

건설공사 근로자의 현장내 이동작업시 발생하는 재해위험도

Construction Workers' Occupational Risk of On-Site Travelling Activities

이 규 진*

Yi, Kyoo-Jin

요 약

건설현장에서 발생하는 재해의 상당부분은 근로자가 작업과 관련하여 이동하는 과정에서 발생한다. 본 연구는 건설현장에서 근로자들이 이동하는 과정에서 발생한 재해의 예방과 저감을 위하여 최근 3년간의 중대재해보고서에서 근로자가 이동시 발생한 재해를 대상으로 하여 직종별로 어떠한 위험요인에 의해 재해가 발생했는지 분석하였다. 그 결과 직종과 위험상황에 따라 의미 있는 차이점이 있음이 파악되었으며, 결과적으로 각 직종별로 이동과정에서의 리스크의 강도가 다르다는 것을 알 수 있었다. 따라서 근로자들이 이동하는 과정에서 발생하는 재해를 줄이기 위해서는 이러한 직종별 리스크 특성을 고려하여 작업진도계획 및 안전계획을 수립하고 이를 관리과정에서 반영해야 할 것으로 판단된다. 본 연구에서 제시된 결과는 건설현장 근로자와 안전관리자에게 이동작업시의 위험성을 이해하는데 도움을 주고 공사계획 및 관리에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

키워드: 건설안전, 이동, 안전관리, 리스크, 사고원인

1. 서론

건설공사는 여러 분야의 다양한 직종이 관련되는 매우 복잡적이고 복잡한 특성을 가지고 있다. 또한 건설공사의 작업환경은 일정한 상태로 유지되는 경우보다는 공사 진도에 따라 변화하는 경우가 많다. 즉 건설공사는 다양한 직종의 근로자가 상대적으로 불안정하고 유동적인 작업환경 하에서 작업을 하는 특성을 지니고 있다. 이에 더해 건설현장에서는 작업특성상 현장 내 근로자들의 이동이 빈번해지기 쉽고 그 이동경로 또한 불안정하고 유동적인 경향이 있다. 이러한 작업환경과 조건에서는 근로자들이 작업과정 뿐 아니라 이동과정에서도 위험에 노출되기 쉽고 이에 대한 적절한 예방과 관리가 필요하다.

건설현장의 유동적 특성 때문에 작업자가 이동하는 과정에서 많은 재해가 발생하는 것으로 보고되고 있으며, 해마다 발생하는 재해의 약 20% 가량이 근로자가 이동 중에 발생했거나 이동과 관련하여 발생한 것으로 판단된다. 근로자의 건설현장에서의 이동은 다른 작업과 무관하게 독립적으로 발생하는 경우는 드물고 다른 작업을 시작하기 위해 작업장소로의 이동하는 경우, 작업종료 후 작업장소를 떠나는 과정에서의 이동, 그리고 작업도

중 작업진행을 위한 단거리 이동 등의 경우가 대부분을 차지한다. 예를 들면 철골보의 조립을 위해서는 지상에서 철골보를 향한 이동, 조립과정 중 한쪽 단부접합 후 반대편 단부의 접합을 위한 이동, 조립을 완료하고 다음 장소나 지상으로의 이동 등이 필요하다. 그밖에도 관리자의 작업관리감독을 위한 이동, 외부인의 방문 등 작업과는 직접적인 관련이 없는 이동도 발생할 수 있다. 이와 같이 건설현장에서의 이동은 전 직종에서 일어나게 되며, 이동으로 인한 리스크는 고정적이고 정적인 작업장에서의 리스크와는 크게 다른 특성이 있다.

건설공사 중의 이동작업에 발생하는 리스크에 영향을 주는 작업환경적 요소는 장소, 시간, 직종, 경로, 방향 등 매우 다양하다. 건설현장이 아니더라도 일상생활 중에도 우리는 계단이나 미끄러운 곳 등을 이동하는 과정에서 예기치 못한 상황을 만나 중심을 잃고 넘어지게 되는 경우가 발생한다 (Jackson, 1995). 건설현장에서는 이러한 종류의 위험이 일상생활보다 더 높아진다. 경사로나 계단 등의 이동통로가 불안정한 구조이며 수많은 작업관련 위험 상황이 존재하기 때문이다. 이는 건설현장에서의 이동 중 리스크는 근로자 자신의 불안정한 행동뿐 아니라 작업 환경에 의해서도 많은 영향을 받게 됨을 의미한다.

건설현장에서의 이동방법은 보행에서부터 기계나 차량을 이용하는 방법에 이르기까지 다양하며, 이동경로 또한 완성된 구조물을 통한 경우보다는 비계, 작업대, 철골보, 사다리 등 임시

* 일반회원, 한경대학교 안전공학과 조교수, 공학박사
이 논문은 한국과학재단의 해외 Post-doc. 연수지원에 의하여 연구되었음.

적이고 불완전한 경로에 의한 경우가 더 많고 심지어는 기둥이나 벽과 같은 매우 위험한 경로를 택해 이동하는 상황도 발생한다. 이동 경로와 방법은 작업환경이나 작업특성에 의해서도 결정되지만, 근로자의 개인적 취향에 의해서도 달라질 수 있다.

건설공사의 이동환경의 복잡성과 위험성을 고려할 때 작업자와 자재, 장비 등의 이동상황을 계획하고 관리하는 것은 안전성 향상을 위해서도 매우 중요할 뿐 아니라 불필요한 이동시간과 거리를 합리화하여 비용절감과 생산성향상에도 도움을 줄 수 있다 (Soltani, 2004). 근로자가 위험한 상황을 피할 수 있는 안전한 이동계획을 위해서는 이동 중 근로자가 처하게 되는 리스크가 파악되어야 한다.

근로자의 이동 중 발생하는 재해를 감소시키기 위해서는 관련 리스크에 대한 이해와 함께 어떠한 원인에 의해서 이동 중 리스크가 높아지는가에 대한 연구가 필요하다. 본 연구에서는 이러한 점들을 염두에 두고 이러한 영향요소들과 건설공사의 각 직종간의 관계를 살펴보았다. 직종별 특성은 사고발생에 중대한 영향을 주는 요소로 판단되고 있다 (Suruda, 1994).

건설현장에서의 직종별 리스크와 이동작업에 대한 기존의 연구들에서 논의된 것들은 다음과 같다. Williamson (1996)은 건설산업전반에 걸쳐 사고의 원인요소의 패턴에 대한 분석을 하였으며, 사고원인과 직종간의 관계를 조사한 결과, 대부분의 직종에서 비슷한 양상으로 중대재해가 발생한다고 주장했다. Janicak (1998)은 추락재해의 여러 원인을 분석하였으며 전기, 설비, 난방 등 관련 직종의 경우 사다리로부터의 추락사고 비중이 높은 반면, 도로관련 직종에서는 부적절한 작업표면상태로 인한 사고비중이 높다는 것을 발견했다. Larsson (2002) 직종과 재해유형별 사고의 심각성에 대해 비교하였다. Driscoll (2003)은 자영업자와 비자영업자간에 작업관련 재해발생률에 차이가 있는가에 대해 연구한 결과, 큰 차이가 없음을 발견하였다. McCann (2003)은 작업자가 리프트를 이용하여 이동할 때 가장 많이 발생하는 사고유형과 가장 사고가 많이 발생하는 리프트의 유형에 대해 조사하였다. Soltani (2004)는 현장내 근로자와 차량의 이동경로의 적정화를 통한 건설현장에서의 리스크의 감소에 대해 연구하였다.

건설현장에서의 이동작업은 재해리스크가 높은 작업이라는 것은 기존연구들에 의해 주장되어왔으나, 본 연구에서는 리스크 요소가 각 직종별 이동작업시 미치는 영향을 행동적 요인과 환경적 요인을 중심으로 하여 분석하는 것을 목적으로 한다. 리스크에 영향을 미치는 요인은 행동적 요인과 환경적 요인으로 나눌 수 있으며, 본 연구에서는 이동작업시 불안전 행동의 유형별 사고위험성의 차이와 불안전 작업환경별 사고위험성의 차이에 대한 분석한다. 즉 서로 다른 직종의 근로자는 이동시 작업환경

과 행동양식의 차이가 발생할 경우 리스크에 노출수준은 어떠한 차이가 있는가에 대해 분석한다. 이와 함께 본 연구에서는 이동 경로와 이동사유, 이동 방향 등에 의한 사고위험성의 차이와 특성을 분석한다.

2. 연구방법

2.1 분석항목 및 방법

본 연구에서는 건설현장 내 이동시 근로자가 직면하는 재해위험도의 산정을 위해 2001년도와 2003년 사이에 한국산업안전공단에 보고된 750건의 중대재해보고자료를 분석하였다. 본 연구에서는 이 중 138건이 근로자가 현장내 이동과 관련된 것으로 분류하였고, 이를 바탕으로 하여 근로자의 안전에 영향을 주는 위험상황에 대해 분석하였다.

위험상황은 근로자의 행동과 작업환경 등 여러 가지 이유에 의해 발생한다. 본 연구에서는 위험상황의 발생원인과 그로 인한 사고에 대해 직종간 비교를 실시하였다. 이러한 비교분석을 통하여 작업자가 현장 내 이동하는 동안 어떻게 리스크가 발생하는가를 고찰하였고, 이를 통하여 어떠한 상황에서 리스크가 상승하고 근로자가 이러한 리스크에 노출됨으로 인해 발생가능한 결과는 무엇인지를 고찰하였다. 이러한 비교를 통해 고찰한 세부항목은 다음과 같다.

- (1) 이동작업시 작업자의 직종별 리스크발생 원인
- (2) 이동작업시 작업자의 직종별 재해발생 상황의 차이
- (3) 이동작업시 가장 발생빈도가 높은 재해의 유형

건설현장에서 이동과 관련된 중대재해 발생사례를 각 직종별로 구분하고 이를 직종별 전체 종사자수로 나누어 연간 100,000명당 발생비율을 구하였다. 통계적 검정을 통하여 각 직종별 발생비율간에 현저한 차이가 있는지를 분석하였다.

이동경로와 직종간의 관계를 분석하기 위해 각 직종별 중대재해의 비율을 이동경로별로 분류하였다. 마찬가지로 통계적 검정을 적용하여 직종간 차이가 존재하는지를 알아보았다. 동일한 방법을 불안전 행동과 불안전 조건에 대해서도 적용하여 직종별 비교를 실시하였다.

이동 방향에 의한 재해율의 차이를 직종별로 비교하여 어느 방향으로의 이동시 가장 많은 사고리스크에 노출되는가를 고찰하였다. 같은 방식의 비교를 이동원인의 비교에도 적용하였다.

2.2 자료의 분류

2.2.1 직종

피재자의 관련직종을 철골공, 비계공, 보통인부, 미장공, 기계설치공, 창호공, 전기공, 석공, 목공, 도장공, 지붕공, 유지관리공, 배관공, 조적공, 관리감독자 등으로 분류하여 비교하였다. 공사관련 직종 중 위의 분류에 속하지 않는 나머지 직종들은 건축공사관련 직종의 경우 기타 건축공, 토목공사 관련 직종의 경우 기타 토목공에 포함시켜 분류하였고, 이와 더불어 공사와 관련되지 않은 외부인에 대해서도 함께 고찰하였다.

2.2.2 원인요소

원인요소에 대한 이해를 위하여 불안전 행동(근로자의 행동과 관련된 측면)과 불안전 조건(작업 환경적 측면)으로 나누어 분류하여 고찰하였다.

본 연구에서 사용된 불안전 행동의 세부 분류의 예는 다음과 같다.

- (1) 보호구 미착용/착용불량.
- (2) 관리감독소홀.
- (3) 작업오류/작업방법불량.
- (4) 부적절한 조명.
- (5) 장비의 부적절한 사용.
- (6) 무자격자의 장비운전.
- (7) 음주.
- (8) 기타.

본 연구에서 사용된 불안전 조건의 세부 분류의 예는 다음과 같다.

- (1) 개구부/단부보호불량.
- (2) 수평통로의 불량함.
- (3) 수직통로의 불량함.
- (4) 구조적 결함.
- (5) 낙하비래물 관리의 부적절함.
- (6) 기계나 장비 방호불량(기계나 장비로부터 작업자의 보호가, 부적절함).
- (7) 전기방호불량
- (8) 유해환경(가스, 먼지, 흙 등의 발생)
- (9) 기타

2.2.3 이동상황

이동상황에 대해서는 이동경로, 이동방향, 이동사유 등에 따라 분류하여 비교하였다.

(1) 이동경로: 건설현장에서 작업자는 다양한 경로를 통하여 이동한다. 완성된 구조물의 통로를 이용한 이동 못지않게 임시적으로 구축된 시설을 통해 이동하는 경우도 많다. 움직이지 않는 고정된 통로를 통하여 이동하는 경우도 있지만 가설리프트나 달비계, 고소작업차량 등 불완전한 장비를 이용하여 이동하는 경우도 있다.

본 연구에서는 이러한 이동경로의 다양성을 고려하여 건설현장에서 근로자가 이동할 때 주로 사용하는 경로를 다음과 같이 분류하여 고찰하였다.

- 작업대/비계
- 철골/데크플레이트
- 슬래브
- 지면
- 사다리
- 계단
- 지붕
- 수직부재
- 기계/장비
- 기타

(2) 이동방향: 수직·수평 방향, 상·하향 등으로 나눌 수 있으며, 본 연구에서는 다음 네 가지 경우로 분류하여 고찰하였다.

- 수평방향
- 수직하향
- 수직상향
- 수직·수평 복합

(3) 이동사유: 건설현장의 특성상 다양한 사유가 존재하지만, 작업장소와 작업자의 관계를 중심으로 하여 다음과 같이 분류하여 고찰하였다.

- 작업장소로 향함: 작업을 시작하기 위해 또는 휴식 및 기타 사유로 인해 중단되었던 작업을 계속하기 위해 작업장소로의 이동
- 작업장소를 떠남: 작업을 종료한 후 또는 휴식 및 기타 사유로 인해 작업장소로부터 영구 혹은 일시적으로 떠나게 되는 경우
- 작업장소 내에서의 작업과 관련된 단거리 이동

2.2.4 재해유형

본 연구에서는 근로자의 이동 중 발생하는 재해의 유형을 다음과 같이 분류하여 고찰하였다.

- (1) 추락 (2) 충돌
- (3) 감전 (4) 붕괴
- (5) 낙하비레 (6) 전도
- (7) 질식 (8) 화상
- (9) 익사 (10) 기타.

3. 분석결과

각 직종별 작업자의 이동 중 중대재해를 당한 사례를 바탕으로 이에 대한 비교를 표1에서 표7에 나타내었다. 각 항목별로 평균에서 벗어난 정도를 파악하기 위해 Z-테스트를 실시하였으며 별도로 표기한 경우를 제외하고 모두 1% 유의수준을 적용하였다.

3.1 직종별 차이

이동관련 재해에 대한 직종별 차이는 표1과 같다. 표1에 의할 경우 보통인부는 기타토목공과 전공 다음으로 사고를 당할 건수가 높다. 그러나 한 직종에서 다른 직종에 비해 재해발생건수가 높다고 해서 해당 직종이 반드시 더 많은 리스크에 노출된다고 볼 수는 없다. 각 직종별로 종사하는 인원의 수가 다르기 때문이

표1. 건설현장내 이동작업관련 중대재해발생의 직종별 비교

직종	전체종사자수*	이동작업 중 발생 중대재해		
		발생건수	100,000인 당 발생건수	
			발생건수	P(Z)
철골공	16138	12	74	1.00
비계공	20403	13	64	1.00
기타 건축공	40921	13	32	1.00
보통인부	85416	27	32	1.00
기타 토목공	100516	17	17	0.58
미장공	45878	7	15	0.44
설비공	24553	3	12	0.21
창호/유리공	8876	1	11	0.16
전공	152042	15	10	0.10
석공	25000	2	8	0.05
운전공	42650	2	5	0.01
목공	232501	10	4	0.01
도장공	100170	4	4	0.01
지붕공	51872	2	4	0.01
유지관리공	27434	1	4	0.00
외부인	32852	1	3	0.00
관리감독자	152734	4	3	0.00
설비공	123685	2	2	0.00
조적공	142359	2	1	0.00
평균			16	

*김성일(2003)표

다. 재해발생건수가 적은 경우에도 해당 직종 종사자수가 상대적으로 매우 적다면 재해위험도는 다른 직종에 비해 상대적으로 높을 수 있다. 표1의 이러한 점을 고려하여 100,000명당 비율을 산정하였다. 예를 들어 철골공의 경우 다른 직종에 비해 재해발생건수는 큰 차이가 없지만 해당분야 전체종사자수가 적기 때문에 재해위험도는 상대적으로 크다고 볼 수 있으며, 다른 직종에 비해 이동 중 재해발생 확률이 현저히 높다고 할 수 있다. 비계공이나 기타건축공, 보통인부의 경우도 같은 유의수준에서 볼 때 비교적 높은 재해위험도를 보이고 있다. 1% 유의수준에서 검정할 경우 철골, 비계, 기타건축공 등과 함께 보통인부만이 다른 직종에 비해 이동 중 재해발생건수가 높다고 볼 수 있다.

3.2 이동경로

표2에 나타난 결과를 보면 철골공이나 비계공은 작업대/비계, 철골보/테크플레이트, 슬래브 등의 경로를 통해 이동할 때 다른 직종에 비해 현저히 높은 중대재해위험성을 보이고 있다. 특히 비계공의 경우 지상에서의 이동시에조차도 다른 직종에 비해 더 많은 리스크에 노출됨을 알 수 있다. 특이하게도 보통인부의 경우 슬래브나 지상과 같은 상대적으로 안정적인 경로를 통해 이동할 때 다른 직종에 비해 높은 재해위험도를 보이고 있다.

표2. 이동경로별 중대재해발생을

직종 경로	철골공		비계공		보통인부	
	R*	P**	R*	P**	R*	P**
비계/작업대	18.6	1.00	29.4	1.00	4.7	0.65
철골보/플레이트	37.2	1.00	19.6	1.00	2.3	0.22
슬래브	6.2	1.00	4.9	1.00	5.9	1.00
지상	0.0	0.00	4.9	1.00	7.0	1.00
사다리	6.2	1.00	0.0	0.00	2.3	0.97
계단	0.0	0.01	0.0	0.01	4.7	1.00
지붕	0.0	0.02	4.9	1.00	1.2	0.92
수직부재	0.0	0.02	0.0	0.02	2.3	1.00
기계/장비	0.0	0.08	0.0	0.08	0.0	0.08
기타	6.2	1.00	0.0	0.12	1.2	0.991

*R: 100,000인당 재해발생건수. **P: p(Z)

3.3 불안전 행동

표3의 결과를 볼 때 철골공과 비계공은 보호구착용미비로 인한 재해위험도가 다른 직종에 비해 높은 것으로 나타났다. 비계공과 기타건축공, 보통인부의 경우 관리소홀로 인한 재해위험도가 높았다. 다른 한편으로는 기타건축공, 보통인부, 기타토목공, 미장공, 전공, 조적공, 유지관리공 등은 작업요류나 작업방법불량으로 인한 재해위험도가 높았다.

표 3. 불안전 행동별 이동작업관련 중대재해발생률

불안전 동작	100,000인당 재해발생건수							
	보통인부	기타 토목공	전공	비계공	기타건축공	철골공	미장공	창호공
보호구 미착용/착용불량	82	40	33	245	73	310	44	113
관리감독상의 문제	59	10	0	49	49	0	0	0
작업오류/미숙련/위험한 작업방법	47	20	20	0	24	0	22	0
조명불량	0	0	0	0	24	0	0	0
장비의 잘못된 사용	23	0	0	0	0	0	0	0
무자격자의 장비운전	12	0	0	0	0	0	0	0
음주	0	0	0	0	0	0	0	0

3.4 불안전 작업조건

표4의 결과에 의하면, 철골공, 비계공, 기타건축공, 보통인부 등의 경우 다른 직종에 비해 개구부 및 단부의 보호불량과 수평통로불량으로 인한 재해위험도가 높았다. 철골공은 수직통로불량으로 인한 재해위험도가 다른 직종에 비해 높았다.

표 4. 불안전 작업조건별 이동작업관련 중대재해발생률

불안전 작업조건	철골공		비계공		기타 건축공	
	R*	P**	R*	P**	R*	P**
개구부/단부 보호 불량	31.0	1.00	14.7	1.00	9.8	0.99
수평통로의 안전조치 미흡	12.4	1.00	19.6	1.00	7.3	1.00
수직통로의 안전조치 미흡	24.8	1.00	4.9	0.97	4.9	0.96
구조적 결함	6.2	1.00	4.9	1.00	0.0	0.05
낙하비레물 방호 미흡	0.0	0.16	4.9	1.00	0.0	0.16
기구장비 사용시 안전조치 미비	0.0	0.06	0.0	0.06	0.0	0.06
전기방호조치 미비	0.0	0.04	0.0	0.04	0.0	0.04
유해환경(가스, 흙, 유독물질 등)	0.0	0.16	0.0	0.16	0.0	0.16
기타	0.0	0.00	14.7	1.00	9.8	1.00

R: 100,000인당 재해발생건수, **P: pZ(z)

3.5 이동방향

이동방향과 관련하여서는 표5에 나타난 바와 같이 수직통로보다 수평통로에서 더 많은 재해가 발생하는 것을 파악된다(유의수준 5%). 그러나 설비공, 도장공, 조적공 등은 수직하향 이동에서 재해위험도가 높았다. 설비공, 전공, 석공, 관리감독자, 배관공, 조적공 등은 수직방향과 수직·수평 복합의 경우를 포함하여 하향 이동시 상향이동보다 높은 재해위험도를 보이고 있다. 이와는 반대로 외부인의 경우 상향이동시 더 많은 재해위험도를 보인다.

3.6 재해유형

표6은 유지관리공을 제외한 모든 직종에 걸쳐서 추락이 가장 발생빈도가 높은 재해임을 보여준다.

표 5. 이동방향별 이동관련 중대재해발생률

직종	수평방향		수직하향		수직상향		수평수직복합	
	R*	P**	R*	P**	R*	P**	R*	P**
철골공	49,573	1.00	18,590	0.50	6,197	0.13	0,000	0.05
비계공	44,111	1.00	4,901	0.12	9,803	0.26	4,901	0.12
기타 건축공	17,106	1.00	9,775	0.70	2,444	0.06	2,444	0.06
보통인부	17,561	1.00	9,366	0.66	3,512	0.11	1,171	0.03
기타 토목공	8,954	1.00	2,985	0.23	0,995	0.03	3,979	0.44
미장공	4,359	0.84	4,359	0.84	2,180	0.00	4,359	0.84
설비공	4,073	0.70	8,146	1.00	0,000	0.06	0,000	0.06
창호/유리공	0,000	0.16	0,000	0.16	0,000	0.16	11,267	1.00
전공	3,946	0.96	3,946	0.96	1,315	0.09	0,658	0.02
석공	4,000	0.96	4,000	0.96	0,000	0.04	0,000	0.04
운전공	4,689	1.00	0,000	0.16	0,000	0.16	0,000	0.16
목공	3,011	1.00	0,430	0.17	0,000	0.05	0,860	0.37
도장공	0,000	0.04	1,997	0.96	1,997	0.96	0,000	0.04
지붕공	3,856	1.00	0,000	0.16	0,000	0.16	0,000	0.16
유지관리공	3,645	1.00	0,000	0.16	0,000	0.16	0,000	0.16
외부인	0,000	0.16	0,000	0.16	3,044	1.00	0,000	0.16
관리감독자	1,309	0.96	1,309	0.96	0,000	0.04	0,000	0.04
설비공	0,809	0.96	0,809	0.96	0,000	0.04	0,000	0.04
조적공	0,000	0.16	1,405	1.00	0,000	0.16	0,000	0.16
평균	9.0		3.8		1.7		1.6	

R: 100,000인당 재해발생건수, **P: pZ(z)

표 6. 재해유형별 이동관련 중대재해발생률

직종	재해유형		추락		충돌		감전		붕괴		낙하비레		기타
	R*	P**	R*	P**	R*	P**	R*	P**	R*	P**	R*	P**	
철골공	68.2	1.00	0.0	0.14	0.0	0.14	6.2	0.43	0.0	0.14	0.0	0.0	0.0
비계공	53.9	1.00	0.0	0.12	4.9	0.39	0.0	0.12	4.9	0.39	0.0	0.0	0.0
기타 건축공	26.9	1.00	0.0	0.12	0.0	0.12	0.0	0.12	0.0	0.12	0.0	0.12	4.9
보통인부	21.1	1.00	3.5	0.57	1.2	0.16	1.2	0.16	2.3	0.34	2.3	0.34	2.3
기타 토목공	13.9	1.00	0.0	0.11	2.0	0.59	1.0	0.31	0.0	0.11	0.0	0.11	0.0
미장공	15.3	1.00	0.0	0.16	0.0	0.16	0.0	0.16	0.0	0.16	0.0	0.16	0.0
설비공	8.1	1.00	0.0	0.08	0.0	0.08	0.0	0.08	0.0	0.08	0.0	0.08	4.1
창호/유리공	11.3	1.00	0.0	0.16	0.0	0.16	0.0	0.16	0.0	0.16	0.0	0.16	0.0
유지관리공	0.0	0.16	3.6	1.00	0.0	0.16	0.0	0.16	0.0	0.16	0.0	0.16	0.0
기타	25.9		4.0		0.0		0.0		0.0		0.0		3.6
평균	13.2		0.6		0.6		0.5		0.4		0.4		0.85

R: 100,000인당 재해발생건수, **P: pZ(z)

3.7 이동사유

표7의 결과에 의하면 철골공과 비계공이 작업도중 이동으로 인한 재해위험도가 다른 직종에 비해 높은 것으로 나타났다. 보통인부, 미장공, 도장공, 설비공, 유지관리공 등은 작업장을 향해 이동할 때 다른 경우보다 더 많은 재해가 발생한 것으로 나타났다. 반면 전공이나 관리감독자의 경우 작업장을 벗어나는 과정에서 더 많은 재해가 발생한 것으로 나타났다.

표 7. 이동사유별 중대재해발생률

이동사유 직종	작업장소로 향함		작업중 이동		작업장소를 벗어남		기타	
	R*	P**	R*	P**	R*	P**	R*	P**
보통인부	14.0	0.97	12.9	0.94	3.5	0.09	1.2	0.02
기타 토목공	5.0	0.69	7.0	0.97	5.0	0.69	0.0	0.00
전공	2.6	0.55	1.3	0.18	5.9	1.00	0.0	0.03
비계공	29.4	0.96	29.4	0.96	4.9	0.08	0.0	0.02
기타 건축공	9.8	0.73	14.7	0.99	7.3	0.42	0.0	0.00
철골공	6.2	0.10	43.4	0.99	24.8	0.74	0.0	0.03
목공	1.3	0.72	1.7	0.96	1.3	0.72	0.0	0.00
미장공	6.5	0.98	4.4	0.65	4.4	0.65	0.0	0.00
도장공	3.0	1.00	0.0	0.08	1.0	0.50	0.0	0.08
관리감독자	0.7	0.50	0.7	0.50	1.3	0.99	0.0	0.01
설비공	8.1	1.00	0.0	0.06	0.0	0.06	4.1	0.70
유지관리공	3.6	1.00	0.0	0.16	0.0	0.16	0.0	0.16
외부인	0.0	0.16	0.0	0.16	3.0	1.00	0.0	0.16
평균	5.1		7.3		3.4		0.3	

R: 100,000인당 재해발생건수, **P: p(%)

4. 결과의 고찰

4.1 불안전행동과 안전문화

근로자의 작업재해리스크에 영향을 미치는 원인요소들을 밝혀내기 위해서 Heinrich (1959, 1980)는 사고발생의 두 가지 가능한 원인으로서는 인간의 오류와 시스템의 부실함이라고 주장하였고 이러한 두 원인 중 한가지만이라도 존재할 경우 사고는 발생할 수 있다고 했다. Mohamed (2003)는 작업장에서의 사고발생은 위험상황에 의한 물리적 사고와 행동상의 잘못으로 인한 행동적 사고로 분류할 수 있다고 했다. Laitinen (1999)를 비롯한 다른 연구들에서도 불안전 행동과 불안전 조건을 모든 유형의 사고의 원인으로 주장하고 있다.

불안전 조건과 관련하여 본 연구의 결과에 의하면 대부분의 직종에서 개구부 및 단부 보호불량으로 인한 재해가 많은 반면, 전공과 철골공은 특이하게도 부적절한 수직통로에 의해 상대적으로 다른 직종에 비해 사고를 많이 당한 것으로 나타났다. 불안전 행동과 기계적·물리적 위험요소는 사고발생에서 중대한 요소이나, 본 연구의 결과에 의할 경우 동일한 환경하에서도 직종에 따라 사고발생위험도가 다른 경우가 있는 것으로 볼 수 있다.

Williamson (1996)에 의하면 불안전 작업 관행이 가장 일반적이고 영향이 큰 요소로서 절반이상의 중대재해에 영향을 미치는 것으로 조사되었다. Vredenburg (2002)는 불안전 행동에 대해 유사한 관점을 보이고 있는데, 현장에서의 사고발생은 작업자 자신의 불안전 행동에 의한 경우가 대부분이라고 주장하였다.

본 연구의 결과에 의할 경우 직종에 따라 이동 작업 중 재해위

험도는 동일하지 않았으며, 같은 종류의 이동경로(작업환경)라 하더라도 직종에 따라 재해위험도는 차이를 보였다. 예를 들어 철골공과 비계공은 다른 직종에 비해 이동 중 사고를 당할 확률이 상대적으로 높았다. 보통인부와 기타 건축공은 비계공과 목공에 비해 사고발생리스크에 미치는 영향이 불안정한 작업환경에 의한 요인이 더 큰 것으로 나타났다. 이에 대해 두 가지 관점에서의 설명이 가능하다. 첫째, 직종에 따라 작업특성상 이동시간이 차지하는 비율이 다르기 때문이라고 가정할 수 있다. 즉 비계공과 목공은 다른 직종에 비해 수평통로를 통한 이동시간이 더 많기 때문에, 전공과 철골공의 경우 수직통로를 통한 이동시간이 다른 직종보다 많기 때문이라고 볼 수 있다. 반면 특정 직종의 행동상의 특성 또는 조직문화가 다른 직종에 비해 안전지향적이지 못하기 때문이라고 가정할 수 있다.

그런데 여기서 이동빈도 등과 같은 요인보다 행동적인 요인 또는 문화적 요인이 재해발생위험도에 더 많은 영향을 미친다는 것은 몇몇 연구에 의해 주장된 바 있다. Sawacha (1999)에 의하면 불안전 행동은 직종, 조직, 사회 등의 안전문화와 밀접한 관계가 있으며 잘못된 안전문화는 현장에서의 사고발생에 가장 큰 영향을 미치는 매우 중요한 요인이라고 했다. 또한 Suraji (2000)는 인간의 행동적 결함은 사회적·환경적 요인과 결합하여 불안정한 상황을 만들어내고 사고와 재해에 이른다는 주장을 제시했다. 이를 명확히 하기 위해서는 직종별 작업내용이 안전문화에 미치는 영향에 대한 비교연구가 필요하다고 사료된다.

4.2 안전관리적 측면

Kartam (1998, 2000)는 작업환경상에 불안전 조건이 발생하는 것은 안전문화적인 측면 뿐 아니라 경영시스템 자체에 문제가 있다는 신호라고 했다. 관리감독상의 소홀함은 작업장내 위험요소와 잘못된 작업방법을 시정하려는 체계적인 절차가 없다는 것을 의미한다. Lee (2003)에 의하면 안전교육을 통하여 작업자에게 현장내 물리적 불안전 요소를 인식하고 안전한 작업방법을 택하도록 함으로써 안전성능을 향상시킬 수 있다고 했다.

본 연구에서 발견된 가장 중대한 불안전 행동들은 (1) 보호구 미착용 (2) 관리감독상의 소홀함 (3) 작업오류 등이다. 이러한 결과가 의미하는 것은 관리감독과 교육상의 문제로 인해 수많은 재해가 발생한다는 것이다. 보다 나은 안전관리정책을 제시하거나 작업오류를 줄여나가는 과정에서는 기술적인 면뿐만 아니라 반복되고 지속적인 노력이 필요하다. 예를 들어 보호구를 작업자로 하여금 적절하게 착용하게 하는 것은 안전관리차원에서의 지속적이고 반복적인 노력이 있을 때 성과를 거두게 되는 것이다.

4.3 이동경로 및 재해유형

추락이 현장내 이동 중 가장 많이 발생하는 재해라는 사실은 이동작업과정에서의 리스크의 심각성을 말해준다. Huang (2003)에 의하면 추락재해를 당한 근로자의 세 명 중 한명은 중대재해로 이어진다고 했다. 추락이 많다는 것은 건설현장의 특성상 높은 장소에서의 이동이 많이 발생하기 때문이라고 볼 수 있는데, 이는 대부분의 직종에서 작업대와 비계에서의 이동 중 재해위험도가 높은 것과는 관련된다. 철골보와 데크플레이트 등도 높은 곳에서 위치하게 되는 경우가 많은 이동통로로서 역시 재해위험도가 다른 경로에 비해 상대적으로 높은 부류에 속한다. 사다리의 경우도 근로자가 높은 곳으로 이동할 때 사용하는 통로로서, 본 연구의 결과를 볼 때 이동 중 추락 재해위험도가 상대적으로 높은 경로에 해당한다.

예외적으로 보통인부의 경우 높은 장소보다 지상이나 슬래브에서의 재해발생빈도가 높았는데, 이는 보통인부가 숙련공보다 높은 곳에 위치한 이동통로를 이용하는 경우가 많지 않기 때문이라고 설명될 수 있다. 또한 보통인부의 지상에서의 재해위험도가 다른 직종에 비해 높은 이유는 건설현장 내에서 발생하는 각종 교통의 흐름에 다른 숙련공에 비해 덜 익숙하기 때문이라고 설명될 수 있다.

5. 결론

건설현장에서의 근로자의 이동 중 발생하는 재해위험도와 관련하여 본 연구를 통해 나타난 결과를 종합해보면 건설공사관련 여러 직종별로는 철골공과 비계공이, 건설현장내 이동경로별로는 철골보와 비계가 가장 재해위험도가 높은 것으로 판단되었다. 이동 중 발생하는 재해의 주요원인으로는 개구부 및 단부 보호조치의 미흡과 수평·수직통로의 불량이었다. 이러한 분석결과가 의미하는 것은 건설현장에서의 작업자의 이동으로 발생하는 재해들은 불가피한 상황에서 발생하는 것보다는 안전시설의 개선과 적절한 관리를 통해 충분히 예방할 수 있는 유형이 대부분이라는 점이다.

본 연구의 결과로부터 알 수 있는 것은 첫째, 적절한 안전자원의 투입은 재해발생의 예방에서 매우 중요한 요소라는 점과 둘째, 직종별 재해발생률의 차이는 직종별 작업내용에 따른 위험상황의 발생형태와 이에 대한 직종별 행동의 차이가 존재함을 의미한다. 또한 이는 각 직종별 안전문화의 차이가 어느 정도 존재할 가능성이 있음을 의미하며 이를 명확히 하기 위해서는 직종별 안전문화에 대한 비교연구가 필요하다.

본 연구에서 제시된 자료들은 건설현장에서 작업자들의 이동이 빈번히 발생하는 이동경로상에 안전자원을 투입해야할 장소

와 시기 등의 적절한 결정에 활용할 수 있으며, 이동 작업시 특별한 관리가 요구되는 직종과 장소를 파악하는데에도 도움을 줄 수 있을 것이다. 또한 궁극적으로는 현장 내 이동계획의 수립과 안전교육 및 관리에 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다. 본 연구에서 제시된 결과의 활용을 극대화하기 위해서는 공정관리 기법과 연계하여 건설현장에서 근로자의 이동방향과 장소, 직종 등을 예상하고, 각 직종별 안전문화에 적절한 안전대책의 수립에 대한 후속연구가 필요할 것이다.

참고문헌

1. 김성일 외 2인 (2003), 건설기능인력 수급 안정화 대책 연구, 대한건설협회.
2. 중대재해사례, www.kosha.net (한국산업안전공단)
3. Driscoll, Tim R. et al. (2003). Are the Self-Employed at Higher Risk of Fatal Work-Related Injury?, Safety Science, 41, pp.503-515.
4. Halperin, Kopl M., McCann, Michael (2004). An Evaluation of Scaffold Safety at Construction Sites, Journal of Safety Research, 35, pp.141-150.
5. Heinrich, H.W. (1959). Industrial Accident Prevention, McGraw-Hill, New York.
6. Heinrich, H.W., Peterson, D., Roos, N. (1980). Industrial Accident Prevention: a Safety Management Approach, 5th. ed., McGraw-hill, New York, pp.22-23.
7. Huang, X., Hinze, J (2003). Analysis of Construction Worker Fall Accidents, Journal of Construction Engineering and Management, 129(3), pp.262-271.
8. Janicak, C.A. (1998). Fall-Related Deaths in the Construction Industry, Journal of Safety Research, 29(1), pp.35-42.
9. Jackson, P.L., Cohen, H.H. (1995). An In-Depth Investigation of 40 Stairway Accidents and the Stair Safety Literature, Journal of Safety Research, 26(3), pp.151-159.
10. Kartam, Nabil A., Bouz, Rami G. (1998). Fatalities and Injuries in the Kuwaiti Construction Industry, Accident Analysis and Preview, 30(6), pp.805-814.
11. Kartam, N.A., Flood, I., Koushki, P. (2000). Construction Safety in Kuwait: Issues, Procedures, Problems, and Recommendations, Safety Science, 36, pp.163-184.

12. Laitinen, H. Marjamaki, M. Paivarinta, K. (1999). The Validity of the TR Safety Observation Method on Building Construction, Accident Analysis and Prevention, 31, pp.463-472.
13. Larsson, T.J., Field, B. (2002). The Distribution of Occupational Injury Risks in the State of Victoria, Safety Science, 40, pp.419-437.
14. Larsson, T.J., Field, B. (2002). The Distribution of Occupational Injury Risks in the Victorian Construction Industry, Safety Science, 40, pp.439-456.
15. Lee, S., Halpin, D.W. (2003). Predictive Tool for Estimating Accident Risk, Journal of Construction Engineering and Management, 129(4), pp.431-436.
16. McCann, M. (2003). Death in Construction Related to Personnel Lifts, 1992-1999, Journal of Safety Research, 34, pp.507-514.
17. Mohamed, S. (2003). Scorecard Approach to Benchmarking Organizational Safety Culture in Construction, Journal of Construction Engineering and Management, 129(1), pp.80-88.
18. Sawacha, E., Naoum, S., Fong, D. (1999). Factors Affecting Safety Performance on Construction Sites, International Journal of Project Management, 17(5), pp.309-315.
19. Soltani, A.R., Fernando, T. (2004). A Fuzzy Based Multi-Objective Path Planning of Construction Sites, Automation in Construction, 13, pp.717-734.
20. Suraji, A., Duff, A.R., Peckitt, S.J. (2000). Development Of Causal Model Of Construction Accident Causation, Journal of Construction Engineering and Management, 127(4), pp.337-344.
21. Suruda, A., Fosbroke, D., Braddee, R. (1995). Fatal Work-Related Falls from Roofs, Journal of Safety Research, 26(1), pp.1-8.
22. Vredenburg, A. G. (2002). Organizational Safety: Which Management Practices are Most Effective in Reducing Employee Injury Rates?, Journal of Safety Research, 33 pp.259-276.
23. Williamson, A.M., Feyer, A.M, Cairns, D.R. (1996). Industry Differences in Accident Causation, Journal of Safety Research, 24(1), pp.1-12.

논문제출일 : 2005.04.19

심사완료일 : 2005.06.20

Abstract

This study examines the occurrence of accidents when workers were travelling on construction sites and the differences in risk involved in each occupation. An analysis of 750 fatal accident reports found that in 138 cases, the fatality occurred when the workers were travelling on site. The 138 cases were then divided according to occupation and were then examined to determine how the workers in each occupation had been affected by various hazardous situations. There were significant differences in accident occurrence between the occupations and in the various hazardous situations. The results imply that the cultural aspect of each occupation leads to a substantial difference in the possibility of fatal injuries or death and that such differences in risk should be taken into account when planning the workers' movements on site. The findings of this study aim to help workers to understand the risks entailed when travelling on site and also to assist managers in the planning of workers, movements on construction sites.

Keywords : construction safety, travelling on site, risk, causal factor