

NCS 기반 토양환경분야 국가기술자격 실기시험 평가방법에 관한 연구

이정규 · 배재근*

서울과학기술대학교 에너지환경대학원 에너지환경공학과

A Study on the Evaluation Method of National Technical Qualification for Soil Environment Based on NCS

Jeong-Kyu Lee · Chae-gun Phae*

Department of Energy Environment Engineering, Graduate School of Energy & Environment, Seoul National University of Science and Technology

ABSTRACT

Human Resources Development of Korea has been practicing performance evaluation for occupational qualification licences in environmental sectors that include water, air, and wastes management, but not soil. The purpose of the study was to improve overall quality of the national qualification test in the soil sector to better train applicants based on National Competency Standards (NCS), which is designed to emphasize site-specific conditions and knowledge. This study systematically analysed the current licence test in the soil sector with respect to qualification units, performance criteria, knowledge, techniques, and attitude as described in NCS. Furthermore, test evaluation was conducted to examine the validity of the revised licence test. The test results indicated the revised test method would bring positive outcomes to the related industry. Upon the reviews and amendments by the field experts, the result of this study could serve as a framework to the development of more robust and reliable licence test.

Key words : National technical qualification certifications, Engineer of soil environment, NCS, Evaluation method

1. 서 론

국가직무능력표준(National Competency Standards: NCS)은 직무의 대한 능력단위, 능력단위요소, 수행준거, 지식, 기술 태도 등으로 구성하고 각 산업계 현장에서 직무를 적절하게 수행하기 위해 요구되는 직무수행내용을 산업별, 수준별로 체계화하여 제공함으로써 산업현장의 직무를 수행하기 위해 필요한 능력을 표준화한 집합체이다. 즉, 산업현장에서 직무를 수행하기 위해 만들어진 매뉴얼이라 할 수 있다.

NCS는 산업현장에서 해당 직무분석을 통해 NCS를 기반으로 교육의 편성 및 운영, 인사채용 등을 가능하게 함으로써 직무의 수요처인 산업현장과 구직자간의 유기적인 연관관계를 가질 수 있도록 직무정보를 제공하는 역할을 한다. 다시 말해 교육훈련기관에서의 학습과제와 해당 직

무에 필요한 업무요건, 수행 준거 등이 유기적인 관계를 가지게 되면서 산업현장에서 요구하는 인력배출이 가능하게 된다.

이러한 측면을 고려하여 국가기술자격검정의 궁극적인 목표는 산업현장에서 요구하는 현장맞춤형 인력을 양성 및 배출하여 교육현장과 산업현장의 직무수행 불균형을 해결하고 능력중심사회를 구축하는데 기여하는 것이다.

현행 국가기술자격검정의 토양환경기사는 1차 필기형, 2차 필답형으로 구분되어 있어 실기시험이 따로 구성되어 있지 않아 해당 자격증을 취득하여 취업한 후 실험분석 등에 대한 별도의 교육이 필요한 실정으로 자격 취득 후 별도의 교육 없이 직무수행이 가능하도록 자격검정 평가 방법이 개선이 필요한 실정이다.

국가기술자격검정의 토양환경기사의 직무내용과 NCS 토양관리, 지하수관리의 능력단위, 능력단위요소 수행준거

*Corresponding author : phae@seoultech.ac.kr

Received : 2017. 8. 3 Reviewed : 2017. 9. 29 Accepted : 2017. 9. 29

Discussion until : 2017. 12. 31

Table 1. Evaluation methods of the current national competency standard

Engineer water pollution environmental (Industry engineer)		Engineer air pollution environmental (Industry engineer)		Engineer wastes treatment environmental (Industry engineer)		Engineer soil environment	
Written test	Multiple-choice question	Written test	Multiple-choice question	Written test	Multiple-choice question	Written test	Multiple-choice question
Practical test	Written answer / Work assessment	Practical test	Written answer / Work assessment	Practical test	Written answer	Practical test	Written answer

- Work assessment test will be added to the Engineer wastes treatment (Industry engineer) as a study on an improvement in evaluation methods of a practical test conducted in 2015.

등 직무범위를 기준으로 비교분석하여 연관관계를 분석하여 실기시험 평가방법을 개발하였으며, 개발된 평가방법의 타당성 검토를 위해 시범평가를 환경공학과 재학생을 대상으로 시행하였다. 개선된 실기시험 평가방법을 도출하기 위한 내용으로 교육현장과 토양산업현장의 직무수행 불균형을 해소하기 위한 국가기술자격검정의 토양환경기사 평가방법을 개선 연구 내용을 기술하였다.

2. 연구내용

2.1. 환경분야 국가기술자격 평가방법 분석

현행 환경분야 국가기술자격 평가방법은 환경분야 특성상 필요한 직무인 실험을 평가하는 분야와 평가하지 않는 분야 두 가지로 구분이 가능하다(Table 1). 수질환경기사(산업기사)와 대기환경기사(산업기사)의 경우 현장 직무에 필요한 작업평가가 시행되고 있으며, 폐기물처리기사(산업기사)와 토양환경기사에는 작업평가가 없어 필답형 문제로 실기시험을 대체하고 있다.

2.3. 현행 국가기술자격시험 출제기준 및 NCS 능력단위 상관관계 분석

현행 국가기술자격시험 출제기준과 토양관리, 지하수관리 각 NCS의 능력단위 상관관계를 분석하기 위해 먼저 NCS 각 능력단위의 정의에 대해 검토하였으며, 먼저 토양관리 NCS 능력단위별 정의는 아래와 같다(Table 2).

- ① 토양자원 보전: 토양자원 보전이란 토지 이용도를 고려하여 자원으로서의 토양의 특성을 평가하고, 보전 및 관리대책을 수립하는 능력.
- ② 토양 분석: 토양분석이란 토양 오염조사 및 이화학적 특성을 파악하기 위해 시료를 규정된 방법과 절차에 따라 분석하는 능력.
- ③ 오염 평가: 오염 평가란 부지 오염현황 및 오염 거동 해석을 고려한 오염평가보고서를 작성하는 능력.

Table 2. NCS Soil management competency criteria

No.	Competency criteria
1	Soil resources conservation
2	Soil analysis
3	Pollution evaluation
4	Design of purification facility
5	Construction of purification facility
6	Operation of purification facility
7	Risk assessment
8	Verification of Pollution
9	Follow-up management of verification
10	Basic filed investigation
11	Field investigation

- ④ 정화 설계: 정화설계란 오염부지 정화시공을 위해 공법을 선정하고 선정된 공법의 현장 적용을 위한 설계도서를 작성하는 능력.
- ⑤ 정화시설 시공: 정화시설시공이란 정화설계도서에 따라 정화시설물을 설치·시공하는 능력.
- ⑥ 정화시설 운영: 정화시설운영이란 운영관리계획에 따라 정화시설을 운영하여 계획된 공사기간 내에 정화목표를 달성하는 능력.
- ⑦ 위해성 평가: 위해성 평가란 오염토양의 유해도와 노출경로를 고려하여 인체 위해성을 평가하는 능력.
- ⑧ 정화 검증: 정화 검증이란 토양정화가 진행되는 과정 또는 정화 완료 후 적합 여부를 검증하는 능력.
- ⑨ 정화 사후관리: 사후 관리란 정화완료 후 재오염 및 부지 내·외부 오염원에 의한 추가오염 가능성, 자연저감에 의한 오염도 저감추이 등을 모니터링 하고 관리하는 능력.
- ⑩ 현장기초조사: 현장 기초조사란 토양 및 지하수의 오염 여부 및 오염양상을 파악하기 위한 기초 조사계획 수립등을 수행하는 능력.
- ⑪ 현장조사: 현장조사란 토양 및 지하수의 오염 여부

Table 3. NCS Groundwater management criteria

No.	Competency Criteria
1	Ground water effect assessment
2	Design and construction of ground water utility facility
3	Geothermal underground facility development
4	Soil ground water monitoring network operation
5	Ground water quality analysis
6	Contaminated ground water assessment
7	Method establishment of contaminated ground water purification facility
8	Establishment and management of ground water purification facility
9	Hydrogeological field investigation
10	Hydrogeological comprehensive assessment
11	Soil ground water modeling
12	Bearing characteristics and developable quantity of ground water

및 오염양상을 파악하기 위한 자료조사, 방문조사, 시료채취 등을 수행하는 능력.

다음으로 지하수 관리 NCS 능력단위의 정의는 아래와 같다(Table 3).

- ① 지하수 영향조사: 지하수 영향조사란 지하수 개발·이용에 따른 영향을 조사평가하고, 적정 채수량을 산정하는 능력.
- ② 지하수 이용시설 설계·시공: 지하수 이용시설 설계 및 시공이란 지하수이용을 위한 시설을 설계 및 설치하는 능력.
- ③ 지열 이용 지중 시설의 개발: 지열에너지 이용 시설의 개발이란 지열에너지를 효율적으로 사용할 수 있도록 조사·계획하고 지열이용시설을 설계·시공할 수 있는 능력.
- ④ 토양지하수 측정망 운영: 토양지하수 측정망 운영이란 전국적·지역적인 지하수량 및 지하수 수질을 파악하기 위해 측정망을 설치·운영하는 능력.
- ⑤ 지하수 수질분석: 지하수 수질분석이란 지하수의 시료채취로부터 실험실에서의 분석에 이르기까지 지하수 수질 분석에 관한 사항을 정함으로써 지하수의 오염을 예방하고 지하수의 상태를 진단하는 능력.
- ⑥ 토양지하수오염 평가: 토양 지하수 오염평가란 지하수오염이 예측되거나 오염이 인지된 지역의 지하수 오염정도, 오염범위 및 오염원인을 조사하는 능력.
- ⑦ 오염지하수 정화설비 방인수립: 오염지하수 정화 설비 방인수립이란 오염지하수를 현장상황에 맞추어 적절한 정화 방법을 선정하고 설계·시공하는 방안

을 수립하는 능력.

- ⑧ 오염지하수 정화설비 설치운영: 오염지하수 정화설비 설치운영이란 오염지하수를 현장상황에 맞추어 적절한 정화 방법을 선정하고 설계·시공하는 능력.
- ⑨ 수리지질 현장조사: 수리지질 현장조사란 현장 수리시험을 통하여 대수층의 수리지질 특성인지를 도출하는 능력.
- ⑩ 수리지질 종합평가 : 수리지질 종합평가란 현장 수리시험을 통하여 종합평가 하는 능력.
- ⑪ 토양지하수모델링: 토양 지하수모델링이란 지하수모델링 프로그램을 이용하여 지하수 유동 및 오염물질 거동을 재현·예측하는 능력.
- ⑫ 지하수 부존특성·개발가능량 평가: 지하수 부존특성·개발 가능량 평가란 지하수 기초조사를 통하여 전국적인 지하수 부존 특성 및 개발 가능량을 평가하는 능력.

현행 토양환경기사 자격검정의 출제기준, 평가방법과 토양관리, 지하수관리 NCS의 능력단위, 능력단위요소, 수행준거, 지식, 기술, 태도 등을 접목하여 현장 실무수행이 가능할 수 있도록 체계적인 분석을 실시하였다.

토양환경기사는 토양·지하수 정화 및 관리 분야의 관계법규, 공학적 지식 등을 바탕으로 토양·지하수 환경오염정화 및 관리에 대한 설계, 시공, 운영에 관한 직무를 수행하는 자격으로써 지하수관리와 토양관리 두 가지로 구분이 가능하다.

토양환경기사는 지하수 영향조사, 오염지하수 정화, 수리지질 특성조사, 토양자원 보전 등 총 13개의 능력단위로 구성되어 있고 상기 기술한 13개의 주요항목을 중심으로 국가기술자격검정 평가 문제를 출제하고 있다. 현행 국가기술자격검정의 평가 기준은 1차 필기시험, 2차 필답형 실기시험을 통해 각 차수의 합격 기준점수(60% 이상 득점)를 충족하는 경우 해당 자격을 부여하고 있다.

1차 필기시험은 토양학개론, 토양 및 지하수 오염조사 기술, 토양 및 지하수 오염정화기술, 토양 및 지하수 환경관계법규로 구성되고 총 80문제이며, 2시간 동안 진행된다. 2차 필답형 실기시험은 토양오염 조사 및 정화 실무로 구성되며, 서술형 문제로써 3시간 동안 시험이 진행된다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 평가방법 모듈화 및 도출

현행 국가기술자격과 NCS의 능력단위의 상관관계를 살펴보면 토양관리는 10개의 능력단위 모두 매칭 되고 지하

Table 4. Comparative analysis of national technical qualification and NCS

Category	Sub-category	Sub-sub category	Division	Competency criteria match
Environment· Energy· safety	Industrial environment	Soil management	Ground water management	Ground water contamination assessment
				Contaminated ground water purification
				Hydrogeological characteristics investigation
				Soil resources conservation
				Field investigation
				Soil analysis
	Soil management			Pollution evaluation
				Purification design
				Purification facility construction
				Purification facility management
				Risk assessment
				Purification verification
			Follow-up management	

Table 5. NCS and national technical qualification list

Qualification items	Competency criteria	Evaluation method
Engineer soil environmental	Ground water contamination assessment	Paper examination
	Contaminated ground water purification	Paper examination
	Hydrogeological characteristics investment	Paper examination
	Soil resources conservation	Paper examination
	Field investigation	Paper examination
	Soil analysis	Paper examination / Performance evaluation
	Pollution assessment	Paper examination
	Purification design	Paper examination
	Purification facility construction	Paper examination
	Purification facility management	Paper examination
	Risk assessment	Paper examination
	Purification verification	Paper examination
Follow-up management	Paper examination	

^a: Subjective question test

^b: Experiment test

Table 6. Evaluation method contents of NCS-based national technical

Qualification item	Engineer soil environmental	
Evaluation method	Evaluation time	Evaluation question
Paper evaluation	120	15
Performance evaluation	180	1
Total	300	16

수관리는 지하수오염 평가, 오염지하수 정화, 수리지질 특성조사로 총 3개 능력단위와 매칭 되는 것으로 분석 되었다(Table 4).

현행 국가기술자격과 NCS 능력단위의 상관관계를 분석한 결과를 바탕으로 토양환경기사 출제기준의 주요항목, 세부항목, 세세항목과 토양관리, 지하수관리 NCS의 능력

단위, 능력단위요소, 수행준거 등을 연계하여 13개 능력단위 중심으로 평가방법 모듈화를 하였으며, 적절한 실무능력 평가를 위해 작업수행평가는 토양관리 NCS의 능력단위 토양 분석에 대한 작업수행평가를 설정하였다(Table 5). 작업수행평가기 필요한 시설, 장비 및 재료로는 측정 분석이 가능한 실험실과 환경측정기기(UV, 분석장비 등)

와 작업수행평가 수행에 필요한 시약 등으로 구성하였다. 지필평가 120분, 작업수행평가 180분으로 총 300분간의 평가시간을 가지고 지필평가, 작업수행평가 각각 15문제, 1문제를 출제하여 자격검정을 실시하는 것으로 설계하였으

며(Table 6), 도출결과는 Table 7, Table 8과 같고 Table 7은 검정평가에 필요한 시설, 장비·도구, 평가방법을 나타낸 것이고 Table 8은 상기 도출된 결과를 바탕으로 평가방법 및 평가내용에 대해 정리한 것이다.

Table 7. Evaluation method derivation of NCS-based national technical qualification

Qualification item		Engineer soil environmental		
Qualification criteria	Evaluation method	Required facility	Required equipment (measuring)	Required materials
Ground water contamination evaluation	Paper test	- Classroom - Blackboard - Desk	- Capacity of 30 persons	- Personal writing tools
Contaminated ground water purification	Paper test	- Classroom - Blackboard - Desk	- Capacity of 30 persons	- Personal writing tools
Hydrogeological characteristics investigation	Paper test	- Classroom - Blackboard - Desk	- Capacity of 30 persons	- Personal writing tools
Soil resources conservation	Paper test	- Classroom - Blackboard - Desk	- Capacity of 30 persons	- Personal writing tools
Field investigation	Paper test	- Classroom - Blackboard - Desk	- Capacity of 30 persons	- Personal writing tools
Soil analysis	Performance test Paper test	- Laboratory - Experiment table - Apparatus (Glass, pipette, etc)	- Environment measuring equipment (UV, computer, etc)	- Personal writing tools - Reagent, etc ex) Octanol, ultrapure water
Pollution assessment	Paper test	- Classroom - Blackboard - Desk	- Capacity of 30 persons	- Personal writing tools
Purification design	Paper test	- Classroom - Blackboard - Desk	- Capacity of 30 persons	- Personal writing tools
Purification facility construction	Paper test	- Classroom - Blackboard - Desk	- Capacity of 30 persons	- Personal writing tools
Purification facility operation	Paper test	- Classroom - Blackboard - Desk	- Capacity of 30 persons	- Personal writing tools
Risk assessment	Paper test	- Classroom - Blackboard - Desk	- Capacity of 30 persons	- Personal writing tools
Purification assessment	Paper test	- Classroom - Blackboard - Desk	- Capacity of 30 persons	- Personal writing tools
Follow-up management	Paper test	- Classroom - Blackboard - Desk	- Capacity of 30 persons	- Personal writing tools

Table 8. Evaluation method derivation results of NCS-based national technical qualification

Qualification item	NCS Competency criteria	Previous evaluation method and content	Revised evaluation method and content
Engineer soil environmental	Ground water effect investigation	Written answer	Written answer
	Ground water utility facility design and construction	Written answer	Written answer
	Geothermal underground facility development	Written answer	Written answer
	Ground water monitoring network operation	Written answer	Written answer
	Ground water quality analysis	Written answer	Written answer
	Groundwater contamination assessment	Written answer	Written answer
	Contaminated ground water purification	Written answer	Written answer
	Hydrogeological characteristics investigation	Written answer	Written answer
	Ground water modeling	Written answer	Written answer
	Bearing characteristics and developable quantity of ground water	Written answer	Written answer
	Soil resources conservation	Written answer	Written answer
	Field investigation	Written answer	Written answer
	Soil analysis	Written answer	Written answer Performance test
	Contamination assessment	Written answer	Written answer
	Purification design	Written answer	Written answer
	Purification facility construction	Written answer	Written answer
	Purification facility operation	Written answer	Written answer
	Risk assessment	Written answer	Written answer
	Purification verification	Written answer	Written answer
	Follow-up management	Written answer	Written answer

Table 9. Outline of simulation evaluation based on NCS

Qualification item	Evaluation date	Evaluation place (region)	Evaluation personnel (student)	Supervisor personnel	Manager commissioner personnel	Manager staff personnel
Engineer soil environmental	2016.08.26	College located in S-city	10 persons	3 persons	1 persons	2 persons

Table 10. Quantitative result of simulation evaluation based on NCS

Qualification item	Applicants	Applicant average	Successful applicants	Successful applicants ratio	Note
Engineer soil environmental	10 persons	63 points	6	60%	

3.2. NCS기반 모의평가 결과고찰 및 분석

모의평가는 감독관 3명, 관리위원 1명, 관리원 2명과 10명의 화학 및 환경관련 전공자를 대상으로 실시하였다 (Table 9). 모의평가의 정량적 결과(Table 10)는 응시자 평균점수가 65점, 합격자 6명, 합격률 60%로 나타났고 평균점수가 60점 이상으로 다소 높게 나타나 모의평가 문제 난이도 상향조절이 필요한 것으로 사료된다. 특히 작업수행평가는 보다 높은 변별력을 갖추기 위해 분석항목 등에 대한 보완이 필요한 것으로 판단된다.

설문에 의한 정성적 결과를 요약하면 평가의 표준 연계

성, 자격 현장성, 자격 통용성, 평가 적정성이 개선 전보다 개선 후가 긍정적 의견이 상대적으로 다수를 이루었다. 응답자의 공통적 의견은 토양환경 관련 직무의 경우 측정, 분석 업무가 주를 이루기 때문에 개선평가방법에 대한 긍정적의견이 다수를 이룬 것으로 확인되었다.

현행 토양환경기사 출제기준은 작업수행(분석)평가를 시행하지 않아 현장에서 필요한 분석관련 업무에 대한 평가방법이 필요한 실정이다. 토양 산업현장에서 필수 직무요소로써 NCS를 기반으로 작업수행평가방법이 개발된다면 해당 자격증의 현장성이 증대할 것으로 사료되며, 토양환경



Fig. 1. Simulation Evaluation Based on NCS.

경기사 현장성 제고를 위해 작업수행평가방법의 추가가 필요한 것으로 판단된다.

4. 결 론

토양환경기사는 토양환경관련법, 관련제도 및 토양환경정화 및 복구분야의 과학 및 공학적 기초이론 지식 또는 숙련기능을 바탕으로 현장에서 토양 환경 오염정화 및 복구에 대한 복합적인 기술적 직무를 수행할 수 있도록 2003년부터 현재까지 시행된 자격이며, 매년 1,000~2,000여명 정도의 응시자를 기록하는 환경산업 관련 자격이다. 또한 토양환경기사는 환경영향평가법, 지하수법, 건설기술관리법 등 자격취득자에 대한 법령상 우대현황 등 혜택이 주어지므로 당 자격 응시자 수는 현황을 유지할 것으로 판단된다.

연구 수행결과와 상기 기술된 내용으로 토양환경기사는 현장 직무수행 특히 측정, 분석 업무가 중요하며, 현행 국가기술자격 평가방법의 개선이 필요한 것으로 사료된다.

본 연구는 개선된 토양환경기사 평가방법의 시행과 설

문조사, 산업현장조사 등 수행결과를 기반으로 개선된 토양환경기사 실기시험 평가방법을 제안한다. 또한 수행한 결과를 적용하기 위해 전문대학 및 4년제 대학 온오프라인 자격증반 운영학원, 지역별 공단설명회 등 변경사항에 대한 충분한 홍보가 필요하고 정책적인 재원의 지원 등이 필요할 것으로 판단된다.

사 사

이 논문은 한국산업인력공단의 지원을 받아 수행된 연구임.

References

- Portal site of National Technical Qualification - <http://www.q-net.or.kr/> [accessed 17.08.30]
 National Competency Standards - <http://www.ncs.go.kr/> [accessed 17.08.30]