

会社名

Bryden Wood 社

所在地

英国ロンドン

ソフトウェア

Architecture, Engineering & Construction Collection

Revit®

Navisworks® Manage

Dynamo

AutoCAD®

Fabrication CADmep™

Inventor® Professional

DfMA の進化

建設の未来を形づくる BIM ツールと革新的な設計手法

「DfMA は、製造プロセスの効率性やスピード、柔軟性を、建設プロセスにもたらします。Revit をはじめとする BIM ツールは今後、さらに多くのプロジェクト チームに取り入れられるでしょう。そして、最初から製造や組み立てを考慮しながら設計モデルを作成する (DfMA の) プロセスで、重要な役割を果たすでしょう」

— Jaimie Johnston 氏
Bryden Wood 社
グローバル システム責任者



オーバーヘッド、デザインコンティンジェンシー、リスク、チェンジオーダー。昨今の建設プロジェクトでは、早期にかつ計画通りに確実に遂行するために、新しい語彙が必要になりつつあります。製造・組立容易性設計 (DfMA) は、施工をすばやく効率的に進めることを設計時に最優先する新しいアプローチです。建築設計とエンジニアリングを手がける Bryden Wood 社は、これまでにさまざまな方法で DfMA を実践してきました。同社の導入事例をいくつかご紹介しましょう。DfMA とは何か、そして業界にどのような変化をもたらしているか、ためになるヒントがきっと見つかるはずです。Bryden Wood 社は、2000 年代初期に行われたヒースロー空港とガトウィック空港の DfMA プロジェクトから、最近のロンドンクロスレール プロジェクトまで、オフサイト製造とオンサイトでの簡単な組み立てを考慮した設計を手がけています。

効率的な製造と組み立てを考慮した設計

Bryden Wood 社の人々は、建設プロジェクトが複雑であることを理解しています。彼らは 20 年以上をかけてその複雑さを分析してきました。そのため、同社の建築設計者とエンジニアは、もっとシンプルで、予測可能性が高く、高品質なプロジェクトを実現する方法を模索しました。DfMA は、製造の容易性と組み立て

の効率性を組み合わせることで設計と施工のプロセスを改善し、建設コストを最小限に抑える設計手法です。ロンドンに本社を置く同社は、この DfMA をいち早く採用しました。

Bryden Wood 社は、DfMA を「ひとつの考え方」と見なしています。そして伝統的な従来の建設手法から、高度なプレハブ工法によるオフサイト建設まで、あらゆるレベルのアプローチを取り入れています。建設業界では今、DfMA の導入が拡大しています。こうした動向に伴い、Bryden Wood 社もますますこの手法を実践しやすくなり、プロセスの早期段階から建設手法、材料、労働力を検討して効果的な設計を実現できるようになりました。

従来の設計手法では、まずユーザーのニーズを理解し、そのニーズを満たすための効率的な方法を策定するというアプローチが一般的です。一方、Bryden Wood 社は、エンド ユーザーを念頭に置いて設計の効率性を追求するだけに留まらず、建築設計者とエンジニアがそこからさらに深く掘り下げて、製造と組み立ての効率性も考慮した設計を行います。Bryden Wood 社のチームはこのアプローチによって、非常に複雑なプロジェクトをスピーディーに



つコスト効率よく実現できます。同社は、建築設計ソフトウェアの Revit や Architecture, Engineering & Construction Collection に含まれるその他の BIM ツールを主に使用しています。

Bryden Wood 社のグローバル システム責任者を務める Jaimie Johnston 氏はこう話します。「製造の効率性を建設に活かすためには、設計段階から取り組みを開始する必要があります。効果的な設計をモデル化し、その設計を実現する最善の方法を検討します。DfMA ではできるだけ多くの要素を考慮することで、リスク廃棄物、不確実性を減らすことができます」

複雑な建設プロジェクトをシンプルに

建設プロジェクトは予測不能なことで知られています。建物のシステムや他の設計要素の間に干渉があれば、手戻りや遅延、追加コストが発生します。また、材料の納入が遅れば、高い人件費がかかる高スキルな労働者が無駄に待たされることになり、逆に材料の納入が早まれば、建設現場が雑然と散らかってしまいます。熟練した職人が不足すればプロジェクトが遅れ、追加コストがかかります。たとえプロジェクトの計画や設計が優れていたとしても、異常気象の影響で施工スケジュールが狂うこともあります。

そこで建設業界の人々は、オフサイト製造を取り入れれば建設プロセスがある程度予測可能になり、そうした問題を解決できると考えました。とはいえ、オフサイト製造にも課題はあります。例えば、オフサイトで製造した建築要素は、オンサイトでぴったりと適合する必要があります。

Bryden Wood 社は、こうしたさまざまな課題を解決するために、設計とプロジェクトの計画を細部まで突き詰め、従来の建設手法とオフサイト建設の両方の課題に取り組みました。2000 年代初期に同社がこの取り組みを始めたばかりの頃は、設計ソフトウェアがある程度まで役に立ちましたが、その機能にも限界がありました。当時の 2D ツールには、設計をモデル化する能力も、プランニングを効率化するインテリジェンスも欠けていました。DfMA ではこの両方が重要な要素となります。しかし Bryden Wood 社は根気強く取り組み続け、ヒースロー空港とガトウィック空港のピア分離プロジェクトは、DfMA 初期の成功例となりました。その後、設計ソフトウェアの進化に伴い、Bryden Wood 社の DfMA プロセスも洗練されていきました。



「私たちは、複雑な建設プロセスをシンプルにする試みを、ほぼ手作業で始めました」と Johnston 氏は当時を振り返ります。「当時の理想的なプロジェクトは、設計が単純明快なものでした。しかし建設現場で制約が生じたことから、オフサイトで製造し、簡単に組み立て可能なことが望ましいと考えるようになりました。このアプローチをマスターした頃には、Revit をはじめとする設計モデリングツールの登場によって DfMA がさらに加速しました」

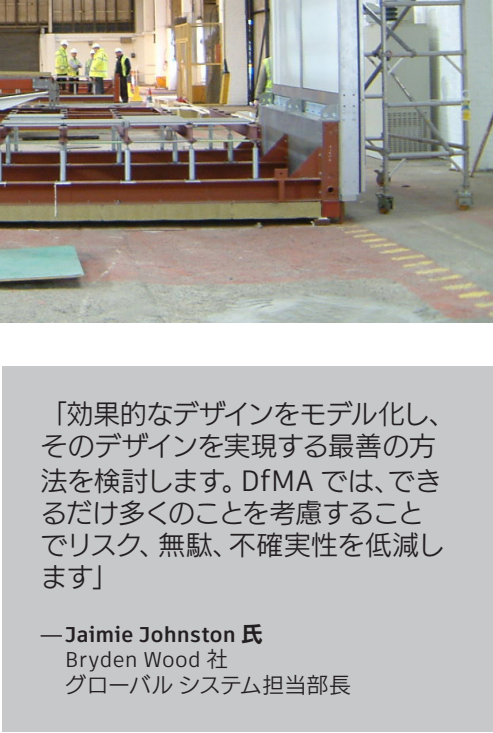
製造ラインを近場にして建設を迅速化

ヒースロー空港とガトウィック空港のピア分離プロジェクトは、2004 年と 2005 年に行われました。この 2 つの空港は、世界屈指の忙しい空港です。国際線の発着客に安全に対応しながら建設を進行できる方法が必要でした。そこで空港のリーダーたちは、1.5 キロメートルを超える長さのピア通路を分離して設置する計画を立てました。営業中のターミナルや滑走路付近で、新たな通路を設置していくことになります。Bryden Wood 社は、混乱を最小限に抑えるための設計と設置計画の策定を依頼されました。そこで同社は AutoCAD をはじめとする 2D 設計ソフトウェアを使用して、ソリューションを開発しました。



「スプレッドシートやプランニング ツールが、プロジェクトの管理に役立ちました」と Johnston 氏は話します。「さらにプロジェクトでは手動で作業を行う必要もありました。それも BIM を使えばもっと簡単にできたはずです。仕事は大変でしたが、結果的には報われました。プロジェクトの約 80% は、近接する工場でオフサイトで進められました。空港は建設中も通常通り運営され、従来の建設プロジェクトに比べて総コストを 36% も抑えることができました」

さらに彼はこう続けました。「ある場所で建設し、それをまた別の場所で組み立てるとなると、物流に関する複雑な問題が数多く生じます。私たちは、このピア分離プロジェクトや、初期の頃に取り組んだその他のプロジェクトで、DfMA を機能させる方法について多く



「効果的なデザインをモデル化し、そのデザインを実現する最善の方法を検討します。DfMA では、できるだけ多くのことを考慮することでリスク、無駄、不確実性を低減します」

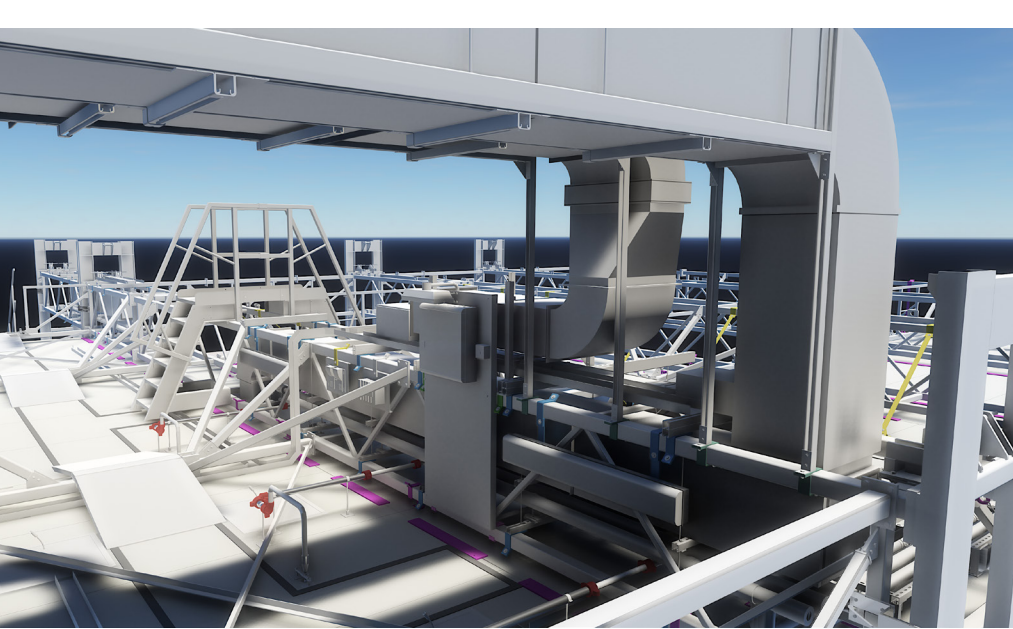
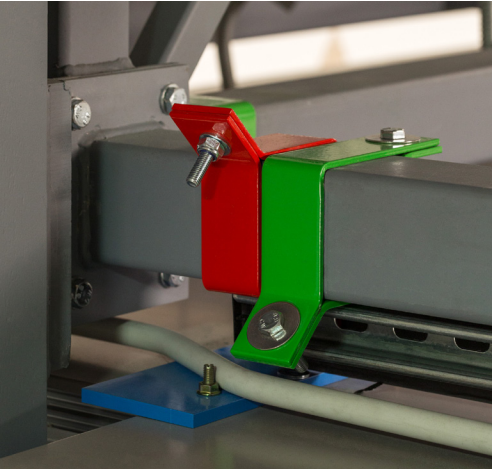
—Jaimie Johnston 氏
Bryden Wood 社
グローバル システム担当部長

同社のチームは、通路を設計し、その製造方法と組み立て方を計画しました。各空港の近くに製造施設を構えることが、このプログラムにおける重要な要素となりました。製造施設のスタッフは、通路の全セクションをオフサイトで製造します。製造されたセクションは、空港までの短距離を運搬されて組み立てられます。あとはこれらのセクションを現場に設置するだけです。ごく簡単な作業のため、建設経験がない人でも設置できました。



「スプレッドシートやプランニング ツールが、プロジェクトの管理に役立ちました」と Johnston 氏は話します。「さらにプロジェクトでは手動で作業を行う必要もありました。それも BIM を使えばもっと簡単にできたはずです。仕事は大変でしたが、結果的には報われました。プロジェクトの約 80% は、近接する工場でオフサイトで進められました。空港は建設中も通常通り運営され、従来の建設プロジェクトに比べて総コストを 36% も抑えることができました」

さらに彼はこう続けました。「ある場所で建設し、それをまた別の場所で組み立てるとなると、物流に関する複雑な問題が数多く生じます。私たちは、このピア分離プロジェクトや、初期の頃に取り組んだその他のプロジェクトで、DfMA を機能させる方法について多く



のことを学びました。そうした教訓は、その後 DfMA の効率を高めるために BIM を導入した際に役立ちました。Revit によるモデル ベース設計が業界を席卷していた頃、当社ですでに、これを活用する準備が万全に整っていました。モデリングは、設計のあらゆる側面を事前に検討できる手段となりました」

どんな現場にも適用可能な「箱詰めの工場」

Bryden Wood 社は最近では、国際的な大手製薬会社 GlaxoSmithKline 社 (GSK) の依頼による「Beta Building」プロジェクトも手がけました。そしてここでは、モデルベース設計や DfMA を建設現場に導入することによって広がる可能性を、さらに実感しました。GKS 社は、施設の建設をさらにスピーディーに進めることを望みました。それと同時に、開発途上国に高品質な製薬施設を簡単に開設できるようにしたいという重要な要望もありました。GSK 社は、Bryden Wood 社にこのプロジェクトを依頼するにあたり、革新的なアプローチの導入にも前向きでした。

Bryden Wood 社のチームはまずはじめに、Revit でさまざまなオプションをモデリングしました。そして GSK の製薬専門家とのコミュニケーションに 3D ビジュアライゼーションを使用し、プロセスを効率化しました。Bryden Wood 社はその後、GSK 社のニーズをヒアリングしながら、共に新施設の建設や既存施設の改築などのソリューションを構築していきました。

Bryden Wood 社は「箱詰めの工場」方式を実施することにしました。これは、色分けされたコンポーネントをオフサイトで製造し、コンテナに積み込んで、世界中の現場に輸送するという方式です。現場では、シンプルなツールで簡単にコンポーネントを組み立てら

れるようにする必要があります。色分けされたコンポーネントと同じように色分けされた BIM モデルを使用すれば、建設経験のない人々ばかりで構成された現地の建設チームでも、すばやく簡単に組み立てることができます。このモジュール建設方式には、廃棄物やコストが低減し、生産性が向上するというメリットがあります。

Johnson 氏はこう話します。「Revit によるコンポーネントのモデリングがスピーディーに進んだため、GSK 社の専門家に当社オフィスのスペースを提供しました。GSK 社からのフィードバックを収集するために何日も無駄にする代わりに、この専門家に手伝わってもらいながら、製薬工場のコンポーネントのライブラリをリアルタイムでブラッシュアップしていったのです」

Revit による設計モデルの作成は、プロセスの始まりにすぎません。Bryden Wood 社はその後、建設計画ソフトウェアの Navisworks を使用して、製造や組み立てオプションのあらゆる可能性を検討しました。チームは反復プロセスを行いながら、出力をもとに設計を改善し、製造に反映させていきました。そして 3D CAD ソフトウェアの Inventor や詳細設計ソフトウェアの Fabrication CADmep などの製造・加工用アプリケーションを使用してコンポーネントをモデリングし、製造計画を立てました。

そして Beta Building の「箱詰めの工場」が完成し、結果的に従来のプロジェクトよりも作業時間を 60% 短縮し、労力を 75% 削減することに成功しました。このプロジェクトでは、Beta Building の設計を洗練させていく作業に多大な時間や労力が費やされたにもかかわらず、コストは従来の建設方法と変わらなかったことに GSK 社は気づきました。

「工場で製造した GSK 社の Beta Building コンポーネントは、どんな場所でも簡単に設置できます」と Johnston 氏は話します。「私たちは、最初の Beta Building を組み立てるために、建設経験がほとんどない退役軍人のチームにトレーニングを行いました。トレーニングでは、Navisworks モデルや 3D の組み立て手順を見せました。彼らはそれで方法を理解し、従来の建設方法の半分以下の時間で完成させました」

DfMA でリスクが減り、プロジェクトが加速

地下のロンドン クロスレール プロジェクトに プレハブ工法を採用

ロンドンの交通機関は長年にわたり問題を抱えてきました。ロンドンを東から西へと横断するための良い交通手段がありませんでした。ロンドン地下鉄で東から西に向かう路線は、いつも多くの乗客で混雑していました。そこで 154 億ポンドの予算がロンドン クロスレール プロジェクトに投じられることになりました。交通システムに新たに地下トンネルを追加することで、この問題を解決しようという計画です。

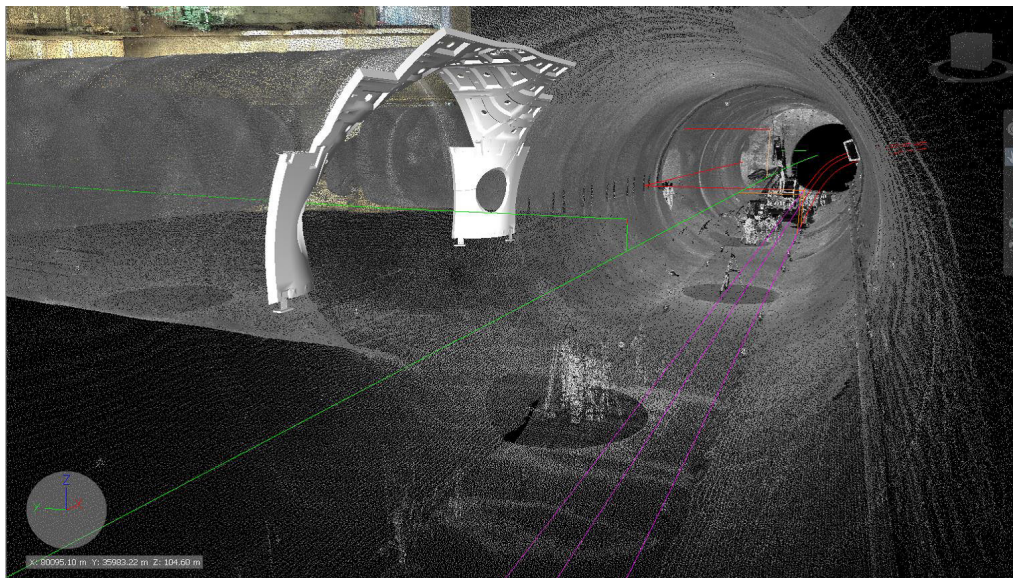
施工業者の Laing O'Rourke 社は、いつも多くの人々が行き交い混雑している Tottenham Court Road 駅、Liverpool Street 駅、Whitechapel 駅を含む一部の施工を受注しました。同社は施工性の問題を回避するために、DfMA の専門知識を有する Bryden Wood 社に協力を依頼しました。

Bryden Wood 社のチームは、トンネル パネルをオフサイトで製造し、現場ですばやく組み立てることを念頭に、既存の設計を検討しました。設計を詳細なディテールまで分析し、すべての要素を Revit でモデル化しました。また、計算機設計ツールの Dynamo を使用して、何百通りもの製造方法と組み立て方法を自動的にモデル化し、トンネルを実現する上で最も効率的な方法を導き出しました。そして Navisworks を使用して組み立て順序を作成し、施工性の問題を事前に解決しました。

「最初に素敵なコンセプトが示されました。私たちはそれに基づき、トンネルの設計コンポーネントを細分化していったのです」と Johnston 氏は言います。「コンポーネントをできるだけオフサイトで製造し、それを地下に運び入れてすばやく組み立てるという作戦でした。DfMA では、最初から建設現場の状況を考慮したワークフローが必要となります。現場では、問題解決に時間を取られるようなことがないように、時間を有効に使うことで組み立てていく必要があります」

ぴったりと適合したトンネル パネル

Bryden Wood 社のモデルに基づき、製造業者が駅やトンネルのパネルを製造しました。そして必要に応じてトラックでパネルを現場に運び込みます。この運搬作業は、交通渋滞を避けるために常に夜間に行いました。そうしたさまざまな動きを事前に計画する際には、Navisworks が役に立ちました。組み立てチームは毎朝現場に来ては、トンネルのパネルを組み立てる作業に取りかかります。この作業が開始された後、予想外のことが起こりました。パネルの組み立てがとても簡単でスピーディーに進んだため、製造チームが製造スケジュールを加速させなければ追いつかなくなったのです。



Johnston 氏はこの組み立ての成功についてこう説明します。「適切なコンポーネントが、適切なタイミングで、適切な場所に用意されました。組み立てチームは既に何千枚ものパネルの取り付けを完了しましたが、サイズが合わなかったり、やり直しが必要だったりするパネルは一枚もありませんでした。Revit と Navisworks ですべてをモデル化し、すべてがモデル通りに進みました」

製造と組み立てを最初から考慮した モデリング設計

Bryden Wood 社の長年にわたる DfMA 経験に基づき、Johnston 氏は独自の視点で将来を見据えています。「私たちは建設方法をさらに変革し、効率化していく必要があります。そうしなければ、社会のニーズに対応できる建設環境は構築できません。DfMA は、製造プロセスの効率性やスピード、柔軟性を、建設プロセスにもたらします。Revit をはじめとする BIM ツールは今後、さらに多くのプロジェクト チームに取り入れられるでしょう。そして、最初から製造や組み立てを考慮しながら設計モデルを作成する (DfMA の) プロセスで、重要な役割を果たすでしょう」

「適切なコンポーネントが、適切なタイミングで、適切な場所に用意されました。組み立てチームは既に何千枚ものパネルの取り付けを完了しましたが、サイズが合わなかったり、やり直しが必要だったりするパネルは一枚もありませんでした。Revit と Navisworks ですべてをモデル化し、すべてがモデル通りに進みました」

— Jaimie Johnston 氏
Bryden Wood 社
グローバル システム責任者

画像提供: Bryden Wood

Autodesk、オートデスクのロゴ、AutoCAD、CADmep、Inventor、Navisworks、および Revit は、米国およびその他の国々における Autodesk, Inc. およびその子会社または関連会社の登録商標または商標です。その他のすべてのブランド名、製品名、または商標は、それぞれの所有者に帰属します。オートデスクは、通知を行うことなくいつでも該当製品およびサービスの提供、機能および価格を変更する権利を留保し、本書中の誤植または図表の誤りについて責任を負いません。

© 2021 Autodesk, Inc. All rights reserved.