

# 학교시설 환경개선 공사사례의 공기연장 원인 분석

## An Analysis of the Construction Period Extension Causes of Environmental Improvement in School Facilities

맹 준 호\*

Maeng, Joon-Ho

김 성 중\*\*

Kim, Sung-Joon

송 병 준\*\*\*

Song, Byung-Joon

김 재 영\*\*\*\*

Kim, Jae-Young

### Abstract

This study analyzed the reasons for extending the construction period considering factors such as the quality of construction materials, safety and cost-effectiveness of construction, size of construction, academic schedule, and local conditions (complaints) when determining the appropriate period for school construction projects tailored to a specific region or educational office. Based on the example of construction projects for school facility improvement by education office A, this study conducted a case study to identify the motives for construction period extension. To determine the appropriate construction period for school facilities, this study conducted a comprehensive review of construction projects under the jurisdiction of education office A, examined data from the Meteorological Data Open Portal, and performed advanced statistical analysis. Future case studies must determine the appropriate construction period for school facilities in a rational and systematic.

키워드 : 학교공사, 적정공사기간, 2단계 통계분석

Keywords : School construction, appropriate construction period, advanced statistical analysis

## I. 서론

### I-1. 연구의 배경 및 목적

건설사업의 적정 공사기간 산정은 「공공 건설공사의 공사기간 산정기준」(2019.1.1. 제정)에서 정하고 있

\* (사)한국교육녹색환경연구원, 이사장, 공학박사, 건축사

\*\* (사)한국교육녹색환경연구원, 부원장, 공학박사

\*\*\* (사)한국교육녹색환경연구원, 본부장, 공학박사

\*\*\*\* (사)한국교육녹색환경연구원, 팀장, 건축학박사

본 연구는 2022년 서울특별시교육청에서 발주한 '학교공사 안전관리 및 품질관리 확보를 위한 적정 공사기간 산정에 대한 연구 용역'의 일부를 재구성하였음

는 내용에 따라 설계단계에서 실무자가 건설공사의 공사기간을 산정함에 있어서 활용할 수 있도록 세부기준을 마련하는 것을 목적으로 하고 있다. 따라서 사업의 성공적인 수행을 위해 매우 중요한 요소임에도 불구하고 담당자의 경험과 직관에 의하여 관행적으로 이루어지고 있으며 건물의 평면 계획 및 형태, 공사 물량의 다소와 품질 수준 등에 관계없이 예상 공기가 과소 혹은 과다 산정되는 사례가 발생하기도 한다. 학교시설의 경우 개교 시점에 맞추어 무리하게 사업을 추진함으로써 부실공사를 초래할 우려가 있으며, 공사 중 안전사고의 발생 등 문제점이 발생하고 있다.

특히, 2022년 1월 27일 시행된 「중대재해처벌법」의 시행으로 공사 현장의 안전 및 품질관리가 강화됨에 따라 발주청은 학교공사의 공사기간을 산정할 때 공사 목적물의 품질 및 공사의 안전성과 경제성을 확보해야 하므로 공사의 규모와 학사의 일정, 지역여건(민원발생) 등을 고려한 해당 지역 또는 교육청에 최적화된 적정 공사기간 산정을 위한 기준 마련이 필요한 시점이다.

따라서 본 연구에서는 A교육청의 학교시설 환경개선 공사사례를 바탕으로 공사유형별 적정 공사기간 산정을 위해 공사기간 연장 사유와 연장기간 등을 정리하고, 2단계의 통계분석(1단계-빈도분석, 교차분석 분석, 2단계-상관분석, 분산분석, 다중선행회귀분석)을 통한 유의미한 값(P-value 유의수준  $\leq 0.05$ )을 산출함으로써 요인 간의 인과관계를 분석하였다. 이 결과를 바탕으로 향후 환경개선공사의 공종별 적정공사기간 산출시 준비기간과 비작업일수, 작업일수 등 산출에 참고자료로써 활용되고자 한다.

### I-2. 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 신축, 증축, 환경개선공사 등 다양한 학교시설공사 중에서 환경개선공사에 대한 적정공사기간을 산정하기 위한 분석연구로서 최근 3년간(2019년~2021년) A교육청 관내 교육지원청의 자료를 받아 다음과 같은 범위로 분석을 진행하였다.

Table 1. The scope of study

분석 범위	<ul style="list-style-type: none"> <li>당초 공사비 1억원 이상인 환경개선사업               <ul style="list-style-type: none"> <li>※ 신축, 증축, 꿈담교실사업, 친환경운동장, 장애인편의시설 설치공사 제외</li> </ul> </li> <li>하나의 공사에서 공사유형 분류체계가 중복될 경우는 제외하여 분석</li> </ul>				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>B교육지원청 자료는 2019년 12월 이후의 사업만을 대상으로 분석</li> <li>화장실 공사의 경우, 향후 부분공사가 없음을 고려하여 전면공사 사례만 분석</li> <li>전기공사의 경우, 3년간 연장된 사례가 없음을 따라 공사비 제한 없이 모든 전기공사 데이터를 기준으로 분석</li> </ul>				
구분	공사유형	용역개수 (3년간)		비율	비고
		전체 용역	공사 기간 연장		

			건수			
1	화장실		116	31	26.7%	전면공사
2	전기시설		19	-	0%	전기용량 증설, 수배전반 교체
3	냉난방	냉난방기	97	1	1.0%	
		냉난방전기 외부창호	11	4	36.4%	
4	창호	외부창호	58	5	8.6%	
		내부창호	28	1	3.6%	증연창, 교실 출입문
5	외벽		81	38	46.9%	
6	소방	스프링클러	50	25	50.0%	
		소방시설 개선공사	61	20	32.8%	
7	방수		222	94	42.3%	
8	바닥	목재후로링 (장선식)	25	2	8.0%	
		비닐계열	42	3	7.1%	
9	도장	내·외부	14	2	14.3%	
		내부	24	2	8.3%	
10	외부 환경	배수로 및 포장	26	7	26.9%	배수로, 포장
		축대	4	2	50.0%	옹벽, 석축
		담장	4	3	75.0%	철재, 조적
총 계			882	240	27.2%	

위 분석 범위에 대한 연구 방법은 다음과 같다.

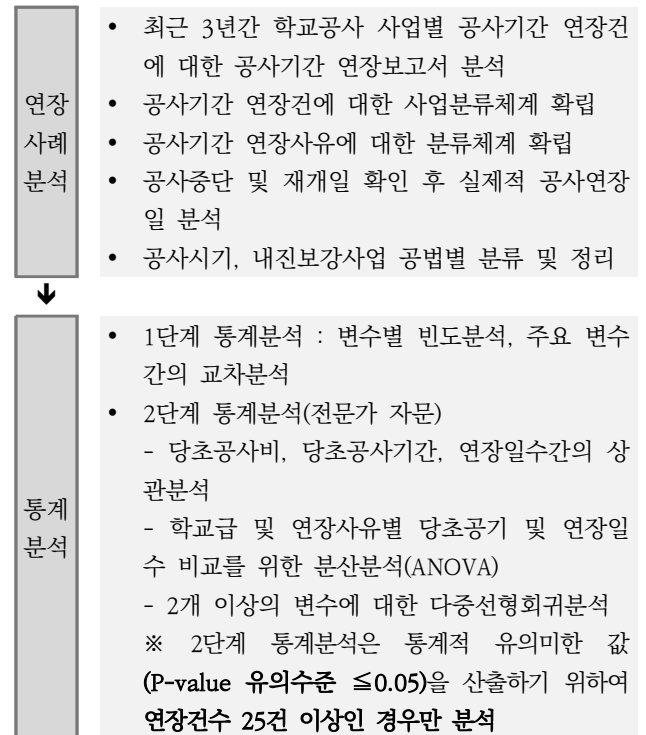


Figure 1. Research methods

## II. 이론적 고찰<sup>1)</sup>

### II-1. 적정 공사기간 산정 개요

#### 1) 목적

「공공 건설공사의 공사기간 산정기준(국토교통부 훈령)」에서 정하고 있는 내용에 따라 설계단계에서 실무자가 건설공사의 공사기간을 산정함에 있어서 활용할 수 있도록 세부기준을 마련하는 것을 목적으로 한다.

#### 2) 법적근거

- 건설기술진흥법 제45조의2(공사기간 산정기준) ※ 신설 추진중

- 건설기술진흥법 시행령 제17조(지방심의위원회의 구성·운영) 제2항 제3호 및 제19조(기술자문위원회의 구성 및 기능 등)제4항 제3호, 제59조(건설사업관리의 업무범위 및 업무내용)제4항 제8호

- 「공공 건설공사의 공사기간 산정기준(국토교통부 훈령 제1140호)」

#### 3) 발주자의 역할

- 발주자는 건설공사 단계별로 적정 공사기간 확보를 위해 노력해야 한다.

- 발주자는 공사 목적물의 품질확보는 물론 공사의 안전성, 경제성 등을 확보하면서, 해당 공사의 규모 및 난이도, 공사의 특성, 지역여건, 자연조건, 주52시간 근무 등을 고려한 작업일수의 산정 등을 바탕으로 적절하게 공사기간을 설정하여야 한다.

- 발주자는 목표 공사기간의 결정을 위해 공사발주 이전에 적절한 서면검토 절차를 갖추어야 한다.

- 발주자는 실적 데이터 기반의 공사기간 산정이 가능하도록 단위작업별 생산성 및 공사기간, 지체요인 등의 실적자료를 축적하고 주기적으로 분석하여 활용하여야 한다.

### II-2. 공사기간의 산정방법

#### 1) 공사기간의 산출

공사기간은 공사 준비기간과 실제 시공에 필요한 작업일수, 비작업일수(공사불능일수), 준공 후 정리기간, 공사특성을 고려한 보정일 등으로 구성된다.

$$\text{공사기간} = \text{준비기간} + \text{비작업일수} + \text{작업일수} + \text{정리기간}$$

① 준비기간: 설계도서 검토, 하도급업체 선정, 측량,

1) 국토교통부 한국건설기술연구원(2020). 적정 공사기간 확보를 위한 가이드라인(안), 1-18.

현장사무소 개설 등 본 공사의 착공준비 기간

② 비작업일수: 법정공휴일수 + 기상조건으로 인한 비작업일수 - 중복일수 (≥ 최소8일/월)

③ 작업일수: 발주청이 보유한 과거의 실적자료, 경험치, 동종시설 사례, 표준품셈 활용하여 산출

④ 정리기간: 준공 전 1개월의 범위에서 청소, 정리기간 계상

#### 2) 준비기간

공사 준비기간은 착공초기 하도급업체의 선정, 인허가, 도면검토, 측량, 현장사무소·세류시설·가설건물 설치, 건설자재·장비 및 공장제작 조달 등 본 공사 착수준비에 필요한 기간을 말하며, 각 시설물별 특성에 따라 반영하여야 한다.

#### 3) 비작업일수

- 비작업일수(공사불능일수) 산정 시 기후여건과 법정 공휴일이 중복될 때에는 1일로 산정한다.

- 공정별 공사기간은 지역별 기후여건을 고려한 공정별 비작업일수를 반영하여 산정한다.

※비작업일수 산정예시

$$\diamond \text{비작업일수} = A + B - C$$

A : 해당 월에 기후여건으로 인해 계획된 공종의 작업이 불가능한 일수

B : 해당 월에 포함된 법정 공휴일수

C : 월별 중복일수(C) = A × B ÷ 달력일수 (소수점 첫째자리에서 반올림)

[예시] 1월에 시행되는 토공사

• 토공사가 불가능한 강우일수(강수량 10mm/일 이상) : 7일 …… A

• 법정공휴일수 : 4일(일요일)+1일(신정) = 5일 …… B

• 중복일수 : 7일(A) × 5일(B) ÷ 31일(달력일수) = 1.1일(1일 적용) …… C

1월 비작업일수 = 7일 + 5일 - 1일 = 11일 > 8일

※ 주 40시간 근무제에 따른 비작업일수 = 8일

- (법정공휴일) 관공서 공휴일을 비작업일수에 포함한다.

- (주40시간 근무제)

① 법정 근로시간인 주 40시간(1일 8시간)을 기준으로 공사기간을 산정한다.

② 근로시간은 1주간 52시간(연장 12시간 포함)을 초과할 수 없다.

③ 월별 비작업일수(공사불능일수)는 기후여건과 법정 공휴일이 중복될 경우 1일로 산정하되, 월별 비작업일수가 주 40시간 근무제에 의한 일수보다 작을 경우에는 주 40시간 근무제에 따른 비작업일수를 반영한다.

- (기상조건)

① 건설공사의 주공정(critical path)에 영향을 미치는 기상조건을 반영하여 비작업일수를 산정한다. 이때 해당 지역에 대한 최근 10년 동안의 기상정보(기상청의 기상관측 데이터)를 적용하되, 발주청이 필요하다고 판단한 경우 최근 5년 동안의 기상정보를 활용할 수 있다.

② 공사의 품질 확보 및 현장 근로자의 안전을 확보하기 위하여 관계법령과 기준(건설기준, 산업안전보건 및 환경기준)에서 공종별로 작업을 제한하고 있는 기상조건을 반영하여 비작업일수를 산정한다.

- (환경·안전기준) 산업안전보건 및 환경기준<sup>2)</sup> 등에서 정하고 있는 기준을 준수하여야 한다.

- (미세먼지) 미세먼지 비상저감조치 발령기준에 따라 경보발령시 건설현장의 가동률을 조정하거나 작업시간을 단축 운영하여야 한다. 노후 건설기계 이용을 자제하거나 살수차량을 운영하는 등 미세먼지 발생을 억제하는 조치를 시행하여야 한다.

#### 4) 작업일수

- 작업일수는 당해 공사의 공종별 수량을 시공하는데 필요한 총 작업 일수를 말한다.

- 작업일수의 산정은 부록 3의 공종별 표준작업량을 활용하거나 발주청에서 보유하고 있는 과거의 경험치를 활용하여 할 수 있다. 다만, 현장 여건 및 공사규모, 지질 조건, 기상·기후조건 등에 따라 조정하여 적용한다.

- 공사 특성상 주공정(critical path)을 구하기 어려운 경우 실적자료를 기반으로 총작업일수를 활용하는 방법도 고려할 수 있다.

- 작업일수 산정 시 건설현장 근로자의 작업조건이 법정 근로시간(1일 8시간, 주 40시간)을 준수하는 것을 원칙으로 한다. 연속작업이 필요한 경우에는 교대근무 및 주·야간 공사로 구분하여 산정한다.

- 승강기 설치 공사와 같이 작업 중 안전사고의 발생 위험이 높은 공종은 관련 협회 및 단체 등이 제시한 작업안전기준을 참고하여 적정한 작업기간이 확보될 수 있도록 한다.

#### 5) 정리기간

정리기간은 공정상 여유기간(buffer)과는 다르며, 공사 규모 및 난이도 등을 고려하여 산정한다. 정리기간은 일반적으로 주요공종이 마무리 된 이후 준공 전

2) 산업안전보건기준에 관한 규칙 제37조(악천후 및 강풍시 작업중지) 타워크레인: 순간풍속 10m/s 초과시 설치·해체 작업중지, 15m/s 초과시 운행제한

1개월의 범위에서 계상할 수 있다.

#### 6) 공사여건 등에 따른 보정

공사의 규모 및 성격(고속/일반, 단선/복선, 구조형식, 신설/확장/개량 등), 지역여건(산지/농경지/도심지/도서지역, 군작전지구) 등을 고려<sup>3)</sup>하여 추가 공사기간을 반영할 수 있다.

### II-3. 적정공사기간 산출 시사점

이상의 적정공사기간 산정개요와 산정방법의 검토 결과 적정공사기간의 산정은 해당 지역의 여건과 법정 근로시간, 공사의 특성 등 다양한 요인들을 종합함으로써 학교시설공사의 품질 향상과 근로자의 안전을 확보하는 필수적인 과정이라고 볼 수 있다.

특히, 학교 환경개선 공사기간의 산출시 준비기간 산출 단계에서는 학교 학사일정, 관계자 협의기간 등을 고려하여 향후 민원발생의 소지가 없도록 적절한 기간의 산출이 필요할 것으로 보이며 비작업일수의 경우 내부작업과 외부작업으로 구분되는 환경개선공사의 공종별 특성을 반영하여 기상조건의 산출이 필요할 것으로 판단된다. 또한 작업일수의 경우 국토교통부에서 발간한 '적정 공사기간 확보를 위한 가이드라인'에서는 공동주택과 고속도로, 포장공사 등 적정 기간의 예시는 제시되어있으나 학교시설공사에 대한 예시는 없기 때문에 발주청의 과거 실적자료의 분석 외에 전문가와의 협의 등을 거쳐 적정 작업일수의 산출이 필요할 것으로 판단된다.

## III. 공사사례 통계분석

### III-1. 분석 개요

최근 3년간(2019년~2021년) A교육청 관할의 학교 공사 환경개선사업별 공사용역 중 공사기간이 연장된 공사를 대상으로 통계분석을 진행하였으며 1단계 통계분석(빈도분석, 교차분석)과 보다 구체적인 원인 분석을 위해 2단계 통계분석(상관분석, 분산분석, 다중선형회귀분석)을 진행하였다. 통계분석개요는 다음과 같다.

3) 지역여건 등 보정요인 : 사업규모(용량, 연장), 계약 패키지, 부지요건(공구분할 등), 현장여건(연약지반, 매립 등), 공사특성(시설유형·등급, 형식), 공사성격(신설·확장, 개량·보수, 재건축), 지역특성(도심/일반부, 산지/농경지), 공법 및 난이도, 생산성

1) 1단계 통계분석개요

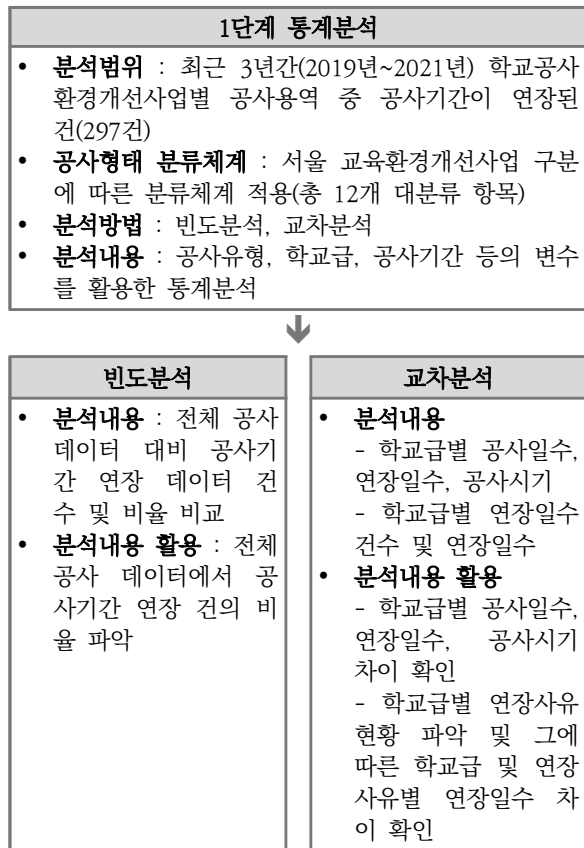


Figure 2. Step 1 stat overview

2) 2단계 통계분석개요

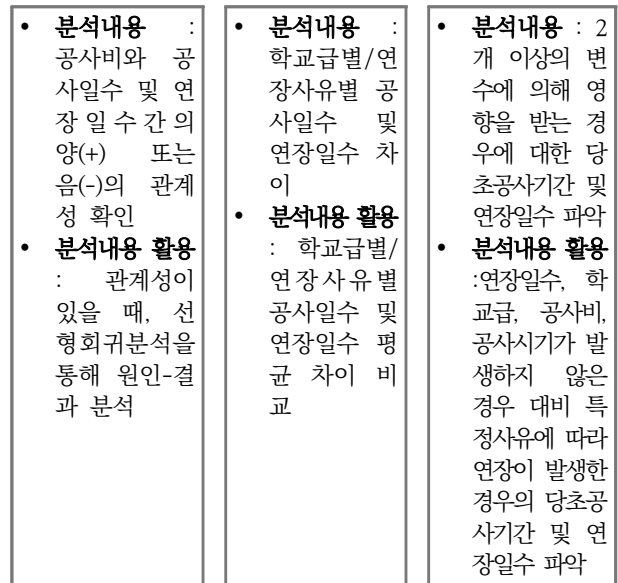
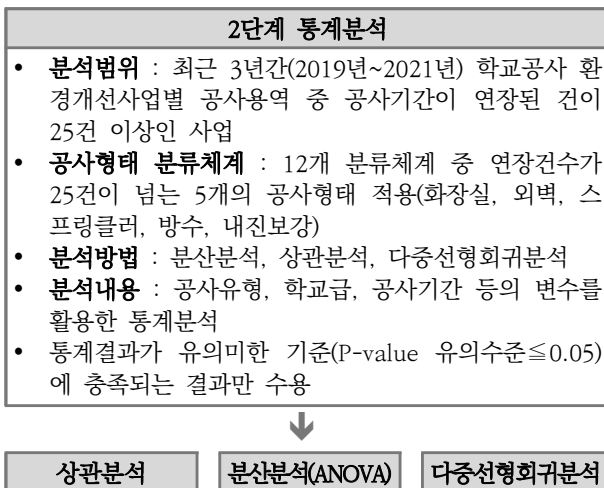


Figure 3. Step 2 stat overview

III-2. 공사유형별 통계분석

1) 1단계 통계분석 결과

1단계 통계분석에서는 빈도분석과 교차분석을 통해 공사유형, 학교급, 공사기간 등의 변수를 활용한 통계분석을 진행하였다. 전체 공사 대비 연장건수의 비율 등을 분석할 수 있으며, 공사유형과 학교급에 따른 연장사유와 연장일수를 분석했으며, 내진보강공사의 경우에는 공법별 분석도 진행하였다.

(1) 공사유형별 평균 공사기간

공사유형별로 연장 유무에 따라 평균 공사기간을 보면 다음과 같다. 공사기간이 상대적으로 연장일수가 과도하게 높은 사례는 제외하여 산출하였으며, 공사 중에 공사중지 및 해제가 있을 때는 해당 일수를 제외하고 실질적으로 연장된 일수를 계산하였다.

Table 2. Average construction period by construction type

No.	공사유형	연장유무	평균 공사기간			비고	
			당초공사기간	연장일수	총공사일수		
1	화장실	O	94.6	-	94.6	전면공사	
		X	106.2	24.9	131.1		
2	전기시설	O	54.7	-	54.7	전기용량 증설, 수배전반 교체	
		X	-	-	-		
3	냉난방	냉난방기	O	165.0	-	165.0	
			X	65.0	14.0	79.0	
		냉난방전기	O	64.0	-	64.0	
			X	57.5	18.0	65.4	

No.	공사유형		연장유무	평균 공사기간			비고
				당초공사기간	연장일수	총공사일수	
4	창호	외부창호	O	45.0	-	45.0	증연창, 교실출입문
			X	47.4	35.0	82.4	
		내부창호	O	48.6	-	48.6	
			X	29.0	16.0	45.0	
5	외벽		O	82.1	-	82.1	
			X	84.3	21.5	105.8	
6	소방	스프링클러	O	64.3	-	64.3	
			X	53.5	22.6	76.1	
		소방시설개선공사	O	59.6	-	59.6	
			X	57.8	20.8	78.6	
7	방수		O	46.4	-	46.4	
			X	40.5	24.2	64.7	
8	바닥	목재후로링(장선식)	O	50.0	-	50.0	
			X	82.5	15.0	97.5	
		비닐계열	O	45.1	-	45.1	
			X	35.3	11.0	46.3	
9	도장	내·외부	O	29.8	-	29.8	
			X	37.5	20.0	57.5	
		내부	O	30.1	-	30.1	
			X	27.5	21.5	49.0	
10	외부환경	배수로 및 포장	O	64.7	-	64.7	배수로, 포장
			X	55.7	14.2	69.9	
		축대	O	67.5	-	67.5	옹벽, 석축
			X	87.5	8.0	95.5	
		담장	O	45.0	-	45.0	철재, 조적
			X	61.0	12.0	73.0	

공사유형별 평균 공사기간은 대체로 연장된 건의 공사기간이 더 길게 나타났다. 연장되지 않은 건의 공사기간이 더 긴 경우는 냉난방기 공사, 내부창호 공사, 급식시설 부분공사, 내진보강공사만 해당되었다. 이는 연장사유에 따라 공사기간이 연장된 건의 공사기간이 더 길게 나타날 수 있으나, 연장되지 않는 건과 비교했을 때 과도한 차이가 나타나는 점에 있어서 연장사유에 따른 추가 공사일수가 적정하게 산정되어 진행되었다고 보기는 어려울 것으로 보인다. 공사기간 연장 사유에 따라 적절한 추가 공사일수를 산출할 수 있는 기준이 필요할 것으로 보인다.

### (2) 공사기간 주요 연장사유

전체 공사유형별 주요 연장사유는 Figure 4와 같으며, 기상악화가 50.2%로 가장 많이 나타났고 학교 학사일정이 24.2% 순으로 나타났다.

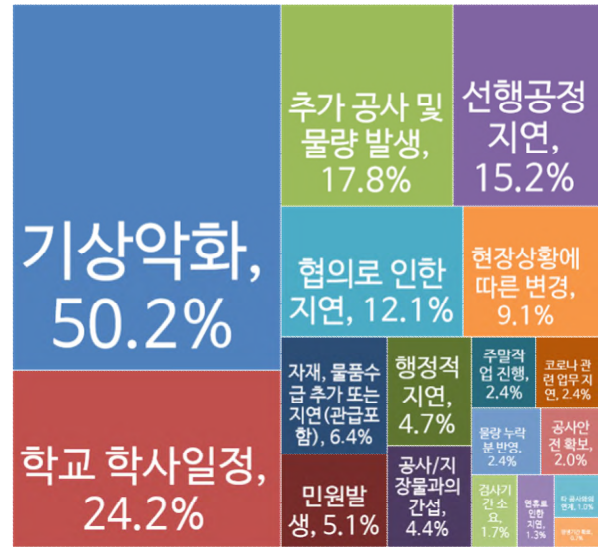


Figure 4. Current status of major reasons for extension (all)

공사유형별 공사기간 연장사유를 분석하면 다음과 같다.

### ① 화장실 공사

화장실 공사의 1순위 연장사유는 학교 학사일정으로 인한 지연이며 연장된 사례 중 58.1%를 차지하며, 평균 32.1일이 연장되었다. 따라서 공사기간 산정시 해당 학교의 주요 학사일정의 파악과 예측이 필요할 것으로 판단된다.

Table 3. Reasons for extension of toilet construction

1 순위	공사유형	화장실
	연장 사유	학교 학사일정
2 순위	연장 건수 대비	58.1%
	전체 건수 대비	15.5%
	평균 연장일수	32.1일
3 순위	연장 사유	협의로 인한 지연
	연장 건수 대비	25.8%
	전체 건수 대비	6.9%
4 순위	평균 연장일수	38.0일
	연장사유	추가공사 및 물량 발생
	연장 건수 대비	19.4%
	전체 건수 대비	5.2%
5 순위	평균 연장일수	16.5일

### ② 냉난방 공사

냉난방 공사는 '냉난방기'공사와 '냉난방전기' 공사로 구분된다. 본 사례의 경우 냉난방기 공사의 연장사례가 1건이고 냉난방전기 공사의 연장사례도 많지 않기 때문에 다음 Table 4와 같이 일부만 분석되었다.

냉난방기 공사의 경우 선행공정지연으로 14일이 지연되었으며, 냉난방전기공사의 경우 1순위가 자재, 물품 수급추가 또는 지연으로 평균 24일이 지연되었으므로

로 공사 준비기간 산정시 자재 및 물품 수급을 위한 충분한 기간이 필요할 것으로 판단된다.

Table 4. Reasons for extension of construction of heating and cooling system

공사유형		냉난방기	냉난방전기
1 순위	연장 사유	선행공정 지연	자재, 물품 수급추가 또는 지연
	연장 건수 대비	100.0%	50.0%
	전체 건수 대비	1.0%	18%
	평균 연장 일수	14.0일	24.0일
2 순위	연장 사유	-	학교 학사일정 / 선행공정 지연 / 추가공사 및 물량 발생 / 협의로 인한 지연
	연장 건수 대비	-	25.0%
	전체 건수 대비	-	9.1%
	평균 연장일수	-	6.0일 / 113.0일 / 113.0일 / 19.0일

③ 창호 공사

창호 공사는 ‘외부창호’공사와 ‘내부창호’ 공사로 구분된다. 내부창호의 경우 외부보다 비교적 기상조건 등 영향을 덜 받기 때문에 공사연장건수가 1건이므로 1순위만 도출하였다.

외부창호 공사의 공사연기 1순위는 학교학사일정이며 연장 건수 중 80%의 높은 비율을 차지하며 평균 55일의 기간이 연장되었다. 내부창호의 경우 추가공사 및 물량 발생과 현장상황에 따른 변경 사유로 도출되었으며 평균 16일이 연장되었다.

따라서 외부창호도 학교 수업 및 방학기간 등 학사일정에 영향을 많이 받는 공사유형이므로 사전 파악과 예측이 필요할 것으로 판단된다.

Table 5. Reasons for extension of window construction

공사유형		외부창호	내부창호
1 순위	연장 사유	학교 학사일정	추가공사 및 물량 발생 / 현장상황에 따른 변경
	연장 건수 대비	80.0%	100.0%
	전체 건수 대비	6.9%	3.6%
	평균 연장 일수	55.0일	16.0일 / 16.0일
2 순위	연장 사유	선행공정 지연	-
	연장 건수 대비	40.0%	-
	전체 건수 대비	3.4%	-
	평균 연장일수	139.0일	-
3 순위	연장 사유	연휴로 인한 지연 / 기상악화 / 협의로 인한 지연	-
	연장 건수 대비	20.0%	-
	전체 건수 대비	1.7%	-
	평균 연장일수	120.0일 / 15.0일 / 102.0일	-

④ 외벽 공사

외벽 공사의 경우도 기상조건에 영향을 많이 받는

작업 중 하나이기 때문에 공기연장 사유 1순위는 기상악화로 도출되었으며 연장 건수 대비 71.1%, 평균 22,2일이 연장되었다. 따라서 비작업일수 산출시 다양한 기상조건(미세먼지, 하절기 및 동절기, 강수 등) 통계를 근거로 적정 공기를 적용하는 것이 필요하다.

Table 6. Reasons for extension of exterior wall construction

공사유형		외벽
1 순위	연장 사유	기상악화
	연장 건수 대비	71.1%
	전체 건수 대비	33.3%
	평균 연장 일수	22.2일
2 순위	연장 사유	추가공사 및 물량 발생
	연장 건수 대비	26.3%
	전체 건수 대비	12.3%
	평균 연장일수	23.9일
3 순위	연장 사유	협의로 인한 지연
	연장 건수 대비	23.7%
	전체 건수 대비	11.1%
	평균 연장일수	24.8일

⑤ 소방 공사

소방 공사는 ‘스프링클러’공사와 ‘소방시설개선’ 공사로 구분된다. 소방공사의 경우 타 공정에 비해 비교적 이후에 진행되기 때문에 두 공사 유형 모두 선행공정으로 인한 지연이 1순위이며 각각 연장건수 대비 36%, 35%, 공사기간이 평균 23.7일, 22.5일 지연되었다. 따라서 후행 공정의 지연을 최소화하기 위해서 선행 공정의 적정한 공사기간 산정이 중요할 것으로 판단된다.

Table 7. Reasons for extension of firefighting construction

공사유형		스프링클러	소방시설개선공사
1 순위	연장 사유	선행공정 지연	선행공정 지연
	연장 건수 대비	36.0%	35.0%
	전체 건수 대비	18.0%	11.5%
	평균 연장 일수	23.7일	22.5일
2 순위	연장 사유	기상악화 / 추가공사 및 물량 발생	행정적 지연 / 현장상황에 따른 변경
	연장 건수 대비	24.0%	30.0%
	전체 건수 대비	12.0%	9.8%
	평균 연장일수	20.5일 / 16.2일	10.2일 / 28.7일
3 순위	연장 사유	행정적 지연 / 공사 자장물과의 간섭	기상악화
	연장 건수 대비	12.0%	25.0%
	전체 건수 대비	6.0%	8.2%
	평균 연장일수	16.7일 / 20.3일	44.0일

⑥ 방수 공사

방수 공사의 경우도 동절기 시공 한계, 강수 등 기상조건에 영향을 많이 받는 작업 중 하나이기 때문에 공기연장 사유 1순위는 기상악화로 도출되었으며 연장

건수 대비 86.2%, 평균 24.6일이 연장되었다. 따라서 비작업일수 산출시 다양한 기상조건(미세먼지, 동절기, 강수 등) 통계를 근거로 적정 공기를 적용하는 것이 필요하다.

Table 8. Reasons for waterproof construction extension

공사유형		방수
1 순위	연장 사유	기상악화
	연장 건수 대비	86.2%
	전체 건수 대비	36.5%
	평균 연장 일수	24.6일
2 순위	연장 사유	추가공사 및 물량 발생 / 학교 학사일정
	연장 건수 대비	12.8%
	전체 건수 대비	5.4%
	평균 연장일수	23.8일 / 30.3일
3 순위	연장 사유	민원발생
	연장 건수 대비	6.4%
	전체 건수 대비	2.7%
	평균 연장일수	23.3일

⑦ 바닥 공사

바닥 공사는 ‘목재후로링(장선식)’공사와 ‘비닐계열’공사로 구분된다. 두 공사 유형의 경우 공통적으로 학교 학사일정으로 인한 연장 건수가 1순위로 도출되었으며, 각각 평균 55.5일과 171일로 연장된 기간이 크게 나타났다. 본 공사의 경우 특히 학기중과 수업중 공사에 제한이 있으므로 방학기간을 효율적으로 활용한 적정 공사기간의 산정이 필요할 것으로 판단된다.

Table 9. Reasons for extension of floor construction

공사유형		목재후로링(장선식)	비닐계열
1 순위	연장 사유	학교 학사일정	학교 학사일정 / 코로나 관련 업무 지연 / 자재 물품 수급 추가 또는 지연 / 추가공사 및 물량 발생
	연장 건수 대비	100.0%	33.3%
	전체 건수 대비	8.0%	2.4%
	평균 연장 일수	55.5일	171.0일 / 12.0일 / 12.0일 / 10.0일
2 순위	연장 사유	협의로 인한 지연	-
	연장 건수 대비	50.0%	-
	전체 건수 대비	4.0%	-
	평균 연장일수	15.0일	-

⑧ 도장 공사

바닥 공사는 ‘내·외부’공사와 ‘내부’공사로 구분된다. 내·외부 공사의 경우 외부공사를 포함하므로 기상악화에 대한 연장사유가 1순위로 나타났으며, 평균 20일이 연장되었다. 내부공사의 경우 공사지장물과의 간섭이 1순위로 도출되었으며 평균 21.5일이 연장되었

다. 따라서 내·외부공사의 경우 비작업일수 산출시 적용해야 하는 기후조건을 검토하여 적용하고 내부 공사의 경우 공사 지장물과의 간섭을 최소화하기 위한 준비기간이 검토되어야 할 것으로 판단된다.

Table 10. Reasons for extension of painting construction

공사유형		내·외부	내부
1 순위	연장 사유	기상악화	공사 지장물과의 간섭
	연장 건수 대비	100.0%	100.0%
	전체 건수 대비	14.3%	8.3%
	평균 연장 일수	20.0일	21.5일
2 순위	연장 사유	학교 학사일정	선행공정 지연
	연장 건수 대비	50.0%	50.0%
	전체 건수 대비	7.1%	4.2%
	평균 연장일수	17.0일	16.0일

⑨ 외부환경 공사

외부환경공사는 크게 배수로 및 포장, 축대, 담장 공사로 구분되며, 외부환경공사의 특성이 3가지 유형 모두 1순위 연장사유는 기상악화이며, 연장건수 대비 각각 71.4%, 50%, 66.7%, 평균 연장일수는 14.8일, 31일, 10일로 나타났다. 기상악화의 주요 요인으로는 강수가 대표적이며, 하절기 장마철 등 통계자료를 바탕으로 비작업일수를 충분히 고려하여 적용해야 할 것으로 판단된다.

Table 11. Reasons for extension of external environmental construction

공사유형		배수로 및 포장	축대	담장
1 순위	연장 사유	기상악화	기상악화 / 자재 물품 수급 추가 또는 지연 / 추가공사 및 물량 발생	기상악화
	연장 건수 대비	71.4%	50.0%	66.7%
	전체 건수 대비	19.2%	25.0%	50.0%
	평균 연장 일수	14.8일	31.0일 / 31.0일 / 8.0일	10.0일
2 순위	연장 사유	선행공정 지연 / 타공사와의 연계 / 공사 지장물과의 간섭 / 협의로 인한 지연	-	추가공사 및 물량발생
	연장 건수 대비	28.6%	-	33.3%
	전체 건수 대비	7.7%	-	25.0%
	평균 연장일수	16.0일 / 16.0일 / 11.0일 / 21.0일	-	16.0일
3 순위	연장 사유	학교 학사일정 / 추가공사 및 물량발생 / 공사안전 확보 / 현장상황에	-	-



	다른 변경	
연장 건수 대비	14.3%	
전체 건수 대비	3.9%	
평균 연장일수	46.0일 / 11.0일 / 46.0일 / 11.0일	

### (3) 공사기간 주요 연장사유 종합

전체 연장일수에서는 과반수가 기상악화로 인한 연장사유가 가장 많았으며, 그를 이어서 학교 학사일정, 추가 공사 및 물량 발생, 선행공정 지연 등의 이유로 나타났다. 기상악화의 연장사례가 많은 것으로 볼 때, 공사기간 산정시 기상 현황에 대한 것이 고려되지 않은 것으로 보여지며, 그다음으로 가장 많이 나타난 학교 학사일정 역시 학교시설 특성상 방학 등의 일정이 공사일정과 원활하게 맞춰지지 않는 것으로 보여진다. 본 연구를 통해 안전성을 확보한 적절한 공사기간 산출을 진행할 때, 기상조건이나 기타 사유에 따라 추가되는 공사일수를 산출할 수 있도록 도출함으로써 적절한 공사기간 산출이 필요할 것으로 보여진다.

공사유형별 연장일수로는 대체로 1순위에 기상악화와 선행공정 지연, 학교 학사일정 등에 의한 연장건수가 가장 많이 나타났다. 특히, 기상조건에 영향을 가장 많이 받는 외부공사의 경우에는 기상악화로 인한 연장건수가 대체로 가장 많이 나타났다. 전반적으로 외부공사의 경우, 기상악화를 고려한 적정 공사기간 산출이 필요한 것으로 보이며, 공사시기 또한 학교 학사일정을 고려하여 공사기간 산출이 필요할 것으로 보인다.

### (4) 공사유형 및 학교급별 공사기간

공사유형 및 학교급별 공사기간은 다음과 같다. 공사기간 산출 시, 일부 연장일수가 상대적으로 과도하게 높은 일부 사례는 제외하여 평균을 산출하였다.

Table 12. Average duration of construction by type of construction and school level\_1

No.	공사유형	단위 : 일			
		유치원		초등학교	
		당초 공사 기간	연장 일수	당초 공사 기간	연장 일수
1	화장실	-	-	100.5	29.7
2	전기시설	연장 사례 없음			
3	냉난방	냉난방기	-	65.0	14.0
		냉난방전기	-	50.0	24.0
4	창호	외부창호	-	51.8	55.0
		내부창호	-	29.0	16.0
5	외벽	-	-	86.8	21.2

6	소방	스프링클러	53.5	22.6	-	
		소방시설 개선공사	62.7	29.7	52.9	23.7
7	방수				40.6	25.4
8	바닥	목재후로링 (장선식)			82.5	55.5
		비닐계열			-	
9	도장	내·외부			37.5	20.0
		내부			27.0	27.0
10	외부 환경	배수로 및 포장			52.5	12.7
		축대			-	
		담장			45.0	12.0

Table 13. Average duration of construction by type of construction and school level\_2

No	공사유형	단위 : 일						
		중학교		고등학교		특수학교		
		당초 공사 기간	연장 일수	당초 공사 기간	연장 일수	당초 공사 기간	연장 일수	
1	화장실	76.0	15.5	135.0	26.2	225.0	148.0	
2	전기시설	연장 사례 없음						
3	냉난방	냉난방기	-					
		냉난방전기	70.0	6.0	60.0	113.0	-	
4	창호	외부 창호	30.0	15.0	-			
		내부 창호	-					
5	외벽	82.9	26.7	83.7	18.6	45.0	189.0	
6	소방	스프링클러	-					
		소방 시설 개선 공사	48.0	7.0	49.0	18.0	-	
7	방수	39.2	23.1	44.6	17.2	-		
8	바닥	목재 후로링 (장선식)	-					
		비닐계열	35.3	11.0	-			
9	도장	내·외부	-					
		내부	-		28.0	16.0	-	
10	외부 환경	배수로 및 포장	60.0	16.0	60.0	15.0	-	
		축대	87.5	19.5	-			
		담장	-		69.0	12.0	-	

학교급별로 분석하였을 때, 연장일수가 가장 긴 공사는 유치원의 경우에는 급식시설 전면공사, 초등학교

는 목재후로링(장선식) 바닥공사, 중학교는 내진보강공사, 고등학교는 냉난방전기 공사, 특수학교는 외벽공사로 나타났다. 특히, 특수학교의 경우에는 연장사례가 아주 소수이지만 연장일수가 타 학교급에 비해 연장일수가 매우 높은 편으로 나타났다. 전반적으로 당초 공사기간이나 연장일수는 학교급에 따라 영향을 받지 않는 것으로 보인다.

(5) 공사시기별 연장일수

Table 14. Extension days for each construction period of external construction

No.	공사유형	일반	장마	혹서기	동절기
4	창호 외부창호	-	-	15.0일	-
5	외벽	21.8일	24.1일	24.4일	16.8일
7	방수	20.1일	31.9일	17.6일	68.0일
9	도장 내·외부	-	-	23.0일	17.0일
10	외부 환경	배수로 및 포장	-	13.3일	-
		축대	-	31.0일	-
		담장	-	12.0일	8.0일
12	기타 내진보강	-	33.7일	32.8일	28.3일

공사시기별 연장일수 분석은 공사시기를 일반, 장마, 혹서기, 동절기로 나눠서 분석하였으며, 기상조건에 영향을 받는 외부공사를 대상으로 분석하였다. 공사시기는 기상자료개방포털(<https://data.kma.go.kr/>)에 있는 자료를 기준으로 정의하였다. 장마기간은 위 사이트에서 연도별 장마기간을 검색하여 구분하였으며, 혹서기는 최고기온 33℃ 이상, 동절기는 최고기온 0℃ 이하인 날의 시작기점과 종료기점간의 기간으로 한정하여 정리하였다.

외부공사 중 연장된 공사들이 혹서기에 많이 일어났으며, 특히 외부창호 공사와 축대공사는 혹서기에 진행되었음을 많이 볼 수 있다. 연장일수 또한 대체로 장마나 혹서기에 해당하는 여름공사의 경우에 기상조건에 영향을 많이 받아서 연장일수도 길어졌음을 알 수 있다.

2) 2단계 통계분석 결과

2단계 통계분석에서는 통계 전문가 자문을 진행하여 분산분석, 상관분석, 다중선형회귀분석을 진행하였다. 2단계 통계분석은 공사유형, 학교급, 공사기간 등의 변수를 활용한 통계분석을 진행하였으며, 통계결과가 유의미한 수준(P-value 유의수준 ≤0.05)에 충족하는 결과만 수용하여 정리하였다. 분석한 공사유형은 연장건수 25건이 넘는 5개의 공사형태인 화장실 전면공사, 외벽공사, 스프링클러 공사, 방수공사, 내진보강 공사를 대상으로 공사유형별로 분석을 진행하였다.

(1) 상관분석

공사비와 공사일수 및 연장일수간의 양(+) 또는 음(-)의 관계성을 확인하기 위하여 상관분석을 진행하였으며, 유의미한 값을 나타낸 결과는 다음과 같다.

Table 15. Correlation analysis results

공사 유형	화장실 전면 공사	외벽 공사	방수 공사
분석 변수	공사계약금액 - 당초공사기간		
P-value	0.002	0.000	0.000
그래프			
공사 유형	스프링클러 공사		내진보강 공사
분석 변수	공사계약금액 - 연장일수	공사계약금액 - 당초공사기간	
P-value	0.045	0.009	0.003
그래프			

상관분석을 공사계약금액-당초공사기간과의 관계와 공사계약금액-연장일수 간의 상관관계 분석으로 진행되었다. 분석을 진행한 5개 분야 모두에서 공사계약금액과 당초공사기간과 양(+)의 관계를 갖는 것으로 나타났다. 이는 연장건수들이 대체로 공사계약금액이 클수록 당초 공사기간이 길었음을 알 수 있으며, 공사계약금액은 공사물량과 연관이 있기에 공사물량이 클수록 당초 공사기간도 길었음을 알 수 있다.

특히, 스프링클러 공사에서는 공사계약금액-당초공사기간 뿐만 아니라 공사계약금액-연장일수와의 관계에서도 양(+)의 관계로 유의미한 결과가 나타났다. 이는 스프링클러 공사에서는 공사계약금액이 클수록 당초공사기간 뿐만아니라 연장일수도 늘어남을 의미하며, 공사물량이 클수록 연장일수도 증가함을 의미한다.

(2) 학교급별 분산분석(ANOVA)

학교급별 공사일수 및 연장일수 평균의 차이를 알아보기 위하여 분산분석(ANOVA)을 진행하였으며, 유의미한 값이 나왔으나 해당하는 건수가 너무 적어서 일반화하기에 무리가 있는 경우는 제외하고 유의미한 결과를 정리하면 다음과 같다.

Table 16. ANOVA results by school level

공사 유형	화장실 전면 공사		방수 공사
분석 변수	중학교 - 당초공사기간	중학교 - 연장일수	고등학교 - 연장일수
P-value	0.045	0.048	0.037
그래프			

화장실 전면 공사의 경우, 중학교에 대한 변수에서 당초 공사기간과 연장일수의 차이가 유의미하게 나타났다. 중학교급일수록 타 학교급일때보다 평균 당초공사기간과 연장일수가 짧게 나타났다. 방수 공사의 경우, 고등학교에 대한 변수에서 평균 연장일수의 차이가 유의미하게 나타났다. 고등학교급일수록 타 학교급일 때보다 평균 연장일수가 짧게 나타났다. 이는 학교급별 특성상 다른 점이 있어서 이러한 결과가 나타났을 경우도 있으나, 연장공사에 해당하다 보니 분석한 학교의 특수성일 가능성도 있다. 일반화하기에는 무리가 있으나 참고할 필요성은 있다.

(3) 연장사유별 분산분석(ANOVA)

연장사유별 공사일수 및 연장일수 평균의 차이를 알아보기 위하여 분산분석(ANOVA)을 진행하였으며, 유의미한 값이 나왔으나 해당하는 건수가 너무 적어서 일반화하기에 무리가 있는 경우는 제외하고 유의미한 결과를 정리하면 다음과 같다.

가) 연장사유 - 당초 공사기간

연장사유별 평균 당초 공사기간의 차이를 알아보기 위하여 분산분석(ANOVA)을 진행하였으며, 유의미한 값이 나왔으나 해당하는 건수가 너무 적어서 일반화하기에 무리가 있는 경우는 제외하고 유의미한 결과를 정리하면 다음과 같다.

Table 17. ANOVA results by reason for extension (relationship with original construction period)

공사 유형	화장실 전면 공사	스프링클러 공사
분석 변수	협의로 인한 지연 - 당초 공사기간	기상악화 - 당초 공사기간
P-value	0.008	0.009
그래프		

화장실 전면 공사의 경우, 협의로 인한 지연에 대한 변수에서 당초 공사기간의 차이가 유의미하게 나타났다. 협의로 인해 지연된 공사일수록 타 연장사유일 때보다 평균 당초 공사기간이 길게 나타났다. 스프링클러 공사의 경우, 기상악화로 인해 지연된 공사에서 평균 당초 공사기간의 차이가 유의미하게 나타났다. 기상악화로 연장된 공사일수록 타 연장사유일 때보다 평균 당초 공사기간이 짧게 나타났다. 이는 화장실 전면 공사의 경우, 학교 특성상 학생과 교원이 일부 바뀌면서 설계전의 학교 구성원과 공사진행시의 학교 구성원이 다른 일로 인해 협의가 추가로 필요한 경우가 있을 수 있다고 볼 수 있다. 스프링클러 공사의 경우에는 당초 공사기간에서 기상악화에 대한 고려가 좀 더 필요함을 알 수 있으며, 비작업일수 산정 시 기상조건으로 인해 공사가 어려운 일수를 고려하여 적정 공사기간을 산정할 필요성을 보여주고 있다.

나) 연장사유 - 연장일수

연장사유별 평균 연장일수의 차이를 알아보기 위하여 분산분석(ANOVA)을 진행하였으며, 유의미한 값이 나왔으나 해당하는 건수가 너무 적어서 일반화하기에 무리가 있는 경우는 제외하고 유의미한 결과를 정리하면 다음과 같다.

Table 18. ANOVA results by reason for extension (relationship with number of extension days)

공사 유형	외벽 공사		스프링클러 공사
분석 변수	민원발생 - 연장일수	공사안전 확보 - 연장일수	학교 학사일정 - 연장일수
P-value	0.000	0.000	0.003
그래프			
공사 유형	방수 공사		
분석 변수	학교 학사일정 - 연장일수	코로나 관련 업무 지연 - 연장일수	
P-value	0.044	0.000	
그래프			

외벽 공사의 경우, 평균 연장일수가 민원발생과 공사안전 확보를 이유로 연장된 경우에 따라 타 연장사유보다 더 긴 연장일수를 보여주고 있다. 이는 외벽공사 연장시 민원발생과 공사안전 확보를 위해서 다른 사유보다도 더 길게 연장되었음을 알 수 있으며, 실제 필요일수보다 과도하게 연장되었을 가능성도 있다. 스프링클러 공사에서는 학교 학사일정으로 인해 연장된 공사 건의 평균 연장일수가 타 연장사유로 인한 공사 연장 건보다 더 긴 연장일수를 보여주고 있다. 방수 공사에서는 학교 학사일정과 코로나 관련 업무 지연으로 인한 공사 연장 건의 연장일수가 타 연장 건수보다 더 긴 연장일수를 보여주고 있다. 전체적으로 종합하면, 특정 연장사유에서 반복적으로 유의미한 값은 나타나지 않지만, 유의미한 결과가 나온 항목이 모두 다른 연장사유보다 긴 연장일수를 보여주고 있어서 공사 연장시 연장일수 산정에 대해 과도하지 않은 적절한 보정일수가 측정되서 연장될 수 있도록 적용할 필요성을 보여주고 있다.

(4) 다중선형회귀분석

2개 이상의 변수에 의해 영향을 받는 경우에 대해 다중선형회귀분석을 진행하였으며, 유의미한 결과를 정리하면

다음과 같다.

가) 공사시기에 따른 다중선형회귀분석

공사유형별로 영향을 받는 변수에 대해 알아보기 위하여 공사시기에 대한 다중선형회귀분석을 진행하였다. 데이터 수가 적은 것을 고려하여 공사시기에 대한 변수만을 가지고 다중선형회귀분석을 진행하였으며, 유의미한 결과를 정리하면 다음과 같다. 공사시기에서 Intercept는 기준이 된 변수를 말하며, 일반 시기를 기준으로 설정하고 분석하였고, 내진보강 공사의 경우 일반 시기에 진행한 공사가 없어서 장마기간을 기준으로 설정하여 분석하였다.

Table 19. Multiple linear regression analysis by construction period

공사 유형	당초 공사기간 - 공사시기 간의 다중선형회귀분석				
	공사시기	계수	표준오차	T값	P-value (F)
외벽	(Intercept) (일반)	108.86	9.242	11.779	0.00
	장마	-50.11	12.655	-3.959	0.00
	동절기	-26.86	11.629	-2.309	0.03
스프링클러	(Intercept) (일반)	91.00	17.551	5.185	0.00
	혹서기	-56.00	24.821	-2.256	0.03
	동절기	-41.65	18.060	-2.306	0.03
공사 유형	연장일수 - 공사시기 간의 다중선형회귀분석				
	공사시기	계수	표준오차	T값	P-value (F)
내진보강	(Intercept) (장마)	101.60	29.868	3.402	0.00
	동절기	-71.21	33.763	-2.109	0.05

외벽공사의 경우, 일반적인 시기와 비교했을 때 장마 또는 동절기에 진행한 공사의 당초 공사기간이 대체로 더 짧았다고 볼 수 있다. 이는 외벽공사 연장사유 중 가장 높은 것이 기상악화임을 고려하면 당초 공사기간 산정 시 장마와 동절기에 대한 고려가 적었음을 알 수 있다. 외벽공사의 공사특성상 기상조건의 영향을 많이 받는 작업임을 고려하여 장마와 동절기에 적절한 공사기간 확보가 필요한 상황으로 볼 수 있다.

스프링클러 공사의 경우, 일반적인 시기와 비교했을 때 혹서기와 동절기에 진행한 공사의 당초 공사기간이 대체로 더 짧았다고 나타났다. 스프링클러 공사 또한 연장사유 중 2위가 기상악화임을 고려하였을 때, 당초 공사기간 산정에서 기상조건을 고려하여 산출해야 할 필요성이 보인다.

내진보강 공사의 경우, 장마 때보다 동절기에 연장일수가 더 짧게 나타났다. 내진보강 공사 또한 가장 높은 연장사유가 기상악화인 것을 보면 기상조건으로 인

한 연장된 건임에도 불구하고 장마와 동절기에 따라서 다른 연장일수를 보여주고 있음을 알 수 있다.

세 공사유형을 종합하면, 대체로 기상악화로 연장된 건이 많은 공사유형에서 공사시기에 따라 당초 공사기간과 연장일수의 차이가 나타났음을 볼 수 있다. 그리고 세 공사유형 모두 기준치보다 동절기 공사의 당초 공사기간 또는 연장일수가 더 짧게 나타났으므로 공사기간 산정 시 공사시기를 고려하여 비작업일수를 고려한 표준 적정 공사기간 산정이 필요함을 알 수 있다.

나) 모든 변수를 대상으로 하는 다중선형회귀분석(방수 공사 대상)

모든 변수 중에서 영향을 받는 변수에 대해 알아보기 위하여 다중선형회귀분석을 진행하였다. 모든 변수를 대상으로 하는 다중선형회귀분석임을 고려하여 분석 데이터양이 가장 많은 방수 공사 연장 건을 대상으로 진행하였다. 공사시기에서 Intercept는 기준이 된 변수를 말하는 것으로 본 분석에서는 일반 시기를 기준으로 설정하고 분석하였으며, 유의미한 결과를 정리하면 다음과 같다.

Table 20. Results of multiple linear regression analysis of waterproofing works

당초 공사기간 - 모든 변수 간의 다중선형회귀분석				
변수	계수	표준오차	T값	P-value (F)
(Intercept) (일반)	35.68	8.554	4.171	0.000
공사계약금액	7.299e-05	1.489e-05	4.902	0.000
행정적 지연 <sup>4)</sup>	24.61	11.862	2.075	0.042
연장일수 - 모든 변수 간의 다중선형회귀분석				
변수	계수	표준오차	T값	P-value (F)
(Intercept) (일반)	45.13	10.449	4.319	0.000
장마	12.79	4.288	2.982	0.004
고등학교	-13.00	6.369	-2.040	0.045
학교 학사일정	17.71	5.842	3.031	0.003
기상악화	-18.82	6.749	-2.788	0.007
코로나 관련 업무 지연 <sup>5)</sup>	48.28	12.253	3.940	0.000

당초 공사기간과 관련된 다중선형회귀분석에서 유의미한 결과를 보여준 것은 공사계약금액과 행정적 지연이다. 분석 결과를 통해 보면 공사 계약금액이 클수록 당초 공사기간이 길어짐을 나타나고 있다. 그리고 공사계약금액은 곧 공사물량과 연관이 있으므로 공사물

4) 행정적 지연은 연장건수가 2건이므로 참고할 수 있는 수준임  
5) 코로나 관련 업무 지연은 연장건수가 3건이므로 참고할 수 있는 수준임

량에 따라 당초 공사기간이 길어짐을 보여주기도 한다. 또한, 행정적 지연으로 인한 연장공사일수록 당초 공사기간이 길게 나타났다. 그러나 행정적 지연으로 인한 연장 건수는 방수 공사 연장 건 중에서 2건에 불과하므로 이를 일반화하기엔 무리가 있으므로 본 연구 결과에서 참고할 정도만 의미가 있다고 볼 수 있다.

연장일수와 관련된 다중선형회귀분석에서 유의미한 결과를 보여주는 것은 장마, 고등학교, 학교 학사일정, 기상악화, 코로나 관련 업무 지연이 있다. 동절기 또한 유의미한 결과를 보여주었으나 동절기에 진행한 방수 연장공사는 1건이므로 제외하였다. 먼저, 장마기간에 해당할수록 방수공사의 연장일수가 길게 나타났다. 이는 다른 공사시기보다 방수공사의 경우에는 장마기간에 더 많은 기간이 필요했음을 볼 수 있으며, 방수공사 특성상 외부에서 진행되기 때문에 더욱 기상조건의 영향을 많이 받았으므로 장마기간의 연장일수가 더 길게 나타났다고 볼 수 있다. 또한, 고등학교에 해당할수록 방수공사의 연장일수가 더 짧게 나타났으며, 학교 학사일정으로 연장된 걸일수록 연장일수가 길게 나타났다. 그리고 기상악화로 연장된 사례일수록 연장일수가 짧게 나타났으며, 코로나 관련 업무 지연으로 연장된 건일수록 연장일수가 길게 나타났다.

#### IV. 결론

본 연구는 학교공사의 공사기간을 산정할 때 공사 목적물의 품질 및 공사의 안전성과 경제성을 확보하며 공사의 규모와 학사의 일정, 지역여건(민원발생) 등을 고려한 해당 지역 또는 교육청에 최적화된 공사유형별 적정 공사기간 산정을 위해 A교육청의 학교시설 환경개선 공사사례를 바탕으로 공사기간 연장 사유 등의 사례를 분석하였다.

학교시설공사 중에서 환경개선공사에 대한 적정공사기간을 산정하기 위해 최근 3년간(2019년~2021년) A교육청 관내 교육재원청의 신축, 증축, 꿈담교실사업, 친환경운동장, 장애인편의시설 설치공사를 제외한 당초 공사비 1억원 이상인 환경개선사업 자료를 받아 분석하였다. 주요 내용은 다음과 같다.

첫째, 최근 3년간 A교육청 관할의 학교공사 환경개선사업별 공사용역 중 공사기간이 연장된 공사의 주요 연장 사유는 기상악화(50.2%)가 절반 이상을 차지하였고, 학교 공사기간 산정시 기상에 따른 현황을 고려하

지 않은 것으로 보인다. 전반적인 외부공사의 경우, 기상악화를 고려한 적정 공사기간 산출이 필요한 것으로 보인다.

둘째, 기상자료개방포털의 자료를 기준으로 정의한 장마기간의 공사 연장일수는 혹서기인 33℃ 이상이 동절기 0℃ 이하보다 많이 나타났으며, 연장일수 또한 장마 기간이나 혹서기의 여름공사에 기상조건의 영향을 많이 받은 것으로 보여진다.

셋째, 2단계 통계분석에서는 분산분석, 상관분석, 다중선형회귀분석을 진행하였다. 2단계 통계분석은 공사 유형, 학교급, 공사기간 등의 변수를 활용한 통계분석을 진행하였으며, 통계결과가 유의미한 수준(P-value 유의수준  $\leq 0.05$ )에 충족하는 결과만 수용하여 정리하였다. 분석한 공사유형은 연장건수 25건이 넘는 5개의 공사형태인 화장실 전면공사, 외벽공사, 스프링클러공사, 방수공사를 대상으로 공사유형별로 분석을 진행하였다.

상관분석은 공사계약금액-당초공사기간과의 관계와 공사계약금액-연장일수 간의 상관관계 분석으로 진행되었다. 분석을 진행한 5개 분야 모두에서 공사계약금액과 당초공사기간과 양(+)의 관계를 갖는 것으로 나타났다.

학교급별 공사일수 및 연장일수 평균의 차이를 알아보기 위하여 분산분석(ANOVA)을 진행하였으며, 화장실 전면 공사의 경우, 중학교에 대한 변수에서 당초 공사기간과 연장일수의 차이가 유의미하게 나타났으며, 고등학교급일수록 타 학교급일 때보다 평균 연장일수가 짧게 나타났다. 이는 학교급별 특성상 다른 점이 있어서 이러한 결과가 나타났을 경우도 있으나, 연장공사에 해당하다 보니 분석한 학교의 특수성일 가능성도 있다.

2개 이상의 변수에 의해 영향을 받는 경우에 대해 다중선형회귀분석을 진행하였으며, 외벽공사, 스프링클러공사, 내진보강 공사의 세 공사 유형을 종합하면, 대체로 기상악화로 연장된 건이 많은 공사유형에서 공사시기에 따라 당초 공사기간과 연장일수의 차이가 나타났음을 볼 수 있다. 또한 모든 변수 중에서 영향을 받는 변수에 대해 알아보기 위하여 다중선형회귀분석을 진행하였다. 분석 결과를 통해 보면 공사 계약금액이 클수록 당초 공사기간이 길어지는 것으로 나타났다. 단, 공사 계약금액의 경우 공사 사례별로 규모가 상이하고, 공사비 기준단가의 단위도 상이하여 분석과정에 제한이

있으므로 반드시 인과관계가 성립한다고 판단하는데 한계가 있다.

본 연구에서는 해당 지역 또는 교육청에 최적화된 공사유형별 적정 공사기간 산정을 위해 학교시설 환경 개선 공사사례를 분석하였으며, 환경개선공사 공종별로 공사기간에 영향을 미치는 주요요인을 파악하였다. 따라서, 본 결과를 바탕으로 해당 공사의 준비기간과 비작업일수, 작업일수, 정리기간 등을 산출하는데 참고자료로 활용될 수 있으며, 더 나아가 보정일수를 산출하는데 있어서 본 통계자료가 활용될 수 있을 것으로 판단되며 적정공사기간이 교육 시설의 품질향상, 안전사고예방 등 건설환경개선에 도움이 되길 기대한다.

## 국문초록

본 연구는 학교공사의 공사기간을 산정할 때 공사 목적물의 품질 및 공사의 안전성과 경제성을 확보하며 공사의 규모와 학사의 일정, 지역여건(민원발생) 등을 고려한 해당 지역 또는 교육청에 최적화된 공사유형별 적정 공사기간 산정을 위해 A교육청의 학교시설 환경 개선 공사사례를 바탕으로 공사기간 연장 사유 등의 사례를 분석하였다.

공사기간 사례 분석을 위해 A교육청 관할의 학교공사 분석, 기상자료개방포털 자료 분석, 2단계 통계분석을 종합적으로 검토하여 학교시설 적정공사기간을 산정하는 것으로 설정하였다.

향후 학교시설 적정공사기간 산정을 다양한 사례 분석을 통해 합리적이고 체계적인 방법으로 산정하여 공사기간을 설정하는 것이 필요하다.

## 참고문헌

1. 강승희(2017). 초기 기획단계의 실적 및 경험자료 기반 공항사업 기준공기 산정체계. 한국건설관리학회 논문집, 제18권 제6호.
2. 김기영(2018). 사례기반추론(CBR)기법을 적용한 공기연장 추가 간접비 산정 모델. 서울시립대학교 공학석사논문.
3. 김철후(2016). 건설공사 공종별 특성을 반영한 비작업기간 산정모델. 대한건축학회논문집, 제32권, 제2호.
4. 이봉수(2015). 수자원시설 건설공사 표준공기 산정을 위한 기초연구. 한국건설관리학회논문집, 제16권 제1호.

5. 김용균(2016). 건설공사 공사기간 연장에 따른 간접비용 관련 연구. 서울과학기술대학교 공학석사논문.
6. 이근효(2005). 건설공사 기후조건에 의한 작업불능일 예측 방법 개선. 아주대학교 공학석사논문.
7. 정재용(2016). 유닛 시스템 커튼월 공사의 리드타임 예측모델 개발. 서울시립대학교 공학석사논문.