

# 황룡사 디지털 연구

## - 동양최대 목조건축물 황룡사 디지털화의 研究제언

### 목 차

1. 복원(復元)과 재현(再現)
2. 문화유산 복원의 2가지 패턴
3. 황룡사 디지털 복원의 필요성
4. 황룡사 디지털 연구방향
5. 황룡사구층목탑
6. 황룡사 가상체험
7. 결 론

박진호  
(KAIST 문화기술대학원)

## 1. 복원(復元)과 재현(再現)

‘복원’의 사전적인 의미는 “원래대로 회복함”을 뜻한다. ‘복원’에 관계되는 학술적 차원의 영어용어는 ‘restoration’과 ‘reconstruction’이 있으며, ‘rebuilding’등이 있다.

소위 ‘복원’으로 번역될 수 있는 ‘restoration’은 “문화유산의 잃어버린 형태나 모습을 원래대로 되돌리는 것(to return to an object its lost form or appearance)을 뜻한다.

더 쉽게 말하면, 복원은 이미 훼손되었거나 소멸된 문화유산에 대한 고증을 거쳐 원래의 모습이나 역사적 환경을 재구성하여 원형을 되살리는 것을 뜻한다.

‘복원’의 의미는 훼손된 현재의 모습에서 옛 오리지널 형태로 되돌리는 것이 복원의 의미이고, ‘재현’의 의미는 오리지널 형태가 아니더라도 현재성을 가미하여 오리지널 형태에서 일부 벗어난 의미의 간접복원을 뜻한다.

문화유산의 복원(restoration)과 더불어 또 한 가지 확인해볼 단어가 있는데, 이것은 ‘재건(reconstruction)’이다. 재건은 “사라진 것을 새

로 짓는 것(building a new)”를 뜻한다. 재건은 관련 자료나 문헌등에 기초해서 잃어버린 오리지널 모습을 다시 세우는 것(re-establishment)을 의미한다[1].

그런 의미에서 본다면 황룡사는 문헌과 고증을 근거로 신라시대(新羅時代) 옛 모습을 다시 짓는다는 의미에서 ‘재현(reconstruction)’에 가깝다. 재현이라는 단어를 황룡사에 적용할 수 밖에 없는 더 정확한 이유는 1300년전 황룡사의 실체를 알 수 있는 구체적 자료를 아직까지 제시되지 못함에 기인한바 크다.

경북 경주역사문화도시 조성 선도 사업으로 추진되고 있는 신라 황룡사의 실제건물 복원 작업도 연구결과에 따라 실시될 전망이다.

국립문화재연구소는 황룡사 복원 기본계획수립을 향후 10년간 실시하고 2017년부터 목탑복원 등 실제건물 복원에 들어가는 중장기 계획을 이미 발표해 놓았다. 중장기 계획에 따르면 2010년까지 기반연구와 복원 기초연구 등 정밀고증을 통해 디지털화(化)등의 마스터플랜을 완료하고 이어 2017년까지 심화연구와 기본 및 실시설

계를 할 예정이다.

또 복원모형을 제작한 뒤 2017년부터 목탑복원을 시작으로 2026년까지 금당복원을 마치고 2035년까지 부속건물 복원 및 역사환경정비를 실시해 황룡사 복원을 마무리할 계획이다.

이를 위한 첫 번째 사업으로 국립문화재연구소는 연구 등을 담당할 황룡사 정보센터를 2009년에 완성할 예정이다.

계획대로 사업이 순차적으로 진행된다면, 30년 후 1300년전 이 땅에 있었던 황룡사의 웅장했던 모습이 이땅에 재건(再建, reconstructon)되는 셈이다.



(그림 1) 오늘날 황룡사 9층 목탑지 전경

## 2. 문화유산 복원의 2가지 패턴

문화유산은 실제 세계에 존재하는 것과 가상 공간에 존재하는 것으로 볼때, 실제 세계에 존재하지 않는 문화유산은 가상공간에 원형을 찾는 디지털 복원이고, 현재 남아있는 문화유산의 경우, 3D스캔 기법 등을 적용해 가상공간에 옮기려는(일종의 디지털 Copy) 디지털 재현이라고 하겠다.

따라서 황룡사는 가상공간속에서 원형을 찾으려는 디지털 복원에 가깝고, 앙코르와트는 가상 공간에 그대로 옮기려는 디지털 재현에 가깝다고 하겠다. 문화유산은 현재까지 남아있는게 있고 남아있지 않는게 있다. 따라서 디지털복원도 이 두 가지 형식에 어떻게 대처하냐에 달려있다.

물론 명확히 이 두가지 형식으로 구분하기 애매한 경우도 물론 있다. 남아있는 경우, 대개 3차원 스캔 작업을 통해 형상을 사이버(Cyber) 공간으로 데이터를 옮기는 방법을 취하고 남아있지 않는 경우, 고증 자료를 근거로 3차원 모델링 작업을 통해 버추얼(Virtual) 공간에 담는다. 구분짓기 모호한 경우에는 이 두가지 작업 방법을 적절히 병행시키면 된다.



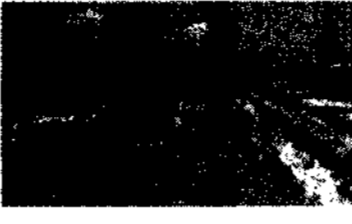


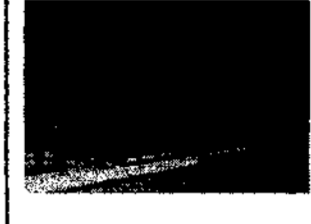
이런 가정 하에 디지털 복원 방법도 접근방식이 각기 다를 수 밖에 없다.

- ① 현존하는 문화유산의 경우 디지털 가상공간화(假想空間化)
- ② 현존하지 않는 문화유산의 경우 디지털 가상공간화(假想空間化)
- ③ 현존하는 것과 현존하지 않는 경우가 뒤섞여 있는 경우의 디지털 가상공간화(假想空間化)

특히 ③번의 경우 일정한 법칙이나 이론화 하기가 매우 어렵다. 문화유산의 특성상 개별성이나 특수성이 각 문화유산마다 존재하기 때문이다. 여기서 논의하고자 하는 황룡사의 경우, 아무것도 존재하지 않는 경우에 해당되는데 이럴 경우 당대 신라시대 건축물을 연구했던 학자(황룡사 연구자)들의 도움을 바탕으로 디지털 복원할 수 밖에 없다. 사실 국내뿐만아니라 전 세계의 문화유산이란게 현존하는 것보다 현재 존재하지 않는 경우가 90%이상인 경우를 보았을때, 앞으로 좀더 구체적인 논의와 연구가 필요한 분야라고 하겠다.

## 3. 황룡사 디지털 복원의 필요성

황룡사는 너무나 잘 알려진 사찰로 이미 1930년대 일본 학자 후지시마(藤島亥治郎)에 의해본 건축학회지인 『建築雜誌』에 황룡사의 복원 평면배치도가 처음으로 발표되었다. 황룡사는 동양 최대의 사찰이며 경내 면적은 경주에서 현존

AD 645년 황룡사 창건	AD 1243년 몽고방화	1980년대 황룡사지 발굴	황룡사의 연구 (1920-2001)	디지털복원 연구 (2008-2017)	아날로그 복원 2035년
					
신라이왕의 황룡사 9층 목탑의 완성 으로 100년 황룡사 완성	몽고 기병의 침입 으로 황룡사 전소	국립문화재연구소에 의한 황룡사지 발굴	일본 후지시마의 인구살 시작으로 해방이후 수 많은 한국학자들이 가세	신재 아날로그 복원 전 Simulation, CG, VR, CT 기술을 동원한 황룡사 디지털 복원연구	20년 이상의 연구성과를 기반으로 한 황룡사 아날로그 복원

(그림 2) 황룡사의 탄생과 소멸, 후대의 재건(再建)에 이르기까지의 도표

가장 넓은 절터인 불국사의 8배 면적(3만여평)으로 황룡사 중금당(中金堂)만 따지고 본다면 서울 남대문(南大門)의 6배 크기로 짓는데만 4대왕 93년이라는 긴 세월이 걸려 완공된 대사찰이다.

신라 삼보(三寶)중의 2가지인 장육존상과 9층 목탑이 있었으며 신라 역대의 왕들이 친히 나가 1백여 고승의 강연을 들었던 백고좌가 열렸던 신라 호국불교의 대가람이다. 황룡사의 가람배치는 남쪽으로부터 중문, 탑, 중금당 좌우에 동서 금당이 자리잡았으며, 동서남 회랑을 갖춘 1탑 3금당식의 독특한 양식이었다. 발굴 조사를 통해 확인된 규모는 동서(중문을 포함한 남회랑의 길이) 약 270미터 남북 약 110미터이다.

30년후 황룡사가 복원된다면 지금까지 이루어진 전통적 방식의 문화유산 '복원'은 디지털화를 무시한 아날로그식 복원이 될 것이다.

그러나 황룡사의 디지털 재현은 현재 남아있는 황룡사 터를 손상하지 않고 이루어질 수 있고, 또 문화유산을 많은 사람들이 공유하고 대중화 할 수 있는 방안이다.

이런 황룡사를 재현할 경우 그 복원은 어떻게 이루어져야 할까에 대한 연구가 필요하다. 황룡사 터를 손상시키지 않는 '재현'이면서 황룡사의

신라시대 당시 건축 구조물을 볼 수 있게 해줄 뿐만 아니라 신라시대 이래 고려시대까지 황룡사를 배경으로 일어났던 역사적 사건과 장면, 즉 황룡사 콘텐츠를 보여줄 수 있다.

#### 4. 황룡사 디지털 연구방향

AD 1238년 몽고군의 침략 때 방화로 소실된 최대의 건축규모를 자랑했던 황룡사를 그간 축적된 고건축학적(古建築學的) 연구 성과와 발굴을 통한 고고학적(考古學的) 증거자료를 종합, 현실과 가상을 구분하기 힘들 정도로 리얼한 느낌의 디지털 기술로 웅장한 규모의 황룡사를 현대에 와서 재현해 내는 것이 핵심이라고 하겠다.

소실되었던 우리나라 대표 문화유산인 황룡사를 고증에 기반한 3차원 모델링(Modeling) 기술을 이용하여 황룡사를 디지털 재현해야 할 것이며 또한 복원된 황룡사 콘텐츠를 문화유산 체험관에 효과적으로 활용하는 분야까지 연구되어야 하는데 앞으로 디지털 기술을 응용한 황룡사 연구 리스트는 다음과 같이 세분될 수 있다.

아직 황룡사 디지털화(化) 사업을 추진하고 있는 국립문화재연구소에서는 디지털화 방향에 대한 구체적인 계획이 없는 상태에서 아래 열거한

내용들은 디지털화에 필요한 기술들에 대한 제시이며 아울러 황룡사 디지털화에 있어 적용될 수 있는 기술은 다음과 같다.

- 오늘날 황룡사의 현실세계에서부터 가상환경을 증강시키는 증강 현실(Augmented Reality) 기술
- 디지털로 측정된 데이터를 기반으로 황룡사의 원형 모델링, 복원 및 재구성 기술
- 첨단 IT 기술 및 인문·사회·역사·예술지식을 기반으로 한 황룡사의 재현 및 체험 기술
- 유비쿼터스 네트워크 환경에서의 사용자 중심의 편리한 황룡사 웹기반 서비스 기술
- 황룡사의 고증 자료를 기반한 문화유산 재현 및 체험 기술은 가상현실, 3차원 영상 및 음향 기술

가상 현실은 환경을 전부 컴퓨터 그래픽스(Computer Graphics)를 이용하여 만드는 반면에, 증강현실(Augmented Reality)은 실세계에 가상의 물체를 3차원적으로 겹쳐서 보여주는 방식이다.

일찍이 스위스 제네바 대학 MIRA LAB의 나디아 킬만 교수는 고대 로마제국의 도시 폼페이를 증강현실 기술을 이용, 폼페이의 생활상을 재현하였다.

증강현실 기술을 활용하여 폼페이에서의 실제 생활을 시뮬레이션하였는데, R&D단계에까지 이르렀지만 실용화되지는 못하였다.

황룡사의 경우도 폼페이처럼 건축 유적이 많이 남아있지 않지만, 유적이 남아있으므로 폼페이와는 다른 패턴의 증강현실도 가능하리라고 본다.



(그림 4) 고대도시 폼페이를 대상으로한 증강현실

**황룡사 복원을 위한 노력들**

<p><b>황룡사 아날로그 복원 (2035년 예정)</b></p> <p>실은 복원하기 위해서는 20년 이상의 연구 필요</p> <p>지난 80년간의 황룡사 연구의 집대성. 이종 계승</p> <p>황룡사 외관 연구뿐 아니라 내부에 대한 고찰 필요</p>	<p><b>황룡사 디지털 재현 (2008-2017년)</b></p> <p>• 디지털 콘텐츠 제작 방식에서 탈피</p> <p>• 아날로그 복원과 같은 엄격한 고증서</p> <p>학문적인 뒷받침 필요</p> <p>• 실제 아날로그 복원에 쓰일 데이터 공급</p>
--	--

• 디지털 작업도 아날로그 이상의 엄격한 연구와 과정이 필요함 (결론)

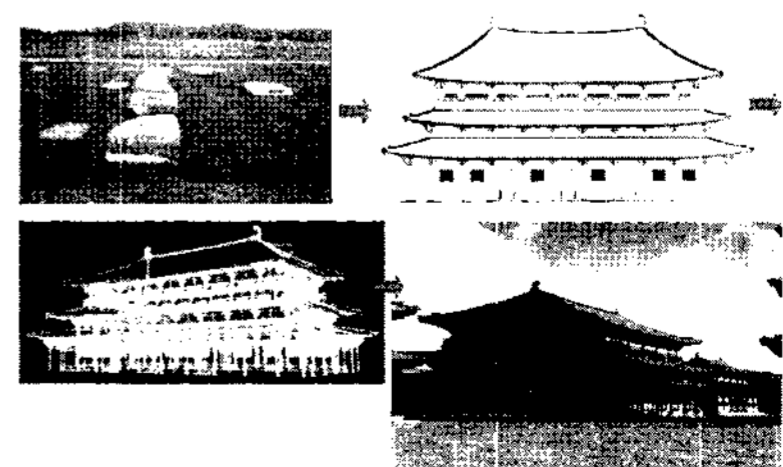
**황룡사 디지털화의 과정**

1) 유적 3D스캔	+ 2) 모델링(CG)	+ 3) 가상복원(VR)	+ 4) Simulation
유일하게 남아있는 황룡사지 유구의 3차원 스캔 실시	실제 황룡사에 쓰였던 조립부재 하나하나의 3차원 모델링 시행	실제 복원될 황룡사와 거의 똑같은 가상(Virtual) 황룡사 디지털 재현	황룡사 아날로그 복원을 위한 3차원 설계 데이터 구축

(그림 3) 황룡사 디지털 작업의 세부과정들



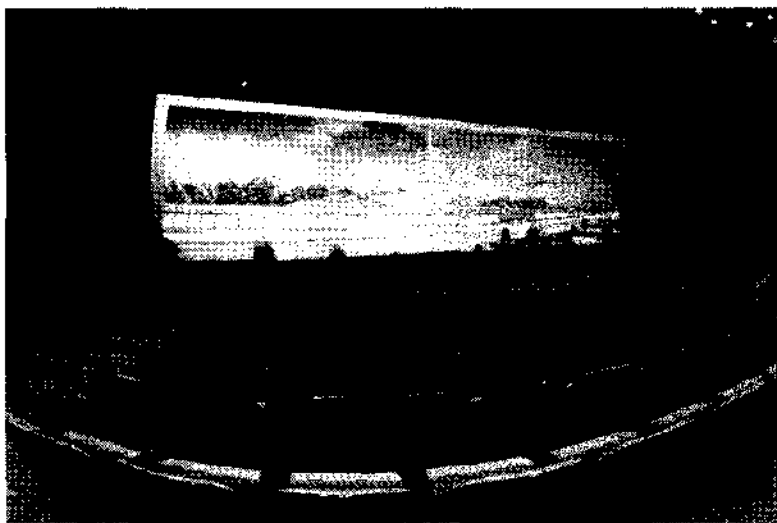
제 1단계 : 황룡사 유적지 초석 3D스캔



제 2단계 : 고증 기반 황룡사 건물 모델링



제 3단계 : 아날로그 복원에 필요한 가능성 재현



제 4단계 : 황룡사의 과거 현재를 표현한 가상체험관  
(그림 5) 황룡사 디지털 작업의 과정

그 밖에 황룡사(터만 남아있는)현장에서 사라진 유적을 재현할 수 있는 기술로 황룡사9층목탑의 주춧돌의 크기와 배치 상태로부터 원형 추정을 하는 기술, 황룡사의 기와(치미) 크기로 부터 대웅전(大雄殿)의 규모를 추정 복원하는등 최종적으로 황룡사 전체 가람배치 복원 기술까지 여기에 또한 포함 될 수 있겠다.

이는 황룡사(터만 남아있는)현장에서 사라진 유산을 재현할 수 있는 기술로 대변되면 황룡사 9층탑 주춧돌의 크기와 배치 상태로부터 원형 추정이나 황룡사 금당에서 출토된 기와(치미) 크기로 부터 금당규모 추정 복원 등이 그 예가 될 수 있다.

신라시대 황룡사의 경우 800년 전 몽고군의 침입으로 전소(全燒)되어 현재 남아있는 것이 거의 없다.

이런 경우는 당대 신라시대 건축물을 연구했던 학자(황룡사 연구자)들의 도움을 바탕으로 디지털 복원할 수 밖에 없다.

따라서 황룡사 디지털 재현의 과정은 크게 4가지로 요약된다고 하겠다.

디지털 재현을 위한 황룡사 건물 모델링은 이런 학자들의 연구 성과를 근간으로 한 고증 기반 모델링 자료에 의존(황룡사의 경우 : 김동현 교수의 고증자료 기반)할 수 밖에 없다.

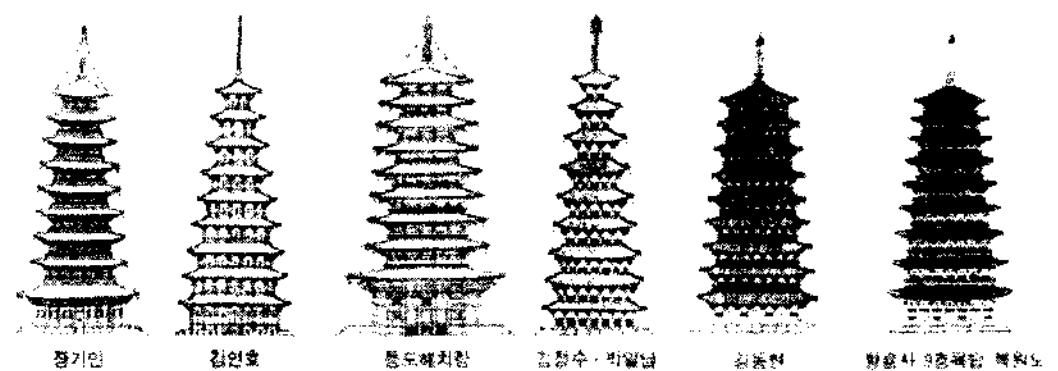
사실 국내 뿐만아니라 전 세계의 문화유산이란 것이 현존하는 것보다 현재 존재하지 않는 경우가 90%이상인 경우를 보았을때, 이 부분에 관한 앞으로 좀더 구체적인 논의와 연구가 필요한 분야라고 하겠다.

### 5. 황룡사구층목탑(黃龍寺九層木塔)

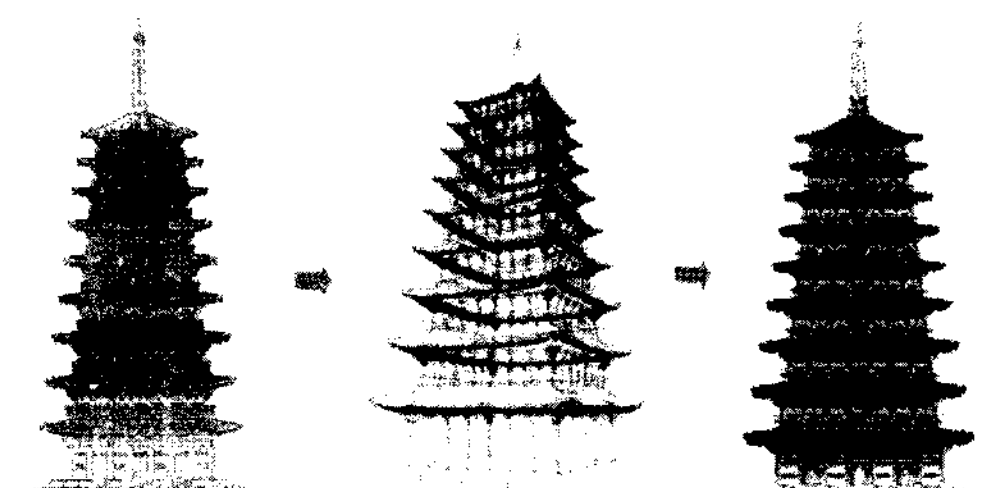
황룡사 복원의 핵심은 구층 목탑에 있다.

황룡사 전체에서 구층목탑이 차지하는 면적은 255평으로 대략 3%의 점유율을 가지고 있다. 목탑은 4면이 7간(間)의 정방형이며 한변이 22.2m로 사각형의 형태를 띠고 있다. 발굴결과 주춧돌은  $8 \times 8 = 64$ 개를 배치하면서 그 중앙에는 거대한 심초석을 배치했음을 알 수 있었다.

황룡사 9층목탑은 64개의 기둥에, 높이만도 80여 미터에 달하고, 80여 미터면 건물 30층 정도의 높이이다.



(그림 6) 황룡사구층목탑은 현재 남아있는 건물이 아니기 때문에, 학자들이 제시한 고증 기반 모델링 기법에 의존할 수 밖에 없다. 그림은 황룡사구층목탑의 7개 고증안(考證案)



(그림 7) 황룡사구층목탑의 디지털 복원은 결국 학계(學界)에서 확정한 안(案)을 채택하여 복원

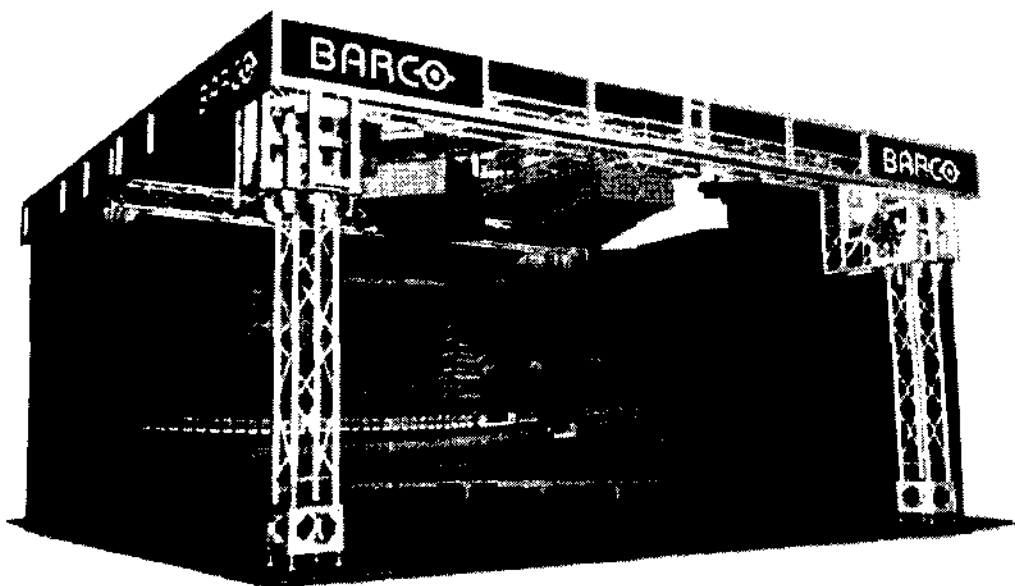
완전히 타버려 지금은 건립 당시의 주춧돌만 남아있으며 실체가 전혀 남아있지 않는 상태에서 복원에 임해야 했기에 사학자, 고건축 전문가들에 의해 제시된 황룡사 구조에 대한 논문이 기초자료가 되었는데, 결정적으로 황룡사구층목탑 복원도가 가장 큰 자료로 활용되었다.

황룡사의 가람배치는 최근 발굴조사 자료가 발표되기 이전 후지시마 박사의 복원도가 저항 없이 그대로 통용되어왔다

그러나 후지시마 박사 이후 황룡사구층목탑에 대한 복원도는 여러 형태가 제기되었기 때문에 이 각각 상이한 의견을 제시한 학자들의 복원도에 따라 일일이 작업할 수 없었다.

현재 학계에서 정설(定說)로 인정받고 있고 그간의 복원안을 종합 체계화한 김동현(金東賢)의 황룡사 복원안을 채택, 이를 황룡사구층목탑의 디지털 복원 기준안으로 정하고 구현한다.

## 6. 황룡사 가상 체험



(그림 8) 가상 체험관은 현재의 황룡사외에도 황룡사의 과거도 교차적으로 보여 줄 수 있는 타임머신적 효과도 가능하게 될 것이다.

지금까지 문화유산 전시관 기술로서는 3차원 입체 영상, 고해상도 몰입형 대면적 영상, 3 차원 음향 등 오감제시, 영상관·극장 무대장치 등이 컴퓨터에 의해 제어되고 관객과 대화하는 공간 연출, 관객 인터랙션을 통합하는 시스템 기술이 선진국 및 국내에서 시도된바 있다. 앞으로도 첨단 뉴미디어 기술을 활용하여 실 문화유산과 가

상 문화환경의 접목을 통하여 문화유산을 재현하고 인터랙티브하게 체험해 볼 수 있게 하는 체험관이 필요한데, 이는 실제 황룡사라는 실문화유산과 가상문화 환경의 접목을 통한 체험과 사용자의 흥미를 높여 교육적인 효과를 증진할 수 있는 체험관이 될 것이다.

## 7. 결론

앞서 말한바와 같이 복원의 패턴은 크게 2가지로 나뉘었지만, 얼마만큼은 남아있고 얼마만큼은 남아있지 않는 문화유산의 경우(2가지 패턴을 적용하기 애매한 경우)에 대한 접근방법은 앞으로 더 체계적인 과정이 필요하다고 하겠다.

이것은 다시 말하면 원래 오리지널 형태로 얼마만큼 남아있느냐의 문제일수도 있지만 어쨌든 대부분이 이 2가지 패턴으로 존재하기 때문에, 여기에 적용되는 디지털 기술의 형태도 일정한 법칙이 주어져야 할 것이다.

8백년전 몽고의 군사 침입으로 화재를 당한 황룡사의 경우는 초석(礎石)외에는 아무것도 남아있지 않기 때문에 고증 기반을 통해 가상공간에서 그 원래 모습을 상정해본 디지털 재현(再現)이라고 하겠다.

앞으로 비단 황룡사 뿐만 아니라 문화유산의 디지털화(化) 연구가 가속된다면, 지금의 2가지 패턴에서 3가지 패턴으로의 확장도 가능해지리라 본다. 이는 앞으로 더 연구해야할 미완(未完)의 과제이기도 하다.

결론적으로 황룡사는 신라 왕경의 랜드마크(Landmark)적 요소였고 황룡사구층목탑은 신라도성 서라벌의 상징이었으며 오늘날 서울로 빗대자면 서울에 처음 진입하자마자 눈에 띄는 남산타워이다. 남산타워는 서울이라는 대한민국의 왕경에서 가장 높은 건축물이다. 이와 마찬가지로 기능을 황룡사구층목탑이 담당했다. 그 옛날 서라벌에 처음 발을 디딘 사람이라면 82m 높이의 황룡사목탑의 거대한 위용을 느끼면서 불국

토(佛國土)의 도시 서라벌에 경외감을 느꼈음은 당연했을 것이다.

정부에서는 2005년부터 황룡사 재현에 대한 마스터 플랜을 잡기 시작해서, 2017년 황룡사 연구 R&D를 거쳐 황룡사 복원의 타당성이 학술적으로 입증되면, 2030년경 황룡사 복원을 마무리할 예정이다. 이 30년이라는 황룡사 재현의 과정에서 황룡사 디지털 복원의 다양한 재현 가능성을 줌으로써 보다 정확한 황룡사 재현에 이바지할 것으로 기대된다.

디지털 기술에 의거한 문화유산의 복원은 정보화 시대 문화유산 복원의 새로운 패러다임으로 정착되고 있다. 이러한 복원은 디지털 미디어 시대가 도래했기 때문에 가능했던 문화유산의 다른 차원에서의 재현 방식으로, 앞으로 문화유산의 복원 혹은 재현은 전통적인 아날로그 방식과 신(新) 디지털 방식이 병행되어야 될 것이다.

그 본격적인 첫 번째 사례가 바로 황룡사가 될 것이다.

### 참고문헌

[1] Bernard M. Feilden and Jukka Jokilehto : Management Guidelines for World Cultural Heritage Sites, ICCROM, 1998.  
 [2] 金東賢, □□황룡사 9층 목탑 5개 복원안에 대한 비교□□, 季刊 美術, 22호, 중앙일보사, 1982.  
 [3] 조유전. <신라 황룡사 가람에 관한 연구>, 동아대학교 대학원, 1986.  
 [4] 국립문화재연구소

[5] 양정석. <황룡사 중금당의 조성과 장육존상>, 한국고대학회, 1999.  
 [6] 金東賢. □□삼국유사와 황룡사지□□, 《삼국유사의 종합적 검토》, 성남: 한국정신문화연구원, 1987.  
 [7] 국립문화재연구소. 황룡사국제학술대회 논문집(International Conference on Reconstruction of the Hwangnyongsa Temple), 2006  
 [8] <http://lifeplus.miralab.unige.ch><폼페이 증강 현실을 소개한 제네바 대학 미라랩 사이트>

### 저자약력



박진오

1999년 한양대학교 문화인류학과 졸업(학사)  
 2005년 동국대학교 대학원 미술사 전공(석사)  
 2000년~2002년 (주)시공테크 콘텐츠 사업부 주임  
 2003년~2005년 서울예술대학 ATEC연구소 연구원  
 2006년~현재 KAIST 문화기술대학원 문화기술연구센터 연구원  
 저서 : 황룡사 세계의 중심을 꿈꾸다(2006년, 도서출판 수막새)  
 문화유산과 디지털 복원(2008년, 다할미디어 刊)  
 이 메 일 : arkology@kaist.ac.kr