

プラント設計におけるフロントローディング化の取組 Efforts of Front Loading on Plant Design



高山 繁憲
技術部
建築設計技術グループ
Shigenori Takayama

設計業務におけるフロントローディング化では、工期短縮・品質向上・コスト削減他多くの業務改善効果が期待されている。

特に、既往のプラント設計のプロセスでは、客先・操業（エンドユーザー）および機電部門その他多くの関係要素による影響が大きい。搭載・収容設備の仕様或いは配線配管ルート決定の他、機能性・メンテナンス性など運用面に至るまで、それらのベストデザインには通常多大の時間や労力を費やしており、フロントローディングによる業務改善効果は高い。

本稿では、BIM・3次元CADとVR或いはMRデバイスを併用し、『認知拡張』・『合意形成』をスムーズに成立させて業務効率を高めるフロントローディング化の取組について事例を含めて紹介する。

Applying front loading on designing process could bring about many improvements such as shortening of construction period, quality enhancement, cost reduction and so on.

Until now, especially on the designing process, many relevant factors such as clients, end users and mechanical department and electric department have had big influence. We expect front loading will improve work efficiency greatly, because it usually cost so much time and energy to complete design process from the decision of housing facility specification and cable routing to operational matters such as functionality and maintainability.

In this article, using a few examples, we're going to describe our efforts on front loading that makes go smoothly "expanding cognition" and "forming consensus" by linking up VR/MR devices with full use of BIM/3DCAD and thereby improve work efficiency.

1. はじめに

プラント設計における建築設計では、その搭載設備・収容設備など機能的・空間的要求事項の他に、メンテナンス性・プロビジョンなど暗黙のニーズを含めた顧客要求をくみ取り、最適な空間を具現化することが重要である。

設計打合せでは、以上を踏まえて多角的な視点で関係者へのヒアリング・打ち合わせの実施に注力をする。従来それらを反映するための表現及び確認のための手法は、図面・パースであった。また場合によっては模型を作成し、合意形成に至るまで設計者は多くの時間と労力を費やしてきた。

一方、最適設計を求められながらも設計者がかけられる労力・コスト・工期には限界があるため、その業務環境の改善は喫緊の課題である。中でも設計プロセスにおいてどのように合理的に早くものごとを決め、基本設計として確立できるかは大きな課題の一つである。ここでは、広く導入が進みつつあるBIM及び関連技術によりこの課題を解決する取り組みについて述べる。

2. フロントローディングとその狙い

一般にフロントローディングとは負荷のピークを業務プロセスの初期の段階にもってくることである。特に建築業界ではBIM※1の導入により、属性情報をもった3次元の建築モデルを使って、企画設計・基本設計などプロセスの初期の段階で事前検討や問題点の改善を行う取り組みが進められている。

※1 BIMとは、Building Information Modeling (ビルディング インフォメーション モデリング) の略称で、コンピューター上に作成した3次元の建物のデジタルモデルに、コストや仕上げ、管理情報などの属性データを追加した建築物のデータベースを、建築の設計、施工から維持管理までのあらゆる工程で情報活用を行うためのソリューションであり、また、それにより変化する建築の新しいワークフローである。

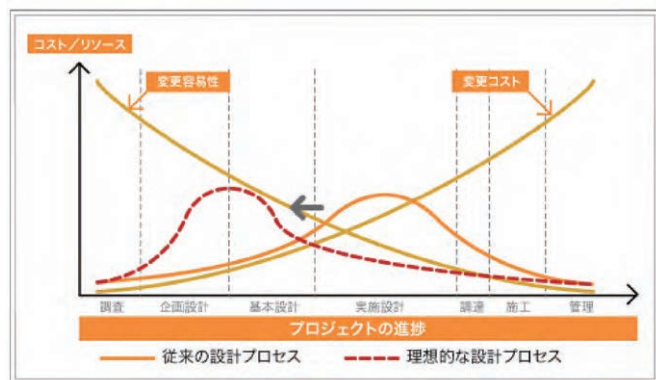


図2.1: フロントローディング概念図 (出展 AUTO DESK HP)

プラント建設における我々建設分野の設計工程は、機械・電気的设计工程に追従する形で進められるため、各要素からの設計用インプットタイミングに影響を受ける。また建設の工事工程は設計工程の場合とは逆順となり最初に着工するため、関連要素の設計変更等によりひっ迫することも少なくない。

よってプラント設計案件では、機械・電気から設計インプットをただ待つのではなく、着工までの限られた設計期間においてBIMや3次元設計を用いていかにフロントローディング化を図るかが課題となる。ポイントは、設計プロセスを省略することではなく、基本設計のできるだけ早い段階から他要素と建設の情報を融合させ調整と同時に設計を進める『同時設計』であると考えている。

すなわち、機械・電気的设计と建設の設計を同時に進めることにより、いかに早い段階で課題を調整・解決しながら、手戻りや変更がほとんどない最適設計として確定させるかということを目指している。つまりフロントローディング化の狙いは、基本設計段階における『同時設計』による『認知拡張』と『合意形成』であると言える。

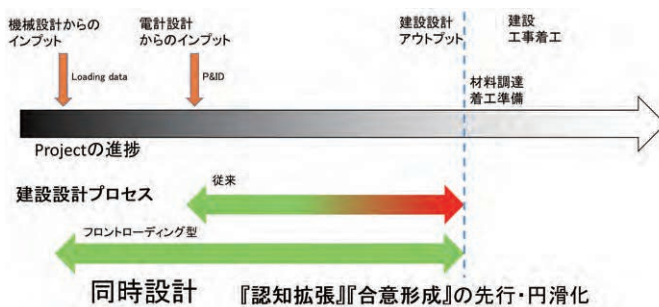


図2.2: プラントエンジニアリングにおけるフロントローディング

3. 当社で使用するBIM及び3次元ソフトとその具体的活用事例

ここでは、まずフロントローディング化を目指すための設計ツールとその活用について述べる。最近では設計に留まらず施工においても、そのアウトプットのイメージを確認するためのBIM或はスケッチアップなどのソフトを使った3次元モデルの作成が身近なものになりつつある。それらのソフトはいくつかあり、其々その強み弱みなどがあり、顧客要求或いは対象物・課題別に使い分けて運用しているのが実態である。当社が使用するBIMソフトとその特長を表3.1に示す。

表3.1: 使用BIMソフトとその特長

ソフト名	メーカー	主な特長
Revit	AUTO DESK	日本の設計仕様にマッチし、スムーズな設計を行えるようにカスタマイズされた設計支援ツール
GLOOBE	福井コンピューター	日本の設計手法や建築基準法に対応 日本仕様の建材データなど国内における設計に最適化されたシステム
Archi CAD	Graphisoft	意匠系の3Dモデリングソフト Apple系との連携が良い
Tekla Structures	Tekla	鉄骨造、詳細に特化したBIMソフト 鉄骨詳細の高機能性が特長

これまでは2次元の図面を基に、当社が客先窓口の担当者に説明して、その内容について客先側社内で確認がなされ、物事が決定されることが基本であった。これに対して例えばBIMモデル及びその付加機能であるウォークスルーを活用すれば、画面上（スクリーン上）ではあるが竣工イメージの建物・空間（3次元モデル）を屋外から屋内の各室に至るまで自在に歩きまわれるので、室空間の規模や内装仕上げのイメージ等を関係者全員で共有し、設計の適切性について確認することができる。このことにより、設計内容に潜む問題点をその場で議論できるというメリットがある。

その一例として、“サンエコサール株式会社殿廃棄物処理施設更新工事の管理事務棟新築工事”では事務所の設計進

捗に伴い、実際に事務所を使用する人とプロジェクト関係者全員を対象に、その動線や部屋の広さなど2次元の設計図ではイメージしにくい部分を含めて、3次元モデルによる関係者一斉レビューを実施して『認知拡張』を促進した。

さらに、ウォークスルーを展開しながら設計内容を説明しつつ、エンドユーザーとして気になる詳細部分の確認をその場で行い、『合意形成』に繋げた。本事例ではプロジェクト進捗に伴い、設計の段階だけにとどまらず監理（外装・内装の決定）の段階を含めて計3回の関係者一斉レビューを実施することで、仕上がりイメージを早い段階で関係者全員にて共有することができ、『認知拡張』・『合意形成』をスムーズに進めることができた。

4. ICT技術・ツールの活用

建築技術者は、目前の課題に対しBIM或は3次元CADのソフトを駆使して、対象物のイメージを表現しようとするが、3次元として作成したモデルであっても投影される画面は2次元であり、空間の奥行等の認知の幅は限定的である。これに対し近年、VR (Virtual Reality) ・MR (Mixed Reality) ・AR (Augmented Reality) などの各デバイスを使った認知拡張ツールの発展には目を見張るものがあり、BIM・3次元CADとそれらICT技術の併用・連動は、建築設計プロセスにおける設計レビューの高度化・深化を促進できる可能性がある。我々は『認知拡張』及び『合意形成』などフロントローディング化をさらに推進する上でこれらの技術に特に注目している。

▶4.1 VRへの展開

VRはBIMと連携することで、二次元の設計或いはBIM単体では実現し得ない感覚で空間の設計レビューが可能である。3次元CADからVRへの展開は当社機械事業本部技術開発グループが開発し、建設事業部はその協力を受けて技術サービスを提供している。設計したBIMモデル或は3次元CADファイルを、専用データに変換し、HMD(Head Mounted Display)：【眼鏡のように装着するVRデバイス】に3次元映像を投影する。この機能により設計対象物の空間を疑似的に自在に歩き回ることができ、竣工後の空間イメージを「没入感」をもって体感することができる。



図3.2: BIMモデルを活用したプレザンシート



図3.3: BIMモデルによる関係者一斉レビュー状況

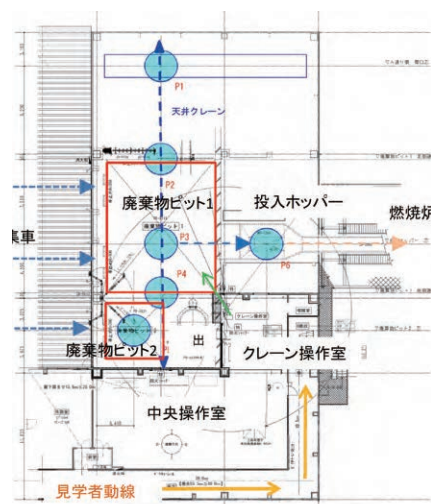
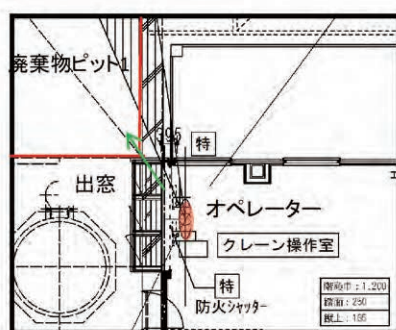


図-4. 処理棟3F(FL+12.5m)床平面図



クレーン操作室からの視認性確認



オペレーターによるVR体験
2018.4.11

図4.1.1: 処理棟平面図とクレーン操作室からの視認性確認状況

前述のサンエコサーマル株式会社殿廃棄物処理施設更新工事では、計画する廃棄物処理棟中央操作室におけるクレーン操作上の視認性確認を、実際の運転課クレーンオペレーターにVRを使って体験して貰うことにより、作業面におけるレイアウトの適切性について共同でレビューを行い、基本設計段階で『合意形成』をなし得ることができた。

本計画では、企画当初よりの既存処理棟の設備配置に対して大きくレイアウトが変更されていた為、作業面その他運用面変更への影響に対する確認や、設計進捗の中で発生した搭載クレーンの増設・操作卓位置の決定においてもVRを用いることで、仕様確定におけるフロントローディング化を実現できた。

▶5.1 MRへの展開

従来、建築設計においてその立体イメージの確認では、2次元にて纏まった計画に対して建築模型を作成することが唯一の方法であった。しかし、これは詳細設計が完了した後の作業となり、その時点では既に大きな変更は行い難いのが一般的である。我々はMRを用いて基本設計段階から仮想3次元模型を用いた情報共有を図るべく、BIM・3次元CADデータをMRに連動させることに取り組んでいる。(設計したBIMモデル或は3次元CADファイルを中間ファイルに変換し、Microsoft HoloLens:【眼鏡のように着装するMRデバイス】を通して3次元映像を認識する)。これにより設計進捗に応じて机上等任意の空間上に建築模型のように立体映像を投影することで設計対象物の空間・規模に関する『認知拡張』を促し、設計レビューを手軽にかつタイムリーに行うことができる。

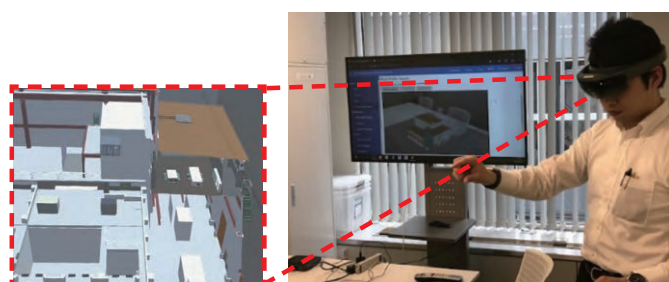


図5.1.1：BIMモデルからMRへの展開状況



図5.1.2：MRによる設計レビューイメージ

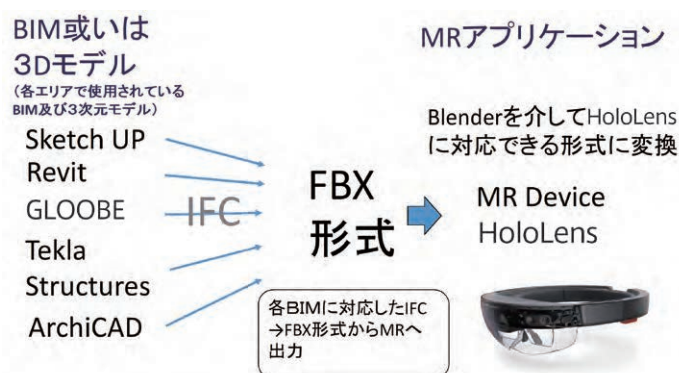


図5.1.3：MRアプリケーションの連係イメージ

6. まとめ・今後の展開

以上のように、フロントローディング化を実現するツールとその技術にはそれぞれ特長があり、要求内容に応じて必要なツールを選択・活用し課題の解決を図ることが可能です。BIM或いは3次元CAD及びそれを取り巻くICT技術により、プラント設計プロセスで発生する課題について早期解決を可能とします。さらに竣工後の保全・維持管理・増改築計画など建設ワークフロー全般にわたる業務の改善において、多くの可能性が期待されます。

当社は、BIMや3次元設計及びICTツール（VR・MR等）との関係をさらに推進し、技術の開発と高度化によって『フロントローディング化』をさらに加速させる所存です。

お問い合わせ先

建設事業部 技術部

TEL 03-6860-6615