

超高層分譲マンションにおける排水管改修工事の設計・施工プロセスと課題

東洋大学理工学部建築学科 教授 秋山 哲一

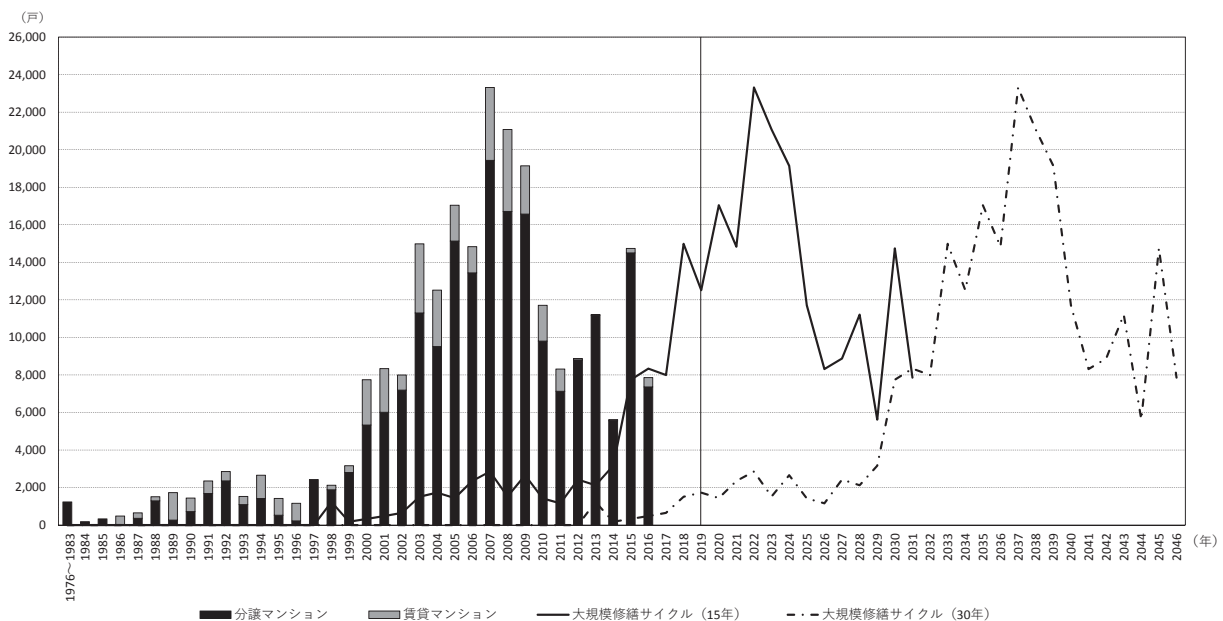
1 調査研究の背景と目的

超高層マンションは、1980年代から本格的に建設が始まり、2000年代から急増、一時その供給戸数は減少に転じたが、近年も新たな計画が進行している状況である。

その維持保全に着目すると、国土交通省の「マンション長期修繕計画作成ガイドライン」の場合、大規模修繕工事の実施周期は12年を目途に検討する形をとっている。比較的建設時期が新しく、使用材料の仕様や性能が高いと見込まれる超高層マ

ンションの大規模修繕工事のサイクルを仮に15年程度に想定すると、図1のように現在、外壁総合改修を主な内容とする1回目の大規模修繕工事が多く発生する時期に入っていることが分かる。

2000年以前に供給された超高層マンションの1回目の大規模修繕工事の経験を基に、それぞれの超高層マンションにおかれた物理的劣化状況、管理組合の経済的状況や考え方を反映しつつ、2000年以降竣工の超高層マンションについての修繕工事実施は比較的順調に進められていくのではない



出所：不動産経済研究所「不動産経済 マンションデータニュース2019.4.11」を基に作成

図1 今後想定される超高層マンションの大規模修繕工事（1回目の大規模修繕工事 15年サイクルとして）

一方で、初期に建設された超高層マンションでは、2回目の大規模修繕工事や給排水設備機器の更新・更生工事の実施予定時期を迎える。特に建設後30年前後に予定されている排水管改修工事は、経験や情報が乏しい。また、超高層マンションの排水管改修は、長時間にわたる排水制限を踏まえた工事計画、資材運搬を踏まえたエレベータの利用計画など、中高層マンションの排水管改修の考え方を準用できない一面がある。排水管改修は、マンションの機能・性能を維持していく上では必要不可欠な改修工事であり、今後、改修工事需要が増えていくことが予想されるため、

十分な計画策定と準備が重要である。

そこで、本研究では日本で初めて取り組まれたと言われている超高層マンションの排水管改修工事の事例に焦点を当て、今後の超高層マンションにおける設備改修計画の課題等の検討をするために、①改修工事に至るまでの管理組合の取組み内容、②発注方式の評価・課題、③実施設計段階・施工段階における評価・課題等について整理した。今回はその報告を行いたい。

調査対象の建物概要としては、1987年竣工の地上36階建てのSRC造のマンションであり、主要な改修工事内容は、①共用部分の排水管（立主管・横主管）更新工事、通気管更新工事、排水管更生（ライニング）工事、②専有部分の排水横枝管更新工事である。工事期間は2016年10月からの約1年であった。

調査手順としては、設計プロセスは理事会議案書、長期修繕計画、基本協定書等の収集・分析、施工プロセスは現場説明会資料、施工計画書、就労日報等の収集・分析を行い、管理組合、設計者、施工者へヒアリング調査を行った。また、工事竣工後、このプロジェクトの評価等を把握するためにアンケート調査を実施した。

本建物の主な特徴は、偶数階・奇数階でプランが反転、2階～17階、18階～35階、36階でプランが異なる、各階にメゾネット住戸が存在、エレベータ利用で直接入室（階段を利用しなければな

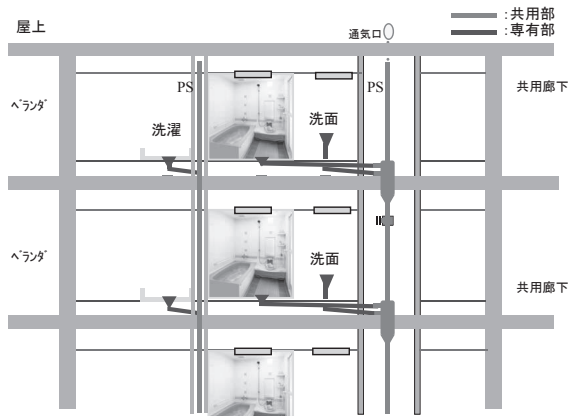
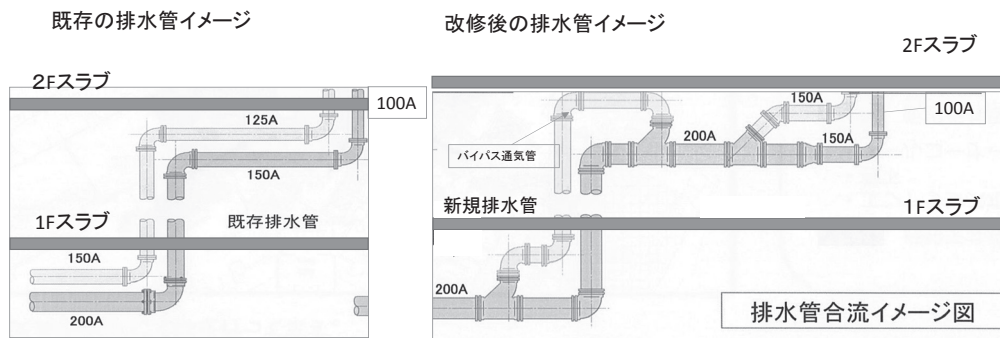


図2 2階以上の専有部分に係る排水共用立管及び排水専有横枝管の更新工事のイメージ

出典：(公社) 日本建築家協会 関東甲信越支部メンテナンス部会 副部会長 柳下雅孝_平成29年度第1回マンション管理基礎セミナー「高経年マンションにおける給排水設備の改修方法～マンションを100年以上使っていくための直し方～」P.44



本建物は排水器具の個数が多く、既存の排水管口径を太くする必要があった。一方、構造上、躯体梁貫通口の拡張不可により、排水管の口径を太くすることができなかったため、合流する配管の見直しをし、躯体の改造をせずに排水管の更新を行った。

図3 2階未満の排水共用立主管、同横主管の更新・更生工事のイメージ

らない)できない住戸が存在、排水立管は住戸内(専有部分)にある、住戸タイプにより立管本数が1本~3本と相違するという設備改修計画は非常に難しい要件を抱えていた。

② 排水管改修工事に至る管理組合の取組み

当該マンションが今までに実施した主な共用部分の改修工事は、第1回大規模修繕工事(1998年)、第2回大規模修繕工事(2011年)、給水設備改修工事(2012年)等である。修繕積立金は、今までに計5回の見直しを行っており、直近では2014年に本工事を見据えた計画的な見直しを実施している。

本工事に至るまでの管理組合における主な取組みとしては、2012年に実施した給水設備改修工事は、当初、排水管洗管工事・排水通気設備改修工事も同時に行う予定であった。しかし、工事実施前の施工者による事前抜管調査等から、特殊排水継手や封水切れなどに不具合が確認され、管理組合、設計監理者(コンサルタントを兼ねる)、施工者の協議の下、排水管洗管工事・排水通気設備改修工事の実施を取りやめ、給水設備の改修工事のみを行った経緯がある。

その後、給水設備改修工事後の長期修繕計画の見直しに関わった設計コンサルタントによる継続的な排水管の調査診断や排水の不具合住戸の立入り調査などを経て、現状の不具合を解消するためには、更新工事が妥当と判断された。ただし、管理組合の構成員の中には更新工事の実施については否定的な意見もあり、セカンドオピニオンとして第三者の設計コンサルタントの調査も実施され、この結果からも更新工事が妥当とされた。これらの結果を踏まえ、2015年の通常総会にて排水システム改修計画(設計)が合意された。

このように超高層マンションの改修工事等については、事前の慎重な長期修繕計画の見直し、必要によっては修繕積立金の見直しが必要で、そのための事前の管理組合としての合意形成のプロセスが重要である。

③ 設計者の選定プロセス

排水管改修工事実施が管理組合で合意された後、工事実施に向けて設計者選定が行われた。設計者選定にあたっては、応募のあった3者に企画提案・ヒアリングを実施した。

3者はいずれもこれまでに管理組合が実施してきた改修工事に関係を持っている。A社は、第2回大規模修繕工事、給水設備改修工事などを設計者として担当していたほか、今回の排水管改修工事の前提となる長期修繕計画の見直しというコンサルタント業務も委託されており、排水管改修工事の前提となる技術情報の蓄積や管理組合との良好な信頼関係がある。B社は、排水管改修工事に至るまでにセカンドオピニオンとして参画した設計コンサルタントであり、この者も技術情報の把握ができていた。C社は、本建物の管理を担当する会社であり、これまでの管理組合としての工事履歴や技術情報を把握できる立場にあった。

最終的には、これらの3者の総合評価方式による選定が行われ、居住者の生活への支障を軽減し、かつコストの低減をいかに図るのかという観点から、ECI方式の採用を提案したA社を選定した。選定理由では、「見積金額」「修繕記録をBIMデータに集積し、今後の維持保全への活用」「これまでの継続的な業務」などが挙げられる。A社は、第2回大規模修繕工事、給水設備改修工事の設計及び共用部分の点検などの業務によって、これまで当該マンションに継続的に関わっていたことから、本建物の設備概要の特殊性を把握し、また、管理組合の事業運営方針等も理解していた。

設計者によるECI方式を採用した理由は、「設計精度を高めるために詳細な調査・診断が必須であるとの考えから、設計事務所が自社で行える調査の限界」「超高層故に、施工上のリスクを設計者のみでは把握しがたい点があること」「住みながらの工事となるため、排水制限や影響範囲の設定など、豊富な施工経験を持つ施工者のノウハウや技術力が必要」「改修設計に伴う配管資材の運搬方法などの検討の必要性」であった。設計者

は、ECI方式の採用にあたり、管理組合、修繕部会の理解を得ることに苦労をしたが、今後、実施設計を施工候補者と協同で行うことで、設計内容の精度を高め、最適な工事となるよう進めていくことが可能となることを、時間をかけ丁寧に説明することで管理組合から一定の理解を得たと考えている。

一般的な設計者選定段階で、その応募者の1者からのみECI方式の提案があった場合は、公募時の選定条件に基づいた公平性について再検討をするなどの手順が必要ではないかと考えられる。

④ ECI方式による施工候補者の選定プロセス

施工候補者選定時に前提となっている設計図書は、2014年に実施した長期修繕計画見直しの際のA社作成の基本設計である。設計者はこれまで継続的に業務に携わっていた経験・実績を踏まえて基本設計を行っていたことから、実施設計を進める上での不確定要素を施工候補者選定の要項書内に業務範囲内容として記載し、施工候補者の公募を行った。主な業務範囲内容は、以下のとおりである。

- ・共用部分調査（排水管更新における実地検証及び仮設排水等の可能性、生活環境への影響）
- ・地中梁貫通部調査（排水管地中梁貫通部の口径の拡大の可能性）
- ・住戸室内調査（住戸内の配管ルート、横枝管の現状）
- ・立主管及び継手等抜管調査（立主管工事実施の是非、立主管、横枝管、セクスチャー継手*の劣化度の確認）
- ・全住戸タイプ調査（内装等の付帯工事、配管ルート等の施工検証）

施工候補者選定にあたっては、ECI方式の理解度、高層マンションにおける排水管改修工事の実績、居住者の生活への負担軽減提案などが選定項目とされ、応募のあった3者（うち1社は辞退）

* セクスチャー継手：立主管と各階横枝管を接続する特殊排水継手。一本の管で排水と通気を可能にしている。

の中からD社が選定された。

D社は、2012年に実施した給水設備改修工事を担当したことから、本工事における技術的優位性があり、施工条件の特徴も把握できていることから、コスト低減の期待も大きかった。本工事の場合には、施工候補者にとって事前の工事実施に伴う建物に関する情報蓄積が工事受注のメリットとなっている。

工事施工者選定の競争性を高める意味では、発注者である管理組合、あるいは設計者による、このような技術情報の事前公開が重要であろう。

⑤ 設計者と施工候補者による実施設計プロセス

本工事では共用部分の排水立管の更新と合わせて、専有部分横枝管の更新工事を行うことから、設計者が実施設計の確定にあたり難しかった点として、多様な住戸バリエーションを踏まえた専有部分の工事範囲の設定を挙げている。設計者、施工候補者とも、技術的な課題対応はもちろんのこと、住みながらの工事となることを踏まえ、工事中の安全性確保、エレベータによる資材運搬の検討、仮設トイレやコインランドリーの設置などの居住者対応の検討も行っていった。

施工候補者から設計者への主な技術的提案内容としては、共用部分については例えば以下が挙げられる。

- ・排水負荷計算の結果、排水横主管の口径を拡管する必要のある系統があったが、1階天井内で2系統を1系統に合流させ、横主管の部分的拡管と新たなバイパス通気管を配置することにより、地中梁の躯体改造を行わない（図3）。
- ・メインアプローチ、風除室床下の排水埋設管更新は、風除室床の解体など作業上の困難かつコストの点を踏まえ、更生工事とする。

実施設計時の設計者、施工候補者との協同による検討により綿密で手戻りのない実施設計をとりまとめ、管理組合が当初に想定した予定価格からのコスト削減に至っている。また、施工候補者は

この時点で排水負荷や住戸内の立管本数を踏まえた施工計画（以下、「全住戸工事施工計画表」という）を作成することで、複雑な施工条件を考慮した綿密な排水立管の更新手順の検討を同時に進行させていた。工期設定など、施工の確実性を担保するための方法論であったと思われる（7.3で後述）。

本工事では、施工候補者の実施設計段階からの参加により、技術的な納まりなどの可能性・妥当性を確認することができた。結果的に設計者と施工候補者の協力した効果が発揮され、合理的な選択であったと考えられる。ただし、一般的なECI方式の場合、施工候補者は施工者に採用されるのが前提で設計段階に参画する。今回のように、施工候補者にとって施工者になれるかどうか不明の場合にはどこまで自らの技術提案を協力的に提案するのか、また、その過程で提案したノウハウに対する報酬の有様など、検討すべき課題は多い。

⑥ 施工者選定プロセス

最終的な施工者選定では、施工候補者であったD社が管理組合の予定価格を下回り、正式な施工者として採用された。なお、予定価格は、基本設計図書に基づいて施工候補者が提出した見積りを設計者が精査し、管理組合の資金バランス等を勘案しながら設定した。

管理組合によれば、最終的に施工者を決めた理由は、「給水設備改修工事時の現場代理人が今回工事の担当になること」「工事価格」「中高層マンションにおいて1日で立管を更新する工法の実績（居住者負担の軽減を期待）」などである。また、実施設計終了時の施工候補者による以下の提案等も評価が高かった。

- ・排水規制日を連続させないことによって、高層階の負担軽減。
- ・一部の住戸タイプのユニットバス下の排水横枝管の更新にあたり、ユニットバスを解体しない工事計画とした。
- ・既存铸铁管の切断、特殊排水継手の撤去におけ

る騒音の抑制・作業時間の短縮。

なお、本工事において、施工候補者が予定価格を超えた工事費を提示した場合、本工事における3者（管理組合・設計者・施工候補者）の基本協定では、施工候補者が施工者になれない可能性があった。今回の場合、結果として施工候補者が施工者に決定した。ただし、発注者である管理組合の中には、施工候補者が施工者になる段階で他の施工者との競争性が働いていないのではないかと不満もあった。

⑦ 施工計画と施工プロセス

7.1. 共用部分の排水管改修工事

本工事では2階未満の下層階の共用部分工事を第1期工事、2階以上の専有部分を通る共用排水立管更新、通気管更新及び専有排水横枝管更新工事を第2期工事とした。第1期工事は2階以上の専有部分を通る排水立管が1階部分で横引き主管に流入し、更に地下部分で屋外に排水する部分の排水管更新・更生工事であり、工区分としては分かりやすい。主に区分所有者からの排水流量に対して適切な共用排水立管の排水管径を確保することが課題となっている。第2期工事は専有部分に関わる共用排水立管の更新及び専有部分排水横枝管の更新等工事であった。

管理組合は、共用部分工事に対し、「管理組合への説明」「施工者のマナー教育」「工事期間中の管理組合や居住者への対応」などを期待していた。結果、評価の高かった事項は、「居住者の安全配慮」「工期変更の柔軟な対応（補助金の工期に合わせた工程への対応）」などである。実施設計段階で設計と施工の擦り合わせができていたことで、工事は比較的問題なくスムーズに進んだのではないと思われる。

7.2. 専有部分の排水管改修工事（専有部分を通る共用排水立管の更新・専有部分排水横枝管の更新）

本工事では居住者負担の軽減を図る具体的な手

法として、当初、図4のように排水立管の更新を2階から36階まで縦に取りまとめて実施することも検討されたが、連続的な排水制限期間が長くなること、多くの階に一斉に施工チームを配置し、同時に工事進捗を図ることが困難、かつリスクを伴うことなどの理由から、断続的な排水制限を図れるように層別に7工区に分割した。具体的には、1工区(2F~7F)、2工区(7F~12F)、3工区(12F~17F)、4工区(17F~22F)、5工区(22F~27F)、6工区(27F~32F)、7工区(32F~36F)という工区別の横移動での排水管更新作業とした。

施工者は、専有部分工事にあたり、住戸タイプにより工事範囲や排水制限の回数、工程が異なることから、タイプ毎の事前説明会を開催したものの、誤排水防止のための閉栓と開栓の徹底に想定外の人的配置を余儀なくされた。これも超高層マンションの排水管改修工事という特殊性に起因するものと思われる。

7.3. 排水管改修工事の施工計画検討

施工者が施工候補者時点から検討していた施工計画である全住戸工事施工計画表の変遷を入手資料により確認した。施工計画には、Ver1、Ver2、Ver3、Ver4、Ver4.1、Ver4.2の六つのバージョンが存在した。ECI方式を採用したことから、施工計画の具体化のプロセスと設計プロセスの関係を整理してみたい。

Ver1からVer3までは、主として流量計算に

基づいた排水設備の設計検討、Ver4からVer4.2までは施工計画検討を目的として作成していた。

Ver1からVer4.1までは実施設計段階で検討した内容である。一般の設計施工分離方式の場合には、Ver1からVer3は設計者が独自に作成し、施工者はそれを踏まえて請負契約確定以降にVer4からVer4.1を検討することになるが、今回は前倒しで実施できていることになる。

Ver4から排水管の納まりなどを踏まえた計画となっており、この時点で層別に工区分けを行い、横移動での更新手順とする方針が組み込まれている。また、Ver4.1では工期、コスト等を踏まえ、標準的な専有部分工事の工程を5日間と設定している。Ver4.2は最終的な施工者と確定した段階で作成し、Ver4.1では施工チーム編成が1チーム編成だったものを工期順守、工事平準化のために2チーム編成に変更している。施工責任者・施工担当者・専門工業者との議論の積み重ねにより、全住戸工事施工計画表はバージョンアップが図られ、工事の平準化を意識した施工チーム編成についても事前に計画され、工事施工に反映されていることが確認できた。

このように具体的な施工計画の策定には、施工候補者が設計段階から参画することによる情報が反映されており、それに基づいた実施設計があったからこそ、専有部分内の標準的な施工スケジュールが確定でき、その標準スケジュールに基づいた工事費の確定、工期の確定ができたとも言える。

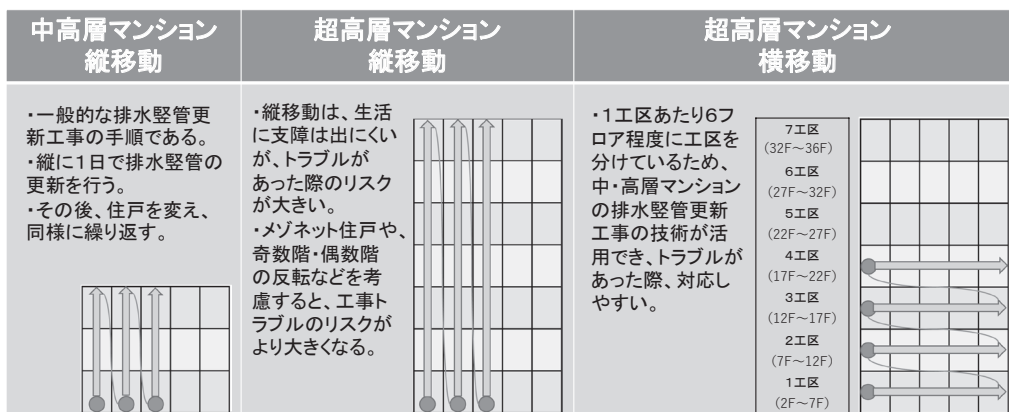


図4 排水立管更新工事の施工計画の検討

因みに、住戸の専有部分工事の標準的な工程は、1日目に室内養生・内装解体、2日目に排水立管・排水横枝管更新、3日目に横枝管更新・内装下地復旧、4日目に内装下地復旧、5日目に内装仕上復旧・器具類復旧である。工事時間は9時～18時であり、1日目から3日目はトイレ、台所、洗面、浴室が使用禁止であり、洗濯機については5日間使用禁止である。なお、18時～9時の時間帯は仮復旧する計画となっており、実際の工事もこの工程が厳守された。

⑧ 専有部分の排水管改修工事における習熟度

施工者の就労日報から専有部分の排水管更新工事における内装・大工及び設備配管工の工区別の労務工数を把握したのが図5である。なお、工事は1工区から順に進み、初期段階では8時間以上を要したケースもあったが、8時間/日を前提とし、上下階の移動時間も含んだ時間数である。1工区から6工区は6階分、7工区は5階分の工事である。また、工区により住戸数の違いがあった。1工区と2工区を比較すると、内装・大工では752（人・時）、配管設備工では912（人・時）の減少が確認できた。なお、1工区では、1日の作業時間が8時間以上を要したことから考えても、実作業の習熟効果はかなり高まっていると考えられる。2工区以降は、時間短

縮の効果があまり表れていないよう見えるが、高い階数ほど上下階の移動時間を要することから、移動時間を除いた実作業の習熟効果は高まっていると思われる。

本工事では、専有部分上階への移動は基本エレベータとなるため、現場管理者・作業員の移動時間は、高層階へ行くほど要し、時間的ロスが見込まれるものの、2工区以降は工事手順の平準化が図られ、工程計画が順調に進んでいる。工事作業量を把握し、作業内容の習熟による時間短縮と移動時間の増加を考慮した工区の決定により、工事を実施したと考えられる。

一方で、1工区では他の工区と比較すると第1期工事との取合いを含め多くの作業量を要し、工事終了時刻が遅くなり、排水管の仮復旧が遅れるなど居住者にとっては負担が多かった。管理組合アンケートでは、「工程通りの作業実施であった」など、高い評価ではあったが、施工者は初期の作業となる1工区では作業内容の習熟による時間短縮が望めないことを想定し、施工計画立案段階で工事階数を減らすなどの検討も必要であったのではないかと考えられる。

更に、本工事では、専有部分排水横枝管の更新と合わせて同時オプション工事、即ち共用部分改修工事に伴って実施される専有部分のユニットバス、トイレ、洗面台の交換等の改修工事が含まれ、工事費は区分所有者の自己負担でD社が施工

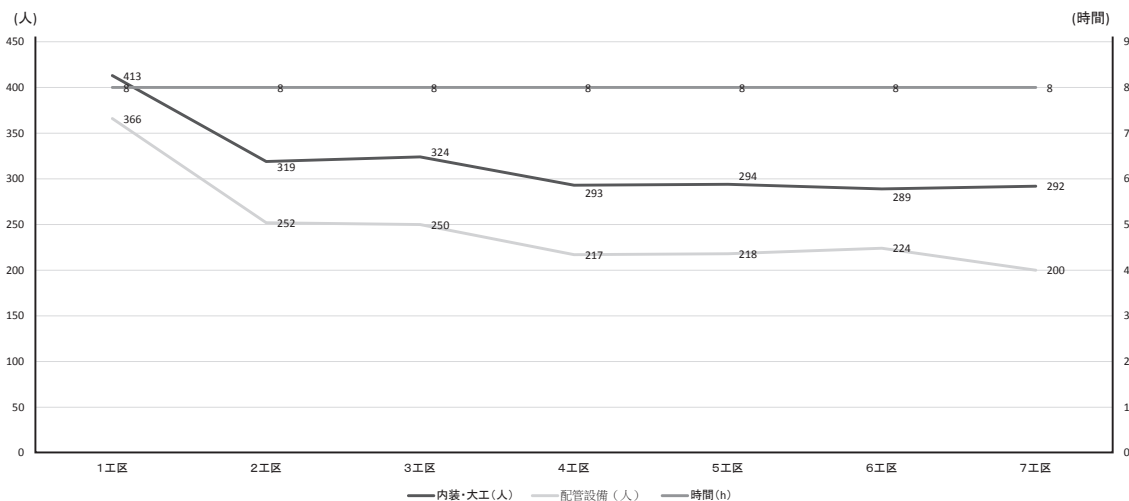


図5 工区別の内装・大工及び配管設備工の労務工数変化

する工事も標準工程に組み込まれていた。共用部分工事担当とオプション工事担当の緊密な事前調整が、標準化された工程を順守できたものと評価できる。

今回はECI方式を採用したが、一般の設計施工分離方式では、このような状況設定は実現が困難であったと思われる。施工候補者段階での全住戸工事施工計画表の作成など、設計者と施工者の協力した効果が発揮されたものとする。

9 工事進捗に伴う追加工事等とコスト管理

一般的に日本の新築工事では予備費を確保していないが、マンション改修工事では工事中に発生する不確定要素に対応するために事前に予備費を確保する事例が見受けられる。このような予備費のコスト管理の状況を整理したのが図6である。予備費は管理組合と設計者の協議に基づいて、工事実施の前の管理組合総会で承認されていた。因みにこの予備費の金額については、施工者には知らされていない。

ここでは、本体工事費の進捗と予備費の執行される内容や時期に着目した。ただし、追加工事が

発生した場合、管理組合・設計監理者・施工者が参加する定例会議で管理組合の承認を得て追加変更工事を実施し、精算は工事竣工後に実施される。精算結果については工事竣工後に開催された管理組合総会で承認される手続きになっている。

図6では、本体工事工程毎の工事出来高と予備費の執行状況を時系列的推移として表現した。グラフの構成は、下側の折れ線グラフが請負金額ベースの工事出来高と不確定要素の発生した工事の期間を示している。図6の上のグラフは予備費の推移を示しており、棒グラフが管理組合に承認され、予備費が使われた金額を日付毎に示し、折れ線グラフは使われた予備費の累計の推移を示している。なお、縦軸の予備費の金額と出来高の目盛の大きさを揃えると予備費は非常に少なく、振れ幅が分かりづらいため、拡大した扱いにしている。

この事例の場合については、主要な予備費は、第1期工事の仮設工事段階で執行されており、その内容は共用部分排水システム改修工事に伴うアスベスト事前調査費とアスベスト対策工事費であった。事前調査の結果によってはアスベスト対策工事が発生することが予測されていたため、あ

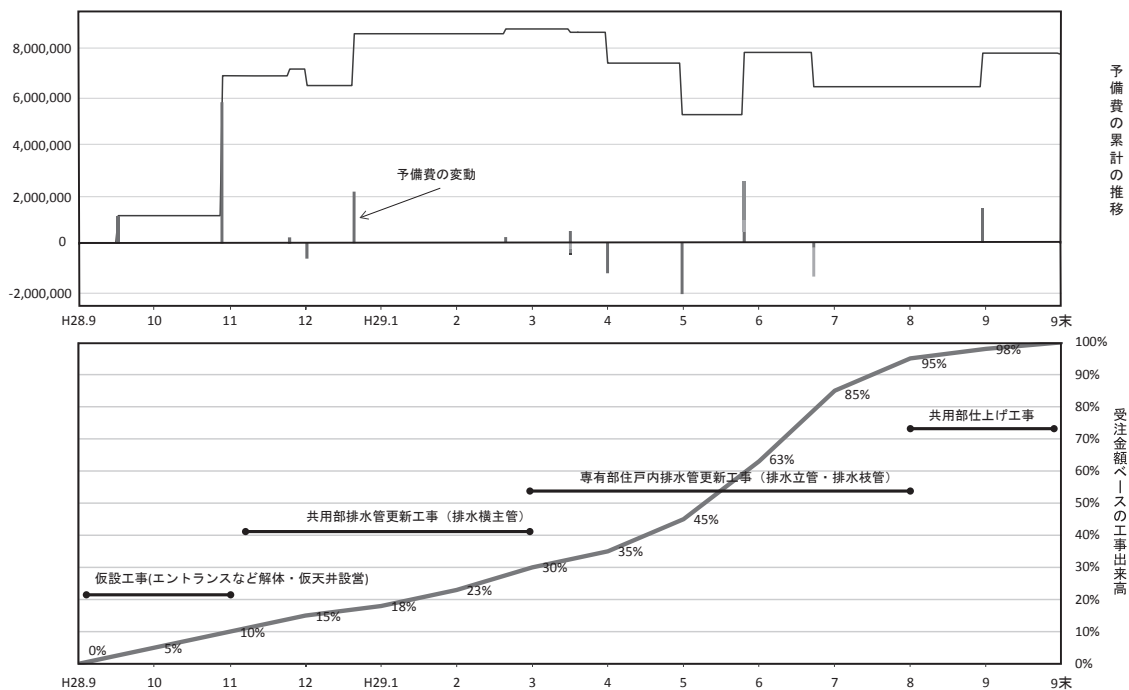


図6 工事進捗と予備費のコスト管理

る程度想定されている予備費の執行と言える。その後、本体工事の進捗に伴って、必要となった追加工事（例えば、居住者用仮設ランドリーの設置、住戸内内装工事に伴う追加工事、排水通気設備継手はつり工事など）及び削減工事（排水管材料の仕様変更など）というようなコスト管理による増減が行われた結果、当初設定した予備費の20%程度の執行率となっている。

今後、超高層マンションの改修工事においては、今回調査対象とした設備改修工事のみならず、今後増加してくる第1回大規模修繕工事においても工事規模が大きく、実数精算工事を含め追加工事の発生によるコストの増減の可能性も高いため、十分な事前調査と予備費の設定、適切な執行と管理が重要である。

10 まとめ

本研究では、日本で初めて取り組まれたと言われている超高層分譲マンションの排水管改修工事事例における設計・施工プロセスから、改修工事に至るまでの管理組合の取組み、発注方式、実施設計段階・施工段階における評価・課題等について整理、検討した。今後、同種工事において、このプロジェクトの効果等についての確認や評価が必要であるが、以下についての知見を得ることができた。

- ①工事実施に至るまでの管理組合での順序立てた合意形成が重要であり、そのための設計者によるコンサルタント的役割（長期修繕計画の作成、修繕積立金の見直し、合意形成支援など）が大きい。
- ②管理組合と設計者の協力関係、工事に対する知識の共有化が合意形成を図る上では必要不可欠である。困難を要した合意形成にあたり、不具合情報の見える化や事前の診断等が円滑な合意形成を図る上で重要な位置を占めることが改めて確認できた。とりわけ、今回の工事は専有・共用部分の両方に関わる工事であったことから、道づれ工事の範囲設定などにあたり、事前

調査やその調整が重要であった。

- ③設計者・施工者にとって、過去の事前調査や改修工事の実績・経験が役立っている一方で、同じ業者が継続的に関わることへの公平性・透明性の問題もあった。今後、異なる業者が関わることを考えると、詳細な情報の蓄積方法やその伝達については検討する必要がある。
- ④今回の工事は、日本で初めて取り組まれたと言われている超高層分譲マンションの排水管改修工事であった故に、工事関係者お互いがリスクを負担するECI方式という発注システムを採用した。設計そのものは可能であっても、それを実現する施工の担保には施工候補者のノウハウを活かした技術や工程管理・コスト管理などが今回の事例では合理的な仕組みであった。
- ⑤ただし、ECI方式を採用する場合、施工候補者の提案に見合った対価の準備、また、施工者選定基準となる予定価格の妥当性などは課題である。この点については、引き続き整理検討が必要である。
- ⑥設計者、施工者の協力体制による継続的な検討（全住戸工事施工計画表の作成など）がコスト、工期等の確定に向けて役立っている。
- ⑦施工中の排水制限の徹底など、管理組合の協力や広報の徹底が円滑な工事推進のためには重要である。
- ⑧超高層マンション故の縦移動のエレベータ稼働率や居住者負担を踏まえた工程計画、施工計画が今後の超高層マンションにおける排水管改修工事において重要な検討課題となる。

(参考文献)

宇治康直、秋山哲一、山口幸平「超高層分譲マンションにおける排水管改修工事の設計・施工プロセス」『日本建築学会第34回建築生産シンポジウム論文集』2018