감 사
기획감사

★◉ 기안자	부 장	처 장	본부장	부사장	사 장
박성환	기용은	이동희	전결		이재민

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

협 조	

소수주형 판형교 적용 검토

2002. 12

· 도 로 처 장 : 서경설
· 건설계획처장: 김홍주
· 건설관리처장: 정경선
· 민자도로처장: 윤여준
· 도로교통기술원장: 안동준
· 구조물 처장 : 오관영
· 기술심사실장: 서광원
· 기술관리실장: 김성진

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

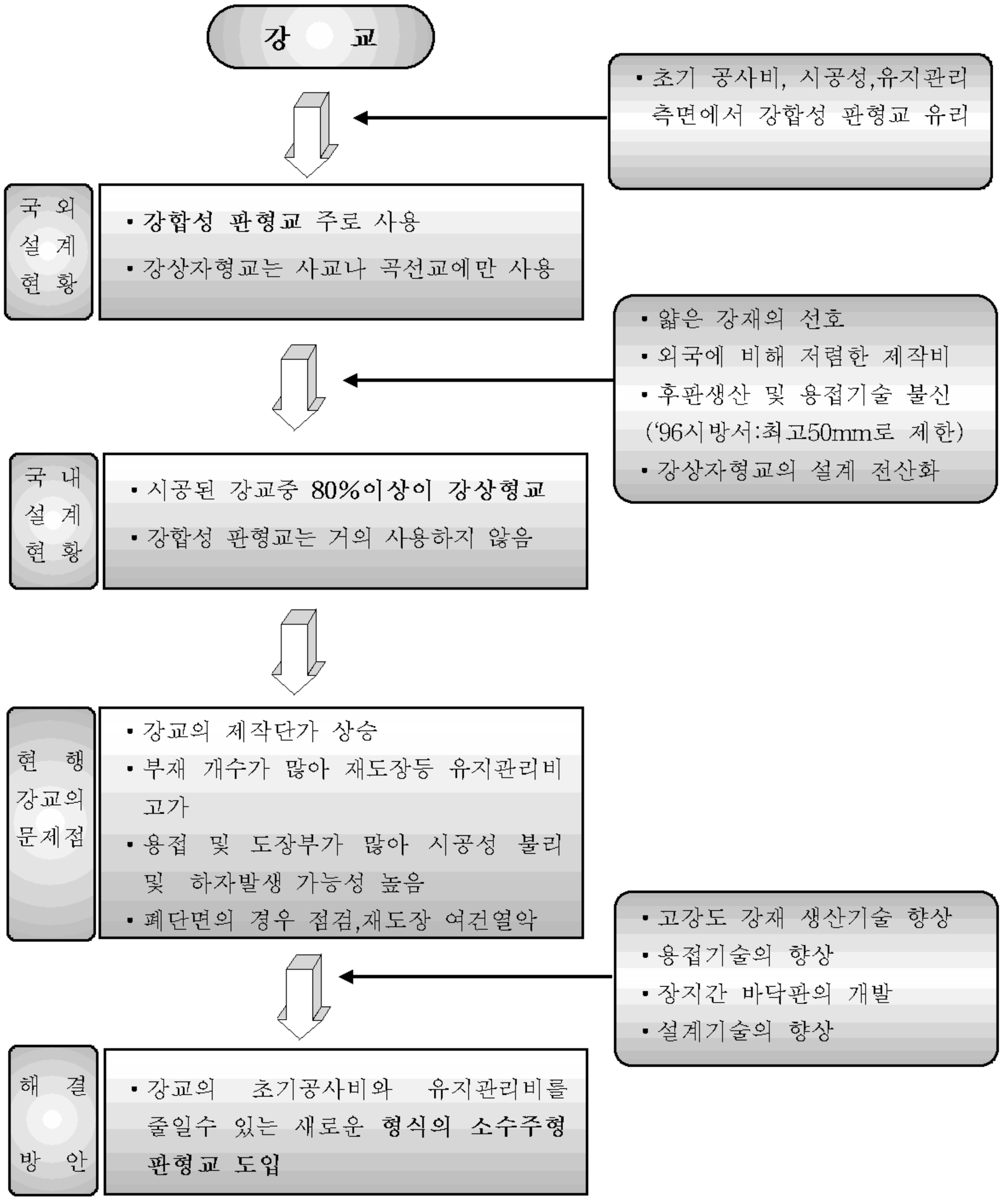
- 경제성 분석자료

- 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.

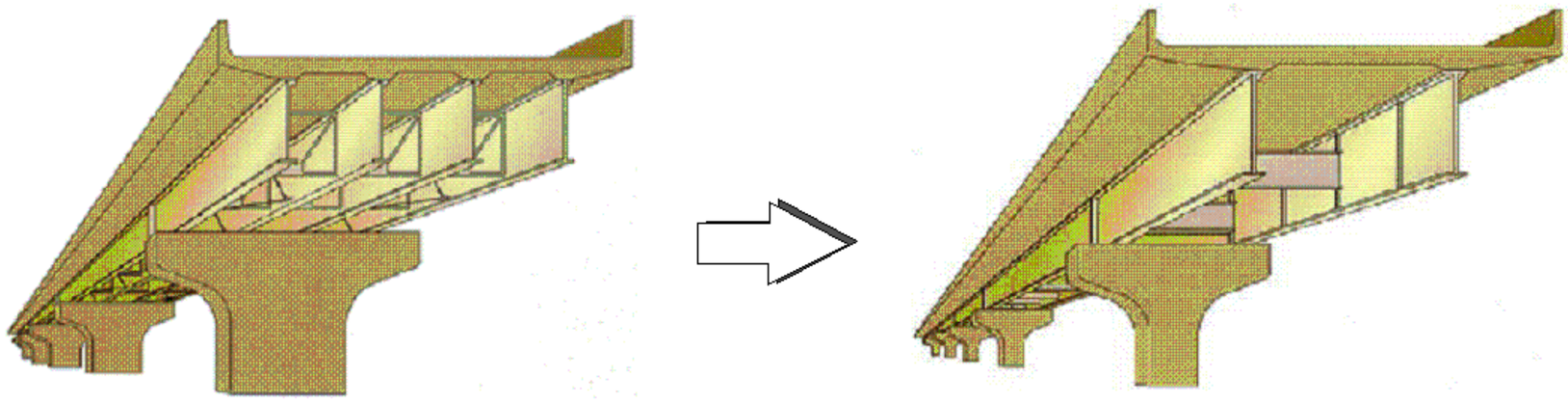
2. 검토배경



3. 소수주형 판형교의 개요 및 특징

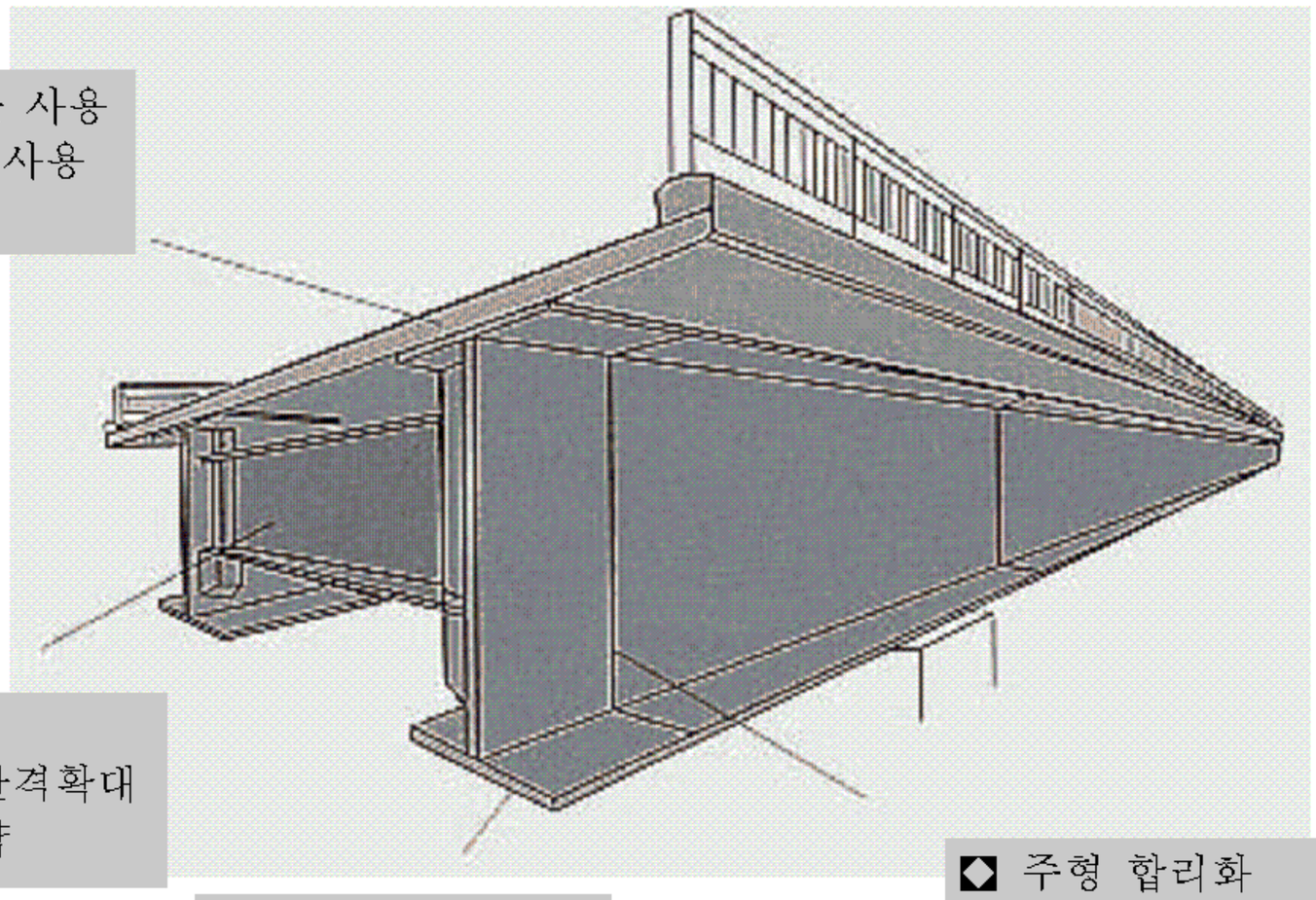
가. 개요

소수주형 판형교는 후판강재와 장지간 바닥판을 사용하여 **주형의 수**를 **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



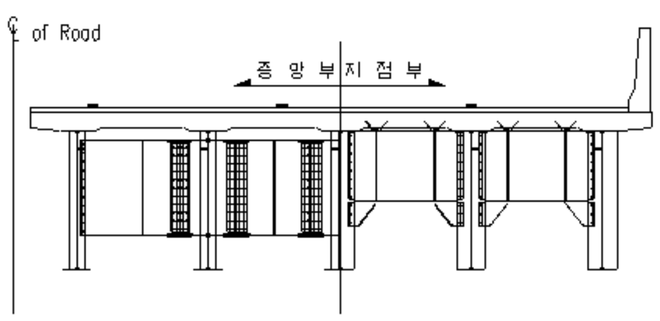
◆ 장지간 바닥판 사용
- PSC 바닥판 사용
- 내구성 향상

◆ 부부재 합리화
- 가로보 배치간격확대
- 브레이싱 생략

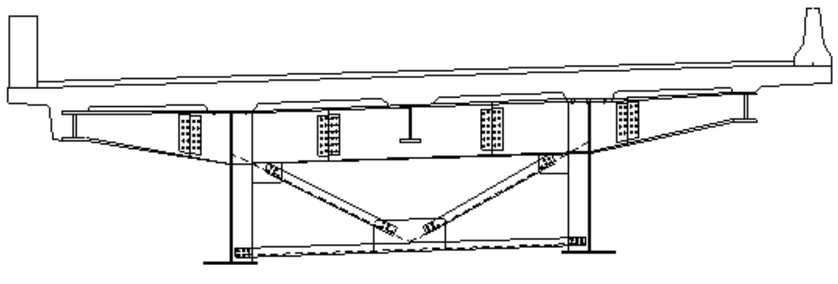
◆ 주형개수 최소화
- 부재수 감소
- 용접량 감소
- 도장면적 감소

◆ 주형 합리화
- 보강재사용 최소화
- 고성능 강재 사용

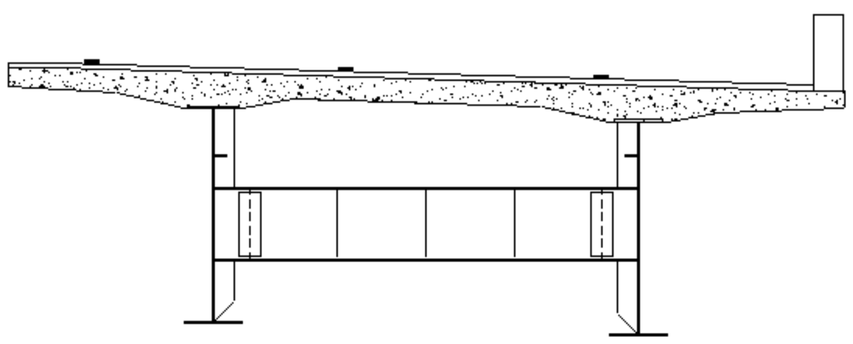
4. 소수주형 판형교 변천과정(도로교)

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

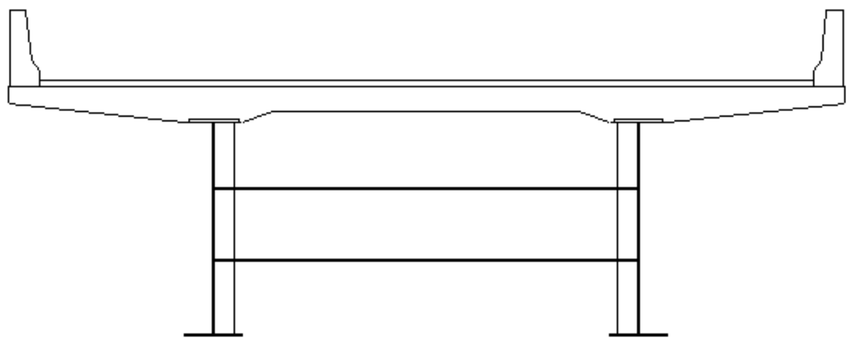
⇩

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

⇩

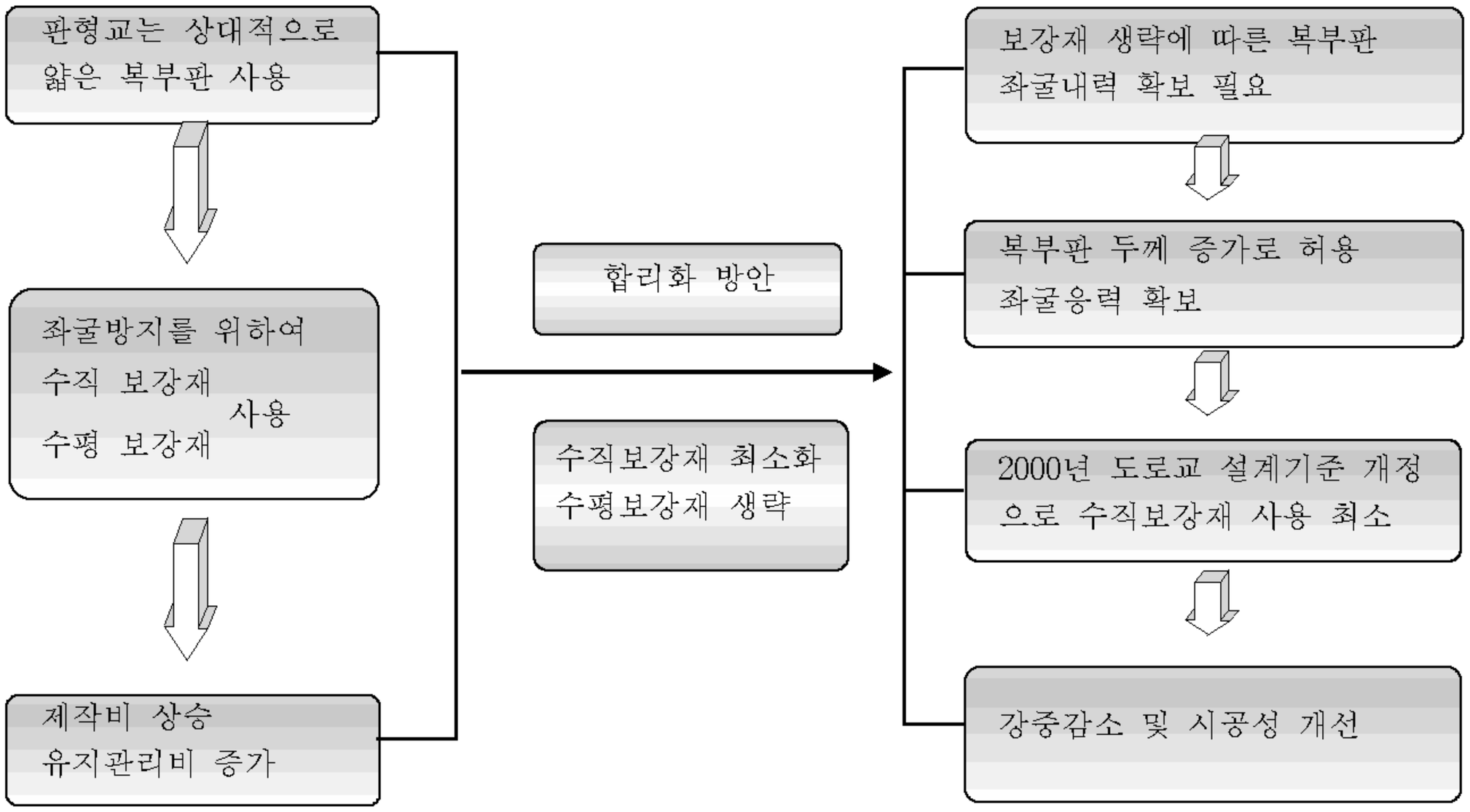
소수주형교 최적형상(치도리노 사와가와교, 일본)	
개 요 도	특 징
	• 현장타설 PSC 바닥판 사용 • **수평 보강재 생략** • 지간부의 수직 보강재 생략 • 현장이음은 용접이음 채택

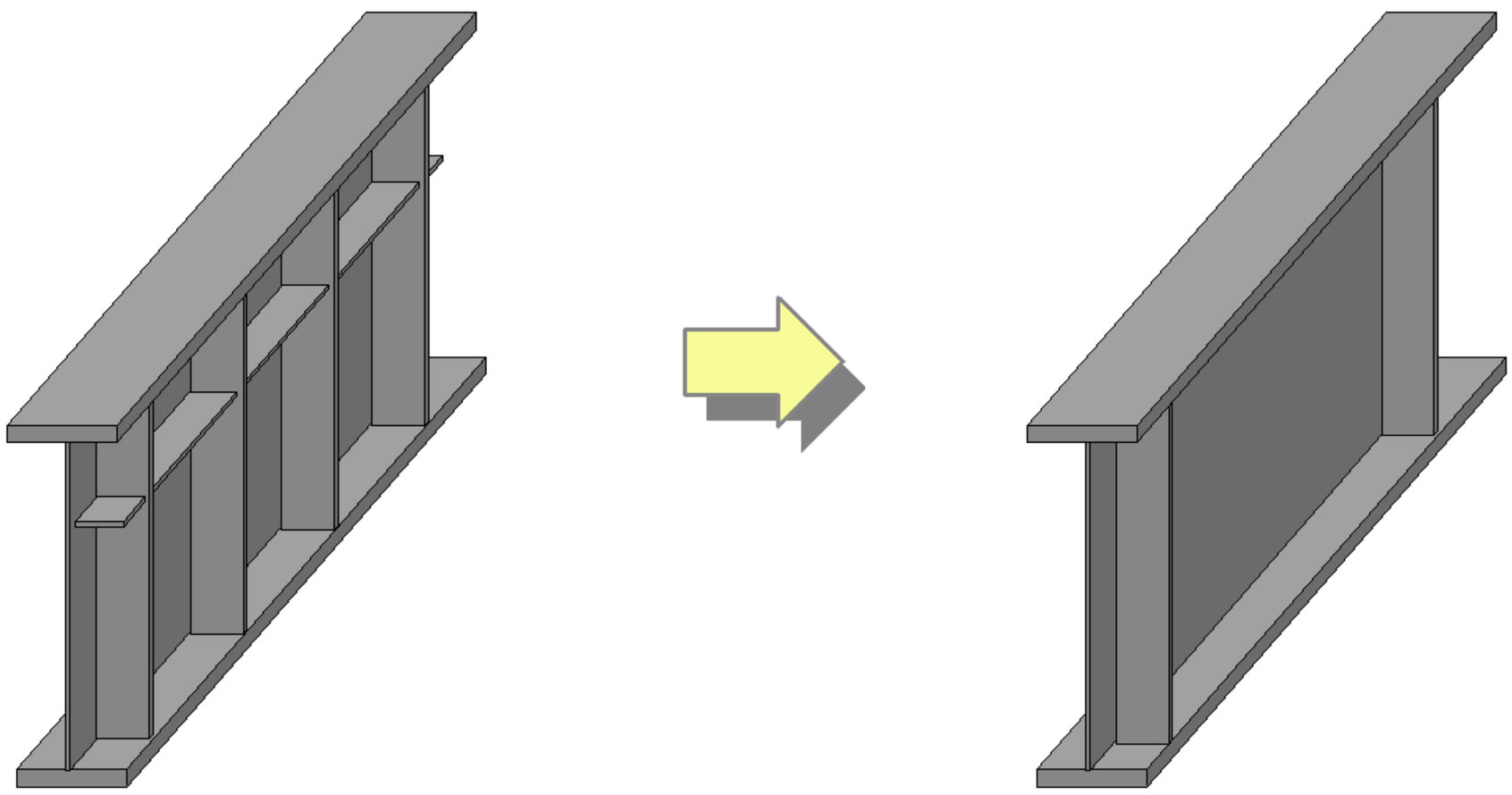
※경부고속철도 8-2공구 다수고가교(2002. 12 준공) 등 다수 적용

5. 소수주형 판형교 세부 적용방안

가. 지간범위: 30~110m

나. 주형의 합리화 방안





다. 사용재료

소수주형교는 주형개수 최소화 교량

고강도강, 극후판 사용 불가피

→

2000년 도로교 설계기준 개정

↓

-고강도강(SM520, 570등)사용
-후판 강재(최대100mm) 사용

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 마서고가교에 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

• Plate의 형상비(폭/높이)가 커지면 Plate의 전단좌굴계수 감소

⇨

• 1996년 도로교 표준시방서 허용좌굴응력 감소방지를 위해 형상비 제한 (전구간 일률적으로 1.5적용)

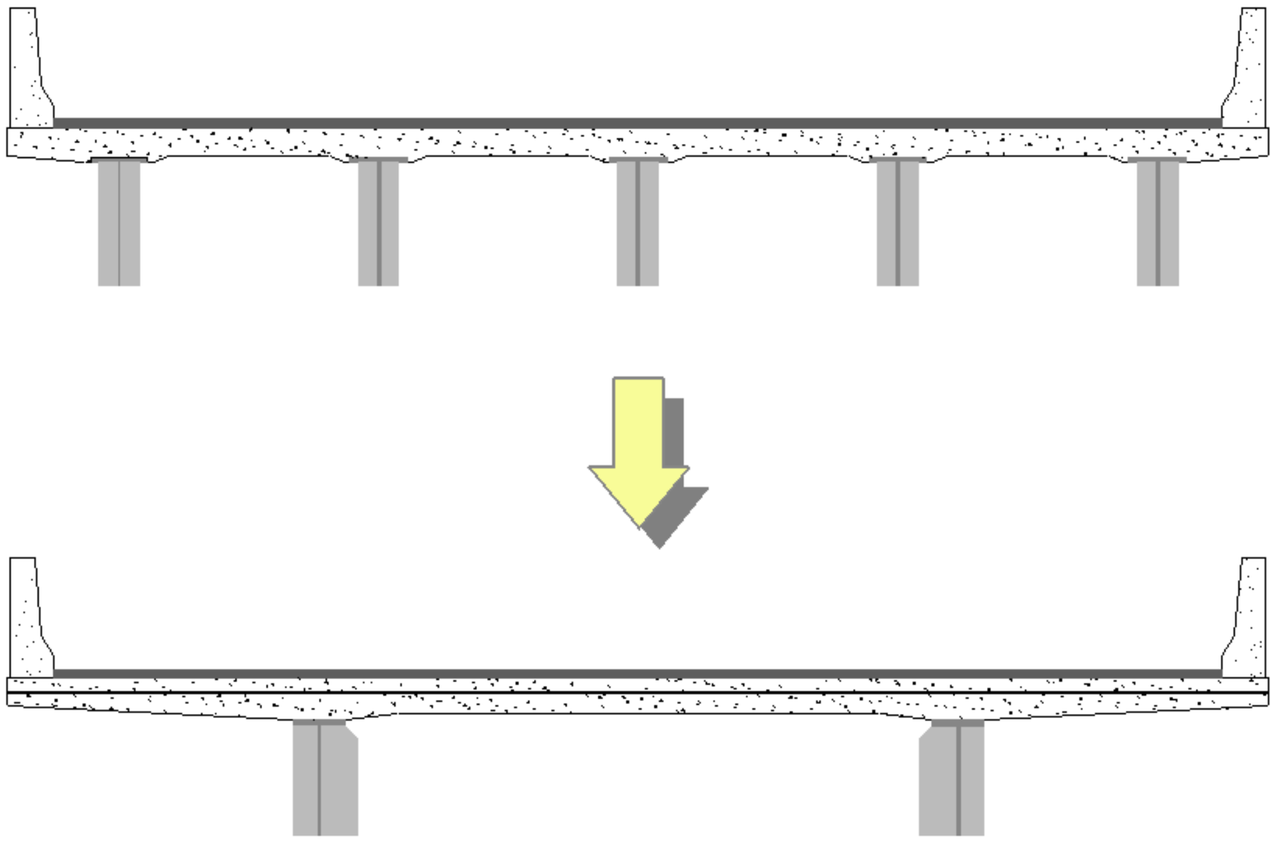
⇨

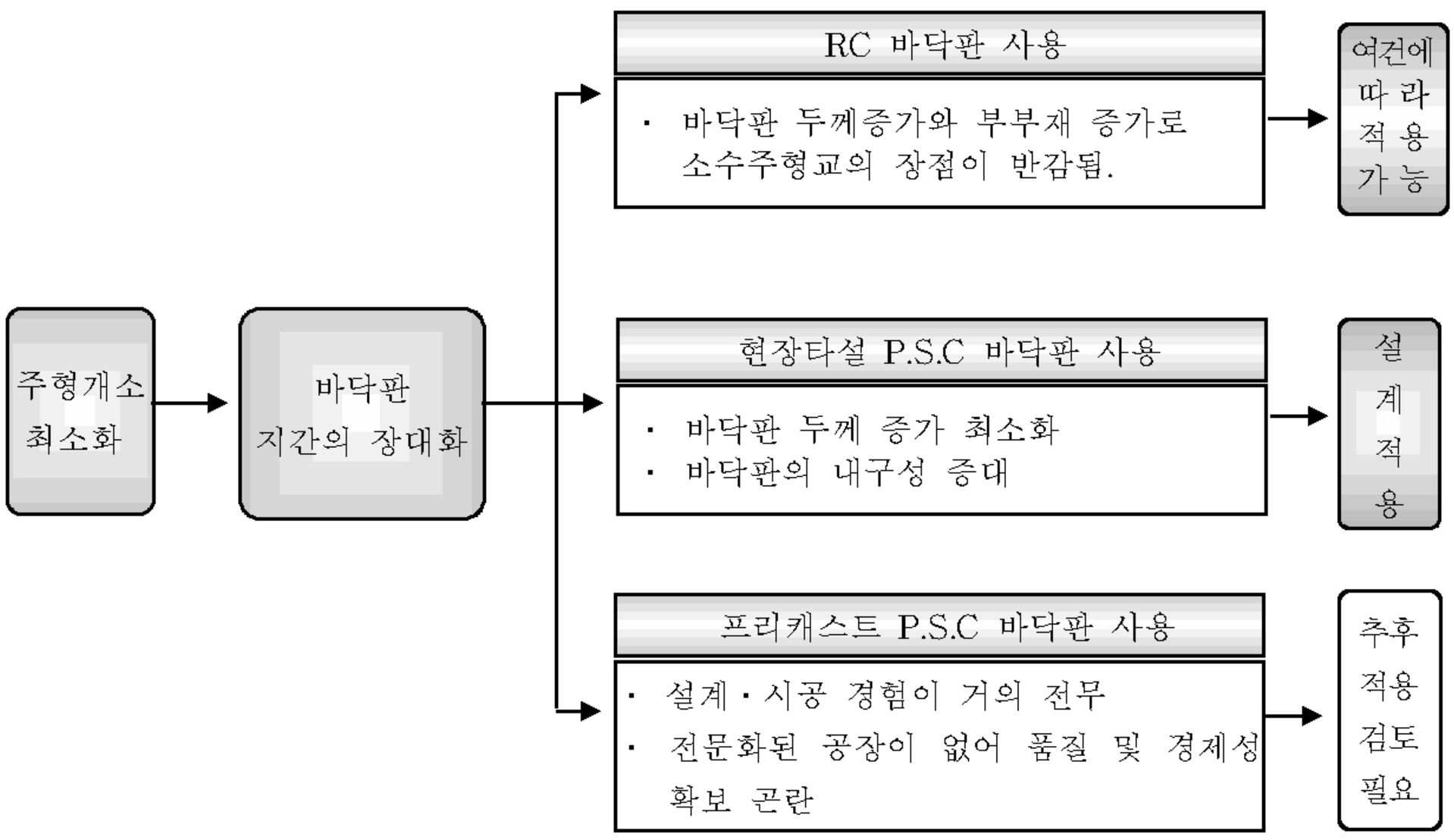
• 2000년 도로교 설계기준 형상비 적용시 휨응력에 비해 전단응력이 상대적으로 작은 중앙부에 합리적으로 적용

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

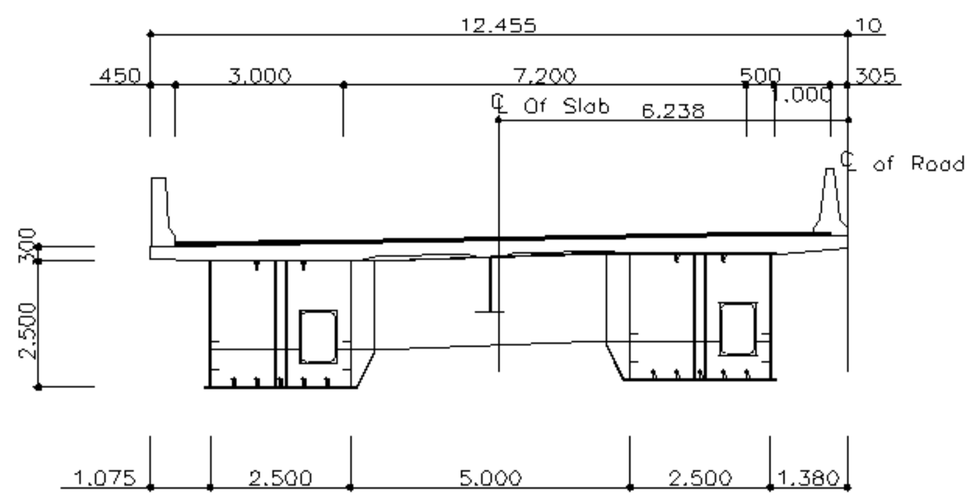
사. 기타

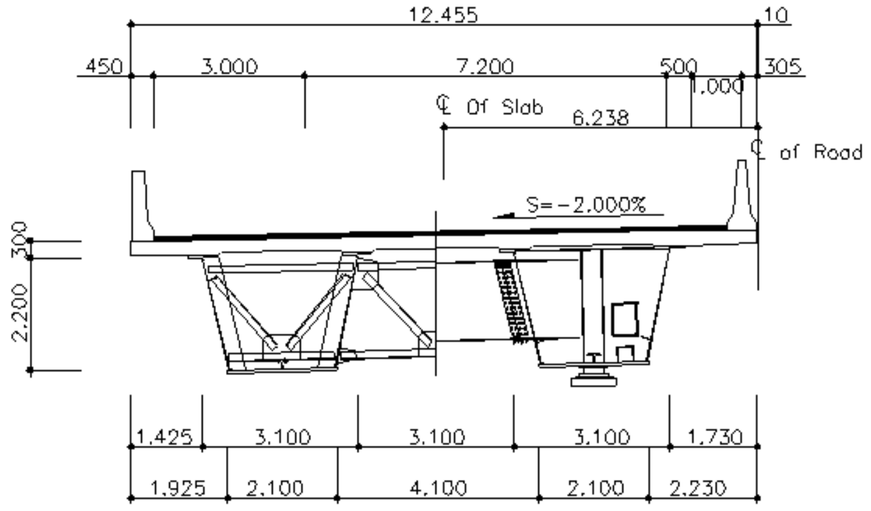
설계시 주변여건에 따라 보강재, 브라켓 사용 및 RC바닥판 적용 등 소수주형교의 변형도 적용가능

7. 강(Steel) 교량 형식별 경제성 비교

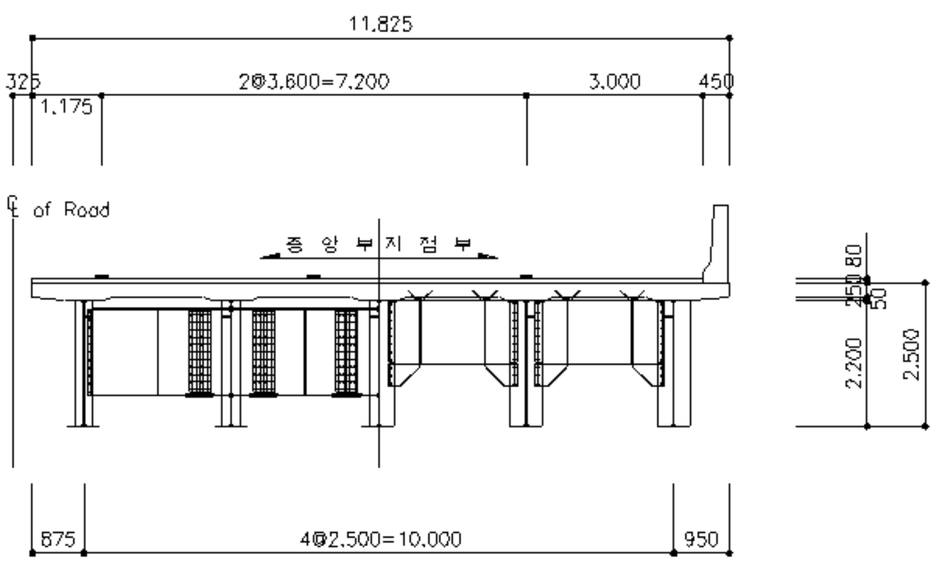
가. 비교대상 교량(예)

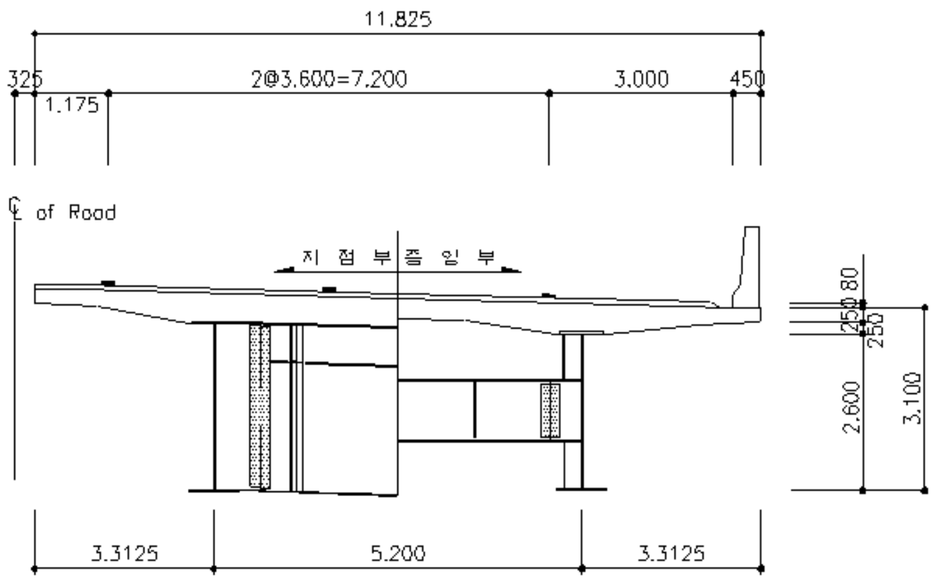
비 교 대 상 교 량 1		비 교 대 상 교 량 2	
교량형식:폐단면 상자형교	바닥판:현장타설 RC 바닥판	교량형식:개구제형 강합성교	바닥판:현장타설 RC 바닥판
경간구성:40+50+40 = 130M	사용강재: SM400 SM490	경간구성:40+50+40 = 130M	사용강재: SM400 SM520





비 교 대 상 교 량 3		비 교 대 상 교 량 4	
교량형식:다주형 판형교	바닥판:현장타설 RC 바닥판	교량형식:소수주형 판형교	바닥판:현장타설 PSC 바닥판
경간구성:40+50+40 = 130M	사용강재:SM400 SM490	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

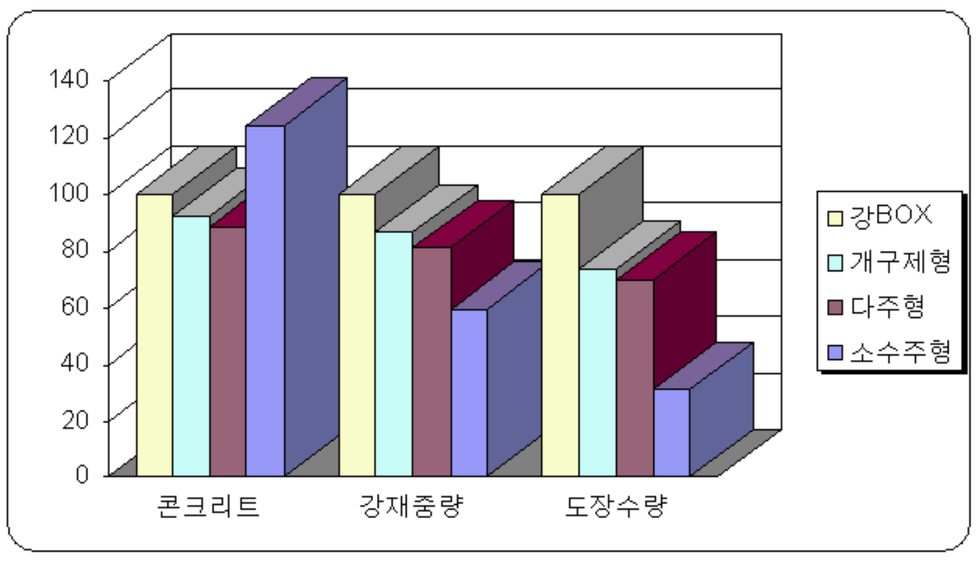
구 분	폐 단 면	개구제형	다 주 형	소수주형
바닥판콘크리트 (㎥)	507(100%)	467(92%)	450(89%)	630(124%)
강 재 중 량 (kgf/㎡)	304(100%)	264(87%)	247(81%)	180(59%)
도 장 (㎡)	13,045(100%)	9,589(74%)	9,149(70%)	4,035(31%)

3) 상부 공사비 비교

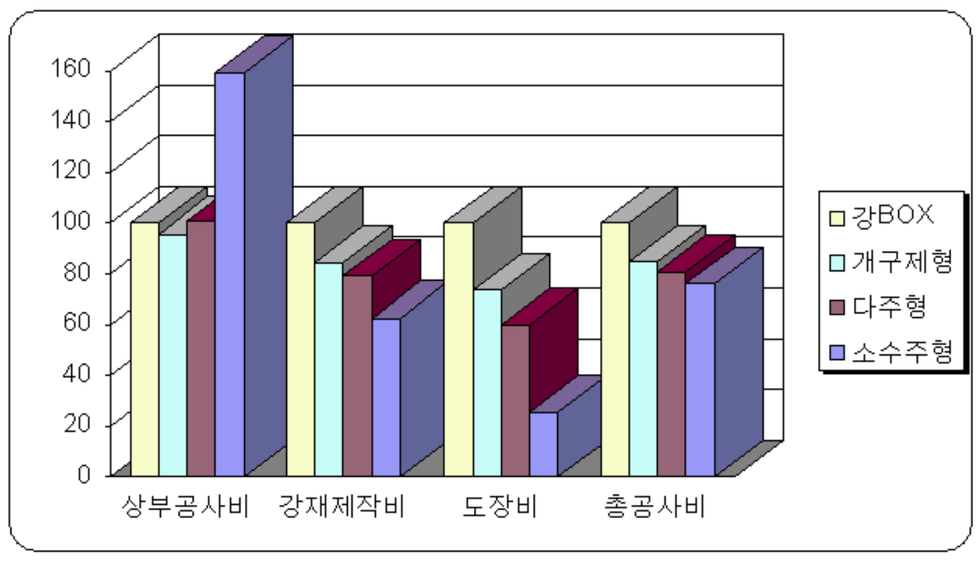
구 분	폐 단 면	개구제형	다 주 형	소수주형
상부 바닥판 (천원/㎡)	224 (100%)	214 (96%)	226 (101%)	315 (141%)
강교 제작비 (천원/㎡) (운반,가설포함)	904 (100%)	763 (84%)	715 (79%)	568 (63%)
도 장 비 (천원/㎡)	128 (100%)	94 (73%)	77 (60%)	33 (26%)
총 공 사 비 (천원/㎡)	1,256 (100%)	1,071 (85%)	1,017 (81%)	916 (73%)

※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 2주형교의 설계·시공 - 천기중공업주식회사

○ 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

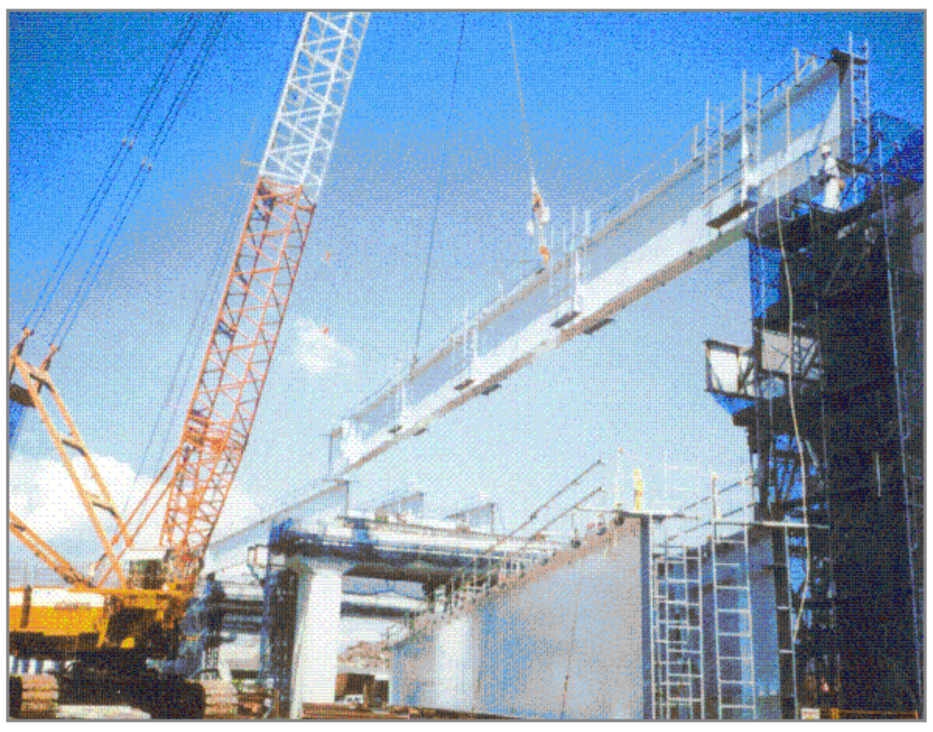
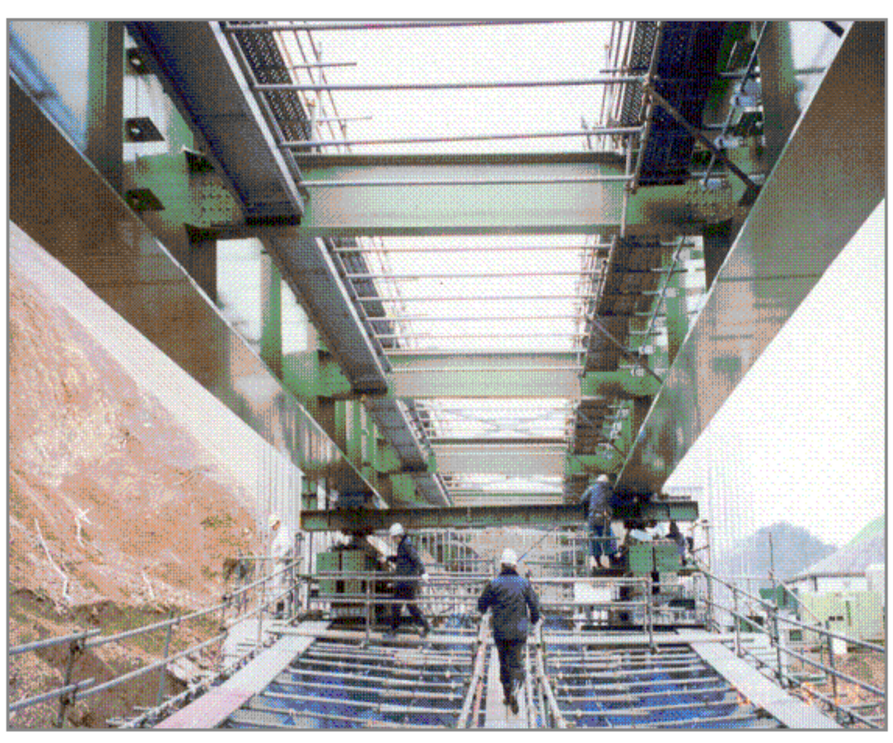
한국도로공사

설 계 처

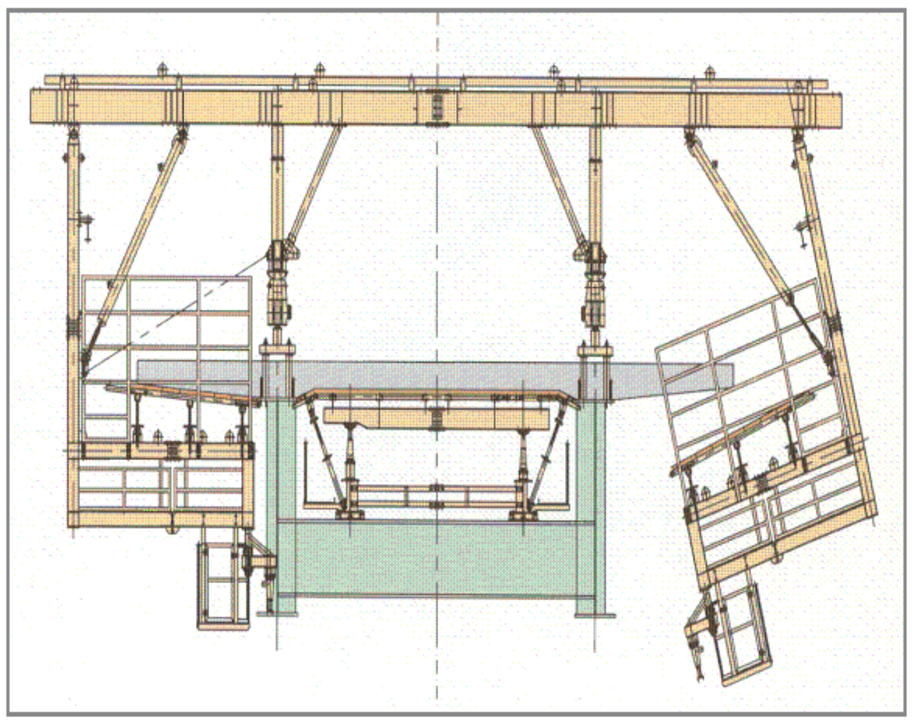
■소수주형 판형교 적용사례(국외)

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 주형거치 방법

동바리 설치후 크레인 거치	크레인 거치
	
연속 압출공법 거치	연속 압출공법 거치
	
케이블 이용 거치	케이블 이용 거치
	

■소수주형 판형교 바닥판 시공방법

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