



FARO

専門業者の間でプレハブ志向が高まる： オフサイト作業がいかにオンデマンドにな ったか

FARO® Technologies, Inc. AEC部門ディレクター、Rob Miller著

www.faro.com

今から約10年前、夏の超大作『ジョーズ』の公開36周年を前に、スティーブン・スピルバーグ監督は、[Entertainment Weekly誌](#)のインタビューで、不安定な天候で有名なマサチューセッツ州マサチューセツ・ヴィニヤード島付近の北大西洋でロケを行うか、オフサイト、つまり現場ではない管理された環境で撮影を行うかという、未だ正解の出していない問題について、当時どのように考えたかを振り返っています。

その中で「そもそも海を分かっていたいなかった」とスピルバーグ監督は語っています。「大自然を甘く見ていて、その一部を意のままにできると思い上がっていました。北ハリウッドの水槽ではなく大西洋での映画撮影を選んだ私は、若さゆえに自分の無謀さを理解できなかったのです。」

スピルバーグ監督は、再度機会が与えられたら同じようにやり直すと断言しましたが、このオフサイトか現場かというテーマに関する監督の考察は、今日の建築、エンジニアリング、建設業界でも大いに共感されるものです。特に機械、電気設備、配管 (MEP) 業者には響くでしょう。こうした業界は、急成長している新たな建設形態の利点と欠点との間で板挟みとなっています。いわゆるアセンブリ式というもので、既製パーツ (プレハブ) または完成したモジュール構造物の状態の主要部品が、最終的な現場の目的地から何百マイル、時には何千マイルも離れた場所で設計され、開発され、製造され、測定精度が評価されるものです。

もっと大きな工場が必要だ

国際的な業績や成長の指標では、「モジュール式とプレハブ式」が同一概念としてまとめられがちですが、実際には、これらは関連した完全に別種のもです。ただ、過去20年間で、モジュール式とプレハブ式の両方を包含するオフサイト建設が、AEC業界において急拡大したことは間違いありません。Allied Analytics LLPのグローバル・マーケット・リサーチおよびビジネス・コンサルティング部門である [Allied Market Research](#) によると、オフサイト建設市場は、2020年の1,304億ドルから2030年には2,355億ドルになると予想されており、2021年から2030年までの年平均成長率予想は5.9%となっています。

全米電気工事業者協会 (NECA) の研究・教育部門であるELECTRI Internationalのエグゼクティブ・ディレクター、Josh Bone氏は、次のように語ります。「建設には、材料の入手状況、コスト、スケジュール、労働力不足など、不確定要素が多すぎます。これらはほんの一部です。プレハブ式の場合、これら不確定要素が管理しやすくなります。オフサイト工法を採用している業者は、リスク管理の面で大いに優位に立っています。プレハブ式への移行は新たな局面を迎えています。オーナーや建設マネージャーがプレハブを発注するケースが増えているのです」。

ただし、その数字は、コロナ禍による製造業の活動鈍化、事業停止、建設プロジェクト延期、中止、縮小などの影響を受けています。世界経済が回復しつつある現在でも、長引く人手不足やサプライチェーンの混乱がさらなる障害となっています。

しかし一方で、その状況でも多様な固有のメリットがあり、その恩恵はまだ享受され始めたに過ぎません。

まずオフサイト建設の場合、雪、凍結、雨、風、炎天下、氷点下などの自然条件や、プロジェクトの最終組み立ての調整に必要な人員の数などの点で、管理された環境が保証されます。作業の大部分がオフサイトで行われるため、現場にいる人員が削減され、ウイルス感染のリスクが減ると同時に、風雨の中で重機を使って作業する人員が減ることで、安全性が向上します。また、二酸化炭素排出量の削減という環境面でのメリットもあります。

さらに、プレハブ式オフサイト建設への移行は、ワークフローの効率性の飛躍的向上も意味します。設置に必要な労力と時間を決定するためのプルプランニングに労力を費やしたにもかかわらず、コンクリートの未硬化または、構造用鋼材の未搬入により、現場へのアクセス遅延が生じる場合も少なくありません。プレハブ式オフサイト建設の場合、現場アクセスの遅延は、設置には影響しても、製造には影響しません。

入念な計画も突如水泡に帰しかねません。そのため、工期が短い場合、請負業者は完成までに必要な現場作業員の数を倍に増やします。オフサイト建設の場合、AEC業者は好きなタイミングで（場合によっては数ヶ月前に）プロジェクトを開始することができ、工期までの納品、設置が可能になります。

プレハブ式のさらなる重要な利点として、この建設手法の場合、請負業者は自分たちの通常作業領域外に作業を広げられることが挙げられます。具体的には、たとえば150マイル離れた場所のプロジェクトを6人の現場スタッフのみで完成させることができれば、現場で節約したコストを工場現場の改善、あるいは追加のスペースや設備の購入やリースに振り分けることが可能です。その節約分は、屋内プレハブ/モジュール式プロジェクト専用の新規スタッフの訓練に使うこともできます。これは通年の現場環境変化に左右されない一貫した労働力によって管理されるプロジェクトなので、品質の向上につながります。

大々的な普及には至っていない

当然ですが、プレハブ式、特にモジュール式建設の業界が未だに隆盛を極めるに至っていないのにはれっきとした理由があります。まず、極めて現実的な障害が乗り越えられていないケースがあります。また、たとえば造園や地下埋設物、道路や駐車場の舗装などの専門的な作業の場合、屋内環境だけでは作業が完結できない場合もあります。



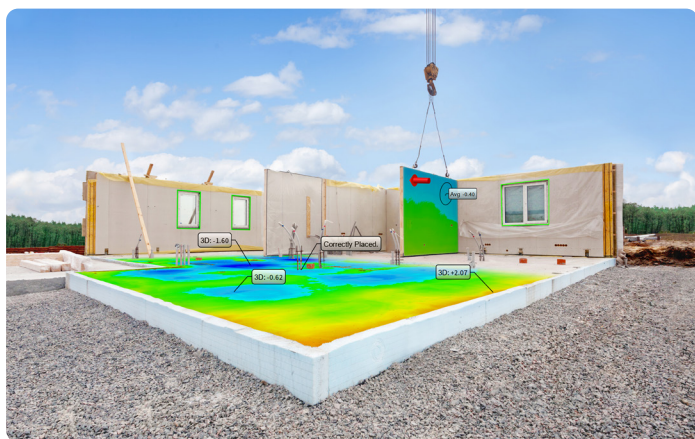
前者については、オフサイト建設、あるいはその利用の最大の課題は、前述のパラダイムシフトに関わるものです。具体例を以下に列挙します。

- **スペース不足** - これは極めて重要です。MEP業者やAEC業界従事者が即、このパラダイムシフトに合わせてビジネスを拡大することは現実的ではありません。多くの場合、作業に必要な屋内空間が不足しています。これも包括的モジュール式プロジェクトと比較して、たとえば、板金工事、機械的な配管（配管の接続、給排水は現場で行われる）、低圧電気工事、内装組立など、小さなプロジェクトがまず実施されるような、漸次的な工程を特徴とするプレハブ式が導入しやすい所以です。新規設備購入や既存設備拡張には、時間がかかる多くの面倒な手続きが必要です。したがって誰でも容易に移行できるわけではありません。
- **熟練人材の不足** - 現場の人数が削減できても、人材確保が容易になるとは限りません。現場での作業に比べて、オフサイトでの作業はプロセス重視の視点が必要となり、このような変化に率先して対応できるような経験と技術を持った人材を見つけるのは困難です。適材適所に優秀な人材を確保するためには時間と費用がかかるかもしれません。
- **設備不足物理的** - なスペースに加えて、製造工場に必要なインフラへの投資も必要です。設備運営者が突然現場作業を廃止して、オフサイト建設に切り替えて問題なしとはなりません。そういう性質のものではないのです。
- **既成概念にとらわれない発想の欠如** - 設計変更により、プレハブ作業をやり直す必要があるのではないかという懸念から、多くの業者がプレハブ式の早期採用を躊躇しています。この「変更に対する懸念」から一歩踏み出すべきなのです。特に、企業がBIMやVDC (Virtual Design and Construction:バーチャル設計・施工) に莫大な

費用と時間をかけていることを考えると、これらのワークフローや手法を適用することで、そのような企業により十分に練られた設計をプレハブ式で構築するという事は、極めて合理的でしょう。

モジュール式建設の場合、出荷前に少なくとも**70%以上**が工場で完成していることになり、基本的に建築用ブロックで構造が構成されますが、これがなかなか困難であることが確認されています。モジュール式建設は、2022年までに世界全体で**6%増加**すると予想されていますが(2017年時点)、この手法を採用した企業にとって、コストと収益の最善のバランスを実現する秘訣に到達するのが未だ困難となっています。

モジュール式建設は、過去にも現在にも**施行事例**があります。Richard Buckminster Fullerの1945年の「Dymaxion House」、モントリオールの「Habitat 67」、そしてロサンゼルスダウンタウンのホームレスシェルター「Star Apartments」は、タイム誌の2015年の「25 Inventions of the Year」に選ばれています。それでも、モジュール式建設、特に大規模なものは、未だに近未来の技術のように捉えられています。また最近の**フォーブスの記事**には、逆転の発想の一種と紹介されていました。



品質保証/管理向上

第三者から見ても、プレハブ式オフサイト建設は、品質保証や品質管理の面でも大きな可能性を秘めています。組み立ての各種工程において、屋内で対処しやすいものが多いのです。現在、品質保証/管理は、3Dレーザースキャナー（環境や対象物の正確で完全な3D点群データをわずか数分で作成）の形式で実施されることが増えています。そして、建築物の基となるCAD概略図（またはその他元モデル）をレーザーで建材に直接投影する、インプロセス3Dレーザープロジェクションで実施されることもあります。

これによると迅速で正確な位置決め、組み立て、検証が保証されます。

建設業者が、3Dスキャンデータを使ったCAD/BIM設計や地域基準との比較をリアルタイムに行い、プロジェクトを監督できるようにする、高性能3Dモデリングソフトウェアと組み合わせることで、業者は無駄やコストのかかる遅延を削減でき、より高品質のプロジェクトが遅延なく完成できるようになります。したがって、より早い新規ビジネス受注が可能となるのです。

また、3Dレーザースキャニングほどの評価を得ていないものの、レーザープロジェクションも、貴重なプレハブ用品質保証/管理ツールとして決して無視できません。しかし、プレハブ用施設は実際には製造工場と遜色ないにも関わらず、多くの場合、その技術がさまざまな3Dメトロロジーの中で異色扱いされています。レーザープロジェクターを使用することで、作業員はワークスペース内の作業すべき場所を可視化することができます。また、テープ測定などの従来の手動測定方法とは異なり、組立パーツや表面に形状や文字を投影する緑色可視レーザーによって、ユーザーへのガイドが行われます。したがって、ユーザーはパーツがどこで(どのように)組み合わせられ、接続されるかを即座に把握できます。

このようなパーツ、人、プロセス間の相乗効果は、DfMA (Design for Manufacture and Assembly: 製造組立容易性設計) エンジニアリング手法の根幹を成すものです。したがって、請負業者がプレハブ式、およびオフサイト建設に移行するにつれて、建物や部品の設計やエンジニアリングにおけるこのプロセスの変化は無視できません。設計や使用材料における効率性が、請負業者、ひいてはプロジェクトやオーナーに付加価値をもたらします。

”

結局のところ、建設業者としての目標が、効率性を高め、製品の市場投入までの時間を短縮し、さらに製造プロセスとそれらのパーツの組み立てを簡素化して総生産コストを削減することであるならば、オフサイト/プレハブ式が正しいビジネス選択ではないでしょうか。

“

おそらく、オフサイトか現場かの議論に答えがすぐに出ることはありませんが、建設業界におけるプレハブ式の普及は今後も続くでしょう。モジュール式建設についても然りです。今後、新しいイメージング技術や新しい測定技術も導入されます。新しいソフトウェアの登場や、すでに目覚ましい発展を遂げている人工知能のさらなる成熟も控えています。

ただ結局は、プレハブ式建設を採用する業者は、より大きな工場が必要になるかもしれません。冒頭で触れた、予算を300%オーバーしながらも、苦難の159日間を経て撮影された名画のように、一時的に資金繰りが厳しくなるかもしれません。それでも、1975年に大ヒットした『ジョーズ』同様、建設ビジネスにおいて莫大な報酬をもたらすことを強く示唆する証拠があります。

プレハブ式/モジュール式建設が適正かプレハブ式についての事前検討

予備知識

- プレハブ式建築が普及してきており、新築プロジェクトに占める割合が高まっています。コスト削減、労働力削減（コロナ禍で縮小している市場では特に有益）、環境面などさまざまな理由によるものです。環境面とは、屋内環境は管理が容易であり、理想的な空調設備で昼夜を問わず作業可能という意味です。
- モジュール式建設はまだ本格的に普及していませんが、成功事例がないわけではなく、支持されていないわけでもありません。労力、コスト、プロジェクト完了に関する「秘訣」を手にし、この方式を制した企業、建築家、エンジニアは、建設業界に革命を起こし、低所得者向け住宅やホームレス問題、軍事や宇宙関連用途など、さまざまな分野において決定的な地位を構築する可能性すらあります。それはあなたの会社かもしれません。

プラン

- プレハブ建設を採用するにあたって、得られると期待される5つの利点を把握するとともに、克服しなければならない5つの欠点も考慮する必要があります。設備購入または既存設備拡張を含む移行コストは高くつき、新規スタッフ（特にプロジェクトマネジメント意識をもつスタッフ）の雇用と訓練には時間がかかるかもしれません。
- モジュール式建設が自社ビジネスにいかに適合（限定的、試験的にも）し得るかを調べます。試験的に着手できる建設分野ですか？そのような取り組みを支える顧客基盤がありますか？また、この分野でビジネスを広げ、維持し、発展させる意思がありますか？答えは「ノー」かもしれません。それでもよいのです。

実行に向けて

- 競合他社がすでにプレハブ式の流行に乗っていることや、従来の地域的な市場の間の壁が崩れつつあることを理解しましょう。この事実は、新しいビジネスチャンスの扉が開かれた一方で、自分の地域的「基盤」が外から狙われる可能性を意味します。自分の地域の市場変化に敏感であることが重要です。
- 強い意思を持って、会社、そしてそのブランドにとって最も有意義な、プレハブ方式に舵を取る決断をする年にしましょう。デルタ株が世界中で猛威を振るう中でも、最新の経済予測は、世界経済の回復が続くという明るい見通しを維持しています。実際、経済協力開発機構（OECD）は、2021年の世界の成長率予測を、年初の5.8%から5.7%へと10分の1しか引き下げていません。コロナやその最新の変異株により躊躇する必要はないのです。

著者について

Rob Millerは、FARO Technologies, Inc.の米州におけるAECセグメントのディレクターです。建築技術で20年の経験を持つRobは、ロボットトータルステーション、レーザースキャナー、ドローン、3Dマシンコントロールの開発と実施に携わってきました。Robは、複数の特許の発明者として登録されており、フロリダ大学で地理情報学の学士号を取得しています。