

가상기후 시뮬레이션에 의한 공기산정 의사결정 지원모델에 관한 연구

A Study on the Effective Decision-Making Support Model for Construction Duration by the Hypothetical Weather Simulation

정 석 남* · 이 학 기**

Jeong, Suk-Nam · Lee, Hak-Ki

요 약

대부분의 건설현장에서 기후에 대한 공기산정은 정확한 자료 없이 현장관리자의 경험과 직관에 의해 일률적인 작업불가능일수를 정함으로써 잦은 공기 조정으로 인한 경제적 손실은 물론 공사 주체들간의 이해관계에서도 많은 문제점을 안고 있다. 따라서 본 연구는 공기에 영향을 미치는 기후를 요소별로 분석하고 가상기후 시뮬레이션을 실시하여 공기산정과 연계함으로써 공정표 작성 시 현장관리자들의 효율적인 공기산정을 위한 의사결정 지원모델을 제시하고, 기대 효과는 다음과 같다.

(1) 제한된 과거(1990년-1999년) 기후자료를 요소별로 분석함으로써 단위공중에 대한 기후요소의 영향을 과학적인 방법으로 자료를 제공하였다.

(2) 공정계획 시 단위공중에 각 기후요소별로 인자를 추가함으로써 불확실한 기후에 대한 사전 공정계획의 효율성 제고가 기대된다.

(3) 기존의 현장관리자들의 경험적이고 직관적인 기후에 대한 대처를 확률분포를 이용한 통계적 처리에 의해 공기산정에 관한 신뢰성 있는 의사결정이 가능하게 되었다.

본 연구에서 제안한 공기산정 의사결정 지원모델은 공정계획 입안 시 불확실한 기후에 대한 과학적인 의사결정에 도움이 될 것이다.

키워드 : 공사기간, 작업불가능일수, 가상기후 시뮬레이션

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

건설공사의 공사기간은 작업가능기간과 작업불가능기간으로 구성된다. 작업불가능기간에 영향을 미치는 요인으로는 통제가 가능한 요인, 불가능한 요인 및 불가항력적 요인 등으로 구분할 수 있다. 통제가 불가능한 요인은 기후와의 관련성이 매우 높으므로 해당 지역의 기후에 대해 충분히 고려하여 공기를 산정하여야 한다. 그러나 대부분의 건설현장에서 기후에 대한 공기산정은 정확한 자료 없이 현장관리자의 경험과 직관에 의해 일률적인 작업불가능일수를 정함으로써 잦은 공기 조정으로 인한 경제적 손실은 물론 공사 주체들간의 이해관계에서도 많은 문제점을 안고

있다. 따라서 본 연구는 공기에 영향을 미치는 기후를 요소별로 분석하고 가상기후 시뮬레이션을 실시하여 공기산정과 연계함으로써 공정표 작성 시 현장관리자들의 효율적인 공기산정을 위한 의사결정 지원모델을 제시하는 것을 목적으로 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구의 범위는 현행 건설공사 공정계획 시 적용하는 기후달력의 문제점과 기존 연구를 바탕으로 국내 140곳의 관측소 중 기상관측소가 제시한 기후지형 별 7대 지역(강원, 경기, 경남, 경북, 전남/제주, 전북, 충청)에 따라 기상관측된 자료를 대상으로 기온, 강우, 적설, 풍속의 4가지 기후요소를 분석하고, 이를 경험적 분포를 이용한 가상기후 시뮬레이션을 통해 가상 기후를 생성 및 기후달력에 대한 적용성 검토를 위해 비모수적 검정법을 활용하였다. 또한 작업불가능 기후달력의 효율적인 활용을 위해 기후요소별 작업분류체계 및 불확실한 기후에 대한 공기조정을 사전

* 학생회원, 동아대학교 건축공학과 석사과정

** 일반회원, 동아대학교 건축공학과 교수, 공학박사

에 고려할 수 있는 의사결정 지원모델을 제시하는 것으로 한다.

또한 본 연구의 수행절차 및 방법은 다음과 같다.

(1) 기존의 작업불가능 기후달력 적용에 대한 문제점을 고찰하고, 우리나라 기후의 특성 및 문헌조사를 실시한다.

(2) 주요 7대지역에 대한 1990년 1월 1일부터 1999년 12월 31일까지 10년간의 기후자료¹⁾를 수집 및 도수분포화하고, 일양분포를 따르는 모조난수(pseudo random)를 이용하여 가상기후 시물레이션 및 적합도 검정을 실시한다.

(3) 기후요소별 단위작업 분류체계 정립을 통해 공정 Network 체계 중 PDM방식에서의 가상기후달력을 연계한 공기산정 방법을 고찰한다.

(4) 각 기후요소별 작업불가능기준에 의해 표현되는 가상기후달력 자동 생성 모델을 제시한다.

(5) 공정표 작성 시 시물레이션에 의해 생성되는 작업불가능 기후달력을 연계한 공기산정 의사결정 지원모델을 제시한다.

2. 이론적 고찰

2.1 시물레이션

시물레이션이란 현실문제를 반영하는 모형을 만들어 실험을 함으로써 현실문제를 이해하고 여러 가지 대안의 결과를 예측하는 것이다. 이러한 모형에는 수리적 모형, 동적 모형, 확률적 모형, 이산형 모형 등이 있다. 이를 모형화하는 분포형태는 모수적 분포와 비모수적 분포가 있는데, 본 연구에서는 비모수적 분포의 특성을 가지는 기후요소별 변화를 예측하기 위해 경험적 분포를 이용하여 시물레이션을 실시하였다. 그림 1은 시물레이션 과정을 도식화한 것이다.

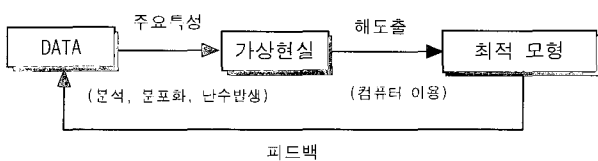


그림 1. 시물레이션 과정

2.2 분포에 따른 적합도 검정

시스템을 모형화할 때는 여러 가지의 방법을 사용할 수 있으며 여러 각도에서 표현할 수도 있는데 컴퓨터 시물레이션에서는 가장 보편적인 방법이 확률분포를 이용하는 것이다. 시물레이션 시 가장 보편적으로 사용되는 분포로는 일양분포(uniform distribution), 지수분포(exponential distribution), 일랑분포(erlang distribution), 초지수분포(hyper-exponential

distribution), 정규분포(normal distribution), 포아송분포(poisson distribution) 등이 있다.

이 같은 개략적인 분포가 잡히면 수집된 자료의 데이터가 평균이 얼마인 어떤 분포에 따른다고 가정하고 적합도검정(goodness-of-fit test)을 하게 된다.

이와 같이 모수적 분포에서의 적합도검정에는 χ^2 검정(Chi-square test)과 K-S검정(Kolmogorov-Smirnov test) 등이 있다. 하지만 본 연구에서 활용한 기후요소인자는 비모수적 분포의 특성을 가지고 있다.

따라서 이와 같이 통계적으로 알려진 이론적인 분포를 따르지 않을 때는 얻어진 자료를 도수분포표로 만든 후 그것을 사용할 수 있는데 이러한 것을 경험적분포(empirical distribution)²⁾라고 부른다. 이러한 비모수적 분포의 적합도 검정은 콜모르프검정, 윌콕슨 부위순위 검정, 켄달의 타우검정법 등의 비모수적 검정법을 활용한다.

따라서 비모수적 분포의 특성을 가지는 기후에 대해 적합도를 분석하기 위하여 본 연구에서는 위와 같은 여러 가지 비모수적 검정법 중 켄달의 타우 검정법을 적용하였다.

2.3 일양분포의 난수(random number)

일양분포의 난수는 $U(a, b)$ 로 통상 표기하여 a와 b사이의 모든 수치가 동일한 확률로 일어나는 것을 의미한다.

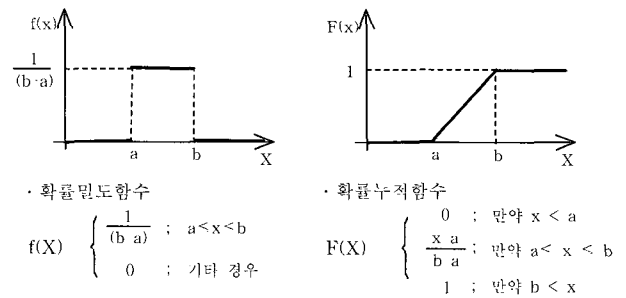


그림 2. 일양분포

현실세계를 관찰해 보면 여러 상황은 확정적 또는 아주 간단한 규칙적 성질을 따른 것이 아닌 무작위로 발생하고 있음을 알 수 있다. 따라서 확률적인 현상을 반영하기 위하여 과거의 자료를 누적분포화하고, 일정 확률값에 따라 그림 2와 같은 일양분포를 따르는 난수발생기를 통해 임의의 수에 대한 누적분포함수를 따른다.

본 연구는 위와 같은 방법으로 과거 기후자료를 바탕으로 가상기후를 생성하였다.

1) 부산시 기상관측소, 기상관측자료 1990-1999

2) 허문열, 송문섭 공저, 수리통계학, 전영사, 1997, pp105-132

3. 작업불가능 기후달력

건설공사는 다른 산업형태와는 달리 외부에 노출된 상태에서 많은 생산과정을 가진다. 따라서 정확한 공기산출 과 공정관리를 위하여 공정관리자들은 공정계획 시 사전에 기후에 대해 작업불가능 기후달력을 작성하여 공기를 산정하여야 한다.

현재 국내 건설공사의 공기산정 시 기관별 작업불가능 기준과 기후달력의 적용상 문제점은 다음과 같다.

3.1 기관별 작업불가능 기준

작업불가능 기간에 영향을 미치는 요인으로는 통제가 가능한 요인, 불가능한 요인 그리고 불가항력적 요인 등으로 구분할 수 있다. 통제가 불가능한 요인은 기후와의 관련성이 매우 높으므로 해당 지역의 기후에 대해 충분히 고려하여 공기를 산정 하여야 한다. 표 1은 기온, 강우, 적설에 영향을 받는 습식공사 및 풍속에

표 1. 기관별 작업불가능 기준³⁾

구 분	저온기준	고온기준	
기	대한주택공사	일최저온도 4°C미만일 때 한중콘크리트 타설	일평균온도 25°C이상일 때 서중콘크리트 타설
	한국토지공사	오전 6시 온도 4°C이하 작 업불가능	오후 3시 온도 30°C이상 일 수의 50%작업불가능
	한국도로공사	일평균온도 4°C이하 작업 불가능	일최고온도 35°C이상 작업 불가능
	대한토목학회	일평균온도 4°C이하일 때 한중콘크리트 타설	일평균온도 25°C이상일 때 서중콘크리트 타설
	양극영 ⁴⁾	주간온도 0°C이하 작업불 가능	주간온도 25°C이상 작업불 가능
	COE 계약서	일최고온도 0°C이하 작업 불가능	-
	AC	일평균온도 4.5°C(40F)이하 한중콘크리트 타설	-
온	일본토목학회	일평균온도 4°C이하일 때 한중콘크리트 타설	일평균온도 25°C이상일 때 서중콘크리트 타설
	대한주택공사	일강우량 10mm 이상일 때 작업불가능	
강	산업안전기준 에관한규칙	시간당 강우량 1mm 이상일 때 안전상 작업이 불가능한 것으로 규정	
	양극영	주간강우량 10mm 이상일 때 작업불가능	
우	COE 계약서	일강우량 5mm(0.2inch)이상일 때 작업불가능	
	산업안전기준 에관한규칙	시간당 강설량 1cm 이상 눈이 오는 경우 작업이 불가능 것으로 규정	
적	양극영	주간 적설량 10mm 이상일 때 작업불가능	
	산업안전기준 에관한규칙	최대풍속이 10m/s 이상일 때 철골작업, 타워크레인 작업 이 불가능 한 것으로 규정	
해	양극영	주간 최대풍속 10m/s 이상일 때 작업불가능	

3) 신중현외, 아파트 공사기간 산정에 영향을 주는 작업불가능 기준에 관한 연구, 대한건축학회발표논문집, 1998. 4
4) 양극영, 기상조건이 건축 공정계획에 미치는 영향에 관한 연구, 동국대 박사학위논문, 1987

영향을 받는 고소작업공사에 대한 각 기관별로 공정계획 시 기후 요소별 작업불가능 기준을 설정하여 적용하고 있는 예를 나타낸 것이다.

그러나 현재 건설공사에서 작업불가능일을 산정 시 현장관리자들은 미래의 불확실한 기후에 대해 예측이 불가능하다는 고정된 사고로 인해 비교적 세분화하여 적용하고 있는 대한주택공사의 경우에도 공정표 작성시 표 2와 같이 표준공사기간 설정기준을 참고하여 작업불가능일을 동절, 혹서, 강우에 대해 년별로 전체 기간을 적용하고 있어 공정계획 시 공사종류나 단위작업의 특성을 고려하지 못하고 있는 실정이다.

3.2 기존 기후달력의 문제점

건설공사에서 공정표를 작성하는데, 컴퓨터의 활용으로 인해 시간적, 경제적으로 많은 이익을 가져다주었다.

그러나 현장관리자들은 미래의 불확실한 기후에 대해 예측이 불가능하다는 고정된 사고로 인해 공정표 작성 시 기온만을 고려

표 2. 대한주택공사 표준공사기간 설정기준⁵⁾

구 분	해 당 지 역	작업불가능일수	비 고
혹	대구	15일	
	포항, 경산, 영천, 경주, 구미, 김천	10일	
	강릉, 삼척, 청주, 대전, 광주, 울산, 밀양	5일	
강	제주	15일	기본 28일에 추가적용
	강릉, 속초, 주문진	8일	
	김해, 진주, 창원, 마산, 부산, 충무, 삼천포, 여수, 여천	5일	
동	1 급 지	강원(춘천시, 원주시, 태백시 등) 경기(동두천시, 의정부시 등) 충북(제천시, 충주시 등) 충남(금산군) 전북(무주군, 장수군)	115일 (11.2~3.15)
	2 급 지	서울, 인천, 대전, 경기(1급지 이외지역) 충북(청주시, 청원군, 등) 충남(1급지 이외지역) 경북(구미시, 김천시, 등) 경남(거창군, 함천군, 등) 전북(남원시, 진안군, 등)	90일 (12.1~2.28)
절	3 급 지	대구, 광주, 강원(속초시, 강릉시, 등) 경북(경산시, 울진군, 등) 경남(진주시, 밀양시, 등) 전북(전주시, 군산시, 등) 전남(순천시, 장성군, 등)	75일 (12.10~2.22)
	4 급 지	울산, 경북(포항시, 경주시) 경남(마산시, 창원시, 등) 전남(목포시 여수시, 등)	55일 (12.21~2.13)
기	5 급 지	부산, 경남(거제시, 통영시) 전남(진도군, 완도군)	35일 (1.1~2.4)
	6 급 지	제주	15일 (1.17~1.31)

5) 대한주택공사, 표준공사기간 설정기준, 1999

하여 동절기인 12월~2월을 기후달력에 적용하고 그밖에 다른 기후요소는 과거의 경험과 직관에 의해 작업불가능일을 단위작업에 여유일로 배분하여 공사를 진행함으로써 공사 중 잦은 공기조정과 작업변경이 불가피하다.

이는 기후달력 작성 시 관리자들의 불확실한 기후의 작업불가능일을 일 단위 적용에 대한 과학적 근거자료의 부재에서 오는 결과로 판단된다.

4. 가상기후 시뮬레이션

본 연구에서는 기존 기후달력의 문제점을 개선하기 위하여 과거 기후자료를 분석 및 시뮬레이션을 통해 가상현실화를 통해 과학적 근거자료를 제시해줌으로써 기후에 대한 단위작업별 공정계획이 가능하도록 하였다.

이를 위하여 가상기후를 생성하기 위한 일양성 난수를 이용한 경험적 분포를 모형화하였으며, 이에 적합한 비모수적 검정법으로 적합성을 검토하였다.

4.1 가상기후 생성

공정계획 시 미래의 불확실한 기후를 예측하고 공정표를 작성하기란 매우 어렵다.

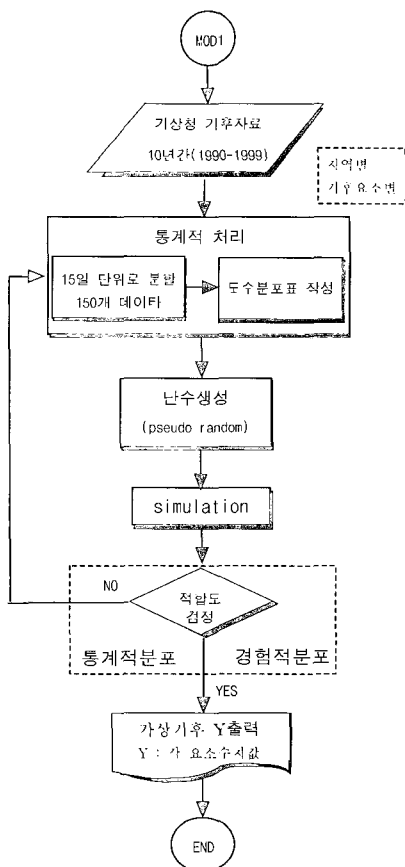


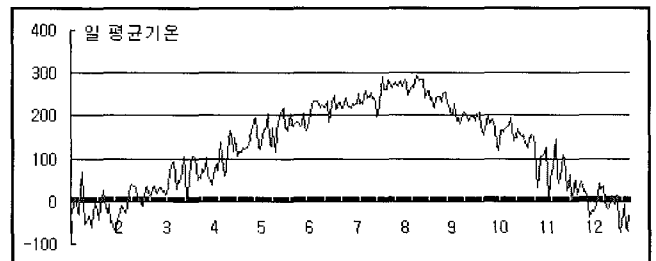
그림 3. 가상기후 생성 D/B 과정모델

따라서 기상청으로부터 1990년 1월 1일부터 1999년 12월 31일 까지 10년 간의 자료로 기온, 강수량, 적설량, 풍속의 기후요소를 조사·분석을 하였다. 우리나라 기후의 계절적 특성을 고려하여 연도별 기후자료를 15일 단위로 10년 동안을 누적 및 분포화하였다.

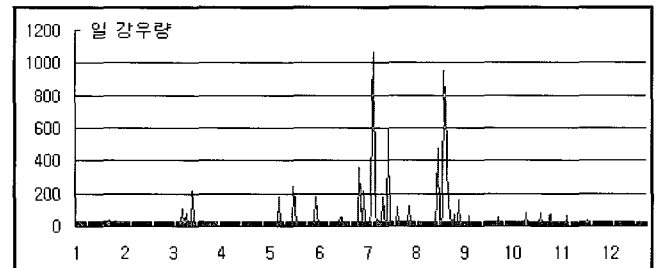
일양분포를 따르는 난수를 통해 요소별 가상기후를 생성하고, 이렇게 생성된 가상기후가 10년간의 과거기후를 어느정도 반영하는지를 알아보기 위해 적합도검정을 실시하였다. 그림 3은 이러한 과정을 흐름도로 표현한 것이다.

그림 4는 다음 절차에 따라 실시한 결과이며, 지면관계상 서울지역에서의 가상기후만을 나타낸 것이다.

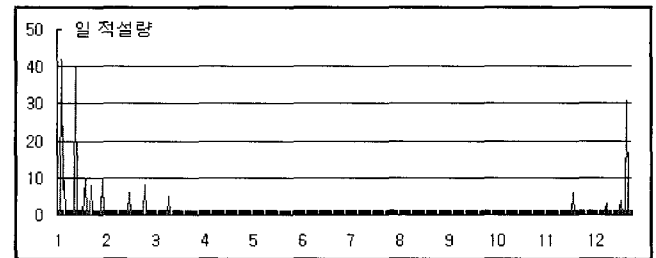
가상 평균기온



가상 강수량



가상 적설량



가상 최대풍속

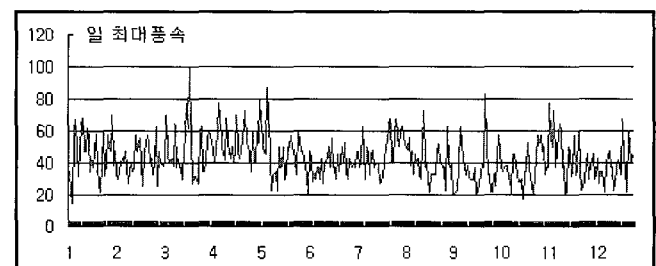


그림 4. 서울지역 가상기후

4.2 가상기후의 적합도 검증

과거 기후자료를 바탕으로 경험적 분포를 이용한 가상기후가 실제 과거 자료에 어느 정도 연관성을 가지는가를 알기 위해 비모수적 방법 중의 하나인 켄달의 타우를 이용하였다.

켄달의 타우 검정법은 모집단의 분포함수에 대하여 모수형의 가정을 하지않고 통계적 추론을 다루는 방법이다.

비모수적 방법에서는 정규성을 가정하지 않으므로 독립성 검정 대신에 두 변수 사이의 연관성을 검정하는 것이 보통이다. 이변량 정규분포에서는 상관관계를 나타내는 척도로서 상관계수 ρ 를 사용하나, 비모수적 방법에서는 ρ 의 의미가 약해지므로 비모수적 척도를 이용한다.

확률표본 $(X_1, Y_1), \dots, (X_n, Y_n)$ 에서 i, j 번째 쌍에 대하여 $X_i, -X_j$ 와 $Y_i - Y_j$ 의 부호가 같으면 부합(concordant), $X_i, -X_j$ 와 $Y_i - Y_j$ 의 부호가 다르면 비부합(discordant)이라고 하며, 부합성과 비부합성의 확률을 각각 식 1과 같이 가정된다.

$$\begin{aligned} \pi_c &= P[(X_i - X_j)(Y_i - Y_j) > 0] \\ \pi_d &= P[(X_i - X_j)(Y_i - Y_j) < 0] \end{aligned} \tag{식1}$$

이들을 이용하여 연관성의 척도인 켄달의 타우(Kendall's tau)는 다음과 같이 정의된다.

$$\tau = \pi_c - \pi_d$$

이와 같이 정의된 τ 와 ρ 사이에는 $\tau = \frac{2}{\pi} \arcsin \rho$ 의 관계가 있음이 알려져 있다. 따라서 켄달의 통계량 K는 $H_0 : \rho=0$ 하에서 F와 무관한 분포무관 검정법이다. 따라서 위와 같이 켄달의 타우 비모수적 검정법은 본 연구에서 활용한 가상기후 시물레이션의 적합성 검토에 적용될 수 있다.

다음 표 3은 전체 기후를 대상으로 1990년~1999년까지의 실제 기후와 가상기후와의 연관성을 검정한 결과이며, 대부분의 기후요소는 실제 기후를 100%에 가깝게 반영하는 것으로 나타났으며, 최대풍속은 기타 기후요소에 비해 차이가 있으나 연관성지수가 90%에 근접하므로 적용에는 비교적 적합한 것으로 판단된다.

그러나 신뢰도를 높이기 위해서는 바람에 대한 시물레이션 적용방법에 보다 많은 연구가 요구된다.

표 3. 기후요소별 연관성 계산표

기후요소	P	Q	Zk	p-값	연관성(%)	비 고
평균기온	56863	3734	20.644	0.000	100	매 시간별 누적/24
최저기온	56994	10395	20.008	0.000	100	일일 최저기온
최고기온	55487	21388	14.641	0.000	100	일일 최고기온
오전강우	40607	23453	7.365	0.000	100	06시-12시까지 누적
오후강우	40417	24122	6.997	0.000	100	12시-18시까지 누적
적설	40077	78	17.174	0.000	100	0시-24시까지 누적
최대풍속	35465	31894	1.533	0.125	87.5	일일 최대 풍속

4.3 가상기후에 의한 작업불가능 기후달력

위와 같이 생성된 가상기후를 공정표 작성에 적용하기 위해 작업불가능 기후달력 생성 모형은 그림 5로 각 기관의 기술력 및 시방서의 기후요소별 작업불가능 기준에 따라 작업가능일은 0, 작업불가능일은 1로 작성되는 작업불가능일 달력이 생성된다.

그림 6은 위의 과정을 웹 상에서 구현한 것이며, Table 1, 2에서 해당지역을 입력하면 Table 3으로 이동한다. 여기서 건설공사 추체에 맞는 각 기후요소별 작업불가능 기준을 입력한다. 입력이 완료되면 Table 4와 같이 가상기후에 의해 작업불가능 기후달력이 생성된다.

그림 7은 대한주택공사 및 한국도로공사의 기후에 대한 작업불가능 기준에 따라 서울지역의 작업불가능 기후달력을 나타낸 것

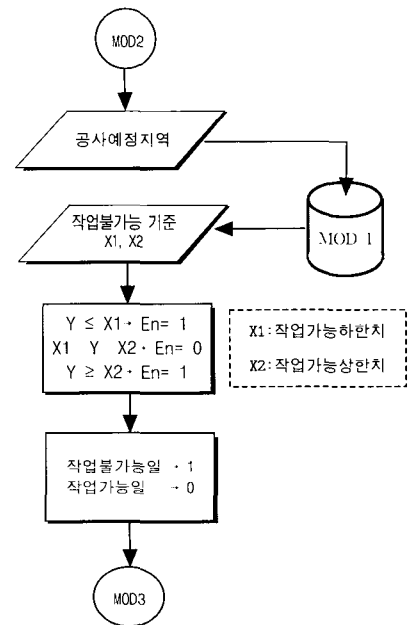


그림 5. 작업불가능일 산정 모형

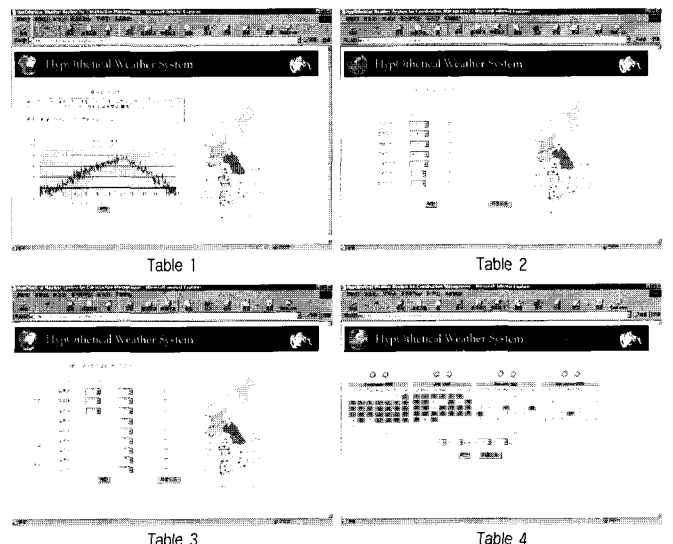


그림 6. 작업불가능일 산정 모형



그림 7. 웹브라우저상의 기후달력 생성화면

이며, 밝은 색으로 된 일은 작업 가능한 일이고, 어두운 부분은 작업불가능일을 의미한다.

본 연구에서 개발한 작업불가능 기후달력 모델은 매년 실제 기후자료를 업데이트에 대해 용이성을 제고하고, 또한 사용자의 활용성을 높이기 위해 인터넷상에서 구현하였으며, 나아가 공사종류 및 기후요소별 영향형태에 따라 작업불가능 기준을 적용함으로써 공사주체의 능력 및 지역적 조건을 만족할 수 있게 하였다. 그리고, 다운로드를 통해 예상 공사기간 동안의 작업불가능 기후달력을 작업가능일은 0, 작업불가능일은 1로 표기된 달력을 제공할 수 있다. 앞으로 공정프로그램과의 연계를 통해 작업불가능 달력의 호환에 대한 지속적인 연구가 요구된다.

5. 가상기후에 의한 공기산정

공기산정 시 기후는 단위공종에 미치는 영향이 기후요소별로 다양하여 각각 고려하여야하나, 기존의 공기산정방법은 작업공기에 미리 지정된 작업불가능일을 합산함으로써 전체 공기를 산정하고 있어 공사 중 공기조정이 불가피하다. 따라서 본 연구는 가상기후 공정시물레이션을 통해 단위작업에 영향을 주는 각 기후요소별로 아래의 4가지 타입에 따라 계산하는 방법으로 공기를 산정한다.

5.1 기후요소별 작업분류체계

건설공사에서 하나의 단위공종은 기후의 특성에 따라 다양하게 영향을 받는다. 또한 하나의 기후요소에만 한정되는 것이 아니라 둘 이상의 기후요소가 중첩되어 영향을 주기도 한다. 따라서 작업불가능 기후달력을 보다 효율적으로 활용하기 위해서는 기후요소별로 영향형태가 다른 단위공종을 기후요소에 맞게 세분화할 필요가 있다.

따라서 표 4와 같이 기온, 강우, 적설, 풍속에 대한 14가지의 기후요소별 영향인자를 정의하고, 이에 따라 단위공종별 분류체

계를 Code화 및 단위공종에 기후요소별 영향인자를 속성화하여 전산화함으로써 기후에 대한 단위공종별 특성을 고려한 공기산정의 자동화가 구현된다.

표 4. 기후요소별 단위작업 분류체계

기후	기온	강우	적설	풍속	CODE	기후	기온	강우	적설	풍속	CODE	
단위공종별 영향인자	T				T	단위공종별 영향인자		R	S		RS	
		R			R			R		W		RW
			S		S				S	W		SW
				W	W			T	R	S		TRS
	T	R			TR			T		S	W	TSW
	T		S		TS				R	S	W	RSW
	T			W	TW			T	R	S	W	TRSW

T : 기온에 영향을 받는 단위공종
 R : 강우에 영향을 받는 단위공종
 S : 적설에 영향을 받는 단위공종
 W : 풍속에 영향을 받는 단위공종

5.2 PDM방식에서의 공기산정 방법

(1) Finish to Start 타입

A작업이 종료 후 B작업이 착수 시에는 공기산정방식은 아래와 같이 순차적 연산방식을 이용한다.

$$A_j = A_i + d_A + C, B_i = A_j + \text{Lag Time}$$

$$B_j = B_i + d_B + C$$

(2) Start to Start 타입

A작업이 착수 후, B작업 착수 시에는 공기산정방식은 후행작업은 선행작업의 공기에 간섭을 받지 않으므로 선행작업의 공기는 FS 방식을 따르고 후행작업의 착수점은 선행작업의 착수점에 Lag Time을 가산하면 된다.

$$B_i = A_j + \text{Lag Time}, B_j = A_i + d_B + C$$

(3) Finish to Finish 타입

A작업이 종료 후, B작업 종료 시에는 후행작업의 종료점이 선

행작업의 종료점에 의해 간섭을 받으므로 후행작업의 종료점은 선행작업의 종료점에 Lag Time을 가산한다.

$$B_i = B_j - (db + C), B_j = A_j + \text{Lag Time}$$

(4) Start to Finish타입

A작업이 착수 후, B작업 종료 시에는 선행작업의 착수점에 Lag Time을 가산하여 후행작업의 종료점을 구하고, 후행작업의 착수점은 후행작업의 종료점에서 공기를 감산한다.

$$B_i = B_j - (db + C), B_j = A_j + \text{Lag Time}$$

i = 착수점

j = 완료점

dk = k작업의 순공기

$E_k(tURUsUw) =$ 기후요소에 의한 작업불가능일수

$$C = E_n(i, j) + H(i, j) - M_n(E \cap H)$$

H = 휴일일수

M = 중복 작업불가능일수

(T : 기온, R : 강우, W : 풍속, S : 적설)

6. 공기산정 의사결정 지원모델

가상기후는 작업불가능기준에 따라 기후요소별로 작업불가능일이 일(日)단위로 표현되며, 그림 8과 같이 공정관리자는 우선 특정 프로젝트에서 이루어질 단위작업을 작업불가능기준에 따라 작업을 분류한다.

그리고 작업불가능일을 고려하지 않고 이루어질 수 있는 작업의 순공기만으로 공정표를 작성한다. 이후 본 연구에서 제시한 가상기후 시뮬레이션에 의한 기후달력에 의한 공기산정식을 통해 기후요소를 고려한 공정표가 생성된다. 따라서 초기 공정계획 입안 시 Transaction을 매회 호출할 때마다 가상기후에 의해 자동 생성되는 공정표를 바탕으로 작업의 선후관계 및 공정계획에 대한 의사결정을 하게 된다.

이를 통해 공정표 작성 시 기존의 경험적이고 주관적인 작업불가능 기후달력 적용에서의 잦은 작업변경 등의 문제점을 줄이고, 과학적인 방법에 의해 일단위의 작업불가능 기후달력을 활용함으로써 4가지의 기후요소를 고려할 수 있고, 또한 초기 공정계획 시 발주자와의 공기에 대한 원활한 의사소통에도 도움이 될 것이다.

7. 결론

건설공사 공정계획 시 기후요소에 영향을 받는 단위공종과 연계성을 인식하지 못해 공사 중 많은 공기조정을 하게됨으로써 공

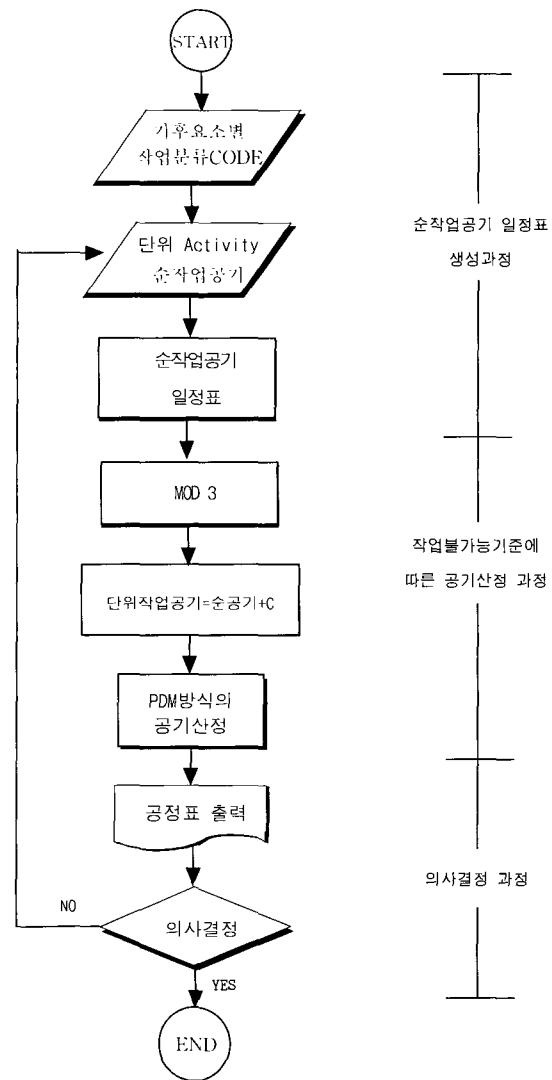
사 주체들간의 이해에 많은 문제점을 안고 있다.

따라서 본 연구는 단위공종에 영향을 미치는 각 기후요소를 분석 및 통계처리를 이용한 시뮬레이션에 의해 작업불가능 가상기후달력을 생성시켜 단위공종과 연계를 통한 공기산정 의사결정 지원모델을 제시하였고, 이에 따른 기대효과는 다음과 같다.

(1) 제한된 과거(1990년-1999년) 기후자료를 요소별로 분석함으로써 단위공종에 대한 기후요소의 영향을 과학적인 방법으로 자료를 제공하였다.

(2) 공정계획 시 단위공종에 각 기후요소별로 인자를 추가함으로써 불확실한 기후에 대한 사전 공정계획의 효율성 제고가 기대된다.

(3) 기존의 현장관리자들의 경험적이고 직관적인 기후에 대한 대처를 확률분포를 이용한 통계적 처리에 의해 공기산정에 관한 신뢰성 있는 의사결정이 가능하게 되었다.



• MOD 3 : 작업불가능 기후달력 자동생성 모형
• C : 기후요소에 대한 중복일을 감한 작업불가능일수

그림 8. 공기산정 의사결정 지원모델

본 연구에서 제시한 공기산정 의사결정 지원모델은 공정계획 입안 시 불확실한 기후에 대한 과학적인 의사결정에 도움이 될 것이다. 또한 본 연구는 공정관리 의사결정 지원시스템 구축을 위한 기초적인 연구로서, 향후 실제 사례연구를 통한 적용성 검토가 요구되며, 또한 공정프로그램과의 호환성, 건설CALS의 확대를 위한 Web상에서의 구현에 대한 지속적인 연구가 수행되어야 할 것이다.

참고문헌

1. 부산시기상관측소, 기상관측자료, 1990 - 1999
2. 양극영, 기상조건이 건축 공정계획에 미치는 영향에 관한 연구, 동국대 박사학위논문, 1987
3. 문기주, 산업시뮬레이션, 생능, 1994
4. 진영섭 외, 아파트공사기간 산정에 영향을 주는 작업불가능기준에 관한 연구, 1998
5. 최봉철 외, 공동주택공사의 기후요소분석에 의한 공기산정 연

- 구, 1999
6. 허문열, 송문섭 공저, 수리통계학, 전영사, 1998
7. 김인호, 건설경영, 기문당, 1999
8. 강맹규, 불확실성하의 의사결정론, 희중당, 1993
9. 한충희, Artificial Intelligence Methodology for Simulation Modeling 박사학위논문, Georgia Institute of Methodology, Atlanta, Georgia, 1990
10. Ahuja, H. N., Dozzi, S. P., Project Management : Techniques in Planning and Controlling Construction Projects, John Wiley & Sons, Inc, 1994
11. Halpin, D. W. and Riggs, L. S., Planning and Analysis of Construction Operation, A Wiley Interscience Publication, John Wiley & Sons, Inc, 1992
12. Law, A. M. and Kelton, W. D., Simulation Modeling & Analysis, McGraw-Hill Series in Industrial Engineering and Management Science, McGraw-Hill, Inc, 1991

Abstract

The duration of construction in the construction works contains non-working days as well as working days. The duration is so relevant to climate that it should be calculated after fully considered about the regional climate in which construction processes. In most construction fields, however, there has been a frequent adjustment of duration because the field supervisor's experiences have decided non-working days indiscriminately without any accurate information about weather. Not only has that done great economic damages, but also caused many problems in interests among construction subject.

So, in this study, we will analyse the elements of climate which has influences on the duration and implement the hypothetical weather simulation. By connecting the results of simulation with the duration of construction, we will propose the decision-making support model for the efficient calculation of duration when the field supervisor makes the projects schedule.

Keywords : The Duration of Construction, Non-working Days, The Hypothetical Weather Simulation