

建築改修工事における施工上の課題と取組みについて

株式会社竹中工務店 生産本部生産企画部 部長（技術担当） 樋口 成康

1 はじめに

日本も欧米のようなストック型社会に移行すると言われて久しいが、既存建物を持続的な利用可能にする改修工事は思ったほど伸びていない。この理由の一つに、改修工事は建築主にとっても施工者にとっても扱いが難しく、新築の方が単純で計画が進めやすい面があるように感じる。改修工事は非常にバリエーションが多く、また既存建物の状態や施工条件の違いによって、工期やコストにも大きな違いが出るので、工事の計画立案には既存建物の事前調査が非常に重要である。更に改修工事は、ビルの機能を活かしたまま、居ながらの状態で行われる場合が多く、ビルの利用者に出来るだけ不便や迷惑をかけないような配慮が必要となる。

ここでは、このような改修工事の課題とそれに対する取組みを、出来るだけ具体的な例を挙げて説明していきたい。改修工事の計画や管理の参考にさせていただけると幸いである。

2 改修工事の施工上の課題

2.1 多様な改修工事

改修工事と一口に言っても、その目的や規模、工事内容は様々である。例えば、改修を意味する言葉を取ってみても、修理、修繕、更新、改修、改善、改造、保全、修復、再生、リフォーム、リノベーション、リニューアル、コンバージョン等、様々な用語が工事の内容や目的に合わせて使われている。改修工事を表す言葉の多さからも、その多様性が分かると思う。

(1) 工事内容の多様性

改修工事は、その目的に応じて、建物利用に支障のない状態まで回復させる修繕工事、機能を新築時の状態に戻す更新工事、初期の水準以上に引き上げ現在の使い方にマッチさせる改修工事等があり、それぞれ工事の内容も変わってくる。

また改修工事は規模においても、1日ですんでしまう数万円の部分的な修繕から、建物一棟まるごと数年の時間と百億円を超えるようなコストを

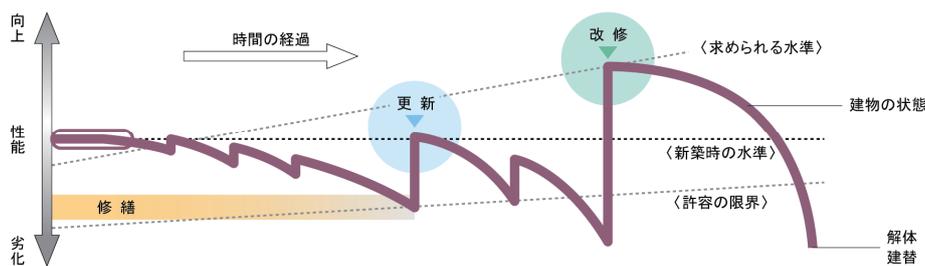


図1 建物の経年変化と対応工事による性能変化概念図

かけて行う大規模改修工事まで幅が広い。

工種も内装、設備、屋上防水や外壁などの外装、躯体など建物それぞれの部位毎の改修工事からそれらを複合的に実施し建物の一部を造り変えるような工事まで様々で、歴史的な建物の保存・活用工事などでは、現代では使われていない創建時の材料や工法を用いながら工事を進めるような場合まである。

工期や工事を進める体制も様々で、例えば建設業法では、6,000万円以上（建築一式工事）の工事は専任の監理技術者を常駐させなければならないが、それ未満であれば巡回管理でも構わない。

また、設計者の必要のない改修工事も多いが、大規模な模様替えのように、設計者が入り確認申請を提出しなければならない場合もある。

<p>① 建築(増築・改築・移転) 建基法6条 建築確認申請</p> <p>都市計画区域内または、指定区域内では、規模に関係なく該当する。ただし、防火・準防火地域以外の地域での10㎡以下の増築は、確認申請は不要。ただし、新耐震基準で設計された建築物にエキスパンションジョイントを設けて増築する場合でも、増築条件によっては既存棟の耐震安全性の確認が必要になる。</p>
<p>② 大規模の修繕・模様替え 建基法6条 建築確認申請、第3章 構造強度</p> <p>法に定められた階数や床面積など一定規模の建物主要構造部の過半の修繕や模様替えは対象となる。</p>
<p>③ 類似用途以外への用途変更 建基法87条 用途の変更</p> <p>法に定められた類似用途以外の特殊建築物に用途を変更する場合、100㎡を超えれば対象となる。</p>
<p>④ 建築設備への準用 建基法87条の2 建築設備への準用</p> <p>EVやエスカレーター等の設置は対象となる。行政によっては、換気、排煙、非常用照明等を変更する場合でも対象となる場合がある。</p>
<p>⑤ 工作物への準用 建基法88条 工作物への準用</p> <p>煙突、広告塔、高架水槽、擁壁などで行政が指定する一定以上の規模を有するものは、対象となる。</p>
<p>⑥ 省エネ法等の関連法令</p> <p>福祉の街づくり条例・耐震改修促進法・屋外広告物条例・消防法・アスベスト等有害物質に関する法令 etc</p>

図2 建築確認申請の要件(例)

(2) 既存の状態によって大きく変わる工事内容
 同じ工事でも、改修工事の内容は既存建物の状況によって大きく変わる。耐震補強工事であれば、既存建物の構造や躯体の耐震性能によって補強方法が変わってくるが、例えば補強のブレース

を設置する場所にダクトやケーブルラックが走っていれば、まずそれを撤去する工事を最初に実施する必要があるし、資材を既存のエレベーター等で設置場所まで持ち込めなければ、クレーンを設置して揚重し、資材を窓から取り込むためにステージを架設する必要がある。これは壁一つ、配管1本の工事であっても同様に、既存の下地がどのような状況であるか、新設の壁や配管設置を邪魔するものの有無で工事内容は大きく変わる。

また改修工事で用いる材料や工法は、既存の材料によって変わってくる。例えば塗装や防水改修の場合の既存下地との接着性に問題のない材料を選定するか、既存下地の撤去やプライマーを塗布するなどの別の手当が必要となる場合がある。

更に既存建物に有害物質が使われている場合は改修工事計画に大きな影響を与える場合があるので要注意である。建築部材に含まれる有害物質には、アスベスト、PCB、水銀、フロン・ハロンガス等があり、特にアスベスト含有材は多種多様で見逃しやすく注意が必要である。有害物質は、それぞれその除去、管理、処分方法等の取扱いが詳細に決められており、しかも年々厳しい方向に見直される傾向にある。逸脱すると施工者だけでなく、建物所有者や管理者の責任を問われる場合があるので注意が必要である。

2.2 突発的な緊急対応工事

改修工事は往々にして漏水や機器の故障など緊急性の高い突発的な対応を求められる場合がある。その場合、工事の予算も準備もできていないので、とりあえず最低限の応急処置を行うことに

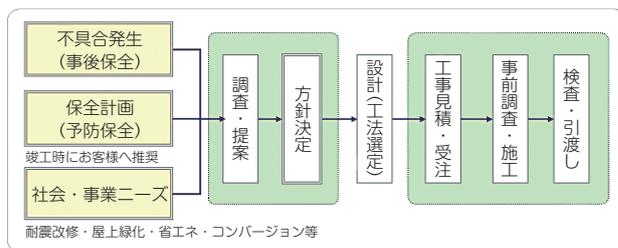


図3 改修工事の主なフロー

なるが、処置完了までの間、建物利用者には迷惑をかけることになるので迅速に対応することが必要である。更に故障の原因究明には時間や費用がかかる場合もあり、また設計や施工の瑕疵責任を問われる場合もあり、工事費の負担について事前に確認しておくことが望ましい。

2.3 居ながら実施する改修工事

同じ改修工事でも、建物利用者が建物を利用した状況の中で、居ながらで工事を実施するのか、建物利用者が一度退去し、施工者に建物が一時的に引き渡された状態で工事を実施するのかで、改修工事の施工計画は大きく変わり、工期やコストにも大きな違いが出てくる。建物利用者が居ながらの状態で行う場合には、工事エリアを仮設間仕切りで区画することや、音や振動の出る作業や資材の搬出入などは利用者がいない夜間、休日を実施するなどの対応が求められる。



写真1 夜間改修工事状況



写真2 養生実施例

更に、建物の機能を活かした状態で改修工事を実施する場合には、トラブルが即、建物の機能停止に繋がり、建物利用者に損害を与えることになる。一歩間違えると停電によって建物利用者の事業を停止させるだけでなく、広域停電を引き起こし

公衆災害を発生させるリスクがある。居ながらで実施する改修工事でのトラブルを避けるために、工法を始めとした様々な取組みによって、細心の注意を払ってリスクを最小化しなければならない。

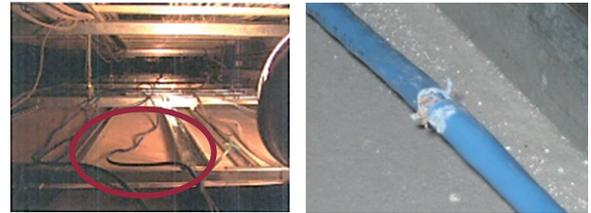


写真3 天井裏通信ケーブル切断状況



写真4 溶接火花により焼損した空調機フィルター

2.4 低い生産性

一般に改修工事は新築工事と比べて、工事の規模が小さいにもかかわらず工事内容が多岐にわたり、多くの業種の作業員が関わるので、技能労働者1人当たりの生産性はなかなか上がらない。躯体工事は限定的で、使用する部材の数量が少なく、標準化が難しい。既存建物の中で工事することから機械化も進まない。生産性向上による技能労働者の環境改善が求められている中で改修工事においても取り組んでいかななくてはいけない課題である。生産性を上げることで改修工事のコストを下げ、環境・循環型社会に適合するリニューアルを育成していくためにも解決すべき課題である。

3 改修工事の課題に対する取組み

これまで述べた改修工事の課題を解決する取組みについて代表的なものを以下に述べる。居ながらで実施する改修工事においては特に、これらの取組みを施工者が発注者や建物の管理者とよく連携しながら実行していく必要がある。

3.1 建物事前調査

改修工事は既存ありきであって、既存建物の事前調査は非常に重要である。隠蔽部についても可能な限り調査し、その結果を基に工事計画を策定する。以下に調査のポイントを示す。

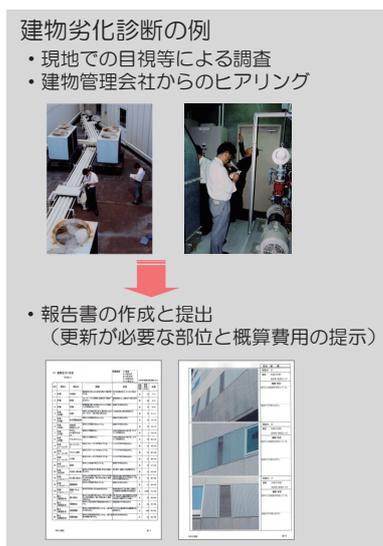


図4 既存建物調査の例

(1) 健全性

躯体や下地など、改修工事後も継続して利用する部材や再利用する材料の健全性を確認する。

(2) 改修履歴

改修の履歴を把握しておくことは、図面や目視調査だけでは分からない機器や部材の劣化状況を計り、更新時期を判断する材料として有効である。

(3) 使用材料

既存の材質を把握し、新設の材料や工法は、それに適したものを選定する必要がある。

(4) 有害物質

例えば、石綿（アスベスト）含有材を調べる場合は、まず1次調査として図面や仕様書、設置された年代から、有害物質またはその含有材として疑われる材料の有無を調査する。2次調査として現地で目視によって疑われる材料の有無を確認し、疑いのある材料があった場合には、サンプルを採取して成分分析を実施し、アスベストが含まれているかどうか確認する。アスベスト含有材だった場合には除去工事や封じ込め工事が必要と

なり、除去した含有材は他の廃棄物とは分けて個別に処分する必要がある、工期、コストに大きな影響を及ぼす。PCB、水銀、フロン・ハロンガス等も同様に調査の上、定められた法規制に則って適正な処理を行う。

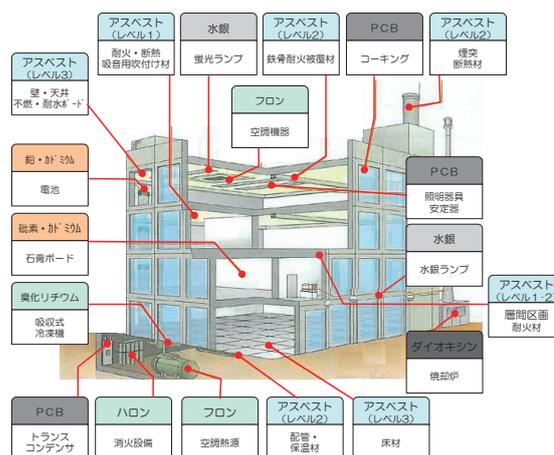


図5 建物に使用されている有害物質の例

(5) 新築時の許認可条件の調査

確認申請の必要のない部分的な間仕切り壁の変更などの改修工事においても新築時の確認条件を調査しておくことは重要である。レアケースではあるが、避難検証法等を使って個別の認定を取っている建物の場合には、その許可条件を満たす計画としなければならない。一般的な建築基準法だけを考えては不合格になる場合があるので要注意である。消防や関係官庁との新築時の協議内容等も出来るだけ確認しておくことが望ましい。

(6) 埋設配管

改修工事では土中やコンクリート躯体に埋設されている配管に損傷を与え、建物の機能を停止させるトラブルがしばしば発生する。停電やエレベータ、コンピュータの機能停止等によってビルに多大な実害を与える場合もある。このようなトラブルを防止するためには事前に施工範囲の埋設管の位置を探索し、埋設管の位置を把握しておく必要がある。

探索機には超音波や電磁波、X線など様々な種類があるが、それぞれ特徴があるので状況に応じて適した探索方法を活用する。コンクリート躯体

の埋設配管では、可能であればX線探査が正確で間違いが少なく望ましい。

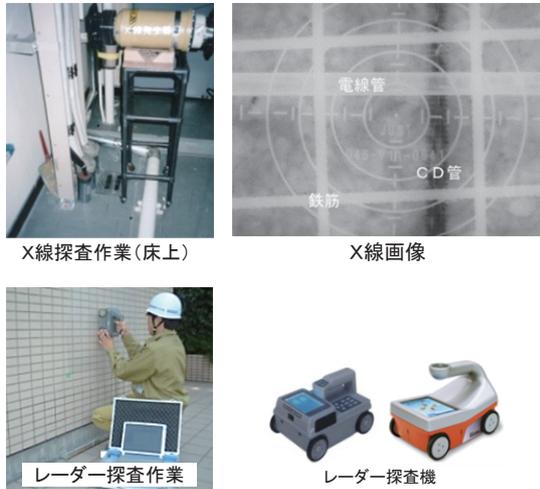


写真5 コンクリート埋設管探査機と探査状況

(7) 既存建物の利用状況

居ながらで実施する改修工事の場合には、特に利用状況を把握しておくことが重要である。建物利用者に出来るだけ迷惑をかけない工事計画を策定するために、建物利用者がどの時間にどの範囲をどのように利用しているのか調査し、工事が与える影響を確認する。影響を最小限に抑えるためには工事エリアと利用エリアをゾーニングまたは時間で区分する必要があるが、その方法はピンからキリまで様々で、平日日中か休日夜間などの施工時間、施工方法、養生方法、足場、誘導、セキュリティ等、工期や費用に大きく影響するので発注者、建物の管理者などと事前によく協議しておく。

(8) 建物調査の限界と対策

施工者は、これまで述べた調査を出来るだけ詳細に実施した上で改修工事計画を立案することが望ましいが、一方でどんなに事前調査を詳細にしても限界があることを認識し、工事計画の根拠となる調査の時期、範囲、結果等を明確にしておく。調査時には仕上げ材に隠れていて確認できなかった配管や有害物質が出てきたときに、それが想定外のものとして協議ができるようにしておくとともに発注者にも調査には限界があることを理解していただく。

3.2 予防保全

(1) 予防保全

突発的な故障とそれに伴う修繕工事を防ぐには予防保全の考え方が重要である。建物や設備機器の部材や部品に不具合・故障が生じる前に、部材あるいは部品を修繕もしくは交換しておくことで突発的な故障を避ける。故障するまで劣化を放置するより、計画的に修繕または更新した方が、耐用年数が長くなりトータルコストにおいても優位な場合が多い。

(2) 中長期保全計画の作成

予防保全の考え方をういて中長期的に建物の良好な状態を維持するための点検・保全計画を策定し、それに基づいた予算立てを行って、計画的に修繕しておくことは、突発的な工事費用の支出を抑え、建物の機能を維持していく上で重要である。計画は、一定期間（5年など）毎、もしくは大きな改修工事の後に都度見直し、実態と合致したものにしておく。

3.3 施工中のトラブル防止

(1) 隠蔽部の配線、配管

前述した埋設管以外にも、天井裏や軽鉄間仕切り壁内の中の配線、配管は改修工事の際に損傷させるトラブルが発生しがちである。LANやセキュリティの弱電ケーブルは裸線で軽鉄に抱かせた形で敷設されるケースが多いので要注意である。これらの配線切傷防止には専用のボードカッターを使用し、ボードの厚さ以上に刃を入れずボードの後ろにある配線を傷つけないよう配慮したり、事前にカメラ等で隠蔽部に配線が隠れていないことを確認しておく必要がある。



写真6 天井ボードカッター推奨工具（刃の出を調節できる工具）

(2) 防音、防振、防臭、防火

特に居ながらで実施する工事では、建物利用者に迷惑をかけないために養生を徹底して粉塵を避けたり、防音、防振、無粉塵の工具や機器の使用、臭いの少ない材料の使用、ガスバーナー等の火気による溶断を避けた無火気工法の採用等が求められる。採用する工具、機器や工法によって効率が落ちたり、コストが上がる場合が多いので、計画時にそれらを取り込んでおく必要がある。



写真7 集塵機能付き工具 (左: ダイヤモンドコア、右: ハンマードリル)



写真8 無火気鉄筋切断工具 (メタルソーフレード)

(3) 検知器の誤作動防止、停電防止

居ながら実施する改修工事では、火災報知器、スプリンクラー、防犯セキュリティ等が活きており、工事によって検知器が作動すると、非常放送が流れたり、スプリンクラーから水が出たり警備員や消防が出動する事態になりかねない。このようなトラブルを避けるためには、工事エリアにある感知器や警報ボタン等を把握し、事前に建物の管理者と相談の上、一時的に検知機能を停止させたり、火災報知器が埃で発報しないようカバー養生を実施する等の対策を採る。建物の消防設備機



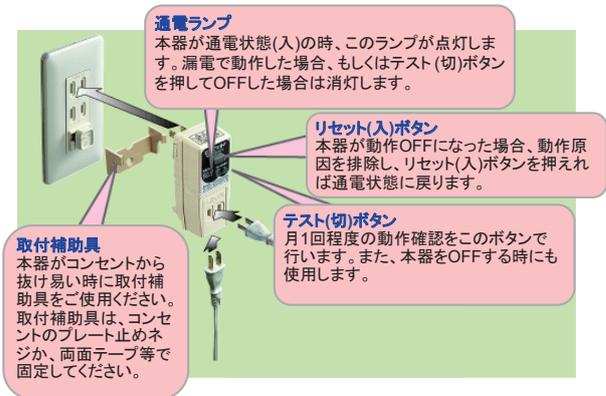
写真9 感知器の養生



写真10 注意喚起の表示

能を止める場合は、所轄の消防と協議の上、工事中の消防計画を作成し、計画に従った管理を実施する。

また、工事用電源は本設の電源とは別に用意することが望ましいが、簡易な工事ではそれも難しい場合がある。本設電源に直接工具を繋ぐと、工具の不良等によって本設ブレーカーが落ちて停電事故に繋がる場合がある。やむなく本設電源を使用する場合には、遮断器付きコンセントを間にはさんで本設ブレーカーを保護することが望ましい。



通電ランプ

本器が通電状態(入)の時、このランプが点灯します。漏電で動作した場合、もしくはテスト(切)ボタンを押してOFFした場合は消灯します。

リセット(入)ボタン

本器が動作OFFになった場合、動作原因を排除し、リセット(入)ボタンを押えれば通電状態に戻ります。

テスト(切)ボタン

月1回程度の動作確認をこのボタンで行います。また、本器をOFFする時にも使用します。

取付補助具

本器がコンセントから抜け易い時に取付補助具をご使用ください。取付補助具は、コンセントのプレート止めネジか、両面テープ等で固定してください。

写真11 遮断機付きコンセント

3.4 生産性の向上

一般に改修工事では、新築のように大々的な機械化や標準化は難しいので、施工方法としては地道に生産性向上を図っていくしかない状態であった。しかし、近年はBIMやICT技術を活用し、調査を含めた生産性の向上を図ろうとする動きが非常に盛んである。その進歩は目覚ましいものがあるので、それらを含め以下に具体的な例を紹介する。

(1) 仮設

改修工事は仮設費用の割合が高くなる場合が多いので、例えば、外装改修工事の足場として、枠組み足場、くさび足場、ゴンドラ、自動昇降式足場、高所作業車等、様々な足場から既存建物の状況や工事の方法に合致した仮設を選択する。資材の搬入や産業廃棄物の搬出、既存養生、内部足場等についても費用と効果のバランスのよい方法を建築主と相談しながら選択する。



写真12 外壁改修用ゴンドラ



写真13 エストンブロック

(2) 多能工

改修工事は各職の仕事量が限られている場合が多く、半日仕事のために多くの職種が施工順に待機しなければならない場合も多い。そのような場合には一人でいくつかの職種をこなせる多能工を育成し配置することで待機時間をなくし生産性を上げることができる。

	1日目	2日目	3日目	4日目	5日目	人工
専門工	職種A (1人工)	職種B (1人工)	職種C (2人工)	職種D (2人工)		6人工
			←→ 手待ち時間			
多能工	多能工 (職種A~D)				工期短縮	4人工

図6 多能工 生産性向上イメージ

(3) 耐震補強工法

耐震補強工事は、仕上げ材を撤去したり、躯体にアンカーの削孔をしたり、重機やウィンチを使って重い補強部材を取り付ける必要があり、居ながらで実施する場合には、利用者のいない夜間や休日の工事になりがちである。効率の落ちる夜間休日作業を避けるための耐震補強工法も開発されている。例えば、高強度コンクリートブロック「エストンブロック®」を使った耐震補強では、アンカー削孔やコンクリート打設の作業がなく、耐震補強が可能で、休日、夜間工事の度に周囲を養生しながらの工事と比較して大きく効率を上げ、コストも下げることが可能である。

(4) 3Dスキャナー、BIM

近年、技術の進歩が著しい3Dスキャナーを使って点群データを取ることは、改修工事において極めて有効である。改修工事では既存建物の図面がない場合も多く、点群データから正確な3Dモデルを作成して改修計画に活用することが可能である。例えば、設備配管などの改修工事では、既存の配管を3D測量して、そのデータを基に既存を避けた位置で新設配管のルートを設定し、工場で配管を加工する。現場では配管切断作業を一切なくし、工場で加工された配管を取り付けるだけの作業になり、現場実測→図面作成→材料手配→配管加工→現場合わせ→配管取付けといった一連の作業時間を大幅に削減することが可能である。



図7 既存配管・新設配管 融合モデル

(5) 360°カメラ

360°を一回で撮影できる高精細なカメラも最近では安価に購入可能で、これは現地調査に非常に有効である。これまで時間をかけて何十枚も撮影した写真を繋ぎ合わせたり、寸法を記録したり、また、肝心な部分を撮り忘れたため、再度、現地へ

調査に何うなどといった労力をかけながら既存の状況を記録し改修工事の計画や見積りのベースとしてきたが、360°カメラであれば一回で撮り忘れなくすべてを記録することができる。更にこの画像から距離を測ったり、3Dモデルを起こしたりする技術も出てきているので、既存調査、改修工事計画立案の生産性向上に対する効果は大きい。



写真14 360°カメラ (リコー シータ)

(6) ドローン

ドローンもまた足場を架けたり、高所作業車を用意しなければ点検できなかった外壁や高所の調査、記録に効果大である。小型ドローンを使って天井内を調査する技術やサービスも出てきており、更なる活用が期待できる。



写真15 ドローンによる天井内調査

(7) ウェアラブルカメラ

例えば、ゴンドラを使った外壁改修工事の施工管理にウェアラブルカメラを活用することによって、現場監督が施工品質の確認、記録のためにゴンドラに乗ってわざわざ上っていかなくても、作



写真16 ウェアラブルカメラの例

業員が着けたウェアラブルカメラで撮影された動画を事務所で見ながら、ゴンドラ上の手順を確認し、キャプチャー画像で撮り忘れなく記録を残すことができる。

3.5 施工記録

建物の維持保全及び将来実施される改修工事に向けて改修工事の記録を残しておく。これからの改修工事はBIMやICTツールとの連携も考えてどのように情報を残し、更新していくか、建物の管理者、建物所有者がどのように記録を維持メンテナンスしていけるのか相談しながら、建物維持管理者に最適な方法で記録を残すことが重要である。

4 【例】外壁改修工事における取組み

ここで外壁改修工事を例に具体的な取組みを紹介したい。

(1) 劣化の要因

外壁に見られる劣化現象は、主に三つの要因により発生する。

- ・経過年数の過程で発生する自然の要因（熱・紫外線・水・風・植物の繁殖等）
- ・地震や台風等の突発的に発生する災害要因
- ・新築時の設計や施工の不具合による要因

劣化が進行すると、仕上げ材の剝離・剝落による物損及び第三者障害の発生やコンクリート内部への雨水侵入による鉄筋の腐食、更には室内への漏水等、重大な事故に至るおそれがあるので注意が必要である。

(2) 外壁の劣化現象

外壁の劣化現象として次のようなものがある。コンクリート打放し、モルタル塗り、タイル張り仕上げの場合は、ひび割れ、浮き、剝落、欠損、汚れ、錆汁の流出、白華（エフロレッセンス）、漏水痕跡等。外部シーリングでは変退色、汚れ、ひび割れ、仕上げ材の浮き・変色、被着面からの剝離、破断、漏水痕跡等があり、外部仕上げ塗材では、変退色、汚れ、光沢度低下、白垂化

(チョーキング)、ふくれ、はがれ等。

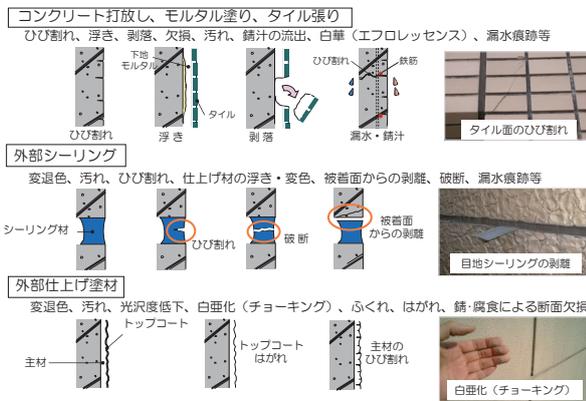


図8 外壁の劣化現象

(3) 調査・診断

調査・診断では、対象の部位や部材について、まず設計図書や工事記録、ヒアリング、目視等による「予備調査」を行い、必要に応じて「本調査」を実施し、足場を用いた調査や機器を使用した調査、破壊検査等を実施する。調査の結果を基

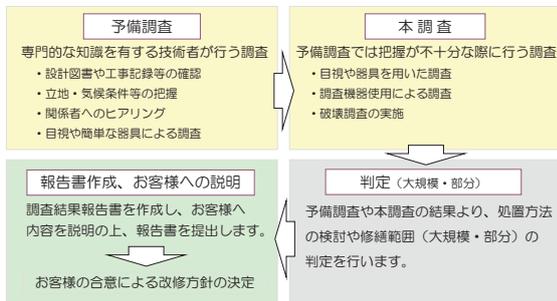


図9 調査・診断手順

に改修工事の方法や施工範囲について判定を行い調査報告書を作成し、発注者に説明の上、合意により改修方針を決定する (図9)。

外壁調査では、テストハンマーや赤外線カメラによって不具合範囲の特定を行い、引張試験機を使ってタイルの引張強度確認を行う (図10)。

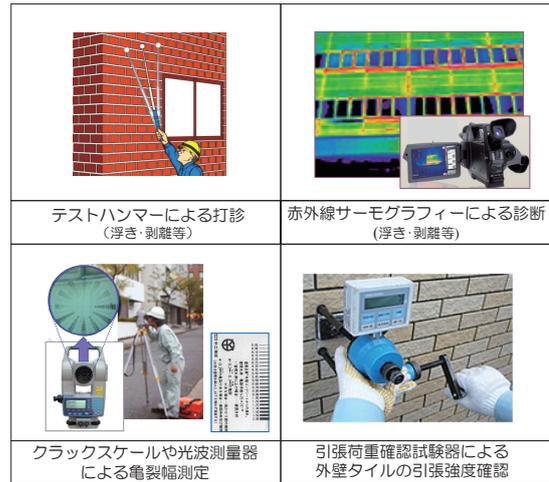


図10 診断・調査で使用する機械・器具

(4) 工法選定

工法の選定にあたっては、建物の現況や施工条件を把握し、選定フロー等により適切な工法を選定する。選定工法のイニシャル、ランニングのコストや工期等のメリット、デメリットを発注者へ説明の上、採用工法を決定する。外壁改修工法は、図11に挙げた工法以外にもカバー工法、ピンネットなどの複合改修工法がある。

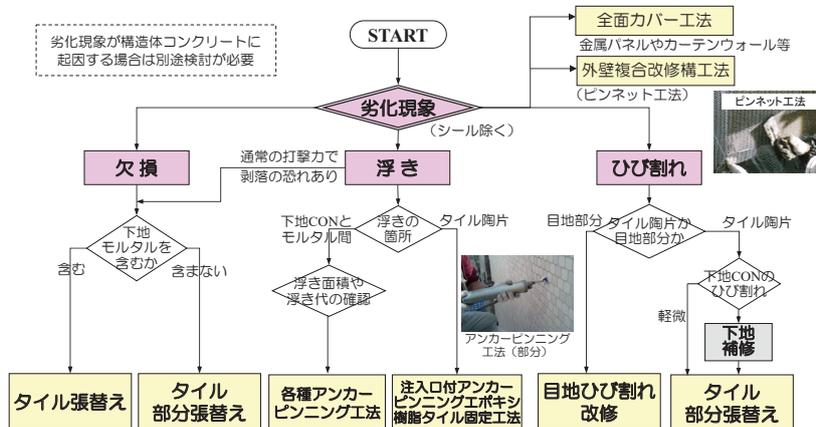


図11 外壁改修工事の工法選定例

(5) 施工管理のポイント

外壁改修工事では、これまで述べてきたことと同様に図12に示したポイントを押さえた施工管理を実施する。

外壁改修工事では直接不具合箇所を確認することが難しいので、施工の各段階で記録をしっかり残し、発注者の理解を得ながら工事を進める。また、改修工事後の保全にも活用できるように保守用図書として発注者に引き渡しておく(図13)。

5 おわりに

改修工事というと、簡単に考えられがちだが、これまで述べたように、バリエーションが多く、諸条件によってコストや工期も大きく変わる。概算でつかむことが非常に難しい。

改修工事の施工計画においては、発注者や建物の管理者とよく連携して建物の状態、利用状況を把握した上で改修工事計画を立案し、その内容を発注者、建物の管理者によく理解していただき、工事のリスクを共有し、必要な対応を取れるようにしておくことが望まれる。これからの環境・循環型社会や人々を引き付ける建築の保存に必要な改修工事において、本稿が参考になれば幸いです。

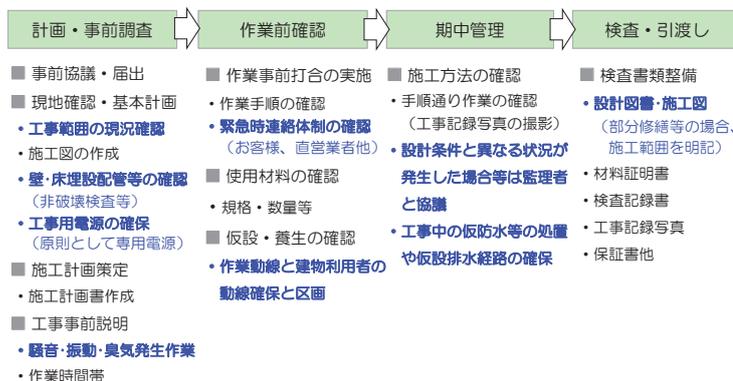


図12 外壁改修工事における施工管理のポイント

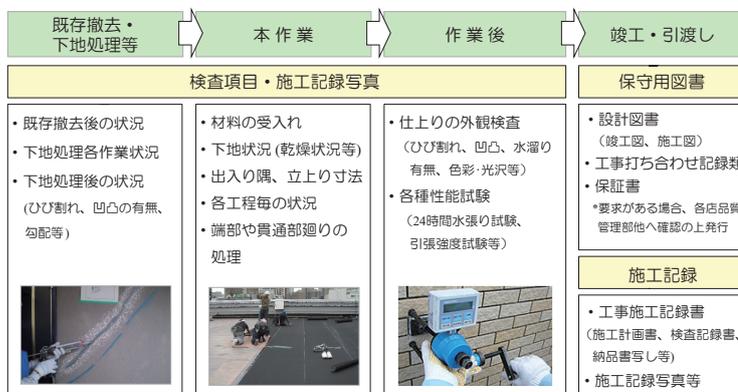


図13 外壁改修工事における検査・施工記録

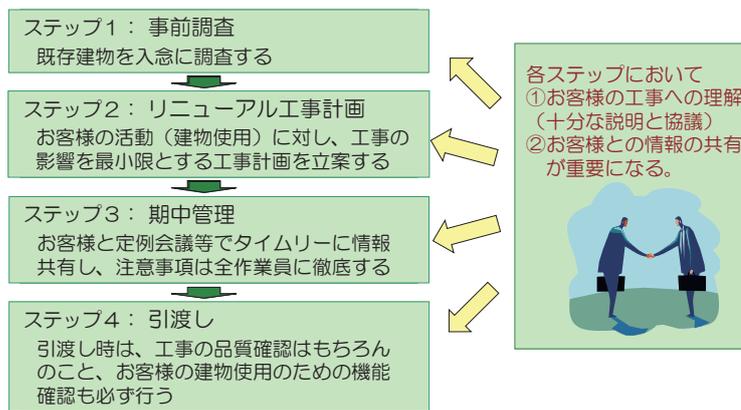


図14 改修工事のステップ（事前調査～引渡し）