

フロントローディングの推進に向けて

一般社団法人日本建設業連合会 生産性向上専門部会 主査 堀江 邦彦

1 はじめに

(1) 建設業におけるこれまでの取組み

フロントローディングという言葉が建設業界に登場したのは、2000年代（2000～2010年）の半ば頃からである。その端緒となったのは3次元CADの実用化に伴う、設計段階における効果的な事前検討（可視化、整合確認など）であり、これが一つの要因であったと言われている。

加えて、設計完了後に行われていた施工関連の検討作業（省人化工法の採否、施工手順の検討、資材調達の選定など）を設計段階に前倒しすることが生産性を向上させるとして、総合工事業者

（以下、「ゼネコン」という）を中心に模索され始めた。

2010年代に入ると、フロントローディングに取り組む会社が急速に増え出し、設計・生産の業務プロセスを大きく変革する動きが出てきた。

そして、今「働き方改革」が声高に叫ばれている。国策としての「適正な工期設定等のためのガイドライン」は、フロントローディングを方策の一つと位置づけた。これは（一社）日本建設業連合会（以下、「日建連」という）が設計・生産協業の仕組みとして業界標準の整備を急務とした時期と一致する。

(2) 設計と生産の狭間にあること

設計者の役割には、①建築主ニーズを設計図書に翻訳すること、②施工者に対して工事に必要な情報を提示すること、

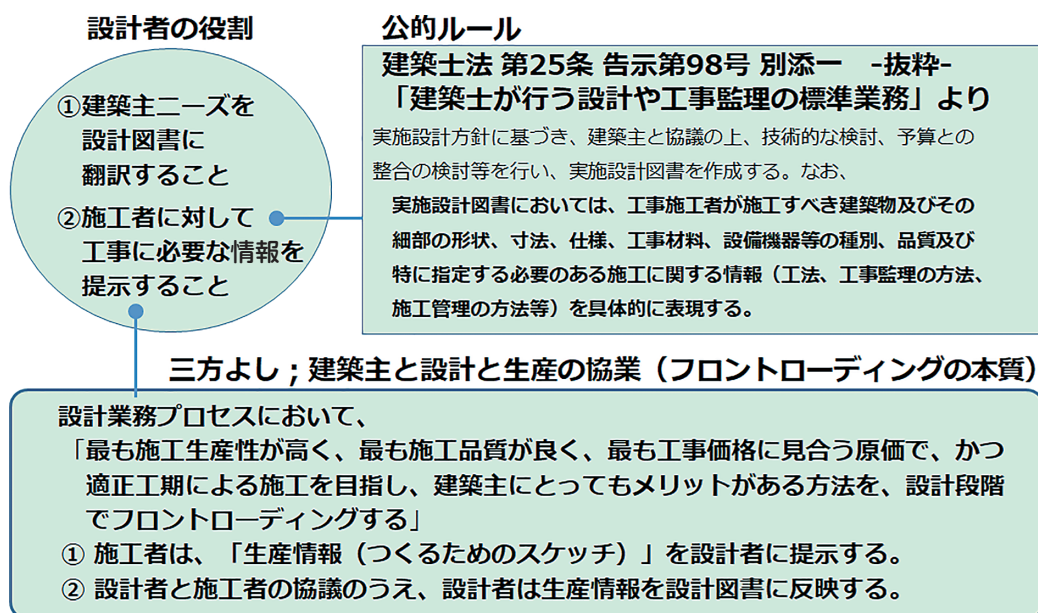


図1 建築主と設計者と施工者が三方よしの関係を持つこと

情報を提示することの二つがある。

このうち②について、建築士法第25条の規定に基づく告示第98号別添一に「建築士が行う設計や工事監理の標準業務」が示されており、ここにフロントローディングを考える上での重要な視点を見出すことができる。

具体的に法令には、以下のような記載がある。「実施設計方針に基づき、建築主と協議の上、技術的な検討、予算との整合の検討等を行い、実施設計図書を作成する。なお、実施設計図書においては、工事施工者が施工すべき建築物及びその細部の形状、寸法、仕様、工事材料、設備機器等の種別、品質及び特に指定する必要がある施工に関する情報（工法、工事監理の方法、施工管理の方法等）を具体的に表現する。」

果たしてこの役割は十分に機能しているだろうか。例えば、構造形式は、実施設計前の基本設計段階で決定されるのが一般的である。生産性を加味した構造とするにはこの機を逃すことはできないのだが、これまで設計者は自ら生産性まで考慮した設計を施す余裕がなかった。

ここに施工者が設計プロセスに関与するフロントローディングの意義が発生する。つまり、施工者は「最も施工性が高く、最も施工品質が高く、最も工事価格に見合う原価で、かつ適正工期による施工を目指し、建築主にとってもメリットがある方法を、設計段階にフロントローディングする」のである。設計者の②の役割を積極的に支援する新たな協業の姿は、設計・生産プロセスに大きな変革をもたらす可能性を秘めている。

施工者は、「生産情報（つくるためのスケッチ）」を設計者に提示し、設計者は建築主の意図を汲み、設計者と施工者の協議の上、生産情報を設計図書に反映する。そして、施工者はこれを施工図・製作図に無駄なく展開していく。

これこそが、設計と生産の協業によるフロントローディングの本質と考えるのである。

(3) 活用の範囲

本稿では、設計施工一貫方式を事例として企画段階から始まる最先端モデルにおけるフロントローディングの考え方やメリット、進め方を紹介する。その活用範囲は、日建連会員各社は元より、建築主、設計者、一般の施工会社、専門工事業者など、建設に関わるすべての関係者であると考えている。

なぜならフロントローディングの根幹は「三方よし」の考え方に基づいており、建築主・設計者・施工者の三者が一致協力し、お互いの利益が最大になるように、プロジェクトの初期段階から推進していくことが最も効果的であると考えているからである。

フロントローディングの考え方は、設計施工一貫方式に留まらず、分離方式においてもお互いの理解次第で適用可能と考える所以である。

(4) BIMとフロントローディングの関係性

BIM活用は、フロントローディングとは切っても切れない関係にあるとよく言われる。確かに重要なツールの一つであることは間違いない。日建連ホームページに公開されている建築生産委員会IT推進部会BIM専門部会資料を見ると、その卓越性がよく理解でき、確かに今後の設計・生産プロセスの標準型になる可能性は高い（表1）。

しかし、本稿ではBIMを中心的な位置づけとはしなかった。なぜならBIMがなくても生産情報を設計図書に反映する機能は十分に発揮できるからである。この視点はフロントローディングを汎用化する上での共通概念と考える。

表1 日建連施工BIM関連ホームページ

日建連建築生産委員会 IT推進部会BIM専門部会 ・「施工BIMのスタイル」 https://www.nikkenren.com/kenchiku/bim/index.html ・「施工BIMのスタイル 事例集」 https://www.nikkenren.com/kenchiku/bim/zuhan.html ・「施工BIMのすすめ」 https://www.nikkenren.com/kenchiku/bim_susume/index.html

2 フロントローディングとは

(1) 日建連の定義

フロントローディングとは、一般的に「設計初期の段階に負荷をかけ（ローディング）、作業を前倒しで進めること」を言い、様々な産業において生産性向上の共通概念として捉えられている。

しかし、建設業における公式な定義は見当たらず、日建連では文献調査や識者へのヒアリングを通じて、表2のように定義した。

キーワードは、「設計の早い段階での、建築主・設計者・施工者の三位一体によるモノ決め（合意形成）」、「手待ち・手戻り・手直しを減らすこと」「全体業務量の削減」「結果としての適正品質・コスト・工期のつくり込み」である。

(2) 建設業における概念図

フロントローディングによる「作業の前倒し」の状況を分かりやすく図示した（図2）。横軸に設計・生産プロセス、縦軸に建築主・設計者・施

工者それぞれの業務量比率を示している。従来は点線のような分布であったが、三者が協調しながら(3)に示す実施項目を前倒しで行うことにより実線のようになり、(4)に示す効果が発現する。

(3) 主要な実施項目

- ①意思決定権限を持った施工系人材の配置
- ②主要専門工事業者の早期決定
- ③生産情報の設計図書への反映（省人化構工法等）
- ④モノ決めスケジュールの早期策定
- ⑤基準納まりの早期検討、設計図書の整合確認
- ⑥施工図の早期・適時着手
- ⑦概算金額・精算金額の合意

(4) 想定される効果

関係者の早期情報共有及び早期合意形成によるスムーズな設計・生産プロセスの実現である。

- ①関係者間の早期ベクトル合わせ
- ②着工前までの建築主合意、未決事項の明確化
- ③共通課題の認識・責任分担・目標設定
- ④生産性向上と適正品質・コスト・工期の実現

表2 日建連によるフロントローディングの定義

プロジェクトの早い段階で建築主のニーズをとりこみ、設計段階から建築主・設計者・施工者が三位一体でモノ決め（合意形成）を進め、後工程の手待ち・手戻りや手直しを減らすことにより、全体の業務量を削減し、適正品質・コスト・工期をつくり込むこと

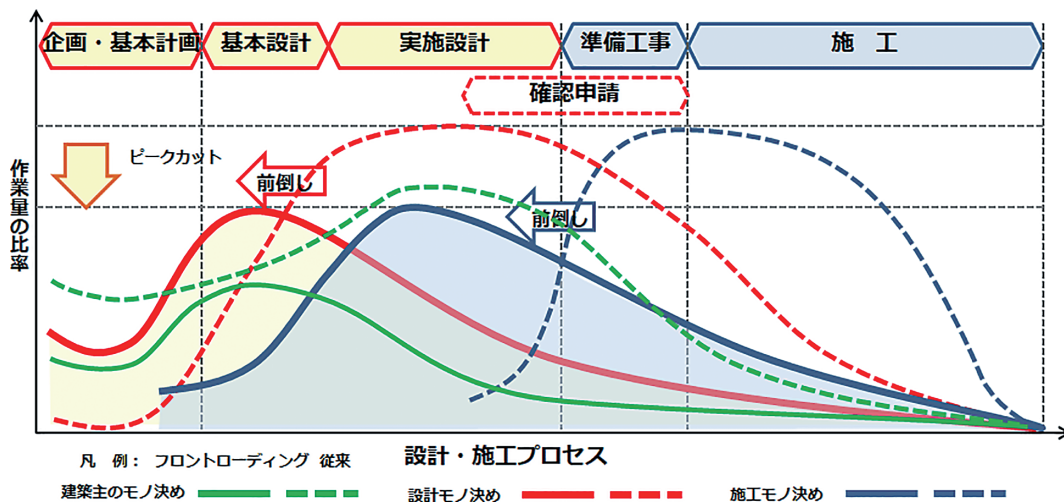


図2 作業量低減の概念図

3 フロントローディングの流れ

(1) 基本モデル

「設計施工一貫方式」をベースにフロントローディングの先進的な流れを紹介する。ここで「設計施工一貫方式」を取り上げるのは、設計プロセスにおいて、一つの組織の中で設計者と施工者が比較的容易に情報交換でき、生産情報のやりとりや図面への反映を効率的に行える理想形であるからである。「設計施工一貫方式」以外の多様な発注方式への適用については後述する。

(2) フロントローディングのフロー

企画から設計・施工に至るプロジェクトの全体工程の中で、関係者がどのように関わり、意思決定していくかを示す概略フロー図を示した(図3)。上段の通常のプロセスに、下段に示す四つの重要なフロントローディングの取組み(①人材・組織、②計画、③図面、④コスト)を追記した。

かなり先進的な前倒しの事例であり、必ずしもこのとおりである必要はない。プロジェクト特性に応じてフレキシブルに運用すればよいと考える。

(3) フロントローディングの重要ポイント

①人材・組織

●意思決定権限を持つ施工系人材の配置

フロントローディングを進める上で鍵を握るのは、意思決定権限を持つ施工系人材を早期かつ適時に配置することである。通常は作業所長や施工部門のプロジェクトマネージャーなどを選任する。彼らは基本設計段階以降、施工責任者として施工方針を設計者に明確に示し、生産の立場からみたプロジェクトに有効な生産情報を、生産関連部門を活用しながら豊富に提案していく。

選任された施工責任者あるいは後工程において引き継いだ者は、設計者との協議なき施工方針の変更を行ってはならない。それは施工起因による設計作業の後戻りになるからである。設計プロセスにおいて、お互いに情報共有と意思疎通を密に行い、決定事項は変更しないことが信頼感を増す

ための大原則となる。

施工方針は実際の現場での施工を前提としている。したがって、設計図書に反映された生産情報は、手戻りのない設計と施工に大きく寄与する。

●主要専門工事業者の早期決定

設計段階において、鉄骨や外装など工場製作を伴う工種や設備業者など設計仕様を左右する主要専門工事業者の参画は極めて有効である。早期に製作図や設備図に着手することで、施工図レベルでの生産情報を設計図書に折り込むリードタイムを確保できる。結果として、品質、コスト、メンテナンス性に優れた設計図書の作成が可能となる。

②計 画

●生産情報の設計図書への反映

基本設計段階において、施工者から設計者に構工法などの生産性向上策を提案する。特にプレキャスト化や鉄骨の柱・梁仕口部仕様、既存地下躯体の本設利用などは主要構造に関わり、コストや工期に大きく影響するので、詳細設計が始まる前に決定しておくことが重要である。

(参考資料 (P.57~) 参照: フロントローディングに有効なハード技術の事例)

一方、施工法に関わる事項を詳細設計段階で設計図書に反映させることが望まれる。山留め支保工の選定、本設スラブの仮設利用、仮設クレーン設置のための躯体補強、ユニット化による省人化技術などがこれにあたる。

●モノ決めスケジュールの早期策定

基本設計の初期段階において、モノ決めスケジュールを策定する。これは、「モノ決めの最適なタイミング(手戻りのないタイミング)」を建築主を含む関係者全員が情報共有するためである。最適スケジュールは、資材の適時発注や適時納品、適時施工を確実なものとする。

③図 面

●設計図書の早期整合確認

施工者から見た場合、設計図書(設計・構造・設備)の着工時不整合が常に問題点として挙げられる。設計者と施工者の責任範囲を定め、施工の

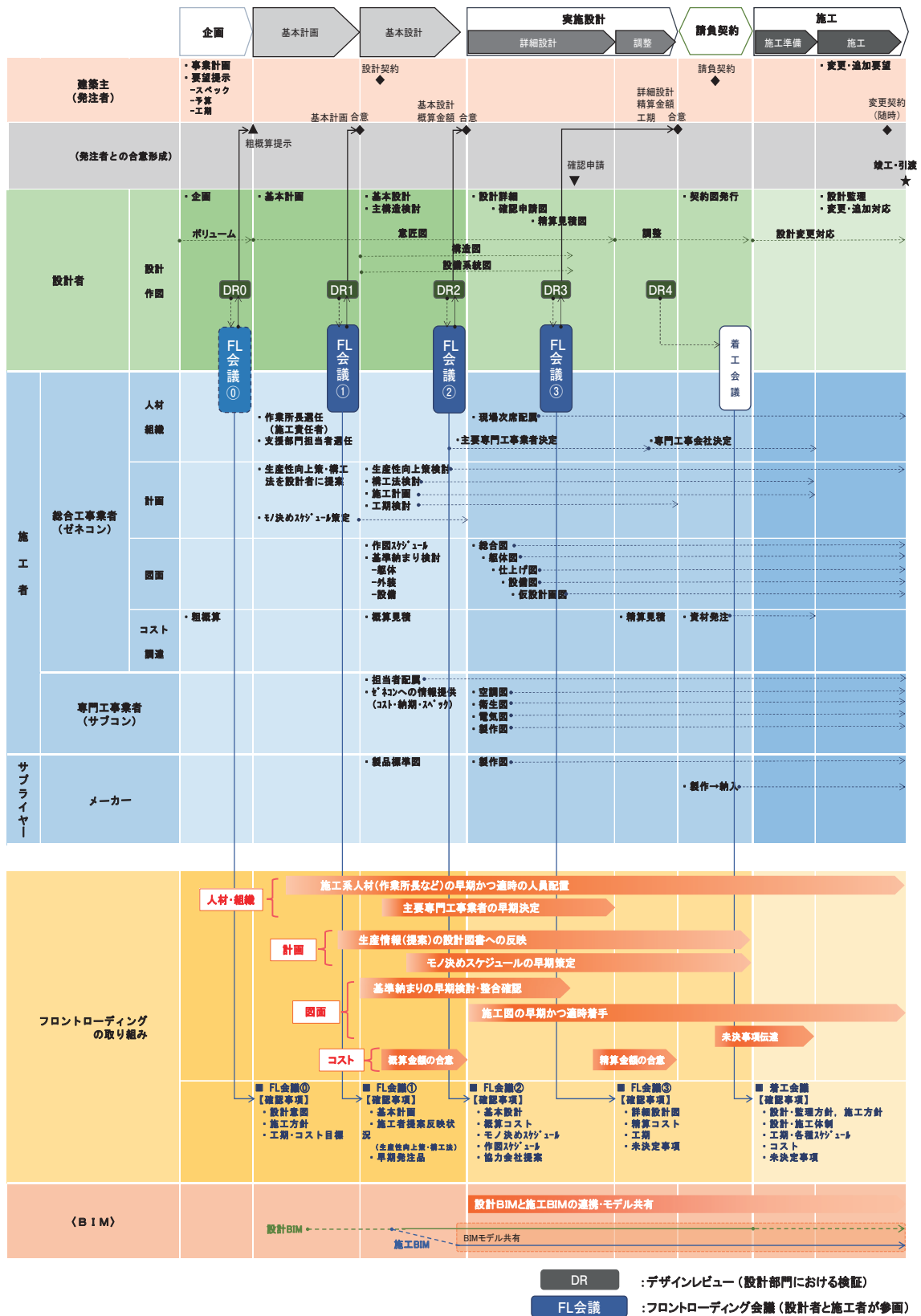


図3 フロントローディングの流れ (概略フロー図)

できる設計図書の早期整合確認を行う。

●基準納まりの早期検討と施工図早期・適時着手

実施設計段階では設計者が作成した設計図書を基に施工者は施工図の作成に着手する。この段階での施工図作成は、設計情報と生産情報の照合が主たる目的である。こうすることで、設計時より施工を見据えた、先取りの品質管理が可能となる。設計・施工トータルで見た効果的な技術導入にも繋がる。

早期に作成する施工図や施工用詳細図から得られた生産情報は、設計者と協議の上、設計図書に反映することができる。このような相互補完関係により、設計者は後工程での設計図書修正作業、施工者は施工図修正業務が削減される。

●着工前の未決事項の整理と情報共有

着工までに設計仕様など施工に必要な情報がすべて決定していることが理想であるが、仕上げ仕様など着工後に決定していく項目もある。事前に未決事項を十分に整理し、建築主、設計者、施工者間でモノ決めスケジュールを情報共有しておくことの効果は大きい。

従来は、施工者が着工後に情報整理し、設計者に意思決定と承認を促すというプロセスが、双方にとって現場特有の繁忙原因となっていた。これを大きく改善することができるのである。

④コスト

●概算見積金額・精算見積金額の合意

企画、基本計画、基本設計の各段階で概算金額を建築主と合意する。合意形成した内容は、可視化・文書化し、プロジェクト工程表とともに合意の証として共有する。このことが実施設計段階での後戻り防止に繋がる。

最も注意すべきことは設計者と施工者が同じコスト情報で協議することである。両者間のコスト感覚が異なっている場合は、信頼関係が構築できない。結果として絞り込まれたコストになっていることも認識しておく必要がある。

設計施工一貫方式・分離方式に関わらず、正しいコスト感覚に裏づけられた信頼関係は、長期的

に良い結果を生み出す土壌となる。

4 関係者の役割とメリット

建築主、設計者、施工者それぞれの立場における役割とフロントローディングのメリットを解説する。

(1) 建築主の役割とメリット

●適切なタイミングでの意思決定

建築主の役割として最も重要なことは、設計・生産プロセスにおいて、必要な意思決定を適切なタイミングで行うことである。フロントローディングにおいては、そのための精度の高い生産情報が従来よりも早く正確に伝達できる。このことが建築主の総合的な投資対効果を最大化し、リスクの最小化に寄与する。

例えば建物のデザインや使い勝手を施工レベルで見える化する効果は、建設コストの低減や施工期間の短縮となって現れ、余剰資金の追加工事への充当や工期短縮による建物の早期供用開始などを生み、事業計画全体の見通しが早く立てられるようになる。

●設計変更の予想範囲の提示

設計者と施工者は、設計変更が予想される項目や仕様・形状を未決のまま進めた方がよい項目は、範囲を特定し建築主に提示し協議する。その際、建築主・設計者・施工者は、いつまでに決めれば間に合うかを合意し、意思決定マスタースケジュールを共有する。

こうすることで、建物供用時期の工期遅延リスク、仕様決定の遅れや設計変更による予算超過リスク、突貫工事に陥った場合の品質リスクなど様々なリスクが明確になる。

(2) 設計者の役割とメリット

●作業量を適正配分した設計スケジュール

設計者は、前述のとおり、①建築主ニーズを設計図書に翻訳すること、②施工者に対して工事に必要な情報を提示することの二つの役割がある。設計段階において、①に相当な時間を要する中で、併行しながら②に関する建築主・設計者・施工者の情報共有・調整・意思決定をリードするの

はオーバーロードとなる可能性がある。

ここに設計作業量を適正配分した設計スケジュールの設定が求められるが、設計作業の前倒しにより、施工時に未決事項の積み残しや着工後の手戻りが減らせれば、全体では設計業務量が増えることはないと考えられる。

設計スケジュールの設定においては、設計作業の負荷低減に向けた適切なスコープの設定（フロントローディングの範囲、BIM活用の範囲など）や情報伝達・共有の効率化（会議体、役割分担、ツール活用）などが有効な手段となる。

●生産情報の設計図書への反映

設計段階で生産情報（構工法、施工技术、調達情報など）を施工者と協議し、設計図書に反映することが「フロントローディングの要」である。これは設計の創造性を奪うものではなく、施工者との協働により、より合理的な設計の選択肢を得ることに繋がる。

特に、技術的難易度の高い建物にハイブリッド構造等の生産性の高い構造形式を選択したり、複雑な外装デザインに対する適切なディテールや施工方法を早期に整合できるなど、多様化するニーズに設計・施工一体となって最適案を考えることができる。

更には、施工者が蓄積している建物の品質情報やメンテナンス情報を設計仕様にフィードバックすることにより、建物品質やメンテナンス性を向上させることも可能なのである。

●設計段階における合意形成

施工時における時期を逸した設計変更要望を回避するために、設計者はフロントローディングの一貫として、建築主に対し、設計条件書、生産情報を反映した設計図書、必要に応じて各種模型・BIMモデル、見積り書などを文書等として明示し、合意形成を図る必要がある。

国策である「適正な工期設定等のためのガイドライン」の骨子に「予定工期内の完了が困難な場合は、受発注者協議の上、適切に工期を変更」とあるが、今後は、設計変更も対象になり得る。

(3) 施工者の役割とメリット

●設計初期段階からの参画

設計段階における施工者の役割は、建築主ニーズと設計者の意図を理解し、その具現化に有効な提案と情報提供を行うことにある。

とりわけ作業所長予定者などコスト・工期に対して決定権を持つ人材が基本設計段階から参画することが理想的であると前述した。その効果として設計段階から施工段階に持ち越される未決事項や不確定要素が大幅に減少する。BIMを活用する場合には、設計図書の不整合による施工図の遅れも防止できる。

これらは後工程における作業の手待ち・手戻り・手直しを減少させ、施工時の生産性を大幅に向上させる。更にフロントローディングによって新しい施工技術の活用が図られれば、施工技术の進化という相乗効果も期待される。

フロントローディングに参画する施工者は、設計者に対して生産サイドの一方的な提案をするのではなく、生産性の高い構工法や施工性の良い材料などの具体的施工方法と効果を明示し、技術検討の前倒しや総合図・施工図作図の早期化により、合理的な設計協力を行うことが役割となる。

●専門工事業者の早期かつ適時選定

フロントローディングは「早い段階でのモノ決め」を基本とするが、すべての作業を前倒しすればよいのではなく、「適切な時期」であることがポイントである。

例えば、施工者が専門工事業者選定を早期に行うことにより、施工時の原寸レベルでの納め方やコスト情報などを設計に反映させることができるが、一方で業者間の競争原理が働かなくなるためコスト増加の一因となる懸念がある。BIMを設計の整合確認や施工性チェックに活用する場合には専門工事業者の選定スケジュールに影響される。

設計プロセスのどのタイミングで、どこまで生産情報を設計図書に反映させるかの判断が施工者の重要な役割となる。

5 多様な発注方式への適用

発注形態には「設計施工一貫方式」と「設計施工分離方式」が対極にあり、その中間にいくつかのバリエーションがある。各々におけるフロントローディングのあり様と適用のしやすさをまとめた（図4参照）。

- ①設計施工一貫方式及び共同設計による設計施工一貫方式は、フロントローディングの適用性が最も高く、メリットを建築主・設計者・施工者の三者が享受できる。
- ②実施設計からの設計施工一括方式は、基本設計終了までに実施設計施工者を選定し、確認申請提出までの期間を有効に活用し、特に構造系への設計提案が効果を発揮する。
- ③ECI方式では、ゼネコンが設計段階で技術協力者として参加するため、フロントローディング効果を発揮しやすい。ただし、生産情報を提供する施工者の権利や費用などが適切に確保される仕組みを合意しておく必要がある。
- ④設計施工分離方式では、施工者選定から着工までの間の時間がないため、効果的な生産情報を設計に反映する機会が少なく、フロントローディングの適用範囲は限られる。

今後、一貫方式におけるフロントローディング

のメリットを分離方式においても享受できるよう、建築主・設計者・施工者が一体で合意できる発注の仕組みの改善が望まれる。

- ⑤設計施工分離方式においても、解体工事がある場合や官庁工事で採用される「余裕期間制度」で着工までの数ヶ月の準備期間がある場合など、工期に余裕がある場合には、設計・構造・設備の整合確認や未決事項に対するモノ決め、施工図や発注業務の早期着手、生産性を加味した部分的な設計変更の早期化など、フロントローディングによる生産性向上効果を追求できる可能性がある。

6 おわりに

本稿は、日建連内の設計企画部会・設備部会・施工部会合同でまとめた。正式には、日建連「フロントローディングの手引2019」として、この7月に発行を予定している。手引きには、実施プロジェクト事例やアンケート調査を加えているので、参照いただければ幸いである。

日建連における建築受注額の約50%は設計施工分離方式である。今後は、多くのご意見を拝聴しながら日建連会員に留まらず、様々な発注方式において汎用化できるよう改善していきたい。

発注方式	プロセス				フロントローディングの適用のしやすさ
	企画	基本設計	実施設計	施工	
設計施工一貫方式	設計施工者選定	総合建設会社			←困難 容易→
共同設計による設計施工一括方式	設計施工者選定	設計事務所	総合建設会社		←困難 容易→
実施設計からの設計施工一括方式	基本設計者選定	設計事務所	総合建設会社		←困難 容易→
ECI方式	設計者選定	設計事務所	技術協力者	総合建設会社	←困難 容易→
設計施工分離	設計者選定	設計事務所	施工者選定	総合建設会社	←困難 容易→

※ECI方式：建築主と施工者が技術協力委託契約を締結し、設計段階から関与する方式
設計段階において技術協力を実施し、価格交渉を行い、合意した場合に工事契約する。

図4 発注方式とフロントローディングの適用のしやすさ

参考資料

フロントローディングに有効なハード技術の事例

2018年4月、日建連では生産性向上を目指して業界統一で誰もが使える日建連推奨「建築省人化事例集」108事例をホームページに公開した (<https://www.nikkenren.com/kenchiku/saving/>)。

この中からフロントローディングに適する「設計段階で設計図書に反映すべき構工法」27事例を紹介する。

表3 設計段階で設計図書に反映することが有効な構工法

分類	個別 No.	工 法 名	工 法 概 要
基礎	2018-基礎-03	杭頭半剛接合工法① (既成杭・場所打ち杭)	コンクリートを主体とするリング(PCリング)を杭頭に被せて、モルタル等で杭体との隙間を充填して、杭頭を半固定状態とする工法。
	2018-基礎-04	杭頭半剛接合工法② (既成コンクリート杭 F.T.Pile構法)	既製コンクリート杭(PHC杭, SC杭, PRC杭, 各種既製杭)に対応した杭頭半剛接合構法(杭頭半固定工法)。
躯体 RC	2018-躯体(RC)-05	鉄筋機械式継手・機械式定着	①機械式継手:スリーブ等と挿入異形鉄筋の筋との機械的な噛み合いにより接合する継手。 ②機械式定着:定着板等の定着体をの支圧により、鉄筋の応力をコンクリートに伝達する定着。
	2018-躯体(RC)-08	構造部材の各種PCa化	柱・梁・スラブなど主要な鉄筋コンクリート部材を工場製作し、現場で組立する工法。
	2018-躯体(RC)-09	バルコニースラブ先端のPCa化	バルコニー先端をPCa化し、躯体精度向上と工期短縮が可能な工法。
	2018-躯体(RC)-10	パラベット・屋上機械基礎類のPCa化	手間のかかるアゴ付きのパラベットや屋上機械基礎類をPCa化する工法。
	2018-躯体(RC)-14	鉄筋トラス付デッキ	デッキプレートと鉄筋トラスとが一体になってコンクリート打込み時に型枠として、硬化後は鉄筋トラスがスラブ主筋となり鉄筋コンクリートスラブとして耐力を負担する床構造。
	2018-躯体(RC)-15	SRC仕口部帯筋の重ね継手 (SRC-LAP hoop工法)	SRC造柱梁接合部内の帯筋を従来の鉄筋相互の現場フレア溶接接合ではなく、鉄骨貫通となる梁ウェブ孔において重ね継手を形成し、柱梁接合部内の帯筋を施工できる工法。
	2018-躯体(RC)-17	あばら筋の溶接鉄筋工法 (二線溶接工法)	地中梁のあばら筋に工場溶接した溶接鉄筋を使用し、高品質で安全性、省人化が図れる工法。
	2018-躯体(RC)-26	躯体のモジュール化 (同一断面、同一階高)	柱や梁、壁の断面寸法を出来るだけ統一し、階高を各階同じにする計画。
	2018-躯体(RC)-27	フラットスラブ工法	床下の梁型を無くしスラブをフラットな形状とすることで型枠鉄筋工事の省力化を図るだけでなく、床下設備においても梁貫通処理が無くフレキシブルな配管・配線工事が可能な工法。
躯体 S	2018-躯体(S)-02	鉄骨梁貫通孔補強	貫通孔を設けたH形鋼梁の耐力を確保するために用いる特殊な金物で、梁ウェブに対してリング外周を全周隅肉溶接することで現場にて取り付ける工法。
	2018-躯体(S)-03	アンカーボルトの現場あと溶接 (サップアンカーボルト工法)	鉄骨鉄筋コンクリート造の鉄骨柱脚に使用されるアンカーボルト工法で、コンクリートに打ち込まれたアンカープレートの上にボルトをサップ溶接で接合する工法。
外装	2018-外装-01	外壁ユニット化工法	外壁材をユニット化することにより無足場化が可能な工法。
	2018-外装-02	外装ACWのユニット化	外装ACW製作工場にて複層ガラスを取り付けるユニット化工法。
	2018-外装-05	ハト小屋ユニット化工法 (HATOCOT)	屋上スラブの貫通部の通称「ハト小屋」をユニット化し、スラブコンクリート打設前に先行設置する工法。
	2018-外装-11	プレキャストコンクリートカーテンウォールの割付け変更	プレキャストコンクリートカーテンウォールの割付けを1層1ピースから2層1ピースや、1スパン2ピースから1スパン1ピースに変更するなど、総ピースを減らし省人化を図る手法。
	2018-外装-12	PCa屋上排水溝	屋上押えコンクリートの排水溝にコンクリート2次製品を使用。
内装	2018-内装-02	地震時も安心な軽量天井	薄くて軽い材料を使って、高い安全性および生産性の向上が図れる天井。
	2018-内装-03	巻き付け耐火被覆材 (マキベシ)	構造鉄骨部材に巻付けるタイプの耐火被覆材。
外構	2018-外構-01	擁壁のPCa化	工場またはPCa製作ヤードにて、擁壁のPCa部材を製作(CON打設・養生・脱型)し、運搬後現場にてPca建て方・設置する工法。
	2018-外構-02	外構基礎のサイトPCa化	外構における各種基礎をサイトPCa化することにより、労務の効率化を図る施工計画の手法。
特殊構工法	2018-特殊構工法-01	免震装置基礎のPCa化	RC等の免震構造建物において、積層ゴム免震装置の上下の基礎をPCa化する工法。
	2018-特殊構工法-02	逆打ち工法 (地下と地上の躯体同時施工)	工期の短縮や軟弱地盤での地下工事の安定施工のため、1階の床を先行で構築し、上部階を引き続き建てると同時に地下階を掘りながら順次地下1階、地下2階と下に造っていく工法。
	2018-特殊構工法-03	免震ビットスラブ構築の支保工合理化 (ボイド支保工)	免震ビット内のEVビットスラブ底や梁底にクリアランスの設置が必要ではあるが、型枠支保工の設置をするほどのスペースが無い場合にボイドを支保工代わりに設置する工法。
	2018-特殊構工法-04	木質系構造材 (CLT、LVL、集成材)	木質材料の集成材やCLT、LVLの加工性や軽量性、可燃性を活かすことで、省人化・合理化を実現する工法。
	2018-特殊構工法-07	ハイブリッド構造	鉄骨、PCa、RC、それぞれの長所を生かした混構造。

工法名: 構造部材の各種PCa化

No. 2018-躯体(RC)-08

<p>■工法概要</p> <p>柱・梁・スラブなど主要な鉄筋コンクリート部材を工場製作し、現場で組立する工法。 鉄筋ジョイントは機械式継手が一般的。 総重量を抑えるため、中空型やU型のハーフPCaなど様々な種類が開発されている。</p>	<p>■特徴・適用条件・注意事項 等</p>																																																							
<p>■写真・イメージ・図面</p> <p>柱PCa(例)</p> <p>機械式継手(例)</p> <p>床版PCa(例)</p> <p>梁PCa(例)</p>	<p>特徴・効果・メリット</p> <ul style="list-style-type: none"> 【品質】 <ul style="list-style-type: none"> 工場内での製作・養生は、気象条件に左右されないため、高品質な部材製作が可能。 【コスト】 <ul style="list-style-type: none"> 工場からPCa部材を運ぶ運搬費およびPCa部材を揚重するためにクレーンが大型化するためのコストを考慮し、施工手間や工期とあわせて総合的に判断する。敷地に余裕がある場合は現場でPCaを製作し運搬費を削減することも可能。 【工期】 <ul style="list-style-type: none"> 現場における型枠支保工、鉄筋組立、コンクリート打設等の作業や養生期間を大幅に削減することにより工期短縮化が可能。 【安全】 <ul style="list-style-type: none"> 高所での型枠・鉄筋・コンクリート打設作業および型枠解体作業が無くなり安全性を高めることができる。 【環境】 <ul style="list-style-type: none"> 鋼製型枠を転用するため、合板型枠材などの使用量が減り、建設廃棄物を低減。 現場における型枠組立やコンクリート打設等の作業が従来工法と比較して減少し、近隣への騒音を低減。 <p>適用条件</p> <ul style="list-style-type: none"> 重量のあるPCa部材を揚重、取付するために大型の揚重機が必要となる PCa搬入には大型車が必要となる場合が多い。 <p>特許</p> <ul style="list-style-type: none"> 設計段階で採用を判断する必要あり 最適な組合せは、建物の要求性能、建設資材価格等によって変わる。 <p>メーカー等</p> <ul style="list-style-type: none"> PCaの取合い仕口部分など、各種関連特許あり。 実施に当たっては、詳細な確認が必要。 <p>■検索用分類</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>検討時期</th> <th>部位・種別</th> <th>着眼点</th> <th>効果</th> <th>職種</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input type="checkbox"/> Phase0(営業)</td> <td><input type="checkbox"/> 仮設</td> <td><input type="checkbox"/> 繰り返し作業</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Q</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> 高工</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Phase1(企画)</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> 基礎</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> 工程数削減</td> <td><input type="checkbox"/> C</td> <td><input type="checkbox"/> 土工</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Phase2(基本設計)</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> 躯体(RC)</td> <td><input type="checkbox"/> 標準化・モジュール化</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> D</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> 鉄筋工</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Phase3(実施設計)</td> <td><input type="checkbox"/> 躯体(S)</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> 省人化</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> S</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> 型枠工</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Phase4(施工準備)</td> <td><input type="checkbox"/> 外装</td> <td><input type="checkbox"/> IT化・高効率化</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> E</td> <td><input type="checkbox"/> 左官工</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Phase5(施工)</td> <td><input type="checkbox"/> 内装</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> 工場製品化・PCa化</td> <td></td> <td><input type="checkbox"/> 鍛冶工</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> 外構</td> <td><input type="checkbox"/> ユニット化</td> <td></td> <td><input type="checkbox"/> 金属工</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> 設備</td> <td><input type="checkbox"/> 機械化</td> <td></td> <td><input type="checkbox"/> 内装工</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> IT化</td> <td><input type="checkbox"/> 多能工化・共業化</td> <td></td> <td><input type="checkbox"/> 電工</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> 特殊構工法</td> <td><input type="checkbox"/> VE・設計変更</td> <td></td> <td><input type="checkbox"/> 配管工</td> </tr> </tbody> </table>	検討時期	部位・種別	着眼点	効果	職種	<input type="checkbox"/> Phase0(営業)	<input type="checkbox"/> 仮設	<input type="checkbox"/> 繰り返し作業	<input checked="" type="checkbox"/> Q	<input checked="" type="checkbox"/> 高工	<input type="checkbox"/> Phase1(企画)	<input checked="" type="checkbox"/> 基礎	<input checked="" type="checkbox"/> 工程数削減	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> 土工	<input checked="" type="checkbox"/> Phase2(基本設計)	<input checked="" type="checkbox"/> 躯体(RC)	<input type="checkbox"/> 標準化・モジュール化	<input checked="" type="checkbox"/> D	<input checked="" type="checkbox"/> 鉄筋工	<input checked="" type="checkbox"/> Phase3(実施設計)	<input type="checkbox"/> 躯体(S)	<input checked="" type="checkbox"/> 省人化	<input checked="" type="checkbox"/> S	<input checked="" type="checkbox"/> 型枠工	<input checked="" type="checkbox"/> Phase4(施工準備)	<input type="checkbox"/> 外装	<input type="checkbox"/> IT化・高効率化	<input checked="" type="checkbox"/> E	<input type="checkbox"/> 左官工	<input type="checkbox"/> Phase5(施工)	<input type="checkbox"/> 内装	<input checked="" type="checkbox"/> 工場製品化・PCa化		<input type="checkbox"/> 鍛冶工		<input type="checkbox"/> 外構	<input type="checkbox"/> ユニット化		<input type="checkbox"/> 金属工		<input type="checkbox"/> 設備	<input type="checkbox"/> 機械化		<input type="checkbox"/> 内装工		<input type="checkbox"/> IT化	<input type="checkbox"/> 多能工化・共業化		<input type="checkbox"/> 電工		<input type="checkbox"/> 特殊構工法	<input type="checkbox"/> VE・設計変更		<input type="checkbox"/> 配管工
検討時期	部位・種別	着眼点	効果	職種																																																				
<input type="checkbox"/> Phase0(営業)	<input type="checkbox"/> 仮設	<input type="checkbox"/> 繰り返し作業	<input checked="" type="checkbox"/> Q	<input checked="" type="checkbox"/> 高工																																																				
<input type="checkbox"/> Phase1(企画)	<input checked="" type="checkbox"/> 基礎	<input checked="" type="checkbox"/> 工程数削減	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> 土工																																																				
<input checked="" type="checkbox"/> Phase2(基本設計)	<input checked="" type="checkbox"/> 躯体(RC)	<input type="checkbox"/> 標準化・モジュール化	<input checked="" type="checkbox"/> D	<input checked="" type="checkbox"/> 鉄筋工																																																				
<input checked="" type="checkbox"/> Phase3(実施設計)	<input type="checkbox"/> 躯体(S)	<input checked="" type="checkbox"/> 省人化	<input checked="" type="checkbox"/> S	<input checked="" type="checkbox"/> 型枠工																																																				
<input checked="" type="checkbox"/> Phase4(施工準備)	<input type="checkbox"/> 外装	<input type="checkbox"/> IT化・高効率化	<input checked="" type="checkbox"/> E	<input type="checkbox"/> 左官工																																																				
<input type="checkbox"/> Phase5(施工)	<input type="checkbox"/> 内装	<input checked="" type="checkbox"/> 工場製品化・PCa化		<input type="checkbox"/> 鍛冶工																																																				
	<input type="checkbox"/> 外構	<input type="checkbox"/> ユニット化		<input type="checkbox"/> 金属工																																																				
	<input type="checkbox"/> 設備	<input type="checkbox"/> 機械化		<input type="checkbox"/> 内装工																																																				
	<input type="checkbox"/> IT化	<input type="checkbox"/> 多能工化・共業化		<input type="checkbox"/> 電工																																																				
	<input type="checkbox"/> 特殊構工法	<input type="checkbox"/> VE・設計変更		<input type="checkbox"/> 配管工																																																				

図5 フロントローディングに適する建築省人化事例1 構造部材の各種PCa化

工法名: ハイブリッド構造

No. 2018-特殊構工法-07

<p>■工法概要</p> <p>鉄骨、PCa、RC、それぞれの長所を生かした混構造。 施工時の生産性だけでなく、コスト、建物の性能等を考慮し、設計時に最適な組合せを採用する。 (例)RC造のセンターコア、PC柱、S造梁、外装打込みPCフレームなどの組合せ</p>	<p>■特徴・適用条件・注意事項 等</p>																																																							
<p>■写真・イメージ・図面</p> <p>最大スパン 鉄骨梁 ハイブリッド梁</p> <p>立体RCコア 柱形のない耐震壁 L形耐震壁</p> <p>外周梁・柱 RCフレーム</p> <p>石打ち込みPC柱</p> <p>基礎免震</p> <p>概要イメージ(例-1)</p> <p>建物全体の構造は、RC造のセンターコア耐震壁、PCa柱、S造梁などで構成。外周の梁と柱はRC造のフレーム(資料:竹中工務店)</p> <p>施工状況イメージ(例-2)</p>	<p>特徴・効果・メリット</p> <ul style="list-style-type: none"> 【工期】 <ul style="list-style-type: none"> S梁やPCa等を採用により、工期短縮が可能。 純粋なS造に比べ、現場溶接、耐火被覆、柱脚・仕口の作業削減が可能。 RCコアは柱形をなくし、鋼製型枠の使用により、型枠労務の削減が可能。 【コスト】 <ul style="list-style-type: none"> 軸力を負担する柱にはコストの安いPCaを用いることで、躯体費用の削減が可能。 【建物性能】 <ul style="list-style-type: none"> S梁で長大スパンを実現し、フレキシブルな建築空間を確保。 センターコアには柱形のないRC耐震壁を設置し地震力を負担。 <p>適用条件</p> <ul style="list-style-type: none"> 設計段階で採用を判断する必要あり 最適な組合せは、建物の要求性能、建設資材価格等によって変わる <p>特許</p> <ul style="list-style-type: none"> S梁とPC柱の取合い仕口部分など、各種関連特許あり。 実施に当たっては、詳細な確認が必要。 <p>メーカー等 なし</p> <p>備考 —</p> <p>■検索用分類</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>検討時期</th> <th>部位・種別</th> <th>着眼点</th> <th>効果</th> <th>職種</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input type="checkbox"/> Phase0(営業)</td> <td><input type="checkbox"/> 仮設</td> <td><input type="checkbox"/> 繰り返し作業</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Q</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> 高工</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Phase1(企画)</td> <td><input type="checkbox"/> 基礎</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> 工程数削減</td> <td><input type="checkbox"/> C</td> <td><input type="checkbox"/> 土工</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Phase2(基本設計)</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> 躯体(RC)</td> <td><input type="checkbox"/> 標準化・モジュール化</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> D</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> 鉄筋工</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Phase3(実施設計)</td> <td><input type="checkbox"/> 躯体(S)</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> 省人化</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> S</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> 型枠工</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Phase4(施工準備)</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> 外装</td> <td><input type="checkbox"/> IT化・高効率化</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> E</td> <td><input type="checkbox"/> 左官工</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Phase5(施工)</td> <td><input type="checkbox"/> 内装</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> 工場製品化・PCa化</td> <td></td> <td><input type="checkbox"/> 鍛冶工</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> 外構</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> ユニット化</td> <td></td> <td><input type="checkbox"/> 金属工</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> 設備</td> <td><input type="checkbox"/> 機械化</td> <td></td> <td><input type="checkbox"/> 内装工</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> IT化</td> <td><input type="checkbox"/> 多能工化・共業化</td> <td></td> <td><input type="checkbox"/> 電工</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> 特殊構工法</td> <td><input type="checkbox"/> VE・設計変更</td> <td></td> <td><input type="checkbox"/> 配管工</td> </tr> </tbody> </table>	検討時期	部位・種別	着眼点	効果	職種	<input type="checkbox"/> Phase0(営業)	<input type="checkbox"/> 仮設	<input type="checkbox"/> 繰り返し作業	<input checked="" type="checkbox"/> Q	<input checked="" type="checkbox"/> 高工	<input type="checkbox"/> Phase1(企画)	<input type="checkbox"/> 基礎	<input checked="" type="checkbox"/> 工程数削減	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> 土工	<input checked="" type="checkbox"/> Phase2(基本設計)	<input checked="" type="checkbox"/> 躯体(RC)	<input type="checkbox"/> 標準化・モジュール化	<input checked="" type="checkbox"/> D	<input checked="" type="checkbox"/> 鉄筋工	<input checked="" type="checkbox"/> Phase3(実施設計)	<input type="checkbox"/> 躯体(S)	<input checked="" type="checkbox"/> 省人化	<input checked="" type="checkbox"/> S	<input checked="" type="checkbox"/> 型枠工	<input type="checkbox"/> Phase4(施工準備)	<input checked="" type="checkbox"/> 外装	<input type="checkbox"/> IT化・高効率化	<input checked="" type="checkbox"/> E	<input type="checkbox"/> 左官工	<input type="checkbox"/> Phase5(施工)	<input type="checkbox"/> 内装	<input checked="" type="checkbox"/> 工場製品化・PCa化		<input type="checkbox"/> 鍛冶工		<input type="checkbox"/> 外構	<input checked="" type="checkbox"/> ユニット化		<input type="checkbox"/> 金属工		<input type="checkbox"/> 設備	<input type="checkbox"/> 機械化		<input type="checkbox"/> 内装工		<input type="checkbox"/> IT化	<input type="checkbox"/> 多能工化・共業化		<input type="checkbox"/> 電工		<input type="checkbox"/> 特殊構工法	<input type="checkbox"/> VE・設計変更		<input type="checkbox"/> 配管工
検討時期	部位・種別	着眼点	効果	職種																																																				
<input type="checkbox"/> Phase0(営業)	<input type="checkbox"/> 仮設	<input type="checkbox"/> 繰り返し作業	<input checked="" type="checkbox"/> Q	<input checked="" type="checkbox"/> 高工																																																				
<input type="checkbox"/> Phase1(企画)	<input type="checkbox"/> 基礎	<input checked="" type="checkbox"/> 工程数削減	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> 土工																																																				
<input checked="" type="checkbox"/> Phase2(基本設計)	<input checked="" type="checkbox"/> 躯体(RC)	<input type="checkbox"/> 標準化・モジュール化	<input checked="" type="checkbox"/> D	<input checked="" type="checkbox"/> 鉄筋工																																																				
<input checked="" type="checkbox"/> Phase3(実施設計)	<input type="checkbox"/> 躯体(S)	<input checked="" type="checkbox"/> 省人化	<input checked="" type="checkbox"/> S	<input checked="" type="checkbox"/> 型枠工																																																				
<input type="checkbox"/> Phase4(施工準備)	<input checked="" type="checkbox"/> 外装	<input type="checkbox"/> IT化・高効率化	<input checked="" type="checkbox"/> E	<input type="checkbox"/> 左官工																																																				
<input type="checkbox"/> Phase5(施工)	<input type="checkbox"/> 内装	<input checked="" type="checkbox"/> 工場製品化・PCa化		<input type="checkbox"/> 鍛冶工																																																				
	<input type="checkbox"/> 外構	<input checked="" type="checkbox"/> ユニット化		<input type="checkbox"/> 金属工																																																				
	<input type="checkbox"/> 設備	<input type="checkbox"/> 機械化		<input type="checkbox"/> 内装工																																																				
	<input type="checkbox"/> IT化	<input type="checkbox"/> 多能工化・共業化		<input type="checkbox"/> 電工																																																				
	<input type="checkbox"/> 特殊構工法	<input type="checkbox"/> VE・設計変更		<input type="checkbox"/> 配管工																																																				

図6 フロントローディングに適する建築省人化事例2 ハイブリッド構造