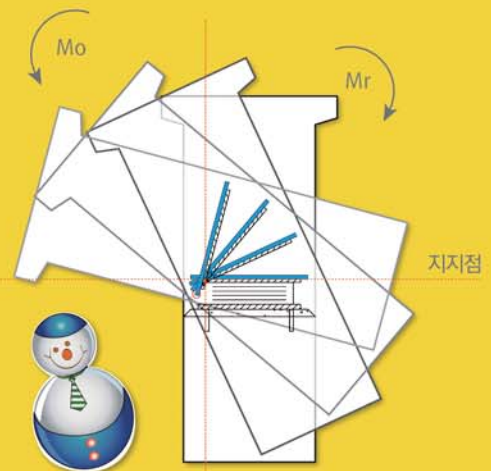




www.n-sb.co.kr
QR코드를 클릭해 보세요.

MPC(오투기거더) Girder

모노텐던 PSC Mono-Tendon Prestressed Concrete Girder



nSB 혜동브릿지(주)
(주)흥원건설

대표인사

안녕하십니까?

항상 새로운 기술개발로 국내건설문화의 선진화에 앞장서도록 노력하겠습니다.

도전과 창조적 정신을 바탕으로 새로운 한국교량 건설문화의 초석이 되겠다는 일념으로
교량 건설 분야의 선도적 역할을 하기 위하여 혼신의 노력을 기울여 왔습니다.

그 결과 교량공사 과정 중 거더의 전도사고로 인한 인적, 물적 피해를 줄이고자 어떠한 열악한
조건에도 전도되지 않는 MPC 거더(별칭 : 오투기거더)를 연구 개발하여 수많은 검토 후 드디어
상용화하게 되었습니다.

안전을 최우선 가치로 여기며 이후로도 건설자원 없는 대한민국의 경쟁력은 기술개발과
기술수출에 있음을 깨달아 끊임없이 노력하는 성실한 기업이 되도록 노력하겠습니다.

항상 여러분의 가정과 회사에 무궁한 발전이 있으시길 기원합니다.

헤동브릿지 주식회사
대표이사 원용석 배상





- 2007** 07.10 혜동브릿지(주) 법인 설립
- 2008** 06.19 벤처기업 등록
- 2009** 01.09 SBarch합성거더 실물공개시험 실시(RIST)
01.12 SBarch합성거더 특허 등록(제10-0879305호)
- 2010** 02.01 중소기업청 기술혁신개발과제 수행 및 '성공' 판정
12.29 한국건설교통기술평가원 R&D 정책인프라사업 연구과제 선정 수행
- 2011** 11.07 철도신기술 등록(2011-0028호)-한국철도시설공단
- 2012** 01. 26 SBarch 합성형 라멘교 개발
03. 09 건설신기술 등록(제646호) - 국토해양부
- 2013** 10. 01 SBarch합성거더 미국 특허 등록(US 8,544,129 B2)
10. 29 전도방지용 교량거더 특허 등록(특허 제10-1325154호)

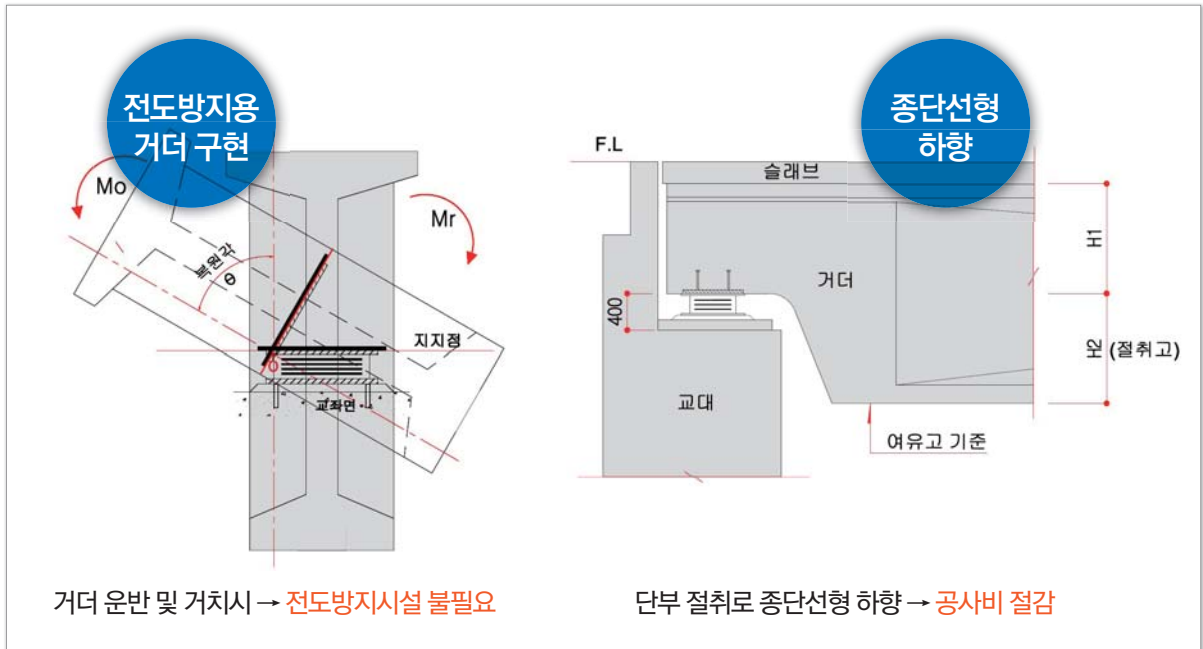
MPC 거더 연구개발 (국토교통과학기술진흥원)

과제명 : 2160MPa 이상 고강도 강연선 활용 모노텐던과 단일 정착시스템을 갖는 PSC거더 개발

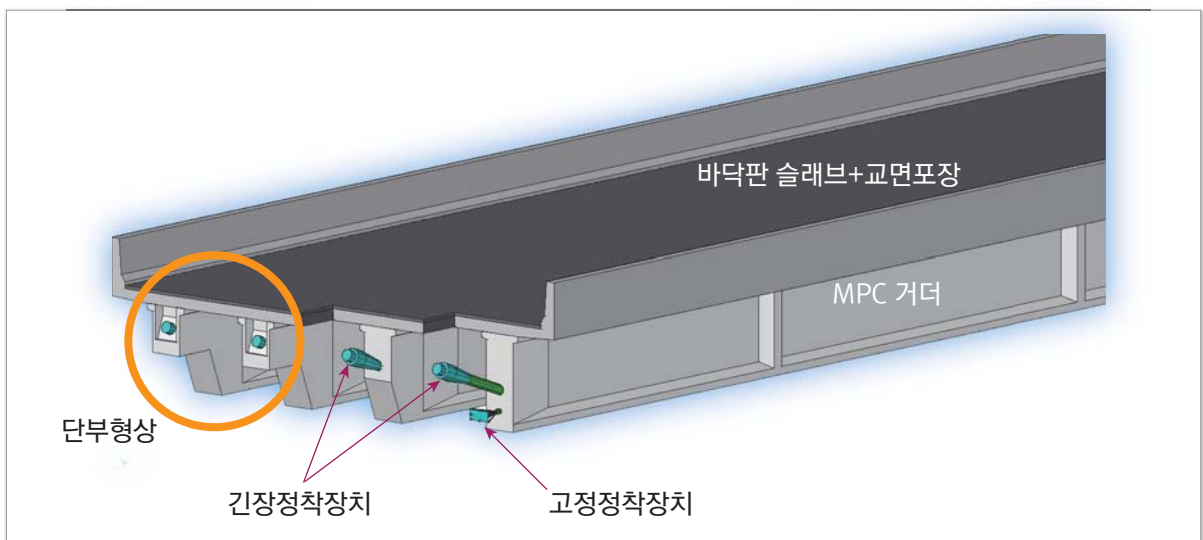
구분	기간
1차년도	2011. 9. 29 ~ 2012. 5. 28
2차년도	2012. 5. 29 ~ 2013. 5. 28
3차년도	2013. 5. 29 ~ 2014. 9. 28
모노텐던 시험체 실물시험	2012. 12 ~ 2013. 01 (정/동적성능평가, RIST)
철도교 시험체 실물시험	2014. 07 ~ 2014. 09 (정/동적성능평가, 한국철도기술연구원)




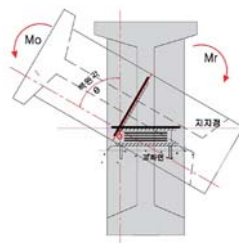
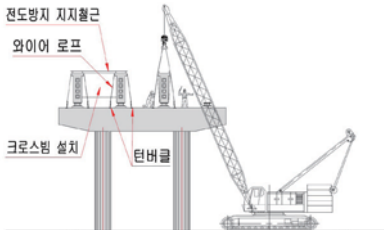

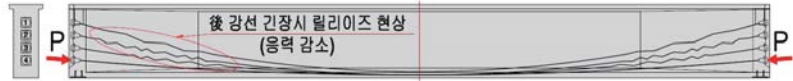
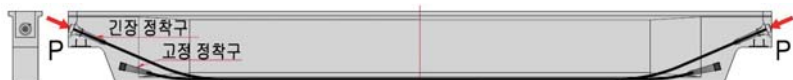
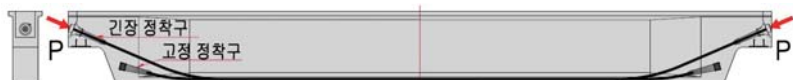
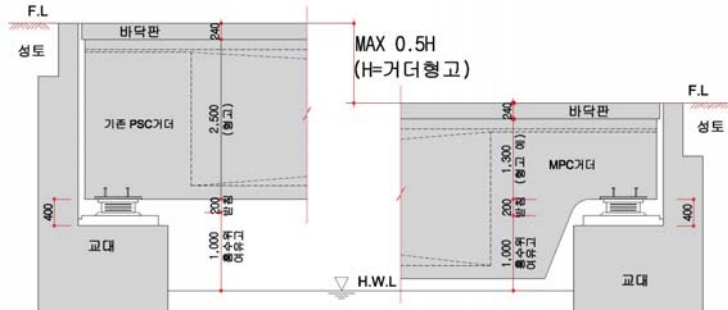


모노텐던 PSC거더(오뚜기거더) 란?



안전한 시공	무게중심 하향으로 전도방지
내구성 확보	강연선에 균등긴장력 도입으로 품질양호
미관 향상	종단 선형 하향 및 저형고 구현
경제성 확보	전도방지시설 불필요



기존 PSC 거더와의 차별성

구 분	기존 PSC 거더	MPC 거더	비 고
시공 안전성 (거더 전도로 인한 낙고 발생 방지)			무게중심 하향으로 전도방지시설 불필요 및 전도 미 발생 ↓ 시공 안전성 확보
	전도방지시설 장치 이완으로 낙고 발생	무게중심 하향으로 전도 미발생	
설치기간 단축 (전도방지시설 설치에 따른 공사기간 소요)			전도방지시설 미설치 ↓ 거더 설치 시간 단축
	전도방지시설 필요, 크레인 고정	전도방지시설 불필요, 장비가동을 개선	
구조적 안전성 (PS강연선에 균등 인장력 도입)	기 존 		모노텐던 강연선 멀티 긴장, 균등 인장력 도입 ↓ 구조적 안전
	개 선 		
여유공간 확보 (하천횡단시 단부 절취로 종단 선형 하향)			단부거더 절취로 종단 선형 하향, 성토량 절감 및 편입용지 축소 ↓ 여유공간 확보
경제성/신뢰성 확보 (쉬스관 및 그라우팅 주입 공정 배제)			쉬스관/그라우팅 배제 강연선 시공 품질 확보 ↓ 경제성/신뢰성 확보
	철근조립 후 거더내부 철근에 매달아 쉬스관 설치 및 그라우팅 주입	철근조립시 강연선을 하면 거푸집에 놓은 상태로 제작하여 공정이 단순 용이함	

※ 도로교표준시방서를 기준으로 설계 신장량과 실제 긴장작업에 의해 측정된 구간별 신장량을 비교했을 때 유사한 양상을 보임으로써 철저한 긴장작업 관리를 통해서 균등한 강선긴장력을 도입할 수 있는 품질 신뢰성을 확인

전도방지 효과

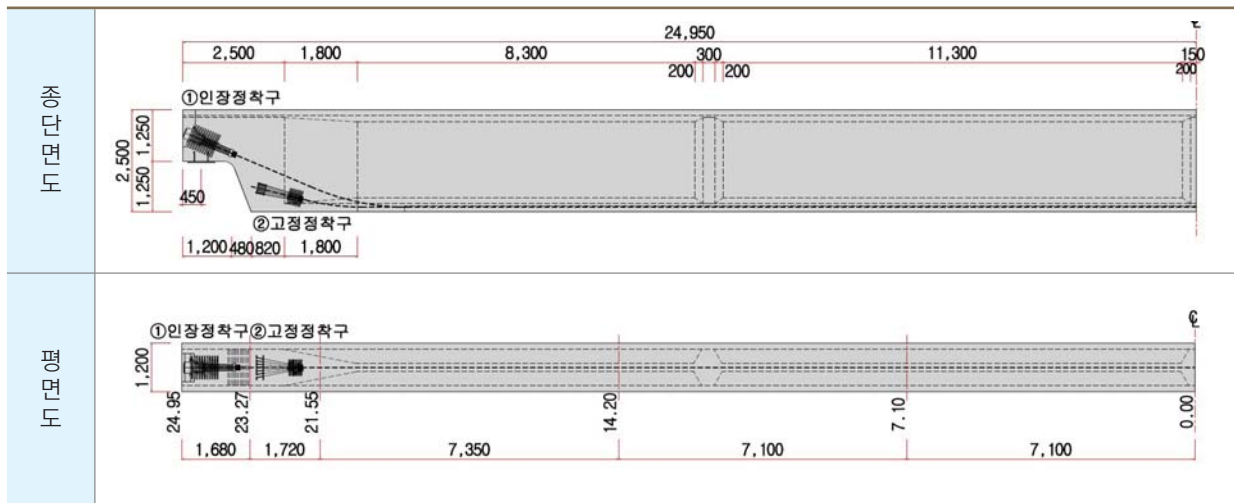
연장 (m)	H (m)	h (m)	복원각 (θ)	Mo (kN·m)	Mr (kN·m)	안전율
30	1.40	0.50	53°	8.16	8.22	1.025
35	1.60	0.60	51°	9.74	9.86	1.008
40	1.90	0.80	59°	14.99	15.31	1.015
45	2.20	1.00	58°	20.88	21.09	1.008
50	2.50	1.20	65°	28.13	28.43	1.058

※ 복원각: 전도방지 한계각으로 범위 내에서 전도 미발생(복원)

편심량 비교

구 분	기존 PSC 거더	MPC 거더	비 고
강연선 배치			
편심량 단면 (A-A)	<p> $P_e = 9006.43 \text{ kN}$ $A = 0.909 \text{ m}^2$ $I = 0.658 \text{ m}^4$ $y_b = 1.325 \text{ m}$ </p>	<p> $P_e = 9006.43 \text{ kN}$ $A = 0.906 \text{ m}^2$ $I = 0.828 \text{ m}^4$ $y_b = 1.262 \text{ m}$ </p>	강연선 편심극대화
응력 검토	$f_{cb1} = \frac{P_e}{A} + \frac{P_e \cdot e_s}{I} \cdot y_b$ $= 28.5 \text{ MPa}$	$f_{cb2} = \frac{P_e}{A} + \frac{P_e \cdot e_s}{I} \cdot y_b$ $= 25.6 \text{ MPa}$	강선 편심 효과
강선 효율	$\frac{f_{cb1}}{f_{cb1}} = 1 \quad (100\%)$	$\frac{f_{cb1}}{f_{cb2}} = 1.11 \quad (111\%)$	강선 효율 약 11% 증가

모노텐던 배치(L=50m, 형고=2.5m)

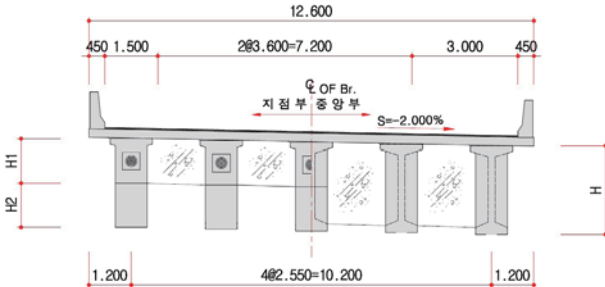


정착시스템 상세

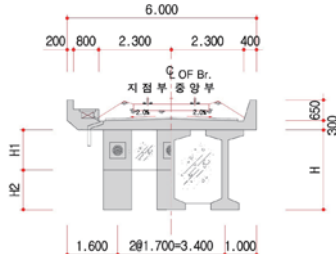
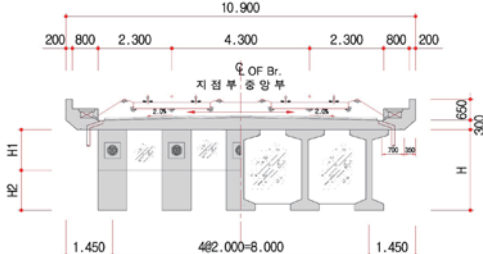
구분	입체도(KTA-K-Type, 2160&2400MPa 전용)	평면
인장 정착구 상세		

구분	입체도(KTA-DA-Type)	평면
고정 정착구 상세		

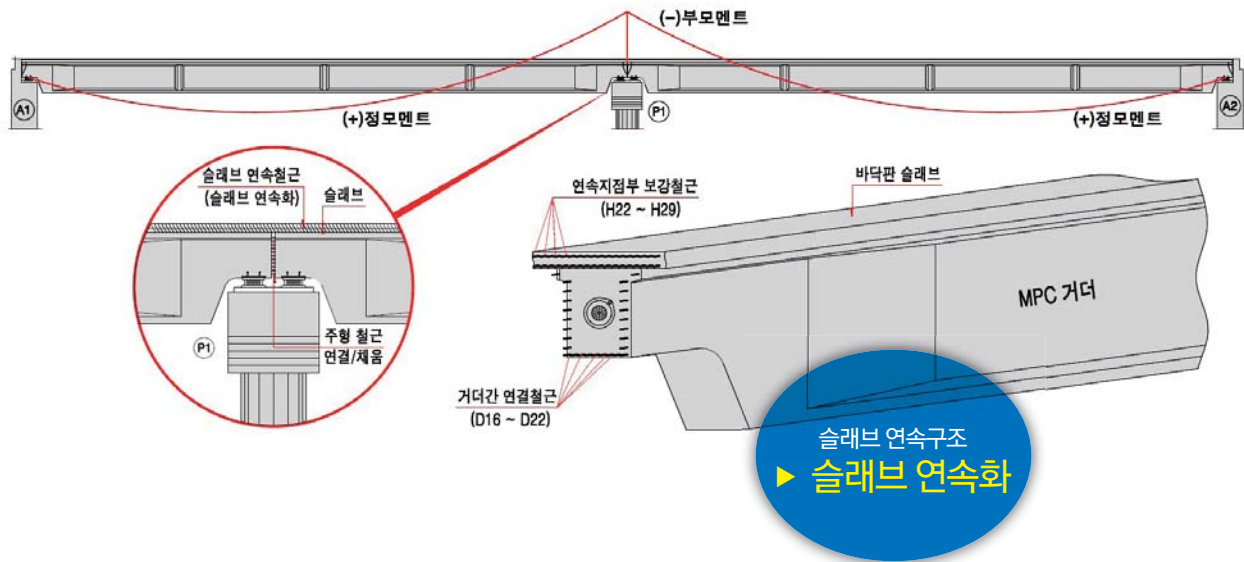
도로교 1등급(DB-24) 경간장별 형고

표준 횡단면도			
			
경간장(m)	형고(m)	형고비	비고
30.0	1.4	1/21	- 콘크리트강도 : 40MPa - PS강연선 강도 : 2400MPa
35.0	1.6	1/22	
40.0	1.9	1/21	
45.0	2.2	1/20	
50.0	2.5	1/20	

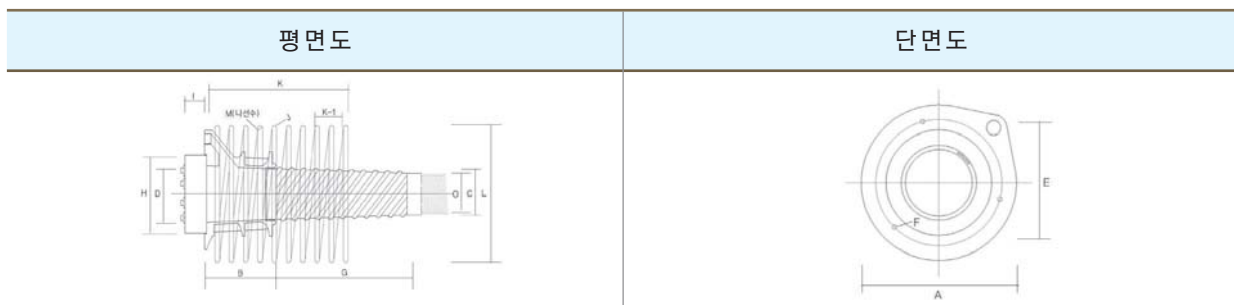
철도교 KRL 2012 경간장별 형고

표준 횡단면도					
단 선			복 선		
					
경간장(m)	단 선		복 선		비고
	형고(m)	형고비	형고(m)	형고비	
25.0	1.8	1/13.9	1.8	1/13.9	- 콘크리트강도 : 45MPa - PS강연선 강도 : 2400MPa
30.0	2.2	1/13.6	2.2	1/13.6	
35.0	2.6	1/13.4	2.6	1/13.4	

바닥판 철근강결에 의한 연속화



고강도 강연선(15.2mm) 적용 정착장치 제원

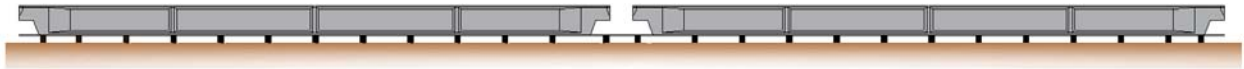


Model	Anchor Casting					Trumpet	Anchor Head	나선보강철근	
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
2400MPa	(Ø)	(mm)	(Ø)	(Ø)	(mm)	(mm)	(Ø)	(mm)	(Ø)
KTA-17H	310	248	142	159	260	512	219	500	373
KTA-22H	360	288	154	177	280	628	239	550	433
KTA-26H	400	320	172	197	310	628	269	600	502
KTA-30H	430	344	196	220	320	720	279	650	582

※ 2160MPa이상 고강도 강연선 활용 모노텐던과 단일 정착시스템을 갖는 PSC거더 개발연구(국토교통과학기술진흥원)

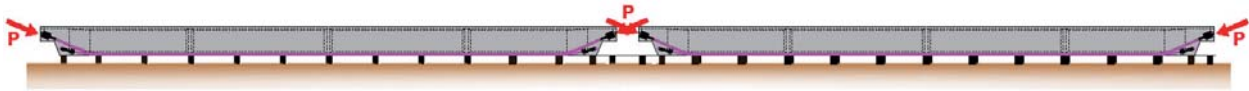
MPC 거더 시공순서도

1. MPC 거더 제작



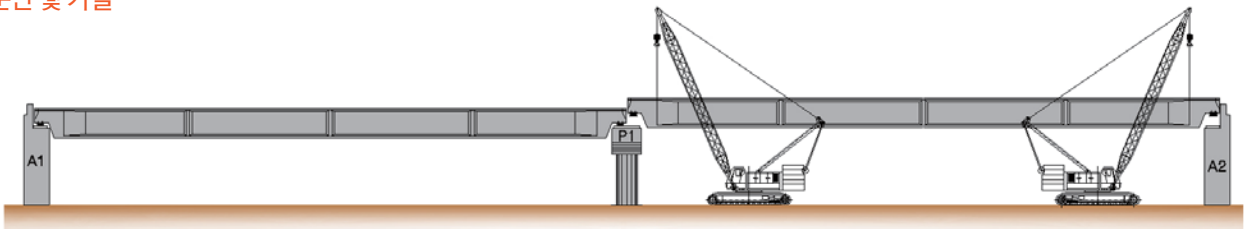
· 제작장 부지 조성 후 제작대 설치 → 철근 조립 및 PS강연선 설치 → 거푸집 설치 → 콘크리트 타설 → 거푸집 탈형

2. PS강연선 긴장



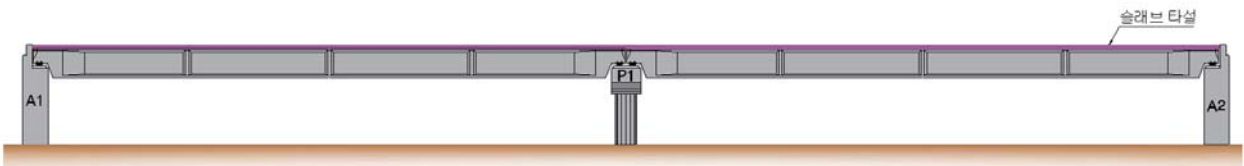
· 각 거더 멀티 인장재를 이용하여 PS강연선 1회 긴장

3. 운반 및 가설



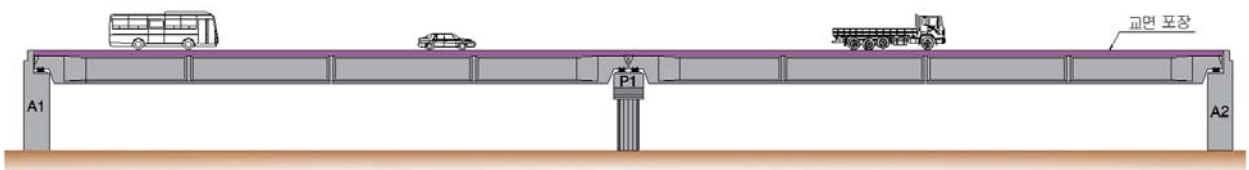
· 제작장에서 거치장소로 이동(전도방지시설 미설치) → 교대 및 교각에 거더거치(전도방지시설 미설치)

4. 슬래브 콘크리트 타설



· 거더간 철근 연결 → 콘크리트 채움 → 가로보 설치 → 슬래브 콘크리트 타설

5. 추가 고정하중 및 활하중 재하

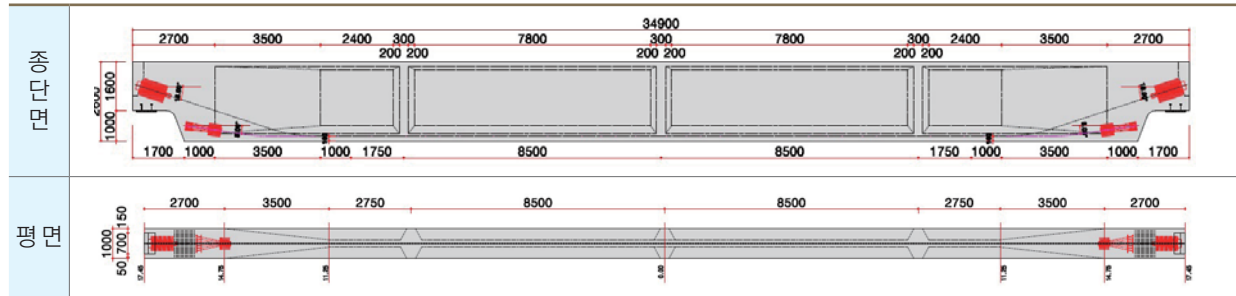


· 방호벽, 중분대 설치 및 교면 포장 → 차선 마킹 → 차량 통행

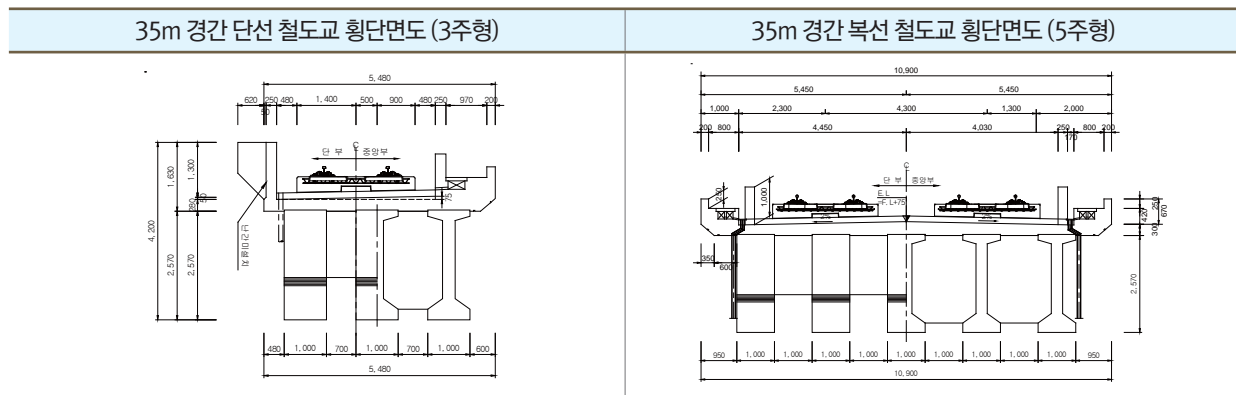
MPC거더 철도교 실물재하시험

(한국철도기술연구원, 2014. 9. 3)

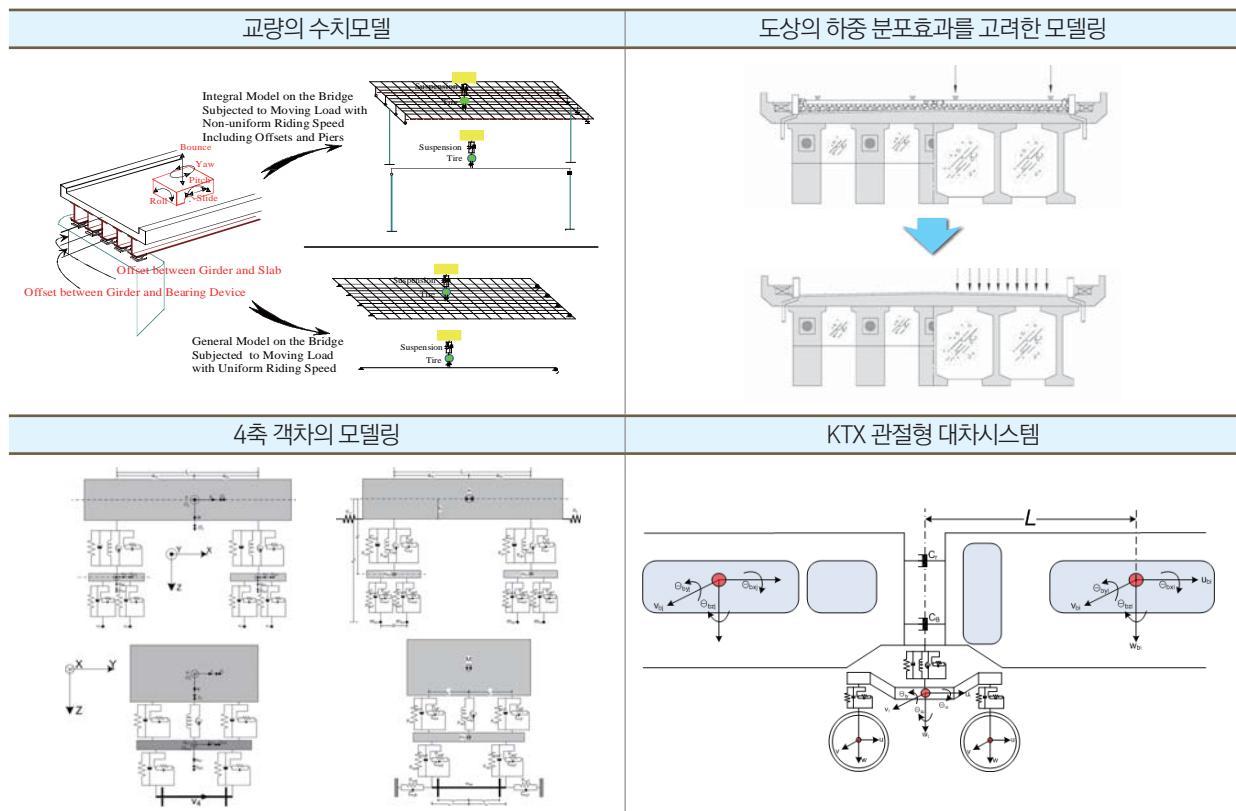
1. 실물 시험체 제원(L=35m, H=2.6m, fck=45MPa)



2. 철도교 단선, 복선 횡단면도



3. MPC거더 철도교 동적성능평가를 위한 동해석모델



MPC철도교 실물 시험체 제작



1. 철근 조립



2. 정착장치 설치



3. 거푸집설치 및 콘크리트 타설1



4. 거푸집설치 및 콘크리트 타설2



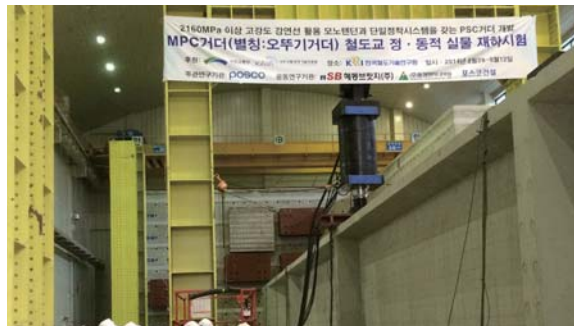
5. 강연선 긴장



6. 제작완료 전경



7. 동적성능시험



8. 정적성능시험

MPC거더 철도교 동적응답해석 결과

1. MPC거더 철도교량 동적성능 요약 (경간 25m)

항목	첫 번째 휨 고유진동수 (Hz)	임계속도 (km/h)				
		KTX	HEMU	화물열차	무궁화호	급행EMU
고유진동수 및 임계속도	5.19	349.5	454.1	260.7	439.2	399.9
항목	철도설계기준(노반편) (2013)	최대 동적응답				
		KTX	HEMU	화물열차	무궁화호	급행EMU
연직처짐	16.67mm (270<V≤350) 17.86mm (200<V≤270) 20.83mm (V≤200)	7.1160	8.6290	2.5500	2.0290	2.6780
상판 연직가속도	자갈궤도 : 0.35g 콘크리트궤도 : 0.50g	0.6227*	0.8676*	0.0648	0.1230	0.1786
상판 면틀림	일반철도: 1.5mm/3m 고속철도: 1.2mm/3m	0.0419	0.0351	0.0634	0.0464	0.0380

2. MPC거더 철도교량 동적성능 요약 (경간 30m)

항목	첫 번째 휨 고유진동수 (Hz)	임계속도 (km/h)				
		KTX	HEMU	화물열차	무궁화호	급행EMU
고유진동수 및 임계속도	4.19	282.1	366.5	210.4	354.5	322.8
항목	철도설계기준(노반편) (2013)	최대 동적응답				
		KTX	HEMU	화물열차	무궁화호	급행EMU
연직처짐	18.75mm (270<V≤350) 20.00mm (200<V≤270) 23.08mm (V≤200)	2.4740	7.2330	3.8990	2.3050	2.4080
상판 연직가속도	자갈궤도 : 0.35g 콘크리트궤도 : 0.50g	0.0895	0.4789	0.1023	0.0691	0.0800
상판 면틀림	일반철도: 1.5mm/3m 고속철도: 1.2mm/3m	0.0389	0.0320	0.0637	0.0441	0.0366

3. MPC거더 철도교량 동적성능 요약 (경간 35m)



항목	첫 번째 휨 고유진동수 (Hz)	임계속도 (km/h)				
		KTX	HEMU	화물열차	무궁화호	급행EMU
고유진동수 및 임계속도	3.81	256.3	333.0	191.2	322.1	293.3
항목	철도설계기준(노반편) (2013)	최대 동적응답				
		KTX	HEMU	화물열차	무궁화호	급행EMU
연직처짐	20.00mm (270<V≤350) 21.88mm (200<V≤270) 23.33mm (V≤200)	6.3730	3.8110	4.1450	2.9710	2.9770
상판 연직가속도	자갈궤도 : 0.35g 콘크리트궤도 : 0.50g	0.2867	0.1556	0.0544	0.0607	0.0868
상판 면틀림	일반철도: 1.5mm/3m 고속철도: 1.2mm/3m	0.0282	0.0244	0.0458	0.0334	0.0254

※ KPL-2012 열차기준으로 모든 평가 기준을 만족하여 충분한 동적성능을 확보하고 있음을 확인

※ 25m, 30m 경우 KTX, HEMU-430X 주행 시 가속도 기준 초과에 대해 열차별 속도제한 등이 필요함

※ KTX 및 HEMU-430X의 단면은 별도임

MPC거더 철도교 실내재하시험

정적하중실험		동특성 실험		
				
5000kN 정적유압가력장비(Actuator)		250kN 유압가진장비(Actuator)		
하중-처짐 결과		동적 재하 실험결과		
하중단계	하중(kN)		처짐(mm)	
	설계	실험	설계	실험
균열하중	2,072	2,300	80.06	82.96 (72.05)
중앙부 재하하중	2,550	2,950	-	136.88 (118.32)
단부 재하하중	1,170	1,666	-	
※ 각 실험의 최종 실험 하중 값은 실무실험실의 안전상의 문제로 인해 강제 종료된 하중 값 → 실제 실험결과 하중값 이상의 내하력을 확보하고 있음을 확인				
※ ()는 설계하중일 때 처짐값임				

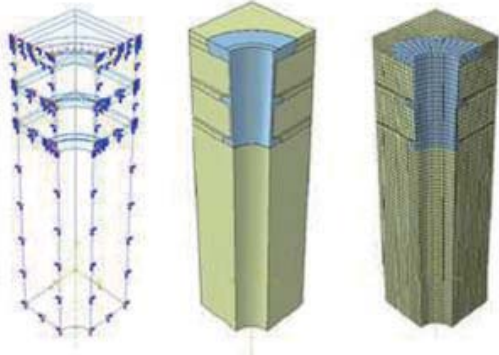
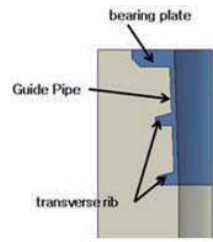
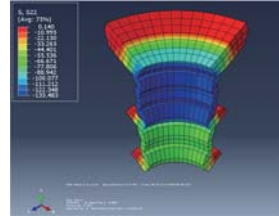
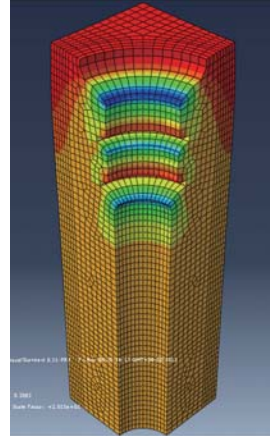
구분	수치해석 설계	실험	철도설계기준 허용범위
고유진동수	3.97Hz	3.88Hz	2.65~6.0Hz

구분	실험	현행 철도설계기준 하한치
감쇠율	1.01~1.08%	1.00% 이상

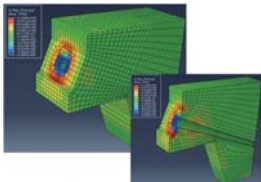
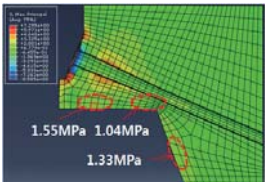
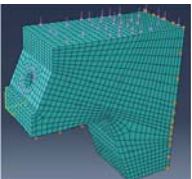
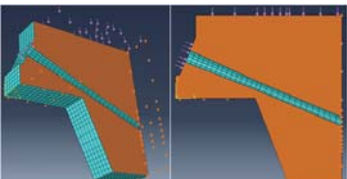
모노텐던 PSC거더 극한거동 FEM해석 결과 비교

하중도입 단계별 거더 중앙부 수직변위		가력하중에 대한 하중변위 곡선 (자중제외)																
<div><p>Disp. at time steps</p></div>		<div><p>Load-Disp. curve (self-wt excluded)</p></div>																
해석 조건	- 하중도입 순서 : 텐던 프리스트레스 도입 → 거더 자중 도입 → 변위제어 하중 도입																	
	- 시험 조건과 동일하게 거더 중앙부 변위제어로 가력																	
해석 결과	<table><tr><th>구분</th><th>수계산</th><th>실험 결과</th><th>FEM</th><th>비 고</th></tr><tr><td>P_u (kN)</td><td>220kN</td><td>602kN</td><td>700kN</td><td rowspan="2">FEM해석결과가 실험강도 대비 1.16배 크게 평가됨</td></tr><tr><td>$S.F$</td><td>1.00</td><td>2.73</td><td>3.18</td></tr></table>				구분	수계산	실험 결과	FEM	비 고	P_u (kN)	220kN	602kN	700kN	FEM해석결과가 실험강도 대비 1.16배 크게 평가됨	$S.F$	1.00	2.73	3.18
	구분	수계산	실험 결과	FEM	비 고													
P_u (kN)	220kN	602kN	700kN	FEM해석결과가 실험강도 대비 1.16배 크게 평가됨														
$S.F$	1.00	2.73	3.18															

정착부 상세해석

정착부 상세해석	정착구 구조해석	정착부 해석 결과
	 <p>정착구 상세</p>  <p>정착구 해석결과</p>	 <p>해석결과 단부 head 방향에 응력값이 크게 집중되나 허용응력 이내임</p>

절취 단부 전단검토

긴장력과 설계전단력에 대한 응력검토		전단 해석 결과		
구분	내용	구분	내용	비고
해석 목적	선형해석을 통해 균열 발생응력의 이상여부 확인	단부 절취단면	발생 인장 응력범위 : 1.04~1.55MPa	허용균열응력 : 3.98MPa
해석 모델	MPC거더 단부(경간 50m), 철근배근 미고려	 		
기본 제원	1.0m×2.5m (폭원×형고)			
경계 조건	sole plate: 수직방향으로 고정 정착구 반대면: 길이방향, 좌우방향 고정	<p>단부응력분포도</p> <p>단부모델 1/2 View Cut</p>		
작용 하중	텐던긴장력:7,181kN(정착구 표면 등분포하중 적용) 설계전단력:1,800kN(고정하중, 활하중 포함)			
				
해석모델		단부모델 1/2 View Cut		

※ 해석모델이 철근 배근을 고려하지 않았으므로 실제 철근배근까지 고려하면 발생 가능한 응력수준은 더 낮을 것으로 판단.

※ 강연선 긴장력과 설계전단력에 의한 단부절취면에 발생하는 국부적인 인장응력은 허용균열응력 이내로 구조적으로 안전하다고 판단.

정착부 구조검토

검토 위치

정착부 구조검토 결과

단면도

단면 G-G

단면 H-H

평면도

구 분	철근량 산정(mm ²)	
	파열력	할렬력
필요철근량	13070.0	1595.8
사용철근량	20518.4	3376.0
	O.K	

※ 파열력 : 정착장치 앞부분에 긴장재 축에 횡방향으로 작용하는 인장력

※ 할렬력 : 부재의 횡방향 단부에 인접하여 평행하게 작용하는 인장력

지적재산권



신기술지정증서 (제646호)

철도신기술 사용협약서
(2011-0028호)

SBarch 합성거더 특허증
(제10-0879305호)



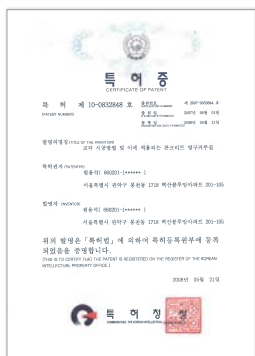
SBarch 합성거더 미국 특허
등록 (1) (US 8,544,129 B2)



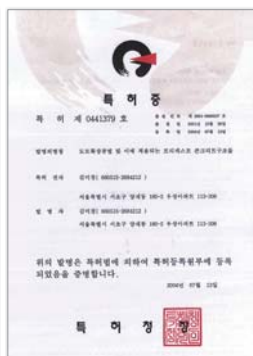
SBarch 합성거더
미국 특허등록 (2)



SBarch 합성거더특허증
(제10-1022853호)

교각시공특허증
(제10-0832848호)

전도방지용 교량거더
(제10-1325154호)



도로확장특허증 (제0441379호)

SBarch 합성거더



개곡천교 (상주~영덕 고속도로)

장경간, 저형고, 최고의 경제성



건설신기술 제646호



철도신기술 2011-0028호

특장점

- 40~120m 장경간 ·최저형고 실현
- 강재 중량 절감 ·수려한 경관
- 진동, 처짐 성능 향상 ·개구형(U) 단면



경관설계



가운2교 : 69m 장경간 (최대120m)



청심2교 : 저형고 (형고비 : 1/30)



신평천교 : 연속교, 곡선교, 사교, 확폭교 가능

끊임없는 도전과 혁신을 꿈꾸는 기업
nSB **혜동브릿지(주)**

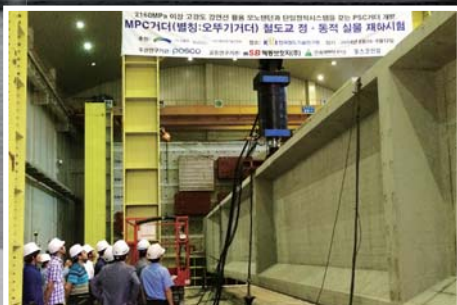
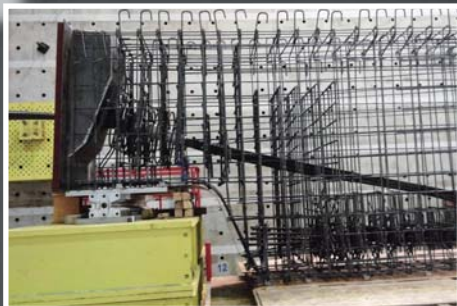
www.n-sb.co.kr

기술로, 세계로, 미래로...

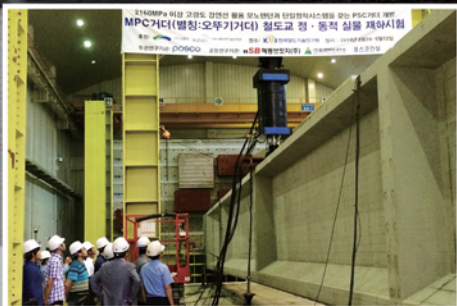
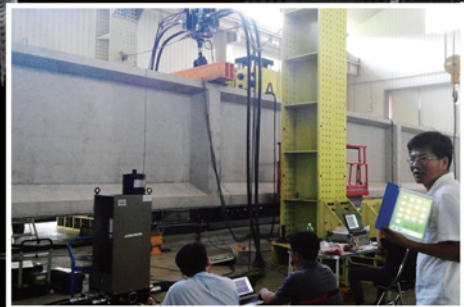
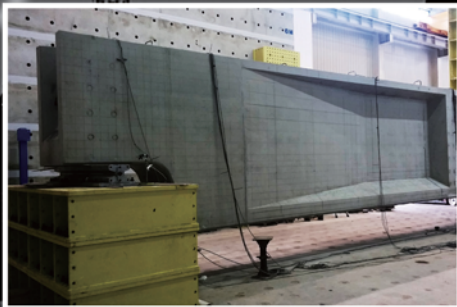
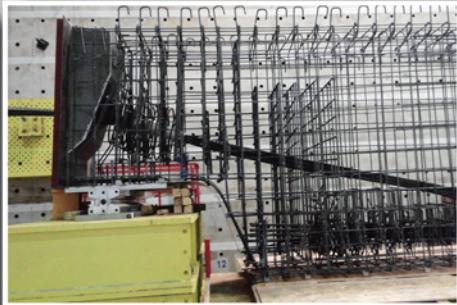
미래는 다가오는 것이 아니라
창조하는 것입니다.
한국교량건설문화의 초석이 되겠다는
일념으로...



MPC거더 철도교
시험체 제작과정



MPC거더 철도교
시험체 제작과정



nSB 혜동브릿지(주)
(주)흥원건설

www.n-sb.co.kr

경기도 광명시 하안로 60(소하동1345) 광명 테크노파크 E동 1303호

TEL : 070-8255-8240 FAX : 02-872-0537

본 기술은 국토교통부에서 지원하는 R&D정책 인프라 사업의
지원을 받았습니다.

