기후요소를 고려한 인천지역의 작업불가능일수 산정

The Estimation of Non-Working days for the Construction Project in Incheon Region

신 종 현* · 이 진 아** · 이 찬 식***
Shin, Jong-Hyun · Lee, Jin-Ah · Lee, Chan-Sik

요 약

공사기간은 순수한 작업기간에 작업불가능기간을 더하여 산정할 수 있다. 순작업기간은 과거의 실적자료로부터 구할 수 있다. 작업불가능기간도 기상자료로부터 정확하게 산정할 수 있지만, 이에 대한 연구가 부족한 실정이다.

본 연구의 목적은 작업불가능기간에 영향을 미치는 요소 중 기후요소를 분석하여 인천지역의 작업불가능일수를 산정 · 제시하는 것이다. 기존의 연구문헌을 검토하고, 최근 30년간의 기후자료를 통계분석 하여 인천지역의 작업불가능일수를 제안하였다.

강우량의 경우 10㎜이상일 때 작업이 불가능하며 그 일수는 연 29일로 나타났다. 저온으로 인한 골조부문(4℃이하)과 마감부문(0℃이하)의 작업불가능일수는 각각 97일, 52일이며, 고온으로 인한 작업불가능일수는 일최고기온 32℃이상을 기준으로 할 때 3일로 산출되었다.

키워드 : 공사기간, 기후요소, 작업불가능일

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

발주처에서 사업기간이라 함은 일반적으로 시공전단계(조사단계, 설계단계, 발주단계)와 시공단계 등에 소요되는 기간을 합친 것을 말한다.

사업기간에 관한 구체적인 계획은 주로 발주처의 목표예정공기에 의하여 수립된다. 목표예정공기는 원래 작업물량, 인력 · 자재 · 장비 등의 동원능력, 시공지역의 기상여건 등을 고려한 작업가능일수 등을 반영하여 결정하여야 한다. 그러나 대부분 비과학적인 수치모델에 의하거나 경험이나 직관에 의거하여 결정되는 경우가 많으며 이렇게 산정된 공사기간(이하 '공기'라 함)이 절대적인 것으로 인식된다.

기존의 방식으로 산정된 공기는 대부분 사업추진단계에서 공기의 과부족을 야기하며 시공과정에서 설계변경이 발생할 경우 그로 인한 문제점은 더욱 심각하게 된다.

시공단계에서 공기는 실제로 공사 수행에 소요되는 순작업기간(Net-Working days)과 강우 · 저온 · 명절 · 공휴일 등으로 공사를 할 수 없는 작업불가능기간(Non-Working days)으로 구성된다. 순작업기간은 과거의 실적자료 등으로부터 산출할 수 있다. 작업불가능기간에 영향을 미치는 요소는 악천후, (공)휴일, 불가항력적인 저해 요소 등이 있다. 현장조건과 불가항력적인 요소는 동일한 지역이라고 하더라도 상황에 따라 다양하게 변할 수 있기 때문에 정량화가 어렵지만, 기후요소와 (공)휴일은 정량화가 가능하다.

본 연구는 인천지역의 기후요소로 인한 작업불가능기간을 정량화하여 제시함으로써 건설공사의 초기 공사계획시 공사기간 산정에 도움을 주고자 한다.

1.2 연구의 방법 및 범위

본 연구에서는 다음과 같은 방법으로 기후요소가 작업에 미치는 영향을 분석하고 그에 따른 작업불가능일수를 산정하였다.

(1) 공공발주기관에서 적용하고 있는 기준과 논문 및 연구보고서 등에서 제시하고 있는 작업불가능기준을 조사 · 분석하였다.
(2) 기존 작업불가능일수 산정의 문제점을 분석하여 개선방향을 도출하였다.
(3) 인천지역의 최근 30년간의 강우량, 기온 등의 기상자료를 수집하여 기술통계 분석하였다.

* 종신회원, 인하대학교 건축공학과 겸임교수
** 학생회원, 인천대학교 건축공학과 학사과정
*** 종신회원, 인천대학교 건축공학과 교수, 공학박사
이 논문은 인천시교육청의 연구비지원에 의한 연구결과의 일부임

(4) 수집한 기상자료와 기존의 작업불가능일 산정방식의 개선방향을 토대로 인천지역의 작업 불가능일수를 제시하였다.

이 연구는 문헌조사를 바탕으로 작업불가능요소와 기준을 파악하고, 공공기관에서 사용하고 있는 작업불가능기준과 인천지역의 기상자료를 수집 · 분석하는 방법으로 수행하였다.

본 연구는 인천지역의 공기산정시 기후요소로 인한 작업불가능기간을 제시하는 것으로 그 범위를 한정하였다.

2. 예비적 고찰

2.1 작업불가능기간에 영향을 미치는 기후요소

작업불가능기간에 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.

본 연구에서는 강우량, 기온, 강설량, 바람 등의 기후요소가 공사에 미치는 영향에 관해 조사하였다.

1) 강우량

강우량은 내부마감이나 설비공사를 제외한 대부분의 공사에 영향을 준다. 특히 토공사, 기초공사, 골조공사 등은 강우시 작업진행이 불가능하며, 비가 그친 후에도 건조되기까지 어느 정도의 시간이 필요하다.

표 1. 강우량의 체감기준[1]

시간당 수량(㎜)	육 상 상 태
1~3	우산 없이 비옷으로 견딜 수 있는 상태
10	약간의 물이 고이고 양철지붕에 빗발치는 소리
20	빗소리가 심하고 온통 땅바닥에 물이 고임
30	억수같이 쏟아져서 개천이나 하수가 넘침
50	양동이로 퍼붓듯이 무진장 쏟아짐

강우로 인한 작업불가능 여부는 공종별로 다르고, 비가 오는 시기와 강우량에 따라 공사수행 여부가 결정되지만, 이러한 것을 사전에 모두 고려한다는 것은 매우 어렵다.

강우량 체감기준은 표 1과 같고, 시간당 10㎜이상인 경우 약간 물이 고인 상태가 되므로 대부분의 작업이 불가능하다고 볼 수 있다.

1) 이병설, 『집중호우』, 교육연구사, 1986

2) 기온

매우 낮거나 높은 기온은 화학적 변화, 물리적 작용의 정지 및 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[2], 4℃이하일 때는 콘크리트 품질이 불량해질 가능성이 크다[3].

3) 강설량

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.

4) 바람

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

2.2 작업불가능기간에 관한 규정 및 기존 연구

1) 강우량

대한주택공사(이하 '주공'이라 함) 전문시방서에는 일강우량 10㎜이상일 경우 작업불가능일로 규정하고 있다. 산업안전기준에 관한 규칙은 시간당 강우량 1㎜이상일 때를, 최봉철(1999)[4]은 일강우량 5㎜이상 일수의 50%를 제시하고 있으며, 미육군(이하 'COE'라 함) 건설공사 계약서에는 일강우량 5㎜이상일 때를 작업불가능일로 규정하고 있다. 양극영(1987)[5]은 주간 강우량 10㎜이상일 때를 작업불가능일로 제시하였다.

2) 기온

표 2는 각 기관과 연구자가 제시한 작업불가능일수에 관한 기준과 그 기준에 따를 경우 인천지역의 최근 30년 동안 기상자료를 토대로 산정한 평균 작업불가능일수를 나타낸 것이다.

주공과 대한토목학회, 일본토목학회는 일평균기온 4℃이하일 때 한중콘크리트를, 25℃이상일 때는 서중콘크리트로 시공하도록 규정하고 있다. 한국도로공사는 일평균기온 4℃이하일 때와 일최고기온 35℃이상일 때, COE는 일최고기온 0℃이하일 때를

2) 신현식외 2인, 『건축시공학』, 문운당, 1994

3) 이종석, 「콘크리트의 工學的 特性에 미치는 初期 養生溫度의 影響에 關한 基礎的 硏究」, 1994

4) 최봉철, 「아파트 工期算定에 影響을 주는 氣候要素에 관한 硏究」, 1999

5) 양극영, 「기상조건이 건축 공정계획에 미치는 영향에 관한 연구」, 1987

표 2. 온도기준에 따른 인천지역 작업불가능일수 산정

구분	저온		고온	
	기준	불가능일수	기준	불가능일수
주공대한건축학회 대한토목학회 일본토목학회	일평균기온 4℃이하일 때 한중콘크리트	97	일평균기온 25℃이상일 때 서중콘크리트	26
한국도로공사	일평균기온 4℃이하	97	일최고기온 35℃ 이상	1
양극영	주간기온 0℃이하	-	주간기온 25℃이상	-
COE	일최고기온 0℃이하	23	-	-
ACI	일평균기온 4.5℃이하 한중콘크리트	106	-	-
최인환	일평균기온 0℃이하	54	일평균기온 25℃이상	26
진영섭	일평균기온 4℃이하 (골조공사)	97	일최고기온 32℃이상 일수의 50%	3
최봉철	일최저기온 2℃이하	115	-	-

작업불가능기간으로 규정하고 있다. ACI는 일평균기온 4.5℃이하일 때 한중콘크리트로 시공하도록 규정하고 있다. 양극영(1987)은 주간기온 0℃이하일 때와 25℃이상일 때를 작업불가능기간으로 제시하였다. 최인환(1999)[6]은 경화전의 콘크리트가 빙점하에 노출되면 동결하여 초기동해로 인한 내구성과 수밀성이 떨어지고 상온 25℃이상이면 표면 수축균열이 생기며 장기적인 강도저하 등 콘크리트 품질에 큰 영향을 준다고 하였다. 이에 물이 동결하는 0℃이하일 때와 25℃이상일 때를 작업불가능기간으로 제시하였다. 진영섭(1998)은 작업불가능기간을 골조부문과 마감부문으로 나눠 각각 4℃이하, 0℃이하일 때로 제시하였다. 최봉철(1999)은 일최저기온이 2℃이하일 때 작업이 불가능하다고 주장하였다.

3) 강설량

산업안전기준에 관한 규칙은 적설량이 시간당 1㎝이상일 때, 양극영(1987)은 주간 적설량 1㎝이상일 때를 작업불가능일로 제시하고 있다.

4) 바람

산업안전기준에 관한 규칙에 따르면, 철골작업의 경우 풍속이 10㎧이상일 때 작업이 불가능하며, 타워크레인 작업의 경우 순간풍속이 30㎧초과할 때 이탈방지를 위한 조치를 취해야 한다고 규정되어있다. 양극영(1987)은 주간 최대풍속 10㎧이상일 때를 작업불가능일로 제시하고 있다.

2.3 현행 산정 방법의 문제점 및 개선방향

1) 강우량

계절별 및 지역별로 강우량에 큰 차이가 있음에도 불구하고, 현행 기준은 우기로 인한 작업불가능기간을 일률적으로 전체 공기에 포함해서 적용하고 있어 정확한 공사기간을 산정하지 못하고 있다[7]. 또한 작업불가능일수 산정에 있어 최근 5~10년 데이터만 참조하는 등 기후데이터의 범위가 작다.

강우로 인한 작업불가능일수를 정확하게 산정하기 위해서는 지역별, 월별로 30년 이상의 데이터를 참조할 필요가 있다.

2) 기온

표 2에서 보는 바와 같이 대한주택공사, 대한건축학회, 대한토목학회 및 일본토목학회의 경우 저온 시 일평균기온 4℃이하일 때 한중콘크리트로 시공하도록 규정하고 있다. 이는 콘크리트가 4℃이하에 노출되는 것을 방지하여 콘크리트의 품질을 유지하기 위함이다. COE의 경우 일최고기온 0℃이하일 때를 작업불가능일로 하고 있는데, 이는 작업가능일을 최대화 할 수 있지만, 저온 시 보온공사에 드는 비용이 증가하며, 콘크리트의 품질이 나빠질 우려가 있다.

일평균기온 4.5℃이하일 때와 일최저기온 4℃이하일 때는 다른 온도기준보다 더 많은 작업불가능일수를 가진다. 반면, 일최고기온 0℃이하일 때는 작업불가능일수가 최소로 되지만 0℃~4℃의 범위에서도 작업을 할 수 있으므로 콘크리트의 품질에 악영향을 줄 수 있다. 따라서 품질에 악영향을 주지 않는 적정한 기준을 정립할 필요가 있다.

3. 기후 요소를 고려한 작업불가능일수 산정

우천시 토공사나 기초공사 등의 작업은 우수의 혼입으로 건조되기까지 상당한 시간이 소요된다. 기온은 매우 낮거나 높게 되면 화학변화, 물리적 작용의 정지 및 감퇴, 동결은 물론 인체의 활동부진을 초래하여 시공불능 및 불량부분을 야기한다. 강설은 기온이 영하일 경우에 나타나게 되어 그 기간이 기온의 영향을

6) 최인환, 「철근콘크리트 구조체의 공사기간에 영향을 미치는 정성적요소의 분석」, 1999

7) 진영섭, 「아파트 공사기간 산정에 영향을 주는 작업불능기준에 관한 연구」, 1998

받는 동절기중 단기간에 해당하므로 고려하지 않아도 되나, 옥외공사일 경우 적설량이 많게 되면 악영향을 미친다. 이 절에서는 인천지역의 최근 30년간의 기후자료를 이용하여 적정한 작업불가능일수를 제안하였다[8].

표 3. 인천지역 년도별 일강우량 10㎜이상 일수

년도	일일 강우량 10㎜ 이상일 빈도수	년도	일일 강우량 10㎜ 이상일 빈도수
1974	30	1989	29
1975	27	1990	43
1976	29	1991	35
1977	24	1992	23
1978	29	1993	37
1979	29	1994	26
1980	29	1995	26
1981	30	1996	27
1982	24	1997	28
1983	29	1998	40
1984	24	1999	29
1985	35	2000	27
1986	28	2001	22
1987	32	2002	22
1988	25	2003	39

3.1 강우량

강우로 인한 작업불가능 여부는 공종별로 다르고, 비가 오는 시기와 강우량에 따라 다르다. 출근 전에 비가 조금이라도 오면 대부분의 작업자가 출력하지 않을 수 있고 공사 중에 비가 적은 양이라도 지속적으로 오는 경우에는 작업이 불가능하게 된다.

문헌과 기존의 기준 및 현장의 공사일보[9]에 따르면 일일 강우량이 10㎜이상인 날과 강우에 의한 작업불가능일수가 유사하게 나타났으므로 10㎜이상인 날을 불가능일로 설정하였다.

강우량은 지역별로 다르므로 해당지역의 기후자료를 바탕으로 산정하고, 그 빈도를 고려하여 월별로 불가능일수를 산정하였다.

표4. 강우로 인한 작업불가능일수(인천지역)

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
비율(%)	1.8	1.9	4.6	8	9.2	10	23	18.8	9.7	5	5.4	2.4
작업불가능일수	1	1	1	2	3	3	7	5	3	1	1	1

표 3은 인천지역의 최근 30년 동안 10㎜이상인 강우일의 년도별 빈도를 나타낸 것으로 전체일수는 887일이고, 평균값이 29.2일이므로 강우로 인한 작업불가능일수는 29일로 설정하였다. 표 4는 연중 작업불가능일수 29일을 월별 강우의 빈도에 따라 배분한 것이다. 7월과 8월은 장마와 폭풍 등으로 높게 나타났다.

3.2 기 온

1) 저온

골조부문은 콘크리트공사가 주가 되고, 마감부분은 건식공사와 습식공사가 혼재되어 있어 골조공사와 마감공사에 적용되는 작업불가능 온도 기준을 다르게 설정할 필요가 있다.

(1) 골조부문

콘크리트는 동결하지 않더라도 4℃이하의 온도에 노출되면 응결 및 경화 반응이 지연되어 초기에 하중을 받는 구조물에는 균열이나 잔류변형 등의 문제가 발생한다. 따라서 콘크리트공사는 4℃이상에서 시행하는 것이 좋으며, 표 5에서 보는 바와 같이 0~4℃ 범위에서는 간단한 주의나 보온이 필요하다. 대한건축학회, 대한토목학회 및 일본토목학회에서는 4℃이하일 때 한중콘크리트로 시공하여야 한다고 규정하고 있다.

표 5. 기온에 따른 보양처리기준[10]

기 온	보 양 내 용
4℃~0℃	간단한 주의와 보온
0℃~-3℃	물 또는 물과 골재가열 및 약간의 보온
-3℃ 이하	물과 골재가열 및 적절한 보온

따라서 일평균기온 4℃이하일 때의 기간을 콘크리트공사 작업불가능일로 정하나, 한중콘크리트로 시공할 경우에는 일최저기온 영하 3℃이하일 때를 작업불가능으로 제안한다[11].

(2) 마감부분

저온에 영향을 받는 마감공종은 조적, 타일, 온돌, 미장, 도장, 도배, 방수공사 등이다. 주공과 대한건축학회의 건축공사 표준시방서는 4℃이상에서 공사를 하도록 규정하고 있지만, 최근에는 습식공법이 줄고 점차 건식화, 프리패브화 되고 있기 때문에 일평균기온 0℃로 완화하더라도 무방할 것으로 생각한다. 따라서 일평균기온 0℃이하일 때의 기간을 마감공종의 작업불가능

8) 세계기상기구에서는 어떤 지역의 기후를 정할 때 30년 동안의 평균값을 기준으로 하고 있음(기상청, http://www.kma.go.kr)

9) 진영섭, Ibid., 1998

10) 건설교통부, 건축공사 표준시방서, 2004

11) 건설교통부의 건축공사 표준시방서에 따르면 -3℃ 이하일 때 조치 내용이 많아짐(표 5).

일로 설정하였으며, 그림 1과 같이 일평균기온 0℃를 초과하는 날의 오전에는 저온을 유지하고 있으나 이 시간대에는 대부분 준비작업을 하고, 주 작업시간대인 낮에는 0℃ 이상을 유지하므로 대부분의 마감공사를 수행할 수 있다.

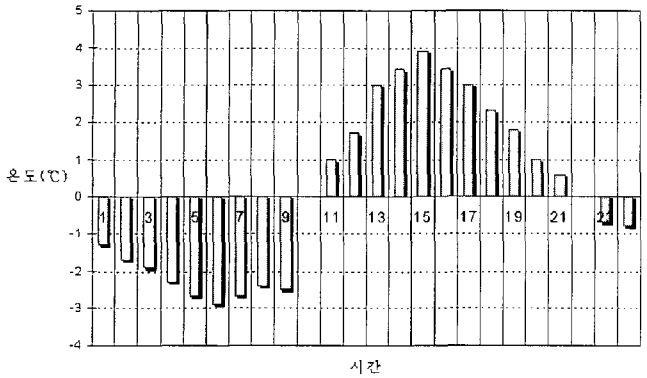

그림 1. 일평균기온 0℃ 현상일의 시간에 따른 온도변화

표 6은 인천지역의 30년간의 저온 기준별 일수를 나타낸 것이다. 표 7은 일평균기온 4℃이하일 때와 일평균기온 0℃이하일 때 각각의 평균일수와 최근 5년간의 평균일수를 나타낸다. 2002년과 2003년의 경우 일평균기온 4℃이하일수가 78일로 매우 작게 나타나 지구온난화현상에 기인함을 명확하게 알 수 있다.

표 6. 30년간의 저온 기준별 빈도수

연도	일평균기온 4℃이하	일수일평균기온 0℃이하 일수	일최저기온 -3℃이하 일수
1974	118	65	73
1975	107	68	71
1976	101	43	53
1977	88	63	65
1978	91	54	56
1979	87	37	56
1980	98	68	69
1981	114	70	74
1982	97	54	60
1983	104	53	55
1984	112	79	63
1985	113	71	62
1986	101	57	62
1987	98	53	58
1988	114	65	60
1989	85	30	90
1990	77	46	51
1991	103	46	51
1992	91	43	49
1993	95	47	56
1994	101	46	50
1995	103	46	57
1996	105	53	59
1997	82	53	59
1998	82	34	38
1999	88	42	49
2000	95	53	57
2001	101	56	68
2002	78	32	34
2003	78	35	40

표 7. 저온 기분별 평균일수 (단위:일)

범위 / 온도기준	30년 평균	최근 5년 간 평균
일평균기온 4℃이하 (콘크리트)	97.6	88
일평균기온 0℃이하 (마감)	52.1	43.6
일최저기온 -3℃이하	58.2	49.6

그러나 그 현상을 보인 기간이 두 해에 불과하고, 그러한 기후상태가 지속된다고 단정 짓기 어려우므로 30년간의 평균일수를 적용하였다. 영하 3℃이하의 작업불가능일수는 현장공사일보 조사결과와 비슷한 수치를 보였다. 이것은 동절기에 준공시점을 맞추기 위해 콘크리트를 시공할 때 한중콘크리트로 시공하는 경우가 많다는 것을 의미한다.

2) 고온

문헌분석 결과를 바탕으로 고온 기준은 일최고온도 30℃와 32℃이상으로 나누어 검토하였다. 일최고기온 30℃이상인 기간은 오전에 작업이 가능하기 때문에 그 기간의 50%를 작업불가능기간으로 산정한 결과, 그 기간이 공사가 가능한 기간을 많이 포함하고 있어서, 실제로는 현장실태와 일치하지 않았다. 일최고기온 32℃ 이상인 기간은 설문조사결과와 현장실태를 조사 분석한 결과 일치한 것으로 나타났다[2]. 따라서 혹서기 작업불가능일은 일최고기온 32℃ 이상이 되는 기간으로 하되, 그 기간에도 현장조사 결과 오전 작업은 가능하기 때문에, 그 기간의 50%만을 반영하였다.

표 8은 년도별로 일최고기온 32℃ 이상 일수를 도표화 한 것이다.

표 8. 30년간 년도별 고온 일수

년도	일최고기온 32℃이상 일수	년도	일최고기온 32℃이상 일수
1974	1	1989	5
1975	7	1990	5
1976	1	1991	2
1977	5	1992	3
1978	8	1993	0
1979	3	1994	24
1980	0	1995	3
1981	4	19961	0
1982	2	1997	13
1983	5	1998	3
1984	4	1999	14
1985	10	2000	17
1986	0	2001	13
1987	0	2002	7
1988	10	2003	0

12) 대한주택공사, 「건설공사의 적정 표준공사기간 산정 방법에 관한 연구」, 1998

표 9는 데이터의 범위에 따른 평균일수의 차이를 보여주고 있다. 30년간의 평균과 최근 5년간의 평균이 2배정도의 큰 차이를 보이고 있다. 이것은 최근 지구의 온난화에 기인한 것으로 보인다. 기후자료를 조사한 결과 최근의 온도 변화가 일정하지 않았으므로 30년간의 평균을 사용하였다. 이러한 기후의 변화가 일정한 양상으로 지속된다면 반영할 수 있을 것이다.

표 9. 일최고기온 32℃이상인 30년간의 평균일수

30년 간 평균일수	최근 5년 간 평균일수
6	10.2
6일	10일

이 논문에서는 30년 평균인 6일의 50%인 3일을 고온으로 인한 작업불가능일수로 제시하였다.

3.3 강설량

강설은 온도가 영하일 경우에 나타나게 되어 그 기간이 온도의 영향을 받는 동절기중 단기간에 해당되며, 이상기후로 중단기간 이외에 해당되더라도 인천지역의 빈도수가 1년에 하루 이하 정도로 적으므로 강설로 인한 작업불가능일수는 고려하지 않았다.

3.4 바 람

바람은 철골을 비롯한 중량물의 운반 · 조립 · 용접 · 양중작업 등에 영향을 미치며, 풍속이 일정한도 이상일 경우 고층작업의 안전을 고려할 때 정상적인 작업이 불가능하다. 전술한 바와 같이 10㎳ 이상이 되면 철골 작업등은 불가능하게 된다. 평균속도가 10㎳이상일 때를 불가능일로 정할 수 있으나, 지난 10년 동안 인천의 기후를 조사한 결과 평균속도 10㎳ 이상인 일수가 하루도 없었다. 따라서 바람으로 인한 작업불가능일수는 고려하지 않았다.

4. 인천지역의 작업불가능일수 비교

이상에서 살펴본 바와 같이 강우로 인한 작업불가능일수는 10㎜이상인 날로 설정하였으며, 인천지역의 작업불가능일수는 총 29일로 나타났다.

겨울철에는 콘크리트공사가 주가 되는 골조부분과 건식공사와 습식공사가 혼합되어 있는 마감공사를 구분하여 저온으로 인한 작업불가능 기준을 설정하였다. 동절기에도 상당수의 마감공사는 작업이 가능하기 때문이다. 골조부분의 경우 일평균기온 4℃이하일 때 작업이 불가능하며, 그 일수는 97일이었다. 한중콘크리트로 시공할 경우에는 일최저기온 -3℃이하일 때로 하며, 그 일수는 58일로 나타났다. 마감부문에 대해서는 일평균기온 0℃이하일 때 작업이 불가능하며, 그 일수는 52일로 나타났다.

주공에서는 지역을 6개의 급지로 구분하여 작업불가능기간을 산정하고 있는데, 인천지역이 포함된 3급지의 동절기 작업불가능일수는 80일이다. 이 연구에서 제시한 기간과 다소 차이가 있지만, 이 연구는 인천지역의 실제 기후자료를 바탕으로 작업불가능기간을 산정하였기 때문에 더 정확하다고 볼 수 있으며, 마감공사 부문을 구분하여 제시한 것도 차별된다고 볼 수 있다.

고온으로 인한 작업불가능일수는 일최고기온 32℃이상인 날의 50%로써 3일로 나타났다.

강설과 바람은 인천지역에서는 고려하지 않아도 되는 것으로 판단되어 제외하였다.

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
31		31		31		◻31◻	31		31		31

: 작업가능일 : 골조부문 작업불가능일 : 한중콘크리트 작업불가능일
: 마감부문 작업불가능일 : 강우 작업불가능일 ◻◻ : 혹서기 작업불가능일

그림 2. 연중 작업불가능일(인천지역)

그림 2는 이 연구결과에 따른 1년 동안의 작업불가능기간을 그림으로 나타낸 것이다. 저온으로 인한 작업불가능일은 각각 일별로 30년간의 평균기온을 구하여 낮은 순서대로 배열하였다. 강우로 인한 작업불가능일수는 30년간의 빈도(비율)에 따라, 고온으로 인한 작업불가능일은 평균기온이 높은 순서대로 설정하였다.

기후요소로 인한 인천지역의 총 작업불가능기간은 그림 2와 같이 약 130일, 한중콘크리트를 시공할 경우에는 총 약 90일로 산정되었다.

5. 결 론

본 연구에서는 기후요소가 공기에 미치는 영향을 조사 · 분석하여 인천지역의 작업불가능일수를 제시하였다.

인천지역에서 강우로 인한 작업 불가능일수는 총 29일로 나타났다. 저온으로 인한 골조공사와 마감공사의 작업불가능일수는 각각 97일, 52일이었으며, 고온으로 인한 작업불가능일수는 3일로 나타났다. 강설과 바람은 인천지역의 작업불가능일수에 영향을 주지 않는 것으로 파악되었다. 기후요소로 인한 인천지역의 연중 작업불가능기간은 약 130일, 한중콘크리트를 시공할 경우에는 약 90일로 산정되었다.

본 연구에서 제시한 결과는 적정 공기를 산정할 때나 작업불가능기간을 최소로 하는 착공시기의 결정에 활용될 수 있을 것이다. 초기 공사계획시 예정 착공연도의 실제 달력에 적용한다면 기후에 따른 작업불가능일수를 정확하게 예측할 수 있을 것이다.

보다 정확한 작업불가능기간을 산정하기 위해서는 기후요소뿐만 아니라 현장조건 등 다른 요인에 대한 연구도 필요하다. 5년, 10년, 20년, 30년간의 데이터를 심층적으로 비교 · 분석하여 적용한다면, 보다 신뢰성이 높은 작업불가능기간을 산정할 수 있을 것이다. 또한 온난화 현상과 같은 기후변화로 인한 작업불가능일수의 변화 또는 영향정도 등도 정확하게 분석할 필요가 있다.

참고문헌

1. 건설교통부, 건축공사 표준시방서, 2004
2. 국방부, 군시설 적정 공기 산정기준, 2000
3. 대한주택공사, 건설공사의 적정 표준공사기간 산정 방법에 관한 연구, 1998
4. 배장호, 건축공사의 적정공기 산정방안에 관한 연구, 서울시립대 석사학위논문, 1994
5. 신현식외 2인, 건축시공학, 문운당, 1994
6. 이병설, 집중호우, 교육연구사, 1986
7. 이종석, 콘크리트의 工學的 特性에 미치는 初期 養生溫度의 影響에 關한 基礎的 硏究, 1994
8. 인천시교육청, 신설 고등학교 적정 공기산정 기준, 2004
9. 양극영, 기상조건이 건축 공정계획에 미치는 영향에 관한 연구, 동국대학교 박사학위논문, 1987
10. 진영섭, 아파트 공사기간 산정에 영향을 주는 작업불가능기준에 관한 연구, 대한건축학회 논문집 구조계 18권 1호, 1998
11. 최봉철, 아파트 공기산정에 영향을 주는 기후요소에 관한 연구, 대한건축학회 논문집 구조계 19권 2호, 1999
12. 최인환, 철근콘크리트 구조체의 공사기간에 영향을 미치는 정성적요소의 분석, 충북대학교 석사학위논문, 1999

Abstract

We should consider climatic factors influencing construction works in order to estimate construction time correctly. This study is to analyze climate elements affecting construction duration and to calculate non-working days for Inchoen territorial region. Through surveying literatures and examining several existing criteria, we suggest a proper criteria for each climate elements which would be used for estimating non-working days. The criteria is made on the raw climate data of Meteorological Administration during the last 30 years(1974-2003) for Incheon region.

In case of rainfall, it is estimated as non-working days when daily precipitation is expected more than 10㎜, its number of days for Incheon is 29 days. In case of low temperature, the number of non-working days for the concrete works(its criteria be below 4℃ average) and the finishing works(below 0℃ average) is 97 days, 52 days, respectively. In case of high temperature, it is three days when daily highest temperature is expected going over 32℃

Keywords : Climate Elements, Non-Working Days, Construction Duration