

기술보고

국가직무능력표준을 활용한 광해방지분야 국가기술자격의 직무분석 및 출제기준 개정

유성곤¹⁾ · 남광수^{1)*} · 김선명²⁾ · 백승한³⁾

Duty Analysis and Contents Standard Revision of National Qualification in the Field of Mine Reclamation Utilizing National Competency Standard

Sung-Kon Yu, Kwang-Soo Nam*, Sun-Myung Kim and Seung-Han Baek

(Received 6 November 2015; Final version Received 17 December 2015; Accepted 17 December 2015)

Abstract : NCS(national competency standard) of the mine environmental management was developed in 2014. Job analysis of national qualification in the field of mine reclamation by utilizing National Competency Standard was carried out. This study defined the duty of mine reclamation by integrating the investigation of mine hazard and mine reclamation and deduced total 8 competency units and total 30 competency unit elements. Performance criteria related to competency unit elements and knowledge, skill, and attitude were derived, and range of variable and work situation, guide of assessment were developed. Contents standard revision of national technical qualification examination in the field of mine reclamation based on the job analysis was performed.

Key words : National competency standard, Mine reclamation, National qualification, Duty analysis, Contents standard

요약 : 2014년 광산환경관리분야의 국가직무능력표준이 개발됨에 따라 이를 기반으로 출제기준 적용기간이 만료된 광해방지기사 종목의 직무분석을 실시하였다. 세분류 단위의 광해조사와 광해복원으로 개발된 국가직무능력표준을 통합하여 광해방지의 직무를 정의하고 총 8개의 능력단위와 총 30개의 능력단위요소를 도출하였다. 능력단위요소와 관련된 수행준거와 지식, 기술, 태도를 도출하고, 적용범위 및 작업상황, 평가지침을 개발하였다. 직무분석 결과를 바탕으로 광해방지기사 필기 및 실기시험 출제기준을 개정하였다.

주요어 : 국가직무능력표준, 광해방지, 국가기술자격, 직무분석, 출제기준

서론

국가기술자격은 국가가 신설하고 관리·운영하는 국가자격 중 기술·기능 및 서비스 분야의 자격으로 1973년 제정된 국가기술자격법에 근거하고 있으며, 현재 기술·기능 분야 495개, 서비스 분야 32개로 총 527개 종목이 운영되고 있다(MOEL, 2015a). 현재까지 약 40여 년 간 시행되어온 국가기술자격제도는 국가인적자원개발의 역할을 충실히

수행함으로써 산업현장에서 필요로 하는 기술인력을 연간 50여만 명 이상 배출하여, 2014년 말 기준으로 약 26,928천 명의 자격취득자를 배출하였다(MOEL, 2015b).

광산개발에 필요한 전문인력 배출을 위한 자원분야(자원관리기술사, 광산보안기사·산업기사·기능사, 시추기능사) 국가기술자격 종목은 1970년대 중반에 신설되었으며, 2005년에는 광산개발과정에서 발생하는 환경훼손 복원 등 광해방지사업 수행에 필요한 전문인력 배출을 위한 광해방지기술사, 광해방지기사 종목이 신설되어 한국산업인력공단에서 검정업무를 수행해왔으며, 2010년부터 한국광해관리공단에서 광해분야 검정업무를 수탁받아 수행하고 있다(MIRECO, 2015).

광해방지기사 종목 신설 당시 학계, 산업계, 연구소, 공기업 등 각 분야별 전문가로 구성된 전문가 협의회를 통해 직무분석, 시험과목 선정, 출제기준 마련 등을 합리적으로 도

1) 한국광해관리공단 자격검정센터
2) 신한대학교 에너지환경공학과
3) 한국광해관리공단 광해기술연구소
*Corresponding Author(남광수)

E-mail; ksnam@mireco.or.kr

Address; National Qualifications Center, Mine Reclamation Corporation, 2, Segye-ro, Wonju-si, Gangwon-do, Korea 26464

출하였으며, 이후 2009년 출제기준 일몰제 적용에 따라 광해분야 전문영역 확보와 유사 자격종목과의 차별화를 위한 필기과목명 변경 및 광해 관련법규 포함 등을 주요 내용으로 하여 출제기준을 개정하였다.

현 정부는 능력중심사회 구현을 위한 여건조성을 핵심 국정과제로 확정하고 이를 위해 국가직무능력표준(NCS, national competency standards) 개발·보급을 추진하였다. 이에 따라 국가직무능력표준 개발과 연계하여 능력단위별 출제기준을 개발하고, 2015년까지 모든 국가기술자격 출제기준을 국가직무능력표준에 맞도록 전면 정비하도록 하였다(Nam *et al.*, 2015). 더 나아가 정부는 국가직무능력표준 개발을 시작으로 신자격설계 및 일·학습 병행과 관련된 국가직무능력표준 기반 교육훈련과정 이수에 따른 자격 부여 등 자격분야에 지속적으로 활용 범위를 확산시켜나가고 있다.

현재의 광해방지기사 출제기준 적용기간은 당초 2010년 5월 1일부터 2015년 4월 30일이었으나 6개월 연장하여 2010년 5월 1일부터 2015년 10월 30일까지이다. 이것은 광산환경관리분야 국가직무능력표준이 2014년 개발 완료된 내용을 출제기준 개정에 반영하고자 취해진 조치다. 한국광해관리공단은 국가직무능력표준을 토대로 광해방지기사 직종의 직무분석을 실시하고, 출제기준 개정을 추진하였다.

본 논문에서는 광산환경관리분야 국가직무능력표준에서 세분류 단위로 개발된 광해조사와 광해복원 직무능력표준을 통합 활용하여 국가기술자격 분야 광해방지기사 종목에 대한 직무를 정의하고 능력단위 및 능력단위요소를 도

출하였으며, 능력단위요소별 수행준거와 지식, 기술, 태도, 적용범위 및 작업상황, 평가치침을 제시하였다. 또한 이를 바탕으로 광해방지기사 필기 및 실기시험 출제기준을 정비하였다.

광해방지기사 개요

종목 신설 배경

국내 광업은 1980년대 중반에 들어서면서 부존 지하자원의 심부화 및 고갈, 점진적인 작업환경의 악화 및 노동 임금의 상승, 값싼 외국 자원의 수입 등으로 점차 침체되기 시작했다. 따라서 80년대 후반부터는 휴·폐광되는 광산의 수가 급격히 증가하게 되었다(HRD Korea, 2003). 이로 인해 전국에 미복구 상태로 방치된 폐광산이 환경오염 문제를 야기시키는 관심의 대상으로 부각되었으며, 이러한 광해의 심각성을 인식하고 정부차원의 광해방지사업이 추진되었다. 그러나 관련법규와 주관부처가 다원화되어 있어 체계적인 사업 추진이 어려워 효율적인 광해관리가 이루어지지 못하고 있었다. 이에 정부는 법체계의 보완을 통해 2005년 「광산피해의 방지 및 복구에 관한 법률」을 제정하고 광해방지사업 전담기관인 한국광해관리공단을 설립하기에 이르렀다. 법제 및 전담기관이 확보되었다 하더라도 조사, 설계, 공사, 사후관리에 이르기까지 광해방지사업을 전반적으로 수행할 수 있는 전문인력이 확보되지 않는 한 성공적인 광해관리를 보장할 수 없다. 환경, 토목 등 관련분야 자격을 소지한 기술인력은 분야별 환경복구 부분에서 전문성이 인정되나, 광업에 대한 이해나 전문적 지식이 절대적

Table 1. Candidates and successful applicants yearly status (unit : persons)

Year	Written examination			Practical examination			Final pass rate(%)
	Candidates	Successful applicants	Pass rate (%)	Candidates	Successful applicants	Pass rate (%)	
2005	78	18	23	16	5	31	6
2006	177	51	29	54	4	7	2
2007	182	106	58	121	16	13	9
2008	179	120	67	152	37	24	21
2009	129	64	50	124	63	51	49
2010	110	30	28	60	26	43	24
2011	144	94	65	90	21	23	15
2012	187	133	71	155	61	39	33
2013	196	103	53	155	14	9	7
2014	147	32	22	76	38	50	26
Summation	1,382	719	49444	927	247	28	19

으로 필요하기 때문에 광해의 전반적인 문제를 다루기에는 무리가 있다.

이에 2005년 광범위한 광해문제를 이해하고 각종 광해방지기술, 즉 광산배수 및 침출수 처리, 폐석 및 광물찌꺼기 처리, 산림복구, 지반침하방지 등 광해특성과 지역특성을 반영한 다양한 복구사업을 수행할 수 있는 전문인력을 배출하기 위하여 광해방지기사 종목이 신설되기에 이르렀다.

자격자 배출 현황

광해방지기사는 2005년 처음 시작하여 현재까지 매년 1회 시험을 실시하고 있다. 2005년부터 2009년까지는 한국산업인력공단에서 주관하였으며, 2010년부터 한국광해관리공단에서 검정업무를 수탁받아 수행하고 있다. 필기시험을 기준으로 매년 100~200명이 응시하고 있으며, 현재까지 1,529명이 응시(필기)하여 285명의 합격자(실기)를 배출하였고 최종합격률은 평균 19%에 이른다(Table 1).

광해방지기사 첫 시행 당시 응시인원은 78명이었고 그 이듬해부터 응시인원이 180명 내외를 유지하다가 2010년 110명까지 낮아졌으며, 이후 다시 증가하여 2013년에는 거의 200명에 육박하였고 최근 다시 감소하는 경향을 보이고 있다. 초창기에는 2007년부터 제 1단계 광해방지기본계획에 따라 광해방지사업이 본격 추진되면서 전문광해방지사업자 등록기준에 따른 기술인력 수요 증가로 인해 응시자가 많았던 것으로 판단되며, 잠시 주춤하였다가 2011년부터 다시 응시자 수가 증가한 것은 정부의 자원개발정책에 따라 자원개발특성화대학 사업이 추진되면서 관련 학과 학생들의 관심도가 증가한 이유로 판단된다. 최종 합격자 수는 2009년까지 꾸준히 증가하다가 그 이후로는 뚜렷한 경향을 보이지는 않으나 매년 일정 인원이 배출되고 있다

(Fig. 1).

국가직무능력표준과 국가기술자격의 연계

국가직무능력표준 개요

국가직무능력표준(NCS, national competency standards)이란 산업현장의 직무를 수행하기 위해 필요한 능력(지식·기술·태도)을 국가가 산업부문별·수준별로 체계화한 것이다(MOEL, 2013). 직무는 NCS 분류체계상 세분류를 의미하고, 능력단위는 세분류의 하위단위로서 NCS의 기본 구성요소에 해당하며, 능력단위요소, 수행준거, 지식, 기술, 태도, 적용범위 및 작업상황, 평가지침, 직업기초능력으로 구성된다(Fig. 2). 또한 능력단위별 직무수준을 8단계로 체계화함으로써 산업현장-교육-훈련-자격 연계, 평생학습능력 성취 단계 제시, 자격의 등급체계 구성에 활용토록 하였다.

국가직무능력표준의 자격에서의 활용

국가직무능력표준은 산업현장의 직무수요를 체계적으로 분석하여 제시함으로써 “일-교육-훈련-자격”을 연결하는 고리, 즉 인적자원개발의 핵심 토대로 기능을 하게 된다(Kim, 2015). 특히 자격분야에서는 국가기술자격 종목 재설계, 출제기준 정비, 산업현장 중심 평가방법 개편, 시험문제 정비 및 추가 등에 활용될 수 있으며, 현재 운영중인 검정형 자격제도 외에 과점평가형 자격제도 등 국가자격체계 개편을 위한 기초 자료로 적극 사용될 수 있다. 이러한 정부 정책 취지를 반영하고자 한국광해관리공단에서는 2015년 광해방지기사 직종의 직무분석을 실시하여 출제기준 개정 작업에 활용하였다.

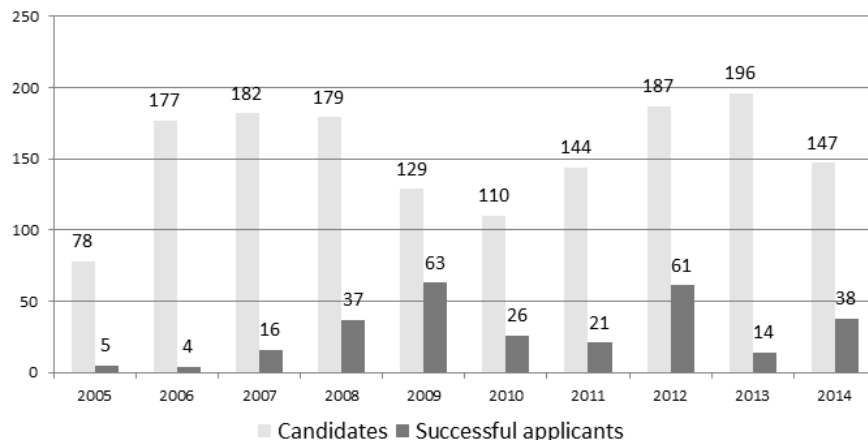


Fig. 1. Candidates and successful applicants yearly trend.

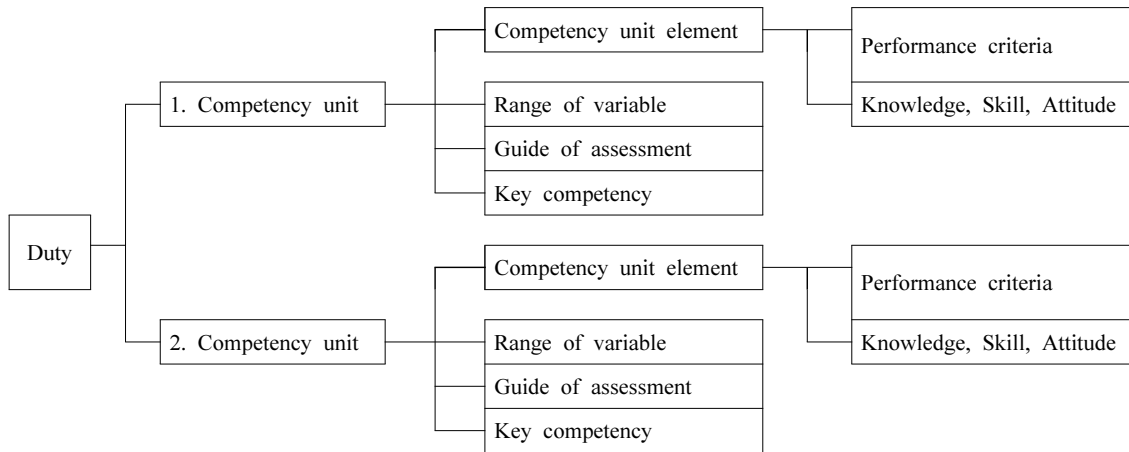


Fig. 2. Structure of NCS(HRD Korea, 2014a)

광산환경관리분야 국가직무능력표준

광해분야는 국가직무능력표준 분류체계표상 [대분류] 23. 환경·에너지·안전, [중분류] 5. 에너지·자원, [소분류] 3. 광산환경관리, [세분류] 01. 광해조사, 02. 광해복원에 해당한다(Kim, 2015). NCS는 세분류 단위에서 2014년에 개발이 완료되었다.

광해조사

광해조사란 광물 자원 개발로 인한 환경적 피해를 사전에 예방, 최소화하거나 이미 발생된 환경오염에 대한 광해복원 사업을 하기 위해 지반침하, 광산배수오염, 산림훼손, 토양오염, 먼지, 소음진동, 광물 찌꺼기에 대한 조사, 분석 및 설계를 하는 일로 정의된다(MOEL, 2014a).

광해조사의 능력단위는 조사계획수립, 현황조사를 별도로 하고 6개의 전문분야(지반침하, 광산오염토양, 광물찌꺼기, 광산배수, 광산사면, 광산먼지날림·소음·진동)에 대한 조사, 그리고 기본설계와 실시설계로 총 10개로 개발되었으며, 각각의 능력단위에 3~5개씩 총 37개의 능력단위요소로 구성되고, 2~7수준에 해당한다.

능력단위요소별로 개인이 도달해야 하는 수행의 기준이 되는 수행준거와 능력단위요소를 수행하는 데 필요한 지식, 기술, 태도를 제시하고 있으며, 능력단위를 수행하는 데 있어 관련되는 범위와 작업상황, 능력단위의 성취여부를 평가하는 평가지침, 그리고 능력단위별로 업무수행을 위해 기본적으로 갖추어야 할 직업기초능력을 포함하고 있다. 이는 광해복원의 경우에도 마찬가지다.

광해복원

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 일로 정의된다(MOEL, 2014b).

광해복원의 능력단위는 광해복원사업 사전준비를 별도로 하고 앞의 6개의 전문분야에 대해 7개의 복원공사(광산배수처리를 자연정화처리와 물리·화학처리로 구분), 사후관리, 감리로 구성하여 총 10개로 개발되었다. 광해조사와 마찬가지로, 각각의 능력단위에 3~5개씩 총 35개의 능력단위요소로 구성되고, 2~7수준에 해당한다.

광해방지기사 직종 직무분석 및 출제기준 개정

직무분석

국가기술자격검정에서 출제기준 작성을 위해서는 산업현장성을 반영하기 위해 직무분석을 실시하는 것을 원칙으로 하며, 이를 국가기술자격법 시행규칙 제38조제2항에 명시하고 있다.

신설 당시 광해방지기사 종목의 직무는 다음과 같이 정의하였다. 1) 광업활동으로 인하여 발생한 피해를 탐지, 복구, 예방하는 사업을 수행함에 있어 광산 및 환경 관련법규를 적용하고, 2) 광해로 인한 오염도 탐지, 지반침하조사, 채석장 및 폐석사면의 안정성 검토를 통하여 작성된 자료를 분석하고, 3) 분석에 따른 복구 및 사전예방 계획을 수립, 설계, 시공 및 공정을 관리하며, 4) 계획에 따른 종합평가를 실시하고 지속적인 광해방지 모니터링, 관리, 경영업무를 수행한다(HRD Korea, 2003).

광해방지기사의 직무범위를 광산환경일반, 광산배수관 리와 처리, 광산폐기물관리와 처리, 지반침하 방지기술, 사면안정화, 훼손산림의 복구의 6개 작업단위와 27개 작업단 위요소로 분류하여 직무분석표를 작성하였다(Table 2). 직 무분석표에 따라 작업단위요소별로 성취수준, 작업요소, 작업요소별 난이도, 검정에 필요한 지식 및 기능 등으로 구

성된 구체적인 작업명세서를 작성하였다. 그 한 예로 작업 단위 요소 중 “B-1 오염도 조사 및 분석”에 대한 작업명세 서를 Table 3에 제시하였다.

직무분석을 바탕으로 출제기준이 작성되었고 2005년 5 월 1일부터 2010년 4월 30일까지 5년간 적용되었다. 이후 현장수요 반영을 위한 출제기준 일몰제 적용에 따라 2010

Table 2. Duty profiles for mine reclamation of 2003(HRD Korea, 2003)

Duty unit	Duty unit element
A. General terms of mine environment	A-1. Understanding of relevant laws and regulations
	A-2. Understanding of mining and mining activities in each step
	A-3. Understanding the types and characteristics of mine hazard
B. Management and treatment of mine drainage	B-1. Investigation and analysis of contamination
	B-2. Human risk assessment technology
	B-3. Principles and application of active methods
	B-4. Principles and application of passive methods
	B-5. Mine drainage management technology
C. Management and treatment of mine waste	C-1. Investigation and analysis for contamination of mine waste
	C-2. Mine waste treatment technology
	C-3. Mine waste and other material management technology
	C-4. Investigation of instability of the tailing and muck slope
	C-5. Investigation of geotechnical stability of the tailing and muck slope
	C-6. Monitoring system design of the tailing and muck slope
	C-7. Application of collapse prevention technology of the tailing and muck slope
D. Prevention and treatment of subsidence	D-1. Investigation of the type and damage of subsidence
	D-2. Analysis for geotechnical stability of the ground
	D-3. Design of monitoring system for subsidence
	D-4. Application of prevention technology for subsidence
E. Slope stabilization	E-1. Investigation of instability of the quarry slope and classifying of type of failure
	E-2. Geotechnical stability analysis of the quarry slope
	E-3. Design of monitoring system of the quarry slope
	E-4. Application of collapse prevention technology of the quarry slope
F. Restoration of forest damage	F-1. Investigation of environmental factors
	F-2. Field survey and species selection
	F-3. Design of construction method and type for restoration
	F-4. Construction

년 출제기준 개정에 이르게 되었으며 이를 위한 직무분석을 실시하여 광해방지기사 직무를 “광업활동에 의해 발생되거나 우려되는 광산배수, 광산폐기물, 지반침하, 불안정 사면, 먼지날림·소음·진동 및 훼손산림 등에 대한 예측, 조사·분석, 복구 및 사후관리에 대한 종합적인 업무 수행”으로 명료하게 재정의하였다.

광해방지기사의 직무범위를 광산개발, 광산배수관리와 처리, 광산폐기물관리와 처리, 지반침하 방지 및 처리, 사면안정화 및 훼손산림의 복구, 먼지날림·소음·진동의 6개 작업단위와 22개 작업단위요소로 분류하여 직무분석표를 작성하였다(Table 4). 당초 광산환경일반 작업단위는 광산개발로 수정하였고 작업단위요소 내용상 변화는 크지 않다. 광산배수관리와 처리, 광산폐기물관리와 처리, 지반침하의 방지 및 처리 작업단위는 그대로 유지되었으나 각각의

작업단위요소는 재정비되었다. 공통적으로 조사 및 분석, 평가, 기술적용, 모니터링 체계에 따라 4개의 작업단위요소로 구성되었다. 이 과정에서 광산배수관리와 처리에서는 인체 위해성평가기술이 제외되었으며, 광산폐기물관리와 처리에서는 광산폐기물에 자체에 대한 관리와 처리에 집중하고 사면안정에 관한 작업단위요소는 사면안정화 및 훼손산림복구에 포함하여 정리하였다. 당초 채석장 사면의 안정성 문제를 다루던 사면안정화는 채굴사면, 폐석적치장 사면, 광물찌꺼기적치장 사면 등을 모두 포함하고 훼손산림의 복구와 통합하여 사면안정화와 훼손산림의 복구로 수정하였다. 그리고 가행광산 주변에서 잦은 민원발생의 원인이 되어 사회적인 문제로 대두된 먼지날림·소음·진동 분야를 반영하여 먼지날림·소음·진동을 작업단위에 신규로 추가하였으며, 작업단위요소 또한 기본 체계에 따

Table 3. An example of work specification of 2003(HRD Korea, 2003)

1. Duty unit element	B-1. Investigation and analysis of contamination	
2. Achievement level	The environmental pollution can be grasped qualitatively and quantitatively by finding out environmental characteristics of the pollutants generated from mine drainage and learning techniques for acquisition and analysis of the sample in the field.	
3. Work elements		Difficulty degree
(1) Soil environmentology		①②●④⑤
(2) Surface and groundwater environmentology studies		①②③●⑤
(3) Analysis of pollutants mechanism		①②●④⑤
(4) Sampling and treatment method of mine drainage		①②③●⑤
(5) Pollution analysis technology of mine drainage		①②③●⑤
	Average of difficulty degree	①②③●⑤
4. Required materials	Korean Ministry of Environment Standard(KMES) for soil contamination, KMES of waste process, site survey data, data relating to the environment	
5. Required equipment and tools	Water quality measurement devices, Cation and anion analysis unit, Computer, Printer, Camera, Various drawings, Sampling equipment	
6. Safety and precaution	Safety is required when sampling and using the analysis equipment Note the accident on-site investigation process Note the accident in the process of toxic reagents	
7. Knowledge and skills required for the test		
	Division	Related work elements
Knowledge	○ Knowledge of mineralogy, petrology and ore deposits	1, 3
	○ Understanding of the soil science	1, 2, 3
	○ Basic understanding of water environment	2, 3, 4, 5
	○ Formation mechanism of acid mine drainage	2, 3
Technology and skills	○ Technology of water samples collecting on-site	1, 2, 4
	○ Understanding and utilization of chemical analysis equipment	4, 5
	○ Statistical techniques of analysis data	1, 2, 5

라 조사, 기술적용, 시설물 설치 및 관리로 구성하였다. 전반적으로 작업단위가 광해방지 전 분야를 다룰 수 있도록 구성되었고, 현장에서 실질적으로 요구되는 기술 및 업무 프로세스가 체계적으로 반영되었다고 평가되며, 이는 1단계 광해방지기본계획(2007년~2011년)에 따라 광해방지 사업이 본격적으로 추진되면서 현장성이 적절히 반영된 결과라고 판단된다.

직무분석표에 따라 작업단위별로 수행준거, 난이도, 관련지식 및 기술/기능, 평가지침, 작업도구 등으로 구성된 구체적인 작업명세서를 작성하였다. 그 한 예로 “B-1 오염도 조사 및 분석”에 대한 작업명세서를 Table 5에 제시하여, 종목 신설 당시와 동일한 작업단위에 대한 작업명세서

(Table 3)와 비교할 수 있도록 하였다. 작업요소 대신 수행준거라는 용어로 대체되었고, 관련지식, 기술/기능은 그대로 유지되었으나 지식이 기초지식과 전문지식으로 구분되었으며, 평가지침이 제시되었다.

2014년에 개발된 광산환경관리분야 국가직무능력표준을 기반으로 광해방지기사 출제기준의 2차 개정을 위한 직무분석을 실시하였다. 국가직무능력표준을 기반으로 하는 직무분석에는 직무의 정의, 능력단위, 능력단위요소, 수행준거, 지식, 기술, 태도, 적용범위 및 작업상황, 평가지침의 내용을 포함한다.

우선, 광해방지의 직무는 “광물 자원개발로 인한 환경적 피해를 사전에 예방하거나 이미 발생된 환경오염에 대한

Table 4. Duty profiles for mine reclamation of 2009(HRD Korea, 2009)

Duty unit	Duty unit element
A. Mine development	A-1. Understanding of mine development and processing
	A-2. Understanding the types and characteristics of mine hazard
	A-3. Understanding of relevant laws and regulations
B. Management and treatment of mine drainage	B-1. Investigation and analysis of contamination
	B-2. Principles and application of active methods
	B-3. Principles and application of passive methods
	B-4. Monitoring of water treatment facility
C. Management and treatment of mine waste	C-1. Investigation and analysis for contamination of mine waste
	C-2. Evaluation for contamination of mine waste
	C-3. Application of pollution prevention technology of mine waste
	C-4. Monitoring of mine waste
D. Prevention and treatment of subsidence	D-1. Investigation of the type of subsidence and damage
	D-2. Analysis for geotechnical stability of the ground
	D-3. Application of prevention technology for subsidence
	D-4. Monitoring of subsidence
E. Slope stabilization and restoration of forest damage	E-1. Investigation and analysis for instability of the slope
	E-2. Application of collapse prevention technology of the slope
	E-3. Restoration of forest damage and follow-up management
	E-4. Monitoring of recovery slope
F. Flying dust, noise, and vibration	F-1. Investigation of cause and damage
	F-2. Application of prevention technology
	F-3. Prevention facility construction and follow-up management

광해 복원사업을 하기 위해 지반침하, 광산배수오염, 산림 훼손, 토양오염, 먼지날림·소음·진동, 광물찌꺼기에 대한 조사 및 설계를 하고, 이에 따라 복원공사 및 사후관리를 하는 일”로 정의하였다. 즉, 광해방지의 직무는 광해복원사업 분야별 조사(기본/정밀), 설계(기본/실시), 공사(감리), 사후관리의 전 과정을 포함하고 있다. 따라서 능력단위 도출을 위해서는 광해조사의 10개 능력단위 및 37개 능력단위 요소와 광해복원의 10개 능력단위 및 35개 능력단위요소

를 통합하는 과정이 필요하였다.

‘광해현황 조사’와 ‘광해방지시설 사후관리’를 별도의 능력단위로 하고, ‘지반침하 복구’, ‘광산오염토양의 개량·정화처리’, ‘광물찌꺼기 처리’, ‘광산배수 처리’, ‘광산사면 안정화 및 훼손산림 복구’, ‘광산 먼지날림·소음·진동 방지’의 6개 전문분야를 능력단위로 하여 총 8개의 능력단위를 도출하였으며, 각 능력단위별로 조사·설계·복원공사의 체계를 기본 틀로 하여 총 30개의 능력단위요소를 도출하

Table 5. An example of work specification of 2009(HRD Korea, 2009)

1. Job unit	B. Management and treatment of mine drainage	2. Job unit elements	B-1. Investigation and analysis of contamination
3. Performance standard			
NO	Contents		Difficulty degree
(1)	Ability to measure water quality on-site.		①②③④
(2)	Ability to carry out chemical analysis in the laboratory.		①②③④
(3)	Ability to measure mine drainage flow rate in the field.		①②③④
(4)	Ability to aware of the main contaminants of mine drainage.		①②③④
(5)	Ability to carry out basic statistical work for analysis data.		①②③④
4. Related knowledge, technology and skills			
	Items	Contents	
Knowledge	Basic knowledge	<ul style="list-style-type: none"> Understanding of the principles of on-site water quality measurement equipment 	
	Specialized knowledge	<ul style="list-style-type: none"> Recognize the unit of concentration and measurement of flow rate Calculate the pollution load Basic knowledge of statistics, such as mean, standard deviation 	
Technology and skills		<ul style="list-style-type: none"> Operation capacity of the analyzing equipment Ability to use pre-processing tools 	
5. Evaluation guidelines			
	Items	Contents	
Considerations		<ul style="list-style-type: none"> Evaluation of study level and ability to perform about performance standard and contents presented in the evaluation 	
Evaluation methods		<ul style="list-style-type: none"> Writing and practice, and so on 	
Notes		<ul style="list-style-type: none"> It must evaluates the investigation and analysis skills for pollution by mine drainage. 	
6. Work tools			
	Name	Unit	Other (Scope of work) Facility Equipment Tool
	On-site water quality measurement equipment (pH, EC, DO, temperature, etc.)	Ea	
	Chemical analysis equipment (AAS, ICP, etc.)	Ea	

였다. 또한 앞서 두 차례 있었던 직무분석에서는 5단계 또는 4단계로 표현되었던 난이도를 8단계의 능력단위요소별 직무수준으로 체계화하였다. 즉, 구체적인 지시 및 철저한 감독하에 기초적인 일반지식을 사용하여 단순하고 반복적

인 과업을 수행하는 1수준에서 최고도의 이론 및 지식을 활용하여 새로운 이론을 창조할 수 있고, 최고도의 숙련으로 광범위한 기술적 작업을 수행할 수 있으며 조직 및 업무 전반에 대한 권한과 책임이 부여된 8수준에 이르기까지 직무

Table 6. Competency units and competency unit elements for mine reclamation

Competency unit	Competency unit element	Level
1. Survey of current status of mine hazard	1.1. Preparation of a plan report	7
	1.2. Research data	3
	1.3. Investigation of current status of mine hazard	3
2. Restoration of subsidence	2.1. Investigation of geotechnical stability	4
	2.2. Design for subsidence recovery	6
	2.3. Reinforcement for goafs	4
	2.4. Verification of effect for construction method	5
3. Treatment improvement and purification of the mine polluted soil	3.1. Investigation of soil pollution	3
	3.2. Design for the polluted soil recovery	6
	3.3. Improvement and purification of the polluted soil	4
4. Treatment of tailing	4.1. Investigation of tailing	4
	4.2. Design for treatment of tailing	6
	4.3. Treatment of tailing	5
	4.4. Making harmless and recycling	5
5. Treatment of mine drainage	5.1. Investigation of mine drainage	4
	5.2. Pilot test	3
	5.3. Design for treatment of mine drainage	6
	5.4. Treatment of mine drainage using active methods	5
	5.5. Treatment of mine drainage using passive methods	5
6. Mine slope stabilization and restoration of forest damage	6.1. Investigation of slope	3
	6.2. Investigation of forest damage	2
	6.3. Design for slope stabilization and forest restoration	6
	6.4. Reinforcement for the slope	4
	6.5. Forest tree-planting	4
7. Treatment of flying dust, noise, and vibration	7.1. Investigation of flying dust, noise, and vibration	3
	7.2. Design for prevention of flying dust, noise, and vibration	6
	7.3. Prevention of flying dust, noise, and vibration	4
8. Follow-up management	8.1. Investigation of facility	3
	8.2. Measuring	3
	8.3. Maintenance	3

수준을 설정하였다(Table 6).

능력단위요소별로 개인이 도달해야 하는 수행의 기준이 되는 수행준거와 능력단위요소를 수행하는 데 필요한 지식, 기술, 태도를 제시하였다. 앞에서와 같이 광산배수 처리의 능력단위요소인 ‘광산배수 조사하기’에 대한 예를 Table 7에 나타내었으며, 이는 Kim(2015)이 개발한 국가직무능력표준을 기반으로 하여 동일한 양식에 따라 해당 능력단위요소에 해당하는 내용들을 정리한 것이다. 또한 능력단위를 수행하는 데 있어 관련되는 적용범위와 작업상황, 능력단위의 성취여부를 평가하는 평가지침을 정리하였는데 이 역시 Kim(2015)이 개발한 내용을 바탕으로 하여 유사한 형태를 보이고 있어 본 논문에서는 생략하였다.

국가직무능력표준이 개발되기 전에는 동일 직종의 훈련 기준, 출제기준 등의 개발 또는 제·개정 시 각각의 직무분석 실시로 상호연계에 어려움이 있었으나, 체계화된 국가

직무능력을 활용함으로써 산업현장, 교육훈련, 자격 등과 상호연계가 가능하게 되었다(HRD Korea, 2014b).

출제기준 개정

광해방지기사 검정방법은 필기시험과 실기시험으로 구성된다. 종목 신설 당시 필기시험 과목은 “광산환경일반”, “사면 및 굴착공학”, “오염탐지공학”, “환경지구화학”으로 편성되었으며, 과목별 객관식으로 20문제씩 총 80문제가 출제된다. 실기시험은 “광해방지실무”에 관한 평가로 주관식 필답형으로 20문제 내외가 출제된다.

“광산환경일반” 과목은 광산개발과 환경, 지질광상, 개발 및 처리, “사면 및 굴착공학”은 지반조사, 지표안정, 지하안정, “오염탐지공학”은 지하수, 광해조사, “환경지구화학”은 조사와 분석, 광산과 환경을 주요항목으로 하고 있다. “광해방지실무”는 광해일반, 광해관리로 구성된다.

Table 7. An examples of performance criteria and knowledges, skills, attitudes

Competency unit	5. Treatment of mine drainage	Competency unit element	5.1 Investigation of mine drainage
Performance criteria			
1.1 Ability to establish a plan of investigation items and methods depending on mine hazard prevention standards in order to investigate the sources of mine drainage pollution			
1.2 Ability to select sampling time and points of mine drainage in order to identify pollution distribution.			
1.3 Ability to use analysis items of contaminants using the analysis equipment according to the test process standards of KMES			
1.4 Ability to determine the mine drainage treatment facilities has been installed based on the investigation result and analysis data			
【Knowledges】			
○ Knowledge about the type and characteristics of mine drainage pollution			
○ Knowledge of the law relating to the protection an reclamation of mine hazard			
○ Understanding the mine development process			
○ KMES of water pollution process test			
【Skills】			
○ Mine drainage pollution analysis technology			
○ Ability to interpret the contaminated mine drainage patterns			
○ Ability to organize data for pollutants			
○ Ability to establish the site survey plan			
○ Ability to select the items of site and laboratory analysis			
○ Ability to sampling and sample preparation of the mine drainage			
○ Ability to operate the analysis equipment for each analysis item			
○ Ability to apply the analysis results			
【Attitudes】			
○ Compliance with laws and regulations			
○ Compliance with safety and precautions			
○ Management and maintenance of cleanliness for analysis equipment			
○ Sincerity			
○ Accuracy			

출제기준에 산업현장의 변화를 적기에 반영하기 위하여 출제기준의 적용기간을 설정하고 그 시점이 도래할 경우 적용기간 만료 이전에 산업현장 직무분석을 통해 출제기준을 개정하여 왔다. 자격종목의 산업계 기술변화 및 수요 등 특성에 따라 3~5년의 적용기간을 설정하여 운영하였다 (HRD Korea, 2014b).

광해방지기사에의 경우 출제기준 적용기간이 5년으로 되어 있어 2010년부터 새롭게 적용될 출제기준 개정을 추진하게 되었다. 1차 출제기준 개정에서 주목해야 할 것은 광해관리분야의 전문 영역을 명확히 하고 유사 자격종목과 차별화를 위해 필기시험 과목명을 일부 변경하고 이와 연관된 출제항목에 대한 준비를 실시하였다는 점이다. 즉, “오염탐지공학”은 “광해탐지공학”으로 과목명을 변경하고, 출제항목 중 지하수 관련 항목을 광해관련 업무 전반에 관한 오염조사 및 분석으로 확장하였다. “환경지구화학”은 “광해방지공학”으로 과목명을 변경하고, 출제항목 중 토양 환경에 집중된 광산과 환경 항목을 광산폐기물 및 오염토양 처리 등 현장에서 적용되는 광해분야별 기술을 포함하는 광해방지사업으로 확대 적용하였으며, 관련법규를 추가로 포함하였다. 또한 “사면 및 굴착공학”에서는 터널안정을 주로 다루던 지하안정 항목을 지하공동안정으로 하여 광산현장에 적용되는 내용을 반영하였다. 개정된 출제기준은 2010년 5월 1일부터 2015년 4월 30일까지 적용되

었다.

2차 출제기준 개정 시기가 도래하였으나 광산환경관리 분야 국가직무능력표준 개발(2014년 5월~2014년 11월) 결과물을 광해방지기사 출제기준에 반영하기 위하여 출제기준 적용기간을 2015년 10월 30일까지 6개월 연장하고, 개발된 국가직무능력표준을 토대로 두 번째 출제기준 개정을 추진하기에 이르렀다.

필기시험의 경우 세부항목의 일부 용어를 국가직무능력표준에 맞게 전반적으로 정비하였고, 실기시험의 경우 주요항목의 광해일반과 광해관리를 국가직무능력표준의 분류체계를 반영하여 광해조사와 광해복원으로 변경하고, 세부항목 및 세세항목을 조사·실제·공사·사후관리 체계에 맞추어 개정하였으며 이 과정에서 광해유형별 기본 및 실시설계 항목이 신설되었다. 필기시험 과목 중 광해방지공학 일부 항목의 출제기준 개정 전후 비교표와 실기시험 일부 항목의 출제기준 개정 전후 비교표를 Table 8과 Table 9에 각각 나타내었다.

개정된 출제기준의 적용기간은 2015년 11월 1일부터 2020년 10월 31일로 하여야 하나, 1년에 1회 실시하는 종목으로 수험자들의 출제기준 적용기간에 대한 혼란 등을 예방하고자 년도말로 기간을 조정하여 2015년 11월 1일부터 2020년 12월 31일로 개정하였다. 이와 같은 내용으로 주무부처인 산업통상자원부의 검토를 거쳐 고용노동부 승인

Table 8. Comparison before and after the revision of contents standard for some of the written examination

Before the revision				After the revision				Reason
Subject	Main items	Details	Sub-details	Subject	Main items	Details	Sub-details	
Mine reclamation engineering	1. Mine reclamation construction	1. Treatment of <u>mine waste</u> and polluted soil	1. Occurrence of mine waste and polluted soil 2. <u>Restoration technology of mine waste stockyard</u> 3. <u>Treatment technology of polluted soil and underground water</u> 4. <u>Restoration technology of damaged forests</u> 5. Prevention of flying dust, noise, and vibration 6. Follow-up management and monitoring	Mine reclamation engineering	1. Mine reclamation construction	1. Treatment of <u>tailing</u> and polluted soil	(Deletion) 1. <u>Treatment of tailing</u> 2. <u>Treatment of improvement and purification of the polluted soil</u> 3. <u>Restoration of forest damage</u> 4. Prevention of flying dust, noise, and vibration 5. Follow-up management and monitoring	Modify technical terms of details using NCS (2305030205_14v1) Sub-details 1 was transferred to ‘mine detection engineering’ 1-1-1 Modify technical terms of sub-details 2, 3, 4 using NCS (2305030205_14v1) (2305030204_14v1) (2305030207_14v1)

을 통해 2015년 6월 1일에 출제기준 개정이 확정되었으며 개정된 출제기준은 2016년부터 시행되는 시험에 적용될 예정이다.

결론

본 논문에서는 광해조사와 광해복원으로 개발된 광산환경관리분야 국가직무능력표준을 통합 활용하여 광해방지기사 국가기술자격의 직무분석을 실시하고, 이를 기반으로 출제기준을 개발하였다. 광해의 직무를 “광물 자원개발로 인한 환경적 피해를 사전에 예방하거나 이미 발생된 환경오염에 대한 광해 복원사업을 하기 위해 지반침하, 광산 배수오염, 산림훼손, 토양오염, 먼지날림·소음·진동, 광물 찌꺼기에 대한 조사 및 설계를 하고, 이에 따라 복원공사 및 사후관리를 하는 일”로 정의하였다.

광해현황 조사, 지반침하 복구, 광산오염토양의 개량·정화처리, 광물찌꺼기 처리, 광산배수 처리, 광산사면 안정화 및 훼손산림 복구, 광산 먼지날림·소음·진동 방지, 광해방지시설 사후관리의 8개 능력단위와 이들 능력단위별로부터 총 30개의 능력단위요소를 도출하였다. 능력단위요소별로 수행준거와 지식, 기술, 태도를 제시하였으며, 능력단위를 수행하는 데 있어 관련되는 적용범위와 작업상황, 능력단위의 성취여부를 평가하는 평가지침을 제시하였다. 또한, 직무분석 결과를 바탕으로 광해방지기사 필기 및 실기시험 출제기준 일부 평가항목의 명칭 변경 및 항목 신설 등 출제기준을 개정하고 그 적용기간을 년도말로 조정하여 2015년 11월 1일부터 2020년 12월 31일까지 적용토록 하였다.

국가직무능력표준은 향후 시험문제 개발, 실기시험의 평가방법 다양화 등에 적극 활용될 예정이며, 이는 산업현장

Table 9. Comparison before and after the revision of contents standard for some of the practical examination

Before the revision				After the revision				Reason
Subject	Main items	Details	Sub-details	Subject	Main items	Details	Sub-details	
Mine reclamation actual work	1. <u>General mine hazard</u>	1. Investigation and evaluation of mine hazard	1. Development and current status of the mine 2. <u>Detection of polluted areas</u> 3. <u>Investigation and analysis of mine hazard</u>	Mine reclamation actual work	1. <u>Investigation of mine hazard</u>	1. Investigation of mine hazard and <u>design for reclamation</u>	1. Development and current status of the mine 2. <u>Investigation of current status of mine hazard</u> 3. <u>Analysis of the survey data and evaluation</u> 4. <u>Basic and detailed design for the type of mine reclamation</u>	NCS classification system (investigation of mine hazard / mine reclamation) applies to main items Modify technical terms of details including design Modify technical terms of sub-details 2 using NCS (2305030102_14v1) Modify technical terms of sub-details 3 using NCS (2305030103_14v1~2305030107_14v1) Create basic and detailed design on the sub-details 4 using NCS (2305030109_14v1 & 2305030110_14v1)

수요에 부합하는 문제 해결능력을 검증하는데 효과적으로 적용될 것으로 기대된다. 또한 2015년에 한국산업인력공단 주관으로 신자격설계가 추진되어 기존의 자격체계와는 다른 신자격체계가 도출되고 일학습병행제에 적용됨에 따라 향후 자격체계의 운영 및 적용 등에 많은 변화가 예상된다.

References

- Human Resources Development Service of Korea(HRD Korea), 2003, *National technical qualification in the field of mine hazard prevention and reclamation development report*, p. 1-91.
- Human Resources Development Service of Korea(HRD Korea), 2009, *Duty analysis I*, pp. 265-334.
- Human Resources Development Service of Korea(HRD Korea), 2014a, *Manual for development of National Competency Standard*, pp. 2-4.
- Human Resources Development Service of Korea(HRD Korea), 2014b, *Manual for maintenance of national qualification contents standard that are based NCS*, pp. 35-36.
- Kim, S.M., 2015, "Development of Korean National Competency Standard for Control of Mining Environment," *Journal of Korean Society of Mineral and Energy Resources Engineers*, Vol. 52, No. 1, pp. 68-80.
- Mine Reclamation Corporation(MIRECO), 2015. *A mine reclamation white paper 2014*, p.139.
- Ministry of Employment and Labor(MOEL), 2014a, *National Competency Standards development report(Investigation of Mine Hazard)*, Ministry of Employment and Labor, Sejong, Korea. p. 21.
- Ministry of Employment and Labor(MOEL), 2014b, *National Competency Standards development report(Mine Reclamation)*, Ministry of Employment and Labor, Sejong, Korea. p. 21.
- Ministry of Employment and Labor(MOEL), 2015a, National Technical Qualifications Act, Enforcement Rules article 3, attached table 2. 2015.05.21.
- Ministry of Employment and Labor(MOEL), 2015b, *National Technical Qualifications Statistical Yearbook 2015*, p.455.
- Ministry of Employment and Labor(MOEL). 2013, Fundamental act of qualification, Law 11722, article 2, No. 2, 2013.04.05.
- Nam, K.S., Yu, S.K., Woo, H.S., Kang, G.R. and Oh, K.E., 2015, "Contents Standard Revision of National Qualification in the field of Mine Reclamation by Utilizing National Competency Standard(NCS)," *Proc. of the Spring Conference, The Korean Society of Mineral and Energy Resources Engineers*, Daejeon, Korea, April 29-30, p.304.



유성곤

1997년 전북대학교 공과대학 자원공학과
공학사
1999년 전북대학교 대학원 자원공학과 공
학석사

현재 한국광해관리공단 자격검정센터 과장
(E-mail; skryu@mireco.or.kr)

김선명

현재 신한대학교 에너지환경공학과 교수
(本學會誌 第52卷 第1号 參照)



남광수

1990년 전남대학교 공과대학 자원공학과
공학사
1992년 전남대학교 대학원 자원공학과 공
학석사
2006년 전남대학교 대학원 자원공학과 공
학박사

현재 한국광해관리공단 자격검정센터 센터장
(E-mail; ksnam@mireco.or.kr)

백승한



1996년 한양대학교 공과대학 자원공학과
공학사
1998년 한양대학교 대학원 자원공학과 공
학석사
2004년 한양대학교 대학원 지구환경시스
템공학과 공학박사

현재 한국광해관리공단 광해기술연구소 지반안정기술팀 팀장
(E-mail; shbaek@mireco.or.kr)