

1996년도 연구보고서

건설공사 진도 및 기성고 산정 방법 개선

1996. 11. 30

한국건설산업연구원
이복남 연구위원

< 머 리 말 >

건설공사에서 작업량을 계량적 수치로써 표현하는 것은 대단히 중요한 의미를 가진다. 기수행된 작업량에 대한 의미뿐만 아니라 앞으로 수행해야할 업무량을 수치화함으로써 건설공사 현황에 대한 판단을 가장 짧은 기간내 가장 포괄적으로 할 수 있기 때문이다. 그러나 이러한 중요성에도 불구하고 그동안 국내 건설산업에서는 작업진도 산출에 대한 기준이 없었으며 이에 대한 연구가 진행된 예가 극히 드문형편이다. 더구나 국내에서 사용하고 있는 건설공사의 진도 산출 방법은 거의 개인의 주관적인 판단에 따라서 하고 있거나 건설공사의 세부 공종별로 이뤄지고 있어서 사업장별로 큰 차이가 발생되고 있을 뿐만 아니라 작업진도 산정값에 대한 신뢰도가 극히 낮은 편이다. 특히 이 공사진도 산정에 상당한 인력과 기간이 소요되고 있음에도 불구하고 그 사용도에 있어서는 제한적이다. 그리고 건설공사의 특성상 작업 진척도에 따라 대가가 지급됨에도 불구하고 국내 현실은 작업 진도 산출과 기성고 산정은 전혀 무관한 형태로 운영되고 있어 건설공사 관리에 상당한 비용부담을 초래하고 있다.

1997년은 국내 건설시장 개방 원년의 해로 국내건설 공사 사업장에도 건설사업관리 기술력이 뛰어난 외국기업들이 다수 등장하게 된다. 이제 국내 시장에서 더 이상 기존 관행이나 개인의 주관에 따른 진도산정은 받아들일 수 없게 된다. 더구나 체계적이고 객관적인 건설공사 진도산정에 대한 기준이 개발되지 않고서는 외국기업들로 부터 공기 변경이나 설계변경 요청시 발주자들에게 상당한 클레임이 제기될 수도 있다. 따라서 국내 건설환경이 더 이상 과거 형태로 존재할 수 없다. 선진국 건설사업장에서 사용하고 건설공사 진도 산정 기법과 절차가 국내에도 도입되어야 하며 국내 환경에 적합한 기준 개발에 대한 연구가 필요하여 늦은감이 있지만 본 연구원이 이 연구를 시작하게된 배경이다.

본 연구에서는 국내 건설 사업장에서 도입운영하고 있는 건설공사 진도 산정 및 기성고 산정 방법과 절차에 대한 현황분석과 문제점을 도출하였다. 또 외국 건설 사업장의 사례로 부터 얻어지는 시사점도 도출하여 국내 건설공사 사업장에서의 건설공사 진도 산정 기준과 기성고 산정 기준을 제시하였다.

국내건설사업장에 표준 진도 산정 기준을 도입하면 계약자들은 체계적이며 객관적인 진도 산정을 용이하게 할 수 있으므로 공사관리 간접 경비를 크게 절감할 수 있을것으로 기대된다. 발주자 및 감독관 역시 진도 산정이 객관성을 띄고 있으므로 이를 기성고 산정 및 검수와 연계시킬 경우 기존의 확인 및 검증에 소요되는 인력을 줄일 수 있다. 따라서 국내 건설사업장의 인건비 부담을 경감시킬수 있으므로 건설공사의 경쟁력 향상에도 상당한 도움을 줄수 있을것으로 기대하고 있다.

끝으로 국내 건설공사의 진도와 기성고 산정 및 지급방법 개선방안에 대해 적극적으로 협조해주신 국내 주요 사업장 관계자 여러분들께 심심한 감사의 말씀과 아울러 본 연구결과가 국내 건설산업의 선진화에 큰 도움이 되도록 하겠다는 연구원의 다짐과 약속을 함께 드린다.

1996년 11월

韓國建設産業研究院

院長 洪性雄

목 차

제 I 장 서론	12
1. 연구의 배경과 목적	12
2. 연구범위	13
3. 연구 수행 방법	14
제 II 장 건설공사 진도율과 기성고 산정방법	15
1. 건설공사 진도율 산정 방법	15
2. 건설공사 기성고 지급액 산정 방법과 국내제도	18
제 III 장 국내 건설사업장의 운영현황	23
1. 국내 건설공사 진도율 산정 방법 운영현황	23
2. 국내 건설공사 기성고 산정 방법 운영현황	25
3. 건설공사 진도율 산정 방법의 문제점	28
4. 기성고 산정 및 지급 절차의 문제점	30
제 IV 장 해외건설공사의 진도율 및 기성고 산정방법 운영사례	35
1. 해외사례 분석을 위한 검토 대상	35
2. 운영사례	35
3. 외국사례에서 본 시사점	38
제 V 장 건설공사 진도율 및 기성고 산정방법 개선	40
1. 진도율 및 기성고 산정 방식 개선의 기본방향	40
2. 건설공사 진도율 산정 방법 개선안	42
3. 기성고 산정 및 지급방법 개선안	45
4. 예상효과	47
5. 연구결과 활용방법	48
6. 결론	49

<부 록>

- I. 공사진도율 계획서 작성 기준
- II. 단위공종별 진도율 산정 기준

<표차례>

<표Ⅲ-1> 발주기관별 기성고 지급절차 비교

<표 V-1> 기성고 산정 및 지급 관련 규정 개정방향

<그림차례>

<그림Ⅱ-1> CPM의 단위 Activity 예시

<그림Ⅲ-1> 국내공사 진도계획/실적 진도율 산정절차

<그림Ⅲ-2> 국내 공공공사 기성고 지급절차

<그림Ⅲ-3> 국내 민간공사 기성고 지급 절차

<그림Ⅲ-4> 국내서비스 산업 분야별 금융 비용 비교

<그림 V-1> 공정 계획/실적 진도율 산정 방법 개선안

<참고문헌>

Abstract

< 요약 >

1. 연구의 개요

건설공사에서 작업량을 단일수치로써 표현하여 진행정도를 파악하는 것은 전세계적으로 공통된 관행이다. 그러나 작업량을 계량화시키는 방법은 국가나 기관에 따라 각양각색이다. 건설공사에서 3대관리 대상인 공정, 공사비, 품질중 수치로써 표현되는 것이 공정과 공사비 부문이다. 이중에서도 공사비 부문은 그 특성상 처음부터 끝까지 수치로써 표현되기 때문에 기관별 특성차이가 중요하지 않다. 그러나 작업량을 계량화시키는 공정진도율 부문은 그 기준에 따라 큰 차이가 나타날 수 있음에도 불구하고 국내 현실은 기준 부재로 인해 상당한 문제점을 야기시키고 있다. 가장 큰 문제점은 계약주체자인 발주처와 시공계약자 사이에 작업량 측정이 대가 지급과 전혀 무관하게 방치되어 있다는 점이다. 즉 실제 작업량에 대한 대가 지급이 외국의 경우처럼 %로써 지급될 수 있음에도 불구하고 대부분의 공공공사장에서는 내역서 세부 공종별 위주로 확인 서류가 만들어지기 때문에 상당한 비용부담을 유발시키고 있다. 본 연구를 통해 국내 건설사업장에서의 문제점을 파악한 후 개선방안을 제시하고 이를 확산시키기 위해서는 어떤 제도에 개정이 전제되어야 하는지를 검토하였다.

2. 건설공사 진도율과 기성고 산정 방법 및 국내 현황

(1) 진도율 산정 방법

1) 추정 진도 측정 방법(Estimated Percent Complete Method)

단위 공종이나 Activity별 관리책임자가 작업진행 상태를 파악한 후 주관적 판단에 따라 진도율 혹은 달성도(%)를 부여하는 방법

2) 실 작업량 측정 방법(Physical Progress Measurement Method)

단위 공종이나 Activity별 총 예상 작업물량 대비 실제 시공이나 설치물량의 비율로써 진척도(%)를 산정하는 방법으로 건설공사에 소요되는 자재중에서 대량 자재로써 수량측정을 위한 단위(m², m, m³..., 등) 매김이 가능한 공종에 도입하는 방법으로 국내 건설공사에서 일반적으로 채택하고 있는 방식이기도 하다.

3) 달성진도 인정 방법(Earned Value Method)

단위 작업 범위를 측정 가능한 규모로 세분화 시켜 작업 진행 단계별로 일정한

달성진도값(Earned Value)를 부여 혹은 인정하므로써 작업진도를 산정하는 방법이다. 추정 진도 산정 방법의 단순성과 편의성, 실 작업량 측정방법의 객관성을 혼합한 방법으로 미국 정부기관인 에너지성(DOE), 국방성(DOD) 및 교통성(DOT)에서 발주하는 주요 건설사업에 적용이 의무화되어 있다.

(2) 기성고 산정 방법

1) 실적 진도율에 의한 방식(Progress Measurement Payment)

가장 일반적인 방식으로 기성고 산정액을 사업 진도에 따라 지급하는 방식이다. 건설공사 착수시에 지급되는 선 착수금과 하자보증을 위한 유보금은 기성액 산정시 차감한다.

2) 계획 진도율에 의한 방식(Scheduled Progress Payment Method)

건설공사 계약 당사자간에 신뢰를 바탕으로 하는 방식으로 계약 협상과정에서 선수금과 유보금을 제외한 계약금액을 건설공사 기간동안에 일정한 비율로써 일정기간별로 지급하는 방식이다.

3) Milestone에 의한 지급 방식(Milestone Payment)

공사규모가 크고 공기상으로 극히 촉박한 경우에 도입할 수 있는 방식으로 사업의 진척율을 계량화하기보다 공사 대상물의 주요 행위(Event)를 사전에 지정하여 그 지정물이 완성됐을 경우에 일정율의 기성고를 지급하는 방식으로 시설물 복구 사업이나 신국제 공항 같은 대규모 건설사업중 비교적 단순공종 공사에 적용하고 있다.

4) 실적물량에 의한 방식(Installed Quantity)

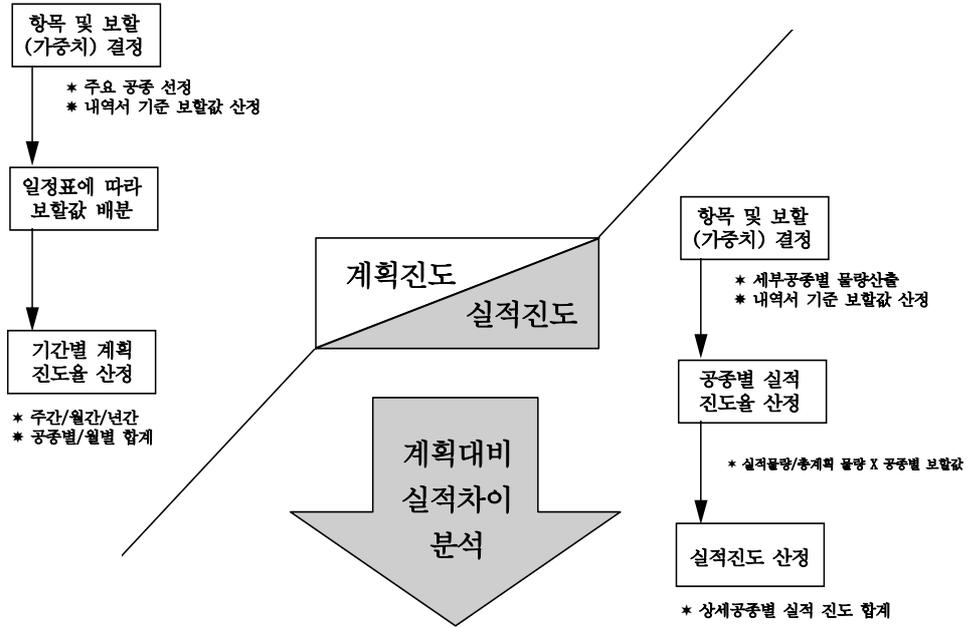
국내에서 가장 흔하게 도입하고 있는 방식으로 계약시에 첨부된 공사내역서 물량의 항목별로 실제 건설현장에서 설치된 물량을 기준으로 해당 계약 단가를 곱하여 기성고를 산정하는 방법이다.

5) 대표 물량에 의한 방식(Major Commodity Quantity)

일반적으로 세부 공종별 실적 물량 집계에 의한 방식은 공사 규모가 크고 공종의 종류가 다양할수록 집계와 확인에 상당한 인력이 소모됨으로 주공종의 부속이 되는(예를들면 콘크리트에 매입되는 위생배관류나 잡철물, 지수관 등) 공종은

별도 집계를 하지 않고 주공종이 설치될 경우 주공종에 이를 포함 시켜 기성고를 산정하는 방법이다.

(3) 국내 건설공사 진도율 산정 방법 운영 현황



국내 공정 계획/실적 진도율 산정 절차

(4) 건설공사 기성고 산정방법 운영 현황

1) 공공공사 사업장

기성고 지급계획은 건설공사의 진도율을 기준으로 하고 있으나 실제지급은 계약 당시에 제출하는 내역서 세부 항목별 물량 중심으로 산출내역서를 작성하고 시공 장소 등에 대한 장소확인 검증을 위한 도면작성 등의 서류를 보충자료로 제출하는 방법 채택

2) 민간공사 사업장

국내 민간부문에서 운영하고 있는 기성고 산정방식은 공공사업장에서 처럼 일정한 기준은 없는 것으로 나타났다. 그러나 공공사업장에서 도입하고 있는 내역서 방식보다는 훨씬 간편하고 특정사업장의 경우 공사기간중에 실제 작업진척도와 무관하게 계획진도율에 따라 지급하는 사례도 발견됨.

3. 국내 건설사업장에서 파악된 문제점

(1) 건설공사 진도율 산정방법의 문제점

진도율 산정에 대한 기준이 없고 상당히 주관적인 판단에 의존하고 있다. 즉 진도율(%)이 실제 작업량과 무관하게 활용되고 있다. 또 초기 진도율 계획수립에 최소 30일에서 최고 6개월까지 소요되는 사례도 발견되었다. 진도계획 수립이나 개정시 마다 최소 1,200만원 이상이 소요되는 것도 큰 부담으로 작용하고 있다. 진도율 산정의 기준 부재로 인해 책임자 교체시마다 진척율의 변동폭이 지나치게 큰것도 문제점으로 지적되었다.

(2) 건설공사 기성고 산정 및 지급절차의 문제점

1) 공공공사 사업장

발주관청이나 감독기관의 관리능력 부족으로 인한 문제점이 가장 먼저 지적되었다. 이로 인해 1회 기성고 신청에 최소 3,855만원에서 최고 35,980만원까지 소요되는 사례가 발견되어 계약자 및 발주기관 모두에게 지나친 부담을 유발시키고 있는 것으로 나타났다. 또 다른 문제점으로써 매번 기성 신청시 마다 준비해야 될 서류의 종류와 양이 지나치게 많은것도 지적되었다. 건설기업들의 매출원가중 금융비용이 높은 이유는 건설기업들의 자금지출은 공사 진척도에 따라 선행적으로 이뤄지고 있는데 비해 기성고 입금은 지급액수 산정 및 검수와 지급절차가 복잡하여 상당히 늦게 이뤄지고 있는 현상이 큰 원인으로 보여지고 있다. 또 시공자가 구입하는 기자재 구매 비용에 대한 지급 관행도 현장 반입량 기준이 아

년 사용량 기준으로 지급하는 것도 건설기업의 금융비용을 가중시키는 원인중의 하나로 지목되고 있다.

2) 민간공사 사업장

공공공사 사업장에서와 같은 비용 과다지출은 나타나지 않았으나 진도율 및 기성고 산정에 대한 기준 부재로 초기에 상당한 마찰은 물론 공사기간중에 기성고 지급 방법이 자주 바뀌는 사태가 있었다. 또 발주자의 경험과 능력에 따라 지나치게 차이가 많은 점도 지적되었다.

4. 해외사례

입수 가능한 5개국 7개 사업장의 자료를 분석한 결과 일본을 제외한 4개국 6개 사업장에서는 건설공사 진도율 방법은 달성진도 인정방법(Earned Value)을 사용하고 있고 공종별 보합 값 배분은 소요금액이나 혹은 소요인력량을 기준으로 하고 있는 것으로 나타났다. 일본의 경우는 특이하게 진도산출 방법은 개인의 경험에 의한 추정진도 방법을 사용하고 있다. 기성고 산정은 거의 대부분 진도율에 따라 지급하는 방법을 택하고 있었다. 일본의 경우는 검토 대상 사업이 비교적 복잡한 건설공사인 원자력 발전소 건설임에도 불구하고 기성고 지급은 예정진도율에 따른 극히 간편한 방법을 사용하고 있었다.

5. 진도 및 기성고 산정 방법 개선

(1) 건설공사 진도율 산정 방법

계획 진도율 산정은 표준 계획곡선을 개발하여 초기 계획시 사용자가 기간별 시공 계획에 따른 모형을 선택하여 사용할 수 있도록 했다. 사용자의 편의를 위해 모형곡선으로 부터 계획진도 작성을 여러 각도에서 Simulation에 할 수 있도록 전산 프로그램화하여 보급할 계획이다. 실적 진도율 산정은 대표공종을 선정하여 공종별 실작업량 측정 방법과 달성진도 인정방법을 선택하여 사용할 수 있도록 그 기준을 개발하였다. 사업의 특성에 따라 달성진도 인정방법 사용시 EV값을 발주처와 계약자간에 사전합의 하에 조정 사용할 수 있도록 했다.

(2) 건설공사 기성고 산정 및 지급 절차 개선

기성고 지급액 산정방식은 계약방법이 확정금액인 경우에는 건설공사 진도 산출방법을 채택하는 것을 원칙으로 한다. 총액단가 혹은 확정단가 계약인 경우에는 건설공사

진도 산출 방법과 대표공중에 의한 내역 물량에 의한 환산단가를 적용하는 방법을 사용할 수 있도록 한다. 그리고 현행 서류는 대폭 간소화하여 실제 공사 진행과 관련이 없는 단지 기성고 확인만을 위한 서류는 제외하는 것을 원칙으로 하였다. 또 시공자가 구입하여 공급하는 자재중 일반 소비재를 제외하고 영구설치 자재구입에 대한 대가는 현장 입고량 기준으로 지급하는 것을 원칙으로 제안하였다. 기성고 사정절차 역시 현장 공구 감리책임자가 확인하여 종료하는 절차 간소화를 제안하였고 이런제안이 실행되기 위해서 개정되어야 할 국제법, 건설기술관리법의 관련 조항을 기술하였다.

(3) 개선시 기대효과

발주자와 계약자 사이에 작업량 측정에 대한 객관적 기준 확보와 행정력 축소로 인건비 절감은 물론 외국사 진입시 국제적인 공신력을 가진 공정진도율 산정 기준 확보가 가능하다. 부가적으로 건설기업의 지출과 수입에 대한 시간차를 축소함으로써 얻어지는 금융비용 축소가 기업경영 개선에 상당한 효과 유발 가능.

(4) 연구결과 활용방법

계획 진도율 작성과 실적 진도 산출 기준을 실 업무에 적용할 수 있도록 기존 상용 패키지에 응용 프로그램화하여 건설업체에 전파교육을 실시할 계획이다. 또 공정진도 산출에 대한 학문적인 이론과 작업량 측정으로 얻어지는 결과 활용 방법에 대한 교육도 전파교육에 포함시킬 계획이다.

제 I 장 서론

1. 연구의 배경과 목적

(1) 연구의 배경

건설사업에서 수치로써 표현되는 분야는 건설사업 관리대상인 품질, 공정, 비용중 공정과 비용이다. 그중에서도 비용부문은 특성상 표현되는 수치에 대한 객관성이나 공통점에 별다른 이의가 없다. 특히 그 기준이 일반적으로 보편화되어 있다. 그러나 사업의 진도를 나타내는 공정관리부문에서는 아직 국내 기준을 설정하지 못하고 있다. 즉 공사일정의 촉진이나 지연상태를 표현하는 부문은 계획대비 실 작업 진도일의 차이를 구체적인 수치로써 검증이 이뤄지고 있으나 업무량을 나타내는 진척율이나 진도율 부문에서는 현재까지 객관적으로 제시한 기준이 없다. 물론 기업별로 특성에 따라 기준이 마련되어 운영되는 곳이 있기는 하나 이 역시 개별기업의 기준일 뿐으로 기관과 기관사이나 공공기관의 공식적인 사용기준은 없는 실정이다.

건설경영 측면에서 보면 투입된 예산과 작업 진척율이나 작업량을 비교해서 사업 초기단계에서 부터 사업의 진도와 투자비를 비교 분석해야할 필요성이 절대적이다. 즉 사업의 예산은 항상 업무량과 연계해서 증감이 분석되어야 한다. 이것이 가능해지기 위해서는 예산의 계량화만큼이나 작업량을 객관적이고 체계적으로 계량화하는 기준이 필요하게 된다.

1997년 1월 부터는 국내건설시장이 전면 개방될 예정이다. 외국 건설업체의 국내건설시장 진입시 건설공사 진도 측정에 대한 기준이 없을 경우 발주기관과의 마찰은 물론 국내기업과 외국기업의 분쟁이 끊임없이 야기될 것으로 예상된다. 더구나 건설관리부문에 취약한 국내사정을 고려하면 외국기업의 일방적인 요구를 체계적으로 대응할 도구가 국내 기업에 갖춰져 있지 못한 것도 문제점으로 예견된다.

건설사업의 진척정도를 객관적으로 계량하는 기준개발과 동시에 국내에서 시행되고 있는 거의 모든 공공공사가 확정계약으로 이뤄지고 있으므로 이를 기성고 지급율과 연계시킬 경우 일차적으로는 계약자가 기성신청 보충 자료를 준비하는데 소요되는 시간과 인력을 획기적으로 줄일 수 있을 뿐만 아니라 기성고 검사자인 발주자나 검사자의 인력과 시간절약도 상당수 기대할 수 있다. 즉 작업진도율에 따라 대가 지급이 이뤄지므로 계약당사자간에

비용과다 및 과소 지급에 대한 논란을 제거할 수 있을뿐만 아니라 외부감사에 대한 시비를 사전에 차단할 수 있는 근거도 이차적으로 확보할 수 있는 장점이 있다.

(2) 연구의 목적

건설공사의 공사 진척율을 계량하는 기준을 제시하고 건설회사중 특히 이 분야에 대한 기준을 갖추고 있지 못한 기업에 도움을 주는데 첫번째 목적이 있다. 두번째의 목적은 기준을 갖추고 있는 기업도 본 연구결과에서 제시되는 기준을 참고로 하여 좀더 광범위한 기준으로 보완하는데 도움을 줄 수 있다고 본다. 세번째는 국가기관이나 공공기관이 본 연구결과에서 제시된 기준을 해당기관의 단일기준으로 채택하여 당기관에서 발주되는 모든 건설사업에 적용이 되도록 하는데 있다. 네번째 본 연구결과에서 제시된 기준이 공공사업에 적용될 경우 기성고 지급을 산정과 연계가 되도록 하여 국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률(이하 국제법) 제 15조 대가의 지급조항에 시행령이나 시행규칙에 반영이 되도록 하는데 목적을 둔다.

마지막으로 객관적인 진도산정 기준을 채택하므로써 사업별로 별도 기준을 수립하여 운영하는데 소모되는 인력과 시간을 최소한으로 유지하도록 하여 인력절감으로 인한 비용절감은 물론 계획 진도율을 사업초기에 객관적으로 수립할 수 있도록 도움을 주는데 그 목적이 있다.

2. 연구범위

건설사업의 진도산정은 사업의 단계별로 각기 다른 기준과 또 토목이나 건축, 전기등 특정 공종별로 기준이 다를 수 있다. 따라서 본 연구과제도 단계별로 추진이 되어야 하므로 다음에 기술하는 범위를 1차적으로 선정하였다.

(1) 사업단계별 진도 산정 범위

1) 시공진도 및 기성고 산정

- 시공 작업 진도율 산정 기준
- 시공 기성고 지급액 산정 및 지급 방법 기준

- (2) 연구과제 제외대상 (추후 연구과제)
 - 1) 설계진도 및 기성고 산정
 - 2) 시운전 진도 산정
 - 3) 건설사업 종합진도 산정
- (3) 건설공사 공종별 진도 산정 범위
 - 1) 토목 공종
 - 2) 건축 공종
 - 3) 기계 및 배관 공종
 - 4) 전기 및 전자계측 공종
 - 5) 냉난방 및 위생설비 공종
 - 6) 소방설비 공종

3. 연구수행방법

본 연구는 건설공사의 진도율 개념과 방법에 대한 정의를 내리기 위해 국내,외 문헌조사를 실시하였고 국내외 건설현장에서 실제 도입했거나 적용하고 있는 과정을 분석을 통하여 수행하였다.

국내 현장은 가능한한 건설공사의 다양성과 지역의 편중화 배제, 서로 다른 발주자를 접촉할 수 있도록 분석대상을 다양화하였으며 특히 국내 건설현장은 건설공사 진도 산출방법과 절차에 대한 현황 파악은 물론 기성고 신청이나 산출 방법과 기준 등에 대한 연계성을 동시에 검토하였다. 검토의 주 대상은 현황 파악과 사업별 문제점 및 개선 사항을 도출 하여 개선사항으로써의 기준은 통합하여 제시하는 방법을 택했다. 조사는 설문지 이용 보다는 개인의 정보나 경험에 관해 심도 깊은 정보를 얻을 수 있도록 각 사업장을 방문하여 담당자와의 직접 면담을 통해 자료 수집하는 면접법으로 이루어졌다. 해외 현장의 실태분석은 직접방문이 아닌 연구자의 사업수행 과정에서 취득한 자료를 이용하였다. 따라서 해외자료만으로는 심층적인 분석이 불가능하였으며 추가 연구를 진행하기 위해서는 3-4개 해외 건설 현장 방문도 필요할 것으로 보인다.

제 II 장 건설공사 진도율과 기성고 산정 방법

1. 건설공사 진도율 산정 방법

건설공사의 진도율 산정 방식은 크게 3종류로 나눌 수 있다¹⁾. 가장 흔하게 사용하는 방식은 “추정 진도 측정 방법(Estimated Percent Complete Method, EPC Method)”이며 객관적 계량 측정 방법인 “실 작업량 측정 방법(Physical Progress Measurement Method, PPM Method)”과 미국등 선진국에서 가장 흔하게 도입하고 있는 “달성진도 인정 방법(Earned Value Method, EV Method)”이 있다. 각각에 대한 특성이 있으므로 어느것이 가장 좋고 나쁘다는 것을 정의하기 곤란하다. 즉, 사업의 특성과 공종의 종류에 따라 혼합하여 사용하는 경우가 대부분인 것도 이러한 이유에서 비롯된다. 이 3종류의 건설공사 진도율 산정 방법에 대한 개략적인 설명과 특성은 다음과 같다.

(1) 추정 진도 측정 방법(Estimated Percent Complete Method, EPCM)

1) 방법

단위 공종이나 Activity별 관리책임자가 작업진행 상태를 파악한 후 주관적 판단에 따라 진도율 혹은 달성도(%)를 부여하는 방법

2) 장단점

(i) 장점

- 진도 측정 기준이 극히 단순함
- 진도 산정이 인력과 시간절감 등으로 저렴
- 규모가 비교적 작고 공사기간이 6개월 미만인 경우에 유리
- 단순 반복 공사에 유리

(ii) 단점

- 작업 진도율(%)과 실 작업량(Quantity)관계가 불균등하고 불일치함
- 주관적 판단으로 객관성이 결여되어 신뢰도 저하

1) An Analysis of the Methods for Measuring Construction Productivity, CII Document #13, H.Randolph Thomas, Jr.

- 진도율(%) 판정이 개인의 능력에 크게 좌우됨
- 설계나 혹은 작업량 변경시 수정이 용이하지 못함
- 담당 책임자의 이동시 기준이 흔들릴 수 있음

(2) 실 작업량 측정 방법(Physical Progress Measurement Method, PPM)

1) 방법

단위 공종이나 Activity별 총 예상 작업물량 대비 실제 시공이나 설치물량의 비율로써 진척도(%)를 산정하는 방법으로 건설공사에 소요되는 자재중에서 대량 자재로써 수량측정을 위한 단위(m², m, m³..., 등) 매김이 가능한 공종에 도입하는 방법으로 국내 건설공사에서 일반적으로 채택하고 있는 방식이기도 하다.

2) 방법 적용을 위한 전제 조건

이 방법을 효과적으로 도입 적용하기 위해서는 다음과 같이 몇몇 가지가 사전에 조치어야 한다.

- (i) 단위 공종이 세부적으로 정확하게 정의되어야 한다.
- (ii) 단위 공종에 단일 계량 단위가 부여되어야 하고 물량이 대량이어야 함.
- (iii) 대표 물량 선정이 비교적 정확해야 함.

3) 장단점

(i) 장점

- 가장 정밀하고 정확함
- 주관적 요소가 배제된 객관성 확보로 신뢰도 증가
- 사업 수행과 측정시 객관성 확보로 정확한 평가 가능

(ii) 단점

- 기준 수립에 시간과 인력 소모
- 적기에 작업물량 정보나 혹은 금액정보를 확보하기가 어려움

(3) 달성진도 인정 방법(Earned Value Method, EVM)

1) 방법

단위 작업 범위를 측정 가능한 규모로 세분화 시켜 작업 진행 단계 별로 일정한 달성진도값(Earned Value)을 부여 혹은 인정하므로써 작업진도를 산정하는 방법이다. 추정 진도 산정 방법의 단순성과

편의성, 실 작업량 측정방법의 객관성을 혼합한 방법으로 미국 정부 기관인 에너지성(DOE), 국방성(DOD) 및 교통성(DOT)에서 발주하는 주요 건설사업에 적용이 의무화되어 있다.²⁾

2) 달성진도값(Earned Value) 인정 규칙

작업단계별로 작업진도의 측정이 기준이 될 신용가치 인정 혹은 부여수치(값)는 개인이나 기관에 따라 크게 달라질 수 있다. 즉 주관적인 요소를 떨 수 있기 때문에 건설공사 착수전이나 특히 초기에 계약 당사자인 발주자와 계약자 사이에 사전 협의 확정이 반드시 선행되어야 한다. 또 미확정으로 사업을 착수하거나 사업중간에 기 협의 확정된 값을 바꾸고자 할 때는 그 책임 소재에 대한 논쟁을 끊임없이 벌일 수 있는 소지가 있음을 고려해야 한다.

3) 장단점

(i) 장점

- 추정 진도 측정 방법에 비해 훨씬 세부적이고 객관적인 진도 측정 가능
- 정확성에 비해 실 작업량 측정 방법보다 개발에 시간과 인력이 덜 소모됨

(ii) 단점

- 계약자별 혹은 발주기관에 따라 작업 단계별로 달성진도값(Earned Value)인정 방법이 상이할 수 있다.
- 단위 사업에서 계약 당사자인 발주자와 계약자 사이에 이견이 발생할 수 있다.
- 단위 Activity가 지나치게 세분화 될 수 있다.

(4) 건설공사 진도율 산정 방법 예시

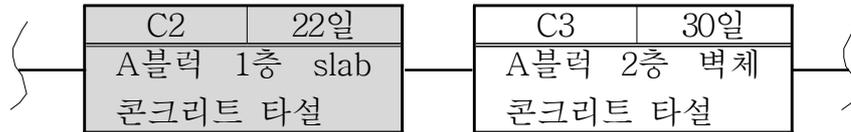
1) 작업 진도 산정 대상 선정

<그림 II-1>과 같이 특정공사의 단위공정에 대한 진도 산정을 실험적으로 산출하기 위해 다음과 같은 가정을 전제한다.

i) 작업 물량 정보(Activity No. = C2)

2) Earned Value Project Management, P13, Quentin W. Fleming

세부공종	단위	가중치	전체물량	실설치량	비고
콘크리트	m ³	.25	150	50	
거푸집	m ²	.30	225	135	
철근가공조립	ton	.30	22.5	9	
마감작업	lot	.15	1	-	



<그림 II-1> CPM의 단위 Activity 예시

(ii) 추정 진도 측정 방법에 의한 진도 산출

약 45% (주관적 판단 기준)

(iii) 실 작업진도 측정 방법에 의한 진도 산출

- 콘크리트 타설 진도 : $50/150 \times 100\% \times 0.25 = 8.33\%$
- 거푸집 설치 진도 : $135/225 \times 100\% \times 0.30 = 18.00\%$
- 철근 가공조립 진도 : $9/22.5 \times 100\% \times 0.30 = 12.00\%$
- 마감 작업 진도 : $30\% \times 0.15 = 8.33\%$
- 단위 Activity진도 : $(8.33+18.00+12.00+4.50) = 42.83\%$

(iv) 달성진도 인정 방법에 의한 진도 산출³⁾

- 콘크리트 타설 진도 : $10\% \times 0 = 0\%$ (0-100%)
- 거푸집 설치 진도 : $50\% \times 0.5 = 25\%$ (50%-50%)
- 철근 가공조립 진도 : $15\% \times 0.5 = 7.5\%$ (50%-50%)
- 단위 Activity진도 : $(0 + 25 + 7.5 + 0) = 32.5\%$

2. 건설공사 기성고 지급액 산정 방법과 국내 제도

건설공사의 작업진도 측정을 하는 방법이 크게 세종류가 있듯이 기성고 지급 방식에도 다양한 방법이 사용되고 있다. 특히 기성고 지급액 산정 기준에 큰 영향은 계약 형태로부터 기인하며 확정 금액 방식과 단가계약 방식이 기성고 지급액

3) Earned Value에 대한 수치 인정 방법으로 작업 착수와 종료를 기준하여 0-100%, 50%-50, 100%-0로 인정하는 방법이 있다. 콘크리트 타설 작업 진도 측정을 위한 EV값은 부록II, 6쪽의 콘크리트 공사 O3XXX 항목 참조

산정에 큰 영향을 미칠 수 있다. 따라서 기성고 지급액 산정 방식도 계약 방식에 따라 다음과 같이 분류할 수 있다.

(1) 확정금액 계약 방식(Lump Sum 계약) —

단위 건설공사에 소요되는 총 소요금액을 확정하여 계약하는 방식이다. 계약 전에 상세 설계가 완료되어 설계변경이 거의 예상되지 않는 건설공사에 적합한 방식으로 설계자의 물량 추정에 대한 오차가 ± 5%이하로 신뢰성이 상당히 높을 때 도입하는 것이 일반적이다. 이 계약방식에서 도입될 수 있는 기성고 지급 방식은 다음과 같다.

1) 실적 진도율에 의한 방식(Progress Measurement Payment Method, PMPM)

가장 일반적인 방식으로 기성고 산정액을 사업 진도에 따라 지급하는 방식이다. 물론 건설공사 착수시에 지급되는 선 착수금과 하자 보증을 위한 유보금은 기성액 산출시 제외되어야 한다. 이 기성고 산정방식과 특징은 아래와 같다.

i) 기성액 산정 방식

$$\text{기성액} = \text{확정금액} \times \text{누계 진도율}(\%) - (\text{전회 지급누계})$$

ii) 특징

- 건설공사 진도율과 일치
- 기성고 산정에 별도 노력과 인력이 크게 절감
- 공기가 충분하지 못한 건설공사에 유리
- 진도율 산출이 객관적이고 정확해야 함
- 설계의 정확도(Accuracy)와 완성도(Completeness)에 크게 좌우

2) 계획 진도율에 의한 방식(Scheduled Progress Payment Method, SPPM)

건설공사 계약 당사자간에 신뢰를 바탕으로 하는 방식으로 계약 협상 과정에서 선착수금과 유보금을 제외한 계약금액을 건설공사 기간동안에 일정한 비율로써 지급하는 방식이다. 지급율 결정 방식과 특징은 아래와 같다.

i) 기성액 지급율 결정 방식

- 공사 기간동안 균등 분할 지급 방식
- 경험으로부터 얻어진 기간별 예정 진도율에 의한 방식(기간별 지급율 차등)

ii) 특징

- 반복적인 건설공사에 유리
- 기성고 지급 절차에 따른 인력과 시간이 가장 경제적인
- 설계 변경이 극히 낮아야 함
- 철저한 신뢰관계가 전제되어야 함
- 발주자 및 계약자 모두 유사건설공사 경험 보유

3) Milestone에 의한 지급 방식(Milestone Payment)

공사규모가 크고 공기상으로 극히 촉박한 경우에 도입할 수 있는 방식으로 사업의 진척율을 계량화하기보다 공사 대상물의 주요 행위(Event)를 사전에 지정하여 그 지정물이 완성됐을 경우에 일정율의 기성고를 지급하는 방식으로 시설물 복구 사업이나 신국제 공항 같은 대규모 건설사업중 비교적 단순공종 공사에 적용하고 있다. 기성고 지급액 산정과 특성은 아래와 같다.

i) 기성액 지급을 결정 방식

- 시설물의 주요 Event의 착수/종결시점 기준으로 누계 진도율을 사전에 부여

ii) 특징

- 확정설계에 의한 확정물량이 전제되어야 함
- 설계변경으로 증감 부분은 별도 계상
- 공기준수가 주요 목표일 때 도입

(2) 단가 계약 방식(Unit Rate 계약)

단위 공사에 소요되는 공종별 단위 물량에 대한 시공단가를 확정하여 계약하는 방식이다. 발주자의 관리능력과 인력이 충분하다고 판단될 경우나 설계가 건설공사 착수전에 완료되기가 어려울 경우에 이 방식을 도입한다. 즉 확정 설계에 의한 확정물량과 확정 금액 산출이 불가능할 경우다. 이 계약 방식에서 도입될 수 있는 기성고 지급 방식은 다음과 같다.

1) 실적물량에 의한 방식 (Installed Quantity)

국내에서 가장 흔하게 도입하고 있는 방식으로 계약시에 첨부된 공사 내역서 물량의 항목별로 실제 건설현장에서 설치된 물량을 기준으로 해당 계약 단가를 곱하여 기성고를 산정하는 방식으로 아래와 같은

특성을 갖고 있다.

i) 기성 지급액 결정 방식

◦기성액 = 실적(시공/설치)물량 x 계약단가

ii) 특징

- 세부 공종별로 계약자가 제시한 단가를 기준으로 계약
- 실적물량 집계는 검사자(일반적으로 Inspector/Supervisor)가 매일 확인한 Data Sheet로 부터 이뤄진다.
- 일반적으로 일정기간 경과후에 시행되는 시설물 위주로 검측 활동은 물량 집계와는 무관하게 이뤄진다.
- 기 계약한 단가의 변경은 계약변경으로 처리한다.
- 단가 변경으로 총 계약가의 증감이 이뤄질 경우 일정액 이상 변경시는 제 경비와 이윤의 산출 방식도 달라질 수 있다.

2) 대표 물량에 의한 방식(Major Commodity Quantity)

일반적으로 세부 공종별 실적 물량 집계에 의한 방식은 공사 규모가 크고 공종의 종류가 다양할수록 집계와 확인에 상당한 인력이 소모됨으로 주공종에 부속이 되는 (예를들면 콘크리트에 매입되는 위생배관류나 잡철물, 지수관 등) 공종은 별도 집계를 하지 않고 주공종이 설치될 경우 주공종에 이를 포함 시켜 기성고를 산정하는 방식이다. 따라서 주공종에 대한 단가도 이 주공종이 포함하고 있는 부속 공종의 단가를 포함해야 하므로 자연적으로 계약단가가 아닌 계약 이후에 계약 당사자간에 합의한 환산단가를 사용하게 된다. 이 방식의 특성은 다음과 같다.

i) 기성 지급액 결정 방식

◦기성액 = 실적물량(대표물량) x 환산단가

ii) 특징

- 실적물량에 의한 방식에 비해 기성액 산정이나 검증에 소요되는 인력과 시간이 크게 절감
- 대표물량 선정에 계약 당사자간에 의견차이 발생시 시간 소요
- 계약 변경시는 변경금액을 환산단가가 아닌 세부 공종별로 단가가 적용되어야 함
- 이 방식의 효율적 운영을 위해서는 대표공종의 숫자를 가능한 한 줄여야 함

(3) 기성고 지급 및 지급관련 국내 제도

기성고 산정 및 지급과 관련된 국내 제도는 기성고 산정 및 검사와 관련된 부문은 건설기술관리법에 포함되어 있고 기성검수후 대가 지급 관련 조항은 국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률에 포함되어 있다. 즉 기성고 검수와 대가 신청이 이원화되어 있는 셈이다.

1) 건설기술관리법의 기성고 검사 관련 조항

<법 제27조 (건설공사의 책임감리 등)>
<시행령 제52조 (감리원의 업무범위 및 배치기준 등)>
<시행규칙 제34조 (감리원의 업무 등)>
<건설기술개발 및 관리 등에 관한 운영규정 제7장 건설공사의 검사>
<감리업무수행 지침서 제4장 기성부분 및 준공검사>

i) 건기법의 기성고 관련 내용

- 건설공사의 품질확보 및 향상을 위해 책임감리 도입 (법 27조)
- 공사 진척부분에 대한 조사 및 검사를 책임감리의 업무 범위에 포함 (시행령 제52조)
- 공사의 질적 향상을 위하여 필요한 사항으로서 건교부령이 정하는 사항중 비상주 감리원이 수행해야 할 업무로써 기성 및 준공 검사 업무를 포함 (시행규칙 제34조)
- 기성부분 검사에 대한 신청양식, 절차, 검사 공무원의 임명, 검사 조서 작성 등에 대한 세부내용을 기술 (운영규정 제7장)
- 기성부분 검사에 대한 검사자 임명, 검사기간, 기성내역서 검토 확인, 조성작성(검사서류 작성), 발주기관의 입회 등에 대한 지침을 기술 (감리업무 수행 지침서 제4장)

ii) 건기법 관련 현행 제도의 문제점

- 기성고 검수를 품질확보 및 향상과 연계시킨 것은 품질관리의 독립성(ISO 9000 시리즈)을 저해시킴
- 감리대상 공사와 비감리대상 공사에 기성고 검수의 차별화를 두고 있고 감리대상 공사에도 발주관청의 개입을 요구하고 있어 감

리원의 독립성을 저해시킨다.

- 비상주 감리원이 공사의 질적향상을 위해 공사 완료부분을 8일 내 검사하는 것은 질적향상과도 무관하며 기성고 검수와도 무관함.
- 대가 신청과 무관한 공사완료 부분에 대한 검증은 공사과정중에 발생하는 입회 확인의 기본업무이나 현행제도는 이를 비상주 감리원이나 혹은 비상주 검사원이 하도록 되어 있어 책임소재의 이원화와 업무의 중복성을 유발시키고 있다.
- 건기법의 별제 제29호 서식, 제32호 서식은 공사 진도율을 %로 표시하고 있고 기성공정율 역시 %로 표시하도록 되어 있으나 실제 모든 서류가 내역서 위주로 작성되고 있어 제도와 실제 관행이 일치되고 있지 않다.

2) 국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률의 대가 지급 관련 조항

<법 제14조 (검사)>

<법 제15조 (대가의 지급)>

<시행령 제55조 (검사)>

<시행령 제56조 (검사조서의 생략)>

<시행령 제58조 (대가의 지급)>

<시행규칙 제67조 (감독 및 검사)>

<시행규칙 제68조 (감독 및 검사의 실시에 관한 세부사항)>

<시행규칙 제69조 (감독 및 검사를 위탁한 경우의 확인)>

<조달사업에 관한 시행규칙 제14조 (공사대금의 지급)>

<주요회계 통칙 중 선금 및 기성대가 지급에 당나 회계통칙
(회제45101 - 1116)>

i) 국제법의 기성고 지급 관련 내용

- 기성고 검사에 대한 기본절차를 규정 (법 제14조)
- 기성고 검사 완료후에 대가를 지급해야 한다고 규정 (법 제15조)
- 계약자(시공자)로 부터 기성 검사원을 제출받은후 14일 이내에 검사를 완료해야 한다고 규정 (시행령 제55조)

- 기성검사를 완료한후 계약자(시공자)로 부터 대가를 청구받은날 부터 14일(개정안은 7일)이내에 지급해야 한다고 규정 (시행령 제58조)
- 감독 및 검사내용이 사실과 일치하지 않을 경우 검사자의 의견을 중앙관서의 장이나 계약담당 공무원에 제출해야 하는 규정을 기술 (시행규칙 제67조)
- 감독 및 검사에 필요한 세부사항은 중앙관서의 장이 필요에 따라 개발하여 사용가능 (시행규칙 제68, 69조)
- 기성고 검사 및 대가지급의 회수는 최소 90일(개정안은 30일)마다 지급해야 한다고 규정 (시행령 제58조)
- 공사대금의 지급과 관련하여 수요기관(발주관청)의 의무를 규정하고 있고 기성고 지급 회수에 대한 독려사항을 기술 (조달사업 시행규칙 제14조 및 회계통칙 회제45101-1116)

ii) 국제법 관련 현행 제도의 문제점

- 국제법의 관련 내용이 거의 대부분 기성고 검사와 관련된 내용으로 건기법과 중복됨
- 대가 지급은 건설공사의 특성과 계약방법에 따라 다른 개별성을 갖고 있으나 법에서 이를 규정하는 것은 발주자의 유연성을 상당히 제약하고 있음.
- 검사원의 기본업무가 건기법에서는 공사의 질적 향상을 위해서이며 국제법은 사실검증이나 감사 성격을 띄고 있어 동일 업무에 기본 목적이 서로 다른 모순을 나타내고 있음.
- 검사와 대가 지급에 대한 규정을 지나치게 세분화시켜 복잡함을 유발시키고 있음.
- 실제 대가 지급 범위(공사수행분 및 자재구입분 등)와 지급형태(현금 및 어음 등)에 대한 필요 규정은 언급되지 않아 건기법과 차별화가 나타나지 않음.

제Ⅲ장 국내 건설사업장의 운영현황과 문제점

1. 건설공사 진도율 산정 방법 운영 현황

국내 건설공사에서 일반적으로 사용하고 있는 공사 진척도 산정 방법은 발주기관의 능력이나 관행에 따른 차이는 보이지 않고 있다. 다만 건설공사에 수많은 공종이 개입되고 규모가 클 경우 예정 진도율 산정 방식에서 훨씬 간편한 방법, 즉 유사공종을 통합한 분야중심(예, 전기공사, 토목공사 등)으로 단순화시켜 사용하고 있다.

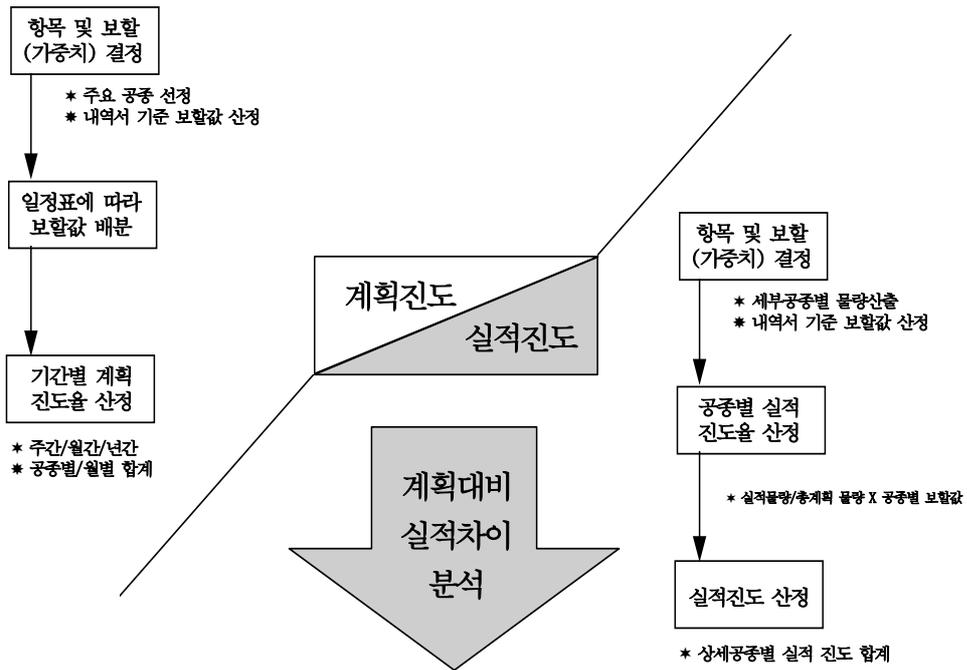
(1) 검토 대상 사업

가능한한 여러 종류 사업의 특성을 비교하기 위해 다양한 사업장을 택하되 사업장의 대표성을 확보하기 위해 동일한 발주기관의 사업은 가급적 피하였다. 대상 사업의 선정은 가능한한 지역적으로도 골고루 할 수 있도록 최대한 고려하였으며 선택한 사업은 다음과 같다.

- 1) 철도 건설사업
- 2) 지하철 건설사업
- 3) 공항 건설사업
- 4) 발전소 건설 사업
- 5) 플랜트 건설 사업
- 6) 하수처리장 건설사업
- 7) 아파트 건설사업
- 8) 업무용 빌딩 건축공사
- 9) 제작 공장 건설

(2) 운영현황

국내 건설 현장에서의 건설공사 진도 계획과 실적진도 산출의 개략적인 방식은 <그림Ⅲ-1>와 같다. <그림Ⅲ-1>에서 처럼 내역서상 대표 물량의 공종을 추출해내는 것이 진도율 산정에 결정적인 변수 역할을 하게 된다.



<그림III-1> 국내 공정 계획/실적 진도율 산정 절차

1) 계획 진도율 산정의 주요 특징

- 내역서의 대표 공중 선정에 따라 큰 차이를 나타냄
- 대표공중 선정시 부속공중 선정에 대한 기준이나 문서가 기록으로

남아 있지 못함

- 대표공종에 대한 가중치(보할값)를 시간에 따라 배분시 객관적 기준이나 자료없이 경험이나 작성자의 숙련도에 따라 산정
- 대표공종에 대한 수행계획보다는 전체 진척율 조정에 따라 변경하는 과정을 도입
- 초기 계획서 작성시, 자금 수요 계획과 공사 계획을 고려하여 개발
- 계획진도를 작성에 소요되는 기간은 공사의 규모와 관계없이 평균적으로 30-45일 소요(원자력 발전소의 경우 6개월까지 소요)
- 계약자의 과거 유사 건설공사 경험 자료 활용은 거의 개인적인 판단에 의존
- 계약 총 기간에 대한 것과 차수별 계약기간에 대한 것을 별도로 작성(공공공사4)

2) 실적 진도를 산정의 주요 특징

- 대표공종에 대한 작업량 측정은 일일단위로 기록
- 실적 진도를 산정은 주간 단위로 시행
- 일일 작업량에 대한 기록 및 검증은 감리단 혹은 발주기관의 감독관이 시행
- 설계변경시는 대표 물량을 설계 변경에 따라 변경
- 누계공정과 해당 차수별 계약을 별도로 산정 (민간기관 제외)

3) 진도를 활용도

- 공기 지연의 정도를 계량화하여 표시하는데 사용
- 예정 공기 대비 지연 사유분석의 기초 자료로 사용
- 작업량에 대한 진척보다 공기관리에 주목적을 두고 있음

2. 건설공사 기성고 산정 방법 운영 현황

국내건설공사의 진도를 산정 방법은 공공 발주기관이나 민간 발주기관 사이에 큰 차이가 없이 거의 유사한 방식을 사용하고 있으나 기성고 지급을 위한 기성액 산정 방식은 공공부문과 민간부문에서 현격한 대조를 나타내고

4) 민간공사의 경우는 총 계약기간에 대한것만 작성

있다. 민간부문은 거의 유사하게 공정진도율과 연계시켜 운용하고 있는 반면에 공공부문은 감리단/발주처에 따라 상당한 차이를 나타내고 있다.

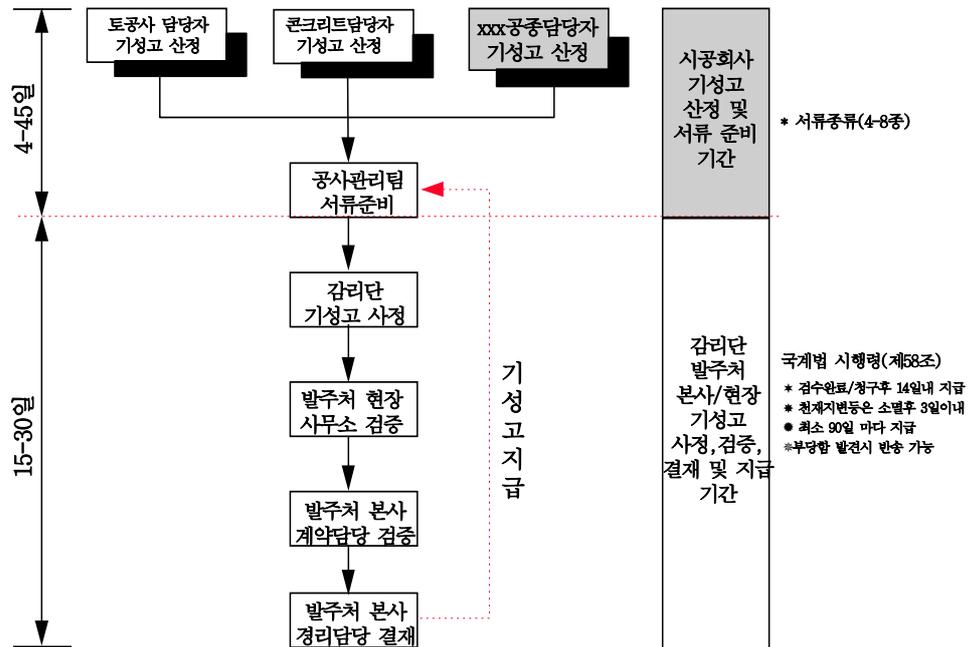
(1) 검토 대상 사업

공사 진도율 산정 방법 분석의 대상이 되었던 사업장과 동일하다.

(2) 운영 현황

1) 공공 사업장의 운영실태

국내 공공공사에서 채택하고 있는 기성고 지급을 위한 산정방식은 기성고 지급계획 부문은 건설공사의 진도율을 기준으로 하고 있다. 그러나 실지금액 산정은 <그림III-2>에서 처럼 거의 계약당시에 만들어진 내역서 항목별 물량중심으로 산출내역서를 작성하여 기성액을 산출하는 방식을 채택하고 있다.



(그림III-2) 국내 공공공사 기성고 지급 절차

i) 공공 사업장 기성고 산정 방식의 주요 특징

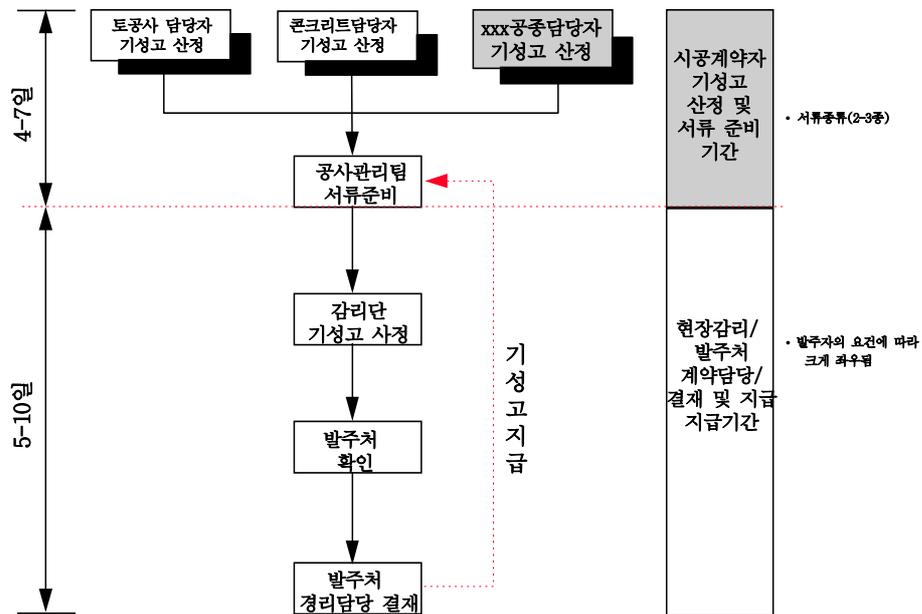
- 계약 당시에 제출되는 설계 내역서의 세부 항목별 예정가 대비 낙찰가로 낙찰율을 산정하여 일괄적으로 곱한 수치를 기준함
- 기성고 산정을 위한 내역서의 일위대가표와 건설계약자의 실제 집행내역과는 상당한 차이가 있어 계약내역서는 단지 기성고 산정이나 계약변경시 기준 자료로만 활용됨
- 감리단 유무와 또 발주기관별로 세부절차와 단계별 소요기간, 기성액 신청시 소요되는 자료의 종류와 수량에 상당히 큰 차이를 나타내고 있음
- 실제 작업 물량산출은 작업량 측정보다 외부감사에 대비한 일종의 증빙서류 보관에 초점을 두고 있음
- 발주기관의 유사 건설공사관리 전문성과 인력확보에 따라 절차와 단계별 소요기간의 차이가 크게 나타남
- 실제 계약은 총액단가 계약으로 거의 확정금액 계약방식(Lump Sum)과 유사하나 기성고 지급방식은 실비 계약방식(Reimbursable)으로 집행되고 있어 계약방식과 기성고 지급방식은 불일치함
- 발주자와 계약자 사이의 기본 관계는 철저한 불신 관계로 이뤄져 현장 감독관의 판단보다는 증빙서류가 우선하는 형태유지
- 비교적 건설에 대한 전문조직과 전문인력을 보유하고 있는○○공사 사업장의 경우 국내 공공기관으로써는 처음으로 기성고 지급

액 산정을 작업 진도율에 따라 지급하는 방식을 채택하고 있는 것이 확인되었다. 기성고 지급방식의 객관성 확보를 위해 작업진도율 산정 절차서를 개발하여 운용하고 있었다. 진도율 산정 방법은 실 작업량 측정방법(Physical Progress Measurement Method)과 달성진도 인정방법(Earned Value Method)을 혼합하여 사용하고 있었다.

2) 민간 사업장의 운영실태

국내 민간부문에서 운영하고 있는 기성고 산정방식은 공공사업장에서처럼 일정한 기준이 없는 것으로 나타났다. 즉, 민간부문 발주자의 성격에 따라 크게 좌우되고 있는 것으로 파악된다.

<그림 III-3>과 같이 민간부문에서 운영하고 있는 기성고 산정 방식은 <그림 III-1>에서 나타난 공공공사 부문과 달리 기성고 검사가 현장 감독기관만의 책임 확인만으로 종결되고 있어 비교적 단순한 것으로 나타났다. 특정한 사업장의 경우는 감리단과 발주처가 동일한 경우도 사업장의 있었다.



(그림III-3)국내 민간공사 기성고 지급 절차

i) 민간 사업장 기성고 산정방식의 주요 특징

- 공사의 성격이 대부분 업무용 빌딩, 제작설비공장 신설, 석유화학 공장건설등 건축과 플랜트 사업으로 구성
- 초기 물량 산출서 및 공사 가격산정은 도면과 시방서에 나타나는 모든 공종을 대상으로 하고 있으나 실제 기성고 산정은 주요 공종만을, 즉 대표적인 공종만을 기준으로 함.
- 경험이 없고 단지 1회성 사업장의 경우 계약초기에는 기성고 산정이 공공공사의 내역서 만큼 까다로우나 사업이 진행됨에 따라 산정기준이 점점 단순화되는 과정으로 발전되는 경향
- 대부분의 계약이 확정단가 계약이 아닌 총액 확정계약(Lump Sum)으로 공사진도율(%)에 따라 지급하거나 Scheduled Payment 방식을 도입하는 경향으로 변화됨.
- 공공공사에서 처럼 기성고 산정 증빙을 위한 보관용 서류가 작성되지 않아 기성고 산정이 상당히 간편하고 단순함.
- 자재구입 비용은 공공공사 사업장 처럼 사용량 기준이 아닌 구입량 기준(90% 까지) 지급.

3. 건설공사 진도율 산정 방법의 문제점

국내 건설공사 사업장에서 사용하고 있는 시공 진도 측정방법에 대한 문

제점 발견은 다음과 같다.

(1) 공공공사 및 민간 사업장의 문제점

현재까지 파악된 문제점은 아래와 같다.

1) 대표 공종 선정 기준 부재

여러종류의 공종으로 건설공사 수행 계획 수립시 개별 공종에 대한 별도 계획 수립에 과도한 시간 소요 및 설계도면의 불확실등으로 발주기관이나 계획진도 수립자 개인 판단에 따라 좌우되어 객관성 결여는 물론 미경험자의 경우 신뢰도에 상당한 의문이 제기됨

2) 예정 진도율 작성기간 및 소요비용

대표공종 선정과 개략공정표 개발에 소요되는 기간(45인·일)을 감안하여 실제 예정 진도율 작성에 소요되는 기간은 30일에 45인·일이 투입되는 것으로 조사되어 활용도에 비해 약 12,000,000원/회⁵⁾ 소요되며 이 기간과 소요비용은 공정계획 변경시마다 약간의 감소는 있으나 매번 투입되는 비경제적 현상으로 나타나고 있다.

3) 계획진도율과 실적 진도율 산정 공종 불일치

<그림Ⅲ-1>에 나타나 있는 공사 진도율 산출의 기준이 되는 공종이 계획치와 실적치에서 서로 다르게 나타나 공정 진척율이나 공기지연의 수치가 현실과 상이하게 나타나는 경우가 많아 진도율 자체의 신뢰성이 저하됨.

4) 개별관리 기자재설치 공정 진척율

대량소요자재(Bulk Material)나 혹은 대량공종은 수량으로써 진척율을 가늠하고 있으나 개별 기자재의 경우 진도율 산정이 거의 주관적 판단에 의해 이뤄져 발주기관과의 의견차이가 자주 발생함.

5) 활용도 저하

실적 진도율이나 계획 진도율이 실제 작업량을 계량적으로 표시함에도 불구하고 활용도 면에서는 단지 보고용에만 쓰이고 있어 잔여 작업량과 사업비의 비교, 생산성 분석 등에 활용할 수 있는 여지가 충분히 있음

5) 기술자 등급은 고급기술자와 중급기술자의 중간으로 제경비용은 120%, 기술료는 25%인 257,000원/일로 적용

에도 불구하고 실제 활용은 극히 제한적으로 이뤄지고 있다. 특히 진도를 산정이 객관성을 띄고 체계화시킬 경우 기성고 산정과 직접 연계시켜 내역서 위주로된 기성고 지급 관행의 비경제성을 충분히 대체할 수 있을 것으로 판단됨.

6) 발주처 및 계약자의 전문성에 크게 좌우

◦공공기관 및 민간기관 공히 건설 전문성 보유 유무에 따라 신뢰성과 안정성이 좌우됨.

◦민간 발주자의 경우 건설의 전문성을 보유하지 않았을 뿐만 아니라 발주 시설물공사가 일회성으로 끝날 경우 공사기간중에 수차례 변경을 요구하는 사례가 잦아 시간과 소요인력이 상당히 많이 소요되는 사례발생

7) 객관적 기준 자료 부재로 인한 문제점

◦초기 공정 진도 계획수립에 너무 많은 시간과 인력소요로 사업 간접비에 큰 부담유발

◦보일러 설비, 냉난방 설비공사, 플랜트설비 시공의 경우 공정 실적 진도를 산정 방법 합의에 장기간 소요

◦초기공정 계획수립시 유경험 인력이 부족한 경우 실제 작업수행자가 아닌 본사 인력이 보고서 제출 목적으로 작성하여 제공하는 사례 빈번

4. 기성고 산정 및 지급 절차의 문제점

(1) 공공공사 사업장의 문제점

현장방문과 자료조사를 통해 파악된 국내 공공공사의 기성고 산정 방법 및 지급 절차에 대한 문제점은 다음과 같이 파악되었다.

1) 감독기관의 관행 및 능력 마비

<표Ⅲ-1>에 나타나 있듯이 발주기관에 따라 기성고 신청에 필요한 서

류나 검토 절차가 큰 차이를 나타내고 있다. 이것은 국가차원이나 기관 차원의 통일된 기준이 없는 관계로 단위 사업장 책임자의 임의적 판단에 의한 때문으로 해석된다. 특히 지난 '94년 부터 도입된 책임감리제도 하에서 발주기관과 감리단 사이의 역할 분담이 명확하지 못한 관계로 ○○공사의 경우 감리단의 기성고 사정이 감리단 3단계(공구 감리단 → 본부 감리단 → 감리단 본사)와 발주기관 2단계(현장사무소 → 본사 책임자)로 이어지는 곳도 나타나 시공계약자에게 지나친 부담을 주고 있는 것으로 나타났다.

<표Ⅲ-1> 발주기관별 기성고 지급 절차 비교

(매1회 신청 기준)

단위 : 천원

구분	발주기관	공공 발주 기관						민간 발주 기관			평균치	
		○○공사	○○공단	XX공단	○○청	○○시	XX시	XX공사	제작공장	플랜트		○○은행
시공회사 서류준비	서류종류(건)	3	11	2	7	5	11	3	2	2	2	48
	준비기간(일)	4	20	20	45	13.75	20	5	5	6	7	14.6
	서류작성 비용	5,268	12,721	35,980	34,695	15,677	15,420	3,855	5,140	3,084	7,196	13,904
감독기관 소요일수	감리단 검토기간	5	7	6	23	3	7	-	2	3	5	6.8
	발주처 현장검토	5	5	8	3	3	3	5	3	4	5	4.4
	발주처 본사검토	5	5	14	4	9	4	-	3	-	5	6.1
	소요기간 소계	15	17	28	30	15	14	5	8	7	15	15.4
총 소요 기간(일)		19	37	48	75	28.75	34	10	13	13	22	30
기성고 신청 주기		1개월	3개월	3개월	3개월	3개월	3개월	1개월	2개월	1개월	4개월	2.4개월

* 257,000원 인/일

2) 서류과다

단지 기성고 산정 및 사정을 위해 준비해야 될 일회용 서류가 지나치게 많은 것으로 나타났다. <표Ⅲ-1>에서 처럼 발주기관에 따라 다소 차이는 있으나 최소 3종류에서 최대 11종류로 나타나 발주기관

및 시공계약자 모두에게 큰 부담을 주고 있다. 시공계약자가 준비해야 될 주요서류의 종류는 아래와 같았다.

- 실질물량 수량 산출서
- 가격산정을 위한 일위대가표(내역서)
- 시공부위 표시도면
- 시공 현장 사진
- 안전관리비 사용 내역서
- 측량 확인서
- 품질시험비 사용 내역서
- 시공사 지입 자재 구입 확인서
- 기타(감리업무 수행지침서 제4장에 기술된 서류)

3) 기성고 산정 비용과다

<표Ⅲ-1>에서 보는 바와 같이 1회 기성 신청시 투입되는 비용이 최소 3,855,000원에서 최고 35,980,000원까지 소요되며 이 작업에 투입되는 직접 인건비 외에 기회비용의 손실까지 감안하면 그 비용이 엄청나 시급히 개선되어야 할 것으로 판단된다. 실제 비용이 과다하게 소요되는 △△사업장의 경우는 비록 기성고 신청주기가 매 1개월 단위로 할 수 있도록 계약서에 언급되어 있음에도 불구하고, 소요비용의 과다로 인해 3개월이나 혹은 5개월 단위로 신청하는 사례까지 발견되었다.

4) 시공사 구입자재 비용 보상

계약상 시공자가 구입 납품해야하는 자재가 있는데 이 경우 대부분의 발주자는 구입량 기준이 아닌 현장 실 사용량 기준으로 보상을 해주고 있어 구입시점과 사용후 기성고 지급시기까지의 기간동안(3~12개월)에 발생하는 금융비용은 시공자가 일방적으로 흡수하도록 하는 불평등 관계를 유지하고 있는 것으로 나타나 개선되어야 할 요소로 지목되었다.

5) 계약자의 금융비용 증가 주요원인 제공

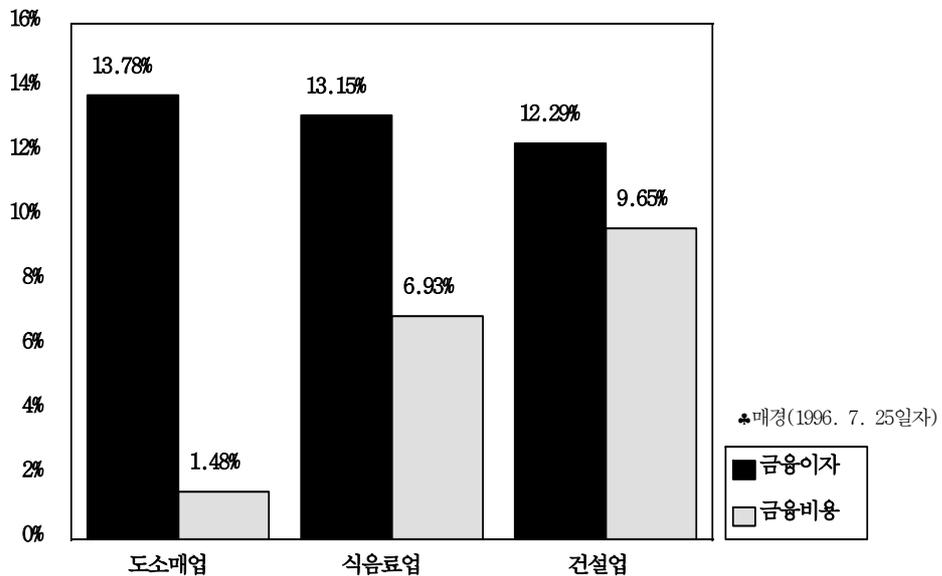
국내건설회사들의 매출원가중 금융비용부담율은 평균 9.65% ('96. 7. 25. 매경)로 상당히 높은 편으로 경영수지에 상당한 부담을 주고 있는 것으로 나타나고 있다. 더구나 금융기관으로 부터 차입시 평균 이자율이 12.29%인 것으로 나타나 있으나 이것은 비교적 신용도가 높은 중견 및 대형업체들로 중소기업은 이보다 훨씬 높은 이자율을

부담하고 있어 매출원가중 금융비용부담률 역시 상당히 높을 것으로 예측된다. 건설회사들의 금융비용이 큰 것은 국내 건설기업들의 부채 비율이 높은면도 있으나 다음과 같은 주요 요인도 작용하고 있기 때문인 것으로 보인다.

- 시공자의 비용지급과 기성고 입금 시차
- 주 계약자의 기성고 지급과 하도급 비용 지불 시차
- 자재구입 비용지불과 기성액 수령 시차
- 설계변경 승인 지연으로 인한 선시공 후정산체계의 시차 등

6) 금융비용 증가와 입금시기 차이 영향

국내의 경우 건설업이 서비스 산업으로 분류되어 있으나 금융면에서 서비스 산업의 타분야와 매출원가중 금융비용이 지나치게 높은 것으로 나타났다.<그림III-4 참조> 이의 주요원인은 전술한 바와 같이 하도급자에 대한 대가 지불과 기성고 입금시기와의 시간차, 자재구매 비용지불의 불합리성등으로 부터 기인하는 것으로 보인다. 즉 서비스 산업 타분야의 금융이자(건설업에 비해 상대적으로 높음에도 불구하고(최고 1.49% 차이) 금융비용은 오히려 낮게(최고 8.17%) 나타나고 있다.



그림III-4 국내 서비스 산업 분야별 금융 비용 비교

7) 기성액 산정 및 지급 기준 부재

발주기관이나 국가 차원의 기준이 없어 발주기관이나 감독자, 혹은 시공자 내부사정이나 개인 선호도에 따라 산정방식과 기간 및 절차 등이 달라 상당한 혼선을 빚고 있다. 이런 사정으로 인해 공사기간 중간의도 기성고 지급방식이 변경되는 경우가 거의 대부분이었다. 또 하나의 문제점은 기성고 산정액이 실제 작업 진도율(%)로 표시되는 작업량과 직접적인 관련이 있음에도 불구하고 전혀 별개로 운영되고 있어 작업량과 투입비용 사이의 비교분석으로 공사비 증감예측이 이뤄질 수 없는 상태로 운영되고 있는 실정이다. 따라서 기성액 산정방식과 지급기준 및 공정 진척율 사이에 기준이 반드시 마련되어야 할 것으로 판단된다.

8) 기성고 산정 대상 내역서 물량의 세분화

현재 국내 공공공사에서 기성고 지급 기준으로 사용하고 있는 내역서의 품목은 설계회사가 설계를 위해 도면상에 표시하는 전 품목을 대상으로 지나치게 세분화되어 상당히 많은 시간을 요하도록 되어있다. 즉 시설물 시공을 위한 주 품목(이를 대표 공종이라고 하자)과 보조품목(예 : 결속선이나 비계공 등)으로 구분하여 보조품목은 주품목이 시공되면 별도 계상 없이 포함 시공된 것으로 보는 등 측정대상 공종의 단순화도 이뤄져야 한다.

9) 기성고 산정, 사정 및 지급시기 차이

계약자가 기성신청한 이후부터 지급시까지의 소요기간이 국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행령 제55조 및 제58조 28일 이내

로 지급하도록 되어 있으나 건교부에서 발행하는 감리수행 지침서 제4장에서는 감리단이 자체소비하는 기간만이 14일로 되어있어 정부 관련 부처간에도 차이를 나타내고 있다. 이 때문에 공공기관 사이에서도 기성고 신청후 지급시기까지가 최소 14일에서 최장 35일까지 차이를 나타내고 있는 것으로 조사되었다.

10) 계약주체자간에 신뢰감 부재

발주처와 계약자 사이에는 상호신뢰 관계보다는 철저한 불신관계로 기성고 산정서류가 만들어지고 있어 발주처, 감리단 및 시공 계약자 모두에게 기성고 산정은 부담감을 유발시키고 있다. 또한 기성고 산정 기준 부재로 인해 감리단과 발주처의 선호도에 따라 기성고 산정에 필요한 서류종류와 절차가 상이하고 단일사업에도 공구별로 차이가 발생하는 사태로 까지 진전되는 경우가 발견됨.

(2) 민간 사업장의 문제점

3개 사업장에서 파악된 문제점은 공공공사장에서 처럼 심각한 낭비요인은 없었으나 주로 공사 착공초기에 발생하는 문제점으로 다음과 같다.

- 기성고 산정에 객관성을 띤 기준 부재로 초기에 계약자와 발주자 사이에 분쟁이 자주 발생
- 기성고 산정 방식이 사업중간에 자주 변경되는 사태로 인해 기성고 과다/과소 지급에 대한 논쟁이 자주 발생됨.
- 발주자의 전문성과 관리능력에 따라 기성고 지급절차와 시간소요에서 큰 차이를 보이고 있었다.

제IV장 해외건설공사의 진도율 및 기성고 산정방법 운영사례

1. 해외 사례분석을 위한 검토대상

입수 가능한 해외건설공사의 자료분석을 위해 얻을 수 있는 기준은 세가지 측면에서 검토하였다. 첫번째 기준은 단위 항목별 보합값(Weight Value) 혹은 가중치 설정이었고 다음은 진도율 산정의 세가지 방법(II장 1항에 기술)이며 마지막은 작업 진도 측정회수와 기성고 지급방식이였다.

2. 운영사례

(1) 사우디 아라비아의 걸프만 평화기금 센타 신축공사

1) 사업의 특성

대규모 복합공사중 일부시설물 공사

2) 진도율 산정 및 기성고 지급기준

(i) 보할값(Weight Value) 부여기준

◦소요비용기준

(ii) 공사 진도 측정 방법

◦달성진도 인정방법(Earned Value, EV)

(iii) 주요 특징

◦단계별 EV값은 발주자/계약자 사이에 사전합의

(iv) 기성고 지급 기준

◦공사 진도율에 따라 지급

(v) 공사 진도율 측정주기

◦주간단위

(vi) 보할값 및 단계별 EV 부여 예시

◦슬래브 콘크리트 타설 보할값 부여

- 가중치 : 0.15

◦작업단계별 달성진도값(EV) 부여

- 터파기 작업 종료 : 10%

- 거푸집 작업 종료 : 20%

- 매입물 및 철근 조립 완료 : 30%

- 콘크리트 타설 : 30%

- 마감 작업 완료 : 10%

(2) 대만 고속 전철 (Rapid Transit Rail) 건설공사

1) 보할값(WV) 부여 방법

◦소요 인력 기준

2) 공사 진도 측정 방법

- 실투입 물량 기준(Physical Progress)
 - 3) 공사 진도율 측정 주기
 - 월간단위
 - 4) 기성고 지급기준
 - 공사 진척율에 따라 지급
- (3) 홍콩 Chek Lap Kok공항 진입 연육교(칭마 교량) 건설공사
- 1) 보할값(WV) 부여 방법
 - 소요비용 기준
 - 2) 공사 진도 측정 방법
 - 달성진도 인정방법 (Earned Value)
 - 3) 기성고 지급 방법
 - 진도율에 따라 지급
 - 4) 진도율 산정 기준 공정표
 - 상위 Level의 막대그래프 공정표
- (4) 미국 에너지성(DOE)의 유독성 물질 제거 사업
- 1) 보할값(WV) 부여 방법
 - 소요 인력 기준
 - 2) 공사 진도 측정 방법
 - 주관적 판단 (Percent Complete) 방법
 - 3) 작업량 측정 예시
 - 총소요 인력 : 1,000 Man/hour (항목별 예산)
 - 실투입 인력 : 890 Man/hour
 - 작업 진도 : 95% (주관적 판단)
 - Earned Man/hour : 950 Man/hour
 - 4) 기성고 지급
 - 실투입 인력(Time Sheet)량에 따라 실비 지급
- (5) 미국 보스턴 지역 해저 터널공사
- 1) 보할값(WV) 부여 방법
 - 소요 비용 기준(계약자 실행 예산 기준)

- 2) 공사 진도 측정 방법
 - 신용가치 인정방법 (Earned Value)
 - 주관적 판단 방법 병행
- 3) 공사진도 측정 기준 공정표
 - CPM(Critical Path Method) 공정표
- 4) 특징
 - 주관적 판단(Percent Complete)에 의한 %값을 결정후 Earned Value값으로 변환

(6) 미국 샌프란시스코 해변 고속교통시설공사 (철도 및 도로)

- 1) 보할값(WV) 부여 방법
 - 소요 비용 기준
- 2) 공사 진도 측정 방법
 - 달성진도 인정방법 (Earned Value)
- 3) 진도 산출 기준 공정표
 - CPM 공정표
- 4) 작업진도 측정주기
 - 월간단위
- 5) 기성고 지급 방법
 - 대표공종의 작업 실적(물량)에 따라 계약단가로 지급
 - CPM 공정표의 작업진도(EV)와 무관

(7) 일본 원자력 발전소 건설공사

- 1) 공사 진도율 산정 방식
 - 공종(토목, 건축, 전기, 기계 등) 중심의 단위 패키지별 주관적 판단 방식(Percent Complete)
 - 진척율 수치에는 큰 비중을 두지 않는 경향
 - 진도율과 기성고 지급 방식을 분리하므로써 공기 관리는 진도율 보다 일정(Date) 중심으로 수행
- 2) 기성고 지급 방식
 - Scheduled Payment 방식도입
 - 선급금으로 계약가의 20~25% 지급
 - 유보금으로 5~10% 유보(보증기간 경과 후 지급)

◦잔여분 (65~70%)은 매 6개월마다 균등분할 지급(월평균 1.4% 해당)

3) 기성고 지급 방식의 특징

◦발주자와 계약자 사이의 신뢰감 전제

◦실 작업진도 측정과 무관하게 지급(기성고 사정 및 검증 배제)

◦기성고 신청, 사정 및 검증에 소요되는 인력과 시간을 비용으로 환산한 결과 경제성측면을 고려하여 Scheduled Payment 방식도입

3. 외국사례에서 본 시사점

국내 건설공사에서 파악된 문제점에 비해 외국사례 분석을 통해 얻어지는 시사점은 다음과 같다.

(1) 사업진도 측정기준

가능한 객관성과 단순함을 추구하고 있다. 그리고 대부분 달성진도 인정방법(Earned Value)을 사용하고 있다.

(2) 보할값(Weight Value) 부여 방법

작업에 대한 비중을 나타내는 기준으로써 금액을 기준으로 하거나 공종별 설치 물량에 소요되는 인력을 기준으로 한다. 다만 소용금액 기준인 경우는 시공계약자 공사 입찰 단계에서 제시한 금액을 기준으로 하는점은 국내 건설공사의 경우 표준품셈에 의한 내역서 금액 기준으로 하는 것과 큰 차이를 보이고 있다. 이것은 작업의 진도를 객관적으로 계량화 시키는 과정을 통해 발주처와 시공자 모두 서로 다른 기준 사용을 배제 시키는데 결정적인 역할을 하기 때문으로 보인다. 반면에 국내의 경우는 단지 내역서에 나타난 계약금액을 기준으로 하는 것은 시공자가 실제 작업량을 나타내기 위한 실행예산 금액 기준을 따로 관리하는 이중 부담을 야기시키고 있다.

(3) 기성고 지급방법

기성고 산정에 추가적인 노력으로 인한 인건비와 시간 절약을 위해 실비정액 가산방식(Cost Plus Reimbursable Contract)이 아닌 경우는 대부분 실적진도 방법(Progress Payment Method)를 사용하고 있다. 지상

에서 건설되는 시설물중 가장 복잡한 시설물인 원자력 발전소 건설공사에서 Scheduled Payment 방식을 도입하고 있는 것은 물량위주로 할 경우에 낭비될 인건비와 인력증가를 막기위해서다. 사업을 경제적으로 진행시키기 위한 한 단면을 보여주는 대목이다.

제 V 장 건설공사 진도율 및 기성고 산정 방법 개선

1. 진도율 및 기성고 산정방식 개선의 기본방향

지금까지 나타난 국내 건설공사에서 적용하고 있는 각종 현안 사항들을 개선시키기 위해서는 아래와 같은 기본방향을 전제로 한다.

(1) 진도율 산정기준 개발

건설공사에 소요되는 각종 자재, 기기, 토공등에 대한 수량 측정기준과 진도율 산정기준을 개발하여 이들 국가 표준으로 채택되도록 조처할 필요가 있다.

(2) 진도율 산정기준의 객관성

건설공사 자재종류별 국가표준 진도율 산정기준은 가능한 한 주관적 판단보다는 선진국에서 기 사용하고 있는 사례를 참조하여 응용하는 것이 보다 객관성을 가진다. 또 국내의 경우도 특정사업과 관련되어 사용하는 자료와 회사 표준자료의 정보를 폭넓게 분석하여 사용하도록 한다.

(3) 공사진도율과 기성고 산정기준의 상관관계

공사의 진도율 산정은 계약형태(단가계약 혹은 확정금액 계약등)와 관계없이 단일기준으로 사용이 가능하나 기성고 산정 및 지급 절차는 공사의 계약형태와 직접적인 관계를 가진다. 그러나 이 경우에도 기성고 산정 및 지급에 소요되는 기간과 인건비 절감을 위해 연말 정산이나 계약 종결 준공시 1회정도로 세부공종별 단가정리를 할 수 있으므로 기성고 산정기준을 공사 진도율과 100% 일치시켜 운영하는 것이 보다 효과적일 것으로 판단된다.

(4) 표준진도율 산정기준과 사업의 특성

표준진도율 산정기준은 건설공사의 특성에 따라 발주처와 계약자 사이에 의견 조정후 변경하여 사용할 수 있어야 한다. 그러나 기준 변경은 가능한 한 건설공사를 본격적으로 착수하기 이전에 하여 건설공사 중간에 편의에 따라 수시로 개정하는 것은 바람직하지 못하다.

(5) 건설공사 변경으로 인한 진도율 조정

건설공사 중간에 설계변경이나 업무량 축소 혹은 증가사태가 다수 있을 수 있다. 업무량 축소시 보다는 증가시가 진도율에 큰 영향을 준다. 그러나 경험에 의하면 그 변화폭이 $\pm 20\%$ 미만이면 증가된 항목에 대한 계획을 별도항목으로 관리하여 특정시기에 일괄하여 계획과 실적 진도를 변경시키는 것이 현실적인 것으로 알고 있다. 어떠한 경우에도 진도율 개정시는 계획과 실적치가 동시에 이뤄지도록 해야한다. 그리고 변경에 대한 기준은 사업의 특성에 따라 사업장별로 이뤄지도록 하는 것을 원칙으로 한다.

(6) 단일사업에서의 공사계약 및 공종별 적용기준

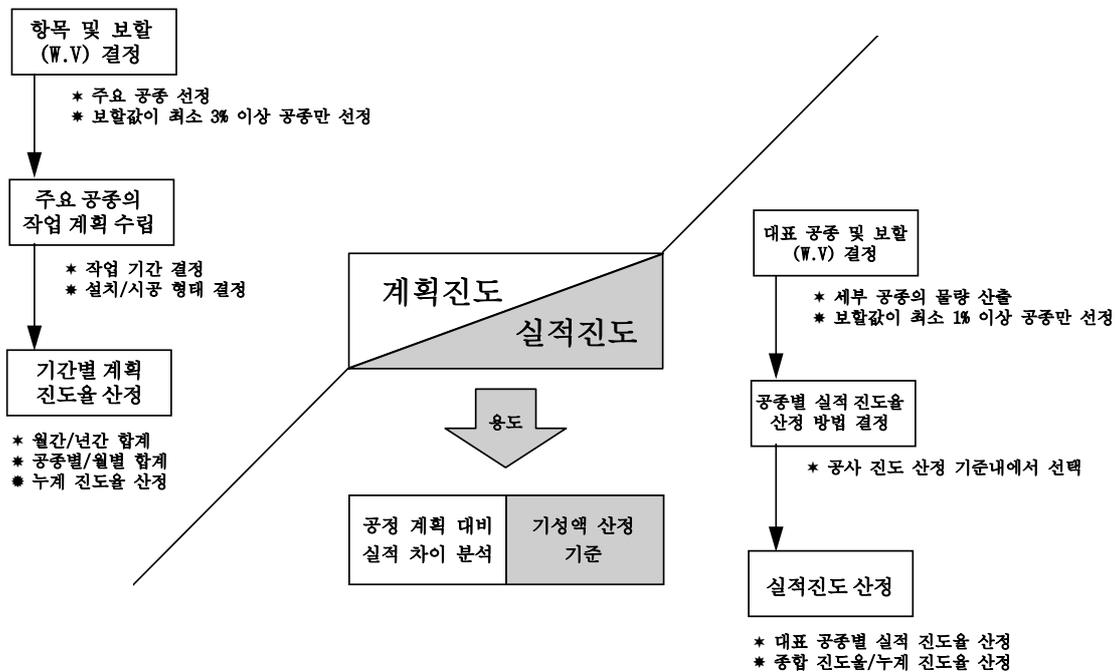
국내 건설공사의 경우 대부분의 사업이 공종별(토목, 건축, 설비등)로 다수계약으로 나뉘져 발주되는 것이 일반적이다. 이럴 경우 공종별 시공계약자별로 각각 상이한 기준과 절차를 사용하여 왔다. 그러나 본 연구보고서의 제안은 단일사업인 경우 시공계약자나 공종의 구분없이 동일한 기준을 적용하여 사업의 일관성을 확보해야함을 전제로한다.

(7) 공종별 진도 산출방법 혼용 관계

공종의 종류에 따라 실작업량 측정방법(단위가 있는 공종)과 기자재등과 같이 설치기간이 단계적으로 진행되면서 비교적 장기간인 경우 달성진도 인정방법을 단일 사업에서 혼용하여 사용할 수 있어야한다. 다만 이 경우에도 공종의 종류별 산출방법이 정해진 경우는 단일 사업에서는 계약의 다수와 관계없이 동일한 기준을 사용해야 함을 원칙으로 한다.

2. 건설공사 진도율 산정 방법 개선안

이미 거론한 바와 같이 국내 건설공사에서 도입하고 있는 공사 진도율 산정방식은 제II장에서 거론한 세가지 방법중에서 선정하되 가능한한 주관적 요소를 배제하는 것이 합리적일것으로 보인다. 따라서 건설공사 착수시점에서 충분하지 못한 자료와 시간으로 인해 주요공종에 대한 공사 계획을 진척율로써 표시할 수 있는 계획부문과 비교적 실적물량을 정확하게 측정할 수 있는 실적 진도율 부문으로 나뉘서 제시하고자 한다. <그림V-1>은 계획 진도율과 실적 진도율 산정부문에 대한 개선 방안의 전체적인 개요가 표시되어 있다.



그림V-1 공정 계획/실적 진도율 산정 방법 개선안

(1) 계획 진도율 작성방법 개선안

거의 모든 건설공사가 착공후 1~3개월안에 착공계획서 혹은 작업계획서를 제출토록 되어있다. 이 작업계획서 내용중에는 주요일정 계획과 함께 종합 진도 계획서를 포함하도록 되어있다. 그러나 건설 착수 초기에 모든 자료를 분석하여 정밀한 작업진도 계획을 세울 수 없는 것

이 일반적이다. 따라서 대부분의 건설 현장에서는 이 작업 진도계획서 작성은 공종별 계획이 아닌 전체 진도율을 기준으로 경험적으로 Trial & Error 방식으로 진도율 곡선을 만들어 내고 있는 실정이다. 이 과정에서 이미 제Ⅲ장에서 처럼 적지않은 문제점이 노출된다. 이에대한 개선책으로 부록 I 의 그림. 1에서 처럼 작업공종별 설치유형을 기준으로 하여 부록 I 의 표. 1과 같은 유형별로 공사기간에 대한 진도율 계획을 사용하도록 개선방안을 제시한다. 이 진도율 유형별 계획은 6가지 형태⁶⁾로 구성되어 있는데 기간별 특정값은 경험적으로 얻어진 수치로 공사의 특성과 관계없이 공종(콘크리트, 철근, 배관등)에 따라 계획 입안자가 선택하여 사용할 수 있도록 되어있다. 이 계획 진도율 작성방법은 수작업에 의한 Trial & Error의 방식보다 수치적 정확성과 신속성은 비교할 수 없을 정도로 개선된다고 본다. 그리고 이 방법을 보다 간편하게 사용할 수 있도록 응용프로그램화하여 별도로 공급할 계획이다. 이 작업 유형별 공사 진도율 혹은 설치율 계획의 작성은 다음과 같은 배경을 가지고 있다.

- 정상적인 조건하에서 공종별 작업계획 진도율 작성에 사용
- 진도율 계획의 유형은 과거 수십년간의 공종별 설치실적을 분석하여 개발
- 유형별/기간별 진도율의 형태는 부록 I 그림. 1과 표. 1에 나타나있고 유형별 누계진도 계획의 형태는 부록 I 그림. 2에 나타나 있다.
- 부록 I 그림. 2는 작업진도 계획이 50% 도달시 소요되는 기간과 소요기간이 50% 경과시 달성되는 작업진도율을 알 수 있도록 되어 있어 공종별 작업진도 계획수립시 사용자가 임의 선택할수있도록 편의성을 제공하기 위해 만들어 졌다.
- 본 작업 진도율 작성 프로그램은 기존 상용 프로그램인 MicroSoft사의 EXCEL 프로그램과 WINDOW 환경이 필요하고 필요한 출력은 일반 Printer 및 Plotter를 사용할 수 있도록 되어있다.
- 본 프로그램 사용에는 별도 사용자 지침서가 필요 없도록 되어 있는 것이 특징이다.

6) 건설사업관리 분야에서 세계적으로 지명도가 높은 외국A사에서 과거 30년간 주요 공종별 설치 실적을 기간별로 표시한 값으로 신뢰도가 상당히 높은 편임

(2) 실적 진도율 산정 방법 개선안

건설공사의 실적 진도율 산정은 현재의 내역서 품목 기준에서 탈피하여 부록Ⅱ에 기술된 공종을 최소단위로 하여 대표공종으로 선정한다. 어떤 경우에도 부록Ⅱ에 나타나지 않는 공종은 대표공종에서 제외시키도록 한다. 대표공종중 수량 측정의 단위가 있는 것은 실 작업량 측정 방법(Physical Progress Measurement Method, PPM)을 사용하되 설치기간이 1개월이상 소요되는 기자재에 대한 실적진도는 부록Ⅱ에 나타나 있는 달성진도 인정방법(Earned Value Method, EVM)을 따르도록 한다. 토목이나 건축공사에 소요되는 대량 소요자재류(예 : 콘크리트, 철근 등)에는 원칙적으로 달성진도 인정방법을 사용하지 않는 것이 국내 현실에 부합된다. 이 공종에까지 확대하는 단위 작업 분류를 지나치게 세분화시켜 관리인력이 많이 늘어나는 것을 방지하기 위해서다. 부록Ⅱ에 나타나 있는 단위 공종별 진도율 산정기준은 연구보고서에 나타나 있는 참고문헌중 특히 영국 Civil Engineer 협회에서 발행한 물량측정기준인 CESMM3과 미국 지하철 공사에서 실제 사용한 공사 시방서(Standard Specification)을 참고하였다. 그리고 부수적으로 타 참고문헌에서도 인용하였으나 기본 개념은 미국 국방성/에너지성의 C/SCSC 기준(Cost & Schedule Control System Criteria)을 기초로 한다. 부록Ⅱ에 포함된 단위공종별 진도율 산정기준서 작성의 배경은 다음과 같다.

- 공종분류는 분리가 가능하고 단위를 가질 수 있는 기준으로 작성
- 진도 산출 방법중 실 작업량 측정기준은 물량으로, 달성진도 인정방법은 작업단계(Process)별로 진척상황을 표시하도록 하였다.
- 부록Ⅱ에 제시된 기준은 표준으로 계약자와 발주자가 계약 협상 과정에서 상호 합의하에 변경하여 사용할 수 있다.
- 부록Ⅱ에 제시된 기준을 회사 차원이나 단위 사업차원으로 변경 사용할 수 있도록 MicroSoft사의 EXCEL 프로그램에 수록하여 별도 공급함

3. 기성고 산정 및 지급방법 개선안

(1) 건설공사비 소요 계획서 작성

건설공사 수행을 위한 기간별 소요자금을 예측하기 위해서는 건설공사 종합 계획 진도율을 기준으로 한다. 이것은 종합 계획 진도율이 체계적으로 작성될 경우 실제 작업물량 소화 계획과 거의 유사하기 때문에 가능하다.

(2) 기성고 산정방법 개선

실적 진도율을 기준으로 하여 지급하거나 내역물량이 아닌 대표공종의 물량별 기준으로 실작업량 측정방법에 따라 산정한다. 한편 물량에 대한 정산은 회계 년도말과 준공시점에 하는 것을 원칙으로 한다. 정산 시기전의 물량집계는 일일 집계표에 현장 감독관이나 감리단이 하는 확인표시로 가름한다.

(3) 자재구매 비용 지급방법 개선

현재의 사용량 기준에서 시공계약자가 구입하여 현장에 입고시키는 수량을 기준으로 하여 지급한다. 자재구입 수량에 대한 사전 협의는 반드시 발주처나 감독관과 거치도록 한다. 자재구매 비용은 현장반입 기준으로 전액 지급하는 것이 원칙이나 필요에 따라서는 구매 비용의 10%까지는 유보할 수 있는 규정도 둘 수 있도록하여 초기과다 구매에 대한 분쟁을 차단하도록 한다. 또한 시공계약자가 구입 조달하는 모든 자재가 대상은 아니다. 즉 시설물 건설에 영구적으로 설치되는 철근이나 철골, 배관등이 대상이며 거푸집 제작을 위한 합판이나 각목등은 제외한다. 발주자는 자재과다 구매나 현장에 장기간 보관우려가 있을 경우는 시공계약자의 구매 승인 요청시 통제수단으로 일시 구매 물량을 조정할 수 있다. 또 시공 계약자의 구입자재가 사용전에 대가는 지불되었으나 부도 등의 이유로 시공자가 도산할 경우 위험부담에 대한 대책이다. 그러나 이 위험부담은 현재 개정중인 국제법의 이행보증본드(Performance Bond)로써 충분히 보완이 될 수있다.

(4) 기성고 지급시기

매월 지급을 원칙으로 한다.

(5) 기성고 신청 서류 간소화

단지 기성고 사정의 검증만을 위한 서류는 별도로 준비하지 않는 것으로 한다. 즉 공사수행과 관련이 없는 부분은 정기적으로 시공현장에서 감독관이 확인하는 서류만으로 충분하다고 판단되기 때문이다. 그리고 기성고 검사 신청서와 대가 청구서가 별도로 집행되어 있는 것을 통합하여 1회로써 가늠하도록 해야한다. 즉 기성고 신청서가 기성 산정액 검증에 필요한 최소 서류를 갖추도록 한다.

(6) 예정 진도율에 따른 기성고 지급방법 채택

공사 규모가 적거나 1년 미만의 경우와 건설공사가 도로나 발전소, 아파트건설 등과 같이 반복적으로 시행되어 공사 진척율을 충분하게 예측할 수 있는 경우에는 일본이나 미국등지에서 도입하고 있는 "Scheduled Payment"방식을 선택적으로 할 수 있도록 한다. 이 경우 발주자 및 계약자 모두에게 상당한 시간적 부담을 덜어 줄것으로 기대된다.

(7) 기성고 사정 절차 간소화

현재의 매 기성고 검사시마다 본사에 있는 관계자가 입회 점검하도록 하는 방법은 현장 상주 감독자의 책임을 경감시키고 권한을 위축시키는 것을 문제점으로 지적할 수 있겠다. 이는 상주 감독관 혹은 감리자의 확인만으로 기성고 사정은 종료되는 방식으로 바뀌어야하겠다. 책임감리제 적용공사의 경우 현장공구감리단, 현장본부감리단, 본사감리단의 3단계로 되어있는 것은 반드시 1단계인 현장공구감리단 확인만으로도 종료가능하도록 해야한다. 그리고 기성고 검사신청과 대가 지급신청이 이원화되어 있는것도 "기성고 검사 및 지급신청"으로 단일화 되도록 하는 것이 바람직하다.

(8) 기성고 산정 및 대가 지급절차 관련 규정 개정

위에서 제시한 개선안이 국가차원에서 도입되기 위해서는 <표 V-1>와 같이 관련 규정이 개정되어야 한다.

<표 V-1> 기성고 산정 및 지급관련 규정 개정방향

관련법	법조항	개정방향	개선점	수혜대상
국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률(국계법)	법 제14조(검사)	회계연도말과 준공시기에 한하여 시행	기간단축 비용절감	◦발주처 ◦계약자
	법 제15조 (대가의 지급)	작업진도율에 따라 지급	비용절감	◦발주처 ◦계약자
	시행령 제55조 (검사)	회계연도말과 준공시점에 기성고 신청을 받은 경우에 시행	기간단축 및 비용 절감	◦발주처 ◦계약자
	시행령 제56조 (검사 조서의 생략)	◦회계연도말과 준공시점이 아닌 경우에 생략 ◦계획진도율에 따라 지급하는 경우에 생략	비용절감	◦발주처 ◦계약자
	시행령 제58조 (대가의 지급)	◦기성고 사정 및 신청을 받은 후 14일 이내에 지급 ◦계약자 구입공종자재의 경우 현장입고 기준으로 대가를 지급	계약자의 금융비용 절감	◦계약자
건설기술관리법 제27조(건설공사의 책임감리등)	감리업무 수행 지침서 제4장(기성부분 및 준공검사)	◦기성고 사정 절차 및 검사자 임명 간소화 ◦감리조서의 작성 중 서류 재정립 ◦기성 부분 검사 생략	기간단축 및 비용 절감	◦감리단 ◦계약자

4. 예상효과

건설공사의 체계화된 진도 산정기준을 국가나 기업이 도입하여 활용할 경우 아래와 같은 효과를 가지적 효과를 거둘 수 있다.

- (1) 단위사업별 진도 및 기성고 산정 체계 개발에 소요되는 기간단축과 인건비 절감
- (2) 진도 산정시 개인의 경험이나 주관적 판단에 의한 임의성을 배제하고 객관성을 부여하므로서 신뢰성 확보

- (3) 1997. 1. 국내건설시장 전면 개방시 외국건설회사의 건설공사 진도율 산정에 동기준을 의무 적용토록 부과하여 계약변경이나 설계 변경시 야기될 작업 진척율에 대한 시비의 사전 차단
- (4) 국내 건설기업이 해외에 진출시 건설공사 진도 산출에 대한 체계적인 기준을 종합적(Comprehensive)으로 제시할 수 있으므로 발주자로 부터 신뢰성 확보 용이
- (5) 국내 건설기업의 건설관리분야중 공정관리 기능 보장 효과 유발
- (6) 건설공사의 진척도를 계량화 시키므로써 예산계획 수립과 집행을 공정 과 연계시켜 사업수행 성과도를 평가할 수 있는 기준 제공
- (7) 건설공사 착수와 더불어 단기간에 제출해야 하는 주요 공종패키지별 진도율 계획을 비교적 정확하게 최단기간에 작성, 제출 가능
- (8) 단위 사업별로 작성된 사업 진도율을 종합하여 기업차원에서 인력수립 계획수립, 자금 계획 및 경영 계획 수립 등에 직접적으로 활용 가능

5. 연구결과 활용방법

본 연구과제로 얻어지는 결과물은 다음과 같은 방법으로 활용될 수 있으며 연구 결과물의 활용도를 높이기 위한 건설회사나 공공발주 기관을 대상으로 하는 교육 프로그램도 병행하여 시행할 예정이다.

(1) 연구 보고서 본문

건설공사 진도산정에 대한 개념정립과 국내외에서 적용하고 있는 방법과 기준, 절차 등에 대한 현황 파악과 문제점 등이 나타나 있으며 국내 건설공사의 경우 건설사업의 종류나 발주기관에 따라 각각 어떤 차이를 나타내고 있는지를 쉽게 알 수 있도록 하였다. 이와 더불어 건설공

사의 경우 진도산정이 비교적 정확하게 체계적으로 이뤄질 경우 이를 기성고 지급 기준 산정과 연계하여 운영할 수 있는지도 검토하였다. 또 연구 결과 활용을 위해서는 필요한 조치 절차가 무엇인지도 파악될 수 있도록 하였다.

(2) 작업 진도율 계획곡선(부록 I, Diskette I)

건설공사의 공종패키지별로 공사기간이 정해진 상태에서 표준 작업계획 진도율을 손쉽게 생산할 수 있는 표준 진도율 계획곡선 형태를 Data Base Model로 부터 얻어질 수 있도록 하였다. 이 부문은 건설공사 계약과 동시에 제출해야 하는 작업 진도율 계획곡선 생산과 직결되어 있다. 이 Diskette의 활용을 위해서는 MicroSoft사의 Excel 프로그램이 기본적으로 필요했다.

(3) 단위 공종별 표준진도율 산정기준(부록 II, Diskette II)

건설공사의 세부 공종별(콘크리트, 철근, 거푸집등) 작업진도 산정을 위한 기준이 수립되어 있다. 건설사업의 특성별로 세부공종에 대한 기준을 변경사용 할 수 있는 여지가 있도록 되어 있다. 즉 공종의 특성에 따라 Physical Measurement(실 작업량 측정방법) 방법이나 달성진도 인정(Earned Value) 방법을 선택할 수 있으며 특히 후자 방법의 경우 단계별 진도율을 발주자와 계약자의 합의에 따라 수정 사용할 수 있도록 하였다. 세부 공종에 부여된 번호 체계는 아직 국내 기준이 없기 때문에 미국 시방서 협회(Construction Specification Institute, CSI)에서 채택하고 있는 기준을 따랐다. 이 Diskette의 활용을 위해서도 MicroSoft사의 Excel 프로그램이 필요하다.

6. 결론

본 연구보고서에서 현 건설사업장의 공사 진척율을 사용하는 문제점에 대한 개선방안이 비록 완벽한 것은 아니라고 본다. 그러나 연구과정에서 드러난 문제점은 반드시 개선되어야 하며 본 연구보고서에서 제시하는 제

안이 개선책의 시발점 역할은 충분히 하리라고 본다. 이제 얼마남지 않은 국내 공공 건설시장 개방시 건설사업관리 부문의 기술과 경험이 절대적으로 부족한 발주기관들에게는 상당히 도움이 되리라고 확신한다. 그러나 국내 실정의 경우 아무리 좋은 의견과 방향이 제시되더라도 그것이 법과 제도로 연결되지 않으면 발주자가 사용을 기피하는 것이 일반적이다. 이것은 대부분이 현재 시행되고 있는 감사제도의 문제점 때문인 것으로 보인다. 따라서 본 연구보고서에서 제시한 문제점과 개선방안이 국가법과 제도에 반영이 되어 활용될 수 있도록 해야한다. 본 연구보고서 내용에 대한 보완과 개정은 계속되겠지만 아울러 현재의 보고서 내용만으로도 관련법과 제도의 개선은 가능하다고 본다. 그리고 이 제도개선안이 가능한 조기에 반영되어 국내 건설기업들의 금융비용 절감으로 채산성 악화를 덜어줄 수 있는 방향으로 추진되어야 한다.

작업량 수행진도가 객관적으로 측정될 경우 투입비용과 연계되어 건설사업의 생산성 분석은 물론 예산 증감에 대한 예측이 조기에 가능해져 문제점 발생전에 조치를 취할 수 있는길이 모색된다. 이 경우 국내에 가장 취약한 것으로 들어나고 있는 공사기간과 투입비용에 대한 연계 운용이 가능해 진다. 따라서 국가 차원에서는 건설공사에 투자되는 사업비용의 효율성과 발주기관별 성과분석이 객관적으로 가능해지고 건설기업으로써는 단위 공사 손익계산을 사업초기 부터 예측이 가능해져 필요한 조치를 취하므로써 기업 경영개선에 상당한 도움을 받게 된다.

끝으로 본 연구대상 범위에서 제외된 설계와 구매, 시운전에 대한 진도 산정방법 개선안도 추가로 연구되어 건설사업의 종합적인 진도를 나타낼 수 있도록 조치되어야 하겠다.

< 참고 문헌 >

1. *Physical Progress Measurement System*, 선경건설주식회사 CIM 개발팀, 1993. 2. Version 1.0
2. *경부고속철도 건설사업 시공정보관리 절차서*, 문서번호 011-M01-001, Rev. 0 1994
3. *영광원전 3&4 공정관리 절차서*, Document No. 0-044-X470-100, Revision 0 1988. 6, 한전
4. *영광 원전 3&4 KOPEC Labor Base Manhour Report*, 1989.1
5. *건설부 제정 도로공사 표준시방서*, 대한건설협회, 1995. 6
6. *건설부 제정 토목공사 일반 표준시방서*, 대한토목학회, 1995. 6
7. *국가 계약 법령집*, 1995. 10, 재정경제원
8. *일본 원전 건설 현황 조사보고서*, 1992. 12, 한국전력공사
9. *감리업무 수행지침서*, 1995. 12, 한국건설기술연구원
10. *A study of Progress Measurement Methods for Construction Contracts*, Bechtel/KOPEC, 1993. 10
11. *An Analysis of the Methods for Measuring Construction Productivity*, CII Source Document No.13, H. Randolph Thomas, Jr., 1986. 5
12. *The Manual of Construction Productivity Measurement and Performance Evaluation CII Source Document No.35*, Donald F. Kramer, 1986. 5
13. *Construction Management Plan*, Chapter 8 Resident Engineer, Section 5, 1990. 1, The City of Chicago Department of Public Works
14. “Linking Contractor Payment to Contractor Performance”, *Cost Engineering*, 1995. 12, Quentin W. Fleming and Joel M. Koppelman p43-p54
15. “Boston Central Artery/Tunnel(CA/T) Project Interface Management”, *PMI Seminar/Symposium Proceedings*, 1991. October, Jhan Schitz
16. *The Grandy Bridge Project*, Department of Transportation, 1995. February, Michael L. Iwin
17. *Standard Specification for Construction Contract*(San Francisco Bay Area Rapid Transit District), September 1991, Bechtel/Parsons Brinckerhoff/Todd/Warren

18. *Civil Engineering Standard Method of Measurement*, London, 1991, The Institution of Civil Engineers
19. *Building Construction Cost Data*, RS Means, 1991
20. *Standard Specifications for Construction Contract*, The Construction Specification Institute, 1994
21. *Cost & Schedule Control System Criteria for Contract Performance Measurement*, DOE/MA-0203, 1986

Abstract

<A Methodological Improvement Study of Progress Measurement and Progress Payment Methods in the Construction Project>

It is a world wide common approach to summarize the construction project work volume progress status by percent(%), how much has been completed and how much remains to go. However the methodology to measure the construction progress can be different country by country and company by company, and yet no one can say that which method is the best one. Also payment method and procedures are different.

The purpose of this research is to analyse the Korean local construction progress measurement method in the Korean local construction project and to identify the potential improvement area. It will identify which progress measurement methods are applied in the local construction industry. To analyse the current method, the local construction projects are categorized into two groups, one for public financed projects and another for private financed projects.

The major findings through research activities are as followings. The method to develop the planned progress curve generation is heavily dependent upon personnel experiences and very subjective. The actual progress measurement method is very similar with the physical progress measurement, which is to compare the actual quantity against scheduled quantity. The comparison baseline is every detail commodity table, which is generally attached to the contract document. The subjective percent complete method is also adapted by some owners. But the earned value approach is very rarely applied to the local

construction project, which method is prevailing mechanism in U. S construction industry.

The significant problems due to unstructured progress measurement methods cause the heavy manpower losses, too much cost expenditures both for the owner and the contractors. Further more there is no relationship between construction actual progress and actual payment. The general payment method is based on actual commodity installation quantities regardless the contract type. This method also cause the extra cost expenditures unto 35,980,000 won(\$44,000) to prepare th invoice documents. The payment for the contractor furnished materials is based on actually installed quantities not by purchased quantities, which is burden to the contractors by financial cost.

To improve the progress measurement methodology for the local construction industry, the standard guidelines and procedures for the systematic development of the planned progress curve are introduced. The actual progress measurement method by the major commodities are also developed. Two basic principle approach to measure actual progress is to adopt the physical progress measurement method and the earned value progress measurement. The selection of the progress measurement methodology is done by mutual agreement between the owner and the contractor. The local national laws of the contract and construction technological management are also listed, which are necessarily to be revised in order to simplify the payment procedures.

It will be highly expected that these research recommendations and conclusions can greatly reduce the contractor's construction operating overhead cost and also increase the public owner's management capacities with foreign ntractor participation in the local construction market.