

소량 기록물의 효율적 보존을 위한 보존챔버 설계에 관한 연구*

A Study on Chamber Design for the Efficient Preservation of a Small Amount of Archives

봉 춘 근 (Choon-Keun Bong)**
박 성 진 (Seong-Jin Park)***
이 정 주 (Jeong-Joo Lee)****
신 현 창 (Hyun-Chang Shin)*****

목 차

- | | |
|------------------------|-----------------|
| 1. 서 론 | 4. 기록물 보존챔버의 설계 |
| 2. 지방기록관 기록물 보존환경 실태조사 | 5. 보존챔버의 경제성 평가 |
| 3. 보존챔버의 구성 | 6. 결론 및 제언 |

<초 록>

기록물 보존챔버란 소량의 중요기록물을 안정성 높은 보존환경에서 영구보존하는 데 적합한 장비이다. 이 장비는 소량의 기록물을 영구보존하기 위한 공공기관이나 민간단체에서 기록물을 경제적이면서 안전하게 장기보존하기에 적합한 장비이다. 본 연구는 지방기록관의 기록물 보존현황 조사를 통해 보존챔버의 필요성을 분석한 후 보존챔버의 핵심부분을 설계함으로써 기록물을 안정적이면서 경제적으로 보존할 수 있는 방안을 모색하였다. 기록물 보존챔버는 크게 기록물을 보존하는 보존공간, 보존환경 유지를 위한 공기정화장치부, 보존환경을 모니터링하기 위한 환경측정장치부로 구성된다. 기록물 보존공간은 외부 공기의 출입을 막고 내부공기가 순환함으로 항온항습 유지 및 유해가스 제거가 가능하도록 하였다. 이렇게 설계된 보존챔버는 소량의 기록물을 서고에서 보존할 때보다 더 경제적으로 보존할 수 있는 것으로 산출되었다.

주제어: 보존챔버, 항온항습기, 보존환경, 장기보존, 중요기록물

<ABSTRACT>

The archives preservation chamber is an equipment that is able to store important archives with air-cleaning and isothermal-isohumidity control functions to permanently store archives in a highly safe environment. The chamber can only store small amounts of archives but it is crucial for organizations preserving archives to economically store a variety of archives, be it a medium or a small amount of documents. An arm of this study researches the current preservation status of the local record center to determine the need for such a chamber. In addition, in order to improve the air-cleaning and isothermal-isohumidity functions, the researchers of this study have conducted analyses to design the core parts. The preservation chamber that had been designed includes an archives preservation area, air-cleaning equipment, and environment measurement equipment. A preservation chamber is used to preserve small amounts of important archives safely. Thus, when a local record center is preserving various types of archives in small or medium quantities in a stack room, the preservation chamber can be used to aid their long-term preservation.

Keywords: preservation chamber, thermo-hydrostat, preservation environment, long term preservation, archives

* 본 연구는 국가기록원의 「보존환경 모니터링 자동화 도구 개발사업」의 “실시간 환경모니터링과 자동환기가 가능한 기록물 보존챔버 개발”에 의하여 수행된 보고서의 일부임.

** (주)그린솔루스 대표이사(greenbeemail@naver.com)

*** (주)그린솔루스 이사(greenbeemail@naver.com)

**** 용인대학교 산업환경보건학과 교수(jilee@yongin.ac.kr)

***** (주)이엔피 대표이사(shch0417@empal.com)

■ 접수일: 2013년 3월 6일 ■ 최초심사일: 2013년 3월 26일 ■ 게재확정일: 2013년 4월 20일

1. 서론

1.1 연구의 목적

잘 보존된 기록은 후대에 유용하게 활용됨으로써 또 다른 산물을 창출해 내는 역할을 담당한다. '기록이 없으면 역사도 없다'는 말은 기록유산이 얼마나 중요한가를 인식시켜 주는 말이다. 따라서 한 국가의 중요기록물은 소중히 간직해야 할 문화유산이다. 그러나 한번 훼손된 기록물은 복원하기도 힘들지만 복원을 위해 상당히 많은 비용을 지불해야만 한다. 그러므로 기록물의 관리 소홀로 기록물이 훼손된다면 이것은 문화유산 측면이나 경제적 측면에서 많은 손실이 아닐 수 없다. 기록물 훼손을 예방하기 위해서는 화학적·생물학적 열화나 재해로 인한 피해가 일어나지 않도록 적절한 보존환경에서 기록물을 보존해야만 한다.

최근 디지털 기술 및 기록매체의 발달로 기존의 종이기록물은 물론 시청각 기록물, 전자매체 기록물, 행정박물 등 다양한 기록매체로 생성된 기록물들이 많다. 다양한 기록매체로 생성된 기록물들은 기록매체의 특성에 따라 보존환경을 유지하지 않으면 열화가 가속화되어 장기보존이 어렵게 된다. 따라서 기록물을 장기보존하기 위해서는 기록매체의 종류에 따라 보존환경을 지속적으로 유지시키는 것이 중요하다.

우리나라는 최근 기록물의 생산량이 기하급수적으로 증가하고 다양한 매체의 기록물이 생산됨에 따라 「공공기록물관리에 관한 법률」(이하 「기록물 관리법」이라 함)을 통해 영구기록물관리기관에서는 기록매체의 종류에 따라 필요한 보존환경 및 보존시설을 갖추도록 하고 있

다. 그러나 이처럼 높아지는 관심과 요구에도 불구하고 지방자치단체의 중요기록물 보존환경은 문제점과 한계를 드러내고 있다. 현재 지방기록관 대부분은 기록매체의 종류에 따라 보존서고를 별도로 보유하고 있는 기관은 거의 없으며, 심지어 보존에 가장 중요한 항온항습 시설마저 설치되어 있지 않은 기관도 있어 보존시설이 매우 열악한 실정이다.

다양한 기록매체를 소량 보존하고 있거나 영구보존이 필요한 종이기록물이 소량인 지방기록관의 경우 기록물을 경제적이면서 안전하게 장기보존하기 위한 방안으로 기록물 보존챔버의 활용을 고려할 수 있다. 공공기록물 관리에 관한 법률 시행령 제60조 제1항 별표 6에 의하면 종이류, 자기류, 필름류, 광매체류 등 기록매체의 종류에 따라 그 보존조건이 다르다. 그러나 대부분의 지방기록관의 경우 종이기록물을 제외하면 다른 기록매체의 보유 수량이 소량이며, 일부 지방기록관은 준영구 이상의 중요기록물이 소량인 경우도 있다. 이렇듯 보존환경을 유지해야 하는 소량의 중요기록물을 보존하기 위하여 별도의 서고를 건설한다는 것은 사실상 불가능하며, 또한 보존 서고를 건설한다고 해도 넓은 공간에 소량의 기록물만 보존하기 위하여 불필요한 공간까지 항온항습을 유지해야 하기 때문에 에너지 낭비로 인한 경제적 손실이 발생하게 된다. 따라서 소량의 기록물을 적절한 보존조건에서 안전하게 보존할 수 있는 기록물 보존챔버의 개발이 필요하다.

본 연구는 중요기록물을 소량 보유하고 있는 기관(공공기관, 민간단체, 박물관 등)에서 경제적이면서도 안전하게 장기보존할 수 있도록 항온항습 및 공기정화 기능을 갖춘 보존챔버 설계

방안을 제시하였다. 이를 위해 현재 지방기록관의 기록물 보존시설 현황을 조사한 후 그 문제점을 분석함으로써 기록물 보존챔버의 필요성을 연구하였다. 또한 지방기록관을 비롯하여 소량의 기록물을 보존하고 있는 기관에서 기록물을 효과적으로 보존할 수 있는 기록물 보존챔버의 핵심 구성요소들을 설계한 후 경제성 평가를 통하여 활용 가능성을 비교하였다.

1.2 연구방법

지방기록물 관리기관의 기록물 보존시설 현황을 조사하기 위해 지방자치단체의 기록관 9곳과 교육청 기록관 10곳의 영구 및 준영구 기록물 종류, 수량, 서고 보존시설 현황 등을 직접 방문, 홈페이지, 문헌조사 등의 방법을 활용하여 조사하였다. 조사된 자료를 기반으로 기록물 보존 챔버의 개발 필요성을 분석하였다.

보존챔버 내 기록물 보존환경을 효과적으로 제어할 수 있는 공기정화장치 및 냉각장치를 실험·설계하였다. 공기정화장치는 다양한 종류의 유해가스(미세먼지, 포름알데히드, 휘발성 유기화합물, 이산화황, 산화질소, 오존)를 제거할 수 있는 필터를 조사한 후 각 필터의 성능을 실험을 통해 공기정화장치에 가장 적합한 필터를 선택하여 모듈화 하였다. 또한 기록물 보존 공간의 온·습도 제어에 불필요한 에너지 낭비를 줄이기 위하여 항온항습에 필요한 냉각기 용량을 설계하였다. 기록물의 열화에 영향을 미치는 다양한 인자를 모니터링하기 위하여 여러 종류의 센서를 모듈화함으로써 보존공간 내 환경 인자의 변화를 동시에 모니터링할 수 있도록 설계하였다.

끝으로 소량의 기록물을 서고와 설계된 기록물 보존챔버에서 보존할 경우 시설 설치비 및 운전비용 등을 고려하여 경제성을 평가함으로써 보존챔버의 활용 가능성을 연구하였다.

2. 지방기록관 기록물 보존환경 실태조사

『공공기록물 관리에 관한 법률』 제11조(지방기록물관리기관)에 의하면, “특별시, 광역시 및 각 도 등 16곳의 지방자치단체 기록관은 영구기록물관리기관을 설치·운영하여야 한다.”라고 하였고, 동법시행령 제60조 제1항 관련 별표 6에 의하면, “영구기록물관리기관은 각 매체별 보존시설을 별도로 갖추어 영구기록물을 보존관리 한다.”라고 명시하였다. 또한 시·군·구 등 232개 자치단체와 180개 교육청은 소관 기록물의 영구보존 및 관리를 위하여 영구기록물관리기관을 설치·운영할 수 있지만 설치되지 않은 기관은 소관 기록물을 시·도 기록물관리기관에 이관하여야 한다. 이렇듯 중요기록물에 대한 광역지방자치단체의 영구기록물관리기관 설치를 의무화함으로써 기록물관리 전반에 대한 책임과 의무를 강조하고 있다. 그러나 현재까지 광역지방자치단체에 영구기록물관리기관을 설치한 지자체는 없다. 또한 종이류, 필름류, 자기매체류, 광매체류 등 보존조건이 다른 기록매체를 매체별 보존환경을 유지하는 별도의 서고에서 보존하는 기관도 거의 없는 실정이다. 이러한 시점에서 현재 지방 기록물 관리기관의 기록물 보존시설 현황을 조사함으로써 지방기록관의 기록물 보존관리에 대한

문제점 및 기록물 보존챔버의 필요성을 파악하였다.

조사 대상으로는 지방자치단체 기록관 9곳(강원도, 경기도, 대전광역시, 청주시, 남양주시, 수원시, 연천군, 아산시, 과천시)과 교육청 기록관 10곳(대전광역시, 대구광역시, 부산광역시, 경상남도, 인천광역시, 광주광역시, 전라북도, 강원도, 전라남도, 천안교육지원청)의 서고 규모, 항온항습기 및 공기정화시설 등 서고보존 시설현황과 영구/준영구 기록물의 종류 및 수량을 조사하였다.

2.1 지방자치단체 기록관

〈표 1〉은 지방기록관 보존서고 내 보존되고 있는 영구/준영구 기록물의 매체별 수량 및 서고보존시설 등을 조사한 결과이다. 조사된 기록관 중 경기도 기록관은 다양한 종류의 기록매체

로 제작된 기록물을 다량 보유하고 있었으며, 보존환경을 유지하기 위한 시설 또한 가장 잘 갖추고 있는 것으로 조사되었다. 경기도기록관은 종이기록물 보존서고의 공기정화장비 및 항온항습장비는 물론이고, 시청각기록물의 보존을 위해 112㎡의 저온서고를 운영하는 등 다른 기관에 비해서 비교적 보존시설이 잘 갖춰져 있었다.

경기도 기록관을 제외한 나머지 기록관은 준영구 이상의 종이기록물을 2만~3만권 정도 보존하고 있었으며, 중요기록물을 보존하고 있는 서고는 대부분 항온항습시설을 갖추고 있었다. 그러나 마이크로필름이나 광매체류 등 종이와 보존조건이 상이한 기록물도 종이기록물 보존조건을 유지하고 있는 서고에서 함께 보존하고 있었다. 종이기록물의 보존조건은 온도가 20±2℃로 마이크로필름 보존조건보다 높으며, 특히 습도는 40~55%로 마이크로필름이나 광매체류

〈표 1〉 지방기록관 보존서고 기록물 보유량 및 서고시설

기록관	문서		시청각 (점)	행정박물 (점)	서고크기 (㎡)	설비시설
	영구(권)	준영구(권)				
경기도 기록관	49,279	119,172	93,262	3,576	588 112	항온항습 항온항습
강원도 기록관	11,238	18,368	65	-	430.8	항온항습
대전광역시 기록관	5,802	14,196	623	-	363 393	항온항습 항온항습
청주시	6,110	31,972	22,983	-	635 254	항온항습 항온항습
수원시	7,111	29,302	998	-	122	항온항습
남양주시	4,161	30,232	-	-	578	X
연천군	4,011	8,410	-	-	100 124	항온항습 항온항습
아산시	5,381	29,575	-	-	450	항온항습
과천시	2,660	10,368	-	-	246	항온항습

보다 높아 가수분해에 의한 열화가 촉진될 가능성이 높다.

남양주시의 경우 보존서고에 향온항습시설마저 설치되어 있지 않아 기록물 보존시설이 매우 열악한 것으로 조사되었다. 또한 대부분의 기록관은 기록물을 보존하고 있는 서고가 지하에 있어 공기질이 매우 좋지 않음에도 불구하고 기록물에 유해한 오염물질을 제거하기 위한 공기정화시설을 갖추고 있는 기록관이 거의 없어 이에 대한 대책이 시급한 것으로 조사되었다.

이러한 문제가 발생되고 있는 원인은 기록물 보존의 중요성에 대한 지방자치단체장들의 인

식 부족과 함께 보존시설을 갖추고 국가 영구 기록물을 보존관리해야 하는 영구기록물관리기관이 각 시도에 설치되어 있지 않아 보존조건이 상이한 기록매체로 제작된 소량의 기록물을 이관 받아 효율적으로 보존관리 할 수 있는 기관이 없기 때문이라 할 수 있다.

2.2 시·도 교육청 기록관

〈표 2〉는 지방자치단체 교육청기록관의 영구/준영구 기록물의 매체별 수량 및 서고보존 시설을 조사한 결과이다. 조사된 교육청 기록관 역시 지방자치단체 기록관과 마찬가지로 많은

〈표 2〉 교육청기록관 보존서고 기록물 보유량 및 서고시설

기록관	문서		시청각 (점)	행정박물 (점)	서고크기 (㎡)	설비시설
	영구(권)	준영구(권)				
대전광역시 교육청	1,077	823	538	-	115 126	향온항습
대구광역시 교육청	15,643	19,792	211	-	101	향온항습
인천광역시 교육청	1,648	2,818	344	141	104	향온항습
광주광역시 교육청	557	926	69		58	향온항습
천안시교육지원청	6,708	917	1,079	452	75	향온항습
부산광역시 교육청*	9,269		-	-	90 90 30	향온항습 향온항습 X
경상남도 교육청	3,202	2,790	-	-	51 125	향온항습 향온항습
전라북도 교육청	3,330	14,098	-	-	231 55 24	향온항습 향온항습 X
강원도 교육청	13,447	17,120	-	-	113 93 52	X
전라남도 교육청	4,584	19,733	-	-	271	향온항습

* 부산광역시 교육청의 경우에는 영구/준영구 문서로 구분되어 있지 않음.

기관에서 시청각기록물(대부분 마이크로필름 입)을 보존하고 있었으며, 인천광역시 교육청과 천안시교육지원청은 행정박물도 보유하고 있었다. 그러나 별도의 보존조건에서 보존하는 것이 아니라 종이기록물 서고에서 함께 보존되고 있어 이에 대한 대책마련이 필요하였다. 또한 강원도 교육청은 보존서고에 필수적으로 설치해야 하는 항온항습시설이 설치되어 있지 않아 기록물 보존관리에 문제가 있는 것으로 나타났다.

서고의 규모는 기관에 따라 많은 차이를 보이고 있으나 대부분의 기관이 90~130㎡(27~40평)의 서고를 가지고 있었다. 여러 개의 서고가 있는 기관은 보존연한이 30년 이상인 중요기록물은 항온항습시설을 갖추어 기록물을 보존하는 반면, 30년 미만의 기록물은 항온항습시설이 갖추어져 있지 않은 서고에서 보존하고 있었다. 기록관에서 보존하고 있는 영구 및 준영구 문서의 수량은 대부분이 1만권 이하로 각 시·도 기록관에 비해 비교적 소규모로 보존하고 있었다. 특히 대전광역시교육청과 광주광역시교육청 기록관의 경우 115㎡와 58㎡ 크기의 서고에 2,000권 미만의 준영구 이상 기록물을 보존하고 있어 서고의 크기에 비해 중요기록물 수량이 매우 적은 것으로 조사되었다. 이러한 경우 소량의 기록물을 보존하기 위해 불필요한 서고 공간까지 항온항습을 유지해야 되기 때문에 전기 소모량이 높은 문제가 발생된다.

2.3 지방기록관 기록물 보존관리 실태의 문제점

직접 방문을 통하여 지방기록관의 기록물 보존서고 및 기록물 보존관리 실태를 조사한 결과

대부분의 지방기록관에서 마이크로필름 및 광자기매체류 등 종기와 보존조건이 다른 기록매체들을 다수 보유하고 있었으나, 대부분 종이기록물의 보존조건에서 관리되고 있었다. 또한, 일부 지방기록관에서는 항온항습 시설을 구비하고 있음에도 불구하고 여름철 전력 사용량이 높아 에너지절약에 관한 정부 정책에 따라 항온항습 시설의 가동을 중단하여 26℃ 이상에서 기록물을 보존관리하고 있는 기관도 있었다. 이러한 조건에서 마이크로필름이나 광자기매체류의 경우 여름철 높은 온도와 습도의 영향으로 가수분해가 빠르게 진행되어 열화가 촉진되는 원인이 된다. 따라서 종류가 다른 기록매체의 장기보존을 위해서는 매체별로 별도의 환경조건에서 보존되어야만 한다.

기록물은 온도와 습도에 의한 영향뿐만 아니라 유해가스에 의해서도 열화가 진행된다. 따라서 기록물을 장기보존하기 위해서는 공기질을 제어할 수 있는 시설이 필요하다. 그러나 조사된 지방기록관 중 공기정화시설을 갖추고 있는 기관은 거의 없었다. 특히 방문 조사한 지방기록관의 보존서고는 대부분 지하주차장 부근에 설치되어 있어 매연 등 다른 위험요소에 노출되는 문제점을 가지고 있었다. 심지어 보존서고의 노후로 인하여 누수에 의해 기록물에 피해가 발생하는 등 지방기록관의 기록물 보존시설이 열악하였다.

이러한 문제점을 해결하기 위해서는 보존해야 하는 중요기록물의 수량이 많은 경우 보존서고의 항온항습 및 공기정화시설을 리모델링하거나 또는 보강 설치하는 것이 좋다. 그러나 영구보존해야 할 기록물이 소량이거나 보존조건이 다른 기록매체들을 소량 보존하고 있을 경우

이 기록물을 보존하기 위해서 서고를 건설하거나 리모델링하는 것은 비용적인 측면이나 시설의 운전을 위한 에너지 절약 측면에서 적절한 방안이 아니다. 현실적으로 별도의 서고를 갖추기 위해서는 서고를 증설하거나 리모델링이 필요하기 때문에 많은 비용이 필요하다. 또한 별도의 서고를 건설하여 보존하기에는 기록물의 수량이 적어 보존에 불필요한 공간까지 항온항습을 유지해야 하기 때문에 에너지가 낭비되는 문제가 발생되기 때문이다. 따라서 소량의 중요 기록물을 경제적이면서 안정적으로 장기보존하기 위해서는 적당한 규모의 기록물 보존장비에서 각 기록매체에 적합한 보존환경 조건을 유지하면서 보존할 필요가 있다.

3. 보존챔버의 구성

일반적으로 보존하고 있는 기록물의 수량이 많은 경우 기록물의 장기보존을 위해서는 기록물 규모에 맞는 대형 서고를 건설하여 보존환경을 지속적으로 유지하는 것이 좋다. 그러나 중요기록물이 소량인 경우 보존환경을 유지하기 위해 넓은 서고 공간의 보존환경을 유지하려면 비용이 과다하게 지출될 수 있다. 또 마이크로 필름이나 광자기매체류, 필름류처럼 종이기록물과 다른 보존환경에서 보존해야 하는 기록물이 존재할 경우 이 기록물을 보존관리하기 위해서 서고를 증설하는 것은 더욱 어려운 문제이다. 따라서 중소기록관의 열악한 보존환경 속에서 보존조건이 상이한 소량의 중요기록물을 안전하게 장기보존하기 위해서는 기록물을 별도로 보존관리 할 수 있는 장비가 필요하다.

기록물을 장기보존하는 데 있어 가장 중요한 환경인자는 온도와 습도이다. 따라서 보존해야 할 기록물이 소량인 경우 일반적으로 시판되고 있는 항온항습챔버에 기록물을 넣고 보존하는 것을 고려 할 수도 있다. 그러나 시판되고 있는 항온항습장치 중 기록물 보존용으로 설계되어 제작된 항온항습기를 구하기도 어려울 뿐만 아니라, 먼지나 산성가스 등과 같은 유해가스를 제어할 수 있는 항온항습기는 없다. 대부분의 기록관 서고가 지하 주차장과 인접한 장소에 위치하고 있는 것을 고려할 때 기록물을 장기보존하기 위해서는 유해가스에 대한 제어가 꼭 필요하다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 기록물 보존챔버는 항온항습 기능은 물론 먼지 및 유해가스 농도를 제어하고 이를 모니터링 할 수 있는 기능이 필요하다. 이를 위해 기록물 보존챔버는 기록물을 보존관리하는 보존공간, 온·습도 및 유해가스의 농도를 측정할 수 있는 환경인자 측정장치, 오염물질을 제거하고 항온항습을 유지할 수 있는 환경제어장치로 구성되어야 한다.

3.1 기록물 보존공간 구성

기록물 보존챔버는 기본적으로 기록물을 보존관리하는 기관의 기록물 종류나 수량에 따라 크기를 조절하여 설계·제작할 수 있다. 본 연구에서는 공간 활용 및 이용자의 편리성 등을 고려하여 책장과 유사한 크기로 설계하였다. 따라서 장비의 전체크기는 1,340mm × 690mm × 1,790mm(폭 × 깊이 × 높이)로 하였으며, 기록물을 안전하게 보존관리 하는 내부 보존공간의 크기는 800mm × 500mm × 1,460mm(폭 × 깊이 × 높

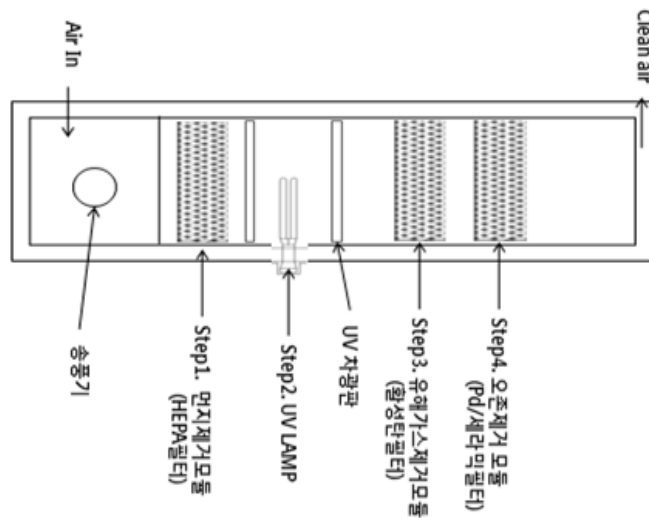
이)로 하였다. 내부 공간은 A4 크기의 문서를 쉽게 반출입할 수 있도록 1단의 크기를 800mm × 500mm × 350mm(폭 × 깊이 × 높이)씩 총 4단으로 구성함으로써 기록물 240권이 보존되도록 설계하였다. 마이크로필름이나 도면류와 같이 크기가 일반문서와 다른 기록물을 보유하고 있는 기관에서는 보유 기록물의 크기 및 모양에 따라 보존공간의 모양을 달리 설계할 수 있다.

3.2 보존환경제어장치

기록물 보존공간의 향온향습은 일반적으로 응축기, 증발기, 건구히터 등(이하 향온향습장치라 함)으로 제어한다. 향온향습장치의 용량은 보존해야 할 기록매체의 종류에 따라 보존조건에 맞도록 설계하는 것이 필요하다. 본 연구에서는 소량의 종이기록물 보존서고와 보존 효율성을 비교 평가하기 위해 종이기록물의 보존조건인 18~22℃ 온도와 40~55% 습도를 유지

할 수 있도록 향온향습장치의 용량을 산출하였다. 이때 챔버 내 기록물 보존공간 점유율은 챔버의 크기가 소형이고, 기록물 보존수량에 따라 맞춤형으로 제작이 가능한 점을 고려하여 70% 정도 기록물이 점유하고 있는 것으로 가정하였다.

공기정화장치는 현재 기록물관리법 상에 명시되어 있는 유해가스를 모두 제거할 수 있는 필터가 없기 때문에 <그림 1>과 같이 다양한 필터를 모듈화 하였다. 1단계 필터로는 미세먼지의 제거를 위한 필터를 장착하며, 2단계로 UV 램프를 설치함으로써 미생물에 의한 생물학적 열화를 최소화하도록 구성하였다. 254nm의 파장을 가지고 있는 UV램프는 살균효과가 있는 것으로 알려져 있다. UV램프를 이용하여 살균하는데 가장 중요한 것은 UV조사량이다. 살균에 필요한 조사량은 적리균, 티브스균, 콜레라균 등은 대장균과 같은 정도이고, 화농균, 결핵균, 녹농균, 고초균 등은 대장균의 1.5~5배, 효모균



<그림 1> 오염물질처리 실험장치의 구성도

〈표 3〉 UV조사량에 따른 대장균 살균효과

살균율(%)	63.2	90	99	99.9	99.99
조사량 ($\mu\text{W} \cdot \text{min}/\text{cm}^2$)	5	11.5	23.5	34.5	46.1

은 2~6배, 곰팡이는 3~50배로 곰팡이의 살균에는 많은 조사량이 필요하다. 〈표 3〉은 UV 조사량에 따른 대장균의 살균효과를 나타낸 것이다. UV 조사량이 $46.1\mu\text{W} \cdot \text{min}/\text{cm}^2$ 만 되어도 대장균은 99.99%가 죽는 것을 볼 수 있다. 기록물 보존챔버는 기록물 보존 공간 내부의 공기를 순환시키는 방식으로 유해가스를 제거하기 때문에 챔버 내부 공기가 수회 UV램프를 거치게 되므로 상당량의 UV를 조사받게 되어 99.99% 이상의 대장균 제거가 가능하다.

3단계 필터로는 기록물을 열화시키는 유해가스를 흡착 제거하는 흡착필터를 설치하였다. 흡착필터는 1종류로 모든 유해가스를 제거하는 것이 불가능하다. 따라서 기록물에 영향을 미치는 유해가스를 모두 제거하기 위해서는 2종류 이상의 필터로 구성하는 것이 효율적이다. 공기정화모듈에 사용되는 다양한 필터는 성능 평가시

험을 통해 처리효율 및 경제성을 고려하여 구성하였다.

3.3 환경인자 측정장치

기록물을 장기보존하기 위해서는 기록물 보존공간의 보존환경을 모니터링하는 것이 매우 중요하다. 보존환경 모니터링 인자는 온·습도 뿐만 아니라 미세먼지, 이산화황, 산화질소, 오존, 포름알데히드, 휘발성유기화합물 등 다양한 인자를 측정할 수 있는 장치가 필요하다. 따라서 이러한 환경인자를 동시에 측정할 수 있도록 유해가스 측정용 환경센서를 모듈화하여 〈그림 2〉와 같이 집적화 시킨 후 보존공간 내부에 설치함으로 보존환경을 모니터링하도록 구성하였다.



1. LCD 표시창
2. 온습도 센서
3. 무선통신
4. 환기팬
5. 485 유선통신
6. 전원스위치
7. 조도센서
8. LED램프

〈그림 2〉 환경인자 측정장치의 구성

4. 기록물 보존챔버의 설계

4.1 항온항습부 설계

보존챔버의 기능 중 가장 중요한 것은 항온항습의 기능이다. 항온항습장치는 냉각, 가열, 제습, 가습의 4가지 조작이 기본으로 되어 있다. 보존챔버의 항온항습을 경제적으로 유지하기 위해서는 보존공간의 크기에 따른 응축기, 증발기, 건구히터 등의 적절한 용량 설계가 필요하다. 기록물 보존챔버의 온도를 냉각시키기 위한 장치로는 공랭식 냉각장치와 수냉식 냉각장치가 있다. 공랭식 냉각장치는 수냉식 냉각장치보다 초기투자비나 냉각효율 등에서 우수하며, 기록물 보존 특성상 수냉식을 사용할 경우 누수 등의 위험이 있기 때문에 공랭식 냉각장치를 선택하여 제작하는 것이 좋다.

보존챔버의 항온항습장치 설계 시 고려해야 될 또 다른 하나는 외부 온·습도의 영향이다. 보존챔버가 보존서고에서 다른 매체의 기록물을 보존하기 위해 설치되어 있다면 거의 동일한 온·습도의 환경에 노출되어 질 것이나 서고가 아닌 다른 곳에 위치하고 있다면 개폐시 외부의

기온이나 습도에 영향을 받을 수 있다. 그러나 종이기록물을 보존하는 환경조건을 고려할 때 보존챔버가 실내에 설치되어 있다면 외부와 보존챔버의 온도차는 15℃ 이내일 것이다. 이것은 기록물을 반출 또는 반입하기 위해 장비의 문을 열어도 15℃ 이상은 차이가 나지 않는다는 것을 의미한다. 따라서 공랭식 냉각장치는 15℃의 온도를 30분 이내에 냉각시킬 수 있는 용량으로 설계하였다.

이때 용량 설계를 위한 기본 조건을 <표 4>에 나타내었다. 기록물 보존챔버의 내부 크기는 0.584m³이며, 이곳에 기록물이 70% 정도 채워져 있을 때를 가정하면 장비 내부의 공기량은 0.175m³만 남아 있게 된다. 공기의 비중은 1.28kg/L이고, 비열은 0.24 kcal/kg·℃이므로 0.175m³의 공기를 1℃냉각시키기 위해서는 54kcal의 열량을 빼앗아야 하기 때문에 15℃를 냉각시키기 위해서는 약 810kcal를 빼앗아야 한다. 30분 동안 15℃를 냉각시키기 위해서는 1분당 27kcal를 빼앗아야 하며, 1m³/min의 속도로 0.175m³의 공기를 순환시킬 경우 1분당 5.7회 공기가 냉각장치를 통과하게 된다. 따라서 1회에 공기로부터 빼앗아야 될 열량은 4.7kcal/min이

<표 4> 냉각기 용량 설계를 위한 조건

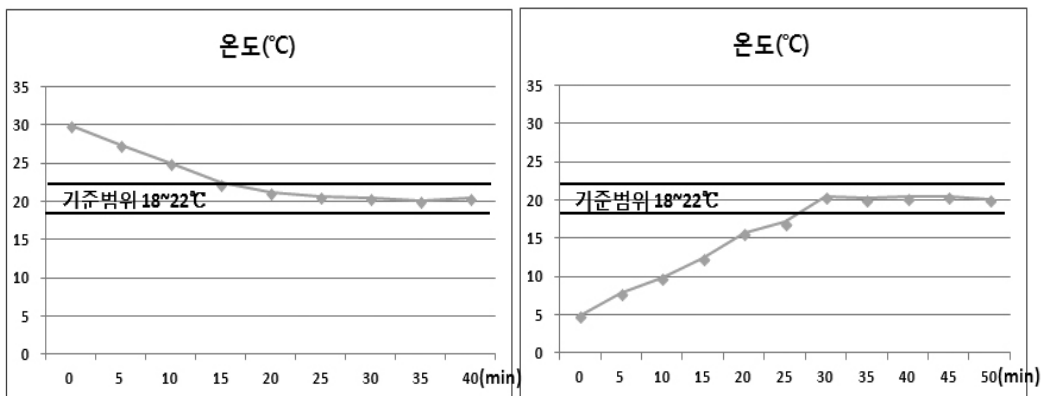
유량 (m ³ /min)	1	2	3
기록물 보존공간 부피(m ³)	0.584 (0.8×0.5×1.46)		
기록물 70% 점유 시 부피(m ³)	0.175		
기류속도(m/sec)	0.05	0.10	0.15
필터통과속도(m/sec)	0.42	0.83	1.25
1분당 내부 공기 순환 횟수	5.7회	11.4회	17.1회
15℃ 냉각에 소요되는 시간	30분	15분	8분

되기 때문에 냉각장치의 용량은 0.33kw 이상의 것을 사용해야 된다.³⁾ 이러한 계산에 의해 본 연구에서 설계될 크기의 보존챔버에 사용될 수 있는 냉각장치는 0.38kw 용량을 가지고 있는 장치(응축기 + 증발기)를 사용할 수 있다.

본 연구에서 설계된 보존챔버는 소량의 종이 기록물을 보존하고 있는 보존서고와 보존챔버의 경제성을 비교 평가하기 위하여 냉각장치의 용량을 0.584 m³의 보존공간에서 종이기록물을 보존하기에 적합한 온도와 습도를 유지할 수 있도록 설계된 것이다. 따라서 보존조건이 다른 기록매체의 경우 보존공간의 부피 및 보존 온·습도를 고려하여 냉각장치를 별도로 설계할 경우 적당한 보존환경을 유지하는 것이 가능하다.

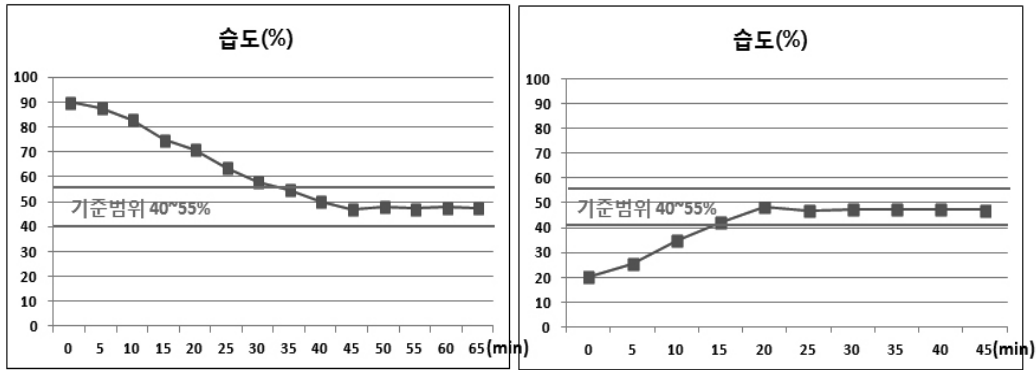
설계한 보존챔버의 향온향습장치를 Prototype으로 제작하여 외기의 영향으로 보존챔버 내 온·습도가 달라졌을 경우 적정 보존환경에 도달되는 시간을 실험을 통해 측정하였다. 실험은

겨울철과 여름철에 외기가 장비내로 유입되어 온습도가 낮아지거나 높아졌을 경우를 고려하여 초기 온도를 5℃와 30℃, 초기 상대습도를 20%와 90%로 각각 설정하여 기준치에 도달하는 시간을 측정함으로써 향온향습장치 성능시험을 진행하였다. 그 결과 <그림 3>에서 볼 수 있듯이 외부 온도에서 기준범위까지 온도가 도달하는 소요시간은 감온 시 15분 정도가 걸린 반면 승온 시 약 25분이 걸렸다. 그러나 이것은 기준온도 범위가 종이기록물에 맞춰서 실험을 했기 때문에 발생한 현상이며, 승온 및 감온 시 나타나는 온도의 변화는 1℃ 변화에 약 2분 정도의 시간이 소요되는 것으로 승온 및 감온 모두 거의 유사하게 나타났다. 또 습도의 변화를 측정한 결과 <그림 4>에서 볼 수 있듯이 제습할 때보다 가습할 때 기준환경에 더 빨리 도달하였다. 습도를 1% 변화시키는 데 소요되는 시간은 가습속도가 제습속도보다는 빠르게 진행되는 것으로 나타났다.



<그림 3> 향온향습장치 온도실험 결과

3) 1 kw 용량의 냉각/가열기의 적용가능 열량 ≒ 860 kcal/h = 14.3 kcal/min.



〈그림 4〉 항온항습장치 습도실험 결과

4.2 유해가스 제거용 필터 설계

중요기록물을 장기보존하기 위해서는 온·습도의 제어뿐만 아니라 공기질도 적절한 조건을 유지해야만 한다. 기록물 보존공간의 공기질을 적정조건으로 유지하기 위해서는 다양한 필터를 모듈화하여 유해가스를 제거하는 것이 필요하다. 본 연구에서는 〈그림 5〉와 같이 200mm × 200mm × 600mm(가로 × 세로 × 높이) 크기의 실험장치를 제작하여 유해가스를 효율적으로 제거하는 필터를 선별하였다.

일반적으로 먼지제거를 위한 필터로는 프리필터와 헤파필터 등이 사용된다. 프리필터는 입

자가 큰 먼지제거에는 유리하지만 미세먼지 제거에는 취약점을 가지고 있다. 반면 헤파필터는 미세먼지 제거는 물론 유해바이러스 제거도 가능하다는 장점을 가지고 있다. 특히 기록물 보존챔버의 경우 외부에서 입자가 큰 먼지가 유입될 확률은 크지 않기 때문에 프리필터보다는 헤파필터를 장착하는 것이 미세먼지 제거에 유리하다. 따라서 보존챔버 내 미세먼지 제거 필터로 헤파필터를 사용하였다. 유해가스를 제거하기 위한 필터로는 활성탄필터, 활성알루미늄, 제올라이트, 촉매세라믹필터(Mn/세라믹필터, Pd/세라믹필터) 등을 사용하여 처리효율을 시험하였다. 시험 필터의 크기는 200mm × 200mm



〈그림 5〉 공기정화모듈 실험 장치

× 20mm(가로×세로×두께)로 실험을 원활하게 하기 위해 장착 및 탈착이 용이하도록 구성하였으며, 필터의 전단 및 후단에서 각각 미세먼지 및 유해가스 농도를 측정함으로써 필터의 효율을 평가하였다.

4.2.1 미세먼지

미세먼지 제거를 위해 HEPA필터의 성능 시험을 위해 PM10(미세먼지)의 보존환경기준인 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 전후에서 반복 실험을 통해 처리효율을 평가하였다. HEPA필터 전단의 PM10 농도는 30, 50, 100, 150, 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 변화시켰으며, 처리유량은 1, 2, 3 m^3/min 로 하였다. <그림 6>은 PM10 농도 및 유량 변화에 따른 HEPA필터의 처리효율을 나타낸 결과이다. 전단농도가 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이고, 처리유량이 1, 2, 3 m^3/min 일 때 HEPA필터의 처리효율은 각각 96.6%, 96.1%, 93.9%로 나타났다. 또 전단의 PM10 농도를 30, 50, 100, 150, 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 변화시키면서 처리효율을 측정한 결과 평균처리효율이 각각 96.6%, 96.1%, 93.9%를 보였다. 이와 같이 HEPA필터를 이용한 미세먼지 처리효율 측정 결과 모든 조건에서 보

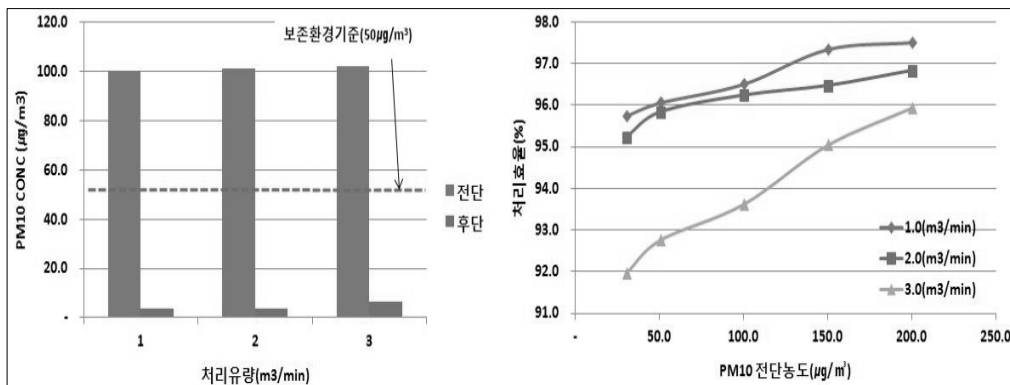
존환경기준 이하로 처리효율이 우수하게 나타났다.

4.2.2 포름알데히드(HCHO)

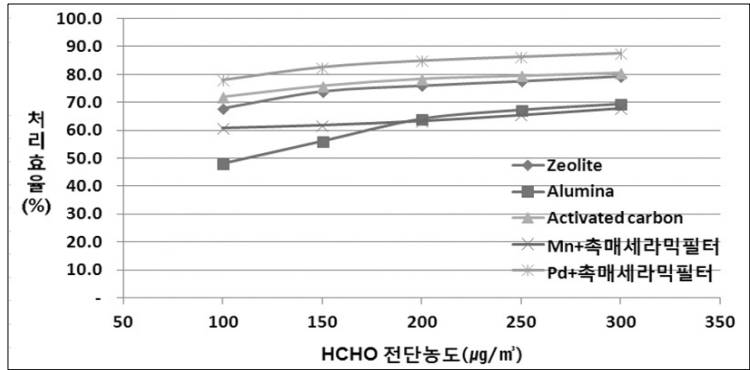
<그림 7>은 2 m^3/min 의 유속으로 포름알데히드의 전단농도를 100, 150, 200, 250, 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 변화시키면서 흡착제별 처리효율을 측정한 결과이다. 시험한 모든 흡착제는 전단농도가 낮을수록 처리효율이 낮게 나타났으며, 농도가 높아질수록 처리효율이 증가하는 것을 보이고 있다. 각 흡착제의 포름알데히드 평균처리효율은 Pd/세라믹필터 83.9%, 활성탄필터 77.0%, 제올라이트 75.0%, Mn/세라믹필터 64.0%, 활성알루미나 60.9%로 나타나 Pd/세라믹필터가 가장 좋은 처리효율을 나타내었다. Pd/세라믹필터 외에도 활성탄과 제올라이트의 처리효율이 70% 이상으로 나타나 우수한 처리효율을 보였다.

4.2.3 휘발성유기화합물(VOC)

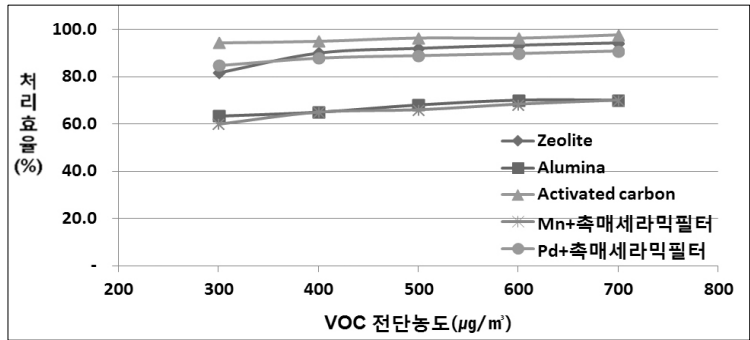
<그림 8>은 2 m^3/min 의 유속으로 휘발성유기화합물의 전단농도를 300, 400, 500, 600, 700 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 흘리면서 흡착제별 처리효율을 측정한



<그림 6> 먼지제거 필터의 시험결과



〈그림 7〉 필터종류에 따른 포름알데히드 처리효율

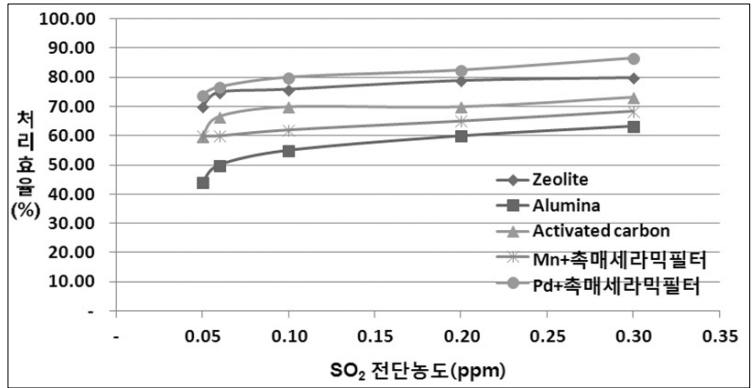


〈그림 8〉 필터종류에 따른 휘발성유기화합물 처리효율

결과이다. 휘발성유기화합물의 처리효율은 포름알데히드의 처리효율보다 대체적으로 높게 나타났으며, 낮은 전단농도에서도 높은 처리효율을 보였다. 휘발성유기화합물 역시 전단농도의 농도가 높아질수록 처리효율이 조금씩 증가하는 모습을 보였다. 휘발성유기화합물의 평균처리효율은 활성탄필터 96.0%, 제올라이트 90.3%, Pd/세라믹필터 88.3%, 활성알루미나 67.3%, Mn/세라믹필터 65.9%로 포름알데히드와는 다르게 활성탄필터가 가장 좋은 처리효율을 나타내었다. 활성탄 외에 제올라이트, Pd/세라믹필터 등의 처리효율이 85% 이상으로 우수한 처리효율을 나타내었다.

4.2.4 이산화황(SO₂)

〈그림 9〉는 전단농도가 0.05, 0.06, 0.1, 0.2, 0.3ppm인 SO₂를 2m³/min의 유속으로 흘리면서 흡착제별 처리효율을 측정된 결과이다. SO₂의 처리효율은 포름알데히드와 유사한 경향을 보이고 있지만, 흡착제의 종류에 따라 약간의 차이를 보이고 있다. 전단농도의 변화에 따른 평균 처리효율에서 Pd/세라믹필터 80.0%, 제올라이트 76.0%, 활성탄필터 68.0%, Mn/세라믹필터 63.1%, 활성알루미나 54.5%로 Pd/세라믹필터가 가장 좋은 처리효율을 나타내었다. 제올라이트의 처리효율도 76%로 Pd/세라믹필터와 큰 차이가 없었으나, VOC와 HCHO의 처리효율이



〈그림 9〉 필터종류에 따른 SO₂ 처리효율

우수하게 나타났던 활성탄의 처리효율은 68%로 70%에 약간 못 미치는 것으로 나타났다.

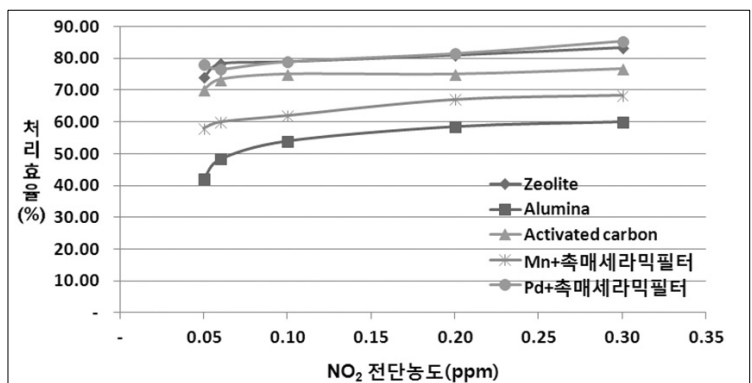
4.2.5 이산화질소(NO₂)

〈그림 10〉은 전단농도가 0.05, 0.06, 0.1, 0.2, 0.3ppm인 NO₂를 2m³/min의 유속으로 흘리면서 흡착제별 처리효율을 측정된 결과이다. NO₂의 처리효율은 SO₂의 처리효율과 거의 유사한 경향을 보이고 있다. 전단농도의 변화에 따른 평균처리효율에서 Pd/세라믹필터 80.1%, 제올라이트 79.1%, 활성탄필터 74.0%, Mn/세라믹필

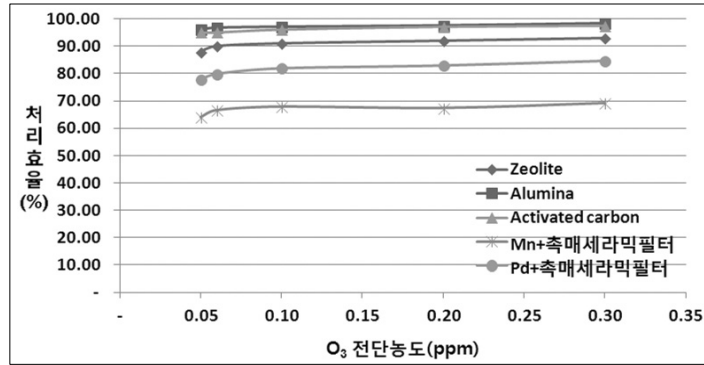
터 63.1%, 활성알루미나 52.6%로 나타나 Pd/세라믹필터와 제올라이트가 가장 우수한 처리효율을 나타내었다. 활성탄필터의 경우 Pd/세라믹필터와 제올라이트필터보다는 처리효율이 조금 낮았으나 SO₂의 처리효율보다 6% 정도 높은 74.0%의 처리효율을 나타내었다.

4.2.6 오존(O₃)

〈그림 11〉은 전단농도가 0.05, 0.06, 0.1, 0.2, 0.3ppm인 오존을 2m³/min의 유속으로 흘리면서 흡착제별 처리효율을 측정된 결과이다. 오



〈그림 10〉 필터종류에 따른 NO₂의 처리효율



〈그림 11〉 필터종류에 따른 오존의 처리효율

존의 평균처리효율은 활성알루미나 97.1%, 활성탄필터 96.1%, 제올라이트 90.8%, Pd/세라믹필터 81.5%, Mn/세라믹필터 67.1%로 다른 유해가스의 처리효율과는 다르게 활성알루미나가 가장 높게 나타났다. 다음으로 우수한 효율을 나타낸 흡착제는 활성탄으로 활성알루미나와 처리효율이 거의 유사하게 나타나고 있다. 반면 다른 유해가스의 제거에서 우수한 효율을 보였던 Pd/세라믹필터는 81.5%의 오존처리효율을 나타내어 다른 필터들보다 낮은 처리효율을 보였다.

4.2.7 필터의 종류에 따른 유해가스 처리 효율
 〈표 5〉는 2m³/min의 유속으로 유해가스를 흘리면서 흡착제별로 평균처리효율 결과를 정

리한 것이다. Pd/세라믹필터는 포름알데히드, SO₂, NO₂의 제거에 효과적이었고, 활성탄필터는 휘발성유기화합물과 오존의 제거에 효과적이었다. 제올라이트의 경우 모든 유해가스에 대한 처리효율이 75% 이상으로 높게 나타나 다양한 유해가스를 효율적으로 제거하는데 우수한 특성을 나타내는 것을 알 수 있었다. 따라서 보존챔버에 사용될 유해가스 제거용 필터로는 Pd/세라믹필터, 활성탄필터, 제올라이트필터 등을 사용할 수 있다. 보존챔버의 유해가스 제거용 필터를 1종류만 선택하여 사용해야 할 경우라면 Pd/세라믹필터나 제올라이트필터 중 1개를 선택하는 것이 유리하다. 그 중 가격이 비싼 Pd/세라믹필터보다 제올라이트필터를 사용하는 것이 경제적인 측면에서 더 좋을 수 있다.

〈표 5〉 유해가스 종류에 따른 흡착제별 처리효율

필터종류	HCHO	VOC	SO ₂	NO ₂	O ₃
활성탄필터	77.0	96.0	68.0	74.0	96.1
제올라이트	75.0	90.3	76.0	79.1	90.8
활성알루미나	60.9	67.3	54.5	52.6	97.1
Mn/세라믹필터	64.0	65.9	63.1	63.1	67.1
Pd/세라믹필터	83.9	88.3	80.0	80.1	81.5

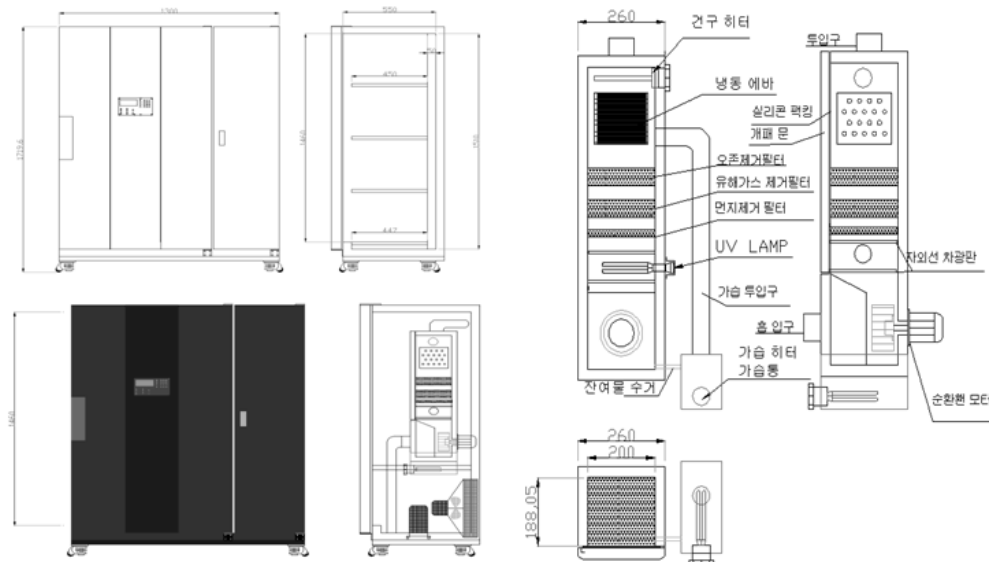
그러나 유해가스를 효율적으로 제거하기 위해서는 2종류 이상의 필터를 모듈화하여 사용하는 것이 유리하며, 각각의 유해가스에 대해 처리효율이 가장 우수한 특성을 보인 Pd/세라믹 필터와 활성탄 필터를 사용하는 것이 경제적인 측면과 처리효율을 고려할 때 적합하다 할 수 있다.

4.3 보존 챔버 설계

〈그림 12〉는 소량의 기록물을 안전하게 장기 보존하기 위한 보존챔버의 설계를 보여주고 있다. 일반적인 항온항습챔버는 항온항습장치장비의 아래 부분에 위치하고 있기 때문에 기록물을 보존할 수 있는 공간이 비교적 작다. 또한 공기정화용 필터가 장착되어 있지 않아 유해가스로부터 기록물을 보존할 수 없다. 따라서 기록물 보존챔버 설계는 항온항습 장치를 공기정

화장치와 함께 위치하도록 설계하는 것이 필요하다. 기록물 보존공간의 보존환경을 유지하기 위한 환경보존장치는 보존공간 측면 하단에 송풍기를 설치하여 보존공간 내부 공기를 공기청정부로 유입되도록 설계함으로 보존공간 내부의 공기가 지속적으로 순환하면서 항온항습 및 유해가스를 제거하도록 설계하였다.

유해가스로 인한 기록물 훼손을 방지하기 위한 공기질 정화 필터는 주기적인 교체가 필요하기 때문에 관리의 용이성을 위해 장·탈착이 편리하도록 설계하였다. 또한 필터는 장비 내에 보존될 문서/시청각/행정박물 등의 보유량, 서고시설 기준(서고 크기, 항온항습시설 등), 기존의 보관상의 문제점/운전관리 소요비용 등 국내 주요 보존환경시설의 특성 및 관리기준 등을 고려하여 헤파필터, UV 램프, 활성탄, Pd/세라믹필터를 가로, 세로 20cm의 정사각형 모양으로 모듈화하였다. 모듈의 단위필터 처리효율은



〈그림 12〉 보존챔버 설계도면

미세먼지 93% 이상, 유해가스 83% 이상인 필터를 사용하였기 때문에 보존공간 내부의 공기가 필터를 1회 통과 시 80% 이상의 유해가스를 제거할 수 있고, 2회 통과시에는 96%, 3회 통과 시 99.2%가 제거되는 효과를 볼 수 있다. 필터를 통과하는 공기의 유속은 0.8m/sec로 통과하도록 설계하였다.

보존챔버의 보존환경을 모니터링하기 위한 측정장치는 보존공간 내부에서 공기 흐름에 의한 영향이나 온·습도 및 공기질의 변화가 가장 적은 지점 중 순환공기 유입구나 유출부로부터 가능한 먼 곳에 설치하도록 설계하였다. 보존공간의 온·습도 및 유해가스 농도는 이 환경모니터링 센서모듈을 이용하여 측정하고, 그 값을 개폐도어에 LCD 판넬을 설치하여 이를 모니터링한다. 장치컨트롤부는 환경모니터링 센서에서 감지된 값이 보존조건을 초과하였을 경우 자동으로 공조장치를 가동시켜 보존공간 내부의 공기가 순환함으로써 기록물 보존공간의 보존환경을 자동으로 제어하도록 설계함으로 경제적인 저에너지 소비의 효율적인 시스템을 구축하도록 하였다.

보존챔버 케이스 및 개폐도어는 외부의 충격에 쉽게 파손되지 않고 항온항습에 적합한 재료로 스틸을 사용하고, 개폐도어 프레임과 기록물 보존챔버 내부는 스테인레스스틸(SUS304) 재질을 사용하여 습도의 변화에 의한 부식을 방지 및 내부공기의 밀폐가 가능하도록 하였다.

5. 보존챔버의 경제성 평가

기록물 보존챔버는 중요기록물이 소량이거나 보존환경이 서로 다른 기록매체를 보유하고 있는 중소기록관에서 중요기록물을 안전하고 효율적으로 보존관리하기 위한 장비이다. 그러므로 기록물을 대량으로 보존관리 하는 대형 서고와 경제성 및 효율성을 비교하는 것은 무의미하다. 따라서 조사된 기록관 중 준영구 이상 기록물의 보존 수량이 가장 적었던 G시 기록관 서고(58㎡, 준영구 이상 기록물 1,500권 이하)와 설계된 보존챔버의 운용비용을 비교함으로써 기록물 보존챔버의 활용 가능성을 연구하였다.

〈표 6〉은 58㎡의 서고와 기록물 보존챔버의 설치 및 운전비용을 산출한 것이다. 서고 보존시설은 항온항습기 설치비용, 공기정화기 및 서고오염물질(먼지, 온·습도, 휘발성유기화합물, NOx, SO₂, 오존, 포름알데히드 등) 측정장치 비용, 서고 리모델링비용 등을 고려하여 설치비용을 계산하였다. 58㎡ 규모의 기록물 보존서고를 항온항습하기 위해서는 일반적으로 5RT⁴⁾ 정도의 용량을 가진 항온항습기를 설치해야 한다. 서고의 운전비용은 5RT 용량의 항온항습기를 24시간 가동하되 계절에 따라 운전용량이 달라지기는 하지만 일반적으로 적용하는 60%의 가동률을 적용하여 산출하였다. 그 결과 항온항습실은 운영하기 위한 시설비용으로 약 6,400만원이 소요되며, 5RT 항온항습기의 운전비용으로 연간 약 800만원이 소요되는 것으로 산출되

4) RT(Ton of Refrigeration, 냉동톤): 단위시간당 냉각할 수 있는 능력(단위시간당 열량)으로써 1RT는 0℃물 1ton(1,000kg)을 24시간 동안에 0℃의 얼음으로 만들 때 냉각해야 할 열량이며, 1RT = 79,680kcal/day = 79,680kcal/24hr = 3,320kcal/hr이다.

었다.

기록물 보존챔버의 설치비용은 환경모니터링 설치비용을 합하여 1대당 약 1,400만원이 소요된다. 기록물 보존챔버의 연간 운전비용은 항온항습기의 운전비용과 마찬가지로 최대소비전력에 가동률을 곱하여 산출하였다. 기록물 보존챔버의 소비전력은 4.6kw/hr이며, 가동률은 보존챔버 내 기록물 점유율을 70% 이상으로 산출하였기 때문에 내부 공간 대부분이 기록물로 채워져 있어 비어있는 공간이 적은 점과 사람이 출입할 수 없기 때문에 체온 등으로 인한 온도

변화 가능성이 적은 점 등을 고려하여 항온항습기의 가동률보다 낮은 5%를 적용하였다. 이러한 방식을 이용하여 산출된 보존챔버 1대의 연간 운전비용은 188,784원으로 5RT 항온항습기의 연간 운전비용에 비해 약 40배 이상 저렴한 것으로 나타났다.

그러나 <표 6>에서 산출된 운전비용은 보존챔버 1대에 대한 운전비용을 산출한 것이다. A4 크기의 기록물 200매를 1권으로 산정할 경우 설계된 보존챔버 1대로 보존할 수 있는 기록물 보존용량은 240권이다. 따라서 보존챔버 1대의 운

<표 6> G시 기록관의 서고 및 기록물 보존챔버 설치 및 운전비용 산출

기 관	산 출 내 역
기록물 보존 챔버	<p>1. 보존챔버 설비비용: 약 14,000,000원</p> <ul style="list-style-type: none"> - 기록물 보존챔버 가격: 약 14,000천원(장비 7,000천원, 환경모니터링장치 7,000천원) <p>2. 연간 운전비용: 188,784원/대</p> <ul style="list-style-type: none"> - 전력소비량: 최대소비전력 4.6kw/hr - 항온항습기 가동률: 5% - 소비전력: 4.6kw/hr × 24h/일 × 30일/월 × 5% = 165.6kw/월 - 전기요금: 165.6kw/월 × 95원/kw = 15,732원/월 15,732원/월 × 12월/년 = 188,784원/년 <p>3. 연간 필터 유지비: 151,000원</p> <ul style="list-style-type: none"> - 해파필터 연간 유지비: 32,000원(단가 8,000원, 교체주기 3개월) - UV 램프 연간 유지비: 3,000원(단가 3,000원, 교체주기 1년) - 활성탄필터 연간 유지비: 4,000원(단가 1,000원, 교체주기 3개월) - Pd/세라믹필터 연간 유지비: 112,000원(단가 28,000원, 교체주기 3개월)
G시 기록관 서고	<p>1. 항온항습실 설비비용: 약 64,000천원</p> <ul style="list-style-type: none"> - 서고크기: 58㎡(18평) - 항온항습기 용량: 5RT 필요 - 항온항습기 가격: 약 10,000천원 - 항온항습실 리모델링 비용: 약 54,000천원(약 300만원/3.3㎡) <p>2. 오염물질 측정장치비용: 약 70,000천원</p> <ul style="list-style-type: none"> - 먼지, 온습도, VOC, CO, NOx, SO₂, O₃, HCHO 등 <p>3. 연간 운전비용: 8,125,920원</p> <ul style="list-style-type: none"> - 전력소비량: 최대소비전력 16.5kw/hr - 항온항습기 가동률: 60% - 소비전력: 16.5kw/hr × 24h/일 × 30일/월 × 60% = 7,128kw/월 - 전기요금: 7,128kw/월 × 95원/kw = 677,160원/월 677,160원/월 × 12월/년 = 8,125,920원/년

전비용으로 서고의 운전비용과 비교하는 것은 문제가 있다. 보존해야 할 중요기록물이 240권 이상일 경우 기록물 보존을 위해 챔버의 대수는 늘어나야 하며, 이에 따라 설치비 및 운전비용은 배로 증가할 것이다. 그러므로 보유하고 있는 기록물의 수량에 따라 보존서고를 운영하는 것과 보존챔버를 설치하는 것 중 어느 쪽이 더 효율적인가를 산출하여 보존챔버를 활용해야 한다.

이를 위하여 G시 기록관에서 보유하고 있는 준영구 이상 기록물 1,500권에 대한 보존비용을 산출함으로 보존챔버의 활용 가능성을 산출하였다. 1,500권을 기준으로 기록물 보존챔버와 서고의 운용비용을 비교하기 위해 포함되어야 할 항목으로는 장비시설비, 연간 운전비용, 시설 운용비용 등을 포함해야 한다. 여기에 서고의 경우 향온향습/공기정화시설을 운영하기 위한 인건비를 포함하였다. 인건비는 1인이 1일 1회 점검하는 것을 기준으로 월 30만원으로 계산하여 연간 360만원으로 하였다. 보존챔버는 자동으

로 온습도 및 공기질이 제어되기 때문에 관리자 인건비는 제외하는 대신 1년마다 교체해야 되는 필터 비용을 포함하여 산출하였다.

보존챔버의 경우 1대당 240권의 종이기록물만을 보존할 수 있으므로 1,500권을 보존하기 위해서는 7대(1,680권 용량)의 보존챔버가 필요하다. 따라서 연간 운전비용과 공기정화 시설 운용비용은 연간 보존챔버 1대에 소비되는 비용에 7배를 함으로 산출해야 한다. 이러한 산출 방식으로 기록물 100권당 보존에 필요한 연간 운용비용을 계산하여 <표 7>에 나타내었다. 기록물 보존챔버 1대를 제작하는데 필요한 비용은 1,400만원이므로 7대의 보존챔버를 설치하기 위해서는 9,800만원의 설비비용이 필요하다. 또한 보존챔버 1대의 연간 운전비용은 188,784원이지만 7대를 운용할 경우 1,321,488원의 비용이 소비된다. 여기에 필터 교체비용을 합치면 기록물 보존챔버에서 기록물 1,500권을 보존하기 위해 사용되는 연간 운용비용은 약 1억원 정도이다. 따라서 기록물 100권당 운용비용은 6,691,899원

<표 7> 58㎡ 크기의 서고와 보존챔버 100권당 운용비용 비교분석

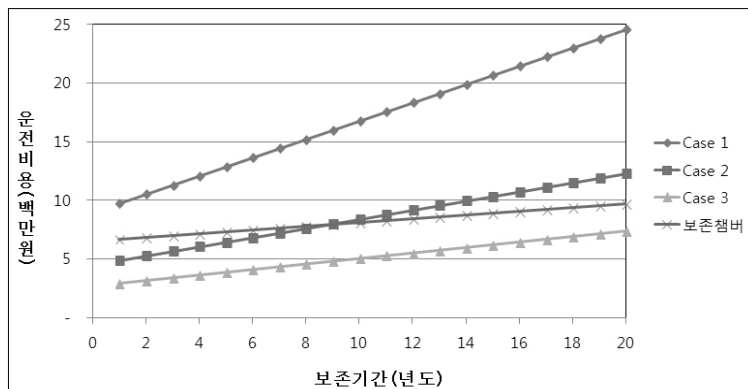
구분	서고		보존챔버	비고
	Case 1	Case 2		
크기	58㎡	58㎡	0.495m ³	보존챔버 1단 크기 (1,200 × 550 × 350)
보관가능수량(권)	1,500	3,000	1,500	보존챔버 7대 필요
설비비용	134,000,000	134,000,000	98,000,000	보존장비 1대 비용 × 7대
연간 운전비용(원/년)	8,125,920	8,125,920	1,321,488	보존챔버 1대 요금 188,784원/대 × 7대
향온향습/공기정화 시설 운영비용(원/년)	3,600,000	3,600,000	1,057,000	서고는 장비운영 인건비 장비는 필터 등 교체비
연간 운영비 합	145,725,920	145,725,920	100,378,488	
100권당기준운영비용 (원/년/100권당)	9,715,061	4,857,531	6,691,899	

으로 산출된다. 이 비용은 58㎡ 크기의 서고에서 기록물 1,500권을 보존관리할 때의 비용(Case 1)보다 1.5배 정도 절감된 비용으로 기록물을 관리할 수 있다. 따라서 기록물이 1,500권 이하일 경우 서고에서 기록물을 보존하는 것보다는 보존챔버를 활용하는 것이 경제적이면서도 더 안전하게 기록물을 보존관리 할 수 있는 방안이라 할 수 있다.

그러나 서고의 경우 기록물 보존 가능 수량이 기록물 보존챔버에 비해 월등히 크기 때문에 대량의 기록물을 보존하는 것이 가능하다. 또, 서고는 1,500권 보존하나 그 이상의 기록물을 보존하나 기록물 보존을 위해 소요되는 운용비용은 동일하므로 보존 기록물 수량이 증가할수록 기록물 100권당 운용비용은 감소한다. 따라서 보존서고에서 기록물을 3,000권 이상 보존할 때 100권당 운용비용이 1,500권을 보존하는 경우보다 절반으로 줄어든다(Case 2). 따라서 3,000권 이상의 기록물을 서고에서 보존할 경우 보존챔버를 사용하는 것보다 저렴한 비용으로 기록물을 보존할 수 있다.

〈그림 13〉은 서고와 기록물 보존챔버에서 기

록물을 장기보존 할 때 연차별 운용비용을 100권당 기준으로 산출하여 비교 검토한 것이다. 기록물 보존챔버의 연간 운전비용은 서고보다 약 40배 정도가 저렴하기 때문에 기록물의 보존 연수가 증가할수록 기록물을 더 경제적으로 보존할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 그 결과 58㎡ 크기의 서고에서 중요기록물 1,500권을 보존할 때 비용(case 1)은 보존챔버에서 1,500권을 보존할 때 소요되는 비용보다 초기부터 차이가 나기 시작하여 20년 후에는 거의 2배 차이가 나는 것을 볼 수 있다. 앞서 산출된 것처럼 보존서고에서 기록물을 3,000권 보존할 경우(case 2) 추가적인 비용이 발생 없이 보존 기록물 수량이 증가하기 때문에 100권당 소요비용은 감소하므로 초기 운용비용은 보존서고가 더 저렴하다. 그러나 보존기간이 지속될수록 보존챔버의 운전비용이 서고의 운전비용보다 저렴하기 때문에 그 차이는 조금씩 좁혀져 10년 이상부터는 오히려 보존챔버를 사용하는 것이 더 경제적인 것으로 산출되었다. Case 3은 중요기록물을 5,000권 보존할 때 연차별 전체 소요비용을 100권당 기준으로 산출한 그래프이다. 5,000



〈그림 13〉 연차별 운용비용 비교검토

권을 보존할 경우에는 20년 이상 지나도 보존챔버를 활용하는 것보다 서고에서 기록물을 보존하는 것이 더 경제적인 것으로 나타나고 있다. 이러한 결과를 통하여 중요기록물을 대량으로 보유하고 있는 경우 서고에서 기록물을 영구보존하는 것이 경제적으로 유리하지만 기록물을 소량 보유하고 있거나, 다양한 종류의 기록매체를 보존하고 있는 경우 보존챔버를 활용하여 기록물을 보존하는 것이 더 안정적이면서 경제적으로 기록물을 보존할 수 있는 방안이라 할 수 있다.

6. 결론 및 제언

기록물 보존챔버는 공기정화 및 항온항습 장치를 구비하여 기록물 보존을 위한 최적의 보존환경을 제공함으로써 소량의 중요한 기록물을 영구보존하는데 적합한 장비이다. 기록물 보존용 장비는 크게 기록물 보존공간, 공기정화장치부, 환경측정장치부로 구성 설계하였다. 기록물 보존공간은 선반을 설치하여 층별로 기록물을 효율적으로 보존할 수 있도록 하였으며, 보존공간은 외부 공기의 출입을 막고 내부공기가 순환함으로 항온항습 유지 및 유해가스 제거가 가능하도록 설계하였다.

보존공간의 항온항습장치는 기록물 보존공간의 크기 및 기록매체의 종류를 고려하여 냉각장치의 용량을 설계하였다. 본 연구에서는 종이 기록물의 보존온습도를 고려하여 설계하였으나 $15\pm 2^{\circ}\text{C}$ 를 유지해야하는 자기매체류나 $0\pm 2^{\circ}\text{C}$ 에서 보존해야 하는 필름류의 경우 냉각장치의 용량을 달리하여 제작할 수 있어 보존기록물의

특성에 따라 보존챔버를 설계·제작할 수 있다는 것이 본 챔버의 특징이다. 이때 사용되는 냉각장치로는 안정성이 뛰어나고 유지보수가 용이한 장점을 가진 공랭식을 사용하는 것이 기록물 보존에 유리하다. 또한 공기정정장치부는 유해가스를 효율적으로 제거하기 위해 헤파 필터, UV램프, Pd/세라믹필터, 활성탄필터를 모듈화하여 설계하였다. 헤파 필터는 미세먼지를 효율적으로 제거할 수 있음은 물론 먼지에 기생하고 있는 미생물을 제거하는 효과를 가지고 있다. 헤파필터를 통과한 일부 미생물은 바로 뒤에 설치된 UV램프에서 살균과정을 거치게 된다. 기록물에 유해한 가스를 제거하기 위해 실험을 통하여 포름알데히드, 휘발성유기화합물, SO_2 , NO_2 , 오존의 제거에 효과적으로 나타난 Pd/세라믹필터와 활성탄필터를 설치함으로써 유해가스를 효과적으로 제거하도록 설계하였다.

환경측정장치부는 온·습도 및 유해가스 측정용 환경모니터링 센서를 모듈화하여 장착하였고 그 측정값을 LCD판넬에 디스플레이 함으로서 보존환경을 모니터링할 수 있도록 설계하였다. 장치컨트롤부는 환경모니터링 시스템과 연동시켜 서고 보존환경을 감지하여 공조시스템을 적절하게 가동시키는 경제적인 저에너지 소비의 효율적인 시스템을 구축하도록 하였다. 장치케이스는 외부의 충격에 쉽게 파손되지 않고 항온항습에 적합한 재질로 구성하였으며 개폐도어는 내부공기의 밀폐가 가능하도록 하며, 보안을 위해 이중의 잠금장치를 장착하였다.

종이기록물의 보존을 위해 설계한 기록물 보존챔버의 경우 1,500권을 58㎡ 크기의 보존서고에서 보존하는 것보다 초기 1년 동안은 약 1.5배의 운용비용을 절감하는 효과가 있는 것으로

산출되었다. 더욱이 보존챔버 1대의 운전비용은 5RT 용량의 항온항습기에 비해 연간 약 40배 이상 절감효과가 있어 보존기간이 길어질수록 운용비용의 절감효과를 나타내어 20년 후에는 거의 2배 정도의 비용절감 효과를 나타냈다.

본 연구에서 제안한 기록물 보존챔버는 기관에서 보존하고 있는 기록물의 수량이 소량(일반 종이기록물인 경우 3,000권 이하)인 경우 서고에서 보존하는 것보다 적은 운용비용으로 기록물을 안전하게 장기 보존할 수 있는 유용한 방안이라 할 수 있다. 특히 냉각장치의 용량 설계에 따라 광자기매체, 마이크로필름, 필름류 등 다양한 보존조건의 기록물을 장기보존하는데 적합한 보존환경으로 설계하는 것이 가능하기 때문에 종이기록물과 보존조건이 다른 기록매체를 소량 보유하고 있는 지방기록관의 경우

각 매체에 적합한 보존서고를 별도로 건설하기 보다는 각 기록매체의 보존환경을 고려하여 기록물 보존챔버를 설계·제작하여 활용하는 것이 기록물을 효율적으로 보존하는 적합한 보존 방법이라 할 수 있다.

따라서 보존환경이 열악하거나 운용비용으로 인하여 적절한 보존환경유지가 어려운 지방자치단체 중소기록관을 비롯하여 박물관, 대학교, 민간기관 등에서 소량의 기록물을 장기보존하기 위한 방안으로 기록물 보존챔버를 활용하는 것이 비용 대비 효과가 클 것으로 판단된다. 본 연구에서 설계된 기록물 보존챔버가 실용화되어 소량의 기록물을 보존관리하고 있는 다양한 기관에서 기록물을 안전하고 경제적으로 장기보존하는 데 도움이 되었으면 하는 바람이다.

참 고 문 헌

- 박찬승. 2007. 기록이 없으면 역사도 없다. 『기록관리보존』, 11: 9-24.
- 봉재운. 2010. 남양주시 기록관 활성화 방안 연구 - 지역 공공도서관과 연계하여 -. 한국외국어대학교 석사학위논문.
- 안건호. 2011. 지방자치단체 기록물관리 현황과 개선방안 - 충청권을 중심으로 -. 중부대학교 석사학위논문.
- 이명순. 2010. 지방정부의 기록물관리 효율화 방안에 관한 연구 - 강원도청을 중심으로 -. 강원대학교 석사학위논문.
- 이성희. 2009. 교육청기록관의 수집정책에 관한 연구. 이화여자대학교 석사학위논문.
- 한성산. 2010. 경기도 기록관의 기록관리체계의 현황과 개선방안. 중부대학교 석사학위논문.
- <<http://www.dje.go.kr/rec/050402.do?menuID=050402>>. [cited 2013.3.5].
- <http://arch.gen.go.kr/su01/su_010201.asp>. [cited 2013.3.5].
- <<http://www.smv.co.kr/>>. [cited 2013.3.5].

• 국문 참고자료의 영어 표기

(English translation / romanization of references originally written in Korean)

- Ahn, Geon-Ho. 2011. *The Present Condition and Improvement Plan on Record Management of Local Government*. Master's Thesis, Joongbu University.
- Bong, Jae-Woon. 2010. *Study on the Activation of Namyangju City Record Center: Liking with Local Public Library*. Master's Thesis, Hankuk University of Foreign Studies.
- Han, Seong-San. 2010. *The Present Condition of Records Management System and Improvement Plan in GyeongGi-Do Archives*. Master's Thesis, Joongbu University.
- Lee, Myung-Soon. 2010. *Research on Record Management Efficiency Plan of Local Government*. Master's Thesis, Kangwon University.
- Lee, Sung-Hee. 2009. *A Study on Collection Policy of the Office of Education Records Center*. Master's Thesis, Ewha Womans University.