



전문 프로젝트에서 급등한 조립식 선호도: 온디맨드 방식이 높아진 경위

기고자: Rob Miller, 이사, AEC, FARO® Technologies, Inc.

www.faro.com

10여년 전 스티븐 스피버그 감독은 여름 블록버스터 영화 죠스의 개봉 36주년을 바로 앞두고 [Entertainment Weekly](#)와 가진 인터뷰에서 번덕스러운 북대서양 마서스비니아드 섬 인근의 악명 높은 로케이션 현장에서 촬영할지, 아니면 통제된 장소에서 오프사이트 촬영할지를 두고 벌어진 끝없는 논쟁을 회상했습니다.

당시 스피버그 감독은 "저는 바다를 전혀 몰랐습니다. 저는 대자연을 전혀 몰랐고 그것을 정복할 수 있다고 생각하는 영화제작자의 오만함은 무모했습니다. 그렇지만 노스 할리우드의 수족관이 아닌 대서양에서 촬영하자고 요구한 것이 얼마나 무모한 짓인지를 깨닫기에는 너무 어렵습니다."라고 말했습니다.

스피버그는 기회가 주어진다면 또 예전과 똑같은 결정을 내릴 것이라고 단호하게 말했지만, 오프사이트 또는 온로케이션에 대한 감독의 생각은 오늘날의 건축, 엔지니어링 및 건설 산업에 깊은 반향을 일으키고 있습니다. 특히 MEP(기계, 전기 및 배관) 계약업체의 경우 그렇습니다. 이들 역시 급성장하는 건축 유형의 장단점과 씨름해야 합니다. 주요 구성 요소는 조립식 부품이나 완전한 모듈식 구조물로서 최종 목적 현장에서 수백 마일, 때로는 수천 마일 떨어진 곳에서 설계, 개발 및 제조되고 정확성과 품질이 평가됩니다.

더 큰 작업장의 필요성

글로벌 성능 및 성장 지표는 "모듈식 조립식"을 하나의 개념으로 묶는 경향이 있지만(실제로 관련성이 있지만 별개의 주제), 지난 20년 동안 AEC 산업에서는 모듈식과 조립식(프리패브)을 모두 포함하는 오프사이트 건설이 크게 확장되었습니다. Allied Analytics LLP의 글로벌 시장 리서치 및 비즈니스 컨설팅 계열사 [Allied Market Research](#)는 오프사이트 건설 시장이 2020년 1304억 달러에서 2030년까지 5.9%의 CAGR로 2355억 달러에 달할 것이라고 예상합니다.

전국전기계약자협회(NECA) 연구 및 교육 부서 ELECTRI International의 전무이사 Josh Bone 은 "건설, 자재 가용성, 비용, 일정, 인력 부족과 관련하여 너무 많은 불확실성이 존재하며, 점점 늘어나고 있습니다."라고 말합니다. "조립식을 통해 계약자는 이러한 변수를 더 잘 관리할 수 있습니다. 오프사이트 건설 방법을 채택한 상업적 계약자는 위험 관리면에서 상당한 이점을 가지고 있습니다. 조립식으로의 전환은 이제 소유자와 건설 관리자가 작업에 조립식을 요하는 새로운 장을 열었습니다."

글로벌 팬더믹은 제조 활동을 둔화시키고 작업장 폐쇄로 사업이 중단되고 건설 프로젝트를 지연, 취소 또는 축소시킴에 따라 이러한 수치에 영향을 미쳤을 가능성이 있습니다. 세계 경제가 회복 중인 지금도 노동력 부족과 공급망 붕괴는 계속되며 걸림돌이 되고 있습니다.

그러나, 이제 막 실현되었을 뿐이지만 다양하고 고유한 이점들도 있습니다.

우선, 오프사이트는 건설 현장에 일어날 수 있는 자연 현상(눈, 얼음, 비, 바람, 무더위 또는 영하의 추위)과 프로젝트의 최종 조립을 조정하는 데 필요한 인력의 양 측면에서 통제된 환경을 보장합니다. 대부분의 작업이 오프사이트에서 수행되므로 현장 요구 인원이 적어져 바이러스 전파 위험이 감소할 뿐 아니라, 요소에서 중장비를 사용하는 작업 인원이 적어져 안전성이 향상됩니다. 환경의 탄소 배출량 저감이라는 추가적인 이점도 있습니다.

또한 오프사이트 조립 방식으로의 전환은 워크플로 효율성도 획기적으로 개선합니다. 설치에 필요한 노동력과 시간을 결정하기 위해 모든 노력을 기울였음에도 불구하고 콘크리트 양생이 완료되지 않거나 구조용 강철이 들어가지 않아 현장 접근이 가능한 시점이 지연되는 경우가 많습니다. 오프사이트 조립 방식을 사용하는 경우 현장 접근성의 지연은 설치에는 영향을 미치지만 조립에도 반드시 영향을 미치는 것은 아닙니다.

잘 짜여진 계획이 갑자기 폐기처분됩니다. 작업 완료 기한이 더욱 촉박해지면서 계약자는 현장 완공에 필요한 예상 인력 수를 두 배로 늘렸습니다. 오프사이트 건설을 통해 AEC 전문가는 원한다면 언제든지(때로는 몇 달 전에) 프로젝트를 시작하고 지정된 날짜까지 납품하고 설치할 수 있습니다.

또 다른 조립식의 주요 이점은 이 건설 접근법을 통해 계약자가 주요 사업 지역이 아닌 곳까지도 작업을 전개할 수 있다는 것입니다. 따라서, 150마일 떨어진 곳에서 현장 내 6명만 있으면 프로젝트를 완료할 수 있습니다. 이는 다시 현장에서 작업 현장 개선이나 추가 공간 및 장비의 구매 또는 임대를 통한 현장 비용 절감으로 전환됩니다. 이러한 절감은 일정한 노동력으로 감독되고 매년 현장 변동을 겪지 않는 실내 조립식/모듈식 프로젝트에서 신입 직원의 교육을 통한 품질 개선으로도 이어집니다.

상어입에 뛰어들지 말 것

물론 조립식과 특히 모듈식 건설 산업이 아직까지 폭발적인 인기를 누리지 못한 데는 그만한 이유가 있습니다. 때에 따라서는 극복해야 할 중대한 장애물도 존재합니다. 또한, 조경이나 지하 유틸리티, 도로 및 주차장 포설과 같은 일부 전문 프로젝트는 실내 환경에서는 완료할 수 없습니다.



그러나 전자의 경우 오프사이트 건설 또는 채택의 가장 큰 과제는 전술한 패러다임 전환입니다. 구체적으로는 다음과 같습니다.

- **공간 부족** - 이것은 중대한 과제입니다. MEP 계약자나 AEC 업계 종사자가 즉시 적절하게 사업 규모를 확장할 것으로 기대하는 것은 비현실적입니다. 작업을 수행하는 데 필요한 물리적인 실내 공간이 부족한 경우도 많습니다. 이는 조립식이 전체적인 모듈식 프로젝트보다는 판금 작업, 기계 배관(비배관, 비급수, 비폐수) 저전압 전기, 인테리어 프레이밍과 같은 소규모 프로젝트가 먼저 시작되는 단편적인 방식으로 채택되기가 더 쉬운 이유이기도 합니다. 새로운 시설을 인수하거나 기존 시설을 확장하는 데는 시간과 많은 규제 철폐가 필요합니다. 누군가에게는 도약하지 않는 것이 더 쉽습니다.
- **숙련된 인력 부족** - 현장 요구 인력이 적어진다고 해서 인력 충원이 더 쉬운 것은 아닙니다. 현장 건설과 비교하여 오프사이트 건설은 프로세스 중심의 집중이 필요하며 이러한 변화를 주도할 경험과 기술을 갖춘 사람을 찾는 것은 어려울 수 있습니다. 적재적소에 적합한 최고의 인재를 채용하는 데는 시간과 비용이 소요될 수 있습니다.
- **장비 부족** - 물리적 공간 외에도, 조립 공장에 투입될 인프라에 대한 투자도 필요합니다. 시설 운영자가 현장 작업을 그냥 중단하고 오프사이트 작업으로 전환하여 작업이 잘 끝났다고 할 수도 없습니다. 그런 방식이 아니기 때문입니다.
- **창의적인 사고 결여** - 많은 사람들이 조립식의 조기 채택을 주저하는 이유는 설계가 변경되고 계약자가 조립식 작업을 다시 실시해야 한다는 걱정 때문입니다. 이러한 "변화가 있으면 어떻게 해야 하는가"와 같은 사고방식은 바뀌어야 합니다. 특히 기업이 BIM과 가상 설계 및 시공(VDC)에 막대한 비용과 시간을 투자하고 있으므로, 이러한 워크플로와 방법론은 조정된 설계에 따른 사전 제작에 더 적합합니다.

적어도 구조물의 70%가 배송 전에 완성되고 기본적으로 빌딩 블록으로 제작되는 모듈식 건설의 경우, 이러한 과제는 더욱 해결하기 힘든 것으로 증명되었습니다. 모듈식 건설은 2022년까지 전 세계적으로 6% 증가할 것으로 예상되지만(2017년 예측), 비용과 수익 간의 최상의 균형을 맞춰줄 비용 소스를 찾는 여정에 있는 기업에게는 좀 더 어려운 일입니다.

또한, 1945년 Richard Buckminster Fuller의 Dymaxion House, 몬트리올의 Habitat 67, Time Magazine 2015년 "올해의 25가지 발명" 중 하나로 선정된 시내 노숙자 쉼터인 로스앤젤레스의 Star Apartments를 비롯하여, 역사적이고 현대적인 모듈식 건축 사례들도 존재하지만, 모듈식 건축은 규모 면에서 아직 미래지향적이라는 개념이 일반적입니다. 또는, 최근 [Forbes 기사](#)를 인용하자면, 비주류적인 사고 형태입니다.



QA/QC 요구에 '이빨'을 달다

제3자 관점에서 볼 때, 오프사이트 건설 조립 방식은 실내에서 다루기 쉬운 조립 부분에 대해 상당한 품질 보증 및 품질 관리 이점을 가져다 줍니다. 오늘날 QA/QC는 3D 레이저 스캐너(환경이나 물체의 정확하고 완전한 3D 포인트 클라우드를 단 몇 분 만에 생성)와 부차적으로 프로세스 3D 레이저 프로젝션 형태로 점점 더 많이 공급되고 있으며, 레이저는 원본 CAD 회로도(또는 기타 모델 소스)를 건축 자재에 직접 투영하여 빠르고 정확한 위치 지정, 조립 및 검증을 보장합니다.

건설 전문가가 3D 스캔 데이터를 사용하여 CAD/BIM 설계 및 지역 표준에 대한 실시간 비교를 통해 프로젝트를 모니터링할 수 있는 정교한 3D 모델링 소프트웨어를 결합시키면 계약자는 폐기물과 비용이 많이 드는 지연을 줄이고 고품질 프로젝트를 적시에 제공하고 빠른 속도로 새로운 비즈니스를 수용할 수 있습니다.

3D 레이저 스캐닝에 비해 rung 상태는 낮지만, 레이저 프로젝션 역시 간과되어서는 안 되는 귀중한 QA/QC 조립식 도구입니다. 그러나 3D 계측 세트 간에 고립화된 경우가 너무 많습니다. 사실 조립식 시설은 제조 공장과 별반 다르지 않습니다. 레이저 프로젝터를 사용하여 작업자는 작업을 수행해야 하는 작업 공간의 위치를 시각화할 수 있습니다. 그리고 줄자나 다른 전통적인 수동 측정 방법 대신, 녹색 가시 레이저가 조립된 부품이나 표면에 형상과 텍스트를 투영시켜 사용자를 안내합니다. 이러한 방식으로 부품이 정렬되고 연결되는 위치(및 방법)를 사용자에게 즉시 알려줍니다.

DfMA(Design for Manufacture and Assembly) 엔지니어링 방법론의 중심에는 부품, 사람, 프로세스 간의 이러한 시너지 효과가 있습니다. 따라서, 조립식 및 오프사이트 건설로 전환하는 계약자는 건물 및 구성 요소의 설계 및 엔지니어링에서 이러한 프로세스 전환을 반드시 고려해야 합니다. 설계와 사용된 재료에 효율성을 창출할 수 있으며, 계약자와 궁극적으로 프로젝트 및 소유자에게 부가 가치를 가져올 수 있습니다.



요점은 다음과 같습니다. 계약자로서의 목표가 효율성을 개선하고 제품 출시 시간을 단축하며 총 생산 비용을 절감하고 해당 부품의 제조 프로세스 및 조립을 단순화하는 것이라면 오프사이트 조립 방식은 적합한 비즈니스 선택이 될 수 있습니다.



오프사이트/온로케이션 논쟁이 곧 해결될 것 같지는 않지만, 건설 산업에서 조립식의 성장은 더 커질 것입니다. 모듈식 건설도 마찬가지입니다. 새로운 이미징 기술과 측정 기술이 도입될 것입니다. 새로운 소프트웨어가 출시될 것이며 이미 인상적인 진전을 이루고 있는 인공 지능은 계속해서 성숙해질 것입니다.

최종적으로 조립식 건설을 채택하는 계약자는 더 큰 작업장을 필요로 할 수 있습니다. 그리고 159일의 고된 촬영 기간을 거쳐 예산을 300% 초과한 유명한 영화처럼 보유 현금은 당분간 부족할 수 있습니다. 그러나 증거에 따르면 1975년 히트작인 Jaws와 마찬가지로 귀하의 계약 사업도 순조롭게 진행되면서 블록버스터급 성공이라는 보상을 약속할 것입니다.

조립식/모듈식 건설이 귀사에 적합합니까? 조립식 사전 계획

현황 파악

- 조립식 건설의 인기는 높아지고 있으며 다양한 비용 절감, 노동력 절감(코로나바이러스에 의해 제한된 시장에서 특히 유리), 감독이 쉽고 이상적인 기후 통제 시설 안에서 밤낮으로 작업이 가능하다는 실내 환경의 이점을 살린 환경적 이점을 특징으로 합니다.
- 모듈식 건설은 아직 본격적으로 주류화된 것은 아니지만, 성공이 없는 것도 아니고 지원이 부족한 것도 아닙니다. 이 코드를 파헤치거나 노동력, 비용, 프로젝트 완료의 "비밀 소스"를 밝혀내는 기업, 건축가, 엔지니어는 건설 산업을 혁신하고 저소득층 및 노숙자 거주 시설부터 군사 및 우주 응용 분야에 이르는 다양한 분야에 중대한 거점을 확보할 수 있습니다. 귀사는 여기에 속하십니까?

계획

- 얻을 수 있을 것으로 예상되는 상위 5가지 이점을 근거로 조립식 건설 방식을 채택하고자 한다면 극복해야 하는 상위 5가지 문제점도 고려해야 합니다. 기존 시설을 구매하거나 확장하는 데 많은 전환 비용이 소요될 수 있으며 특히 프로젝트 관리 사고 방식을 가진 직원을 고용하고 교육하는 데에 많은 시간이 걸릴 수 있습니다.
- 시험 기준이 제한적이라 하더라도, 모듈식 건설이 비즈니스 관행에 어떻게 적용될 수 있는지 조사해야 합니다. 이러한 건설 분야에서 귀사는 실험에 착수할 수 있으십니까? 그러한 노력을 지원할 고객 기반이 있으며 더 많이 유치하고 유지하고 참여시킬 의향이 있으십니까? 대답은 '아니오'일 수 있습니다. 그래도 괜찮습니다.

행동

- 경쟁자들은 이미 조립식 시장에 뛰어들고 있으며 지리적 시장 간의 전통적인 장벽이 무너지고 있다는 사실을 인지하고 있습니다. 이 사실은 새로운 비즈니스 기회의 문을 열어주는 동시에 현지화된 "영역"이 누군가에게 넘어갈 수 있음을 의미합니다. 지역 시장이 어떻게 변화하고 있는지에 대한 인식이 중요합니다.
- 분명한 의도를 두고 귀사와 귀사 브랜드에 가장 적합한 조립식 경로를 결단하십시오. 지금도 델타 변이가 전 세계적으로 확산되고 있지만, 최신 경제 예상은 글로벌 경제 반동이 계속될 것이라는 낙관적인 견지를 유지하고 있습니다. 실제로, 경제협력개발기구는 2021년 예상 성장률을 연초 5.8%에서 5.7%로 단 0.1%만 줄였습니다. Covid-19와 최근 변이에 발을 멈추지 마십시오.

기고자 정보

Rob Miller는 FARO Technologies, Inc.의 아메리카 지역 AEC 부문 이사입니다. 건설 기술 분야에서 20년의 경력을 보유한 베테랑 Rob은 로봇 토탈 스테이션, 레이저 스캐너, 드론, 3D 기계 제어의 개발과 구현에 종사하고 있습니다. Rob은 여러 특허의 발명가로 인정받고 있으며 플로리다 대학교에서 기하학 학사 학위를 취득했습니다.