

# 설계변경으로 인한 작업 생산성 손실 산정방법

## A calculation method on the loss of labor productivity due to change orders

전용덕\*, 이재섭\*\*  
Jeon, Yong-Deok, Lee, Jae-Seob

### 요 약

건설사업에서 설계변경으로 인해 공사기간의 연장뿐만 아니라 이로 인한 추가적인 비용이 발생하고 있다. 추가비용 중에서 간접비 부분은 산정방법이 다양하다. 외국의 경우, 작업 생산성 손실 산정과 관련된 많은 클레임에서 각 연구기관에서 수행한 발표자료를 인용하고 있다. 하지만, 국내의 경우 생산성 손실을 발생시키는 여러 요소들이 왜 발생하는지, 그리고 전체 프로젝트에 어떤 영향을 미치는지에 대한 이해 및 연구에 관한 자료는 극히 미비한 실정이다. 따라서, 본 논문에서는 건설현장에서 생산성 손실에 영향을 주는 요소들을 분석하고, 이로 인해 발생하는 손실을 국내 현실에 적합하게 정량적으로 산정 할 수 있는 방법을 제안하고자 한다.

키워드: 설계변경, 추가비용, 작업 생산성 손실, 클레임

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

건설현장에서 설계변경이나 기타계약내용의 변경 등으로 인해 공사기간의 연장뿐만 아니라 이로 인한 추가적인 비용이 발생하고 있고, 이와 관련한 클레임 또한 최근에 들어와서 많이 발생하고 있다. 하지만, 발생한 추가비용에서 특히 간접비 부분은 산정방법이 다양하고 이에 대한 명확한 기준도 정립되어 있지 못하여 주로 발주자에 의해 일방적으로 결정되어지는 경우가 많다.

한 예로<sup>1)</sup>, 건설교통부 산하기관인 △△공사의 경우 6년간('90년~'95년) 전체 설계변경 금액은 8,438억원으로 나타났는데, 이러한 설계변경비용은 총공사비(5조7000억원)의 15%를 차지하였다. 변경비용항목은 물가상승 5,223억원(62%), 민원해소 502억원(6%), 그리고 공법변경 및 공사량 증가 2,713억원(32%)으로 구성되어 있는 반면에 공법변경 등으로 인한 간접적인 영향비용(생산성 손실비용)은 포함되어 있지 않다. 이로 인한 계약상대자의 손실은 증가할 수밖에 없다.

건설현장에서 작업 생산성 손실을 발생시키는 원인들은 여러 가지가 있다. 하지만, 국내건설현장에서 생산성 손실

과 관련하여 체계적으로 자료를 수집하고 분석하여 정량화한 사례는 없다. 따라서, 본 연구는 외국에서 진행된 자료를 바탕으로 설계변경으로 인해 생산성 손실에 영향을 주는 요소들을 분석하고, 이로 인해 발생하는 손실을 국내 현실에 적합하게 정량적으로 산정 할 수 있는 방법을 제안하고자 한다.

### 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 작업 생산성 손실을 발생시키는 여러 요인 중에서 설계변경으로 인해 발생하는 경우를 연구범위로 하고, 국내 건설현장에서 완공된 건물을 선정하여 설계변경과 관련된 과거 수행자료를 연구사례로 삼았다.

본 연구는 다음과 같은 방법으로 진행한다.

- (1) 건설공사에서 작업 생산성 손실에 영향을 주는 요소들을 파악한다.
- (2) 외국에서 적용되고 있는 생산성 손실 산정방법을 조사하여 검토한다.
- (3) 국내에서 생산성 손실 비용과 관련된 법규를 고찰한 후 문제점 및 개선점을 제안한다.
- (4) 외국의 손실비용 산정방법의 비교를 통하여 국내에 적용 가능한 합리적인 손실 비용 산정방법을 제안한다.
- (5) 사례연구를 통하여 제안된 산정방법의 타당성을 검토한다.

\* 학생회원, 동국대학교 건축공학과, 석사과정

\*\* 일반회원, 동국대학교 건축공학과 전임강사, 공학박사

1) 건설교통부, 공공건설사업 효율화 종합대책, 1999.7

## 2. 건설 작업 생산성에 영향을 주는 요소

### 2.1 작업 생산성 정의 및 개요

건설분야에서, 작업 생산성은 작업단위당 작업시간 (man-hours per unit of work)으로 나타낸다. 위와 같이 작업 생산성이 표현되어질 때, 최대 작업 생산성은 동일한 작업량일 경우 작업시간이 가장 적게 소비되었던 경우를 말한다. 일반적으로 작업 생산성은 식 1과 같이 정의되어진다.

$$\text{작업 생산성} = \frac{\text{작업시간 또는 작업비용}}{\text{작업량}} \quad (\text{식 1})$$

설계단계와 시공단계에서 당사자들에 의해 행해진 설계 변경 등은 건설현장의 작업 생산성에 부정적인 영향을 끼친다. 이런 부정적인 영향은 필연적으로 생산성 손실을 유발시키게 된다. 하지만, 생산성 손실은 쉽게 제기되는 반면에, 이것을 증명하기란 쉬운 일이 아니다.

표 1은 작업 생산성 손실에 영향을 주는 요소들을 간략하게 정리하였다.

표 2. 작업 생산성에 영향을 주는 요인

요인(대분류)	작업생산성에 영향을 주는 요인(소분류)
설계변경	추가 작업량, 지연, 실수 및 누락, 재작업, 계획서 및 사양서 변경
공기축진	작업공간 밀집, 공정혼재, 초과작업시간, 작업조 증가, 동시 작업수행
관리특징	자재 및 장비 활용, 관리능력, 감독 소홀
프로젝트 특징	프로젝트규모, 작업형태, 노동력규모, 건물높이, 현장접근, 현장조건
노동·근로의욕	작업자 자질, 작업자 교체, 작업자 부재, 피로(정신, 육체, 스트레스), 근로의욕
위치·외부조건	온도, 습도, 강우, 소음, 바람
기타	조기입주, 공사중단

### 2.2 작업 생산성 손실 영향요인 분석

본 연구에서는 작업 생산성 손실에 영향을 주는 요인들 중에서 설계변경에 대한 경우만 살펴본다. 이는 수집된 자료의 내용이 설계변경과 관련되어 있기 때문이다.

#### 2.2.1 설계변경

설계변경은 건설산업에서 작업의 수정이나 변경을 분류하기 위해서 종종 사용되어지는 용어이다. 정확히 말하면, 변경(change)은 원래 작업범위, 계약 스케줄, 또는 작업비용의 수정을 말하고, 설계변경(change orders)은 변경을 계약에 포함시킨 정형화된 계약수정<sup>2)</sup>을 말한다. 일반적으로 설계변경은 건설계약의 수량과 비용을 증가시킨다. 이는 설

계변경이 수행해야 할 작업을 추가하거나 혹은 변경하기 때문이다.

프로젝트를 수행하면서 설계변경이 없다는 것은 거의 불가능하다. 이처럼 빈번하게 발생하고 있고, 그 영향의 범위 또한 다양하게 나타난다. 달리 말하면, 시공자는 설계변경을 예상하고 있어야 하고, 또한 합리적으로 해결하기 위한 준비를 하고 있어야 한다.

#### 2.2.2 설계변경의 유형

설계변경을 유형별로 나누어보면 그림 1<sup>3)</sup>과 같다.

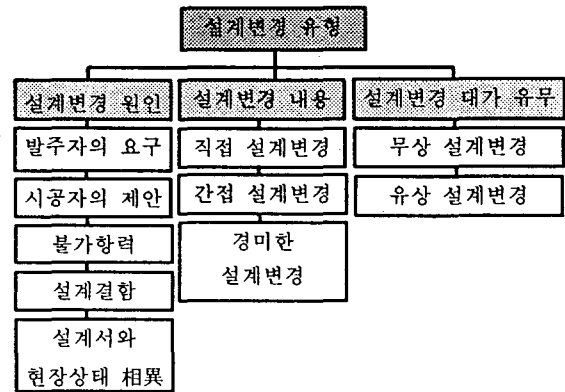


그림 1. 설계변경 유형

본 연구에서 다루어지는 작업 생산성 손실은 위 유형별 분류에서 간접 설계변경 및 유상 설계변경에 포함된다.

#### 2.2.3 설계변경의 영향

설계변경은 때때로 변경작업(changed work)뿐만 아니라 비변경작업(unchanged work)에도 영향을 미칠 수 있다. 데 문제가 있다. 비변경작업에 영향을 미치는 경우는 다음 3가지 경우이다. 즉, 감독소홀, 노동력 재배치, 공정혼재 등이다. 첫째, 설계변경의 양이 증가함으로써 인해, 시공자는 변경이 발생한 작업에 더 많은 시간을 투자하게 되고 이로 인해 비변경작업에는 감독이 소홀해 지는 경우가 종종 발생한다. 둘째, 작업조는 일정하게 비변경작업에서 변경이 발생한 작업으로 배치되고, 또한 장소의 이동도 발생하게 된다. 셋째, 증가된 설계변경은 원래 계획되었던 공정순서와는 관계없이 비변경작업과 동시 수행하는 경우가 종종 발생되고 이로 인해 工程混在를 발생시키게 된다. 비변경작업의 이러한 영향을 일반적으로 누적영향 또는 파급효과(ripple effect)라고 부른다.

#### 2.2.4 설계변경 영향비용의 유형

설계변경은 크게 직접영향(direct impact)과 간접영향(indirect impact)으로 분류되어진다. 직접영향은 설계변경

2) William Schwartzkopf, "calculating lost labor productivity in construction claims", John Wiley & Sons 1995  
 3) 박준기, 신 건설계약론, 대한건설협회, 2001

을 위해 수행된 직접노무와 장비비, 설계변경의 결과로 나타난 대여 장비비의 증가, 트레일러, 현장사무실 경비와 같은 직접적인 현장관리비 등을 포함한다.

그러나, 간접영향은 확인하고 증명하는데 어려움이 존재한다. 이런 요소들은 일반적으로 변경작업으로 인해 발생한 생산성 손실의 결과물들이기 때문이다. 설계변경으로 인해 발생하는 영향비용을 그림 2에 나타내었다.

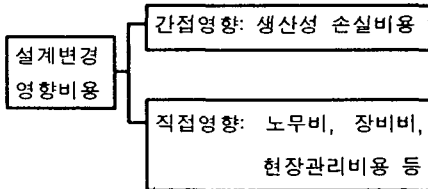


그림 2. 설계변경과 영향비용의 유형

### 3. 기존 작업 생산성 손실 정량화 방법론

#### 3.1 작업 생산성 손실 산정방법론

일반적으로 생산성 손실은 산출시기에 따라 크게 두 가지 영역으로 나누어진다. 첫 번째는 프로젝트 도중에 생산성 손실을 산출하는 방법, 두 번째는 프로젝트 완공 후에 산출하는 방법이 있다. 분류를 하자면 '위와 같이 두 가지 방법으로 나누어지지만, 실제 손실비용을 산정할 경우에는 대부분 두 가지 방법이 동시에 사용되어진다. 본 논문에서는 전자를 통계자료를 이용한 손실비용 산정방법, 후자를 일반적인 손실비용 산정방법으로 분류하여 고찰하였다.

#### 3.2 통계자료를 이용한 손실비용 산정방법

##### (1) Mechanical Contractors Association of America

MCAA는 작업 생산성 손실 비율을 예상할 수 있는 매뉴얼을 발간하였다. 매뉴얼의 색인 중 "생산성에 영향을 미치는 계수"라는 주제를 가진 색인 B에는 생산성에 영향을 줄 수 있는 16가지의 계수를 제시하고 있다. 표 2는 매뉴얼에서 제공한 16가지 계수와 비율을 나타낸다. 본 계수와 비율을 이용하여 설계변경으로 인한 생산성 손실 발생시 관련된 계수 및 비율을 적용하여 비용을 산출한다.

##### (2) Leonard Study

이 연구의 목적은 설계변경이 비변경된 작업의 생산성에 미치는 영향을 예상하기 위한 모델을 결정하기 위함이었다. 연구결과, 작업 생산성 손실과 전체 계약기간에 대한 설계변경 기간 비율의 상관관계는 매우 높게 나타났다.

Leonard는 연구결과 일반적인 공사(건축·토목)에서 설계변경으로 인한 생산성 저하율은 29%라는 결론을 내렸다. 일반적으로 이 생산성 저하율 29%를 레오너드 비효율계수(Leonard inefficiency factor)라고 한다.

이 외에 생산성 손실과 관련한 통계자료들은 Business

Roundtable Guide, National Electrical Contractors Association Overtime Study, Modification Impact Evaluation Guide 등이 있다.

표 2. 작업 생산성에 영향을 주는 계수들

생산성에 영향을 주는 계수	영향력 크기(%)		
	소	중	대
공정혼재	10	20	30
노동의욕 및 태도	5	15	30
노동력 재배치	5	10	15
비효율적인 작업조	10	20	30
동시수행	5	15	25
감독소홀	10	15	25
학습효과	5	15	30
실수 및 누락	1	3	6
조기입주(Beneficial occupancy)	15	25	40
공동입주(Joint occupancy)	5	12	20
현장접근로	5	12	0
가설재	10	25	50
피로	8	10	12
파급효과(ripple)	10	15	20
초과작업	10	15	20
계절 및 날씨변화	10	20	30

#### 3.3 일반적인 손실비용 산정방법

##### (1) 총비용 산정법

현장에서 발생한 총비용에서 당초의 견적(입찰)금액을 뺀 금액을 손실금액으로 간주하여 손실비용을 청구하는 방법을 말한다. 이 방법에 의한 손실계산은 방법 자체가 가지고 있는 제약으로 인해 다른 방법으로는 손실금액이 산출이 불가능한 경우에 한해서 적용될 수 있는 가장 최후적인 방법으로 고려되어지고 있다. 이 방법은 아래에서 제기하는 4가지 경우를 모두 만족시킬 때 적용 가능하다.

1. 발생한 추가비용이 시공자에게 책임이 없는 경우
2. 발생한 실제비용이 합리적인 경우
3. 당초 입찰금액이 합리적인 경우
4. 손실비용을 산출할 수 있는 다른 방법이 없는 경우

위에서 제시한 네 가지 방법 중에서 한 가지라도 만족하지 못한다면 이 산정방법은 손실비용 산정방법에서 제외시켜야 한다.

##### (2) 수정된 총비용 산정법

총비용 산정법에서 한 가지라도 만족하지 못하는 사항이 있을 경우 활용될 수 있는 방법이다. 이 산정법은 총비용 산정법에서 계약오류, 비합리적인 실제비용, 그리고 시공자 귀책사유로 인해 증가된 비용과 같은 부적당한 항목을 배제시키고 계산하는 방법이다.

##### (3) 실비용 산정법

각국의 법원이나 중재원에서 가장 신뢰성을 인정받고 있는 방법으로 비용이 발생할 때마다 치밀하게 작성·유지된 시간별 비용기록보고서를 산출근거로 삼는 방법이다.

실비용 산정법을 사용하여 손실비용 산출이 가능하려면 공종별 또는 사안별로 주기적이고도 체계적인 기록관리 및 유지가 필요하며, 또한 각각의 공사자원들을 해당 보고서에 정확하게 할당하여 기록해야 한다는 것인데, 이론적으로는 쉬워 보여도 실제 현장에서의 실무처리는 쉽지 않은 방법이다.

#### (4) 측정치에 의한 산정법

프로젝트가 시작된 후 변경이 발생할 때, 측정치 분석(Measured Mile Analysis)을 이용하여 변경의 영향을 측정할 수 있다. 측정치 분석은 프로젝트에서 영향을 받은 부분과 영향을 받지 않는 부분을 비교하는 분석방법이다. 두 시기 동안의 생산성이 비교되어지고, 이 차액만큼이 생산성 손실량으로 계산되어진다. 단순화된 형태로 표현될 경우, 측정치 분석은 식 2로 나타내어진다.

$$\text{작업 생산성 변경계수} = \frac{\text{영향기간 동안의 작업 생산성}}{\text{비영향기간 동안의 작업 생산성}} \quad (\text{식 2})$$

### 4. 국내 손실비용 산정방법

#### 4.1 적용법규

설계변경과 관련된 내용은 「공사계약일반조건(회계예규 2200.4-104-9, '01.02.10」 제19조(설계변경 등), 제20조(설계변경으로 인한 계약금액의 조정), 그리고 제21조(대형공사의 설계변경 등) 규정에 의한다. 또한 제23조(기타계약내용의 변경으로 인한 계약금액의 조정) 규정에서도 변경과 관련된 사항이 언급되어 있다.

또한, 제21조에서는 일괄입찰 및 대안입찰(대안이 채택된 공종에 한함)을 실시하여 체결된 공사계약에 있어서는 설계변경으로 계약내용을 변경하는 경우에도 정부에 책임 있는 사유 또는 천재·지변 등 불가항력의 사유로 인한 경우를 제외하고는 그 계약금액을 증액할 수 없다고 명시하고 있다. 다시 말해, 변경책임이 정부에 있거나 천재·지변 등 불가항력의 사유로 인한 경우에는 계약상대자에게 책임이 없으므로 증액조정이 가능한 것으로 볼 수 있다.

#### 4.2 손실비용 산정방법 비교

단순히 앞에서 설명한 손실방법론 중에서 한 가지를 채택하여 손실비용을 산정하여 보상을 청구하는 경우에는 어려움이 있다. 이는 동일한 방법론일지라도 법원이나 중재원에 따라 각기 다른 결론을 내릴 수 있기 때문이다. 즉, 클레임을 제기할 경우 생산성 손실과 관련된 비용을 보상받기 위해서는 2가지 이상의 방법론을 이용하여 신중하게 준비를 해야 한다. 특히, 국내와 같이 생산성 손실비용과 관련된 사례가 없을 뿐더러 발주자 입장에서 실제로 손실이 발생하고 이를 인정한다 하더라도 현행 국내 법규체제에서는 보상하기 어려운 경우가 많이 있기 때문에, 위에서 논한 산정방법론을 발주자 측에서 순순히 받아들여 손실비용을 보상해 줄지는 의문이다.

앞에서 설명한 바와 같이, 통계자료 등은 주로 프로젝트 진행 중에 forward-pricing<sup>4)</sup> 하기 위한 자료로서 활용되지만, 프로젝트 완공 후에도 사용되어진다.

일반적인 산정방법론 중에서 실비용 산정법이 적용가능성에서는 가장 좋지만 비용산정과 관련된 모든 자료를 보유하고 있어야 한다는 점 때문에 현실적으로 이 산정법을 채택하는 데는 많은 어려움이 있다.

또한, 통계자료는 외국에서 연구된 자료이기에 국내에 그대로 적용하기에는 어려움이 있다. 이런 점을 고려할 때, 생산성 손실비용에 대해서는 총비용 산정법과 측정치에 의한 산정방법이 나름대로 국내에 적용하기에는 적절한 방법론으로 사료된다.

### 4.3 국내 손실비용 산정방법의 문제점

본 연구에서는 공사수행 기간동안 변경에 따른 보상 비용항목 중에서 산정기준과 방법이 모호하거나 불합리한 것으로 판단되는 간접노무비, 경비, 일반관리비에 대한 문제점과 관련한 내용은 다른 연구<sup>5)</sup>에서 다루어진 바 있기 때문에, 여기서는 위의 3가지 항목을 제외하고 발주기관의 필요에 의한 설계변경으로 인하여 간접적으로 발생하는 추가비용의 산정방법의 문제점을 검토하였다.

#### (1) 설계변경으로 인한 간접비용의 산정

「공사계약일반조건」 제19조(설계변경 등)에 의하면 설계서의 내용 누락·오류, 공사현장의 상이(相異), 새로운 기술사용으로 인한 공사비 절감 및 공기단축의 효과가 있는 경우 그리고 발주기관이 설계서를 변경할 경우에 대해서 설계변경이 가능하도록 규정하고 있다. 그리고 제19조의 5 규정에는 추가공사 발생, 특정공종의 삭제, 공정계획의 변경, 그리고 시공방법의 변경 등이 발주기관의 필요에 의한 설계변경 사항으로 규정하고 있다.

또한, 제20조(설계변경으로 인한 계약금액의 조정)에서는 설계변경으로 인한 시공방법의 변경, 투입자재의 변경 등 공사량의 증감이 발생하는 경우에는 계약금액을 조정하도록 규정하고 있다. 하지만, 20조 규정에서는 직접적인 물량의 증감이나 신규비목만을 규정하고 있어, 위의 19조 규정에 포함되는 항목들로 인한 후속공정에서 발생하는 공기연장, 공기축진, 생산성 저하 등으로 발생하는 추가비용에 대해서는 언급하지 않고 있다. 하지만 19조의 사항으로 인해 간접적이거나 추가비용이 발생하게 된다. 따라서, 이러한 간접비용은 설계변경으로 인해 발생하는 추가비용으로 인정하여 계약금액의 항목에 포함시켜야 한다.

#### 4.4 국내 손실비용 산정방법의 개선점

4) 설계변경으로 인해 발생한 누적된 영향을 설명하기 위해, 프로젝트 수행 중에 시공자가 설계변경비용 안에 누적된 영향비용을 포함시키는 행위를 말한다.

5) 이계섭, "공기 지연에 따른 손실비용 산정기준", 한국건설산업연구원, 1999

국내의 경우, 외국과는 달리 생산성 손실비용 청구에 대한 판례나 사례가 없으므로 손실비용을 산정하는 것은 매우 어렵다. 특히, 공공건설사업의 경우 「국가계약법」 및 「회계예규」에서 명확히 규정하고 있는 항목 및 비용산정 이외에는 보상을 받기가 어렵게 되어 있다. 발주자 입장에서 실제로 손실이 발생하고 이를 인정한다 하더라도 현행 국내 법규체제에서는 이를 보상하기가 어려운 항목이 있다.

따라서, 현행 「국가계약법」 및 「회계예규」에서 손실비용에 대하여 명확히 규정하고 있는 항목은 이를 이용하여 손실비용을 산정하되, 그 이외의 항목(본 논문에서는 작업생산성손실비용 항목이 포함된다) 중에서 실제로 발생한 손실비용은 이를 증빙할 경우 보상할 수 있어야 한다. 이를 위해 개선이 요구되는 손실비용 항목 중에서 여기서는 본 논문과 관련된 작업 생산성 손실비용에 대한 개선방안을 제시한다.

### (1) 생산성 손실(저하) 비용 산정 개선방안

생산성 저하는 설계변경, 공기축진, 공기지연 등에 의해 당초 계획이나 공정을 변경하여 수행하는 경우에 발생하며, 이를 적절히 보상받지 못할 경우 계약상대자에게 상당한 손실을 초래하게 된다.

그러나, 이러한 손실을 보상받기 위해서는 보상받을 수 있는 권리와 손실비용을 증빙해야만 보상을 받을 수 있다. 「회계예규」 제19조의8에서도 계약담당공무원이 공정계획의 변경이나 시공방법의 변경과 같은 사유로 인하여 설계서를 변경할 필요가 있을 경우에는, 계약상대자에게 이를 서면으로 통보하여 설계변경을 하도록 규정하고 있다. 따라서, 이러한 조항을 충분히 활용하여 설계변경으로 인해 발생할 수 있는 생산성 손실비용을 적절히 보상할 수 있는 근거와 기준을 마련할 필요가 있다.

## 5. 모델 제안 및 사례연구

### 5.1 작업 생산성 손실 산정방법 모델 제안

본 연구에서 제안한 모델을 그림 3에 나타내었다. 국내의 경우, 측정치에 의한 산정방법이 적용하기에는 적당한 방법론으로 판단되나, 본 사례프로젝트에서는 설계변경으로 인한 전후 영향기간의 비교가 불가능한 관계로 총비용 산정법을 적용하였다. 본 연구에서는 총비용 산정법이 적용 가능한 것으로 판단하였다. 즉, 앞에서 제기한 4가지 조건을 모두 충족한다고 가정하였다.

### 5.2 사례 연구

본 연구에서 선정된 연구사례는 A대 교육기자재 관리소 증축공사에서 발생한 설계변경 사안이다.

대상 프로젝트의 공사기간은 원래는 10개월이었지만, 설계변경으로 인해 1개월이 연장된 총 11개월이었다.

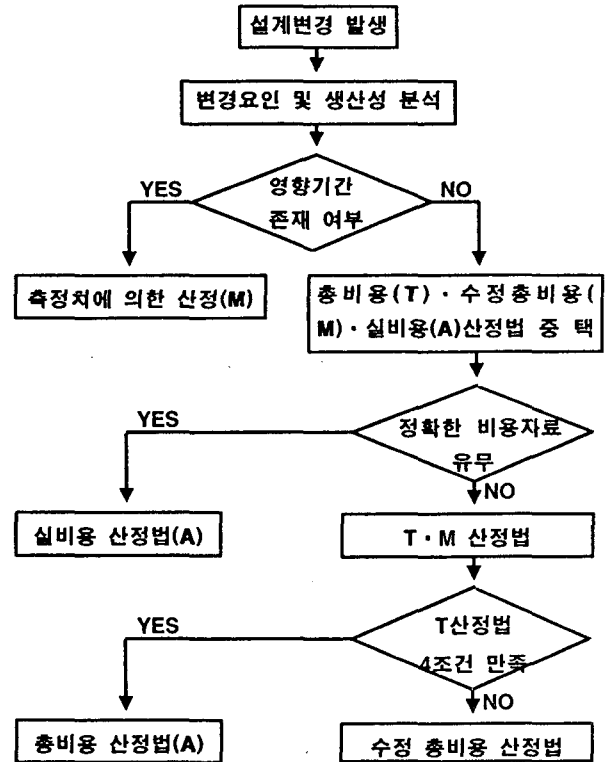


그림 3. 제안 모델

### (1) 설계변경 항목 및 수량 증감

사례 프로젝트에서 설계변경 항목 및 수량 증감 사항을 표 3에 나타내었다.

표 3. 설계변경 항목 및 수량 증감 (단위: 원)

변경 공종	도급내역서		실행내역서* 정산	증가 금액
	당초	변경		
터파기(토사)	99,538	131,880	245,245	113,365
터파기(풍화암)	14,308	30,600	45,634	15,034
되메우기(토사)	52,305	69,300	76,982	7,682
되메우기(풍화암)	4,674	5,658	8,759	3,101
잔토처리(파쇄암)	40,752	126,784	154,635	27,851
바닥고르기	153,900	324,000	451,234	217,234
펌프카뮬타설(철근)	1,918,800	2,040,324	2,452,987	412,663
펌프카뮬타설(무근)	572,930	643,195	768,254	125,059
벽돌쌓기(0.5B)	1,023,164	998,086	1,562,452	564,366
벽돌쌓기(1.0B)	14,488,578	14,031,815	14,986,458	954,643
벽돌 소운반	1,905,934	1,865,194	2,015,458	150,264
후로아힌지 설치	43,848	29,252	45,896	16,644
유리끼우고 닦기	209,592	197,948	223,584	25,636
라인마킹	25,021	50,042	61,256	11,214
동판가공선흘통	21,238	180,523	196,552	16,029
시멘트운반	395,740	509,245	584,692	75,447

\* 자료 보안상의 문제로 가상으로 책정한 금액임.

### (2) 생산성 손실비용 산정

본 연구의 경우, 대한건설협회에서 발간한 개별직종노동단가 자료와 하루 8시간 작업을 기준으로 각 공종별 총 작

업시간을 산정하였다. 산정식은 식 3과 같다.

$$\text{공종별 시간당 노임단가} = \frac{\text{개별 노임단가}}{8 \text{시간}} \quad (\text{식 } 3)$$

$$\text{총 작업시간} = \frac{\text{공종별 총공사비용}}{\text{공종별 시간당 노임단가}}$$

생산성 손실비용 계산과정은 식 4와 같다.

**작업생산성 손실비용**  
**=실행내역서상의 변경시간 - 도급내역서상의 변경시간 (식 4)**

계산 결과, 실행내역서상의 설계변경시간은 377시간이고, 도급내역서상의 설계변경시간은 36시간으로 총 작업 생산성 손실시간은 341시간이었다. 이 값을 시간당 평균노임 단가로 변경하면, 작업생산성 손실비용은 2,408,483원이다. 그리고, 총 작업시간 대비 생산성 손실 시간비율은 1.3%였고, 총 공사비 대비 생산성 손실비용 비율은 약 0.04%였다. 이런 비율만을 가지고 논할 경우, 설계변경 요소들이 전체 프로젝트 비용에 큰 영향을 미친다고 볼 수는 없을 것이다. 하지만, 사례 프로젝트는 규모가 작은 경우여서 이 정도에 불과하지만, 만일 대규모 프로젝트일 경우에는 설계변경이 많이 발생하고 이런 비율은 본 연구에서 제시한 비율에 비해 훨씬 높게 나타날 것으로 사료된다.

**6. 결론**

본 연구에서는 건설현장에서 생산성 손실에 영향을 주는 요소들을 분석하고, 이로 인해 발생하는 손실을 국내 현실에 적합하게 정량적으로 산정할 수 있는 방법을 제안하였다.

본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 국내 공사비 내역서 구성은 총 작업물량과 총 작업비용만을 제시하고 있는 관계로, 측정치를 이용한 산정방법에는 한계가 있었다. 또한, 총비용 산정시에도 실행내역서의 보관, 보안상의 문제로 자료를 수집하는 데 어려움이 있었다.
- 2) 총비용 산정식이 갖고 있는 한계는 본문에서 설명한 경우와 같다. 또한, 본 연구사례의 경우에도 설

계변경 시간 내에는 비합리적으로 사용된 비용 및 시공자 귀책사유로 인해 증가한 시간 등이 포함되어 있을 수 있다. 향후 연구에서는 이런 사항들을 고찰할 필요성이 있다.

- 3) 건설자료의 데이터베이스화를 통한 자료 축적과 더불어 변경사항 발생 시마다 향후 클레임 등을 대비하여 관련 자료를 문서화하고 보관해야 한다. 또한, 손실비용 산정방법에 대한 연구가 지속적으로 수행되어야 한다. 그리고, 생산성 손실비용과 같이 실제로 발생한 손실비용은 이를 증빙할 경우 보상할 수 있는 기준을 마련해야 한다.

**참고문헌**

1. 건설연구원, 건설공사 표준품셈, 건설연구원, 2001
2. 대한건설협회, 국가계약관계법령, 1999
3. 박준기, 신 건설계약론, 대한건설협회, 2001
4. 이재섭, "건설공사의 공기지연으로 인한 손실비용 산정방법", 대한건축학회논문집, 17권2호, pp.93-100, 2001.02.
5. 현학봉, 건설공사 계약관리와 클레임, 한국건설산업연구원, 1998.11
6. Awad S. Hanna., et al. "Impact of change orders on labor efficiency for electrical construction.", Journal of Construction Engineering and Management., ASCE, 125(4), 224~232
7. Barry B. Bramble et al., Avoiding & Resolving Construction Claims, R.S. Means Company, Inc., pp. 165~175
8. David D. Reichard., and Cherly L. Norwood, "Analyzing the Cumulative Impact of Changes", AACE International Transaction, 2001
9. James J. Adrian, Construction Claims -A Quantitative Approach-, Stipes Publishing Company, 1993
10. Thomas, H. R., and Ivica Zavrski. "Construction baseline productivity: theory and practice.", Journal of Construction Engineering and Management., ASCE, 125(5), 295~303

**Abstract**

Additional costs as well as schedule delay are occurred due to change orders in today's construction projects. Additional costs, overhead calculation methods are of various types. In a foreign country cases, many claims related to the loss of labor productivity quote research statistics data. In domestic cases, the study of the reason why the loss of labor productivity occurs and its effect have not been performed. Therefore, this paper analyzes factors affecting lost productivity and a methodology is presented to estimate the lost productivity.

**Keywords :** Additional cost, Change orders, Overhead, Claim, Lost productivity,