

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2012-0092370 (43) 공개일자 2012년08월21일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) C02F 11/12 (2006.01) C02F 11/10 (2006.01) C04B 18/04 (2006.01)		(71) 출원인 한밭대학교 산학협력단 대전광역시 유성구 동서대로 125 (덕명동)
(21) 출원번호 10-2011-0012381		(72) 발명자 엄태인 대전광역시 유성구 엑스포로 501, 109동 1102호 (전민동, 나래아파트)
(22) 출원일자 2011년02월11일		(74) 대리인 이중민
심사청구일자 2011년02월11일		

전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 하수 및 폐수슬러지 재활용 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 각종 중금속이 포함된 하수 및 폐수슬러지를 처리하여 골재로 재활용하는 슬러지 재활용 장치 및 방법에 관한 것이다.

이를 위하여, 본 발명인 슬러지 재활용 장치는, 외부로부터 유입되는 슬러지를 저장하는 슬러지 저장조와; 상기 저장조로부터 공급되는 슬러지를 1차 건조시키는 슬러지 건조장치와; 1차 건조된 슬러지를 용융조로 이송시키는 슬러지 공급장치와; 상기 용융조로부터 연소가스 보유열을 회수하여 생슬러지 건조장치로 열을 공급하는 열교환 장치와; 상기 용융조의 하단부와 연결되어 용융상태의 슬래그를 유리화시키는 슬래그 유리장치로 이루어진다.

한편, 유입되는 슬러지의 재활용 방법은,

- a) 외부로부터 유입되는 하수 및 폐수슬러지를 공급받는 단계;
- b) 상기 a)단계에서 공급받은 슬러지를 직접 또는 간접가열방식에 의하여 1차 건조시키는 단계;
- c) 상기 b)단계에서 1차 건조된 슬러지 단독의 자체 연소열을 이용하여 무기물과 중금속을 용융 및 유리화시키는 단계;
- d) 상기 b)단계에서 건조된 슬러지와 보조연료를 혼합연소하여 무기물과 중금속을 용융 및 유리화시키는 단계;
- e) 상기 c) 및 d)단계에서 건조 슬러지가 용융되면서 발생하는 연소가스의 보유열을 회수하여 이를 건조장치에 투입하는 열교환 회수 및 투입단계로 이루어진다.

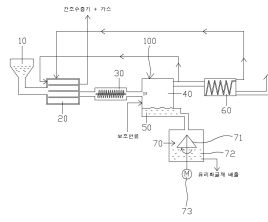
이와 같이 이루어지는 본 발명은, 높은 발열량을 갖는 건조슬러지의 자체 발열량을 이용하거나, 낮은 발열량의 건조슬러지는 보조열원과 함께 연소하는 슬러지를 연소하는 연소실에서 고온에 의해 슬래그를 만들고 배출되는 연소가스의 열은 열교환장치에 의하여 회수하여 고함수율의 생슬러지를 건조하는 열원으로 이용하므로 통상 슬러지 건조에 다량의 열이 소모되는 문제를 해소함과 아울러, 중금속을 함유하는 슬러지까지 재활용 골재를 생산할 수 있는 'Zero emission'를 달성할 수 있는 우수한 장치 및 방법이다.

또한, 연소가스로부터 열을 회수하여 고함수 생슬러지를 건조하는 방법을 채택함으로써, 자체 발생하는 열을 이용하여 슬러지에 포함된 수분을 30% 이하로 건조된 슬러지를 얻을 수 있는 효과도 아울러 가지고 있다.

따라서 함수율이 통상 80% 정도인 하수 및 폐수슬러지는 1차로 함수율이 30% 이하로 건조시킨 후 건조슬러지의 저위발열량이 5,000 kcal/kg 이상인 경우에는 슬러지의 유기물 성분이 연소되어 고열을 발생시키도록 하고, 연소실 하단부에 존재하는 슬러지의 무기물과 중금속은 1,100℃ 이상의 고열에 의하여 슬래그 형태로 배출시킬 수 있도록 함으로써, 중금속이 외부로 배출되는 것을 방지하는 효과를 기대할 수 있다.

이외에도, 연소실에서 배출되는 슬래그는 원추 형태의 스피들 회전체에 의하여 일정한 크기의 입자를 비산시켜 물속에서 급냉시키는 유리화 과정을 통하므로, 중금속이 무기물 속에 유리형태로 존재하도록 하여, 중금속으로 인한 환경오염을 근본적으로 방지할 수 있는 이점도 기재된다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

하수 및 폐수 슬러지를 재활용하는 장치에 있어서,

상기 재활용 장치는, 외부로부터 유입되는 슬러지를 저장하는 슬러지 저장조(10)와; 상기 저장조(10)로부터 공급되는 슬러지를 1차 건조시키는 슬러지 건조장치(20)와; 1차 건조된 슬러지를 용융조(50)로 이송시키는 슬러지 공급장치(30)와; 상기 용융조(50)로부터 연소가스 보유열을 회수하여 슬러지 건조장치(20)로 열을 공급하는 열교환 장치(60)와; 상기 용융조(50)의 하단부와 연결되어 용융상태의 슬래그를 유리화 시키는 슬래그 유리장치(70)로 이루어지는 것을 특징으로 하는 슬러지 재활용 장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 유입되는 하수, 폐수의 슬러지의 함수율은 40 ~ 90 중량%의 수분과 0.5 ~ 200ppm의 중금속이 포함된 슬러지인 것을 특징으로 하는 슬러지 재활용 장치.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 슬러지 건조장치(20)에 의하여 1차 건조된 하수, 폐수 슬러지의 함수율은 30% 이하가 되는 것을 특징으로 하는 슬러지 재활용 장치.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 하수, 폐수 슬러지를 1차 간접 건조시키는 건조장치(20)의 열매체 온도는 130 ~ 250℃가 되도록 하는 것을 특징으로 하는 슬러지 재활용장치.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 하수, 폐수 슬래그를 용융시키는 용융조(50)의 내부온도는 1,100℃ 이상이 되도록 하는 것을 특징으로 하는 슬러지 재활용장치.

청구항 6

하수 및 폐수 중에 함유된 슬러지를 재활용하는 방법에 있어서,

상기 슬러지 재활용 방법은,

- a) 외부로부터 유입되는 하수 및 폐수슬러지를 공급받는 단계;
- b) 상기 a)단계에서 공급받은 슬러지를 직접 또는 간접가열방식에 의하여 1차 건조시키는 단계;
- c) 상기 b)단계에서 1차 건조된 슬러지의 저위 발열량이 기준치(5,000 kcal/kg) 이상이면 건조 슬러지 단독의 자체 연소열을 이용하여 무기물과 중금속을 용융 및 유리화 시키는 단계;

d) 상기 b)단계에서 1차 건조된 슬러지의 저위 발열량이 기준치(5,000 kcal/kg) 이하이면 건조 슬러지와 보조연료를 혼합 연소하여 무기물과 중금속을 용융 및 유리화 시키는 단계;

e) 상기 c) 및 d)단계에서 건조 슬러지가 용융되면서 발생하는 850 ~ 1,100 °C 범위의 연소가스의 보유열을 회수하여, 이를 건조장치로 투입하는 열교환 회수 및 투입단계로 이루어지는 것을 특징으로 하는 슬러지 재활용방법.

청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 b)단계의 건조 슬러지 연소가스와 생 슬러지를 직접가열하여 건조시키는 연소가스의 온도는 300 ~ 600°C 가 되도록 하는 것을 특징으로 하는 슬러지 재활용방법.

청구항 8

제 6항에 있어서,

상기 b)단계의 건조 슬러지 연소가스와 생슬러지를 간접가열하여 건조시키는 열매체 온도는 130 ~ 250°C 가 되도록 하는 것을 특징으로 하는 슬러지 재활용방법.

청구항 9

제 6항에 있어서,

상기 c)단계에서, 건조 슬러지 단독으로 연소하여 무기물과 중금속을 용융시키는 건조 슬러지의 자체 저위발열량은 5,000kcal/kg 이상인 것을 특징으로 하는 슬러지 재활용방법.

청구항 10

제 6항에 있어서,

상기 d)단계에서, 건조된 슬러지와 보조연료를 혼합 연소하여 무기물과 중금속을 용융시키는 건조 슬러지의 자체 저위발열량은 5,000kcal/kg 이하인 것을 특징으로 하는 슬러지 재활용방법.

청구항 11

제 6항에 있어서,

상기 c) 및 d)단계에서 용융물 유리화는, 외부로 배출되는 용융 슬러그를 원추형 회전판(71)에서 낙하시켜 비산 급냉 되도록 하는 것을 특징으로 하는 슬러지 재활용방법.

청구항 12

제 11항에 있어서,

상기 원추형 회전판(71)의 회전속도는 200 ~ 40,000 rpm의 범위가 되도록 하는 것을 특징으로 하는 슬러지 재활용 방법.

청구항 13

제11항에 있어서,

상기 원추형 회전관(71)에 비산 낙하하면서 급냉 되어 얻어지는 미세골재는 표면이 용융무기물로 유리화된 것으로서, 상기 미세골재의 지름은 0.5 ~ 10mm 크기인 것을 특징으로 하는 슬러지 재활용 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 하수 및 폐수슬러지 재활용 장치 및 방법에 관한 것으로서, 더욱 구체적으로는 각종 중금속이 포함된 고함수(75 ~ 90wt.%)의 하수 및 폐수슬러지를 함수율 30% 이하로 1차 건조 후 자체 연소반응을 유도하여, 이때 발생하는 1,100℃ 이상의 고온에 의하여 건조된 슬러지에 포함된 무기물과 중금속이 용융된다.

[0002] 이 용융상태의 슬러지를 유리화하여 재활용 미세골재 등의 자재로 제조하고, 배출되는 연소가스가 보유한 열은 고함수 생슬러지와 직접 접촉되도록 하면서 건조하거나 열교환장치에 의하여 열매체를 가열한 후, 130 ~ 250℃의 열매체에 의한 간접가열에 의하여 공장과 가정으로부터 발생하는 하수 및 폐수슬러지를 재활용하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0003] 2008년 국내에서 발생하는 유기성 하수슬러지 발생량은 표 1에 기재되어 있는 바와 같이, 약 290만톤이고 유기성 폐수 슬러지 발생량은 257만톤이다.

[0004] 또한, 유기물이 포함되지 않은 무기성 하수 및 폐수슬러지 발생량은 약 261만톤 이며, 전체 하수 및 폐수슬러지 발생량 중에서 해양으로 배출되는 양은 235만톤으로 전체 발생량의 약 30% 정도를 각종 해양 오염을 유발시키는 바다에 투기하고 있는 실정이나, 런던협약에 의하여 향후 2012년부터 상당량이 해양배출이 금지될 예정이다.

[0005] 한편, 2009년부터 정부에서 유기성 하수슬러지는 건조 후 석탄과 혼합 연소시키는 방법으로 정책을 정하여 추진하고 있으나, 대부분 폐수슬러지에 포함된 중금속과 건조한 슬러지의 낮은 발열량과 높은 함수율로 인하여 현재까지 화력발전소에서 석탄과 혼합연소는 활발히 이루어지고 있지 않는 실정이다.

[0006] 따라서 슬러지 처리의 다양한 방법과 친환경적이고 보다 경제적인 처리 방법이 절실한 실정에 있다.

[0007] 특히 산업용 폐수슬러지에는 Pb, Cd, As, Cu, Hg, Cr 과 같은 다양한 중금속이 포함되어 건조 후 석탄과 혼합 연소시 연소실 후단의 연소실 벽, 열교환기, 과열기, 절탄기 등의 외부에 심각한 부식과 침식의 문제를 야기할 수 있으므로 발전소에서 직접 이용하기에는 많은 문제점이 있다.

표 1

2008년 국내 각종 슬러지 발생량 [톤/년]으로 수정 표

발생량 및 처리현황 (톤/일)		슬러지류							
		유기성 오니				무기성 오니류			
		폐수처리 오니	공정 오니	정수처리 오니	하수처리 오니	폐수처리 오니	공정 오니	정수처리 오니	하수처리 오니
발생량 (톤/일), (톤/년)		7,049.8	1,429.8	602.2	7,962.1	6,157.5	11,192.3	718.0	980.9
		2,572,885	521,887	219,803	2,906,166.5	2,251,137.5	4,085,189.5	262,070	358,028.5
처리 방법	매립	901.8	116.9	333.0	1,005.6	1,160.1	1,432.9	122.2	78.0
		329,157	42,668.5	907,499.5	907,499.5	423,436.5	523,008.5	44,603	28,470
	소각	1,098.8	149.0	32.3	1,005.6	37.1	295.9	0.0	0.6
		401,062	54,385	11,789.5	367,044	13,541.5	108,003.5	0	219
	재활용	2,342.8	1,036.6	183.8	1,613.5	4,625.0	9,341.3	594.8	384.8
		855,122	378,359	67,087	588,927.5	1,688,125	3,409,574.5	217,102	140,452
	해양 배출	2,706.4	127.3	53.1	2,856.6	345.3	122.2	1.0	517.5
		987,836	46,464.5	19,381.5	1,042,659	126,034.5	44,603	365	188,887.5

[0008]

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009]

본 발명의 목적은 각종 중금속이 포함된 함수율이 약 80% 정도인 하수 및 폐수슬러지를 함수율 30% 이하로 1차 건조시킨 후, 저위발열량이 5,000 kcal/kg 이상인 경우는 자체 연소열만을 이용하고, 건조슬러지 발열량이 5,000 kcal/kg 이하는 보조 열원과 합한 혼합연소열에 의하여 건조 슬러지에 포함된 무기물과 중금속이 용융되도록 하며, 이때 용융된 슬래그를 재활용 미세골재 등의 자재로 활용하도록 하는 장치 및 방법을 제공하는 것을 목적으로 하고 있다.

과제의 해결 수단

[0010]

이를 위하여, 본 발명인 슬러지 재활용 장치는, 외부로부터 유입되는 슬러지를 저장하는 슬러지 저장조와; 상기 저장조로부터 공급되는 슬러지를 1차 건조시키는 슬러지 건조장치와; 1차 건조된 슬러지를 용융조로 이송시키는 슬러지 공급장치와; 상기 용융조로부터 열을 공급받아 슬러지 공급장치로 열을 공급하는 열교환 장치와; 상기 용융조의 하단부와 연결되어 용융상태의 슬래그를 유리화시키는 슬래그 유리장치로 이루어진다.

[0011]

한편, 유입되는 슬러지의 재활용 방법은,

[0012]

a) 외부로부터 유입되는 하수 및 폐수슬러지를 공급받는 단계;

[0013]

b) 상기 a)단계에서 공급받은 슬러지를 직접 또는 간접가열방식에 의하여 1차 건조시키는 단계;

[0014]

c) 상기 b)단계에서 1차 건조된 슬러지 단독의 자체 연소열을 이용하여 무기물과 중금속을 용융 및 유리화시키는 단계;

[0015]

d) 상기 b)단계에서 건조된 슬러지와 보조연료를 혼합연소하여 무기물과 중금속을 용융 및 유리화시키는 단계;

[0016]

e) 상기 c) 및 d)단계에서 건조 슬러지가 용융되면서 발생하는 연소가스의 보유열을 회수 및 건조장치에 투입하는 열교환 회수 및 투입단계로 이루어진다.

발명의 효과

- [0017] 이와 같이 이루어지는 본 발명은, 높은 발열량을 갖는 건조슬러지의 자체 발열량을 이용하거나, 보조열원과 함께 연소하는 슬러지를 연소하는 연소실에서 고온에 의해 슬래그를 만들고, 배출되는 연소가스의 열은 열교환장치에 의하여 회수하여 고함수율(高含水率)의 생슬러지를 건조하는 열원으로 이용하므로, 통상 슬러지 건조에 다량의 열이 소모되는 문제를 해소함과 아울러, 중금속을 함유하는 슬러지까지 재활용 골재를 생산할 수 있는 'Zero emission'를 달성할 수 있는 우수한 장치 및 방법이다.
- [0018] 또한, 연소가스로부터 열을 회수하여 고함수 생슬러지를 건조하는 방법을 채택함으로써, 자체 발생하는 열을 이용하여 슬러지에 포함된 수분을 30% 이하로 건조된 슬러지를 얻을 수 있는 효과도 아울러 가지고 있다.
- [0019] 따라서 함수율이 통상 80% 정도인 하수 및 폐수슬러지는 1차로 함수율이 30% 이하로 건조 시킨 후 건조슬러지의 저위발열량이 5,000 kcal/kg 이상인 경우에는 슬러지의 유기물 성분이 연소되어 고열을 발생시키도록 하고, 연소실 하단부에 존재하는 슬러지의 무기물과 중금속은 1,100℃ 이상의 고열에 의하여 슬래그 형태로 배출시킬 수 있도록 함으로써, 중금속이 외부로 배출되는 것을 방지하는 효과를 기대할 수 있다.
- [0020] 이외에도, 연소실에서 배출되는 슬래그는 원추 형태의 스펀들 회전에 의하여 일정한 크기의 입자를 비산시켜 물속에서 급냉시키는 유리화 과정을 통하므로, 중금속이 무기물 속에 유리형태로 존재하도록 하여, 중금속으로 인한 환경오염을 근본적으로 방지할 수 있는 이점도 기재된다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1은 본 발명인 하수 및 폐수슬러지 재활용 장치에 관한 슬러지 재활용 흐름도이고,
 도 2는 본 발명인 하수 및 폐수슬러지 재활용 방법에 관한 흐름도이며,
 도 3a, b는 본 발명인 하수 및 폐수슬러지 재활용 장치에서 용융상태로 배출되는 슬래그와, 고체상태로 변환된 슬래그의 입자를 촬영한 사시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 본 발명인 하수 및 폐수슬러지 재활용 장치 및 방법을 첨부된 도면에 의하여 좀 더 구체적으로 설명한다. 본 발명을 설명함에 있어서, 종래 기술사상과 동일한 기술구성에 대해서는 동일명칭을 그대로 부여하여 설명한다.
- [0023] 본 발명인 하수 및 폐수슬러지 재활용 장치는, 도 1에 도시되어 있는 바와 같이, 외부로부터 유입되는 슬러지를 저장하는 슬러지 저장조(10)와; 상기 저장조(10)로부터 공급되는 슬러지를 1차 건조시키는 슬러지 건조장치(20)와; 1차 건조된 슬러지를 용융조(50)로 이송시키는 슬러지 공급장치(30)와; 상기 용융조(50)로부터 열을 회수하여 슬러지 건조장치(20)로 열을 공급하는 열교환 장치(60)와; 상기 용융조(50)의 하단부와 연결되어 용융상태의 슬래그를 유리화 시키는 슬래그 유리장치(70)로 이루어진다.
- [0024] 이때, 유입되는 하수 및 폐수의 슬러지의 함수율은 40 ~ 90 중량%의 수분과 0.5 ~ 200ppm의 중금속이 포함된 하수 또는 산업폐수 슬러지로 하고, 상기 슬러지 건조장치(20)에 의하여 1차 건조된 하수 및 폐수 슬러지의 함수율은 30% 이하가 되도록 한다.
- [0025] 또한, 처리효율을 고려하여, 상기 하수 및 폐수슬러지를 1차 건조시키는 건조장치(20)의 열매체 온도는 130 ~ 250℃ 가 되도록 하는 한편, 1차 건조된 상기 하수 및 폐수 슬러지를 용융시키는 용융조(50)의 내부온도는 1,100℃ 이상이 되도록 함으로써, 처리되는 슬러지가 유리화 되도록 한다.
- [0026] 한편, 본 발명인 하수 및 폐수슬러지 재활용 방법은,
- [0027] a) 외부로부터 유입되는 하수 및 폐수슬러지를 공급받는 단계;
- [0028] b) 상기 a)단계에서 공급받은 슬러지를 직접 또는 간접가열방식에 의하여 1차 건조시키는 단계;
- [0029] c) 상기 b)단계에서 1차 건조된 슬러지의 저위 발열량이 기준치(5,000 kcal/kg) 이상이면 단독의 자체 연소열을 이용하여 무기물과 중금속을 용융 및 유리화 시키는 단계;
- [0030] d) 상기 b)단계에서 1차 건조된 슬러지의 저위 발열량이 기준치(5,000 kcal/kg) 이하이면 슬러지와 보조연료를 혼합 연소하여 무기물과 중금속을 용융 및 유리화 시키는 단계;
- [0031] e) 상기 c) 및 d)단계에서 건조 슬러지가 용융되면서 발생하는 850 ~ 1,100℃ 연소가스의 보유열을 회수하여 이

를 건조장치로 투입하는 열교환 회수 및 투입단계로 이루어지도록 하고, 상기 b) 단계의 건조 슬러지 연소가스와 생슬러지를 직접가열하여 건조시키는 연소가스의 온도는 300 ~ 600℃가 되도록 하는 한편, 상기 b) 단계의 건조 슬러지 연소가스와 생슬러지를 간접가열하여 건조시키는 열매체의 온도는 130 ~ 250℃가 각각 되도록 한다.

- [0032] 이때, 상기 c) 단계에서 건조 슬러지 단독으로 연소하여 무기물과 중금속을 용융시키는 건조 슬러지의 자체 저위 발열량은 5,000kcal/kg 가 되도록 한다.
- [0033] 한편, 상기 d) 단계에서 건조 슬러지와 보조연료를 혼합 연소하여 무기물과 중금속을 용융시키는 건조 슬러지의 자체 저위발열량은 5,000kcal/kg 이하인 경우에 적용되도록 한다.
- [0034] 또한, 상기 c) 및 d) 단계에서 용융물의 유리화는, 외부로 배출되는 용융 슬래그를 원추형 회전판(71)에서 낙하시켜 비산 급냉되도록 한다.
- [0035] 이를 위하여, 상기 원추형 회전판(71)의 회전속도는 200 ~ 40,000rpm의 범위내에서 회전되도록 하고, 급냉되어 얻어지는 미세골재는 표면이 용융 무기질로 유리화된 것으로서, 상기 미세골재의 지름은 0.5 ~ 10mm의 골재가 생성되도록 한다.
- [0036] 본 발명에 사용되는 슬러지는 통상 40 내지 90 중량%의 수분을 포함하며, 니켈, 크롬, 납, 수은 등의 중금속인 0.5 ~ 180ppm 정도 포함되어 있다.
- [0037] 1차 건조된 건조슬러지는 30 중량% 이하의 수분을 포함하도록 하는 것이 바람직하며, 상기 1차 건조된 건조슬러지는 무기물, 중금속과 탄화수소 화합물이 증가되어 가연성분이 40 ~ 60%를 차지하며, 무기물과 중금속의 함량은 30 ~ 50 중량% 내외가 된다.
- [0038] 또한 본 발명에 따른 방법은 배출되는 용융슬래그를 도 1에 도시된 바와 같이, 배출구 하단에서 원추형 스피들(71)을 이용한 회전력에 의하여 비산하여 낙하하면서 수조(72)에서 급냉되어 유리화함으로써, 중금속 용출이 불가능한 직경 0.5 ~ 10mm의 크기를 갖는 미세골재를 생산하여, 환경적으로 안정된 상태의 재활용 자재를 제조함과 동시에, 재처리를 필요로 하는 공해물질은 배출되지 않는다.
- [0039] 상기 용융 슬래그 비산 단계는 연소실(100) 하단으로 배출되는 용융 슬래그를 원추형 회전판(71)에 낙하시켜 비산시키는 단계로서 골재의 활용도와 강도 등을 고려하여 회전판의 회전속도는 200 ~ 40,000 rpm의 범위이고, 바람직하게는 500 ~ 10,000 rpm의 범위이다.
- [0040] 상기 조건의 원추형 회전판(71)에 비산 낙하하면서 급냉되어 얻어지는 미세골재는, 표면이 용융 무기물로 유리화된 것으로서 상기 미세골재는 위에서 살펴본 바와 같이 지름이 0.5 ~ 10mm 크기로 제조될 수 있다.
- [0041] 따라서, 표면이 유리화되어 있어 본래 슬러지 내 포함되어 있던 중금속이 냉각된 골재로부터 용출이 불가능한 상태가 되어 친환경적 재활용 자재로서 사용할 수 있다.
- [0042] 도 1과 도 2를 참조하여 하수 및 폐수슬러지에 대한 1차 건조 후 재활용 하는 장치 및 방법에 대해 구체적으로 살펴보도록 한다.
- [0043] 함수율이 80 중량% 정도인 하수 또는 폐수슬러지를 임시 저장할 슬러지 저장조(10)로부터 이송된 슬러지를, 함수율 30 중량% 이하로 1차 건조시키기 위하여 건조장치(20)내부로 이송하여, 연소가스와 슬러지가 직접 또는 간접 접촉되도록 하여 1차 건조시킨다.
- [0044] 1차 건조된 상기 슬러지는, 일정량을 공급하는 슬러지 공급장치(30)를 통하여 건조 슬러지 연소장치(40)에서 연소공기와 혼합되어 연소된다.
- [0045] 이때, 슬러지 연소장치(40)의 하단부에는 슬러지에 함유된 무기물과 중금속을 용융시키는 용융조(50)를 설치되, 상기 슬러지 연소장치(40)에서 배출되는 연소가스를 직접 슬러지 건조장치(20)에 공급하거나, 또는 열교환장치(60)를 이용하여 열을 회수 한 후에, 회수된 열을 상기 건조장치(20)에 공급하여, 슬러지를 1차 건조시키는 간접 열 회수장치에 이용되도록 한다.
- [0046] 한편, 슬러지 연소장치(40) 하단의 상기 용융조(50)에서는, 슬러지에 함유된 무기물과 중금속이 고온의 연소시에 함께 용융되어, 슬래그 형태로 외부로 배출되며, 이 용융 슬래그는 하단의 슬래그 골재 제조장치(70)에 장착되어 모터(73)의 구동에 의하여 500 ~ 10,000 rpm으로 회전하는 원추형 회전판(71)의 상부에 낙하하면서, 비산 급냉되어 표면이 유리화된 구조를 갖는 미세골재가 제조된다.

[0047] 이때, 유리화된 미세골재는 중금속 용출이 불가능한 지름이 0.5 ~ 5mm 정도로 제조되어 각종 건축골재로 사용이 가능하다.

[0048] [실시예]

[0049] 아래 <표 2>는 시료인 제지공장 폐수슬러지, 하수슬러지 및 피혁공장 폐수슬러지에 대하여 건조 슬러지의 원소 분석 및 중금속 분석을 나타내었고, 용융실험 후 슬래그의 중금속 용출 실험을 수행하여 동일 중금속의 농도를 제시하였다. 표 2에 나타난 바와 같이 용융 슬래그에서 중금속 용출 농도는 감지되지 않았다.

표 2

3성분 분석(%)	원소분석(%)		중금속 분석(ppm)		
			건조 슬러지		용융 슬래그
제지공장 폐수 슬러지	C	59.1	Hg	ND	ND
	H		As	ND	ND
	N	0.1	Cd	ND	ND
			Cr	ND	ND
	S	0	Al	1.91	ND
			Cu	0.342	ND
	O	32.3	Pb	0.317	ND
하수 슬러지	Cl	0.2	Zn	0.016	ND
	C	66.9	Hg	ND	ND
	H	12.5	As	ND	ND
	N	1.7	Cd	ND	ND
			S	55	ND
	S	0	Al	20,880	ND
			Cl	249	ND
피혁폐수 슬러지	O	18.9	Pb	487	ND
	Cl	0.02	Zn	821	ND
	C	63.3	Hg	ND	ND
	H	10.5	As	ND	ND
	N	2.5	Cd	0.4	ND
			S	341	ND
	S	0.07	Al	64,022	ND
			Cl	1,160	ND
	O	23.7	Pb	153	ND
	Cl	0	Zn	1,100	ND

[0050]

[0051] 도 2a, b에는 용융 슬래그의 배출형상과 배출 후의 상태를 사진으로 나타낸 것으로서 표면이 유리화 같이 양호하게 유리화된 상태를 도시하고 있다.

[0052] 본 발명은 함수율이 통상 80% 정도인 하수, 폐수슬러지를 고온 기체와 직접 접촉하여 건조시키는 방식과 함께, 열매체에 의한 간접가열에 의한 건조 방법을 병행한다.

[0053] 이를 보다 구체적으로 설명하면, 함수율을 30% 이하로 1차 건조 시킨 후, 건조슬러지의 저위발열량이 5,000 kcal/kg 이상인 경우는, 슬러지의 유기물 성분을 직접 연소시켜 고열이 발생되도록 하는 방식을 채택하고 있다.

[0054] 따라서, 연소실 하단부에 존재하는 슬러지의 무기물과 중금속은 1,100℃ 이상의 고열에 의하여 슬래그 형태로 배출된다.

[0055] 한편, 건조 후 건조슬러지의 저위발열량이 5,000 kcal/kg 이하인 경우에는 슬러지의 자체 연소열에 보조연료의 연혼합연소열이 부가된 혼합연소열을 이용하여 슬래그가 배출되도록 한다.

[0056] 또한, 연소실에서 배출되는 슬래그는 원추 형태의 스피들(71) 회전에 의하여 일정한 크기의 입자를 비산시켜 물 속에서 급냉시키는 유리화 과정을 통하여 중금속이 무기물 속에 유리형태로 존재하게 하여, 골재나 복토재 사용 시 중금속 용출을 근본적으로 방지할 수 있는 구조가 되도록 한다.

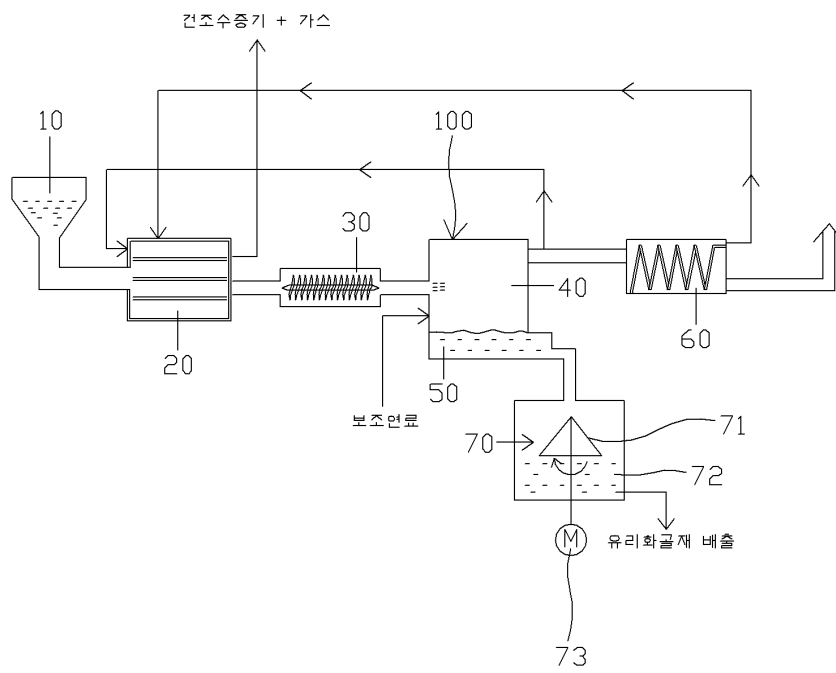
[0057] 이와 같이 이루어지는 본 발명은, 높은 발열량을 갖는 건조슬러지의 자체 발열량을 이용하거나, 보조열원과 합

게 연소하는 슬러지를 연소하는 연소실에서 고온에 의해 슬래그를 만들고 배출되는 연소가스의 열은 열교환장치에 의하여 회수하여 고함수율의 생슬러지를 건조하는 열원으로 이용하므로, 통상 슬러지 건조에 다량의 열이 소모되는 문제를 해소하는 효과를 가지고 있다.

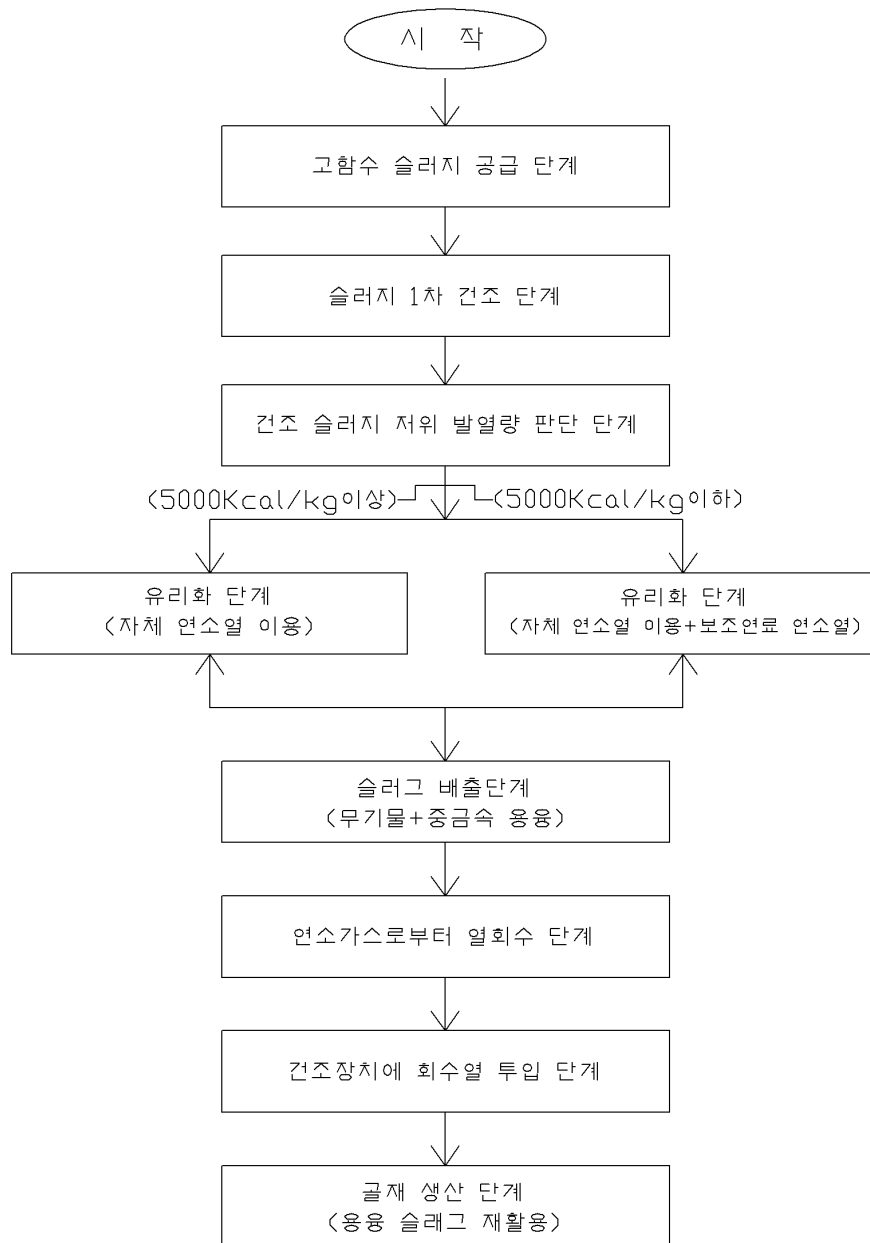
- [0058] 따라서, 통상 슬러지 건조에 다량의 열이 소모되는 문제를 해소하면서, 중금속 함유 슬러지까지 재활용 골재를 생산할 수 있는 'Zero emission'를 달성할 수 있다.
- [0059] 또한, 연소가스로부터 열을 회수하여 고함수 생슬러지를 건조하는 방법을 채택함으로써, 자체 발생하는 열을 재활용하여 슬러지에 포함된 수분을 30% 이하로 건조된 슬러지를 얻을 수 있는 효과도 아울러 가지고 있다.
- [0060] 이외에도, 연소실에서 배출되는 슬래그는 위에서 살펴본 바와 같이, 원추 형태의 스펀들 회전에 의하여 일정한 크기의 입자를 비산시켜 물속에서 급냉시키는 유리화 과정을 통하므로, 중금속이 무기물 속에 유리형태로 존재하도록 하여, 중금속으로 인한 환경오염을 근본적으로 방지할 수 있는 이점도 기대된다.
- [0061] 본 발명인 하수 및 폐수슬러지 재활용 장치 및 방법은 도시하고 설명한 것 이외에 다양하게 변형실시가 가능한 것으로 본 발명의 목적범위를 일탈하지 않는 한, 변형 예들은 모두 본 발명의 권리범위에 포함되어 해석되어야 한다.
- [0062] 예를 들면, 본 발명은 하수 또는 폐수 어느 한 종류의 처리(재활용)에만 국한되지 않고 혼합된 슬러지의 처리도 본 발명에 포함되며, 유리화된 슬래그도 건축자재 분야에만 한정되지 않고, 그릇 등 식기류와 음료수를 저장하는 병의 재료로 사용할 수 있다.

도면

도면1



도면2



도면3

(a)



(b)

