감 사
기각원갑

★◉ 기안자	부 장	처 장	본부장	부사장	사 장
최대원	기정은	이동희			

문서번호	설계구10201- 10
보존기간	10년
설계일자	2003. 1. 14
공개여부	공 개

협 조	

소수주형 판형교 적용 검토

2002. 12

- 도 로 처 장 :
- 건설계획처장:
- 건설관리처장: 정 경선
- 민자도로처장:
- 도로교통기술원장:
- 구조물 처장 :
- 기술심사실장:
- 기술관리실장:

한국도로공사
KOREA HIGHWAY CORPORATION

설 계 처

목 차

1. 검토목적

2. 검토배경

3. 소수주형교의 개요 및 특징

4. 소수주형 판형교 변천과정

5. 소수주형 판형교 적용방안

6. 강(Steel) 교량 형식별 장·단점 비교

7. 강(Steel) 교량 형식별 경제성 비교

8. 검토결론

9. 설계 적용 방안

10. 향후 추진과제

□ 부 록

1. 국내·외 적용사례

2. 설계요령

□ 별첨자료

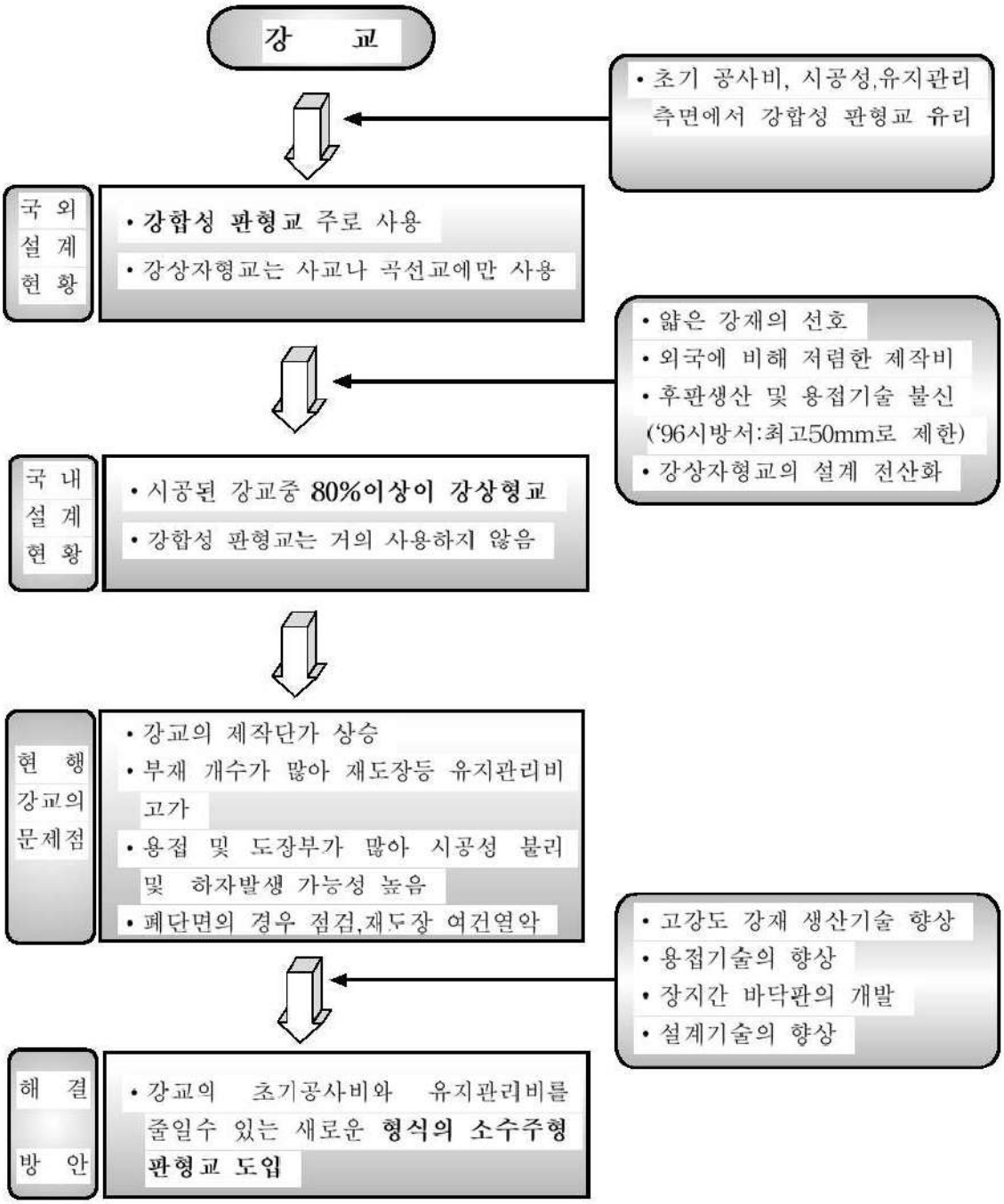
- 경제성 분석자료

- 소수주형교 구조계산 및 도면등 참고자료

1. 검토목적

후판강재 적용을 통해 강합성 판형교의 구조형식을 단순화, 합리화하여 시공성 및 경제성을 개선한 신개념 강교량인 소수주형 판형교의 적용성을 검토코자함.

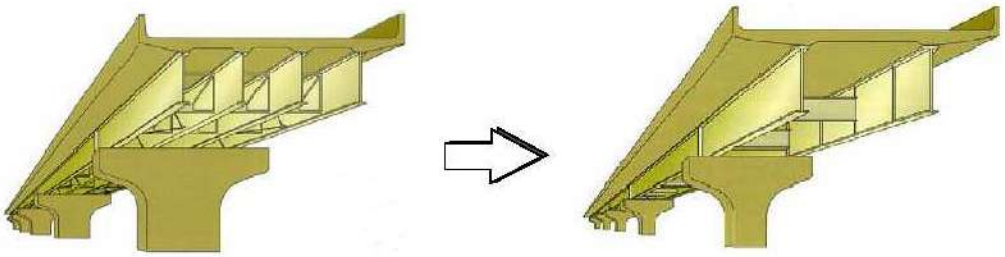
2. 검토배경



3. 소수주형 판형교의 개요 및 특징

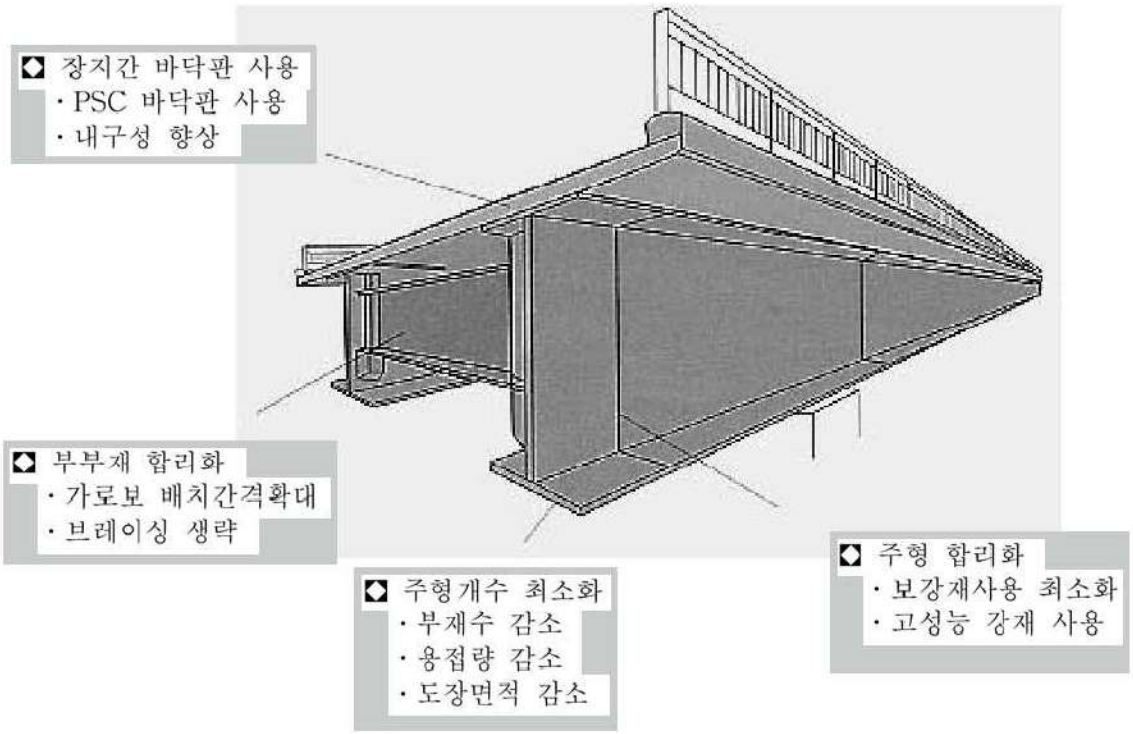
가. 개요

소수주형 판형교는 후판강재와 장지간 바닥판을 사용하여 **주형의 수를 최소화**하고, 가로보, 수평브레이싱 등의 **구조를 단순화 또는 생략**하여 사용 강재량, 용접량을 줄여서 경제성과 시공 및 유지관리 면에서 합리화를 도출한 강교량 형식임.

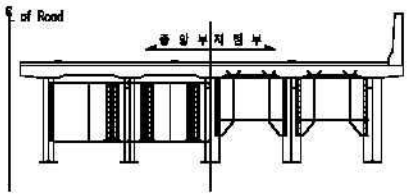


(a) 일반 판형교 (b) 소수주형 판형교

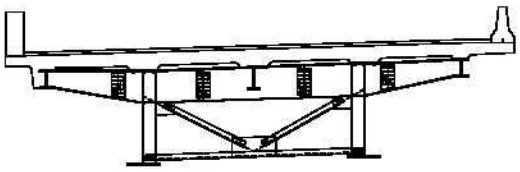
나. 특징



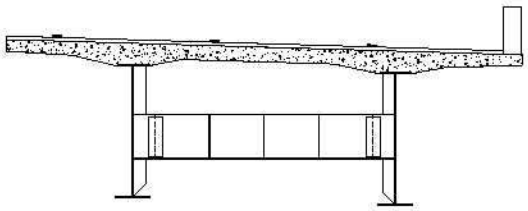
4. 소수주형 판형교 변천과정(도로교)

다 주 형 판 형 교	
개 요 도	특 징
	• RC 바닥판 사용 • 2~3m 간격의 주형배치 • 부부재 다수 사용 • 현장이음 볼트연결 채택

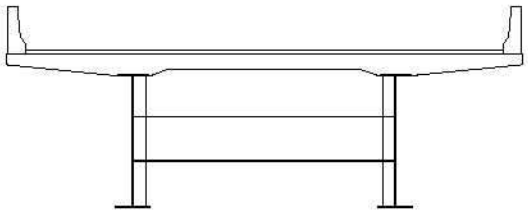


대구-포항 고속도로 건설공사(3공구, 1998년)	
개 요 도	특 징
	• RC 바닥판 및 세로보 사용 • 캔틸레버부 브라켓 사용 (C.T.C 2.5m) • 수평보강재 및 수직보강재 다수 사용 • 현장이음 볼트연결 채택



청원-상주 고속도로 건설공사(3공구, 2000년)	
개 요 도	특 징
	• **현장타설 PSC 바닥판 사용** • 수평보강재 1단 사용 및 수직보강재 다수 사용 • 주형 중간 I형 가로보 사용 • 현장이음 볼트연결 채택



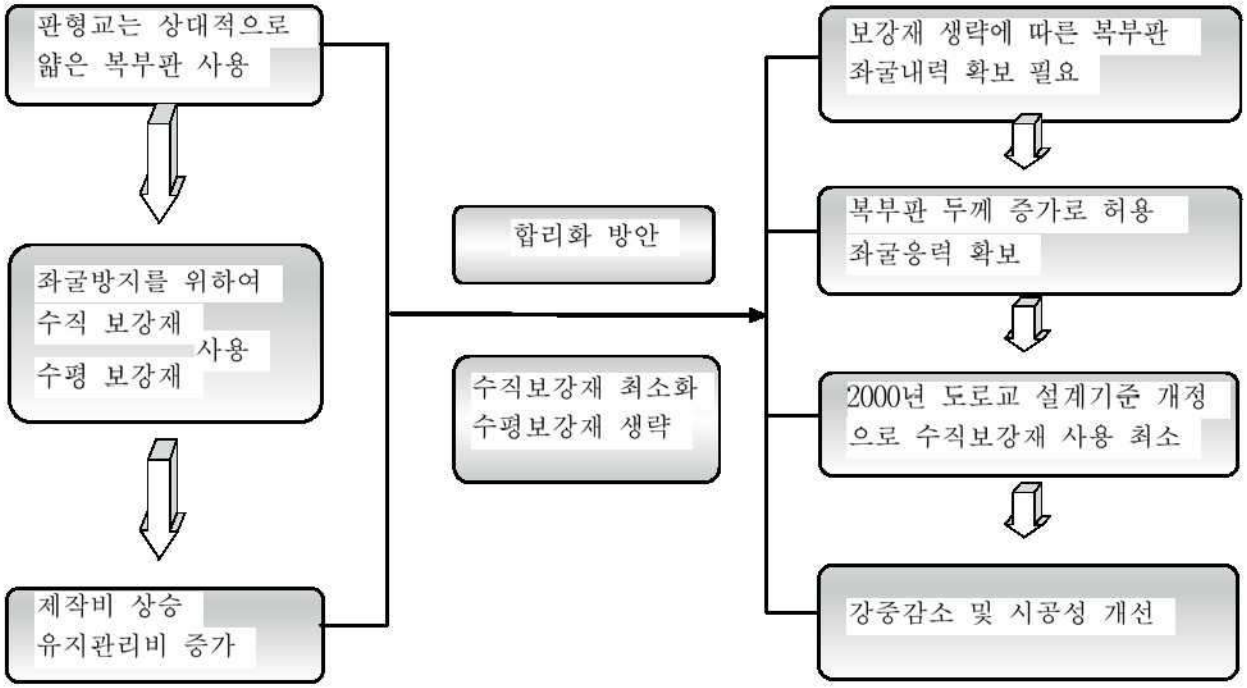
소수주형교 최적형상(치도리노 사와가와교, 일본)	
개 요 도	특 징
	• 현장타설 PSC 바닥판 사용 • **수평 보강재 생략** • 지간부의 수직 보강재 생략 • 현장이음은 용접이음 채택

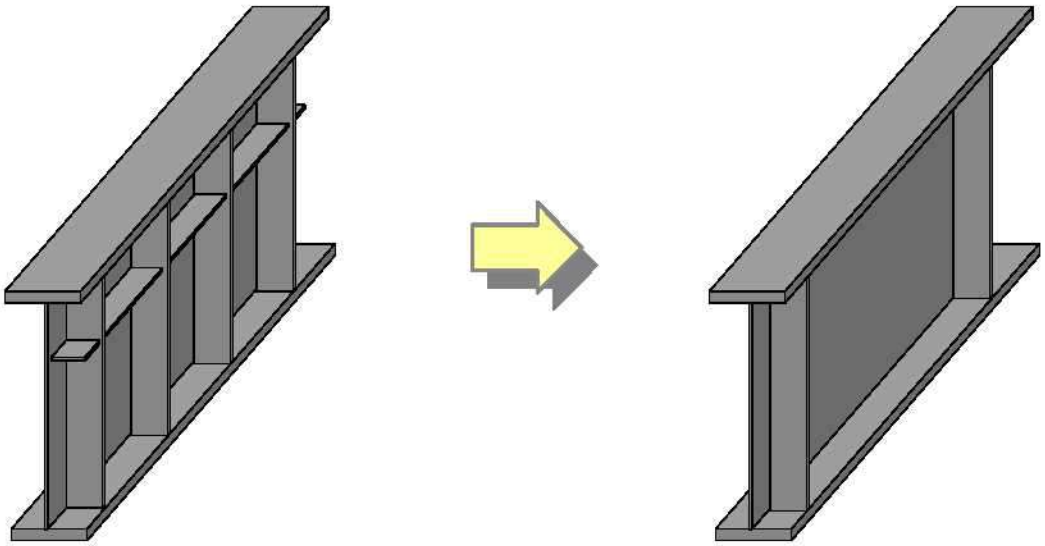
※경부고속철도 8-2공구 다수고가교(2002. 12 준공) 등 다수 적용

5. 소수주형 판형교 세부 적용방안

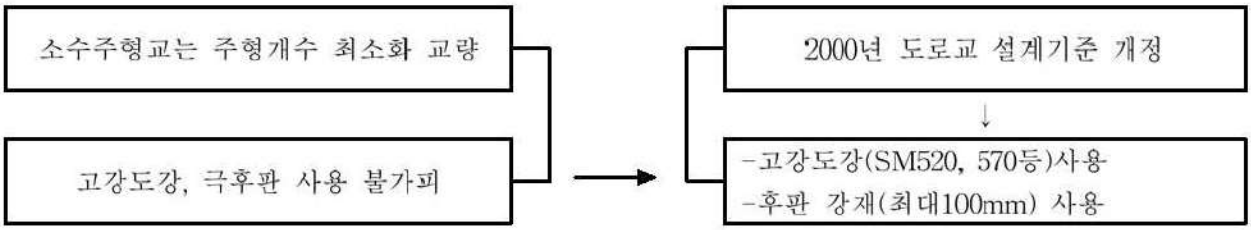
가. 지간범위: 30~110m

나. 주형의 합리화 방안



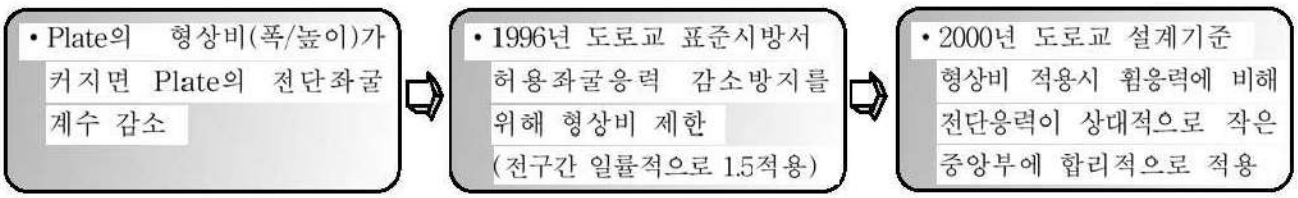


다. 사용재료



극후판강재의 국내사용현황	고강도강재의 국내사용현황
• 도로교 표준시방서(1996) 기준 : 최대 50mm ⇩ • 도로교 설계기준(2000) : 최대 100mm - 강재 생산 기술발전 - 강교 용접 및 제작 기술 발전반영 • 적용교량 - 경부고속철도 원동교, 경춘선 복선 전철화 사업 마석고가교에 T=100mm적용	• 생산현황 - SM570의 경우 80mm까지 품질확보가 가능 100mm이상의 경우는 사전협의시 생산가능 • 적용교량 - 영종대교, 방화대교, 광안대교 - 대구-포항 고속도로 석촌교등 소수주형교 청주-상주간 고속도로 회북육교 등 소수주형교.

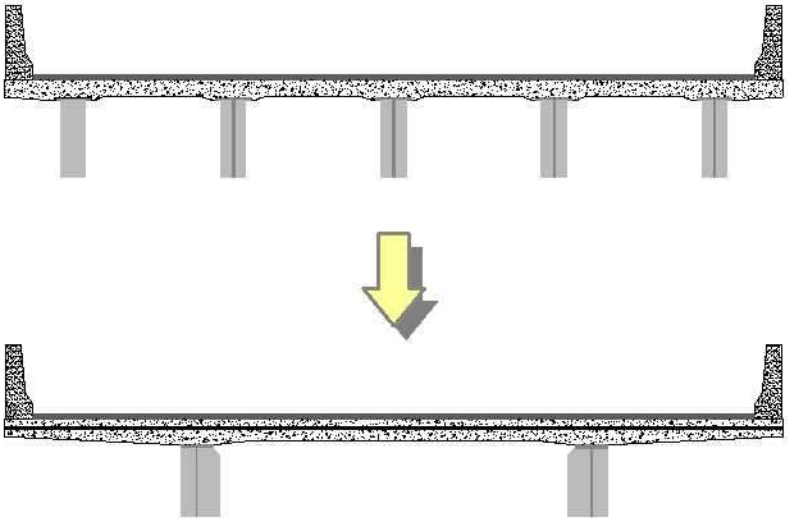
라. 수직보강재 간격

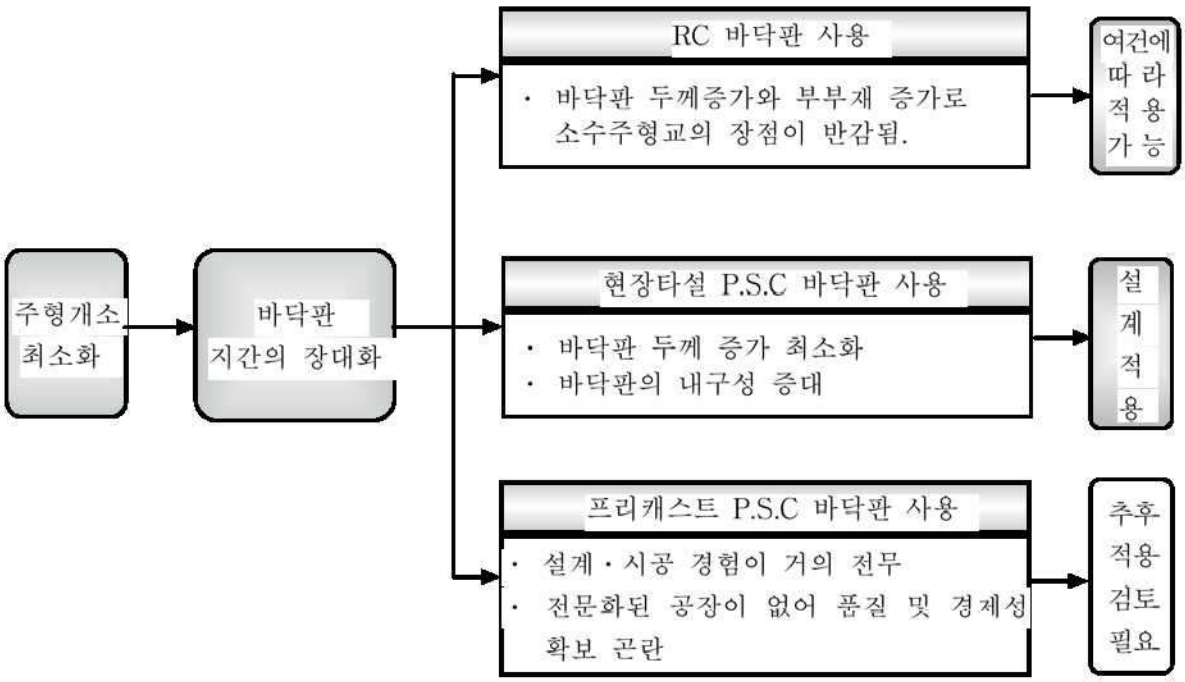


구 분	지 점 부	그외 구간	비 고
수직보강재 간 격	$\frac{a}{b}\left(\frac{\text{수직보강재 간격}}{\text{상하 플랜지의 순간격}}\right)\leq 1.5$	$\frac{a}{b}\left(\frac{\text{수직보강재 간격}}{\text{상하 플랜지의 순간격}}\right)\leq 3.0$	도로교설계기준 P132

마. 장지간 바닥판 사용에 따른 검토

주형개수의 최소화에 따라 바닥판의 지간(주형간 거리)이 일반 판형교의 2배 이상이 되므로 장지간 바닥판 적용 필요





바. 부부재의 합리화

판형교의 부부재로서는 가로보, 세로보, 수직브레이싱, 수평브레이싱 등이 있으며, 이중에서 세로보, 수직브레이싱, 수평브레이싱을 생략하는 대신 상대적으로 큰 가로보를 적정 간격으로 사용하여 전체 구조의 단순화

다 주 형 판 형 교		소 수 주 형 교
• **중간 브레이싱** - 주거더의 전도를 방지 - 주거더 상대변위억제 - 하중분배에 기여 • **단부 브레이싱** - 비틀림 변형구속 - 상현재는 윤하중을 지지하도록 설계 • **수평 브레이싱** - 수평하중을 지점까지 전달 - 횡방향 진동방지	⇨	• **강성이 큰 가로보 설치** - 주형과 바닥판의 구속효과로서 역할수행 - 가설시 수평하중을 지점에 전달 - 주거더의 전도 및 상대변위 억제

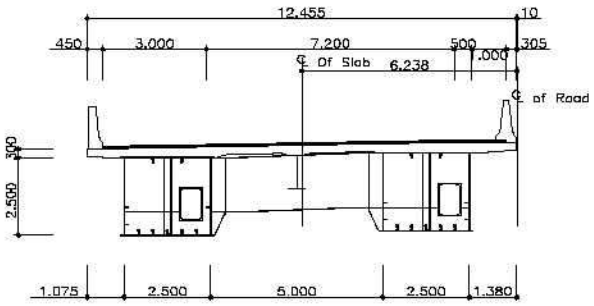
사. 기타

설계시 주변여건에 따라 보강재, 브라켓 사용 및 RC바닥판 적용 등 소수주형교의 변형도 적용가능

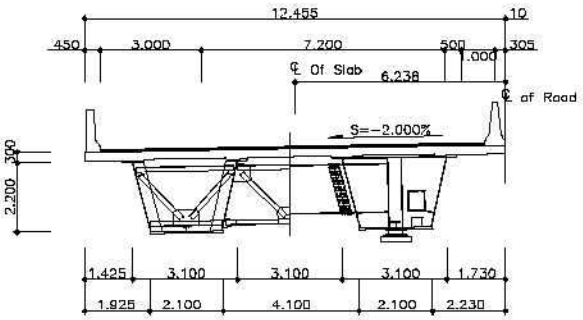
7. 강(Steel) 교량 형식별 경제성 비교

가. 비교대상 교량(예)

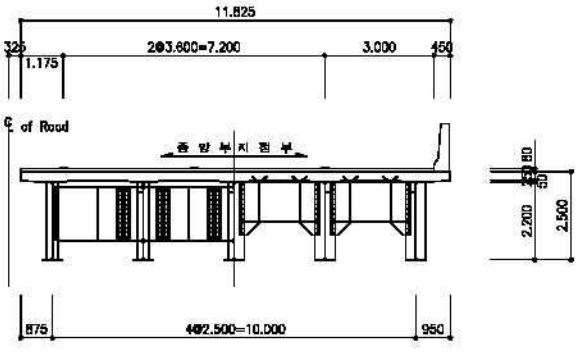
비 교 대 상 교 량 1	
교량형식:폐단면 상자형교	바닥판:현장타설 RC 바닥판
경간구성:40+50+40 = 130M	사용강재: SM400 SM490



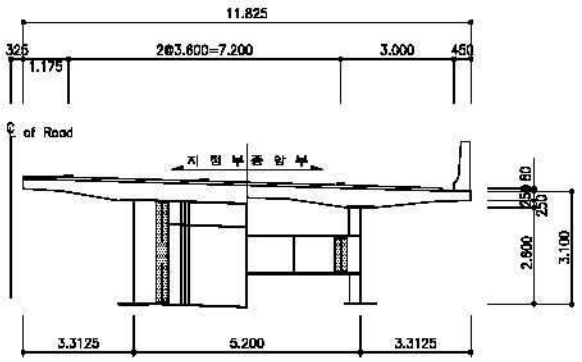
비 교 대 상 교 량 2	
교량형식:개구제형 강합성교	바닥판:현장타설 RC 바닥판
경간구성:40+50+40 = 130M	사용강재: SM400 SM520



비 교 대 상 교 량 3	
교량형식:다주형 판형교	바닥판:현장타설 RC 바닥판
경간구성:40+50+40 = 130M	사용강재:SM400 SM490



비 교 대 상 교 량 4	
교량형식:소수주형 판형교	바닥판:현장타설 PSC 바닥판
경간구성:40+50+40 = 130M	사용강재:SM400, SM490 SM570



나.검토결과

1)응력도 비교(연속지점부 하부플랜지 기준)

구 분	폐 단 면	개구제형	다 주 형	소수주형
응력/허용응력(kgf/㎡)	1,725/1,900	1,753/1,945	1,665/1,900	2,303/2,500
응 력 비 (%)	91	90	88	92

2) 상부 수량 비교

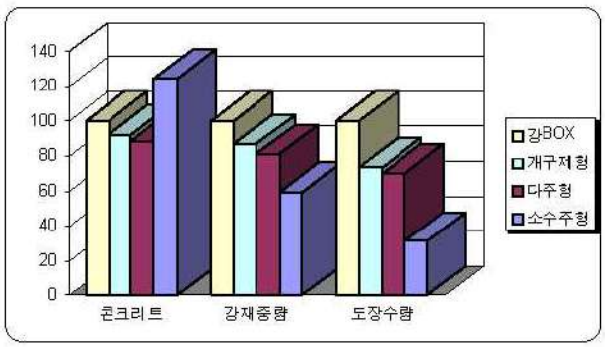
구 분	폐 단 면	개구제형	다 주 형	소수주형
바닥판콘크리트 (㎥)	507(100%)	467(92%)	450(89%)	630(124%)
강 재 중 량 (kgf/㎡)	304(100%)	264(87%)	247(81%)	180(59%)
도 장 (㎡)	13,045(100%)	9,589(74%)	9,149(70%)	4,035(31%)

3) 상부 공사비 비교

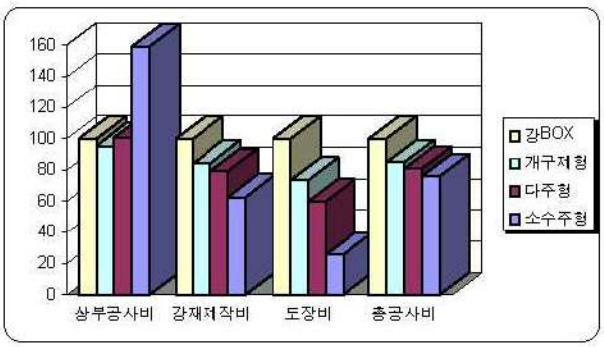
구 분	폐 단 면	개구제형	다 주 형	소수주형
상부 바닥판 (천원/㎡)	224 (100%)	214 (96%)	226 (101%)	315 (141%)
강교 제작비 (천원/㎡) (운반,가설포함)	904 (100%)	763 (84%)	715 (79%)	568 (63%)
도 장 비 (천원/㎡)	128 (100%)	94 (73%)	77 (60%)	33 (26%)
총 공 사 비 (천원/㎡)	1,256 (100%)	1,071 (85%)	1,017 (81%)	916 (73%)

※개구제형은 폐단면 단가적용, 소수주형 판형교는 다주형판형교 단가적용

4) 강교량 형식별 수량, 공사비 비교표



<수량 비교>



<공사비 비교>

다. 공사비 절감

1)폐단면에서 소수주형 판형교로 변경시

-△300천원/㎡ ×10,000톤×3.28㎡/톤 =△9,840,000천원/년간

2)다주형 판형교에서 소수주형 판형교로 변경시

-△101천원/㎡ ×10,000톤×4.05㎡/톤 =△4,090,500천원/년간

※산출근거

-연간 물량추정:2002년 공사발주 5개노선 16개공구 강교량 34,166톤의 약 30% 변경시

34,166×0.3=10,249톤≒10,000톤

-강재 톤당 상부면적: 폐단면 1/0.304톤/㎡=3.28㎡/톤

다주형 1/0.247톤/㎡=4.05㎡/톤

8. 검토결론

가. 소수주형 판형교는 후판(厚板)강재와 고강도강 및 장지간 바닥판을 사용하여 **주형의 수와 보강재를 최소화**함으로서 시공성과 경제성은 물론 미관과 유지관리면을 개선한 강교량 형식으로

나. 하부도로 조건 등으로 신속한 주형거치가 필요한 곳이나 도심지등 미관이 필요한 곳, 고교가 높은 중,장대지간(40~80m)강교량 형식에 적용함이 바람직하다고 판단됨.

9. 설계적용 방안

2003. 1 이후 준공되는 설계용역부터 적용

10. 향후 추진과제

가. 소수주형 판형교 제작품 제정

-제작공장 실사 등을 통한 소수주형 판형교 제작품 제정 필요

나. 소수주형 판형교 설계지침 및 공사시방서 작성

-도로교통기술원에서 시행중인 「후판강재 적용을 통한 교량합리화 연구」에 포함하여 작성(2003년 완료 예정)

다. 장지간 프리캐스트 바닥판 적용에 대한 시험시공 등 검증 필요

■ 참고문헌

○ 경쟁력 향상 도로용 소수주형 판형교 - 포항산업과학연구원

○ 2주형 강교량 경제성 비교 연구 - 포항산업과학연구원

○ P.S.C 상판 연속 합성 2수형교의 설계·시공 - 친기중공업수식회사

○ 강합성 판형교 및 상자형교의 최적 계획에 관한 연구 - 대한 토목학회

○ 고강도강 교량 적용 설계 및 제작 기술개발 연구 - 한국강구조학회

○ 프리캐스트 장지간 바닥판의 정적 및 피로실험 - 콘크리트학회 학술발표 논문집

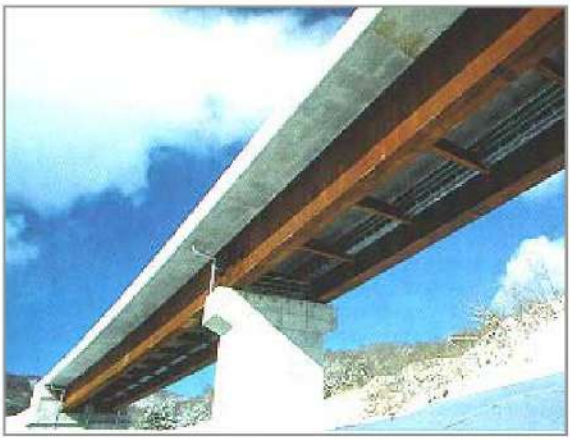
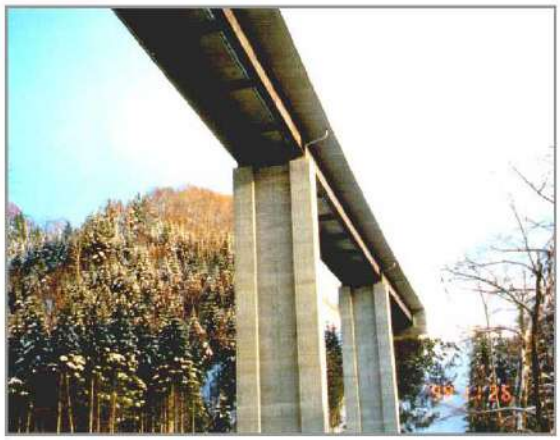
○ 장지간 바닥판의 최소두께에 관한 연구 - 콘크리트학회 학술발표 논문집

소수주형 판형교 관련 사진

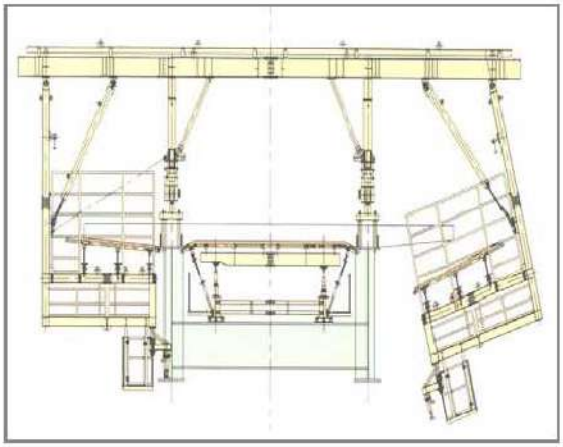
한국도로공사

설 계 처

■소수주형 판형교 적용사례(국외)

ホロナイ川橋 (일본)	飛島,楠高架橋 (일본)
	
千鳥の澤川橋 (일본)	Somme Viaduct(프랑스)
	
Abbeville Viaduct (프랑스)	Pont de Bonneuil (프랑스)
	

■소수주형 판형교 바닥판 시공방법

이동식 거푸집 공법	이동식 거푸집 공법
	
프리캐스트 바닥판 공법	프리캐스트 바닥판 공법
	
현장타설	바닥판 시공 완료전경
	

별첨1

Ⅰ. 국내·외 적용사례

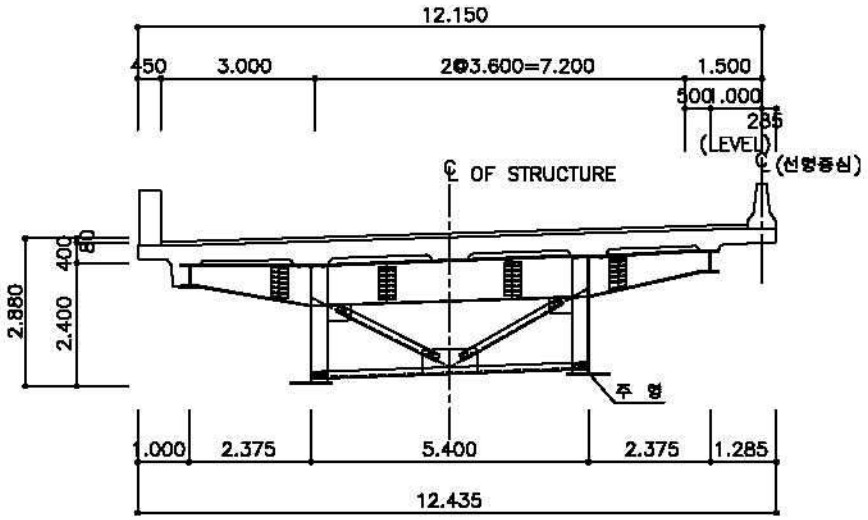
1) 국내 적용사례

가. 대구-포항 고속도로 건설공사

설계사 : 다산 컨설턴트

시공사 : (주) LG 건설

- 소수주형교 횡단면도



- 구조상세(박사천교)

사 용 강 종	SM570	바 닥 판 형 식	R.C 바닥판
주 형 간 격	4.4~5.4m	주 형 높 이	2.4m
W e b 두 께	20m	F l a n g e 두 께	50m
가 로 보 간 격	2.5m	가 로 보 높 이	0.5m
수 평 보 강 재	1단 사용	수직보강재간격	2.5m
이 음 방 법	볼트연결	브 레 이 싱	수직브레이싱 사용
기 타 사 항	- 주형상단에 I형 가로보 사용 - 주형사이에 STRINGER사용		

- 소수주형 판형교 적용 교량

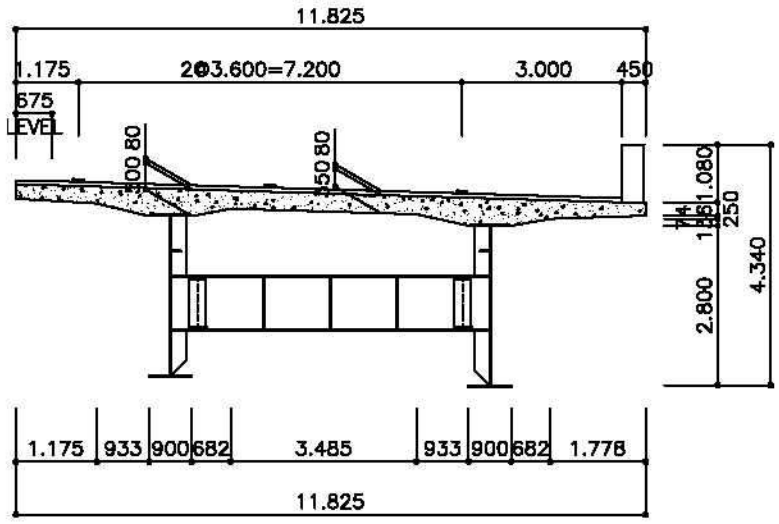
교 량 명	하부 및 기초형식		연 장 (m)	폭 원		비 고
	하 부	기 초		대 구 방 향	포 항 방 향	
박사천교	교대 : 역T형 교각 : 중공T형	PILE 직접	2(8@40.0)=640.0	12.150	12.150	지방도 919호선 박사천 및 청통천 횡단 광케이블 매설지역
청통IC교	교대 : 역T형 교각 : 중공T형	PILE, 직접	2@40.0=80.0	15.750	12.150	RAMP-A 횡단
석 촌 교	교대 : 역T형 교각 : 중공T형	PILE 직접	2(8@40.0)+(2@40.0+ 42.5+2@52.5+42.5+40.0) = 950.0	12.150	12.150	중앙선 철도 횡단 신령천 횡단 국도28호선 횡단
삼부천교	교대 : 역T형 교각 : 중공T형	직접, PILE직접	2@55.0=110.0	15.750	15.750	삼부천 횡단 군도 28호선 횡단 춘영정
청통천교	교대 : 역T형 교각 : 중공T형	PILE 직접	2@50.0=100.0	청통IC 13.670	소월리 12.040	청통천 횡단
소 월 교	교대 : 역T형 교각 : -	PILE -	45.0	15.600		지방도 919호선 횡단

나. 청주-상주 고속도로 건설공사

설계사 : 삼보기술단

시공사 : (주) 대림, (주) SK

- 소수주형교 횡단면도



- 구조상세

사 용 강 종	SM570	바 닥 판 형 식	P.S.C 바닥판
주 형 간 격	5.0~6.0m	주 형 높 이	2.8m
W e b 두 께	20mm	F l a n g e 두 께	66mm
가 로 보 간 격	5.0m	가 로 보 높 이	0.9m
수 평 보 강 재	1단 사용	수직보강재간격	2.5m
이 음 방 법	현장 볼트연결	브 레 이 싱	생 략
기 타 사 항			

- 소수주형 판형교 적용 교량

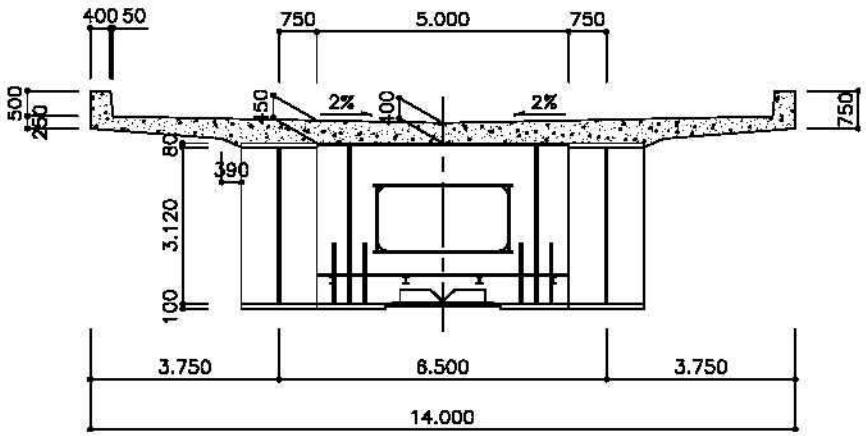
교 량 명	하부 및 기초형식		연 장 (m)	폭 원		비 고
	하 부	기 초		청주방향	상주방향	
회북육교	역T형 교대 T형 교각	직접기초 강관Pile	50+7@50+50 = 450m	16.055m	11.825m	· 장래 계획인 회북면 우회도로 횡단 · 군도 2호선 횡단

다. 경부고속철도 건설공사

설계사 : (주) 교량과 고속철도

시공사 : 두산건설(주), 삼부토건(주), 계룡건설 산업(주)

- 소수주형교 횡단면도



- 구조상세

사 용 강 종	SM520	바 닥 판 형 식	R.C 바닥판
주 형 간 격	6.5m	주 형 높 이	
W e b 두 께		F l a n g e 두 께	
가 로 보 간 격		가 로 보 높 이	
수 평 보 강 재		수직보강재간격	
이 음 방 법	현장 용접이음	브 레 이 싱	
기 타 사 항			

- 적용교량

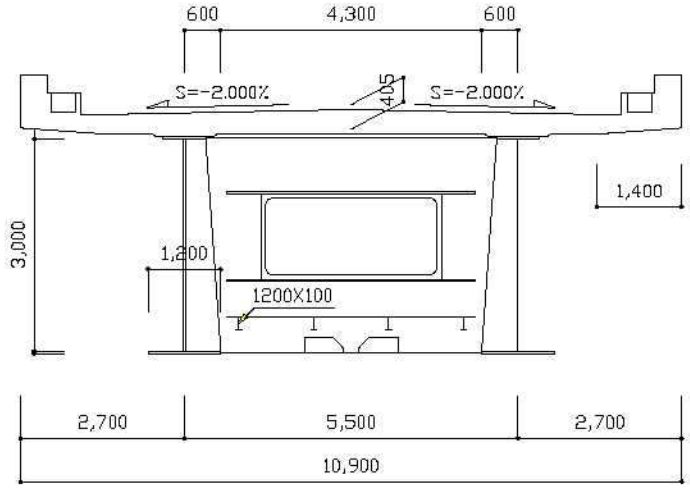
교 량 명	하부형식	기초형식	연 장	폭 원	비 고
원 동 교	교 대 : 역T형 교 각 : T형	pile 기초 pile 기초	2@50=100m	10.9m	

라. 경춘선 복선전철화 사업

설계사 : 서영기술단

시공사 :

- 소수주형교 횡단면도



- 구조상세

사 용 강 종	SM520	바 닥 판 형 식	R.C 바닥판
주 형 간 격	5.5m	주 형 높 이	3.0m
W e b 두 께	30mm	F l a n g e 두 께	100mm
가 로 보 간 격	5.0m	가 로 보 높 이	
수 평 보 강 재	1단 사용	수직보강재간격	2.5m
이 음 방 법	현장용접이음	브 레 이 싱	수평브레이싱사용
기 타 사 항			

- 적용교량

교 량 명	하부형식	기초형식	연 장	폭 원	비 고
마석고가교	교 대 : 역T형 교 각 : 중공T형	직접기초 pile 기초	2@40=80m	14.0m	

2) 국외 적용사례

- 소수주형 판형교의 해외 적용사례

국 적	교 량 명	지 간 구 성(m)	폭원(m)	비 고
스 위 스	노드부르케교	L=4@83=332.0m	B=10.30	2주형(용접연결)
오스트리아	Melk교	L=2@48.75+79+2@48.75=274.0m	B=8.10	2주형(용접연결)
프 랑 스	LIGNON교	L=65+5@100+75=640.0m	B=10.75	2주형(용접연결)
	PLANCHETTE교	L=56.28+96.48+68.34=222.1m	B=23.26	2주형(용접연결)
	BILLANCOURT교	L=84.073+36.35=120.4m	B=16.675	4주형(용접연결)
	오포탈교	L=59+2@64=187.0m	B=22.60	2주형(용접연결)
	Haute Colme Viaduct	L=1,827m	B=12.66	2주형(LP강판사용)
일 본	호로나이천교	L=2@53.5=107.0m	B=11.40	2주형(Bolt연결)
	동해대부고가교	L=3@40+52+3@40+71+3@40=483.0m	B=15.50	3주형(용접연결)
	신금사고가교	L=30+3@35+30=965.0m	B=10.00	2주형(Bolt연결)
	치도리노사와천교	L=47+2@53+41=194.0m	B=11.40	2주형(용접연결)
	성의곡교	L=2@59.5=119m	B=10.40	비합성 2주형
	三尾河高架橋	L=55.3+2@56.0+2@52.0+51.3=324.0m	B=11.40	2주형(연속합성형)
	나와고가교東	L=182.5m	B=14.90	3주형

► 해외 적용사례



호로나이천교(일본)



치도리노사와천교(일본)



飛島, 楠高架橋 (일본)



Somme Viaduct (프랑스)



Abbeville Viaduct (프랑스)



Pont de Bonneuil (프랑스)

가. 호로나이천교

- 교량형식

교 량 명	바닥판	연 장 (m)	폭 원	종단구배 (%)	횡단 구배(%)	거더높이	비 고
호로나이천교	PSC 바닥판 (t=310mm)	2@53.0 =106.0m	11.4m	2.5~2.6	4.5	3.0m	곡 선 거더교

- 특이사항

① 수직보강재는 횡거더위치와 그 사이에 1본 설치

② 수평보강재는 중간지점부근에 설치

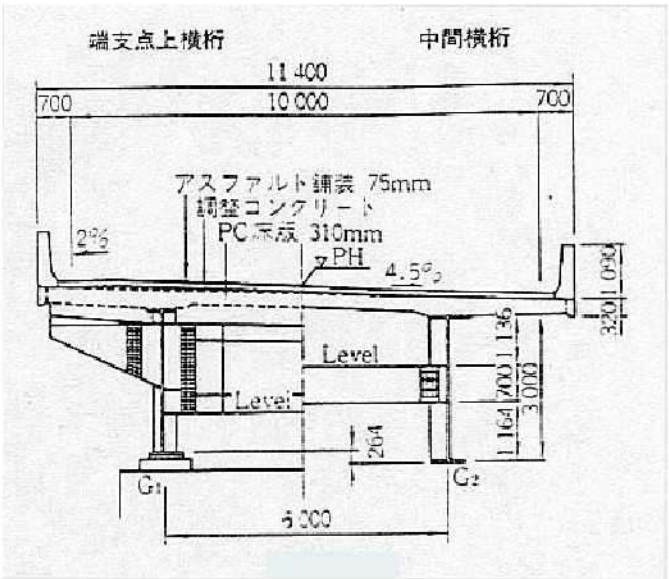
③ 수평 브레이싱 생략

④ 수평력에 대해서는 바닥판과 강거더와의 복합구조로 취급

⑤ PSC 바닥판 설치(t=31cm)

⑥ 보강재를 최대한 배제하기 위해 Web 두께를 23mm로 적용

⑦ 비합성 거더로서 수평력에 대해 바닥판과 강거더를 복합구조로 취급



호로나이천교 단면도

나. 나와고가교東

- 교량형식

교 량 명	형식	주형개수	형Type	시공장	평균지간장	폭 원	주형간격	주형고
名和高架橋	연속	3	I형	182.50m	60.467m	15.250 ~19.517m	6.24m	2.875m

- 특이사항

① 수평보강재를 1단으로 배치하여 소형 부재수 감소

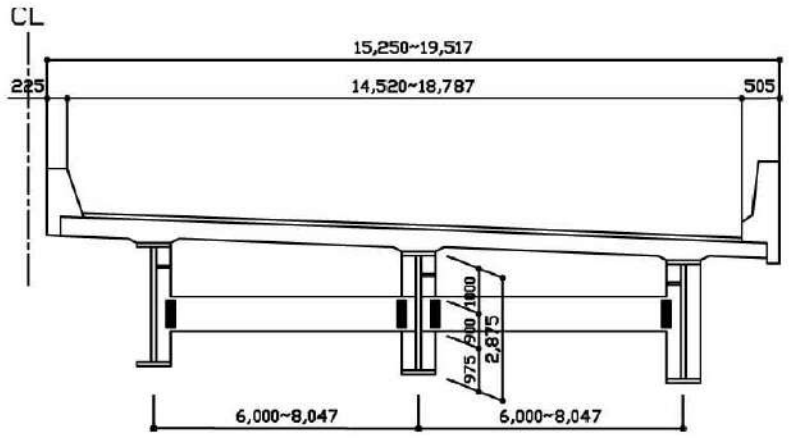
② 장지간 PC상판의 채용에 의한 수평브레이싱을 생략

③ 다경간 연속화에 의한 신축이음수의 감소

④ 주형의 I형 용접에 3전극 하이퍼토치를 이용한 대각장 fillet 용접을 적용

⑤ 현장용접이음의 채용

⑥ 프리캐스트 PC 상판의 채용



나와고가교東 단면도

다. 기묘가와교

- 교량형식

교 량 명	바닥판	연 장 (m)	폭 원	종단구배 (%)	횡단구배 (%)	비 고
기교가와교	PC 바닥판	41.50+48.50+3@40.00 +39.95 = 251.05m	12.4m	1.563 ~3.000	2.00 ~3.00	6경간 연속 비합성 2주형 Plate거더교

- 특이사항

① 수평·수직 브레이싱 등을 생략하여 구조 단순화

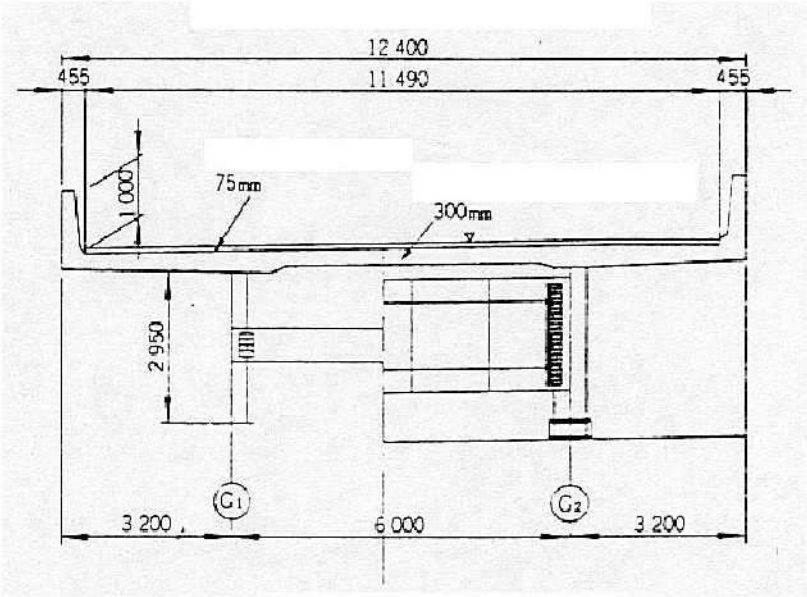
② 주거더 단면형상을 제작 Block마다 일정하게 유지

③ 경관을 고려한 주거더 연결에 용접연결 도입

④ 중간 가로보의 주거더 연결구조는 CONNECTION PLATE에 의한 결합방식 채택

⑤ 수직 보강재에의 보강판 설치

⑥ 가설시 안정성 검토



기묘가와교 단면도

라. 日計平高架橋

- 교량형식

교량명	바닥판	연 장 (m)	폭 원	종단구배 (%)	횡단구배 (%)	거더 높이	비 고
日計平高架橋	PSC 바닥판 (t=310mm)	47.40+48.50+48.50 +47.40 = 192.80m	10.0m	1.35～2.0	2.0～3.5	2.90m	연속합성PC 상판2주형교

- 특이사항

① PC 슬래브의 적용(After Bond PC강재, PRC 설계)

② 연속합성거더 형식의 적용

③ 슬래브의 구속효과를 고려한 주형거더 복부판의 박판화

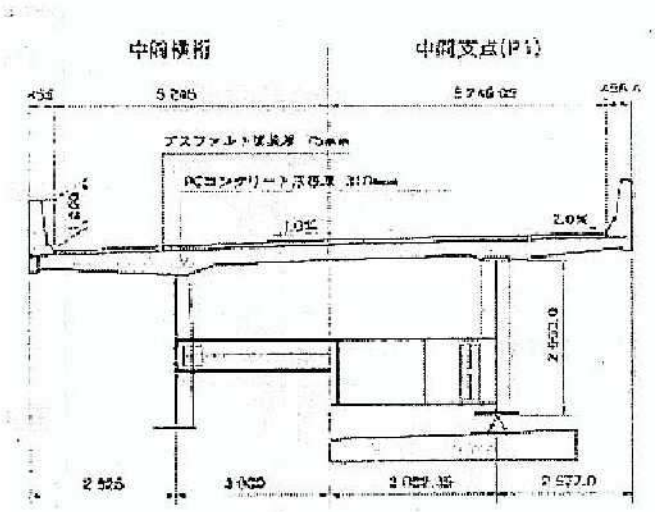
④ 고장력볼트 이음부의 합리화 설계법 적용

⑤ Jack Down에 의한 교축방향에도 Prestress 도입

⑥ 하중분산형 고무받침의 적용

⑦ 벽높이 방향의 PCA 매설 거푸집 공법의 적용

⑧ 사용강재 : SM570, SM520, SM490Y, SM400, S10T



日計平高架橋 단면도

마. 치도리노 사와가와교

- 교량형식

교 량 명	형식	주형개수	연 장 (m)	폭 원	거더높이	주형간격
치도리노 사와천교	연속	2	46.45+53.00+53.00+40.40 =194m	11.40m	2.9m	5.7m

- 특이사항

① 4경간 연속 PC 바닥판 연속합성 2주거더교 (현장치기 횡방향 연결 PC)

② JACK UP-DOWN 공법을 사용하여 중간지점부 바닥판에 PRESTRESS 도입

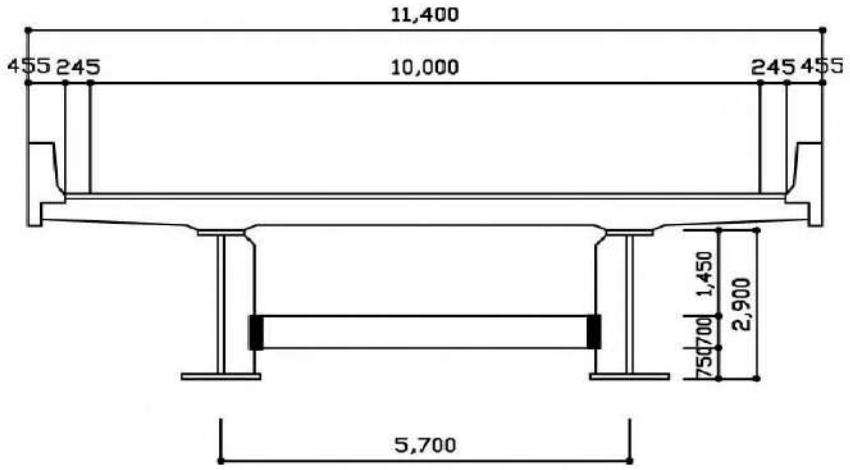
③ 수평 보강재 생략

④ 지간부의 수직 보강재 생략

⑤ 지간부 WEB 두께의 저감

⑥ 송출가설 실시

⑦ 이음부의 Z형 전단면 용접구조



치도리노사와천교 단면도

바. 三尾河高架橋

- 교량형식

교 량 명	바닥판	연 장 (m)	폭 원	종단선형 (%)	횡단선형 (%)	거더높이
三尾河高架橋	PSC 바닥판 (t=310mm)	55.30+2@56.00+2@52.00 +51.30 = 323.60m	11.4m	1.35	2.674 ~3.50	3.0m

- 특이사항

① 연속합성거더 형식의 적용

② PC 슬래브의 적용(PREGROUT PC 강재채용) ⇒ PRC 설계

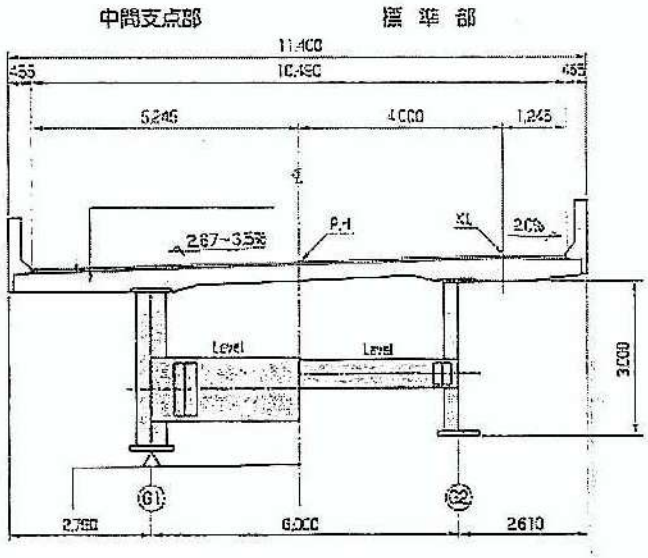
③ 슬래브의 구속효과를 고려한 주형 복부판의 무보강 박판화

④ 고장력 볼트 이음부의 합리화 설계법 적용

⑤ PC강재(GROUT TYPE) 종단 채결에 의한 교축방향의 Prestress 도입

⑥ 하중분산형 고무받침의 적용

⑦ 사용강재 : SM570,SM490,SM400



三尾河高架橋 단면도

사. 第二東名高速道路 飛島, 楠高架橋

- 교량형식

교량명	형식	주형개수	형Type	시공장	평균지간장	유효폭원	주형간격	주형고
楠高架橋	연속	3	I형	713.40m	59.30m	14.665m	6.00m	2.85m

- 특이사항

① 3주형 판형교 : 주형간 간격 5.5~6m, 플랜지 최대두께 100mm사용

② 일반강 사용, 용접개선각도 20~35° 4가지 타입 사용

③ 수평보강재 1단 사용, 수직보강재 시방서 준수, 브레이싱 생략

④ 플랜지, 복부판 현장용접시 일직선상에서 용접

⑤ 프리캐스트 PC 바닥판 사용

⑥ 교량단부(JOINT부) 콘크리트, 강재 합성형 가로보 사용









아. 第二東名高速道路 豊田 인터체인지

- 특이사항

① 주형간 간격 5.5 ~ 6m

② 플랜지 최대두께 70mm 사용

③ TMPC강 사용, 용접개선각도 35° 사용

④ 수평보강재 1단 사용, 수직보강재 시방서 준수

⑤ 브레이싱 생략







자. 中谷川橋

- 교량형식

교량명	형식	주형개수	형Type	시공장	평균지간장	유효폭원	주형간격	주형고
中谷川橋	연속	2	I형	270.0m	53.76m	9.49m	5.50m	2.90m

- 특이사항

① 유압잭과 로울러를 이용한 런칭 공법 사용

② 시공시 주형 횡자굴을 막기 위해 지점부에 임시 브레이싱을 설치

③ 지간 중앙부 수직보강재 다수 생략

④ 지점부 등에는 수직보강재 사용

⑤ 지점부 가로보는 콘크리트 · 강주형 합성 형식으로 사용

⑥ 플랜지 최대두께 57mm 사용









별첨2

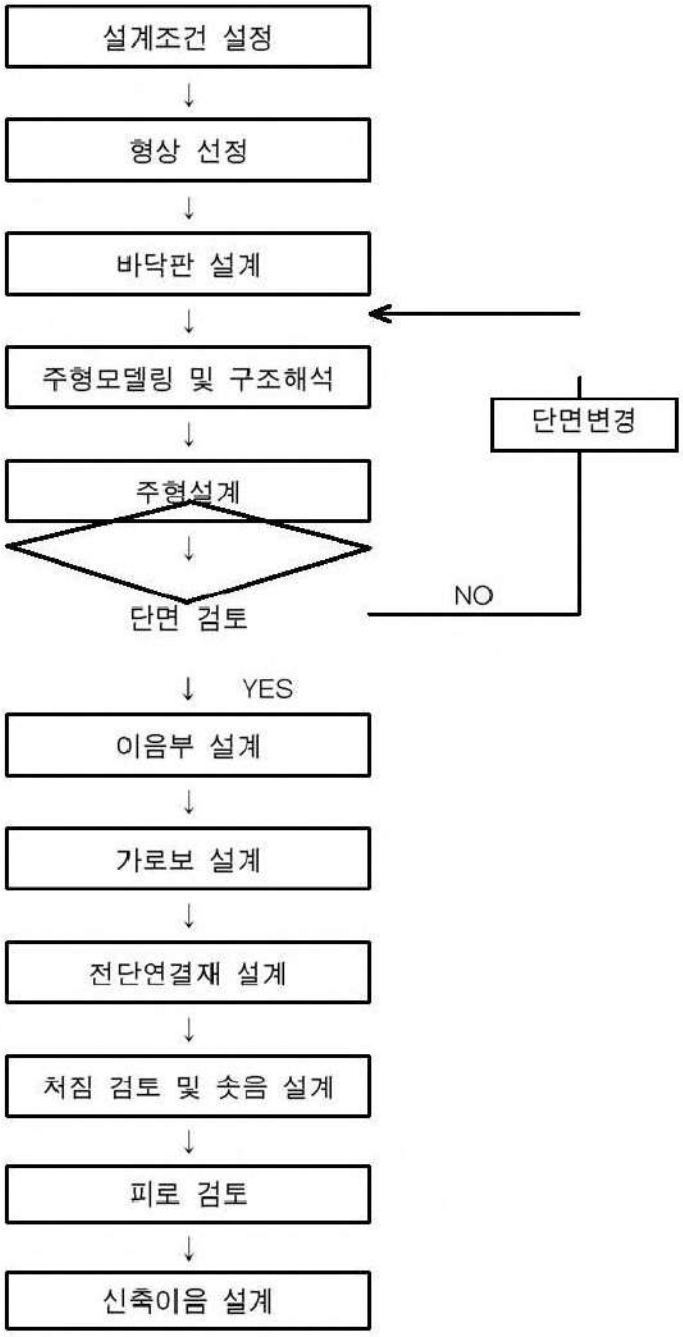
Ⅱ. 설 계 요 령

(설계 적용예)

1) 개 요

본 설계기준(안)은 최근 수행된 소수주형교 연구결과들과 유럽, 일본등지의 설계기준을 바탕으로 정리한 사항으로 추후보다 많은 연구에 의하여 변경될 수 있다.

2) 설계흐름도



3) 표준단면 계획시 고려사항

(1) 주형간격

구 분		소 수 주 형 교	비 고
적용근거	국 내	- 4.5~5.0m(강합성 판형교 및 상자형의 최적계획에 관한연구, (사)대한토목학회) - 5.0~6.0m(경쟁력 향상 도로용 소수주형교 판형교, 포항산업과학연구원)	
	프 랑 스	- 7.0~8.0m(교량총폭 13~14m에 소가로보 적용시)	
	일 본	- 5.5~6.0m(교량총폭 10.4~12.4m)	
국내적용예	청주-상주 고속도로	- 5.0m(3주형, 총폭 16.055m) - 6.0m(2주형, 총폭 11.825m)	2000. 9
	평동산단 진입도로	- 4.6m(4주형, 총폭 20.00m)	2001.10
설계적용예		- 6.0m(총폭 11.825m)	

- 본 적용근거의 프랑스 기준은 프랑스의 강·콘크리트 합성 2주형 교량의 설계지침 (by 프랑스 운수성 도로연구소, 첨부 1)에서 발취하였으며, 일본 기준은 Honshu-Shikoku Bridge Standard(デザイソマニュアル作成の方針, 첨부 2)에서 발취하였다.

(2) 캔틸레버 길이

구 분		소 수 주 형 교	비 고
적용근거	국 내	- 일반적으로 주형간격의 1/2 적용	
	프 랑 스	- 주형간격의 0.4~0.53배 적용	
	일 본	- 주형간격 대비 0.45~0.53배 적용	
국내적용예	청주-상주 고속도로	- 2.91m~3.03m	
	평동산단 진입도로	- 브랏켓 사용	
설 계 적 용 예		- 2.9125m(주형간격 6.0m)	

(3) P.S.C 바닥판 두께

구 분		소 수 주 형 교	비 고
적용근거	국 내	• 도로교 설계기준 P108 - 단 순 판 : (4L+13) × 0.9 - 연 속 판 : (3L+13) × 0.9 - 캔틸레버판 : (8L+23) × 0.9	
	프 랑 스	- 주 형 상 부 : 30cm - 주형 중간부 : 25cm } 유지	
	일 본	• 도로교 설계기준 P218 - 단 순 판 : (4L+11) × 0.9 - 연 속 판 : (3L+11) × 0.9 - 캔틸레버판 : (8L+21) × 0.9	
국내적용예	청주-상주 고속도로	- 주형 중앙부 : 35cm(L=5.55m) - 주 형 상 부 : 45cm(L=2.69m)	
	평동산단 진입도로	- 주형 중앙부 : 28cm (L=4.60m)	
설 계 적 용 예		- 주형 중앙부 : 34cm(L=6.0m) - 주 형 상 부 : 50cm(L=2.9125m)	

(4) 주형높이

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>소 수 주 형 교</th><th>비 고</th></tr>
<tr><td rowspan="3">적용근거</td><td>국 내</td><td>• 강합성 판형교 및 상자형교의 최적계획에 관한연구, (사)대한토목학회
- 단 경 간 (30m) : L/15
- 장 경 간 (50m) : L/18</td><td></td></tr>
<tr><td>프 랑 스</td><td>- 단 순 교 : 1/22
- 연 속 교 : 1/28</td><td></td></tr>
<tr><td>일 본</td><td>- L/15~L/19</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">국내적용예</td><td>청주-상주 고속도로</td><td>- 주형높이 2.8m(경간길이 L=50m)</td><td></td></tr>
<tr><td>평동산단 진입도로</td><td>- 주형간격의 40~60% 수준적용</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">설 계 적 용 예</td><td>- 적용예
<table><tr><th>경간길이</th><th>주형높이</th></tr><tr><td>50m</td><td>2.8m</td></tr></table></td><td></td></tr>
</table>

(5) 복부판 두께 및 수평보강재

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>소 수 주 형 교</th><th>비 고</th></tr>
<tr><td rowspan="3">적용근거</td><td>국 내</td><td>• 복부판 두께
- 강종과 수평보강재 단수에 따라 최소두께 결정
수평보강재 미설치시
<table><tr><td>강 종</td><td>SM570</td><td>SM490</td></tr><tr><td>복부판 최소두께</td><td>b/110</td><td>b/130</td></tr></table></td><td></td></tr>
<tr><td>프 랑 스</td><td>- $t_w \geq 0.005h_w$
단, 공용상태에서 $V/(h_w \cdot t_w) \leq 100N/mm^2$
t_w : 복부판 두께 , h_w : 주형높이, V : 공용하중</td><td></td></tr>
<tr><td>일 본</td><td>- 국내 시방규정과 동일</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">국내적용예</td><td>청주-상주 고속도로</td><td>- 수평보강재 1단 설치, 복부최소두께 20mm</td><td></td></tr>
<tr><td>평동산단 진입도로</td><td>- 수평보강재 생략
<table><tr><td>형 고</td><td>적용복부판 두께</td><td>비 고</td></tr><tr><td>1.8m</td><td>16mm</td><td></td></tr><tr><td>2.5m</td><td>20mm</td><td></td></tr><tr><td>3.5m</td><td>28mm</td><td></td></tr></table></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">설 계 적 용 예</td><td>- 수평보강재 생략
<table><tr><td>강 종</td><td>SM570</td><td>SM490</td></tr><tr><td>복부판 최소두께</td><td>26mm</td><td>22mm</td></tr></table></td><td></td></tr>
</table>

(6) 가로보와 수직보강재

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>소 수 주 형 교</th><th>비 고</th></tr>
<tr><td rowspan="3">적용근거</td><td>국 내</td><td>- 가로보 높이는 최대 주형교의 30~50%적용
- 수직보강재 간격
<table><tr><th>구 분</th><th>지 점 부</th><th>일 반 부</th></tr><tr><td>형상비</td><td>a/b ≤ 1.5</td><td>a/b ≤ 3.0</td></tr></table>where, a : 수직보강재 간격, b : 상하 플랜지 간격</td><td></td></tr>
<tr><td>프 랑 스</td><td>• 소가로보의 경우
- 간 격 : 6~10m
- 부착위치 : 주형높이의 중앙부</td><td></td></tr>
<tr><td>일 본</td><td>- 설치간격 : 5~10m (가로보 크기와 관련있음)</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">국내적용예</td><td>청주-상주
고속도로</td><td>- 가 로 보 설 치 간 격 :
- 수직보강재 설치간격 :</td><td></td></tr>
<tr><td>평동산단
진입도로</td><td>- 가 로 보 설 치 간 격 : 7.5m 간격
- 수직보강재 설치간격 : 2.5m (일반부)</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">설 계 적 용 예</td><td>- 가 로 보 간 격 : 8.4m
- 수직보강재 간격 : 8.4m</td><td></td></tr>
</table>

검 사

★기안자	부 장	처 장	본부장	부사장	사 장
협 조					

IPC 거더 연속교 적용검토

문서번호	설계구10201-105
보존기간	10년
결재일자	2003. 4. 10.
공개여부	공 개

2003. 4

· 설계기준부장 :
· 도로설계부장 :

한국도로공사

KOREA HIGHWAY CORPORATION

설 계 처

목 차

1. 검 토 목 적

2. 현행 방침내용 요약

3. IPC거더 연속교에 대한 검토

가. 실물시험 실시결과

나. 연속교에 대한 문제점 및 보완내용

다. 곡선교 적용 검토

4. 공사비 절감효과

5. 검 토 결 론

6. 적 용 방 안

붙임: 1. IPC거더교 적용실적 및 시공사진

2. IPC거더 연속교 내하력평가 연구보고서

3. 연속지점부 검토 및 보완내용

4. 곡선교 적용성 검토

1. 검토 목적

IPC 거더는 설계구13201-635호('01.12.7)로 단순교에 한하여 고속도로 교량에 적용토록 하였으나 연속교에 대한 설계검토 및 내화력 평가가 완료되었기에 설계 적용성을 검토코자 함.

2. 현행 방침내용 요약(설계구13201-635호,'01.12.7)

ㅇ검토 의견

- IPC 거더는 기존PSC 빔에 비해 형고가 낮고 장경간이 가능한 공법으로서 형하고 제약을 받거나 장경간 교량이 필요한 구간에서 강합성 형식이나 Preflex 빔 형식보다 훨씬 경제적인 공법이므로 고속도로 교량에 적용함이 타당한 것으로 판단됨.
- 단, **연속교에 대해서는 실물시험 등을 통한 세부 검토 후 적용여부 판단.**

3. IPC거더 연속교에 대한 검토

가. 실물시험 실시결과

ㅇ실시방법 : 수탁연구 용역시행

(과제명:IPC거더 연속교의 설계검토 및 준공교량 내하력평가 연구)

ㅇ실시기간 : '02. 3 ~ '02. 11

ㅇ실 시 자 : 우리공사 도로교통기술원

ㅇ실시교량 : 벽제2교(2@25+2@25+2@25=150m, 고양시 소재)

(공사기간 : '01. 9 ~ '02. 5)

ㅇ실시내용

- 계측센서를 이용한 정적 및 동적재하시험 실시
- 시공단계 해석 및 내하력 평가 수행

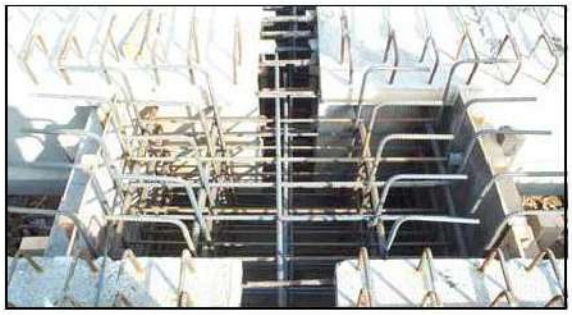
ㅇ실시결과

- IPC거더 연속교의 시공단계와 사용단계에서 발생하는 응력이 허용응력을 만족하는 것으로 확인됨.
- 연속 지점부 바닥판의 균열폭(0.031mm)이 허용 균열폭(0.2mm)을 만족함.
- 내하력 평가결과 최소내하율(경간 중앙부 거더 하연)이 2.93로서 안전성에 문제없음.
- 2차 긴장시 연속지점부 격벽 콘크리트 하단의 인장응력과 균열제어를 위해 거더하단에 돌출철근 등을 설치하여 격벽과 거더 사이의 연결거동을 보강하는 것이 바람직
- 거더 상단 단부면 연결 격벽 사이에 균열발생 억제를 위해 연속지점부의 격벽은 반드시 바닥판과 동시에 타설 필요

나. 연속교에 대한 문제점 및 보완내용

ㅇ '01년 12월 IPC거더 적용이후 실물시험과 세부검토를 통하여 문제점 보완

문 제 점	보 완 내 용	비 고
1.연속교에 대한 문제 ㅇPSC빔교의 연속화 경우 PSC빔이 단순교 개념으로 설계되어 있어 연속화부분에 문제가 발생하여도 PSC빔 중앙부(정모멘트 구간)에는 영향이 없음.	ㅇ당초에는 PSC빔과 같이 거더와 거더간 철근 연결이 없었으나 연속지점부에 **거더간 철근을 연결**하여 강결시키고 2차강선을 삽입, 긴장력을 도입하므로서 연속 구조계로 변경하였으므로 **연속교 개념으로 모델링하는 것이 타당함.**	

문 제 점	보 완 내 용	비 고
ㅇ IPC거더교 경우, 거더와 거더가 강결되어 있지 않으므로 연속교가 아니라 연속화라고 사료됨. ㅇ 그러나 연속교 개념으로 설계되어 연속화 부분이 실제상황을 고려하여 모델링되어 있지 않고, 만약 연속화에 문제가 발생할경우 IPC거더교 중앙부(정모멘트 구간)에도 문제가 발생할 수 있음. ㅇ 하단부는 사실상 강결되지 않고 cross-beam에 의해 연결된 상태이나 이를 고려한 해석모델링이 고려되지 않음.	  ㅇ 준공되어 공용중인 IPC거더 연속교에 대한 **실물재하시험 실시결과, 다경간 연속교 적용에 문제가 없음.**	
2. 연속부 하연 균열문제 ㅇ 연속화 부분에서 2차긴장시 거더 하단부에 인장응력 발생	ㅇ 슬래브 양생후 시행하는 2차 긴장과정에서 거더 하연에 인장응력이 발생하나, 그 값은 **콘크리트의 허용 인장응력 이내**이며, 이는 추가고정하중(교면포장,중분대,방호벽) 재하단계부터는 압축상태로 바뀌게 됨. 또한 2차 긴장시 발생하는 거더 하단부 **인장응력에 대하여 철근보강을 시행하므로 균열에 대한 안전성 확보**	

문 제 점	보 완 내 용	비 고
3.시공부분(벽제2교 경우) ㅇ연속지점부 격벽을 먼저 타설, 양생후 바닥판을 타설한 벽제2교(실물시험교량)의 경우 거더 상단 단부면 격벽부 사이에 균열이 발생하였음.	ㅇ이는 연속성 수준저하에 따른 거더 응력상태의 불리성에 기인한 것으로 **연속지점부 격벽과 바닥판을 동시에 타설**하여 균열발생 예방가능. (도면에 연속지점부 격벽과 바닥판을 동시에 타설토록 주기)	

다. 곡선교 적용 검토

ㅇ교면 배수구 설치에 따른 곡선반경 제약

-IPC거더는 상부 플랜지 폭이 넓어 곡신교의 경우 배수구 설치제약

-교면 배수구 설치에 따른 최소 곡선반경 (단위:m)

경간장 (m)	거더 중앙에 배수구 설치시			배수구 간격 20m 기준시		
	직배수관	곡배수관	방호벽 Block out	직배수관	곡배수관	방호벽 Block out
30	5,150	600	400	2,800	350	250
35	7,000	800	500	4,600	550	350
40	9,150	1,050	650	7,000	800	500
45	11,550	1,350	850	9,000	1,050	650

ㅇ 곡선배치에 따른 긴장력 손실

-곡선배치에 의한 긴장력 손실율 검토결과 직선교 대비 2% 내외의 추가 손실이 발생하나 거더 응력에 영향을 미칠 정도는 아님.

4. 공사비 절감효과

-설계중인 목포-광양, 전주-광양 노선 절감액: 470억원

※산출근거

□ ㎡당 단가:PSC BOX(ILM):**848천원**, IPC(경간장40m):566천원, 강박스:1,076천원

□ IPC 연속교 적용:목포-광양7개소, 전주-광양 12개소 111,915㎡

□ (848천원/㎡-566천원/㎡)×111,195㎡×1.5 =47,035,485천원

5. 검토 결론

ㅇIPC거더 연속교에 대한 설계 검토와 실물교량에 대한 내하력 평가 연구결과 구조 및 시공상의 문제점은 없는 것으로 검토되고 있으므로 단경간 뿐아니라 **연속교에서도 IPC거더를 적용**토록 함이 타당할 것으로 판단됨.

(단, 거더간 연속지점부는 돌출철근을 이용하여 강결시키고 연속지점부 격벽부와 바닥판은 동시에 타설토록 함)

ㅇ곡선교 적용시에는 곡선반경과 배수구 설치간격 등을 고려하여 적용.

6. 적용 방안

ㅇ '03년 4월 이후 준공되는 설계용역부터 적용

붙임 #1. IPC거더 적용실적 및 시공사진

#2. IPC거더 연속교 내하력평가 연구보고서(도로교통기술원)

#3. 연속지점부 검토 및 보완내용

#4. 곡선교 적용성 검토