교량구조용 압연강재(HSB) 적용 검토

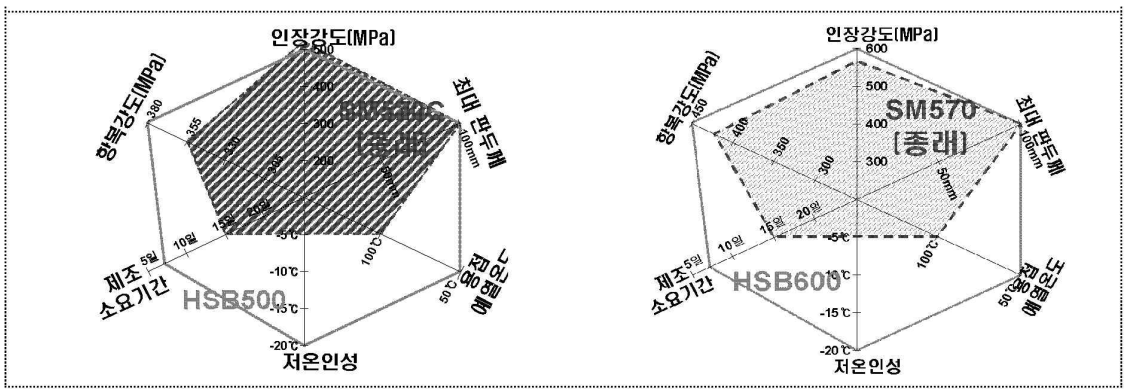
제공처 : 한국도로공사 설계처

출처 : 2008년도 고속도로 설계 실무자료집(2009, 한국도로공사)

1. 일반현황

(1) 강구조물의 내구성 증진, 슬림화, 경제성 및 시공성 개선을 위하여 강재의 강도, 저온인성, 용접성 등의 구조성능을 향상한 교량 구조용 압연강재(HSB : High Performance Steel for Bridge)의 적용성을 검토하고자 함.

(1.1) 교량구조용 압연강재(HSB : High-performance Steel for Bridge) 강재의 강도, 저온인성, 용접성 등을 최적으로 조합한 강재



2. 현황 및 문제점

2.1 추진경위

(1) 2005. 5월 : 국가 R&D “차세대 시설물용 신재료 활용기술개발” 연구 착수(국토해양부, 준공예정 : 2010년 8월)

(2) 2007. 8월 : “교량 구조용 압연 강재” KS규격 등록(KSD3868)

(3) 2008. 7월 : 도로교 설계기준 개정(국토해양부 중앙심의 완료)

(3.1) 도로교 설계기준 개정

구 분	당 초	개 정(안)
구조용 강 재	KSD3503(일반구조용 압연강재) KSD3515(용접구조용 압연강재) KSD3529(용접구조용 내후성 열간 압연강재)	KSD3503(일반구조용 압연강재) KSD3515(용접구조용 압연강재) KSD3529(용접구조용 내후성 열간 압연강재) KSD3868(교량구조용 압연강재)

2.2 교량구조용 압연강재(HSB) 특징

(1) HSB500

구 분	SM490(용접구조용압연강재)	HSB500(교량구조용압연강재)
제 조 법	As-rolled(일반압연방법)	TMCP(열처리제어방법)
최대두께	t≤100mm	t≤100mm
항복강도	t≤40 : ≥315MPa 40<t≤100 : ≥295MPa	380MPa 이상 (전두께 일정 항복강도)
인장강도	490MPa 이상	500MPa 이상
충격인성	-0℃에서 47J 이상	-0℃에서 47J 이상(일반) -20℃에서 47J 이상(저온)
용 접 성 (예열온도)	t≤40 : 예열없음 40<t≤100 : 50℃이상	예열 없음
탄소당량	t ≤ 50mm : 0.40 이하 50< t ≤ 100mm : 0.42 이하	0.40 이하
기타성능	-	내라멜라테어, K25

(2) HSB600

구 분	SM570(용접구조용압연강재)	HSB600(교량구조용압연강재)
제 조 법	As-rolled(일반압연방법)	TMCP(제어압연방법)
최대두께	t≤100mm	t≤100mm
항복강도	t≤40 :≥ 450MPa 40<t≤75 :≥ 430MPa 75<t≤100 :≥ 420MPa	450MPa 이상 (전두께 일정 항복강도)
인장강도	570MPa 이상	600MPa 이상
충격인성	-5℃에서 47J 이상	-5℃에서 47J 이상(일반) -20℃에서 47J 이상(저온)
용 접 성 (예열온도)	t≤25 : 예열없음 25<t≤50 : 50℃이상 50<t≤80 : 80℃이상	예열온도 50℃ 이하(저예열)
탄소당량	t ≤ 50mm : 0.44 이하 50< t ≤100mm : 0.47 이하	0.42 이하
기타성능	-	내라멜라테어, K25

(2.1) 내라멜라테어 : 용접시 판두께 방향의 층상균열 방지

(2.2) K25 : 단면수축률 25% 보증

3. 개선내용

3.1 국내 · 외 동향 및 적용사례

3.1.1 국내 · 외 동향

구 분	국 내	미 국	일 본
강 종 (항복강도)	HSB500(380MPa) HSB600(450MPa)	HPS345W(345MPa) HPS485W(485MPa) HPS690W(690MPa)	BHS500 (500MPa) BHS500W(500MPa) BHS700W(700MPa)
개발착수	2005년	1992년	2002년
적용시기	2007년	1997년	2007년
적용실적	15,476톤/15개소 (2008.03기준)	25,000톤/250여개소 (2005년 기준)	10,000톤/1개소 (동경만 임해대교)

3.1.2 적용사례

(1) 국내

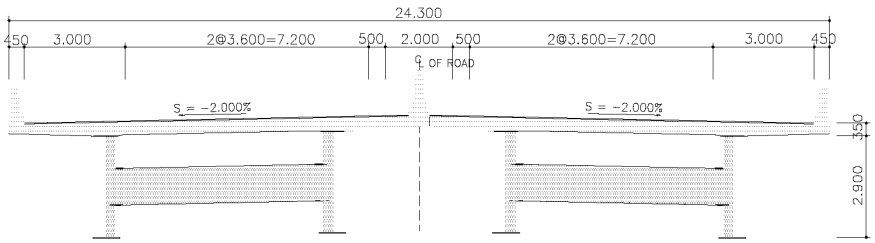
강 종	사 업 명	물량(톤)	공급시기	비 고
합 계		15,476		
HSB600	소 계	14,463		
	인천 제2연육교 건설공사	983	2007.01	인천대교
	인천 제2연육교 연결도로 건설공사	437	2008.01	아치교
	전주~광양간 덕례교 건설공사	1,800	2007.12	소수주형교
	경부고속철도 14-1공구	2,445	2007.07	송정고가교
	남구미IC 진입도로 공사	1,117	2007.05	공단교
	경주시 국도대체 우회도로 공사	1,690	2007.08	흠실교
	진북산업단지 교량 공사	537	2007.09	
	부산지하철 3호선 반송선 공사	4,362	2007.07	강재교각
	익산~장수 석전2교(PCT거더교) 등	1,092	2007~	
HSB500	순천 해룡상삼 프로젝트외 2개소	1,013	2007.12	

(2) 국외(미국 콜로라도주)

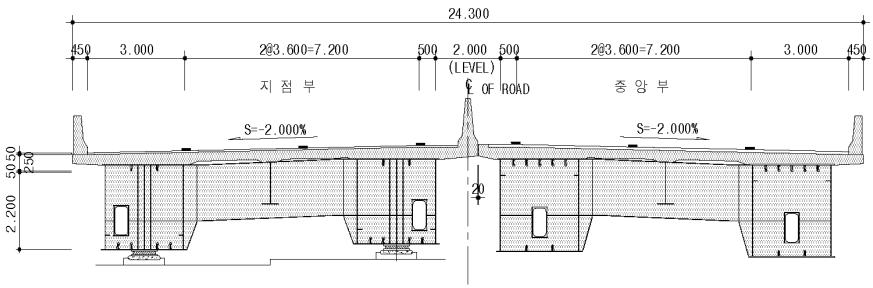
Hwy	Str. No.	경간	연장(m)	물량(톤)	비 고
I-225 Alameda Ramps	F-17-AX	3	130.15	65	2000
	F-17-DZ	3	142.04	101	2000
I-25 5thStreet Overpass	G-17-DA	3	171.65	48	2001
SH 67 Arequa Gulch	J-16-C	5	373.23	408	2001
I-76 Over I-270	E-17-QS	2	101.19	96	2003
	E-17-QT	2	101.19	144	2003
SH 83 Kettle Creek	I-17-MJ	3	139.60	73	2005
	I-17-MK	3	139.60	83	2005
Snyder South Bridge	-	1	45.73	-	1997

3.2 강종별 비교 검토

(1) 소수주형교

구 분		SM520	HSB500	SM570	HSB600
경간구성		220m(50+60+60+50)			
교 폭		24.3m(왕복4차로)			
횡단면도					
형 고(m)		3.2	3.2	2.9	2.9
형 고 비		18.8	18.8	20.7	20.7
플랜지폭 (mm)	상면	700	700	700	700
	하면	800	800	800	800
복부판 (mm)	일반	28	28	26	26
	지점	38	36	38	36
플랜지 두께(mm)		26～64	26～60	26～64	26～60
합성응력		0.607～1.140	0.557～1.029	0.557～0.959	0.562～0.978
강재중량(톤)		1,375 (100%)	1,344 (98%)	1,272 (93%)	1,242 (90%)
자재비(천원)		953.7 (100%)	971.9 (102%)	1,078.2 (113%)	1,071.3 (112%)
공사비(천원)		4,182,429	4,112,309	4,025,171	3,924,488
경제성(%)		100	98	96	94

(2) 강재박스거더교

구 분	SM490	SM520	HSB500	SM570	HSB600
경간구성	180m(40+50+50+40)				
교 폭	24.3m(왕복4차로)				
횡단면도					
형 고(m)	2.2	2.0	2.0	1.8	1.8
형 고 비	22.7	25.0	25.0	27.8	27.8
박스폭(m)	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
복부판(mm)	12	12	12	12	12
플랜지 두께(mm)	12～30	12～28	12～24	12～24	12～24
합성응력	0.438～1.028	0.462～1.081	0.420～1.124	0.386～1.016	0.386～1.016
강재중량(톤)	1,307 (100%)	1,219 (93%)	1,198 (92%)	1,127 (86%)	1,127 (86%)
자재비(천원)	887.1 (100%)	936.4 (106%)	954.6 (108%)	1,078.2 (122%)	1,071.3 (121%)
공사비(천원)	3,326,933	3,172,914	3,143,954	3,105,028	3,097,252
경제성(%)	100	95	95	93	93

(3) 검토결과

(3.1) 소수주형교 및 강재박스거더교를 교량구조용 압연강재(HSB)로 개선시 형고는 0.2m~0.3m로 줄일 수 있고, 공사비는 약 6~7% 경제적인 것으로 검토되었음.

4. 결론

(1) 교량구조용 압연강재(HSB)는 저온인성, 내구성, 용접성 및 시공성이 우수하고 강판 두께에 따른 강도 손상이 없어 구조적으로 유리하므로

(2) 강교량 설계시 상부형식, 경간장, 형고(미관, 유지관리 등), 지역여건(인성요구조건) 등의 설계조건과 경제성 등을 검토 후 적용함이 타당함.

(3) 형고 및 경제성

(3.1) 소수주형교(L=220m)

구 분	SM520	HSB500	SM570	HSB600	비 고
형 고(m)	3.2	3.2	2.9	2.9	
경제성(%)	100	98	96	94	

(3.2) 강재박스거더교(L=180m)

구 분	SM490	SM520	HSB500	SM570	HSB600
형 고(m)	2.2	2.0	2.0	1.8	1.8
경제성(%)	100	95	95	93	93

(4) 적용방안 : 2008. 7월 설계중인 노선부터 적용

5. 기타

5.1 참고문헌

(1) 강재박스거더교의 부재 설계개선 연구(한국도로공사 도로교통연구원)

(2) 소수주거더교 설계 합리화 방안(한국도로공사)

(3) 인장강도 600MPa급 교량 맞춤형 고성능 강재 HSB600 개발(2007 건설교통R&D 성과포럼)

(4) HSB600 상용화 및 HSB500 시제품 개발(제33회 대한토목학회 정기학술대회 전문학회 세미나)

(5) 인장강도 600MPa급 교량 맞춤형 고성능 강재 HSB600 개발(2007 학술발표대회 초록집)

(6) HSB600 시제품 생산 및 소재 성능 평가(2007 학술발표대회 초록집)

(7) 건설용 HSB600강의 용접특성(2007 학술발표대회 초록집)