

# 건설공사보험 피해 보상금 지급액을 활용한 리스크 분석

## Risk Analysis using Construction Insurance Claim Payouts

유 영 진<sup>1</sup>

손 기 영<sup>1</sup>

김 지 명<sup>2\*</sup>

Yu, Yeong-Jin<sup>1</sup>

Son, Kiyoung<sup>1</sup>

Kim, Ji-Myong<sup>2\*</sup>

*School of Architectural Engineering, University of Ulsan, Nam-Gu, Ulsan, 44610, Korea <sup>1</sup>*

*Construction Science Department, Texas A&M University, College Station, 77843, USA <sup>2</sup>*

### Abstract

Recently, the quantity of risk in construction project has been inflated due to the fact that current construction projects have been large and complicated. Therefore, a study on the risk management methods is necessary that can predict and respond to the need in complicated modern construction projects. In this study, the objective is to analyze the cause of accident in actual construction sites and develop a risk assessment model based on insurance claims records. To reach the goal of this study, first, the frequency and severity of accidents are analyzed the causes of accidents based on the classification; progress rate, season, and total construction costs. Second, a risk assessment model is developed by utilizing a multiple regression analysis. The dependent variable is loss ratio of material damage and three categories; natural hazards, geographic information, and construction method & ability, are used as the independent variables. The model's adjusted R-square is 0.455. The contributions of this study will be used as a material for a quantitative risk analysis model development and review of the construction risk factors for future study.

Keywords : building construction, damage cause analysis, material damage, regression analysis, construction insurance

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

최근 건설프로젝트는 대형화·복잡화·첨단화되어 감에 따라 건설공사 리스크의 불확실 요소가 증가하고 있다. 따라서 건설공사의 리스크 관리는 과거와 같이 시공업체나 건설 관리자의 경험과 직관에만 의존하여 처리할 수 없는 상황이다[1]. 국내 건설산업은 이러한 리스크 관리에 대한 중요성을 인지하고 있으며, 지속적인 관리를 통해 리스크에 대비하고 있다. 건설 공사의 리스크 관리 수단으로 그

방법을 첫째, 리스크 보유 둘째, 리스크 회피 셋째, 리스크 감소 넷째, 리스크 전가 다섯째, 리스크 분담과 같이 분류하고 있다[2].

특히, 국내 건설산업에서 리스크 관리는 그 요인을 감소 하는데 집중하고 있지만 이러한 리스크 감소는 요인이 예측 가능할 경우 효과적이나, 노출되지 않은 리스크에 따라 발생하는 모든 손해를 예방하기란 불가능하며, 경우에 따라 리스크 감소를 위한 안전관리 및 사전 예방 비용이 피해 복구액을 상회할 가능성이 있다[3]. 따라서, 건설프로젝트에서는 예측 및 대응할 수 없는 리스크 요소를 도출하여 분석하는 연구가 필요한 실정이다.

이에 본 연구에서는 A보험사의 클레임 레코드를 토대로 실제 건설공사 현장 내에 사고에 따른 보상금 지급액 데이터를 수집하여 사고원인 분석(공정률별, 계절별, 총공사금액별)을 통해 리스크 중점관리요인을 도출하고 이를 토대

Received : February 15, 2016

Revision received : March 7, 2016

Accepted : April 4, 2016

\* Corresponding author : Kim, Ji-Myong

[Tel: 82-2-758-4655, E-mail: jimy6180@gmail.com]

©2016 The Korea Institute of Building Construction, All rights reserved.

로, 건설공사보험에서의 적정한 보상금 지급액 회귀 모델을 개발하는 것을 목적으로 한다. 본 연구의 결과는 향후 건설 공사의 정량적인 리스크 분석 모델 개발 및 리스크 요인에 대한 검토를 위한 자료로 활용될 것으로 기대된다.

**1.2 연구의 범위 및 방법**

본 연구는 실제 건설공사 현장 내 사고가 발생하여 보상금을 지급한 금액을 토대로 다음과 같은 방법으로 진행된다. 첫째, 이론적 고찰을 통해 선행연구 및 국내외 리스크 관리방안에 관한 연구를 분석하였다. 둘째, 2001년부터 2012년까지의 건축공사에 보험 가입대상중 목적물손해 배상에 한정하여 보상금 지급액을 수집하였다. 셋째, 수집된 데이터를 토대로 사고원인 분석을 하기 위해, 각각 누적공정률, 계절, 총공사금액별로 원인별 사고빈도 및 보상금 지급액 분석을 실시하였다. 넷째, 리스크 요인들을 종속변수인 보상금 지급액과 독립변수로서 자연재해, 지리정보, 시공방법 및 능력, 프로젝트 규모로 분류하여 다중회귀분석을 실시하였다. Figure 1은 본 연구의 방법을 나타낸다.

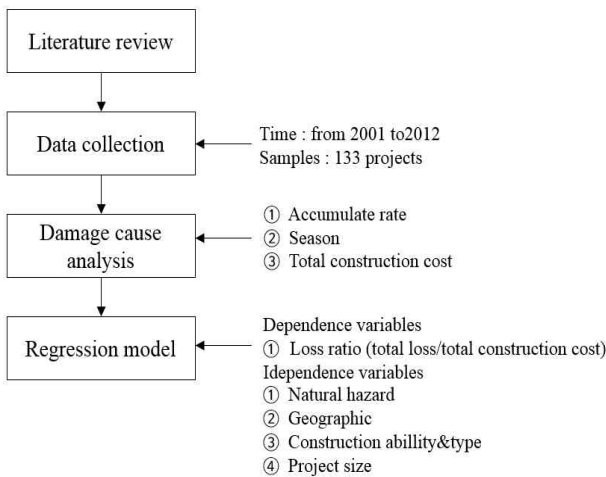


Figure 1. Research procedure

**2. 이론적 고찰**

**2.1 건설공사보험**

건설공사보험이란 계약을 통해 전 기간에 걸쳐 건설공사의 예기치 못한 손실을 보험사에서 책임을 지는 전위험담보 보험이다. 건설공사보험에 계약 가능한 가입대상(공사물건)은 Table 1과 같이 9가지로 구분할 수 있다. 또한 건축물의 기존 건물에 대한 증축, 개축, 보수공사도 포함된다.

Table 1. Category of construction projects

No.	Category of construction projects
1	Bridge
2	Harbor
3	Railroad
4	Road
5	Site-Building
6	Tunnel
7	Water related
8	Plant
9	Building

보험 계약자의 선택에 따라 건설공사보험에서 보상하는 손해는 Table 2와 같이 목적물 손해와 제 3자 배상으로 분류할 수 있으며, 면책사항을 통해 보험에서 보상하지 않은 손해를 제외한 모든 목적물 손해와, 제 3자 배상에 대해 위험을 담보한다. 이는 프로젝트에서 착공되는 시점부터 준공되어 발주자에게 인도될 때까지 전체 공사기간 동안 이루어진다. 즉, 목적물손해 배상과 제 3자 배상은 보상하는 범위가 차이가 있으므로 리스크 관리요인들도 차이가 날 것으로 판단하여 본 연구에서는 이 중 목적물손해 배상에 한정하여 연구를 진행하였다.

Table 2. Insurance guarantee and definition

No.	Insurance guarantee	Definition
1	Material Damage	Loss associated with constructional objects and All materials, Equipments, machineries related the construction
2	Third Party Liability	Loss of insured accidents occurred with respect to third parties than the contracting parties.

**2.2 선행연구**

건설공사보험은 공사 현장 내 리스크 관리에 중요한 역할을 하는데 비하여 국내에서는 선행연구가 많지 않은 것으로 판단된다. 또한, Table 3에서와 같이 지난 건설공사보험과 관련된 연구의 흐름은 일부를 제외하고 건설공사 보험의 확대 및 제도적 개선 방안에 관한 연구에만 초점이 맞추어져 있으며[4,5,6,7,8,9], 과거 사례 데이터를 토대로 정량적인 리스크에 접근 하는 연구가 국내에서는 소홀하게 다루어졌다. 리스크 분석을 위한 토대를 마련한 연구는 Kim[10]의 건설공사보험의 리스크 요인 산정에 관한 연구와 Kim[12]의 위험도 기반의 보험요율 산정에 관한 연구가 유일하다[10,12]. 하지만 리스크 요인에 대한 영향력 평가를 설문조사나 문헌조사를 근거로 제시하고 있어 근거가 미약한 실정이다.

이에 본 연구에서는 선행연구와 다음과 같은 차별성을 갖는다. 첫째, 건설공사보험 정책적 제안 연구에서 벗어나 실제 보상금 지급액 데이터를 활용하여 통계 분석을 실시하고, 정량적인 분석 모델과 피해함수를 제시하였다. 둘째, 리스크 분류체계를 건설공사보험에서 제시하는 사고원인을 사용하여 과거사례를 분석하였다.

**Table 3. Previous studies about influence factors**

Author	Summary
Park[4]	An improved scheme of domestic construction insurance regulations
Song and Choi[5]	Study on the activation of construction insurance regulation
Lee et al.[6]	An application of contractor's risk to the premium rate of CAR
Park[7]	A study on the problem and improvement of construction insurance regulations
Kim[8]	Reasonable Construction Insurance Premium Rate based on the Construction Risks
Jeon[9]	Construction and Property Insurance
Kim[10]	A study of the Risk Reflection on the Expansion of Construction Insurance
Lee[11]	CAR system seek its improvement
Kim[12]	An Analysis on Expanding Construction Insurance and Estimating Necessary Budget

### 3. 데이터 수집

본 연구에서 데이터 수집은 A보험사의 클레임 레코드를 기반으로 건설현장에서 피해가 발생하여 실제 보상금을 지급한 데이터를 수집하였다. 또한, 2001년부터 2012년까지 국내 건설공사보험의 약관에 따라 비슷한 공정을 가진 건축공사(Building)의 유형을 대상으로 분석하였다[3]. 또한, 건설공사보험에서 배상하는 목적물손해 배상과 제 3자 배상 중에서 공사물건에 대해 배상하는 목적물손해에 대한 보상금을 지급받은 경우로 한정하였다.

Table 4는 사고원인을 분류한 표를 나타낸다. Table 4와 같이 본 연구에서는 1) 도난, 2) 공사수행 중 작업 실수, 3) 화재 및 폭발, 4) 태풍, 5) 집중호우, 6) 폭설 및 한파, 7) 번개, 8) 작업자 부주의, 9) 홍수, 10) 기계 고장 및 누전, 11) 합선 등의 전기적 사고, 12) 기타로 총 12가지로 분류하였다.

Table 5는 2001년부터 2012년까지 발생한 사고원인별 사고빈도 및 보상금 지급액에 대한 기술통계를 나타낸다. 사고 빈도의 경우, 태풍, 공사수행 중 작업 실수, 집중호우,

화재 및 폭발 순으로 많이 발생하였으며 이에 따른 보상금 지급액 평균은 태풍, 기계 고장 및 누전, 작업자 부주의, 번개, 도난 순서대로 크게 나타났다.

**Table 4. Damage cause code**

Code	Damage cause
1	Stolen
2	Failure of Construction
3	Fire & Explosion
4	Typhoon
5	Heavy rain
6	Heavy snow & Cold wave
7	Lighting
8	Carelessness of Worker
9	Flooding
10	Failure of machine
11	Electric accident
12	Etc.

**Table 5. Descriptive statistics for damage causes**

Damage Cause	N	average (Mil. KRW)	std (Mil. KRW)	max (Mil. KRW)	min (Mil.KRW)
1	4	124	166	370	10
2	24	77	109	546	10
3	22	165	304	1280	10
4	38	63	160	1000	10
5	23	163	312	1400	10
6	2	17	4	20	14
7	1	450	0	450	450
8	7	82	77	239	11
9	7	120	102	326	22
10	1	37	0	37	37
11	2	23	11	30	15
12	6	140	196	500	11

### 4. 사고 원인 분석

#### 4.1 개요

건설프로젝트의 사고원인을 분석하기 위해 실제 국내 사례를 통한 데이터를 Table 6와 같이 누적공정률, 계절, 총 공사금액으로 구분한 후 기술통계분석을 실시하였다.

**Table 6. Classification method for damage causes**

Contents	Accumulate rate(%)	Season (Month)	Total construction cost(Bn. KRW)
Classification method	0~20	3, 4, 5	100~950
	20~40	6, 7, 8	950~1800
	40~60	9, 10, 11	1800~2650
	60~80	12, 1, 2	2650~3500
	80~100		

Table 7은 사고빈도와 각 사고원인별 보상금액의 평균을 나타낸다. 즉, 133개의 클레임 레코드를 12개의 사고원인별로 분류하여 사고빈도와 보상금액의 평균을 나타낸 것이다. 분석결과, 사고원인을 다음과 같이 네 가지 분류로 볼 수 있다. 1) 빈도가 낮지만 피해가 큰 사고, 2) 발생빈도가 높고 피해가 적은 사고, 3) 빈도와 피해가 모두 낮은 사고 4) 빈도와 피해가 모두 큰 사고이며, 각각 사고의 특징은 사고원인에 대한 대응방법에 영향을 준다. Table 7의 경우, 공사수행 중 작업 실수, 화재/폭발, 태풍. 폭우는 사고 빈도가 높지만 피해가 작은 사고로 상시 조심해야 하는 것으로 나타났으며 번개 같은 경우 빈도는 작지만 피해가 커서 발생 시 손실최소화에 대한 대책과 노력이 필요하다고 판단된다.

Table 7. Frequency vs. severity by damage causes

Damage Cause	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Frequency	4	24	22	38	23	2	1	7	7	1	2	6
Damage severity (Mil.KRW)	124	77	165	63	163	17	450	82	120	37	23	140

#### 4.2 누적공정률

누적공정률의 경우 수집된 데이터를 공정률 20%로 각 구간별로 나누어 5개의 구간으로 분류하였으며, 이를 사고 빈도와 평균 보상금 지급액과 비교하였다.

Table 8과 같이, 20~40%, 60~80%, 80~100% 구간은 각각 전체 빈도의 22.6%, 26.3%, 27%로 전체 공정 중 대부분의 사고가 발생하는 구간임을 알 수 있다. 평균 보상금 지급액도 20~40%, 60~80%, 80~100% 구간이 0~20%, 40~60% 구간에 비해 높은 것으로 나타났다. 이에 대해 사고가 대부분 발생하는 구간의 사고원인 분포를 분석해보았다.

- 1) 20~40% 구간의 경우 화재/폭발에서 사고 빈도가 15회, 평균 보상금 지급액이 2.2억 원으로 전체 리스크 비율의 39.7%를 차지하였으며, 그 다음은 공사수행 중 작업 실수(22.9%)과 태풍(16.6%) 순서로 나타났다.
- 2) 60~80% 구간은 폭우와 태풍이 주요 원인으로 나타났다. 각각 전체 리스크 비율의 31.8%, 22%를 차지하였다. 공사수행 중 작업 실수의 경우 빈도는 높았으나, 평균 보상금 지급액이 작은 것으로 분석되었다.

- 3) 80~100% 구간에서는 전체 리스크 비율이 폭우가 47.4%, 화재/폭발이 35.2%로 주요원인으로 나타났으며, 비교적 다른 사고원인의 영향을 덜 받았다. 또한, 공정률이 낮은 경우 태풍과 공사수행 중 작업 실수의 영향이 컸으나, 공정률이 높아질수록 폭우에 영향을 많이 받은 것으로 판단된다.

Table 8. Frequency vs. severity by accumulate rate

Accumulate rate	Total of damage severity (Mil. KRW)	Frequency	Averages of damage severity (Mil. KRW)
0~20%	908.34	16	56.77
20~40%	3,713.05	31	119.78
40~60%	754.75	17	44.40
60~80%	4,950.57	36	137.52
80~100%	4,286.98	37	115.86

#### 4.3 계절

계절별 분석의 경우, 수집된 데이터를 봄(3월, 4월, 5월), 여름(6월, 7월, 8월), 가을(9월, 10월, 11월), 겨울(12월, 1월, 2월)로 나누어 분류하였다.

Table 9와 같이, 봄은 평균 보상금 지급액이 큰 계절로 보이나, 사고빈도는 가장 낮게 나왔으며, 가을이 사고빈도가 가장 높게 나타났다.

Table 9. Frequency vs. severity by season

Season	Total of damage severity (Mil. KRW)	Frequency	Averages of damage severity (Mil. KRW)
Spring	2,109.96	16	131.87
Summer	3,955.51	28	141.27
Autumn	6,946.90	67	103.69
Winter	1,601.32	26	61.59

계절별 위험도에 대한 기존의 연구에 따르면 추운 날씨 일수록 사고가 증가하는 것으로 보았으나[13], 우리나라의 경우 온도로 인한 영향보다 계절에 따라 발생하는 태풍과 폭우로 인한 피해가 더 큰 것을 알 수 있다. 또한, 각 계절별 특징은 다음과 같다.

- 1) 봄 구간의 경우 화재/폭발 및 기타에 대한 영향이 각각 전체 리스크 비율의 45.4%, 26.6%로 크게 나타난 반면 사고빈도는 대체로 낮았다.

2) 여름 구간의 경우 사고원인의 57%가 폭우로 사고빈도가 14회, 평균 보상금 지급액이 2.2억 원으로 나타났다. 그 다음으로 태풍의 전체 리스크 비율은 15%로 나타났다.

3) 가을 구간의 전체 리스크 비율은 화재/폭발 및 태풍, 폭우 순서로 33.4%, 26.2%, 11.2%로 나타났다.

계절별 사고원인 분석의 경우, 봄, 겨울, 여름, 가을 순으로 사고 발생 빈도와 총보상금 지급액이 높아지는 것을 알 수 있으며, 같은 순서대로 사고원인이 7, 7, 8, 10가지로 빈도 증가에 따라 다양한 원인으로 사고가 발생되었다. 특히 보상금 지급액이 가장 큰 가을에만 번개, 기계 고장 및 누전, 합선 등의 전기적 사고가 발생했다.

#### 4.4 총공사금액

총공사금액에 따른 사고빈도 및 보상금 지급액을 분석하기 위해 총공사금액을 각각 100~950억 원, 950~1,800억 원, 1,800~2,650억 원, 2,650~3,500억 원으로 나누어 보상금 지급액과 비교하였다.

Table 10과 같이, 총공사금액이 커질수록 평균 보상금 지급액은 증가하고 사고 빈도는 크게 감소한 것으로 나타났다. 이에 대해 각 구간의 분석은 다음과 같다.

1) 100~950억 원 구간의 경우, 폭우, 화재/폭발, 공사 수행 중 작업 실수 순서대로 전체 리스크 비율이 26.4%, 24.7%, 22.1%로 나타났다. 태풍의 경우 빈도가 18회로 가장 높았지만 평균 보상금 지급액이 낮은 것으로 판단된다.

2) 950~1,800억 원 구간은 폭우와 태풍이 주요 원인으로 나타났으며, 각각 전체 리스크 비율의 42.1%, 34.3%를 차지하였다.

3) 1,800~2,650억 원 구간에서는 태풍이 74.9%의 비율을 차지하여, 사고 발생 원인이 태풍에서 주로 나타났다.

총공사금액별 사고원인 분석 결과 건설프로젝트 규모가 커질수록 사고원인의 종류가 급격하게 감소하는 것을 알 수 있다. 이에 규모가 작은 구간에서 좀 더 다양한 사고 대책이 요구된다.

이와 같이, 사고빈도와 보상금 지급액에 따라 사고원인 별 분석을 실시하였다. 하지만 상기 분석은 단순한 기술통계분석으로 보상금 지급액의 발생에 대해 설명하는데 한계가 있었으며, 본 연구의 목적인 건설 공사 현장의 정량적인

리스크 분석을 위해서는 확률론적인 리스크 추정 방법이 요구된다. 따라서 본 연구에서는 리스크 추정을 위해, 건설 공사 현장의 규모에 따라 사고 피해 크기를 고려한 피해율을 설정하고 이를 예측하고자 회귀분석을 실시하였다.

Table 10. Frequency vs. severity by total costs

Total amount of construction project (Bil. KRW)	Total of damage severity (Mil. KRW)	Frequency	Averages of damage severity (Mil. KRW)
10~95	6,465.15	70	92.36
95~180	4,518.50	34	132.90
180~265	2,540.24	14	181.45
265~350	341.00	7	48.71

## 5. 회귀분석

### 5.1 분석 개요

본 연구의 회귀분석은 향후 국내 건설공사의 목적물손해 배상의 적정한 보상금 지급액 예측모델을 개발에 목적을 두고 있으며 식(1)과 같은 회귀모형을 구축하였다. 회귀모형의 변수는 선행연구 분석 및 이전 분석을 토대로 도출하였다.

$$LR = \beta_0 + \beta_1 \cdot FD + \beta_2 \cdot EQ + \beta_3 \cdot TP + \beta_4 \cdot LO + \beta_5 \cdot EL + \beta_6 \cdot ST + \beta_7 \cdot EN + \beta_8 \cdot FL + \beta_9 \cdot UN + \beta_{10} \cdot TO + \beta_{11} \cdot AC \quad (1)$$

여기서,

*LR* : 피해율 (Loss ratio)

*FD* : 홍수 (Flood)

*EQ* : 지진 (Earthquake)

*TP* : 태풍 (Typhoon)

*LO* : 지역조건 (Location)

*EL* : 현장 고도 (Elevation)

*ST* : 구조 타입 (Structure type)

*EN* : 시공 능력 (ENR)

*FL* : 지상층 (Floors)

*UN* : 지하층 (Underground)

*TO* : 총공사기간 (Total months)

*AC* : 공정률 (Accumulate)

### 5.2 종속변수

종속변수는 해당공사의 총공사금액 대비 보상금지급액의 비율이며 이를 피해율(Loss ratio)이라고 정의하였다. Table 11은 보상금 지급액과 총공사금액의 기술통계를 나타낸다. 본 연구에서는 133개의 건설프로젝트의 보상금 지급금액과 총공사금액을 활용하여 종속변수인 피해율로 활용하였다.

Table 11. Descriptive analysis of claim payout, total amount of construction project

statistics	Claim pay out	Total amount of construction project
N	133	133
Range	13.9	14,922
Minimum	0.10	9.81
Maximum	14	14,922
Averages	0.74	984
Std. Deviation	1.33	1,726
Skewness	5.92	5.60
Kurtosis	46.06	40.11

### 5.3 독립변수

본 연구에서는 자연재해 위험도와 지리정보, 시공방법 및 능력, 프로젝트 규모로 분류하여 Table 12와 같이 총 4개의 항목으로 수집하였다.

Table 12. Description of independence variables

	Factor	Unit	Description
Natural Hazard	Flood	zone	Risks of flood in site
	Earthquake	zone	Risks of earthquake in site
	Typhoon	zone	Risks of typhoon in site
Geography	Location		1.Suburban 2.Urban 3.Metropolitan
	Elevation	m	Height of construction site
Construction Method & Ability	Structure type		1. Reinforced concrete 2. Skeleton construction 3. etc
	ENR	rank	Engineering news record
	Floors	floor	Number of stories
Project Scale	Under ground	floor	Number of basement
	Total Months	months	Total construction period
	Accumulate rate	%	Accumulated progress rate when the accident occurred

첫째, 자연재해요인으로 독일 B 보험사의 NATHAN Hazard map을 이용하여 자연재해 위험도를 산정하였다 [14]. 위험지도에서 제시된 여러 재해를 Figure 2와 같이, 3개의 요인으로 구분한 후, 각각 요인에서 국내 적용가능한 대표적인 요인인 Earthquakes, Tropical cyclones, Flash flood를 각 건설공사 위치정보를 활용하여 변수로 수집하였다.

둘째, 건설정보요인으로는 지리정보, 시공방법 및 능력, 프로젝트 규모로 분류하였다. 피해율에 영향을 미칠만한 지리정보를 지역조건과 고도로 수집하였으며, 시공방법 및 능력으로 구조 타입 및 피사기 시공사의 시공능력을 선정하였다.

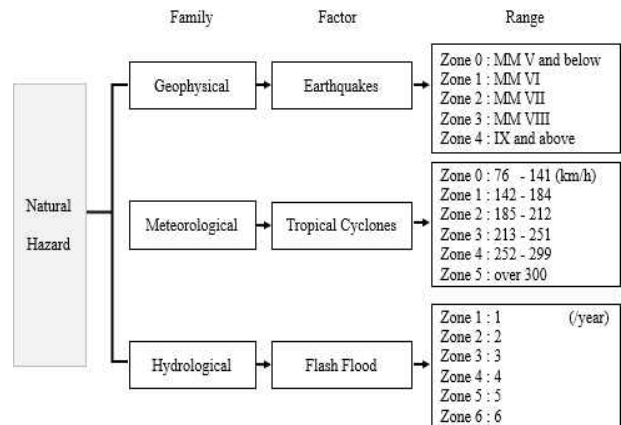


Figure 2. Natural hazard factors

마지막 프로젝트 규모는 지상층수, 지하층수, 총공사기간, 누적공정률을 변수로 선정하였다. 이에 11개의 항목을 독립변수로 하여 각 변수들과 피해율의 관계를 분석하였다.

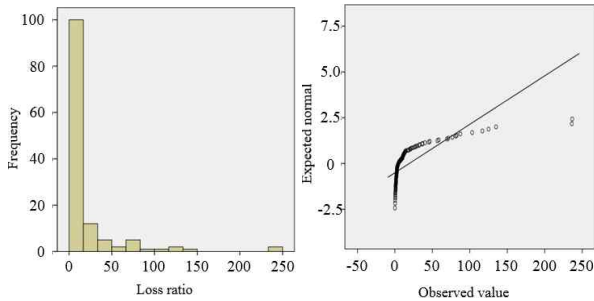
### 5.4 정규성 검토

회귀분석을 만족하기 위해서 종속변수가 정규분포를 따르는지에 대한 정규성 검정을 실시하였다. 본 연구에서 사용된 표본의 크기에서 Shapiro-Wilk test가 성능이 가장 좋다[14]. Figure 3에 따라 정규성 검정 분석결과는 Shapiro-Wilk의 유의확률이 0.05이하로 귀무가설을 기각하였다. 또한, 표준화 잔차의 히스토그램 및 P-P도표는 이를 뒷받침하고 있다. 따라서 본 회귀모형의 종속변수는 가변수로 설정해야한다.

가변수로 종속변수를 로그화시킨 후 Figure 4와 같이, 표준화 잔차에 대한 정규성 검정을 하였다. Shapiro-Wilk

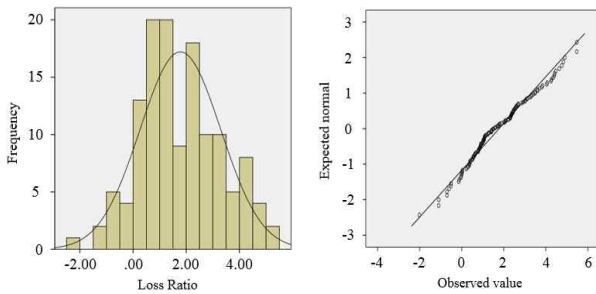
검정의 유의확률이 0.05이상을 나타내었으며, 이는 귀무가설이 채택되면서 정규분포를 따른다는 것을 알 수 있다. 또한, 히스토그램과 P-P도표는 이를 뒷받침하고 있다. 따라서, 식(2)와 같이 종속변수를 로그화시킨 회귀모형을 분석하였다.

$$\text{Transformed LR} = \ln(\text{LR}) \text{ ----- (2)}$$



Shapiro-Wilk			
	Statistic	df	sig
LR	.514	133	.000

Figure 3. Check for normality of original value



Shapiro-Wilk			
	Statistic	df	sig
LR	.982	133	.072

Figure 4. Check for normality of transformed value

### 5.5 분석 결과

독립변수를 6개의 변수로 분석한 결과, Table 13과 같이 수정된 R<sup>2</sup>의 값이 0.455로, 모델에 대한 F검정 통계량의 p-value가 0.05이하인 것으로 나타났다. 이는 본 회귀모형이 피해를 예측에 대하여 45.5%의 설명력을 가지고 있으며, 유의확률은 0.05이하를 만족하고 있으므로 본 모형은 유의미한 것으로 분석할 수 있다.

Table 13. ANOVA and adjusted R square

Model	Sum of squares	df	Mean square	F	Sig.	Adj.R <sup>2</sup>
Regression	111.593	11	10.145	9.249	.000	.455
Residual	111.880	102	1.097			
Total	223.474	113				

a. Dependent variable: Ln(LR)

또한, 독립변수 중 지진, 태풍, 현장 고도, 시공능력, 공정률을 이용한 회귀모델은 유의확률이 0.05이상으로 보상금 지급액과 관계가 없는 것으로 나타났다. 따라서 Table 14와 같이 독립변수로는 지역조건, 홍수, 지상층, 지하층, 총공사기간, 구조타입을 지정하였으며, 모든 변수가 유의확률이 모두 0.05이하를 만족하는 것으로 나타났다. 이를 토대로 식(3)과 같은 회귀모형을 개발하였다.

Table 14. Coefficients

Model	B	Std. Error	t	Sig.
(Constant)	.113	1.092	.104	.917
LO	.414	.187	.230	0.29
FD	.597	.230	2.597	.01
FL	-.025	.011	-2.314	0.023
UN	-.131	.058	-2.239	.027
TO	-.039	.007	-5.379	.000
ST	.324	.121	2.674	.009

a. Dependent variable: Ln(LR)

$$\ln(\text{LR}) = .113 + .414 \cdot \text{LO} + .597 \cdot \text{FD} + (-.025) \cdot \text{FL} + (-.131) \cdot \text{UN} + (-.039) \cdot \text{TO} + (.324) \cdot \text{ST} \text{ ----- (3)}$$

### 5.6 검증

Figure 5에서와 같이 식(3)의 회귀모형으로 산정한 예측값과 실측값과의 차이를 비교하여 최종 검증하였다. 추정치의 표본오차를 비교한 결과, 표본오차 Se는 0.698로 나타났다. 이는 예측값의  $\pm 2\text{Se}$ 가 실측값의 95%를 포함하고 있음을 나타낸다. 하지만 본 연구의 모델은 45.5%의 설명력만 있으며, 나머지 54.5%는 알려지지 않은 변수들이 존재하는 것으로 파악되므로 향후 이에 대한 후속연구가 필요하다.

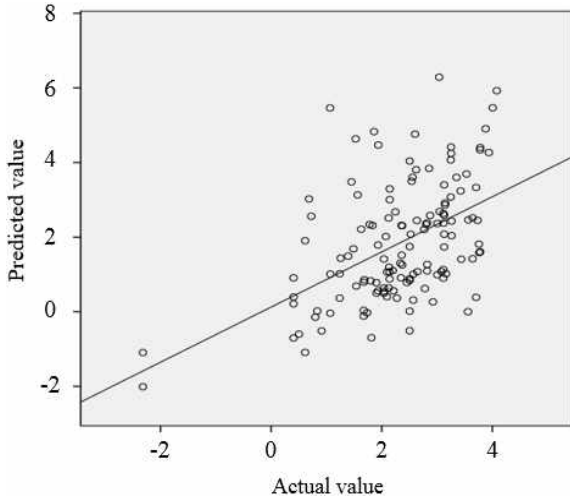


Figure 5. Actual value vs. predicted value

## 6. 결 론

최근 건설 프로젝트에서는 예측 불가능한 리스크 요소가 증가하고 있다. 이에 본 연구에서는 이러한 리스크 파악하고 분석하기 위해서, A 보험사의 클레임 레코드를 수집하였다. A 보험사의 보상금 지급액은 2001년부터 2012년까지 배상을 받은 건설공사의 목적물 손해액을 대상으로 하였으며, 사고원인을 건설공사 보험 약관에 따라 13가지로 분류하였다.

이를 토대로 중점관리요인을 도출하기위해 사고원인 분석을 하였다. 그 결과, 공정률별로 20~40%, 60~80%, 80~100% 구간은 각각 22.6%, 26.3%, 27%로 전체 공정 중 대부분의 사고가 발생하였으며, 계절별로는 겨울, 봄, 여름, 가을 순서대로 각각 11%, 14.4%, 27.1%, 47.5%가 발생하였다. 총공사금액별로 분석한 결과에 따르면 규모가 커질수록 총 보상금 지급액이 감소하였으며, 180억 미만의 공사가 79.2%를 차지하였다. 상기 분석은 본 연구의 목적인 리스크에 대하여 정량적인 추정을 할 수 없으며, 따라서 다중회귀분석을 통해 리스크를 추정하기 위해 종속변수로 피해율을, 독립변수로 자연재해 위험도와 지리정보, 시공 방법 및 능력, 프로젝트 규모로 분류하였다.

회귀분석 결과 45.5%의 설명력을 가진 피해율예측모델을 개발 및 검증하였다. 이에 뒷받침하여 ANOVA 분석시 유의확률이 0.05이하로 만족하였으며, 로그화된 종속변수 역시 정규성 분포를 따르는 것으로 나타났다. 하지만 본 모형의 데이터는 건설공사보험 중 건설공사와 목적물손해

에 한정하여 수집한 한계가 있다. 따라서 향후 제 3자 배상 및 다양한 가입대상에 추가적으로 분석해야할 것이다. 또한 본 연구의 영향 요인 외에 나머지 54.5%의 영향요인을 도출하여 본 모형과 비교 및 검증하는 것이 필요하다.

## 요 약

최근 건설프로젝트는 산업성장의 영향으로 대형화·복잡화·첨단화 되어 가며, 이로 인해 건설공사 리스크의 불확실 요소가 증가하고 있다. 이에 따라, 복잡해진 현대 건설 프로젝트에서 예측 및 대응할 수 없는 리스크 관리 방법에 관한 연구가 필요하다. 이에 본 연구는 A보험사의 클레임 레코드를 토대로 실제 건설 공사 현장 내에 보상금 지급액 데이터를 수집하였으며, 사고원인 분석 및 회귀분석을 실시하였다. 사고원인 분석을 위해 본 연구에서는 공정률별, 계절별, 총공사금액별로 분류하고, 사고 빈도와 보상금 지급액으로 분석하여 리스크 중점관리요인을 도출하였다. 두 번째, 종속변수로 피해율을, 독립변수로 자연재해 위험도와 지리정보, 시공방법 및 능력, 프로젝트 규모로 분류하여 다중회귀분석을 실시하여, 총공사금액 대비 보상금 지급액에 대한 피해율 예측 모델을 개발하였다. 회귀분석 결과 45.5%의 설명력을 가진 피해율예측모델을 개발 및 검증하였다. 본 연구의 결과는 향후 건설 공사의 정량적인 리스크 분석 모델 개발 및 리스크 인자에 대한 검토를 위한 자료로 활용될 것이다.

**키워드** : 건설 공사, 리스크 분석, 피해율 예측 모델, 목적물 손해, 회귀분석, 건설공사 보험

## Acknowledgement

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea funded by the Ministry of Science, ICT & Future Planning (2014R1A1A1004288).

## References

1. Hong SW, Kim HI, Ahn YS. A Study on Development and Real



- 
- Situation Analysis for the Risk Management of Domestic Construction Companies, *Journal of architectural institute of Korea*, 2003 May;19(5):153–60
2. Emmett JV, Therese MV. *Essential of Insurance : A Risk Management Perspective*, NewYork: John Wiley & Sons inc.; 1995, 656 p.
  3. Park JW. *Understanding of Construction Insurance*, Seoul: Yeonamsa; c1997. Chapter 1, Basic insurance; 1997, p. 8–9
  4. Park BC, Park CS, Hwang MH, Son CB. An Improved Scheme of the Domestic Construction Insurance Regulations, *Journal of Architectural Institute of Korea*, 1999 Jun;15(6):149–58
  5. Song DH, Choi IS. Study on The Activation of Construction Insurance Regulation, *Journal of Architectural Institute of Korea*, 2001 Dec;17(12):179–89
  6. Lee HY, Kim YT, Koo KJ, Hyun CT. An application of contractor's risk to the premium rate of CAR, *Journal of Construction Engineering and Project Management*, 2003 Mar;4(1):122–30
  7. Park KH. A Study on the Problem and Improvement of Construction insurance Regulations [Dissertation], [Seoul (Korea)]: Chung–ang university; 2005, 120 p.
  8. Kim YS. Reasonable Construciton Insurance Premium Rate based on the Construciton Risks [Dissertation], [Seoul (Korea)]: Myongji university, 2008, 111 p.
  9. Jeon SW. Construction and Property insurance, *Daejeon: 2008 year Hanwha E&C Technology megazine(korea)*; 2008 Dec, 4 p.
  10. Kim KS. A Study of the Risk Reflection on the Expansion of Construction Insurance [Dissertation], [Seoul (Korea)]: Hanyang university, 2009, 91 p.
  11. Lee ES. Improvement Ways of Construction Insurance Scheme for Public Construction Projects in Korea, *Seoul: The Journal of Construction Economy Research Institute of Korea(Korea)*; 2014 Feb, 3 p.
  12. Kim MS. An Analysis on Expanding Construction Insurance and Estimating Necessary Budget, *Journal of Construction Engineering and Project Management*, 2014 Sep;15(5):94–102
  13. Lee HS, Kim HS, Park MS, Lee KP, Lee SB. Construction Risk Assessment Methodology Using Site Risk Influence Factors, *Korean journal of construction engineering and management*, 2009 Nov;10(6):117–26
  14. Munich RE. NATHAN world map of natural hazards, München(Germany): Münchener Rückversicherungs – Gesellschaft; 2011, 7p.
  15. Normadiah MR. Test of normality : a power comparison of Kolmogorov–Smirnov, Anderson–Darling, Shapiro–Wilk and Lilliefors tests [Master's thesis], [Selangor (Malaysia)]: MARA University of Technology, 2009, 24 p.