

Precast Segment 공법

[강변도시고속도로 현장]

박병진 / 남광토건 기술개발부 부장, 나성윤 / 남광토건 기술개발부 사원

강변도시고속도로 건설공사는 서울특별시 도시교통난을 해소하기 위하여 계획된 내부순환 도시고속도로의 일부로서 반포대교 북단 ~ 용비교간에 왕복 8차선으로 신설되는 교량공사이다. 도심교통량 분산 및 올림픽대로의 과중한 교통량을 배분처리함으로써 교통량을 원활히 하기 위해 1989년 10월에 착공, 1995년 5월 27일 개통된 제 1공구와 1991년 12월에 착공하여 현재 활발히 공사를 추진중에 있는 제 1-2공구의 교량가설 공법인 Precast Segment공법을 소개하고자 한다.

공사개요

- 위치 : 용산구 동빙고동(반포대교 북단)
~ 성동구 성수동(용비교)
- 공사개요 : B=34.8m(8차선) L=4,460m
- ① 제1공구(내부): B=17.4m(4차선) L=4,300m
 - 교량구간 : B=17.4m ~ 27.9m L= 3,670m
 - Precast Segment Br. B=17.4m L=3,200m
 - Full Staging Br. B=17.4~27.9m L=470m
 - 토공구간 : B=17.4m L=630m
- ② 제1-2공구(외부) : B=17.4m(4차선) L=3,650m
 - 교량구간 : B=17.4m L=4,628m
 - Precast Segment Br. : B=17.4m L=3,650m
 - Full Staging Br. : B=17.4~27.9m L=470m
 - R.C Rahamen Br. : B=17.4m L=508m
 - 토공구간 : B=27.9m L=12m
- 주요자재 : 제 1공구 - 레미콘 : 93,224m³
- 철근 : 12,175 Ton
- 아스콘 : 11,994 Ton

- P.C 강선 : 22,443 Ton
- 제 1-2공구 레미콘 - 119,049m³
- 철근 : 15,835 Ton
- 아스콘 : 17,073 Ton
- P.C 강선 : 2,263 Ton

1. Precast Segment 공법 소개

1) 개요

Precast Segment 공법이란 일정한 길이로 분할된 상부 부재(Segment)를 공장에서 제작하여 가설현장으로 운반, 가설장비를 이용 거치후 Post Tention에 의해 상부 구조를 완성시키는 공법이다. 이 공법은 현장타설 Segment 공법(I.L.M, M.S.S, F.C.M)에 비해 공사비가 저렴하고 공기를 단축할 수 있으며 품질관리가 용이하다는 장점이 있어 현재 우리나라에서도 다수의 교량들이 이 공법으로 시공되고 있다.

2) Precast Segment 공법의 특징

- (1) 취급 편리한 치수 및 중량으로 Segment를 분할할 수 있으므로 시공이 용이하다.
- (2) Segment를 일정한 장소(Casting Yard)에서 제작하므로 콘크리트의 품질관리가 용이하고, 연속작업이므로 인력관리 및 전용에 유리하다.
- (3) Segment 제작을 하부공사와 병행하여 시공할 수 있으므로 현장타설방식에 비해 공기를 단축할수 있다.
- (4) 상부구조 가설시 콘크리트는 상당한 재력에

국내 시공중인 PSM 교량 현황

| 공사명 | 위치 | 제작방법 | 가설방식 | 가설장비 | P/T방식 | 비고 |
|------------------|----|--------------------------|-------|--------------|----------|-----|
| 강변 도시고속도로 1공구 | 서울 | Match Cast의 Short Line방식 | S.B.S | 크레인 | External | 완료 |
| 강변 도시고속도로 1-2공구 | " | " | " | " | " | 시공중 |
| 북부 도시고속도로 | " | " | F.C.M | 가설거더 | Internal | " |
| 정릉 천변도시고속도로 | " | " | " | " | " | " |
| 강변 도시고속도로 4공구 | " | " | S.B.S | Swivel Crane | External | " |
| 부산항 컨테이너 수송 고가차도 | 부산 | " | " | 크레인 | " | " |
| 서해대교 | 충남 | " | " | " | " | " |

* S.B.S = Span By Span F.C.M = Free Cantilever Method

공기별 가설 기간 비교

| 구분 | 공법 | P. S. M | F. S. M | M. S. S |
|----------|----|--------------------------|---------------------|----------------------------|
| | | Precast Segmental Method | Full Staging Method | Movable Scaffolding System |
| 저용가능 경간장 | | 40 ~ 60m | 20 ~ 60m | 20 ~ 50m |
| 시공속도 | | 1Span/2주 | 1Span/4주 | 1Span/4주 |

도달해 있으므로 가설후 발생하는 소성변형에 의한 Prestress의 감소량이 적어지므로 유리하다.

- (5) Segment 1개의 무게가 보통 50~70Ton이므로 운반, 가설을 위해 대형의 장비가 필요하다.
- (6) Segment 제작 및 야적을 위해 넓은 장소가 필요하다.
- (7) Segment 제작 및 가설시 정밀시공이 요구되므로 설계자와 시공자 뿐만 아니라 작업자에게도 높은 수준의 능력이 요구된다.
- (8) 제작장 건설에 많은 비용이 소요되므로 적정 규모 이상(L=20Km 이상)의 공사 적용시 경제적이다.
- (9) Span By Span 공법의 경우 곡선반경의 제한을 받는다. (R = 400m 이상)

3) Precast Segment 공법의 분류

(1) 접합부 구조에 따른 분류

- Wide Joint : Con'c Poured Wet Joint
Dry Mortal Packed Joint
- Match Cast Joint : Dry,
Epoxy Resine

(2) 제작방식에 따른 분류

• Lone Line

• Short Line

(3) 가설방식에 따른 분류

- 켄틸레버 방식(F.C.M)
- 경간 진행 방식(Span By Span)
- 전진 가설 방식(Progressive Placement Method)

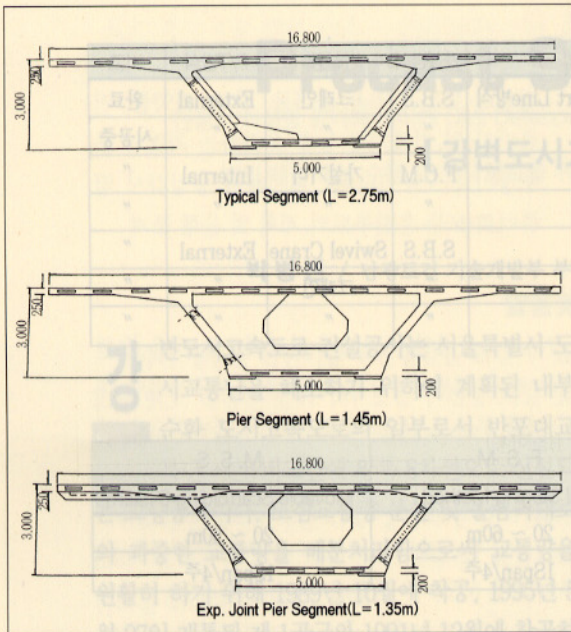
2. Precast Segment 공법(Span By Span)의 시공

시공순서

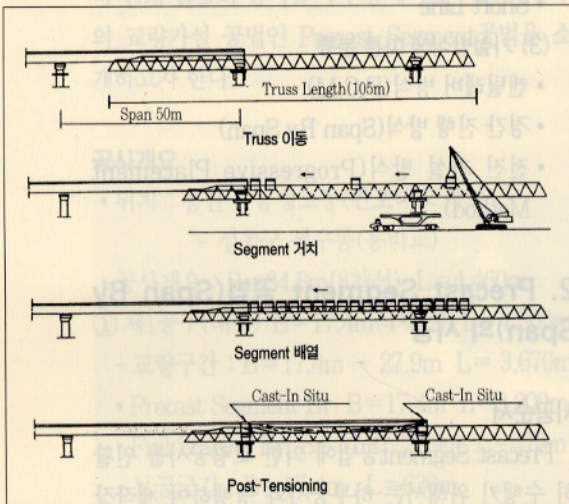
Precast Segment공법에 의한 교량공사를 원활히 수행기 위해서는 하부공사와 병행하여 제작장의 건설과 제작설비 및 가설장비 제작을 동시에 추진해야 하며, Segment 제작공정과 가설공정으로 나누어진다.

1) Segment 종류

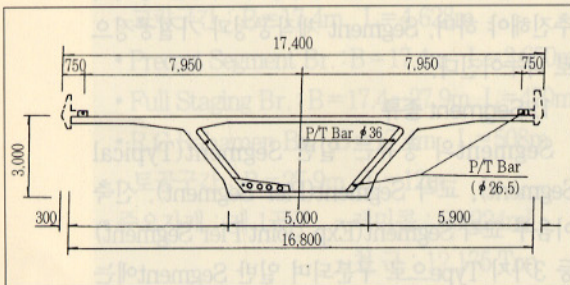
Segment의 종류는 일반 Segment(Typical Segment), 교각 Segment(Pier Segment), 신축이음부 교각 Segment(Exp. Joint Pier Segment) 등 3가지 Type으로 구분되며 일반 Segment에는 외부 Prestressing용 편향장치(Deviation Block)



(그림 1) Segment의 종류별 단면



(그림 2) 가설순서



(그림 3) Segment의 접합

가 있는 것과 없는 것으로 구분되며 각 Segment의 단면은 다음과 같다.

2) Segment의 조정

Truss 재하시험에서 확인한 바에 의하면 Truss는 최대 80mm의 Chamber를 가지고 있는데 Segment의 재하에 의해 최대 100mm정도의 처짐이 발생하게 된다. 따라서 Segment의 가설이 진행되는 동안에는 Truss의 처짐량이 변화하는 관계로 Segment 거치가 완료된 상태(처짐량의 변화가 멈춘상태)에서 Segment의 조정을 실시하여야 정확한 가설선형을 측정할 수 있다. 그러므로 Segment 거치 완료후 Segment의 종횡조정을 실시한다. 수직위치 조정은 Segment Bearing에 부착되어 있는 수직 Jack(50×2EA)을 이용하고 수평위치 조정은 수평 Jack(15Ton)을 이용한다. 작업순서는 우선 수직조정 완료후 수평조정을 실시하고 또다시 수직조정 및 수평조정을 실시한다.

3) Segment의 접합

조정이 완료된 Segment에는 Epoxy(Sika제품)를 한면에 2mm정도 도포한 후 접합을 시작한다. 접합방법은 1차로 Hand Chain Block을 이용 결합시킨후 2차로 P/T Bat를 인장하여 두 Segment가 일체가 되도록 한다. 결합을 위한 압력은 Segment 단면적에 따라 결정하는데 평균 0.25N/mm², 최소 0.15N/mm² 이상으로 하는 바 전체면에 고르게 압력을 가할수 있도록 미리 선정된 위치에서 단면적비에 따른 압력으로 좌우측을 동시에 인장한다. 인장순서는 Box내부의 상단부, 하단부, Box외부의 순서로 인장한다.

결론

본 공법은 신속성, 경제성 등에서 많은 장점이 있는 반면에 철저한 품질관리, 치밀한 시공관리, 심단을 이용한 계속적인 유지관리가 요구되는 어려운 공법이다. 국내 처음으로 도입, 시공하는 과정에서 시행착오와 우여곡절을 겪기도 하였으나, 본 공사의 시공사례를 토대로 좀더 깊고 넓게 연구하여 보다 나은 공법의 개발과 개선이 이루어지길 기대한다. SS

공종 및 작업내용

* Seg. 가설표준공정 : 14일/Span

| 공 종 | 작 업 내 용 | 비 고 |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 교각지지대 설치 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Pier Bracket Hole의 Level 바닥정리(시멘트 모르터 이용) 2. Pier Bracket 부재 설치 3. Pier Bracket과 Pin을 P/T Bar로 강결(인장력 55Ton) 4. Orientable Frane 설치 | 선행작업 |
| Truss 이동 및 조정 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 기 완료된 상부구조물에 Winch 설치(10Ton 2대) 2. Winch Wire를 Truss에 고정 3. Truss의 전진방향 조정(횡방향 Jack 이용) 4. Orientable Frane과 Truss 사이에 Chain Block 설치(제동장치용) 5. Truss 이동(Winch 이용) 6. Winch Wire 해체 7. Truss의 종단조정(400Ton Jack 이용) 8. Truss의 횡간격 조정(횡Jack 이용) 9. Truss와 Orientable강결(P/T Bar이용) | 1일차~2일차 |
| Segment가설 • Typical Seg. : 17ea • Pier Seg. : 2ea | <ol style="list-style-type: none"> 1. 적치장의 Seg. 운반(60Ton Trailer) 2. 230Ton Crane을 이용 Truss 위에 거치(Seg Bearing으로 Seg. 받침) 3. Winch를 이용 집합장소로 이동(Span당 19EA의 Seg. 가설) | 3일차~5일차 |
| Seg. 조정 및 집합 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 첫 Seg.의 중형조정(측량실시) 2. 기 설치완료된 구조물에 첫 Seg. 고정(사이에 Space 설치:현장타설 구간) 3. 두 번째 Seg. 조정 및 집합(Epoxy) 4. 17번째 Seg.까지 반복작업 실시 5. 18번째 Seg.(Pier Seg.) 조정 6. 19번째 Seg.(Pier Seg.) 조정 및 18번째 Seg.와 집합 7. 17번째 Sv.와 18번째 Sv. 사이에 Space 설치(현장타설 구간) 8. 인장작업대 설치 | 6일차~8일차 |
| H.D.P.E관 설치 및 강선 설치 | <ol style="list-style-type: none"> 1. H.D.P.E관 설치용 비계 설치 2. H.D.P.E관 설치 3. 강선삽입기를 이용 강선 삽입 | 10일차~12일차 |
| 현장타설구간 콘크리트 타설 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 거푸집 설치 2. Con`c 타설 3. Con`c 양생 | 9일차~10일차 |
| 교좌장치 설치 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 철근 조립 2. 거푸집 설치 3. Bearing 설치(측량실시) 4. 무수축물달 시공 및 양생 5. Dry Pack 시공(Seg.와 Bearing사이에 시공) | 8일차 |
| 종방향 1차 인장 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 인장작업대에 Jack(500Ton) 고정 2. Dead부 Anchor Plate 및 Wedge 설치 3. Live부 Anchor Plate 및 Wedge 설치 4. Cable No.1, No.3, No.4, No.7의 순으로 좌우측 동시에 강선인장(인장력 400Ton) ※ Cable 인장시마다 강선 파단여부 확인 | 13일차 |
| 집합용 P/T Bar 해체 | Seg. 집합시 설치했던 P/T Bar의 해체 | 13일차 |
| Truss 하강 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Truss와 Orientable을 강결했던 P/T Bar해체 2. 400Ton Jack을 조작 Truss 하강 | 13일차 |
| 종방향 2차 인장 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 1차 인장과 동일한 방법으로 Cable No.2, No.5 No.6의 순으로 좌우측 동시에 강선인장(인장력 400Ton) 2. 강선절단(절단후 강선 고정상태 확인) | 14일차 |
| 그라우팅 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Anchorage부에 시멘트 모르터로 마감작업 2. 그라우팅 실시(일주일 이내) | 별도 공정 |