

# 기후조건에 따른 청주지역의 작업불능일 산정

## Non Working Day Estimation in the Construction Project in Cheongju and Chungju Region Considering Weather Condition

백 대 현\*      한 민 철\*\*      한 천 구\*\*\*  
Baek, Dae-Hyun   Han, Min-Cheol   Han, Cheon-Goo

### 요 약

본 연구에서는 청주 및 충주지역의 기후조건에 따른 작업불능일수를 산정하였는데, 작업불능일 산정을 위한 통계기간은 1970년부터 2000년까지의 30년으로 결정하였다. 먼저 총 작업불능일수는 청주지역의 경우 실외 및 반실내 구간이 157일, 실내 구간이 144일로 산정되었고, 충주지역의 경우 실외 및 반실내 구간이 160일, 실내 구간이 144일로 산정되어 두지역간의 별 차이가 없는 것으로 나타났다. 기온에 의한 작업불능일은 청주와 충주지역 모두 144일로 나타났고, 청주는 겨울철에 109일, 여름철에 45일로 나타났으며, 충주는 겨울철에 115일, 29일로 산정되었다. 강수에 의한 작업불능일은 두 지역 모두 23일로 산정되었다. 산정된 작업불능일의 오차를 줄이기 위해서는 통계기간의 변동이 필요할 것으로 판단된다.

키워드: 작업불능일, 기후조건, 온도, 강수량

### 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 연구·검토도 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 강우·명절·공휴일 등으로 공사를 할 수 없는 작업불능기간으로 구성된다. 순작업기간은 과거의 실적자료 등으로부터 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 기후에 대한 공기산정에 있어서 정확한 자료 없이 현장관리자의 경험과 직관에 의해 작업불능일수를 정함으로써 아직도 기후를 고려한 정

확한 공기를 산정하지 못하고 있는 실정이다.

이에 본 연구에서는 최근 30년간의 기상청 자료를 토대로 충청북도 내 주요 도시인 청주 및 충주지역의 기후조건에 따른 작업불능일을 정량화하여 제시함으로써 건설공사의 초기 공사계획시 공사기간 산정에 도움을 주고자 한다.

### 2 이론적 고찰

#### 2.1 작업불능일에 영향을 미치는 기후조건

작업불능일에 영향을 미치는 요소는 현장조건, 발주자측 요인, 시공자측 요인 등의 인위적인 요소와 이상기온, 지진, 폭동, 정책적 결정 등의 불가항력적인 요소, 공휴일과 휴일, 그리고 기후적인 요소가 있다.

먼저, 강수량은 내부마감이나 설비공사를 제외한 대부분의 공사에 영향을 미치는데, 특히 토공사, 기초공사, 골조공사 등은 강우시 작업진행이 불가능하며, 비가 그친 후에도 건조되기까지 어느 정도의 시간이 필요하다. 강우로 인한 작업불가능 여부는 공종별로 다르고, 비가 내리는 시기와 강수량에 따라 공사수행 여부가 결정되지만, 이러한 것을 사전에 모두 고려한다는 것은 매우 어렵다.

한편, 매우 낮거나 높은 기온은 화학적 변화의 정지, 물리적 작용의 감퇴, 동결융해는 물론 작업 생산성 저하 등을 초래하여 작업불능 및 불량부분이 생기게 한다. 온도가 0℃ 이하일 때는 시멘트 페이스트의 응결이 지연되어 콘크리트의 경화에 악영향을 미치고 4℃이하일 때는 콘크리트 품질이 불량해질 가능성이 크다.

\* 일반회원, 청주대학교 건축공학과 석사과정  
\*\* 일반회원, 청주대학교 건축공학과 전임강사, 공학박사  
\*\*\* 일반회원, 청주대학교 건축공학과 교수, 공학박사

눈은 온도가 영하일 경우에 내리게 되어 그 기간이 온도의 영향을 받는 동절기중 비교적 단기간에 해당되므로 고려하지 않아도 되나, 옥외 공사일 경우에는 습식공사가 아닌 공사의 공기에도 나쁜 영향을 미친다.

또한, 바람은 철골작업을 비롯한 중량물의 운반·조립·용접·양중작업등에 영향을 미치며, 풍속이 일정한도 이상일 경우 안전을 고려할 때 정상적인 작업이 불가능하다.

## 2.2 작업불능일에 관한 규정 및 종전의 연구

작업불능과 연관한 기후요소에 대한 규정은 통일된 것이 부재하여 각 현장 및 기관별로 다르게 운영되고 있는 실정이며, 많은 현장에서는 기후요소의 예측이 불가능하다는 이유로 이에 대한 고려를 충분히 하지 않는 것도 현실이다.

표 1. 선행연구별 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 10m/s이상	
	강설	시간당 적설량 1cm이상	

### 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) 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)<sup>2)</sup>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.

### 3) 강설량

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

### 4) 바람

산업안전기준에 관한 규칙에 따르면, 철골작업의 경우

풍속이 10m/s이상일 때 작업이 불가능하며, 타워크레인 작업의 경우 순간풍속이 30m/s초과할 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 1970~2000년까지의 30년간 일평균 기후자료를 이용하여 공사현장을 토목, 철골 및 골조등의 실외와 실내Con'c타설, 조적 및 미장 등의 반실내, 그리고 실내흡음, 뽐칠 및 내화피복 등의 실내 구간으로 구분하여 실외는 풍속, 일 평균기온, 강수량을, 반실내구간 일 평균기온, 강수량, 공휴일, 실내구간은 일 평균기온과 강수량에 의한 청주와 충주지역의 작업불능일을 산정하였다. 단 기존의 연구에 따르면, 최근들어 지구의 온난화 등 기후의 변화가 격심하여 통계기간이 길게 될 경우 일부 오차가 발생한다고 보고하고 있기는 하지만, 본 연구에서는 기상청의 통계자료를 이용하여 작업불능일을 산정하였다.

### 3.2 작업불능일 산정결과

표 2와 3은 충청북도내 주요도시인 청주, 충주 지역의 기후조건에 따른 작업불능일을 나타낸 것이다.

먼저, 산정된 총 작업불능일중 중복일수를 제외하고 청주지역의 경우 실외 및 반실내 구간이 157일, 실내 구간이 144일로 산정되었고, 충주지역은 실외 및 반실내 구간이 160일, 실내구간이 144일로 산정되어 두지역간 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, 청주지역이 총 144일로 겨울철에는 109일, 여름철에는 35일이 산정되었고, 충주지역 또한 총 144일로 겨울철에는 115일, 여름철에는 29일 산정되었다.

평균 가동율도 청주지역의 경우는 겨울철이 15.8%, 여름철이 17.7%로 산정되었고, 충주지역의 경우 겨울철이 10.8%, 여름철이 25.8%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 초래

1) 정석남 외, "기후요소를 고려한 최적 착공시기 결정 방법 연구", 대한건축학회 논문집, 19권, 5호, pp.113-110, 2003

2) 이찬식 외, "아파트 공사기간 산정에 영향을 주는 작업불가능도에 관한 연구", 대한건축학회 춘계학술발표대회 논문집, 18권, 1호, pp.1123-1130, 1998

3) 구해식 외, "건축공사의 기후요소에 대한 공기산정 방안 연구", 대한건축학회 논문집, 15권, 11호, pp.87-97, 1999

표 2. 청주지역의 작업불능일

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 의존 하거나 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/내 화피복/방수/에폭 시/타일/도배	
				②	②	②		●		작업 불능일	평균 가동률	작업 불능일	평균 가동률	작업 불능일	평균 가동률
월평균 작업 불능일	1월	31	0	31	0	0	0	0	31	0%	31	0%	31	0%	
	2월	28	0	28	0	0	0	0	28	0%	28	0%	28	0%	
	3월	31	0	11	0	0	0	0	11	64.5%	11	64.5%	11	64.5%	
	4월	30	0	0	0	0	0	0	0	100%	0	100%	0	100%	
	5월	31	0	0	0	1	0	0	1	96.7%	1	96.7%	0	100%	
	6월	30	0	0	0	2	0	0	2	93.3%	2	93.3%	0	100%	
	7월	31	0	0	15	9	4	4	20	35.4%	20	35.4%	15	51.6%	
	8월	31	0	0	20	9	4	4	25	19.4%	25	19.4%	20	32.3%	
	9월	30	0	0	0	2	0	0	0	100%	0	100%	0	100%	
	10월	31	0	0	0	0	0	0	0	100%	0	100%	0	100%	
	11월	30	0	8	0	0	0	0	8	73.3%	8	73.3%	8	73.3%	
	12월	31	0	31	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. 충주지역의 작업불능일 산정

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 의존 하거나 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		실내흡음/뿔칠/내 화피복/방수/에폭 시/타일/도배	
				②	②	②		●		작업 불능일	평균 가동률	작업 불능일	평균 가동률	작업 불능일	평균 가동률
월평균 작업 불능일	1월	31	0	31	0	0	0	0	31	0%	31	0%	31	0%	
	2월	28	0	28	0	0	0	0	28	0%	28	0%	28	0%	
	3월	31	0	12	0	0	0	0	12	61.3%	12	61.3%	12	64.5%	
	4월	30	0	0	0	0	0	0	0	100%	0	100%	0	100%	
	5월	31	0	0	0	1	0	0	1	96.7%	1	96.7%	0	100%	
	6월	30	0	0	0	2	0	0	2	93.3%	2	93.3%	0	100%	
	7월	31	0	0	12	11	5	5	18	41.9%	18	41.9%	12	61.3%	
	8월	31	0	0	17	7	2	2	22	29.0%	22	29.0%	17	45.2%	
	9월	30	0	0	0	2	0	0	2	93.3%	2	93.3%	0	100%	
	10월	31	0	0	0	0	0	0	0	100%	0	100%	0	100%	
	11월	30	0	13	0	0	0	0	13	56.6%	13	56.6%	13	56.6%	
	12월	31	0	31	0	0	0	0	31	0%	31	0%	31	0%	
합계		365	0	115	29	23	7	7	0	160	56.1%	160	56.1%	144	60.5%

하게 되어 시공불능 또는 그 결과 불량부분이 생기게 될 위험성이 큰 것으로 판단된다.

하지만 실외의 골조공사중 콘크리트 공사의 경우 기온에 의한 작업불능일중 한중 및 서중콘크리트를 적용시킬 경우 그 기간을 보완할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 실내구간에서 마감공사도 건식공사의 경우는 작업불능기간의 대부

분의 기간에도 작업이 가능할 것으로 판단된다.

강수량의 경우 평균 강수량10mm이상일 때를 작업불능일로 산정하였는데, 청주지역과 충주지역이 총 23일로 동일한 일수를 나타냈다.

이 기간동안 반입재료는 오손, 변질, 유실되고 운반 불가능 등으로 반입시기의 지연과 비새기, 비들이치기, 빗물림

표 4. 기후요소에 의한 청주 및 충주지역의 연중 작업불능일 산정결과

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

(청주) 기온에 의한 작업불능일(실외 및 반실내)    기온에 의한 작업불능일(실내)    강수에 의한 작업불능일(실외 및 반실내)

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

풍속의 경우 두 지역 모두 해당되지 않는 것으로 나타났다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 최근의 기상청 기온자료를 토대로 청주

및 충주지역의 기후조건에 따른 작업 불능일을 산정하였다.

청주 및 충주 지역의 기온에 의한 작업불능일은 실내 및 반실내 구간의 경우 청주지역은 157일, 충주지역은 160일이었고, 실내구간이 두 지역 모두 144일이었으며, 강수에 의한 작업 불능일은 23일로 나타났다. 풍속은 두 지역의 작업불능일에 영향을 주지 않는 것으로 파악되었다.

본 연구에서 실시한 작업불능일 산 정은 적정 공기를 산정할 때나 작업불 능일을 최소로 하는 착공시기 결정에 도움이 될 것으로 판단된다.

하지만 본 연구에서는 최근 30년간 의 평균 기후조건을 토대로 표준시방 서의 규정에 따라 작업불능일을 산정 하였으나, 그에 대한 예측오차는 배제 할 수 없는 상황으로 급변하는 기후를 고려할 경우 통계기간을 짧게 하는 방 법으로 데이터를 심층적으로 비교·분 석하여 보다 신뢰성이 높은 산정방법 과 예측오차를 줄일 수 있는 방법에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

#### 참고문헌

1. 정석남 외, "기후요소를 고려한 최 적 착공시기 결정방법 연구", 대한건축학회 논문집, 19권, 5호, pp.113-110, 2003
2. 이찬식 외, "아파트 공사기간 산정에 영향을 주는 작업 불가능준에 관한 연구", 대한건축학회 춘계학술발표대회 논문집, 18권, 1호, pp.1123-1130, 1998
3. 구해식 외, "건축공사의 기후요소에 대한 공기산정 방안 연구", 대한건축학회 논문집, 15권, 11호, pp.87-97, 1999
4. 신종현 외, "기후요소를 고려한 인천지역의 작업불가능 일수 산정", 한국건설관리학회 논문집, 6권, 1호, pp.58-64, 2005

#### Abstract

In this paper, non working day for the construction project in Cheongju and Chungju region considering weather condition was estimated. In Cheongju region, non working day for outside and half outside work was 157days and for interior work 144days. For Chungju region, non working day for outside and half outside work was 160days and for interior work 144days. Non working day affected by temperature was 144 days at both Chungju and Cheongju. Non working day due to low temperature was 109 days and it due to high temperature was 45 days for Choengju. In Chungju, it was 115days for cold weather, while it due to hot weather was 29 days. Non working day due to rainfall was 23 days at both region. To reduce the deviation between estimated non working days and measured ones, proper selection of the duration is required.

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