

(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.<sup>8</sup>

F23G 5/00 (2006.01)

F23G 5/50 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2006-0005352

(43) 공개일자 2006년01월17일

(21) 출원번호 10-2005-7018631

(22) 출원일자 2005년09월30일

번역문 제출일자 2005년09월30일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2004/005232

(87) 국제공개번호 WO 2004/092648

국제출원일자 2004년04월13일

국제공개일자 2004년10월28일

(30) 우선권주장 JP-P-2003-00113765 2003년04월18일 일본(JP)

(71) 출원인 제이에프이 엔지니어링 가부시킴가이샤  
일본 도쿄도 지요다구 마루노우치 1-1-2

(72) 발명자 스즈키 미노루  
일본 도쿄도 지요다구 마루노우치 1-1-2, 제이에프이 엔지니어링가부  
시킴가이샤 내  
다테후쿠 데루오  
일본 도쿄도 지요다구 마루노우치 1-1-2, 제이에프이 엔지니어링가부  
시킴가이샤 내  
야마모토 히로시  
일본 도쿄도 지요다구 마루노우치 1-1-2, 제이에프이 엔지니어링가부  
시킴가이샤 내  
니시노 마사야키  
일본 도쿄도 지요다구 마루노우치 1-1-2, 제이에프이 엔지니어링가부  
시킴가이샤 내  
미야고시 야스히로  
일본 도쿄도 지요다구 마루노우치 1-1-2, 제이에프이 엔지니어링가부  
시킴가이샤 내

(74) 대리인 최재철  
김기중  
서장찬  
권동용

심사청구 : 있음

(54) 화격자식(火格子式) 폐기물 소각로 및 그 연소 제어방법

요약

화격자식 폐기물 소각로의 연소 제어방법으로서,

(가) 연소용 1차 공기 A를 화격자 밑으로부터 연소실 내로 취입하고,

- (나) 고온 가스 B를 상기 연소실 내의 연소 개시 영역으로부터 주(主) 연소 영역까지 사이의 임의의 영역에 취입하며,
- (다) 소각로에서 배출된 배출 가스를 적어도 일부로서 함유하는 순환 배가스 C를 상기 고온 가스 B의 취입 위치의 위쪽 또는 가스 흐름 방향 하류쪽에 취입하고,
- (라) 공기, 순환 배가스, 또는 공기와 순환 배가스의 혼합 가스 중의 어느 것으로 된 교반용 가스 D를 2차 연소 영역에 취입한다.

**대표도**

도 1

**명세서**

**기술분야**

본 발명은, 일반 폐기물, 산업 폐기물, 하수 오니(汚泥) 등의 폐기물을 소각하는 화격자식(火格子式) 폐기물 소각로의 연소 제어방법, 및 이러한 연소 제어방법을 실시하는데 적합한 화격자식 폐기물 소각에 관한 것이다.

**배경기술**

도시 쓰레기 등의 폐기물을 소각 처리하는 소각로로서, 화격자식 폐기물 소각로가 널리 이용되고 있다. 그 대표적인 것의 개략도를 도 3에 나타낸다. 호퍼(31)에 투입된 폐기물(32)은, 슈트를 통해서 건조 화격자(33)에 보내지고, 밑으로부터의 공기와 로(爐) 내의 복사열에 의해 건조됨과 아울러 승온되어서 착화한다. 착화해서 연소를 개시한 폐기물(32)은 연소 화격자(34)에 보내지고, 밑으로부터 보내지는 연소 공기에 의해 열분해되어 가스화되고 일부는 연소한다. 그리고 추가로 후 연소 화격자(35)에서 폐기물 중의 미연소분이 완전히 연소한다. 그리고 연소 후에 남은 재(灰)는, 주(主) 재 슈트(36)로부터 외부로 꺼내어진다.

연소는 연소실(37) 안에서 이루어지고, 2차 연소실(41)에서 이차적인 연소가 되어서 가연성 가스가 완전히 연소한다. 2차 연소실(41)로부터의 배(排) 가스는, 폐열 보일러(43)에 보내져서 열교환된 후에 감온탑(減溫塔), 백 필터(bag filter) 등을 경유해서 외부로 방출된다.

이러한 화격자식 폐기물 소각로에서 폐기물을 소각 처리할 경우, 폐기물이 성상(性狀)이 다른 수많은 물질로 되어 있기 때문에 로(爐) 속에서의 연소 상태를 일정하게 유지하는 것이 곤란해서, 연소실(37) 속의 온도나 연소 가스의 농도 분포가 시간적, 공간적으로 불균일하게 되는 것은 피할 수 없다.

이러한 과제를 해결하는 방법으로서, 일본국 특개평11-211044호 공보(특허문헌 1)에는 축열식 버너에서 발생시킨 고온 기체를 소각로의 주(主) 연소실 또는 2차 연소실에 취입(吹入)하는 방법이 개시되어 있다. 이 기술은, 소각로에서 발생하는 배(排) 가스 중의 CO 및 방향족계 탄화수소 등을 많이 함유하는 미연소(未燃燒) 가스나 유해 물질 등을 저감시키는 것을 목적으로 한 것이다.

또한, 일본국 특개평11-270829호 공보(특허문헌 2)에는, 쓰레기 소각로에서 발생한 연소 배가스 중의 CO 농도가, 미리 설정되어 있는 다이옥신 저감을 위한 값이 되도록, 연소 배가스 중의 CO값, O<sub>2</sub>값 및 소각로의 로 내 온도에 근거하여 쓰레기 소각로의 화격자 속도, 연소용 공기량 및 로(爐)의 온도 냉각용 공기량을 제어하는 방법이 개시되어 있다.

특허문헌 1: 일본국 특개평11-211044호 공보

특허문헌 2: 일본국 특개평11-270829호 공보

종래, 폐기물 소각로에 있어서, 폐기물의 연소에 필요한 이론 공기량으로 실제로 로 내로 공급하는 공기량을 나눈 비(공기비)는 1.7~2.0 정도이다. 이것은 일반적인 연료의 연소에 필요한 공기비인 1.05~1.2에 비해서 크게 되어 있다. 그 이유

는, 폐기물에는 다른 액체연료나 기체연료에 비해서 불연소분(不燃燒分)이 많고, 또한 불균질하기 때문에, 공기의 이용 효율이 낮아 연소를 하기 위해서는 다량의 공기가 필요하게 되기 때문이다. 그러나 공기비가 많아짐에 따라서 배(排)가스량도 많아지고, 이에 따라 보다 큰 배가스 처리 설비가 필요가 된다.

공기비를 작게 하면 배가스량은 저감하고, 배가스 처리 설비가 콤팩트해져, 그 결과, 폐기물 소각 시설 전체가 소형화해서 설비비를 저감할 수 있다. 이것에 더해서, 배가스 처리를 위한 약제량도 저감할 수 있으므로, 운전비용을 저감할 수 있다. 게다가 열회수를 할 수 없어 대기에 버려지는 열량을 저감할 수 있으므로, 폐열 보일러의 열회수율이 향상하고, 이에 따라 쓰레기 발전의 효율을 올릴 수 있다.

이와 같이 저(低)공기비 연소에 대한 이점은 크지만, 저공기비 연소에서는 연소가 불안정해진다는 문제가 있다. 즉, 저공기비로서 연소시키면, 연소가 불안정해지고, CO의 발생이 증가한다거나, 화염온도가 국소적으로 상승해서 NOx가 급증하거나, 매연이 대량으로 발생하거나, 클링커가 발생하거나, 국소적인 고온에 의해 로(爐)의 내화물의 수명이 짧아진다는 문제점이 있었다. 상기 특허문헌 1 및 특허문헌 2에 기재되어 있는 연소 기술로는 이러한 문제점을 해결하는 것이 불충분하였다.

또한, 로(爐)의 온도 냉각용 공기로서, 공기만, 혹은 공기에 소각로로부터의 배가스를 혼합해서 이용하는 것은, 새로운 공기를 로 속으로 도입하는 것이 되므로 배가스 총(總)량의 저감을 할 수 없다는 문제도 있다.

또한, 예열 공기나 산소부화 공기를 적용하여 연소의 안정성의 개선이나 배가스 중의 미연소분을 저감하는 방법이 알려져 있지만, 런닝 코스트나 설비 비용의 증대를 발생함과 아울러 NOx가 증가하는 경향이 있어 실용상 문제가 있다.

한편, 선회연소로 대표되는 바와 같이, 로 속으로의 공기의 취입(吹入) 형태를 연구함으로써, 배가스 중의 미연소분의 농도를 저감하는 방법이 일반적으로 적용되고 있지만, 연소성을 개선하기 위해서는 보다 많은 공기를 필요로 하고, 보다 큰 송풍기나 배가스 처리 설비가 필요해서, 런닝 코스트와 설비 비용이 증가함과 아울러 배가스가 가지고 가는 열량[현열(顯熱)]이 증가하기 때문에, 발전 효율이 낮아지는 문제가 있다.

또한, 2차 연소 영역과 같이 연료농도가 낮은 영역에 배가스를 과다하게 취입하면 반응성의 저하에 따라 연소가 불안정해져서, 실화나 배가스 중의 미연소분의 증가를 발생시킬 경우가 있다. 특히, 쓰레기 질의 변동이 클 경우에는 이러한 현상이 증폭해서 나타나기 때문에 공해 대책상 문제가 있다.

이상에서 설명한 바와 같이, 종래의 연소 개선 수단 단독으로는 저공해화(NOx, CO 등의 저감)와 저비용화의 동시 달성은 곤란하다.

본 발명은 상기 과제를 해결하기 위해서 된 것으로, 폐기물 소각로에 있어서 저(低)공기비 연소를 한 경우에도 CO나 NOx 등의 유해 가스의 발생량을 저감할 수 있고, 또한 굴뚝으로부터 배출되는 배가스 총량을 대폭 저감할 수 있는 폐기물 소각로의 연소 제어방법 및 폐기물 소각로를 제공하는 것을 목적으로 한다.

### 발명의 상세한 설명

이와 같은 과제를 해결하기 위한 본 발명의 특징은 아래와 같다.

[1]. 화격자식 폐기물 소각로의 연소 제어방법으로서, 연소용 1차 공기 A를 화격자 밑으로부터 연소실 내로 취입하고, 고온 가스 B를 상기 연소실 내의 연소 개시 영역으로부터 주(主) 연소 영역까지 사이의 임의의 영역에 취입하며, 소각로에서 배출된 배출 가스를 적어도 일부로서 함유하는 순환 배가스 C를 상기 고온 가스 B의 취입 위치의 위쪽 또는 가스 흐름 방향 하류쪽에 취입하고, 공기, 순환 배가스, 또는 공기와 순환 배가스의 혼합 가스 중의 어느 것으로 된 교반용 가스 D를 2차 연소 영역에 취입하는 것을 특징으로 하는 폐기물 소각로의 연소 제어방법이다.

[2]. 상기 [1]에 있어서, 순환 배가스 C가 소각로에서 배출된 배가스만으로 된 것을 특징으로 하는 폐기물 소각로의 연소 제어방법이다.

[3]. 상기 [1] 또는 [2]에 있어서, 연소용 1차 공기 A에 의해 공급되는 단위 시간당의 산소량 Q1과, 고온 가스 B에 의해 공급되는 단위 시간당의 산소량 Q2와, 순환 배가스 C에 의해 공급되는 단위 시간당의 산소량 Q3과, 교반용 가스 D에 의해 공급되는 단위 시간당의 산소량 Q4가, 폐기물의 연소에 필요한 단위 시간당의 이론 산소량을 1로 했을 경우에, 아래의 식 (1) 및 (2)를 만족하는 것을 특징으로 하는 폐기물 소각로의 연소 제어방법이다.

$$Q1:Q2:Q3:Q4=0.75\sim 1.20:0.05\sim 0.20:0.02\sim 0.20:0.02\sim 0.25 \quad (1)$$

$$1.2\leq Q1+Q2+Q3+Q4\leq 1.5 \quad (2)$$

[4]. 상기 [1] 또는 [2]에 있어서, 연소용 1차 공기 A에 의해 공급되는 단위 시간당의 산소량 Q1과, 고온 가스 B에 의해 공급되는 단위 시간당의 산소량 Q2와, 순환 배가스 C에 의해 공급되는 단위 시간당의 산소량 Q3과, 교반용 가스 D에 의해 공급되는 단위 시간당의 산소량 Q4가, 폐기물의 연소에 필요한 단위 시간당의 이론 산소량을 1로 했을 경우에, 아래의 식 (3) 및 (4)를 만족하는 것을 특징으로 하는 폐기물 소각로의 연소 제어방법이다.

$$Q1:Q2:Q3:Q4=0.75\sim 1.1:0.07\sim 0.15:0.02\sim 0.15:0.02\sim 0.25 \quad (3)$$

$$1.25\leq Q1+Q2+Q3+Q4\leq 1.35 \quad (4)$$

[5]. 상기 [1] 내지 [4] 중의 어느 하나에 있어서, Q1과 Q2를 소정의 값으로 유지하면서, Q3 및/또는 Q4를 소각로 내의 상황을 감시하는 인자에 근거해서 조절하는 것을 특징으로 하는 폐기물 소각로의 연소 제어방법이다.

[6]. 상기 [5]에 있어서, 소각로 내의 상황을 감시하는 인자가, 연소실 내에서 발생한 가연성 가스의 2차 연소를 하는 2차 연소 영역 출구 근방에서의 가스 온도, 가스 중의 O<sub>2</sub> 농도, 가스 중의 CO 농도, 가스 중의 NO<sub>x</sub> 농도 중의 어느 하나 이상인 것을 특징으로 하는 폐기물 소각로의 연소 제어방법이다.

[7]. 상기 [1] 내지 [6] 중의 어느 하나에 있어서, 고온 가스 B가, 연소실 높이의 50%를 초과하지 않는 높이 위치에서, 연소실 내의 연소 개시 영역으로부터 주 연소 영역까지 사이의 임의의 영역에 취입되는 것을 특징으로 하는 폐기물 소각로의 연소 제어방법이다.

[8]. 상기 [1] 내지 [7] 중의 어느 하나에 있어서, 고온 가스 B가, 화격자 위의 폐기물층 표면에서부터 수직 위쪽으로 0.2~1.5m의 범위 내의 높이 위치에서, 연소실 내의 연소 개시 영역으로부터 주 연소 영역까지 사이의 임의의 영역에 취입되는 것을 특징으로 하는 폐기물 소각로의 연소 제어방법이다.

[9]. 상기 [1] 내지 [7] 중의 어느 하나에 있어서, 고온 가스 B가, 화격자면으로부터 수직 위쪽으로 0.2~2.5m의 범위 내의 높이 위치에서, 연소실 내의 연소 개시 영역으로부터 주 연소 영역까지 사이의 임의의 영역에 취입되는 것을 특징으로 하는 폐기물 소각로의 연소 제어방법이다.

[10]. 상기 [1] 내지 [9] 중의 어느 하나에 있어서, 고온 가스 B가, 적어도 10m/s 이상의 취입 속도로 연소실 내의 연소 개시 영역으로부터 주 연소 영역까지의 사이의 임의의 영역에 취입되는 것을 특징으로 하는 연소 제어방법이다.

[11]. 상기 [1] 내지 [10] 중의 어느 하나에 있어서, 2차 연소 영역의 가스 온도가 800~1050℃의 범위가 되도록, 순환 배가스 C 및/또는 교반용 가스 D의 유량을 조정하는 것을 특징으로 하는 폐기물 소각로의 연소 제어방법이다.

[12]. 상기 [1] 내지 [11] 중의 어느 하나에 있어서, 2차 연소 영역 내에 선회류가 형성되도록, 교반용 가스 D를 취입하는 것을 특징으로 하는 폐기물 소각로의 연소 제어방법이다.

[13]. 상기 [1] 내지 [12] 중의 어느 하나에 있어서, 연소 개시 영역 또는 주 연소 영역을 경유한 1차 연소 배가스의 온도가, 후연소 영역을 경유한 1차 연소 배가스의 온도보다 높아지도록, 고온 가스 B의 유량을 조정하는 것을 특징으로 하는 폐기물 소각로의 연소 제어방법이다.

[14]. 상기 [1] 내지 [13] 중의 어느 하나에 있어서, 주 연소 영역 및 후연소 영역의 온도가 각각 800~1050℃의 범위 내가 되도록, 고온 가스 B 및/또는 순환 배가스 C의 유량을 조정하는 것을 특징으로 하는 폐기물 소각로의 연소 제어방법이다.

[15]. 상기 [1] 내지 [14] 중의 어느 하나에 있어서, 주 연소 영역 및 후연소 영역의 온도가 각각 800~1050℃의 범위 내가 되도록, 고온 가스 B의 산소농도 및/또는 가스 온도를 조정하는 것을 특징으로 하는 폐기물 소각로의 연소 제어방법이다.

[16]. 연소용 1차 공기 A를 화격자 밑으로부터 연소실 내로 취입하는 연소용 1차 공기 취입 수단과, 고온 가스 B를 상기 연소실 내의 연소 개시 영역으로부터 주 연소 영역까지 사이의 임의의 영역에 취입하는 고온 가스 취입 수단과, 소각로에서 배출된 배가스를 적어도 일부로서 함유하는 순환 배가스 C를 상기 고온 가스 B의 취입 위치의 위쪽 또는 가스 흐름 방향 하류쪽에 취입하는 순환 배가스 취입 수단과, 공기, 순환 배가스, 또는 공기과 순환 배가스의 혼합 가스 중의 어느 것으로 된 교반용 가스 D를 2차 연소 영역에 취입하는 교반용 가스 취입 수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 화격자식 폐기물 소각로이다.

[17]. 상기 [16]에 있어서, 고온 가스 B의 취입 노즐이, 연소실 높이의 50%를 초과하지 않는 높이 위치에 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 화격자식 폐기물 소각로이다.

[18]. 상기 [16] 또는 [17] 중의 어느 하나에 있어서, 고온 가스 B의 취입 노즐이, 화격자 위의 폐기물층 표면에서부터 수직 위쪽으로 0.2~1.5m의 범위 내의 높이 위치에 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 화격자식 폐기물 소각로이다.

[19]. 상기 [16] 또는 [17] 중의 어느 하나에 있어서, 고온 가스 B의 취입 노즐이, 화격자면으로부터 수직 위쪽으로 0.2~2.5m의 범위 내의 높이 위치에 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 화격자식 폐기물 소각로이다.

[20]. 상기 [16] 내지 [19] 중의 어느 하나에 있어서, 2차 연소 영역에 선회류가 형성되도록, 교반용 가스 D의 취입 노즐이 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 화격자식 폐기물 소각로이다.

[21]. 상기 [16] 내지 [20] 중의 어느 하나에 있어서, 연소 개시 영역 또는 주 연소 영역을 경유한 1차 연소 배가스의 온도가, 후연소 영역을 경유한 1차 연소 배가스의 온도보다 높아지도록, 고온 가스 B의 유량을 조정가능한 수단을 구비한 것을 특징으로 하는 화격자식 폐기물 소각로이다.

[22]. 상기 [16] 내지 [21] 중의 어느 하나에 있어서, 고온 가스 B 및/또는 순환 배가스 C의 유량을 조정가능한 수단을 구비한 것을 특징으로 하는 화격자식 폐기물 소각로이다.

[23]. 상기 [16] 내지 [22] 중의 어느 하나에 있어서, 고온 가스 B의 산소농도 및/또는 가스 온도를 조정가능한 수단을 구비한 것을 특징으로 하는 화격자식 폐기물 소각로이다.

### 도면의 간단한 설명

도 1은, 본 발명에 의한 폐기물 소각로의 한가지 실시 형태를 나타내는 개략 측단면도이다.

도 2는, 본 발명에 의한 배가스에 혼합되는 공기량 조절 수단의 개략구성의 한가지 예를 나타내는 도면이다.

도 3은, 종래 기술에 의한 폐기물 소각로의 한가지 예를 나타내는 개략 측단면도이다.

[발명을 실시하기 위한 최선의 형태]

이하, 본 발명의 한가지 실시 형태를 설명한다.

도 1은 본 발명에 의한 폐기물 소각로(30)의 한가지 실시 형태를 나타내는 개략 측단면도이다. 도 1에 나온 폐기물 소각로(30)는, 연소실(3)과, 이 연소실(3)의 상류쪽(도 1의 왼쪽)에 배치되어 폐기물(2)을 연소실(3) 속으로 투입하기 위한 호퍼(1)와, 이 호퍼(1)와 반대쪽의 연소실(3) 하류쪽의 위쪽에 연설(連設)되는 보일러(12)를 가진 화격자식의 2회류 로이다.

연소실(3)의 저부에는, 폐기물(2)을 이동시키면서 연소시키는 화격자(스토커)가 설치되어 있다. 이 화격자는, 호퍼(1)로부터 떨어짐에 따라서 내려가도록 경사지게 설치되어 있다. 이 화격자에는 두개의 단차(段差)가 형성되어 있고, 세 부분으로 구분된다. 이 3개의 화격자를, 호퍼(1)에 가까운 쪽으로부터, 건조 화격자(5), 연소 화격자(6), 후연소 화격자(7)라고 부르고 있다.

건조 화격자(5)에서는 주로 폐기물(2)의 건조와 착화가 이루어진다. 연소 화격자(6)에서는 주로 폐기물(2)의 열분해, 부분 산화가 이루어지고, 가연성 가스가 연소된다. 연소 화격자(6)에서 폐기물(2)의 연소는 실질적으로 완료한다. 후연소 화격자(7) 위에서는, 약간 남은 폐기물(2) 중의 미연소분을 완전히 연소시킨다. 완전히 연소한 후의 연소 재(灰)는 주(主) 재(灰)슈트(15)로부터 배출된다.

상기 건조 화격자(5), 연소 화격자(6) 및 후연소 화격자(7)의 하부에는 각각 바람 상자(8, 9, 10)가 설치되어 있다. 블로어(13)에 의해 공급되는 연소용 1차 공기는, 연소용 1차 공기 공급관(16)을 통하여 상기한 각각의 바람 상자(8, 9, 10)에 공급되고, 각 화격자(5, 6, 7)를 통하여 연소실(3) 속으로 공급된다. 또한 화격자 밑에서 공급되는 연소용 1차 공기는, 화격자 위의 폐기물(2)의 건조 및 연소에 사용되는 것 이외에, 화격자의 냉각 작용, 폐기물의 교반 작용을 가진다.

호퍼(1)와 반대쪽의 연소실(3) 출구에는, 폐열 보일러(12)의 2차 연소 영역(17)이 연결되어 있다. 그리고 연소실(3) 안에는, 연소실(3)의 출구 근방에, 폐기물로부터 발생한 가연성 가스와 연소 가스를 분류(分流)하기 위한 장벽(중간 천장)(11)이 설치되어, 가연성 가스와 연소 가스의 흐름을 주연도(主煙道)(20)와 부연도(副煙道)(21)로 분류(分流)하고 있다. 상기 주연도(20)와 부연도(21)로 분류된 가연성 가스와 연소 가스는 폐열 보일러(12)에 인도되고, 거기에서 혼합·교반되어 폐열 보일러(12)의 일부인 2차 연소 영역(17) 안에서 2차 연소하고, 이 2차 연소에 의해 발생한 연소 배가스는 폐열 보일러(12)에서 열회수된다.

열회수된 후, 폐열 보일러(12)로부터 배출된 연소 배가스는 덕트(14)를 통하여 제 1 제진(除塵) 장치(18)에 보내지고, 거기서 상기 연소 배가스 중에 포함되는 비산(飛散)하는 재(灰)가 회수된다. 상기 제 1 제진 장치(18)에서 제진(除塵)된 후의 연소 배가스는, 소석회에 의한 산성 가스의 중화와, 활성탄에 의한 다이옥신류의 흡착이 이루어지고, 더욱이 제 2 제진 장치(19)에 보내져서 활성탄 등이 회수된다.

상기 제 2 제진 장치(19)에서 제진되어 무해화한 후의 연소 배가스는, 유인 팬(22)에 의해 유인되어, 굴뚝(23)으로부터 대기 중으로 방출된다. 또한 상기 제진 장치(18, 19)로서는, 예를 들면, 백 필터 방식, 사이클론 방식, 전기집진 방식 등의 제진 장치를 이용할 수 있다.

이러한 장치구성에 있어서, 본 발명은, 연소용 1차 공기를 화격자 밑으로부터 연소실 내로 취입(吹入)하고, 고온 가스를 상기 연소실 내의 연소 개시 영역으로부터 주 연소 영역까지 사이의 임의의 영역에 취입하며, 소각로에서 배출된 배가스를 적어도 일부로서 함유하는 순환 배가스를 상기 고온 가스의 취입 위치의 위쪽 또는 가스 흐름 방향 하류쪽에 취입함과 동시에, 공기, 순환 배가스, 또는 공기와 순환 배가스의 혼합 가스 중의 어느 것으로 된 교반용 가스를 2차 연소 영역에 취입함으로써, 폐기물 소각로의 연소 제어를 실행하는 것이다. 또한 도 1에서는, 중간 천장(11)을 가지고, 화격자가 경사지게 설치되어 있는 로(爐)를 도시하고 있지만, 본 발명은 이러한 중간 천장을 가지지 않는 로나 화격자가 수평으로 설치되어 있는 로에서도 적용할 수 있는 것은 말할 필요도 없다.

#### [연소용 1차 공기의 취입]

여기서, 상기 연소용 1차 공기는, 앞서 설명한 바와 같이, 블로어(13)로부터 연소용 1차 공기 공급관(16)을 통하여 각 건조 화격자(5), 연소 화격자(6) 및 후연소 화격자(7)의 각각의 하부에 설치된 바람 상자(8, 9, 10)에 공급된 후, 각 화격자(5, 6, 7)를 통하여 연소실(3) 속으로 공급된다. 연소실(3) 속으로 공급되는 연소용 1차 공기의 유량은 상기 연소용 1차 공기 공급관(16)에 설치된 유량조절 밸브(24)에 의해 조정되고, 더욱이 각각의 바람 상자에 공급되는 유량은 각 바람 상자로 분기(分岐)되어서 설치된 각각의 공급관(16a, 16b, 16c, 16d)에 구비된 유량조절 밸브(24a, 24b, 24c, 24d)에 의해 조절된다. 또한, 상기 바람 상자 및 연소용 1차 공기를 공급하기 위한 연소용 1차 공기 공급관 등의 구성은 도시한 것에 한정되지 않고, 소각로의 규모, 형상, 용도 등에 따라 적당히 선택될 수 있다.

#### [고온 가스의 취입]

상기 고온 가스는, 연소실(3) 안의 연소 개시 영역으로부터 주(主) 연소 영역까지 사이의 임의의 영역에 취입된다. 이것은, 고온 가스는 화염이 존재하므로, 가연성 가스가 많이 존재하는 영역에 취입하는 것이 연소를 안정시키는 점에서 바람직하기 때문이다. 또한 화격자식의 폐기물 소각로에서 가연성 가스가 많이 존재하는 영역은 연소 개시 영역으로부터 주(主) 연소 영역까지이다.

폐기물이 소각될 경우, 우선 수분의 증발이 일어나고, 이어서 열분해와 부분 산화 반응이 일어나서 가연성 가스가 생성하기 시작한다. 여기서 연소 개시 영역이라 함은, 폐기물의 연소가 시작되고, 폐기물의 열분해, 부분 산화에 의해 가연성 가

스가 생성되기 시작하는 영역이다. 또한, 주(主) 연소 영역이라 함은, 폐기물의 열분해, 부분 산화와 연소가 일어나고, 가연성 가스가 발생하여 화염을 수반해서 연소하고 있는 영역이며, 화염을 수반하는 연소가 완료하는 점(완전 연소점)까지의 영역이다. 완전 연소점보다 후의 영역에서는, 폐기물 중의 고형 미연소분(char)이 연소하는 차(char) 연소 영역이 된다. 화격자식 소각로에서는 연소 개시 영역은 건조 화격자의 위쪽 공간이며, 주 연소 영역은 연소 화격자의 위쪽 공간에 상당한다.

고온 가스를 연소실(3) 안의 연소 개시 영역으로부터 주 연소 영역에 취입하여 폐기물층 바로 위에 정체 영역 또는 선회 영역을 형성함으로써, 폐기물로부터 발생한 가연성 가스의 혼합, 교반이 촉진되므로 안정한 연소가 이루어진다. 그 결과, CO, NOx, 다이옥신류 등의 유해 물질의 발생을 억제함과 동시에 매연의 생성을 억제할 수 있다. 따라서 소각로 전체에 취입하는 공기의 양을 감소시켜, 저(低)공기비 연소를 할 수 있다.

또한, 폐기물층의 바로 위에 고온 가스가 취입되므로, 고온 가스로부터의 열복사와 현열(顯熱)에 의해 가열되어 폐기물의 열분해가 촉진된다.

여기서, 상기 가스 취입구(吹入口)(25)로부터 취입되는 고온 가스의 온도는 300~600℃의 범위로 하는 것이 바람직하다. 300℃ 미만의 가스를 취입하면, 로 내의 온도가 저하하여 연소가 불안정해져서 CO가 증가한다. 600℃를 초과하는 가스를 취입하면 로 내에서의 클링커 생성이 조장되는 것 외에, 고온화에 걸맞은 경제적 효과가 없다. 고온 가스의 온도를 300~600℃의 범위로 함으로써, 로 내의 폐기물층 바로 위 부근에 유체 역학적으로 안정한 정체 영역이 형성되어 안정한 연소가 이루어진다. 또한, 고온 가스가 함유하는 산소농도가 5~18% 정도의 것을 이용하는 것이 바람직하다. 이렇게 함으로써, 상기의 효과가 보다 효과적으로 발휘되어, 저(低)NOx화, 저(低)CO화가 보다 촉진된다.

상기한 가스 온도 및 산소농도가 되도록 하는 고온 가스로서는, 반송(返送) 배가스 또는 반송 배가스와 공기의 혼합 가스를 이용하는 것이 적합하다. 반송 배가스는 폐기물 소각로로부터 배출되는 배가스의 일부이며, 종래는 이것을 연소실 내 혹은 2차 연소 영역으로 되돌림으로써 그 현열을 이용하거나, 연소실 내의 가스 혼합을 개선해서 연소 상태의 개선을 도모하는 것에 이용되고 있는 것이다.

상기 반송 배가스가 소정의 조건을 충족하고 있을 경우는, 반송 배가스를 그대로 로 속으로 취입하면 되지만, 반송 배가스의 온도가 낮고, 또한 산소농도가 낮은 경우가 있다. 이 경우, 버너 연소 가스, 혹은 고온 공기 제조장치나 열풍로에 의한 고온 공기를 반송 배가스에 혼합하여 온도와 산소농도가 소정의 조건을 충족하도록 하는 고온 가스로 하여 로 내에 취입하거나, 또는 반송 배가스를 가열해서 로 내에 취입하도록 해도 좋다.

또한, 2차 연소 영역에서의 배가스를 반송해서 사용할 경우, 그 반송 배가스가 온도가 충분히 높고, 또한 산소농도가 높은 것이면, 고온 공기 제조장치 등을 설치하지 않고, 그 반송 배가스를 고온 공기 대신 사용하고, 공기와 혼합해서 취입해도 좋다. 더욱이 2차 연소 영역에서의 반송 배가스의 온도와 산소농도가 소정의 조건을 충족하도록 하는 것이면, 그 반송 배가스를 고온 가스로 하여 직접 로 속으로 취입해도 좋다.

상기 고온 공기 제조장치의 예로서는, 축열 버너, 리큐퍼레이터(recuperator), 연소 버너로부터의 연소 가스에 공기나 산소를 혼합하는 것, 산소 부화(富化) 버너 등을 사용할 수 있다.

여기서, 반송 배가스와, 고온 연소 가스 혹은 고온 공기를 가스 혼합장치에 의해 혼합해서 고온 가스를 조제할 경우에, 상기 가스 혼합장치를 이젝터 장치(29)로 할 수도 있다. 이 경우, 상기 고온 공기를 이젝터 장치(29)에 도입하고, 이것을 구동류(驅動流)로 해서 상기 반송 배가스를 흡인하면서 혼합하여 연소실(3) 속으로 취입하도록 한다. 이렇게 하면, 반송 배가스를 도출하기 위한 블로어가 필요하지 않으므로, 장치구성이 간단해짐과 아울러 반송 배가스 중에 함유되는 더스트 등에 의한 트러블을 경감하는 것이 가능해진다.

도 1에서는, 고온 가스 취입구(25)는 연소실(3) 안의 연소 개시 영역으로부터 주 연소 영역에 상당하는 건조 화격자(5)의 위쪽 및 연소 화격자(6)의 위쪽에 설치되어 있다. 여기서, 폐기물의 열분해 반응은 온도가 200℃ 정도에서 일어나고, 온도가 400℃ 정도가 된 단계에서 거의 완료한다. 고온 가스를 가연성 가스가 생성되고 있는 영역에 적어도 한 쌍의 가스 취출구(吹出口)를 대향시키고, 또한 가스의 취입 방향이 수평 또는 하향이 되도록 취입함으로써, 로 내의 폐기물층 바로 위 부근에 유체 역학적으로 안정한 정체 영역을 형성시켜 안정한 연소가 이루어진다. 도 1에 나온 예에서는, 건조 화격자(5)의 후부(後部) 및 연소 화격자(6)의 전부(前部)에 상당하므로, 이들 위치에 가스 취입구(25)를 설치해서 고온 가스를 취입하고 있다. 폐기물(2)의 조성 및 성장에 따라서는, 더욱 높은 온도에서 열분해 반응이 완료하는 것이 있는데, 이 경우는 도 1에 나온 위치보다 뒤쪽(도의 오른쪽)에도 가스 취입구(25)를 설치하는 것이 바람직하다. 또한 가스 취입구(25)의 설치수 혹은 취출구(取出口)의 형상은 소각로의 규모, 형상, 용도 등에 따라 적당히 선택될 수 있다.



또한, 가스 취입구(25)는 도 1에 나타낸 바와 같이 연소 개시 영역으로부터 주 연소 영역의 각 영역에서의 연소실 높이의 50%를 초과하지 않는 높이 위치에, 보다 바람직하게는 연소실 높이의 40%를 초과하지 않는 높이 위치, 구체적으로는 화격자 위의 폐기물층 표면으로부터 수직 위쪽으로 0.2m~1.5m의 범위 내의 높이 위치에, 또는 화격자면으로부터 수직 위쪽으로 0.2m~2.5m의 범위 내의 높이 위치에 적어도 한 쌍의 가스 취출구를 대향하게 해서 설치하는 것이 바람직하다. 이렇게 함으로써 연소실 내의 폐기물층 바로 위에서, 가스 취입구(25)로부터 취입된 고온 가스에 의해 보염(保炎) 효과가 나타나기 때문에, 로 내의 폐기물층 바로 위에 고온 영역(화염)을 일정하게 존재하도록 할 수 있다. 따라서 폐기물의 열분해가 효율적으로 실행됨과 아울러 고온 영역이 천장으로부터 멀어지므로, 천장의 소손(燒損) 정도를 경감할 수 있다. 또한 상기 연소실 높이라 함은, 화격자의 각 부에 있어서 주(主) 연소가 이루어지는 공간의 높이이며, 화격자로부터 연소실 천장까지의 높이를 말한다.

도 1에서는, 연소실(3)의 양 측면에 대향해서 적어도 한 쌍의 가스 취입구(25)를 설치하고, 여기서 고온 가스를 취입하고 있다. 여기서, 가스 취입구(25)는 앞서 설명한 바와 같이, 가스의 취입 방향이 수평, 또는 하향이 되도록 설치하는 것이 바람직하다.

폐기물로부터 발생하는 가연성 가스는 통상적으로 위쪽 방향으로 흐른다. 따라서 고온 가스의 취입 방향이 위쪽 방향이면, 가연성 가스와 고온 가스의 흐름이 동일한 방향의 속도성분을 가지게 되고, 가스의 흐름을 막는 효과가 적어져서 고온 가스 취입 효과가 저감한다. 이에 대하여, 고온 가스의 취입 방향이 수평 혹은 하향이면, 상승하는 가연성 가스와 고온 가스의 정체 영역이 형성되어, 여기서의 가스의 실질 체류시간이 증가함으로써, 가연성 가스의 반응량이 증가함과 동시에 화염이 길어지기 때문에 NOx의 발생량이 저하한다. 이러한 작용을 촉진시키는 의미에서는, 가스 취출구는 하향으로 설치하는 것이 바람직하지만, 각도를 너무 크게 하면, 연소실(3)의 폭방향 전체에 고온 가스가 닿지 않게 됨과 아울러 로벽 근방에 국소 고온 영역이 형성되어 클링커 형성이나 로벽의 소손을 조장한다. 따라서 각도는 하향으로 10~20°의 범위로 하는 것이 특히 바람직하다. 또한 일반적으로 소각로의 연소에서의 다이옥신류 등의 유해 물질을 저감하는 요인은 3T라고 일컬어지고 있다. 이들은, 온도(Temperature), 교반(Turbulence), 체류 시간(Time)인데, 특히 고온 가스를 고속으로 취입함으로써, 고온 가스의 분류(噴流)가 주위의 가스를 휘말려들게 하기 때문에 교반(Turbulence)과 체류 시간(Time)을 향상시킬 수 있고, 소각로 내의 공간 온도를 보다 균일화할 수 있다.

또한 상기 고온 가스의 연소실(3) 속으로의 취입은 연소실(3)의 한쪽 측면으로부터만 하도록 해도 좋다. 더욱이 연소실(3)의 측면으로부터가 아니고, 중간 천장 또는 천장으로부터 취입하도록 해도 좋다. 단, 어느 쪽의 경우에도, 연소실 천장 부근에서의 클링커 생성이나 로재의 소손을 방지하기 위한 주의가 필요하다.

또한 상기 가스 취입구(25)로부터 취입되는 고온 가스는 적어도 10m/s 이상의 취입 속도로 연소실 내의 연소 개시 영역으로부터 주 연소 영역까지 사이의 임의의 영역에 취입하는 것이 바람직하다. 10m/s 이상의 취입 속도로 하는 것은, 로내에서의 평균 공탑(空塔) 속도(max 1m/s 정도)의 10배 이상의 상대속도를 확보하기 위해서이다. 그리고 상기 고온 가스의 취입 속도는, 예를 들면, 반송 배가스의 혼합비율을 조정함으로써 실행된다.

이렇게 함으로써, 로 내의 폐기물층 바로 위 부근에 안정한 정체 영역을 형성시킬 수 있어, 안정한 연소가 이루어지고, CO, NOx, 다이옥신류 등의 유해 물질의 발생을 억제함과 동시에 매연의 생성을 억제할 수 있다. 따라서 소각로 전체에 취입하는 공기의 양을 감소시켜 저(低)공기비 연소를 할 수 있다.

또한 연소 개시 영역 또는 주 연소 영역을 경유한 1차 연소 배가스의 온도가, 후연소 영역을 경유한 1차 연소 배가스의 온도보다 높아지도록, 복수 설치된 취입 노즐로부터 취입되는 고온 가스의 취입 유량을 조정하는 것이 바람직하다. 여기서, 소각로의 연소실 내에서의 연소를 1차 연소라고 부르고, 상기 연소 개시 영역 또는 주 연소 영역을 경유한 1차 연소 배가스라 함은, 도 1에 있어서, 부연도(21)를 통과하는 가스를 말하고, 상기 후연소 영역을 경유한 1차 연소 배가스라 함은, 도 1에 있어서, 주연도(20)를 통과하는 가스를 말한다.

연소 개시 영역 또는 주 연소 영역을 경유한 1차 연소 배가스의 온도가 후연소 영역을 경유한 1차 연소 배가스의 온도보다 높아지도록 하는 연소 상태로 함으로써, 연소 개시 영역 또는 주 연소 영역에서의 폐기물의 열분해가 촉진되어 2차 연소 영역에의 가연성 가스의 공급이 촉진된다. 또한 산소 함유량이 많은 후연소 영역을 경유한 1차 연소 배가스의 온도를 내림으로써 1차 연소 영역 또는 2차 연소 영역에서의 급격한 연소를 억제해서 저(低)NOx화를 도모하는 것이 가능해진다.



여기서, 상기 연소 개시 영역 또는 주 연소 영역을 경유한 1차 연소 배가스의 온도 및 후연소 영역을 경유한 1차 연소 배가스의 온도는 800~1050℃의 범위 내가 되도록 조정하는 것이 바람직하다. 상기 연소 개시 영역 또는 주 연소 영역을 경유한 1차 연소 배가스의 온도가 1050℃를 초과하면 로 내에서의 클링커 생성이 조장된다. 또한, 상기 후연소 영역을 경유한 1차 연소 배가스의 온도가 800℃ 미만이면 2차 연소 영역의 온도가 저하하여 연소가 불충분해져서 CO가 증가한다.

상기 1차 연소 배가스 가스 온도의 조절은, 복수 설치된 취입 노즐로부터 취입되는 고온 가스 및/또는 순환 배가스의 취입 유량을 조정함으로써 실행된다. 연소 개시 영역 또는 주 연소 영역을 경유한 1차 연소 배가스의 온도를 올릴 때는, 이 영역에 공급되는 고온 가스의 유량을 증가시키고, 순환 배가스의 유량을 감소시킴으로써 조정한다. 또한 1차 연소 배가스의 온도를 내릴 때는, 이 영역에 공급되는 고온 가스의 유량을 감소시키고, 순환 배가스의 유량을 증가시킴으로써 조정한다.

상기 후연소 영역을 경유한 1차 연소 배가스의 온도 조정도 마찬가지로 실행된다.

또한, 1차 연소 배가스 온도의 조절은, 복수 설치된 취입 노즐로부터 취입되는 고온 가스의 산소농도 및/또는 가스 온도를 조정함으로써 실행할 수도 있다. 연소 개시 영역 또는 주 연소 영역을 경유한 1차 연소 배가스의 온도를 올릴 때는, 이 영역에 공급되는 고온 가스의 산소농도를 증가시키고, 가스 온도를 상승시킴으로써 조정한다. 상기 1차 연소 배가스의 온도를 내릴 때는, 이 영역에 공급되는 고온 가스의 산소농도를 감소시키고, 가스 온도를 하강시킴으로써 조정한다.

상기 후연소 영역을 경유한 1차 연소 배가스의 온도 조정도 마찬가지로 실행된다.

여기서, 상기 복수 설치된 취입 노즐로부터 취입되는 고온 가스의 산소농도의 조정은 5~18%의 범위에서 하는 것이 바람직하다. 1차 연소 영역 또는 2차 연소 영역에서의 연소의 자기(自己) 유지 및 온도 조절의 제어성을 확보하기 위해서이다.

또한, 상기 복수 설치된 취입 노즐로부터 취입되는 고온 가스의 온도는 300~600℃의 범위로 하는 것이 바람직하다. 300℃ 미만의 가스를 취입하면, 로 내의 온도가 저하하여 연소가 불안정해져서 CO가 증가한다. 600℃를 초과하는 가스를 취입하면 로 내에서의 클링커 생성이 조장되는 것 외에, 고온화에 걸맞는 경제적 효과가 없다. 고온 가스의 온도를 300~600℃의 범위로 함으로써, 로 내의 폐기물층 바로 위 부근에 유체 역학적으로 안정한 정체 영역이 형성되어 안정한 연소가 이루어진다.

[소각로에서 배출된 배출 가스를 적어도 일부로서 함유하는 순환 배가스의 취입]

상기 소각로에서 배출된 배출 가스 또는 공기를 적어도 일부로서 함유하는 순환 배가스는 연소실(3) 속의 상기 고온 가스의 취입 위치의 위쪽 또는 가스 흐름 방향 하류쪽에 취입된다. 또한 상기 가스 흐름 방향 하류쪽이라 함은, 로 내의 가스 흐름 방향에 대하여 하류쪽을 의미한다. 또한 상기 가스라 함은, 주로 연소실 내에서 발생하는 가연성 가스 및 연소 배가스를 의미한다.

여기서, 상기 소각로에서 배출된 배출 가스를 적어도 일부로서 함유하는 순환 배가스로서는, 도 1에 나타낸 바와 같이, 예를 들면, 소각로(30)로부터 배출되어 제 1 체진 장치(18)를 통과한 후의 배가스의 일부를 뽑아 낸 가스(가스 온도: 150~200℃ 정도, 산소농도: 4~8% 정도), 혹은 제 2 체진 장치(19)를 통과한 후의 배가스의 일부를 뽑아 낸 가스(가스 온도: 150~190℃ 정도, 산소농도: 4~8% 정도)를 이용할 수 있다. 또한 상기 순환 배가스는 소각로(30)로부터 배출된 배출 가스를 그대로 이용해도 좋고, 공기를 혼합한 것이어도 좋다.

상기 배출 가스에 공기를 혼합할 경우, 혼합하는 공기를 구동류(驅動流)로 하는 이젝터를 이용해서 배출 가스를 흡인하면서 혼합하여 연소실(3) 속의 후연소 영역에 취입하도록 해도 좋다. 이렇게 하면, 배가스를 도출하기 위한 블로어가 필요하지 않으므로, 장치 구성이 간단해짐과 아울러 배가스 중에 함유되는 부식성 가스 등에 의한 트러블을 경감하는 것이 가능해진다.

상기 순환 배가스를 상기 고온 가스의 취입 위치의 위쪽 또는 가스 흐름 방향 하류쪽에 취입함으로써, 연소실(3) 내의 고온 가스의 취입에 의해 안정화된 연소 영역의 위쪽 또는 가스 흐름 방향 하류쪽의 화염온도를 저하시켜 광범위하게 미치는 고온 영역의 발생을 방지하고, NOx의 발생을 보다 효과적으로 억제한다. 더욱이 저(低)산소농도(4~8% 정도)의 순환 배가스를 취입함으로써, 상기 고온 가스의 취입 위치의 위쪽 또는 가스 흐름 방향 하류쪽 영역을 환원 분위기에 가깝게 하여 NOx의 발생을 억제한다.

여기서는, 고온 가스의 취입에 의해서 형성된 가스의 정체 영역의 위쪽 또는 가스 흐름 방향 하류쪽 영역에 상기 순환 배가스를 취입함으로써, 정체 영역의 위쪽 또는 가스 흐름 방향 하류쪽에 있어서의 국소 고온 영역의 발생을 억제, 즉, 온도 분포를 평균화하고, 더욱이 이 영역에서의 교반을 촉진시킴으로써 산소농도 분포의 평균화를 도모하여 더욱 우수한 저(低)NO<sub>x</sub>화를 달성하는 것이 가능해진다.

또한 상기 고온 가스의 취입 위치의 위쪽 또는 가스 흐름 방향 하류쪽 영역에 순환 배가스를 취입하기 위한 순환 배가스 취입구(27)는, 고온 가스 취입구(25)의 위쪽 또는 가스 흐름 방향 하류쪽(도 1의 경우, 바로 위)에, 연소실 높이의 10% 정도의 거리를 두고 설치하는 것이 바람직하다. 안정한 정체 영역의 형성 및 국소 고온 영역의 발생의 억제를 효과적으로 함으로써, NO<sub>x</sub>의 발생을 보다 현저히 억제하기 위해서이다.

단, 순환 배가스 취입구(27)와 고온 가스 취입구(25)를 1개의 격벽으로써 분리한 일체형의 취입구로 할 수도 있다. 이 경우, 상기한 경우와 비교해서 NO<sub>x</sub>의 발생 억제 효과는 조금 뒤지지만, 시공비는 일체형의 취입구 쪽이 저감할 수 있고, 또한 스페이스의 확보 면에서도 유리하다.

또한 상기 순환 배가스 취입구(27)는, 고온 가스의 취입에 의해서 형성된 가스의 정체 영역의 위쪽 또는 가스 흐름 방향 하류쪽 영역의 가스 온도 분포 및 산소농도 분포를 평균화하는 것이 목적이기 때문에, 적어도 한 쌍을 대향하게 하거나, 혹은 가스의 취입 방향이 수평 또는 하향이 되도록 설치할 필요는 없다.

#### [교반용 가스의 취입]

공기, 순환 배가스, 또는 공기와 순환 배가스의 혼합 가스 중의 어느 하나로 된 교반용 가스가 2차 연소 영역에 취입된다.

여기서, 상기 교반용 가스의 취입구(31)는 2차 연소 영역(17) 안에 선회류가 생기는 방향으로 가스를 취입할 수 있도록 1개 또는 복수개 설치하는 것이 바람직하다. 가스를 2차 연소 영역(17) 안에 선회 취입함으로써, 2차 연소 영역(17) 안의 가스 온도 및 산소농도 분포를 평균화할 수 있고, 국소 고온 영역의 발생을 억제하여 새로운 저(低)NO<sub>x</sub>화를 도모하는 것이 가능해진다. 더욱이 가연(可燃) 성분과 산소의 혼합이 촉진되기 때문에 연소의 안정성이 향상하고, 완전연소를 달성할 수 있기 때문에 저(低)CO화를 도모하는 것도 가능해진다.

상기 교반용 가스는, 도 1에 나타낸 바와 같이, 블로어(56)에 의해 공급되는 연소용 2차 공기만, 제 1 체진 장치(18)를 통과한 후의 배가스의 일부, 혹은 제 2 체진 장치(19)를 통과한 후의 배가스의 일부를 뽑아 낸 순환 배가스만, 또는 상기 연소용 2차 공기와 순환 배가스를 혼합한 가스 중의 어느 하나를 이용할 수 있다.

여기서, 상기 2차 연소 영역(17) 안의 가스 온도는 800~1050℃의 범위가 되도록 상기 순환 배가스 및/또는 교반용 가스의 유량을 조정하는 것이 바람직하다. 2차 연소 영역(17) 안의 가스 온도가 800℃ 미만이면 연소가 불충분하게 되어 CO가 증가한다. 또한, 2차 연소 영역(17) 안의 가스 온도가 1050℃를 초과하면 2차 연소 영역(17) 안에서의 클링커 생성이 조장되고, 또한 NO<sub>x</sub>가 증가한다.

상기 순환 배가스의 유량을 저감함으로써 2차 연소 영역(17) 안의 가스 온도를 상승시킬 수 있고, 상기 교반용 가스의 유량을 증가시킴으로써 2차 연소 영역(17) 안의 가스 온도를 저하시킬 수 있다.

또한, 상기 화격자 밑에서부터 연소실(3) 속으로 취입되는 연소용 1차 공기에 의해 공급되는 단위 시간당의 산소량 Q1과, 상기 연소실(3) 안의 연소 개시 영역으로부터 주 연소 영역까지 사이의 임의의 영역에 취입되는 고온 가스에 의해 공급되는 단위 시간당의 산소량 Q2와, 상기 고온 가스의 취입 위치의 위쪽 또는 가스 흐름 방향 하류쪽에 취입되는 순환 배가스에 의해 공급되는 단위 시간당의 산소량 Q3과, 상기 2차 연소 영역에 취입되는 교반용 가스에 의해 공급되는 단위 시간당의 산소량 Q4는, 폐기물의 연소에 필요한 단위 시간당의 이론 산소량을 1로 했을 경우에, 아래의 식 (1) 및 (2), 보다 바람직하게는 아래의 식 (3) 및 (4)를 만족하도록 취입하는 것이 바람직하다.

$$Q1:Q2:Q3:Q4=0.75\sim 1.20:0.05\sim 0.20:0.02\sim 0.20:0.02\sim 0.25 \quad (1)$$

$$1.2\leq Q1+Q2+Q3+Q4\leq 1.5 \quad (2)$$

$$Q1:Q2:Q3:Q4=0.75\sim 1.1:0.07\sim 0.15:0.02\sim 0.15:0.02\sim 0.25 \quad (3)$$

$$1.25 \leq Q1 + Q2 + Q3 + Q4 \leq 1.35 \quad (4)$$

여기서, 상기 폐기물의 연소에 필요한 단위 시간당의 이론 산소량은, 연소실 내에 투입되는 폐기물의 성상 및 성분 등으로 부터 결정되는 폐기물의 단위 질량당의 연소에 필요한 산소량( $\text{Nm}^3/\text{kg}$ )과, 소각로에서의 폐기물의 소각 속도( $\text{kg}/\text{hr}$ )의 적(積)( $\text{Nm}^3/\text{hr}$ )에 의해 결정된다. 또한, 상기 Q1은, 화격자(5, 6, 7)로부터 연소실(3) 속으로 공급되는 연소용 1차 공기에 의해 공급되는 단위 시간당의 산소량이며, 상기 연소용 1차 공기의 유량을 증감시킴으로써 조정한다. 또한 Q2는, 연소실(3) 안의 연소 개시 영역으로부터 주 연소 영역까지 사이의 입의 영역에 취입되는 고온 가스의 유량을 증감시킴으로써 조정된다. 또한 Q3은, 연소실(3) 안의 상기 고온 가스의 취입 위치의 위쪽 또는 가스 흐름 방향 하류쪽에 취입되는 순환 배가스의 유량을 증감시킴으로써 조정된다. 그리고 Q4는, 2차 연소 영역에 취입되는 교반용 가스의 유량을 증감시킴으로써 조정된다.

또한 아래에서  $Q1 + Q2 + Q3 + Q4$ 를  $\lambda$ 로 기재한다.

상기 Q1, Q2, Q3, Q4를 위에 나온 식의 범위로 함으로써, 폐기물 소각로에 있어서 저산소비 연소( $1.2 \leq \lambda \leq 1.5$ )(즉, 저공기비 연소에 상당함)를 했을 경우에 있어서도 CO나 NOx 등의 유해 가스의 발생량을 저감할 수 있고, 소각로에서 배출되는 배가스 총량을 대폭 저감할 수 있다.

폐기물의 타다 남은 것이나 유해 물질의 발생을 억제해서 안정한 저공기비 연소를 달성시키는 배분비(配分比)로서는,  $Q1:Q2:Q3:Q4=0.98:0.10:0.12:0.10$ ,  $\lambda=1.30$ 을 기준으로 하여, 로 속으로 투입되는 폐기물의 조성이나 성상 등에 근거해서  $\lambda$ 를 1.2~1.5의 범위에서 Q1, Q2, Q3, Q4를 상기의 범위 내에서 조정한다.

Q1, Q2, Q3, Q4,  $\lambda$ 의 구체적인 예를 아래에 기재한다.

$$Q1:Q2:Q3:Q4=0.98:0.10:0.12:0.10, \lambda=1.30$$

$$Q1:Q2:Q3:Q4=0.98:0.12:0.12:0.08, \lambda=1.30$$

$$Q1:Q2:Q3:Q4=0.98:0.14:0.12:0.06, \lambda=1.30$$

$$Q1:Q2:Q3:Q4=0.98:0.10:0.15:0.12, \lambda=1.35$$

$$Q1:Q2:Q3:Q4=0.98:0.10:0.13:0.14, \lambda=1.35$$

$$Q1:Q2:Q3:Q4=0.98:0.10:0.12:0.15, \lambda=1.35$$

$$Q1:Q2:Q3:Q4=1.05:0.10:0.09:0.06, \lambda=1.30$$

$$Q1:Q2:Q3:Q4=1.05:0.10:0.08:0.07, \lambda=1.30$$

$$Q1:Q2:Q3:Q4=1.05:0.12:0.10:0.08, \lambda=1.35$$

$$Q1:Q2:Q3:Q4=1.05:0.12:0.12:0.06, \lambda=1.35$$

$$Q1:Q2:Q3:Q4=1.05:0.14:0.13:0.08, \lambda=1.40$$

$$Q1:Q2:Q3:Q4=1.05:0.14:0.15:0.06, \lambda=1.40$$

$$Q1:Q2:Q3:Q4=1.10:0.05:0.10:0.05, \lambda=1.30$$

$$Q1:Q2:Q3:Q4=0.90:0.10:0.12:0.18, \lambda=1.30$$

$$Q1:Q2:Q3:Q4=0.90:0.10:0.15:0.15, \lambda=1.30$$

Q1:Q2:Q3:Q4=0.90:0.12:0.12:0.16,  $\lambda=1.30$

Q1:Q2:Q3:Q4=0.90:0.15:0.12:0.13,  $\lambda=1.30$

Q1:Q2:Q3:Q4=0.90:0.12:0.03:0.25,  $\lambda=1.30$

Q1:Q2:Q3:Q4=0.90:0.15:0.15:0.10,  $\lambda=1.30$

Q1:Q2:Q3:Q4=0.75:0.15:0.15:0.25,  $\lambda=1.30$

Q1:Q2:Q3:Q4=0.78:0.12:0.15:0.25,  $\lambda=1.30$

Q1:Q2:Q3:Q4=0.78:0.15:0.12:0.25,  $\lambda=1.30$

Q1:Q2:Q3:Q4=0.78:0.15:0.15:0.22,  $\lambda=1.30$

Q1:Q2:Q3:Q4=0.80:0.10:0.15:0.25,  $\lambda=1.30$

Q1:Q2:Q3:Q4=0.80:0.12:0.13:0.25,  $\lambda=1.30$

Q1:Q2:Q3:Q4=0.80:0.15:0.15:0.20,  $\lambda=1.30$

이하, Q1, Q2, Q3, Q4의 조정 기준을 설명한다.

[Q1의 조정 기준]

통상적인 도시 쓰레기 등의 폐기물을 건조시켜 연소시키기 위해서는 Q1=0.9를 기준으로 해서 회분이 적은 폐기물이나 수분이 적은 폐기물, 예를 들면 플라스틱 등을 연소할 때는, Q1을 0.75~0.9 정도로 낮추고, 그 대신에 Q2를 증가시킨다.

[Q2의 조정 기준]

통상적인 도시 쓰레기 등의 폐기물을 연소시키기 위해서는 Q2=0.1을 기준으로 해서 회분이나 수분이 적고 가연분이 대부분인 폐기물, 예를 들면 플라스틱 등, 혹은 휘발분이 큰 폐기물을 연소시킬 경우에는, Q2를 증가시킨다. Q2가 적으면, 위에서 설명한 고온 가스 취입의 효과를 충분히 얻을 수 없다. 또한 상기 범위를 초과해서 Q2를 증가시키면, 저공기비 연소를 달성할 수 없고, 고온 가스를 발생시키기 위한 연료비가 증가함과 아울러 연소실 내의 온도가 과대해 지고, 내벽에 클링커가 생성하거나, NOx가 증가한다.

[Q3, Q4의 조정 기준]

우선, 폐기물 소각로의 표준 조업기준으로서 상기 기준에 근거하여 폐기물의 조성이나 성상 등을 고려해서 Q1 및 Q2를 결정하고, 이어서 Q3 및 Q4의 표준값을 설정한다.

여기서, Q3의 값을 조정함으로써 연소실 내에서의 연소 상태를 조정하고, Q4의 값을 조정함으로써 2차 연소 영역 내에서의 연소 상태를 조정한다. Q3은, Q3=0.12를 기준으로 해서 0.02~0.2의 범위에서 조정한다. Q4는, Q4=0.18을 기준으로 해서 0.02~0.25의 범위에서 조정한다. Q3+Q4는, Q3+Q4=0.3을 기준으로 해서 0.15~0.4의 범위에서 조정하는 것으로 한다.

폐기물 소각로의 실제 조업에서는 표준 조업기준으로 조업하고 있어도, 소각로 내의 연소 상황이 변화하여 배출되는 배가스 중의 유해 물질량이 변동하는 일이 있다. 따라서 상기 결정한 Q1 및 Q2의 값을 유지한 채로 폐기물 소각로 내의 상황을 감시하는 인자에 근거해서 Q3, Q4, 또는 Q3과 Q4를 합제한 값 중의 어느 하나를 조절한다. 이러한 연소 제어방법을 취함으로써, 소각로 내의 연소 상황이 변화하더라도 연소를 안정하게 하도록 조정할 수 있고, 최종적으로 폐기물 소각로에서 배출되는 배가스 중의 유해 물질량을 제어하기 쉬워지며, 더욱이 소각로의 연소 제어계를 간단히 할 수 있다.

여기서, 상기 폐기물 소각로 내의 상황을 감시하는 인자로서는, 예를 들면, 연소실(3) 안에서 발생한 가연성 가스와 연소 가스의 2차 연소를 하는 2차 연소 영역(17) 출구 근방에서의 가스 온도, 가스 중의 O<sub>2</sub> 농도, 가스 중의 CO 농도, 가스 중의 NO<sub>x</sub> 농도 중의 어느 하나 이상으로 하는 것이 바람직하다. 상기 감시인자의 구체적인 조합으로서는, 예를 들면, (1) 가스 온도, (2) 가스 중의 O<sub>2</sub> 농도, (3) 가스 온도와 가스 중의 O<sub>2</sub> 농도, (4) 가스 온도와 가스 중의 CO 농도, (5) 가스 중의 NO<sub>x</sub> 농도와 가스 온도, (6) 가스 중의 NO<sub>x</sub> 농도와 가스 중의 CO 농도를 이용할 수 있다.

또한, 상기 Q3을 조절하는 방법으로서, 연소실(3) 안의 후연소 영역에 취입되는 순환 배가스가 소각로에서 배출된 배가스만으로 된 경우에는, 상기 배가스의 유량을 조절함으로써 실행되고, 상기 순환 배가스가, 예를 들면, 소각로에서 배출된 배가스와 공기와의 혼합 가스인 경우에는, 이 혼합되는 공기량을 조절함으로써 실행할 수 있다.

도 2에, Q3의 조절 방법으로서, 배가스에 혼합되는 공기량을 조절할 경우에 있어서의 조절 수단(26)의 개략구성의 한가지 예를 나타낸다. 도 2에 나온 조절 수단(26)은, 제 1 제진 장치(18)를 통과한 후의 배가스의 일부, 혹은 제 2 제진 장치(19)를 통과한 후의 배가스의 일부를 뽑아내고, 블로어(52)를 통해서 연소실(3)의 고온 가스의 취입 위치의 위쪽 또는 가스 흐름 방향 하류쪽에 설치한 순환 배가스 취입구(27)로부터 순환 배가스를 취입하기 위한 배관(28)의 도중에 설치된다. 상기 조절 수단(26)은, 배가스와 공기를 혼합하기 위한 가스 혼합장치(50)와, 상기 가스 혼합장치(50)에 공기를 공급하기 위한 공기공급 배관(51)과, 상기 가스 혼합장치(50)에 공급하는 공기량을 제어하기 위한 공기량 제어장치(58)를 가진다.

상기 공기공급 배관(51)에는, 공기를 받아 들이기 위한 블로어(56)와, 가스 혼합장치(50)에 공급하는 공기량을 조절하는 유량조절 밸브(54)가 구비되어 있다. 또한, 상기 공기량 제어장치(58)는, 상기 감시인자를 계측하는 계측 수단(59)으로부터의 계측 신호에 근거해서 배가스에 혼합하는 공기량을 결정하고, 그 공기량이 되도록 상기 유량조절 밸브(54)를 제어한다.

또한 상기 고온 가스의 취입 위치의 위쪽 또는 가스 흐름 방향 하류쪽에 취입되는 순환 배가스가 소각로에서 배출된 배가스만으로 된 경우에는, 상기 배관(28)의 도중에 설치된 댐퍼의 개방도를 제어함으로써 순환 배가스 유량의 조절이 실행된다.

또한 상기 Q4를 조절하는 방법으로서, 2차 연소 영역에 취입되는 교반용 가스가 공기만으로, 혹은 순환 배가스만으로 된 경우에는, 상기 공기 혹은 순환 배가스의 유량을 조절함으로써 실행된다. 상기 교반용 가스가 공기와 순환 배가스의 혼합 가스인 경우에는, 이 혼합되는 공기량 혹은 순환 배가스량을 조절함으로써 실행할 수 있다.

표 1 및 표 2에 실제 폐기물 소각로에 있어서의 Q3, Q4, 또는 Q3과 Q4를 합계한 값의 조절 방법의 한가지 예를 나타낸다. 감시인자가 기준값으로부터 변동했을 경우에서의 배가스 중의 유해 물질량의 변동과, Q3, Q4, 또는 Q3과 Q4를 합계한 값을 어떻게 조절하는 것인가를 나타내고 있다.

그리고 상기 교반용 가스는, 2차 연소 영역(17) 입구 근방의 측벽으로부터, 수평면상에서 후연소 영역 내의 분위기 가스의 흐름에 대항하는 방향으로 선회류를 형성하도록 취입한다.

여기서, 상기 폐기물 소각로 내의 상황을 감시하는 인자인 2차 연소 영역(17) 출구 근방에서의 가스 온도, 가스 중의 O<sub>2</sub> 농도, 가스 중의 CO 농도, 가스 중의 NO<sub>x</sub> 농도의 각각의 기준값, 및 그 계측 수단은 아래에 나온 바와 같다.

[기준값]

가스 온도: 950±50℃

가스 중의 O<sub>2</sub> 농도: 5.5±0.5%

가스 중의 CO 농도: 평균 30ppm 이하

(순간값이 100ppm을 초과하지 않도록 제어)

가스 중의 NO<sub>x</sub> 농도: 100ppm 이하

[계측 수단]

가스 온도: 온도 센서(열전쌍, 방사 온도계)

가스 중의 O<sub>2</sub> 농도: 산소 농도계

가스 중의 CO 농도: CO 농도계

가스 중의 NO<sub>x</sub> 농도: NO<sub>x</sub> 농도계

[표 1]

감시인자		온도	O <sub>2</sub> 농도	O <sub>2</sub> 농도	CO 농도
		고	고	저	고
		(1)	(2)	(3)	(4)
배가스 중의 유해 물질량	CO	감소하거나 변화 없음	감소하거나 변화 없음	증가하거나 변화 없음	증가
	NO <sub>x</sub>	증가	증가	감소	감소
	DXN	감소하거나 변화 없음	감소하거나 변화 없음	증가하거나 변화 없음	증가하거나 변화 없음
Q3 조정		증가	증가	감소	감소
Q4 조정		감소	감소	증가	증가
Q3 + Q4 조정		증가하거나 변화 없음	증가하거나 변화 없음	증가	증가

[표 2]

감시인자		온도	온도	CO 농도	CO 농도	NO <sub>x</sub> 농도	NO <sub>x</sub> 농도	NO <sub>x</sub> 농도
		저	저	고	고	고	저	저
		O <sub>2</sub> 농도	O <sub>2</sub> 농도	온도	온도	온도	CO 농도	CO 농도
		고	저	고	저	고	고	저
		(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
배가스 중의 유해 물질량	CO	증가	증가	증가	증가	감소	증가	감소
	NO <sub>x</sub>	감소하거나 변화 없음	감소하거나 변화 없음	감소	감소	증가	감소	감소
	DXN	증가	증가	증가	증가	감소	증가	감소
Q3 조정		증가하거나 변화 없음	감소	증가	감소	증가	감소	변경 없음
Q4 조정		감소	증가	증가	증가	감소	증가	변경 없음
Q3 + Q4 조정		감소	증가하거나 변화 없음	증가	증가하거나 변화 없음	감소하거나 변화 없음	증가	변경 없음

소각로 내에서 폐기물과 열분해에 의해 발생하는 가연성 가스를 적정한 산소 농도나 온도 등의 범위 내에서 연소시켰을 경우에, CO, NO<sub>x</sub>, DXN(다이옥신류) 등의 유해 물질의 발생이 가장 억제된다.

표 1에 있어서, 2차 연소 영역(17) 출구 근방에서의 가스 온도가 높을 경우[(1)의 경우]는 연소실에서의 연소가 억제되고, 그 결과, 2차 연소 영역에서의 연소가 급격하게 되기 때문에 가스 온도가 상승하고 있다고 생각된다. 이 경우, 소각로

에서 배출되는 CO 농도 및 DXN 농도는 감소하거나 변화가 없지만 NOx 농도는 증가한다. 따라서 Q3만을 조정할 경우는, Q3을 증가시켜서 연소실 내로의 산소의 공급량을 증가하여 연소실 내에서의 연소를 활발하게 하도록 해서 2차 연소 영역에서의 연소를 적정화시킨다. Q4만을 조정할 경우는, Q4를 감소시켜서 2차 연소 영역에 대한 산소의 공급량을 감소시켜 2차 연소 영역에서의 연소를 적정하게 하도록 한다.

Q3+ Q4의 합계값을 조정할 경우는, Q3을 증가시키고, Q4를 감소시켜서 Q3+ Q4의 합계값은 증가시키거나 변화없음으로 해서 연소실 및 2차 연소 영역에서의 연소를 적정하게 하도록 한다.

2차 연소 영역(17) 출구 근방에서의 가스 중의 O<sub>2</sub> 농도가 높을 경우[(2)의 경우]는, 소각로에서 배출되는 CO 농도 및 DXN 농도는 감소하거나 변화는 없지만, NOx 농도는 증가한다. 따라서, Q3만을 조정할 경우는, Q3을 증가시켜서 연소실 내에 대한 산소의 공급량을 증가하여 연소실에서의 연소를 활발하게 하도록 해서 산소의 소비량을 증가시킨다. Q4만을 조정할 경우는, Q4를 감소시켜 2차 연소 영역에 대한 산소의 공급량을 감소시켜서 2차 연소 영역에서의 연소를 적정하게 하도록 한다. Q3+ Q4의 합계값을 조정할 경우는, Q3을 증가시키고 Q4를 감소시켜서, Q3+ Q4의 합계값은 증가시키거나 변화없음으로 하여 연소실 및 2차 연소 영역에서의 연소를 적정하게 하도록 한다.

반대로, 2차 연소 영역(17) 출구 근방에서의 가스 중의 O<sub>2</sub> 농도가 낮을 경우[(3)의 경우]는, 소각로에서 배출되는 NOx 농도는 감소하지만, CO 농도 및 DXN 농도는 증가하거나 변화가 없는 상태가 된다. 따라서 Q3만을 조정할 경우는, Q3을 감소시켜서 연소실 내에서의 순환 배가스에 의한 희석 비율을 감소시켜 2차 연소 영역에서의 산소농도를 높인다. Q4만을 조정할 경우는, Q4를 증가시켜 2차 연소 영역에 대한 산소의 공급량을 늘린다. Q3+ Q4의 합계값을 조정할 경우는, Q3을 감소시키고 Q4를 증가시키고, Q3+ Q4의 합계값을 증가시켜서 연소실 및 2차 연소 영역에서의 연소를 적정하게 하도록 한다.

2차 연소 영역(17) 출구 근방에서의 가스 중의 CO 농도가 높을 경우[(4)의 경우]는, 2차 연소 영역에서의 연소가 불충분해서 미연소의 가연성 가스가 잔존하고 있다고 생각된다. 따라서 Q3만을 조정할 경우는, Q3을 감소시켜서 2차 연소 영역에서의 온도를 높여 연소를 안정화시켜 CO의 배출을 억제한다. Q4만을 조정할 경우는, Q4를 증가시켜서 2차 연소 영역에 대한 산소의 공급량을 늘려 2차 연소 영역에서의 연소를 적정하게 하도록 한다. Q3+ Q4의 합계값을 증가시켜서 연소실 및 2차 연소 영역에서의 연소를 적정하게 하도록 한다.

2차 연소 영역(17) 출구 근방에서의 가스 온도가 낮고, 가스 중의 O<sub>2</sub> 농도가 높을 경우[(5)의 경우]는, 교반용 가스의 유량이 과잉이기 때문에 2차 연소 영역 내의 온도가 저하하여 연소가 불안정하게 되어 있다고 생각된다. 이 경우, 소각로에서 배출되는 CO 농도 및 DXN 농도가 증가한다. 따라서 Q3은 증가하거나 변화없음으로 하고, Q4를 감소시켜 2차 연소 영역에서의 연소를 적정하게 하도록 한다.

2차 연소 영역(17) 출구 근방에서의 가스 온도가 낮고, 가스 중의 O<sub>2</sub> 농도가 낮을 경우[(6)의 경우]는, 2차 연소 영역 내에서의 연소가 억제되어, 가스 온도가 저하하고 있다고 생각된다. 이 경우, 소각로에서 배출되는 CO 농도 및 DXN 농도가 증가한다. 따라서 Q3을 감소시켜 연소실에서의 온도를 높여서 가연성 가스의 2차 연소 영역으로의 유입량을 늘리고, Q4를 증가시켜서 2차 연소 영역에 대한 산소의 공급량을 늘려 2차 연소 영역에서의 연소를 적정하게 하도록 한다. Q3+ Q4의 합계값은 증가시키거나 변화없음으로 하여 연소실 및 2차 연소 영역에서의 연소를 적정하게 하도록 한다.

2차 연소 영역(17) 출구 근방에서의 가스 중의 CO 농도가 높고, 가스 온도가 높을 경우[(7)의 경우]는, 연소실에서의 연소가 불완전하고, 2차 연소 영역에서의 연소가 급격하게 되기 때문에 가스 온도가 상승해 있으며, 또한 미연소의 가연성 가스가 잔존하고 있다고 생각된다. 이 경우, 소각로에서 배출되는 CO 농도 및 DXN 농도가 증가한다. 따라서 Q3을 증가시켜서 연소실 내의 온도를 저하시킴과 동시에 Q4를 증가시켜서 2차 연소 영역의 온도를 저하시키면서 2차 연소 영역에 대한 산소의 공급량을 늘려 2차 연소 영역에서의 연소를 적정하게 하도록 한다.

2차 연소 영역(17) 출구 근방에서의 가스 중의 CO 농도가 높고, 가스 온도가 낮을 경우[(8)의 경우]는, 폐기물의 공급량이 줄어서 연소실 내로 취입하는 순환 배가스의 유량이 과잉으로 되었기 때문에, 로 내의 온도가 저하하여 연소가 불안정하게 되어 있다고 생각된다. 이 경우, 소각로에서 배출되는 CO 농도 및 DXN 농도가 증가한다. 따라서 Q3을 감소시켜서 로 내 온도를 상승시켜 연소를 안정화시킴과 동시에, Q4를 증가시켜서 2차 연소 영역에 대한 산소의 공급량을 늘려 2차 연소 영역에서의 연소를 적정하게 하도록 한다. Q3+ Q4의 합계값은 증가시키거나 변화없음으로 하여 연소실 및 2차 연소 영역에서의 연소를 적정하게 하도록 한다.



2차 연소 영역(17) 출구 근방에서의 가스 중의 NOx 농도가 높고, 가스 온도가 높을 경우[(9)의 경우]는, 연소실에서의 연소가 억제되어, 그 결과, 2차 연소 영역에서의 연소가 급격하게 되기 때문에 가스 온도가 상승하고, 가스 중의 NOx 농도가 증가하고 있다고 생각된다. 따라서 Q3을 증가시켜서 연소실 내의 온도를 저하시켜 연소실에서의 연소를 억제함과 동시에, Q4를 감소시켜 2차 연소 영역에 대한 산소의 공급량을 감소시켜서 2차 연소 영역에서의 연소를 적정하게 하도록 한다. Q3+ Q4의 합계값은 증가시키거나 변화없음으로 하여 연소실 및 2차 연소 영역에서의 연소를 적정하게 하도록 한다.

2차 연소 영역(17) 출구 근방에서의 가스 중의 NOx 농도가 낮지만, CO 농도가 높을 경우[(10)의 경우]는, 2차 연소 영역 내에서의 연소가 불충분해서, 미연소의 가연성 가스가 잔존하고 있다고 생각된다. 따라서 Q3을 감소시켜 연소실 내에서의 온도를 높여서 가연성 가스의 2차 연소 영역으로의 유입량을 늘리고, Q4를 증가시켜서 2차 연소 영역에 대한 산소의 공급량을 늘려 2차 연소 영역에서의 연소를 적정하게 하도록 한다. Q3+ Q4의 합계값을 증가시켜서 연소실 및 2차 연소 영역에서의 연소를 적정하게 하도록 한다.

2차 연소 영역(17) 출구 근방에서의 가스 중의 NOx 농도가 낮고, CO 농도도 낮을 경우[(11)의 경우]는, 로 내의 연소가 적정하게 되고 있는 상태라 생각된다. 이 경우는 특히 조절의 필요는 없고, Q3, Q4, Q3+ Q4의 합계값은 그대로 유지한다.

상기한 바와 같이 제어함으로써, 복잡한 제어를 하지 않고 효과적으로 폐기물 소각로에서 배출되는 CO, NOx, DXN 등의 유해 물질의 양을 저감하는 것이 가능해진다.

또한, 표 3에는, 실제 폐기물 소각로에 있어서, 실시예로서 Q1:Q2:Q3:Q4=0.98:0.10:0.12:0.10, λ=1.30으로 해서 폐기물을 연소시켰을 경우에, 소각로에서 배출되는 배가스 중의 CO 농도, NOx 농도, DXN 농도를 측정된 결과를 나타낸다. 그리고 표 3에는, 비교예 1 및 비교예 2로서, 종래 기술에 의한 폐기물 소각로에 있어서, 화격자 밑으로부터 취입하는 연소용 1차 공기에 의해 공급되는 단위 시간당의 산소량 r1, 주 연소 영역에 취입하는 공기에 의해 공급되는 단위 시간당의 산소량 r2, 후연소 영역에 취입하는 공기에 의해 공급되는 단위 시간당의 산소량 r3 및 λ'=r1+r2+r3을 표 2에 나타낸 바와 같이 설정했을 경우의 소각로 로출구로부터 배출되는 배가스 중의 CO 농도, NOx 농도, DXN 농도를 측정된 결과를 나타낸다.

[표 3]

	배분비					배가스 중의 유해물질 농도			배가스 온도 °C
						CO	NOx	DXN	
						ppm	ppm	ng-TEQ/Nm <sup>3</sup>	
실시예	Q1	Q2	Q3	Q4	λ				
	0.98	0.1	0.12	0.1	1.3	0	45	0.25	850
	배분비					배가스 중의 유해물질 농도			배가스 온도 °C
						CO	NOx	DXN	
						ppm	ppm	ng-TEQ/Nm <sup>3</sup>	
비교예	r1	r2	r3		λ'				
비교예1	1~1.1	0.4	0.2~0.3		1.7	0	120	0.6	900
비교예2	1	0.2	0.1		1.3	65	70	1.3	1150

표 3에 나온 바와 같이, 실시예에서는, 저공기비 연소(λ=1.30)를 달성할 수 있고, CO, NOx, DXN의 발생이 억제되고 있다. 그것에 대하여, 비교예 1에서는, 저공기비 연소를 달성할 수 없고(λ'=1.7), 또한 NOx의 발생량이 많다. 비교예 2에서는, 저공기비 연소(λ'=1.3)를 하면 NOx의 발생량은 낮아지지만, CO의 발생이 많다. 이것은, 로 내의 연소 상태가 불안정해져서 가연성 가스가 미연소인 채로 CO로서 배출되고 있고, 더욱이 매연 등의 미연소분이 발생하여, 이것들에 의해 다이옥신류의 발생량도 높아지고 있다고 생각된다.

또한 고온 가스, 순환 배가스 및 교반용 가스의 취입 유량(流量)의 조정을 소각로에서 배출되는 배가스 유량에 대한 비율을 이용하여 실시해도 좋다. 이렇게 함으로써, 간편하게 취입 유량의 설정이나 조정을 할 수 있다.

더욱이 위에서 설명한 폐기물 소각로가 재(灰) 용융로를 일체화한 재(灰) 용융로 일체형 폐기물 소각로일 경우, 상기의 순환 배가스 및/또는 교반용 가스의 전부 또는 일부를 재(灰) 용융로의 배가스를 사용하도록 해도 좋다. 또한, 상기 재(灰) 용

용료가 킬른 후드를 구비한 킬른식 재 용융로일 경우에는, 위에서 설명한 고온 가스 및/또는 교반용 가스의 전부 또는 일부에 상기 킬른 후드를 통해서 유인된 이 킬른 후드 내에서 가열된 공기를 사용할 수도 있다. 재(灰) 용융로의 배가스 또는 킬른 후드 내에서 가열된 공기를 사용함으로써 폐열을 유효하게 활용할 수 있어 에너지를 절감하는 것이 가능해진다.

이상 설명한 바와 같이, 본 발명에 의하면, 폐기물 소각로에 있어서 저공기비 연소를 한 경우에 있어서도 연소의 안정성이 유지되고, 또한 국소 고온 영역의 발생이 억제되어 CO나 NOx 등의 유해 가스의 발생량을 저감할 수 있는 폐기물 소각로의 연소 제어방법 및 폐기물 소각로가 제공된다.

더욱이 저공기비 연소를 할 수 있으므로 소각로에서 배출되는 배가스 총량을 대폭 저감할 수 있고, 또한 폐열의 회수 효율을 향상할 수 있는 폐기물 소각로의 연소 제어방법 및 폐기물 소각로가 제공된다.

### (57) 청구의 범위

#### 청구항 1.

화격자식 폐기물 소각로의 연소 제어방법으로서,

(가) 연소용 1차 공기 A를 화격자 밑으로부터 연소실 내로 취입하고,

(나) 고온 가스 B를 상기 연소실 내의 연소 개시 영역으로부터 주(主) 연소 영역까지 사이의 임의의 영역에 취입하며,

(다) 소각로에서 배출된 배출 가스를 적어도 일부로서 함유하는 순환 배가스 C를 상기 고온 가스 B의 취입 위치의 위쪽 또는 가스 흐름 방향 하류쪽에 취입하고,

(라) 공기, 순환 배가스, 또는 공기과 순환 배가스의 혼합 가스 중의 어느 것으로 된 교반용 가스 D를 2차 연소 영역에 취입하는 것을 특징으로 하는 폐기물 소각로의 연소 제어방법.

#### 청구항 2.

제1항에 있어서, 순환 배가스 C가 소각로에서 배출된 배가스만으로 된 것을 특징으로 하는 폐기물 소각로의 연소 제어방법.

#### 청구항 3.

제1항 또는 제2항에 있어서, 연소용 1차 공기 A에 의해 공급되는 단위 시간당의 산소량 Q1과, 고온 가스 B에 의해 공급되는 단위 시간당의 산소량 Q2와, 순환 배가스 C에 의해 공급되는 단위 시간당의 산소량 Q3과, 교반용 가스 D에 의해 공급되는 단위 시간당의 산소량 Q4가, 폐기물의 연소에 필요한 단위 시간당의 이론 산소량을 1로 했을 경우에, 아래의 식 (1) 및 (2)를 만족하는 것을 특징으로 하는 폐기물 소각로의 연소 제어방법.

$$Q1:Q2:Q3:Q4=0.75\sim 1.20:0.05\sim 0.20:0.02\sim 0.20:0.02\sim 0.25 \quad (1)$$

$$1.2\leq Q1+Q2+Q3+Q4\leq 1.5 \quad (2)$$

#### 청구항 4.

제1항 또는 제2항에 있어서, 연소용 1차 공기 A에 의해 공급되는 단위 시간당의 산소량 Q1과, 고온 가스 B에 의해 공급되는 단위 시간당의 산소량 Q2와, 순환 배가스 C에 의해 공급되는 단위 시간당의 산소량 Q3과, 교반용 가스 D에 의해 공급되는 단위 시간당의 산소량 Q4가, 폐기물의 연소에 필요한 단위 시간당의 이론 산소량을 1로 했을 경우에, 아래의 식 (3) 및 (4)를 만족하는 것을 특징으로 하는 폐기물 소각로의 연소 제어방법.

$$Q1:Q2:Q3:Q4=0.75\sim 1.1:0.07\sim 0.15:0.02\sim 0.15:0.02\sim 0.25 \quad (3)$$

$$1.25\leq Q1+ Q2+ Q3+ Q4\leq 1.35 \quad (4)$$

### 청구항 5.

제1항 내지 제4항 중의 어느 하나에 있어서, Q1과 Q2를 소정의 값으로 유지하면서, Q3 및/또는 Q4를 소각로 내의 상황을 감시하는 인자에 근거해서 조절하는 것을 특징으로 하는 폐기물 소각로의 연소 제어방법.

### 청구항 6.

제5항에 있어서, 소각로 내의 상황을 감시하는 인자가, 연소실 내에서 발생한 가연성 가스의 2차 연소를 하는 2차 연소 영역 출구 근방에서의 가스 온도, 가스 중의 O<sub>2</sub> 농도, 가스 중의 CO 농도, 가스 중의 NO<sub>x</sub> 농도 중의 어느 하나 이상인 것을 특징으로 하는 폐기물 소각로의 연소 제어방법.

### 청구항 7.

제1항 내지 제6항 중의 어느 하나에 있어서, 고온 가스 B가, 연소실 높이의 50%를 초과하지 않는 높이 위치에서, 연소실 내의 연소 개시 영역으로부터 주 연소 영역까지 사이의 임의의 영역에 취입되는 것을 특징으로 하는 폐기물 소각로의 연소 제어방법.

### 청구항 8.

제1항 내지 제7항 중의 어느 하나에 있어서, 고온 가스 B가, 화격자 위의 폐기물층 표면에서부터 수직 위쪽으로 0.2~1.5m의 범위내의 높이 위치에서, 연소실내의 연소 개시영역으로부터 주 연소 영역까지 사이의 임의의 영역에 취입 되는 것을 특징으로 하는 폐기물 소각로의 연소 제어방법.

### 청구항 9.

제1항 내지 제7항 중의 어느 하나에 있어서, 고온 가스 B가, 화격자면으로부터 수직 위쪽으로 0.2~2.5m의 범위 내의 높이 위치에서, 연소실 내의 연소 개시 영역으로부터 주 연소 영역까지 사이의 임의의 영역에 취입되는 것을 특징으로 하는 폐기물 소각로의 연소 제어방법.

### 청구항 10.

제1항 내지 제9항 중의 어느 하나에 있어서, 고온 가스 B가, 적어도 10m/s 이상의 취입 속도로 연소실 내의 연소 개시 영역으로부터 주 연소 영역까지 사이의 임의의 영역에 취입되는 것을 특징으로 하는 폐기물 소각로의 연소 제어방법.

### 청구항 11.

제1항 내지 제10항 중의 어느 하나에 있어서, 2차 연소 영역의 가스 온도가 800~1050℃의 범위가 되도록, 순환 배가스 C 및/또는 교반용 가스 D의 유량을 조정하는 것을 특징으로 하는 폐기물 소각로의 연소 제어방법.

**청구항 12.**

제1항 내지 제11항 중의 어느 하나에 있어서, 2차 연소 영역 내에 선회류가 형성되도록, 교반용 가스 D를 취입하는 것을 특징으로 하는 폐기물 소각로의 연소 제어방법.

**청구항 13.**

제1항 내지 제12항 중의 어느 하나에 있어서, 연소 개시 영역 또는 주 연소 영역을 경유한 1차 연소 배가스의 온도가, 후연소 영역을 경유한 1차 연소 배가스의 온도보다 높아지도록, 고온 가스 B의 유량을 조정하는 것을 특징으로 하는 폐기물 소각로의 연소 제어방법.

**청구항 14.**

제1항 내지 제13항 중의 어느 하나에 있어서, 주 연소 영역 및 후연소 영역의 온도가 각각 800~1050℃의 범위 내가 되도록, 고온 가스 B 및/또는 순환 배가스 C의 유량을 조정하는 것을 특징으로 하는 폐기물 소각로의 연소 제어방법.

**청구항 15.**

제1항 내지 제14항 중의 어느 하나에 있어서, 주 연소 영역 및 후연소 영역의 온도가 각각 800~1050℃의 범위 내가 되도록, 고온 가스 B의 산소농도 및/또는 가스 온도를 조정하는 것을 특징으로 하는 폐기물 소각로의 연소 제어방법.

**청구항 16.**

연소용 1차 공기 A를 화격자 밑으로부터 연소실 내로 취입하는 연소용 1차 공기 취입 수단과, 고온 가스 B를 상기 연소실 내의 연소 개시 영역으로부터 주 연소 영역까지 사이의 임의의 영역에 취입하는 고온 가스 취입 수단과, 소각로에서 배출된 배가스를 적어도 일부로서 함유하는 순환 배가스 C를 상기 고온 가스 B의 취입 위치의 위쪽 또는 가스 흐름 방향 하류 쪽에 취입하는 순환 배가스 취입 수단과, 공기, 순환 배가스, 또는 공기와 순환 배가스의 혼합 가스 중의 어느 것으로 된 교반용 가스 D를 2차 연소 영역에 취입하는 교반용 가스 취입 수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 화격자식 폐기물 소각로.

**청구항 17.**

제16항에 있어서, 고온 가스 B의 취입 노즐이, 연소실 높이의 50%를 초과하지 않는 높이 위치에 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 화격자식 폐기물 소각로.

**청구항 18.**

제16항 또는 제17항 중의 어느 하나에 있어서, 고온 가스 B의 취입 노즐이, 화격자 위의 폐기물층 표면으로부터 수직 위쪽으로 0.2~1.5m의 범위 내의 높이 위치에 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 화격자식 폐기물 소각로.

**청구항 19.**

제16항 또는 제17항 중의 어느 하나에 있어서, 고온 가스 B의 취입 노즐이, 화격자면으로부터 수직 위쪽으로 0.2~2.5m의 범위 내의 높이 위치에 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 화격자식 폐기물 소각로.

청구항 20.

제16항 내지 제19항 중의 어느 하나에 있어서, 2차 연소 영역에 선회류가 형성되도록, 교반용 가스 D의 취입 노즐이 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 화격자식 폐기물 소각로.

청구항 21.

제16항 내지 제20항 중의 어느 하나에 있어서, 연소 개시 영역 또는 주 연소 영역을 경유한 1차 연소 배가스의 온도가, 후 연소 영역을 경유한 1차 연소 배가스의 온도보다 높아지도록, 고온 가스 B의 유량을 조정가능한 수단을 구비한 것을 특징으로 하는 화격자식 폐기물 소각로.

청구항 22.

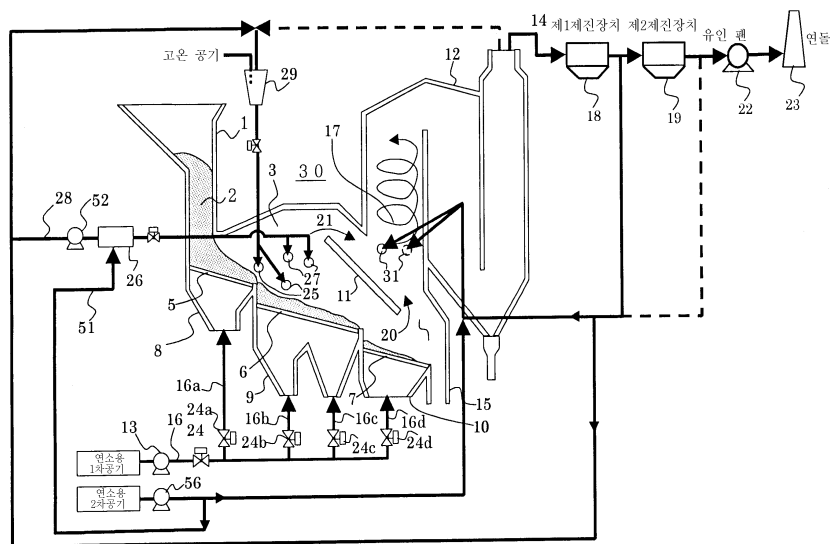
제16항 내지 제21항 중의 어느 하나에 있어서, 고온 가스 B 및/또는 순환 배가스 C의 유량을 조정가능한 수단을 구비한 것을 특징으로 하는 화격자식 폐기물 소각로.

청구항 23.

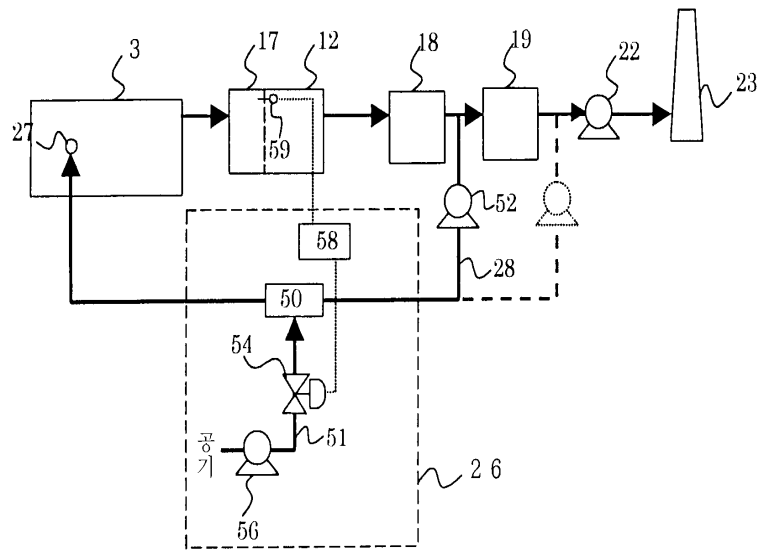
제16항 내지 제22항 중의 어느 하나에 있어서, 고온 가스 B의 산소농도 및/또는 가스 온도를 조정가능한 수단을 구비한 것을 특징으로 하는 화격자식 폐기물 소각로.

도면

도면1



도면2



도면3

