

# 청계천 수표교(水標橋)의 경관 향상을 위한 진단학적(診斷學的) 훼손상태 분석

안진성\* · 최아현\*\* · 김유일\*\*

\*이탈리아 제노바 국립대학 건축학과, \*\*성균관대학교 조경학과

## Analysis on the Damage Status by Diagnostical Methodology for the Improvement Landscape on the Supyo-bridge at Chunggae-stream

An, Jin-Sung\* · Choi, Ah-Hyun\*\* · Kim, Yu-Il\*\*

\*School of Architecture, University of Genova

\*\*Dept. of Landscape Architecture, Sungkyunkwan University

### ABSTRACT

This study is for the preservation plan of the tradition space which is performed by the damage status analysis through performing the value assessment. Especially, it is an experimental study for finding the process and methods by analyzing the major element for the value assessment of the selected object's damage status through the expert group who are systematized in their interest to conserve the traditional structure in traditional space. For that purpose, this study should be performed by the fundamental understanding of the physical property of the Supyo-bridge and the condition of the selected site's environment. Meanwhile, this study has been done that 'map of the damage status distribution' for making records of damage status of the Supyo-bridge on the property utilized field measurement adapted by photogrammetry and assessment guidelines, which are for investigation on damage status of objects that are standardized 'Raccomandazioni Normal' which could be said construction culture assets management guidelines of Italian government. As the result of investigation, damage status of each part in the Supyo-bridge was mostly composed of damage by sediment and corrosion and in case of 9 damage types including corrosion, in consideration of physical and chemical properties and distribution status of those elements, it is made an judgement that is not working as a threatened factor regarding security of the Supyo-bridge. On the contrary, for the improvement landscape, in case of 'Thermoclastism' phenomenon observed in 'upper floor', 'Myungae stone' and 'bridge pier' is that when taking it into consideration that is widely distributed concentrated on the bridge pier, surface reinforcement job along with elimination of damage part will be judged to be requested for earliest treatment.

*Key Words : Preservation, Map of the Damage Status Distribution, Diagnostics, Supyo-bridge*

### 국문초록

본 연구는 전통공간에 대한 보존계획에 있어서, 대상물의 가치평가를 위하여 수행되는 훼손상태조사에 대한 연구이다. 특히, 전통공간에 위치해 있는 전통 건조물의 보존에 대한 관심과 흥미를 체계화하고 있는 전문가 집단에서 가치평가의 주된 요소로써 대상물의 훼손상태는 어떠한 과정과 방법에 의해서 분석될 수 있는가? 에 대한 과정과 방법론에 관한 실험적인 연구이다. 이를 위하여 본 연구에서는 문화재 '진단학(Diagnostic)'에 대한

\* Corresponding Author : An, Jin-Sung, School of Architecture, Genova University in Italy, Genova 16123, Stradone S. A. Agostino 37, Phone : +37-10-209-5872, E-mail : ajs0742@paran.com

이해를 바탕으로 수표교에 대한 물리적 특성과 대상지 환경여건에 대한 이해를 바탕으로 수행하였다. 한편, 본 연구는 그 특성상 수표교의 훼손상태를 기록하기 위하여 작성되는 훼손상태 분포도는 사진측량 기법을 적용한 실측도면을 활용하였고, 대상물의 훼손상태를 조사하기 위한 ‘평가지침’은 이탈리아 정부의 건축문화재 관리지침이라 할 수 있는 ‘Raccomandazioni Normal’을 기준으로 하였다. 이러한 연구접근은 국외 건축문화재의 훼손상태 조사에 사용되는 표준지침의 국내 문화재로의 적용 가능성에 대한 실험적인 차원에서 이루어졌음을 밝혀둔다. 그 결과, 수표교의 각 부분별 훼손상태는 침전물에 의한 훼손과 부식 등이 주를 이루고 있었으며, 부식을 비롯한 9가지의 훼손유형의 경우에는 그 구성성분의 물리·화학적 특성과 분포상태를 고려할 때, 수표교의 안전성과 관련하여 위협적인 요소로는 작용하지 않는 것으로 판단하였다. 반면에, 경관 향상을 위하여 상판마루와 명에석, 그리고 교각부분에서 관찰되는 ‘Thermoclastism(열전화)’ 현상의 경우, 교각을 중심으로 넓게 분포하고 있음을 감안할 때, 훼손부위의 제거와 함께 표면강화 작업의 조속한 처리가 요구될 것으로 판단하였다.

주제어 : 보존, 훼손상태분포도, 진단학, 수표교

## I. 서론

본 연구는 전통공간의 경관 향상을 위하여 전개되는 전통공간의 보존 또는 복원 계획과 설계에 있어서, 전통공간의 주된 구성요소인 전통 기념물의 가치평가를 위하여 수행되는 진단학적(診斷學的) 조사방법을 적용한 ‘훼손상태분석<sup>1)</sup>’에 대한 연구이다(안진성, 2007: 106). 다시 말해, 전통경관을 구성하는 주된 요소인 전통 건조물의 보존(保存)과 복원(復原)에 대한 관심과 흥미를 체계화하고 있는 전문가 집단에서 전통 건조물에 대한 가치평가의 주된 요소로써 대상 전통 건조물의 훼손상태는 어떠한 과정과 방법에 의해서 분석될 수 있는가?에 대한 접근방법을 보여주는 실험적인 연구라 할 수 있다.

이를 위하여 본 연구에서는 문화재 진단학(文化財 診斷學)과 수표교(水標橋)에 대한 이론적 고찰을 수행하였으며, 특히, 수표교의 이론고찰에 있어서는 수표교가 지닌 장소성과 역사적 가치에 대한 인식을 기본전제로 하고, 조선시대를 대표하는 전통 기념물인 수표교의 보존방법을 설정하는데 요구되는 훼손상태분석 연구라는 점을 감안하여, 수표교의 역사적 변천과정과 조형적 특성을 중심으로 고찰하였다. 한편, 본 연구의 주된 목적이라 할 수 있는 수표교의 훼손상태에 대한 분석과정은 수표교가 위치한 장충단 공원의 대상지 환경여건에 대한 이해와 건축문화재에 대한 ‘진단학적 방법론(Diagnostical Methodology)’의 적용을 통하여 수행하였으며, 특히, 수표교의 훼손유형에 대한 조사에 있어서는 수표교의 원재료(原材料)인 화강석의 재료적(材料的) 특성과 물성변화(物性變化)에 관련된 분석기법의 적용과 그에 따른 결과 위주로 기술하였다<sup>2)</sup>. 또한, 수표교의 훼손상태에 대한 총체적인 결과를 기록하기 위하여 작성되는 훼손상태 분포도는 사진측량 기법을 적용한 실측도(實測圖)를 활용하여 도면화 하였으며, 대상물의 훼손상태를 조사하기 위한 평가지침은 이탈리아 정부의 건축문화재 관리지침이라 할 수 있는 ‘Raccomandazioni Normal’을 기준으로 하였다<sup>3)</sup>. 이러한

연구접근은 국외 건축문화재의 훼손상태 조사에 사용되는 표준지침의 국내 문화재로의 적용 가능성에 대한 실험적인 차원에서 이루어졌으며, 전통공간의 보존을 위해 적용되는 조정기법(調整技法)의 일부과정을 국내사례에 적용, 소개하는 것 자체도 연구적 가치가 있다고 판단하였기 때문이다. 특히, 전통공간의 역사성 회복 및 경관 향상을 위하여 요구되는 기념 건조물의 보존(保存) 및 복원(復原)에 대한 원칙과 기준, 그에 따른 조사방법론에 대한 구체적인 논의가 미흡한 국내여건을 고려할 때(김영모, 2007: 73), 이를 위한 보다 구체적이고 실증적인 기초자료를 제공할 수 있는 조사방법을 소개하는데, 본 연구의 근본적인 목적이 있기 때문이다.

## II. 이론적 고찰

### 1. 수표교에 대한 이해

서울시 유형문화재 제 18호인 수표교는 조선시대를 대표하는 석교(石橋)로써 당시의 문화와 역사적 자취를 비교적 잘 간직하고 있는 대표적인 전통 기념물 중 하나이다. 수표교는 수표동 43번지와 관수동 20번지 사이 청계천에 있던 다리으로써, 세종 2년(1420)에 조성되었던 마전(馬廐)의 이름을 따서 마전교(馬廐橋)라 불리어졌으나, 그 이후 세종 23년(1441년)에 개천의 수위를 측정하기 위하여 수표석(水標石)을 세움으로써 수표교(水標橋)라 불리우기 시작하였다(서울시, 2005: 27-31).

이후 1958년 청계천 복개공사(1957~1961년 사이 4차에 걸친 공사로 완전 복개됨)때 철거되어 일시적으로 홍제동으로 이전되었다가 1965년에 수표교 옆에 있던 수표석(水標石)은 청량리 세종기념회관으로, 수표교는 장충단공원에 옮겨져 오늘에 이르고 있다. 수표교는 매끈한 화강석을 정교하게 다듬어 엮어 놓았으며, 돌난간도 아름답게 꾸며 놓아 조선시대 석교(石橋)의 조형(造形)기법이 가장 잘 표현된 다리으로써 높게 평가받고

있으며(손영식, 1993: 53-57), 무엇보다도 자연재해로부터 생명을 구하기 위한 치수(治水)차원에서 조성된 다리라는 점에서도 매우 의미가 깊은 전통 기념물로서 인식되고 있다(김용옥, 2003: 33-36). 이러한 수표교는 조선시대 도성 안에 위치해 있던 약 200여 개의 다리 중에서 유일하게 현존하고 있을 뿐만 아니라, 당시의 원형(原形)을 그대로 유지하고 있는 것으로 알려져 있는데(조광권, 2005: 101-102), 수표교가 최초로 축조되었던 세종 2년(1420)부터 지금의 모습을 갖춘 고종 24년(1887)년까지 약 460여 년 동안 총 6회에 걸쳐 보수(保守)나 변형(變形) 작업이 이루어졌던 것으로 조사되었다(서울시, 2005: 27-33). 이와 같은 수표교의 역사적 변천과정에 따른 물리적인 변형(變形) 과정은 표 1과 같이 요약, 정리 설명될 수 있으며, 그림 1은 표 1의 변천과정에 따른 수표교의 변형(變形)과정에 대한 사진기록을 정리한 것이다. 이와 같이 수표교에 대한 역사적 사료연구(史料研究)와 고증(考證)절차는 2000년 이후 세간의 관심이 집중되었던 청계천 복원사업과 관련하여 다양한 측면에서 이루어졌으나, 2005년 말 수표교의 청계천 이전사업이 사실상 무산되면서 수표교 역사적 가치(價値)와 장소성(場所性) 회복(回復)에 대한 논의는 더 이상 이루어지지 않고 있다.

한편, 수표교는 그 구조적 특성상 형교(桁橋)<sup>4)</sup>에 속하며, 그

표 1. 수표교의 연대표

연대	주요내용
세종 2년 (1420)	수표교의 원형인 '마전교'가 축조됨
세종 23년 (1441)	김현전에 의해 '수표'가 목조로 세워지고 '수표교'로 불리워지기 시작함
영조 36년 (1760)	청계천일대에 준천작업이 시행되었고, 이때 '수표'가 새롭게 세워짐(이때, 교각에 '경진지평(庚辰之平)'을 새김)
영조 44년 (1768)	수표교가 증축되었고, 이때 '무자금개영조(戊子禁營改造)'를 새김
고종 24년 (1887)	수표교에 난간이 세워졌으며, 이때 '정해개축(丁亥改築)'이 새겨짐
고종 31년 (1894)	바다면과 난간부위의 보수가 부분적으로 이루어짐
1958	청계천 복개공사를 위해 해체작업이 이루어짐
1959	수표교의 해체작업이 완료됨
1965	장충단 공원으로 이전됨

(자료 출처: 서울시(2005), 수표교 정밀실측 및 기본설계보고서, 국립문화재연구소)

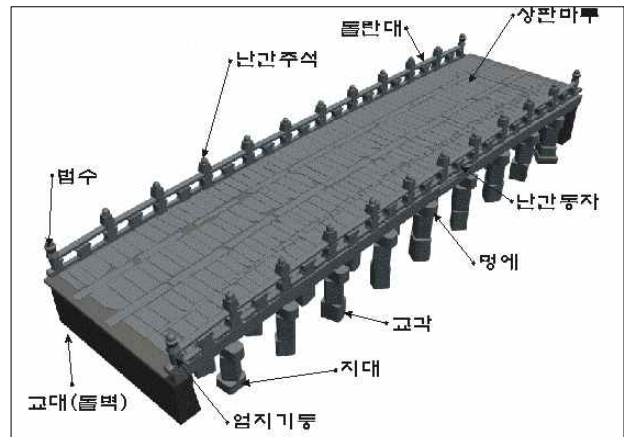


그림 2. 수표교의 부분별 명칭

림 1에서 보는 바와 같이 전체적으로 화강석(Granite)을 사용하여 축조되었고, 형교의 특징인 명에돌을 활용한 조선시대의 대표적인 교량(橋梁)이라 할 수 있다. 수표교에 대한 축조과정과 기법에 대한 구체적인 기록은 현존하지 않으나, 손영식(1993) 등의 연구를 통하여 조선시대 교량의 유형 중 가장 널리 사용되었던 일명 '보다리(또는 도리다리)형식'으로서, 조형적(造型的)으로도 매우 격식있는 다리 중의 하나임을 간접적으로 확인할 수 있으며, '승정원일기(承政院日記)', '비변사등록(備邊司謄錄)', '조선왕조실록(朝鮮王朝實錄)' 등의 사료를 통하여 명칭에 따른 구조적 특성을 직·간접적으로 확인할 수 있다. 그림 3은 수표교의 기능과 특성에 따른 각 부분별 명칭을 본 연구를 통하여 수집된 실측자료로 구현한 3D 이미지에 정리한 것이며, 각 부분별 명칭에서도 알 수 있듯이 수표교는 단순한 징검다리와는 차원이 다른 구조적 특성과 그에 따른 조형성을 잘 갖춘 조선시대를 대표하는 교량임을 확인할 수 있다.

## 2. 문화재 진단학에 대한 이해

진단학(診斷學, Diagnostics)은 의학분야에 기원을 둔 학문 분야로서, 건축분야에서의 진단학은 주로 대상건축물의 보존과 복원에 관련된 초기 분석과정에 사용되며(Maria Adriana Giusti, 1988: 148-149), 물리·화학적 분석기법을 수반하는 학문분야이다(Mauro Matteini, 1984:31). 문화재분야에 있어서의 진단학은 1964년 베니스헌장(Venice Charter: International



그림 1. 역사적 변천과정에 따른 수표교의 모습 (사진 출처: 서울역사박물관(2005), 청계천 옛 모습 사진전, 서울역사박물관)

Charter for the Conservation and Restoration of Monuments and Site, 1964년)이 공포된 이후, 문화유산에 대한 보존과 복원이 국제사회에서 주요한 관심사 중 하나로 자리매김하게 되면서, 하나의 학문분야로 체계화되기 시작하였고, 과학기술의 발달과 함께 다양한 측면에서 지속적인 발전을 거듭하고 있다(Stefano F. Musso, 2004: 18). 일반적으로 건축문화재의 진단학적인 접근은 ‘실측, 조사와 분석, 그리고 진단과 평가’의 세 단계의 과정으로 구분될 수 있으며, 대상 문화재의 보존(혹은 복원)을 위한 조정(Intervention)<sup>5)</sup>과 관련되어 과학적으로 근거있는 자료를 제공하기 위하여 수행된다(F. M. Mazzolani, 1992: 69).

문화재 진단학에서 논의되는 주요 구성요소들로는 ‘대상지 공간의 환경적 특성’, ‘대상물 재료의 물리·화학적 특성’ 그리고 ‘대상물의 역사·구조적 특성’들로 정의되어질 수 있는데 (M Dalla Costa, 1994: 34), 이러한 모든 요소들은 문화재가 역사성(歷史性)에 대한 가치요소가 최우선적으로 고려되어야 한다는 특성상, 시간(연속성)의 개념에 대한 준중을 바탕으로 모든 조사와 분석방법에 대한 방향과 결과물의 내용이 결정되어진다. 표 2와 그림 3은 문화재 진단학에 대한 일반적인 내용과 개념을 축약하여 정리한 것이다.

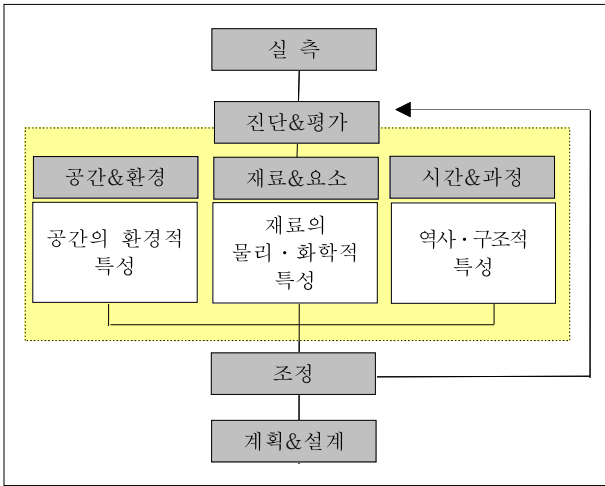


그림 3. 진단학의 적용과정과 개념

표 2. 문화재진단학의 내용적구분에 따른 주요내용

구분	주요내용
공간의 환경적 특성	· 역사적 맥락을 고려한 대상지 공간의 환경여건과 대상물의 보존 상태와의 관련성 규명에 관련되는 조사와 분석이 수행되어짐. · 주로 대상 문화재의 보존상태가 환경의 물리적 환경변화와 밀접한 관계가 있음에 따라, 대상 문화재의 보존과 복원계획 유지, 관리계획에 있어서 기본 자료로 활용됨
재료의 물리·화학적 특성	· 건축문화재의 보존과 복원에 있어 모든 과정을 결정하는 기본 요소는 대상물의 재료적 특성에 있고, 이러한 재료적 특성과 시간적 흐름에 따른 재료의 물성(物性) 변화를 파악하고자 수행되는 조사에는 ‘파괴조사’와 ‘비 파괴조사’ 두 가지로 구분되어 수행됨
역사·구조적 특성	· 대상 문화재에 대한 인문·사회적 분석을 토대로 이루어지는 ‘역사연구’로서 대상 문화재의 ‘층서학(Stratigraphy)’, ‘구조와 건축기법’연구 등으로 건축 고고학분야와 밀접한 관계가 있음

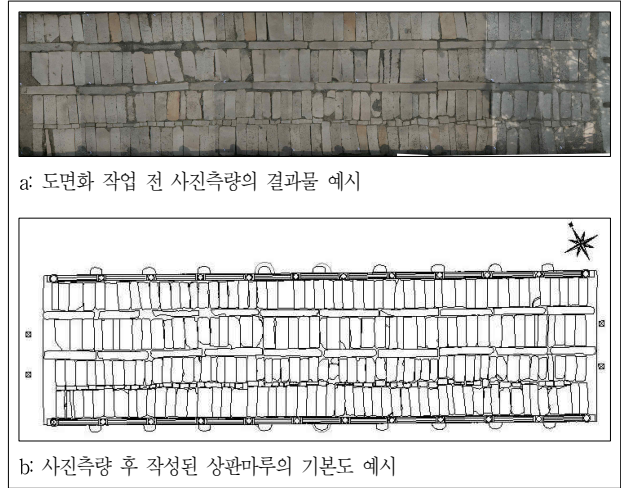


그림 4. 사진측량 결과물 예시(상판마루 부문)

한편, 본 연구에서는 대상 전통 기념물인 수표교의 경관향상을 위하여 원 재료인 화강석의 훼손상태에 진단과 조사연구로서, 주로 수표교의 보존처리 방법을 조정(調整)하기 위한 물리·화학적 조사와 분석위주로 진행되었다. 이러한 이유는 첫째, 전통 기념물의 경관 향상을 하기 위한 방법 중 대상 기념물에 대한 훼손상태의 정도가 심각하다면, 훼손상태에 대한 원인규명과 해결책 모색이 최우선적으로 고려해야할 일차적인 접근방법이기 때문이며, 둘째, 그동안 행해졌던 수표교 관련 연구들이 역사연구나 구조적 특성에만 집중되어 있는 반면, 수표교를 구성하고 있는 주된 재료인 화강석에 대한 물리·화학적 특성과 원 재료의 훼손상태에 대한 관련 연구가 없었다는 점에서 그 이유와 필요성을 간접적으로 설명할 수 있을 것으로 판단된다.

### Ⅲ. 수표교의 진단학적 훼손상태조사

수표교의 훼손상태에 대한 조사와 분석은 육안을 통한 관찰 조사와 표본분석을 통한 실험조사 두 가지 방법에 의하여 수행되었다. 훼손상태에 대한 조사 시 관찰조사는 이탈리아에서 사용되고 있는 Normal 1/88의 ‘석재 훼손유형별 분류지침(Materiali lapidei naturali ed artificiali: Descrizione delle forme di Degrado e Alterazione)’에 따라, 수표교의 각 부분별 훼손상태를 파악, 기록하는 방법으로 수행하였고, 실험조사는 관찰조사 시 훼손유형의 분포적 특성이나 그 형태가 특이한 부분에 한하여 표본을 채취, 광학현미경분석과 SEM분석 등을 통한 훼손 부위의 물리적 특성분석<sup>6)</sup>과 분포적 특성에 대한 해석과 검증 위주로 진행되었다.

이때 수집된 조사와 분석의 모든 결과는 대상지 수표교의 훼손상태 분포도 작성을 위한 기초자료로 사용할 수 있도록 사진 기록과 도면기록의 두 가지 방법에 의하여 기록하였다. 특히, 도면기록에 있어서 훼손상태 분포도는 사진측량<sup>7)</sup>을 통하여 작

성된 기본도에 각 훼손유형별 분포와 특성 등을 기록하는 방법으로 수행하였으며, 이때, 사용된 기본도면은 그림 4와 같이 실사(實寫)에 근거한 측량도면으로써, 실제 수표교의 훼손상태

표 3. 수표교에서 관찰되는 훼손현황

구분	훼손현황
표면 침전물로 인한 훼손	
탈재(혹은 탈피)로 인한 훼손	
표면탈색 및 백화현상으로 인한 훼손	
풍해로 인한 부식작용으로 인한 훼손	
표면의 얼룩으로 인한 훼손	
재료의 결핍으로 인한 훼손	
생물고착으로 인한 훼손	
식생잠식으로 인한 훼손	
표면침전물과 풍해로 인한 훼손	

및 훼손 유형별 면적을 파악할 수 있도록 그림 6, 7과 같이 도면에 기록하여 수표교의 훼손상태 분포도를 작성하였다.

한편, 수표교의 훼손상태 조사결과, 대상물 수표교의 화강석은 부식(腐蝕), 백화(白化), 그리고 표면침전물로 인한 훼손(毀損) 등 총 9가지의 훼손유형이 분포하고 있는 것으로 조사되었다. 이 중 난간주석 부분을 중심으로 한 화강석 원 재료의 부식과 검은색 표면침전물(대기중 오염물질의 결합물) 등으로 인한 훼손은 옥외공간에 배치되어 있는 석재문화재에서 쉽게 관찰되는 현상으로서, 심각하지 않은 수준에서 훼손의 분포적 특성을 파악할 수 있었다. 반면에 교각부분과 상판마루 부분을 중심으로 분포하고 있는 백화(白化)현상과 변색(變色) 그리고 원재료(原材料)인 화강석의 탈재(奪財)현상 등은 일반적인 화강석재의 건축물에서 관측되지 않았던 이상현상으로서 판단되어, 광학 현미경분석과 SEM분석을 시행, 훼손의 원인과 상태에 대한 해석과 검증을 수행하였다.

그 결과, 일반적으로 시멘트 구조물의 경우에 쉽게 발생하는 백화(白化) 현상의 경우에는 수표교의 보수를 위하여 무분별하게 이루어졌던, 시멘트(접합제)에 기인하여 발생되고 있음을 육안으로 확인할 수 있었다. 또한, 부분적인 변색(變色)과 표면 얼룩 등은 사람에 의한 훼손행위인 낙서나 상판마루의 메움재로 사용했던 아스콘(Asphalt Concrete) 등의 화학도료가 대상물 화강석의 표면에 고착(固着), 오랜 시간동안 외부에 노출되면서 발생하는 현상으로 원 재료인 화강석의 결정체 구조에는 직접적인 훼손원인을 제공하지 않고 있음을 광학현미경 조사를 통하여 그림 5와 같이 확인할 수 있었다.

한편, 교각부분과 상판마루 하단부의 명예석 부분에서 발생하고 있는 원재료의 탈재(奪財)는 일반적으로 화강석에서 관찰될 수 있는 현상이 아니라, 변성(變性)과정에 있는 것으로 판단됨<sup>8)</sup>에 따라서, SEM 분석<sup>9)</sup>을 실시하였고, 그 결과, 그림 9와 같이 원 재료의 특성이 변하는 변성(變性)현상의 하나인 'Thermoclastism(열전화) 현상'에 기인하고 있는 것으로 분석되었다<sup>10)</sup>. 특히, 이러한 현상은 대상지 주변의 급격한 온도변화와 대기오염 정도 등과 밀접한 연관성이 있으며(Brimblecombe, 2000: 37), 직접적인 원인으로는 석재표면과 주변공기의 '최저-최고온도의 급격한 온도변화'에 의하여 주로 발생하는 현상인 것으로 조사되었다(A. Palliaga, 1998: 129-133).



그림 5. 추출된 샘플의 광학현미경 분석결과



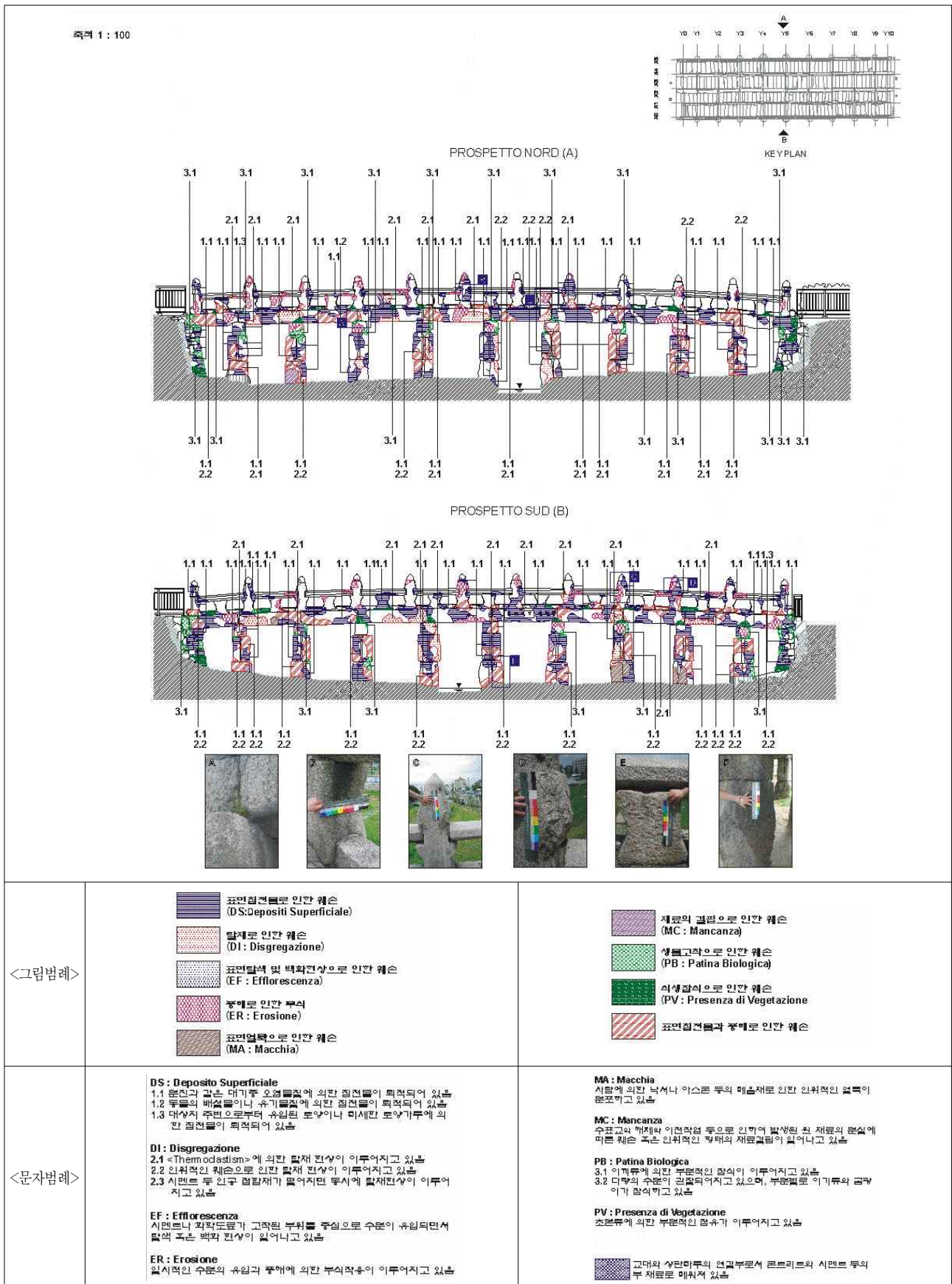


그림 7. 훼손상태분포도 : 횡 단면도



그림 8. 기단부에서 관찰된 'Thermoclastism(열전화)' 현상

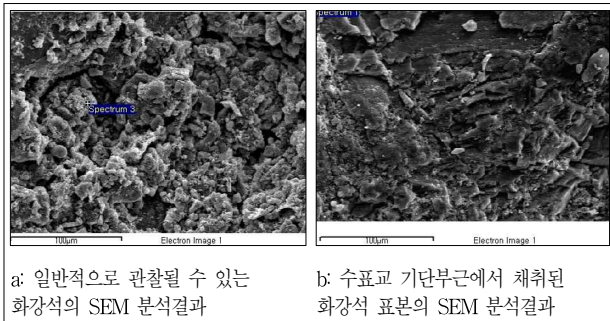


그림 9. 'Thermoclastism'에 의하여 훼손된 부분의 SEM 분석결과

#### IV. 결론

전통 기념물로서 조선시대의 다리를 대표하고 역사적, 조형적 가치가 있다고 판단되는 전통 기념물인 수표교의 경관 향상을 위하여, 역사적 특성에 따른 물리적 변형(變形)과정 및 진단학적 접근방법에 의한 수표교 훼손상태를 분석하였다. 그 결과, 지금으로부터 약 500여 년 전 화강석으로 축조(築造)된 수표교는 총 6회에 걸쳐 보수(保守)나 변형(變形)작업이 이루어져 조형적으로 현재의 모습을 갖추게 된 것으로 조사되었다. 한편, 현재 관찰, 분석되는 수표교의 훼손상태의 유형은 총 9가지로 집약될 수 있었으며, 그 결과는 그림 6, 7과 같은 훼손상태 분포도로서 요약, 정리될 수 있었다. 특히, 수표교의 각 부분별 훼손상태는 침전물에 의한 훼손과 부식 등이 주를 이루고 있었으며, 부식을 비롯한 9가지의 훼손유형의 경우에는 그 구성성분의 물리·화학적 특성과 분포상태를 고려할 때, 수표교의 안전성과 관련하여 위협적인 요소로는 작용하지 않는 것으로 판단하였다. 단, 현재의 보존상태를 지속적으로 유지하고, 보다 나은 경관을 제공하기 위해서는 일차적인 차원에서의 훼손부위 제거와 보완작업 등 단순 보존처리작업이 요구될 것으로 판단하였다.

반면에, 상판마루와 명예석, 그리고 교각(橋脚) 부분에서 관찰되는 'Thermoclastism(열전화) 현상'의 경우, 수표교의 전체

부위에 넓게 분포하고 있음을 감안할 때, 훼손부위의 제거와 함께 표면강화 작업의 조속한 처리가 요구될 것으로 판단하였다. 특히, 'Thermoclastism(열전화)'이 지구환경변화가 문화재에 미치는 부정적인 요소로서 석재(石材)를 악화시키는 네 가지 훼손원인 중 하나로서, 그 문제의 심각성이 이미 논의<sup>11)</sup>되고 있는 현 시점에서 이러한 문제점에 대한 적절한 해결방안에 대한 논의가 필요할 것으로 판단하였다. 그리고, 이에 대한 간접적인 해결책으로서 외부의 급격한 온도변화를 저감시키기 위하여, 현재 수표교 하부를 가로지르는 계류(溪流)의 수량(水量)을 확보, 적극적으로 활용하는 것도 상징적인 측면에서 수표교의 교량(橋梁)으로서의 기능 회복과 그에 따른 경관 향상, 그리고 화강석의 물성(物性) 보호차원에서 활용될 수 있는 하나의 대안으로서 작용할 수 있을 것으로 판단하였다. 끝으로 본 연구는 전통공간에 대한 보존계획과 설계에 있어서, 대상물의 가치평가를 위하여 수행되는 진단학을 적용한 훼손상태분석에 대한 사례연구로서 진행되었다. 특히, 전통공간에 대한 보존계획 시, 보다 구체적인 보존방법을 제시하기 위한 분석과정에서 적용될 수 있는 일련의 선진기법을 국내사례에 적용할 실험적인 측면에서 시도되었다. 이러한 관점에서 본 연구대상인 수표교의 훼손상태에 대한 종합적인 조사결과라 할 수 있는 '훼손상태분포도'의 작성은 수표교의 실제 보존처리 계획과 설계과정에 있어서 의미있는 기초자료로서 활용될 수 있을 것으로 판단된다. 다만, 기후변화 등 주변환경과 수표교에 대한 환경적 관계성을 규명하는데 있어서 직접적인 실험조사와 분석이 아닌 관련 선행 연구자들의 자문을 통하여 결과를 도출한 점은 본 연구가 가진 부분적인 한계라 할 수 있을 것이다. 또한, 본 논문의 전개와 내용구성 중 경관 향상측면에 있어서는 다소 부족한 부분도 있을 것이다. 그러나, 전통 기념물에 대한 보존처리 자체가 대상 기념물의 경관 향상이 주된 목적으로 수행되며, 이를 위한 조정과정(調整科程)으로서 대상물에 대한 훼손상태의 원인을 규명하고 그에 따른 물리적인 보존처리 기법에 대한 해결책 모색이 필수적인 과정임을 고려할 때, 본 연구를 출발점으로 하여, 보다 많은 논의가 필요할 것이라는 의도에서 시도되었다. 이에 적지 않은 연구의 내용적 한계도 포함되었으나, 향후 이와 관련한 후속연구들을 기대하는 측면에서 처음 시도하였기에 이해를 구하고자 한다.

주 1) 여기서 말하는 '훼손상태(=보존상태)'란, "대상물의 물리·화학적 특성과 환경분석 등을 통해서 최종적으로 수집, 해석되는 최종의 결과물로서, 일반적인 건축문화재의 보존, 복원에 관련된 조정(Intervention)에 있어서 기술적인 측면에서의 접근방법과 기법의 선정에 지침으로 사용된다"라고 정의하였다(Gabrio Furani, 2001).

주 2) 일반적으로 건축문화재의 보존, 복원을 위한 진단학적인 접근방법에 사용되는 주된 요소로는 '대상지공간의 환경적 특성', '대상물 재료의 물리·화학적 특성과 훼손상태'와 '대상물의 역사·구조적 특성' 등이 분석의 주요 내용에 포함된다(Stefano F. Musso, 2004: 18). 본 연구에서는 수표교의 원재료(原材料)인 화강석부분에 대한 훼손상태 진단과 평가만을 다루고자 하였으며, 그에 따른 다른 내용을 배제하고 기술되었다.

주 3) 국내 석조 건축문화재에 대한 사례연구에서 이탈리아 정부의 기준



을 적용한 이유는 국내의 경우 관련연구의 미비로 인하여 석조 건축문화재의 훼손상태를 평가할 수 있는 지침이나 기준이 아직 마련되어 있지 않기 때문이다. 또한, 국제적인 수준에서 그 과학성과 객관성을 인정받은 Normal의 국내 적용가능성을 모색하는 차원에서 수행되었다. 'Raccomadazioni Normal'은 이탈리아의 국가기술위원회 격인 'CNR(Centro Nazionale di Ricerche)'에서 제정, 공포된 문화유산의 보존, 복원, 관리에 대한 기술적인 원칙에 관련된 지침서의 일종으로서, 이탈리아의 국가문화유산에 관련하여 1993년까지 약 60여 개의 기준과 원칙들이 제정되었으며, 매해 개최되는 각 분야별 위원회의 결정에 따라서 수정과 보완을 거듭하면서 국가유산의 보존, 복원계획의 지침으로서 사용되고 있다. 본 연구에서는 이 중 1988년 제정, 공포된 '자연적 혹은 인공적'석재에 대한 훼손과 변형에 관련된 표준지침'을 훼손상태평가의 지침으로 활용하였다. 이 지침에서 석재 건축문화재에 주로 발생되어지는 총 27가지 훼손유형에 대한 원인과 분포유형에 대한 내용을 포함하고 있다. Normal의 제정과 기술위원회의 운영은 미국의 국가유산 보존위원회격인 'A.I.C.(American Institute for Conservation of Historic and Artistic Works)'의 모체가 된 것으로 알려져 있다.

- 주 4) '형교(桁橋)란 조선시대에 발달된 교각 축조기법의 한 형태로서 조선시대에는 '형교(Hyung Kyo; 桁橋)', '주교(JuKyo; 舟橋)', '홍교(HongKyo; 虹橋) 등 세 가지 형태로 구분되어진다. 이 중 수표교는 전관교(箭串橋)와 더불어 대표적인 형교 중의 하나로 구분된다. 그 가구법(架構法)은 먼저 교각을 세우고 그 위에 형(桁)을 가(架)하고 대청마루를 놓는 것이 주된 수법으로 알려져 있다. 현존하는 수표교는 처음 조성될 당시 처음에는 다리의 양단과 중간 높이가 같은 수평이었으나, 그 후 그것을 중간을 조금 높혀 완만한 곡선이 되게 함으로써 조형적으로 우아하고 독특한 형식으로 발전시킨 것으로 전해진다(和田雄治, 1912: 121-122).
- 주 5) 여기서 말하는 '조정(Intervention)'이란, 대상문화재의 진단결과를 토대로 보존 혹은 복원과정에서 논의될 수 있는 과정과 기법 등 대상물의 처리에 관련된 의사결정과정을 의미하는 개념으로 정의될 수 있다.
- 주 6) 수집된 표본의 물리적 특성분석은 이탈리아 국립 제노바 건축대학원의 '물성연구실'과의 협조에 의하여 수행되었다.
- 주 7) '사진측량(Photogrammetry)'은 카메라가 갖는 용이함과 입체적 실사에 대한 단면작업의 편리함 등 일반적인 사진이 갖는 특성에 기인하여 고안된 실측기법으로서(Pinto, 1987), 독일인인 'Albretht Meydenbauer(1834-1921)'에 의하여 고안되었다. 주로 건축물의 벽면과 동상(銅像)을 비롯한 특정 건축요소에 대한 기록화작업에 유용하게 활용되고 있으나, 각기 다른 사진에서 중복되는 한점에 대한 정확한 위치파악의 어려움 등이 최종 결과물의 정확도를 결정짓는 요소로 간주되어왔다. 1994년 이후 'Alpran photo'와 'Rollei' 등의 실용화 프로그램들이 개발되면서 이와 같은 오류를 극복할 수 있게 되었고, 실사를 통하여 구현되는 대상물의 상태를 쉽게 관찰할 수 있어, 대상물의 '훼손현황도' 등의 작성을 비롯한 기록화과정에서 유용한 기법으로 활용되고 있다(U. Saccardi, 1985: 71).
- 주 8) 화강석은 결정체형태로 구성되어 있는 특성상, 그 훼손의 분포적 특성에 있어 결정체구조가 떨어지는 형태로 나타나는 것이 일반적이나, 대상물 수표교의 경우에는 화강석 표면부위가 층을 형성하여 과일껍질이 벗겨지듯이 표면이 벗겨져 나가고 있음을 육안으로 관찰할 수 있었다. 특히, 교각 하단부와 지대 부분은 손으로 위와 같은 훼손부위를 만졌을 때 작은 가루형태로 쉽게 씻겨져 나가는

등 일반적인 화강석재의 재질이나 촉감을 전혀 느낄 수 없는 이상 현상이 일어나고 있는 것으로 조사되었다.

- 주 9) 'SEM(Scanning Electron Microscope)분석'이란, 전자현미경의 한 형태로서 일반적으로 반사 전자현미경으로 불리워진다. 주로 대상물의 표면을 관찰하는데, 사용되며, 일반적으로 시료의 크기나 양에 관계없이 대상물의 표면 상태와 구성성분을 분석할 수 있다.
- 주 10) 이상의 분석결과를 이탈리아 제노바 국립건축대학의 G. Brancucci 교수(전 세계지질학회 부회장)의 조언과 그의 연구실에서 수행된 일련의 분석결과이다.
- 주 11) 유럽연합에 의하여 2004년 6월부터 수행중인 일명 '노아의 방주 프로젝트(Noah's Ark: Global Climate Change Impact on built Heritage and Cultural Landscapes)'에 의하면, 'Termoclastism(열전화)'은 '결빙-해빙현상의 주기적인 반복(Cryclastism: free-thaw cycles effect)', '재료의 분리를 야기시키는 화학적인 공격(Chemical attack inducing material dissolution)' 등과 함께 석재를 약화시키는 부정적인 요소로 규정, 그에 관련된 실험적인 연구들이 진행되고 있다(European Commission(2006). Overview of the Expected Negative and Positive Consequences of Global Environmental Changes on Deterioration of Materials : Deliverable 6, EU, pp.5-16.

### 인용문헌

1. 김영모(2007). 전통정원의 보존 및 복원 원칙설정을 위한 시론적 연구. 한국전통조경학회지. 25(2): 73-74.
2. 김용옥(2003). 도읍의 청계천이야기. 통나무. pp.33-36.
3. 서울시(2005). 수표교정밀실측 및 기본설계보고서. 국립문화재연구소. pp.27-31.
4. 손영식(1993). 한국 고 교량의 구조형식에 관한 연구. 한양대학교 대학원 박사학위논문. pp.53-57.
5. 안진성(2007). 진단학을 적용한 수표교의 훼손상태 조사. 한국건축역사학회 추계학술대회 논문집. pp.105-117.
6. 조광권(2005). 청계천에서 역사와 정치를 본다. 여성신문사. pp.101-102.
7. 和田雄治(1912). 京城の水標橋<歴史地理>. Jps(in press). pp.121-122.
8. Brimblecombe(2000). Air pollution and architecture. Journal of Architectural Conservation. 13(2):11, 37.
9. Mazzolani, F. M.(1992). Nove Strategie di Protezione Sismica per Edifici Monumentali. Celid. pp.69.
10. Costa, M. Dalla(1994). Il Restauro. Teoria e Pratica. Torino. pp.34.
11. Musso, Stefano F.(2004). Recupero e Restauro degli Edifici Storici: Guida Pratica al Rilievo e alla Diagnostica. EPC Libri. pp.18.
12. Palliaga, A.(1998). Il Disfacimento delle Rocce ed I suoli: Termoclastismo. Universita' di Genova. pp.129-133.
13. European Commission(2006). Overview of the Expected Negative and Positive Consequence of Global Environmental Changes on Deterioration of Materials: Deliverable 6. pp.5-16.
14. Furini, Gabrio(2001). Restauro dei Monumenti. Collana. pp.81-82.
15. Giusti, Maria Adriana(1988). Temi di Restauro. Celid. pp.148-149.
16. Matteini, Mauro(1984). Scienza e Restauro. Nardini Editore. pp.31.
17. Saccardi, U.(1985). Appunti sul Corso di Fotografia. Nardini Editore. pp.71.

원고접수: 2010년 8월 26일

최종수정본 접수: 2010년 9월 20일

2인 익명 심사필, 1인 영문 abstract 교정필