

# 燥濕濟(Art-Sorb)를 이용한 壁附形陳列櫥 密閉度 間接測定

俞惠仙<sup>†</sup> · 金明男 · 李承恩  
國立中央博物館 保存科學室

## Air-tightness Test by Silicagel on Museum Cases

Hei-sun Yu<sup>†</sup>, Myoung-nam Kim and Sung-eun Lee  
Conservation Science Lab., The National Museum of Korea

**요약** 박물관 진열장의 기밀성은 일반적으로 CO<sub>2</sub> 추적가스를 이용한 밀폐도를 측정함으로써 조사되어 왔지만 진열장 내부에 구멍을 내야하는 점은 사용전이나 사용 중인 진열장에 대한 밀폐도 측정에 적용하는데 문제점으로 지적되어 왔다. 이에 진열장의 형상을 변화시키지 않고, 진열장의 밀폐도를 간접측정함으로써 사용전이나 필요에 따라서는 전시중인 진열장에 대한 밀폐도를 측정할 수 있는 대안을 제시하고자 하였다. 밀폐도 간접측정법은 진열장 내부의 온습도변화와 습도조절제(Art-sorb)의 중량변화를 통해 진열장의 기밀도를 간접적으로 알아보는 방법이다. 실험은 동일장소에 시공된 3개의 벽부형진열장을 대상으로 진열장내 조명을 켜지 않고 Art-sorb와 온습도 수집기를 넣고 12일간 진행하였다. 각 진열장내 온도와 습도 변동분을 주변변동분으로 나뉘 변동율로 나타냈으며, 그 결과 온도 변동율에서는 벽부장A(0.67)가 벽부장B(0.69)나 벽부장C(0.79)보다 변동율이 적었으며 습도 변동율에서도 벽부장A(0.12)가 벽부장B(0.19)나 벽부장C(0.72)보다 변동율이 적어 기밀도가 가장 양호함을 알 수 있었다. 또한 CO<sub>2</sub>추적가스를 이용한 직접 밀폐도 측정에서의 공기교환율에 대하여 간접 밀폐도 측정에서의 습도변동율을 대입해 보았다.

**Abstract** The airtightness of museum cases in museums was measured by using CO<sub>2</sub> tracing gas, but it has been pointed that it has a problem with measuring the airtightness of a museum case which has a hole inside before it is used or while is being used. So studies tried to come up with alternatives which make it possible to measure the airtightness of a museum case before it is used or while it is being used if necessary by indirectly measuring the airtightness of the museum case without changing its form. Indirect measuring is done by measuring the change of Art-sorb weight and the change of temperature and humidity inside the museum case. Experiments were made for 12 days with three builtin wall case installed at the same place without turning on the lights but with Art-sorb and the data logger of temperature and humidity put into museum case. The change rate was produced with the change of temperature and humidity inside the museum case divided by that of those around museum case. As a result, the temperature change rate of museum case A(0.67) was lower than that of museum case B(0.69) or museum case C(0.79). The humidity change rate of museum case A(0.12) was lower than that of museum case B(0.19) or museum case C(0.72) showing that its airtightness was the best. Also in the direct airtightness measurement by CO<sub>2</sub> tracing gas, the air exchange rate was compared with the humidity change rate by Art-sorb in the indirect measurement.

### I. 서 론

우리나라의 박물관 전시는 대부분 진열장을 통해 이

루어지는데, 이는 먼지 등과 같은 오염물질이나 외부로부터 가해지는 물리적인 위협 등으로부터 문화재를 보호하기 위해서이다. 일반적으로 진열장을 제작 할 때는 전시물이나 전시실 전체와의 조화를 주안점으로 미적효과, 전시효과, 관리의 편리성 등을 고려하여 설계한다.<sup>1</sup> 그러나 보존과학적 측면에서 살펴보면 문화재의 안전에 직접적인 영향을 줄 수 있는 요인(급격한 온·습도변화, 유해광선, 유해가스 등 외부 열화인자)에 대한 고려가

<sup>†</sup>Corresponding author : Conservation Science Lab., The National Museum of Korea  
Tel : (02)398-5146  
Fax : (02)398-5164  
E-mail : heisun@hanmail.net

진열장을 제작할 때 무엇보다도 우선되어야 한다. 이러한 외부 열화인자에 대한 완충 및 차단을 위해서는 진열장의 기밀성(밀폐도)을 높여야 하는데, 그 방안으로 진열장 유리간의 접합부, 금속틀과 유리간의 접합부, 개폐부에 사용되는 가스킷 등에 대한 개선 등을 들 수 있다. 기밀성이 개선되면 진열장은 문화재의 전시 및 안전한 보존공간으로서의 역할을 할 수 있으며, 공조부하 변동에 대해서도 우수한 완충역할이 가능하게 된다. 그러므로 대부분의 박물관에서는 유물 보존관리의 측면과 경제적인 측면을 고려하여 더욱더 기밀성을 높인 밀폐형 진열장을 채택하고 있는 추세이다.

진열장의 기밀성은 틈을 통해 이루어지는 공기의 이동과 관계되며, 진열장의 내·외부사이에서 일어나는 공기 및 수분의 이동은 가스농도, 수분량의 차에 의한 확산현상과 압력변화에 의한 침기(侵氣)현상으로 설명할 수 있다. 흔히 전시진열장 내·외부간의 습도변화는 수분이 많은 곳에서 적은 곳으로의 이동현상으로 볼 수 있으며, 내·외부간의 온도차가 거의 없는 경우는 분압차에 의한 수분이동이 일어나며, 내·외부간의 온도차가 큰 경우는 포화 수증기압 차이에 의한 수분이동이 일어난다. 이러한 진열장 내·외부간 공기 및 수분의 이동정도를 공기교환율이라고 표현하며, 그 단위를 하루동안 진열장내 체적이 새로운 공기로 채워지는 교환 횟수[1/day]로 나타낸다.

진열장의 밀폐도나 항습유지에 관한 몇 가지 연구를 살펴보면 연구초창기엔 틈이 많이 보였던 수준을 공기교환율 1/day로 보고 조습제와 함께 사용시 장기간 습도 변동 완충이 가능함을 제시하였으나, 기밀성 평가방법과 진열장 제작기술발달로 최근에는 공기교환율 0.1/day 정도를 밀폐성이 우수한 수준으로 보며, 더욱 개선

하여 0.05/day, 0.03/day까지 이르고 있다. 또한 공기교환율이 0.03/day인 진열장의 경우 조습제없이 계절변동에도 상당한 습도변동억제가 가능한 것으로 알려져 있다.<sup>3)</sup>

박물관 진열장의 기밀성은 일반적으로 CO<sub>2</sub> 추적가스를 이용한 밀폐도를 측정함으로써 조사되어 왔지만 진열장 내부에 구멍을 내는 등 사용전이나 사용 중인 진열장에 대한 밀폐도 측정에 적용하는데는 문제점으로 지적되어 왔다. 이에 진열장의 형상을 변화시키지 않고, 진열장의 밀폐도를 간접측정함으로써 사용전이나 필요에 따라서는 전시중인 진열장에 대한 밀폐도를 측정할 수 있는 대안이 마련되어야 할 필요성이 대두되었다.

본 연구는 동일장소에 시공된 3개의 벽부형 진열장에 대한 밀폐도를 측정된 내용으로서 간접적인 밀폐도 측정법(Art-Sorb를 투입한 벽부형 진열장의 온습도변동율)과 외부에 의뢰하여 얻은 CO<sub>2</sub> 추적가스를 이용한 밀폐도 직접측정에서 얻은 온·습도변동율, 공기교환율 등을 비교함으로써 공기교환율 0.1/day, 1/day, 30/day에서의 각각의 습도변동경향과 Art-Sorb 1380g/m<sup>3</sup> 적용했을 때의 습도변동경향을 알아보고자 하였다. 또한 간접밀폐도 측정법의 효율성에 대해서도 평가해 보고자 하였다.

## II. 실 험

### 1. 실험장치

본 연구의 밀폐도 간접측정(Art-Sorb 투입후 온·습도 변동 측정)을 위한 실험장치는 Photo 1과 같고 밀폐도 직접측정(CO<sub>2</sub> 추적가스사용) 및 온·습도 변동측정 실험장치는 Photo 2와 같다. 또한 사용한 기기 및 재료는 Table 1에 나타내었다.

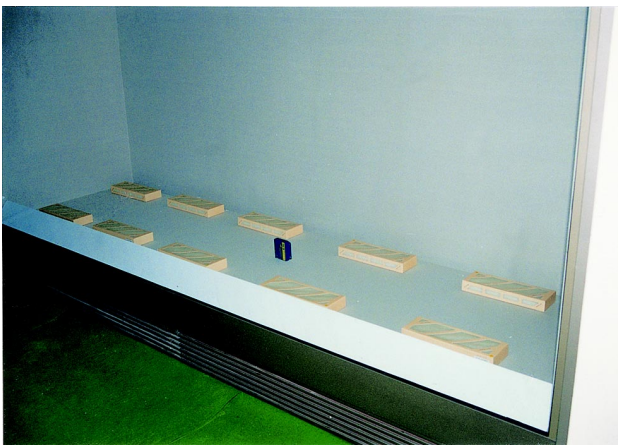


Photo 1. Measuring of changing temperature and humidity after inputting Art-Sorb (Size of wall case: 300 cm×290 cm×90 cm).

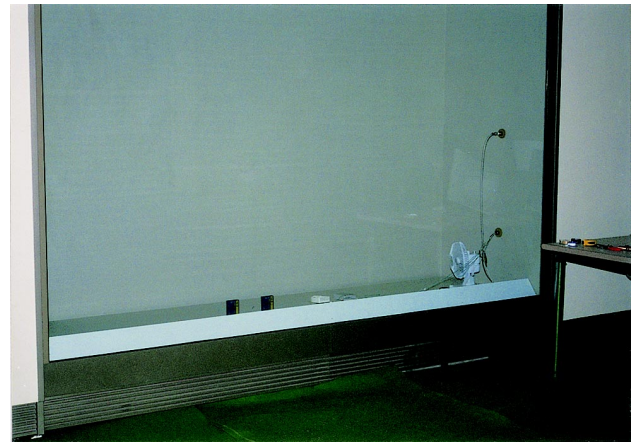


Photo 2. Measuring changing temperature and humidity during air-tightness test by CO<sub>2</sub> tracing gas (measured by an outsourcer)(Size of wall case: 300 cm×290 cm×90 cm).

<sup>1)</sup>본 실험은 15~17°C 온도조건 하에서 진행하였으므로, 결과의 적용도 이 온도범위에 한하여 신뢰성이 인정된다.

**Table 1. Instruments and materials**

실험구분	실험기기 및 재료	규격 및 사양
Art-Sorb 투입후 온·습도변동측정	- 온·습도수집기 (Data logger)	TH-3, 일본SI전자
	- 습도조절제 (Art-Sorb, 60%RH)	(Full-cassette type), FUJI SILYSIA CHEMICAL LTD.(일본) 11×33×4 cm, 1080g
	- 디지털저울	CAS전자저울, Model : SW-1
CO <sub>2</sub> 추적가스사용 밀폐도측정(측정의 뒤)+ 온·습도변동측정	- 온·습도수집기 (Data logger)	TH-3, 일본SI전자

**2. 실험방법**

**2.1. 조습제(Art-Sorb) 투입에 의한 밀폐도 간접측정<sup>1)</sup>**

동일한 장소에 설치되어 있는 벽부형 진열장 3개(A, B, C)의 밀폐도 측정을 위하여 Art-Sorb(60%RH-1080g)를 투입하였고, 이 조습제의 중량변화와 온·습도변동 특성을 통해 진열장의 밀폐도를 간접적으로 측정하였으며, 실험과정은 아래와 같다.

- ① 벽부형 진열장 A, B, C에 각각 초기중량을 측정된 10개의 Art-Sorb(60%RH-1080g)를 진열장에 놓아 두고 온·습도 데이터수집기(TH-3)를 바닥면 중앙과 벽부형 진열장 외부에 각각 1곳씩 설치하였다.
- ② 온·습도수집기(TH-3)는 30분 단위로 온·습도를 수집하도록 하였다.
- ③ 벽부형 진열장 문을 닫은 후 조명을 끈 채 12일간 진행하였다.
- ④ 12일 경과후 문을 개방한 후 Art-Sorb 중량을 측정

**Table 2. Change of Art-sorb weight in wall case A**

Serial No.*	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Weight(g) Before	1077.5	1077.5	1077.5	1078.0	1078.0	1078.5	1078.0	1079.0	1077.0	1079.0
After	1067.0	1068.0	1066.5	1067.5	1067.5	1069.5	1068.5	1069.0	1068.0	1071.0
Weight of loss	<b>10.5</b>	<b>9.5</b>	<b>11.0</b>	<b>10.5</b>	<b>10.5</b>	<b>9.0</b>	<b>9.5</b>	<b>10.0</b>	<b>9.0</b>	<b>8.0</b>

\*Serial number of inputted Art-sorb

**Table 3. Change of Art-sorb weight in wall case B**

Serial No.*	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Weight(g) Before	1079.0	1077.0	1078.0	1077.5	1078.5	1077.0	1077.5	1077.5	1078.0	1077.5
After	1068.5	1065.0	1066.0	1065.0	1065.0	1065.0	1065.0	1065.5	1066.5	1065.0
Weight of loss	<b>10.5</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12.5</b>	<b>13.5</b>	<b>12</b>	<b>12.5</b>	<b>12</b>	<b>11.5</b>	<b>12.5</b>

\*Serial number of inputted Art-sorb

하고 온·습도수집기를 회수하였다.

**2.2. CO<sub>2</sub>추적가스를 사용한 밀폐도 직접측정**

일반적으로 실시하는 진열장의 밀폐도 측정법으로서 CO<sub>2</sub>추적가스를 사용하여 각 벽부형 진열장의 공기교환율을 순차적으로 측정하였으며, 실험과정은 아래와 같다.

- ① 벽부형 진열장 측면에 구멍을 내고 내·외부에 온·습도센서와 CO<sub>2</sub>센서를 설치하였다.
- ② 벽부형 진열장 내부로 CO<sub>2</sub>가스 호스를 설치하였다.
- ③ 교반팬을 벽부형 진열장에 설치하였다.
- ④ ①, ②, ③의 연결구멍을 실리콘으로 마감하였다.
- ⑤ 벽부형 진열장 내·외부에 별도로 1쌍의 온·습도수집기 TH-3를 설치하고 진열장 문을 닫았다.
- ⑥ 벽부형 진열장내 CO<sub>2</sub>가스 농도가 2000ppm이 될 때까지 주입하였다.
- ⑦ 교반팬을 10분간 작동하였다.
- ⑧ 5분마다 벽부형 진열장 내·외부의 온·습도 및 CO<sub>2</sub>농도가 PC에 입력되도록하였다(3일간 진행).
- ⑨ 3일 경과후 온·습도수집기 TH-3를 회수하였다.

**III. 결 과**

**1. 조습제(Art-Sorb) 투입에 의한 밀폐도 간접측정**

**1.1. Art-sorb 중량변화**

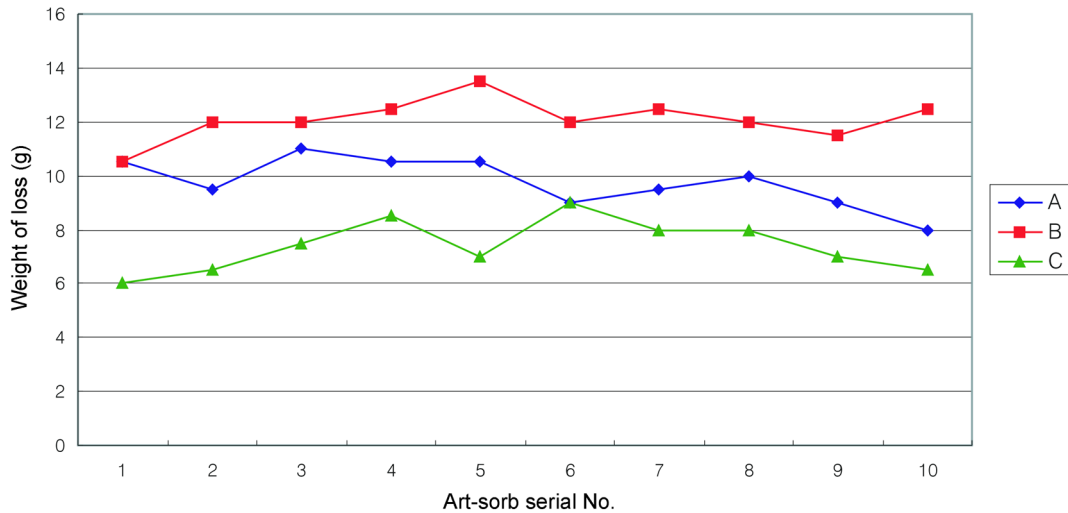
① 벽부형 진열장 A

각 개체마다 실험전후에 따른 무게 감소량이 다르게 나타났으며, Art-sorb 10개의 평균 감소량은 9.75g이었다.

**Table 4. Change of Art-sorb weight in wall case C**

Serial No.*	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Before	1077.5	1077.5	1077.5	1078.5	1077.0	1078.5	1077.5	1078.5	1078.0	1078.0
After	1071.5	1071.0	1070.0	1070.0	1070.0	1069.5	1069.5	1070.5	1071.0	1071.5
Weight of loss	<b>6</b>	<b>6.5</b>	<b>7.5</b>	<b>8.5</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>6.5</b>

\*Serial number of inputted Art-sorb



**Fig. 1. weight of loss of Art-sorb.**

② 벽부형 진열장 B

①에 비하여 실험전후의 Art-sorb무게 변화량이 더욱 크게 나타났으며, Art-sorb 10개의 평균 감소량은 12.1g 이었다.

③ 벽부형 진열장 C

진열장 C에 대한 실험전후 Art-sorb 변화량은 Table 4 와 같으며, 평균감소량은 7.40g이었다.

위와 같이 진열장 내부에 투입한 Art-sorb의 중량감소는 B>A>C장 순서로 나타났으며, 각 진열장별 중량 감소 그래프를 Fig. 1에 나타내었다.

**1.2. 벽부장 A, B, C 내·외부 온습도변화**

벽부형 진열장 A, B, C 내·외부 온습도 변화값의 최

소(Min), 최대값(Max) 및 외부 온습도 변동에 대한 진열장 내부의 온·습도 변동(온·습도의 최대와 최소값의 차이)을 계산하여 Table 5~7에 나타내었다.

① 벽부장 내·외부 온도변화

위의 Table 5~7에 나타낸 벽부장 내·외부 온도 변화율을 Fig. 2에 나타내었다.

진열장 내·외부의 평균온도는 12°C이며 내부에 비하여 외부의 온도편차가 크고, 외부의 온도편차는 A>C>B 순서로 나타났는데, 이는 진열장 B가 A와 C 장 사이에 놓이게 되어 외부의 영향을 적게 받은 것으로 추정된다. 또한 진열장 내부의 온도편차는 C>A>B의 순서를 보였는데, B장이 외부의 영향을 가장 적게 받은 것을 생각해 보면 A와 B장에서 사이의

**Table 5. Change of temperatures and humidity inside and outside wall case A**

		Min	Max	Mean	Changing rate of temperature	Changing rate of humidity	
Wall case A	In	Temperature(°C)	10.5	15.5	11.9	장내변동÷ 주변변동 5÷7.5=0.67 <b>0.67</b>	장내변동÷ 주변변동 6÷52=0.12 <b>0.12</b>
		Humidity(%)	47	53	52		
	Out	Temperature(°C)	9.5	17.0	11.9		
		Humidity(%)	24	76	54		

**Table 6. Change of temperature and humidity inside and outside wall case B**

		Min	Max	Mean	Changing rate of temperature	Changing rate of humidity	
Wall case B	In	Temperature(°C)	10.5	15.0	12.0	장내변동÷주변변동 4.5÷6.5=0.69 <b>0.69</b>	장내변동÷주변변동 8÷42=0.19 <b>0.19</b>
		Humidity(%)	45	53	49		
	Out	Temperature(°C)	10.0	16.5	12.2		
		Humidity(%)	26	68	52		

**Table 7. Change of temperature and humidity inside and outside wall case C**

		Min	Max	Mean	Changing rate of temperature	Changing rate of humidity	
Wall case C	In	Temperature(°C)	10.0	15.5	12.0	장내변동÷주변변동 5.5÷7=0.79 <b>0.79</b>	장내변동÷주변변동 34÷47=0.72 <b>0.72</b>
		Humidity(%)	36	70	56		
	Out	Temperature(°C)	10.0	17.0	12.5		
		Humidity(%)	26	73	56		



**Fig. 2. Temperature change inside and outside a builtin wall case.**

차이는 무시할 수 있을 정도라고 생각되며 C장 내부의 온도편차가 가장 큰 것으로 보아 진열장의 밀폐도가 가장 낮은 것으로 판단된다.

② 벽부장 내·외부 습도변화

위의 Table 5~7에 나타난 벽부장 내·외부 습도변화율을 Fig. 3, 4에 나타내었다.

Fig. 3에서 알 수 있듯이 진열장 외부는 A, B, C 모두에서 습도 변화 폭(최소값과 최대값의 차이)이 매우 크게 나타났으며, 진열장 내부의 경우 C>B>A의 순서로 습도 변화정도가 감소하였다. 특히 C장의 경우는 외부의 습도 변화와 유사할 정도로 변화폭이 커서 진열장의 밀폐도가 현저히 떨어짐을 알 수 있다.

③ 진열장별 온습도 변동율

진열장 내부 온·습도 변동값에 대한 외부 온·습도 변동값을 변동율이라고 전제하고 계산해보면 온도 변동율은 C(0.79) > B(0.69) > A(0.67) 순서로 A장이 가장 적은 것으로 나타났으며, 습도 변동율도 C(0.72) > B(0.19) > A(0.12) 순서로 온도 변동율에서와 같이 A장이 가장 변동이 적은 것으로 나타났다(Fig. 4 참조). 변동율이 적다는 것을 밀폐성에 대한 간접지표로 본다면 밀폐도는 A장 > B장 > C장의 순서로 우수함을 알 수 있다.

2. CO<sub>2</sub>추적가스를 사용한 밀폐도 직접측정

CO<sub>2</sub>추적가스를 사용하여 벽부형 진열장의 공기교환

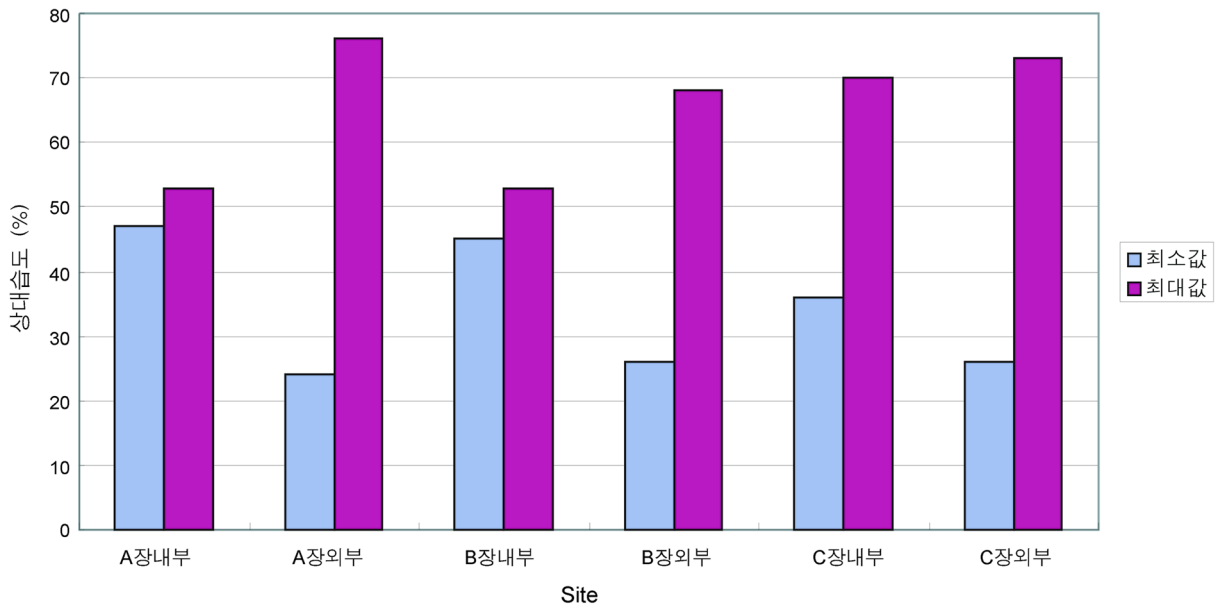


Fig. 3. Humidity change inside and outside a built-in wall case.

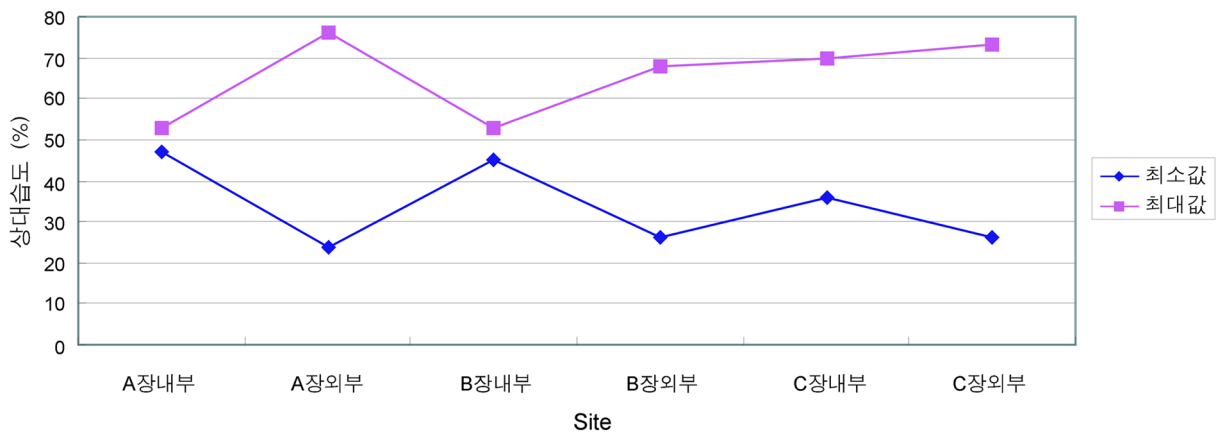


Fig. 4. Humidity change inside and outside a built-in wall case.

을 측정해 본 결과 A는 공기교환율이 0.09/day이고, B의 경우는 0.99/day, C는 29.45/day로 나타났다. 공기교환율이 작을수록 밀폐도는 커지게 되므로 벽부형 진열장의 밀폐도는 A > B > C의 순서를 나타냄을 알 수 있으며, 이 결과는 Art-sorb를 이용한 간접 밀폐도 측정결과와도 일치하고 있다.

**3. Art-sorb를 이용한 간접 밀폐도 측정법과 CO<sub>2</sub> 추적가스를 사용한 직접 밀폐도 측정법의 상관관계**

간접 밀폐도 측정결과와 직접 밀폐도 측정결과와의 상관성을 알아내기 위하여 공기교환율에 따른 온·습도 변동율을 살펴보았다. CO<sub>2</sub> 추적가스 사용법에 의한 공기교환율이 0.099/day인 경우(진열장 A)는 습도 변동율

이 0.26(Table 8), 0.99/day인 경우(진열장 B)는 습도 변동율이 0.51(Table 9)이었으며, 29.45/day인 경우(진열장 C)는 습도 변동율이 0.76(Table 10)을 나타냈다. 위의 값을 Art-Sorb를 투여했을때의 벽부형 진열장의 습도 변동율과 비교한 결과를 Fig. 5에 나타내었다. 즉, 공기교환율 0.099/day에서 조습제를 넣지 않은 경우(직접 밀폐도 측정)의 습도변동율은 0.26이었고, 조습제를 넣었을 경우 (간접 밀폐도 측정)는 0.12이며, 공기교환율 0.99/day에서 조습제를 넣지 않은 경우는 습도 변동율이 0.51이며, 조습제를 넣은 경우는 0.19이었으며, 공기교환율 29.45/day에서는 조습제를 넣지 않은 경우의 습도 변동율은 0.76을, 조습제를 넣은 경우는 0.72를 나타내었다. 조습제를 넣지않은 진열장에서의 온·습도 변동율은 동

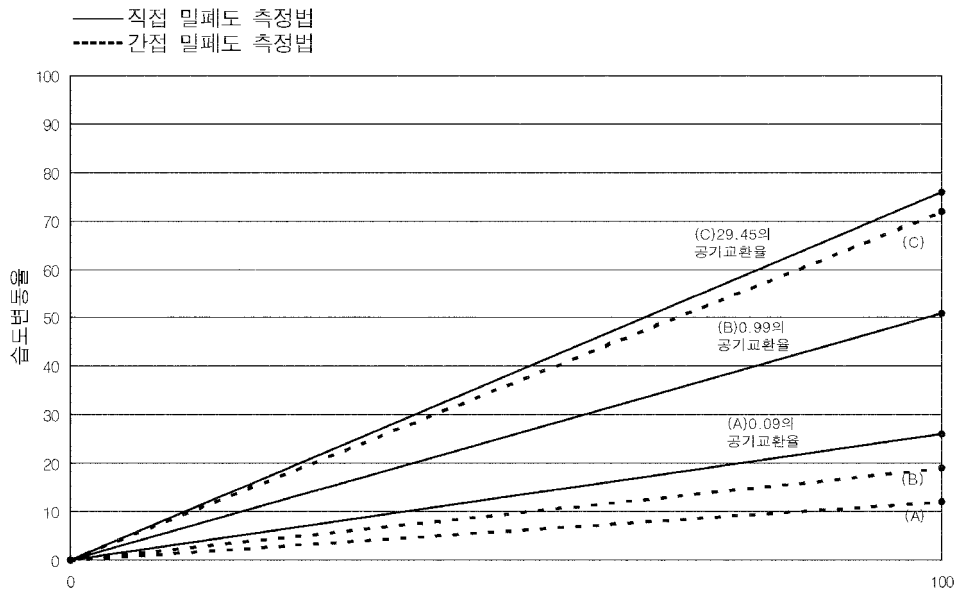


Fig. 5. Humidity change rate-related graph of wall case A, B, C, a builtin wall case, according to direct or indirect airtightness measurement.

Table 8. Change of temperature and humidity inside and outside wall case A (Air exchange rate : 0.09/day)

		Min	Max	Mean	Changing rate of temperature	Changing rate of humidity	
Wall case A	In	Temperature(°C)	15.0	17.25	15.85	장내변동÷주변변동 2.25÷2.0=1.13 <b>1.13</b>	장내변동÷주변변동 14÷53.5=0.26 <b>0.26</b>
		Humidity(%)	38	52	49.5		
	Out	Temperature(°C)	14.75	16.75	15.8		
		Humidity(%)	25	78.5	49		

Table 9. Change of temperature and humidity inside and outside wall case B (Air exchange rate: 0.99/day)

구분		Min	Max	Mean	Changing rate of temperature	Changing rate of humidity	
Wall case B	In	Temperature(°C)	15.25	17.0	15.9	장내변동÷주변변동 1.75÷4.0=0.44 <b>0.44</b>	장내변동÷주변변동 16÷31.5=0.51 <b>0.51</b>
		Humidity(%)	52	68	53.5		
	Out	Temperature(°C)	14.75	18.75	15.75		
		Humidity(%)	42.5	74	59		

Table 10. Change of temperature and humidity inside and outside wall case C (Air exchange rate : 29.45/day)

		Min	Max	Mean	Changing rate of temperature	Changing rate of humidity	
Wall case C	In	Temperature(°C)	16.25	17.0	16.55	장내변동÷주변변동 0.75÷1.75=0.4 <b>0.43</b>	장내변동÷주변변동 29÷38=0.76 <b>0.76</b>
		Humidity(%)	40	69	55		
	Out	Temperature(°C)	16.25	18.0	16.75		
		Humidity(%)	35	73	58		

시 측정을 통한 진열장간 상대적비교는 가능하나 절대적인 수치를 갖지 못하므로, 조습제를 넣은 경우의 습

도변동율을 기준으로 공기교환율에 대입하여 살펴보았다. Art-sorb(1380g/m<sup>3</sup>기준을 적용할 경우)를 투여한 간

접밀폐도 측정법에서 습도 변동율이 0.12 정도 값을 보이는 경우, CO<sub>2</sub> 추적가스를 사용한 직접밀폐도 측정법에서의 공기교환율이 1/day, 습도 변동율이 0.72 정도인 경우는 공기교환율이 30/day 정도임을 간접적으로 알아낼 수 있다.

## IV. 결 론

동일장소에 시공된 3개의 벽부형 진열장에 대한 밀폐도를 간접(Art-Sorb를 투여한 후 각 진열장의 온·습도 변동율 계산) 및 직접 측정법(CO<sub>2</sub>추적가스 사용한 공기교환율과 온·습도 변동율 계산)을 통하여 계측해 보았다. 또한 두 결과의 상관관계 및 간접밀폐도 측정법의 효율성에 대해서도 평가해 본 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

### 1. 벽부형 진열장의 밀폐도

조습제(Art-sorb)의 중량변화 및 진열장 내·외 온습도 변화 측정을 통해본 벽부장 밀폐도는 진열장 A가 가장 높고 B, C의 순서로 나타났다. CO<sub>2</sub> 추적가스를 사용한 직접밀폐도 측정법에서도 동일한 결과를 나타내었다.

### 2. 간접 밀폐도 측정법과 직접 밀폐도 측정법의 상관관계

CO<sub>2</sub>가스 사용 밀폐도측정시 습도변동율과 Art-Sorb사용 밀폐도실험의 습도변동율을 비교한 결과 Art-sorb (1380g/m<sup>3</sup>기준을 적용할 경우)를 투여한 간접밀폐도 측정법에서 습도 변동율이 0.12 정도 값을 보이는 경우는 CO<sub>2</sub> 추적가스를 사용한 직접밀폐도 측정법에서의 공기교환율 0.1/day 정도를 나타내고, 습도 변동율이 0.2 정도 값을 보이는 경우는 CO<sub>2</sub> 추적가스를 사용한 직접밀폐도 측정법에서의 공기교환율 1/day 정도를 나타내며, 습도 변동율이 0.7 정도인 경우는 공기교환율이 30/day 정도임을 간접적으로 알아낼 수 있다.

## 참고문헌

1. 『밀폐형 진열장 제품사양서(문화재보존환경을 위한 진열장시스템)』, p. 4, (주) 시공테크
2. 김재용, 노광철, 오명도, 「밀폐형 전시케이스의 기밀성능 평가방법연구」, 『설비공학 논문집』, 14권, 제2호, pp.184-190 (2002)
3. Kamba Nobuyuki, 「Characteristic of Relative Humidity within a Small Space such as a Packing Case, a Storage Box and a Display Case」, 『文化財保存修復學會誌』, Vol. 44, pp.80-90 (2000)