

(V2)

Transportable tensioning system & Optimized Pretensioning Girder

프리텐션 거더교

TOP-GIRDER

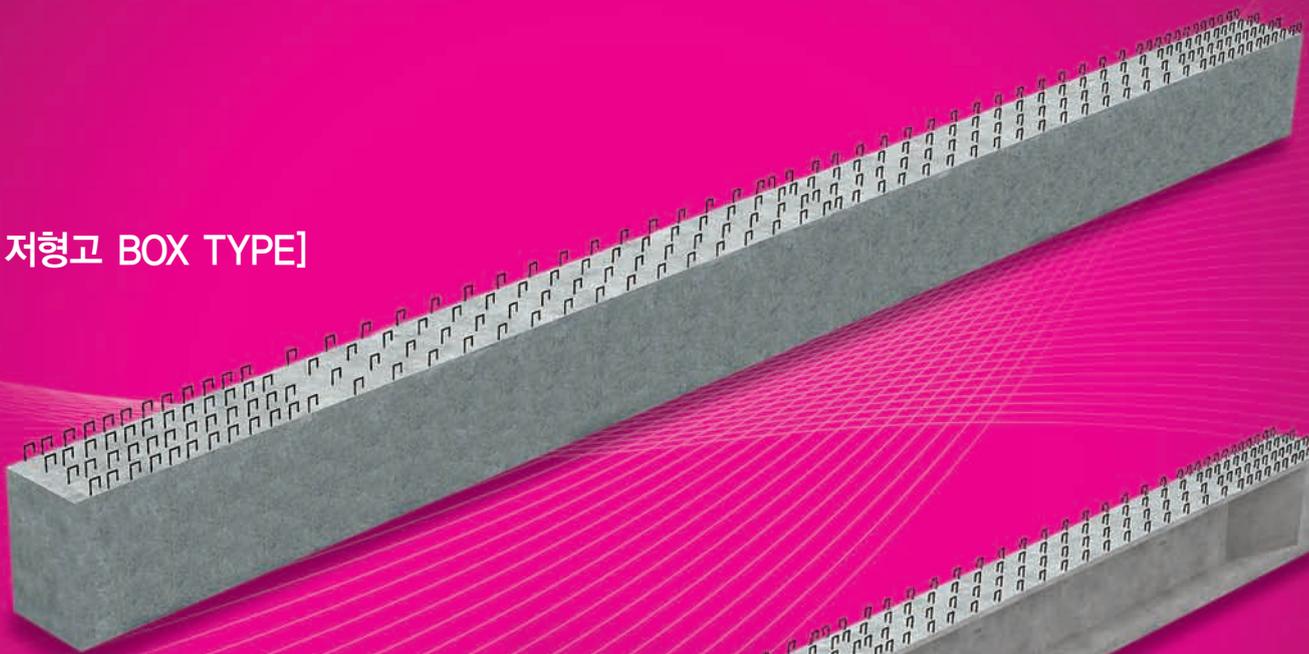
鴻基 (주) 홍지
21.08 (주) 홍지이앤씨

Transportable tensioning system & Op

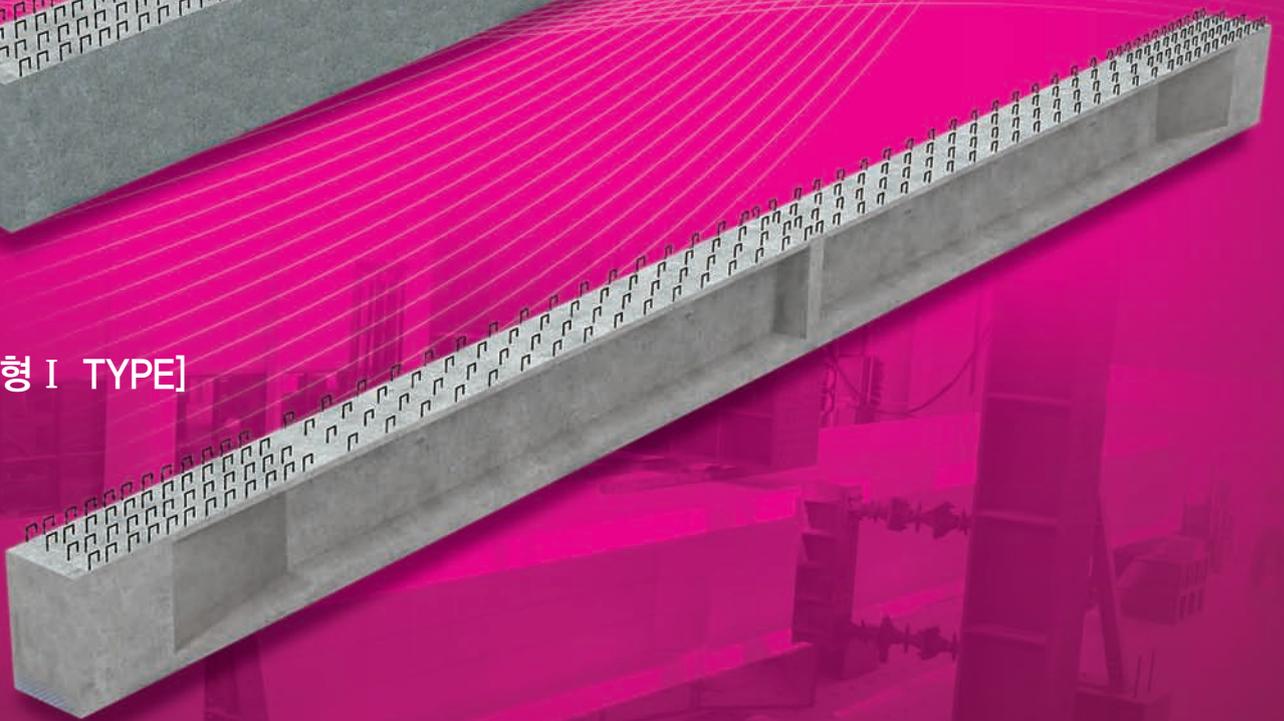
2012년 9월 “한국도로공사 신형식교량 설계심의 통과”

- 특허 제10-1080942호
- 특허 제10-1084700호
- 특허 제10-1248564호

[저형고 BOX TYPE]



[표준형 I TYPE]



Optimized Pretensioning Girder

I 공법의 개요

현장으로 운반 및 이동이 가능하도록 고안된 한쌍의 CFT(Concrete Filled steel Tube) 버팀대를 이용하여 제작되는 프리텐션방식의 PSC거더로서, 거더의 지간길이에 따라 도입 되어야하는 압축응력을 고려하여 단면 내에 PS강연선 비부착구간의 배치를 최적화하여 효율적으로 거더가 거동할 수 있도록 고안된 장경간용 프리텐션거더 교량공법

프리텐션 거더 제작 시스템



구조 안전성

- 상·하연의 플랜지 폭원 확대로 단면2차 모멘트 증가(저형고 가능)
- 콘크리트 단면 내 PS강연선의 최적화된 비부착구간 배치로 좌굴에 대한 위험성 감소 및 장경간화
- 고강도 콘크리트 (45~60Mpa) 사용
- 구조안전성 확보를 위한 I형과 박스형의 최적화된 단면선택 적용

경제성

- 정착구, 쉬스관, 정착부철근 및 그라우팅의 공사비 절감
- Long-Line공법의 대량생산으로 공사비 절감
- 이동식 프리텐션 제작장치의 반복활용으로 공사비 절감
- 재료비가 저렴한 PSC구조의 거더제작으로 공사비 절감

시공성

- Long-Line 프리텐션 방식 적용으로 현장 시공성 우수
- 철근과 쉬스관의 간섭문제 해결
- 철근 가공 및 조립의 단순작업
- 단부정착부 보강 철근 불필요

유지 관리성

- 비부착 PS강연선의 매설로 유지관리를 위한 추가간장력 도입 시스템 적용

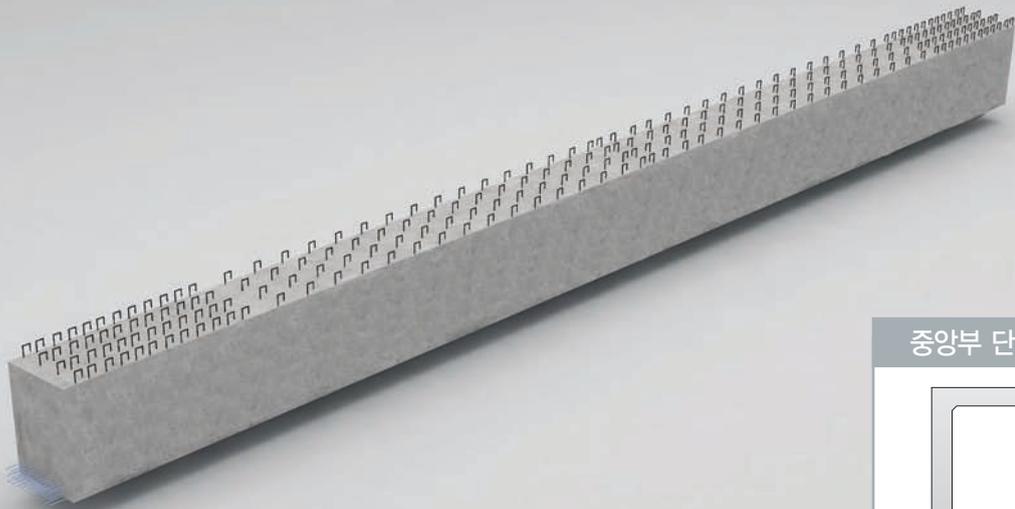
Transportable tensioning system & Op

최적단면

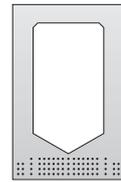
하부플랜지 단면 내에 배치되는 비부착 구간의 PS강연선을 그 비부착 길이가 가장 긴 강연선부터 거더의 측면 외측에 배치하여 좌굴에 대한 위험성을 감소시켜 장경간화가 가능하도록 유도한 최적단면

프리텐션(TOP)거더 형상

BOX-Type 단면

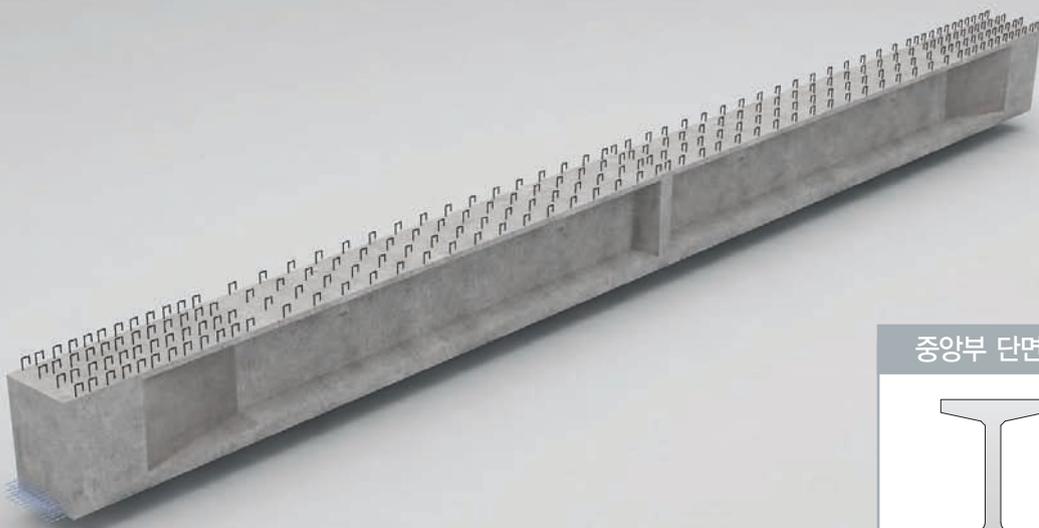


중앙부 단면도



적용지간 25~60m

I-Type 단면



중앙부 단면도



적용지간 25~50m

Optimized Pretensioning Girder



I 이동식 프리텐션 제작대

현장에서 프리텐션 거더의 제작이 가능하도록 CFT구조의 버팀대와 유압잭, 정착판을 현장으로 이동하여 제작할 수 있는 이동식 프리텐션 제작대

■ 이동식 프리텐션 제작대의 구성 및 원리

- 높은 긴장력에 대해 안정적으로 지지할 수 있는 시스템 (Global Buckling이 제어된 시스템)
- 적재, 운반 및 조립의 용이성을 고려한 시스템
- 반복사용이 가능(재료의 재활용)

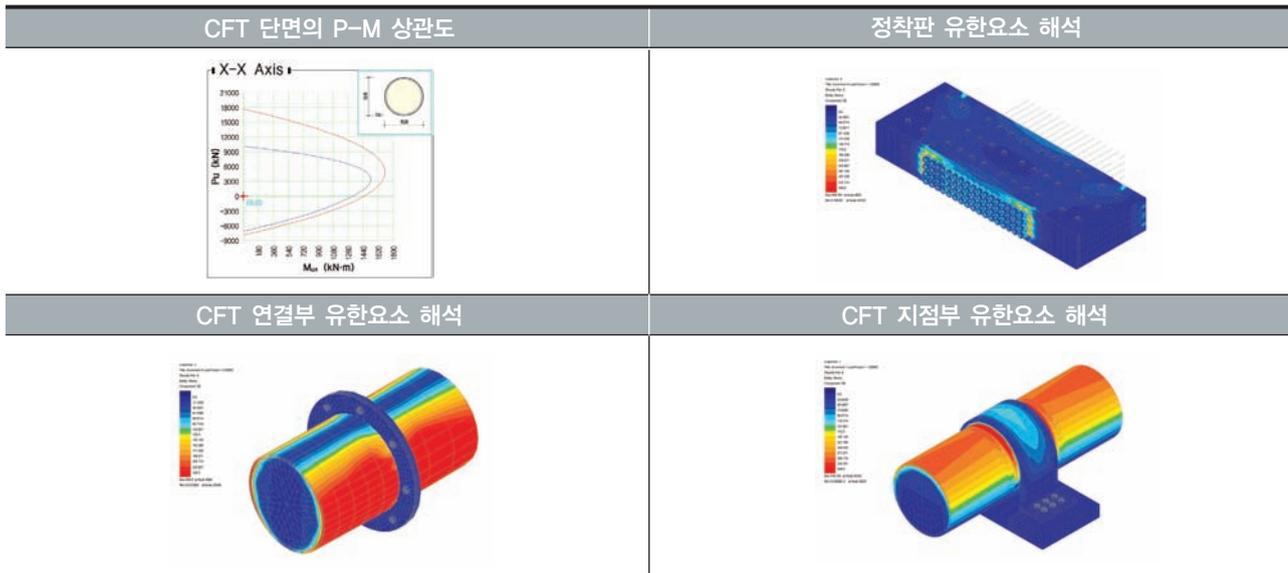
이동식 프리텐션 시스템



적용지간 25~60m

■ 이동식 프리텐션 제작시스템의 안전성 검토

- TOP 거더 제작을 위한 이동식 프리텐션 제작대에 대한 구조검토
- CFT 단면의 P-M상관도를 통한 안전성 확보
- 주요 부재의 3차원 유한요소 해석을 통한 단면검토 수행

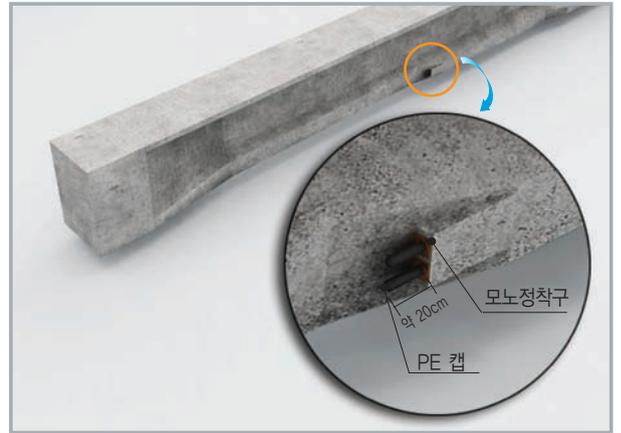


Transportable tensioning system & Op

유지관리 시스템

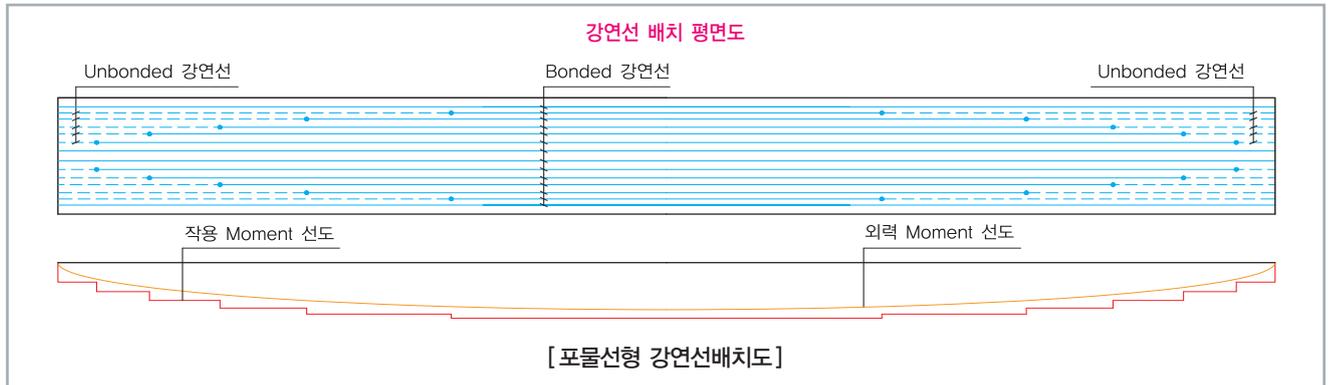
■ 재간장 시스템

- 유지관리를 위한 추가 긴장력 도입을 위한 비부착 PS강연선 설치
- 시간에 따라 비부착 PS강연선을 4~8개 플랜지 측면에 설치
- 돌출길이 약 20cm의 비부착 PS강연선을 PE캡으로 보존



강연선배치도

- 기존의 계단식 강연선 배치방식을 외력모멘트 선도에 맞게 곡선화 하여 최적의 강선 배치를 적용
- Unbonded 강연선의 길이를 중심에서 외부로 갈수록 크게하여 횡변위 발생 억제



재료의 절감

- 정착구, 쉬스관, 그라우팅 비용 감소 (포스트텐션 방식에 의한 거더 제작시 비용 비교)

단위 : 만원/본

구분	TOP 거더	표준형 PSC 거더			개량형 PSC 거더		
거더길이(m)	25~50m	25m	30m	35m	40m	45m	50m
정착구	-	94만원	126만원	157만원	165만원	230만원	322만원
쉬스관	-	18만원	30만원	45만원	76만원	98만원	126만원
그라우팅	-	43만원	62만원	87만원	100만원	130만원	169만원
계	0원	155만원	218만원	289만원	341만원	458만원	617만원

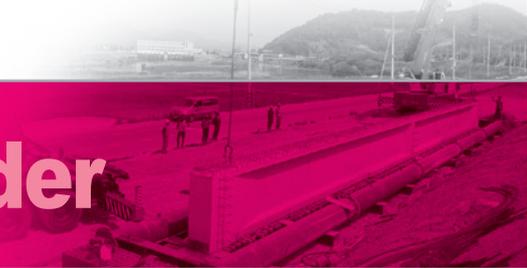
■ 단부보강철근

- 정착단부의 지압응력 감소로 단부보강철근 (Spiral Rebar)의 생략
- 프리텐션에서는 거더 단부 보강철근 최소화

단위 : ton/본

프리텐션 (TOP) 거더	포스트텐션 PSC 거더
단부보강 철근량 = 0.311 TON (약 21.7만원)	단부보강 철근량 = 1.017 TON (약 71.2만원)
철근량 감소량 : 0.706 TON (약 49만원 절감)	

Optimized Pretensioning Girder



프리텐션(TOP) 거더 vs. 일반 포스트텐션 거더 비교

지간(L) = 35m

구분	프리텐션(TOP) 거더	포스트텐션(PSC) 거더			
단 면 도					
공법개요	한쌍의 CFT(Concrete Filled steel Tube System) 구조 버팀대로 구성된 이동식 프리텐션 제작시스템을 이용하여 현장에서 Prestressing의 도입이 가능한 거더를 제작하며 지점별 최적의 단면을 적용하는 프리텐션 교량공법	콘크리트 단면내에 쉬스관을 관통하여 배치된 PS강연선을 긴장하여 압축력을 도입시킨 가장 일반적인 PSC거더를 제작하는 공법			
제 원	<ul style="list-style-type: none"> • 콘크리트 : $f_{ck} = 45 \sim 60\text{MPa}$ 이상 • 철 근 : SD40 • 강 연 선 : $f_{pu} = 1,860\text{MPa}$ (SWPC 7B 15.2mm) 	<ul style="list-style-type: none"> • 콘크리트 : $f_{ck} = 40\text{MPa}$ • 철 근 : SD30 • 강 연 선 : $f_{pu} = 1,860\text{MPa}$ (SWPC 7B 12.7mm) 			
적용지간	25~50m	25~35m			
장 · 단점	<ul style="list-style-type: none"> • 포스트텐션방식에 비해 역학적으로 우수한 프리텐션방식을 현장에서 도입함으로 인해 구조적으로 우수한 부재 생산 • Pretension Long-Line 방식으로 시공성 및 경제성 우수 • 최적단면 적용으로 PS강연선 감소 • 이동식 프리텐션 제작 시스템의 적용으로 공사비 절감 	<ul style="list-style-type: none"> • 포스트텐션 방식의 PSC 공법 • 제작 및 시공 용이 (일반적 공법) • 형고가 높고 거더 길이가 제한적 • 강선에 도입된 긴장력의 손실이 상대적으로 큼 • 지점부에서 보강철근의 배근도가 복잡하고, 그리우팅작업 등의 2차작업이 소요 			
수량비교	콘크리트	29.659m ³	콘크리트	33.285m ³	
	강재거푸집	154.163m ²	강재거푸집	203.076m ²	
	PS강연선	2.056tonf	PS강연선	1.751tonf	
	철 근	3.782tonf	철 근	6.719tonf	
	정착장치	-	정착장치	12가닥용	10set
	인장작업(15.2mm)	39ea	인장작업(12.7mm×60ea)	5set	

Transportable tensioning system & Op

제작공정 사진

1. 이동식 프리텐션 제작대 설치



2. 철근 가공 조립



3. 강연선 배치



4. 강재거푸집 조립



5. 긴장력 도입



6. 콘크리트 타설



7. 증기양생



8. 강재거푸집 해체



9. 릴리즈 및 강선 절단



10. 거더 거치



11. 바닥판 및 난간 타설

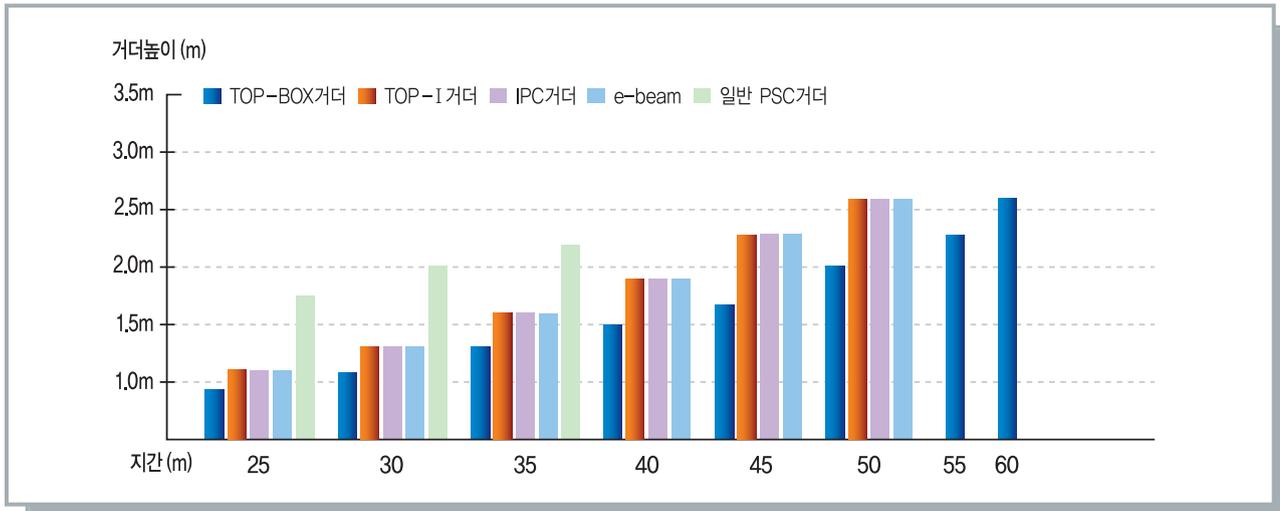


12. 교량 완성



Optimized Pretensioning Girder

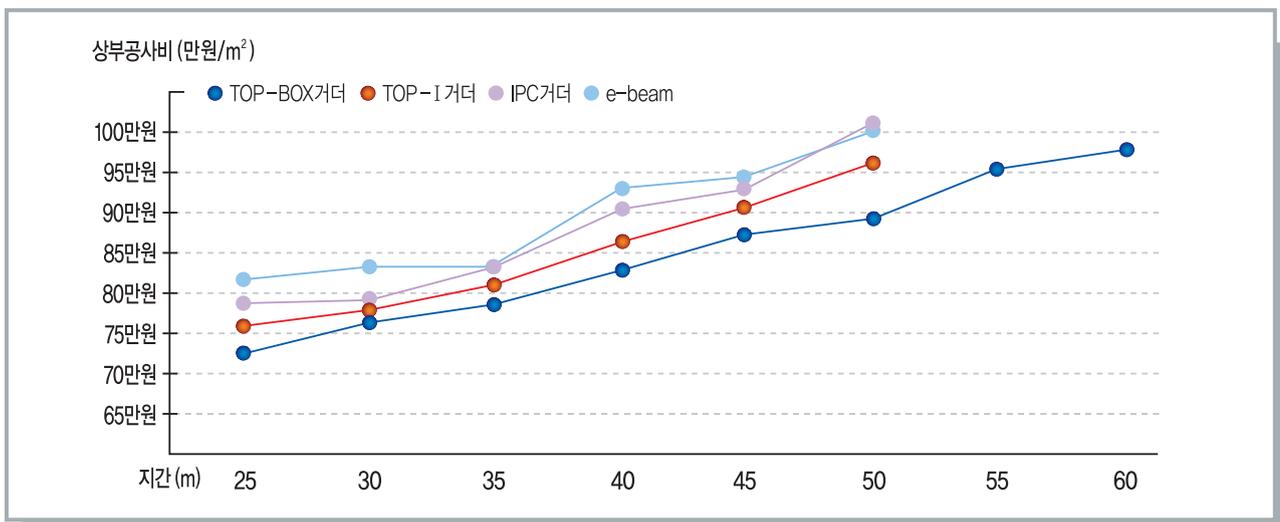
거더높이



(바닥판 제외)

구 분		25m	30m	35m	40m	45m	50m	55m	60m
거더높이 (m)	BOX-TYPE	0.9m	1.1m	1.3m	1.5m	1.7m	2.0m	2.3m	2.6m
	I-TYPE	1.1m	1.3m	1.6m	1.9m	2.3m	2.6m	-	-

공사비



구 분		25m	30m	35m	40m	45m	50m	55m	60m
상부공사비 (원/m ²)	BOX-TYPE	733,000	751,000	789,000	848,000	871,000	899,000	954,000	998,000
	I-TYPE	760,000	773,000	815,000	864,000	907,000	961,000	-	-

*B= 20.9m 기준 *바닥판 (26만원/m²) *간접비 45% 적용

교량공법 비교

구분	TOP거더 공법	IPC 공법	e-beam 공법				
횡단 면도							
공법 개요	현장으로 운반 및 이동이 가능하도록 고안된 한쌍의 CFT(Concrete Filled steel Tube) 버팀대를 이용하여 제작 되는 프리텐션방식의 PSC거더로서, 거더의 지간길이에 따라 도입 되어야하는 압축응력을 고려하여 단면 내에 PS강연선 비부착구간의 배치를 최적화하여 효율적으로 거더가 거동할 수 있도록 고안된 장경간용 프리텐션거더 교량공법	기존의 PSC거더 교량공법을 개선한 방법으로 단계별 하중을 고려하여 프리스트레스를 다단계로 도입하는 포스트 텐션 교량공법	기존 PSC거더의 단면강성을 향상시키고, 중립축을 상부로 이동시키기 위해 상부플랜지 내에 강재를 삽입하여 거더를 제작하는 교량공법				
공법 특징	<ul style="list-style-type: none"> · 이동식 프리텐션 제작시스템을 이용하여 현장에서 Prestressing의 도입 · 지간별 최적의 단면형상을 적용하여 거더효율 극대화 · 하부플랜지 측면 강연선의 재사용으로 공사비 감소 	<ul style="list-style-type: none"> · 시공단계의 하중증가를 고려하여 단계적으로 긴장력을 수차례 도입할 수 있도록 설계 	<ul style="list-style-type: none"> · 시공단계의 하중증가를 고려하여 단계적으로 긴장력을 수차례 도입할 수 있도록 설계 · 연속부 및 빔 상부에 강재를 합성시켜 저형고 가능 				
적용 지간	<table border="1"> <tr> <td>BOX-TYPE</td> <td>25~60m</td> </tr> <tr> <td>I-TYPE</td> <td>25~50m</td> </tr> </table>	BOX-TYPE	25~60m	I-TYPE	25~50m	25~50m	25~50m
BOX-TYPE	25~60m						
I-TYPE	25~50m						
형고비	1/19~1/27	1/19	1/21~1/23				
장·단점	<ul style="list-style-type: none"> · 콘크리트 단면내 PS강선의 대칭배치로 좌굴에 대한 위험성 감소 · 고강도콘크리트($f_{ck} = 45 \sim 60\text{MPa}$) 사용으로 공기단축 · Long-Line 방식 적용으로 시공성 우수 · 철근과 쉬스관의 간섭문제 해결 · 비부착 PS강선의 설치로 유지관리를 위한 추가긴장력 도입시스템 적용 · 정착구, 쉬스관, 그라우팅의 공사비 절감 · Long-Line 공법의 대량생산으로 공사비 절감 · 유지관리비용 매우 저렴 	<ul style="list-style-type: none"> · 공사비 보통 · 유지관리용 케이블 확보 · 거더 높이가 높음 · 2차 긴장이 어렵고 효율이 낮음 	<ul style="list-style-type: none"> · 강재합성으로 공사비 상승 · 가설중량이 가벼움 · 초기 단면강성 우수 · 유지관리용 케이블 확보 · 2차 긴장이 어렵고 효율이 낮음 				

Optimized Pretensioning Girder



TOP GIRDER 시공실적



TOP GIRDER 적용현황

구분	현 장 명	교량명	제 원	발주처
1	화포천(화포지구) 수해 상습지 개선사업	금곡교	2@30 = 60.0m	김해시
2	새만금 방수제 만경 3공구 건설공사	옥구교	2@40 = 80.0m	한국농어촌공사
4	풍천면 구호리 구호1교 가설공사	구호1교	33.7m	안동시
5	함양~울산고속도로 건설공사(15공구)	신구교	11@40 = 440m	한국도로공사
6	함양~울산고속도로 건설공사(18공구)	무안천교	12@45 = 540m	한국도로공사
7	당진~천안고속도로 건설공사(5공구)	구룡4교	2@35 + 5@40 = 270m	한국도로공사
8	당진~천안고속도로 건설공사(5공구)	램프H교	5@40 + 2@50 = 300m	한국도로공사
9	당진~천안고속도로 건설공사(3공구)	배방대교	10@40 = 400m	한국도로공사
10	부론일반산업단지 진입도로 개설사업	둔변교	47.209 + 47.24 = 94.613m	원주시
11	화곡교 개체공사 보완 실시설계 용역	화곡교	2@44 = 88m	경북종합건설사업소
12	진부역 진입도로 공사(유천~용산)	유천4교	3@40 = 120m	강원도
13	시흥배곧신도시 특수구조물(지구외) 설치공사 기본 및 실시설계용역	차도교 2	5@35 = 175m	시흥시

*2014년 12월 기준

鴻基 (주) 홍지
(주) 홍지이앤씨

본 사 경기도 성남시 분당구 수내로46번길 11(수내동 7-1)
대덕글로벌빌딩 409호
TEL.(031) 698-4100 FAX.(031)8016-4110
www.hongg.co.kr