

모듈화의 적합성

한국과학기술정보연구원
전문연구위원 윤종량
(jryun@reseat.re.kr)

1. 서론

- 모듈화(modularization)에 대하여 오랫동안 논의가 있어 왔지만 쉽게 이해되지 않는 부분이 많고 장점도 확실하게 인식하지 못하는 경향이 있다. 모듈화는 위험부담을 줄이면서 비용절감과 공기단축을 이룩하게 해주는 효과적인 수단이지만 복잡성을 높이고 혼돈을 초래하기도 한다.
- 모듈화는 산업분야 뿐만 아니라 주택, 일반 건축물, 선박 및 해상구조물, 우주정거장(ISS) 등 여러 곳에 적용되고 있다. 모듈화가 매력적으로 보인다고 하더라도 특정 프로젝트의 모듈화는 현장건설의 경우와 비교해서 분명한 경제적 이점이 있을 경우에 추진되어야 할 것이다.

2. 유용성(Potential value)

- 화학 산업에서 물적 및 인적자원이 제한되어 비용이 많이 들고, 현장 공사가 어려운 환경에서 공장을 건설할 때 모듈화가 경제적인 해결책이라고 말하고 있다. 아래 항목들은 모듈화에 의한 대표적인 비용절감에 해당한다:
 - 노무비(labor cost): 제작소(shop)에서 임금이 건설 현장보다 낮은 경우이며, 통상 현장에서의 장비, 감리, 훈련, 안전 등 관련부대비용의 비중이 높다. 노동환경조건이 좋은 제작소보다 임금 자체가 높은 현장도 많이 있다.
 - 생산성(productivity): 제작소에서의 작업은 매뉴얼, QA, 제작규범 등 제반규정을 준수하는 분위기이며, 작업환경도 잘 관리할 수 있다. 그러므로 강풍, 강우, 폭설 등 악천후의 영향을 적게 받는다.

- 장비(Equipment): 적절한 작업계획과 작업절차 수립을 통하여 모듈화는 현장에서 대형 크레인과 같은 중장비 사용시간을 줄일 수 있다.
- 안전(safety): 양호한 환경에서의 적당한 교대작업은 프로젝트의 안전 위험성을 낮춘다. 모듈화는 대형 수직구조물을 수평화하기 때문에 본질적으로 고도(高度)작업의 위험성을 줄여 준다.
- 작업량 조절(Reduction of peak work load): 현장의 직접, 간접노무비가 감소되며, 노무자들의 숙소, 송출, 의료, 음식물, 복리후생시설 등 추가비용을 절감할 수 있다.
- 공기(Schedule): 공사현장에서는 각종 인허가 문제로 착공이 늦어지는 경우가 많다. 모듈화는 현장건설의 경우보다 수개월 먼저 작업에 착수할 수 있다.

3. 적합성 평가(Suitability)

○ 프로젝트에서 모듈화가 좋은 방법이라고 생각되더라도 최종 의사결정 전에 모듈화가 실용적이고 실행가능한 방법인가의 여부를 신중하게 확인하여야한다:

- 여기에서 활용할 수 있는 확인 체크리스트들은 다음과 같다.
 - 현장 노동생산성과 제작소 생산성의 차이(기준치: 80%)
 - 현장과 제작소에서의 노무비 비교(기준치: 30%)
 - 기후조건 및 가혹기후의 가능성
 - 모듈제작 장소 및 작업자
 - 모듈작업에 필요한 작업량에 대한 규제
 - 모듈의 수송문제
 - 공장규모에 모듈이 가능한지 여부
 - 현장의 허가문제
 - 소요 크레인의 규모 및 조달 용이성
 - 모듈화와 공기의 연관성
 - 기기 장치 사이의 이격의 필요성

4. 사례연구(Case study)

- 모듈화를 통한 비용절감의 효과를 확인하기 위하여 미국의 Great Lake 지역의 가스오일 수소처리(GOHT)프로젝트의 내용을 분석하여 보았다. 이 프로젝트는 가솔린의 유허합량을 낮추기 위한 시설로 일괄도급, 턴키(turnkey)로 2003년 8월 계약 체결하여 2005년 9월 완공되었다.
- 대부분의 산업공장 프로젝트들이 봉착하고 있는 주된 문제점은 현장 작업으로 인한 비용의 상승이다. 현장 부근에서 조달 가능한 인력은 필요한 작업에 충분히 숙련되어 있지 못하므로 다른 지역의 근로자들을 확보하여야 한다.
- 짧은 공기를 맞추기 위해서는 설계, 구매, 조립, 설치 등의 기능들이 상호 유기적으로 조정되어야 하며, 추운 겨울날씨는 현장에서의 노동생산성을 낮추고 수송을 저해한다. 이 지역의 경우 11월에서 3월까지로는 도로 통제율이 35% 정도였다.
- 모듈화는 현장작업을 제작소(shop)환경으로 옮기는 것으로 경비절감 내용을 정확히 분석하기 위해서는 노무비, 노동생산성, 구조설계 및 조립, 조립시간(assembly hour), 외주비용(단열, 소방), 간접노무비, 기초설계 및 설치비, 수송비 및 크레인 임차료 등 여덟 가지를 상세하게 비교 검토하여야 한다.
- GOHT프로젝트의 전체 비용내역을 비교하여 보면, 현장건설의 경우가 모듈화보다 예산기준으로는 FOB코스트는 4.6% 감소하지만, 현장시공비는 9.7% 증가하는 것으로 예측되었다. 실제 프로젝트 비용분석에서는 현장건설의 비용이 모듈화의 경우보다 전체적으로 18.1% 증가하는 것으로 분석되었다.

출처 : P. H. Jameson, "Is modularization right for your project?" *Hydrocarbon Processing*, 2007, pp. 47~53

◁ 전문가 제언 ▷

- 모듈화(modularization)가 실제의 설비나 시설물 건설에 적용된 기간은 상당히 오래된다. 과거에는 주로 화학 분야의 공장건설에 많이 사용되어 왔으나 지금은 주택, 일반 및 특수구조물, 등 사용처가 확대되고 있다. 모듈화는 물적 및 인적자원이 제한되어 있고 현장작업이 어려운 환경에서 시설물을 건설할 때 경제적인 해결책이라고 말하고 있다. 이를 가장 알기 쉽게 설명해 주는 것이 국제 우주정거장(ISS) 건설프로젝트라고 할 수 있다.
- 모듈화는 위험부담을 줄이면서 비용절감과 공기단축을 이룩하게 해주는 효과적인 수단이지만 복잡성을 높이고 혼돈을 초래하기도 한다. 그러므로 특정프로젝트의 모듈화는 현장건설의 경우와 비교해서 분명한 경제적 이점이 있는지의 여부에 의하여 결정되어야 하며, 최종 의사결정전에 모듈화가 실용적이고 실행가능한 방법인지 신중하게 검토되어야 한다.
- 에너지의 효율화, 고객 주문형, 등의 특성을 갖고 있는 대규모 플랜트는 규모가 클수록 경제성이 높아지나 반복 설치의 강점이 있는 모듈플랜트는 작은 사이즈가 유리하다. 현재 화학 산업이 직면하고 있는 안전성 문제, 수송비 증가, 생산규모에 따른 진입 장벽, 등을 고려할 때 소형 모듈플랜트의 발상은 비즈니스 모델에서 하나의 전환점이 될 수도 있을 것이다.
- 본고는 모듈화를 통한 비용절감 사항을 항목별로 자세히 설명하고 있으며, 모듈화 의사결정을 위한 10여 가지의 체크리스트를 추천하고 있다. 또한 사례연구로 GOHT프로젝트를 선정하여 현장건설과 모듈화 경우의 작업량, 노무비, 비용 등을 다각적으로 분석한 결과를 잘 보여주고 있다.