

명동성당 외부 벽돌벽의 보수·보존을 위한 석회몰탈 성분 분석에 관한 연구

- 동쪽 벽면 보수 공사를 중심으로 -

김 종 현 김 정 동
(배재대 부교수) (목원대 교수)

김 택 남 김 태 우
(배재대 교수) (배재대 겸임교수)

주제어 : 한국근대건축, 보존, 보전, 석회몰탈, 벽돌조 건축, 보수공사, 명동성당

1. 서론

1-1. 연구의 목적과 의의

우리나라 건축에 있어서 벽돌(甍瓦)의 사용은 평양과 황해도 일대의 낙랑의 것으로 보이는 벽돌로 쌓은 무덤을 통해 확인해 볼 수 있다. 또한 백제 무령왕릉을 통해 삼국시대에 이미 벽돌 제조 및 축조 기술이 뛰어났음을 확인할 수 있다. 고려시대와 조선시대에 있어서 벽돌 사용에 대한 내용은 잘 알려져 있지 않지만 동관왕묘(東關王廟)의 정전과 종묘(宗廟) 정전 후면 벽 등에 벽돌이 사용되었던 것을 통해 꾸준히 벽돌이 사용되었음을 알 수 있다.¹⁾ 조선 후기에는 박제가 등 실학과 학자들을 중심으로 벽돌 사용이 주장된 바 있다. 실제로 수원성 등을 통해 당시에도 벽돌의 축조기술이 상당했음을 확인할 수 있다. 따라서 벽돌은 근대기(近代期)에 도입된 건축 재료라기보다는 꾸준히 우리나라 건축에 있어서 사용되어 왔던 재료라고 할 수 있다. 그러나

우리나라에서 벽돌 사용이 주 구조체(主構造體)로서 보편적으로 사용되었던 것은 근대기(近代期)로서 외국 공관, 교회, 관청, 은행 등 공공적 성격을 지닌 많은 건물에서 벽돌(甍瓦)이 목조(木造)를 대체하기 시작하였다. 이에 따라 건축기술(建築技術)도 점차 목조의 결구(結構)를 위한 기술에서 벽돌의 축조(築造)를 위한 기술로 변화였다.

목조(木造)에서 벽돌조(甍瓦造)로의 변환은 단순히 건축 재료의 변화만이 아니었다. 맞춤과 이음의 결구방식에 의존했던 과거의 축조방식²⁾은 벽돌을 쌓기 위해 몰탈을 충전해 가면서 쌓아야 하는 기술로의 전환을 요구하게 되었다.³⁾ 따라서 당시 몰탈의 성격과 성분에 대한 파악은 당시 벽돌조의 축조 기

2) 지금까지 한국건축의 축조(築造) 방식에 대한 논의의 대부분은 목조 결구(結構)에 의한 가구(架構) 구성 방식으로 모아졌다. 그러나 한국건축 모두가 목조가구식(木造架構式) 구성으로 되어 있다고 보기 보다는 토담집의 예에서 보는 바와 같이 조적 또는 벽식 구성 방식도 존재하고 있었다고 생각한다. 또한 목조가구식 구성과 벽식 구성이 혼합된 축조방식도 존재했을 것이라고 추정할 수 있다. 다만 이에 대한 연구가 아직 구체적으로 이루어지지 못했기 때문에 본 논문에서는 일단 근대기 이후 도입된 서양식 조적 방식에 대한 논의를 중심으로 서술하고자 한다.

3) 우리나라 나름대로의 조적조를 구축하는 기술을 지니고 있었음은 안동 범홍동의 전탑(塼塔)과 각종 석탑 그리고 석축과 성벽 등을 통해서 파악할 수 있다. 그러나 지금까지 우리나라 건축에서 조적조를 어떠한 방식으로 쌓았는지에 대한 기술사적 연구는 별로 이루어진 것이 없기 때문에 여기서는 근대기에 도입된 벽돌의 축조 기술의 조적 방식에 대한 논의로 국한하고자 한다.

본 연구는 2003년도 한국과학재단 기초과학연구사업(과제번호 R05-2003-000-11889-0)의 지원으로 수행된 과제의 일부임

1) 朴晟亨, 韓國建築의 甍瓦 使用과 그에 따른 建築 特性에 관한 연구, 성균관대 석사논문, 1998)
박성형은 이 논문을 통해 벽돌이 낙랑에서부터 현재에 이르기까지 연속적으로 사용되고 있으며, 목조건축을 보완해주는 재료로써 활발하게 사용되었음을 밝히고 있다. 또한 조선 후기 주 구조체가 목조에서 벽돌로 변하는 현상을 주목하면서, 이러한 건축형식이 현재에도 발전될 수 있음을 지적하고 있다.

술을 파악할 수 있는 매우 중요한 요소라고 하겠다. 그럼에도 불구하고 지금까지 근대기(近代期) 벽돌조(甃瓦造) 건축에 있어서 몰탈의 중요성은 크게 주목을 받지 못하였다. 또한 벽돌조가 구조체로 사용되기 시작한 지 100여년이 지난 지금에 이르러서는, 벽돌조 건축물의 보수 및 보존에 대한 문제가 심각하게 제기되기에 이르렀다.⁴⁾ 본 논문의 주요 대상으로 삼고 있는 명동성당의 경우만 하더라도 1970년대와 1980년대에 대대적인 보수 작업이 이루어졌으나 당시 예산과 기술 등의 부족으로 보수가 오히려 건물에 결함을 야기 시키는 결과를 낳게 되었다. 따라서 문화재적 가치를 지니는 근대기 벽돌조 건물의 보수를 위해서는 좀더 과학적이고 정밀한 분석을 통해 접근할 필요가 있다.

이에 본 연구에서는 근대기 우리나라의 가장 대표적인 벽돌조 건축물 중 하나라고 할 수 있는 명동성당을 중심으로 당시 사용되었던 석회몰탈의 성분을 분석하고자 한다. 이는 우리나라 초기 벽돌 공사의 석회몰탈에 대한 성격을 살펴보는 데 크게 도움을 줄 수 있을 뿐만 아니라, 벽돌조 건축물의 보수 공사를 진행함에 있어서도 석회몰탈의 적절한 배합비율을 얻어내는 데에도 도움을 줄 수 있을 것으로 생각한다.

초기의 석회몰탈 배합비율을 찾아내어 원래와 같은 상태로 보수하는 것은 원형의 상태로 보수한다는 당위론적인 측면도 있지만, 시멘트몰탈과 같이 기존의 석회몰탈보다 강도가 강한 몰탈이 이용될 경우 기존의 벽돌 벽체에 변위를 일으킬 수 있기 때문이다.⁵⁾ 따라서 원래의 석회몰탈의 배합비율을 이용하여 보수를 하는 것은 매우 중요한 일이라고 할 수 있다.⁶⁾

4) 1970년대와 1980년대 명동성당의 보수를 비롯하여 다양한 벽돌조 건축물의 대대적인 보수가 진행되었다. 1990년대에 이르러서는 전주 전동성당, 1997년 운현궁 이준용 가옥, 1998년 약현성당, 1999년 횡성 풍수원성당, 2001년 정동교회, 2002년 명동성당, 2003년 부여 금사리 성당, 2004년 원효로 성당 등 근대기 벽돌조 건물의 보수가 점차 증가되고 있다.

5) Michael Stock, "벽돌조의 하자 분석과 전통적 보수 방법" <명동대성당 보수 및 벽돌건축 세미나> 2002년 3월 22일

마이클 스톡 씨는 영국의 벽돌 보수에 대한 전문가로서, 그는 이 강연회에서 원래의 상태를 유지하는 전통적 보수 방법이 당위론이나 의무감에서가 아니라, 구조적이며 기술적인 측면에서 원래의 상태를 유지하는 것이라는 것을 강조하였다. 또 석회몰탈을 과거의 배합비율에 따라 사용하는 것이 중요함을 지적하였다.

6) 역사성 있는 건축물에 있어서 석회몰탈은 시멘트 몰

1-2. 연구의 방법 및 범위

석회 몰탈은 시멘트 몰탈에 비하여 벽체에 공기의 유통을 원활하게 해주며, 이에 따라 습기가 빨리 빠져나갈 수 있게 해준다. 또한 시멘트 몰탈에 비하여 탄력성을 지니게 됨에 따라 미세한 구조적 충격에 대하여 훨씬 더 효과적으로 대처할 수 있게 해준다.⁷⁾ 따라서 명동성당의 벽돌조 외벽의 보수를 위해서 벽돌 사이를 충전시키는 몰탈은 시멘트 몰탈보다는 석회몰탈을 이용하는 것이 합리적이라고 할 수 있다. 그리고 주변의 석회몰탈과 같은 성질을 갖게 하기 위해서 이에 대한 성분분석을 통해 배합비율을 찾는 것이 필요하다.

본 연구에서는 축조 당시 명동성당의 석회몰탈 성분을 분석하기 위해 2002년 9월부터 시작하여 2004년 4월까지 진행된 명동성당 동쪽 벽돌 벽의 보수 공사에서 원형 벽돌을 채취하였다. 그리고 원래의 벽돌에 붙어 있는 몰탈을 채취한 후, 무게를 측정하고 알루미늄 유봉과 유발을 이용하여 가볍게 해쇄 하였다. 이후 기계적인 플루터(floater)를 이용하여 물 속에서 해쇄하였고, 부유된 여러 입자들을 체로 걸러내고, 건조시킨 후 무게를 측정하였다.

이렇게 조심스럽게 해쇄를 실시하는 이유는 기존의 모래 또는 소석회의 입자를 분쇄하여 더 작은 입자로 만들지 않고 기존 입자 그대로를 분석하기 위한 것으로, 유봉과 유발을 이용하여 더 이상 분쇄시키지 않았다. 이렇게 해서 얻어진 시료들을 입자 크기에 따라 4개로 나누고 이를 광학 현미경을 이용하여 8배, 20배, 40배 등으로 확대해서 입자들의 결합 상태를 파악하였다. 그리고 각 성분의 분석을 좀 더 정밀하게 하기 위해 X선 분석과 XRF(X-Ray Fluorescence)에 의해 화학분석을 시도하였다. 이러한 분석 결과를 바탕으로 초기 명동성당의 축조 상태를 파악해보고 소석회와 모래에 대한 적절한 배합비를 제시하고자 한다.

2. 근대기 벽돌조 건축과 명동성당

2-1. 한국적 고딕건축으로서의 명동성당

명동성당은 우리나라 건축 중 서양의 고딕 양식

탈에 비해 공기의 소통이 원활하고 구조적 탄력성에 있어서 미세한 구조적 움직임에 대체하기가 유리하기 때문에 석회몰탈을 이용하는 것이 더 좋다고 하겠다.

7) Gerard Lynch, Brickwork - History, Technology and Practice Volume 1, Donhead, 1994, p.107

에 가장 근접한 건축으로 코스트(Eugene Jean Georges Coste, 高宜善, 1842~96)신부에 의해 직접 설계되어 1898년 5월 29일 축성되었다.⁸⁾ 명동성당은 서양고딕성당의 요소를 비교적 충실하게 반영하고 있다. 그러나 유럽의 완성된 고딕양식을 그대로 수용한 것이 아니라, 우리나라의 경제적·기술적 상황과 문화적 특성에 맞추어 한국적 고딕건축의 수용에 대한 태도를 보여주고 있다.⁹⁾

즉 평면 형식은 바닥에 마루를 깔아서 내부에서 신발을 벗는 형식을 도입하였고 남(男)·여(女)의 예배공간이 분리되었다. 구조의 해결 방식에서도 목조 아치를 이용하여 석조의 리브드 아치(ribbed arch)에 의한 고딕 양식의 구조적 본질과는 다소 거리가 있다. 이에 따라 구조적 역할을 담당해야 할 부축벽(flying buttress)의 벽돌로써 오히려 압축력이 떨어지는 전벽돌(磚壁趺)¹⁰⁾을 사용하였다. 그럼에도 불구하고 다양한 전벽돌(磚壁趺)과 적벽돌(赤壁趺)을 이용하여 구조적 한계¹¹⁾를 극복하였다. 또 공장에서 대량생산된 벽돌에 의하지 않고, 용산 한강동 연와소¹²⁾의 흙을 파다가 벽돌을 직접 제작하며 내력벽으로 사용한 것으로써, 재료에 대한 한계를 극복해 가는 과정을 그대로 보여준다.

따라서 명동성당은 약현성당 등과 함께 이전의

가구 결구(架構結構)가 중심이 된 목구조의 구축방법에서 벗어나 벽돌이라는 새로운 재료와 벽돌사이를 몰탈을 이용하여 축조(築造)하는 조적기법에 의한 새로운 건축을 구현하였다. 따라서 명동성당은 양식적 의미와 함께 우리나라 근대기 건축 기술과 재료 사용 등을 파악하는 데에도 큰 의미를 지닌다고 하겠다.

2-2. 명동성당 벽면의 훼손과 보수공사

(1) 1970년대의 보수공사

명동성당은 1898년 5월 29일 축성한 이후 시간이 지남에 따라 벽돌의 흡수성이 증가되고 마모가 늘어남에 따라 동파현상이 일어나게 되었다. 이에 따라 벽돌 벽면의 내구성이 저하되었다. 이미 1944년에는 외국의 원조를 받아 대대적인 보수공사가 시행되었다. 1969년에는 난방공사 및 성당 바닥의 인조석 깔기 등 크고 작은 보수공사가 진행되었다. 1972년에는 지붕 보수공사가 시작되면서 조적벽의 수분 흡수로 인한 파손 및 부분 보수공사로 발생한 벽체를 정리하기 위하여 벽돌 표면 위에 도장하였다.

특히, 예산과 시공에 대한 여건으로 벽돌을 뽑아 내지 않고 풍화된 정도가 심하지 않은 것은 3~10mm 정도 기존 표면을 긁어내고 시멘트 몰탈로 미장을 한 후 벽돌 색에 맞추어 도장을 하였다. 또한 풍화가 다소 심하게 된 벽돌은 긁어내고, 두께 30mm의 벽돌 타일을 제작하여 붙였다. 이러한 작업을 하면서 작업 여건상 기존 벽돌에 손상을 가져왔다. 또 벽돌 온장을 바꾸어 끼지 못하고 일률적으로 반장씩을 끼어 넣게 되었고 파손된 벽돌에 일부 타일을 붙임으로써 구조적 역할에 손실을 일부 가져오게 되었다.¹³⁾

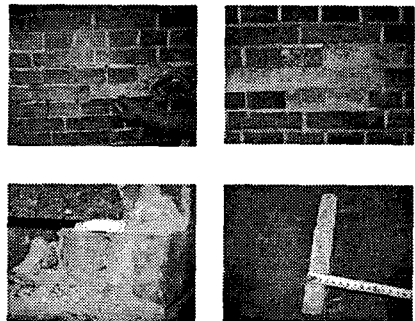


사진1. 1970년대 명동성당 벽돌 보수공사

8) 한국 천주교는 선교사의 선교에 의하지 않고 자생적으로 발전하여 천주교 선교 역사에서 매우 독특한 성격을 지니고 있다. 명동성당의 부지는 한국 최초의 교회 발상지이며 최초의 순교자였던 김범우의 집이 있던 명례방(明禮坊) 자리로, 한국 천주교회의 독특한 특성을 그대로 나타내어 주고 있다. 명동성당은 1977년 11월 22일 사적 제258호로 지정되어 문화재로서 보호받고 있다.

9) 한국근대건축의 가치를 논함에 있어서 이전에는 서양의 건축양식을 얼마나 정확히 표현해 내었는가?가 가치 판단에 대한 기준이었다고 한다면 점차 서양건축을 어떻게 우리 방식으로 소화해 내었고, 우리의 독특한 문화적 특성을 담아내었는가가 중요한 가치 판단의 기준으로 바뀔 필요가 있다. 이러한 가치 판단 기준은 한국근대건축의 성격 규정에도 크게 영향을 미칠 수 있다.

10) 전벽돌이란 흙으로 만든 검은 벽돌로 전돌(塼石), 또는 전벽(磚壁)으로 칭하는 것으로 기와 가마에서 소성한 방식으로 제조하였다.

장기인, 한국건축사전, 한국건축대계Ⅳ, 1993, 보성각, p.72
장기인, 재료, 한국건축대계Ⅷ, 1998, 보성각, p.241

11) 이에 대해서는 《문홍길, 명동성당 건축양식의 연구, 「명동성당건축사」, 한국교회사연구소, 1987, pp.198~205》 참조.

12) 용산 한강동 연와소는 조선정부에서 기와를 굽고 있던 와서현(瓦署峴)의 땅으로써, 병인년(1866년) 박해 때 순교한 베르너 장 주교 등의 시체가 한때 묻혀 있었던 곳이다.

13) 한국건축가협회, 명동성당 외벽 보수공사 제1차보고서, 2003.7

당시의 기술적 상황으로서는 최선의 결정이었을 것으로 판단되나, 이러한 작업은 오히려 벽돌 벽에 충격을 가하는 결과를 가져오게 되었다. 또 벽돌 표면에 대한 도장 작업이 벽돌이 갖고 있던 수분의 발산을 막게 됨에 따라 겨울철 온도변화에 따른 벽돌의 부식을 더욱 증가하게 하였다.

(2) 1980년대의 명동성당 보수공사

1970년대 벽체의 방수를 위한 도장은 오히려 벽돌 벽의 공기 유통을 방해하여 벽돌의 풍화를 가속화하는 결과를 낳게 되었다. 이에 따라 1982년부터 1984년에 걸쳐 벽돌 벽의 도장을 벗겨내기 위하여 명동성당 전체의 외벽을 그라인딩하였다. 또 이 작업과정에서도 훼손이 심한 벽돌을 새 벽돌로 대체하였다. 그러나 표면색이 원래의 벽돌에 비하여 훨씬 밝고 질은 색으로 교체되면서 기존의 벽돌과는 잘 조화되지 못하였다.¹⁴⁾

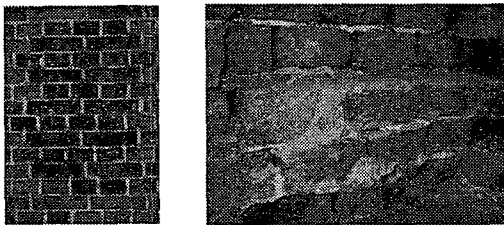


사진2. 1980년대 명동성당 벽돌 보수공사

또한 벽돌의 교체과정에서도 벽돌이 서로 끼여져 있는 관계로 한 장 전체를 떼어내기보다는 해머로 친후 일률적으로 반장씩 커팅하게되어 다른 벽돌에도 충격을 주게 되었다. 이러한 방식은 반장씩의 통줄쌓기 형식이 되어 구조적 한계를 지니게 되었다. 그리고 벽체 안의 벽돌을 커팅하다보니 벽돌의 커팅 자체도 고르게 되지 못하였다. 벽돌 벽체 사이의 모르타르 충전도 충분하지 못하여 벽체 내부에는 빈공간이 생기게 되었다. 이에 따라 구조적 결함을 지니게 되었다.

공기의 순환을 위해 벽돌 표면을 갈아냄으로써, 발수체를 뿌리기는 했지만 표면에 대한 경도(硬度)가 심하게 떨어지게 되어 풍화가 심해지게 되었다. 벽돌에 대한 이해의 부족과 함께 당시 문화재보수

14) 새 벽돌의 색상은 기존의 벽돌과 조화롭지 못하였고, 벽돌의 교체과정에서 일률적으로 반장씩 떼어내었다. 이 과정에서 다른 벽돌에 충격을 주었고, 벽돌과 벽돌 사이의 몰탈 충전도 고르게 처리하기가 쉽지 않았다.

예산과 기술력의 한계에서 비롯된 것이라고 하겠다.

(3) 2002-2004년도의 보수공사

근대기 벽돌조 건축의 보수공사에서 가장 중요한 것은 건물 전체의 벽돌 상태를 정확하게 파악하는 것이다. 즉 각각의 벽돌이 자신의 코드를 지니고 있어서 그동안의 보수 상태와 현재의 상태를 지속적으로 기록하여 앞으로의 상태를 예측할 수 있어야 한다. 벽돌 코드 작업은 벽돌의 풍화작용과 부식 상태 또 그에 대한 원인을 파악하는 데에 있어서도 기본적인 자료를 제공하여 줄 수 있기 때문이다. 이러한 작업은 현재의 상태를 정확하게 파악할 수 있게 되어 보수의 범위나 성격을 정하는데 필수적이라고 할 수 있다.

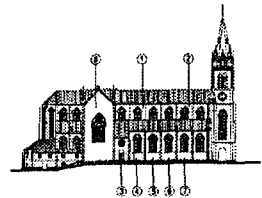
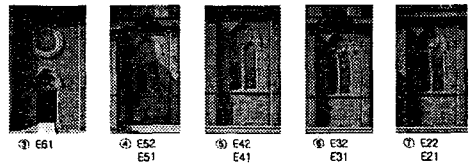
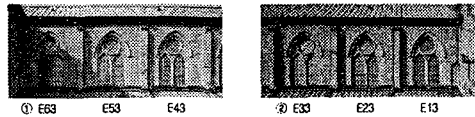


그림1. 명동성당 동쪽 벽면의 구역도¹⁵⁾

<그림1>은 명동성당의 보수공사를 위해 기존의 벽돌 보수 공사에 대한 벽돌의 상태를 조사해 놓은 그림이다. 각각의 벽돌이 각자 고유의 이름을 지니고 있어서 향후 보수에 대한 기록과 상태 변화를 지속적으로 기록할 수 있다.

15) 문화재 보수를 위해서는 보다 정밀한 조사와 계획이 선행되어야하나 현재는 보수공사와 더불어 보고서가 작성되기 때문에 충실한 보수 보고서가 작성되기 어렵다. 보수하기 전에 보수 방법과 범위 등을 위한 설계보고서와 보수 공사가 시작되면서 진행결과를 정리한 시공 보고서가 작성될 필요가 있다.

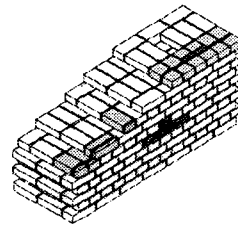
현황에 대한 정확한 조사를 통해 보수 범위와 방법이 결정되면 원래의 벽돌을 제작하는 것부터 시작되어야 한다. 그러나 현재 우리나라의 실정으로 현재 당시의 벽돌제조 방식을 유지하고 있는 곳이 없다. 또한 현재 벽돌을 소성하는 온도 자체가 1000℃를 넘기고 있기 때문에 이전의 상태를 유지하는 벽돌을 대량으로 제작하는 방법은 현실적으로 상당히 어렵다. 그러나 그럼에도 불구하고 현재 제작되는 벽돌의 압축강도는 원래의 벽돌과 비교하여 2배 정도인 3,000 N/cm²가 넘기 때문에 압축강도가 고르게 분포되지 못해서 문제가 생길 수도 있다.¹⁶⁾

표 1. 벽돌의 압축강도와 흡수율 비교표

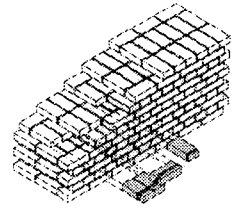
		원래 벽돌	KS 기준
조 1돌	압축강도	1,650 N/cm ²	2,059 N/cm ²
	흡수율	17 %	10 % 이하
전벽돌	압축강도	1,220 N/cm ²	2,059 N/cm ²
	흡수율	18.5 %	10 % 이하

현재로서는 색상과 크기를 가급적 비슷하게 일치시키는 방안으로 접근할 수 있다. 벽돌을 보수하는 방법에는 건물의 품격과 경제적인 사정, 공사기간 등이 고려되어야겠지만, 보수에 대한 기본적인 원칙을 설정하는 것이 중요하다.¹⁷⁾

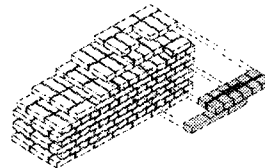
<그림2>는 그동안 명동성당에서 행했던 여러 유형의 벽돌 보수공사를 표현한 그림이다. 2002년 - 2004년의 보수 공사에서는 벽돌 한 장 한 장을 빼내고 다시 끼어 넣는 방식을 택하고 있다. 그러나 손상된 벽돌을 원형의 보존 차원에서 그대로 두는 것이 좋은 방법인지에 대한 고민이 필요하며 손상된 벽돌을 빼낸다면 다른 벽돌에 영향을 주지 않는 도구의 개발과, 벽돌을 끼어 넣을 때 몰탈 충전방식 등에 대한 보다 깊은 연구와 기술 개발이 필요하다.



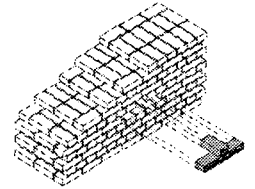
벽돌의 손상된 모습



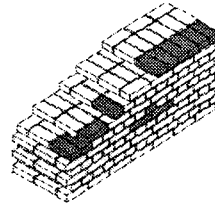
1970년대 보수공사



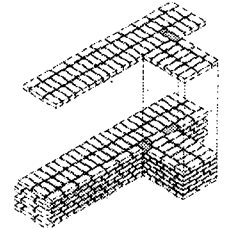
1980년대 보수공사



원래벽돌 손상된 부분 뒤집어서 공사



보수가 완성된 부분의 벽돌 구조



버트레스 부분과 결합 부분

그림2. 명동성당에 행해진 여러 유형의 벽돌 보수공사

3. 벽돌보수 공사에서의 석회물탈

3-1. 석회물탈의 특성

석회재료는 자연 상태로 산출되는 석회석(limestone, CaCO₃)과 이것을 소성한 생석회(quick lime, CaO), 수화시킨 소석회(slaked lime, Ca(OH)₂), 다시 탄산화하여 합성한 침강 탄산칼슘(precipitated calcium carbonate, CaCO₃) 등이 있다. 또 칼슘계 화합물로서는 탄산칼슘 이외에 황산칼슘(CaSO₄·2H₂O), 인산칼슘(CaHPO₄), 규산칼슘(CaSiO₃) 및 염화칼슘(CaCl₂) 등이 있다.

석회물탈은 경화와 탄산화라는 두개의 분리된 단계를 통하여 반응이 진행된다. 순수한 석회물탈은 수분이 대기 중으로 증발하거나 주위의 조적조

16) 사실 이 문제는 심각하게 고민할 필요가 있다. 문화재 보수 공사에 있어서 기술 수준이 떨어져 있던 시대에 맞출 것인지 또는 건물을 보호하기 위해서 현재의 기술을 이용하는 것이 좋을 지는 판단하기가 쉽지 않다. 이러한 판단도 여러 보수 공사를 통해 나타난 과학적 근거와 자료를 바탕으로 판단이 되어야 한다. 즉 압축강도의 차이가 건물에 실질적인 부담대지는 구조적 문제를 일으킬 수 있는 지에 대하여 분석이 선행되어야 한다.

17) 벽돌의 코딩작업이 이루어지기 위해서는 각 유형 등 정확한 현황분석이 우선적으로 이루어져야지 가능하다. 이후 코딩에 대한 기준과 원칙이 설정되어야 한다.

에 흡수될 때 경화된다. 이 과정에 걸리는 시간은 수분의 양, 상대습도, 벽돌의 흡수율, 구조물의 크기에 따라 달라진다. 화학적 촉진제를 사용하여 약 10시간 내에 경화되는 현대의 포틀랜드 시멘트에 비해 석회물탈의 경화는 늦다. 석회물탈이 경화하기 위해서는 며칠이 걸린다. 그러나 탄산화는 상대적으로 매우 천천히 이루어진다. 일반적인 환경에서는 대기 중에 포함된 이산화탄소의 양이 적기 때문에 그 과정이 느리게 진행된다. 탄산화된 물탈 표면의 얇은 층을 통해 침투되는 이산화탄소가 조적조의 접합부까지 확산되어 탄산화가 진행되려면 더욱 더 많은 시간이 필요하다.¹⁸⁾ 경화된 석회물탈은 압축력조차 잘 견디지 못하지만, 석회물탈의 특성을 잘 활용하면 조적조 블록을 결합시킬 때 매우 유용한 구조체를 만들 수 있다.

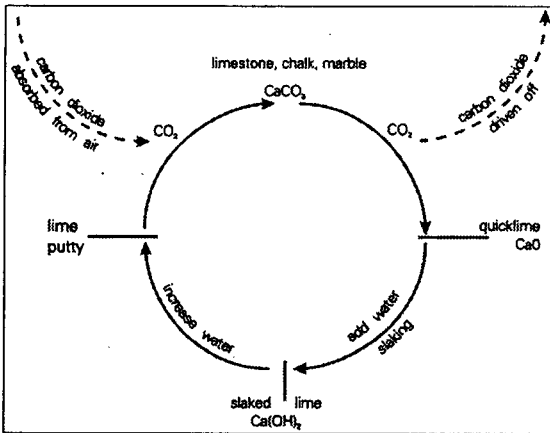
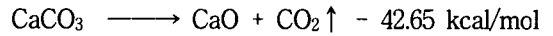


그림3. 석회의 순환구조 (John Ashurst, Practical Building Conservation, 1988,Gower Technical Press)

3-2. 생석회의 제조

자연상태의 탄산칼슘은 calcite, aragonite, vaterite 의 세 가지 결정상태로 존재한다. Calcite는 상온 상압에서 가장 안정된 일반적인 결정상태로써, 석회석의 대부분이 이 결정상태로 이루어져 있다. Aragonite는 조개껍질 류에서, Vaterite는 탄산칼슘의 습식 합성에서 생성되는 결정형이다. Calcite를 가열하면 고온에서 보다 안정한 생석회 상태로 전이되기 위해 다음과 같이 분해된다. 이 반응을 탈탄산반응(decarbonization reaction)이라고 한다.



이 반응은 중성의 안정상태인 탄산칼슘이 염기성의 불안정 상태인 산화칼슘과 산성가스인 이산화탄소로 분해 되는 반응으로, 많은 열을 흡수하면서 일어나게 된다. 이 반응은 약 850℃에서 시작되어 900℃부근에서 활발해진다. 이 때 생성되는 CaO는 모 결정인 Calcite의 골격이 그대로 유지되면서 생겨지기 때문에 CO₂ 분자가 빠져나간 자리에 많은 틈새를 가지고 있다. 따라서 매우 큰 다공성의 미세한 결정질로 되어 있어 반응 활성이 매우 큰 상태이다. 이러한 상태로 소성하는 것을 연소(軟燒; soft burning)라고 한다.

온도가 더 올라감에 따라 분해 반응속도는 <그림 4>에 나타난 것과 같이, 지수적으로 상승되기 때문에 대체적으로 1000℃정도면 반응이 완료된다. 온도가 올라감에 따라 생성된 CaO는 결정이 성장되어 <그림 5>에서 보이는 바와 같이 비표면적이 줄어들면서 점차 치밀한 구조를 형성하게 된다. 이에 따라 생석회의 반응성은 감소하게 된다. 이러한 소성 방식을 경소(硬燒, hard burning)라 한다. 경소를 하게 되면 그 자체의 반응성이 저하될 뿐만 아니라 연료의 회분과, 원료 중 불순물인 SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃ 등이 CaO와 반응해서 생석회나 소석회에 혼입되므로 특성의 불균질을 초래한다. 또한 도장시 장기적 수화 팽창에 의해 부풀음의 원인이 되기도 한다. 따라서 연소 생석회를 얻기 위해서는 석회석의 소성온도를 900℃ 이상으로 너무 높게 올리지 않도록 제어할 필요가 있다.

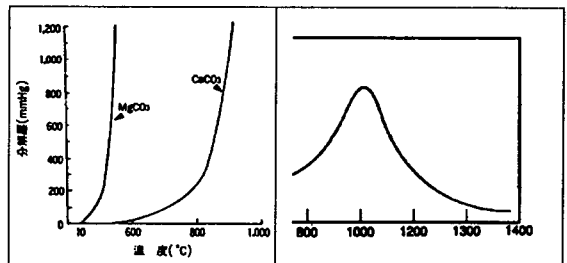


그림4. 탄산칼슘 및 탄산마그네슘의 분해율 (왼쪽)

그림5. 탄산칼슘 열분해의 비표면적 변화 (오른쪽)

그러나 실제 가마의 소성에서 코크스를 연료로 사용할 경우, 안정된 연소조건을 확보하기 위해서는 1100℃의 온도조건이 필요하다. 따라서 소성 조건의

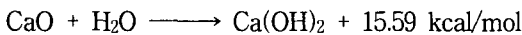
18) Robert Mark, Architectural Technology up to the Scientific Revolution, The MIT Press, 1995, pp.8-9

조정이 쉬운 것만은 아니다. 원료 석회석의 입도가 크면 표면은 신속히 분해 되지만, 분해반응이 흡열이므로 내부까지 분해가 되려면 상당한 시간이 필요하다. 또한 내부가 분해 되도록 하면 외부에서 생성된 생석회는 소결이 진행되어, 반응성이 떨어지게 된다. 비슷한 결과가 연료 중 불순물이나, 석회석 중 불순물이 많을 경우 생길 수 있다. 불순물에 의해 슬래그(slag)화 반응이 생겨 생석회 중 기공을 막아서 내부의 분해 반응을 어렵게 하기 때문이다. 이러한 문제의 대책으로 소성 분위기 중에 수증기를 불어넣는다던가, 염소(鹽麩) 또는 환원 분위기 형성 등의 조치가 취해지지만, 실제적으로 생석회는 원료 및 소성조건에 따라 그 특성의 변화가 크며, 불균일 제품이 생산되기도 한다.

생석회의 반응성과 균일성에 관계되는 인자로는 원료 석회석의 결정특성과 순도, 석회석의 입도, 소성장치 특성에 관계되는 열전달 기구, 소성온도 및 시간, 소성 분위기 등이 관계되는 것으로 파악되고 있다. 예전에는 양질의 강회를 얻기 위해 양질의 석회석을 찾아 사용하였으며, 많은 경험을 통해 적합한 소성조건을 찾아 가마운전을 하였을 것이라 생각한다.

3-3. 생석회의 수화

우리가 흔히 통칭하고 있는 강회는 생석회 상태를 말하는데, 실제 사용하기 위해서는 좀더 안정상태인 소석회(Ca(OH)₂) 상태로 변화시켜 사용한다. 이 반응을 소화반응(slaking reaction)이라 하며, 다음과 같은 발열반응이다.



이 소화반응은 비교적 적은 물을 사용하여 소석회 분말을 얻는 건식법과 많은 물을 사용하여 소석회 슬러리(slurry)를 얻는 습식법이 있다. 좀더 미세하고 균일한 입도의 소석회 결정이 생기게 하는가가 중요하다. 일반적으로는 저온에서 소성하여 얻은 생석회는 수화하면 소석회 결정이 작고, 입도분포가 좁다. 고온에서 소성한 생석회는 소석회의 입경도 크고, 입도분포가 넓어 불균일하게 얻어진다. 또 생석회나 소석회는 강염기성을 나타내기 때문에 공기 중에 보관되면, 탄산가스 등 산성가스를 흡수하여 비반응성 막을 형성하기 때문에 수화 반응에 대한

활성이 달라지게 된다.

강회로써 사용되는 생석회는 충분히 저온에서 반응시켜 활성이 크고, 균질의 것을 시공 시 충분히 피워 사용하는 것이 경화체가 트지 않고, 강도도 높은 좋은 특성을 가진다. 이때 생성되는 소석회는 결정이 미세하다. 이것이 회반죽에 의한 수화반응이 진행되면서 바람직한 조직구조를 가질 수 있도록 한다. 따라서 생석회는 연소하여 반응성이 크고, 균질한 것이 좋다. 또한 회반죽 시에는 적은 물량을 사용하는 것이 트지 않고, 강도가 높은 수화조직을 얻을 수 있는 방법이 될 수 있다.

이러한 조건을 얻기 위해서 과거에는 양질의 석회석을 찾아 사용하였으며, 적합한 혼합물을 사용하고, 반죽에서도 물(水)을 많이 쓰지 않기 위해 반죽물을 충분히 굴러 사용하고, 동백기름, 어유, 해초류를 끓인 물 등을 사용하여 성형성을 조정하였다. 또한 삼(麻)이나 짚, 동물의 털(毛) 등의 섬유질과 섞어 균열을 방지하고, 인장강도를 향상시켰다.

3-4. 소석회 경화체의 약점

강회를 사용한 소석회 경화체는 백색의 외관을 가지고 있다. 또한 다공질로서, 비교적 우수한 단열 효과도 가지고 있다. 그러나 무엇보다도 내수성이 약하다는 것이 치명적인 약점이다. 소석회 경화체는 포졸란 물질과 배합되면 일부의 수경성 수화물을 생성시키기는 하나, 일반적인 조건에서 이 반응은 매우 느려, 그 효과를 기대하는 것은 어렵다. 실질적으로 경화조직을 형성하는 수화물이 소석회 결정인데, 이 화합물은 수경성 화합물이 아니기 때문이다. 이러한 약점 때문에 외장재로서의 용도는 제한적이지만, 경화체의 표면조직을 치밀하게 하여, 내수성이 강한 탄산염 피막이 입혀지게 되면 우수한 내수성을 발휘할 수 있을 것이라 생각된다.¹⁹⁾

3-5. 벽돌 보수공사에서의 석회 물탈

석회물탈은 현재 일반적인 몰탈로 이용하고 있는 포틀랜드 시멘트 몰탈에 비하여 강도가 약하기 때문에 보수 공사에 있어서도 원래 건물이 석회물탈로 되어 있다고 하더라도 포틀랜드 시멘트 몰탈을 이용하기가 쉽다. 그러나 원래의 건물이 석회물탈로 되어 있다면 벽돌을 연결시키고 있는 몰탈

19) 문화재청, 문화재 수리용 강회 혼합재 조사 연구, 1999.12, pp.5-8

의 부착력이 달라짐에 따라 벽돌의 힘 균형에 변형을 가져올 수 있기 때문에 가급적 원래 상태와 가까운 석회물탈을 이용하는 것이 바람직하다.

또한 석회물탈은 시멘트 물탈에 비하여 벽체에 공기의 유통을 원활하게 해주며, 이에 따라 습기가 빨리 빠져나갈 수 있게 해준다. 또한 시멘트 물탈에 비하여 탄력성을 지니 게 됨에 따라 미세한 구조적 충격에 대하여 훨씬 더 효과적으로 대처할 수 있게 해준다.²⁰⁾ 따라서 명동성당의 벽돌 조 외벽의 보수를 위해서 벽돌 사이를 충전시키는 물탈은 시멘트물탈보다는 석회물탈을 이용하는 것이 합리적이라고 할 수 있다. 그리고 주변의 석회물탈과 같은 성질을 갖게 하기 위해서 이에 대한 성분분석을 통해 배합비율을 찾는 것이 필요하다.

4. 명동성당 석회물탈의 성분 분석

4-1. 체 가름에 의한 분석

명동성당 벽돌벽면에 최초로 사용되었던 석회물탈의 성분을 분석하기 위해 2002-2004년도 명동성당의 동쪽 벽체의 보수공사 중 원형 벽돌에 붙어 있는 석회물탈을 다양한 부위에서 채취하였다. 이들의 무게를 측정하고 알루미늄 유봉과 유발을 사용하여 가볍게 해쇄 하였다.

표 2. 명동성당 석회물탈의 체 가름 실험

입자크기	실제중량(g)	중량비(wt.%)
1mm 이상	116	32.22
1mm-208 μ m (65mesh)	73	20.08
208 μ m-43 μ m (65-325mesh)	45	12.50
43 μ m 이하 (325mesh이하)	126	35.00
합계	89.26	100.00

이후 기계적인 플루터(floater)를 이용하여 물속에서 해쇄 하였고, 부유된 여러 입자들을 체로 걸러낸 후 이를 건조시키고 다시 각각의 무게를 측정하였다. 기존의 모래와 소석회 입자를 분쇄하여 더 작은

입자로 만들지 않고 이렇게 조심스럽게 해쇄를 실시하는 이유는 기존 그대로의 입자 분석을 하기 위한 것이다.

<표 2>는 체 가름에 의한 결과를 보여 준다. 입자를 4가지의 크기로 분류하였으며, 각각의 무게에 따른 무게비를 표시하였다. 표 2에서 알 수 있듯이 미세한 입자로 분류된 43 μ m 이하의 백색 분말이 가장 많은 부분을 차지하고 있고 전체 무게의 약 35%를 점하고 있다. 이것은 탄산칼슘(CaCO₃)으로 판단된다. 그리고 1mm 이상의 크기를 차지하고 있는 것도 약 32%를 차지하고 있어서 입자가 별로 고르지 않음을 나타내어준다. 이는 당시 석회 물탈의 입자를 고르게 하지 못했음을 나타내어준다.

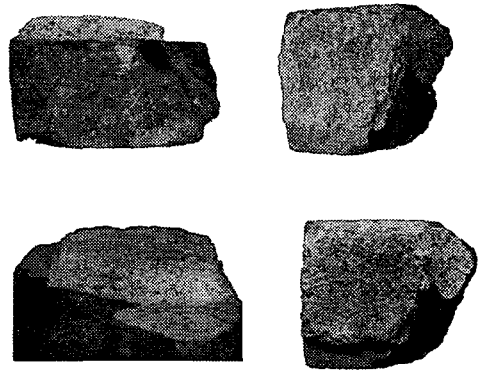


사진3. 다양한 부위에서 채취한 벽돌의 석회 물탈

<사진 3>은 실험을 실시하기 이전의 기존 벽돌에 붙어 있는 물탈의 모양을 보여 주고 있다. 육안으로 보아도 입자 크기 분포가 넓게 보이고, 많은 양의 소석회가 첨가되었음을 알 수 있다.

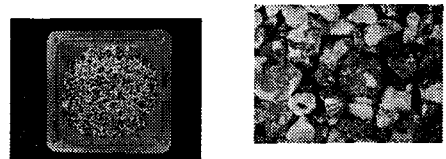
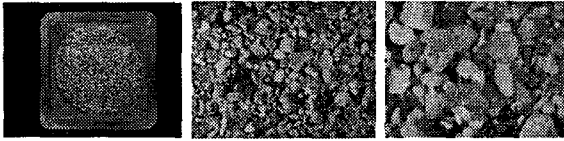


사진4. +1mm 석회물탈을 해쇄한 후 크기가 1mm 이상의 입자를 광학 현미경으로 8배 확대한 모습

한편 <사진4>와 <사진5>의 입자분포를 보면, 여러 형태와 다양한 크기의 입자들이 분포되어 있음을 알 수 있다. 따라서 일정한 크기의 모래나 파쇄석을 사용하지 않고 주위의 마사토를 사용한 것으로 생각한다. 특히 흰색입자, 검은색입자, 갈색입자는 각각

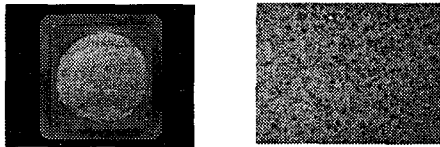
20) Gerard Lynch, Brickwork-History, Technology and Practice Volume 1, Donhead, 1994, p.107

다른 화학 성분을 갖는 것으로 생각한다. 이 중 투명한 것은 순수한 규사 성분으로 판단된다.



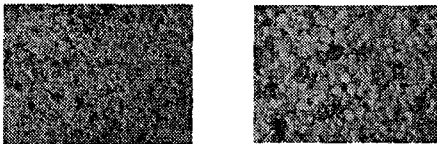
-1mm+65mesh -1mm+65mesh 8배 -1mm+65mesh 20배

사진5. 석회물탈을 해쇄한 후 크기가 1mm 이하 208 μ m 이상의 입자를 광학현미경으로 8배, 20배 확대한 모습



-65mesh+325mesh 1배

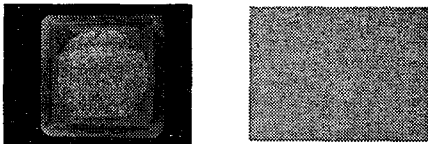
8배 확대



-65mesh+325mesh
20배

-65mesh+325mesh
40배

사진6. 석회물탈을 해쇄한 후 크기가 208 μ m 이하 43 μ m 이상의 입자를 8배, 20배, 40배 확대한 모습



-325mesh

-325mesh 40배

사진7. 석회물탈을 해쇄한 후 크기가 43 μ m이하의 입자를 광학현미경으로 40배 확대한 모습

<표2>에서 이러한 성분의 무게 함량은 대략 52.3% (208 μ m 이상)로 판단된다. 이외에도 <사진6>은 중간 입자 크기의 모습을 보여 주고 있다. 광학 현미경을 통해 8배를 확대한 사진을 보면 입자가 비교적 균일한 것 같이 보이나, 40배로 확대한 것을 자세히 보면, 입자(입자 크기 208-43 μ m)는 매우 불균일한 것을 알 수 있다. 이것의 무게 함량은 약 12.5

% 정도로 판단된다.

이러한 분석을 통해 명동성당 기존 벽돌에 사용된 석회물탈은 매우 조악한 모래 또는 마사토(백토)가 사용된 것으로 판단된다. 석회의 사용량은 탄산칼슘으로 보았을 때 약 35%, 규사의 사용(모래)량은 약 52.3%, 기타 장식류와 진흙이 약 12.5%를 차지하는 것으로 체 가름 분석 결과를 요약할 수 있다.

4-2. X-선에 의한 성분 분석

석회물탈 시편을 4가지로 체 가름한 후 그 각각을 X-선 분석을 하였다. 이에 의한 결과를 <그림6>에서 <그림9>까지의 그래픽을 통해 살펴볼 수 있다.

<그림6>에서 나타난 입자크기 1mm이상의 결정에 대한 분석에는 주로 석영(Quartz, SiO₂)이 나타나고, 장식의 한 종류인 조장석(Albite, NaAlSi₃O₈)이 나타난다. 그러나 탄산칼슘인 CaCO₃는 나타나지 않고 있다. 이것으로 큰 입자는 주로 규사 또는 장식류로 판단된다.

한편 <그림7>을 보면, 석영(Quartz, SiO₂)이 주를 이루고 있고, 장식류인 조장석(Albite), 카올리나이트(Kaolinite, Al₂Si₂O₅(OH)₄)도 나타나고 있음을 알 수 있다. 이외에도 흑운모(Biotite) 등도 나타나지만 매우 미약함을 알 수 있다.

<그림8>에서는 입자 크기 208-43 μ m의 X-선 분석 결과를 보여 준다. 석영이 약해지고, 탄산칼슘(CaCO₃), 마이크로클라인(Microcline), 카올리나이트(Kaolinite) 등이 뚜렷하게 나타나고 있음을 알 수 있다. 매우 미세한 입자인 43 μ m 이하의 X-선 분석 결과는 <그림9>를 통해 알 수 있다. 주로 탄산칼슘으로 이루어져 있으며, 나머지는 거의 미미함을 알 수 있다.

이러한 X-선 분석결과로부터 미세하게 체 분류된 입자(43 μ m 이하)는 주로 석회에서 연유되었음을 알 수 있다. 또한 입자 크기 208 μ m 이상의 큰 입자는 주로 규사(석영)를 중심으로 한 모래로 구성되어 있음을 알 수 있다. 한편 중간에 있는 208-43 μ m 입자는 탄산칼슘, 장식 이외에 진흙에서 나오는 마이크로클라인(microcline, KAlSi₃O₈)으로 구성된 것을 알 수 있다. 이로부터 명동성당 몰탈은 석회에 마사토를 입자크기에 관계없이 사용한 것으로 판단할 수 있다. 이러한 특성은 당시 입자크기 등을 정밀하게 분석해서 시공하기보다는 적절한 배합비율로 벽돌공

사를 시행했을 것이라는 추정을 할 수 있다. 이는 전통건축의 심벽에 사용된 강회에서도 마찬가지로 나타난다.

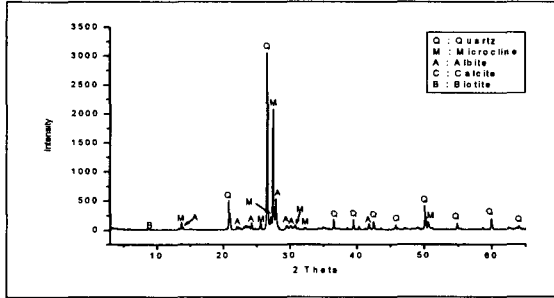


그림6. 입자크기가 1mm 이상의 x-선 분석도

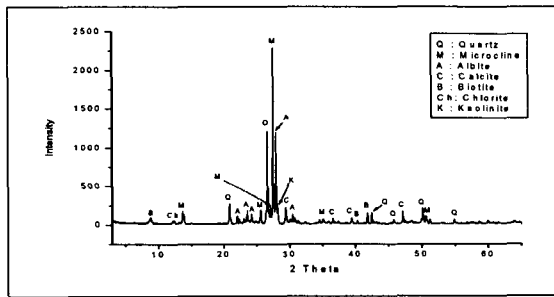


그림7. 입자크기가 -1mm+65mesh의 x-선 분석도

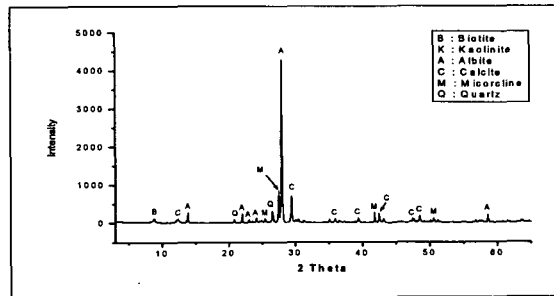


그림8. 입자크기가 -65mesh +325mesh의 x-선 분석도

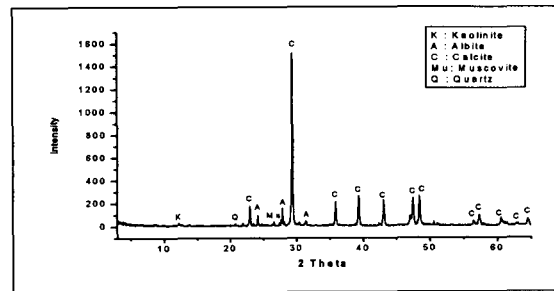


그림9. 입자크기가 -325mesh의 x-선 분석도

4-3. XRF(X-Ray Fluorescence) 화학성분 분석 명동성당에서 사용된 석회물탈을 XRF(X-Ray

Fluorescence)에 의해 화학 분석한 결과를 보면 <표3>과 같다. <표3>에서 입자의 크기의 분포가 1mm-208 μ m(1mm-65mesh)에서는 석영(SiO₂)과 알루미나, K₂O등으로 이루어진 것을 알 수 있다. 입자 크기 43 μ m 이하 (325mesh)에서는 주로 산화칼슘(CaO)로 이루어져 있고, 실험과정에서 연소되면서 소비되는 비율이(Ignition Loss) 매우 높게 나타남을 알 수 있다. 이는 탄산칼슘(CaCO₃)이 약 1000 $^{\circ}$ C로 가열될 때 이산화탄소(CO₂)가 날라 가기 때문으로 판단된다. 즉 본래는 탄산칼슘(CaCO₃)로 존재하다가 XRF측정시 가열한 열에 의하여 이산화탄소(CO₂)가 날라가고 산화칼슘(CaO)으로 변환한 것으로 생각한다.

한편 208-43 μ m(65-325mesh)크기의 입자에서는 산화칼슘(CaO) 뿐 아니라, 석영(SiO₂), Al₂O₃등 여러 가지 요소들이 존재함을 알 수 있다. 이러한 사실은 X-선 분석결과와 잘 일치함을 알 수 있다.

표3. 명동성당 물탈의 XRF에 의한 성분 분석 결과

샘플	+1mm	-1mm +65mesh	-65mesh +325mesh	-325mesh
SiO ₂	76.95	63.64	45.59	10.63
Al ₂ O ₃	11.19	14.43	13.55	4.90
Fe ₂ O ₃	0.40	1.47	1.39	0.31
CaO	1.45	5.51	17.96	45.45
MgO	0.05	0.26	0.32	0.31
K ₂ O	6.21	5.39	2.09	0.48
Na ₂ O	1.81	3.22	4.10	0.75
TiO ₂	0.08	0.24	0.19	0.05
MnO	0.02	0.06	0.05	0.01
P ₂ O ₅	0.01	0.02	0.02	0.03
Ig. loss	1.64	5.54	15.01	37.31

4-4. 배합비 추정

X-선 분석과 XRF 화학분석 결과로부터 실제적으로 투입된 각각의 성분량을 파악하기 위해서는 다음과 같은 가정이 필요하다.

1) X-선 분석 결과 혼합된 석회-규석(점토)과의 화학반응은 거의 없다.

2) 처음 혼합된 소석회(Ca(OH)₂)가 공기중의 이산화탄소(CO₂)와 반응하여 탄산칼슘(CaCO₃)으로 변한다.

3) 마이크로클라인(Microcline) 등의 점토성분이

다소 혼합된 것으로 해석할 수도 있으나, 규사 중에 일부가 혼재된 것으로 볼 수도 있다.

이러한 가정 하에 배합비의 추정은 산화칼슘(CaO)의 함량으로부터 탄산칼슘(CaCO₃)의 함량을 추정한다. 이때 소석회의 함량을 90%라고 가정한다. 또 석영(SiO₂)의 함량으로부터 규사의 함량을 추정한다. 이때 석영(SiO₂)내의 규사 함량을 70%에서 90%까지 변할 수 있다고 가정한다. 이러한 가정 하에 배합비의 함량을 계산하면 아래와 같다.

1) CaCO₃ 함량 계산

$$[(45.45 \times 0.35) + (17.96 \times 0.125) + (5.51 \times 0.2008) + (1.45 \times 0.3222)] \times 100 / 56 = 19.727 \times 100 / 56 = 35.2\%$$

Ca(OH)₂로는 $35.2\% \times 74 / 100 = 26.07\%$

2) SiO₂ 함량 계산

$$[(76.95 \times 0.3222) + (63.64 \times 0.2008) + (45.59 \times 0.125) + (10.63 \times 0.35)] = 46.991452 = 47\%$$

3) 석회 중 Ca(OH)₂의 함량을 90%라 가정하면,

- 소석회량 : $26.07 / 0.9 = 29\%$

4) 규사의 SiO₂ 함량을

- 70% 라 가정하면 : $47 / 0.7 = 67\%$
- 80% 라 가정하면 : $47 / 0.8 = 58.8\%$
- 90% 라 가정하면 : $47 / 0.9 = 52.2\%$

5) 석회 : 규사 추정 배합비 (무게비)

- 70% 의 경우 : $29 / 96 : 67 / 96 = 30 : 70$
- 80% 의 경우 : $29 / 87.8 : 58.8 / 87.8 = 33 : 67$
- 90% 의 경우 : $29 / 81.2 : 52.2 / 81.2 = 36 : 64$

이러한 배합비의 분석을 통해 명동성당의 초기 몰탈의 경우 소석회:모래의 무게 배합비는 1:2로 판단된다. 또한 이는 생석회:모래의 부피비를 1:2로 계산할 수 있다. 이것으로써 명동성당의 벽돌공사 시 최초로 사용된 강회 몰탈은 품셈표의 1:2(부피비)로 된 것으로 추정된다.

5. 결론

19세기 말 20세기 초, 주 구조체(主構造體)가 목조의 결구방식에 의한 가구(架構) 구성 방식에서 벽돌과 벽돌 사이를 몰탈로 충전해가면서 축조해나가는 조적조 방식으로 구조방식의 전환이 이루어지기 시작했다. 서양식 벽돌조의 건물이 지어진지 100여년이 지난 지금은 벽돌 자체의 풍화작용과 부식으로

인하여 당시의 많은 건물이 보수를 해야 될 상황에 놓여 있다.

그러나 벽돌조 건축에 대한 과학적인 자료나 분석적인 연구가 별로 이루어지지 않아 그동안 여러 가지 시행착오를 겪으면서 보수 공사가 이루어졌다. 이에 근대기 벽돌조 건축의 대표적인 건축물중 하나라고 판단되는 명동성당의 몰탈 성분을 분석하여 초기의 축조상태를 파악하고, 보수 기술에 대한 방법을 찾고자 한 본 논문의 결과는 다음과 같다.

1) 근대기 벽돌조 건물의 보수공사에 있어서 무엇보다도 현재의 상태를 정확히 파악하는 것이 필요하다. 따라서 모든 벽돌에 각각의 코드를 입력하여 각 벽돌이 자신의 이력을 갖고 있어야 하며 이를 통해 보수의 범위와 방법 등이 결정 될 수 있어야 한다.

2) 벽돌사이를 석회 몰탈로 충전한 건물의 경우는 보수에 있어서도 석회몰탈을 이용하며, 원래의 배합비율을 이용하는 것이 바람직하다. 그것은 조적조의 특성상 각 벽돌의 부착력을 균등하게 분포할 수 있기 때문이다. 석회몰탈은 공기의 유통을 원활하게 함으로서 습기가 빨리 빠져나갈 수 있게 되어 겨울 등 습기를 지님으로서 생기는 벽돌의 동파현상을 방지하는 데에도 도움이 된다. 또한 석회몰탈에 비해 강도가 강한 포틀랜드 시멘트 몰탈에 비해 탄력성을 지니고 있기 때문에 미세한 구조적 충격에 대하여 효과적으로 대처해줄 수 있게 해준다.

3) 명동성당의 벽돌에 처음으로 사용되었던 석회 몰탈 체가름 분석 결과 석회 몰탈에 매우 조악한 모래 또는 마사토가 사용되었다. 또 석회의 사용량은 탄산칼슘으로 보았을 때 약 35%, 규사의 사용(모래)량은 약 52.3%, 기타 장석류와 진흙이 약 12.5%를 차지하는 것으로 알 수 있다. 이러한 구성 성분은 건물의 수명에도 상당한 영향을 줄 수 있다고 판단된다. 명동성당의 많은 벽돌이 부식된 원인 중에 하나가 된다고 판단할 수 있다.

4) X-선 분석결과 미세하게 체 분류된 입자(43μm 이하)는 주로 석회에서 연유되었고, 입자 크기 208 μm 이상의 큰 입자는 규사(석영)를 중심으로 한 모래로 구성되어 있음을 알 수 있다. 한편 중간의 208-43μm 입자는 탄산칼슘, 진흙에서 나오는 마이크로클라인(microcline, KAlSi₃O₈)으로 구성된 것을 알 수 있다. 이는 XRF 화학성분의 분석 결과와도 일치된다. 이러한 분석결과를 바탕으로 명동성당 석

회몰탈의 배합비를 분석해 본 결과 소석회:모래의 무게 배합비는 1:2로 판단된다. 이를 부피의 비로 계산하면 생석회:모래 =1:2로 계산되어 배합할 수 있다.

그런데 본 연구는 2002년도 9월부터 보수공사가 2004년 4월까지 진행되었던 명동성당의 동쪽 벽면을 그 대상으로 하고 있다. 또 이 논문에서 나온 결과를 실제로 적용하기 위해서는 석회 몰탈에 대한 압축강도 실험을 통해 성분에 대한 배합비율을 보완할 필요가 있다. 또한 서쪽, 남쪽, 북쪽 등 다양한 부위에 대한 실험과 명동성당 이외의 다른 건물들의 시료를 채취하여 배합비율을 조정할 필요가 있다.

따라서 본 연구는 근대기 벽돌조 건축의 석회몰탈에 대한 보편적인 자료를 제공하기 보다는 명동성당 동쪽벽면의 석회몰탈에 대한 정확한 성분 분석을 하는 데에 그 의미를 두고 있다. 그럼에도 불구하고 이 연구를 통해 명동성당 초기 공사 시 균일하지 못한 석회몰탈의 사용이 시간이 가면서 벽돌의 부식 등으로 인해 석회몰탈의 방수 기능이 약화되었고, 점차 시간이 지날수록 건물의 수명에 지장을 초래할 수도 있다는 사실을 알게 되었다. 따라서 현재처럼 강도가 높은 벽돌공사에 있어서도 석회몰탈의 성분은 벽돌조 건물의 수명에 절대적인 영향을 준다고 할 수 있다. 따라서 근대기 벽돌조 건물의 보수 공사에 있어서 균일하고 적절한 배합비에 따른 석회몰탈의 구성은 건물의 내구성을 높이는데 중요한 요인이 될 수 있다.

<참고문헌>

1. 문화재청, 문화재 수리용 강회 혼합재 조사 연구, 1999. 12
2. 朴晟亨, 韓國建築의 甃瓦 使用과 그에 따른 建築 特性에 관한 연구, 성균관대 석사논문, 1998
3. 임정의 편저, 명동성당 100년, 코리언북스, 1998
4. 한국건축가협회, 명동성당 외벽 보수공사 제1차 보고서, 2003. 07
5. 한국교회사연구소, 명동성당건축사, 1987
6. James W.P. Campbell, Brick - a world history, Thames & Hudson, 2003
7. Bernard M. Feilden, Conservation of Historic Buildings, Architectural Press, 2003
8. John Fitchen, Building Construction Before Mechanization, The MIT Press, 1999
9. Jacques Heyman, The Stone Skeleton - Structural Engineering of Masonry Architecture, 1999
10. Jukka Jokilehto, A History of Architectural Conservation, Butterworth Heinemann, 2002
11. Gerard Lynch, Brickwork, Donhead, 1994
12. Robert Mark, Architectural Technology up to the Scientific Revolution, The MIT Press, 1995
13. Robert D. Pickard, Conservation in the Built Environment, Longman, 1996
14. Michael Stock, “ 벽돌조의 하자 분석과 전통적 보수 방법”, 명동대성당 보수 및 벽돌 건축 세미나, 명동성당, 2002년 3월 22일
15. John Warren, Conservation of Brick, Butterworth Heinemann, 1999

A Study on the Analysis of Lime Mortar Composition for the Preservation of Myung Dong Cathedral Church - Focused on the East Brick Wall -

Kim, Jong-Hun Kim, Chung-Dong
(Associate Prof. Paichai University) (Professor, Mokwon University)
Kim, Taik-Nam Kim, Tae-Woo
(Professor, Paichai University) (Adjunct Prof. Paichai University)

Abstract

The bricks in Myung Dong Cathedral Church are now deteriorated by the weather such as temperature, humidity, and winds. Thus it is necessary to replace the old bricks to the restored bricks for the load bearing capacity as well as to prevent the penetrations of rains from outside. However the mortar composition is not well defined at this moment and there are literary about the mortar completions. Thus it is necessary to verify the mortar compactions between old bricks and results to bring the restoring the mortar for the replace of new bricks. The particles of mortar was collected from Myung Dong Cathedral Church and particle size was analyzed by the mortar and pestle and mechanic floater. The X-ray diffraction and XRF of each particles are analyzed. The quartz and feldspar such as albite, kaolinite are observed in large particles(>1mm). However, the clicite was observed at lower than 43 μm particles. In XRF analysis, the SiO_2 and K_2O are observed at large particles(1mm-208 μm) and CaCO_3 is observed at small particles(208-43 μm) and CaCO_3 is observed at small particles(208-43 μm). This is well coincide with XRD results. The optimum volume ratioof lime mortar would be 1: 2 (CaO: SiO_2).

Keywords : Modern Korean Brick Building, Preservation, Conservation, Lime Mortar,
Brick Work, Myung Dong Cathedral Church, Historic Buildings
