

신길~여의도간 샷강 인도교 디자인

Design of the Footbridge over the Branch between Singil and Yido Analogy and Analysis

박 선 우*

송 태섭**

Park, Sun Woo

Song, Tae Sub

ABSTRACT

This paper deals with the design process of the footbridge over the branch between Singil and Yido. For the design of a reasonable and beautiful footbridge, it is required to consider technical methods and artistic geometry. The design approach to this footbridge is related with both the field of science and art, therefore from starting the process is made in cooperation with engineers and architects. It results in not only reasonable but economical structural master piece to close the gap between a technology-oriented tendency and a artistic inclination toward structural design.

Keywords : Footbridge, Design Approach, Structural Design

1. 서 론

최근의 교량 디자인에서 요구되는 역할들 중 하 나는 기존의 기능성 외에, 주변환경과 조화를 이루는 환경친화적인 조형물로서의 역할이라 할 수 있다. 이에 부응하기 위해 외형적 다양화를 추구하여 일반인에게 최대한 시각적 효과를 주도록 디자인 하는 것인 세계적인 추세이다. 그러나 너무 시각적인 면만을 강조하다보면, 자칫 교량의 본질을 벗어나는 가식적인 다리에 불과한 결과가 도출될 수도

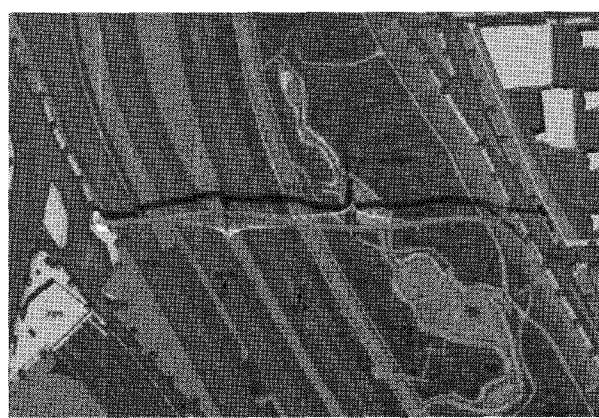
있으므로, 기능성과 조형미가 조화를 이루는 접점을 찾는 노력이 필요하다.

본 논문에서 소개하고자 하는 내용은 지난해 영등포구청에서 공시한 <신길~여의도간 샷강 인도교 설계현상공모>의 당선작 설계과정이다.

인접한 신길역은 평일뿐 아니라 주말에는 특히 서울의 쉼터인 여의나루 이용객이 봄비는 지역이다. 주변에는 생태공원과 자전거 도로 등이 있어 자연스럽게 이용객을 유도하는 동시에, 신길역과 여의도 간의 동선을 합리화하기 위한 인도교의 건설이 필요한 지역이었다. 또한 공항에서 서울 도심으로 진입하는 관문으로서 많은 상징성을 지닌 위치이기도



〈그림 1〉 현장사진



〈그림 2〉 배치도

* 정희원, 한국예술종합학교 건축과 교수

** iESD, 선임연구원

하다<그림 1, 2>.

2. 교량계획

2.1 기본방향

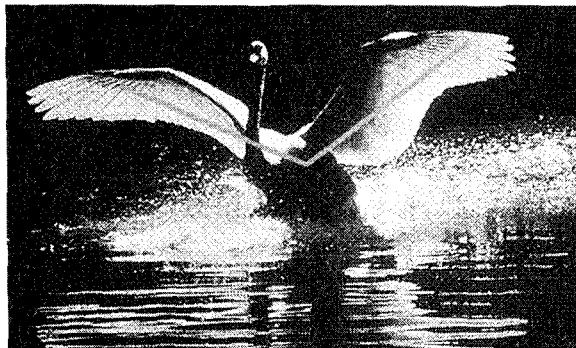
디자인에 대한 기본적인 방향은 다음과 같이 요약할 수 있다<그림 3, 4>.

■ 단절된 공간의 연속성 확보

신길역과 여의도를 연결하는 게이트(gate)로서 연속성을 확보하고, 시각적 상징성 및 예술성과 역사성을 고려한 현대적 모델을 제안한다. 또한 신길역 이용객들이 안전하고 편리하게 접근할 수 있도록 동선을 계획하고, 노약자와 장애우들의 이용에 불편이 없도록 경사로를 설치한다.

■ 영등포구의 상징성 부여

금융 중심지로서의 특성과 미래지향적인 영등포를 형상화하고, 서울의 중심지로 도약하는 역동성을 이미지화 한다. 더불어 새로운 구조형식, 난간 및 가로등으로 High-Tech 개념을 도입, 선도적 감성을 부여한다.



<그림 3> 도약하는 영등포구

■ 환경친화적 인도교

철, 목재 등 재활용이 가능한 재료를 사용하여 환경친화적인 인도교를 구현하고, 가능한 구조재료 고유의 질감을 살리면서 불필요한 마감재 사용을 최소화한다. 둑속의 오솔길을 연출하여 생태공원으로 접근을 유도하고, 걷고 싶은 거리(윤중로)의 이용객을 자연스럽게 인도한다.

■ 만남의 공간으로서의 인도교

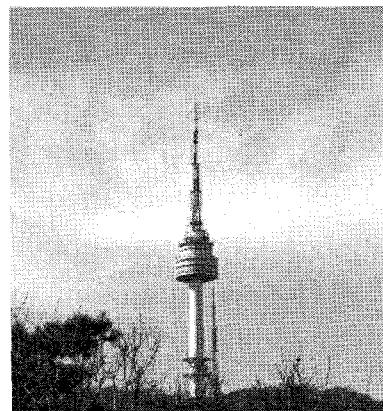
분리된 지역을 연결하는 기본적인 기능 외에 인도교의 중간에 쉬어가는 공간을 마련하여 전원을 감상하는 원두막 분위기를 제공하고, 시점과 종점에는 만남의 장소를 마련한다.

■ 남산 및 한강에 대한 상징성과 관문으로서의 랜드마크(landmark) 기능 부여

한강의 물줄기와 남산의 수려한 형상을 고려하여 구조물을 디자인하고, 전통한옥의 지붕선(처마곡선)을 반영하여 역사성을 포함한다. 동시에 공항에서 서울로 진입하는 관문으로서의 랜드마크 기능을 부여한다.

■ 생동감 있고 변화하는 야경 제공

야간 경관조명을 채택하여 밤에도 시민이 찾아와 즐길 수 있는 휴식공간을 조성한다. 벚꽃 및 불꽃축제 등 계절별 이벤트에 걸 맞는 상징적 조명을 연출 하되, 눈부심 없는 조명계획으로 생태공원의 환경을 고려한다.



<그림 4> 서울의 랜드마크

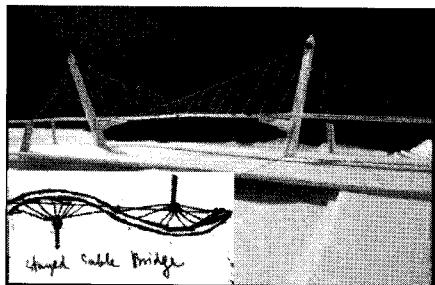
2.2 대안설계 및 최종안 도출

2.2.1 대안설계

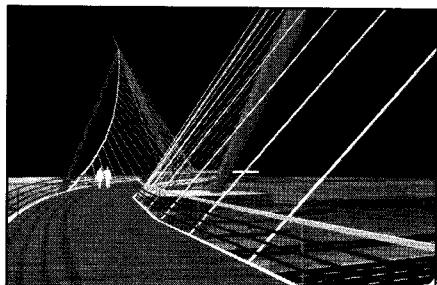
스케치 - 스터디 모델 - 컴퓨터 시뮬레이션의 디자인 과정을 통해 최적형태를 탐색하고, 휴먼스케일에 맞도록 디자인에 접근하였다. 최종결과의 도출을 위해 3개의 대안설계를 검토하여 최종대안을 택일하였다.

■ ALT-1 : 3경간 비대칭 자정식 현수교

2방향으로 경사진 주탑이 상판 양방향에서 비대칭인 자정식 현수구조형식이다. 보행자 시점이나 원경에서 직선 형태가 아닌 곡선적인 조형성이 뛰어나다<그림 5>.



(a) 스터디 모델

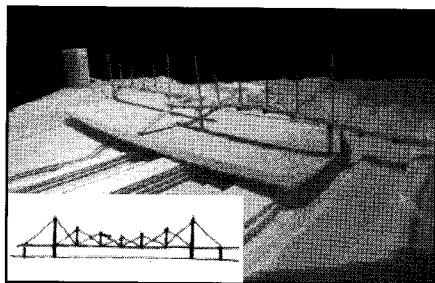


(b) 컴퓨터 시뮬레이션

<그림 5> ALT-1

■ ALT-2 : 다경간 복합 1면 사장교

1개의 구조형식이 중앙에서 대칭되는 텐서그리티 형식이 응용된 구조이다. 직선적인 의미가 강하고



(a) 스터디 모델



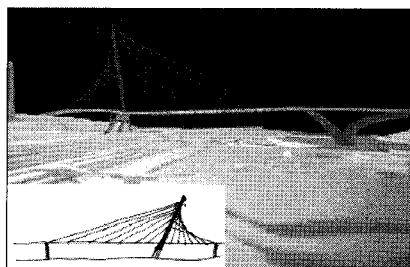
(b) 컴퓨터 시뮬레이션

<그림 6> ALT-2

중량감이 적은 특수한 구조로서 누구에게나 단순 명료한 하나의 기하학적 조형물이다<그림 6>.

■ ALT-3 : 비대칭 사장교

1개의 거대한 주탑을 이용한 비대칭 사장구조형식이다. 외형적인 특성은 직선적인 요소를 이용한 복합적인 외형을 띠고 있다. 랜드마크적인 강렬한 인상을 주며 조형성이 뛰어나다<그림 7>.



(a) 스터디 모델



(b) 컴퓨터 시뮬레이션

<그림 7> ALT-3

위의 3개안을 검토하여 ALT-3 안을 최종대안으로 채택하고, 현상공모를 위한 최종설계안 검토를 진행하였다.

2.2.2 최종설계안 확정

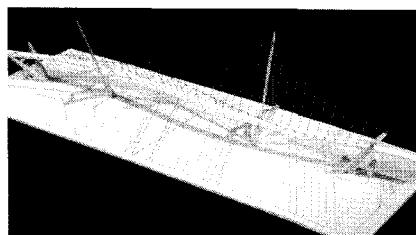
ALT-3 안으로부터 2개의 최종대안을 수립, 비교·검토한 후 최종설계안을 확정하였다.

■ 최종대안-1: 3경간 비대칭 타정식 현수교

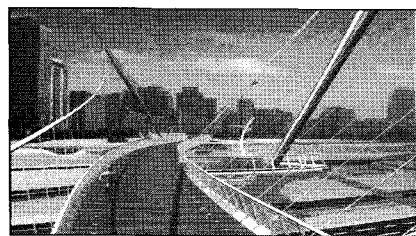
ALT-3의 자정식 구조에서 단부부분에 인장기초를 가미한 타정식 현수구조형식이다<그림 8>.

■ 최종대안-2: 3경간 역대칭 1면 사장교

최종대안-1과 외형적으로 유사한 형식이지만 현수구조가 아닌 사장구조 형식이다. 주된 특징은 교각을 이용하여 휴게실과 생태공원으로 연결하는 계단이 설치된 긴장감을 느낄 수 있는 조형성이 뛰어나고 랜드마크적인 성격이 강하다<그림 9>.

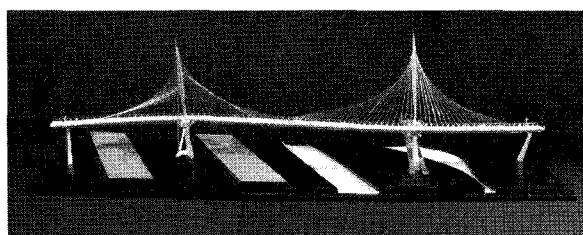


(a) 스터디 모델

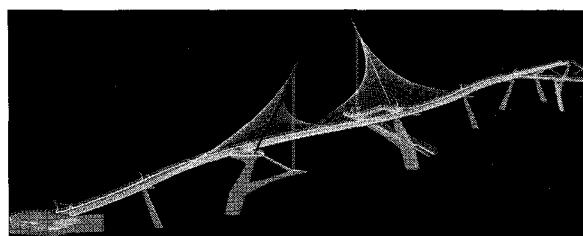


(b) 컴퓨터 시뮬레이션

〈그림 8〉 최종대안-1

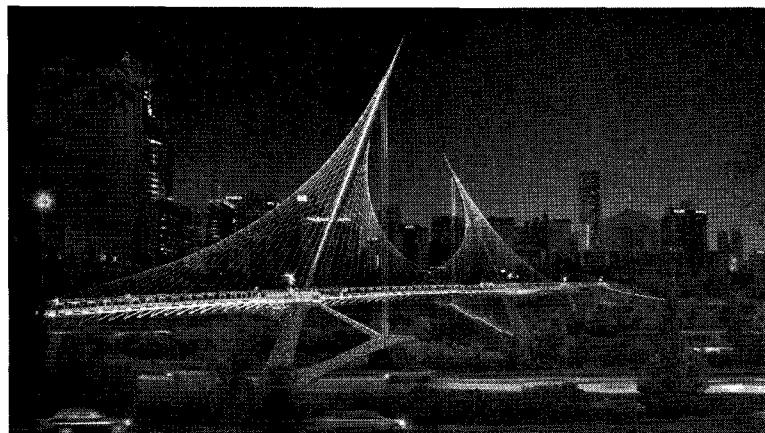


(a) 스터디 모델

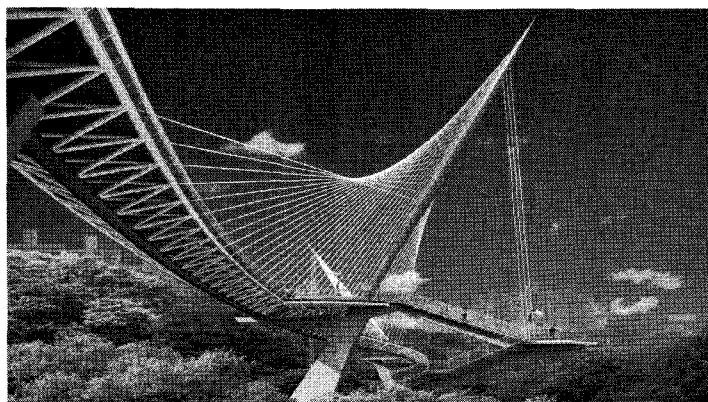


(b) 컴퓨터 시뮬레이션

〈그림 9〉 최종대안-2



〈그림 10〉 최종설계안



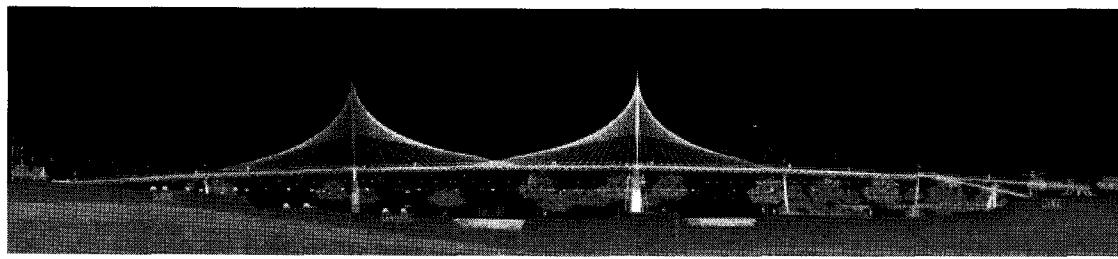
〈그림 11〉 기하학적 선의 정형화

위의 두 안을 검토하여 최종대안-2를 최종설계안 <그림 10>으로 확정하고, 세부계획을 진행하였다.

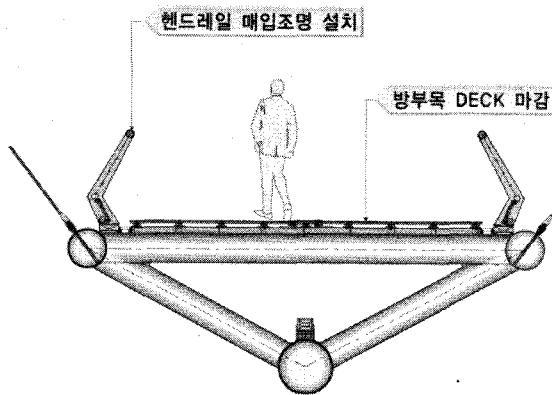
2.3 세부계획

- 영등포의 역동성을 상징하는 곡선미 부각

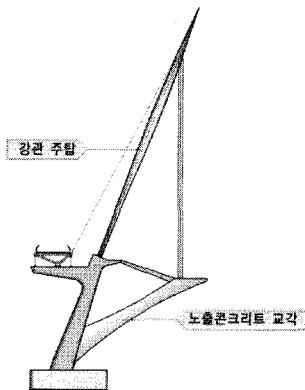
2개의 강관 주탑을 이용한 사장구조물로서 케이블이 형성하는 아름다운 곡선의 이미지를 부여하였고, 이것은 1차원 선재인 케이블을 이용하여 3차원 공간을 연출한 것으로 보는 방향에 따라 다양한 형상으로 변화한다<그림 11>.



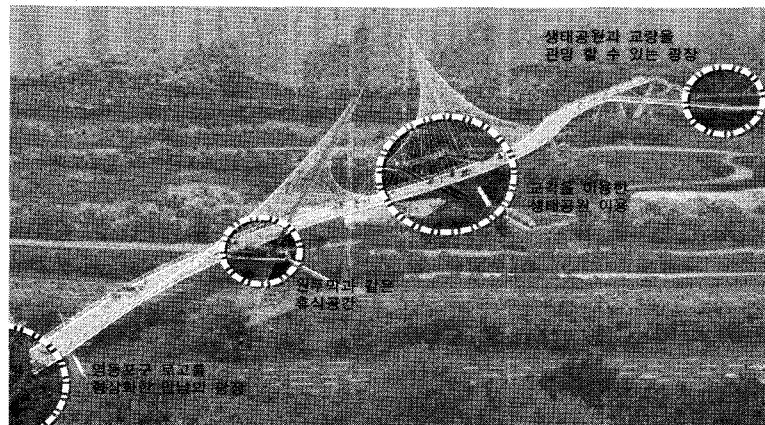
〈그림 12〉 서울의 관문역할



〈그림 13〉 보강형 단면의 변화로 선적인 리듬 강조



〈그림 14〉 주탑과 교각



〈그림 15〉 휴식, 만남의 공간

2.4 입면 및 단면계획

- **입면계획:** 미래지향적 국제금융 및 관광 중심의 이미지 투영

공항에서 서울로 진입하는 관문으로서의 상징적 조형물로 계획하였고, 두 개의 강관 주탑은 원거리에서도 인식이 가능하도록 하였다. 또한 신길역과 여의도를 연결하는 기능, 생태공원과의 조화를 고려하였다<그림 12>.

- **단면계획:** 선의 운율이 면의 리듬으로 승화

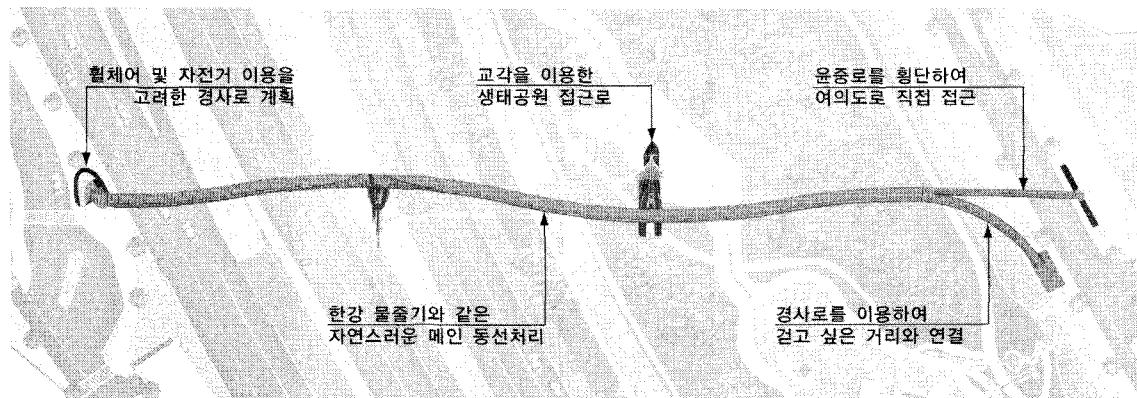
1차원 선재 케이블을 이용하여 3차원의 공간감을 느낄 수 있도록 계획하였고, 현대적인 디테일로 미

래지향적 이미지를 전달하도록 하였다. 또한 보강형을 역삼각 형태로 구성하여 교각 및 주탑과 이루는 조화를 고려하였다<그림 13, 14>.

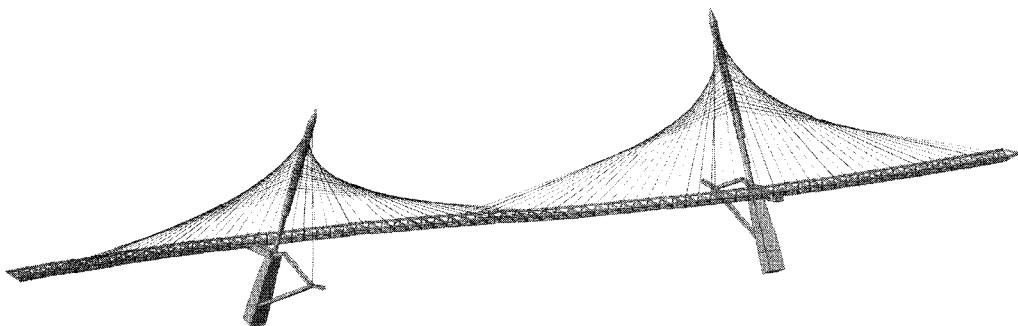
2.5 주변 공간 및 동선계획

- **휴식 · 만남의 공간**

신길역 부분에 영등포구 로고를 형상화한 만남의 광장과 경사로를 설치하고, 중앙에 위치한 2개의 주탑부 교각을 전원적 분위기의 휴식공간과 전망대로 활용하였으며, 여의도 방향의 교각에서는 보행자가 생태공원에 접근할 수 있도록 계단을 설치하였다<그림 15>.



〈그림 16〉 동선처리



〈그림 17〉 구조해석 모델링

■ 동선계획

숲 속의 오솔길과 같은 느낌을 연출하여 편안하고 자연스러운 보행동선을 추구하고, 중앙 주탑부 교각에 설치된 계단을 이용하여 생태공원으로 진입을 유도하였다. 이와 함께 윤중로를 통과하는 교량을 설치하여 여의도 접근 편의성을 도모하고, 장애 우와 자전거 이용자는 경사로를 이용하여 걷고 싶은 거리에 진입할 수 있도록 하였다<그림 16>.

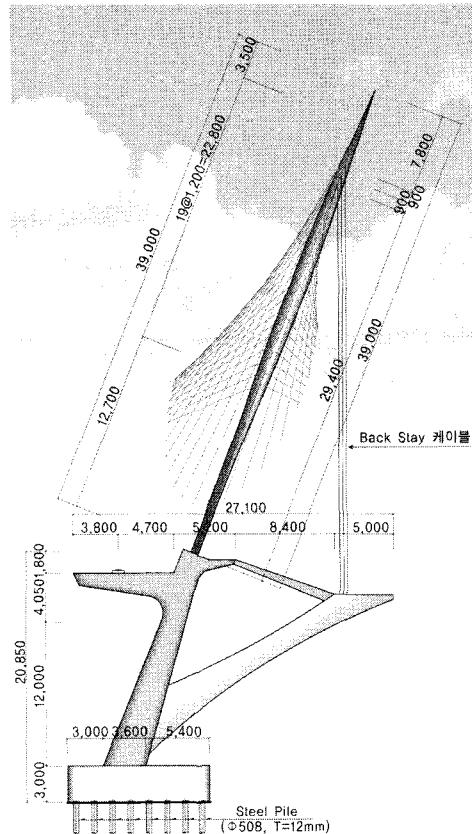
3. 구조계획

3.1 기본방향

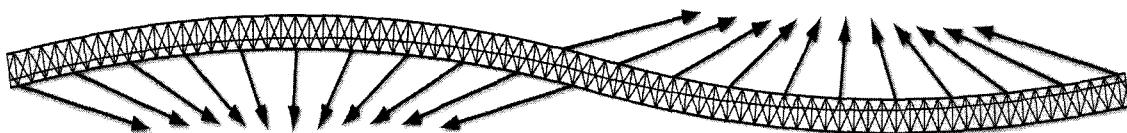
기존 인도교의 경직성과 단조로움을 탈피하여 곡선미를 부각시키고, 형상미가 뛰어난 조형물 이미지로 계획하였다.

역학적으로 명쾌하고 단순하면서도, 평면곡선 보강형을 도입하여 기하학적 안정성을 확립하였다.

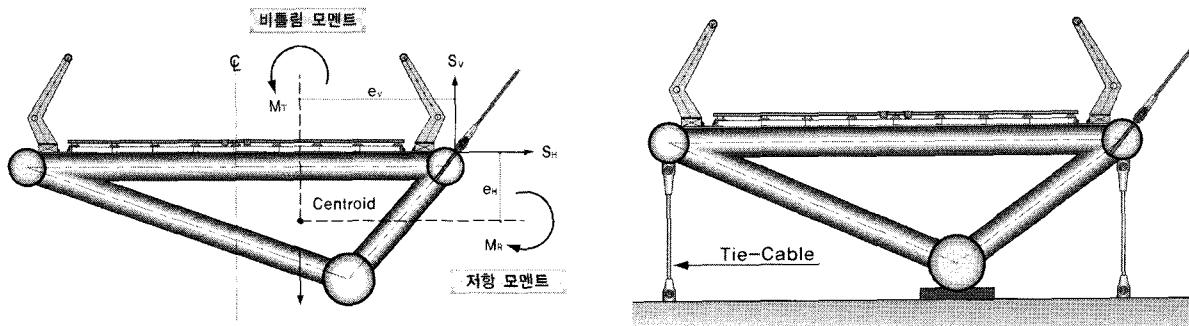
외력에 대응할 수 있는 적합한 구조시스템을 적용, 내진해석 및 상세해석을 통한 구조안전성을 확인하였다<그림 17>.



〈그림 18〉 주탑 상세도



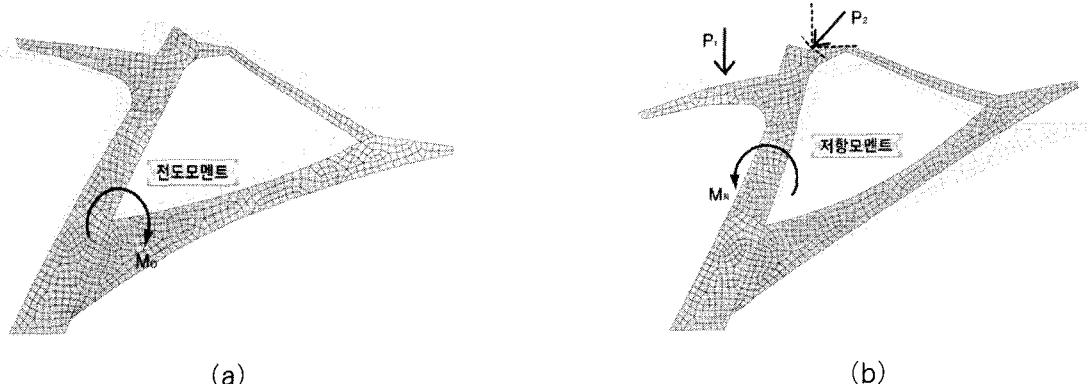
〈그림 19〉 곡선 보강형의 역학적 거동특성



(a)

(b)

〈그림 20〉 편측지지 보강형의 비틀림 거동특성



(a)

(b)

〈그림 21〉 주탑부 교각의 구조적 거동특성

콘크리트충진 강관 주탑을 적용하여 좌굴강도를 증가시키고, 강관 트러스 보강형으로 비틀림 저항성을 확보하였다<그림 18>.

경사 주탑의 작용하중 특성에 따른 모멘트 상쇄 효과를 얻고, 시공 중 및 내풍 안정성을 고려한 Back Stay를 적용하였다.

시공성을 고려하여 블록거치 Bent식 일괄가설로 교통흐름을 막지 않고, 원활한 작업수행이 가능하도록 하였다.

3.2 구조개념 및 거동특성

곡선 보강형의 Arching 효과와 경사 케이블의 긴장력으로 구조 안전성을 확보하였다<그림 19>.

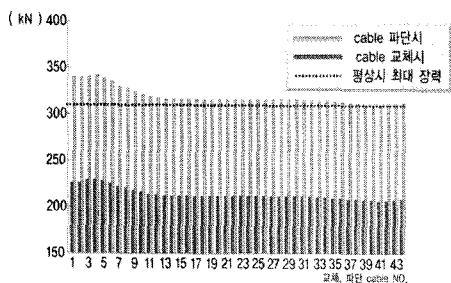
비대칭 보강형 배치로 비틀림 모멘트를 감소시키고, 경사 케이블의 수평력으로 저항모멘트를 도입하였다<그림 20 (a)>.

교각부 Tie-Cable 설치로 비틀림에 대한 저항성을 증대하였다<그림 20(b)>.

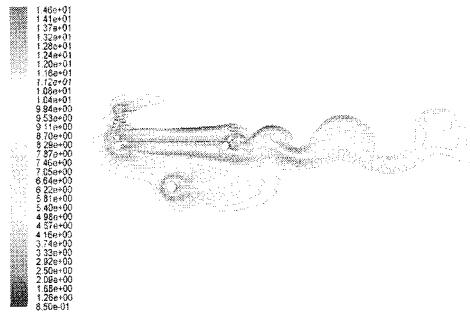
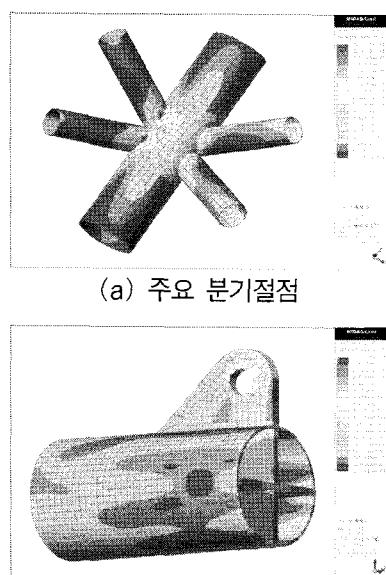
경사주탑의 고정하중에 의한 전도모멘트와 보강형 및 주탑부의 저항모멘트가 서로 상쇄되는 거동 특성을 보인다<그림 21(a), (b)>.

3.3 구조해석 및 상세설계

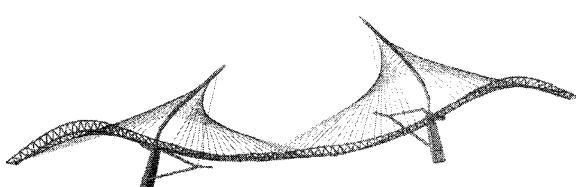
시공단계별로 구조해석을 수행하였고, 케이블의 파단 및 교체를 고려한 검토를 하였다<그림 22>.



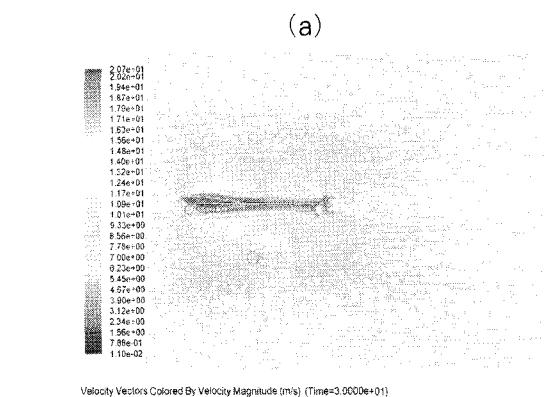
〈그림 22〉 케이블파단, 교체 시 검토

Contours of Turbulence Kinetic Energy (k) (m²/s²) (Time=9.0000e+01)

〈그림 23〉 상세해석



〈그림 24〉 좌굴해석



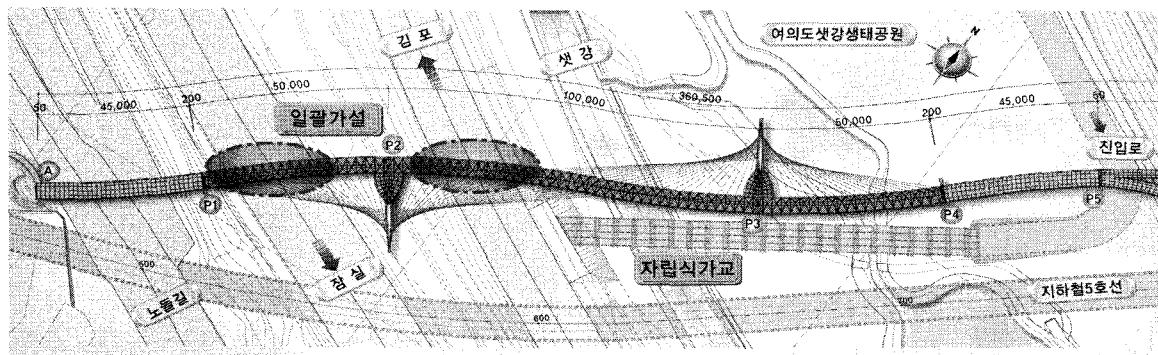
〈그림 25〉 내풍해석

주요 접합부(절점) 및 케이블 정착부의 상세해석
 <그림 23>과 주탑의 좌굴을 검토하기 위한 곡선 보
 강형 좌굴해석<그림 24>, CFD 해석에 의한 내풍설
 계 및 내진 안전성을 검토하였다<그림 25>.

4. 시공계획

4.1 가설공법 검토

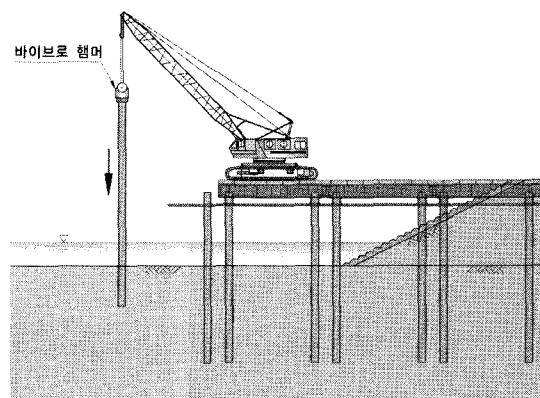
시공성, 안정성 및 경제성을 고려한 환경친화적
 가설공법으로 분진이나 소음으로 인한 민원발생과



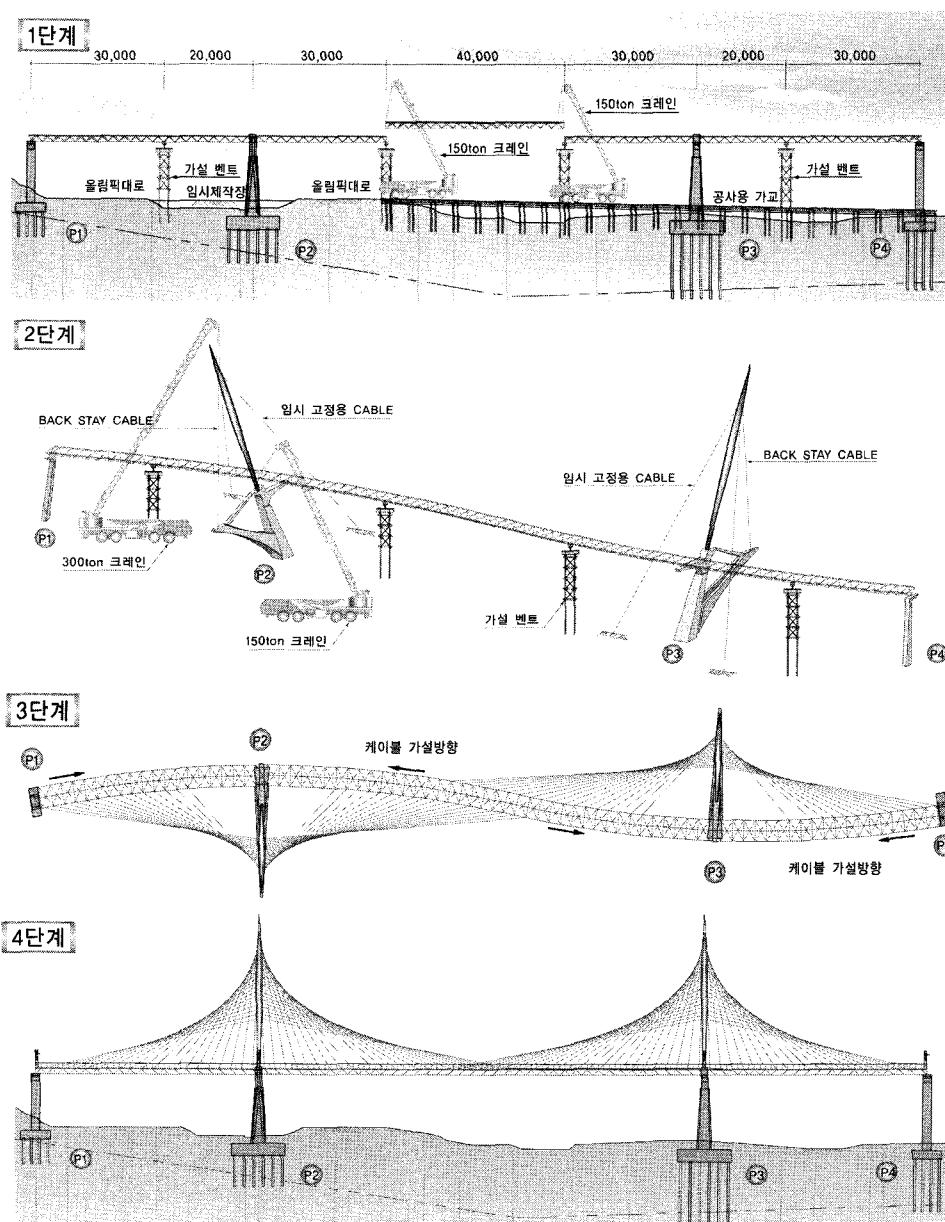
〈그림 26〉 환경친화적 가설공법 선정



〈그림 27〉 SDA 말뚝공법



〈그림 28〉 자립식 가교공법



〈그림 29〉 시공순서도

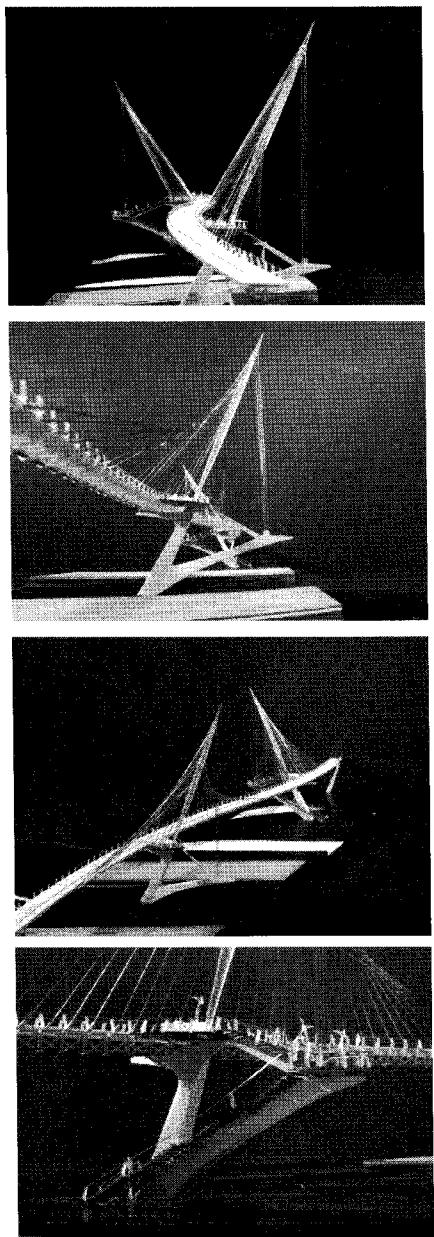
생태계 훼손방지를 최소화하도록 하였다<그림 26>.

올림픽대로 및 노들길 횡단구간의 경우, 차량소통에 지장이 없도록 무진동, 저소음 말뚝공법(SDA)을 채택하였다<그림 27>.

자립식 가교공법 적용으로 환경피해를 방지하고, 가설 벤트와 크레인에 의한 일괄가설로 가설기간을 최소화하며 교통흐름에 지장을 초래하지 않도록 하였다<그림 28>.

4.2 시공순서

<그림 29>의 시공순서도에 따라 크게 4단계로 시공이 진행된다.



〈그림 30〉 완성모델

5. 결 론

구조물 설계에서 디자인과 기술 중 무엇이 먼저 일까? 어느 누구도 선뜻 답변하기 어려운 질문일 것이다. 아마도 간단한 답변을 한 단어로 표현한다면 “창조적인 공존(& +/플러스 알파)”이라는 말이 어울릴 것이다.

다른 표현을 빌리자면 2개 이상의 분야가 협력하여 시너지(syn+energy) 효과를 기대할 수 있지만, 반드시 그렇지만은 않은 것 같다. 이와 상반되는 의미를 지닌 말 중에는 디너지(degrade+energy) 효과라는 합성어가 있다. 즉 어떤 식으로 서로 협력하느냐에 따라 효과에 대한 다른 결과가 기대되는 것이다. 이러한 법칙들은 모든 분야에서도 적용되는 것 같다. 급변하는 IT산업에서 그러한 결과를 우리는 너무나도 잘 알고 있다. 여기서도 우리의 고유음식인 비빔밥, 김밥 문화를 분석하면 우리 각자의 결론을 유추해 볼 수 있을 것이다.

우리가 몸담고 있는 과학기술분야에서도 예술분야와 함께 시도해 볼 필요성이 있다고 생각한다. 한 시대를 풍미하고 세상을 바꾸어 놓았던 과학분야의 아인슈타인과 예술분야의 피카소가 합쳐진다면 어떠한 결과가 나올까? 하나님의 효자상품이 5년 이상의 회사 수명을 연장할 수 있다고 생각한다.

우리가 몸담고 있는 분야에도 기술과 디자인의 창조적인 공존의 원리를 이용하는 새로운 시도가 필요하다고 생각한다. 단순한 기능적인 두 공간 또는 지역 간의 연결 이외에 환경적인 측면에서 모든 사람이 시각적으로 즐길 수 있는 하나의 조형물로 디자인하는 과감한 발상의 전환이 필요하다.

기능적이면서 환경적으로 만족스러운 건축구조물 또는 교량을 기대해 보자. 아마도 가까운 시일 내에 이러한 효과는 반드시 찾아 올 것이다.