

폭발성 시험방법

2023

(Test method of Explosive)

1.0 개요

1.1 목적

이 시험기준은 폐기물이 점화에 의해 폭연에 이를 수 있는지를 알아보기 위하여 밀폐된 상태에서 연소 시 발생하는 압력을 측정하는 방법이다.

1.2 적용범위

1.2.1 이 시험기준은 고상 및 액상폐기물의 폭발성 판정에 적용한다.

1.2.2 대상물질 내에 연소성 물질이 존재하지 않고, 발열반응이 발생하지 않음이 확실할 때에는 시험을 수행할 필요가 없다.

1.2.3 이 시험을 수행하기 위해서는 대상물질의 잠재적 폭발성에 대해 사전정보를 가지고 있어야 한다.

2.0 용어정의

2.1 평균압력상승시간

평균압력상승시간이란 690 kPa에서 2 070 kPa까지 게이지 압력이 상승하는 데 걸리는 측정시간의 평균을 의미한다.

3.0 분석기기 및 기구

3.1 압력용기 (Pressure vessel)

3.1.1 시간·압력 시험장비는 그림 1과 같이 길이 89 mm, 외경 60 mm인 원통형의 강철 압력용기로 구성한다. 점화플러그와 배기플러그는 조립·부착을 쉽게 할 수 있도록 양측면이 평평하게 가공한다 (횡단면의 거리는 50 mm로 감소). 20 mm 직경의 구멍을 가진 용기의 안쪽으로 깊이 19 mm의 끝부분까지 홈이 파여 있고, 1인치의 영국표준파이프 (British Standard Pipe, BSP)와 동등한 규격을 수용할 수 있을 만큼 나사선이 내어져 있다. 사이드암 (side arm) 형태의 압력분출장치는 압력용기의 직각방향으로 한쪽 끝에서 35 mm 지점의 곡선면에 고정되어 있다. 소켓은 12 mm 깊이로 나사선이 내어져 있고, 사이드암 끝부분에 1/2 인치 영국표준파이프 (또는, 동등한 규격)를 체결할 수 있다. 가스 밀폐를 위하여 와셔를 맞물린다.

3.1.2 사이드암은 압력용기의 본체로부터 55 mm 연장되어 있고, 6 mm 깊이로 가공한다. 사이드암 말단은 홈이 파여 있고, 다이어프램식 (diaphragm type) 압력변환기를 수용하기 위해 나사선이 내어져 있다. 압력 측정장치는 뜨거운 기체나 분해생성물에 영향 받지 않고, 응답시간 0.005초 이하에서 690 kPa ~ 2 070 kPa 사이의 압력상승을 감응할 수 있어야 한다.

3.1.3 사이드암으로부터 멀리 떨어진 압력용기의 말단은 2개의 전극으로 구성된 점화 플러그로 닫혀있으며, 하나의 전극은 절연용이고 다른 하나는 접지용이다. 압력용기의 다른 말단부분은 20 mm 구경의 지지플러그와 연결된 0.2 mm 두께의 알루미늄 과열판 (과열압력 약 2 200 kPa)으로 밀폐되어있다. 밀폐를 위하여 플러그와 함께 연납 와셔 또는 적절한 재료의 와셔 (예: 폴리옥시메틸렌)를 사용한다. 그림 2와 같이 지지대는 시험 중 조립체를 정확한 위치에 고정하도록 한다. 지지대는 235 mm × 184 mm × 6 mm 크기의 연철밀판과 길이 185 mm의 70 mm × 70 mm × 4 mm의 속빈사각기둥형부분 (Square Hollow Section, S.H.S)으로 구성된다.

3.1.4 속빈사각기둥형부분의 양끝 부분은 절단하고, 86 mm 길이의 상자 부분을 위에 받치고 있는 두 개의 평평한 측면다리를 가진 구조이다. 두 개의 평평한 측면의 끝부분은 수평면을 기준으로 60도로 절단되어 있고, 기관에 용접되어 있다.

[주 1] 지지대는 폭발 압력을 견딜 수 있도록 안전하고 견고하게 위와 동일한 성능을 발휘 하도록 제작할 수 있다.

3.1.5 폭 22 mm, 깊이 46 mm의 슬롯은 상자부분 지지대 안쪽으로 점화플러그 끝부분부터 먼저 압력용기 조립체가 내려오도록 할 때, 사이드암이 슬롯에 장착되도록 기관상단의 한쪽 끝에 가공한다.

[주 2] 점화플러그가 반대로 장착되지 않도록 주의한다.

30 mm 폭과 6 mm 두께의 강철판은 상자의 안쪽면에 용접하여 스페이서 (spacer)로 작용하고 있다. 두 개의 7 mm 나사로 압력용기를 고정시킨다. 6 mm 두께와 12 mm 폭의 강철선 두 개가 상자부분의 바닥에 접하는 측면에 용접되어 있어 압력용기를 아래로부터 지지한다.

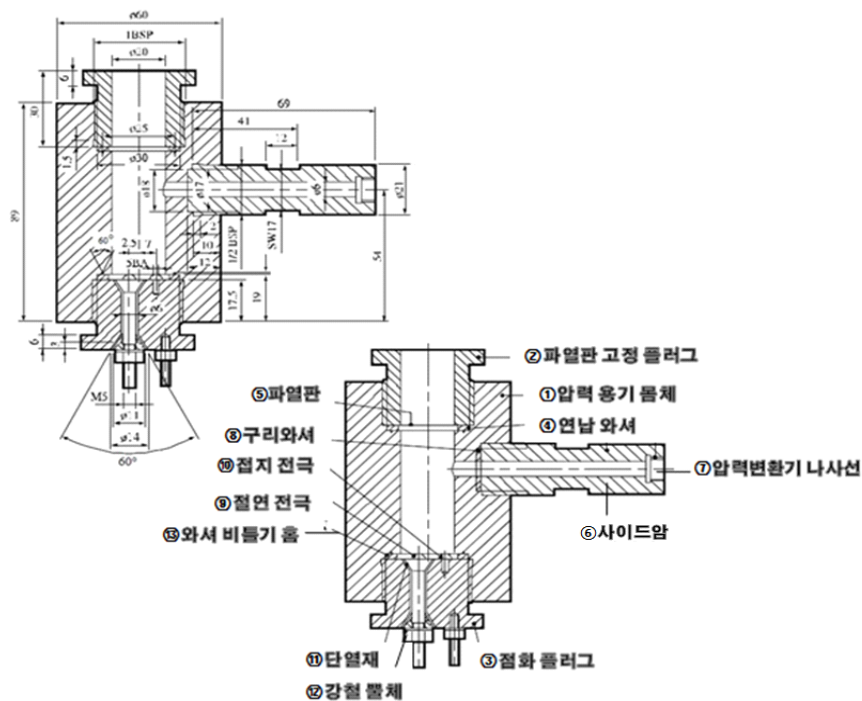


그림 1. 압력용기

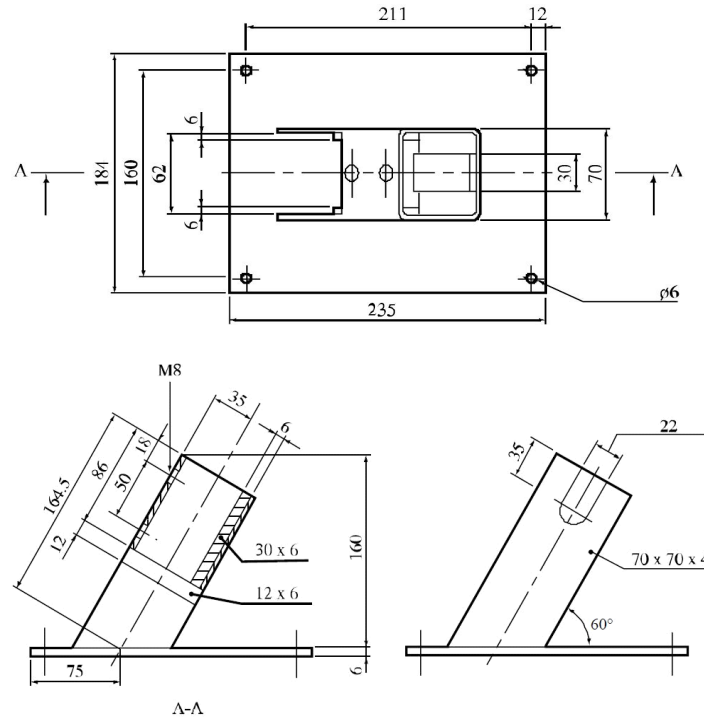
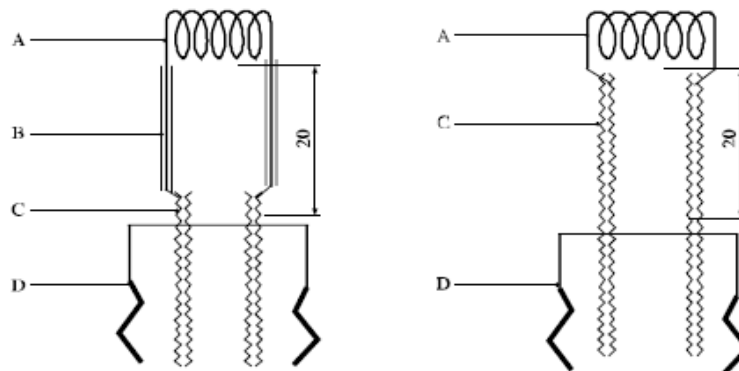


그림 2. 시간 · 압력 시험장비 지지대

3.2 점화시스템 (Ignition system)

3.2.1 점화시스템은 지름 0.6 mm, 저항 3.85 ohm/m, 길이 25 cm의 Ni/Cr 전선으로 구성한다. 이 전선은 지름 5 mm 지름의 막대를 사용하여 코일 형태로 감겨져, 점화플러그 전극에 붙어 있다. 코일은 그림 3에서 보여 주는 형태 중 하나를 취한다 (또는, 동등한 측정 기준을 갖춘 점화시스템).

3.2.2 시료의 연소성 측정을 위하여 제 위치에 파열판 없이 압력 변환기와 가열기로 조립된 장치는 점화플러그의 아래쪽 끝을 지탱한다. 시료 충전시 소량씩 압력 용기에 가하면서, 시료가 점화 코일 주변에 충전 되는지 그리고 그것과 잘 접촉하는지를 확인한다. 충전 과정 중에 틀린 결과를 낼 수도 있으므로 코일이 꼬이지 않도록 확인하는 것이 중요하다. 파열판을 제 위치에 두고, 고정플러그를 나사로 단단하게 조인다. 충전된 용기를 안전이 확보된 곳에 위치한 점화지지대로 옮기고, 파열판을 위로 향하게 하여 장착한다. 전원 장치는 점화플러그의 외부 단자에 연결시킨다.



- | | |
|---------|----------|
| A. 점화코일 | C. 전극 |
| B. 절연체 | D. 점화플러그 |

그림 3. 점화시스템

4.0 “내용 없음”

5.0 시료채취 및 관리

폐기물시료 채취 및 관리는 ES 06130.c 시료의 채취에 따른다.

6.0 정도보증/정도관리 (QA/QC)

6.1 정밀도

6.1.1 질산암모늄 (ammonium nitrate, NH_4NO_3 , 분자량 : 80.04) 및 표 1에 제시된 10 개의 화합물 중 2 종에 대하여 3 회 반복 측정 한 결과의 최대압력 및 압력상승 시간의 오차가 산술평균적으로 30 % 이상 차이가 나지 않아야 한다.

6.2 시험조건의 점검

6.2.1 실험오차가 30 % 이상인 결과 값은 사용하지 않고, 혼합과 용기를 채우는 과정 등을 개선하여 반복시험을 수행한다.

표 1. 실험결과의 예시

물질명	최대압력 (kPa)	690 ~ 2 070 kPa까지 게이지 압력상승시간 (1/1 000초)
2 μm 과염소산암모늄 (NH_4ClO_4)	>2 070	5
30 μm 과염소산암모늄 (NH_4ClO_4)	>2 070	15
아지드화바륨 (BaN_6)	>2 070	<5
질산구아니딘 ($[\text{C}(\text{NH}_2)_3]\text{NO}_3$)	>2 070	606
아질산이소부틸 ($[\text{CH}_3]_2\text{C}_2\text{H}_3\text{NO}_2$)	>2 070	80
질산이소프로필 ($[\text{CH}_3]_2\text{CHNO}_3$)	>2 070	10
나이트로구아니딘 ($[\text{NH}_2]_2\text{CNNO}_2$)	>2 070	400
피크람산 (2-amino-4,6-dinitrophenol, $\text{C}_6\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_5$)	>2 070	500
피크람산 나트륨 ($\text{C}_6\text{H}_4\text{N}_3\text{NaO}_5$)	>2 070	15
질산요소 (Urea Nitrate, $[\text{NH}_2]_2\text{COHNO}_3$)	>2 070	400

7.0 분석절차

7.1 알루미늄 과열판이 장착되지 않은 상태에서 압력변환기가 체결된 장치를 점화 플러그가 아래로 향하게 하여 체결한다.

7.2 시료 5 g을 점화시스템과 접촉할 수 있도록 장치에 채운다. 일반적으로 용기에 시료 5 g을 채우기 위하여 약간의 다짐할 때를 제외하고는 다짐과정은 수행하지 않는다.

[주 3] 격렬한 연소반응이 예상되는 경우에는 시료의 양을 0.5 g으로 하여 시험을 수행하며, 폭발성 폐기물로 판정될 때 까지 시료의 양을 0.5 g씩 점진적으로 늘려준다. 시료는 폭발성이 발현될 때까지 최대 5 g 까지 증가시키며 시험을 시행한다.

[주 4] 만약 다짐과정을 거치더라도 시료 5 g을 채울 수 없다면 최대한 시료를 채운 후 폭발시험을 수행한다. 이 경우에는 시료의 양을 정확히 파악해야 한다.

7.3 납 와셔와 알루미늄 파열판을 정위치에 놓고 고정-플러그를 꼭 조여 준다.

7.4 시료가 채워진 용기는 파열판이 가장 높은 곳에 있도록 하여 방폭배기장치 또는 방염천장이 구비된 폭발지지대로 이동시킨다.

7.5 기폭장치 동력을 점화플러그의 외부 끝부분에 연결하고 시료를 점화한다.

7.6 압력변환기에 의해 만들어진 신호는 시간/압력 데이터를 평가하고 장기적으로 기록할 수 있는 시스템으로 측정한다. 예로써, 한시적인 기록계는 차트 기록계와 연결시켜 사용한다.

7.7 시험은 3 회 반복시험을 수행한다. 게이지 압력이 690 kPa에서 2 070 kPa 이 상으로 상승하는 시간을 기록한다. 유해특성 판별에는 가장 짧은 시간간격을 사용한다.

8.0 결과보고

8.1 결과의 해석

8.1.1 시험결과는 게이지 압력이 690 kPa에서 2 070 kPa까지 상승할 때 걸리는 시간과 최대 게이지 압력의 2 070 kPa에 도달 여부 또는 파열판의 파열 여부로 해석한다.

8.1.2 최대 게이지 압력이 2 070 kPa이거나 그 이상을 나타내는 폐기물은 폭발성 폐기물로 간주한다. 또는, 파열판이 파열되는 폐기물은 폭발성 폐기물로 간주한다.

8.1.3 시험자의 안전을 고려하여 시험 중 한번이라도 폭발성이 관찰되면 해당 시료는 폭발성으로 판정하고 시험을 중단할 수 있다.

9.0 참고자료

9.1 Time/pressure test, Test 1 (c)(i), “Recommendations on the Transport of Dangerous Goods: Tests and criteria”, United Nations, New York, (1990).

9.2 Bretherick, L., *Handbook of Reactive Chemical Hazards*, 4th edition, Butterworths, London, ISBN 0-750-60103-5, 1990.

9.3 Koenen, H., Ide, K.H. and Swart, K.H., *Explosivstoffe*, 1961, vol. 3, 6-13 and 30-42.

9.4 NF T 20-038, “Chemical products for industrial use Determination of explosion risk”, Association Francaise de Normalisation, France, (September 85).

9.5 KS M 1071-7, “화학물질의 산화성(액체류) 측정방법에 대한 지침”, 국가기술표준원, (2017)