

# 목조건조물 보존에 대한 일반적 고찰 (木造建造物 保存에 對한 一般的 考察)

文化財研究所  
金炳虎

차 례	
I. 序言	1. 木造建造物의 保存現況
II. 木造建造物에 構成要素 및 用材의 性質	2. 設計 및 調査
1. 木材	3. 木造建造物의 科學的 保存을 爲한 要望事項
2. 石材	4. 其他
3. 蓋瓦	
III. 木造建造物의 保存現況 및 問題點	IV. 結論

## I. 서 언(序 言)

우리나라의 많은 문화재중(文化財中) 목조건물 문화재(木造建物 文化財)가 차지하고 있는 비중은 숫자면(數字面)으로나 가치면(價値面)으로 보아 막대한 위치(位置)를 차지하고 있다고 본다.

이와 같이 중요(重要)한 목조건물(木造建物)에 대(對)한 보존방법(保存方法)은 파손(破損)된 건물(建物)을 보수(補修), 복원(復元)하는 방법(方法)으로 보존(保存)하여 왔으며 이에 필요한 예산은 매년(每年) 증가(增加)되고 있는 실정이다.

이와 같은 방법(方法)은 목조건물(木造建物)을 보존(保存)하는 방법(方法)으로 가장 기본적(基本的)인 것이지만 우리들이 취급하고 있는 목조건물(木造建物)은 그것이 문화재(文化財)라는 관점(觀點)으로 보아 좀 더 과학적(科學的)인 보존방법(保存方法)이 연구(研究) 검토(檢討)되어야 할 것이다.

목조건물(木造建物)의 파손(破損)을 사전(事前)에 방지(防止)하는 방법(方法)으로는 건물(建物)들의 주위환경을 좀 더 이상적(理想的)으로 만들어 주고 또한 목조물(木造物)의 구조적 결함을 해소하고 습기(濕氣), 충(虫), 균(菌) 등에 의한 피해방지(被害防止)를 위한 약품(藥品)의 연구(研究) 개발(開發)과 화재를 예방할 수 있는 예방책이 우선적으로 필요하다고 본다.

이에 따라 본고(本考)에서는 지금까지 목조건물(木造建物)을 조사(調査)한 것을 발판으로 삼아 목조문화재(木造文化財) 보존(保存)에 관한 문헌조사와 연구결과를 약술(略述)하여 목조문화재(木造文化財) 보존(保存)을 위한 하나의 시론(試論)을 제시(提示)하고자 한다.

## II. 목조건조물(木造建造物)의 구성요소(構成要素) 및 용재(用財)의 성질(性質)

목조건조물(木造建造物)들은 그 사용 목적(使用目的)에 따라서 분류(分類)하면 궁전 건물(宮殿建造物), 사찰건물(寺刹建造物), 사당건물(祠堂建造物), 서원(書院), 향토건물(鄉校建造物), 성곽건물(城郭建造物)을 비롯하여 관위건물(官衙建造物)과 주택건물 등(住宅建造物等)으로 구별(區別)할 수 있고 이 건물(建造物)들의 주요(主要) 구성재료(構成材料)를 분류(分類)하면 기둥, 보, 도리, 석가대 등(等) 주요(主要) 가구재(架構材)와 창문등(窓門等)이 있으며 이들도 목재(木材)로 된 것이며 건물(建造物)의 기단(基壇)이나 초석(礎石)은 석재(石材)로 되어 있으며 벽체(壁體)는 흙, 강회(剛灰)로 되어 있고 지붕은 개와(蓋瓦)로 이어진 것이 대부분이다.

그러므로 본고(本考)에서는 목조건조물(木造建造物)을 구성(構成)하는 삼대요소(三大要素)인 목재(木材), 석재(石材), 개와(蓋瓦)로 나누어 각(各) 재질(材質)들이 지니고 있는 특성(特性)과 일반적 성질(一般的性質) 및 보존 방법(保存方法)에 대하여 알아보기로 한다.

## 1. 목재(木材)

목조(木造)는 선사시대(先史時代)부터 오늘날에 이르기까지 우리 나라에서 건립(建立)된 건조물(建造物)의 중요 자재(重要資材)로 사용(使用)되어 왔다.

이제까지 건조물(建造物)에 사용(使用)된 목재(木材)의 종류(種類)를 살펴보면 육송(陸松)이 가장 일반적(一般的)으로 사용(使用)되어 왔고 그밖에 잣나무, 괴목, 참나무 등(等)이 예외적(例外的)으로 사용(使用)되었다. 근래(近來)에는 외국(外國)에서의 수입목(輸入木)이 사용(使用)되는 실정(實情)이다. 이와 같이 다량(多量) 사용(使用)되는 목재(木材)가 건조물(建造物) 재료(材料)로서의 장점(長點)은 ① 비중(比重)이 적고 ② 강도(強度)가 매우 큰 점(點), ③ 그들대로의 형질(形質)로서 구조재(構造材)에 대하여 적합(適合)한 특성(特性)을 다분(多分)이 구비(具備)하였고, ④ 온도(溫度), 음(音), 전기등(電氣等)의 전도율(傳導率)이 낮으며, ⑤ 위생적(衛生的)이고, ⑥ 감촉(感觸)이 부드럽고 외관(外觀)이 매우 아름다우며, ⑦ 손쉽게 가공(加工)할 수 있고, ⑧ 목재(木材)를 구(求)하기 쉽고, ⑨ 다량(多量)으로 생산(生産)할 수 있으며, ⑩ 비교적(比較的) 가격이 싸다는 점(點) 등(等) 여러 가지 장점(長點)이 있으나 이와 반대로 단점(短點)은, ① 가연성(可燃性)이고, ② 부패(腐敗), 충해(虫害), 풍화(風化)를 받기 쉽고, ③ 수분(水分)에 의한 변형(變形)이 큰 점(點), ④ 부재(部材)의 재질(材質)이 균일(均一)하지 못한 점(點) 등(等)을 들 수 있다.

또한 목재(木材)를 구성(構成)하고 있는 요소(要素)는 99%가 유기물(有機物)로 조성(造成)되어 있으며, 이것을 원소(元素) 조성별(造成別)로 살펴보면 탄소(炭素) 50%, 수소(水素) 6%, 산소(酸素) 44%, 질소(窒素) 0.1%로 조성(造成)되어 있고, 주요(主要) 성분(成分)은 세룰로오드, 리그닌 등(等)이다.

이와 같이 목재(木材)는 수분(水分)이 90%나 함유(含有)되어 있어, 이 수분(水分)을 적당(適當)한 방법(方法)으로 함수분(含水量) 12%~15%가 되도록 건조(乾造)시켜 건축(建築)용재(用材)로서 사용(使用)하는 것이 가장 우수(優秀)하다. 목재(木材)를 건조(乾燥)시켜 건축용재(建築用材)로서 사용(使用)하는 것이 가장 우수(優秀)하다. 목재(木材)를 건조(乾燥)시켜 사용(使用)함으로써 우선 목재(木材)를 가볍게 하는 것이며, 그밖에도 목재(木材)의 수축(收縮), 혹은 비틀림을 방지(防止)하고 또 목재(木材)의 강도(強度)

를 증가(增加)시킬 수 있다. 또 일단 건조(乾燥)되었던 목재(木材)는 그것이 다시 수분(水分)을 흡수(吸收)한다 하더라도 생목(生木)의 경우보다 수분(水分) 증발이 쉽고 수분(水分)에 의한 변형(變形)이 적어진다.

목재(木材)의 건조법(乾燥法)에는 자연건조법(自然乾燥法)과 인공건조법(人工乾燥法)이 있고 또 수액(樹液)의 농도(濃度)를 저하(低下)시킨 후에 건조(乾燥)하는 법(法)과 그렇지 않고 생목(生木)을 그대로 건조(乾燥)시키는 방법(方法)이 있다. 좀 더 구체적으로 설명하자면 자연대기(自然大氣) 건조법(乾燥法), 열기건조법(熱氣乾燥法), 훈연건조법(燻煙乾燥法) 등이 일반적(一般的)으로 많이 사용(使用)되고 있으며, 이것 이외에 증기진공처리법(蒸氣眞空處理法), 진공(眞空)상태에서 삶는 처리(處理), 송풍법(送風法) 등(等) 여러 가지 건조법(乾燥法)이 있으나 우리가 흔히 이용(利用)하고 있는 자연대기 건조법(自然大氣 乾燥法)에 대(對)하여 알아볼까 한다.

이 방법(方法)에 이용(利用)되는 건조장(乾燥場)은 우선 배수(排水)가 잘 되고 통풍(通風)이 잘되며, 주위는 언제나 깨끗이 정돈되고 잡초(雜草)도 없어야 하며, 가급적이면 지면(地面)이 약간(若干) 경사지(傾斜地)인 것이 좋다. 또한 건조장(乾燥場)의 지면(地面)은 목재(木材)나 콘크리트 또는 그밖에 적당한 재료(材料)로 만든 영구(永久)기대(基臺)가 좋으며, 기대(基臺) 밑에는 환기가 잘 되도록 지상(地上) 0.4m~0.6m 높이로 가로목(받침목)을 사용(使用)하고 목재(木材)와 목재(木材) 사이에 통풍이 잘 되도록 정자(井字) 형식으로 쌓고 최상부(最上部)에는 비를 맞지 않게 방우판(防雨板)을 덮어야 한다.

단 건조(乾燥)도중 목재(木材)의 부식(腐蝕)을 방지(防止)하기 위하여 기대(基臺)와 가로목(받침목)에는 “크레오 소오트” 약제(藥劑)로 소독(消毒) 처리(處理)를 하여야 하며, 건조(乾燥)시킬 목재(木材)는 완전(完全)히 껍질을 벗겨서 건조(乾燥) 시켜야 한다.

과거(過去) 우리 조상(祖上)들은 흔히 목재(木材)를 건조(乾燥)시키는 경우 바다나 호수 속에 몇 달씩 침지(浸漬)시켜 놓은 후(後)에 음달에서 건조(乾燥)시켜 사용(使用)하였다.

이와 같은 방법(方法)은 목재(木材) 자체(自體)의 수액(樹液)의 농도(濃度)를 저하(低下)시키고 건조(乾燥)를 촉진(促進)하며 목재(木材)의 변형(變形)을 멸소(減少)시키는 효력(效力)은 있으나 강도(強度)는 멸소(減少)된다.

#### 1) 목재(木材)의 부식(腐蝕)

목재(木材)가 해균(害菌), 해충(害虫), 화재(火災), 풍화 등(風化 等)에 의하여 부식(腐蝕) 소멸(消滅)되는 양(量)은 매우 많다. 이러한 피해(被害)의 적당(適當)한 방법(方法)으로 방지(防止)할 수 있다면 목재(木材)의 보존년한(保存年限)을 대폭적(大幅的)으로 연장(延長)할 수 있을 것이다.

목재(木材)의 이러한 피해를 막는 법(法)은 방부법(防腐法), 방충법(防虫法), 방화법(防花法), 경화법(硬化法) 등(等)이 있으며, 이런 방법(方法) 가운데는 서로 상관(相關)관계(關係)를 갖는 경우가 많다. 즉 목재(木材)의 방습법(防濕法)은 방부법(防腐法)으로 거의 목적(目的)을 달(達)할 수 있다. 그러므로 목재(木材)의 방부(防腐)를 위하여 방습법(防濕法)을 이용할 수도 있는 것이다.

#### 가) 목재(木材)의 기생균(寄生菌)

목재(木材)의 기생균(寄生菌)에는 목재(木材) 부패균(腐敗菌), 목재(木材) 염색균(染色菌), 곰팡이 등(等)으로 크게 분류(分類)할 수 있다.

부패(腐敗)(Decay)라는 것은 곤충(昆蟲)이나 세균(細菌)에 침식(浸蝕)된 목재(木材)가 침식물(浸蝕物)이 분비(分泌)한 물질(物質)에 의하여 분해(分解)가 일어나고 충해(蟲害)인 경우(境遇)에는 천공(穿孔)된 부분(部分)이 취약(脆弱)하여져서 외부환경(外部環境)(수분(水分), 대기(大氣)중의 오염(汚染) 가스등(等))에 따라 화학변화(化學變化)를 일으킨다.

이러한 현상(現象)을 보통(普通) 부패(腐敗)라고 하는데, 이것이 발생(發生)하면 물리적(物理的) 강도(強度)가 약(弱)해져서 전체(全體)의 구조(構造)가 변형(變形) 또는 도괴(倒壞)하는 예(例)가 허다하다.

목재(木材)가 부패(腐敗)되는 원인(原因)으로서는 ① 적당(適當)한 양분(養分)의 공급(供給), ② 충분(充分)한 정도의 수분(水分), ③ 최소한도(最小限度)의 공기(空氣), ④ 가장 알맞은 온도(溫度), 이상 4가지 조건(條件)이 부패균(腐敗菌)이 번식(繁殖)하기에 가장 적합(適合)한 상태이며, 이와 같은 조건(條件)이 구비되면 즉시 부패균(腐敗菌)이 번식(繁殖)하게 된다. 다만 4가지 조건중(條件中)에서 어느 한가지가 부족(不足)하면 목재(木材)에 이미 부패균(腐敗菌)이 발생(發生)되어 있었다 할지라도 그 균(菌)은 더 이상 발생(發生)은 하지 못하고 정지(停止)하게 된다.

부패균(腐敗菌)이 번식(繁殖)하는데 가장 알맞은 수분(水分)의 양(量)은 목재(木材)의 섬유포화점(25%~30%) 이상의 함수량과 최저적온(最低適溫) 섭씨 20°와 최고적온(最高適溫) 섭씨 36°이며, 만일 온도(溫度)가 아주 낮은 경우에 있어서는 균(菌)이 죽지 않고 잠복(潛伏)되어 있게 된다.

부패(腐敗)가 발생(發生)하기 가장 쉬운 장소(場所)는 젖은 지면(地面)과 직접 접촉(接觸)된 목재(木材) 혹은 물이 모여서 쉽사리 증발하지 못하는 장소(場所)에서 직접 접촉된 목재(木材)에 발생(發生)하기 쉽다.

예를 들면 기둥의 밑동, 흙과 접촉하는 하방(下枋), 콘크리트나 석재(石材)에 부착된 부분(部分) 서까래 위 산자역은 곳에 흙과 접촉된 부분등(部分等) 항상(恒常) 외부(外部)로부터 습기(濕氣)를 가장 많이 빨아드리는 부분(部分)이 가장 부패(腐敗)하기가 쉽다.

또 한가지 원인(原因)으로 목재(木材)의 염색균(染色菌)에는 청색균(青色菌), 회색균(灰色菌), 황색균(黃色菌), 홍색균(紅色菌), 흑색균(黑色菌) 등(等)이 있다.

이들 염색균(染色菌)은 목재(木材)에는 치명적(致命的)인 피해(被害)를 주지는 않으나 오랜 세월이 경과함에 따라 서서히 부식(腐蝕)을 하게 된다.

이와 같은 균(菌)의 발생(發生)에 가장 적당(適當)한 온도(溫度)의 범위는 섭씨 24°에서 35°사이이지만 섭씨 58°의 온도(溫度)에 오랫동안 놓아두면 염색균(染色菌)은 죽어 버린다. 또한 목재(木材)에 침식(浸蝕)하는 균(菌)으로서 곰팡이(Molds)는 흰색, 회색, 검은색이 있다.

이와 같은 곰팡이의 발생(發生)은 건조(乾燥)되지 않은 목재(木材)를 통풍(通風)이 안 되게 쌓아서 저장하였을 때 발생(發生)하는 것으로서 제거(除去) 방법(方法)은 100%의 습도(濕度)에서 섭씨 94°의 온도(溫度)로 한시간 동안 증기 찜을 함으로서 파괴(破壞)시킬 수 있다.

이상과 같이 목재(木材)의 균해(菌害)는 습기(濕氣)가 많은 환경(環境)에서 가장 많이 발생(發生)하며, 목재(木材)에 대(對)한 균(菌)의 침식(浸蝕)은 악성(惡性)인 것으로서 건식균(乾蝕菌)(Dry Rat) 종류(種類)가 많다.

이 균(菌)은 한번 침식(浸蝕)만 되면 그 중(中)의 유기성분(有機成分) 및 섬유질(纖維質)을 분해(分解) 및 파괴(破壞)함으로 침식(浸蝕) 부분을 대체(代替)하지 않고서는 구제(救濟)할 수 없게 된다.

균(菌)의 침식(浸蝕)을 방지(防止)하려면 그 표면(表面)을 약품(藥品) 처리(處理)를 하던가 또는 방습(防濕)이 되도록 하여야함이 제일 좋은 방법이다.

나) 목재(木材)의 기생충(寄生蟲)

목재(木材)에 대(對)한 충해(蟲害)는 치명적(致命的)인 것으로서 표면처리(表面處理)되지 않은 부분(部分) 즉(卽) 단청(丹靑), 도장(塗裝), 광금(鑲金), 칠(漆), 약품처리(藥品處理)되지 않은 목재(木材)에 많이 일어나며, 표면처리(表面處理)한 것에서도 그 처리면(處理面)이 변질(變質) 또는 약화(弱化)되어 버리면 즉시(即時) 충해(蟲害)가 발생(發生)된다.

충(蟲)은 목재(木材) 표면(表面)만을 일부(一部) 잠식(蠶食)하는 것으로부터 천공(穿孔)하여 내부(來附)에 침투(浸透)하는 것에 이르기까지 그 피해(被害)가 다양하다. 충(蟲)은 그 생명(生命) 연한(年限)을 2~3개월(個月)인 것부터 2~3년에 이르는 것도 있다. 일단 목재(木材)에 충(蟲)이 발생(發生)하였을 때 판별방법은 보통 목재(木材)에 천공(穿孔)된 부분(部分)이 있으면 곤충(昆蟲)이 들어가 산란(産卵)한 것에 틀림이 없고, 황색(黃色) 또는 착색(着色)된 목분(木粉)(대패가루)이 스며 나오면 아직 충(蟲)이 활동(活動)하고 있는 것이며, 착색(着色)이 안된 백색(白色)의 목분(木粉)이 흩어져 나오면 그 목재(木材)는 이미 침식된 것이고 충(蟲)은 죽었거나 또는 다른 곳으로 이동하였음을 뜻한다.

목재(木材)들을 침해(侵害)하는 충(蟲)의 종류(種類)는 대개 다음과 같은 것이 있다.

가. Termites(백의(白蟻) 흰개미)

나. Apple Longicorm beetle(사과 하늘소)

다. Muliberry Longicorm beetle(뽕나무 하늘소)

라. Blue Longicorm beetle(남날개 하늘소)

마. white striped Longicorm beetle(흰점박이 하늘소)

바. Mulbarry white-matted Longicorm beetle(알락 하늘소)

사. Sananatus bitasciates matscheelsky(흑백 하늘소)

아. Pine burk beetle(소나무 쥘)

자. Varicous ants(개미족)

차. Coleoptera Anobidae(나무곰팡이)

이들중 고목재(古木材)에 가장 피해(被害)를 많이 주고 있는 백의(白蟻)(Termites)에 대(對)하여 알아볼까 한다.

백의(白蟻)의 종류(種類)에는 Subterranean 백의(白蟻), Dry wood 백의(白蟻), Damp-wood 백의(白蟻) 등(等)이 있으며, 이와 같은 백의(白蟻)는 문짝이나 창, 마루, 창방, 하방(下枋), 기둥의 밑 부분 등(等)에 많이 번식(繁殖)하고 있으며, 백의(白蟻)가 목재(木材)에 침입(侵入)하는 것은 두 가지 목적(目的)을 가지고 있다.

하나는 자기(自己)가 거처(居處)할 자리를 마련하자는 것이며, 다른 하나는 식량(食糧)을 즉 성장(成長), 번식(繁殖)을 하기 위하여 목재(木材)안에 침입(侵入)을 한다.

이 백의(白蟻)들이 성장(成長)하는데는 리그닌(Lignin)과 같이 세포(細胞)를 구성(構成)하고 있는 섬유소(纖維素)나 또는 직접 목재(木材)를 구성하고 있는 목질(木質)을 이

용(利用)한다.

백의(白蟻)에 있어서 한가지 재미있는 습성(習性)은 침해(侵害)를 받은 나무가 자중(自重)으로 파손(破損)되어 쓰러질 정도까지는 절대로 침식(侵蝕)하지 않는다는 것이다.

다) 목재(木材)의 풍화작용(風化作用)

목재(木材)의 풍화작용(風化作用)은 재목(材木)에 단청(丹青)이나 페인트를 바르지 아니 하였던지 또는 그밖에 보호(保護)가 되어 있지 않은 재목(材木)이 천후(天候)에 노출(露出)되었거나 혹은 많은 습기(濕氣)를 받을 때에는 풍화작용(風化作用)이 발생(發生)한다.

풍화작용(風化作用)은 원래 목재(木材) 표면(表面)에 자주 일어나는 변화(變化)로서 이 현상은 흡수성(吸收性)을 지닌 목재(木材)가 대기중(大氣中)의 향시 변화(變化)하는 함수량(含水量)에 의하여 쉽게 영향을 받는다. 그밖에 서리(霜), 비, 우박 등(等)의 침식작용 또는 일광(日光)이나 수분(水分)에 의해 풍화작용(風化作用)을 받게 된다.

일반적(一般的)으로 목재(木材)의 풍화(風化)를 방지(防止)하기 위해서는 목재(木材) 표면(表面)에 단청(丹青)을 하여 막을 수 있으며, 주위를 깨끗하게 하고 수분(水分)의 침투를 방지하는 것이 상책이다.

2) 목재(木材)의 보존(保存)

가) 목재(木材)의 방부제(防腐劑)

일반(一般) 목재(木材)에 사용(使用)하는 방부제(防腐劑)는 우선 목재(木材) 표면(表面)에 반점(斑點) 및 유색(有色) 물질(物質)을 형성(形成)하지 않고, 영구성(永久性)이 있으며, 침투(浸透)가 잘 되고 사용(使用)하는데 안전(安全)하여야 되며, 재목(材木)이나 금속(金屬)에 해(害)가 없으며 양(量)이 풍부하고 경제적(經濟的)인 것 또는 맑고 깨끗하고 색(色)이 없으며 냄새가 없고 바르기 쉬워야 하며, 중성(中性)의 약품(藥品)으로서 내화성(耐火性)이 있고 또한 단청(丹青)과의 색(色)의 변화(變化) 및 변질(變質)을 일으키지 말아야 할 것은 물론 직접변질(直接變質)을 일으키지 않더라도 후(後)에 서서히 화학반응(化學反應)을 일으켜서도 안 된다.

일반적(一般的)으로 목재(木材)에 방충(防虫), 방부(防腐)의 효력(效力)을 나타낼 수 있는 중요(重要) 화학약품(化學藥品)들은 다음과 같은 것들이 있다.

무기성약품(無記性藥品)(Inorganic Componcunds)

- 1) Aluminum sulfate( $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18 H_2O$ )
- 2) Arsenic trioxide( $As_2O_3$ )
- 3) Borax(sodium tetraborate)( $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ )
- 4) Boric acid ( $H_3BO_3$ )
- 5) Cadmium sulfate( $CdSO_4$ )
- 6) Copper arsenate( $Cu_3 (ASO_4)_2 \cdot 4H_2O$ )
- 7) Copper sulfate( $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ )
- 8) Ferric sulfate( $Fe_2 (SO_4)_3$ )
- 9) Lead nitrate( $Pb(NO_3)_2$ )
- 10) Magnesium ammonium arsenate( $MgNH_4 ASO_4 \cdot 6H_2O$ )
- 11) Mercuric chloride( $MgCl_2$ )
- 12) Nickel arsenite( $NiH_9(ASO_3)_4$ )
- 13) Nickel sulfate( $NiSO_4 \cdot 6H_2O$ )

- 14) Silver nitrate( $\text{AgNO}_3$ )
- 15) Sodium arsenite (acid) ( $\text{Na}_2\text{HAsO}_3$ )
- 16) Sodium chromate( $\text{Na}_2\text{CrO}_4$ )
- 17) Sodium dichromate( $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ )
- 18) Sodium fluoride ( $\text{NaF}$ )
- 19) Sodium Hydroxide ( $\text{NaOH}$ )
- 20) Sulfuric acid ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )
- 21) Thallium sulfate ( $\text{Tl}_2\text{SO}_4$ )
- 22) Zinc acetate ( $\text{Zn}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$ )
- 23) Zinc chloride ( $\text{ZnCl}_2$ )
- 24) Zinc-meta-arsenite ( $\text{Zn}(\text{AsO}_2)$ )
- 25) Zinc sulfate ( $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ )

유기성약품(有機性藥品)(Organic Compounds)

- 1) Alphachloronaphthalens ( $\text{C}_{19}\text{H}_7\text{Cl}$ )
- 2) Beta naphthol ( $\text{C}_{10}\text{H}_7\text{OH}$ )
- 3) Capric acid ( $\text{C}_9\text{H}_{19}\text{CO}_2\text{H}$ )
- 4) 1-Chlorobeta naphthol ( $\text{C}_{10}\text{H}_9\text{ClOH}$ )
- 5) Copper penta chlorophenale ( $\text{Cu}(\text{C}_6\text{Cl}_5)_2$ )
- 6) Decyl alcohol ( $\text{C}_{10}\text{H}_{21}\text{OH}$ )
- 7) 2,6-Dichloroalpha naphthol ( $\text{C}_{10}\text{H}_5\text{Cl}_2\text{OH}$ )
- 8) 2,6-Dichloro-4-nitrophenol ( $\text{C}_6\text{H}_2\text{Cl}_2\text{NO}_2\text{OH}$ )
- 9) 2,4-Dinitro chloro benzene( $\text{C}_6\text{H}_3\text{Cl}(\text{NO}_2)_2$ )
- 10) 2,6-Dinitrophenol ( $\text{C}_6\text{H}_3(\text{NO}_2)_2\text{OH}$ )
- 11) Nitrobeta naphthol ( $\text{C}_{10}\text{H}_9\text{NO}_2\text{OH}$ )
- 12) Nitrobenzene ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$ )
- 13) Orthochloro phenol ( $\text{C}_6\text{H}_4\text{ClOH}$ )
- 14) Ortho phenylphenol ( $\text{C}_6\text{H}_4\text{OHC}_6\text{H}_5$ )
- 15) Phenol ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ )
- 16) Sodium 2,4-dinitro phenolate ( $\text{C}_6\text{H}_3(\text{NO}_2)_2\text{ONa}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ )
- 17) Sodium penta chloro phenolate ( $\text{C}_6\text{Cl}_5\text{O Na}$ )
- 18) 1,2,4-Trichloro benzene ( $\text{C}_6\text{H}_3\text{Cl}_3$ )

등(等) 많은 유기(有機), 무기성(無記性) 화학(化學)약품(藥品)들이 있다. 이와 같은 성분(成分)의 약품(藥品)을 서로 배합(配合)하거나 또는 타화학약품(他化學藥品)과 배합(配合)한 후(後) 적절히 처리(處理)하여 방충(防虫), 방부제(防腐劑)를 만들어 목재(木材) 보존용(用) 방충(防虫) 방부제(防腐劑)로 사용(使用)하게 되는 것이다.

이와 같은 방충제(防虫劑) 및 방부제(防腐劑)에는 유용성(油用性)과 수용성(水溶性)의 약품(藥品)들이 있다. 이들 중 목조건조물(木造建築物) 문화재(文化財)에 사용(使用) 가능한 약품(藥品)은 반드시 수용성(水溶性) 약품(藥品)이어야만 한다. 왜냐하면 현재(現在) 문화재(文化財) 보수공사(補修工事)의 일환으로 실시(實施)하고 있는 단청(丹靑)에 사용(使用)하는 접착제(接着劑)가 수용성(水溶性)이기 때문에 유용성(油用性) 약품(藥品)과는 혼합이 되지 않기 때문이다.

#### 나) 목재(木材)의 방충법(防虫法)

목재(木材)의 방충법(防虫法)에는 무압처리법(無壓處理法), 가압처리법(加壓處理法), 확산처리법(處理法)(Diffusion Processes), 가열법(加熱法), 진공처리법(眞空處理法), 연증법등(煙蒸法等) 여러 가지 처리방법(處理方法)이 있으며 이것 이외에 이미 충(虫) 및 균해(菌害)로 손상(損傷)된 목재(木材)를 보강정리(補強整理) 하는 법(法)에는 기계적방법(機械的方法)으로 보강정리(補強整理) 하는 것, 경화제(硬化劑)를 사용(使用)하여 결손(缺損)된 부분(部分)을 보철(補綴)하는 것(침투법(浸透法)), 접착제(接着劑)를 사용(使用)하여 보수(補修)하는 것 등(等)이 있다.

##### ① 무압처리법(無壓處理法)

이 방법(方法)은 가장 널리 알려지고 이용(利用)되는 방법(方法)으로서 바르는 법(法), 폼는 법(法), 띄우는 법(法), 담그는 법(法) 등(等) 여러 가지 방법(方法)이 있다.

##### ② 확산처리법(處理法)(Diffusion Processes)

이 방법(方法)은 방부제(防腐劑)의 침투(浸透)가 그 집결된 부분(部分)으로부터 재목(材木) 안으로 확산(擴散)되어 들어가 방충(防虫) 효과(效果)를 나타내는 것으로서 침투처리법(浸透處理法), 락처리법(Preservatine Bandages), 구멍처리법(處理法)(Preservatives in Bored Holes), 통처리법(處理法)(Trough Method), 중복확산법((重服擴散)法) 등(等) 여러 가지 방법(方法)이 있다.

##### ③ 가압처리법(加壓處理法)

일정한 압력(壓力)을 가(加)하여 약액(藥液)이 목재(木材) 내부(來附)에 침투(浸透)토록 하는 것으로서 Full-cell처리법(處理法), Empty-cell처리법(處理法), Rueping처리법(處理法), Lowry처리법(處理法) 등(等) 여러 가지 방법(方法)이 있다.

##### ④ 훈증법(熏蒸法)

이것을 행(行)할 때에는 기밀(氣密)한 처리실(處理室)이 필요(必要)하며, 이러한 처리실(處理室)에는 배기(排氣)펌프를 장치(裝置)하여 내부(內部)의 기압(氣壓)을 감소(減少)시켜 두는 장치가 필요(必要)하다.

이 방법(方法)은 소형(小型)의 목조(木造) 문화재(文化財)를 취급(取扱)하기에 필요(必要)한 것이다.

특(特)히 훈증약제(燻蒸藥劑)는 유독(有毒) gas를 발생(發生)시키는 것들이 많이 사용(使用) 됨으로 취급(取扱)에 주의(注意)를 요(要)하며 HCN gas법(法), CS<sub>2</sub>법(法) 등(等)이 있다. 다) 기계적(機械的)인 보강방법(補強方法)

① 절단(切斷)된 부분(部分)을 금속제(金屬製) 또는 목제(木製), 못, 단추를 사용(使用)하여 맞추거나 필요(必要)하다면 타(他) 목재(木材)를 사용(使用)하여 절단 보수(補修)하여 표면(表面)을 미장(美裝)하는 법(法).

② 열개(裂開)(Cracking)된 부분(部分)에 X자형(字型) 썸을 박아서 그 이상(以上) 더 균열이 일어나지 않도록 하는 법(法)

③ 손상(損傷)된 부분(部分)에 목장(木裝) 부목(副木)을 받쳐 대고 접착제(接着劑)로 고정(固定) 하든가 또는 나사 홈을 만들어서 들어맞추는 법(法).

④ 불규칙(不規則)한 천공(穿孔) 부분(部分)에는 보철용(補綴用) 세멘트(가세인)를 아교(亞膠)로 접착(接着)한 것, 요소(尿素) 홀움알데히드, 페놀-홀움알데히드, 레소신-홀움알데히드 및 에폭시 접착제(接着劑)를 주입(注入)하여 메꾸어 버리고 그 표면(表面)을 원상(原狀)에 가깝도록 미장(美裝)하여 두는 법(法) 등이 있다.



라. 경화제(硬化劑)를 침투(浸透)시키는 방법(方法)

이 방법(方法)은 복잡(複雜)한 구조(構造)를 가진 목조물(木造物)의 표면침식(表面浸蝕)(손상(損傷)), 충공(虫孔)(충공(虫害)로 천공(穿孔)된 것) 부분(部分)을 보수(補修)하는 데 가장 편리(便利)한 방법(方法)이며, 목재(木製) 손상(損傷)부위(部位)에 주입(注入) 또는 도포(塗布) 하거나 경화제(硬化劑) 용액(溶液)을 만들어 그 속에 대상물(對象物)을 침투(浸透)시키는 방법(方法)이다. 현재(現在) 많이 이용(利用)되고 있는 것은 다음과 같다.

① 흑산(醋酸)비닐(P.V.A)중합물(重合物)을 톨루엔과 아세톤 혼합액(混合液)(9 : 1)에 용해(溶解)시켜 사용하는 방법

② Bedacryl 122-X

③ Marco S.B. 26-C(포리에스터 제품(製品))

④ Bakelite-17449(경화제가 가장 강한 것)

위와 같은 약품(藥品)들을 용액(溶液)으로 만들어 손상(損傷)된 목재(木製) 부분(部分)을 처리(處理)하면 그 표면(表面)이 미려(美麗)하여질 뿐만 아니라 이 약품(藥品)이 경화(硬化)가 되면 습기(濕氣) 균(菌) 충(虫) 등(等)에 대(對)하여 저항력이 있고 화학(化學)약품(藥品)에 대(對)하여 비교적(比較的) 안정(安定) 함으로 목질(木質)을 보호(保護)하는 역할(役割)도 겸할 수 있다.

마) 접착제(接着劑)를 사용(使用)하는 방법(方法)

목재(木製)가 토막이 났거나 또는 연결부(連結部)(Joint)의 접착(接着)이 불량(不良)한 경우(境遇)에 접착제(接着劑)를 사용(使用)하여 보수(補修)하는 방법(方法)이다.

종래(從來)에는 아교(亞膠)를 사용(使用)한 것이 통례(通例)였으나 요즘은 발달된 합성수지형(合成樹脂形) 접착제(接着劑)를 이용하는 것이 좋다.

즉 Acryl Emulsion, CH계 합성수지(合成樹脂), 요소(尿素)-formoldehyde 접착제(接着劑)(V.F.), Phenal-formaldehyde 접착제(接着劑)(P.F.), Resorcifol-formaldelya 접착제(接着劑)(R.F.), Epoxy Resin, Epoxy 등(等) 접착제(接着劑)가 있으나 이 중에서 Epoxy Resin이 가장 우수하다.

이상(以上) 목재(木材)의 일반적(一般的) 성질(性質)과 부식(腐蝕) 및 보존법(保存法)에 대(對)한 것을 요약하여 설명(說明)하였다. 우리들이 실질적(實質的)으로 필요(必要)로 하는 목조건조물(木造建造物) 문화재(文化財)의 보존(保存)문제(問題)에 대(對)하여는 이제까지의 설명(說明)과 그간 우리들이 조사(調查)한 현황(現況)을 근거로 다음 항에서 보충 설명하기로 한다.

## 2. 석재(石材)

목조건조물(木造建造物)에 있어서 석재(石材)는 초석(礎石), 기단(基壇) 등(等)에 주(主)로 사용(使用)된다.

들의 종류(種類)에는 암석(岩石)의 성분(成分)에 따라 성암(成岩), 수성암(水成岩), 변성암(變成岩)으로 크게 분류(分類)할 수 있다. 이중 건조물(建造物)에 사용(使用)하는 것은 주(主)로 화성암(火成岩)과 수성암(水成岩)이며, 우리들이 흔히 사용(使用)하는 화강암(花崗岩)은 화성암(火成岩)의 일종(一種)이며, 이것의 장점(長點)은 석질(石質)이 경질(硬質)이며 내력(耐力)이 크고 균열이 적어 대재(大材)를 비교적(比較的) 쉽게 얻을 수

있는 점(點)과 외관(外觀)도 아름답다는 점(點)이다.

이와 반대로 단점(短點)은 강도(強度)가 너무 크기 때문에 가공(加工)이 어렵고 내화도(耐火度)가 적은 점(點)이다. 특(特)히 내화도(耐火度)는 600℃까지는 비교적(比較的) 안전(安全)하나 그 이상(以上)의 열(熱)에는 급격(急激)히 강도(強度)가 떨어진다.

석재(石材)의 부패(腐敗), 부식(腐蝕)되는 근본적 원인(原因)은 풍화작용(風化作用)이다.

이와 같은 풍화(風化)는 기온(氣溫)이 변(變)하거나 비를 맞아 암석(岩石) 틈으로 물이 스며들거나 또는 암석(岩石) 위에 생물(生物)이 번식(繁殖)하는 일 등(等)이 오래 계속되면 암석(岩石)의 구성(構成) 물질(物質)이 부스러진다.

풍화(風化)는 우리 주위에서 끊임없이 일어나는 현상이나 너무나도 서서히 일어나기 때문에 그 요인(要因)이나 결과(結果)를 방관(傍觀)해 버리기 쉽지만 오랜 시간(時間)이 경과(經過)한 후(後)에는 현저한 변화(變化)가 있었음을 알 수 있게 된다.

이와 같은 풍화작용(風化作用)은 화학적(化學的), 물리적(物理的), 생물학적(生物學的) 작용(作用)으로 일어나는 것으로 보통의 경우 이 세 가지 작용(作用)이 서로 조장(助長)되어 풍화(風化)가 촉진되는 것이다.

풍화작용(風化作用)을 촉진하는 것은, ① 우(雨), 설(雪)에 의한 수분(水分)의 공급, ② 수소(H) 이온 및 수산(OH)이온의 도입에 따른 이온교환 작용(作用)으로 풍화(風化) 물체내(物體內)의 금속 이온과 작용(作用)하여 용출되고 H(수소)이온은 Alumine Silicate 음(陰)이온과 작용(作用)하여 불용의 Claymineral을 침전시킨다. ③ 염(鹽) 형성(形成)에 의한 금속 이온의 이동, ④ 생물(生物)에 의한 생성물의 풍화(風化) 및 흡수. ⑤ 결정(結晶)광물(鑛物)의 온도(溫度)에 대(對)한 팽창계수의 차(差)에 의하여 일어나는 것과 ⑥ 결빙(結氷)작용(作用) 등(等) 원인(原因)에 의거 풍화작용(風化作用)이 발생(發生)되는 것이다.

#### 1) 화학적(化學的) 풍화작용(風化作用)

이것은 유독(有毒)한 화학물질(化學物質)(S, CO, CO<sub>2</sub>, NO, PbSO<sub>2</sub> 등(等))을 함유(含有)한 것이 수분(水分)의 영향을 받아서 표면(表面)이 손상(損傷)되어(풍화(風化) 및 분해)가며, 석축 접촉부의 재질들도 서서히 분해 및 붕괴 되어가고 있는 것이다. 또한 석재(石材)의 풍화(風化) 가운데 가장 유의(留意)하여야 할 문제(問題)는 석재(石材)와 콘크리트 면(面)과의 직접적(直接的)인 접촉에서 일어나는 화학적(化學的)인 반응(反應)요인(要因)이다.

이것은 석재중(石材中)에 소량(小量)의 알카리 금속이 양회속에 석청(石靑) 또는 공기중(空氣中)의 유산 gas에서 유래(由來)하는 유산에 의하여 유산소오다 등(等)으로 변화(變化)하여 석재(石材) 표면(表面) 가까이에 유출되어 석질(石質)을 심하게 손상(損傷)시키는 것으로 이러한 현상(現像)은 습기(濕氣)가 많은 곳에서 더욱 심하게 일어나게 된다.

또한 화학적(化學的) 반응(反應)요인(要因)에는 공기 오염으로 인한 화학적(化學的) 풍화(風化)와 빗물과 지하수(地下水)에 의한 풍화(風化)가 있다.

공기의 오염으로 인한 화학적(化學的) 풍화(風化)에는

#### ① 이산화탄소(탄산가스)

이것은 생물(生物)의 대사 작용에서 나오거나 연료를 연소시키는 데서 또는 공장에서 나오게 된다.

이것에 의한 풍화작용(風化作用)은 탄산가스가 돌의 표면(表面)에 있는 물에 녹아 들어가서 탄산염 암석이나 규질암 등과 반응하게 되며, 탄산염 암석에 대(對)해서는 좋은 용매가 되고 규질암에 대(對)해서는 분해를 일으키게 되는 것이다.

#### ② 황의 산화물

이것도 공기중(空氣中)에  $SO_2$ ,  $SO_3$  로서 존재하는데 공장에 폐기 가스, 자동차의 배기 가스, 연탄 등(等)에 의해서 생성(生成)되며, 풍화(風化)방법(方法)은 황의 산화물이 돌의 표면(表面)에 있는 물에 녹아 들어가서 물에 녹기 힘든 탄산염을 황산염으로 바꾸어 더 잘 녹게 하며, 또 황산마그네슘( $MgSO_4 \cdot H_2O$ )이 생성(生成)된다면 이것은 대단히 조해성(潮解性)이 커서 공기중(空氣中)의 물을 흡수하게 된다.

황산염은 탄산염보다 몰부피(Molar Volume)가 커서 돌이 얇은 조각으로 떨어져 나가게 되는 원인이 된다.

#### ③ 염화물(Chlorides)

이것은 공기중에 400ppm 정도가 있으며 이것 중 30%는 바다 바람에 의한 것이고 나머지는 공장에서 나오는 것이다. 염소 이온은 공기중(空氣中)에 일부  $HCl$ ,  $HOCl$ 의 모양으로 존재하며  $HOCl$ 도 강한 산화제 역할을 한다. 이것들은 금속들의 강한 부식제이고 탄산염을 물에 잘 녹게 만든다

#### ④ 질소화합물

이것은 공장 지대의 대기(大氣)에 많이 함유되어 있는  $NH_3$ ,  $NO_3^-$ 로서 돌에 부식(腐蝕)에 미치는 영향은 아직 알려 있지 않다.

#### ⑤ 먼지

이것은 돌 위에 쌓여 돌을 더럽게 하고 이끼 등(等) 생물체(生物體)가 자랄 수 있는 영양분을 공급하고 습기(濕氣)를 보존(保存)하여 이에 의한 다른 부식(腐蝕)을 촉진시키는 매개체가 된다.

빗물과 지하수(地下水)에 의한 풍화(風化)에는

#### ① 빗물 속의 이산화탄소

빗물 중에 이산화탄소는 빗물이 석재(石材)에 스며들거나 석재(石材) 표면(表面)에서 탄산칼슘을 녹여낸다. 화학식(化學式)으로 표시(表示)하면  $CaCO_3 + H_2O + CO_2 = Ca(HCO_3)_2$ 와 같은 반응(反應)에 의하여 녹게 된다.

#### ② 황의 산화물

빗물 속의 황(黃)의 산화물(酸化物)은 칼슘이나 마그네슘과 결합(結合)하여 더 물에 잘 녹는 모양으로 되어 녹아 나가거나 돌의 미세한 구멍들에 결정화된다.

#### ③ 다른 산(酸)들

$HCl$ 이나  $HNO_3$ 가 공기중(空氣中)에 소량 있고 이것이 빗물에 녹아들어 석재(石材)에 스며들면 용매의 역할을 하여 석재(石材)를 깎는다.

#### ④ 지하수(地下水)

지하수(地下水)에는  $Ca$ ,  $Mg$ ,  $SO_4$ ,  $Cl^-$ ,  $Fe$ ,  $NaCl$  등(等)이 존재하며, 이들은 석재(石材)의 모세관으로 올라와 석재(石材)의 염(Salte)에 의한 오염에 큰 영향을 주는 것이다.

### 2) 물리적(物理的) 풍화작용(風化作用)

#### ① 팽창과 수축

낮과 밤의 기온(氣溫)의 차로 인하여 석재(石材)의 외곽과 내부(內部) 사이에는 온도

(溫度)의 차이가 생겨 외곽이 더욱 심한 팽창과 수축이 일어나게 되는데 이런 기온의 변화(變化)가 오랜 기간 계속되면 외곽이 내부(內部)와 분리되어 박리 하게 된다.

또한 열 팽창계수의 차로 인하여 입자들 사이에 간격이 생겨 부스러지거나 화학적 풍화(風化)를 더 잘 일어나게 하여 풍화(風化)는 더욱 가속된다.

#### ② 결빙(結氷)작용(frost action)

습기 또는 수분이 돌에 스며들어 동기(冬期)에 어는 현상에서 오는 결빙작용에 의한 풍화(風化)는 가장 심각한 풍화요인(風化要因) 중의 하나이다.

물의 결빙 작용으로 떨어져 나가는 풍화(風化)는 물이 많이 침투되고 외부의 기온(氣溫) 변화(變化)에 민감한 돌 표면(表面)에 가까운 부분(部分)이 내부보다 심하게 일어나는 것은 물론이고, 이 현상의 정도는 돌이 공극률(空隔率)(porosity)에 크게 영향을 받는다.

#### ③ 박리작용

암석의 표면 부피가 침식으로 제거되면 안쪽으로 누르던 압력이 감소하므로 그 안쪽에 있던 암석이 바깥으로 팽창하여 얼마간의 두께를 가진 외각이 생기게 되며, 내부(內部)와의 사이에는 틈이 생기게 되어 박리 하게 된다.

#### ④ 빗방울의 작용(作用)

이것은 빗물 중에 녹아있는 물질의 화학적(化學的) 작용(作用)과 물 자체의 용매역할 외에 빗물이 떨어질 때 풍화(風化)로 결합(結合)이 약해진 부분을 물리적(物理的)인 힘에 의하여 떼어내는 역할을 한다.

#### ⑤ 바람의 작용(作用)

마람과 함께 모래, 먼지, 매연 등(等)이 돌의 표면(表面)을 때려 풍화(風化)가 일어나게 되는 것으로 지면(地面)에 가까운 부분이 더 심하게 나타난다.

#### ⑥ 기타

지반이 견고하지 못하거나 설계를 잘못하여 밑면에 동등한 압력을 주지 않을 때 내려앉는 영향으로 파괴(破壞)되는 경우가 있다. 또 주위에 차량 등(等)의 왕래가 심하여 그 진동에 의하여 파괴되는 수도 있다.

#### 3) 생물학적(生物學的) 풍화작용(風化作用)

##### ① 잡초류(雜草類)에 의한 파괴(破壞)

석재(石材)와 석재(石材) 사이에 먼지나 바람에 날려온 토양이 집적(集積)되고, 여기에 잡초류나 녁쿨들의 뿌리가 파고들어 생육함으로서 뿌리의 압력에 의하여 석재(石材)의 틈이 벌어지고 또한 이러한 식물들은 주위에 습기(濕氣)를 보지(保持) 함으로서 다룰 지의류나 이끼의 생육을 양호하게 된다.

##### ② 지의류에 의한 부식(腐蝕)

지의류의 부식(腐蝕)작용(作用)은 근압(根壓)과 분비(分泌)되는 유기산(有機酸)에 의한 것이며 또한 수분(水分) 보지(保持)에 의한 간접적인 작용(作用)도 있으나 부식(腐蝕)은 대단히 미약하다.

이것 이외에 선대류(蘚苔類)의 작용(作用), 조류(鳥類)의 생육(生育), 곰팡이류, 동물(動物)류(類)에 의한 침식(浸蝕), 세균에 의한 암석(岩石)의 부식(腐蝕) 등(等) 여러 가지 원인(原因)으로 석재(石材)를 부식(腐蝕) 및 풍화(風化)시키고 있다.

끝으로 석재(石材)의 풍화(風化) 방지책(防止策)으로는 아직 효과적(效果的)인 방법(方法)은 개발(開發)되지 않았으나 풍화(風化)를 촉진(促進) 시키는 요인(要因)의 제거

(除去)는 그것의 관리과정(管理過程)에서 효과적(效果的)으로 실시(實施)할 수 있는 것으로 가능(可能)한 경우에는 석재(石材)를 노천(露天)에 방치하지 않는다든지, 석조물(石造物)에 흙이나 먼지가 앉지 않도록 항상 깨끗하게 관리(管理)하며, 특(特)히 주요(主要)한 것은 미생물(微生物)이 생식(生食) 못하게 습기(濕氣)를 적게 하거나 일광(日光)에 노출(露出) 시키지 말며, 석재(石材)가 놓이는 위치(位置)의 지반(地盤)을 경고하게 유지하여야 할 것이고 특(特)히 시멘트와의 접촉은 피하여야 한다.

### 3. 개와(蓋瓦)

개와(蓋瓦)는 우리 나라 목조건조물(木造建造物)에서는 거의 빠짐없이 사용(使用)되고 또한 건물(建物)을 보존(保存)시키는 데 있어서 중추적(中樞的) 역할을 하는 것으로서 개와(蓋瓦)의 종류(種類)에는 훈와(煇瓦), 고려청기와 같은 것이 있으며 형태로서는 암기와 숫기와 암막새, 숫막새, 치미(鷓尾) 등(等)이 있다.

현재(現在) 문화재(文化財) 보수공사용(補修工事用)으로는 훈와(煇瓦)를 가장 많이 사용(使用)하고 있으며 이것의 제조(製造) 과정을 살펴보면 정선(精選)된 점토(粘土)를 성형(成形) 건조(乾燥)시켜서 송엽(松葉), 소나무장작 등을 연료로 한 환원염(還元焰)으로 소성(燒成)하여야(화도(火度) 900℃ ~ 1100℃) 우수 제품(優秀 製品)이 생성(生成)되는 것이나 현재(現在)에는 연료 사정이 여의치 못하여 기름을 사용(使用) 소성(燒成) 한다.

개와(蓋瓦)의 우수 제품(優秀 製品)은 형상(形狀)이 뒤틀리지 않고 양호(良好) 하여야 하며, 흠결이 없고 들로 가볍게 두들기면 금속성의 맑은 음향(音響)을 내는 것으로서 동파(凍破)에 견디는 힘이 강하여야 한다.

동일(同一) 규격(規格)의 제품(製品) 중(中) 두께의 차(差)와 폭이나 길이의 차이(差異)는 적을수록 좋고 흡수율은 16% 이하(以下) 강도는 200kg 이상(以上)이라야 한다.

(75년도(年度) 부터 문화재(文化財) 보수공사(補修工事)에 사용(使用)하고 있는 기준치 임).

## III. 목조건물(木造建物)의 보존현황(保存現況) 및 문제점(問題點)

### 1. 목조건물(木造建物)의 보존현황(保存現況)

우리의 옛 조상(祖上)들은 목조건물(木造建物)을 보호(保護)하기 위하여 큰 관심을 기울였으며, 또한 상당히 수준 높은 여러 가지 처리법(處理法)으로 건조물(建造物)을 보존(保存)하였다.

예를 든다면 단춘(丹春), 기름칠, 목제경화 등(等) 현대(現代) 과학(科學)으로서도 이해할 수 있는 것들이 허다하였다.

그러나 목조건조물(木造建造物)은 주위환경(周圍環境) 또는 풍화(風化), 부패(腐敗), 부식(腐蝕) 등(等)으로 파손(破損)하게 되고 또 이로 인한 원인(原因) 이외에 건물(建物) 자체(自體)가 가지는 구조적 모순 또는 하중(荷重) 등(等)으로 파손(破損)이 일어나는 것도 필연적인 사실이다. 다음은 목조건조물(木造建造物)의 보수(補修)에 대(對)하여 특(特)히 국보(國寶)나 보물(寶物) 및 지방문화재(地方文化財)로 지정(指定)된 건조물(建造

物)의 수리 종류와 현황에 대(對)하여 알아 볼까한다.

1) 현상유지를 위한 보수(補修)

모든 건조물(建造物)은 해가 거듭함에 따라 변화(變化)하기 시작한다. 즉 폭풍, 지진 등(等)에 의(依)하여 커다란 기계적 파괴(破壞)가 있으며, 또한 인위적(人爲的)인 피해(被害)로 비가 새고 습기(濕氣)가 계속적으로 차기 시작하여 충해(虫害)나 균해(菌害)를 입게되며, 혹은 썩기도 하며 건축(建築) 부재(部材)가 변질(變質)하게 된다.

따라서 평상시에 행하여지는 부분적(部分的)이며, 국부적(局部的)인 수리(修理)가 현상유지를 위한 수리라고 할 수 있다. 즉 원래 자리에서 이탈(離脫)된 부재(部材)를 원자리에 복구시키며, 원래의 부재(部材)를 그대로 보유(保有)하여 그 이상 파손(破損)이 진행되지 않도록 하는 것이다.

2) 번와수리(翻瓦修理)

이것은 지붕이 비, 바람에 희생됨으로서 건조물(建造物)의 주체부(主體部)가 변질(變質)되는 것이다. 그러므로 지붕이 가장 파손(破損)되기 쉬운 부분(部分)임은 당연한 일이며, 지붕 전면(全面)에 대(對)한 번와수리(翻瓦修理)가 가장 자주 필요(必要)하게 된다.

파손(破損)된 개와(蓋瓦)는 완전(完全) 교체(交替)하고, 또한 부패(腐敗)된 서까래 등(等)의 교체(交替)도 일부 행하여지기도 한다.

3) 부분(部分) 해체수리(解體修理)

번와수리(翻瓦修理)의 시기(時期)를 놓쳐 파손(破損)이 더 심해진 경우에는 목재(木材) 개판이나 서까래 끝 또는 그 뿌리들이 파손(破損)되어 나아가서는 옥개 가구 부재(部材)에 까지 파손(破損) 부패(腐敗)가 파급된다.

이런 경우 기둥, 보, 도리등(等) 축부의 주요(主要)가구체는 그대로 두고 그 밖의 부속적인 부재(部材)를 해체(解體)하여 수리하게 된다. 부분(部分)해체(解體) 수리(修理)의 경우 필요 이상으로 해체(解體)하는 것은 문화재(文化財)의 원형 보존상 많은 해를 가져오게 하므로 그 수리(修理) 대상 건물의 파손(破損) 부분(部分) 또는 파손(破損)의 상태에 따라 해체(解體) 정도를 조정하여야 한다.

4) 완전(完全)해체(解體)수리(修理)

건조물(建造物)의 벽체(壁體)가 파손(破損)되고 창문이 이탈(離脫)되며, 축부 가구체가 거의 제 자리를 잡지 못한 것을 그대로 방치해 두면 강한 바람이나 지진 또는 순간적인 충격 등으로 건물(建物)이 도괴 될 우려가 있을 정도로 건물이 파손(破損)되었을 경우 건물(建物) 전체(全體)를 해체(解體)하여 수리하게 된다.

이 경우에는 건물(建物)의 기초부분 즉 기단까지도 일단 해체(解體)하여 다시 이들을 조립하는 것이다.

이 경우는 목조건조물(木造建造物)을 완전(完全)히 신축(新築)하는 것보다 더 어렵기 때문에 매우 높은 수준의 고대(古代) 목조건물(木造建物)에 대(對)한 양식적(樣式的) 기술적 지식이 필요하게 된다.

5) 단청수리(丹青修理)

단청(丹青)은 건조물(建造物)의 전체(全體) 목부(木部) 이외에 벽면이나 지붕, 연골 등(等)의 흙 또는 석회로 화장된 부분(部分)에도 이루어지는 것으로서 모든 건물(建物)의 수리(修理)에는 단청수리(丹青修理)가 부가되는 것이며, 또한 건물(建物)의 종류에 따라서는 단청(丹青)이 건물(建物)을 상징하는 장식이기 때문에 건물 자체가 아무런 파손(破

損)이 없는 경우에도 단청수리(丹青修理)가 행하여진다.

## 2. 설계 및 조사

### 1) 수리(修理)에 따르는 실측조사

건조물(建造物)의 해체(解體) 수리(修理)를 실시(實施)하는데 필수적으로 이루어지는 작업(作業)이 건물(建物)의 현상 실측과 해체(解體) 조사(調査)이다. 건물의 현상 실측은 현재(現在) 수리대상으로 된 건물(建物) 그대로를 도면화 하는 것이다.

건물(建物)의 해체(解體)조사(調査)는 건물(建物)을 완전히 복원(復元)할 때 그 속에 갖추어진 많은 역사적(歷史的) 기술적(技術的) 자료(資料)를 얻기 위하여서도 중요한 작업이다. 즉 건물(建物) 세부(細部)의 수법(手法)이나 건물(建物) 속에 갖추어진 보수(補修) 흔적이나 그 밖의 기록(記錄), 명문(銘文) 등(等)은 건물(建物)이 서 있는 현상(現狀)에서는 거의 찾을 수 없는 것이며, 해체(解體) 작업(作業)이 학술 자료를 얻기 위한 유일한 기회가 되기 때문이다. 즉 각(各) 부재(部材)에 위치(位置)와 순위(順位)를 표시하는 표를 붙여서 지붕 부분부터 해체(解體)하기 시작하여 옥개 가구를 해체(解體)하고 뒹마루를 들어내고 벽(壁)을 제거(除去)하고 처마, 천정(天井), 마루를 해체(解體)하여 기초부분에 이르기까지 순차적으로 면밀한 조사(調査)를 하며, 그 건물(建物)의 원래의 시방(示方)을 찾고 충분한 시간(時間)과 인력(人力)을 동원(動員)하여 철저(徹底)한 조사(調査) 및 고증(考證)을 실시(實施)한다.

이러한 목조건물(木造建造物)의 해체수리(解體修理)와 이에 따르는 조사(調査)는 고도(高度)의 경험(經驗)과 전문지식(專門知識)을 필요(必要)로 하는 것이며, 반드시 이러한 지식과 기술을 가진 숙련된 기술자에 의하여 이루어져야 한다.

### 2) 복원(復元)설계와 현상변경

건조물(建造物)의 해체전(解體前) 조사(調査)와 해체(解體)조사(調査)를 통하여 정리된 자료(資料)에 의거하여 건물(建物)의 복원(復元)계획을 수립하여 복원설계를 작성한다. 만일 그 건물이 창건된 후(後) 아무런 구조 또는 가구 문에 변화(變化)가 없었다면 현상 실측도면이 거의 그대로 복원(復元)설계도로 될 것이다.

현상변경은 건물(建物) 건립(建立)당초(當初)의 모습에서 후세에 변경된 부분을 당초의 모습으로 복원하는 것을 말하나 이 경우에 있어서도 당초의 모습과 확실히 변경된 것과는 확인할 수는 있으나 복원(復元)을 위한 그 부분의 완전한 복원설계가 자료 부족으로 불가능할 경우가 있게 된다.

이러한 경우에는 원칙적으로 현상 변경을 하지 않고 조사된 내용의 기록만으로 끝나는 경우가 있다. 이러한 예는 서울 남대문(南大門)이 대표적인 것이다.

## 3. 목조건조물(木造建造物)의 과학적 보존(科學的 保存)을 위한

### 요망사항(要望事項)

목조건조물(木造建造物)의 보존(保存) 관리(管理)에 있어서 요구(要求)되는 과학적(科學的)인 연구(研究) 검토(檢討)와 시책(施策) 가운데 시급한 것은 그 자재(資材)에 관(關)한 문제들이다.

우선 건물(建物)의 주요(主要) 자재(資材)인 목재(木材)에 관(關)하여 재래(在來)수종

(樹種)고 가장 흡사(恰似)한 수입목의 선정에 관한 문제와 목재(木材) 방부제(防腐劑)의 문제, 고재(古材)를 사용(使用)하는 문제(問題)가 있다. 또 목조건물(木造建物)의 본체(本體)를 보호(保護)하는 역할을 맡고 또 가장 파손(破損)되기 쉬운 부분(部分)에 사용(使用)되는 개와에 대(對)하여 개와의 강도(強度), 흡수율(吸水率) 등(等)의 간편(簡便)한 조사(調查)방법(方法)과 개와 제조(製造)과정(過程)의 합리화(合理化) 문제(問題) 품질(品質) 표준화(標準化) 문제(問題) 등이 재검토(再檢討) 되어야 하며 그 밖의 건물의 장식적 자재(資材)나 우리 나라 건축의 특징인 단청(丹青)에 사용(使用)되는 안료(顔料)에 관(關)한 문제(問題) 등(等)이다.

### 1) 보수(補修)목재(木材)의 선정(選定)

한국(韓國) 목조건조물(木造建造物)의 대부분은 육송으로 만들어져 있다. 드물게 기둥에 괴목을 사용(使用)하고 보에 잣나무를 쓰는 경우가 있으나 괴목인 경우에는 궁전 또는 성곽에 특수하게 사용(使用)한 것이며, 보에 잣나무를 쓴 것은 육송 대재(大材)를 구하기 어려웠기 때문이다.

그러나 현 실정으로 보아 우리 나라에서는 육송을 구하기가 어려움으로 부득이 육송과 비슷한 수입목을 육송 대신에 사용하지 않을 수 없게 되었다. 그러나 문제점은 수입된 목재(木材)의 강도(強度), 목질(木質), 색감(色感)이 육송과 비슷하고 건조(乾燥)에 대(對)한 반응(反應)이나 습기(濕氣)에 대한 반응(反應) 및 단청(丹青)안료(顔料)에 대(對)한 반응(反應)등이 모두 육송과 흡사 하다는 결론을 얻기 위한 기본(基本) 조사(調査)와 실험(實驗)이 전문가에 의하여 실시되어야 할 것이다.

또 한가지 중요한 것은 앞으로 목조건조물(木造建造物) 보수(補修) 및 복원공사(復元工事)에 사용(使用)하는 신(新) 목재(木材)는 반드시 사용전(使用前)에 임목(林木) 전문가(專門家)에 의해 목재(木材)의 재질(材質), 수분(水分)의 흡수성(吸收性), 현재(現在)의 수분(水分) 함량(含量) 등(等) 종합적(綜合的)으로 조사(調査) 감식(鑑識)하여 검수(檢收)를 받은 후(後) 사용(使用)하여야 될 것이다.

만일 수분(水分)이 많은 것을 그대로 사용(使用)하였을 때에는 표면(表面)을 도장(塗裝) 한다면 약제(藥劑)처리(處理)한 것이라도 내부(內部) 목질(木質)의 수분(水分)은 표면(表面)에 손상(損傷)을 입히니까 명심(銘心)하여야 한다.

### 2) 목재(木材)의 방부제(防腐劑)

우리 나라 고건축물(古建築物)은 단청(丹青)의 부수적인 효과로 방부(防腐)가 어느 정도는 되기도 하나 그것은 너무나 미미하여 만족스럽지 못하다.

우리나라 목조건조물(木造建造物) 문화재(文化財) 방부제(防腐劑)를 사용(使用)함에 있어 가장 주요(主要)한 요건은 시공이 간편하고 경제적으로도 너무 과도치 않으며, 특(特)히 단청(丹青) 색(色)과의 아무런 변화(變化)도 없고 단청(丹青)에 사용(使用)하는 접착제(接着劑)와도 화학반응(化學反應)이 없어야 한다.

현재 우리 나라에서도 목재(木材)의 방충(防虫), 방부(防腐), 방연(防然)까지 겸할 수 있는 약품(藥品)이 개발되어 문화재(文化財) 보수공사(補修工事)에 사용(使用)하게 되었음은 매우 중요한 일이며, 또한 귀중(貴重)한 문화재(文化財)를 보존(保存) 하는데 기여하는 바 크다고 본다.

### 3) 고재(古材)의 재사용(再使用)

현재까지 실시(實施)되어 온 보수공사(補修工事)에서는 고재(古材)가 극히 부분적(部分的)으로 파손(破損) 또는 부패(腐敗)가 되었을 경우에는 이것을 거의 신목재(新木材)



로 교체하는 경우가 많았다. 그러나 목조건물(木造建物)의 보수(補修)에 있어서 목재(木材)의 교체(交替)가 많으면 많을수록 문화재(文化財)로서의 가치가 적어지는 것이기 때문에 매우 애석한 일이 아닐 수 없다.

그러므로 이러한 목재(木材)의 국부적(局部的)인 파손(破損)은 고목재(古木材)를 경화(硬化)시켜 원래의 강도와 거의 같은 인조(人造) 목재(木材)로 만들어 원형 보수하던가 또는 특수 재목(경화시킨 목재(木材))으로 대용(代用)하든가 하여서 문화재의 가치 감소를 최대한 막는 것이 필요하다.

#### 4) 개와(蓋瓦) 검수의 간편화

번와(飜瓦) 수리(修理)에는 흔히 많은 신조(神造) 개와(蓋瓦)를 사용(使用)하게 된다. 그러나 이들 개와(蓋瓦)에 대(對)한 제품검수(製品檢收)가 많은 문제점을 가졌다. 즉 강도와 흡수율의 조사(調査)가 가장 긴요한 것이나 그것을 쉽게 그리고 다량으로 짧은 시간에 검수해 내는 방법이 없다. 물론 표본(標本) 조사(調査)로 그 제품(製品)의 합격 또는 불합격을 결정하게 되나 다량의 개와(蓋瓦) 가운데는 자연이 불량품이 섞이게 마련이다.

그러나 당국 문화재(文化財) 연구소(研究所)에서 개와(蓋瓦)의 강도 측정기와 흡수율 측정기를 구입하여 시험 검수한 후(後)로는 개와(蓋瓦)의 품질(品質)이 상당히 우수하여진 것은 매우 다행한 일이라고 생각한다.

#### 5) 단청(丹青)안료(顔料) 선정(選定)

단청안료(丹青顔料)는 원래 자연안료(自然顔料) 즉 광물질의 자연 안료를 주로 사용(使用)한 것이나 현재는 그것이 너무나 고가의 물건이 되었기 때문에 사용하지 못하는 형편에 있다.

그러므로 당국 문화재(文化財) 연구소(研究所)에서는 KIST와 공동(共同)으로 색상(色相)이 선명하고 내공해성(耐公害性)이 강하며 내구성(耐久性)이 우수한 안료(顔料)를 연구(研究), 개발(開發)하여 문화재(文化財) 보수공사(補修工事)에 사용(使用)토록 배합(配合)비율까지 완전(完全)히 규격을 정하였으나 실지로 단청(丹青)을 시공(施工)하는 기술자들이 얼마만큼 이것을 양심적으로 이행하고 있는가가 문제점이다.

그러므로 문화재(文化財) 보수공사(補修工事)를 담당하는 기사들은 개발(開發)된 안료(顔料)의 판별(判別) 방법(方法)과 배합(配合) 방법(方法)을 완전(完全)히 익숙한 후(後) 감독에 임하여야 할 것이다.

### 4. 기타(其他)

1) 위에서 말한 여러 문제점 이외에도 과학적(科學的)인 성과를 이용하여 목조건조물(木造建造物)의 보존(保存)에 도움이 되게 응용되어야 할 문제는 많다. 우선 건물(建物)의 보수(補修)에 있어서 고재(古材)와 신재(新材)의 차이에서 일어날수 있는 병폐를 막기 위한 고재(古材)의 강도복원 문제가 있을 것이며, 재용(再用)되는 개와(蓋瓦)의 강도복원 문제, 초석이나 기단 등의 석재풍화(石材風化) 방지(防止) 또는 강도(強度)복원(復元) 등이 있다.

2) 일반적(一般的)으로 목조건조물(木造建造物)은 내구(耐久)수명(壽命)의 제한(制限)이 있는 것이고 보수(補修), 보강(補強)이 항상(恒常) 뒤따른 것이 원칙이기 때문에 현시점(現時點)에서 볼 때 이들 재건(再建) 문화재(文化財)의 보존(保存)에 있어 가장 시

급한 문제는 그 원형(原型)의 정확(正確)한 설계도면(設計圖面)과 사진(寫眞)을 정비하여 후세(後世)에 전하여 내구(耐久) 수명이 다 됐을 때 재건(再建)에 토대가 되는 자료(資料)를 제공(提供)할 수 있게 하여야 한다.

특(特)히 사찰(寺刹)의 경우 목조건물(木造建物)에 부착된 벽화(壁畵) 및 단청(丹青)의 보존(保存)문제(問題)는 어느 때는 복원(復元)이 필요(必要)하므로 그 상세(詳細)한 모사도(模寫圖), 복원도(復元圖), 사진(寫眞) 등(等)의 준비가 반드시 있어야 한다.

3) 건조물(建造物)의 수리(修理) 복원(復元)은 파손(破損)의 정도(程度)가 경미(輕微)하면 할수록 수리가 쉽고 또한 완전(完全)히 원상(原狀)을 회복(回復)하기도 쉽고 경비도 적게 드는 것이나 현재(現在) 수리(修理) 복원(復元)의 실적을 보면 건조물(建造物)의 파손(破損)이 경미(輕微)한 시기(時期)에 수리(修理)하는 것은 매우 적으며 반대로 파손(破損)이 증대되어 건조물(建造物)의 기능(技能)을 잃게 될 지경에서야 비로소 수리에 착수하는 예가 많다. 특(特)히 고(古) 건조물(建造物) 그리고 그것이 지정(指定) 문화재(文化財)인 경우에 이러한 경향이 많다. 위와 같은 풍조(風潮)는 시급히 시정(是正)되어야 한다.

4) 보수공사(補修工事) 시(時) 건조물(建造物)이 비를 맞지 않게 견고한 덧집을 가설하지 않고 해체(解體)하였다가 우기(雨期)를 당하여 모든 부재(部材)가 비를 맞게되면 구(舊) 목재(木材)는 상당히 빠른 속도로 부식(腐蝕)하게 되며 또한 단청(丹青)된 표면(表面)에는 목재(木材) 내부(內部)에서 발산(發散)하는 습기(濕氣)의 원인(原因)으로 얼룩이 지게 되는 것이다. 앞으로는 충분한 예산을 반영하여 반드시 덧집을 가설한 후(後) 보수공사(補修工事)에 임하여야 할 것이다.

5) 현재(現在) 우리 나라의 보수공사(補修工事) 현황을 살펴보면 거의가 동절(冬節)에 보수공사(補修工事)를 하고 있다. 그러나 앞으로는 이와 같은 문제는 반드시 지양(止揚)하여야 할 것이다. 이상 이것들 이외에도 많은 문제점들이 있을 것으로 사료(思料)되나 필자(筆者)가 기억하고 있는 것을 간추려 기술(記述)한 것이니 앞으로 문화재(文化財) 보수공사(補修工事)에 조금이나마 반영되었으면 하는 마음 간절할 뿐이다.

#### IV. 결론(結論)

지금까지 목조건조물(木造建造物)의 부패(腐敗), 부식(腐蝕) 및 파괴(破壞)되는 원인(原因)을 문헌조사(文獻調査)와 실제(實際) 조사(調査)를 통하여 구명(究明)하고 또한 목조건조물(木造建造物)의 보수공사(補修工事) 현황을 간추려 설명(說明)하였다.

앞으로 우리 조상(祖上)들이 물려준 귀중(貴重)한 문화재(文化財)의 보수공사시(補修工事)는 반드시 다음과 같은 과학적(科學的) 절차(節次)에 의거 보수공사(補修工事)를 실시함이 타당하다고 생각된다. 즉, ① 동서고금(東西古今)의 경험(經驗)과 지식(知識) 및 문헌(文獻)을 활용(活用)하면서, ② 원인(原因)에 대(對)한 분석방법(分析方法)으로 여러 화학적(化學的) 물리적(物理的) 생물학적(生物學的) 및 자연환경(自然環境)의 상태(狀態)와 재질(材質)의 분석(分析)실험(實驗)을 통(通)하고, ③ 그들 결과(結果)에서 얻은 여러 자료(資料)로부터 귀납(歸納)하여 판단(判斷)되는 주(主) 원인(原因)을 찾아내고, ④ 진단(診斷)을 통해 판단된 것이 오진(誤診)이 아닌 근본적(根本的) 원인(原因)에 틀림없는 판단인 것인가를 실험(實驗)을 통(通)해 확인(確認)하고, ⑤ 이에 대(對)한 대책(對策)을 공학적(工學的) 기술적(技術的) 각도(角度)에서 모색(摸索)한 다음, ⑥ 대

책(對策)으로 수립(樹立)된 방안(方案) 중(中) 최선(最善)이라 판단되는 것을 실지로 적용하기 전에 모델을 만들어 실시(實施)한 실제 실험을 통하여 타당성(妥當性)을 검토(檢討) 확인(確認)한 다음 경제성(經濟性)을 고려(考慮)한 예방 대책이나 복원(復元) 설계(設計)가 착수(着手) 되어야 한다.

위와 같은 모든 사항이 끝나면 문화재(文化財) 복원공사(復元工事)에 있어서 조사연구(調查研究) 시공(施工)에 이르기까지의 기술적(技術的) 절차(節次)를 전기(前期) 항(項)에 의한 방법으로 수행할 수 있도록 시공상(施工上)의 특수(特殊) 시행(施行) 방법(方法)을 규정(規程)하고 이를 제도화(制度化) 함으로서 복원공사(復元工事)의 충실(充實)을 기(期)하여야 한다.

또한 우리들은 항상(恒常) 지정(指定) 문화재(文化財)이든 지정(指定)되지 않은 문화재(文化財)이든 우리 조상(祖上)들이 물려 준 고(건조물古建造物)에 대(對)하여는 각별한 관심(關心)을 가지고 유지(維持) 관리(管理)에 정성(精誠)을 다하여 보존(保存)하여야 한다.

이것이 현대(現代)의 살고 있는 우리들에게 부과된 의무(義務)라고 생각하여야 된다.

만일 이렇게 생각지 않는다면 우리들은 우리들의 후세(後世)에 의하여 무식(無識)한 선인(先人)이며 무능(無能)했던 선인(先人)으로서의 비난(非難)을 면치 못한다는 것을 항상 염두에 두어 문화재(文化財)를 사랑하고 아끼는 마음으로 문화재(文化財) 보수공사(補修工事)에 임하여야 할 것이다.

- 끝 -