

건축공사 공종별 위험지수 산정모델에 관한 연구

장성록 · 고성석* · 이종빈†**

부경대학교 안전공학부 · *전남대학교 건축학부 · **부경대 안전공학과
(2007. 7. 30. 접수 / 2007. 11. 28. 채택)

A Study on the Risk Index Model of Work Type in Architectural Construction Work

Seong Rok Chang · Seong-Seok Go* · Jong-Bin Lee†**

Division of Safety Engineering, Pukyong National University

*Division of Architecture, Chonnam National University

**Department of Safety Engineering, Pukyong National University

(Received July 30, 2007 / Accepted November 28, 2007)

Abstract : The purpose of this study is to verify the relation between the risk index using AHP(Analytic Hierarchy Process) and the risk index using Computing Model. For doing the objective, this research classified 22 work types in architectural construction work from the analysis Korean architectural standard specification and Korea occupational safety & health agency code. Based on the classified 22 work types in architectural construction work, the risk index of each work type was calculated by AHP and Computing Model. For verifying the correlation of risk index between AHP and Computing Model methods, SAS version 8.0 System, which is one of the statistics programs, was used.

Key Words : architectural construction work, risk index, work type, AHP, computing model

1. 서 론

건설업은 크게 건축공사와 토목공사 그리고 기타공사로 나눌 수 있으며, 2005년 산업안전공단¹⁾ 조사에 의하면 건축공사에서 발생한 중대재해는 전체 건설재해의 67.6%로써 토목공사와 기타공사에 비해 그 위험성이 매우 높게 나타났다. 또한 이러한 산업재해로 인해 발생한 경제적 손실은 12조 4천억 원으로 노사분규로 인한 생산적 차질액 2조 4,972 억원의 약 5배를 차지하고 있다. 2004년 노동부 산업재해 통계현황^{2,3)}에 따르면 전 산업에서 발생한 재해자 88,874명 가운데 건설업에서 발생한 재해자 수는 18,896명으로 전체 약 22%를 차지하고 있다. 당해 전 산업에서 발생한 사망자 수는 2,825명으로 건설업에서 발생한 사망자 수는 779명(27.6%)으로 나타나, 업종별로는 가장 높은 수치는 나타내었다. 건축공사에서 중대재해를 예방하기 위한 많은 연구

들은 재해율이 높은 공종의 재해사례를 대상으로 위험성 평가를 실시하거나⁴⁾, 재해로 인해 지급된 산재보험금 및 산재요양 일수의 환산지수를 함하는 방법으로 위험성 평가 또는 위험도를 제시하였다⁵⁻⁷⁾. 또한 '재해사례분석을 통한 빌딩공사 재해 특성에 관한 연구⁸⁾, 철근콘크리트조 건축공사의 공종별 위험성 평가에 관한 연구⁹⁾와 같은 건축공사의 위험성을 정량적으로 평가하는 연구가 이루어 졌다. 이는 정량적으로 나타난 수치들을 대상으로 분석하여 위험도를 제시한 것으로 객관적인 위험성 평가라 할 수 있다. 그러나 보다 신뢰성 있는 건축공사 위험성 평가를 위해서는 수치적으로 파악되지 않는 위험에 대한 정성적인 부분들에 대한 정량적 평가도 병행되어야 한다. 이처럼 실제 건설현장에서 존재하는 정성적 위험요인을 파악하기 위해서는 보다 구체적이며 체계적인 분석방법론의 모색이 필요한 것으로 사료된다. 이에 본 연구에서는 건축공사 공종별 작업강도를 고려한 위험지수 산정모델을 개발하였다. 또한 이를 검증하기 위하여 AHP를 이용해 도출된

† To whom correspondence should be addressed.
beanchim@hanmail.net

위험지수의 결과^{10,11)}와 본 연구의 결과를 통계적으로 비교·분석하였다.

2. AHP를 이용한 건축공사 공종별 위험지수

2.1. 건축공사 공종 분류

건축공사에서의 각 공종은 건설교통부 제정 건축공사 표준시방서¹²⁾의 공종분류표 및 KOSHA Code¹³⁾에 의거하여 기본적으로 분류하였다.

KOSHA Code와 건축공사 표준시방서에 제시된 공종을 비교 및 분석한 결과, KOSHA Code에서 제시한 각 공종은 16개로 분류되어있는 반면, 건축공사 표준시방서의 경우, 22개의 공종으로 분류되어 있다. KOSHA Code와 건축공사 표준시방서에 제시된 공종들은 대부분 중복되는 항목들로 이루어져 있으나, KOSHA Code에 비해 건축공사 표준시방서에서 비교적 분류 항목을 세분화하였다. 이와 같은 공종분류는 건설공사를 진행하기 위한 목적으로 나누어져 있기 때문에 건설재해 발생 및 분석 측면에서 나타날 수 있는 공종은 분류되어 있지 못하다. 그러므로 건설공사 중 건축공사에 해당하는 공종의 대분류를 더욱 더 세분화하기 위해 KOSHA Code와 건축공사 표준시방서에서 제시한 항목들을 바탕으로 기본공종을 Fig. 1과 같이 분류하였다. 이와 같은 대공종 분류는 KOSHA의 공종을 모두 포함하고 있으며, 이외에 건설생산공정으로는 단열공사, 커튼월공사, E/V공사 등이 있으며, 직접적인 건설작업 외의 공정으로는 해체공사, 기타작업 및 작업 외 이동 등의 공종이 포함되었다. 추가적으로 분류된 6개 공종이 전체 재해 중에서 차지하는 비율은 10.6%로 양중작업, 기타작업, 작업 외 이동, 해체공사 등의 순으로 발생빈도가 나타나고 있다. 즉, 실제 건설생산에서 보이지 않는 작업의 재해비중이 10.1%로 높은 비율을 나타내어 공종의 대분류로 분석하였다.

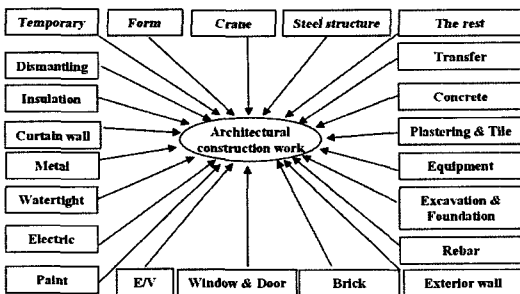


Fig. 1. Classification of work type in Architectural construction work.

Table 1. Risk Index of work type in Architectural construction work using AHP

Risk index of work type using AHP		
Work type	Risk index	Order
Form work	0.229	1
Steel structure work	0.195	2
Temporary work	0.146	3
Crane work	0.077	4
Rebar work	0.065	5
Concrete work	0.055	6
Exterior wall work	0.050	7
Elevator work	0.049	8
Window & Door work	0.033	9
Electric work	0.029	10
Transfer	0.023	11
Brick work	0.013	12
Equipment work	0.012	13
Waterproof work	0.012	13
Excavation & Foundation work	0.011	15
Plastering & Tile work	0.011	15
Metal work	0.007	17
Dismantling work	0.006	18
Paint work	0.005	19
Insulation work	0.004	20

2.2. AHP를 이용한 공종별 위험지수 도출

건축공사 공종에 대한 위험지수를 산출하기 위하여 건설업에 종사하는 건설현장소장, 건설안전기술사 그리고 안전관리자 등 전문가를 대상으로 설문을 실시하였고, AHP를 이용하여 위험지수를 도출하였다^{10,11)}.

설문을 AHP를 이용하여 분석한 결과 Table 1에서 나타난 바와 같이 거푸집공사의 위험지수가 0.229로서 가장 높게 나타났고, 다음으로 철골공사, 가설공사, 양중작업, 철근공사, 콘크리트 공사, 석/외벽공사, E/V 공사, 유리 및 창호공사, 전기(통신)공사, 작업 외 이동, 조적공사, 설비공사, 방수공사, 토공사 및 기초공사 등의 순으로 나타났다. 이와 같은 결과는 건설현장에 내재되어 있는 정성적 공종별 위험 요소에 관해 AHP를 이용한 정량적 위험지수로 나타난 결과이다. 설문에 응답한 대상자들이 대부분 건설업관련 전문가들이고, 일관성 분석을 통해 검토된 설문지만을 대상으로 위험지수를 도출하였다.

3. 작업강도를 고려한 건축공사 공종별 위험지수 모델

3.1. 중대재해건수와 작업강도를 고려한 공종별 위험지수 산정

지금까지 우리나라에서는 재해지수, 사망지수, 재해발생건수, 근로자수, 근로손실을 등을 고려하여 재해의 정도를 추정하고 있으나, 기업단위나 산업분류 단위로 지표가 발표되고 있다⁶⁾. 기존의 위험도 평가 기법으로 체크리스트 기법, 결함수 기법 등과 같은 정량적, 정성적 평가기법을 사용하고 있으나, 경험이나 위험확률에 기초하여 위험도를 평가하는 것으로 제조업과 같이 반복되는 공정에서나 적용될 수 있으므로, 본 연구에서는 건축공사의 공종별 위험지수를 구하기 위해 지난 14년(1992~2005년)¹⁴⁾간 건축공사에서 발생한 중대재해 사례와 각 공종별로 투입된 작업인원 및 기간, 즉 작업강도를 고려한 위험지수 산정모델을 개발하였다. 건축공사의 공종별 작업강도를 구하기 위해 연간 공사비 비중이 가장 높은 아파트 공사현장을 대상으로 조사를 실시하였다¹⁵⁾.

이에 본 연구에서는 거푸집공사에서 커튼월공사까지 22개의 공종에 대한 연간 작업투입인원 및 공사기간을 조사 및 분석하였다. 이를 통해 건축공사 공종별 위험지수 산정모델을 개발하였으며, 모델을 통해 나타난 공종별 위험지수 결과는 Table 2와 같이 나타났다.

건설업 중대재해사례 중에서 가장 재해율이 높게 나타난 거푸집 공사의 경우, 공종별 위험지수는 0.0194로 22개의 공종 중에서 12번째인 것으로 나타나, 실질적으로 소요된 작업투입인원과 기간에 비해서는 위험지수가 높지 않은 것으로 나타났다. 반면 가설공사와 철골작업의 경우는 중대재해건수가 245, 199건으로 높았고 공종별 위험지수 또한 0.1142와 0.3622로서 위험한 공종으로 나타났으며, 양중작업, 콘크리트공사, 설비공사, 석/외벽공사, 도장공사, 토공사 및 기초공사 등도 비교적 위험지수가 높은 공종에 포함되며, 단열공사, 유리 및 창호공사, 수장공사 및 급속 잡철물공사 등은 위험지수가 낮은 공종으로 나타났다. 위험이 비교적 높은 공종에 보다 많은 안전관리시설 및 비용을 집중적으로 투자한다면 재해 예방 효과는 더욱 크게 향상될 수 있을 것이다.

3.2. 공종별 중대재해 발생율과 위험지수 비교

건축공사의 공종별 중대재해 발생율과 공종별 작업투입인원 및 작업기간을 고려한 공종별 위험지수를 비교한 결과 Fig. 2와 같이 나타났다.

Table 2. The risk rate of work types according to the fatal accident cases and the input workers

Work Type	Work Loss Day per year	Total Work Hour	Risk rate of work type	Risk Order of work type
Form work	181,071	109,760	1.64	0.018
Temporary work	137,142	14,264	9.61	0.108
Steel structure work	115,714	3,648	31.72	0.357
Excavation & Foundation work	76,607	26,872	2.85	0.032
Exterior wall work	72,857	20,720	3.51	0.038
Concrete work	66,964	9,992	6.70	0.074
Equipment work	65,357	10,600	6.17	0.068
Plastering & Tile work	58,393	40,280	1.45	0.015
Paint work	50,892	16,264	3.13	0.034
Crane work	49,286	6,704	7.35	0.082
Rebar work	39,642	62,352	0.64	0.007
The rest work	33,214	12,824	2.59	0.028
Elevator work	32,678	20,728	1.58	0.016
Electric work	32,678	11,944	2.74	0.030
Window & door work	27,857	61,744	0.45	0.004
Brick work	23,571	18,624	1.27	0.101
Transfer	22,500	9,600	2.34	0.026
Waterproof work	21,964	17,672	1.24	0.014
Dismantling work	20,892	31,248	0.67	0.007
Metal work	10,714	22,848	0.47	0.005
Insulation work	5,892	42,480	0.14	0.001
Curtain wall work	2,678	-	-	-

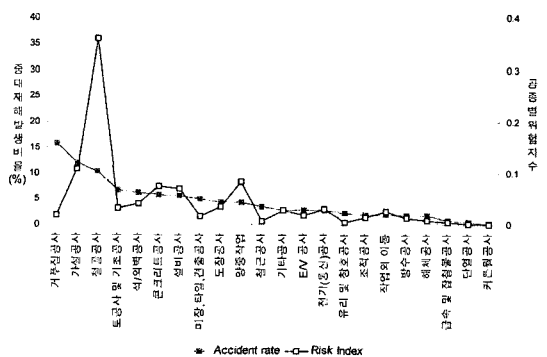


Fig. 2. Comparison of the risk index and fatal accident rate with regard to the work type of construction work.

거푸집 공사의 경우 중대재해 발생율이 전체 2,144건 중에 338건으로 22개의 공종 중에서 가장 높게 나타났으나, 작업투입인원과 작업기간을 고려하여 위험지수로 분석한 결과 0.018로서 22개의 공종 중 13번째로 위험한 공종으로 나타났다. 이는 타 공종

과 비교했을 때 거푸집공사에 투입되는 작업인원과 작업기간에 대한 작업강도를 고려한 위험성은 높지 않다고 할 수 있다.

반면, 철골공사는 중대재해 발생건수가 216건으로 비교적 재해율이 높은 공종에 속하지만, 작업강도를 고려한 위험지수는 0.357로 나타나 타 공종과 비교 했을 때 위험성은 가장 높게 나타났다. 즉, 철골공사에 투입되는 작업인원과 작업기간은 타 공종에 비해 매우 적은 편에 속하나 작업자체의 위험성은 매우 높은 것으로 나타났다. 가설공사의 중대재해 발생건수는 256건으로 22개의 공종 중 3번째로 높은 재해 발생율을 보였고, 위험지수도 0.108로서 2번째로 높게 나타났다. 조적공사와 양중작업의 경우는 각각 중대재해 발생건수가 44건과 92건으로 비교적 타 공종에 비해 재해 발생율이 적은 편에 속하나, 위험지수는 각각 0.101과 0.082로서 22개의 공종 중에서 3번째와 4번째로 위험한 공종으로 나타났다. Fig. 3에서 나타난 바와 같이 단열공사, 유리 및 창호공사, 금속 잡철물 공사 등 타 공종들의 경우는 대부분이 중대재해 발생건수와 위험지수가 비슷하게 나타났다.

4. 위험지수 산정모델 검증

건축공사 공종별 위험지수를 구하기 위해 본 연구에서는 지난 14년 동안 건축공사에서 발생된 공종별 중대재해를 분석하고, 공종별 작업강도를 산출하기 위해 아파트 공사 세 곳을 조사하여 공종별 작업 투입인원 및 작업기간을 분석하였다. 이를 통해 건축공사 공종별 위험지수를 Table 2와 같이 도출하였다. 선행 연구의 위험지수 산정모델을 통해 구한 건축공사의 공종별 위험지수에 대한 검증을 위해 AHP를 이용해 도출한 공종별 위험지수를 비교·검토 하였다. 위험지수 검증에는 SAS version 8.0 system의 Wilcoxon Scores, Van der vaerden Scores 와 Savage Scores가 사용되었으며, AHP를 이용해 도출한 건축공사 공종별 위험지수와 위험지수 산정모델을 통해 도출된 공종별 위험지수를 비교한 결과는 Table 4와 같이 나타났다. Table 3에서 나타난 바와 같이 두 가지 방식에 의해 도출된 건축공사 공종별 위험지수를 3개의 Group으로 분류하여 각 Group 내에 포함된 위험지수에 대해 SAS version 8.0시스템을 이용하여 비모수 검정을 실시하였다. 비모수 검증은 모집단의 특성분포에 대한 어떤 가정을 하지 않은 상태에서 모집단의 특성을 추정하는 분석방

법으로 선형성, 정규분포성 등의 조건이 없어도 되며 가설 검증력이 모수적 추리통계에 비해서 정밀하지 못하다. 그러나, 이 분석 방법은 자료를 명목적으로나 순위척도로 측정하는 경우와 표본의 크기가 매우 작은 경우에 유용한 방법이고 모수적 방법에 대한 적용이 용이하고 이해가 쉬우므로 신속한 검정을 할 수 있다¹⁶⁾. 비모수 통계 분석방법의 종류에는 적합도 검정, 무작위성 검정, 변수간 분포의 동질성 검정, 집단간 분포의 동질성 검정, 변수간의 상관관계 분석이 있다.

Fig. 3, 4, 5는 Wilcoxon scores 검정 방법으로 분석한 결과를 나타낸 것이다. 즉, 앞서 분류한 Group 1, 2, 3 내의 공종별 위험지수가 선행연구의 결과와 본 연구에서 제시한 식에 의해 나타난 결과가 일치하는지의 여부를 검정하기 위해 이용하는 방법이다. 적합도 검정을 위해서는 우선 Group 내의 공종별 위험지수에 대한 귀무가설과 대립가설을 설정해야 한다.

Table 3. Risk Index comparison of the risk index using AHP and Computing Model

Risk Index of Work Type using AHP		Risk Index of Work Type using Computing Model			
Work Type	Risk Index	Work Type	Risk Index		
Group 1					
A	Steel Structure work	0.195	B	Steel Structure work	0.357
	Temporary work	0.146		Temporary work	0.108
	Brick work	0.013		Brick work	0.101
	Crane work	0.077		Crane work	0.082
	Concrete work	0.055		Concrete work	0.074
	Equipment work	0.012		Equipment work	0.068
	Exterior wall work	0.050		Exterior wall work	0.038
Group 2					
C	Paint work	0.005	D	Paint work	0.034
	Excavation & Foundation	0.011		Excavation & Foundation	0.032
	Electric work	0.029		Electric work	0.030
	Transfer	0.023		Transfer	0.026
	Form work	0.229		Form work	0.018
	Elevator work	0.049		Elevator work	0.016
	Plastering & Tile work	0.011		Plastering & Tile work	0.015
Group 3					
E	Waterproof work	0.012	F	Waterproof work	0.014
	Rebar work	0.065		Rebar work	0.007
	Dismantling work	0.006		Dismantling work	0.007
	Metal work	0.007		Metal work	0.005
	Window & Door work	0.033		Window & Door work	0.004
	Insulation	0.004		Insulation	0.001

SAS 시스템 The NPAR 1WAY Procedure Wilcoxon Scores (Rank Sums) for Variable VAR Classified by Variable GR					
GR	N	Sum of Scores	Expected Under H0	Std Dev Under H0	Mean Score
a	7	45.0	52.50	7.826238	6.428571
b	7	60.0	52.50	7.826238	8.571429
Wilcoxon Two-Sample Test					
Statistic 45.0000					
Normal Approximation					
Z -0.8944					
One-Sided Pr < Z 0.1855					
Two-Sided Pr > Z 0.3711					
t Approximation					
One-Sided Pr < Z 0.1937					
Two-Sided Pr > Z 0.3874					
Z includes a continuity correction of 0.5					
Kruskal-Wallis Test					
Chi-Square 0.9184					
DF 1					
Pr > Chi-Square 0.3379					

Fig. 3. Through risk Index comparison of previous study with recently study, result of Chi-Square about Group 1.

SAS 시스템 The NPAR 1WAY Procedure Wilcoxon Scores (Rank Sums) for Variable VAR Classified by Variable GR					
GR	N	Sum of Scores	Expected Under H0	Std Dev Under H0	Mean Score
c	7	49.0	52.50	7.817633	7.0
d	7	56.0	52.50	7.817633	8.0
Average scores were used for ties					
Wilcoxon Two-Sample Test					
Statistic 49.0000					
Normal Approximation					
Z -0.3837					
One-Sided Pr < Z 0.3506					
Two-Sided Pr > Z 0.7012					
t Approximation					
One-Sided Pr < Z 0.3537					
Two-Sided Pr > Z 0.7074					
Z includes a continuity correction of 0.5					
Kruskal-Wallis Test					
Chi-Square 0.2004					
DF 1					
Pr > Chi-Square 0.6544					

Fig. 4. Through risk Index comparison of previous study with recently study, result of Chi-Square about Group 2.

SAS 시스템 The NPAR 1WAY Procedure Wilcoxon Scores (Rank Sums) for Variable VAR Classified by Variable GR					
GR	N	Sum of Scores	Expected Under H0	Std Dev Under H0	Mean Score
e	6	46.50	39.0	6.190168	7.750
f	6	31.50	39.0	6.190168	5.250
Average scores were used for ties					
Wilcoxon Two-Sample Test					
Statistic 46.5000					
Normal Approximation					
Z 1.1308					
One-Sided Pr > Z 0.1291					
Two-Sided Pr > Z 0.2581					
t Approximation					
One-Sided Pr > Z 0.1411					
Two-Sided Pr > Z 0.2822					
Z includes a continuity correction of 0.5					
Kruskal-Wallis Test					
Chi-Square 1.4680					
DF 1					
Pr > Chi-Square 0.2257					

Fig. 5. Through risk Index comparison of previous study with recently study, result of Chi-Square about Group 3.

귀무가설은 Group 내의 공종별 위험지수가 차이를 나타내지 않는다는 의미이고, 대립가설은 Group 내의 공종별 위험지수가 차이가 나타난다는 의미로서 다음과 같이 나타낼 수 있다.

- ① H_0 (귀무가설) : Group 내의 공종별 위험지수가 차이를 나타내지 않는다.
- ② H_1 (대립가설) : Group 내의 공종별 위험지수가 차이를 나타낸다.

Fig. 3에서 나타난 바와 같이 Group 1에 포함된 A와 B 공종들을 분석한 결과 확률값 $p > 0.05$ 이므로 귀무가설을 채택하여 Group 1 내의 공종별 위험지수가 차이를 나타내지 않는 것으로 분석되었다.

즉, 위험지수 산정모델에 의해 산정된 위험지수와 AHP를 이용하여 산정된 위험지수가 충분히 관련성이 있다고 할 수 있으며, Wilcoxon Scores 이외에 Van der vaerden Scores와 Savage Scores 검정으로 분석한 결과에서도 확률값 p 값이 모두 0.05보다 큰 것으로 나타났다. Fig. 4와 5에서도 나타난 바와 같이 공종별 위험지수를 Wilcoxon Scores를 이용하여 분석한 것으로 Group 2와 3에 포함된 C와 D 그리고 E와 F의 공종들을 분석한 결과 p 값이 각각 0.6544와 0.2257로 0.05보다 큰 것으로 나타나 위험지수 산정모델에 의해 산정된 위험지수와 AHP를 이용하여 산정된 위험지수가 충분히 관련성이 있다고 할 수 있으며, Wilcoxon Scores 이외에 Van der vaerden Scores와 Savage Scores로 Chi-square 검정 결과에서 p 값이 모두 0.05보다 큰 것으로 나타났다.

5. 결론

본 연구에서는 건축공사 공종별 위험지수를 구하기 위한 두 가지 방법을 제시하였다. 먼저, 건축현장의 정성인 위험요소를 파악하기 위해 건설관련 전문가의 설문을 실시하고 이를 AHP로 분석하여 공종별 위험지수를 도출하였다. 두 번째 방법으로 지난 14년(1993~2005)간 건축공사 각 공종별로 발생된 중대재해사례 및 공종별 작업투입인원과 작업기간을 고려한 위험지수 산정방법을 제시하였다. 두 가지의 방법을 통해 나타난 공종별 위험지수를 SAS system을 통해 관련성 검증을 실시하였으며, 결과는 다음과 같이 나타났다.

- 1) 본 연구에서 개발된 위험지수 산출 식을 통해

건축공사 공중별 위험지수를 분석한 결과, 철골공사, 가설공사, 조적공사, 양중공사, 콘크리트공사의 위험지수가 각각 0.357, 0.108, 0.101, 0.082, 0.074로 나타나 비교적 타 공종에 비해 위험지수가 높은 공종으로 분류되었다.

2) 철골작업의 경우 실질적으로 건축공사의 전 공종에서 차지하는 비율은 크지 않지만 작업투입인원 및 기간에 비례한 위험지수는 매우 높은 것으로 나타났다. 하지만, 중대재해건수가 가장 많았던 거푸집공사의 경우는 작업투입인원 및 기간에 비례한 위험지수는 0.018로서 22개 공종 중 13번째인 것으로 나타났다. 이는 매년 발생하는 공중별 재해사례 및 사망자수 등 단순히 나타난 통계적 수치만으로는 작업의 위험성을 제대로 파악할 수 없음을 나타내는 것으로 건축공사의 공중별 위험성 평가를 위해 통계적 수치 이외에도 각 공종별 작업량에 대한 부분의 고려가 필요할 것으로 판단된다.

3) 건축공사 공중별 위험지수를 구하기 위한 두 가지 방법, 즉 AHP를 이용한 방법과 위험지수 산정 방법을 Wilcoxon scores로 분석한 결과 각 Group 1, 2, 3의 p값이 0.3379, 0.6544, 0.2257로 0.05보다 큰 것으로 나타나, 위험지수 산정방법에 의해 산출된 위험지수와 AHP를 이용하여 산출된 위험지수가 충분히 관련성이 있는 것으로 나타났다.

참고문헌

- 1) 한국산업안전공단, 산업재해통계, 2004~2005.
- 2) 노동부, 산업재해현황, 2004~2005.
- 3) 대한산업안전협회, 산업재해통계, 2004.
- 4) 김동춘, 김화중, “철골공사 중대재해분석을 통한 위험성 평가방법에 관한 연구”, 대한건축학회논문집, 제17권, 제12호, pp. 217~224, 2001.
- 5) 김용성, 이민우, 최순주, 이찬식, “건설공사의 위험지수 산정”, 대한건축학회논문집, 제19권, 제2호, pp. 986~973, 1999.
- 6) 이민우, 이찬식, “건설공사의 위험도 산정에 관한 연구”, 대한건축학회논문집, 제16권, 제5호, pp. 105~112, 2000.
- 7) 노동부, 한국산업안전공단, “건설업 공중별 위험성 평가 모델”, 2006.
- 8) 이종빈, 노민래, 고성석, “재해사례분석을 통한 빌딩공사 재해 특성”, 한국안전학회지, 제19권, 제3호, pp. 101~107, 2004.
- 9) 이종빈, 고성석, 장성록, “철근콘크리트조 건축공사의 공중별 위험성 평가”, 한국안전학회지, 제20권, 제3호, pp. 119~125, 2005.
- 10) 고성석, 송혁, “정량화의사결정기법을 이용한 빌딩공사 공중별 위험지수 산정”, 대한건축학회논문집, 제21권, 제1호, pp. 139~146, 2005.
- 11) 노민래, 고성석, 이한민, 이종빈, “빌딩공사의 위험도 평가를 통한 위험지수 정량화 연구”, 한국산업안전공단, 2003.
- 12) 건설교통부제정, 대한건축학회, “건축공사표준시방서”, 2006.
- 13) 한국산업안전공단, “안전보건경영시스템 구축에 관한 지침”, <http://www.safetysite.co.kr/html/data1/etcs.htm>, 1998.
- 14) 한국산업안전공단, “건설 중대재해 사례와 대책”, 1992~2004.
- 15) 대한건설협회, 건설업통계연보, 2006.
- 16) 성래경, SAS System과 SAS 언어, 자유아카데미, 2004.