건설이슈포커스

공공공사 공기의 적정성 확보를 위한 공기 산정 기준의 방향과 요인

2018. 11

손태홍·박희대

■ 논의의 배경 및 목적과 방법 ····· 4
■ 실태조사 및 분석 ····· 7
■ 공기 산정 기준의 필요성 ····· 12
■ 공기 산정 기준의 방향과 요인 ····· 26
■ 결론 및 제언 ····· 36

CERIK
Construction & Economy Research Institute of Korea
한국건설산업연구원

요 약

- 공공공사의 성공적인 수행을 위해 공사 완료에 적정한 공기를 산정하고 이를 건설기업에게 준수하도록 요구하는 것은 종류와 관계없이 모든 사업에 적용되는 건설사업의 기본적인 원칙과도 같음. 그럼에도 불구하고 최근 안전사고 증가 및 건설 품질 하락 등의 원인 중의 하나로 공사 기간의 부족이 지목되고 있음.

- 공공사업의 공사 기간 산정 방식을 체계화하려는 최근 정부의 노력은 적정공사비 지급과 더불어 산업의 원칙을 지킨다는 시각에서 높게 평가할 수 있음. 공기 산정 방식의 개선을 위해서는 현행 방식에 대한 올바른 문제 인식과 건설사업에서 공사 기간의 중요성에 대한 이해 등을 포함하는 체계적이고 전략적인 접근이 요구됨.

- 다수의 선행 연구가 공사 기간을 공사비, 품질 등과 함께 건설사업의 핵심 성공 요인 중의 하나로 평가하고 있으나, 건설기업은 공사 기간의 중요도를 공사비에 비해 상대적으로 낮게 인식하고 있음. 이런 인식은 공사 기간의 적정성에 대한 검토의 필요성을 발주자나 계약자 모두 등한시하게 되는 원인이 되고 있음.

- 본 연구에서 실시한 설문조사에 따르면 건설기업은 공사 기간의 적정성이 사업 수행에서 갖는 중요성을 인식하고 있으며, 공기 부족을 경험한 기업은 발주기관의 체계적이지 못한 공기 산정 방식의 문제점을 그 원인으로 지적하였음.

- 공공공사의 공기 산정시에는 규모, 형태, 구조, 기능과 같은 사업 본래의 특성과 조달 과정의 난이도 및 기상 조건(미세먼지, 폭염) 등의 내부적 요인, 그리고 사회적 공약으로 인식되는 준공 시점, 외부 민원, 건설 관련 정책(근로시간 단축 등)의 변화 등 외부 환경 요인에 대한 면밀한 검토가 필요함.

- 계약 단계 전까지, 산정된 공사 기간에 대한 적정성을 검토할 수 있는 주체를 선정하여 그에 따른 책임과 권한을 부여할 필요가 있음. 또한 건설기업에게 공사 기간의 적절성 검토를 의무적으로 시행하도록 하고 부족할 경우 발주자와 협의할 수 있는 제도적 장치의 도입을 검토할 필요가 있음.

- 일본과 같이 공기 산정 계량 모델을 구축하기보다는 미국처럼 다양한 사업의 내·외부적 영향 요인을 공사 기간 산정시 포함시키고, 이를 기반으로 발주기관이 공통적으로 사용할 수 있는 가이드라인을 제시하는 절차적 보완 중심의 제도 개선이 필요함.

- 부족한 공기는 건설 품질 하락, 안전사고 증가, 기업의 이익 하락 등과 같은 산업 차원의 피해를 유발하는 원인으로 작용한다는 점을 잊어서는 안 됨. '제값과 필요한 시간을 제공하고 제대로 시공'하는 건설문화 정착을 위한 산업 참여자들의 노력이 필요함.

Ⅰ 논의의 배경 및 목적과 방법

1. 논의의 배경

지난 6월 관계부처 합동으로 발표된 '건설산업 혁신방안'의 세부 추진과제 중 '공공공사 견실시공 기반 조성' 과제에는 적정 공사비 책정과 적정 공기 도입이 주요 내용으로 포함되었음. 이는 공공공사의 적정 공사비와 더불어 적정 공기(適正工期) 확보에 대한 업계의 제도 개선 요구를 반영한 것으로 해석됨.

- 적정 공기에 대한 건설업계의 관심이 증가하는 이유는 공기(工期) 부족이 안전사고 증가와 품질 하락 등의 원인 중 하나로 지목되고 있기 때문임.
- 건설업계에서 야간 및 휴일에 시행되는 돌관공사는 계획된 공정관리 전략이기보다는 장비와 인원을 집중적으로 투입해서라도 준공 기한을 지키기 위한 수단으로 활용되고 있음.

사업의 계약 공기 준수를 위한 반복적인 돌관공사의 시행은 현장 인력의 피로 누적 등에 따른 안전사고 증가와 품질 하락, 공사비 증가 등의 부정적 결과로 이어질 수 있음.

- 일반적으로 돌관공사의 시행은 공정관리 계획의 완성도 및 리스크 관리 미비, 낮은 기술력 등 건설기업의 사업관리 역량 부족을 의미하지만 애초부터 부족한 공기로 인해 돌관공사를 시행하게 되는 경우에는 동일하게 해석해서는 안 됨.

공공공사를 수행하는 기업들은 부족한 공기의 원인이 지리적 및 기후적 영향 요인과 사업 자체의 특성 등을 고려하지 않고 경험에만 의존해 결정되는 공기 산정 방식에 있다고 지적하고 있음.

- 건설사업은 공장 중심이 아닌 일시적인 현장에서 최종 결과물이 생산되는 독특한 특성으로 인해 생산물의 지리적 위치 등 특성이 공기 산정에도 직·간접적으로 영향을 미칠 수 있음. 지리적 위치는 기후에 따른 비작업일수 산정에도 영향을 줄 뿐만 아니라 도심 지역의 경우 주거민의 민원 등 외부환경 요인에 따른 사업 지연 원인이 될 수 있음.

촉박한 공기로 인한 부정적 영향은 비단 사업을 수행하는 건설기업에게만 해당되는 것이 아님. 안전사고로 인한 공기 지연, 무리한 돌관공사에 따른 품질 저하는 최종 사용자의 편익을 낮추는 원인으로 작용하게 됨.

안전사고 증가나 품질 하락 등의 원인이라는 평가와 더불어 최근에는 「근로기준법」 개

정에 따른 주당 근로시간(최대 68시간 → 52시간) 단축이 건설 공기에 미칠 직·간접적 영향에 대해서도 우려의 목소리가 높음.

- 교대 근무를 통한 24시간 지속 작업이 필요한 터널공사와 같은 일부 토목사업의 경우 근로시간 단축으로 인해 공기 산정을 포함하는 사업관리 전략의 변화를 필요로 하고 있음.

하지만 공공공사의 특성상 사업 초기의 기획 단계에서 결정된 공사 기간이 기본계획 확정 이후에는 최종 사용자와 맺은 사회적 약속으로 인식됨. 또한 시설물의 사용 계획이나 예산 등과 관계가 있는 경우 특별한 사유 없이 공사 기간 변경은 어려운 실정임.

최근 정부는 기후 변화와 근로시간 단축 등 건설현장의 영향 요인을 반영한 '공공공사 표준 공사 기간 산정을 위한 기준'[1]을 마련할 예정이라고 밝힘. 하지만 적정 공기의 산정 기준을 마련하기 위해서는 명확한 문제 인식과 더불어 공기 부족의 실태에 대한 이해를 기반으로 하는 체계적인 접근이 요구됨.

2. 논의의 목적과 방법

본 연구는 공공공사의 적정 공기 확보를 위한 산정 기준의 마련이라는 산업 차원의 요구에 대응하는 기초 연구임. 따라서 적정 공기의 확보라는 이슈가 갖는 산업적 의미를 강조하기 위해 현황 분석 및 관련 선행 연구의 고찰을 중심으로 수행됨.

기초 연구로서의 본 연구의 목적은 크게 세 가지로 요약됨.

- 첫째, 적정 공기 확보의 필요성을 이해하기 위해 현재 업계가 경험하고 있는 공기 부족 실태를 조사하고 분석하고자 함.
- 둘째, 공기 부족에 따른 영향을 분석하고 이를 바탕으로 공공공사의 공기 산정 기준이 왜 필요한지에 대한 근거를 확보하고자 함.
- 셋째, 선행 연구 및 해외 사례 분석을 통해 공기 산정 기준의 방향과 산정시 고려해야 할 주요 요인들을 제시하고자 함.

본 연구의 체계와 방법은 〈그림 1〉과 같음.

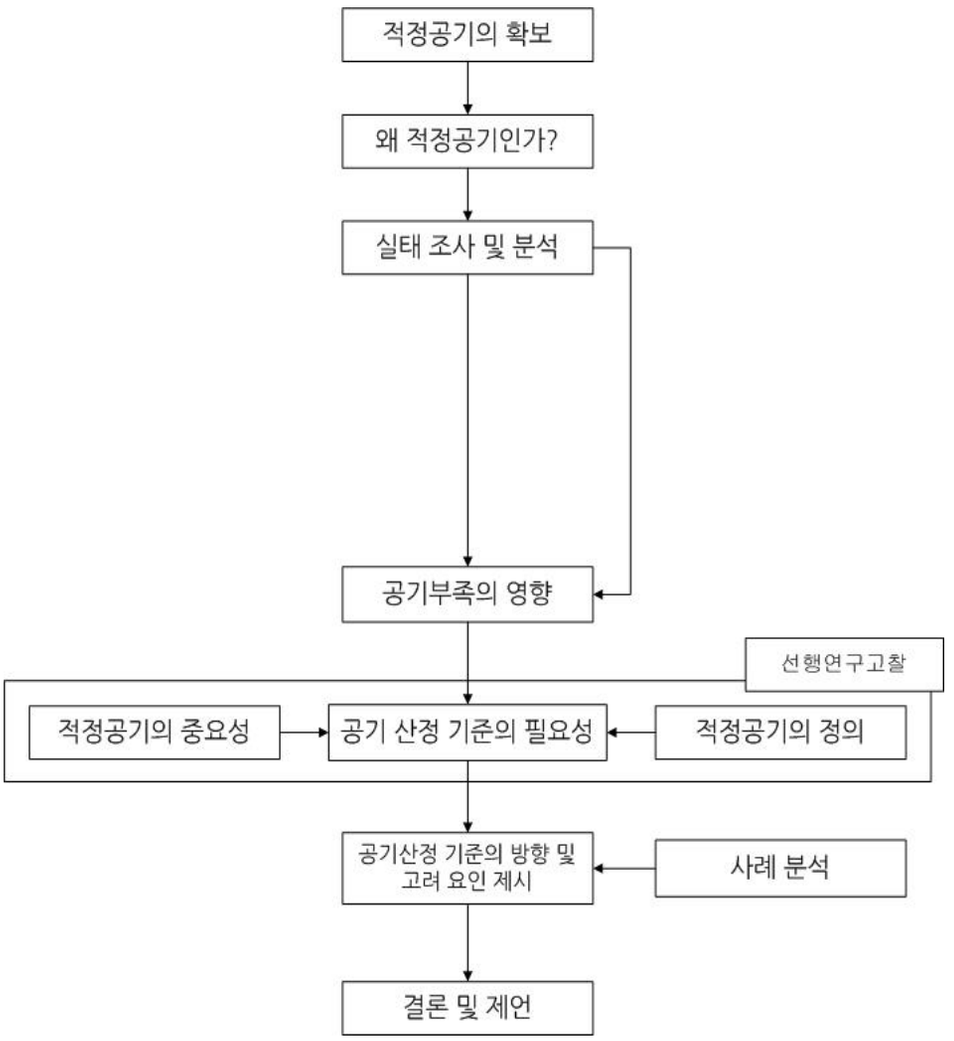
- 건설사업의 수행 과정에 있어 적정 공기의 중요성을 이해하기 위해서는 건설사업관리 측면에서 적정

1) 건설경제신문, "적정 공사 기간 산정 '객관적 기준' 연말까지 만든다", 2018년 4월 16일자.

공기가 갖는 의미와 정의에 대한 학술적 검토가 필요함. 본 연구에서는 선행 연구 고찰을 통해 적정 공기의 정의와 사업관리 측면에서 공기의 적정성이 갖는 중요성을 정리하였음.

- 최근 업계의 공공공사의 적정 공기 확보 요구 배경에는 돌관공사가 안전사고의 주요 원인 중 하나로 작용하고 있다는 지적이 있음. 이러한 평가에 대한 이해를 위해 본 연구에서는 공공공사를 수행하는 기업을 대상으로 공기 부족 실태와 영향을 조사 및 분석하고자 함.
- 다음으로 본 연구에서는 건설공사의 공기 산정 기준 마련의 필요성을 설문조사 결과를 바탕으로 선행 연구 고찰을 통해 강조하고자 함.
- 국내의 공공 발주기관의 공기 산정 방식과 해외 사례 분석을 통해 공기 산정 기준의 방향과 기준 마련시 고려해야 할 주요 요인들을 파악하고자 하였음.

〈그림 1〉 연구의 체계와 방법



Ⅱ 실태조사 및 분석

1. 왜 적정 공기인가?

공공공사 공기의 적정성 확보 방안을 논하기에 앞서 “왜 적정 공기인가?”에 대한 고찰과 이해가 요구됨. 이 질문에 대한 올바른 대답을 찾기 위해서는 질문이 제기된 원인과 질문이 갖는 의미에 대한 명확한 이해가 선행되어야 함.

먼저 최근 높아진 적정 공기에 대한 관심의 배경에는 상술한 바와 같이 촉박한 공기가 건설현장 안전사고 증가의 주요 원인 중의 하나라는 인식이 자리잡고 있음. 하지만 적정 공기 확보의 배경이 되는 현재 실태조사와 촉박한 공기의 원인에 대한 이해는 여전히 부족한 상황임.

- 발주자가 산정한 공기가 부족하다면 얼마나 부족한지, 그리고 얼마나 자주 촉박한 공기로 계획된 사업을 수행하게 되는지 등에 대한 실태조사가 필요함.
- 더불어 공기 부족의 원인이 무엇인지와 공기가 부족할 경우 업체가 받는 부정적 영향은 어떤 것들이 있는지에 대해서 이해가 필요함.

또한 건설사업 완료를 위한 ‘적정한 공기’를 의미하는 ‘적정 공기’라는 용어가 갖는 모호한 개념에 대해서도 고찰이 이뤄지지 않고 있음. 특히 ‘적정’이라는 단어에 대해 사업 참여자 간의 이해 수준이 동일하거나 유사한 수준인지 살펴볼 필요가 있음.

- 일부 선행 연구에서는 적정 공기를 ‘계획된 준공 기한을 준수하고 시공 정도 및 경제적 측면에서 피해를 주지 않는 공기’, 즉 총공사비가 최소가 되는 공기로 정의하고 있음.
- 하지만 위와 같은 조작적 정의는 사업을 수행하는 기업의 입장보다는 발주자 시각에서 적정 공기의 개념을 공사 기간과 공사비의 최소화라는 경제적 효율성 측면에서만 해석한 것임.
- 건설사업 수행에 있어 최소한의 공사 기간은 주요 공정 작업(critical path activities)들을 완료하는 데에 필요한 기간을 의미하지만 이 공사 기간이 반드시 공사비의 최소화로 이어지는 것은 아니며, 연관성이 낮음.

본 연구에서는 ‘왜 적정 공기인가?’라는 질문에 대답하기 위한 첫 번째 단계로 공공공사 공기 부족과 관련하여 업계를 대상으로 실태조사를 시행하였음.

- 실태조사를 통해 공공공사에서 공기 부족 현상이 빈번하게 발생하는 문제이며, 이로 인한 부정적 영

향이 안전사고 증가 및 품질 하락 등과 같은 결과로 이어지는지를 확인하고자 하였음.

- 또한 공기 부족의 원인이 주로 당초 무리한 사업 계획 등과 같은 발주자의 책임에서 발생하는지, 아니면 공정관리 역량이 부족한 업체의 책임에서 기인하고 있는지에 대해서도 살펴보고자 함.
- 적정 공기 확보를 위한 개선 방안과 공기 산정 기준 마련시 고려되어야 할 요인들에 대해서도 업체의 의견을 수렴하고자 하였음.

2. 실태조사 개요 및 결과

적정 공기와 관련하여 업계의 실태와 인식을 이해하기 위한 설문조사는 전국의 대형, 중견, 중소 종합건설기업을 대상으로 올해 7월 2일부터 4주간 시행됐으며 67개의 기업이 조사에 응답했음.

설문조사에 응답한 67개사 중 상시 인력 규모가 10~30인 미만인 기업이 36개사로 전체의 53.7%를 차지했음. 다음으로 300인 이상인 기업이 13.4%, 5~10인 미만 11.9%, 30~200인 미만 10.4% 순임.

- 업력(業歷)으로는 15~30년 미만인 기업이 32개사로 전체의 47.8%를 차지했으며 30년 이상인 기업이 11개사, 7~15년 미만이 10개사로 각각 16.4%와 14.9%를 차지함.
- 주력 업종 분포는 토건업체가 전체의 61.2%인 41개사, 건축이 12개사, 조경과 토목이 각각 6개사와 5개사였음.

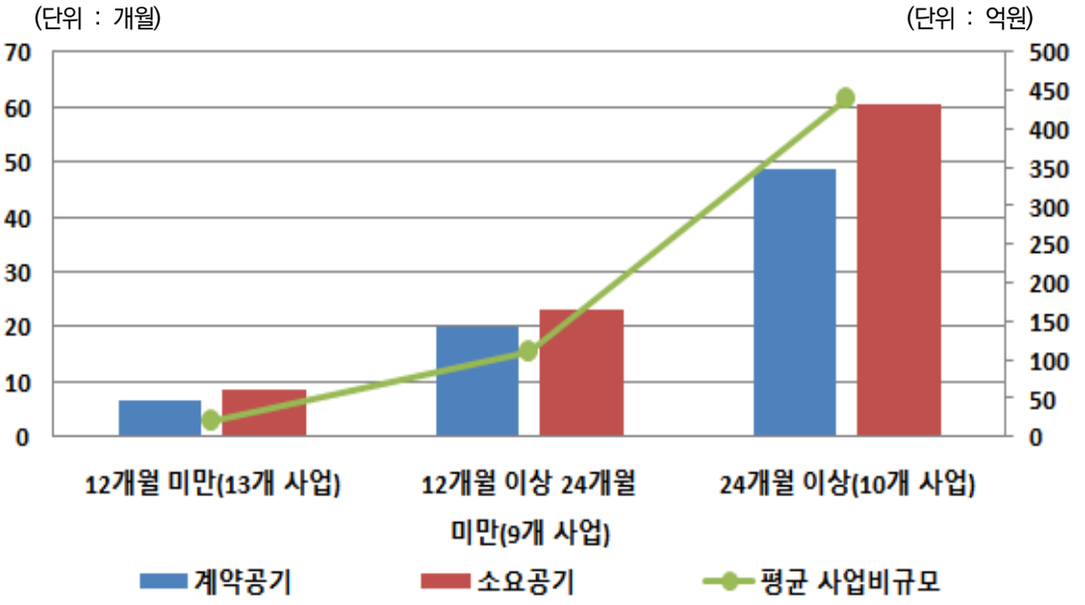
전체 응답 기업 중 97%인 65개사가 최근 3년(2015~2017년) 사이 공공기관에서 발주한 공사를 수주한 경험이 있으며, 이 중 절반 이상인 36개 기업이 사업 수행 중에 공사 기간 부족을 경험했다고 응답함.

- 공사 기간이 부족했던 36개의 사업 중에 16개가 토목사업, 14개가 건축사업, 조경사업이 1개였으며 구체적인 내용을 밝히지 않은 사업이 5개였음. 31개의 사업의 발주처는 지방자치단체를 비롯해 교육청, 공사, 중앙정부 등 다양함.
- 사업비 규모별로 보면 31개 사업 중 10억원 미만의 사업이 9개, 10억원 이상 50억원 미만이 8개, 50억원 이상 100억원 미만이 5개, 100억원 이상의 사업이 9개였으며 평균 공사비는 168억원임.

공사 기간이 부족했던 36개의 사업 중에 사업비, 공종 등 필요 정보를 제공한 32개의 사업을 계약 기간별로 분석해보면 사업비 규모가 크고 계약 공기가 길수록 실제 소요 공기 또한 긴 것으로 나타남(〈그림 2〉 참조).

- 계약 기간이 12개월 미만인 13개 사업의 평균 계약 공기는 6.4개월이며 실제 소요 공기는 8.5개월로 약 2.1개월가량의 공기 지연이 발생했으며 평균 사업비는 21억 4,000만원 수준임. 12개월 이상 24개월 미만의 사업은 총 9개로 평균 계약 공기는 20개월이며 실제 소요 공기는 22.9개월로 평균 2.9개월의 공기가 추가로 소요되었으며 평균 사업비는 108억 8,000만원임. 24개월 이상의 공기를 가진 10개 사업의 평균 계약 공기는 48.7개월이며 실제 소요 공기는 60.4개월로 약 11.7개월의 추가 시간이 소요되었으며 평균 사업비는 439억원이었음.
- 공종별로 보면 계약 공기가 24개월 이상인 10개 사업이 모두 토목사업이었으며 12개월 이상 24개월 미만인 경우에는 건축사업이 6개, 토목사업 3개였음. 계약 공기가 12개월 이하인 13개 사업 중에는 건축사업이 9개, 토목사업 3개, 조경사업 1개였음.

〈그림 2〉 공사 기간별 계약 공기와 소요 공기 차이



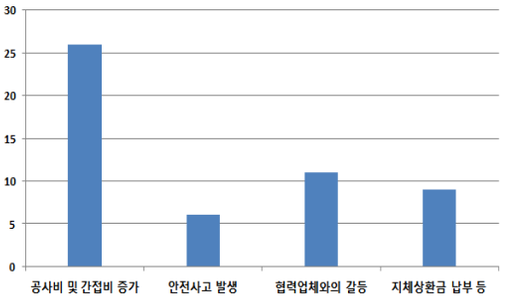
- 상술한 결과를 요약해보면 사업비의 규모가 크고 계약 공사 기간이 길수록 계약 공기보다 실제 소요 공기가 길었으며 특히, 공사 기간이 긴 토목사업이 건축사업에 비해 계약 공기를 초과하는 경우가 많은 것으로 조사됨.
- 또한, 실제 소요 공기가 계약 공기보다 긴 사업 중 17개 사업이 공사 완료를 위해 돌관작업을 시행했으며, 공사 기간이 부족했던 사업 중에 14개의 사업은 공기 연장이 이뤄지지 않은 것으로 조사됨.

상술한 32개 사업을 수행한 건설기업 중 26개 기업이 공사비의 증가(간접비 포함)를 공기 부족으로 인해 기업이 받는 가장 부정적인 영향으로 평가했음(복수 응답).

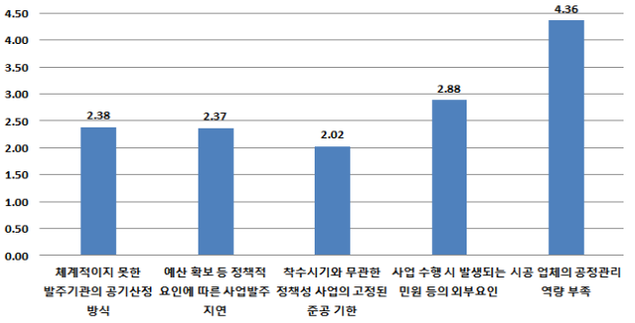
- 공사비 증가에 이어 협력업체와의 갈등(11개)과 안전사고 발생(6개) 및 지체상환금 납부, 공사 지연에 따른 민원 증가, 기업 평판 훼손 등(9개)이 부정적 영향으로 평가되었음.

〈그림 3〉 공사 기간 부족에 따른 영향

(단위 : 개사)



〈그림 4〉 공공 건설공사 공사 기간 부족의 원인별 순위[2)]



또한 32개 기업 중 18개 기업이 사업의 계약 공기가 실제 소요 공기보다 부족한 원인이 체계적이지 못한 발주자의 공기 산정 방식에 있다고 응답했음(복수 응답).

- 이어 민원발생, 기상 및 기후 조건 악화 등 외부 환경 요인의 변화가 기존에 산정된 공기의 정확성을 낮추는 요인으로 평가하고 있음. 이외에도 용지보상 지연, 관급자재 발주 지연, 발주처 예산 부족, 설계 변경 등에 따른 공사 착수 지연 등도 공기 부족의 원인으로 평가함.

공공사업 수행 경험과 상관없이 공공 건설공사의 공기 부족이 발생하는 주요 원인별 순위를 묻는 질문에서는 '착수 시기와 무관한 정책성 사업의 고정된 준공 기한'을 1위로 평가함.

- 이어 예산 확보 등 발주기관의 정책적 요인에 따른 사업 발주의 지연과 체계적이지 못한 발주기관의 공기 산정 방식을 2위와 3위로 평가함. 4위로는 사업 수행시에 발생하는 민원 등 현장 외부 요인도 공기 부족의 원인으로 작용한다고 평가함.

하지만 공기 부족의 원인으로 비체계적 산정 체계의 문제점을 지적한 기업들조차도 입찰 당시 사업의 공사 기간에 대한 적정성 여부를 검토하지 않는 경우가 있는 것으로 조사됨.

- 입찰시 공고된 공사 기간의 적절성에 대한 검토 여부를 묻는 질문에 61개 기업 중 19개 업체는 '전혀 검토하지 않거나 검토하지 않는 편'이라고 응답함. '보통'이라는 응답 비율까지 포함할 경우 46개 기업이 전혀 검토하지 않거나 간헐적으로 검토하는 것으로 조사됨.
- 반면에 입찰시에 공기 적정성 검토를 항상 실시하는 기업은 단 2개에 그쳤으며 검토하는 경우가 많은 기업도 13개에 그침.
- 이처럼 입찰 당시 공기의 적정 여부를 검토하지 않는 기업이 다수인 이유가 현행 입낙찰제도 안에서는 확정된 공기에 대해서 변경 등의 요구를 할 수 없기 때문인지 검토할 필요가 있음.

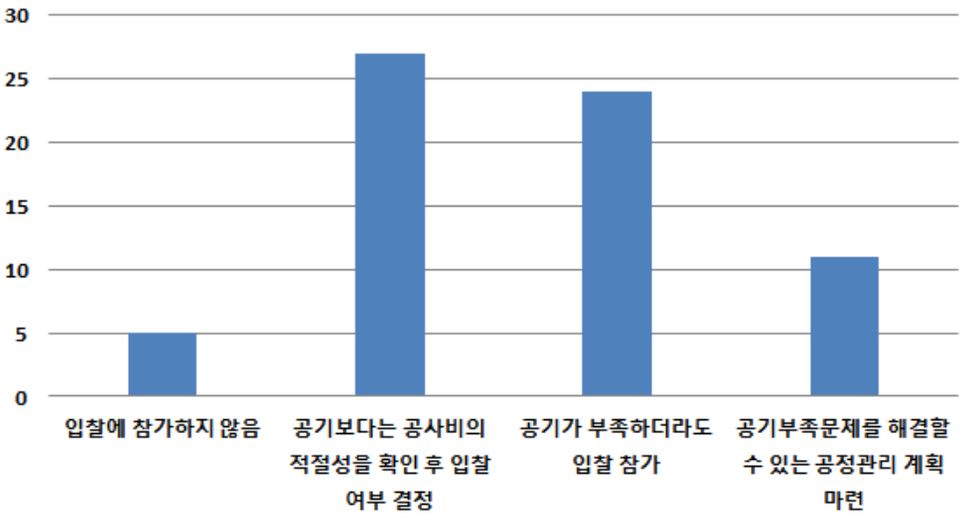
2) 공기 부족의 원인별 순위에 대한 질문으로 점수가 낮을수록 순위가 높다는 의미임.

입찰 당시 공사 기간이 부족하다고 판단된 경우의 조치 사항에 대한 질문에서도 공사 기간보다는 공사비의 적정성을 확인한 후 해당 사업의 입찰 여부를 결정한다는 기업이 전체의 40.3%(27개)를 차지함.

- 또한 전체 기업의 35.8%인 24개 기업이 공기 부족에도 불구하고 입찰에 참가한다고 응답함. 반면에 공사 기간이 부족한 경우 입찰에 참여하지 않는다는 기업의 전체 응답 기업의 7.5%인 5개 기업에 그쳤음.

〈그림 5〉 입찰 당시 공사 기간이 부족할 것으로 판단되는 경우 조치 사항

(단위 : 개사)



기업이 입찰 단계에서 공사 기간의 적정성 검토를 시행하지 않을 뿐더러 공기 부족이 예상됨에도 불구하고 입찰에 참여할 수밖에 없는 이유는 경영 활동의 유지를 위해 사업 수주가 반드시 필요하기 때문임.

- 건설공사 수행시에 공사 원가와 그에 따르는 이윤의 크기 수준이 기업에게는 사업의 수행 여부를 결정하는데 중요한 고려 요인임. 하지만 가격 중심의 시장 환경에서 기업의 경영 지속성을 확보하기 위해서는 적정 이윤보다 사업 수주 자체가 목적이 되는 경우가 많을 수밖에 없음.
- 즉 수주 실패보다는 공사 기간이 충분하지 않은 사업이라도 수주하는 것이 기업 입장에서는 이익이며 공기는 돌관공사 등을 통해 만회할 수 있다는 인식이 있기 때문임.
- 하지만 공사 기간의 적정성 여부와 상관없이 사업 수주만을 추구하는 행태의 지속이 발주자로 하여금 기존의 공사 기간 산정 방식을 고수하는 원인으로도 작용하게 된다는 점을 간과해서는 안 됨.

Ⅲ 공기 산정 기준의 필요성

1. 건설사업의 공사 기간 정의

건설사업의 수행에 필요한 공사 기간에 대한 학술적 정의는 다수의 선행 연구에서 확인할 수 있으며, 핵심 공정의 수행, 발주자 요구 등 관점에 따라 다르게 제시되고 있음.

- Barrie and Paulson의 연구에서는 공사 기간(construction duration)을 더 이상 단축이 불가능한 주공정(critical path)상의 작업들을 완료하는 데 필요한 기간으로 정의하였음.[3] 반면에 Callahan은 생산물을 소유하고 사용 형태를 결정하는 발주자의 요구에 따라 결정되는 기간을 공사 기간으로 정의하였음.[4]
- 또한 Kwaku는 공사 기간은 공사 시작 전에 지정되며 예상 비용(estimated cost) 내에서 사업과 관련된 모든 정보(information)와 자원(resources)을 활용해 사업을 수행하고 완료하는 데에 필요한 시간으로 정의하고 있음.[5]

국내 공공사업의 전 과정을 단계별로 구분해보면 기획, 설계, 발주, 시공, 운영 등 5단계로 나눌 수 있음. 5단계 중에 공사 기간은 발주의 형태에 따라 시공 또는 설계 및 시공 단계를 의미함.

- 설계와 시공이 분리되어 발주되는 사업의 경우 건설기업에게 공사 기간은 건설현장에서의 착공에서 준공까지의 기간을 의미함.
- 설계와 시공이 일괄로 발주되는 사업의 경우 공사 기간은 설계를 포함해 건설현장에서의 착공과 준공까지의 기간을 의미함.

〈그림 6〉 발주 방식별 공사 기간의 구성

3) Barrie, D.S. and Paulson, B.C.(1992), 「Professional Construction Management」, McGraw-Hill.
4) Callahan et al(1992), 「Construction Project Scheduling", McGraw-Hill」.
5) Kwaku, A., T.(1995), 「Fundamentals of Construction Management and Organization」, Prentice-Hall of India.

상술한 바와 같이 건설사업의 공사 기간에 대한 정의는 포괄적으로 볼 때 발주자가 필요로 하는 목적물의 완성에 소요되는 기간을 의미함. 하지만 건설 행위(construction activities)가 이뤄지는 현장(site)이라는 장소 개념에서 볼 때 물리적인 건설 행위의 시작과 완료가 공사 기간을 의미하게 됨.

- 때문에 국내 공공사업의 공사 기간의 적정성에 대한 논의를 위해서는 공사 기간에 대한 명확한 정의가 선행되어야 함. 즉 공사 착공을 위한 준비기간과 시공 중 발생하는 인허가 등과 같은 행정적 절차 완료에 필요한 기간 등이 포함되는 경우에는 공사 기간이 아닌 사업 기간임.
- 또한 공사 기간의 산정은 건설현장에서 이뤄지는 시공 행위를 통해 완성되는 목적물의 양을 일일 생산성으로 나누어 추정하는 것임. 다시 말해 과정에서 일어나는 인허가 등과 같은 절차에 대한 고려는 실질적으로 공사 기간 산정에서는 포함되지 않고 있음.

2. 건설사업 성공 요인으로서의 공사 기간

건설사업에 있어서 '성공적인' 사업이라 함은 수행되는 사업마다 차이가 있을 수 있지만 일반적으로 사업 목적(goals)과 기대(expectations)가 충족되는 경우로 정의할 수 있음. 여기서 사업 목적과 기대의 달성 여부를 측정하는 주요 요인으로 예산(budget), 공기(schedule), 품질(quality)이 있음.

- 하지만 다수의 선행 연구에서는 상술한 요인 외에도 기술적 성과, 미적 요인, 기능성, 생산성, 안전 등 다양한 요인들이 사업의 성공을 정의하는 데 고려되어야 하는 요인으로 제시하고 있음.

건설사업의 성공에 대한 조작적 정의는 사업 참여자, 즉 발주자, 시공자, 사용자 등의 시각에 따라 구분되는 차이가 있을 수 있음.

- 발주자는 공사비 최소화와 고품질의 결과물이 성공 정의의 주요 내용이지만 시공자, 즉 계약자의 경우 사업을 통한 이익 창출 여부가 건설사업의 성공 여부를 결정하는 요인임. 반면에 사용자의 경우 생산물의 기능적 편리성과 안전성 등이 건설사업의 성공을 조작적으로 정의하는 데 영향을 주게 됨.
- 한편 Ashely는 건설사업의 성공을 '비용, 공기, 품질, 안전 및 사업 참여자의 만족 수준과 관련하여 일반적인 기대 수준보다 높은 결과'를 얻는 경우로 정의하였음.[6] Tuman는 '충분한 자원으로 적기에 요구되는 사업의 모든 사항들을 기대되었던 대로 달성하는 것'을 건설사업의 성공으로 정의함.[7]

6) Ashely, D., Jaselskis, E., and Lurie, C.B., 「The Determinants of Construction Project Success」, Project Management Journal, 18(2), 1987, pp.69-79.
7) Tuman, J., 「Success Modeling : A Technique for Building a Winning Project Team」 Proceedings, Project Management Institute, Montreal, Canada : Project Mangement Institute, 1986, pp.94-108.

상술한 바와 같이 건설사업의 성공에 대한 다양한 정의를 구성하는 요인 중에 공사 기간은 전통적으로 중요한 위치를 차지하고 있음. 때문에 공사 기간에 대한 전문 지식은 상세 설계 이전의 다수 계획 기능과 밀접하게 관련되어 있음.

- 자금, 조달 및 자원의 분배 등에 관한 결정은 사업 설계의 초기 단계에서 일어나며 이런 일련의 결정들은 사업의 공사 기간에 의해 직접적인 영향을 받게 됨.
- 때문에 건설사업의 공사 기간과 영향 관계를 가지고 있는 사업의 다양한 요인들에 대한 이해 수준은 프로젝트 관리(project management)의 주요 역량 중 하나로 평가받음.

프로젝트 관리에 있어 정확한 추정(estimation) 역량은 다양한 생산 과정과 단계별로 다수의 사업 참여자가 필요한 건설사업의 성공 요인 중 하나로 평가되고 있음.

- 건설사업에서 공사비 초과(cost overrun)와 공기 지연(time delay) 등의 주요 원인 중에 하나로 착공 전에 결정된 부정확한 공사비 및 공기 산정이 지목되고 있음.
- 건설사업의 공기 산정에는 과거 수행된 사업에 대한 분석, 전문가의 경험, 관련 지식과 기술 등 다양한 자원이 활용되지만 예측 공기의 정확성은 산정 시점의 활용 정보의 양과 상세 수준에 따라 차이를 보이게 됨.
- 또한 정보를 기반으로 산정된 공기는 사업의 수행 과정에 필요한 시공 기술력 등을 포함하는 사업관리 역량이 얼마나 효과적으로 발휘되는지에 따라 정확도에서 차이가 발생함.

공사 기간 산정의 정확성에 영향을 줄 수 있는 요인들을 산정 단계 시점과 이후로 구분해보면 다음과 같이 요약됨.

- 작업분류체계(work breakdown structure)에 근거한 공기는 정확성이 높음.
- 사업을 수행하는 계약자가 직접 공기 산정을 하는 경우 정확성이 높아질 수 있음.
- 계약자가 보유한 과거 유사 사업 정보는 공기 산정의 정확성을 높일 수 있음.
- 사업에 내재된 리스크에 대한 의도적인 제외나 저평가는 공기 산정의 정확성을 낮추게 됨.
- 공기 산정은 사업의 기준 범위 및 공사비 등에 변화가 없을 경우 정확성이 높아짐.

반면, 공기를 추정함에 있어 현실적인 공기보다 여분의 시간을 추가하는 패딩(padding) 행위는 공기 산정의 정확성을 낮추게 됨.

- 공기 산정시 패딩을 하게 되는 이유는 공기를 추정하는 단계에서 사업과 관련된 정보가 충분하지 않고 공기에 영향을 줄 수 있는 알려지지 않은 요인(unknown factors)들이 많기 때문임.
- 현실적인 공기보다는 시간을 추가하는 것을 리스크 관리(risk management)의 일환으로 해석할 수

있지만, 사업의 리스크 및 영향 요인들이 식별되고 공기 산정에 필요한 정보가 충분할 경우에는 필요 없는 행위임.

요약하면 사업의 발주자 입장에서는 일정 수준 이상의 품질 확보와 더불어 계획된 공사 기간과 공사비의 준수 가능성이 사업 추진을 결정하는 데 있어 반드시 고려해야 하는 요인임.

- 동시에 목적물 완성을 위해 필요한 공사 기간에 대한 정확한 산정은 공사비 산정과 더불어 건설기업에게는 사업 수행 여부를 결정하는 요인이기도 함. 때문에 발주 단계에서의 공사비와 공사 기간에 대한 건설기업의 적정성 검토는 반드시 거쳐야 하는 과정임.
- 공사 기간 측면에서 준공 이후의 목적물에 대한 평가는 준공 기한 준수 여부가 근거가 될 수 있음. 하지만 준공 기한 준수를 위해 돌관공사가 진행되고 그에 따라 품질 하락, 안전사고 발생, 공사비 증가 등이 수반되었다면 이는 성공적인 사업이라는 정의에는 부합하지 않음.

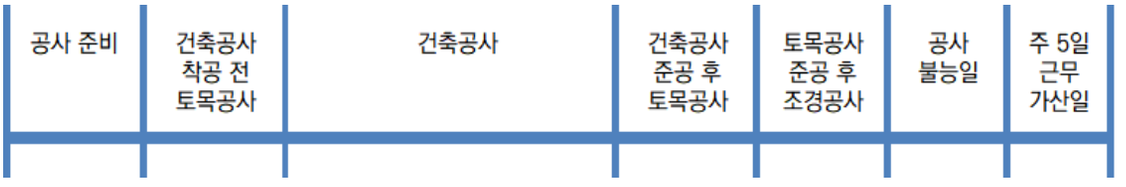
3. 국내 · 외 공공 발주자의 공기 산정 방식 사례

본 연구에서 공기 산정 방식에 대한 이해를 위해 국내 · 외 주요 공공기관이 어떻게 공공사업을 위한 공기를 결정하는지에 대해 분석하였음. 국내 사례로는 한국토지주택공사와 서울시, 조달청의 방식을 조사하였으며 해외 사례로는 미국의 연방도로관리청과 주(州) 교통국의 방식을 조사하였음.

(1) 한국토지주택공사(LH)[8)]

LH의 공동주택의 공사 기간은 공사 준비기간, 건축공사 전 토목공사 기간, 건축공사 기간, 건축공사 준공 후 토목공사 기간, 토목공사 준공 후 조경공사 기간으로 구성되며 공사 불능일과 주5일 근무 가산일을 반영하여 최종 산정됨.

〈그림 7〉 LH의 공동주택 표준공사 기간의 구성



8) 방종대 외(2014). 「공동주택 건설공사의 품질 확보를 위한 표준 공사 기간 산정 기준 연구」.

표준 공사 기간을 구성하는 요인별 기간의 적용 기준은 다음과 같음.

- 공사 준비에 필요한 기간의 경우 모든 공사에서 동일하게 30일이 적용됨. 건축공사 착공 전의 토목공사 기간은 공사 규모(지하층 및 지하주차장 여부)와 기초 및 지반 여건(파일기초, 부상방지앵커, 내림기초, 흙막이) 등을 감안해 공기를 산정하고 있음.
- 건축공사에 필요한 기간은 일반건축공사와 PC건축공사로 구분하고 층수(6층 이하와 7층 이상)를 기준으로 거푸집 공법에 따라 산정함.
- 건축공사 준공 후 토목공사와 토목공사 준공 후 조경공사 기간에 대해서는 각각 15일을 반영하되 공동주택의 세대수가 일정 규모(1,000세대 이상)를 넘을 경우 추가 일수를 반영하여 산정함.
- 주 5일 근무제 시행에 따라 전체 공사 기간에 35일을 추가하여 반영함.
- 공사 준비와 공사 종류별 기간과 함께 지역에 따른 골조공사 가열보온 양생 기간과 기후 조건에 따른 공사 불능일, 지역 여건에 따른 추가 일수 등을 반영해 공동주택의 표준 공사 기간을 산정하게 됨.

(2) 서울시[9)]

서울시의 공사 기간 산정 기준은 크게 건축과 토목 부문으로 구분할 수 있음. 건축부문의 경우 부대 토목 등을 포함하는 관련 공사들의 기간과 조정 기간을 포함하는 기준을 운영하고 있음. 반면에 토목부문의 경우 구체적인 공기 산정 기준을 마련해 적용하지 않음.

서울시의 건축부문 공사 기간 산정 방식은 LH의 표준 공기 산정 체계와 전체적으로는 유사하지만 전체 공사 기간의 구성 및 층수에 따른 기준 일수 등에서는 차이가 있음.

- 전체 공사 기간은 건축공사, 토목공사 및 조경공사, 옥내·외 기계공사, 전기공사 및 전기·통신공사로 구분하여 산정함.
- 토목, 전기, 통신 공사의 경우 건축공사 준공 후 15일이 적용되며 기계공사는 건축공사 준공과 동일 시점에 준공되어야 함. 조경공사의 경우 토목공사 준공 후 15일이 적용됨. 공사별 기준 일수 외에 기후 여건에 따른 공사 불능일(동절기, 혹서기, 강우일)이 전체 공사 기간에 반영됨.

전체 공사 기간 중 건축공사 기간은 일반 표준 공사 기간과 공사 규모와 기초 및 지반 여건을 포함하는 공사 여건에 따른 조정 기간의 합임.

- 일반 표준 공사 기간은 일반건축공사와 PC조 건축공사로 구분하고 층수(6층 이하와 7층 이상) 기준에 따라 공사 기간을 차별화해 반영하고 있음. LH와 같이 거푸집 공법에 따른 기간 차별화는 고려

9) 서울특별시 기술심사담당관(2014). 「건설기술용역 관리편람(건축편)」.

하지 않고 있음.

- 공사 규모에 따른 조정은 크게 바닥 면적의 크기와 지하층의 여부로 구분하여 적용함. 바닥 면적의 경우 1,000㎡를 기준으로 추가 공사 기간을 산정하여 반영함(3,000㎡ 초과의 경우 현장 여건을 감안하여 별도 산정). 지하층은 1층인 경우 55일, 2층인 경우 95일, 지하 3층 이상은 초과 층수마다 40일을 추가하여 산정함.
- 기초 및 지반 여건에 따른 조정 기간은 암반 규모와 파일 기초의 깊이 및 공법에 따라 추가 기간을 산정하여 반영함.

건축사업의 전체 공사 기간 산정을 위해 상술한 바와 같은 기준을 적용하고 있지만 설계 및 현장 여건이 특수한 경우 공사 기간을 별도로 산정할 수 있음.

도로 건설(도로 개설, 고가 및 지하차도, 터널, 교량) 등 토목사업의 공사 기간 산정은 건축공사와는 달리 표준화된 기준 기간을 적용하지 않고 있음.

- 기후 여건 등에 따른 공사 중지 기간과 교통체증에 따른 불편 유발 유무 등을 고려해 공정관리 전문가가 참여해 적정 공사 기간을 산정해야 한다고 준수 사항 및 설계시 고려되어야 할 사항으로 규정하고 있음.
- 사업과 관련된 지하매설 시설물의 이설이 필요한 경우 이설 시기 등을 협의해 설계도서에 반영하고, 이설에 필요한 공사 기간을 고려하도록 규정하고 있음.
- 기본 및 실시 설계의 업무 범위 안에는 해당 사업의 추정 공사 기간을 산정하도록 규정하고 있으며 기본 및 실시 설계 사후 평가에는 공사 기간 증감률에 대한 평가 항목이 포함되어 있음.

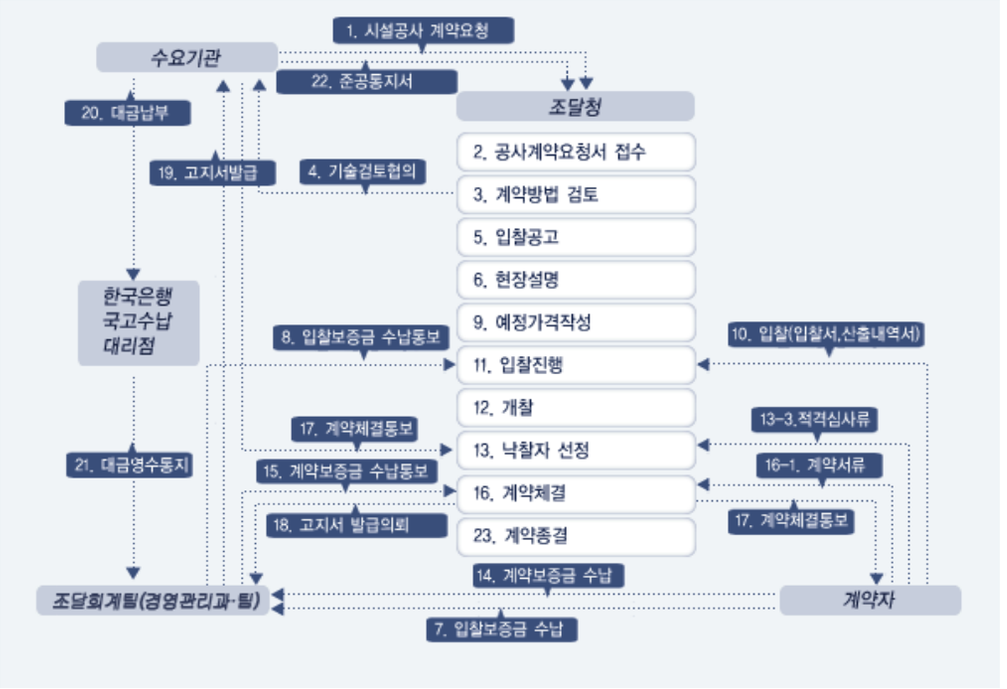
서울시가 운영하는 공기 산정 방식도 한국토지주택공사와 마찬가지로 층수 기준, 공사 규모, 지반 및 기초의 종류 등과 같은 시설물의 구조적 특성을 중심으로 구성됨. 반면에 사업의 외부적 환경 요인에 따라 변화할 수 있는 작업 불능일에 대한 고려는 상대적으로 미흡함.

(3) 조달청

조달청은 공사계약 요청서를 접수한 후 '계약방법 검토' 단계에서 당해 공사의 공법, 기술, 용도, 규모, 현장 여건, 시공에 필요한 요건, 분리발주 여부, 관계 규정 등을 검토해 결정하는 기술 검토를 시행함.

- 기술 검토에서는 사업 수행에 필요한 공기의 적절성 평가를 위한 기준은 마련되어 있지 않음.

〈그림 8〉 공공사업 조달 절차



조달청의 공사 기간에 대한 적정성 판단은 「시설공사 관리업무 처리 규정」에 수요기관의 계약 요청서 반려 사유 중 하나로 포함되어 있음.

- 수요기관의 공사계약 요청서가 근거 자료 부족으로 사업비 및 사업 기간의 적정성 판단이 곤란한 경우 조달청은 이를 반려할 수 있다고 규정하고 있음. 하지만 이때 사업 기간의 적정성 판단의 구체적 기준이나 방식은 포함되지 않음.
- 이외에 500억원 이상의 공사의 경우 공사 평가 항목 중에 하나로 공사 기간이 포함되어 있음. 하지만 건설공사가 완료된 이후 사후 평가 항목으로서의 공사 기간에 대한 진단만으로는 계획 단계에 제안된 공기의 적정성을 평가하는 데에 한계가 있음.

(4) 미국 내 州 교통국(State Departments of Transportation)의 공기 산정

Herbsman and Ellis(1995)의 연구[10]에 따르면 미국 내 주별 교통국에서 고속도로 건설사업의 공기 산정시 고려해야 할 영향 인자는 다음과 같음.

- 지질물리학 요인으로는 기후, 위치, 환경 등이 포함되며, 건설작업 요인에는 건설현장 준비, 자재, 유틸리티 위치 조정, 분쟁, 교통, 야간 및 주말 작업 등이 포함됨.

10) Herbsman, Z. J. & Ellis, R. (1995). 「Determination of Contract Time for Highway Construction Projects (NCHRP Synthesis Report 215)」, Washington, DC : National Academy Press.

- 사업 특성과 관련된 요인으로는 사업의 종류, 주요 공정이 포함되고 경제 및 법률 요인은 사업 예산, 임대 기간, 사업 관련 허가 등임.
- 이외에 사업 규모, 사업의 긴급도, 작업 오버레이, 사업 지역의 행사 등이 공기 산정에 영향을 주는 요인들임.

상술한 요인들에 대한 고려를 바탕으로 교통국들은 공기 산정을 위해 매뉴얼 방식이나 주공정 방식(critical path method) 기반의 공정 소프트웨어 등을 활용하고 있음.

- 일부 주에서는 사업 규모가 작거나 정형화된 사업에 한해 미리 결정된 작업의 공기를 합산해 전체 사업의 공기를 결정하기도 함. 이렇게 결정된 공기는 전문가의 판단과 공사 일수에 따른 사업의 계약 방식에 따라 조정됨.

공사 일수에 따른 건설계약 방식은 크게 작업 일수(working day) 기반, 준공 시한(completion date) 기반, 달력 일수(calendar day) 기반, A+B 계약 등으로 구분됨.

- 작업 일수 방식 : 토요일과 일요일 및 공휴일을 제외한 주당 5일의 작업 일수를 기반으로 계약하는 방식임. 작업 일수에는 계약자가 조정할 수 없는 사유와 기후로 인한 작업 불능일수를 제외함. 작업 일수 기반은 계약자와 교통국에게 공정관리를 위한 유연성을 부여할 수 있으며 사업의 준공 시한이 주요 이슈가 아님.
- 준공 시한 방식 : 사업은 계약서에 지정된 날짜 또는 전에 완료되어야 하며 공기 연장이 계약자의 귀책에 기인할 경우 허락되지 않음. 일반적으로 대규모 및 복잡도 높은 공사와 다년간 진행되는 사업에 활용되는 방식임.
- 달력 일수 방식 : 주말과 공휴일 모두를 포함하는 달력 일수를 기반으로 한 계약으로 준공 시한을 지켜야 함. 준공 시한 방식에 비해 계약자에게 사업의 착공 시점에 대한 유연성을 부여할 수 있음.
- A+B 계약 : 공사비-공기 입찰(cost-plus time bidding) 형태로 계약자가 공사비와 더불어 사업에 필요한 공사 기간에 대해서도 입찰하는 방식임. 이때 고려되는 일수는 작업 일수 또는 달력 일수이며, 사업의 시급성이 높고 사업에 따른 사용자 비용 및 환경 영향 요인이 큰 사업에 적용됨.

(5) 미국연방도로관리청(The Federal Highway Administration)의 공기 산정

미국연방도로관리청은 고속도로 건설사업을 수행함에 있어 계약 공기(contract duration)를 사업을 완료하는 데에 필요한 최대한 기간(maximum time)으로 정의하고 있음.

- 최근 들어 고속도로 건설사업을 위한 공기는 과거보다 사업에서 차지하는 중요성이 다음과 같은 이유로 높아지고 있음. 먼저 재포장 및 복원 사업이 증가함에 따라 건설기술 인력이 차량이 운행 중인 도로위에서 작업하는 경우가 증가하고 있음. 또한 고속도로 교통량 증가는 건설안전과 공사비 증가에

영향을 미치고 있음.

- 교통 불편과 운행 지연을 최소하기 위해 다수의 주 교통국들은 사업 조기 완료를 목표로 하는 공기 중심의 비전통적 계약 방식을 활용하고 있음.

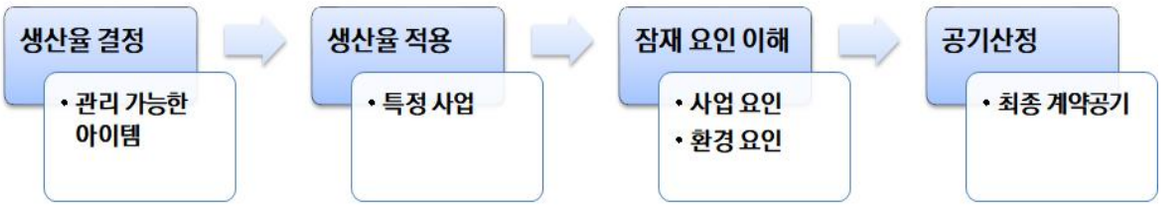
미국연방도로관리청은 공공사업을 수행함에 있어 계약 공기의 적정정(reasonableness)을 매우 중요하게 인식하고 있음.

- 공기의 부족은 공사비의 증가, 공사 기간 연장 및 계약자의 클레임 등을 야기하는 원인으로 작용할 뿐만 아니라 계약자가 보유한 장비 및 인력의 활용도를 극대화할 수 없게 만든다고 평가함.
- 반대로 과다 공기(excessive duration)는 계약자와 행정당국 모두 경제적 비효율성에 직면하게 되며 무엇보다 사업 기간의 장기화에 따라 공공의 이익을 저해하는 원인으로 작용한다고 인식하고 있음.

미국연방도로관리청은 공기 산정을 위해 생산율(production rate)과 미국 내 모든 주에 공통적으로 적용될 수 있는 요인들을 포함된 서면 절차(written procedures)를 운영하고 있음.

- 서면 절차에는 교통량 규모, 사업의 긴급성 등을 고려해 사업을 분류하는 방법과 사업의 최종 공기 산정시 과거 데이터와 전문가의 판단을 활용할 것을 규정하고 있음. 또한, 계약자의 생산성에 영향을 미칠 수 있는 지리 및 기후 요인과 일 년 중 특정 시기에는 수행될 수 없는 사업에 대한 규정도 포함이 됨.
- 아래의 〈그림 9〉와 같이 공기 산정 절차는 먼저 관리 가능한 품목에 대해서 생산율을 결정하고 이를 사업에 적용함. 이후 공기에 영향을 줄 수 있는 사업 및 환경 요인을 이해하고 이를 바탕으로 최종 계약 공기를 산정함.

〈그림 9〉 미국연방도로관리청의 공기 산정 절차



- 현실적인 생산율을 산정하는 것은 적절한 계약 공기 결정에 매우 중요한 요인임. 동일한 건설 품목이라 하더라도 생산율은 사업의 규모, 지리적 위치, 도시 및 농촌 사업 등의 여부에 따라 달라질 수 있음.
- 산정된 생산율은 계약자가 실제 사업에 투입해야 하는 장비 및 인력 등에 대한 기대 수준보다는 높아야 함.

생산율 외에 고속도로 건설사업의 공기에 영향을 줄 수 있는 사업 및 환경 요인들은 다음과 같음.

- 교통 관련 요구 사항의 유지관리가 건설 작업의 계획 및 공정에 미치는 영향 여부
- 계약자가 작업할 수 있는 일수와 생산율을 결정할 때 고려된 특정 품목에 대한 계절적 제한 여부
- 인접 지역에서 건설되고 있는 공공 및 민간 사업과의 충돌 여부
- 거짓 작업 계획, 작업 도면, 사후 인장 계획, 혼합 설계 등을 검토하는 데 필요한 시간
- 구조용 강재 및 기타 특수 품목을 제작하는 데 소요되는 시간
- 사업이 수행되는 지역 내의 각종 유틸리티와의 조정
- 사업에 필요한 허가를 얻는 데 소요되는 시간
- 조건 및 또는 제한 사항을 허용하는 데 따른 영향
- 야간 및 주말 작업에 대한 제한 사항
- 장기적인 요구 사항이 있는 특수 품목 또는 자재 획득을 위해 필요한 추가 시간
- 주 교통당국(state transportation authority)에 의해 결정된 항목

최종 계약 공기를 결정하기 위한 개별 품목별 기간 산정 전에 추진하고자 하는 사업의 구체적인 정보 파악과 더불어 사업관리 전략이 확정되어야 함.

- 사업으로 인해 영향을 받는 교통량의 규모와 우회 도로의 영향은 사업 시작 이전에 분석되어야 함. 사업의 위치와 규모에 대한 분석은 물론이거니와 2교대 근무, 야간작업, 도로 폐쇄 관련 제한 등의 영향이 조사되어야 함.

(6) 일본의 공기 산정 체계

일본은 2017년 8월 “일하는 방법 개혁 실행 계획”에 기초해 설치된 건설업 근로 방식 개혁에 관한 관련 부처 회의에서 건설공사의 적정한 공기 설정 등을 위한 가이드라인을 마련하였음.

- 국토교통성은 공공 건축 분야 발주자와 연계하여 건설업 근로 방식 개혁이 추진되는 점을 고려해 각 지방 공공 단체, 설계 및 건설업 단체의 의견을 수렴해 ‘공공 건축 공사의 공사 기간 설정에 관한 기본적 생각’에 대해 재검토를 실시하고 관련 내용을 정리함.

“공공 건축공사의 공사 기간 설정의 기본적 생각”에서는 발주자는 공사 목적물의 품질

과 안정성 및 경제성 등을 고려해 공사의 규모와 내용, 지역 실정, 자연 조건 등을 토대로 적절한 시공계획을 상정하고 이를 실현하기 위한 균형 잡힌 공기를 계획해야 한다고 규정하고 있음.

- 사업 단계별로 적절한 공기 확보를 위해 이뤄져야 할 사항은 아래의 〈표 1〉과 같이 요약됨.

〈표 1〉 사업 단계별 적절한 공기 확보를 위한 방안

사업 단계	적절한 공기 확보를 위한 방안
조사 및 설계 단계	다음의 조정 등에 필요한 기간을 충분히 반영하여야 함. ✓ 현지 조사 결과에 근거해 시설관리자, 관공서, 공공 인프라 사업자 등과의 협의 및 조정에 필요한 기간 ✓ 설계 및 입찰 계약 절차와 공사 착수에서 완성(준비기간에서부터 준공 검사 및 현장정리까지)에 필요한 기간 ✓ 공사의 영향을 받는 관계자에게 사전에 공사 개요와 내용 등을 설명하고 이해를 얻기 위한 조정에 필요한 기간
공사 발주 준비 단계	✓ 조사 및 설계 내용에 근거하는 공사 내용과 시공 조건 등을 적절히 반영한 공기를 입찰 조건으로 설정해야 함. ✓ 지역별 건축 공사 물량 파악, 계획된 예산 집행, 발주시점 및 공사 완공 시기의 검토 등을 통해 공사 시공 기간의 평준화에 노력해야 함. ✓ 자재와 인력 확보 등 공사 착수를 위한 준비 기간을 설정해야 함.
입찰 계약 단계	✓ 발주 공사의 내용과 관련하여 반드시 필요하다고 인정되는 경우를 제외하고 공사 기간 단축을 위한 기술 제안은 고려하지 않음.
시공 단계	✓ 전체 공정의 지연이 발생되지 않도록 각 공사(분리 발주한 공사 포함) 간 조정을 적절히 실시함. ✓ 발주자가 승인한 시행 공정표에 근거해 공사 진척 상황을 정확히 파악해야 함.

또한, 일본은 발주자로 하여금 공사 기간의 적절성 확보를 위해 유의해야 할 공통 사항 외에 공사의 종류(신축과 개수)에 따른 별도의 사항을 고려하도록 하고 있음.

- 공통 사항에는 기후, 노동 사정, 조달, 사업 현장 조건, 휴무일 등에 대한 고려와 함께 가설 시설물의 설치와 사업에 필요한 자재 및 기기 제작에 소요되는 기간도 고려하도록 규정하고 있음. 또한, 준공 검사 등에 필요한 기간을 고려하도록 하고 있으며 발주자가 적정 공사 기간을 산정할 수 없을 경우 외부 전문가를 활용할 수 있도록 규정하고 있음.
- 공사 준비 기간을 포함해 제작 및 시운전이 필요한 설비공사 등의 신축공사에서는 과거 실적을 바탕으로 공사 기간을 산정하도록 규정하고 있음.
- 개수공사의 경우 작업이 불가능한 시간과 야간작업 여부 등을 고려하고, 동시에 작업의 효율성이 떨어지는 요인이 있는 현장의 경우 작업 효율을 공기 산정에 고려하도록 규정하고 있음.

〈표 2〉 적절한 공기 설정을 위한 발주자 유의 사항

구분	적절한 공기 설정을 위한 유의 사항
공통사항	✓ 강우, 강풍, 다설 등 자연적 요인, 노동 사정, 건설 자재 조달 상황, 교통 상황 등 사회적 요인을 고려해야 함. ✓ 공사 현장과 주변에 관한 각종 규제 사항을 고려함. ✓ 주당 2일의 휴무일 확보, 여름 휴가, 관공서의 행사 등에 따른 공사 현장 가동일을 고려함. ✓ 가설 시설물의 설치 및 철거, 자재 및 기기의 제작 기간을 고려함. ✓ 관공서 등의 업무 특성 등이 공사의 공정에 영향을 미친다고 판단되는 경우 설계도서에 명시함. ✓ 관공서의 마무리 검사 및 준공 검사 등에 필요한 기간을 고려해야 함. ✓ 발주자 스스로 적정 공사 기간 설정이 어려운 경우 외부 기관(민간 포함)의 협조를 받아야 함.
신축공사	✓ 공사 준비기간, 기초 및 골조공사, 마감공사, 기기 제작 및 시운전이 필요한 설비공사 등 신축공사를 구성하는 공사 기간은 과거 실적 등을 반영하여 설정함. ✓ 지반공사의 경우 토질, 지하수 및 지하 매설물에 의한 공기 영향을 고려함. ✓ 공사로 인해 관공서의 이전이 필요한 경우 해당 기간을 고려함.
개수공사	✓ 사용 중인 건물을 개수하는 공사의 경우 시행이 불가능한 일정 및 시간, 야간작업 여부 등의 시공 조건을 고려함. ✓ 개수공사로 인해 대체 설비 등의 확보가 필요한 경우 설치(철거 포함)에 필요한 기간을 고려함. ✓ 자재의 임시 설치 장소가 협소한 경우 등 작업 효율성이 떨어지는 요인이 있는 경우 작업 효율을 고려함.

일본건설업연합회에서는 주당 2일의 휴무제 실현과 건설업에 종사하는 근로자들의 삶의 질 개선과 청년인력 확보를 목적으로 건축공사의 적정 공사 기간을 산정하는 프로그램을 제작함.

- 적정 공기 산정 프로그램은 사무소, 집합 주택, 학교, 공장 및 창고 의료시설 등의 용도이면서 구조적으로는 철근콘크리트구조(RC), 철골철근콘크리트구조(SRC), 철골구조(S)인 시설물의 공사 기간 산정이 목적임. 1일 8시간 작업과 주당 2일 휴무를 기준으로 하고 있으며 연말연시 및 하계 휴가, 강우 등 날씨 등의 작업 불능일을 고려하여 공기를 산출함.
- 사용자가 입력하는 건물 데이터를 기반으로 건축공사의 수량과 네트워크 공정표를 제공함. 사용자가 입력하는 데이터에는 층수, 면적, 구조, 외장 마감, 각 층의 공정에 영향을 줄 수 있는 항목 등이 포함됨.
- 본 프로그램은 사업의 기획, 기본설계, 상세설계 단계별로 사용될 수 있음. 설계 시작 전 기획 단계에서는 구체적인 건물 데이터를 입력하지 않고도 가장 가능성이 높다고 생각되는 조건을 자동 선택해 대략의 공사 수량을 산출하고 공정을 산정함.
- 기본설계 단계에서는 기본적인 계획과 건물의 개략적 정보를 토대로 물량을 산출하고 이를 기반으로 적정 공사 기간을 산정하게 됨. 상세설계 단계는 모든 설계도서가 확정되어 공사 수량을 직접 입력해 공정을 산정하고, 이를 기반으로 적정 공사 기간을 산정하게 됨.

(7) 사례 분석의 시사점

국내와 해외 공기 산정 방식의 사례에서 나타나는 가장 큰 차이점은 공공공사의 수행에 필요한 공사 기간에 대한 중요성을 바라보는 발주자의 인식에 있음.

- 해외는 계약 공기의 적정성을 계획 단계에서부터 중요하게 인식하고 있을 뿐만 아니라 공기에 영향을 미칠 수 있는 사업 요인들을 최대한 구체적으로 명시하고 이를 공기 산정시 포함하도록 서면으로 규정하고 있음.

국내 일부 공공 발주자도 공사 기간 산정과 관련하여 별도의 규정을 마련하여 운영하고 있으나 실질적으로 활용되는 경우가 적고 지침의 구체성이 떨어짐.

- 기본설계 및 실시설계 단계에서 개략 공기 등 사업 수행에 필요한 공사 기간을 산정하도록 규정되어 있으나 발주자의 준공 기한을 준수하기 위한 기간 산정 수준에 그치고 있으며, '주 5일 근무제에 따라 35일을 공사 기간에 추가' 등과 같은 일부 지침의 경우는 재검토의 필요성이 높음
- 건축공사의 공사 기간 산정 프로그램을 구축하여 운영하고 있는 일본 사례를 국내 공공공사에 적용하기 위해서는 수행된 공공공사의 데이터 분석으로 공사 기간의 적절성을 판단해 사업별 특성에 맞는 시스템을 마련해야 함.

4. 공기 산정 기준 마련에 대한 업계의 의견

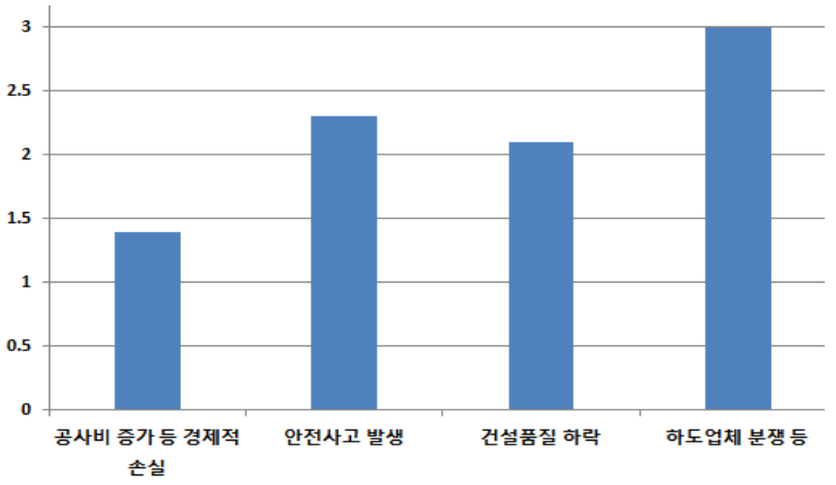
발주기관의 체계적이지 못한 공사 기간 산정 방식이 공공 건설공사 공기 부족에 미치는 영향 정도를 묻는 질문에 전체 응답기업의 77.6%인 53개 기업이 '매우 영향이 크다' 또는 '영향이 크다'라고 응답함.

- '보통이다'라고 응답한 기업은 나머지 15개로 전체의 22.4%를 차지한 반면에 '영향이 없다' 또는 '전혀 영향이 없다'라고 응답한 기업은 없었음. 이와 같은 조사 결과는 상술한 공공공사의 공기 부족의 원인별 순위 결과와 무관하지 않음.

건설사업 수행에 필요한 공사 기간이 부족할 경우 우려되는 건설기업의 피해를 묻는 질문에는 공사 완료 지연에 따른 공사비 증가와 지체상환금 등 경제적 손실을 1위로 평가했음.

- 다음으로는 공사 기간이 부족해 돌관공사 등과 같은 공기 만회 작업이 추진될 경우 발생할 수 있는 건설 품질의 하락과 안전사고 발생이 각각 2위와 3위로 평가되었음.

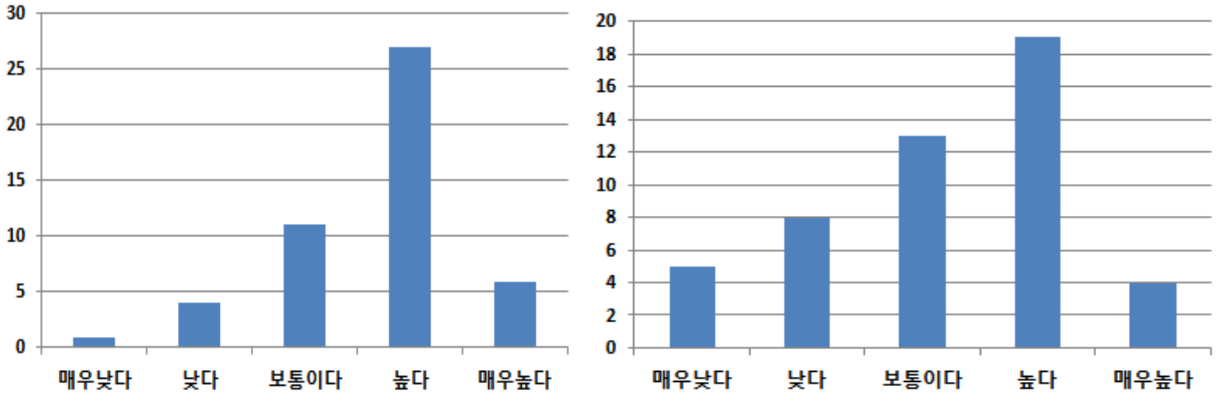
〈그림 10〉 공사 기간이 부족할 경우 우려되는 건설기업의 피해 순위[11)]



적정 공기 확보를 위한 방안(시설물별 적정 공기 산정체계 마련, 입찰 과정 중 공기 적정성 검토 기회 제공, 발주자 책임으로 인한 공기 연장시 공기 재산정 의무화)의 필요성에 대해서도 기업들의 공감대는 높았음.

- '시설물별 적정 공기 산정 체계 마련'의 필요성을 묻는 질문에서 응답 기업의 67.3%(33개)가 '높다' 또는 '매우 높다'라고 평가함(〈그림 11〉 좌측 참조). '입찰 과정에서 공기의 적정성 여부를 검토할 수 있는 기회 제공'의 필요성에 대한 질문에서는 '높다' 또는 '매우 높다'라고 응답한 기업은 전체의 47.0%였음(〈그림 11〉 우측 참조).
- '발주자 책임으로 인해 사업의 공기가 연장될 경우 공기 재산정 의무화'의 필요성에 대해서도 응답기업의 77.5%가 '높다' 또는 '매우 높다'라고 응답하였음.

〈그림 11〉 시설물별 적정 공기 산정 체계 마련 필요성(좌)과 입찰 과정 중 공기 검토 기회 제공의 필요성(우) 평가



11) 공기 부족에 따른 피해 항목의 순위를 묻는 질문으로 점수가 낮을수록 순위가 높다는 의미임.

Ⅳ 공기 산정 기준의 방향과 요인

- 기업 대상의 설문조사에서도 확인할 수 있듯이 공공 건설공사의 합리적인(reasonable) 공사 기간을 도출하기 위한 공기 산정 기준 마련의 필요성이 높은 상황임. 하지만 공기 산정이 이뤄지는 시점이 사업 추진 단계와 밀접하게 관련되어 있고, 산정시 활용 가능한 정보의 양 및 상세 수준 등이 차이를 보이는 점 등을 고려할 때 기준 마련에 있어 체계적인 접근이 요구됨.

- 공공 건설공사는 크게 사업의 기획 단계, 기본설계, 실시설계, 시공 단계로 구분할 수 있으며 공사 기간을 현장에서의 착공에서 준공으로 정의할 때 공기 산정이 가능한 시점은 이 중 3단계임.
  - 사업의 추진 단계에 따라 공사 기간을 산정하는 데 있어 활용되는 정보의 양과 상세 수준에는 상당한 차이가 있으며 이를 기반으로 산정된 공기의 정확도 또한 차이를 보이게 됨.
  - 이와 같이 공기 산정에 영향을 미치는 요인과 결과의 형태가 다르다는 것은 사업 단계마다 공기 산정의 기준도 차별화되어야 한다는 것을 의미함.

〈표 3〉 공공사업 단계와 공기 산정 시점 및 영향 요인

공기 산정 시점	사업 정보의 양 (Quantity of Information)	사업 정보의 상세도 (Level of Detail)	공기 산정의 정확성 (Accuracy of Estimation)
기획 단계	소	하	하
기본설계 단계	중	중	중
실시설계 단계	대	상	상

- 본장에서는 사업의 진행 단계에 따라 차별화되어야 하는 공기 산정 기준의 방향과 산정기준에 영향을 미칠 수 있는 사업의 내·외부 요인들에 대해 논의해 보고자 함.

1. 사업 단계에 따른 공기 산정 기준의 방향

(1) 기획 단계에서의 공기 산정

- 건설사업 수행과정 중 기획(planning)은 성공적인 성과품을 생산하기 위해 사업 수행에 필요한 구체적이고 체계적인 전략을 수립하는 일련의 행위로 정의할 수 있음.

- 사업의 초기 기획 단계에서는 사업의 특성에 대한 구체적인 정보가 부족할 뿐만 아니라 설계와 공법 등이 결정되지 않은 경우가 대부분임. 즉 하향식(Top-down) 방식의 접근을 통해 사업의 구체성을 높여가는 것이 기획업무의 주요 특징임.
- 기획 단계에서는 사업의 목표를 구체화하고 목표를 실현하기 위한 시행 전략의 방향성을 결정해야 함. 이를 위해서는 사업의 발주자가 요구하는 사항에 대한 명료화 과정이 반드시 요구되며 이를 기반으로 세부 전략 추진 계획이 마련되어야 함.

기획 단계의 주요 업무 중 사업 기본계획 작성은 일반적으로 발주자에 의해 수행되나 사업 추진 방식에 따라 작성의 주체가 프로젝트 관리(Project Management) 조직이 될 수도 있음. 계획의 주요 내용에는 사업 예산과 일정이 포함됨.

- 기본계획에 포함되는 사업 예산은 개략적 수준이지만 사업의 성공적 수행을 위해서는 반드시 산정되어야 하는 요인임. 예산 추정을 위한 관련 사업 정보의 부족을 해결하기 위해서는 과거 유사 사업 등을 참고한 방법 등이 활용될 수 있음.
- 사업 예산과 더불어 사업 기본계획에서는 사업 완료에 소요되는 공사 기간의 추정이 필요함. 하지만 상술한 바와 같이 공기 산정시 고려할 수 있는 정보의 양과 상세도 수준은 일반적으로 설계 단계 때보다 적을 뿐만 아니라 낮음.

기획 단계의 공기 산정시 가용 정보의 부족과 낮은 상세 수준을 감안하더라도 반드시 고려해야 할 요인은 사업의 범위, 사업의 난이도 등을 포함해 아래의 〈표 4〉와 같이 요약될 수 있음.

- 기획 단계에서 산정되는 공기의 정확성은 기본 또는 실시 설계시에 산정되는 공기에 비해 낮을 수밖에 없음. 특히 정책성 공공사업의 경우 사업의 완료 기간이 사업의 내·외부 영향 요인을 충분히 고려하여 결정되지 않는 경우도 있음.

〈표 4〉 기획 단계에서의 공기 산정 영향 요인

요인	내용
사업의 범위	사업의 조건(requirements)들을 통해 정의되고 결정되는 사업의 성과물(deliverable) 또는 특성(features)에 관한 상세 리스트
사업의 난이도	기술적 및 지리적 특성 등의 요인들을 종합한 난이도
사업 관련 제약 조건	사업의 제반환경 분석을 기반으로 하는 사업 추진과 관련하여 예상되는 제약 조건
사업비 조달계획	안정적인 사업 추진에 필요한 재원 마련 계획의 여부
인허가	사업의 시행을 위해 반드시 필요한 인허가의 종류와 종류별 소요 일수
민원 가능성 등 기타 요인	도심지 등 사업의 위치에 따른 민원 가능성의 정도

제한적인 사업 정보를 활용해야 하는 기획 단계에서의 공기 산정은 공사 완료 시점을 구성하는 주요 마일스톤(milestone) 결정에 집중해야 하며, 산정 기준 또한 기본 또는 실시설계 단계에서의 공기 산정 기준과는 차별화되어야 함.

- 기획 단계에서는 정확성과 타당성이 부족한 준공 기한을 제시하기보다는 시설물의 주요 마일스톤을 결정하고 각각의 마일스톤 완료 시점에 대한 적정성을 확보하는 데에 집중해야 함. 왜냐하면 시공 과정에서 주요 마일스톤의 완료 시점의 합이 시설물의 준공 시점이기 때문임.

기획 단계에서는 사업 범위의 완성도(completeness of project scope definition)가 낮다는 점을 고려할 때 시설물의 시공에 소요되는 기간을 특정하여 결정하기보다는 범위(range) 형태로 산정하는 것도 대안이 될 수 있음.

- 미국 텍사스교통국의 연구[12]에서는 고속도로 건설사업을 위한 용지 매입 및 유틸리티 이설 등에 필요한 기간 산정을 과거 유사 사례의 사업 기간, 사업 관련 정보 등에 기반하여 최소-최대(minimum-maximum) 값의 형태로 제안하고 있음.

(2) 기본설계 단계에서의 공기 산정

기본설계는 기획 단계에서 정의된 사업의 목적과 범위, 타당성 조사 결과 등을 기반으로 사업을 구체화하여 이를 설계도서로 표현하는 것임. 발주자가 요구하는 수준의 목적물을 생산하기 위한 형태, 배치, 공사 방법, 공사 기간과 공사비 등을 포함하는 최적안(optimum alternative)을 제시하는 것이 기본설계의 주요 목적임.

「기본설계 등에 관한 세부시행기준」에서는 기본설계를 예비타당성조사, 타당성조사 및 기본계획 결과를 감안해 〈표 5〉와 같은 업무를 수행하는 것으로 정의하고 있음.

- 공사 지역의 문화재 지표조사 반영 여부, 구조물의 형식, 시설물의 규모 검토를 포함해 측량, 지반, 지장물, 기상, 기후 및 용지조사 등과 관련된 내용은 설계 과정에서 반드시 고려되어야 할 사업의 특성 요인들임. 즉 사업의 공사 기간을 산정하는 데에 있어서 직·간접적으로 영향을 미치는 요인들임.
- 16개의 업무 외에도 발주자는 시공과정에서 예상되는 민원을 최소화하기 위해 기본설계 기간 중 사업과 관련된 주민 이해 당사자 및 관계 행정기관의 의견을 미리 청취하는 등의 노력을 다해야 함. 이는 시공 과정 중에서 발생하는 민원이 공사 지연이나 공사비 증가 등과 같은 부정적 영향을 줄 수 있기 때문임.

12) O'Connor, T., O'Brien, W., Sohn, T., and Marcelo A. (2008). 「Implementation of Right of Way Acquisition and Utility Adjustment Duration Information Tool」, Texas Department of Transportation, USA.

〈표 5〉 기본설계의 주요 내용

번호	내용	공기 산정과의 관계
1	설계 개요 및 법령 등 제기준의 검토	
2	예비타당성조사, 타당성조사 및 기본계획 결과의 검토	○
3	공사 지역의 문화재 등에 대한 문화재 지표 조사 및 설계 반영 필요성 검토	○
4	기본적인 구조물 형식의 비교·검토	○
5	구조물 형식별 적용 공법의 비교·검토	○
6	기술적 대안 비교·검토	○
7	대안별 시설물의 규모의 검토	○
8	대안별 시설물의 경제성 및 현장 적용 타당성 검토	
9	시설물의 기능별 배치 검토	○
10	개략 공사비 및 개략 공기 산정	○
11	측량, 지반, 지장물, 수리, 수문, 지질, 기상, 기후, 용지조사	○
12	주요 자재·장비 사용성 검토	○
13	설계도서 및 개략 공사시방서 작성	
14	설계 설명서 및 계산서 작성	
15	관련 법령 등의 규정에 따라 기본설계시 검토하여야 할 사항	
16	기타 발주청이 계약서 또는 과업지시서에서 정하는 사항	○

- **기본설계의 업무 중 개략 공사비 및 개략 공기 산정은 사업에 소요되는 정확한 공사비와 공사 기간을 산정하는 것이 아니라 예비 견적(preliminary estimate) 수준에서 공사비와 공사 기간을 확인하는 것임.**
  - 다시 말해 기본설계 단계에서의 공기 산정은 세부 설계가 완료되기 전에 사업비 규모와 공사 기간에 대해 발주자의 이해도를 제고하기 위한 것임.
  - Krokowski(1992)[13]는 초기 단계에서의 예비 견적은 사업의 본 견적을 위한 근간이 될 뿐만 아니라 발주자의 중기 예산 계획과 프로젝트 타당성조사 결과를 검증하기 위한 도구로도 사용될 수 있다고 하였음.

13) Krokowski, A. W. (1992), 「Estimating from Process Flow Diagrams: A Conceptual Approach」, AACE International Transactions, 1, A.3.1-A.3.6.

기본설계의 주요 내용에서도 보듯이 개략적인 공기 산정을 위해서는 건설현장에 대한 조사와 분석이 선행되어야 함. 즉, 실질적인 사업 환경에 대한 영향 정도를 고려하여 설계에 반영하고 이를 토대로 공사비와 공사 기간 등에 대한 예비 견적이 이루어져야 함.

- 기본설계 단계에서의 공기 산정을 위해서는 주요 작업으로 구성된 공정표와 개략적인 공사 물량의 산출이 요구됨. 이를 기반으로 경험치생산율(experience-based performance rates)을 반영한 월 단위 방식의 공기 산출이 필요함.
- 또한 현장 조사 결과를 바탕으로 공사 불능일에 대한 개략적 규모를 산정하는 것이 요구됨. 특히 공종별(터널공사, 구조물공사 등)로 공사 불능일 규모에 영향을 주는 요인(공휴일, 공휴일+기상 영향)이 다른 점을 고려해야 함.

국내 설계엔지니어링업체들은 과거 사업 중 유사 규모의 사업을 분석해 개략적으로 월 단위의 공기를 산정하는 방식을 활용하고 있는데, 그것보다는 공공 발주자가 정한 준공 시기와 예산이 가장 큰 영향을 미침.

- 준공 시기를 기준으로 공사 기간을 산정하는 역산 방식(Backward Estimating)을 활용하고 배정된 예산의 소진이 가능하도록 공사 기간을 산정함.

(3) 실시설계 단계에서의 공기 산정

「기본설계 등에 관한 세부시행기준」에서는 실시설계를 기본설계 결과를 바탕으로 건설공사 및 시설물의 설치 및 관리 등 관계 법령 및 기준 등에 적합하게 시공에 필요한 설계도서 등을 작성하는 것으로 정의하고 있음.

- 〈표 6〉에서 보듯이 기본설계 결과의 검토를 비롯해 기본설계 단계에서 비교 및 검토되었던 형식, 공법, 대안, 규모 등의 사항들이 최종 결정되고 설계되는 단계임. 사업의 공사비와 공사 기간 산정 또한 기본설계에서의 예비 견적 수준이 아닌 실제 소요되는 비용과 기간과 유사한 수준의 정확성을 확보해야 함.
- 실시 단계에서 결정되는 사업 관련 요인들은 공사 기간에 직접적인 영향을 미칠 뿐만 아니라 이러한 요인들의 결정이 정확한 공사 기간 산정과 상세 공정표 작성에 중요한 근거가 됨.

〈표 6〉 실시설계의 주요 내용

번호	내용	공기 산정과의 관계
1	설계 개요 및 법령 등 제 기준의 검토	
2	기본설계 결과의 검토	
3	구조물 형식 결정 및 설계	○
4	구조물별 적용 공법 결정 및 설계	○
5	시설물의 기능별 배치 결정	○
6	공사비 및 공사 기간 산정	○
7	토취장, 골재원 등의 조사 확인 샘플링, 품질시험 및 자재 공급계획	○
8	측량, 지반, 지장물, 수리, 수문, 지질, 기상, 기후, 용지조사	○
9	기본 공정표 및 상세 공정표의 작성	○
10	시방서, 물량 내역서, 단가 규정, 구조 및 수리 계산서 작성	
11	기타 발주청이 계약서 또는 과업지시서에서 정하는 사항	○

건설사업의 과정에서 실시설계의 완료는 시설물을 완성하기 위해 필요한 모든 작업의 범위(work scope definition)와 분류 체계(work breakdown structure)가 결정되었다는 의미임. 뿐만 아니라 작업의 난이도, 자재 공급 조건, 대지 조건, 기상 및 기후 등과 같은 요인들에 대한 정보가 설계에 반영되었다는 의미임.

- 때문에 실시설계 단계에서의 공사 기간 산정은 작업 단위의 구체적인 물량을 기반으로 해야 하며 과거 유사 사업을 참고함과 동시에 공종별로 구분되는 공사 불능일의 규모도 반영해야 함.
- 실시 단계에서 제시되는 사업의 공사 기간은 일(days) 수준의 구체성을 확보해야 하며 이는 준공 시점을 결정하기 위한 근거로 활용되어야 함.

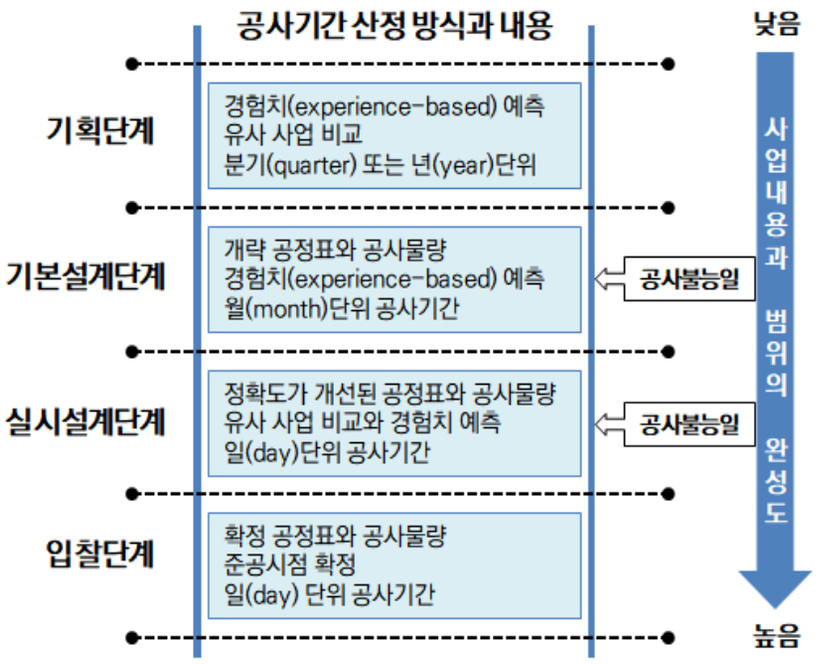
사업의 단계별로 공사 기간 산정 방식과 내용을 요약해보면 〈그림 12〉와 같음. 사업의 초기 단계에서는 유사사업과 경험을 기반으로 한 공기 산정 방식이 활용되지만 산정된 공사 기간의 단위는 연, 분기, 월 등으로 차별화됨.

- 공사 기간 산정의 정확성은 사업의 초기 단계에서부터 범위와 내용이 구체화됨에 따라 높아지게 됨. 기본설계 단계에서부터는 사업 현장의 실질적인 환경 요인 조사와 분석이 시행되고 그 결과가 설계 도서에 반영되기 시작함.
- 실시설계 단계에서는 기본설계 단계에서 검토되었던 내용들을 최종 결정하게 되는데 이때 사업의 최종 공정표 작성과 더불어 작업 단위의 물량이 결정됨. 이를 기반으로 일 단위의 구체적인 사업의 공

사 기간이 결정되어야 함.

- 기본설계와 실시설계 단계에서는 공사 불능일에 대한 고려가 포함되어야 하는데 공휴일과 같은 공통 요인 외에도 기상 영향에 따른 작업 불능일이 공종별로 달리 적용될 수 있는 점을 반영해야 함.

〈그림 12〉 사업 단계별 공사 기간 산정 방식과 내용



2. 공기 산정 기준의 영향 요인

- 공사 기간 산정 기준에 영향을 미치는 요인은 추진코자 하는 사업의 기본 특성과 관련된 요인(Project Basic Facts-related Factors), 사업의 외부 환경 요인(Project External Factors), 공기 산정의 시점에 따른 정보의 상세 수준(Level of Detail), 그리고 사업의 참여자별로 구분되는 인식의 차이(Variance in Perception)로 구분할 수 있음.

(1) 사업의 기본 특성 요인

- 사업의 기본 특성과 관련된 요인은 예산, 공종, 시설물의 종류와 규모, 위치, 구조 형식, 시설물의 기능 등 계획된 시설물의 성능과 품질 등을 달성하기 위해 반드시 필요한 구성 요소와도 같음.

- 토목과 건축 등으로 구분되는 공종의 분류, 시공되는 시설물의 종류(도로, 교량, 병원, 오피스 등), 시설물의 구조 형식(철골조, 철근콘크리트조 등), 시설물의 위치(도심, 농촌 등), 건설현장의 용지 조건 등은 공기 산정 기준을 마련하는 데 있어 공통 요인으로 고려되어야 함.
- 다년간에 걸쳐 추진되는 공공사업의 경우 예산 확보의 지속성 여부가 공기 산정 기준에 영향을 주게 됨. 하지만 계획 또는 설계 단계에서 배정 예산에 대한 확실성을 담보할 수 없기 때문에 이로 인한 영향을 계량화하여 예측하기는 어려움.

사업의 수행에 필요한 기자재 및 인력 공급 등 조달 과정의 난이도도 공기 산정 기준의 중요한 영향 요인 중의 하나임. 목적물의 위치가 격오지 또는 도서지역일 경우 일반적인 도심지에서의 조달 난이도와는 차이를 갖게 됨.

- 출력 인원의 제한이나 보안 등의 조건으로 인해 사업 조달계획의 난이도가 일반 사업보다 높은 국방 분야 관련 사업의 경우 공사 기간 산정시 추가 기간에 대한 고려가 필요함.

강수, 강설, 기온, 풍속 등과 같은 기상 조건과 공휴일에 따른 공사 불능일수의 고려도 공기 산정 기준의 중요 요인 중 하나임. 시공되는 목적물의 종류(터널공사, 구조물공사, 옥외공사 등)에 따라 공사 불능일의 적용에는 차이가 있다는 점도 고려되어야 함.

- 연간 평균 공휴일이 65일 안팎이고 최근에는 폭염 및 폭우 등 이상 기후가 잦아짐에 따라 공사 수행이 어려운 상황이 많다는 점을 감안할 때 공사 불능일이 공사 기간에 미치는 영향을 과소평가해서는 안 됨.

(2) 사업의 외부 환경 요인

공공사업의 공사 기간에 영향을 줄 수 있는 외부 환경 요인은 사업의 기본 특성 요인과 달리 상대적으로 건설기업이 관리하기 어려운 요인들로 고정된 준공 시점, 외부 민원, 건설 관련 정책 등이 포함됨.

교육시설 또는 관공서 등과 같은 특정 사업의 경우 준공 시점의 변경이 어려워 공사기간이 물량 기반이 아니라 준공 기한을 맞추기 위한 역산 방식으로 산정되기도 함. 이럴 경우 착공 시점과 준공 기한 간의 기간이 사업의 절대 공기에 미치지 못할 수도 있으며 상황에 따라 추가 공사비 투입이 있어야 함.

사업과 관련하여 해당 주민들의 평가와 인식도 중요한 요인 중 하나임. 특히 시설물의 건설현장 위치가 거주민의 생활에 직·간접적으로 영향을 줄 경우 시공 과정에서 민원 제기 가능성이 증가하게 됨.

- 사업의 계획과 설계 단계에서 외부 민원 발생 가능성에 대한 조사와 그에 따른 대응책이 마련되지 않을 경우 일시적인 공사 중단 등과 같은 공기 지연 결과를 낳을 수 있음. 이는 곧 건설기업에게는 공정관리의 장애 요인으로 작용하게 됨.

최근 건설현장에 직접적인 영향을 미치는 관련 정책의 변화도 공기 산정 기준을 마련하는 데에 영향을 주고 있음. 근로시간 단축과 미세먼지 저감 조치 등은 과거 공공공사에서 계약자가 경험하지 못한 영향 요인임.

특히, 근로시간 단축(68시간 → 52시간)은 공사 기간 산정 기준에 반드시 고려해야 할 요인임. 일부 공공 발주처의 공사 기간 산정 체계가 주 52시간 근무제를 반영하였다고 하지만 일반적인 현장의 시종업 시간(오전 7시와 오후 6시)을 단축하지 않을 경우 법에서 요구하는 조건을 맞출 수 없음.

국내 건설기업의 사업 현장(6개 건설기업의 109개 사업)을 설문조사한 결과 근로시간 단축으로 인해 전체의 44.9%인 49개 사업이 공사 기간이 부족할 것으로 추정되었음.

- 조사된 주 52시간 근무제 시행 이후 공기 부족 사업과 적정 사업의 평균 공사 규모는 유사하며 평균 공사 기간은 적정 사업이 70.2개월로 57.4개월의 공기 부족 사업에 비해 긴 것으로 나타남. 평균 공정률은 공기 부족 사업이 44.8%로 공기 적정 사업(50.1%)에 비해 낮은 것으로 조사됨.

〈표 7〉 주 52시간 근무제 시행에 따른 공사 기간 영향 유무 및 사업의 주요 특성

구분	사업 수	평균 공사 규모	평균 공사 기간	평균 공정률	잔여 사업 기간
공기 적정 사업	60	2075.5억원	70.2개월	50.1%	26.3개월
공기 부족 사업	49	2106.2억원	57.4개월	44.8%	31.1개월

- 조사 대상 109개 사업 중 10.1%에 해당하는 12개 사업만의 현장 운영 시간이 주 52시간 이하였으며 이 중 37개의 현장은 주당 근로시간이 52시간을 상회(약 주 60시간)하고 있는 것으로 조사됨. 이는 근로시간의 단축이 현장의 셧다운(shut-down) 횟수 증가나 탄력근무제 확대 등의 조치를 동반하고 이것이 공기 만회의 어려움으로 작용할 수도 있다는 의미임.

(3) 공기 산정시 활용 가능한 정보의 상세 수준(Level of Detail)

- **사업의 내부 및 외부 요인 외에도 공사 기간의 산정 시점에 따라 활용 가능한 정보의 상세 수준의 차이도 공기 산정 기준에 영향을 줄 수 있음. 왜냐하면 상세 수준이 높을수록 공기 산정에 활용할 수 있는 정보의 양도 증가할 뿐만 아니라 산정된 공기의 정확성도 달라질 수 있기 때문임.**

- **기획과 기본설계 및 실시설계 등 각각의 단계에서 공기 산정에 활용할 수 있는 사업 정보의 양과 상세 수준의 차이는 목적물의 기본 정보에서부터 각 공사의 설계 및 시공 상세에 이르기까지 다양함.**
  - 공공사업의 기본계획 고시는 개략적 내용 중심의 사업 목적과 장소, 규모 및 기타 부대시설 공사의 종류 및 공사비 등을 포함하고 있음. 이때 고시되는 공사 기간은 년 단위로 산정된 것으로 구체적인 시공 물량을 근거로 하고 있지 않음.
  - 기본계획에 따라 실시되는 기본 및 실시설계는 사업의 구체적인 내용을 검토하고 결정하는 단계로 철도 등과 같은 사업의 경우 건설공사로 인한 환경 영향 등도 사전에 검토되어 설계에 반영되어야 함. 이처럼 사업의 범위와 내용의 완성도는 입찰 단계에 이르기 전까지 지속적으로 높아지게 되므로 이를 근간으로 하는 공기 산정의 정확도도 일(days) 단위 수준으로 높아지게 됨.

(4) 사업 참여자별 관점의 차이

- **공공 발주자와 계약자 사이에는 건설사업 시행에 필요한 적정한 공기에 대한 관점의 차이가 존재함. 공공사업이라는 특수성을 기반으로 발주자는 최적의 시기에 높은 품질의 목적물을 기대하게 되므로 사업의 준공 시기가 중요함.**
  - 때문에 공사 기간에 대한 검토 방식이 과거 유사사업을 통해 얻어진 데이터에 근거할 수밖에 없음. 또한, 준공 시점이 사회적 공약과 같이 인식되기 때문에 적정한 공기 산정의 개념이 아닌 준공 기한 준수에 필요한 공사 기간을 계약자에게 제공하게 됨.

- **반면에 계약자 입장에서는 적정 공기를 공공사업에 직·간접적으로 영향을 줄 수 있는 요인들을 고려해 산정된 기간으로 주공정(critical path)을 모두 완료하는 데에 필요한 공사 기간으로 인식함.**
  - 즉, 발주자가 요구하는 준공 기한까지 시설물 시공을 완료하는 데 필요한 여유 공기(float)가 없는 최대 공사 기간으로 정의할 수 있음.

V 결론 및 제언

- **공공공사의 성공적인 수행을 위해 공사 완료에 필요한 공사 기간을 산정하고 이를 건설기업에게 준수하도록 요구하는 것은 사업의 종류와 상관없이 건설사업의 기본적인 원칙과도 같음.**
  - 공사 기간은 품질과 공사비와 함께 건설사업의 성공적인 수행을 정의하는 핵심 요인으로 공공공사에서는 시설물의 준공 시기가 사회적 공약으로 인식되는 특성으로 인해 그 중요성은 더욱 높음.
  - 최근 공공사업의 공사 기간 산정 방식을 체계화하려는 정부의 노력은 적정 공사비 지급과 더불어 산업의 원칙을 지킨다는 시각에서 볼 때 의미 있는 행동으로 평가할 수 있음.

- **공공공사 공기 산정 체계의 개선은 현황 조사와 더불어 사업을 수행하는 데 있어 공사 기간이 차지하는 중요성에 대한 이해를 기반으로 적정 공기의 개념 정의 등 체계적 접근이 필요한 사안임.**

- **건설사업의 공사 기간에 대한 정확한 정의가 첫 번째 단계임. 공사 기간이라 함은 건설현장의 준비(mobilization)를 시작으로 물리적인 건설 행위(construction activities)가 반복되고 이를 통해 시설물이 완료되기까지 필요한 기간을 의미함.**
  - 현행 공공공사의 행정 절차상으로 보면 계약 이후 착공 신고서 제출일로부터 준공일까지의 기간을 실질적인 공사 기간으로 정의할 수 있음.
  - 공공공사 진행 과정에 발생하는 각종 인허가 절차 등에 소요되는 기간은 상술한 공사 기간 산정시 별도로 구분하여 고려되지 않고 있는 실정임. 또한 일부 토목사업의 경우 용지 보상 지연으로 인해 연장 사유가 발생할 경우 공기 연장이 인정되지만, 착수 시점 당시 용지 보상 등이 완료되지 않았음에도 불구하고 공사 기간이 결정되는 현행 방식에 대해서는 검토가 필요함.

- **둘째, 상술한 공사 기간의 정의를 기반으로 향후 적확한 용어 선택이 필요함. 본 연구에서도 제시하였듯이 '적정 공기'라는 용어에 대해 발주자와 계약자 간에는 관점의 차이가 존재함. 때문에 '적정'이라는 모호한 개념의 용어보다는 건설사업 수행을 위한 '필요 공기' 등과 같은 용어 선택이 필요함.**

- **셋째, 과거와 달리 현재 공공사업의 공사 기간 산정을 위해서는 보다 다양한 외부 요인을 고려할 필요가 있음. 특히 주 52시간 근무제 시행, 미세먼지 저감 조치, 기상조**

건 악화 등은 공사 기간의 산정에 직접적인 영향 요인임.

- 근로시간 단축의 경우 현재 건설현장을 주 52시간 이상으로 운영하고 있는 기업은 현장 셧다운 횟수 확대와 탄력 근무제 등을 적극적으로 도입하지 않고는 근로시간 규정을 맞추기 어려운 상황임. 또한 민간사업의 경우 공사 기간이 부족할 경우 공기 연장이 실질적으로 불가능하고 그로 인한 건설기업의 피해를 보전할 방안이 현재로서는 없음.
- 주 52시간의 현장 운영을 위해서는 시종업 시간 조정(오전 7시부터 오후 5시, 점심시간 및 휴게시간 2시간 포함)과 월 2회 셧다운이 필요함. 신규 공공공사는 이와 같은 근로시간 단축에 따른 기준을 공사 기간 산정시에 반드시 고려해야 함.
- 고농도 미세먼지와 폭염 등으로 인한 건설공사 중단은 준공 시점의 임박 여부와 상관없이 건설기업에게는 공정관리상의 리스크로 작용하게 됨.

넷째, 현재 공공공사의 공사 기간은 기본 및 실시 설계 단계에서 각각 산정하도록 되어 있지만 산정된 공사 기간에 대한 설계자의 책임이나 공기의 적절성을 검토할 수 있는 권한을 가진 주체도 없는 상황임.

- 공공공사 입찰시 설계자의 공기 산정 결과와 산정 기준을 공표하는 것을 의무화한다면 보다 명확한 산정 기준을 마련하고 이를 기반으로 공기를 산정할 수 있을 것임.
- 설계자가 산정한 공사 기간에 대해 발주자의 적절성 검토가 어렵다면 외부 전문기관을 활용하는 대안도 검토할 필요가 있음.

다섯째, 입찰 단계에서 계약자로 하여금 공기 적정성 검토를 의무화하고 공사 기간이 사업 수행에 부족할 것으로 판단되는 경우 발주자에게 이의를 제기할 수 있는 제도적 장치를 마련하는 것도 고려할 수 있음.

- 입찰 과정에서 공기의 적정성 검토 결과에 대해 건설기업과 발주자 간에 동의가 이뤄진 경우에는 시공 과정에서 공사 기간 부족이 발생할 경우 관련 원인을 파악하고 그에 따른 책임 소재를 묻는 데 용이할 수 있음.

여섯째, 국내 공공사업의 공사 기간의 적정성 확보를 위한 노력은 단기와 중·장기로 차별화하는 것이 필요함. 중·장기적으로는 계량 모델을 통한 공사 기간 제공에 중점을 두고 단기적으로는 다양한 영향 요인을 포함한 공기 산정 기준 구축 등 절차적 보완 중심이 효과적일 수 있음.

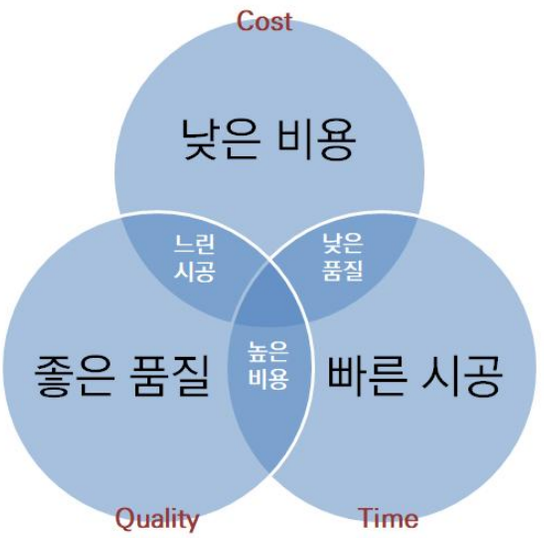
- 일본과 같이 공사 기간 산정을 위한 계량 모델을 구축하기 위해서는 과거 공공공사 데이터를 기반으로 사업별 단위 작업의 생산율과 공기지연 여부와 그 원인 분석 등 복합적인 연구가 필요함. 이때 공공사업의 데이터가 갖는 적정성(공사비 초과 여부, 품질 등)에 대한 면밀한 검토가 선행되어야 함.

- 또한 공사 기간의 단축이나 연장은 건설기업이 가진 공정관리 역량의 수준에 따라 달라질 수 있어 계량화된, 즉 표준화된 공기 제공이 반드시 발주자나 계약자 모두에게 효과적으로 작용할 것인지는 알 수 없음.

일곱째, 종류와 형태와 무관하게 건설사업 수행에 있어 공사 기간과 공사비 및 품질은 서로 밀접한 관계를 가짐. 하지만 3개의 요인을 모두 만족하는 즉, 최소 공사비로 최대 품질을 가장 빠른 시간 내에 시공하는 것은 가능하지 않음.

- 즉, 좋은 품질과 빠른 시공을 위해서는 높은 비용이 수반되며 최소한의 공사비로 좋은 품질의 목적물을 시공하기 위해서는 충분한 공사 기간이 필요함. 또한 최소한의 비용으로 빠른 시공을 목표로 할 경우 낮은 품질의 시설물이 생산됨.
- 공익이라는 특성을 가진 공공사업에서는 가격이나 속도보다는 품질이 가장 우선시되어야 함. 즉, 공공사업을 수행함에 있어 품질을 최우선 순위에 둔다면 공사 기간과 공사비는 모두 증가해야 함.

〈그림 13〉 건설사업의 Iron Triangle



손태홍(연구위원·thsohn@cerik.re.kr)
박희대(부연구위원·hpark@cerik.re.kr)