

내압시험에 의한 Pressure vessel
안전도 평가에의 AE법 적용

(Application of AE Method to the Safety Assessment
of the Pressure Vessels During Burst Test)

산업과학기술연구소 * 엄호섭, 최 광, 김주학

1. 서론

최근 국내외에서 가스저장용 탱크, 화학반응탑, 원자력 압력용기(pressure vessel) 및 회전체 등의 대형구조물 또는 설비의 안전성 및 신뢰성 향상을 위한 연구활동들이 매우 활발히 이루어지고 있다. 이들 연구활동중 국외에서는 건전성 진단이나 안전성 감시를 위한 방법의 한 수단으로서 AE법을 실제 현장에 적용하여 많은 성과를 거두고 있다.

이에 본 연구에서는 대형 구조물 또는 설비의 안전성 향상 및 보증을 최종 목표로 하여, 시험적으로 소형 LPG 탱크를 대상으로 AE법을 적용 및 검토하였으며, 그 유효성을 확인하였다.

2. 시험

2-1. 시험재

시험 탱크의 형상, 치수 및 각 주요 부분의 명칭과 재질을 그림 1 에 나타낸다.

시험 탱크의 몸체 및 상하판에 사용된 강재는 SG30으로서 이 강재의 조직, 화학 성분 및 기계적 성질을 각각 사진 1 과 표 1 에 나타낸다.

LPG 탱크의 용접은 자동 서브머지드 아크 용접법으로 실시되었으며, 탱크의 주요 용접부는 크게 몸체의 축방향 용접부(맞대기 이음)와 상하판 및 몸체를 연결하는 원주방향 용접부(겹치기 이음)로 나뉘어진다.

용접부의 결함들은 자동용접 과정중 생긴 자연결함으로서 RT에 의하여 검사되었으며, 규격(KS B0845)에 의거 등급 분류하여 건전 및 불량 등의 시험재를 선정하였다.

2-2. 시험방법

2-2-1. AE계측 시스템

공진형(공진주파수;200kHz) 고감도 AE센서를 이용하여 AE신호를 검출하며, 검출된 AE신호는 pre-amp. 와 main-amp. 에서 증폭된 뒤 각종 신호처리 되며, 컴퓨터

를 내장한 AE신호 해석장치로 전송된다. 전송된 데이터는 소정의 data process과정을 거쳐 최종결과를 출력하는 시스템을 사용하였다.

2-2-2. 인장시험

모재 및 용접부에서 채취한 인장시편에 그림 2 와 같이 2개의 AE센서를 100mm 간격으로 배치(2ch.coincidence법)하여 인장시 발생되는 AE신호를 해석하고, 파괴과정의 AE특성을 관찰하였다. 사진 2 은 AE계측을 병행한 인장시험 전경을 나타낸다.

2-2-3. 내압시험

실제 사용조건에 있어서 안전상 문제가 되는 것은, 균열 또는 성장성 결함에 의해 발생하는 구조물의 파괴이므로, 6개의 AE센서를 그림 3 과 같이 시험 탱크 상하판의 각각 3군데 (120° 간격)에 자석식 홀더를 이용하여 부착 (cylindrical method) 하고, 단계적으로 압력을 파단시까지 가하여 가압시에 발생하는 AE특성을 관찰하였다.

3. 시험결과 및 고찰

인장시험에 AE법을 적용하여 모재, 원주 및 축방향 용접부의 AE의 발생패턴을 비교하면 모재와 축방향용접부는 유사하였으나 원주방향 용접부는 전자들과는 다른 AE발생패턴을 보였다. 이는 원주용접부의 결함이 이음형상때문에 융합불량으로 인하여 조기파단 하였기 때문이라 생각된다.

소형 LPG 탱크의 내압시험에 의한 파손부위는, 용접부가 RT검사로 불량 판정된 탱크임에도 불구하고 대부분 용접부 근처의 모재였으며, 파손형태는 축방향용접부를 따라 길게 찢어졌다. 이는 가압에 따른 Hoop stress의 증가에 기인하며, 용접급속의 기공, 슬랙과 같은 결함들은 그다지 영향을 미치지 않았다고 생각한다. 그러나 균열 또는 융합불량과 같은 결함이 있는 경우는 조기파손의 결과를 가져왔다. 이들 현상들은 AE원의 위치표정 및 AE 계측 파라미터들의 변화를 관찰함으로써 예측할 수 있었다.

참고문헌

1. 尾上守夫 외 5인, AE의基礎と應用, コロナ社, ('76)
2. 仲佐博裕, 鋼構造物の缺陷評價と安全性- AEと構造物の安全性診断, JSSC, 11-112, pp.21-31, ('75.4)
3. 富士岳, 壓力容器とAET, 溶接技術, pp.48-52, ('79.10)
4. ASTM E569-76, "Standard Recommended Practice for Acoustic Emission Monitoring of Structures during Controlled Stimulation."
5. 日本非破壊検査協會 規格, NDIS 2409-79, 壓力容器などの耐壓試験時のAE試験法

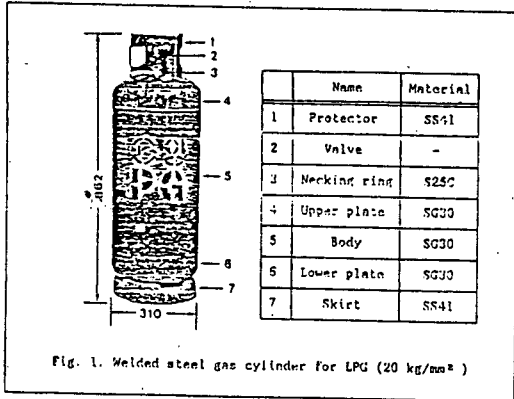


Photo. 1. Typical base metal microstructure of SG30

Table 1. Chemical compositions and mechanical properties of SG30 (3.2t)

(a) Chemical compositions (wt %)

C	Si	Mn	P	S
0.160	0.078	0.860	0.015	0.005

(b) Mechanical properties

Yield Strength kg/mm ²	Tensile Strength kg/mm ²	Elongation %
33.8	48.4	35.0

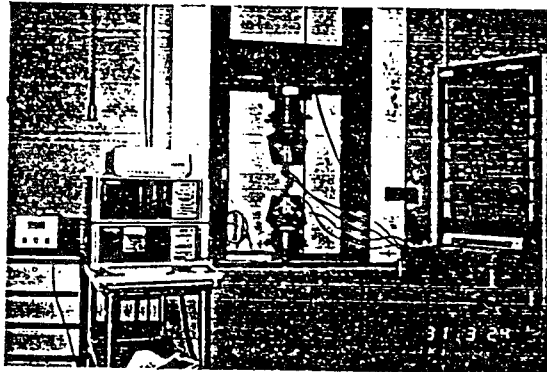


Photo. 2. Experimental set-up for AE measurement (NAIS 4000) during tensile test (INSTRON Universal testing machine)

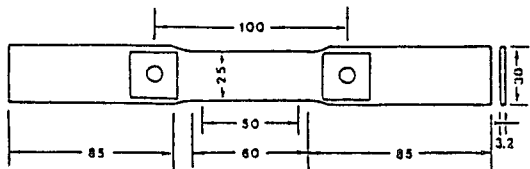


Fig. 2. Configuration of tensile test specimen and the location of AE sensors

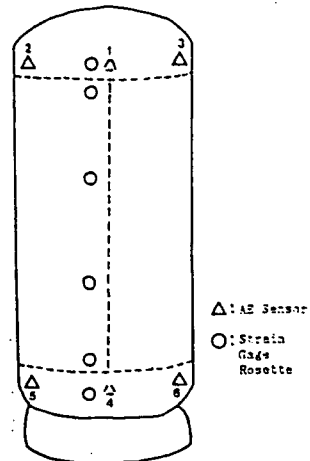


Fig. 3. The location of AE Sensors on the LPG tank