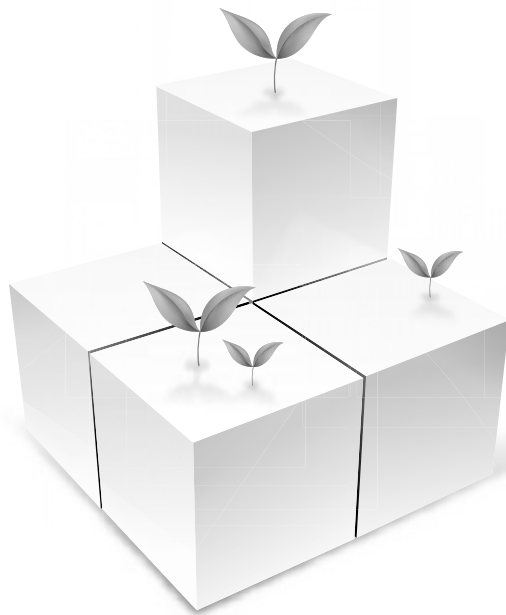


에너지 회수효율 측정·산정 방법 및 절차 등에 관한 해설서

2017



환경부 · 국립환경과학원

Contents

에너지 회수효율 측정·산정 방법 및 절차 등에 관한 해설서

제1장 총 칙	1
1-1 추진 배경 및 목적	3
1-2 주요 용어 정의	5
1-3 적용범위	8
제2장 에너지 회수효율 산정 범위 및 방법	11
2-1 산정범위	13
2-2 산정방법	15
가. 에너지 회수효율	15
나. 저위발열량(Lower Heating Value)	20
2-3 산정기간	30
제3장 Data 측정·기록 및 계측기 정도관리 방안	33
3-1 측정항목 및 측정지점	35
3-2 측정주기 및 측정방법	39
가. 측정주기	39
나. 측정방법	41
3-3 계측기 정도관리	52
가. 일반사항	52
나. 계측기 형식승인	54
다. 계측기의 검정·교정 기준 및 주기	56

Contents

에너지 회수효율 측정·산정 방법 및 절차 등에 관한 해설서

제4장 에너지 회수효율 검·인증 절차 및 방법	61
4-1 검·인증 절차 개요	63
4-2 사전확인 검사 절차	66
4-3 검·인증 절차	79
4-4 인증서 유효기간	94
4-5 인증시설 변경·폐쇄·중지 등의 신고	94
제5장 에너지 회수효율 산정관련 Data 관리방안	97
5-1 자료 수집·관리 방법 개요	99
5-2 시설 일반 현황	101
5-3 Data 수집·관리표	102
5-4 저위발열량 산정표(생활폐기물 소각시설)	114
5-5 저위발열량 산정표(사업장폐기물 소각시설-보일러일체형) ...	117
5-6 저위발열량 산정표(사업장폐기물 소각시설-보일러분리형) ...	126
5-7 에너지 회수효율 산정표	133
부록1 산정인자 기호 및 정의	147
부록2 Q&A	157
부록3 적외선열화상카메라를 이용한 방열손실 측정 및 산정방법 해설서	167

에너지 회수효율 측정·산정 방법 및 절차 등에 관한 해설서

제 1 장

총 칙



1-1 추진 배경 및 목적 [고시 제1조 관련]

고시 제1조 (목적)

이 고시는 「폐기물관리법 시행규칙(이하 “규칙”이라 한다)」 제3조제2항에 따라 에너지 회수효율 측정·산정방법 및 절차 등에 관한 세부사항을 규정함을 목적으로 한다.

- 국내 폐기물 관련 정책은 발생억제(Reduce), 재이용(Reuse), 재활용(Recycle)의 3R을 통하여 폐기물의 발생량 감축 및 재활용을 유도하고 있으나, 상당량의 폐기물은 매립 또는 소각을 통해 최종 처리되고 있다.
- 소각될 수밖에 없는 폐기물은 연소과정에서 발생하는 에너지(열원 또는 전기)를 회수(Recovery)하여 이용하고 있으며, 「폐기물관리법 시행규칙」(이하 “규칙”이라 한다) 제3조(에너지 회수기준 등)의 에너지 회수효율 산정 방법에서는 투입에너지 대비 생산에너지를 기준으로 에너지 회수효율을 산정하도록 제시하고 있다.
- 생산에너지를 기준으로 하는 기존의 에너지 회수효율 산정방법은 보일러효율 개념의 산정결과를 도출, 또한 투입에너지 산정 시 폐기물, 보조연료, 연소용 공기 등의 부가적인 에너지를 모두 포함하고 있어 폐기물로부터 기원하는 에너지의 회수·사용량에 대한 정확한 산정이 곤란한 실정이다.
- 이에, 개정된 에너지 회수효율 산정방법에서는 폐기물로부터 기원하는 에너지의 정확한 회수·사용량을 객관적으로 측정·산정하여 단순 소각되어 버려지는 에너지까지 회수하여 사용하도록 유도함으로써 폐기물 소각시설의 기술력 향상 및 회수에너지의 활용도를 증진시키고자 하였다.
- 본 해설서는 「에너지 회수효율 측정·산정 방법 및 절차 등에 관한 고시」에 따라 에너지 회수효율 산정을 위한 측정 및 산정방법, 검·인증 절차 및

제반사항 등에 대하여 지자체 및 관련 기관, 폐기물 소각시설 설치·운영자 등에게 세부 지침을 제시하기 위하여 개발되었다.

- 또한 생활폐기물 소각시설의 관리기관인 특별자치시장, 특별자치도지사, 시장·군수·구청장 등 담당자 및 폐기물 소각시설 설치·운영자가 관련 업무 수행 시 법령 해석 및 행정절차 집행을 위한 적용기준이 되며, 소각열 에너지 회수효율 산정 시 지켜야하는 절차와 구체적인 방법을 제시하고 있다.
- 아울러, 소각(열회수)시설 설치·운영자가 검증을 신청하고자 하는 경우 신청과 검사에 필요한 세부 사항 및 검사기관의 시험·분석 및 종합평가, 사후 모니터링 등의 업무에 관한 수행절차를 제시하고 있다.
- 본 해설서는 제도 시행으로 인한 경험과 더 나아가 기술력 향상 및 폐기물 관리정책의 발전에 따라 개정될 수 있다.

1-2 주요 용어 정의 [고시 제2조 관련]

고시 제2조 (정의)

이 고시에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

1) 에너지 회수효율 고시 관련 용어 정의

- **【소각열회수시설】** 「폐기물관리법 시행령(이하 “령”)」 제5조 별표3 제3호 자목에 따른 소각열회수시설을 말한다.
- **【신청자】** 소각(열회수)시설 중 에너지 회수효율 인증을 취득하고자 하는 자를 말한다.
- **【에너지 회수기준을 측정하는 기관(이하 “검사기관”)】** 폐기물관리법 시행규칙(이하 “규칙”) 제3조제3항에 따른 에너지 회수기준을 측정하는 기관을 말한다.
- **【에너지 회수효율 검·인증 위원회(이하 “검·인증위원회”)】** 에너지 회수효율 검증팀(이하 “검증팀”) 및 에너지 회수효율 인증위원회(이하 “위원회”)로 구성되며, 검증기관(검증팀)은 검증을 전문적으로 수행할 수 있는 환경부 국립환경과학원 환경자원 연구부를 말하며, 위원회는 검증결과에 대한 검토를 수행할 수 있는 능력을 갖춘 자로서 일정기간 해당분야 실무경력을 갖춘 전문가로 구성된 집단을 말한다.
- **【검 증】** 소각(열회수)시설 설치·운영자가 에너지 회수효율에 대한 검증을 받고자 하는 경우에 고시에서 정하는 절차와 기준 등에 따라 적합하게 이루어 졌는지를 검토·확인하는 체계적이고 문서화된 일련의 활동을 말한다.
- **【인 증】** 검증결과의 신뢰성 확보 등을 위해 검증팀의 에너지 회수효율 검증 결과를 심의하고 최종 인증하는 일련의 과정을 말한다.

2) 에너지 회수효율 해설서 관련 용어 정의

- **【에너지 회수효율】** 폐기물이 가지고 있는 총 잠재에너지 중 소각로, 보일러 등

로(爐)를 거쳐 열원(증기 또는 온수), 전기 등의 에너지로 전환·회수되어 유효하게 사용되어지는 에너지의 비율을 말한다.

- **【폐기물 소각시설(이하 “소각시설”)】** 폐기물관리법 시행령(이하 “영”) 별표3제1호가목에 따른 소각시설을 말한다.
- **【소각(열회수)시설】** 폐기물 소각시설과 소각열회수시설을 총칭하여 말한다.
- **【계측기 측정 항목(이하 “계측기 항목”)】** 에너지 회수효율 산정인자 중 계측기를 통하여 상시적으로 측정이 되어야 할 항목을 말한다.
- **【계측기 외 측정 항목(이하 “계측기 외 항목”)】** 에너지 회수효율 산정인자 중 계측기 상시 측정이 곤란한 항목으로 검사기관의 측정·분석이 요구되는 항목을 말한다.
- **【연소실】** 폐기물의 소각이 주로 일어나는 공간으로서 소각 시 발생한 가연성 가스와 공기가 혼합하여 연소하는 공간을 포함한다.
- **【폐열보일러】** 소각으로 발생하는 화염이나 연소가스, 그 밖의 가스 등이 가진 열에너지를 이용하여 온수 또는 증기를 발생시키는 장치를 말한다.
- **【대기오염방지설비】** 폐기물을 소각하는 과정에서 발생하는 오염물질을 감소시키거나 제거하기 위한 시설로 「대기환경보전법」 제2조제12호의 시설을 말한다.
- **【저위발열량】** 폐기물을 소각하여 발생하는 총 열량 중 연소가스 중에 포함된 수분의 잠열을 제외한 열량을 말한다.
- **【정기보수】** 소각(열회수)시설에서 일정한 기한을 정하여 실시하는 예방보수를 말한다.
- **【블로우다운(Blowdown)장치】** 보일러 급수의 불순물 등이 농축되어 침전물이 발생하는 것을 방지하기 위해 보일러수를 일부 배출하는 장치를 말한다.
- **【에너지 생산 설비】** 에너지 생산 설비란 소각처리 및 소각열 회수·사용에 직접적으로 기여하는 설비로 소각로, 폐열보일러, 발전설비 등을 말한다.
- **【보조 설비】** 보조 설비란 소각열 회수·사용에 직접적으로 기여하지 않는 설비로 대기오염 방지설비 등을 말한다.

- **【에너지 회수효율 산정 시스템 경계(이하 “시스템 경계”)】** 시스템 경계란 소각시설에서 에너지 회수효율 산정식이 적용되는 범위로 폐기물 투입구부터 에너지 생산설비와 보조설비까지를 포함하는 범위를 말한다.
- **【내부 설비】** 에너지 회수효율 산정범위(시스템 경계)내의 에너지 생산 설비(소각로, 폐열보일러, 발전설비 등)와 보조 설비(대기오염방지설비 등)를 말한다.
- **【사업장 내 외부 시설】** 사업장 경계부지 내의 소각공정 이외의 시설을 말한다.
- **【외부 시설】** 소각열에너지(증기, 온수, 전기)를 유효하게 이용하는 사업장 경계부지 밖의 시설을 말한다.
- **【계측기】** 계측기관 ‘계량기’ 및 ‘측정기’ 를 총칭하여 말한다.
- **【계량기】** 「계량에 관한 법률」 제2조제2호의 계량을 하기 위한 기계·기구 또는 장치로서 대통령령으로 정하는 것을 말하며, “대통령령으로 정하는 것”이란 법 제4조에 따른 기본단위·유도단위 또는 특수단위를 사용하여 계량하는 기계·기구 또는 장치를 말한다.
- **【측정기】** 중량, 용량, 속도, 온도, 열량, 길이 등 양의 크기나 물질적 상태를 양적(수치)으로 측정하여 지시 또는 기록하는 기구를 말한다.
- **【계 량】** 「국가표준기본법」 제3조제12호의 상거래 또는 증명에 사용하기 위하여 어떤 양의 값을 결정하기 위한 일련의 작업을 말한다.
- **【측 정】** 「국가표준기본법」 제3조제9호의 산업사회의 모든 분야에서 어떠한 양의 값을 결정하기 위하여 하는 일련의 작업을 말한다.
- **【검 정】** 「계량에 관한 법률」 제23조 및 제24조에 의하여 검정 또는 재검정의 기준 및 유효기간에 따라 계량기의 검도가 바른지 틀린지를 검정하는 일련의 작업을 말한다.
- **【교 정】** 「국가표준기본법」 제3조제16호의 특정조건에서 측정기기, 표준물질, 척도 또는 측정체계 등에 의하여 결정된 값을 표준에 의하여 결정된 값 사이의 관계로 확정하는 일련의 작업을 말한다.

1-3

적용범위 [고시 제3조 관련]

고시 제3조 (적용범위)

① 제2조제1호의 시설은 에너지 회수효율 산정 및 관련 준수사항 등에 대하여 다른 법령에 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 이 고시에서 정하는 바에 따른다.

1. 「폐기물관리법(이하 “법”이라 한다)」 제25조제3항에 따른 폐기물처리업 허가를 받은 자나 법 제29조에 따라 설치승인 또는 설치신고를 한 소각열회수시설 중 다음 기준을 충족하는 시설

가. 규칙 제35조에 따른 폐기물처리시설의 설치기준과 규칙 제42조에 따른 폐기물처리시설 관리기준에 적합하게 설치·운영되고 있는 시설

나. 규칙 제41조 제6항의 검사기준(에너지회수와 공급설비를 갖춘 소각열회수시설)에 적합판정을 받고 운영 중인 시설

2. 신규시설은 2018년 1월 1일 이후 법 제25조제3항에 따라 폐기물처리업 허가를 받은 자가 설치하는 소각열회수시설과 법 제29조에 따라 폐기물처리시설 설치승인 또는 설치신고를 한 자가 설치한 소각열회수시설을 말하며, 제1호가목의 기준에 적합하게 설치되어야 한다.

② 제1항 이외에 「자원순환기본법 시행령」 제24조제1항제2호에 따른 폐기물처분 부담금 감면을 위해 영 별표 3 제1호 가목에 따른 소각시설의 에너지 회수효율을 산정하고자 하는 경우에는 이 고시를 준용한다.

1) 에너지 회수효율 적용 대상

○ 본 해설서의 에너지 회수효율 적용 대상으로는 소각(열회수)시설 설치·운영자가 에너지 회수효율 검증을 신청하고자 하는 경우에 한하며, 법적 구속력을 갖지 않는다.

○ 「폐기물관리법(이하 “법”이라 한다)」 제25조제3항에 따른 폐기물처리업 허가를 받은 자나 법 제29조에 따라 설치승인 또는 설치신고를 한 소각열회수시설 중 다음 기준을 충족하는 시설

- 규칙 제35조에 따른 폐기물처리시설의 설치기준과 규칙 제42조에 따른 폐기물

처리시설 관리기준에 적합하게 설치·운영되고 있는 시설

- 규칙 제41조 제6항의 검사기준(에너지회수와 공급설비를 갖춘 소각열회수시설)에 적합판정을 받고 운영 중인 시설
- 신규시설은 2018년 1월 1일 이후 법 제25조제3항에 따라 폐기물처리업 허가를 받은 자가 설치하는 소각열회수시설과 법 제29조에 따라 폐기물처리시설 설치 승인 또는 설치신고를 한 자가 설치한 소각열회수시설을 말하며, 규칙 제35조에 따른 폐기물처리시설의 설치기준과 규칙 제42조에 따른 폐기물처리시설 관리기준에 적합하게 설치된 시설을 말한다
- 소각열회수시설 외에 「자원순환기본법 시행령」 제24조제1항제2호에 따른 폐기물처분부담금 감면을 위해 영 별표 3 제1호 가목에 따른 소각시설이 에너지 회수효율을 산정하고자 하는 경우에는 이 고시를 준용한다.

2) 폐기물처분부담금 부과 대상자

- (생활폐기물) 「폐기물관리법」(이하 법)제14조제1항에 따른 특별자치시장, 특별자치도지사, 시장·군수·구청장
 - 「폐기물관리법」에 따라 지자체는 생활폐기물처리 의무자에 해당
 - 특별자치시(1), 특별자치도(1), 시·군·구(기초 자치단체 : 227 개소)
- (사업장폐기물) 법 제18조제1항에 따른 사업장폐기물배출자
 - 「폐기물관리법」에 따른 사업장폐기물을 배출하는 사업자로서 사업장폐기물 처리 의무자
 - 「대기환경보전법」 등에 따른 배출시설을 설치·운영하는 사업자
 - 「하수도법」에 따른 공공하수처리시설을 설치·운영하는 사업자
 - 「폐기물관리법」에 따른 지정폐기물을 배출하는 사업자
 - 폐기물을 1일 평균 300킬로그램 이상 배출하는 사업자
 - 「건설산업기본법」에 따른 건설공사로 폐기물을 5톤이상 배출하는 사업자, 일련의 공사 또는 작업으로 폐기물을 5톤이상 배출하는 사업자 등

3) 폐기물처분부담금 제외 대상자

○ (제외 대상) 아래 각 호에 해당되는 시설은 대상시설에서 제외한다.

- 생활폐기물 관리구역 제외지역(규칙 제15조)에 설치된 생활폐기물 소각시설
- 폐기물관리법 제13조의2 제2항(폐기물의 재활용 금지 및 제한)의 재활용 불가능 폐기물 소각시설

Point

□ 「폐기물관리법 시행규칙」 제15조(생활폐기물관리 제외지역의 지정)

제15조(생활폐기물관리 제외지역의 지정) ① 특별자치시장, 특별자치도지사, 시장·군수·구청장은 법 제14조제1항 단서에 따라 생활폐기물을 처리하여야 하는 구역에서 제외할 수 있는 지역(이하 "생활폐기물관리 제외지역"이라 한다)을 지정하는 경우에는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 지역을 대상으로 하여야 한다.

1. 가구 수가 50호 미만인 지역
2. 산간·오지·섬지역 등으로서 차량의 출입 등이 어려워 생활폐기물을 수집·운반하는 것이 사실상 불가능한 지역

② 특별자치시장, 특별자치도지사, 시장·군수·구청장은 제1항에 따라 생활폐기물관리 제외지역으로 지정된 지역 중 일정한 기간에만 다수인이 모이는 해수욕장·국립공원 등 관광지나 그 밖에 이에 준하는 지역에 대하여는 이용객의 수가 많은 기간에 한정하여 그 지정의 전부 또는 일부를 해제할 수 있다.

□ 「폐기물관리법」 제13조의2(폐기물의 재활용 원칙 및 준수사항)

제13조의2(폐기물의 재활용 원칙 및 준수사항) ② 제1항에도 불구하고 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 폐기물은 재활용을 금지하거나 제한한다.

1. 폐석면
2. 폴리클로리네이티드비페닐(PCBs)을 환경부령으로 정하는 농도 이상 함유하는 폐기물
3. 의료폐기물(태반은 제외한다)
4. 폐유독물 등 인체나 환경에 미치는 위험이 매우 높을 것으로 우려되는 폐기물 중 대통령령으로 정하는 폐기물

③ 제1항 및 제2항 각 호의 원칙을 지키기 위하여 필요한 오염 예방 및 저감방법의 종류와 정도, 폐기물의 취급 기준과 방법 등의 준수사항은 환경부령으로 정한다.

제 2 장

에너지 회수효율 산정 범위 및 방법



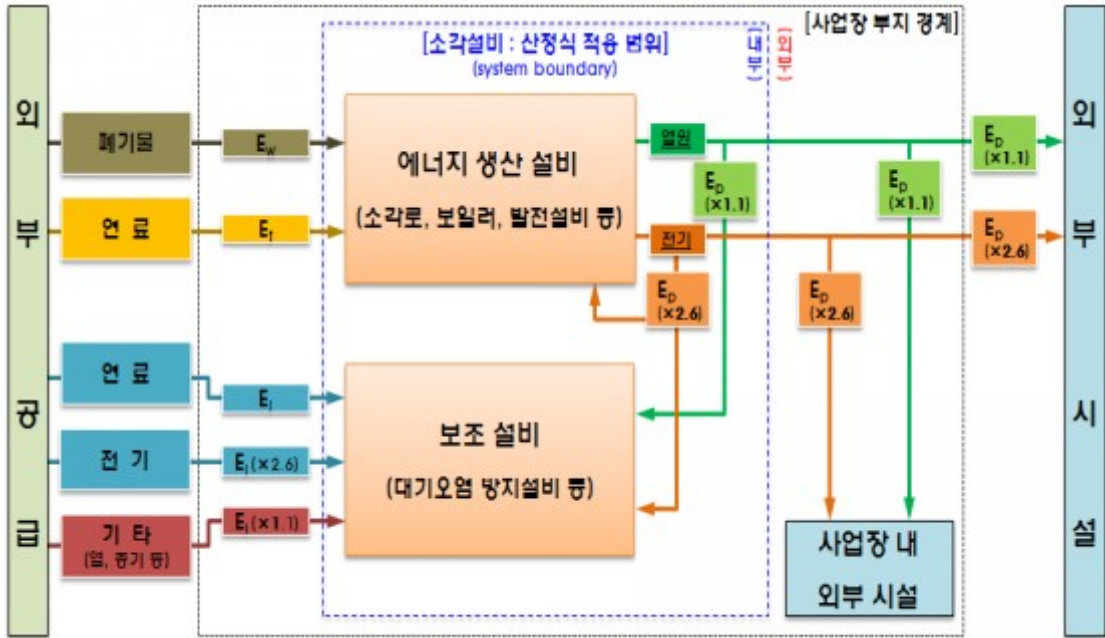
2-1 산정범위 [고시 제4조 관련]

고시 제4조 (산정범위)

에너지 회수 및 공급설비를 갖춘 소각열회수시설을 대상으로 에너지 회수효율 산정식에 적용하는 범위(시스템경계)는 폐기물 소각과 에너지 회수 및 사용에 직접 관여하는 시설(연소실, 폐열보일러, 대기오염방지설비, 열원 또는 전기의 형태로 에너지를 회수할 수 있는 설비 등)로 정한다.

- 에너지 회수 및 공급설비를 갖춘 소각(열회수)시설을 대상의 에너지 회수효율 산정식 적용 범위(시스템 경계, System boundary)는 폐기물 투입구부터 에너지 생산설비(소각로, 보일러, 발전설비 등)와 보조설비(대기오염 방지설비 등) 까지이며, 즉 폐기물 소각과 에너지 회수 및 사용에 직접 관여하는 설비로 정한다.
- 소각(열회수)시설에서의 에너지 회수효율 시스템 경계를 [그림 2-1]에 제시하였다. 소각설비를 에너지 생산 설비와 보조 설비로 구분하며 에너지 생산 설비는 소각로, 보일러, 발전설비 등을, 보조 설비는 대기오염 방지설비 등을 포함한다. 이러한 에너지 생산 설비와 보조 설비를 포함하는 범위를 에너지 회수효율 산정식 시스템 경계로 정한다.
- 폐기물, 보조연료, 전기 등 시스템 경계로 공급하는 에너지와 에너지 생산 설비에서 생산되어 활용되는 열에너지(소각 배가스, 증기, 온수), 전기에너지를 각각 에너지 회수효율 산정 인자로 정의한다.
- 에너지 생산 설비에서 생산되어 활용되는 열원 및 전기에너지 유효 사용량은 내부 설비와 사업장 내 외부 시설, 사업장 부지 경계 밖의 외부 시설에서 활용되는 에너지를 말한다. 여기서 내부 설비란 에너지 회수효율 산정식 적용범위 내의 에너지 생산 설비와 보조 설비를 말하며, 회수 열에너지(소각 배가스, 증기, 온수)를 내부 설비에서 사용하는 경우 보조 설비에서 사용된 양에 대하여만 유효사용량으로 인정하며, 전기에너지의 경우 내부 설비 자체사용량을 모두 유효사용량으로 인정한다.

- 에너지 생산 설비에서 생산되어 활용되는 열원 및 전기에너지 중 시스템경계 외부 (사업장 내 외부 시설 및 외부 시설)에서 사용되는 에너지는 모두 유효 사용량으로 인정한다. 여기서, 사업장 내 외부 시설이란 사업장 부지 경계 내 소각공정 이외의 시설을 말하며, 외부 시설이란 사업장 부지 경계 밖의 시설을 말한다.



* 열원 유효사용 에너지[E_o] 중 소각 배가스를 직접 열원으로 활용하는 경우에는 1.1의 보정계수를 적용하지 않는다

[그림 2-1] 에너지 회수효율 산정식 적용 범위(시스템 경계)

2-2 산정방법

가 에너지 회수효율 [고시 제5조 관련]

고시 제5조 (산정방법)

에너지 회수효율(%)은 아래의 식에 따라 산정한다.

$$\text{에너지 회수효율(\%)} = \frac{E_p - (E_f + E_i)}{0.97 \times (E_w + E_f)} \times 100$$

1. E_p : 산정 기간 동안 열원 또는 전기 등의 형태로 생산한 에너지 중 유효하게 이용한 에너지(Gcal/년, 전기 2.6, 증기·온수 1.1 가중)
2. E_f : 산정 기간 동안 에너지생산에 기여하며, 외부에서 공급받은 에너지즉, 폐기물 에너지를 제외한 소각로 및 보일러 등에 공급된 보조연료(등유, 경유, LNG, SRF 등)에너지(Gcal/년)
3. E_i : 산정 기간 동안 에너지생산에 기여하지 않으나, 외부에서 공급받은 에너지(Gcal/년, 전기 2.6, 증기·온수 1.1 가중) 즉, 폐기물에 포함된 에너지(E_w), 소각로 및 보일러 등에 공급된 에너지(E_f) 이외에 외부에서 공급받아 투입된 에너지, 소각시설에서 사용한 전기 및 연료량이 해당, 정기유지 보수 기간에 사용하는 전기 및 순환하는 에너지는 제외
4. E_w : 산정 기간 동안 처리되는 모든 폐기물이 보유한 에너지(Gcal/년), 폐기물의 저위발열량을 사용하여 계산

○ E_p : 생산된 에너지 중 유효하게 이용한 에너지

- E_p 는 생산된 에너지 중 시스템 경계 외부로 공급하는 에너지와 시스템 경계 내부의 장치 또는 설비에서 유효하게 사용되는 에너지를 뜻함
- 시스템 경계 외부로 공급하는 에너지 중 사업장 내 외부시설에서 사용되는 에너지는 사업장 부지 경계 내 소각공정 이외의 시설(폐기물 선별설비, 하수 처리설비, 금속회수설비 등)에서 사용되는 에너지를 뜻하며 E_p 에 포함됨
- 시스템 경계 외부로 공급하는 에너지 중 외부 시설에서 사용되는 에너지는 사업장 부지 경계 밖의 시설에서 사용되는 에너지를 뜻하며 E_p 에 포함됨

- 열원으로 생산된 에너지 중 시스템 경계 내부에서 사용된 에너지는 보조 설비 (증기 생산에 영향을 미치지 않는 설비 - 증기식 가스가열기, 백연방지설비, 사업장 냉·난방용 등)에서 사용된 에너지를 뜻하며 E_p 에 포함됨
- 단, 증기 생산에 영향을 미치는 설비에서 사용된 열에너지(연소용공기 예열, 보일러급수 예열, 탈기기 열 이용)는 E_p 에 포함하지 않음
- 전기 에너지의 경우 증기 생산 영향 여부에 관계없이 내부 설비 사용량과 외부 시설 공급량 모두 E_p 에 포함됨
- 증기 또는 온수의 열에너지는 1.1, 전력에너지는 2.6의 등가계수를 적용하며 소각 배가스를 직접 열원으로 활용하는 경우에는 등가계수를 적용하지 않음
- 열분해·고온용융 시설의 경우 배출되는 슬래그의 보유 열에너지를 E_p 에 포함하여 산정

Point

□ 회수 에너지 사용 설비에 따른 에너지원별 유효사용량(E_p) 인정 여부

에너지원	내부 설비		외부 시설		등가계수
	에너지 생산 설비	보조 설비	사업장내외부시설	외부 시설	
증기	×	○	○	○	1.1
온수	×	○	○	○	1.1
소각 배가스	×	○	○	○	1.0
전기	○	○	○	○	2.6

□ 내부 설비 및 외부 시설 종류(예시)

구 분		해당 설비 및 시설 예시
내부 설비	에너지 생산 설비	- 연소용 공기 예열기 - 보일러 급수 예열기 - 탈기기
	보조 설비	- 사업장 냉·난방 설비 - 증기식 가스가열기 - 백연방지설비 등
외부 시설	사업장 내 외부시설	- 하수슬러지 건조 설비, 금속회수 설비, 폐기물 선별설비, 혐기성 소화설비, 하수처리설비, 기타 설비 등 - 생활폐기물 소각시설의 경우 주민편익시설(스포츠센터, 수영장, 화훼단지 등)로 공급한 에너지도 포함
	외부시설	- 한국지역난방공사, 한국전력공사, 인근 지역 산업체 등

○ E_f : 에너지 생산에 기여하며, 외부에서 공급받은 에너지

- E_f 는 에너지 생산에 기여하는 에너지(경유, 등유, 코크스, LNG 등)로써 즉, 소각로 내 투입되는 에너지 중 폐기물 에너지를 제외한 보조연료의 에너지를 말함. 단, 정기유지보수기간 중 사용된 에너지는 제외함
- 석유, 가스, 석탄 등의 보조연료의 저위발열량은 「에너지법 시행규칙」 별표 1에 따름. 반면, 플라즈마의 경우 사용 전력량을 기준으로 투입 에너지량을 산정하도록 하며, 고행연료(SRF)를 사용하는 시설에서는 확인검사에 따른 저위발열량을 적용하도록 함

Point

□ E_f 적용 보조연료 예시

- E_f 는 소각공정의 가동과 중지애 사용되는 연료와, 보조버너를 사용하여 소각로 내 온도를 유지하기 위하여 사용된 연료를 말한다.
- 사용한 연료의 저위발열량은 「에너지법 시행규칙」 별표 1에 따른다.

구 분	에너지원	저위발열량
석 유	등유	8,200 kcal/L
	경유	8,420 kcal/L
	B-A유	8,700 kcal/L
	B-C유	9,360 kcal/L
가 스	천연가스(LNG)	11,780 kcal/Nm ³
	도시가스(LNG)	9,420 kcal/Nm ³
	도시가스(LPG)	13,780 kcal/Nm ³
석 탄	국내무연탄	4,450 kcal/kg
	연료용 수입무연탄	4,920 kcal/kg
	연료용 유연탄(역청탄)	5,890 kcal/kg
	아역청탄	5,100 kcal/kg
	코크스	6,900 kcal/kg
플라즈마	전력	860 kcal/kwh
고형연료	SRF	확인검사 시 저위발열량

○ E_b : 에너지 생산에 기여하지 않으나, 외부에서 공급받은 에너지

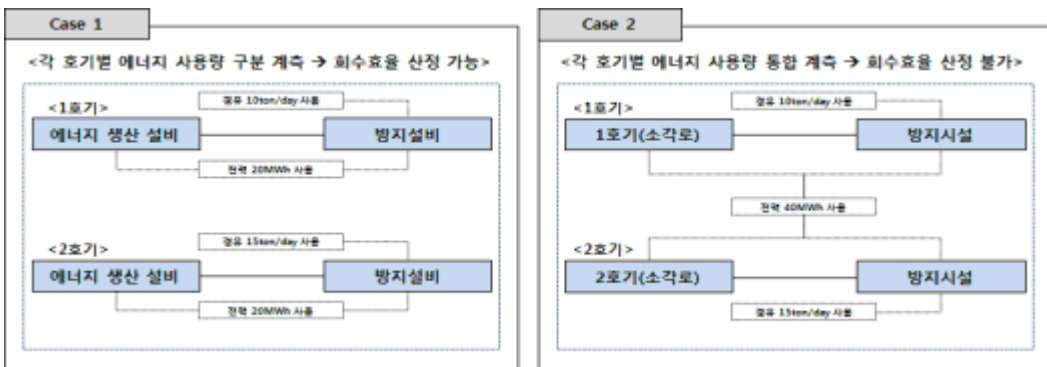
- E_b 는 에너지 생산에 기여하지 않으나, 외부에서 공급받은 모든 에너지(경유, 등유, LNG, 전기 등)를 뜻함

- 폐기물에 포함된 에너지(E_w) 및 증기생산에 기여한 에너지(E_f) 이외에 투입된 에너지로써 방지시설에서 사용한 보조연료 및 증기, 소각설비에서 사용된 전기에너지 등이 포함됨. 단, 정기유지보수기간 중 사용된 에너지는 제외
- 연료의 사용량 중 대기오염방지시설에서 사용된 연료량(E_i)과 소각로에 사용된 연료량(E_f)의 명확한 구분 필요
- 사업장 내 전력 사용량 중 시스템경계 내부 설비(소각설비)에서 사용된 전력량과 시스템 경계 외부 시설(사무동, 전처리설비, 슬러지 건조설비, 재로부터 금속회수설비 등)에서 사용된 전력량 구분 필요

Point

□ E_i 적용 보조연료 및 전력량 범위

- E_i 는 연료 에너지(경유, 등유, LNG 등) 사용량 중 보조설비(대기오염 방지설비 등)에서 사용된 에너지만을 포함하며, 에너지 생산설비에 투입된 보조연료의 에너지량(E_f)은 포함하지 않는다.
- 단, 전기 에너지는 소각설비 전체(에너지 생산 설비 + 보조 설비)에서 사용된 외부 전력 수전량을 모두 E_i 에 포함한다. 소각설비에서 사용된 외부 전력 수전량은 최소 다음의 주요 전력 사용 설비에서 사용된 양을 반드시 포함하여야 한다.
 - 송풍기류(압입송풍기, 유인송풍기)
 - 펌프류(폐기물 투입펌프, 보일러 급수펌프, 대기오염 방지설비 세정수 펌프, 약품 펌프, 기타 물펌프 등)
 - 전기집진기 사용 전력
- 사업장 내 다수의 소각설비가 존재할 경우 각 설비별 사용에너지(경유, 등유, LNG, 전기 등)에 대한 명확한 구분이 필요하며, 계측기를 통하여 모든 에너지 사용량은 이용의 증거로서 문서화되어야 한다.



○ E_w : 처리되는 모든 폐기물이 보유한 에너지

- 에너지 회수효율 산정 기간 동안 처리된 폐기물의 총 보유 에너지를 말하며 폐기물 저위발열량(Lower Heating Value)을 이용하여 산정함
- E_w 는 시스템 경계 내 투입되는 모든 종류의 폐기물을 포함

나 >> 저위발열량(Lower Heating Value) [고시 제6조 관련]

고시 제6조 (저위발열량 산정방법)

저위발열량 산정방법에 대한 세부 사항은 「에너지 회수효율 측정·산정방법 및 절차 등에 관한 해설서」를 따른다.

1) 생활폐기물 소각시설(일반·고온 소각시설)

- 생활폐기물 소각시설 중 일반·고온 소각시설에서의 저위발열량은 아래 산정식을 이용하여 산정한다.
 - 생활폐기물 일반·고온 소각시설의 보일러 효율, 배출가스 열손실, 기타 손실(방열손실, 바닥재 열손실 등)을 계산하여 LHV_w 산정식 도출
 - 본 저위발열량 산정식은 폐기물 특성변화 및 기술력 향상 등을 고려하여 3년을 기준으로 재검토 할 수 있음

$$LHV_w (kcal/kg) = [1.011 \times (\frac{m_{stw}}{m_w}) \times h_{st} + 1.672 \times t_{gb}]$$

$$\text{여기서, } m_{stw} = m_{st} - [m_{fl} \times (\frac{LHV_f}{h_{st}})] \times \eta_b$$

LHV_w 대상 호기 소각로에 투입되는 폐기물의 저위발열량(kcal/kg)

LHV_f 보조연료의 저위발열량(kcal/L, kcal/Nm³)

m_{stw} 대상 호기에서 폐기물로부터 생산된 증기의 총 생산량(ton/yr)

m_{st} 대상 호기에서 생산된 증기의 총 생산량(ton/yr)

m_w 대상호기에 투입된 폐기물의 총 투입량(ton/yr)

m_{fl} 증기생산에 기여한 보조연료(소각로 투입 보조연료)의 총 투입량(kL/yr, kNm³/yr)

h_{st} 생산된 증기의 순 엔탈피(kcal/kg)

t_{gb} 폐열보일러 후단 배출가스의 평균 온도(°C)

η_b 폐열보일러 효율(%), 80% 적용

1.672 배출가스 온도로 인한 열손실 보정계수(kcal/kg · °C)

1.011 기타 열손실(방열손실, 소각 잔재물 열손실 등) 보정계수

2) 생활폐기물 소각시설(열분해(가스화)·고온용융시설)

- 생활폐기물 소각시설 중 열분해(가스화)·고온용융시설에서의 저위발열량은 아래 산정식을 이용하여 산정한다.
 - 생활폐기물 열분해(가스화)·고온용융 소각시설의 보일러 효율, 배출가스 열손실, 기타 손실(방열손실, 열분해 잔재물 및 슬래그 열손실 등)을 계산하여 LHV_w 산정식 도출
 - 본 저위발열량 산정식은 폐기물 성상변화 및 기술력 향상 등을 고려하여 3년을 기준으로 재검토 할 수 있음

$LHV_w (kcal/kg) = [0.923 \times (\frac{m_{stw}}{m_w}) \times h_{st} + 1.682 \times t_{gb}]$ <p style="text-align: center;">여기서, $m_{stw} = m_{st} - [m_{fl} \times (\frac{LHV_f}{h_{st}})] \times \eta_b$</p>	
LHV_w	대상 호기 소각로에 투입되는 폐기물의 저위발열량(kcal/kg)
LHV_f	보조연료의 저위발열량(kcal/L, kcal/Nm ³)
m_{stw}	대상 호기에서 폐기물로부터 생산된 증기의 총 생산량(ton/yr)
m_{st}	대상 호기에서 생산된 증기의 총 생산량(ton/yr)
m_w	대상호기에 투입된 폐기물의 총 투입량(ton/yr)
m_{fl}	증기생산에 기여한 보조연료(열분해·용융로 투입 보조연료)의 총 투입량(kL/yr, kNm ³ /yr)
h_{st}	생산된 증기의 순 엔탈피(kcal/kg)
t_{gb}	폐열보일러 후단 배출가스의 평균 온도(°C)
η_b	폐열보일러 효율(%), 80% 적용
1.682	배출가스 온도로 인한 열손실 보정계수(kcal/kg·°C)
0.923	기타 열손실(방열손실, 열분해·용융 잔재물 열손실 등) 보정계수

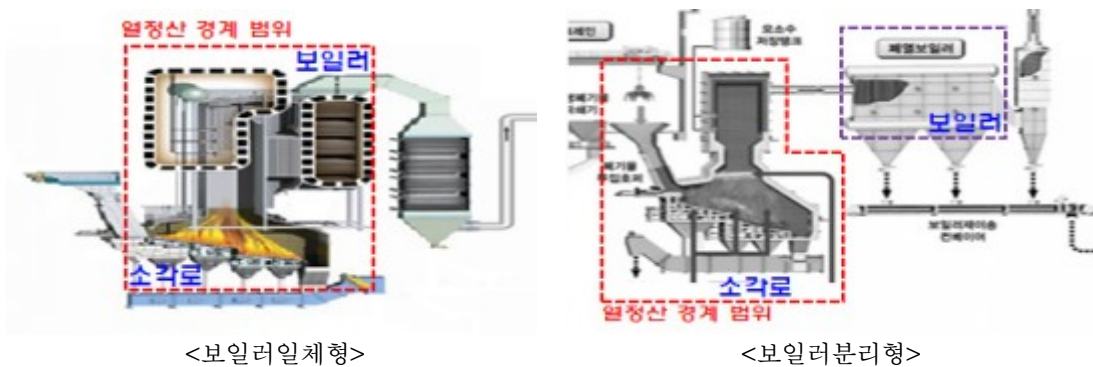
3) 사업장폐기물 소각시설

- 사업장폐기물 소각시설의 저위발열량은 폐기물 성상, 보일러 형태(보일러일체형 및 보일러분리형) 및 소각로 형태(Stoker, Rotary kiln, FBC 등) 등의 다양한 특성을 고려하여 열정산법을 이용하여 저위발열량을 산정하도록 한다.

$LHV_w(kcal/kg) = (\sum Q_{out} - \sum Q_{in}) \div m_w \times 1,000$	
LHV_w	대상 호기 소각로에 투입되는 폐기물의 저위발열량(kcal/kg)
$\sum Q_{out}$	모든 출열 항목의 총 출열량(Gcal/yr)
$\sum Q_{in}$	폐기물 보유 열량을 제외한 모든 입열 항목의 총 입열량(Gcal/yr)
m_w	대상호기에 투입된 폐기물의 총 투입량(ton/yr)

(1) 보일러 형태에 따른 열정산법 적용방법

- 보일러일체형은 보일러가 소각로 위를 덮도록 설계된 구조이며, 보일러분리형은 소각로 2차 연소실 출구와 보일러 입구가 관로를 통하여 연결된 구조이다.
 - 에너지보존법칙(Law of Energy Conservation)을 바탕으로 열정산 경계 범위로 출입하는 Input energy와 Output energy에 해당하는 흡수열량 및 손실열량을 규명하여 저위발열량을 산정
 - 열정산법 적용 시 보일러일체형은 소각로 및 보일러를 경계범위로 적용하며, 보일러분리형은 소각로만을 경계범위로 적용



[그림 2-2] 폐기물 소각시설에서의 보일러 형태

(2) 항목별 산정방법

○ 보일러형태에 따른 열정산 적용 항목

구 분	입 열 (Q_{in} , Gcal/yr)	출 열 (Q_{out} , Gcal/yr)
보일러 일체형	Q_{in1} 연소 보조연료 공급 열량	Q_{out1} 증기 흡수열
	Q_{in2} 1차 연소용 공기 공급 열량	Q_{out2} 배출가스 보유열
	Q_{in3} 2차 연소용 공기 공급 열량	Q_{out3} 폐열보일러 방열손실
	Q_{inw} 투입되는 폐기물의 보유 열량	Q_{out4} 소각로 방열손실
		Q_{out5} 소각 잔재물 배출열
		Q_{out6} 소각 잔재물 미연탄소분 열량
		Q_{outf} 브로우다운 배출열
보일러 분리형	Q_{in1} 연소 보조연료 공급 열량	Q_{out1}' 배출가스 보유열
	Q_{in2} 1차 연소용 공기 공급 열량	Q_{out2}' 소각로 방열손실
	Q_{in3} 2차 연소용 공기 공급 열량	Q_{out3}' 소각 잔재물 배출열
	Q_{inw} 투입되는 폐기물의 보유 열량	Q_{out4}' 소각 잔재물 미연탄소분 열량

○ 사업장폐기물 소각시설은 보일러형태(보일러일체형, 보일러분리형)에 따라 다음의 열정산법을 적용하여 저위발열량을 산출하도록 한다.

○ 보일러일체형 열정산 항목별 산정방법

【보일러일체형 열정산 입열항목】

① [입열 1] 연소 보조연료 공급 열량 (Q_{in1})

$Q_{in1} = m_{fl} \times LHV_f \times \frac{1}{1000}$	
Q_{in1}	연소 보조연료의 공급 열량(Gcal/yr)
m_{fl}	증기생산에 기여한 보조연료(소각로 투입 보조연료)의 총 투입량(ton/yr)
LHV_f	보조연료의 저위발열량(kcal/kg)

② [입열 2] 1차 연소용 공기 공급 열량 (Q_{in2})

$Q_{in2} = A_1 \times c_a \times (t_{a1} - t_0) \times \frac{1}{1000}$	
Q_{in2}	1차 연소용 공기의 공급 열량(Gcal/yr)
A_1	1차 연소용 공급 공기의 총 유량(kNm ³ /yr)
c_a	공기의 비열(kcal/Nm ³ ·°C)
t_{a1}	1차 연소용 공급 공기의 평균 온도(°C)
t_0	기준온도(°C), 25°C 적용

③ [입열 3] 2차 연소용 공기 공급 열량 (Q_{in3})

$Q_{in3} = A_2 \times c_a \times (t_{a2} - t_0) \times \frac{1}{1000}$	
Q_{in3}	2차 연소용 공기의 공급 열량(Gcal/yr)
A_2	2차 연소용 공급 공기의 총 유량(kNm ³ /yr)
c_a	공기 비열(kcal/Nm ³ ·°C)
t_{a2}	2차 연소용 공급 공기의 평균 온도(°C)
t_0	기준온도(°C), 25°C 적용

Point

- 연소용 공기 공급 열량은 1차 2차 FD fan 이외에 추가 공급라인이 있는 경우, 모든 라인에 대한 연소용 공기 공급 열량을 산정하여야 한다.

【보일러일체형 열정산 출열항목】

① [출열 1] 증기 흡수열 (Q_{out1})

$Q_{out1} = m_{st} \times h_{st} \times \frac{1}{1000}, h_{st} = h_1 - h_2$	
Q_{out1}	보일러일체형- 증기 흡수열(Gcal/yr)
m_{st}	생산된 증기의 총량(ton/yr)
h_{st}	생산된 증기의 순 엔탈피(kcal/kg)
h_1	생산된 증기의 엔탈피(kcal/kg)
h_2	폐열보일러 급수의 엔탈피(kcal/kg)

② [출열 2] 배출가스 보유열 (Q_{out2})

$Q_{out2} = G_b \times c_{gb} \times (t_{gb} - t_0) \times \frac{1}{1000}$, $G_b = G \times (1 + \frac{w_{gb}}{100}) \times (\frac{21 - O_2}{21 - O_{2b}})$	
Q_{out2}	보일러일체형 - 배출가스 보유열(Gcal/yr)
G_b	폐열보일러 후단 배출가스의 총 유량(kNm ³ /yr)
c_{gb}	폐열보일러 후단 배출가스의 비열(kcal/Nm ³ · °C)
t_{gb}	폐열보일러 후단 배출가스의 평균 온도(°C)
t_0	기준온도(°C), 25°C 적용
G	굴뚝 배출가스의 총 유량(건기준)(kNm ³ /yr)
w_{gb}	폐열보일러 후단 배출가스의 평균 수분 함량(%)
O_2	굴뚝 배출가스의 평균 산소 농도(%)
O_{2b}	폐열보일러 후단 배출가스의 평균 산소 농도(%)

③ [출열 3] 폐열보일러 방열손실 (Q_{out3})

$Q_{out3} = \sum LR_{gb}$	
Q_{out3}	보일러일체형 - 폐열보일러 방열 손실(Gcal/yr)
$\sum LR_{gb}$	부분별 폐열보일러 방열 손실 산정 값의 총계(Gcal/yr) ※ 부분별 폐열보일러 방열손실은 「부록 3 : 적외선 열화상 카메라를 이용한 방열손실 측정 및 산정방법 해설서」에 따라 분기별 1회 측정하여 대푯값으로 적용하도록 한다.

④ [출열 4] 소각로 방열손실 (Q_{out4})

$Q_{out4} = \sum LR_i$	
Q_{out4}	보일러일체형 - 소각로 방열 손실(Gcal/yr)
$\sum LR_i$	부분별 소각로 방열 손실 산정 값의 총계(Gcal/yr) ※ 부분별 소각로 방열손실은 「부록 3 : 적외선 열화상 카메라를 이용한 방열손실 측정 및 산정방법 해설서」에 따라 분기별 1회 측정하여 대푯값으로 적용하도록 한다.

⑤ [출열 5] 소각 잔재물 배출열 (Q_{out5})

$Q_{out5} = m_{ba} \times c_{ba} \times (t_{ba} - t_0) \times \frac{1}{1000}$, $m_{ba} = M_{ba} \times r_1 \times (1 - \frac{w_{ba}}{100})$, $r_1 = \frac{m_w}{M_w}$	
Q_{out5}	보일러일체형 - 소각 잔재물 배출열(Gcal/yr)
m_{ba}	대상호기에서 발생된 바닥재의 총 발생량(건기준)(ton/yr)
c_{ba}	바닥재의 비열(kcal/kg · °C)
t_{ba}	대상 호기에서 발생된 바닥재의 평균 온도(°C)
t_0	기준온도(°C), 25°C 적용
r_1	전체 호기 폐기물 투입량 대비 대상 호기 폐기물 투입량의 비율
M_{ba}	사업장 내 전체 호기에서 발생된 바닥재의 총 발생량(ton/yr)
M_w	사업장 내 전체 호기에 투입된 폐기물의 총 투입량(ton/yr)
m_w	대상 호기에 투입된 폐기물의 총 투입량(ton/yr)
w_{ba}	바닥재의 평균 수분 함량(%)

⑥ [출열 6] 소각 잔재물 미연탄소분 열량 (Q_{out6})

$Q_{out6} = m_{ba} \times \frac{Li_{ba}}{100} \times C \times \frac{1}{1000}$	
Q_{out6}	보일러일체형 - 소각 잔재물 미연탄소분 열량(Gcal/yr)
Li_{ba}	바닥재의 평균 강열감량(%)
C	탄소열량(kcal/kg), 8,100kcal/kg 적용

⑦ [출열 7] 브로우다운 배출열 (Q_{out7})

$Q_{out7} = W_d \times h_d \times \frac{1}{1000}$, $W_d = W - m_{st}$	
Q_{out7}	보일러일체형 - 브로우다운 배출열(Gcal/yr)
W_d	대상 호기 브로우다운 수의 총 유량(ton/yr)
W	폐열보일러 급수의 총 유량(ton/yr)
m_{st}	대상 호기에서 생산된 증기의 총 생산량(ton/yr)
h_d	브로우다운 수(드럼 수)의 엔탈피(kcal/kg)

○ 보일러분리형 열정산 항목별 산정방법

【보일러분리형 열정산 입열항목】

① [입열 1] 연소 보조연료 공급 열량 (Q_{in1})

$$Q_{in1} = m_{fl} \times LHV_f \times \frac{1}{1000}$$

Q_{in1} 연소 보조연료의 공급 열량(Gcal/yr)

m_{fl} 증기생산에 기여한 보조연료(소각로 투입 보조연료)의 총 투입량(ton/yr)

LHV_f 보조연료의 저위발열량(kcal/kg)

② [입열 2] 1차 연소용 공기 공급 열량 (Q_{in2})

$$Q_{in2} = A_1 \times c_a \times (t_{a1} - t_0) \times \frac{1}{1000}$$

Q_{in2} 1차 연소용 공기의 공급 열량(Gcal/yr)

A_1 1차 연소용 공급 공기의 총 유량(kNm³/yr)

c_a 공기의 비열(kcal/Nm³ · °C)

t_{a1} 1차 연소용 공급 공기의 평균 온도(°C)

t_0 기준온도(°C), 25°C 적용

③ [입열 3] 2차 연소용 공기 공급 열량 (Q_{in3})

$$Q_{in3} = A_2 \times c_a \times (t_{a2} - t_0) \times \frac{1}{1000}$$

Q_{in3} 2차 연소용 공기의 공급 열량(Gcal/yr)

A_2 2차 연소용 공급 공기의 총 유량(kNm³/yr)

c_a 공기 비열(kcal/Nm³ · °C)

t_{a2} 2차 연소용 공급 공기의 평균 온도(°C)

t_0 기준온도(°C), 25°C 적용

Point

■ 연소용 공기 공급 열량은 1차 2차 FD fan 이외에 추가 공급라인이 있는 경우, 모든 라인에 대한 연소용 공기 공급 열량을 산정하여야 한다.

【보일러분리형 열정산 출열항목】

① [출열 1] 배출가스 보유열 (Q_{out1}')

$$Q_{out1}' = G_b \times c_{gi} \times (t_{gi} - t_0) \times \frac{1}{1000}, \quad G_b = G \times \left(1 + \frac{w_{gb}}{100}\right) \times \left(\frac{21 - O_2}{21 - O_{2b}}\right)$$

Q_{out1}' 보일러분리형 - 배출가스 보유열(Gcal/yr)

G_b 폐열보일러 후단 배출가스의 총 유량(kNm³/yr)

c_{gi} 2차 연소실 출구 배출가스의 비열(kcal/Nm³·°C)

t_{gi} 2차 연소실 출구 배출가스의 평균 온도(°C)

t_0 기준온도(°C), 25°C 적용

G 굴뚝 배출가스의 총 유량(건기준)(kNm³/yr)

w_{gb} 폐열보일러 후단 배출가스의 평균 수분 함량(%)

O_2 굴뚝 배출가스의 평균 산소 농도(%)

O_{2b} 폐열보일러 후단 배출가스의 평균 산소 농도(%)

② [출열 2] 소각로 방열손실 (Q_{out2}')

$$Q_{out2}' = \sum LR_i$$

Q_{out2}' 보일러분리형 - 소각로 방열 손실(Gcal/yr)

$\sum LR_i$ 부분별 소각로 방열 손실 산정 값의 총계(Gcal/yr)

※ 부분별 소각로 방열손실은 「부록 3 : 적외선 열화상 카메라를 이용한 방열손실 측정 및 산정방법 해설서」에 따라 분기별 1회 측정하여 대푯값으로 적용하도록 한다.

③ [출열 3] 소각 잔재물 배출열 (Q_{out3}')

$Q_{out3}' = m_{ba} \times c_{ba} \times (t_{ba} - t_0) \times \frac{1}{1000}, \quad m_{ba} = M_{ba} \times r_1 \times \left(1 - \frac{w_{ba}}{100}\right), \quad r_1 = \frac{m_w}{M_w}$	
Q_{out3}'	보일러분리형 - 소각 잔재물 배출열(Gcal/yr)
m_{ba}	대상호기에서 발생된 바닥재의 총 발생량(건기준)(ton/yr)
c_{ba}	바닥재의 비열(kcal/kg · °C)
t_{ba}	대상 호기에서 발생된 바닥재의 평균 온도(°C)
t_0	기준온도(°C), 25°C 적용
r_1	전체 호기 폐기물 투입량 대비 대상 호기 폐기물 투입량의 비율
M_{ba}	사업장 내 전체 호기에서 발생된 바닥재의 총 발생량(ton/yr)
M_w	사업장 내 전체 호기에 투입된 폐기물의 총 투입량(ton/yr)
m_w	대상 호기에 투입된 폐기물의 총 투입량(ton/yr)
w_{ba}	바닥재의 평균 수분 함량(%)

④ [출열 4] 소각 잔재물 미연탄소분 열량 (Q_{out4}')

$Q_{out4}' = m_{ba} \times \frac{Li_{ba}}{100} \times C \times \frac{1}{1000}$	
Q_{out4}'	보일러분리형 - 소각 잔재물 미연탄소분 열량(Gcal/yr)
Li_{ba}	바닥재의 평균 강열감량(%)
C	탄소열량(kcal/kg), 8,100kcal/kg 적용

2-3 산정기간 [고시 제7조 관련]

고시 제7조 (산정기간)

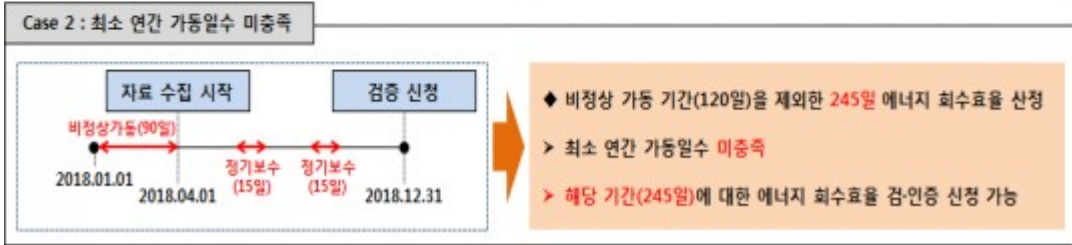
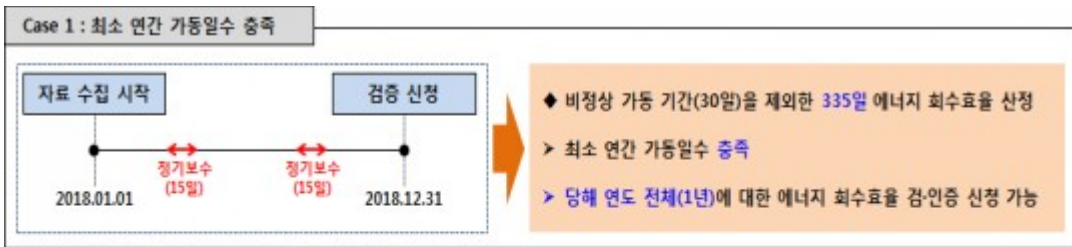
에너지 회수효율 산정기간은 1년을 원칙으로 하며, 과학원에서 지정하는 정보관리시스템(이하 “정보관리시스템”이라 한다)을 통하여 통지된 시설의 유지관리(정기보수 등)를 위한 비정상 가동일 수는 산정기간에서 제외할 수 있다.

- 에너지 회수효율 산정기간은 1년을 원칙으로 하며, 1년간 검증 받을 자료를 토대로 매년 에너지 회수효율 산정방법에 따라 산정한 후 검증보고서를 작성하여 검증을 신청하여야 하며, 시설의 유지관리(정기보수 등)를 위한 비정상 가동일 수는 산정기간에서 제외한다. 여기서 비정상 가동일 수는 사업장에서 정보관리시스템을 통하여 신고한 기간을 말한다.
- 1년간의 에너지 회수효율 검증을 위한 “최소 연간 가동일수”는 생활폐기물 소각시설의 경우 「생활폐기물 소각시설 설치·운영지침 해설서」의 기준을 준용하며, 사업장폐기물 소각시설은 “최소 연간 가동일수”가 275일 이상이어야 한다.
- 단, 폐기물 반입량 부족, 시설의 폐쇄, 계측장비 미비 등의 이유로 정상가동 기간이 “최소 연간 가동일수” 기준을 충족하기 곤란한 시설의 경우에는, 정상 가동한 일정 기간 동안의 검증 자료를 바탕으로 에너지 회수효율 산정방법에 따라 산정하여 검증을 신청할 수 있다.
- “최소 연간 가동일수”를 준수하여 검증을 신청한 시설은 당해 연도 전체에 대한 에너지 회수효율 검·인증을 받을 수 있으며, “최소 연간 가동일수”를 충족하지 못하여 일정 기간의 검증을 신청한 시설은 해당 기간에 대한 에너지 회수효율 검·인증을 받을 수 있다.

Point

□ 에너지 회수효율 산정기간에 따른 검·인증 신청 방법

- 산정기간 중 유지관리를 위한 비정상 가동일수는 산정기간에서 제외한다. 단, 에너지 회수효율 검증 자료 제출 시 산정기간 내에 포함되는 비정상 가동 기간에 대한 운영 데이터를 모두 제시하여야 하며, 해당 기간의 비정상 가동에 대한 사유를 구체적으로 명시하여야 한다.
- 에너지 회수효율 산정 시점(산정 데이터 수집 시점)과 관계없이 산정기간은 매년 말일까지를 원칙으로 한다.
- 산정기간에 따른 에너지 회수효율 인증 기간(예시)



※ 비정상 가동(예시) : 폐기물 반입량 부족, 시설의 중도 폐쇄, 필수 계측장비 미비, 시설 보수 등의 대정비 기간 등

제 3 장

Data 측정·기록 및 계측기 정도관리 방안



3-1 측정항목 및 측정지점 [고시 제8조, 제9조 관련]

고시 제8조(측정 방법)

에너지 회수효율 산정식을 구성하는 4가지 인자(E_p , E_f , E_i , E_w)를 산출하기 위하여 필요한 물리량을 산정기간 동안 지속적으로 측정·기록하여야 한다. 세부방법은 『에너지 회수효율 측정·산정방법 및 절차 등에 관한 해설서』를 따른다.

고시 제9조(계측자료 측정)

① 계측기 항목은 온도계, 압력계, 유량계 등을 이용하여 측정·기록하도록 하며, 계측기 외 측정항목은 검사기관을 통하여 측정하여 에너지 회수효율 산정 시 적용하도록 한다.

② 소각열회수시설 설치·운영자는 「폐기물관리법」 시행규칙 별표 8을 준수하여야 하며, 그 밖의 측정주기 및 세부 측정방법은 『에너지 회수효율 측정·산정방법 및 절차 등에 관한 해설서』를 따른다.

- 에너지 회수효율의 검·인증을 신청하기 위해서는 에너지 회수효율 및 저위발열량 산정인자에 대한 정확한 계측기 측정값을 제시해야 하며, 정기적인 검정·교정검사를 통하여 계측기의 신뢰성을 확보해야 한다.
- 또한, 소각(열회수)시설 설치·운영자의 계측기 설치 부담완화를 위하여 계측기 항목과 계측기 외 측정항목으로 구분하여 데이터를 관리하도록 하며, 계측기 외 측정항목은 검사기관을 통하여 측정·기록하도록 한다.
- 계측기 설치항목 및 설치지점은 [표 3-1]과 [그림 3-1]을 따른다.

Point

□ 폐기물관리법 시행규칙 제3조제3항 : “에너지회수기준을 측정하는 기관(검사기관)”

- ① 「한국환경공단법」에 따른 한국환경공단(이하 “한국환경공단”)
- ② 「과학기술분야 정부출연연구기관 등의 설립·운영 및 육성에 관한 법률」에 따라 설립된 한국기계연구원(이하 “한국기계연구원”) 및 한국에너지기술연구원
- ③ 「산업기술혁신촉진법」 제41조에 따른 한국산업기술시험원(이하 “한국산업기술시험원”)
- ④ 「국기표준기본법」 제23조에 따라 인정받은 시험·검사기관 중 환경부장관이 지정하는 기관

[표 3-1] 계측기 종류 및 부착위치

계측기	표시	대상	위치
중량계	M1	폐기물	소각로 투입구
	M2	소각잔재물	소각잔재물 반출
유량계	F1	보조연료	소각로 공급
	F2	연소용 공기	압입송풍기
	F3	생산증기	폐열보일러 출구
	F4	배출가스	굴뚝
	F5	보일러 급수	보일러 급수펌프
	F6	사용 증기/온수	내부 사용
	F7	사용 증기/온수	외부 공급
	F8	응축수	내부 사용 증기/온수 응축수(선택설치)
	F9	응축수	외부 공급 증기/온수 응축수(선택설치)
	F10	보조연료	대기오염 방지설비 공급
온도계	T1	연소용 공기	압입송풍기
	T2	생산증기	폐열보일러 출구
	T3	배출가스	2차연소실 후단
	T4	배출가스	폐열보일러 후단
	T5	보일러 급수	보일러 급수펌프
	T6	사용 증기/온수	내부 사용
	T7	사용 증기/온수	외부 공급
	T8	응축수	내부 사용 증기/온수 응축수
	T9	응축수	외부 공급 증기/온수 응축수
압력계	P1	연소용 공기	압입송풍기
	P2	증기	폐열보일러 출구
	P3	사용 증기/온수	내부 사용
	P4	사용 증기/온수	외부 공급
전력량계	W1	생산전력	터빈발전기 출구
	W2	생산전력	내부사용
	W3	생산전력	외부판매
	W4	사용전력	소각시설 사용(외부 수전)
농도계	O1	산소농도	굴뚝 배출가스

3-2 측정주기 및 측정방법 [고시 제8조, 제9조 관련]

가 측정주기

1) 계측기 측정

- (측정 항목) 저위발열량 및 에너지 회수효율 산정을 위한 계측기 항목으로는 크게 ① 폐기물 투입량, ② 소각로 및 방지시설 등 보조연료 투입량, ③ 연소용 공기 투입에너지(유량·온도·압력), ④ 전력 생산량 및 이용량(수전·판매, 내부사용 등), ⑤ 열원 생산 및 유효사용 에너지(유량·온도·압력), ⑥ 보일러 급수(유량·온도), ⑦ 폐열보일러 및 굴뚝 배출가스(유량·온도·조성 등)으로 구분한다.
- (측정 주기) 객관성·신뢰성 있는 데이터의 유지관리를 위하여 각 항목별 인자들에 대한 계측기의 측정주기는 자동연속측정을 원칙으로 한다. 단, 소각(열회수)시설 설치·운영자의 설비 및 시스템 개선 등 제도 시행을 위한 준비기간을 고려하여 최초년도(2018년)에 한하여 수기기록 결과를 인정하도록 한다.

2) 계측기 외 측정

- (측정 항목) 계측기 외 항목은 해당시설의 저위발열량을 산정하기 위한 것으로서 ① 소각로 및 보일러 방열손실, ② 바닥재 배출온도 및 성상, ③ 폐열보일러 후단 배출가스 조성(수분 및 산소) 등으로 구분한다.
 - 소각로 & 보일러 방열손실 : 열화상카메라를 이용하여 표면온도 측정
 - 바닥재 배출온도 및 성상(강열감량, 수분) : 폐기물공정시험기준 준용
 - 바닥재 배출온도 : 열화상카메라를 이용하여 온도 측정
 - 배출가스 조성(수분, 산소) : 대기오염공정시험기준 준용

- (측정 주기) 소각열회수시설의 경우 「폐기물관리법」 시행규칙 별표 8(폐기물 처리업자의 준수사항)에 따라 분기 1회 이상 측정·분석하도록 한다. 또한, 폐기물소각시설 설치·운영자가 본 해설서에 따라 에너지 회수효율 검·인증을 득하고자 하는 경우에도 분기 1회 이상 측정·분석을 원칙으로 한다.

나 측정방법

1) 데이터 측정·기록

- 에너지 회수효율 산정(저위발열량 포함)을 위한 각 계측기(온도계, 압력계, 유량계 등)의 측정 센서는 전기적인 신호(전압 또는 전류)를 변환하여 데이터 처리장치(Data Acquisition System)에 자동 전송되어야 한다. 또한, 필요한 데이터 값으로 변환하여 컴퓨터 등 자동 저장장치에 기록·저장되도록 한다.
- 측정값은 검정·교정된 계측기를 이용하여 실시간으로 측정되어 기록·저장되는 것을 원칙으로 한다. 단, 각 시설별 여건을 고려하여 최소기준 1회/1시간 이내에 측정하여 그 값을 기록·저장하도록 한다. 이와 같은 측정값은 일일 평균값 또는 적산값을 기록·저장하여 에너지 회수효율 산정 시 기초자료로 사용하도록 한다.
- 각 계측기는 일정 주기의 검정·교정을 통하여 검(필)증을 확보하여야 하며, 제어 시스템에서 계측기의 보정값(검정·교정 후)을 설정한 경우 그 값을 확인할 수 있도록 파라미터 설정값을 성적서에 포함하도록 한다.
- 소각(열회수)시설 설치·운영자는 계측기 외 항목에 대하여 검사기관에 의뢰하여 측정·분석 하도록 하며, 그 결과를 증명할 수 있는 증빙자료(성적서 등)를 검·인증 시 제출하도록 한다.
- 검사기관은 계측기 외 항목에 대하여 측정 시 3반복 측정을 원칙으로 하며, 측정값은 평균값을 적용하도록 한다.
- 소각(열회수)시설 설치·운영자는 검사기관이 원활히 현장측정(배출가스 조성, 바닥재 배출온도, 소각로 및 보일러 방열손실 등)을 수행할 수 있도록 작업 공간 및 측정구를 확보하여야 한다.

Point

□ 데이터 기록·저장 방법

- 각 계측기(온도계, 압력계, 유량계 등)의 측정결과는 데이터 처리장치를 이용하여 자동 기록·저장 되도록 하며, 그 결과를 검·인증 시 제출하도록 한다.
- ※ 제출 형식 : Raw data 및 에너지 회수효율 산정결과는 Excel 파일로 제출. 기타 증빙자료(운영일지 등)는 사본 또는 스캔 파일 등으로 제출 가능하며, “정보관리시스템”의 구축이 완료된 시점부터는 이를 통하여 자료 입력 및 증빙자료를 제출하도록 함
- 소각(열회수)시설 설치·운영자의 시스템 개선비용 및 소요기간 등을 고려하여 최초년도(2018년)에 한하여 일부 수기기록 결과를 인정하도록 한다. 단, 폐기물 투입량 및 유효사용량(E_p)에 관한 데이터(유량, 온도, 압력, 열량, 전력량 등)는 자동 기록·저장 시스템을 구축하여 관리하도록 한다.
- ※ 수기기록 인정여부 : 보조연료 투입량, 바닥재 배출량, 보일러 급수온도 등 폐기물 투입량 및 유효 사용량(E_p) 이외의 일부 데이터
- 계측기 측정값은 실시간으로 측정되어 기록·저장되는 것을 원칙으로 한다. 단, 각 시설별 여건을 고려하여 최소기준 1회/1시간(24회/24시간) 이내에 측정하여 그 값을 기록·저장하도록 한다.
- 계측기의 이상이 발생한 경우 수기 기록을 하여야 하며, 수기 기록은 1일(24시간 기준) 3회 이상 측정하여 그 결과값 및 평균값을 기록·보존하여 검·인증 시 증빙자료로 제출하여야 한다.

- 수기 기록 예) : 보일러 급수온도, 생산 증기 온도 및 압력

구 분	측정 시간	보일러 급수온도	증기 생산량	
			온 도	압 력
2018.01.05	06:00	78 °C	216 °C	22 kg/cm ² · G
	14:00	76 °C	220 °C	21 kg/cm ² · G
	22:00	78 °C	218 °C	20 kg/cm ² · G
평 균		77 °C	218 °C	21 kg/cm² · G

- 본 해설서 이외에 추가적으로 논의·결정이 필요한 경우는 검·인증위원회를 구성하여 심의하여 결정하도록 한다.

2) 세부 항목별 측정방법

(1) 폐기물 투입량

- 폐기물 투입량은 소각로 내 최종 투입단계에서 교정된 중량계(크레인, 컨베이어, 기계식 등)를 이용하여 상시 측정한다.
- 사업장일반폐기물 및 지정폐기물 혼소시설의 경우 최종 투입단계에서 교정된 중량계를 이용하여 폐기물 투입량을 상시 측정한다. 다만, 지정폐기물의 폐기물 처분부담금을 감면받고자 하는 시설의 경우 정확한 지정폐기물의 반입량을 문서화 하여 기록·유지 하여야한다.

(2) 보조연료

- 폐기물 소각시설 내 투입되는 보조연료(등유, 경유, LNG, SRF 등)의 저위발열량은 「에너지법 시행규칙」 별표를 따른다.
- 보조연료 사용량은 보조연료의 종류에 따라 유량계를 부착하여 명확한 사용량을 측정하도록 한다. 또한 소각로 공급 보조연료와 대기오염 방지설비 공급 보조연료 사용량을 구분하여 측정하여야 한다.
 - (고체연료) 수분의 증발을 피하기 위해 가능한 연소 직전에 측정한다. 측정은 보통 저울을 사용하나, 콜미터 그 밖의 계측기를 사용할 때는 지시량을 정확하게 보정한다.
 - (액체연료) 중량 탱크식 또는 용량 탱크식 혹은 용적식 유량계 등으로 측정한다.
 - (기체연료) 용적식 유량계 또는 오리피스식 유량계 등을 이용한다.

(3) 연소용 공기

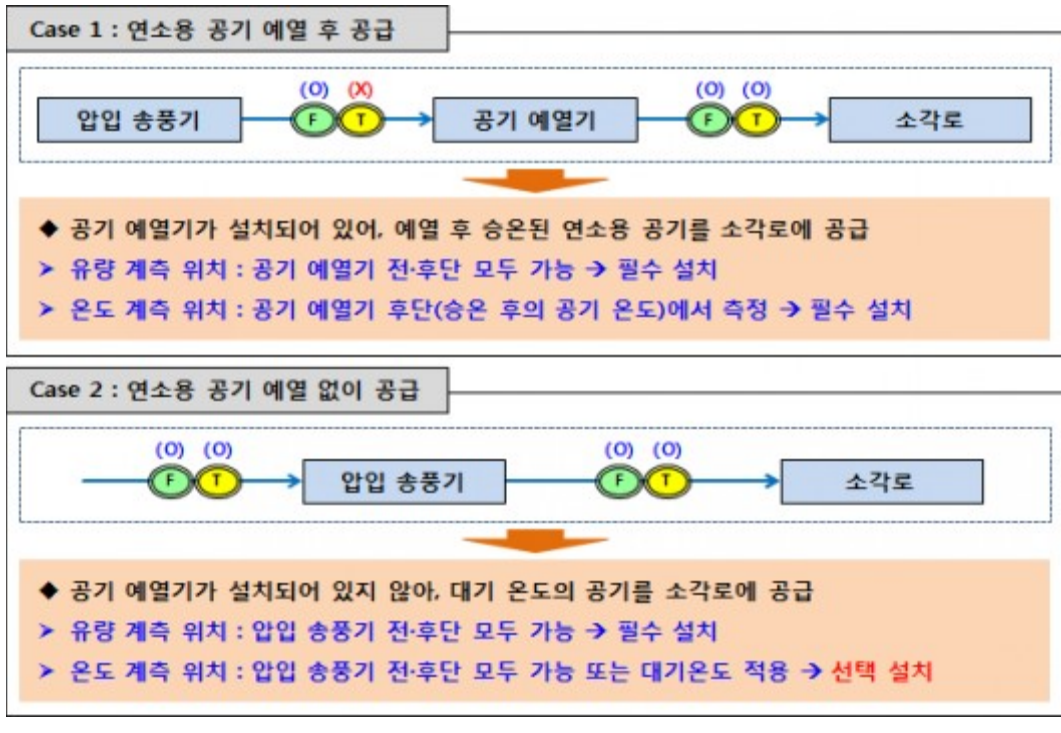
- (공기 유량) 유량계(차압식, 면적식, 오리피스, 전자식 등)를 사용하여 상시 측정함을 원칙으로 하며, 1차·2차 등 공기 공급 라인별 유량을 구분하여 계측하여야 한다.
- (압력 및 온도) 압력계 및 온도계는 선택 설치항목이며, 공기예열을 하지 않는

경우(외부 공기 투입)에는 해당 지역의 외기온도를 적용할 수 있다. 단, 연소용 공기를 예열하여 사용하는 경우 유량계 및 온도계는 필수 설치항목이며, 보다 정확한 저위발열량 산정을 위하여 압력계를 설치할 수 있다.

Point

□ 연소용 공기 유량 및 온도 계측 위치

- 소각로에 공급되는 공기의 유량과 온도를 계측하여야 하며, 공기 예열기 여부 (예열 여부)에 따라 적절한 위치에 온도계를 설치하여야 한다.



(4) 폐열보일러 급수

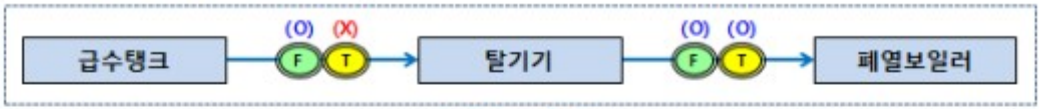
- (급수 유량) 폐열보일러 내 공급되는 급수 유량계는 중량 탱크식 또는 용량 탱크식, 용적식 유량계, 초음파 유량계, 오리피스 등을 이용하여 측정·기록 하도록 한다.
- (급수 온도) 급수 온도는 탈기기 후단에서 측정하며, 탈기기가 없는 경우에는 급수탱크 후단에서 측정한다. 즉, 보일러드럼 입구의 급수온도를 측정한다.

Point

□ 폐열보일러 급수 유량 및 온도 계측 위치

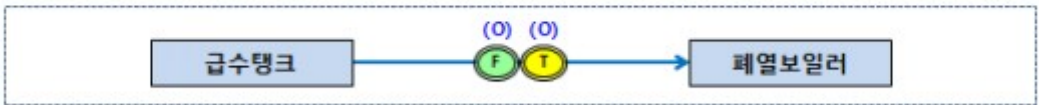
- 폐열보일러 드럼으로 유입되는 급수의 유량과 온도를 계측하여야 하며, 탈기기 여부(예열 여부)에 따라 적절한 위치에 온도계를 설치하여야 한다.

Case 1 : 탈기기 설치 시설



- ◆ 탈기기가 설치되어 있어 탈기기를 통과하며 승온된 급수를 폐열보일러 드럼으로 공급
 - > 유량 계측 위치 : 탈기기 전·후단 모두 가능
 - > 온도 계측 위치 : 탈기기 후단(승온 후의 급수 온도)에서 측정

Case 2 : 탈기기 미설치 시설



- ◆ 탈기기가 설치되어 있지 않아 급수탱크에서 바로 폐열보일러 드럼으로 공급
 - > 유량 계측 위치 : 급수 탱크 후단에서 측정
 - > 온도 계측 위치 : 급수 탱크 후단에서 측정

□ 설치 사례

- 온수 유량계 및 온도계 설치 사례로서 분산제어시스템(DCS)에 의해 연속적으로 측정·기록됨



<온수 유량계>



<온수 온도계>

(5) 증기 생산량

- (증기 생산량) 생산된 주증기량은 보일러 몸체 출구에서 측정하며, 유량계 측정을 원칙으로 한다.
- (증기 압력 및 온도) 생산된 증기의 압력 및 온도는 보일러 몸체 또는 그에 상당하는 부분(노통 연관식 보일러의 경우, 동체의 증기부)에서 측정한다. 또한, 압력과 온도는 동일한 측정위치에서 측정하는 것을 원칙으로 한다.

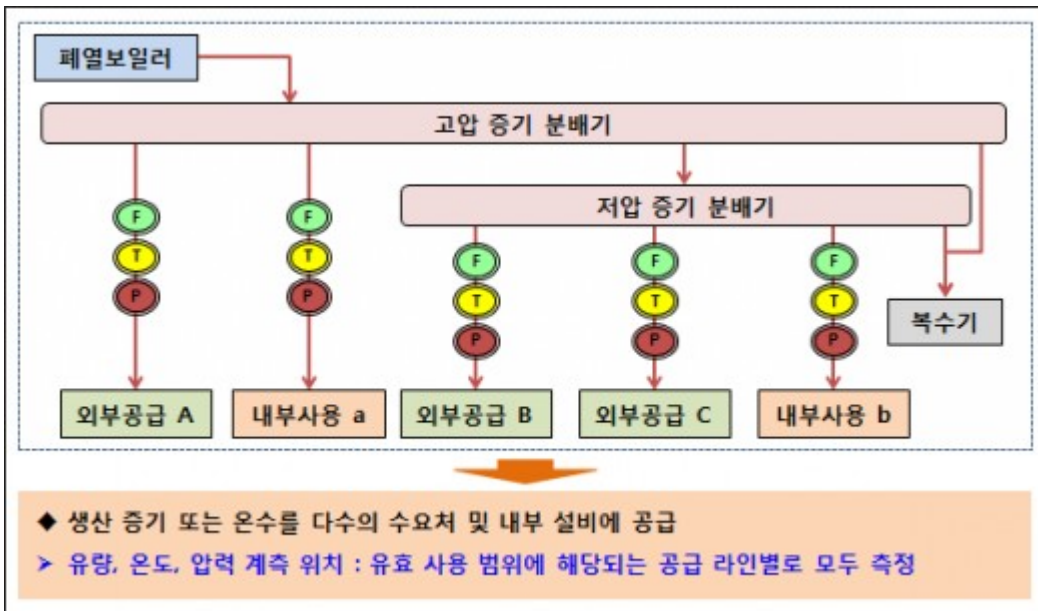
(6) 유효 사용량(증기 및 온수)

- (유효 사용 증기량) 유효 사용된(내부사용 및 외부공급) 증기량은 내부 설비 공급 전단, 사업장 내 외부 시설 공급(하수슬러지 건조 설비, 소각재로부터 금속회수 설비, 혐기성 소화설비 등) 및 외부 시설 공급(판매) 전단에서 측정하며, 유량계 측정을 원칙으로 한다.
- (유효 사용 증기 압력 및 온도) 유효 사용된(내부사용 및 외부공급) 증기의 압력 및 온도는 공급 전단에서 측정한다. 또한, 압력과 온도는 동일한 측정위치에서 측정하는 것을 원칙으로 한다.
- (유효 사용 온수량) 유효 사용된(내부사용 및 외부공급) 온수량은 내부 설비 공급 전단, 사업장 내 외부 시설 공급(하수슬러지 건조 설비, 소각재로부터 금속회수 설비, 혐기성 소화설비 등) 및 외부 시설 공급(판매) 전단에서 측정한다. 온수량의 측정은 중량 탱크식 혹은 용량 탱크식 또는 용적식 유량계, 초음파 유량계, 오리피스 등을 이용하여 측정하도록 한다.
- (유효 사용 온수 온도) 유효 사용된(내부사용 및 외부공급) 온수의 온도는 공급 전단에서 측정한다.
- (유효 사용 증기 및 온수 열량) 유효 사용된(내부사용 및 외부공급) 증기 및 온수의 열량은 각각의 유량, 온도, 압력을 적용하여 환산하는 것을 원칙으로 하나, 열량 계측기가 부착되어 있는 경우 열량 계측값을 적용할 수 있다. 유효 사용 증기 및 온수의 열량은 공급 전단에서 측정하도록 한다.

Point

□ 유효 사용량 유량, 온도, 압력, 열량 계측 위치

- 증기 및 온수의 외부 공급 시 유량, 압력, 온도, 열량 등을 사업장(소각시설) 내에서 기록·측정하는 것을 원칙으로 하나, 측정이 곤란한 경우 외부 수요처에서 측정된 유량, 온도, 압력, 열량 등을 적용할 수 있다. 단, 외부공급을 증명할 수 있는 Raw data 및 증빙서류를 검·인증 시 제출하여야 한다.
- 유효 사용 에너지 산정을 위한 계측기는 유효 사용 범위에 해당되는 공급 라인별로 모두 설치하여 측정하여야 한다.



□ 설치 사례

- 증기 유량계 및 압력계 설치 사례로서 분산제어 시스템(DCS)에 의해 연속적으로 측정·기록됨



<주증기 유량계>



<주증기 압력계>

(7) 응축수 회수

- (응축수 유량) 회수되는 응축수의 유량 측정은 응축수 탱크(또는 급수탱크) 유입 전단에서 측정하며, 중량 탱크식 또는 용량 탱크식, 용적식 유량계, 초음파 유량계, 오리피스 등을 이용하여 측정·기록하도록 한다. 단, 응축수를 회수하지 않거나, 회수되는 응축수의 유량 측정이 곤란한 경우(유량계 미설치 등) 증기 또는 온수의 공급량을 적용하도록 한다.
- (응축수 온도) 회수되는 응축수의 온도는 응축수 탱크(또는 급수탱크) 유입 전단에서 측정한다. 단, 응축수를 회수하지 않거나 회수되는 온도의 계측이 곤란한 경우(온도계 미설치 등) 100 ℃로 일괄 적용하도록 한다.
 - 온도계 미설치 시 : 외부 공급 후 회수, 내부사용 후 회수 모두 100 ℃ 적용

Point

□ 응축수 유량 및 온도 적용

- 회수되는 응축수의 유량 및 온도 계측은 선택설치 항목이며 계측 여부에 따라 다음 예시와 같이 적용한다.

Case 1 : 응축수를 회수하며 계측기 설치된 시설

◆ 증기 공급 후 응축수를 회수하며 응축수 유량, 온도가 모두 계측되는 시설

- > 응축수 유량 : 계측값 (95ton) 적용
- > 응축수 온도 : 계측값 (80°C) 적용

Case 2 : 응축수를 회수하나, 계측기 설치되지 않은 시설

◆ 증기 공급 후 응축수를 회수하지만, 응축수 유량, 온도 계측이 불가능한 시설

- > 응축수 유량 : 공급 증기 유량 (100ton) 적용
- > 응축수 온도 : 100°C 적용

Case 3 : 응축수를 회수하지 않는 시설

◆ 증기 공급 후 응축수를 회수하지 않는 시설

- > 응축수 유량 : 공급 증기 유량 (100ton) 적용
- > 응축수 온도 : 100°C 적용

(8) 배출가스

- **(배출가스 온도)** 배출가스 온도는 소각로 2차 연소실 출구와 폐열보일러 후단(대기오염방지설비 전단)에서 측정한다. 배출가스의 온도는 각 통로 단면의 평균 온도를 구하도록 한다. 배출가스 온도는 저위발열량 산정 시 적용되며 보일러 일체형의 경우 폐열보일러 후단의 온도를, 보일러 분리형의 경우 소각로 2차 연소실 출구의 온도를 적용하도록 한다.
- **(배출가스 수분)** 배출가스 내 수분함량 측정은 폐열보일러 후단(대기오염방지설비 전단)에서 측정한다. 시료채취 및 분석방법은 대기오염공정시험기준 ES 01301.1a를 준용하도록 하며, 분기별 1회(3회 반복측정) 측정하여 그 결과의 평균값을 적용하도록 한다.
- **(배출가스 산소 농도)** 분기별 1회(3회 반복측정) 측정하여 그 결과의 평균값을 적용하도록 한다.
- **(배출가스 유량)** 배출가스 유량은 굴뚝연소자동측정기에 의한 방법(ES 01909.1)에 따라 계측된 유량값을 기준으로, 폐열보일러 후단의 수분(H_2O) 및 산소(O_2) 측정값을 이용하여 폐열보일러 후단의 유량으로 환산·적용하도록 한다.

(9) 소각 잔재물

- **(소각 잔재물 배출량)** 소각 잔재물 배출량은 교정된 중량계를 사용하여 외부 반출 시 마다 상시 기록·측정하도록 한다.
- **(소각 잔재물 배출온도)** 바닥재 배출온도 측정은 「부록 3 : 적외선 열화상 카메라를 이용한 방열손실 측정 및 산정방법 해설서」에 따라 분기별 1회 측정하여 대표값으로 적용하도록 한다.
- **(소각 잔재물 수분함량 및 강열감량)** 소각 잔재물의 시료채취는 외부 반출 직전(저장조 또는 암물박스)의 시료를 채취하도록 한다. 시료채취 방법은 폐기물공정시험기준 ES 06130.b에 따른다. 수분함량 및 강열감량은 폐기물공정시험기준 ES 06301.1b와 ES 06303.1를 준용하며, 분기별 1회 측정하여 대표값으로 적용하도록 한다.

(10) 소각로 및 폐열보일러 방열손실

- 소각로 및 보일러 방열손실은 「부록 3 : 적외선 열화상 카메라를 이용한 방열손실 측정 및 산정방법 해설서」를 참고한다. 분기별 1회 측정하여 대표값으로 사용한다.

(11) 전력량

- 자체 전력을 생산하여 내부에서 사용한 전력량, 전력 외부 판매량 및 외부 수전받은 전력량(EX : 한국전력)에 대하여 상시 측정하여 기록·관리한다.
- 사업장 내 개별 소각공정(1호기, 2호기 등)에서 사용된 전력량에 대한 계측을 명확히 구분하여야 한다. 또한, 전력을 생산하여 자체 사용한 전력(E_p 반영)을 정확히 계측하여 근거자료를 제시하도록 한다.
- 소각설비에서 사용된 외부 전력 수전량은 최소 다음의 주요 전력 사용 설비에서 사용된 양을 포함하여야 한다.
 - 송풍기류(압입송풍기, 유인송풍기)
 - 펌프류(폐기물 투입펌프, 보일러 급수펌프, 대기오염 방지설비 세정수 펌프, 약품 펌프, 기타 물펌프 등)
 - 전기집진기 사용 전력

Point

□ 전력계 설치 사례

- 전력을 외부에 판매하고 있는 사례로서 소각시설의 구입 전력량(수전)과 판매 전력량(매전)을 연속적으로 측정·기록



<전력계 인입반>



<구입 전력계 및 판매 전력계>

3-3

계측기 정도관리 [고시 제8조, 제9조 관련]

가

일반사항

- 기본단위는 「국가표준기본법 시행령」 제8조(기본단위의 정의 및 현시방법)에 따른다.
 - 그 외 특수단위는 「계량에 관한 법률 시행령」 제3조(특수단위)에 따른다.
 - 계량기 및 측정기는 측정값(표시되는 값)이나 오차의 한계가 명확한 기기를 사용하도록 하며, 다음의 사항을 포함하여야 한다.
 - 검증기관에서 발행한 교정인(검)증서(calibration certificate)가 존재하는 기기
 - 유효한 교정인(검)증서
 - 오차한계가 명시된 표준 기기
- ※ 본 해설서의 계측기 정도관리 부분은 추후 부가적인 연구(정도관리의 간소화 방안 등)를 통하여 일부 변경될 수 있습니다.

Point

□ 「국가표준기본법 시행령」 제8조(기본단위의 정의 및 현시방법)

[별표 1]

기본단위의 정의(제8조제1항 관련)

1. "미터(m)"는 빛이 진공에서 1/299 792 458 초 동안 진행한 경로의 길이이다.
2. "킬로그램(kg)"은 질량의 단위로서 국제킬로그램 원기의 질량과 같다.
3. "초(s)"는 세슘 133 원자의 바닥 상태에 있는 두 초미세 준위(準位) 사이의 전이에 대응하는 복사선의 9 192 631 770 주기의 지속시간이다.
4. "암페어(A)"는 무한히 길고 무시할 수 있을 만큼 작은 원형 단면적을 가진 두 개의 평행한 직선 도체가 진공 중에서 1 미터의 간격으로 유지될 때, 두 도체 사이에 미터당 2×10^{-7} 뉴턴의 힘을 생기게 하는 일정한 전류이다.
5. "켈빈(K)"은 물의 삼중점(三重點)에 해당하는 열역학적 온도의 1/273.16이다. 다만, 온도를 다음 각 목과 같이 섭씨온도로 표시할 수 있다.
 - 가. 섭씨온도의 기호는 "t"로 표시하고, $t = T - T_0$ 식으로 정의된다.
 - 나. 섭씨온도 "t"는 기호 "T"로 표시하는 열역학적 온도와 물의 어는 점인 기준온도 $T_0 = 273.15$ K와의 차이를 나타낸다.
 - 다. 온도차이 또는 온도간격은 켈빈이나 섭씨도로 표현할 수 있으며, $t/^\circ\text{C} = T/K - 273.15$ 식으로 정의된다.
 - 라. 섭씨온도의 단위는 섭씨도(기호 $^\circ\text{C}$)이며, 그 크기는 켈빈과 같다.

⋮

□ 「계량에 관한 법률 시행령」 제3조(특수단위)

[별표 2]

특수단위 및 그 뜻(제3조 관련)

1. 국제단위계(SI)와 함께 사용이 허용된 단위

명칭	기호	SI단위로 나타낸 값
전자볼트	eV	$1 \text{ eV} \approx 1.602 \ 177 \times 10^{-19} \text{ J}$
돌턴	Da	$1 \text{ Da} \approx 1.660 \ 539 \times 10^{-27} \text{ kg}$
통일원자질량단위	u	$1 \text{ u} = 1 \text{ Da}$
천문단위	au	$1 \text{ au} = 149 \ 597 \ 870 \ 700 \text{ m}$
		⋮

나 >> 계측기 형식승인

- 형식승인을 받아야 하는 계측기는 「계량에 관한 법률 시행령」 제10조(형식승인의 대상)에 따른다.
- 굴뚝배출가스 자동측정기·유속자동측정기, 대기배출가스 측정기, 굴뚝 시료 채취장치 등에 대해서는 「환경분야 시험·검사 등에 관한 법률 시행규칙」 제2조(형식승인 대상 측정기기)에 따른다.
- 해외 수입 제품 등 검정 또는 형식승인을 받지 못한 계측기는 교정을 실시하여 사용하도록 하며, 그 결과를 증빙하여야 한다. 필요시, 형식승인의 적합여부 또는 검정·교정에 따른 논의가 필요하다고 판단될 경우 검·인증위원회의 논의를 통하여 결정하도록 한다.

Point**□ 「계량에 관한 법률 시행령」 제10조(형식승인의 대상)**

[별표 7]

형식승인을 받아야 하는 계량기(제10조 관련)

1. 비자동저울

가. 판수동 저울

나. 접시저울 및 판저울(최대용량이 2 kg 이하로서 저울 또는 명판에 가정용, 교육용 또는 참조용으로 표기되어 있는 것은 제외한다)

다. 전기식저울(최소눈금값이 10 mg 미만인 것, 검정 눈금 수가 100 미만 또는 200 000 초과인 것, 최대용량이 1 kg 이하로서 저울 또는 명판에 가정용·교육용·참조용으로 표기되어 있는 것, 체중계로 표기되어 있는 것은 제외한다)

2. 분동(E1 등급의 분동은 제외한다)

3. 가스미터(최대유량이 1 000 m³/h 이하인 것에 한정한다)

4. 수도미터(호칭구경이 350 mm 이하인 것에 한정한다)

5. 온수미터(호칭구경이 350 mm 이하인 것에 한정한다)

6. 오일미터(호칭구경이 100 mm 이하인 것에 한정한다)

7. 주유기(자동차 주유용에 한정한다)

8. 요소수미터(자동차 주입용에 한정한다)

9. LPG미터(자동차 충전용으로서 호칭구경이 40 mm 이하인 것에 한정한다)

10. 눈새김 탱크(유류거래용에 한정한다)

11. 적산열량계(호칭구경이 350 mm 이하인 것으로서 열매체가 액체인 것에 한정한다)

12. 전력량계

- 제2조(형식승인 대상 측정기기) 「환경분야 시험·검사 등에 관한 법률」(이하 "법"이라 한다) 제9조제1항 본문에서 "환경부령이 정하는 측정기기"란 다음 각 호의 구분에 따른 측정기기를 말한다.

2. 대기 분야

가. 대기배출가스(이산화황·질소산화물·일산화탄소·총 탄화수소·산소에만 해당한다) 측정기와 그 부속기기

나. 굴뚝배출가스(이산화황·질소산화물·염화수소·불화수소·암모니아·일산화탄소·이산화탄소·메탄·산소·먼지에만 해당한다) 자동측정기·유속자동측정기와 그 부속기기

다. 대기(이산화황·일산화탄소·질소산화물·오존·먼지에만 해당한다) 연속자동 측정기와 그 부속기기

라. 굴뚝시료 채취장치와 그 부속기기

⋮

다 계측기의 검정·교정 기준 및 주기

- 계측기로 측정이 되어야 할 항목은 아래와 같으며, 계측기별로 검정·교정을 통하여 검(필)증을 확보 하여야 한다.
 - 투입 폐기물의 중량을 측정 할 수 있는 계량시설(중량계)
 - 연소실 내 보조연소장치 공급에너지(유량계)
 - 연소실 내 연소공기 공급에너지(유량계, 온도지시계, 압력측정계)
 - 폐열보일러에서의 에너지회수량(유량계, 온도지시계, 압력측정계)
 - 유효하게 사용되는 에너지(유량계, 온도지시계, 압력측정계)
 - 배출가스 보유에너지(유량계, 온도지시계, 산소측정기)
 - 폐열보일러의 급수 공급에너지(유량계, 온도지시계)
 - 회수 응축수의 에너지(유량계, 온도지시계)
 - 대기오염방지설비의 보조연소장치 사용에너지(유량계)
 - 소각잔재물의 외부 반출량을 측정 할 수 있는 계량시설(중량계)
 - 전력계통 운영에 따른 발전량, 자체사용량 및 판매량(전력량계)
 - 소각시설에서의 외부 전력사용량(전력량계)
- 검정 대상 계량기의 검정·재검정은 「계량에 관한 법률 시행령」 제21조(검정·재검정의 기준)에 따라 유효기간을 준수하도록 한다.

Point

□ 「계량에 관한 법률 시행령」 제21조(검정·재검정의 기준)

- 「계량에 관한 법률 시행령」 별표 13 검정·재검정의 유효기간을 준수한다.

[별표 13]

검정·재검정의 유효기간(제21조 관련)

계량기	유효기간	
	검정	재검정
1. 최대용량이 10톤 이상의 비자동저울	2년	2년
2. 가스미터		
가. 최대유량 10 m ³ /h 이하의 가스미터	5년	5년
나. 그 밖의 가스미터	8년	8년
3. 수도미터		
가. 구경이 50 mm를 초과하는 수도미터	6년	6년
나. 그 밖의 수도미터	8년	8년
4. 온수미터	6년	6년
5. 오일미터	5년	5년
6. 주유기	2년	2년
7. 요소수미터	2년	2년
8. LPG미터	3년	3년
9. 적산열량계	5년	5년
10. 전력량계		
가. 4형 전력량계(유도형에 한정한다)	15년	15년
나. 전자식 전력량계(단독계기에 한정한다)		
1) 일반형		
가) 단상	10년	10년
나) 3상	8년	8년
2) 특수형		
가) 단상	13년	13년
나) 3상	10년	10년
다. 그 밖의 전력량계	7년	7년

비고 : 검정 또는 재검정의 유효기간은 검정 또는 재검정을 완료한 날의 다음 달 1일부터 기산한다. 다만, 최대용량이 10톤 이상의 비자동저울은 검정 또는 재검정을 완료한 해의 다음 해 1월 1일부터 기산한다.



- 교정 대상 측정기는 「국가표준기본법 제14조」 및 「국가교정기관지정제도운영 제40조 (교정대상 및 주기)」 규정에 의거하여 사용하는 측정기의 교정대상을 준용하도록 한다. 또한, 사용 중인 측정, 시험, 검사장비가 교정대상 목록에 없는 기기 또는 장비 일지라도 에너지 회수효율에 영향을 미치는 기기는 교정대상에 포함되어야 한다.
- 또한, 에너지 회수효율 검·인증 시 각 측정기에 따른 교정 결과를 증명할 수 있는 자료를 제출하도록 하며, 에너지 회수효율 산정 시 측정기 측정 데이터는 교정 검사를 통한 보정값을 반영하여 산정인자로 적용하도록 한다.

Point

□ 측정기 교정을 통한 보정값 적용(예시)

- 측정기를 통한 측정 자료는 교정기관의 교정검사를 통한 보정값을 반영하여 산정인자로 적용하여야 한다.
 - 예) 측정값(설비 내 측정기의 지시값) + 보정값(교정 성적서에 제시된 보정값)
 - ⇒ 최종 산정인자 적용 data

□ 측정기 교정 성적서 예시

교 정 결 과 CALIBRATION RESULTS					 
◇ 기 기 명 : 게이지압용 압력계					
측정점번호	지시값 (MPa)	기준값 (MPa)	보정값 (MPa)	측정불확도 (신뢰수준 약 95 %, k=2) (MPa)	
1	0.00	0.000	0.00	0.01	
2	0.69	0.657	-0.03	0.01	
3	0.78	0.743	-0.04	0.01	
4	0.88	0.837	-0.04	0.01	
※ 기준기 불확도: 0.010 % of reading (신뢰수준 약 95 %, k=2)					
※ 보정값 = 기준값 - 지시값 끝.					
※ 국가교정기관지정제도 운영요령 제 40조 관련주기 : 12개월					

○ 측정기의 교정주기는 「국가교정기관지정제도운영 제40조(교정대상 및 주기)」를 준용하되, 소각(열회수)시설 설치·운영자의 교정비용 부담완화를 위하여 최초년도(2018년)에 한하여 유예기간 1년을 부여하도록 한다.

- ※ 2019년 에너지 회수효율 산정결과에 대하여 검·인증 신청 시 계측기의 정도관리(검·교정)를 완료하여 그 결과를 증명하는 증빙자료를 제출하여야 함
- ※ 측정기의 교정결과를 증명할 수 있는 자료는 한국인정기구에서 제시하는 교정절차에 따른 교정성적서 또는 한국인정기구로부터 인정을 획득한 교정기관(공인기관)에서의 시험성적서를 포함한다. 필요시, 교정 관련 논의가 필요하다고 판단될 경우 검·인증 위원회의 논의를 통하여 결정하도록 한다.

Point

□ 「국가표준기본법 제14조」 및 「국가교정기관지정제도운영 제40조(교정대상 및 주기)」

■ 「국가기술표준원 고시 제2015-499호」 교정대상 및 주기설정을 위한 지침에 따른다.

[별표 2]

인정분야 세부분류 및 교정주기(운영요령 제40조 관련)

분류번호	소분류명	교정용 표준기	정밀 계기
20401	고도계 (Altimeters)	12	12
20402	액주형 압력계; 경사관, U자관, 단관식 등 (Manometers)	-	24
20403	공압 분동식 압력계 (Pneumatic pressure ballances)	60	24
20404	유압 분동식 압력계 (Hydraulic pressure ballances)	60	24
20405	동·정압(고도·속도계) 시험기 (Air data test systems)	12	12
20406	절대압계; 다이얼, 디지털, 기압계, 기록계 등 (Absolute pressure gauges)	12	12
20407	혈압계 (Blood pressure gauges)	24	12

⋮

제 4 장

에너지 회수효율 검·인증 절차 및 방법



4-1

검·인증 절차 개요 [고시 제10조 관련]

고시 제10조 (에너지 회수효율 검·인증 절차)

① 소각열회수시설을 설치·운영하는 자가 해당 시설의 에너지 회수효율 검증을 받고자 할 경우 검증 신청 전 다음 각 호에 따라 사전확인 검사를 신청할 수 있다.

1. 신청자는 에너지 회수효율 검증을 받고자 하는 경우 검사기관에 에너지 회수효율 사전확인 검사신청서(서식 1)를 정보관리시스템에서 작성하여 사전확인 검사를 받을 수 있으며, 검사기관은 사전확인 검사기간 중 신청자에게 보완사항을 요청할 수 있다.
2. 검사기관은 사전확인 검사 완료 후 신청자의 사전확인 검사신청서 및 사전확인 검사결과 보고서(서식 2)를 신청서 접수일로부터 30일 이내에 정보관리시스템을 통하여 검증팀에 제출하도록 한다. 단, 검증팀은 필요시 검사기관의 사전확인 검사를 참관할 수 있다.
3. 검증팀은 검사기관이 제출한 사전확인 검사신청서 및 첨부 서류, 사전확인 검사결과보고서 등을 검토하도록 하며, 보완이 필요한 경우 검사기관을 통하여 보완 사항을 요청 할 수 있다.
4. 검사기관의 에너지 회수효율 산정관련 검사비용은 별도의 고시에 따른다.

② 신청자는 정보관리시스템을 통하여 다음 각 호의 절차를 준수하여 에너지 회수효율 검증을 신청하여야 한다.

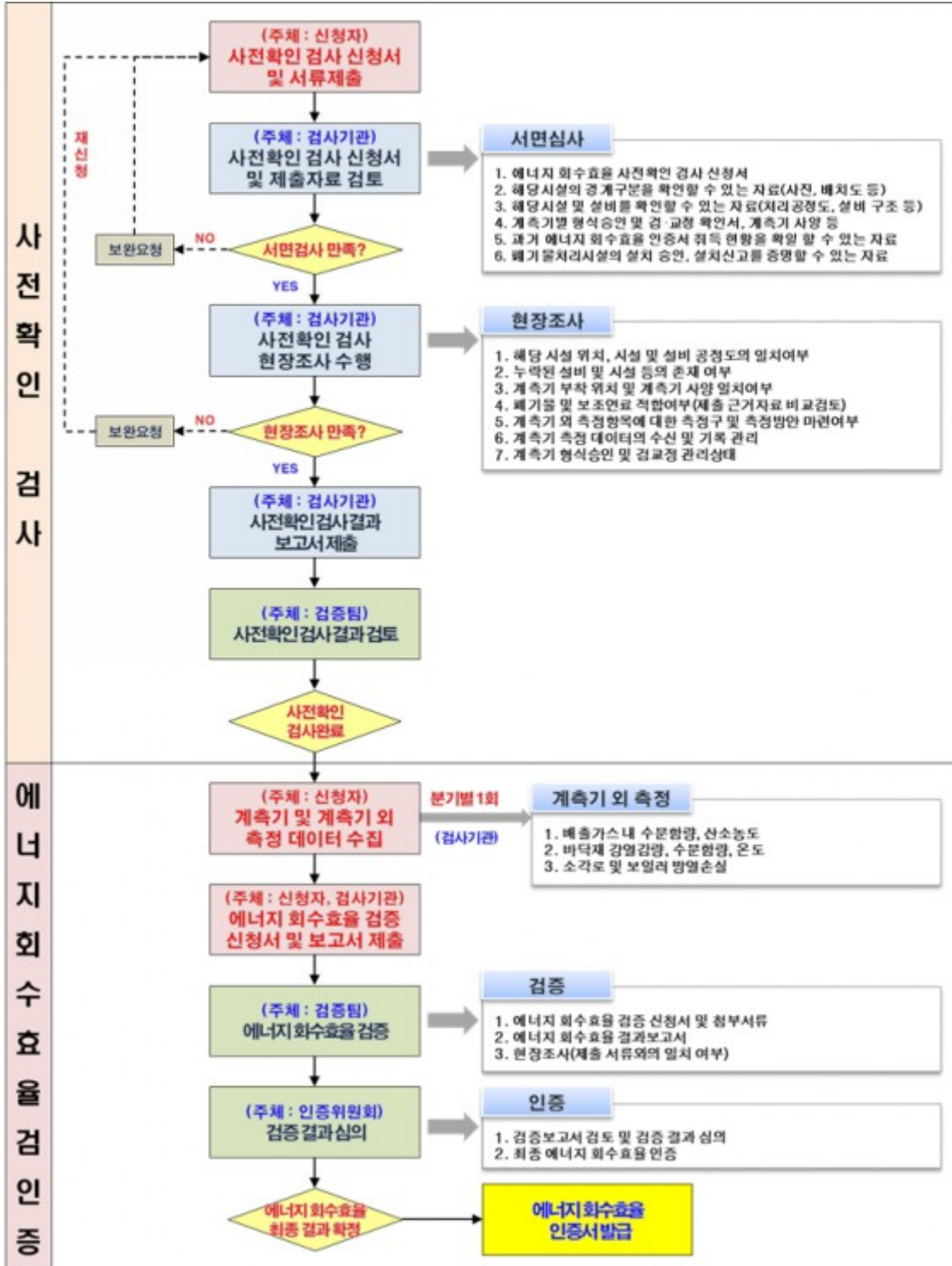
1. 에너지 회수효율 검증 신청서(서식 3) 및 첨부 서류, 최종 에너지 회수효율 결과보고서(서식 4)를 작성하여 다음 연도 2월 말까지 정보관리시스템에 입력하도록 한다.
2. 신청자는 에너지 회수효율 산정을 위한 계측기 및 계측기 외 측정항목의 자료를 정보관리시스템을 이용하여 입력하도록 한다.
3. 검증팀은 필요 시 최초 년도에 한하여 신청자의 30일 동안의 에너지 회수효율을 산정하여 그 결과를 신청자에게 통보할 수 있다.
4. 신청자는 자료 측정·기록 시점으로부터 3개월 이후 중간 에너지 회수효율 결과보고서(서식 4)를 정보시스템에 입력하여야 한다. 단, 신청자는 해당 검사기관을 통하여 에너지 회수효율 결과보고서를 제출할 수 있다.
5. 검증팀은 검증업무를 수행하기 위해 필요하다고 판단되는 경우 신청자에게 추가 자료의 입력을 요구할 수 있으며, 서면심사 및 현장조사를 통하여 그 결과에 대한 검증보고서 및 관련 증거 자료를 위원회에 상정하여야 한다.

③ 위원회는 제2항에 따라 검증팀에서 제출한 검증결과를 심의하여 최종 에너지 회수효율을 인증하도록 하며, 신청자에게 에너지 회수효율 인증서(서식 7)를 발급하도록 한다.

○ 소각(열회수)시설 설치·운영자가 에너지 회수효율 검증을 신청하고자 하는 경우

사전확인 검사 신청부터 검증 신청까지 필요한 사항을 준수하여 검증팀과 인증위원회로부터 평가를 받는다. 신청을 접수한 검증팀과 인증위원회는 본 장에서 제시한 바에 따라 에너지 회수효율 검·인증을 수행하여야 한다.

- 사전확인 검사를 완료한 신청자는 중간 및 최종 에너지 회수효율 산정결과 보고서와 결과를 증명하는 자료를 첨부하여 검증팀에 보고하여야 한다.
- 검증팀은 신청자가 제출한 에너지 회수효율 결과보고서 및 증빙자료를 바탕으로 서면심사 및 현장조사를 통하여 검증한 후 검증 결과보고서를 위원회에 상정하며, 위원회는 검증결과를 심의하여 최종 에너지 회수효율을 인증하여야 한다.



[그림 4-1] 에너지 회수효율 사전확인 및 검증 절차 개요도

4-2 사전확인 검사 절차 [고시 제10조 관련]

고시 제10조 (에너지 회수효율 검·인증 절차)

① 소각열회수시설을 설치·운영하는 자가 해당 시설의 에너지 회수효율 검증을 받고자 할 경우 검증 신청 전 다음 각 호에 따라 사전확인 검사를 신청할 수 있다.

1. 신청자는 에너지 회수효율 검증을 받고자 하는 경우 검사기관에 에너지 회수효율 사전확인 검사신청서(서식 1)를 정보관리시스템에서 작성하여 사전확인 검사를 받을 수 있으며, 검사기관은 사전확인 검사기간 중 신청자에게 보완 사항을 요청할 수 있다.
2. 검사기관은 사전확인 검사 완료 후 신청자의 사전확인 검사신청서 및 사전확인 검사결과 보고서(서식 2)를 신청서 접수일로부터 30일 이내에 정보관리시스템을 통하여 검증팀에 제출하도록 한다. 단, 검증팀은 필요시 검사기관의 사전확인 검사를 참관할 수 있다.
3. 검증팀은 검사기관이 제출한 사전확인 검사신청서 및 첨부 서류, 사전확인 검사결과보고서 등을 검토하도록 하며, 보완이 필요한 경우 검사기관을 통하여 보완 사항을 요청 할 수 있다.
4. 검사기관의 에너지 회수효율 산정관련 검사비용은 별도의 고시에 따른다.

② (생략)

③ (생략)

④ 영 별표 3 제1호가목에 따른 소각시설 중 에너지 회수효율 검증을 받고자 하는 경우 제1항 및 제2항에 따른 절차를 준수하여야 한다.

○ 폐기물 소각(열회수)시설을 설치·운영하는 자가 해당 시설의 에너지 회수효율 검증을 받고자 할 경우 검증 신청 전 다음 절차에 따라 사전확인 검사를 수행하여야 한다.



[그림 4-2] 에너지 회수효율 사전확인 검사 절차 개요도

1) 신청자의 사전확인 검사 신청

- 신청자는 에너지 회수효율 검증을 위한 사전확인 검사를 받고자 할 경우 정보관리 시스템에 다음 사항을 포함한 에너지 회수효율 사전확인 검사신청서(서식1) 및 첨부 서류를 제출하여 사전확인 검사를 신청하여야 한다.
- 이전 년도에 에너지 회수효율 검증을 완료한 소각(열회수)시설 중 연차 검증을 신청하는 경우에 한하여 사전확인 검사를 생략할 수 있다.

(1) 에너지 회수효율 사전확인 검사 신청서(서식 1)

- ① 해당 시설 정보 및 법인인 경우 대표자에 관한 정보(성명, 전화번호, 주소 등)
- ② 해당 시설의 폐기물 처리 및 에너지 회수·사용의 내용 등에 관한 사항
 - 시설 위치
 - 시설 승인일자 및 승인번호
 - 해당 시설에서 처리하는 폐기물의 종류 및 처리량
 - 소각방식 및 방지시설 구성 형태
 - 에너지 회수·사용 유형

Point

□ 에너지 회수효율 사전확인 검사 생략

- 연차 검증 시설 : 연차 검증이란 당해 연도에 대한 에너지 회수효율 인증을 취득한 소각(열회수)시설이 다음 년도에 연차적으로 인증을 취득하고자 하는 활동을 말한다. 이러한 경우에는 에너지 회수효율 검증 과정에 사전확인 검사 항목이 포함되어 있으므로 다음 년도 에너지 회수효율 검증을 위한 사전확인 검사를 생략할 수 있다.
- 기존 소각열회수시설 : 「폐기물관리법」 시행규칙 제41조에 따른 「폐기물처리시설의 세부 검사방법에 관한 규정」 별표6(소각열회수시설의 세부 검사방법)에 따라 에너지 회수기준 검사를 완료한 소각열회수시설은 사전확인 검사를 생략할 수 있다.

□ 에너지 회수효율 사전확인 검사 신청서 작성방법

- 가) 신청자 : 폐기물처리시설의 허가를 받은(또는 받을 예정인) 회사정보 및 대표자에 관한 정보를 기입
- 나) 대상시설 주소 : 에너지 회수효율 검증을 하고자 하는 소각시설의 주소를 기입
- 다) 대상폐기물 종류 : 해당 폐기물 소각시설에서 처리하는 폐기물의 종류를 기입. 「폐기물관리법」 제2조(정의)를 참고하여 정확한 폐기물명을 기입
- 라) 처리량(톤 또는 톤/년) : 해당 폐기물 소각시설의 처리량을 기준으로 기입
- 마) 소각방식 : 해당 폐기물 소각시설의 소각로 유형을 기입
- 바) 방지시설 구성 : 해당 폐기물소각시설에서의 오염물질 처리를 위한 방지시설 구성에 대하여 명확하게 설명
 - ☞ SDR : Semi Dry Reactor, BF : Baghouse Filter, WS : Wet Scrubber, EP : Electric precipitator, Cyclone : Cyclone dust collector
 - ☞ 기타 방지시설에 대하여 정확한 명칭 기입
- 사) 해당 시설에 관한 규칙 제39조(제40조)의 승인(혹은 신고) 연월일 및 승인 번호
- 아) 에너지 회수 유형 : 소각열을 활용하여 생산되는 에너지의 형태 및 사용 에너지형태에 대하여 명확하게 설명

<에너지 회수효율 측정·산정 방법 및 절차 등에 관한 고시 - 서식 1>

에너지 회수효율 사전확인 검사 신청서

접수번호	접수일자	
신청자	상호(명칭)	사업자등록번호
	성명(대표자)	생년월일
	전화번호	E-mail
	주 소	
신청 내용	대상폐기물 종류	처리량(톤 또는 톤/년)
	대상시설 위치	
	소각방식	방지시설 구성
	시설 승인일자 및 승인번호	승인일자 / 승인번호
	에너지 회수·사용 유형	온수 <input type="checkbox"/> 증기 <input type="checkbox"/> 전기 <input type="checkbox"/>
<p>「에너지 회수효율 측정·산정 방법 및 절차 등에 관한 고시」 제10조에 따라 위와 같이 에너지 회수효율 사전확인 검사를 신청합니다.</p> <p style="text-align: right;">년 월 일</p> <p style="text-align: center;">신청인 (서명 또는 인)</p> <p style="text-align: right;">국립환경과학원장 귀하</p>		
첨부서류	<ol style="list-style-type: none"> 1. 다음의 사항이 포함된 해당시설의 경계구분을 확인 할 수 있는 자료 <ul style="list-style-type: none"> 가. 해당시설 대상 부지 및 주변 지역에 대한 사진 나. 해당시설 배치도 및 구조도 2. 해당시설 및 설비를 확인 할 수 있는 자료 <ul style="list-style-type: none"> 가. 해당시설 처리공정도 및 설계계산서 나. 설비 구조, 종류, 설비의 능력 등에 관한 사항 다. 설비의 유지 관리에 관한 사항 3. 계측기별 형식승인 및 검정·교정 확인서 4. 과거 소각열회수시설의 승인서 또는 에너지 회수효율 인증서 취득 현황을 확인 할 수 있는 자료 5. 폐기물관리법 시행규칙 제39조(폐기물처리시설의 설치 승인) 및 동법 제40조(폐기물처리시설의 설치신고)의 승인(신고)을 받고 있음을 증명하는 서류(해당시설에 한함) 	
210mm×297mm[백상지(80g/㎡) 또는 증질지(80g/㎡)]		

(2) 첨부서류 1 : 해당시설의 경계구분을 확인 할 수 있는 자료

- ① 해당시설 대상 부지 및 주변 지역에 대한 사진 : 해당시설 사업장의 경계 내 모든 건물이 확인 가능한 가장 최근의 위성사진 또는 전체 사업장 사진

Point

- 사진은 사업장 전체를 조망할 수 있는 가장 최근의 위성사진(예 : 구글 어스, 기타 포털 웹사이트 지도 등)을 다운받아 첨부 하며 다운 받은 날짜 또는 사진 촬영 날짜를 기재
- 위성사진보다 더 정확하고 최신 날짜로 업데이트된 사진이 있을 경우 해당 사진 첨부 가능
- 소규모 사업장의 경우라도 사진과 시설배치도는 모두 제출

(예 시)



- 1) 출처 및 다운로드 날짜
- 2) 기타 사항

② 배치도 및 구조도 : 해당시설 사업장의 위성사진을 토대로 조직경계 내 기존 시설, 신·증설 및 폐쇄 시설, 경계 제외 시설 등의 구분이 가능하고 각 시설의 배치가 확인 가능한 시설 배치도 및 구조도

Point

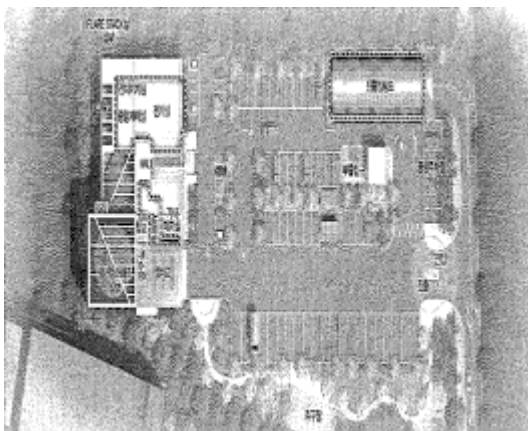
- 조직경계 내 기존시설, 신·증설 및 폐쇄 시설에 대하여 명확한 구분 필요
- 타 법인의 시설이 해당 사업장 내 포함되어 있는 경우 명확한 구분 필요

(예 시 1) 배치도

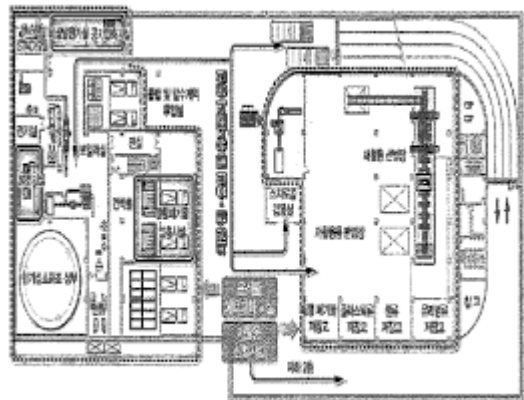


출처 : 한국환경공단, “모니터링 계획서 작성 가이드라인”, 2014

(예 시 2) 구조도



<지상층 평면 구조도>



<지하 1층 평면 구조도>

출처 : A시설, “기본설계보고서”, 2009

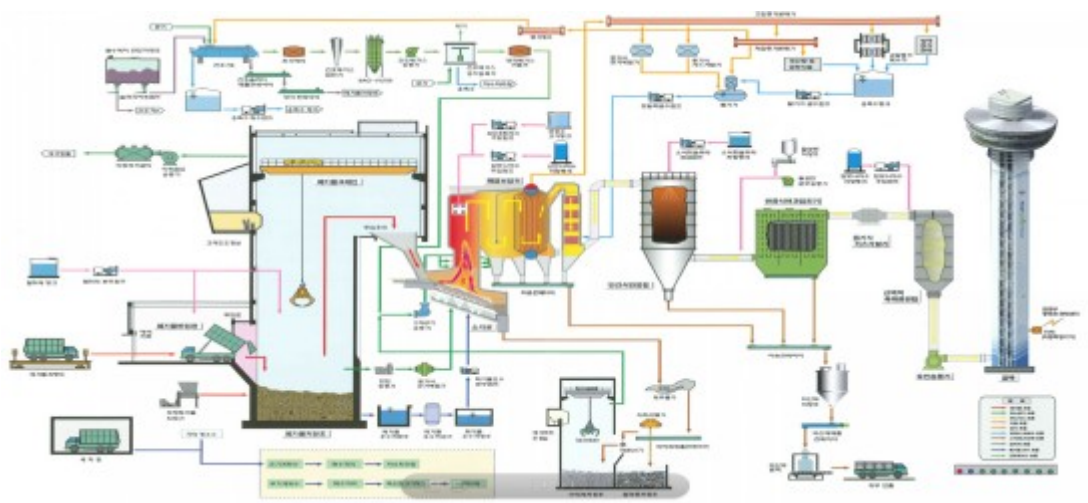
(3) 첨부서류 2 : 해당시설 및 설비를 확인 할 수 있는 자료

① 해당시설 처리공정도 및 설계계산서

Point

- 처리공정 및 에너지 흐름이 포함된 해당 시설의 계통 구성 확인이 가능한 공정도
- 주요 공정에서의 열 및 물질수지의 확인이 가능한 설계계산서

(예 시) 처리공정도



출처 : A시설 처리공정도

② 설비 구조, 종류, 설비의 능력 등에 관한 사항

Point

■ 해당 사업장 내 설비의 구조 및 종류, 설비 사양에 대하여 기입

(예 시)

1. 보일러		
	형 식	· 횡형연관식
	수 량	· 1기
	용 량	· 1,000 kg/hr
	압 력	· 5kg/cm2 포화증기
	기 능	· 발전기 폐열을 이용, 증기생산
	부속설비	· 절탄기, 연수 공급설비
2. 증기 터빈		
	형 식	· 3상 동기 발전기
	수 량	· 1기
	용 량	· 1,000kw
	연 료	· 폐기물
	발전 효율	· 20 ~ 25 %
	사 양	· 380/220V, 3 Ø 4W, 1,800 rpm

⋮

출처 : A시설, “기본설계보고서”, 2009

③ 설비의 연간 유지 관리에 관한 사항

Point

- 시설의 운전 및 보수 지원체계 확립
- 공정별 운전 및 유지관리의 안전성 확보
- 유지관리의 편의성 제고 및 시설의 신설·증설·폐쇄 계획

(예 시)

1. 효율적 운영관리계획

- 시설의 자동화로 운전인원 최소화
- 3교대 운전을 통하여 운전방식 최적화
- 공급업체 A/S팀 활용을 통하여 정비인원 최소화

2. 유지보수시 폐기물 처리·처분 계획

- 단기보수 시 : 생활폐기물 1일분 저장공간 확보
- 장기보수 시 : 인근 타 폐기물소각시설과의 연계를 통한 네트워크 운영

3. 설비별 유지관리 편의성 제고

- 수선별 컨베이어에 청소를 위해 압축공기라인 설치
- 주요설비 및 관리상 중요부분에 감시카메라를 설치하여 설비의 이상유무 감시(11개소)

⋮

(4) 첨부서류 3 : 계측기별 형식승인 및 검정·교정 확인서

Point

- 계측기별 형식승인 유무, 고유번호 등 일련번호를 기입
- 계측기 사양서 등을 통해 최소와 최대에 대한 측정범위 및 주요 사용 단위 기입
- 일정주기별 검·교정 내역을 증명하는 서류
 - 검·교정 일자, 검·교정 검사기관, 검사결과 등

(예 시 1)

형식 승인 유무

측정범위(정격 전압, 정격 전류, 주파수)

측정기정밀도

검사 주기







측정기 고유번호

측정유체	clean gases
표시	3 1/2 digit LCD
측정범위	0 ~ 50 l/min
교정범위	0 ~ 10 mL/min
	0 ~ 20 mL/min
	0 ~ 50 mL/min
	0 ~ 100 mL/min
	0 ~ 200 mL/min
	0 ~ 500 mL/min
	0 ~ 1 L/min
정밀도	전체 범위에서 ± 1.5% (15~20°C 범위 4~4.1bar)
	전체 범위에서 ± 1% (표준범위)
	전체 범위에서 ± 0.5%
재현성	전체 범위에서 ± 0.15% / °C
온도계수	전체 범위에서 0.01% / 분
압력계수	전체 범위에서 0.01% / 분
응답속도	연속측정의 경우: 800 ms time
상대습도	70%
최대내압	1,000 psig (70 bar)
최대사용온도	5 ~ 50°C
Leak Integrity	1 x 10 ⁻⁷ snl/sec He max to the outside environment
출력	linear DC 0 ~ 5 V

출처 : 한국환경공단, “모니터링 계획서 작성 가이드라인”, 2014

Point

(예 시 2)

계측기	주요 사항	계측기	주요 사항
 터빈압력계	·형 식 : 터빈방식 ·출 력 : 펄스 ·정밀도 : ±2.0% F.S	 온도계	·형 식 : 측온저항체(RTD) ·출 력 : Pt100Ω, 300℃ 이내 ·재 질 : STS 316 이상
 수위계	·재 질 : STS 316 이상 ·출 력 : 마이크로 TYPE ·설치방법 : Flange	 압력게이지	·형 식 : Bourdon, 다이어프램 ·재 질 : STS 304 이상 ·정밀도 : ±1.5% F.S
 압력전송기	·형 식 : 스마트형 다이어프램식 ·출 력 : 4 ~ 20mA DC ·정밀도 : ±0.1% F.S	 압력스위치	·형 식 : Bourdon Tube식 ·스위치 : 마이크로 Type ·출력신호 : Dry Contact

출처 : A시설, “기본설계보고서”, 2009

(5) 첨부서류 4 : 과거 에너지 소각열회수시설의 승인서 또는 회수효율 인증서 취득 현황을 확인 할 수 있는 자료 (해당시설에 한함)

(6) 첨부서류 5 : 해당 시설에 대한 규칙 제39조(폐기물처리시설의 설치 승인) 및 제40조(폐기물처리시설의 설치신고)의 승인(신고)을 받고 있음을 증명하는 서류 (해당시설에 한함)

2) 검사기관의 사전확인 검사 수행

- 검사기관은 사전확인 검사를 수행하며, 검사 과정에서 신청자에게 에너지 회수 효율 검증에 필요한 보완사항을 제시할 수 있다.
- 검사 과정 중 필요시 검증팀은 검사기관의 사전확인 검사를 참관할 수 있다.

3) 검사기관의 사전확인 검사 결과 보고

- 검사기관은 사전확인 검사 완료 후 신청자가 제출한 사전확인 검사신청서(서식1) 및 사전확인 검사결과 보고서(서식2)를 검사신청서 접수일로부터 30일 이내에 정보관리시스템을 통하여 검증팀에 제출하여야 한다.

<에너지 회수효율 측정·산정 방법 및 절차 등에 관한 고시 - 서식 2>

에너지 회수효율 사전확인 검사결과 보고서

접수번호	접수일자	
신청자	상호(명칭)	사업자등록번호
	성명(대표자)	생년월일
	전화번호	E-mail
	주 소	
검사기관	기관명	사업자등록번호
	주 소	전화번호
	검사기간	20 . . . ~ 20 . . .
	검사 담당자	성명 (인)
	검사 조사위원	성명 (인)
	종합평가	
<p>「에너지 회수효율 측정·산정 방법 및 절차 등에 관한 고시」 제10조에 따라 위와 같이 에너지 회수효율 사전확인 검사결과 보고서를 제출합니다.</p> <p style="text-align: right;">년 월 일</p> <p style="text-align: center;">검사기관 (서명 또는 인)</p> <p style="text-align: right;">국립환경과학원장 귀하</p>		
보완사항		
210mm×297mm[백상지(80g/㎡) 또는 중질지(80g/㎡)]		

4) 검증팀의 사전확인 검사 결과 검토

- 검증팀은 검사기관이 제출한 에너지 회수효율 사전확인 검사신청서 및 첨부 서류와 사전확인 결과보고서 검토하여 보완이 필요한 경우 검사기관을 통하여 신청자에게 보완사항을 요청 할 수 있다.

4-3

검·인증 절차 [고시 제10조, 제11조, 제12조 관련]

고시 제10조 (에너지 회수효율 검·인증 절차)

- ① (생략)
- ② 신청자는 정보관리시스템을 통하여 다음 각 호의 절차를 준수하여 에너지 회수효율 검증을 신청하여야 한다.
1. 에너지 회수효율 검증 신청서(서식 3) 및 첨부 서류, 최종 에너지 회수효율 결과보고서(서식 4)를 작성하여 다음 연도 2월 말까지 정보관리시스템에 입력하도록 한다.
 2. 신청자는 에너지 회수효율 산정을 위한 계측기 및 계측기 외 측정항목의 자료를 정보관리시스템을 이용하여 입력하도록 한다.
 3. 검증팀은 필요 시 최초 년도에 한하여 신청자의 30일 동안의 에너지 회수효율을 산정하여 그 결과를 신청자에게 통보할 수 있다.
 4. 신청자는 자료 측정·기록 시점으로부터 3개월 이후 중간 에너지 회수효율 결과보고서(서식 4)를 정보시스템에 입력하여야 한다. 단, 신청자는 해당 검사기관을 통하여 에너지 회수효율 결과보고서를 제출할 수 있다.
 5. 검증팀은 검증업무를 수행하기 위해 필요하다고 판단되는 경우 신청자에게 추가 자료의 입력을 요구할 수 있으며, 서면심사 및 현장조사를 통하여 그 결과에 대한 검증보고서 및 관련 증거자료를 위원회에 상정하여야 한다.
- ③ 위원회는 제2항에 따라 검증팀에서 제출한 검증결과를 심의하여 최종 에너지 회수효율을 인증하도록 하며, 신청자에게 에너지 회수효율 인증서(서식 7)를 발급하도록 한다.

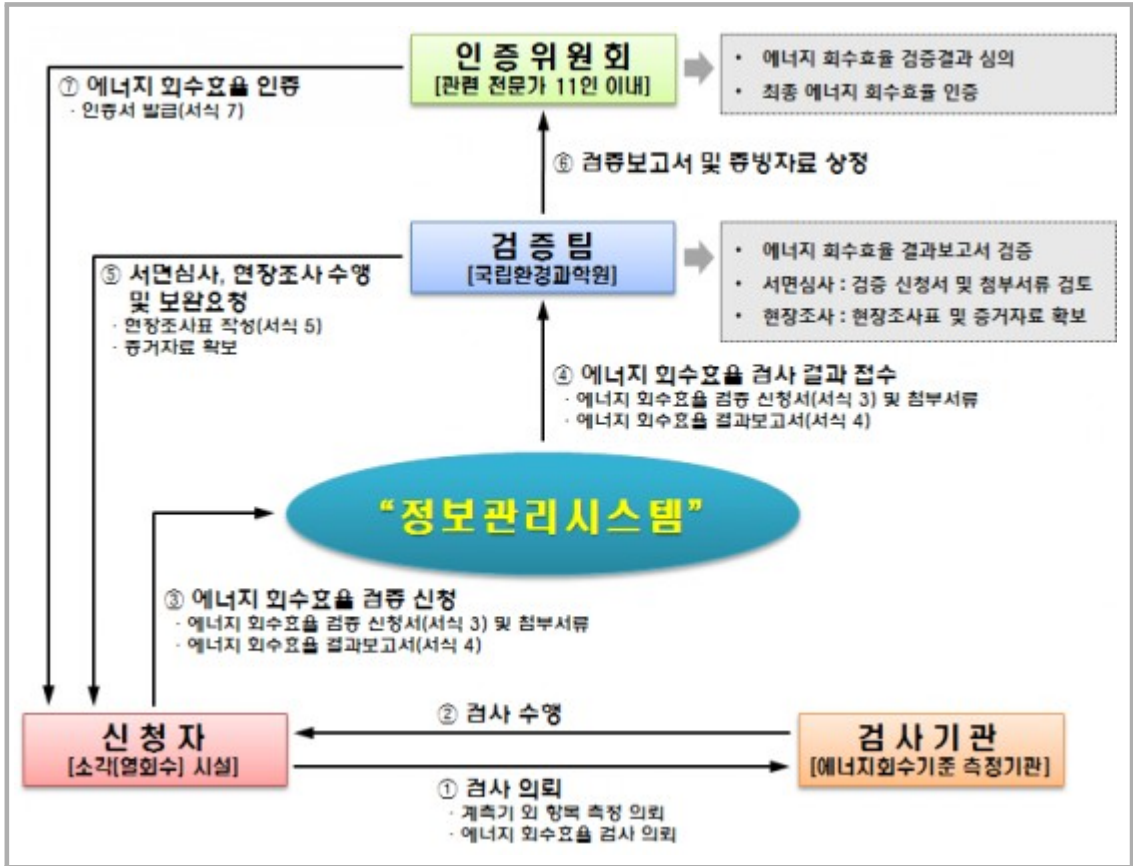
고시 제11조 (서면심사 및 현장조사)

- ① 검증팀은 신청자의 검증 신청서 및 첨부 서류에 대하여 다음 사항을 준수하여 검토하여야 한다.
1. 검증팀은 신청자가 검증 신청서를 제출하면, 첨부 서류의 적정여부 등을 검토한 후 입력 서류의 누락 또는 적절성이 결여되어 있는 경우에는 10일 이내에 보완을 요구할 수 있다.
 2. 검증 신청 서류의 보완을 요구한 경우에는 보완서류가 입력 완료된 날을 검증 신청서의 접수일로 한다.
- ② 검증팀은 제1항에 따른 검증 신청서 및 첨부 서류를 토대로 서면심사와 필요시 현장조사를 하여야 하며, 신청자가 희망하는 경우 현장조사 과정을 참관할 수 있다. 검증팀은 다음 사항에 대하여 서면심사 및 현장조사를 하도록 한다.
1. 서면심사는 신청자가 제출한 검증 신청서 및 첨부 서류의 누락 또는 기재되어야 할 사항이 빠짐없이 기재되어 있는지의 여부를 확인한다.
 2. 검증팀은 현장조사 시 신청자의 제출 서류와 현장조사 결과와의 일치여부 등을 검토하여야 하며, 현장조사표(서식 5) 및 증거자료 등을 확보하도록 한다.
- ③ 검증팀은 신청자의 서면심사 및 현장조사 평가결과 등을 종합하여 검증보고서 및 관련 증거자료를 위원회에 상정한다.

고시 제12조 (검·인증 결과의 확정)

에너지 회수효율에 대한 최종결과는 위원회에서 확정하며, 이에 대한 결과를 국립환경과학원장이 환경부장관에게 보고한다.

- 에너지 회수효율 사전확인 검사를 완료한 신청자가 해당 시설의 에너지 회수효율 검사 결과에 대한 검증을 받고자 할 경우 다음의 검증 신청 절차에 따라 수행하여야 한다.
- 검증팀과 인증위원회는 신청자에게 에너지 회수효율 검증 신청을 접수 받은 경우 다음의 절차에 따라 검·인증을 수행하여야 한다.



[그림 4-3] 에너지 회수효율 검·인증 절차 개요도

1) 신청자의 에너지 회수효율 검사 의뢰

- 에너지 회수효율 산정을 위한 사전확인 검사를 완료한 신청자는 에너지 회수효율 산정을 위한 계측기 항목과 계측기 외 항목의 자료를 측정·기록·관리하여야 한다.
- 신청자는 검사기관에 의뢰하여 계측기 외 항목에 대한 측정을 수행하여야 한다. 또한 신청자는 계측기 외 항목 측정업무 외에 검사기관을 통하여 에너지 회수효율 산정 및 결과보고서 작성을 의뢰할 수 있다.
- 에너지 회수효율 산정 기간은 데이터 측정·기록 시점과 관계없이 매년 말일까지를 원칙으로 한다.

Point

- 에너지 회수효율 산정 기간 예시 : 측정·기록 시점과 관계없이 매년 말일까지를 원칙으로 함
 - 예) 2018. 01. 01.부터 측정·기록한 시설의 경우
 - ☞ 산정 기간 : 2018. 01. 01. ~ 2018. 12. 31.
 - 예) 2018. 07. 01.부터 측정·기록한 시설의 경우
 - ☞ 산정 기간 : 2018. 07. 01. ~ 2018. 12. 31.

2) 검사기관의 에너지 회수효율 검사

- 검사기관은 신청자의 검사의뢰에 따라 에너지 회수효율 산정을 위한 계측기 외 항목을 분기별 1회 측정하도록 한다. 계측기 외 항목별 측정 방법은 본 해설서의 3장을 따르도록 한다.
- 또한, 검사기관은 신청자가 에너지 회수효율 산정 및 결과보고서 작성을 의뢰한 경우, 본 해설서 2장에서 정하는 에너지 회수효율 산정방법에 따라 산정하여 결과보고서를 작성할 수 있다.

3) 신청자의 에너지 회수효율 검증 신청

- 신청자는 계측기 항목 및 계측기 외 항목의 측정결과를 검토하여 자료 측정·기록 시점으로부터 3개월 이후 검증팀에 에너지 회수효율 산정결과 중간보고를 하여야하며, 에너지 회수효율 결과보고서(서식4)를 정보관리시스템을 통하여 검증팀에 제출하도록 한다. 단, 산정기간이 3개월 미만인 시설의 경우 중간보고를 생략할 수 있다.
- 최종 에너지 회수효율 검사를 완료한 신청자는 에너지 회수효율 검증신청서(서식3) 및 첨부 서류와 최종 에너지 회수효율 결과보고서(서식4)를 다음 년도 2월 말까지 정보관리시스템을 통하여 검증팀에 제출하여야 한다.

Point

□ 에너지 회수효율 산정 결과보고(중간 / 최종) 시기

- 예) 2018. 01. 01.부터 측정·기록하여 에너지 회수효율을 산정한 시설의 경우
 - ☞ 중간 보고 : 2018. 04. 01.
 - ☞ 최종 보고 : 2019. 02. 28. 까지
- 예) 2018. 07. 01.부터 측정·기록하여 에너지 회수효율을 산정한 시설의 경우
 - ☞ 중간 보고 : 2018. 10. 01.
 - ☞ 최종 보고 : 2019. 02. 28. 까지
- 예) 2018. 03. 01.부터 2018. 05. 01.까지(3개월 미만) 측정·기록하여 에너지 회수효율을 산정한 시설의 경우
 - ☞ 중간 보고 : 생략 가능
 - ☞ 최종 보고 : 2019. 02. 28. 까지

(1) 에너지 회수효율 검증 신청서(서식 3)

- ① 해당 시설 정보 및 법인인 경우 대표자에 관한 정보(성명, 전화번호, 주소 등)
- ② 해당 시설의 폐기물 처리 및 에너지 회수·사용의 내용 등에 관한 사항
 - 시설 위치
 - 시설 승인일자 및 승인번호
 - 해당 시설에서 처리하는 폐기물의 종류 및 처리량
 - 소각방식 및 방지시설 구성 형태
 - 에너지 회수·사용 유형
- ③ 에너지 회수효율 산정방법에 따른 산정결과

Point

□ 에너지 회수효율 검증 신청서 작성방법

- 가) 신청자 : 폐기물처리시설의 허가를 받은(또는 받을 예정인) 회사정보 및 대표자에 관한 정보를 기입
- 나) 대상시설 주소 : 에너지 회수효율 검증을 하고자 하는 소각시설의 주소를 기입
- 다) 대상폐기물 종류 : 해당 폐기물 소각시설에서 처리하는 폐기물의 종류를 기입. 「폐기물관리법」 제2조(정의)를 참고하여 정확한 폐기물명을 기입
- 라) 처리량(톤 또는 톤/년) : 해당 폐기물 소각시설의 처리량을 기준으로 기입
- 마) 면적(제곱미터) : 에너지 회수효율 검증을 하고자 하는 소각시설의 면적을 기입
- 바) 에너지 회수 유형 : 소각열을 활용하여 생산되는 에너지의 형태 및 사용 에너지형태에 대하여 명확하게 설명
- 사) 방지시설 구성 : 해당 폐기물소각시설에서의 오염물질 처리를 위한 방지시설 구성에 대하여 명확하게 설명
 - ☞ SDR : Semi Dry Reactor, BF : Baghouse Filter, WS : Wet Scrubber, EP : Electric precipitator, Cyclone : Cyclone dust collector
 - ☞ 기타 방지시설에 대하여 정확한 명칭 기입
- 아) 에너지 회수효율 : 해당시설에서 에너지 회수효율 산정식을 적용하여 산정한 결과를 기입
- 자) 해당 시설에 관한 규칙 제39조(제40조)의 승인(혹은 신고) 연월일 및 승인 번호

<에너지 회수효율 측정·산정 방법 및 절차 등에 관한 고시 - 서식 3>

에너지 회수효율 검증 신청서

접수번호	접수일자
------	------

신청자	상호(명칭)	사업자등록번호
	성명(대표자)	생년월일
	주 소	
	전화번호	E-mail

신청 내용	대상폐기물	종류	양(톤 또는 톤/년)
	대상시설 종류	종류	
	대상시설 위치	소재지	면적(제곱미터)
	에너지 회수·사용유형	에너지 유형	
	방지시설 구성		
	에너지 회수효율		
시설 승인일자 및 승인번호		승인일자	/ 승인번호

「에너지 회수효율 측정·산정방법 및 절차 등에 관한 고시」 제10조에 따라 위와 같이 에너지 회수효율 검증 평가를 신청합니다.

년 월 일

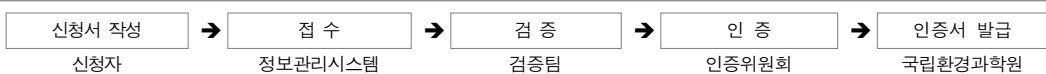
신청인

(서명 또는 인)

국립환경과학원장 귀하

첨부서류	<ol style="list-style-type: none"> 1. 다음의 사항이 포함된 해당시설의 경계구분을 확인 할 수 있는 자료 <ul style="list-style-type: none"> 가. 해당시설 대상 부지 및 주변 지역에 대한 사진 나. 해당시설 배치도 및 구조도 2. 해당시설 및 설비를 확인 할 수 있는 자료 <ul style="list-style-type: none"> 가. 해당시설 처리공정도 및 설계계산서 나. 설비 구조, 종류, 설비의 능력 등에 관한 사항 다. 설비의 유지 관리에 관한 사항 3. 에너지 회수효율 산정근거를 확인 할 수 있는 자료 <ul style="list-style-type: none"> 가. 에너지 회수효율 산정결과 나. 각 계측기별 계측 자료 다. 계측기 외 측정항목에 대한 성적서 4. 계측기별 형식승인 및 검정·교정 확인서 5. 과거 소각열회수시설의 승인서 또는 에너지 회수효율 인증서 취득 현황을 확인 할 수 있는 자료 6. 폐기물관리법 시행규칙 제39조(폐기물처리시설의 설치 승인) 및 동법 제40조(폐기물처리시설의 설치신고)의 승인(신고)을 받고 있음을 증명하는 서류(해당시설에 한함)
------	---

처리절차



210mm×297mm[백상지(80g/㎡) 또는 중질지(80g/㎡)]

(2) 첨부서류 3 : 에너지 회수효율 산정결과 및 근거를 확인 할 수 있는 자료

- ① 저위발열량 및 에너지 회수효율 산정방법에 따른 산정결과
 - ② 저위발열량 및 에너지 회수효율 산정인자에 대한 각 계측기별 원 계측자료 (raw data)
 - ③ 계측기 외 항목에 대한 검사기관의 분기별 측정결과 성적서
- 그 밖의 첨부 서류는 에너지 회수효율 사전확인 검사 신청서(서식1)의 첨부 서류와 동일하며, 첨부 서류 내용에는 에너지 회수효율 산정 기간 동안 변경된 사항을 모두 반영하여야 한다.

(3) 에너지 회수효율 결과보고서(서식4)

① 해당 시설 및 대표자에 관한 기본 정보(상호, 사업자등록번호, 성명 등)

- 상호, 사업자등록번호
- 대표자 성명
- 시설 위치
- 소각시설 승인일자 및 번호

② 에너지 회수효율 산정기간 및 산정결과(중간, 최종)

Point

□ 에너지 회수효율 산정 결과보고서 작성방법

- 가) 상호(명칭) : 해당시설의 허가 법인명 기입
- 나) 사업자등록번호 : 해당시설의 허가 사업자등록번호 기입
- 다) 성명(대표자) : 해당시설의 대표자 성명 기입
- 라) 소각시설 설치위치 : 해당시설의 세부 주소 기입
- 마) 승인 연월일 및 번호 : 해당 시설에 관한 규칙 제39조(제40조)의 승인(혹은 신고) 연월일 및 승인 번호
- 바) 에너지 회수효율 산정 기간 : 산정결과의 산출 기간을 명시
 - 예) 2018. 01. 01.부터 측정 · 기록하여 에너지 회수효율을 산정한 시설의 경우
 - ☞ 중간 보고 : 2018. 01. 01. ~ 2018. 04. 01.
 - ☞ 최종 보고 : 2018. 01. 01. ~ 2018. 12. 31.
 - 예) 2018. 07. 01.부터 측정 · 기록하여 에너지 회수효율을 산정한 시설의 경우
 - ☞ 중간 보고 : 2018. 07. 01 ~ 2018. 10. 01.
 - ☞ 최종 보고 : 2018. 07. 01 ~ 2018. 12. 31.
 - 예) 2018. 03. 01.부터 2018. 05. 01.까지(3개월 미만) 측정 · 기록하여 에너지 회수효율을 산정한 시설의 경우
 - ☞ 중간 보고 : 생략 가능
 - ☞ 최종 보고 : 2018. 03. 01. ~ 2018. 05. 01
- 사) 에너지 회수효율 산정 결과: 해당기간 동안의 측정결과를 이용하여 산정된 결과 기입

<에너지 회수효율 측정·산정 방법 및 절차 등에 관한 고시 - 서식 4>

에너지 회수효율 결과보고서

중간보고 연간보고

상호(명칭)	
사업자등록번호	
성명(대표자)	
소각시설 설치위치	
승인 년 월 일	
승인 번호	
에너지 회수효율 산정기간	
에너지 회수효율 산정결과	

「에너지 회수효율 측정·산정 방법 및 절차 등에 관한 고시」 제10조 규정에 의해 에너지 회수효율에 관한 산정결과 보고서를 제출함.

년 월 일

신청인

(서명 또는 인)

비 고

1. 에너지 회수효율은 폐기물관리법 시행규칙 제3조 및 환경부 고시 제5조에 따른 산정 결과를 기재할 것
 2. 산정 결과 값은 소수점 2자리까지 작성할 것(소수점 3자리에서 반올림)
 3. 필히 산정 결과를 증명할 수 있는 관련 서류를 제출할 것
- ※ 제출서류 : 에너지 회수효율 검증 신청서 참고

210mm×297mm[백상지(80g/㎡) 또는 중질지(80g/㎡)]

4) 검증팀의 에너지 회수효율 결과보고서 검증

- 검증팀은 신청자가 정보관리시스템에 제출한 검증신청서(서식3) 및 첨부 서류와 결과보고서(서식4)를 바탕으로 검증업무(서면심사, 현장조사 등)를 수행하며, 필요하다고 판단되는 경우 신청자에게 추가 자료 제출을 요구할 수 있다.
- 검증팀은 신청자가 검증신청서를 제출하면 첨부 서류의 적정여부 등을 검토한 후 제출 서류의 누락 또는 적절성이 결여되어 있는 경우에 신청자에게 10일 이내에 보완을 요구할 수 있다.
- 검증 신청 서류의 보완을 요구한 경우에는 보완서류가 접수된 날을 검증신청서의 접수일로 한다.
- 검증팀은 검증신청서 및 첨부 서류를 바탕으로 서면심사를 수행하며 필요시 현장 조사를 진행할 수 있다. 이때 신청자가 희망하는 경우 현장조사 과정을 참관할 수 있다. 검증팀은 현장조사 시 신청자가 제출한 서류와 현장조사 결과와의 일치 여부를 확인하며, 현장조사 과정에서 발견된 사항은 현장조사표(서식5)에 기록하며 증거자료 등을 확보하여야 한다.
- 검증팀은 서면심사 및 현장조사 시 현장에서 사용되고 있는 계측기의 검·교정 및 운영·관리 상태를 확인하여야 한다. 또한 해당시설에서의 데이터 산출·수집·가공·보고 과정 등의 일련의 전 과정에 대하여 파악하고 책임권한 및 데이터 관리과정에서 발생할 수 있는 중요한 사항에 대하여 면밀히 검토하여야 한다.

Point

■ 현장조사표 점검내용 작성방법

- 가) 해당시설의 부지위치 및 경계구분이 제출 자료와 검토결과가 일치하는가?
 - 해당시설 사업장의 경계 내 모든 건물 유무
 - 타 사업장 시설과의 경계 구분
- 나) 해당시설의 처리공정과 시설 및 설비의 설치현황이 현장조사 결과와 일치하는가?
 - 누락 시설 및 설비 유무
 - 처리공정도의 일치여부
 - 설비의 구조 및 성능의 일치여부
 - 시설 및 설비의 운영관리 상태
- 다) 에너지 회수효율 산정을 위한 계측기 종류 및 위치가 제출 자료와 일치하는가?
 - 계측기 설치 현황 및 설치위치의 적정성
 - 계측기의 정상작동 상태
- 라) 계측기의 형식승인 및 검·교정에 대한 증거 자료와 현장조사 검토결과는 일치하는가?
 - 계측기의 형식승인 및 검·교정 내역의 일치여부
 - 계측기 운영관리 상태
- 마) 계측기 외 항목 측정 결과에 대한 성적서와 현장조건이 일치하는가?
 - 폐열보일러 후단에서의 배출가스 분석 가능여부
 - 바닥재 배출구에서의 온도측정 가능여부
 - 계측기 외 항목 측정 결과 성적서에 제시된 현장조건과의 일치여부
- 바) 계측기 측정데이터에 대한 기록 및 유지관리는 제출서류와 일치하는가?
 - 계측기 측정데이터의 수신 및 기록에 관한 사항
 - 계측기 측정데이터의 유지관리 사항
- 사) 그 밖의 현장점검이 필요하다고 판단되는 사항
- 아) 현장조사 결과에 따른 종합의견 작성

<에너지 회수효율 측정·산정 방법 및 절차 등에 관한 고시 - 서식 5>

현장조사표

상호(명칭)	사업자등록번호
대상폐기물	시설 승인번호
현장조사 일자	현장조사 담당자
주 소	

점검내용	점검확인(세부적으로 기입)
1) 해당시설의 부지위치 및 경계구분이 제출 자료와 검토결과가 일치하는가?	
2) 해당시설의 처리공정과 시설 및 설비의 설치현황이 현장조사 결과와 일치하는가?	
3) 에너지회수효율 산정을 위한 계측기 종류 및 부착위치가 제출 자료와 일치하는가?	
4) 계측기의 형식승인 및 검·교정에 대한 증거 자료와 현장조사 검토결과는 일치하는가?	
5) 계측기 외 측정항목에 대한 측정준비가 마련되었는가?	
6) 계측기 측정데이터에 대한 기록 및 유지관리는 제출서류와 일치하는가?	
7) 그 밖의 현장점검이 필요하다고 판단되는 사항	

종합의견

5) 검증팀의 에너지 회수효율 검증 결과 상정

- 검증팀은 서면심사 및 현장조사 평가결과를 종합하여 그 결과에 대한 검증보고서 및 관련 증거자료를 위원회에 상정한다.

6) 위원회의 에너지 회수효율 인증

- 위원회는 검증팀에서 제출한 검증결과를 심의하여 최종 에너지 회수효율을 인증하도록 하며, 신청자에게 에너지 회수효율 인증서(서식7)를 발급하도록 한다. 에너지 회수효율에 대한 최종 결과는 위원회에서 확정하며, 이에 대한 결과를 국립환경과학원장이 환경부장관에 보고한다.
- 검·인증위원회에서 최종 인증한 결과는 신청자에게 10일 이내에 에너지 회수효율 인증서를 발급하여야 한다.
- 에너지 회수효율 인증서 발급은 별도의 공문을 통하여 신청자에게 발급하도록 한다.

<에너지 회수효율 측정·산정 방법 및 절차 등에 관한 고시 - 서식 7>

제 호

에너지 회수효율 인증서

1. 상 호(명칭):
2. 성 명(대표자):
3. 주 소:
4. 인 증 사 항

대상폐기물종류	
소각시설 설치위치	
에너지 회수·사용 유형	
에너지 회수효율(%)	
인증 년 월 일	
인증유효 년 월 일	

「에너지 회수효율 측정·산정 방법 및 절차 등에 관한 고시」 제23조에 의해
에너지 회수효율 인증을 받은 시설임을 증명함

년 월 일

국립환경과학원장

직인

4-4 인증서 유효기간 [고시 제24조 관련]

고시 제 24조 (인증서 유효기간)

인증서의 유효기간은 산정대상기간(1년 이내)에 한한다.

- 에너지 회수효율 인증 소각(열회수)시설에 대한 인증서의 유효 인증기간은 1년으로 하며, 매년 산정결과에 따라 인증서를 재발급 받아야 한다.
- 환경부장관은 거짓이나 그 밖의 부정한 방법으로 검·인증을 받은 소각(열회수) 시설에 대하여 인증을 취소할 수 있다.

4-5 인증시설 변경·폐쇄·중지 등의 신고 [고시 제25조 관련]

- 에너지 회수효율 인증을 받은 소각(열회수)시설 중 시설 내 설비를 변경하거나 시설을 폐쇄 또는 중지하는 등의 경우 관련 사항을 기재한 신고서(서식6)을 검증팀에 제출하여야 한다.

Point

□ 에너지 회수효율 인증시설 폐쇄·중지·변경 신청서 작성 내용

- 가) 신청인 : 신청자의 상호명, 사업자등록번호, 성명, 주소 등 기입
- 나) 설비를 변경한 경우 : 해당시설 내 소각처리 및 에너지 회수와 관련된 시설 및 설비를 변경한 경우 세부내용 작성. 에너지 회수효율 산정을 위한 계측기를 변경한 경우도 포함
- 다) 폐쇄 또는 중지 : 에너지 회수효율 인증을 득한 호기 또는 시설이 폐쇄 또는 중지된 경우 사유 및 중지기간 기입
- 라) 에너지 회수 중지 : 에너지 생산 및 사용 시스템이 중지된 경우 중지된 사유 및 기간 기입

제 5 장

에너지 회수효율 산정관련 Data 관리방안



5-1 자료 수집 · 관리 방법 개요

- 본 장(에너지 회수효율 산정관련 Data 관리방안)에서는 소각(열회수)시설 및 유관 기관에서 에너지 회수효율 산정 시 산정인자로 적용되는 자료의 수집 · 관리를 위한 세부 양식을 제시하고 있다.
- 또한, 운영 자료를 활용한 생활 및 사업장폐기물 소각(열회수)시설에서의 저위 발열량 및 에너지 회수효율 산정인자 별 구체적 산정방법을 제시하고 있다.
- [그림 5-1]에 에너지 회수효율 및 폐기물 저위발열량 산정인자의 자료 수집을 위한 계측기 위치 및 계측기 외 항목 측정 위치를 표시하였다.
- 계측기 위치 및 계측기 외 항목 측정 위치에 해당 항목 데이터 관리 번호를 표기하였으며, 각각의 데이터 관리 번호는 Data 수집 · 관리표 양식의 관리번호에 해당한다.

5-2 시설 일반 현황

구분	사업장명	허가 사항	허가 사항 운영 호기	소각 처리 방식	소각로 유형	소각 대상 폐기물	대상 호기 용량	폐열보일러 형태	방지시설 구성	주소
생활폐기물 소각시설 (예시)	00시 자원회수시설	소각처분 시설	1호기	일반소각	화각자식 (Stoker)	생활폐기물 (일반, 음식물)	6.0 ton/hr	일체형	반건식반응탑, 여과집진기, 선택적 촉매 반응탑	00시 00구
			2호기	일반소각	회전로식 (Rotarykiln)	생활폐기물 (일반, 음식물)	8.0 ton/hr	분리형	반건식반응탑, 여과집진기, 선택적 촉매 반응탑	00동 0000
사업장폐기물 소각시설 (예시)	00 환경	소각처분 시설	1호기	일반소각	화각자식 (Stoker)	사업장 일반 폐기물	6.0 ton/hr	일체형	반건식반응탑, 여과집진기, 선택적 촉매 반응탑	00시 00구
			2호기	고온소각	유동상식 (Fluidizedbed combustion)	사업장일반 및 지정 폐기물	8.0 ton/hr	분리형	반건식반응탑, 여과집진기, 선택적 촉매 반응탑	00동 0000
생활폐기물 소각시설 (예시)	00시 에너지시설	소각처분 시설	1호기	열분해(가스화) · 고온용융	유동상식(FBC) + 선회용융로	생활폐기물	6.0 ton/hr	일체형	반건식반응탑, 여과집진기, 선택적 촉매 반응탑	00시 00구
			2호기	열분해(가스화) · 고온용융	열분해용융 일체형	생활폐기물	6.0 ton/hr	일체형	반건식반응탑, 여과집진기, 선택적 촉매 반응탑	00동 0000
			3호기	열분해(가스화)	건류식 열분해	생활폐기물	8.0 ton/hr	분리형	반건식반응탑, 여과집진기, 선택적 촉매 반응탑	00동 0000

담당자 정보

소속	성함	직함	연락처	E-mail	Fax

5-3 Data 수집 · 관리표

구분	적용 대상시설	관리 번호	관리 항목	기호	단위	계측기	작성 방법	예시	
								데이터	단위
(1) 투입 폐기물	공통	(1-1)	대상 호기	-	-	-	▶ 사업장 내 소각설비 중 에너지 회수효율을 선정하고자 하는 대상 호기를 기입	1호기	-
			전체호기 투입량	합계	M _w	M1	▶ 연간 사업장 내 전체 호기에 투입된 폐기물의 종류별 총량을 기입. ▶ 종류별 구분이 불가능한 경우 총 투입량만 기입 ※ 종량계측기 M1에서 계속되는 값을 적용	20,000.0	ton/yr
		일반		20,000.0				ton/yr	
		지정		-				-	
(1-3)	대상호기 투입량	m _w	M1	▶ 연간 대상호기에 투입된 폐기물의 종류별 총량을 기입. 종류별 구분이 불가능한 경우 총 투입량만 기입 ※ 종량계측기 M1에서 계속되는 값을 적용	9,000.0	ton/yr			
	일반	-	-	9,000.0	ton/yr				
	지정			-	-				
(2) 연소 보조연료	일반·고온 소각시설	(2-1)	보조연료 종류	-	-	-	▶ 대상 호기 소각로에 투입되는 보조연료 종류를 모두 기입	LNG	-
			공급 1	-	-	-	LNG	-	
		공급 2	-				-	-	-
		(2-2)	투입량	m ^{III}	F1	▶ 연간 대상호기 소각로에 투입되는 보조연료 종류별 총량을 기입 ※ 유량계측기 F1에서 계속되는 값을 적용	10.0	kNm ³ /yr	
	공급 2		-	-	-	-	-		
	열분해 (가스화)·응용시설	(2-3)	보조연료 종류	-	-	-	▶ 대상호기 열분해(가스화)로 및 응용로 또는 가스연소실에 투입되는 보조연료의 종류를 모두 기입	LNG	-
			공급 1	-	-	-	LNG	-	
		공급 2	-				-	-	-
(2-4)		투입량	m ^{III}	F1	▶ 연간 대상호기 열분해(가스화)로 및 응용로 또는 가스연소실에 투입되는 보조연료의 종류별 총량을 기입 ※ 유량계측기 F1에서 계속되는 값을 적용	30.0	kNm ³ /yr		
	공급 2	-	-	-	-	-			

구분	적용 대상시설	관리 번호	관리 항목	기호	단위	계측기	작성 방법	예시		
								데이터	단위	
(3) 연소용 공기	(3-1) 연소용 공기 예열여부	(3-1)	1차 FD Fan	-	O / X	-	▶ 대상호기 소각로에 공급하는 연소용 공기의 공급 전 예열 여부에 따라 O / X로 기입	O		
			2차 FD Fan						O	
	(3-2) 유량	(3-2)	1차 FD Fan	A ₁	kNm ³ /yr	F2	▶ 연간 대상호기 소각로 내에 공급된 연소용 공기의 공급 라인별 총 유량을 기입 (1차, 2차, ...) ※ 유량계측기 F2에서 계측되는 값을 적용	25,000.0 kNm ³ /yr		
			2차 FD Fan	A ₂				20,000.0 kNm ³ /yr		
	일반·고온 소각시설	(3-3) 온도	(3-3)	1차 FD Fan	t _{a1}	℃	T1	▶ 연간 대상호기 소각로 내에 공급된 연소용 공기의 공급 라인별 평균 온도를 기입 (1차, 2차, ...) ※ 온도계측기 T1에서 계측되는 값을 적용 ※ 연소용 공기를 예열하지 않고 대기 온도의 공기를 공급하는 설비의 경우 온도계측기는 선택 설치 항목이며, 대기 온도의 공기를 공급하며 온도계가 없는 설비는 해당 설비의 평균 대기온도를 적용	50.0	℃
				2차 FD Fan	t _{a2}				60.0	℃
	(3-4) 압력	(3-4)	(3-4)	1차 FD Fan	P _{a1}	mmAq, mmH ₂ O	P1	▶ 연간 대상호기 소각로 내에 공급된 연소용 공기의 공급 라인별 평균 압력을 기입 (1차, 2차, ...) ※ 압력계측기 P1에서 계측되는 값을 적용 ※ 압력계측기는 선택 설치 항목으로, 압력계가 없는 설비는 생략	11.0	mmAq
				2차 FD Fan	P _{a2}				10.0	mmAq
	열분해 (가스화) ·용융시설	(3-5) 연소용 공기 예열여부	(3-5)	1차 FD Fan	-	O / X	-	▶ 대상호기 대상호기 열분해(가스화)로 및 용융로 또는 가스연소실에 공급하는 연소용 공기의 공급 전 예열 여부에 따라 O / X로 기입	O	
				2차 FD Fan						

구분	적용 대상시설	관리 번호	관리 항목	기호	단위	계측기	작성 방법	예시			
								데이터	단위		
(4) 생산증기	공통	(3-6)	유량	1차 FD Fan	A ₁	F2	▶ 연간 대상호기 열분해(가스화)로 및 응용로 또는 가스연소실에 공급된 연소용 공기의 공급 라인별 총 유량을 기입 (1차, 2차, ...) ※ 유량계측기 F2에서 계측되는 값을 적용	18,000.0	kNm ³ /yr		
				2차 FD Fan	A ₂			23,000.0	kNm ³ /yr		
			온도	1차 FD Fan	t _{a1}	T1		▶ 연간 대상호기 열분해(가스화)로 및 응용로 또는 가스연소실에 공급된 연소용 공기의 공급라인별 평균 온도를 기입 (1차, 2차, ...) ※ 온도계측기 T1에서 계측되는 값을 적용 ※ 연소용 공기를 예열하지 않고 대기온도의 공기를 공급하는 설비의 경우 온도계측기는 선택 설치 항목이며, 대기온도의 공기를 공급하며 온도계가 없는 설비는 해당 설비의 평균 대기온도를 적용	70.0	℃	
				2차 FD Fan	t _{a2}				80.0	℃	
			압력	1차 FD Fan	P _{a1}	P1			▶ 연간 대상호기 열분해(가스화)로 및 응용로 또는 가스연소실에 공급된 연소용 공기의 공급 라인별 평균 압력을 기입 (1차, 2차, ...) ※ 압력계측기 P1에서 계측되는 값을 적용 ※ 압력계측기는 선택 설치 항목으로, 압력계가 없는 설비는 생략	12.0	mmAq
				2차 FD Fan	P _{a2}					12.0	mmAq
		전체호기 생산증기 유량	전체호기 생산증기 유량	M _{st}	F3	▶ 연간 사업장 내 전체 호기에서 생산된 증기의 총량을 기입 ※ 유량계측기 F3에서 계측되는 값을 적용	85,000.0			ton/yr	
				유량	m _{st}		F3			40,000.0	ton/yr
		대상호기 생산증기	대상호기 생산증기	온도	t _{st}		T2	▶ 연간 대상호기에서 생산된 증기의 평균 온도를 기입 ※ 온도계측기 T2에서 계측되는 값을 적용		175.0	℃
				압력	P _{st}		P2			▶ 연간 대상호기에서 생산된 증기의 평균 압력을 기입 ※ 압력계측기 P2에서 계측되는 값을 적용	12.0

구분	적용 대상시설	관리 번호	관리 항목	기호	단위	계측기	작성 방법	예시	
								데이터	단위
(5) 배출가스	공통	(5-1)	굴뚝 유량 (건기준)	G	kNm ³ /yr	F4	연간 대상호기의 굴뚝에서 배출되는 건기준 가스 유량의 총량을 기입 ※ 유량계측기 F4에서 계측되는 값을 적용	65,000.0	kNm ³ /yr
		(5-2)	배출가스 O ₂	O ₂	%	O1	연간 대상호기의 굴뚝에서 배출되는 가스의 평균 산소 농도를 기입 ※ 산소 농도 계측기 O1에서 계측되는 값을 적용	8.0	%
	일반·고온 소각시설	(5-3)	2차 연소실 출구 가스 온도	t _{g2}	℃	T3	연간 대상호기의 소각로 2차 연소실 출구에서 배출되는 가스의 평균 온도를 기입 ※ 온도계측기 T3에서 계측되는 값을 적용	970.0	℃
		(5-4)	열분해(가스화)로 출구 가스 온도	t _{g1}	℃	T4	연간 대상호기의 열분해(가스화)로 출구에서 배출되는 가스의 평균 온도를 기입 ※ 온도계측기 T4에서 계측되는 값을 적용	650.0	℃
	열분해 (가스화)·용융시설	(5-5)	용융로(가스연소로) 출구 가스 온도	t _{ms}	℃	T5	연간 대상호기의 용융로 또는 가스 연소실 출구에서 배출되는 가스의 평균 온도를 기입 ※ 온도계측기 T5에서 계측되는 값을 적용	1,300.0	℃
		(5-6)	온도	t _{g0}	℃	T6	연간 대상호기의 폐열보일러 후단에서 배출되는 가스의 평균 온도를 기입 ※ 온도계측기 T6에서 계측되는 값을 적용	185.0	℃
	공통	(5-7)	폐열 보일러 후단 배출가스	O _{2b}	%	측정	대상호기의 폐열보일러 후단에서 배출되는 가스의 분기 단위 산소 농도 측정값의 평균을 기입 ※ 에너지 회수효율 검사기관의 측정·분석 결과 값을 적용	7.5	%
		(5-8)	H ₂ O	w _{g0}	%	측정	대상호기의 폐열보일러 후단에서 배출되는 가스의 분기 단위 수분 측정값의 평균을 기입 ※ 에너지 회수효율 검사기관의 측정·분석 결과 값을 적용	15.0	%

구분	적용 대상시설	관리 번호	관리 항목	기호	단위	계측기	작성 방법	예시	
								데이터	단위
(6) 폐열 보일러 급수	공통	(6-1)	탈기기 설치 여부	-	O / X	-	▶ 대상호기의 탈기기 설치 유무에 따라 O/X로 기입	O	-
			급수탱크 후단	유량	W	ton/yr	F5	▶ 연간 급수 탱크 후단에서 대상호기 폐열보일러로 공급된 급수 유량의 총량을 기입 ※ 유량계측기 F5에서 계측되는 값을 적용 ※ 탈기기가 설치되어 있지 않은 시설의 경우에 적용됨	-
		온도		t_w	℃	T7	▶ 연간 급수 탱크 후단에서 대상호기 폐열보일러로 공급된 급수의 평균 온도를 기입 ※ 온도계측기 T7에서 계측되는 값을 적용 ※ 탈기기가 설치되어 있지 않은 시설의 경우에 적용됨	-	℃
		유량		W	ton/yr	F5	▶ 연간 탈기기 후단에서 대상호기 폐열보일러로 공급된 급수 유량의 총량을 기입 ※ 유량계측기 F5에서 계측되는 값을 적용 ※ 탈기기가 설치되어 있는 시설의 경우에 적용됨	45,000.0	ton/yr
		(6-5)	온도	t_w	℃	T7	▶ 연간 탈기기 후단에서 대상호기 폐열보일러로 공급된 급수의 평균 온도를 기입 ※ 온도계측기 T7에서 계측되는 값을 적용 ※ 탈기기가 설치되어 있는 시설의 경우에 적용됨	120.0	℃
(7-1)	가스유량		공급 A	G_u	ton/yr	F6	▶ 대상호기 소각로에서 발생한 소각 배가스를 직접 건조설비 등에서 열원으로 사용하는 경우 공급하는 가스의 총량을 기입 ※ 유량계측기 F6에서 계측되는 값을 적용	70,000.0	kNm ³ /yr
		공급 B	-						
(7) 사용 열에너지 (소각 배가스)	공통	(7-2)	열공급전	t_{eq}	℃	T8	▶ 대상호기 소각로에서 발생한 소각 배가스를 직접 건조설비 등에서 열원으로 사용하는 경우 열 공급 전 가스의 평균 온도를 기입 ※ 온도계측기 T8에서 계측되는 값을 적용	430.0	℃
			가스온도					공급 B	-

구분	적용 대상시설	관리 번호	관리 항목	기호	단위	계측기	작성 방법	예시	
								데이터	단위
(8) 내부사용 열에너지 (증기 및 온수)	공통	(7-3)	열공급후 가스온도	t_{gas}	℃	T9	▶ 대상호기 소각로에서 발생한 소각 배가스를 직접 건조설비 등에서 열원으로 사용하는 경우 열 공급 후 가스의 평균 온도를 기입 ※ 온도계측기 T9에서 계측되는 값을 적용	120.0	-
			열에너지 공급형태	-	증기 / 온수	-	▶ 연간 사업장 내 전체호기에서 생산된 증기 중 시스템 경계 내부의 보조 설비(에너지 생산에 기여하지 않는 설비)에서 사용된 열에너지의 형태를 공급처 별로 기입 ※ 증기 자체를 공급하는 경우 "증기", 온수로 전환하여 공급하는 경우 "온수"를 기입	증기	-
		(8-2)	공급 A	M_{sp1}	ton/yr	F7	▶ 연간 사업장 내 전체호기에서 생산된 증기 중 시스템 경계 내부의 보조 설비(에너지 생산에 기여하지 않는 설비)에서 사용된 증기 또는 온수의 총량을 공급처 별로 기입 ※ 유량계측기 F7에서 계측되는 값을 적용	5,000.0	ton/yr
			공급 B	-	-	-	-	-	-
		(8-3)	공급 A	t_{sp1}	℃	T10	▶ 연간 사업장 내 전체호기에서 생산된 증기 중 시스템 경계 내부의 보조 설비(에너지 생산에 기여하지 않는 설비)에서 사용된 증기 또는 온수의 평균 온도를 공급처 별로 기입 ※ 온도계측기 T10에서 계측되는 값을 적용	160.0	℃
			공급 B	-	-	-	-	-	-
		(8-4)	공급 A	p_{sp1}	kg/cm ² , G, bar,G	P3	▶ 연간 사업장 내 전체호기에서 생산된 증기 중 시스템 경계 내부의 보조 설비(에너지 생산에 기여하지 않는 설비)에서 사용된 증기 또는 온수의 평균 압력을 공급처 별로 기입 ※ 압력계측기 P3에서 계측되는 값을 적용	10.0	kg/cm ² ,G
			공급 B	-	-	-	-	-	-
		(8-5)	공급 A	E_{sp1}	Gcal/yr	-	▶ 연간 사업장 내 전체호기에서 생산된 증기 중 시스템 경계 내부의 보조 설비(에너지 생산에 기여하지 않는 설비)에서 사용된 증기 또는 온수의 총 열량을 공급처 별로 기입 ※ 공급열량을 열량계로 계측하는 시설의 경우에 적용됨	-	-
			공급 B	-	-	-	-	-	-

구분	적용 대상시설	관리 번호	관리 항목	기호	단위	계측기	작성 방법	예시	
								데이터	단위
(9) 외부공급 열에너지 (중기 및 온수)	공통	(9-1)	공급 열에너지	-	유량계측 / 열량계측	-	▶ 연간 사업장 내 전체호기에서 생산된 증기 중 시스템 경계 외부로 공급·판매된 열에너지의 계측 방법을 공급처 별로 기입 ※ 유량, 온도, 압력을 계측하여 열에너지를 공급·판매하는 경우 "유량계측", 열량을 계측하여 공급·판매하는 경우 "열량계측을 기입"	유량계측	-
			계측방법	공급 A 공급 B	-	-			
		(9-2)	열에너지	-	중기 / 온수	-	▶ 연간 사업장 내 전체호기에서 생산된 증기 중 시스템 경계 외부로 공급·판매된 열에너지의 형태를 공급처 별로 기입 ※ 증기 자체를 공급하는 경우 "중기", 온수로 전환하여 공급하는 경우 "온수"를 기입	중기	-
			공급형태	공급 A 공급 B	-	-			
		(9-3)	유량	M_{sp2}	ton/yr	F8	▶ 연간 사업장 내 전체호기에서 생산된 증기 중 시스템 경계 외부로 공급·판매된 증기 또는 온수의 총량을 공급처 별로 기입 ※ 유량계측기 F8에서 계측되는 값을 적용	55,000.0	ton/yr
			공급 B	공급 A 공급 B	-	-			
(9-4)	온도	t_{sp2}	℃	T11	▶ 연간 사업장 내 전체호기에서 생산된 증기 중 시스템 경계 외부로 공급·판매된 증기 또는 온수의 평균 온도를 공급처 별로 기입 ※ 온도계측기 T11에서 계측되는 값을 적용	170.0	℃		
	공급 B	공급 A 공급 B	-	-					
(9-5)	압력	P_{sp2}	kg/cm ² , G,bar,G	P4	▶ 연간 사업장 내 전체호기에서 생산된 증기 중 시스템 경계 외부로 공급·판매된 증기 또는 온수의 평균 압력을 공급처 별로 기입 ※ 압력계측기 P4에서 계측되는 값을 적용	11.0	kg/cm ² ,G		
	공급 B	공급 A 공급 B	-	-					
(9-6)	열량	e_{sp2}	Gcal/yr	-	▶ 연간 사업장 내 전체호기에서 생산된 증기 중 시스템 경계 외부로 공급·판매된 증기 또는 온수의 총 열량을 공급처 별로 기입 ※ 공급열량을 열량계로 계측하는 시설의 경우에 적용됨	-	-		
	공급 B	공급 A 공급 B	-	-					

구분	적용 대상시설	관리 번호	관리 항목	기호	단위	계측기	작성 방법	예시	
								데이터	단위
(10) 내부사용 증기 및 온수의 응축수	공통	(10-1)	응축수	-	O / X	-	▶ 시스템 경계 내부의 보조 설비에서 사용된 증기 또는 온수의 응축수 회수 여부를 공급처 별로 기입	0	-
			회수여부						
		(10-2)	응축수	CW ₁	ton/yr	F9	▶ 시스템 경계 내부의 보조 설비에서 사용된 증기 또는 온수의 응축수를 회수하는 경우, 연간 회수된 응축수의 총량을 공급처 별로 기입 ※ 유량계측기 F9에서 계속되는 값을 적용 ※ 회수 응축수 유량계측기는 선택설치 항목이며, 응축수를 회수하지 않거나 회수하지만 유량계가 없는 시설의 경우 증기 및 온수 공급 유량을 적용	5,000.0	ton/yr
			회수유량						
		(10-3)	응축수	t _{hw1}	℃	T12	▶ 시스템 경계 내부의 보조 설비에서 사용된 증기 또는 온수의 응축수를 회수하는 경우, 연간 회수된 응축수의 평균 온도를 공급처 별로 기입 ※ 온도계측기 T12에서 계속되는 값을 적용 ※ 회수 응축수 온도계측기는 선택설치 항목이며, 응축수를 회수하지 않거나 회수하지만 온도계가 없는 시설의 경우 100℃로 적용	85.0	℃
			회수온도						
(11) 외부공급 증기 및 온수의 응축수	공통	(11-1)	응축수	-	O / X	-	▶ 시스템 경계 외부로 공급·판매된 증기 또는 온수의 응축수 회수 여부를 공급처 별로 기입	0	-
			회수여부						
		(11-2)	응축수	CW ₂	ton/yr	F10	▶ 시스템 경계 외부로 공급·판매된 증기 또는 온수의 응축수를 회수하는 경우, 연간 회수된 응축수의 총량을 공급처 별로 기입 ※ 유량계측기 F10에서 계속되는 값을 적용 ※ 회수 응축수 유량계측기는 선택설치 항목이며, 응축수를 회수하지 않거나 회수하지만 유량계가 없는 시설의 경우 증기 및 온수 공급 유량을 적용	53,000.0	ton/yr
			회수유량						
		(11-3)	응축수	t _{hw2}	℃	T13	▶ 시스템 경계 외부로 공급·판매된 증기 또는 온수의 응축수를 회수하는 경우, 연간 회수된 응축수의 평균 온도를 공급처 별로 기입 ※ 온도계측기 T13에서 계속되는 값을 적용 ※ 회수 응축수 온도계측기는 선택설치 항목이며, 응축수를 회수하지 않거나 회수하지만 온도계가 없는 시설의 경우 100℃로 적용	70.0	℃
			회수온도						

구분	적용 대상시설	관리 번호	관리 항목	기호	단위	계측기	작성 방법	예시	
								데이터	단위
(12) 전력	공통	(12-1)	전체 호기 전력생산량	PW	MWh/yr	W1	▶ 생산 증기를 통하여 발전을 하는 시설의 경우, 연간 사업장 내 전체호기에서 생산된 전력량의 총량을 기입 ☞ 전력량계측기 W1에서 계측되는 값을 적용	2,400.0	MWh/yr
							▶ 생산 증기를 통하여 발전을 하는 시설의 경우, 연간 사업장 내 전체호기에서 생산된 전력량 중 사업장 내에서 자체 사용한 전력량의 총량을 기입 ☞ 전력량계측기 W2에서 계측되는 값을 적용		
		(12-3)	외부 공급 (판매)량	PW _o	MWh/yr	W3	▶ 생산 증기를 통하여 발전을 하는 시설의 경우, 연간 사업장 내 전체호기에서 생산된 전력량 중 시스템 경계 외부로 공급 · 판매된 전력량의 총량을 기입 ☞ 전력량계측기 W3에서 계측되는 값을 적용	1,600.0	MWh/yr
							▶ 외부에서 공급 받는 전력량 중 연간 사업장 내 전체호기 소각설비에 공급된 전력량의 총량을 기입 ☞ 전력량계측기 W4에서 계측되는 값을 적용		
		(12-5)	외부전력 수전량	대상 호기 pw _r	MWh/yr	W4	▶ 외부에서 공급 받는 전력량 중 연간 사업장 내 대상호기 소각설비에 공급된 전력량의 총량을 기입 ☞ 전력량계측기 W4에서 계측되는 값을 적용 ※ 호기별 전력 사용량 계측이 불가능한 경우, 전체 호기 외부 전력 수전량에 대상호기 폐기물 투입 비율을 적용하여 산정	225.0	MWh/yr
▶ 대상호기의 대기오염 방지설비에 투입되는 보조연료 종류를 모두 기입	LNG						-		
(13) 방지설비 보조연료	공통	(13-1)	투입량	m ₁₂	kL/yr, kNm ³ /yr	F11	▶ 연간 대상호기의 대기오염 방지설비에 투입되는 보조연료 종류별 총량을 기입 ☞ 유량계측기 F11에서 계측되는 값을 적용	20.0	kNm ³ /yr
-							-		

구분	적용 대상시설	관리 번호	관리 항목	기호	단위	계측기	작성 방법	예시	
								데이터	단위
(14) 소각 잔재물	일반·고온 소각시설	(14-1)	합계	M _{ba}	ton/yr	M2	▶ 연간 사업장 내 전체호기에서 발생하여 최종 처리를 위해 외부로 반출되는 바닥재와 비산재 각각의 총량을 기입 ※ 중량계측기 M2에서 계측되는 값을 적용	2,800.0	ton/yr
			바닥재					2,300.0	ton/yr
		(14-2)	강열감량	L _{ba}	%	측정	▶ 최종 처리를 위해 외부로 반출되기 직전 저장되어 있는 바닥재의 분기 단위 강열감량 측정 값의 평균을 기입 ※ 에너지 회수율을 검사기관의 측정·분석 결과 값을 적용	4.5	%
			수분					W _{ba}	%
		(14-3)	바닥재 성분	t _{ba}	℃	측정	▶ 소각 완료 후 소각로 내 하부에서 바닥재 이송컨베이어로 배출되기 직전(냉각수 투입 전) 바닥재의 분기 단위 온도 측정 값의 평균을 기입 ※ 에너지 회수율을 검사기관의 측정·분석 결과 값을 적용		
			온도					1,800.0	ton/yr
		(14-4)	열분해 잔재물 발생량	M _{pa}	ton/yr	M2	▶ 연간 사업장 내 전체호기에서 발생하여 최종 처리를 위해 외부로 반출되는 열분해 잔재물(유기물 및 기타 잔재물 등)의 총량을 기입 ※ 중량계측기 M2에서 계측되는 값을 적용	200.0	ton/yr
			유기물 (철, 비철 등) 기타잔재물					1,600.0	ton/yr
	열분해 (가스화)·응용시설	(14-6)	강열감량	L _{pa}	%	측정	▶ 최종 처리를 위해 외부로 반출되기 직전 저장되어 있는 열분해 잔재물의 분기 단위 강열감량 측정 값의 평균을 기입 ※ 에너지 회수율을 검사기관의 측정·분석 결과 값을 적용	9.0	%
			수분					W _{pa}	%
		(14-7)	기타 잔재물 성분	t _{pa}	℃	측정	▶ 소각 완료 후 열분해(가스화)로 내 하부에서 잔재물 이송컨베이어로 배출되기 직전(냉각수 투입 전) 열분해 잔재물의 분기 단위 온도 측정 값의 평균을 기입 ※ 에너지 회수율을 검사기관의 측정·분석 결과 값을 적용		
			온도						

구분	적용 대상시설	관리 번호	관리 항목	기호	단위	계측기	작성 방법	예시		
								데이터	단위	
(15) 방열손실	열분해 (가스화) · 용융시설	(14-9)	슬래그 발생량	M _{sl}	ton/yr	M2	▶ 연간 사업장 내 전체호기에서 발생하여 최종 처리를 위해 외부로 반출되는 슬래그의 총량을 기입 ※ 중량계측기 M2에서 계측되는 값을 적용	350.0	ton/yr	
										(14-10)
		(14-11)	슬래그 수분	w _{sl}	%	속정	▶ 최종 처리를 위해 외부로 반출되기 직전 저장되어 있는 슬래그의 분기 단위 수분 측정 값의 평균을 기입 ※ 에너지 회수효율 검사기관의 측정·분석 결과 값을 적용	5.0	%	
										(14-12)
		(15-1)	소각로	합계	LR ₁	Gcal/yr	속정	▶ 소각로 상부(지붕), 측면(벽면)의 분기 단위 방열손실 측정을 통한 연간 총 방열손실량을 기입 ※ 에너지 회수효율 검사기관의 측정·분석 결과 값을 적용	400.0	
										(15-2)
		(15-3)	고온공기 가열기	합계	LR _{0p}	Gcal/yr	속정	▶ 고온공기 가열기 상부(지붕), 측면(벽면)의 분기 단위 방열손실 측정을 통한 연간 총 방열손실량을 기입 ※ 폐열보일러 전단에서 소각 배가스를 이용하여 공기를 예열하는 고온공기 가열기를 설치운영 하는 시설에 한함	300.0	

구분	적용 대상시설	관리 번호	관리 항목	기호	단위	계측기	작성 방법	예시	
								데이터	단위
	열분해(가스화) ·응용시설	(15-4)	열분해(가스화)로	합계			▶ 열분해(가스화)로 상부(지붕), 측면(벽면)의 분기 단위 방열손실 측정용 통한 연간 총 방열손실량을 기입 ※ 에너지 회수효율 검사기관의 측정·분석 결과 값에 적용	300.0	Gcal/yr
				상부(지붕)	LR_{op}	Gcal/yr		100.0	Gcal/yr
				측면(벽면)				200.0	Gcal/yr
			응용(가스연소)로	합계			▶ 응용(가스연소)로 상부(지붕), 측면(벽면)의 분기 단위 방열손실 측정용 통한 연간 총 방열손실량을 기입 ※ 에너지 회수효율 검사기관의 측정·분석 결과 값에 적용	450.0	Gcal/yr
				상부(지붕)	LR_{ms}	Gcal/yr		150.0	Gcal/yr
				측면(벽면)				300.0	Gcal/yr

5-4 저위발열량 산정표(생활폐기물 소각시설)

구분	적용 대상 시설 번호	관리	산정 항목		기호	단위	계측기	데이터 관리번호	데이터 입력 및 산정 방법	예시	
			대상 호기 증기 생산	유량						데이터	단위
(a) m_{SW}^{low} 폐기물로 부터 생산된 증기의 총량	(a-1)	대상 호기 증기 생산	유량	m_{st}	ton/yr	F3	(4-2)	연간 대상호기에서 생산된 증기의 총량을 기입 ☞ 유량계측기 F3 계측값, 데이터 관리번호 (4-2)번 적용	40,000.0	ton/yr	
			온도	t_{st}	℃	T2	(4-3)	연간 대상호기에서 생산된 증기의 평균 온도를 기입 ☞ 온도계측기 T2 계측값, 데이터 관리번호 (4-3)번 적용	175.0	℃	
	(a-3)	생산된 증기 엔탈피	압력	p_{st}	kg/cm ² , G, bar, G	P2	(4-4)	연간 대상호기에서 생산된 증기의 평균 압력을 기입 ☞ 압력계측기 P2 계측값, 데이터 관리번호 (4-4)번 적용	12.0	kg/cm ² , G	
			생산된 증기 엔탈피	h_1	kcal/kg	-	-	연간 대상호기에서 생산된 증기의 평균 온도 및 압력에 해당하는 과열증기표 상의 엔탈피 값을 기입	650.0	℃	
	(a-5)	폐열보일러 급수 엔탈피	폐열보일러 급수	h_2	kcal/kg	T7	(6-3) or (6-5)	연간 폐열보일러에 공급된 급수의 평균 온도를 기입 ☞ 온도계측기 T5 계측값, 데이터 관리번호 (6-3) 또는 (6-5)번 적용	120.0	kcal/kg	
			엔탈피	h_{st}	kcal/kg	-	-	탈기기가 설치되어 있지 않은 경우 응축수 탱크 후단 온도(6-3)번 적용, 설치되어 있는 경우 탈기기 후단 온도(6-5)번 적용	530.0	kcal/kg	
	(a-6)	생산된 증기 순 엔탈피	생산된 증기 순 엔탈피	h_{st}	kcal/kg	-	-	생산된 증기 엔탈피 값(a-4)과 폐열보일러 급수 엔탈피 값(a-5)의 차이를 기입 ☞ $h_{st} = h_1 - h_2$ = 650 - 120 = 530	530.0	kcal/kg	
연소 보조 공급 1			-	-	(2-1)	대상호기 소각로에 투입되는 보조연료 종류를 모두 기입 ☞ 데이터 관리번호 (2-1)번 적용	LNG	-			
일반·고온 소각시설	(a-7)	연소 보조 공급 2	-	-	-	-	연간 대상호기 소각로에 투입되는 보조연료 종류별 총량을 기입 ☞ 유량계측기 F1 계측값, 데이터 관리번호 (2-2)번 적용	10.0	kNm ³ /yr		
		연소 보조 공급 1	m_{H_1}	kL/yr, kNm ³ /yr	F1	(2-2)	-	-	-		
		연료투입량 공급 2	m_{H_2}	kL/yr, kNm ³ /yr	F1	(2-2)	-	-			

구분	적용 대상 시설	관리 번호	산정 항목	기호	단위	계측기	데이터 관리번호	데이터 입력 및 산정 방법	예시		
									데이터	단위	
(b) LHV _{st} 투입 폐기물 저위 발열량	열분해 (가스화)· 응용 시설	(a-8)	연소 보조 연료 종류	공급 1	-	-	(2-3)	▶ 대상호기 열분해(가스화)로 및 응용로 또는 가스연소실에 투입되는 보조연료 종류를 모두 기입 ※ 데이터 관리번호 (2-3)번 적용	LNG	-	
			연소 보조 연료	공급 1	-	-	(2-4)	▶ 연간 대상호기 열분해(가스화)로 및 응용로 또는 가스연소실에 투입되는 보조연료 종류별 총량을 기입 ※ 유량계측기 F1 계속값, 데이터 관리번호 (2-4)번 적용	-	30.0 kNm ³ /yr	
		투입량	공급 2	m ₁₁	kL/yr, kNm ³ /yr	F1	-	▶ 대상호기에 투입되는 연소 보조연료의 저위발열량을 기입 ※ 「에너지법 시행규칙」 별표(에너지열량 환산기준)에 따른 에너지원 종류별 순 발열량 적용	-	9,420.0 kcal/Nm ³	
		보조연료 저위발열량	공급 1 공급 2	LHV _{st} kcal/Nm ³	-	-	-	▶ 폐열보일러 효율 80% → 0.8 기입	0.8	-	
	공통	(a-10)	폐열보일러 효율	η _b	-	-	-	-	▶ 폐기물로부터 생산된 증기 생산량 산정식에 따라 산정 ※ m _{slw} = m _{sl} ·(m ₁₁ × LHV _{st} /h _{sl} × η _b) = 40,000 - (10.0 × 9,420/530 × 0.8) = 39,578.8	39,857.8	ton/yr
			배출가스 열손실	m _{slw}	ton/yr	-	-	-	▶ 일반·고온 소각시설 배출가스 열손실 보정계수 1.672 기입	1.672	kcal/kg·°C
	(b) LHV _{st} 투입 폐기물 저위 발열량	일반·고온 소각시설	(b-1)	보정계수	-	-	-	-	▶ 일반·고온 소각시설 기타 열손실 보정계수 1.011 기입	1.011	-
			(b-2)	기타 열손실	-	-	-	-	▶ 열분해(가스화)·응용 소각시설 배출가스 열손실 보정계수 1.682 기입	1.682	kcal/kg·°C
		열분해 (가스화)· 응용 시설	(b-3)	보정계수	-	-	-	-	▶ 열분해(가스화)·응용 소각시설 기타 열손실 보정계수 0.923 기입	0.923	-
			(b-4)	기타 열손실	-	-	-	-	-	-	-

구분	적용 대상 시설 번호	관리 번호	산정 항목	기호	단위	계측기	데이터 관리번호	데이터 입력 및 산정 방법	예시	
									데이터	단위
공통	(b-5)	(b-5)	대상 호기 폐기물 투입량	m_w	ton/yr	M1	(1-3)	<ul style="list-style-type: none"> 연간 대상호기에 투입된 폐기물의 총량을 기입 ※ 중량계측기 M1 계측값, 데이터 관리번호 (1-3)번 적용 	9,000.0	ton/yr
			폐열보일러 후단 배출가스 온도	t_{gb}	℃	T6	(5-6)	<ul style="list-style-type: none"> 연간 대상호기의 폐열보일러 후단에서 배출되는 가스의 평균 온도를 기입 ※ 온도계측기 T6 계측값, 데이터 관리번호 (5-6)번 적용 	185.0	℃
	(b)	(b)	LHV _w		kcal/kg	-	-	<ul style="list-style-type: none"> 폐기물 저위발열량 산정식에 따라 산정 ※ $LHV_w = (1.011 \times (m_{sw} \times h_{el}) / m_w) + (1.672 \times t_{gb})$ $= (1.011 \times (39,857.8 \times 530) / 9,000) + (1.672 \times 185)$ $= 2,682.3$ 	2,682.3	kcal/kg

5-5 저위발열량 산정표(사업장폐기물 소각시설-보일러일체형)

구분	적용 대상 시설	관리 번호	산정 항목	기호	단위	계측기	데이터 관리번호	데이터 입력 및 산정 방법	예시		
									데이터	단위	
(a) 폐기물 투입량	일반·고온 소각시설	(a-1)	전체 호기 폐기물 투입량	M_w	ton/yr	M1	(1-2)	▶ 연간 사업장 내 전체호기에 투입된 폐기물의 총량을 기입 ※ 종량계측기 M1 계측값, 데이터 관리번호 (1-2)번 적용	20,000.0	ton/yr	
		(a-2)	대상 호기 폐기물 투입량	m_w	ton/yr	M1	(1-3)	▶ 연간 대상호기에 투입된 폐기물의 총량을 기입 ※ 종량계측기 M1 계측값, 데이터 관리번호 (1-3)번 적용	9,000.0	ton/yr	
		(a-3)	대상 호기 폐기물 투입 비율	r_1	-	-	-	▶ 전체호기 폐기물 투입량(a-1)에 대한 대상호기 폐기물 투입량(a-2)의 비율 값을 기입 ※ $r_1 = m_w/M_w$ = 9,000/20,000 = 0.45	0.45	-	
(b) Q_{m1} 연소 보조 연료 공급량	일반·고온 소각시설	(b-1)	연소 보조 연료 종류	공급 1	-	-	(2-1)	▶ 대상호기 소각로에 투입되는 보조연료 종류를 모두 기입 ※ 데이터 관리번호 (2-1)번 적용	LNG	-	
			연소 보조 연료 투입량	공급 2	-	-	-	-	-	-	
		(b-2)	보조연료 저위발열량	공급 1	m_{H1}	kL/yr, kNm ³ /yr	F1	(2-2)	▶ 연간 대상호기 소각로에 투입되는 보조연료 종류별 총량을 기입 ※ 유량계측기 F1 계측값, 데이터 관리번호 (2-2)번 적용	10.0	kNm ³ /yr
			연소 보조 연료 저위발열량	공급 2	LHV ₁	kcal/L, kcal/Nm ³	-	-	▶ 대상호기에 투입되는 연소 보조연료의 저위발열량을 기입 ※ 「에너지법 시행규칙」 별표(에너지열량 환산기준)에 따른 에너지원 종류별 순 발열량 적용	9,420.0	kcal/Nm ³
		(b)	Q_{m1}	연소 보조 연료 저위발열량	공급 1	-	Gcal/yr	-	▶ $Q_{m1} = (\text{연소 보조연료 투입량} \times \text{보조연료 저위발열량})$ 의 총 합계 ※ $Q_{m1} = m_{H1} \times LHV_1 \times 1/1000$ = 10.0 × 9,420 × 1/1000 = 94.2	94.2	Gcal/yr
				연소 보조 연료 저위발열량	공급 2	-	-	-	-	-	-

구분	적용 대상 시설	관리 번호	산정 항목	기호	단위	계측기	데이터 관리번호	데이터 입력 및 산정 방법	예시	
									데이터	단위
(c) Q_{in2} 1차 연소용 공기 공급열량	(c-1)	(c-1)	유량	A_1	kNm^3/yr	F2	(3-2)	▶ 연간 대상호기 소각로내에 1차로 공급된 연소용 공기의 총 유량을 기입 ※ 유량계측기 F2 계속값, 데이터 관리번호 (3-2)번 적용	25,000.0	kNm^3/yr
			1차 연소용 공기 공급 온도	t_{e1}	$^{\circ}\text{C}$	T1	(3-3)	▶ 연간 대상호기 소각로내에 1차로 공급된 연소용 공기의 평균 온도를 기입 ※ 온도계측기 T1 계속값, 데이터 관리번호 (3-3)번 적용 ※ 연소용 공기를 예열하지 않고 대기온도의 공기를 공급하며, 온도가 없는 설비는 해당 설비의 평균 대기온도를 적용	50.0	$^{\circ}\text{C}$
	(c-3)	1차 공기 예열 여부	-	O / X	-	-	▶ 1차 연소용 공기의 소각로 내 투입 전 예열 여부에 따라 O/X를 기입	0	-	
	(c-4)	기준 온도	t_0	$^{\circ}\text{C}$	-	-	▶ 기준온도 25 $^{\circ}\text{C}$ 기입	25.0	$^{\circ}\text{C}$	
	(c-5)	공기 비열	C_a	$\text{kcal}/\text{Nm}^3\cdot^{\circ}\text{C}$	-	-	▶ 공기의 평균 비열 0.31 $\text{kcal}/\text{Nm}^3\cdot^{\circ}\text{C}$ 기입	0.31	$\text{kcal}/\text{Nm}^3\cdot^{\circ}\text{C}$	
(c)		(c)	Q_{in2}	Gcal/yr	-	-	▶ $Q_{in2} = 1\text{차 연소용 공기 공급 유량} \times (1\text{차 연소용 공기 공급 온도} - \text{기준온도}) \times \text{공기 비열} \times 1/1000$ ※ $Q_{in2} = A_1 \times (t_{e1} - t_0) \times C_a \times 1/1000$ = 25,000 X (50-25) X 0.31 X 1/1000 = 193.8	193.8	Gcal/yr	

구분	적용 대상 시설	관리 번호	산정 항목	기호	단위	계측기	데이터 관리번호	데이터 입력 및 산정 방법	예시	
									데이터	단위
(d) Q _{ms} 2차 연소용 공기 공급열량	일반·고온 소각시설	(d-1)	유량	A ₂	kNm ³ /yr	F2	(3-2)	▶ 연간 대상호기 소각로내에 2차로 공급된 연소용 공기의 총 유량을 기입 ※ 유량계측기 F2 계측값, 데이터 관리번호 (3-2)번 적용	20,000.0	kNm ³ /yr
		(d-2)	2차 연소용 공기 온도	t ₀₂	℃	T1	(3-3)	▶ 연간 대상호기 소각로내에 2차로 공급된 연소용 공기의 평균 온도를 기입 ※ 온도계측기 T1 계측값, 데이터 관리번호 (3-3)번 적용 ※ 연소용 공기를 예열하지 않고 대기온도의 공기를 공급하며, 온도계가 없는 설비는 해당 설비의 평균 대기온도를 적용	60.0	℃
	(d-3)	2차 공기 예열 여부	-	0 / X	-	-	-	▶ 2차 연소용 공기의 소각로 내 투입 전 예열 여부에 따라 0/X를 기입	0	-
	(d-4)	기준 온도	t ₀	℃	-	-	-	▶ 기준온도 25 ℃ 기입	25.0	℃
	(d-5)	공기 비열	c _a	kcal/Nm ³ ·℃	-	-	-	▶ 공기의 평균 비열 0.31 kcal/Nm ³ ·℃ 기입	0.31	kcal/Nm ³ ·℃
		(d)	Q _{ms}		Gcal/yr			▶ Q _{ms} = 2차 연소용 공기 공급 유량 × (2차 연소용 공기 공급 온도 - 기준온도) × 공기 비열 × 1/1000 ※ Q _{ms} = A ₂ × (t ₀₂ - t ₀) × c _a × 1/1000 = 20,000 × (60 - 25) × 0.31 × 1/1000 = 217.0	217.0	Gcal/yr

구분	적용 대상 시설	관리 번호	산정 항목	기호	단위	계측기	데이터 관리번호	데이터 입력 및 산정 방법	예시	
									데이터	단위
(e) Q_{out} 증기 흡수열	적용 대상 시설	(e-1)	유량	m_{in}	ton/yr	F3	(4-2)	▶ 연간 대상호기에서 생산된 증기의 총량을 기입 ※ 유량계측기 F3 계측값, 데이터 관리번호 (4-2)번 적용	40,000.0	ton/yr
		(e-2)	대상 호기 증기 생산 온도	t_{in}	℃	T2	(4-3)	▶ 연간 대상호기에서 생산된 증기의 평균 온도를 기입 ※ 온도계측기 T2 계측값, 데이터 관리번호 (4-3)번 적용	175.0	℃
		(e-3)	압력	p_{in}	bar.G, kg/cm ² .G	P2	(4-4)	▶ 연간 대상호기에서 생산된 증기의 평균 압력을 기입 ※ 압력계측기 P2 계측값, 데이터 관리번호 (4-4)번 적용	12.0	kg/cm ² .G
		(e-4)	생산된 증기 엔탈피	h_1	kcal/kg	-	-	▶ 연간 대상호기에서 생산된 증기의 평균 온도 및 압력에 해당하는 과열증기표 상의 엔탈피 값을 기입	650.0	℃
		(e-5)	폐열보일러 급수 엔탈피	h_2	kcal/kg	T7	(6-3) or (6-5)	▶ 연간 폐열보일러에 공급된 급수의 평균 온도를 기입 ※ 온도계측기 T5 계측값, 데이터 관리번호 (6-3) 또는 (6-5)번 적용 ※ 탈기기가 설치되어 있지 않은 경우 응축수 탱크 후단 온도(6-3)번 적용, 설치되어 있는 경우 탈기기 후단 온도(6-5)번 적용	120.0	kcal/kg
		(e-6)	생산된 증기 순 엔탈피	h_{in}	kcal/kg	-	-	▶ 생산된 증기 엔탈피 값(e-4)과 폐열보일러 급수 엔탈피 값(e-5)의 차이를 기입 ※ $h_{in} = h_1 - h_2$ = 650 - 120 = 530	530.0	kcal/kg
(e)	Q_{out}	-	Gcal/yr	-	-	▶ $Q_{out} =$ 증기 생산량 \times 증기 순 엔탈피 $\times 1/1000$ ※ $Q_{out} = m_{in} \times h_{in} \times 1/1000$ = 40,000 \times 530.0 $\times 1/1000 = 21,200$	21,200.0	Gcal/yr		

구분	적용 대상 시설	관리 번호	산정 항목	기호	단위	계측기	데이터 관리번호	데이터 입력 및 산정 방법	예시		
									데이터	단위	
(1) Q _{out2} 배출가스 보유열	(1-1)	(1-1)	유량 굴뚝 배출 가스	G	kNm ³ /yr	F4	(5-1)	▶ 연간 대상호기의 굴뚝에서 배출되는 건기온 가스 유량의 총량을 기입 ☞ 유량계측기 F4 계측값, 데이터 관리번호 (5-1)번 적용	65,000.0	kNm ³ /yr	
											(1-2)
	(1-3)	(1-3)	O ₂	O _{2b}	%	측정	(5-7)	▶ 연간 대상호기의 폐열보일러 후단에서 배출되는 가스의 평균 산소 농도를 기입 ☞ 에너지 회수효율 검사기관의 측정·분석 결과 값, 데이터 관리번호 (5-7)번 적용	7.5	%	
	(1-4)	(1-4)	폐열보일러 후단 배출가스	H ₂ O	w _{gd}	%	측정	(5-8)	▶ 대상호기의 폐열보일러 후단에서 배출되는 가스의 분기 단위 수분 측정 값의 평균을 기입 ☞ 에너지 회수효율 검사기관의 측정·분석 결과 값, 데이터 관리번호 (5-8)번 적용	15.0	%
	(1-5)	(1-5)	유량	G _b	kNm ³ /yr	-	-	▶ 굴뚝 배출가스 산소농도(f-2), 폐열보일러 후단 배출가스 수분(f-4) 및 산소 농도(f-3)를 통하여 굴뚝 건가스 유량(f-1)을 환산하여 적용 ☞ $G_b = G \times (1 + w_{gd}/100) \times \{(21 - O_2)/(21 - O_{2b})\}$ $= 65,000 \times (1 + 15/100) \times \{(21 - 8.0)/(21 - 7.5)\} = 71,981.5$	71,981.5	kNm ³ /yr	
	(1-6)	(1-6)	폐열보일러 후단 배출가스 온도	t _{gd}	℃	T6	(5-6)	▶ 연간 대상호기의 폐열보일러 후단에서 배출되는 가스의 평균 온도를 기입 ☞ 온도계측기 T6 계측값, 데이터 관리번호 (5-6)번 적용	185.0	℃	

구분	적용 대상 시설	관리 번호	산정 항목	기호	단위	계측기	데이터 관리번호	데이터 입력 및 산정 방법		예시	
								데이터	단위	데이터	단위
		(f-7)	배출가스 비열	C_{gp}	kcal/Nm ³ ·°C	-	-	▶ 폐열보일러 후단 배출가스 온도에 해당하는 가스의 비열값을 기입	0.329	kcal/Nm ³ ·°C	
		(f-8)	기준 온도	t_0	°C	-	-	▶ 기준온도 25 °C 기입	25.0	°C	
(g) Q_{out3} 폐열보일러 보일러 방열손실	일반·고온 소각시설	(f)	Q_{out2}		Gcal/yr	-	-	▶ $Q_{out2} = \text{폐열보일러 후단 배출가스 유량} \times (\text{폐열보일러 후단 배출가스 온도} - \text{기준온도}) \times \text{배출가스 비열} \times 1/1000$ or $Q_{out2} = G_b \times (t_{gp} - t_0) \times C_{gp} \times 1/1000$ $= 71,981.5 \times (185.0 - 25.0) \times 0.329 \times 1/1000 = 3,789.1$	3,789.1	Gcal/yr	
		(g-1)	폐열보일러 방열손실 상부 (지붕) 측면 (벽면)	LR_{gb}	Gcal/yr	측정 (15-2)	-	▶ 폐열보일러 상부(지붕), 측면(벽면)의 분기 단위 방열손실 측정값을 통한 연간 총 방열손실량을 기입 or 에너지 회수율을 검사기관의 측정·분석 결과 값, 데이터 관리번호 (15-2)번 적용	15.0	Gcal/yr	
(g) Q_{out3}		(g)	Q_{out3}		Gcal/yr	-	-	▶ $Q_{out3} = \text{부분별 폐열보일러 방열손실 측정 값의 총계}$ or $Q_{out3} = \sum LR_{gb}$ $= 15.0 + 45.0 = 60.0$	60.0	Gcal/yr	
(h) Q_{out4} 소각로 방열손실	일반·고온 소각시설	(h-1)	소각로 방열손실 상부 (지붕) 측면 (벽면)	LR_i	Gcal/yr	측정 (15-1)	-	▶ 소각로 상부(지붕), 측면(벽면)의 분기 단위 방열손실 측정값을 통한 연간 총 방열손실량을 기입 or 에너지 회수율을 검사기관의 측정·분석 결과 값, 데이터 관리번호 (15-1)번 적용	100.0	Gcal/yr	
								▶ $Q_{out4} = \text{부분별 소각로 방열손실 측정 값의 총계}$ or $Q_{out4} = \sum LR_i$ $= 100 + 300 = 400$	300.0	Gcal/yr	
(h) Q_{out4}		(h)	Q_{out4}		Gcal/yr	-	-	▶ $Q_{out4} = \text{부분별 소각로 방열손실 측정 값의 총계}$ or $Q_{out4} = \sum LR_i$ $= 100 + 300 = 400$	400.0	Gcal/yr	

구분	적용 대상 시설	관리 번호	산정 항목	기호	단위	계측기	데이터 관리번호	데이터 입력 및 산정 방법	예시	
									데이터	단위
(i) Q _{out5} 소각 잔재물 배출열	일반·고온 소각시설	(i-1)	전체 호기 습기준 바닥재 발생량	M _{ba}	ton/yr	M2	(14-1)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 연간 사업장 내 전체호기에서 발생하여 최종 처리를 위해 외부로 반출되는 바닥재의 총량을 기입 ※ 증량계측기 M2 계측값, 데이터 관리번호 (14-1)번 적용 	2,300.0	ton/yr
		(i-2)	바닥재 수분	w _{ba}	%	측정	(14-3)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 최종 처리를 위해 외부로 반출되기 직전 저장되어 있는 바닥재의 분기 단위 수분 측정 값의 평균을 기입 ※ 에너지 회수효율 검사기관의 측정·분석 결과 값, 데이터 관리번호 (14-3)번 적용 	18.0	%
		(i-3)	대상 호기 건기준 바닥재 발생량	m _{ba}	ton/yr	-	-	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 전체호기 습기준 소각 잔재물 발생량(i-1)에 수분값(i-2) 보정 및 폐기물 투입비율(a-3)을 적용하여 환산 ※ $m_{ba} = M_{ba} \times r_1 \times (1 - w_{ba}/100)$ = 2,300 × 0.45(1 - 18/100) = 848.7 	848.7	ton/yr
		(i-4)	바닥재 온도	t _{ba}	℃	측정	(14-4)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 소각 원료 후 소각로 내 하부에서 바닥재 이송컨베이어로 배출되기 직전(냉각수 투입 전) 바닥재의 분기 단위 온도 측정 값의 평균을 기입 ※ 에너지 회수효율 검사기관의 측정·분석 결과 값, 데이터 관리번호 (14-4)번 적용 	320.0	℃
		(i-5)	기준 온도	t ₀	℃	-	-	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 기준온도 25 ℃ 기입 	25.0	℃
		(i-6)	바닥재 비열	C _{ba}	kcal/kg·℃	-	-	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 0.30 kcal/kg·℃ 기입 	0.3	kcal/kg·℃
		(i)	Q _{out5}		Gcal/yr			<ul style="list-style-type: none"> ▶ Q_{out5} = 대상호기 건기준 바닥재 발생량 × (바닥재 온도 - 기준온도) × 바닥재 비열 × 1/1000 ※ Q_{out5} = m_{ba} × (t_{ba} - t₀) × C_{ba} × 1/1000 = 848.7 × (320 - 25) × 0.3 × 1/1000 = 75.1 	75.1	Gcal/yr

구분	적용 대상 시설	관리 번호	산정 항목	기호	단위	계측기	데이터 관리번호	데이터 입력 및 산정 방법	예시	
									데이터	단위
(j) Q_{out6} 소각 잔재물 미연 탄소분 열량	일반·고온 소각시설	(j-1)	바닥재 강열감량	Liba	%	측정	(14-2)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 최종 처리를 위해 외부로 반출되기 직전 저장되어 있는 바닥재의 분기 단위 강열감량 측정 값의 평균을 기입 ※ 데이터 관리번호 (14-2)번 적용 	4.5	%
		(j-2)	탄소 열량	C	kcal/kg	-	-	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 탄소 열량 8,100kcal/kg 기입 	8,100.0	kcal/kg
	(j)		Q_{out6}			Gcal/yr	-	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Q_{out6} = 대상호기 기준 바닥재 발생량 × 강열감량 / 100 × 탄소 열량 × 1 / 1000 ※ Q_{out6} = $m_{ba} \times Liba / 100 \times C \times 1 / 1000$ = $848.7 \times 4.5 / 100 \times 8,100 \times 1 / 1000 = 309.4$ 	309.4	Gcal/yr
(k) Q_{out7} 브로우 다운 배출열	일반·고온 소각시설	(k-1)	대상 호기 페일보일러 급수 유량	W	ton/yr	F5	(6-2) or (6-4)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 연간 대상호기 페일보일러로 공급된 급수 유량의 총량을 기입 ※ 유량계측기 F5 계측값, 데이터 관리번호 (6-2) 또는 (6-4)번 적용 ※ 탈기기가 설치되어 있지 않은 경우 응축수 탱크 후단 온도(6-2)번 적용, 설치되어 있는 경우 탈기기 후단 온도(6-4)번 적용 	45,000.0	ton/yr
		(k-2)	유량	m_{st}	ton/yr	F3	(4-2)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 연간 대상호기에서 생산된 증기의 총량을 기입 ※ 유량계측기 F3 계측값, 데이터 관리번호 (4-2)번 적용 	40,000.0	ton/yr
	(k-3)	압력	p_{st}	bar.G, kg/cm ² .G	P2	(4-4)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 연간 대상호기에서 생산된 증기의 평균 압력을 기입 ※ 압력계측기 P2 계측값, 데이터 관리번호 (4-4)번 적용 	12.0	kg/cm ² .G	

구분	적용 대상 시설	관리 번호	산정 항목	기호	단위	계측기	데이터 관리번호	데이터 입력 및 산정 방법	예시		
									데이터	단위	
(l) LHV _w 투입 폐기물 저위 발열량	일반·고온 소각시설	(k-4)	브로우 다운 수	유량	W _g	-	-	▶ 대상호기 폐열보일러 급수 유량(k-1)과 대상 호기 증기 생산 유량(k-3)의 차이를 기입 ※ 증기 생산 유량 계측 데이터가 급수 유량 계측 데이터보다 많은 경우, 브로우다운 수 유량은 급수 유량의 3.5%를 적용하여 산정 ▶ 연간 대상호기에서 생산된 증기의 평균 압력에 해당하는 포화증기표 상의 포화수 엔탈피 값을 기입 ▶ Q _{out7} = 브로우다운 수 유량 × 브로우다운 수 엔탈피 × 1/1000 ※ Q _{out7} = W _g × h _g × 1/1000 = 5,000 × 305.0 × 1/1000 = 1,525.0	5,000.0	ton/yr	
									(k-5)	엔탈피	h _g
		(k)	Q _{out7}		Gcal/yr	-	-	-	1,525.0	Gcal/yr	
		(l-1)	총 입열량 (폐기물 열량 제외)	ΣQ _{in}	Gcal/yr	-	-	-	▶ 폐기물 보유 열량을 제외한 모든 입열 항목의 총 입열량 ※ ΣQ _{in} = Q _{in1} + Q _{in2} + Q _{in3} = 94.2 + 193.8 + 217.0 = 505.0	505.0	Gcal/yr
		(l-2)	총 출열량	ΣQ _{out}	Gcal/yr	-	-	-	▶ 모든 출열 항목의 총 출열량 ※ ΣQ _{out} = Q _{out1} + Q _{out2} + Q _{out3} + Q _{out4} + Q _{out5} + Q _{out6} + Q _{out7} = 21,200.0 + 3,789.1 + 60.0 + 400.0 + 75.1 + 309.4 + 1,525.0 = 27,358.6	27,358.6	Gcal/yr
		(l-3)	폐기물 보유 열량	Q _{hw}	Gcal/yr	-	-	-	▶ 총 출열량과 폐기물 보유 열량을 제외한 총 입열량 차이를 기입 ※ Q _{hw} = ΣQ _{out} - ΣQ _{in} = 27,358.6 - 505.0 = 26,853.6	26,853.6	Gcal/yr
		(l)	LHV _w		kcal/kg	-	-	-	▶ LHV _w = 폐기물 보유 열량/대상호기 폐기물 투입량 × 1000 ※ LHV _w = Q _{hw} /m _w × 1000 = 26,853.6/9,000 × 1000 = 2,983.7	2,983.7	kcal/kg

5-6 저위발열량 산정표(사업장폐기를 소각시설-보일러분리형)

구분	적용 대상 시설	관리 번호	산정 항목	기호	단위	계측기	데이터 관리번호	데이터 입력 및 산정 방법	예시		
									데이터	단위	
(a) 폐기물 투입량	일반·고온 소각시설	(a-1)	전체 호기 폐기물 투입량	M_w	ton/yr	M1	(1-2)	▶ 연간 사업장 내 전체호기에 투입된 폐기물의 총량을 기입 ※ 종량계측기 M1 계측값, 데이터 관리번호 (1-2)번 적용	20,000.0	ton/yr	
			대상 호기 폐기물 투입량	m_w	ton/yr	M1	(1-3)	▶ 연간 대상호기에 투입된 폐기물의 총량을 기입 ※ 종량계측기 M1 계측값, 데이터 관리번호 (1-3)번 적용	9,000.0	ton/yr	
		(a-3)	대상 호기 폐기물 투입 비율	r_1	-	-	-	▶ 전체호기 폐기물 투입량(a-1)에 대한 대상호기 폐기물 투입량(a-2)의 비율 값을 기입 ※ $r_1 = m_w/M_w$ = 9,000/20,000 = 0.45	0.45	-	
(b) 연소 보조연료 공급열량	일반·고온 소각시설	(b-1)	연소 보조 연료 종류	-	-	-	(2-1)	▶ 대상호기 소각로에 투입되는 보조연료 종류를 모두 기입 ※ 데이터 관리번호 (2-1)번 적용	LNG	-	
			연소 보조 연료 투입량	m_{H_1}	kL/yr, kNm ³ /yr	F1	(2-2)	▶ 연간 대상호기 소각로에 투입되는 보조연료 종류별 총량을 기입 ※ 유량계측기 F1 계측값, 데이터 관리번호 (2-2)번 적용	10.0	kNm ³ /yr	
		(b-2)	보조연료 저위발열량	LHV ₁	kcal/L, kcal/Nm ³	-	-	-	▶ 대상호기에 투입되는 연소 보조연료의 저위발열량을 기입 ※ 「에너지법 시행규칙」 별표(에너지열량 환산기준)에 따른 에너지원 종류별 순 발열량 적용	9,420.0	kcal/Nm ³
			공급 열량	Q_{H_1}	Gcal/yr	-	-	-	▶ $Q_{H_1} = (\text{연소 보조연료 투입량} \times \text{보조연료 저위발열량})$ 의 총 합계 ※ $Q_{H_1} = m_{H_1} \times LHV_1 \times 1/1000$ = 10.0 × 9,420 × 1/1000 = 94.2	94.2	Gcal/yr

구분	적용 대상 시설	관리 번호	산정 항목	기호	단위	계측기	데이터 관리번호	데이터 입력 및 산정 방법	예시	
									데이터	단위
(c) Q _{in2} 1차 연소용 공기 공급열량	(c-1)	유량	A ₁	kNm ³ /yr	F2	(3-2)	연간 대상호기 소각로내에 1차로 공급된 연소용 공기의 총 유량을 기입 ☞ 유량계측기 F2 계속값, 데이터 관리번호 (3-2)번 적용	25,000.0	kNm ³ /yr	
	(c-3)	1차 공기 예열 여부	O / X	-	1차 연소용 공기의 소각로 내 투입 전 예열 여부에 따라 O/X를 기입	0	-			
								(c-4)	기준 온도	t ₀
	(c-5)	공기 비열	C _a	kcal/Nm ³ ·℃	-	0.31	kcal/Nm ³ ·℃			
(c)								Q _{in2}	Gcal/yr	-

구분	적용 대상 시설	관리 번호	산정 항목	기호	단위	계측기	데이터 관리번호	데이터 입력 및 산정 방법	예시	
									데이터	단위
(d) Q_{in3} 2차 연소용 공기 공급열량	일반·고온 소각시설	(d-1)	유량	A_2	kNm^3/yr	F2	(3-2)	▶ 연간 대상호기 소각로내에 2차로 공급된 연소용 공기의 총 유량을 기입 ☞ 유량계측기 F2 계측값, 데이터 관리번호 (3-2)번 적용	20,000.0	kNm^3/yr
		(d-2)	2차 연소용 공기 공급 온도	t_{a2}	℃	T1	(3-3)	▶ 연간 대상호기 소각로내에 2차로 공급된 연소용 공기의 평균 온도를 기입 ☞ 온도계측기 T1 계측값, 데이터 관리번호 (3-3)번 적용 ※ 연소용 공기를 예열하지 않고 대기온도의 공기를 공급하며, 온도계가 없는 설비는 해당 설비의 평균 대기온도를 적용	60.0	℃
	(d-3)	2차 공기 예열 여부	-	O / X	-	-	-	▶ 2차 연소용 공기의 소각로 내 투입 전 예열 여부에 따라 O/X를 기입	0	-
	(d-4)	기준 온도	t_0	℃	-	-	-	▶ 기준온도 25 ℃ 기입	25.0	℃
	(d-5)	공기 비열	c_a	$kcal/Nm^3 \cdot ^\circ C$	-	-	-	▶ 공기의 평균 비열 0.31 $kcal/Nm^3 \cdot ^\circ C$ 기입	0.31	$kcal/Nm^3 \cdot ^\circ C$
(e) Q_{out1} 배출가스 보유열	일반·고온 소각시설	(d)	Q_{in3}	-	Gcal/yr	-	-	▶ $Q_{in3} = 2차 연소용 공기 공급 유량 \times (2차 연소용 공기 공급 온도 - 기준온도) \times 공기 비열 \times 1/1000$ ☞ $Q_{in3} = A2 \times (t_{a2} - t_0) \times C_a \times 1/1000$ = 20,000 × (60-25) × 0.31 × 1/1000 = 217.0	217.0	Gcal/yr
		(e-1)	굴뚝 배출가스	G	kNm^3/yr	F4	(5-1)	▶ 연간 대상호기의 굴뚝에서 배출되는 건조준 가스 유량의 총량을 기입 ☞ 유량계측기 F4 계측값, 데이터 관리번호 (5-1)번 적용	65,000.0	kNm^3/yr
		(e-2)	O ₂	O ₂	%	O1	(5-2)	▶ 연간 대상호기의 굴뚝에서 배출되는 가스의 평균 산소 농도를 기입 ☞ 산소 농도 계측기 O1 계측값, 데이터 관리번호 (5-2)번 적용	8.0	%

구분	적용 대상 시설 번호	관리 번호	산정 항목	기호	단위	계측기	데이터 관리번호	데이터 입력 및 산정 방법	예시	
									데이터	단위
		(e-3)	O ₂	O _{2b}	%	측정	(5-7)	▶ 연간 대상호기의 폐열보일러 후단에서 배출되는 가스의 평균 산소 농도를 기입 ※ 에너지 회수효율 검사기관의 측정·분석 결과 값, 데이터 관리번호 (5-7)번 적용	7.5	%
		(e-4)	폐열보일러 후단 배출가스	H ₂ O	%	측정	(5-8)	▶ 대상호기의 폐열보일러 후단에서 배출되는 가스의 분기 단위 수분 측정 값의 평균을 기입 ※ 에너지 회수효율 검사기관의 측정·분석 결과 값, 데이터 관리번호 (5-8)번 적용	15.0	%
		(e-5)	유량	G _b	kNm ³ /yr	-	-	▶ 굴뚝 배출가스 산소농도(e-2), 폐열보일러 후단 배출가스 수분(e-4) 및 산소 농도(e-3)를 통하여 굴뚝 건가스 유량(e-1)을 환산하여 적용 ※ $G_b = G \times (1 + w_{g0}/100) \times \{(21 - O_2)/(21 - O_{2b})\}$ $= 65,000 \times (1 + 15/100) \times \{(21 - 8.0)/(21 - 7.5)\} = 71,981.5$	71,981.5	kNm ³ /yr
		(e-6)	2차 연소실 출구 배출가스 온도	t _g	℃	T3	(5-3)	▶ 연간 대상호기의 소각로 2차 연소실 출구에서 배출되는 가스의 평균 온도를 기입 ※ 온도계측기 T3 계측값, 데이터 관리번호 (5-3)번 적용	970.0	℃
		(e-7)	배출가스 비열	C _g	kcal/Nm ³ ·℃	-	-	▶ 소각로 2차 연소실 출구 배출가스 온도에 해당하는 가스의 비열값을 기입	0.365	kcal/Nm ³ ·℃
		(e-8)	기준 온도	t ₀	℃	-	-	▶ 기준온도 25 ℃ 기입	25.0	℃
		(e)	Q _{out} [*]	Q _{out} [*]	Gcal/yr	-	-	▶ Q _{out} [*] = 폐열보일러 후단 배출가스 유량 × (2차 연소실 출구 배출가스 온도 - 기준온도) × 배출가스 비열 × 1/1000 ※ Q _{out} [*] = G _b × (t _g - t ₀) × C _g × 1/1000 $= 71,981.5 \times (970.0 - 25.0) \times 0.365 \times 1/1000 = 24,828.2$	24,828.2	Gcal/yr

구분	적용 대상 시설	관리 번호	산정 항목		기호	단위	계측기	데이터 관리번호	데이터 입력 및 산정 방법		예시	
			소각로 방열손실	상부(지붕) 측면(벽면) 손실					데이터	단위		
(f) Q_{out2} 소각로 방열손실	일반·고온 소각시설	(f)	Q_{out2}	LR _i	Gcal/yr	측정	(15-1)	▲ 소각로 상부(지붕), 측면(벽면)의 분기 단위 방열손실 측정을 통한 연간 총 방열손실량을 기입 ※ 에너지 회수효율 검사기관의 측정·분석 결과 값, 데이터 관리번호 (15-1)번 적용	100.0	Gcal/yr		
				▲ Q_{out2} = 부분별 소각로 방열손실 측정 값의 총계 ※ Q_{out2} = ΣLR_i = 100+300 = 400					400.0	Gcal/yr		
(g) Q_{out3} 소각 잔재물 배출열	일반·고온 소각시설	(g-1)	전체 호기 습기준 바닥재 발생량	M_{ba}	ton/yr	M2	(14-1)	▲ 연간 사업장 내 전체호기에서 발생하여 최종 처리를 위해 외부로 반출되는 바닥재의 총량을 기입 ※ 중량계측기 M2 계측값, 데이터 관리번호 (14-1)번 적용	2,300.0	ton/yr		
		(g-2)	바닥재 수분	w_{ba}	%	측정	(14-3)	▲ 최종 처리를 위해 외부로 반출되기 직전 저장되어 있는 바닥재의 분기 단위 수분 측정 값의 평균을 기입 ※ 에너지 회수효율 검사기관의 측정·분석 결과 값, 데이터 관리번호 (14-3)번 적용	18.0	%		
		(g-3)	대상 호기 건조준 바닥재 발생량	m_{ba}	ton/yr	-	-	▲ 전체호기 습기준 소각 잔재를 발생량(g-1)에 수분값(g-2) 보정 및 폐기물 투입비율(a-3)을 적용하여 환산 ※ $m_{ba} = M_{ba} \times r_1 \times (1 - w_{ba}/100)$ = 2,300 × 0.45 × (1 - 18/100) = 848.7	848.7	ton/yr		
		(g-4)	바닥재 온도	t_{ba}	℃	측정	(14-4)	▲ 소각 완료 후 소각로 내 하부에서 바닥재 이송컨베이어로 배출되기 직전(냉각수 투입 전) 바닥재의 분기 단위 온도 측정 값의 평균을 기입 ※ 에너지 회수효율 검사기관의 측정·분석 결과 값, 데이터 관리번호 (14-4)번 적용	320.0	℃		

구분	적용 대상 시설	관리 번호	산정 항목	기호	단위	계측기	데이터 관리번호	데이터 입력 및 산정 방법	예시		
									데이터	단위	
(h) Q_{out} 소각 잔재물 미연 탄소분 열량	(g-5)	(g-5)	기준 온도	t_0	℃	-	-	▶ 기준온도 25 ℃ 기입	25.0	℃	
			바닥재 비열	C_{ba}	kcal/kg·℃	-	-	▶ 0.30 kcal/kg·℃ 기입	0.3	kcal/kg·℃	
	(h-1)	(g)	Q_{out}	바닥재 강열감량	L_{ba}	%	-	-	▶ Q_{out} = 대상호기 기준 바닥재 발생량 × (바닥재 온도 - 기준온도) × 바닥재 비열 × 1/1000 or Q_{out} = $m_{ba} \times (t_{ba} - t_0) \times C_{ba} \times 1/1000$ = $848.7 \times (320 - 25) \times 0.3 \times 1/1000 = 75.1$	75.1	Gcal/yr
									▶ 최종 처리를 위해 외부로 반출되기 직전 저장되어 있는 바닥재의 분기 단위 강열감량 측정 값의 평균을 기입 or 데이터 관리번호 (14-2)번 적용	4.5	%
(h-2)	(h)	(h-2)	탄소 열량	C	kcal/kg	-	-	▶ 탄소 열량 8,100kcal/kg 기입	8,100.0	kcal/kg	
								▶ Q_{out} = 대상호기 기준 바닥재 발생량 × 강열감량/100 × 탄소 열량 × 1/1000 or Q_{out} = $m_{ba} \times L_{ba} / 100 \times C \times 1/1000$ = $848.7 \times 4.5 / 100 \times 8,100 \times 1/1000 = 309.4$	309.4	Gcal/yr	
(i) LHV _w 투입 폐기물 저위 발열량	(i-1)	(i-1)	총 입력량 (폐기물 열량 제외)	ΣQ_{in}	Gcal/yr	-	-	▶ 폐기물 보유 열량을 제외한 모든 입력 항목의 총 입력량 or $\Sigma Q_{in} = Q_{in1} + Q_{in2} + Q_{in3}$ = $94.2 + 193.8 + 217.0 = 505.0$	505.0	Gcal/yr	
			총 출력량	ΣQ_{out}	Gcal/yr	-	-	▶ 모든 출력 항목의 총 출력량 or $\Sigma Q_{out} = Q_{out1} + Q_{out2} + Q_{out3} + Q_{out4}$ = $24,828.2 + 400.0 + 75.1 + 309.4 = 25,612.7$	25,612.7	Gcal/yr	

구분	적용 대상 시설	관리 번호	산정 항목	기호	단위	계측기	데이터 관리번호	데이터 입력 및 산정 방법	예시	
									데이터	단위
		(1-3)	폐기물 보유 열량	Q_{fww}	Gcal/yr	-	-	▲ 총 출열량과 폐기물 보유 열량을 제외한 총 입열량 차이를 기입 ※ $Q_{\text{fww}} = \Sigma Q_{\text{out}} - \Sigma Q_{\text{in}}$ $= 25,612.7 - 505.0 = 25,107.7$	25,107.7	Gcal/yr
		(i)	LHV _w		kcal/kg	-	-	▲ LHV _w = 폐기물 보유 열량/대상호기 폐기물 투입량 × 1000 ※ $LHV_w = Q_{\text{fww}}/m_w \times 1000$ $= 25,107.7/9,000 \times 1000 = 2,789.7$	2,789.7	kcal/kg

5-7 에너지 회수효율 산정표

구분	적용 대상시설 번호	관리 번호	산정 항목	기호	단위	계속기	데이터 관리번호	데이터 입력 및 산정 방법	에너지	
									데이터	단위
(A) E _w 소각 처리되는 모든 폐기물이 보유한 에너지	(A-1)		전체호기 투입량	M _w	ton/yr	M1	(1-2)	▶ 연간 사업장 내 전체호기에 투입된 폐기물의 총량을 기입 ※ 중량계측기 M1 계측값, 데이터 관리번호 (1-2)번 적용	20,000.0	ton/yr
			대상호기 투입량	m _w	ton/yr	M1	(1-3)	▶ 연간 대상호기에 투입된 폐기물의 총량을 기입 ※ 중량계측기 M1 계측값, 데이터 관리번호 (1-3)번 적용	9,000.0	ton/yr
	(A-3)		대상호기 투입비율	r ₁	-	-	-	▶ 전체호기 폐기물 투입량(A-1)에 대한 대상호기 폐기물 투입량(A-2)의 비율 값을 기입 ※ $r_1 = m_w/M_w$ = 9,000/20,000 = 0.45	0.45	-
			(A-4)		폐기물 저위발열량 LHV _w	kcal/kg	-	-	▶ 대상호기 투입 폐기물 저위발열량 산정 결과값을 기입	2,682.3
	(A)			E _w	Gcal/yr	-	-	▶ E _w = 대상호기 폐기물 투입량 × 폐기물 저위발열량 × 1/1000 ※ E _w = m _w × LHV _w × 1/1000 = 9,000 × 2,682.3 × 1/1000 = 24,140.9	24,140.9	Gcal/yr

구분	적용 대상시설 번호	관리 번호	산정 항목	기호	단위	계측기	데이터 관리번호	데이터 입력 및 산정 방법	예시		
									데이터	단위	
(B) E_p 열원 또는 전기의 형태로 생산한 에너지 중 유효하게 이용한 에너지	공통	(B-1)	전체호기 생산량	M_{st}	ton/yr	F3	(4-1)	▶ 연간 사업장 내 전체호기에서 생산된 증기의 총량을 기입 ※ 유량계측기 F3 계측값, 데이터 관리번호 (4-1)번 적용	85,000.0	ton/yr	
		(B-2)	증기 생산량	m_{st}	ton/yr	F3	(4-2)	▶ 연간 대상호기에서 생산된 증기의 총량을 기입 ※ 유량계측기 F3 계측값, 데이터 관리번호 (4-2)번 적용	40,000.0	ton/yr	
		(B-3)	대상호기 생산비율	f_2	-	-	-	▶ 전체호기 증기 생산량(B-1)에 대한 대상호기 증기 생산량(B-2)의 비율 값을 기입 ※ $f_2 = m_{st}/M_{st}$ = 40,000/85,000 = 0.47	0.47	-	
	공통	(B-4)	유효 사용 소각배가스 유량	공급 A 공급 B	G_u	ton/yr	F6	(7-1)	▶ 대상호기 소각로에서 발생한 소각 배가스를 직접 건조설비 등에서 열원으로 사용하는 경우 공급하는 가스의 총량을 기입 ※ 유량계측기 F6 계측값, 데이터 관리번호 (7-1)번 적용	70,000.0	kNm ³ /yr
		(B-5)	유효 사용 소각배가스의 열공급 전 가스온도	공급 A 공급 B	$t_{g,u}$	℃	T8	(7-2)	▶ 대상호기 소각로에서 발생한 소각 배가스를 직접 건조설비 등에서 열원으로 사용하는 경우 열 공급 전 가스의 평균 온도를 기입 ※ 온도계측기 T8 계측값, 데이터 관리번호 (7-2)번 적용	430.0	℃
			유효 사용 소각배가스의 열공급 후 가스온도	공급 A 공급 B	$t_{g,u}$	℃	T9	(7-3)	▶ 대상호기 소각로에서 발생한 소각 배가스를 직접 건조설비 등에서 열원으로 사용하는 경우 열 공급 후 가스의 평균 온도를 기입 ※ 온도계측기 T9 계측값, 데이터 관리번호 (7-3)번 적용	120.0	℃

구분	적용 대상시설 번호	관리 번호	신정 항목	기호	단위	계측기	데이터 관리번호	데이터 입력 및 산정 방법	예시		
									데이터	단위	
증기 또는 온수 열에너지 유효 사용량 (내부)	(B-7)	소각 배가스 비열	소각 배가스 비열	c_{gu}	kcal/kg·°C	-	-	▶ 폐열보일러 후단 배출가스 온도에 해당하는 가스의 비열값을 기입	0.329	kcal/Nm ³ ·°C	
			유효 사용 소각배가스 에너지	공급 A e_{gu} 공급 B	Gcal/yr	-	-	▶ 열원으로 사용한 소각배가스 사용량(B-4)에 소각 배가스의 열공급 전·후 온도(B-5, B-6)의 차이, 소각 배가스 비열(B-7)를 적용하여 산정 ※ $e_{gu} = G_u \times (t_{gu} - t_{g,o}) \times C_{gu} \times 1/1000$ = 70,000.0 × (430 - 120) × 0.329 × 1/1000 = 7,139.3	7,139.3	Gcal/yr	
	(B-9)	전체 호기 생산 증기 또는 온수 내부사용량	전체 호기 생산 증기	공급 A M_{sp1} 공급 B	ton/yr	F7	(B-2)	-	▶ 연간 사업장 내 전체호기에서 생산된 증기 중 시스템 경계 내부의 보조 설비(에너지 생산에 기여하지 않는 설비)에서 사용된 증기 또는 온수의 총량을 공급처 별로 기입 ※ 유량계측기 F7 계측값, 데이터 관리번호 (B-2)번 적용	5,000.0	ton/yr
			대상 호기 생산 증기 또는 온수 내부사용량	공급 A m_{sp1} 공급 B	ton/yr	-	-	▶ 전체호기 증기 또는 온수 내부 사용량(B-9)에 대상호기 증기 생산 비율(B-3)을 적용하여 환산 ※ $m_{sp1} = M_{sp1} \times f_2$ = 5,000 × 0.47 = 2,352.9	2,352.9	ton/yr	
	(B-11)	내부 사용 증기 또는 온수 온도	내부 사용 증기 또는 온수 온도	공급 A t_{sp1} 공급 B	°C	T10	(B-3)	-	▶ 연간 사업장 내 전체호기에서 생산된 증기 중 시스템 경계 내부의 보조 설비(에너지 생산에 기여하지 않는 설비)에서 사용된 증기 또는 온수의 평균 온도를 공급처 별로 기입 ※ 온도계측기 T10 계측값, 데이터 관리번호 (B-3)번 적용	160.0	°C

구분	적용 대상시설 번호	관리 번호	산정 항목	기호	단위	계측기	데이터 관리번호	데이터 입력 및 산정 방법	예시	
									데이터	단위
	(B-12)	내부 사용 증기 또는 온수 압력	공급 A	P_{disp1}	bar, G, kg/cm ² , G	P3	(8-4)	▶ 연간 사업장 내 전체호기에서 생산된 증기 중 시스템 경계 내부의 보조 설비(에너지 생산에 기여하지 않는 설비)에서 사용된 증기 또는 온수의 평균 압력을 공급처 별로 기입 ※ 압력계측기 P3 계측값, 데이터 관리번호 (8-4)번 적용	10.0 kg/cm ² , G	
			공급 B							
	(B-13)	내부 사용 증기 또는 온수엔탈피	공급 A	h_3	kcal/kg	-	-	▶ 연간 생산된 증기 중 시스템 경계 내부의 보조 설비에서 사용된 증기 또는 온수의 평균 온도 및 입력에 해당하는 엔탈피 값을 기입	630.0	
			공급 B							
	(B-14)	내부 사용 증기 또는 온수에너지	공급 A	E_{sp1}	Gcal/yr	-	-	▶ 대상호기 내부사용 증기 또는 온수 사용량(B-10)에 내부사용 증기 또는 온수의 엔탈피(B-13), 등가계수 1.1을 적용하여 산정 ※ $E_{sp1} = m_{sp1} \times h_3 \times 1.1 \times 1/1000$ $= 2,352.9 \times 630.0 \times 1.1 \times 1/1000 = 1,630.6$	1,630.6 Gcal/yr	
			공급 B							
	(B-15)	내부사용 응축수 회수 여부	공급 A	-	O / X	-	(10-1)	▶ 시스템 경계 내부의 보조 설비에서 사용된 증기 또는 온수의 응축수 회수 여부를 공급처 별로 기입 ※ 데이터 관리번호 (10-1)번 적용	0	-
			공급 B							
	(B-16)	내부사용 응축수 회수 유량	공급 A	CW_1	ton/yr	F9	(10-2)	▶ 시스템 경계 내부의 보조 설비에서 사용된 증기 또는 온수의 응축수를 회수하는 경우 연간 회수된 응축수의 총량을 공급처 별로 기입 ※ 유량계측기 F9 계측값, 데이터 관리번호 (10-2)번 적용 ※ 응축수를 회수하지 않거나 회수하지만 유량계가 없는 시설의 경우 증기 및 온수 공급 유량을 적용	5,000.0 ton/yr	
			공급 B							

구분	적용 대상시설 번호	관리 번호	신정 항목	기호	단위	계측기	데이터 관리번호	데이터 입력 및 산정 방법	예시	
									데이터	단위
		(B-17)	내부사용 응축수	t_{cw1}	℃	T12	(10-3)	▶ 시스템 경계 내부의 보조 설비에서 사용된 증기 또는 온수의 응축수를 회수하는 경우 연간 회수된 응축수의 평균 온도를 공급처 별로 기입 ※ 온도계측기 T12 계측값, 데이터 관리번호 (10-3)번 적용 ※ 응축수를 회수하지 않거나 회수하지만 온도계가 없는 시설의 경우 100℃로 적용	85.0	℃
			회수 온도						-	
		(B-18)	내부사용 응축수	e_{cw1}	Gcal/yr	-	-	▶ 내부사용 증기 또는 온수 응축수 유량(B-16)에 대상호기 증기 생산 비율(B-3), 응축수 온도(B-17), 통가계수 1.1을 적용하여 산정 ※ $e_{cw1} = CW_1 \times r_2 \times t_{cw1} \times 1.1 \times 1/1000$ $= 5,000 \times 0.47 \times 85 \times 1.1 \times 1/1000 = 220.0$	220.0	Gcal/yr
			회수에너지							
		(B-19)	내부 사용 증기 또는 온수의 순 에너지	E_{sp1}	Gcal/yr	-	-	▶ 내부사용 증기 또는 온수의 에너지(B-14)와 내부사용 증기 또는 온수 응축수 에너지(B-18)의 차이를 기입 ※ $E_{sp1} = e_{sp1} - e_{cw1}$ $= 1,630.6 - 220.0 = 1,410.6$	1,410.6	Gcal/yr
증기 또는 온수 열에너지 유효 사용량 (외부)	공동	(B-20)	진체 호기 생산 증기 또는 온수 외부공급량	M_{sp2}	ton/yr	F8	(9-3)	▶ 연간 사업장 내 전체호기에서 생산된 증기 중 시스템 경계 외부로 공급·판매된 증기 또는 온수의 총량을 공급처 별로 기입 ※ 유량계측기 F8 계측값, 데이터 관리번호 (9-3)번 적용	55,000.0	ton/yr
		(B-21)	대상 호기 생산증기 또는 온수 외부공급량	m_{sp2}	ton/yr	-	-	▶ 진체호기 증기 또는 온수 외부 공급량(B-20)에 대상호기 증기 생산 비율(B-3)을 적용하여 환산 ※ $m_{sp2} = M_{sp2} \times r_2$ $= 55,000 \times 0.47 = 25,882.4$	25,882.4	ton/yr

구분	적용 대상시설 번호	관리 번호	산정 항목	기호	단위	계측기	데이터 관리번호	데이터 입력 및 산정 방법	예시	
									데이터	단위
	(B-22)	외부 공급 증기 또는 온수의 온도	공급 A	t_{sup2}	℃	T11	(9-4)	▶ 연간 사업장 내 전체호기에서 생산된 증기 중 시스템 경계 외부로 공급·판매된 증기 또는 온수의 평균 온도를 공급처 별로 기입 ※ 온도계측기 T11 계측값, 데이터 관리번호 (9-4)번 적용	170.0	℃
			공급 B							
	(B-23)	외부 공급 증기 또는 온수의압력	공급 A	P_{sup2}	bar,G, kg/cm ² ,G	P4	(9-5)	▶ 연간 사업장 내 전체호기에서 생산된 증기 중 시스템 경계 외부로 공급·판매된 증기 또는 온수의 평균 압력을 공급처 별로 기입 ※ 압력계측기 P4 계측값, 데이터 관리번호 (9-5)번 적용	11.0	kg/cm ² ,G
			공급 B							
	(B-24)	외부 공급 증기 또는 온수의 엔탈피	공급 A	h_u	kcal/kg	-	-	▶ 연간 생산된 증기 중 시스템 경계 외부로 공급·판매된 증기 또는 온수의 평균 온도 및 압력에 해당하는 엔탈피 값을 기입	640.0	kcal/kg
			공급 B							
	(B-25)	외부 공급 증기 또는 온수 에너지	공급 A	E_{sup2}	Gcal/yr	-	-	▶ 대상호기 외부공급 증기 또는 온수 사용량(B-21)에 외부공급 증기 또는 온수의 엔탈피(B-24), 등가계수 1.1을 적용하여 산정 ※ $E_{\text{sup2}} = m_{\text{sup2}} \times h_u \times 1.1 \times 1/1000$ $= 25,882.4 \times 640.0 \times 1.1 \times 1/1000 = 18,211.2$	18,221.2	Gcal/yr
			공급 B							
	(B-26)	외부공급 온축수 회수 여부	공급 A	-	O / X	-	(11-1)	▶ 시스템 경계 외부로 공급·판매된 증기 또는 온수의 온축수 회수 여부를 공급처 별로 기입 ※ 데이터 관리번호 (11-1)번 적용	0	-
			공급 B							

구분	적용 대상시설 번호	관리 번호	신정 항목	기호	단위	계측기	데이터 관리번호	데이터 입력 및 산정 방법	예시	
									데이터	단위
		(B-27)	외부공급 응축수 회수 유량	CW ₂	ton/yr	F10	(11-2)	<p>▶ 시스템 경계 외부로 공급·판매된 증기 또는 온수의 응축수를 회수하는 경우 연간 회수된 증기 또는 온수의 총량을 공급처 별로 기입</p> <p>※ 유량계측기 F10 계측값, 데이터 관리번호 (11-2)번 적용</p> <p>※ 응축수를 회수하지 않거나 회수하지만 유량계가 없는 시설의 경우 증기 및 온수 공급 유량을 적용</p>	53,000.0	ton/yr
			외부공급 응축수 회수 온도	t _{cw2}	℃	T13	(11-3)	<p>▶ 시스템 경계 외부로 공급·판매된 증기 또는 온수의 응축수를 회수하는 경우 연간 회수된 응축수의 평균 온도를 공급처 별로 기입</p> <p>※ 온도계측기 T13 계측값, 데이터 관리번호 (11-3)번 적용</p> <p>※ 응축수를 회수하지 않거나 회수하지만 온도계가 없는 시설의 경우 100℃로 적용</p>	70.0	℃
		(B-29)	외부공급 응축수 회수에너지	e _{cw2}	Gcal/yr	-	-	<p>▶ 외부공급 증기 또는 온수 응축수 유량(B-27)에 대상호기 증기 생산 비율(B-3), 응축수 온도(B-28), 등가계수 1.1을 적용하여 산정</p> <p>※ e_{cw2} = CW₂ × f₂ × t_{cw2} × 1.1 × 1/1000 = 53,000 × 0.47 × 70 × 1.1 × 1/1000 = 1,920.5</p>	1,920.5	Gcal/yr
			외부 공급 증기 또는 온수의 순 에너지	E _{stp2}	Gcal/yr	-	-	<p>▶ 외부공급 증기 또는 온수의 에너지(B-25)와 외부공급 증기 또는 온수 응축수 에너지(B-29)의 차이를 기입</p> <p>※ E_{stp2} = e_{stp2} - e_{cw2} = 18,221.2 - 1,920.5 = 16,300.7</p>	16,300.7	Gcal/yr

구분	적용 대상시설 번호	관리 번호	산정 항목	기호	단위	계측기	데이터 관리번호	데이터 입력 및 산정 방법	예시	
									데이터	단위
생산 전력 에너지 유효 사용량	공통	(B-31)	전체 호기 생산 전력 자체 사용량	PW_U	MWh/yr	W2	(12-2)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 생산 증기를 통하여 발전을 하는 시설의 경우, 연간 사업장 내 전체호기에서 생산된 전력량 중 사업장 내에서 자체 사용한 전력량의 총량을 기입 ※ 전력량계측기 W2 계측값, 데이터 관리번호 (12-2)번 적용 	800.0	MWh/yr
		(B-32)	대상 호기 생산 전력 자체 사용량	pw_U	MWh/yr	-	-	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 전체호기 생산 전력량 중 사업장 내에서 자체 사용한 전력량(B-31)에 대상호기 증기 생산 비율(B-3)을 적용하여 환산 ※ $P_{WU} = PW_U \times f_2$ = $800 \times 0.47 = 376.5$ 	376.5	MWh/yr
		(B-33)	전체 호기 생산 전력 외부 공급량	PW_P	MWh/yr	W3	(12-3)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 생산 증기를 통하여 발전을 하는 시설의 경우, 연간 사업장 내 전체호기에서 생산된 전력량 중 시스템 경계 외부로 공급·판매된 전력량의 총량을 기입 ※ 전력량계측기 W3 계측값, 데이터 관리번호 (12-3)번 적용 	1,600.0	MWh/yr
		(B-34)	대상 호기 생산 전력 외부 공급량	pw_P	MWh/yr	-	-	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 전체호기 생산 전력량 중 시스템 경계 외부로 공급·판매된 전력량(B-33)에 대상호기 증기 생산 비율(B-3)을 적용하여 환산 ※ $P_{WP} = PW_P \times f_2$ = $1,600 \times 0.47 = 752.9$ 	752.9	MWh/yr
		(B-35)	내부 사용 전기 에너지	e_{EW1}	Gcal/yr	-	-	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 대상 호기 생산 전력 자체사용량(B-32)을 열량(cal)단위로 변환하고 등가계수 2.6을 적용하여 환산 ※ $e_{EW1} = pw_U \times 860 \times 2.6 \times 1/1000$ = $376.5 \times 860 \times 2.6 \times 1/1000 = 841.8$ 	841.8	Gcal/yr

구분	적용 대상시설 번호	관리 번호	산정 항목	기호	단위	계측기	데이터 관리번호	데이터 입력 및 산정 방법	예시	
									데이터	단위
슬래그 열분해(가스화)·에너지 응용 시설		(B-36)	외부 공급 전기 에너지	e_{pw2}	Gcal/yr	-	-	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 대상 호기 생산 전력 외부 공급량(B-34)을 열량(cal)단위로 변환하고 동가계수 2.6을 적용하여 환산 $e_{pw2} = pw_p \times 860 \times 2.6 \times 1 / 1000$ $= 752.9 \times 860 \times 2.6 \times 1 / 1000 = 1,683.6$ 	1,683.6	Gcal/yr
		(B-37)	유효 사용 전기 에너지	E_{pw}	Gcal/yr	-	-	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 대상 호기 생산 전력 중 내부 사용 전기에너지(B-35)와 외부 공급 전기 에너지(B-36)의 합계를 기입 $e_{pw} = e_{pw1} + e_{pw2}$ $= 841.8 + 1,683.6 = 2,525.4$ 	2,525.4	Gcal/yr
		(B-38)	전체 호기 습기준 슬래그 발생량	M_{sl}	ton/yr	M2	(14-9)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 연간 사업장 내 전체호기에서 발생하여 최종 처리를 위해 외부로 반출되는 슬래그의 총량을 기입 e_{pw} 중량계측기 M2 계측값, 데이터 관리번호 (14-9)번 적용 	350.0	
		(B-39)	슬래그 수분	w_{sl}	%	측정	(14-11)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 최종 처리를 위해 외부로 반출되기 직전 저장되어 있는 슬래그의 분기 단위 수분 측정 값의 평균을 기입 e_{pw} 에너지 회수율을 검사기관의 측정·분석 결과 값, 데이터 관리번호 (14-11)번 적용 	5.0	
		(B-40)	대상 호기 건기준 슬래그 발생량	m_{sl}	ton/yr	-	-	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 전체호기 습기준 슬래그 발생량(B-38)에 수분값(B-39) 보정 및 폐기물 투입비율(A-3)을 적용하여 환산 $e_{pw} m_{sl} = M_{sl} \times r_1 \times (1 - w_{sl} / 100)$ $= 350 \times 0.45 \times (1 - 5 / 100) = 149.6$ 	149.6	

구분	적용 대상시설	관리 번호	산정 항목	기호	단위	계측기	데이터 관리번호	데이터 입력 및 산정 방법	예시	
									데이터	단위
	대상시설	(B-41)	슬래그 온도	t_{sl}	℃	T5	(14-12)	▶ 대상호기의 용융로 하부 평균 온도 또는 용융로 출구 배출가스 평균 온도를 적용 ※ 온도계측기 T5 계측값, 데이터 관리번호 (14-12)번 적용	1,250.0	
			기준 온도	t_0	℃	-	-	▶ 기준온도 25 ℃ 기입	25.0	
			슬래그 비열	c_{sl}	kcal/kg·℃	-	-	▶ 0.30 kcal/kg·℃ 기입	0.3	
			슬래그 보유 열 에너지	e_{sl}	Gcal/yr	-	-	▶ 대상 호기 건기온 슬래그 발생량(B-40)에 슬래그 온도(B-41)와 기준온도(B-42)의 차, 슬래그 비열(B-43)을 적용하여 산정 ※ $e_{sl} = m_{sl} \times (t_{sl} - t_0) \times c_{sl} \times 1/1000$ $= 149.6 \times (350 - 25) \times 0.3 \times 1/1000 = 55.0$	55.0	Gcal/yr
-	공통 (B)		E_p		Gcal/yr	-	-	▶ $E_p = (\text{유효사용 소각 배가스 에너지}) + \text{내부사용 및 외부 공급 증기 또는 온수의 순 에너지} + \text{내부사용 및 외부공급 전기 에너지} + (\text{슬래그 보유 열 에너지})$ ※ $E_p = (e_{sl}) + E_{slp1} + E_{slp2} + E_{pw} + (e_{sl})$ $= (7,139.3) + 1,410.6 + 16,300.7 + 2,524.9 + (55.0)$ $= 20,236.2$ ※ 열분해·용융 시설의 경우 배출되는 슬래그 보유 열에너지도 모두 합산하여 최종 E_p 산정	20,236.7	Gcal/yr

구분	적용 대상시설 번호	관리 번호	산정 항목		기호	단위	계측기	데이터 관리번호	데이터 입력 및 산정 방법	예시	
			연소 보조 연료종류	공급 1 공급 2						데이터	단위
(C) E _i 증기생산에 기여하며, 외부에서 공급받은 에너지	(C-1)	일반·고온 소각시설	연소 보조 연료종류	공급 1 공급 2	-	-	-	(2-1)	▶ 대상호기 소각로에 투입되는 보조연료 종류를 모두 기입 ※ 데이터 관리번호 (2-1)번 적용	LNG	-
			연소 보조 연료투입량	공급 1 공급 2	m ₁₁	KL/yr, kNm ³ /yr	F1	(2-2)	▶ 연간 대상호기 소각로에 투입되는 보조연료 종류별 총량을 기입 ※ 유량계측기 F1 계측값, 데이터 관리번호 (2-2)번 적용	10.0 kNm ³ /yr	-
	(C-3)	열분해 (가스화)· 용융시설	연소 보조 연료종류	공급 1 공급 2	-	-	-	(2-3)	▶ 대상호기 열분해(가스화)로 및 용융로 또는 가스연소실에 투입되는 보조연료 종류를 모두 기입 ※ 데이터 관리번호 (2-3)번 적용	LNG	-
			연소 보조 연료투입량	공급 1 공급 2	m ₁₁	KL/yr, kNm ³ /yr	F1	(2-4)	▶ 연간 대상호기 열분해(가스화)로 및 용융로 또는 가스연소실에 투입되는 보조연료 종류별 총량을 기입 ※ 유량계측기 F1 계측값, 데이터 관리번호 (2-4)번 적용	30.0	-
	(C-5)	공통	보조연료	공급 1 공급 2	LHV _i	kcal/L, kcal/Nm ³	-	-	▶ 대상호기에 투입되는 연소 보조연료의 저위발열량을 기입 ※ 「에너지법 시행규칙」 별표(에너지열량 환산기준)에 따른 에너지원 종류별 순 발열량 적용	9,420.0 kcal/Nm ³	-
저위발열량			E _i		Gcal/yr	-	-	▶ E _i = 연소 보조연료 종류별 투입량 × 소각로 보조연료 저위발열량 ※ E _i = m ₁₁ × LHV _i × 1/1000 = 10.0 × 9,420.0 × 1/1000 = 94.2	94.2 Gcal/yr	-	

구분	적용 대상시설 번호	관리 번호	신정 항목	기호	단위	계측기	데이터 관리번호	데이터 입력 및 산정 방법	예시		
									데이터	단위	
(D) 대기 중기 생산 에너지에 기여하지 않으나, 외부에서 공급받은 에너지	보조연료 사용 에너지	(D-1)	방지시설	-	-	-	(13-1)	▶ 대상호기의 대기오염 방지설비에 투입되는 보조연료 종류를 모두 기입 ※ 데이터 관리번호 (13-1)번 적용	LNG	-	
			보조연료 종류						-	-	
	공통	(D-2)	방지시설	m ₂	kL/yr, kNm ³ /yr	F11	(13-1)	▶ 연간 대상호기의 대기오염 방지설비에 투입되는 보조연료 종류별 총량을 기입 ※ 유량계측기 F11 계측값, 데이터 관리번호 (13-1)번 적용	20.0	kNm ³ /yr	
			보조연료 투입량						-	-	
	공통	(D-3)	방지시설	공급 1	LHV ₁	kcal/L, kcal/Nm ³	-	-	▶ 대기오염 방지설에 투입되는 보조연료의 저위발열량을 기입 ※ 「에너지법 시행규칙」 별표(에너지열량 환산기준)에 따른 에너지원 종류별 순 발열량 적용	9,420.0	kcal/Nm ³
			보조연료 저위발열량							공급 2	-
공통	(D-4)	방지시설	공급 1	e ₁	Gcal/yr	-	-	▶ 대기오염 방지시설 보조연료 종류별 투입량(D-2)에 보조연료 종류별 저위발열량(D-3)을 적용하여 산정 ※ e ₁ = m ₂ × LHV ₁ × 1/1000 = 20.0 × 9,420 × 1/1000 = 188.4	188.4	Gcal/yr	
		보조연료 보유에너지							공급 2	-	-
전기 사용 에너지	(D-5)	대상 호기 외부 전력 수전량	공급 1	pw ₁	MWh/yr	W4	(12-5)	▶ 외부에서 공급 받는 전력량 중 연간 대상호기 소각설비에 공급된 전력량의 총량을 기입 ※ 전력량계측기 W4 계측값, 데이터 관리번호 (12-5)번 적용	225.0	MWh/yr	
									대상 호기 외부 전력 소모 에너지	공급 2	-
공통	(D-6)	대상 호기 외부 전력 소모 에너지	공급 1	e _{pw1}	Gcal/yr	-	-	▶ 대상 호기 외부 전력 수전량(D-5)을 열량(cal)단위로 변환하고 등가계수 2.6을 적용하여 환산 ※ e _{pw1} = pw ₁ × 860 × 2.6 × 1/1000 = 225.0 × 860 × 2.6 × 1/1000 = 503.1	503.1	Gcal/yr	
									대상 호기 외부 전력 소모 에너지	공급 2	-

구분	적용 대상시설	관리 번호	산정 항목	기호	단위	계측기	데이터 관리번호	데이터 입력 및 산정 방법	예시						
									데이터	단위					
에너지 회수효율	공동	(D)	E _i	Gcal/yr	-	-	-	▶ E _i = 대기오염 방지시설 보조연료 보유 에너지+대상 호기 외부 전력 소요 에너지 ※ E _i = e+e _{par} = 188.4+503.1 = 691.5	691.5	Gcal/yr					
									24,140.9	Gcal/yr	▶ 산정된 E _w , E _p , E _i , E _i 값을 각각 기입	24,140.9	Gcal/yr		
												20,236.7	Gcal/yr	20,236.7	Gcal/yr
														94.2	Gcal/yr
												691.5	Gcal/yr	▶ 산정된 E _w , E _p , E _i , E _i 값을 에너지 회수효율 산정식에 따라 산정 ※ 에너지 회수효율 = {E _p -(E _w +E _i)} / {0.97 × (E _w +E _i)} × 100 = {20,236.7-(94.2+691.5)} / {0.97 × (24,140.9+94.2)} × 100 = 82.7	82.7

부록 1

산정인자 기호 및 정의



기호	정의	단위
E_p	열원 또는 전기의 형태로 생산한 에너지 중 유효하게 이용한 에너지 *	Gcal/yr
E_i	증기생산에 기여하며, 외부에서 공급받은 에너지 *	Gcal/yr
E_i	증기생산에 기여하지 않으나, 외부에서 공급받은 에너지 *	Gcal/yr
E_w	소각 처리되는 모든 폐기물이 보유한 에너지 *	Gcal/yr
Q_{in1}	연소 보조연료의 공급 열량 *	Gcal/yr
Q_{in2}	1차 연소용 공기의 공급 열량 *	Gcal/yr
Q_{in3}	2차 연소용 공기의 공급 열량 *	Gcal/yr
Q_{out1}	일체형 보일러 - 증기 흡수열 *	Gcal/yr
Q_{out2}	일체형 보일러 - 배출가스 보유열 *	Gcal/yr
Q_{out3}	일체형 보일러 - 폐열보일러 방열손실 *	Gcal/yr
Q_{out4}	일체형 보일러 - 소각로 방열손실 *	Gcal/yr
Q_{out5}	일체형 보일러 - 소각 잔재물 배출열 *	Gcal/yr
Q_{out6}	일체형 보일러 - 소각 잔재물 미연탄소분 열량 *	Gcal/yr
Q_{out7}	일체형 보일러 - 브로우다운 배출열 *	Gcal/yr
Q_{out1}'	분리형 보일러 - 배출가스 보유열 *	Gcal/yr
Q_{out2}'	분리형 보일러 - 소각로 방열손실 *	Gcal/yr
Q_{out3}'	분리형 보일러 - 소각 잔재물 배출열 *	Gcal/yr
Q_{out4}'	분리형 보일러 - 소각 잔재물 미연탄소분 열량 *	Gcal/yr
$\sum Q_{in}$	폐기물 보유 열량을 제외한 모든 입열 항목의 총 입열량 *	Gcal/yr
$\sum Q_{out}$	모든 출열 항목의 총 출열량 *	Gcal/yr
Q_{inw}	투입되는 폐기물의 보유 열량 *	Gcal/yr

기호	정의	단위
1.672	배출가스 온도로 인한 열손실 보정계수 - 일반 · 고온 소각시설	kcal/kg · °C
1.011	기타 열손실 보정계수 - 일반 · 고온 소각시설	-
1.682	배출가스 온도로 인한 열손실 보정계수 - 열분해(가스화) · 고온용융 소각시설	kcal/kg · °C
0.923	기타 열손실 보정계수 - 열분해(가스화) · 고온용융 소각시설	-
η_b	폐열보일러의 효율, 80% 적용(생활폐기물 소각시설 53개소 평균값)	%
LHV_w	대상 호기 소각로에 투입되는 폐기물의 저위발열량	kcal/kg
LHV_i	연소 보조연료 또는 방지시설 보조연료의 저위발열량	kcal/kg
M_w	사업장 내 전체 호기에 투입된 폐기물의 총 투입량 *	ton/yr
M_{st}	사업장 내 전체 호기에서 생산된 증기의 총 생산량 *	ton/yr
M_{stp1}	사업장 내 전체 호기에서 생산된 증기 중 내부에서 사용된 증기 및 온수의 공급차별 총 유량 *	ton/yr
M_{stp2}	사업장 내 전체 호기에서 생산된 증기 중 외부로 공급된 증기 및 온수의 공급차별 총 유량 *	ton/yr
M_{ba}	일반 · 고온 소각시설의 사업장 내 전체 호기에서 발생된 소각 잔재물의 총 발생량 *	ton/yr
M_{pa}	열분해(가스화) · 고온용융 소각시설의 사업장 내 전체 호기에서 발생된 열분해 잔재물의 총 발생량 *	ton/yr
M_{sl}	열분해(가스화) · 고온용융 소각시설의 사업장 내 전체 호기에서 발생된 슬래그의 총 발생량 *	ton/yr
m_w	대상 호기에 투입된 폐기물의 총 투입량 *	ton/yr
m_{st}	대상 호기에서 생산된 증기의 총 생산량 *	ton/yr
m_{stw}	대상 호기에서 폐기물로부터 생산된 증기의 총 생산량 *	ton/yr
m_{stp1}	대상 호기에서 생산된 증기 중 내부에서 사용된 증기 및 온수의 공급차별 총 유량 *	ton/yr
m_{stp2}	대상 호기에서 생산된 증기 중 외부로 공급된 증기 및 온수의 공급차별 총 유량 *	ton/yr
m_{f1}	일반 · 고온 소각시설 및 열분해(가스화) · 고온용융 소각시설의 연소 보조연료의 총 투입량 *	kl/yr, kNm ³ /yr
m_{f2}	대기오염 방지시설에 투입된 보조연료의 총 투입량 *	kl/yr, kNm ³ /yr

기호	정의	단위
m_{ba}	일반 · 고온 소각시설의 대상 호기에서 발생한 바닥재의 총 발생량(건기준) *	ton/yr
m_{pa}	열분해(가스화) · 고온용융 소각시설의 대상 호기에서 발생한 열분해 잔재물의 총 발생량(건기준) *	ton/yr
m_{sl}	열분해(가스화) · 고온용융 소각시설의 대상 호기에서 발생한 슬래그의 총 발생량(건기준) *	ton/yr
A_1	일반 · 고온 소각시설 및 열분해(가스화) · 고온용융 소각시설의 1차 연소용 공급 공기의 총 유량 *	kNm^3/yr
A_2	일반 · 고온 소각시설 및 열분해(가스화) · 고온용융 소각시설의 2차 연소용 공급 공기의 총 유량 *	kNm^3/yr
W	대상 호기 폐열보일러 급수의 총 유량 *	ton/yr
W_d	대상 호기 브로우다운 수의 총 유량 *	ton/yr
CW_1	내부 사용 증기 또는 온수의 사용 후 회수되는 응축수의 총 유량 *	ton/yr
CW_2	외부 공급(판매) 증기 또는 온수의 공급 후 회수되는 응축수의 총 유량 *	ton/yr
G	대상 호기 굴뚝 배출가스의 총 유량(건기준) *	kNm^3/yr
G_b	대상 호기 폐열보일러 후단 배출가스의 총 유량 *	kNm^3/yr
G_u	소각 배가스를 직접 열원으로 사용하는 대상 호기 소각 배가스의 총 유량 *	kNm^3/yr , ton/yr
PW	사업장 내 전체 호기에서 생산된 전력의 총 생산량 *	MWh/yr
PW_u	전체 호기에서 생산된 전력 중 사업장 내에서 자체 사용한 전력의 총 사용량 *	MWh/yr
PW_p	전체 호기에서 생산된 전력 중 외부로 공급(판매)된 전력의 총 판매량 *	MWh/yr
PW_r	외부에서 공급받은 전력량 중 사업장내 전체호기 소각설비에서 사용된 총 전력량 *	MWh/yr
pW_u	대상 호기에서 생산된 전력 중 사업장 내에서 자체 사용한 전력의 총 사용량 *	MWh/yr
pW_p	대상 호기에서 생산된 전력 중 외부로 공급(판매)된 전력의 총 판매량 *	MWh/yr
pW_r	외부에서 공급받은 전력량 중 대상 호기 소각설비에서 사용된 총 전력량 *	MWh/yr
r_1	전체 호기의 폐기물 투입량 대비 대상 호기 폐기물 투입량의 비율	-

기호	정의	단위
r_2	전체 호기의 증기 생산량 대비 대상 호기 증기 생산량의 비율	-
h_{st}	생산된 증기의 순 엔탈피 **	kcal/kg
h_1	생산된 증기의 엔탈피 **	kcal/kg
h_2	폐열보일러 급수의 엔탈피 **	kcal/kg
h_3	내부 사용 증기 또는 온수의 사용처별 엔탈피 **	kcal/kg
h_4	외부 공급(판매) 증기 또는 온수의 공급처별 엔탈피 **	kcal/kg
h_d	브로우디온 수(드럼 수)의 엔탈피 **	kcal/kg
C_a	공기의 비열	kcal/Nm ³ · °C
C_{gb}	폐열보일러 후단 배출가스의 비열	kcal/Nm ³ · °C
C_{g1}	2차 연소실 출구 배출가스의 비열	kcal/Nm ³ · °C
C_{gu}	소각 배가스를 직접 열원으로 사용하는 대상 호기 소각 배가스의 비열	kcal/Nm ³ · °C
C_{ba}	일반 · 고온 소각시설 바닥재의 비열	kcal/kg · °C
C_{pa}	열분해(가스화) · 고온용융 소각시설 열분해 잔재물의 비열	kcal/kg · °C
C_{sl}	열분해(가스화) · 고온용융 소각시설 슬래그의 비열	kcal/kg · °C
t_0	기준온도, 25°C 적용	°C
t_{a1}	일반 · 고온 소각시설 및 열분해(가스화) · 고온용융 소각시설의 1차 연소용 공급 공기의 평균 온도 **	°C
t_{a2}	일반 · 고온 소각시설 및 열분해(가스화) · 고온용융 소각시설의 2차 연소용 공급 공기의 평균 온도 **	°C
t_w	폐열보일러 급수의 평균 온도 **	°C
t_{cw1}	내부 사용 된 증기 또는 온수의 사용 후 회수되는 응축수의 평균 온도 **	°C
t_{cw2}	외부 공급(판매)된 증기 또는 온수 공급 후 회수되는 응축수의 평균 온도 **	°C
t_{st}	대상 호기에서 생산된 증기의 평균 온도 **	°C
t_{stp1}	내부 사용된 증기 또는 온수의 사용처별 평균 온도 **	°C

기호	정의	단위
t_{stp2}	외부 공급(판매)된 증기 또는 온수의 사용처별 평균 온도 **	°C
t_{gi}	소각로 2차 연소실 출구 배출가스의 평균 온도 **	°C
t_{py}	열분해(가스화)로 출구 배출가스의 평균 온도 **	°C
t_{me}	응용로 또는 가스연소실 출구 배출가스의 평균 온도 **	°C
t_{gb}	폐열보일러 후단 배출가스의 평균 온도 **	°C
t_{gui}	소각 배가스를 직접 열원으로 사용하는 경우 열공급 전 가스의 평균 온도 **	°C
t_{guo}	소각 배가스를 직접 열원으로 사용하는 경우 열공급 후 가스의 평균 온도 **	°C
t_{ba}	일반 · 고온 소각시설 대상 호기에서 발생된 바닥재의 평균 온도 **	°C
t_{pa}	열분해(가스화) · 고온응용 소각시설 대상 호기에서 발생된 열분해 잔재물의 평균 온도 **	°C
t_{sl}	열분해(가스화) · 고온응용 소각시설 대상 호기에서 발생된 슬래그의 평균 온도 **	°C
p_{a1}	일반 · 고온 소각시설 및 열분해(가스화) · 고온응용 소각시설의 1차 연소용 공급 공기의 평균 압력 **	mmH ₂ O
p_{a2}	일반 · 고온 소각시설 및 열분해(가스화) · 고온응용 소각시설의 2차 연소용 공급 공기의 평균 압력 **	mmH ₂ O
p_{st}	대상 호기에서 생산된 증기의 평균 압력 **	bar.G, kg/cm ² .G
p_{stp1}	내부 사용된 증기 및 온수의 사용처별 평균 압력 **	bar.G, kg/cm ² .G
p_{stp2}	외부 공급(판매)된 증기 및 온수의 사용처별 평균 압력 **	bar.G, kg/cm ² .G
E_{stp1}	내부 사용된 증기 및 온수의 사용처별 순 열량(에너지) *	Gcal/yr
E_{stp2}	외부 공급(판매) 증기 및 온수의 공급처별 순 열량(에너지) *	Gcal/yr
E_{pw}	생산 전력 중 유효 사용(내부 사용 및 외부 공급)한 총 전력 에너지 *	Gcal/yr
e_{gu}	소각 배가스를 직접 열원으로 사용하는 경우 유효 사용한 가스 열량(에너지) *	Gcal/yr
e_{stp1}	내부 사용된 증기 및 온수의 사용처별 열량(에너지) *	Gcal/yr

기호	정의	단위
e_{stp2}	외부 공급(판매)된 증기 및 온수의 사용차별 열량(에너지) *	Gcal/yr
e_{pw1}	생산 전력 중 자체 사용한 총 전력 에너지 *	Gcal/yr
e_{pw2}	생산 전력 중 외부 공급(판매)한 총 전력 에너지 *	Gcal/yr
e_{pwr}	외부에서 공급받아 대상 호기 소각설비에서 사용된 총 소요 전력 에너지 *	Gcal/yr
e_{cw1}	증기 또는 온수 내부 사용 후 회수되는 응축수의 보유 에너지 *	Gcal/yr
e_{cw2}	증기 또는 온수 외부 공급(판매) 후 회수되는 응축수의 보유 에너지 *	Gcal/yr
e_{sl}	열분해(가스화) · 고온용융 소각시설 대상 호기에서 발생된 슬래그의 보유 열 에너지 *	Gcal/yr
e_f	연소 보조연료 또는 방지시설 보조연료의 보유 에너지 *	Gcal/yr
W_{gb}	폐열보일러 후단 배출가스의 평균 수분 함량 **	%
W_{ba}	일반 · 고온 소각시설에서 발생된 바닥재의 평균 수분 함량 **	%
W_{pa}	열분해(가스화) · 고온용융 소각시설에서 발생된 열분해 잔재물의 평균 수분 함량 **	%
W_{sl}	열분해(가스화) · 고온용융 소각시설에서 발생된 슬래그의 평균 수분 함량 **	%
O_2	굴뚝 배출가스의 평균 산소 농도 **	%
O_{2b}	폐열보일러 후단 배출가스의 평균 산소 농도 **	%
Li_{ba}	일반 · 고온 소각시설에서 발생된 바닥재의 평균 강열감량 **	%
Li_{pa}	열분해(가스화) · 고온용융 소각시설에서 발생된 열분해 잔재물의 평균 강열감량 **	%
Li_{sl}	열분해(가스화) · 고온용융 소각시설에서 발생된 슬래그의 평균 강열감량 **	%
C	탄소열량, 8,100kcal/kg 적용	kcal/kg
LR_i	일반 · 고온 소각시설의 소각로 표면 부분별 방열 손실 *	Gcal/yr
LR_{gb}	일반 · 고온 소각시설 및 열분해(가스화) · 고온용융 소각시설의 폐열보일러 표면 부분별 방열 손실 *	Gcal/yr
LR_{ap}	일반 · 고온 소각시설 및 열분해(가스화) · 고온용융 소각시설의 고온공기열기 표면 부분별 방열 손실 *	Gcal/yr

기호	정의	단위
LR_{py}	열분해(가스화) · 고온용융 소각시설의 열분해로 표면 부분별 방열 손실 *	Gcal/yr
LR_{me}	열분해(가스화) · 고온용융 소각시설의 용융로 표면 부분별 방열 손실 *	Gcal/yr
$\sum LR_i$	일반 · 고온 소각시설의 소각로 표면 부분별 방열 손실 산정 값의 총계 *	Gcal/yr
$\sum LR_g$ b	일반 · 고온 소각시설 및 열분해(가스화) · 고온용융 소각시설의 폐열보일러 표면 부분별 방열 손실 산정 값의 총계 *	Gcal/yr
$\sum LR_a$ ρ	일반 · 고온 소각시설 및 열분해(가스화) · 고온용융 소각시설의 고온공기열기 표면 부분별 방열 손실 산정 값의 총계 *	Gcal/yr
$\sum LR_p$ y	열분해(가스화) · 고온용융 소각시설의 열분해로 표면 부분별 방열 손실 산정 값의 총계 *	Gcal/yr
$\sum LR_m$ e	열분해(가스화) · 고온용융 소각시설의 용융로 표면 부분별 방열 손실 산정 값의 총계 *	Gcal/yr

* 연간 총 합계 데이터, ** 연간 평균 데이터

부록 2

Q & A



1 에너지 회수효율 적용대상 및 적용방법 관련

Q : 에너지 회수효율 검증을 신청할 수 있는 주체는 누구인지 ?

A : 검증을 신청할 수 있는 자는 소각열회수시설 및 에너지 회수효율 검증을 희망하는 폐기물 소각시설 설치·운영자입니다.

Q : 에너지 회수효율 적용대상은 ? 또한, 법적규제 사항인지 ?

A : 생활폐기물 및 사업장폐기물 소각시설(소각열회수시설 포함)이 대상 시설이며, 법적 구속력은 없습니다. 다만 에너지 회수효율이 일정 기준 이상인 경우에 “자원순환기본법” 제21조에 따라 폐기물처분부담금(소각부담금)을 감면 받을 수 있습니다.

Q : 일정 기준 이상의 에너지 회수효율 만족 시 감면혜택은 ?

A : 에너지 회수효율 기준 만족에 따른 감면혜택은 다음과 같습니다.

- ☞ 50 % 감면 : 에너지 회수효율 50 % 이상 ~ 60 % 미만
- ☞ 60 % 감면 : 에너지 회수효율 60 % 이상 ~ 75 % 미만
- ☞ 75 % 감면 : 에너지 회수효율 75 % 이상

Q : 에너지 회수효율을 산정하기 위한 산정기간은 ?

A : 에너지 회수효율 산정기간은 생활폐기물 소각시설의 경우 300일 이상, 사업장 폐기물 소각시설은 275일 이상을 원칙으로 합니다. 다만, 폐기물 반입량 부족에 따른 운영일 수 미흡, 시설·설비의 개선 또는 보수 등을 고려하여 해당기간 동안의 에너지 회수효율을 산정할 수 있도록 변경하였습니다.

☞ A시설(예) : 운영일 수 305일, 에너지 회수효율 55 %

2018.1.1.~2018.12.31.(365일) 폐기물처분부담금 50 % 감면

☞ B시설(예) : 운영일 수 247일, 에너지 회수효율 58 %

2018.3.5.~2018.11.06.(247일) 폐기물처분부담금 50 % 감면

Q : 사전확인 검사는 무엇인지 ?

A : 사전확인 검사는 에너지 회수효율 산정 가능 여부를 판단하는 절차이며, 해당 시설의 특성 및 여건 등을 고려하여 사전확인 검사 및 검·인증 필요 여부 등은 해당시설에서 자체적으로 판단이 필요합니다. 또한, 사전확인 검사는 해당 시설의 신청서 및 첨부 서류, 현장의 계측기 부착여부, 데이터의 기록·측정 방법 등 검사기관으로부터 사전확인 검사를 받아야 에너지 회수효율 산정을 시작할 수 있습니다.

Q : 에너지 회수효율 산정을 위해서는 사전확인 검사를 꼭 받아야 하는지 ?

A : 사전확인 검사는 에너지 회수효율 산정 가능 여부를 판단하는 절차이며, 해당 시설의 특성 및 여건 등을 고려하여 폐기물처분부담금 납부 또는 사전확인 검사를 통한 에너지 회수효율 인증 취득 등 해당시설에서 자체적으로 판단이 필요합니다. 다만, 소각열회수시설의 경우 「소각열회수시설의 세부검사 방법」 내 정기검사(아. 에너지 회수기준 준수여부)를 만족한 시설은 에너지 회수효율 산정이 가능한 것으로 판단하여 추가적인 사전확인 검사를 하지 않아도 됩니다. 그러나 폐기물소각시설은 최초년도에 사전확인 검사를 받아야 에너지 회수효율 검·인증이 가능합니다.

Q : 사전확인 검사를 수행하는 검사기관은 ?

A : 사전확인 검사기관으로는 「폐기물관리법」 시행규칙 제3조제3항에 명시되어있는 기관으로서 한국환경공단, 한국기계연구원, 한국산업기술시험원 등이 있습니다.

2 에너지 회수효율 측정 관련

Q : 에너지 회수효율 시 계측기 외 측정항목의 측정주기는 ?

A : 소각열회수시설의 경우 「폐기물관리법」 시행규칙 상 별표 8(폐기물처리업자의 준수사항)에 따라 분기 1회 이상 측정·분석하여야 합니다. 또한, 폐기물소각시설 설치·운영자가 본 해설서에 따라 에너지 회수효율 검·인증을 득하고자 하는 경우에도 분기 1회 이상 측정·분석을 원칙으로 합니다.

Q : 계측기 외 측정항목은 검사기관에서만 측정·분석 가능한가 ?

A : 환경부 고시에 따른 검사기관에서만 측정·분석 가능합니다. 이는, 검증된 검사기관을 통하여 측정·분석함으로써 결과의 신뢰성 확보를 위한 것입니다.

Q : 계측기의 측정·기록 데이터 저장 주기는 ?

A : 측정값은 검증·교정된 계측기를 이용하여 최소 5분 이내 1회 이상 측정되어 변환·저장되어야 합니다. 이와 같은 측정값은 1일 평균값 또는 적산값을 기록·저장하여 에너지 회수효율 산정 시 기초자료로 사용하도록 한다.

Q : 계측기의 검정·교정의 주기는 ?

A : 각 계측기는 일정 주기의 검정·교정을 통하여 검(필)증을 확보하여야 하며, 검정·재검정은 「계량에 관한 법률 시행령」 제21조(검정·재검정의 기준)에 따라 유효기간을 준수하여야 합니다. 또한 측정기의 교정주기는 「국가교정기관지정제도운영 제40조(교정대상 및 주기)」를 준용하되, 최초년도(2018년)에 한하여 유효기간 1년을 부여하여 2019년 2월 말 에너지 회수효율 검·인증 시 각 측정기의 교정을 완료하여야 합니다.

Q : 계측기의 검정·교정 기관은 어떠한 곳이 있는지 ?

A : 각 계측기(중량계, 유량계, 온도계, 전력계 등)의 검정·교정 기관은 KOLAS 등록 교정기관으로서 세부사항은 “한국계량측정협회” 홈페이지를 참고하여 검정·교정 평가를 진행할 수 있습니다.

3 에너지 회수효율 산정 관련

Q : 외부에서 사용한 에너지(E_p)의 인정범위는 ?

A : 외부에서 사용한 에너지란 실제 제3자에게 공급한 열(증기, 온수)에너지 및 전기 에너지를 뜻하며, 자체 소각시설에서 슬러지 건조, 금속회수 설비 등 소각공정 이외에 사용한 에너지도 포함합니다. 단, 사용한 에너지의 계측을 통한 정량적 근거자료를 증명해야 합니다.

☞ 외부시설(사업장 내부시설) : 물질 재활용을 위한 건조, 금속 회수설비, 폐기물 선별설비, 혐기성소화설비, 하수처리설비, 기타 설비로서 소각열 에너지로부터 유효하게 이용하는 설비나 시설 등을 말합니다.

☞ 외부시설(사업장 외부시설) : 지역냉난방이나 인근 산업체 등 소각시설을 포함한 사업장 경계부지 밖의 이용시설을 말합니다.

Q : 소각 배출가스를 직접 열원으로 활용하는 경우도 유효 이용에너지(E_p)로 인정되는지 ?

A : 배출가스를 이용하여 직접 열원으로 에너지를 유효하게 이용하는 경우 E_p 에 반영. 단, 유효 이용에너지에 대한 정확한 계측기 측정 자료를 제시하여야 함

Q : 유효 이용에너지(E_p) 중 Soot Blower, 연소용 공기예열, 탈기기에 사용한 에너지는 인정되는지 ?

A : Soot blower에 사용되는 에너지는 E_p 로 인정되나, 공기예열기 및 탈기기는 증기 생산에 영향을 미치며, 지속적으로 순환하는 에너지로서 해당 설비에 사용되는 증기에너지는 유효 사용에너지로 포함할 수 없습니다. 또한, Soot blower에 사용된 에너지를 인정받고자 할 경우 사용된 에너지량은 계측기를 통하여 정확한 이용량을 제시하여야 합니다.

Q : 공급받은 에너지 중 E_f 와 E_i 의 차이점은 ?

A : 외부에서 공급받은 에너지는 전기, 열(증기, 온수), 연료 등이 해당되며, 공급받은 에너지가 증기생산에 기여하는지에 따라 구분하고 있습니다. 예로 연소온도 유지로 소비하는 보조연료는 E_f 에 해당합니다. 반면 SCR 등과 같이 대기오염방지시설의 최적 반응온도를 유지하기 위해 소비하는 도시가스(LNG)는 E_i 에 해당합니다.

Q : E_p 와 E_i 에 가중치(전기 2.6, 열 1.1)가 적용되는데 그 이유는 ?

A : E_p , E_i 는 전기와 열이 해당되며, 보일러에서 증기 또는 온수의 열에너지로 변환되는 손실을 보정(보일러 효율 90%의 역수인 1.1)한 것입니다. 전기에너지로 변환되는 경우는 석탄화력발전소 열효율 38%의 역수인 2.6을 반영한 보정계수입니다.

Q : 외부에서 공급받은 에너지 중 전력량 범위(E_i)는 ?

A : 자체 전력을 생산하여 내부에서 사용한 전력량, 전력 외부 판매량 및 외부 수전 받은 전력량(EX : 한국전력)에 대하여 전력계를 이용하여 측정하여야 합니다. 소각 설비 전체(에너지 생산 설비 + 보조 설비)에서 사용된 외부 전력 수전량은 모두 E_i 에 포함하며, 소각설비에서 사용된 전력량은 최소 다음의 주요 설비에서 사용된 전력량을 측정하여야 합니다.

- ☞ 송풍기류(압입송풍기, 유인송풍기), 전기집진기 사용 전력
- ☞ 펌프류(폐기물 투입펌프, 보일러 급수펌프, 대기오염 방지설비 세정수 펌프, 약품 펌프, 기타 물펌프 등)

Q : 에너지 회수효율 산정 시 각 호기별 산정이 가능한지 ?

A : 「폐기물관리법」 제29조제2항에 따라 환경부장관의 승인을 받거나 환경부장관에게 신고 후 운영하는 소각시설 중 개별 소각시설별로 처분한 폐기물의 종류와 양을 명확하게 구분하여 증명하는 경우에는 각 소각시설별로 에너지 회수효율 산정이 가능합니다.

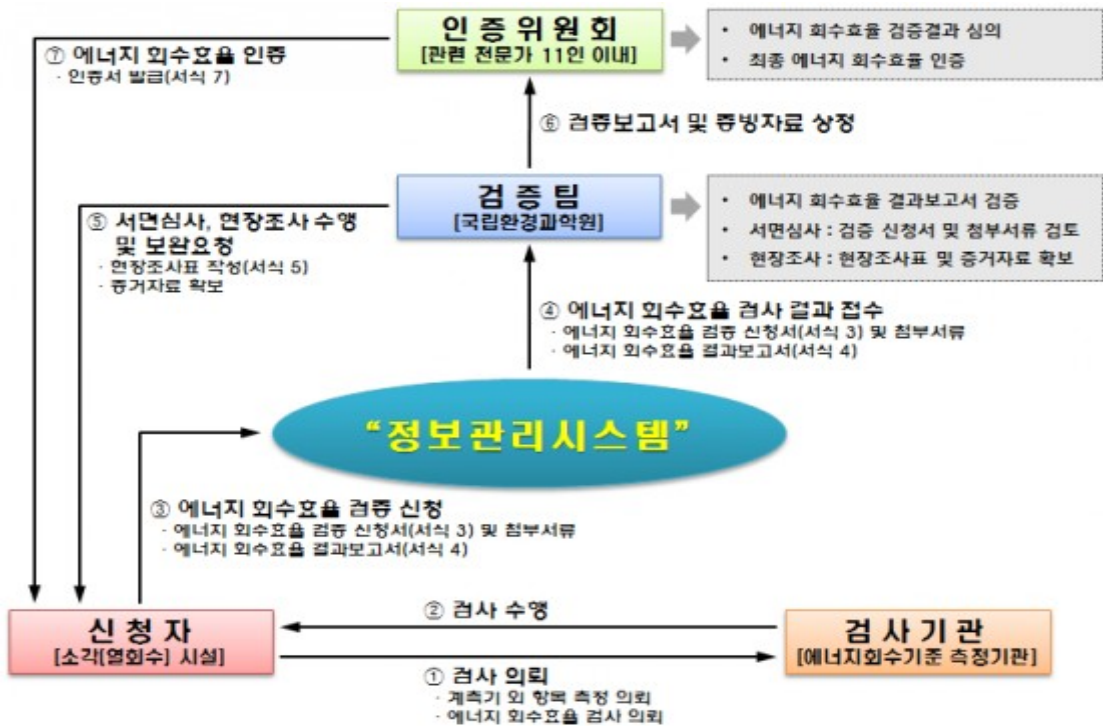
4 에너지 회수효율 검·인증 관련

Q : 에너지 회수효율의 검·인증 기관은 ?

A : 에너지 회수효율의 검증은 국립환경과학원 “에너지 회수효율 검증팀”에서 검증하며, 전문가로 구성된 “인증위원회”를 통하여 에너지 회수효율 산정결과를 최종 확정하게 됩니다.

Q : 에너지 회수효율의 검·인증 절차는 ?

A : 소각(열회수)시설 설치·운영자가 에너지 회수효율 검증을 신청하고자 하는 경우 사전확인 검사 신청부터 검증 신청까지 필요한 사항을 준수하여 검증팀과 인증위원회로부터 평가를 받아야 하며, 세부사항은 본 해설서 4장(에너지 회수효율 검·인증 절차 및 방법)을 참고바랍니다.



Q : 에너지 회수효율 검증결과 보고서 제출 기간은 ?

A : 신청자는 계측기 항목 및 계측기 외 항목의 측정결과를 검토하여 자료 측정·기록 시점으로부터 3개월 이후 검증팀에 에너지 회수효율 산정결과 중간보고를 하여야 합니다. 단, 산정기간이 3개월 미만인 시설의 경우 중간보고를 생략할 수 있습니다. 또한, 최종 에너지 회수효율 검사를 완료한 신청자는 에너지 회수효율 검증신청서(서식3) 및 첨부 서류와 최종 에너지 회수효율 결과보고서(서식4)를 다음 년도 2월 말까지 정보관리시스템을 통하여 검증팀에 제출하여야 합니다.

Q : 에너지 회수효율 검증 신청 시 산정결과 및 데이터의 제출방식은 ?

A : raw data 및 에너지 회수효율 산정결과는 Excel 파일로 제출하여야 하며, 기타 증빙 자료(업무일지 등)는 사본 또는 스캔 파일 등으로 제출 가능합니다. 단, “정보관리시스템”의 구축이 완료된 시점부터는 이를 통하여 자료 입력 및 증빙자료를 제출할 수 있습니다.

Q : 에너지 회수효율 인증서의 유효기간은 ?

A : 에너지 회수효율 인증 소각(열회수)시설에 대한 인증서의 유효 인증기간은 1년이며, 매년 산정결과에 따라 변동될 수 있습니다.

Q : 인증시설의 변경 또는 폐쇄, 에너지 생산 및 사용 중지 시 어떻게 하나요 ?

A : 에너지 회수효율 인증을 받은 소각(열회수)시설 중 시설 내 설비를 변경하거나 시설을 폐쇄 또는 중지하는 등의 경우 관련 사항을 기재한 신고서(서식6)을 검증팀에 제출하여야 합니다.

부 록 3

적외선 열화상 카메라를 이용한 방열손실 측정 및 산정방법 해설서



1-1 개요

가 목적

- 본 해설서는 「에너지 회수효율 측정·산정 방법 및 절차 등에 관한 고시」 제9조 계측자료 측정의 계측기 외 측정항목 중 소각로 및 폐열보일러 방열손실과 소각 잔재물 배출열 산정에 관한 방법 및 절차를 제시하기 위함이다.
- 산정된 방열손실의 결과는 폐기물 소각시설의 저위발열량과 생활폐기물 소각시설의 방열손실률 산정에 적용된다.

나 해설서의 구성

- 본 해설서는 총 5장으로 아래 표와 같이 구성된다.

구 성		내 용
제1장	총 칙	<ul style="list-style-type: none"> ■ 방열손실 측정 및 산정에 대한 목적 설명 ■ 해설서의 전반적인 내용 소개 ■ 방열손실 측정의 적용범위 및 내용 설명
제2장	기본이론	<ul style="list-style-type: none"> ■ 적외선 열화상 카메라의 기초이론 및 기본원리 설명
제3장	방열손실 측정방법	<ul style="list-style-type: none"> ■ 방열손실 측정범위 및 주기 설명 ■ 방열손실 측정 및 산정절차 설명 ■ 방열손실 측정방법 설명
제4장	방열손실 산정방법	<ul style="list-style-type: none"> ■ 방열손실 산정식 및 산정인자 설명 ■ 방열손실 산정예시 ■ 방열손실 산정결과 활용방안 설명
제5장	방열손실 산정 결과보고	<ul style="list-style-type: none"> ■ 방열손실 산정 결과보고서 작성방법 설명 ■ 방열손실 산정 결과보고서 제출 시 첨부파일 설명

1-2

적용 범위

가

적용대상 및 내용

1) 적용대상

- 에너지 회수효율 검증을 받고자 하는 시설(이하 대상시설)은 방열손실 산정 결과보고서를 작성하여, 에너지 회수효율 검증신청 및 보고서 제출 시 함께 제출하여야 한다. 에너지 회수효율 검증 대상시설 기준은 아래와 같다.
- 폐기물관리법(이하 법) 제25조 제3항에 따른 폐기물처리업 허가를 받은 자나 법 제29조에 따라 설치승인 또는 설치신고를 한 소각(열회수)시설 중 다음 기준을 충족하는 시설
 - ☞ 규칙 제35조에 따른 폐기물처리시설의 설치기준과 규칙 제42조에 따른 폐기물처리시설 관리기준에 적합하게 설치·운영되고 있는 시설
 - ☞ 규칙 제41조 제6항의 검사기준(에너지회수와 공급 설비를 갖춘 소각(열회수) 시설)에 적합판정을 받고 운영 중인 시설
- 신규시설은 2018년 1월 1일 이후 법 제25조 제3항에 따라 폐기물처리업 허가를 받은 자가 설치하는 소각(열회수)시설과 법 제29조에 따라 폐기물처리시설 설치승인 또는 설치신고를 한 자가 설치한 소각(열회수)시설 중 다음 기준에 적합하게 설치된 시설
 - ☞ 규칙 제35조에 따른 폐기물처리시설의 설치기준과 규칙 제42조에 따른 폐기물처리시설 관리기준에 적합하게 설치·운영되고 있는 시설

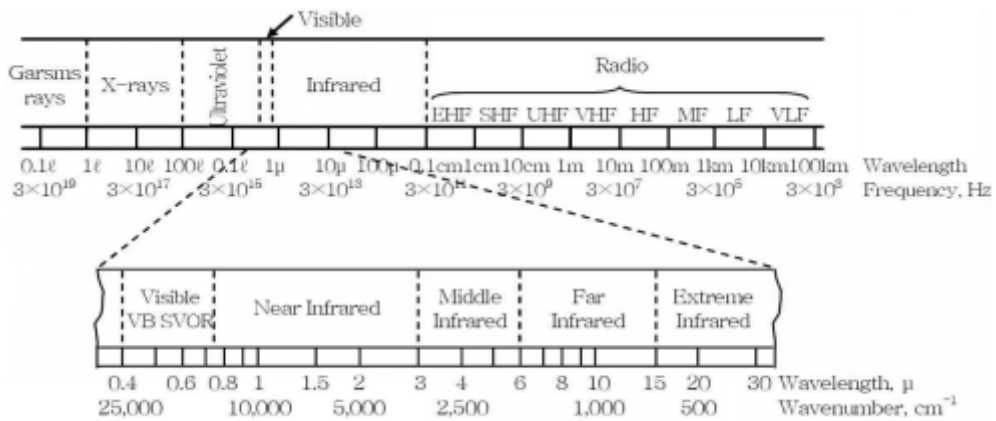
2) 적용내용

- 본 해설서는 대상시설의 소각로 방열손실, 폐열보일러 방열손실, 소각 잔재물 배출열 측정 및 산정에 적용하며, 최종적으로 산정된 결과는 사업장 폐기물 소각시설의 저위발열량 산정과 생활폐기물 소각시설의 방열손실을 산정에 활용된다.

2-1 기본 이론

가 적외선 기초

- 파장은 길이에 따라 X-레이, 자외선, 가시선, 적외선, 극초단파, 무선파로 나누어진다. 그 중, 적외선은 파장에 따라 근적외선, 중적외선, 원적외선 극적외선으로 세분화된다.
- 적외선은 절대온도(0K) 이상의 온도를 갖는 모든 물체에서 방출하는 파장이며, 이를 검출하여 물체의 온도를 측정하는 장치가 적외선 열화상 카메라이다. 적외선 열화상 카메라를 이용해 측정하는 파장은 2~13 μm 로 근적외선과 원적외선 사이의 범위이다.



[그림 2-1] 전자기 스펙트럼과 적외선 파장¹⁾

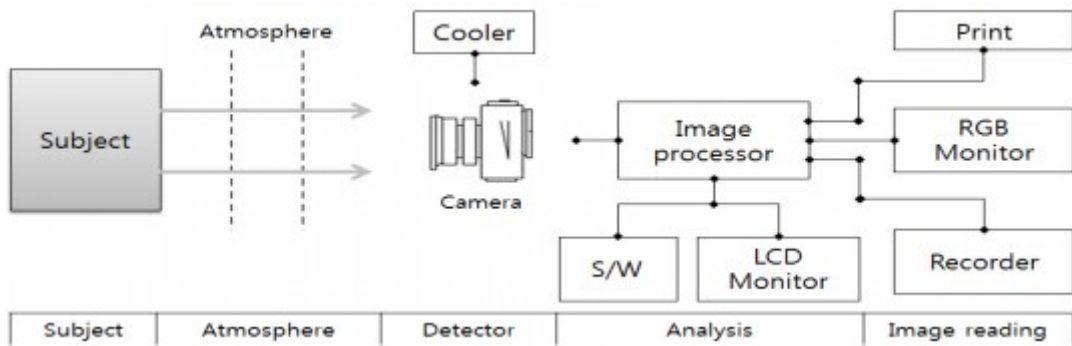
- 온도가 절대온도 이상인 모든 물체는 적외선을 방사한다. 물체가 방사하는 복사 에너지의 강도는 온도 및 복사되는 전자기파의 파장에 따라서 달라진다. 물체는 복사선을 방사하는 것뿐만 아니라 주위 환경에서 입사되는 복사선을 흡수하고 그 일부를 반사하거나 통과될 수 있도록 한다.

1) Hyeon chan Moon, IR imaging technique, Institute for information technology advancement, no.1351(2008)

- 방사율 ε 는 흑체로부터 복사된 에너지에 대한 피사체로부터 복사된 에너지의 비율을 말한다. 방사율이 1(100%)인 물체를 우리는 흑체(Blackbody) 또는 이상적(보편적) 복사체라고 한다. 물체가 방사율이 높다고 하는 것은 흡수율 또한 높다는 것을 의미한다. 이를 수학적으로 표현 하자면 다음과 같다.

$$\varepsilon = E_{object} / E_{blackbody}$$

나 >>> 적외선 열화상 카메라



[그림 2-2] 적외선 열화상 카메라의 구조 및 원리²⁾

- 적외선 열화상 카메라의 원리는 일반적인 카메라와 유사하다. 렌즈, 적외선 검출기, 필터, 데이터처리장치, 저장장치로 구성되어 있다. 그림 2-2는 적외선 열화상 카메라를 이용해 대상의 열화상을 촬영하는 원리를 나타낸 것이다.
- 적외선 열화상 카메라는 대상 물체의 표면에서 방사되는 적외선 파장 형태의 열에너지를 CCD(Charge Coupled Device: 전하결합소자)를 이용하여 검출하고, 대상 물체 표면 복사열의 세기를 측정하여 그 강도의 차이에 따라 각각의 색상으로 표현하여 나타내는 장치이다.
- 적외선 열화상 카메라는 물체 자체로부터 방출되는 적외선을 검출하여 재현하므로 빛이 없는 상태에서도 온도의 측정이 가능하다.

2) 적외선열화상 판정방법, 한국전기안전공사

- 넓은 면적의 온도측정이 가능하여 다수의 온도 분포 데이터를 이용한다는 측면에서 기존의 지점측정보다 측정 결과의 정확도가 높다.
- 측정 결과를 화상으로 나타내어 기록을 보존할 수 있기 때문에 데이터의 신뢰도가 높다.
- 적외선 카메라의 렌즈에 입사되는 복사선의 종류
 - 대상 물체에서 방출된 복사선과 주위 물체에서 방사되어 대상물체에 반사되는 복사선이 카메라 렌즈에 입사된다. 이 두 복사선은 방출되어 열전달이 이루어지는 과정에서 대기를 지나게 되고 공기에 흡수되어 일부 감소된다.
 - 복사선의 일부를 흡수한 공기는 키르히호프의 법칙에 따라서 흡수한 에너지의 일부를 다시 방출한다. 따라서 세 개의 방사원에서 나온 복사선이 카메라의 렌즈에 입사되어 측정된다.

Point

■ 적외선 카메라에 입사되는 복사선의 종류

가) 대상 물체에서 방출되는 복사선 $= \varepsilon \cdot \tau \cdot W_{obj}$

* ε = 물체의 방사율, τ = 대기의 투과율)

나) 주위 물체에서 방사되어 대상 물체에서 반사되는 복사선 $= (1 - \varepsilon) \cdot \tau \cdot W_{amb}$

* $(1 - \varepsilon)$ = 물체의 반사율

* 물체의 표면의 한 점에서 보이는 반구형 공간 내에 있는 모든 복사 표면온도 T_{amb} 는 모두 같은 것으로 가정하였다.

다) 대기방출 에너지 $= (1 - \tau) \cdot W_{atm}$

* $(1 - \tau)$ = 대기의 방사율

라) 총 복사에너지

$$(W_{tot}) = \varepsilon \cdot \tau \cdot W_{obj} + (1 - \varepsilon) \cdot \tau \cdot W_{amb} + (1 - \tau) \cdot W_{atm}$$

3-1

방열손실 측정개요

가

측정범위

1) 방열손실 측정범위

- 대상시설의 방열손실 측정범위는 「에너지 회수효율 측정·산정 방법 및 절차 등에 관한 고시」 제4조 산정범위 내에 포함된 모든 소각로 및 폐열보일러를 포함하며, 세부 측정범위는 [3-1. 나. 1] 방열손실 측정 및 면적 산정을 위한 포인트 분류방법]에 따라 분류하여 에너지 회수효율 검증팀(이하 검증팀)에 확인을 받은 후 결정한다.
- 대상시설은 폐기물의 성상(생활 및 사업장폐기물), 보일러의 형태(일체형, 분리형), 절탄기의 유무와 관계없이 소각로, 폐열보일러, 절탄기, 각 설비의 연결관을 측정범위로 한다. 단, 여기서 말하는 연결관은 1차 연소실과 2차 연소실 또는 연소실과 폐열보일러 등을 연결하는 연소가스 관을 말한다.
- 소각로는 폐기물 투입되는 시점부터 폐열보일러 전까지를 말하며, 다양한 형태의 소각로가 결합된 경우 모든 연소실을 측정해야 한다.
- 폐열보일러는 설치형태(일체형, 분리형)의 구분 없이 모두 측정해야 한다. 폐열보일러는 방지시설 전까지를 말하며, 폐열보일러와 절탄기 외의 설비(고온공기 가열기, 방사 냉각실 등)가 포함되어 있다면 방열손실 측정범위에 포함한다. 또한 폐열보일러에는 절탄기 및 증기 드럼을 포함하여 산정해야 한다.

2) 소각 잔재물 배출열 측정범위

- 소각 잔재물 배출열 측정범위는 소각로의 종류 및 설치형태를 확인하여 결정하며, 폐열보일러에서 발생하는 비산재는 측정에서 제외한다. 소각 잔재물 배출열 측정범위는 아래와 같다.
 - ☞ 일반 소각시설 및 고온 소각시설의 소각 잔재물을 측정한다.
 - ☞ 열 분해시설의 불연물을 측정한다.

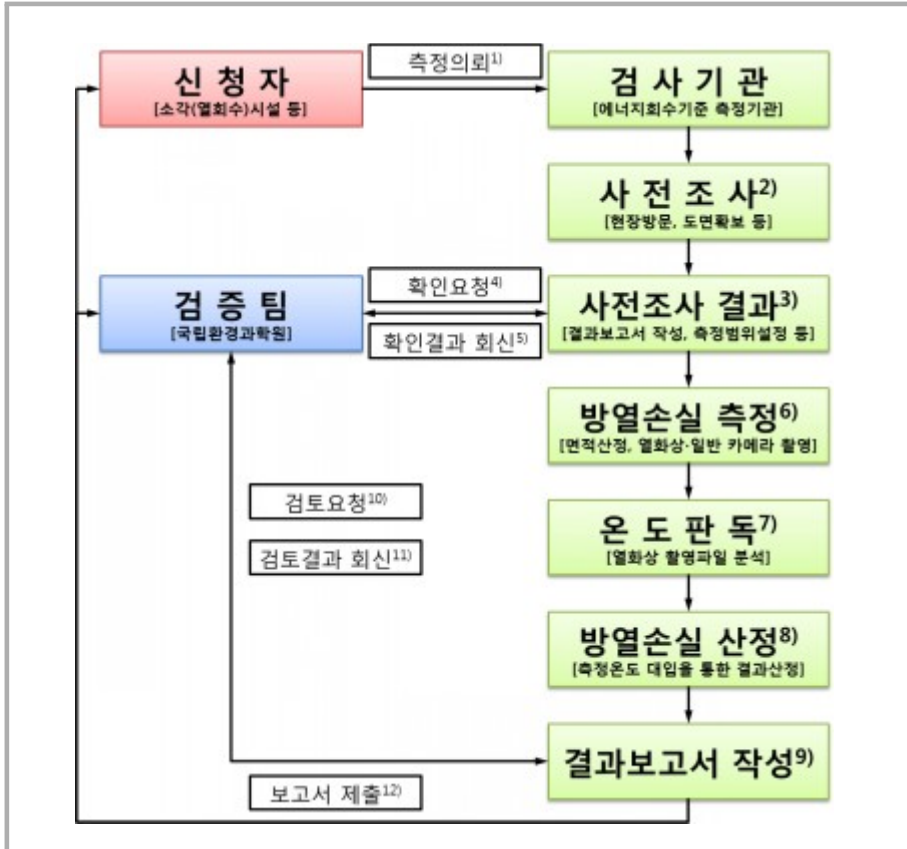
- ☞ 고온 용융시설의 슬래그를 측정한다. 단, 고온 용융시설에서 배출되는 슬래그의 경우는 직접 측정이 아닌 슬래그 출탕구의 주변 온도계를 통한 간접 측정으로 대체한다.
- ☞ 둘 이상의 시설이 조합된 시설의 경우는 각 설비에서 배출되는 배출물을 모두 측정한다.
- 소각 잔재물의 측정은 소각로 하단의 관측공을 개방하여 냉각을 위한 수욕조에 투입되기 전의 소각 잔재물을 측정한다. 단, 고온 용융시설에서 배출되는 슬래그의 경우는 시설의 특성상 역화의 위험이 크기 때문에 출탕구 주변에 부착되어 있는 온도계의 온도를 적용한다.

나 >> 측정주기

- 소각로와 폐열보일러의 방열손실 및 소각 잔재물 배출열의 측정주기는 매 분기별로 측정해야 하며, 산정된 결과 값은 각 분기에 가동된 일수를 확인하여 적용한다. 결과 값의 적용방법은 [4-2. 나. 방열손실 산정결과 활용]을 참조한다.

다 >> 방열손실 측정절차

- 계측기 외 측정항목의 측정을 신청 받은 검사기관은 아래의 측정절차에 따라 방열손실 측정 및 산정에 관한 업무를 진행한다.



※ 그림에 표시된 각주번호의 순서에 따라 방열손실 결과를 도출하며, 각 내용에 대한 세부절차 및 방법은 아래의 내용을 참조한다.

1) 측정의뢰

- 신청자로부터 계측기 외 측정항목의 측정 의뢰를 받은 검사기관은 본 해설서에 명시되어 있는 절차와 방법에 의해 방열손실 및 소각 잔재물 배출열을 측정해야 한다.

2) 사전조사

- 검사기관은 첫 회 방열손실 측정 전에 시설에 미리 방문하여 아래의 항목에 대해 사전조사를 실시한 후 사전조사 결과보고서를 작성한다.
 - ① 소각로의 종류 및 설치형태: 연소실의 종류 및 개수를 파악하여야 하며, 연소실이 2개 이상일 경우 연결관을 확인하여야 한다.
 - ② 보일러의 설치형태: 보일러의 형태(일체형, 분리형)에 따라 저위발열량 산정방법에 차이가 있으므로 설치형태를 확인하여야 하며, 분리형의 경우는 소각로와 폐열보일러를 연결하는 관을 포함하여 조사한다.
 - ③ 절탄기 유무파악: 절탄기의 유무를 파악하여야 하며, 절탄기가 있는 경우에는 절탄기까지 방열손실 산정에 포함시켜야 한다.
 - ④ 보일러 후단 산소 및 수분 측정공 확인: 측정공이 절탄기 전과 후 어디에 위치하는지 파악하여야 한다. 측정공이 절탄기 전에 위치하는 경우는 절탄기와 폐열보일러를 구분하여 면적 및 방열손실을 산정해야 하며, 절탄기 후에 위치하는 경우는 절탄기와 폐열보일러의 구분 없이 산정가능하다.
 - ⑤ 도면확보: 방열손실 측정범위에 포함되는 모든 설비의 면적산정을 위해 도면을 확보해야만 한다. 도면을 확보해야하는 설비에는 소각로, 폐열보일러, 절탄기, 증기 드럼, 연결관이 있으며, 도면은 평면도와 측면도 2가지를 확보해야 한다.
 - ⑥ 소각 잔재물 배출열 측정공 위치확인: 측정공의 위치 및 개폐 가능여부를 확인해야 한다.
 - ⑦ 열화상 카메라 촬영 위치확인: [3-1. 나. 1] 방열손실 측정 및 면적산정을 위한 **포인트 분류방법**]에 따라 선정된 위치를 도면에서 파악하여 각 포인트마다 촬영이 가능한지 조사하고 불가능한 위치는 미리 표기하여 그 내용을 사전조사 결과 작성 시 포함한다.
- 위의 사전조사 내용을 바탕으로 [3-1. 나. 1] (1) **대분류 분류방법**]에 방열손실 측정범위를 결정한다.
- 대상시설에 과거의 사전조사 내용이 있는 경우는 검사기관이 변경사항의 유무여부만 조사하여 반영하도록 하며, 과거의 사전조사 결과를 검증팀으로부터 수령하여 방열손실 측정 및 산정업무를 진행하도록 한다.

3) 사전조사 결과

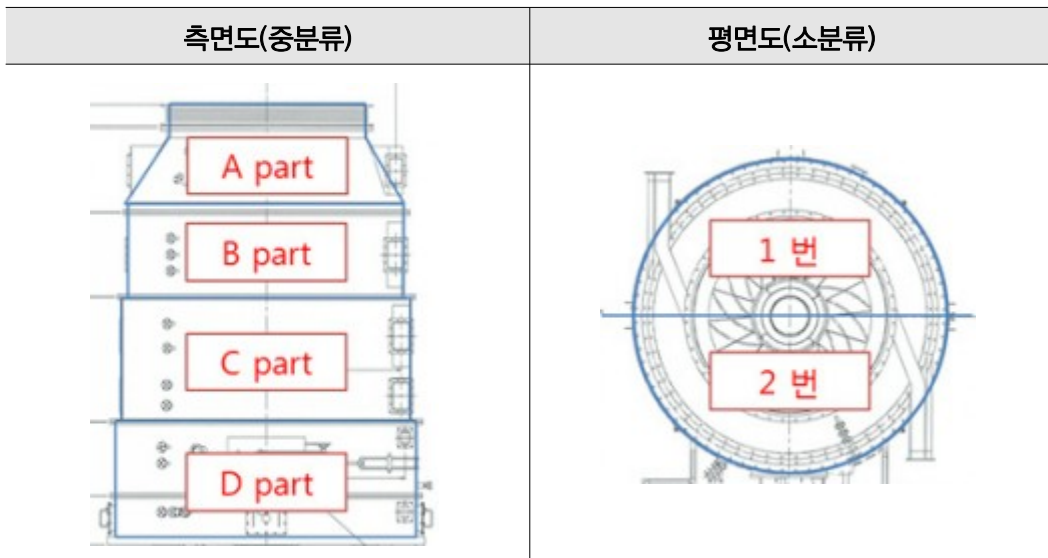
- 사전조사 결과를 바탕으로 아래의 사전조사 결과보고서를 작성한다.

사전조사 결과보고서		
접수번호:	접수일자:	조사일자:
신청자	시설명	
	주 소	
검사기관	기관명	
	주 소	
조사내용	1. 소각로 형태	
	2. 연소실 개수	
	3. 보일러 형태	일체형 / 분리형
	4. 절탄기 유무	유 / 무
	5. 산소 및 수분 측정공 위치	절탄기 전 / 절탄기 후
	6. 소각 잔재물 측정공 개폐 가능여부	가능 / 불가능
<p>(특이사항) 특이사항에는 [3-1. 나. 1] 방열손실 측정 및 면적산정을 위한 포인트 분류방법]을 참조하여 선정된 촬영 포인트 중 촬영이 불가능한 포인트 번호 및 사유를 명확히 기입하시오. 예시) A-1: 안전상의 이유로 접근이 어려움</p>		
보완사항	국립환경과학원 검증팀에서 작성	

- 검사기관은 사전조사 결과보고서와 함께 다음 항목들을 첨부하여 제출하여야 한다.
 - ☞ [3-1. 나. 1] (1) **대분류 분류방법**]에 따라 결정된 방열손실 측정범위에 해당하는 소각로, 폐열보일러, 절탄기, 증기 드럼, 연결관의 평면도와 측면도
 - ☞ 방열손실 산정 데이터 관리표
 - 방열손실 산정 데이터 관리표는 검증팀에 요청하여 수령받으며, 작성방법은 엑셀파일을 참고하도록 한다.
 - 방열손실 산정 데이터 관리표 중 시설현황, 촬영위치 및 면적산정 포인트를 확인하기 위한 대분류, 중분류, 소분류의 포인트 번호, 평면도와 측면도의 포인트 번호 표시까지만 작성하여 검증팀에 제출하며, 면적산정은 검증팀의 사전조사 결과 확인 후 산정한다.

Point

■ 평면도와 측면도의 포인트 번호표시 예시



- 위의 그림과 같이 대상설비의 측면도와 평면도에 포인트 번호를 표시하여 방열손실 산정 데이터 관리표에 첨부한다.
 - ※ 그림을 첨부하는 이유는 방열손실 산정 데이터 관리표에 기입한 분류번호가 시설의 어느 부분에 해당하는지 검증팀에서 확인하기 위함이다.
- 상세한 분류방법은 [3-1. 나. 1] **방열손실 측정 및 면적산정을 위한 포인트 분류방법**]을 참조한다.

4) 확인요청

- 검사기관은 사전조사 결과보고서와 기타 첨부 파일을 갖추어 검증팀에 확인을 요청하여야 한다.

5) 확인결과 회신

- 검증팀은 제출서류를 통해 방열손실 측정 가능여부 및 측정위치 선정의 적절성에 대하여 평가하여야 한다.
- 검증팀은 제출서류를 검토하여 확인결과를 검사기관에 통보하여야 한다. 이 때 보완사항 등이 있을 경우 검증팀은 보완요청을 할 수 있으며, 검사기관은 이를 반영하여 수정 후 다시 확인요청을 하여야 한다.

6) 방열손실 측정

- 검증팀의 확인결과 보완사항이 없을 경우, 검사기관은 각 포인트 번호에 해당하는 면적을 산정한다.
- 검사기관은 확정된 촬영위치(포인트 번호)에서 매 분기마다 열화상 및 일반 카메라 촬영을 실시한다. 촬영에 관한 세부절차 및 방법은 [3-1. 나. 2] 촬영 방법을 참조한다.

7) 온도판독

- 촬영한 열화상 사진파일의 온도판독을 통해 각 포인트 번호에 해당하는 표면온도를 도출하여 방열손실 산정식에 적용한다.

8) 방열손실 산정

- 위에서 얻어진 면적과 표면온도를 적용하여 방열손실 결과를 도출하며, 세부 절차 및 방법은 [제4장 방열손실 산정방법]을 참조한다.
- 최종적으로 산정된 결과는 방열손실 산정 결과보고서 제출 시 함께 첨부하여 제출한다.

9) 방열손실 산정 결과보고서 작성

- [제5장 방열손실 산정 결과보고]를 참조하여 방열손실 산정 결과보고서를 작성한다.

10) 검토요청

- 검사기관은 작성한 방열손실 산정 결과보고서와 기타 첨부 파일을 갖추어 검증팀에 검토를 요청하여야 한다. 기타 첨부 파일은 [제5장 방열손실 산정 결과보고]를 참조한다.

11) 검토결과 회신

- 검증팀은 제출서류를 통해 설비의 면적산정, 온도판독, 방열손실 산정 등의 적절성에 대하여 최종적으로 평가하여야 한다.
- 검증팀은 제출서류를 검토하여 평가결과를 검사기관에 통보하여야 한다. 이 때 보완사항 등이 있을 경우 검증팀은 보완요청을 할 수 있으며, 검사기관은 이를 반영하여 수정 후 다시 검토요청을 하여야 한다.

12) 방열손실 산정 결과보고서 제출

- 검증팀의 최종 검토가 완료된 방열손실 산정 결과보고서와 기타 첨부 서류를 신청자와 검증팀에 제출한다.
- 검증팀에 제출된 결과보고서와 기타 첨부 파일 중 일부내용은 검사기관이 매 분기마다 같은 위치에서 방열손실 측정을 할 수 있도록 타 기관에 제공될 수 있다.

3-2

방열손실 측정

가

방열손실 측정 시 고려사항

1) 적외선 열화상 카메라 사양

- 열화상 분석에 의한 방열손실 측정은 사용되는 기자재의 성능에 따라 크게 영향을 받기 때문에 다음의 기준에 부합하는 측정 정밀도 및 규격을 갖춘 기자재를 사용하여야 한다.

Point

■ 적외선 열화상 계측 장치의 성능과 구성³⁾

- 가) 파장영역 2~12 μ m에서 작동하는 적외선 방사 감지 센서를 갖추고 측정 대상의 표면온도를 20℃ 및 공간주파수(spatial frequency) 0.052 cycle/mm 기준에서 0.3℃ 이내의 해상도로 재현할 수 있는 장치
 - 나) 측정된 표면 복사 온도를 열화상으로 가시화하여 보여줄 수 있는 장치
 - 다) 측정된 열화상 및 열화상 관련 수치 데이터 등 열화상 기록물을 저장할 수 있는 장치
 - 라) 측정 중에 표면 온도 범위를 조절할 수 있는 기증을 제공하는 장치
- 적외선 열화상 카메라는 제조업체와 무관하게 선택할 수 있으나, 소각로와 폐열보일러의 방열손실 및 소각 잔재물 배출열을 촬영할 수 있는 적정 온도범위를 보유한 장비를 선택해야만 한다.

2) 적외선 열화상 카메라 렌즈 화각

- 같은 위치에서 피사체를 촬영하는 경우, 렌즈의 화각이 클수록 더 넓은 면적을 표현할 수 있기 때문에 화각이 큰 렌즈를 선택하는 것이 방열손실 측정 및 산정 시 편리할 수 있으나 렌즈는 화각과 무관하게 선택할 수 있다. 다만, [3-1. 나. 1] 방열손실 측정 및 면적산정을 위한 포인트 분류방법을 참조하여 최종적인 촬영 포인트를 결정해야만 한다.

3) KS F 2829 : 2005 적외선 촬영법에 의한 건축물 단열 성능 평가 방법

3) 방사율

- 방사율은 흑체로부터 복사된 에너지에 대한 피사체로부터 복사된 에너지의 비율로써, 방사율은 대상 물질의 표면 재질에 따라 달라지며, 적외선의 파장에도 영향을 받는다. 소각로와 폐열보일러의 방열손실 측정 시 방사율은 KS 규정 일반 철SC400(기계구조용 탄소강)을 기준으로 하여 0.8의 값을 사용하며, 소각 잔재물 배출열 측정 시에도 동일하게 방사율 0.8을 적용한다.

4) 촬영위치 및 이격거리

- 촬영위치는 안전사고의 위험을 피할 수 있는 공간이 확보되는 경우 피사체를 바라보고 최대한 정면에서 촬영하는 것을 원칙으로 한다.
- 다만, [3-1. 나. 1] 방열손실 측정 및 면적산정을 위한 포인트 분류방법에 따라 선정된 촬영 포인트에서 적외선 열화상 카메라 촬영 시 시설의 구조 및 현장여건에 따라 정면에서 촬영하기 불가능한 경우가 발생할 수 있다. 따라서 정면촬영이 불가능할 경우에는 안전을 최우선으로 확보할 수 있는 위치를 선정하여 대각선으로 촬영한다.
- 피사체와의 이격거리는 안전이 확보되는 공간 중 가장 넓은 표면을 표현할 수 있는 위치를 선정한다.

5) 기상 및 외부온도

- 시설의 설비가 외부에 노출되어 있는 경우 우천 시에는 적외선 열화상 카메라 측정을 피한다. 또한, 방열손실 산정 시 적용되는 외부온도는 기상청 자료와 직접 측정한 자료 모두 적용할 수 있다. 단, 기상청 자료는 시설의 지역과 촬영일자에 해당하는 기온을 적용해야 한다.
- 시설의 설비가 내부에 설치되어 있는 경우 기상과 무관하게 촬영이 가능하며, 외부온도는 직접 측정한 온도를 적용한다. 단, 시설 내부의 온도 측정은 가능한 시설의 중간 지점에서 측정한다.

나 >> 방열손실 측정방법

1) 방열손실 측정 및 면적산정을 위한 포인트 분류방법

- 방열손실 측정 및 면적산정을 위한 포인트 분류는 대상시설 방열손실 측정 시 어느 누구든 지속적으로 같은 위치에서 적외선 열화상 카메라 촬영을 할 수 있도록 돕기 위함이다.
- 방열손실 측정 및 면적산정을 위한 포인트 분류는 [3-1. 다. 3] 사전조사 결과]단계에서 완료하여 검증팀에 확인을 받아야 한다.
- 최종적인 방열손실 결과를 도출하기 위해서는 대상설비(소각로, 폐열보일러, 절탄기, 연결관)의 표면적과 그 표면에 해당하는 적절한 온도를 측정하여 방열손실 산정식에 대입해야 한다. 하지만 대부분의 소각시설은 대상설비의 규모가 크고 지형지물이 산개하는 등의 이유로 대상설비의 모든 표면을 카메라의 한 프레임 안에 담는 것이 불가능하다. 따라서 아래의 내용을 참조하여 방열손실 측정 및 면적산정을 위한 포인트를 분류한다.
- 방열손실 측정 및 면적산정을 위한 포인트는 대상시설을 대분류, 중분류, 소분류로 나누어 선정하며 각 분류방법은 아래의 내용을 참조한다.

Point

- 방열손실 측정 및 면적산정을 위한 포인트 분류

분류방식	대분류 ¹⁾	중분류 ²⁾	소분류 ³⁾
해당내용	대상설비	대상설비 측면도	대상설비 평면도
예시	1차 연소실	A part	1번

- 1) 대분류: 대분류는 대상설비를 뜻하며, 연소실, 폐열보일러, 절탄기 등이 해당한다.
 - 2) 중분류: 중분류는 대상설비의 측면도에 해당하며, 설비의 각 층을 A, B, C 순으로 분류한다.
 - 3) 소분류: 소분류는 대상설비의 평면도에 해당하며, 설비의 평면 형태와 규모에 따라 측정 포인트를 정하여 번호를 부여한다.
- ※ 각 분류에 따른 자세한 내용은 아래의 분류방법을 참조한다.

(1) 대분류 분류방법

- 대분류는 대상시설 중 방열손실 측정범위를 결정하는 단계로 아래의 분류 방법에 따라 방열손실 산정을 위한 세부 측정범위를 결정한다.
- 대분류는 [3-1. 다. 2] 사전조사]에서 조사한 내용을 바탕으로 분류한다.

Point

■ 사전조사내용에 따른 대분류 방법

사전조사내용	조사결과	대상설비(대분류)	
		대상 연소실	n 개
연소실 개수	n 개	연결관 ¹⁾	n-1 개
		연소실과 보일러 연결관 없음	
보일러 형태	일체형	연소실과 보일러 연결관 없음	
	분리형	연소실과 보일러 연결관 산정 포함	
절탄기 유무	유	절탄기 산정 포함	
	무	절탄기 산정 미포함	
산소 및 수분 측정공 위치	절탄기 전	보일러와 절탄기 구분하여 산정	
	절탄기 후	보일러와 절탄기 함께 산정 가능 ²⁾	

1) 각 설비를 연결하는 관(연소가스관)이 한 개 이상일 경우는 예외

2) 측정공이 절탄기 후에 위치하는 경우는 보일러와 절탄기를 함께 대분류로 묶을 수 있으나 구분하여 산정도 가능

■ 대분류 예시

사전조사내용	조사결과	대상설비(대분류)
연소실 개수	2개	• 1차 연소실
보일러 형태	분리형	• 1·2차 연소실 연결관
		• 2차 연소실
절탄기 유무	유	• 2차 연소실과 폐열보일러 연결관
		• 폐열보일러
산소 및 수분 측정공 위치	절탄기 전	• 절탄기(보일러와 절탄기 구분산정)

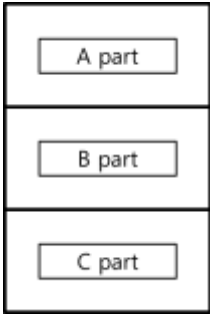
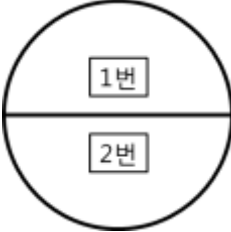
(2) 중분류 및 소분류 분류방법

- 중분류는 대분류에 포함된 대상설비의 측면도에 해당하며, 대상설비의 층수를 의미한다.
 - ☞ 대상설비의 측면도를 확인하여 각 층을 A, B, C, D 순으로 분류한다.
- 소분류는 대분류에 포함된 대상설비의 평면도에 해당하며, 각 층의 촬영 지점을 의미한다.
 - ☞ 대상설비의 평면 형태에 따라 소분류의 번호를 부여한다. 예를 들어 평면 형태가 사각형인 경우 각 면을 1번부터 4번까지 번호를 부여하며, 원형인 경우는 1번부터 2번까지의 번호를 부여한다.
- 단, 중분류 및 소분류에 의한 세부 촬영 포인트 설정은 소각로, 폐열보일러, 절탄기만 포함하며, 각 설비를 연결하는 연결관의 경우는 제외한다.
 - ※ 대분류를 통한 방열손실 측정범위에는 포함시켜야만 한다.

Point


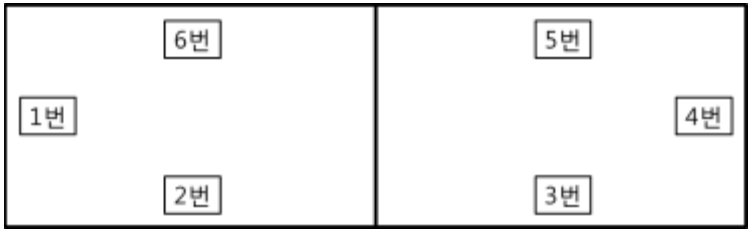
■ 중분류 및 소분류 분류방법

1. 원기둥

분류	원기둥
중분류 (측면도)	
소분류 (평면도)	

- 중분류는 층수에 따라 상층부터 하층까지 A, B, C 순으로 분류한다. 예를 들어 원기둥의 형태를 가진 대상설비가 3개 층에 걸쳐 설치되어 있어 촬영할 수 있는 위치가 3개 층일 경우는 A, B, C part로 구분한다. 다만, 설비의 규모가 작아서 한 프레임 안에 모두 담을 수 있는 설비의 경우는 A part로만 구분할 수 있다.
- 소분류는 원기둥의 경우 평면도에서 반으로 분류하여, 1번과 2번으로 구분한다. 평면 형태가 원형의 경우는 예외 사항 없이 2면으로 분류한다.
- 위의 그림을 대상으로 중분류는 A, B, C part, 소분류는 1, 2번으로 구분할 수 있으며, 방열손실 측정 및 면적산정을 위한 포인트 분류 결과는 A-1, A-2, B-1, B-2, C-1, C-2로 총 6포인트로 구분할 수 있다.

2. 사각기둥

분류	원기둥
중분류 (측면도)	
소분류 (평면도)	

- 사각기둥의 중분류는 원기둥의 중분류의 분류방법과 동일하다.
- 사각기둥의 소분류는 평면 형태가 사각형인 점을 고려하여 최소 1번부터 4번까지 분류하여 구분하도록 한다. 단, 대상설비 평면도상 너비가 20m 이상일 경우, 해당 표면은 한 포인트를 추가하여 위의 그림과 같이 1번부터 6번까지로 구분한다.
- 위의 그림을 대상으로 중분류는 A, B, C part, 소분류는 1 ~ 6번으로 구분할 수 있으며, 방열손실 측정 및 면적산정을 위한 포인트 분류 결과는 A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6, B-1, B-2, B-3, B-4, B-5, B-6, C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, C-6으로 총 18포인트로 구분할 수 있다.

- 위의 분류방법에 따라 최종적으로 확정된 포인트에서 적외선 열화상 카메라 촬영을 하게 되며, 면적 또한 포인트별로 산정하게 된다.

2) 촬영방법

- 기본적으로 적외선 열화상 카메라의 촬영은 위의 분류방법에 따라 확정된 촬영 포인트에서 지속적으로 촬영하는 것을 원칙으로 하며, 일반 카메라의 촬영도 함께 진행한다.
- 각 설비를 연결하는 연결관의 경우는 촬영이 가능한 위치에서 한 장 이상 촬영하여 연결관 전체에 관독한 온도를 대입한다.
- 아래의 주의사항을 숙지하여 촬영을 진행하도록 한다.

Point

■ 적외선 열화상 카메라 촬영 시 주의사항

1. 촬영은 가능한 피사체 표면을 정면에서 마주보고 촬영한다.
2. 적외선 열화상 카메라 촬영 시 일반카메라의 촬영도 함께 진행한다. 일반 카메라 촬영파일은 실제 촬영한 위치와 촬영 부위를 파악하기 위한 용도로 쓰이게 되므로, 가능한 선명한 사진을 얻을 수 있도록 적외선 열화상 카메라와 별도의 일반카메라로 촬영한다.
3. 위의 분류방법에 따른 촬영 포인트 외에도 소각로 및 폐열보일러의 지붕, 폐열보일러의 드럼을 촬영해야 한다.
 - 1) 지붕의 경우 너비가 20m 이상일 경우는 2장 이상 촬영하도록 한다.
 - 2) 폐열보일러의 증기 드럼의 경우 양쪽 측면 2장, 원기둥의 둘레 1장, 총 3장을 촬영하도록 한다.
4. 확정된 촬영 포인트를 촬영 시 돌출부위는 되도록 피해서 촬영한다.
5. 돌출부위가 너무 많거나 안전상의 이유로 촬영이 불가능하다 판단될 경우에는 촬영 포인트를 표시하고 특이사항을 데이터 수집 관리표 및 결과보고서에 기입한다.
6. 5번에 해당하는 이유로 촬영하지 못한 포인트는 아래의 방법으로 온도를 대체하고 어떤 포인트의 온도를 대체하였는지 데이터 수집 관리표 및 결과보고서에 기입한다.
 - 1) 해당 포인트와 같은 층의 가장 인접한 온도를 사용한다.
 - 2) 해당 포인트의 위와 아래층에 해당하는 포인트의 평균 온도를 사용한다.

다 >> 소각 잔재물 배출열 측정방법

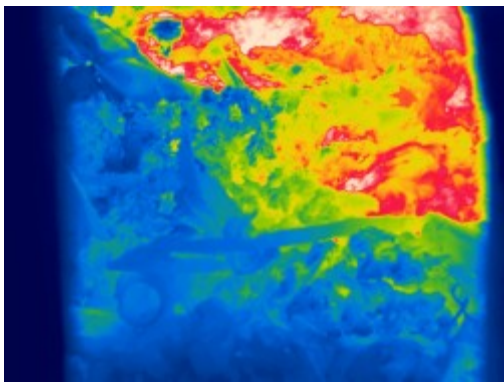
- 소각 잔재물 배출열의 측정은 소각 잔재물이 수욕조로 투입되기 전의 온도를 측정해야 된다. 따라서 수욕조로 투입되기 전의 소각 잔재물을 관측할 수 있는 관측공을 개방하여 적외선 열화상 카메라 촬영을 한다.
- 소각 잔재물 배출열의 측정범위는 [3-1. 가. 2] 소각 잔재물 배출열 측정 범위]를 참조한다.
- 소각 잔재물의 온도관독을 위한 범위는 불꽃을 제외하여 설정한다.

Point

■ 소각재 측정(예시)



측정 열화상



측정 사진



4-1 방열손실 산정개요

가 >>> 방열손실 산정이론

1) 방열손실 산정이론

- 방열손실은 복사 및 대류 열전달에 의해 외기로 방출되는 열량이며, 복사 열전달과 대류열전달의 합으로 나타낼 수 있다.
- 방열손실 산정식은 아래와 같다.

Point

■ 방열손실 산정식

$$\text{방열손실}(Q) = (ar + ac) \times A \times dT$$

Q = 방열손실(kcal/hr)

ar = 복사열전달율

ac = 대류열전달율

A = 표면적(m²)

- 복사열전달율(ar)은 Stefan-Boltzmann 법칙에 의하여 산출된 식으로 아래와 같다.

Point

■ 복사열전달율 산정식

$$\text{복사열 전달율}(ar) = \frac{4.88 \times E \times \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right]}{T_1 - T_2}$$

σ = Stefan-Boltzmann 상수, $4.88 \times 10^{-8} \text{ kcal/m}^2 \text{ hK}^4$

E = 복사되는 물질의 방사율, 0.8

T₁ = 표면온도(K)

T₂ = 외부온도(K)

- 대류열전달율(ac)은 Newton의 냉각법칙에 의하여 산출된 식으로 아래와 같다.

Point

■ 대류열전달율 산정식

$$\text{대류 열 전달율}(ac) = c(T_1 - T_2)^{0.25}$$

c = 열전달 계수, 2.2 kcal/m²h°C

T₁ = 표면온도(K)

T₂ = 외부온도(K)

나 >>> 방열손실 산정인자 수집

- 방열손실의 산정을 위해서는 방열손실 측정 및 면적산정을 위한 포인트에 해당하는 면적과 표면온도 그리고 대상시설의 외부온도가 필요하다. 따라서 아래의 내용을 참조하여 산정인자를 도출해야만 한다.

1) 면적계산

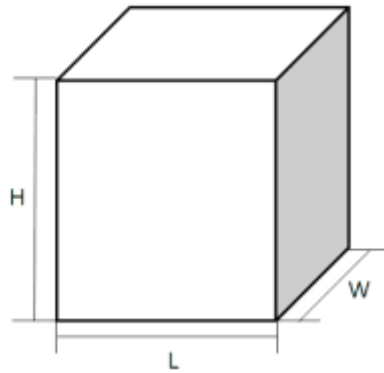
- 면적은 [3-1. 나. 1] 방열손실 측정 및 면적산정을 위한 포인트 분류방법]에 의해 분류된 각 포인트 별로 면적을 산정하여 방열손실 산정식에 대입해야만 한다.
- 모든 대상설비의 면적 산정 시 돌출부위가 없는 매끈한 표면이라 가정하고 면적을 산정한다. 또한 면적산정을 위한 설계도면이 미비한 경우에는 실측을 통한 수치를 반영하는 것도 가능하다.
- CAD 등의 컴퓨터 도면 프로그램을 통해 면적을 산정하는 경우에는 해당 포인트를 파일에 표시하여 CAD파일 원본과 PDF 또는 jpg 등의 그림파일을 함께 제출한다.
- 각 포인트별로 면적을 산정하고 해당 포인트의 산정방법은 데이터 수집

관리표에 기입하여 검증팀에서 수치 및 산정방법을 확인할 수 있도록 한다.

- 도면의 수치를 확인하여 직접 계산할 경우 소각로의 형상에 아래의 계산식을 참고하여 표면적을 구할 수 있으며, 각 소각시설의 특징에 따라 아래 식 이외의 계산법을 적용할 수 있다.

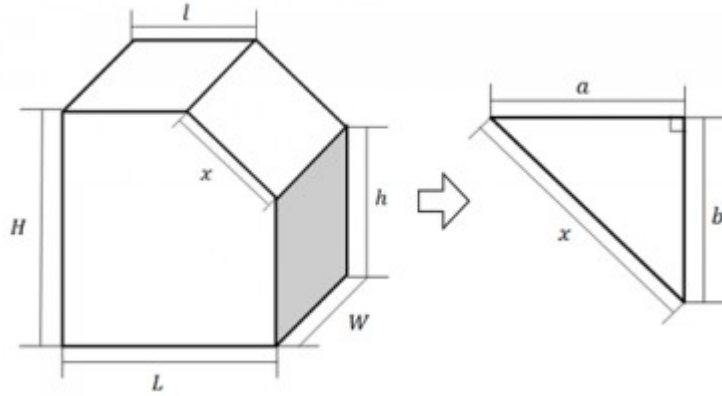
Point

■ 직육면체 면적 계산(Stoker 소각로)



- 상부 면적 = LW
- 전·후면 면적 = $2HL$
- 측면 면적 = $2HW$

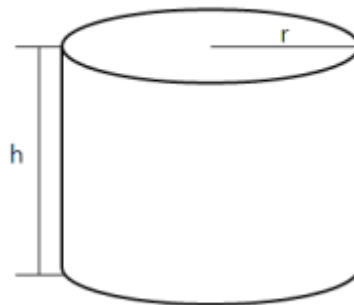
■ 소각로 형태에 따른 빗변 계산



- 피타고라스의 정리 이용하여 빗변 계산
- $a^2 + b^2 = x^2$

Point

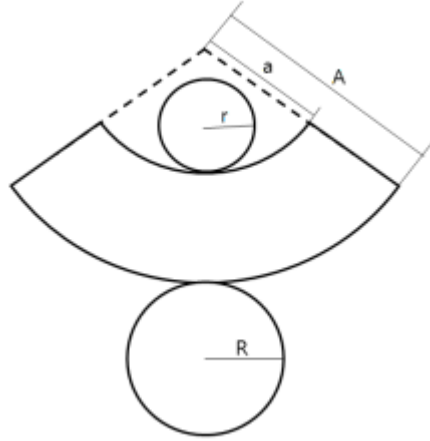
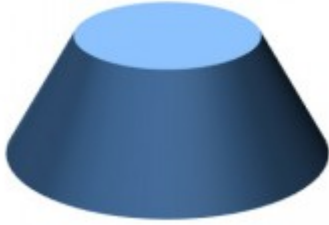
■ 원기둥 면적 계산(R/K)



- 원 둘레 = $2r\pi$
- 원 면적 = πr^2
- 원기둥 겉넓이 = $\pi r^2 + 2r\pi h$

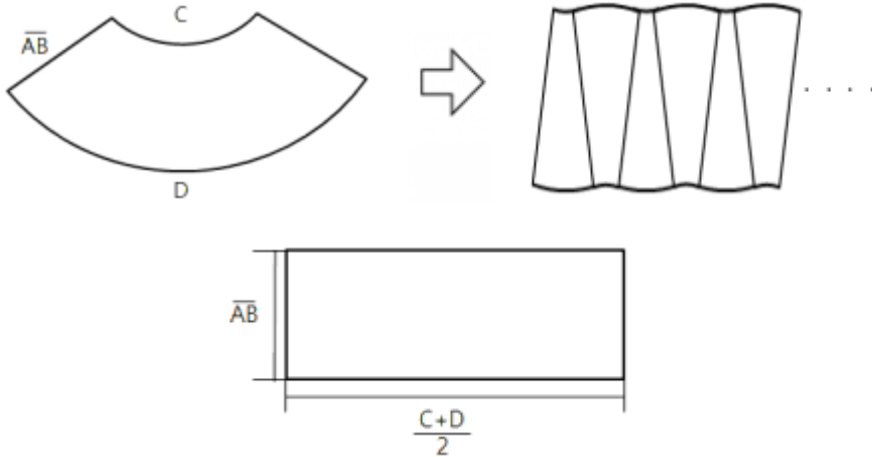
Point

- 원뿔대 면적 계산식 - 기본공식에 의한 계산



- 원 면적 = πr^2
- 옆면 겹넓이 = $RA\pi - ra\pi$

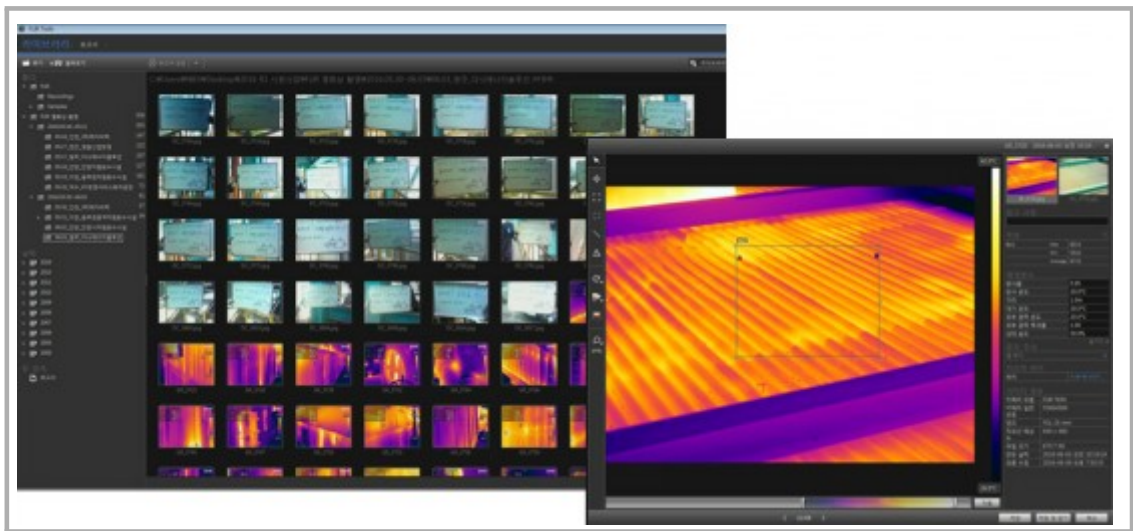
- 원뿔대 면적 계산식 - 미적분에 의한 계산



- 옆면의 겹넓이 = $\overline{AB} \times \frac{C+D}{2}$

2) 열화상 촬영파일 온도판독

- [3-1. 나. 2] 촬영방법]에 따라 촬영 포인트에서 촬영한 열화상 파일의 온도를 판독하여 방열손실 산정식에 대입한다.
- 파일의 온도를 판독하기 위해 검사기관에서 구비한 장비에 맞는 프로그램을 사용할 수 있다.
- 해당 표면의 평균온도를 방열손실 산정식에 대입하여야 하며, 평균온도를 도출하기 위한 범위지정은 아래의 그림과 같이 돌출부위를 피하여 가능한 넓은 범위를 지정하여야 한다. 따라서 적외선 열화상 카메라 촬영 시 가능한 돌출부위를 피하여 넓은 부위를 촬영하는 것이 온도판독 시 유리하다.
- 평균온도를 도출하기 위한 범위를 설정한 파일을 저장하여 방열손실 산정 결과보고서 제출 시 함께 제출한다.



[그림4-1] 열화상 판독 프로그램

3) 외부온도

- 시설의 설비가 외부에 노출되어 있는 경우, 방열손실 산정 시 적용되는 외부 온도는 기상청 자료와 직접 측정한 자료 모두 적용할 수 있다. 단, 기상청 자료는 시설의 지역과 촬영일자에 해당하는 기온을 적용해야 한다.

- 시설의 설비가 내부에 설치되어 있는 경우, 외부온도는 직접 측정한 온도를 적용한다. 단, 시설 내부의 온도 측정은 가능한 시설의 중간 지점에서 측정한다.

4-2

방열손실 산정

가

방열손실 산정예시

○ 아래의 조건을 대상으로 방열손실을 산정할 경우 결과는 아래와 같다.

Point

■ 방열손실 산정조건

<p>폐열보일러 측면도 예시</p>	<p>산정조건</p> <p>방열손실 산정 대상표면: A-2 방열손실 산정 대상표면 너비: 20m 방열손실 산정 대상표면 높이: 3m 대상표면 열화상 온도판독 결과: 65°C 대상시설 외부온도: 30°C</p>
----------------------------	---

■ 방열손실 산정결과

- 방열손실 산정식

$$\left[\left(\frac{4.88 \times 0.8 \times \left(\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right)}{T_1 - T_2} \right) + (2.2 \times (T_1 - T_2)^{0.25}) \right] \times A \times dT$$

- 방열손실 산정결과

$$\left[\frac{4.88 \times 0.8 \times \left(\left(\frac{65 + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{30 + 273}{100} \right)^4 \right)}{(65 + 273) - (30 + 273)} + (2.2 \times ((65 + 273) - (30 + 273))^{0.25}) \right] \times (20 \times 3) \times (65 + 273) - (30 + 273) = 220.66 \text{ kcal/hr}$$

- A-2 표면에 해당하는 방열손실 결과는 220.66kcal/hr로 산정되었다.

○ 위의 산정예시는 [3-1. 나. 1] 방열손실 측정 및 면적산정을 위한 포인트 분류방법]에 따라 분류된 촬영 포인트 중 단 한 곳만의 방열손실을 산정한 것으로써, 대상설비의 총 방열손실 결과는 각 포인트에 해당하는 모든 방열손실을 산정하여 합한 값을 사용하여야 한다.

나 >> 방열손실 산정결과 활용

- 방열손실의 경우 1년에 총 4회 측정하므로 4회의 평균값을 구하여 사용하되, 대상 시설의 가동일수를 고려하여 최종적인 방열손실 결과 값을 도출해야 한다.
- 이는 생활폐기물 소각시설의 방열손실률과 사업장폐기물 소각시설의 저위 발열량 산정에 활용한다.

Point

■ 방열손실 단위환산 예시

- 소각로 방열손실 4회 측정 평균값: 10,000kcal/hr
- 대상시설 가동일수: 300일
- 환산결과

$$10,000 \frac{kcal}{hr} \times 24 \frac{hr}{day} \times 300 \frac{day}{yr} \times \frac{1Gcal}{1,000,000kcal} = 72 Gcal/yr$$

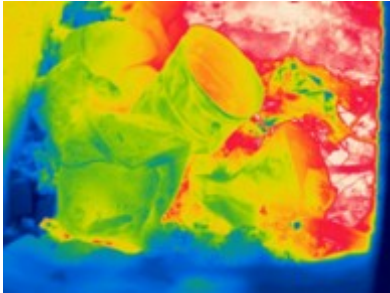
- 위의 조건으로 소각로의 최종적인 방열손실 결과 값을 산정했을 때, 72Gcal/yr인 것으로 도출되었다.

다 >> 소각 잔재물 배출열 산정

- 아래의 조건을 대상으로 소각 잔재물 배출열을 산정할 경우 결과는 아래와 같다.
- 소각 잔재물 배출열 산정식에 대입하는 소각 잔재물 온도는 4회 측정 평균 온도는 적용한다.

Point

■ 소각 잔재물 배출열 산정조건

소각 잔재물 배출열 측정 예시	산정조건
	소각 잔재물 발생량(건기준): 1,000ton/yr 소각 잔재물 온도(4회 측정 평균온도): 350℃ 대상시설 외부온도: 30℃ 소각 잔재물 비열: 0.30kcal/kg · ℃

■ 소각 잔재물 배출열 산정결과

- 소각 잔재물 배출열 산정식

$$\text{소각 잔재물 배출열}(Gcal/yr) = m_{ba} \times (t_{ba} - t_0) \times C \times \frac{1}{1,000}$$

- m_{ba} : 건기준 소각 잔재물 발생량(ton/yr)
- t_{ba} : 소각 잔재물 온도(℃)
- t_0 : 대상시설 외부온도(℃)
- C : 소각 잔재물 비열(kcal/kg · ℃)

- 소각 잔재물 배출열 산정결과

$$1,000 \times (350 - 30) \times 0.30 \times \frac{1}{1,000} = 96Gcal/yr$$

- 연간 소각 잔재물 배출열 산정결과 96Gcal/yr로 산정되었다.

5-1

방열손실 산정 결과보고서 작성

○ 아래의 보고서 양식에 맞추어 방열손실 산정 결과보고서를 작성한다.

방열손실 산정 결과보고서						
접수번호:		제출일자:		측정횟수:		
신청자	시설명					
	주 소					
검사기관	기관명					
	주 소					
조사결과						
시설현황	대상 호기					
	처리 용량(ton/day)					
	방열손실 측정범위(대분류)					
측정결과						
구분	측정일자	외부온도 (°C)	소각재온도 (°C)	방열손실(kcal/hr)		
				소각로	폐열보일러	연결관
1회						
2회						
3회						
4회						
보완사항						

5-2

첨부파일 체크리스트

- 아래의 체크리스트를 참조하여 방열손실 산정 결과보고서와 함께 첨부파일을 제출한다.

Point

■ 첨부파일 체크리스트

1. 방열손실 산정 결과보고서
2. 방열손실 산정 데이터 수집 관리표
3. 사전조사 결과보고서
4. 대상시설 전체 공정흐름도
5. 방열손실 측정범위에 해당하는 대상설비(대분류)의 측면도 및 평면도 원본
6. 촬영 포인트를 표시한 측면도 및 평면도 파일
7. 적외선 열화상 카메라 촬영파일
 - ※ 온도판독을 위한 설정범위가 표시되도록 촬영파일을 저장하여 제출해야 한다.
8. 일반 카메라 촬영파일
9. 외부온도 측정 촬영파일

에너지 회수효율 측정·산정 방법 및 절차 등에 관한 해설서

인 쇄 : 2017년 11월

발 행 일 : 2017년 11월

국립환경과학원 환경자원연구부 폐자원에너지연구과
(우) 404-170
펴 낸 곳 : 인천광역시 서구 환경로 42 종합환경연구단지
전 화 ☎ 032-560-7530, 팩스 032-568-1658
인터넷 홈페이지 : <http://www.nier.go.kr>

펴 낸 이 : 국립환경과학원 장 준 구
국립환경과학원 권 영 현
국립환경과학원 손 지 환
국립환경과학원 고 영 재
국립환경과학원 유 하 녕
국립환경과학원 장 미 정
국립환경과학원 권 준 화
국립환경과학원 전 태 완
국립환경과학원 신 선 경
환 경 부 기 대 정
환 경 부 윤 경 탁

※ 문의처 : 국립환경과학원 연구사 권영현(전화 : 032-560-7531, E-mail : sylf83@korea.kr)
전문위원 고영재(전화 : 032-560-7536, E-mail : young89@korea.kr)
전문위원 유하녕(전화 : 032-560-7668, E-mail : yhn84@korea.kr)
