

연구보고서 2018-07

공공건설 공사기간 산정체계 선진화 방안 연구

2018. 12

대한건설정책연구원

연구진

홍 성 호	연구 위원	대한건설정책연구원
-------	-------	-----------

조 재 용	선임 연구원	대한건설정책연구원
-------	--------	-----------

이 보고서의 내용은 연구진의 견해로서
대한건설정책연구원의 공식적인 견해와 다를 수 있습니다.

발 간 사

국내 공공건설에 있어서 공사기간은 발주기관의 예산 배정 및 확보 등의 문제로 비용 및 품질과 비교하여 상대적으로 주요 관리 대상이 되지 못해 왔습니다. 이로 인해 공공 발주자는 공사기간 산정 시 체계적인 시스템보다는 경험과 관습에 의존해 왔습니다.

더욱이 최근 들어 폭염·폭우·폭설, 미세먼지 등 종래와 다른 기후여건과 내년부터 본격 시행될 근로시간 단축(68시간→52시간) 등의 환경변화는 건설현장의 작업 불가능일수와 생산성 저하로 인한 작업일수 증가를 동시에 초래할 것으로 예상됩니다.

따라서 환경변화에 부합된 합리적 공사기간 산정체계를 통해 공공과 민간이 모두 수용할만한 공사기간을 산정하는 것이 매우 중요합니다. 이에 국토교통부가 수립 중인 “공공 건설공사 공사기간 산정기준”을 시작으로 선진화된 공사기간 산정체계를 구축하기 위한 지속적 노력이 요구됩니다.

이 보고서는 우리보다 공공건설 공사기간 부족현상을 일찍 경험한 미국 및 일본의 사례를 벤치마킹하여 국내 공공건설 공사기간 산정체계를 확립함에 있어 설정해야 할 적정공기 개념, 선진화 방향 및 향후 추진과제를 제안하고 있습니다.

보고서의 내용을 토대로 공공건설의 공사기간이 합리적으로 산정되어 불필요한 공기연장 및 분쟁·안전사고가 최소화되고, 젊은 층의 건설업 유입이 활성화되기를 기대합니다.

2018년 12월
대한건설정책연구원
원장 서 명 교

1. 서 론

- 국내 공공 발주자의 경험과 관습에 따른 공사기간 결정은 실제 공사기간 부족을 초래하고 있음. 또한 폭염, 미세먼지 등 기상이변 증가, 근로시간 단축 등 공공건설 공사기간에 영향을 주는 요인도 과거에 비해 크게 변화하고 있음.
- 국내 공공건설에 있어서 공사기간은 발주기관의 예산 배정 및 확보 등의 문제로 비용 및 품질과 비교하여 상대적으로 주요 관리 대상이 되지 못해 왔음. 이로 인해 공공 발주자는 공사기간 산정 시 체계적인 시스템보다는 경험과 관습에 의존함.
- 이에 18년 12월까지 국토교통부는 「공공 건설공사 공사기간 산정 기준」을 수립하고 발표할 예정임. 그러나 이는 국내 공공건설 공사기간 산정체계를 구축하기 위한 시작에 불과할 뿐, 앞으로도 선진화를 위한 지속적인 노력이 요구됨.
- 우리보다 공공건설 공사기간 부족현상을 일찍 경험한 미국과 일본은 이미 합리적인 체계를 구축하고 있음. 따라서 이들 국가의 사례를 벤치마킹하여 국내 공공건설 공사기간 산정체계를 선진화할 필요가 있음.
- 미국과 일본은 공공건설 공사기간 산정절차, 도구 및 모델, 프로젝트 정보체계, 전문인력 교육 등이 망라된 체계를 이미 구축하여 적극 활용하고 있음.

2. 미국 공공건설 공사기간 산정체계

- 1980~90년대 미국 공공건설의 실제 공사기간이 예정기간보다 크게 늘어나는 현상이 빈번하여 사업비 증가, 시설물 적기 공급 차질이 빚어져 연방교통성은 합리적인 공사기간 산정체계 마련과 공기제안형 계약방식(A+B Bidding)을 도입함.

요 약

- 연방교통성 산하 도로국(FHWA)은 연방법 23CFR635.121(계약기간 결정 및 연장)에 따라 공사기간 산정의 기본원칙을 담은 가이드라인(FHWA Guide for Construction Contract Time Determination Procedures)을 수립함.
- 미국 공공건설 공사기간 산정체계의 특징은 8가지로 대별될 수 있음. 이를 설명하면 다음과 같음.
 - 1) 분권형 체계와 실무자 전문성·자율성 중시
 - 가이드라인의 기본원칙 하에서 주 교통성이 자체 기준을 수립하는 분권형 체계를 취하고 있음. 또한 주 교통성의 자체 기준의 테두리 안에서 실무자가 공사여건을 고려하여 공사기간을 산정함.
 - 미국 공공 발주기관은 구체적인 기준에 의존하기보다는 공사특성과 여건에 관한 실무자의 엔지니어링 판단과 경험을 최대한 활용하여 공사기간을 산정하고 있음. 연방도로국의 공공건설 공사기간 산정 가이드라인도 공사기간 최종결정 시 실무자 판단의 중요성을 강조함.
 - 2) 공공 발주기관의 리스크 최소화를 위해 예정 공사기간을 합리적 수준의 최대기간으로 산정하고, 공기 제안형 입찰방식으로 공기 촉진
 - 합리적 수준의 최대기간으로 예정공기를 산정하고, 과장공기로 인한 리스크 최소화를 위해 공기제안형 입찰방식 또는 성과금·부성과금 계약조항을 통해 공사기간을 촉진하고 있음.
 - 최대기간으로 예정공기를 산정하기 위해 순작업일수를 일반적으로 평균값보다 낮은 일당 표준작업량을 적용하여 산정하고 있음. 또한 비작업일수를 산정함에 있어 동절기 작업 전면 중지, 작업종류별 작업제한, 기후여건과 휴일간의 비작업일수 중복계수를 미적용하고 있음. 더욱이 지장물 이설 등 기타 공기영향요인도 최대한 고려하고 있음.

요 약

- 3) 공사용형별 각기 다른 산정 프로세스와 기법 적용을 통해 공사기간 산정 편의성 및 정확성 모색
- 공사용형을 공사규모와 복잡도에 따라 구분하고, 공사기간 산정시점(기획단계, 기본설계, 상세설계 등), 산정도구 및 모델(Bar Charts, Estimated Cost Method, CPM 기법)을 각기 다르게 적용하고 있음.
 - 실제로 버지니아 교통성의 경우에는 공사용형을 6가지로 구분하고, 각기 다른 절차와 기법을 적용하고 있음.
 - 공사규모와 복잡도가 적은 공사(Category M, 1, 2)는 상세설계 시 과거 공사의 기간과 금액을 기준으로 당해 공사의 기간을 개략 추정하는 ECM방식을 활용함. 공사규모와 복잡도가 중간인 공사(Category 3)는 기본설계에서 ECM 방식, 상세설계에서 바차트 방식으로 공사기간을 상세히 산정함. 공사규모와 복잡도가 높은 공사(Category 4, 5)는 기획단계에서 바차트 방식, 그 이후부터는 CPM 방식으로 정밀한 공사기간을 산정함.
- 4) 대형공사 경우에는 기획단계에서부터 Time Planning 기법을 적용하여 목표 공사기간 준수 및 Design for Time 추구
- 기획단계(개략공기, 정확도 $\pm 30\%$), 기본설계(개략공기, 정확도 $\pm 15\%$), 상세설계(상세공기)별로 공사기간을 각각 예측하고, 설계이전 미팅, VE Workshop, 시공성 검토회의 등을 통해 공사기간 초과요인을 제거하기 위한 대안을 발굴하고 적용함으로써 목표 공사기간을 준수하고 있음.
 - Time planning 기법은 설계가 진행됨에 따라 준수되어야 할 목표 공사기간을 설정하여 모니터링 할 수 있는 기반을 제공함. 또한 공사기간을 고려한 설계의사결정 지원, 설계진행 과정에서 나타나는 공사기간 초과요인을 사전에 파악하고 대응할 수 있어 적극적인 사업관리가 가능함.

요 약

5) 시공사와 공공 발주기관, 발주기관 내의 설계-시공부서와의 협업, 그리고 공사기간 DB 구축을 통해 현실적인 공사기간을 산정

□ 공사기간 산정 시 시공부서 실무자가 참여하여 적정성을 검토하고 있으며, 공사완료 후 예정공기/실제공기 비교를 통해 공사기간의 정확도를 확인하고 있음. 이와 같은 결과와 함께 시공사의 공사기간 관련 실적자료가 DB에 탑재되어 추후 공사기간 산정 시 활용됨.

6) 통합체계(CPM 프로그램 또는 산정식)의 적극 활용 및 자체 개발

□ 공사별 작업종류와 상호관계, 표준작업량, 비작업일수가 망라된 통합체계를 주 교통성 특성에 맞게 자체 개발하여 활용하고 있음.

○ 공사기간 산정 실무자가 작업수량 등 일부 변수만 입력하면, CPM 공정표와 공사기간이 자동 계산되므로 편의성이 매우 높아 가장 많이 활용됨. 실제로 Taylor(2013)에 따르면, 29개 주 교통성 중 14개 교통성(48.2%)이 통합체계를 활용하여 공사기간을 산정하고 있음. 통합체계는 CPM 소프트웨어 또는 공사기간 산정 회귀모형으로 구분되나, 주로 CPM 소프트웨어가 활용됨

○ 대다수의 주 교통성은 CPM 소프트웨어를 자체 맞춤형으로 개발하거나, 기존 상용제품에 필요기능을 추가하여 사용하고 있음.

7) 공공건설 공사기간 산정 이후에도 그 적정성을 확인하는 체계를 구축

□ 공공건설 공사기간 산정이 완료된 이후에도, 그 적정성을 체크리스트를 활용하여 검토하고 피드백하고 있음.

○ 공사기간 적정성 검토는 공사기간 자체의 정확성보다는 주 교통성 자체 기준에 규정된 절차대로의 이행여부, 고려사항 반영여부, 그리고 공사기간 산정과 관련된 타 부서와의 의사소통 여부에 중점을 두고 이루어지고 있음.

요 약

8) 공공 발주기관 공사기간 산정 실무자의 전문성 강화를 위한 각종 교육 프로그램 실시

- 공공 발주기관 공사기간 산정 담당 실무자의 전문성 강화를 위한 각종 교육 프로그램이 연방 교통성 및 주 교통성에서 실시되고 있으며, 이러한 교육 프로그램을 대학과 함께 수행되는 경우가 많음.
- 버지니아 교통성은 Project Scheduling 교육 프로그램 운영(오프라인 중심의 11개 과목, 5개의 모듈로 구성)하고 있으며, 켄터키 교통성도 켄터키 주립대학과 함께 프로젝트 관리자를 위한 8일 과정 Project Management Boot Camp 교육 프로그램을 운영하고 있음.

3. 일본 공공건설 공사기간 산정체계

- 휴일 등 비작업일수 부족이 짧은 층의 건설업 기피와 근로시간 외 노동이 빈번함에 따라 근로시간 외 노동 상한 규제, 4周 8休 정책을 수립하고 이행하기 위한 많은 노력을 하고 있음.
- 국토교통성 조사결과에 따르면, 13개 공사의 발주자 예정공기의 작업일수는 평균 157일임에 반해 실제 공기의 작업일수는 평균 199일로 42일이 부족한 것으로 나타남. 이로 인해 시공사는 휴일 등 비작업일수를 최대 억제하여 공기를 준수한 것으로 파악됨.
- 4周 8休 정책의 이행 및 근로시간 외 노동의 해소를 위해 공공건설 공사기간의 산정과 관련된 법률을 개정하고 제도를 신설함.
- 14년 6월 「공공공사 품질확보 촉진에 관한 법률」에서 적정공기 산정을 발주자 책임 중 하나로 명시하고, 15년 11월 「발주관계 사무의 운용에 관한 지침」에서 주2일 휴무 확보를 위한 대응방향을 수립함. 15년 3월 「영선공사에서 공기설정의 기본개념」, 17년 8월 「건설공사에서 적절한 공기설정을 위한 가이드라인」 수립을 통해 공기 산정 시 고려사항과 주2일 휴무 비용을 규정함.

요 약

□ 일본 공공건설 공사기간 산정체계의 특징은 7가지로 대별될 수 있음. 이를 설명하면 다음과 같음.

1) 분권형, 객관적 자료·기준 중시

□ 가이드라인에 명시된 기본원칙 하에서 공공 발주자가 자체 공기산정 기준을 수립하는 분권형 체계이나, 중·소형 공공 발주기관을 위해 구체적이고 객관적인 자료와 기준을 마련함.

- 순공사일수 산정기준으로 264개 공종(공통 96개 공종, 하천 50개 공종, 도로 118개 공종)으로 구분된 일당 표준작업량을 수립하고 있음. 또한 비작업일수 기준으로 환경변화에 맞는 공사준비기간, 우휴일, 공사억제기간, 뒷정리기간의 산정기준을 마련하고 있음.

2) 공공건설 공사기간은 바람직한 자원투입과 생산성을 기초로 산정된 순작업일수와 4周 8休 등 환경변화에 적합한 비작업일수를 합산한 적정공기

□ 바람직한 자원투입과 생산성(표준보패)을 기초로 산정된 순작업일수와 4周 8休 등 환경변화에 적합한 비작업일수를 합산한 기간으로서 객관적이고 구체적인 자료와 기준으로 표현된 적정공기의 개념임.

- 일당 표준작업량을 공사종류·공종·시공조건별로 세분화하여 실제 가동일수를 정확히 산출하고, 공사준비기간, 우휴일, 공사억제기간, 뒷정리기간을 환경변화에 맞게 재정립하고 구체화함. 또한 발주평준화와 시공사의 원활한 자원수급을 위해 여유기간을 별도로 설정함. 적정공기 개념이므로, 시공사 공기단축 제안을 허용하지 않음.

3) 시공사 자료 활용 및 의견 수렴을 통해 공공과 민간이 상호 납득하는 공공건설 공사기간 산정

□ 공공건설 공사기간 관련 제도 및 시스템 개발 시 시공사 의견과 자료를 적극 활용하고 있음. 이를 통해 공공과 민간이 모두 납득할 만한 수준의 공기를 설정하기 위해 노력함.

요 약

- 특히, 건축공사 적정공기 산정기준은 일본 건설업연합회 소속 8개사 주도로 마련하고, 이를 국토교통성(관청영선부)이 인정하여 채택한 바 있음. 즉, 건축분야 적정공기 산정은 발주자가 적정공기를 설정하여 시공사에게 적용하는 Top-down방식이 아니라 민간 건설단체가 설정한 적정공기를 국토교통성이 인정하고 채용한 Bottom-up방식이라는 것임.
- 4) 공공건설 적정공기 확보를 위한 공공 발주자의 책임과 역할을 구체적으로 규정
- 「영선공사에서 공기설정의 기본개념», 「건설공사에서 적정한 공기설정을 위한 가이드라인」은 적정공기 확보를 위한 공공 발주자의 책임과 역할을 구체적으로 규정하고 있음.
 - 조사 및 설계단계, 발주단계, 입찰 및 계약단계, 시공단계별로 발주자 책임과 역할을 명시하고 있으며, 영선공사의 경우에는 신축공사와 개·보수 공사로 구분하여 발주자 책임과 역할을 규정하고 있음.
- 5) 공공 발주자 적정공기 산정 및 이행을 유도하기 위한 각종 제도적 보완장치 마련
- 가이드라인 수립에만 그치는 것이 아니라, 공기지연의 수주자·발주자 공유 제도와 같이 공공 발주자 적정공기 산정 및 이행을 위한 제도적 장치를 마련하고 있음.
 - 발주자와 시공사 업무를 사전에 협의하여 공유하고, 발주자 책임에 의한 공기 지연 시 필요일수 만큼 공기가 자동 연장되는 공기지연의 수주자·발주자 공유제도를 운영하고 있음. 또한 시공사의 자재, 인력, 장비 수급을 위해 공기 30% 또는 4개월 이내에서 여유기간을 설정하고 있음. 더욱이 전기·설비·승강기 공사 등 후속공종의 적정 공기 확보를 위해 공공 건축공사 발주자에게 공사 착수 이전 시공사의 공정계획을 검토할 의무를 부여하고 있음.

요 약

- 발주자의 부적정한 공기산정 금지 및 수주자의 공기덤핑 금지, 더 나아가 하도급자 적정공기 확보를 규정하고 위반 시 벌칙을 부여하고 있음. 또한 4周 8休 이행 건설현장에는 공통가설비 2%와 현장관리비 4%를 추가 계상하고 있음.

6) 공공건설 공사기간 산정을 위한 통합시스템의 개발 및 적극 활용

- 공사종류별 작업유형과 상호관계, 표준작업량, 비작업일수 정보가 모두 망라된 CPM 기반 통합 시스템을 개발하고, 공사기간 산정 실무에 적극 활용하고 있음.
- 토목공사 공기설정 지원시스템은 품셈 등의 표준 작업일수 자동 산출, 우휴율, 준비·뒷정리 기간 설정, 표준적 작업순서에 의한 공정 자동 작성, 공기억제기간 설정, 과거 동종 공사 표준공기와의 비교 기능을 갖고 있음.
- 건축공사 적정공기 산정 프로그램은 부지면적, 건축면적, 지하·지상 층수 등 몇 가지 공사특성 변수만 입력하면, 작업종류, 수량, 상호관계, 표준작업량, 비작업일수가 자동 설정되어 CPM 공정표와 공사기간이 계산되는 기능을 갖고 있음.

7) 공공건설 공사기간의 적정성 확인을 위한 별도의 시스템 구축

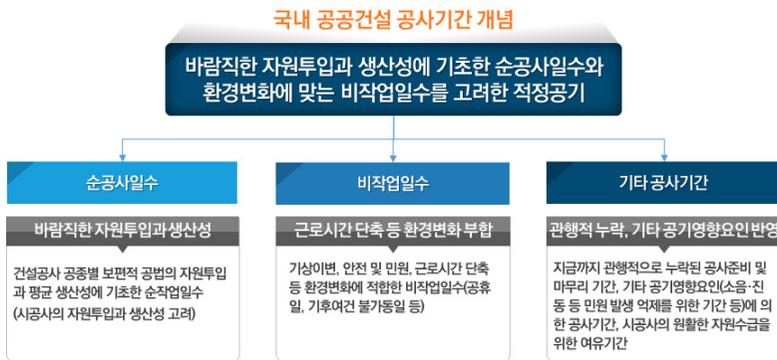
- 공공건설 토목공사와 건축공사로 구분하여 공사기간의 적정성을 확인하기 위한 시스템을 구축하고 있음. 일본의 경우에는 공사기간 산정절차 이행여부보다는 그 결과의 적정수준에 중점을 둠.
- 토목공사는 기간산정 완료 후 동종 공사의 표준공기와 비교하여 그 적정성을 검토하고, 비현실적인 경우 조정하도록 되어 있음. 즉, 동종 공사의 표준공기와 비교하여 그 차이가 10% 미만일 때 적정 공기로 인정되나, 그 이상(적은 경우)인 경우는 공사기간의 적정성을 재검토하고 조정해야 함.

요 약

- 건축공사는 프로그램의 공기율을 통해 적정성을 확인하고, 그 수준이 100%(프로그램이 제공하는 기본조건과 표준작업량 적용 시)인 경우 일본건설업연합회가 적정공기로 인정함. 프로그램 상 조건과 표준작업량을 조정하면 공기율은 100를 기준으로 상향 또는 하향 조정되며, 이를 통해 공사기간 적정수준을 사전 인지할 수 있음.

4. 국내 공공건설 공사기간 선진화 방향 및 과제

- 본 연구는 미국 및 일본의 사례를 바탕으로 국내 공공건설 공사기간 산정체계를 확립함에 있어 설정해야 할 적정공기 개념, 선진화 방향 및 향후 추진과제를 다음과 같이 제안함.
- 공공건설 공사기간을 평균 생산성을 기초로 한 순작업일수, 환경변화에 적합한 비작업일수, 지금까지 관행적으로 누락된 기간, 기타 공기영향요인을 반영한 기간을 합산한 기간으로 정의함.
- 적정공기의 개념은 학술적으로 정립하기 어려우며, 공공 발주자와 시공사가 각기 다를 수 있음. 이에 적정공기의 개념은 실무적으로 공공 발주자와 시공사가 상호 수용할 수 있는 수준으로 설정하는 것이 바람직함. 평균 생산성을 기초로 순공사일수가 산정되고 지금까지 고려되지 못한 비작업일수가 반영된다면, 공공과 민간이 상호 수용할 수 있는 수준이 될 수 있음.



〈요약그림 1〉 국내 공공건설 공사기간의 개념

요 약

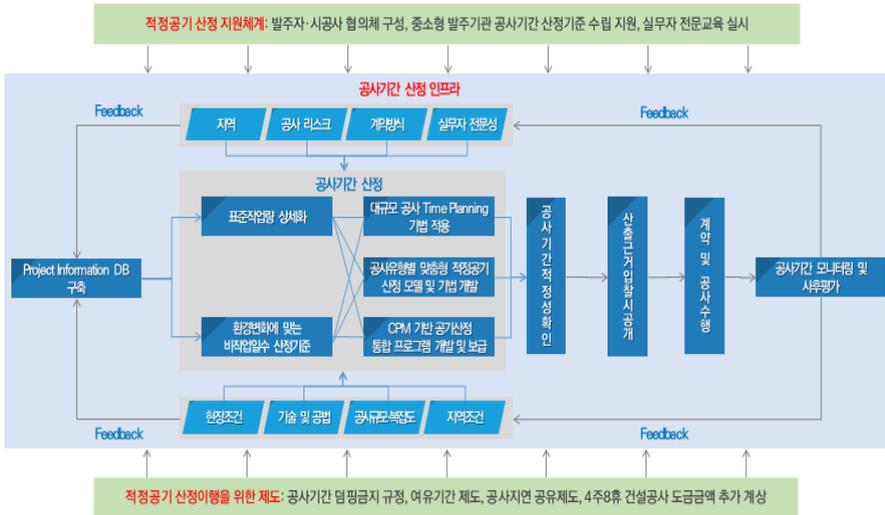
- 국내 공공건설 공사기간 산정체계 선진화 방향은 1)시공사와의 협업, 객관적 기준 수립을 통해 상호 수용하는 공기산정, 2)정확성·편의성 모색을 위한 공기산정 인프라 개발 및 활용, 3)제도적 보완 장치 마련을 통한 공공 발주자 적정공기 산정 및 이행유도로 구분 될 수 있음.
- 공공건설 공사기간 산정체계의 선진화 방향에 따라 향후 우리나라가 합리적인 체계를 갖춰 나가기 위해서는 16개 추진과제가 반드시 실시되어야 함.



〈요약그림 2〉 국내 공공건설 공사기간 산정체계의 선진화 과제

- 16개의 추진과제가 이행되면, 공공건설 공기산정 인프라, 공기산정 지원체계, 공기산정·이행을 위한 제도가 구축되어 선진화된 공공건설 공사기간의 산정체계가 갖춰질 수 있음. 이를 통해 공공건설의 공사기간이 합리적으로 산정되어 불필요한 공기연장 및 분쟁·안전 사고가 최소화될 수 있을 뿐만 아니라, 더 나아가 젊은 층의 건설업 유입도 가능할 것으로 기대됨.

요 약



〈요약그림 3〉 국내 공공건설 공사기간 산정체계의 미래모습

- 본 연구에서 제안한 16개 추진과제에 제외되었지만, 공공건설 공사기간 산정체계와 간접적으로 관련된 다음과 같은 연구가 단기 또는 중·장기적으로 실시될 필요가 있음.
 - 근로시간 단축에 따른 공사기간 연장사유와 세부 기준이 마련되지 않아 공공 발주기관은 시공사의 공사기간 연장요구에 적극적으로 대응하지 못하고 있는 실정임. 따라서 조속한 시일 내에 근로시간 단축으로 인한 공기지연 분석·연장 연구, 공사기간 증가가 공사비에 미치는 영향 연구가 실시되어야 할 것임.
 - 공공건설 공사기간 산정체계의 선진화 목적은 적정공기 확보뿐만 아니라 적기 시설물 조달에도 있으므로, 중·장기적으로 공기 제안형 입찰방식(A+B형 입찰), 공기축진에 따른 성과금/부성과금 계약 조항 활용을 통해 시공사의 공기축진을 유도할 수 있는 방안 강구도 요구됨. 또한 공공건설 공기지연에 큰 영향을 미치는 장기계속 공사제도에 관한 논의도 필요함.

- 목 차 -

제1장 서론	1
1. 연구의 배경 및 목적	1
2. 연구의 범위 및 방법	3
제2장 미국 공공건설 공사기간 산정체계	6
1. 배경	6
2. 미국 연방교통성의 공공건설 공사기간 산정 가이드라인	7
1) 공사기간의 의미	7
2) 공사기간 산정 프로세스 및 방법	8
3) 공사기간 산정도구 및 모델	10
4) Project Information 및 전문인력 교육	11
3. 미국 주 교통성의 공공건설 공사기간 산정체계 현황	12
1) 공사기간 산정 시의 명문화된 절차보유 및 활용기준	12
2) 공사기간 산정체계의 유형 및 적용	13
3) 공사기간 산정도구 및 방법	15
4) 공사기간 산정체계의 효과성 및 정확도	17
4. 주 교통성의 공공건설 공사기간 산정체계의 사례	19
1) 생산성 정보에 의한 체계: 버지니아 교통성	19
2) 기본공정표 체계: 매사추세츠 교통성	27
3) 통합체계: 오클라호마 교통성	33
4) 통합체계: 켄터키 교통성	38
5. 미국 공공건설 공사기간 산정체계의 특징	45
제3장 일본 공공건설 공사기간 산정체계	50
1. 배경	50

1) 일본의 건설업 취업자와 노동시간	50
2) 4주 8휴와 일본 정부의 대응	53
3) 적정 공기 설정의 필요성 대두	56
2. 토목분야의 적정공기 산정	64
1) 시공조건의 파악	64
2) 시공순서의 구성과 시공에 필요한 실제일수 산정	67
3) 우휴일 확인과 작업소요일수의 산정	69
4) 사회적 제약조건에 따른 기간과 공사역제기간의 가산	71
5) 준비, 뒷정리일수의 가산	71
6) 공사산정일수의 확인	72
7) 토목공사 공기설정 지원시스템	74
3. 건축분야의 적정공기 산정	77
1) 공공건축공사에서 공기설정의 기본적인 개념	77
2) 프로그램(건축공사 적정공기 산정 프로그램)	81
4. 일본 공공건설 공사기간 산정체계의 특징	85
제4장 국내 공공건설 공사기간 선진화 방향과 과제	90
1. 국내 공공건설 공사기간의 개념	90
2. 국내 공공건설 공사기간 산정체계의 선진화 방향 및 추진과제 ..	92
1) 선진화 방향	92
2) 선진화를 위한 추진과제	95
3) 국내 공공건설 공사기간 산정체계의 미래모습	99
제5장 결 론	102
참고문헌	106

- 표 목 차 -

〈표 1-1〉 공공공사 시공평가 대상공사의 계약공기 준수현황	2
〈표 2-1〉 미국 연방법의 공사기간 계약기간 결정 및 연장 관련 조항	7
〈표 2-2〉 공사수행방식별 공기산정절차 보유현황	13
〈표 2-3〉 버지니아 교통성의 Production Rate 샘플	23
〈표 2-4〉 버지니아 교통성의 공사특성별 보정계수	24
〈표 2-5〉 버지니아 교통성의 Calendar 종류	25
〈표 2-6〉 매사추세츠 교통성의 Calendar 종류	31
〈표 2-7〉 매사추세츠 교통성 공사기간 적정성 확인 체크리스트	32
〈표 2-8〉 오클라호마 교통성의 프로젝트 유형분류	33
〈표 2-9〉 오클라호마 교통성의 관리작업 및 생산성 정	35
〈표 2-10〉 켄터키 교통성의 프로젝트 유형 분류	39
〈표 3-1〉 일본 국토교통성의 발주관계사무의 운용에 관한 지침	53
〈표 3-2〉 적정 공기 설정을 위한 체크리스트	54
〈표 3-3〉 국토교통성 직영 토목공사의 공기 상황	56
〈표 3-4〉 국토교통성의 「건설공사에서 적정한 공기설정을 위한 가이드라인」	57
〈표 3-5〉 일본 공공공사 공사기간 산정요소	59
〈표 3-6〉 건설공사 시간제한 규정	60
〈표 3-7〉 공기지연 책임의 수주자·발주자 공유 규정	62
〈표 3-8〉 공사기간 산정 시 참고해야 할 주요 시공조건	66
〈표 3-9〉 시공순서 검토 시의 유의점	66
〈표 3-10〉 작업별 실동일수 산정식	67
〈표 3-11〉 작업일당 표준작업량의 샘플	68
〈표 3-12〉 휴일 수의 설정	69
〈표 3-13〉 공사기간 산정 시 고려해야 할 기상상황	69
〈표 3-14〉 강우·강설일에 따른 우휴율의 계산 예시	70

〈표 3-15〉	작업소요일수 계산	71
〈표 3-16〉	공사억제기간의 종류	71
〈표 3-17〉	준비기간 및 뒷정리기간 설정	72
〈표 3-18〉	동종 공사의 표준공기 산정식	73
〈표 3-19〉	동종 공사의 표준공기 산정식 적용 계수	73
〈표 3-20〉	토목공사 공기설정 지원시스템의 정식버전의 특징	76
〈표 3-21〉	토목공사 공기설정 지원시스템의 입력방법	77
〈표 3-22〉	적정공기 확보를 위한 단계 별 발주자의 대처	78
〈표 3-23〉	적정공기 확보를 위한 공사종류별 발주자의 대처	79
〈표 3-24〉	적정 공기의 설정 조건	81
〈표 3-25〉	프로그램의 적용이 가능한 건축물 범위	82

- 그림 목 차 -

〈그림 1-1〉 공공건설 공사기간 산정체계의 구성요소	5
〈그림 2-1〉 FHWA 가이드라인의 공사기간 산정 프로세스 및 방법	8
〈그림 2-2〉 명문화 공사기간 산정절차 보유유무 및 활용 가이드라인 유형 ...	12
〈그림 2-3〉 미국 주 교통성 활용 공사기간 산정체계 유형과 적용 현황	14
〈그림 2-4〉 주 교통성 공기산정 시 활용하는 자료 및 산정도구 개발유형 ...	15
〈그림 2-5〉 주 교통성이 공사기간 결정 시 활용하는 작업일수의 유형 ...	16
〈그림 2-6〉 주 교통성이 공사기간 산정 시 고려하는 영향요인	17
〈그림 2-7〉 현행 공사기간 산정체계의 효과성 및 정확성	18
〈그림 2-8〉 버지니아 교통성(Virginia DOT) 프로젝트 유형분류	19
〈그림 2-9〉 버지니아 교통성(Virginia DOT) 공사기간 산정체계 개요	20
〈그림 2-10〉 버지니아 교통성의 공사기간 산정 프로세스	22
〈그림 2-11〉 버지니아 교통성의 Work Breakdown Structure	23
〈그림 2-12〉 버지니아 교통성의 Dura-Lator 프로그램	26
〈그림 2-13〉 버지니아 교통성 CPM 소프트웨어 활용하는 MS Project	26
〈그림 2-14〉 버지니아 교통성과 버지니아 공과대학 공정관리 협력 프로그램 ...	27
〈그림 2-15〉 매사추세츠 교통성의 프로젝트 진행단계별 공시기간 산정 ·	28
〈그림 2-16〉 매사추세츠 교통성의 공기산정 프로세스 및 도구	29
〈그림 2-17〉 매사추세츠 교통성의 WBS	30
〈그림 2-18〉 매사추세츠 교통성의 Schedule Template 예시	30
〈그림 2-19〉 오클라호마 교통성의 공종분류체계 개념	34
〈그림 2-20〉 오클라호마 교통성 프로젝트 유형별 관리작업 로직(Template) ...	36
〈그림 2-21〉 오클라호마 교통성 공기산정 소프트웨어(MS Project 기반)	37
〈그림 2-22〉 오클라호마 교통성 공기산정 소프트웨어 개념 및 사용절차	37
〈그림 2-23〉 오클라호마 교통성의 ProjectWise	38
〈그림 2-24〉 켄터키 교통성의 프로젝트 진행단계별 공시기간 산정	40

〈그림 2-25〉	켄터키 교통성의 100만불 미만 공사의 공기산정 도구	41
〈그림 2-26〉	켄터키 교통성의 공사 착공월·준공월·월별 작업일수	41
〈그림 2-27〉	켄터키 교통성의 월별 작업 가능일수 산출 표	42
〈그림 2-28〉	켄터키 교통성의 월별 강우량기온에 따른 작업 불가능일수 비율	42
〈그림 2-29〉	켄터키 교통성 100만불 이상 공사의 공기산정 다중회귀모형	43
〈그림 2-30〉	켄터키 교통성 100만불 이상 공사의 공기산정 도구	43
〈그림 2-31〉	켄터키 교통성 100만불 이상 공사 CPM 공정계획 소프트웨어	44
〈그림 2-32〉	미국 공공건설에서 최대공사기간 산정방법	46
〈그림 2-33〉	미국 공공건설 공사기간 산정 시 Time Planning 기법	47
〈그림 2-34〉	미국 교통성의 공사기간 산정 시스템	47
〈그림 2-35〉	미국 주 교통성이 공사기간 산정 시 활용하는 통합체계	48
〈그림 2-36〉	미국 주 교통성의 공사기간 관련 교육 프로그램	49
〈그림 3-1〉	젊은 기능노동자의 이직 이유	51
〈그림 3-2〉	건설업이 매력이 없는 이유	51
〈그림 3-3〉	건설업과 전(全) 산업의 기준 외 근로 시간 비교	52
〈그림 3-4〉	일본 공공공사 공사기간의 구성요소	58
〈그림 3-5〉	발주자 업무가 반영된 공정표	61
〈그림 3-6〉	여유기간제도	62
〈그림 3-7〉	공공 토목공사 공기 산정 플로우차트	65
〈그림 3-8〉	공기산정일수 확인 기준	73
〈그림 3-9〉	토목공사 공기설정 지원시스템(프로토타입) 1	74
〈그림 3-10〉	토목공사 공기설정 지원시스템(프로토타입) 2	75
〈그림 3-11〉	토목공사의 공기설정 지원시스템 정식 버전	75
〈그림 3-12〉	후속 공정 공사의 공기 보호	80
〈그림 3-13〉	(1단계) 공기설정을 위한 정보 입력 화면	83
〈그림 3-14〉	(2단계) 상세 조건 수정 입력 화면	84
〈그림 3-15〉	(3단계) 기준 일자 설정 및 자동 작성	85

〈그림 3-16〉 일본 공공건설 공사기간 구성요소와 산정기준 및 자료	87
〈그림 4-1〉 국내 공공건설 공사기간의 개념	91
〈그림 4-2〉 공공건설 공사기간 산정체계의 구성요소	92
〈그림 4-3〉 국내 공공건설 공사기간 산정체계의 선진화 방향	93
〈그림 4-4〉 국내 공공건설 공사기간 산정체계의 선진화 과제	95
〈그림 4-5〉 국내 공공건설 공사기간 산정체계의 미래모습	100

제1장 서론

1. 연구의 배경 및 목적

- 공공건설 공사기간 산정과 관련된 명문화된 법령 규정이 없어 대부분의 공공 발주기관은 경험과 관행에 따라 공사기간을 산정하고 있음.
 - 「도로, 철도 부문 사업의 예비타당성 조사 표준지침」을 제외하고 건설 관련 법령에서 공공건설 공사기간 산정원칙과 기준을 정한 사항은 없음.
 - LH공사¹⁾, 서울특별시²⁾, SH공사³⁾ 등 일부 공공 발주기관은 공사기간 산정 내부지침을 마련하여 운영 중이나, 대다수는 경험과 관행에 따라 공사기간을 결정하고 있음.
- 경험과 관습에 따라 결정된 공사기간에는 기후여건, 착공시기, 공사0여건 등이 종합적으로 반영될 소지가 낮아 비현실적일 수밖에 없으며, 시공사도 공사기간의 적정성 검토 없이 입찰에 참가하여 결국 공사기간 부족을 초래함.
 - 기후조건 불리 지역의 공사(양생기간), 동절기·우기 및 공사발주 밀집 시기 착공 공사(인력·자재·장비 공급 어려움), 도심지 공사(빈번한 민원과 지하매설물)의 특성을 공사기간 산정 시 반영하기 힘든 측면이 있음.

-
- 1) LH공사는 공사 준비기간, 건축공사 착공 전 토목공사 기간, 건축공사 기간, 건축공사 준공 후 토목공사 기간, 토목공사 준공 후 조경공사 기간, 공사불능일(마감동절기)을 합산하여 전체 공사기간을 산정하고 있음. 이때, 공사 준비기간은 30일, 건축공사 착공 전 토목공사 기간은 산정기준에 따른 순작업일수와 기후여건에 따른 비작업일수를 가산하여 산정함. 건축공사 기간은 실작업일수와 비작업일수를 산출하고 공사여건에 따라 보정일수를 가감함. 마감공사의 공사기간은 주택유형, 동절기 불능일을 고려하여 계산하고, 건축공사 준공 후 토목공사 기간과 조경공사 기간은 15일을 기준으로 1,000세대당 10일씩 추가하도록 하고 있음.
 - 2) 서울특별시는 공사유형을 일반구조, PC조, 설계·시공일괄입찰방식으로 구분하고, 층수에 따라서는 6층 이하와 7층 이상 건축물로 나누어 공사기간을 산정하고 있음. 골조와 마감공사에 소요되는 기간에 대하여 공사기간을 산정하고, 여기에 면적, 지하, 층수, 압반량, 파일, 흙막이 등에 따라 공사기간을 보정해 주고 있음.
 - 3) SH공사는 순작업일수에 관해 구조형식, 터파기 등 공사여건, 지붕 형태 등 건축형태, 마감공사 규모를 고려하여 산정하고 있음. 또한 비작업일수는 동절기 휴지기간, 공휴일 등 기능인력 휴무를 반영하여 결정하고 있음.

- 공공건설에서 공사기간은 발주기관이 명기한 입찰안내서 일정이 그대로 적용되고 있음. 또한 공공 발주자의 공사기간 산정근거가 공개되지 않아 시공사는 공사기간 적정성 검토 없이 입찰서를 제출하고 있음.
- 실제로 <표 1-1>과 같이 최근 4년간('15. 5.1~'18. 6. 30) 공공공사 시공평가 대상 공사(1,714건) 중 당초 계약공기를 초과한 공사가 전체의 9.7%((166건)에 이르는 것으로 나타남.
- 계약공기 초과사유에는 시공사의 공사 지체, 민원으로 인한 공사지연 등도 있지만, 공공 발주기관의 비현실적인 공사기간 산정도 있음.

<표 1-1> 공공공사 시공평가 대상공사의 계약공기 준수현황

공기 단축	공기 준수	공기 1% 미만 지연	공기 1% 이상 지연	합 계
319건(18.6%)	1,229건(71.7%)	76건(4.4%)	90건(5.3%)	1,714건(100.0%)

주: 한국시설안전공단 내부자료, '18. 6. 30 기준

- 일부 공공 발주기관은 국책사업의 조기완공을 통한 정책적 목표 달성을 위해 시공사의 무리한 공정계획(공사수행)을 전제로 하여 공사기간을 결정하기도 함.
 - 예를 들어 터널공사에서는 굴착작업의 24시간 가동, 학교공사에서는 개학 전 시공완료를 전제로 공공 발주기관이 공사기간을 결정함.
- 비현실적인 공공건설 공사기간은 공사목적물의 품질저하, 근로자의 안전사고, 공공 발주자와 시공사간 분쟁의 원인으로 작용할 소지가 높음.
 - 계약공기 미준수에 따른 불이익을 기피하는 시공사는 불가피하게 돌관 공사를 추진할 수밖에 없어 부실공사와 안전사고 발생의 가능성이 높아짐. 또한 계약공기 미 준수 시 공기연장 사유와 지체상금 부과 등을 놓고 법적 분쟁이 발생하기도 함.
- 안전규제 및 민원증가, 미세먼지·폭우·폭설 등 기상이변 증가, 건설노동자의 삶의 질에 의식변화, 근로시간 단축 등 급격한 환경변화도 공공 건설의 합리적인 공사기간 산정의 필요성을 대두시킴.

- 폭우·폭설 등의 기상이변, 최근 들어 기승을 부리고 있는 미세먼지 등 종래와 다른 기후 요인은 공공 건설공사의 생산성 및 작업 불가능일수에 영향을 미침. 또한 근로시간 단축(68시간→52시간)은 인력 수급의 어려움과 비숙련 근로자 증가로 인한 생산성 저하, 주5일 근무제 정착을 초래하여 공사기간에 영향을 미침.
- 이에 국토교통부는 공공건설 공사기간 산정 과정에서 관행적으로 누락된 요소, 기후변화 요인, 근로시간 단축 등 환경변화를 반영해 18년 12월까지 「공공 건설공사 공사기간 산정기준」을 제시하기로 함. 그러나 이와 같은 가이드라인 수립만으로 공공건설 공사기간 산정체계가 모두 갖춰졌다고 할 수 없음.
- 「공공 건설공사 공사기간 산정기준」에는 공공 건설사업 공사기간 산정의 기본원칙과 순작업일수와 비작업일수를 결정함에 있어 필요한 자료가 담길 계획임. 이는 산정절차, 방법, 도구 및 모델, 프로젝트 DB로 구성된 공공건설 공사기간 산정체계의 일부에 불과함.
- 따라서 본 연구는 미국과 일본의 공공건설 공사기간 산정체계를 살펴보고 벤치마킹함으로써 향후 우리나라가 합리적이고 선진적인 공사기간 산정체계를 갖춰 나가기 위해 필요한 방향과 과제를 도출하고자 함.
- 미국과 일본은 우리보다 먼저 공공건설 공사기간 부족을 경험하여 절차, 도구 및 모델, 프로젝트 정보체계, 전문인력 교육 등이 망라된 체계를 이미 구축하여 운영하고 있음.

2. 연구의 범위 및 방법

- 손태홍 외 1인(2018)에 따르면, 건설사업의 수행에 필요한 공사기간의 학술적 정의는 핵심 공정의 수행, 발주자 요구 등 관점에 따라 각기 다름을 알 수 있음.
- Barrie 외 1인(1992)는 공사기간을 더 이상 단축이 불가능한 주공정(Critical Path)상의 작업들을 완료하는데 필요한 기간으로 정의하였으며, Callahan 외 1인(1992)은 생산물을 소유하고 사용형태를 결정하는 발주

자의 요구에 따라 결정되는 기간을 공사기간으로 정의함. Kwaku (1995)는 공사기간을 예상비용(Estimated Cost) 내에서 사업과 관련된 모든 정보(Information)와 자원(Resources)을 활용해 사업을 수행하고 완료하는데에 필요한 시간으로 정의하고 있음.

□ 본 연구에서는 공공건설 공사기간은 공공 발주자가 체계적인 절차를 통해 목적물을 완성함에 있어 필요한 건설도급기간(Contract Time)을 산정한 기간으로 정의하고자 함.

○ 건설도급기간이라 함은 착수일로부터 완료일까지의 실제 공사기간뿐만 아니라, 공사 준비기간, 인허가 등 행정적 절차 소요기간, 공사 마무리 기간 등 공공 발주자와 시공사가 도급 계약체결 이후 계약서 내의 모든 작업을 완료할 때까지 소요되는 기간을 의미함.

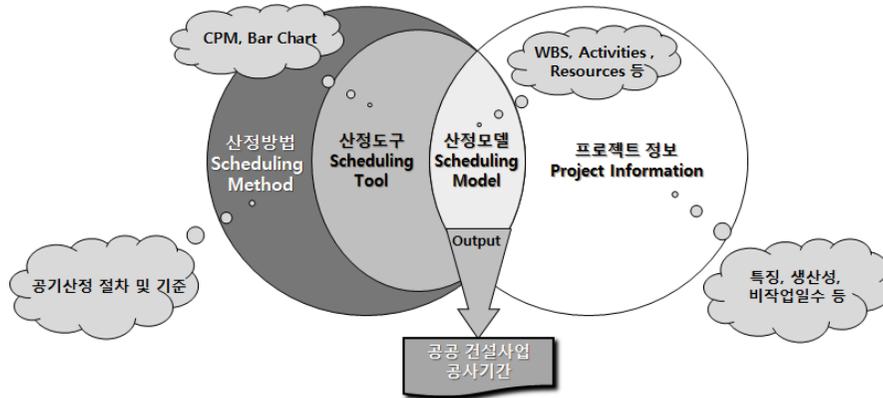
- 이와 같은 정의는 설계시공분리공사의 공사기간에 적용될 수 있으나, 설계시공일괄공사의 경우에는 별도로 설계기간을 추가해야 함. 그러나 본 연구는 설계시공일괄공사의 설계기간에 대해서는 별도로 논의하지 않음.

- 계속비 공사는 다년도 공사이나, 전체 사업내용이 확정되고 총공사금액으로 입찰·계약되므로 당해 정의가 적용됨. 그러나 장기계속공사는 시공사가 총공사금액으로 입찰하나, 예산 미확보로 인해 차수별로 건설도급계약(회계연도 예산범위 내 계약체결 및 이행)을 공공 발주기관과 체결하므로, 당해 정의가 적용되기 힘든 측면이 있음. 또한 해외사례 조사대상인 미국과 일본(대형공사에 대해 계속비 공사 또는 국고부담채무 행위제도 활용)은 장기계속공사를 활용하고 있지 않음. 따라서 본 연구에서는 장기계속공사의 공사기간에 대해서는 별도로 논의하지 않음.

□ <그림 1-1>과 같이 공공건설 공사기간 산정체계는 절차, 방법, 도구, 모델, 프로젝트 정보체계 및 운영 전문인력이 종합적으로 구성된 체계가 필요함. 따라서 본 연구의 조사대상은 상기 구성요소를 모두 갖춘 미국, 일본의 공공건설 공사기간 산정체계임.

○ PMI(2013)에 따르면, 공사기간 산정을 비롯한 프로젝트 공정계획

(Project Scheduling)체계의 구성요소를 절차, 방법, 도구, 모델, 프로젝트 정보체계 및 운영 전문인력으로 구분하고 있음.



〈그림 1-1〉 공공건설 공사기간 산정체계의 구성요소

- 본 연구는 다음과 같은 절차와 방법을 통해 향후 우리나라가 합리적이고 선진적인 공공건설 공사기간 산정체계를 갖춰 나가기 위해 필요한 방향과 과제를 도출하고자 함.
 - 첫째, 미국의 대표적인 공공 발주기관인 연방교통성(U.S. Department of Transportation)과 산하기관인 주 교통성(State Transportation of Department)을 대상으로 공공건설 공사기간 산정체계를 파악함. 이를 위해 공공건설 공사기간과 관련된 법령과 가이드라인, 주 교통성의 공기산정 매뉴얼 등에 관하여 자료를 수집하고 분석함. 또한 자료조사 및 분석의 보완적 방법으로 현지 전문가의 서면조사를 실시함.
 - 둘째, 일본의 경우에는 국토교통성의 공공건설 공사기간 산정체계를 토목공사와 건축공사로 구분하여 조사함. 이를 위해 공공건설 공사기간과 관련된 법령과 가이드라인, 그리고 토목공사와 건축공사의 공기산정 기준에 관하여 자료를 수집하고 분석함. 미국과 마찬가지로 자료조사 및 분석의 보완적 방법으로 현지 전문가의 자문조사를 실시함.
 - 셋째, 미국과 일본의 공공건설 공사기간 산정체계에 관한 특징과 시사점을 도출하고, 이들 국가의 사례를 벤치마킹하여 국내 공공건설 공사기간 산정체계의 선진화 방향과 추진과제를 도출함.

1. 배경

- 1980~90년대 미국 공공건설의 실제 공사기간이 예정기간보다 크게 늘어나는 현상이 빈번하여 사업비 증가, 시설물 적기 공급 차질, 지체 상금으로 인한 발주자·시공사간 분쟁이 발생함.
- 1987~1991년까지 수행된 플로리다 교통성의 823개 설계·시공 분리 발주방식 건설사업의 완료 공사기간이 예정 공사기간보다 평균 14.7%가 증가함(Ellis & Kumar, 1992).
- 미국 국방부 90개 설계·시공 분리발주 방식 프로젝트의 평균 공기 증가율이 27.76%인 것으로 나타남(Pocock 등, 1997).
- 미국 내 126개 설계·시공 분리발주 방식으로 수행된 일반 건축물 공사의 공기 증가율이 0~18%로서 평균 4.4%의 증가를 보이는 것으로 나타남(CII, 1997).
- 이에 미국 연방교통성은 합리적인 공사기간 산정체계 마련과 공기 제안형 입찰방식(Cost-Plus-Time 또는 A+B Bidding) 도입을 통해 공공 건설사업의 공기지연을 해결하고자 함.
- <표 2-1>과 같이 각 주의 교통성(Depart of Transportation)은 공사기간 결정 및 연장을 위한 서면 절차를 갖추고, 연방교통청 산하 도로국(Federal Highway Administration) 승인을 받도록 하는 체계를 마련함(미 연방법 23CFR635.121: 계약기간 결정 및 연장).
- 공기 제안형 입찰방식이라 함은 입찰자가 공사를 수행하는데 소요되는 비용(A) 뿐만 아닌 공사를 수행 완료할 수 있는 기간을 함께 제시하도록 하고, 발주자는 공사비용(A)과 공사기간을 금액으로 환산한 금액(B)의 합(통합환산금액: Total Combined Bid)이 가장 낮은 입찰자를 낙찰자로 선정하는 방식임.

〈표 2-1〉 미국 연방법의 공사기간 계약기간 결정 및 연장 관련 조항

23CFR 635.121: 계약기간 결정 및 연장

- (a) 주의 교통성(State Transportation Department)은 계약기간 결정을 위한 적절한 서면 절차를 가져야 한다. 이 절차는 최종 규칙의 발효일로부터 6개월 이내에 연방 도로청(FHWA) 관리 책임자에게 승인을 위해 제출되어야 한다.
- (b) 주의 교통성에 의해 인정된 계약기간 연장은 연방도로청(FHWA)의 관리 책임자 동의를 받아야 하며, 연방 정부 참여(지급)의 금액을 결정할 때 고려되어야 한다. 연방 도로청(FHWA)의 관리 책임자에게 승인을 위해 제출된 계약기간 연장은 충분히 정당하고 적절히 문서화되어야 한다.

2. 미국 연방교통성의 공공건설 공사기간 산정 가이드라인

- 연방교통성 산하 도로국은 연방법 23CFR635.121(계약기간 결정 및 연장)에 따라 각 주의 교통성이 공공건설의 공사기간을 결정하는 서면 절차를 구축함에 있어 고려해야 할 사항을 명시한 가이드라인(FHWA Guide for Construction Contract Time Determination Procedures)을 마련함(91년 작성, 02년 개정).
- 연방 도로국의 공공건설 공사기간 산정 가이드라인은 공기산정의 기본 원칙만을 제시하고, 이러한 기본원칙에 준하여 각 주의 교통성이 별도의 산정기준을 마련하는 분권형 체계를 취함.

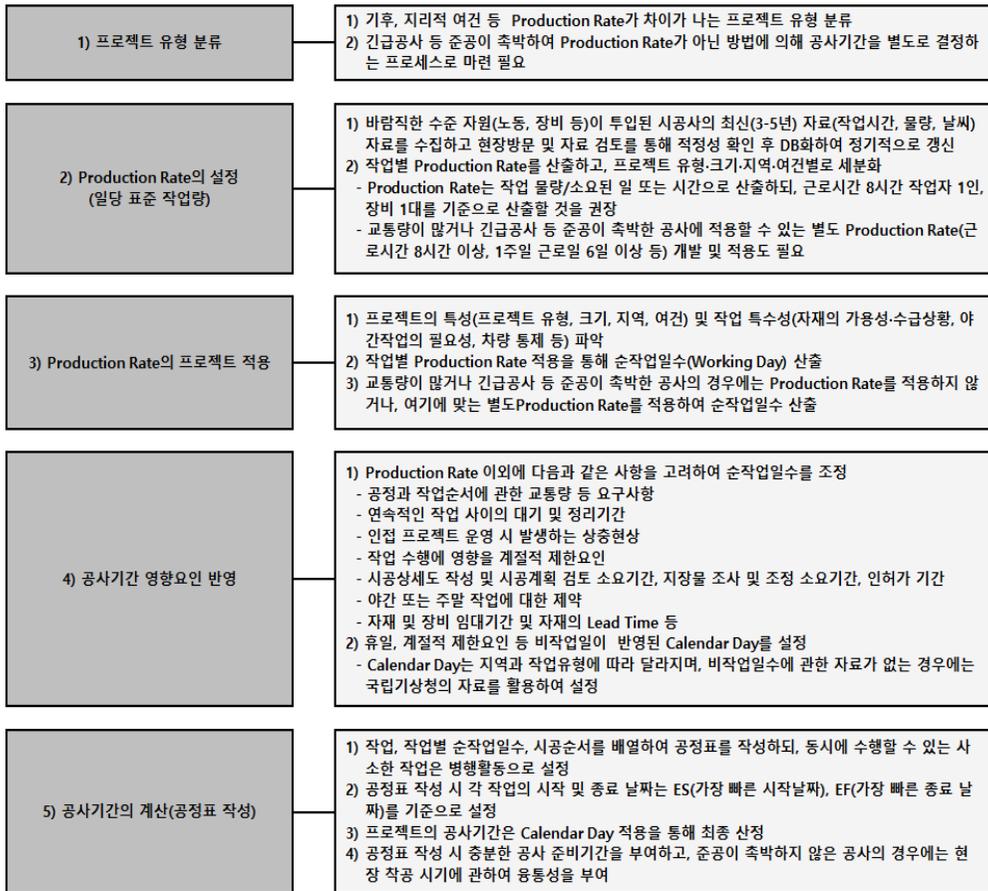
1) 공사기간(Contract Time)의 의미

- 공기 지연으로 인한 사업비 증가, 시공사와의 분쟁 등 공공 발주기관의 리스크 최소화를 위해 공공 건설사업 공사기간을 계약문서에 포함된 모든 작업을 완료하는데 소요되는 최대기간으로 정의함.
- CFR 47.207-2(Duration of contract and Time of performance)에 따르면, 미국 정부와 체결하는 모든 계약의 기간은 성과물을 인도하기 위해 계약자에게 허용할 수 있는 최대기간으로 정의되고 있음. 따라서 FHWA 가이드라인에서 규정한 최대 공사기간 개념은 공공 건설사업에만 국한된 것은 아님.

- 공공건설의 공사기간을 시공사에게 부여할 수 있는 최대 공사기간으로 규정한 반면, 공기 제안형 입찰방식을 적용하여 시설물의 적기조달을 동시에 동시 모색함.

2) 공사기간 산정 프로세스 및 방법

□ <그림 2-1>과 같이 공사기간 산정과정을 크게 1)프로젝트 유형 분류, 2)Production Rate(일당 표준작업량) 설정, 3)Production Rate의 적용, 4)공사기간 영향요인 반영, 5)공사기간 산정(공정표 작성)으로 제시함. 이와 같은 체계적인 과정을 통해 공사기간을 산정한 이후, 실무자의 경험과 판단을 통해 최종 결정해야 함을 강조함.



<그림 2-1> FHWA 가이드라인의 공사기간 산정 프로세스 및 방법

- (프로젝트 유형 분류) 주 교통성이 주로 수행하고 있는 프로젝트를 작업종류와 이들 작업 Production Rate의 유사성을 기준으로 분류하고 유형화할 것을 권장하고 있음. 또한 긴급공사 등 준공이 촉박하거나 소규모 공사라서 Production Rate에 기초하여 공사기간을 산정하기 힘들어 공사기간을 별도로 산정해야 하는 프로젝트를 구분하고, 여기에 맞는 공기산정 프로세스를 갖추도록 하고 있음.
- (Production Rate 설정) 공사기간 산정의 기초자료 중 하나인 Production Rate를 각 주의 교통성이 자체적으로 설정하도록 하고 있음. Production Rate는 바람직한 수준의 자원(노동, 장비 등)이 투입된 시공사의 최신(3~5년) 시공실적 자료(시공물량, 시간, 날씨, 작업조건 등에 관한 자료)를 수집하고 그 적정성을 확인한 이후 프로젝트 유형, 크기, 지역, 요건별로 DB화하여 활용하도록 하고 있음. 이때, Production Rate는 작업자 1인 또는 장비 1대, 그리고 작업시간은 8시간을 기준으로 산출하도록 권장하고 있음.
 - 준공이 촉박한 프로젝트에 적용할 수 있는 별도 Production Rate(근로시간 9이상 이상, 주당 근무일 6일 이상) 개발 및 적용도 필요함을 강조함.
- (Production Rate의 프로젝트 적용) 작업별 Production Rate를 통해 순작업일수를 산출하기 이전에 공사기간에 영향을 줄 수 있는 당해 프로젝트의 특성(유형, 크기, 지역, 여건 등)과 작업의 특수성(자재의 가용성 및 수급상황, 야간작업 및 교통통제 등)을 파악하도록 하고 있음. 프로젝트와 작업의 특수성을 파악한 이후, 작업별 Production Rate에 의해 순작업일수를 산출하도록 함.
 - 긴급공사 등 준공이 촉박한 프로젝트의 경우에는 Production Rate를 적용하지 않거나 별도의 Production Rate(근로시간 9이상 이상, 주당 근무일 6일 이상)를 적용함.
- (공사기간에 영향을 주는 요인 반영) 작업별 순작업일수에 영향을 주는 요인은 Production Rate 이외에도 많음. 이러한 영향요인을 고려하여 Production Rate에 의해 산출된 순작업일수를 조정함. 또한 휴일, 동절기 공사 중단기간 등 계절적 제한요인에 관한 Calendar Day를 설

정하도록 함.

- Calendar Day는 지역과 작업유형별로 구분하여 과거(3~5년)의 비작업일 자료를 활용하여 설정하도록 함. 비작업일수에 관한 자료를 보유하지 않은 경우에는 국립기상청의 자료를 활용하여 설정하도록 함.
- (공사기간의 계산: 공정표 작성) 작업(작업일수 포함)과 시공순서를 배열하여 공정표를 작성하고, 최종적으로 Calendar Day를 적용하여 프로젝트의 공사기간을 산정하도록 하고 있음. 이때, 충분한 공사 준비기간을 부여하고, 준공이 촉박하지 않은 공사의 경우에는 착공시기에 관해 융통성을 주도록 권장하고 있음.
- 공정표 작성 시 작업 중 동시에 수행할 수 있는 작업은 병행활동으로 설정하고, 각 작업의 시작 및 종료날짜는 ES(Earliest Start), EF(Earliest Finish)를 기준으로 함.
- 공사기간은 Production Rate에 의한 순작업일수(Working Day) 또는 순작업일수와 휴일, 비작업일수까지 망라된 Calendar Day를 적용하여 산정함. 그러나 공사기간이 촉박한 공사는 공기촉진의 개념으로 준공일(Completion Date)을 사전에 정하여 공사기간을 결정할 수 있음.

3) 공사기간 산정도구 및 모델

- 공사기간 산정도구 및 모델(기법)로 1)Bar Charts, 2)Estimated Cost Method, 3)Critical Path Method 기법과 각각의 장·단점을 제시하여 3가지 기법 중 프로젝트 특성에 맞게 각 주의 교통성이 활용할 수 있도록 함.
- (Bar Charts 기법) 공사기간 산정이 용이하고 이해하기 쉽다는 장점이 있는 반면, 공종간의 상호 관련성 파악과 공정관리가 어렵다는 단점이 있음. 따라서 복합·대규모 프로젝트의 공사기간 산정에는 활용하지 않을 것을 권장함.
- (Estimated Cost Method 기법) 이 방식은 과거 프로젝트의 공사비 대비 공사기간에 관한 자료를 활용하여 신규 프로젝트의 공사기간을

결정하는 방식임. 프로젝트의 많은 특징 중에 공사비만을 기준으로 공사기간을 결정하므로, 단순·소규모 공사에만 적용하도록 권장함.

- 공사비가 3만\$인 A프로젝트의 공사기간을 Estimated Cost Method 기법에 의해 산출하기 위해 유사한 특징(규모, 공사여건 등)을 가진 과거의 B프로젝트의 공사비와 공사기간을 조사한 결과, 공사비가 2만\$이고 공사기간이 80일이었음. 이와 같은 공사비 2만\$인 B프로젝트의 공사기간과 비교해보면, 3만\$인 A프로젝트의 공사기간은 120일 ($80\text{days}/2\text{만\$} = \text{A프로젝트 공사기간}/3\text{만\$}$)로 산정됨.
- (CPM 기법) 공종간의 상호 관련성과 공정관리가 용이한 장점이 있는 반면, 사용하기 힘들다는 단점을 지님. 따라서 전산 소프트웨어를 활용하여 복합·대규모 프로젝트에 적용하도록 권장하고 있음.
- 공사기간 산정도구 및 모델의 주요 구성요소인 WBS(Work Breakdown Structures) 설정을 위한 구체적인 기준은 제시되어 있지 않음. 따라서 미국 연방교통성 공공건설의 공사기간 산정을 위한 표준화된 WBS 체계는 없다고 할 수 있음.
- 다만, 주 교통성이 주로 수행하고 있는 프로젝트를 수행하기 위해 필요한 작업의 종류를 자체적으로 분류하고 유형화할 것을 권장하고 있을 뿐임.

4) Project Information 및 전문인력 교육

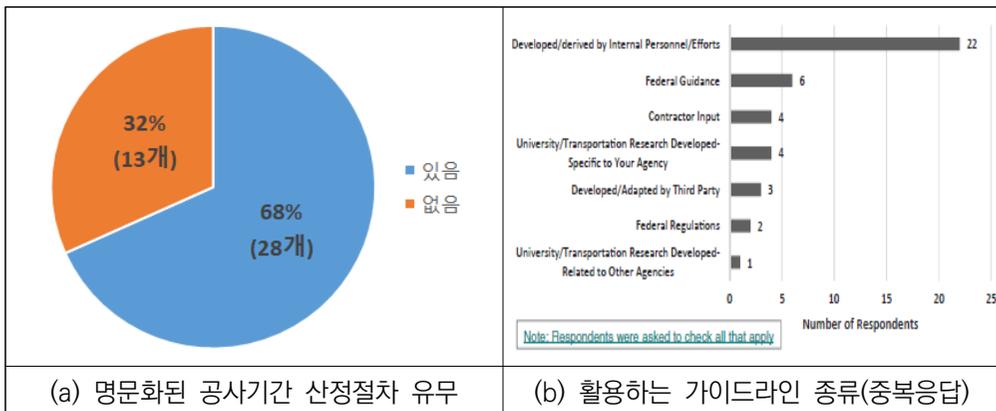
- FHWA 가이드라인에서는 Production Rate와 휴일, 기후여건에 따른 비작업일 자료의 구성과 내용을 명확히 제시하고 있지 않음.
- 다만, 시공사의 최신(3~5년) 실적 자료(시공물량, 시간, 날씨, 작업조건 등에 관한 자료)의 수집을 통해 DB화하여 활용토록 권장하고 있을 뿐임.
- FHWA 가이드라인에서는 공공 건설사업 공사기간 산정을 위해서는 전문인력 교육이 필요함을 강조함. NHI(National Highway Institute)은 CPM 교육과정을 개설하고 있으며, 각 주의 교통성도 공정계획 및 관리 또는 CPM 기법에 관한 자체 교육을 실시하고 있음.

- NHI의 CPM 관련 교육과정은 “Use of Critical Path Method for Estimating, Scheduling, and Timely Completion(2일),”이며, 기초 과정과 심화과정으로 나누어짐.

3. 미국 주 교통성의 공공건설 공사기간 산정체계 현황

1) 공사기간 산정 시의 명문화된 절차보유 및 활용기준

- <그림 2-2>의 (a)와 같이 미국 41개 주 교통성 중 28개(68.3%) 교통성이 명문화된 공사기간 산정절차를 보유하고 있음. 그 외의 13개(31.7%) 교통성은 공사기간 산정을 위한 매뉴얼은 없는 상태임.
- (b)와 같이 명문화된 공사기간 산정절차는 FHWA의 가이드라인을 기반으로 각 주의 교통성이 자체 개발한 경우가 많음. 반면 명문화된 공사기간 산정절차가 없는 교통성도 시공사의 자료, 대학, 전문기관 등 제3자의 자문 또는 자료를 활용하여 공사기간을 결정하고 있음.



<그림 2-2> 명문화된 공사기간 산정절차 보유 유무 및 활용하는 가이드라인 유형

자료: Taylor, T., et al., Practices for Establishing Contract Completion Dates for Highways Projects, NCHRP Synthesis 502, Transportation Research Board, 2017, p14

- 명문화된 공사기간 산정절차를 가진 주 교통성은 공사기간(Contract Time)을 FHWA 가이드라인에서 명시한 바와 같이 공사목적물을 인도 받을 수 있는 최대기간으로 규정하고 있음.

- 최대기간 개념의 공사기간으로 인해 발생할 수 있는 공기지연의 최소화를 위해 많은 주의 교통성은 공사계약조건으로 공기축진 및 지연에 따른 인센티브 및 벌칙조항을 포함하거나 공기 제안형 입찰방식을 적용하고 있음. 실제로 Kosmopoulou(2014)에 따르면, 미국 44개 주 교통성 중 23개 교통성이 공기 제안형 입찰방식을 채택하고 있음.
- <표 2-2>와 같이 명문화된 공사기간 산정절차를 보유한 대부분의 주 교통성은 공사수행방식별 공사기간 산정을 위한 매뉴얼을 마련하고 있지 않아 모든 공사수행방식에 동일한 공기산정 절차를 적용하고 있음.
- 소수의 주 교통성이 설계시공분리(Design-Bid-Build), 설계시공일괄(Design-Build), CM방식별로 공사기간 산정절차를 마련하고 있음.

〈표 2-2〉 공사수행방식별 공기산정절차 보유 유무

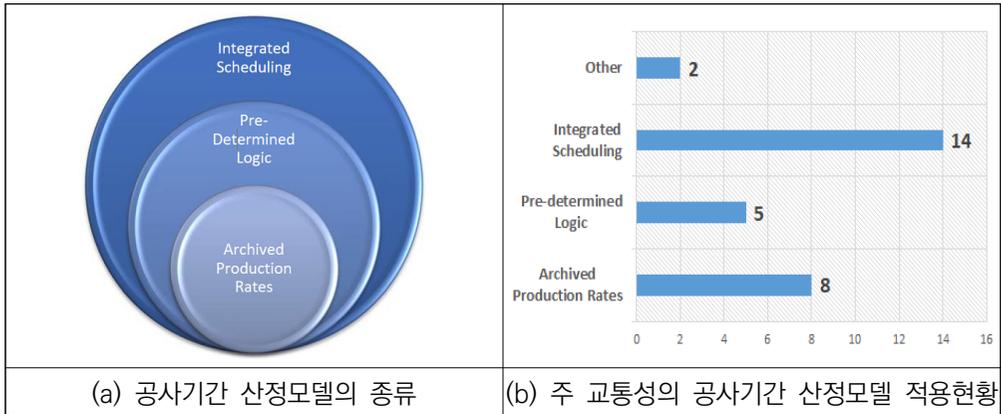
구분	DOT의 수	구성비(%)
모든 공사수행방식에 동일한 공기산정 절차 적용	15	57.7
공사수행방식별 각기 다른 공기산정 절차 적용	9	34.6
설계시공분리와 일괄방식 공사에 동일한 공기산정 절차 적용	2	7.7
설계시공일괄방식과 CM방식별 공기산정 절차 적용	0	0.0
설계시공분리와 CM 방식별 공기산정 절차 적용	0	0.0
합계	26	100

자료: Taylor, T., et al(2017). 전계서, p21

2) 공사기간 산정체계의 유형 및 적용

- <그림 2-3>과 같이 Taylor 외 1인(2013)은 주 교통성이 채택하고 있는 공사기간 산정체계 유형을 1)생산성 정보에 의한 체계(Archived Production Rates), 2)기본공정표+생산성 정보에 의한 체계(Pre-determined Logic), 3)통합체계(Integrated Scheduling), 4)기타로 구분하고 있음.
- “생산성 정보에 의한 체계(Archived Production Rates)”는 주요 작업에 관한 Production Rate 자료만 활용하여 공사기간을 산정하는 체계를 말함. 즉, 공정 담당자가 자신의 경험과 지식을 바탕으로 작업종류를

와 이의 순서를 구성하고, 공사물량과 Production Rate에 의한 작업 일수와 기후조건에 따른 비작업일수를 산출하여 공사기간을 산정하는 체계임. “생산성 정보에 의한 체계”를 29개 주 교통성 중 8개 주 교통성(28%)이 채택하고 있음.



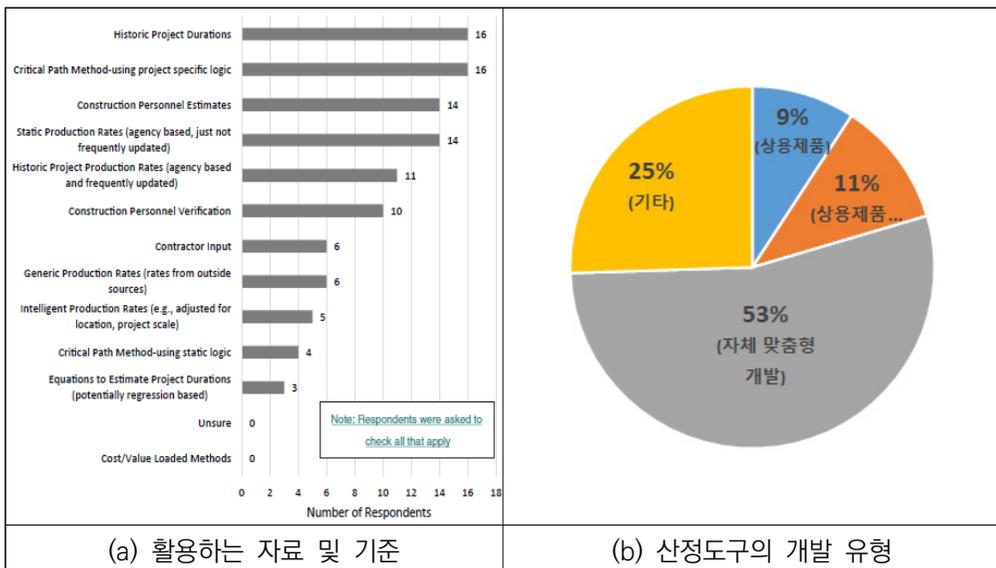
〈그림 2-3〉 미국 주 교통성이 활용하고 있는 공사기간 산정체계 유형과 적용 현황
 자료: Taylor, T., et al., Updating the Kentucky Contract Time Determination System, Kentucky Transportation Center, 2013, p10

- “기본공정표 체계(Pre-determined Logic)”는 주요 공사의 작업종류와 이의 순서가 반영된 기본 공정표를 사전에 마련하고, 이를 기준으로 공정 담당자가 작업별 수량과 생산성을 견적하여 순작업일수를 산정하고, 여기에 비작업일수를 적용하여 공사기간을 산정하는 체계임. 단, 기본 공정표에는 생산성 정보(Production Rate)가 포함되어 있지 않으며, 주요 작업의 종류와 순서는 공사특성을 고려하여 공정 담당자가 임의로 변경할 수 있음. “기본공정표에 의한 체계”를 29개 주 교통성 중 5개 주 교통성(17%)이 적용하고 있음.
- “통합체계(Integrated Scheduling)”는 주요 공사의 작업종류와 이의 순서, 생산성 정보(Production Rate), 비작업일수 정보가 모두 통합된 공사기간 산정 시스템을 활용하여 공사기간을 결정하는 체계를 말함. 이때, 공사기간 산정 시스템이라 함은 Bar Chart, CPM 기반 공정계획 소프트웨어 또는 공기산정 회귀모형을 가리킴. 이러한 “통합체계”를 29개 주 교통성 중 14개 주 교통성(55%)이 활용하고 있음.

- 상기와 같이 각 주의 교통성이 활용하고 있는 공사기간 산정체계 유형을 생산성 정보에 의한 체계, 기본 공정표+생산성 정보에 의한 체계, 통합체계와 같이 구분할 수도 있지만, 생산성-물량 기반 방식(Production & Quantity Based Method)과 프로젝트 매개변수 기반 방식(Project Parameter Based Method)로도 분류할 수 있음.
- 생산성 정보에 의한 체계, 기본 공정표+생산성 정보에 의한 체계, 공정계획 소프트웨어에 의한 통합체계는 생산성-물량 기반 방식에 속하며, 회귀모형에 의한 통합체계는 프로젝트 매개변수 기반 방식에 해당됨.

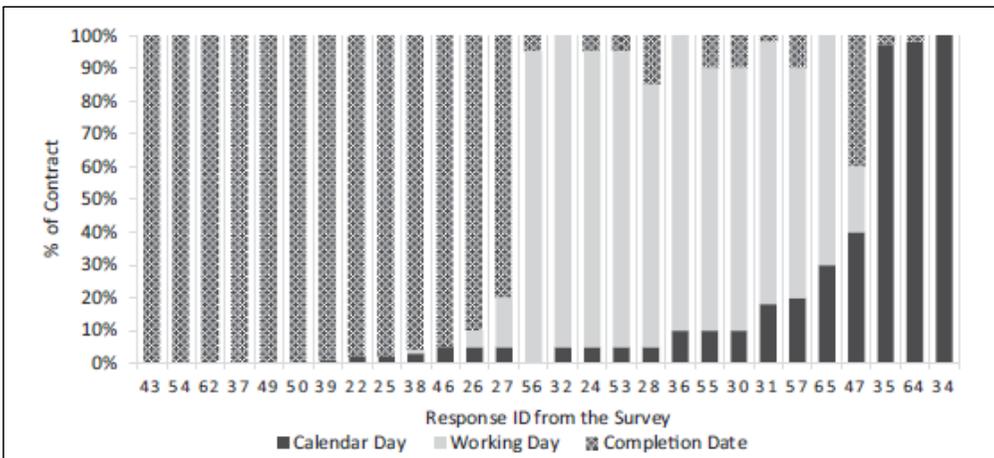
3) 공사기간 산정도구 및 방법

□ <그림 2-4>의 (a)와 같이 주 교통성 실무자 대상 설문조사 결과에 따르면, 공사기간 산정 시 Production Rate나 CPM 기법과 같은 도구가 많이 활용되고 있음. 이와 같은 산정도구는 <그림 2-4>의 (b)와 같이 각각의 교통성이 자신들이 주로 수행하는 공사의 특성이나 공기 산정절차에 맞게 자체 맞춤형으로 개발하는 경우(53%)가 가장 많음.



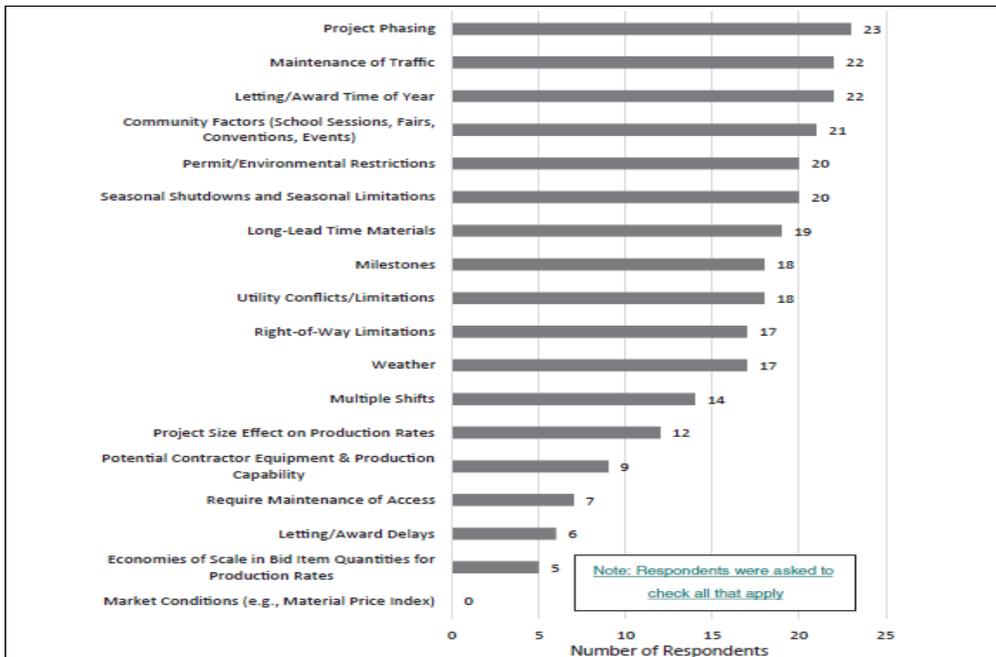
<그림 2-4> 주 교통성의 공기산정 시 활용하는 자료 및 산정도구의 개발유형
 자료: Taylor, T., et al(2017), 전계서, p21

- 주 교통성이 공사기간을 결정함에 있어 Production Rate나 CPM 기법과 같은 산정도구가 많이 활용되나, 아직까지 과거 프로젝트의 공사기간 실적자료, 공정 실무자의 경험과 전문성에 기초한 견적, 시공사자료도 많이 활용되고 있는 실정임.
 - CPM 기법의 경우에는 주요 공사의 작업종류와 이의 순서가 사전 결정된 CPM 기본공정표(CPM-using static logic)의 활용보다는 공정 실무자가 공사특성에 맞게 작업종류와 이의 순서를 결정하는 방식(CPM-using project specific logic)이 많이 활용되고 있음.
 - Production Rate의 경우에는 외부의 자료 또는 기준을 활용하기보다는 주 교통성이 자체 기준으로 수립하는 경우가 많음. 그러나 정기적으로 갱신되는 경우는 적은 편임.
 - 회귀모형에 의한 통합체계(Equation to Estimate project duration)를 주 교통성이 활용하는 경우는 드문 편인 것으로 나타남.
- <그림 2-5>과 같이 공사기간을 결정함에 있어 순작업일수(Working Day), 캘린더 데이(Calendar Day), 준공일(Completion date)에 의한 방법이 혼용되는 경우는 많지 않으며, 3가지 방법 중 준공일, 순작업일수, 캘린더 데이에 의한 방법의 순서로 많이 사용되고 있음.



<그림 2-5> 주 교통성이 공사기간 결정 시 활용하는 작업일수의 유형
 자료: Taylor, T., et al(2017). 전계서, p21

- 준공일, 순작업일수에 의한 방법이 많이 사용되는 이유는 주 교통성이 수행하고 있는 공사 중 비작업일까지 반영하기 힘든 소규모 공사가 많고, 교통상황 등으로 준공이 촉박한 공사가 많기 때문으로 이해됨.
- <그림 2-6>과 같이 주 교통성 실무자 대상 설문조사 결과에 따르면, 공사기간 결정 시 중요한 일부 공기영향요인은 간과되고 있음.
- FHWA 가이드라인에 따르면, 공사규모, 시공사의 인력 및 장비 생산성, 작업조 교대 등의 요인을 Production Rate 수립 시 반영토록 하고 있으나, 간과되는 경우가 많은 것으로 나타남.

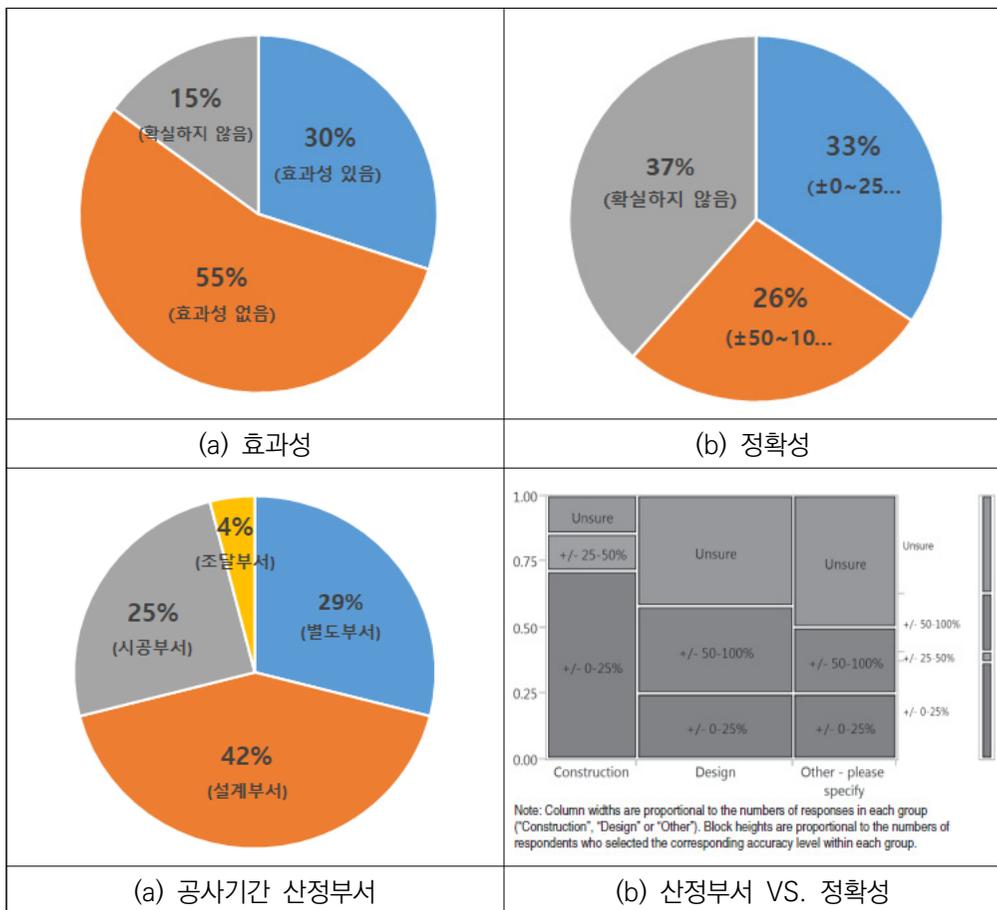


<그림 2-6> 주 교통성이 공사기간 산정 시 고려하는 영향요인(중복응답)
 자료: Taylor, T., et al(2017). 전게서, p16

4) 공사기간 산정체계의 효과성 및 정확도

- <그림 2-7>과 같이 주 교통성 실무자 대상 설문조사 결과에 따르면, 대부분의 응답자는 공기산정체계 효과성에 대해 의문을 제기하고 있으며, 그 이유는 공사기간 산정의 부정확성 때문이라는 의견을 개진함.

- (a)와 같이 주 교통성 실무자의 70%(효과성 없음, 확실하지 않음) 가량이 공사기간 산정체계의 효과성을 낮게 평가함. 또한 (b)와 같이 정확성도 “확실하지 않음(37%)”, “±50~100%(26%)”로서 공사기간 산정체계 정확성이 허용할만한 수준에 미치지 못한다는 의견이 다수를 차지함.
- (c)와 같이 공사기간 산정을 시공부서(25%)보다는 설계부서(42%)가 주로 담당하고 있음. 이와 같은 설계부서가 산정한 공사기간의 정확도에 관한 의견은 (d)와 같이 “확실하지 않음”, “±50~100%”이 대부분인 것으로 파악됨. 그러나 시공부서가 공사기간을 산정할 경우의 정확성에 관한 의견은 “±0~25%”가 다수를 차지하고 있음.



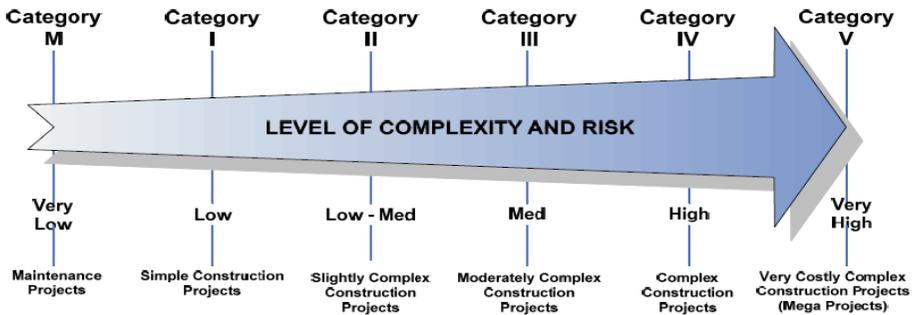
〈그림 2-7〉 현행 공사기간 산정체계의 효과성 및 정확성

자료: Taylor, T., et al(2017). 전계서, pp. 18~19

4. 주 교통성의 공공건설 공사기간 산정체계의 사례

1) 생산성 정보에 의한 체계(Archived Production Rate): 버지니아 교통성

- 미국 버지니아 교통성은 생산성 정보에 의한 체계(Archived Production Rates)에 의해 공사기간을 산정하고 있음.
 - 공정 담당자가 자신의 경험과 지식을 바탕으로 작업종류와 이의 순서를 구성하고, 공사물량과 Production Rate에 의한 순작업일수와 기후조건에 따른 비작업일수를 산출하여 공사기간을 산정하고 있음.
- <그림 2-8>과 같이 버지니아 교통성은 프로젝트 유형을 복잡도와 리스크 수준에 따라 6가지로 구분하고 있음.



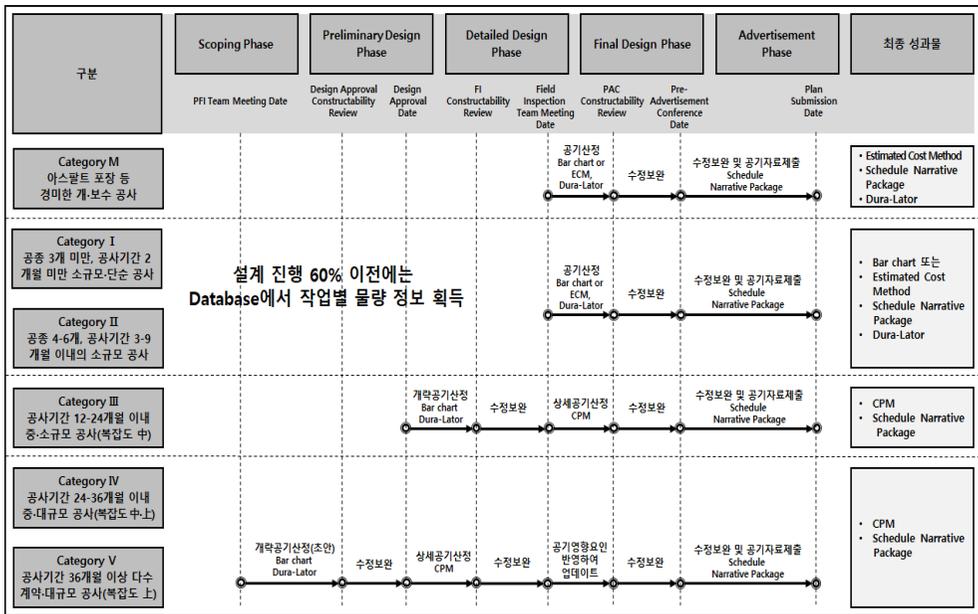
<그림 2-8> 버지니아 교통성(Virginia DOT)의 프로젝트 유형분류

- <그림 2-9>와 같이 6개 프로젝트 유형별로 각기 다른 방식의 활용과 절차를 거쳐 공사기간을 산정함.
 - 공사규모가 작고 단순할수록 프로젝트 개발의 마무리 단계에서 Bar chart 또는 Estimated Cost 방식으로 공사기간을 산정함. 또한 공사규모가 크고 복잡할수록 프로젝트 개발의 초기에는 Bar chart 또는 Estimated Cost 방식, 프로젝트 개발이 진행될수록 CPM 방식을 통해 공사기간 산정의 정확성을 모색함.
 - 지속적인 모니터링 및 수정·보완 과정을 통해 공사기간 적정성을 검토하거나 이전에 산정된 공사기간이 가급적 준수될 수 있도록 하고 있음.

○ (Category M, I, II) 아스팔트 포장 등 경미한 개보수 공사를 Category M, 공종 3개 미만 또는 공사기간 2개월 미만의 소규모·단순 공사를 Category I로 구분함. 또한 공종 4~6개 또는 공사기간 3~9개월 이내의 소규모 공사를 Category II로 분류함.

- 경미한 소규모·단순 공사이므로, 간단한 방식을 활용하여 최종 설계(Final Design) 수립 시부터 공사기간을 산정함. 이때, 공사기간 산정 시 고려사항과 가정, 결과물을 정리한 자료(Schedule Narrative Package)가 마련됨. 이를 최종 설계 종료 직전의 시공성 검토와 입찰준비 회의 시 검토하여 설계(안) 또는 공사기간을 수정·보완하고 준공일을 확정함.

- Bar Chart 또는 Estimated Cost 방식으로 작업일수를 도출하고, Dura-Lator 프로그램을 활용하여 공사기간(착공일과 준공일)을 산정함.

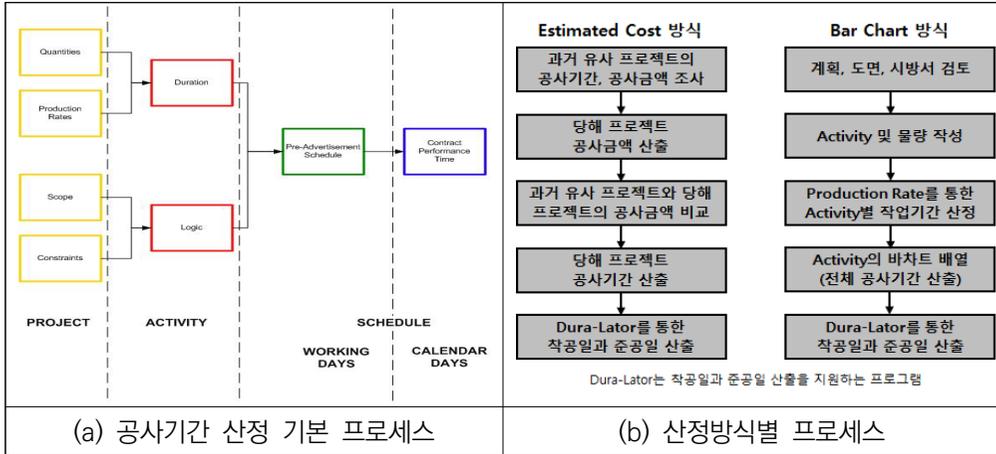


〈그림 2-9〉 버지니아 교통성(Virginia DOT)의 공사기간 산정체계 개요

○ (Category III) 공사기간 12~24개월 이내 또는 중·소규모 공사(복잡도 中)를 Category III으로 구분함. Category M, I, II 프로젝트보다 공사규모와 복잡도가 높으므로, 상세설계(Detailed Design) 단계에서부터 2번에 걸쳐 공사기간을 산정함.

- 상세 설계 시 Bar Chart와 Dura-Lator를 기초로 개략 공기를 산정하고, 상세 설계 종료 직전의 시공성 검토를 통해 상세 설계(안) 또는 공사기간을 수정·보완함. 최종 설계 시에서는 CPM 방식을 기초로 상세 공기를 산정하고, 최종 설계 직전의 시공성 검토와 입찰준비 회의를 통해 설계(안) 또는 공사기간의 적정성을 검토함. 이후 검토결과를 바탕으로 준공일을 확정함. 2번의 공사기간 산정 시 모두 Schedule Narrative Package를 작성함.
 - 상세 설계(설계 진행 60% 이전) 시에는 작업종류와 물량이 확정되지 않으므로, 과거 프로젝트 정보를 담은 DB에서 유사 프로젝트의 작업종류와 물량 정보를 활용하여 개략 공기를 산정함.
 - (Category IV, V) 공사기간 24~36개월 이내 또는 중·대규모 공사(복잡도 中·上)를 Category IV로 구분함. 또한 공사기간 36개월 이상 또는 다수계약·대규모 공사(복잡도 上)를 Category V로 분류함. 여타의 공사보다 규모가 크고 복잡도도 높으므로, 기획단계(Scoping Phase)에서부터 3번에 걸쳐 공사기간을 산정함.
 - 기획 단계 시 Bar Chart와 Dura-Lator를 기초로 개략 공기를 산정하고, 개념 설계 시의 시공성 검토를 통해 개념 설계(안) 또는 공사기간을 수정·보완함. 상세 설계 시에서는 CPM 방식을 기초로 상세 공기를 산정하고, 상세 설계 종료 직전의 시공성 검토를 통해 상세 설계(안) 또는 공사기간의 적정성이 검토됨. 이후 최종 설계 시에는 공기영향요인을 CPM 공정표에 반영하고, 최종 설계 종료 직전의 시공성 검토와 입찰준비 회의를 통해 그 적정성을 검토하여 준공일을 확정함.
 - 3번의 공사기간 산정 시 모두 공사기간 산정 시 고려사항과 가정, 결과물을 정리한 자료(Schedule Narrative Package)를 마련함. 기획 단계와 상세 설계(설계 진행 60% 이전) 시에는 작업종류와 물량이 확정되지 않으므로, 과거 프로젝트 정보를 담은 DB에서 유사 프로젝트의 작업종류와 물량 정보를 활용하여 개략 공기를 산정함.
- 버지니아 교통성은 공사규모가 작고 단순하며, 공기산정을 위한 정보가 부족할 경우에는 Bar Chart 및 Estimated Cost, 공사규모가 크고 공

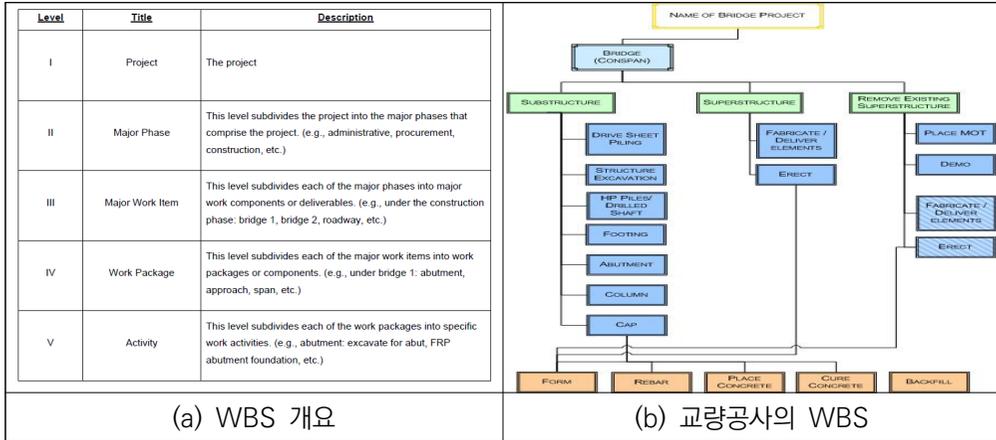
기산정을 위한 정보가 풍부할 경우 CPM 기법을 활용하고 있음. 이들 기법을 활용한 공사기간 산정과정은 <그림 2-10>과 같음.



<그림 2-10> 버지니아 교통성의 공사기간 산정 프로세스

- <그림 2-10>의 (a)와 같이 CPM 방식은 공사물량·Production Rate에 따른 작업기간과 공사범위·제약요건에 의한 작업관계(Logic)를 고려하여 순작업기간을 산출하고, Calendar Day를 적용하여 최종 준공일 (Contract Performance Day)을 결정함.
- <그림 2-10>의 (b)는 Bar Chart와 Estimated Cost 방식의 공사기간 산정절차를 나타낸 것임. Estimated Cost 방식은 과거 유사 프로젝트의 공사금액과 공사기간을 조사한 이후, 당해 프로젝트의 공사금액과 비교하여 공사기간을 산정하는 과정을 거침. 또한 Calendar Day의 반영을 지원하는 Dura-Lator 프로그램을 활용하여 착공일과 준공일을 비롯한 전체 공사기간을 결정함. Bar Chart 방식은 전반적으로 CPM 방식과 유사하나 Calendar Day의 반영을 지원하는 Dura-Lator 프로그램에 의해 전체 공사기간이 결정된다는 점이 차이가 있음.
- <그림 2-11>과 같이 버지니아 교통성은 공사기간 산정모델 및 도구의 주요 요소인 공종분류체계를 5Level를 기반으로 수립하고 있음. 이를 프로젝트 정보관리 및 Bar Chart와 CPM 방식을 활용한 공사기간 산정 시 공통적으로 적용하고 있음.

- 공중분류체계는 Project, Major Phase, Major Work Item, Work Package, Activity의 순서로 구성되어 있음.



(a) WBS 개요

(b) 교량공사의 WBS

〈그림 2-11〉 버지니아 교통성의 Work Breakdown Structure

- 〈표 2-3〉과 같이 버지니아 교통성은 Production Rate 기준을 과거 프로젝트 생산성을 분석하여 수립하고, 이에 〈표 2-4〉와 같은 공사 특성별 보정계수를 적용하여 순작업일수를 산정하고 있음.

〈표 2-3〉 버지니아 교통성의 Production Rate 샘플

Item	Unit	Base Rate
Grade Items	.	.
Mobilization	Days	5
Clearing & Grubbing	Acres	3
Demo. Of Buildings	Each	1
Asbestos Rem.(Small)	Days	4
Asbestos Rem.(Large)	Days	10
Demo. Of Asphalt Pave.	S.Y.	1,500
Sawcut Pavement	L.F.	800
Remove Curb& Gutter	L.F.	600
Remove Exist. DI/Manhole	Each	6
Temporary Detour	Days	6
Roadway Excavation	C.Y.	2,000

- 버지니아 교통성은 Category III, IV, V에 해당되는 프로젝트에 대해 개략 공기를 산정하고 있음. 따라서 상세 공기 산정 시의 공종별 Production Rate(Grade 55개 항목, Traffic 21개 항목, Bridge 84개 항목) 이외에도 개략 공기 산정 시 활용할 수 있는 부위별 Production Rate(14개 항목)를 별도로 마련하고 있음.
- <표 2-4>와 같이 공사 특성별 보정계수는 지역, 교통상황, 복잡도, 토질상태, 작업물량으로 구분하여 마련하고 있음. 작업별 소요기간은 해당 작업의 물량을 Production Rate(기본 Production Rate에 공사특성 해당 보정계수를 모두 곱하여 산출한 값)로 나누어 산출됨.
- 교통상황이 보통, 토질상태가 불량인 도로굴착(Roadway Excavation)작업의 Production Rate는 2,000C.Y/day(기본 Production Rate)×0.65(토질상태 보정계수)×0.88(교통상황 보정계수)에 의해 산출된 1,144C.Y/day임. 이는 장비 1대가 하루에 1,144C.Y만큼 작업을 할 수 있다는 의미임. 이와 같이 공사특성이 반영된 작업일수 산정을 위해 보정 Production Rate가 활용됨.

〈표 2-4〉 버지니아 교통성의 공사특성별 보정계수

Factors	Adjustment for Noted Conditions
Location	Rural 1.0, Small City 0.85, Big City 0.75
Traffic Conditions	Light 1.0, Moderate 0.88, High 0.7
Complexity	Low 1.0, Medium 0.85, High 0.7
Soil Conditions	Good 1.0, Fair 0.85, Poor 0.65
Quantity of Work	Large 1.0, Medium 0.88, Small 0.75
예제: Roadway Excavation	
Moderate traffic, Poor soil condition	
$2,000 \text{ C.Y.} \times .65 \times .88 = 1,144 \text{ C.Y. per day}$	

- 버지니아 교통성은 공사기간을 산정함에 있어 비작업일수를 반영하는 Calendar를 <표 2-5>와 같이 5개로 구분하고 있으며, 작업의 특성에 맞게 자율적으로 적용하고 있음.

- 기본적으로 Standard 5-Day Calendar를 적용하되, 작업의 특성에 따라 다른 4가지의 Calendar를 활용함.

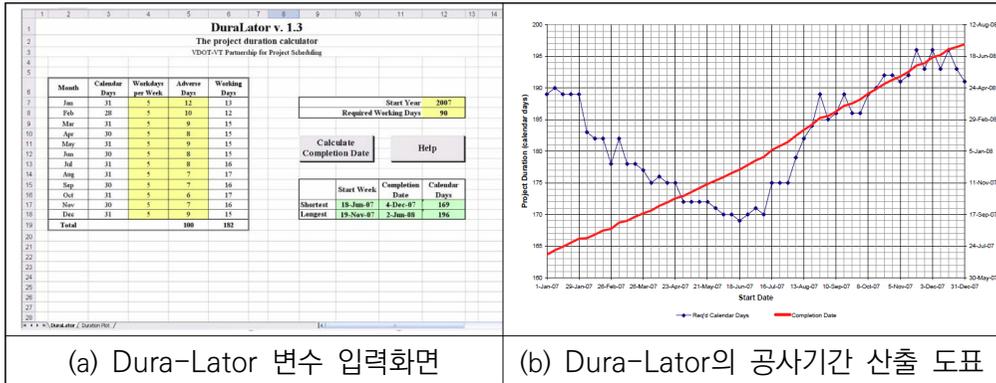
〈표 2-5〉 버지니아 교통성의 Calendar 종류

유형	내용
Global-7Day Calendar	·7일 근무/1주, 24시간 근무/1일, 휴일이나 주말이 없음. ·입찰공고, 시공 상세도 제출, 콘크리트 보양 작업에 적용
Standard-5Day Calendar	·5일 근무/1주, 8시간 근무/1일 ·5일 근무 시의 주말, 설날, 독립기념일, 킹목사 탄신일, 현충일, 노동절, 대통령의 날, 재향군인의 날, 추수감사절, 크리스마스, 버지니아 교통성에 의해 휴일에 지정한 날 ·최근 5년간 NOAA(해양대기청) 자료에 근간한 작업 불가능 일 (1% 유의수준) ·도로·교량 시방서에서 정한 기온 이하에서는 아스팔트 포장작업 금지(12월 24일~3월 15일)
Environmental Calendar	·하천 서생하는 동물 보호를 위해 말뚝박기, 코퍼댐, 준설, 굴착 금지(2월 15일~6월 30일)
Landscaping Calendar	·식물 보호를 위해 일부 조경작업 특별 금지(4월 1일~9월 30일)
Other Calendar	·긴급공사 시 6일 근무/1주, 10~12시간/1일 가능

□ 버지니아 교통성은 Bar Chart와 Estimated Cost기법을 통해 산정한 순공사일수에 비작업일수를 Dura-Lator 프로그램을 활용하여 적용함으로써 공사기간을 결정하고 있음. 반면, CPM기법의 경우에는 상용 프로그램을 이용하여 공사기간을 산정하고 있음.

- 〈그림 2-12〉의 (a)와 같이 Dura-Lator 프로그램의 입력변수는 주당 작업 일수(Workdays per Week), 월당 비작업일수(Adverse Days), 시작년도(Start Year), 필요 작업기간(Required Working Days)임.
- 이중 주당 작업일수와 월당 비작업일수는 〈표 2-5〉의 Calendar의 유형에 의해 수작업으로 입력하는 것임. 또한 필요 작업기간은 Production Rate에 기초하여 산출한 순작업기간임.

- 입력변수에 따라 <그림 2-12>의 (b)와 같은 전체 공사기간·착공일·준공일이 나타난 도표가 제시됨. 이를 통해 가장 짧은 공사기간과 가장 긴 공사기간을 확인할 수 있음. 가장 짧은 공사기간은 169일(07.6.16 착공, 07.12.4 준공)이며, 가장 긴 공사기간은 196일(07.11.19 착공, 07.6.2 준공)임.

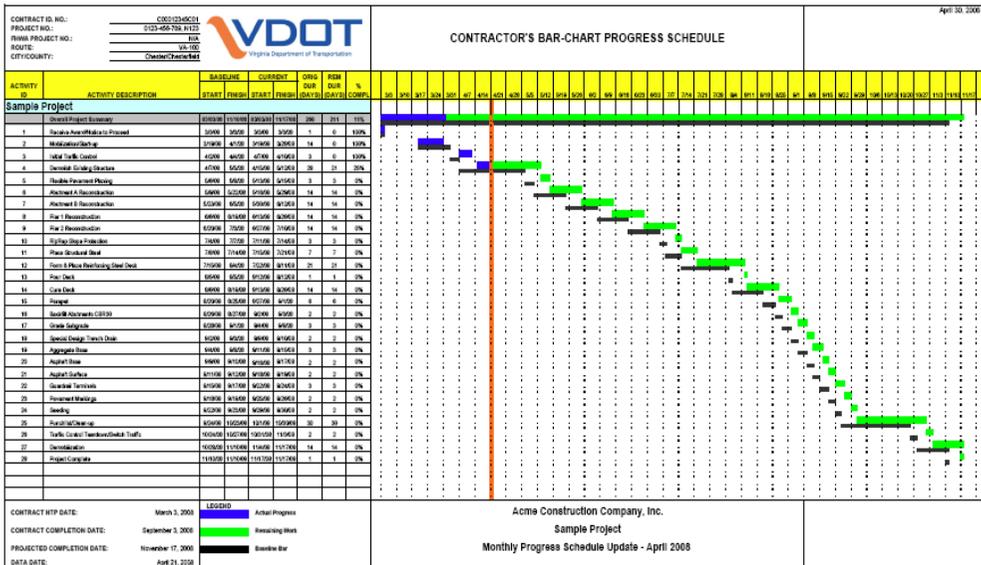


(a) Dura-Lator 변수 입력화면

(b) Dura-Lator의 공사기간 산출 도표

<그림 2-12> 버지니아 교통성의 Dura-Lator 프로그램

- CPM기법을 통한 공사기간 산정 시 활용되는 상용 소프트웨어는 <그림 2-13>와 같은 MS Project 또는 Primavera 프로그램임.



<그림 2-13> 버지니아 교통성이 CPM 소프트웨어로 활용하는 MS Project

□ <그림 2-14>와 같이 버지니아 교통성은 버지니아 공과대학(VirginiaTech) 과 함께 “Partnership for Project Scheduling“ 프로그램을 운영하여 실무자 교육과 아울러 공사 실적자료(시공물량, 시간, 날씨, 작업조건 등에 관한 자료)의 분석을 실시하고 있음.

- 교육 프로그램은 버지니아 교통성 뿐만 아니라 시공사의 실무자 대상이며, 오프라인 중심의 11개의 과목, 5개 모듈로 구성되어 있음.
- 공사 실적자료 분석을 위해 EBK(Experience Based Knowledge Database)를 구축하고 있으며, 이를 통해 Production Rate와 비작업 일수 자료를 정기적으로 갱신하고 있음.

	<table border="1"> <thead> <tr> <th>General Scheduling Knowledge</th> <th>Pre-Advisement Critical Path Methodology Scheduling</th> <th>Pre-Advisement Non-Critical Path Methodology Scheduling</th> <th>Post Award Critical Path Methodology Scheduling</th> <th>Post Award Non-Critical Path Methodology Scheduling</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Developing a Construction Plan</td> <td>Developing Pre-Advisement CPM Schedules</td> <td>Pre-Advisement Schedule Development - Focus on the Planning Phase</td> <td>Reviewing CPM Schedule Updates and Assessing Progress for Category III Projects</td> <td>Establishing Schedule Control on Category I & II Projects</td> </tr> <tr> <td>Maintaining the Schedule During Construction</td> <td></td> <td>Establishing Contract Time for Simple Projects</td> <td>Schedule Impact Analysis using CPM</td> <td>Reviewing Baseline CPM Schedule Submittals</td> </tr> <tr> <td>VDOT's Experience Based Knowledge (EBK)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Using Sequence Templates for Schedule Development</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	General Scheduling Knowledge	Pre-Advisement Critical Path Methodology Scheduling	Pre-Advisement Non-Critical Path Methodology Scheduling	Post Award Critical Path Methodology Scheduling	Post Award Non-Critical Path Methodology Scheduling	Developing a Construction Plan	Developing Pre-Advisement CPM Schedules	Pre-Advisement Schedule Development - Focus on the Planning Phase	Reviewing CPM Schedule Updates and Assessing Progress for Category III Projects	Establishing Schedule Control on Category I & II Projects	Maintaining the Schedule During Construction		Establishing Contract Time for Simple Projects	Schedule Impact Analysis using CPM	Reviewing Baseline CPM Schedule Submittals	VDOT's Experience Based Knowledge (EBK)					Using Sequence Templates for Schedule Development				
General Scheduling Knowledge	Pre-Advisement Critical Path Methodology Scheduling	Pre-Advisement Non-Critical Path Methodology Scheduling	Post Award Critical Path Methodology Scheduling	Post Award Non-Critical Path Methodology Scheduling																						
Developing a Construction Plan	Developing Pre-Advisement CPM Schedules	Pre-Advisement Schedule Development - Focus on the Planning Phase	Reviewing CPM Schedule Updates and Assessing Progress for Category III Projects	Establishing Schedule Control on Category I & II Projects																						
Maintaining the Schedule During Construction		Establishing Contract Time for Simple Projects	Schedule Impact Analysis using CPM	Reviewing Baseline CPM Schedule Submittals																						
VDOT's Experience Based Knowledge (EBK)																										
Using Sequence Templates for Schedule Development																										
(a) Partnership for Project Scheduling	(b) 교육 프로그램의 5개 모듈																									

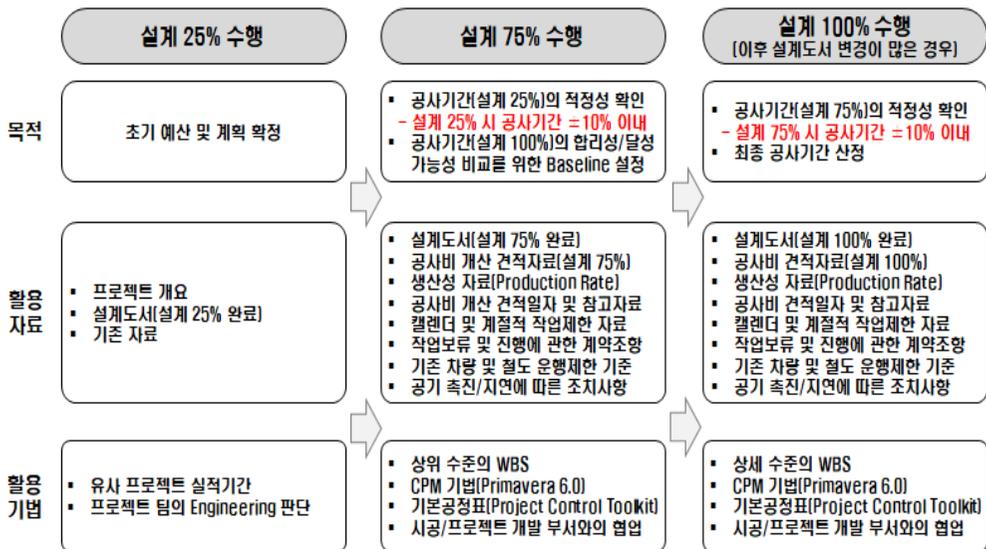
<그림 2-14> 버지니아 교통성과 버지니아 공과대학의 공정관리 협력 프로그램

2) 기본공정표 체계(Pre-determined Logic): 매사추세츠 교통성

□ 매사추세츠 교통성은 기본공정표 체계(Pre-determined Logic)에 의해 공사기간을 산정하고 있음.

- 주요 공사의 작업종류와 이의 순서가 반영된 기본공정표를 기준으로 공정 담당자가 작업별 수량과 생산성을 견적하여 순작업일수를 산정하고, 비작업일수를 적용하여 최종적으로 공사기간을 산정함. 여기서 특기할 점은 기본공정표에 교통성 자체 Production Rate가 포함되어 있지 않다는 것임. 이로 인해 공정 담당자는 순작업일수 산정 시 단위당 생산성을 외부 자료 또는 자신의 엔지니어링 경험과 판단을 활용하여 적용하고 있음.

- 매사추세츠 교통성은 공사기간 산정을 위한 프로젝트 유형을 별도로 구분하지 않고 있음. 그러나 <그림 2-15>와 같이 프로젝트의 설계 초기 단계에서부터 공사기간을 산정하고, 진행되는 과정에서 지속적으로 검토하는 체계를 구축하고 있음.
- 설계가 25% 진행된 단계에서는 설계·시공·프로젝트 개발부서의 실무자가 참여하여 설계도서(25% 완료)와 유사 프로젝트의 공사기간 자료, 참여자의 엔지니어링 판단을 통해 사업 전반의 예산 및 계획 수립을 위한 개략적 공사기간을 산정함.
- 또한 설계가 75% 진행된 단계에서는 설계·시공·프로젝트 개발부서의 실무자가 참여하여 설계도서(75% 완료)와 CPM 기반의 기본공정표(상위 수준의 WBS), 각종 기준(캘린더, 작업계약 등)을 활용함으로써 공사기간을 산정함. 이때의 공사기간과 설계 25% 진행 시 산정한 공사기간이 $\pm 10\%$ 이내인지를 확인하여 설계도서를 수정·보완하거나 공사기간을 조정함.
- 만일 설계 75% 진행된 이후에 설계도서의 변경이 많은 경우에는 설계가 100% 완료된 상태에서 다시 공사기간을 산정함.



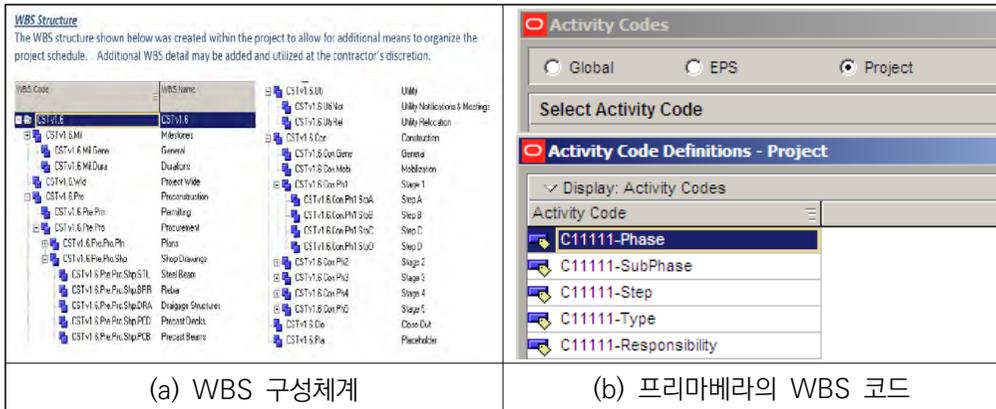
<그림 2-15> 매사추세츠 교통성의 프로젝트 진행단계별 공사기간 산정

□ 매사추세츠 교통성은 설계 75% 단계부터 <그림 2-16>과 같은 절차를 통하여 공사기간을 산정하고 있으며, 이때 활용되는 도구는 “Project Control Toolkit”임.



<그림 2-16> 매사추세츠 교통성의 공기산정 프로세스 및 도구

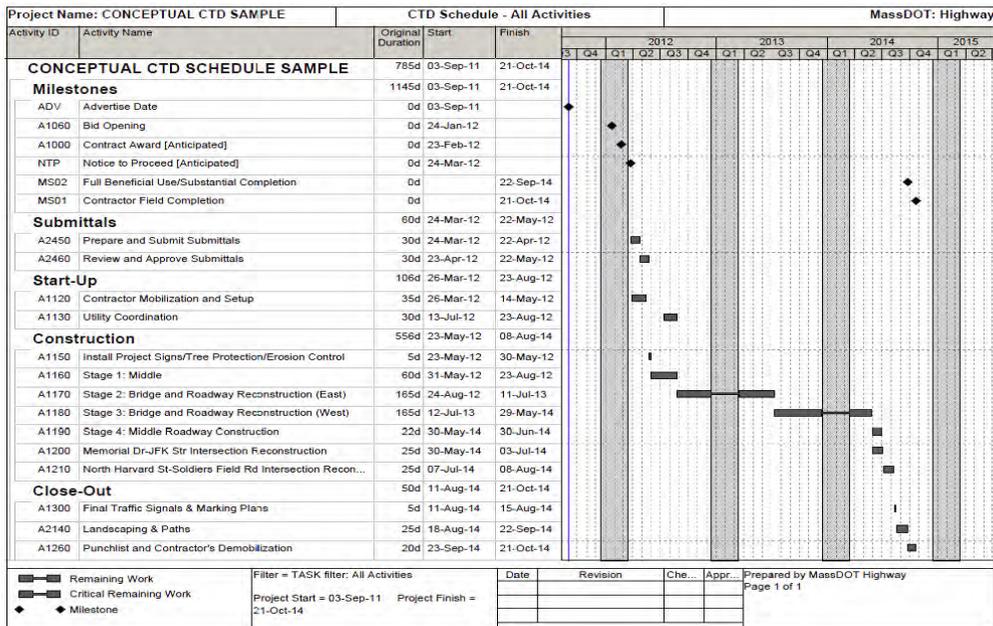
- “Project Control Toolkit”는 주로 WBS, CPM 기반의 기본공정표 (Schedule Template), Calendar, 공사기간 적정성 확인 체크리스트로 구성되어 있음.
- 공중분류체계 경우에는 <그림 2-17>과 같이 공정계획 상용 소프트웨어인 프리마베라(Primavera)에 탑재된 WBS와 코드 중 작업 소요기간 3일 이상 30일 미만인 작업에 해당되는 것만 취사선택하여 활용하고 있음.
- CPM 기반의 기본공정표에는 프로젝트의 WBS, 작업별 켈랜더, 표준 자원 ID, 작업간 상호관계, 그리고 표준 마일스톤(Beneficial Use, Substantial Completion, Contractor Field Completion)이 탑재되어 있음. 이와 같은 기본공정표는 <그림 2-18>과 같이 상용 소프트웨어인 프리마베라에 “Schedule Template”의 형태로 포함되어 있음.



(a) WBS 구성체계

(b) 프리마베라의 WBS 코드

〈그림 2-17〉 매사추세츠 교통성의 WBS



〈그림 2-18〉 매사추세츠 교통성의 Schedule Template 예시

- 캘린더는 근로시간 및 일수에 관한 캘린더(Day/Time Specific Calendars), 기후여건에 관한 캘린더(Seasonal Calendars)로 구분됨. <표 2-6>과 같이 근로시간 및 일수에 관한 캘린더는 5가지로 나누어지며, 주로 주당 근로일수, 1일당 근로시간, 그리고 휴일에 관한 사항이 명시되어 있음. 기후여건에 관한 캘린더는 작업별 근로시간, 주당

근로일수, 그리고 강우·강설 등 계절적 요인에 따른 작업제한 사항이 규정되어 있음.

〈표 2-6〉 매사추세츠 교통성의 Calendar 종류

Calendar명	특징	개요
ABP02	5d, 8h, 10hol	표준 5일 캘린더 5일/1주, 8시간/1일, 휴일 10일/1년
ABP03	7d, 8h, 0hol	마일스톤 캘린더 7일/1주, 8시간/1일, 휴일 0일/1년
ABP04	5d, 8h, 0hol	5일/1주, 8시간/1일, 휴일 0일/1년
ABP05	야간, 5d, 10hol	철로 등 야간작업 5일/1주, 4시간/1일, 휴일 10일/1년
ABP10	동절기 작업 비효율성 5d, 10hol	5일/1주, 8시간/1일, 휴일 10일/1년 12월 16-1월 15일(주당 1일 작업중지 가정) 1월 16-2월 15일(주당 2일 작업중지 가정) 2월 16-3월 15일(주당 1일 작업중지 가정)
ABP11	포장작업, 5d, 10hol	5일/1주, 8시간/1일, 휴일 10일/1년 4월 1일-11월 14일까지 포장 작업 가능
ABP13	식재, 5d, 10hol	5일/1주, 8시간/1일, 휴일 10일/1년 4월 15일-5월 31일까지 식재작업 가능 8월 15일-9월 31일까지 식재작업 가능
ABP14	콘크리트, 지반다짐 5d, 10hol	5일/1주, 8시간/1일, 휴일 10일/1년 3월 16일-12월 31일까지 작업 가능
ABP15	수로작업 1,5d, 10hol	6월 1일-10월 30일까지 작업 가능 5일/1주, 8시간/1일, 휴일 10일/1년
ABP16	수로작업(어류 회유작업) 5d, 10hol	7월 15일-10월 15일까지 작업 가능 5일/1주, 8시간/1일, 휴일 10일/1년

- 공사기간 산정이 완료된 이후에는 그 적정성을 〈표 2-7〉과 같은 체크리스트를 활용하여 검토하고 있음. 공사기간 적정성 검토는 공사기간 자체의 정확성보다는 주 교통성 자체 기준에 규정된 절차대로의 이행 여부, 고려사항 반영여부, 그리고 공사기간 산정과 관련된 타 부서와의 의사소통 여부에 중점을 두고 이루어지고 있음.

〈표 2-7〉 매사추세츠 교통성의 공시기간 적정성 확인 체크리스트

구분	내용
제출요구사항	<ol style="list-style-type: none"> 1. CTD 제출 전 CTD 품질관리확인서(설계자 승인)를 제출했습니까? 2. 설계자는 CTD를 개발하는데 사용된 설계도서 등의 자료가 최신문서(설계75%)임을 명확히 확인했습니까? 3. 설계자는 CTD를 수행한 Designer Scheduler/Planner가 충분한 경험이 있다는 증거를 가지고 있습니까? 4. 특별조항 8.03/8.06에서 명시된 액세스 제한(유틸리티 조정 및 액세스 제한)이 명확히 식별되고 적절하게 설명되어 있습니까? 5. 특별조항 8.03/8.06에서 명시된 동절기 작업제한 등을 고려하여 CTD가 개발되었습니까? 6. CTD를 개발함에 있어 핵심 자원, 시차, 초과 근무 및 가능한 수단 및 공법에 대한 평가가 이루어졌습니까? 7. CTD가 갱신된 경우, 이전 CTD 이후 발생한 범위 변경에 대한 명확한 설명이 있습니까? 8. 모든 PUC 양식 (유틸리티)이 CTD 개발에 활용되었습니까? 9. 설계자는 MassDOT에 '건설 가능한' 프로젝트를 제공했다는 증거를 제시하고 보여주었습니까? 10. 상향식 견적방식과 함께 공사기간 산정이 이루어졌습니까? 11. 3가지의 주요 마일스톤을 고려하여 공사기간이 산정되었습니까? 12. 통행 인증서가 발행되었습니까? 13. 공사기간 산정자료에 환경 인허가 자료가 포함되어 있습니까? 14. CTD 개발 시 철도작업 제한사항을 관련부서와 논의하고 반영하였습니까? 15. 교통통제에 관한 사항이 CTD에 반영되었습니까? 16. 지방정부의 법규가 반영되었습니까? 17. 표준 마일스톤 외에도 필요한 중간 마일스톤이 설정되었습니까?
변경/의사소통	<ol style="list-style-type: none"> 1. 설계자는 작업 제한, 교대, 자원 또는 기타 일정/비용 관련 요소에 대한 중요한 변경 사항이 발생한 경우, 이를 시공부서의 담당자에게 전달하였습니까? 2. 소음 및 진동 등 현장 인근 지역에 피해를 줄 수 있는 작업의 제한에 관한 사항이 CTD에 반영되었습니까? 3. 설계단계의 검토의견이 CTD에 반영되었습니까? 4. CTD가 Area Engineer, Project Controls Manager, MassDOT Reviewers에게 배포되었습니까? 5. CTD가 갱신된 경우, Area Engineer, Project Controls Manager, MassDOT Reviewers의 검토의견이 반영되었습니까? 6. CTD 제출이 지연되었습니까? 7. 공사 준공일 변경이 계약 입찰 서류에서 갱신되었습니까?

주: CTD(Contract Time Determination)라 함은 공사기간 산정 결과물을 의미

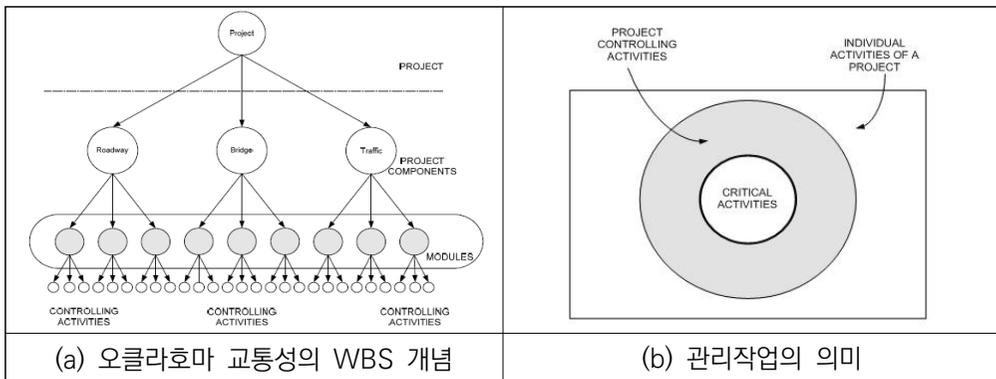
3) 통합 체계(Integrated Scheduling): 오클라호마 교통성

- 오클라호마 교통성은 작업종류와 순서, 생산성 정보, 비작업일수 정보가 모두 통합된 체계를 활용하여 공사기간을 산정하고 있음.
- 매사추세츠 교통성과 달리 오클라호마 교통성의 CPM 기반 공정계획 소프트웨어에는 주요 작업의 생산성 정보가 탑재되어 있음.
- <표 2-8>과 같이 오클라호마 교통성은 프로젝트 유형을 복잡도와 규모에 따라 3가지로 구분하고 있음. 그러나 이러한 프로젝트 유형별 공사기간 산정절차와 적용기법은 별도로 구분되어 있지 않음.

<표 2-8> 오클라호마 교통성의 프로젝트 유형분류

구분	Tier I 공사	Tier II 공사	Tier III 공사
특징	-복잡도 상 공사 -다수계약 등 대규모 공사 -CPM 기법과 전문인력에 의해 공기가 산정되어야 하는 공사	-Tier I 공사와 교통 혼잡도, 다수계약 등 특징은 유사하나, 복잡도 중 공사 -Tier I, III 이외의 공사	-복잡도 하 공사 -선형공사 또는 특정장소에 서만 이루어지는 공사 -포장 또는 교량 도색공사 등 2개 공종 이하로 구성된 공사 -표준설계가 가능하고, Production Rate에 의해 공기산정이 용이한 공사
예시	-여러 개 또는 도심 관통 고속도로 신설·개량공사	-도로 선형개선 및 확장 -인터체인지 개선 -교량 개선 및 보수 등	-소규모 도로, 교량 공사 -가드레일 설치공사
세분류	없음	①Reconstruct Existing Alignment ②Widen/Reconstruct Existing Alignment ③Reconstruct City Street ④Construct Bridges and Approaches ⑤Construct Bridge Box and Approaches ⑥Intersection Modification ⑦Bridge Rehabilitation/Repair ⑧Roadway Repair	①Country Bridge ②Signal Installation ③ Striping or Guardrail ④Bridge Repair/Joint ⑤Bridge Painting ⑥Bridge Deck Repair ⑦Overlay ⑧Chip Seal

- 복잡도·규모가 가장 큰 프로젝트를 Tier I, 중간인 프로젝트를 II, 가장 적은 프로젝트를 TierIII로 구분함. 이와 같은 구분에 따른 공사별 비중은 Tier I(7.5%), TierII(40.0%), TierIII(52.5%)임.
 - TierII 프로젝트의 경우에는 도로선형 개선 및 확장 등 8개의 세분류 공사로 구성되어 있으며, TierIII 프로젝트도 가드레일 설치공사 등 8개의 세분류 공사로 구성되어 있음. 다만, Tier I 프로젝트는 별도의 세부 공사로 나누어 있지 않음.
 - 기획단계에서부터 공사기간을 비롯한 프로젝트 전반의 소요기간을 Project Management 부서의 주관 하에 여러 관련 부서가 참여하여 산정함. 구체적인 공사기간은 설계가 완료된 이후, 기본공정표와 생산성 정보를 활용하여 산정하고 있음.
- <그림 2-19>의 (a)와 같이 오클라호마 교통성은 공사기간 산정 시 활용하는 공중분류체계를 <표 3-8>의 관리작업(Controlling Activities)을 기준으로 수립하고 있음.
- <그림 2-19>의 (b)와 같이 관리작업이란 함은 공사기간에 가장 큰 영향을 미치는 주공정선 상의 위치한 작업(Critical Activities)과 주공정선에 없으나 여유시간(Total Float)이 타 작업에 비해 적은 작업을 의미함.



<그림 2-19> 오클라호마 교통성의 공중분류체계 개념

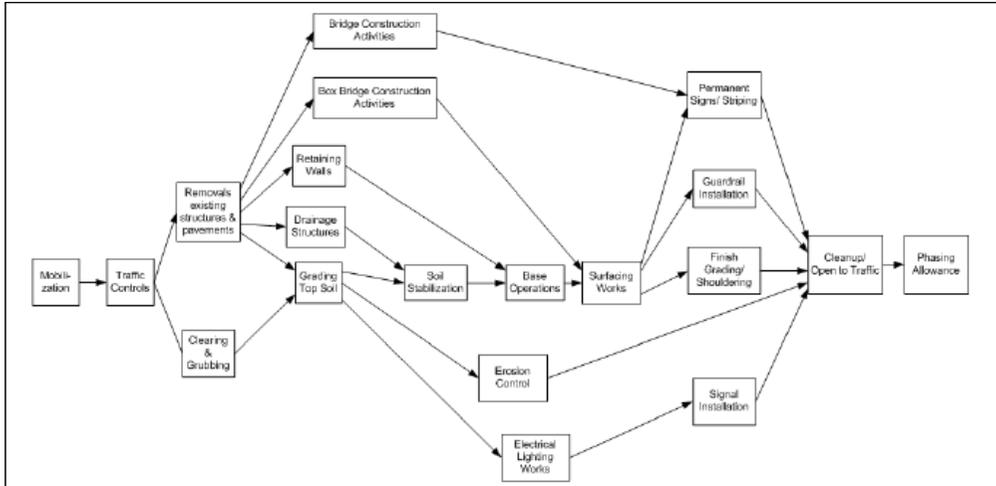
- 오클라호마 교통성은 프로젝트 유형별 관리작업, 관리작업간 상호 관계 및 생산성 정보가 담긴 기본공정표를 공사기간 산정도구로서 활용하고 있음.

- 공사기간 산정 시 활용되는 기본공정표는 Tier I 프로젝트 1개, TierII 프로젝트 8개, TierIII 프로젝트 8개로 총 17개가 마련되어 있음.
- 관리작업에 관한 생산성(Production Rate) 정보를 공사기간 산정의 기초자료로 활용하며, <표 2-9>와 같이 프로젝트 특성에 따라 달리 적용할 수 있도록 최소값, 평균값, 최대값으로 구분하고 있음.

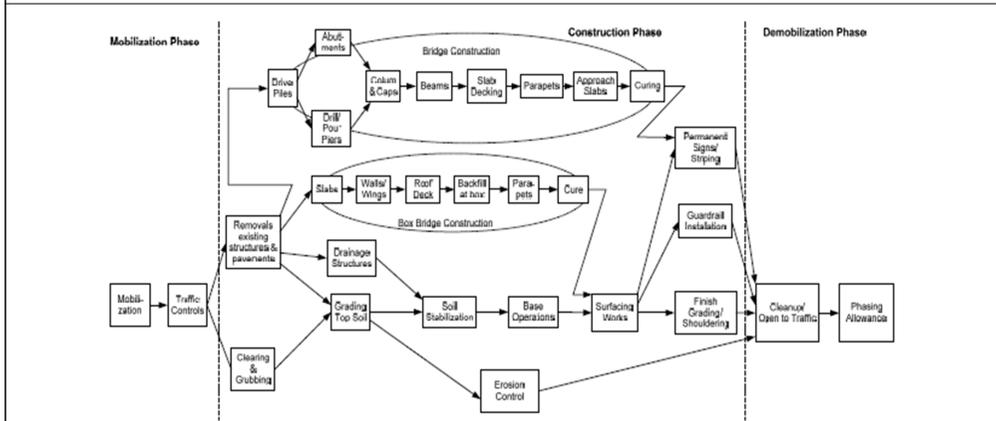
<표 2-9> 미국 오클라호마 교통성의 관리작업 및 생산성(Production Rate) 정보 예시

S.N	Controlling Activities	Unit	Min Rate	Avg Rate	Max Rate
1	Mobilization	days	2	4	5
2	Traffic Control & Detours		-	-	-
	Signs	days	20	30	40
	Striping	Lf	5000	10000	18000
	Barrier wall	Lf	625	1045	1336
	Pavements for detours	tons	400	862	1600
3	Clearing and Grubbing	days	1.5	4	6.2
4	Removals		-	-	-
	Pavements (Asp/Conc)	Sy	1200	1900	2600
	Excavate/ Borrow Bridge Structure	Sy	80	620	1600
	Cold Mill pavement	Day	-	-	1
5	Grading - Top soil, excavation & embankment		-	-	-
	Unclassified Roadway Excavation/ borrow	Cy	1800	2825	7000
6	Sub Grade operations		-	-	-
	Soil Stabilization works (Lime or Fly Ash)	Sy	1900	2500	4600
7	Drainage Structures		-	-	-
	Storm Drainage Piping	Lf	50	110	190
	Manholes	EA	-	1	1.5
	RCB's (Extend/ install 4'x2', 3'x3', etc)	Lf	25	60	95
8	Retaining Walls				
	Excavation & backfill	cy/day	200	350	500
	Rebar	tn/day	2.5	3	4
	Formwork	sfca/day	1700	2200	2400
	Conc pouring + cure	cy/day	75	80	90
9	Box Construction - Single or Multi Cell		-	-	-
	Slab (form, rebar, pour concrete)	Sf	200	350	570
	Walls/wings (form, rebars, pour concrete, strip forms)	sf	125	290	370
	Roof Deck (form, rebar, pour concrete)	sf	125	290	370
	Backfill at box	cy	300	410	520
	Parapets, if required (form, rebar, pour concrete)	lf	20	110	175
	Curing	days	3	7	10
10	Bridge Construction - Single or Multi Span		-	-	-
	Driving Piles	lf	90	257	700
	Abutments (Rebars, Forming, Concrete)	cy	2.9	3.75	5.6
	Drill/ Pour Piers				
	24" pier	lf	120	175	200
	36" pier	lf	75	125	155
	48" pier	lf	70	100	130
	72" pier	lf	60	80	115

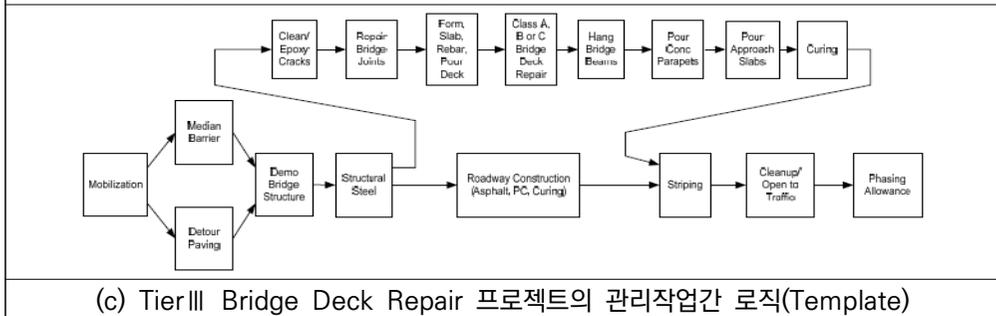
- <그림 2-20>과 같이 관리작업간 상호관계(선·후행 관계 등)도 분석하여 기본공정표에 구성될 공종간의 기본 로직으로 활용하고 있음.



(a) Tier I 프로젝트의 관리작업간 로직(General Template)



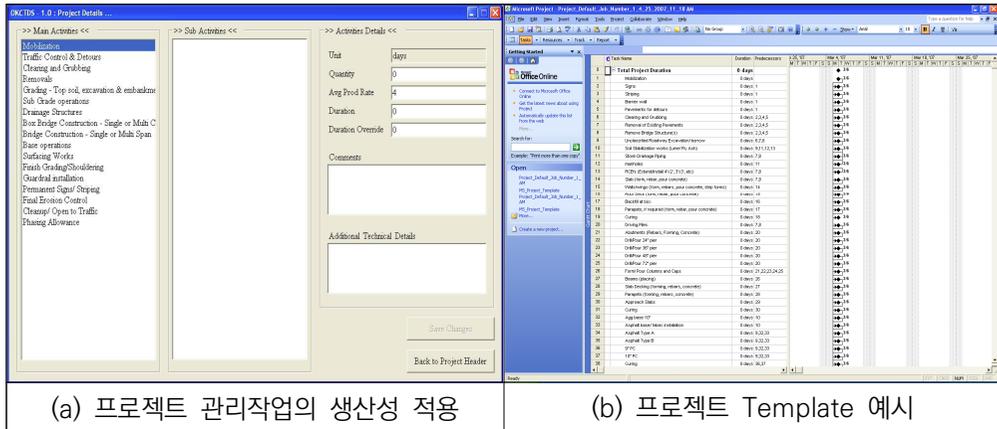
(b) Tier II Bridge Reconstruct Existing Alignment 프로젝트의 관리작업간 로직(Template)



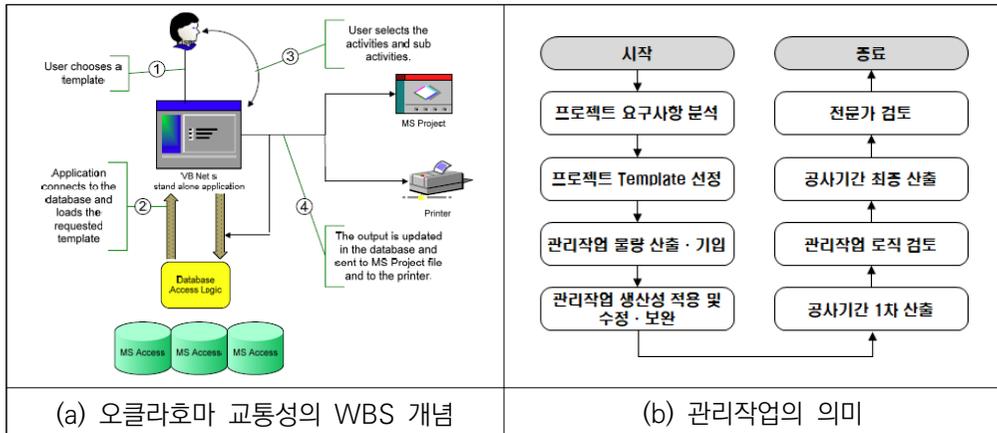
(c) Tier III Bridge Deck Repair 프로젝트의 관리작업간 로직(Template)

<그림 2-20> 오클라호마 교통성의 프로젝트 유형별 관리작업 로직(Template)

□ <그림 2-21>과 같이 오클라호마 교통성은 공사기간 산정 소프트웨어를 상용제품인 MS-Project 기반에 별도의 DB와 기능을 추가하여 활용하고 있음.



<그림 2-21> 오클라호마 교통성의 공기산정 소프트웨어(MS Project 기반)

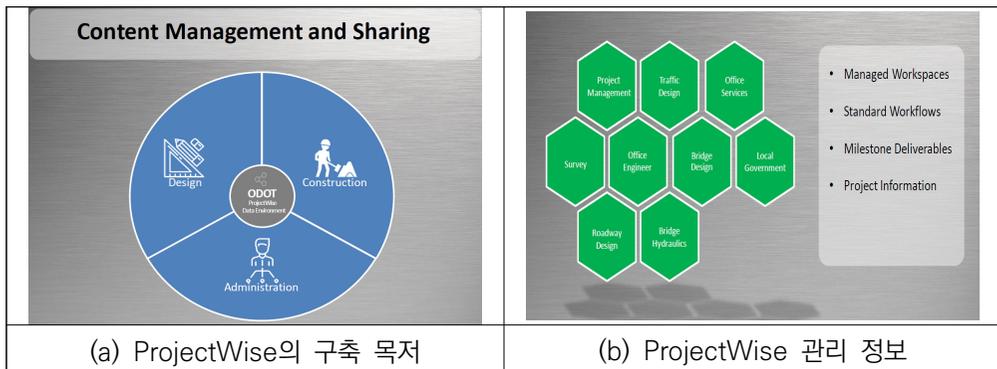


<그림 2-22> 오클라호마 교통성의 공기산정 소프트웨어 개념 및 사용절차

- <그림 2-22>의 (a)와 같이 프로젝트 유형별 관리작업 종류, 이들간의 상호 관계, 그리고 생산성 정보(Production Rate)가 탑재된 DB를 별도로 구축함. 이와 같은 정보를 사용자가 MS Project를 통해 활용하여 공사기간을 산정하고, 그 결과는 다시 DB에 저장되는 구조로 구성됨.
- <그림 2-22>의 (b)는 소프트웨어를 활용한 공사기간 산정절차임. 소프

트웨어를 활용한 공사기간 산정 시 사용자가 입력 또는 수정·보완하는 것은 프로젝트 Template 선정, 관리작업의 물량 기입, 생산성 정보의 선택(최소값, 평균값, 최대값), 공기산출 이후의 로직 검토임. 또한 프로젝트의 특성상 Template에 포함된 관리작업을 추가 또는 삭제가 필요한 경우에는 사용자가 임의로 조정할 수 있음.

- <그림 2-23>의 (a)와 같이 오클라호마 교통성은 프로젝트의 설계, 시공 및 관리활동을 수행함에 따라 발생하는 정보의 체계적 관리와 교통성 부서 및 외부 컨설턴트와의 원활한 정보 공유를 위해 “ProejctWise”라는 시스템을 구축하여 활용하고 있음.
- <그림 2-23>의 (b)와 같이 “ProjectWise” 시스템에서는 프로젝트 정보(Project Information)가 관리되고 있는데, 공사기간 산정 시 요구되는 정보인 관리작업 종류와 이들간 상호 관계, 생산성 정보(Production Rate)도 수집·분석하여 정기적으로 갱신되고 있음.



<그림 2-23> 오클라호마 교통성의 ProjectWise

4) 통합 체계(Integrated Scheduling): 켄터키 교통성

- 미국 켄터키 교통성은 통합체계를 활용하여 공사기간을 산정하고 있음.
- 오클라호마 교통성과 달리 켄터키 교통성은 기획 및 설계단계에서는 회귀모형, 설계 100% 완료된 상태에서는 작업종류와 순서, 생산성 정보, 비작업일수 정보가 모두가 탑재된 CPM 기반 공정계획 소프트웨어를 활용하여 공사기간을 산정하고 있음.

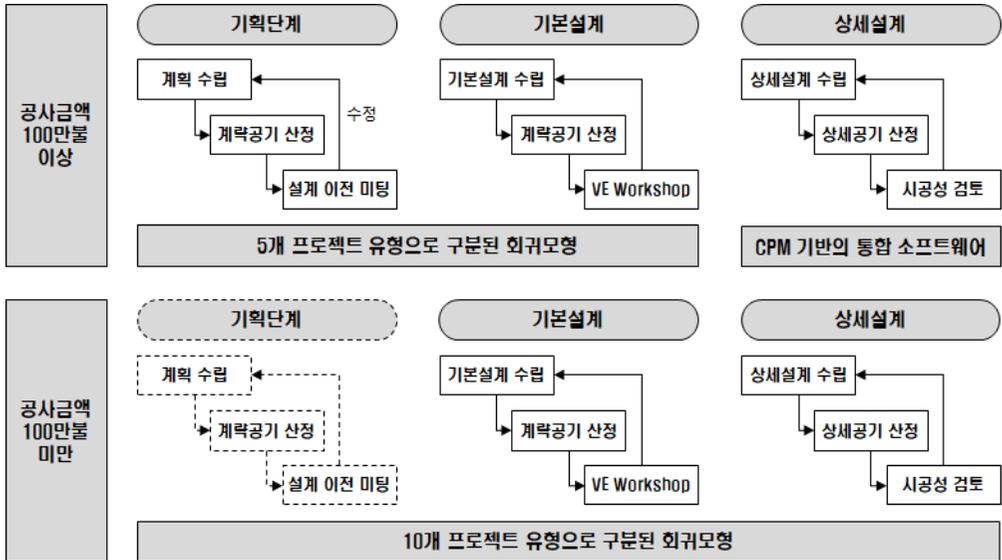
- <표 2-10>과 같이 켄터키 교통성은 프로젝트 유형을 공사규모에 따라 공사금액 100만불 미만 공사와 100만불 이상 공사로 구분하고 있음.
- 공사금액 100만불 미만 공사는 교량 재보수를 비롯한 10개 세분류로 구분하고 있으며, 100만불 이상 공사는 도로신설 등 5가지 유형으로 나누고 있음.
- 켄터키 교통성이 수행하는 공사 중 공사금액 100만불 미만, 공사기간 6개월 미만, 1계절 동안에만 수행되는 공사가 전체의 90%를 차지함.

<표 2-10> 켄터키 교통성의 프로젝트 유형 분류

구분	공사금액 100만불 미만	공사금액 100만불 이상
프로젝트 세분류	①Bridge Rehabilitation ②Bridge Replacement ③New Route ④Pave Rehabilitation ⑤Congestion Mitigation ⑥Guardrail Replacement ⑦Reconstruction ⑧Resurfacing ⑨Minor Widening ⑩Safety/Hazard Elimination	①Limited Access ②Open Access ③New Route ④Bridge Rehabilitation ⑤Bridge Replacement

- <그림 2-24>와 같이 미국 켄터키 교통성은 공사금액 100만불 미만 공사와 100만불 이상 공사의 공사기간 산정절차를 다소 상이하게 규정하고 있음.
- 100만불 이상 공사의 경우, 기획 및 기본설계 단계에서는 5개 프로젝트 유형별 회귀모형, 상세설계 단계에서는 CPM 기반의 통합 소프트웨어를 활용하여 공사기간을 산정함. 각 단계에서 산정된 공사기간은 설계 이전 미팅(기획 종료 전), VE Workshop(기본설계 종료 전), 시공성 회의(상세설계 종료 전)를 통해 그 적정성이 검토되며, 공사기간의 현실성이 부족한 경우에는 계획과 설계(안)를 수정함.
- 100만불 미만 공사의 경우에는 소규모 공사이므로, 10개 프로젝트 유형으로 구분된 회귀모형만을 활용하여 기본 및 상세설계 단계에서 공

사시간을 산정하고 있음. 다만, 필요할 경우에는 기획단계에서도 회귀 모형을 활용하여 공사기간을 산정하기도 함.



〈그림 2-24〉 켄터키 교통성의 프로젝트 진행단계별 공사기간 산정

□ 프로젝트 초기단계의 공사기간 산정을 위해 켄터키 교통성은 공사기간 실적자료 분석을 통해 100만불 이상과 미만의 공사기간 산정 회귀모형을 개발함. 100만불 미만 공사의 회귀모형은 단순 회귀모형이며, 100만불 이상 공사는 다중 회귀모형임.

- 100만불 미만 공사의 단순 회귀모형은 10개 프로젝트 유형별로 제시되어 있으며, 공사금액을 변수로 두고 개발됨⁴⁾.
- 〈그림 2-25〉와 같이 기본 및 상세설계 단계에서 공정 담당자가 프로젝트 유형과 공사금액을 입력하면, 순공사일수(평균·최대·최소값)가 산정됨. 여기에 공사 입찰일(공사 착공일은 입찰일로부터 2개월 후까지)을 입력하면, 비작업일수까지 반영된 Calendar Day(평균·최대·최소값)가 적용되어 최종 공사기간 및 준공일이 산정됨.

4) Taylor et al(2013)에 따르면, 100만불 미만 공사의 단순 회귀모형의 신뢰성과 설명력은 낮은 반면, 100만불 이상 공사의 다중회귀모형은 양호한 것으로 평가되고 있음. 그럼에도 불구하고 100만불 미만 공사에 단순 회귀모형은 적용한 것은 단순 회귀모형이 다른 도구를 활용한 공기 산출보다도 정확하다는 이유 때문임.

Estimated Duration for Projects Less Than \$1 Million					
Item#					
Current Year:	2015	Cost Index	0.94303529	Range	
				Lower Duration (Days)	Upper Duration (Days)
	Activity	Input Value	Mean Duration (Days)	0	0
	Construction Estimate			0	0
	Select Design Project Type				

Worksheet Notes:

- This calculation is for project with Construction Estimates of less than \$1,000,000 **ONLY!**
- For projects near the \$1,000,000 threshold, you should consider trying both tools and comparing results
- Insert applicable criteria in YELLOW fields
- Always verify results with experienced project management staff!
- For smaller projects, providing schedule flexibility will result in improved contract bids. Considering projects in terms of the number of needed construction seasons may be the best approach.
- The Schedule Estimator uses the annual average working days per month to estimate working days needed.
- Cost Indices are updated on program initialization and valid from 2003 to current year.
- For support, contact: kytccaddsupport@ky.gov (click this text box)

Schedule Estimator			
Proposed Letting Date	7/2/2015		
	Lower Range	Mean	Upper Range
Estimated Calendar Days	0	0	0
Estimated Completion Date	8/1/2015	8/1/2015	8/1/2015
Estimated Working Days**	0	0	0
**Adjust "Working Day Calc" sheet if desired; calculation attempts to account for weather. This is only an approximation. Because working days are not charged in December through March, the letting date can severely affect this calculation.			

Season Estimator			
Estimated Seasons***	0.00	0.00	0.00
***This calculation does not consider the letting date; this is for informational purposes. A full season is considered 8 months (April through November). A 1.00 season estimate starting in August will not likely be complete within the current season.			

Print

〈그림 2-25〉 켄터키 교통성의 100만불 미만 공사의 공기산정 도구

- 순공사일수와 공사 입찰일을 기준으로 한 Calendar Day 적용은 〈그림 3-26〉과 같은 착공월·준공월별 작업일수를 나타낸 표에 의해 산출됨. 예를 들어 공사 착공월이 7월(공사 입찰일은 5월)이고 〈표 3-20〉에 의해 산출된 순작업일수가 91일이라고 가정한다면, 공사 준공월은 차년도 2월(12월부터 3월까지의 공사 전면 중지, 공사착공월에 따른 순작업일수가 동일한 경우에는 가장 빠른 월)로 결정되는 것임.

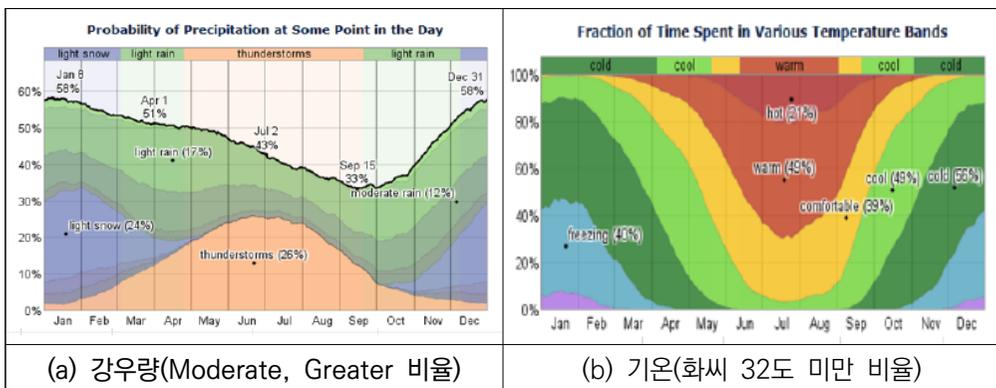
공사준공월		월별 작업 가능일수												공사착공월	
Calendar (Eqn)	Starting Month (First Month After NTP--Approx 2 months after letting)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Year	Months	# WD/Mo													
1	1	0													
1	2	0													
1	3	0													
1	4	15	0	0	0										
1	5	19	15	15	15	15									
1	6	19	34	34	34	34	19								
1	7	20	53	53	53	53	38	19							
1	8	20	73	73	73	73	58	39	20						
1	9	19	93	93	93	93	78	59	40	20					
1	10	17	112	112	112	112	97	78	59	39	19				
1	11	15	129	129	129	129	114	95	76	56	36	17			
1	12	0	144	144	144	144	129	110	91	71	51	32	15		
2	1	0	144	144	144	144	129	110	91	71	51	32	15	0	
2	2	0	144	144	144	144	129	110	91	71	51	32	15	0	
2	3	0	144	144	144	144	129	110	91	71	51	32	15	0	
2	4	15	144	144	144	144	129	110	91	71	51	32	15	0	
2	5	19	159	159	159	159	144	125	106	86	66	47	30	15	

〈그림 2-26〉 켄터키 교통성의 공사 착공월·준공월별 작업일수

- 이때, <그림 2-27>의 월별 작업 가능일수는 <그림 2-26>의 월별 작업 일수(Start Working Days: 5일/1주, 휴일 제외), 강우량·기온 등의 기후여건에 의한 비작업일수(Adverse Days), 동절기 작업 금지 기간(12월부터 3월까지)이 반영되어 산출된 것임.
- 가령, 1월의 작업 가능일수는 22일의 월별 작업일수에서 강우량·기온에 의한 11일의 비작업일수(월별 작업일수 22일×50%=11일)를 제외하면 11일이나, 동절기(12월부터 3월까지) 공사 중지로 인해 최종적으로 0 일로 산출됨.
- <그림 2-28>은 월별로 강우량(기상청 Moderate, Greater)과 기온(화씨 32도 미만)을 기준으로 작업이 불가능한 일수가 차지하는 비율을 나타낸 것임.

Kentucky Adjusted Working Days						기후여건에 따른 비작업일수		
Month	Calendar Days	Working Days Per Week	Start Working Days	Adjusted Working Days (AWD)	Spec & Weather Adjusted Working Days	Rainfall Issues	Temp Issues	Adverse Days
January	31	5	22	11	0	20%	30%	11
February	28	5	20	10	0	25%	23%	9.6
March	31	5	22	13	0	33%	8%	9.02
April	30	5	21	15	15	30%	0%	6.3
May	31	6	27	19	19	28%	0%	7.56
June	30	6	26	19	19	25%	0%	6.5
July	31	6	27	20	20	23%	0%	6.21
August	31	6	27	20	20	23%	0%	6.21
September	30	6	26	19	19	25%	0%	6.5
October	31	5	22	17	17	25%	0%	5.5
November	30	5	21	15	15	25%	5%	6.3
December	31	5	22	12	0	23%	25%	10.56

<그림 2-27> 켄터키 교통성의 월별 작업 가능일수 산출 표



<그림 2-28> 켄터키 교통성의 월별 강우량·기온에 따른 작업 불가능일수 비율

- <그림 2-29>와 같이 프로젝트 초기단계에서 100만불 이상 공사의 기간 산정을 위하여 5개 프로젝트별 다중 회귀모형이 개발됨. 이 모형은 주로 공사금액과 특정 공종의 수량을 변수로 두고 있음.
- 100만불 이상 공사의 공기산정 편의성을 위하여 <그림 2-30>와 같은 도구가 활용됨. 기본·상세설계 단계에서 공정 담당자가 프로젝트 유형을 선택하고 각각의 변수값(공사금액과 특정 공종 수량)을 입력하면, 전체 공사일수(평균·최대·최소값)가 산정됨. 여기서 산출된 전체 공사일수는 100만불 미만 공사와 달리 비작업일수가 모두 반영된 값임.

Project Type	Regression Equation
Limited Access (>\$1 million)	$145.821 + 9.493E-6 * \text{Engineer's Estimate (2005 Dollars)} + 3.552E-4 * \text{DirtWork_Roadway Exc. (CY)} + .023 * \text{Storm Sewer (LF)}$
Open Access (>\$1 million)	$173.642 + 1.188E-5 * \text{Engineer's Estimate (2005 Dollars)} + 2.92E-4 * \text{DirtWork_Roadway Exc. (CY)} + 0.048 * \text{PVC Pipe (LF)} + .006 * \text{Stone Based_Crushed Stone (Ton)} + 0.036 * \text{Storm Sewer (LF)} + 0.075 * \text{Culvert Pipe (LF)} - 0.001 * \text{Striping (LF)}$
New Route (>\$1 million)	$39.289 + 6.894E-5 * \text{Engineer's Estimate (2005 Dollars)} - 0.001 * \text{Steel Reinf. (LB)} - 0.018 * \text{DirtWork_Granular Emb (CU. YD.)} - 0.010 * \text{Perforated Pipe (LF)} - 4.51E-4 * \text{Striping (LF)}$
Bridge Rehabilitation	$26.933 + 5.602E-5 * \text{Engineer's Estimate (2005 Dollars)}$
Bridge Replacement-Engineers' Estimate (>\$1 million)	$97.155 + 0.447 * \text{Class AA Concrete (CU YD)} + 0.043 * \text{DirtWork_Granular Emb} + 1.909E-5 * \text{Engineer's Estimate (2005 Dollars)}$

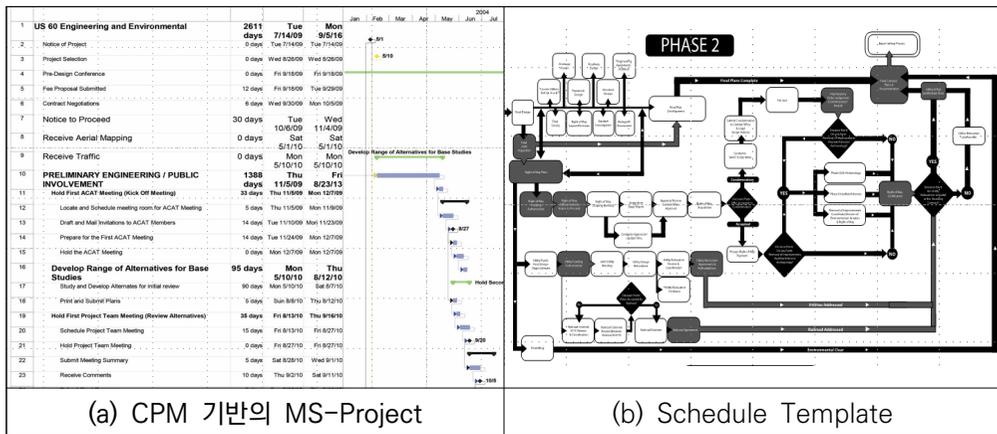
<그림 2-29> 켄터키 교통성 100만불 이상 공사의 공기산정 다중회귀모형

1						
2	Project ID#	Limited Access Duration				
3	Year of Bid Awarded:	2005	Cost Index	1	Range	
4	Construcion Type	Activity	Input Value	Mean Duration (Days)	Lower Duration (Days)	Upper Duration (Days)
5	Limited Access (>\$1 million)	Construction Estimate (2005 Dollars)	49453199	616	294	938
6		DirtWork_Roadway Exc. (CY)	0			
7		Storm Sewer (LF)	0			
8						
9						
10						
11						
12						
13	This Calculation is for Limited Access Only!					
14						
15						
16						
17						
18	Print					
19						
20						
21						
22						
23						

<그림 2-30> 켄터키 교통성 100만불 이상 공사의 공기산정 도구(Open Access 공종)

□ 상세설계가 100% 완료된 상태에서 공사금액 100만불 이상의 공사기간 산정을 위해 켄터키 교통성은 <그림 2-31>의 (a)와 같은 CPM 기반의 공정계획 소프트웨어를 활용하고 있음.

- 켄터키 교통성의 CPM 기반 공정계획 소프트웨어는 MS Project 상용 프로그램이며, 오클라호마 교통성과 마찬가지로 <그림 2-31>의 (b)와 같이 프로젝트 유형별 작업종류와 순서, 생산성 정보, 비작업일수 정보가 모두 망라된 “Schedule Template”이 탑재되어 있음.



<그림 2-31> 켄터키 교통성 100만불 이상 공사의 CPM 기반 공정계획 소프트웨어

□ 켄터키 교통성은 켄터키 대학(Kentucky Transportation Center)과 함께 프로젝트 관리자를 위한 교육 프로그램을 운영하고 있으며, 이때 공정계획과 관련된 교육이 이루어지고 있음.

- 프로젝트 관리자를 위한 교육 프로그램은 “Project Management Boot Camp (PMBC)”이며 8일 교과과정으로 구성되어 있음. 공정계획과 관련된 교육은 “Is My Project on Schedule?”라는 주제로 실시되고 있음.

□ 켄터키 교통성은 프로젝트 설계, 시공 및 관리활동을 수행함에 따라 발생하는 정보의 체계적 관리와 각 주체와의 원활한 정보 공유를 위해 “ProejctWise”라는 시스템을 구축하여 활용하고 있음.

- 시스템 구조는 오클라호마 교통성의 “ProejctWise” 시스템과 유사함.

5. 미국 공공건설 공사기간 산정체계의 특징

□ 지금까지 살펴본 미국 공공건설 공사기간 산정체계의 특징은 8가지로 대별될 수 있음. 이를 설명하면 다음과 같음.

1) 분권형 체계와 실무자 전문성·자율성 중시

□ 가이드라인의 기본원칙 하에서 주 교통성이 자체 기준을 수립하는 분권형 체계를 취하고 있음. 또한 주 교통성의 자체 기준의 테두리 안에서 실무자가 공사여건을 고려하여 공사기간을 산정함.

- 미국 공공 발주기관은 구체적인 기준에 의존하기보다는 공사특성과 여건에 관한 실무자의 엔지니어링 판단과 경험을 최대한 활용하여 공사기간을 산정하고 있음. 연방도로국의 공공건설 공사기간 산정 가이드라인도 공사기간 최종결정 시 실무자 판단의 중요성을 강조함.

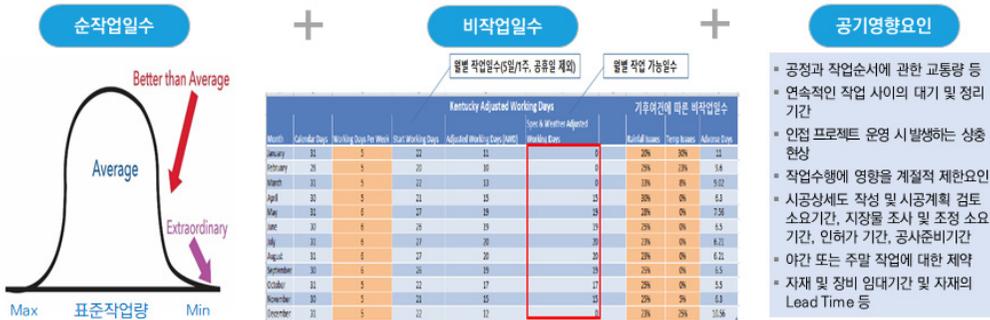
2) 공공 발주기관의 리스크 최소화를 위해 예정 공사기간을 합리적 수준의 최대 기간으로 산정하고, 공기 제안형 입찰방식으로 공기 촉진

□ 합리적 수준의 최대기간으로 예정공기를 산정하고, 과장공기로 인한 리스크 최소화를 위해 공기제안형 입찰방식 또는 성과금·부성과금 계약조항을 통해 공사기간을 촉진하고 있음.

- <그림 2-32>와 같이 최대기간으로 예정공기를 산정하기 위해 순작업일수를 일반적으로 평균값보다 낮은 일당 표준작업량을 적용하여 산정하고 있음. 또한 비작업일수를 산정함에 있어 동절기 작업 전면 중지, 작업종류별 작업제한, 기후여건과 휴일간의 비작업일수 중복계수를 미적용하고 있음. 더욱이 지장물 이설 등 기타 공기영향요인도 최대한 고려하고 있음.

3) 공사유형별 각기 다른 산정 프로세스와 기법 적용을 통한 공사기간 산정의 편의성 및 정확성 모색

□ 공사유형을 공사규모와 복잡도에 따라 구분하고, 공사기간 산정시점(기획단계, 기본설계, 상세설계 등), 산정도구 및 모델(Bar Charts, Estimated



〈그림 2-32〉 미국 공공건설에서 최대공사기간 산정방법

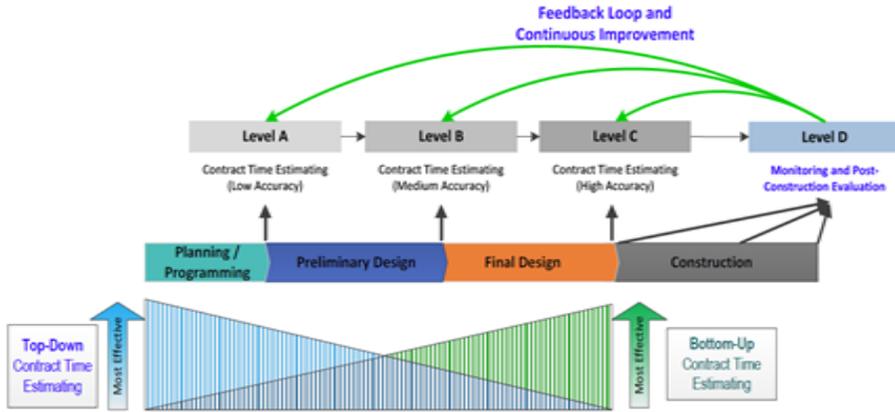
Cost Method, CPM 기법)을 각기 다르게 적용하고 있음.

- 실제로 버지니아 교통성의 경우에는 공사유형을 6가지로 구분하고, 각기 다른 절차와 기법을 적용하고 있음.
- 공사규모와 복잡도가 적은 공사(Category M, 1, 2)는 상세설계 시 과거 공사의 기간과 금액을 기준으로 당해 공사의 기간을 개략 추정하는 ECM방식을 활용함. 공사규모와 복잡도가 중간인 공사(Category 3)는 기본설계에서 ECM 방식, 상세설계에서 바차트 방식으로 공사기간을 상세히 산정함. 공사규모와 복잡도가 높은 공사(Category 4, 5)는 기획단계에서 바차트 방식, 그 이후부터는 CPM 방식으로 정밀한 공사기간을 산정함.

4) 대형공사의 경우에는 기획단계에서부터 Time Planning 기법을 적용하여 목표 공사기간 준수 및 Design for Time 추구

- 기획단계(개략공기, 정확도 ±30%), 기본설계(개략공기, 정확도 ±15%), 상세설계(상세공기)별로 공사기간을 각각 예측하고, 설계이전 미팅, VE Workshop, 시공성 검토회의 등을 통해 공사기간 초과요인을 제거하기 위한 대안을 발굴하고 적용함으로써 목표 공사기간을 준수하고 있음.
- 〈그림 2-33〉과 같이 Time planning 기법은 설계가 진행됨에 따라 준수되어야 할 목표 공사기간을 설정하여 모니터링 할 수 있는 기반을 제공한다. 또한 공사기간을 고려한 설계의사결정 지원, 설계진행 과정에서

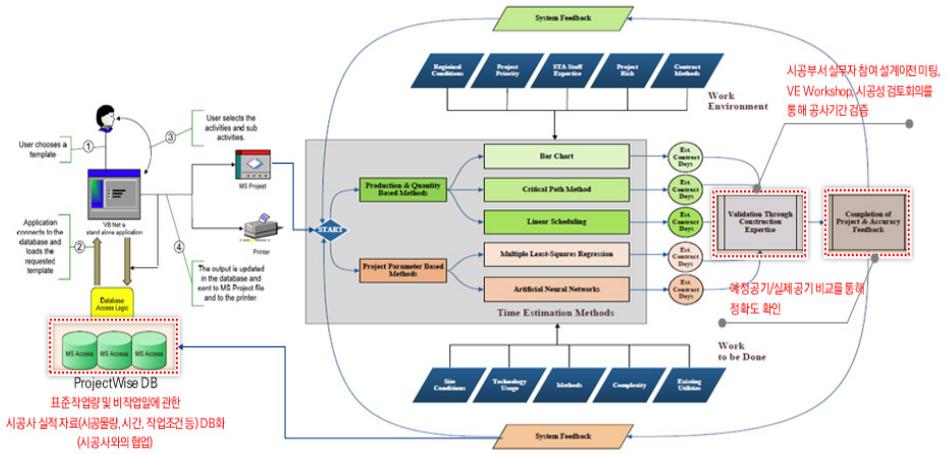
나타나는 공사기간 초과요인을 사전에 파악하고 대응할 수 있어 적극적인 사업관리가 가능함.



〈그림 2-33〉 미국 공공건설 공사기간 산정 시의 Time Planning 기법

5) 시공사와 공공 발주기관, 발주기관 내의 설계-시공부서와의 협업, 그리고 공사기간 DB 구축을 통해 공사기간 산정

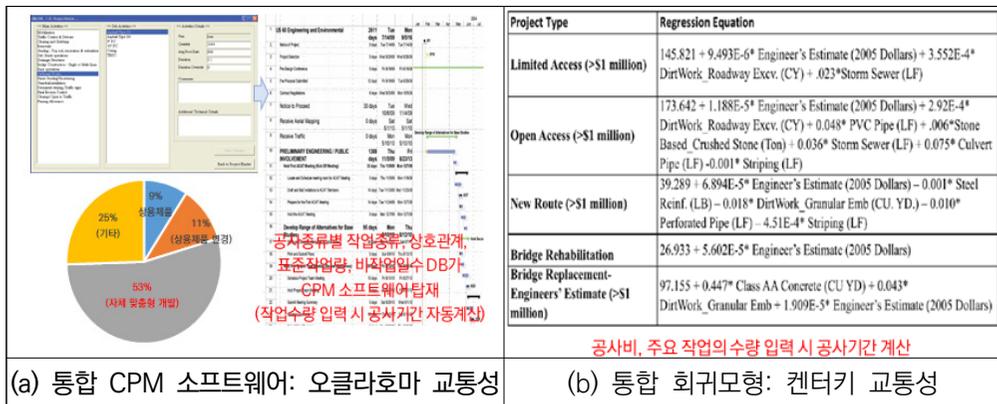
□ 〈그림 2-34〉와 같이 공사기간 산정 시 시공부서 실무자가 참여하여 적정성을 검토하고 있으며, 공사완료 후 예정공기/실제공기 비교를 통해 공사기간의 정확도를 확인하고 있음. 이와 같은 결과와 함께 시공사의 공사기간 관련 실적자료가 DB에 탑재되어 공사기간 산정 시 활용됨.



〈그림 2-34〉 미국 교통성의 공사기간 산정 시스템

6) 통합체계(CPM 프로그램 또는 산정식)의 적극 활용 및 자체 개발

- 공사별 작업종류와 상호관계, 표준작업량, 비작업일수가 망라된 통합체계를 주 교통성 특성에 맞게 자체 개발하여 활용하고 있음.
- <그림 2-35>와 같이 공사기간 산정 실무자가 작업수량 등 일부 변수만 입력하면, CPM 공정표와 공사기간이 자동 계산되므로 편의성이 매우 높아 가장 많이 활용됨. 실제로 Taylor(2013)에 따르면, 29개 주 교통성 중 14개 교통성(48.2%)이 통합체계를 활용하여 공사기간을 산정하고 있음. 통합체계는 CPM 소프트웨어 또는 공사기간 산정 회귀모형으로 구분되나, 주로 CPM 소프트웨어가 활용됨
- 대다수의 주 교통성은 CPM 소프트웨어를 자체 맞춤형으로 개발하거나, 기존 상용제품에 필요기능을 추가하여 사용하고 있음.



<그림 2-35> 미국 주 교통성이 공사기간 산정 시 활용하는 통합체계

7) 공공건설 공사기간 산정 이후에도 그 적정성을 확인하는 체계를 구축

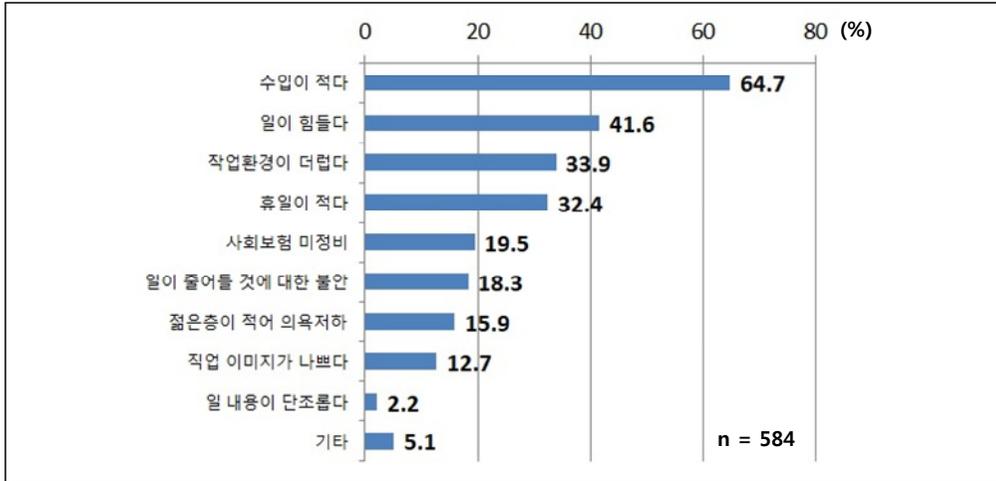
- 공공건설 공사기간 산정이 완료된 이후에도 그 적정성을 체크리스트를 활용하여 검토하고 피드백하고 있음. 공사기간 적정성 검토는 공사기간 자체의 정확성보다는 주 교통성 자체 기준에 규정된 절차대로의 이행 여부, 고려사항 반영여부, 그리고 공사기간 산정과 관련된 타 부서와의 의사소통 여부에 중점을 두고 이루어지고 있음.

1. 배경

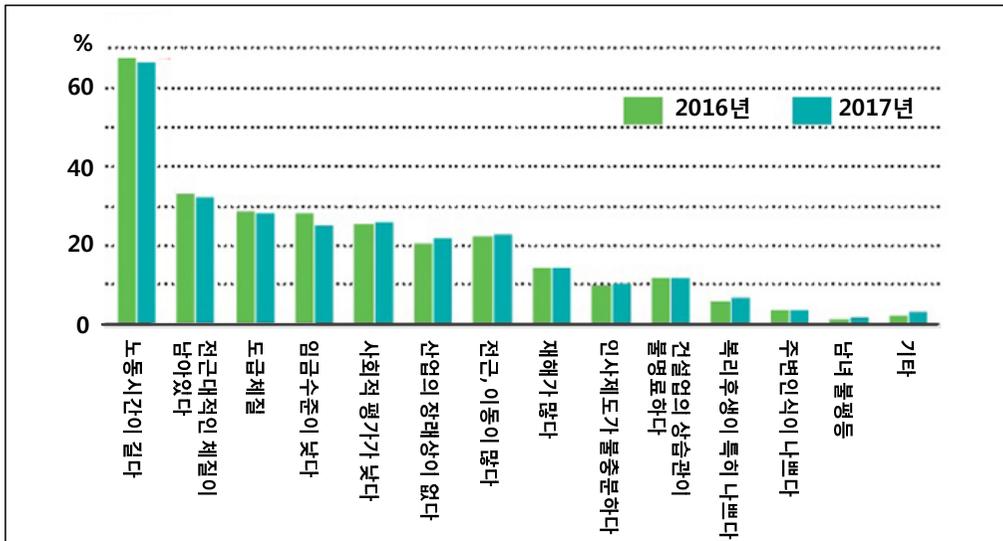
1) 일본의 건설업 취업자와 노동시간

- 1987년 노동기준법(労働基準法, 이하 기준법) 개정으로 법정 노동시간을 과거의 주 48시간에서 주 40시간으로 줄이는 원칙이 정해짐. 단 급격한 변경이 어렵기 때문에 일부 예외를 두고 단계적으로 도입되었으며, 1997년이 돼서야 전면 적용됨.
 - 시간 외 노동도 1주 15시간, 1달 45시간으로 제한되었으나 위반하는 경우에도 제제조치가 없었음. 또한 건설업과 운수업, R&D업은 제외됨.
- 일본 건설업에는 현재 약 500만 명의 취업자가 있으나, 이 가운데 118만 명이 60대 취업자이며, 20대 이하는 54만 명에 불과함. 10년 후에는 60대 취업자의 대부분이 은퇴할 것으로 예상되나, 건설업에 새로이 유입되는 취업자는 매우 적음. 따라서 30대 이상의 취업자를 숙련자로 가정한다면, 10년 후에는 숙련된 취업자 64만 명의 공백이 발생할 것으로 예상되고 있음.
- 저출산 문제로 인해 모든 산업에서 젊은 층의 유입이 부족한 실정이지만, 건설업은 3D 업종이라는 인식이 높아 타 산업에 비해 젊은 층의 유입이 상대적으로 매우 적은 상황임.
 - 2007년 「일본 건설산업 전문단체 연합회」는 건설업체에서 근무한 경험이 있는 젊은 기능노동자 가운데 타 산업으로 이직한 584명을 대상으로 이직 이유를 조사하였음. 이직 사유로 <그림 3-1>과 같이 “수입이 적다”, “일이 힘들다”, “작업환경이 더럽다”는 점 이외에도 “휴일이 적다”는 점도 32.4%의 응답률로 높게 나타남.
 - 2017년 11월 일본 건설산업 노동조합 협의회에서 전국 1만 명의 건설 근로자를 대상으로 건설산업이 타 산업에 비하여 매력이 없는 이유를

조사하였음. 이에 따르면, <그림 3-2>와 같이 노동시간이 길다는 점이 전체 응답의 60%를 상회하며, 다른 항목에 비하여도 매우 높게 나타남.



<그림 3-1> 젊은 기능 노동자의 이직 이유

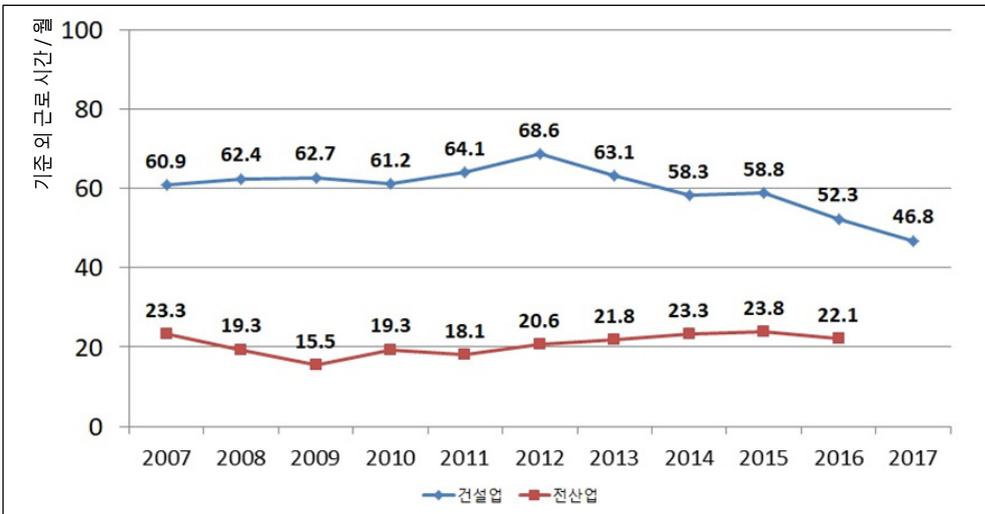


<그림 3-2> 건설업이 매력 없는 이유

- 2017년 3월 도쿄 신국립경기장 건설현장에서 지반공사를 담당하는 1차 하도급사의 신입사원이 1달 평균 150시간의 기준 외 노동(초과근무) 끝에 자살함. 해당 사원은 빡빡한 공기일정을 맞추기 위해 주 80

시간의 현장 근무를 3개월 가량 지속한 것으로 조사됨.

- 일본 정부는 2011년 12월에 2020년 도쿄 올림픽 유치가 결정된 이래 2019년 럭비 월드컵 및 2020년 올림픽의 주경기장으로 사용할 것을 전제로 노후화된 국립경기장에 대한 정비계획을 추진하였음. 그러나 자하 하디드의 설계 안에 따라 상세설계를 진행하는 과정에서 당초 1,300억 엔으로 예정되어 있던 공사비가 2,520억 엔으로 크게 증가하였음. 이에 국민들의 비판이 이어지자, 일본 정부는 2015년 7월 17일 프로젝트가 시작된 지 약 3년 반이 경과한 상태에서 프로젝트를 초기 회함. 이후 2015년 12월에 새로운 디자인이 선정되고, 촉박한 공기를 맞추기 위한 공사가 진행되고 있었음.
- <그림 3-3>과 같이 일본 건설산업 노동조합 협의회의 조사에 따르면 일본의 타 산업에서는 평균적으로 한 달에 약 20시간, 1주에 약 5시간 정도의 기준 외 근무를 하고 있음.
- 건설산업에서는 2012년 한 달에 약 70시간을 피크로 꾸준히 감소하고 있지만, 2017년에도 한 달에 약 46.8시간으로 1주에 약 12시간의 기준 외 근무를 하고 있는 것으로 조사되었음. 건설산업의 기준 외 근무 시간은 일본 국내 전 산업 평균의 2배가 넘는 상황임.



<그림 3-3> 건설업과 전(全) 산업의 기준 외 근무시간 비교

2) 「4주 8휴」와 일본 정부의 대응

- 일본 정부와 건설업계는 젊은 층에게 매력적인 건설 산업을 만드는 첫 걸음은 충분한 휴일 확보라고 판단함. 2014년 6월 공공공사의 품질확보 촉진에 관한 법률(公共工事の品質確保の促進に関する法律, 이하 품질확보법)이 개정되면서 「발주자에게 부과되는 주요한 책임의 한가지로서 적절한 공기를 설정하도록 노력할 것」이 추가되었음. 또한 품질확보법은 공공 발주자뿐만 아니라, 민간 발주자에도 확대 적용되는 것으로 개정됨.
- 이에 따라 일본 정부는 2015년 1월 말 「발주관계 사무의 운용에 관한 지침(이하 운용지침)」을 제시함. 여기에는 공기에 관련한 사항도 포함되어 있음. 각 단계에서의 발주 관련 사무의 지침을 종합하고, 적절한 공기에 관해서는 「주 2일 휴무의 확보」를 위한 대응의 방향성을 명시하였음.

〈표 3-1〉 일본 국토교통성의 발주관계사무의 운용에 관한 지침

발주관계사무의 운용에 관한 지침	
	2015년 1월 30일
<p>(2) 공사발주 준비단계 (발주나 시공시기 등의 평준화)</p> <p>지역 블록 별로 조직되는 지역발주자협의회나 지방공공공사계약업무연락협의회 등(이하 「지역발주자협의회 등」이라고 함)을 통해 각 발주자가 연계하고, 발주자의 대처와 지역의 실정 등을 반영하여 발주예정에 대해 지구단위 등으로 종합하여 공표하도록 한다. 또한 채무부담행위의 적극적인 활용, 년도당초부터 예산집행의 철저, 공사완성시기의 연도 말 집중 등을 줄이기 위한 예산 집행 상의 공리나 건설자재나 노동자의 확보 등 준비를 위해 공사착수까지 여유기간의 설정 등의 계약상의 공리와 함께 공사의 성격, 지역의 실정, 자연조건, 주2일 휴무 확보 등에 따른 불가동일을 반영하여 적절한 공기를 설정하고, 발주, 시공시기를 평준화해야 한다.</p>	

- 이 지침에 따라 2016년 6월 관청영선부(공공건축부)는 공공건축공사에서의 「공기설정의 기본적 개념」을 공개함. 이는 국가뿐만이 아니라 지방공공단체의 건축공사에서의 지침이기도 함. 여기에는 건설자재나 노동자의 확보 등의 준비와 구체공사, 마감공사, 설비공사 등 공사를 구성하는 각각의 공사기간을 적절히 취합하여 실정에 맞는 공기 설정을

해야 한다는 내용이 포함됨. 또한 필요한 경우는 공기연장 등을 위해 계약변경을 적절히 실시해야 한다고 명시함.

- 정부기관 및 지자체의 관청영선부(공공건축부)가 적정공기 설정을 위해 활용할 수 있도록 <표 3-2>와 같은 사전조사표를 배포함.

<표 3-2> 적정 공기 설정을 위한 체크리스트

조건	분류	확인항목	유무	조건	분류	확인항목	유무		
부지 조건	부지 자연 조건	적설량		시설 사용자	시공 기간 등	시간제약의 유무			
		강우량				요일제약의 유무			
		온도				각종 행사 등			
	부지	지하장애물의 유무				시공에 영향을 미치는 보안 유무			
		토양오염의 유무				시공에 영향을 미치는 보안 유무			
		우물물 이용 유무				정전작업의 여부			
	부지 주변	도로조건	부지경계의 확인		보수 공사	공조기간 중의 시공 여부	자재 등의 적재장소		
			도로조건				기존도면과 현장의 차이확인		
			진입로의 폭 등				공사에 따른 가구 등의 이동방법 및 범위 확인		
		토지 고저차		해체 공사			건물 상황	아스베스트 사용건재의 유무	
		주변 주택의 상황						다이옥신의 유무	
		가옥조사의 필요성 유무						PCB의 유무	
		인근시설 현황						기존말뚝 인발의 유무	
	관공 서	학교, 유치원, 공공시설 등	건축주사		해체, 개수 경우		폐기물처리장의 상황		
			소방				유기물의 인도방법		
			보건소						
		경철, 도로관리자	경찰, 도로관리자						
			철도						
			수도						
			하수도						
			전기						
	가스								

- 과거 일본의 건설현장은 4주 4휴의 체제로 운영되어 왔음. 일본건설업 연합회에서는 4주 6휴(모든 일요일은 현장을 닫고, 토요일은 월2회 닫음)를 추진하는 단계에 있음. 완전한 주 2일 휴무, 즉 4주8휴는 국가가 발주한 현장에서도 선진적인 시범 사업(토목 중심으로 60건)에 불과하며, 민간 건축공사에서는 전무한 실정임.

- 국토교통성 관동지방정비국에서는 2015년부터 12건의 「주2일 휴무 확보 시범사업」을 실시함. 이와 동시에 주2일 휴무 확보를 위해 해결해야 하는 발주자와 수주자의 과제를 파악하기 위하여 12건의 시범사업 수주자(시공사를 의미함)와 근로자를 대상으로 설문조사를 실시함. 시범사업 공사종류는 하천공사, 도로개량공사, 콘크리트공사, 공동구공사, 포장공사 등 다양하게 구성되어 있음.
 - 12건의 시범사업 가운데 8건에서 주2일 휴무가 100% 가능하였음. 나머지 2건에서는 주2일 휴무를 70~80% 정도 확보하였고, 1건에서는 40~60% 정도, 1건에서는 전혀 추진하지 못함.
 - 시범사업 수주자가 주2일 휴무를 확보하기 위해 발주자에게 요구하는 것은 「여유가 포함된 공기 설정」, 「건설업계 전체의 의식 개선」, 「공사비 증가」인 것으로 나타남. 이를 통해 적절한 공기 설정과 적절한 이윤의 확보, 건설업계 전반의 의식개혁이 필요하다는 점이 도출됨.
 - 또한 대다수의 시범사업 수주자는 주2일 휴무가 건설업의 젊은 층 확보에 긍정적인 영향을 미칠 것이라는 의견을 개진함.
 - 그러나 주2일 휴무의 시범공사에 참가한 기능 노동자 가운데 약 30%는 수입이 감소했다고 답변함. 이 가운데 「1~3만 엔 정도 감소했다」고 응답한 비율이 17%, 「3만 엔 이상 감소했다」고 응답한 비율이 13%에 달함. 수입 감소 원인은 「노동일수가 줄어서」라는 답변이 압도적으로 많음.

- 수상관저에서는 2017년 3월 「근로개혁 실행계획」을 발표하고, 시간 외 노동의 상한규제를 설치하는 노동기준법 개정을 진행함.
 - 개정안에서는 주 40시간을 제외한 시간 외 노동은 월 45시간, 년 360시간으로 제한함.

- 과거 건설업은 시간 외 노동의 상한 적용 범위에서 제외되었으나, 개정안에서는 개정법 시행 5년 후부터 건설업도 준수해야 하며, 위반 시 벌금도 부과되도록 변경됨.

3) 적정 공기 설정의 필요성 대두

(1) 공공공사의 공기 부족 문제

□ 시공사로부터 공공건설의 공사기간이 부족하다는 지적이 빈발하여 국토교통성은 13건 직영 토목공사의 공기 실태를 점검함.

- <표 3-3>과 같이 13건의 공사 데이터를 살펴보면, 공공 발주자는 예정 공기의 순작업일수를 평균 157일로 설정하였으나, 실제 공기의 순작업일수는 평균 199일로서 42일이나 부족한 것으로 나타남.
- 시공사는 휴일 등 비작업일수(불가동일)를 최대한 억제할 수밖에 없었음. 이와 같은 현상은 짧은 층의 건설업 기피를 초래하는 원인 중의 하나로 지적됨.

<표 3-3> 국토교통성 직영 토목공사의 공기 상황

구분	발주자 설정공기					실제 공기				실강우 일수 (10mm이상)
	공기 일수	실공기	예상 불가동일			실동 일수	불가동일			
			합계	토·일요일, 공휴일	우휴일		합계	토·일요일, 공휴일	우휴일	
A공사	227	134	93	77	16	192	35	34	1	26
B공사	316	189	127	108	19	234	82	62	20	26
C공사	227	130	97	76	21	159	68	65	3	24
D공사	283	165	118	96	22	153	130	96	2	22
E공사	259	136	123	89	34	202	57	56	1	41
F공사	251	132	119	85	34	188	63	62	1	20
G공사	366	213	153	124	29	279	87	86	1	42
H공사	342	190	152	118	34	280	62	62	0	37
I공사	273	152	121	94	27	153	120	94	3	34
J공사	266	156	110	91	19	169	97	91	3	23
K공사	334	186	148	115	33	254	80	77	3	55
L공사	244	140	104	83	21	184	60	52	8	32
M공사	206	120	86	71	15	140	66	54	12	15
평균	276	157	119	94	25	199	77	73	4	31

자료 : 国土交通省

(2) 적정 공기 설정의 기준

- 2017년 8월 국토교통성과 후생노동성은 건설산업에서의 시간 외 노동 상한규제가 적용됨에 따라 공공, 민간을 포함한 모든 건설공사에서 근로 개혁을 위한 「건설공사에서 적정한 공기설정을 위한 가이드라인」을 발표하였음. 주요 내용을 살펴보면 다음과 같음.
- 공기를 설정할 때에 주2일의 휴무와 함께, 공휴일, 연말연시, 여름휴가를 확보해야 함. 또한 공공 토목공사에서는 준비기간과 뒷정리기간을 별도로 설정해야 함.
- 주2일 휴무로 인한 공사기간 연장에 의하여 발생하는 수주자의 비용을 보전하기 위하여 공통가설비와 현장관리비에 대해 인상 비용 계수를 적용해야 함. 또한 공공 발주자가 적정공기 설정이 어려운 경우에는 CM 등의 외부 컨설턴트를 활용하도록 명시함.

〈표 3-4〉 국토교통성의 「건설공사에서 적정한 공기설정을 위한 가이드라인」(계속)

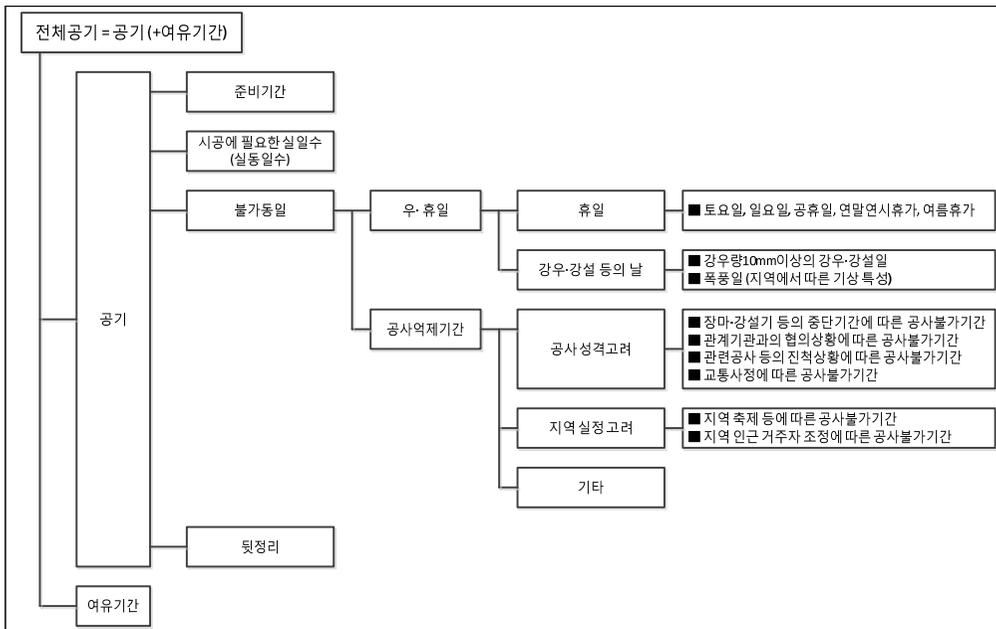
<p>(1) 적정 공기설정</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 공기를 설정할 때에는 현장기술자나 하도급 사원, 기능노동자 등을 포함한 건설공사에 종사하는 모든 자가 시간 외 노동의 상한규제에 저촉되는 장기간노동을 하지 않도록, 해당 공사의 규모 및 난이도, 지역실정, 자연조건, 공사내용, 시공조건 외 건설공사에 종사하는 자의 주 2일 휴무 확보, 아래의 조건을 적절히 고려할 것 <ul style="list-style-type: none"> - 건설공사에 종사하는 자의 휴일(주 2일 휴무와 함께, 공휴일, 연말연시, 여름휴가)의 확보 - 건설업체가 시공하기 전에 시행하는 노무, 기자재의 조달, 조사, 측량, 현장사무소의 설치에 필요한 「준비기간」 - 시공완료 후의 자체 점검, 뒷정리, 청소 등의 「뒷정리기간」 - 강우일, 강설 등의 작업불가능일 수 - 용지취득과 건축 확인, 도로관리자와의 조정 등 공사의 착수 전 단계에서 발주자가 대응해야만 하는 사항이 있는 경우에는 그 준비에 필요한 기간 - 과거의 동종 유형 공사에서 당초 예상보다 긴 공기가 필요한 케이스가 많았던 경우 해당공사의 실적도 반영 <p>[참고] 국토교통성 발주 토목공사에서의 설정</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 「준비기간」 : 주요 공종 구분 별로 30~90일 간을 최저한 필요한 일수로 하고, 공사 규모나 지역 상황에 따라 기간을 설정 ○ 「뒷정리기간」 : 20일간을 최저한 필요한 일수로 하고, 공사규모나 지역의 상황에 따라 기간을 설정 ○ 「강우일」 : 시공에 필요한 실 일수에 강우휴무비율을 곱한 일수. 강우휴무비율에 대해서는 지역별로 수치가 설정되기도 하며, 0.7을 사용하기도 함.
--

〈표 3-4〉 국토교통성의 「건설공사에서 적정한 공기설정을 위한 가이드라인」

- 상가를 반영하여 주2일 휴무 확보를 한 공기설정을 하는 경우에는 공공공사의 도급계약 체결에서 해당공기설정에 따라 필요하게 되는 공통가설비와 현장관리비 등을 도급대금에 적절히 반영해야 한다. 또한 민간공사에서도 공공공사의 예를 참고하여 도급대금에 반영할 것을 권고한다.
- [참고] 국토교통성 발주 토목공사에서의 설정
 - 주2일 휴무를 실시하는 공사에 대해서는 공통가설비를 2%, 현장관리비를 4% 인상하여 계산한다. 공공건축공사에서는 공기에 따라 공통가설비와 현장관리비를 별도로 계산한다.
- (5) 적정한 공기설정을 위한 발주자 지원 활용
 - 공공 발주자에 대해 기술공무원의 부족의 이유로 발주기관 스스로가 적정한 공기설정이 어려운 경우는 공사 특성을 반영한 발주자 지원을 할 수 있는 외부기관(CM 등 건설 컨설턴트 업무를 하는 기업)의 지원을 활용하여 적절한 공기설정을 할 수 있는 체제를 만드는 것이 바람직하다.

(3) 건설공사에서 공기의 정의

□ 국토교통성 가이드라인의 내용을 반영한 일본 공공공사의 공사기간은 〈그림 3-4〉와 같이 구성됨.



〈그림 3-4〉 일본 공공공사 공사기간의 구성요소

□ <그림 3-4>의 내용을 수식화하여 표시하면 <표 3-5>와 같음.

<표 3-5> 일본 공공공사 공사기간 산정요소

$$\begin{aligned}
 \text{공기} &= \text{준비기간} + \text{시공에 필요한 실제 일수(실동일수)} + \text{불가동일수 등} + \text{뒷정리기간} \\
 &= \text{준비기간} + \text{시공에 필요한 실제 일수(실동일수)} \\
 &\quad + [\text{우휴일수} + \text{공사억제기간 (현장의 상황을 고려한 공사불가기간)}] + \text{뒷정리기간}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{우휴일수} &= \text{시공에 필요한 실제 일수 (실동일수)} \times \text{우휴율} \\
 \text{우휴율} &= \frac{\left(\begin{array}{l} \text{휴일수} + \text{강우·강설 등의 일수} \\ - \text{휴일수와 강우·강설 등의 일수가 겹치는 일수} \end{array} \right)}{\text{가동가능일수}} \\
 \text{가동가능일수} &= \text{캘린더데이} - (\text{휴일수} + \text{강우·강설 등의 일수} \\
 &\quad - \text{휴일수와 강우·강설 등의 일수가 겹치는 일수})
 \end{aligned}$$

- 우휴율은 시공에 필요한 순작업일수(실동일수) 대비 토요일, 일요일, 공휴일, 연말연시, 여름휴가 및 강우·강설의 날(우휴일)이 차지하는 비중을 나타낸 비율임. 단 「발주관계사무의 운용에 관한 지침(発注関係事務の運用に関する指針, 이하 운용통지)」에서는 휴일과 강우·강설일의 연간 발생율을 정의할 때에 폭풍 등의 기상에 따른 지역 실정을 고려하도록 하고 있음. 우휴율 산정 시 강우·강설 이외에도 기타 기후여건에 따른 비작업일수(불가동일)의 반영도 가능하다고 규정하고 있음.
- 공사억제기간은 우휴율에서 계산하는 것이 아니라, 별도 가산하는 것으로 되어 있음. 장마, 강설기 등 장기간 중단되는 기간과 관계기관 및 인근 주민과의 조정 기간 등이 포함되어 있음.
- 지자체 조례에는 건설공사 착수 시 공사현장 인근 주민의 동의를 구하도록 명시되어 있음.
 - 건설공사를 실시할 경우, 건축주는 부지 경계선에서 15m 이내의 토지 소유자 및 건축물 소유자, 점유자, 부지 경계선으로부터 건축물 높이에 해당하는 거리 범위 내의 토지 소유자를 대상으로 주민설명회를 개최해야 하며, 해당 주민의 건설공사 동의서를 받아야 함[교토시 사례].
 - 항타기 작업을 실시할 때에는 공사현장 부지 경계선 반경 50미터 이내에 거주하는 주민의 동의서를 받아야 함[사이타마현 사례]

- 대부분의 지자체에는 근로시간 규제 외에도 건설공사 실시시간 제한 규정이 있음
- 소음규제법(騒音規制法) 및 진동규제법(振動規制法)에서는 건설작업에 따른 소음, 진동이 발생하는 작업을 특정건설작업으로 규정하고 있음. 규제대상이 되는 지역에서 소음, 진동이 발생하는 작업(특정건설작업⁵⁾)을 실시할 때에는 법의 규제대상이 되며, 특정건설작업을 실시할 때에는 사전(작업개시 7일 전까지)에 신청서를 제출해야 함.
- 일반구역(1구역)⁶⁾에서는 평일 기준 오전 7시부터 오후 9시까지 10시간 이내로 건설공사를 진행할 수 있으며, 일요일, 공휴일에는 작업이 전면 금지됨. 외각구역(2구역)⁷⁾에서는 평일 기준 오전 6시부터 오후 10시까지 14시간 이내로 작업이 가능하며, 일요일·법정 공휴일의 작업제한은 없음.
- 일반구역(1구역)에서는 재해복구, 인명구조와 관련된 공사, 외각구역(2구역)에서는 재해복구, 인명구조 및 철도 정상 운행 확보를 위한 복구공사 등에서는 상기의 제한이 적용되지 않음

〈표 3-6〉 건설공사 시간제한 규정

구분	1구역 : 평일 7시~21시 2구역 : 평일 6시~22시	1구역 : 평일 21시~7시 2구역 : 평일 22시~6시	일요일	법정공휴일
일반구역(1구역)	10시간 이내	금지	금지	금지
외각구역(2구역)	14시간 이내	금지	-	-

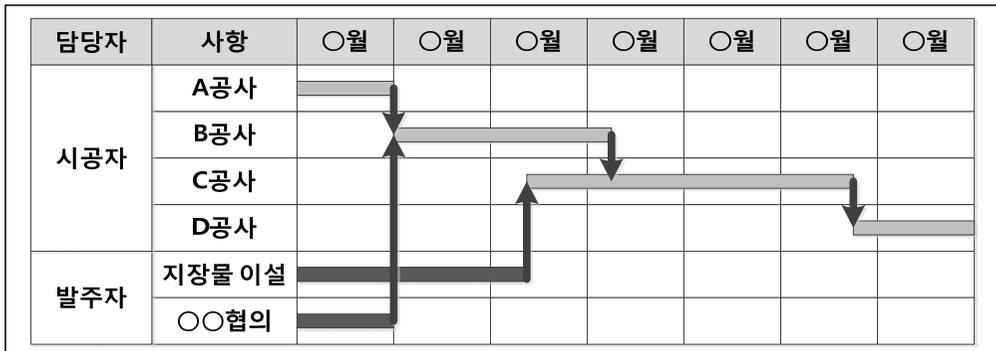
자료 : 東京都 環境局

- 준비기간과 뒷정리 기간에는 우휴율을 고려하지 않음

- 5) 향타기, 콘크리트 타정기, 착암기, 공기압축기, 콘크리트 플랜트 또는 아스팔트 플랜트를 두고 하는 작업, 굴삭기, 불도저, 진동롤러, 콘크리트 타설 작업 및 공작물 해체 작업
- 6) 제1종, 제2종 저층주거전용지역, 제1종, 제2종 중·고층 주거전용지역, 제1종, 제2종 주거지역, 준주거지역, 상업지역, 근린상업지역, 준공업지역, 용도지역으로 정해지지 않은 지역 및 공업지역 가운데 학교, 병원으로부터 80m 이내 지역
- 7) 공업지역 가운데 학교, 병원으로부터 80m 이상 떨어진 구역

(4) 기타 적정공기 확보를 위한 대응

- (공기지연 책임의 수주자·발주자 공유) 시공이전 단계에서 발주자와 수주자(시공사)는 각각의 업무내용과 일정이 명시된 공정계획을 사전 협의하여 공유하고, 발주자 책임에 의한 공기지연 시 별도의 절차 없이 전체 공사기간이 자동 연장되는 제도를 2017년부터 모든 국토교통성 직영 공사에 적용하고 있음.
- 공정계획 공유는 다음과 같은 절차로 진행됨. 먼저 발주자의 설계도서 에 기초하여 수주자가 시공계획서를 작성함. 이를 바탕으로 발주자와 수주자가 시공계획에 영향을 줄 만한 사항에 대해 사전에 협의하고, 각 사항들이 발생할 경우, 발주자와 수주자 가운데 누구의 책임인지를 명확히 해야 함. 이후 시공 과정 중에 앞서 정한 수주자의 책임이 아닌 사유로 지연이 발생하면 발주자는 필요일수에 대한 공기 변경을 반드시 실시해야 함.
- 기존에는 수주자 업무와 일정에 관한 것으로 공정계획이 수립되었다면, 앞으로는 발주자 책임으로 진행되는 지장물 이설, 협의 등의 업무도 공정계획의 하나 요소로 취급되는 것임. 예를 들어 <그림 3-5>의 A공사가 끝나면 B공사가 시작될 수 있어야 하지만 실제로는 발주자가 관련된 협의도 종료되어야 B공사가 진행될 수 있는 것임. 따라서 A공사가 정해진 기간에 종료되었지만 ○○협이가 지연되어 B공사가 늦어진 경우, 발주자는 수주자에게 공기 연장을 해주어야 함.



자료 : 국토교통부 週休二日等休日の拡大に向けた取組について

<그림 3-5> 발주자 업무가 반영된 공정표

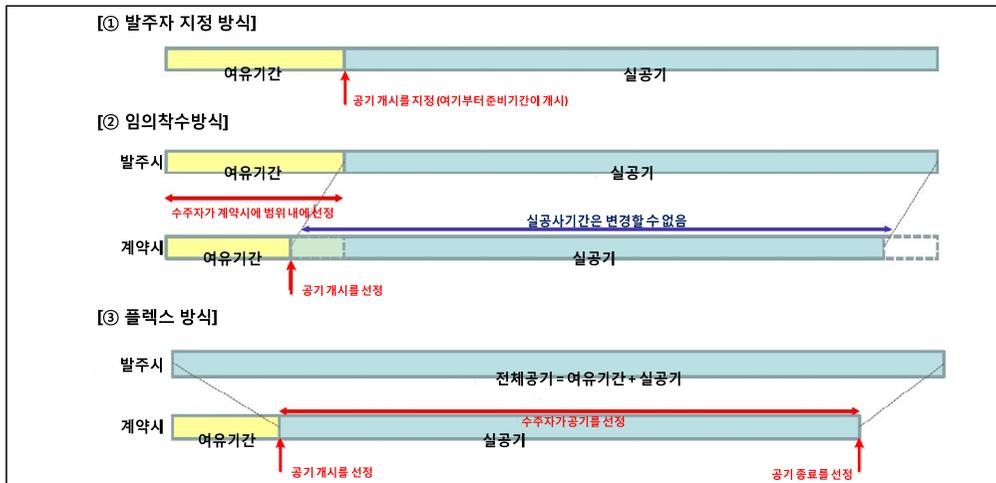
- 이러한 제도를 통해 수주자는 자신의 책임이 아닌 사유에 관한 공기연장을 확보할 수 있음. 또한 발주자도 공기연장 사유가 발생했을 때 발주 담당자 개인의 책임 하에 이를 인정하는 것이 아니라 시스템 상 인정하도록 함으로써 부담을 경감시키는 장점이 있음.

〈표 3-7〉 공기지연 책임의 수주자·발주자 공유 규정

- ① 발주자가 제시한 설계도서를 반영하여, 수주자가 시공계획서를 작성함
- ② 시공계획에 영향을 주는 사항이 있는 경우는, 그 내용 및 수발주자의 책임을 명확화
- ③ 시공 과정 중에 수주자의 책임이 아닌 사유로 공정의 지연이 발생한 경우, 그에 따른 필요일수에 대해 공기변경을 반드시 실시

자료 : 国土交通省 週休二日等休日の拡大に向けた取組について

- (여유기간제도) 여유기간제도는 계약 별로 공기의 30% 또는 4개월을 넘지 않는 범위에서 여유기간을 설정하여 발주하고, 공사의 개시(공사 개시일) 또는 종료(공사완료 기한일)를 발주자 지정 또는 수주자가 선택할 수 있는 제도임. 2018년 6월부터 국토교통성 직영공사에 적용되고 있음.



자료 : 国土交通省 週休二日等休日の拡大に向けた取組について

〈그림 3-6〉 여유기간제도

- 여유기간은 계약기간 내이지만, 공기 외이기 때문에 수주자는 기술자를 배치할 필요가 없으며, 공사를 착수해서는 아니 되는 기간임. 공사착수

이외의 공사를 위한 준비는 수주자의 재량으로 실시할 수 있음. 그러나 자재 준비는 가능하나 현장 반입은 불가능함.

- 유연한 공기 설정을 통해 수주자가 자재나 건설노동자 등을 확보할 수 있도록 하여 시공사의 자원수급 원활화와 발주 평준화를 꾀하는 개념임.
 - 여유기간제도에는 발주자가 공사 개시일을 지정하는 발주자 지정 방식, 발주자가 지시한 공사 착수기한까지의 기간 가운데 수주자가 공사 개시일을 선택하는 임의착수방식, 발주자가 미리 설정한 전체공기(여유기간과 공기를 더한 기간) 가운데 수주자가 공사의 개시일과 종료일을 결정하는 플렉스 방식이 있음.
- (공기 텅핑 금지 규정) 2018년 5월 국토교통성은 건설업법에서 적정한 공기설정에 관한 수주자·발주자의 책임을 규정하는 것을 전제로 공기의 적정성을 판단하는 기준을 작성함. 중앙건설업심의회가 장시간 노동을 배제한 적정 공기 기준을 작성하고, 수·발주자에게 실시를 권고할 예정임. 이 기준에 비추어 수주자에 의한 공기 텅핑, 주문자(발주자, 원도급, 하도급자)에 의해 부당하게 짧은 공기설정을 금지하는 규정을 설치할 예정임. 발주자뿐만이 아닌 모든 주문자(상위 계약자)에 대하여 허가행정청에 단속 권한을 두어 적정 공기 확보의 실효성을 담보함.
- 5월 28일 열린 중앙건설업심의회 사회자본정비심의회의에서 이러한 개념이 공개됨. 건설업에 시간 외 노동의 상한 규제가 적용되는 것이 반영된 조치로 건설업법에 수·발주자 쌍방이 적정한 공기를 설정하는 책임을 규정하고, 위법적인 장시간 노동을 전제로 한 공기를 배제하고자 함. 책임규정을 설치하는 것을 전제로 공기 적정성을 판단하는 기준도 마련할 예정임.
 - 건설업법 제34조에 따르면, 중앙건설업심의회가 표준도급계약약관 등을 작성하고, 수·발주자에게 적용을 권고할 수 있음. 이와 같은 조항에 공기 적정성을 판단하는 기준을 추가할 계획임. 공기 적정성 판단기준을 마련함에 있어 건설업 단체, 발주자 단체 등도 참가하는 중앙건설업심의회에서 의견을 수렴할 계획으로 있음.

- 공기 작성기준의 작성과 이에 따른 적정 공기 설정의 책임을 규정하여 수주자의 공기 덤핑과 주문자의 부당하게 짧은 공기 설정을 금지할 것임. 수주자는 계약체결 시, 공사의 준비기간, 공사종류별 착수시기, 완성시기 등 공사의 세부항목을 명확히 하고 공기를 견적할 의무가 부과될 것임. 아울러 주문자에게는 현저하게 짧은 공기로 계약을 맺는 것을 금지함. 다만, 공기의 적정성을 판단할 때 도급대금의 증액으로 인해 증가된 인원으로 공기를 단축하는 “특급요금”은 규제 대상에서 배제할 예정임. 또한 수주자·발주자의 계약적 위치를 고려하여 적정한 공기를 설정하지 않은 주문자에 대해서는 허가 행정청이 집행하는 벌칙규정을 두어 실효성을 확보할 계획임.

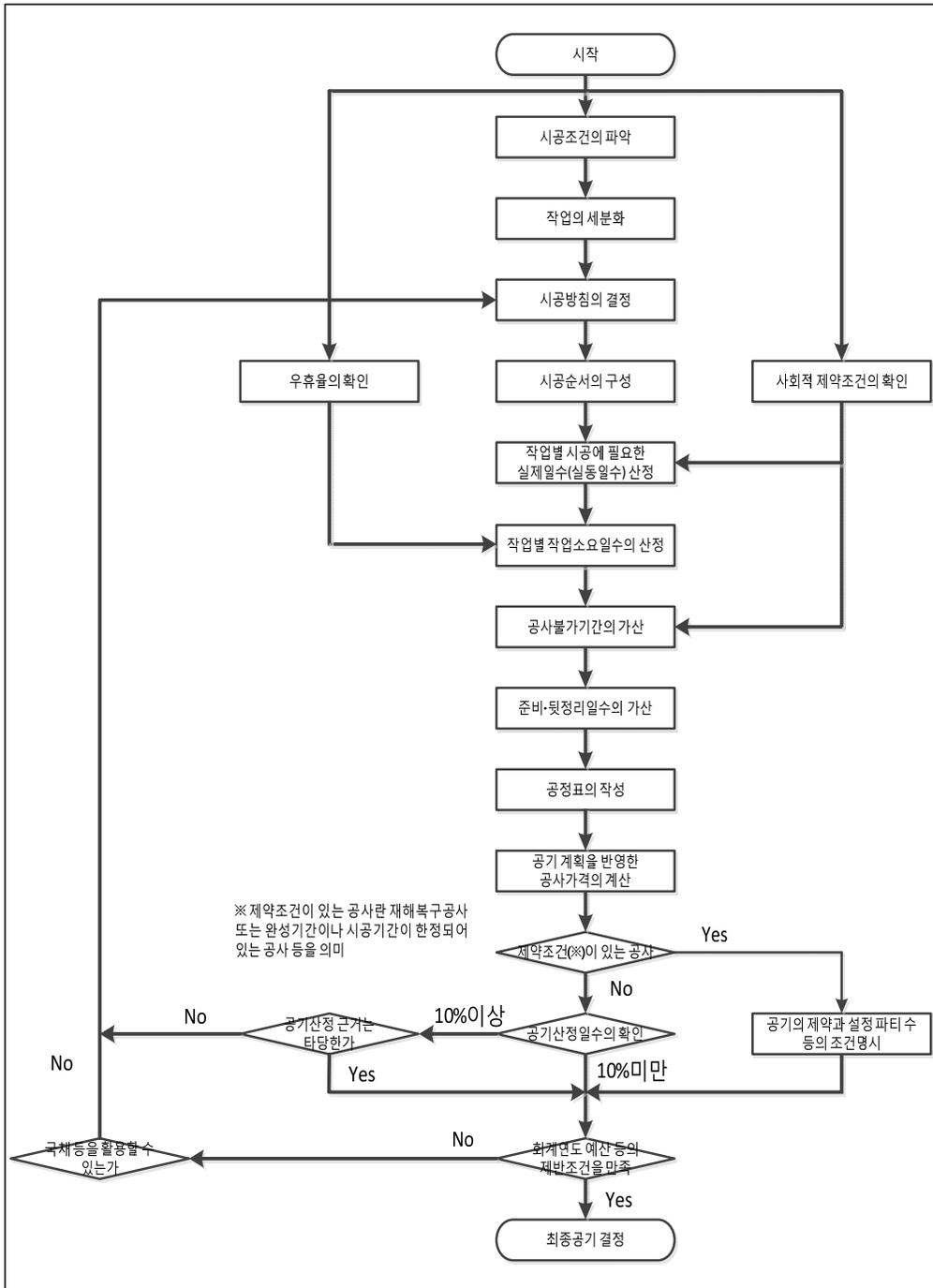
2. 토목분야의 적정공기 산정

- 공공 토목공사에서 공기를 설정하는 프로세스는 <그림 3-7>과 같음.
- 먼저 시공조건을 파악하고, 공사를 정확하게 관리할 수 있는 정도의 시공단위(작업)로 분해함. 이를 통해 시공방침을 결정하고, 시공순서를 작성함. 그리고 분해된 작업을 이행하는데 필요한 시간(시공에 필요한 실동일수와 불가동일수)을 계산하고 여기에 공사역제기간(현장의 조건을 고려한 공사불가기간)이나 준비·뒷정리기간을 추가함. 마지막으로 공정표를 작성하고, 최종 공기를 결정함.
- 작업 이행에 필요한 시간을 계산하기 위해서는 우휴율 산정이 요구되며, 공사역제기간을 추가하기 위해서는 사회적 조건의 확인이 필요함.
- 운용통지에서는 적정공기 산정절차와 함께 동종 공사의 실제 소요 공기의 비교를 통해 산정된 공기일수의 타당성을 확인하는 것도 명기됨.

1) 시공조건을 파악

(1) 시공조건을 파악과 시공방침의 결정

- 공사별로 시공조건은 달라지므로 사전에 현장조건을 파악하고, 이에 맞추어 시공계획을 입안하는 것이 중요함. 주요 시공조건으로는 <표 3-8>과 같은 항목이 있음.



자료 : 建設物価調査会、公共土木工事の工期設定の基本的考え方

〈그림 3-7〉 공공 토목공사 공기 산정 플로우차트

〈표 3-8〉 공사기간 산정 시 참고해야 할 주요 시공조건

항목	주요 내용
㉠ 지형, 지질, 토질	지표구배, 고저차, 지층, 지하수,
㉡ 수문기상	강우(설)량, 강우(설)일수, 온도, 바람, 쓰나미, 수위, 조위, 조류, 유량, 유속
㉢ 동력용수원	공사용전원, 공사용수
㉣ 자재공급	토사, 석재, 목재, 강재, 레미콘
㉤ 운송경로	출입도로, 철도, 수로
㉦ 노동수급	임금, 노동자부족률
㉧ 환경기준	소음, 진동, 급수 등의 기준
㉨ 용지매수	용지매수상황, 토지임대료, 경계확인
㉩ 관계기관과의 조정	지하이설물, 지상장애물, 교통대응, 학교·병원대응, 공사설명회 여부, 관청 절차, 작업시간 제한, 문화재
㉪ 관련공사	추가공사의 가능성, 인접공사
㉫ 작업 공간	작업 공간, 자재 적재 공간

자료 : 建設物価調査会、公共土木工事の工期設定の基本的考え方

(2) 시공방침의 결정

- 시공방침을 결정할 때에는 각각의 시공조건을 분석·정리하고, 고려 가능한 시공방법을 선정해야 함. 또한 각 시공방법에 대하여 시공순서, 장비기계의 조합을 검토하고, 개략공정, 개산공사비의 측면에서 평가함으로써 가장 적절한 시공방법을 결정해야 함.
- 시공방법을 결정함에 있어 시공순서의 검토는 〈표 3-9〉와 같은 사항을 유의하여 이루어져야 함.

〈표 3-9〉 시공순서 검토 시의 유의점

<ul style="list-style-type: none"> ㉠ 가장 중요한 공종을 우선할 것 ㉡ 자재·노동력·장비 등의 자원을 운용, 사이클을 고려하여 유효하게 활용 ㉢ 공사전체의 바쁜 정도를 가능한 한 균등하게 함 ㉣ 반복 작업을 통해 작업의 숙련효율을 높임 ㉤ 메인 기계의 능력을 효율적으로 발휘할 수 있도록 기계를 배치함

2) 시공순서의 구성과 실제일수(실동일수) 산정

(1) 시공순서의 구성

- 공사내용 별 시공순서를 검토하고, 「공종의 시공공기 변화가 전체 공기에 그대로 영향을 미친다」는 공정 지배공종(주공종)을 선정하고, 그 순서를 목록화하여 정리함. 이어서 주공종 이외의 공종은 주공종과 동시(병행)시공이 가능한 순서로 정리함.
- 주공종의 세분공종과 작업구분별로 실소요 작업일수가 산출되므로, 주공종의 세분공종과 작업구분을 반드시 리스트업해야 함.

(2) 작업별 시공에 필요한 실제일수(실동일수)의 산정

- 작업구분 별 일당 작업량은 공사계획의 기본사항으로서 중요한 문제이지만, 작업조건, 작업환경, 지리적 조건, 계절 등에 의해 큰 영향을 받음. 이러한 영향을 모두 반영하여 일당 작업량을 설정하는 것은 매우 어려움. 따라서 국토교통성은 「작업일당 표준작업량 설정」(2017년 3월 15일부 국기건관 제18호, 국총공 제88호)을 통해 공종·시공조건별 일당 표준작업량을 수립하고, 공기 산정 시 참고하도록 하고 있음.
- 운용통지에서도 “일당 표준작업량을 통해 작업별 시공에 필요한 실제일수(실동일수)를 산출한다.”고 되어 있음. 실제 일수는 공종·시공조건에 따라 <표 3-10>의 수식에 의해 계산됨.

〈표 3-10〉 작업별 실동일수 산정식

$$\text{작업별 시공에 필요한 실제일수(실동일수)} = \text{설계수량} \div \text{작업일당 표준작업량} \div \text{파티 수}$$

- 파티 수는 기본1pt로 설정되지만, 공사전체의 시공효율성과 완성시기 등의 외적요건을 고려하여 파티 수를 변경할 수 있다고 되어 있음. 그러나 파티 수의 변경은 특수한 이유에 의해 복수의 파티를 투입해야만 하는 경우로 제한하고 있으며, 이유 없이 변경하는 것은 금지함. 또한 복수 파티로 계획하는 경우는 실제 복수의 기계 등이 들어갈 수 있는 공간이 있는가를 비롯하여 안전성 문제가 없는지 등을 검토해야 함.

□ <표 3-11>과 같이 일당 표준작업량은 국토교통성대신관방기술조사과에서 발표한 「국토교통성 토목공사적산기준」 및 「국토교통성 토목공사표준적산기준서」에 기재되어 공표되고 있음.

- 이들 기준서의 일당 표준작업량은 작업일수 산정을 위한 참고자료의 성격을 지님. 또한 보편적 공법을 통한 표준시공 시의 생산성 정보이므로 해당 공사의 시공조건, 시공방법, 제약조건을 충분히 고려하여 적용 여부를 검토해야 함.

<표 3-11> 작업일당 표준작업량의 샘플

토질	시공방법	암질	압도 유무	장애 유무	시공 수량	작업일당 표준작업량
토사	오픈컷	-	있음	-	보통흙 30,000㎡미만 또는 습지연약토	320㎡/일
					30,000㎡이상	710㎡/일
				없음	10,000㎡미만	270㎡/일
					10,000㎡이상 50,000㎡미만	330㎡/일
			없음	없음	50,000㎡이상	500㎡/일
					10,000㎡미만	170㎡/일
			있음	없음	10,000㎡이상 50,000㎡미만	210㎡/일
					50,000㎡이상	320㎡/일
	편질굴착	-	-	-	-	220㎡/일
	수중굴착	-	-	-	-	260㎡/일
현장제약있음	-	-	-	-	4㎡/일	
상기이외 (소규모)	-	-	-	-	1개소 100㎡이하(표준)	37㎡/일
					1개소 100㎡이하(표준이외)	15㎡/일
암괴, 옥석	오픈컷	-	있음	-	보통흙 30,000㎡미만 또는 습지연약토	200㎡/일
					30,000㎡이상	440㎡/일
				없음	10,000㎡미만	210㎡/일
					10,000㎡이상 50,000㎡미만	250㎡/일
			없음	없음	50,000㎡이상	410㎡/일
					10,000㎡미만	130㎡/일
			있음	없음	10,000㎡이상 50,000㎡미만	150㎡/일
					50,000㎡이상	260㎡/일
	수중굴착	-	-	-	-	180㎡/일
	현장제약있음	-	-	-	-	3㎡/일

자료 : 国土交通省 平成30年度の作業日当りの標準作業量

3) 우휴율⁸⁾ 확인과 작업소요일수의 산정

(1) 우휴율 확인

- 전체 공사기간에 큰 영향을 미치는 것이 우휴율임. 우휴율은 휴일, 강우 등의 기상조건에 따른 불가동일이 전체 가동일수에서 차지하는 비중을 의미함. 그러므로 우휴율을 산정하기 위해서는 휴일 수와 강우·강설일 수를 기상자료를 활용하여 확인해야 함.
- 원래 1992년 4월 13일부터 국토교통성 직할 토목공사는 4주 8휴를 지킴으로써 되어 있었으나, 실제로는 준수되지 못함. 그러나 운용통지에 의해 국토교통성 직할 토목공사도 조만간 4주 8휴가 실현될 것임.
- 이밖에 국토교통성 직할 토목공사는 <표 3-12>와 같이 연말연시 휴가와 여름휴가를 규정하고 있음. 따라서 4주 8휴와 각종 휴가를 고려하여 공사기간을 산정해야 함.

<표 3-12> 휴일 수의 설정

종류	기간
연말연시휴가	12월29일부터 1월3일까지의 6일간
여름휴가	3일간(공기설정 상에는 8월13일부터 8월15일로 설정함)

- 강우·강설 등의 일수는 운용통지에서는 1일 강우·강설량이 10mm 이상/일을 넘는 날로 설정하고, 과거 5년간의 기상청 데이터로부터 연간 평균일수를 산출하도록 함. 단, 폭풍 등의 기상에 대해 지역 실정을 고려하도록 권장하고 있기 때문에 <표 3-13>과 같은 현지의 기상 상황을 충분히 조사하고, 대상공사의 기술적 특성도 고려해야 함.

<표 3-13> 공사기간 산정 시 고려해야 할 기상상황

<ul style="list-style-type: none"> ㉓ 강수량, 강수일수, 강수일의 분포, 적설일수 등 ㉔ 풍속, 풍향 등 ㉕ 온도, 서리, 동결, 습도 등 ㉖ 하천의 수위, 유량, 유속 등 ㉗ 조위, 조류, 파랑 등
--

8) 강우일과 토요일, 일요일의 공휴일, 연말연시의 휴일을 합산하여 각 지역별로 설정. 각 지역에 따라 수치가 다르나, 1.7~1.8 정도인 경우가 많음.

- 지역별 우휴율은 공공 발주자가 설정한 지역단위별로 휴일과 강우·강설일의 연간 발생율을 기준으로 산정해야 함. 그러나 지역별 우휴율 산출이 어려운 경우에는 0.7을 사용하도록 되어 있음.

〈표 3-14〉 강우·강설일에 따른 우휴율의 계산 예시

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	년	
강우·강설일수 (10mm이상의 일수)	1.4	3.2	4	3.8	3.6	5.8	3.4	3	6.2	4.6	3	1.8	43.8	
폭풍일수 (지역상황 반영)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
강우·강설일수 (소계)	1.4	3.2	4	3.8	3.6	5.8	3.4	3	6.2	4.6	3	1.8	43.8	
휴일수	토요일, 일요일	9	8	8	10	8	8	10	8	9	9	8	10	105
	공휴일	2	0	1	0	3	0	1	1	1	1	2	0	12
	연말연시	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
	여름휴가	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
	계	12	8	9	10	11	8	11	11	10	10	10	11	121
휴지일수×휴일/캘린더데이	0.54	0.91	1.16	1.27	1.28	1.55	1.21	1.06	2.07	1.48	1.00	0.64	14.17	
강우·강설일과 휴일의 중복	0.5	0.9	1.2	1.3	1.3	1.5	1.2	1.1	2.1	1.5	1	0.6	14.2	
캘린더데이	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	
가동가능일수	18.1	17.7	19.2	17.5	17.7	17.7	17.8	18.1	15.9	17.9	18	18.8	214.4	
우휴율	71%	58%	61%	71%	75%	69%	74%	71%	89%	73%	67%	65%	70%	

자료 : 建設物価調査会, 公共土木工事の工期設定の考え方

(2) 작업소요일수의 산정

□ 작업소요일수는 〈표 3-15〉에 따라 시공에 필요한 일수(실동일수)와 여기에 우휴율을 적용한 우휴일수를 합산하여 산출함.

- 작업소요일수에는 실제 일수(순작업일수), 강우·강설 등 기상에 따른 불가동일과 토요일, 일요일, 공휴일, 연말연시, 여름휴가 일수가 포함되어 있음. 그러나 공사의 성격과 지역의 실정 등에 따른 기타 불가동일(공사억제기간)은 반영되어 있지 않음.

〈표 3-15〉 작업소요일수 계산

$$\text{작업별 작업소요일수} = \text{작업별 시공에 필요한 일수(실동일수)} + \text{작업별 시공에 필요한 일수(실동일수)} \times \text{우휴율} = \text{작업별 시공에 필요한 실제일수(실동일수)} \times (1 + \text{우휴율})$$

4) 사회적 제약조건에 따른 기간과 공사억제기간의 가산

- 작업 소요일수 산정 이후 가산되어야 할 공사기간에는 사회적 제약조건에 따른 기간과 현장에서 작업이 전혀 가능하지 않은 공사억제기간(현장의 상황을 고려한 공사불가기간)이 있음.
- 공사기간에 영향을 주는 사회적 제약조건에는 일당 교통량 확보, 통근·통학시간, 상점영업시간, 소음·진동 등의 주거환경보전, 버스·철도 등의 공적 운송기관의 상황, 항공기 이륙시간, 잔토처리장 시간 등이 포함됨.
- 공사억제기간은 공사별로 다양하게 발생하는 요건을 정리하여 발주자와 사전에 협의하는 것이 요구됨. 또한 이로 인한 공사억제기간을 공사기간 산정 시 반영해야 함.

〈표 3-16〉 공사 억제 기간의 종류

분류	공사의 성격 고려	지역의 실정 고려	기타
항목	<ul style="list-style-type: none"> - 장마기나 강설기 등의 중 단기간에 따른 공사불가기간 - 관계기관과의 협의상황에 따른 공사불가기간 - 관련공사 등의 진척상황에 따른 공사불가기간 - 교통사정에 따른 공사불가기간 	<ul style="list-style-type: none"> - 지역의 축제, 지역 행사에 따른 공사불가기간 - 지역 주민 조정에 의한 공사불가기간 	<ul style="list-style-type: none"> - 용지보상에 관련한 미해결 용지 및 물건 등에 의한 공사불가기간

자료 : 建設物価調査会, 公共土木工事の工期設定の考え方

5) 준비, 뒷정리 일수의 가산

- 준비기간은 공사 착수에 앞서 수행되는 노무, 기자재의 조달, 조사, 측량, 설계검토, 현장사무소 설치 등의 업무를 수행하는데 소요되는 기간임.

- <표 3-17>과 같이 유지보수 공사를 제외한 모든 공사의 주요 공종별로 최저 공사 준비기간의 기준을 제시하고 있음. 이러한 공사 준비기간은 최소 개념이므로, 이를 기준으로 공사규모나 지역 상황을 고려하여 별도 산정해야 함.

□ 뒷정리기간은 시공완료 후 자체점검, 뒷정리, 청소 등의 업무에 소요되는 기간임. 공종별로 크게 차이가 나지 않으므로 최저 20일을 설정하고 있으나, 공사규모와 지역 상황을 따라 추가할 수 있음.

<표 3-17> 준비기간 및 뒷정리기간 설정

구분	준비기간		뒷정리 기간	
	현재 설정	개정 최저필요일수	현재 설정	개정 최저필요일수
하천공사	30~40일	40일	15~30일	20일
하천·도로구조물공사	30~50일	40일	15~30일	
해안공사	30~40일	40일	15~30일	
도로개량공사	30~50일	40일	15~20일	
공동구공사	30~70일	80일	15~20일	
터널공사	30~90일	80일	15~30일	
강교가설공사	30~150일	90일	15~20일	
PC교공사	30~90일	70일	15~20일	
교량보전공사	30~50일	60일	15~20일	
포장공사(신설)	30~50일	50일	15~20일	
포장공사(수선)	30~40일	60일	15~20일	
도로유지공사	30~50일	50일	15~20일	
하천유지공사	30~50일	30일	15~30일	

자료 : 国土交通省

6) 공사산정일수의 확인

□ 앞선 절차를 통해 산정한 공사일수를 동종 공사의 표준공기 일수와 비교함으로써 그 타당성을 검토함.

- <표 3-18>과 같은 동종 공사의 표준공기 산정식은 2009년부터 2013년까지 5년간 국토교통성 직할 공사의 실적자료를 분석하여 개발됨.
- <그림 3-8>과 같이 산정된 공기가 동종 공사의 표준공기와 비교하여

더 길거나, 동일, 또는 짧더라도 그 차이가 10% 미만인 경우는 산정된 공기가 적정공기로서 인정되어 그대로 결정됨. 그러나 산정된 공기가 동종 공사의 표준공기보다 10% 이상 짧은 경우에는 그 공기의 적정성을 재검토해야 함. 국토교통성은 2015년부터 직할 토목공사를 대상으로 공사산정일수의 타당성 점검을 실시하고 있음.

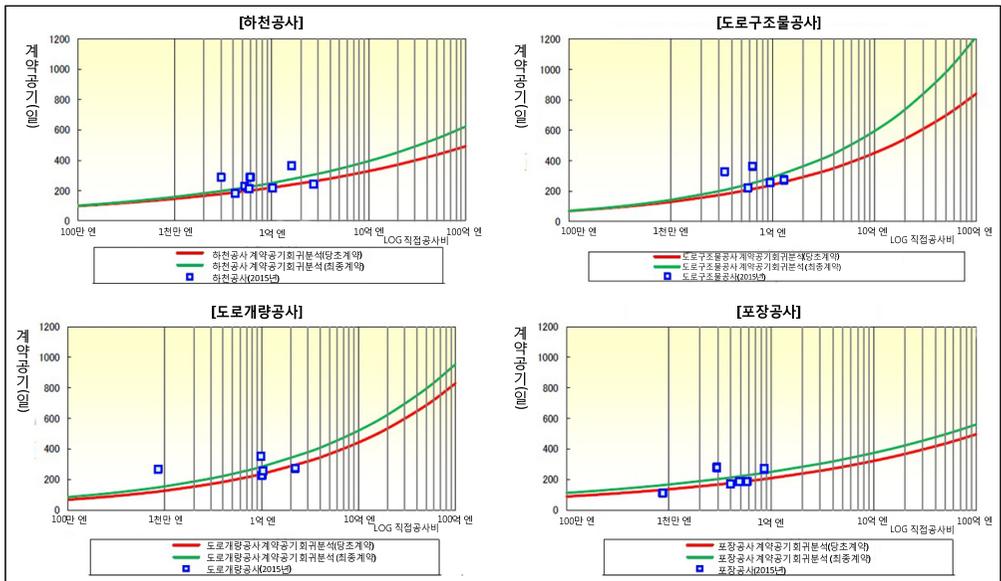
〈표 3-18〉 동종 유형 공사의 표준공기 산정식

$$T = A \times P^b \quad (T : \text{공기 } P : \text{직접공사비 } A, b : \text{계수})$$

〈표 3-19〉 동종 유형 공사의 표준공기 산정식 적용 계수

공종	A	b	공종	A	b
하천공사	6.5	0.1981	PC교공사	0.9	0.3154
도로구조물공사	1.0	0.3102	포장공사	9.9	0.1753
해안공사	0.6	0.3265	도로유지공사	4.6	0.2263
도로개량공사	2.2	0.2637	하천유지공사	19.9	0.1422
강교시설공사	4.5	0.2373	하수도공사	20.1	0.1436

자료 : 国土交通省



자료 : 国土交通省

〈그림 3-8〉 공기산정일수 확인 기준

7) 토목공사 공기설정 지원시스템

(1) 개요

□ 토목공사의 공기설정 지원시스템은 국토교통성 토목공사 적산시스템(이하, JACIC)의 내부 프로그램으로서 개발됨. JACIC은 공정계획정보로서 공정에 관한 설계서 데이터를 CSV형식으로 출력할 수 있도록 개량되었고, 적산기준의 작업일당 표준작업량을 사용한 표준시공일수를 CSV형식으로 재출력할 수 있도록 JACIC의 서브시스템을 개발함.

- JACIC 탑재된 일당 표준작업량은 2017년 3월 국토교통성에서 작성한 「작업일당 표준작업량의 설정에 대해」의 수치를 따르며, 여기에 설정되어 있지 않는 공종에 대해서도 별도로 조사하여 추가함.

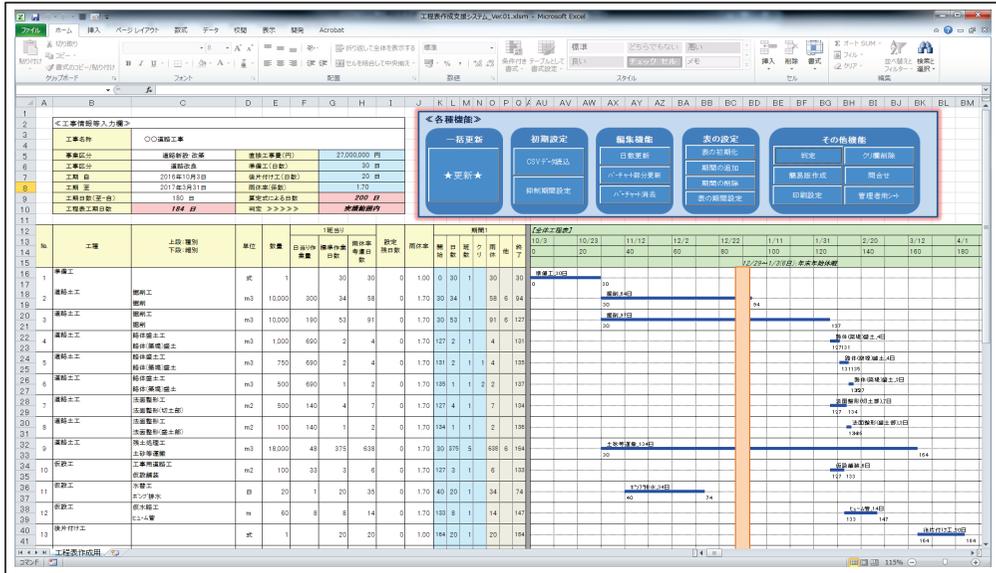
□ <그림 3-9>와 같은 토목공사 공기설정 지원시스템(프로토타입) 개발이 완료된 이후, 2016년 10월부터 국토교통성 직영공사 대상으로 시범운영 됨.

구분	구분명	단위	수량	단위수량	구분	구분명	단위	수량	단위수량	구분	구분명	단위	수량	단위수량
1	공사준비	일	1	1	1	공사준비	일	1	1	1	공사준비	일	1	1
2	공사준비	일	1	1	2	공사준비	일	1	1	2	공사준비	일	1	1
3	공사준비	일	1	1	3	공사준비	일	1	1	3	공사준비	일	1	1
4	공사준비	일	1	1	4	공사준비	일	1	1	4	공사준비	일	1	1
5	공사준비	일	1	1	5	공사준비	일	1	1	5	공사준비	일	1	1
6	공사준비	일	1	1	6	공사준비	일	1	1	6	공사준비	일	1	1
7	공사준비	일	1	1	7	공사준비	일	1	1	7	공사준비	일	1	1
8	공사준비	일	1	1	8	공사준비	일	1	1	8	공사준비	일	1	1
9	공사준비	일	1	1	9	공사준비	일	1	1	9	공사준비	일	1	1
10	공사준비	일	1	1	10	공사준비	일	1	1	10	공사준비	일	1	1
11	공사준비	일	1	1	11	공사준비	일	1	1	11	공사준비	일	1	1
12	공사준비	일	1	1	12	공사준비	일	1	1	12	공사준비	일	1	1
13	공사준비	일	1	1	13	공사준비	일	1	1	13	공사준비	일	1	1
14	공사준비	일	1	1	14	공사준비	일	1	1	14	공사준비	일	1	1
15	공사준비	일	1	1	15	공사준비	일	1	1	15	공사준비	일	1	1
16	공사준비	일	1	1	16	공사준비	일	1	1	16	공사준비	일	1	1
17	공사준비	일	1	1	17	공사준비	일	1	1	17	공사준비	일	1	1
18	공사준비	일	1	1	18	공사준비	일	1	1	18	공사준비	일	1	1
19	공사준비	일	1	1	19	공사준비	일	1	1	19	공사준비	일	1	1
20	공사준비	일	1	1	20	공사준비	일	1	1	20	공사준비	일	1	1
21	공사준비	일	1	1	21	공사준비	일	1	1	21	공사준비	일	1	1
22	공사준비	일	1	1	22	공사준비	일	1	1	22	공사준비	일	1	1
23	공사준비	일	1	1	23	공사준비	일	1	1	23	공사준비	일	1	1
24	공사준비	일	1	1	24	공사준비	일	1	1	24	공사준비	일	1	1
25	공사준비	일	1	1	25	공사준비	일	1	1	25	공사준비	일	1	1
26	공사준비	일	1	1	26	공사준비	일	1	1	26	공사준비	일	1	1
27	공사준비	일	1	1	27	공사준비	일	1	1	27	공사준비	일	1	1
28	공사준비	일	1	1	28	공사준비	일	1	1	28	공사준비	일	1	1
29	공사준비	일	1	1	29	공사준비	일	1	1	29	공사준비	일	1	1
30	공사준비	일	1	1	30	공사준비	일	1	1	30	공사준비	일	1	1

자료 : 竹屋 宏樹, 工期設定支援システムの開発

<그림 3-9> 토목공사 공기설정 지원시스템(프로토타입) 1

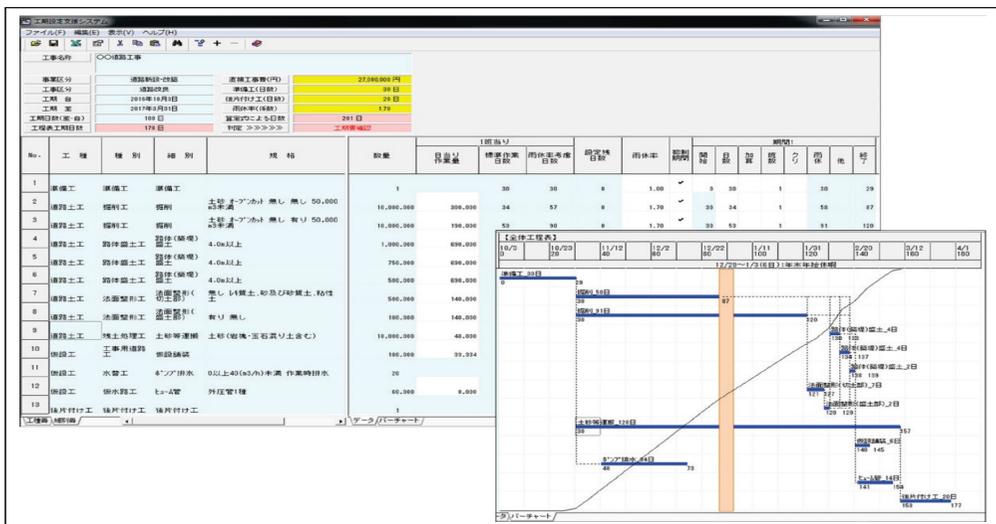
- <그림 3-10>과 같이 토목공사 공기설정 지원시스템은 범용성이 있는 Microsoft Excel을 사용하며, 공정계획정보(CSV형식 파일)를 읽어 들이는 기능이 포함되어 있음. 우휴율, 준비·뒷정리기간을 설정할 수 있으며, 공사역제기간도 설정할 수 있음. 또한 크리티컬 패스(CP)를 설정할 수 있으며, 바차트로도 표현될 수 있음. 더욱이 과거 공사 공사기간과의 비교 기능도 탑재되어 있음.



자료 : 竹屋 宏樹, 工期設定支援システムの開発

〈그림 3-10〉 토목공사 공기설정 지원시스템(프로토타입) 2

□ 〈그림 3-11〉과 같이 토목공사 공기설정 지원시스템의 정식버전은 프로토타입의 기능을 승계하면서도 시범운용 기간에 발견된 문제를 해결하여 개발됨.



자료 : 竹屋 宏樹, 工期設定支援システムの開発

〈그림 3-11〉 토목공사의 공기설정 지원시스템 정식 버전

- Microsoft Office에 의존하지 않는 독립적인 시스템으로서, 공정작업의 일부 자동화를 통해 적산담당자의 업무 부담을 줄이기 위해 개발됨. 국토교통성은 2017년도부터 유지보수공사를 제외한 모든 직영 공사에 대해 토목공사 공기설정 지원시스템의 정식버전을 활용하고 있음.

□ 토목공사 공기설정 지원시스템의 정식버전은 <표 3-20>과 같은 5가지 특징이 존재함.

<표 3-20> 토목공사 공기설정 지원시스템의 정식버전의 특징

특징	내용
품셈 등의 표준적인 작업일수가 자동 산출	표준 작업일수는 적산시스템으로부터 출력된 CSV형식의 공정계획정보(수량총괄표 레벨)와 작업일당표준작업량을 활용하여 세부단위(레벨4)에 따라 자동산출함. 또한 산출된 작업일수에 대응하여 바차트를 자동작성함.
우휴율, 준비·뒷정리 기간의 설정	각 지역에서 설정되는 우휴율을 입력하여, 우휴율을 고려한 일수를 자동으로 산출하고, 바차트에 반영함. 또한 준비·뒷정리에 필요한 기간에 대해서도 공사구분 별로 설정되어 있는 일수를 자동으로 추가함.
표준적인 작업순서에 따른 공정을 자동작성	적산기준에 기재된 표준시공 플로우에 준거한 작업순서를 리스트화되어 탑재되어 있음. 담당자가 리스트로부터 직접 선택하면 공정이 자동적으로 바뀜. 또한 공정의 연속정보를 데이터화하여 유사한 공사에서 실적치에 따른 공정을 자동적으로 바꾸어줌.
공사역제기간의 설정	수주자의 책임이 아닌 공사역제기간(장마기나 강설기, 주민대응 등)을 설정
과거 유사 공사와 공기일수의 타당성 체크	설정된 공사일수에 대해 과거의 공사에서 직접공사비와 실적공기의 통계적인 분석에 따라 선정된 표준공기(산정식)와 대조하여, 자동적으로 타당성을 검증함. 표준공기와 비교하여 10%이상 공기가 짧아진 경우에는 주의 메시지가 출력되어 짧은 공기일수의 무리한 발주를 예방함.

자료 : 竹屋 宏樹, 工期設定支援システムの開発

(2) 입력방법

□ 토목공사 공기설정 지원시스템 정식버전의 입력 방법은 <표 3-21>의 절차를 따름.

〈표 3-21〉 토목공사 공기설정 지원시스템의 입력방법

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ① 적산시스템에서 작성한 설계서로부터 공정계획정보를 CSV형식 파일로 출력하고, 공기설정지원시스템에서 CSV파일을 읽어들이 ② 직접공사비, 대상공사 구분을 입력하면, 자동으로 공사구분에 따른 준비·뒷정리기간이 설정됨 ③ 우휴율을 입력함. 초기치는 1.7(1.0 + 우휴율)이 설정되어 있으나, 지역과 공종에 따라 변경할 수 있음. ④ 공사역제기간을 설정함 ⑤ 공정표 어시스트 기능을 사용하여 공종이나 세부 항목 간을 수정함. ⑥ 현장의 실태에 맞춘 크리티컬 패스의 설정이나 필요에 따라 공종 간 교체를 실시하고, 공기를 설정함. ⑦ 설정한 공기일수와 과거의 유사 공사의 공기일수를 비교하여, 유사 공사의 실적치보다 10%이상 짧은 지를 확인함. ⑧ 설정한 공기가 짧은 경우, 해당 공기의 타당성을 재확인해야함. |
|--|

자료 : 竹屋 宏樹, 工期設定支援システムの開発

3. 건축분야의 적정 공기 산정

1) 공공건축공사에서 공기설정의 기본적인 개념

□ 2015년 3월 국토교통성 관청영선부는 건설업단체와 의견교환을 실시하여, 공공 건축물의 공사에서 공기설정의 현황에 관한 문제의식을 공유하고, 적절한 공기를 설정하기 위한 대책 등에 대해 검토함. 그 검토결과를 「영선공사에서 공기설정의 기본적 개념」으로 정리하여 지방정비국에 통지함.

(1) 단계별 발주자의 대처

□ 〈표 3-22〉와 같이 적정 공기를 확보하기 위하여 각 단계(조사 및 설계 단계, 공사발주 준비단계, 입찰계약단계, 시공단계)별로 발주자가 해야 할 사항을 명시함.

- 조사 및 설계단계에서 발주자는 사업전체의 공정(스케줄)이 정확하게 진행될 수 있도록 필요한 기간을 산정하고 충분한 예산을 요구하여 적절한 사업계획이 수립될 수 있도록 해야 함. 사업기간에는 시설관리자, 관공서 등과의 협의 및 조정에 소요되는 기간뿐만 아니라, 인근 주민

등 공사의 영향을 받는 관계자에게 공사내용을 설명하고 허락을 받기 위한 조정기간도 포함됨.

〈표 3-22〉 적정공기 확보를 위한 단계별 발주자의 대처

단계	발주자의 대처
조사 및 설계단계	① 조정에 필요한 기간을 충분히 반영하여 예산을 요구할 것 ② 사전 조사를 충분히 실시할 것 ③ 설계단계에서 도면 심사를 엄격하게 진행하고, 요구 성능은 명확하게 기재할 것
공사발주 준비단계	① 조사에서 얻은 조건을 적절하게 반영한 공기를 입찰조건으로 설정할 것 ② 공사 시공시기의 평준화를 위해 노력할 것 ③ 자재나 노동자 확보 등 준비를 위한 공사 착수 이전의 여유기간을 설정할 것
입찰계약단계	① 시공 조건을 명확히 할 것 ② 공기를 단축하는 기술제안을 추구하지 말 것
시공단계	① 승인 업무를 신속하게 실시할 것 ② 공사의 진척상황을 정확하게 파악할 것 ③ 하나의 공사현장에 복수의 계약에 따라 공사가 실시되는 경우, 각 공사 간 조정을 실시할 것

자료 : 国土交通省자료에 기초하여 저자가 재작성

- 공사발주 준비단계에서 발주자는 조사 및 설계내용에서 얻은 시공조건을 적절히 반영한 공기를 입찰조건으로 설정해야 함. 또한 각 지역의 전체 공사량을 상시 파악하여 1년 내내 균일한 예산이 집행될 수 있도록 발주시기 및 공사완성 시기를 검토하여 공사 시공 시기 평준화를 피해야 함. 더욱이 공사착수 전까지 자재나 노동자를 확보하기 위해 필요한 여유기간 설정과 더불어 현장 기술자 및 기능자의 업무 부담을 가중시키지 않는 공기를 산정하기 위해 노력해야 함.
- 입찰·계약 단계에서 발주자는 설계도서에 관한 시공사의 질문이 있는 경우, 공사의 시공조건, 시공순서 등 공기에 영향을 줄 수 있는 사항에 대해 신속하고 명확하게 답변해야 함. 또한 발주 전에 불명확한 사항이 있으면 추가로 조건을 명시하는 등 시공조건을 구체화하기 위해 노력해야 함. 그리고 반드시 필요하다고 인정되는 경우를 제외하고, 시공사에게 공기를 단축하는 기술 제안을 허용해서는 아니 됨.

- 시공단계에서 발주자는 공정에 지연이 발생하지 않도록 시공계획, 시공도의 승낙을 신속하게 실시하고, 공사의 진척사항을 정확하게 파악해야 함. 만약 하나의 공사현장에서 복수의 계약에 따른 공사가 실시되는 경우는 전체 공정에서 지연이 발생하지 않도록 발주자가 조정을 적절히 실시해야 함.

(2) 공사종류별 발주자의 고려사항

□ 공사종류별(신축공사, 개수공사) 발주자가 적정공기 확보를 위해 고려해야 하는 사항은 <표 3-23>과 같음.

<표 3-23> 적정공기 확보를 위한 공사종류별 발주자의 대처

공사종류	발주자의 고려사항
공통사항	① 적설, 온도, 강우량, 강풍 등의 자연요인, 노동자수급상황, 자재조달상황, 교통상황 등의 사회요인을 고려해야 하며, 특히 구체공사와 외부공사는 자연요인을 크게 받음을 고려할 것 ② 공사 장소의 주변 환경 및 각 종 규제를 고려할 것. 또한 인근주민의 영향을 고려할 것 ③ 주휴2일, 연말연시, 여름휴가, 입주관공서의 행사에 따른 비가동일수를 고려할 것 ④ 가설공작물의 설치, 철거기간, 자재 및 장비의 제작기간을 고려할 것 ⑤ 재료와 공법에 따라 작업 순서 및 공정이 달라지는 것을 고려할 것 ⑥ 특수 시공조건은 설계도서에 명시할 것 ⑦ 수전개시일 및 설비의 종합 시운전 조정에 필요한 시기를 고려할 것 ⑧ 관공서의 완료검사, 공사의 완성검사 등에 필요한 기간을 고려할 것
신축공사	① 각각의 공사에 필요한 시간을 더하고, 과거의 실적 등을 참고하여 실정에 맞는 공기를 설정할 것 ② 터파기공사 및 기초공사에는 토지의 지력, 토질, 상하수 및 지하매설물의 영향이 큰 것을 고려할 것 ③ 구체공사, 마감공사 등에는 충분한 양생기간을 포함할 것
개수공사	① 건물을 사용하는 가운데 공사를 하는 경우, 시공이 불가능한 일정 및 시간 등의 조건을 고려할 것 ② 대체시설을 확보해야 하는 경우, 대체시설의 설치와 철거에 필요한 기간을 고려할 것 ③ 석면제거 등이 필요한 경우는 석면제거공사 뿐만 아니라 관공서의 절차에 필요한 기간을 고려할 것 ④ 시공에 앞서 수주자가 시공계획조사, 시공수량 조사 등의 시공조사에 필요한 기간을 고려할 것 ⑤ 자재의 임시보관소가 좁은 경우, 낮아지는 작업효율을 고려할 것

자료 : 国土交通省자료에 기초하여 저자가 재작성

2) 프로그램 - 건축공사 적정공기 산정 프로그램 닛켄렌 버전

(1) 개요

□ 2014년 8월, 일본건설업연합회(日本建設業連合会, 이하 닛켄렌)의 건축 본부는 적정공기 수주환경 조성, 4주 8휴 실현, 건설업 종사자 삶의 질 향상, 장래를 위한 젊은 층 확보를 위해 <표 3-24>와 같은 조건이 구현될 수 있는 건축공사 적정공기 산정 프로그램을 개발하기로 함.

<표 3-24> 적정 공기의 설정 조건

항목	내용
휴일설정	완전주휴2일, 공휴일 출근
특별휴가	연말연시5일, 여름휴가3일, 골든위크3일
노동시간	8시간노동(잔업 없음)
품셈	회원기업의 품셈데이터로부터 157항목의 닛켄렌 품셈치를 작성
우천일	과거20년의 일강수량10mm이상의 우천일수에 기초하여 우천예상일을 설정
시공순서	철골조립, 크레인종별, 구체의 공구별, 수전일, 검사기간 등 설정
적정공기	닛켄렌이 설정한 조건을 만족하는 공정표에는 「닛켄렌 적정공기」의 문자가 표시됨. 사용자가 휴일이나 작업선 등을 변경하여 적정공기의 조건을 만족하지 않는 경우에는 문자가 사라짐.
공기율	닛켄렌 적정공기는 100%로 표시됨. 사용자가 공기를 변경한 경우, 적정공기에 대한 비율이 표시됨. 공기율(%) = 사용자공기 ÷ 닛켄렌 적정공기 이를 통해 공정의 완급을 수치로 객관적으로 표시할 수 있음.

자료 : 建築ソフト株式会社

- 회원기업 8개 사로 구성된 프로그램 개발 TF를 운영하고, 개발을 추진함. 같은 시기에 국토교통성 대신관방관청영선부에서는 공공 건축물의 적정 공기 설정의 개념 보급에 관한 검토가 진행되고 있었음. 관청영선부와 닛켄렌 건축본부와의 의견교환의 자리로서 마련된 시공분과회에서 개발 중인 프로그램을 활용하여 청사모델의 공기시산(공기산정 시범)을 실시함. 이후 닛켄렌 건축본부와 관청영선부는 지속적으로 의견을 교환하면서 건축공사 적정공기 산정 프로그램을 공동 개발함.

- 관청영선부는 2015년 3월에 「영선공사에서 공기설정의 기본적인 개념(営繕工事における工期設定の基本的考え方)」을 발표하고, 2015년 10월 및 2018년 2월에 「공공 건축공사에서 공기설정의 기본적 개념(公共建築工事における工期設定の基本的考え方)」을 개정 발표함. 이 규정을 통해 민간과의 의견교환을 통해 만들어진 닛켄렌의 적정공기 산정 프로그램을 관청영선부의 기본적 개념을 반영한 프로그램으로 인정함.
- TF에 참가한 8개 사의 공정계획 노하우를 모아, 기존 공기산정 프로그램을 수정함으로써 닛켄렌 버전의 건축공사 적정공기 산정 프로그램이 개발됨. 닛켄렌 버전은 품셈, 시공순서, 휴일(완전주휴 2일), 우천휴지일 설정에서 기존 버전과는 차이가 있음.
- 당해 프로그램은 <표 3-25>와 같이 적설지역이나 인구가 부족한 지역을 제외한 일반적인 도시의 사무소, 집합주택, 학교, 공장, 창고, 의료시설 모두에 적용될 수 있음. 또한 일반적인 RC조, SRC조, S조에 모두 적용할 수 있으며, 지하 4층, 지상 45층 규모의 건축물에도 활용할 수 있음.
- 다만, 체육관 등 RC조와 S조를 복합하는 구조 및 철골 트러스 구조에는 적용할 수 없음. 또한 곡면이 다수 포함된 특수형상의 건물이나 냉동 창고 등의 특수용 창고에도 적용할 수 없음. 더욱이 역타설 공법 등 특수한 시공공법이나 면진구조, 해체공사에도 적용할 수 없다는 한계를 지님.

〈표 3-25〉 프로그램의 적용이 가능한 건축물 범위

항목	내용
대상지역	일반적인 도시(적설지역, 인구부족지역은 포함하지 않음)
용도	사무소, 집합주택, 학교, 공장, 창고, 의료시설
구조	RC조, SRC조, S조
층수	지하4층, 지상45층, 펜트하우스2층 이내
높이	RC조, SRC조는 지상 60m이하, S조는 200m이하
층면적	5,000㎡/층 이하, 단 공장 및 창고는 10,000㎡/층 이하

자료 : 建築ソフト株式会社

(2) 입력방법

- 적정 공기 산정절차는 3단계로 구분됨. 1단계에서는 적정 공기를 산정하고자 하는 건축물의 기초 정보를 입력하고, 2단계에서는 자동으로 설정된 조건의 수정이 필요한 경우에는 수작업으로 조정함. 3단계에서는 공정의 작성 기준일을 설정함.
- 기초정보 입력 단계에서는 <그림 3-13>과 같은 화면 정보만을 입력함. 건축물의 이름, 건축물이 지어질 도도부현, 건축물의 용도(사무실, 집합주택 등)를 선택함. 이어서 건축물의 기초정보로써 부지면적, 건축면적, 바닥면적, 지하와 지상 층수를 입력함. 마지막으로 입력된 지하와 지상 층수에 대한 세부 정보로써 각 층의 면적과 층고, 그리고 구조를 입력함.

建物概要 - 入力サンプル.NKD

フイルム(F) ヘルプ(H)

建物概要

建物名: 入力サンプル

所在地: 東京

建物用途: 事務所

敷地面積: 1600 m² 建築面積: 1500 m² 延床面積: 12050 m²

階数: 地下 1, 地上 7, PH 1

階別データ: 面積・階高・構造自動

階	面積(m ²)	階高(mm)	構造	階用途(m ²)
P1F	187.50	4,000	RC	廊下・階段・ホール
7F	1,482.80	4,000	RC	事務室 1,482.80
6F	1,482.80	4,000	RC	事務室 1,482.80
5F	1,482.80	4,000	RC	事務室 1,482.80
4F	1,482.80	4,000	RC	事務室 1,482.80
3F	1,482.80	4,000	RC	事務室 1,482.80
2F	1,482.80	4,000	RC	事務室 1,482.80
1F	1,482.80	4,000	RC	事務室 1,482.80
B1F	1,482.80	4,000	RC	事務室 1,482.80

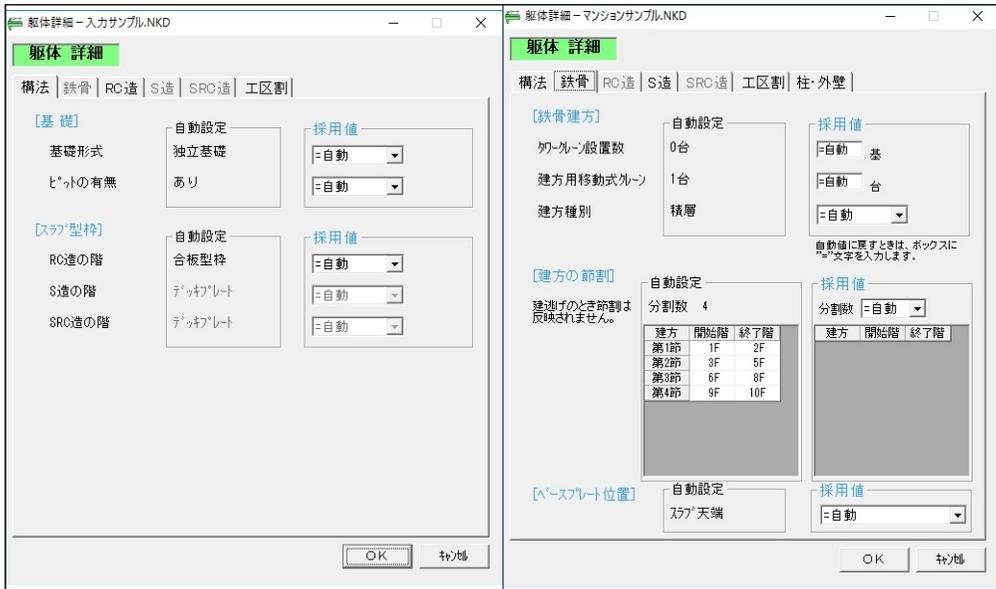
面積計/地上高: 12,049.90 32,000

戻る 次へ

자료 : 建築ソフト株式会社

<그림 3-13> (1단계) 공기설정을 위한 정보 입력 화면

- 별도의 작업을 하지 않아도 상세 조건은 자동으로 설정됨. 그러나 사용자가 상세 조건을 수정하고 싶다면 상세 조건 설정 단계에서 수정할 수 있음(2단계). <그림 3-14>와 같이 토공사상세(말뚝, 흙막이), 구체상세(기초형식, 피트층) 등, 마감상세(외부마감, 내부마감, 방 수), 설비상세(엘리베이터 대수) 등 사용자가 상세한 조건을 설정할 수 있음.

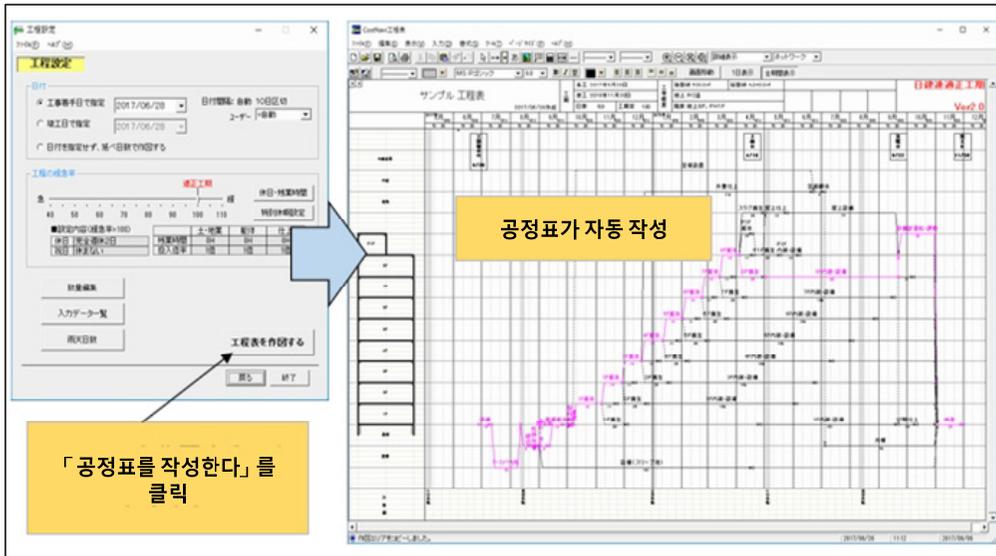


자료 : 建築ソフト株式会社

<그림 3-14> (2단계) 상세 조건 수정 입력 화면

- 마지막으로 공정표를 작성하기 위한 기준 일자를 <그림 3-15>와 같이 설정함(3단계). 기준일자는 공사 착수일을 입력하거나 목표 준공일을 입력하는 방법, 목표 일자 없이 순수하게 소요일수를 계산하는 방법이 있음.
- 또한 필요에 따라서 공기율을 설정할 수 있음. 예를 들어 90을 설정하면 적정공기가 100이라고 했을 때의 90%의 공기로 작성되며, 110을 설정하면, 110%의 공기로 작성됨.
- 자동으로 작성된 공정표는 작업선의 추가 또는 삭제, 작업선의 연장 및 축소, 작업명의 변경, 사진이나 그림의 첨부 등의 편집이 가능함.

9) 지하층에 주거 공간이 아닌 설비나 배관, 각종 수조를 설치하는 경우 이를 피트층이라고 함.



자료 : 建築ソフト株式会社

〈그림 3-15〉 (3단계) 기준 일자 설정 및 자동 작성

4. 일본 공공건설 공사기간 산정체계의 특징

- 휴일 등 비작업일수 부족이 적은 층의 건설업 기피와 근로시간 외 노동이 빈번함에 따라 근로시간 외 노동 상한 규제, 4周 8休 정책을 수립하고 이행하기 위한 많은 노력을 하고 있음.
 - 국토교통성 조사결과에 따르면, 13개 공사의 발주자 예정공기의 작업 일수는 평균 157일임에 반해 실제 공기의 작업일수는 평균 199일로 42일이 부족한 것으로 나타남. 이로 인해 시공사는 휴일 등 비작업일수를 최대 억제하여 공기를 준수한 것으로 파악됨.
 - 국토교통성은 과거 직영 공사에서 발주자가 설정한 공기가 짧았음을 확인하고, 적정공기 산정기준 마련을 추진함.
- 4周 8休 정책의 이행 및 근로시간 외 노동의 해소를 위해 공공건설 공사기간의 산정과 관련된 법률을 개정하고 각종 제도를 신설함.
 - 14년 6월 「공공공사 품질확보 촉진에 관한 법률」에서 적정공기 산정을

발주자 책임 중 하나로 명시하고, 15년 11월 「발주관계 사무의 운용에 관한 지침」에서 주2일 휴무 확보를 위한 대응방향을 수립함. 15년 3월 「영선공사에서 공기설정의 기본개념」, 17년 8월 「건설공사에서 적절한 공기설정을 위한 가이드라인」 수립을 통해 공기 산정 시 고려사항과 주2일 휴무 비용을 규정함.

- 일본 공공건설 공사기간 산정체계의 특징은 7가지로 대별될 수 있음. 이를 설명하면 다음과 같음.

1) 분권형, 객관적 자료·기준 중시

- 가이드라인에 명시된 기본원칙 하에서 공공 발주자가 자체 공기산정 기준을 수립하는 분권형 체계이나, 중·소형 공공 발주기관을 위해 구체적이고 객관적인 자료와 기준을 마련함.
 - 순공사일수 산정기준으로 264개 공종(공통 96개 공종, 하천 50개 공종, 도로 118개 공종)으로 구분된 일당 표준작업량을 수립하고 있음. 또한 비작업일수 기준으로 환경변화에 맞는 공사준비기간, 우휴일, 공사억제기간, 뒷정리기간의 산정기준을 마련하고 있음.

2) 공공건설 공사기간은 바람직한 자원투입과 생산성을 기초로 산정된 순작업일수와 4周 8休 등 환경변화에 적합한 비작업일수를 합산한 적정공기

- 바람직한 자원투입과 생산성(표준보과)을 기초로 산정된 순작업일수와 4周 8休 등 환경변화에 적합한 비작업일수를 합산한 기간으로서 객관적이고 구체적인 자료와 기준으로 표현된 적정공기의 개념임.
 - 일당 표준작업량을 공사종류·공종·시공조건별로 세분화하여 실제 가동일수를 정확히 산출하고, 공사준비기간, 우휴일, 공사억제기간, 뒷정리기간을 환경변화에 맞게 재정립하고 구체화함. 또한 발주평준화와 시공사의 원활한 자원수급을 위해 여유기간을 별도로 설정함.
 - 바람직한 자원투입과 생산성, 환경변화를 반영한 객관적 기준과 자료에 의한 적정 공기이므로, 시공사의 공기단축 제안을 허용하지 않음.

책임과 역할을 명시하고 있으며, 영선공사의 경우에는 신축공사와 개·보수 공사로 구분하여 발주자 책임과 역할을 규정하고 있음.

5) 공공 발주자 적정공기 산정 및 이행을 유도하기 위한 각종 제도적 보완장치 마련

- 가이드라인 수립에만 그치는 것이 아니라, 공기지연의 수주자·발주자 공유 제도와 같이 공공 발주자 적정공기 산정 및 이행을 위한 제도적 장치를 마련하고 있음.
- 발주자와 시공사 업무를 사전에 협의하여 공유하고, 발주자 책임에 의한 공기 지연 시 필요일수 만큼 공기가 자동 연장되는 공기지연의 수주자·발주자 공유제도를 운영하고 있음. 또한 시공사의 자재, 인력, 장비 수급을 위해 공기 30% 또는 4개월 이내에서 여유기간을 설정하고 있음. 더욱이 전기·설비·승강기 공사 등 후속공종의 적정 공기 확보를 위해 공공 건축공사 발주자에게 공사 착수 이전 시공사의 공정계획을 검토할 의무를 부여하고 있음.
- 발주자의 부적정한 공기산정 금지 및 수주자의 공기덤핑 금지, 더 나아가 하도급자 적정공기 확보를 규정하고 위반 시 벌칙을 부여하고 있음. 또한 4週 8休 이행 건설현장에는 공통가설비 2%와 현장관리비 4%를 추가 계상하고 있음.

6) 공공건설 공사기간 산정을 위한 통합시스템의 개발 및 적극 활용

- 공사종류별 작업유형과 상호관계, 표준작업량, 비작업일수 정보가 모두 망라된 CPM 기반 통합 시스템을 개발하고, 공사기간 산정 실무에 적극 활용하고 있음.
- 국토교통성 토목공사 적산시스템(JACIC) 내부 프로그램 중 하나로 “토목공사 공기설정 지원 시스템”을 개발하고, 유지보수 공사를 제외한 모든 공사에 적용하고 있음. 토목공사 공기설정 지원시스템은 품셈 등의 표준 작업일수 자동 산출, 우휴율, 준비·뒷정리 기간 설정, 표준적 작업순서에 의한 공정 자동 작성, 공기억제기간 설정, 과거 동종 공사 표준공기와의 비교 기능을 갖고 있음.

- 일본건설업연합회는 국토교통성 관청영선부와 함께 8개 대형 건설사의 시공실적 자료를 활용하여 “건축공사 적정공기 산정 프로그램”을 개발하고 특수 건축물을 제외한 모든 건축물에 적용하고 있음. 건축공사 적정공기 산정 프로그램은 부지면적, 건축면적, 지하·지상 층수 등 몇 가지 공사특성 변수만 입력하면, 작업종류, 수량, 상호관계, 표준작업량, 비작업일수가 자동 설정되어 CPM 공정표와 공사기간이 계산되는 기능을 갖고 있음.

7) 공공건설 공사기간의 적정성 확인을 위한 별도의 시스템 구축

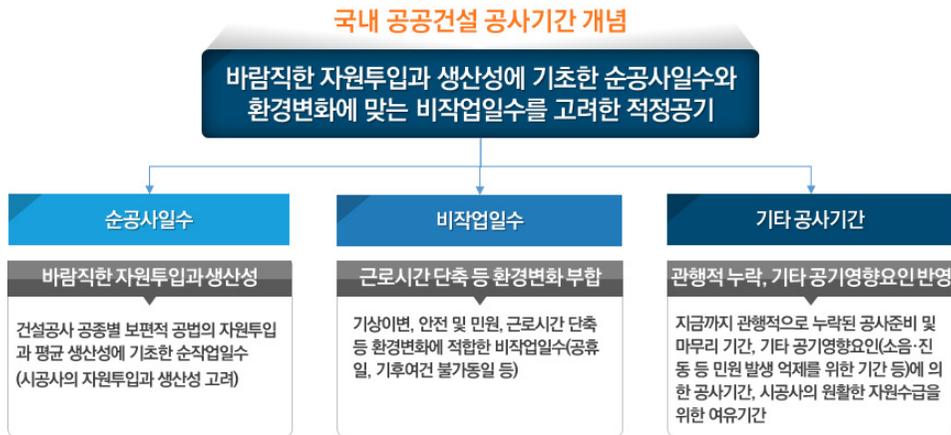
- 공공건설 토목공사와 건축공사로 구분하여 공사기간의 적정성을 확인하기 위한 시스템을 구축하고 있음. 미국의 공사기간 적정성 확인은 주로 규정된 절차 이행 및 고려사항 반영 여부, 타 부서와의 의사소통 여부에 중점을 둔 반면, 일본의 경우에는 공사기간 산정절차 이행여부보다는 그 결과의 적정수준에 중점을 둠.
- 토목공사는 기간산정 완료 후 동종 공사의 표준공기와 비교하여 그 적정성을 검토하고, 비현실적인 경우 조정하도록 되어 있음. 즉, 동종 공사의 표준공기와 비교하여 그 차이가 10% 미만일 때 적정 공기로 인정되나, 그 이상(적은 경우)인 경우는 공사기간의 적정성을 재검토하고 조정해야 함.
- 건축공사는 프로그램의 공기율을 통해 적정성을 확인하고, 그 수준이 100%(프로그램이 제공하는 기본조건과 표준작업량 적용 시)인 경우 일본건설업연합회가 적정공기로 인증함. 프로그램 상 조건과 표준작업량을 조정하면 공기율은 100을 기준으로 상향 또는 하향 조정되며, 이를 통해 공사기간 적정수준을 사전 인지할 수 있음.

- 우리보다 공공건설 공사기간 부족현상을 일찍 경험한 미국과 일본은 이미 공공공사기간을 산정하기 위한 합리적인 체계를 구축하고 있음. 따라서 이들 국가의 사례를 벤치마킹하여 국내 공공건설 공사기간 산정체계를 선진화할 필요가 있음.
- 18년 12월까지 국토교통부는 「공공 건설공사 공사기간 산정기준」을 수립하고 발표할 예정임. 그러나 이는 국내 공공건설 공사기간 산정체계를 구축하기 위한 시작에 불과할 뿐, 앞으로도 선진화를 위한 지속적인 노력이 필요함.
- 국내 공공건설 공사기간 산정체계를 확립함에 있어 설정해야 할 적정 공기 개념, 선진화 방향 및 향후 추진과제를 제안하면 다음과 같음.

1. 국내 공공건설 공사기간의 개념

- 미국의 공공건설 공사기간 개념은 최대기간 개념인 반면, 일본은 시공여건과 환경변화를 고려한 적정(평균)기간 개념임.
- 미국은 공기지연에 의한 시공사와의 분쟁 최소화(공공 발주자의 리스크 최소화)를 위해 공공건설 공사기간을 계약에서 정한 모든 작업을 완료하는데 소요되는 최대기간으로 정의하고 있음. 합리적 수준의 최대공기이나 과장공기가 될 소지가 있으므로, 시설물의 적기 조달을 위해 공기 제안형 입찰방식 또는 공기에 따른 성과금·부성과금 계약조항을 적극 활용하고 있음.
- 일반적으로 순작업일수 산정 시 평균값보다 낮은 일당 표준작업량을 적용하거나, 비작업일수를 산정함에 있어 동절기 작업 전면 중지, 작업종류별 작업제한, 기후여건과 휴일간의 비작업일수 중복계수를 미적용하고 있음. 또한 지장물 이설, 인·허가 기간 등 기타 공기영향요인도 최대한 고려하고 있음.

- 일본은 젊은 층의 건설업 유입과 시간 외 근로 해소를 위해 공공건설 공사기간을 적정(평균)기간으로 정의하고 있음. 시공사의 자원투입 실태를 조사한 평균 생산성을 기초로 결정된 순작업일수와 4週 8休 등 환경변화에 적합한 비작업일수, 그리고 공사준비 및 마무리 기간, 여유기간을 합산한 기간을 의미함.
 - 순작업일수의 산정기준인 일당 표준작업량(264개 공종, 공통 96개 공종, 하천 50개 공종, 도로 118개 공종)이 보편적 공법의 평균 생산성을 나타낸 표준보패를 기초로 마련되었고, 여기에 최소한의 비작업일수(공사준비기간, 우휴일, 공사억제기간, 뒷정리기간)를 가산한 것이므로, 사실상 평균 개념이 강한 공사기간이라 할 수 있음.
- <그림 4-1>과 같이 본 연구는 공공건설 공사기간을 평균 생산성을 기초로 한 순작업일수, 환경변화에 적합한 비작업일수, 지금까지 관행적으로 누락된 기간, 기타 공기영향요인을 반영한 기간이 합산을 기간으로 정의함.



〈그림 4-1〉 국내 공공건설 공사기간의 개념

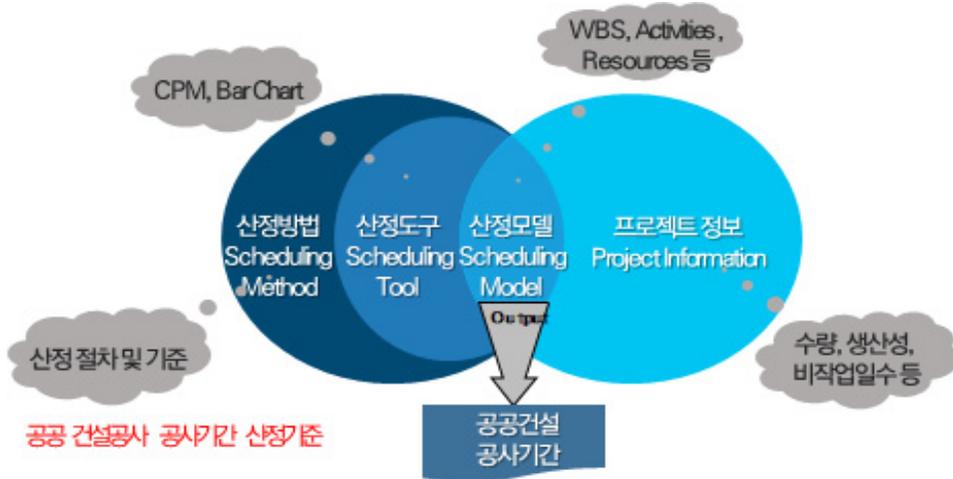
- 적정공기의 개념은 학술적으로 정립하기 어려우며, 공공 발주자와 시공사가 각기 다를 수 있음. 그러므로 적정공기의 개념은 실무적으로 공공 발주자와 시공사가 상호 수용할 수 있는 수준으로 설정하는 것이 바람직함. 공사별 평균 생산성 개념으로 순공사일수를 산정하고 지금까지 고려되지 못한 비작업일수, 그리고 공사준비 및 마무리 기간, 시공사의 자원수급 용이성 확보를 위한 여유기간을 반영한다면, 공공과 민간이 상호 수용할 수 있는 수준이 될 수 있음.

- 이를 위해서는 공종별 보편적 공법의 평균 생산성을 나타내는 표준품셈을 기초로 한 일당 표준작업량 또는 이를 대체할 수 있는 기준을 마련해야 함. 또한 미세먼지·폭우·폭설 등 기상이변, 안전 및 민원, 근로시간 단축 등 환경변화에 적합한 비작업일수(공휴일·기후여건 불가동일, 소음·진동 등 민원 발생 억제를 위한 기간)와 공사 준비 및 마무리 기간과 여유기간에 관한 객관적인 자료와 기준을 수립해야 함.

2. 국내 공공건설 공사기간 산정체계의 선진화 방향 및 추진과제

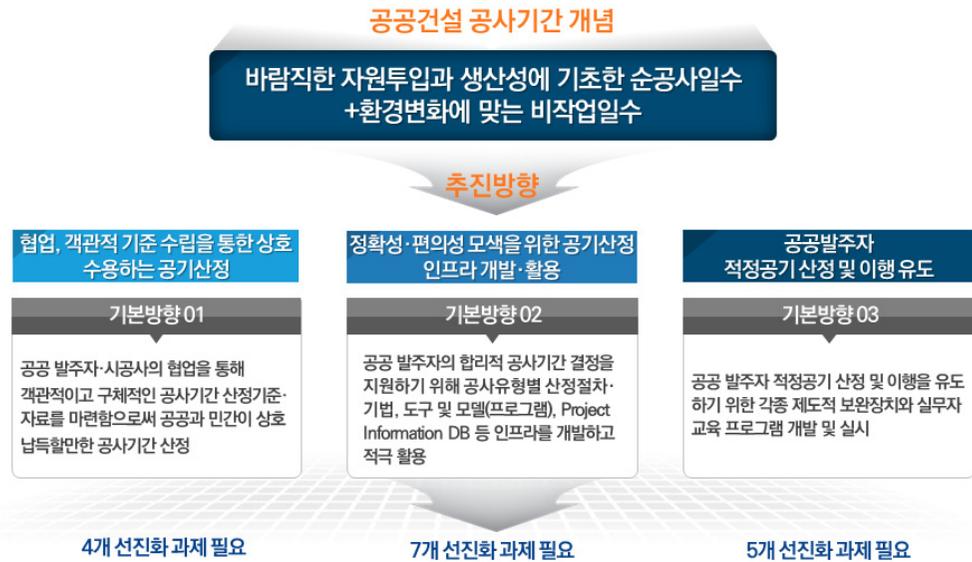
1) 선진화 방향

- 국토교통부는 공공건설 공사기간 산정 과정에서 관행적으로 누락된 요소, 기후변화 요인, 주5일 근무제 등 환경변화를 반영해 18년 말까지 「공공 건설공사 공사기간 산정기준」을 수립할 계획임. 그러나 <그림 4-2>와 같이 공공건설의 공사기간이 합리적으로 결정되기 위해서는 산정방법, 도구, 모델, 프로젝트 정보체계, 운영 전문인력이 종합적으로 구성된 체계가 필요함.
- 「공공 건설사업 공사기간 산정기준」에는 공기산정의 기본원칙만이 담겨질 계획임. 이는 공사기간 산정체계 중 일부만이 마련되는 것임.



<그림 4-2> 공공건설 공사기간 산정체계의 구성요소

- 실제로 미국과 일본의 공공건설 공사기간 산정체계를 살펴본 결과, 절차, 도구 및 모델, 프로젝트 정보체계, 전문인력 교육 등이 망라된 체계를 이미 구축하여 활용하고 있음.
- 그러나 국내의 경우 LH공사 등 일부 공공 발주기관을 제외한 대부분은 경험과 관행에 따라 공공건설 공사기간을 결정하고 있음.
- 따라서 지금까지 살펴본 미국과 일본 사례를 벤치마킹하여 국내 공공건설 공사기간 산정체계를 합리적으로 구축해야 할 것임. 따라서 본 연구는 국내 공공건설 공사기간 산정체계 선진화 방향을 <그림 4-3>과 같이 3가지로 제안함.



〈그림 4-3〉 국내 공공건설 공사기간 산정체계의 선진화 방향

- 첫째, 공공 발주자·시공사의 협업을 통해 객관적이고 구체적인 공사기간 산정기준·자료를 마련함으로써 공공과 민간이 상호 납득할만한 공사기간을 산정해야 함.
- 미국의 FHWA 가이드라인은 바람직한 수준의 자원(노동, 장비 등)이 투입된 시공사의 최신(3~5년) 시공실적 자료(시공물량, 시간, 날씨, 작업조건 등에 관한 자료)를 수집하여 일당 표준작업량을 수립하도록 권장하고

있음. 일본도 공공건설 공사기간 산정과 관련된 각종 제도 및 시스템 개발 시 시공사의 의견 수렴과 자료를 적극 활용하고 있음. 따라서 국내의 경우에도 시공사와 공공 발주자의 협업을 통해 상호 납득하는 공공건설 공사기간을 산정하는 것이 절실히 요구됨.

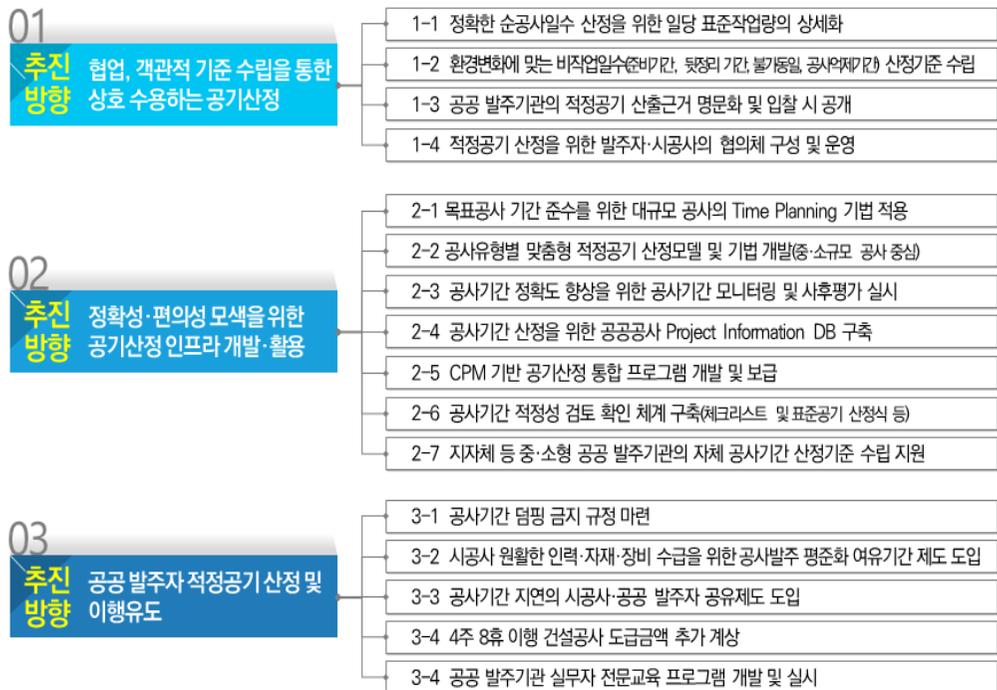
- 미국 공공 발주기관은 구체적인 기준에 의존하기보다는 공사특성과 여건에 관한 실무자의 엔지니어링 판단과 경험을 최대한 활용하여 공사기간을 산정하고 있음. 실제로 미국 FHWA 가이드라인은 공사기간의 최종결정 시 실무자의 판단이 중요함을 강조하고 있음.
- 반면, 일본은 자체 공사기간 산정기준을 마련하기 힘든 공공 발주기관을 위해 구체적이고 객관적인 자료와 기준을 마련함. 국내 공공 발주기관 실무자의 역량과 자율성, 그리고 지방자치단체 등 자체 공사기간 산정기준을 수립하기 힘든 공공 발주자의 현실을 고려할 때, 우리도 객관적이고 구체적인 공사기간 산정기준과 자료를 마련해야 함.
- 둘째, 공공 발주자의 합리적 공사기간 결정을 지원하기 위해 공사유형별 산정절차·기법, 도구 및 모델(프로그램), Project Information DB 등 인프라를 개발하고 적극 활용할 수 있는 토대를 마련해야 함.
- 미국은 공공 발주자의 공사기간 산정 편의성 모색을 위해 공사유형을 공사규모와 복잡도에 따라 구분하고, 공사기간 산정시점(기획단계, 기본설계, 상세설계 등), 산정도구 및 모델(Bar Charts, Estimated Cost Method, CPM 기법)을 각기 다르게 적용하고 있음. 또한 공사별 작업종류와 상호관계, 표준작업량, 비작업일수가 망라된 DB 구축과 이와 연동된 공기산정 통합 소프트웨어를 활용하고 있음.
- 일본도 토목공사 공기설정 지원 시스템, 건축공사 적정공기 산정 프로그램을 개발하여 실무에 적극 적용하고 있음. 따라서 국내도 공공건설 공사기간 산정의 편의성 도모를 위해 공기산정 인프라를 개발하고, 공공 발주자가 활용할 수 있도록 해야 함.
- 셋째, 공공 발주자의 적정공기 산정 및 이행을 유도하기 위하여 각종 제도적 보완장치와 실무자 교육 프로그램이 개발 및 실시되어야 함.
- 일본은 가이드라인 수립에만 그치는 것이 아니라 공기지연의 수주자·

발주자 공유제도, 여유기간 부여, 공기덤핑 금지, 4周 8休 이행 건설현장의 공통가설비 2%, 현장관리비 4% 추가 계상 등 공공 발주자의 적정공기 산정 및 이행을 위한 제도적 장치를 마련하고 있음. 따라서 국내의 경우에도 관련 법령의 개정을 통해 공공 발주자가 적정공기 산정과 이행을 할 수 있도록 해야 함.

- 미국은 공공 발주기관 공사기간 산정 실무자의 전문성 강화를 위해 교육 프로그램을 실시하고 있음. 국내 공공 발주자 공정 실무자의 역량을 고려할 때, 우리도 교육 프로그램을 개발하여 적극적으로 실시할 필요가 있음.

2) 선진화를 위한 추진과제

- 향후 우리나라가 미국이나 일본과 같이 합리적인 공사기간 산정체계를 갖춰 나가기 위해서는 <그림 4-4>와 같은 16개의 과제를 추진할 필요가 있음.



<그림 4-4> 국내 공공건설 공사기간 산정체계의 선진화 과제

(1) 시공사와의 협업, 객관적 기준 수립을 통해 상호 수용하는 공기산정

- 공공과 민간이 상호 납득할만한 공사기간을 산정하기 위해서는 다음과 같은 4개 선진화 과제가 추진될 필요가 있음. 이와 같은 과제가 추진되면 공공건설 적정공기 산정을 위한 지원체계가 갖춰질 수 있음.
- (정확한 순공사일수 산정을 위한 일당 표준작업량의 상세화) 18년 12월 중으로 발표될 「공공 건설공사 공사기간 산정기준」은 도로시설물, 철도시설물, 공동주택과 관련된 표준작업량이 수록될 예정임. 그러나 264개 공종(공통 96개 공종, 하천 50개 공종, 도로 118개 공종)과 시공조건으로 구분하여 일당 표준작업량을 수립하고 있는 일본에 비해 구체성이 미흡한 수준임. 따라서 바람직한 자원투입과 생산성을 바탕으로 순공사일수가 산정될 수 있도록 일당 표준작업량을 공공건설 공사종류별 공종과 시공조건을 고려하여 상세화하는 작업이 추진되어야 함.
- (환경변화에 맞는 비작업일수 산정기준 수립) 올해 마련될 「공공 건설공사 공사기간 산정기준」에도 법정 공휴일, 기후여건에 의한 비작업일, 공사 준비 및 정리기간에 관한 기본원칙이 담길 예정임. 그러나 주거환경보전 시간 등 공사억제기간에 관한 언급은 없음. 또한 법정 공휴일, 기후여건에 의한 비작업일, 공사 준비 및 정리기간에 관한 기본원칙도 현실과 괴리가 있을 수 있음. 따라서 비작업일수 산정기준을 환경변화에 맞도록 정교하게 다시 수립할 필요가 있음.
- (공공 발주기관의 적정공기 산정근거 명문화 및 입찰 시 공개) 국내 공공건설에서 공사기간은 발주기관이 명기한 입찰안내서 일정이 그대로 적용되고 있음. 따라서 공공 발주기관이 산정한 공사기간의 근거와 시공조건을 시공사에게 공개하여 이를 토대로 입찰 참가할 수 있도록 할 필요가 있음.
- (적정 공기 산정을 위한 공공 발주자·시공사와의 협의체 구성·운영) 미국과 일본 사례에서 볼 수 있듯이 공공 발주자와 민간(시공사)이 협업하고 있음. 따라서 공공 발주자와 시공사와의 협의체를 구성·운영하여 합리적이고 선진적인 체계를 구축할 필요가 있음. 만일 시공사의 의견 수렴이 미흡할 경우, 과거 실적공사비 제도와 같은 부작용이 발생할 소

지도 있음.

(2) 정확성·편의성 모색을 위한 공기산정 인프라 개발 및 활용

- 공공 발주자의 공기산정 인프라 개발 및 지원을 위해서는 다음과 같은 7개 과제가 추진될 필요가 있음.
 - (대규모 공사의 Time Planning 기법 적용) 대형공사는 무엇보다도 목표기간 준수가 중요함. 따라서 설계진행 과정에서 나타나는 공사기간 초과요인을 사전에 파악하고 대응할 수 있는 Time planning 기법을 적용하는 방안 강구가 요구됨.
 - (공사유형별 맞춤형 적정공기 산정모델 및 기법 개발) 미국은 공사유형을 공사규모와 복잡도에 따라 구분하고, 공사기간 산정시점(기획단계, 기본설계, 상세설계 등), 산정도구 및 모델(Bar Charts, Estimated Cost Method, CPM 기법)을 각기 다르게 적용하고 있음. 따라서 국내의 경우에도 공사기간 산정의 편의성 및 정확성 향상을 위해 공사유형별 맞춤형 공기산정 모델 및 기법의 개발이 필요함.
 - (공사기간 정확도 향상을 위한 공사기간 모니터링 및 사후평가 실시) 미국의 경우, 공사완료 후 예정공기/실제 공기 비교를 통해 공사기간 산정의 정확도를 확인하고, 이의 결과가 공공건설 공사기간 산정 시 활용되고 있음. 국내는 공공공사 시공평가 제도에 의해 시공사의 계약공기 준수만이 평가될 뿐, 공공 발주자 산정공기의 적정성이 평가되지 않고 있음. 따라서 사후평가를 통해 공사기간 자체의 정확성 향상뿐만 아니라, 공기영향요인도 발굴하여 반영할 필요가 있음.
 - (CPM 기반 공기산정 통합 프로그램 개발 및 보급) 미국, 일본 모두 공사종류별 작업유형과 상호관계, 표준작업량, 비작업일수 정보가 모두 망라된 CPM 기반 통합 시스템을 개발하고 실무에 적극 활용하고 있음. 따라서 국내도 공정계획 역량이 미흡한 공공 발주자를 위해 CPM 기반 공기산정 통합 프로그램을 개발하고 보급하는 것이 요구됨.
 - (공사기간 적정성 검토 확인 체계 구축) 미국, 일본 모두 공공건설 공사기간 적정성 검토 체계를 구축하고 있음. 이에 이번 12월에 발표될

「공공 건설공사 공사기간 산정기준」에도 공사기간 적정성 검토를 위한 표준공기 산정공식이 포함될 예정임. 그러나 이는 적정공기가 확보되지 않은 과거 실적 자료를 바탕으로 개발되었기 때문에 사용되기에는 무리가 있음. 따라서 우선적으로 미국과 같이 공기 산정절차 이행, 공기 영향요인 반영, 이해당사자 의견수렴 확인에 중점을 둔 공사기간 적정성 확인 체계를 마련해야 할 것임. 반면 공사기간 자체의 적정성 확인 체계는 공공 발주자의 적정공기 산정이 정착된 이후 구축하는 것이 바람직함.

- (지자체 등 중·소형 발주자의 자체 공사기간 산정기준 수립 지원) 국내도 미국, 일본과 마찬가지로 공공 발주기관이 자체 기준을 수립하는 분권형 체계를 취할 계획임. 그러나 지방자치단체 등 중·소형 발주자는 전문인력이 부족하여 자체 기준을 수립할 역량이 미흡함. 따라서 인력 및 예산배정을 통해 중·소형 공공 발주기관이 자체기준을 수립할 수 있도록 지원할 필요가 있음.

(3) 제도적 보완장치 마련을 통한 공공 발주자 적정공기 산정 및 이행유도

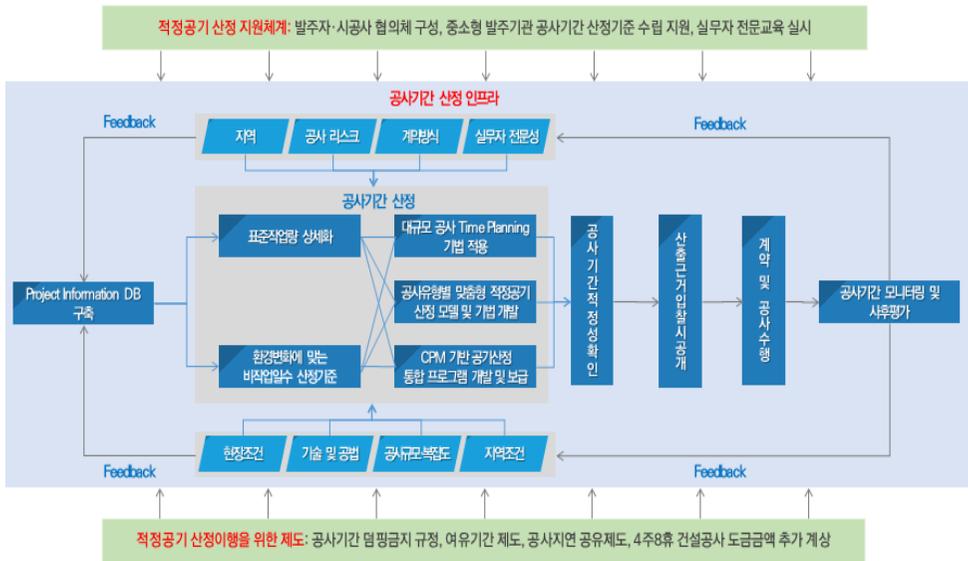
- 공공 발주자의 적정공기 산정 및 이행을 유도하기 위해서는 다음과 같은 5개 선진화 과제가 추진될 필요가 있음. 이와 같은 과제가 추진되면 공공건설 적정공기 산정을 위한 제도적 장치가 갖춰질 수 있음.
- (공사기간 텅핑 금지 규정 마련) 일본은 건설업법, 표준도급계약약관 개정을 통해 상위 주문자(발주자, 원도급자)의 적정 공기 산정 책임 부여와 원·하도급자 공기 텅핑 금지 규정을 신설함. 또한 허가 행정청의 단속 권한을 두어 주문자, 원·하도급자의 규정 위반 시 벌칙을 부여하고 있음. 이와 같이 국내도 일본과 같은 공사기간 텅핑금지 규정을 마련할 필요가 있음.
- (여유기간 제도 도입) 일본은 공기 30% 또는 4개월 이내에서 여유기간을 설정하여 공사를 발주하고 공사 개시일과 종료일을 발주자 지정 또는 시공사가 선택할 수 있도록 하고 있음. 국내도 시공사의 원활한 자원수급과 발주 평준화를 위해 여유기간 제도를 도입할 필요가 있음.

- (공기지연의 시공자·발주자 공유제도 도입) 일본은 발주자와 시공사의 업무가 구분된 공정계획을 상호 협의 하에 수립하고, 시공사 책임이 아닌 사유로 공기 지연이 발생한 경우에는 발주자가 공기연장을 반드시 실시하고 있음. 국내도 일본과 마찬가지로 공기지연 책임의 시공사·발주자 공유 제도를 도입할 필요가 있음.
- (주말 셔터 아웃제 현장: 4周 8休 현장 도급금액 추가 계상) 최근 근로시간 단축으로 인해 주말 현장 셔터 아웃제 추진을 검토하는 일부 시공사도 있는 실정임. 따라서 짧은 층의 건설업 유입과 초과 근로시간 단축을 위하여 주말 셔터 아웃제 도입을 검토할 필요가 있으며, 이의 활성화를 위하여 이행 현장의 공통가설비와 일반관리비를 추가 계상하는 방안을 강구하는 것도 요구됨.
- (공공 발주기관 실무자 전문교육 프로그램 개발 및 실시) 미국은 연방 교통성 및 주 교통성이 대학과 함께 교육 프로그램을 운영하고 있음. 따라서 국내도 적정공기 산정과 이행을 정착시키기 위해 공공 발주기관 실무자 교육 프로그램을 개발하고, 실시하는 것이 절실히 요구됨.

3) 국내 공공건설 공사기간 산정체계의 미래모습

- 16개의 추진 과제가 이행되면, 공공건설 공기산정 인프라, 공기산정 지원체계, 공기산정·이행을 위한 제도가 구축되어 <그림 4-5>와 같은 공공건설 공사기간 산정체계가 마련될 수 있음.
- 공공건설 공사기간 산정체계 중에서 가장 중요한 것은 모델이나 기법, 프로세스와 공기 적정성 확인체계, 공사기간 사후평가를 통한 환류 시스템, 공사기간 관련 실적자료가 탑재될 Project Information DB 구축임. 이와 구성요소가 개별적으로 구축되고 상호 연계되면, 궁극적으로 공공건설 공기 산정 인프라가 갖춰질 수 있음.
- 공공건설 공기 산정 인프라가 갖춰진다 할지라도 적정공기 산정을 위한 환경이 조성되지 않는다면 그 의미가 퇴색될 것임. 따라서 적정공기 산정을 위한 환경을 공공 발주자 지원 체계와 제도 기반으로 구분하여 구축해 나가야 할 것임.

- 공공 발주자·시공사 협의체 구성, 중·소형 발주기관 공사기간 산정기준 수립 지원, 공공 발주기관 소속 공정 실무자 전문교육 실시가 이루어진다면, 적정공기 산정을 위한 공공 발주자 지원체계가 마련될 수 있음.
- 공사기간 덤핑금지 규정 마련, 여유기간 제도 도입, 공기지연의 시공사·발주자 공유제도 도입, 주말 서터 아웃제 현장의 도급금액 추가 계상 등의 제도적 보완장치가 마련된다면, 적정공기 산정·이행을 위한 제도적 기반이 구축될 수 있음.



〈그림 4-5〉 국내 공공건설 공사기간 산정체계의 미래모습

- 선진화된 공공건설 공사기간 산정체계가 마련되면, 적정공기가 확보되어 불필요한 공기연장 및 분쟁·안전사고가 최소화될 뿐만 아니라, 더 나아가 젊은 층의 건설업 유입도 모색할 수 있음.
- 비현실적인 공공건설 공사기간은 공사 목적물의 품질저하, 근로자의 안전사고, 발주자와 시공사간 분쟁의 원인으로 작용할 소지가 높음. 그러나 적정공기가 확보되면, 불필요한 공기연장 및 분쟁·안전사고가 최소화될 수 있음.

- 실제로 계약공기 미준수에 따른 불이익을 기피하는 시공사는 불가피하게 돌관공사를 추진할 수밖에 없어 부실공사와 안전사고 발생의 가능성이 높아짐.
- 계약공기 미 준수 시 공기연장 사유와 지체상금 부과 등을 놓고 법적 분쟁이 발생하기도 함.
- 건설업은 3D 업종이라는 인식이 높아 타 산업에 비해 젊은 층의 유입이 상대적으로 매우 적은 상황임. 또한 휴일 부족도 젊은 층의 건설업 유입을 기피하는 이유 중 하나임. 따라서 적정공기 산정으로 인해 휴일 등 비작업일수가 충분히 확보될 수 있다면, 젊은 층의 건설업 유입도 기대해볼 수 있음.

- 국내 공공 발주자의 경험과 관습에 따른 공사기간 결정은 실제 공사기간 부족을 초래하고 있음. 또한 폭염, 미세먼지 등 기상이변 증가, 근로시간 단축 등 공공건설 공사기간에 영향을 주는 요인도 과거에 비해 크게 변화하고 있음.
- 국내 공공건설에 있어서 공사기간은 발주기관의 예산 배정 및 확보 등의 문제로 비용 및 품질과 비교하여 상대적으로 주요 관리 대상이 되지 못해 왔음. 이로 인해 공공 발주자는 공사기간 산정 시 체계적인 시스템보다는 경험과 관습에 의존함.
- 이에 18년 12월까지 국토교통부는 「공공 건설공사 공사기간 산정기준」을 수립하고 발표할 예정임. 그러나 이는 국내 공공건설 공사기간 산정체계를 구축하기 위한 시작에 불과할 뿐, 앞으로도 선진화를 위한 지속적인 노력이 요구됨.
- 우리보다 공공건설 공사기간 부족현상을 일찍 경험한 미국과 일본은 이미 합리적인 체계를 구축하고 있음. 따라서 이들 국가의 사례를 벤치마킹하여 국내 공공건설 공사기간 산정체계를 선진화할 필요가 있음.
- 미국과 일본은 공공건설 공사기간 산정절차, 도구 및 모델, 프로젝트 정보체계, 전문인력 교육 등이 망라된 체계를 이미 구축하여 적극 활용하고 있음.
- 본 연구는 미국 및 일본의 사례를 바탕으로 국내 공공건설 공사기간 산정체계를 확립함에 있어 설정해야 할 적정공기 개념, 선진화 방향 및 향후 추진과제를 다음과 같이 제안함.
- 공공건설 공사기간을 평균 생산성을 기초로 한 순작업일수, 환경변화에 적합한 비작업일수, 지금까지 관행적으로 누락된 기간, 기타 공기영향요인을 반영한 기간을 합산한 기간으로 정의함.

- 적정공기의 개념은 학술적으로 정립하기 어려우며, 공공 발주자와 시공사가 각기 다를 수 있음. 이에 적정공기의 개념은 실무적으로 공공 발주자와 시공사가 상호 수용할 수 있는 수준으로 설정하는 것이 바람직함. 따라서 평균 생산성을 기초로 순공사일수가 산정되고 지금까지 고려되지 못한 비작업일수가 반영된다면, 공공과 민간이 상호 수용할 수 있는 수준이 될 수 있음.
- 국내 공공건설 공사기간 산정체계 선진화 방향은 1)시공사와의 협업, 객관적 기준 수립을 통해 상호 수용하는 공기산정, 2)정확성·편의성 모색을 위한 공기산정 인프라 개발 및 활용, 3)제도적 보완장치 마련을 통한 공공 발주자 적정공기 산정 및 이행유도로 구분될 수 있음.
- 공공건설 공사기간 산정체계의 선진화 방향에 따라 향후 우리나라가 합리적인 체계를 갖춰 나가기 위해서는 16개 추진과제가 반드시 실시되어야 함(그림 4-4 참조).
- (공공건설 공사기간 산정체계의 기대효과) 16개의 추진과제가 이행되면, 공공건설 공기산정 인프라, 공기산정 지원체계, 공기산정·이행을 위한 제도가 구축되어 선진화된 공공건설 공사기간 산정체계가 갖춰질 수 있음. 이를 통해 공공건설에서 적정공기가 확보되어 불필요한 공기 연장 및 분쟁·안전사고가 최소화될 수 있을 뿐만 아니라, 더 나아가 젊은 층의 건설업 유입도 가능할 것으로 기대됨.
- 본 연구에서 제안한 16개 추진과제에 제외되었지만, 공공건설 공사기간 산정체계와 간접적으로 관련된 다음과 같은 연구가 향후에 즉시 또는 중·장기적으로 실시될 필요가 있음.
 - (근로시간 단축으로 인한 공기지연 분석·연장 연구) 19년 초부터 근로시간 단축 적용 유예가 종료됨에 따라 이에 따른 공공건설의 공기지연이 현실화될 것임. 따라서 근로시간 단축으로 인한 공기지연의 분석기법과 공사비 증가분에 관한 체계적 연구가 실시될 필요가 있음.
 - (공사기간 증가가 공사비에 미치는 영향 연구) 「공공 건설공사 공사기간 산정기준」에 따라 산정된 공사기간은 과거보다 길어질 것임. 이와 같은 공사기간 증가가 간접비 등 공사비에 미칠 영향을 정량적으로 분

석하고 공사비에 반영하는 방안을 강구할 필요가 있음.

- (공기 제안형 입찰방식 적용에 관한 검토) 현재는 공공건설 공사기간 부족현상이 워낙 심각하여 적정공기 확보에 중점을 둔 공사기간 산정체계의 선진화를 모색하고 있음. 그러나 공공건설 공사기간 산정체계의 선진화 목적은 적정공기 확보뿐만 아니라 시설물 적기 조달에도 있으므로, 시공사의 공기축진을 유도할 수 있는 방안 강구도 요구됨. 따라서 미국에서 성공적으로 활용되고 있는 공기 제안형 입찰방식(A+B형 입찰), 공기축진에 따른 성과금/부성과금 계약조항 활용을 중·장기적으로 검토되어야 할 것임.
- (장기계속공사제도에 관한 논의) 국내 공공건설에 있어서 공사기간은 발주기관의 예산 배정 및 확보 등의 문제로 주요 관리 대상이 되지 못해 왔음. 그러므로 공공건설 공사기간 산정체계가 선진화된다고 할지라도 대형공사의 예산편성제도 중 장기계속공사가 유지된다면, 시공사의 공사기간 부족현상과 공기지연은 여전할 수밖에 없음. 따라서 장기계속공사제도의 전면 폐지는 어렵더라도 계속비 공사 증가와 국고채무 부담 행위제도의 활성화를 충분한 시간을 갖고 고민할 필요가 있음.

참 고 문 헌

- 손태홍 외 1인, 공공공사 공기의 적정성 확보를 위한 공기산정 기준 방향과 요인, 한국건설산업연구원, 2018
- 방중대 외 3인, 공동주택 건설공사의 품질확보를 위한 표준공사기간 산정기준 연구, 한국토지주택공사 토지주택연구원, 2016
- 방중대 외 3인, 학교시설의 표준공사기간 산정기준 연구, 한국토지주택공사 토지주택연구원, 2016
- 최기섭, 서울시 공공건설공사 적정공사기간 산정방법 개선에 관한 연구, 연세대학교 석사학위논문, 2008
- 한국토지주택공사, 주택건설공사 공사기간 산정지침, 2016
- 허영기 외 5인, 건설공사 적정공기 판단기준에 관한 연구, 안전보건공단 산업안전보건연구원, 2016
- SH공사, 건축공사 견적기준, 2012
- SH공사, 토목공사 견적기준, 2012
- Barrie, D. S., Paulson, B. C., Professional Construction Management, McGraw-Hill, 1992
- Callahan et al., Construction Project Scheduling, McGraw-Hill, 1992
- CII. Project Delivery Systems: CM at Risk, Design-Build, Design-Bid-Build, Construction Industry Institute, 1997
- Hoseini, Erfan, Project Time Planning in Norwegian Construction Industry, Norwegian University of Science and Technology, 2015
- Ellis, R. D et al., Final Evaluation of the Florida Department of Transportation's Pilot Design/Build Program, 1992
- Florida Department of Transportation, Guideline for Establishing Construction Contract Duration, 2010

- Hancher, Donn E. et al., Construction Contract Time Determination, Texas Transportation Institute Texas A&M University System College Station, 1992
- Hildreth, John C., Contract Time Determination Guidelines(TR-07-08), VirginiaTech, 2007
- Hildreth, John C., A Review of State DOT Methods for Determining Contract Times(TR-05-01), VirginiaTech, 2005
- Hildreth, John C., Dura-Lator : A Project Duration Calculator, VirginiaTech, 2005
- Hyung Seok, Jeong et al., Development of an Improved System for Contract Time Determination(Phase II), Oklahoma Department of Transportation, 2008
- Idaho Department of Transportation, Contract Time Determination in Project Development, 2011
- Jasper, Jeff, Is My Project on Schedule?, Kentucky Transportation Cabinet, 2017
- Kentucky Transportation Cabinet, Implementation of KYTC Contract Time Determination System(A Supplement to KYSPR 11-411), 2011
- Kawku, A. T., Fundamentals of Construction Management and Organization, Prentice-Hall of India, 1995
- Kosmopoulou, G., Zhou, Xueqi, Bidding Patterns and Policy Implications for ODOT Project Letting, Oklahoma Department of Transportation, 2014
- Massachusetts Department of Transportation, Construction Contract Time Determination Guidelines for Designers/planners, 2014
- Minnesota Department of Transportation, Minnesota Department of Transportation Determination of Contract Time, 2017
- Minnesota Department of Transportation, Schedule Creation and Baseline Process,

2016

New South Wales Government Procurement System for Construction, Estimating contract times for construction projects, 2008

Oklahoma Department of Transportation, Project Development Process, 2015

PMI, A Guide to the project management body of knowledge: (PMBOK guide), Atlanta, Project Management Institute, 2013

Pocock, J. B. et. al., "Impact of Management Approach on Project Interaction and Performance", Journal of Construction Engineering and Management, 1997, pp.411-418.

Stoll, Barton Lee et al., Methodologies for Determining Construction Contract Time and Evaluation Contract Time Extensions, Department of Civil Engineering, 2009

Taylor, T., et al., Practices for Establishing Contract Completion Dates for Highways Projects, NCHRP Synthesis 502, Transportation Research Board, 2017

Taylor, T., et al., Updating the Kentucky Contract Time Determination System, Kentucky Transportation Center, 2013

Virginia Department of Transportation, Project Tasks and Scheduling Guide, 2018

Yi Jiang et al. Contract Time Optimization Methodologies for Highway Construction Projects, FHWA, 2009

建設物価調査会、公共土木工事の工期設定の基本的考え方, 2017.8

建設産業専門団体連合会, 建設技能労働力の確保に関する調査報告書, 2007. 3

建設業の働き方改革に関する関係省庁連絡会議, 設工事における適正な工期設定等のためのガイドライン, 2017. 8,

公共工事の品質確保の促進に関する関係省庁連絡会議, 発注関係事務の運用に関する指針, 2015. 1

国土交通省, 発注関係事務の運用に関する指針, 2015. 1

国土交通省, 週休二日等休日の拡大に向けた取組について, 2018

国土交通省関東地方整備局, 週休2日制確保モデル工事について, 2016. 8

国土交通省官庁営繕部, 公共建築工事における工期設定の基本的考え方(事例解説), 2016. 6

国土交通省大臣官房官庁営繕部, 公共建築工事における工期設定の基本的考え方, 2015. 10

国土交通省大臣官房技術調査課, 作業日当り標準作業量の設定について, 2018. 3

大臣官房官庁営繕部, 営繕工事における各工程の適正な施工期間の確保について, 2017. 12

大臣官房官庁営繕部, 営繕工事における工期設定について, 2015. 3

大臣官房技術調査課 建設システム管理企画室長, 余裕期間制度の活用について, 2016. 6

一般財団法人建設物価調査会, 公共土木工事の空気の設定の考え方, 2017. 8

日本建設産業職人労働組合協議会, 「2017 時短アンケートの概要」, 調査時報No.284・ダイジェスト, 2018. 4

日本工業経済新聞, 「[建設産業政策]中建審が工期の基準作成し勧告へ」, 2018. 5. 29

竹屋宏樹 외 4인, 工期設定支援システムの開発, 第35回建設マネジメント問題に関する研究発表・討論会講演集. 2017. 12

東京都 環境局(http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/noise/noise_vibration/rules)

공공건설 공사기간 산정체계 선진화 방안 연구

2018년 12월 인쇄
2018년 12월 발행

발행인 서명교

발행처 대한건설정책연구원

서울특별시 동작구 보라매로5길 15, 13층(신대방동, 전문건설회관)

TEL (02)3284-2600

FAX (02)3284-2620

홈페이지 www.ricon.re.kr

등록 2007년 4월 26일(제319-2007-17호)

인쇄처 경성문화사(02-786-2999)

©대한건설정책연구원 2018