

지형공간정보체계를 이용한 문화재 복원의 자료기반 구축

The Generation of Database for Cultural Assets Restitution using Geo-Spatial Information System

이 재 기*

최 석 근**

이 현 직***

Lee, Jae kee

Choi, Seok Keun

Lee, Hyun Jik

要 旨

본 연구는 전국에 산재되어 있는 중요 문화재중 석탑을 대상으로 지형공간정보체계 및 근거리사진측량기법을 이용하여 훼손우려가 있는 문화재의 주요정보를 효율적으로 관리할 수 있는 자료기반을 구축하고 문화재 관리시스템을 개발하는데 목적이 있다.

본 연구의 수행결과, 준측량용사진기에 의한 정밀도화 및 수치정보를 취득할 수 있는 방법을 정립하였으며, 이를 지형공간정보체계를 이용하여 자료기반으로 구축함으로써 문화재 정보의 효율적인 관리에 기여할수 있음을 알 수 있었다.

ABSTRACT

In this study, we have acquired the related data of the important culture assets in this country by using close range photogrammetry and GIS. Also, we have generated database of cultural assets and we have been developing culture assets information system to manage the data effectively.

As result of this study, we could facily operate this system by converting dulistic management to unitary. Therefore, we will act of a part of rearing for effect of many important cultural properties and the domestic information industry from this study.

1. 서 론

오늘날 우리는 국제화·세계화를 추구하고 있는 정보화 시대에 있다. 이러한 정보산업은 국가경쟁력을 나타내는 하나의 지표로써 인식되고 있고, 사회 전체

의 생산성을 좌우하는 국가 경쟁력의 척도로써 국가 전략산업의 차원에서 어느 산업보다도 시급히 육성해야 하는 실정에 놓여 있다.

그러나, 국제화를 추진하는 데에 있어서 첨단 산업 부분의 중요성은 너무나 자명한 일이지만 이와 함께

* 충북대학교 공과대학 토목공학과 교수

** 경북실업전문대학 지적과 조교수

*** 충북대학교 공대 토목공학과 강사

발전되어야 하는 민족의 전통성 또한, 너무나 중요한 일이다. 따라서, 이러한 중요 정보산업을 우리의 전통 문화에 적용함으로써 우리나라의 빛나는 문화를 재정비하고, 우리의 역사적 건조물들을 원형 그대로 보존하는 일은 국제화·세계화를 추진하는 데에 같이 병행되어야 할 요소일 것이다. 이를 위해 우리나라는 민족의 우월성을 세계에 널리 알리고 국가 경제에 일익을 주기 위하여 최근 “94 한국 방문의 해”를 설정하여 실행하고 있고, 이를 대비하기 위한 많은 계획과 준비가 이루어지고 있지만, 이들 계획과 준비는 아직 만족할 만한 실정이 아니기 때문에 우리의 문화와 역사적 건조물들을 잘 정비하여 정확한 자료를 필요에 따라 어느 장소에서든지 수집할 수 있는 준비가 필요한 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 우리의 역사적 건조물들을 원형 그대로 보존하는 일과 이를 효과적으로 관리함으로써 우리 문화의 우월성을 세계에 널리 알릴 수 있는 정확한 자료를 제공하기 위하여 지형공간정보체계를 이용하여 역사적 건조물인 중요 석탑을 대상으로 연구하였다.

석탑은 인도에서 시작되어 동양 여러나라로 전파되면서 각국의 풍토와 민족성에 맞게 변화 되었고, 일반적으로 탑은 사찰의 중심부에서 예배 대상이 되었으며, 오늘날까지 약 1400~1500기 정도가 남아 있다. 이러한 역사적 건조물들은 현재까지 전래되면서 오랜 세월을 걸쳐 자연조건, 또는 천재지변 등에 의하여 마모·훼손되었거나 잘못 복원된 경우가 있기 때문에 우리의 역사적인 건조물들을 원형 그대로 보존하고, 정확한 실측자료를 만드는 일은 매우 중요한 일이다. 그러므로, 우리의 역사적 건조물들을 원형 그대로 계승하기 위해서는 건조물들의 크기, 모양, 위치 등에 대한 세밀한 실측 수치자료 및 이들 자료를 효율적으로 관리할 수 있는 기법이 필요하다.

이를 위해 전국에 각지에 산재되어 있는 많은 중요 석탑들을 대상으로 근거리 사진측량기법을 이용하여 실측함으로써 정확한 도형 및 속성자료를 수집하고, 석탑에 관련된 모든 정보를 컴퓨터상에서 편리하게 관리할 수 있는 지형공간정보체계를 개발하고자 한다.

따라서, 본 연구에서는 근거리 사진측량을 이용하여 우리나라 중요석탑을 대상으로 관측 대상물을 정밀실측하고 이를 정밀도화함으로써 대상물이 손실 및 파손되었을 때, 원형 그대로 재현할 수 있도록 정확한 실측자료를 제공함은 물론, 지형공간정보체계를 개발·구축함으로써 우리 전통 문화의 계승발전 차원에서 이를 편리하게 관리할 수 있도록 하며, 기본 구동환경을 국내의 개발된 S/W환경에 맞도록 설정함으로써 국내의 정보산업 발전에 일익을 할 수 있도록 하는데 그 목적이 있다.

2. 근거리 사진측량 및 지형공간 정보체계의 기본 이론

근거리 사진측량은 정확한 촬영위치를 알 수 있고, 사진기와 대상물간의 관계를 자유로이 할 수 있으므로 정밀을 요하는 문화재 조사 및 기록보존, 구조물의 변위관측, 사적 및 고고학 등과 단시간 내에 관측을 요하는 대상물의 관측 및 움직이는 물체를 관측할 수 있는 관측방법이다. 따라서, 본 연구는 근거리사진측량을 이용하여 대상물의 3차원 정밀관측 및 도화를 실시하였다.

2.1 근거리 사진측량의 자료처리

근거리 사진측량은 공선조건의 기본원리를 이용하며, 본 연구에 이용된 자료처리체계는 IBM 하드웨어와 Digitiger, Plotter, 소프트웨어로는 MR2(multi-image restitution system)와 AutoCAD 로 구성되어 있다. 본 연구의 자료처리 체계는 10 단계의 처리과정으로 되어 있고, 그 단계는 표 2.1과 같다.

초기값의 설정단계에서는 사진측량의 자료처리를 위한 모든 단위, 해상력, Digitizer, Plotter 등을 정의하고, 촬영 현황의 입력단계에서는 대상물의 위치, 사진기의 촬영위치, 사진기 자세 등을 입력한다. 사진영상의 격자(Reseau)를 관측함으로써 영상좌표계가

표 21 근거리 사진측량의 자료처리과정

내 용	기능	기능	내 용
초기 값 설정	F 1	F 6	광속 조정
촬영 현황 입력	F 2	F 7	다중영상 계산
영상 좌표 측정	F 3	F 8	자료 저장
자료 화일 편집	F 4	F 9	CAD 자료 변환
다중 영상 표정	F 5	F10	작업 종료

설정되고, 상 변형을 보정하기 위한 보정계수가 결정된다. 이들 레조는 사진기 매가진 속에 십자 형태로 필름면 앞에 매우 정밀하게 새겨져 있다. 따라서, 영상좌표 관측시 격자위치로부터 나타난 편차는 촬영시 필름면의 편평도 결핍과 연속된 렌즈의 확대에 의해 나타나고, 이들 변형은 광학적 특성으로 인해 약간의 왜곡된 영상으로 나타난다.

상좌표계로 측정된 모든 영상은 레조 변환에 의해 일차적인 사진 변형이 제거 되고, 주점으로 부터 변환하므로써 사진기 검정값과 절대좌표값에 의한 자료처리 과정에서 사진변형이 자동적으로 보정된다. 이와 같이 레조는 사진 전체에 대한 상좌표계를 정의하므로써 상좌표 관측에서 상의 변형량을 보정한다.

이들 세단계가 이루어 지면 내·외부표정요소, 사진좌표, 대상물좌표, 사진좌표의 잔차값 등이 각각의 화일에 저장되고 이들 자료를 편집할 수 있다.

다중영상 표정단계에서는 각 사진을 측정하여 연속된 전체의 사진으로 동시에 표정하며, Print 변수와 Display 시간, 변환요소 등을 정의한다. 대상물 절대좌표계를 정의하기 위하여 3개의 X좌표와 2개의 Y좌표, 하나의 Z좌표를 입력하고, 축척결정을 위한 1개의 실측거리를 입력한다. 얻어진 상좌표와 기준점좌표 및 근사값으로 입력된 내·외부표정요소를 이용하여 대상물의 3차원 절대좌표를 얻게 된다.

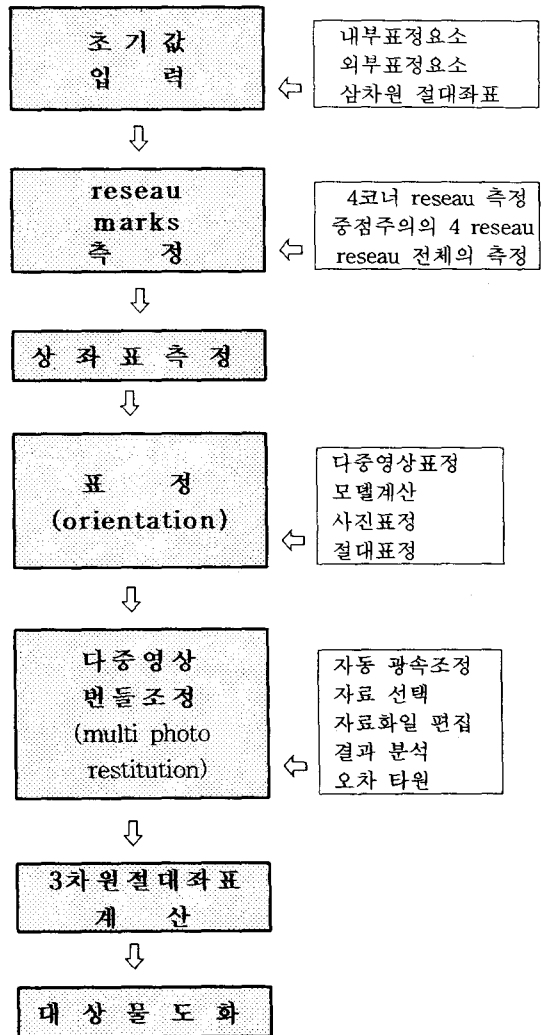


그림 21 근거리 사진측량의 자료처리 과정

이들 자료처리 과정은 다음의 세가지 단계를 거쳐 변환된다.

- 모델계산(model calculation)은 중복되는 사진의 모델좌표계를 설정하기 위해 수렴각이 큰 2장의 사진을 이용하여 상호표정에 관한 미지 매개변수(κ, ω, φ and x,y translation)를 계산하므로써 모델좌표계가 형성된다.

○ 단사진표정(photo orientation)은 모델좌표계의 설정 후, 이 좌표계에 의해 각 사진에 대한 표정이 이루어지며, 표정을 위한 7개의 미지매 개변수($\kappa, \omega, \varphi, X, Y, Z$ translation, scale)가 수렴될때까지 15번 반복계산된다.

○ 절대표정(absolute orientation)단계로 단사진 표정에서 결정된 7개의 변수와 6개의 기준점 좌표 및 1개의 실측거리를 이용하여 모델좌표계에서 절대좌표로 바뀌는 절대표정이 이루어진다.

계산된 절대좌표값과 외부표정요소는 다중영상 변형 조정에서 반복계산에 의해 더욱 정확하게 계산되어 내부 표정인자의 최종 결과값과 외부 표정인자인 촬영점의 위치 및 사진기 각 방향의 회전각도가 정확하게 계산되며, 최종적으로 대상물의 3차원 절대좌표값을 얻게 된다.

한 구조화된 의사결정을 수행하는 과정이다. 그러나, 현행 문화재 관리와 관련된 업무는 문화재의 변화 및 업무의 구조적 모순에 따라 문화재의 정확한 현황 파악 및 유지관리의 한계에 도달하여 효율적인 관리계획 및 수행에 필요한 신속·정확한 정보 제공이 불가능하였다. 이에 문화재의 유지관리 체계의 강화와 업무의 고도화를 목적으로 문화재 관리 업무를 전산화한 관리체계를 설계하였다.

지형공간정보체계 설계는 문화재 관리를 목적으로 업무에 이용되는 각종 정보의 데이터베이스를 설계하는 부분과 이를 이용하여 문화재관리업무의 수행에 필요한 데이터베이스를 구축하는 부분으로 대별되며, 세부적으로 문화재 관리체계의 효율적인 운용에 관계되는 관련 소프트웨어 및 하드웨어의 구성여건과 표준화 방안 및 통합방안 등이 제시되어야 한다.

따라서, 본 연구는 구조적 분석기법을 통해 파악된 문화재관리 분야의 현행 업무현황 및 실무자의 요구사항을 고려하여 현행업무의 구조적 모순을 제거하고 업무의 고도화를 할 수 있는 문화재 관리체계를 그림 2.2와 같은 흐름으로 설계한다.

2.2 지형공간정보체계의 개발방안

지형공간정보체계는 점, 선, 면 또는 입체적특성을 갖는 자료 및 위치자료의 층을 공간적 위치기준에 맞추어 다양한 목적과 형태로 분석·처리할 수 있는 정보이다.

지형공간정보체계의 데이터베이스 자료는 위치정보를 나타내는 지형 및 공간자료와 특성정보를 나타내는 도형, 영상, 속성자료 등이 있다. 벡터데이터의 입력과정은 비공간 속성데이터(non-spatial attribute)의 입력과정과 공간데이터의 입력과정으로 구분된다. 속성데이터는 문서화일로 작성되고, 공간데이터와 일치시키므로써 데이터 상호간의 관계성을 어느 정도까지 표현할것이나에 따라 입력량이 결정된다.

문화재 관리를 위한 지형공간정보체계의 데이터베이스 설계는 목표를 설정하고, 이에 따른 설계 대안들을 제시, 분석, 결정하는 과정으로 활용업무에 따라 사용자 관점을 충분히 고려하여 각종 수치정보에 관

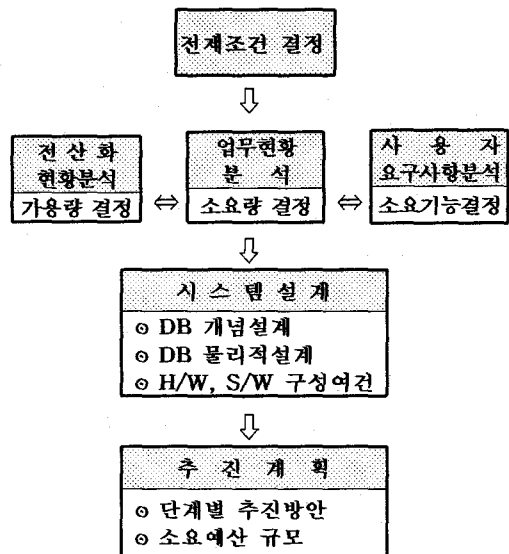


그림 2.2 문화재 관리체계의 설계 흐름

표 22 지형정보체계를 이용한 문화재 관리체계의 주요기능

기능	주 역할	비 고
도움말기능	매뉴얼 형식	작업자편의도로 비전문가도 처리가능
보조 기능	다중화면 처리 화면제어 기능 3차원 제어 기능	수치화된 대상물을 컴퓨터 화면에서 쉽게 재현할 수 있는 기능
속성 자료 처리	조회, 편집	대상물과 연계된 속성자료를 편집할 수 있는 기능
분석 기능	검색기능(위치,종류, 이름 등)	검색 키에 의한 검색 기능
출력 기능	개별, 행정구역별 문화재 종류별, 년대별탑의 크기별 출력	해당 문화재의 속성 값에 대한 출력 기능
보조 기능	화일복사/삭제/변경/방만들기/지우기/바꾸기/경로/화일 찾기/가져오기/보내기/정리	본 작업과 연관된 기능은 반드시 보조기능을 통해 작업하여야만 속성자료와의 연계처리가 이루어짐

3. 관측 및 결과분석

3.1 대상물 선정

본 연구에서는 전국에 산재되어 있는 국보급 및 지방문화재 중 석탑을, 대상으로 자료조사를 실시하였고, 이중 우선적으로 충청남·북도에 있는 국보급 및 보물 석탑을 대상으로 사진측량을 실시하였다. 연구에 이용된 대상물은 충북 증원군 가금면 탑평리에 위치한 국보 제 6호인 탑평리 7층 석탑(일명 中央塔)과 충남 부여군 부여읍 동남리에 위치한 국보 제 9호인 정림사지 5층 석탑 등을 대상으로 선정하였다.

□ 탑평리 7층석탑(일명 中央塔)

본 탑은 2층 기단위에 세워진 한국 최고의 7층석

탑이다. 본 탑이 일명 中央塔이라 붙여진 이유는 존재하는 위치가 통일신라 시대의 중앙부에 위치하고 있기 때문이고, 가금면 소재지의 동네명이 “안내반”이라고 하는 것도 본래는 “한반래”로서 한반도의 半 즉, 중앙이 된다는 뜻으로 이곳이 국토의 중앙지라는 사실을 내포하고 있다. 본 탑은 기단이 넓고 상하층 면적에 탱주 4주씩 모각하였고, 탑신부는 하층부에서는 여러장의 석재로 구성되어 있으며, 각층의 옥신에는 양 우주가 모각되어 있다. 옥개 받침은 각층이 5단을 이루었고, 옥개 상면의 2단각형 괴임으로 그위에 옥신을 받게 하였다. 이 석탑은 높고 크기는 하지만 세부 수법에 있어서 약석과 섬약으로 흐르는 기질이 있고, 전체의 형태도 높이에 비하여 폭의 비례가 적어 고준한 느낌을 준다.

본 탑의 건립 유래는 몇가지 전설이 있다. 그 옛날 이곳 증원에 왕기가 있어서 그 기운을 누르기 위해 본 탑을 세웠다는 설과 신라의 도승이며 명필가인 김생이 이웃 반송산에 사찰을 건립하고 탑을 세웠다는 설이 있고, 이외에 통일신라 원성왕 때 국토의 중앙을 표시하기 위해 신체가 건강하고 잘 걷는 건각자 10사람을 뽑아 남쪽의 끝과 북쪽의 끝에서 동시에 출발시키면 반듯이 이곳에서 만났다고 하여 이곳에 탑을 화강암으로 크게 건축하고 신라의 중앙지라 하였다는 등의 전설이 전해지고 있다. 총독부와 당시의 공사현장을 왕래한 공문기록에 의하면 1917년 11월 18일 탑의 6층 탑신에서 사리장치가 발견 되었는데, 여기에서 거울 2매, 은제와 유리제 사리병이 나왔고, 1918년 11월 19일에는 기단부에서 청동제 합이 발견되었다는 기록이 있다.

이러한 사실로 보아 창건후 2차적인 사리납치가 있었음을 알 수 있고, 1918년 1월 10일에 중앙탑에서 발견된 사리 등을 총독부 박물관에 인계 하였고 하니, 1917년 11월부터 1918년 1월 사이에 중앙탑의 해체수리가 있었다고 추정할 수 있다. 우리나라 신라석탑 가운데 두 곳에 사리를 장치한 예는 드물거니와, 기단부 밑에 납치하는 것도 이것 외에는 갈항사(葛項寺 쌍탑에서만 볼 수 있다).

□ 정립사지 5층석탑

본 탑은 목탑의 양식을 따랐는데 미륵사지 탑보다 더욱 정돈되고 세련된 수법으로 창의성을 나타내고 있다. 낮은 단층기단 위에 1간 4면의 탑신을 구성하고 탑신에는 4우주(隅柱)가 있는데, 각 면 양 우주 사이에 2매의 매편석을 세워 8매석으로 구성하고 그 위에 판석을 얹고 옥개석을 받고 있다. 우주에는 위가 좁고 아래가 넓은 엔타시스가 있어 고식을 보여주며, 옥개석은 얇고 넓다. 옥개받침에서 모를 없애 목조 건축물의 두공을 변형시키고 있으며, 상륜부는 5층 옥개석 위에 도반석이 남아 있을뿐 다른 부재는 없으며 찰주공이 노반을 뚫고 옥개석까지 이르고 있다. 체감율이 알맞고 안정감이있는 격조 높은 탑이다. 정립사란 명칭은 일제 말기 사지(寺址)조사에서 발견된 기와에 '定林寺'라는 명(銘)이 기록되어 있어 이것을 따른 것이고, 본문에서 밝혔듯이 '평제탑(平濟塔)'이라고 속칭되어 온 것은 제 1 탑신 4면에다가 당나라 장군 소정방이 백제 평정후에 그 기공문을 새겼에서 나온 것이나, 이것은 다만 기존의 탑을 이용하였을 뿐 탑과 명문과는 아무런 연관도 없다. 1980년의 사지발굴에서 기단형식이 2층임이 밝혀졌다.

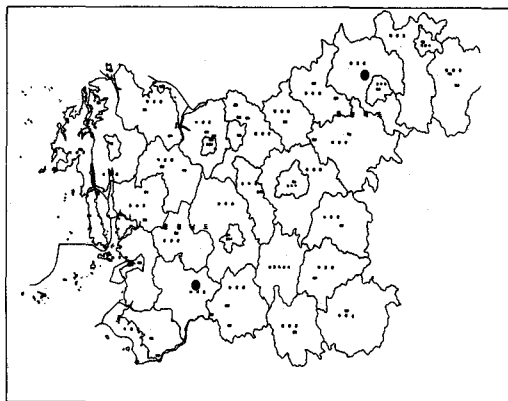


그림 31 관측 대상물의 위치도

3.2 사진촬영 및 기준점측량

본 연구는 Rollei 6006 준측량용 사진기를 이용하여 대상물을 촬영하였으며, 전체 대상물에 대한 정확도 향상과 세부적인 정밀도화를 위하여 자유수렴촬영 방법을 이용하여 자료수집하였다. 사진촬영에 이용된 사진기는 焦點距離가 40, 80, 150 mm 등의 렌즈를 이용하여 원거리에서 또는, 세부도화를 위해 근접하여 촬영에 이용하였다. 기준점측량은 사진측량에 의한 3차원 위치결정 정확도에 매우 중요한 영향을 미치므로 삼각수준측량을 이용하여 각 기준점의 절대좌표를 결정하였고, 이용된 장비는 1초독 만능 세오돌라이트를 이용하였다. 절대기준점의 거리관측을 위하여 검정된 세줄자를 이용하여 반복 관측하므로써 본 연구에 이용하였다. 각각의 대상물에 대한 촬영조건은 표 3.1과 같고, 촬영위치는 그림 3.2와 같다.

표 3.1 각 대상물의 촬영조건

대상물	조건	촬영점수	사진기 No.	Reseau No.	Click-stop	탑 높이
담평리 7층석탑		16	40/150	848	∞ - 2	14.50m
정립사지 5층석탑		21	150	848	∞ - 1	8.33m

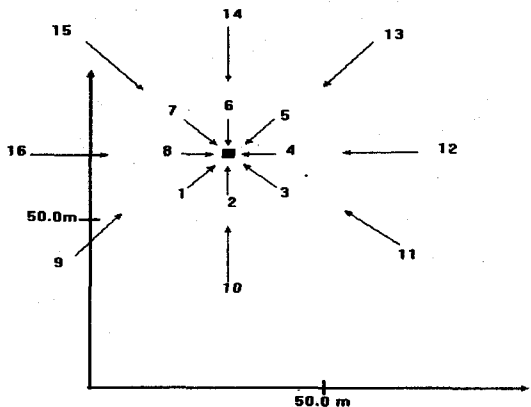


그림 32 대상물의 촬영 위치도(담평리 7층석탑)

3.3 자료처리

촬영된 영상을 자료처리 체계의 번들조정에 의하여 각각의 대상물에 대한 3차원 위치오차를 분석하였다. 각각의 처리과정에서 내부표정인자, 외부표정인자 및 3차원 위치값이 결정되었고, 결정된 결과는 표와 같다.

표 3.2 대상물에 이용된 사진기의 내부표정요소

대상	camera	ck	xh	yh	ai	a2	r0
탐평리 7층석탑	42	-40.931	-0.0200	0.1500	-3.427E-005	2.133E-008	20.00
	152	-151.600	-0.1100	0.0100	4.192E-005	-5.467E-011	20.00
정립사지 5층석탑	152	-150.880	-0.1100	0.0100	0.41920E-05	-0.54670E-10	20.00

사진기의 외부표정요소 값은 개략적인 근사값이 초기값으로 입력되어 기준점측량에 의한 3차원 절대값과 내부표정요소 및 상좌표 값에 의해 정확한 값으로 다시 결정되어 최종 번들조정에 이용하게 된다. 본 연구는 대표적인 계산값으로 탐평리 7층석탑의 외부표정요소 값만 수록하였다.

표 3.3 외부표정요소

대상	No.	camera	Xc	Yc	Zc	Direction	Tilt	Swing
탐평리 7층석탑	1	42	13.114	59.279	5.496	350.078	20.839	-0.422
	3	42	29.050	58.733	5.589	50.773	19.182	2.051
	5	42	29.041	74.544	5.794	147.564	17.888	0.377
	7	42	13.152	74.919	5.784	250.018	16.187	-1.249
	9	152	-6.506	36.917	-0.806	353.164	19.010	-0.434
	11	152	50.434	39.165	0.037	52.219	17.436	1.280
	12	152	61.625	66.764	1.106	99.988	14.547	1.031
	13	152	46.672	96.920	3.369	154.572	12.022	-0.639
	14	152	22.304	108.564	2.727	197.534	12.330	-0.470
	15	152	-6.315	92.257	1.857	252.271	14.873	-1.294
	16	152	-16.534	67.728	0.280	298.934	17.785	-0.533

위에서 결정된 내부표정요소와 외부표정요소 및 상좌표 값을 이용하여 최종 번들조정에 의해 대상점의 3차원 절대위치값을 결정하였다.

표 3.4 번들조정에 의한 3차원 위치결정 값

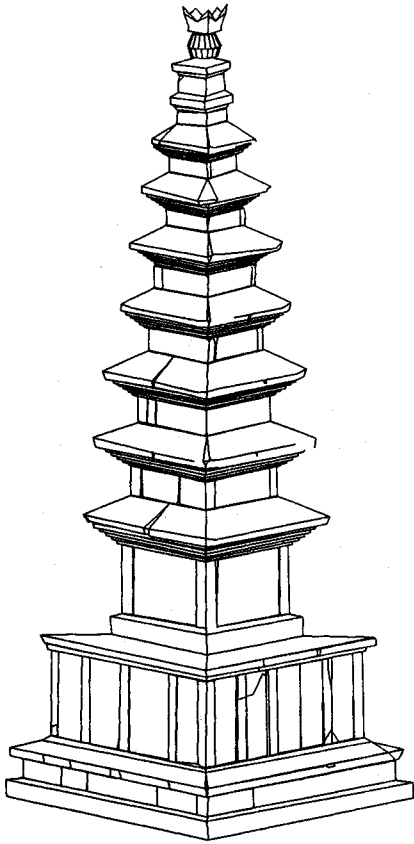
Po.	X	Y	Z	σ_x	σ_y	σ_z	Ray
11	20.8830	65.9069	7.5309	0.0000	0.0000	0.0000	6
12	22.5434	65.3498	8.5090	0.0077	0.0147	0.0056	6
13	22.0174	65.8875	8.0137	0.0047	0.0097	0.0049	9
14	22.0324	65.8941	7.2299	0.0038	0.0055	0.0049	9
15	23.2166	64.6975	6.5370	0.0050	0.0083	0.0072	7
17	23.0466	64.8745	5.0898	0.0004	0.0040	0.0077	7
18	23.6140	64.2800	4.7302	0.0000	0.0000	0.0097	4
19	20.9804	64.8965	5.8165	0.0036	0.0038	0.0073	6
21	22.0129	66.9053	7.7485	0.0077	0.0089	0.0090	6
23	22.0283	68.2002	7.2703	0.0134	0.0084	0.0150	9
24	23.0741	69.1900	6.1381	0.0213	0.0108	0.0223	9
25	23.6794	69.7904	4.7983	0.0280	0.0142	0.0267	4
26	23.0390	67.1679	5.6562	0.0126	0.0071	0.0126	6
31	20.8628	68.1717	7.7366	0.0123	0.0077	0.0125	6
33	19.7100	68.1766	7.4634	0.0130	0.0097	0.0102	9
34	18.5299	69.4202	6.5898	0.0218	0.0190	0.0142	9
35	18.7396	69.2333	6.3132	0.0214	0.0191	0.0135	7
36	18.7493	69.2480	5.5141	0.0235	0.0227	0.0133	7
39	19.1439	68.7254	8.5400	0.0139	0.0095	0.0129	8
42	19.1555	65.3009	8.4702	0.0078	0.0086	0.0085	10
43	19.7326	65.8671	7.9039	0.0046	0.0074	0.0049	10
45	18.5269	64.7052	6.4630	0.0055	0.0180	0.0132	8
46	18.7164	64.9122	5.8787	0.0038	0.0196	0.0119	8
47	18.7128	64.9245	5.2730	0.0000	0.0224	0.0120	8
48	18.2997	64.5067	4.3972	0.0049	0.0289	0.0154	4

3.4 정밀 실측도화

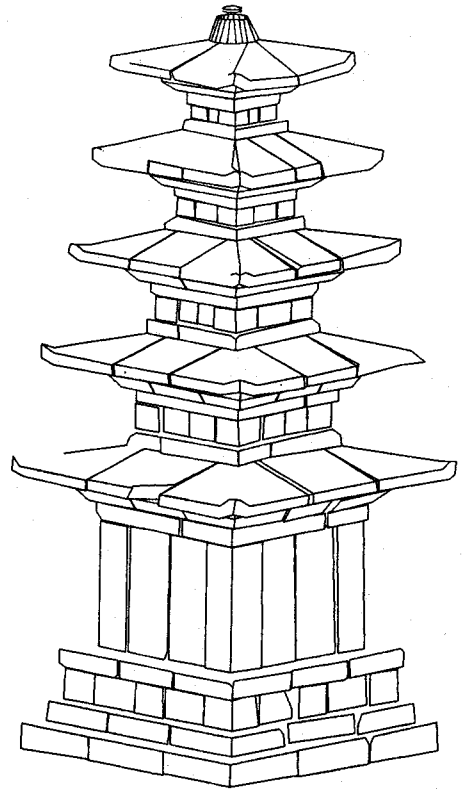
도화를 위해 촬영된 영상을 이용하여 상좌표 관측, 다중영상 표정, 모델계산, 절대표정을 거쳐 3차원 절대좌표 위치를 결정하였으며, 이들 좌표값을 기준으로 다중영상복원 체계의 사진측량 도화기법에 의해 대상물을 도화하였다. 도화는 대상물의 전체면 즉, 전면과 배면, 그리고 좌측면과 우측면을 도화하였고, 본문에는 전면에서 도화한 부분만을 수록하였다.

3.5 지형공간정보체계의 설계 및 개발

본 연구는 우리나라에 산재되어 있는 중요 문화재들의 보존 및 복원을 위해 각 대상물을 근거리 사진측량에 의하여 3차원 수치정보로 전산화하고, 그 대상물에 관련된 속성정보를 2원화된 관리체계에서 1원화 관리체제로 운영할 수 있도록 지형공간정보체계를 도입 관리할 수 있도록 설계하였다. 즉, 해석사진측량



(a) 탑평리 중앙탑



(b) 정립사지 5층석탑

그림 33 각 대상물의 정밀도화

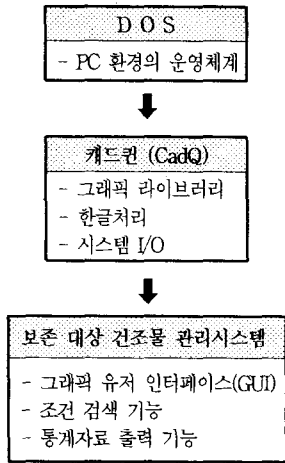
으로 수치화된 정보를 도입한 그래픽 환경에서 관측자의 보는 시각에 따라 3차원 도시를 하고, 그와 연관된 문헌 및 자료를 서로 연계시키므로써 한 화면에서 도시 및 분석, 그리고 출력 할 수 있는 체계가 되도록 설계하였다. 본 지형공간정보체계의 결과로 인해 수많은 보존 대상 건조물의 효율적인 관리 및 복원 체계가 될 수 있도록 개발방향을 설정하고 있다.

본 체계의 구동환경은 컴퓨터에 대한 기본 지식이 풍부하지 않은 사용자도 쉽게 이용할 수 있도록 개인용 컴퓨터에서 구동할 수 있도록 하고, 모든 명령어는 메뉴에 의해 작동하도록 하였으며, 국내의 정보 산업을 육성하기 위하여 기본기능을 가능한한 국내에

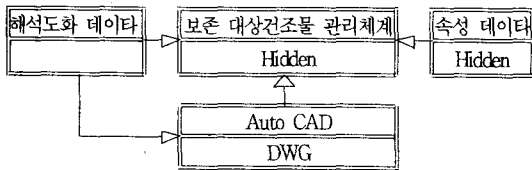
서 개발한 체계에 탑재하여 구동할 수 있도록 개발하고자 하였다.

표 3.5 지형공간정보체계의 기본 환경

내용	기본 내용	조건
환경설정		
하드웨어	<input type="checkbox"/> PC486-DXII 66	° Main Memory : 16MB 이상 ° Hard Disk : 1GIGA 이상 ° Standard VGA
	<input type="checkbox"/> 19" Color Monitor	
	<input type="checkbox"/> A1 Pen Plotter	
	<input type="checkbox"/> Ball Mouse	
	<input type="checkbox"/> A3 Ink-jet Printer	
소프트웨어	<input type="checkbox"/> MS-DOS 5.0	
	<input type="checkbox"/> 캐드린 1.0	
선택사항	<input type="checkbox"/> AutoCAD R13	



a) 구성도



b) 데이터 흐름도

특성 내용	특성(cord No.)	특성 내용	특성(cord No.)
파일저장장소	CHAR (40)	년 대	CHAR (15)
구 분	CHAR (8)	높 이	CHAR (31)
번 호	CHAR (4)	소 재 지	CHAR (60)
이 름	CHAR (30)	소개 내용	CHAR (2000)

c) 데이터 화일 구조

그림 3.4 지형공간정보체계의 개발 개요

4. 현황 및 종합고찰

본 연구에 이용된 탑평리 7층 석탑은 남한강변에 위치하고 있고, 충주댐이 건설되기 이전에는 여러해에 걸쳐 홍수에 의한 피해가 상당히 컸던 것으로 전해

지고 있다. 현재의 지형형태를 보더라도 탑을 향하여 올라갈 수 있도록 계단이 만들어져 있는 남측면이 탑의 배면인 북측면보다 지반고가 낮아져있고, 높다란 축대위에 세워져 있는 탑평리 7층 석탑은 일제시대 때에 촬영된 사진과 1972년에 대홍수 직후 촬영된 사진을 비교해 보면 처음의 상태보다 더욱더 고준해 보인다. 이와 같이 탑평리 7층 석탑은 현재와 같이 지반이 높지 않았음을 알 수 있다.

본 탑은 1917년 탑의 전체적인 보수작업시 기단 부까지 완전히 해체 되어 복원과정에서 수해방지를 위해 약간의 축대를 쌓고 탑을 건립했다고 볼 수 있고, 그 후 계속되는 수해와 정지사업을 통해 탑 주위의 표토가 계속 깎이어 1972년 이후의 조경사업과 함께 오늘날과 같은 높은 축대가 형성된 것으로 사료된다. 탑의 위치가 여러차례 수해를 입었다는 것은 사지의 현 지표에서 삼국시대의 기와(瓦當)이 더 많이 수급된 점으로 보아 짐작 할 수 있다.

근거리사진측량에 의한 탑평리 7층 석탑의 3차원 위치오차를 분석한 결과 X = 1.45 mm, Y = 12.30 mm, Z = 1.67 mm의 오차를 나타냈고, 기대정확도 내에서 좋은 결과값을 얻을 수 있었다.

3차원 좌표값을 기준으로 다중영상복원체계를 이용하여 대상물을 실측도화한 결과 탑신부의 조립상 오류는 1층부터 5층까지 옥계부의 중앙선이 일치하지 않으며, 탑의 배면은 기단부의 상대중석부에 있는 우주석 1개와 면석의 1개 반이 시멘트 몰탈바름으로 매워져 있었고, 2층과 4층 및 5층에 있는 우주석이 1개씩 세워져 있지 않았다. 탑의 우측인 경우에도 옥신부의 2층 우측에 있는 우주석이 1개가 없었고, 3층의 우주석은 좌측의 1/4크기로 세워져 있었으며, 1층도 좌측 우주석의 2배 크기로 되어있어 전체적으로 면석 및 우주석의 크기 및 배열이 일정하지 않았음을 알 수 있었다.

또한, 본 연구에서는 중요 문화재 관리를 위하여 지형공간정보체계를 구축하고 있으며, 현재 완성된 단계는 아니기 때문에 현재까지 연구된 과정만을 수록하였다. 본 연구에서 수행하고 있는 현 단계의 지형공간정보체계의 개발상황은 그림 4.1과 같다.

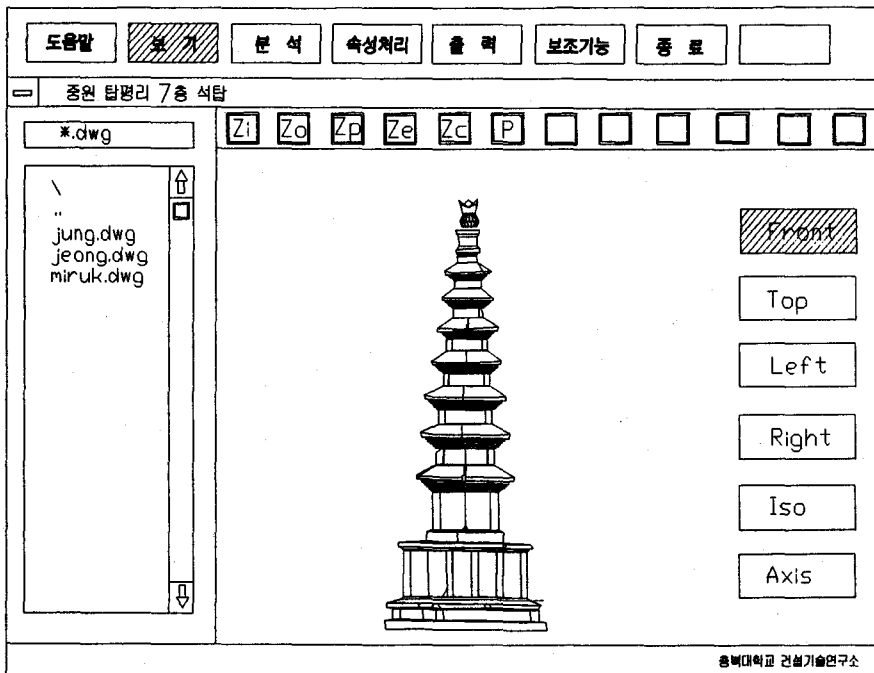
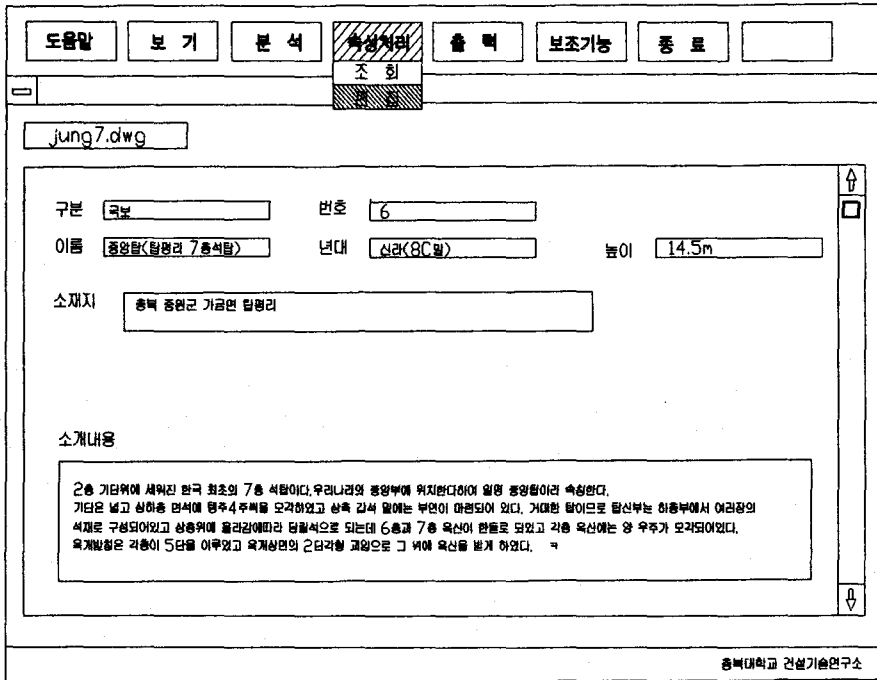


그림 41 지형공간정보체계의 적용

5. 결 론

본 연구는 현재 국내에 산재되어 있는 중요 문화재의 관리를 위하여 근거리 사진측량기법에 의한 자료 수집 및 자료처리와 지형공간정보체계를 개발하여 적용한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 본 연구에서 이용된 근거리 사진측량기법은 중요 문화재의 자료수집 및 정보화를 수행하는 데에 신속·정확하게 이용할 수 있음은 물론, 정밀도화를 통해 문화재 관리에 효율적임을 알 수 있었다.
2. 문화재 정보관리체계는 중요 문화재에 관리에 관련된 문헌 및 자료를 연계 하므로써 한 화면에서 도시 및 분석, 출력 등을 할 수 있는 편리한 문화재 관리체계가 될 수 있도록 구축 방안을 설정하였다.
3. 지형공간정보체계의 구동환경은 컴퓨터에 대한 비전문가도 쉽게 이용할 수 있도록 개인용 컴퓨터에서 운용할 수 있도록 하였고, 기본기능을 국내에서 개발한 시스템에 탑재하여 구동할 수 있도록 하므로써 국내의 정보산업에 일익을 할 수 있도록 하였다.

본 연구에서 개발하고 있는 문화재 정보관리 체계는 아직 미완성 단계에 있으므로 앞으로 계속적인 연구를 통하여 보다 합리적인 문화재 관리가 될 수 있도록 함은 물론, 국제화·세계화를 위한 국가의 정보산업에 기여할 수 있도록 하고자 한다.

참 고 문 헌

1. ASP, "Manual of Photogrammetry", Fourth Edition, The American Society of Photogrammetry, 1980, pp. 1-29, 699-722, 761-783.
2. 유복모, 사진측정학, 문운당, 1993.
3. Arthur Roberts & Lori Griswold, "Practical Photogrammetry from 35-mm aerial photography, P.E. & R.S., Vol52, No.4, April, 1986, pp. 501~508.
4. Kayzo Kimata, "The Rope-Way Camera for Archaeological Sites", Commission V, 14th Congress of ISP, 1980, pp. 430~436.
5. Paul R. Wolf, "Elements of Photogrammetry", Second Edition, McGraw-Hill, Inc., 1983.
6. Jonathan Raper, Three Dimensional Application in Geographic Information Systems, Taylor & Francis, 1989.
7. Keith C. Clarke, "Analytical and Computer Cartography", Prentice Hall, 1990.
8. 유복모, 지형공간정보론, 동명사, 1994
9. Konecny, G., "Method and Possibilities for Digital Differential Rectification", P.E. & R.S., Vol. 45, No. 6, October 1979, pp. 727-734.
10. Armin W. Gruen, "Digital Photogrammetric Processing Systems: Current status and Prospects", P.E. & R.S., Vol. 55, No. 5, May 1989, pp. 581-586.
11. Teodor J. Blachur and Rudolf Burkhardt, "Historical Development of Historical Methods and Instrument", P.E. & R.S., 1988, pp 72-92.
12. Ethrog Uzi, "Measuring Deformation of a Multi-Storey Building with a Non-matric Camera", Commission V, ISPRS, 1980, pp. 683~689.
13. El-Hakim S. F., "Real - Time Image Metrology with CCD Cameras", P.E. & R.S., Vol. 52, No. 11, November 1986, pp. 1757-1766.

1. ASP, "Manual of Photogrammetry", Fourth Edition,