

정책연구

건설공사의 공기연장 분석 기준

- CPM 공정표에 의한 공기지연 분석을 중심으로 -

1999. 2

이 재 섭

한국건설산업연구원
사업관리실

머 리 말

건설 사업에서의 공기지연은 빈번하게 그리고 다양한 원인에 의해 발생하고 있으며, 이로 인한 계약 당사자들의 손실이 상당히 큰 것으로 나타나고 있다. 또한, 공기지연이 발생할 경우 계약당사자가 이에 대한 원인을 밝혀 공기연장을 받지 못하게 되면 지체상금을 부과 받게 되어 있어, 관심이 집중되는 문제로 인식되고 있다. 특히, 공공 건설 사업의 경우 당초 계획보다 1~2년 공사가 지연된 곳이 많아 향후 분쟁의 주된 내용은 공사지연에 따른 지체상금 부과나 추가 비용의 청구가 대부분을 이룰 것으로 예상된다.

그러나, 공기지연에 따른 보상을 청구하기 위해서는 각 지연사건에 대한 책임 소재를 밝히는 입증 작업과 함께 각 지연사건이 전체 공기에 미치는 영향을 분석하는 증빙 작업이 필수적이다. 국내의 경우 이러한 영향을 분석하는 기준 및 절차가 마련되어 있지 않아 클레임 발생시 원만한 해결이 어려운 것으로 판단된다.

따라서, 국내의 경우 공기지연 분석을 위한 기준 및 적용 방법을 제시하는 것은 공기 지연으로 인한 클레임 해결을 위해 필수적이고 시급한 과제라고 할 수 있다. 선진 외국의 경우 이미 오래 전부터 CPM 공정표를 이용하여 공기지연을 분석하고 이 분석 결과에 의하여 공기연장을 인정해 주는 과정이 계약적관행적으로 정착되어 있다.

본 연구에서는 국내 건설 사업의 공기지연 및 공정관리 실태를 조사하여 문제점을 파악하고, 국내의 현실에 적합한 공기지연 분석 기준 및 적용 방법을 제시하였다. 본 연구는 이재섭 부연구위원이 수행한 것임을 밝히며, 본 연구를 진행함에 있어 실무적 조언과 관련 자료를 제공해 주신 쌍용건설 김현동 부장과 허균 과장, 삼성물산 건설부문 이주하 과장에게 깊은 감사를 드린다.

본 연구 결과가 계약당사자들 사이의 대등한 계약 관계를 유도하고, 정당한 공기연장을 인정하기 위한 기준으로 이용되어, 기준과 같이 계약당사자 한쪽이 일방적인 손실을 감수하고 있는 관행을 개선하기 위한 자료로 활용되기를 바란다.

1999년 2월

韓國建設産業研究院

院 長 洪 性 雄

차 례

<요 약>	i
I. 서 론	1
1. 연구의 배경 및 목적	1
2. 연구의 방법 및 범위	2
II. 국내의 공기지연 및 공정관리 현황	5
1. 공기지연 실태	5
2. 공정관리 실태	12
3. 공정관리의 문제점	16
III. 국제적 활용 기법 검토	19
1. 프로젝트 공정표의 종류	19
2. 클레임 제기를 위한 공정표의 이용	20
3. 공기지연 평가 기법의 고찰	24
4. 공기지연 평가 기법의 비교	29
IV. 공기연장 분석 기준 제시	33
1. 공기지연 평가 기법의 선정	33
2. 공기지연 분석의 준비 사항	35
3. 공기지연 분석의 적용 조건	40
4. 공기연장을 위한 기준 및 절차	45
V. 결 론	53
<참고문헌>	55

[부록 1] 공기연장 기준의 적용 방법	59
1. 사례 적용 대상 현장	59
2. 공기지연 발생 상황	59
3. 각 기법의 적용 과정	60
4. 각 기법의 적용 결과	77
 Abstract	 79

<표 차례>

<표 II-1> 국내 대형 건설회사의 공정관리 실태	13
<표 II-2> 단계별 공정계획 수립	15
<표 III-1> 네트워크 기법의 종류	20
<표 III-2> 공기지연 평가 기법의 분류	25
<표 III-3> 공기지연 평가 기법의 특성	31
<표 IV-1> 작업 상세 수준의 비교	38
<표 IV-2> 공정관리의 이용 상황 유형	41
<표 IV-3> 공정관리 상황에 따른 비용 및 효용	44
<부록 표 1> APM 기법에 의한 지연의 책임 분석	65
<부록 표 2> ABM 기법에 의한 지연의 책임 분석	71
<부록 표 3> TIA 기법에 의한 지연의 책임 분석	77

<그림 차례>

<그림 III-1> 공기연장을 위한 기준공정표의 이용	30
<그림 IV-1> 공기연장의 절차	50

<요 약>

최근에 각 건설 사업마다 공기지연이 발생하여 계약 당사자들의 손실이 상당히 큰 것으로 나타나, 이로 인한 클레임 발생 가능성이 높은 것으로 판단된다. 공기지연이 발생할 경우 이에 대한 원인을 밝혀 공기 연장을 받지 못할 경우 지체 상금을 부과 받게 되어 있어, 관심이 집중되는 문제로 인식되고 있다. 따라서, 국내의 경우 공기지연 분석을 위한 기준 및 적용 방법을 제시하는 것은 공기 지연으로 인한 클레임 해결을 위해 필수적이고 시급한 과제라고 할 수 있다.

본 연구에서는 국내 건설 사업의 공기지연 및 공정관리 실태를 조사하여 문제점을 파악하고, 국내의 현실에 적합한 공기지연 분석 기준 및 적용 방법을 제시하고자 한다.

공기지연과 관련된 분쟁은 빈번하고 다양하게 발생하고 있으며, 특히 공공 건설현장의 경우 당초 계획보다 1~2년 공사가 지연된 곳이 많아 분쟁의 주된 내용은 공사지연에 따른 지체보상금 문제나 추가 비용의 청구가 대부분을 이룰 것으로 예상된다. 그러나, 공기지연에 따른 보상청구를 위해서는 각 지연사건에 대한 책임소재를 밝히는 입증 작업과 함께 각 지연사건이 전체 공기에 미치는 영향을 분석하는 증빙 작업이 필수적이다.

그러나, 국내 건설회사의 경우 대부분 공정관리를 위한 지원체계 및 담당인원의 부족으로 현장에서의 공정관리 운영 및 유지는 거의 이루어지지 못하고 있는 것으로 나타났다. 이와 같이, 국내 건설 현장의 경우 초기에는 CPM 공정표를 작성하여 이를 기준으로 운영하나 그 후에는 전담 인력의 부족 및 필요성에 대한 인식 부족으로 지속적인 유지관리가 되지 않아 형식에 그치는 경우가 대부분이다.

이와 관련하여, 우리나라의 「공사계약 일반조건」을 일본 및 미국에서 사용하고 있는 계약조건과 비교한 결과, 우리나라 「공사계약 일반조건」에 공정관리와 관련한 사항을 좀 더 보강할 필요가 있는 것으로 나타났다. 특히, 효율적으로 공정관리를 수행하기 위하여 어느 수준에서 공정표가 작성되고, 공정관리 업무가 수행되어야 하는지를 명시한 ‘공정관리 시방서’를 반드시 도입할 필요성이 있는 것으로 판단된다.

공기지연이 발생할 경우 지연일수를 산출하기 위해서는 프로젝트 공정표를 사용하게 되는데, 이것은 클레임이나 소송에 있어서 강력한 증거로 사용될 수 있다. 이와 같이, CPM은

클레임 인식, 준비, 방어, 권리 증명을 위한 분석 도구로서 이용 가능하며, 미국에서는 이미 70년대 초부터 법원이나 기타 행정위원회에서 CPM을 공기지연의 책임과 손실을 증명하는 유효한 수단으로 인정해 오고 있다. 그러나, CPM을 이용한 정확한 공기지연 분석을 위해서는 프로젝트의 실제 상황을 반영한 공정관리 및 분석이 이루어져야 한다.

이러한 공정관리를 이용하여 공기지연을 평가하기 위한 기법의 유형은 여러 가지로 나눌 수 있으나, 일반적으로 5가지 유형으로 구분할 수 있다. 5가지 유형 중에서 ‘시간 경과에 따른 평가 방법(TIA)’은 미국에서 공기연장을 입증하기 위한 방법 중 가장 포괄적이고 신뢰성이 있는 방법으로 인정되고 있다. 이 방법은 이미 발생한 지연뿐만 아니라 잔여 공정에 대한 지연과 이에 따른 공기연장을 입증하기 위하여 이용될 수 있다.

그러나, 공기지연 평가 기법의 선택은 사건의 종류, 공정관리 운영 현황, 정보의 이용 가능성 등에 따라 전문가의 결정에 의해 이루어지는 것이 일반적이다. 따라서, 현재까지는 계약 변경이나 예측치 못한 사건으로 인하여 발생하는 공기지연의 영향을 결정하기 위한 하나의 표준화된 절차는 없고, 문서화의 정도, 공기지연 발생 상황에 따라 달라 질 수 있다.

계약 당사자들이 공정관리 기법을 선택한 후, 공정관리의 요구 사항을 기술하는 시방서(“공정관리 시방서”)를 작성하여 계약에 포함시키는 것이 프로젝트의 성공에 중요한 역할을 하며, 공기지연에 따른 클레임 분석에 있어서도 필수적인 요건이 될 수 있다. 이것은 지연의 정도와 책임에 대한 증빙은 지연이 발생한 시점에 주기적으로 갱신된 ‘당시의 실제 공정표’를 기준으로 할 때에 가장 신빙성이 있기 때문이다.

일반적인 공정관리 적용 상황을 공정표의 승인 및 사용 현황에 따라 5가지의 상황별 시나리오로 구분할 수 있으며, 이러한 시나리오와 함께 국내 건설현장의 공정표 이용 실태를 반영하여 건설공사의 공기지연 분석을 위한 조건을 제시하였다.

공기연장을 위한 기준 및 절차는 크게 두 가지의 공정관리 상황으로 구분하여 각각 규정하였다. 따라서, 두 가지의 공정관리 상황에 속하지 않는 시나리오 1과 시나리오 2는 CPM 예정공정표나 완료공정표를 나중에 작성한 후 적용토록 한다.

1) ‘예정공정표에 의한 평가 방법’의 적용

시나리오 3과 시나리오 4의 경우에는 ‘예정공정표에 의한 평가 방법(As-Planned Method)’을 적용하도록 한다. 그러나, 분석된 최종 결과는 바 차트로서 설명이 가능토록 해야 한다.

2) ‘완료공정표’ 혹은 ‘시간 경과에 따른 평가 방법’의 적용

시나리오 5의 경우에는 ‘완료공정표에 의한 평가 방법(As-Built Method)’이나 ‘시간 경과에 따른 평가 방법(Time Impact Analysis)’을 적용하도록 한다.

공기지연 분석을 위해서는 CPM 공정표를 이용한 공정관리가 필수적이거나, 국내에서는 대부분의 현장에서 공정관리가 거의 이루어지지 못하고 있다. 이러한 현상은 공정관리를 계획(planning)과 통제(control)라는 기능에만 중점을 두고 있어, 정작 중요한 기능중의 하나인 공기지연 클레임 분석도구로서의 역할을 소홀히 함으로써 발생하고 있는 것으로 사료된다.

따라서, 본 연구에서는 이에 대한 대책으로서 공정표를 작성하기 위한 기준과 운영절차를 기술한 ‘공정관리 시방서’를 작성하여 계약서에 포함시킬 것을 제안하였다. 이와 함께, 관리기준 공정표(혹은 실시공정표)의 갱신(update)한 자료를 기준으로 기성금액을 산출하고 이와 관련된 자료를 제출하지 않을 경우에는 기성지급을 유보토록 계약내용에 포함할 것도 함께 제안하였다.

결론적으로, 본 연구에서는 다음과 같이 공기지연을 분석하여 공기지연을 하고자 할 경우에 적용할 수 있는 기법을 공정관리 이용 상황에 따라 시나리오별로 제시하였다.

- 1) 국내의 현실을 반영하여 각 상황에 따라 ‘예정공정표에 의한 평가방법(As-planned method, APM)’, ‘완료공정표에 의한 평가방법(As-built method, ABM)’, ‘시간경과에 따른 평가방법(Time Impact Analysis, TIA)’을 모두 적용할 수 있도록 제안하였다.
- 2) 그러나, 사례 적용을 통하여 검토해 본 결과 APM 기법이나 ABM 기법은 공기지연 일수를 산정하는 것이 가능하나, 동시발생 공기지연을 파악하기 위해서는 추가의 수작업을 필요로 하며, 이에 대한 정확한 파악이 어려운 것으로 파악되었다. 따라서, 향후에 공기지연 분석을 위해서는 TIA 기법을 이용한 방법으로 적극 유도할 필요가 있는 것으로 나타났다.
- 3) 이와 함께, 국내의 경우에도 공기축진(Acceleration)의 정당성을 증빙할 경우 이를 인정할 수 있는 규정이 시급히 마련되어야 할 것으로 평가되었다.

I. 서 론

1. 연구의 배경 및 목적

최근에 각 건설 사업마다 공기지연이 발생하여 계약 당사자들의 손실이 상당히 큰 것으로 나타나, 이로 인한 클레임 발생 가능성이 높은 것으로 판단된다. 실제로 정부가 시행하는 대규모 사회간접자본(SOC) 시설의 경우 당초 계획된 공기보다 1~2년 연장되는 것이 보통이고 많게는 7~8년이나 늘어나는 경우도 있다.

시공자 입장에서는 공기지연이 발생할 경우 직·간접적인 추가 비용이 발생하나 이에 대한 보상이 제대로 이루어지지 못하고 있어 일방적으로 이를 떠 안고 있는 실정이다. 이 중에서, 현장 경비 및 일반 관리비 등과 같은 간접비용의 경우 전체 공사비의 20~30% 정도를 차지하고 있으며, 공기지연이 발생할 경우 이러한 간접비가 기간에 따라 누적 발생되어 손실 비용이 큰 것으로 나타나고 있다. 실제로 일부 지하철 현장의 경우 설계변경이나 재설계에 따른 공기지연으로 인하여 공기연장과 이에 따른 손실비용을 청구하는 클레임을 준비중에 있다.

공기지연이 발생할 경우 이에 대한 원인을 밝혀 공기 연장을 받지 못할 경우 지체 상금을 부과 받게 되어 있어, 관심이 집중되는 문제로 인식되고 있다. 또한, 공기지연이 발생할 경우 지체상금(Liquidated Damages)의 부과 외에도, 관리비 및 물가상승비의 추가 부담, 공기촉진에 따른 비용, 하도급업자의 클레임과 같은 심각한 추가 비용의 발생 가능성을 안고 있다. 그러나, 건설 사업에서 발생하는 공기지연으로 인한 클레임을 합리적으로 해결하기 위해서는 해당 사안에 대한 이론적 해결 근거·기준과 실질적인 적용 방법이 제시되어야 한다. 이러한 기준 및 산정 방법이 제시되지 못한다면, 클레임의 원만한 해결은 어려울 수밖에 없게 된다.

건설 클레임은 여러 가지 원인에 의해 야기되지만 선진국의 경우 대부분의 클레임에서 가장 근본적인 문제는 공기지연이며, 국내의 경우에도 이로 인한 분쟁이 증가할 것으로 사료된다. 이와 같이 건설공사에서는 공기지연으로 인해 발생하는 건설 클레임이 가장 빈번하지만 발생 형태가 복잡하여 분석하기가 매우 어려운 상황이다¹⁾. 특히, 개별적인 프로젝

트의 규모 및 비용이 증가함에 따라, 지연으로 인한 비용도 또한 심각한 비율로 증가하고 있다. 미국의 경우에도 건설공사에서 발생하는 가장 빈번한 분쟁중의 하나는 계약 완료일의 지연이다. 이 경우 손실 보상에 대한 시공자의 권리를 주장하기 위해서는 발주자의 계약 위반과 이에 따른 손실과의 인과관계를 증명할 필요가 있다²⁾.

이와 같이, 근본적으로 공사기간을 연장해 주느냐 혹은 지체상금을 부과하느냐 하는 문제는 합리적으로 작성된 공정표 상에서 분석되고 결정되는 것이 바람직하다. 즉, PERT/CPM 공정상 조금이라도 지체되면 계획된 완공일자를 지연시키는 주공정선(critical path)을 결정하고, 이 주공정에 영향을 미치는 지연에 대해서만 공기연장을 해주는 것이다. 외국의 경우 이와 같이 네트워크 공정표를 이용한 공기지연 분석 방법이 보편화되어 이를 활용하고 있으나, 국내의 경우에는 아직 이에 대한 기준 및 적용 방법도 정립되어 있지 못한 실정이다. 이와 같이 국내의 경우 현실을 반영하여 공기지연 분석을 위한 기준 및 적용 방법을 제시하는 것은 공기지연으로 인한 클레임 해결을 위해 필수적이고 시급한 과제로 판단된다.

본 연구에서는 국내 건설 사업의 공기지연 및 공정관리 실태를 조사하여 문제점을 파악하고, 국내의 현실에 적합한 공기지연 분석 기준 및 적용 방법을 제시하고자 한다.

2. 연구의 방법 및 범위

본 연구는 공정표에 의한 건설공사의 공기연장 분석 기준을 제시하기 위하여 다음과 같은 순서로 진행하고자 한다. 먼저, 국내 건설 현장의 공정관리 실태와 문제점의 조사 및 분석을 실시한다. 다음에는, 분석된 문제점을 바탕으로 국제 건설공사(미국 및 유럽의 사례 및 판례)에서 활용되고 있는 기법들을 검토하여, 국내의 현실에 적합한 분석 기준 및 적용 방법을 제시한다.

본 연구에서는 법적, 계약적 책임 분석이 아닌 각 귀책사유에 따라 공정표에 의한 공기지연 일수를 산정하여 공기연장을 하기 위한 기준과 적용 방법의 제시로 범위를 한정한다.

1) Battikha, M., and Alkass, S., "A Cost-Effective Delay Analysis Technique", AACE Transaction, AACE International, Paper DCL4, 1994.

2) Cushman, K. M. and Hackenbrach, J. K., "Delay and Disruption", Advanced Construction Claims Workshop. PLI, 1990, pp.11-80.

본 연구는 다음과 같이 크게 네 부분으로 구성된다.

(1) 국내의 공기지연 및 공정관리 현황과 문제점 분석

- 1) 국내 건설현장의 공기지연 실태 및 사례를 조사함.
- 2) 국내 건설현장의 공정관리 운영 실태를 조사함.
- 3) 공정표 작성 및 공정관리 운영 현황의 문제점을 분석함.
- 4) 공정표를 공기연장 근거자료로서 이용하기 위한 개선안을 파악함.

(2) 국제 건설공사에서 활용되는 분석 기법의 검토

- 1) 미국이나 유럽 등 선진국에서 활용되는 공기지연 분석 기법의 고찰
- 2) 각 기법들의 특성 및 장단점의 비교분석
- 3) 공기지연 분석 기법의 이용을 위한 조건의 검토

(3) 국내 현실에 적합한 분석 기준 및 적용 방법 제시

- 1) 선진국 분석 기법의 국내 적용 가능성 검토
- 2) 공정표 작성의 수준을 포함한 국내 적용 방법의 제시
- 3) 국내 건설공사에 적용 가능한 공기연장 분석 기준의 제시
- 4) 사례 적용의 결과를 통한 시사점 제시

(4) 사례 적용을 통한 분석 기준 및 방법의 설명[부록]

- 1) 현장의 사례 적용을 통한 분석 방법의 순차적인 설명
- 2) 사례 적용의 결과를 통한 각 분석 방법의 특성 제시

II. 국내의 공기지연 및 공정관리 현황

1. 공기지연 실태

(1) 공기지연 발생 상황

국내 건설사업에서의 공기지연 사례는 어렵지 않게 접할 수 있다. 특히 공공공사의 경우에는 그 정도가 심각하여 대규모 사회간접자본(SOC) 시설에서는 당초 계획된 공기보다 1~2년이 연장되는 것이 보통이고 많게는 7~8년이 늘어나는 경우도 있다. 이것은 그 동안 공공공사에 대한 예산이 여러 사업으로 분산되어 편성·집행됨으로써 계약기간내 완공을 위한 필요 예산이 적기에 반영되지 못하는 문제점을 안고 있었다. 이로 인해 정부는 정부 대로 적지 않은 손실을 입어야 했고 시공사인 건설업체 또한 착공만 하고 공사를 제대로 진척시키지 못해 불필요한 간접비를 부담해 왔다. 실제로 건설교통부의 조사에 의하면 일반국도의 경우 98년 한해 동안 사업당 76억4천만원의 예산이 배정돼 예산확보율이 10%에 머물고 있는 것으로 나타났다. 이에 따라 정부의 ‘공공공사 효율화 대책’에서는 적정한 예산이 확보되지 않아 공기가 지연되는 경우에는 시공업체에게 위약금을 지급하는 방안 포함될 예정이다.

일례로 경부고속철도의 경우 노선 및 차량 선정도 되지 않은 상태에서 착공됨으로써 사업비가 3배이상 증가하고 사업기간이 6년이상 연장된 사실은 널리 알려져 있다. 이외에도 대규모 국책사업중에서 철도사업인 호남선 복선화가 당초 97년 완공예정에서 2002년으로 5년이 연장됐고, 전라선 개량사업도 계획보다 8년이나 늘어났다. 또 양양 신공항 건설사업도 완공시기가 99년에서 2001년으로 미루어졌고 지난 89년부터 94년까지 계획된 금강수계치수 사업은 완공되려면 오는 2001년까지 기다려야 하는 상황이다.

특히, 지하철 건설공사의 경우 대부분이 기획이나 사전조사가 충분히 이루어지지 않은 상태에서 각 공구를 동시다발로 발주하는 것이 보통이고 실제 공사에 들어가 보면 도면과 틀리는 경우가 속출하고 있는 실정이다. 이 때문에 공기지연으로 인하여 시공사 입장에서 막대한 현장관리비 및 일반관리비가 소요되고 있는 것으로 나타나고 있다. 실제로, 대부분의 서울 지하철 건설 현장의 경우 공기지연으로 인해 공사기간이 2~3년 정도 연장되고

있으며, 이로 인한 추가적인 현장관리비만 해도 한 공구당 100~150억원에 이르는 것으로 나타났다.

(2) 공기지연과 관련된 분쟁의 원인

공기지연과 관련된 분쟁은 다양하게 나타나지만 이를 원인별로 살펴보면 다음과 같이 구분할 수 있다³⁾.

1) 지급자재로 인한 공기지연

발주자가 자재의 일부 항목을 직접 구매하여 지급하는 경우가 있는데 이러한 자재들을 지급자재라 하는데, 이러한 지급자재를 발주자가 적기에 지급하지 못하는 경우에 발생한다.

2) 보상지연으로 인한 공기지연

발주자가 토지나 건물을 적기에 보상하여 현장을 시공자에게 인도하지 못하는 경우에 발생한다.

3) 불가항력과 공기지연

공사과정에서 예측 불가하거나 통제 불가한 사건이 돌출되는 경우에 발생한다.

4) 설계관련 공기지연

설계자의 작업이 시공자의 작업 과정에 영향을 미치는 경우로, 도면이나 시방서상의 오류나 누락이 있을 경우 공기지연의 요인이 될 수 있다.

5) 다른 계약 상대방으로 인한 공기지연

특정 계약 상대방의 태만이 예기치 않은 작업 지연을 가져올 때 이것은 다른 시공업체의 작업에 영향을 미칠 수 있다.

6) 현장조건 변경에 따른 공기지연

예상치 못했던 지하 구조물의 출현이나 지반조건의 변동으로 인해 공기지연이 발생하여 계약 상대방이 입찰시 책정된 공기를 연장하여야 할 경우가 생기게 된다.

7) 시공사의 귀책으로 인한 공기지연

시공사의 생산성 저하, 현장관리의 실수 혹은 재시공으로 인하여 공기가 지연된다.

3) 이인근, “건설공사 분쟁의 사례와 당면 과제”, 시장 개방에 즈음한 건설계약과 클레임의 효율적 관리, 1997, pp.45-67

(3) 공기지연과 관련된 분쟁의 실태

공기지연과 관련된 분쟁은 빈번하고 다양하게 발생하고 있으나 특히, 지하철 건설공사의 경우 대부분의 공사가 도심지 내에서 이루어지기 때문에 교통난과 민원, 보상 지연이 겹치면서 공사기간이 대책없이 늘어나는 등 시공업체의 부담이 가중되고 있다. 이와 관련하여 실제로 96년말 지하철 5호선 거여 구간을 시공한 6개 건설업체가 조달청을 상대로 공사기간이 3년이나 늘어나는 등 잇따른 설계변경과 공기지연에 따라 발생한 320억원의 추가 비용을 청구하는 소송을 제기하여 진행 중에 있다. 이와 같이 건설업체가 공기지연으로 발생한 추가 비용을 청구하는 소송을 제기한 사례도 있으며, 향후에 이러한 사례는 빈번하게 발생될 것으로 예상된다.

이와 같이 공기지연과 관련된 분쟁중, 특히 지하철 건설과 관련된 분쟁을 살펴보면 다음과 같다⁴⁾.

1) 공사기간 연기에 따른 연체료 부과(지하철 6호선 A공구)

이 공사중 1차 공사는 당초 '94.10.28 ~ '95.10.28 이었으나 3차에 걸쳐 '97.6.30 까지 공사기간을 연장하였다. 그러나, 시공자는 '97.6.10 계약 공기내 준공이 불가하자 4차 연기를 위해 계약 이행이 불가한 사유를 다음과 같이 제시하였다.

- ① 휴지일수 및 보상지연 : 35일
- ② 공사기간중 강우일수가 과거 5년 동안의 평균일수보다 많은 일수 : 3일
- ③ 주변 아파트 집단민원과 작업능률 저하 : 71일
- ④ 구조물 재설계에 따른 구조물 공사지연 : 122일
- ⑤ 터널 설계 미확정으로 인한 토공사 지연 : 101일
- ⑥ 한전 맨홀 매달기에 따른 토공사 지연 : 65일
- ⑦ 도시가스 이전으로 인한 토공사 지연 : 105일
- ⑧ 제어 발파로 인한 토공사 지연 : 44일

상기의 사유들을 공정표에 반영하여 주공정(CP)의 변경 일수를 산정하여 지체일수(92일)

4) 이인근(1997)

에 해당하는 날짜만큼 준공 기한을 '97.9.30까지 연장할 것을 요청하였으며, 공기연장 청구를 '클레임조정자문위원회'에서 심의하여 다음과 같은 결론을 도출하였다.

① 공휴일 35일 추가 반영 요청 결과

당초 계약시 공휴일은 별도로 인정토록 공사 설명서에 명기되어 있어 35일의 연기 사유가 인정된다.

② 초과 강우일수(3일) 추가 반영 요청 결과

당초 계약시 공사 설명서상의 연기 사유에 해당된다.

③ 도시가스 맨홀 이설 관련

도시가스 맨홀 이설구간이 20m에 불과하고 다소 작업능률이 저하되었으나 동구간을 제외한 정거장 구간은 토공작업이 진행되었던 점을 감안하면 공기 연장 사유가 일부 인정된다. 정확한 지체일수 산정은 곤란하므로 책임감리원의 의견을 존중하여 23일 연기 사유를 인정한다.

따라서, '97.1.1부터 준공기한까지의 공휴일 35일, 초과 강우일수 3일, 도시가스 맨홀 이설 23일중 공휴일을 제외한 19일을 합산한 57일의 공기연장 사유가 인정된다. 이로 인하여 '97.9.6까지 공기연장이 가능하나 '97.8.29에 이미 준공되었으므로 지체상금 부과요인은 없는 것으로 결론을 내렸다.

2) 설계변경 및 공사기간 연기에 따른 손해배상 청구 소송(지하철 5호선 B공구)

지하철 5호선 거여구간 건설공사는 장기계속공사로 '90.12월 착공하여 '96.6월 준공된 공사로서 시공사 측에서 공기연장에 따른 추가 비용 302억원을 요구하는 소송을 제기하였으며, 세부 요구 사항은 다음과 같다.

① 설계변경에 따른 증액

강재 소운반, 강재 반납, 되메우기, 비계 설치, 토류판 해체, 터널 인력 굴착, 대형 지장물 하단 소발파 등으로 추가 비용이 발생하였다.

② 강재 변상

강재 제작상의 손실을 불인정에 따라 추가 비용이 소요되었다.

③ 공사기간 연장에 따른 증액분

설계도면의 제공 지연, 사토장의 제공 지연, 강재의 제공 지연, 설계변경, 설계하자

와 같은 본부의 귀책사유로 공사기간이 36개월 지연되었다. 이에 따라 '93.6.30~'96.6.30까지의 현장관리비와 본사관리비를 추가로 지출하였다.

이에 대한 발주자측의 의견은 다음과 같이 계약상 근거가 없거나 당초 계약에 위배된다는 입장이다.

- ① 설계변경에 따른 증액 요구는 변경요건 발견 즉시 계약 이행전에 계약담당공무원에게 서면 통지하여야 하나 공사가 준공된 이후에 요구하였다.
- ② 공기연장에 따른 추가 공사비 요구는 장기계속공사에 있어서 차수별로 준공기한이 정해지며 전체 공사기간에 대한 약정 자체가 없으므로 계약 내용의 변경에 해당되지 아니한다.

본 건은 건설업체가 지하철 건설공사에서 공기지연으로 발생한 추가 비용을 청구하는 최초의 법적 소송으로 그 결과에 지대한 관심이 모아지고 있다.

3) 공기연장에 따른 관리비 추가 요구 소송(지하철 5호선 C공구)

본 공사는 '90.12.29 계약 체결하여 당초의 예정 준공일은 '93.12.26로 총 공사기간은 1,091일이었으나, 발주자측의 귀책사유로 3년의 공기지연이 발생하였다. 시공사 측에서는 착공시기를 준수하였으나, 발주자측에서 정거장 설치 용지에 대한 수용과 보상을 '93.11.23에 이르러서야 해결하여 정거장 설치공사가 3년 정도 늦어지게 되었다. 이에 따라 지연된 공기만큼 관리비가 추가 지출되어 이에 따른 손해배상을 청구하였다.

이에 대하여 발주자측은 다음과 같은 이유로 추가 비용을 지급할 수 없다는 입장이다.

- ① 장기계속공사는 회계연도 독립의 원칙과 단일 회계연도가 기본이므로 공사기간이나 준공일 등 총 공사기간에 관하여는 약정한 사실이 없다.
- ② 일반관리비와 이윤은 “입찰시에 제출한 산출내역서상의 일반관리비율 및 이윤율 등에 의하되 재경원장관이 정한 율을 초과할 수 없다”라고 되어 있으므로 시공자는 공사지연에 따른 계약금액에 관하여 발주자측과 합의한 것 외에는 청구할 수 없다.

4) 공기연장에 따른 추가 비용 청구(지하철 6호선 D공구)

본 공사는 '94.5.2 계약 체결후 '94.5.19에 착공하여, '98.12.30에 준공 예정이었으나 설계

변경, 재설계, 불가항력 사유로 인하여 2000년 6월에 완료될 예정이다. 이로 인한 공기지연이 2년 6개월로서 이에 따른 공기연장 및 추가 비용을 청구하는 클레임을 제기할 예정이다. 본 공사는 '94.5.2 계약시에는 장기계속계약 유형이었으나 '96.5.6 계속비계약으로 전환되었다. 따라서, 발주자의 귀책사유에 의해 야기되었다고 주장하는 공기지연에 따른 공기연장 및 추가 비용의 청구가 가능하였다.

본 공사의 지연원인은 다음과 같이 다양하게 나타나고 있으나, 설계변경으로 인한 작업중단이 대부분을 차지하고 있어, 초기 계획이나 설계에 상당한 문제점이 있는 것을 알 수 있다.

- ① 고가차도 선형 변경 및 신 시방적용에 따른 설계변경으로 인한 공사중단 : 212일
- ② 정거장 재설계(확폭부, 환승 통로, 집수정 및 수사대)에 따른 공사이연 : 17개월
- ③ 침수피해로 인한 공사이연 : 22일
- ④ 설계변경으로 인한 라이닝 두께 증가(30cm → 50cm)로 인한 공사이연 : 76일
- ⑤ 정거장 계획 변경 및 신 시방적용에 따른 수량 증가로 인한 공사이연 : 153일
- ⑥ 정거장 계획 변경에 따른 상수도, 전력구, 통신구 신설로 인한 공사이연 : 212일
- ⑦ 3기 지하철 환승 계획 및 신청사 관련 설계변경으로 인한 공사이연 : 225일
- ⑧ 정거장 원형돔 설계변경으로 인한 공사이연 : 334일

이와 같이 지하철 건설공사의 경우만 하더라도 대부분의 구간에서 공기지연이 발생하여 당초의 공기보다 2~3년 정도 완공이 늦어지고 있는 상황이다. 이로 인하여 시공업체가 부담하는 추가 비용이 누적되어, 공사 완공 시점에서는 공기지연에 따른 추가 비용을 청구하는 클레임이 무더기로 쏟아질 가능성이 있다.

(4) 공기지연에 따른 보상 청구

공기지연은 보상지연, 설계변경, 민원발생, 천재지변과 같은 다양한 원인에 의해 발생하고 있으나, 이에 대한 책임과 전체 공기에 미치는 영향을 증빙하지 못할 경우에는 오히려 지체상금을 부담해야 한다. 국내의 「공사계약 일반조건」 제26조(계약기간의 연장)에서도 ‘지체일수를 산입하지 아니하는 사유’가 발생한 경우 지체없이 수정공정표를 첨부하여 계약기간의 연장을 청구하도록 규정하고 있어, 예정공정표에 의한 공기연장을 의무화하고 있다.

이와 관련하여 건설교통부는 공공사업을 시행하는 건설업체들이 발주기관의 예산부족 등으로 사업 시행이 늦어져 손해를 보는 사례를 막기 위해 「공공사업 효율화 특별법」을 제정키로 하였다. 따라서 2000년부터는 공공사업 발주기관의 계속비 지급지연이나 보상지연에 따라 공사가 중단되는 등의 사유가 발생하면 손해를 입은 업체들은 발주기관으로부터 위약금을 받을 수 있게 된다. 이와 함께 사업기간도 공공사업 실시설계때 제시한 적정공기에 약 30%를 추가해 소요 예산을 편성할 예정이다.

그러나, 이러한 특별법이 제정된다고 하더라도 공기지연에 따른 보상 청구를 위해서는 각 지연사건에 대한 책임 소재를 밝히는 귀책사유의 입증 작업과 함께 각 지연 사건이 전체 공기에 미치는 영향을 분석하는 증빙 작업이 필수적이다. 이와 같은 증빙 작업을 위해서는 정확한 공정관리가 요구되며 각 지연 사건이 전체 공기에 미치는 영향을 분석하기 위한 기법 적용이 필요하다.

공기지연에 따른 분쟁을 해결하기 위하여 원인 분석의 한 도구로서 컴퓨터를 이용하는 PERT/CPM 공정계획은 국제적으로는 70년 말부터 인정되기 시작하였다. 80년대 및 90년대의 급격한 컴퓨터 기술의 발전과 더불어 오늘날 국제 계약에서는 공사계획 및 클레임 준비에서 필수 불가결한 요소가 되었으며, 미국 법정에서도 광범위하게 받아들여지고 있다⁵⁾⁶⁾. 이와 같이 입찰 전에 작성된 실현 가능한 공정표는 손실 증빙을 위한 법적인 근거를 제시할 수 있다. 또한 CPM은 프로젝트 진행과정의 재구축이나 변경의 영향을 보여 줌으로써 실제적인 클레임 상황을 평가하기 위하여 이용될 수 있다는 것이다. 이러한 장점으로 인하여, 미국의 경우 지난 30여년간 클레임이나 소송에 있어서 CPM의 이용이 극적으로 증가하였다.

앞으로는 국내에서도 계약 당사자의 책임이 아닌 사유로 인하여 공기지연이 발생하여 공기연장을 하고자 할 경우에는 철저한 공정관리에 의한 증빙이 필수적으로 요구될 것으로 예상된다.

5) 김원태, “공사 지연에 따른 법적 문제와 건설 기술인의 역할”, 건설기술인 제23호 가을호, 1997, pp.66-69.

6) Cushman, R.F., Holliday, J.D, Miller, F.R., and Kiernan, V.J., "Delay Claims", Proving and Pricing Construction Claims, John Wiley & Sons, 1990, pp.99-119

2. 공정관리 실태

공기지연으로 인한 클레임에서 클레임 청구자는 상대방이 계약을 위반했다는 사실과 이런 계약 위반이 특정한 손실을 야기했다는 것을 증명해야 한다. 이 경우 계약 위반의 증명은 비교적 용이하나, 특정 손실과의 관계 증명은 상대적으로 어려운 작업이며, 발주자의 계약 위반과 함께 다른 원인들이 동시에 발생하는 경우에는 증명이 더욱 어려운 상황이다. 이를 증명하고 평가하기 위해서는 분석 기법이 요구되며 공정관리는 이에 대한 하나의 대안이 될 수 있다. 이와 같이 건설산업에서 공정관리의 중요한 기능중의 하나는 발주자와 시공자 모두에게 공기지연에 따른 클레임을 평가할 수 있도록 하는 것이다⁷⁾.

그럼에도 불구하고, 국내의 경우 이에 대한 기준은 물론 이와 같은 인식조차 보편화되지 못하고 있는 실정이다. 따라서, 공정관리의 역할을 단순히 계약상의 요건을 만족하는 정도에서 그치고 있고 실제적인 공정관리를 기대하기는 어려운 상황이다.

(1) 국내의 공정관리 현황

국내의 대형 건설회사에 대한 공정관리 실태를 조사한 결과 다음 <표 II-1>과 같은 결과를 얻었다.

국내에서는 대형 건설사의 경우도 공정관리를 위한 지원체계 및 담당인원의 부족으로 현장에서의 공정관리 운영 및 유지는 거의 이루어지지 못하고 있는 것으로 파악되었다. <표 II-1>에서 보는 바와 같이 대부분의 대형 건설회사의 경우 본사 차원의 공정관리 체계는 갖추어져 있으나, 실제로 공정관리를 운영할 현장에서는 여건이 갖추어져 있지 못하다. 즉, 대형 건설사의 경우도 국내의 현장당 관리 인원이 6~11명에 불과하여 공정관리를 전담하여 운영할 인원을 배정하는 것이 어려운 상황이다. 그러나, 공정표에 의한 공정관리를 효율적으로 이용하기 위해서는 공사 진행에 따른 계속적인 공정표의 갱신과 이를 전담할 인원의 지원이 필수적이다.

7) O'Brien, J. J., CPM in Construction Management. 4th Ed., McGraw-Hill, 1993.

<표 II-1>

국내 대형 건설회사의 공정관리 실태

업체명 항목	L건설	D건설	S ₁ 건설	S ₂ 건설	H건설
국내 현장수('97)	150개	250개	251개	141개	395개
국내 현장당 매출액('97)	147억	119억	116억	82억	96억
현장당 인원수('97)	11.3명	6.1명	10.2명	6.2명	8.5명
공정관리 체계	* 본사: CM 팀 지원 * 인원: 7인	* 본사: 본부 내 지원팀 * 인원: 6인	* 본사: CM팀 및 본부 * 인원: 10명	* 본사: 본부 내 지원팀 * 인원: 5명	* 본사: CM팀 지원 * 인원: 25명
공정관리 도구	* MS-Project * 점차적으로 전 현장 확 대	* Nexpert * 현장별 활 용도 차이	* SS-Pert, SureTrack, P3 * 현장별 활용 도 차이	* Nexpert, P3 * 현장별 활 용도 차이	* Pertware 2.5
공사관리 정보시스템	* 98년 PMS 완료 * 99년 통합 시스템 완 료 예정	* 마스터 플 랜 작성중	* 99년 상반기 에 통합 시 스템 개통	* 99년 재구 축 예정	* 99년 공사 관리 시스템 구축 예정

주) 98년 3월 현재 조사된 상황중 현재까지 반영된 사항을 약간 수정한 것임

실제로 지하철 건설현장의 경우 '실시설계보고서'에서 공정 전담 과장을 배치하여 종합 공정계획을 수립하고 각 소공구 공정관리자는 담당 공구의 공정을 책임 관리하도록 요구하고 있다. 또한 주별 및 월별 전체 공사회의를 소집하여 자료를 갱신(update)하는 운영계획을 요구하고 있다.

또한, 지하철 건설현장의 '감리과업지시서'에 의하면 감리회사도 상주 감리원중 공정관리 관련 전문지식이나 경험이 있는 감리원을 전담 배치하고, 시공회사에 공정관리 전담 인력을 확보토록 할 것을 요구하고 있다. 또한 합리적인 공정계획 수립 및 공정표를 작성토록 이를 지도, 감독하여 종합적인 관리 방안을 강구하고 월 2회 지하철 본부에 보고할 것을 요구하고 있다. 이와 함께, '감리업무수행지침'에 의하면 감리원은 공사 착공일로부터 60일

이내에 시공자로부터 공정관리 계획서를 제출 받아 조속한 시일 내에 검토하여 승인하고 이를 발주기관의 장에게 제출하도록 되어 있다

이와 같이 대형 공공공사의 경우 발주기관에서는 시공자와 감리자에게도 공정 담당자를 전담 배치하여 종합 공정계획을 수립하도록 상세하게 요구하고 있으나, 형식적인 요구에 그쳐 이에 대한 지속적인 운영 및 관리가 되지 못하고 있는 실정이다.

특히, 토목현장의 경우 민원, 용지보상, 관급자재 문제로 CPM 기법에 의한 공정관리가 제대로 이루어지지 못하고 있는 것으로 평가되고 있다⁸⁾. 토목공사의 경우 각종 민원 및 용지보상 문제가 해결되지 않은 채 착공되는 경우가 많아 시공중 예상치 못한 방해를 받으며 책임 소재가 모호한 경우가 많다. 또한 관급자재의 공급물량이 연초에 계획, 확정됨에 따라 적기 공급이 미흡하게 되어 공사 계획의 유연성이 부족해지고 공정에 예상치 않은 차질이 빚어질 가능성이 높게 된다.

CPM 기법에 의한 공정계획이 현실성 있고 신뢰성 있는 것이 되기 위해서는 정기적 또는 수시로 최신 정보와 자료에 의해 수정되어야 하는데 이 작업이 현실적으로 어려움이 있다. 따라서, 대부분의 국내 건설 현장의 경우 초기에는 CPM 공정표를 작성하여 이를 기준으로 운영하나 그 후에는 전담 인력의 부족 및 필요성에 대한 인식부족으로 지속적인 유지관리가 되지 않아 형식에 그치는 경우가 대부분이다. 즉, 현장 개설후 초기에는 CPM 공정표를 작성하고 있으나 지속적인 갱신 및 관리가 되지 않아 결국에는 바 차트를 이용하여 목적물이나 대공정별로 간단한 공정관리만이 이루어지고 있는 실정이다. 실제로 국내의 주요 발주처와 시공사의 공정관리 현황을 분석한 결과 대부분 형식적으로 공정관리가 운영되고 있는 것으로 나타났다.

이렇게 국내에서 공정관리가 활성화되고 있지 못하는 원인은 공정관리 조직상의 문제, 공정관리 운영상의 문제, 공정관리 교육상의 문제와 같이 복합적인 요인에 의해 파생되는 것으로 파악되고 있다⁹⁾. 공정관리 조직상의 문제점으로는 발주자의 능력 부족, 시공자의 능력 부족, 최고 경영층의 인식 부족, 공정관리 인력 및 현장 전담인력의 부재 등이 지적되었다. 공정관리 운영상의 문제점으로는 발주자 및 시공자 측의 공정관리 마인드 부재, 표준 공정관리시방서 및 절차서의 부재, 내역서 체계와 공정표 액티비티 연계의 어려움, 공기산정의 객관화 미흡, 공정관리 데이터의 피드백 부재, 공정관리 전문가의 부재를 들고 있다.

8) 김원태(1997)

9) 한국건설업체인협회, 한국형 표준공정관리시방서 도입방안 연구, 1996.11

공정관리 교육상의 문제점으로는 공정관리 전문교육기관의 부재, 공정관리에 대한 학교 교육제도의 미비를 들고 있다.

(2) 단계별 공정 계획의 요구

국내의 경우 실제의 건설공사¹⁰⁾에서는 공정관리 방안의 하나로써 단계별 공정 계획 수립을 요구하고 있다. 즉, 단계별 공정 계획을 위해 다음 <표 II-2>와 같은 네 가지의 공정표(schedule)를 작성하도록 규정하고 있다.

<표 II-2>

단계별 공정계획 수립

공정표 항목	마일스톤 공정표 (Milestone)	요약 공정표 (Summary)	시공 공정표 (Construction)	시공 세부 공정표 (Detailed)
개요	시공 공정 계획 작성을 위한 기 본 공정 계획	주요 공정 요소들 에 대한 시공계획	세부 작업요소들 의 시공순서, 상호 관련성을 나타냄	시공순서, 작업 상호 관련성을 포함한 상세 정 보를 나타냄
종류	-	* 바차트 * 최소한의 네트 워크	* 세부 공정 바 차트 * CPM 네트워크	* 3개월 상세 공정계획 * 주간 일정계획
작성 시기	착공 준비시 작 성되며 중요한 변경 발생시 개 정	착공 준비시 마일 스톤 공정계획을 근간으로 작성	* 착공시 준비단 계에서 계획수립 * 매월 모니터링 결과에 따라 수정	매주 혹은 매일 단위로 작성
용도	주요 작업들의 착수와 완료 일 자에 대한 골격 제공	* 시공 및 조달 작업의 현황 파악 * 공사의 전반적 주요 시점의 조정	현장 시공진에 의 한 시공관리용	시공자의 상세 시공관리 및 하 도자의 공정관 리용
작성 책임	감독으로부터 제시된 기본 일 정을 기초로 감 리자가 작성	시공자가 작성하 여 감리자가 검토 후 감독원이 확정	시공자가 작성하 여 감독원과 감리 자에게 제출	시공자 공정 담 당자와 시공기 사, 하도급 협력 업체가 작성

10) 서울시 지하철건설본부의 지하철 6호선 실시설계보고서(1994.4)에서 요구하고 있는 사항이다.

그러나, 실제의 공사진행 중에는 계속적인 공정표의 갱신과 이를 전담할 인력의 배치가 이루어지지 못하고 있어, 형식적인 요구조건이 되고 있는 것으로 나타났다. 이러한 단계별 공정계획 수립절차는 실제적인 공정관리를 수행하기 위한 기본적이고도 중요한 과정이다. 따라서, 이러한 절차에 따른 공정관리의 실시를 기성금 지급과 연결시켜 실제적인 공정관리가 이루어지도록 계약서에 규정할 필요가 있다.

3. 공정관리의 문제점

현재 우리나라의 공공공사에서 공통적으로 적용하고 있는 「공사계약 일반조건」(회계예규 2200.04-104-7, '98.8.10)의 제17조(착공 및 공정보고)와 제26조(계약기간의 연장)에 의하면 다음과 같이 공정관리를 철저히 하여, 공기지연 사유 발생시 이를 근거로 계약기간을 연장하도록 규정하고 있다.

제 17조(착공 및 공정보고)

- ① 착공시 공사 공정예정표가 포함된 착공 신고서를 발주기관에 제출해야 한다.
- ② 월별로 수행한 공사에 대하여 ‘월별 공정율’ 및 ‘수행 공사 금액’을 익월 14일까지 발주기관에 제출하게 할 수 있다.
- ③ 공정이 지체된 경우 주간 공정 현황의 제출 등 공사 추진에 필요한 조치를 지시할 수 있다.

제 26조(계약기간의 연장)

- ① 지체일수에 산입하지 아니하는 사유가 발생한 경우 수정공정표를 첨부하여 계약기간의 연장을 청구한다.
- ② 계약담당공무원은 사실을 조사, 확인하고 계약기간의 연장등 필요한 조치를 해야 한다.

그러나, 우리나라의 「공사계약 일반조건」을 일본 및 미국에서 사용하고 있는 계약조건과 비교한 결과, 우리나라 「공사계약 일반조건」에 공정관리와 관련한 사항을 좀더 보강할 필요가 있는 것으로 나타났다. 미공병단(COE)의 경우에는 공정표의 제출시기, 공정표의

작성방법, 공정표에 의한 공사대금의 지급 등에 관하여 상세하고 적극적으로 명시하고 있다. 「공사계약 일반조건」은 공공공사는 물론 민간공사의 계약서 작성시 발주자와 시공자의 권리 및 의무사항을 명기한 가장 근간이 되는 내용으로 구속력이 강하기 때문에 향후 공정관리 활성화를 위해서는 공정관리와 관련한 사항을 좀더 보강할 필요가 있다. 특히, 국내에서는 계약기간의 연장을 청구할 경우 수정공정표를 첨부하도록 규정하고 있으나, 이를 통하여 계약기간을 연장하기 위한 증빙 및 검토 절차가 정립되지 않아 형식적인 규정에 그치고 있다.

또한, 「국가계약법」의 경우 물가 변동으로 인한 계약금액 조정은 계약상 조정 기준일 이전에 이행이 완료되어야 할 부분은 물가 변동 적용 대가에서 제외하도록 되어 있다¹¹⁾. 이 경우 이에 대한 판단은 예정 공정표를 기준으로 하도록 되어 있으나¹²⁾, 예정 공정표의 신뢰성이나 유지 관리가 거의 없는 국내의 현실에 비추어 볼 때 예정 공정표를 통한 판단은 매우 어렵고 따라서 형식적이 되고 있다. 이와 같이, 국내의 경우 공정관리 규정이 일견 철저히 규정된 것처럼 보이나, 실제로는 세부 규정과 절차가 없고 이를 관리할 수 있는 여건이 마련되어 있지 못하다.

이에 대한 하나의 대안으로, 효율적인 공정관리 수행을 위해 어느 수준에서 공정표가 작성되고 공정관리 업무가 수행되어야 하는지를 명시한 계약문서라고 할 수 있는 ‘공정관리 시방서’를 도입할 필요성이 있는 것으로 나타났다¹³⁾. 미공병단에서는 공정관리 시방서를 “건설공사의 계획과 공정표의 작성, 공정표에 의한 각 작업의 수행, 계약담당공무원과 시공자간의 회의 개최, 공사진도자료의 입력과 보고서의 제출, 공정진도자료에 의한 기성의 지급 등에 관하여 명시한 문서”라고 정의하고 있다. 따라서, 공정관리 시방서는 발주자, 설계자, 감리자 및 시공자의 책임과 의무를 명기하고, 공정표의 작성과 공정관리 운영을 위해 설정된 기준이라 할 수 있다.

이와 같이 효율적인 공정관리의 수행을 위해서는 공정관리 시방서 수준의 상세한 절차와 운영 방안이 작성되어야 하고, 이를 실제로 운영하기 위한 방안이 계약조건에 명시되어야만 공정관리가 될 수 있을 것으로 판단된다.

11) 국가계약법 시행규칙 제74조 5항

12) 지수조정을 산출요령(회계예규 2200.04-137-3, '98.3.31) 제4조 2항

13) 한국건설업체연합회(1996)

III. 국제적 활용 기법 검토

1. 프로젝트 공정표의 종류

클레임의 지연일수를 산출하기 위해서는 프로젝트 공정표를 사용하게 되는데, 이것은 클레임이나 소송에 있어서 강력한 증거로 사용될 수 있다. 프로젝트 공정표 작성의 방법은 크게 바 차트(bar chart/Gantt chart)와 네트워크 기법(network techniques)으로 나눌 수 있으며¹⁴⁾, 이외에 최근에는 시뮬레이션을 이용한 공기지연 분석방법에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

(1) 바 차트

바 차트는 요즈음에도 소규모의 공사에서는 가장 많이 사용되고 있는 형태이며, 여기서는 주요한 작업들만을 표시한다. 이 방법은 간편하고 현장의 실무자들이 사용하기 쉬워 많이 이용되고 있으나, 작업 상호간의 관계가 명확하지 않고, 건물 준공에 실제적으로 영향을 미치는 작업들을 구분해 나타낼 수 없다는 단점을 가지고 있다.

(2) 네트워크 기법

네트워크 기법은 바 차트의 단점과 제한성을 극복하기 위해 1950년대에 개발된 것이다. 이 기법은 모든 작업들의 상호 관계와 논리적인 흐름을 보여 주며, 시설물 준공에 가장 영향을 많이 미치는 작업들을 결정할 수 있다. 이것에는 다음 <표 III-1>과 같은 세 가지의 서로 다르거나 변형된 기법이 이용되고 있다.

14) Asselin, T. H., "The Project Schedule Before, During & After Construction from Contract Award to Claims Presentation", Engineering News Records, Fall Conference, 1980

<표 III-1>

네트워크 기법의 종류

종류 \ 설명	내 용	특 성
CPM 기법	1) CPM(Critical Path Method) 기법은 전체 작업을 각각의 분할 작업으로 나누고 그 분할 작업에 소요되는 일수를 분석함. 2) CPM 일정은 미국의 경우 소송에서 증거를 제시하는 기법으로 널리 인정되고 있음.	공기지연, 작업방해, 공기촉진, 공기연장에 의한 영향을 분석하고 증명하는데 유용하게 사용될 수 있음.
PDM 기법	PDM(Precedence Diagramming Method) 기법은 CPM 기법과 유사하나, 각각의 작업은 화살표가 아닌 사각형이나 원형으로 표시되며, 각각의 작업은 하나의 숫자만으로 표시됨.	1) 반복적이고 연계적인 작업에 있어서는 CPM 보다 효율적임. 2) 작업이 반복적이고 많은 작업들이 동시에 수행될 경우에 주로 사용됨.
PERT 기법	PERT(Program Evaluation Review Techniques) 기법은 소요 시간에 대하여 3점 견적을 하고 있으며, 작업(activity) 중심이 아닌 경유점(event) 중심임.	이 기법은 주로 신규 사업, 비반복 계획, 경험이 없는 사업 등에 활용됨.

주) 자료 : Asselin(1980), Ahuja(1994)

2. 클레임 제기를 위한 공정표의 이용

(1) CPM의 이점

1) 프로젝트 모델로서의 CPM

CPM 공정표의 주요한 가치는 이것이 프로젝트 수행 과정의 모델이 된다는 것이다. 그러나, 건설 과정에 도움이 되는 어떤 모델이라도 최신 것으로 유지되어야 한다. 만일 공정

표가 최신 것으로 수정되지 않는다면 프로젝트가 어떻게 계획되었는지를 보여 주는 모델로서만 이용이 가능하다. 그러므로, 프로젝트가 실제로 어떻게 이루어졌고 건설 과정에서 발생한 변경과 지연이 일어났을 경우 프로젝트가 어떻게 진행되었을 것인 가를 보여주는 CPM이 유지되어야 클레임 제시와 클레임 방어에서 중요한 역할을 하게 된다.

그러나, CPM을 클레임 제시 및 방어에 사용하기 위해서는 다음과 같은 원칙을 인식해야만 한다.

- ① 계획된 CPM은 작업 순서를 합리적으로 반영해야 한다.
- ② CPM은 바람직한 논리(logic)에 근거해야 한다.
- ③ CPM은 수학적으로 정확해야 한다.
- ④ CPM은 프로젝트 실제 기록과 일치해야 한다.
- ⑤ CPM은 관련된 모든 지연을 적절하게 설명해야 한다.
- ⑥ 실제 자료에 대한 전문가의 검토가 있어야 한다.

2) CPM의 법적인 인식

모든 계약 당사자들은 공사 진행 과정에서 문제가 발생하지 않기를 바라거나 혹은 발생하더라도 클레임이나 소송 제기가 없이 해결될 것이라는 기대를 갖고 계약을 체결한다. 그러나, 실제로는 진행 과정상의 문제는 발생하고 대부분의 경우는 우호적으로 해결되지 않는다. 이러한 경우가 발생할 때에 프로젝트 공정표는 클레임 제시 및 해결에서 중요한 가치를 갖게 된다.

미국의 경우 이미 70년대 초부터 판례를 통하여 CPM의 법적인 증빙이 인정되고 있다¹⁵⁾. 계약청원위원회(BCA)에서는 클레임 제시에서 바 차트의 제한성을 논의했으며, 더 나아가 클레임 제시에서 CPM 공정표의 가치를 인정했다¹⁶⁾. 이와 같이, 미국의 경우 클레임 제시에 있어서 CPM 공정표의 가치는 여러 법정이나 위원회에서 이미 인정이 되어 왔다.

영국의 경우 공기지연 클레임을 평가하기 위한 법적인 판례는 미국과는 차이가 있어, 아직까지는 CPM을 이용한 공기지연 분석의 법적인 인정은 명확하지 않다. 그러나, 영국에서

15) Asselin(1980)

16) Minmar Builders, Inc. v. United States, BCA 9599 (1972).

도 일반적으로 공기지연 클레임을 분석하는데 있어서 CPM을 유용한 기법으로 인정하게 될 것은 명확한 사실로 조사된 바 있다¹⁷⁾.

이와 같이, CPM은 클레임 인식, 준비, 방어, 권리 증명을 위한 분석 도구로서 이용 가능하며, 특히 미국에서는 현재까지 법원이나 기타 행정위원회에서 CPM을 공기지연의 책임과 손실을 증명하는 유효한 수단으로 인정해 오고 있다¹⁸⁾. 책임 문제에 대한 클레임이 발생할 경우, CPM 공정표는 ‘승인된 작업 계획’과 ‘실제의 작업 수행’을 비교하기 위해 이용할 수 있는 가장 중요한 도구중의 하나이다. 이 도구를 사용함으로써 지연을 야기한 사안을 확인하고 책임 정도를 진단하여 지연 상황에 대한 평가를 정확히 할 수 있게 된다.

그러나, 정확한 공기지연 분석을 위해서는 프로젝트의 실제 상황을 반영한 분석이 이루어져야 한다. 이 경우에 프로젝트 전체에 대하여 공기지연이 미치는 영향을 평가하는 것은 ‘계획일정표(as-planned schedule)’와 ‘완공일정표(as-built schedule)’를 단순히 비교하는 것 이상을 포함한다. 초기 계획으로부터의 변경을 보여 주는 것만으로는 공기지연 손실보상에 대한 권리를 부여하지 않다. 즉, 작업 순서, 작업 기간, 작업 연속성에서의 차이가 당사자 일방에게 책임이 있는 특정한 행위나 미행위 또는 계약 위반과 직접적으로 관련이 있어야 한다. 이러한 연관성을 부여하기 위해서는 공정표에 대한 상세한 분석과 평가를 요구하게 된다¹⁹⁾.

따라서, 지연 사건 발생으로 야기된 공기지연 부분을 분리하고 이를 논리적으로 연결하여 각 지연들이 프로젝트 전반에 미치는 영향을 분석할 필요가 있다.

(2) CPM의 단점

CPM의 여러 가지 장점에도 불구하고, 일반적으로 시공자들은 다음과 같은 사항을 단점으로 인식하고 있다²⁰⁾.

17) Scott, S., "Delay Claims in U.K. Contracts", *J. Constr. Engrg. and Mgmt.*, ASCE, 1997, 122(3), pp.238-244

18) Baki, M.A., "CPM Scheduling and Its Use in Today's Construction Industry", *Project Management Journal*, March, 1998, pp.7-9

19) Bramble, B. B., D'Onofrio, M. F., and Stetson, IV, J. B., *Avoiding & Resolving Construction Claims*. R.S. Means Company, 1990

20) Baki(1998)

- ① 현장의 상이한 작업 조건은 계획 단계에서 작성된 CPM 논리(logic)에 영향을 미친다. 따라서, CPM 네트워크는 계속 수정되어야 하며, 이것은 비용과 시간이 소요되는 작업이다.
- ② CPM의 이용은 계약 당사자를 위한 형식적 절차가 되어 왔다. 계약서에서는 이것의 이용을 요구하지만 그 중요성에 대해서는 거의 의미를 두지 않고 있어, 계약자들은 이것을 무관심하게 다루고 있는 상황이다.
- ③ CPM 시스템의 운영은 많은 작업량을 필요로 한다. 만일 이것이 복잡하거나 너무 많은 노력을 요구한다면, 계속적인 갱신(update)은 얻는 것보다 잃는 것이 더 많게 될 수 있다.
- ④ 일부 발주자들은 CPM을 너무 경직되게 받아들이고 있다. 이들은 모든 항목들이 계획공정표(As-Planned Schedule)에 예정된 때에 정확히 발생할 것을 기대하고는 프로젝트 전체 기간에 요구되는 갱신이나 수정 프로세스를 이해하려 하지 않는다. 이것은 발주자와 시공사 사이의 혼란을 야기한다.

이상과 같은 단점들은 시공사들의 일반적인 생각이며, 따라서 이들에게는 CPM이 실제의 작업 계획을 반영하기보다는 단지 계약적인 요구 조건을 만족하기 위하여 이용하게 되는 상황을 야기하고 있다.

(3) CPM의 이용

계약 당사자들은 자신의 클레임을 입증하거나 방어하기 위하여 CPM 진행 공정표나 기타 네트워크 분석 시스템의 이점을 충분히 이용해야 한다. CPM 공정표는 작업에 영향을 주는 지연에 대한 책임을 밝히는데 유용할 뿐 아니라, 작업의 지연(delays), 방해(disruptions), 중단(suspension)을 분석하고 증명하는데 도움이 된다. 즉, 임금 인상, 본사관리비 증가, 현장관리비 증가, 보험료 증가 등과 같은 항목이 적용되는 공기지연 클레임의 제기나 방어에 있어서 CPM 공정표는 중요한 역할을 한다. 이와 같이, CPM 공정표는 프로젝트 상에서 공기지연의 영향을 명백하게 밝히는 도구가 되며, 모든 공종이나 작업상에서 여러 가지 지연사건에 의한 영향을 보여 줄 수 있다.

공기지연 클레임 제기에 대한 다양한 접근 방법이 있지만, 이들은 모두 계획, 수정, 완료

공정표의 비교에 의해 ‘수용 가능한 지연(excusable delay)²¹⁾’의 영향을 도식적으로 보여 주기 위하여 CPM을 이용한다는 점에서는 근본적으로 유사하다.

공기지연 클레임의 제시에서는 ‘수용 가능한 지연’이 없을 경우 프로젝트가 어떻게 수행 되었을 것인지를 설정해야 한다. 또한, 이미 발생한 지연을 반영하여 실제로 프로젝트가 어떻게 수행되었는지를 설정할 필요가 있다. 이와 같은 상황 설정을 CPM 공정표를 이용함으로써 이에 대한 결과를 보여 줄 수 있는 강력한 증빙 자료가 작성될 수 있게 된다.

그러나, CPM 분석에 있어서는 최초의 계획공정표 혹은 그 후의 수정공정표를 이용할 것인지 아니면, 사후(事後)의 완료공정표를 작성할 것인지를 결정해야 한다. 만일, 현장에서 CPM 형태의 공정표를 이용하지 않은 경우 유일한 선택은 사후의 완료공정표가 될 수 있다. 그러나, 완료공정표에서는 작업들의 재구성이 임의적으로 작성되어 신뢰성이 떨어지는 것으로 인식되고 있다. 이에 반하여 최초의 계획공정표를 이용하는 가장 큰 장점은 작업기간과 공사 과정의 여러 사건들에 대한 기준과 시작점이 미리 작성되어 있다는 것이며, 이에 따라 신뢰성에 대한 문제를 해결할 수 있다.

3. 공기지연 평가 기법의 고찰

(1) 공기지연 평가 기법의 분류

공기지연 평가 기법은 연구자에 따라 다양하게 분류되고 있으나, 이를 도표화하면 다음 <표 III-2>와 같다.

21) 수용 가능한 지연은 시공자가 계약 작업의 완성을 위하여 추가 시간을 요구할 수 있는 지연으로 일반적으로 시공자의 통제를 벗어난 원인에 의해 발생한 지연을 말한다.

<표 III-2>

공기지연 평가 기법의 분류

	분류자	분류 내용
1	Bramble, D'Onofrio, and Stetson의 분류 (1990)	① Global Impact Approach ② Net Impact Approach ③ Adjusted As-Planned CPM Approach ④ Adjusted As-Built CPM Approach ⑤ Collapsed As-Built Schedule Approach ⑥ Impacted Updated CPM Approach ⑦ Modification Impact Analysis Approach ⑧ Time Impact Analysis Approach
2	Bramble and Callahan의 분류 (1992)	① As-Built Schedules ② Update Impact Method ③ As-Planned Method ④ Global Approach ⑤ Net Impact Technique ⑥ "But-for" Logic
3	Battika and Alkass의 분류 (1994)	① Global Impact Technique ② Net Impact Technique ③ Adjusted As-Built CPM Technique ④ But-for Technique ⑤ Snapshot Technique ⑥ Time Impact Technique ⑦ Isolated Delay Type Technique
4	Edwards의 분류 (1994)	① Planned-Plus Method ② The As-Built Minus Method ③ Snapshot Method ④ Windows Method
5	Bubshait and Cunningham의 분류 (1998)	① As-Planned Method (U.S. Veterans Administration) ② As-Built Method(Traditional Method) ③ Modified As-Built Method (U.S. Corps of Engineers) ④ Float Allocation Method (U.S. Board of Contract Appeals) ⑤ Concurrent Delay Method

(2) 공기지연 평가 기법의 유형

1) 총영향 평가 방법(Global Impact Approach)

이 방법에서는 모든 지연 사건, 작업 중단 그리고 이와 관련된 사항이 ‘완료 바 차트(as-built bar chart)’상에 표시된다. 프로젝트의 총 지연일수는 모든 개별적인 지연 사건의 기간을 합산한 것으로 간주한다. 이 분석은 계약 변경 사항중의 하나를 진행하는데 있어서의 추가 작업이나 작업 지연은 자동적으로 프로젝트의 전체 완료 기간을 지연시킨다고 가정한다. 이 방법의 가장 큰 단점은 동시에 발생된 지연의 영향을 보여 주지 못하는 것이다.

2) 순영향 평가 방법(Net Impact Approach)

이 방법은 바 차트상에 모든 지연 사건들의 순영향(net effect) 만을 나타낸다. 이를 위해 ‘총영향 평가 방법’과 같이 모든 지연 사건, 작업 중단, 작업 중지 등이 ‘완료 바 차트(as-built bar chart)’상에 표시된다. 공기연장 일수는 개별적인 지연사건의 합이 아니라, 계획 완료일과 실제 완료일의 차이로써 산정한다. 즉, ‘전체 완료일자에 미치는 영향을 평가하는 접근 방법(total impact approach)’이다. 따라서, 총영향 평가 방법과는 달리 지연 사건의 영향을 중복으로 산정하는 모순을 배제한다.

3) 계획공정표에 의한 평가 방법(As-Planned Method)

각각의 지연에 대한 개별적인 계산이 아니라 모든 지연 사건을 정해진 갱신(update) 기간 내에 한꺼번에 분석하는 방법이다. 먼저, 시공자의 귀책 사유를 최초의 예정공정표상에 표시하여 ‘수정된 계획공정표(Adjusted As-Planned CPM)’를 작성한다. 공정표상에서 계약 변경 사유에 의한 영향은 계약 변경 사항이 공정표에 반영되기 전후의 비교에 의하여 결정된다. 즉, 비교를 통하여 결정된 ‘예상 완료일자’가 ‘계약 완료일자’보다 지연된 경우에만 공기연장이 인정된다. 이 방법을 이용하기 위해서는 계획공정표가 입찰 전에 작성되어야 하며, 논리(logic)가 정확하고 수행 가능하며, 설정된 작업들의 기간이 정확해야 한다. 이 방법의 문제점은 실제의 공사 진행을 무시하고 이론적인 계획공정표를 이용한다는 것이다. 즉, 최초에 계획하였거나 의도한 작업 수행을 측정하며, 실제의 작업 수행에 의한 영향은 반영하지 않는다.

4) 완료공정표에 의한 평가 방법(As-Built Method)

이 방법은 프로젝트 지연의 영향을 결정하는데 있어서 널리 인정된 방법으로, 기본적으로는 계획된 공정과 실제 현장에서 수행된 공정을 비교하는 것이다²²⁾. 이 방법에서 중요한 절차중의 하나는 시공자가 작성하여 제출한 ‘계획공정표(As-Planned Schedule)’의 타당성을 증명하는 것이다. 계획공정표의 타당성이 증명되면, 실제의 프로젝트 기록을 이용하여 ‘완료공정표(As-Built Schedule)’를 작성한다. 이 경우에 지연 사건들은 완료공정표에서 액티비티(activity)로서 명확하게 표시되어 관련 작업들과 연계되어야 한다. 계획공정표와 완료공정표가 작성되고 검토된 후에 두개의 공정표를 비교한다. 주공정선의 일정 계산은 지연이 일어난 시점에서의 점진적인 분석이 아니라 사후에(after-the-fact) 한꺼번에 이루어진다.

계획공정표로부터는 지연이 있기 전의 각 작업에 대한 여유시간(float)이 결정되고, 완료공정표로부터는 지연이 있는 후에 영향을 받은 작업에 대한 여유시간이 결정된다. 이렇게 산정된 여유시간을 비교함으로써 프로젝트 완공일에 대한 영향을 평가할 수 있다. 만일 영향받은 작업이 마이너스(-)의 여유시간을 갖게 되면, 귀책 당사자는 이 날짜 만큼에 해당하는 책임을 지게 된다.

5) 시간 경과에 따른 평가 방법(Time Impact Analysis)

‘완료공정표에 의한 평가 방법(As-Built Method)’은 널리 사용되고 있으나, 영향받은 작업들에 의한 프로젝트 지연의 영향을 정확하게 측정하기에는 신뢰하기 어려운 절차로 알려져 있다²³⁾. 이에 반하여 공기지연의 영향을 측정하기 위한 가장 적합한 방법으로 인정된 것이 ‘시간 경과에 따른 평가 방법(Time Impact Analysis)’이다. 이 과정은 먼저 ‘현재의 기준공정표(current baseline)’를 작성해야 하며, 이것은 각각의 지연사건이 발생하기 바로 전의 갱신(update) 기간에 영향을 받은 작업들의 실태를 결정함으로써 이루어진다. 이 과정에서 ‘부분공정표(fragnet)’가 작성되어 삽입될 수도 있다. 이후에는 지연사건에 의한 영향

22) Bubshait, A. A. and Cunningham, M. J., "Comparison of Delay Analysis Methodologies" *J. Constr. Engrg. and Mgmt.*, ASCE, 1998, 124(4), pp.315-322.

23) Bubshait and Cunningham(1998)

정도를 산정해야 한다. 각각의 영향이 액티비티로서 공정표에 입력되고 일정이 다시 계산되어, 프로젝트 준공일에 변경이 있게 되면 이는 평가중인 영향에 의한 지연이 되는 것이다. 이 방법을 이용함으로써 영향이 발생되면 이들이 공정표에 투입되어 일정이 재계산되고 그 결과를 즉시 평가하게 된다. 이 방법의 목적은 개별적인 사건의 영향뿐만 아니라 여러 사건들의 혼합된 영향을 측정하고, 진행중인 지연에 대한 영향도 평가하기 위한 것이다.

(3) 시간 경과에 따른 평가 방법(TIA)의 개요

1) 공기지연의 인식 및 반영

일단 프로젝트가 시작되면, 프로젝트 기간 동안 발생한 여러 유형의 지연 사건들에 의해 야기된 ‘영향의 정도(the amount of time impact)’를 결정하는 것이 필요하다. 지연의 영향 정도를 결정하기 위한 방법은 갱신된 CPM 일정표를 ‘시간 경과에 따른 평가 방법(TIA)’이라고 불리는 절차와 결합하여 사용하는 것이다. 이 방법은 네트워크 기법을 이용한 기간 산정 절차이고, 프로젝트 일정에 대한 지연의 영향을 입증하기 위하여 각 지연과 연계된 사실들에 대한 분석을 하는 것이다. TIA 기법에 이용되는 ‘부분 일정표(fragnet)’²⁴⁾는 기존의 일정표에 삽입될 예정인 새로운 작업들 혹은 수정된 작업들의 순서이며, 지연의 영향을 설명하고 일정에 대한 영향을 반영하기 위해 필요한 과정이다.

최근 몇 십 년간, ‘시간 경과에 따른 평가 방법(TIA)’은 공기 지연을 정당화하거나 논박 하는데 있어 성공적으로 사용되고 있다. 이들은 또한 일정표의 제시를 필요로 하는 건설 클레임의 ‘사후 평가(after-the-fact evaluation)’에도 이용되고 있다. TIA 절차는 1960년대 중반부터 이용되었으며, 이러한 기법을 조건으로 명기하고 성공적으로 이용한 것으로 알려진 최초의 프로젝트들 중 하나는 미국 플로리다의 Cape Kennedy에 위치한 Apollo Space Program(Launch Complex 39)이다.

이와 같은 TIA 기법의 적용은 계약서에서 요구되거나 공정관리 시방서의 일부분으로

24) ‘부분 일정표(fragnet)’는 주공정선상에 있는 작업의 완료에 필요한 개별적인 하위 작업(sub-activity)을 작성하기 위하여 CPM 다이어그램상의 작업(activity)을 더욱 상세한 수준으로 분할하기 위한 하위 네트워크(subnetwork)이다. 부분 일정표는 지연 사건이 네트워크의 전체나 일부 경로에 미치는 영향을 보여 주기 위해 이용되는 부분 네트워크로 정의되기도 한다(Popescu and Charoenngam 1995).

기술될 때 가장 효과적이다. 또한, 당사자들은 초기 단계에서 TIA 정보를 교환함으로써 지연 혹은 영향에 대한 문제를 논의하고 협상하여 시기 적절한 해결을 할 수 있어야 한다. 이 경우에 변경 혹은 지연과 관련된 조치를 논리적으로 기술하는 ‘부분 네트워크’는 일정표에 통합될 수 있으며, 분쟁 중에 있는 작업들의 기간에 대한 동의가 있을 때까지 이 작업들은 0일의 기간을 갖도록 구성될 수 있다. 따라서, 계약 당사자들은 크리티컬리티(criticality)를 갖는 작업들과 경로들이 변경 혹은 지연에 영향을 받았는가를 조속히 결정하는 것이 중요하다.

2) ‘시간 경과에 따른 평가 방법(TIA)’의 적용

TIA 기법은 미국에서 공기연장을 입증하기 위한 방법중 가장 포괄적이고 신뢰성이 있는 방법으로 인정되고 있다. 이 방법은 이미 발생한 지연뿐만 아니라 잔여 공정에 대한 지연과 이에 따른 공기연장을 입증하기 위하여 이용될 수 있다²⁵⁾.

이 방법은 먼저 현재의 ‘기준공정표(current baseline)’를 작성해야 하며, 이것은 각각의 영향이 발생하기 바로 전의 갱신기간(update period)에 영향을 받은 작업들의 실태를 결정함으로써 이루어진다. 이 과정에서 ‘부분공정표(fragnet)’가 작성되어 삽입될 수도 있다. 이후에 현재의 영향 정도를 산정해야 하는데, 각각의 영향 요소가 액티비티로서 공정표에 입력되고 일정이 다시 계산되어, 프로젝트 준공일에 변경이 있게 되면 이는 평가중인 영향에 의한 지연이 되는 것이다.

이 방법을 이용함으로써 영향(Impacts)이 발생되면 이들이 공정표에 투입되어 일정이 재계산되고 그 결과를 즉시 평가하게 된다. 이 방법의 목적은 개별적인 사건의 영향뿐만 아니라 여러 사건들의 혼합된 영향을 고려하고, 진행중인 지연사건에 대한 영향을 평가하고자 하는 것이다.

4. 공기지연 평가 기법의 비교

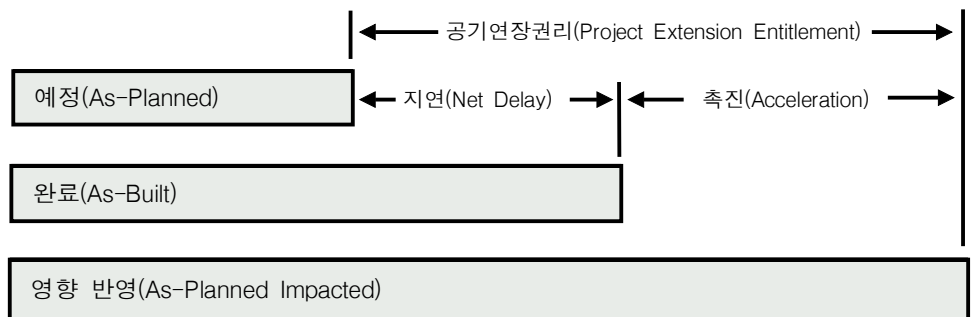
공기지연을 평가하기 위하여 적용하는 다양한 기법들의 공기지연 분석에서 공기연장의

25) Hill International, Inc., Claim Strategy for Petronas Tower 2, 1995

권리를 증명하기 위해 이용되는 개념은 다음 <그림 III-1>과 같다. 이와 같이 단순히 예정 공정표와 완료공정표의 차이를 비교하는 것이 아니라 지연사건에 의한 영향을 측정하고 결정해야 한다. 특히, 공기연장의 권리는 단순한 ‘지연일수(Net Delay)’뿐만 아니라 ‘공기촉진일수(Acceleration)’를 포함하고 있음을 숙지하여 이를 적극 반영해야 한다.

<그림 III-1>

공기연장을 위한 기준공정표의 이용



공기지연 분석을 위한 대표적인 평가 기법들의 적용 방법 및 특징은 다음 <표 III-3>과 같다.

이러한 공기촉진 혹은 공기지연을 계획 일정표로부터 분석하는 방법은 지연 사건의 분석 시점에 따라 정적인 방법과 동적인 방법으로 분류할 수 있다.

정적인 방법은 전체 프로젝트에 대한 공기지연 혹은 공기촉진 일수만을 정량화한다. 초기 ‘계획 공정표’는 모든 확인된 변경 사항에 의해 영향을 받으며, 이렇게 영향을 받은 ‘수정 공정표’의 완료 일자를 초기 ‘계획 공정표’의 완료 일자와 비교하여 공기지연 일수를 산정한다.

동적인 방법은 ‘계획 일정표’로부터 분석을 시작하고, 점차적으로 주기적인 갱신기간 이전에 발생한 변경 사항에 의해 영향을 받은 공정표(기준공정표)를 기준으로 각 지연 사건의 영향에 의한 공기지연 혹은 공기촉진 일수를 정량화 한다. 이 방법은 많은 노력과 컴퓨터 작업을 요구하지만, 지연의 영향을 정확하게 표시할 수 있다.

<표 III-3>

공기지연 평가 기법의 특성

특성 종류	적용 방법	특 징
총영향 평가 방법(GIA)	프로젝트의 총 지연은 모든 지연 사건들의 기간을 합하여 산정함	동시에 발생된 지연의 영향을 보여 주는 것이 불가능함(바 차트 이용)
순영향 평가 방법(NIA)	공기연장 기간은 계획 완공일과 실제 완공일과의 차이로써 산정함	총 지연일수는 각 지연 사건들의 상호 영향에 의해 발생함을 가정함(바 차트 이용)
계획공정표에 의한 평가방법 (APM)	시공자의 계획공정표(CPM)를 기준으로 지연 사건에 의한 변경을 측정함	각각의 지연에 대한 개별적인 평가가 아니라 모든 지연을 한꺼번에 분석함(CPM 이용)
완료공정표에 의한 평가방법 (ABM)	완료공정표(CPM)를 기준으로 계획 공정과 실제로 현장에서 발생한 공정을 비교하는 것임	널리 인정된 방법이나 지연의 영향을 정확하게 측정하기 어려움(CPM 이용)
시간경과에 따른 평가방법 (TIA)	갱신된 공정표(CPM)를 기준으로 공기지연 요소(Impacts)가 발생할 때마다 네트워크에 투입되어 재계산되고 그 결과를 즉시 평가함	동의어(CPM 이용) 1) Modified As-Built Schedule Delay Analysis 2) Update Impact Method 3) Corps Method 4) Snapshot technique

어느 기법이 특정 상황에 적합한지는 공기지연 클레임의 유형, 공기지연 발생 배경, 계약 조항, 관련 법규와 사례, 공정관리 조항의 역할, 정확한 정보의 이용 가능성에 따라 달라진다. 따라서, 어떠한 기법을 적용할 것인지는 공기지연 클레임의 분석 경험이 많은 공정관리 전문가에 의해 결정되는 경우가 대부분이다. 결과적으로 공기지연 평가 기법의 선택은 고정된 것이 아니라 사건의 종류, 공정관리 운영 현황, 정보의 이용 가능성 등에 따라 전문가의 결정에 의해 이루어진다.

IV. 공기 연장 분석 기준 제시

1. 공기지연 평가 기법의 선정

(1) 선정 기준

현재까지는 계약 변경이나 예측치 못한 사건으로 인하여 발생하는 공기지연의 영향을 결정하기 위한 하나의 표준화된 절차는 없는 것으로 평가되고 있다²⁶⁾. 공기지연의 영향을 결정하기 위한 서로 다른 절차는 공기지연 기간 산정에 있어서 다양한 결과를 가져오는데, 이것은 각 방법에서 적용하는 독자적인 계산법에 기인하고 있기 때문이다. 따라서, 적절한 공정 분석 방법의 선정은 문서화의 정도, 공기지연 발생 상황에 따라 달라 질 수 있다. 즉, 어떠한 공정 분석 방법(scheduling analysis method)이 특정한 상황에 적합한 지는 공기 지연을 평가하기 위해 이용 가능한 자료, 이용 가능한 공정표의 종류, 공기 지연 상황, 계약 조건에 따라 달라진다고 할 수 있다²⁷⁾. 이와 같이 공정 분석 방법은 시간, 이용 가능한 자원, 프로젝트 관리용 문서의 구비 정도에 따라 하나의 방법이 다른 방법보다 더욱 실제 적이거나 비용면에서 효과적이 될 수 있다²⁸⁾.

‘시간 경과에 따른 평가 방법(Time Impact Analysis, 이하 TIA)’은 공정표를 갱신하기 위해 이용 가능한 자료가 충분하거나 실제로 진행과정에서 갱신되었다면 공정에 대한 영향을 평가하기 위해 충분히 이용될 수 있다. ‘완료공정표에 의한 평가 방법(As-Built Method)’은 영향받은 작업들에 의한 프로젝트의 전체 지연을 정확하게 측정하기에는 신뢰하기 어려운 절차로 알려져 있다. 그러나, TIA와 같이 단계적으로 공정에 대한 영향을 평가하는 방법은 수많은 액티비티로 구성된 공정표상에서 다수의 지연 사건이 발생할 경우 이를 개별적으로 평가하는 것은 비경제적일 수 있다. 그러므로, 분석은 ‘요약 공정표(summary schedules)’상에서 수행되거나 혹은 지연 사건들을 통합하여 분석해야 할 경우

26) Bubshait and Cummingham(1998)

27) Bramble, B. B. and Callahan, M. T., Construction Delay Claims. 2nd Ed., John Wiley & Sons, 1992.

28) Bubshait and Cummingham(1998)

도 있게 된다. 따라서, 네트워크 공정표를 이용하여 공기지연을 증명하되 분석의 결론은 바 차트를 이용하는 것이 정보 전달면에서는 효과적이다.

(2) 단계적 TIA(Time Impact Analysis)의 적용

1) ‘시간경과에 따른 평가 방법(TIA)’의 작성

TIA를 이용하기 위해서는 설계변경 등으로 인한 지연 혹은 분쟁이 발생할 때, 사실 관계와 발생 상황을 문서화하고 프로젝트 일정에 대한 영향을 정량화 하기 위해 이를 이용할 수 있는 준비가 되어야 한다. 즉, 지연사건에 대한 영향 분석은 반드시 현재의 ‘수정된 일정표(adjusted schedule)’와 ‘수용 가능한 지연(excusable delay)’들과 현장 작업 상황, 그리고 현재의 지연이 발생하게 된 시점까지 달성된 진도에 근거하여야 한다. 또한 각 영향 분석이 끝난 후, 변경 혹은 지연과 연관된 사실과 상황에 대한 정확한 설명이 되어야 한다.

또한, 발생 순으로 공기에 미치는 영향을 파악하고 문서화하는 순차적인 TIA 절차는 다음과 같은 고려 사항을 포함하여야 한다

- ① 변경의 범위 혹은 직면한 지연의 정도에 대한 검토
- ② 계약 조항, 설계 도면, 스케치, 시방서, 납품업자 자료, 일정관리, 현장 작업 지시, 일일 진도 보고서, 공문 수발신, 급여 명세서, 견적서와 같은 모든 참고 자료의 검토
- ③ 직·간접적인 지연에 의해 영향을 받은 모든 계약 당사자들을 확정하고 필요한 경우 보조적인 참여 혹은 문서의 요구
- ④ 프로젝트 일정 상의 어느 작업들이 추가되고 지연되었는지 혹은 변경된 작업으로 인해 잠정적으로 영향을 받았는지에 대한 결정
- ⑤ 일정을 검토하고 모든 영향을 받은 작업들에 대한 계획된 시작과 완료 일자의 결정
- ⑥ 계약 조항으로부터의 변경 혹은 지연과 관련된 사실들의 확정과 문서화
- ⑦ 지연의 순서를 설명하는 ‘부분 일정표(fragnet)’의 작성 및 현재의 수정된 일정표와의 관계에 대한 정의
- ⑧ 전반적인 일정 분석에 대한 설명을 문서화하고 각 지연이 ‘공기에 미치는 영향(time impact)’의 지점에 대한 파악

2) ‘시간경과에 따른 평가 방법(TIA)’의 이점

TIA 기법은 특정 작업의 지연 여부 뿐만 아니라 전체 프로젝트에 미치는 영향을 결정하기 위한 효과적인 도구가 될 수 있다. 일반적으로 네트워크 기법들은 특정 작업의 지연과 이 작업이 프로젝트에 미치는 영향을 평가하는데 유용성을 가지고 있으며, 네트워크의 논리는 지연 사실과 원인 모두를 동시에 증명할 수 있게 한다. 특히, TIA 절차의 이용은 계약 당사자들로 하여금 독립적으로 추측되는 지연의 영향을 평가하고 분석하여, 특정한 작업의 지연과 이로 인하여 공기에 미치는 영향의 정도를 증명하고 합의할 수 있는 바탕을 제공한다. 즉, TIA 기법은 각 당사자로 하여금 특정 지연에 대한 상황을 설명하고 지연에 의해 야기된 특정 행위 혹은 사건들에 대한 증거를 제공할 수 있다.

TIA는 한 지연사건과 다른 지연사건들과의 관계를 결정할 수 있게 하여, ‘동시발생 공기지연’을 측정하고 정량화 할 수 있도록 해 준다. 또한, 지연 혹은 영향이 발생할 때, TIA 기법의 사용은 만회를 위한 수정적인 조치를 취하는 데 도움이 될 수 있다. 이와 함께, TIA는 변경되지 않은 작업에 대한 지연의 영향을 입증하는 데 사용될 수 있으며, ‘누적적인 영향’을 입증하는 데 이용될 수도 있다. 즉, TIA 절차의 지속적인 적용은 특정한 중간 관리일(milestone) 혹은 전반적인 프로젝트 완공일자와 관련하여 영향 요소들의 누적 효과를 타당성 있게 예측할 수 있는 수단을 제공한다.

따라서, TIA 기법은 공기지연 클레임을 주장하고 입증하거나 혹은 공기지연 클레임에 대해 방어하는 데 유용하게 쓰일 수 있다. 그러나, 위에서 언급된 장점을 최대한 이용하기 위해서는 TIA 기법을 설계변경이나 공기연장의 청구에 대한 요구 조건의 한 부분으로서 계약서에 명기할 필요가 있다.

2. 공기지연 분석의 준비 사항

계약 당사자들이 공정관리 기법을 선택한 후, 공정관리의 요구사항을 기술하는 시방서(“공정관리 시방서”)를 작성하여 계약에 포함시키는 것이 프로젝트의 성공에 중요한 역할을 하며, 공기지연에 따른 클레임 분석에 있어서도 필수적인 요건이 될 수 있다²⁹⁾.

29) Wickwire, J. M., Driscoll, T. J., and Hurlbut, S. B., Construction Scheduling: Preparation,

(1) 공정관리 시방서의 작성

공사 기간이나 진행과 관련된 분쟁이 생겼을 경우, 공정관리 시방서에 의한 공정 진행 자료를 제출함으로써 시공자나 발주자 모두에게 분쟁에 대비한 자료로 활용할 수 있는 것으로 평가되고 있다³⁰⁾. 공정관리 시방서는 발주자, 설계자, 감리자 및 시공자의 책임과 의무를 명기하고, 공정표의 작성과 공정관리 운영을 위해 설정된 기준이다. 그러나, 건설산업에 적용될 표준적인 공정 시방서를 작성하는 것을 매우 어려운 것으로 평가되고 있다. 이러한 공정관리 시방서는 간단하고 명료해야 하지만, 경우에 따라서는 상세한 것이 오해를 방지할 수 있는 경우도 있다.

바람직한 공정관리 시방서를 작성하기 위해 필수적으로 명기되어야 할 사항은 다음과 같다³¹⁾.

- ① 사용될 공정관리 방법 및 기법
- ② 공정표 작성의 책임
- ③ ‘다수의 계약(multiple-contract)’에 대한 조정
- ④ 공정표 상세의 정도
- ⑤ 계약에 규정된 중간관리일(milestone)의 반영
- ⑥ 작업수행에 방해가 되는 부수적 사항
- ⑦ 시공 상세도(shop drawings)의 처리 절차(작성, 제출, 승인)
- ⑧ 제출물(submittals)의 처리 절차(최초, 갱신, 빈도)
- ⑨ 공정표의 검토 및 승인 절차
- ⑩ 공기지연에 대한 조치사항
- ⑪ 갱신(updating) 절차
- ⑫ 진도(progress) 보고
- ⑬ 기성금 지급을 위한 공정표의 사용 여부
- ⑭ 공기연장의 증빙 절차(적정한 기법의 사용)
- ⑮ 여유시간(float)의 이용 및 하도급자의 포함 여부

Liability, and Claims. John Wiley & Sons, 1991.

30) 한국건설업체연합회(1996)

31) John M. Wickwire et al.(1991)

(2) 상세 수준

공정표에 의한 효과적인 계획과 통제를 위해서는 적절한 ‘상세 수준(level of detail)’이 유지되어야 하며, 일반적으로 상세 수준은 필요한 만큼의 액티비티로서 결정된다. 따라서, 적절한 상세 수준의 유지를 위해서는 액티비티의 최소 혹은 최대 개수를 규정하는 것이 필요하다.

‘액티비티의 상세 수준(level of activity detail)’을 결정하기 위한 기준은 다음과 같다³²⁾.

- ① 작업분할체계(WBS)의 구조
- ② 작업 및 노무 직종의 유형
- ③ 주요 자재와 장비에 대한 구매, 제조, 반입
- ④ 지급 자재나 장비의 반입
- ⑤ 시공 상세도(shop drawing)의 작성, 제출, 승인
- ⑥ 제3자의 승인 사항
- ⑦ 하도급이나 직종별 계약 업무에 대한 계획
- ⑧ 현장 확보(availability)와 접근(access)
- ⑨ 하도급자와의 연계나 종속관계의 확인
- ⑩ 중간관리일(milestones) 및 완료일의 확정
- ⑪ 검사와 검사 결과의 제출
- ⑫ 발주자의 단계적 혹은 일시적 인계에 대한 계획
- ⑬ 제한된 인력이나 장비에 대한 확인

그러나, 클레임에 있어서는 적절한 수준으로 작성된 공정표에 의한 분석 외에 클레임 제출 단계에서는 계획공정표, 수정공정표, 완료공정표를 대상으로 ‘시간척도에 의한 요약공정표(summary time-scaled networks)’를 작성해야 한다. 이것은 상세한 공정표와 함께 실제의 작업 수행을 정확하게 표시하기 위해서, 그리고 지연에 대한 분석이나 사실을 나타내기 위하여 필요한 것이다. 이러한 시간척도에 의한 요약은 주요한 작업이나 작업단계, 중간관리일을 확인하고 프로젝트 수행 기간에 발생한 주요한 지연사건을 부각시키기 위한 것이다. 이 경우에 상세한 공정표의 제시는 중요하지만 의사결정자의 주의를 끌 만한 수준이

32) John M. Wickwire et al.(1991)

되지 못하는 것으로 평가되고 있다³³⁾.

외국의 대표적인 공정관리 시방서 및 국내에서 제시된 공정관리 시방서의 작업 상세 수준에 대한 비교는 다음 <표 IV-1>과 같다.

<표 IV-1> 작업 상세 수준의 비교

종류 수준	Corps of Engineers (1985)	Veterans Administration (1988)	Model Scheduling Specification (1976)	General Service Administration (1984)	한국건설업체 연합회 (1996)
중간 관리일 (Milestone)	네트워킹 작업수의 5% 이상으 로 구성	-	-	-	발주자가 요구 하는 중간관리 일의 반영
요약 공정표 (Summary)	최소한 30 개의 작업 (activity)으 로 구성	각 단계나 구역 에 대해 최소한 하나의 작업으 로 표시	약 50~100개의 작업으로 구성	-	-
상세 공정표 (Detailed)	최 소 한 2,500개의 작업으로 구성	1) 각 작업이 20 일을 초과하지 않도록 분할함 2) 총 작업 개수 가 32,00개를 초 과하지 않도록 함	1) 15일을 초과 하는 작업을 최 소화함 2) 특정 작업에 5 직종 이상이 할당되지 않도록 함	각 작업의 기 간은 15일 이 내로 구성함	1) 최소 100개 이 상의 작업 포함 2) 작업기간은 최 대 30일을 초과 해서는 안됨

(주) 참고자료

- 1) Corps of Engineers, Edwards Air Force Base Test Support Facility Construction Specification(1985)
- 2) Veterans Administration, Master Specification Section 01311-Network Analysis System (1988)
- 3) Model Scheduling Specification Associated General Contractors of America(AGC)에서 발간한 지침서(1976)
- 4) General Service Administration, Public Building Service Guide Specification(1984)
- 5) 한국건설업체연합회, 한국형 표준공정관리시방서 도입방안 연구(1996)

33) Jon M. Wickwire et al.(1991)

(3) 공기연장을 위한 조건 명시

국내 계약조건³⁴⁾의 경우는 지체일수를 산입하지 아니하는 사유가 계약기간내에 발생한 경우에는 지체없이 ‘공사공정예정표’에 대한 수정공정표를 첨부하여 서면으로 계약기간의 연장을 청구하도록 규정하고 있다. 그러나, 이러한 규정에도 불구하고 계약기간 연장을 위한 상세한 절차와 방법이 규정되지 않아 실효를 거두지 못하고 있는 것으로 판단된다.

반면에, 건설교통부에서 제시한 공정관리지침³⁵⁾에서는 기성고 관리, 공정표의 수정 및 개정, 계약변경에 대한 사항을 상세히 기술하고 있다. 즉, 이 지침에서는 승인된 ‘관리기준 공정표(baseline schedule)’의 업데이트한 자료를 기준으로 산출된 기성금액을 기성으로 인정할 것을 제시하고 있다. 또한 공정표의 수정 및 개정을 의무화하며, 계약변경 사항이 발생하였을 때에는 이러한 계약변경이 전체 공기에 미치는 영향을 분석하여 공기연장을 승인 받은 후 공정표를 개정할 것을 제시하고 있다. 그러나, 이 지침에서도 계약변경 사항이 발생한 경우 공기에 미치는 영향을 분석하는 방법이나 절차에 대한 기준은 제시하지 못하고 있다.

미국 종합건설업협회(AGC)에서 발간한 ‘The Use of CPM in Construction’에서는, 계약 변경이나 지연발생시 공기연장의 청구를 위해 계약서 혹은 공정관리 시방서에 명시되어야 할 사항을 다음과 같이 제시하고 있다³⁶⁾.

- 1) 계약변경이나 지연사건이 발생하여 시공자가 공기연장을 청구하는 경우, 각각의 변경이나 지연이 현재의 계약 완료일에 미치는 영향을 보여 주는 ‘Time Impact Analysis(TIA)’를 서면으로 발주자에게 제출해야 한다. 이 경우 각각의 TIA는 시공자가 계약변경이나 지연사건을 상세공정표에 어떻게 반영했는지를 보여 주는 ‘부분공정표(fragment)’를 포함해야 한다.
- 2) 각각의 분석은 지연사건에 의해 예상되는 영향, 계약 변경일자, 그 당시의 공사 진행 상황, 영향받은 모든 작업들에 대한 이벤트 일정 계산(event time computation)을 보여 주어야 한다. 분석에 사용되는 이벤트 시간은 최근에 갱신된 상세공정표나 지연사건을 반영한 수정공정표상의 시간이어야 한다.

34) 공사계약 일반조건(회계예규 2200.04-104-7, 1998.8.10) 제26조(계약기간의 연장)

35) 일괄입찰공사 입찰안내서 작성요령(건설교통부, 1998.3)

36) Jon M. Wichwire et al.(1991)

- 3) 영향을 받은 작업들에 대한 시간 조정이 실제 지연이 일어난 시점이나 계약변경이 통보된 시점에서 작업 경로상의 총 여유시간이나 잔여 여유시간을 초과하는 경우에만 공기연장이 인정된다.
- 4) TIA는 지연사건이 발생하거나 계약 변경지시가 통보된 후 15일 이내에 3부를 작성하여 제출해야 한다. 만일 시공자가 계약변경이나 지연사건에 대한 TIA를 정해진 시간 내에 제출하지 않으면, 추가 시간이나 비용에 대한 권리를 포기한 것으로 간주한다.
- 5) 특별한 사정이 없는 한, 발주자는 TIA에 대한 승인이나 거절을 TIA 접수 후 15일 이내에 해야 한다.
- 6) 양 당사자간의 상호합의가 이루어지면, 계약변경이나 지연사건의 영향을 나타내는 ‘부분공정표(fragnet)’를 합의가 이루어진 후 처음 실시하는 갱신(update) 기간 동안 상세 공정표에 추가해야 한다.
- 7) 만일 시공자가 발주자의 결정에 불복하는 경우, 계약서의 분쟁해결조항(disputes clause)에 따라 해결해야 한다.

3. 공기지연 분석의 적용 조건

공기지연의 정도와 책임에 대한 증빙은 지연이 발생한 시점에 주기적으로 갱신된 ‘당시의 실제 공정표(actual contemporaneous schedule)’를 기준으로 할 때에 가장 신빙성이 있다. 그러나, 이러한 공정표가 없을 경우에는 프로젝트의 관련 기록과 증거물에 의해 보완되고 전문가의 검토를 거친 ‘완료공정표(as-built schedule)’가 이용될 수도 있다³⁷⁾.

국내의 계약조건 및 업무지침서³⁸⁾에서 요구하고 있는 공정관리 사항을 비교한 결과, 지연사건 분석을 위한 실제적인 방법이나 절차가 없어 선언적인 규정에 그치고 있는 것으로 나타났다. 대부분 네트워크 공정표에 의한 공정관리를 의무화하고 있으며, 지체사유가 발생

37) Cushman R.F. et al.(1990)

38) (1) 공사계약 일반조건(회계예규, 1998)

(2) 대한주택공사, 감리감독 업무지침서(공사 98-57, 1998)

(3) 지하철 건설본부, 감리과업지시서 & 실시설계보고서 (1994)

(4) 건설교통부, 감리업무 지침서 (1997)

한 경우 수정공정표를 제출하여 조치하도록 요구하고 있다. 그러나, 구체적인 지연일수 분석방법이나 절차에 대해서는 언급이 없어 실제적인 지연분석을 위한 기준이 되지 못하고 있다. 또한, 각 현장의 공정관리 운영상황에 따라 적용되어야 할 방법들이 달라 질 수 밖에 없음에도 불구하고 이에 대한 고려가 되어 있지 못한 것도 공정관리를 통한 공기지연 분석이 적용되지 못하는 요인이 되는 것으로 사료된다.

(1) 공정관리 상황별 시나리오

각 현장에서의 공정관리 적용 상황은 일정표의 승인 및 사용에 따라 다음 <표 IV-2>와 같이 다양한 상황별 시나리오로 구분될 수 있다.

<표 IV-2>

공정관리의 이용 상황 유형

설명 유형	상 황	비 고
시나리오 1	승인된 일정표가 없는 경우	
시나리오 2	바차트 일정표가 승인되었으나, 갱신되지 않은 경우	
시나리오 3	CPM 일정표가 승인되었으나, 갱신 혹은 사용되지 않은 경우	
시나리오 4	CPM 일정표가 승인되었으나, 형식적으로 갱신되고 실제로는 사용되지 않은 경우	가장 일반적인 경우 (국내)
시나리오 5	CPM 일정표가 승인되었으며, 적절히 갱신되고 사용된 경우	가장 바람직한 경우

공기지연 분석의 기준을 설정하기 위해서는 상기와 같이 대상 프로젝트의 공정관리 이용 상황을 고려해야 하며, 각 유형에 따른 기본일정표의 선정 방법과 완료일정표의 작성 방법은 다음과 같다³⁹⁾.

39) Popescu, C. M., "Selecting As-Planned Base in Project Disputes", Specifications For: Project Planning, Scheduling and Monitoring Using the CPM, C & C Consultants, 1992.

1) 시나리오 1 (No Formal Schedule)

승인된 공정표가 없는 경우에는 다음과 같은 두 가지의 해결 방법이 가능하다.

- ① 변경에 의하여 영향을 받게 되는 ‘기준공정표(baseline schedule)’를 추후에 작성하는 것이다. 이것을 위해서는 철저한 문서화를 필요로 하며, 그렇지 못할 경우 이러한 상황은 계약 당사자에게 상당히 불리하게 작용한다.
- ② 기존 자료에 근거하여 실제로 완료된 기간을 포함하는 ‘완료공정표(as-built CPM)’를 작성하는 것이다. 이러한 공정표는 정확성이 확인될 수 있어 논쟁의 여지를 줄여 주나, 공정표상에서 각각의 변경에 의한 영향을 보여 주기에는 많은 단점이 있다.

2) 시나리오 2 (Bar Chart Approved, but Never Updated)

이 경우에는 최초에 승인된 바 차트를 근거로 하여 계약 변경사유를 반영할 수 있을 정도의 상세도를 갖는 CPM 네트워크를 작성해야 한다. 승인된 바 차트에 반영되었던 최초의 기간들이 그대로 이용되어야 하고, 확인 가능한 중간관리일(milestones)이 CPM에 표시되어야 한다. 이 경우 중요한 점은 CPM 네트워크가 실제의 작업순서나 기간과는 구분되어야 한다는 것이다. 그렇지 않을 경우 지연이나 촉진을 정량화한 근거의 타당성에 의문을 가질 수 있게 된다.

3) 시나리오 3 (CPM Approved, but Never Updated)

이 경우에는 처음에 승인된 공정표를 ‘기준공정표(baseline schedule)’로 이용하기 위해서는 주의해야 한다. 이것은 실제의 작업진행, 작업순서의 변경, 작업기간의 변경이나 분할을 반영하지 못하기 때문이다. 그러나, 비록 실제를 반영하지는 못하더라도 작업중단, 공기촉진, 공기지연을 문서화하기 위한 기준으로 이용할 수 있다. 상기의 사항이 문서화될 수 있다면, 최초의 액티비티와 실제의 지연사건만을 반영한 ‘완료공정표(as-built CPM)’를 작성할 수 있게 된다.

4) 시나리오 4 (CPM Approved, Formally Updated, but Never Used)

이 상황에서는 다음과 같은 두 가지의 선택이 가능하다. 그러나, 두 가지 방법중 선택된

접근 방법은 추후에 변경될 수 없으므로 신중하게 평가해야 한다.

- ① 향후의 영향에 대한 분석을 위한 기준으로서 ‘승인된 예정공정표’를 이용하는 것이다. 이것은 분쟁 발생시 관련 당사자들 모두에게 이용 가능한 근거 자료가 되며, 착공 후 공사 진행에 대한 의도를 보여 준다.
- ② 네트워크상의 논리 변경(logic change)이나 작업기간에 대한 책임 할당의 어려움이 있는 경우 ‘완료공정표(as-built CPM)’를 작성하는 것이다. 이것은 최초에 승인된 공정표와 비교하여 그 차이점을 나타낼 수 있다.

5) 시나리오 5 (CPM Schedule Approved, Properly Updated, and Used)

이 공정표는 프로젝트의 계획뿐만 아니라 기간별 완료 상황을 보여 줄 수 있다. 이와 같이 프로젝트의 공정과 관련된 문서들이 이용 가능하다면, 공기지연이나 작업중단을 증빙하기 위한 노력은 최소화될 수 있다. 일단 이 공정표가 향후의 지연 분석을 위한 기준으로 이용되도록 결정되면, ‘순수 지연일수(net delay)’와 ‘공기축진(acceleration)’을 증빙하기 위하여 공기연장의 권리를 나타내는 ‘집약된 바 차트(condensed bar chart)’를 작성해야 한다. 이러한 바 차트를 통해 순수 지연일수와 공기축진으로 인한 단축일수를 산정하고 증빙할 수 있게 된다.

공정표를 작성하여 적절히 운영했는지의 여부에 따라 공기지연을 증빙하는 비용(costs) 및 효용(benefits)은 <표 IV-3>과 같이 상당히 차이가 나게 된다. 공정 영향 분석은 매우 기술적인 접근 방법이며, 이 결과의 품질 및 비용은 공정 전문가의 자질에 크게 영향을 받게 된다. 또한, 공기지연으로 인한 분쟁 발생시 적합한 기준공정표의 선정은 공정 전문가의 자질이나 지식만큼 중요하게 작용하므로 신중을 기해야 한다.

<표 IV-3>

공정관리 상황에 따른 비용 및 효용

비용/효용 시나리오	발주자	시공사	분쟁 가능성
시나리오 1 (No Schedule)	매우 높음 효용 없음	매우 높음 위험한 접근법	매우 높음 매우 적대적임
시나리오 2 (Bar Chart)	높음 무용함	높음 무용함	높음 적대적임
시나리오 3 (CPM Approved Only)	중간 일반적인 관찰가능	중간 계획상의 효용적임	중간 적대적임
시나리오 4 (CPM Approved Formal Updated)	낮음 전반적인 통제가능	낮음 전반적인 계획가능	낮음 유용함
시나리오 5 (CPM Properly Implemented)	없음 높음	없음 높음	없음 높음

주) 비용 낮음 = 1, 중간 = 4, 높음 = 10, 매우 높음 = 20 (자료 : Popescu 1992)

(2) 분석을 위한 조건

국내 건설현장의 공정표 이용 현황을 반영하여 건설공사의 공기지연 분석을 위한 조건을 다음과 같이 제시하였다.

1) TIA(Time Impact Analysis) 기법의 기본 개념을 반영할 수 있어야 한다. 즉, 개별적인 지연 및 종합적인 지연을 확인할 수 있어야 한다.

2) CPM 공정표를 이용한 분석을 실시하되, 최종적인 제출이나 결정은 바 차트를 이용한 방법이 가능해야 한다. 국내 대부분의 현장에서 초기에 계약적인 요구에 의해 CPM 공정표를 작성하고 있으므로 이를 최대한 활용하되, 최종적인 서류의 작성이나 평가는 바 차트를 이용함으로써 활용도를 높여야 한다. CPM 공정표를 이용하는 TIA 기법에 의한 분석이 정

확하나, 시간과 비용 면에서 이를 국내 현장에 직접적으로 적용하기는 어려운 것으로 판단된다. 따라서, 최종적인 서류 작성이나 평가는 바 차트를 이용한 방법이 가능해야 적용성이 높을 것으로 사료된다.

3) 공기축진(acceleration)의 개념을 인정하고, 이를 증빙할 경우 공기연장이나 보상이 가능해야 한다. 국내의 공기지연 분석에서도 선진국에서 일반적으로 인정되고 있는 공기축진의 개념이 포함되어야 하며, 이를 통하여 시공자에게 인센티브를 부여함으로써 공기단축을 이룰 수 있을 것으로 기대된다.

4) ‘수정 공정표(adjusted as-planned schedule)’의 관리 및 이용 방안이 포함되어야 한다. 현장에서의 실제적인 공정표 갱신(update)이 가능해야 정확한 공기지연 분석이 가능하다. 따라서, 현장 작업일지 등을 최대한 이용하여 이를 공정표 갱신에 활용할 수 있도록 해야 한다.

5) 공정관리 이용 상황에 따른 시나리오별 분석 기준이 제시되어야 한다. 현장의 수준이나 여건에 따라 여러 가지 공정관리 이용 상황이 달라질 수 있으므로, 각 상황에 적용될 수 있는 방법이 제시되어야 한다.

4. 공기연장을 위한 기준 및 절차

국내 건설공사에서 공기연장을 위해 계약 조항에 명기되어야 할 사항과 이를 근거로 하여 적용되어야 하는 공기연장의 분석 기준 및 절차를 다음과 같이 제안하였다.

(1) 계약조항에 명기되어야 할 사항

1) 작성을 의무화해야 할 공정표의 종류

착공일로부터 60일⁴⁰⁾ 이내에 월간 공정표를 제외한 다음과 같은 공정표를 발주처에 제출

40) 60일은 건설교통부의 감리업무지침서(1997)에서 규정하고 있는 사항이다.

토록 한다.

① 마일스톤 공정표(Milestone schedule)

주요 완료시점을 표기한 공정표로서 발주자의 요구사항을 반영한다.

② 요약 공정표(Master or Summary schedule)

주요 공정을 요약한 공정표로서 최소 30개의 작업(activity)으로 공정표를 작성한다.

③ 관리기준 공정표(혹은 실시 공정표)(Detailed construction schedule)

전산 관리용으로서 각 작업들의 작업기간이 15일을 초과하지 않도록 분할하고⁴¹⁾, 최소 100개 이상의 작업⁴²⁾을 포함하도록 한다.

④ 월간 공정표(혹은 수정 공정표)(Monthly or Updated schedule)

월별로 수행한 공사에 대하여 익월 14일⁴³⁾까지 발주처에 제출토록 한다.

2) 기성고 관리⁴⁴⁾

기성고 관리와 관련해서는 다음과 같은 사항을 계약서에 명기하도록 하여, 실제적인 공정관리가 되도록 유도해야 한다. 이러한 실제적 공정관리가 되어야 공기연장에 대한 증빙이 가능하고 이로 인한 분쟁을 줄일 수 있다.

① 승인된 관리기준 공정표의 갱신(update)한 자료를 기준으로 산출된 기성 물량을 근거로 작성된 기성 금액을 발주자는 기성으로 인정하고, 계약서에 명기된 기간내에 이를 지불해야 한다.

② 계약 상대방이 상기의 기성 관련 요구 자료를 미제출시에는 발주기관은 공사대금의 지급을 중지할 수 있다.

③ 최종 기성은 계약 상대방이 준공도면(준공공정표 포함)을 제출한 후 지급한다.

41) Model Scheduling Specification(1976)에서는 15일로 규정하고 있고, Veterans Administration (1988)에서는 20일로 규정하고 있다. 국내의 경우 한국건설업체연합회(1996)의 보고서에서는 30일을 제안하고 있으나, 해외공사의 경우 일반적으로 15일로 작성하고 있다.

42) 한국건설업체연합회(1996)에서 제안하고 있는 작업 개수이다.

43) 공사계약 일반조건(1998) 제17조(착공 및 공정보고)에서 규정하고 있는 사항이다.

44) 기성고 관리에 대한 규정은 ‘일괄입찰공사 입찰안내서 작성요령(건설교통부 1998.3)’에서 요구하고 있는 사항이다.

3) 계약변경사유의 처리

계약변경 사항이 발생한 경우 이러한 계약변경이 전체 공기에 미치는 영향을 분석하여, 공기에 영향을 미치면 다음과 같은 조건과 기준에 의해 발주자로부터 공기연장을 승인 받은 후 공정표를 개정해야 한다.

- ① 계약변경이나 지연사건이 발생하여 공기연장을 청구하는 경우, 각각의 변경이나 지연이 계약 완료일에 미치는 영향을 보여 주는 기법⁴⁵⁾을 이용하여 서면으로 발주처에 제출해야 한다.
- ② 영향을 받은 작업들에 대한 기간을 조정하여 조정된 기간이 총 여유시간이나 잔여 여유시간을 초과하는 경우에만 공기연장이 인정된다. 합리적인 기법을 이용한 “공기 지연 사유의 인지 통보”는 지연사건이 발생하거나 계약변경 지시가 통보된 후 14일 이내에 서면으로 작성하여 제출해야 한다.
- ③ 만일, 시공자가 계약변경이나 지연사건에 의한 “공기 지연 사유의 인지 통보”를 정해진 시간 내에 서면으로 제출하지 않으면, 추가 시간이나 비용에 대한 권리를 포기한 것으로 간주한다.
- ④ 특별한 사정이 없는 한, 발주자는 통보에 대한 승인이나 거절을 통보 결과 접수후 1446)일 이내에 해야 하며, 이 기간 내에 응답이 없을 경우에는 이를 인정한 것으로 간주한다.

(2) 공기연장의 분석 기준 및 절차

공기연장 분석을 위한 기준 및 절차는 크게 두 가지의 공정관리 상황으로 구분하여 각각 규정한다. 따라서, 두 가지의 공정관리 상황에 속하지 않는 앞에서 언급된 시나리오 1과 시나리오 2는 CPM 예정공정표나 완료공정표를 나중에 작성한 후 적용토록 한다.

45) 미국 종합건설업협회(AGC)에서는 ‘Time Impact Analysis(TIA)’를 사용할 것을 의무화하고 있으나, 국내의 경우에는 여건이 충분치 못하여 상황에 적합한 다양한 기법을 사용할 수 있도록 융통성을 부여하였다.

46) 미국 종합건설업협회(AGC)에서는 15일로 규정하고 있으나, 건설교통부의 감리업무 수행지침서(1997)에서는 14일로 규정하고 있어 국내의 규정을 따르도록 한다.

1) '예정공정표에 의한 평가 방법'의 적용

시나리오 3과 시나리오 4의 경우에는 '예정공정표에 의한 평가 방법(As-Planned Method, 이하 APM)'을 적용하도록 한다. 그러나, 분석된 최종 결과는 바 차트로서 설명이 가능토록 해야 한다.

APM은 시공자가 계획하거나 의도한 작업수행을 측정하며, 실제의 작업수행에 의한 영향은 측정하지 않는다. 이 경우 공기지연을 정량화하기 위한 수단으로 APM을 이용하기 위해서는 다음 사항을 보여 주어야 한다.

- ① 예정공정표(As-planned schedule)는 입찰시의 견적에 근거해야 하므로, 입찰전에 작성되어야 한다.
- ② 공정표의 논리(logic)가 정확하고 수행 가능해야 한다.
- ③ 공정표상에 설정된 각 작업의 기간이 정확해야 한다. 즉, 설정된 기간들은 견적 자료와 연계되고 수행될 작업량, 합리적인 생산성, 작업조의 할당을 감안하여 도출되어야 한다(Adrian 1993).

2) '완료공정표' 혹은 '시간 경과에 따른 평가 방법'의 적용

시나리오 5의 경우에는 '완료공정표에 의한 평가 방법(As-Built Method, 이하 ABM)'이나 '시간 경과에 따른 평가 방법(Time Impact Analysis, 이하 TIA)'을 적용하도록 한다. 단, TIA 기법의 경우에는 국내의 현실상 공기지연 사건이 발생할 때마다 분석하는 것이 어렵기 때문에 주기적인 갱신(update) 시점에서 분석하는 것으로 한다. 또한, 예정공정표에 의한 평가 방법과 같이 분석된 최종 결과는 바 차트로서 설명이 가능토록 해야 한다.

ABM은 기본적으로 계획된 일정과 실제로 수행된 일정을 비교하는 것이다. 지연 후에도 이용 가능한 여유시간(float)이 있을 경우 지체보상금을 부과하지 않으나, 만일 마이너스 위치에 있게 되면 귀책 당사자가 여유시간이 마이너스가 된 날짜 만큼에 해당하는 책임을 지게 된다.

- ① 이 방법에서 중요한 절차중의 하나는 시공사가 제출한 예정공정표(As-planned schedule)의 타당성을 증명하는 것이다.
- ② 예정공정표의 타당성이 증명되고 나면, 프로젝트 기록들로부터 상세한 완료공정표

(As-built schedule)를 작성한다.

- ③ 예정공정표와 완료공정표가 준비되고 검토된 후에 두개의 공정표를 비교한다. 예정 공정표로부터는 지연사건이 발생하기 전의 각 작업에 대한 여유시간이 결정되며, 완료공정표로부터는 지연사건 발생후에 영향을 받은 작업의 여유시간이 결정된다.
- ④ 영향받은 작업의 초기 여유시간과 지연후에 남아 있는 여유시간을 비교함으로써 기간이 정량화되고 프로젝트 완공일에 대한 영향을 평가할 수 있게 된다.

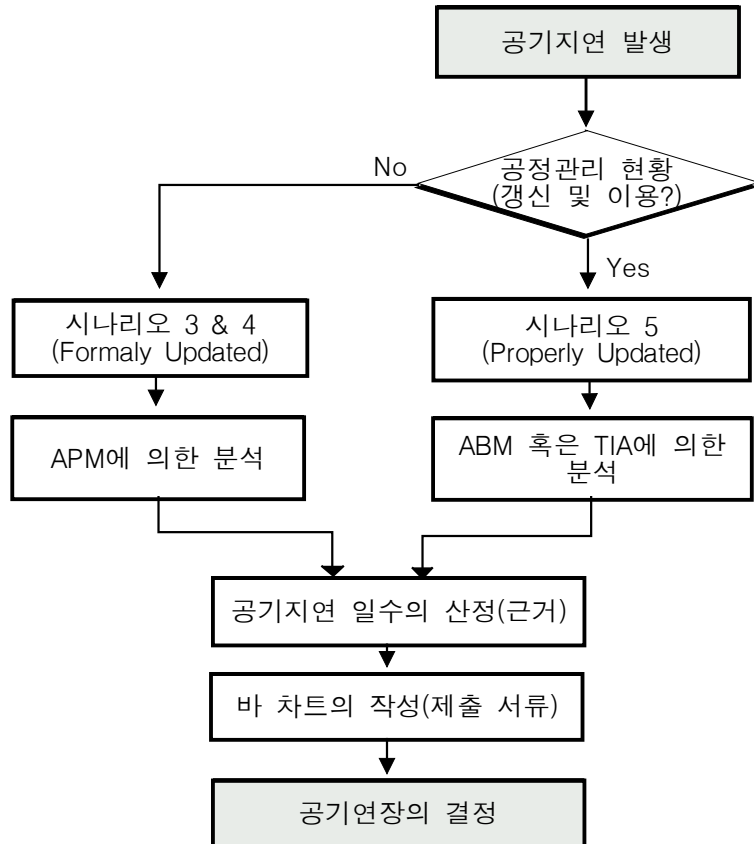
TIA 기법을 이용하여 영향받은 작업들에 대한 프로젝트 지연의 영향을 정확하게 측정하기 위하여 다음과 같은 절차에 의해 평가한다.

- ① 이 과정은 먼저 현재의 ‘기준공정표(baseline schedule)’가 작성되어야 한다. 이것은 갱신(update) 기간에 각각의 영향이 있기 전에 영향을 받은 작업의 실태를 결정하기 위해서 수행된다.
- ② 현재의 영향 정도를 파악하여 결정해야 하며, 각각의 영향이 액티비티로서 공정표에 입력되고 일정 계산이 이루어진다.
- ③ 프로젝트 준공일에 대한 변경은 평가중인 영향에 의한 지연이 되는 것이므로, 각각의 영향이 특정한 액티비티에 영향을 주게 되는 것이 확인되어야 한다.
- ④ 이와 같이, TIA를 이용함으로써 공기지연 사유에 의한 영향이 발생되면 공정표에 즉시 투입되어 일정이 재계산되어 그 결과를 평가하게 됨으로써, 공기지연의 여부를 신속히 판단하게 된다.

공정관리 현황에 따른 시나리오별로 ‘ABM 분석’ 혹은 ‘APM/TIA 분석’에 의한 공기지연의 절차는 다음 <그림 IV-1>과 같다.

<그림 IV-1>

공기연장의 절차



3) 공기 연장의 판정

시나리오 3과 4의 경우, 즉 CPM 예정공정표가 승인되었으나 전혀 갱신(update) 되지 않았거나 형식적으로만 갱신(update) 된 경우에는 ‘예정공정표에 의한 평가 방법(APM)’을 이용하여 공기지연을 검토한다. 이 경우에 발주자의 귀책사유에 의한 공기지연 사건이 전체 공기에 영향을 미쳤다면 그 기간에 해당하는 일자의 공기연장을 판정하게 된다.

시나리오 5의 경우, 즉 CPM 예정공정표가 승인되고 적절하게 갱신(update) 된 경우에는 ‘완료공정표에 의한 평가 방법(ABM)’이나 ‘시간 경과에 따른 평가 방법(TIA)’을 적용하여 공기 지연을 검토한다. 이 경우에는 발주자의 귀책사유에 의한 공기지연이 지연사건 발생 후 이용 가능한 여유시간을 전부 사용하여 결과적으로 전체 공기에 영향을 미쳤다면 그 기

간에 해당하는 일자의 공기연장을 판정하게 된다.

4) 공기연장의 청구

각 시나리오에 따라 적용되는 평가 방법을 통하여 공기연장을 청구할 때에는 결과를 바차트로서 설명이 가능토록 서류를 작성한다. 따라서, 각 공정관리 상황에 따라 APM이나 ABM/TIA에 의한 분석내용은 공기연장 청구를 위한 참고자료로서 부록으로 첨부하도록 한다. 이런 과정은 공기연장 청구를 위한 결과물을 쉽게 이해하고 연장 사유를 명확하게 설명하여 논란의 여지를 줄일 수 있을 것으로 판단된다.

(3) 사례 적용 결과

상기에서 제안된 각 기법의 사례 적용 과정은 [부록 1]에 수록하였으며, 각 시나리오에 적용되는 기법들의 문제점 파악을 통하여 나타난 시사점은 다음과 같다.

- ① APM 기법이나 ABM 기법은 모두 공기지연 일수를 산정하는 것이 가능하나, 동시 발생 공기지연을 파악하기 위해서는 추가의 수작업을 필요로 하며, 그 결과 이에 대한 정확한 파악이 어렵다.
- ② 따라서, 향후에는 공기지연 분석을 위해서는 점차적으로 TIA를 이용한 방법으로 적극 유도할 필요가 있는 것으로 사료된다.
- ③ 그러나, TIA 기법은 각 지연사건이 발생할 때마다 공기지연을 분석해야 하므로 이를 수행할 여건이 될 수 있는지가 문제시될 수 있다. 따라서, 당분간은 다양한 기법을 인정하여 현장 여건에 적합한 방법을 선택하도록 한다.
- ④ 또한, 공사 진행 중에 분석된 결과가 예정된 완료일보다 늦은 경우에 이를 단축하기 위한 공기촉진 비용을 보상받을 수 있는 지가 중요 관심 사항이 될 수 있다. 그러나, 국내의 경우에는 아직까지 이에 대한 근거와 기준이 없어 분쟁의 소지를 안고 있다. 따라서, 국내의 경우에도 공기촉진의 정당성을 인정할 수 있는 규정이 시급히 마련되어야 할 것으로 판단된다.

V. 결 론

대부분의 건설사업에서는 여러 가지 요인에 의해 당초에 예상했던 공사기간보다 늦어지는 경우가 많이 발생한다. 공기지연이 발생할 경우 이에 따른 추가적인 간접비의 부담이 상당히 크며, 더욱이 지체상금과도 관련이 되어 중대한 문제로 발전될 가능성도 있다. 따라서 공기지연의 책임 분석과 정량화를 통한 공기연장 여부는 건설사업의 진행과정에서 관심이 집중되는 사항일 수밖에 없다.

그럼에도 불구하고 국내에서는 공기지연이 발생할 경우 이를 분석하고 정량화하기 위한 방법이 정립되어 있지 못하고, 심지어 이에 대한 기준조차 설정되어 있지 못한 실정이다. 공기지연 분석을 위해서는 CPM 공정표를 이용한 공정관리가 필수적이나, 국내 대형 건설 회사의 경우도 현장 관리 인원을 조사한 결과 현장당 인원수가 평균 6~11명에 불과하여 공정관리를 전담할 인원 배치가 거의 이루어지지 못하고 있는 것으로 나타났다. 이러한 현상은 공정관리를 계획(planning)과 통제(control)라는 기능에만 중점을 두고 있어, 정작 중요한 기능중의 하나인 공기지연 클레임 분석도구로서의 역할을 소홀히 함으로써 발생하고 있는 것으로 사료된다.

따라서, 본 연구에서는 이에 대한 대책으로서 공정표를 작성하기 위한 기준과 운영절차를 기술한 공정관리 시방서를 작성하여 계약서에 포함시킬 것을 제안하였다. 이와 함께, 관리기준 공정표(혹은 실시공정표)의 업데이트링 자료를 기준으로 기성금액을 산출하고 이와 관련된 자료를 제출하기 않을 경우에는 기성지급을 유보토록 계약내용에 포함할 것도 함께 제안하였다.

또한, 본 연구에서는 공기지연을 분석하여 공기연장을 하고자 할 경우에 적용할 수 있는 기법을 각 공정관리 이용 상황의 시나리오별로 제시하였다. 국내의 현실을 반영하여 공기지연 분석을 위한 기법으로서는, 상황에 따라 ‘예정공정표에 의한 평가방법(As-planned method, APM)’, ‘완료공정표에 의한 평가방법(As-built method, ABM)’, ‘시간경과에 따른 평가방법(Time Impact Analysis, TIA)’을 모두 적용할 수 있도록 제안하였다. 그러나, 사례 적용을 통하여 검토해 본 결과 APM 기법이나 ABM 기법은 모두 공기지연 일수를 산정하는 것이 가능하나, 동시발생 공기지연을 파악하기 위해서는 추가의 수작업을 필요로

하며 이에 대한 정확한 파악이 어려운 것으로 파악되었다. 따라서, 향후에 공기지연 분석을 위해서는 TIA를 이용한 방법으로 적극 유도할 필요가 있는 것으로 나타났다. 이와 함께, 국내의 경우에도 공기축진의 정당성을 증빙할 경우 이를 인정할 수 있는 규정이 시급히 마련되어야 할 것으로 나타났다.

또한, 어떠한 기법을 선택하더라도 공기지연 분석을 위해서는 충실한 실시간 자료 유지되어야 하며, 이를 위해서는 적절한 업무분류체계(WBS)를 활용한 원가관리 업무의 개선이 큰 도움이 될 것으로 판단된다. 즉, 현장일보 및 원가관리의 작업분할을 가능한 한 공정표 액티비티와 일치 또는 연관되도록 계획함으로써 정확한 실적자료의 축적이 용이해지고, 이의 활용을 통하여 공기지연 분석이 효율적으로 이루어 질 수 있게 된다.

본 연구에서 제시된 기준 및 적용 방법은 건설 사업의 진행 과정에서 공통적으로 대두되고 있는 공기지연과 관련된 클레임 및 분쟁 해결에서 중요한 자료로 이용될 것이다. 또한 제시된 기준을 적용하여 향후에 축적되는 자료 및 분석 내용은 보다 합리적인 분석 기준 및 적용 방법을 제시하는데 기본적인 자료로 활용될 것이다.

이러한 기준과 방법들이 축적됨으로써 국내에서도 공기지연장에 대한 적합한 기준 설정이 가능할 것으로 사료되어, 이를 통한 공기지연 클레임의 합리적인 해결이 이루어질 수 있을 것으로 판단된다. 따라서, 이러한 기준 설정의 정착은 체계화되고 합리화된 현장관리를 유도하여 궁극적으로 건설 산업의 합리화에 도움이 될 것으로 기대된다.

<참고문헌>

- 김원태, “공사 지연에 따른 법적 문제와 건설 기술인의 역할”, 건설기술인 제23호 가을호, 1997, pp.66-69.
- 이인근, “건설공사 분쟁의 사례와 당면 과제”, 시장 개방에 즈음한 건설계약과 클레임의 효율적 관리, 1997
- 임광수, “CPM 기법을 이용한 건설공사의 공기지연 분석에 관한 연구”, 중앙대학교 건설대학원 석사학위논문, 1989.
- 한국건설업체연합회, 한국형 표준공정관리시방서 도입방안 연구, 1996.11
- Adrian, J. J., *Construction Claims : A Quantitative Approach*. Stipes, 1993.
- Arditi, D., and Patel, B. K., "Impact Analysis of Owner-Directed Acceleration", *J. Constr. Engrg. and Mgmt.*, ASCE, 1988, 115(1), pp.144-157.
- Asselin, T. H., "The Project Schedule Before, During & After Construction from Contract Award to Claims Presentation", Engineering News Records, Fall Conference, 1980
- Barrie, D. S., and Paulson, B. C. *Professional Construction Management : Including C.M., Design-Construct, and General Contracting*. McGraw-Hill, 1992.
- Baki, M.A., "CPM Scheduling and Its Use in Today's Construction Industry", Project Management Journal, March, 1998, pp.7-9
- Battikha, M., and Alkass, S., "A Cost-Effective Delay Analysis Technique", 1994 *AACE Transaction*, AACE International, Paper DCL4, 1994.
- Bramble, B. B. and Callahan, M. T., *Construction Delay Claims*. 2nd Ed., John Wiley & Sons, 1992.
- Bramble, B. B., D'Onofrio, M. F., and Stetson, IV, J. B., *Avoiding & Resolving Construction Claims*. R.S. Means Company, 1990.
- Bubshait, A. A. and Cunningham, M. J., "Comparison of Delay Analysis Methodologies" *J. Constr. Engrg. and Mgmt.*, ASCE, 1998, 124(4), pp.315-322.
- Callahan, M. T., Quackenbush, D. G., and Rowings, J. E., *Construction Project Scheduling*. McGraw-Hill, 1992.

- Cushman, K. M. and Hackenbrach, J. K., "Delay and Disruption", *Advanced Construction Claims Workshop*. PLI, 1990, pp.11–80.
- Cushman, R.F., Holliday, J.D, Miller, F.R., and Kiernan, V.J., "Delay Claims", *Proving and Pricing Construction Claims*, John Wiley & Sons, 1990, pp.99–119
- Edwards, J. D., *Quantification of Project Delays – An Overview*. JDE, 1994.
- Elnagar, H. and Yates, J. K., "Construction Documentation Used as Indicators of Delays", *Cost Engineering*, 1997, 39(8), pp.31–37.
- Harris, R. B., *Precedence and Arrow Networking Techniques for Construction*. John Wiley & Sons, 1978.
- Hill International, Inc., *Claim Strategy*, 1995
- Knoke, J. R., and Jentzen, G. H., "Facilitate Delay Claim Analysis with As-Built Schedule Databases", *Computing in Civil Engineering*, ASCE, 1994, pp.2104–2111.
- Kraiem, Z. M., and Diekmann, J. E., "Concurrent Delays in Construction Projects", *J. Constr. Engrg. and Mgmt.*, ASCE, 1987, 113(4), pp.591–602.
- O'Brien, J. J., *CPM in Construction Management*. 4th Ed., McGraw-Hill, 1993.
- Popescu, C. M., "Selecting As-Planned Base in Project Disputes", *Specifications For: Project Planning, Scheduling and Monitoring Using the CPM*. C & C Consultants, 1992.
- Popescu, C. M. and Charoenngam, C. C., *Project Planning, Scheduling, and Control in Construction*, John Wiley and Sons, Inc., 1995
- Richter, I. E., and Mitchell, R. S., *Handbook of Construction Law and Claims*. Hill Group, Inc., 1989.
- Rubin, R., et al., *Construction Claims Prevention and Resolution*. VNR, 1992.
- Scott, S., "Delay Claims in U.K. Contracts", *J. Constr. Engrg. and Mgmt.*, ASCE, 1997, 122(3), pp.238–244.
- Wickwire, J. M., Driscoll, T. J., and Hurlbut, S. B., *Construction Scheduling: Preparation, Liability, and Claims*. John Wiley & Sons, 1991.

부 록

[부록-1] 공기연장 기준의 적용 방법

[부록 1] 공기연장 기준의 적용 방법

본 연구에서 제안된 공기연장 기준에서 시나리오 3 과 4의 경우에 적용되는 ‘예정공정표에 의한 평가방법(As-Planned Method, APM)’과 시나리오 5의 경우에 적용되는 ‘완료공정표(As-Built Method, ABM)’ 혹은 ‘시간 경과에 따른 평가방법(Time Impact Analysis, TIA)’에 대하여 사례를 대상으로 적용 방법을 소개하고자 함.

1. 사례 적용 대상 현장⁴⁷⁾

지방관청건물을 건설하기 위한 프로젝트가 총액입찰(lump-sum basis)에 의해 일반건설업체인 A건설(주)에게 도급되었다. 1989년 10월 현재 각층 슬래브를 포함한 건물 구조체는 완성되어 있으며, 건물의 외벽 마감재를 설치하는 작업을 진행 중에 있는 것으로 가정한다.

A건설은 주요한 작업 일부를 전문 건설업체에게 하도급 했으며, 계약조건에는 건물 준공의 지연에 따른 지체상금(liquidated damages)에 대한 규정이 있다. 계약조건에 의거하여 A건설은 CPM 공정표를 작성하고 발주자에게 제출하여 승인을 받도록 되어 있었고, 실제로 발주자의 승인을 득하였다. 또한 계약서상에는 여유시간(float)이 남아 있지 않을 경우에만 공기연장을 인정한다고 규정되어 있다.

2. 공기 지연 발생 상황

(1) 작업진행의 상황

- 1) '89. 9월까지 갱신된 일정표 이용(기존의 공기연장 기간을 반영)
- 2) '89.10.20발주자의 공사 중지 명령(5층 벽체 공사의 일부 내화성능 변경)
- 3) 공사중지 명령 당시 5층 창문 설치중으로 10.26 완료 계획(당초)
- 4) 공사중지 명령 당시 스티드(stud) 작업 진행중으로 10.23 완료 계획(당초)
- 5) 벽체 설치하는 창문설치와 기계/전기 인입에 의해 제한 받음

47) Jon M. Wickwire, Thomas J. Driscoll, and Stephen B. Hurlbut, Construction Scheduling : Preparation, Liability, and Claims, John Wiley & Sons(1991)에 소개된 사례를 참조한 것이다.

(2) 설계변경의 영향

- 1) 10월 20일 현재 칸막이 벽체 설치 미착수
- 2) 발주자의 공사 중지 명령은 5층 벽체 설치의 약 40%에 영향을 줌
- 3) 설계 변경 기간은 13일이 소요됨
- 4) 신규 자재의 구매 및 반입은 5일 소요될 것으로 예상됨

(3) 지연사건의 가정

1) 가정 1 ; 설계 변경에 의한 공사 중지

설계 변경에 의한 공사 중지로 20일(설계도 작성 13일, 검토/조정 2일, 신규 자재 반입 5일의 추가 기간 소요)의 작업기간이 추가된 것으로 가정한다.

2) 가정 2 ; 스티드(stud) 작업의 지연

스티드 작업기간이 10일에서 12일로 2일(작업일 기준)이 지연된 것으로 가정한다.

3) 가정 3 ; 전기 인입 작업의 지연

전기 인입 작업의 지연(하도업체의 지연)으로 작업기간이 5일에서 10일로 5일(작업일 기준)이 지연된 것으로 가정한다.

3. 각 기법의 적용 과정

본 연구에서 제안된 기준에서 APM, ABM, TIA 기법을 적용하는 과정을 다음과 같은 순서로 기술하여 이해를 돕고자 한다.

1) APM 기법의 적용 과정

APM 기법의 적용 순서는 다음과 같다.

- 1) 지연 발생전의 계획공정표 작성
- 2) 수정된 계획공정표(시공자의 귀책사유 반영)의 작성

- 3) 변경(발주자의 귀책사유)을 반영한 계획공정표의 작성
- 4) 지연의 책임 분석

2) ABM 기법의 적용 과정

ABM 기법의 적용 순서는 다음과 같다.

- 1) 초기 계획공정표의 검증
- 2) 작업이 완료된 후 완료공정표의 작성
- 3) 수정된 완료공정표 1(지연사건 1의 삭제)의 작성
- 4) 수정된 완료공정표 2(지연사건 2의 삭제)의 작성
- 5) 수정된 완료공정표 3(지연사건 3의 삭제)의 작성
- 6) 지연의 책임 분석

3) TIA 기법의 적용 과정

TIA 기법의 적용 순서는 다음과 같다.

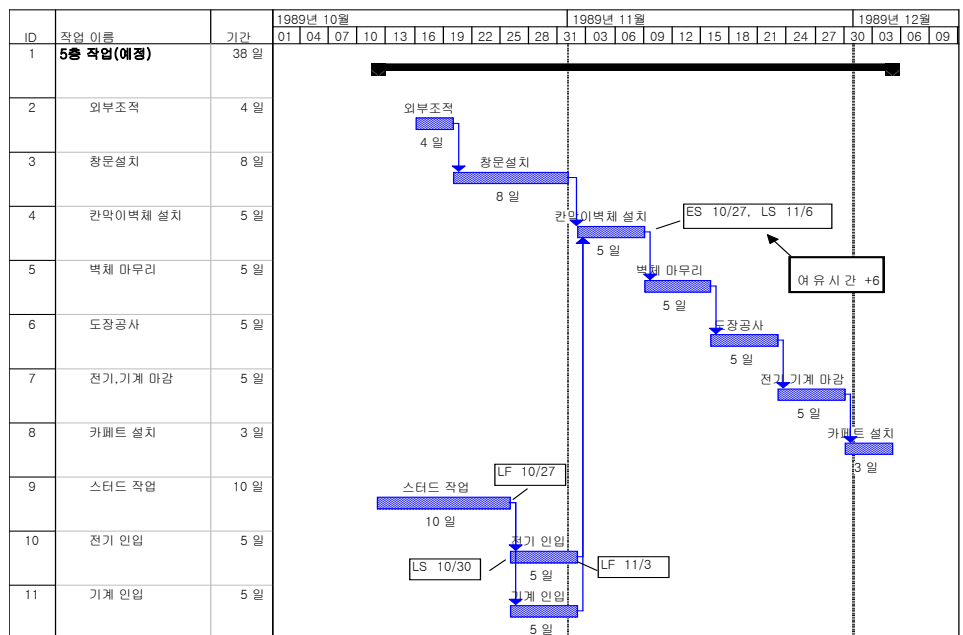
- 1) 최초에 계획된 CPM 공정표의 작성
- 2) '부분공정표(fragmet, 지연사건 1의 부분공정표)'를 반영한 수정된 CPM 공정표의 작성
- 3) '지연사건 2(스터드 작업의 지연)'로 인한 결과 반영
- 4) '지연사건 3(전기 인입 작업의 지연)'으로 인한 결과 반영
- 5) 각 지연사건의 영향 분석
- 6) 지연의 책임 분석

(1) APM 기법의 적용

APM 기법을 이용한 공기지연 분석은 다음과 같은 절차로 진행하며, 이를 통하여 지연의 책임을 분석하게 된다.

- ① 지연 발생전의 계획공정표 작성
- ② 수정된 계획공정표(시공자의 귀책사유 반영)의 작성[수정공정표]
- ③ 변경(발주자의 귀책사유)을 반영한 계획공정표의 작성[변경공정표]
- ④ 수정공정표와 변경공정표의 비교를 통한 지연의 책임 분석

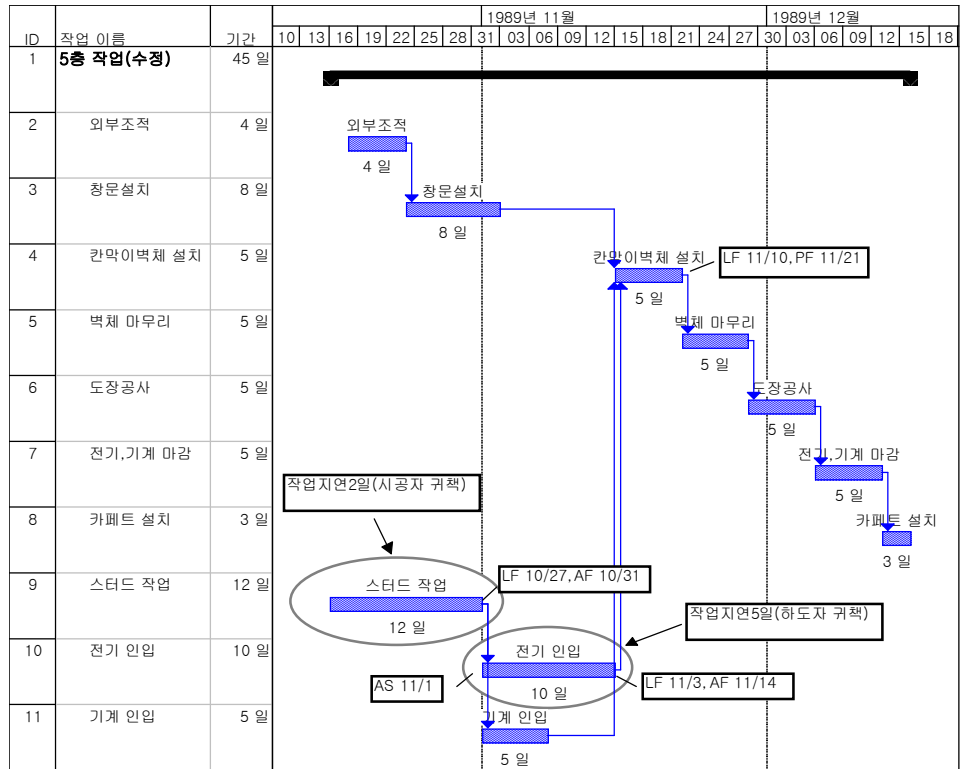
1) 지연 발생전의 계획공정표



- 작업 계획 상황

- ① 시공자는 상기와 같은 계획공정표에 의해 5층의 마감작업을 수행할 예정이었음.
- ② ‘칸막이 벽체 설치’ 작업은 예정 대로라면 5일의 작업 기간내에 완료할 계획이었음.
- ③ ‘칸막이 벽체 설치’ 작업의 ES(Early Start)는 10/27일이고 LS(Late Start)는 11/6 일로서 여유시간(float)이 6일이었음.

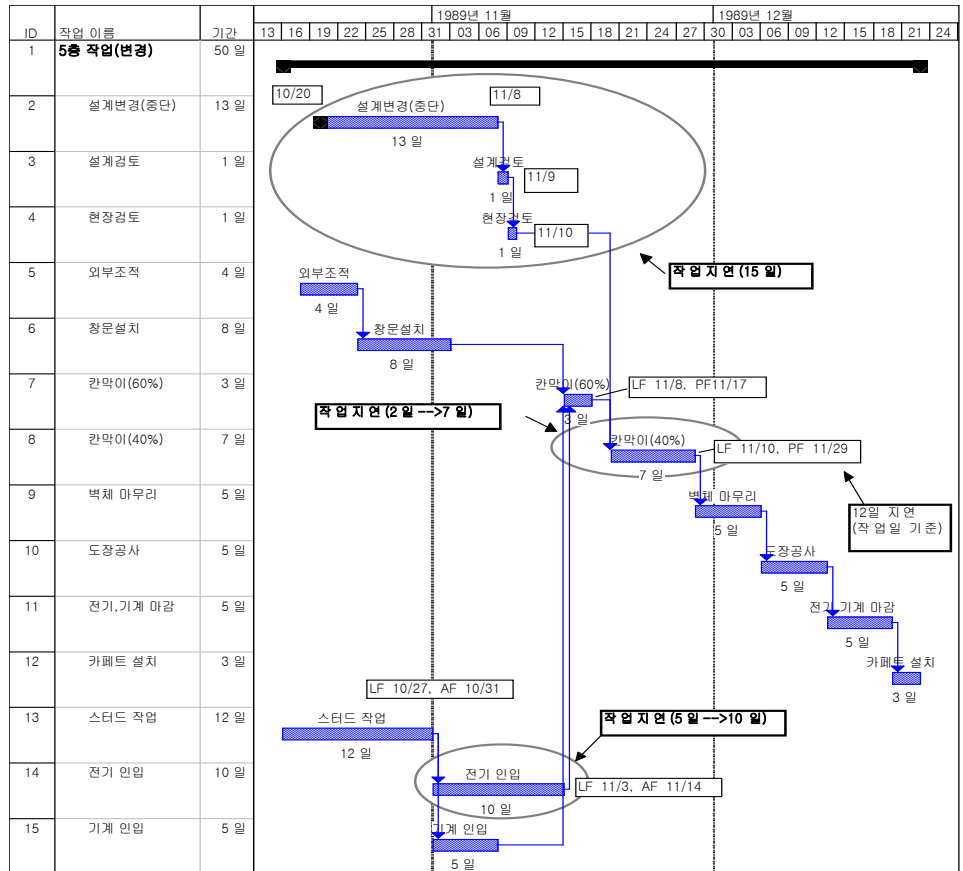
2) 수정된 계획공정표의 작성



- 수정된 작업계획(시공자의 귀책사유 반영)

- ① 시공자의 귀책사유에 의해 스테드 작업이 2일 지연되었고, 하도업자의 귀책사유(시공자의 귀책사유에 포함됨)에 의해 전기 인입 작업이 5일 지연되었음.
- ② 시공자의 지연에 의한 '수정된 계획공정표(Adjusted As-Planned Schedule)'를 작성한 결과 전기 인입 작업이 당초의 LF(Late Finish)인 11/3일까지 완료되어야 하나 AF(Actual Finish)인 11/14일에 완료되었음.
- ③ 스테드 작업 및 전기 인입 작업의 지연으로 후속 작업이 지연됨. 이에 따라, 칸막이 벽체의 당초 LF는 11/10일이었으나, PF(Projected Finish)인 11/21일에 완료 예정임(float = 7). 따라서, 7일의 전체 작업지연이 발생하였음.

3) 변경을 반영한 계획공정표의 작성



- 변경된 작업계획(발주자의 귀책사유 반영)

- ① 수정된 계획공정표(Adjusted As-Planned Schedule)를 기준으로 발주자 귀책사유에 의한 지연사건(설계변경 13일, 설계검토 1일, 현장검토 1일, 신규 자재 반입 5일)을 반영하여 변경된 계획공정표를 작성함.
- ② 변경사유를 반영하여 작업지연을 검토한 결과 '칸막이 작업(40%)'의 LF인 11/10일까지 작업이 완료되지 못하고, PF인 11/29일에 작업이 완료될 예정임.
- ③ 따라서, LF 11/10일과 PF 11/29일의 차이를 작업일 기준으로 산정하면 전체 12일의 지연일수가 발생함.
- ④ 결과적으로, 시공자의 귀책사유에 의한 지연일수인 7일을 공제하면 5일의 지연이 발주자의 귀책사유에 의한 지연임을 알 수 있음.

4) 지연의 책임 분석

시공자의 귀책사유에 의한 지연일수는 7일이고, 발주자의 귀책사유에 의한 지연일수는 5일이다. 설계변경에 의한 작업중단이 스테드 작업지연이나 전기인입 작업지연과 동시에 발생한 것을 알 수 있으나, 동시발생 일수를 파악하기는 어려움이 있다.

따라서, 별도의 수작업에 의한 중복기간을 산정해야 하며, 그 결과는 <부록 표 1>과 같다. 공정표를 날짜상으로 살펴본 결과 설계변경 기간과 스테드 작업지연 기간이 중복됨을 알 수 있다. 칸막이(60%) 작업에 대한 선행 작업의 영향을 파악한 결과, 설계변경의 AF는 11/7일이고 전기 인입 작업의 지연이 없을 경우의 AF도 11/7일이므로 지연기간의 중복은 없는 것으로 파악되었다.

결과적으로 시공자의 귀책일수와 발주자의 귀책일수를 산정하기는 용이하나, 동시발생 공기지연을 파악하기는 어려운 기법임을 알 수 있다.

<부록 표 1>

APM 기법에 의한 지연의 책임 분석

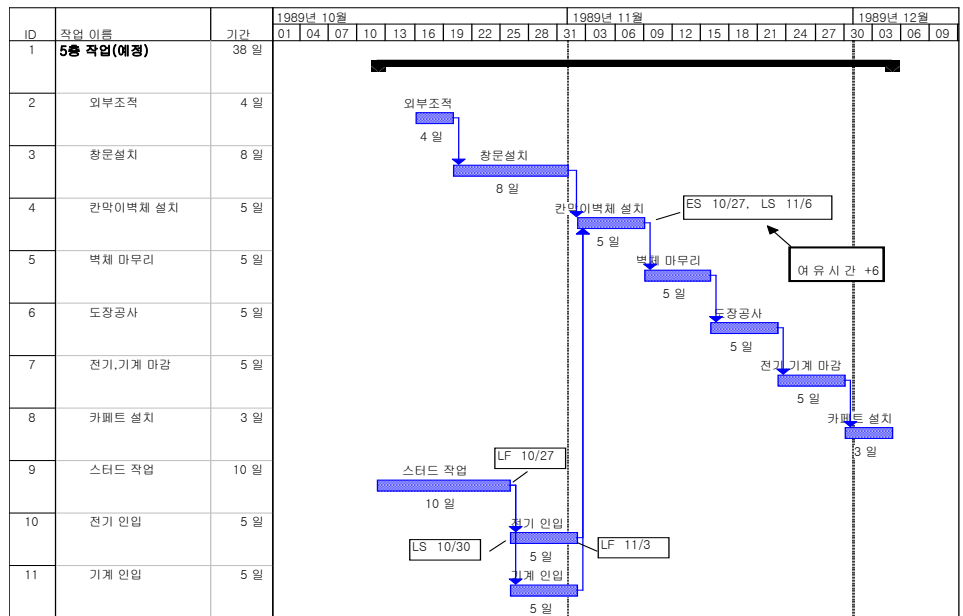
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
발주자	<div>설계변경 및 자재반입 지연</div>											
시공자												
지연일수	5일 지연					2일 지연 (수작업)		5일 지연				
지연사유	- 시공자 지연 - 수용 불가능 - 지체보상금 부과					- 동시발생 - 수용가능 - 보상불가		- 발주자 지연 - 수용가능 - 보상가능				

(2) ABM 기법의 적용

ABM 기법을 이용한 공기지연 분석은 다음과 같은 절차로 진행하며, 이를 통하여 지연의 책임을 분석하게 된다.

- ① 초기 계획공정표의 검증
- ② 작업이 완료된 후 완료공정표의 작성
- ③ 수정된 완료공정표 1(지연사건 1의 삭제)의 작성
- ④ 수정된 완료공정표 2(지연사건 2의 삭제)의 작성
- ⑤ 수정된 완료공정표 3(지연사건 3의 삭제)의 작성
- ⑥ 각각의 수정된 완료공정표에 의한 지연의 책임 분석

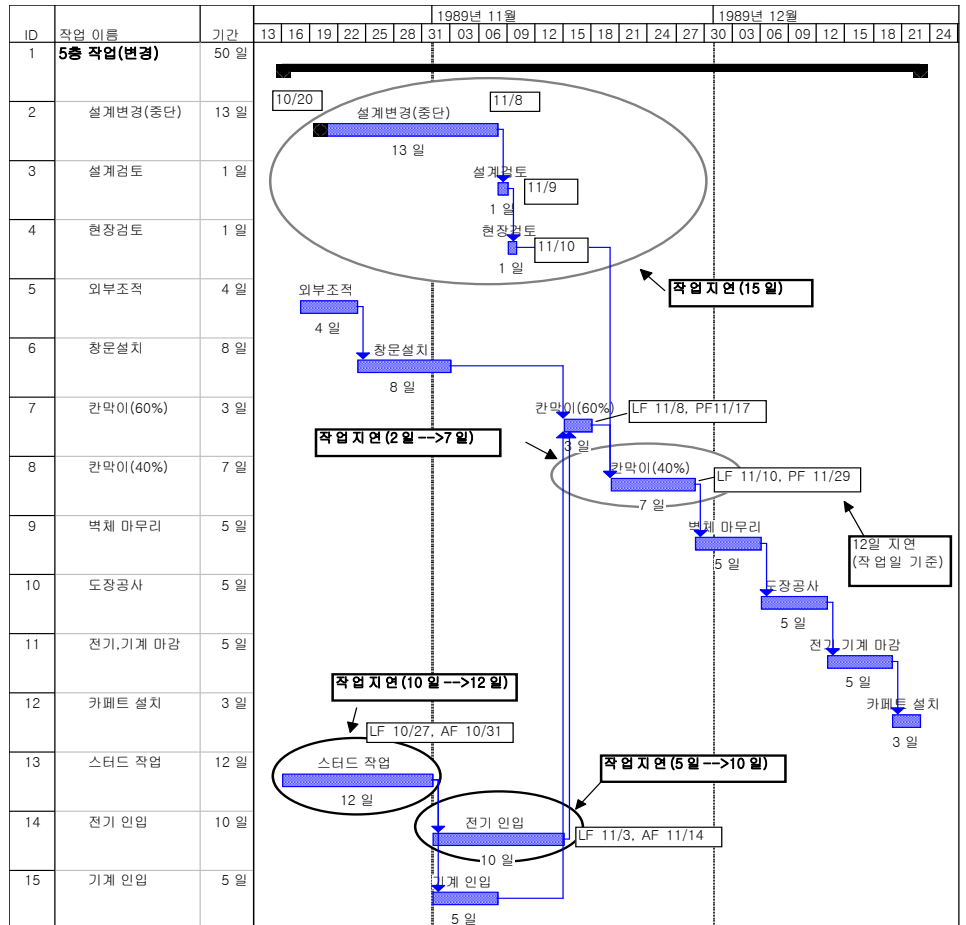
1) 계획공정표의 검증



- 작업 계획 상황

- ① 시공자는 상기와 같은 계획공정표에 의해 5층의 마감작업을 수행할 예정이었음.
- ② ‘칸막이 벽체 설치’ 작업은 예정대로라면 5일의 작업기간에 완료할 계획이었으며, 이 작업의 ES는 10/27일이고 LS는 11/6일로서 여유시간(float)이 6일이었음.
- ③ 따라서, 계획상 무리가 없고 실현 가능한 계획공정표임을 확인할 수 있음.

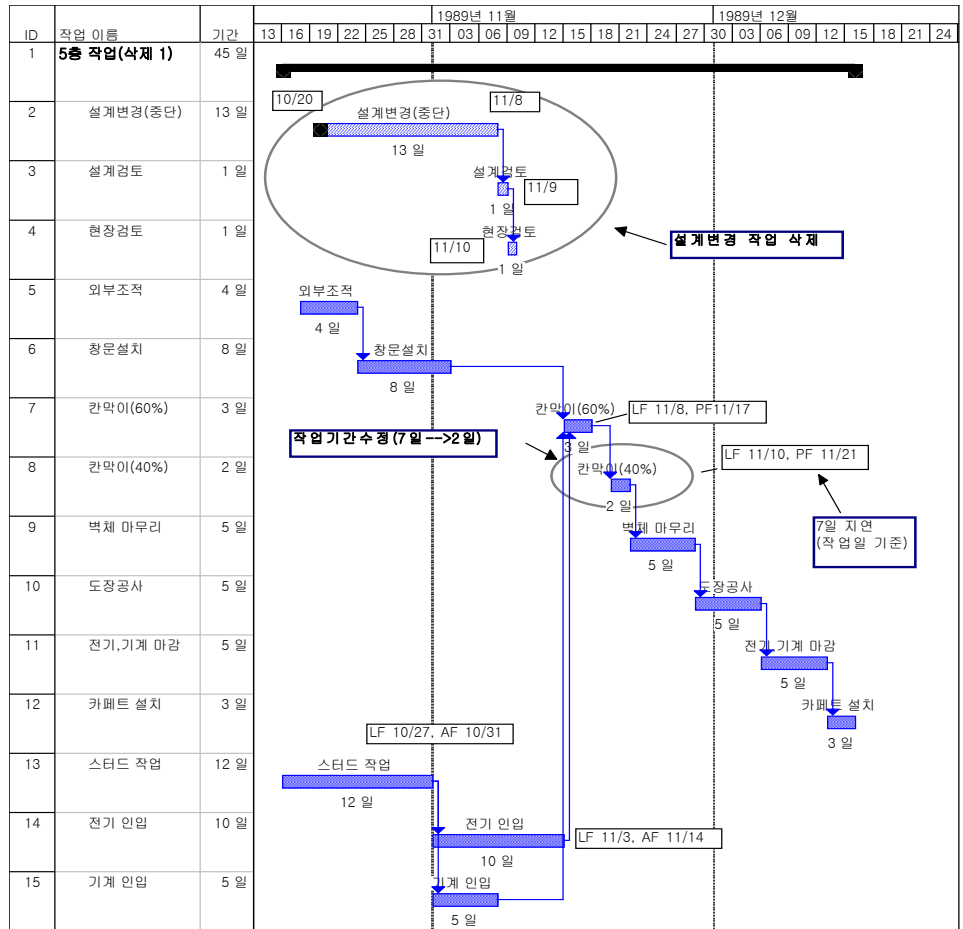
2) 완료공정표의 작성



- 작업 완료 상황

- ① 시공자의 귀책사유에 의해 스퍼드 작업이 2일 지연되었고, 하도업자의 귀책사유(시공자의 귀책사유에 해당함)에 의해 전기 인입 작업이 5일 지연되었음.
- ② 이에 따라, 후속 작업인 칸막이 벽체 작업의 LF는 11/10일이었으나, PF(Projected Finish)인 11/21일에 완료됨(float = - 7). 결과적으로, 7일의 작업지연이 발생하였음.
- ③ 발주자 귀책사유에 의한 지연사건(설계변경 13일, 검토 2일, 자재 반입 5일)을 반영하여 검토한 결과, '칸막이 작업(40%)'의 LF인 11/10일까지 작업이 완료되지 못하고 PF인 11/29일에 작업이 완료되었음.
- ④ 따라서, LF 11/10일과 PF 11/29일의 차이를 작업일 기준으로 산정하면 전체 12일의 지연일수가 발생함.

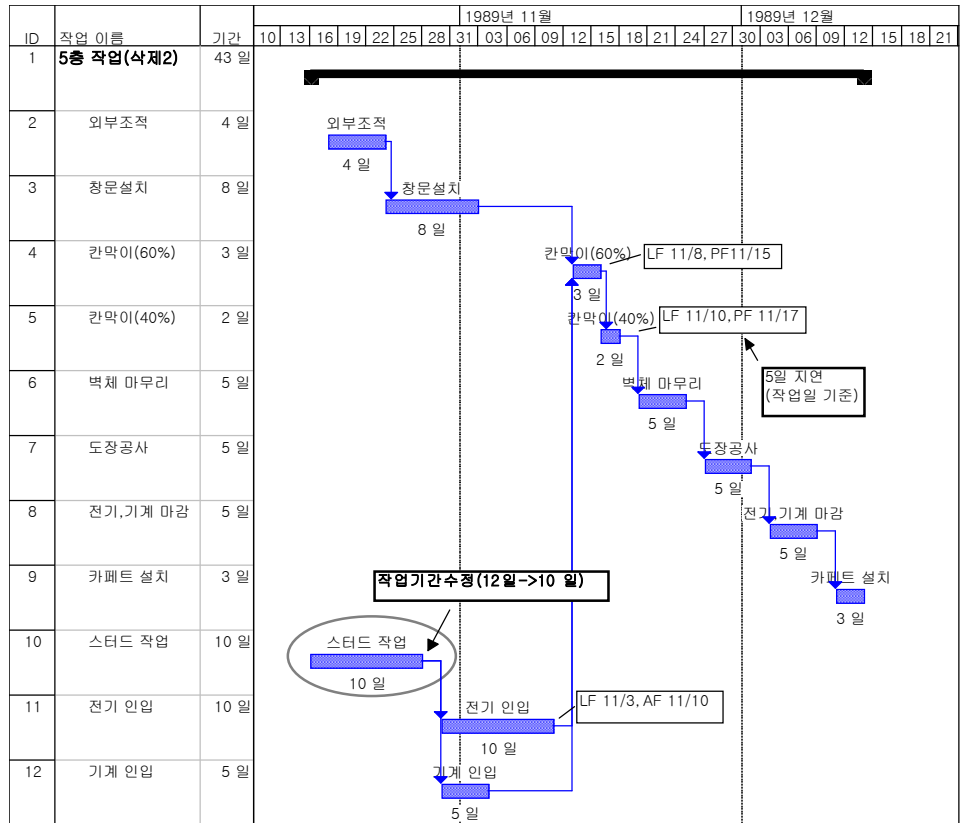
3) 수정된 완료공정표 1(지연사건 1의 삭제)



- 지연사건 1(설계변경에 의한 중단)의 삭제에 의한 영향 분석

- ① 설계변경에 의한 작업중단(설계변경 13일, 설계/현장검토 2일, 자재 반입 5일)을 삭제한 결과, 칸막이(40%) 설치작업의 PF가 11/21일로 산정되어, LF인 11/10일과의 차이는 작업일 기준으로 7일이 산정됨.
- ② 따라서, 설계변경에 의한 지연일수는 전체 지연일수 12일에서 7일을 공제한 5일의 지연기간을 산정할 수 있음.
- ③ 설계변경에 의한 지연일수(5일) = 전체 지연일수(12일) - 설계변경을 제외한 지연일수(7일)

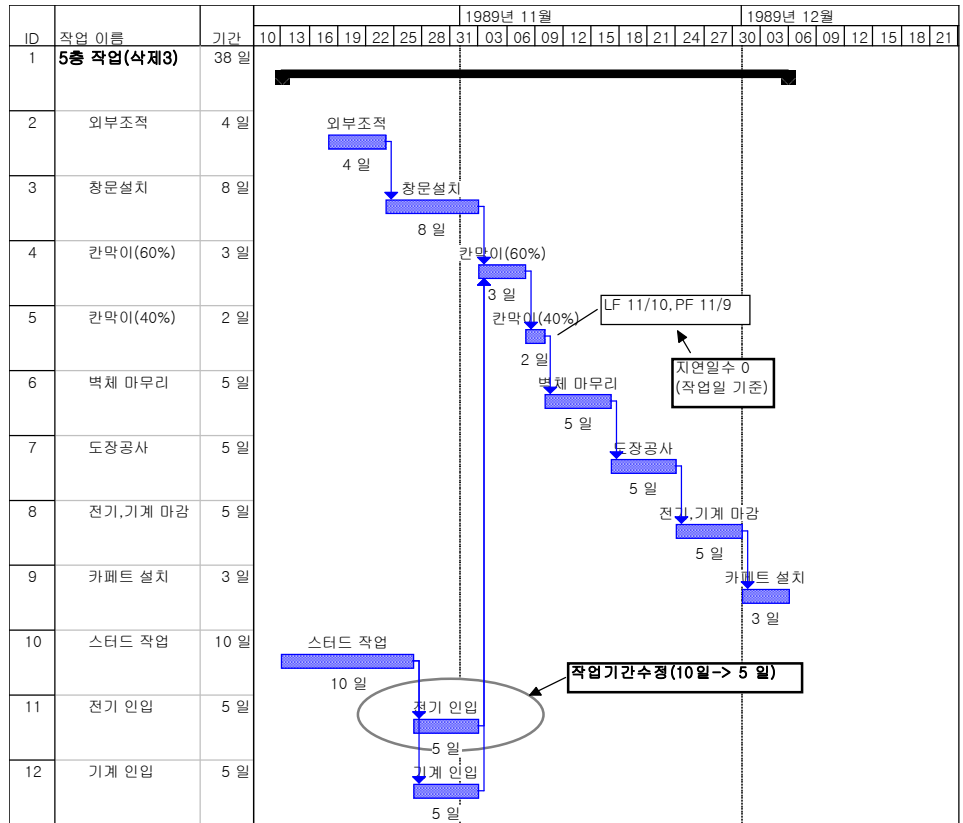
4) 수정된 완료공정표 2(지연사건 2의 삭제)



- 지연사건 2(스터드 작업 지연)의 삭제에 의한 영향 분석

- ① 스터드 작업 지연(시공자 귀책에 의한 2일 지연)을 삭제한 결과 칸막이(40%) 설치 작업의 PF가 11/17일로 산정되어, LF인 11/10일과의 차이는 작업일 기준으로 5일이 산정됨.
- ② 따라서, 스터드 작업지연에 의한 지연일수는 현재까지의 지연일수 7일에서 5일을 공제한 2일의 지연기간을 산정할 수 있음.
- ③ 스터드 작업지연에 의한 지연일수(2일) = 현재의 지연일수(7일) - 스터드 작업을 제외한 지연일수(5일)

5) 수정된 완료공정표 3(지연사건 3의 삭제)



- 지연사건 3(전기인입 작업지연)의 삭제에 의한 영향 분석

- ① 전기 인입 작업지연(하도자 귀책에 의한 5일 지연)을 삭제한 결과, 칸막이(40%) 설치작업의 PF가 11/9일로 산정되어, LF인 11/10일과의 차이는 작업일 기준으로 -1일이 산정됨.
- ② 따라서, 전기 인입 작업지연이 없을 경우에는 공정상의 지연이 발생하지 않을 것으로 예상되어, 이 작업의 지연에 의한 영향은 현재까지의 지연일수인 5일을 산정할 수 있음.
- ③ 전기 인입 작업지연에 의한 지연일수(5일) = 현재의 지연일수(5일) - 전기 인입 작업지연을 제외한 지연일수(0일)

6) 지연의 책임 분석

전체 12일의 지연일수중 발주자의 귀책(설계변경 및 자재 반입기간)에 의한 지연일수는 5일이고, 시공자의 귀책에 의한 지연일수는 7일이다. 설계변경에 의한 작업중단이 스퍼드 작업지연이나 전기 인입 작업지연과 동시에 발생한 것을 알 수 있으나, 동시발생 일수를 파악하기는 어려움이 있다.

따라서, 별도의 수작업에 의한 중복기간을 산정해야 하며, 그 결과는 <부록 표 2>와 같다. 공정표를 날짜상으로 살펴본 결과 설계변경기간과 스퍼드 작업지연기간이 중복됨을 알 수 있다. 칸막이(60%) 작업에 대한 선행작업의 영향을 파악할 결과, 설계변경의 AF는 11/7일이고 전기 인입 작업의 지연이 없을 경우의 AF도 11/7일이므로 지연기간의 중복은 없는 것을 알 수 있다.

결과적으로 시공자의 귀책일수와 발주자의 귀책일수를 산정하기는 용이하나, 동시발생 공기지연을 파악하기는 어려운 기법임을 알 수 있다.

<부록 표 2>

ABM 기법에 의한 지연의 책임분석

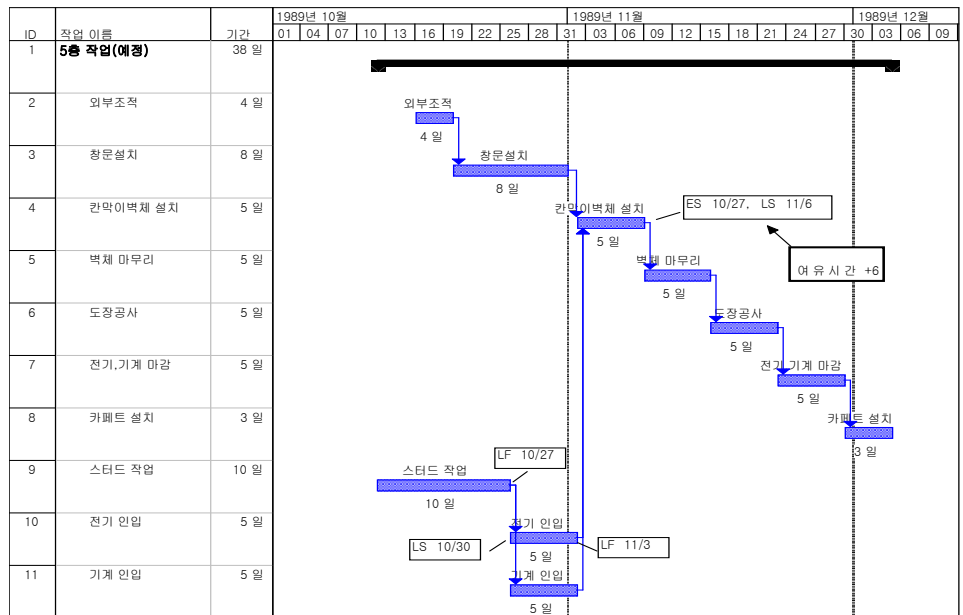
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
발주자	<div> <div></div> <div>설계변경</div> <div></div> <div>자재반입 지연</div> </div>											
시공자												
	스퍼드 작업		전기 인입 작업 지연									
지연일수	2일 지연 (수작업)		5일 지연					5일 지연				
지연사유	- 동시발생 - 수용가능 - 보상불가		- 시공자 지연 - 수용불가능 - 지체보상금 부과					- 발주자 지연 - 수용가능 - 보상가능				

(3) TIA 기법의 적용

TIA 기법을 이용한 공기지연 분석은 다음과 같은 절차로 진행하며, 이를 통하여 지연의 책임을 분석하게 된다.

- ① 최초에 계획된 CPM 공정표의 작성
- ② 부분공정표(fragnet, 지연사건 1의 부분공정표)을 반영한 CPM 공정표의 작성
- ③ 지연사건 2(스터드 작업의 지연)로 인한 결과 반영
- ④ 지연사건 3(전기 인입 작업의 지연)으로 인한 결과 반영
- ⑤ 각 지연사건의 영향 검토
- ⑥ 개별적인 지연의 책임 분석

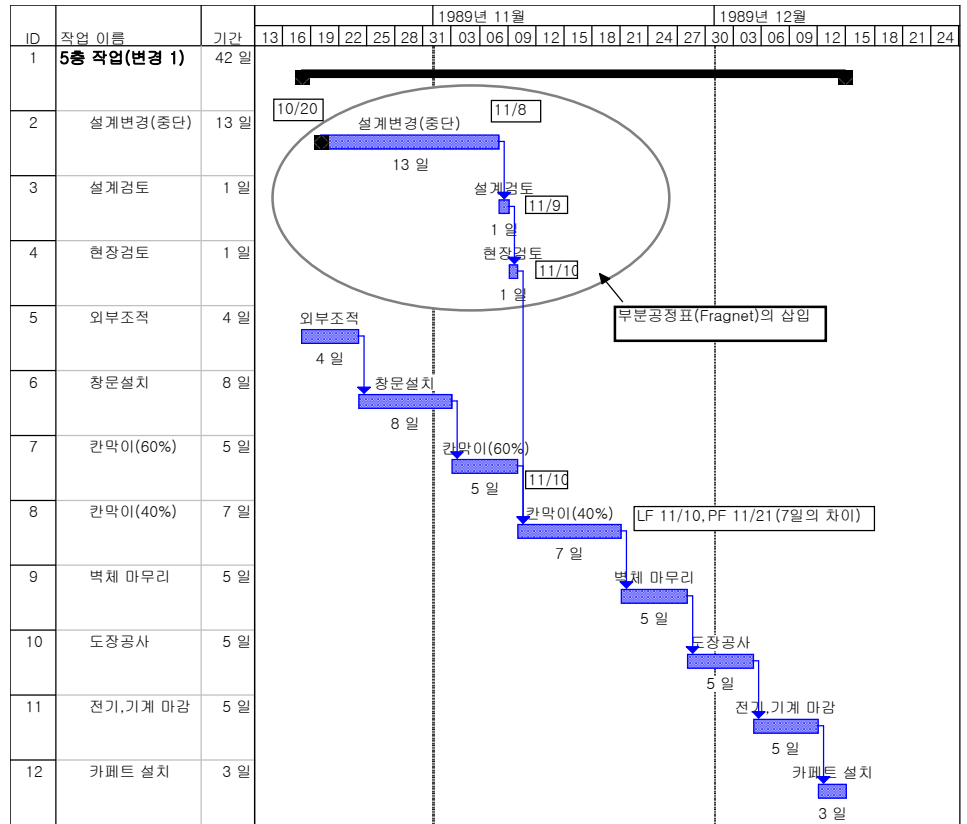
1) 5층 작업의 CPM 공정표(일부)



- 작업 계획 상황

- ① 초기에 시공자는 상기와 같은 계획공정표(As-Planned Schedule)에 의해 5층의 마감작업을 수행할 예정이었고, 본 공정표는 발주자의 승인을 받은 것임.
- ② ‘칸막이 벽체 설치’ 작업은 5일의 작업기간에 완료할 계획이었으며, 이 작업의 ES는 10/27일이고 LS는 11/6일로서 여유시간(float)이 6일이 있었음.

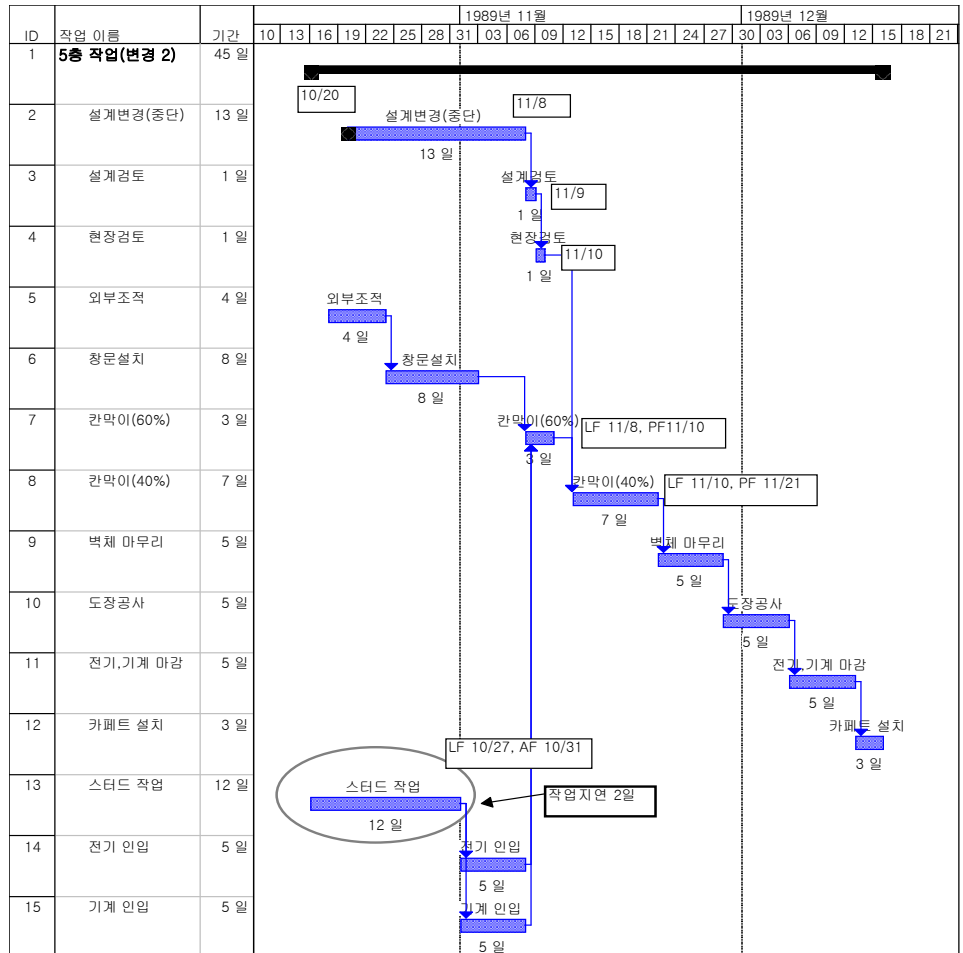
2) 부분공정표(fragnet)를 반영한 수정된 CPM 공정표



- 지연사건 1(설계변경에 의한 중단)에 의한 영향 분석

- ① 추가된 부분공정표(Fragnet)인 '설계변경에 의한 작업중단(설계변경 13일, 설계/현장검토 2일, 자재 반입 5일)'에 의해 6일의 여유시간(float)이 전부 소비됨.
- ② 설계중단(design hold)은 전체공정에 2일간의 영향을 미치고 있으며, 벽체 설치작업(Drywall)이 분리되고 작업기간이 2일에서 7일로 5일간의 기간이 증가함.
- ③ 후속 작업인 '칸막이(40%) 설치작업'의 PF가 11/21일로 산정되어, LF인 11/10일과의 차이는 작업일 기준으로 7일이 산정됨.
- ④ 따라서, 설계변경에 의한 지연일수는 '설계중단에 의한 2일의 지연'과 '벽체 설치작업의 5일 지연'을 합한 총 7일간의 작업일이 지연됨.

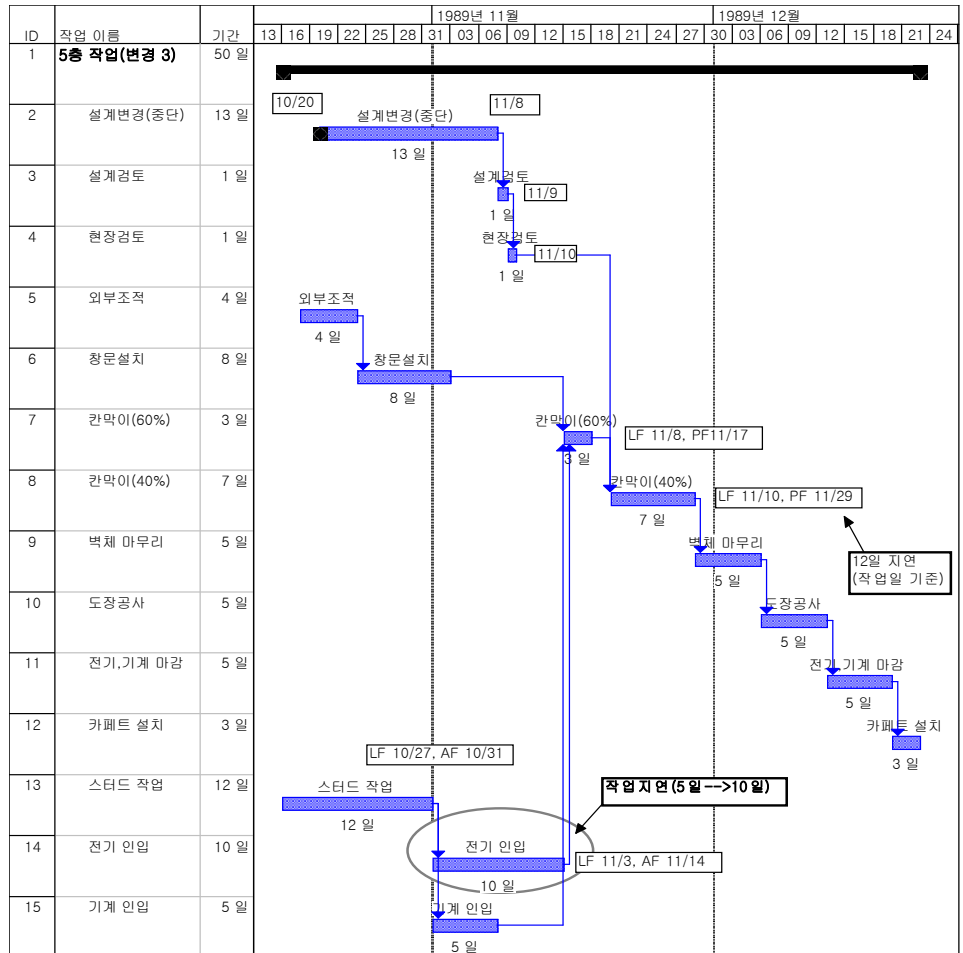
3) 스퍼드 작업의 지연으로 인한 결과



- 지연사건 2(스퍼드 작업 지연)에 의한 영향 분석

- ① 스퍼드 작업 지연(2일 지연)에 의해 후속 작업인 전기/기계 인입작업과 칸막이(60%) 설치작업이 2일간 지연됨. 즉, '칸막이(60%) 설치작업'의 PF가 11/10일로 산정되어, LF인 11/8일과의 차이는 작업일 기준으로 2일의 지연일 수가 산정됨.
- ② '칸막이(60%) 설치작업'의 후속 작업인 '칸막이(40%) 설치작업'의 PF가 11/21일로 산정되어, LF인 11/10일과의 차이는 작업일 기준으로 7일이 산정됨.
- ③ 그러나, 추가된 부분공정표(Fragnet)인 '설계변경에 의한 작업중단'에 의해 발생한 지연일수 7일과 동일하게 나타나, 동시 발생된 공기지연임을 알 수 있음.

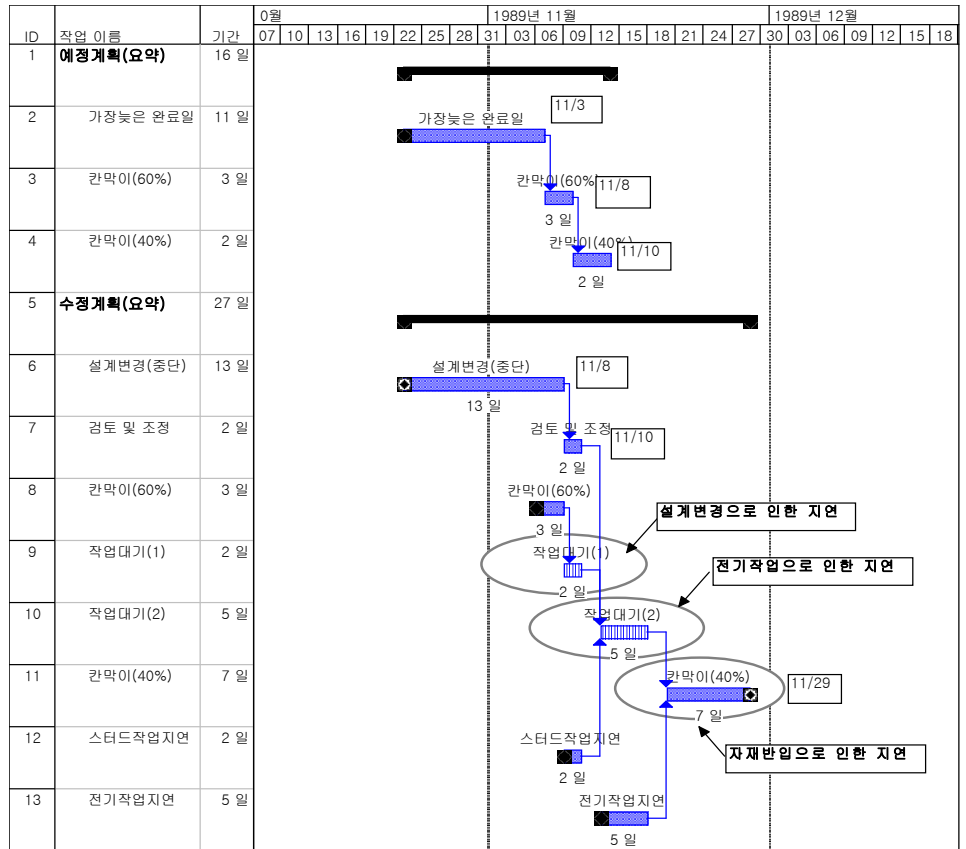
4) 전기 인입 작업의 지연으로 인한 결과



- 지연사건 3(전기인입 작업 지연)에 의한 영향 분석

- ① 전기 인입 작업지연(하도자 귀책에 의한 5일 지연)에 의하여 후속 작업인 '칸막이 (40%) 설치작업'의 PF가 11/29일로 산정되어, LF인 11/10일과의 차이는 작업일 기준으로 12일의 지연이 산정됨.
- ② 전기 인입 작업지연에 의한 전체 지연일수 12일은 이전까지의 작업 지연일수인 7일과 비교하여 5일의 추가 지연이 발생함.
- ③ 따라서, 전기 인입 작업의 지연에 의한 영향을 검토한 결과, 지연일수 5일을 산정할 수 있음.

5) 지연의 원인 분석



- 각 지연사건에 의한 영향 분석

- ① 설계변경(설계 13일, 검토 및 조정 2일, 자재반입 5일)에 의하여 '작업대기 2일'과 '칸막이 작업의 5일'의 지연이 발생하여 전체 공기에 7일의 지연이 발생함.
- ② 스터드 작업지연에 의해 2일의 공기지연이 발생하였으나, 설계변경과 동시에 발생한 지연일수에 해당됨.
- ③ 전기 인입 작업지연(하도자 귀책에 의한 5일 지연)에 의해 작업대기 5일이 발생하여 전체 공기에 5일의 지연이 발생함.
- ④ 따라서, '설계변경에 의한 순수한 지연일수 5일', '설계변경과 스터드 작업지연에 의한 동시발생 지연일수 2일', '전기 인입 작업지연에 의한 5일의 지연일수'를 합한 '총 12일의 지연일수'를 산정할 수 있음.

6) 지연의 책임 분석

- 지연의 책임을 분석한 결과 <부록 표 3>과 같이 시공자의 귀책사유에 의한 지연일수는 7일이고, 발주자의 귀책사유에 의한 지연일수는 7일이다. 설계변경에 의한 작업중단이 스테드 작업지연과 동시에 발생한 것을 알 수 있으며, 동시발생 일수가 2일임을 파악할 수 있다.

결과적으로 시공자의 귀책일수와 발주자의 귀책일수를 개별적 및 전체적으로 산정하기 용이하며, 동시발생 공기지연의 파악도 가능한 기법임을 알 수 있다.

<부록 표 3>

TIA 기법에 의한 지연의 책임분석

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
발주자	지연사건 1 (설계변경)							지연사건 1 (자재반입 지연)				
시공사	지연사건 2 (스테드 작업)		지연사건 3 (전기 인입 작업 지연)									
지연일수	2일 지연 (파악 용이)		5일 지연					5일 지연				
지연사유	- 동시발생 - 수용가능 - 보상불가		- 시공사 지연 - 수용불가능 - 지체보상금 부과					- 발주자 지연 - 수용가능 - 보상가능				

4. 각 기법의 적용 결과

공기지연 분석을 위한 기준을 사례에 적용한 결과 다음과 같은 결론을 도출하였다.

- (1) 시나리오 3과 4의 경우에는 APM 기법의 적용이 가능함을 확인하였다. APM 기법의 경우에는 공기지연에 대한 전체적인 시공자의 귀책일수와 발주자의 귀책일수를 산정

하기는 용이하다. 그러나, 개별적인 지연사건의 공기지연 일수를 파악하기는 어렵고 더욱이, 동시에 발생된 공기지연을 파악하기는 매우 어려워 수작업에 의한 추가적인 파악이 없이는 불가능한 것으로 나타났다.

(2) 시나리오 5의 경우에는 ABM 기법과 TIA 기법 모두 적용이 가능한 것으로 확인되었다. ABM 기법의 경우에는 각각의 시공자 지연일수와 발주자 지연일수를 파악하기는 용이한 것으로 평가되나, APM 기법과 같이 동시에 발생된 공기지연을 파악하기는 어려운 기법으로 나타났다.

(3) 이에 반하여, TIA 기법의 경우에는 각각의 시공자 지연일수와 발주자 지연일수 뿐만 아니라 동시에 발생된 공기지연을 파악하기가 매우 용이한 기법임을 확인할 수 있었다.

Abstract

Basis for Time Extensions in Construction Projects

In recent years, considerable attention has been directed towards ascertaining the nature of delays and disruptions in construction project. As the cost of individual projects increase dramatically, the cost of delays seems to increase at an even greater rate. Construction claims arising from delays are a common occurrence of most construction projects and among the most complicated and difficult to analyze.

This paper describes the different types of delay analysis techniques and a new delay analysis procedure is proposed and discussed.

In practice, attempts are made to identify the causes of delays and determine the new project time. Several techniques using as-planned and as-built schedules for delay analysis have been utilized by practitioners in the domain of claim analysis to determine the impact of delay events upon the overall project completion date. Attempts to measure delay by comparing planned to actual completion of individual activities rather than to the project completion date have been rejected regularly.

The following is a list of the delay analysis techniques currently being used in the construction industry.

- 1) Global Impact Approach(GIA)
- 2) Net Impact Approach(NIA)
- 3) As-Planned Method(APM)
- 4) As-Build Method(ABM)
- 5) Time Impact Analysis(TIA)

Which scheduling analysis method is best suited to a particular situation depends upon the data available to evaluate the delay, the type of schedule available, and the circumstances of the delay.

The following five situations are set to select as-planned basis in project disputes.

Scenario 1 : No formal schedule

Scenario 2 : Bar chart approved, but never approved

Scenario 3 : CPM approved, but never updated or used

Scenario 4 : CPM approved, formally updated, but never used

Scenario 5 : CPM approved, properly updated, and used

Considering the above scenarios, the basic guidelines for preparation for CPM analysis for time extensions are proposed as follows.

In scenario 1, CPM diagram as intended by the contractor or CPM with as-built logic & as-built durations should be developed. In scenario 2, an as-planned CPM based on original bar chart should be developed at the needed level of detail.

1) Application of APM

As-Planned Method(APM) is applied to scenario 3 & scenario 4. Final results of APM analysis are to be explained in bar chart.

2) Application of ABM or TIA

As-Built Method(ABM) or Time Impact Analysis(TIA) is applied to scenario 5. Final results of ABM/TIA analysis also are to be explained in bar chart.

It is important to the success of delay analysis that specifications outlining the scheduling requirements be carefully prepared and incorporated into the contract. In addition, it is encouraged that provisions for recognizing acceleration should be developed in public construction contract.