

## 국내 최초로 북부도시고속도로 공사에 적용되고 있는 P.S.M(Precast Segmental Bridge Method) 공법의 소개 The Precast Segmental Bridge Method in Seoul, Korea (North Urban Express Way Project)



윤 만 근\*

### 1. 서 론

토목공사의 총화라고 할 수 있는 교량공사는 나라의 경제발전, 유관기술의 발전 새로운 재료의 개발과 품질향상, 그리고 컴퓨터에 의한 해석의 발전에 따라 점차長大化 되고 있다. 또한, 생활의 여유와 의식수준의 향상에 따른 기능 인력의 축소와 안전의식의 증대로 인해 기계화 시공으로 변천되어가고 있다. 프리캐스트 세그먼트 橋梁架設工法도 이와같은 사회적 여건성숙에 따라 발전되어 온 것으로써 일정한 길이로 분할된 橋梁上板(세그먼트)을 제작장에서 균일한 품질로 정밀제작한 후 가설장소에서 각종의 가설장비를 사용하여 상부구조를 완성시켜 나가는 공법을 말한다. 1952년 뉴욕주의 短支間 橋梁을 3개의 프리캐스트 세그먼트로 제작하여 이를 현장으로 이동, 재조립하고 포스트텐션한 사례가 최초의 경우이다. 그 후 독일의 Dyckerhoff & Widmann 사에 의한 현장

타설 캔틸레버 세그먼트 가설의 탁월한 장점이 프리캐스트 세그먼트 가설공법으로 확대되어 1962년 파리의 Choisy-le-roi 교량이 이 공법으로 가설되었다. 이를 시발로 하여 프리캐스트 세그먼트 가설공법이 널리 채택되면서 그 기술도 더욱 섬세하게 발전되었다. 1964년부터 1966년까지 시공된 프랑스 Oleron 고가교에서 Launching Gantry가 최초로 사용되어 월평균 270m씩의 상부가설을 이룩할 수 있었고 이로써 프리캐스트 세그먼트 공법은 비약적으로 발전하게 되었다.

미국에서의 최초 도입은 1973년 텍사스주 Corpus Christi 부근의 J. F. Kennedy Memorial Causeway 에서 epoxy resin 접합에 의한 Balanced Cantilever Method로써 가설되었다.

국내에서는 내부순환 도시고속도로 건설사업에 이 공법이 적용 시공됨으로써 최근 많은 關心을 불러 일으키고 있다. 북부도시고속도로에서는 Launching Girder(TRUSS)를 이용한 Balanced Cantilever 가설공법이 최초로 적용 시공중에 있고 강변북로에서는 Span by Span 가설공법을 적용하고 있다.

\* 삼성건설주식회사 북부도시고속도로현장 소장

## 2. PSM공법을 적용하고 있는 북부도시고속도로현장 개요

### 2.1 공사 개요

- 1) 위치 : 성산대교-마포구청-홍은동 (5.02km) (1공구)  
홍은동-종로구 평창동(3.96km) (2공구)
- 2) 총공사비 : 73,359 백만원 (VAT포함)  
96,213 백만원 (VAT포함)  
169,572 백만원
- 3) 공사기간 : 1990. 10~1994. 12 (50개월)  
1991. 12~1996. 12 (60개월)
- 4) 공사 규모

표 1 공사규모

구분	1공구	2공구	구조및 공법
본선	상부 B=13m×2행선 L=5,020m 분할상판 : 3,638EA	B=13m×2행선 L=1,980m 분할상판 : 1,446EA	PC-BOX GIRDER 교
	하부 R.C.D 기초 : 77기 확대 기초 : 27기	확대기초 : 39기	ALL CASING 공법 ( $\phi$ 1,500×6개 기)
램프	상부 B=6m L=2,960m	B=6M L=1,080M	PC-BOX GIRDER 교 (원상 타설)
	하부 R.C.D 기초 : 42기 확대기초 : 23기	확대기초 : 22기	옹벽및 RC 교
일시장교	B=16m L=135m	터널B=13.5×2행선 L=1,890m	

### 5) 주요 공법

- 본선교량 : 프리캐스트 세그먼트 공법
- 상판분할 (세그먼트) 제원
  - 무게 : 52TON~66TON
  - 크기 : 12.5×3.0×2.9m
  - 생산량 : 최대 12 EA/일

### 6) 평면도 및 木線 표준단면도 (그림 1, 2 참조)

## 3. PSM공법이란?

### 3.1 개요

PSM(Precast Segmental Method)공법은 교량 상판 분할 제작 공중가설공법이라고 표현하며 국내에서 처음 시공되는 공법으로 1개의 경간

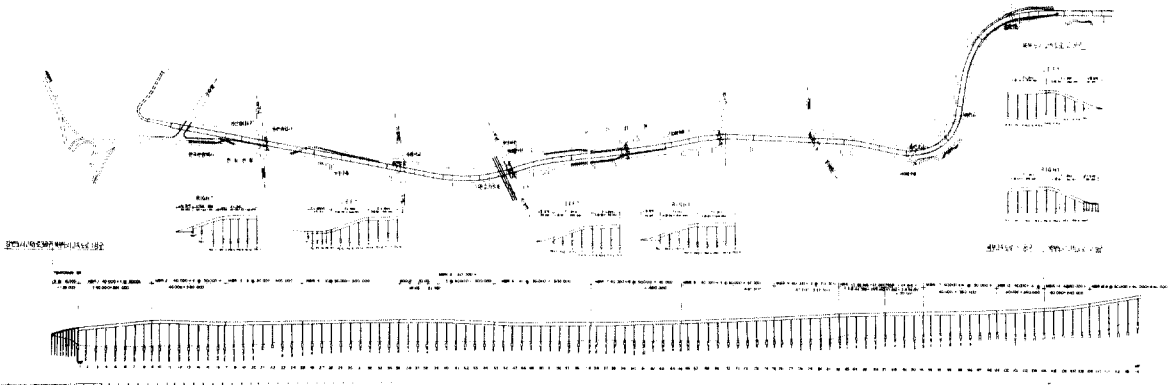
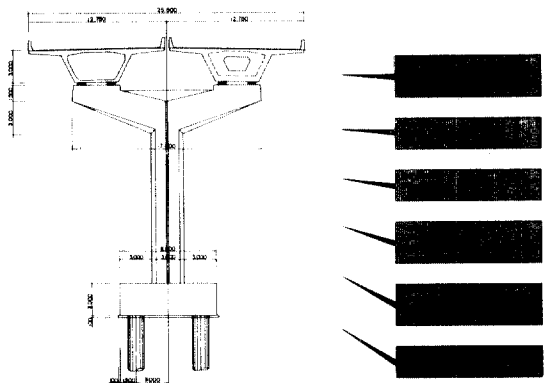


그림 1 평면도

(50m)당 36개의 프리캐스트 분절로 된 교량 상부 부재(상관분절)를 공장(Casting Yard)에서 제작하고, 이를 현장으로 운반한 후 광중에서 이동식 가설 트러스(Launching Truss)로 인양 운반하고, 에폭시 접합 후 긴장, 정착하여 상관을 연속적으로 가설하는 최신공법이다.

### 3.2 공법의 특징

- 1) 교량상관 제작시 하부공사와 병행 시공하므로 공기가 단축됨.
- 2) 상부 시공시 공중가설 트러스를 이용하므로, 교량 하부의 지장물(도심교통, 하상조건, 산악지역)에 구애받지 않고 시공이 가능하며, 기 시공된 교량위로 상관을 운반하므로 별도의 동바리가 필요없음.
- 3) 공중 가설 트러스에 의한 Balanced Cantilever Method를 적용하였으며, Span by Span Method에 비해 상강간 교량 시공 및 하부 장애물에 더 유용함.
- 4) 교량상관은 제작장(Casting Yard)에서 공장 제작하므로 품질관리가 용이하며, 연속제작으로 인력관리 및 기구집 전용에 유리함.
- 5) 교량상관은 가설시 콘크리트는 상당한 재령에 도달해 있으므로, 가설후 발생 하는 소성 변형량을 감소시킴.
- 6) 교량상관 제작, 운반, 가설을 위한 대형 장비가 필요함.
- 7) 상관 제작 및 가설시 프리캠버, 처짐량 관리에 정밀도가 요구됨.

### 3.3 PSM공법의 가설 방법 종류

#### 1) Balanced Cantilever Method

이 방법은 그림과 같이 교각을 중심으로 해서 양쪽 방향으로 균형을 이루어 캔틸레버 구조로 세그먼트를 조립하는 방법으로 캔틸레버 끝 연결부분은(약30cm) 현장타설 콘크리트로 완성한다.

세그먼트를 조립하는 장비에 따라 여러가지로 분류할 수 있으나 최근 프로젝트가 대형화 추세로 launching girder를 이용해서 가설하는 방법이 많

다. 이 가설 방법은 세그먼트가 조립되는 동안에는 캔틸레버 구조로 진행되고 기존 스패와 연결됨과 동시에 연속보 구조 개념이므로 그동안 교량에 하부중앙부분의 인장력은 임시강봉에 의해 지지되고 영구적 강선을 삽입인장 후 임시강봉을 제거하여 가설을 완료하는 것이다.

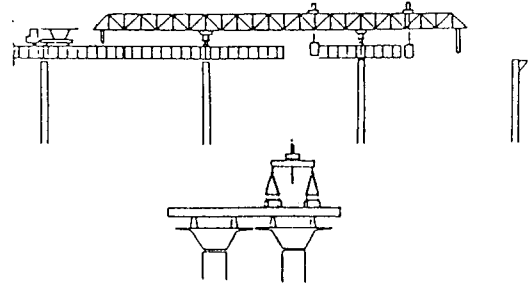


그림 3 Balanced cantilever method

#### 2) Span by Span Method

한 스패에 필요한 모든 세그먼트를 한 공간보다 조금길며 pier footing상 또는 pier에 부착된 bracket상에 지지되어진 트리스 위에 올려서 임시적으로 설치하며 pier부근에 위치하는 현장타설 콘크리트 wet joint를 양생한 후 BOX 내부에 duct tendon을 설치 긴장하고 트리스를 다음 스패으로 이동시키는 공법이다. 보통 external tendon으로 시공되며 직선의 트리스이므로 곡율이 급한 경우에는 적용할 수 없다.

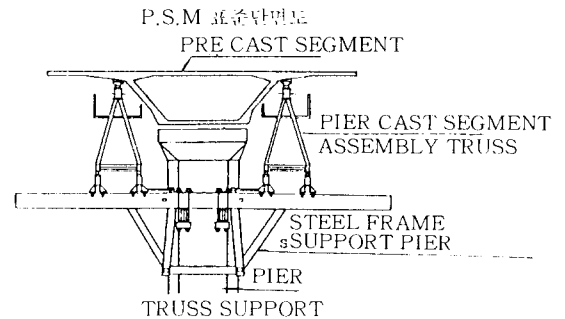
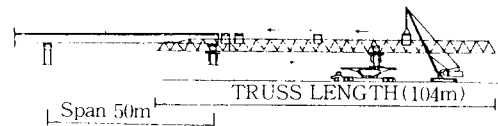


그림 4 Span by span method

### 3) Progressive Placement Method

교량이 한쪽단에서부터 가설하여 타단까지 진행해가는 방식으로 처음의 한경간은 등바리상에서 가설되며 가설단 쪽에 크레인이나 stiff leg derrick으로써 세그먼트를 기지한다. 이때 캔틸레버 모멘트를 줄이기 위해 임시탑에 지지되어야 한다.

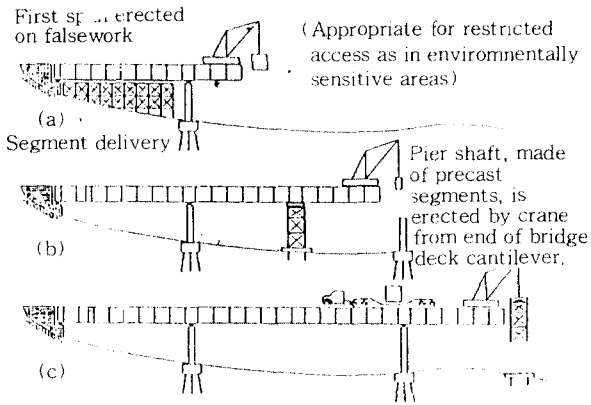


그림 5 Progressive placement method

### 3.4 세그먼트의 제작방법

#### 1) Long Line Method

- 원리 : 교량 완성후의 선형을 가상하여 지상에서 전체를 제작한다. 여기에는 완성후의 camber도 감안한다. 한개 또는 여러개의 기푸집을 따라간다. 연결부위는 수직으로 처리된다.
- 장점 : 설치하기가 쉽고 구조물의 치수관리가 쉽다. 기푸집을 제거한 후에 완성된 세그먼트를 바로 옮길 필요가 없다.
- 단점 : casting bed를 위한 넓은 공간이 필요하다. long line의 최소 길이는 구조물의 크기나 대칭 여부에 달려있다. casting bed는 세그먼트의 무게에 의해 침하되거나 변형되지 않도록 굳건한 기초위에 세워져야만 한다. 곡선 구조물의 경우 casting bed도 곡선이어야 한다. 기푸집이 움직여야 하고 그 숫자도 여러개일 수 있으므로 타설장비와 양

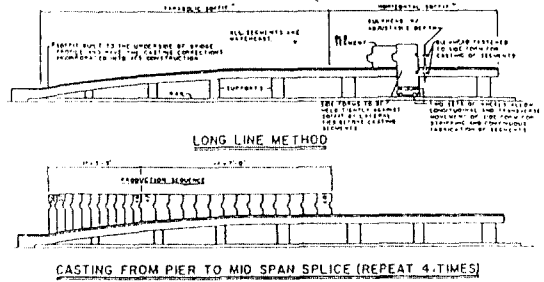


그림 6 Long line 제작방식

생장비는 기동성이 있어야 한다.

#### 2) Short Line Method

- 원리 : 세그먼트는 타설위치에서 matching 위치로 그리고 야적장으로 움직이는 반면 기푸집은 한자리에 고정되어 있다. matching 위치란 완성된 세그먼트가 타설된 다음 세그먼트의 연결 기푸집으로서 작용하기 위한 위치를 말한다. 이 방식에서 연결부는 수직일 수도 있다.
- 장점 : 필요한 공간이 long line method에 비해 작다. 전체적으로 제작공정이 중앙 집중된다. 수평 혹은 수직커브가 matching segment의 위치를 조절함으로써 쉽게 조정될 수 있다.
- 단점 : 구조물의 바람직한 기하학적 형태를 얻기 위해서는 matching 세그먼트의

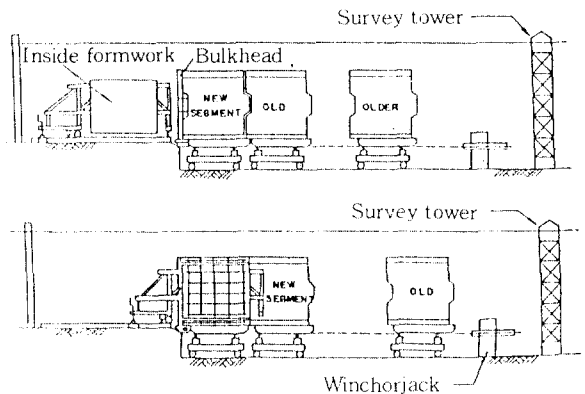


그림 7 Short line 제작방식

위치를 정밀하게 하여야 한다. 이 작업은 연결부 표면이 수평인 세그먼트일 경우에는 매우 정확한 측량과 특히 제작에 유의해야 한다.

### 3.5 세그먼트제작

Short Line(match cast) 방식으로 제작하며, 아래 그림과 같이 bulkhead와 기 생산된 old seg 사이에서 접합되어 제작되며, 선형, precamber 등을 컴퓨터로 사전 계산하여 거푸집을 조정한 후 콘크리트를 타설한다.

거푸집은 철재 (두께 9mm) 로 되어 있고 모두 유압 Jack에 의해 작동된다.

### 3.6 제작순서

-철근가공 : 천정 크레인, 자동 절단 및 벤딩기 등 철근 가공을 공장 형태로 시행

-철근조립 : 세그먼트 단면 형상대로 평면 상태에서 Slice를 제작 천정 크레인으로 이동하여 Jig에서 철근 Cage를 조립

-철근 Cage 설치 : Tower Crane에 의하여 Lifting 및 철재 거푸집에 삽입

-거푸집 조정 및 검측 : 단면 치수 (좌표), Precamber에 의한 조정 및 검측

-콘크리트 타설 : Pumpcar로 타설, 조강 Bulk 사용, 설계기준 강도 450kg/cm<sup>2</sup>

-양 생 : Boiler에 의한 12시간 증기 양생 (30℃)

-야 적 : 타설후 24시간 안에 탈형 (강도 210kg/cm<sup>2</sup>), Gantry Crane(용량 70Ton)으로 야적장으로 이동 야적(2단 야적) 및 트레일러에 의한 운반설치 (거푸집 수 15EA, 1日 12개 타설 가능, 1개 세그먼트 제작 시간 27시간)

ELEVATION OF CASTING MACHINE FOR  
2nd CASTING OF 'Da' TYPE SEGMENT  
(DIAGRAM 7.2)

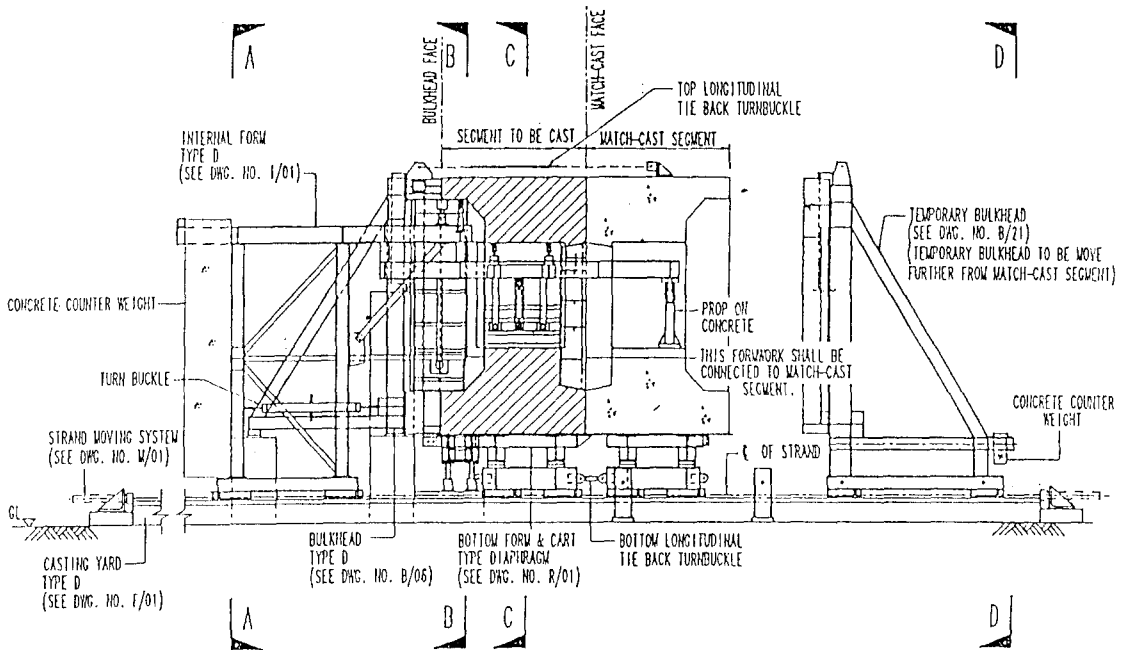


그림 8 세그먼트 거푸집(북부도시고속도로)

SEG NO	FS2B2D	94/04/21				
POINTS	F / DATA	SLOPE	T / SLOPE	P / H	J / H	O / H
A	1.00	-0.0006495	0.0006425	10.71		-0.43
E	1.45	0.0001243	0.0011676	2.81	2.90	2975.00
B	1.90	0.0001452	0.0025484	-5.09		0.00
C	-5.90			0.17		
F	1.80	0.0015455	-0.0002535	0.48	0.57	
D	9.50	0.0024839	-0.0002097	-1.13		
A0	-7.10			-1.24		41S0.0S
E0	1.30	0.0020470	-0.0007550	1.19	1.25	41S0.0S
B0	9.70	0.0027097	0.0000161	1.14		41S0.0S
C0	3.20			0.74		41S1.62
F0	4.35		-0.0007550	-0.06	0.00	41S1.62
D0	11.90	0.0024355	-0.0002581	-0.86		41S1.62
L1	1650.00		-0.0012919			
L2	2975.00		0.0026935			
CE0	-1.70	-0.0059732	0.0043606	19.47		

그림 9 FORMSET-C 출력 자료

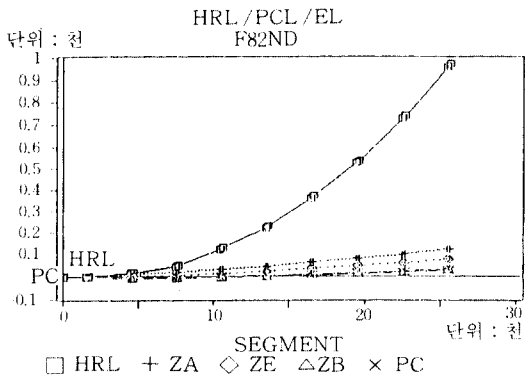


그림 10 세그먼트 제작 커브

### 3.7 세그먼트 제작시의 선형관리

전술한 바와같이 세그먼트 제작방식에는 long line method, short line method의 2가지가 있다. 그중 당 현장에서 채택하고있는 short line method의 경우 개개의 세그먼트를 제작 가설하는 관계로 교량의 노선 전반에 걸친 선형관리를 하는 것이 공사성패의 중대요소였다. 이에 당현장에서는 세그먼트 제작시 선형관리에 필요한 측량팀을

따로 두고 formset-C라는 자체 geometric control program을 개발하여 세그먼트의 선형관리에 최선의 노력을 경주하였다.

Formset-C 프로그램에 대해 개략적인 설명을 덧붙이면 1개의 세그먼트가 제작될 때마다 측정된 좌표를 입력하여 다음 제작될 세그먼트의 좌표를 얻는 방식이다. 이 프로그램의 사용실패를 첨부하였다.

### 3.8 세그먼트 제작시 양생

프리캐스트 세그먼트 제작에서 콘크리트의 급속양생은 필수적이라고 하겠다. 그 사유는 거푸집의 이용을 최대한으로 해야하며 세그먼트를 이동하여 다른 형식의 거푸집에 match casting 하기 위해 인양할 수 있는 강도를 조속히 발휘해야 하므로 일반적으로 시멘트는 3중 조강시멘트를 사용하며 양생방법은 중기양생을 실시한다.

중기양생 방법은 여러가지가 있으나 세그먼트의 크기, booth방법, cell의 숫자 등에 따라 약간씩 다르나 시험을 실시하여 결정하는 것이 좋다.

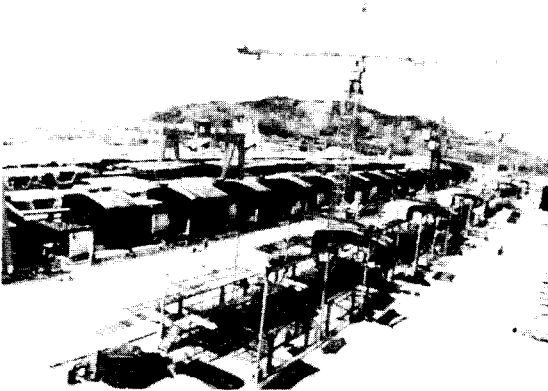


사진 1 Seg 장 전경

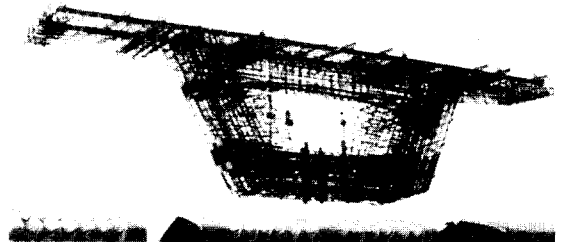


사진 2 철근 Cage를 Steel Mould로 운반하는 모습  
운반시 철근의 변형을 적게 해야 한다.

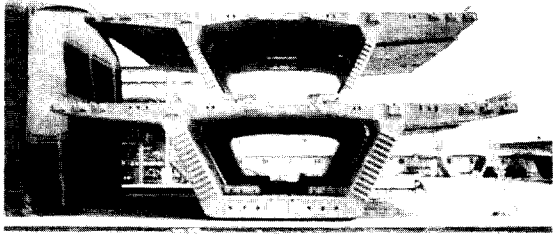


사진 3 세그먼트 단면 및 접합면의 형상

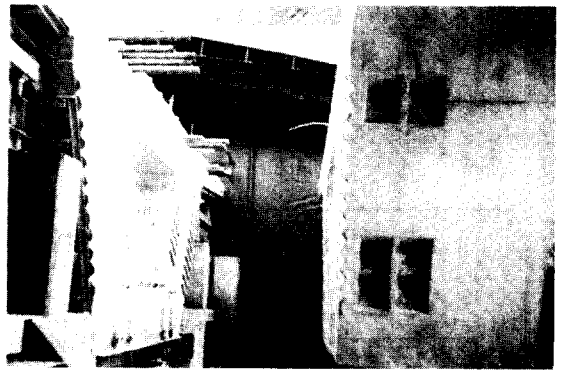


사진 4 Old-Seg를 이용하여 New-Seg를 생산하는 모습



사진 5 증기양생을 위한 설비

당 현장의 경우 저온양생 방법으로 시험을 통해 결정하였다.

#### 4. 세그먼트의 架設

##### 4.1 개요

프리캐스트 세그먼트 가설방법은 앞에서 언급한바와 같이 여러가지가 있는데 공사의 성격, 현상여건, 운반방법 등에 따라 가설방법을 선정할 수 있다.

표 2 프리캐스트 세그먼트 공법의 가설계획을 위한 고려 사항

구분	고려사항
1. 세그먼트 운반 가설방법	
- 세그먼트 운반방법	- 세그먼트의 운반방법, 장비운반로의 선정
- 세그먼트 가설방법	- 세그먼트의 가설장비, 인동보의 경우 지지승설차, 세그먼트의 설치주량, 세그먼트의 미세조정, 랜틀레바우의 치장관리
- 세그먼트 가설장비	- 이동, 장비 운전 매뉴얼, O/P/S/유
- KEY SEG 운반/타설	- 기동성, 양행방법, 기타
- 선형조정 및 관리	- 조정장치설치, 측정, 선형관리방법
2. 세그먼트의 결합	
- 결합부 시공	- 결합재(종결, 배합, 도포, 관리) 결합면의 처리법
- 임시결합	- 공동, 결합면내, 수분관리 순차
- 프리스트레칭	- 프리스트레칭 작업시점, 프리스트레칭 작업순서, 결합부 이용처리, PS 관제장착부 처리
- 피유팅	- 동결기 양생, 장비, 비상시 조치계획

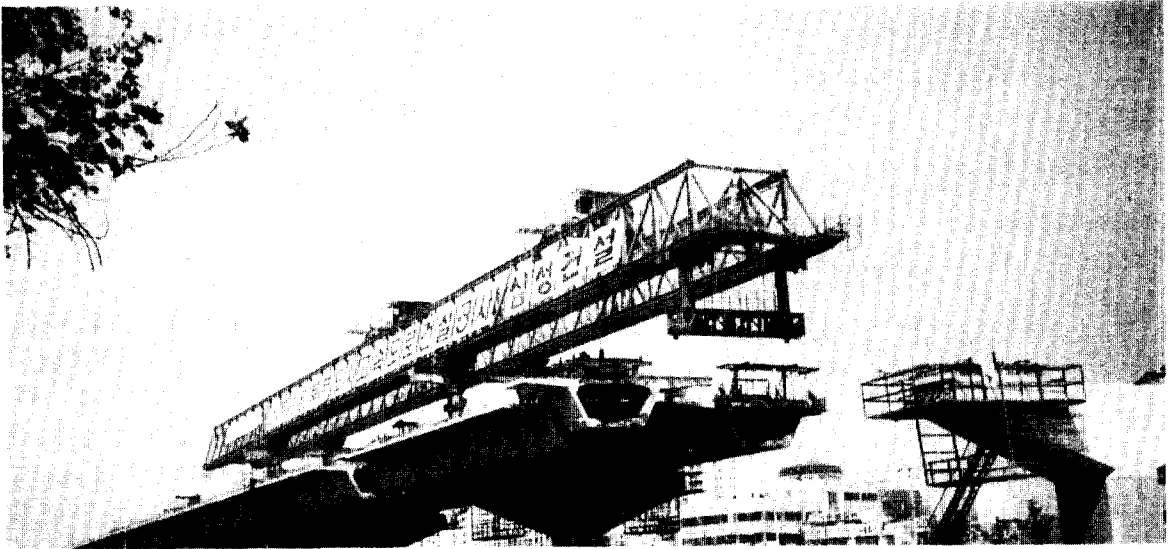


사진 6 세그먼트 가설 모습

## 本線施互立体图

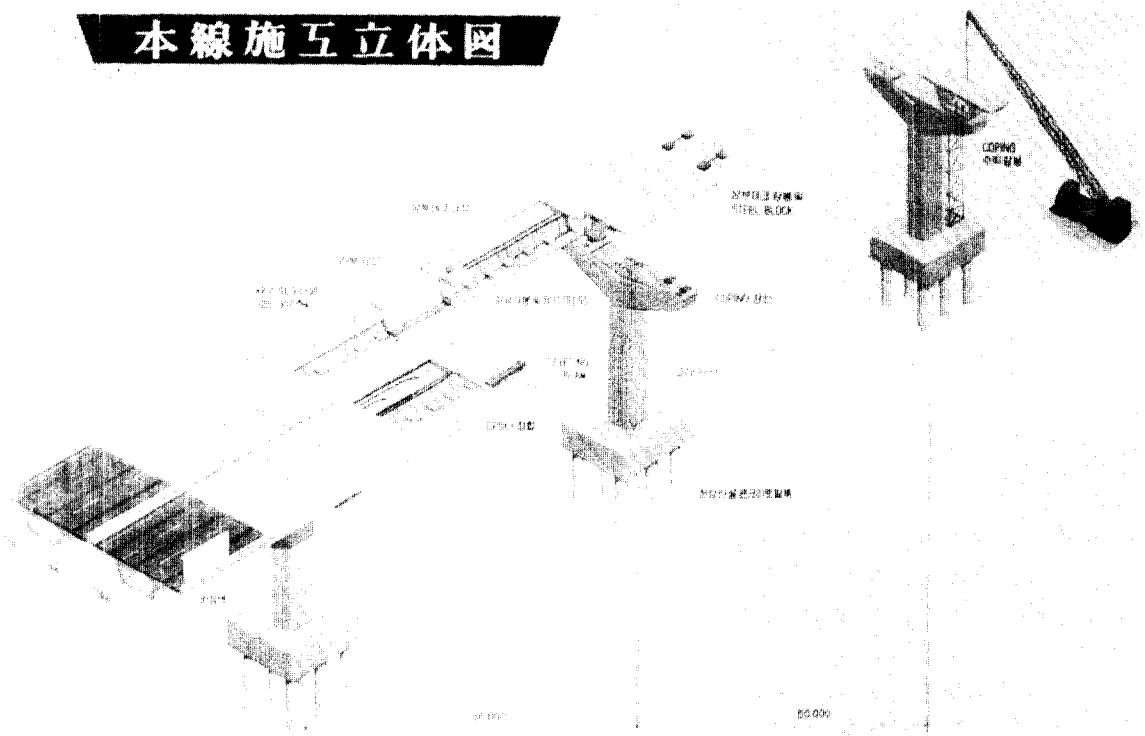


사진 7 세그먼트 가설 개념도





사진 8 세그먼트 가설 전경

### 4.3 가설

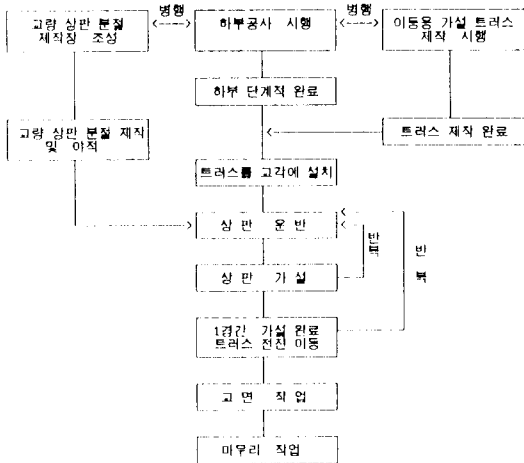
운반된 세그먼트는 가설용 트러스에 설치된 Lifting 장치 및 부속된 기타 이동 장치에 의하여 조립할 위치로 운반된다.

### 4.4 공중 가설용 트러스

가설용 트러스는 총길이 116.25m, 중량 465톤, 높이 4.5m로 제작되어 있으며, 종방향(Rolling), 횡방향(Sliding)으로 이동하며, 세그먼트의 견인(Lifting)이 가능하도록 설계되어 있다. 이동방식은 강선을 물고있는 gripping unit와 유압 jack의 stroke에 의해서 이루어지며, 강선은 정기적으로 교체한다.

부재의 설계풍속은 22m/sec이며, 12m/sec 이상이 되면 Fixing 장치로 운영을 중지한다. 설계하중은 종·횡방향 이동시 각각 연직하중의 10%, 5%이며, 10% 충격하중이 고려되어 있다. 트러스의 이동시 გადა치짐이나 지점의 불안정이 없도록 교량 구조계와의 상관관계를 잘 파악하여야 한다. 종방향 이동 속도는 25m/분이며, 1일 최대 10개 까지 세그먼트 가설이 가능하다.

표 3 세그먼트 가설시공 순서



### 4.2 운반

야적장에서 상판의 Lifting 및 위치이동은 용량 70톤의 Gantry Crane에 의해서 이루어지며 대형 트레일러(세그먼트 적재 중량 95톤)에 적재하여 기 조립된 교량 상부를 통과하여 현장으로 운반된다. 현장으로 운반되기 이전에 D-세그먼트의 횡방향 인상, 부분적인 결함의 수정, 집합면의 Sand Blasting, 배수공의 정리, 불꽃기 면의 결함정리 등을 함으로써 高所 작업의 부담을 덜게된다.

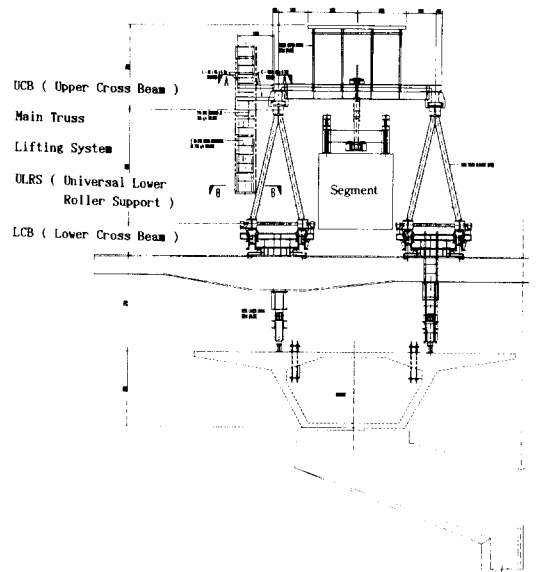
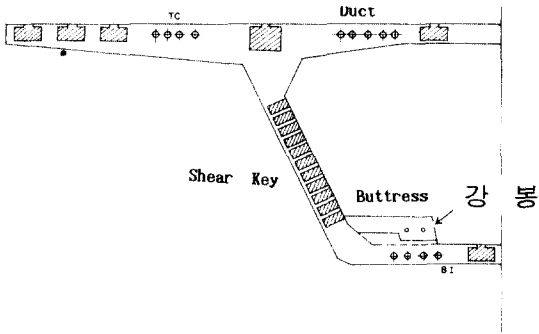
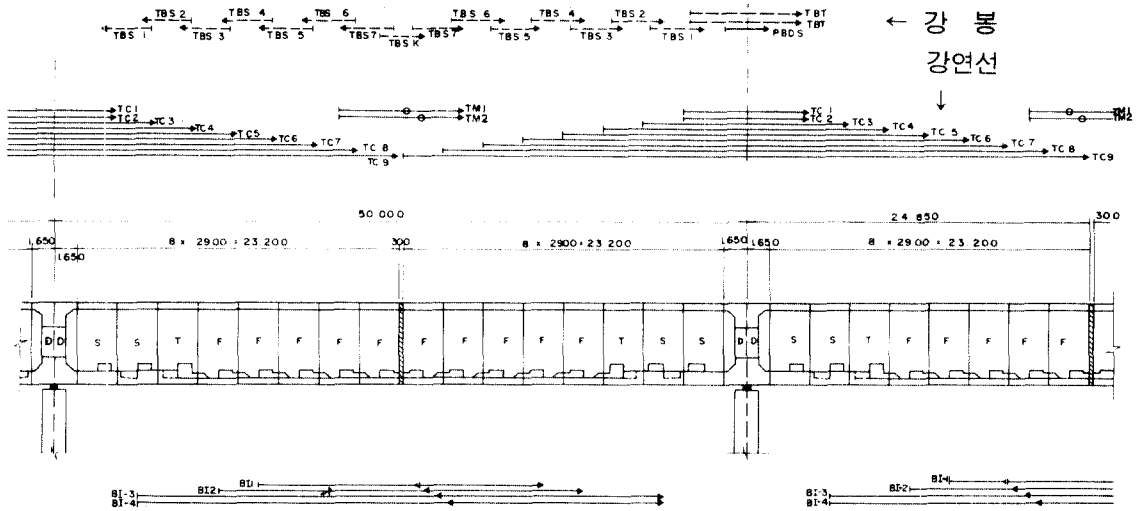


그림 11 트러스 단면도



상판 강선의 종류

위 치	명 칭	수 량	긴장량
상 부	TC	0.5"~19 18 EA	260 t /EA
-	TM	0.5"~6 4 EA	80 t /EA
하 부	BI	0.5"~17 8 EA	230 t /EA

(1행선 1경간 당)

그림 12 강선 배치 및 세그먼트 단면

4.5 세그먼트 단면 및 강연선 배치도

표준 경간 50m에는 18개×2행선=36개의 세그먼트가 소요된다.

- 사용 자료 및 보조 장비
- 세그먼트의 형태
  - D-Seg : Diaphragm 세그먼트.
  - S-Seg : Support 세그먼트.
  - T-Seg : Transition 세그먼트.
  - F-Seg : Field Seg. (단면적=7.21m<sup>2</sup>)
  - Key-Seg : 현장 타설 0.3m
- 강연선(0.5"~19,260t/EA 긴장, Super Strand, Pu=18.7t, μ=0.19/rad,

$K=0.0015/m$

- 강봉(VSL  $\phi$  38, 70t/EA 긴장, 임시용)
- \* 상부 고정 및 균형 유지
- \* 세그먼트 집합시 에폭시 압착에 사용
- \* 집합면의 가설 중 인장력 발생 방지용
  - 에폭시(압착된 두께 1.5 mm, 가사 시간 20분 이상, 600kg/cm<sup>2</sup>)
  - Jack(700톤, 캔틸레버 시공시 트러스 및 세그먼트 자중 지지, 임시용)
  - Leveling Beam(level 단차 조정용, 10mm 조정)
  - Shim Plate(세그먼트 가설시 처짐 조절용 Plate, 두께 105mm)

#### 4.6 KEY 세그먼트의 콘크리트 타설

Key 세그먼트는 스패ن 중앙에서 기 조립된 상부 구조가 연결되는 부분으로서 현장 타설하며, 캔틸레버의 선형 조정, Level의 단차 조정이 선행된다.

Key 세그먼트 양생이 끝나면 아래 부분에 강연선을 배치하고 긴장함으로써 상부 1스팬의 설치는 끝나게 되며 트러스를 다음 스패스로 이동시킨다.

#### 4.7 가설 공기

표 4 상부 1경간 가설 공기

소요일수	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
공 종														
1. 세그먼트 조립 및 Top 강선 인장														
2. Key 세그먼트 타설 Bottom: 강선 인장														
3. 트러스 이동 및 다음 경간 작업 준비														

\* 동절기에는 예루시 양생관개로 공기가 매우 늘어나게 된다.

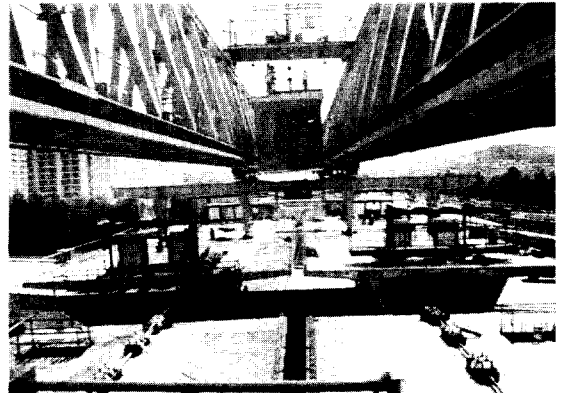


사진 9 트러스를 이용하여 세그먼트를 운반하는 모습  
세그먼트와 트러스 간에 간격 유지가 필요함

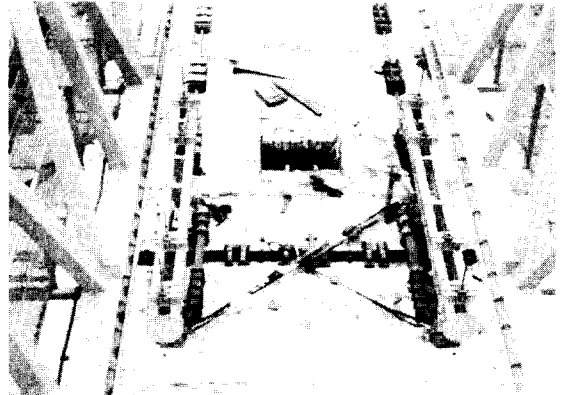


사진 10 경간 중앙부의 Leveling 하는 모습

### 5. 결 언

#### 5.1 향후 전망

프랑스의 교량 시공은 특별한 경우를 제외하고는 상부 슬래브의 대부분을 프리캐스트 세그먼트를 공장에서 제작, 가설 현장까지 운반하여 설치하는 방법을 채택하고 있으며, 이 제작 공장은 주마다 설치 운영되고 있어 교량 가설 현장의 프리캐스트 세그먼트를 공급할 수 있도록 체계화되어 있다. 그리고 호주에서도 지간 200m~300m 교량도 이 방법을 채택하고 있으며 커브가 급한 인터체인지도 시공이 가능하도록 공법이 발전되어 가고 있다. 그러나 프리캐스트 세그먼트 교량의 시공기술은 다른 철근 콘크리트교나 강구조 교량에 비해 매우 정밀 시공을 요하며 시공도 어려워 국내 기술 수준이 낮은 상태이다. 우리 나라에서도

북부도시고속도로에서 적용 성공함으로써 장대 교량 여러곳에 본 공법으로 발주가 되어 추진중에 있으므로 더욱 가속화 될것으로 예상된다.

현장에서 시공 도중 발생되었던 모든 사항을 상세하게 기록하여 기술 발전에 도움이 되도록 하여야 할 것이다.

#### 5.2 개선 및 연구발전 과제

외국의 신 공법을 도입, 성공적으로 업무를 수행하고 기술 수준을 향상 정착화 시키는 데는 많은 노력과 정성이 필요하게 되며, 또한 시간도 다소 소요하게 된다. 본 공법을 시공하는 과정에서 앞으로 우리 실정에 맞도록 개선 및 연구 발전되어야 할 사항이 상당히 많이 있어 모든 기술자가 공동 노력하여 해결하여야 할 것으로 생각된다.

### ① 세그먼트 제작

- 세그먼트 제작용 거푸집인 cell 설계 능력
- 제작 오차 조정 소프트웨어 개발
- jack, roller 등의 생산품 품질 향상
- steel mould (cell)의 정밀 제작 설치
- 철근, duct 조립을 위한 JIG
- Geometric control (camber 관리)
- 고강도 콘크리트 품질 관리

### ② 세그먼트 가설

- L/TRUSS 등 가설 장비 설계
- L/TRUSS의 전진, 횡이동, 리프팅 등의 메카니즘 개선
- 강봉, anchorage, 정착구 등의 국산재 개발
- 그라우팅 방법 및 자재 개선
- 동절기에 에폭시 사용 문제

### ③ 건설 후 유지 보수 및 기타

- 프리캐스트 세그먼트 교량의 유지 보수 방안
- 중량물 및 대형 특수 장비를 취급함에 따른 안전사고 예방 대책

## 5.3 맺음말

프리캐스트 세그먼트 교량이 국내에서 내부순환 도시고속도로 공사에 처음 적용되어 시공중에 있으나 아직 기술 수준이 낮아 여러가지의 시행착오를 겪으면서 진행되고 있다. 아직도 초보 단계의 기술 수준에서 세그먼트 가설공법 전시장이고 할 정도로 여러 가설공법이 적용되어 각 사별로 추진중에 있으며 또한 여러 현장이 이 공법으로 발주되어 착공 준비를 하고 있다.

선두주자로 시행하고 있는 업체로서 본 공법을 시행하면서 발생하는 기술적인 여러가지 문제점과 개선 방법 등을 세밀히 기술하고, 연구하여 서로 기술 발전 측면에서 학교, 건설업체, 용역업체 등과 토의할 수 있는 기회가 있어 조기에 정착될 수 있기를 바라는 마음이다.

항상 우리 현장을 개방해 놓고 시공중에 있었던 여러가지 문제점을 기록하며 알리는 등 본 공법의 발전에 앞장 설 것을 다짐하면서 글을 맺는다. 