

국내 건설 산업의 공정 혁신을 위한 제언



김원태 한국건설산업연구원 연구원

1. 논의 배경

우리나라 건설산업의 생산성은 선진국에 비해 여전히 열등한 수준으로 건설 생산 구조의 효율화가 요구되는 실정이다. 국제 생산성 비교 조사¹⁾에 따르면, 건설업의 연평균 부가 가치 노동생산성은 OECD 가입국 중심의 25개국 중 영국은 1위, 한국은 20위를 거두고 있다. 이러한 국내 건설산업 전반의 낮은 생산성은 관련 법령과 제도를 포함한 건설 생산 시스템의 후진성²⁾에 더불어 생산 주체의 낮은 글로벌 경쟁력을 반영하고 있는 것이다. 이에 본고에서는 우리나라 건설산업의 공기 경쟁력을 제고하기 위해 요구되는 변화와 발전 방향을 제언하고자 한다.

2. 공정 혁신의 필요성

국내 건설 산업에서 공정 혁신의 필요성을 1) 수요자 측면, 2) 공급자 측면, 3) 산업 측면에서 살펴보면 다음과 같다.

1) 수요자 측면

최근 들어 발주자의 사업 기간 단축에 대한 요구가 증대되고 있다. 대규모 자금이 동원되는 대형 국책 사업의 경우에는 공기 단축 방안이 낙찰자 선정을 위한 주요한 평가 기준이 될 수 있다. 정부는 건설산업선진화방안(2009.3)의 일환

으로 발주자에게 최고 가치(best value)를 제공할 수 있는 설계공모·기술제안형 입찰제도의 확대를 추진하고 있다. 1,000억원 공사를 선시공하여 1년 조기 준공시 편익은 약 50억~100억원으로 추정³⁾하고 있는 바와 같이, 사업 기간의 단축 여부는 곧 사업의 경제성에 직결될 수 있는 것이다. 플랜트 사업의 경우, 일반적으로 3개월 공정 단축은 약 3~4%의 사업 수익률을 향상시키는 효과⁴⁾가 있는 것으로 알려져 있다. 공기 단축 결과가 수익성 있는 사업과 수익성 없는 사업을 구분하는 척도가 될 수 있다는 것을 의미한다. 이외에도 생산물 조기 양산을 통한 시장 선점, 긴급한 재난 복구, 건설 과정에서의 환경 파괴 최소화 등의 이유로 공기 단축이 요구될 수 있다.

2) 공급자 측면

해외시장 수주전에서 경쟁 우위를 차지하기 위해서는 건설 상품의 생산 주기를 단축시키는 역량이 핵심 전략으로 부각되고 있다. 현재의 건설 시장은 발주자의 요구에 응해야 하는 구매자 우위 상황임을 고려할 때, 고객의 요구에 신속하게 대처하는 능력이 곧 수주 경쟁력으로 이어질 수 있기 때문이다. 특히, 해외시장에서 국내 건설기업은 가격 경쟁력을 무기로 앞세운 중국, 터키, 인도 등 신흥국 건설업체와의 경쟁에서 승산이 없거나 출혈 수주가 불가피한 상황이다. 단축된 공기 제안과 같은 차별화된 수주 전략을 통해 후발 건설 업체와의 경쟁에서 도태되지 않도록 대비해야 하는 시급성을 인식해야 하는 것이다.

1) 한국생산성본부(2009), 생산성 국제비교, pp. 46~47
 2) 대표적인 예로 장기계속계약제도에 근거한 공공사업은 예산 배분의 부적절성 및 재정 투자의 축소 등으로 상당한 공기 지연이 발생하고 있다. 대한건설협회가 조사한 361개 공공 건설 현장에 대한 실태(2009년 11월)에 따르면, 계약서상의 공사기간보다 평균 6.7년이 더 소요되며, 예산 배정률도 적정 예산 대비 55%에 불과한 것으로 조사되었다.

3) 국토해양부, 2008년 10대 재정운용계획 아젠다 정책추진방향
 4) P. F. Navarrete, W. C. Cole(2001), Planning, Estimating, and Control of Chemical Construction Projects, CRC Press, p.18

기업 내부 입장에서도 공기 단축은 분양성 향상, 공사 원가 절감, 현금 흐름 개선 등을 통한 수익성 개선의 효과가 있다⁵⁾. 노무 투입 및 장비 임대 기간을 축소할 수 있으므로 공사 원가를 줄일 수 있는 동시에 자원 회전율을 증가시키는 이점이 있다. 공정 및 준공 기일을 앞당기면 기성금 또는 준공금의 조기 수령을 통해 금융비용을 줄이거나 이자 소득 증대 등 부가 수익 창출과 현금 흐름 개선이 가능하다. 도심지 공사의 경우 교통·분진·소음 등에 기인한 현장 주변 거주민의 불편을 최단기간으로 최소화할 수 있어 민원 제기 가능성을 줄일 수 있다.

3) 산업 측면

선진국과 비교한 우리나라 건설 산업의 공기 경쟁력을 알아보기 위해, 소규모 및 대형 청사 건물을 기준으로 건설 소요 기간을 비교⁶⁾하여 보았다. 비교 방식은 국내 조달청에 계약 요청된 공사 자료⁷⁾와 영국왕립공인적산협회의 공사 기간

산정 프로그램⁸⁾에서 도출한 예측 값을 활용하였다. 총 11개의 공공 청사 건립 사업의 공기를 비교한 결과, 우리나라의 공사 기간은 평균 82주인 반면 영국 공사 기간은 평균 66주로 예측됨에 따라 우리나라의 공사기간이 영국에 비해 약 22% 더 길게 걸리는 것으로 나타났다. 비교 대상 11개 사업 중 9개 사업(약 82%)이 영국에 비해 공사 기간이 길었다.

분석 사례 중 가장 큰 차이를 보이는 사업을 소개(그림1 참조)하면, 국내의 경우 착공 후 1,034일(148주)이 주어진 반면 영국은 99주가 소요되는 것으로 예측되어 약 49%의 차이를 보였다. 흥미로운 사실은 동일 사업 조건에서 발주 유형만을 전통적 설계시공분리방식에서 디자인빌드방식으로 변경해 보면, 공기가 다시 85주까지 줄어든다는 사실이다. 적절한 조달 및 발주 방식을 활용함으로써 상당한 수준의 공기를 단축할 수 있다는 것이다. 이와 같이 영국에 비해 국내 사업의 공기가 길다는 점은 곧 국내 사업의 공기 단축 여지가 존재함을 시사한다.

(가) 국내 조달청 계약 공기 (설계시공 분리 방식)

(나) 영국 BCIS 예측 공기(설계 시공 분리 방식)

(다) 영국 BCIS 예측 공기(디자인 빌드 방식)

대형청사 1



공사개요

- 공사명 : ○○청사 건립공사
- 공사규모 : 불건물크리프트 지하4층 지상12층 연 27,518㎡
- 현장위치 : 서울특별시 성북구
- 공사기간 : 착공후 1,034일 **148 주**
- 용도 : 공공업무시설
- 공사비산출기준 : 1) 2006년 상반기 가격조사 적용
2) 2006년 상반기 서울노임가격
3) 2006년 상반기 제비용 적용
- 연면적 : 27,518㎡
- 중공사비 : 60,913,934,014원
- M²당공사비 : 1,850,205원

BCIS Duration Calculator (New Build, Construction)

[Notes and definitions](#)

Public Office

The estimated construction duration from Start on Site to Construction Completion is **99 weeks**
(this is an average for the project as described below).

The 90% confidence interval for this estimate is 91 to 108 weeks.
Individual projects will take more or less time than the average: the 90% prediction interval for individual projects is 67 to 145 weeks.

The estimate is based on the following project details:

Contract value:	£ 28,521,774 at 1st Quarter 2006 prices and UK mean price level
Building function:	Offices
Procurement:	Traditional lump sum
Selection of contractor:	Single stage tendering
Client organisation:	Public

BCIS Duration Calculator (New Build, Construction)

[Notes and definitions](#)

Public Office

The estimated construction duration from Start on Site to Construction Completion is **85 weeks**
(this is an average for the project as described below).

The 90% confidence interval for this estimate is 79 to 91 weeks.
Individual projects will take more or less time than the average: the 90% prediction interval for individual projects is 57 to 126 weeks.

The estimate is based on the following project details:

Contract value:	£ 28,521,774 at 1st Quarter 2006 prices and UK mean price level
Building function:	Offices
Procurement:	Design and build
Selection of contractor:	Single stage tendering
Client organisation:	Public

[그림1] 공공 청사 건립 사업 사례의 국내와 영국간 공사 기간 비교

5) 유동성 확보가 어려운 건설 기업의 경우 전략적으로 공기 연장을 선호하는 경우가 발생할 수 있으나, 이는 사업 수행의 효율성이나 작업의 생산성 측면에서 바람직하지 않은 것이다.

6) 동일 시설물이라 하더라도 공사 지역, 작업 조건, 기후 환경 등이 달라 1 대 1 단순 비교에는 어려움이 있으므로 양국 간의 거시적인 건설 공기 수준을 비교하는 목적으로 한정한다.

7) 조달청이 발간한 공사유형별 공사비 분석(2008.6)과 공사유형별 공사비 분석(2007.3) 자료 중 공사비 금액은 예정가격 작성을 위한 조사 기준이며, 공사 기간은 착공 후 예정 공기이다.

8) 영국왕립공인적산협회(Royal Institution of Chartered Surveyors) 산하 건물비용정보서비스(Building Cost Information Service) 부문의 공사기간 예측 프로그램(Construction Duration Calculator)은 1991년부터 2008년 사이에 영국 각 지역에서 수행되었던 4,500여개 이상의 실제 사업 자료를 근간으로 구축한 예측모델임. 공사계약금액, 공사착수시점, 시설물 유형, 현장 위치, 계약 방식 등의 사업 변수를 입력하면 공사 기간 예측치를 산출하여 제공한다.

3. 공기 단축 성공 사례 분석

국내 건설 산업의 경쟁력 제고를 위해 건설 사업 기간을 획기적으로 단축한 성공 사례를 분석하고자 한다. 이를 위해 성공적인 공정 단축 사례로 지목된 바 있는 대표적인 건축(대규모 유통 단지, 경기장 시설), 토목(초장대 교량), 플랜트(원자력 발전소) 부문 벤치마킹 사업에 대한 수행 결과와 주요 공기 단축 요인을 요약하면 [표1]과 같다. 개별 건설 상품 및 사업의 특수성으로 인해 성공 요인을 일반화하는 것은 어려운 측면이 있으나, 주요한 시사점을 찾는 목적에 한정하여 살펴보고자 한다.

1) 수행 결과

국내의 성공적 공기 단축 사례들은 모두 25% 이상의 공정 단축 효과를 거둔 것으로 나타났으며, 사업 비용 측면에서도 유사 사업과 대비해 절감된 사업이 존재하였다. 효율적인 생산 구조로의 변화를 꾀한다면, 공기 단축이 반드시 사업 비용 증가로 이어지지 않는다는 사실을 확인하였다. 안전 및 품질 차원에서도 무재해 발생과 작업 품질 개선 등의 성과를 거둬 일반 표준 공기를 준수한 사업과 비교해 안전 및 품질의 저하 요인은 크게 발생하지 않았다. 검증된 기술과 철저한 관리가 전제된 공기 단축은 안전 및 품질 차원에서 반드시 부정적인 영향만을 미치는 것이 아님을 입증하고 있다고

[표 1] 국내 성공 사례 요약

구분	성공 사례 1 (건축)	성공 사례 2 (건축)	성공 사례 3 (토목)	성공 사례 4 (플랜트)
공기 단축	· 기본설계에서 준공까지 31개월 소요 (약 26% 단축)	· 기본설계에서 준공까지 42개월 소요 (약 33% 단축)	· 전체 시공 기간이 52개월 소요 (약 62% 단축)	· 최초 콘크리트 타설부터 상업운영 개시까지 52개월 소요 (약 25% 단축)
건설비용	· 유사 사업 대비 약 9% 절감	· 확인 불가 · 완벽한 안전관리로 무재해 사업으로 완수	· 유사 사업 대비 약 11% 절감	· 확인 불가
안전 품질	· 사전 성능 시험 실시로 재작업 방지 · 무재해 준공 완수	· 설계 시공 일괄 발주	· 사전 작업 훈련 실시 등으로 재작업 및 안전 재해 방지	· 철저한 품질 검증 과정을 거쳐, 세계 최고 수준의 가동률 시험
사업 수행 방식	· 설계 시공 일괄 발주 · 실시 설계가 진행되는 동안 토공사를 진행한 패스트 트랙 적용	· 토공사, 기초 지하 골조, 지상 골조, 마감 등을 각 단계별로 패스트 트랙 적용	· 민간 자본을 유체(BOT) · 20개의 설계단위로 구성된 패스트 트랙 적용	· 설계 시공 분리 발주 · 시설물 및 공종별 패스트 트랙 적용
설계 및 엔지니어링	· 지하주차장 및 매장의 모듈화된 설계 · 대형부재로 계획 변경(단위 면적당 8매에서 3매로 축소) · PC 복합화 구조물로 설계 · PC부재 설계시 3D 모델화로 간섭 사항 사전 발체 · 최신도면 관리를 위한 시스템 가동	· 스탠드 프리캐스트 콘크리트 구조, 스탠드 하부 철골 구조, 지하 콘크리트 구조인 복합 구조물로 계획 · 스탠드 직선화로 시공성 개선과 공기 단축 · 설계의 적정성 검토와 가치 공학 실시 · 각 분야별 외국인 자문단 설계 초기에 참여	· 국내 최대 대형화 프리캐스트 블록 부재(PC-House, FSLM, 크로스 빔, 강교 대블록 등)로 설계 · 국제적 수준의 설계 기준(AASHTO)을 적용 · 내용 안정성, 진동 제어, 정밀 구조 해석, 4차원 형상 관리 등의 선진 엔지니어링 설계 기술 도입 · 3단계에 걸친 설계 검토 및 승인 과정 거침	· 지속적인 설계 개선 작업을 추진하여 표준원전 모델의 기본설계 및 상세설계 완성도 높임. · 기수행된 참조 모델을 활용하여 설계 개념 향상 · 시공 및 운영의 편의성 확보를 위한 설계의 최적화 시도 및 합성 구조물 개발 · 건설 공정 최적화를 위한 4D 설계 및 시뮬레이션 기술 개발
생산 및 시공	· 프리캐스트 부재 및 선조립 대형 거푸집 등의 사전 공장 제작 및 현장 설치 · 현장 가설시설 작업 최소화 · PC 부재의 양중 효율 증진을 위한 타워크레인 중첩 배치 · 야근 및 교대조 투입을 통한 돌관 작업 체제	· 프리캐스트 부재 사전 제작 후 현장 설치 · 시공 기간 동안 돌관 체제로 수행	· 프리캐스트 부재를 일체형으로 선제작 후 현장에 일괄 가설 · 대형 부재 운반 및 가설을 위한 초대형 해상 크레인, 특수 제작 운송 바지 및 캐리어 활용 · 교량 상판에 중형 양방향 Pre-tension 기술 개발로 2일 사이클 제작 · 자동 상승 시스템 거푸집 활용 · 철근망 자동화 생산 설비 개발 및 사용	· 취배수 시설의 침매함 육지 제작 및 해상 거치 공법 적용 · 원자로 냉각제 배관 및 내부구조물의 병행 시공 · 격납건물 라이너 모듈화 시공 · 돔 구조물 2단 시공 · 나사식 기계적 절근 이음 방식 · 전후후 가설 지붕 설치
사업 관리	· 발주자 PM 전담 조직 구성	· 발주자 PM 전담 조직 구성 · 외부 사업관리(CM) 영역 활용 · 사업정보관리통합시스템 구축 운영	· 외국 투자자인 발주자 PM 전담 조직	· 발주자 PM 전담 조직 · 필요시 종합설계사의 사업관리 업무 지원 · 사업 발주자-설계자-시공사 통합사업계획 조직 운용

볼 수 있다.

기존에 알려진 국내 건설산업의 낮은 생산성 통계와는 상반되게 성공 사례에서 파악된 작업 생산성은 높은 것으로 보인다. 국내 대형 건설기업의 생산 역량은 이미 상당 수준 고도화되어 있거나, 실현되지 못한 잠재력은 충분한 것으로 해석할 수 있다. 다만, 성공 사례 사업의 일부에서는 여전히 현장 작업 시간의 증대를 통한 돌관 작업 체제가 유지되고 있는 것으로 나타나 개선의 여지가 있는 것으로 보인다. 주요 선진 건설국과 우리나라의 전반적인 생산성 차이를 극복하기 위해서는 성공 사례에서 도출된 공정 혁신의 요인들을 국내 산업 차원으로 확대하고 전파하는 것이 필요할 것이다.

2) 주요 시사점

첫째, 사업 수행 방식 선정에 있어 공기 단축에 유리한 발주 및 조달 방식의 활용은 공정 단축의 효과는 물론이고, 사업비 절감에 기여할 수 있다. 혁신적인 수준의 공기 단축 결과를 거둔 건축, 토목, 플랜트 사업에서 주목해야 될 공통점은 조사 대상 사업들이 모두 설계 시공 일괄 발주 및 패스트 트랙 방식을 통해 수행된 것이다. 시공 단계에서의 일부 공종과 작업을 대상으로 하는 공기 단축 시도가 아니라, 프로젝트 라이프 사이클 전 기간을 대상으로 하는 사업 기간의 단축이 그 효과를 최대화할 수 있음을 시사한다. 특히, 설계 시공 일괄 발주 및 패스트 트랙 방식은 사업 기간의 단축은 물론, 사업 주체 및 단계간 통합에 유리하여 생산 프로세스 전반의 최적화에 기여한 것으로 파악된다.

둘째, 설계 및 생산 방식 측면에서 공기 단축에 성공한 사례들은 기존의 관행적 설계 기술 및 시공 공법을 대신해 새로운 접근을 시도한 혁신성을 공통적으로 보였다. 성공 사례에서는 부재 설계 및 공법 선정 과정에서 현장 시공성 및 공기 단축 가능성을 최우선적으로 고려한 설계 개념이 적용되었다. 시공 공정 사이클을 단축하기 위해 시설물의 모듈화, 부재 규격의 표준화, 부재 규모의 대형화 등이 설계 단계에서부터 추진되었다. 시공 물량이 많거나 주공정선에 위치한 선형 공종의 경우 공장 선제작 후 현장 설치 방식이나 부재의 자동화 생산 시스템을 자체 개발하는 등 작업 속도를 가속화하였다. 기존의 선형적인 작업 수행 방식을 탈피해 병행 가능한 작업은 모두 병행화하는 전략이 적극적으로 고려되었다.

셋째, 관리 방식 측면에서 성공 사례들은 발주자의 공기 단축에 대한 명확한 의지가 표명되었고, 선진화된 건설 관리

기법과 이를 지원할 전산 시스템을 구축하였다. 성공 사례는 모두 패스트 트랙 방식으로 수행되었기 때문에 설계 및 시공 계약 패키지의 구분, 공종별 간섭 사항 관리, 설계 및 시공 일정 통합 관리 등의 전문화된 사업관리 역량 등이 필수적으로 요구되었다. 발주자 PM 전담 조직 구성이나 외부 사업관리 전문 조직의 용역에 의해 강력한 공기 단축 수행 환경을 조성하여 직간접적으로 생산 주체를 지원하였다.

4. 맺음말

건설 산업의 공정 혁신은 발주자(수요자)의 공기 단축 의지와 역량에서 시작된다고 볼 수 있으며, 시의적절한 의사결정과 투입 자원 지원이 뒷받침되어야 한다. 건설 사업의 선수요 및 후공급 특성으로 발주자가 요구하는 수준 이상의 일정, 가격, 성능 목표는 달성될 수 없기 때문이다. 성공 사례 분석에서는 발주자의 공기 단축 약속, 적절한 발주 및 조달 방식의 활용, 사업 관리의 전문화 등에 따라 공기 단축 수준이 달라짐이 입증되었다.

건설 사업의 공급자 측면에서도 기업 스스로 경영 차원의 공정 혁신 전략 수립 필요하다. 향후 건설 사업의 경쟁력은 차별화된 공정 프로세스 관리 역량에 달려 있음을 인식하고, 기업 경영 차원에서 주력 상품별 공정 혁신 전략을 수립되어야 한다. 일회성 프로젝트 차원의 기술 개발과 확보는 제약이 있으므로 본사 차원에서 공정 혁신을 위한 구체적인 비즈니스 모델이 전략적으로 구축되어야 한다. 공정 단축에 절대적인 영향을 끼칠 수 있는 설계 및 엔지니어링 요소 기술의 개발도 중요하지만, 건설 생산 시스템의 전반에 걸친 공정 혁신은 비기술적 관리 요소의 변화를 통해 가능함을 주목해야 한다.

알림

본고는 『김원태 · 이영환 (2011.2), “건설기업의 경쟁력 제고를 위한 공정 혁신 성공 사례 분석과 시사점”, 한국건설산업연구원』를 재정리하여 요약한 것임.

· 김원태 email : wontkim@cerik.re.kr