

프리캐스트 스패ن 공법을 이용한 고속철도 연속교 가설 공법 개발

Development of construction method by Precast Span Method in Korea High Speed Railway Project

김 오 경
Kim, oh kyung

ABSTRACT

IN this paper, construction processes of the Precast Span Method are briefly described.

1. 서론

현재 초고속 교통 운송 수단으로 시행되고 있는 경부 고속철도건설 공사는, 주행특성에 따른 노선의 평면 및 종단 제한성 때문에 국내 실정상 교량의 점유율이 지대하며, 따라서 많은 구간이 장대 교량으로 건설되고 있다. 이러한 교량구간은 고속철도의 진동 및 소음 등을 고려하여 주로 콘크리트 계열의 구조가 적용되고 있으며 특히 구조물의 동적 거동에 구조적으로 유리한 P.C Box Girder 형식이 주요 상부 구조로 채택되어 설계 및 시행되었다.

이러한 장대 PC Box Girder 교량의 가설공법으로는 FSM, MSS, ILM 공법등이 있으나, 본 경부고속철도에서는 FSM 및 MSS 공법이 채택되었는데, 이는 설계 당시만 해도 본 공법들이 장대교량을 건설하는 데 있어 경제성 및 공사 기간 측면에서 최선의 것이라 판단되었기 때문이다. 그러나, 당초 설계인 MSS 공법은

- Cycle Time의 과다
 - 현장타설에 의한 품질변동 요인 상존
 - 고속철도 전 구간에 걸 친 동시다발적인 교량공사 수행에 따른 전문 숙련공 수급의 어려움으로 인한 품질 저하 예상 및 MSS 가설 장비 대량 공급의 문제점
 - 현장타설 공법으로 일기의 영향에 따른 공기 지연 예상
- 등이 발생되어 당초 설계인 MSS 공법으로는 공기 준수 및 최상의 교량 품질 확보가 매우 어려운 상황이였다.

이러한 문제점을 개선하기 위하여 경부고속철도 3공구에서는 상부공 설계를 변경하여 유럽에서 최근 시행되어 안정성이 입증된 PSM 공법으로 개선 제안을 하게되었고, 이에 성공적으로 수행할 수 있었다. 이 논문에서는 간략하게 PSM 공법을 소개하도록 하겠다.

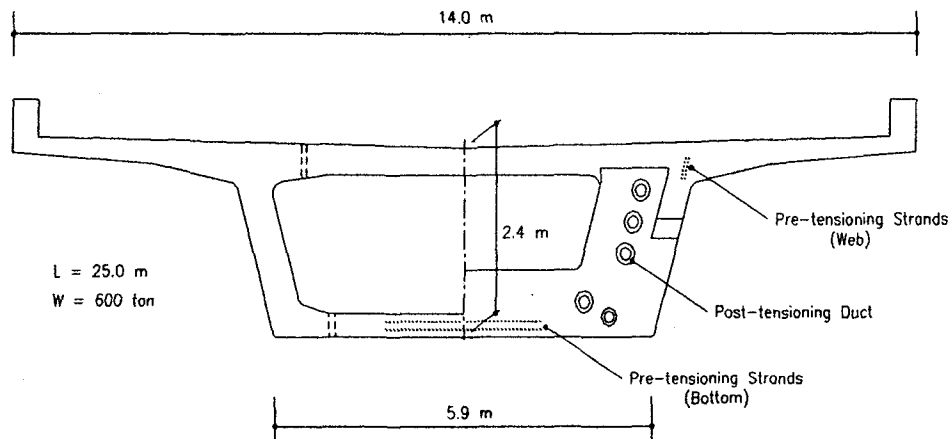
* (주)동부건설 PSM 소장

2. PSM 공법의 개요

PSM 공법은 미리 제작된 제작장에서 PC Box Girder를 제작하여 특수대차를 이용하여 이동장치로 싣고 가설장소로 이동하여 가설하는 공법이다. 경부고속철도 3공구에서는 고속철도 차량의 이동으로 인한 PC Box Girder의 동적 거동이 유리하도록 3경간 내지는 2경간을 하나의 Bridge로 연속화하기 위하여 Post tension을 이용하였다.

2.1 PC Box Girder

PSM 공법에서는 미리 제작된 제작장에서 한 경간의 Box Girder를 생산한다. 제작장내 작업이므로 기후의 영향을 거의 받지 않으며, 제작 설비들이 기계화되어 능률을 올릴수 있을 뿐만 아니라, 안전에도 훨씬 유리하다. PC Box Girder의 단면이 아래 <그림 1>에 나와 있다.

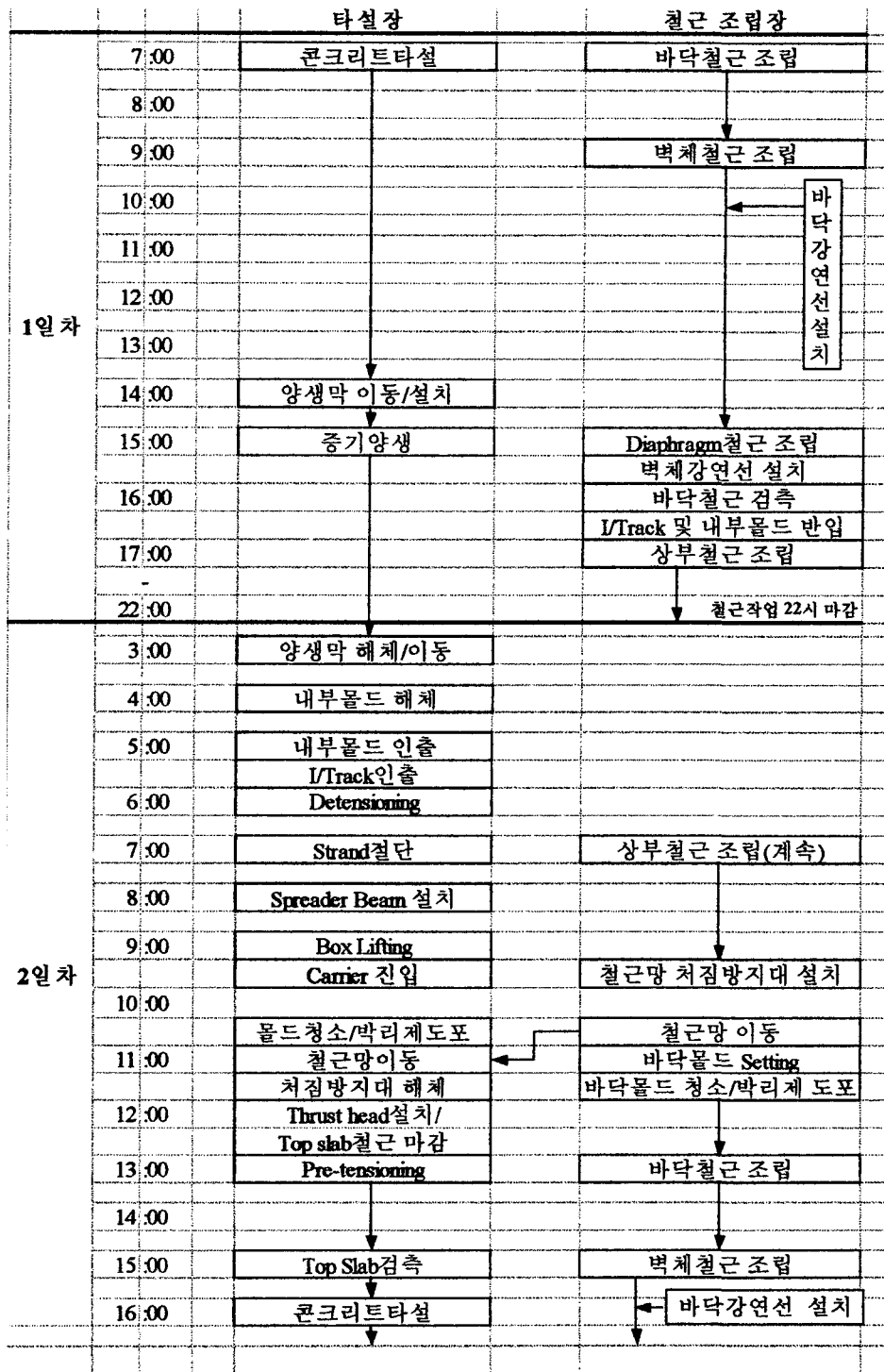


< 그림 1, PC Box Girder 단면 >

2.2 PC Box Girder 제작

철근가공 → 철근 조립 → Tendon 설치 → 내부거푸집 설치 → 양단 거푸집 설치 → 타설장으로 이동 → Pre-tension → 콘크리트 타설 → 양생 → Detension → 거푸집 해체 → Lifting → Box Girder 적재의 순서로 이루어진다. 철근 가공은 전문 철근 가공공장에서 가공하여 현장까지 운반하는 것을 원칙으로 하나 Web 철근과 Spiral 철근은 현장에서 직접 가공하였다.

다음 <그림 2, 1.5일 공정에서의 제작장의 작업 Flow Chart-1> 과 <그림 3, 1.5일 공정에서의 제작장의 작업 Flow Chart-2>에서 제작장에서의 작업 Flow를 나타내었다. Chart에서 보듯이 철근 조립장과 타설장에서의 작업간에 유기적인 조화를 이루어서, 각 작업장에서 작업의 연속성이 확보되어야 한다. <그림 4, 제작장에서의 작업 환경>에서 작업모습을 단계별로 나타내고 있다.

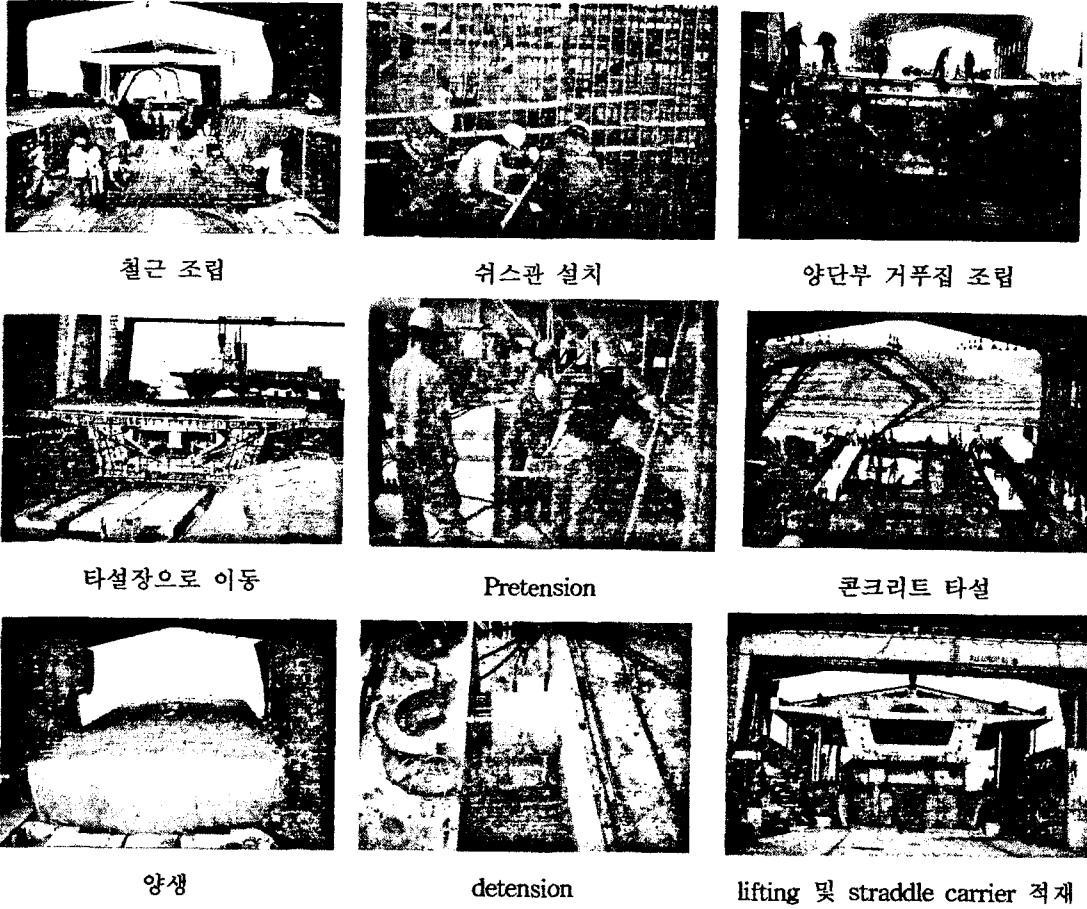


<그림 2, 1.5일 공정에서의 제작장의 작업 Flow Chart-1>

		타설장	철근 조립장
2일 차	17:00		
	18:00		
	19:00		
	20:00		
	21:00		Diaphragm 철근 조립 벽체강연선 설치
	22:00		바닥철근 검측 I/Track 및 내부몰드 반입
	23:00	양생막 이동/설치	
	24:00	증기양생	상부철근 조립준비(운반)
3일 차	7:00		상부철근 조립
	8:00		
	9:00		
	10:00		
	11:00		
	12:00	양생막 해체/이동	
	13:00	내부몰드 해체	
	14:00	내부몰드 인출 I/Track 인출	
	15:00	Detensioning	
	16:00	Strand 절단	
	17:00	Spreader Beam 설치	
	18:00	Box Lifting Carrier 진입	
	19:00		철근망 처짐방지대 설치
	20:00	몰드 청소/막리제도포 철근망 이동 처짐방지대 해체	철근망 이동 바닥몰드 Setting 바닥몰드 청소/막리제도포
	21:00	Thrust head 설치/ Top slab 철근 마감	바닥철근 조립준비(운반)
	22:00	Pre-tensioning	
23:00			
24:00	Top Slab 검측		

<그림 3, 1.5일 공정에서의 제작장의 작업 Flow Chart-2>

<그림 3, 1.5일 공정에서의 제작장의 작업 Flow Chart-2>



<그림 4, 제작장에서 작업 광경>

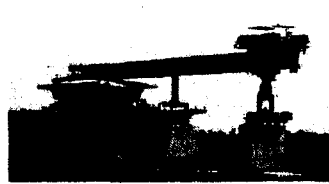
2.3 PC Box Girder 이동 및 가설

Straddle Carrier에 실린 PC Box Girder는 제작시 발생한 보수사항이나 Hold-down Device면 처리 등의 표면처리를 한 후 가설장소로 이동하게 된다. PC Box Girder 적재시 이동속도는 2km/h 이고, 공차시 속도는 3km/h이므로 가설 장소가 멀어지면 일정 제작 cycle을 맞추기 위해 가설장소로의 출발 시간을 이르게 할 필요가 있다.

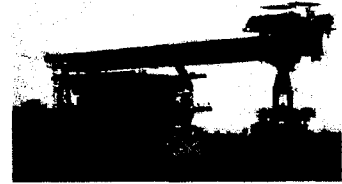
PC Box Girder 가설 작업은 Launching Gantry에 의해서 임시 콘크리트 Block Bearing 위에 가설한다. PC Box Girder 가설작업은 1) Launching Gantry 가설 준비 상태 완료 2) Straddle Carrier 진입 3) Middle Leg 인양 4) PC Box Girder 인양 5) Carrier 빠짐 6) PC Box Girder 안전높이로 하강 6) PC Box Girder 전진 7) PC Box Girder 가설위치에 도달 8) PC Box Girder 가설 완료 9) Launching Gantry 자체 추진력으로 Gantry 1경간 전진 10) Front Leg의 한 경간 전진 11) 가설 준비 상태 완료의 단계를 거친다. 가설이 완료되면, 영구 베어링위에 놓인 부분은 베어링부와 PC Box Girder의 일체화를 위해서 그라우팅을 한다. 그리고, 다음 PC Box Girder 가설을 위한 Launching Girder의 이동은 베어링 그라우팅의 강도가 소정강도에 도달 한 후에 진행한다.



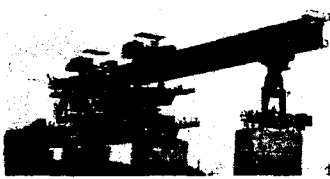
1단계



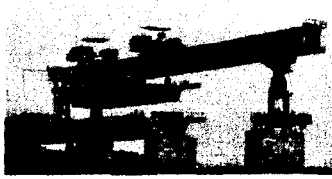
2단계



3단계



4단계



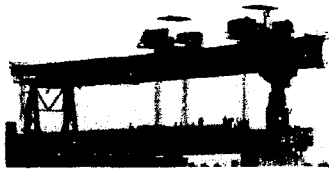
5단계



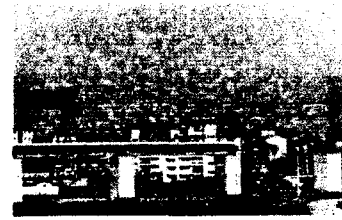
6단계



7단계



8단계



9단계



10단계

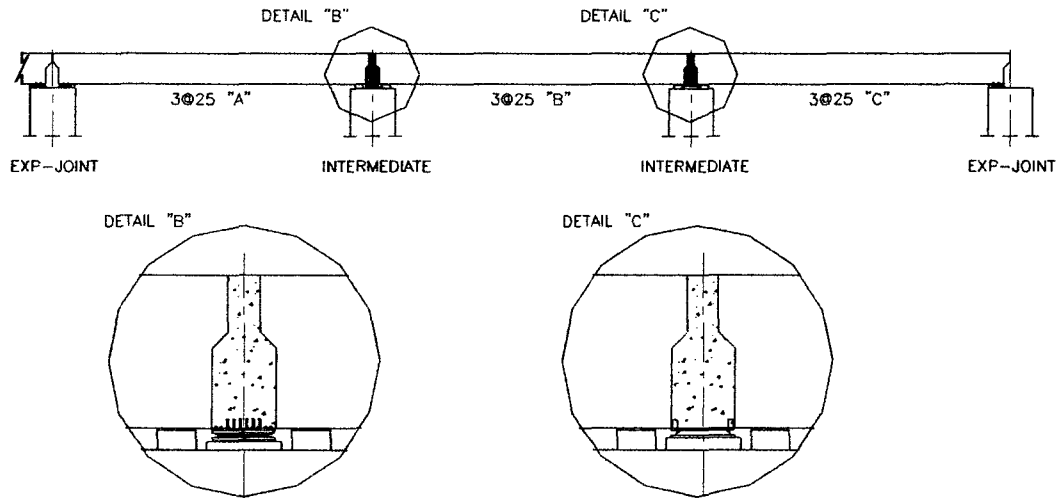


11단계

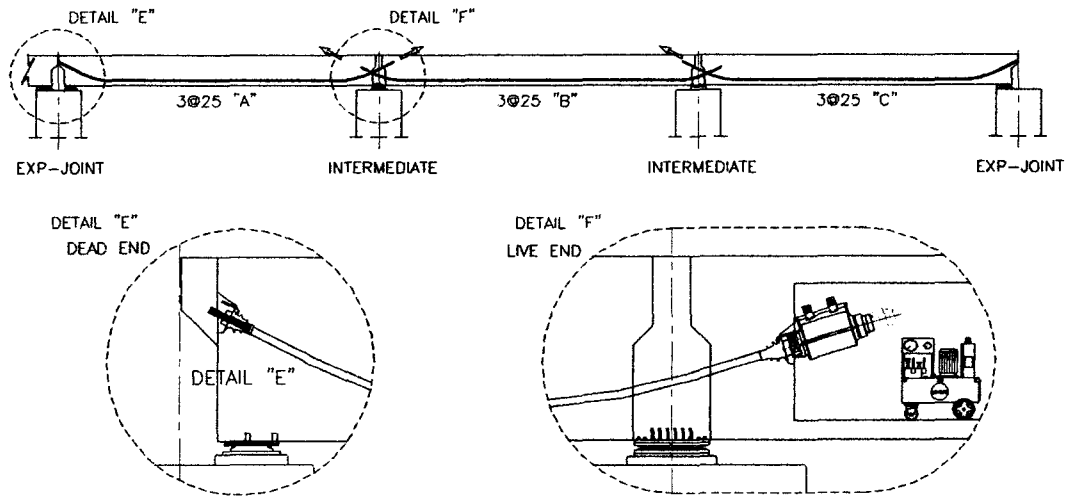
<그림 5, PC Box Girder 가설 단계별 전경>

2.4 PC Box Girder 연속화

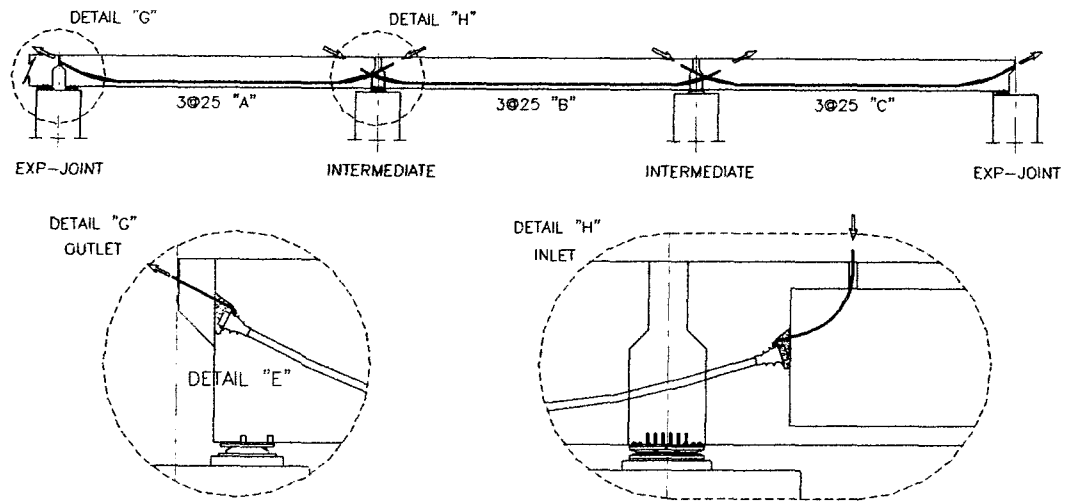
가설한후 PC Box Girder중 연속화할 부분을 현장타설로 일체화 시킨 후, Post Tension을 통해 연속 교로서 거동하게 된다. Post Tension후 Tendon Grouting을 한다. 연속화 콘크리트 타설은 현장 타설이기 때문에 시공이음이 발생함에 따라 건조수축 등의 영향으로 미세균열이 발생할 가능성이 존재하나 Post Tension에 의하여 매우 큰 압축력이 작용하므로 교축 직각 방향 균열은 문제가 되지 않는다.



<그림 6, 연속화 1단계, 타설>



<그림 7, 연속화 2단계, Post tension >



<그림 8, 연속화 3단계, Tendon Grouting>

3.결론

본 논문에서는 경부고속철도 3공구 현장에 적용된 PSM공법에 대해서 간략하게 논하였다. 공법자체가 한국에서는 처음 시도해 보는 공법이었고, 고속철도의 주행중의 교량의 거동이 유리하기 위해 시행한 연속화 공정은 세계에서 최초로 시도한 공정이었다. 때문에 철근망 이동방법, Pre-tension용 강연선 절단, lifting 도중 lifting cylinder 강하, 동절기 Post Tension 등 등 여러 가지의 시행착오를 겪어 오면서 경험을 익히게 되었고, 경부고속철도 3공구 현장의 상부 구조물도 성공적으로 완성하게 되었다.

PSM 공법은 지반조건이 유리할 경우 장대교량에서 다른 공법들에 비해 경제성 및 공기, 안전성 등에서 매우 유리한 공법으로 앞으로 철도교 및 도로교에서의 적용성이 많은 공법이라 할 수 있다. 또한 연속화 공정을 통해서 사용 차량의 승차감 및 주행능력을 한 단계 이상 발전시킨 바 있다. 이런 점들을 바탕으로 앞으로 국내에서 시행될 공사뿐 아니라 대만, 중국, 미국 등 고속철도를 건설하고자 하는 국가들에서 시행하는 공사에도 많이 활용 할 수 있을 것으로 생각된다.