぶせ工法(露出防水)	全面
	重度	アスファルト露出防水の改修工法 (既存防水層全面撤去後に新規防水層の再施工)	全面
共用排水管	軽度	排水管高圧洗浄工法	一式
	中度	排水管更生工法 (反転挿入による雑排水管更生)	一式
	重度	排水管一般更新工法	一式

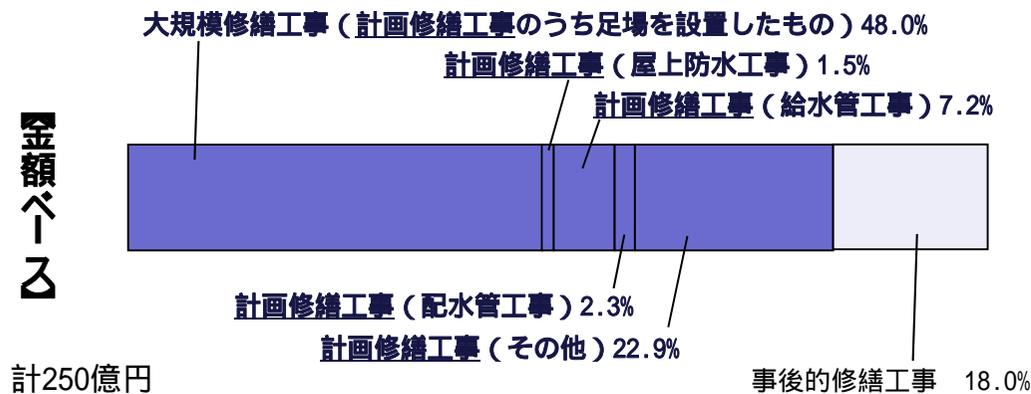
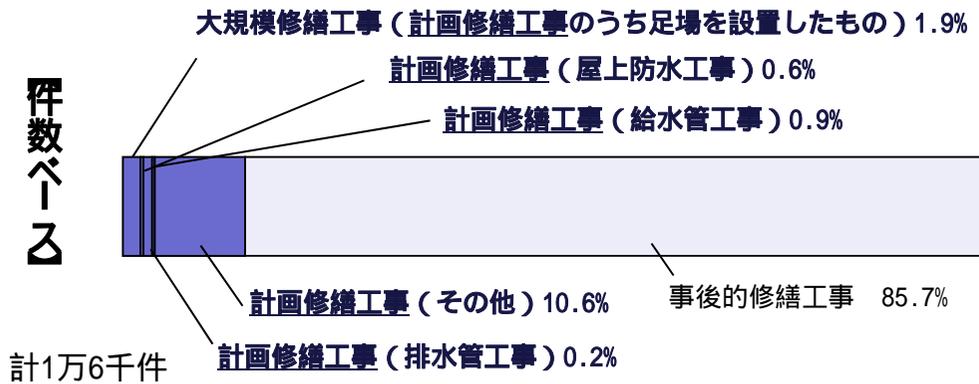
「マンション改修見積」((財)建設物価調査会、2011年1月)に示されるモデル共同住宅の大規模改修工事の試算をベースに、劣化状況及び改修部分の数量を推定し、改修技術の適用性をもとに劣化度による改修工事費の傾向把握の目安となる概算改修費用を算出

モデル共同住宅の概要: 構造:RC造7階 竣工年度:1985年 総戸数:46戸 敷地面積:2,385㎡ 建築面積:644㎡ 延床面積:3,974㎡

3 - 1 共同住宅の修繕工事 修繕工事の実態

・共同住宅では、発生した不具合を修繕する工事だけでなく、長期修繕計画に基づき積み立てた修繕積立金を用いた計画修繕等が行われている。

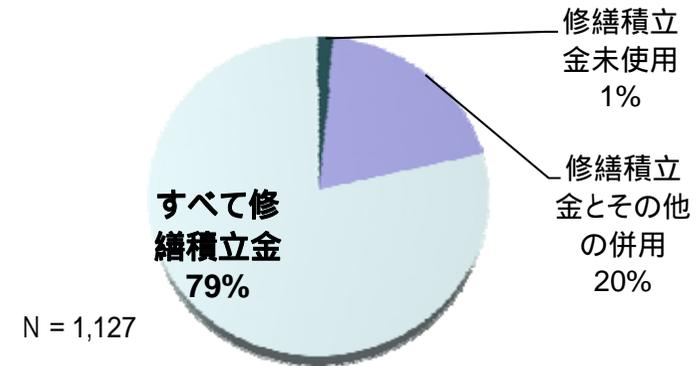
【マンション管理会社(A社)の受注した工事】



(出典) マンション管理会社提供データ(平成21年度)

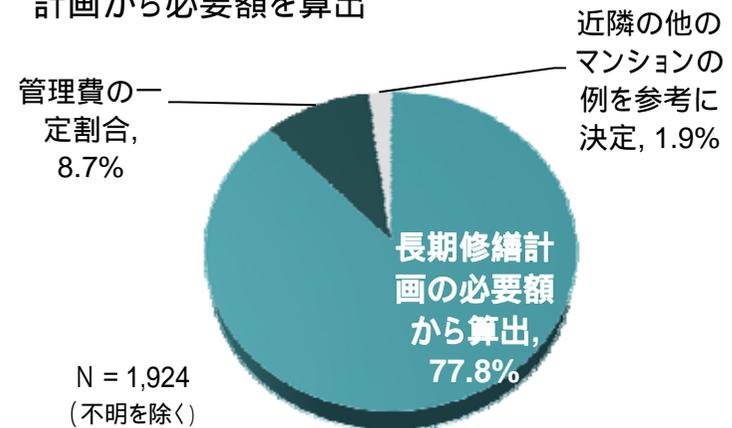
【計画修繕工事实施時の資金調達】

計画修繕の工事資金は修繕積立金で賄うことが多い



【修繕積立金の算出方法】

修繕積立金制度があるマンションでは、約8割が長期修繕計画から必要額を算出



(出典)平成20年度マンション総合調査 23

3 - 1 修繕工事の実態 (ヒアリング)

・計画修繕は、定期点検等で明らかになった建物の劣化の補修のため、調査・診断、修繕計画の作成、工事の実施へと、区分所有者の合意を形成しつつ、進められる。

当勉強会で実施したヒアリングより

管理会社による点検

- ・定期点検は1回/年の頻度で行っている。目視による外観点検であるが、不具合箇所を写真や図面で確認し管理組合に提出する。
- ・点検の結果、すぐに修繕可能なものは対応するが、大規模な足場を必要とするような場合は大規模修繕を管理会社より提案する。

長期修繕計画に記される修繕周期

- ・屋根や外壁は12年を修繕周期としている。設備は過去の修繕データを踏まえて部位ごとに修繕周期を設定している。

実際に行われる計画修繕 (大規模修繕)

- ・1回目は12～15年で屋根、外壁等の修繕工事を実施。(URは18年毎)
- ・最近では建築部材の性能が上がっているため、周期が長くなっても支障が少なくなっているがシーリングの劣化が早い。
- ・定期報告制度で10年毎に歩行者に危険のある場所は全面打診等が必要なこと、施工業者の保証期間も影響。

Ⅲ. 点検結果

NO.	15
31年目点検	2010年5月20日(木) (前回 30年目点検 2009年6月4日)
点検者	
立会者	管理組合様関係 理事長 : 副理事長 :
	:コミュニティ関係 ライフマネージャー :

総合所見

この度、築31年目の目視による建物点検を実施致しました。適宜修繕をされており外壁剥落等緊急を要する不具合事項はありませんでしたが、経年劣化等による不具合部分を確認しましたのでご報告致します。

建物を長持ちさせる(当初の性能・機能・美観を維持する)ためには「建物点検」を継続的に行い不具合部分の「早期発見」と「早期修繕」をしていく事が理想的であるとされており、今後も資産価値維持のため計画的な修繕に取り組まれる事をお勧め致します。

場所	部位 (契約記載項目)	建築関係
屋上	エントランス周リ エントランス	建築部位で確認した主な不具合は下記の通りでした。 ①格天井がフタに錆が見られます。

V. 現況及び不具合部分の部位別所見 (建築編)

消火栓ボックス現況写真
No.15 開放廊下現況写真
No.16 階段上げ裏塗膜剥れ

No.14 点検層7A(白錆)
No.13 柱型壁クラック
No.12 アスファルト防水層塗膜劣化
No.35 電気配線水層に遺棄

屋上
部位
バルコニー外防水層

状況: 塗膜の劣化が見られます。

写真
No.17

前面
★★★

写真
No.18

状況: 劣化が見られます。

写真
No.19

状況: 劣化が見られます。

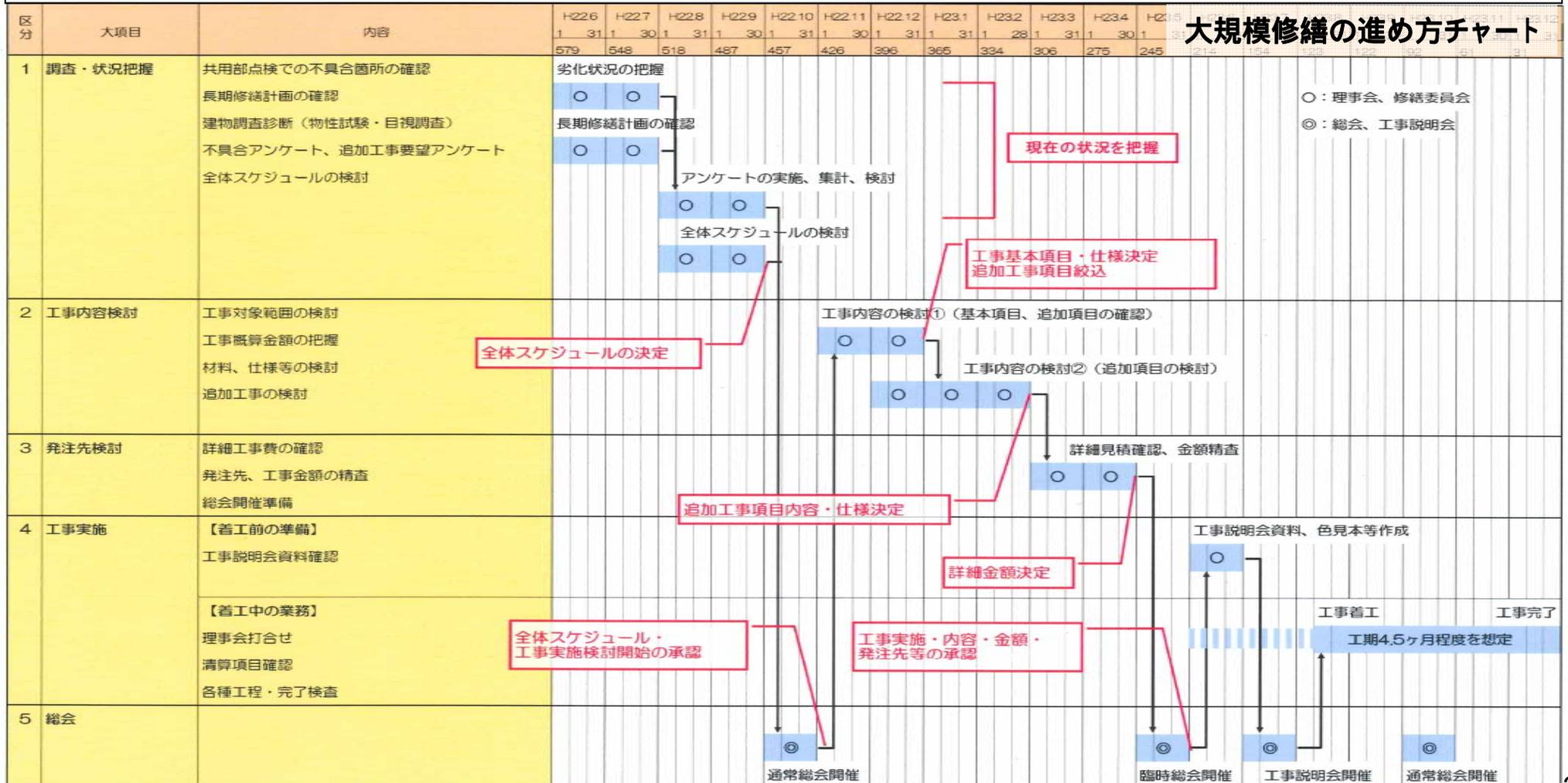
定期点検報告書事例

3 - 1 修繕工事の実態 (ヒアリング)

当勉強会で実施したヒアリングより

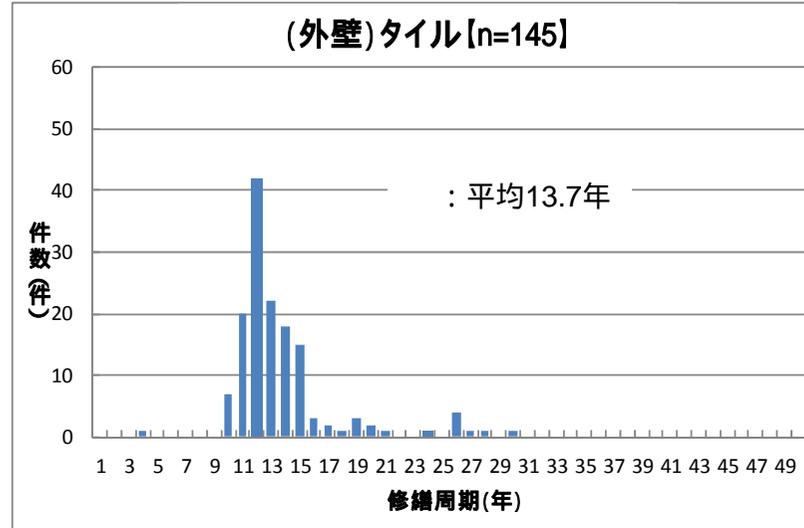
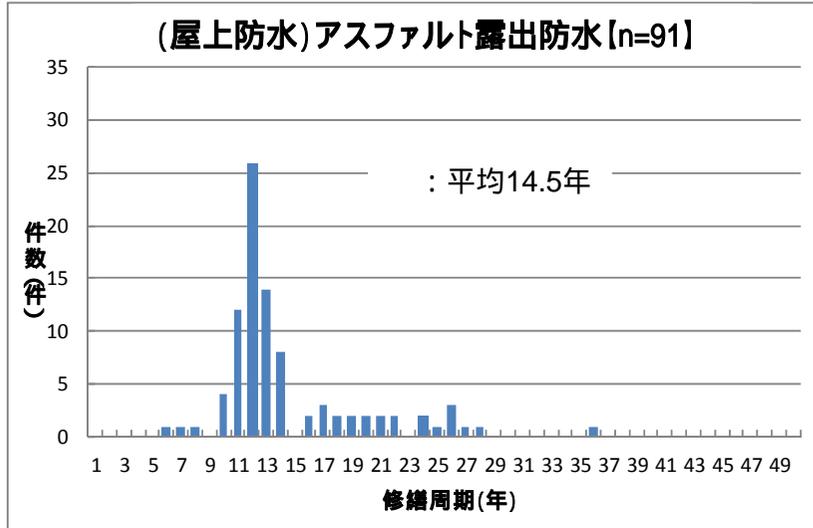
計画修繕（大規模修繕）の進め方

- ・大規模修繕を検討することとした管理組合では、修繕検討委員会の設置や、詳細な調査を行い大規模修繕の実施を決める。
- ・工事の内容は、詳細調査の結果で必要とされた箇所に加え、住民へのアンケート結果から決める。
- ・管理会社として大規模修繕の検討開始や経費の予算化など、各段階で管理組合の理事会や総会での意志決定を補助している。また、コンサルタント、施工業者として工事に関わることが多い。



3 - 1 修繕工事の間隔(外壁・躯体、屋上防水)

・屋上防水工事・外壁修繕工事などは、実際に行われた工事間隔に一定の傾向が見られる。



【出典】
マンション管理会社、設計事務所から
修繕の実施状況を調査した結果を集
計(平成23年3月)
配布数: 約1,140件
回答数: 568件

「修繕周期」は、修繕を実施した理由を
「調査・診断により劣化の状況を確認し
て実施」と回答した工事について「前々
回の修繕時期」と「直近に実施した修繕
時期」との期間差を算出したもの。

(参考)公表データに見られる修繕周期の傾向

科目		改修周期の傾向(年)		
		件数	平均値	
1. 屋根防水	1. 屋根防水(露出防水)	164	13.3	
	2. 庇・笠木等防水	174	14.0	
2. 床防水	1. パルコニー床防水	241	15.1	
	2. 開放廊下・階段室等床防水	191	14.3	
3. 外壁塗装等	1. コンクリート補修	237	14.6	
	2. シーリング	1. シーリング(建具廻り)	238	14.4
		2. シーリング(躯体目地・その他)	237	14.4
	3. タイル張り	1. タイル張り補修(洗浄)	179	13.5
		2. タイル張り補修(浮き・欠損部補修)	179	13.2
	4. 外壁塗装吹付	263	14.6	
4. 鉄部塗装	1. 内部	1. 内部付属物	144	11.5
		2. 内部建具	145	12.5
	2. 外部	1. 外部付属物	168	12.0
		2. 外部建具	139	11.1

アスファルト露出防水の件数には、修繕周期が6年程度とされる保護塗料(トップコート)の塗替えが含まれている。

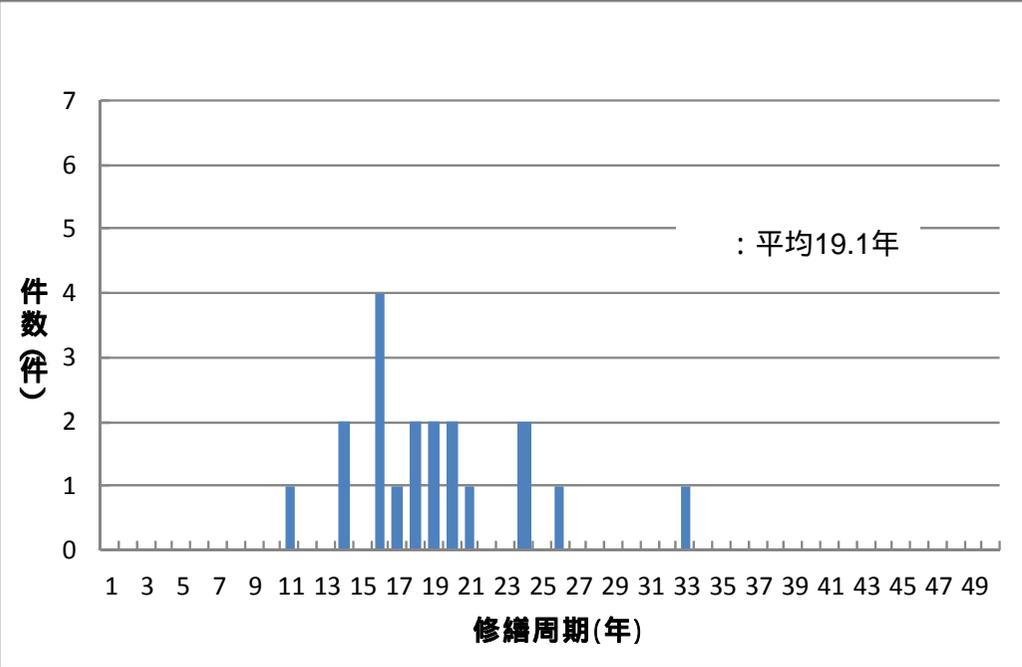
【出典】「改修工事(集合住宅)のマクロ的価格傾向に関する研究(その5)」
(財)建設物価調査会総合研究所 平成24年3月公表
・調査対象工事: 2008～2011年に完了した非木造の集合住宅(マンション)
改修工事
・調査先: 主要建設会社・設計事務所・発注機関1430社
・回収率: 9.4%(134社)
・回収サンプル数: 511件

左表は、100件以上のサンプルを有する項目のみを抜粋して掲載。

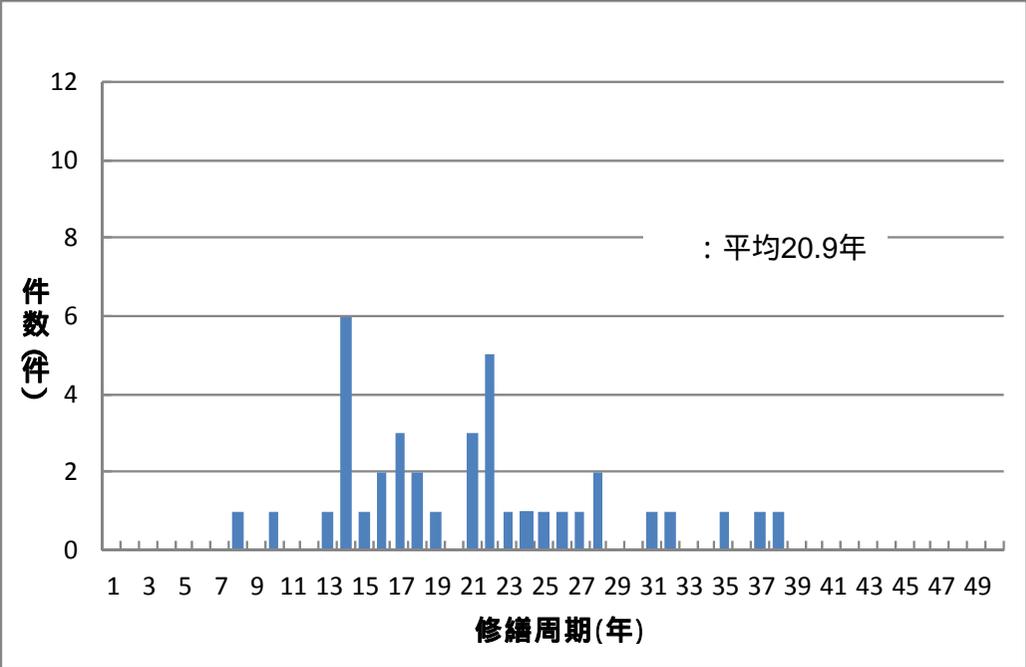
3 - 1 修繕工事の間隔(設備)

・給水管や給水ポンプなど設備系は、実際に行われた工事間隔にばらつきが見られる。

(給水管)水道用硬質塩化ビニルライニング鋼管 管材:SGP-VB(内面)
継手:コーディング継手(管端防食継手):更生 【n=19】



(給水ポンプ)揚水ポンプ:取替え 【n=19】



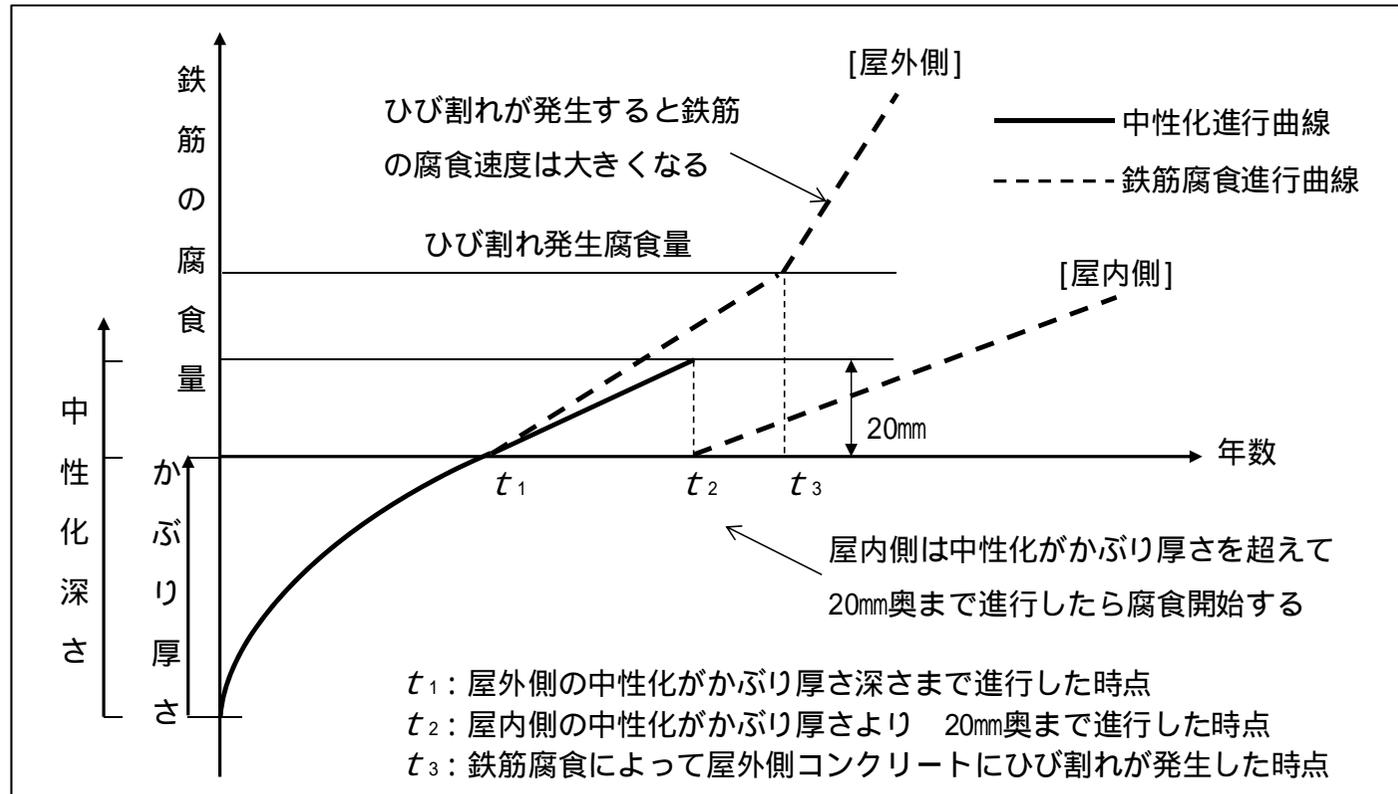
【出典】
マンション管理会社、設計事務所から修繕の実施状況を調査した結果を集計(平成23年3月)
配布数:約1,140件
回答数: 568件

「修繕周期」は、修繕を実施した理由を「調査・診断により劣化の状況を確認して実施」と回答した工事について「前々回の修繕時期」と「直近に実施した修繕時期」との期間差を算出したもの。

3 - 1 建物の経年劣化の進行

・建物躯体の経年劣化を放置すれば、いずれコンクリート中性化や鉄筋腐食が進行し、構造耐力の低下につながる。このため、共同住宅の構造躯体が適切に保護されるよう、外壁や構造躯体を修繕することが求められる。

コンクリートの中性化と鉄筋腐食の関係



- ・経年により、鉄筋の位置までコンクリートの中性化が進行すると鉄筋が腐食し始め、やがてかぶりコンクリートに鉄筋の位置に沿ったひび割れが発生する。
- ・ひび割れが発生すると、屋外側の鉄筋の腐食速度は大きくなり劣化が急速に進行する。

【出典】建築工事標準仕様書・同解説 JASS5 鉄筋コンクリート工事(2009), 日本建築学会

3 - 1 耐久性総プロにおける耐用年数

- ・経年劣化により補修すべき時期に参考になる研究として、建築研究所による耐久性総プロ(S55～59)で示された屋上防水、外装塗り仕上げ材の耐用年数がある。
- ・耐用年数はリファレンスサービスライフとして引き継がれ、各分野で研究が進められている。

耐久性総プロに示された「耐用年数」の例

屋上メンブレン防水

「屋上メンブレン防水が何らかの原因で故障し、雨漏りするような状態に至ったとき」を耐用年数に達したものとする。

$$Y_e(\text{推定耐用年数}) = Y_0 \times D \times M = Y_s \times s \times a \times b \times c \times D \times M$$

	Y _s (標準耐用年数)
押えアスファルト防水	17年
露出アスファルト防水	13年
シート防水	13年
ウレタン塗膜防水	10年

Y₀: 新築時の期待耐用年数、D: 劣化係数、M: 維持管理係数
Y_s: 標準耐用年数(表)、s: 防水工法の選択係数、a: 設計係数、b: 施工係数、c: 気象係数

外装塗り仕上げ材

「塗り仕上げ面が劣化外力により機能・性能が低下し、通常の修繕や一部分の補修では許容できる限界まで回復することができなくなり、施工後最初に修繕を行う時期」をもって、耐用年数に達したものとする。

$$Y_e(\text{推定耐用年数}) = Y_s \times a \times b \times c \times d \times e$$

	Y _s (標準耐用年数)
塗料	6年
薄付け仕上げ塗料	7年
複層仕上げ塗剤	10年
厚付け仕上げ塗剤	12年

Y_e: 標準耐用年数(表)、a: 材料係数、b: 施工係数、c: 部位係数、d: 環境係数、e: 維持管理係数

耐久性総プロとリファレンスサービスライフについて

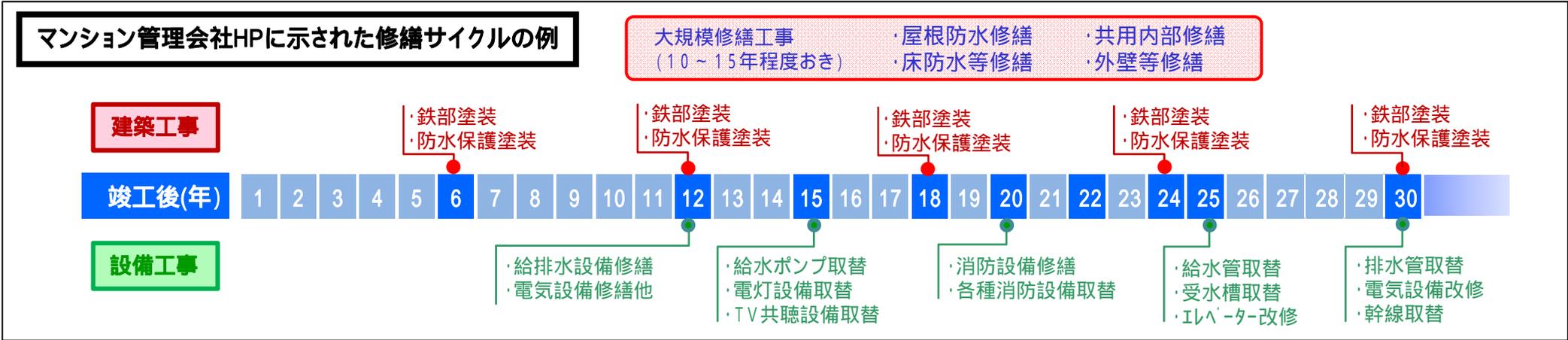
- ・「建築物の耐久性向上技術の開発」(耐久性総プロ)(S55～59、建築研究所)において、「外装塗り仕上げ材」及び「屋根防水メンブレン防水」について耐用年数の算定方法が示された。
- ・耐久性総プロの成果等はISO15686シリーズに反映され、標準耐用年数及び耐用年数推定式が、リファレンスサービスライフ等として採用された。同規格では、リファレンスサービスライフを、「建築物又はその部分に適用される(または予想される)、ある特定の使用条件の組み合わせ(代表的組み合わせ)のもとでの耐用年数」としている。

3 - 2 計画修繕 計画修繕の進め方

- 共同住宅を維持するためには経年により劣化した部分を補修することが必要である。このため、計画的に準備をすすめて修繕工事を実施する(計画修繕)。なかでも、外壁修繕等で足場を設置する際には、同時に行うことのできる工事をまとめて実施する(大規模(計画)修繕)。
- 計画修繕の時期は、予想される劣化を踏まえて計画する。
- 計画された時期が近づくと、定期点検・調査・診断結果から工事の必要性や内容を判断し実施する。

計画修繕の時期を計画するに当たり、公表されている修繕サイクルが参考になる。
 下に示すマンション管理会社が公表している修繕サイクルの例は次のように作成されていることがわかる。

- 塗装(鉄部、防水保護)や設備(給水、排水、電気)について、一定期間経過すると劣化するものとして、修繕・取替時期が位置付けられている(計画修繕)。
- 躯体について、一定期間ごとに全面的に補修するものとして、各種工事が位置付けられている。(大規模修繕工事)



修繕サイクルを活用するに当たっては、共同住宅の立地や使用材料などにより劣化の進行速度が異なること、法令により点検や補修が求められる時期があることなどにも留意する必要がある。また、実際に工事を実施するかどうか、工事内容をどうするかは調査・診断を実施し判断すべきことに留意する。

(参考) 大規模(計画)修繕に用いられる外部足場

- ・大規模(計画)修繕に用いられる外部足場は、建物の形状、高さ等で異なる。
- ・最近では、防犯性に対応したものが使用される傾向にある。

	枠組み足場	ゴンドラ	移動式昇降足場
概要	 <p>改修が必要な箇所に、地上から外部養生した枠組み足場を設置する</p>	 <p>必要な工事箇所にのみ、屋上からゴンドラを吊るす</p>	 <p>必要な工事箇所にのみ、外壁にレールを設置してステージを設ける</p>
居住性	日照や風通し、眺望が遮られる	日照や風通し、眺望を遮らず居住環境への影響を最小限に抑える	日照や風通し、眺望を遮らず居住環境への影響を最小限に抑える
防犯性	外部から足場を伝って進入される心配がある	上部より足場を吊り下げのため、外部から足場を伝って進入される心配がない	作業床が移動式であるため、外部から足場を伝って進入される心配がない
経済性	工事費(材工): 1500 ~ 1750円/m ² 設置面積5000m ² 、設置期間150日として	工事費(材工): 2000 ~ 2300円/m ² 設置面積2000m ² 、設置期間120日として	工事費(材工): 2300 ~ 2600円/m ² 設置面積6000m ² 、設置期間150日として
適用条件	<ul style="list-style-type: none"> ・一般的に使用されており、低層・中層・中高層住宅に使用(原則45m以下) ・建物の形状に応じた設置が可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・主に中高層・高層住宅の外部足場として使用 ・各階が同一平面の共同住宅に向く 	<ul style="list-style-type: none"> ・主に高層・超高層住宅の外部足場として使用 ・高さは最大200mまで設置可能 ・改修用資機材の運搬にも利用できる

3 - 2 計画修繕工事(足場を設置する工事)

・躯体・外壁等、屋上防水、建具等を対象とする工事は、足場を設置すると安全・効率的に実施できることから、調査・診断により劣化が明らかになった部位について、まとめて実施することが多い。

大分類:目的	中分類:手段	技術が適用される建物の部位					足場の設置が必要	工事による居住者への影響	
		躯体・外壁	屋根	建具	設備・配管等	その他共用部		数日以上居住できない住戸が発生	一時的な影響
耐久性の維持 (構造躯体等の保護)	躯体・外壁等	劣化部分の除去							騒音、震動、粉じん等
		ひび割れ補修							
		表面処理改修							
		塗装の補修							
		浮き、欠損及び剥落部の補修							
		断面修復改修							
		電気化学的方法							
	屋上防水	屋上防水改修					()	()	
	建具他	サッシ・ドア改修					()		
		手摺改修							
シーリング改修									



劣化部分の除去



屋上防水改修



シーリング改修

注1) 上表は、技術シート一覧表より関係部分を抜粋(中分類ごとにまとめて記載し個別技術名は省略)

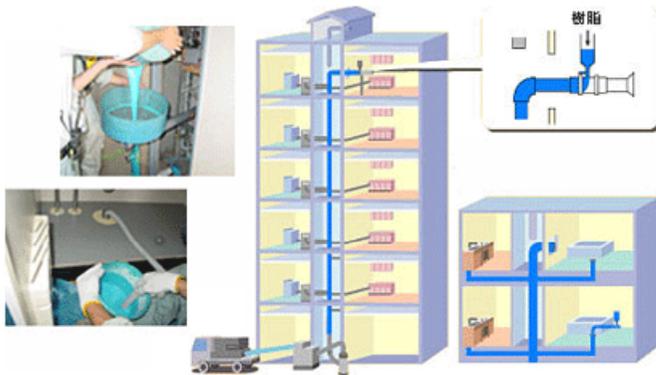
注2) 上表中の()は、工事の内容・状況によっては該当しない場合があることを示す。

3 - 2 計画修繕工事(設備系同種工事)

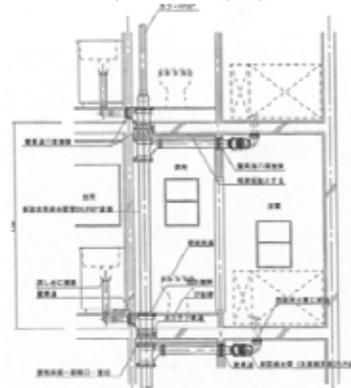
- 給水、排水、電気等の設備を対象とする工事は、調査・診断により劣化が明らかになったものについて、管・系統がつながっているものをまとめて実施することで、居住者への影響を低減できる。

大分類:目的		中分類:手段		技術が適用される建物の部位						足場の設置が必要	工事による居住者への影響	
				共用部			専用部				数日以上居住できない住戸が発生	一時的な影響
				躯体・外壁	屋根	建具	設備・配管等	その他共用部	設備・配管			その他専用部
耐久性の維持 (構造躯体等の保護)	劣化部分の補修、外力の緩和	設備・配管等	給水・排水配管の更生									
			給水・排水配管の更新					()		()		
			設備機器の改修・更新					-		()		

注1) 上表は、技術シート一覧表より関係部分を抜粋(中分類ごとにまとめて記載し個別技術名は省略)
 注2) 上表中の()は、工事の内容・状況によっては該当しない場合があることを示す。



給水・排水配管の更生工法(ライニング工法)



給水・排水配管の更新工法(一般更新)



給水・排水配管の更新工法(特殊継手工法) 33

3 - 3 工事費の考え方 足場を必要とする工事

- ・ 足場を必要とする工事の工事費は、工事の単価×施工面積に、直接仮設費(外部足場)、共通仮設費(仮囲い他)を加えて算出される。
- ・ 足場を設置して、まとめて工事を実施することで、仮設経費を低減できる。

修繕工事費の構成例

	修繕工事(足場を必要とする工事)				
	工事費の主な構成要素			(参考) 工事費例 2	必要になる仮設工事
	主な工事 (工事数量に応じて増加)	工事費の算出法			
工事内容 1		数量	円/戸		
床防水	バルコニー防水	単価(材工)	面積	130,000	外部足場
	廊下・階段防水	単価(材工)	面積		
外壁塗装等	外壁洗浄・剥離	単価(材工)	面積	286,000	外部足場
	コンクリート補修	単価(材工)	面積		
	外壁塗装・タイル張り補修	単価(材工)	面積		
	シーリング工事	単価(材工)	延長		
鉄部塗装等	下地処理、塗装	単価(材工)	面積	34,000	外部足場
建具・金物等	金属手すり等建物付属物	単価(材工)	面積	25,000	外部足場
	鋼製建具	単価(材工)	箇所数	335,000	
直接仮設	外部足場	単価(材工)	面積	155,000	
共通仮設	仮囲い・ガードマン他	単価	数量	31,100	
改修工事費計				996,100	

1 材工共の市場価格は、「マンションRE((財)経済調査会)」「建築コスト情報((財)建設物価調査会)」で把握することができる

2 「マンション改修価格情報((財)建設物価調査会)」には、工事内容や数量により大きな幅をもって実例から調査した価格が掲載されているが、ここにはその中央値を記載した。

3 「マンション改修見積((財)建設物価調査会)」における、モデル建物の第1回改修工事費による。事例が蓄積されれば、2と同様の提示が可能である。

3 - 3 足場を必要としない工事

- ・ 足場を必要としない工事の工事費は、工事の単価×施工面積に共通仮設費(仮囲い他)を加えて、算出される。
- ・ 劣化状況に応じてまとめて工事を実施することにより、共通仮設費を低減できる。

	修繕工事(足場を必要としない工事)				備考
	工事費の主な構成要素			(参考)	
	主な工事 (工事数量に応じて増加)	工事費の算出法		工事費例 2	
工事内容 1		数量	円/戸		
屋根防水	既存防水層の処理 防水面の仕上げ 庇、笠木等防水	単価(材工) 単価(材工) 単価(材工)	面積 面積 面積	117,220	1単価に 3数量を乗じて算出
共用内部	集会所・廊下等 エントランス・エレベーターホール			14,810	3
共通仮設	事務所・仮囲い・ガードマン他	単価	数量	11,369	
改修工事費計				143,399	
給水設備	給水管更新・補修	単価(材工)	延長	135,000	
共通仮設	事務所・ガードマン他	単価	数量	13,400	
改修工事費計				148,400	
排水設備	排水管更新・補修	単価(材工)	延長	106,000	
ガス設備	ガス管・メーターの修繕、取替え	単価(材工)	延長	76,000	
共通仮設	事務所・ガードマン他	単価	数量	13,400	
改修工事費計				195,400	
空調・換気設備	空調設備の更新、補修	単価(材工)	台・箇所	9,280	
電灯設備等	電灯設備	単価(材工)	基	16,200	
情報・通信設備	テレビ・共聴機器・アンテナ	単価(材工)	台・個	6,380	
共通仮設	事務所・ガードマン他	単価	数量	13,400	
改修工事費計				45,260	
消防用設備	屋内消火栓・ポンプ連結送水管	単価(材工)	個	9,880	
共通仮設	事務所・ガードマン他	単価	数量	13,400	
改修工事費計				23,280	
昇降機設備	エレベーター機器・かご内装改修	単価(材工)	台	28,500	
立体駐車場設備	機械式駐車場整備	単価(材工)	台	57,980	3(30台)
共通仮設	事務所・ガードマン他	単価	数量	20,660	
改修工事費計				107,140	

建築系工事

修繕時期があれば、大規模計画修繕として実施することで共通仮設費を低減できる。

設備系工事

修繕時期があれば、工事をまとめて同時に実施することで共通仮設費を低減できる。

3 - 4 事後保全的修繕

- ・ 事後保全的修繕は、不具合が明らかになった部位を事後的に補修する修繕工事である。
- ・ 緊急に工事を行う必要が生じることから、問題が顕在化した箇所の対応のみになりがちで、劣化の進行の見逃し、工事の二度手間、美観上の配慮が不十分等の問題が生じる場合がある。

事後保全的修繕工事の例

将来的に除却(・更新)されることを前提に管理しているため、不具合が明らかになった部位ごとに事後的修繕工事を実施している事例



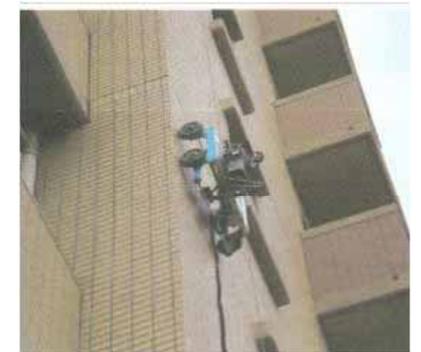
劣化が進行したバルコニーと底部の隅部が剥落・欠損するなど不具合が生じたため、部位ごとに補修を行っている

計画修繕の例

浮き・ひび割れが見つかった箇所ごとに、補修を行っているため、壁面に補修跡が点在している



外壁タイル面の状況



診断状況

外壁タイルの浮き7%

1994年竣工、定期的に調査・診断を行い、長期修繕計画に基づき、2009年に第1回大規模修繕を実施した共同住宅の事例