

# 기후요소와 생산성간의 상관관계 분석에 관한 연구

- 공동주택 철근콘크리트 골조공사를 중심으로 -

## Relationship Between Construction Productivity and the Weather Elements in the Reinforced Concrete Structure for the High-rise Apartment Buildings

김 신 태\* · 김 예 상\*\* · 진 상 윤\*\*\*

Kim, Shin-Tae · Kim, Yea-Sang · Chin, Sang-yoon

### 요 약

건설생산성에 영향을 미치는 많은 요소 중에서, 외부공사가 많은 건축공사는 기후의 영향을 많이 받는다. 지난 30년에 걸쳐 기후요소와 건설생산성간의 관계에 대한 많은 연구가 진행되어 왔지만, 대한민국의 지리적 특징을 잘 반영하는 연구는 미비하였다. 본 논문에서는 같은 유형의 공동주택 4개동(16~18층)의 데이터를 이용하여 골조공사의 건설생산성과 5가지 기후요소(온도, 습도, 낮 길이, 강수, 풍속)와의 관계를 단순회귀분석과 다중회귀분석을 통해 규명하였다. 단순회귀분석 결과, 기후요소 중 온도, 낮 길이가 건설생산성에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타났고, 다중회귀분석으로부터는 기후요소에 의해 생산성을 예측할 수 있는 회귀식을 도출하였으며, 이러한 분석결과에 대한 검증과 활용 방안을 제시하였다. 본 연구의 결과는 공사관리의 기획단계 혹은 공정관리의 기초 자료로 사용될 수 있을 것으로 기대된다.

키워드 : 건설생산성, 생산성분석, 기후요소, 단순회귀분석, 다중회귀분석

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

건설생산성의 향상은 산업차원에서나 프로젝트 차원에서 매우 중요한 요소로 인식되어오고 있으며, 실제적인 생산성 향상을 거두기 위해서는 생산성의 개념에 대한 이해와 생산성에 영향을 미치는 다양한 요인들에 대한 분석이 선행되어야 한다. 특히 주로 거시적인 관점에서 다루어지고 있는 산업차원에서의 생산성 보다는, 프로젝트 차원에서의 생산성 향상이 더욱 중요한 의미를 가지며, 프로젝트에 영향을 미치는 여러 영향 요인과 생산성간의 관계 규명은 공사비나 공기 산정 또는 관리 활동에 큰 도움이 된다. 생산성에 영향을 미치는 요인들 중 기후요소는 건설공사의 생산과정이 옥외에서 이루어진다는 점과 기후 자체를 통제할 수는 없지만, 기후가 생산성에 미치는 영향을 파악함으로써 생산성 향상과 관리활동의 계획 시 반영할 수 있다는 점에서 중요한 의미를 갖는다. 특히 우리나라의 경우 사계절이 뚜렷하고 각각의 계절적 특성에 심한 차이가 나타나므로 장기간 지

속되는 건설공사 또는 공중에서 기후요소의 영향을 분석, 적용하게 되면, 큰 효과를 거둘 수 있다. 따라서 본 연구에서는 건설생산성과 기후요소간의 관계를 규명하고 그 결과로부터 기후요소가 생산성에 미치는 영향도와 이에 근거한 생산성 예측 모델을 제시하는데 연구의 목적이 있다.

### 1.2 연구의 범위 및 방법

사실상 건설현장의 생산성은 무수히 많은 요인에 의해 영향을 받는다. 다만, 본 연구에서는 위에서 언급한 바와 같이 기후요소가 생산성에 미치는 영향을 연구하는 데 목적이 있으므로, 기타 요소의 영향은 본 논문의 범위에서 제외하는 것으로 한다. 한편, 기후요소라 하여도 공사 또는 공중의 유형에 따라 그 영향도가 다르게 나타날 수 있다. 예를 들어, 건축 재료 자체가 기후에 영향을 많이 받게 되는 작업과 그렇지 않은 작업, 옥외에서 수행되어 기후에 노출되는 작업과 옥내에서 이루어지는 작업, 긴 시간에 걸쳐 진행되어 기후변화를 고려하여야 하는 작업과 짧은 기간에 걸쳐 진행되는 작업 등을 들 수 있다. 본 연구에서는 이러한 점을 고려하여 국내 주택 산업에서 평균 50% 이상의 시장을 점유하고 있는 공동주택의 철근콘크리트 골조 공사(벽식)를 분석대상으로 하였다. 즉, 철근콘크리트라는 재료적인 특성과 기후에 노출되어 있다는 점, 그리고 오랜 기간 동안 기후변화를 고

\* 정회원, 성균관대 건축·조경 및 토목공학부 대학원, 공학석사

\*\* 정회원, 성균관대 건축·조경 및 토목공학부 교수, 공학박사

\*\*\* 정회원, 성균관대 건축·조경 및 토목공학부 부교수, 공학박사

려하여야 한다는 점 등이 이 공사를 분석대상으로 선정하게 된 이유이다. 또 생산성 영향 요인의 분석은 가능한 한 공통적이고 반복되는 작업에서 실시할 때 더 큰 효과를 기대할 수 있는데, 그러한 점에서도 공동주택의 철근콘크리트 골조 공사는 연구의 대상으로 적합하다고 할 수 있다. 한편, 기후요소들은 지리적 여건에 따라 차이가 나는데, 본 연구에서는 경기도 수원 지역(동경 127° 02', 북위 37° 16')을 대상으로 하였고 이 지역에서 완공된 고층 아파트 공사(16층-18층)에서 실제 데이터를 수집하여 분석하였다. 이때 기후 데이터와 생산성 데이터는 기상청과 작업일보에 기재된 것을 참고하였다.

연구의 방법은 먼저, 여러 기후요소들 중, 철근콘크리트 골조 공사에 가장 큰 영향을 미칠 것으로 예상되는 요소들을 전문가 면담을 거쳐 온도, 상대습도, 낮 길이, 강수, 풍속 등 5개 요소로 선정하였고 1개 층 완공 시에 걸리는 기간 또는 1일 완성 층수를 동 공사의 생산성으로 설정하여 영향정도를 분석하였다. 분석방법은 1차적으로 작업일보 상에 나타난 1개 층의 작업 소요일수를 계산하여 층별 공사소요일수 변화를 산출해내고, MS-Office Excel을 활용해 기후요소별로 생산성과의 관계를 단순회귀분석하였으며, 대상 기후요소들의 전체적인 영향도를 파악하기 위해 다중회귀분석을 실시하였다.

## 2. 건설생산성 및 영향요인관련 기존연구 고찰

건설생산성 관련 연구는 주로 공중·공법별로 생산성을 측정·분석하거나 혹은 생산성 측정방법, 향상방안에 대해서 많이 다루고 있다. 예를 들어 김대성의 연구는<sup>1)</sup> 국내 건설 산업의 생산성과 선진국의 생산성과를 비교하여 생산성과 관련된 경쟁력을 평가하고 생산성향상의 목표를 제시하였으며, 손창백과 박찬식<sup>2)</sup>은 건설경기변화가 건설근로자의 생산성에 미친 영향을 골조공사와 비 골조공사에 대하여 분석한 바 있다. 또 대한주택공사에서는<sup>3)</sup> 공동주택의 공중을 거푸집공사, 철근공사, 콘크리트공사, 기타공사로 나누어 현장의 생산성을 표준품셈과 비교하고 이 생산성 자료를 이용하여 기본공정계획 모델 안을 제시하였다.

한편, 기후요소와 관련된 연구로는 이학기<sup>4)</sup>와 구해식<sup>5)</sup>의 연구

를 들 수 있는데, 전자의 연구에서는 가상기후 시뮬레이션을 통해 기후요소별 작업불가능일과 예정 공정표를 연계하여 사전에 프로젝트의 최적 착공시기를 알아 볼 수 있는 방법을 제시하였고, 후자의 연구에서는 건설공사의 공기산정에 대한 여러 가지 요건들 중에서 기후요건이 공사기간에 미치는 영향을 파악하여 건설공사의 기후에 대한 공사기간 산정법을 제시하였다.

외국의 연구로는 작업을 난이도별로 구별한 후 온도 및 상대습도와 작업자들의 신진대사간의 상관관계를 분석한 Srinavin과 Mohamed<sup>6)</sup>의 연구와 Thomas외 2인<sup>7)</sup>이 3개의 유사 프로젝트에서 구체적인 생산성데이터를 추출하여 자체조달방법과 생산성 데이터에 미치는 바람, 눈, 저온 등 겨울 날씨의 영향을 비교·분석한 연구를 대표적인 사례로 들 수 있다.

위에 나열한 연구 외에도 대부분 연구들은 생산성만을 측정하여 비교·분석하거나 기후요소를 고려하였다 하더라도 특정 공정보다는 전체 공사기간을 또는 지극히 세부적 수준의 생산성을 다루거나 특정 기후조건만을 대상으로 하고 있다.

이와 같은 상황에서 본 연구는 국내 공동주택 골조공사의 건설생산성과 여러 기후요소와의 상관관계를 회귀분석을 통해 분석하고, 그 정도를 수치화 하였다라는 점에서 위 연구들과의 차별성을 찾을 수 있다.

## 3. 기후요소와 생산성간의 통계분석 개요

### 3.1 기후요소의 설정과 기후 데이터 수집

기후란 장기간에 걸친 대기현상의 종합적인 상태를 나타낸 것으로 기후요소에는 기온, 강수, 바람의 3대 요소와 이들을 직·간접적으로 좌우하는 습도, 일사, 일조, 운량, 증발 등이 포함된다<sup>8)</sup>. 이러한 기후요소는 각각의 요소별로 건축물의 종류에 따라 또는 착공에서 완공에 이르기 까지 다양한 형태로 영향을 미칠 수 있는데, 본 연구에서는 이중 온도, 상대습도, 낮 길이, 강수, 바람 등 5개 요소를 분석대상으로 선정하였다. 반면, 일사, 일조, 운량, 증발 등은 현장 실무자들과의 면담결과 큰 영향을 미치지 못하는 것으로 판단되어 배제시켰으며 낮 길이는 위의 주요 기후요소들에는 포함되어있지 않지만, 계절에 따라 변화가

1) 김대성, "국가간 건설생산성 비교분석에 관한 연구", 성균관대학교, 2002.2  
 2) 손창백, 박찬식, "건설경기변화에 따른 생산직 건설근로자의 가동율 및 생산성 비교·분석" 대한건축학회논문집, 2001.7  
 3) 정인환외 5명, "주요 공종별 공정 및 생산성 분석", 대한주택공사 주택연구소, 1994  
 4) 이학기외 1인, "기후요소를 고려한 최적 착공시기 결정 방법 연구" 동아대학교, 2002.4  
 5) 구해식, 최봉철, "建築工事の氣候要素에 대한 工期算定 方案 研究", 대한건축학회논문집, 1999.11

6) Korb Srinavin, Sherif Mohamed, "Thermal environment and construction worker Productivity: some evidenced from Thailand", Building and Environment, March 2002  
 7) H. Randolph Thomas, David R Rilly, and Victor E. Sanvido, "Loss of Labor Productivity due to Delivery Methods and Weather", Journal of construction Engineering and Management, Jan/Feb 1999  
 8) 김연옥, "기후학 개론", 정지사, 1996

심할 뿐만 아니라 일조의 개념을 가지므로 포함시켰다.

한편, 본 연구에서는 이상의 기후요소들에 대한 자료 수집을 위해 기상청 데이터와 작업일보에 기록된 자료를 활용하였다. 즉, 기상청에서 지원하지 않은 낮 길이는 작업일보를 통해 정리하고, 지원하는 요소(온도, 습도, 낮 길이, 풍속, 강우)에 대해서는 사례공사가 위치한 수원지역의 지리적 환경에 맞는 기상청 기상 데이터를 사용하였다.

3.2 철근콘크리트 공사의 생산성 자료 수집

본 연구에서 생산성은 그림 1에서 보는 바와 같이 철근콘크리트 골조 1개 층 당 소요되는 작업일수로 설정하였고, 생산성 데이터는 수원지역에 위치한 OO 아파트 신축현장을 대상으로 작업일보와 현장 담당자와의 면담을 통해 수집하였다. 대상 현장의 개요는 표 1과 같다.

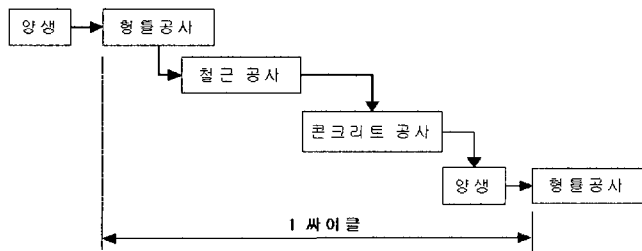


그림 1. 골조공사의 1사이클

표 1. 생산성 데이터 수집 현장 개요

구 분	개 요
현 장 명	수원시 매탄지구 OO아파트 신축현장
공사기간	2000년 3월 ~ 2002년 3월
대지면적	28,930 m <sup>2</sup>
연 면 적	84,912 m <sup>2</sup>
동별층수	16~18층, 18층 (4개동)
평 형	41 평
세 대 수	248

생산성 측정을 위한 첫 번째 작업은 작업일수를 산정하는 것인데, 실제 작업일수는 해당 공사, 즉 철근콘크리트 골조 공사가 진행 중인 동안의 일요일, 명절, 공휴일은 공사 불가능 일수에 포함시켰으며, 다량의 강수로 전혀 작업이 불가능한 일수도 제외시켰다. 다음으로 집계된 공사일수와 작업일보 상에 나타난 공사 진척 상황을 바탕으로 각 동별 골조공사의 소요일수와(소요일수/1개 층), 1일 생산성(1/1개 층 골조공사 소요일수)을 계산하였다.

3.3 회귀분석 및 통계적 검정

회귀분석은 변수들 간의 함수관계를 분석하고 모형화하는

통계적 기법으로 사용 목적은 다음과 같이 크게 세 가지로 분류된다.

- 종속변수와 독립변수들 사이의 함수관계가 어떠한 형태(선형 또는 비선형)를 가지고 있는지를 파악
- 종속변수에 영향을 미치는 중요한 독립변수들의 영향을 추정·검정
- 추정된 회귀함수를 인용하여 주어진 독립변수의 값에서 종속변수의 평균변화를 추정·예측

또 회귀분석은 1개의 독립변수와 1개의 종속변수와의 관계를 살펴보는 단순회귀분석(simple regression)과 다수의 독립변수와 1개의 종속변수간의 관계를 나타내는 다중회귀분석(multiple regression), 다수의 독립변수와 다수의 종속변수간의 관계를 파악하는 다중변수회귀분석(multi-variate regression)으로 나뉘어 지는데, 본 연구에서는, 먼저 각 기후요소와 생산성간의 상관관계 파악을 최우선의 목표로 보고 단순회귀분석을 실시하였고 요소들 간의 영향을 고려하여 모든 요소들을 동시에 고려한 다중회귀분석을 실시하였다. 한편, 본 연구에서 회귀분석과 함께 활용한 통계분석 방법들의 내용은 다음과 같다.

- 1) t-검정 : 회귀계수의 t-값은 해당 회귀계수가 통계적으로 유의한지를 나타내는 지표로서 본 연구에서는 95% 신뢰도, 유의수준을 5%로 했을 때 t값의 절대치가 2(=1.96)보다 같거나 크면 귀무가설 H<sub>0</sub>은 기각하는 것으로 한다.
  - 2) F-검정 : F-검정은 t-검정과는 달리 회귀식 전체에 대한 유의성을 검증한다. 회귀식 전체가 유의하느냐 여부를 본다는 것은 곧 “모든 회귀계수가 0”이라는 귀무가설 H<sub>0</sub>가 기각되느냐 여부를 검정하겠다는 뜻으로, 본 연구에서는 유의한 F값이 0.05(95%신뢰도), 또는 0.01(99%신뢰도)보다 작을 경우 귀무가설을 기각하는 것으로 한다.
  - 3) P-값 : 유의확률 P-값이란 가설이 맞다고 가정하는 경우, 가설을 검정하기 위해 사용하는 검정통계량의 값이 표본에서 나올 확률을 말하고, 이 값이 작으면 작을수록 주어진 가설 하에서는 나오기 어렵다는 의미를 가지며 P-값이 유의수준 α보다 작으면 가설을 기각하게 된다.
  - 4) 결정계수와 상관계수 : 독립변수와 종속변수간의 상관관계를 나타낼 때는 결정계수 (coefficient of determination, 단순회귀분석에서의 r<sup>2</sup>, 또는 다중회귀분석에서의 R<sup>2</sup>) 또는 결정계수의 제곱근인 상관계수(r 또는 R)를 사용하나, 일반적으로 주어진 자료에 의하여 추정된 회귀식이 해당 자료를 얼마나 잘 설명하는지 여부를 보여주는 값으로서 결정계수가 선호된다. 한편, 본 논문에서 수행한 기후요소와 건설생산성의 관계에 대한 회귀분석 절차는 다음과 같다.
- ① 각각의 기후요소에 대해서 종속변수에 영향을 미치는지,

그리고 종속변수와 독립변수사이에 어떠한 관계(1차, 2차, 고차, 지수, 로그 등)가 있는 지를 확인

- ② 결정계수, 상관계수, 유효한-P값, t-검정, F-검정 등을 이용하여 독립변수가 종속변수에 영향을 미치는 지를 추정, 검정
- ③ 귀무가설이 기각되고 채택된 대립가설의 회귀식을 이용하여 각각의 기후요소에 대한 회귀식을 정리
- ④ 마지막으로 추정된 회귀식을 이용하여 각각의 독립변수에 대한 종속변수의 평균변화를 추정·예측

#### 4. 기후요소와 철근콘크리트 공사 생산성간의 통계 분석

##### 4.1 생산성 변화의 단순 비교

위에서 언급한 바와 같이 층별 실제 공사 소요일 수는 작업일보 상에 나타나는 한개 층의 작업소요일수를 계산하고, 이 결과 값에서 국가 공휴일로 지정되어 있는 날짜와 작업불능 일수를 제외하여 산정하였다. 그 결과는 표 2와 같으며, 그림 2는 표 2의 각 동별 및 층별 공사 소요일수 추이를 그래프로 나타낸 것이다.

이 결과에서 보면, 공사를 동일한 시기에 시작한 것이 아니기에 특히 지하층 부분의 공사 소요일수가 동별로 차이를 보이고 있으며, 6월과 7월의 장마철, 그리고 10월 달의 추석 연휴, 1월과 2월의 신정연휴 및 구정연휴 기간의 공사단절로 생산성에 영향을 미친 것을 알 수 있었다. 그러나 일반적으로 공사초기에 많은 기간이 소요되고 있고, 최상층에 이르러서는 반복적인 층과는 다

표 2. 매탄현장 골조공사 실제 소요일 수

TYPE	41평형				평균
	201동	202동	203동	204동	
공사개시일	00/10/10	00/10/17	00/5/23	00/6/19	-
B1층	19	24	39	48	32.5
1층	17	12	18	17	16.0
2층	10	8	22	11	12.8
3층	9	10	12	9	10.0
4층	13	13	10	11	11.8
5층	16	11	6	7	10.0
6층	11	10	9	11	10.3
7층	10	11	8	11	10.0
8층	11	8	16	9	11.0
9층	11	14	18	9	13.0
10층	9	8	12	12	10.3
11층	10	9	13	11	10.8
12층	8	8	15	23	13.5
13층	7	7	13	13	10.0
14층	8	7	11	9	8.8
15층	10	9	23	11	13.3
16층	9	7	10	13	9.8
17층	11	10	17	11	12.3
18층			34	28	31.0

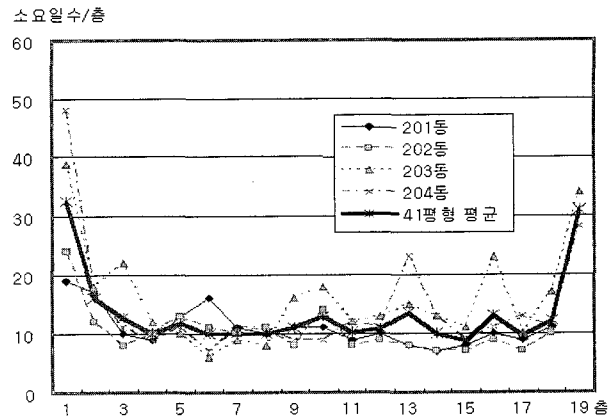


그림 2. 공사 진행에 따른 각 층별 소요일 수

른 설계가 적용됨에 따라 공사 기간이 길어짐을 볼 수 있다. 그러므로 회귀분석을 할 때에는 지하층과 1층 그리고 최상층을 제외한 반복적으로 작업이 진행되는 기준층 부분만을 고려하였고 기후요소로 인한 작업이 불가능한 날에 대해서도 공사 소요일 수에서 제외시켰다. 예를 들어 강수의 경우 5mm이상, 바람의 경우 8%이상의 경우에는 작업일수에서 제외를 시켰다. 이때, 우리나라의 경우 대부분 폭우와 함께 강풍이 영향을 미치는데, 실제 데이터에서도 같은 결과를 얻을 수 있었다. 즉 강수에 의해 작업을 못하게 된 날을 제외하면 바람에 의해 작업을 못하게 되는 경우를 모두 포함하게 되어 별도의 고려를 할 필요가 없었다.

##### 4.2 기후요소에 따른 생산성 변화의 단순회귀분석

회귀분석을 위한 데이터 가공은 표 3과 같이 설정하였다. 즉, 독립변수에는 각각의 기후요소를 작업을 진행한 날짜에 맞게 입력하고, 종속변수에는 대상현장 4개 동의 평균 하루작업량(층/일)을 대입시켰다. 단, 위에서 언급했듯이 독립변수에서 기후요소로 인한 작업 불가능 일수는 제외시켰다.

표 3. 회귀분석을 위한 raw-data 와 1일 생산성 예시

날 짜 (2000년)	독립변수(X)							종속변수(Y) (1일생산성)				
	온도 (T)	온도 <sup>2</sup> (T <sup>2</sup> )	습도 (H)	낮길이 (D)	낮길이 <sup>2</sup> (D <sup>2</sup> )	강수 (R)	풍속 (W)	평균	201동	202동	203동	204동
12-04	6	36	47	584	341056	0	1	0.11	0.11	0.13	0.08	0.11
12-05	5.2	27	57	583	339889	0.3	2	0.11	0.11	0.13	0.08	0.11
12-06	4.2	18	52	582	338724	0	0.7	0.11	0.11	0.13	0.08	0.11
12-07	7.1	50	48	581	337561	0	0.6	0.1	0.11	0.10	0.08	0.11
12-08	11.6	134	67	580	336400	0	0.8	0.10	0.11	0.10	0.08	0.11
12-09	13.2	174	71	580	336400	0	0.5	0.10	0.11	0.10	0.08	0.11
12-11	-3	9	27	578	334084	0	3.1	0.093	0.11	0.10	0.08	0.08
12-12	0	0	44	578	334084	0	1.2	0.093	0.11	0.10	0.08	0.08
12-13	4	16	69	577	332929	0	0.9	0.084	0.08	0.10	0.08	0.08
12-14	6.4	41	84	577	332929	0	0.6	0.084	0.08	0.10	0.08	0.08
12-16	6.7	45	40	576	331776	0	1.9	0.084	0.08	0.10	0.08	0.08
12-19	4	16	73	575	330625	0.6	1.6	0.079	0.08	0.08	0.08	0.08
12-20	2.6	7	81	575	330625	0	1.1	0.079	0.08	0.08	0.08	0.08

한편, 일차적으로 단순회귀분석을 실시한 결과, 온도와 낮 길이의 경우는 건설생산성과의 관계가 선형관계가 아닌 음(-)의 제곱의 형태로 나타났으므로 온도<sup>2</sup>와 낮 길이<sup>2</sup>대한 요소를 독립변수로 추가하였다. 또한 이러한 데이터를 회귀분석하고 상관관계 검정을 위한 귀무가설은 다음과 같이 설정하였다.

귀무가설(H<sub>0</sub>): 건설생산성에 영향을 미치는 많은 요인 중에서 기후요소의 영향은 없다.

(1) 생산성과 온도와의 상관관계

생산성과 온도와의 단순회귀분석 결과, 표준오차가 0.0152, 결정계수가 0.134로 나타났다. 이는 건설생산성의 13.4%가 온도에 의해서 설명되어질 수 있음을 의미한다. 또한 표 4에서와 같이 F값이 38.5로 나타나 있고, 이를 임계값으로 할 때의 F분포의 오른쪽 꼬리 부분 기각역 확률이 2.32E-09로 나타남으로써 유의수준 0.05보다 작고, t값 역시 6.20으로 2(=1.96)보다 크게 나타나 있다. P-값 또한 2.32E-09로 나타나 유의수준 0.05보다 작게 나타나 있다. 따라서 5% 유의수준에서 온도가 생산성에 영향을 미치지 않는다는 귀무가설 H<sub>0</sub>를 기각하게 되어 생산성과 온도와의 상관관계는 인정할 수 있는 것으로 검정되었다. 이때 회귀방정식은 Y=0.000572X + 0.0943으로 구해졌다.

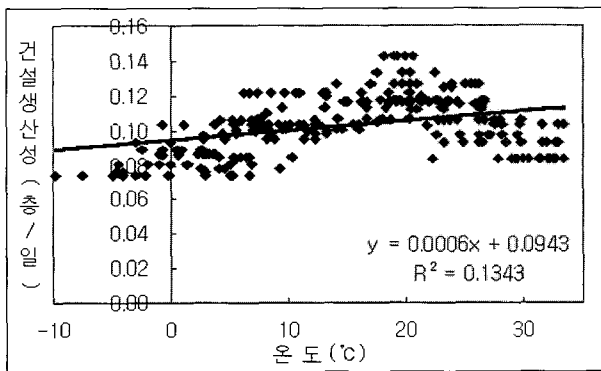


그림 3. 건설생산성과 온도(°C)와의 관계

표 4. 생산성과 온도와의 관계 회귀분석결과

상관 계수	0.366	F 비	38.5
결정 계수	0.134	유의한 F	2.32E-09
표준 오차	0.0152	관측수	250
		계수	t 통계량
Y 절편	0.0943		55.9
온도	0.000572		6.20
			P-값
			1.36E-142
			2.32E-09

(2) 생산성과 온도<sup>2</sup>와의 상관관계

위의 그림 3에서 보면 온도와 생산성과의 실제적인 관계는 선형이 아닌 음(-)의 제곱 형태인 것을 알 수 있다. 따라서 온도<sup>2</sup>에 대한 요소를 독립변수로 추가하여 분석한 결과, 표 5의 분석결

과와 같이 귀무가설H<sub>0</sub>를 기각하는 것으로 분석되었으며, 따라서 생산성과 온도<sup>2</sup>과의 상관관계를 인정할 수 있었다. 다만, 이 경우 결정계수가 0.0229로, 앞서 온도와의 분석에서보다 작게 나와 온도<sup>2</sup>가 생산성을 설명할 수 있는 정도는 오히려 낮아진 것을 알 수 있었다. 이때 회귀방정식은 Y=8E-06X + 0.1003이 된다.

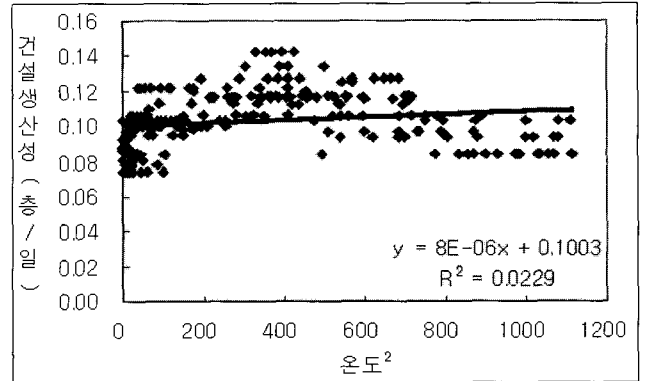


그림 4. 건설생산성과 온도<sup>2</sup>(°C)와의 관계

표 5. 생산성과 온도<sup>2</sup>과의 관계 회귀분석결과

상관 계수	0.0151	F 비	5.81
결정 계수	0.0229	유의한 F	0.0166
표준 오차	0.0161	관측수	250
		계수	t 통계량
Y 절편	0.1003		68.2
온도 <sup>2</sup>	8E-06		2.41
			P-값
			1.1E-162
			0.0166

(3) 생산성과 습도와의 상관관계

생산성과 습도와의 단순회귀분석 결과는 표준오차가 0.0163, 결정계수가 0.00225로 나타나, 생산성의 0.225%가 습도에 의해서 설명되어질 수 있음을 보여주었다. 그러나 표 6의 F값, t 값, P-값의 분석결과로 볼 때, 습도가 건설생산성에 영향을 미치지 않는다는 귀무가설H<sub>0</sub>를 채택하게 하게 되므로, 건설생산성과 습도와의 상관관계는 무관한 것으로 분석되었다.

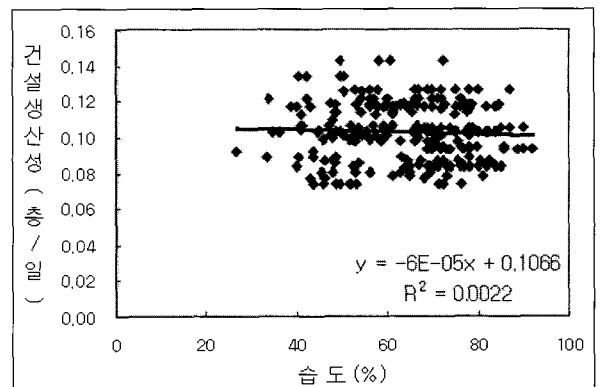


그림 5. 건설생산성과 습도와의 관계

표 6. 생산성과 습도와의 관계 회귀분석결과

상관 계수	0.0474	F 비	0.559
결정 계수	0.00225	유의한 F	0.455
표준 오차	0.0163	관측수	250
	계수	t 통계량	P-값
Y 절편	0.106	21.1	2.73E-57
습도	-5.8E-05	-0.748	0.455

(4) 생산성과 낮 길이와의 상관관계

낮 길이의 경우, 단순회귀분석 결과, 표준오차가 0.0157, 결정 계수가 0.0753으로 나타났으며, F값이 20.1로 F 분포의 기각역 확률이 1.11E-05로 나타남으로써 유의수준 0.05보다 작고, t값 역시 4.48로 2(≒1.96)보다 크게 나타나 있다. P-값 또한 1.11E-05로 나타나 유의수준 0.05보다 작게 나타나 있다. 따라서 5% 유의수준에서 낮 길이가 건설생산성에 영향을 미치지 않는다는 귀무가설  $H_0$ 를 기각하게 된다. 즉, 건설생산성과 낮 길이의 상관관계는 온도에 비해 약하지만, 변수간의 상관성은 존재한다. 회귀방정식은  $Y=4.79E-05X + 0.0692$ 가 된다.

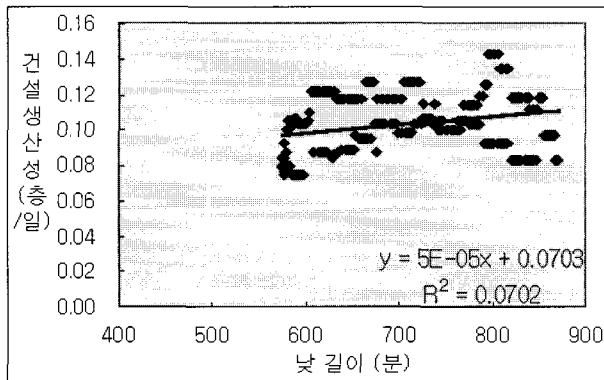


그림 6. 건설생산성과 낮 길이와의 관계

표 7. 생산성과 낮 길이와의 관계 회귀분석결과

상관 계수	0.274	F 비	20.1
결정 계수	0.0753	유의한 F	1.11E-05
표준 오차	0.0157	관측수	250
	계수	t 통계량	P-값
Y 절편	0.0692	9.12	2.67E-17
온도	-4.7E-05	4.48	1.11E-05

(5) 건설 생산성과 낮 길이<sup>2</sup>과의 상관관계

낮 길이의 경우 생산성과 관계가 선형이 아닌 음(-)의 제곱형태로 나타남으로써 온도의 경우와 같이 낮 길이<sup>2</sup>에 대한 요소를 독립변수로 추가하였다. 이때 단순회귀분석 결과는 표 8과 같이 귀무가설  $H_0$ 를 기각하는 것으로, 생산성과 낮 길이<sup>2</sup>와의 상관관계는 온도 또는 낮 길이에 비해 약하지만, 변수간의 상관성은 존재하는 것으로 해석된다. 이때 회귀방정식은  $Y=2.97E-08X$

+0.879가 된다.

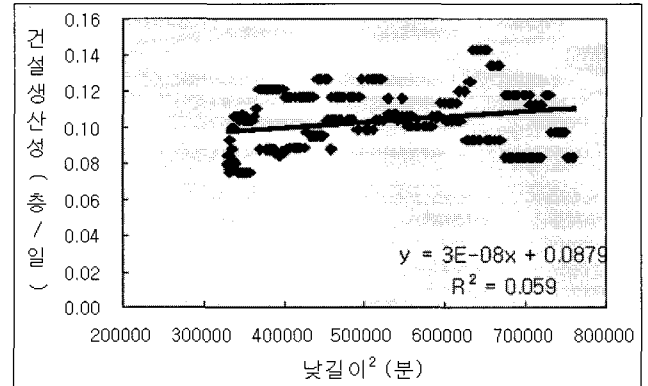


그림 7. 건설생산성과 낮 길이<sup>2</sup>와의 관계

표 8. 건설생산성과 낮 길이<sup>2</sup>와의 관계 회귀분석결과

상관 계수	0.243	F 비	15.6
결정 계수	0.0590	유의한 F	0.000104
표준 오차	0.0158	관측수	250
	계수	t 통계량	P-값
Y 절편	0.0879	22.3	2.92E-61
낮 길이 <sup>2</sup>	22.97E-08	3.94	0.0001

(6) 건설 생산성과 강수와의 상관관계

강수와 생산성간의 관계에 있어 앞서의 분석과 다른 점은 관측수가 226으로 24일이 줄었다는 것인데, 이는 강수로 인한 작업불가능일을 제외하였기 때문이다. 생산성과 강수와의 단순회귀분석 결과, 표준오차가 0.0163, 결정계수가 0.00679로 나타났는데, 이는 건설생산성의 0.679%가 강수에 의해서 설명되어질 수 있음을 의미하는 것으로 설명도가 매우 낮게 나타났다. 또한 표 9에서와 같이 F값, t값, P-값 등의 결과로 볼 때 5% 유의수준에서 강수가 건설생산성에 영향을 미치지 않는다는 귀무가설  $H_0$ 를 채택하게 되므로, 건설생산성과 강수와의 상관관계는 무관한 것으로 분석되었다.

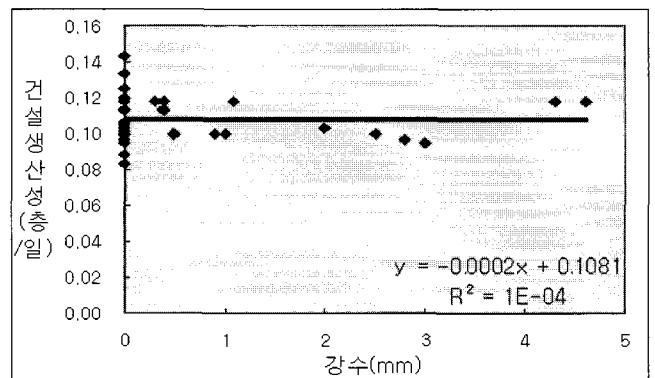


그림 8. 건설 생산성과 강수와의 관계

표 9. 건설생산성과 강수와의 관계 회귀분석결과

상관 계수	0.824	F 비	1.70
결정 계수	0.00679	유의한 F	0.194
표준 오차	0.0163	관측수	226
	계수	t 통계량	P-값
Y 절편	0.103	97.7	5.3E-200
강수	-0.00012	-1.32	0.194

(7) 건설 생산성과 풍속과의 상관관계

생산성과 풍속과의 분석결과는 표준오차가 0.0162, 결정계수가 0.00636으로 매우 낮았으며, F값이 1.58, t값이 1.26, P-값이 0.208로 나타나 5% 유의수준에서 풍속이 건설생산성에 영향을 미치지 않는다는 귀무가설H<sub>0</sub>를 채택하게 되었다. 즉, 건설생산성과 풍속과의 상관관계는 무관한 것으로 해석할 수 있었다.

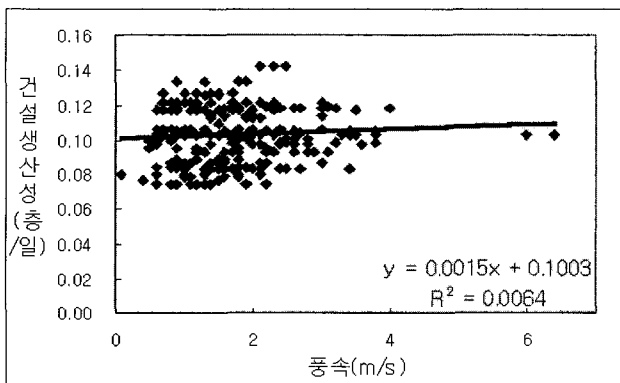


그림 9. 건설 생산성과 풍속과의 관계

표 10. 건설생산성과 풍속과의 관계 회귀분석결과

상관 계수	0.0797	F 비	1.58
결정 계수	0.00636	유의한 F	0.209
표준 오차	0.0162	관측수	226
	계수	t 통계량	P-값
Y 절편	0.100	44.0	3.2E-119
풍속	0.00149	1.26	0.208

이상과 같이 통계분석 및 회귀분석을 실시한 결과를 요약하면 표 11과 같다. 즉 온도와 낮 길이, 등의 요소는 건설생산성을 충

표 11. 건설생산성과 기후요소와의 회귀분석결과 정리

	r <sup>2</sup>	유의한 F비	t 통계량	P-값	H <sub>0</sub>
온도	0.134	2.32E-09	6.10	2.32E-09	기각
온도 <sup>2</sup>	0.0229	0.0166	2.41	0.0166	기각
습도	0.002	0.45	-0.74	0.455	채택
낮 길이	0.075	1.11E-05	4.48	1.11E-05	기각
낮 길이 <sup>2</sup>	0.0590	0.000104	3.94	0.0001	기각
강수	0.007	0.194	-1.302	0.194	채택
풍속	0.008	0.208	1.260	0.208	채택

분히 설명할 수 있는 요인이었던 반면 습도, 강수, 풍속의 경우에는 결정계수도 매우 떨어지고 귀무가설이 채택되어짐에 따라서 건설생산성과의 상관관계를 규명할 수 없는 것으로 분석되었다.

4.3 다중회귀분석

한편, 단순회귀분석만으로 건설생산성과 기후요소와의 관계를 결정지을 수 있는 것은 아니다. 왜냐하면, 각각의 독립변수(기후요소)끼리도 서로 영향을 미치고 있기 때문이다. 따라서 본 연구에서는 단순회귀분석 결과를 바탕으로 모든 기후요소들을 함께 고려할 수 있는 다중회귀분석을 수행하였으며, 그 과정에서 어떤 기후요소들의 조합이 생산성을 가장 잘 설명하며 설정된 귀무가설을 기각하게 되는 지를 분석하였다. 그 결과는 표 12와 같이 도출되었는데, 이 분석결과를 보면, 먼저 각 기후요소에 대해 별도로 단순회귀분석을 했을 때보다 결정계수가 매우 높아 기후에 의해 생산성이 영향을 받을 가능성이 매우 크다는 것을 확인할 수 있었다. 예를 들어, 생산성과 온도, 온도<sup>2</sup>, 습도, 낮 길이, 낮 길이<sup>2</sup>와의 상관관계 회귀분석결과를 보면, 기후요소가 건설생산성의 58.8%를 설명할 수 있다는 결과를 얻을 수 있었다.

표 12. 각가지 조합의 다중회귀분석 결과

기후요소의 조합	결정계수	유의한 F	귀무가설
온도, 온도 <sup>2</sup> , 습도, 낮 길이, 낮 길이 <sup>2</sup> , 강수, 풍속	0.5911	1.38E-43	강수량, 풍속 채택
온도, 온도 <sup>2</sup> , 습도, 낮 길이, 낮 길이 <sup>2</sup> , 강수	0.5908	1.9E-44	강수량 채택
온도, 온도 <sup>2</sup> , 습도, 낮 길이, 낮 길이 <sup>2</sup> , 풍속	0.5876	4.78E-44	풍속 채택
온도, 온도 <sup>2</sup> , 습도, 낮 길이, 낮 길이 <sup>2</sup>	0.5884	6.7E-45	모두 기각
온도, 온도 <sup>2</sup> , 습도, 낮 길이 <sup>2</sup>	0.5329	2.12E-39	모두 기각
온도, 온도 <sup>2</sup> , 습도, 낮 길이	0.5329	2.12E-39	모두 기각
온도, 온도 <sup>2</sup> , 습도	0.5329	2.12E-39	모두 기각

이때 모든 귀무가설은 기각되는데 여기서 단순회귀분석과의 차이는 습도가 생산성에 영향을 미치는 요인으로서 그 상관관계가 인정된다는 것이다. 이것은 단순회귀분석이 다른 기후요소들을 고정된 상태에서 수행된 것인 반면, 다중회귀분석에서는 온도와 습도간, 즉, 독립변수간의 상관관계가 함께 고려되었기 때문인 것으로 판단된다. 한편, 온도(X1), 온도<sup>2</sup>(X2), 습도(X3), 낮 길이(X4), 낮 길이<sup>2</sup>(X5)를 독립변수로 하는 회귀식은 다음과 같이 만들어지며, 이 회귀식은 최종적으로 기후요소를 고려한 생산성(Y) 예측에 활용될 수 있을 것이다.

$$Y = - 0.1648 + 0.00305X1 - 8.2E-05X2 - 0.00031X3 + 0.0008X4 - 5.3E-07X5$$

### 5. 회귀분석 결과의 검증 및 적용 방안

#### 5.1 사례적용에 의한 회귀식 검증

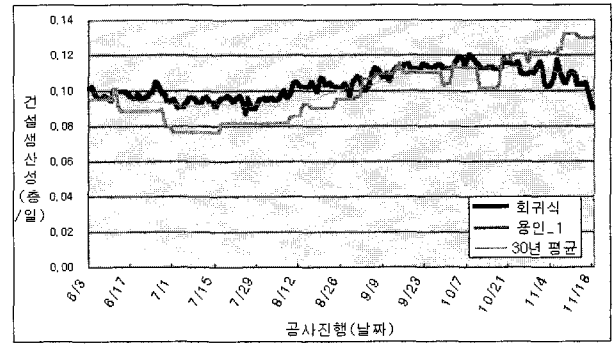
앞서 도출된 회귀식을 활용하기 위해서는 타 사례에서도 이 식이 적용될 수 있는지에 대한 검증이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 회귀식 도출에 적용되었던 데이터와 건설업체의 규모 및 건설 현장의 지리적 위치(위도, 경도) 측면에서 유사한 건설공사를 선정하여 실제 데이터와 회귀식에 의한 생산성 추이를 비교하였다. 사례적용 대상이 된 공사의 개요는 표 13과 같으며 47평형과 55평형의 두 가지 유형에 대해 각각 3개 동의 데이터를 그림 10과 같이 분석하였다. 한편 그림 11은 이 분석결과와 함께 1) 30년 평균 기후요소 값을 회귀식에 대입한 생산성, 2) 공사가 진행 중인 동안의 실제 기후요소의 값을 회귀식에 적용한 생산성, 그리고 3) 공사가 진행 중인 동안의 실제 생산성을 비교한 것으로, 3개의 곡선은 공사기간 전반에 걸쳐서 근접하게 진행됨을 알 수 있다. 다만, 공사 초기 단계에는 잦은 작업조의 교체 등 현장의 특수한 여건으로 인하여 공사가 지연되다가 공사 후반에 접어들면서 돌관공사에 의해 실제 생산성이 회귀식을 웃돌고 있는 상황이 발견되고 있다. 그러나 이와 같이 공사현장의 특수한 영향요인이 발생하지 않는다면 회귀식에 의해서 공사 진행을 설명할 수 있을 것으로 판단된다.

표 13. 사례적용 대상 건설공사 개요

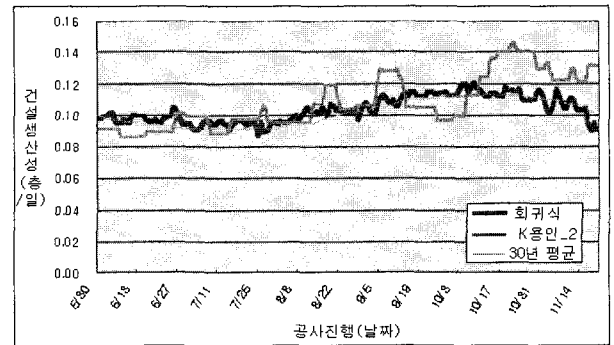
현장명	K건설 오피스 00 아파트 신축현장
공사기간	2000년 5월 ~ 2003년 6월
대지면적	80,818 m <sup>2</sup>
연면적	200718 m <sup>2</sup>
동별 층수	아파트 16~19층 12개동
평형	47평, 55평
세대수	세대수 : 771세대

A		B		C		D		E		F		G		H		I		J		K		L		M		N		O	
Y=종속변수(1일 생산성)		공사기간		From 2002-05		X=독립변수(기후요소)		To 2003-06		독립변수(X)		종속변수(Y)		raw data															
양력	시간	분	날경미(D)	낮경미(D2)	온도(T)	온도(T2)	습도(H)	회귀식으로 유도한 생산성	47평 1일생산성	105동	108동	112동																	
97	91	2002-09-01	12	58	778	505204	27	729	75	0.10626	0.08189	0.07	0.09	0.08															
98	92	2002-09-02	12	56	776	602176	28.8	824.44	81	0.10180	0.09141	0.10	0.09	0.08															
99	93	2002-09-03	12	53	773	587523	30.2	912.04	80	0.09980	0.09141	0.10	0.09	0.08															
100	94	2002-09-04	12	51	771	594441	30.1	906.01	71	0.10289	0.09141	0.10	0.09	0.08															
101	95	2002-09-05	12	49	769	591361	26.7	860.49	73	0.10907	0.09141	0.10	0.08	0.08															
102	96	2002-09-06	12	47	767	588289	26.9	723.61	56	0.11293	0.09444	0.10	0.10	0.08															
103	97	2002-09-07	12	44	764	583636	28.2	795.24	55	0.11149	0.09444	0.10	0.10	0.08															
104	98	2002-09-08	12	41	761	579121	27.6	761.76	67	0.10884	0.09444	0.10	0.10	0.08															
105	99	2002-09-09	12	38	758	574564	26.9	723.51	77	0.10687	0.09444	0.10	0.10	0.08															
106	100	2002-09-10	12	35	755	570005	28.6	817.96	61	0.10941	0.09444	0.10	0.10	0.08															
107	101	2002-09-11	12	33	753	567009	29	784	78	0.10518	0.09444	0.10	0.10	0.08															
108	102	2002-09-12	12	31	751	564001	24	576	81	0.10916	0.09444	0.10	0.10	0.08															
109	103	2002-09-13	12	30	750	562500	22.1	498.41	75	0.11243	0.09815	0.11	0.10	0.08															
110	104	2002-09-14	12	28	748	559504	23.6	556.95	68	0.11363	0.10067	0.11	0.10	0.08															
111	105	2002-09-15	12	26	746	556516	18.8	353.44	82	0.11138	0.09512	0.11	0.08	0.08															
112	106	2002-09-16	12	23	743	552049	20.2	408.04	72	0.11437	0.09512	0.11	0.08	0.08															
113	107	2002-09-17	12	21	741	549081	25.5	890.25	59	0.11478	0.09512	0.11	0.08	0.08															
114	108	2002-09-18	12	19	739	546121	25.8	665.64	66	0.11232	0.09512	0.11	0.08	0.08															

그림 10. 사례적용 공사의 데이터 분석 예 (47평형)



a. 47평형



b. 55평형

그림 11. 사례적용 공사에서의 회귀식에 의한 생산성과 실제 생산성 추이 비교

#### 5.2 분석결과와 활용방안

위의 결과로 미루어보았을 때, 공사현장만이 가지고 있는 특수한 상황을 제외한다면 본 연구에서 제안된 회귀식은 기후요소에 의한 건설생산성 변화를 예측하고 이를 근거로 실제 현장의 생산성을 관리하는데 매우 유용할 것으로 판단된다. 즉, 그림 12와 표 14는 각각 기상청의 30년간(1971년~2000년) 기후요소 데이터를 회귀식에 대입하여 구해진 1년간 일별 생산성의 변화와 1일 생산성 값의 예를 보여주고 있는 것으로, 그림 12에 의하면 여름철과 같이 낮 길이가 길어지고 온도가 높아진다고 해서 생산성이 무조건적으로 올라가는 것은 아니며 겨울철과 거의 비슷한 생산성을 나타내고 있는 한편, 봄, 가을철의 경우에는 거의 비슷한 정도의 높은 생산성을 나타내고 있음을 알 수 있다. 또, 표 14와 같이 구해진 데이터는 현장의 생산성과 예측값에 의한 생산성 비교를 가능하게 한다. 예를 들어, 회귀식에서 나온 결과가 0.09라는 수치가 나왔을 때 이 값은 하루에 공사를 할 수 있는 층의 수, 즉, 0.09층의 공사를 할 수 있음을 의미하며 이 값의 역수를 취하면(1/0.09=11.1) 동일한 기후조건에서 1개 층 공사를 하는데 11.1일 소요된다는 것을 예측할 수 있다. 따라서 이 자료는 현장 관리자가 경험적인 수치가 아닌 통계적 분석을 통한 과학적 관리를 하는데 참고 자료가 될 수 있다.



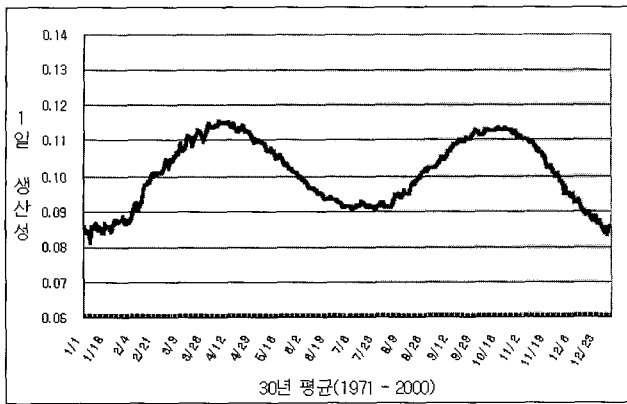


그림 12. 회귀식에 의한 1년간의 1일 생산성 변화

표 14. 30년 평균 기후요소를 고려한 1일 생산성

날짜	낮 길이 (분)	낮 길이 <sup>2</sup> (분 <sup>2</sup> )	온도 (°C)	온도 <sup>2</sup> (°C <sup>2</sup> )	습도 (%)	회귀식에 의한 1일생산성
1/1	578	334084	3.4	11.56	71.3	0.08594
1/2	579	335241	2.8	7.84	73.1	0.08400
1/3	580	336400	2.6	6.76	71	0.08427
1/4	581	337561	2	4	65.3	0.08457
1/5	581	337561	1.3	1.69	70.3	0.08108
1/6	582	338724	3.1	9.61	71	0.08585
1/7	583	339889	3.1	9.61	73.8	0.08513
1/8	584	341056	3.4	11.56	73.5	0.08612
1/9	585	342225	3.1	9.61	69.6	0.08671
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.

또한, 실제 현장에서 1일 단위의 생산성 예측 또는 활용이 현실적이지 못하다면, 기후변화를 24절기에 따라 구분하여 본 연구의 분석결과를 활용할 수 있다. 즉, 24절기는 태양의 황도 상의 위치에 따라 계절적으로 구분정리된 것이므로 기후와 매우 밀접한 관련이 있으며, 위의 1일 단위보다는 좀더 개략적인 수치를 적용하여 생산성을 관리할 수 있다. 표 15는 24절기에 대한 생산성 변화를 회귀식에 의해 나타낸 것으로, 기후 데이터는 앞서와 마찬가지로 기상청 30년 데이터를 적용해 작성하였다.

표 15. 24절기를 고려한 생산성 가중치

절기	날짜	낮 길이 (분)	낮 길이 <sup>2</sup> (분 <sup>2</sup> )	온도 (°C)	온도 <sup>2</sup> (°C <sup>2</sup> )	습도 (%)	1일 생산성
입춘	2/4	641	410712	4.00	17.11	68.35	0.0953
우수	2/19	675	455384	6.28	40.39	66.67	0.1030
경칩	3/6	712	507620	9.97	100.81	67.27	0.1101
춘분	3/21	748	560010	12.95	170.73	65.59	0.1134
청명	4/5	783	613813	17.23	298.08	65.09	0.1144
곡우	4/20	817	666918	20.09	404.29	67.02	0.1109
입하	5/6	845	714871	21.97	483.19	69.71	0.1058
소만	5/21	868	753886	24.48	599.57	71.28	0.1000
망종	6/6	881	775579	26.59	707.13	73.09	0.0950
하지	6/21	881	776935	27.44	753.32	78.32	0.0921
소서	7/7	869	754756	28.47	811.10	81.38	0.0917

절기	날짜	낮 길이 (분)	낮 길이 <sup>2</sup> (분 <sup>2</sup> )	온도 (°C)	온도 <sup>2</sup> (°C <sup>2</sup> )	습도 (%)	1일 생산성
대서	7/21	845	714195	30.27	916.37	79.91	0.0925
입추	8/8	816	665177	29.99	899.52	79.11	0.0969
처서	8/23	781	610755	27.90	778.65	80.28	0.1030
백로	9/8	746	556900	25.67	659.28	76.34	0.1090
추분	9/23	710	504585	23.12	535.44	75.51	0.1121
한로	10/8	675	455996	20.29	412.93	73.64	0.1131
상강	10/23	642	412079	16.59	275.89	73.76	0.1110
입동	11/7	612	375092	12.29	153.86	72.27	0.1055
소설	11/22	590	347971	7.83	62.60	70.81	0.0971
대설	12/7	577	333240	5.13	27.06	70.45	0.0901
동지	12/22	577	333471	2.98	9.39	69.99	0.0852
소한	1/6	590	348287	2.23	5.46	68.47	0.0854
대한	1/21	612	374768	1.71	3.06	66.65	0.0873

### 6. 결론

건설프로젝트는 외부공사가 많은 관계로 날씨의 영향을 많이 받게 된다. 건설생산성과 기후요소와의 많은 논문이 있었지만, 다양한 기후요소를 고려한 연구, 특히 대한민국과 같이 온도와 습도뿐만 아니라 강수, 바람과 낮 길이의 변화가 크게 나타나는 지역에 대한 연구는 드물다. 따라서 본 연구에서는 건설생산성과 5가지 날씨 요소와의 상관관계를 공동주택의 골조공사를 중심으로 분석, 규명하고자 하였다. 먼저 각 기후요소와 생산성간의 관계를 단순회귀분석을 통해 분석한 결과, 습도, 강수, 바람은 공동주택 골조공사의 건설생산성에 크게 영향을 미치지 못하는 것으로 나타난 반면, 온도와 낮 길이는 생산성과 상관관계가 존재하는 것으로 분석되었다. 한편, 각각의 독립변수(기후요소)끼리도 서로 영향을 미칠 수 있기 때문에 단순회귀분석 결과를 바탕으로 모든 기후요소들을 함께 고려할 수 있는 다중회귀분석을 수행하였으며 그 결과 온도(X1), 온도<sup>2</sup>(X2), 습도(X3), 낮 길이(X4), 낮 길이<sup>2</sup>(X5) 등에 대하여 다음과 같은 회귀식을 구할 수 있었으며 이 회귀식은 기후요소를 고려한 생산성 예측에 활용될 수 있을 것이다.

$$Y = -0.1648 + 0.00305X_1 - 8.2E-05X_2 - 0.00031X_3 + 0.0008X_4 - 5.3E-07X_5$$

또한 본 연구에서는 이와 같은 결과를 공사관리의 기획단계 혹은 공정관리에 있어 생산성을 예측하고 이를 관리하기 위한 기초 자료로서 활용될 수 있음을 사례조사를 통한 검증과 활용 방안을 통해 제시하였다. 즉, 공사 초기단계에서 공정표 작성시 주어진 공사기간에 따라 회귀식에서 도출된 생산성을 공기 산정에 반영할 수 있으며, 착공 후 현장에서는 예측값과 실제 생산성을 비교함으로써 현장 관리자가 경험적인 수치가 아닌 통계적

분석을 통한 과학적 관리를 하는데 참고 자료가 될 수 있다.

한편, 본 연구는 그 대상을 공동주택으로 한정하였으나 향후에는 다양한 종류의 시설물공사에 대해 지속적인 연구가 수행되어야 할 것이며, 이에 따른 결과를 데이터베이스화하여 건설공사의 관리활동에 실제적으로 활용할 수 있는 연계방안이 마련되어야 할 것이다.

### 참고문헌

1. 이학기의 1인, "기후요소를 고려한 최적 착공시기 결정 방법 연구" 동아대학교, 2002.4
2. 김대성, "국가간 건설생산성 비교분석에 관한 연구", 성균관대학교, 2002.2
3. 송승영외 1인, "자연형 건축설계를 위한 국내 주요 도시의 기후특성 분석", 대한건축학회논문집, 2001.12
4. 손창백, 박찬식, "건설경기변화에 따른 생산직 건설 근로자의 가동율 및 생산성 비교·분석" 대한건축학회논문집, 2001.7
5. 이학기의 1인, "가상기후 시뮬레이션에 의한 공기산성 의사결정 지원모델에 관한 기초적 연구", 대한건축학회 학술발표논문집, 2000.10
6. 구해식, 최봉철, "建築工事의 氣候要素에 대한 工期算定 方案 研究", 대한건축학회논문집, 1999.11
7. 신중식, 이찬식, "공동주택 구조체공사의 공사기간 산정", 대한건축학회논문집, 1996.7
8. 김연옥, "기후학 개론", 정의사, 1996
9. 김예상, "건설생산성에 영향을 미치는 요인 분석에 관한 연구", 한국건설기술연구원, 대한건축학회, 1994.10
10. 정인환외 5명, "주요 공종별 공정 및 생산성 분석", 대한주택공사 주택연구소, 1994
11. 김진옥, 양극영, "韓國의 各 地域別 建築作業日數 算定에 관한 研究 建築 氣候要素를 中心으로", 대한건축학회논문집, 1987.8
12. 양극영, "기상조건에 의한 건축공사 네트워크 계획에 관한 연구\_한국의 기후조건을 중심으로", 대한건축학회, 1986.10
13. Korb Srinavin, Sherif Mohamed, "Thermal environment and construction worker' Productivity: some evidenced from Thailand", Building and Environment, March 2002
14. H. Randdolph Thomas, David R Rilly, and Victor E. Sanvido, "Loss of Labor Productivity due to Delivery Methods and Weather ", Journal of construction Engineering and Management, Jan/Feb 1999
15. Moselhi, O., Gong, D., and El-Rayes, K. "Estimating Weather impact on duration of Construction activities." Can. J. Civ. Engrg., Ottawa, 1997, 24(3), 359-366
16. Jimmie Hinze and James Couey, "Weather in Construction Contracts", Journal of Construction Engineering and Management, June 1989
17. Arthur E. Seleen, "Improving Productivity in Hot Weather at Remote Areas", Journal of construction Engineering and Management, July 1980
18. 기상청 [<http://www.kma.go.kr>]

### Abstract

Among the various factors influencing construction productivity, weather conditions or elements become very important factors in planning and executing construction project. It is especially true in Korea where the weather changes dramatically through four seasons. In this study, relationship between construction productivity of the reinforced concrete structure for the high-rise apartment buildings and 5 weather elements including temperature, humidity, day time, rainfall, and wind velocity have been analyzed. The results through regression analysis showed that weather elements explain 58.8% of productivity in total and temperature and day time were more important factors among them.

**Keywords** : construction productivity, weather elements, simple regression, multiple-regression