

기술보고

광산환경관리분야의 국가직무능력표준의 개발

김선명^{1)*}

Development of Korean National Competency Standard for Control of Mining Environment

Sun-Myung Kim*

(Received 8 October 2014; Final version Received 25 February 2015; Accepted 26 February 2015)

Abstract : This paper presented a National Competency Standard(NCS) regarding investigation of mine hazard and mine reclamation in field of control of mining environment based on the manual for developing National Competency Standard of 14 years and a revised classification system chart of the National Competency Standard. The major development results of this study are as follows. 1) This study selected and defined duties based on the revised classification system chart of the National Competency Standard, then drew and developed total 20 ability units based on the applicable duties. 2) Based on the developed ability units, total 72 ability unit elements were deduced and developed. 3) Total 72 relevant performance standard by competency units and knowledge, skill, and attitude were deduced and developed. 4) This study deduced and developed a scope of application, work situation, evaluation guide, core competency, and development history in reference to the total 20 relevant competency units based on the duties.

Key words : Control of mining environment, Investigation of mine hazard, Mine reclamation, National Competency Standard(NCS)

요약 : 본 논문에서는 광산환경관리 분야의 광해조사와 광해복원에 대한 국가직무능력표준을 2014년 국가직무능력토준 개발 매뉴얼에 근거하여 개발한 것을 제시하였다. 광해조사는 광해조사, 광해설계를 포함하여 광해복원은 광해복원공사, 감리, 사후관리를 포함한다. 주요 개발결과는 다음과 같다. 1) 광산환경관리의 직무선정과 직무를 정의하였고 직무를 토대로 총 20개의 능력단위를 도출 개발하였다. 2) 개발한 능력단위를 능력단위를 근거로 총 72개의 능력단위요소를 도출 개발하였다. 3) 능력단위 범위를 기준으로 총 72개의 해당 능력단위요소별 수행준거와 지식, 기술, 태도를 도출, 개발하였다. 4) 직무에 기초한 해당 능력단위에 근거하여 적용범위 및 작업상황, 평가지침, 직업기초능력 등을 개발하였다.

주요어 : 광산환경관리, 광해조사, 광해복원, 국가직무능력표준

서론

국가직무능력표준이란 한 개인이 산업현장에서 자신의 업무를 성공적으로 수행하기 위해 요구되는 직무능력(지식, 기술, 태도)을 과학적이고 체계적으로 도출하여 표준화한 것으로 박근혜 정부의 핵심 국정과제이다(환경경제용어사전, 2014). 지식과 정보, 기술 등이 나날이 발전하며 변화하는 지식 정보화 시대에 일자리 창출, 취

업, 재직 근로자의 직무능력 향상 등을 위한 전문인재양성이 무엇보다 중요한 역할을 차지하고 있다. 이러한 시대적 패러다임에 부합하기 위해 전문인재 양성을 통한 고용의 확대와 정착 및 안정을 지속적으로 유지시키기 위해선 직무능력 중심의 국가직무능력표준 개발이 선행되어야 한다. 고용노동부와 한국산업인력공단은 산업현장의 변화와 요구에 부응할 수 있는 인력을 체계적으로 양성하기 위하여 2002년부터 국가직무능력표준을 개발하고 있으며 ‘국가직무능력표준개발 사업’에 참여 기관을 모집 공고하여 2013년도 250개 직무를 개발 완료하였다(한국산업인력공단, 2014).

우리나라는 현재까지 교육훈련 및 자격제도가 산업현장의 요구를 제대로 반영하지 못한 것이 사실이고, 이로

1) 신한대학교 에너지환경공학과

*Corresponding Author(김선명)

E-mail; sunmg.kim@gmail.com

Address; Dept. Energy and Environment Engineering,
Shinhan University, Kyoungki, Rep. of Korea

인해교육훈련 이수자와 자격취득자의 현장 직무수행능력에 구조적인 문제가 있는 것으로 지적되어 왔었다(김덕기, 2005; 김동연과 김진수, 2013; 박종성, 2008). 이에 산업현장의 요구를 반영한 표준화된 기준을 만들어 교육훈련과정, 훈련기준, 자격기준으로 적용하여 국가인적자원개발이라는 큰 틀 속에서 연계 운영될 수 있는 제도로서 국가직무능력 표준개발이 대두되었다.

광산환경관리 분야의 산업현장도 이와 비슷하다. 노동시장의 경우 2010년 현재 석탄광 86개, 일반광 5253개 광구가 등록되어 있으며 이중 458개 업체에 약 3000여 명이 기술직으로 근무중이며 이중 10% 정도가 광산환경관리 업무를 분담할 것으로 예상된다. 폐광산의 대한 업무의 경우 한국광해관리공단의 전문사업자를 중심으로 노동시장이 편제되어 있으며 현재 2014년 현재 116개 기업에서 최소 928명이 종사하고 있지만 낮은 임금 수준과 전문기업에 대한 인식부족으로 인력수급에 어려움을 겪고 있다. 현재 대학에서는 업무와 직접 관련있는 에너지자원공학과, 지질관련학과, 환경관련학과 등에서 교육을 실시하고 있지만 각 학교 및 학과의 특성상 교육목표가 상이하며 그 수준 또한 균등하지 못한 상황이다. 한국광해관리공단에서는 매년 2회, 회당 100여명 규모의 전문인력 양성교육을 실시하고 있지만 대상이 해당전공학생, 관련기업 근로자, 기술사 등 다양한 인적구성으로 인해 프로그램을 시행하는 데 있어서 한계점과 애로를 느끼고 있다. 국가기술자격은 광해방지기술사와 광해방지기사로 구분되어 2005년부터 실시하고 있지만 기업에서 체감하는 기 자격자들의 업무능력에 대한 신뢰도가 항상 일정하지만은 않다. 이러한 노동시장, 산업현장, 교육기관, 국가기술자격 상의 업무에 대한 mismatch를 극복할 수 있는 유일한 방법이 국가직무능력 표준 및 이를 활용하는 패키지 개발이다.

본 논문에서는 먼저 한국산업인력공단의 주관아래 NCS 분류상 소분류 광산환경관리 분야, 세분류 광해조사, 광해복원에 대해서 노동시장 분석, 교육훈련현황 등을 분석한 후 다음과 같은 개발된 국가직무능력표준의 세부요소를 제시하고자 한다; ① 광해조사 및 광해복원의 직무의 정의와 능력단위, ② 각 직무의 능력단위별 능력단위 요소, ③ 각 능력단위별 수행준거와 지식, 기술, 태도, ④ 각 능력단위별 적용범위 및 작업상황, 평가 지침, 직업기초능력.

그리고 본 개발에서 미진했던 사항들을 도출하고자 한다.

국가직무능력표준

국가직무능력표준의 개념

국가직무능력표준(NCS, national competency standards)은 Fig. 1에서 보는 바와 같이 산업현장에서 직무를 수행하기 위해 요구되는 지식·기술·소양 등의 내용을 국가가 산업부문별·수준별로 체계화한 것을 말한다(자격기본법, 2013). 이러한 국가직무능력은 한사람의 근로자가 해당 직업 내에서 소관업무를 성공적으로 수행하기 위하여 요구되는 실제적인 수행능력을 의미하는 것으로 해당 직무를 수행하기 위한 모든 종류의 수행능력을 포괄하여 제시하게 된다. 직무능력표준은 모듈형태의 구성을 가지는데 한 직업 내에서 근로자가 수행하는 개별역할인 직무능력을 능력단위화하여 개발되며 표준은 여러 개의 능력단위 집합으로 구성된다. 표준의 개발은 해당분야 산업별 인적자원개발협의체, 관련단체 등이 참여하여 주도적으로 이루어지며 산업현장에서 우수한 성과를 내고 있는 근로자 또는 전문가가 개발단계마다 참여하게 된다.

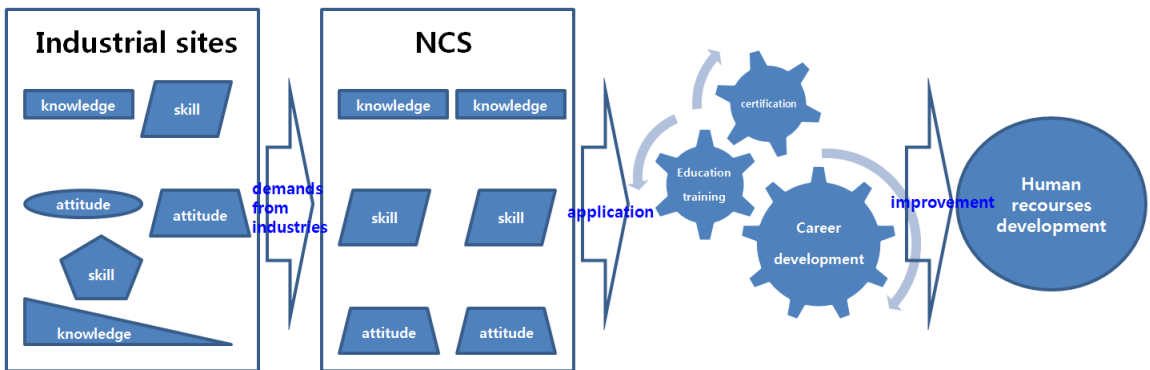


Fig. 1. Conceptual diagram of NCS(Human Resources Development Service of Korea, 2014).

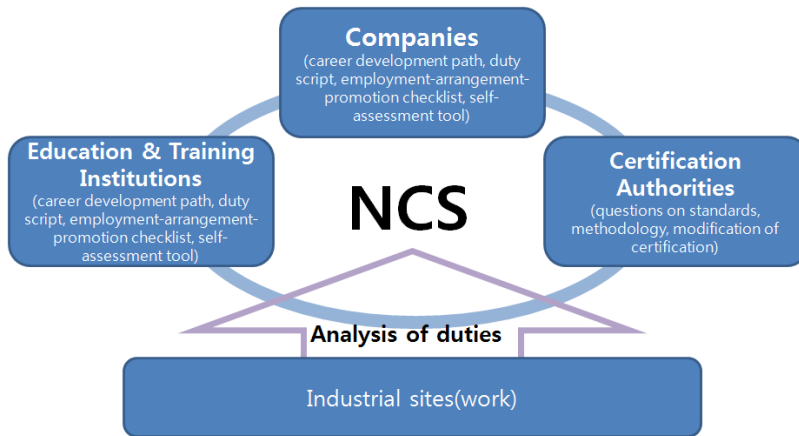


Fig. 2. Function of NCS(Human Resources Development Service of Korea, 2014).

국가직무능력표준의 활용영역

국가직무능력표준은 산업현장의 직무수요를 체계적으로 분석하여 제시함으로써 ‘일·교육·훈련·자격’을 연결하는 고리, 즉 인적자원개발의 핵심 토대로 기능을 하게 된다. 이는 Fig. 2와 같이 교육훈련기관의 교육훈련과정, 직업능력개발 훈련기준 및 교재 개발 등에 활용되어 산업 수요 맞춤형 인력양성에 기여하게 되며 근로자를 대상으로 경력개발경로 개발, 직무기술서, 채용·배치·승진 체크리스트, 자가진단도구로 활용 가능하다. 한국산업인력공단에서는 국가직무능력표준을 활용하여 교육훈련과

정, 훈련기준, 자격종목 설계, 출제기준 등 제·개정시 활용하게 되며 한국직업능력개발원에서는 국가직무능력표준을 활용하여 전문대학 및 마이스터고·특성화고 교과 과정을 개편할 예정으로 있다.

국가직무능력표준의 분류체계

분류체계는 직무의 유형을 중심으로 국가직무능력표준의 단계적 구성을 나타내는 것으로, 국가직무능력표준 개발의 전체적인 로드맵을 제시하고 있다. 한국고용직업분류(KECO: Korean Employment Classification of

Table 1. Classification of control of mining environment in NCS(Human Resources Development Service of Korea, 2014)

big	medium class	small class	sub-class	
23. environment ·energy ·safety	5. energy ·resources	1. mine investigation & exploration	01. geological investigation of mine	
			02. exploration by geophysics and geochemistry	
			03. boring & evaluation of mine	
		2. mineral-petroleum development·production	01. development & production of mineral resources	
			02. development & production of petroleum resources	
			03. control of resources	
		3. control of mining environment	01. investigation for mine reclamation	
			02. mine reclamation	
		5. renewable energy production	4. mining safety & public health	01. control of mining & public health
				02. control of explosives
	01. production of solar energy			
	02. production of hydrogen energy			
	03. production of fuel cell			
	04. production of bio energy			
05. production of ocean energy				
06. production of wind energy				
		07. production of waste energy		

Occupations)를 중심으로, 한국표준직업분류, 한국표준 산업분류 등을 참고하여 분류하였으며, ‘대분류(24) → 중분류(77) → 소분류(226) → 세분류(8563개)’의 순으로 구성하고 있다. 본 연구분야인 광산환경관리는 다음 Table 1과 같이 대분류 23. 환경·에너지·안전, 중분류 5. 에너지·자원, 소분류 3. 광산환경관리, 세분류 01. 광해 조사, 02. 광해복원에 해당한다.

국가직무능력표준의 구성

직무는 국가직무능력표준 분류체계의 세분류를 의미하고, 원칙상 세분류 단위에서 표준이 개발되며 능력단위는 국가직무능력표준 분류체계상 세분류의 하위단위로서 국가직무능력표준의 기본 구성요소에 해당한다. Fig. 3과 같이 직무는 다수의 능력단위로 구성되며 개개의 능력단위는 다음의 설명과 같이 능력단위분류번호, 능력단위정의, 능력단위요소(수행준거, 지식·기술·태도), 적용범위 및 작업상황, 평가지침, 직업기초능력으로 구성한다.

- ① 능력단위분류번호(competency unit code)
 - 능력단위를 구분하기 위하여 부여되는 일련번호로서 12자리로 표현
- ② 능력단위명칭(competency unit title)
 - 능력단위의 명칭을 기입한 것
- ③ 능력단위정의(competency unit description)
 - 능력단위의 목적, 업무수행 및 활용범위를 개략적으로 기술

- ④ 능력단위요소(competency unit element)
 - 능력단위를 구성하는 중요한 핵심 하위능력을 기술
- ⑤ 수행준거(performance criteria)
 - 능력단위요소별로 성취여부를 판단하기 위하여 개인이 도달해야 하는 수행의 기준을 제시
- ⑥ 지식·기술·태도(knowledge, skill, attitude)
 - 능력단위요소를 수행하는 데 필요한 지식·기술·태도
- ⑦ 적용범위 및 작업상황(range of variable)
 - 능력단위를 수행하는데 있어 관련되는 범위와 물리적 혹은 환경적 조건
 - 능력단위를 수행하는 데 있어 관련되는 자료, 서류, 장비, 도구, 재료
- ⑧ 평가지침(guide of assessment)
 - 능력단위의 성취여부를 평가하는 방법과 평가시 고려되어야 할 사항
- ⑨ 직업기초능력(key competency)
 - 능력단위별로 업무 수행을 위해 기본적으로 갖추어야 할 직업능력

광산환경관리 분야의 노동시장분석

사업체 및 종사자수

국내 가행광산은 2012년 458개의 사업체에 총 3,759명이 근무 중이며 이들이 광업자원개발을 하며 발생하는

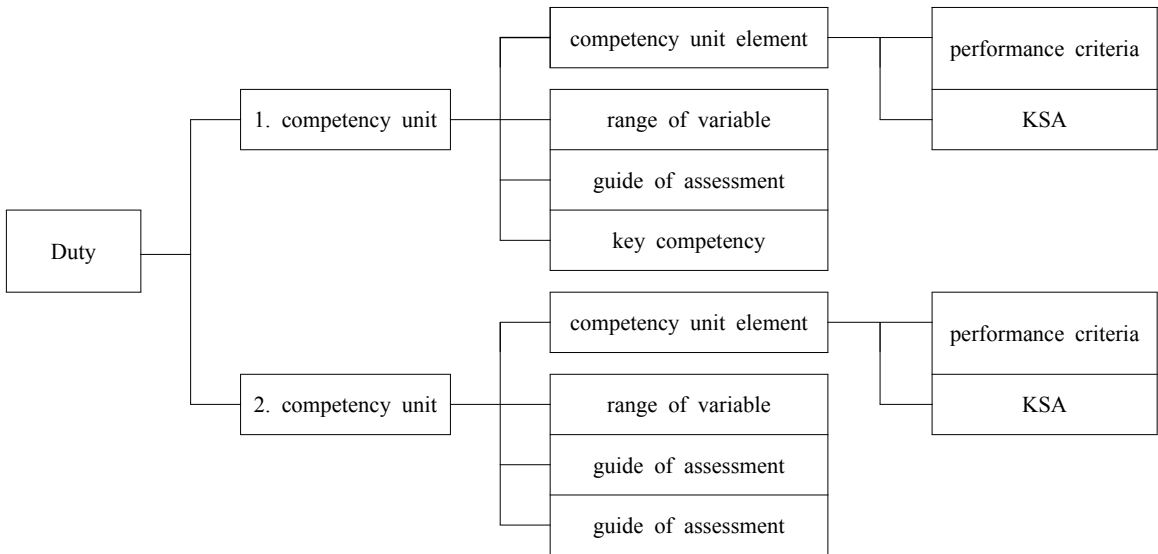


Fig. 3. Structure of NCS(Human Resources Development Service of Korea, 2014).

Table 2. Status of Alumni of colleges in 2013

medium class	small class	Department	education & training institutions	2013(persons)	
				entrance	graduation
05. energy · resources	03. control of mining environment	Dept. of Energy	college	5,924	534
		Dept. of Earth Sciences	college	3,771	719
		Dept. of Environmental Sciences	college	15,160	2,846
total				9,695	1,253

Note : The relevant departments was represented by Worknet standards. Those are Dept. of Energy(including Dept. of Environmental Energy System Engineering, Dept. of Nuclear Engineering, Dept. of reclaimed energy Engineering, and Dept. of Energy & Resources Engineering), Dept. of Earth Sciences(including Dept. of Geology, Dept. of Earth System Sciences, Dept. of Land Management, and Dept. of Earth Information Engineering), and Dept. of Environmental Sciences(including Dept. of Environmental Engineering, Dept. of Social & Environmental System Engineering, Dept. of Bio-Environmental Engineering, Dept. of Energy & Environment Sciences, Dept. of Ecological Engineering, Dept. of Environmental Landscape Engineering, Dept. of Environmental Atmospheric Sciences, and Dept. Earth and Environmental Sciences)

광해의 방지 및 예방업무를 직·간접적으로 담당할 것으로 추정되며(통계청, 2014), 한국광해관리공단에 등록되어 있는 광해방지 사업 전문기업은 116개의 사업체에 (2014년 10월 16일 현재) 최소 928명의 인원이 가행광산 및 폐광산의 광해방지 사업에 대한 광해조사 및 설계, 광해복원공사, 감리, 사후관리 업무를 담당하고 있다

인력배출 현황

국내교육기관에서의 지난해 입학한 총 학생은 총 24,855명이며 4,099명이 졸업하였다(워크넷, 2014). 교육기관의 성격 및 인원은 Table 2에 나타냈다.

직업정보

가행광산 광산환경관리 책임자 및 실무자 전체 종사자 수 2012년 현재 3,759명이며 종사현황으로 전체 인원의 평균 연령은 48.3세, 월 급여 총액은 2,966,689원, 학력 자료는 현재 파악되지 않고 있지만 전문기술인력들의 경우 대졸로 판단하였다(Table 3). 남녀성비는 10:1, 근속년수는 8.6년임. 종사현황의 경우 가행광산 자체만의 통계자료 부재로 인해 광업에 종사하는 근로자의 데이터를 차용하여 수록하였다. 광해방지 전문사업 책임자, 실무자의 경우 자체통계 자료부재로 환경공학기술자 및 연구원의 데이터를 차용하여 수록하였다(통계청a, 2014; 통계청b, 2014; 워크넷, 2014).

Table 3. Information of occupation

sub-class	investigation for mine reclamation & mine reclamation	
name of job	directors & workers of control of mining environment in operating properties	directors & workers in professional company for mine reclamation
number of workers	3,759	928
age	48.3	37.5
payment	2,966,000	3,506,000
status	college graduates	college graduates
sex ratio	10:1	10:1
length of service	8.6	7.2
certificates	professional engineer energy mineral resources management, professional engineer mining hazard Prevention and Reclamation, engineer mining safety, engineer mining hazard prevention reclamation, craftsman mining safety	

광산환경관리 분야의 교육훈련 현황분석

4와 같이 에너지자원, 지구시스템과학, 지질학, 환경공학관련의 대학학과들로 구성되어 있다(워크넷, 2014; 대학알리미, 2014).

교육훈련기관 현황

국내 광산환경관리분야와 관련된 교육훈련기관은 Table

Table 4. information of colleges with mining environment

medium class	small class	Department	education & training institutions		
			sort	total	list
05. energy resources	03. control of mining environment	Dept. of new energy-resource engineering	college	1	Sanji Univ.
		Dept. of energy resources engineering	college	11	Kangwon National Univ., Dong-A Univ., Pukyong Univ., Seoul National Univ., Sejong Univ., Inha Univ., Chonnam National Univ., Chonbuk National Univ., Chosun Univ., Korea Maritime and Ocean Univ.
		Dept. of natural resources and environmental engineering	college	1	Shinhan Univ., Hanyang Univ.
		Dept. of earth system sciences	college	1	Yonsei Univ.
		Dept. earth and environmental sciences	college	5	Gyeongsang National Univ., Korea Univ., Pukyong Univ., Andong National Univ., Chonbuk National Univ., Chungbuk National Univ.
		School of earth and environmental sciences	college	2	Seoul National Univ., Chonnam National Univ.
		Dept. of geology	college	2	Kangwon National Univ., Kyungpook National Univ.
		Dept. of geoenvironmental sciences	college	3	Kongju National Univ., Pusan National Univ., Chungnam national Univ.
		Dept. of environment engineering	college	35	Kangwon National Univ., Kangwon National Univ.(Sanmchuk), Kunkuk Univ., Kyungpook National Univ., Kyunsung Univ., Kongju National Univ.(Cheonan), Kangwoon Univ., Kunsan National Univ., Daegu Univ., DaeJeon Univ., Daejin Univ., Dong-A Univ, Dong-eui Univ., Pukyong Univ., Sangmyung Univ.(Cheonan), Sanji Univ., Seoul National UNIV. of science and technology, Seowon Univ., Sunmyun Univ., Sunchon Univ., Silla Univ., Andong National Univ., Yeungnam Univ., Inha Univ., Chonbuk National Univ., Jeju National Univ., Changwon National Univ., Cheongju Univ., Chungnam national Univ., Chungbuk national Univ, Hankyong National Univ., Korea National Univ. of transportation, Korea Maritime and Ocean Univ., Hanseo Univ., Hoseo Univ.
		School of environmental science and engineering	college	6	Gwangju Institute of Science and Technology, Univ. of Seoul, Yonsei Univ.(Wonju), Inje Univ., Chosun Univ., Pohang Univ. of science and technology
Dept. of environment	college	3	Kangwon National Univ, Dongshin Univ., Yongin Univ.		

Table 5. curriculum for mining environment control in colleges

medium class	small class	Dept.	education and training course			ratio			
			sort	subjects	contents				
05. energy resources	03. control of mining environment	Dept. of new energy resource engineering	college	groundwater engineering	movement, exploration, development and conservation of groundwater etc.	20%			
				environmental geology in mine	treatment of environmental impact due to mining etc.				
				evaluation of environmental impact	evaluation of environmental impact due to mining etc.				
		Dept. of energy resources engineering	college	mine environmental engineering	treatment of environmental impact due to mining etc.	20%			
				mining hazard engineering	treatment of mining hazard etc.				
				mine reclamation engineering	causes and treatments of mining hazard etc.				
		Dept. of natural resources and environmental engineering	college	design and control of mine reclamation	design and control of mine reclamation etc.	20%			
				mine environmental engineering	treatment of environmental impact due to mining etc.				
		Dept. of earth system sciences	college	restoration of soil and groundwater	treatment of soil and groundwater polluted	10%			
				pollution of soil	causes and treatment of soil pollution etc.				
		Dept. of geology	college	geochemical analytics	analysis of geological status by geochemistry etc.	10%			
				environmental geochemistry	geochemistry for environmental problems				
School of earth and environmental sciences	college	environment of groundwater	movement, exploration, development and conservation of groundwater etc.	5%					
			recycling of waste		resources reuse by recycling of waste etc.				
		Dept. of environment engineering	college	evaluation of environmental impact	evaluation of environmental impact due to mining etc.	50%			
				design of environmental engineering	design of structure for environmental engineering etc.				
				pollution control of soil and groundwater	treatment of soil and groundwater polluted etc.				
				wastewater treatment engineering	the mechanisms and processes used to treat waters that have been contaminated				
				engineering of prevention of air pollution	various air pollution control technologies and land-use planning strategies available to reduce air pollution				
				waste treatment engineering	occurrence, movement and treatment of waste etc.				
				School of environmental science and engineering	college		engineering in restoration of soil	treatment of soil polluted etc.	20%

관련학과 교과과정

Table 5에서 보는 바와 같이 관련학과 중 신에너지자원공학과, 에너지자원공학과, 자원환경공학과 등의 학과에서는 광해방지공학, 광해방지설계, 원환경공학, 자원개발재해공학 등의 광산환경관리분야 전반에 부합되는 교과과목을 개설하고 있으나 전체 교과과정 중의 비율은 20%로 비중이 큰 편은 아니다. 지구환경과학과 지질학과, 지질환경과학과 등의 지질 관련학과의 경우 토양지하수복원, 토양오염론, 지구화학분석학, 환경지구분석학 등 주로 지하수 및 토양오염 관련과목들로 편중되어 있으며 그 비중도 5~10%로 낮다. 환경공학과, 환경공학부에서는 폐기물재활용, 환경영향평가, 환경공학설계, 폐수처리공학, 대기오염방지공학 등 다양한 환경오염에 관한 과목들의 개설하고 있지만 광산환경관리 분야에서 필요한 자원개발과 연계된 환경처리에는 방향성이 부족하며 그 비중은 50%로 높은 편이다.

광산환경관리분야의 개발과정

직무의 정의와 능력단위 및 능력단위 요소개발

직무의 명칭은 국가직무능력표준 개정 분류체계표의

대분류, 중분류, 소분류, 세분류 영역 중 세분류 단위에 서 결정된다. 중분류 광산환경관리 분야의 세분류 광해조사, 광해복원의 직무의 명칭은 각각, 광해조사, 광해복원으로 설정되어 있었다. 일반적으로 실제 산업현장에서의 광해복원사업은 기반침하방지, 토양오염복원, 광산배수처리, 먼지날림·소음·진동방지, 광물찌꺼기 처리, 훼손산림복원의 6개 전문분야에 대해 “(타당성조사→)기본조사→정밀조사→기본 및 실시설계(기본설계→실시설계)→광해복원공사/공사감리→사후관리”의 단계로 진행이 되며 이는 광산피해방지 및 복구에 관한 법률에도 언급되어 있는 사항이다(김대형, 2005). 그러나 2개의 세분류 즉 광해조사와 광해복원 이외에 설계, 감리, 사후관리 등이 누락되어 있어서 이를 세분류에 포함시켜 새롭게 정의할 필요가 있었다. 이에 광해조사 및 광해복원 분야의 개발진이 같이 참여하는 공동 워크숍을 진행하여 광해조사 직무에 기본 및 실시설계를, 광해복원에 공사감리와 사후관리를 포함시켰다.

이에 따라 개발진들에 의해서 도출된 광해조사, 광해복원의 직무정의는 다음과 같다

- 광해조사란 광물 자원 개발로 인한 환경적 피해를 사전에 예방, 최소화하거나 이미 발생된 환경오염에 대한

Table 6. development of competency units and competency unit elements for investigation of mine reclamation

duty	competency unit	competency unit element
Investigation of mine hazard	establishment of a plan for survey of mine hazard	analysis for characteristics of mine hazard, analysis for laws of mine hazard, hazard, preparation of a plan report
	survey of current status of mine hazard	research data, indirect inquiry investigation, investigation of current status of mine hazard
	survey of subsidence	investigation of surface geology, investigation of goafs, evaluation of geotechnical stability
	survey of the polluted soil of mine	investigation of sources of the polluted soil, sampling of soil, analysis of soil pollution, evaluation of soil pollution
	survey of tailing	investigation of sources of tailing, sampling of tailing, pilot test, analysis of tailing samples, evaluation of tailing pollution
	survey of mine drainage	investigation of sources of mine drainage, sampling of mine drainage, pilot test, analysis of mine drainage samples, evaluation of mine drainage
	survey of mine slope	investigation of filling slope, investigation of cutting slope, investigation of forest damage, evaluation of slope stability
	survey of flying dust, noise, and vibration	investigation of flying dust, noise, and vibration, analysis of flying dust, noise, and vibration, evaluation of flying dust, noise, and vibration
	basic design for mine environment	case study, setting of guideline for basic design, review of major construction method, reporting for basic design
	detailed design for mine environment	setting of guideline for the detailed design, review of detailed construction method, reporting for the detailed design

광해 복원 사업을 하기 위해 지반침하, 광산배수오염, 산림훼손, 토양오염, 먼지, 소음진동, 광물 찌꺼기에 대한 조사, 분석 및 설계를 하는 일이다.

- 광해복원이란 광물 자원 개발로 인한 환경적 피해를 최소화, 예방 및 환경 복원을 위해 지반침하, 광산배수오염, 산림훼손, 토양오염, 먼지날림, 소음진동, 광물 찌꺼기에 대해 복원공사, 감리 및 사후관리를 하는 일이다.

직무의 능력단위를 도출하기 위하여 직무분석 기법을 활용하였고 각 세분류별 개발전문가들의 워크샵 5회 워킹그룹 심의위원들이 참여하는 보고회 2회를 통해 검토·수정·보완 절차를 거쳐 Table 6, Table 7과 같이 직무에 따른 능력단위 및 능력단위 요소를 개발하였다.

광해조사의 경우 직무정의에서 규정한 바와 같이 광해조사 및 설계를 모두 포함해야 한다. 또한 6개의 전문분야가 존재하는데 이에 각각의 조사, 설계 작업이 존재한다(ex. 지반침하조사, 지반침하기본설계, 지반침하 실시설계). 이를 모두 반영하여 능력단위를 전부 도출할 경우 20여개의 능력단위를 만들게 되며 이는 필연적으로 중복되는 능력단위가 생기게 되기 때문에 문제가 되었다. 이에 Table 6에서 보는 바와 같이 공통되는 능력단위인 조사계획 수립, 현황조사를 별도의 능력단위로 뽑고 6개의 전문분야의 조사, 그리고 기본 및 실시설계로 구성하

여 총 10개의 능력단위를 도출하였다. 그리고 각각의 능력단위에 3개 이상의 능력단위요소를 도출하였다.

광해복원의 경우 또한 직무정의에서 규정한 바와 같이 광해복원공사, 감리, 사후관리를 모두 포함해야 한다. 이 또한 6개의 전문분야가 존재하므로 이를 모두 반영하여 능력단위를 전부 도출할 경우 너무 많은 능력단위를 만들게 되며 이는 필연적으로 능력단위요소가 중복되는 능력단위가 생기게 되기 때문에 문제가 되었다. 이에 공통되는 능력단위인 광해복원사업 사전준비를 별도의 능력단위로 뽑고 6개의 전문분야의 7개 복원공사(광산배수처리를 자연정화와 물리화학처리로 분리), 그리고 사후관리, 감리로 구성하여 총 10개의 능력단위를 도출하였다. 그리고 각각의 능력단위에 3개 이상의 능력단위요소를 도출하였으며 이를 Table 7에 나타내었다.

직무의 능력단위요소별 수행준거와 지식·기술·태도 개발

능력단위 요소는 앞서 Fig. 3에서 제시한 바와 같이 그 개인이 능력단위요소에 대한하는 능력을 갖추었는지를 규정하는 수행준거, 이를 효과적으로 수행하는데 필요한 지식·기술·태도로 구성된다. 수행준거는 다양한 수요자가 활용할 수 있도록 포괄적으로 작성되어야 하며 특정 사업체에서만 활용되는 내용, 절차, 방법 등을 제시하지

Table 7. development of competency units and competency unit elements for mine reclamation

duty	competency unit	competency unit element
Mine reclamation	preparing for mine reclamation work	review of design reports, preparing of approval and countermeasures for civil complaint
	treatment of mine drainage using active methods	oxidation treatment, precipitation treatment, alkali treatment, plants purification
	treatment of mine drainage using passive methods	neutralizing reaction treatment, oxidation reaction treatment, agglutination reaction treatment, precipitation reaction treatment, dewatering filtration treatment
	treatment of the polluted soil	sprinkling of stabilizer, improvement of the polluted soil, take-out of the soil
	treatment of tailing	prevention of carrying away of tailing, solidification and stabilizing, making harmless and recycling
	treatment of subsidence	selection of reinforcement materials, reinforcement for goafs, verification of effect for construction method
	treatment of forest damage and muck	arrangement of muck, reinforcement for the slope, forest tree-planting
	treatment of flying dust, noise, and vibration	prevention of flying dust, prevention of noise, prevention of vibration
	follow-up management	evaluation of facility, measuring, maintenance
	construction inspection	review of construction plan, control of quality of construction, inspection

않도록 해야 하며 산업현장과 교육훈련기관에서 동일한 내용으로 이해 및 해석 될 수 있도록 작성해야 한다. 또한 성과에 초점을 맞춰서 관찰이 가능한 내용으로 단문을 사용하여 기술하여야 한다(그리고, 또는 등 사용지양). 지식은 법규, 사실, 이론, 개념, 원리에 대한 사항으로 명사형으로 제시하며 기술은 방법, 매체, 도구 등의 사용에 관한 능력이며 태도는 산업안전, 위생, 보건, 환경보건 등 법적 사회적 책임과 의무에 관한 사항을 규정하여야 한다.

직무에 따른 능력단위요소별 수행준거와 지식·기술·태도에 대한 개발 내용의 예(능력단위: 광해조사 계획수립의 능력단위 요소: 광해특성 분석하기)를 다음 Table 8과 같이 제시하였다. 수행준거 “1.1 광산개발에 따른 광해발생 원인을 분석할 수 있다”와 같이 구체적으로 실행할 수 있는 내용으로 규정하였으며 이를 위해 필요한 지식은 광산개발 현황에 대한 이해, 광종별 광해발생 유형에 대한 이해 등으로 제시되었고, 이때 필요한 기술은 광산도면 판독 능력 등임을 알 수 있다.

직무의 능력단위별 적용범위 및 작업상황, 평가지침, 직업기초능력, 개발이력 개발

능력단위에 근거하여 적용범위 및 작업상황, 평가지침, 직업기초능력, 등을 개발했으며 적용범위 및 작업상황은 고려사항, 자료 및 관련서류, 장비 및 도구, 재료로 구성된다. 특히 고려사항은 해당 능력단위의 사용범위,

능력단위 수행에 필요한 물리적·환경적 조건, 능력단위 요소의 부연설명 사항을 제시하는 부분이다. 평가지침은 평가방법과 평가시 고려사항들로 구성된다. 여기서의 평가는 교육훈련 기관 혹은 자격검정 기관에서의 평가에 기초적인 기준을 제시하게 된다.

다음 Table 9와 같이 능력단위[광해조사계획수립]에 대한 적용범위 및 작업상황, 평가지침 등의 예시를 나타냈다. 광해조사계획 수립의 예에서 고려사항 부분에서 광해조사 계획수립의 정의 및 범위 등을 기술하였으며 “광산도면은 채굴적도, 갱내도, 지질도, 지형도를 말한다.”와 같이 능력단위 내에서 언급하고 있는 용어를 명확히 규정하는 역할을 한다. 여기서 언급하는 장비 및 도구는 다음 단계에서 개발되는 활용패키지의 기본 구성 요소들이 된다. 광해조사 계획수립이라는 능력단위의 평가방법은 과정평가와 결과평가로 구분되어 문제해결 시나리오와 서술형 혹은 논술형 시험(단답형 혹은 서술형), 평가자 체크리스트, 구두발표 등 다양한 형태로 적용이 가능하도록 설계되었다.

광산환경관리 분야와 타분야의 비교

광산환경관리 소분류로 지정되어 2개의 세분류로 NCS를 개발하였다. 타분야에 비해 낮은 level로 분류가 되어 있는 상황이다. Table 10은 수질관리분야와 비교한 것이다. 수질관리의 세분류 01.수질오염분석은 광산환경관리의 세분류 01.광해조사의 능력단위 “광산배수조사”의

Table 8. Examples of performance criteria and knowledges, skills, attitudes developed

competency unit element	performance criteria
2305030101_14v1.1 analysis for characteristics of mine hazard	1.1 able to analyze causes of mine hazard due to mine development
	1.2 able to analyze phenomenon regarding to causes of mine hazard
	1.3 able to analyze characteristics of mine hazard regarding to the sorts of mineral
	1.4 able to establish a plan of survey of mine hazard regarding to characteristics of mine
	【knowledge】
	• comprehension of status of mine development
	• knowledge of mining process
	• comprehension of characteristics of mine hazard regarding to the sorts of mineral
	• knowledge of characteristics of mine hazard regarding to operating property and abandon mine
	• knowledge of systematic correlation of mine hazards
【skill】	
• skill to read the blueprint of mine	
• skill to analyze data of mine hazard	
• skill to analyze report of mine hazard	
【attitude】	
• approaching attitude in engineering	
• attitude to prepare	

Table 9. Examples of range of variable, guide of assessment, key competency developed

items	contents		
range of variable	1) considerations <ul style="list-style-type: none"> • The establishment of a plan for survey of mine hazard is the work to decide methods of survey, range of survey, budget and so on before basic and detailed survey. • The sorts of mine hazard are damage to forest, subsidence, mine drainage, tailing carried away, noise, vibration, dust, and abandon structures of mine. • The data of mine hazard are exploration report, plan of excavation, and actual output report during operation, Mine blueprints are plan for goafs, underground map, geological map, and topographical map. • The related laws of mine hazard are law for prevention and repairing of mine hazard, conservation law of soil environment, law for public health and safety in mine • law for mining, standard of official test method for soil, standard of official test method for water, standard of official test method for wastes. • When a plan of survey of mine hazard is established, we have to prepare a plan for safety of inspector to the accidents such as rock fall, harmful gases. 2) data and related documents <ul style="list-style-type: none"> • blueprint of mine, mine hazard report, law for prevention and repairing of mine hazard, conservation law of soil environment, law for public health and safety in mine • law for mining, standard of official test method for soil, standard of official test method for water, standard of official test method for wastes 3) equipments and tools <ul style="list-style-type: none"> • computer, GPS, mine GIS program, printer, scanner, copy machine, CAD program 4) materials <ul style="list-style-type: none"> • N/A 		
	The evaluation methods for performance criteria are as follows.		
	1) evaluation methods <ul style="list-style-type: none"> • The evaluator can use various method such as evaluating each of theory and practice, and/or evaluating overall results of theory and practice. 2) considerations for evaluation <ul style="list-style-type: none"> • The evaluation have to be carried out by performance criteria. • The evaluator have to evaluate the following items. <ul style="list-style-type: none"> - knowledge for process - skill to read the blueprint of mine - comprehension of characteristics of mine hazard regarding to the sorts of mineral - ability of analysis for the related laws - planning ability of preparing of approval and countermeasures for civil complaint - knowledge of characteristics of mine hazard regarding to operating property and abandon mine - ability to establish a plan of survey of mine hazard regarding to characteristics of mine 		
	guide of assessment	evaluation methods	evaluation type
process			result
A. portfolio			
B. solution scenario		√	√
C. basic descriptive type test			√
D. essay type test		√	
E. case study			
F. question by evaluator		√	√
G. checklists for evaluator		√	√
H. checklists for the evaluated			
I. daily record/journal			
J. role-playing			
K. oral presentation		√	√
L. assessment at workings			
M. and so on			

Table 9. Continued

items		contents	
Core competencies are the basic abilities for relevant duty based on manual of development for National Competency Standard 2014 as follows:			
key competency	No.	core competency	
		main domain	sub-domain
	1	communication abilities	understanding document, reporting, listening courteously, presentation, basic foreign language
	2	Mathematical skills	basic operation, basic statistics, analysis of graph and table, tabular work
	3	problem-solving abilities	thinking skills, problem-solving
	4	resource management abilities	time management, budget management, physical resources management, human resources management
	5	personal relationship abilities	teamwork skill, leadership, complication management, negotiation, customer service
	6	information abilities	computer utilization skill, information processing skill
	7	technical abilities	technical comprehension, technical selection, technical application
8	comprehension of organization	international mindset, comprehension for structure of organization, understanding management, comprehension of duties	

Table 10. Comparison between control of mining environment and water quality control

big class	medium class	small class	sub-class
23. environment·energy·safety	5. energy·resources	3. control of mining environment	01. investigation for mine reclamation
			02. mine reclamation
23. environment·energy·safety	1. industrial environment	1. water quality management	01. analysis of water pollution
			02. management of water pollution process
			03. management of water quality environments
			04. management of water cleaning facility

능력단위요소 “광산배수 분석하기”에 해당하는 업무이다. 이는 NCS 분류체계가 노동시장을 기반으로 level을 정하고 있기 때문에 서로 다를 수 있지만 실제 NCS 개발업무에 있어서는 자세한 부분을 언급할 수 없게 하는 등의 많은 어려움을 발생시킨다. 이에 기반침하 복구, 광물찌꺼기 처리, 토양오염처리, 광산배수 처리 등 세분류를 더 늘리는 등의 개선의 여지가 있다.

결론

본 논문에서는 광산환경관리 직무에 관한 국가직무능력 표준을 개발한 내용을 제시하였다. 개발을 수행하기 위하여 개발전문가와 워킹그룹십의 위원의 개발·검토·수정·보완 절차를 거쳐서 다음과 같은 결과물을 도출하였다.

첫째, 광산환경관리의 세분류인 광해조사와 광해복원은 직무로 정의되며 그 직무정의를 규정하였다. 각각의

정의는 다음과 같다. “광해조사란 광물 자원 개발로 인한 환경적 피해를 사전에 예방, 최소화하거나 이미 발생된 환경오염에 대한 광해 복원 사업을 하기 위해 지반침하, 광산배수오염, 산림훼손, 토양오염, 먼지, 소음진동, 광물 찌꺼기에 대한 조사, 분석 및 설계를 하는 일이다”. “광해복원이란 광물 자원 개발로 인한 환경적 피해를 최소화, 예방 및 환경 복원을 위해 지반침하, 광산배수오염, 산림훼손, 토양오염, 먼지날림, 소음진동, 광물 찌꺼기에 대해 복원공사, 감리 및 사후관리를 하는 일이다.”

둘째, 각 직무별로 능력단위를 도출되었다. 광해조사의 경우 광해조사 계획수립, 광해현황 조사, 지반침하 조사, 광산오염토양 조사, 광물찌꺼기 조사, 광산배수 조사, 광산사면 조사, 광산 먼지날림·소음·진동 조사, 광산환경 기본설계, 광산환경 실시설계의 10개의 능력단위로 구성되며, 광해복원의 경우 광해복원사업 사전준비, 광산배수 자연정화 처리, 광산배수 물리·화학 처리, 오염토양 개량·복원 처리, 광물찌꺼기 처리, 채굴적 지반침하 복원, 훼손산림·광폐석 복구, 광산 먼지날림·소음·진동 방지, 광해방지사설 사후관리, 광해방지사업 감리의 10개 능력단위로 구성된다. 이들 능력단위에서 모두 72개의 능력단위요소를 도출되었다.

셋째, 개발 능력단위 요소별 수행준거와 지식기술태도가 도출되었으며 각 능력단위에 따른 적용범위와 작업상황, 평가지침, 직업기초능력이 도출되었다.

본 광산환경관리 분야의 NCS는 다음 단계인 NCS 활용패키지로 연계가 된다. 활용패키지는 평생경력개발경로 모형, 직무기술서, 채용·배치·승진 체크리스트, 자가진단 도구 등으로 구성되며 향후 자격설계 개발 사업에 반영된다. 따라서 NCS의 기초가 되는 직무의 정의 및 각 직무별 능력단위는 매우 중요한 요소이다. 광산환경관리의 경우 타 분야에 비해 산업규모가 작아 소분류 level로 분류되어 많은 직무내용을 담아내는 데 많은 어려움이 있었으며 향후 NCS 분류체계에서 적절한 조정이 필요한 것으로 사료된다.

사 사

본 논문은 한국산업인력공단 직무능력 표준원의 ‘14년도 국가직무능력표준(NCS) 개발사업의 내용을 제시하였으며 참여해주신 세분류 별 개발진들과 워킹그룹 임의위원들께 깊은 감사를 드립니다.

References

- Dictionary of economic terms at Hankyung in Naver, 2014.10.10, <http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=2118118&cid=42107&categoryId=42107>.
- Fundamental act of qualification, Law 11722, article 2, No. 2, 2013.04.05
- Higher Education in Korea, information of Dept. in colleges, 2014.10.16, <http://www.academyinfo.go.kr/>
- Human Resources Development Service of Korea, 2014, *Manual for development of National Competency Standard*, pp. 2-4.
- Kim, D.G., 2005, *Human Resources Development and National Competency Standard*, Korea Research Institute for Vocational Education & Training.
- Kim, D.H., 2005, “The Main Contents of Mine Pollution Prevention and Reclamation Law,” *Journal of the Korean Society of Mineral and Energy Resources Engineers*, Vol. 28, No. 1, pp. 91-96.
- Kim, D.Y. and Kim, J.S., 2013, Analysis of Development for Korean National Competency Standard, *Journal of Korean Technology Education Association*, Vol. 13, No. 3, pp. 22-46
- Park, J.S., Guideline for Development of NCS, Korea Research Institute for Vocational Education & Training.
- Statistics Korea a, DB of Current Status for Mineral Output, 2014.10.16, <http://kostat.go.kr/>
- Statistics Korea b, Research on the Actual Condition for Labor regarding employment shape, 2014.10.16, <http://kostat.go.kr/>
- Worknet, Searching for information of Dept. in colleges, 2014.10.10, <http://www.work.go.kr>

김 선 명



1995년 인하대학교 공과대학 자원공학
과학과 공학사
1997년 인하대학교 대학원 자원공학과
공학석사
2002년 인하대학교 대학원 자원공학과
공학박사

현재 신한대학교 에너지환경공학과학과 교수
(E-mail; sunmg.kim@gmail.com)