



저작자표시-동일조건변경허락 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.
- 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



동일조건변경허락. 귀하가 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공했을 경우에는, 이 저작물과 동일한 이용허락조건하에서만 배포할 수 있습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

공학석사 학위논문

광업의 재해현황과
안전관리방안에 관한 연구



안 전 공 학 과

CHEN FENGSHUO

工學碩士 學位論文

광업의 재해현황과
안전관리방안에 관한 연구

指導教授：張 聖 祿

이 論文을 工學碩士 學位論文으로 提出함.



2014年 8月

釜慶大學校大學院

安全工學科

CHEN FENGSHUO

陳豐碩의 工學碩士 學位論文을
認准함

2014 年 8 月



主 審 工學博士 李 東 勳 (인)

委 員 工學博士 李 彰 峻 (인)

委 員 工學博士 張 聖 祿 (인)

목 차

제 1 장 서론	1
1.1 연구의 필요성	1
1.2 연구목적	5
제 2 장 연구 방법	6
2.1 연구의 절차	6
2.2 빈도율	7
2.3 사망만인율	8
제 3 장 연구 결과	10
3.1 광업재해통계	10
3.1.1 한국 광업재해통계	10
3.1.2 미국 광업재해통계	11
3.1.3 일본 광업재해통계	12
3.1.4 영국 광업재해통계	13
3.1.5 국가별 재해율 비교	14
3.2 광업의 사고성 사망 재해분석	16

3.2.1 한국 광업 사망사고 재해의 원인별 분류	16
3.2.2 미국 광업 사망사고 재해의 원인별 분류	17
3.2.3 일본 광업 사망사고 재해의 원인별 분류	18
3.2.4 영국 광업 사망사고 재해의 원인별 분류	19
3.3 광업의 재해사례	20
3.3.1 한국 광업 사망사고 재해사례	21
3.3.2 미국 광업 사망사고 재해사례	23
3.3.3 일본 광업 사망사고 재해사례	24
3.3.4 영국 광업 사망사고 재해사례	25
3.4 광업의 안전·보건 사례	26
3.4.1 한국 광업의 안전·보건 활동	26
3.4.2 미국 광업의 안전·보건 활동	29
3.4.3 일본 광업의 안전·보건 활동	32
3.4.4 영국 광업의 안전·보건 활동	34
3.5 광업의 안전관리방안 제안	36
 제 4 장 결론 및 고찰	 42
 참고 문헌	 45

표 목차

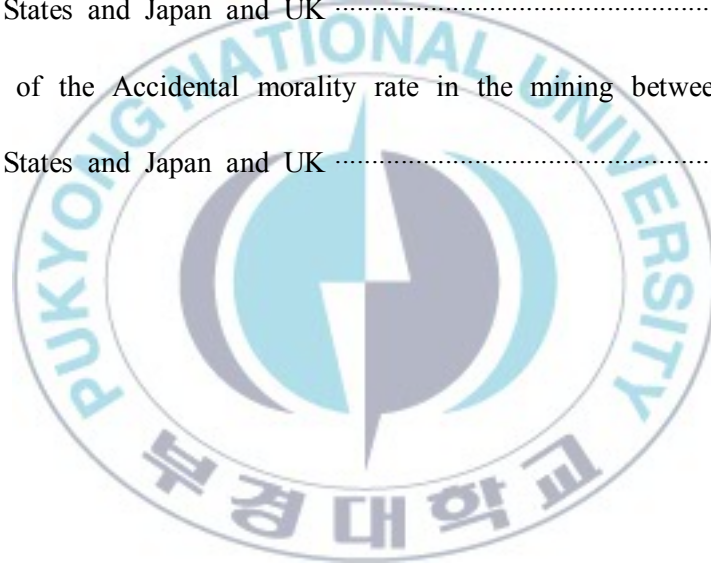
Table 1. Comparison of causes of disaster between mining and manufacture industry in the Korea	3
Table 2. Accidental disasters statistics of mining in the Korea	10
Table 3. Accidental disasters statistics of mining in the United States	11
Table 4. Accidental disasters statistics of mining in the Japan	12
Table 5. Accidental disasters statistics of mining in the UK	13
Table 6. Comparison of the injury rate between Korea and United	14
Table 7. Classification of causes on accidental deaths in the Korea's mining	16
Table 8. Classification of causes on accidental deaths in the United States's mining	17
Table 9. Classification of causes on accidental deaths in the Japan's mining	18
Table 10. Classification of causes on accidental deaths in the UK's mining	19
Table 11. Disaster Cases of mining in the Korea	20
Table 12. Accident of mining in the Korea : case 1	21
Table 13. Accident of mining in the Korea : case 2	22
Table 14. Accident of mining in the United States : case 1	23
Table 15. Accident of mining in the United States : case 2	23

Table 16. Accident of mining in the Japan : case 1	24
Table 17. Accident of mining in the Japan : case 2	24
Table 18. Accident of mining in the UK : case 1	25
Table 19. Accident of mining in the UK : case 2	25
Table 20. Classification of causes on mining disaster in each country	36
Table 21. Major Causes of accidental death in the Korea and United States and Japan and UK	37



그림 목차

Fig. 1 Comparison of the injury rate for all industries in the Korea	2
Fig. 2 Comparison of the injury rate in the mining between Korea and United States	4
Fig. 3 Flowchart of this study	6
Fig. 4 Comparison of the frequency rate of injury in the mining between Korea and United States and Japan and UK	15
Fig. 5 Comparison of the Accidental morality rate in the mining between Korea and United States and Japan and UK	15



A Study on State of the Art of Accidents and Safety Management in Mining Industry

Fengshuo Chen

Department of Safety Engineering, The Graduate School,
Pukyong National University

Abstract

Mining disasters is an important issue which can not be ignored. From 2001 to 2011 during the 10 years, South Korea mining disaster rate is very high compared to other industries. At the same time the last five years compared with the United States, South Korea, killing ten thousand people rate is 9 times higher than that of the United States, In order to prevent disaster rate is high, so the mine safety management is quite important.

This study through to the South Korea, the United States, Japan and the UK of the four countries for the mine mining operations personnel statistics, and the calculation of frequency rate and death rate of ten thousand people is still higher than other countries for the South Korea. At the same time through the cause of the accident

statistics found that of South Korea South Korea falling accidents in mines is the main reason.

In order to prevent disasters in mines, to strengthen the safety management. So collect the republic of Korea, the United States, Japan and the UK security activities from all countries case comparative analysis to find South Korea of mine safety management deficiencies. And safety management scheme comparison of falling accidents to strengthen management.

So in this study, the safety hazards and the cause of disaster statistics, as well as to the safe collection activity instance and safety management plan and scheme to improve safety management, reduce the mine disasters and strengthen the safety management, so as to prevent the increase of mining deaths.



제 1 장 서 론

1.1 연구의 필요성

광업은 유기물 또는 무기물을 불문하고 지하 및 지표상에 부존하는 고체·액체·기체 상태의 천연광물을 채취·채굴·추출·손질 및 품질 개선하는 활동으로 정의한다¹⁾. 석탄·원유·천연가스 및 기타 비금속광물과 금속광물의 탐사, 광산 개발·시굴·채굴 및 추출활동과 광업활동에 통상적으로 결합되어 수행되는 파쇄·마쇄·제질·선별·부유·용해·원유토피 등 그 광물을 시장에 출하하기 위한 준비활동, 손질 및 품질개선 활동까지도 포함한다. 우리나라의 광업은 1960년대 고도성장의 기반을 마련하고, 정부는 석탄증산과 수출광업물 증산에 힘을 기울이면서 생산규모가 성장하였다. 그러나 1987년에 석탄산업의 효율성을 높이기 위한 석탄합리화사업이 시행됨에 따라 1989년부터 비생산적인 소규모 탄광은 폐광되고, 일부 생산성이 높은 대규모 탄광만이 가행됨에 따라 본격적인 석탄생산 감축이 시작되었다. 이에 따라 1988년에 347개의 탄광에서 2,429만 5,000t을 생산하던 것이 1996년에는 11개 탄광에서 495만1,000t으로 감소하게 되었다²⁾. 또한 금속광 및 비금속광에서도 인건비의 급격한 상승과 인력난 등에 의해 경영여건이 악화됨에 따라 많은 수의 금속 및 비금속광산이 폐광되거나 휴광되어 1986년에 816개 광산이 가행되었던 것이 1995년에는 621개 광산으로 감소되었고 특히 금속광산은 1995년도에 29개 광산만이 가행되었다.

2001년 592개의 광산에서 2010년 현재 464개로 10년간 130여개가 줄었다. 근로자수는 19,111명에서 12,548명으로 약 35% 감소하였지만 사망자수는 십년간 약 20% 증가하는 경향을 보였다.

한국의 광업은 제조업, 전기·가스 및 상수도업, 건설업, 운수·창고 및 통신업, 임업, 어업, 농업, 금융 및 보험업 등의 업종에 비해서 재해율이 높은 것으로 나타난다.

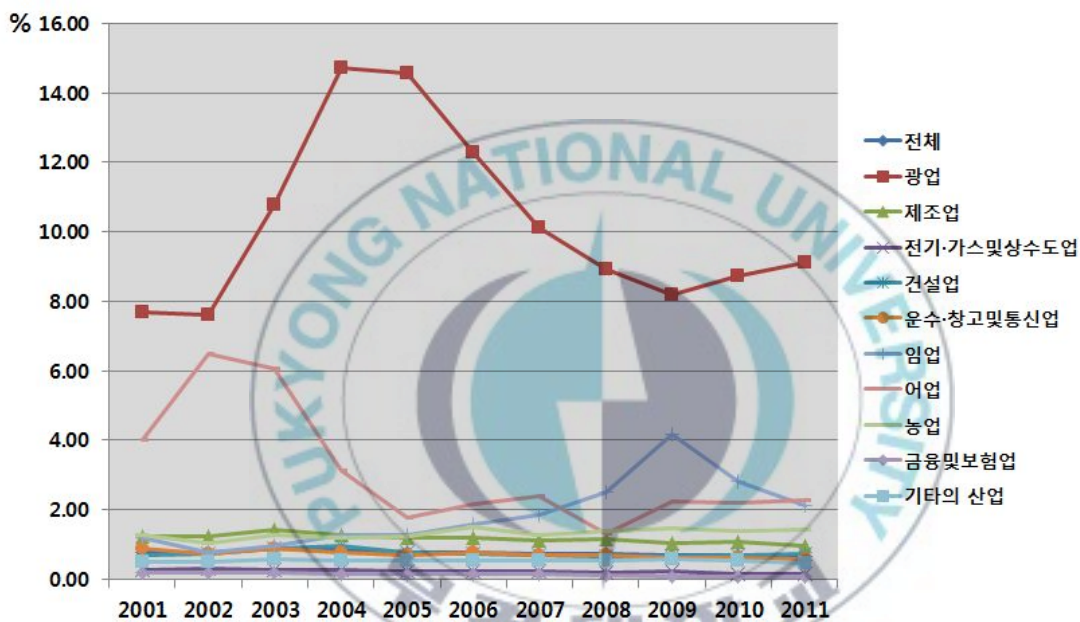


Fig. 1 Comparison of the injury rate for all industries in the Korea

광업은 일반제조업에 비해서 열악한 환경에서 작업이 진행된다. 대부분의 작업장이 지하에 위치해 있으므로, 유해가스가 유출될 우려가 크며, 산소가 결핍될 가능성이 있다. 온도조절이 되지 않으며, 공기압축열, 선탕의 산화열에

의해서 고온의 환경에서 작업이 이루어지게 된다. 또한 습도가 높고, 이상기압이 발생할 가능성이 있다. 착암기에 의한 발파시 고음 및 진동에 노출될 가능성이 크다. 작업장 공간이 협소하고, 한눈에 작업상황이 판단되지 않기 때문에 안전관리도 어려운 것이 현실이다. 이러한 작업특성에 따라서 제조업과 광업의 재해원인을 비교해보면 다음 Table 1과 같이 나타난다.

Table 1 Comparison of Causes of disaster between mining and manufacture industry in the Korea

업종	제조업	광업
작업 환경	공장	지하
위험원인	협착 낙하 비래 화재 감전 추락 충돌 등	붕괴 추락 폭발 협착 등 유해가스 (메탄가스) 산소 결핍 조명 불량 고온 (고온, 석탄 산화열) 이상기압 분진 소음 (착암, 발파) 진동 (착암, 발파)

또한 협소한 공간에서 발파 위력이 큰 기계를 사용하고 운송장비를 많이 사용하므로 기계장치에 의한 사고 또한 빈번한 것으로 나타났다.

한국 광업의 사고성재해의 사망만인율은 미국보다 약 9배가 높은 것으로 나타난다.



Fig. 2 Comparison of the injury rate in the mining between Korea and United States



1.2 연구목적

본 연구에서는 한국, 미국, 일본, 영국의 5년간 광산업에서 발생한 사고성 재해를 분석하고 광산업에서의 사고를 예방하기 위한 안전관리방안을 제시하는 것이 목적이다. 더불어 선진국에서 수행하고 있는 광산업에서의 사고를 예방하기 위한 방안으로 어떠한 안전 활동들이 있는지를 조사 및 분석하고 이를 토대로 광산업의 재해를 감소시키기 위한 기초자료로 제공함에 목적이 있다.



제 2 장 연구 방법

2.1 연구의 절차

본 연구에서는 Fig. 3과 같이 광산업의 선진국이라 할 수 있는 미국, 일본, 영국 및 한국의 재해통계 현황 및 재해사례를 분석하고 더불어 재해의 강도가 높은 사망재해의 발생형태를 분석하고자 한다. 또한 선진국에서 수행 중인 안전활동 사례를 분석하여 중대재해예방을 위한 방안을 제시하고자 한다.

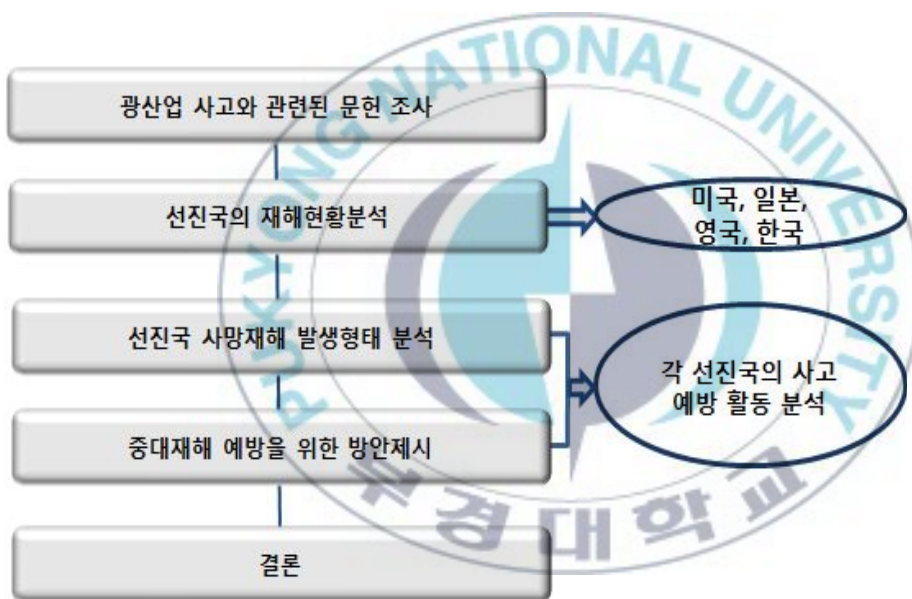


Fig. 3 Flowchart of this study

본 연구에서는 각 선진국별로 재해통계의 비교를 위한 일관성을 확보하기 위하여 다음과 같이 빈도율과 사망만인율을 사용하였다.

2.2 빈도율(도수율)

안전성적을 평가할 때는 사상자수 그것을 사용해서 비교하는 것은 곤란하며, 사업장의 1년간 평균근로자수의 비율에 의해 재해의 빈도를 확인할 필요가 있다. 이러한 경우에 사상자수와 근로자수를 근거로 해서 안전성적을 표시하는 연천인율, 또는 월만인율이란 재해의 발생율을 사용하면 그 비교를 용이하게 할 수 있다³⁾.


$$\text{연천인율} = \frac{\text{1년간의 사상자수}}{\text{1년간의 평균 근로자수}} \times 1,000$$

연천인율이란 근로자 1,000명당 1년 간에 발생하는 사상자수를 나타낸 것이며 다음 식을 사용해서 표시한다. 이 표시방식은 가장 간편하게 계산할 수 있기 때문에 널리 사용되고 있지만, 이 방식에서는 재해발생빈도는 노동시간과는 관계가 없다. 산업재해건수는 노동시간에 비례하므로, 같은 근로자수라도 노동시간은 작업이 바쁘고 한가함에 따라 틀리므로, 천인율은 그다지 정확한 표시방식은 아니다. 이 때문에 국제적으로 도수율을 사용한다.

$$\text{도수율} = \frac{\text{재해건수}}{\text{연노동시간수}} \times 1,000,000$$

빈도율은 산업재해의 발생빈도로서 연간 총 근로시간 합계 100만 시간당 재해발생건수를 의미한다⁴⁾. 이때 연 근로시간은 정확한 기록에 의하여 산정하며, 정확한 기록을 파악하기 곤란한 경우에는 하루의 소정근로시간과 그 기간의 가동일수로서 산정한다. 만일 이 방법으로도 산출이 어려운 경우에는 대개 1일 8시간, 월 25일, 연 300일을 시간으로 환산하여 연 2400시간으로 한다. 도수율을 구하는 식은 도수율의 항을 참조한다. 연천인율과 도수율은 계산 기준이 다르므로 정확한 전환은 어려우나 다음 식으로 근사하게 환산할 수 있다.

$$\text{도수율} = \frac{\text{연천인율}}{2.4}$$

2.3 사망만인율

사망만인율은 사망자수의 1만배를 전체 근로자 수로 나눈 값이며, 전 산업에 종사하는 근로자 중 산재로 사망한 근로자가 어느정도 되는지 파악할 때 사용하는 지표이다⁵⁾. 사업장이나 직장의 안전성적을 평가하는데 사상(死傷)건수 그것을 사용해 비교하는 것은 불공평한 경우가 많다. 그래서 사업장의 1개월 평균근로자수의 비율에 의해 재해의 빈도를 볼 필요가 있다. 이러한 경우에 사상자수 근로자수를 근거로 해서 안전성적을 표시하는 월만인율이란 상해

의 발생율을 사용하면 그 비교가 용이하게 할 수 있다.

$$\text{사망만인율} = \frac{\text{사망자수}}{\text{근로자수}} \times 10,000$$



제 3 장 연구 결과

3.1 광업 재해통계

3.1.1 한국 광업 재해 통계

한국의 재해통계는 업무성질병에 의한 재해와 사고성 재해를 동시에 포함한다. 그러나 미국, 일본, 영국의 경우 업무성질병은 재해율에 포함하고 있지 않기 때문에 사고성 재해에 의한 통계를 토대로 분석하였다.

Table 2에서 나타낸바와 같이 2006년부터 2010년까지 5년간 발생한 한국광업의 사고성 재해통계를 살펴보면, 재해율은 감소하는 경향이 있지만 근로자수가 감소하고 있는 데도 불구하고 사고성 사망자수는 증가하고 있는 것을 알 수 있다⁶⁾.

Table 2 Accidental disasters statistics of mining in the Korea

분 류	2006	2007	2008	2009	2010
근로자수(명)	14,949	15,345	14,517	13,578	12,390
재해자수(명)	1,836	1,555	1,293	1,114	1,082
사고성 사망자수(명)	21	22	14	29	20
빈도율	51.17	42.22	37.11	34.18	36.39
사고성 사망만인율(%)	14.05	14.34	9.64	21.36	16.14

3.1.2 미국 광업 재해 통계

미국의 광업의 재해통계는 Table 3에서 나타낸바와 같이 5년간 발생한 사고성 재해의 빈도율은 감소하는 경향을 나타내고 있다. 하지만 2010년에는 사망자수가 늘면서 사망만인율은 오히려 증가하는 경향을 나타내었다⁸⁾.

Table 3 Accidental Disaster cases of mining in the United States

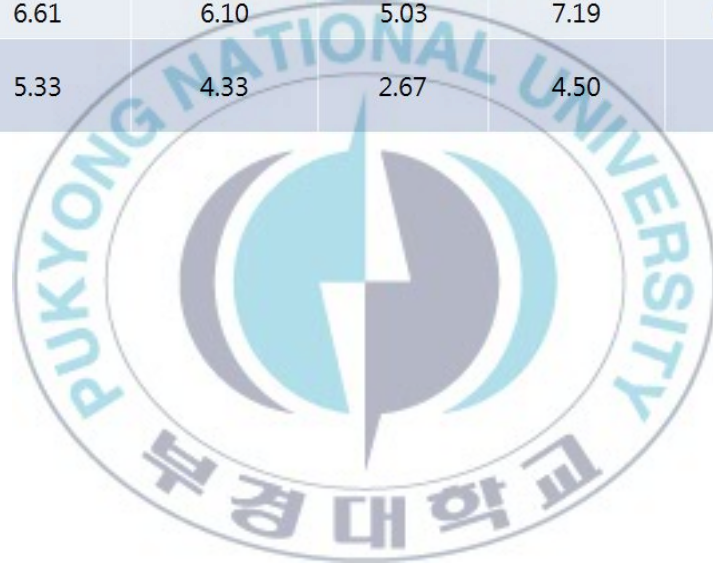
분 류	2006	2007	2008	2009	2010
근로자수(명)	363,497	378,123	392,746	355,720	361,176
재해자수(명)	8,081	7,809	7,401	5,981	5,697
사고성 사망자수(명)	73	67	53	35	71
빈도율	9.26	8.61	7.85	7.01	6.57
사고성 사망만인율(‰)	2.01	1.77	1.35	0.98	1.97

3.1.3 일본 광업 재해 통계

일본의 광업재해 통계를 살펴보면 Table 4에서 나타낸바와 같이 빈도율 및 사고성 사망만인율이 2009년에는 증가하다가 2010년 감소하고 있는 것을 알 수 있다.

Table 4 Accidental disasters statistics of mining in the Japan

분 류	2006	2007	2008	2009	2010
근로자수(명)	30,000	30,000	30,000	20,000	20,000
재해자수(명)	476	439	362	345	322
사고성 사망자수(명)	16	13	8	9	5
빈도율	6.61	6.10	5.03	7.19	6.71
사고성 사망만인율(%)	5.33	4.33	2.67	4.50	2.50



3.1.4 영국 광업 재해 통계

영국의 광업재해 통계를 살펴보면 Table 5에서 나타낸 바와 같이 한국, 일본의 경우와 같이 근로자수는 점차 감소하는 경향을 나타내었고, 빈도율은 2008년에 증가하다가 2010년까지 감소하는 경향을 보였다¹⁰⁾.

Table 5 Accidental disasters statistics of mining in the UK

분 류	2006	2007	2008	2009	2010
근로자수(명)	33,000	32,000	27,000	27,000	27,000
재해자수(명)	1,751	1,773	1,717	1,547	1,293
사고성 사망자수(명)	5	10	9	6	6
빈도율	22.11	23.09	26.50	23.87	19.95
사고성 사망만인율(‰)	1.52	3.13	3.33	2.22	2.22

3.1.5 국가별 재해율 비교

본 절에서는 한국, 미국, 일본, 영국의 빈도율과 사고성 사망만인율을 비교하였으며 그 결과는 Table 6과 같이 나타내었다.

Table 6 Comparison of the injury rate between Korea and United States and Japan and UK

분류	빈도율				사고성 사망만인율			
국가별 시간별	한국	미국	일본	영국	한국	미국	일본	영국
2006년	51.17	9.26	6.61	22.11	14.05	2.01	5.33	1.52
2007년	42.22	8.61	6.10	23.09	14.34	1.77	4.33	3.13
2008년	37.11	7.85	5.03	26.50	9.64	1.35	2.67	3.33
2009년	34.18	7.01	7.19	23.87	21.36	0.98	4.50	2.22
2010년	36.39	6.57	6.71	19.95	16.14	1.97	2.50	2.22

Table 6을 살펴보면, 빈도율은 한국이 가장 높았고, 일본이 가장 낮은 것으로 나타났다. 또한 사고성 사망만인율은 한국이 가장 높게 나타났고, 미국이 가장 낮은 것으로 나타났다.

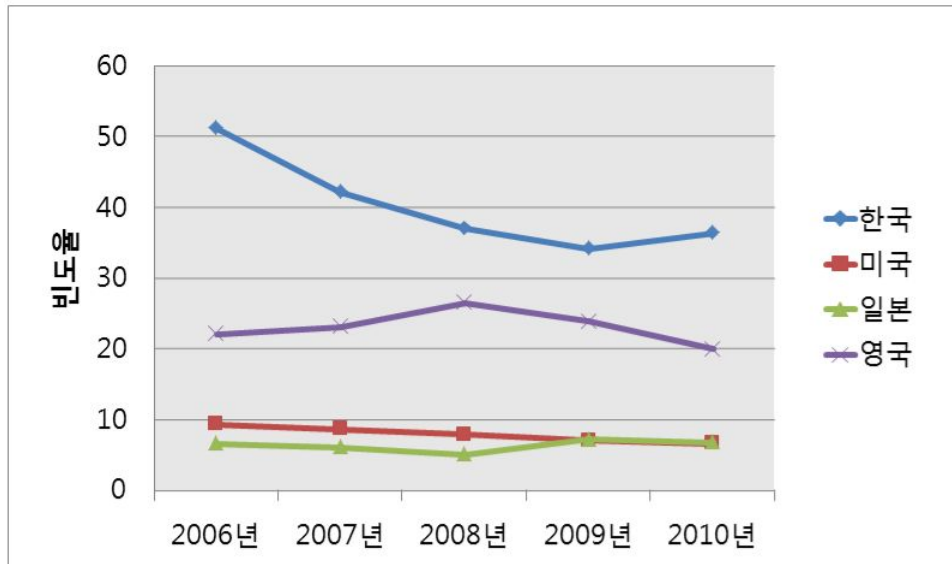


Fig. 4 Comparison of the frequency rate of injury in the mining between Korea and United States and Japan and UK

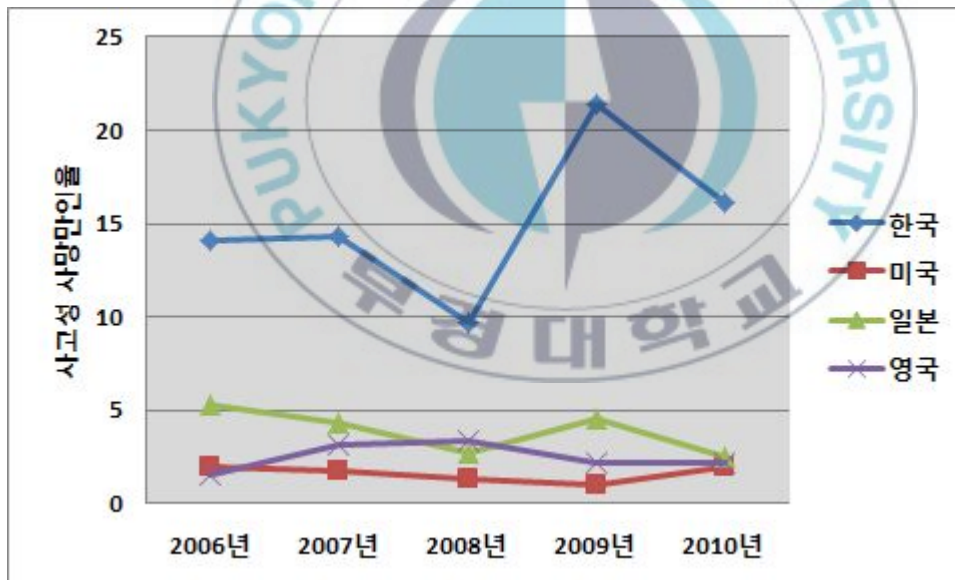


Fig. 5 Comparison of the Accidental mortality rate in the mining between Korea and United States and Japan and UK

3.2 광업의 사고성 사망 재해분석

3.2.1 한국 광업 사망사고 재해의 원인별 분류

한국 광업의 사망사고에 대한 원인을 분류하면 다음 Table 7과 같이 나타났다⁷⁾. Table 7에서 나타난 바와 같이 한국 광업의 사망사고는 대부분 추락, 낙하·비래, 붕괴·도괴에 의해 발생하는 것으로 나타났다.

Table 7 Classification of causes on accidental deaths in the Korea's mining

분류	2006	2007	2008	2009	2010
근로자수(명)	14,949	15,345	14,517	13,578	12,390
사고성사망자수(명)	21	22	14	29	20
비율(%)	0.14%	0.14%	0.10%	0.21%	0.16%
총계	21	22	14	29	20
추락	4	4	2	7	4
전도	1	1	2	1	0
충돌	1	1	0	3	1
낙하 비래	5	6	2	5	2
붕괴 도괴	0	3	2	2	1
협착	3	1	0	2	3
절단	0	0	0	0	0
감전	0	0	0	0	0
폭발	0	0	0	1	0
파열	0	0	0	0	0
화재	0	0	0	0	0
이상온도,기압접촉	0	0	0	0	0
익사	0	0	2	1	0
유해화학물질, 중독질식	0	0	1	1	2
광산사고	0	0	0	0	0
무리한 동작	0	0	0	0	0
교통사고	1	0	1	2	1
기타	1	0	1	0	0
분류불능	5	6	1	4	6

3.2.2 미국 광업 사망사고 재해의 원인별 분류

미국 광업의 사망사고의 원인을 분류하면 다음의 Table 8과 같이 나타났다. Table 8에서 나타난 바와 같이 미국은 기계를 이용한 운반작업시에 사망사고가 가장 많이 일어난 것으로 나타났다. 또한 낙하 및 전도에 의한 사망사고도 많았으며, 가스 및 먼지에 의한 점화로 폭발사고가 발생하면 대형 참사로 이어지는 것을 알 수 있었다.

Table 8 Classification of causes on accidental deaths in the United States's mining

분 류	2006	2007	2008	2009	2010
근로자수(명)	363,497	378,123	392,746	355,720	361,176
사고성사망자수(명)	73	67	53	35	71
비율(%)	0.02%	0.02%	0.01%	0.01%	0.02%
총계	73	67	53	35	71
감전	7	1	4	1	1
폭발	1	0	0	0	1
절단	1	1	0	0	1
낙하/전도	6	3	3	3	6
바닥으로 낙하	5	11	1	1	4
지붕 또는 뒷면으로 낙하	7	6	7	3	4
화재	3	0	0	0	0
원료 운반	0	2	1	1	0
수공구	0	2	0	0	0
인력 운반	0	1	0	0	0
기계 운반	16	12	15	13	16
인양	0	0	0	2	0
가스 / 먼지 점화 / 폭발	17	0	0	0	30
익사	0	0	0	0	0
기계	7	11	13	5	6
미끄러짐/추락	3	14	6	4	1
무리한 동작	0	1	0	0	0
충돌 또는 격돌	0	0	0	0	0
기타	0	2	3	2	1

3.2.3 일본 광업 사망사고 재해의 원인별 분류

일본 광업의 사망사고재해를 원인별로 분류하면 Table 9과 같이 나타났다. 일본 광업에서 발생하는 사망사고의 원인은 우리나라와 유사하게 추락 및 전락에 의한 사고가 가장 많았으며, 끼임 및 말림에 의한 사고도 다수 있는 것으로 나타났다⁹⁾.

Table 9 Classification of causes on accidental deaths in the Japan's mining

분류	2006	2007	2008	2009	2010
근로자수(명)	30,000	30,000	30,000	20,000	20,000
사고성사망자수(명)	16	13	8	9	5
비율(%)	0.05%	0.04%	0.03%	0.05%	0.02%
총계	16	13	8	9	5
추락·전락	3	5	3	7	2
전도	1	0	0	0	0
격돌	0	0	0	0	0
비레 낙하	0	0	1	0	0
붕괴 도괴	3	1	0	1	0
충돌	3	1	0	0	1
끼임·말림	5	4	3	1	1
절단·까짐	0	0	0	0	0
빠짐	0	0	0	0	0
익사	1	0	0	0	0
고온·저온 물과의 접촉	0	0	0	0	0
유해물질 접촉	0	0	1	0	0
감전	0	0	0	0	0
폭발	0	0	0	0	0
파열	0	0	0	0	0
화재	0	0	0	0	0
교통 사고 (도로)	0	1	0	0	1
교통 사고 (기타)	0	0	0	0	0
이상한 동작·무리한 동작	0	0	0	0	0
기타	0	1	0	0	0
분류 불능	0	0	0	0	0

3.2.4 영국 광업 사망사고 재해의 원인별 분류

영국 광업의 사망사고를 원인별로 분류해 보면 아래의 Table 10과 같이 나타났다. Table 10에서 나타낸바와 같이 이동, 낙하, 비래에 의한 사고가 최근 5년간 가장 많이 발생한 것을 알 수 있다.

Table 10 Classification of causes on accidental deaths in the UK's mining

분류	2006	2007	2008	2009	2010
근로자수(명)	33,000	32,000	27,000	27,000	27,000
사고성사망자수(명)	5	10	9	6	6
비율(%)	0.02%	0.03%	0.03%	0.02%	0.02%
총계	5	10	9	6	6
운반 장비 접촉	0	0	0	2	1
이동, 낙하/비래, 충돌	3	2	2	1	1
이동차량 충돌	0	1	1	0	0
고정장치로 충돌	0	2	0	0	1
들기,운반	0	0	0	0	0
전도	0	0	0	0	0
추락	1	1	1	0	1
- 2인치까지	0	(1)	0	0	0
- 2인치이상	(1)	0	(1)	0	(1)
- 높이 불명	0	0	0	0	0
붕괴/전도	0	2	1	2	0
익사 또는 질식	1	1	2	0	0
유해물질 노출 또는 접촉	0	0	0	0	0
화재	0	0	0	0	0
폭발	0	0	0	0	0
감전	0	0	2	1	0
동물에 의한 부상	0	0	0	0	0
폭력	0	0	0	0	0
기타	0	0	0	0	1
분류불능	0	1	0	0	1

3.3 광업의 재해사례

본 절에서는 광산업에서 발생한 대표적인 사망 사고사례를 국가별로 나타내었으며, 한국의 대표적 광업 사망사고사례는 Table 11과 같다.

Table 11 Disaster Cases of mining in the Korea

▲ 1981년 1월 6일 경북 문경시 석공은성광업소 갱도무너져 8명 사망
▲ 1982년 1월 3일 강원 태백시 함태탄광 갱내 가스폭발로 9명 사망
▲ 1982년 7월 1일 강원 정선군 정동광업소 폭발사고로 7명 사망, 28명 부상
▲ 1983년 11월 22일 경북 문경시 갱도 화재 9명 사망, 13명 부상
▲ 1985년 12월 14일 강원 태백시 장성갱에서 막장 작업중 지하수 터져 10명 사망
▲ 1986년 1월 7일 강원 정선군 영일탄광에서 가스 폭발, 6명 사망
▲ 1991년 12월 20일 강원 태백시 철암2동 강원탄광 갱도에서 천장 무너져 4명 사망
▲ 1992년 9월 22일 강원 정선군 정동광업소 막장 붕괴로 6명 사망
▲ 1993년 4월 2일 강원 정선군 고한읍 삼척탄좌 정암광업소 막장 메탄가스 폭발로 7명 사망
▲ 1993년 7월 29일 강원 정선군 고한읍 삼척탄좌 정암광업소 막장 지주 붕괴로 4명 사망
▲ 1993년 8월 13일 강원 태백시 연화동 통보광업소 갱도붕괴 5명 사망
▲ 1994년 10월 6일 강원 태백시 장성광업소 유독가스 유출사고로 10명 사망
▲ 1995년 9월 21일 강원 태백시 통보광업소서 막장붕괴로 4명 사망
▲ 1996년 12월 11일 강원 태백시 통보광업소서 출수 사고로 15명사망
▲ 1997년 10월 21일 강원 태백시 장성광업소서 가스폭발 6명 사망
▲ 1999년 10월 19일 강원 태백 시장성광업소서 가스 누출 3명 사망
▲ 2000년 12월 19일 강원 태백시 통보광업소서 매몰로 1명 사망
▲ 2001년 8월 10일 강원 태백시 장성광업소 발파작업 중 1명 사망
▲ 2002년 10월 31일 강원 태백시 태백광업소 출수사고로 5명 사망
▲ 2002년 11월 22일 강원 삼척시 도계광업소 가스사고 4명 사망
▲ 2002년 12월 5일 강원 태백시 통보광업소 갱도 붕괴로 1명 사망
▲ 2003년 8월 6일 강원 삼척시 상덕광업소 2명 사망, 14명 부상
▲ 2004년 7월 8일 강원 태백시 통보광업소 막장 붕괴 1명 사망
▲ 2004년 7월 27일 강원 태백시 장성광업소 발파작업중 1명 사망
▲ 2007년 4월 4일 전남 화순군 광업소서 궤도차 이탈 1명 사망
▲ 2009년 8월 4일 전남 화순군 광업소서 광차에 치여 1명 사망
▲ 2009년 8월 25일 강원 삼척시 도계읍 광업소서 매몰 1명 사망
▲ 2012년 2월 3일 강원 태백시 장성광업소 유독가스 흡입 2명 사망, 6명 부상

3.3.1 한국 광업 사망사고 재해사례

최근의 사고는 대부분 추락, 낙하·비래 사고가 주를 이루고 대형사고는 발생하지 않았지만, 광업의 특성상 폭발사고가 한번 발생하면 대형사고로 이어질 가능성이 큰 것으로 나타났다. Table 12과 13는 대표적 사망 사고사례에 대한 재해개요 및 그에 대한 안전대책을 나타내었다.

Table 12 Accident of mining in the Korea : case 1

채석을 위한 천공작업 중 주변지반 붕괴			
재해형태	붕괴	재해정도	사망1명
재해개요	작업자가 잔여 암석의 발파를 위해 원석을 절개하기 위하여 착암기로 천공작업을 진행하던 중 주변 지반의 암반(백색화강암, 약 3ton)이 붕괴되면서 작업자를 강타하여 1명이 사망하고 1명이 부상을 당한 재해이다.		
안전대책	채석작업을 진행하는 때에는 사전에 작업장소 및 주변지반에 대한 지형, 지질 및 지층상태를 철저히 조사하고 부서, 균열, 함수 및 용수상태의 변화에 의한 이상을 발견한 때에는 적절한 조치 후에 작업을 진행하여야 한다.		

Table 13 Accident of mining in the Korea : case 2

암석채취 작업 중 암석이 Sliding되면서 협착			
재해형태	협착	재해정도	사망 1명
재해개요	암석과 암반을 햄머 및 썰기를 이용하여 사전균열을 발생시킨 후 백호우 버킷으로 암석과 암반사이에 밀어 넣어 균열을 확장시켜 암석을 아래로 낙하시키기 위하여 버킷을 밀어 넣는 순간, 작업자가 암석과 함께 슬라이딩되면서 앞의 암석에 협착되어 사망한 재해이다.		
안전대책	채석작업시 암반과 암석사이 발생한 균열이 아래로 경사져 있고 강우로 인한 마찰력 감소 등의 원인으로 sliding위험이 있는 장소에 대해서는 사전 점검 후 안전한 작업방법을 선정하고, 작업반경내 출입금지 철저히 하여야 한다.		



3.3.1 미국 광업 사망사고 재해사례

아래의 Table 14, 15은 미국에서 발생한 대표적 광업 사망사고사례를 나타낸 것으로 재해형태는 화재, 폭발, 붕괴 등인 것으로 나타났다.

Table 14 Accident of mining in the United States : case 1

Upper Big Branch 광업 사고			
재해형태	화재, 폭발	재해정도	사망29 명
재해개요	안전행동 및 환기 설비 규정을 위반하여 채석장 내에 메탄가스가 체류하여 화재폭발 사고의 원인이 되었다.		
안전대책	1.환기설비를 규격화 한다. 2.안전활동을 수립한다.		

Table 15 Accident of mining in the United States : case 2

Sago Mine 광업사고			
재해형태	폭발, 붕괴	재해정도	사망 12명
재해개요	광산 채석장 내에 메탄이 넘치고 겨울의 환경 좀 건조하고 환기 설비가 불충분한 상태에서 채석장 근처에 벼락이 쳐서 화재 폭발 사고 발생하였다.		
안전대책	비상대응시스템을 점검,수리하고 회사에서 추가 비상 공기 공급, 환기설비 및 통신 장비를 제공할 필요가 있다.		

3.3.3 일본 광업 사망사고 재해사례

아래의 Table 16, 17은 일본에서 발생한 대표적 광업 사망사고사례를 나타낸 것으로 재해형태는 붕괴, 도괴 등인 것으로 나타났다.

Table 16 Accident of mining in the Japan : case 1

채석장에서 3명 슬로프붕괴 사고			
재해형태	붕괴	재해정도	사망 3명
재해개요	1. 드릴링 작업중 산의 지질이 붕괴하였다. 2. 작업 계획에 따라 실시하지 아니하였다. 3. 안전 관리가 이루어지지 않았다.		
안전대책	1.작업 시작 전에 점검을 확실하게 실시한다. 2.굴착면의 기울기 안전기준을 준수하는지 확인한다.		

Table 17 Accident of mining in the Japan : case 2

낙석 및 로드 헤더에 끼어 사망			
재해형태	붕괴, 도괴	재해정도	사망 1명,
재해개요	재해가 발생한 갱도는 단층대를 통과 중이며 천장부분에 균열이 발생한 부분이 있었기 때문에 알몸 천정부분이 붕괴되어 파손물이 우연히 굴착 검사를 하려고 한 피해자에 명중하여 사고가 발생.		
안전대책	1.단층 부 천장 불량 채석장에서 채벽의 안전점검을 위해 굴착면에 진입 할 때 곡괭이 등의 적절한 검사기구를 사용하여 붕괴 가능성이 있는 부분의 안전을 확인한다. 2. 절삭 후 로드 헤더는 채광 현장 상황의 점검에 지장이 없는 위치에 둔다.		

3.3.4 영국 광업 사망사고 재해사례

아래의 Table 18, 19는 미국에서 발생한 대표적 광업 사망사고사례를 나타낸 것으로 재해형태는 추락, 협착 등인 것으로 나타났다.

Table 18 Accident of mining in the UK : case 1

Markham Colliery 광업사고			
재해형태	추락	재해정도	사망18 명
재해개요	승강기의 브레이크 레버가 파열하여 승강기를 제어하지 못해 추락 사고가 발생했다. 18명 근로자가 사망하였다.		
안전대책	1. 승강기 장비 재 설계 및 방호장치 설치한다. 2. 승강기를 정기적으로 검사한다.		

Table 19 Accident of mining in the UK : case 2

광업 열차 사고			
재해형태	협착	재해정도	사망7 명
재해개요	근로자를 태운 열차가 레일의 파손으로 인해 이탈하여 사고가 발생했다. 사고 전 레일에 이미 문제점이 있음을 발견했음에도 불구하고 보고 및 수리 조치를 하지 않아 재해를 초래하였다.		
안전대책	1. 점검 및 개선 조치 규정 강화 2. 안전관리 표준 강화		

3.4 각 나라 광업의 안전·보건 사례

본 절에서는 각 선진국들이 광업에서 발생하는 재해를 예방하기 위해 실시하고 있는 안전·보건활동 사례를 제시하였다. 한국, 미국, 일본, 영국은 광업의 안전한 작업을 위해서 안전보건 교육 및 법적의무, 훈련 프로그램을 작업자들에게 제공하고 있다.

3.4.1 한국 광업의 안전보건 활동¹¹⁾

한국은 광업에서 발생하는 사고를 예방하기 위하여 교육 및 법적의무, 광산법 프로그램을 실시하고 있으며 그에 대한 상세한 내용은 아래와 같다.

▶ 교육

한국의 광업은 다음과 같은 교육을 제공하고 있다.

- 공통역량 교육훈련 : 임직원 자기계발 및 기본 소양을 함양하기 위한 교육으로 리더십교육, 고객만족교육, 윤리교육, 브라운백미팅교육, 양성평등교육 등(e-learning 및 독서통신교육포함) 업무시간내 실시하는 교육훈련
- 직무 교육훈련 : 해당 업무수행에 필요한 전문기술 습득을 위하여 사외 전문교육훈련기관(시설)에 위탁하여 업무시간내 실시하는 교육훈련
- 단기 전문가교육훈련 : 해당 업무수행에 필요한 전문기술 습득을 위하여 사외 전문교육훈련기관(시설)에 위탁하여 업무시간외 2월이상 실시하는 교육훈련

- 국외 파견교육훈련 : 광해기술 및 경영분야 전반에 대한 석사학위취득을 위하여 국외대학에 파견하여 실시하는 교육훈련
- 국내 석박사학위취득교육훈련 : 광해기술 및 경영분야 전반에 대한 석박사 학위취득을 위하여 국내대학에 파견하여 업무시간 외에 실시하는 교육훈련
- 사내 교육훈련 : 사내에서 교육대상자를 대상으로 실시하는 교육훈련

▶ 법적의무

한국 광업의 감리자의 법적의무는 다음 항목과 같다.

- 시공계획과 공정표의 검토
- 시공자가 작성한 시공상세도면의 검토·확인
- 시공이 설계도면 및 지방서의 내용과 일치하는지 여부
- 구조물 규격 및 사용자재의 적합성 검토·확인
- 시공자가 수립한 품질관리계획 및 품질시험(검사)성과에 관한 검토·확인
- 재해예방대책·안전관리 및 환경관리의 확인
- 설계변경에 관한 사항의 검토·확인
- 공사 진척부분에 대한 조사 및 검사
- 준공도면의 검토 및 준공검사
- 하도급에 대한 타당성 검토
- 설계내용의 현장조건 부합 및 실제 시공 가능 여부 등의 사전 검토
- 기타 공단이 공사와 관련하여 요청하는 사항

▶ 광산법내 프로그램

- 광해의 조사

광해발생의 여부 및 정도를 파악하기 위하여 광해의 실태조사· 상세조사· 긴급조사· 민원조사· 기초조사 및 확인조사를 실시하여야 한다.

- 광해의 조사자 지정

지사장은 관내 가행 및 휴·폐광산에 대하여 직원 별로 광해의 조사자를 지정하여야 한다. 지사의 광해의 조사자 지정은 팀 구분 없이 지사 전 직원을 대상으로 할 수 있다.



3.4.2 미국 광업의 안전보건 활동¹²⁾

미국은 광업에서 발생하는 사고를 예방하기 위하여 교육 및 법적의무, 광산법 프로그램을 실시하고 있으며 그에 대한 상세한 내용은 아래와 같다.

▶ 교육

사고를 예방하고 안전과 건강에 해로운 노동 조건을 피하기 위한 중요한 도구로서 교육을 설정하여 미국 광업경영자, 사업자 및 각 근로자에 필요한 프로그램을 교육하고 있다.

- 지하 광업 작업시작 전에 신규 근로자가 기본적인 40시간의 안전교육을 받는다.
- 지상 광업 작업시작 전에 신규 근로자가 기본적인 24시간의 안전교육을 받는다.
- 모든 근로자는 매년 8시간씩 안전 및 보건 교육을 받는다.
- 신규 업무의 안전 및 보건에 관련된 작업 훈련을 받는다.
- 광산 학교 및 기관의 지역 사무소를 통해 온라인으로 사용할 수 있는 많은 교육 서적, 매뉴얼, 교육 과정, DVD 및 기타 자료가 있다.
- 작업장 위험 통제내의 소규모 광산 운영자들을 돕기 위한 자가검진이 실시되었다.
- 미국광산법에 의거하여 근로자들의 권리와 책임들을 잘 이해할 수 있도록 근로자들을 돕는 훈련도구들이 있다.

- 안전공단을 통해서 근로자들이 그들의 권리와 책임에 대해서 쉽게 이해하도록 돕는 훈련도구들이 있다.
- 규폐증, 디젤 입자상 물질 및 진폐 등의 건강 문제에 대한 교육 자료를 제공한다.
- 다양한 종류의 광업의 관리자 및 감독자로부터 사용되기 위한 일반적으로 인정된 안전 분석 방법 및 단계별 근로자 업무 훈련 절차에 대한 포괄적인 훈련 모듈 및 DVD자료를 제공한다.
- 지하 석탄 광업에 대한 기본 환기 원리와 방법을 설명하는 교재를 제공한다.
- 최근 몇년 내에 광업에서 치명적인 사고를 설명하는 슬라이드를 갖춘 훈련 프로그램을 제공한다.
- 다양한 교육 자료를 온라인으로 제공한다.
- 매년 4~5회 출간되는 잡지는 주제별 건강과 안전 문제에 대한 기사들을 다룬다.

▶ 법적의무

- 미국 광산 안전보건청은 광산 검사에 대한 중앙 교육 시설, 기타 정부 기관, 광업기업, 노동의 광산 안전 전문가의 역할을 한다.
- 안전과 건강 검사 절차, 사고 예방, 조사, 산업 보건, 광산 비상 절차, 기술, 관리 기술, 기타 주제들에 관한 과정들을 제공한다.

- 기본적인 교육들을 제외한 광산 안전청 직원은 DVD, 영화, 출판, 기술 자료 및 교육, 다양한 제품을 생산한다. 광산 안전청은 현장 교육을 지도하고 광산 지역 사회의 안전 보건 교육의 요구를 충족 할 수 있는 기술 자료를 제공한다.
- 기술 정보 센터 및 도서관은 포괄적으로 통합된 정보 서비스와 광산 지역 사회 및 안전 보건 전문가로부터의 지도 조언을 구한다.

▶ 광산법내 프로그램

작업 현장 교육서비스(Educational Field Services; EFS)

미국 광업의 안전보건교육 및 훈련프로그램은 광산에 특화된 안전보건교육을 개선하기 위한 프로그램이다. 다음과 같은 서비스를 제공하여 일반 근로자들이 안전한 작업을 할 수 있는 기초자료와 권리를 제공한다.

- EFS는 광업에서의 부상과 직업병을 감소시키기 위한 교육과 훈련의 중요성을 홍보한다.
- EFS 교육 전문가는 안전 및 복지의 향상을 위한 훈련 프로그램의 개선을 위해 관리자, 근로자 대표, 근로자 및 교육자들과 긴밀히 협력한다.
- EFS는 광산 안전 보건법에 따라 근로자의 권리와 책임이 무엇인지 제공한다.
- EFS 교육 전문가는 안전과 복지의 향상을 위한 파트너쉽과 네트워크 자원들을 확고히하기 위해 광산협회, 안전보건공단, 노동부 및 노동교육부와 함

께 협조한다.

3.4.3 일본 광업의 안전보건 활동¹³⁾

일본은 광업에서 발생하는 사고를 예방하기 위하여 교육 및 법적의무를 실시하고 있으며 그에 대한 상세한 내용은 아래와 같다.

▶ 교육

경영자는 근로자에 작업에 필요한 보안에 관한 교육을 실시하여야 한다. 경영자는 특히 위험한 작업에 있어서는 경제 산업 성령에서 정하는 것에 근로자 접전 때는 경제 산업 성령에서 정하는 바에 따라 해당 작업에 대한 보안을 위한 교육을 실시해야 한다.

▶ 법적의무

경영자는 다음의 사항에 대해 경제 산업 성령에서 정하는 바에 따라 광산에서 사람에 대한 위험 방지를 위해 필요한 조치를 강구하여야 한다.

- 낙반, 붕괴, 출수 가스 돌출, 가스 또는 석탄 가루 폭발, 자연 발화 및 갱내 화재
- 분진, 사석, 광재, 광수, 폐수 및 광연 처리
- 기계,기구 및 공작물의 사용 및 화약류 기타 재료, 동력 및 화기의 취급

전항에 정하는 것의 외, 경영자는 경제 산업 성령에서 정하는 바에 따라 위생에 대한 환기의 확보 및 재해의 구호를 위하여 필요한 조치, 강구하여야 한다.

경영자는 다음의 사항에 대해 경제 산업 성령에서 정하는 바에 따라 광해의 방지를 위해 필요한 조치를 강구하여야 한다.

- 가스, 분진, 사석, 광재, 광수, 폐수 및 관련 처리
- 토지의 굴착

근로자는 광산에서는 경제 산업 성령에서 정하는 바에 따라 광업권자가 취할 조치에 따라 광산에서 사람에 대한 위해 방지 및 시설의 보전을 위해 필요한 사항을 지켜야 한다.

▶ 광산법내 프로그램

- 경영자는 광업을 시작하려고 할 때 다른 경제 산업 성령에서 정하는 때에는 광산의 현황에 대해 경제 산업 성령에서 정하는 사항을 조사하고, 경제 산업 성령에서 정하는 바에 따라 그 결과를 기록하고, 이를 보존하여야 한다.
- 경영자는 광산의 보안에 대해 규정에 의한 신고를 한 때에는 당해 보고에 따른 재해의 원인 및 기타 경제 산업 성령에서 정하는 사항을 조사하고, 경제 산업 성령의 정하는 바에 따라 그 결과를 기록하고 이를 보존하여야 한다.
- 경제 산업 담당자는 광산에서 보안을 위해 필요하다고 인정하는 경우에는 경영자에게 보안에 관한 사항을 조사하고, 경제 산업 성령에서 정하는 바에 따라 그 결과를 기록하고 이를 저장 것을 명할 수 있다.

- 전 3 항에 정하는 것 외에 경영자는 광업의 실시에 필요한 따라 광산의 보안에 관한 사항을 조사하도록 노력하여야 한다.

3.4.4 영국 광업의 안전보건 활동¹⁴⁾

영국은 광업에서 발생하는 사고를 예방하기 위하여 교육 및 광산법 프로그램을 실시하고 있으며 그에 대한 상세한 내용은 아래와 같다.

▶ 교육

광산 전문가의 기본 교육은 광업 관련 교육, 고용주는 광산의 특정 교육을 충족한 근로자들을 채용해야 한다.

- 외국인 근로자의 경우 추가교육을 실시해야 하며, 관리감독에 대한 추가적인 관리를 해야한다.

▶ 법적의무

- 주요 위험 문제를 명확하게 관련된 화재, 폭발, 감전, 암석 낙하, 통로 및 지하 대중 교통을 통해 전송한다. 주요 위험은 건물에 제한된 오프 사이트의 효과에 대하여 약간의 가능성이 있는 것이다.
- 지하 광산 화재는 광산의 많은 부분에 영향을 미칠 위험이 지하의 상당한 숫자를 넣을 수 있는 가능성이 있다. 광산사고 발생의 빈도가 근로자의 많은 위험을 증가시키고 있다.
- 안전 검사를 수행하는 안전 담당자를 자원 지원에서와 같은 안전등의 설치

등의 실행에 일반적으로 좋다. 안전 검사는 작업 공정에 비해 작업 환경에 훨씬 더 집중하고 안전 담당자가 기본 안전 관리 문제를 평가 할 수 있었고 보장의 혜택이 있는 경향이 있다.

- 법률 조항은 관찰, 측정 및 건강과 안전 관련 정보의 큰 데이터를 기록이 필요하다.

▶ 광산법내 프로그램

- 탈출구조전략: 대형 광산 갱구에서 10km까지 사용할 수 있으며, 그 광산은 긴급 상황의 경우에 광산 구조 서비스를 사용해야 한다.
- 작업과 관련된 안전 문제는 열사병 및 일사병의 위험 등의 고온다습한 조건에서 작업의 단기 효과에서 발생한다. 고온다습한 조건에 광산의 운영자는, 노동자에게 음식이 변질될 가능성에 대해서 충고하고, 냉장 식수를 제공하고 의료 감사를 제공하는 것이 좋다. 온도와 습도의 영향이 감소 될 수 있는 방법을 고려해야 한다.

3.5 광업의 안전관리방안 제안

한국, 미국, 일본, 영국의 광업사고 재해원인을 비교해본 결과는 다음의 Table 20과 같이 나타난다. 각 나라별 재해분류에서 추락에 의한 재해가 높은 것을 알 수 있다.

Table 20 Classification of causes on mining disaster in each country

분 류 (%)	한국	미국	일본	영국
추락	19.81	9.36	39.22	11.11
전도	4.71	7.02	1.96	0.00
충돌	5.66	0.00	9.80	8.33
낙하/비래	18.87	17.05	1.96	25.00
붕괴/도괴	7.55	0.67	9.80	13.89
협착	8.49	14.05	27.45	8.33
절단	0.00	1.00	0.00	0.00
감전	0.00	4.68	0.00	8.33
폭발	0.94	15.71	0.00	0.00
파열	0.00	0.00	0.00	0.00
화재	0.00	1.00	0.00	0.00
이상온도,기압접촉	0.00	0.67	0.00	0.00
익사	2.83	0.00	1.96	11.11
유해물질 중독/질식	3.77	0.00	1.96	0.00
무리한 동작	0.00	0.33	0.00	0.00
교통사고	4.71	25.75	3.90	5.56
기타	1.87	2.68	1.96	2.78
분류불능	20.75	0.00	0.0	5.56

한국, 미국, 일본, 영국 등의 4개국의 사고성 사망재해의 주된 원인을 나열하면 아래의 Table 21과 같이 나타난다. 한국의 경우 추락이 가장 많은 것으로 나타났으며, 탄광 작업환경의 특성상 붕괴에 의한 사망사고도 대부분의 나라에서 포함되는 것을 알 수 있다.

Table 21 Major causes of accidental death in the Korea and United States and Japan and UK

분 류	한국	미국	일본	영국
주 재해원인	추락 낙하 비래 붕괴 <u>도괴</u>	추락 낙하 비래 폭발 교통사고	추락 협착 낙하 비래 붕괴 <u>도괴</u>	추락 낙하 비래 붕괴 <u>도괴</u>

이러한 주된 사망원인을 토대로 안전사고의 원인을 제거하기 위한 관리적인 대책이 필요하다.

광업에서 발생하는 재해는 주로 작업 환경적인 요인에 의해서 발생하는 경우가 대부분을 차지했다. 4개국이 공통적으로 갱내에서의 추락, 붕괴·도괴에 의한 사고가 많은 것으로 분석되었다. 이러한 안전사고는 작업의 특성상 제거할 수 없는 요인들로서 작업장 환경적인 관리와 작업자 교육 및 기본적인 관리가 절실히 필요한 것으로 나타났다.

한국의 경우 추락과 함께 암석 등의 낙하, 비래에 의한 사고가 많은 것으로 분석되었다. 이러한 사고는 작업방법적인 개선 및 관리가 필요할 것으로 생각되며, 작업장 환경 주변의 안전을, 그물망 등의 안전시설 등이 적용되어야 할 것으로 생각된다.

미국의 경우 최근 많이 발생하고 있는 안전사고 형태는 갱내에서 사용하는 기계를 이용한 운반기구 사용시 발생한 사고이다. 이러한 경우 운반기계사용에 대한 교육적 관리 및 운반기계의 유지보수에 대한 관리적 조치가 필요할 것으로 생각된다.

일본의 경우 추락사고와 함께 협착에 의한 사고가 많이 발생한 것으로 나타났다. 끼임 및 말림 등과 같은 협착사고는 주로 그라인더, 드릴 등의 회전체가 있는 기계공구를 사용할 때 많이 발생하는데, 광업의 경우 채광기계, 광물 운송 기계 등을 사용시에 신체의 일부가 협착되어 발생하는 것으로 생각된다. 이러한 사고는 광물 채취 기계, 운송기구 등에 의한 사고형태에 대해서 자세한 교육이 이루어져야하며, 작업 도중에 기계가 멈추거나 고장으로 인해서 발생할 수 있는 사고를 최소화시키기 위해서 유지, 보수, 관리에 대한 노력이 필요할 것으로 생각된다.

영국의 경우 갱내 낙하, 비래에 의한 사고가 많이 발생하는 것으로 분석되었다. 낙하, 비래는 작업장 내에서의 작업자 동작에 의해서 발생하는 안전사고로 생각된다. 이러한 사고는 위험한 장소로의 진입금지, 속도조절에 대한 교육과 함께 작업장내의 안전시설물 및 안전표지에 대한 관리를 중점적으로 필요할 것으로 생각된다.

이러한 안전사고의 형태를 알아본 결과, 광업은 일반제조업과 건설현장에서 발생하는 안전사고를 합쳐놓은 형태라고 볼 수 있다. 동력기계의 사용과 위험한 작업환경, 관리감독자가 상시 확인할 수 없는 점 등을 감안하면 전체 업종 중에서 가장 위험하다고 할 수 있다. 그러한 점 때문에 재해율이 가장 높은 정도에 그치지 않고, 몇 배수에 이르도록 높게 나타나는 현상을 설명할 수 있을 것이다.

가장 대표적인 재해로 추락재해에 대한 예방을 위하여 각 나라의 안전관리 방안을 제시하였다.

한국의 광산업에서 발생하는 대표적 재해발생형태 추락을 예방하기 위하여 한국산업안전보건공단¹⁵⁾에서는 아래와 같이 방안을 제시하였다.

- 작업 시 작업지휘자 지정과 범면 정지작업을 통해 작업통로 확보 후 작업 실시
- 기계 · 설비의 끝이나 개구부에는 안전 난간대 설치 등 추락방지를 위한 조치 실시
- 설비나 기계 위에서 작업 시에는 고소작업대 등 전용설비 사용
- 급경사지 중장비 작업 시 안전운행통로 확보 후 작업지휘자 통제 하에 안전 작업 실시
- 추락위험 장소 작업 시 사전 지형 숙지 및 추락방지 시설 설치
- 작업 시 돌이 구를 위험이 있을 때에는 출입금지구역 설정, 감시인 배치, 위험표시 등 출입금지 조치

미국의 광산업에서 발생하는 대표적 재해발생형태 추락을 예방하기 위하여 Mine Safety and Health Administration(MSHA)¹⁶⁾에서는 아래와 같이 방안을 제시하였다.

- 근로자가 추락할 수 있는 장소를 포함한 모든 잠재적인 위험에 대한 작업 영역을 검사
- 안전하게 작업을 수행 할 일을 계획하는 시간을 가진다.
- 추락의 위험이 있을 때 항상 보호구 착용
- 경고 표지판 외에 가드 레일 또는 장벽을 설치하여 바닥의 구멍과 통로에 가까운 최고의 가장자리를 보호해야 함
- 사람이 추락할 수 있는 구멍을 적절하게 디자인한 난간, 장벽, 또는 덮개를 설치하여 보호



일본의 광산업에서 발생하는 대표적 재해발생형태 추락을 예방하기 위하여 중양노동재해방지협회¹⁷⁾에서는 아래와 같이 방안을 제시하였다.

- 위험한 작업의 폐지 · 변경
- 보다 안전한 채굴 방법으로 작업변경
- 안전 펜스 설치 등의 설비적인 대책을 실시
- 매뉴얼의 정비, 출입 금지 조치, 교육 훈련 등의 관리적인 대책수립
- 개인 보호 장비에 의한 안전 대책 공학적 대책, 관리적 대책 조치한 경우에도 제거 · 저감하지 못한 위험에 대해 실시
- 고소 작업 작업에 관련 위험의 작업 방법의 검토 및 실시

영국의 광산업에서 발생하는 대표적 재해발생형태 추락을 예방하기 위하여 The Health and Safety Executive(HSE)¹⁸⁾에서는 아래와 같이 방안을 제시하였다.

- 근로자의 위험 인식을 개선하기 위해 조치를 취할 필요 있음
- 웹사이트에 안전한 작업방법을 제공
- 개선 된 사용 및 안전 장비를 유지
- 해당 내용의 적절한 수준과 관련 절차의 사용을 권장
- 규정 준수 및 안전 문화를 개선하는 수단으로 감독을 향상
- 위험을 제거하고 위험을 줄이기 위해 더 좋은 디자인을 사용
- 건강과 안전이 계약시에 고려되도록 함

제 4 장 결론 및 고찰

본 연구에서는 한국, 미국, 일본, 영국 광업의 사고성재해의 빈도율, 사망만인율, 사고원인 등을 분석하였다. 분석결과 한국은 미국, 일본, 및 영국보다 재해율이 높은 것으로 나타났다.

한국과 일본의 최근 재해는 추락에 의한 사고성 사망재해가 가장 많은 것으로 나타났다. 미국은 갱내의 운반차량에 의한 재해가, 영국은 낙하 및 비래에 의한 재해가 가장 높은 것으로 분석되었다. 그것을 토대로 사고발생의 원인을 도출하여 안전사고 예방을 위한 안전관리방안을 제시하였다.

광업의 재해율은 제조업, 건설업, 선박수리제조업 등의 다른 산업에 비해서 아주 높은 빈도율 및 사망사고만인율을 기록하고 있다. 안전사고의 형태는 추락, 붕괴, 낙하·비래, 충돌 등에 의한 사망사고가 주로 발생하고 있으며, 이에 대한 안전관리 대책을 선정하였다.

첫째로 한국 광업의 재해율 감소를 위해서는 우선 광업 전담 안전관리 조직을 구성해야 한다. 전담관리자는 광업의 재해를 분석하고 재해발생 가능성이 있는 작업장과 작업방법에 대한 적절한 조치를 취할 수 있는 조건을 갖추어야 할 것이다.

둘째로 광산근로자의 안전교육시간을 늘리는 조치가 필요하다. 미국의 경우 신규 광산작업자의 교육시간이 40시간인데 반해 우리나라는 16시간으로 일

반 건설 및 제조업과 동일하게 적용된다.

셋째로 광업에 특화된 안전활동 프로그램이 고안되어야 할 것으로 생각된다. 브레인스토밍, 탈출계획 등 채굴작업 전에 안전활동에 대한 프로그램을 활성화 할 필요성이 있다. 또한 작업환경과 관련된 안전보건교육이 추가된 정기교육이 필요하며, 현장의 안전관리 전문가에 대한 교육이 추가적으로 필요할 것으로 생각된다.

넷째로 근로자의 수시건강검진이 체계적으로 이루어져야 하며 개개인의 보건자료를 제공해야한다.

다섯째로 각 광산 사업장별로 특성이 적용된 관리대책이 필요하다. 사업장별로 작업환경, 작업방법, 채굴기계 등이 다른 것을 감안하여 각 광산별로 특화된 안전관리가 필요할 것으로 사료된다.

여섯째로 고온과 높은 습도가 유지되는 작업장의 작업환경 조사 및 개선에 대한 정기적인 환경관리가 필요하다고 생각된다.

한국의 경우 추락재해가 가장 빈번히 발생하는 것을 감안하여 추락재해에 대한 구체적인 안전관리방안이 필요하다.

추락 위험에 대한 작업자들의 인식개선을 위한 프로그램과 추락사고와 관련된 위험예지훈련 등과 같은 교육이 필요하다. 채굴 및 운반기계 및 설비에 대한 사전검사와 정비 등의 유지보수를 철저히 관리할 필요성이 있다. 또한 추락 등의 위험을 최소화시키기 위해서 작업방법의 변경이 필요할 것으로

사료된다.

한국의 광업은 점차 근로자의 수가 감소하는 경향이지만 재해율은 오히려 높아지고 있는 실정이다. 점차 광산 사업장의 수가 감소하는 추세로 인해서 광업에 대한 관심이 낮아지고 있는 것도 사실이다. 이러한 상황에서 재해율을 감소시킬수 있는 방안이 더욱 절실한 상태이다. 본 연구에서 제시한 광업의 안전관리 포인트를 적용하여 광업의 재해율이 감소하는데 도움을 되었으면 하는 바람이다.



참고 문헌

- 1) 두산백과, 2014.
- 2) 한국민족대백과, 2014.
- 3) 연천인물; 산업안전대사전, 2014.
- 4) 빈도율; 산업안전대사전, 2014.
- 5) 사망만인율; 산업안전대사전, 2014.
- 6) 통계청, 산업재해율, 2014.
- 7) 한국산업안전보건공단, “2006~2010년 산업재해분석”, 2011.
- 8) Centers for Disease Control and Prevention, “U. S. Mining Fatalities CY 1978-2012”, <http://www.cdc.gov/niosh/mining/statistics/allmining.html>.
- 9) 일본 후생노동성 중재방의 보고서 “2006-2010년 노동재해 조사”, 2011.
- 10) HSE보고서, “TABLE RIKIND1”, 2006-2010, 2011.
- 11) 한국 광해안전관리공단, 2010.
- 12) 미국 광업 안전 보건행정부, 2012.
- 13) 일본 광산안전법, 2007.
- 14) 영국 HSE, 작업 프로그램, 2012.
- 15) 한국 산업안전보건공단_광업사망재해예방, 2012.
- 16) 미국 광업 안전보건행정부_사고예방방안, 2012.
- 17) 일본 중앙 노양 노동 재해방지 협회_광업재해예방, 2012.
- 18) 영국 HSE, 추락예방안, 2010.

감사의 글

제가 몇 년 전에 한국의 문화가 관심이 있어 한국에 왔고 한국에서 언어, 문화 등 여러 가지 공부를 했고 후회 없는 학교생활을 즐겁게 살고 있었습니다. 동시에 부경대학교로 다니고 안전공학과를 선택하고 공부하였습니다. 학부를 졸업 한 후에 석사과정을 밟고자 대학원 진학을 하였습니다. 처음의 생각보다 공부가 힘들었지만 대학원 생활을 즐겁게 보냈습니다. 동시에 장성록 교수님 연구실에서 안전공학을 이해하고 인간공학을 열심히 공부했습니다. 한국에서의 생활 및 공부가 제 최고의 추억이 될 것입니다.

대학원의 동안 먼저 장성록 교수님은 저를 챙겨주신것에 너무 감사드립니다. 동시에 이동훈 교수님, 이창준 교수님, 논문을 심사해 주신것에 대해 깊이 감사드립니다. 그리고 학부 공부 할 때 관심 있게 지켜봐 주신 이의주 교수님, 오창보 교수님, 권오현 교수님, 신성우 교수님께 감사드립니다. 동시에 이유정누나께 감사합니다.

그리고 인간공학연구실의 이종빈 교수님, 오현수쌤, 정승래형님, 부영남형님, 김태형, 강성식, 주강남 및 우리과 선배들 등의 여러분들에게 감사합니다.

마지막으로 제 부모님께 진심으로 감사드립니다. 부모님이 보살핌으로 한국에서 공부 하고 특별한 생활을 체험 할 수 있었습니다. 그리고 한국에서 친해진 중국인 친구들 사랑합니다.

이제 한국을 떠나려하지만 한국에서 배운 생활의 중요한 기억을 명심하며 살겠습니다. 제가 마지막으로 하고 싶은 말이 있습니다.

부경대학교 인간공학연구실을 위하여!

2014년 7월

진풍석

