

浮選 鑛尾의 循環資源化를 위한 非燒成 土建材料 開發[†]

金周益 · [†]鄭文泳* · 朴濟賢** · 李珍洙**

世明大學校 一般大學院 資源循環處理專攻, *世明大學校 바이오環境工學科, **韓國鑛害管理公團 鑛害技術研究所

Development of Non-sintered Construction Materials for Resource Recycling of the Flotation Tailings[†]

Joo-Ik Kim, [†]Moon-Young Jung*, Jay-Hyun Park** and Jin-Soo Lee**

Major in Resources Processing and Recycling, Semyung University

**Department of Biological & Environmental Engineering, Semyung University*

***Institute of Mine Reclamation Technology, Mine Reclamation Corporation*

요 약

부선 광미의 근원적 처리방안으로 경제성과 환경친화성을 고려하여 비소성 토건재료로 순환자원화 하는 연구를 수행하였다. 순신광산 광미의 평균입도는 220 μm 이고 삼광광산 광미의 평균입도는 140 μm 이었다. 따라서 이들 광미의 입도 특성을 고려하여 순신광산 광미는 비소성 투수블록의 원료 그리고 삼광광산 광미는 비소성 에코벽돌의 원료로 사용하여 제조한 시험체의 여러 특성을 조사하였다. 순신광산 광미 25 wt%이하의 배합조건에서 제조한 비소성 투수블록 시험체의 압축강도는 한국환경산업기술원(KEITT)에서 제시하고 있는 투수콘크리트 제품 규격(EL 245)인 14.70 MPa 이상을 만족하였다. 그러나 투수계수 측정결과, 투수콘크리트 제품 규격(EL 245)인 $1.0 \times 10^{-2} \text{ cm/sec}$ 이상을 만족하지 못하였다. 한편, 삼광광산 광미 40 wt% 이하의 배합조건에서 제조한 비소성 에코벽돌 시험체는 소성점토벽돌(KS L 4201) 3종 규격을 만족하였다. 또한 중금속용출시험(KSLT) 결과, 비소성 에코벽돌 시험체의 환경안정성이 확인되었다.

주제어 : 부선 광미, 순환자원화, 비소성 투수블록, 비소성 에코벽돌

Abstract

This study was conducted to recycle flotation tailings as non-sintered construction materials considering the economic and eco-friendly treatments. The particle size distribution(median 220 μm) of flotation tailings from Soon-shin mine was confirmed to be larger than that(median 140 μm) of tailings from Sam-kwang mine. Thus we investigated the properties of non-sintered eco-brick produced with the tailings from Sam-kwang mine and non-sintered water permeable block produced with the tailings from Soon-shin mine. Compressive strength of non-sintered water permeable block which was made with less than 25 wt% of tailings from Soon-shin mine was met with products class(over 14.70 MPa) of water permeable concrete(EL 245) from KEITL. Meanwhile, the coefficient of its permeability wasn't met with the products class(over $1.0 \times 10^{-2} \text{ cm/sec}$). The properties of non-sintered eco-brick with less than 40 wt% of tailings from Sam-kwang mine were satisfied with third class in sintered clay brick products standard(KS L 4201). The non-sintered eco-brick as a result of leaching test on heavy metals by KSLT was verified to be environmentally stabile.

Key words : Flotaton tailings, Resource recycling, Non-sintered water permeable block, Non-sintered eco-brick

[†] 2010년 11월 4일 접수, 2010년 12월 2일 1차수정

2011년 1월 6일 수리

* E-mail: myjung@semyung.ac.kr

1. 서 론

국내 광산은 과거에 유용 광물자원의 국내 확보를 위해 개발이 활발하였으나, 1980년대 이후 대부분의 광산이 휴·폐광되었다. 휴·폐광될 당시 대부분의 광산은 보완조치나 환경적 조치가 미흡한 상태로 휴·폐광되어 현재 다량의 광산폐석과 광미가 방치된 채 주변 환경에 심각한 오염원으로 작용하고 있다.¹⁾ 또한 휴·폐광된 금속광산 수는 대략 1,000 개소에 이르고 있으며, 이에 대해 한국광해관리공단 및 정부, 지방자치단체의 복원사업이 활발히 진행 중이나 아직도 방치된 광미량은 8,800 만톤에 이르는 것으로 집계되고 있는 실정이다. 한편, 연구 시료로 사용된 충남 청양에 위치한 삼광광산은 1932년에 금은광산으로 광업권이 등록되어 1938년부터 금 생산을 시작하여 약 25년동안 2500 kg 정도의 금을 생산하였으나 지금은 폐광한 것으로 알려져 있다.²⁾ 폐 금속광산인 삼광광산에 현재 적치되어 있는 광미와 광산폐석은 주 광미장 430.3천톤, 부 광미장 375.6천톤, 부광미장 적치사면 11.4천톤, 갱구 앞 적치사면 17.7천톤으로 총 835천톤이 전량 매립되어 있는 실정이다. 특히 이들 광미는 비소(As)로 심하게 오염되어져 있다고 알려져 있다.³⁾

국내 휴폐 금속광산 광미에 대한 처리는 차단형 매립 공정과 국부적 유출수 변환방식을 주로 사용하고 있으나, 이는 시공 후 유출수 경로변환 및 매립시설 낙후 등의 문제로 지속적인 관리가 요구되고 추가적인 시공을 필요로 하는 등 단계적 처리방법으로 많은 문제점을 내재하고 있으며 중금속 성분에 의해 2차 오염이 발생될 수 있다.⁴⁾ 따라서 광산폐기물(광산폐석과 광미)을 근원적으로 처리하는 순환자원화 기술 개발이 시급한 실정이다. 광미의 재활용 방법은 물질회수법과 물질전환법으로 대별할 수 있는데 물질회수법은 유기금속 회수 차원에서 볼 때 국내 광물자원의 부족분을 일부 충당할 수 있는 경제적인 이점을 가지고 있다.⁵⁾ 그러나 광미 전량을 재활용 할 수 없고 유기물질회수공정에서 2차 오염물질이 발생될 수 있다는 문제점이 내포되어 있다. 따라서 광미 그 자체를 순환자원화 하는 방안으로 시멘트 부원료, 세라믹소재원료, 건설소재원료 등 다양한 물질 전환법이 연구되고 있다.^{2,6-7)} 이처럼 광미의 재활용은 광미의 고부가가치화 보다는 추가적인 오염 없이 환경친화적인 대량 처리 방향으로 연구가 수행되어야 한다. 한편, 한국산업규격의 소성점토벽돌(KS L 4201)은 점토, 고령토 등을 주원료로 하여 혼련, 성형, 건조, 소

성 과정을 거쳐 만든 제품의 총칭이며, 1000°C 이상의 소성 공정을 거쳐 생산되기 때문에 복잡한 제조 공정과 고온소성을 위한 에너지 소비가 필수적이므로 경제성을 확보하는데 어려움이 있다. 또한 연료의 연소에 의한 공해물질이 대기 중에 방출되어 환경오염을 가중시킬 수 있다.⁸⁾

이에 본 연구에서는 경제성과 환경친화성을 고려하면서 간단한 제조공정으로 추가적 에너지 소비가 없이 미립의 부선 광미를 대량 처리할 수 있는 방법인 비소성 투수블록용 원료 및 비소성 예코벽돌용 원료로의 순환 자원화 가능성에 대한 연구를 수행하였다.

2. 시료 및 실험방법

2.1. 실험재료

본 연구에서 사용된 광미 시료는 폐 금속광산인 충남 청양의 삼광광산 광미적치장 그리고 현재 가행중인 전남 해남의 순신광산(현 (주)대우조선해양 SMC) 광미적치장에서 부선 광미 시료를 채취하여 음지에서 자연건조시킨 후 체질(sieving)하여 자갈 등 굵은 입자는 제거하고 5 mm 이하의 입자만 선택하여 연구시료로 사용하였다. Fig. 1 및 Fig. 2는 각각 삼광광산 광미 및 순신광산 광미의 XRD분석 결과를 나타낸 것으로 삼광광산 광미는 석영(Quartz: Quz)이 주를 이루고 있었으며 그 외 클리노클러오(Clinochlore: Cli), 백운모(Muscovite: Mus), 펜자이트(Phengite: Phe), 활석(Talc: Tal) 카올리나이트(Kaolinite: Kao)등이 소량 관찰되었다. 그리고 순신광산 광미 역시 석영이 주를 이루고 있었으며, 그 외 백운모가 소량 관찰 되었다. Table 1은 폐기물중금속용출시험법인 KSLT에 의거한 순신광산 광미 및 삼광광산 광미의 중금속용출시험 결과를 나타낸 것이다. 순신광미는 측정된 전 항목에서 한국폐기물관리법에 명시된 중금속 오염 기준치보다 낮게 측정이 되었다. 삼광광산 광미는 비소(As)가 중금속 오염 기준치 보다 높게 측정되어 고형화·안정화가 효과가 좀 더 높다고 판단되는 비소성 예코벽돌의 원료로 사용하였다.

Fig. 3은 굵은골재 및 잔골재 체가름 시험법인 KS F 2502 시험방법에 의한 광미시료의 입도분포 특성을 나타낸 것으로 삼광광산 광미의 중간경은 약 140 μm , 순신광산 광미의 중간경은 약 220 μm 로 나타났다. 따라서 더 큰 입도분포를 보이고 있는 순신광산 광미는 투수블록용 원료로 사용하는 것이 바람직한 것으로 사료되었다. Fig. 4는 제천지역의 석회석 광산에서 채취한

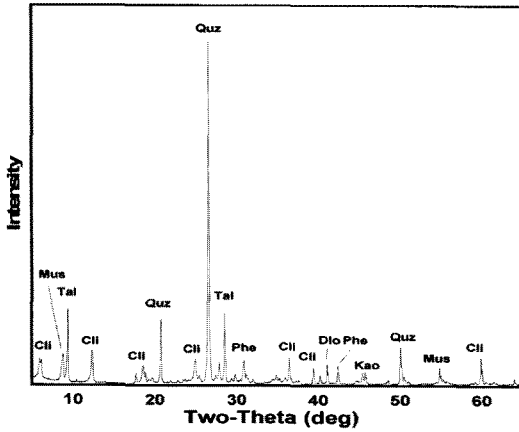


Fig. 1. XRD pattern of the tailings from Sam-kwang mine.

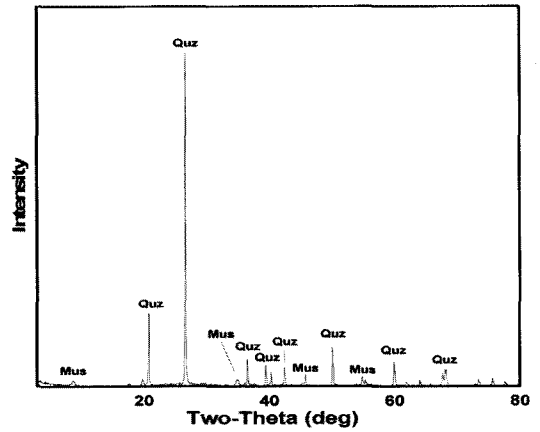


Fig. 2. XRD pattern of the tailings from Soon-shin mine.

Table 1. Results of heavy metal leaching test by KSLT on the tailings samples (unit : mg/L)

Heavy metals		Cu	Pb	Cd	Cr ⁶⁺	As
Standard guideline		3	3	0.3	1.5	1.5
Conc. of heavy metal in leachate	Tailings from Soon-shin mine	0.920	0.348	0.086	ND	0.602
	Tailings from Sam-kwang mine	0.002	0.003	ND	0.145	2.645

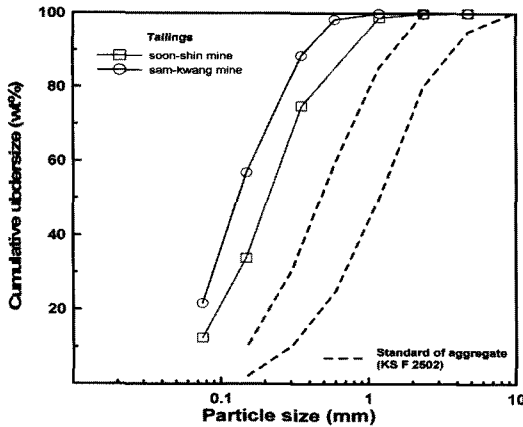


Fig. 3. Particle size distribution of tailing samples.

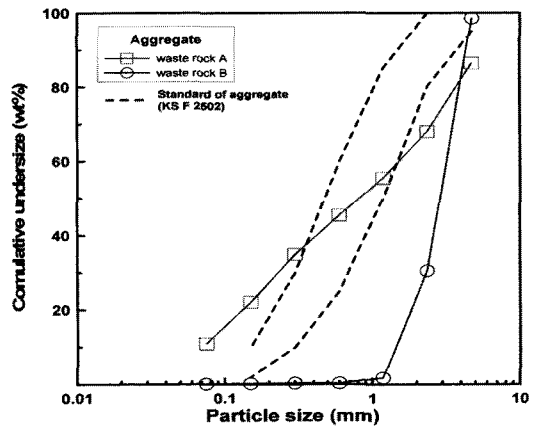


Fig. 4. Particle size distribution of waste rock for aggregate.

폐석의 입도분포 특성을 나타낸 것으로 폐석 A는 비소성 에코벽돌용 골재로 그리고 폐석 B는 비소성 투수블록용 골재로 사용하였다. 즉, 투수블록용 골재인 폐석 B는 원활한 투수계수 확보를 위하여 1 mm 이상의 입자만을 사용하였다.

한편, Table 2는 무기결합재로 사용한 백색포틀랜드 시멘트(KS L 5204) 및 황성황토시멘트의 화학성분을

나타낸 것이다. Table 3은 무기결합재의 물리적 성능을 나타낸 것이다. 백색포틀랜드 시멘트는 비소성 투수블록 제조 시 그리고 황성황토시멘트는 비소성 에코벽돌 제조 시 무기결합재로 사용하였다.

2.2. 실험방법

Fig. 5는 비소성 투수블록 및 비소성 에코벽돌의 성

Table 2. Chemical composition of white Portland cement and activated Hwangtoh cement

Condition	Product	White Portland cement (KS L 5204)	Activated Hwangtoh cement
Fe ₂ O ₃ (%)		0.32 (less than 0.50)	-
MgO(%)		1.00 (less than 5.00)	2.00
SO ₃ (%)		2.50 (less than 3.50)	1.74
Ignition loss (%)		1.70 (less than 3.00)	1.65
Insoluble residue (%)		0.63 (less than 0.75)	-

Table 3. Physical properties of white Portland cement and activated Hwangtoh cement

Condition	Product	White Portland cement (KS L 5204)	Activated Hwangtoh cement
Fineness	specific surface area (cm ² /g)	3500 (over than 3000)	4900
Dimensional stability	autoclave expansion (%)	0.05 (less than 0.80)	0.08
Setting time	initial set (min)	185 (over than 60)	230
	final set (hr)	8.0 (less than 10)	6.2
Compressive strength (MPa)	curing 3 days	24.60 (over than 12.50)	20.10
	curing 7 days	37.44 (over than 22.50)	32.90
	curing 28 days	49.20 (over than 42.50)	49.50
Brightness		90.5 (over than 89.0)	-

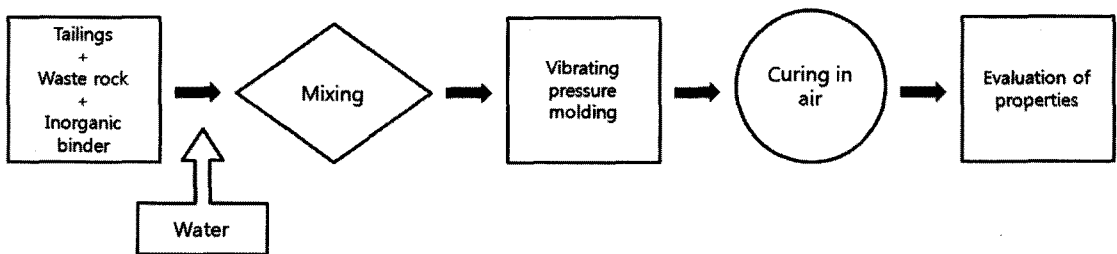


Fig. 5. Flowchart for the production process of non-sintered construction materials.

형공정도를 간략히 나타낸 것이다. 먼저 광미, 골재(에코벽돌; 광산폐석A, 투수블록; 광산폐석B) 및 무기결합재의 배합 비율에 따라 강제식 팬타입 믹서에 투입하여 60rpm으로 건식비빔 20초, 일정량 물을 투입하여 습식비빔 60초를 실시한 후, 진동가압성형기로 이송하여 비소성 에코벽돌 및 비소성 투수블록을 진동가압성형하였다. 이때 비소성 에코벽돌은 190×90×57 mm의 크기로 성형하였으며 비소성 투수블록은 120×120×120 mm의 크기로 성형하였다. 성형된 시험체는 3일, 7일, 28일 및 56일 기건양생을 실시함과 동시에 양생일별 성형체의 압축강도 및 흡수율(KS L 4201)을 측정하였으며, 비소성 투수블록의 투수계수는 양생 28일 후 한국환경

산업기술원(KEITI)에서 제시한 투수콘크리트제품규격(EL 245)에 명시되어있는 시험방법으로 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1. 비소성 투수블록의 양생일별 압축강도

Table 4는 비소성 투수블록의 배합비를 나타낸 것으로, 비소성 투수블록은 결합재와 골재비를 1:4로 고정하고 광미와 광산폐석B의 혼합율을 변화시켜 제조하였다. Fig. 6은 Table 4의 배합비에 따라 제조된 비소성 투수블록의 양생일별 압축강도를 측정된 결과로 광미 25 wt%, 광산폐석B 55 wt%, 결합재 20 wt%의 혼합을,

Table 4. Mixing ratio of raw materials for non-sintered water permeable block

Test body	Raw materials[G]		Inorganic binder[B] (wt%)	B:G
	Tailings (wt%)	Waste rock B (wt%)		
A	0	80	20	1:4
B	10	70	20	
C	20	60	20	
D	25	55	20	
E	30	50	20	

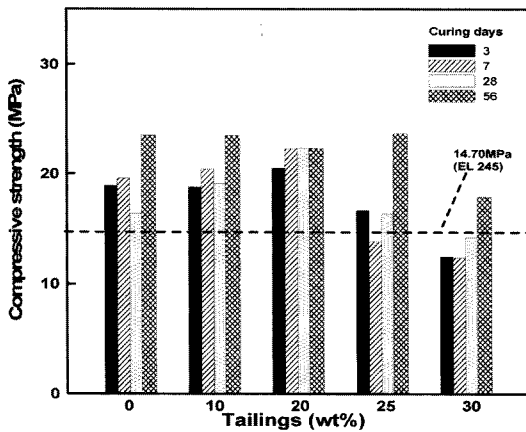


Fig. 6. Compressive strength of non-sintered water permeable block as a function of the mixing ratio of tailings and curing days.

양생일 28의 조건에서 한국환경산업기술원(KEITI)에서 제시하고 있는 투수콘크리트 제품 규격(EL 245)인 14.70 MPa 이상을 만족하였으며, 양생일 56일 이후에는 광미 30 wt%, 광산폐석B 55 wt%, 결합재 20 wt%의 혼합 조건에서 투수콘크리트 제품 규격을 만족하였다.

3.2. 비소성 투수블록의 공극률 및 투수계수

Fig. 7은 순신광산 광미의 혼합율을 변화시켜 제조한 비소성 투수블록의 공극률 측정 결과로, 제조한 전 조건에서 한국산업규격인 투수성 아스팔트 혼합물 KS F 2385(12% 이상)의 공극률을 만족하였다. 또한 Table 5는 한국건설생활환경시험연구원에 의뢰하여 측정한 비소성 투수블록의 투수계수 결과이다. 투수계수 측정결과 A 조건(광미 0 wt%, 광산폐석B 80 wt%, 결합재 20 wt%)에서 4.4×10^{-2} cm/sec, B조건(광미 10 wt%, 광산폐석B

Table 5. Permeability coefficient of Non-sintered water permeable block

Test body	Mixing ratio (wt%)			Permeability coefficient (cm/sec)
	Tailings	Rock waste B	Binder	
A	0	80	20	4.4×10^{-2}
B	10	70		3.6×10^{-3}
C	20	60		8.8×10^{-4}

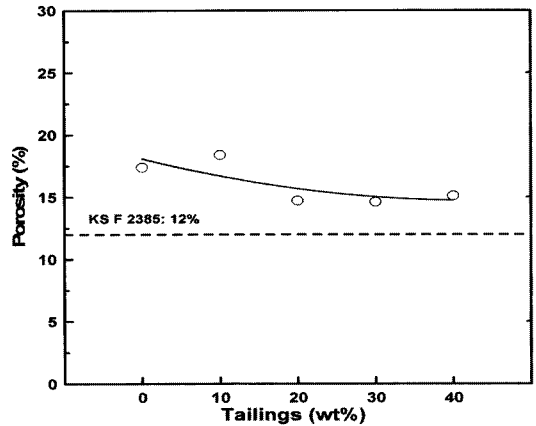


Fig. 7. Porosity of non-sintered water permeable block as a function of the mixing ratio of tailings from Soonshin mine.

70 wt%, 결합재 20 wt%)에서 3.6×10^{-3} cm/sec, C조건(광미 20 wt%, 광산폐석B 60 wt%, 결합재 20 wt%)에서 8.8×10^{-4} cm/sec로 측정되어 광미 혼합율 10 wt%의 조건에서 제조된 비소성 투수블록조차 한국환경산업기술원(KEITI)에서 제시하고 있는 투수콘크리트 제품 규격(EL 245)인 1.0×10^{-2} cm/sec 이상을 확보할 수 없었다. 이와 같은 결과는 미립의 광미가 비소성 투수블록의 공극을 막아 열린 공극 형성을 방해하기 때문인 것으로 판단된다.

3.3. 비소성 투수블록의 중금속 용출시험 결과

Table 6은 28일 양생한 비소성 투수블록의 환경 안정성 평가를 위한 중금속용출시험(KSLT)결과이다. 용출 시험을 실시한 투수블록의 시험체는 광미 0 wt%를 혼합한 A조건, 광미 10 wt%를 혼합한 B조건, 광미 30 wt%를 혼합한 E조건으로 제조(Table 4 참조)한 것으로 비소성 투수블록 시험체의 중금속용출값이 한국폐기물관리법에 명시되어있는 중금속 오염 기준치 보다 낮게 측정되었다.

Table 6. Results of heavy metal leaching test by KSLT on the Non-sintered water permeable block (Unit : mg/L)

Heavy metals		Cu	Pb	Cd	Cr ⁶⁺	As
Standard guideline		3	3	0.3	1.5	1.5
Conc. of heavy metal in leachate	Non-sintered water permeable block with no tailings	ND	ND	ND	ND	0.161
	Non-sintered water permeable block with 10wt% of tailings	ND	ND	0.037	ND	0.176
	Non-sintered water permeable block with 30wt% of tailings	ND	ND	0.039	ND	0.224

3.4. 비소성 에코벽돌의 압축강도 및 흡수율 특성

Table 7은 삼광광산 광미를 이용한 비소성 에코벽돌의 배합비이다. Fig. 8은 Table 7의 배합비에 따라 광미와 광산폐석A를 혼합하여 체가름시험(KS F 2502)을 실시한 결과이며 광산폐석A의 함유율이 많아질수록, 광미의 함유율이 적어질수록, 혼합골재는 잔골재 표준 규격(KS F2502)을 만족하였다. Fig. 9는 Table 7의 배합비에 따라 제조된 비소성 에코벽돌의 압축강도 측정결

과이다. 그림에서 알 수 있듯이 광미 20 wt%, 광산폐석 A 65 wt%, 결합재 15 wt%를 혼합하여 제조한 비소성 에코벽돌의 압축강도는 양생일 28일의 조건에서 소성점토벽돌(KS L 4201) 1종 규격인 22.54 MPa 이상을 만족하였으며, 광미 40 wt%, 광산폐석A 45 wt%, 결합재 15 wt%를 혼합하여 제조한 비소성 에코벽돌의 압축강도는 양생일 7일의 조건에서 소성점토벽돌(KS L 4201) 3종 규격인 10.78 MPa 이상을 확보할 수 있었다. 이때, 비소성 에코벽돌의 흡수율은 Fig. 10과 같이 광미를 60 wt% 이하로 혼합한 모든 조건에서 소성점토벽돌 1종 규격을 만족하였다.

Table 7. Mixing ratio of raw materials for non-sintered eco-brick

Test body	Tailings (wt%)	waste rock A (wt%)	Binder (wt%)
E ₁	85	0	15
D	60	25	15
C	40	45	15
B	20	65	15
A	0	85	15

3.5. 비소성 에코벽돌의 SEM 및 중금속 용출 특성

Fig. 11은 광미 40 wt%, 광산폐석A 45 wt%, 결합재 15 wt%를 혼합하여 제조한 비소성 에코벽돌을 14일 양생하여 SEM 분석을 실시한 결과이다. 그림에서 알 수 있듯이 비소성 에코벽돌의 대부분은 규산칼슘수화물(C-

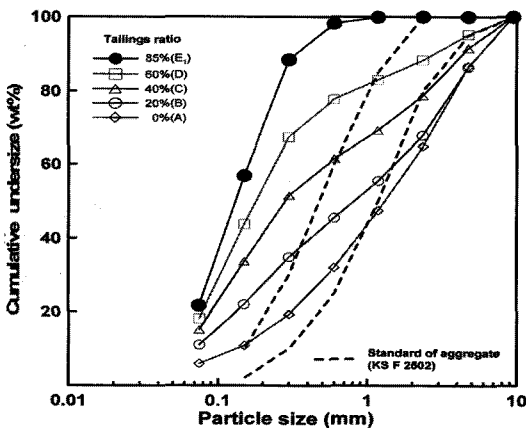


Fig. 8. Particle size distribution according to mixing ratio of raw materials for non sintered eco-brick.

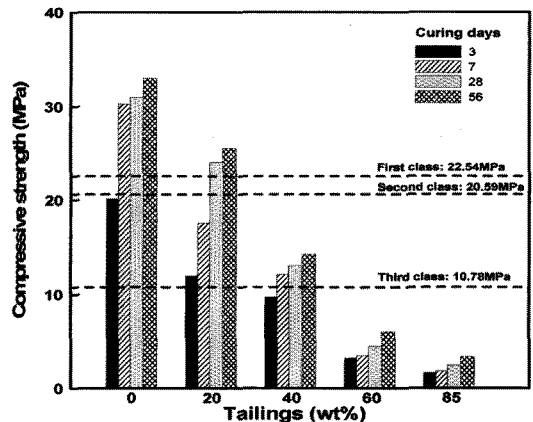


Fig. 9. Compressive strength of non-sintered eco-brick as a function of the mixing ratio of tailings and curing days.

S-H gel)로 이루어져 있었으며, 소량의 에트린자이트가 함유되어 있었다. 에코벽돌 내부에서 확인되는 다량의 C-S-H gel은 활성황토 시멘트에 포함된 reactive SiO₂

에 의한 것으로 사료된다. 한편, 포졸란 반응은 Ca(OH)₂를 소비하고 C-S-H gel의 형성을 유도하여 에트린자이트의 형성을 저하시키고, 제품의 공극을 치밀하게 충전하여 강도 형성에 바람직한 영향을 미친다고 알려져 있다.⁹⁾ Table 8에서 확인되는 비소성 에코벽돌의 중금속 용출시험(KSLT) 결과 광미 40 wt%, 광산폐석A 45 wt%, 결합재 15 wt%를 혼합하여 제조한 비소성 에코벽돌에서 중금속이 검출되지 않았으며, 특히 비소(As)로 오염되어 있는 삼광광산 광미가 활성황토시멘트에 의해 고형화·안정화 되어 기준치 이하로 검출됨을 확인하였다. 그러나 광미 75 wt%, 광산폐석A 0 wt%, 결합재 25 wt%(E₃)의 조건에서 제조된 비소성 에코벽돌은 비소의 용출량이 삼광광산 광미보다 감소하였으나 한국폐기물관리법에 명시되어있는 중금속 오염 기준치 보다 높게 측정되었다. 따라서 비소성 에코벽돌 제조시 광미 혼합율을 소성점토벽돌 규격인 KS L 4201을 만족하면서 환경 안정성을 확보하기 위해서는 광미를 40 wt% 이하로 혼합하는 것이 바람직하다.

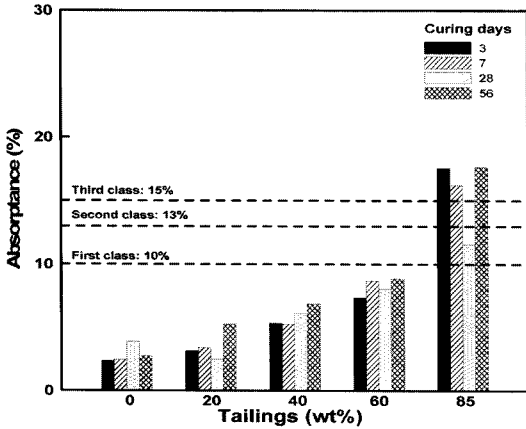


Fig. 10. Water absorption ratio of non-sintered eco brick as a function of the mixing ratio of tailings and curing days.

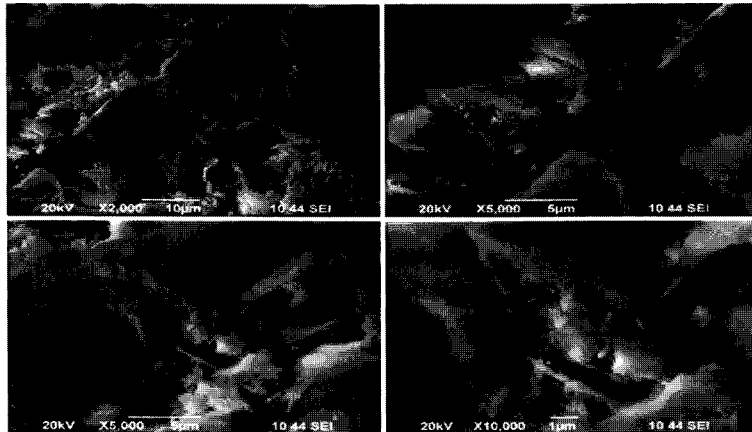


Fig. 11. The scanning electron microscopy of the non-sintered eco-brick after 14 days curing.

Table 8. Results of heavy metals leaching test by KSLT on the Non-sintered eco-brick (Unit : mg/L)

Heavy metals		Cu	Pb	Cd	Cr ⁶⁺	As
Standard guideline		3	3	0.3	1.5	1.5
Conc. of heavy metal in leachate	Non-sintered eco-brick with no tailings	0.007	0.001	ND	0.072	0.264
	Non-sintered eco-brick with 40 wt% of tailings	0.011	0.010	ND	0.036	0.398
	Non-sintered eco-brick with 75 wt% of tailings	0.013	0.027	ND	0.090	1.577

4. 결 론

경제성과 친환경성을 고려한 부산 광미의 근원적 처리방안을 모색하기 위해 순신광산 광미 및 삼광광산 광미의 물리적 특성, 광물학적 조성, 중금속 용출특성을 조사·분석하고 비소성 토건재료로의 순환자원화에 대한 연구를 수행한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 광산폐기물의 체가를 시험, XRD분석, 중금속용출 시험(KSLT)을 수행한 결과, 순신광산 광미의 입도분포가 삼광광산 광미의 입도분포보다 크게 분포함으로 순신광산 광미는 비소성 투수블록화 그리고 삼광광산 광미는 입도분포가 상대적으로 작고 비소의 오염도가 높아 이를 고�형화·안정화 하면서 토건재료로 활용할 수 있는 비소성 에코벽돌화가 적합하다고 판단하였다.

2) 순신광산 광미의 비소성 투수블록화에 대한 연구 결과, 광미 25 wt%, 광산폐석B 55 wt%, 무기결합제 20 wt%의 배합조건으로 제조된 비소성 투수블록이 양생일 28일에서 한국환경산업기술원(KEITI)에서 제시하고 있는 투수콘크리트 제품의 압축강도 규격(EL 245)인 14.70 MPa 이상을 확보하였고, 한국산업규격에서 제시하고 있는 투수성 아스팔트 혼합물(KS F 2385)의 흡수를 규격인 12% 이상을 확보할 수 있었다. 그러나 광미혼합을 10wt%의 조건에서 제조된 비소성 투수블록조차 한국환경산업기술원(KEITI)에서 제시하고 있는 투수콘크리트 제품 규격(EL 245)인 1.0×10^{-2} cm/sec 이상을 만족할 수 없었다. 따라서 순신광산 광미를 투수블록 원료로 재활용하기 위해서는 먼저 미립분을 제거할 필요가 있다고 판단된다.

3) 삼광광산 광미의 비소성 에코벽돌화에 대한 연구 결과, 광미 20 wt%, 광산폐석A 65 wt%, 무기결합제(활성황토시멘트) 15 wt%로 제조된 비소성 에코벽돌은 한국산업규격의 소성점토벽돌(KS L 4201) 1종 규격을 만족하였다. 그리고 광미 40 wt%, 광산폐석A 45wt%, 무기결합제 15 wt%에서 제조된 시험체는 KS L 4201 3종 규격을 만족하였다. 또한 양생 28일 후 비소성 에코벽돌의 중금속 용출 시험 결과 광미 40 wt%, 광산폐석A 45 wt%, 무기결합제 15 wt%의 조건에서 제조된 에

코벽돌에서 중금속이 한국폐기물관리법에 명시되어 있는 기준치 보다 낮게 검출되었다. 특히 비소로 오염된 삼광광산 광미가 고�형화·안정화되어 비소가 기준치 이하로 검출됨을 확인하였다.

감사의 글

본 연구는 한국광해관리공단 2009년 「광해방지기술 개발사업」에 관한 일련의 연구로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 정명채, 정문영, 2006: 국내 휴폐금속광산의 환경오염평가 및 향후 관리 방안, 한국지구시 스템공학회지, 43권(5), pp. 383-394.
2. 채영배 등, 2001: 귀금속 광산폐기물로부터 유가자원 회수기술 및 공정개발 연구, 한국자원연구소.
3. 양재의 등, 2006: 삼광광산 광미 및 침출수 처리방안 연구, 광해방지사업단.
4. 이재형, 김영진, 김도형, 2010: 삼광광산 광물찌꺼기로부터 중금속 침출제거에 관한 연구, 광해방지기술, Vol. 4(1), pp. 25-35.
5. 채영배, 정수복, 윤평란, 1999: 금광산 폐광미로부터 유가 자원회수에 관한 연구, 한국자원리사이클링, Vol. 8(3), pp. 37-42.
6. 최연왕, 정문영, 1998: 중석광 폐광미를 활용한 콘크리트 특성에 관한 연구, 한국자원공학회지, 제 35권, pp. 90-95.
7. 최연왕, 정문영, 정명채, 구기정, 2004: 상동광산 광미를 콘크리트용 혼화재료로 사용하기 위한 모르타르의 품질 특성, 콘크리트학회 논문집, 16권(3), pp. 383-390.
8. 박홍규, 유승우, 정문영, 2009: 금음물리브덴광산 광미를 이용한 비소성 에코벽돌 개발, 한국지구시 스템공학회지, Vol. 46(2), pp. 135-142.
9. Bayram Ercikdi, Ayhan Kesimal, Ferdi Cihangir, Haci Deveci, İbrahim Alp, 2009: Cemented paste backfill of sulphide-rich tailings: Importance of binder type and dosage, Cement and Concrete Composites, Vol. 31, pp. 268-274.



金 周 益

- 2009년 세명대학교 자원환경공학과 공학사
- 현재 세명대학교 대학원 석사과정 (자원순환처리 전공)



鄭 文 泳

- 1982년 한양대학교 자원공학과 공학사
- 1984년 한양대학교 자원공학과 공학석사
- 1989년 한양대학교 자원공학과 공학박사
- 현재 세명대학교 바이오환경공학과 교수



朴 濟 賢

- 1997년 한양대학교 자원공학과 공학사
- 2000년 한양대학교 지구환경시스템공학과 공학석사
- 2006년 한양대학교 지구환경시스템공학과 공학박사
- 현재 한국광해관리공단 광해기술연구소 전임연구원



李 珍 洙

- 1990년 이화여자대학교 과학교육과 이학사
- 1992년 이화여자대학교 과학교육과 교육학석사
- 1997년 서울대학교 자원공학과 공학박사
- 현재 한국광해관리공단 광해기술연구소 파트장

學會誌 投稿 安內

種 類	內 容
論 說	提案, 意見, 批判, 時評
展望, 解説	現況과 將來의 견해, 研究 技術의 綜合解説, Review
技 術 報 告	實際的인 試驗, 調查의 報告
技術, 行政情報	價値있는 技術, 行政情報를 간결히 解説하고, comment를 붙인다.
見 聞 記	國際會義의 報告, 國內外의 研究 幾關의 見學記 등
書 評	
談 話 室	會員相互의 情報交換, 會員 自由스러운 말, 隨霜 등
Group 紹介	企業, 研究幾關, 大學 등의 紹介
研究論文	Original 研究論文으로 本 學會의 會誌에 掲載하는 것이 適當하다고 보여지는 것

수시로 원고를 접수하오니 많은 투고를 바랍니다.