

계획공정표, 모든 지연을 포함한 준공공정표, 발주자 지연을 제외한 준공공정표의 비교를 통한 공기지연분석

A Delay Analysis based on the Comparison of the As-planned Schedule, As-built Schedule including All Delays and As-built Schedule absent Owner Delays

윤철성*[○] 주해금* 김선규**
Yun, Chul-Sung Chu, Hae-Keum Kim, Seon-Gyoo

요약

건설공사는 프로젝트의 진행 중 내·외부의 여러 조건의 변경이나 사회적 요구에 따라 초기의 계약과는 다른 많은 변경사항이 발생하게 된다. 이러한 변경사항은 프로젝트 추진과정에서 많은 영향을 미치게 되며, 이로 인하여 발생하는 영향은 대부분 프로젝트의 공기지연으로 나타나게 된다. 건설공사에서 발생하는 공기 지연은 기본적으로 도급자의 면책여부에 따라 공기연장이나 지체상금의 부과 등의 결과로 나타나게 되는데 이러한 사항에 대한 발주자와 도급자의 의견이 대립될 경우 클레임으로 발전하게 된다. 클레임에서 가장 중요한 사항은 공기지연일수의 산정으로서 이는 공기지연 클레임에서 가장 중요한 부분이라고 할 수 있다. 본 연구에서는 공기지연 클레임에서 가장 중요한 자료가 되는 공기지연일수 산정방법의 한 방법으로 계약 초기에 작성된 계획공정표(As-Planned Schedule)와 모든 지연이 포함된 준공공정표(As-Built Schedule including all delays) 그리고 발주자 지연이 제외된 준공공정표(As-Built schedule absent owner delays)를 비교함으로써 각 계약 구성원의 귀책으로 인한 공기 지연일수 산정방법을 제시하고자 한다.

키워드 : 공기지연, 지연분석, 시간 영향분석, 공정표, CPM

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

건설공사는 프로젝트의 진행과정에서 초기의 계약과는 달리 시공과정에서의 효율성, 비용절감, 사회적 기대로 인한 많은 변경요인이 발생할 수 있다. 이러한 변경요인은 발주자와 도급자사이의 의견 대립으로 인한 의사결정의 지연과 설계변경, 현장관리의 어려움 등의 문제로 나타날 수 있으며, 이는 곧 공기지연으로 나타나게 된다.

건설공사에서 발생하는 공기지연은 도급자의 면책여부에 따라 공기연장을 신청하거나 지연된 공기만큼의 지체상금(Liquidated damage)을 부과 하게 된다. 이러한 과정에서 발주자와 도급자간 원만한 해결이 이루어지지 않을 경우 공기지연 클레임으로 발전하게 된다.

본 연구에서는 공기지연 클레임에서 가장 중요한 자료가 되는 공기지연일수 산정의 한 방법으로 계약 초기에 작성된 계획공정표(As-Planned Schedule)와 모든 지연이 포함된 준공공정표(As-Built Schedule including all delays) 그리고 발주자 지연이 제외된 준공공정표(As-Built schedule absent owner delays)를 비교함으로써 각 계약 구성원의 귀책으로 인한 공기 지연일수 산정방법을 제시하고자 한다.

1.2 연구의 범위

본 연구는 L건설의 A현장을 중심으로 공사관련 문서들을 검토하여 전체 사업에서 문제가 되고 있는 지연의

사태를 도출하였으며, 이를 바탕으로 공기지연의 분석 사례로 활용하였다. 또한 본 사례는 분석 방법의 명확한 예시를 위해 몇 가지 가정을 포함하였으며, L건설의 A현장의 상황과 정확히 일치하지 않는 것임을 전제로 한다.

1.3 연구의 방법

본 연구의 방법은 다음과 같다.

(1) 공기지연의 유형을 고찰하고 기존의 문헌 연구를 통하여 지연일수 산정방법에 관한 각각 연구의 특성을 분석 한다.

(2) 실제 지연이 발생한 프로젝트에서 이미 승인을 얻은 계획공정표와 모든 지연이 포함된 준공공정표를 수집하고 분석하며, 지연과 관련된 공문을 바탕으로 지연의 원인 및 기간, 처리 방법 등을 조사하여 발주자 지연이 제외된 공정표를 작성한다.

(3) 계획공정표, 모든 지연이 포함된 준공공정표, 발주자 지연이 제외된 준공공정표를 비교 분석한다.

(4) 분석된 자료를 바탕으로 전체 지연에서 시공자가 책임을 져야하는 공기를 산출하는 방법을 제시한다.

2. 공기지연의 유형 및 영향 평가방법

2.1 공기지연의 유형

공기지연이란 예기치 못했던 환경으로 인해 전체 프로젝트 일부분의 기간이 증가하거나 실행되지 않는 기간을 의미하는 것으로 공기지연을 발생원인에 따라 분류하면 그림 1과 같으며, 발생시점에 따라 분류하면 그림 2와 같다.

* 학생회원, 강원대학교 대학원 석사과정

** 중신회원, 강원대학교 건축학부 조교수

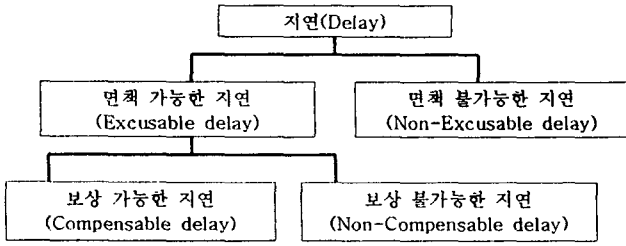


그림 1. 원인에 따른 지연의 유형

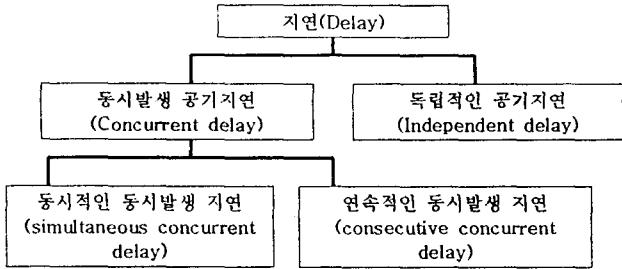


그림 2. 발생시점에 따른 지연의 유형

2.2 공기지연의 영향 평가 기법

공기지연을 분석하기 위한 기존의 기법에 관한 연구는 여러 가지가 있지만 전체적인 기법들을 특성에 맞게 재 분류하면 총영향 분석기법(Global Impact Approach), 순영향 분석기법(Net Impact Approach), 계획일정 분석기법(As-Planned Method), 완공일정 분석기법(As-Built Method), 시간영향 분석기법(Time Impact Analysis) 등이 있으며 이러한 기법들의 특성과 장·단점을 분류 하면 표 1과 같이 나타낼 수 있다.

표 1 공기지연 영향 평가 기법들의 특성비교

기법	특성	지연 사건 발생 상황 반영	지연 유형의 정확한 구분	동시 발생 공기지연 분석	분석 과정의 단순성	분석비용 및 시간
정적 분석 기법	총영향 분석	B	×	×	×	○
	순영향 분석	B	×	△	×	○
	계획일정 분석	C	×	△	△	△
	완공일정 분석	C	△	△	△	△
동적 분석기법	시간영향 분석	C	○	△, ○	△, ○	×

(주) B : 바차트, C : CPM, ○ : 상, △ : 중, × : 하

3. 기존 연구의 고찰

3.1 국내 공기지연 연구현황

공기지연과 관련된 국내의 연구는 모두 공기지연 클레임에서 공기지연의 책임소재에 따른 공기지연 일수를 산정하는 연구가 주가 되었다. 대표적인 연구 내용은 표 2와 같다.

3.2 기존 연구의 문제점

기존의 연구는 계획 공정표(As-Planned schedule)와

준공공정표(As-Built schedule)의 비교분석을 통하여 지연이 발생한 작업의 지연일수만을 계산하고 이에 대한 책임을 규명하는 것에 집중되어 왔다. 이러한 기존 연구의 문제점은 첫 번째로 계획공정표와 준공공정표를 작업단위로 비교하기 때문에 선행 작업이 미치는 영향과 지연된 작업이 후행 작업에 미칠 수 있는 영향을 파악하기가 어렵다는 단점이 있다. 두 번째는 기존의 연구에서 제시하는 준공공정표(As-Built schedule)를 기준으로 한 완공일정 분석기법(As-Built method)은 도급자와 발주자의 추가적인 지연 행위가 준공공정표상의 작업기간에 포함되어 있기 때문에 준공공정표상으로 실제 작업일수와 지연의 원인이 된 사항과 이에 따른 지연 일수의 구분이 어려우며, 구체적인 책임소재에 따른 지연의 허용가능성과 보상가능성을 구분하기가 어려운 단점이 있다.

표 2 국내 공기지연 관련 연구 현황

NO	제 목	저 자	발행 년도	주 제
1	CPM 기법을 이용한 건설공사의 공기지연 분석에 관한연구	신현식	1989	공기지연
2	건축공사 공기지연 클레임 분석모형에 관한 연구	김문한	1994	클레임
3	건설공사 공기지연 클레임 분석모형의 구축에 관한 연구	김문한	1995	클레임
4	건설공사 공기지연 클레임의 분석방법에 관한 연구	김재준	1999	클레임
5	동시발생 공기지연을 포함한 공기지연 클레임의 분석방법	이현수	1998	클레임
6	건설공사 공기지연일수 분석방법	이현수	1999	공기지연
7	건설공사의 공기지연으로 인한 손실비용 산정방법	이현수	2001	손실비용
8	국내 공공건설공사 공기지연 분석 모델 개발	김경래	2002	공기지연
9	시공자 중심의 주요 공정별 공기지연 원인 분석에 관한 연구 - 공동주택을 중심으로	김예상	2003	공기지연
10	계층적 계획프로세스를 이용한 공기지연 분석방법	이재섭	2002	공기지연
11	손실생산성을 고려한 공기지연 일수 산정방법	이현수	2002	손실생산성, 공기지연

4. 본 연구 분석방법의 활용

4.1 본 연구의 분석방법

본 연구에서 제안하는 공기지연 분석방법은 계획공정표(As-Planned schedule)와 모든 지연이 포함된 준공공정표(As-Built Schedule including all delays), 그리고 발주자 지연이 제외된 준공공정표(As-Built schedule absent owner delays)를 작성하고 비교 검토함으로써 발주자 및 도급자가 책임지는 공기지연일수를 명확하게 산정하는 방법이다. 이러한 방법은 기존의 작업단위별 지연일수 산정방법에서 파악하기 어려운 전체적인 공정흐름관점에서 발주자 귀책사유 지연을 공정표로부터 제외시킴으로서 도급자의 귀책사유 지연을 산정하는 것이다. 또한 시간대별 지연공정분석을 통해 발주자 귀책사유를 제외한 지연에서도 지연된 작업이 순수 도급자 귀책의 원인인지 여부를 판단함으로써, 도급자가 면책 가능한지 여부도 파악할 수 있게 된다.

4.2 사례 현장의 현황 및 가정

본 연구에서 제시한 공기지연 분석방법의 사례로서 L 건설의 A현장 전체 공정 중 지연이 발생한 일부공정을

1) 김동진 건설공사 공기지연일수 산정방법 1998.12. 서울대학교 석사학위논문 33P

선택하였으며, 분석방법의 효과를 검증하기 위해 몇 가지 가정을 추가하였다. 따라서 예시공정은 실제공정과 정확히 일치하지 않음을 전제로 한다. 본 연구에서 추가된 가정사항은 다음과 같다.

- (1) 발췌된 공정표는 당해 현장의 파일공사와 기초공사의 부분공정표이다.
- (2) 해당공사의 최초 계획공정표상의 완료 일자를 기준으로 지연일수를 산정하였다.
- (3) 분석방법의 효과적인 예시를 위해 몇 가지 지연사유와 이에 해당하는 작업을 추가하였다.

4.3 공정표의 준비

(1) 계획공정표 (As-planned schedule)

그림 3과 같은 본 사례의 계획공정표에서는 1999년 7월 25일의 '파일자재 발주 및 반입'의 작업을 시작으로 하여 선로구간과 역사의 플랫폼 깔조공사가 완료되는 2000년 2월 17일까지의 공정이 계획되어 있다.

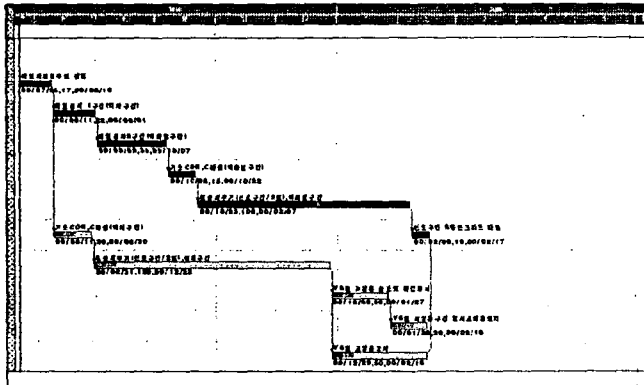


그림 3. 계획공정표 (As-Planned)

(2) 모든 지연을 포함한 준공공정표

(As-Built schedule including all delays)

모든 지연을 포함한 준공공정표에서는 발주자, 도급자를 포함한 모든 계약주체의 지연을 나타내어야 한다. 이러한 공정표는 사업과 관련된 총 지연을 쉽게 파악할 수 있게 한다. 본 사례에 대한 모든 지연을 포함한 준공공정표에서는 계획공정표와 대비하여 총 74일이 지연된 2000년 5월 1일에 공사가 완료되었으며, 여기에는 발주자와 도급자의 동시지연(concurrent delay)도 포함되었다.

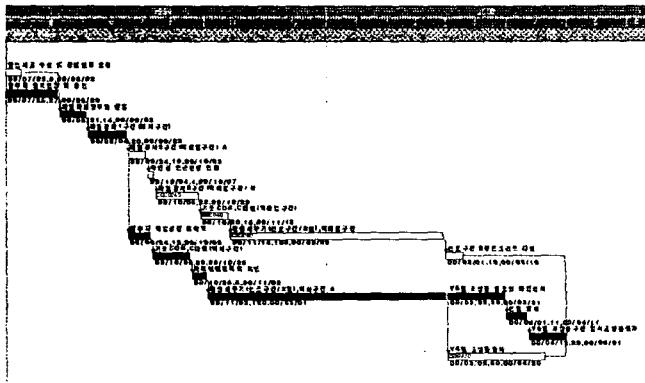


그림 4. 모든 지연을 포함한 준공공정표

(3) 발주자의 지연을 제외한 준공공정표

(As-Built schedule absent owner delays)

준공공정표에서 발주자의 지연을 제외하면 도급자가 발주자 지연의 영향 없이 전체적인 프로젝트를 완료할 수 있는 공정을 나타내게 된다.(그림 5) 전체적인 프로젝트의 지연은 계획공정표와 비교하였을 때 44일이 지연된 것을 알 수 있으며, 이는 도급자가 순수하게 책임을 져야 하는 지연일수이지만 면책여부는 추가적 판단이 필요하다.

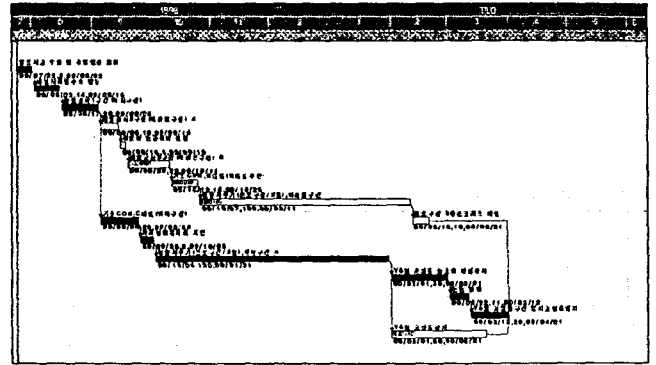


그림 5. 발주자의 지연을 제외한 준공공정표

4.3 지연일수의 산정

본 연구에서의 지연일수 산정방법은 다음과 같다.

프로젝트 전체 지연일수

$$T_d = T_b - T_p \text{ -----(1)}$$

발주자 귀책지연일수

$$T_o = T_b - T_a \text{ -----(2)}$$

도급자 귀책지연일수

$$T_c = T_d - T_o \text{ -----(3)}$$

※ T_d = 전체지연일수

T_b = 모든 지연이 포함된 준공공정표 작업일수

T_p = 계획공정표 작업일수

T_a = 발주자 지연이 제외된 준공공정표 작업일수

T_c = 도급자의 지연일수

T_o = 발주자의 지연일수

본 연구에서 제안한 공기지연 분석사례로부터, 공정상 전체지연은 모든 지연을 포함하는 준공공정표와 계획공정표 비교를 통해 74일로 계산되었고(1식 이용), 모든 지연의 준공공정표와 발주자의 지연을 제외한 공정표와 비교를 통해, 도급자의 순수 지연이 44일로 계산되었다(3식 이용), 즉 발주자 지연은 발주자 귀책사유이므로 보상이 가능한 지연임이 분명하고, 도급자의 순수지연은 보상이 불가능한 지연임을 알 수 있다. 다만 표 3과 같이 발주자와 도급자의 지연작업을 시간대별로 정리하면 도급자 지연일수 중에서도 면책가능여부를 판단할 수 있게 한다. 단 전체 지연일수 산정에서 주공정선과 병행되는 경로에서 발생한 지연이 주공정선에 영향을 미치지 않는 경우 지연일수 산정에서 제외하였다.

5. 결론

본 연구의 결론은 다음과 같다.

- (1) 본 연구에서 제안한 지연분석방법은 기존의 지연일수 산정방법과는 달리 전체 공정흐름 내에서 작업간 선후행 관계를 고려한 공기지연일수 산정을 가능하게 하는 특징이 있다.

표 3 주공정선 상의 지연일수 분석

No.	Activity	공기	비고
1	안전사고 수습 및 공법변경 요청	9일	동시지연 ①
2	발주자 설계변경 및 승인	27일	27일 지연 ②
3	파일 자재발주 및 반입	14일	3일 촉진 ③
4	파일공사 1구간 (역사)	20일	2일 촉진 ④
5	발주자 작업공간 미확보	12일	12일 지연 ⑤
6	기초 Con'c 타설 (역사)	20일	·
7	자재 납품업체의 지연	8일	8일 지연 ⑥
8	철골세우기 (역사)	120일	·
9	Y6열 저장함 골조 및 마감	30일	·
10	민원 발생	11일	11일 지연 ⑦
11	Y6열 임시 고상함 설치	20일	·
12	공정선 변경		21일 지연
총계 (①+④+⑤+⑥+⑦) - (②+③)		282일	74일 지연

구분	No.	Activity	지연
발주자	2	발주자 설계변경 및 승인	27일 ①
	5	발주자 작업공간 미확보	12일 ②
	1	도급자의 동시지연	9일 ③
	총계 (①+②-③)		30일 ④

구분	No.	Activity	지연
도급자	1	안전사고 수습 및 공법변경 요청	9일 ⑤
	7	자재 납품업체의 지연	8일 ⑥
	10	민원 발생	11일 ⑦
	12	공정선 변경	16일 ⑧
총계 (⑤+⑥+⑦+⑧)		44일 ⑨	

총 지연일수 (④+⑨)	74일
--------------	-----

(2) 또한 공사 중 흔히 발생하는 설계변경, 안전사고, 민원 등을 포함하는 공기지연원인들을 발주자와 계약자 관계 없이 공정상에 실질적으로 표시하고, 이를 기준으로 공정지연을 검토하므로 공정표를 실질적으로 갱신하고, 실제와 동일한 준공공정표를 작성하며, 공정흐름을 유지하면서 공기지연을 분석할 수 있도록 한다.

(3) 특히 발주자가 보상해야 하는 지연, 계약자의 원인으로 인한 지연, 계약자 지연 중에서도 표 3과 같이 시간 대별로 지연작업 표시를 통해 계약자 면책여부를 판단할 수 있도록 함으로써, 발주자 및 도급자간 클레임의 준비 자료로 유용하게 활용할 수 있다.

참고문헌

- 이재섭의 1인, '계층적 계획프로세스를 이용한 공기지연 분석방법', 대한건축학회 추계학술발표대회 논문집 제22권 제2호, 2002
- 이현수의 3인, '건설공사 공기지연일수 분석방법', 대한건축학회 논문집 제15권 제9호, 1999
- 김동진, '건설공사 공기지연일수 분석방법' 서울대학교 석사학위논문, 1999. 2.
- 이현수의 2인, '동시발생 공기지연을 포함한 건설공사 공기지연 클레임의 분석방법에 관한 연구', 대한건축학회 춘계학술발표대회 논문집 제18권 제1호, 1998
- 김재준의 3인, '건설공사 공기지연 클레임의 분석방법에 관한 연구', 대한건축학회 논문집 제15권 제7호, 1999

- 이현수의 2인, '손실생산성을 고려한 공기지연일수 산정방법', 대한건축학회 논문집 제18권 제10호, 2002
- 김경래의 2인, '국내 공공건설공사 공기지연 분석모델 개발', 대한건축학회 논문집 제18권 제2호, 2002
- 이현수의 2인, '건설공사의 공기지연으로 인한 손실비용 산정방법', 대한건축학회 논문집 제17권 제2호, 2001
- 김문환의 1인, '건축공사 공기지연 클레임 분석모형에 관한 연구', 대한건축학회 추계학술발표대회 논문집 제14권 제2호, 1994
- 김문환의 2인, '건설공사 공기지연 클레임 분석모형의 구축방안에 관한 연구', 대한건축학회 논문집 제11권 제8호, 1995
- 김예상의 2인, '시공자 중심의 주요 공정별 공기지연 원인 분석에 관한 연구', 대한건축학회 논문집 제19권 제3호, 2003
- 신현식의 2인, 'CPM기법을 이용한 건설공사의 공기지연 분석에 관한 연구', 대한건축학회 춘계학술발표대회 논문집 제9권 제1호, 1989
- Abdulaziz A. Budshait, Micheal J. Cunningham, 'Comparison of delay Analysis Methodologies', Journal of Construction Engineering and Management, July/August, ASCE, pp.315-322, 1998
- Jon M. Wickwire, Thomas J. Driscoll, Stephen B. Hurlbut, 'Construction Scheduling: Preparation, Liability, and Claims', John Wiley & Sons, 1991
- Robert B. Harris, 'Precedence and Arrow Networking Techniques for Construction', John Wiley & Sons, 1978

Abstract

In the construction process, there are many change orders differing to the initial contracts came from the social needs and environmental changes. Most of them will impact to the construction process so that its effects occur project delays. Time extension and liquidated damage in the construction process come from schedule delay whether it is excusable or not non-excusable by the owner. However, those become the delay claims if the owner and the contractor are not agreed on this situation. One of the most important thing on the delay claims is the calculation of delay. The purpose of this study is to present the method of the time delay calculation by comparison of As-Planned schedule, As-Built schedule including all delay and As-Built schedule absent owner delay.

Keywords : Delay, Delay Analysis, Time Impact Analysis, Schedule, CPM