

포항가속기 저장링챔버의 헬륨누설검사

최 만 호, 김 형 종, 최 우 천
포항공과대학 포항가속기연구소

요 약 포항가속기 저장링 진공챔버는 진공도가 10^{-10} Torr로 유지될 수 있도록 설계되었고, 초고진공에 적합하도록 TIG용접을 하여 헬륨에 대한 누설률이 1×10^{-10} Torr · ℓ/sec 이하의 기밀성이 요구되고 있다. 저장링 진공챔버에 적용된 TIG용접방법과 결합에 대해 논하고 누설검사에 사용된 헬륨누설검사의 원리 및 검사방법에 대해서 보고하고자 한다.

1. 서 론

포항가속기에서는 제3세대 가속기를 건설중에 있다. 가속기는 길이 168m의 선형가속기와 둘레가 280m인 저장링으로 구성되어 있으며, 저장링은 12 superperiod로 구성되어 있다. 또, 1 superperiod는 7m 길이의 sector chamber, 10m 길이의 sector chamber, 5m길이의 straight chamber로 구성되는데, sector chamber는 상판과 하판을 용접으로 접합하여 제작하며 그 재질은 Al5083-H321이다. 이 chamber들은 전자빔을 5시간 이상 저장하기 위하여 1×10^{-10} Torr의 초고진공이 요구되고 있다¹⁾.

진공이라 함은 아무것도 없이 비어있는 상태를 의미하며, 통상 대기압보다 작은 압력 상태를 말하고 진공의 정도에 따라 Table 1과 같이 구분할 수 있다²⁾. 진공계에서 초고진공을 방해하는 것은 진공용기 내

부에 있는 가스들 보다는 용기 내부 표면에서 방출되는 가스들의 영향이 크다.^{10⁻³ Torr 이하에서의 체적가스(volumn gas)는 쉽게 제거되지만 진공용기로부터의 탈가스(outgassing)는 10^{-9} Torr 이하의 초고진공 영역에서는 압력에 결정적인 영향을 미친다. 표준상태(1기압, 0°C)에서의 기체분자수를 살펴보면 Table 2와 같이 기체적체적 22.4ℓ(1mole)에서는 6×10^{23} 개의 기체분자가 있으나 초고진공 10^{-10} Torr에서의 1cc당 기체분자수는}

$$\frac{6 \times 10^{23}}{22400} \times 10^{-10} \times \frac{1}{760} \approx 3 \times 10^6$$

개 이다. 따라서 초고진공을 얻기 위해서, 진공용기는 철저히 오염배제를 하고 완벽한 기밀을 하여야 한다.

기밀을 얻기 위하여 초고진공 용접은 sector chamber와 aluminium flange(Al2219-T852)의 외주를 따라 TIG용접(tungsten inert gas welding)을 하며, 진공 chamber는 초고진공에 적합하도록 누설이 없고, virtual leak, blow-hole, 변형 등을 최소화 해야 한다³⁾⁻⁵⁾.

Table 1. Vacuum ranges

구 분	저진공	고진공	초고진공
진 공 도 (Torr)	$>10^{-3}$	$10^{-3} \sim 10^{-9}$	$10^{-9} \sim 10^{-12}$

Table 2. The number of air molecules various pressures

구 분	대기압	10^{-5} Torr	10^{-10} Torr
1cc (0°C)	$\sim 3 \times 10^{19}$	$\sim 3 \times 10^{11}$	$\sim 3 \times 10^6$

용접후 검사를 위해서는 아주 작은 누설(leak)이라도 검출해 낼 수 있는 것이 요구되며, 이를 위하여 헬륨누설검사(helium leak inspection)방법을 사용하였다.

본 보고에서는 7m와 10m의 chamber시제품의 초고진공 용접과 용접후 헬륨누설검사에 대해 기술한다.

2. 저장링챔버의 용접

용접부위의 단면 모양은 초고진공 용접에 적합하도록 Fig. 1의 (a), (b), (c)와 같이 돌출시키거나 trench를 만들었다. 이렇게 하면 열전도량을 줄여서 용접에 의한 수축을 최소화할 수 있을 뿐만 아니라

용접부의 표면적을 줄여서 수소(H₂)기체에 대한 탈가스(outgassing)을 줄일 수 있다. 용접전에 용접부위에 있는 기름(oil), 먼지(dust), 산화피막(Al₂O₃)등을 제거하여, 기공, 용융불량, 균열등을 방지하고 초고진공에 적합하도록 하는 화학세척(chemical cleaning)을 하였다⁶⁾.

용접시 실내의 습도가 80% 이상이 되면 기공수가 급격히 증가하여 초고진공 영역에서 많은 가스방출을 하기 때문에 55% 이내로 유지하면서 용접을 하였다.

진공용접을 하기 위한 용접봉은 강도보다도 기밀유지가 우선이기 때문에 균열방지에 효과가 있는 것을 선정해야 하므로 Al 5083-H321간의 용접시 ER 5356-1.6mm, Al 5083-H321과 Al 2219-T852와의 용접시 ER 4043-2.4mm 용접봉을 각각 사용하였다⁷⁾.

3. 비파괴 검사

비파괴검사는 비철합금 용접에 많이 이용되는 방사선검사(radiographic inspection), 초음파검사(ultrasonic inspection), 와전류검사(eddy current inspec-

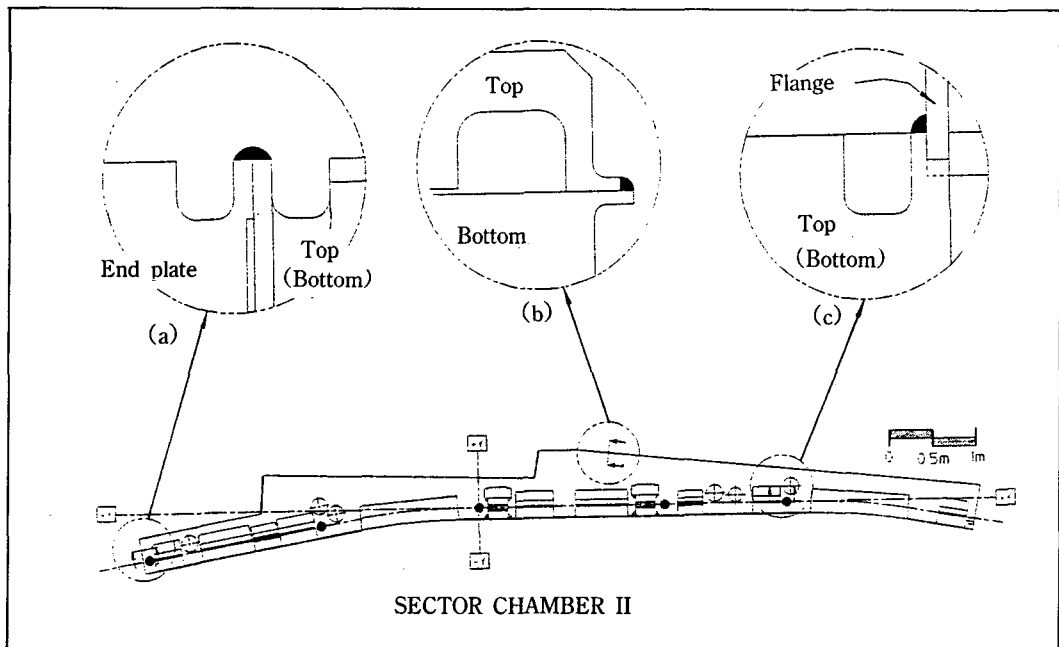


Fig. 1. The scheme of welding groove joints for sector chamber II (I).

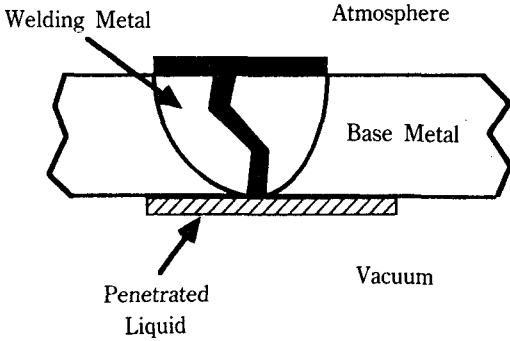


Fig. 2. The example of liquid penetrate inspection

tion)등의 방법이 있는데, 이상의 방법들은 복잡한 형상을 갖는 포항가속기 sector chamber의 검사에 적용하기에는 부적합하며, 또한 이들 시험에 합격했다고 하더라도 진공 목적으로는 충분하지 않다. 또, 일반적으로 널리 사용되는 액체 침투탐상 검사(liquid penetrant inspection)에 의한 누설검사(leak detection)를 실시할 수도 있으나, 침투력이 강한 유기용제를 함유하고 있기 때문에 검사도중에 균열이나 표면과 내면이 연결되는 기공 등의 결함이 있을 경우 Fig. 2와 같이 chamber 내부를 오염시키며, 일단 오염이 되면 다시 세척하기는 불가능 하기 때문에 진공용기에는 적용할 수 없다. Table 3에는 진공장치의 검사에 적용불가능한 이유를 제시하였다.

Table 3. Unsuitable reasons for the vacuum chamber inspection

검사법의 종류	적용 불가능한 이유
방사선 투과검사	대형
초음파 탐상검사	기하학적 조건
와류 탐상검사	형상복잡
액체침투 탐상검사	내부오염

4. 누설검사

누설검사의 가장 일반적인 방법은 용기 내부의 압력을 증가시켜 대기압보다 높은 압력을 유지한 다음 용접부에 누설이 있는지를 검사하는 것이다. 즉, 물

Table 4. The residual gas species in the various vacuum ranges

Pressure Torr	Major gas load
Atm	Wet air
10^{-3}	Water vapor (75-95%)
10^{-6}	H ₂ O, CO
10^{-9}	CO, N ₂ , H ₂
10^{-10}	CO, H ₂
10^{-11}	H ₂

(water), 기름(oil), 공기(air), 비가연성가스(nonflammable gas)를 용기에 넣고 압력을 가하는 방법이 보편화되어 있다. Table 4에는 진공의 정도에 따라 잔류가스 종류를 나타낸 것이며, 이 표에서 보면 10^{-9} Torr 이하에서는 불과 약간의 기체종류만 잔류하고 있기 때문에 일반적인 누설 검사로는 진공 용기 내부를 오염시킬 뿐만 아니라 진공장치(vacuum system)를 손상시키거나 폐기에 이르게 된다. 따라서 진공장치의 누설검사에는 진공측을 오염시키지 않는 누설검사가 요구되고 있다⁸⁾. 본 가속기 진공실에서는 probe gas를 헬륨으로 사용하여 헬륨누설 탐지기로 sector chamber의 누설을 검사하였다. sector chamber를 헬륨 누설 탐지기와 진공 펌프로 배기(pumping)하면서, chamber 내부가 적절한 진공으로 유지되고 있는 가운데 chamber 외부의 누설 가능성이 있는 곳에 probe gas인 헬륨을 분사하면, sector chamber 내에

Table 5. Optimum characteristics of he for use in leak detection

성질	장점
질량수 4의 ion이다.	식별이 용이
분자직경이 작다.	미소구멍에 투입하기 쉽다.
독성, 인화성이 없고, 불활성	취급이 용이
흡착 energy가 작다.	일단 투입해도 배기가 쉽고, 역방향으로 도달하는 것이 빠르다.
분자량이 작다.	back ground가 낮다.
대기중의 함유량이 작다 (5ppm).	

probe gas가 침투되어 probe gas의 분압(partial pressure)이 증가하게 된다. 이 방법으로 진공용기 내부를 오염시키지 않고 누설의 위치와 크기를 정확히 알 수가 있다. 누설 검사시 헬륨을 probe gas로 사용하는 주된 이유를 Table 5에 나타내었다⁹⁾. 사용된 헬륨 누설 검사기는 Alkatel사의 ASM 180TD 기종으로서 $1 \times 10^{-10} \text{mbar} \cdot \ell/\text{sec}$ ($1 \text{mbar} = 0.75 \text{Torr}$) 크기의 누설률을 측정할 수 있으며, dry pumping system으로 이루어져 누설검사 도중 sector chamber 내부의 oil contamination을 막을 수 있다. 헬륨 누설 검사기는 사용전에 Vacuum Technology Inc.의 $4.3 \times 10^{-10} \text{atm} \cdot \text{cc}/\text{sec}/1 \text{atm} \cdot \text{cc}/\text{sec} = 0.76 \text{Torr} \cdot \ell/\text{sec}$ at 24°C standard helium leak를 사용하여 헬륨 누설 검사기를 교정하였다. 또한 sector chamber를 처음에 대기압에서부터 배기(pumping)할 때는 pumping speed가 큰 dry pumping system인 Alkatel사의 Drytel 100 기종을 사용하였다.

4.1. 헬륨 누설검사의 원리 및 검사방법

본 진공실에서 사용되는 헬륨 누설 검출기(helium leak detector) ASM 180TD는 진공장치의 미세한 누설을 탐상하는데 주로 사용되는 것으로서, 일종의 잔류 가스 분석기(residual gas analyzer)에 사용되는 질량 분석기(mass spectrometer)를 내장하고, 그 질량 분석기가 동작할 수 있도록 자체의 진공도를 만들어 줄 수 있는 진공펌프로 이루어져 있는 기기이다. 이때의 진공펌프는 turbo molecular pump(TMP), molecular drag pump(MDP), membrane pump 세가지가 결합되어 dry pumping system을 이루고 있다.

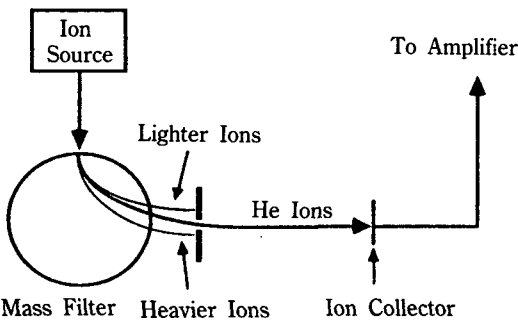


Fig. 3. The principle of the mass spectrometer

여기서의 질량 분석기는 여러가지의 질량을 계속 검출하는 잔류 가스 분석기와는 달리, m/e가 4인 헬륨 기체 한가지만을 검출하도록 만들어져 있다. 이러한 질량분석기는 Fig. 3에 나타나 있듯이 크게 Ion Source, Mass Filter, Ion Collector 세가지 부분으로 이루어져 있는데, 그 역할은 다음과 같다.

Ion Source : 잔류하고 있는 기체인 중성 분자(neutral molecules)들을 tungsten으로 만들어진 hot filament에서 발생된 전자로 이온화 시켜서, 이온화된 분자들을 Mass Filter로 보내주는 역할을 한다.

Mass Filter : Ion Source로부터 넘어오는 이온화된 분자들은 양전하(positive charge)를 띠고 직선운동으로 움직이고 있는 상태에서 permanent magnet로 일정한 자기장(constant magnetic field)을 이온들의 운동방향에 적절하게 걸어서 줌으로써 이온들을 편향(deflection)시킨다. 이때, 편향과정에서 이온들은 각각의 질량에 따라서 편향반경이 다르게 되어, 질량이 클수록 편향반경이 커지게 된다. 따라서, 헬륨 질량에 맞는 편향반경을 가진 이온들을 ion collector쪽으로 slit을 통해 통과시키고, 나머지 다른 이온들은 모두 차단시킨다. 또한, 헬륨이온(m/e = 4)들은 가속 전압(accelerating electric field)에 의해서 slit을 통해 나오면서 ion collector쪽으로 강하게 끌려가게 된다.

Ion Collector : 위의 두 과정으로부터 최종적으로 통과된 이온들은 collector에 도달하면서 collector current를 형성하고, 검출기는 이 collector current의 강도를 측정하여 누설률(leak rate)로 환산하게 된다. 이와같은 질량분석기는 전자와 이온들의 운동이 잔류기체 분자들과 충돌하여 방해가 되지 않도록, 또 hot filament가 산화되지 않도록 통상적으로 10^{-4} Torr 이하의 진공에서 작동되어야 하는데, ASM 180 TD 기종에는 고진공도의 진공펌프로서 TMP와 backing pump로서 MDP와 membrane pump가 기기자체 내에 설치되어 있다. 이때 고진공 펌프와 backing pump와 질량분석기의 조합에 따라 헬륨 누설 검출기는 두가지 방법으로 운영되는데, 이는 Fig. 4에서와 같이 요약 될 수 있다.

a) Direct Flow(Fine Leak Cycle) : direct flow에서는 헬륨 probe gas가 고진공 펌프인 TMP의 입구쪽으로 직접 투입되므로써, 질량분석기의 검출감도(sensitivity)를 높일 수 있는 반면에 누설검사를 하는

진공장치 내부의 진공도가 질량분석기가 운영될 수 있는 진공도에 도달하여야 한다.

b) Counter Flow(Gross Leak Cycle) : counter flow에서는 헬륨기체가 고진공 펌프인 TMP와 backing pump인 MDP사이로 투입되는데, 이때의 헬륨기체는 고진공 펌프 위쪽으로 역류가 가능하며, 이 역류된 헬륨 분자들은 질량분석기에 도달하게 된다. 이때의 검출감도는 direct flow에서 보다는 낮아지지만, 누설검사를 하는 진공장치 내부의 진공도가 헬륨 누설 검출기의 backing pump의 진공도에 도달되면 된다는 잇점이 있다.

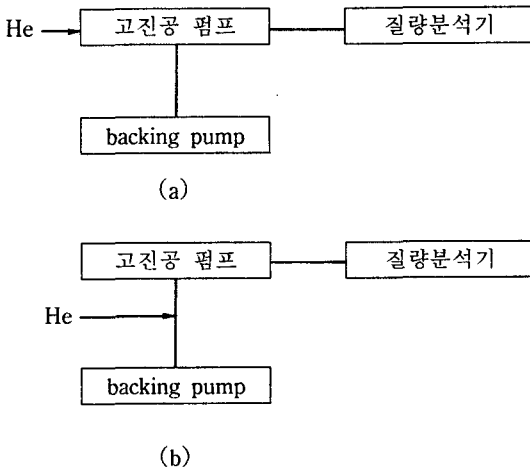


Fig. 4. Two functional methods of the leak detector

일반적으로, 진공용기 내부에 헬륨기체의 진공 압력은 다음과 같은 식으로 요약될 수 있다.

$$P_{He} = P^0_{He} + \frac{Q_{He}}{S}(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \dots\dots\dots (1)$$

- P_{He} : 진공용기 내부에서의 헬륨 부분 압력.
- P^0_{He} : 진공용기 내부에서의 헬륨의 잔류 부분압. (He background pressure)
- Q_{He} : 누설검사시 헬륨의 throughput량.
- S : pumping speed V : 진공용기의 부피

이 관계식을 살펴보면, $t = 0$ 일때, 즉, 헬륨이 진공용기에 투입되기 직전에는 진공용기 내부의 헬륨부분압인 $P_{He} = P^0_{He}$ 가 성립된다. 또한, 시간이 경과하여

$t = V/S$ 에 도달되면 Q_{He}/S 의 약 63%에 도달하게 된다. 이때의 t 는 시간상수(time constant) τ 로 정의되고, 경과시간이 시간상수의 약 5배가 되면 Q_{He}/S 의 약 99%에 도달하게 되는데, 이 Q_{He}/S 의 크기가 누설검출기의 검출감도(sensitivity)에 직접적으로 기여하게 된다. 또한, 시간상수 τ 는 누설검출기의 응답시간(response time)에 기여하고, Fig. 5와 같이 세가지 유형으로 나뉘질 수 있다¹⁰⁾. 만일, 진공용기의 gas load가 누설검출기의 pumping speed인 S 로 충족된다면, (a)와 같은 방법으로 사용될 수 있고, 만일 진공용기의 gas load가 상당히 크다면(b)나 (c)와 같은 방법이 택해질 수 있다. 이때(a)와 (c)의 방법에서는 검출감도가 우수하게 되고, (b)나 (c)의 방법에서는 응답시

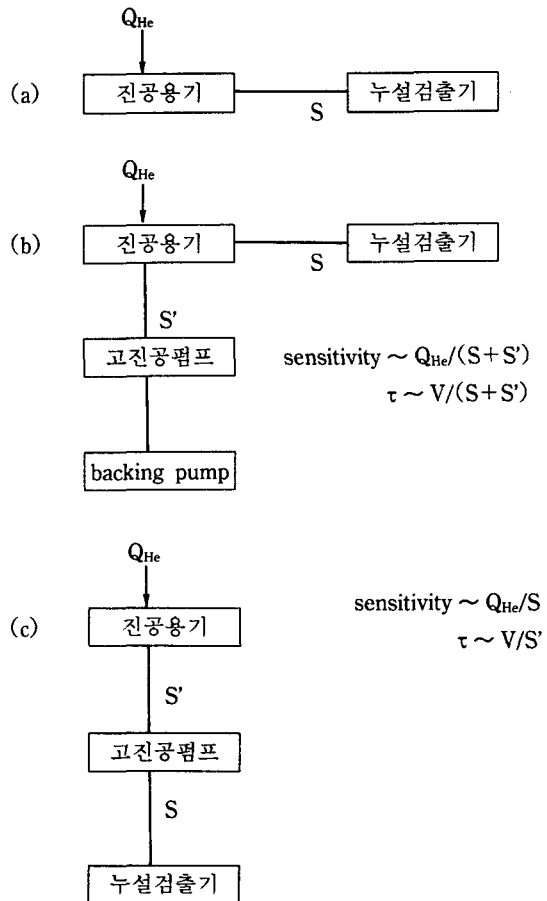


Fig. 5. Methods for leak detecting a vacuum chamber

간이 빠르게 된다.

본 진공실에서는 각각의 경우에 따라서 Fig. 5에 도시된 세가지 방법을 모두 사용하고 있다. sector chamber가 용접공정을 마친후에는 Drytel 100과 ASM 180TD를 사용하여 (b)에서와 같이 누설검사를 수행하고, 일단 sector chamber내의 진공도가 10^{-4} Torr정도에 도달되면 (a)의 방법으로 누설검사를 수행한다. 또한 sector chamber내의 진공도가 고진공도에 도달되어 있을 경우의 누설검사시에는 sector chamber에 설치되어 있는 TMP의 backing pump로서 ASM 180TD를 연결하여, (c)의 방법으로 누설검사를 수행한다.

4.2. 누설의 크기 및 누설률

만일 진공장치에 어떠한 누설이 존재한다면 헬륨이 그 누설구멍으로 투입되고, 이때의 투입량은 기체의 throughput량으로 정의된다. throughput량은 PV/t의 단위량으로서, 단위시간에 유입된 기체분자의 갯수로 해석된다. 또한 기체 분자들은 Maxwell-Boltzmann 통계에 따르는 이상기체 분자들로서 molecular flow region에 있는 기체라고 가정한다. 실제 누설에 있어서는 모양이나 크기가 너무 복잡한 경우가 대부분이지만 존재하는 누설이 원으로 된, 두께를 무시할 수 있는 구멍이라고 단순히 가정한다면, 누설률에 대

Table 6. Estimation of a leak as a function of a hole diameter

Diameter	Leak rate (Torr · ℓ/sec)
1.2 cm	10^4
1.2 mm	10^2
0.12 mm	1
12 μm	10^{-2}
12 μm	10^{-4}
•	•
•	•
•	•
12 nm	10^{-10}

* Assumption : pressure difference
 $p = p_{atm} - p_{vac} = 760 \text{ Torr}$

한 구멍의 직경이 Table 6에 나타나 있다. 즉, 공기가 conductance C인 구멍을 통해서 throughput Q인 량이 진공용기 내부로 흘러 들어올때, 다음과 같은 식이 성립된다.

$$Q = C(P_{atm} - P_{in}) \dots\dots\dots (2)$$

여기서의 P_{atm} 은 대기압, P_{in} 은 진공용기 내부압력이다. 또한, molecular flow에 대한 conductance는 $C = vA/4$ 이고, v는 분자의 평균속도이고, A는 구멍의 단면적이다. 이 식은 단위를 조정하면 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$C(\ell/s) = 0.025v(m/s) \cdot A(cm^2) \dots\dots\dots (3)$$

따라서, 본 진공실에서의 기준 누설률인 $Q = 1 \times 10^{-10}$ Torr · ℓsec인 경우를 보면, $\Delta P = P_{atm} - P_{in} = 760$ Torr로 하고, $T = 27^\circ C$ 일때 공기분자의 평균속도는 약 467m/s이므로, 계산후 누설구멍의 직경이 약 1.2 mm임을 알 수 있지만, 실제에 있어서는 누설구멍이 복잡한 형상과 상당한 두께로 인하여 투입되는 분자들의 투과 확률(transmission probability)이 낮아지므로 누설구멍의 크기는 상대적으로 보다 더 커지리라 추정된다. 또한, 각각의 누설률에 대해서 어느정도의 기체량이 얼마동안 투입할 수 있는지는 Table 7에 나타나 있고, 이것은 탈가스(outgassing)을 고려치 않은 순수한 누설만 있을 경우이다.

Table 7. Examples of leak rates in terms of gas volume

누 설 률	누 설 량
10^{-5} STD.cc/sec	1cc/Day
10^{-6} STD.cc/sec	1cc/Week
10^{-7} STD.cc/sec	3cc/Year
10^{-9} STD.cc/sec	3cc/100Year

* STD. cc/sec = 0.76 Torr · ℓ/sec

4.3. 누설결함의 종류

누설탐상의 원리를 알아도 실제 누설검사를 실시하면 여러가지 곤란한 경우에 직면한다. 이들의 해결

법은 주로 경험축적에 의한 것이지만 이하에 여러가지 결합 종류에 대해 기술한다.

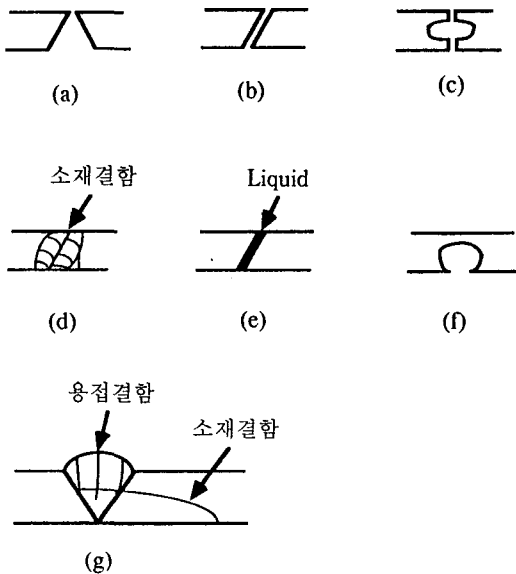


Fig. 6. Examples of several leaks with various types

진공장치를 배기할 때 압력이 좀처럼 내려가지 않으면 우선 누설의 존재를 생각하게 된다. 그러나 실제 누설탐상을 행하여도 누설이 좀처럼 발견되지 않는 경우가 있다. 누설의 종류에는 ①outgassing, ②trapped volume, ③real leak등을 생각할 수 있다. ①, ②는 허위누설이고, ③은 실제의 누설이다. Fig. 6에 여러가지 모양^{9), 11)}의 누설을 나타내었다. (a), (b)와 같은 형태의 누설은 가장 단순한 누설로서 발견과 보수가 쉽다. (c), (d)와 같은 형태의 누설은 발견하기가 상당히 어려운 누설이며, (c)는 부적절한 설계(설계상의 오류)가 주원인(용접을 표면과 이면 양쪽을 용접했을 때)인 경우가 많고, (d)는 소재의 결합이 주원인이다. (e)는 보통 누설탐방법으로 발견이 불가능하고 가열 및 장시간 배기에 의해 결합부에 채워진 액체를 제거하고 나서 누설탐상을 행할 필요가 있다. (f)는 허위 누설이다. 주로 설계, 제작상의 오류에 의한 것이기 때문에 누설은 아니지만 장시간 배기에도 불구하고 좀처럼 압력이 내려가지 않고, 발견되지 않은 누설이 있다고 오인할 수가 있다. (g)는 누설이 긴경로를 갖는 모양이다. 주로 소재의 결합과 용접결

합이 복합되어서 형성되는 것이다.

누설검사를 실시하여 누설의 위치가 정확히 파악되면 금속 cutter로 용접 bead를 넓게 제거한 후에 보수용접을 한다¹²⁾.

5. 결 론

진공 chamber의 비파괴검사는 육안검사를 실시한 다음에 진공 chamber 내부를 오염시키지 않는 헬륨 누설 검사를 반드시 실시해야 한다. 용접부의 모든 누설검사는 용접직후에 실시하는 것이 좋다. 그것은 시간이 경과함에 따라 Fig. 6(e)와 같이 수분이 용접 결합부에 부착하여 누설로 연결되지 않고 있다가 온도가열(bake-out)로 인해 수분이 증발될 때에 누설이 발견되기 때문이다. 따라서 온도를 올린 후에 또 다시 누설시험을 실시하여야 한다.

본 진공실에서는 sector chamber시제품 test를 통하여 ①TIG용접 방법과 그 결합 여부를 더욱 이해할 수 있었다. ②sector chamber와 같은 대형 진공용기에 대한 헬륨 누설검사 방법을 확립하였다. ③sector chamber의 용접에 요구되는 헬륨 누설률인 1×10^{-10} Torr · l/sec에 만족하다는 결과를 헬륨 누설 검사를 통하여 확인하였다.

참 고 문 헌

- 1) C. K. Kim, K. H. Kil, W. C. Choi and S. Y. Park, J. Kor. Vac. Sci, Vol. 1(1992), pp.24
- 2) John F. O'Hanlon, A User's Guide to Vacuum Technology, 2nd ed., pp.4, John Wiley & Sons, Inc., New York, NY, 1989.
- 3) 최만호, 박승용, 김명진, 이해철, 김효윤, 최우천, 한국진공학회 제3회 학술 발표회 논문 개요집, 1992, pp.109-110
- 4) 최만호, 김명진, 이해철, 김효윤, 이재우, 최우천, 대한용접학회 추계 학술 발표개요 집, 1992, pp. 100-102
- 5) 최만호, 류춘길, 김명진, 김효윤, 이해철, 한영진, 최우천, 대한용접학회 춘계 학술 발표 개요집, 1993, pp.509-52
- 6) 구선희, 권혁채, 한국진공학회 제3회 학술발

- 표회 논문개요집, 1992, pp.111-112
- 7) ManHo Choi, SangSoo Jeong and WooChun Choi, TIG Welding for The PLS Sector Chamber, TR/SR(VA)-93-003, April 1993
- 8) M. H. Choi, Y. J. Han, M. J. Kim, H. Y. Kim, H. C. Lee and W. C. Choi, 한국 비파괴검사학회 춘계 학술발표회, 1993, pp.33~45
- 9) 堀越源一, 眞空技術(第2版), pp.158, 東京大學出版會, 1983.
- 10) John F. O'Hanlon, A User's Guide to Vacuum Technology, 2nd ed., pp.420, John Wiley & Sons, Inc., New York, NY, 1989.
- 11) 井川秋夫, 眞空, 第34卷. 11, (1991), pp 15~20
- 12) 최만호, 김명진, 이해철, 김효운, 한영진, 이재우, 최우천, 한국진공학회 제4회 학술발표회 논문개요집, 1993, pp.102~103

Helium Leak Test for the PLS Storage Ring Chamber

M. H. Choi, H. J. Kim and W. C. Choi
Pohang Accelerator Laboratory, POSTECH

Abstract The storage ring vacuum system for the Pohang Light Source (PLS) has been designed to maintain the vacuum pressure of 10^{-10} Torr which requires UHV welding to have helium leak rate less than 1×10^{10} Torr \cdot ℓ /sec. In order to develop new technique (PLS) welding technique), a prototype vacuum chamber has been welded by using Tungsten Inert Gas welding method and all the welded joints have been tested with a non-destructive method, so called helium leak detection, to investigate the vacuum tightness of the weld joints. The test was performed with a detection limit of 1×10^{-10} Torr \cdot ℓ /sec for helium and no detectable leaks were found for all the welded joints. Thus, the performance of welding technique is proven to meet the criteria of helium leak rate required in the PLS Storage Ring. Both the principle and the procedure for the helium leak detection are also discussed.

(Received June 30, 1993)