



인천하늘고등학교

수레바퀴 모형을 적용한  
2018 인천하늘고등학교 교과 기반 프로젝트

# 新城說 [신성설]

## 수원 화성의 단점을 극복한 대안적 도시 설계

- 수원 화성, 이게 최선입니까? 확실해요?







수레바퀴 모형을 적용한  
2018 인천하늘고등학교 교과 기반 프로젝트

# 新城說 [신성설]

## 수원 화성의 단점을 극복한 대안적 도시 설계

- 수원 화성, 이게 최선입니까? 확실해요?



인천하늘고등학교

## 연구 요약

- 고등학교 수학, 과학 과목에서 배운 지식을 활용하여 수원 화성의 문제점을 공론화하고, 대안을 제시하는 프로젝트
- 고등학교 문학, 역사, 지리 과목에서 배운 지식을 활용하여 기행문의 가치를 재발견하고, “공학 수필”이라는 새로운 장르를 창조하는 프로젝트

<p><b>문제 제기</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 수원 화성 설계, 정말 최선이였을까?</li> <li>· 정약용의 화성 설계, 팔달산과 수원천의 특성을 제대로 반영한 것인가?</li> <li>· 포루(砲樓)와 공심돈의 장점을 융합한 형태의 방어 시설은 왜 없을까?</li> <li>· 공학 유산 답사기는 왜 없을까?</li> </ul>																																																
<p><b>교과 기반 프로젝트팀 (8개 팀)</b></p>	<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">S</td> <td rowspan="2">과학</td> <td>주제</td> <td>화성 성벽 공법의 문제점 탐구</td> </tr> <tr> <td>관련 교과</td> <td>통합과학, 지구과학 I, 지구과학 II, 융합과학</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">T</td> <td rowspan="2">기술</td> <td>주제</td> <td>화성 수문 방어 체계의 문제점 탐구</td> </tr> <tr> <td>관련 교과</td> <td>통합과학, 화학 I, 화학 II, 융합과학</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">E</td> <td rowspan="2">공학</td> <td>주제</td> <td>화성 남수문의 문제점 탐구</td> </tr> <tr> <td>관련 교과</td> <td>통합과학, 지구과학 I, 지구과학 II, 융합과학</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">A</td> <td rowspan="2">예술</td> <td>주제</td> <td>화성 시설물의 미적 가치와 공학적 기능 탐구</td> </tr> <tr> <td>관련 교과</td> <td>통합과학, 물리 I, 물리 II, 융합과학, 미술</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">M</td> <td rowspan="2">수학</td> <td>주제</td> <td>화성 포루(砲樓)의 단점과 장점 탐구</td> </tr> <tr> <td>관련 교과</td> <td>수학, 미적분, 확률과 통계, 수학 과제 탐구</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">H</td> <td rowspan="2">역사</td> <td>주제</td> <td>문화유산 답사 기행문의 수용 문화 탐구</td> </tr> <tr> <td>관련 교과</td> <td>한국사, 국어, 문학, 고전 읽기</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">G</td> <td rowspan="2">지리</td> <td>주제</td> <td>인문 지리서 택리지의 수용 문화 탐구</td> </tr> <tr> <td>관련 교과</td> <td>통합사회, 한국지리, 사회 문화, 여행지리, 고전 읽기</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">L</td> <td rowspan="2">문학</td> <td>주제</td> <td>고전 기행문의 교육적 가치 탐구</td> </tr> <tr> <td>관련 교과</td> <td>국어, 문학, 심화 국어, 고전 읽기</td> </tr> </table>	S	과학	주제	화성 성벽 공법의 문제점 탐구	관련 교과	통합과학, 지구과학 I, 지구과학 II, 융합과학	T	기술	주제	화성 수문 방어 체계의 문제점 탐구	관련 교과	통합과학, 화학 I, 화학 II, 융합과학	E	공학	주제	화성 남수문의 문제점 탐구	관련 교과	통합과학, 지구과학 I, 지구과학 II, 융합과학	A	예술	주제	화성 시설물의 미적 가치와 공학적 기능 탐구	관련 교과	통합과학, 물리 I, 물리 II, 융합과학, 미술	M	수학	주제	화성 포루(砲樓)의 단점과 장점 탐구	관련 교과	수학, 미적분, 확률과 통계, 수학 과제 탐구	H	역사	주제	문화유산 답사 기행문의 수용 문화 탐구	관련 교과	한국사, 국어, 문학, 고전 읽기	G	지리	주제	인문 지리서 택리지의 수용 문화 탐구	관련 교과	통합사회, 한국지리, 사회 문화, 여행지리, 고전 읽기	L	문학	주제	고전 기행문의 교육적 가치 탐구	관련 교과	국어, 문학, 심화 국어, 고전 읽기
S	과학			주제	화성 성벽 공법의 문제점 탐구																																												
		관련 교과	통합과학, 지구과학 I, 지구과학 II, 융합과학																																														
T	기술	주제	화성 수문 방어 체계의 문제점 탐구																																														
		관련 교과	통합과학, 화학 I, 화학 II, 융합과학																																														
E	공학	주제	화성 남수문의 문제점 탐구																																														
		관련 교과	통합과학, 지구과학 I, 지구과학 II, 융합과학																																														
A	예술	주제	화성 시설물의 미적 가치와 공학적 기능 탐구																																														
		관련 교과	통합과학, 물리 I, 물리 II, 융합과학, 미술																																														
M	수학	주제	화성 포루(砲樓)의 단점과 장점 탐구																																														
		관련 교과	수학, 미적분, 확률과 통계, 수학 과제 탐구																																														
H	역사	주제	문화유산 답사 기행문의 수용 문화 탐구																																														
		관련 교과	한국사, 국어, 문학, 고전 읽기																																														
G	지리	주제	인문 지리서 택리지의 수용 문화 탐구																																														
		관련 교과	통합사회, 한국지리, 사회 문화, 여행지리, 고전 읽기																																														
L	문학	주제	고전 기행문의 교육적 가치 탐구																																														
		관련 교과	국어, 문학, 심화 국어, 고전 읽기																																														
<p><b>융합 프로젝트</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 수원 화성을 드론 영상으로 관찰, 도시 설계의 문제점을 분석</li> <li>· 대안적 도시 설계, 신성설(新城說) 제안</li> <li>· 공학 수필이라는 장르를 개척 : 공학적 사고를 풀어내는 새로운 수필</li> </ul>																																																
<p><b>작품</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 하늘에서 본 화성 : 드론 기반 교육의 성과물</li> <li>· 대안적 화성 도시 모형 발표</li> <li>· 공학 수필 작품 : 『우리들의 공학 유산 답사기』 출판</li> </ul>																																																

## 연구 절차

	단 계	일 자	내 용
기 획	프로젝트 설계	2017.10 ~ 2017.12	인천하늘고등학교 꿈열정지원부 & 인천대학교 융합과학기술원 김평원 교수
	학생 설명회	2017.12.22	프로젝트 안내와 연구 과정 설명회
	연구원 선발	2018.03.02~ 2018.03.23	학생 연구원 선발
	소양 교육	2018.03.24~ 2018.04.04	중국 서안성 벽돌성과 수원 화성 석성
개 별 연 구	자료 수준 연구	2018.04.05~ 2018.05.03	중국 서안 성 답사 자료 수준 연구 & 발표 & 팀 내 공유
	정보 수준 연구	2018.05.04~ 2018.07.05	수원 화성 답사 정보 수준 연구 & 발표 & 팀 내 공유
	지식 수준 연구	2018.07.06~ 2018.08.31	8개 팀별 프로젝트 지식 수준 연구 & 발표 & 팀 내 공유
융 합 연 구	평가하기	2018.08.01~ 2018.08.31	다른 팀의 연구 성과 평가 및 교류
	보고서 만들기	2018.08.10~ 2018.08.31	팀별 프로젝트 보고서 작성
	작품 설계	2018.08.10~ 2018.09.30	다큐멘터리 신성설(新城說) 구성 공학 수필 계획
작 품 화	작품 제작	2018.10.1~ 2018.10.31	다큐멘터리 신성설 제작 공학 수필 작성 및 퇴고
	연구 성과 전시회	2018.11.01~	프로젝트 발표회 다큐멘터리 시사회

# 1

## 교육원리



## 교과 기반 프로젝트 안내

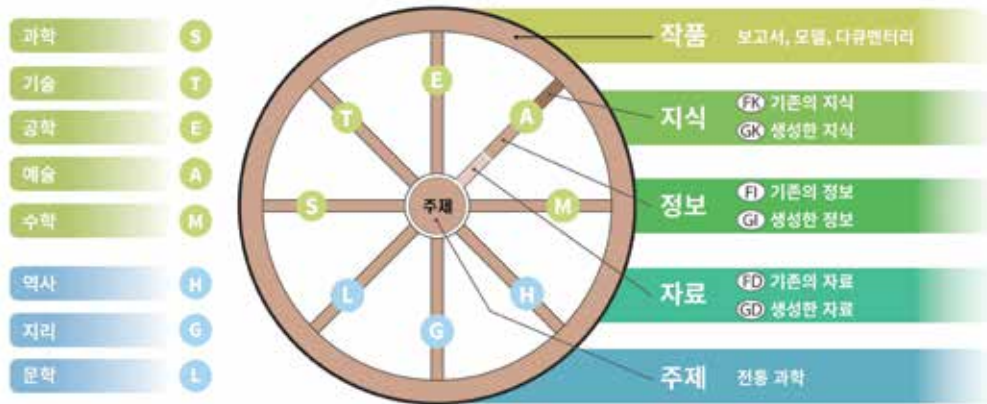
수레바퀴모형	6
교과 기반 프로젝트	8
학생과 교사가 함께 성장하는 작품화 활동	10



# 수레바퀴모형 (Wheel Model)

## 1 수레바퀴모형 I

연구 보고서 쓰기 능력과 발표 능력을 갖춘 융합형 인재 양성을 목적으로 2009년 인천대학교 김평원 교수에 의해 개발된 수레바퀴모형은, **교과 기반 개별 연구팀별로 진행된 연구들을 하나로 융합하여**, 기존의 통념을 대체할 수 있는 새로운 지식을 생산하는 구조를 취하고 있습니다. 2010년부터 현장에 적용되어 학계(한국과학사학회, 다산학회)와 언론(KBS, SBS, YTN, EBS, 중앙일보, 동아일보, 조선일보)의 주목을 받고 있습니다. **일반고, 자사고, 농어촌 학교** 등 다양한 단위 학교에 적용되면서 발전하고 있습니다.



■ 수레바퀴모형 I : 전통 과학 기반 프로젝트(Since 2010)



■ 수레바퀴모형을 적용한 프로젝트의 KBS 뉴스 보도 사례 (Since 2010)

● 출처 : Pyoung Won Kim(2016), The Wheel Model of STEAM Education Based on Traditional Korean Scientific Contents, *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(9), 2353-2371.



## 2 자료-정보-지식으로 발전하여 융합하는 작품화 활동

수레바퀴모형은 **바퀴통**에 해당하는 연구 주제를 중심으로 8개팀이 개별적으로 ①자료 수집 → ②정보 생성(자료를 분석하고 요약) → ③ 지식 생성(정보+아이디어) 과정을 체험하는 **바퀴살** 단계를 거쳐, 8개팀이 융합하여 작품을 만드는 **바퀴테** 단계로 발전하도록 설계되었습니다.

수레바퀴모형 바퀴살 단계의 절차

수준	성격	특성	방법
자료	탐색	타인(전문가)의 자료를 발췌하여 재구성한 자료	인용
	생성	실험이나 설문을 통해 얻은 자료	설명
정보	탐색	타인(전문가)이 밝힌 정보	인용
	생성	자료를 가공하여 의미를 부여한 것	분석
지식	탐색	다른 사람(전문가)이 밝힌 지식	인용
	생성	정보를 가공하여 의미를 부여한 것	주장

## 3 수레바퀴모형 II

2017년부터는 인문사회계열 진학을 희망하는 학생들을 중심으로 수레바퀴모형 II 가 개발되었습니다. 수레바퀴모형 I 이 전통 과학을 주제로 한다면, 수레바퀴모형 II 는 미디어 텍스트를 주제로 8개의 미디어 종류별로 팀을 구분하여 진행됩니다(뉴스, 신문, 예능, 교육, 다큐, 드라마, 스포츠, 라디오팀). 수레바퀴모형 II 를 처음으로 도입한 인천하늘고등학교는 SBS 현직 방송인을 초빙하여 미디어 리터러시 관련 교양을 쌓았습니다. 그 후 미디어 텍스트의 몰입을 주제로 한 8개 팀별 개별 연구를 마쳤으며, 2018년에는 과학커뮤니케이션을 주제로 한 융합 프로젝트까지 성공적으로 수행하였습니다.

## 4 Dual Wheel Model Project

이제 인천하늘고등학교는 교훈인 ‘꿈 그리고 열정’에 맞게 **두 개의 수레바퀴로 꿈과 열정**을 담은 수레를 움직인다는 학교 **선진화 교육과정 설계 전략**에 따라, 각 교과에서 배운 지식을 활용하여 실제 프로젝트를 수행하는 단위 학교 프로젝트 교육 체계를 갖추게 되었습니다.

	수레바퀴모형 I	수레바퀴모형 II
연계 교육	- 대학-고교 연계 교육의 실천	- 언론사-고교 연계 교육의 실천
프로그램	- 창의 융합 프로젝트	- 미디어 스피치 탐구 프로젝트
팀구성	- 교과 별 8개팀	- 미디어 장르별 8개팀

## 교과 기반 프로젝트



### 1 교과에서 배운 지식을 활용한 작품화 활동

- UNESCO는 21세기에 요구되는 학습 비전으로 **학습 능력**(learning to know), **실행 능력**(learning to do), **사회생활 능력** (learning to live together), **인성**(learning to be)의 함양을 제시하였습니다. 인천하늘고등학교는 21세기 학습 비전인 네 개의 기둥을, 교과 수업을 떠받치는 구조로 비유하여 정규 수업 시간과 이를 응용한 교과 심화 프로젝트를 실천하였습니다.

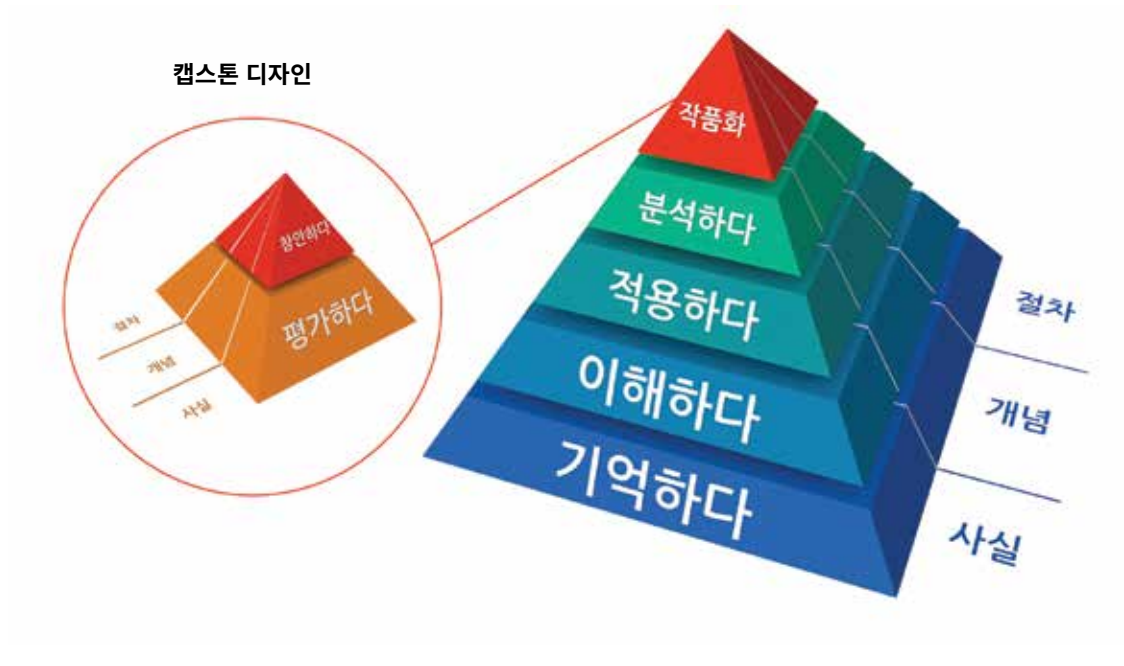
교과 수업		프로젝트 활동	
학습 능력	실행 능력	사회생활 능력	인성
▼	▼	▼	▼
학습		작품화	
기억	이해	적용	분석
		평가	창안

### 블룸의 교육 목표

- 학습과 실행은 정규 교과 수업에서, 작품화 단계에 해당하는 사회생활 능력과 인성은 심화 프로젝트를 통해 함양할 수 있도록 설계하였습니다. 학습, 실행, 작품화 단계는 선생님들에게 익숙한 블룸의 교육 목표에 맞게 연결 지었습니다.
- 출처 : 김평원(2018), 교과 수업과 주제 선택 활동을 연계한 중학교 자유학기의 수업 모형 연구, 교육문화연구 24(1), 269-288.

## 2 교과에서 배운 지식을 활용한 작품화 단계

- 작품화 단계는 최상위 **캡스톤 디자인** 단계로서 <블룸의 교육목표(2001)>에 맞게 ‘평가하다’와 ‘창안하다’ 단계와 연계하였습니다. 이는 기존 블룸의 교육목표 ‘종합’과 ‘평가’에 해당하는 단계입니다.



- 작품화 단계는 교과 수업 중 프로젝트(1단계~3단계)가 아니라 실제 프로젝트(4단계)를 수행하는 방법입니다.

수준	방법	설명	성격
1단계	수행평가	간단한 보고서를 제출하는 차원	교실 프로젝트 (수업)
2단계	프로젝트법	학생 스스로 과제를 발견하여 해결하는 차원	
3단계	프로젝트 기반 학습	프로젝트에 맞게 교수 학습을 구성하는 차원	
4단계	프로젝트 수행법	교과를 활용하여 실제 프로젝트를 수행하는 차원	교과 기반 프로젝트

## 학생과 교사가 함께 성장하는 작품화 활동

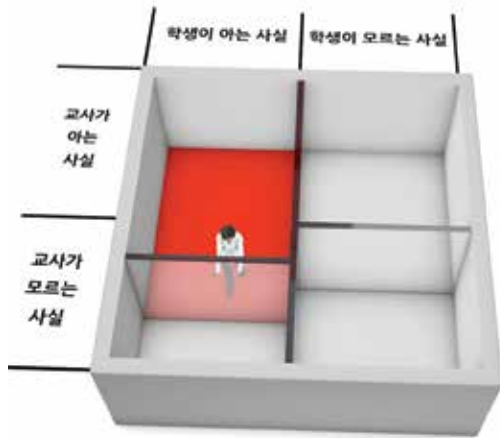
### 1 작품화 활동을 통해 성장하는 학생의 역량

- 미래 사회를 대비한 개정 교육과정에서 강조하고 있는 학생의 역량은 학생과 교사가 모두 인지하고 있는 ‘**객관적 역량**’과 학생은 모르지만 교사가 파악하고 있는 ‘**잠재적 역량**’, 교사는 모르지만 학생이 자각하고 있는 ‘**은폐된 역량**’으로 구분할 수 있습니다.
- 정규 학교 수업만으로 교사가 학생의 역량을 충분히 파악하기에는 한계가 있습니다.

	학생이 아는 사실	학생이 모르는 사실
교사가 아는 사실	<b>객관적 사실</b>	<b>잠재력</b>
교사가 모르는 사실	<b>은폐된 사실</b>	<b>미지의 사실</b>

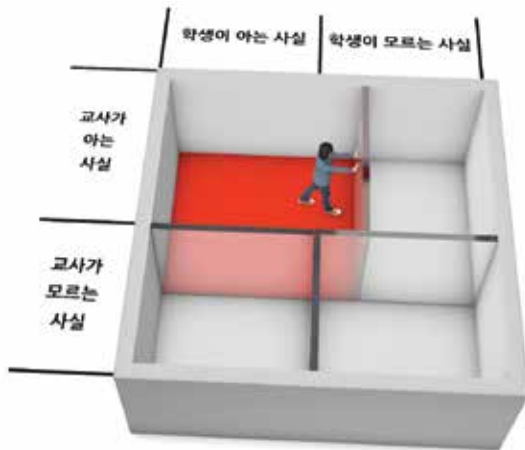
### 2 학생과 교사가 함께 성장하는 교과 기반 프로젝트 활동

- 학생과 교사가 모두 모르는 ‘**미지의 사실**’을 제외하고, 학생이 모르는 **잠재력**과 교사가 모르는 **은폐된 사실**은 교과 기반 프로젝트 활동을 통해 충분히 객관적인 역량으로 드러낼 수 있습니다.
- 교과 수업을 확장한 프로젝트 활동을 통해 학생이 스스로 모르고 있었던 ‘**자신의 영역(잠재력)**’을 교사와 학생 모두가 인지하고 있는 ‘**객관적 사실의 영역**’으로 확장시킬 수 있습니다.
- 학생들은 교사가 모르고 있었던 영역(은폐된 사실)을 객관적 사실의 영역으로 확장시킬 수 있도록 학교 교육 활동에 적극적으로 참여하면서 교사와 적극적으로 상호작용해야 합니다.



	학생이 아는 사실	학생이 모르는 사실
교사가 아는 사실	<b>객관적 사실</b> ↓ ↓ ↓	잠재력
교사가 모르는 사실	은폐된 사실	미지의 사실

- 교사는 정규 수업 시간은 물론 프로젝트 활동을 통해 학생의 성장을 관찰하면서 파악해야 합니다.



	학생이 아는 사실	학생이 모르는 사실
교사가 아는 사실	<b>객관적 사실</b> → → →	잠재력
교사가 모르는 사실	은폐된 사실	미지의 사실

- 이처럼 프로젝트 활동은 교사가 모르고 있었던 영역(은폐된 영역)과 학생이 모르고 있었던 영역(잠재력)을 객관적 사실의 영역으로 확장시키는 과정으로, 학교생활기록부에는 프로젝트 활동을 통해 확장된 **객관적 사실이 기록**됩니다.

- 출처 : 김평원(2018), 대입 제도의 공정성에 관한 교사의 인식과 학생부종합전형의 개선 방안 연구, 교육문화연구 24(3), 105~126.

# 2

## 교과 기반 프로젝트



## 8개 팀별 프로젝트 요약

S	과학	14
T	기술	15
E	공학	16
A	예술	17
M	수학	18
H	역사	19
G	지리	20
L	문학	21



## 1. Introduction

수원 화성은 정약용의 설계에 따라 돌을 주재료로 사용하여 외축내탁(外築內托) 공법으로 시공되었다. 본 연구팀에서는 돌을 주재료로 사용했을 때의 문제점을 유지 보수 측면과 유사시 방어력 측면으로 나누어 탐구하였다.

## 2. Methods

### ① 내외협축(內外夾築) 공법

명나라와 청나라 시기의 중국 성벽은 **안쪽과 바깥쪽을 모두 벽돌로 쌓아 올리는 내외협축 공법**을 주로 사용하고 있다. 내외협축 공법은 튼튼한 성벽을 쌓을 수 있다는 장점이 있으나, 비용이 많이 들고 **수직으로 벽돌을 들어 올리는 작업**이 요구된다.



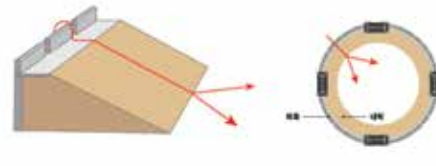
[그림 1] 벽돌을 활용한 내외협축 공법

### ② 외축내탁 공법의 문제점 : 방어에 불리

외축내탁 공법의 치명적인 약점은 유사시 적이 성벽을 타고 올라오면 성내 모든 지역으로 이동할 수 있다는 점이다. 즉, **단 한 곳이라도 뚫리면 모든 방어선이 무너지는 셈이다.**



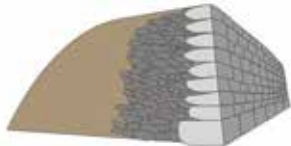
[그림 3] 화성 성벽의 안과 밖



[그림 4] 외축내탁 공법의 단점

### ② 외축내탁(外築內托) 공법

조선 후기 화성 성벽은 성벽 바깥쪽은 돌로 쌓아 올리지만 그 안쪽은 작은 돌과 흙으로 다져 넣는 외축내탁 공법으로 쌓았다. 외축내탁 구조의 성벽은 흙을 이용하여 언덕을 만들어 다진 후 돌을 끌어 나르는 방식으로 공사하기 때문에 **돌을 수직으로 들어 올리는 작업이 필요 없다.**



[그림 2] 외축 내탁 방식으로 쌓은 화성 성벽

내외협축 공법으로 쌓은 성벽은 적군이 성벽으로 올라와도 성안으로 바로 내려갈 수 없는 구조이기 때문에, **방어선이 일시에 무너지지 않는다는 장점**이 있다.



[그림 5] 중국 서안 성벽의 안과 밖

## 3. Results

### ① 주재료 돌의 문제점 : 배부름 현상



벽돌과 달리 돌은 **석회가 불지 않기 때문에**, 특히 화성을 지을 때 사용한 외축내탁 공법 같은 경우에는 돌과 돌의 이음새를 흙과 자갈로 채워야 한다. 그러나 호우 시 물기가 많은 토사의 압력으로 인해 붕괴가 일어나기도 하며, 또는 토사가 유실되어 만들어진 빈 공간으로 인해 돌이 튀어나오기도 한다. 위에서 누르는 내부 힘이 계속 누적되면 성벽이 부분적으로 **배가 부른 것처럼 튀어나오는 현상인 배부름 현상**이 발생하게 된다.



[그림 6] 내외협축 공법의 장점

## 4. Discussion

화성의 외축내탁 공법은 **건설 비용과 공사 기간을 줄일 수 있다는 장점**은 있으나 성벽의 가운데가 부푸는 배부름 현상을 피할 수 없다는 단점이 있다. 또, 적군에 의해 단 한 곳이라도 방어선이 무너지면 성 전체가 뚫릴 수밖에 없다는 치명적인 약점이 있다. 평상 시 성벽의 유지 보수는 물론 전쟁 시 방어력을 극대화시키려면, **벽돌을 주재료**로 사용해야 하고 성벽은 **내외협축 공법**으로 쌓아야 할 것이다.



## 1. Introduction

화성은 수원천(水原川)을 포함하여 설계되었다. 화성의 물길은 북수문인 화홍문에서 도시로 유입되어, 남수문을 통해 흘러 나가게 되었다. 화성의 수문들은 바깥쪽에서는 성벽이지만 내부에서는 수원천을 가로지르는 교량(돌다리) 역할을 하였다. 본 연구팀은 화성 수문 하단에 있는 ‘쇠창살 문’의 문제점을 탐구하였다.



[그림 1] 물길을 중심으로 본 화성

## 2. Methods

- 1 문헌 연구와 답사: 『화성성역의궤』의 도면 분석과 화성 현장 답사
- 2 논증: 조선 후기 제작한 쇠창살의 강도

### 1 북수문



[그림 2] 『화성성역의궤』 북수문 외도와 복원한 북수문 외부

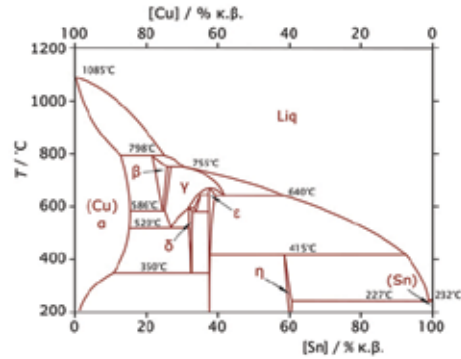
### 2 남수문



[그림 3] 『화성성역의궤』 남수문 외도와 복원한 남수문 외부

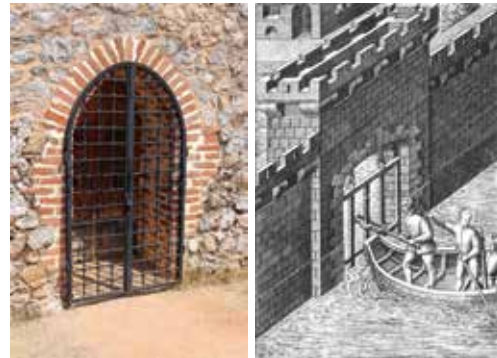
## 3. Results

화성의 수문들은 홍예문 상단에 포혈을 집중적으로 배치하여 수문 자체가 하나의 요새가 되도록 설계되었다. 하지만 수문 하단은 쇠창살로 만들었다. 조선 후기의 쇠창살의 재료는 화포와 마찬가지로 구리와 주석을 섞은 청동 합금이었을 것이다. 청동은 강도, 연성이 크고 내식성과 내마멸성이 우수하다. 조선 후기 청동 합금의 특성을 볼 때 구리(86.5 93.0%), 주석(5.0 7.5%)의 비율을 가지고 제작되었을 것으로 추정된다.



[그림 4] 구리와 주석의 상평형도

아무리 청동이 대기 중 내식성 및 해수에서의 저항력이 우수하다고 하더라도, 수문 밑 쇠창살 문이 수원천에 항상 노출되어 있기 때문에 장기적으로 부식의 발생은 피할 수 없다. 특히 적의 쇠창살 절단 시도를 막아 내기 어렵다는 한계가 있다. 쇠창살 절단기는 16세기 이탈리아 공학자 라펠 리가 그린 도면에도 등장하고 있다.



[그림 5] 절단기를 활용하여 쇠창살 문을 제거하는 16세기 삽화

## 4. Discussion

화성의 수문들은 상단은 화포를 통해 방어할 수 있지만, 물이 흐르는 하단은 쇠창살 문으로 방어할 수밖에 없다는 치명적인 약점이 있다. 따라서 수문 하단 쇠창살 문이 뚫렸을 경우를 대비한 차단 시설을 설계해야 한다. 유사시 물길을 돌려 성안으로 들어오는 물길을 차단하고 수문 하단 구멍을 폐쇄하는 방법과 같은 구체적인 방어 전략도 필요할 것이다.

### 1. Introduction

화성은 수원천(水原川)을 포함하여 설계되었다. 수원천 하류에 위치한 남수문은 1846년에 홍수로 유실되어 복원하였으나, 1922년 두 번째 홍수로 또 다시 유실되었다. 그 후 **거의 90년 간 방치되었다가 2012년에야 복원되었다**. 본 연구팀은 화성 남수문의 붕괴를 막기 위한 방법을 탐구하였다.



[그림 1] 남수문 2차 복원 (2012년)

### 2. Methods

- ① 문헌 연구와 답사: 『화성성역의궤』의 도면과 남수문 현장 답사
- ② 논증: 수원천의 유속과 유량을 고려한 남수문의 규모 제안

### 3. Results

#### ① 남수문 외부



[그림 2] 『화성성역의궤』 남수문 외도와 복원한 남수문 외부

#### ② 남수문 내부



[그림 3] 『화성성역의궤』 남수문 내도와 복원한 남수문 내부

- 본 연구팀은 홍수 시 늘어나는 물의 양에 비해 **수원천의 폭이 좁아 빨라지는 유속을 이기지 못한 것이 남수문 붕괴의 원인**이라고 생각하였다. 유속은 유량을 단면적(폭\*높이)으로 나눈 값이다. 강수량이 늘어나면 하천의 폭이 넓어지고 수심도 깊어지므로 단면적이 증가하게 되는데 이 증가량보다 유량이 증가하는 폭이 더 크기 때문에 홍수 시 유속이 빨라지게 된다. 따라서 수원의 월별 강수량과 유량을 조사하여 증가하는 유속을 알아보았다. 우선 평년값(30년 동안의 평균값)을 살펴보았을 때 수원시의 강수량이 가장 적은 달은 1월로 22.4mm, 가장 많은 달은 7월로 351.1mm이다. 유량은 갈수 시 0.17m<sup>3</sup>/s, 홍수 시 6.47m<sup>3</sup>/s이다(1999년 기준).

$$U(\text{유속} : \text{m/s}) = \frac{Q(\text{유량})}{A(\text{단면적})} \quad \text{유량} = \text{m}^3/\text{s} \quad \text{단면적} = \text{m}^2$$

- 본 연구팀은 홍수 시 남수문 붕괴를 해결하기 위해 증가하는 유량에 맞춰 수원천 하류의 폭과 남수문의 길이를 조정한다면 수문의 붕괴를 막을 수 있을 것이라 예상하였다. 그런데 유속은 유량을 단면적으로 나눈 값이기 때문에 단면적을 늘린다면 유속을 줄일 수 있다는 결론을 내리게 되었다. 이에 따라 수문의 길이를 늘임으로써 단면적을 넓히면 홍예문에 미치는 유속이 작아지고 압력이 줄어들 것이다.

$$F = t = m \cdot a \cdot t = m \cdot \frac{V_f - V_i}{t} \cdot t = m \cdot (V_f - V_i)$$

- 홍수가 날 시 수문은 무조건 붕괴된다고 가정하며 물이 남수문과 닿는 면적을 A라 한다. 평상시 수원천의 유속은 약 0.25m/s이고, 하천의 폭은 30m이며 수심은 0.5m인데, 이때의 물의 무게는 3.75kg이다. 충격량 공식을 활용하여 충격량을 구한 결과, 0.9375kg m/s이고 나아가 단위 면적당 충격량은 0.9375/A이다. 홍수 시 수원천의 유속은 약 1.6m/s이고 하천의 폭은 30m이며 수심은 1m인데, 앞의 경우와 같이 계산한 결과 물의 무게는 33kg이다. 충격량 공식을 활용하여 충격량을 구한 결과, 76.8kg m/s이고 나아가 단위 면적당 충격량은 76.8/A이다.
- 홍수가 나지 않을 때의 유속은 0.9m/s이라 가정할 때 단위 면적당 충격량은 17.01/A이다. 따라서 76.8 ÷ 17.01의 값이 약 4인 점에서, **수원천이 빠져 나가는 남수문의 폭을 현재보다 약 4배로 늘려야 홍수로 인해 수문이 붕괴되지 않을 것이다.**

### 4. Discussion

수원천 하류에 위치한 남수문이 홍수로 두 차례나 유실된 것으로 미루어 볼 때, 당시의 설계는 홍수에 매우 취약했음을 알 수 있다. 따라서 남수문의 폭을 4배 이상 늘려야 붕괴를 막을 수 있을 것이다.



## 1. Introduction

조선 시대의 가장 뛰어난 건축물로 평가 받고 있는 수원 화성은 축조 당시 “아름다움을 가장 중요시할 것”이라는 정조의 지시로 인해 미적인 측면이 강조되었다. 이 연구에서는 아름다움이 적을 오히려 두렵게 한다는 정조의 말을 토대로, 화성의 여러 방어 시설물들의 미적 가치를 재평가하여 **화성 건축의 아름다움**에 관해 탐구하고자 한다.

## 2. Methods

- 1 문헌 연구와 답사 : 『화성성역의궤』의 도면과 현장 답사
- 2 주관적 미적 평가 : 고등학교 2학년 156명을 대상으로 장안문, 복수문, 동북공심돈, 방화수류정, 서북공심돈의 사진을 **하르트만의 미적 평가 기준** 중 선정한 9개의 미적 기준과 함께 제시하여 적합한 미적 가치를 3개 선택하는 방식.

## 3. Results

[표 1] 종합 결과

미적 요소	시설물					합계
	장안문	복수문	동북공심돈	방화수류정	서북공심돈	
선	81	31	69	15	25	221
절제	7	15	33	45	65	165
비례	36	28	13	16	22	115
빛	12	17	20	9	16	74
조화	19	42	14	32	10	117
다양성	17	25	11	23	10	86
구조	55	61	35	49	33	233
뜸	29	7	36	45	26	143
음양	8	32	16	19	25	100
합계	264	258	247	253	232	1254

- 1 서북공심돈과 동북공심돈의 ‘절제의 미’
  - 서북공심돈과 동북공심돈은 모두 단순한 형태를 지니고 있으나 이에 대한 미적 평가 결과는 차이를 보였다. 동북공심돈의 경우에는 단순함에서 나오는 아름다움인 ‘절제의 미’가 33표로 저조한 반면에 서북공심돈은 65표로 많은 표를 차지했다.
- 2 서북공심돈과 동북공심돈의 ‘곡선의 미’
  - 동북공심돈은 수원 화성의 유일한 원형 모양의 건축물로서 그 가치를 무시할 수 없다. 서북공심돈의 미적 평가에 큰 영향을 준 것은 아마도 정조일 것이다. 서북공심돈의 설계를 직접 도운 정조는 그 건물에 애착이 있었고 그에 대한 평가를 아주 높게 했다. 하지만 **동북공심돈 또한 미적으로 높게 평가 받아야 할 대상이다.** 동북공심돈은 원형 형태의 건축물로, 서북공심돈과는 달리 공격을 받았을 경우에 그 힘이 분산되어 방어에도 유리하다.
- 3 방화수류정과 서북, 동북공심돈의 ‘절제의 미’
  - ‘절제의 미’는 ‘소박함의 미’라고도 표현할 수 있다.
  - 장식적으로 절제된 아름다움 : 서북공심돈과 동북공심돈
  - 규모적인 측면에서의 절제된 아름다움 : 방화수류정

## 4 동·서양의 미적 가치

- 서양에서는 건축의 아름다움을 건축물 그 자체에서 느껴지는 것으로, 동양에서는 건축물 사이의 관계 혹은 건축물과 주변 환경의 어울림에서 느껴지는 것으로 본다. 본 연구에서 주목한 9가지의 미적 가치를 동양과 서양의 미적 가치로 구분한 것을 바탕으로 피험자에게 응답을 유도한 결과는 다음과 같다.

[표 2] 동양과 서양의 미적 요소와 미적 가치 비교

미적 요소	동양의 미적 가치	미적 요소	서양의 미적 가치
빛의 미	74	선의 미	221
조화의 미	117	절제의 미	165
다양성의 미	86	비례의 미	115
뜸의 미	143	구조의 미	233
음양의 미	100		

- 설문 결과를 보면 **동양의 미적 가치가 서양의 미적 가치에 비해 비중이 적다**는 것을 알 수 있다. 동양의 미적 가치는 체험적 성격이 강하고 이는 단순히 사진을 보고 느끼는 것이 아닌 직접 그 공간을 체험해야 느낄 수 있는 가치들이다. 설문 결과에서 동양의 미적 가치의 비중이 적은 이유는 그것을 경험하기 어렵기 때문일 것이다.
- 우선적으로 여기는 미적 평가 요소
  - 최대 득표수와 최소 득표수의 차이가 30표 이상인 아름다움에는 ‘선의 미’, ‘절제의 미’ 그리고 ‘조화의 미’가 있다. 이를 통해 사람들은 그 미적 가치에 대해서 비교적 명확하게 판단했다고 볼 수 있다. 즉 사람들은 ‘선의 미’와 ‘절제의 미’에 대해서 상대적으로 명확한 판단 기준을 보유하고 있다. 반면 ‘빛의 미’, ‘다양성의 미’, ‘구조의 미’ 그리고 ‘음양의 미’는 미적 가치를 판단하는 기준이 모호하다는 것을 알 수 있다.

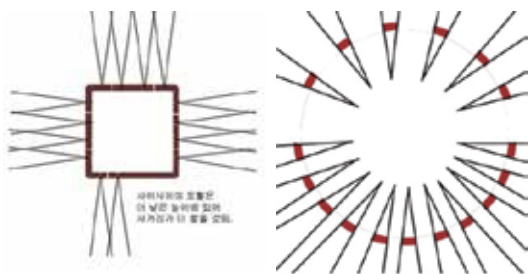
- 전체 득표수가 200표 이상인 아름다움에는 ‘선의 미’, ‘절제의 미’, ‘다양성의 미’가 있음을 확인할 수 있었다. 즉, 이 세 가지의 아름다움은 사람들이 건물을 평가함에 있어서 먼저 고려하는 요소이거나 화성에서 잘 드러나는 아름다움이라고 할 수 있다.
- 전체 득표수가 100표 이하인 아름다움에는 ‘조화의 미’와 ‘음양의 미’가 있는데, 이 두 가지의 아름다움은 사람들이 건물을 평가함에 있어서 잘 고려하지 않는 것이거나 화성에서 잘 드러나지 않는 아름다움이라고 할 수 있다.

## 4. Discussion

본 연구를 통해 우리는 화성에서의 각 구조물을 현대인의 시선에서 바라본 미적 가치와 각 건물들의 공학적 기능 간의 관계를 알 수 있었다. 건축물의 기능과 미적 가치는 밀접한 상호 연관성을 가지고 있었다. 다시 말해 **공학 없는 미적 가치란 존재하지 않고, 미적 가치가 없는 공학은 존재하지 않는 것이다.** 결론적으로 우리가 흔히 말하는 ‘공학적 아름다움’은 실제로 존재하며, 이는 모든 공학 구조물에 존재하고 있음을 알 수 있다.

## 1. Introduction

공심돈을 설계할 때 고려해야 할 점은 적이 숨을 수 있는 **사각지대**를 **최소화하는 것**이다. 서북공심돈은 사각형이기 때문에 사각지대가 발생할 수밖에 없다. 따라서 동북공심돈과 같은 원형 공심돈이 사각지대를 최소화할 수 있다.



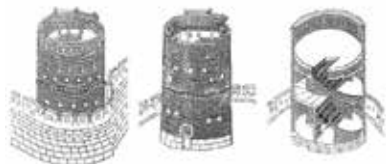
## 2. Methods

- 『화성성역의궤』의 도면과 현장 답사
- 공심돈의 사각지대를 최소화할 수 있는 구멍 간격

## 3. Results



[그림 2] 서북공심돈 『화성성역의궤』



[그림 3] 동북공심돈 『화성성역의궤』

당시 조선시대 평균 남성의 어깨 너비가 40cm이므로, 공심돈 구멍의 가로 세로 길이를 각각 40cm, 30cm라고 정하였다.

이후, 사람이 가운데에서 밖을 관찰한다고 하자. 그렇게 되면 시야각  $\theta$ 에 대하여  $\tan\theta = \frac{3}{2}$ 가 된다.

공심돈에 구멍을 뚫은 위치를  $P(t, f(t)), Q(-t, f(-t))$ 라고 하였다.  
(이때,  $f(x) = \sqrt{900 - x^2}$ .)

$P$ 에서의 시야에 대한 함수를 정의하면  $g(x) = (-\tan\theta)(x-t) + f(t)$ 이고,  $Q$ 에서의 시야에 대한 함수는  $h(x) = (\tan\theta)(x+t) + f(t)$ 이다.

이 두 식은  $y$ 축에 대하여 대칭이므로 제1사분면만 계산하고 그 값에 2배를 하였다. 그리고 사각지대의 넓이는 시야에 대한 계산에서 성벽이 차지하고 있는 부분을 빼서 구하였다. 먼저 사각지대의 넓이를  $S$ 라고 하면,

$$S = \int_0^t g(x) dx - \int_0^t f(x) dx \text{이다.}$$

$$\text{이제, 이 식을 각각 계산해보면, } \int_0^t g(x) dx = \int_0^t -\frac{3}{2}x + \frac{3}{2}t + f(t) dx \\ - \left[ -\frac{3}{4}x^2 + \frac{3}{2}tx + f(t)x \right]_0^t = \frac{3}{4}t^2 + t\sqrt{900-t^2} \text{이다.}$$

다음으로,  $\int_0^t f(x) dx = \int_0^t \sqrt{900-t^2} dx$  여기서  $x = 30 \sin k$ 로 치환하면, 위 식은 다음과 같이 변환된다.

$$\int_0^{\sin^{-1} \frac{t}{30}} 30 \sqrt{1 - \sin^2 k} \cdot 30 \cos k dk \\ = \int_0^{\sin^{-1} \frac{t}{30}} 900 \cos^2 k dk \\ = 900 \int_0^{\sin^{-1} \frac{t}{30}} \frac{1 + \cos 2k}{2} dk \\ = 900 \left[ \frac{k}{2} + \frac{\sin 2k}{2} \cdot \frac{1}{2} \right]_0^{\sin^{-1} \frac{t}{30}} \\ = 900 \left( \frac{\sin^{-1} \frac{t}{30}}{2} + \frac{\sin(2\sin^{-1} \frac{t}{30})}{4} \right) \text{이다.}$$

그러나 이 식은 계산하기에 복잡하므로, 본 연구에서는  $\int_0^t f(x) dx$ 의 넓이를 부채꼴의 넓이와 삼각형의 넓이의 합으로 나타내었다.

(부채꼴의 넓이) =  $\frac{(\text{반지름})^2 \cdot (\text{중심각})}{2}$  이므로,  $450 \left( \frac{\pi}{2} - \theta' \right)$ 이다.

(이때, 점  $P$ 에서 축에 수선을 내려 그었을 때 수선의 발을  $H$ 라고 하면,  $\theta'$ 는  $\angle POH$ 이다.)

다음으로, (제각삼각형의 넓이) =  $\frac{(\text{가로})(\text{세로})}{2}$  이므로,  $\frac{t\sqrt{900-t^2}}{2}$ 이다.

결국, 구하려는 값  $S$ 는  $2 \left[ \frac{3}{4}t^2 + t\sqrt{900-t^2} - 450 \left( \frac{\pi}{2} - \theta' \right) - \frac{t\sqrt{900-t^2}}{2} \right]$ 이다.

한편,  $\cos\theta' = \frac{t}{30}$  이므로  $\theta' = \cos^{-1} \frac{t}{30}$ 이다.

다시 정리하면,  $S = \frac{3}{2}t^2 + t\sqrt{900-t^2} - 900 \left( \frac{\pi}{2} - \cos^{-1} \frac{t}{30} \right)$ 이다.

이 사각지대에 사람이 한 명이라도 있으면 무조건 인지할 수 있도록,

사각지대를 줄이기 위해서는 사각지대의 넓이( $S$ )가 사람 한명이 들어갈 수 있는 넓이보다 작아야 한다. 이 때, 사람 한 명이 차지하는 넓이의 계산에는 최근에 있었던 광화문 촛불 집회에서 경찰들이 사용한 계산법을 이용하였다. 1평(3.3 $m^2$ )에 8명이 들어간다고 생각했을 때, 사람 한명이 차지하는 넓이는  $\frac{3.3}{8} m^2$ 이다.  $S \leq \frac{3.3}{8}$ 을 계산하면,

$$-0.522387 \dots \leq t \leq 0.526462 \dots \text{ or } 29.9799 \dots \leq t \leq 30 \text{이다.}$$

이를 만족하는 적절한  $t$ 의 최댓값은 0.526462...이다. 여기서, 본 연구

에서는 계산을 보다 간단하게 하기 위해 0.5( $m$ )라고 하였다. 그렇게 되

면  $\theta' = \cos^{-1} \frac{1}{30} = \cos^{-1} \frac{1}{60} = 1.55412888 \dots$ 이다. (0,30)에서  $P$ 까지 호의 길이를  $l$ 이라고 하자. 그러면  $l = r\theta = 30 \left( \frac{\pi}{2} - \theta' \right) = 0.50002315 \dots$ 이다.  $\widehat{PQ}$ 는 1.00004630...(m)이다.

1.00004630...(m)이다.

이들 만족하는 적절한  $t$ 의 최댓값은 0.526462...이다. 여기서, 본 연구

에서는 계산을 보다 간단하게 하기 위해 0.5( $m$ )라고 하였다. 그렇게 되

면  $\theta' = \cos^{-1} \frac{1}{30} = \cos^{-1} \frac{1}{60} = 1.55412888 \dots$ 이다. (0,30)에서  $P$ 까지 호의 길이를  $l$ 이라고 하자. 그러면  $l = r\theta = 30 \left( \frac{\pi}{2} - \theta' \right) = 0.50002315 \dots$ 이다.  $\widehat{PQ}$ 는 1.00004630...(m)이다.

1.00004630...(m)이다.

이들 만족하는 적절한  $t$ 의 최댓값은 0.526462...이다. 여기서, 본 연구

에서는 계산을 보다 간단하게 하기 위해 0.5( $m$ )라고 하였다. 그렇게 되

면  $\theta' = \cos^{-1} \frac{1}{30} = \cos^{-1} \frac{1}{60} = 1.55412888 \dots$ 이다. (0,30)에서  $P$ 까지 호의 길이를  $l$ 이라고 하자. 그러면  $l = r\theta = 30 \left( \frac{\pi}{2} - \theta' \right) = 0.50002315 \dots$ 이다.  $\widehat{PQ}$ 는 1.00004630...(m)이다.

1.00004630...(m)이다.

이들 만족하는 적절한  $t$ 의 최댓값은 0.526462...이다. 여기서, 본 연구

에서는 계산을 보다 간단하게 하기 위해 0.5( $m$ )라고 하였다. 그렇게 되

면  $\theta' = \cos^{-1} \frac{1}{30} = \cos^{-1} \frac{1}{60} = 1.55412888 \dots$ 이다. (0,30)에서  $P$ 까지 호의 길이를  $l$ 이라고 하자. 그러면  $l = r\theta = 30 \left( \frac{\pi}{2} - \theta' \right) = 0.50002315 \dots$ 이다.  $\widehat{PQ}$ 는 1.00004630...(m)이다.

1.00004630...(m)이다.

이들 만족하는 적절한  $t$ 의 최댓값은 0.526462...이다. 여기서, 본 연구

에서는 계산을 보다 간단하게 하기 위해 0.5( $m$ )라고 하였다. 그렇게 되

면  $\theta' = \cos^{-1} \frac{1}{30} = \cos^{-1} \frac{1}{60} = 1.55412888 \dots$ 이다. (0,30)에서  $P$ 까지 호의 길이를  $l$ 이라고 하자. 그러면  $l = r\theta = 30 \left( \frac{\pi}{2} - \theta' \right) = 0.50002315 \dots$ 이다.  $\widehat{PQ}$ 는 1.00004630...(m)이다.

1.00004630...(m)이다.

이들 만족하는 적절한  $t$ 의 최댓값은 0.526462...이다. 여기서, 본 연구

에서는 계산을 보다 간단하게 하기 위해 0.5( $m$ )라고 하였다. 그렇게 되

면  $\theta' = \cos^{-1} \frac{1}{30} = \cos^{-1} \frac{1}{60} = 1.55412888 \dots$ 이다. (0,30)에서  $P$ 까지 호의 길이를  $l$ 이라고 하자. 그러면  $l = r\theta = 30 \left( \frac{\pi}{2} - \theta' \right) = 0.50002315 \dots$ 이다.  $\widehat{PQ}$ 는 1.00004630...(m)이다.

1.00004630...(m)이다.

## 4. Discussion

원형 공심돈의 사각지대를 최소화할 수 있는 구멍과 구멍 사이의 최대 거리는 1m이다. 단, 사각형 공심돈은 1m 이내로 구멍을 내도 사각지대를 피할 수 없다. 따라서 **성벽의 방어력을 극대화하기 위해서는 원형 공심돈의 구멍 사이의 최대 거리를 고려하여 설계하여야 한다.**



# 문화유산 답사 기행문의 수용 문화 탐구



■ 역사 기반 프로젝트 팀

역사

김진현, 송다혜, 윤을리, 조국호, 조예은 (2018년 인천하늘고등학교 2학년)

## 1. Introduction

『나의 문화유산 답사기』는 1992년 제1편이 나온 이후 25년 동안 총 14권이 발간되었고 한국 출판계 인문 교양서 최초로 밀리언셀러가 된 책이다. 대한민국이 열광한 기행문 ‘나의 문화유산 답사기’는 대중에게 전통 문화 유산의 가치를 재인식시키는 계기를 마련하여 유적 답사의 대중화에 기여하였다. 본 연구에서는 『나의 문화유산 답사기』의 흥행 요인을 분석하고자 한다.

## 2. Methods

- ① 문헌 연구 : 『나의 문화유산 답사기』의 특징 개관
- ② 논증 : 인문학적 가치와 공학적 가치 논증

## 3. Results

### ① 인문학적 가치

○ **동음이의어의 사용** : ‘에밀레종 편’에서 제목에 동음이의어인 ‘神話’와 ‘新話’를 사용하였다. 에밀레종은 아이를 끓는 쇠물에 넣어 만들었다는 신화로 유명하다. 그러나 여기서의 神話는 현대 기술로서는 결코 재현할 수 없는 장중하고 맑은 종소리의 신화를 의미한다. 그리고 이 에밀레종의 가치를 새롭게 깨닫게 된 현대의 무용가 이애주 씨가 에밀레종 반주에 맞춰 추어낸 춤사위를 비롯해 에밀레종의 가치를 느끼는 후손의 다양한 모습을 동음인 新話로 표현했다.

○ **생생한 묘사** : 에밀레종의 뛰어난 가치와 이를 소중히 여기고 훼손시키지 않으려는 경주박물관 소불 선생의 모습을 한 편의 이야기처럼 재미있으면서도 생생하게 그려냈으며 종소리의 아름다움을 춤으로 표현하는 과정에 대해서도 눈에 보이듯 실감나게 묘사하고 있다.

○ **문학 작품의 인용** : 서울의 아름다움을 표현하기 위해 시, 기행문의 일부, 산문 등 문학 작품을 인용하여 생생하게 묘사했다. 이와 마찬가지로 지리산을 본 후 이에 대해 사실적으로 서술하고 지리산의 모습을 형용한 시를 인용하였다.

○ **편안한 문체** : 저자의 문체는 읽기에 편안하고 우리 문화의 아름다움을 잘 전달한다. 일반 사람들이 쉽게 읽을 수 있도록 쓰여 있으며 진솔한 감성도 느낄 수 있다. 이를 통해 독자는 저자의 답사 여정을 생생하게 경험할 수 있다.

○ **자세한 설명** : 무형 유산의 진행 과정을 세부적으로 나누어 설명함으로써 독자에게 생동감을 부여한다. 이를 통해 작가는 인문 유산이 가져다주는 감동을 그대로 독자에게 전달하고자 한다. 각자 그 유산을 바라보며 느끼는 감정들이 다르겠지만, 상당히 객관적으로 묘사되어 있기 때문에 주관적인 해석은 온전히 독자에게 달린 것이다.

○ **뛰어난 구성** : 『나의 문화유산 답사기 9』에서 저자는 계획도시 서울, 즉 한양이 어떻게 계획되고 실제 설립되었는지, 한양 도성은 어떻게 축조되었는지를 옛날 이야기를 들려주듯 흥미롭게 서술했다. 태조가 한양을 수도로 확정하는 결정을 하는 과정을, 마치 한편의 드라마를 보는 것처럼 이야기를 전개했다. 특히 태조가 새 도읍지를 결정하기 위해 신중히 대상지를 살펴보는 묘사는 눈에 그리듯이 아주 생생하다.

### ② 공학적 가치

#### ○ 공학 유산 설명

『나의 문화유산 답사기 1』에서 저자는 배경지식이 적은 독자들이 이해하는데 있어 어려움을 최소화하여 가독성을 높였다. 대표적인 공학 유산인 에밀레종의 과학적 요소를 핵심적인 내용을 중심으로 간추려 서술하고 있다. 작가의 간결한 문장력은 에밀레종의 종소리의 우수성에 관한 공학적 설명에 잘 드러난다.



그는 카이스트의 이병호 박사의 논문 「성덕대왕신종의 음향학적 연구」를 인용하여 이러한 우수성을 드러냈는데, 긴 공학 논문을 대략 10줄 이내로 요약하였다. 문화유산에 담긴 공학적 가치를 쉽게 설명하는 저자의 글쓰기 전략은 공학 유산 답사기라고 평가할 만한 수준의 가치를 지니고 있다.

#### ○ 뛰어난 스토리텔링

『나의 문화유산 답사기 9』에서 저자는 도성과 산성의 차이를 상당한 양을 할애하여 설명했다. 도성이 방어적 개념의 성이 아니라는 점을 환기시키면서 방어적 기능을 하는 산성에 대해서 임진왜란과 병자호란 등의 예를 들어 자세히 설명하고 있다. 이를 통해 한양 도성 축조의 취지를 이해하도록 도우면서 옛 선조들이 도성을 어떻게 풍류의 수단으로 즐겼는지를 생생하게 알려 주었다. 또한 현재적 관점에서, 순성길을 따라가며 북악의 식생, 성벽 돌의 글씨에 남겨진 옛 도성 축조의 생생한 역사, 순성길을 오르다 만나게 되는 나무와 바위에 서린 이야기들을 하나하나 풀어냄으로써 마치 순성을 한 바퀴 돌며 옛 정취를 흠뻑 느끼며 내려온 듯한 착각에 빠질 정도로 스토리텔링의 힘이 뛰어났다.

## 4. Discussion

『나의 문화유산 답사기』는 저자의 생각을 중심으로 이야기를 풀어나고 있지만 다양한 사료를 발췌함으로써 객관적 거리를 일정하게 유지하고 있다. 이 책은 **문화유산과 독자가 만나 새로운 문화를 창출한다는 점에서 의미가** 있으며, 사료적 가치 역시 매우 높다. 설명문과 논설문의 경계를 넘나드는 『나의 문화유산 답사기』는 결론적으로 깊은 사고 과정을 담고 있는 공학 기행 수필이라는 점에서 의미가 있다.



# 인문 지리서 『택리지』의 수용 문화 탐구



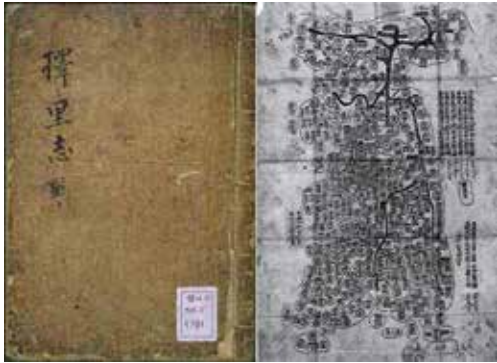
지리

■ 지리 기반 프로젝트 팀

김재영, 박주이, 이다영, 장재연, 정건훈 (2018년 인천하늘고등학교 2학년)

## 1. Introduction

교과서에 소개되고 있는 이중환(李重煥)[1690 1756]의 『택리지(擇里志)』는 한국 최초의 근대적 인문 지리서이자 주제별 접근을 시도한 최초의 지리서이다. 이 연구에서는 『택리지』 중에서 **실학 정신에 맞지 않는 내용**과 우리 스스로를 **중국의 속국으로 폄하한 내용을 수용하는 문화**를 중심으로 탐구하고자 한다.



## 2. Methods

- ① 『택리지』의 원문을 조사한다.
- ② 원문을 악용한 사례를 수집한다.
- ③ 원문의 맥락을 정확하게 분석하여, 발췌된 사례의 문제점을 밝힌다.

## 3. Results

### (1) 실학 정신에 맞지 않는 원문 내용

이중환은 평안도와 전라도는 **직접 가 보지도 않고**, 평안도의 인심을 높게 평가하고, 전라도의 인심을 폄하하였다.

- 『택리지』 「팔도총론(八道總論)」 전라도(全羅道) 편

풍속이 노래와 계집을 좋아하고 사치를 즐기며, 사람이 경박하고 간사하여 문학을 대단치 않게 여긴다.

- 『택리지』 「복거총론(卜居總論)」 인심(人心) 편

전라도는 오로지 간사함을 숭상하여 나쁜 데 쉽게 움직인다.

### (2) 중국의 속국으로 표현한 원문 내용

- 『택리지』 「복거총론(卜居總論)」 산수(山水) 편

**大抵古人, 謂我國, 爲老人形, 而坐亥向巳, 向西開面, 有拱揖中國之狀,**

“대저 옛 사람들이 이르길 우리나라는 **노인의 모습**으로, 해향(亥向)을 등지고 사향(巳向)을 하여 서쪽으로 얼굴을 열어 **중국에 읍하는 형상**이다.”

### (3) 현대 : 원문 내용을 악용한 사례 분석

- 택리지를 근거로 쓴 전라도 혐오 인터넷 글 사례

전라도 사람은 간사하고 ①교만하여 학문을 멀리하고, ②계집질을 즐겨한다. ③사람을 속이는 것에 자부심을 느끼며, ④서로를 속이는 것이 곧 미덕이라 생각한다. [이중환 택리지 발췌]

- ① 교만하다는 것은 없음.
- ② 계집을 좋아하는 것과 계집질을 즐겨하는 것은 다름.
- ③ 사람을 속이는 것에 자부심을 느낀다는 말은 없음.
- ④ 서로를 속이는 것이 미덕이라고 생각한다는 내용도 없음.

### (4) 구한말 : 중국의 속국으로 폄하한 사례 분석

- 고토 분지로(小藤文次郎), 「조선산맥론(朝鮮山脈論)」(1903)



조선 사람들은 자기 나라의 외양에 대해 나름의 가공적인 형상을 갖고 있다. 그들이 상상하는 형상은 노인의 모습으로, 나이가 들어 허리는 구부정하고 중국에 부자의 예를 표하는 태도로 팔을 접고 있다. 그들은 자신의 나라가 당연히 중국의 속방(屬邦)이라 생각하고 있으며, 이러한 인식은 1894~1895년 청일전쟁 이래 사라지긴 했지만 양반들의 마음속에 자리 잡고 있다.

## 4. Discussion

- 『택리지』는 전라도만 폄하한 것이 아니라 8개 도 중에서 평안도와 경상도를 제외한 6개 도 모두 낮게 평가하였음.

평안도의 인심이 후하고 함경도는 성질이 거세고 사나우며 황해도는 사납고 모질다. 경기도는 재물이 보잘것없고, 충청도는 오로지 세도와 재물만을 쫓는다. 강원도는 많이 어리석고 경상도로서 풍속이 진실하다. 전라도는 오로지 간사하고 교활하여 나쁜 일에 쉽게 움직인다.

- 출처 : 『택리지』 「복거총론(卜居總論)」 인심편.

- 중국의 속국에 불과하다는 내용으로 해석하여 폄하해서는 곤란함.

원문에는 **옛부터 중국과 친하게 지냈다고도 하였다(故自昔親昵於中國)**가 덧붙여져 있다. 이중환이 택리지(擇里志)에서 이야기한 것은 우리나라 산수의 흐름을 설명하면서, 서융(西戎), 북적(北狄), 동호(東胡), 여진(女眞) 등과는 달리 중국과의 관계가 친밀하여 우리의 땅만 오롯이 지키고 있는 역사를 지니고 있었음을 이야기한 것이다.

- 출처 : 목수현(2014), 국토의 시각적 표상과 애국 계몽의 지리학, 동아시아문화연구 제57집, 13~39쪽.

**결론 : 교과서에 소개된 고문서라고 모두 좋게 평가해서는 안 되며, 내용을 곡해하지 않기 위해서는 원문의 내용을 꼼꼼하게 따져 읽는 것이 중요하다.**



문학

# 고전 기행문의 교육적 가치 탐구

■ 문학 기반 프로젝트 팀

김나람, 이민준, 조효리, 최인아, 황인건 (2018년 인천하늘고등학교 2학년)



## 1. Introduction

조선의 대표적인 기행문으로는 1780년 청나라 건륭 황제의 칠순 잔치 축하를 위해 파견된 사절단에 동행하여 기록한 박지원의 『열하일기』가 있다. 본 연구는 열하일기에 기록된 내용을 토대로 파악할 수 있는 연암 박지원의 사고를 중심으로, 기행문의 교육적 가치에 대해 고찰해 보고자 한다.

## 2. Methods

- ① 문헌 연구 : 『열하일기』의 특징 개관
- ② 논증 : 기행문이 가지고 있는 교육적 가치 논증

## 3. Results

### ① 『열하일기』의 표현과 묘사

- 『열하일기』는 전해지는 수많은 ‘연행 문학’ 중의 대표작으로 평가받고 있다. 이 작품은 독특한 관찰과 사물 인식의 결과로 만들어진 창의적 글쓰기의 모범이라고 할 수 있다.
- 『열하일기』는 백화체의 표현을 삽입해 생생한 중국어 회화를 듣는 듯한 서술을 했다. 연암이 구사한 구어적 표현은 성리서의 어록체에 대한 소양이 있거나, 초보적인 중국어 학습서를 통해서도 습득할 수 있는 정도의 단순한 구문이라고 한다. 아울러 조선식 한자어와 속담은 현실의 사실적 묘사에 기여하는 것은 물론 토속어의 정취를 돋우는 역할을 하며 해학성을 획득한다.

### ② 『열하일기』의 주제 의식

- **이용후생**  
박지원은 청나라 사회 경제의 토대를 이루고 있는 물산과 기술 산업에 관심을 가지고 있었다. 박지원은 청나라의 집 짓는 방법, 벽돌이나 굴뚝, 화로를 만드는 방법에도 일정한 기준과 양식이 있음을 발견한다. 이와 같은 규격화가 물산의 이동을 용이하게 하고 효율적인 유통을 가능하게 한다는 점 역시 찾아낸다. 삶의 질을 높일 수 있는 ‘효율성’에 대한 관심은 이용후생이라는 철학적 주제로 표출된다.
- **만남의 철학**  
박지원은 편견 없이 사람들을 만나고 궁금한 것을 묻는다. 이는 박지원이 청나라 사람들을 만나는 가운데서 청나라의 현실을 가감 없이 파악할 수 있게 만든다. 전생 역시 장사꾼에 불과하지만 박지원은 선입견 없이 그와 함께한다. 박지원은 만남이라는 실천적 과정을 통해 관념적으로 왜곡되어 있던 청나라의 ‘오랑캐’ 이미지를 탈피하게 된다. 이는 결국 대상에 대한 선입견을 배제한 사실적 관찰의 중요성을 강조하는 것이다.

### ③ 『열하일기』의 가치

- **뛰어난 문학성**  
『열하일기』는 일반 기행문과는 달리, 다양한 형식의 글과 작품으로 사회 현실을 풍자하고 있다. 오늘날 「허생전」, 「호질」을 국어 교과 과정에서 다루고 있는 까닭도 문학 작품에 반영된 사회를 분석하는 능력을 키우기 위함일 것이다.
- **공학적 사고**  
『열하일기』는 수레의 사용과 유통 등 과학 기술과 관련된 깊이 있는

내용을 담고 있다. 청의 기술을 예로 들면서 우리 조선의 문제점을 지적하는 내용은 다른 문인들의 기행문에서는 찾기 힘든 내용이며, 오늘날 기술 관료에 해당하는 사고를 가지고 있음을 엿볼 수 있다.

### ④ 기행문의 교육적 가치

- 기행문은 비문학과 문학의 경계에 있는 대표적인 텍스트로, 문학과 실용성을 겸비한 글이다. 독자는 여행지에 대한 정보를 얻기 위한 실용적인 읽기와 필자의 감상에 공감하기 위한 문학적 읽기가 모두 가능하다. 필자는 독자를 고려하여 여행지에 대한 정보를 전달해야 하고 글 전체로는 필자의 주관적인 감상이 주가 되는 정서 표현의 성격이 강해야 한다. 따라서 기행문 교육은 정서 표현과 정보 전달이라는 두 가지 성격에 집중해야 한다.
- 기행문은 학생들로 하여금 쓰기에 대한 동기와 흥미를 고취한다. 학생들의 여행 경험을 제재로 한 기행문 쓰기는 여행 문화의 확산이라는 사회적 현상과 함께 볼 때 학생들의 생활과 밀접하게 맞닿아 있다. 따라서 여행을 소재로 한 기행문은 학생들의 긍정적인 쓰기 태도를 갖게 하기에 충분하다.
- 기행문을 통해 국어 교육과정의 창의 인성 역량을 높일 수 있다. 여행을 통해 얻은 풍부한 감성은 학생들의 인성 계발에 긍정적인 영향을 미친다. 그리고 자신의 여행을 정리하며 기행문을 쓰는 과정에서 의사소통 역량을 신장할 수 있다.
- 기행문은 학생들에게 간접 경험의 기회를 제공한다. 국어 수업에서 기행문을 다루는 것은 일생 동안 모든 일을 경험해 보는 것이 불가능한 상황에서 적절한 대안이 된다. 이는 학생들의 견문을 넓히면서 간접 경험의 효용성을 극대화한다.
- 기행문은 묘사의 표현 방식을 배우는 데 유용한 글이다. 기행문은 본 것, 들은 것, 느낀 것을 드러내는 서술 방식을 취한다. 따라서 이는 이러한 서술 방식을 교수, 학습할 수 있는 좋은 텍스트가 된다. 앞서 분석한 『열하일기』의 서술자인 연암의 경우에는 실제로 당대 사람들이 그의 필체를 따라가는 경향을 드러내기도 했다.
- 기행문은 당대 사람들의 대외 인식에 대한 저자의 기록을 통해 이국 풍경을 이해할 수 있게 하는 자료로 쓰일 수 있다. 『열하일기』에서도 나타난 것처럼 기행문에는 이국과 자국을 비교하는 내용이 나타나 있는 경우가 많다. 이를 통해 현대인들은 기행문을 통해 당대의 대내외적 인 상황을 알 수 있다는 점에서 교육적 가치가 있다.

## 4. Discussion

### ○ 기행문 감상 교육의 문제점

기행문은 관점을 다각화할 때 그 교육적 가치를 높일 수 있다. 현행 국어과 교육과정에서 기행문은 ‘체형 이후에 여정, 견문, 감상이 드러나도록 자유롭게 쓴 글’ 수준으로만 제시되고 있다. 먼저 기행문의 교육적인 가치를 밝히고 나아가 현재 기행문 교육의 문제점과 학습자에게 기행문을 체계적으로 학습시킬 수 있는 방안과 체제를 모색해 나가야 할 것이다.

- **결론 : 여행의 감상과 느낌뿐만 아니라 다양한 분야의 깊이 있는 사고를 드러낼 수 있는 기행문 쓰기 교육이 필요하다. 이는 새로운 수필 장르를 개척하는 것이다.**

# 3

## 융합 프로젝트





## 화성 설계의 대안

하늘에서 보자, 화성 전체를	24
모두 벽돌로 쌓자, 안과 밖을	25
모두 닦자, 팔달산을	26
과감히 빼자, 수원천을	27
합치자, 포루와 공심돈을	28
구성설(舊城說)	30
신성설(新城說)	31



# 하늘에서 보자, 화성 전체를

## 1. 하늘에서 본 화성 DB 구축

- 조감도법(鳥瞰圖法)은 새의 시점으로 본 그림(Bird's-eye view)으로 상상해서 그리는 방법밖에 없었습니다. 인천 하늘고등학교는 무인 비행체(이하 드론)를 활용한 교육을 위해 <하늘에서 본 화성>이라는 DB를 구축하였습니다. 드론은 다양한 산업 분야에서 활용되고 있으나 학교 현장 교육을 지원하는 목적으로 사용하는 경우는 거의 없었습니다. 역사, 지리, 문학 분야 등 이른바 인문학 분야에서도 드론을 충분히 활용할 수 있습니다.



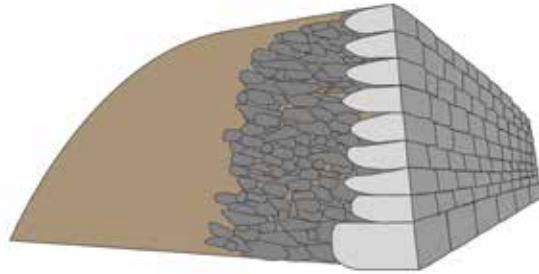
## 2. 새의 시선이 되고 나서야 보이는 단점

- 우리는 수원 화성을 직접 방문해서도 보이지 않았던 화성의 문제점을 드론을 통해 발견하였습니다.
- 화성에 대해 치열하게 연구하던 학생들의 열정과 새의 시선으로 제공된 항공 영상이 만나 대안적 도시 설계 프로젝트가 완성된 것입니다.

# 모두 벽돌로 쌓자, 안과 밖을

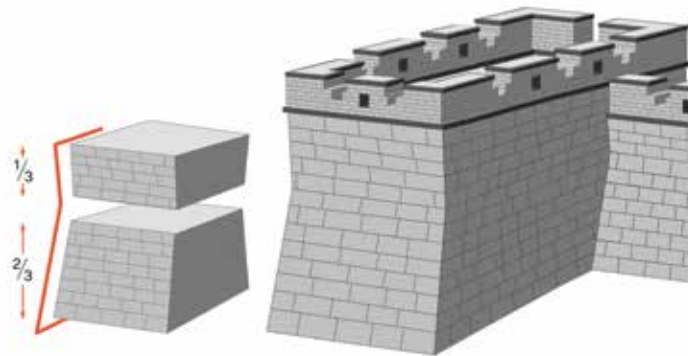
## 1. 문제점 : 돌로 쌓는 성벽의 배부름 현상

- 성의 안과 밖을 벽돌로 쌓은 내외협축 성벽과는 달리 한쪽만을 돌로 쌓은 외축내탁 성벽은 시간이 흐르면 토사가 유실되어 빈 공간이 생기고, 위에서 누르는 토사의 압력으로 인해 성벽 가운데가 부풀어 오름.



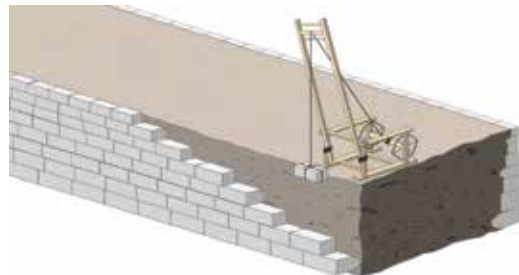
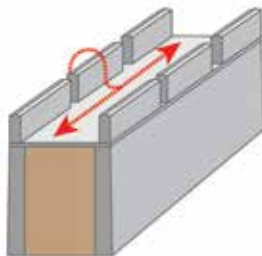
외축내탁 성벽의 구조

- 정약용은 성설 8번 지침에서 배부름 현상을 막기 위한 규형 쌓기 공법을 제안하였으나, 공사장 인부들이 2/3 지점에서 다시 앞으로 내어 쌓으면 성벽이 무너질 것 같아 두려워했기 때문임.



규형(圭形) 성벽의 원리

## 2. 대안 : 성벽 안쪽과 바깥쪽 모두를 벽돌로 쌓자



## 모두 넣자, 팔달산을

### 1. 문제점 : 팔달산의 일부만을 성벽으로 활용하는 설계

- 화성의 용도(甬道)는 팔달산 산등성이(능선) 일부에 길을 낸 것으로, 경사가 급한 지형을 성벽으로 대신할 수도 있지만, 용도가 적에게 넘어갔을 경우에는 교두보를 적에게 내주는 셈이 됨.



### 2. 대안 : 팔달산 산등성이 전체를 성벽으로 활용하자

- 용도를 연장시켜 팔달산 산등성이 모두를 성벽으로 활용하는 것이 방어에 유리함.



팔달산 산등성이 전체를 성벽으로 활용하는 대안

# 과감히 빠져, 수원천을

## 1. 문제점 : 홍수에 취약했던 화성 수문

- 1846년 홍수 : 남수문이 유실, 복원(건설 비용 : 화서문 건설비의 2.5배)
- 1922년 홍수 : 1846년 홍수 후 복원한 남수문 다시 유실
- 2012년 복원 : 홍수에 대비하여 현대 토목공학 기술을 반영하여 복원(유수지와 수직보를 설치)

## 2. 대안 : 수원천을 해자로 활용하자

- 우리나라 읍성 중에서 해자를 파거나, 파더라도 물을 채워두는 경우는 매우 드물었음.
- 진주성 : 남강과 해자를 잘 활용하여 평지 읍성임에도 임진왜란 당시 왜적을 효과적으로 방어함.



- 수원천을 성 안에 포함하기보다는 과감하게 성 밖으로 빼서 해자로 활용하는 것이 방어에 유리함.

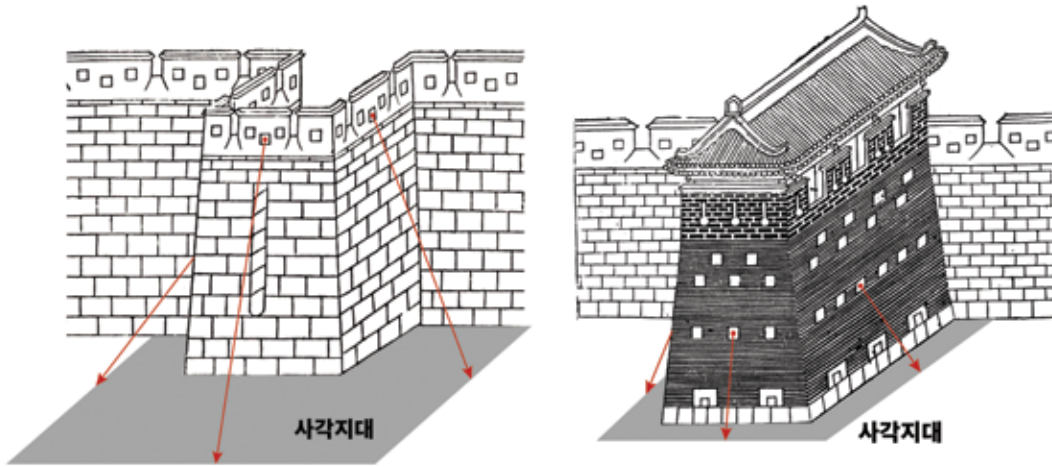


수원천을 해자로 활용하는 대안

# 합치자, 포루와 공심돈을

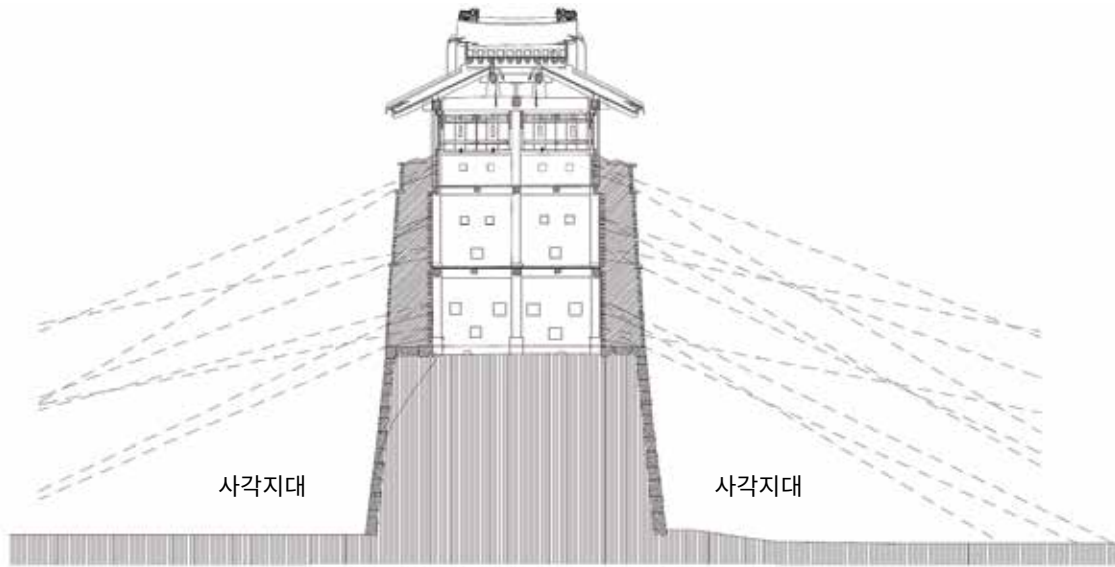
## 1. 포루(砲樓)의 장점과 단점

- 장점: 성벽보다 낮은 곳에서 적을 측면에서 공격함으로써 적이 숨을 수 있는 사각지대가 거의 없어지게 됨.
- 단점: 채광과 환기에 취약함. (밀폐된 구조로 인해 어둡고, 화포 공격 시 발생하는 연기를 뽑아내지 못함)



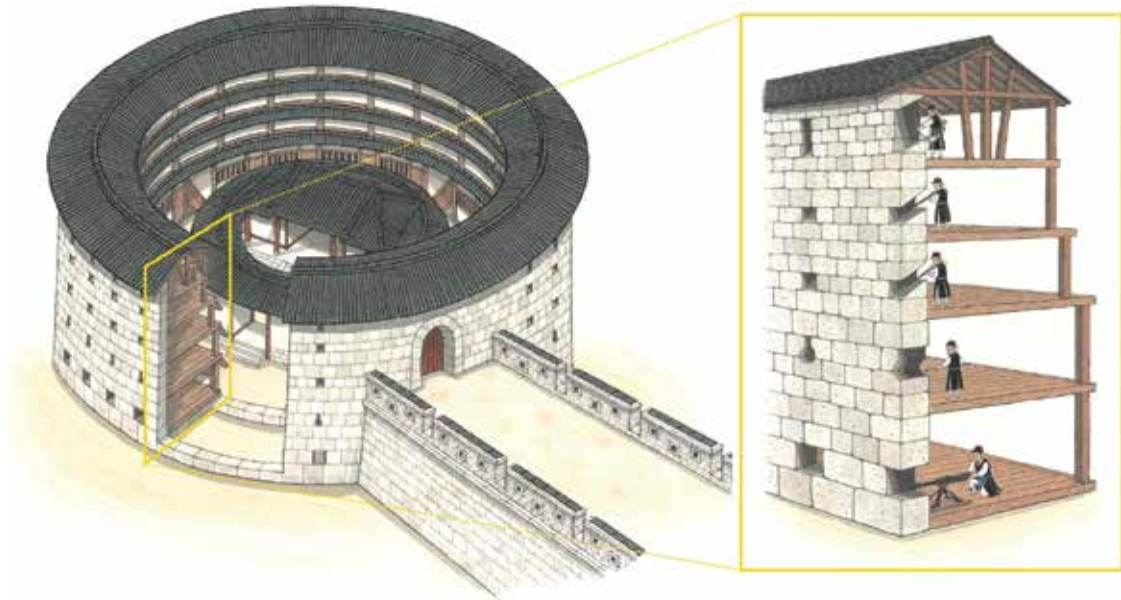
## 2. 공심돈(空心墩)의 장점과 단점

- 장점: 성벽보다 높은 위치에서 적을 효과적으로 공격할 수 있음.
- 단점: 성벽 위에 쌓아 올린 시설이므로 사각지대가 발생하는 것은 피할 수 없음.  
포루와 마찬가지로 채광과 환기에 취약함.



### 3. 대안 : 공심포루(空心砲樓)를 건설하자

- 포루와 공심돈의 장점을 모두 갖추 대형 원형 포루 : 낮은 곳과 높은 곳에서 공격 가능 (사각지대 없음)
- 포루와 공심돈의 단점인 채광과 환기 문제를 해결 : 가운데 공간을 비워두는 설계



포루와 공심돈을 융합한 공심포루



공심포루의 위치 : 방어에 취약한 평지성 각성 부분

## 구성설(舊城說)

### 정약용의 화성 설계 : 구성설(舊城說)

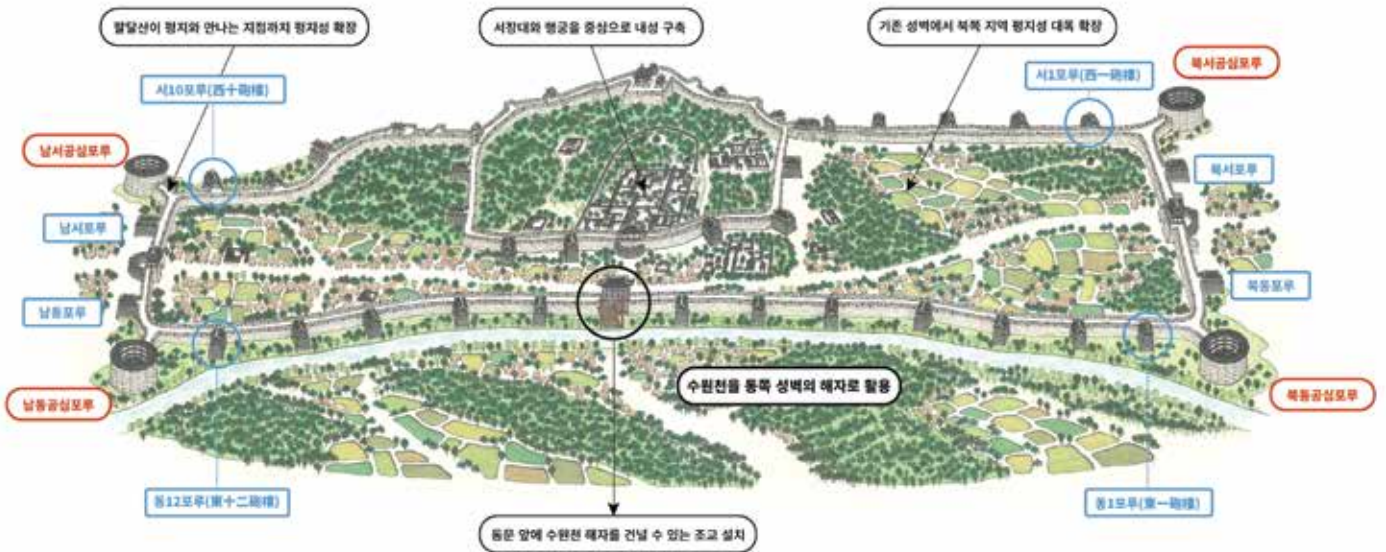
- 「성설」은 규모에 관한 것 1건, 재료에 관한 것 1건, 공법에 관한 것 4건, 운송에 관한 것 2건 등 모두 8개의 건설 지침으로 구성되었음





# 신성설(新城說)

화성 설계의 대안 : 신성설(新城說)



## 2018 인천하늘고등학교 교과 기반 프로젝트 참여 인원

S  
T  
E  
A  
M  
H  
G  
L

역할	담당
프로젝트 기획	김일형(인천하늘고등학교 교장) 이영중(인천하늘고등학교 교감) 이중언(인천하늘고등학교 꿈열정지원부장) 천도현(인천하늘고등학교 꿈열정지원부) 이형주(인천하늘고등학교 꿈열정지원부)
과학 기반 프로젝트팀	김채연(인천하늘고등학교 2학년) 박지호(인천하늘고등학교 2학년) 송수인(인천하늘고등학교 2학년) 이지윤(인천하늘고등학교 2학년) 정성훈(인천하늘고등학교 2학년) 조성아(인천하늘고등학교 2학년)
기술 기반 프로젝트팀	김민후(인천하늘고등학교 2학년) 김성은(인천하늘고등학교 2학년) 박재연(인천하늘고등학교 2학년) 성주연(인천하늘고등학교 2학년) 유진우(인천하늘고등학교 2학년) 이유진(인천하늘고등학교 2학년) 조미성(인천하늘고등학교 2학년)
공학 기반 프로젝트팀	고정원(인천하늘고등학교 2학년) 김민지(인천하늘고등학교 2학년) 김태준(인천하늘고등학교 2학년) 이서연(인천하늘고등학교 2학년) 정민주(인천하늘고등학교 2학년)
예술 기반 프로젝트팀	손예지(인천하늘고등학교 2학년) 윤가영(인천하늘고등학교 2학년) 이은규(인천하늘고등학교 2학년) 전찬웅(인천하늘고등학교 2학년) 최준명(인천하늘고등학교 2학년)
수학 기반 프로젝트팀	권선영(인천하늘고등학교 2학년) 김준희(인천하늘고등학교 2학년) 나해윤(인천하늘고등학교 2학년) 노 설(인천하늘고등학교 2학년) 오나영(인천하늘고등학교 2학년) 이인희(인천하늘고등학교 2학년)
역사 기반 프로젝트팀	김진현(인천하늘고등학교 2학년) 송다혜(인천하늘고등학교 2학년) 윤을리(인천하늘고등학교 2학년) 조국호(인천하늘고등학교 2학년) 조예은(인천하늘고등학교 2학년)
지리 기반 프로젝트팀	김재영(인천하늘고등학교 2학년) 박주이(인천하늘고등학교 2학년) 이다영(인천하늘고등학교 2학년) 장재연(인천하늘고등학교 2학년) 정건훈(인천하늘고등학교 2학년)
문학 기반 프로젝트팀	김나림(인천하늘고등학교 2학년) 이민준(인천하늘고등학교 2학년) 조효리(인천하늘고등학교 2학년) 최인아(인천하늘고등학교 2학년) 황인건(인천하늘고등학교 2학년)







인천하늘고등학교

한 분야를 천착하는 전문가가 주목을 받았던 '분화'의 시대가 저물고  
지식 노동을 인공지능이 대체하는 '융합'의 시대를 맞이하고 있음에도,  
우리 사회는 여전히 한 개인의 역량을 수능 시험과 내신 석차로 줄세우고 있습니다.

우리는 인천하늘고등학교 교과 기반 프로젝트 사례를 통해  
과학, 수학, 역사, 문학 등 정규 교과 수업 시간에 배운 지식만을 활용해도  
수준 높은 작품을 만들면서 학생과 교사가 함께 성장할 수 있음을 확인하였습니다.

**-인천대학교 융합과학기술원 김평원 교수**

