



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년04월01일
(11) 등록번호 10-1249375
(24) 등록일자 2013년03월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B09C 1/00 (2006.01) B07B 1/00 (2006.01)
B03B 5/28 (2006.01) B03D 1/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-0112032
(22) 출원일자 2010년11월11일
심사청구일자 2010년11월11일
(65) 공개번호 10-2012-0050662
(43) 공개일자 2012년05월21일
(56) 선행기술조사문헌
JP2004098013 A*
JP4043917 B2
KR100928062 B1
토양세척을 이용한 클레이사격장 납 오염토양 정화에 관한 연구, 석사학위논문(최석준), 인하대학교 (2008.02.)*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
한국지질자원연구원
대전광역시 유성구 과학로 124 (가정동)
(72) 발명자
정수복
대전광역시 유성구 노은서로 124, 102동 202호 (노은동, 노은카운티스)
김병곤
대전광역시 유성구 배울2로 114, 대덕 테크노 벨리 1104동 302호 (용산동)
(74) 대리인
임승섭

전체 청구항 수 : 총 8 항

심사관 : 박수진

(54) 발명의 명칭 **납탄오염토양 복원방법**

(57) 요약

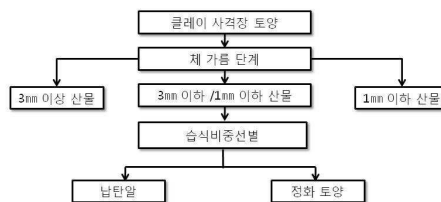
본 발명은 납탄으로 오염된 토양을 복원하는 방법에 관한 것이다.

본 발명에 따른 납탄오염토양 복원방법은 납탄으로 오염된 토양을 수집하는 단계, 수집된 토양에 포함된 납탄의 크기보다 작은 체눈을 가지는 체를 이용하여 토양에 대하여 체가름을 수행하는 단계를 포함한다.

또한, 조건에 따라 습식비중선별 및 건식비중선별이 수행되는데, 습식비중선별의 경우, 물이 채워져 있으며 상부와 하부에 각각 배출구가 형성되어 있는 수조에 체를 통과하지 못한 토양을 투입하는 단계와, 수조의 물을 중력 방향을 따라 상하로 왕복운동시킴으로써 토양과 납탄을 분리한다.

또한 건식비중선별에서는 상부와 하부에 각각 유출구가 형성되며, 상하부의 유출구 사이에는 지그재그로 형성된 복수의 수직칼럼이 상호 이격되어 배치된 분리장치에 체를 통과하지 못한 토양을 투입하는 단계 및 분리장치에 공기를 상향으로 분사하여 토양 내의 납탄은 분리장치의 하부로 낙하시키고 토양은 분리장치의 상부의 유출구를 통해 배출시킨다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 GP2009-022

부처명 지식경제부

연구사업명 기본사업

연구과제명 전략광물 선광/ 분체기술 선진화 연구

주관기관 한국지질자원연구원

연구기간 2009.01.01 ~ 2011.12.31

특허청구의 범위

청구항 1

- (a)납탄으로 오염된 토양을 수집하는 단계;
 - (b)상기 수집된 토양에 포함된 납탄의 크기보다 작은 체눈을 가지는 체를 이용하여 상기 토양에 대하여 체가름을 수행하는 단계;
 - (c)물이 채워져 있으며 상부와 하부에 각각 배출구가 형성되어 있는 수조에 상기(b)단계에서 체를 통과하지 못한 토양을 투입하는 단계; 및
 - (d)상기 수조의 물을 중력방향을 따라 상하로 왕복운동시킴으로써 상기 토양 내의 납탄은 상기 수조의 하부로 침강시켜 상기 수조 하부의 배출구를 통해 배출시키는 단계;를 구비하며,
- 상기 수조에는 상하방향으로 배치된 실린더와, 상기 실린더 내부에서 왕복운동하는 플런저를 더 구비하며,
- 상기 플런저의 단부가 상기 수조의 물과 접촉된 상태에서 왕복운동함으로써 상기 수조의 물이 상하방향으로 이동되는 것을 특징으로 하는 납탄오염토양 복원방법.

청구항 2

- 제1항에 있어서,
- 상기 수조의 상부와 하부에 형성된 배출구의 사이에는 상기 납탄보다 큰 크기의 체눈을 가지는 체가 설치되어 상기 수조의 상부와 하부를 분할하는 것을 특징으로 하는 납탄오염토양 복원방법.

청구항 3

- 제2항에 있어서,
- 상기 납탄보다 큰 크기의 체눈은 3mm이며, 상기 납탄보다 작은 크기의 체눈은 1mm인 것을 특징으로 하는 납탄오염토양 복원방법.

청구항 4

- 제1항에 있어서,
- 상기 (b)단계에서는 상기 수집된 토양에 포함된 납탄의 크기보다 큰 체눈을 가지는 체를 이용하여 먼저 상기 토양에 대하여 체가름을 수행하는 것을 특징으로 하는 납탄오염토양 복원방법.

청구항 5

삭제

청구항 6

- 제1항에 있어서,
- 상기 플런저의 맥동수는 200~400회/분인 것을 특징으로 하는 납탄오염토양 복원방법.

청구항 7

- 제1항에 있어서,
- 상기 분리된 납탄과 토양은 재활용하는 것을 특징으로 하는 납탄오염토양 복원방법.

청구항 8

- (a)납탄으로 오염된 토양을 수집하는 단계;

(b)상기 수집된 토양에 포함된 납탄의 크기보다 작은 체눈을 가지는 체를 이용하여 상기 토양에 대하여 체가름을 수행하는 단계;

(c)상부와 하부에 각각 유출구가 형성되며, 상하부의 유출구 사이에는 상하방향을 따라 형성된 복수의 칼럼이 상호 이격되어 배치되며, 상기 칼럼은 지그재그 형태로 형성된 분리장치에 상기(b)단계에서 체를 통과하지 못한 토양을 투입하는 단계; 및

(d)상기 분리장치에 공기를 상향으로 분사하여 상기 토양 내의 납탄은 상기 분리장치의 하부로 낙하시켜 상기 분리장치의 하부의 유출구를 통해 배출시키고 상기 토양은 상기 분리장치의 상부의 유출구를 통해 배출시키는 단계;를 구비하는 것을 특징으로 하는 납탄오염토양 복원방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 분리장치에서 상향으로 분사되는 공기의 유속은 7~10m/sec인 것을 특징으로 하는 납탄오염토양 복원방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 오염토양 복원방법에 관한 것으로서, 특히 클레이 사격장에서 납탄으로 오염된 토양으로부터 납탄을 제거하기 위한 납탄오염토양 복원방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 클레이 사격은 좁쌀크기 납탄이 충전된 산탄으로 원형의 클레이 피곤을 격파하는 것이다. 납탄은 지름이 2mm 정도의 크기를 갖는 납(Pb) 재질의 구형물질이며, 클레이 사격장 토양의 오염 원인물질로 작용하고 있다.

[0003] 현재까지 개발된 사격장 토양의 정화 및 복원 방법으로는 미생물을 이용한 생물학적 처리, 물리적 분리선별 기술을 이용한 고도 선별처리, 동전기를 이용한 전기적 처리, 고화제를 이용한 불용화 및 안정화처리, 탄두 및 탄피 회수 장치 등이 있다.

[0004] 상기 방법들 중 미생물을 이용한 생물학적 처리나 동전기를 이용한 전기적 처리 방법은 오염원이 되는 중금속 물질이 이온화되어야만 처리가 가능한데, 클레이 사격장의 납탄과 같이 수 mm의 크기를 갖는 금속물질들은 자연 상태에서 이온화되기 어려운 특성이 있어 처리 효율이 매우 낮은 것으로 알려져 있다.

[0005] 또한 물리적 분리·선별 기술을 이용한 고도 선별 처리 방법은 공정이 다소 복잡하고, 1mm 이하의 입자크기를 갖는 물질에 효과적이며, 고화제를 이용한 안정화 처리는 중금속 물질의 용출량은 감소시킬 수 있으나, 오염물의 전체적인 양이 증가되는 등의 단점이 있다.

[0006] 그리고 탄두 및 탄피 회수 장치 등은 주로 군부대 사격장에 관련한 것으로 탄피나 탄두의 크기 및 형상 특성을 이용하여 탄피나 탄두를 분리하는 것으로, 클레이 사격장의 납탄과는 입자크기 형상 등이 상이하어 적용할 수 없다.

[0007] 이와 같이 클레이 사격장 납탄에 의하여 오염된 토양의 경우 정화나 복원에 있어서는 현재까지 개발된 기술로는 효율성과 경제성 면에서 한계가 있는 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 납탄으로 오염된 토양, 특히 클레이 사격장의 오염된 토양으로부터 효과적으로 납탄을 분리하여 제거할 수 있는 납탄오염토양 복원방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 납탄오염토양 복원방법은 습식선별방법과 건식선별방법으로 나누어진다. 습식선별방법은 (a)납탄으로 오염된 토양을 수집하는 단계, (b)상기 수집된 토양에 포함된 납탄의 크기보다 작은 체눈을 가지는 체를 이용하여 상기 토양에 대하여 체가름을 수행하는 단계, (c)물이 채워져 있으며

상부와 하부에 각각 배출구가 형성되어 있는 수조에 상기 (b)단계에서 체를 통과하지 못한 토양을 투입하는 단계 및 (d)상기 수조의 물을 중력방향을 따라 상하로 왕복운동시킴으로써 상기 토양 내의 납탄은 상기 수조의 하부로 침강시켜 상기 수조 하부의 배출구를 통해 배출시키는 단계를 구비하는 것에 특징이 있다.

[0010] 또한 본 발명의 일 실시예에서는 상기 수조의 상부와 하부에 형성된 배출구의 사이에는 상기 납탄보다 큰 크기의 체눈을 가지는 체가 설치되어 상기 수조의 상부와 하부를 분할하는 것이 바람직하다.

[0011] 또한, 본 발명의 일 실시예에서는 상기 (b)단계에서는 상기 수집된 토양에 포함된 납탄의 크기보다 큰 체눈을 가지는 체를 이용하여 먼저 상기 토양에 대하여 체가름을 수행할 수 있다.

[0012] 또한, 상기 수조에는 상하방향으로 배치된 실린더와, 상기 실린더 내부에서 왕복운동하는 플런저를 더 구비하며, 상기 플런저의 단부가 상기 수조의 물과 접촉된 상태에서 왕복운동함으로써 상기 수조의 물이 상하방향으로 이동된다.

[0013] 한편, 본 발명에 따른 납탄오염토양 복원방법 중 건식선별방법은 (a)납탄으로 오염된 토양을 수집하는 단계, (b)상기 수집된 토양에 포함된 납탄의 크기보다 작은 체눈을 가지는 체를 이용하여 상기 토양에 대하여 체가름을 수행하는 단계, (c)상부와 하부에 각각 유출구가 형성되며, 상하부의 유출구 사이에는 상하방향을 따라 형성된 복수의 칼럼이 상호 이격되어 배치되며, 상기 칼럼은 지그재그 형태로 형성된 분리장치에 상기(b)단계에서 체를 통과하지 못한 토양을 투입하는 단계 및 (d)상기 분리장치에 공기를 상향으로 분사하여 상기 토양 내의 납탄은 상기 분리장치의 하부로 낙하시켜 상기 분리장치의 하부의 유출구를 통해 배출시키고 상기 토양은 상기 분리장치의 상부의 유출구를 통해 배출시키는 단계를 구비한다.

발명의 효과

[0014] 본 발명에 따른 납탄오염토양 복원방법은 납탄의 크기와 납탄과 토양의 서로 다른 비중 차이를 이용함으로써 종래의 처리방법에 비하여 공정이 간단하고 경제적이며, 공정처리시간이 단축되어 대량 처리가 가능하다는 장점이 있다.

[0015] 또한 토양으로부터 분리된 납탄은 납 제련 원료로 재이용할 수 있어 자원을 재활용할 수 있는 이점도 있다.

도면의 간단한 설명

- [0016] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 습식선별에 의한 납탄오염토양 복원방법의 개략적 흐름도이다.
- 도 2는 도 1에 도시된 습식선별에 의한 납탄오염토양 복원방법의 납탄 분리과정을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 건식선별에 의한 납탄오염토양 복원방법의 개략적 흐름도이다.
- 도 4는 도 3에 도시된 건식선별에 의한 납탄오염토양 복원방법의 납탄 분리과정을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 5는 도 1에 도시된 습식선별 실험에 대한 결과가 나타난 표이다.
- 도 6은 도 3에 도시된 건식선별 실험에 대한 결과가 나타난 표이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 이하, 첨부된 도면을 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 납탄오염토양 복원방법에 대하여 더욱 상세히 설명한다.

[0018] 우선, 도 1 및 도 2를 참조하여 습식선별에 의한 방법에 대하여 설명한다.

[0019] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 습식선별에 의한 납탄오염토양 복원방법에서는 납탄오염 토양을 수집한다. 본 실시예에서는 납탄으로 오염된 토양 중 특히 클레이 사격장의 토양을 예로 들어 설명한다. 클레이 사격장에서는 대략 지름 2mm 정도의 납탄을 사용하므로, 클레이 사격장 토양은 납탄으로 오염되어 있다. 굴삭기 등을 이용하여 클레이 사격장의 토양을 굴착 및 수집한다.

[0020] 납탄오염토양을 수집한 후에는 체가름을 수행한다. 상기한 바와 같이, 납탄의 지름이 2mm 정도이므로 납탄을 1차적으로 분리하기 위하여 3mm의 체눈을 갖는 체와 1mm의 체 눈을 갖는 체가 장착된 2단계로 납탄이 포함되는 토양을 분리하는 체가름 단계를 실시한다. 체가름 단계에서는 진동체를 사용하여 처리량 및 선별 효율을 향상시킨다.

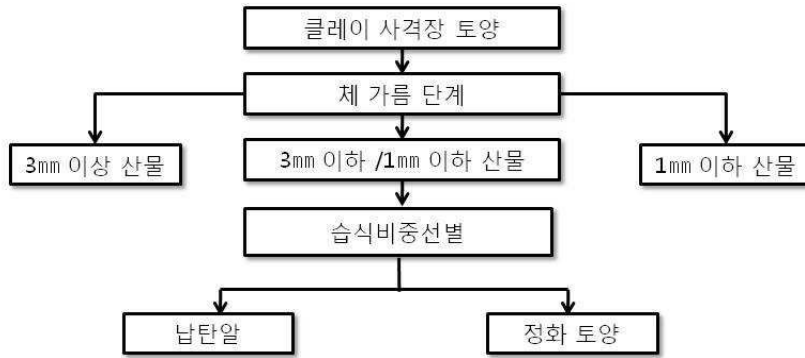
- [0021] 본 실시예에서는 납탄의 지름이 2mm 정도이지만, 다른 납탄오염토양에서는 납탄의 지름이 다를 수 있다. 이에 체가름을 수행할 때 일반적으로는 납탄의 지름보다 큰 크기를 갖는 체눈과 작은 크기를 갖는 체눈을 이용하여 납탄과, 납탄의 크기를 가지는 토양입단을 선별해낸다.
- [0022] 상기 체가름 단계를 거쳐 분리된 3mm 이상의 조립 토양과 1mm 이하의 미립 토양에는 납탄이 포함되어 있지 않으므로 즉시 토양복원에 사용할 수 있다. 그리고 납탄이 포함된 3mm 이하 1mm 이상의 입자크기를 갖는 토양에 대해서는 사격장의 여건에 따라 습식공정이 유리한 경우에는 도 2에 도시된 바와 같은 습식 비중 선별을 수행한다.
- [0023] 습식 비중선별은 물속에서 중력에 의한 침강 속도 차이를 이용하여 비중이 높은 입자와 비중이 낮은 입자를 상호 분리하는 방법이다.
- [0024] 도 2를 참조하면, 하측으로 갈수록 그 넓이가 점차 좁아지게 형성되는 수조가 마련되며, 이 수조의 하부에는 납탄이 배출될 수 있는 배출구가 형성되어 있다. 또한, 수조의 상측에는 납탄과 분리된 토양이 배출될 수 있는 배출구가 형성된다. 상부와 하부의 배출구 사이에는 납탄의 지름보다 큰 체 눈을 가지는 망이 수조의 상부와 하부 사이를 가로질러 배치된다. 이 망에 의하여 수조의 상부와 하부는 상호 분리된다. 본 실시예에서 대략 3mm 정도의 체눈을 가지는 망을 사용하여, 납탄은 이 망을 통과하여 하부로 유입될 수 있으며, 3mm 이상의 토양 입단은 통과하지 못한다.
- [0025] 망의 상부에는 납탄오염토양을 투입할 수 있는 투입구가 형성된다. 그리고 수조의 일측에는 수조 내의 물을 상하로 왕복운동시키기 위한 구동수단이 마련된다. 본 실시예에서 구동수단으로는 플런저가 사용된다. 즉, 수조의 일측에는 하부가 개구된 형태의 실린더가 설치되며, 이 실린더 내에서 플런저가 왕복운동된다. 플런저의 축은 모터 등에 의하여 회전되는 캠에 편심되게 결합됨으로써, 캠이 회전운동할 때 플런저는 실린더 내에서 상하 방향으로 왕복운동을 수행하게 된다.
- [0026] 플런저의 하단면은 수조의 물과 접촉되어 있으므로, 플런저의 상하 왕복운동에 의하여 압양(pulsion)과 흡입(suction)이 반복됨에 따라 수조의 물이 상하 운동을 하게 된다. 즉, 플런저가 하부로 이동하여 압양시에는 수조의 물을 하부로 가압하고, 역으로 플런저가 상부로 이동하여 흡입시에는 수조의 물을 상부로 가압함으로써 수조의 물이 상하로 왕복운동 하게 된다.
- [0027] 납탄은 비중이 11.3으로 매우 높은 반면, 토양은 비중이 2.6으로 낮은 편인데, 압양(pulsion)시에는 무거운 입자(납탄)보다 가벼운 입자(토양)가 상승 수류의 영향을 더 받아서 더 높이 상승하고, 흡입(suction)시에는 무거운 입자(납탄)가 가벼운 입자(토양)보다 중력의 영향을 더 받아서 더 빨리 침강하게 된다.
- [0028] 이러한 압양(pulsion)과 흡입(suction)이 일정 시간 계속 반복되면 결국에는 납탄은 하부로 침강되어 하부의 배출구를 통해 배출되고, 토양은 물과 함께 망 상부의 배출구로 배출됨으로써 납탄과 토양을 상호 분리할 수 있다.
- [0029] 상기한 바와 같이 습식 비중선별을 수행함에 있어서, 운전조건은 맥동수 200~400 회/분, 광액농도 10~30 wt.% 고체, 공급되는 물의 유속 1~2 m/분의 조건으로 수행한다. 맥동수와 물의 유속이 상기한 범위를 벗어나면 납탄과 토양 사이의 비중에 따른 침강의 차이가 발생하지 않으므로 분리효율이 저하되는 문제가 있으므로, 납탄오염토양에 대해서는 상기한 범위의 맥동수, 물의 유속을 유지할 필요가 있다.
- [0030] 상기한 바와 같은 과정에 의하여 상호 분리된 토양과 납탄은 각각 재활용할 수 있다. 즉, 토양은 다시 클레이 사격장 등으로 이송하여 토양복원에 사용하며, 납탄은 다시 제련 원료로 사용될 수 있다.
- [0031] 상기한 구성으로 이루어진 습식선별에 의한 납탄오염토양 복원방법의 효과를 실험하였다. 실험결과는 도 5에 나타나 있다.
- [0032] 클레이 사격장 토양 10kg을 체눈 3mm와 1mm인 진동체를 사용하여 습식방법으로 납탄이 포함되지 않는 3mm 이상 입단과 1mm 이하 입단, 납탄이 포함되는 3mm 이하 1mm 이상 입단을 분리하였다. 도 5의 표에 나타난 바와 같이, 체가름에 의하여 분리된 각 입단별 산물의 산출율을 3mm 이상 33.75중량%, 3mm 이하 1mm 이상 28.02중량%, 1mm 이하 38.23중량% 이었다. 각 산물에서 납탄 함유 여부를 확인한 결과 3mm 이상 산물과 1mm 이하의 산물에는 납탄이 전혀 포함되지 않았으며, 3mm 이하 1mm 이상 산물에만 납탄이 포함되어 있었다.
- [0033] 납탄이 포함된 3mm 이하 1mm 이상 토양에 대하여 수중에서 고비중 물질과 저비중 물질의 침강 속도 차이를 이용하여 비중이 다른 두 물질을 분리·선별할 수 있는 장치를 사용하여 맥동수 340회/분, 광액 농도 20wt.% 고체, 유속 1.25m/분의 조건으로 납탄과 토양을 분리하였다. 분리된 각 산물을 조사한 결과, 납탄에는 토양이

포함되지 않았으며 토양에는 납탄이 전혀 포함되지 않았다. 시료로 사용된 토양 10kg에는 납탄이 290그램, 5,470개가 함유되어 있었는데, 도 1의 체가름과 지그 비중선별 방법에 의하여 납탄이 100 % 분리되었다.

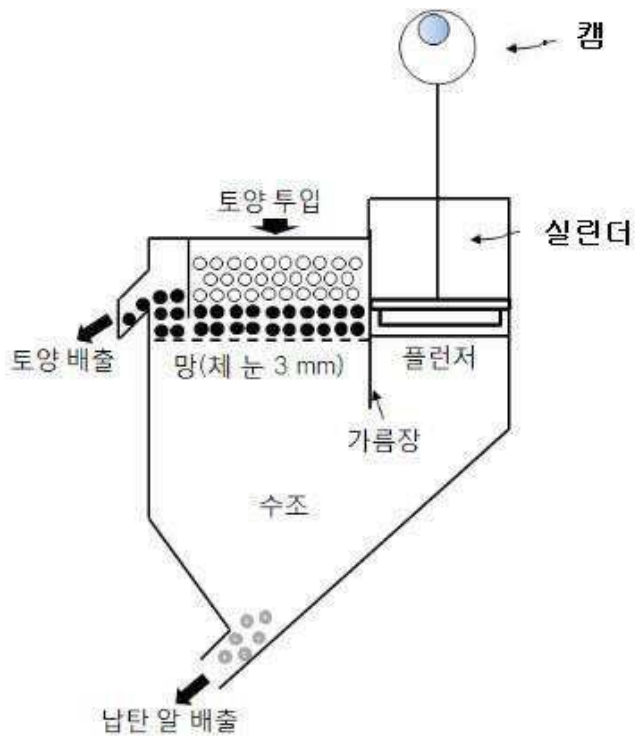
- [0034] 이하에서는 도 3 및 도 4를 참조하여, 건식 비중선별에 의한 납탄오염토양 복원방법에 대하여 설명한다.
- [0035] 건식 비중선별에 의한 납탄오염토양 복원방법도 앞에서 설명한 습식 비중선별 방법과 마찬가지로 우선 납탄오염토양을 수집하고, 수집한 납탄오염토양에 대하여 납탄의 지름보다 작은 체눈을 가진 체와 큰 체눈을 가진 체를 이용하여 체가름을 수행하는 것은 동일하다. 이에 납탄오염토양 수집 및 체가름에 대한 설명은 앞의 실시예의 설명으로 같음한다.
- [0036] 건식 비중선별을 위해서는 도 4에 도시된 바와 같은 분리장치를 사용한다. 본 분리장치에는 상부와 하부에 각각 유출구가 형성된 본체가 마련된다. 본체의 상부에 마련된 유출구를 통해 토양이 배출되며, 하부에 마련된 유출구를 통해 분리된 납탄이 배출된다. 상,하부의 유출구 사이에는 상하방향으로 길게 형성된 복수의 칼럼이 상호 이격되어 나란하게 배치된다. 또한 이 칼럼들은 지그재그 형태로 형성된다.
- [0037] 그리고 본체에는 이송 스크류가 설치되어 납탄오염토양을 칼럼들이 배치된 곳으로 이송한다. 본체의 하부에는 공기공급장치가 마련되어 칼럼들 사이를 통해 상방, 즉 중력의 역방향으로 공기를 고속으로 불어 넣는다. 즉, 지그재그 모양의 수직 칼럼에 하부에서 고속으로 공기를 유입시키면 비중이 낮은 입자는 중력보다 상승 공기의 부력을 더 많이 받아 수직 칼럼의 상부로 배출되고, 비중이 높은 입자는 상승 공기의 부력보다 중력의 영향을 더 많이 받아 하부로 배출된다.
- [0038] 특히 수직 칼럼이 지그재그 형태로 형성되어 입자들이 칼럼의 구부러진 벽면과 충돌하면서 낙하되도록 함으로써 분리장치 내에서의 입자(토양과 납탄)의 체류시간이 길어 분리효율이 향상될 수 있다.
- [0039] 결국, 납탄오염토양을 분리장치에 투입한 후 일정 시간 동안 상향으로 공기를 분사하면, 무거운 납탄은 본체의 하부로 낙하하여 배출되고, 가벼운 토양은 본체의 상부의 유출구를 통해 배출됨으로써, 납탄과 토양은 상호 분리된다.
- [0040] 본 발명에서는 공기공급장치의 공기 유속을 7~10m/sec로 하였으며, 납탄이 분리된 토양은 사이클론을 부착하여 회수하고, 백 필터(bag filter)를 설치하여 집진을 실시하였다. 공기의 유속이 상기한 범위를 벗어나면 비중에 따른 차이를 둘 수 없어 분리효율이 저하되는 문제가 있으므로, 납탄오염토양에 대해서는 상기한 공기유속을 유지할 필요가 있다.
- [0041] 건식 비중선별에 의한 납탄오염토양 복원방법에 대하여 효과를 실험하였으며, 그 결과는 도 6의 표에 나타나 있다.
- [0042] 클레이 사격장 토양 시료 10kg을 진동체를 이용하여 건식 방법으로 3mm 이상 입단, 3mm 이하 1mm 이상 입단, 1mm 이하 입단으로 분리하였다. 체가름에 의하여 분리된 납탄이 포함되어 있는 3mm 이하 1mm 이상의 입자 크기를 갖는 토양에 대하여 건식 방법으로 공기의 흐름과 중력을 역 방향으로 작용시켜 비중이 서로 다른 두 물질을 선별하는 분리장치를 사용하여 공기의 유속은 8.5 m/sec로 하여 납탄과 토양을 분리하였다.
- [0043] 도 6의 표는 건식 방법으로 클레이 사격장 토양에서 납탄 분리 실시 결과를 종합한 것인데, 토양 10kg에서 납탄이 276그램, 5,150개가 분리되었다. 분리된 납탄에는 토양이 포함되지 않고, 여타 산물에서는 납탄이 전혀 포함되지 않아 납탄과 토양의 분리효율이 100 %로 매우 양호하였다.
- [0044] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 납탄오염토양 복원방법은 체가름에 의하여 납탄이 포함된 토양만을 선별하고, 습식 비중선별 또는 건식 비중선별에 의하여 납탄과 토양을 매우 효과적이면서도 간단한 방법에 의하여 상호 분리할 수 있다는 장점이 있다.
- [0045] 또한 이렇게 분리된 토양은 클레이 사격장 등으로 복원되며, 납탄은 제련 원료로 재활용할 수 있어 경제적이다.
- [0046] 본 발명은 첨부된 도면에 도시된 일 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 수 있을 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 보호 범위는 첨부된 청구 범위에 의해서만 정해져야 할 것이다.

도면

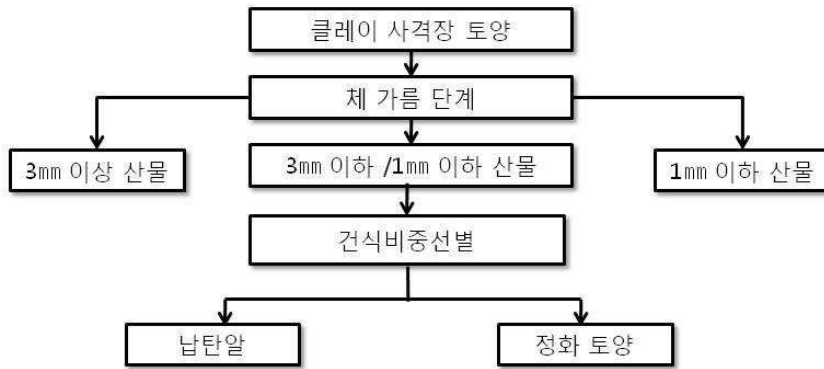
도면1



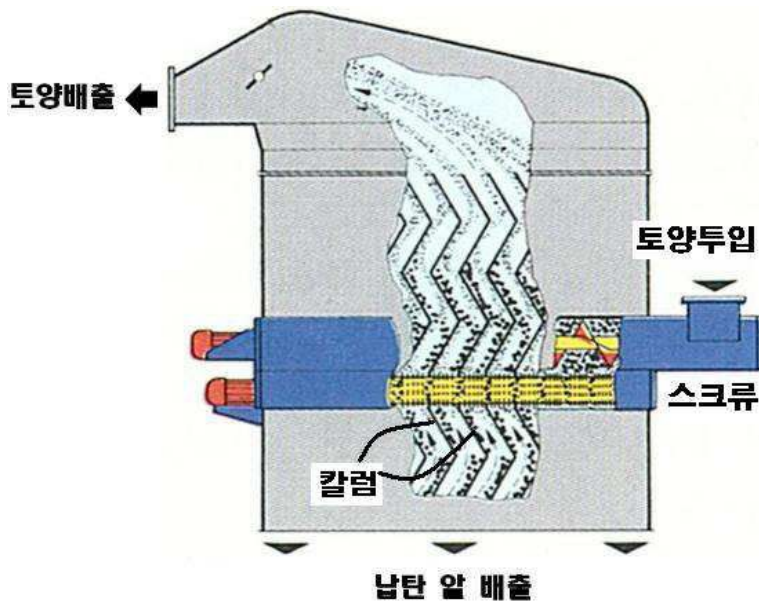
도면2



도면3



도면4



도면5

산물	산출량(g)	산출율(wt.%)	납탄의 개수(개)	납탄 회수율
3 mm 이상	3,375	33.75	0	100 %
3 mm 이하	납탄	290	5,470	100 %
	토양	2,512	0	
1 mm 이상	3,823	38.23	0	100 %
1 mm 이하				100 %
계	10,000	100	5,470	100 %

도면6

산물	산출량(g)	산출율(wt.%)	납탄의 개수(개)	납탄 회수율	
3 mm 이상	3.414	34.14	0	100 %	
3 mm 이하 1 mm 이상	납탄	276	2.76	5,150	100 %
	토양	2,807	28.07	0	
1 mm 이하	3,503	35.03	0	100 %	
계	10,000	100	5,150	100 %	