

# 기상청 통계자료기반 기후요소에 의한 작업불능일 산정 - 청주지역을 중심으로 -

## Estimation of Non Working Day Corresponding to Statistical Data of Korea Meteorological Administration - Focused on Cheonju -

백 대 현\*    정 응 선\*\*    박 인 범\*\*\*    송 승 현\*\*\*\*    백 병 훈\*\*\*\*\*    한 민 철\*\*\*\*\*

Baek, Dae-Hyun    Joung, Woung-Sun    Park, In-Beom    Song, Seung-Heon    Baek, Byung-Hoon    Han, Min-Cheol

### Abstract

In this paper, non working day for the construction project in Cheongju region considering weather condition for 30 years from 1971 to 2000 and 10 years from 1991 to 2000 as statistical periods was estimated. In Cheongju region, there was no remarkable difference between them because non working day for outside and half outside work was 157days and for interior work 144days at statistics for 30 years., and outside and half outside work was 159days and for interior work 142days at statistics for 10 years., However, non working day due to high temperature is slightly increased, and non working day due to cold weather is slightly decreased in the case that the recent statistical data was used caused by global warming. Non working day due to rainfall was 23 days at statistics for 30 years, and it was 28 days at statistics for 10 years.

키워드 : 작업불능일, 기후조건, 온도, 강수량

Keywords : Non working day, Climate condition, Temperature, Rainfall

## 1. 서 론

건설공사는 야외작업이 주를 이루고 있어 기후와의 관련성이 매우 크게 되고 이로 인해 현장소재지의 연간기상 및 해당지역의 기후에 대하여 충분히 고려하여 공기를 산정하여야 한다.

공정을 계획함에 있어 설계자는 기상에 대한 연구검토도 하고 공사기일을 결정하는 것이 일반적이지만, 실제 공사 진행에 있어서는 그 공사기간을 유효하게 계획하여 공사를 추진하는 것은 시공자의 책임이다. 따라서 과거의 경험 또는 기상통계를 참고로 하여 강우기, 한랭기 등에 의해 지연되는 공정은 어느 것이며, 또 그 기간은 얼마인가를 충분히 연구하여 그 대책을 세워야 한다.

시공단계에서 공기는 실제로 공사 수행에 소요되는 순작업기간과 강우명절공휴일 등으로 공사를 할 수 없는 작업불능기간으로 구성된다. 순작업기간은 과거의 실적자료 등으

로부터 산출할 수 있는데, 작업불능기간에 영향을 미치는 요소로는 악천후, 공휴일, 불가항력적인 저해요소 등이 있다. 현장조건과 불가항력적인 요소는 동일한 지역이라고 하더라도 상황에 따라 다양하게 변할 수 있기 때문에 정량화가 어렵지만, 기후 요소와 공휴일은 정량화가 가능하다.

그러나 대부분의 건설현장에서는 작업불능일 산정 기준으로 과거 일정기간의 기상평균값을 사용하고 있지만, 과거 산정기간에 대한 기준이 정립되지 않아 현장마다 각기 다른 산정기간을 적용하고 있으며, 적용기간에 따라 산정한 작업불능일수가 서로 다른 실정이다. 게다가 최근 대두되고 있는 기후변화는 기후예측을 보다 어렵게 만들고 있다.

따라서 본 연구에서는 최근 30년간 및 10년간의 기상청 자료를 토대로 청주지역의 기후조건에 따른 작업불능일을 정량화하고 비교하여 경년변화에 따른 작업불능일을 제시함으로써 건설공사의 초기 공사계획시 공사기간 산정에 도움을 주고자 한다.

## 2. 작업불능일에 관한 규정 및 종전의 연구

작업불능과 연관한 기후요소에 대한 규정은 통일된 것이

\* 청주대학교 박사과정, 정회원  
\*\* 공주대학교 박사과정, 정회원  
\*\*\* (주)선엔지니어링종합건축사사무소 감리본부, 정회원  
\*\*\*\* 삼성물산(주) 건설부문 소장, 공학박사, 정회원  
\*\*\*\*\* (주)포스코건설 송도사업본부이사, 공학박사, 정회원  
\*\*\*\*\* 청주대학교 건축공학부 전임강사, 공학박사, 정회원

부재하여 각 현장 및 기관별로 다르게 운영되고 있는 실정이며, 많은 현장에서는 기후요소의 예측이 불가능하다는 이유에 대한 고려를 충분히 하지 않는 것도 현실이다.

하지만 일부 건설현장과 선형 연구에서는 기상자료를 근거로 하여 작업불능일을 공정표에 반영하고 있으며, 각각의 산정기준은 크게 작업불가능 기상조건과 작업불가능 기상조건과 작업불가능 예측방법으로 구분할 수 있다.(표 1 참조)

표 1. 선형연구별 작업불능일 산정기준

구분	작업불능 기상조건		작업불능일 예측방법
이찬식 (1998)	저온	일평균온도 4℃이하(골조) 일평균온도 0℃이하(마감)	과거 5년 산술평균
	고온	일최고기온 32℃이상	
	강우	일강우량 10mm이상	
구해식 (1999)	저온	일평균온도 2℃이하	과거 10년 산술평균
	강우	일강우량 10mm이상	
정석남 (2003)	저온	일평균온도 4℃이하	과거 10년 확률모형을 이용한 시뮬레이션
	고온	일평균온도 30℃이상	
	강우	시간당 강우량 10mm이상	
	풍속	일최대풍속 10%이상	
	강설	시간당 적설량 1cm이상	

### 2.1 강우량

대한주택공사 전문시방서에는 일강우량 10mm이상일 경우 작업불능일로 규정하고 있다. 산업안전기준에 관한 규칙은 시간당 강우량 1mm이상일 때를 작업불능일로 제시하였고 정석남(2003)<sup>1)</sup>은 시간당 강우량 10mm이상을 제시하고 있다.

### 2.2 기온

대한주택공사와 대한토목학회, 일본토목학회는 일평균기온 4℃이하일 때 한중콘크리트를 25℃이상일 때는 서중콘크리트로 시공하도록 규정하고 있다. 한국도로공사는 일평균기온 4℃이하일 때와 일최고기온 35℃이상일 때를 작업불능일로 규정하고 있다.

또한, 이찬식(1998)은 일평균기온 4℃(골조)이하와 0℃이하(마감), 일최고기온 32℃이상, 구해식(1999)<sup>3)</sup>은 일평균기온 2℃이하, 정석남(2003)은 일평균 기온 4℃이하와 30℃이상을 제안하고 있다.

### 2.3 강설량

산업안전기준에 관한 규칙은 적설량이 시간당 1cm이상일 때를 작업불능일로 제시하고 있다.

### 2.4 바람

산업안전기준에 관한 규칙에 따르면, 철골작업의 경우 풍속

이 10%이상일 때 작업이 불가능하며, 타워크레인 작업의 경우 순간풍속이 30%초과할 때 이탈방지를 위한 조치를 취해야 한다고 규정되어 있다.

## 3. 기후조건에 따른 작업불능일 산정결과

### 3.1 작업불능일 산정방법

본 연구에서 수행한 기후조건에 따른 작업불능일 산정방법은 우리나라 기상청의 1971~2000년까지의 30년간 일평균 기후자료와 1991~2000년까지의 10년간 일평균 기후자료를 이용하여 공사현장을 토목, 철골 및 골조등의 실외와 실내Con'c 타설, 조적 및 미장 등의 반실내, 그리고 실내흡음, 뽐칠 및 내화피복 등의 실내 구간으로 구분하여 실외는 풍속, 일 평균기온, 강수량을, 반실내구간은 일 평균기온, 강수량, 실내구간은 일 평균기온에 의한 청주지역의 작업불능일을 산정하였다.

### 3.2 작업불능일 산정결과

표 2와 3은 충청북도내 청주지역의 기후조건에 따른 작업불능일을 경년별 기후조건에 따라 구분하여 나타낸 것이다.

먼저, 산정된 총 작업불능일중 중복일수를 제외하고 30년간 일평균 기후자료의 경우 실외 및 반실내 구간이 157일, 실내 구간이 144일로 산정되었고, 10년간 일평균 기후자료의 경우는 실외 및 반실내 구간이 158일, 실내구간이 141일로 산정되어 큰 차이는 없는 것으로 나타났다.

대부분의 작업불능일이 기온이 낮은 11월부터 2월과 기온이 높은 7월부터 8월에 포함되어 있는 것으로 나타나, 대부분의 경우 기온이 작업불능에 가장 큰 영향을 주는 것으로 나타났다.

기후조건별로는 기온의 경우 일평균기온 4℃이하와 25℃이상일 때를 작업불능일로 산정하였는데, 30년간 일평균 기후자료를 이용한 경우 총 144일로 겨울철에는 109일, 여름철에는 35일이 산정되었고, 10년간 일평균 기후조건을 이용한 경우 총 141일로 겨울철에는 98일, 여름철에는 43일 산정되었다.

평균 가동율도 30년 일평균 기후자료의 경우는 겨울철이 31.7%, 여름철이 43.5%로 산정되었고, 10년 일평균 기후자료의 경우 겨울철이 35.1%, 여름철이 30.6%로 산정되었다.

이 기간에는 고온보다 저온일 때 영향을 많이 받는데, 특히 물을 쓰는 재료의 공사에는 화학변화의 정지, 물리적 작용의 감퇴, 동결은 물론 인체의 작업능률의 부진을 초래하게 되어 시공불능 또는 그 결과 불량부분이 생기게 될 위험성이 큰 것으로 판단된다.

하지만 실외의 골조공사 중 콘크리트 공사의 경우 기온에 의한 작업불능일중 한중 및 서중콘크리트를 적용시킬 경우 그 기간을 보완할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 실내구간

표 2. 청주지역의 작업불능일 (30년 일평균 기후자료)

구분	월	기준 일수	작업불능유형 및 일수				중복일수			순작업가동률					
			평균풍속 10%이상	일평균 기온 4℃이하	일평균 기온 25℃이상	강수량 10mm이상	①	②	③	(실외) 실외에서 양중에 의존하거나 습식인 작업		(반실내) 실내작업이지만 우수, 외기유입이 있는 경우		(실내) 실내작업중 온도에 민감한 작업	
			①	①	①	①	●			토목/철골/골조/방수/조경/부대토목/외장/외벽창호/타워크레인		실내Con'c타설/조적/미장/방수/타일		실내 흡음뿔칠/내화피복/방수/에폭시/타일/도배	
				②	②	②			●	작업 불능일	평균 가동율	작업 불능일	평균 가동율	작업 불능일	평균 가동율
월평균 작업 불능일	1월	31	0	31	0	0	0	0	0	31	0%	31	0%	31	0%
	2월	28	0	28	0	0	0	0	0	28	0%	28	0%	28	0%
	3월	31	0	11	0	0	0	0	0	11	64.5%	11	64.5%	11	64.5%
	4월	30	0	0	0	0	0	0	0	0	100%	0	100%	0	100%
	5월	31	0	0	0	1	0	0	0	1	96.7%	1	96.7%	0	100%
	6월	30	0	0	0	2	0	0	0	2	93.3%	2	93.3%	0	100%
	7월	31	0	0	15	9	4	4	0	20	35.4%	20	35.4%	15	51.6%
	8월	31	0	0	20	9	4	4	0	25	19.4%	25	19.4%	20	32.3%
	9월	30	0	0	0	2	0	0	0	0	100%	0	100%	0	100%
	10월	31	0	0	0	0	0	0	0	0	100%	0	100%	0	100%
	11월	30	0	8	0	0	0	0	0	8	73.3%	8	73.3%	8	73.3%
	12월	31	0	31	0	0	0	0	0	31	0%	31	0%	31	0%
합계		365	0	109	35	23	8	8	0	157	56.9%	157	56.9%	144	60.5%

표 3. 청주지역의 작업불능일 (10년 일평균 기후자료)

구분	월	기준 일수	작업불능유형 및 일수				중복일수			순작업가동률					
			평균풍속 10%이상	일평균 기온 4℃이하	일평균 기온 25℃이상	강수량 10mm이상	①	②	③	(실외) 실외에서 양중에 의존하거나 습식인 작업		(반실내) 실내작업이지만 우수, 외기유입이 있는 경우		(실내) 실내작업중 온도에 민감한 작업	
			①	①	①	①	●			토목/철골/골조/방수/조경/부대토목/외장/외벽창호/타워크레인		실내Con'c타설/조적/미장/방수/타일		실내 흡음/뿔칠/내화피복/방수/에폭시/타일/도배	
				②	②	②			●	작업 불능일	평균 가동율	작업 불능일	평균 가동율	작업 불능일	평균 가동율
월평균 작업 불능일	1월	31	0	31	0	0	0	0	0	31	0%	31	0%	31	0%
	2월	28	0	28	0	0	0	0	0	28	0%	28	0%	28	0%
	3월	31	0	3	0	0	0	0	0	3	90.3%	3	90.3%	3	64.5%
	4월	30	0	0	0	0	0	0	0	0	100%	0	100%	0	100%
	5월	31	0	0	0	1	0	0	0	1	96.7%	1	96.7%	0	100%
	6월	30	0	0	0	4	0	0	0	4	86.6%	4	86.6%	0	100%
	7월	31	0	0	22	7	5	5	0	24	22.5%	24	22.5%	22	29.0%
	8월	31	0	0	21	12	6	6	0	27	12.9%	27	12.9%	21	32.2%
	9월	30	0	0	1	2	0	0	0	3	90.0%	3	90.0%	1	96.7%
	10월	31	0	0	0	1	0	0	0	1	96.7%	1	96.7%	0	100%
	11월	30	0	5	0	1	0	0	0	6	80.0%	6	80.0%	5	83.3%
	12월	31	0	31	0	0	0	0	0	31	0%	31	0%	31	0%
합계		365	0	98	44	28	11	11	0	159	56.6%	159	56.6%	142	61.1%

에서 마감공사도 건식공사의 경우는 작업불능기간의 대부분의 기간에도 작업이 가능할 것으로 판단된다.

그림 1은 기온에 따른 작업불능일을 통계기간별로 비교하여 나타낸 것이다. 10년 일평균 기후자료에 의한 작업불능일을 30년 일평균 기후자료에 의한 것과 비교하였을때 겨울철 작업불능일은 감소하는 반면, 여름철 작업불능일은 증가하는 경향을 나타냈는데, 이는 지구온난화로 인한 평균 기온의 지속적인 증가로 인해 저온에 의한 작업불능일은 감소하고, 고온에 의한 작업불능일이 증가한 것으로 분석된다.

강수량의 경우 평균 강수량10mm이상일 때를 작업불능일로 산정하였는데, 30년 일평균 기후자료의 경우 23일, 10년 일평균 기후자료의 경우 28일이 산정되어 통계기간별로 약 5일정도 차이가 나타남을 확인할 수 있었다.

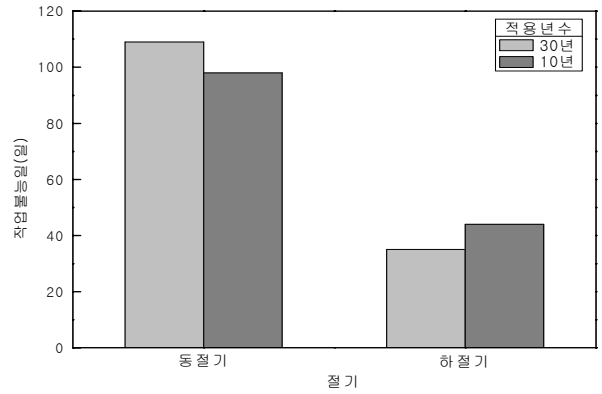


그림 1. 기온에 의한 작업불능일

이 기간동안 반입재료는 오손, 변질, 유실되고 운반 불가능 등으로 반입시기의 지연과 비새기, 비들어치기, 빗물침등에

표 4. 경년별 기후요소에 의한 작업불능일 산정결과

1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31

1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31

(1971~2000년)

(1991~2000년)



기온에 의한 작업불능일(실외 및 반실내)



기온에 의한 작업불능일(실내)



강수에 의한 작업불능일(실외 및 반실내)

의하여 기초파기의 토사유실, 붕괴, 흙막이에의 압력증대 등과 실내 마무리부분의 탈락, 오염, 손상 등이 생기 기 쉽기 때문에 수방장비 확보 등 배수계획을 철저히 해야 할 것으로 판단된다.

풍속의 경우 모두 해당되지 않는 것으로 나타났다.

종합적으로 현재 우리나라의 기후는 지구온난화, 도시화 등으로 예전의 기후자료 평년치와 많은 차이가 나타남을 알 수 있었다.

따라서, 각 기후요소별 예측의 정확성 향상을 위한 최적의 통계기간 결정에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

#### 4. 결 론

본 연구에서는 최근 30년 및 10년 일평균 기후자료를 토대로 청주지역의 작업불능일을 산정 비교하였다.

청주지역의 기후에 의한 작업불능일은 실내 및 반실내 구간의 경우 30년 일평균 기후자료에서는 157일, 10년 일평균 기후자료에서는 159일이었고, 실내구간은 30년 일평균 기후자료에서는 144일, 10년 일평균 기후자료에서는 142일로 나타났다.

특히, 기온에 의한 작업불능일의 경우 지구온난화의 영향으로 10년 일평균 기후자료를 이용하여 산출한 작업불능일이 30년 일평균 기후자료를 이용한 경우보다 겨울철에서는 감소하고, 여름철에서는 증가하는 것으로 나타났다.

이는 건설업에 있어서 동절기 작업가능일이 증가함으로서 건설업의 휴업시기에 활력을 불어줄 수도 있지만, 우리나라가 아열대로 변해가고 있다는 최근 뉴스와 부합하는 것으로서 건설업 자체만의 긍정적인 평가만으로 단순히 평가해서는 안 될 것이다.

아울러 본 연구에서 실시한 작업불능일 산정은 적정공기를 산정할 때나 작업불능일을 최소화 하는 착공시기 결정에 도움이 될 것으로 판단된다.

#### 참 고 문 헌

1. 구해식 외, 건축공사의 기후요소에 대한 공기산정 방안 연구, 대한건축학회 논문집, 15권, 11호, pp.87~97, 1999.
2. 정석남 외, 기후요소를 고려한 최적 착공시기 결정방법 연구, 대한건축학회 논문집, 19권, 5호, pp.113~110, 2003.