도시고속화도로(북부간선)의 교량설계

Bridge Design of Seoul Expressway (North area)

변 윤 주* 김 우 종**
Byun,Yun Joo Kim,Woo Jong

ABSTRACT

The Seoul expressway is designed with prestressed concrete box girders. As a construction method, Precast Free Cantilever Method (P.F.C.M) is used which is introduced to Korea first time. Especially, the end spans in each bridge are designed to be constructed by cantilever method using temporary cantilever tendons. And pier and pierhead are prestressed vertically and horizontally.

1. 서 론

서울특별시는 날로 증대하는 교통량으로 인하여 발생하는 교통난에 대한 구조적인 해결방식으로서 순환기능을 갖춘 도시고속화 도로망 건설계획을 수립하였다. 북부간선은 이러한 도시고속화도로망중 성산대교 북측으로부터 스위스그랜드 호텔까지의 5.18km이며 이 구간중 일부 구간은 홍제천의 중심을 따라 노선이 형성되어 있다. 전체적인 노선계획은 이미 수행된 도시고속화도로 타당성조사 성과 및 기본설계자료를 기초로하였다.

특히 본 교량은 국내 최초로 프리캐스트 캔틸레버 공법으로 설계되었고 특히 각교량의 단지간(end span)은 신축이음부에 임시고정장치를 사용하여 동바리를 사용하지 않은 것이 특징이며, 하부교각 또한 국내 최초로 수직,수평으로 프리스트레싱을 도입하였다.

* (주) 삼우 기술단 이사,구조기술사
** (주) 삼우 기술단 이사,구조기술사,공박

2. 설계기준

가. 교량의 제원

1) 형 식 : 다경간연속 P.C BOX교
2) 연 장 : 10@50.0 = 500M 기준,
12개 교량, 총 5.180KM
3) 폭 원 : 13.0M×2=26.0 M(TWIN)
4) 등 급 : 1등교
5) 차 선 수 : 왕복 6차선
6) 설계속도 : 80 KM/HR

나. 가설공법

프리캐스트 캔틸레버 공법 (P.F.C.M)

다. 설계하중

- DB24 ,DL24
- 풍하중(시공후 50년,시공중 10년 빈도)
- 지진하중(등가하중 0.072W)

3. 교량설계

가. 상부구조안 결정

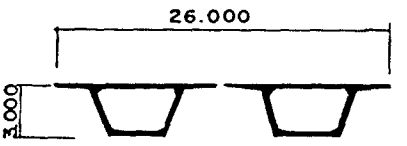
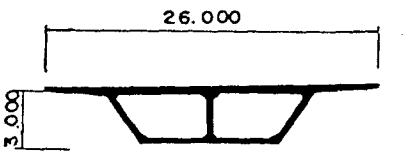
본 설계구간에 가용한 방법으로 P.C BOX교,강교,프리플렉스교가 비교되어 5.18km의 전체적인 미관과 주행성 및 최소반경 R=180M의 현장 조건,경제성 등을 종합적으로 고려하여 P.C BOX교로 결정하였다.

나. P.C BOX 단면 결정

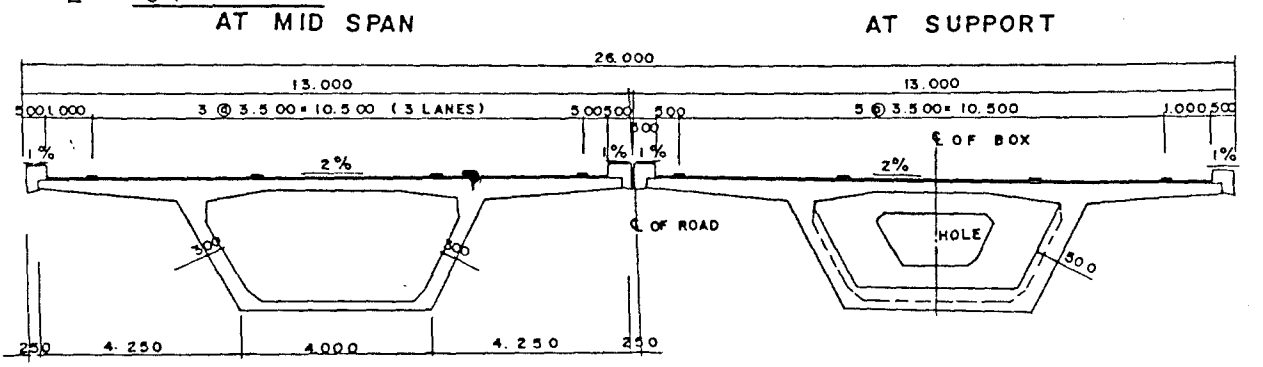
P.C BOX 단면은 TWIN SINGLE CELL(1안)과 DOUBLE CELLS(2안)를 비교하여 공사비 및 세그먼트의 운반로 확보,세그먼트 제작과 취급의 효율성,가설트러스 제작 및 운용, 접속램프 설치 등에 유리한 1안으로 채택하였다.(<표1> 참조)

상부 단면은 TWIN CELL 형태를 기준으로 각 BOX 당 3차선씩 부담하여 시공시 두 BOX의 간격은 50cm를 유지토록 하였다. 중량 최소화를 위하여 지간 중앙부에는 복부 두께를 30cm로 계획하였고 지점부는 전단 및 시공시 부 모멘트 저항을 위하여 50cm로 계획 하였다.

<표1> P.C BOX 단면 비교

區 分	1안 : TWIN CELLS	2안 : DOBULE CELLS
斷 面		
세그먼트무게	53 TON	72 TON
재 료 비 교	콘크리트 : 0.61 m3/m2 PC 강재 : 17.8 kg/m2 철 근 : 85.3 kg/m2	콘크리트 : 0.58 m3/m2 PC 강재 : 19.6 kg/m2 철 근 : 81.0 kg/m2
가 설 장 비	TRUSS : 230 TON	TRUSS : 320 TON

<그림 1> 상부표준단면도



다. 가설공법 선정

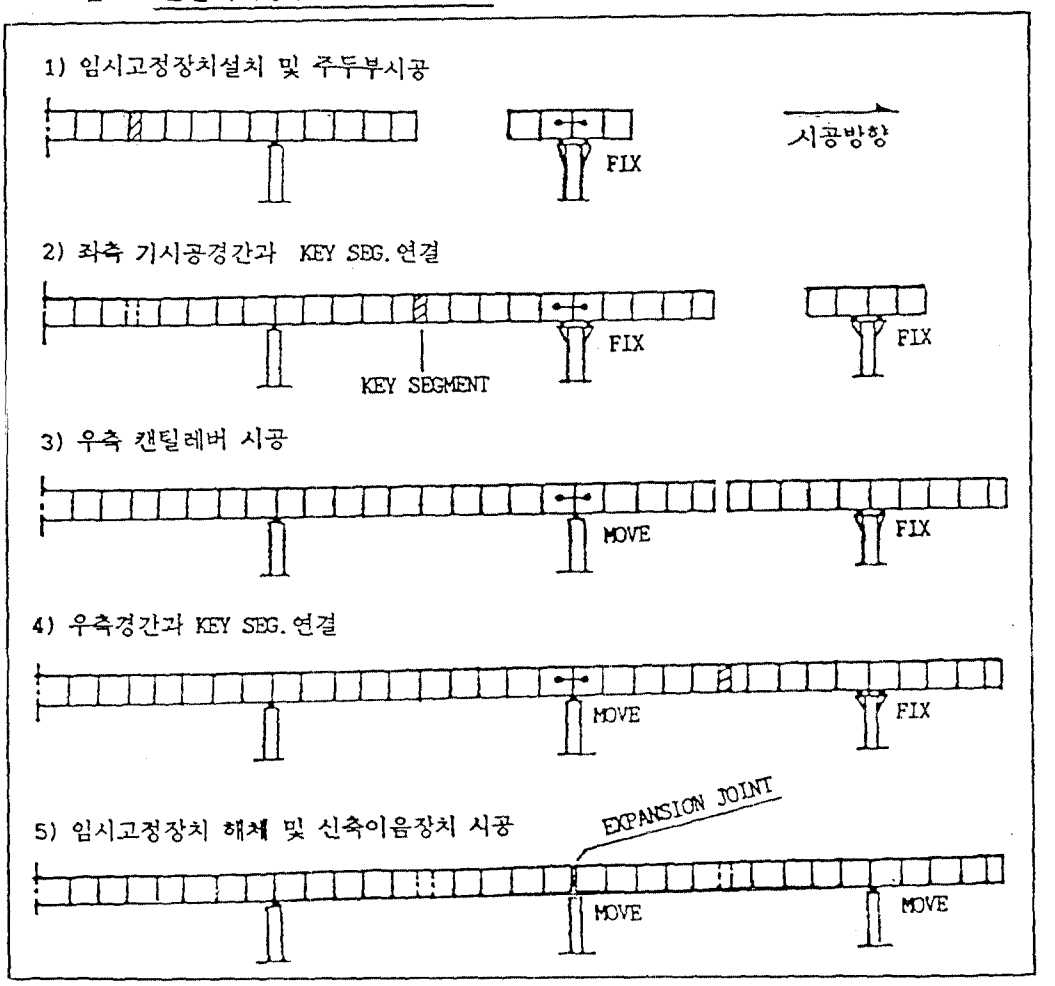
본 설계 구간은 기존 교량 7개소가 가로 지르고 있으므로 기존 교량 통과 높이를 고려할때 주형 하부 공간에 작업 공간 확보가 어렵다. 따라서 프리캐스트 캔틸레버공법(1안)과 프리캐스트 경간조립공법(2안)을 비교하여 1안을 채택하였다.(<표2>참조)

또한 일반적인 캔틸레버공법에서는 단지간의 일부분을 동바리상에서 시공하는 것이 일반적이나 본 설계에서는 홍제천상에 동바리를 효율적으로 설치하기 어렵고,공기지연 요소가 된다는 판단에 따라 단지간도 캔틸레버공법으로 시공토록 계획 설계 하였다.(<그림2> 참조)

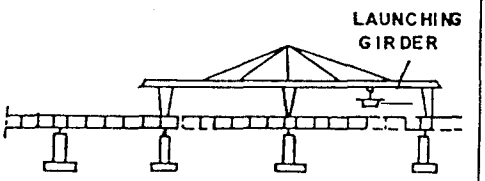
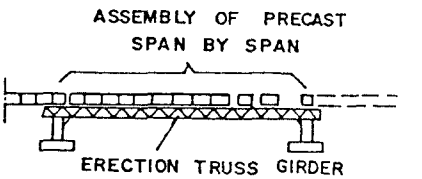
라. 세그먼트 조합 및 형상

각 세그먼트는 캔틸레버 시공시 필요한 캔틸레버 텐던(Contilever tendons)과 중앙 KEY 세그먼트 연결후 설치하는 지간 연결 텐던(Continuous tendons)을 위한 덕트(Ducts)가 설치되어 있으며 세그먼트 조립시 강봉(Prestressing bars)설치를 위한 정착 블록이 설치되어 있다. 표준 세그먼트의 길이는 2.9M로서 약 53 Ton의 중량을 갖도록 계획하였다. 표준지간장 50M의 세그먼트 조합은(3,300/2)+8ⓐ 2,900+300+8ⓐ+2,900+(3,300/2) 이다. 세그먼트의 형상을 <그림3>에 나타내었다.

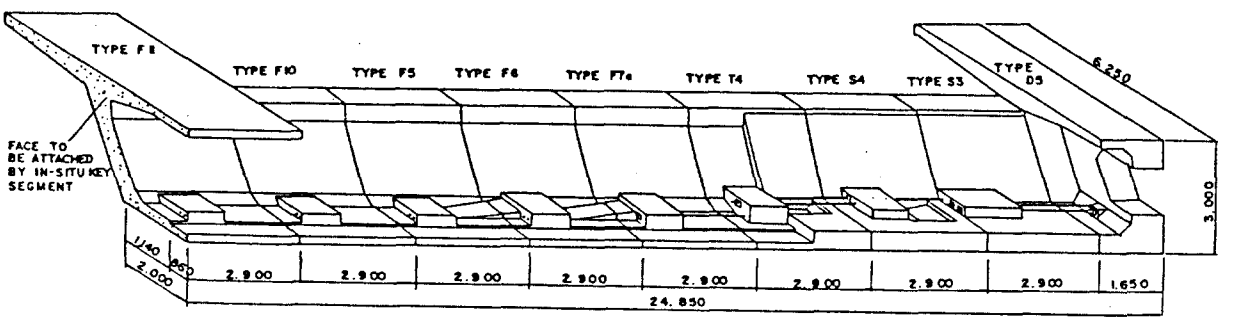
<그림 2> 캔틸레버공법의 단지간 시공



<표2> 가 설 공 법 비 교

區 分	1안 : 프리캐스트 캔틸레버공법 (P.F.C.M) Precast Free Cantilever Method	2안 : 프리캐스트 경간조립공법 (P.S.S.S) Precast Span by Span Method
概 要		
가 설 속 도	7일/경간	5일/경간
特 徵	◦ 가설장비를 위한 별도의 형하공간 불필요 ◦ 가설트러스 제작비 경제적 ◦ 직선 및 곡선 구간에 유리	◦ 가설장비를 위한 별도의 형하공간 확보 필요 ◦ 가설 트러스 다소 고가 ◦ 곡선 구간 적용에 불가 ◦ 공기 다소 단축

<그림 3> 세그먼트의 조립형상



마. 시공주기(Construction Cycle)

본 교량을 시공하는데 초기 숙련 기간 이후에 정상적인 작업 수행시 50M 한경간을 시공하는데 7일이 소요되는 것으로 판단하였다.

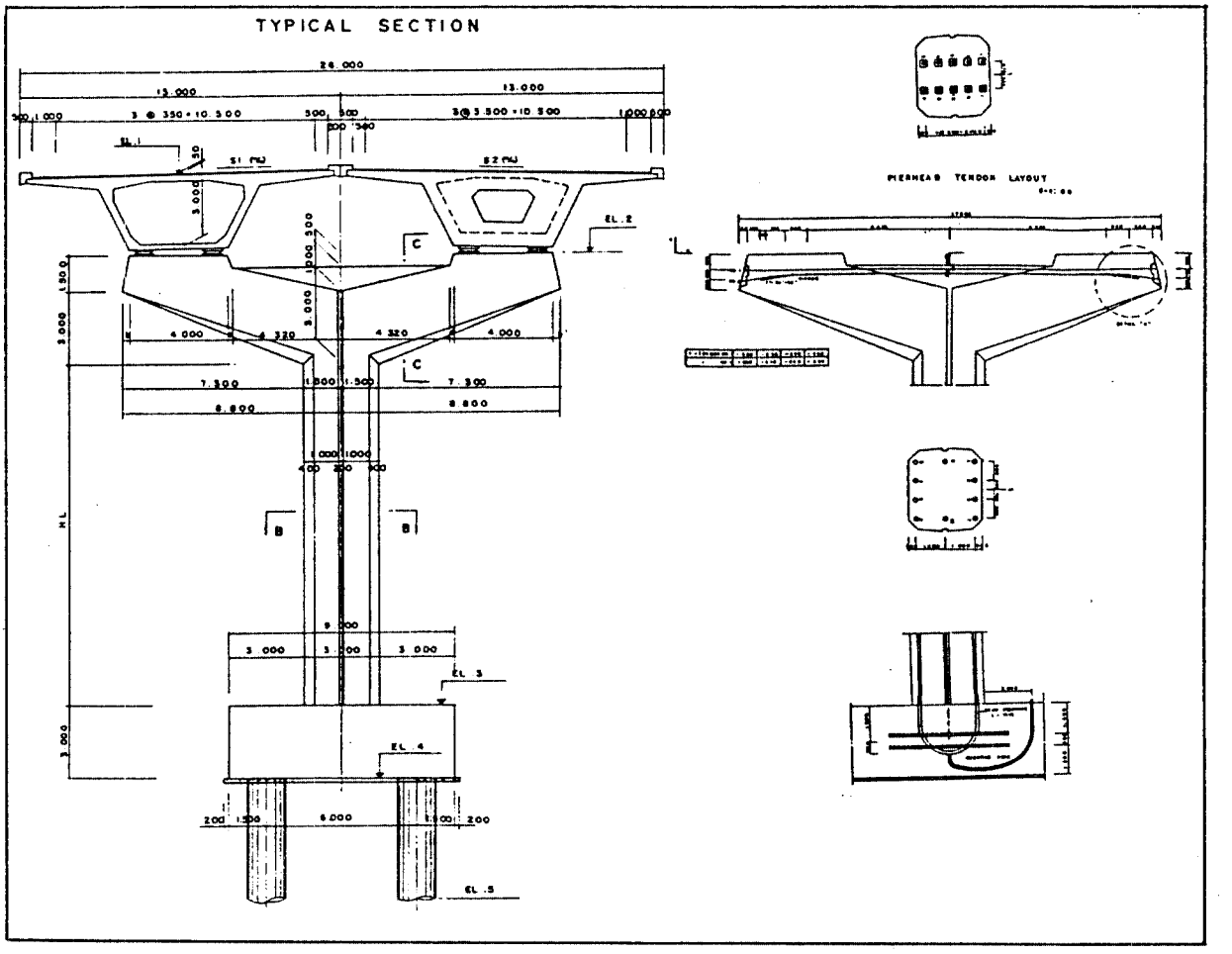
- 제 1 일 : 가설 트러스 이동후 격벽세그먼트(Diaphragm Segment) 설치
- 제 2-5 일 : 캔틸레버 세그먼트 조립 및 캔틸레버 텐던 긴장
- 제 6-7 일 : KEY 세그먼트 타설 후 지간 연결 텐던 긴장

바. 하부구조

본 교량의 교각은 상부구조와의 구조적 기능유지와 주변 경관과의 조화되는 미관 뿐만 아니라 홍제천 하천구간의 수리학적 문제를 최소화 해야 한다는 기본 조건을 갖고 있다. 교각으로 인한 통수단면 감소로 인한 수위상승은 주변 제방고를 높이는 등 공사비의 증가를 초래하므로 교각은 고강도 콘크리트(6CK=300kg/m2)를 사용하여 P.T를 도입함으로써 교각 단면을 최소화 하였다.

교각들은 기존 교량의 교각폭 대 교폭비 약 0.2 - 0.3에 비해 감소시킨 0.12를 사용하여 폭 3M의 Y형 단일 교각 형태를 계획 하였다. (<그림4>) 교각두부는 횡방향으로 단계적으로 프리스트레싱하여 상부의 단계적 가설에 따른 하중증가에 대응토록 설계하였다.

4. 결 론

본 도시고속화도로(북부간선)의 교량설계에서 국내 최초로 사용한 프리캐스트캔틸레버 공법과 프리스트레스트 고강도 콘크리트 교각의 설계에 대하여 간략히 기술 하였으며, 본 설계에 도움을 주신 여러 관계자 여러분께 감사드리며 나아가 국내에 널리 보급되어 이 공법이 활성화 되기를 바랍니다.

<그림 4> 하부표준단면도