

기술보고

광해관리 분과위원회(ISO TC 82/SC 7) 국제표준 현황 분석

서의영^{1*} · 이진수² · 박제현³

¹한국광해관리공단 기술연구소 광해방지연구실 대리, ²한국광해관리공단 기술연구소 광해방지연구실 실장
³한국광해관리공단 기술연구소 광해방지연구실 팀장

Analysis of International Standardization of Mine Closure and Reclamation Management (ISO TC 82/SC 7)

Eui-Young Seo^{1*}, Jin-soo Lee² and Jay-hyun Park³

¹Manager, Institute of Mine Reclamation Research, Mine Reclamation Corporation

²General Manager, Institute of Mine Reclamation Research, Mine Reclamation Corporation

³Director, Institute of Mine Reclamation Research, Mine Reclamation Corporation

Received 7 October 2020 Final version Received 17 November 2020 Accepted 22 December 2020

Abstract : Standardization for the management of mine impacts refers to all acts of establishing and disseminating international or domestic standards, such as test methods, procedures, and guidelines for minimizing hazards that occur during the lifecycle of a mine i.e., from planning and development to closure. Although developing countries, which rely heavily on multinational mine developers for their resource development activities, are aware of the problems of mining damage, they find it challenging to determine whether the reclamation plan proposed by the mine developer is appropriate due to the absence of international standards. Korea proposed the necessity of establishing a standard for mine closure management to ISO. With the establishment of the mine closure and reclamation management subcommittee (SC 7) in 2012, the activities of the Mining Technical Committee (TC 82), which had been dormant after 1962, resumed. The SC 7 developed nine strategies for promoting international standards in 2019 and, based on these, it first established a vocabulary for mine closure and reclamation management (ISO 20305) in 2020. Additionally, the committee reviewed mine closure and reclamation planning (ISO/DIS 21795 part 1 & 2) and abandoned mine management (ISO WD 24419). The establishment of international standards for mine closure and reclamation management will be the cornerstone of sustainable mine development, as the standards can provide guidelines for post-mining activities to stakeholders.

Key words : ISO, TC 82/SC 7, Terminology, Mine closure and reclamation planning, Abandoned mine management

요 약 : 광해관리 표준화란 광산개발 계획부터 폐광에 이르는 광산 전 주기에서 발생하는 광산피해가 최소화되도록 관리하는 절차, 지침 및 측정방법에 관한 국가표준 또는 국제표준을 제정, 보급하는 일체의 행위를 의미한다. 선진국들의 자원개발행위에 상당부분 의존하는 개발도상국들은 광산피해의 문제점을 인식하고 있음에도 불구하고 국제표준의 부재에 따른 정보의 부족으로 광산개발사에서 제시한 복구계획이 적절한 것인지 판단하는데 어려움을 겪고 있다. 이에 한국은 광해관리 표준 설립의 필요성을 ISO에 제안하였으며, 2012년 광해관리분과(SC 7)가 설립되면서 1962년 이후 휴면상태로 존재하였던 광업분과위원회(TC 82)의 활동이 재개되었다. SC 7은 2019년 9개의 국제표준 추진전략을 도출하였고, 이를 기반으로 공통용어 표준(ISO 20305)를 최초 제정하였으며, 폐광 및 광해관리 계획(ISO/DIS 21795 part 1 & 2)과 폐광산 광해관리(ISO WD 24419)의 개발이 준비중이다. 광해관리 국제표준은 이해관계자들이 광산개발이후 해야 할 활동들의 지침을 제시할 수 있기 때문에, 광해관리 표준의 제정은 지속가능한 광산개발의 초석이 될 것이다.

주요어 : 국제표준화기구, 광해관리 분과위원회, 공통용어, 폐광 및 광해관리 계획, 폐광산 광해관리

서 론

산업통상자원부는 올해 3차 광업기본계획(2020~2029년)을 확정했다. 국내 광업의 지속가능한 성장기반 확보를

위한 3차 광업기본계획은 광업법에 따라 5년마다 수립하는 계획으로, 핵심 내용을 살펴보면 산업원료 광물의 안정적 공급, 기업의 생산성·수익성 제고, 광산 안전 및 환경관리 강화를 중점으로 한다. 우리나라 광업의 문제점은 부존

*Corresponding Author, Eui-Young Seo, eyseo@mireco.or.kr, Mine Reclamation Corporation, segae-ro 2, Wonju, Korea

자원 빈약과 개발투자 부진, 낮은 생산수익성과 인력난 가중, 광산 안전 및 열악한 작업환경이다. 마지막의 광산 안전 및 작업환경은 폐광 이후의 활용계획에 대한 고려사항은 없고, 광산 개발 완료 후 환경오염이나 안전관리에 취약한 문제점을 가지고 있다. 개선방안은 안전 관련 제도, 교육훈련 등의 개선을 통한 선진국 수준의 광산안전 실현을 목표로 한다. 즉, 신규 광산개발 계획 수립 시 갱도 및 채광장 등의 재활용 계획을 반영하여 친환경적이고 지속가능한 광산으로 활용하고, 테마공원이나 관광체험 등 타산업과 연계한 광업시설 활용모형을 개발하여 광업시설의 경제적 활용 촉진 및 지속가능한 광산개발을 도모하는 것이다(MOTIE, 2020).

한국광해관리공단은 『광산피해의 방지 및 복구에 관한 법률』 제7조에 의거하여 매 5년마다 “광해방지기본계획”을 수립하고, 전국에 분포하는 폐광산, 휴지광산 및 기행광산에 대한 광해발생 위치, 광해현황, 광해유형, 규모 등을 포괄하는 광해실태조사를 2010년과 2015년에 실시하였다(MIRECO, 2018). 2015년 광해실태조사에 의하면 우리나라 개발광산은 전국적으로 5,544개이며, 일반광산 5,144개(금속광산 2,184개, 비금속광산 2,960개), 석탄광산 400개이다. 총 5,544개 광산 중 광해발생 광산은 일반광산 2,343개(금속광산 1,245개, 비금속광산 1,098개), 석탄광산 274개로 개발광산 대비 약 47%의 광산에서 광해가 발생하며, 광해발생 광산 중 휴폐광산은 2,449개(93.58%)이다.

광해방지 기술개발은 광산개발 계획수립부터 폐광이후 사후관리 과정까지 전주기적 광업활동에 대한 광산피해의 예측, 조사, 평가, 복원, 사후관리에 필요한 자료를 축적하고 이의 정밀한 분석을 통해서 광해요인의 예방, 저감 및 원천적 처리에 대한 기술개발 활동이라고 볼 수 있다(Yang *et al.*, 2018). 이러한 기술개발의 일환으로 공단은 광해관리 사업 수행의 체계화 및 효율성 제고를 위하여 광해관리 표준화를 추진하고 있다.

일반적으로 표준이란 국제표준화기구 규정 ISO/IEC Guide 2(표준화 및 관련 활동에 대한 일반용어 및 정의, 1991)에서 “표준은 공통적이고 반복적인 사용을 위하여 합의에 의해 제정되고 인정된 기관에서 승인된 문서로서 주어진 여건 아래서 최적의 질서확립을 목적으로 하는 활동이나 그 결과에 대한 규칙, 지침 또는 특성을 제공한다”고 정의하고 있다. 이러한 표준의 기능과 역할은 ① 범용성 및 호환성 ② 소통의 어려움 최소화 ③ 이해의 증진 ④ 신기술이나 새로운 기법의 상업화 ⑤ 품질 및 안전 보장 등 다양한 기능과 역할을 수행한다. 따라서, 표준은 산업경제와 기업성장을 견인하는 국가경쟁력의 핵심 요소이자 국민의 편안하고 안전한 삶을 보장하는 국가 인프라라는 인식이 확산되고 있다(KATS, 2018).

광해관리에서의 표준화란 광산개발의 계획부터 가행, 폐광에 이르는 전 과정에서 발생하는 광해를 관리하는 방법(절차, 지침, 시험 및 측정방법 등)에 관한 국가표준(KS) 및 국제표준(ISO)을 제정·보급·확산하는 것을 의미한다. 광해관리 표준화는 크게 3가지 목적을 위해 추진된다. 첫째, 광해방지사업의 효율성 제고 및 체계화를 위한 것으로, 기존 조사 분석·설계·시공 등 광해관리 전과정에서 표준이나 규격의 미비로 사업별, 업체별 등 일관성 부족의 문제를 해결하고자 한다. 둘째, 세계 각국별로 상이한 관련제도·규정·절차적용기술 등을 해결하고, 해외 광해관리시장 진출의 기반을 조성하기 위해 국내 광해방지사업의 절차를 국제적인 표준으로 제정함으로써 공단 및 아국의 신뢰도를 제고할 수 있을 뿐만 아니라 국내사업자가 해외에 진출함에 있어 익숙한 방법으로 사업을 수행할 수 있도록 지원하고자 한다. 마지막으로, 국가표준의 국제표준화 정부시책의 부합 및 국제표준화 역량강화를 통하여 국제표준 주도국으로도 약 및 글로벌 스탠다드를 선점하고자 한다.

본 논문에서는 ‘광업(mining)’을 타이틀로 하는 기술위원회와 광업 소속의 광해관리 분과위원회의 특징과 목표를 소개하고자 한다. 또한, 광해관리 분과위원회에서 추진하고 있는 국제표준의 주요 내용을 살펴봄으로써 국제 표준화 동향을 기술하고자 한다. 이를 통하여 ‘3차 광업기본계획’에서 추구하는 국내 광산안전 및 광업발전 방향에 기여하고, 한국형 광산표준의 추진전략 및 발전방안을 모색하고자 한다.

본 론

국제표준화 기구

표준을 개발하는 국제기구는 국제표준화기구(International Organization for Standardization, ISO), 국제전기기술위원회(International Electrotechnical Commission, IEC) 및 국제전기통신연합(International Telecommunication Union, ITU) 기구가 대표적이다. 각 기구의 설립 및 역할은 다음과 같다(Table 1). ISO는 전기, 전자 및 통신분야를 제외한 모든 분야의 국제표준 제정을 목적으로 1947년에 발족된 비정부기구이며, 본부는 스위스 제네바에 있다. IEC는 1904년 미국에서 개최된 국제전기학술대회에서 설립하기로 결정하여 전기, 전자분야의 표준 제정을 위하여 설립되었다. IEC도 비정부기구이며 스위스 제네바에 본부를 두고 있다. 마지막으로 ITU는 1865년 유럽국가중심으로 만국통신연합이 설립되고 이후 무선기술의 발달로 인해 유·무선 통신을 포괄적으로 취급하게 되면서 1932년에 ITU로 재탄생되었다. ITU는 UN산하기구로서 유선통신뿐만 아니라 전화, 방송 및 위성 주파수에 대한 국제 표준을 개발 보급하고 있

Table 1. Summary for Organizations of International standardization (revised from Abbas *et al.*, 2018)

	ISO	IEC	ITU
Full name	International Organization for Standardization	International Electrotechnical Commission	International Telecommunication Union
Foundation	1947	1904	1865
Location	Geneva	Geneva	Geneva
Scope	Standardization on industrial infra not covered by IEC	Standard activity in electric and electronic field	Standardization on global infra of IT
Members	165 countries	89 countries	193 countries
Structure	TC 1- TC 333	100 TC & 101 SC	SG2-SG20
Activity	Standardization more than 23,000 item	Standardization more than 10,000 item	Standardization more than 4,000 item

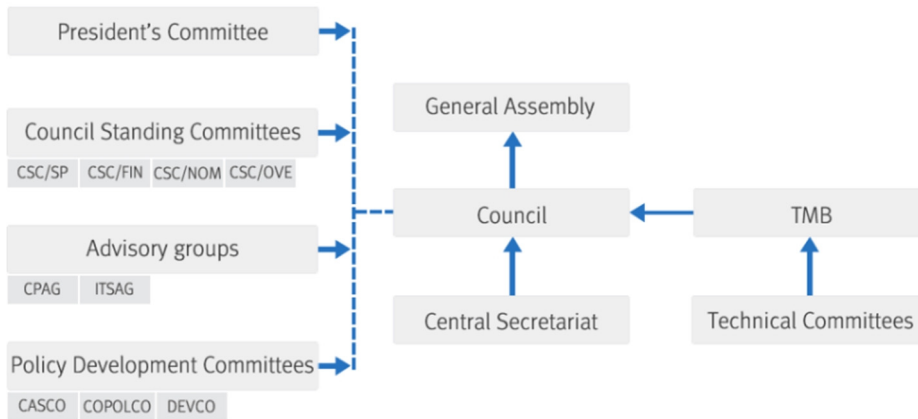


Fig. 1. Governance structure of ISO (<http://www.iso.org>)

으며 ITU 회원국 간 협력을 유지하고, 개발도상국들에 대한 기술지원, 전기통신 업무의 효율성 증진 등의 역할을 수행하고 있다(KIPO, 2012).

세계 3대 공적표준화 기구 중 ISO는 표준 개발 범위가 가장 다양하고, 여러 국제표준화 활동을 주도하는 기구이다. ISO 참여는 우리나라의 산업부 국가기술표준원(Korean Agency for Technology and Standard, KATS)과 같이 국가기관이 회원으로 가입한 경우도 있으나, 미국 및 유럽 국가들은 자국의 표준협회에서 ISO 회원으로 가입하고 있다. ISO 위원회(Committee)의 구성은 각 기술별로 분화되어 있으며, 전체적인 구성은 기술위원회(Technical Committee, TC), 분과위원회(Subcommittee, SC), 작업반(Task Force, TF)와 Working Group, WG)으로 분류된다(Fig. 1). 여러 분야에서 표준 개발은 전 세계의 산업계, 연구기관, 학계, 정부, 소비자 및 다양한 이해관계자들이 참여하여 합의에 바

탕을 둔 국제 표준을 개발하고 있다.

국제표준 개발 절차

ISO 표준 제정 절차는 일반적으로 예비단계를 거쳐 제안, 준비, 위원회, 질의, 승인, 발행의 6단계를 거쳐 제정되며, 이 모든 절차는 통상 36개월정도 소요된다. 표준제정을 위한 절차는 다음과 같다(Table 2).

예비단계(Preliminary stage, 0단계)는 기술위원회나 분과위원회에서 표준안이 논의되기 전에 제안하는 단계로 새로운 국제표준의 필요성을 확인하는 단계이며, 투표 권한을 가지는 P-멤버(primary member)의 과반수 이상 승인을 얻어 프로젝트 제안 단계로 진행하게 된다.

제안단계(Proposal stage, 1단계)는 신규작업제안(New Work Item Proposal, NP or NWIP)을 채택하여 본격적인 표준화 작업이 시작되는 단계이다. 3개월간 서면 투표를 통

Table 2. Project stages and associated document for developing ISO standard

Project stage	Associated document name		
	Name	Abbreviation	Contents
0 Preliminary stage	Preliminary Work Item	PWI	Preliminary Work Items are not yet sufficiently mature for processing to further stages
1 Proposal stage	New Work Item Proposal	NWIP or NP	New standard is proposed to relevant technical committee
2 Preparatory stage	Working Draft	WD	Working group of experts start discussion to prepare a working draft
3 Committee stage	Committee Draft	CD	1st working draft shared with technical committee and with ISO CS
4 Enquiry stage	Draft International Standard	DIS	Draft shared with all ISO national members, who are asked to comment
5 Approval stage	Final Draft International Standard	FDIS	Final draft sent to all ISO members
6 Publication stage	International Standard	IS	ISO International Standard

해 승인이 되며, 5개국 이상의 P-멤버가 신규 작업 추진을 위한 기초작업에 참여할 의사를 표명한 경우 채택된다.

준비단계(Preparatory stage, 2단계)는 주관 간사국(Convener)를 결정하고, ISO/IEC 기술작업 지침서에 따라 전문가들의 토의를 거쳐 작업 초안(Working Draft)을 작성한다. 이렇게 작성된 작업 초안은 기술위원회 및 분과위원회의 P-멤버에게 찬반여부를 물어 위원회 초안(Committee draft, CD)으로 채택한다.

위원회단계(Committee stage, 3단계)는 위원회 초안을 다시 여러 차례의 검토를 하는 단계로, 검토과정을 거친 후 P-멤버의 2/3 이상이 찬성하면 국제표준 초안(draft international standard, DIS)이 만들어지게 된다.

질의단계(Enquiry stage, 4단계)는 국제표준안(DIS)에 대해 중앙사무국(Central Secretariat) 관장 하에 투표를 실시하는 단계로, 투표한 P-멤버의 2/3 이상이 찬성하고, 반대표가 1/4이하인 경우 투표가 통과된 것으로 간주한다. 해당 위원회의 P-멤버가 기술적인 의견을 피력하여 반영시킬 수 있는 마지막 단계이며, 최종 국제표준안(final draft international standard, FDIS)으로 공포된다.

승인단계(Approval stage, 5단계)는 최종 국제표준안을 중앙사무국으로 제출하며, 이 단계에서 영어판과 불어판으로 만들어진다. 본 단계에서는 P-멤버의 2/3 이상과 ISO 전회원의 3/4 이상이 찬성을 통하여 국제표준으로 확정하게 된다.

마지막으로 발간단계(Publication stage, 6단계)는 중앙사무국 기술위원회 또는 분과위원회 간사기관에서 지적된 인쇄상의 오류 수정 및 최종 감수하며, 중앙 사무국에서 국

제표준을 인쇄 및 배포와 동시에 종료된다.

광업기술위원회(ISO TC 82, Mining)

1955년 6월에 설립된 광업기술위원회(ISO/TC 82)는 광산의 장비 설계, 제조, 안전, 채광계획, 광물 매장량 산정, 광해 복구 등의 국제표준 제정을 위하여 설립되었으나, 단 두 차례(1959년과 1962년) 총회가 열린 이후 장기간 휴면상태로 존재하였다. 그 기간 동안 광산장비와 폭발성 대기에 관한 보호시스템의 표준 제정은 방폭전기설비 기술위원회(IEC/TC 31)에서 진행하였으며, 토목기계(earth-moving machinery)에 관한 표준은 토목기계기술위원회(ISO/TC 127)에서 진행하였다.

하지만 광업은 전 세계적으로 국가 산업활동의 기초이며, 각 나라들은 자국의 경제적 이익의 극대화 및 국가차원의 자원안보 강화를 위한 전략들을 내세우고 있다. 이러한 배경 하에 각국의 광업 회사들과 이해관계자들은 회원국 정부 사이의 협의에 의해 제정되어진 국제표준의 필요성을 지속적으로 요청하였다. 2012년 10월 ISO 중앙 사무국(Central Secretariat)은 TC 82의 재활성화 방안에 대하여 검토하였고, 중앙 사무국은 TC 82의 재 활성을 승인하였다.

재 활성화 된 TC 82의 표준 범위(scope)는 노천광산 및 갱내 채굴과 관련된 기계 장비, 광물 매장량 계산법, 광해관리 등을 포함한다. 또한, 광산과 관련된 그림 기호, 체인 컨베이어, 와이어 로프, 드릴링 장비 등 36개의 국제 표준에 대한 관리 책임도 위임하였다. 제외하는 항목은 토목기계(ISO/TC 127) 및 빌딩 건설 기계 및 장치(ISO/TC 195) 등 다른 기술위원회와의 중복을 방지하는 범위이다. TC 82와

Table 3. ISO committees of relevance to the mining sector (revised from Steenhof, 2015)

ISO technical committee	Scope of committee
ISO TC 82 (Mining)	Standardization of specifications relating to specialized mining machinery and equipment used in opencast mines (e.g. conveyors, high wall miners, rock drill rigs and continuous surface miners) and all underground mining machinery and equipment for the extraction of solid mineral substances [e.g. road headers, continuous miners, rock drill rigs, raise boring machines, high wall miners, LHDs, mining auger boring machines, RMDs (rapid mine development systems)]; recommended practice in the presentation of plans and drawings used in mine surveying; methods of calculation of mineral reserves; mine reclamation management; design of structures for mining industry; special refuge/rescue chambers; shaft boring machines.
ISO TC 127 (Earth-moving machinery)	Standardization of nomenclature, use classification, ratings, technical requirements and test methods, safety requirements, operation, maintenance manual format for earth-moving and related machinery
ISO TC 147 (Water quality)	Standardization in the field of water quality, including definition of terms, sampling of waters, measurement and reporting of water characteristics
ISO TC 207 (Environmental management)	Standardization in the field of environmental management systems and tools in support of sustainable development
ISO TC 282 (Water reuse)	Standardization of water reuse of any kind and for any purpose. It covers both centralized and decentralized or on-site water reclamation, and direct and indirect reuse applications, taking into consideration the potential for unintentional exposure or ingestion. It includes technical, economic, environmental and societal aspects of water reuse. Water reuse comprises a sequence of the stages and operations involved in collection, conveyance, processing, storage, distribution, consumption, drainage and other handling of wastewater, and treated effluent, including water that is reused in repeated, cascaded and recycled ways. The scope of ISO/PC 253 (Treated wastewater reuse for irrigation) is merged therein
ISO TC 262 (Risk management)	Standardization in the field of risk management
ISO TC 283 (Occupational health and safety management)	Standardization in the field of occupational health and safety management to enable an organization to control its OH&S risks and improve its OH&S performance
ISO TC 195 (Building construction machinery and equipment)	Standardization in the field of Machines and equipment used on construction sites, including concrete machines; foundation machines; aggregate processing machines; road construction and maintenance machines and equipment; tunnel boring machines (TBMs) and associated machines and equipment; scaffolds; machines and plants for production and processing of building materials; machines and equipment for processing building materials on-site; road operation machinery and equipment, and associated services
IEC/TC 31 (Equipment for explosive atmospheres)	To prepare and maintain international standards relating to equipment for use where there is a hazard due to the possible presence of explosive atmospheres of gases, vapours, mists or combustible dusts
ISO TC 118 (Compressors and pneumatic tools, machines and equipment)	Standardization in the field of air compressors; compressors for the process, petroleum, chemical and gas industry services; pneumatic tools and machines; compressed air treatment technology
ISO TC 182 (Geotechnics)	Standardization of geotechnical aspects in the field of building and civil engineering, including (related) properties of soil and rock

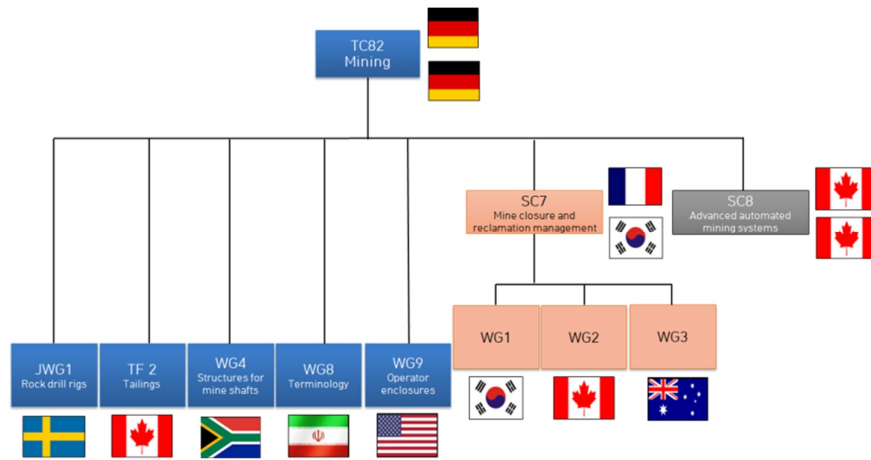


Fig. 2. Structure of ISO/TC 82 (as of September 2020)

Table 4. Countries participating and observing members of ISO TC 82/SC 7 (<http://www.iso.org>)

Participating countries (19)	Observing countries (13)
Australia, Burkina Faso, Cameroon, Canada, Chile, China, D.R. Congo, Côte d'Ivoire, France, Gabon, Germany, Iran, Korea, Mali, Morocco, Rwanda, Senegal, South Africa, United States	Austria, Czech, Finland, Malawi, Mongolia, Poland, Romania, Russia, Spain, Sweden, Tanzania, United Kingdom, Zambia

관련된 기술위원회는 Table 3에 정리하였다.

TC 82 참여국은 P-멤버(Participating member) 24개국 및 O-멤버(Observing member) 25개국이다. P-멤버의 역할은 표준 작업에 적극 참여 및 국제 표준안에 대한 투표의 의무가 있는 반면, O-멤버는 투표의 의무는 없으나 문서를 볼 권한과 코멘트를 제출할 수 있다. 구성은 총 7개로 분류되며, 2개의 분과위원회(SC 7 & 8), 1개의 공동작업반(Joint Working Group, JWG) 및 4개의 작업반(TF & WG)이다(Fig. 2). TC 82의 분과위원회인 SC 7은 광해관리 표준 개발하고 있으며, SC 8은 광산시스템 자동화와 관련된 표준을 개발하고 있다. 표준의 개발은 기술위원회 또는 분과위원회에 소속된 작업반에서 진행하며, 각 작업반의 의장(Convenor)이 주관하여 표준 개발 회의, 투표 등을 진행하여 제정하게 된다. 표준 제정 성과는 2020년 9월을 기준으로 총 52종의 국제표준이 제정되었으며, 10개의 표준이 개발되고 있다.

광해관리 분과위원회(ISO TC 82/SC 7, Mine closure and reclamation management)

광해관리 표준화는 SC 7 설립 이전(2013년 기준)을 기준으로 세계 각국별로 상이하며, 국제표준은 전무한 실정이

었다. 선진국은 자체적인 기준으로 광해관리를 수행하고, 동남아 및 CIS 등의 개발도상국들은 광해발생에 따른 문제점을 인식하고는 있으나 기술 및 절차 등의 정보가 부족하였다. 이에 한국은 광해관리에 대한 설립 필요성을 제안하여 국제적 관심을 유발함과 동시에 특정 국가의 이익보다는 공동의 선실현을 앞세워 2013년 3차 총회에서 SC 7의 설립 신청서를 제출하였다. 이후 4차 총회에서 SC 7 설립 승인 및 한국은 초대 회장과 간사국을 수임하였다. SC 7의 1차 총회는 2014년 9월 한국에서 개최하였으며, 산업부 국가기술표준원(KATS)가 주최하고 한국광해관리공단이 주관하였다. 이후 매년 총회를 개최함에 따라 설립 당시 9개국으로 시작한 분과위원회는 현재 32개국(19개의 P-멤버, 13개의 O-멤버)이 참여하고 있다(Table 4).

SC 7 국제표준 추진 전략

전주기 광업활동의 표준 제정을 위하여 분과위원회는 9가지 표준 전략을 수립하였고 이를 기반으로 표준개발 우선순위를 Fig. 3과 같이 도출하였다(Murphy *et al.*, 2019).

- ① 광산(폐광) 정보: 광산 운영의 기본은 정보수집이며, 초기 개발부터 광산운영에 따른 지속적인 데이터 수집과 활용이 필요하다. 데이터의 손실은 광산운영의



Fig. 3. Key mine closure and reclamation themes within the ISO TC 82/SC 7 strategic plan (unpublished document of SC 7).

- 중요한 의사결정에 오류를 일으킬 수 있기 때문에 효율적이고 투명한 데이터 관리가 중요하다.
- ② 운영, 위험 및 기회: 광산 폐광 및 피해복구에 대한 효과적인 표준을 통하여 기존 시스템을 강화하고 위험 관리 프로세스를 제공하는 표준 및 지침을 개발하고자 한다.
 - ③ 폐광을 고려한 광산 설계: 설계 초기 단계부터 폐광을 고려하여 주변 환경 및 수질오염 등 광해복구를 포함하여야 한다. 또한 조건별 시뮬레이션이나 모델링을 통하여 광산안정성을 확보하는 것이 중요하다.
 - ④ 경제적 측면: 광해복구비용 및 폐광지역 경제활성화를 위한 비용과 관련 프로세스를 마련하여야 한다.
 - ⑤ 폐광(Closure performance): 선제적이고 단계적인 복구를 위한 프로세스 마련이 중요하다. 프로세스는 폐광지 생물다양성 확보(증가), 사회적 측면, 광산개발 이전의 부지 환경과 폐광이후의 부지 활용성을 고려한 설계가 필요하다. 평가 방법은 생물물리학적 기술 측면(biophysical technical aspects)과 사회경제적(socio-economic) 측면 모두를 평가하여야 한다.
 - ⑥ 사회적 측면: 폐광 전후의 사회적 변화를 고려한 기준 및 지침을 마련해야 한다. 많은 폐광 지역이 사회적 침체를 경험하기 때문에 효과적으로 사회적 측면을 관리할 수 있는 폐광 프로세스를 개발해야 한다.
 - ⑦ 이해관계자 참여: 효과적인 광산개발을 위하여 광산 개발 이전, 개발단계, 폐광 이후의 모든 부분에 이해관계자를 참여시켜야 하며, 폐광 이후의 광산부지 활용 계획 수립 및 지역주민과의 소통, 경제개발 프로세스 등 모든 측면에 이해관계자는 참여해야 한다.

- ⑧ 대체 산업 육성: 폐광산 부지 활용 방안을 개발하고, 대체 산업으로 제시된 방안의 사회, 경제, 환경적 측면을 평가하여야 한다.
- ⑨ 폐광 이후의 광산 관리: 폐광 이후에 광산부지는 관리되지 않은 상태로 남아있기 때문에 오염을 발생시키거나 사회, 환경적으로 부정적 영향을 미칠 수 있다. 따라서 위험요소를 파악하고 처리하며, 향후부지 및 시설 활용계획, 복구, 정책 수립 및 자금 마련 등을 포함한 광해관리 표준이나 지침을 설정하여야 한다.

SC 7의 국제표준문서 주요내용

광해관리분과위원회(SC 7)는 3개의 작업반(Working Group)을 운영하고 있으며, 방법표준(시험방법, 측정방법, 절차 및 프로세스)과 전달표준(용어, 단위/기호/코드)을 주로 논의하고 있다. WG1은 광해관리 용어를 담당하며, WG2는 폐광 및 광해관리 계획, WG3은 폐광산 광해관리를 담당하고 있다(Table 5). 2020년 9월 현재, 총 4건(제정 1건, 개발 3건)의 표준문서를 개발하였다. WG1에서는 공통용어(ISO 20305), WG2에서는 폐광 및 광해관리 관리계획에 관한 요구사항과 지침(ISO/DIS 21795 part 1 & 2)을 운영하고 있으며, WG3에서는 폐광산 광해관리(ISO WD 24419)에 대한 표준을 준비하고 있다.

WG1의 공통용어(ISO 20305)는 2016년 2월 처음 시작된 이래로 현재 제정 완료되었다. 공통용어는 광해관리 분야의 주요 용어 개념 및 표현 등을 정의함으로써 효과적 의사소통을 가능토록 하는데 목적이 있다. 본 표준이 진행되는 과정에서 나타나는 특징은, 각 나라별로 용어들의 개념 및 표현이 상이하여 합의하는 과정이 쉽지 않았다는 점이다.

Table 5. Summary of operating working group(WG) under TC 82/SC 7 (<http://www.iso.org>)

Title	Governance	Purpose and scope
Mine closure and reclamation terminology	WG 1	To facilitate effective communication within the subject field of mine closure and assist interpretation of concepts and terms across all mine closure and reclamation standards
Mine closure and reclamation management planning	WG 2	To promote consistency and quality in planning for mine closure and reclamation across new and operating mines
Abandoned mine management	WG 3	To promote consistency and quality of mine closure and reclamation for abandoned mines

공통용어 제정을 위한 3가지 중요 관점은 다음과 같다 (Murphy *et al.*, 2019).

① 제정되는 용어가 표준이나 문서에 존재하거나 준비 중인 용어인가? ② 제정되는 용어의 정의가 다른 용어와 상충되거나 의미가 명확하게 전달되는가? ③ 용어를 정의함에 있어 광해관리 분야의 이해 관계자들이 모두 공감할 수 있도록 표현하였는가? 관점에서 작성하였다. 반면에, 본 표준에서 제정하지 않은 용어들은 ① 광해관리 이외의 분야에서 사용되거나 ② 여러 개념이 한 개의 용어에 포함되는 경우 ③ 광업기술위원회(TC 82)에서 준비하고 있는 다른 기준들과 상충하는 용어들은 제외하였다.

공통용어 내용은 다음과 같이 10가지의 개념으로 분류하여 제정되었다.

① 폐광 상태(status): 폐광 단계와 관련한 광산이나 광산 지형지물의 상태, ② 폐광 단계(phase): 폐광을 위해 수행되는 활동의 단계, ③ 폐광 전략(strategy): 폐광 부지활용 및 폐광 목적 달성을 위해 광산 부지 또는 광산 특징에 적용되는 전략이나 전술, ④ 광산 지형지물(features): 광산개발 및 폐광관련(폐광 후 광산 부지 활용 등) 지형지물, ⑤ 광산 물질(materials): 광산폐기물, 광물찌꺼기, 폐석, 광산폐수 등 위험을 수반하거나 폐광과정에서 발생하는 물질, ⑥ 폐광 위험(risks): 광해관리가 필요한 광산 지형지물 및 광산 물질과 관련된 위험과 영향, ⑦ 광해관리(treatments): 폐광에 따른 위험 저감 또는 폐광 시 수행하는 처리방안, 조치 및 방법, ⑧ 폐광활동(activity): 폐광단계에서 수행하거나 폐광 전략 또는 광해관리를 위한 활동, ⑨ 폐광 자금(finance): 폐광관련 비용의 자금조달 및 책임보증, ⑩ 사회문화적 측면(social and cultural aspect): 사회, 문화, 경제에 미치는 전략, 위험, 활동 및 처리를 다룬다.

WG2의 폐광 및 광해관리 계획(ISO/DIS 21795 part 1&2) 표준은 신규 개발을 추진하거나 가행광산에 적용되는 폐광 및 광해관리 계획 수립을 위한 필수사항 및 권고사항을 다룬다. 구성은 2개의 “파트”로 분류하였고, 내용은 제 1부

(Part 1) 필수사항 및 제 2부(Part 2) 추가적인 지침이다. 제정 목적은 국제적으로 폐광 및 광해관리 계획 수립의 일관성 확보와 품질 제고에 있다. 세부 내용을 살펴보면 지속적이고 종합적인 폐광 및 광해관리 계획수립은 신규 개발 추진 및 가행광산에 있어 필수 요소이며, 그 이유는 다음과 같이 작성하였다.

① 광산개발사업 초기부터 폐광 및 광해관리 계획 수립한 경우 사회환경비용을 줄일 수 있다. ② 광산 운영과 폐광에 있어 위험 및 책임비용(liabilities)을 줄일 수 있다. ③ 이해관계자를 포함시킴으로써 폐광 및 광해관리 계획에 관련 지식과 정보를 반영할 수 있다. ④ 여러 폐광 단계에 있어 사회경제적 기회를 발굴하는 지속적 개발활동에 더 많은 관심을 갖도록 할 수 있다. ⑤ 정부, 이해관계자 및 국제 사회와의 신뢰 구축에 기여할 수 있다. ⑥ 각 광산의 생물물리학적 특성 및 사회경제적 관계의 복잡성을 이해할 수 있도록 한다. ⑦ 폐광 및 광해관리 계획의 지속적 개선 및 최신 동향을 제공한다. ⑧ 광산운영과 폐광 및 광해복구 사업을 통합적으로 수행하도록 한다. ⑨ 폐광 전략과 광해복구를 위한 새로운 기술들을 연구개발하도록 한다. ⑩ 폐광 및 광해복구 자금을 제공하고 계획할 수 있도록 한다.

제 1부 문서는 신규 개발을 추진하거나 가행광산에 적용되는 폐광 및 광해관리 계획 수립에 포함되는 기본 구조(프레임워크)와 절차(프로세스)를 다룬다. 1부는 다음의 7가지 사항들의 관한 필수사항 및 권장사항들을 제공한다. ① 폐광 및 광해관리 계획 목적 및 책임, ② 광산부지 특성화, 오염물질, 폐광 후 부지활용 계획 등의 광해복구 및 전문기술, ③ 사회경제적 영향 완화, ④ 재정 보증과 관련 계획, ⑤ 계획되지 않은 폐광 시의 폐광 및 광해복구 계획, ⑥ 폐광 후 관리 계획, ⑦ 폐광 및 광해복구 계획 문서화에 관하여 기술한다.

제 2부 문서는 신규 개발 추진 및 가행광산에 있어 필수계획 활동과 관련한 지침들을 제공한다. 2부는 4가지 항목에 관하여 권장사항을 작성하였다. ① 광물찌꺼기 적치장, 수

처리 시설, 노천광, 갱내 채굴 등을 포함한 광산부지의 폐광 및 복구, ② 지형, 식생복구, 수처리, 복토 등의 토양 오염 및 수처리, ③ 이해관계자 참여, ④ 설계 수준, 폐광 및 광해관리 설계 및 운영, 위험성 평가와 관리, 비용 분석, 성능 모니터링 등 의사결정 및 분석 방법이다.

WG3의 폐광산 광해관리(ISO WD 24419) 표준은 준비 단계(Preparatory stage)로, 현재까지 작성된 표준(안)의 정의 및 범위를 요약하였다. 준비 단계의 표준에서는 표준 제정 단계가 진행함에 따라 지속적으로 변경되며, 작업 초안(Working Draft)의 내용 및 정의는 다음과 같다. ① 폐광산은 이전의 광산소유자가 폐광 및 광해관리 활동을 수행하지 않았으며, 폐광 및 광해관리 책임이 다른 회사, 토지소유자 및 정부에 이전된 광산을 의미한다. ② 이 문서에서 광해관리는 최종 토지 사용 계획, 위험성 평가, 이해관계자의 참여, 복구방안 개발, 복구방안 분석 및 선택, 비용 산출, 계획, 공사와 폐광 부지 사후관리와 관련한 활동을 다룬다. ③ 광해관리의 목적은 광산부지를 (폐광 후) 생산적 목적에 활용 가능하도록 복원하고 하천이 수질기준에 부합하도록 복구하는 것이다. ④ 광해관리 사업은 일반적으로 위험 물질 제거, 토지 개량, 토양 복원, 산림복구와 같은 다양한 활동들을 포함한다. ⑤ 모니터링 프로그램은 광해관리 사업의 효과성을 평가하고 적합한 사후 조치를 취하기 위하여 활용된다. 광산은 폐광 이후에도 광산배수처리, 광물찌꺼기 적치장 관리 등 주기적 모니터링과 사후관리가 필요하다. ⑥ 여러 정부와 대형 광산개발사는 폐광지역의 실업, 지역공동화, 경제침체 등 사회경제적 영향과 지역주민의 건강 및 환경문제를 해결해야 한다. ⑦ 폐광산은 시간 경과에 따른 화학적 반응 및 물리적 안정성을 고려하는 것이 매우 중요하다. ⑧ 광해관리 사업의 절차 및 방법은 문제인식, 위험성 평가, 복구방안 분석, 복구방안 설계, 공사, 모니터링, 사후관리 등을 포함하여야 한다.

사업범위는 오염, 황폐화 및 산림 훼손 등으로 오염된 폐광지에서 광해관리의 절차를 다루고 있다. 이를 기반으로 원칙과 프로세스를 수립하고, 필수사항을 구체화하며, 폐광지의 광해관리를 위한 지침을 제공한다. 내용은 ① 광해 복구 후 토지활용계획, ② 폐광부지 평가, ③ 폐광지 위험성 평가, ④ 이해관계자 참여에 관한 내용을 포함한다. 이외에도 ① 갱내 작업, ② 노천광, ③ 광물찌꺼기 적치장, ④ 수처리 시설, ⑤ 건물 및 장비, ⑥ 폐기물, 유해물질 오염토, ⑦ 인프라, ⑧ 토양 안정화 및 식생복구, ⑨ 배수, 침전물에 관한 구성요소들을 다루고 있다. 본 표준에서 자세한 조사, 테스트, 모니터링 방법, 자세한 엔지니어링 절차, 구체적인 제품 사항, 구체적인 운영절차를 다루지 않으며, 특정 기술이나 처리 방법도 제외하였다.

결 론

지금까지 광업 및 광해관리 국제 표준화 기구를 살펴보고, 현재 추진하는 국제표준의 주요내용을 살펴보았다. 광업은 국가 산업활동의 기초이며, 국가 기간산업으로 중요성을 가지고 있지만, 광업활동을 통한 환경훼손은 불가피한 상황이다. 현행의 광업법 및 관련 하위규정은 광산개발 관리에 초점을 두며, 후폐광 이후의 채광공간 활동방안은 미흡한 상황이다. 또한, 후폐광산의 광해방지 및 자연환경 훼손 등을 위한 광해방지사업 비용은 매년 증가하는 추세이다. 이를 위해 광업 및 광해관리분야인 TC 82와 SC 7의 설립 배경 및 표준 제정 범위를 살펴보고, 더 나아가 SC 7에서 개발 중인 국제표준 문서의 동향을 분석하여 광산표준의 추진전략 및 발전방안을 모색하고자 하였다.

SC 7에서 개발하고 있는 표준은 (1)공통용어와 (2)폐광 및 광해관리 계획에 관한 요구사항과 지침 (3)폐광산 광해관리이다. 국제표준 문서의 주요내용은 다음과 같다. WG1에서 추진하는 공통용어 표준의 중요성은 작업반(WG)에서 제정하는 표준에 영향을 준다는 점이다. 즉, WG간 용어의 정의(definition)나 의미가 명확하게 전달되어 표준을 제정함에 충돌되거나 혼란스럽지 않고 서로 조화를 이룰 수 있도록 유도하는 역할인 것이다. WG2에서 추진하는 폐광 및 광해관리 계획에 관한 요구사항과 지침(ISO/DIS 21795)은 폐광 및 광해관리 계획의 기본 사항과, 폐광 및 광해관리 세부 정보 및 지침을 제공하고 있다. 이를 통하여 계획의 기본사항과 올바르게 안전한 계획에 필요한 원칙을 수립하고, 효율적인 비용과 계획 및 설계 개발 프로세스를 위한 핵심요소의 가이드라인을 제공하고자 한다. WG3의 폐광산 광해관리는 오염된 폐광지 광해관리의 절차(원칙과 프로세스)를 수립하고, 필수사항 및 폐광지의 광해관리를 위한 지침을 제공하는데 있다.

광업 및 광해관리 국제표준 분석을 통하여 광업 및 관련 전문가들의 참여가 필요한 이유는 다음과 같다.

- (1) TC 82/SC 7은 ISO 내에서 한국이 주도하여 설립된 최초의 분과위원회이며, 국제간사의 역할을 수임하고 있어 국제표준 제정 시 국내의 현장의견을 반영한 합리적이고 현실적인 표준을 제정할 수 있다는 점이다.
- (2) SC 7은 일반적인 용어 분야 이외에도 광산개발 전 과정을 통한 광해 파악, 이행단계에서 발생하는 광해관리, 마지막으로 폐광에 따른 계획수립, 광해방지 및 폐광지역 산업육성의 복원 단계로 다양한 분야가 존재한다는 점이다. 이것은 다양한 분야의 표준화 개발 참여를 통해 국제적인 글로벌 표준과 국내 법규 및 표준의 부합화로 비용효과적인 표준 개발 도출이 가능하다.
- (3) 표준은 산업경제와 기업성장을 견인하는 국가경쟁

력의 핵심 요소이며, 대국민 안전을 보장하는 국가 인프라다. 세계는 표준화가 기존 시장수요 확대 및 원가절감 수단으로의 경제적 가치에 대한 인식이 확산되고 있으며, 세계시장을 선점하기 위한 방법으로 자국의 표준을 국제표준화하기 위해 치열하게 경쟁하고 있다. 우리는 국가와 기관, 기업 및 연구계 등 관련전문가들의 긴밀한 협조체계를 지지기반으로 글로벌 스탠다드 선점이 필요한 시점이다. 이러한 표준화를 통하여 국가는 자국의 안정적 자원 확보 및 광산 개발 전략을 추진할 수 있으며, 기업은 경쟁력 강화 및 안전체계 고도화를 통한 광산 개발이 가능하다고 판단된다.

이 논문은 최근의 광업 및 광해관리 분야의 국제표준화를, 특히 SC 7의 표준 동향 분석을 통해 광업 분야에 소중한 정보와 지식을 제공하여 기여하고자 하였다. 그러나 광업 선진국들은 지금도 광업 경쟁력 강화를 위한 제도 및 전략을 개발 중으로 정책이나 제도 등을 포함하여 치밀한 분석이 이루어지지 못한 점은 아쉽다. 향후 다양한 산업적 의견을 반영한 표준화 활동을 통하여 국제 표준 동향과 부합하는 합리적인 광산개발 정책이 수립되고, 친환경적인 광산 관련 표준이 제정될 수 있도록 광업 및 관련 전문가들의 지속적인 관심과 적극적인 참여를 당부드린다.

References

Abbas, S.F., Lee, S.H., Lee, B., Kim, B.S., and Kim, T.S., 2018. Trends and Implications of International Standardization for Rare Earths. *J. Korean Powder Metall. Inst.*, 25(2),

p.165-169.
 International Electrotechnical Commission(IEC), 2020.09.21., <http://www.iec.ch>.
 International Organization for Standardization, 2019. *Strategic Plan*, Internal Technical Committee 82, Subcommittee 7 document, unpublished.
 International Organization for Standardization(ISO), 2020.09.21., <http://www.iso.org>.
 International Telecommunication Union(ITU), 2020.09.21., <http://www.itu.int>.
 ISO 20305, 2020, "Mine Closure and Reclamation - Vocabulary"
 KATS, 2018. *KATS Annual Report 2018*, Eumseong-gun, Korea, 874p.
 KIPO, 2012. *Standard-Patent Report*, Daejeon, Korea, 36p.
 MIRECO, 2018. *Mine Reclamation White Paper*, MIRECO internal report, Wonju-si, Korea, 213p.
 MOTIE, 2020. *The 3rd mining basic plan(2020-2029)*, Sejong-si, Korea, 24p.
 Murphy, D.P., Nahir, M., and Didier, C., 2019. An update on the development of mine closure and reclamation standards by the International Organization for Standardization. *Proceedings of the 13th Inter. Con. on Mine Closure*, p.761-770.
 Steenhof, P.A., 2015. Development of international standards for mine reclamation management. *Proceedings of the 10th Inter. Con. on Mine Closure*, p.157-168.
 Yang, I.J., Ji, W.H., and Park, J.H., 2018. Strategic investigation of development of mine reclamation technology based on third-stage road map. *J. Korean Soc. Miner. Energy Resour. Eng.*, 55(6), p.538-545.

서 의 영

현재 한국광해관리공단 기술연구소 광해방지연구실 대리
 (本學會誌 第57卷 第3号 參照)



박 제 현

1997년 한양대학교 공과대학 자원공학과 공학사
 2000년 한양대학교 대학원 자원환경공학과 공학석사
 2006년 한양대학교 대학원 지구환경시스템공학과 공학박사

현재 한국광해관리공단 기술연구소 광해방지연구실 팀장
 (E-mail: jayhp@mireco.or.kr)

이 진 수

현재 한국광해관리공단 기술연구소 광해방지연구실 실장
 (本學會誌 第57卷 第1号 參照)