

DSB거더 특별시방서

1. 일반사항

1.1 적용 범위

- (1) 본 시방은 「보강재 분력에 의해 도입되는 프리스트레스와 릴리즈를 이용한 강박스 거더 및 시공방법」(특허 등록번호 : 10-2692347)을 적용한 강교량공사에 적용한다.
- (2) 이 기준에서 기술하지 않은 내용은 KCS 14 31 00의 관련 내용을 따른다.
- (3) 하자담보 책임기간은 설치 완료일부터 10년까지로 한다.
- (4) 특허적용사항
 - ① 강박스 거더의 지점부를 기준으로 내부 상판에 소정 간격을 두고 설치되는 상부정착부재
 - ② 상기정착부재 설치되는 복수 개의 보강재
 - ③ 복수 개의 상기 보강재의 가운데 부분에 위치되도록 상기 강박스 거더의 내부 상판에 설치되는 플랫폼
 - ④ 플랫폼에 유압을 인가하여 수평 설치되는 상기 보강재의 가운데 부분에 압력을 가하는 것에 의해 상기 강박스 거더의 지점부에 휨 모멘트가 도입되도록 구성
 - ⑤ 상부정착부재는 지점부를 기준으로 서로 마주하여 대칭이 되도록 서로 소정 간격 이격되어 2개가 한 세트로 설치된 다음, 양측의 상기 가이드판과 상기 정착판을 차례로 관통하도록 상기 보강재가 수평으로 설치
 - ⑥ 보강재는 정착판의 일측에 조립되는 체결부재에 의해 양단이 고정되고, 길이를 가지는 철근 및 강봉으로 이루어지며, 보강재의 양단 부분에는 정착부재가 체결되기 위한 나사산이 형성되는 것이 특징
 - ⑦ 베이스판은 체결부재를 통해 상기 강박스 거더의 바닥판에 직접 체결 고정되거나 또는 상기 강박스 거더의 바닥판에 설치되는 고정부재에 체결되는 것이 특징
 - ⑧ 강박스 거더의 시공방법에 있어서, 지점부에 위치되는 강박스 거더의 내부 상판에 소정 간격을 두고 2개 한 세트로 구성되는 상부정착부재를 설치
 - ⑨ 상기 2개 한 세트의 상부정착부재를 수평으로 연결하도록 복수 개의 보강재를 설치
 - ⑩ 상기 복수 개의 보강재의 가운데 부분에 위치되도록 상기 강박스 거더의 내부 상판에 플랫폼을 고정설치
 - ⑪ 플랫폼에 유압을 인가하여 상기 보강재의 가운데 부분을 소정 높이로 하강시켜 상기 강박스 거더의 지점부에 각각 휨 모멘트를 도입하는 보강재 긴장단계
 - ⑫ 상기 강박스 거더의 상면에 소정 두께로 콘크리트를 타설하여 슬래브를 형성하는 슬래브 시공 단계
 - ⑬ 상기 슬래브 시공단계 이후, 소정 기간 콘크리트가 양생되어 상기 슬래브가 형성되고 나면, 상기 플랫폼에 인가된 유압을 제거하여 상기 보강재에 도입된 긴장력을 해제하는 긴장력 릴리즈 단계

1.2 참고기준

- KCS 14 20 00 콘크리트공사시방서
- KCS 14 31 00 강구조공사시방서
- KDS 14 20 00 콘크리트설계기준
- KDS 24 00 00 교량 설계기준
- KS A ISO 1302 제품의 기술 문서에서 표면의 결에 대한 지시
- KS B 0101 나사용어

- KS B 0201 미터 보통나사
- KS B 0211 미터 보통나사의 허용한계 치수 및 공차
- KS B 0233 강제볼트 작은 나사의 기계적 성질
- KS B 0239 파스너의 정밀도 측정방법
- KS B 0250 주조품 치수 공차 및 절삭여유 방식
- KS B ISO 0273 볼트 구멍 및 카운터 보어지름
- KS B 0401 치수 공차의 한계 및 끼워 맞춤
- KS B 0405 주조품의 둥글기
- KS B 0418 주강품의 보통 허용차
- KS B 0428 가스절단가공 강판 보통허용차
- KS B 0500 철강제품의 표면 가공 표준
- KS B 0501 축침식 표면거칠기 측정기
- KS B 0529 머리볼이 스티드 용접부의 굽힘 시험 방법
- KS B 0801 금속재료 인장 시험편
- KS B 0802 금속 재료 인장 시험 방법
- KS B 0804 금속 재료 굽힘 시험
- KS B 0805 브리넬 경도 시험방법
- KS B 0806 로크웰 경도 시험 방법
- KS B 0809 금속재료 충격 시험편
- KS B 0810 금속재료 충격 시험방법
- KS B 0811 금속재료 비커스 경도 시험방법
- KS B 0816 침투탐상 시험방법 및 침투 지시모양의 분류(PT)
- KS B 0817 금속재료의 펄스반사법에 따른 초음파탐상검사 방법 통칙
- KS B 0845 강용접부의 방사선 투과 시험방법(RT)
- KS B 0885 수동 용접 기술검정의 시험방법 및 판정기준
- KS B 1002 6각 볼트
- KS B 1010 마찰접합용 고장력 6각볼트, 6각너트, 평와서의 세트
- KS B 1012 6각 너트 및 6각 낮은 너트
- KS B 1016 기초볼트
- KS B 1017 접시 머리 볼트
- KS B ISO 1234 분할핀
- KS B ISO 2338 비경화강과 오스테나이트계 스테인리스 강재 평행 핀
- KS B ISO 2339 비경화 테이퍼 핀
- KS B 1326 평와서
- KS B 2819 구조물용 토크-전단형 고장력 볼트, 6각 너트 및평와서의 세트
- KS B ISO 3269 파스너 - 인수 검사
- KS B ISO 4136 금속 용접부 파괴시험-횡방향 인장시험
- KS B ISO 4287 용어, 정의 및 표면 조직의 파라미터
- KS B ISO 5173 금속 재료 용접부의 파괴 시험 - 굽힘 시험

- KS B 5209 강제 줄자
- KS B 5221 미터 보통 나사용 한계 게이지
- KS B ISO 6157-1 체결용 부품 - 표면결함 - 제1부 : 일반용 볼트, 나사 및 스타트볼트
- KS B ISO 14731 용접 업무 조정 - 임무와 책임
- KS D 0001 강재의 검사통칙
- KS D 0028 단강품의 검사통칙
- KS D 0210 강의 매크로 조직시험방법
- KS D 0213 강자성 재료의 자분탐상검사 방법 및 자분 모양의 분류
- KS D 0227 주강품의 방사선 투과검사 방법
- KS D 0248 탄소강 및 저합금강 단강품의 초음파탐상검사
- KS D 0401 주강품의 제조, 시험 및 검사통칙
- KS D 0402 주강품 주물 표면의 결모양 시험방법 및 등급분류
- KS D 3051 열간압연 봉강 및 코일봉강의 모양, 치수 및 무게와 그 허용차
- KS D 3500 열간압연 강판 및 강대의 모양, 치수, 무게 및 그 허용차
- KS D 3502 열간압연 형강의 모양, 치수 및 무게와 그 허용차
- KS D 3503 일반구조용 압연강재
- KS D 3509 피아노 선재
- KS D 3514 와이어로프
- KS D 3515 용접구조용 압연강재
- KS D 3529 용접구조용 내후성 열간 압연강재
- KS D 3530 일반구조용 경량형강
- KS D 3557 리벳용 원형강
- KS D 3558 일반구조용 용접 경량 H형강
- KS D 3559 경강선재
- KS D 3566 일반구조용 탄소강판
- KS D 3568 일반구조용 각형강판
- KS D 3592 냉간 압조용 탄소강 선재
- KS D 3698 냉간압연 스테인리스강판 및 강대
- KS D 3701 스프링 강재
- KS D 3710 탄소강 단강품
- KS D 3752 기계구조용 탄소강재
- KS D 3868 교량구조용 압연강재
- KS D 7002 PC 강선 및 PC 강연선
- KS D 7004 연강용 피복아크 용접봉
- KS D 7005 연강용 가스용접봉
- KS D 7006 고장력강용 피복아크 용접봉
- KS D 7009 PC 경강선
- KS D 7023 저온용 강용 피복아크 용접봉
- KS D 7025 연강 및 고장력강 마그네틱 용접 솔리드 와이어

- KS D 7101 내후성장용 피복아크 용접봉
- KS D 7104 연강, 고장력강 및 저온용 강용 아크 용접플렉스 코어선
- KS D 7105 일렉트로 가스 아크용접용 플렉스 코어드 와이어
- KS D 7106 내후성장용 탄산가스 아크용접 솔리드 와이어
- KS D 7109 내후성장용 탄산가스 아크용접 플렉스 충전 와이어
- KS M 6617 방진 고무용 고무재료
- KS Q 0001 계수 및 계량 규준형 1회 샘플링 검사

1.3 용어의 정의

- 가불임용접 : 본용접 전에 용접되는 부재를 정해진 위치에 잠정적으로 유지시키기 위해서 수행되는 비교적 짧은 길이로 된 용접
- 가스메탈 아크용접 : 외부에서 용융금속을 대기영향으로부터 보호하기 위하여 보호가스를 공급하면서 연속으로 공급되는 용가재를 사용하는 아크용접
- 가조임볼트 : 부재의 가조립 또는 가설(설치) 시 연결부에 위치를 이음 고정하여 부재의 변형 등을 막기 위해서 임시로 사용하는 볼트
- 고장력강 : 항복강도 355 MPa급 이상의 압연재로서 용접성, 노치인성 및 가공성을 중시하여 제조된 강재
- 기공 : 용융금속 중에 발생한 기포가 응고 시에 이탈하지 못하고 용접부내에 잔류하여 생기는 공동현상
- 단강품 : 적당한 단련성형비를 주도록 강괴 또는 강편을 단련 성형하고 소정의 기계적 성질을 주기 위하여 열처리한 것
- 단조품 : 단조성형된 재료의 형상
- 단품 제작 : 제작품의 중량, 설치 및 운송을 고려하여 일정 규모의 단일 부재로 제작하는 공정
- 뒷담재 : 맞대기 용접을 한면으로만 실시하는 경우 충분한 용입을 확보하고 용융금속의 용락(burn-through)을 방지할 목적으로 동종 또는 이종의 금속판, 입상 플렉스, 불성 가스 등을 루트 뒷면에 받치는 것
- 브리넬경도 : 강구압자를 사용하여 시험편에 구상의 압입자국을 만들었을 때의 하중을 압입자국의 직경으로부터 구한 압입자국의 표면적으로 나눈 값
- 비커스경도 : 대면각 136°의 정사각뿔인 다이아몬드 압자를 일정한 시험하중으로 시료의 시험면에 압입하여, 생긴 영구오목부의 표면적으로 나눈 값
- 샤르피 충격시험 : 샤르피 충격시험기를 사용하여 시험편에 충격하중을 가하여 재료의 취성, 인성을 측정하는 시험법
- 서브머지드 아크용접 : 두 모재의 접합부에 입상의 용제, 즉 플렉스를 넣고 그 플렉스 속에서 용접봉과 모재 사이에 아크를 발생시켜 그 열로 용접하는 방법
- 스트롱백 : 맞대기 용접 시에 이음판의 상호엇갈림 치수차를 수정함과 동시에 각변화를 방지하기 위해서 일시적으로 붙이는 보강재
- 스패터 : 아크용접이나 가스용접 등에서 용접중에 비산하는 슬래그 또는 금속 입자
- 아크에어가우징 : 탄소봉을 전극으로 하여 아크를 발생시켜 용융금속을 홀더(holder)의 구멍으로부터 탄소봉과 평행으로 분출하는 압축공기로서 계속 불어내어 흠을 파는 방법
- 엔드탭 : 아크의 시작부나 중단부의 크레이터 등의 결함 방지를 위하여 용접선의 단부에 붙인 보조판
- 열가공제어강 : 제어 압연을 기본으로 하여 그 후 공랭 또는 강제적인 제어 냉각을 하여 얻어지는 강
- 열처리 고장력강 : 강을 담금질(quenching)한 후 뜨임질(tempering: 뜨임온도는 400 °C 이상)을 하여 강의 결

정입자를 곱게 해서 재질을 조정하고 강인화시켜 열처리를 하여 고장력강으로서의 성질을 지니도록 한 강재. 일명 조질고장력강이라고도 칭함.

- 용락 : 용접금속이 흠의 뒷면에 녹아내리는 현상
- 일렉트로가스 용접 : 용접할 모재 사이에 물로 냉각시킨 2매의 구리반침판을 이용하여 용융풀(molten pool) 위로부터 차폐가스를 공급하면서 와이어를 용융부에 연속적으로 공급하여 와이어 선단과 용융풀 사이에 아크를 발생시켜 그 열로 모재를 용융시켜 용접하는 방법
- 일렉트로슬래그 용접 : 용융슬래그와 용융금속이 용접부에서 흘러나오지 않게 용접의 진행과 함께 수냉시킨 구리판을 위로 이동 시키면서 연속주조 방식에 의해 용접하는 방법
- 재편조립 : 재단도에 의하여 절단한 판재나 형강 등을 조립하는 공정
- 저온균열 : 약 200 ℃ 이하의 저온에서 발생하는 균열
- 주강품 : 용해된 강을 주형에 주입하여 소요모양의 제품
- 층분할방식 : 용접층이 두꺼울 경우 단일층의 용접으로 시행하지 못하고 여러 층으로 나누어 용접을 시행하는 방법
- 케이스케이드법 : 다층 용접을 할 경우 각 비드의 일부를 인접 비드위에 겹쳐 용착하는 방법
- 코킹 : ①불연속을 밀폐(seal) 시키거나 또는 감추기 위해 기계적인 방법으로 용접부나 모재의 표면에 소성변형을 가하는 작업 ②점착성이 있는 자재로 작은 틈에 충전재를 넣는 것
- 크레이터 : 용접 시 용융지가 그대로 응고되어 움푹하게 패인 부분
- 탄소강 : 철과 탄소의 합금으로서 탄소함유량이 보통 0.02 ~ 약 2% 범위의 강
- 토크-전단형 고장력 볼트(이하 T/S 볼트): 제작 시 만들어진 핀꼬리(pintail)의 노치부분이 체결 시 볼트 조임력에 의한 전단과단으로 절단될 때 볼트에 도입되는 축력을 공장에서 규격화시킨 제품
- 플렉스코어드 아크용접 : 코어드 와이어나 플렉스코어드 와이어 용접봉을 사용하는 용접
- 피닝 : 충격타를 가하여 금속을 기계적으로 가공하는 작업
- 피복아크 용접 : 용접하려는 모재표면과 피복 아크용접봉의 선단과의 사이에 발생하는 아크열에 의해 모재의 일부를 용융함과 동시에 용접봉에서 녹은 용융금속에 의해 결합하는 용접 방법
- 합금강 : 강의 성질을 개선 향상시키기 위하여, 또는 소정의 성질을 구비시키기 위하여 합금원소를 1종 또는 2종 이상 함유시킨 강철
- PS강봉 : 탄소강, 저합금강, 스프링강 등을 사용, 스트레칭, 냉간드로잉, 열처리 등 어느 특정한 방법 또는 이들의 조합으로서 끝맺임된 강봉

1.4 제출자료

1.4.1 일반사항

- (1) 수급인은 제작 착수 전 강교의 제작, 조립, 설치 등에 관한 시공계획서를 제출하여 공사감독자의 승인을 받아야 하고, 수급인 및 제작자의 이름이 명기된 제작보고서 또는 시공보고서를 제출하여야 한다. 여기서 기술하지 않은 상세한 제출자료는 KCS 14 20 00와 KCS 14 31 00의 관련 항목에 따른다.

1.4.2 시공계획서

- (1) 시공계획서 내용에는 아래사항이 포함되어야 한다.
- (2) 공정표 및 공정관리계획
 - ① 상세 설계도서 검토
 - ② 강재구입 및 조달

- ③ 제작(현도, 가공, 용접)
- ④ 가조립
- ⑤ 도장(공장도장, 현장도장)
- ⑥ 수송계획
- ⑦ 조립 및 가설
- ⑧ 상부슬래브공

(3) 강제구입 및 조달

- ① 강판(판재류) 및 형강
- ② 용접재료, 볼트 및 연결재 등
- ③ 구조품 및 부속품 등

(4) 제작 및 제작관리

- ① 제작 시설용량 및 주요기기
- ② 제작도(shop drawing)
- ③ 용접 시공시험 계획서
- ④ 용접 시공요령 및 절차서
- ⑤ 용접 검사 및 절차서
- ⑥ 제작품 검사 계획서

(5) 가조립

- ① 가조립 계획서
- ② 장비사용 계획서
- ③ 가조립 시공요령 및 절차서
- ④ 가조립 검사 계획서

(6) 도장계획(공장 및 현장도장)

- ① 도료사용 계획서
- ② 도장시공요령 및 절차서
- ③ 도장검사 계획서

(7) 수송계획

(8) 조립 및 가설계획

- ① 조립 및 가설(설치) 계획도
- ② 가설 상세도
- ③ 장비사용 계획서
- ④ 부재연결 요령 및 절차서
- ⑤ 조립 및 가설 요령 및 절차서
- ⑥ 가설검사 계획서
- ⑦ 시공검측 및 측량 계획서

(9) 상부 슬래브공

- ① 철근가공 및 콘크리트타설 계획서
- ② 가설 계획서
- ③ 콘크리트 혼화재 사용 계획서

④ 콘크리트 품질관리 계획서

⑤ 응력조정 계획서

⑥ 시공검측 및 측량 계획서

(10) 품질관리계획(시험 및 검사계획)

① 강재류 및 부속품류

② 제작도 및 제작공정(현도, 절단, 용접 등)

③ 용접공자격, 용접기자재, 용접절차

④ 공장도장 및 현장도장

⑤ 조립 및 가설

⑥ 상부 슬래브공

⑦ 완성품검사

⑧ 응력조정

⑨ 시공검측 및 측량 계획

(11) 안전관리계획

① 안전관리 개요 및 계획

② 작업장 주변 안전관리 대책

③ 공중별 안전관리 대책

1.5 품질관리

(1) 강교제작은 건설기술진흥법 제58조 제1항 및 같은 법 시행령 제96조의 규정에 따라 인증된 해당 제작능력 등 급에 적합한 강구조물 제작공장에서 제작한 것으로서 품질이 보증된 것을 사용하여야 한다.

(2) 이 기준이 정한 제반규정 이외의 강교제작 및 품질관리에 필요한 추가사항에 대해서는 공사시방서 또는 계약 상대방 및 제작자가 작성한 절차서에 의하여 시행하되 공사감독자의 승인을 받아 시행한다.

(3) 강교제작 공정과 제작 품질에 대해서는 사전에 시간을 두고 검사를 받을 수 있도록 검사조서를 의뢰하여 공사 감독자에게 승인을 받아야 한다.

(4) 가공 시 주요부재 및 2차 부재의 구분은 제작 전에 공사감독자의 승인을 받은 작업계획서에 따른다.

(5) 강교제작 및 시공의 품질확보와 품질보증을 위하여 공사실명제를 실시하여야 한다. 제작 및 계약상대자는 해당공사의 시공작업 계획서, 품질관리 절차서 및 품질검사 절차에 따라 제작자 또는 계약상대자의 이름을 제작 보고서 또는 시공보고서에 명기하여 제출하여야 한다.

(6) 강재는 KS 인증 업체에서 제조되어야 하며, 주요 부품의 제조, 시험에 공사감독자가 입회할 수 있다.

2. 자재

2.1 일반사항

(1) 강재는 KS에 적합한 재료를 사용하되 강재의 검사통칙 KS D 0001에 의하여 작성된 밀시트와 대조·확인하여야 한다. 규격품 이외의 강재를 사용하고자 할 때는 사용강재의 해당 산업규격 절차에 의하여 제 시험에 합격한 품질확인서를 제출하여 공사감독자의 승인을 받아 사용할 수 있다. 여기서 기술하지 않은 사항은 KCS 14 31 00의 관련 내용을 따른다.

2.2 사용재료

2.2.1 강판

(1) 일반구조용 압연강재 : KS D 3503

- (2) 용접구조용 압연강재 : KS D 3515
 (3) 용접구조용 내후성 열간 압연강재 : KS D 3529
 (4) 교량구조용 압연강재 : KS D 3868

표 2.2-1 강재 사용 규격

규격	종류	기호	두께 t (mm)
KS D 3503	SS275	—	$8 \leq t$
KS D 3515	SM275	A B C D -TMC	$8 \leq t \leq 100$
	SM355	A B C D -TMC	$8 \leq t \leq 100$
	SM420	A B C D	$8 \leq t \leq 100$
	SM460	B C -TMC	$8 \leq t \leq 100$
KS D 3529	SMA275	A B C	$8 < t \leq 100$
	SMA355	A B C	$8 < t \leq 100$
	SMA460	—	$8 < t \leq 100$
KS D 3868	HSB380	— L W	$8 \leq t \leq 100$
	HSB460	— L W	$8 \leq t \leq 100$
	HSB690	— L W	$8 \leq t \leq 80$

주:교량용 주부재는 8mm 이상의 두께를 갖는 강판을 사용하는 것이 좋다. 다만, I형강 및 C형강의 웨브는 7.5mm 이상의 두께 사용을 권장하며 플레이트거더 및 박스형 거더의 리브 보강재는 부식 환경이 좋거나 또는 부식을 고려할 경우 6mm 이상을 사용하여도 좋다.

2.2.2 강관 및 형강

- (1) 일반구조용 탄소강관 : KS D 3566
 (2) 일반구조용 각형강관 : KS D 3568
 (3) 일반구조용 경량형강 : KS D 3530
 (4) 일반구조용 용접경량H형강 : KS D 3558

2.2.3 선재 및 봉강

- (1) 와이어로프 : KS D 3514
 (2) 냉간 압조용 탄소강선재 : KS D 3592
 (3) PS강선 및 강연선 : KS D 7002
 (4) PS경강선 : KS D 7009

2.2.4 볼트 및 핀

- (1) 6각볼트 너트 : KS B 1002, KS B 1012
- (2) 마찰접합용 고장력 6각볼트, 6각너트, 평와서의 세트 : KS B 1010
- (3) 구조물용 토크 - 전단형 고장력 볼트·6각너트 평와서의 세트 : KS B 2819
- (4) 핀 : KS B ISO 2338(평행 핀), KS B ISO 1234(분할핀), KS B ISO 2339(비경화 테이퍼 핀)
- (5) 접시머리볼트 : KS B 1017

표 2.2-2 고장력볼트 및 일반볼트표

종별	규격	볼트 등급
마찰접합용 고장력볼트	KS B 1010 (마찰접합용 고장력 6각볼트, 6각너트, 평와서 세트)	F8T, F10T, F13T
	KS B 2819 (구조물용 토크-전단형 고장력 볼트, 6각너트, 평와서 세트)	F10T, F13T
지압접합용 고장력볼트	KS B 1010 (마찰접합용 고장력 6각볼트, 6각너트, 평와서 세트)	F8T, F10T, F13T
일반볼트	KS B 1002 (6각볼트)	4.6
	KS B 1012 (6각너트)	스타일2, 강도6
	KS B 1326 (평와서)	14H

주) 1) 볼트의 종류 및 규격은 3.3 볼트접합의 3.3.3(3) 볼트의 종류의 선정 참조

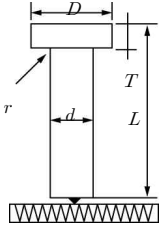
2) 마찰접합용(T/S 볼트 포함), 지압접합용 고장력 볼트는 체결 방식의 차이로서, 볼트의 강도 등급은 F기호를 동일하게 사용함.

2.2.5 스티드형 전단연결재

- (1) 형상, 치수 및 허용오차는 표 2.2-3에 따른다.
- (2) 강도는 표 2.2-4에 따른다.

표 2.2-3 스티드의 형상, 치수 및 허용오차

(단위 : mm)

호칭	직경(d)		머리직경		최소머리 두께(T)	현치부 반지름(r)	표준형상 및 치수 표시기호
	기준치수	허용오차	기준치수	허용오차			
13	13.0	±0.3	22.0	±0.4	10	2 이상	
16	16.0		29.0				
19	19.0	±0.4	32.0				
22	22.0		35.0				
25	25.0		41.0		12		

주) 1) 길이(L)는 용접 후 스티드 베이스의 모양과 크기를 고려하여 정하여야 하며, 허용오차는 ±2mm를 기준으로 함.

표 2.2-4 스티드의 기계적 성질

종류	항복점 또는 0.2% 내력(MPa)	인장강도(MPa)	연신율(%)
HS1	235 이상	400~550	20 이상
HS2	350 이상	500~650	17 이상

2.2.6 주조품

- (1) 교량 받침용 재료는 표 2.2-5에 따른다. 다만, 동합금 받침판과 함께 고경도 물러 및 받침판은 그 성능이 확인된 것을 사용한다.

표 2.2-5 받침용 재료

종별	규격	기호
단강	KS D 3710(탄소강단강품)	SF 490A 및 SF 540A
주강	SPS-KFCA-D4101-5004(탄소강주강품)	SC450
	SPS-KFCA-D4106-5009(용접구조용 주강품)	SCW410 및 SCW480
	SPS-KFCA-D4102-5005 (구조용고장력 탄소강 및 저합금강 주강품)	SCMn 1A 및 SCMn 2A
	SPS-KFCA-D4118-5014 (도로 교량용 주강품)	SCHB1, SCHB2, SCHB3
주철	SPS-KFCA-D4301-5015(회주철품)	GC 150, GC 250
	SPS-KFCA-D4302-5016(구상흑연 주철품)	GCD 400, GCD 450
합금강	KS D 3752(기계구조용 탄소강재)	SM35C 및 SM45C
스프링 강재	KS D 3701(스프링강재)	SPS3
크롤로플 렌계고무	KS M 6617(방진고무용 고무재료)	CO8-B1
보강 강판	KS D 3698 (냉간 압연 스테인리스 강판)	STS 304

2.2.7 기초 및 앵커볼트

- (1) 기초볼트 :KS B 1016
 (2) 앵커볼트 :KS D 3503(SS275), KS D 3752(SM35C, SM45C)
 (3) 핀 :KS D 3503(SS275), KS D 3752(SM35C, SM45C)

2.2.8 용접재료

- (1) 이 기준의 3.2의 해당요건에 따른다.

2.2.9 페인트

- (1) KCS 14 31 40 도장의 해당요건에 따른다.

2.3 자재의 허용오차

2.3.1 강판

- (1) 강판두께의 허용오차는 KS D 3500(열간압연강판 및 강대의 형상, 치수, 무게와 그 허용오차)의 표 4에 있는 두께의 허용오차를 적용하되, (-)측의 허용오차는 공칭두께의 5%에 해당하는 값과 KS D 3500의 표 4의 값

중에서 절대치가 작은 값으로 한다.

- (2) 강판은 표면에 KS B ISO 4287(표면거칠기 정의 및 표시)에 규정한 100S(0.1mm)를 초과하는 깊이의 흠이 없는 것을 사용하여야 한다. 강판에 흠이 있을 경우 보수방법은 표 2.3-1에 준하여 시행하되 그라인더 손질 후의 두께는 강판두께의 허용오차 범위 이내로 하며 강판의 손질부분은 깨끗하여야 한다.
- (3) 용접보수는 강재의 종류에 따라 보수방법을 선정하되 강판에 용접할 경우에는 언더컷이나 겹침이 없어야 하고 덧살용접은 압연 면에서 적어도 1.5mm 이상으로 하고 이것을 그라인더로 마무리하여 동일 높이로 한다.

표 2.3-1 강재결함의 보수방법

흠	보수 방법
깊이 0.1mm ~ 1mm	• 그라인더로 갈아서 균일하게 한다.
깊이 1mm 이상	• 덧살용접 후 그라인더로 다듬질하고, 자분탐상검사(KS D 0213 : 선형지시와 1mm 이상의 원형지시가 없어야 함)를 실시하여 건전성을 보장한다.

- (4) 강재의 층상 갈라짐 및 절단면의 불연속은 이 기준의 3.1.4(2)⑤에 준하여 보수하여야 한다. 다만, 보수한 강재의 표면은 KS B ISO 4287(표면거칠기 정의 및 표시)에 규정한 100S(0.1mm)를 초과해서는 안 된다.
- (5) 열처리한 강판은 용접보수 후 다시 열처리하여야 한다. 열처리에 의한 응력제거는 KCS 14 31 20 (3.14)에 준하되 열처리대상 및 범위는 승인된 열처리계획 및 절차서에 따른다.

2.3.2 강관 및 형강

- (1) 탄소용강관 및 각관(角管)의 제작 허용오차는 KS D 3566(일반구조용 탄소강관), KS D 3568(일반구조용 각형강관)의 5항과 7항을 기준으로 하며 형강은 KS D 3502(열간압연 형강의 모양, 치수 및 무게와 그 허용차)에 따른다.

2.3.3 선재 및 봉강

- (1) 와이어 로프의 소선지름의 허용오차는 KS D 3514(와이어로프) 표 6에 의하고 와이어 로프 지름의 허용오차는 로프의 지름이 10mm 이하는 로프 지름의 +10% 이내, 로프의 지름이 10mm 이상은 +7% 이내로 한다. 와이어 로프용 선재는 KS D 3559(경강선재)로서 선재의 허용오차는 선재지름의 $\pm 0.5\text{mm}$ 이며 편경차는 0.5mm 이하로 한다.
- (2) 냉간압조용 탄소강선재의 지름의 허용차 및 편경차는 KS D 3592(냉간압조용 탄소강선재)의 표 5에 따른다.
- (3) PS 강선 및 강연선의 치수 및 허용차는 KS D 7002(PC 강선 및 PC강연선) 표 4에 따르고 강연선 선재는 KS D 3509(피아노선재)에 따른다.
- (4) PS 경강선의 표시, 치수, 허용차, 공칭단면적 및 단위무게는 KS D 7009(PC 경강선)에 따르고 선의 제조에 사용하는 재료는 KS D 3559(경강선재)의 선재 또는 이와 동등 이상의 선재로 한다.
- (5) KS D 3557(리벳용 원형강)의 허용오차는 KS D 3051(열간압연 봉강 및 코일 봉강의 모양, 치수 및 무게와 그 허용차)에 따른다.

2.3.4 볼트 및 연결재

- (1) 6각볼트 너트(‘일반볼트’라 칭함.)의 허용오차는 해당규격이 정한 규정에 따른다. 허용오차 측정은 KS B 0211(미터 보통나사의 허용 한계 치수 및 공차), KS B 0239(나사부품의 정밀도 측정방법), KS B 5221(미터 보통나사용 한계 게이지)에 따른다. 볼트의 결함 및 표면검사는 KS B 0547(체결용 부품 표면결함 - 제1부: 일반용볼트나사 및 스테드 볼트), KS B 0501(촉침식 표준거칠기 측정기)에 따른다.

- (2) 마찰 이음용 고장력 6각볼트·6각너트 및 평와셔(‘고장력 볼트’라 칭함.)의 허용오차는 해당규격이 정한 규정에 따른다. 허용오차의 측정은 KS B 0211(미터 보통나사의 허용한계 치수 및 공차), KS B 0239(나사부품의 정밀도 측정방법), KS B 5221(미터 보통나사용 한계 게이지)에 따른다. 겉모양 검사는 KS B 0547(체결용 부품-표면결함), KS B 0501(촉침식 표면거칠기 측정기)에 준하며 표면결함 시험은 KS B 0816(침투탐상 시험방법 및 지시모양의 분류) 및 KS D 0213(철강재료의 자분탐상 시험방법 및 자분 모양의 분류)에 따른다.
- (3) 토크-전단형 고장력 볼트(‘T/S 볼트’라 칭함.), 6각너트 및 평와셔의 품질규격은 (2)의 고장력 볼트 규정에 따른다.
- (4) 핀(평행핀, 분할핀, 테이퍼핀)은 KS B 0401(치수 공차 및 끼워 맞춤) 및 KS A ISO 1302(제도 - 표면의 결 도시 방법)에 따른다. 경도시험은 KS B 0806(로크웰 경도시험)이나 KS B 0811(금속재료 비커스 경도시험법)에 따른다.
- (5) 편제작의 경우 KS D 3503을 제외한 사용재료의 제작은 KCS 14 31 25에 따른다.

2.3.5 구조품

- (1) 구조품은 압탕에서 제조된 것을 사용하되 구조응력을 제거한 구조품을 사용해야 하며 품질이 균일하고 틈, 변형 등의 해로운 결점이 없어야 한다.
- (2) 핀 및 롤러 지름의 허용오차는 $\pm 0.2\text{mm}$ 이내이어야 하며, 서로 이웃하는 롤러의 지름의 허용오차는 0.1mm 이내이어야 한다.
- (3) 단강품의 검사방법은 KS D 0028(단강품의 검사통칙)에 따른다. 표면가공은 설계도에 명시한 수치에 준하되 특별히 명기하지 않았을 경우는 KS B 0500(철강제품의 표면가공표준)에 따르고 표면검사 및 시험은 KS B 0817(금속재료의 펄스반사법에 따른 초음파 탐상 시험방법 통칙), KS D 0248(탄소강 및 저합금강 단강품의 초음파 탐상시험방법), KS D 0213(철강재료의 자분탐상 시험방법 및 자분 모양의 분류)에 따른다.
- (4) 주강품의 허용오차는 KS B 0418(주강품의 보통공차)에 준하되 검사방법은 KS D 0401(주강품의 제조, 시험 및 검사통칙)에 따른다. 표면가공은 설계도에 명시한 수치에 준하되 특별히 명기하지 않았을 경우는 KS D 0402(주강품 주물 표면의 겉모양 시험방법 및 등급분류)에 따르고 표면검사 및 시험은 KS B 0817, KS D 0227(주강품의 방사선 투과시험방법) 또는 KS D 0213에 따른다.
- (5) 주철품의 허용오차는 KS B 0250(구조품 치수 공차 및 절삭여유 방식), KS B 0405(구조품의 둥글기)에 따른다. 표면가공은 설계도에 명시한 수치에 준하되 특별히 명기하지 않았을 경우는 KS B 0500에 따르고 표면검사 및 시험은 KS B 0817, KS D 0227, KS B 0816에 따른다.

2.3.6 기초 및 앵커볼트

- (1) 기초볼트는 KS B 1016(기초볼트)에 따른다.
- (2) 지름 40mm 를 초과하는 기초볼트는 제작도면 및 시방서에 따르며, 사용재료는 KS D 3503 SS275, 또는 인장강도 $400\text{MPa}\sim 510\text{MPa}$, 브리넬경도 HB 114~238, 파단 후 최소 연신율 22%를 동시에 만족하는 재료, 또는 설계에서 지정한 강재로 한다.
- (3) 볼트 및 나사는 KS B 0201(미터 보통나사)에 준하며 그 등급은 KS B 0211(미터 보통나사 허용한계 치수 및 공차)에 따른다.
- (4) 재료의 기계적 성질검사는 KS B 0233(강제볼트 작은 나사의 기계적 성질) 준하며 나사검사는 KS B 5221(미터 보통나사용 한계 게이지)에 따른다.
- (5) 기초 및 앵커볼트의 외관모양은 볼트의 터짐 및 사용상 유해한 잔금, 뒤말림 및 흠 등의 표면 결함이 없어야 한다. 또한 표면결함의 허용한계의 기준을 별도로 지정하지 않았을 경우는 KS B 0101(나사용어)의 참고에 따

른다.

(6) 기초판 베이스 플레이트는 설계도나 KS B ISO 273(볼트구멍 및 카운터 보어지름)에 따른다.

(7) 「강도로교 상세부 설계지침」이 정한 다듬볼트 제작의 경우 KS D 3503 강재는 일반볼트 제작 시방에 따르고 KS D 3752 및 KS D 3710 재료는 고장력볼트 기준에 따른다. 다만, 볼트의 결합검사는 KS B 0547(체결용 부품 - 표면결합 - 제1부 : 일반용 볼트·나사 및 스테드 볼트)에 따른다.

(8) 편제작의 경우 KS D 3503을 제외한 사용재료의 제작은 KCS 14 31 25에 따른다.

2.4 자재의 품질관리

2.4.1 자재 품질관리시험이 필요한 경우

(1) 계약상대자는 KS에 등재되지 않은 재료나 규격증명서와 제품의 대조가 불가능할 경우 또는 추가시험이 필요할 시에는 자재 품질관리시험을 실시하여 그 결과를 감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

2.4.2 품질시험 또는 검사의 생략

(1) 품질검사 전문기관의 시험성적서가 제출된 자재, KS 표시품, 관계 법령에 의하여 품질검사를 받았거나 품질을 인증받은 자재에 대해서는 품질시험 또는 검사를 실시하지 아니할 수 있다.

2.4.3 일반시험

(1) 자재품질관리 시험 중 일반시험은 다음에 준하되 해당강재에 적합한 시험을 실시하여야 한다. 다만, 이 시험 이외의 추가시험이 필요할 시는 해당강재 규격이 정한 제 시험 기준에 따른다.

- ① 금속재료 인장 시험방법:KS B 0802
- ② 금속재료 굽힘 시험방법:KS B 0804
- ③ 브리넬 경도 시험방법:KS B 0805
- ④ 로크웰 경도 시험방법:KS B 0806
- ⑤ 금속재료 충격 시험방법:KS B 0810
- ⑥ 금속재료 버커스 경도 시험방법:KS B 0811
- ⑦ 침투탐상 시험방법 및 지시모양의 분류:KS B 0816
- ⑧ 철강재료의 자분탐상 시험방법 및 자분 모양의 분류:KS D 0213
- ⑨ 주강품의 방사선 투과 시험방법:KS D 0227
- ⑩ 파스너 - 인수 검사:KS B ISO 3269
- ⑪ 라미네이션 테스트
- ⑫ 용접성 시험

3.시공

3.1 제작

3.1.1 적용범위

(1) 강교량의 제작에 필요한 사항을 기술하며, 여기에 기술되지 않은 사항은 KCS 14 31 10의 관련 사항에 따른다.

3.1.2 품질보증

(1) 제작자의 공장 또는 시설은 제작작업을 시작하기 전에 감독자의 검사와 승인을 받아야 한다. 검사 및 승인대상은 품질관리계획, 품질관리조직, 품질관리자의 자격, 주요장비 및 시설능력 등으로 제작작업을 시작하기 최소한 10일 전에 서면으로 감독자에게 검사를 요청하여야 한다.

- (2) 제작자는 제작착수 전 현도 또는 그에 준하는 내용을 작성하여 검사를 받아야 한다. 현도작업 시 주요사항에 대해서는 필요시 감독자의 입회 검사를 받아야 한다.
- (3) 강교의 부재 제작 시 제작온도 기준에 대하여 별도 명기한 것이 없으면 제작 기준온도를 10℃로 하여 구조물의 팽창이음에 대하여 제작에 반영하여야 한다.
- (4) 제작 및 가설 시 사용되는 측정장비와 시험기기는 사용 전 검사 또는 검정을 받아 합격품을 사용하여야 한다.
- (5) 감독자는 검정장치의 정확성에 대하여 의문이 있을 경우에는 정확성을 확인 받도록 요구할 수 있다.
- (6) 공장 내에서 사용하는 기준테이프는 KS B 5209에 규정된 핸드테이프 1급(50m) 이상으로 하며 강제 줄자(기준자)는 24개월 이내에 교정 검사를 필한 것을 사용한다.
- (7) 공사기록도면(준공도면)에는 개별용접공의 신원을 명시하여야 한다. 다만, 기재가 불가능할 시는 용접자의 신원을 알 수 있도록 준공보고서에 수록하여야 한다.

3.1.3 재료

- (1) 사용재료는 이 기준의 2. 자재에 따른다.

3.1.4 시공

- (1) 현도작업(full-size drawing)
 - ① 컴퓨터 이용 제작(CAM : Computer Aided Manufacturing)시에는 컴퓨터 이용 제도(CAD : Computer Aided Drawing)로 현도작업을 대체할 수 있다.
- (2) 절단 및 가공
 - ① 주요 부재(플렌지, 웹)의 강판 절단은 주된 응력의 방향과 압연방향을 일치시켜 절단하며 절단작업 착수 전 재단도를 작성한다. 다만, 제강업체에서 압연 반대방향으로 기계적 시험을 시행하여 KS를 만족할 경우 예외로 한다.
 - ② 주요 부재의 절단은 자동가스절단기로 하여야 한다. 가스절단 및 가스 가공한 강판의 허용오차는 KS B 04 28에 준하되 절단면의 품질은 표 3.1-1에 따른다.

표 3.1-1 가스절단면의 품질

부재의 종류	주요 부재	2차 부재
표면거칠기 ¹⁾	50S 이하	100S 이하
노치 깊이 ²⁾	노치가 없어야 한다.	1mm이하
슬래그	슬래그 덩어리가 점점이 부착되어 있을 경우 흔적이 남지 않게 제거해야 함.	
절단된 모서리의 상태	약간은 둥근 모양을 하고 있지만 매끄러운 상태의 것	

주) 1) 표면 거칠기란 KS B ISO 4287에 규정하는 표면의 조도(粗度)를 나타내며 50S란 표면 거칠기 50/1,000mm의 요철을 나타낸다.

2) 노치깊이는 노치 마루에서 골밑까지의 깊이를 나타낸다.

- ③ 채움재, 띠철(타이플레이트), 형강, 판두께 10mm 이하의 연결판, 보강재 등은 전단 절단할 수 있다.
- ④ 두께 50mm를 초과하는 극후판의 경우 압연강재의 최외측 10mm 부분은 자동가스 절단하여 drag line을 없애야 하는 정도로 절삭 처리 후 사용하여야 한다.
- ⑤ 절단면의 검사는 표 3.1-1을 기준으로 시행하며 이 값을 초과하는 거친 면, 노치 및 깊이는 기계연마나 그라인더로 다듬질하여 제거하여야 한다.

(3) 구멍 뚫기

- ① 2차부재에서 판두께 16mm 이하 강재에 구멍을 뚫을 때는 눌러뚫기에 의하여 소정의 지름으로 뚫을 수 있으나 구멍 주변에 생긴 손상부는 깎아서 제거하여야 한다.
- ② 볼트 구멍의 중심에서 연단까지의 최소거리는 설계도에 특별히 지정한 경우를 제외하고는 표 3.1-2에 따른다.

표 3.1-2 볼트 구멍중심에서 연단까지의 최소거리

(단위 : mm)

볼트의 호칭	구멍중심에서 연단까지의 거리	
	전단연	자동가스 전단연, 압연연 및 다듬질한 연
M8	18	15
M10	20	17
M12	22	19
M16	28	22
M20	34	26
M22	38	28
M24	42	30
M27	48	35
M30	52	40

- ③ 볼트 구멍의 공칭치수는 표 3.1-3 및 표 3.1-4에 표시한 것으로 한다.

표 3.1-3 볼트 구멍의 지름

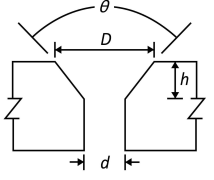
(단위 : mm)

볼트의 호칭	고장력볼트	일반볼트
M8	—	10.0
M10	—	12.0
M12	—	14.0
M16	18.0	18.0(17.5)
M20	22.5	22.5(21.5)
M22	24.5	24.5(23.5)
M24	26.5	26.5(25.5)
M27	30.5	30.5(29.5)
M30	33.5	33.5(32.5)

- 주) 1) 고장력볼트에는 T/S 볼트, 방청처리 고장력볼트, 용융 아연도금 고장력볼트, 내후성 고장력볼트를 포함한다.
- 2) ()안은 공사용 거더 등 주요부재에 일반 볼트를 지압접합으로 사용한 경우로 한다. 이 경우의 볼트의 품질은 KS B 5221에 따르며, 고장력볼트는 6g/6H, 일반볼트는 8g/7H로 한다.
- 3) M20 이상의 볼트에 대하여는 AASHTO LRFD 교량설계기준보다 0.5 mm의 여유를 두고 정한 것이다.

표 3.1-4 접시머리형 볼트구멍의 형상 및 치수

(단위 : mm)

호칭	타입식고장력 접시머리형 볼트				보통접시 머리형 볼트				도해
	θ	h	D	d	θ	h	D	d	
M12					90°	5	24.0	14.0	
M16						6	30.0	18.0	
M20		9.5	32.2	21.2		7	36.5	22.5	
M22	60°	11.0	35.9	23.2	60°	10	36.0	24.5	

(4) 휨(굽힘) 가공

① 내측 곡률반경이 강재 두께의 15배 미만으로 냉간 휨가공 할 경우에는 다음과 같은 시공시험에 의해 확인된 방법에 의하여야 한다.

가. 냉간 휨가공을 하고자 하는 강재로부터 KS B 0802(금속 재료 인장 시험 방법)에 규정된 방법에 의거 시편을 채취한다

나. 냉간 휨가공의 내측 곡률반경-두께비 R/t에 일치하는 소성변형을 KS B 0802 금속 재료 인장 시험 방법에 따라 시편에 가한다. 이 때, 압연직각방향으로 냉간 휨가공을 할 경우는 압연방향으로 변형을 가하여야 한다.

다. KS B 0810(금속재료 충격 시험방법)에 규정에 따라 충격시험 시편을 채취한 후 1시간 이상 250℃로 가열 및 상온 냉각한 후 충격시험을 실시한다.

라. 강재의 화학성분 중 질소함유량이 0.006%를 넘지 않는 재료로서 KS B 0810(금속재료 충격 시험방법)에 규정된 샤르피 충격시험의 결과가 KS 3868(교량 구조용 압연강재) 또는 KS D 3515(용접 구조용 압연 강재)에 제시된 해당 설계 요구 강재의 기준 이상이어야 하며, 천이온도는 해당 설계 요구 강재의 시험 기준온도 이하이어야 한다.

② 미리 역변형을 줄 필요가 있을 경우에는 강재의 품질에 손상이 없게 주의한다.

(5) 가공검사

① 가공검사는 용접을 위한 재편조립하기 전에 형강 및 판의 절단상태, 마무리상태, 모양, 치수 등을 검사하여 가조립 전에 소재의 교정을 실시한다.

② ㄱ형강, ㄷ형강 등 형강류의 절단상태, 치수, 볼트구멍의 크기 및 위치, 부재의 변형, 결합에 대하여 검사한다.

③ 연결판, 리브, 보강재류는 절단면의 상태, 모양, 크기 및 치수, 홈형 상부의 상태, 판의 변형, 볼트 구멍의 위치, 볼트의 간격, 게이지, 구멍의 크기, 개수 및 마찰면의 마무리 등에 관해 검사한다.

④ 용접제작 부재는 절단된 소재의 재질 변형, 크기, 치수, 용접될 홈 형상, 볼트구멍의 위치, 볼트의 간격, 게이지, 구멍의 크기, 볼트의 개수 및 마무리 상태 등에 관하여 검사하여야 한다.

⑤ 휨가공 검사는 재질의 손상, 인장 측의 변형으로 인한 손상 등에 관하여 육안으로 검사하여야 한다.

⑥ 솟음은 교형, 트러스 등 솟음이 주어진 부재를 제작할 때 역솟음 가공현상이 생기지 않도록 사전에 모양, 치수 및 크기를 정확히 검사하여야 한다.

(6) 재편조립

- ① 플러그 또는 슬롯용접 접합부의 서로 접하는 면 사이의 간격과 맞대기용접부의 강판과 뒷댐재의 접하는 면 사이의 간격은 2mm를 초과해서는 안 된다.

(7) 단품 제작 검사

- ① 단품 제작이 완료된 부재는 정밀도를 검사해야 하며 단품 제작의 허용기준은 이 기준의 해당요건에 따른다.
- ② 전항 이외의 단품 제작 정밀도 검사기준은 외국의 관련 규정과 동등한 조건에 따른다.

(8) 강재 표면처리

- ① 강재면의 표면처리는 KCS 14 31 40의 해당요건에 따른다.
- ② 페인트 칠하기 시설과 페인트 칠하기를 위한 바탕처리 시설은 환경관리 규제에 저촉되지 않는 시설을 갖추어야 한다.

(9) 최종 제작자검사

- ① 완성 제품에 대한 최종단계의 제작자 검사는 제작자검사 성적표를 작성하여 감독자의 입회 검사를 받는 것으로 한다.

(10) 이 기준에서 제시하지 않은 내용은 KCS 14 31 10의 관련 내용에 따른다.

3.1.5 제작시 주의사항

(1) 정착구 및 긴장재 배치

- ① 정착구 및 반력대는 설계도에 표시된 형상 및 치수가 일치되도록 조립하고, 위치 및 그 방향이 바르게 배치되어야 한다.
- ② 제작시, 정착구와 반력대가 위치하는 인접부재(지점부 다이아프램, 횡리브)의 이격거리를 고려하여 용접이 용이하도록 사전에 고려하여야 한다.

3.2.1 일반사항

(1) 적용범위

- ① 이 절은 강교제작에 필요한 용접공사에 적용하며, 여기에 기술되지 않은 사항은 KCS 14 31 20의 관련 사항에 따른다.

(2) 제작기기의 승인

- ① 강교제작을 위한 용접에 필요한 주요시설 및 기기 등은 사전에 감독자에게 승인을 받아야 한다. 다만, 건설기술진흥법 제58조 제1항 규정에 의한 철강구조물제작 인증공장인 경우에는 감독자의 사전승인을 생략할 수 있다.

(3) 용접 절차서 및 절차검정 기록서

- ① 계약상대자는 용접시공에 필요한 모든 용접법에 대해서 용접 절차서와 절차 검정기록서를 작성해야 하며 이를 5년간 보관하여야 한다.

(4) 강재의 용접성 시험

- ① 충격시험을 요하는 구조용 강재와 부식저항성이 있는 구조용 강재에 대해서는 강재의 용접성과 강재를 용접하는 절차를 정하여 시행한다. 또한 사용강재의 용접성 시험은 KS B 0859, KS B 0867, KS B 0869, KS B 0870, KS B 0872, KS B 0893의 해당시험 규격에 준하여 시행한다.

(5) 용접시공시험

- ① 다음의 각 항의 어느 것에 해당될 경우에는 용접시공시험을 하고 그 결과를 사전에 감독자에게 승인을 받는다. 용접시공시험은 표 3.2-1에 따르되, 필요에 따라 추가 용접성 시험을 실시할 수 있다. 그러나 동일 조건 또는 그 이상의 조건에서 용접시공시험을 실시하고, 또 시공 경험이 있는 공장에서는 그 당시의 시험보고서를 제출하여 감독자의 승인을 받는 경우는 용접시공시험을 생략할 수 있다.
- 가. 강판두께가 50mm를 초과하는 용접구조용 압연강재(KS D 3515)나 강판두께가 40mm를 초과하는 내후성 열간압연강재(KS D 3259)의 경우
 - 나. 강종별로 용접법에 따라 한 패스의 입열량이 표 3.2-2의 최대 입열량을 초과할 경우
 - 다. 피복아크용접(수용접의 경우만), 가스메탈 아크용접(CO₂ 가스 혹은 Ar과 CO₂의 혼합가스), 서브머지드 아크용접, FCAW 이외의 용접을 할 경우
 - 라. 이 기준의 요건을 충족시킬 수 있음을 보여주는 사용실적이 없는 공급원이 공급한 재료(모재, 용접봉 또는 와이어, 플럭스)를 사용하는 경우
- ② 용접시공시험을 할 경우에 시험강판의 선정, 용접조건의 선정 등에 대해서는 다음을 고려한다.
- 가. 시험강판으로는 같은 용접조건으로 취급하는 강판 중 가장 조건이 나쁜 것을 사용한다.
 - 나. 용접은 실제의 시공에 사용하는 용접조건으로 하고 용접자세는 실제로 행하는 자세 중 가장 불리한 것으로 한다.
 - 다. 서로 다른 강재의 그루브 용접시험은 실제의 시공과 동등한 조합의 강재로 실시하며 용접재료는 낮은 강도의 강재 규격을 따른다. 같은 강종으로 판두께가 다른 이음에 대하여는 판두께가 얇은 쪽의 강재로 시험하여도 좋다.
 - 라. 재시험은 처음 개수의 2배로 한다.

표 3.2-1 용접시공시험

시험의 종류	시험항목	시험편의 형상	시험편 개수	시험방법	판정기준
그루브 용접 시험	인장시험	KS B 0801 1호	2	KS B 0833	인장강도가 모재의 규격치 이상
	파괴시험 (굽힘시험)	KS B 0832	2	KS B 0832	결함길이 3mm 이하
	충격시험주1)	KS B 0809	3	KS B 0810	용착금속으로 모재의 규격치 이상 (3개의 평균치)
	마크로시험주2)		2	KS D 0210	균열 없음. 언더컷 1mm 이하 용접치수 확보
	위상배열초음파 탐상시험		시험편 이음전장	KS B ISO 19285	2류 이상(인장측) 3류 이상(압축측)
필릿용접 시험	마크로시험	KS D 0210	1	KS D 0210	균열 없음. 언더컷 1mm 이하 용접치수 확보 루트부 용융
Y형 용접 균열 시험	Y형 용접 균열 시험주3)	KS B 0870	1	KS B 0870	균열 없음.
최고경도 시험	최고경도시험주4)	KS B 0811	1	KS B 0811	Hv ≤ 370
스터드 용접시험	스터드굽힘 시험	KS B 0529	3	KS B 0529	용접부에 균열이 생겨서는 안 된다.

- 주) 1) 표 3.2-2의 강종별 용접법에 따른 한 패스의 최대 입열량을 초과하거나 별도의 감독자 요구가 있을 경우에는 추가적으로 열영향부(FL, FL + 1mm, FL + 2mm, FL + 3mm, FL + 4mm, FL + 5mm)에 대한 충격시험을 수행하여야 함.
- 2) AWS에 따른 표준용접상세가 아닌 경우에 적용되며, 표준상세인 경우에는 별도의 감독자 요구가 있을 때로 한정함.
- 3) Y형 용접 균열 시험은 인장강도 800MPa 이상의 고강도 강재를 적용하거나, 별도의 감독자의 요구가 있을 때로 한정함.
- 4) 최고경도시험은 인장강도 800MPa 이상의 고강도 강재를 적용하는 경우, 표 2.4.2의 강종별 용접법에 따른 한 패스의 최대 입열량을 초과하는 경우, 그리고 별도의 감독자의 요구가 있는 경우로 한정함.

표 3.2-2 강종별 용접법에 따른 한 패스의 최대 입열량

강종	서브머지드 아크용접	가스메탈 아크용접 또는 플럭스코어드 아크용접
SM355, SMA355, SM420, SM460, SMA460, HSB380W, HSB460W, HSB690, HSB690L	7,000Joule/mm	2,500Joule/mm
HSB380, HSB380L, HSB460, HSB460L	10,000Joule/mm	3,000Joule/mm
HSB690W	5,000Joule/mm	2,500Joule/mm

(6) 완전용입 맞대기 용접부의 피로시험

- ① 완전용입 맞대기 용접부의 피로성능에 대한 평가 실적이 없는 공급원이 공급한 재료(모재, 용접봉 또는 와이어, 플럭스)를 사용하는 경우에는 용접부 인장 시험체에 대해 다음의 피로시험법에 따라 피로시험을 수행하고 그 합격 여부를 판단한다.
- ② 시험체의 용접
 - 가. 강교 및 강구조물제작공장 또는 공사현장 작업조건과 동일하거나 그보다 가혹한 조건에서 피로 성능평가용 시험체를 용접한다.
- ③ 판두께별 시험체의 형상
 - 가. 시험체의 단면 폭(W)은 판두께(T)의 1.5배 이상으로 설정한다.
 - 나. 그룹부 폭(B)이 단면 폭(W)의 1.5배 이상으로 설정한다.
 - 다. 시험체의 단면 평행길이(L)는 판두께(T)의 3배 이상으로 설정한다.
 - 라. 변화부 반경은 단면 폭(W)의 2.5배 이상 또는 구조해석을 통해 응력집중도(=변화부 응력/시험단면 응력)가 1.1 이하가 되도록 설정한다. 표 3.2-3은 판두께별 피로시험체의 크기와 형상에 대한 예시이다.

표 3.2-3 판두께별 피로시험체의 크기와 형상의 예시

(단위 : mm)

판두께 (T)	그룹부폭 (B)	단면폭 (W)	평행부길이 (L)	변화부반경 (R)	그룹부길이	시험체총길이
20	90	40	170	100	250	802
40	100	60	200	160	250	855
60	140	90	250	240	250	963
80	190	120	350	320	250	1,141

④ 시험체의 정합도(alignment) 평가

- 가. 하중 축과 편심에 의한 시험체에 발생한 휨 변형율을 축방향 변형율로 나눈 값(percent bending)이 5% 이내임을 정적 재하시험을 통해 확인 후 피로시험을 수행한다.

⑤ 피로 시험체의 개수 및 시험조건

- 가. 피로 시험체의 개수는 최소 9개 이상으로 하며, 3개의 피로하중 응력범위에 대해 각각 3개씩 실험한다.
- 나. 반복횟수 50만회 이상에서 피로파단이 일어나도록 피로하중 응력범위를 설정하되, 피로수명 200만회에

해당하는 피로강도 이하의 값이 포함되도록 한다. 표 3.2-4는 판두께별 피로하중의 크기와 응력범위에 대한 예시이다.

다. 작용하중의 응력비는 0.05 이상으로 한다.

표 3.2-4 판두께별 피로하중의 크기와 응력범위의 예시

판두께 (mm)	순단면적 (m ²)	최대하중 (kN)	최소하중 (kN)	최대응력 (MPa)	최소응력 (MPa)	응력범위 (MPa)
20	0.0008	98	9.8	122	12	110
		123	12.3	153	15.5	137.5
		147	14.7	183	18	165
40	0.0024	293	29.3	122	12	110
		366	36.6	153	15.5	137.5
		439	43.9	183	18	165
60	0.0054	659	65.9	122	12	110
		824	82.4	153	15.5	137.5
		989	98.9	183	18	165
80	0.0096	1,167	116.7	122	12	110
		1,462	146.2	153	15.5	137.5
		1,756	175.6	183	18	165

⑥ 피로 시험결과의 판정

가. 모든 피로 시험체가 도로교설계기준에 규정된 설계 피로등급의 피로강도 이상일 경우 합격한 것으로 한다.

⑦ 재시험

가. 불합격의 경우 같은 방법으로 일차로 재시험을 수행하여 모든 피로 시험체가 설계 피로등급의 피로강도 이상일 경우 합격한 것으로 한다.

나. 일차 재시험이 불합격된 경우에는 추가적으로 이차 재시험을 수행하여, 총 27개의 시험결과를 통계 처리하여 하한 5% 피로강도 곡선이 설계 피로등급의 피로강도 이상일 경우 합격한 것으로 한다.

⑧ 사용하고자 하는 강재에 대한 피로 성능 평가 실적이 있더라도, 제강사(mill), 강종, 용접재료가 기존 실적자료와 다른 경우에는 해당 부재에 대한 피로성능 평가를 별도로 실시하여야 한다. 강종과 용접재료가 동일하더라도 최대 판두께, 개선헌상, 용접자세, 최대 입열량, 최소 예열온도, 용접 비드 개선 등이 다른 경우에는 가혹한 조건을 기준으로 피로 성능 평가의 추가 실시 여부를 감독자가 판단한다.

(7) 기술인력

① 공사에 참여하는 각 용접사에 대한 신분증과 자격증 사본을 제출하여야 한다.

② KS B 0885의 해당요건에 따라 자격을 갖추었거나, 해당 작업에 2년 이상 경험이 있는 자로서 작업 투입 당시 해당 용접에 대하여 숙련된 기량을 갖고 있거나 제작자 자체 검증시험으로 확인된 사람으로 한다.

③ 용접업무 조절담당자는 용접이나 용접 관련 업무에 관한 생산작업을 책임지며, 교육과 훈련 및 경험 등을 통하여 지식과 능력이 입증된 사람으로 한다. 용접업무 조절담당자의 기술적 지식은 KS B ISO 14731에

따른다.

- ④ 용접업무 조절담당자의 업무 내역은 KS B ISO 14731에 따르며, 계약, 설계검토, 모재 및 소모품, 하청계약, 생산계획, 장비, 용접작업, 시험, 용접 승인, 문서화 등의 활동에 관련된 명세 또는 준비, 업무조절, 통제관리, 검사 및 점검 또는 입회의 임무와 책임을 포함한다.
- ⑤ 용접업무 조절담당자는 하나 또는 다수의 업무조절과제를 수행한다. 다수에 의해 용접업무가 조절되는 경우 각 개인에게 임무와 책임을 배정한다.
- ⑥ 제작자는 적어도 1명 이상의 공인된 또는 감독자의 승인을 받은 용접업무 조절담당자를 임명한다.
- ⑦ 제작자 자체 품질관리의 일환으로 시행하는 용접검사는 최소 5년 이상 경력자로서 자격 있는 용접검사원이 수행하여야 한다.
- ⑧ 비파괴 시험검사원은 비파괴 검정시험에 합격한 자이거나 감독자가 확인한 비파괴 교육과정을 이수한 자라야 한다.

3.2.2 재료

(1) 사용재료

① 피복아크용접(SMAW)

- 가. 연강용 피복아크 용접봉:KS D 7004
- 나. 고장력 강용 피복아크 용접봉:KS D 7006
- 다. 저온용 강용 피복아크 용접봉:KS D 7023
- 라. 내후성 강용 피복아크 용접봉:KS D 7101

② 서브머지드 아크용접(SAW)

- 가. 저장도 강용 와이어와 와이어 및 플럭스의 조합:KS B ISO 14171
- 나. 플럭스:KS B ISO 14174
- 다. 고강도 강용 와이어와 와이어 및 플럭스의 조합:KS B ISO 26304

③ 가스메탈 아크용접(GMAW) 및 플럭스 코어드 아크용접(FCAW)

- 가. 연강용 가스용접봉:KS D 7005
- 나. 내후성 강용 탄산가스 아크용접 플럭스 충전 와이어:KS D 7109
- 다. 연강 및 고장력강 마그마 용접용 솔리드 와이어:KS D 7025
- 라. 연강, 고장력강 및 저온강용 아크용접 플럭스 코어선 :KS D 7104
- 마. 내후성 강용 탄산가스 아크용접 솔리드 와이어:KS D 7106

④ 일렉트로 슬래그 용접(ESW) 및 일렉트로 가스용접(EGW)

- 가. 일렉트로 가스 아크용접용 플럭스 코어선:KS D 7105

(2) 용접봉 사용구분

- ① 강재의 종류 및 강도와 용접방법에 따른 용접봉의 사용구분 및 규격과 재질은 감독자의 승인을 받은 용접절차서에 준하며 사용용접봉의 재질은 모재의 화학적 성분과 기계적 성질(공칭 강도 및 인성)과 동등하거나 그 이상의 재료를 사용하여야 한다.
- ② 사용 용접봉은 이 코드 3.2.2(1)에 준하여 사용하되 이 규격 이외의 사용용접봉은 국제규격과 동등한 제품을 사용하여야 한다.
- ③ 사용 용접봉은 용접시공 시험에 합격한 제품을 사용하여야 한다. 다만, 피복아크 용접봉과 무도장 내후성 강재에 사용되는 용접재료는 표 3.2-5 및 표 3.2-6에 따른다.

④ KS D 3529에 따른 용접구조용 내후성 열간 압연강재를 무도장 상태로 외부에 노출하여 사용하는 경우의 용접재료는 표 3.2-6을 기본으로 한다. 사용 용접봉은 모재의 화학적 성분과 기계적 성질이 동등하거나 그 이상의 재료를 사용하여야 한다.

⑤ 용접재료의 사용구분

가. 강도가 같은 강재를 용접할 경우에는 모재의 규격치와 동등하거나 그 이상의 기계적 성질을 갖는 용접재료를 사용한다.

나. 강도가 다른 강재를 용접할 경우에는 낮은 강도를 갖는 모재의 규격치와 동등하거나 그 이상의 기계적 성질을 갖는 용접재료를 사용한다.

다. 인성이 같은 강재를 용접할 경우에는 모재에 요구되는 값과 같거나 그 이상의 인성을 나타내는 용접재료를 사용한다.

라. 인성이 다른 강재를 용접하는 경우에는 인성이 낮은 모재에 요구되는 값과 같거나 그 이상의 인성을 나타내는 용접재료를 사용한다.

마. 내후성강재와 보통강재를 용접하는 경우에는 모재와 같거나 그 이상의 기계적 성질과 인성을 만족하는 용접재료를 사용한다.

바. 내후성강과 내후성강을 용접할 경우에는 모재와 동등 이상이거나 그 이상의 기계적 성질, 인성 그리고 내후성능을 만족하는 용접재료를 사용한다.

표 3.2-5 피복아크 용접봉 사용구분

피복아크 용접봉의 종류	적용 강종 및 판 두께(mm)
연강용 피복아크 용접봉	SS275, SM275($t < 25$) SS275, SM275($25 \leq t < 33$:예열을 할 때)
저수소계 피복아크 용접봉	SS275, SM275($25 \leq t < 33$:예열을 하지 않을 때) SM355, SM420, SM460, SMA275, SMA355, SMA460, HSB380, HSB380L, HSB380W, HSB460, HSB460L, HSB460W, HSB690, HSB690L, HSB690W

표 3.2-6 무도장 내후성 강재에 사용되는 용접재료

용접 방법	용접봉 규격	승인가능한 용접봉(mm)
피복아크용접	KS D 7101	1) 용접봉 등급(G,P,W)에 적합한 용착금속을 갖는 용접봉
플럭스코어드 아크용접	KS D 7109	2) 모재의 C, Si, Mn, P, S 이외에 Cu, Cr, Ni 함량에 만족하는 용착금속의 화학성분과 기계적 성질을 갖는 용접재료
가스메탈 아크용접	KS D 7106	

3.2.3 시공

(1) 일렉트로 슬래그 용접법(ESW)과 일렉트로 가스 용접법(EGW)

① 일렉트로슬래그용접과 일렉트로가스 용접은 열처리 고장력강에 사용해서는 안 되며, 또한 인장응력이나 교

변응력을 받기 쉬운 부재의 용접에도 사용해서는 안 된다.

② 보호가스를 사용하는 일렉트로가스 용접은 풍속이 2.2 m/s 이상일 경우 용접을 해서는 안 된다. 부득이 용접을 실시할 경우에는 용접부 주변의 최대풍속을 2.2 m/s 이하까지 감소시킬 수 있는 적절한 방풍시설을 갖추어야 한다.

(2) 가스메탈 아크용접(GMAW) 및 플럭스코어드 아크용접(FCAW)

① 가스메탈 아크용접 또는 보호가스를 사용하는 플럭스코어드 아크용접은 바람이 심한 곳에서는 보호막을 설치하여 용접하여야 한다. 이와 같은 보호막은 용접부 주변의 최대 풍속을 2.2m/s 까지 감소시킬 수 있는 적절한 방풍시설을 갖추어야 한다.

(3) 스티드의 용접

① 스티드 용접 시공시험은 이 기준의 3.2.1(5)에 준하여 시행한다.

② ①의 용접성 시공시험이 만족스러울 경우, 스티드 자동용접사는 자격이 인정된 것으로 하며 스티드 용접을 시공할 수 있다.

③ ①항의 용접성 시공시험에 관여하지 않은 자동용접사는 스티드 용접을 실시하기 전에 2개의 스티드를 이 기준의 3.2.1(5)에 따라 용접 시공시험을 실시해야 하며, 그 결과가 만족스러울 경우, 해당 용접사는 스티드 용접을 시공할 수 있다.

④ 인장응력을 받는 부재에서 불합격 스티드를 제거한 부위는 인접모재와 편평하도록 매끄럽게 마무리하여야 한다.

⑤ 스티드 제거 중에 손상된 모재부분은 사전 인정된 용접절차서에 따라 손상된 부위를 용접금속으로 채우고 표면을 인접모재와 편평하게 마무리한다.

⑥ 스티드를 교체하는 경우, 모재의 보수는 교체용 스티드를 용접하기 전에 실시한다.

⑦ 교체된 스티드는 본래의 축으로 부터 약 15° 의 각도로 굽힘시험을 실시한다.

⑧ 스티드 용접은 스티드 건에 의한 자동용접을 하며, 부득이 피복아크용접에 의한 필릿용접으로 할 경우, 사전 감독자의 승인을 받아 시행하여야 한다. 사용 용접봉은 저수소계의 용접봉으로 용접봉 지름은 4mm ~ 5mm를 사용하여야 한다. 스티드 지름이 10mm 미만인 경우 또는 용접자세에서 벗어난 경우에는 더 작은 지름의 용접봉을 사용할 수 있다.

(4) 용접 검사

① 비파괴검사의 적용분류는 전수검사, 부분검사 및 지정검사로 나누어 시행한다.

② 육안검사자는 관련분야에 5년 이상 종사한 자가 실시하는 것을 기본으로 한다.

③ 용접비드 표면의 요철은 비드길이 25mm 범위에서의 고저차로 나타내고, 3mm를 넘는 요철이 있어서는 안 된다.

④ 언더컷의 깊이는 표 3.2-7의 값을 초과해서는 안 된다.

표 3.2-7 언더컷의 깊이

언더컷의 위치	허용차(mm)
주요부재의 재편에 작용하는 1차응력에 직교하는 비드의 종단부	0.3
주요부재의 재편에 작용하는 1차응력에 평행하는 비드의 종단부	0.5
2차부재의 비드 종단부	0.8

(5) 결함부의 보수

- ① 설계에서 마무리를 지정하지 않은 그루브용접을 하는 경우는 표 3.2-8에 표시한 범위 내의 더돈기는 용접한 대로 두어도 좋다. 다만, 더돈기가 표 3.2-8의 값을 초과 할 때는 비드 형상의 끝부분(지단)을 매끄럽게 마무리 하여야 한다.

표 3.2-8 그루브용접의 더돈기(mm)

비드폭(B)	더돈기 높이(h)
$B < 15$	$h \leq 3$
$15 \leq B < 25$	$h \leq 4$
$B \geq 25$	$h \leq 4B/25$

3.3 볼트접합

3.3.1 일반사항

- (1) 이 절은 강교제작 및 조립시공에 필요한 볼트 및 연결재 시공에 적용하며, 여기에 기술하지 않은 내용은 KCS 14 31 25의 관련 항목에 따른다.

3.3.2 품질관리

(1) 볼트세트의 확인

- ① 볼트, 너트, 와셔 등의 등급에 따른 기계적 성질에 대한 시험 및 검사가 필요시는 다음에 의한 시험을 실시한다.

가. 모양, 치수에 대해서는 KS B 1010의 부표 1-3에 따른다.

나. 외관은 KS B 1010의 8항 겉모양에 따른다.

다. 나사정밀도는 KS B 5221의 규정에 맞는 6 H/6g용 한계 게이지로 검사하며 2급 나사용 한계 게이지로 대신할 수 있다.

라. 기계적 성질은 KS Q 1001에 의하여 확인 검사한다.

(2) 토크계수값 시험

- ① 토크계수값 시험은 각 로트의 고장력 볼트세트에 대해 5개 이상 실시하고 토크값의 평균과 편차를 조사하여 제작자 검사결과와 비교하되 토크값이 5% 이상 다를 경우는 재검사를 실시한다.

(3) 볼트조임 검사 기구의 교정

- ① 볼트조임 검사 기구는 사용 중 6개월에 1회 이상 교정을 받아야 한다. 다만, T/S 볼트 전용 조임기구는 예외로 할 수 있다.

(4) 축력계의 교정

- ① 축력계는 반입 시 1회, 사용 중에는 최소 12개월에 1회 이상 교정을 실시해야 하며 정밀도는 $\pm 3\%$ 의 오차 범위가 되도록 하여야 한다.

(5) 볼트접합면의 상태

- ① 볼트접합면의 미끄럼 상태는 규정값 이상의 미끄럼계수를 가져야 되며, 볼트접합면에 도장되는 도장재는 미끄럼 내력시험에 인증된 것을 사용한다.

3.3.3 재료

(1) 볼트의 규격

① 마찰접합용 고장력 6각볼트, 6각너트, 평와서의 세트 : KS B 1010

② 구조물용 토크-전단형 고장력볼트, 6각너트 평와서의 세트 : KS B 2819

③ 용융아연도금 고장력 볼트

볼트재료 세트 : KS B 1010의 제1종(F8T)

미끄럼계수 0.4 이상을 얻기 위해 표면거칠기를 50S 이상이 되도록 블라스트 처리하고 너트회전법으로 체결하는 볼트

④ 비전해식 아연말 피막처리 고장력 볼트 : KS B 0553

비전해식 아연말 피막은 아연말 화성피막과 같다.

⑤ 기타 피막처리 고장력 볼트

기타 피막처리방법, 피막두께, 내식성 및 기계적, 물리적 성질에 따른 제 성질이 국내 및 국제규격과 동등 이상인 제품

⑥ 일반볼트

6각볼트 : KS B 1002

6각너트 : KS B 1012

평와서 : KS B 1326

(2) 연결재

스터드형 전단연결재는 이 기준 2. 재료의 규정에 따른다.

(3) 볼트의 종류의 선정

① 사용볼트의 종류 및 규격은 표 3.3-1에 준하되, 체결방법 및 연결방법에 따라 필요한 기계적 성질 등의 특성 및 품질을 만족하는 것으로 한다.

② 마찰접합용 고장력볼트, 너트 및 와서는 특별히 정한 경우를 제외하고 KS B 1010에 규정된 제 1종부터 제 2종까지의 M20, M22, M24, M27, 및 M30, 제 4종의 M20, M22, M24를 사용하는 것으로 한다.

③ 마찰접합용 고장력볼트 세트는 ②의 고장력 6각볼트 세트 대신에 동일한 등급의 KS B 2819에 따른 T/S 볼트 세트를 사용할 수 있다.

④ 지압접합에는 마찰접합용 제 1종, 제 2종 및 제 4종의 고장력볼트 세트를 사용하거나, 다른 KS에 준용하고 강도가 ②의 고장력볼트와 같은 볼트세트를 사용할 수 있다.

⑤ 일반볼트는 KS B 1002의 육각볼트, KS B 1012의 너트, KS B 1326 의 평와서 세트를 사용하는 것으로 한다.

표 3.3-1 사용볼트의 종류 및 규격

구분	종류	토크계수값 ¹⁾	등 급		
			볼트	너트	와셔
마찰접합용 고장력볼트	1중	A	F8T	F10	F35
		B			
	2중	A	F10T		
		B			
	4중	A	F13T	F13	
		B			
T/S 볼트		F10T	F10		
지압접합용 고장력볼트	1중	A	F8T	F10	F35
		B			
	2중	A	F10T		
		B			
	4중	A	F13T	F13	
		B			
일반볼트	6각볼트(C) ²⁾		4.6 ²⁾	스타일 ³⁾ 2 강도 ³⁾ 6	14H ⁴⁾

주) 1) 토크계수값의 A는 윤활유 처리 등으로 1제조 로트의 토크계수값의 평균치가 0.11~0.15 사이, B는 방청유 도포 등으로 토크계수값의 평균치가 0.15~0.19 사이의 값을 나타낸다.

2) C는 KS B 1002에 따른 부품의 등급과 강도등급을 나타낸다.

3) KS B 1012에 따른 너트 치수와 강도등급을 나타낸다.

4) KS B 1326에 따른 경도 구분을 나타낸다.

(4) 핀 및 롤러

① 핀 및 롤러의 사용재료는 다음 재료 중에서 사용한다.

가. 탄소강 단강품:KS D 3710

나. 탄소주강품:KS D 4101

다. 도로교용 주강품 : SPS-KFCA-D4118-5014

3.3.4 시공

(1) 공통사항

① 볼트의 나사부는 하나 이상의 나사산이 연결되는 부재 안쪽에 남아있도록 한다.

② 그룹볼트의 조임은 중앙의 볼트에서 단부의 볼트 방향으로 작업을 진행하며, 1차 예비조임과 본조임으로 나누어 2회 시행한다. 1차조임은 소요 토크 값의 60% 정도로 전체볼트를 조인다.

③ 볼트접합면의 표면처리는 블라스트 등에 의해 녹, 흑피 등을 제거하여 미끄럼계수가 0.4 이상 얻어지도록 처리한다.

④ 볼트 체결작업의 2차 본조임은 강우 및 결로 등 습한 상태에서 실시해서는 안 된다.

⑤ 토크계수값을 줄이기 위해서 표면처리를 실시한 와셔를 사용할 경우는 이것을 너트 측에만 사용하고 볼트머리 측에는 표면처리를 하지 않은 것을 사용한다.

⑥ 용접과 고장력볼트의 마찰접합을 병용할 때에는, 용접완료 후에 고장력볼트의 조임 시공을 실시하는 것으로 한다. 고장력볼트를 조인 후에 용접할 때에는 구속에 의한 영향을 고려한다.

(2) 고장력 볼트

- ① 볼트의 조임을 위한 기구(機具)의 보정은 작업개시 전 그 정밀도를 확인한다.
- ② 볼트의 조임은, 특별한 제한 사유가 있는 경우를 제외하고는 너트를 돌려서 축력을 도입한다. 볼트돌림을 할 때는 토크 계수값의 변화를 확인한다. 볼트의 조임을 토크법에 따라 할 때에는 표준 볼트축력이 균일하게 도입되도록 조임 토크를 조절한다.
- ③ 마찰접합 및 지압접합의 볼트는 표 3.3-2에 표시된 볼트의 설계축력을 얻을 수 있도록 조여야 한다.
- ④ 볼트의 조임축력은 설계축력에 10%를 증가시킨 값으로 한다.

표 3.3-2 볼트축력 및 볼트조임축력

(단위 : kN)

등 급	볼트호칭	설계볼트 축력	조임축력	시험볼트 축력 평균값 허용범위 ¹⁾	
				하한치	상한치
F8T	M20	131	144	135	150
	M22	163	179	170	185
	M24	189	208	195	215
F10T	M20	164	180	170	185
	M22	203	223	210	230
	M24	236	260	245	270
	M27	307	338	315	355
	M30	376	414	390	435
F13T	M20	213	234	220	240
	M22	264	290	275	300
	M24	307	338	320	350

주:1) 시공 전 축력계로 측정한 시험볼트 5세트의 축력 평균값 상·하한치

(3) 용융아연도금 고장력 볼트

- ① 볼트의 본조임 방법은 너트 회전법에 따르고 1차 조임은 프리-세트형 토크렌치를 사용한다.
- ② 1차 조임 후 볼트, 너트, 와셔 및 부재에는 금메김을 하고 본조임은 1차 조임 후 금메김 위치에서 너트가 $1 \pm 20^\circ$ (1/3회전)의 위치까지 회전시켜 조임 시공한다.
- ③ 연결되는 판의 접합면 거칠기는 50S 정도로 마무리하고 미끄럼 계수는 역시 0.4 이상이 되어야 한다.
- ④ 볼트의 축력은 표 3.3-2에 따른다.

(4) 타입식 고장력 볼트

- ① 타입식 고장력볼트의 와셔는 너트 측에만 1개를 사용한다.
- ② 지압접합에 타입식 고장력볼트를 이용할 경우에는 체결 시공 전에 구멍의 어긋남에 대해 확인하여 타입 작업성에 문제가 발생하지 않도록 한다. 또한 볼트 타입시 구멍 주위 연단에 유해한 손상이 가지 않도록 주의한다.
- ③ 타입식 고장력볼트 체결은 볼트의 나사부에 너트가 걸릴 때까지 타입한 후에 너트를 회전하여 볼트 속으로 끌어넣는 방법을 택한다.
- ④ 볼트의 축력은 표 3.3-2에 따른다.

(5) 아이바

- ① 아이바의 단면적은 계산상 필요단면적의 135% 이상으로 한다.

② 아이바의 머리모양은 편구멍과 동심원으로 한다.

③ 아이바의 두께는 최소 25mm 이상으로 하고 편의 지름은 아이바 폭의 8/10 보다 크게 하는 것이 좋다.

(6) 토크법에 의한 조임검사

① 볼트조임 검사는 조임 후 신속히 실시한다.

② 자동기록계의 기록용지에 따라 검사를 할 경우는 기록용지 전부를 검사하는 것으로 한다.

③ 일정한 축력에 달하면 자동적으로 체결이 완료되는, 예를 들면 T/S 볼트, 또는 NUT RUNNER와 같은 캘리브레이티드 랜치 등의 보증된 체결방법이 아닌 일반 토크법에 의한 볼트에 대하여는 전항의 규정에 의하여 소정의 체결이 이루어지고 있는 것을 검사에 의해 확인하여야 한다.

④ 너트나 와셔가 뒤집혀 체결되어 있는지 확인하며 뒤집힌 경우에는 재시공한다.

3.4 조립 및 설치

3.4.1 적용범위

(1) 이 절은 강교제작에 따른 현장조립 및 설치공사에 적용하며, 여기에 기술하지 않은 기준은 KCS 14 31 30의 관련 항목을 따른다.

3.4.2 품질보증

(1) 현장조립 또는 현장용접 시는 공장용접과 상응한 보호시설을 해야 하며 용접공 및 용접기술자의 자격과 용접 절차는 이 기준의 3.2의 해당요건에 따른다.

(2) 현장조립의 허용오차는 공장가조립의 허용오차범위 내의 기준치를 적용한다.

(3) 현장볼트 연결에 따른 토크렌치의 검정은 다음에 따른다.

① 검정된 토크렌치를 설정하는 검정장치는 계약상대자의 자격 있는 직원이 공사에 처음 사용하기 전 30일 이내에 정확성을 점검해야 하며, 그 이후에는 매 6개월마다 1회 이상 점검하여야 한다.

② 감독자가 검정장치의 정확성에 대하여 의문을 갖는 경우에는 제작자에게 반환해서 정확성을 확인받도록 요구할 수 있다.

(4) 현장품질관리 성적서를 제출하여 감독자의 확인을 받아야 한다.

(5) 현장조립의 제작오류에 의하여 재가공 또는 수정보완할 경우에는 계약상대자의 책임 하에 재제작 또는 시공하여야 한다.

3.4.3 재료

(1) 사용재료는 이 기준의 2. 재료에 따른다.

3.4.4 시공

(1) 가설공

① 교량받침은 KCS 24 30 05의 해당요건에 따른다.

② 현장 조립품을 일체로 운반하여 설치할 경우는 조립부재의 길이, 중량 및 형상을 고려하여 장비의 종류와 소요대수를 계획해야 하며 부재의 변형이 발생하지 않도록 안전하게 설치하여야 한다.

③ 플레이트거더교의 가설 시 풍력계급상 산돌바람(10분 평균 풍속 3.4m/sec ~ 5.4m/sec) 이상의 기상조건에서는 I형 주거더의 단독 가설작업을 중지하여야 한다.

④ 드리프트핀

가. 드리프트핀은 여러 부재를 함께 조립하는 경우에만 사용하여야 하되 허용오차를 벗어나 제작된 부재나 부품을 조립하는데 사용하여서는 안 된다.

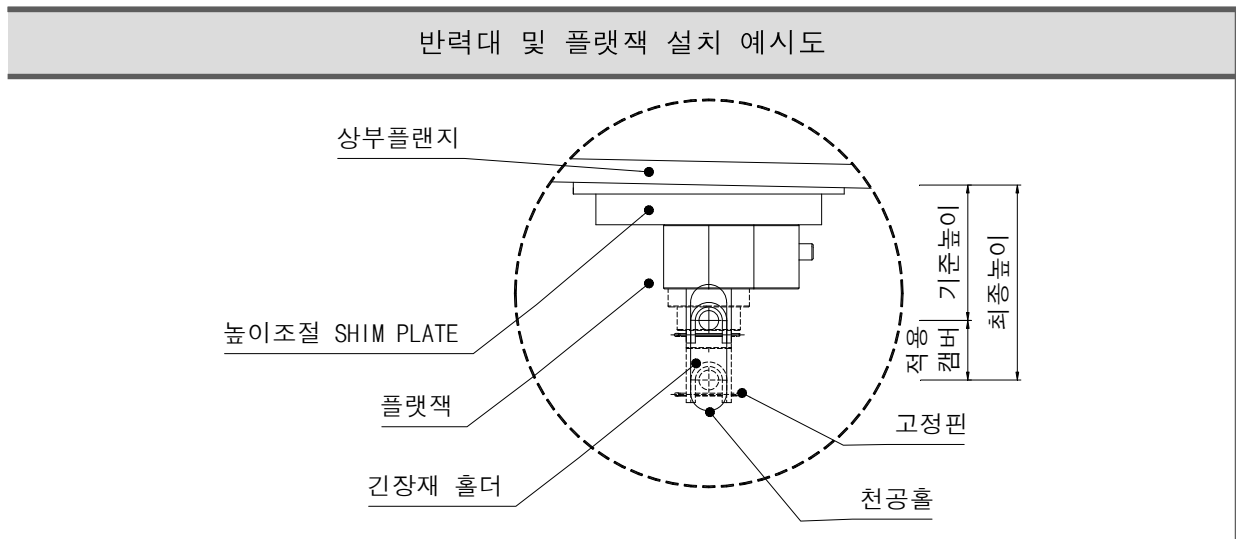
나. 부재의 조립에 사용하는 가조임볼트와 드리프트 핀의 합계는 1개소의 연결 고장력 볼트 수의 25% 이상

(웹브는 15% 이상)으로, 그 중의 5% 이상을 드리프트 핀으로 하는 것이 좋다. 단, 큰 가설응력이 작용하는 경우는 그 가설 응력에 견딜 수 있는 가조임볼트와 드리프트 핀을 사용하여야 한다.

다. 드리프트핀은 재료가 비틀리게 하거나 손상될만한 힘을 주어서 사용하여서는 안 되며, 정교하게 제작되지 않은 부재가 있을 시는 감독자의 승인을 받아 처리한다.

(2) 인장작업

- ① 인장계획서 작성시, 시공전 자재수급 및 현장상황을 고려하여 반력대에 설치되는 플랫폼의 제원과 높이조절용 SHIM PLATE의 치수를 확인하고 인장작업시 필요한 소요 캠버량의 확보가 가능한지 확인하고, 감리원의 승인을 득한 후 시공하여야 한다.
- ② 프리스트레싱의 관리는 적용캠버량(플랫폼 인상변위)에 의해 관리하는 것을 원칙으로 한다.
- ③ 긴장전 긴장재 초기위치는 자중에 의해 발생하는 처짐량이 최소화도록 긴장재를 플랫폼 상단에 설치되는 긴장재 홀더에 결속함과 동시에 긴장재 단부에 설치되는 너트를 정착구에 밀착시켜야 한다.
- ④ 도입캠버에 의한 긴장량은 캠버량을 기준으로 $\pm 5\%$ 를 기준으로 관리한다.



(2) 시공허용오차

- ① 지점부 보강재, 웹브, 다이아프램 등 하중을 지지하는 부재는 플랜지 안쪽 표면과 75% 이상의 접촉면적을 가져야 한다.
- ② 하부 플랜지와 슬플레이트의 틈새 및 슬플레이트와 교량 받침의 틈새는 하중을 지지하는 부재 투영 면적의 75% 이상이 0.25mm 이내로 접촉되고, 25% 이하는 1mm 이내로 관리되어야 한다.

4. 특허 청구 범위

[청구항 1]

강박스 거더(1)의 지점부를 기준으로 내부 상판에 소정 간격을 두고 설치되는 상부정착부재(10); 상기 강박스 거더(1)의 중간부를 기준으로 내부 바닥판에 소정 간격을 두고 설치되는 하부정착부재(20); 상기 상부정착부재(10) 및 상기 하부정착부재(20)에 각각 설치되는 복수 개의 보강재(30); 복수 개의 상기 보강재(30)의 가운데 부분에 위치되도록 상기 강박스 거더(1)의 내부 바닥판과 상판에 각각 설

되는 플랫폼(40); 을 포함하고,

상기 플랫폼(40)에 유압을 인가하여 수평 설치되는 상기 보강재(30)의 가운데 부분에 압력을 가하는 것에 의해 상기 강박스 거더(1)의 지점부와 중간부에 각각 휨 모멘트가 도입되도록 구성되며, 상기 상, 하부정착부재(10, 20)는, 소정 폭과 길이를 가지는 직사각형 판 모양의 베이스판(11, 21); 상기 베이스판(11, 21)의 상면에 수직으로 소정 높이를 가지도록 설치되는 가이드판(12, 22); 상기 가이드판(12, 22)과 소정 간격 이격되어 상기 베이스판(11, 21)의 상면에 수직으로 소정 높이를 가지도록 설치되는 정착판(13, 23); 및 상기 가이드판(12, 22)과 상기 정착판(13, 23)을 연결하는 복수 개의 보강판(14, 24); 을 포함하고, 상기 상부정착부재(10)는, 지점부를 기준으로 서로 마주하여 대칭이 되도록 서로 소정 간격 이격되어 2개가 한 세트로 설치된 다음, 양측의 상기 가이드판(12)과 상기 정착판(13)을 차례로 관통하도록 상기 보강재(30)가 수평으로 설치되며, 상기 하부정착부재(20)는, 중간부를 기준으로 서로 마주하여 대칭이 되도록 서로 소정 간격 이격되어 2개가 한 세트로 설치된 다음, 양측의 상기 가이드판(22)과 상기 정착판(23)을 차례로 관통하도록 상기 보강재(30)가 수평으로 설치되고, 상기 보강재(30)는, 상기 정착판(13, 23)의 일측에 조립되는 체결부재에 의해 양단이 고정되며, 상기 보강재(30)는, 소정 길이를 가지는 철근 및 강봉으로 이루어지고, 상기 보강재(30)의 양단 부분에는, 정착부재가 체결되기 위한 나사산이 형성되는 것을 특징으로 하는 보강재 분력에 의해 도입되는 프리스트레스와 릴리즈를 이용한 강박스 거더.

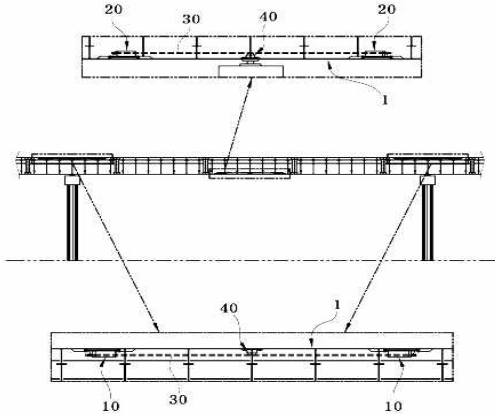
[청구항 3]

청구항 1에 있어서, 상기 베이스판(11, 21)은, 체결부재를 통해 상기 강박스 거더(1)의 상판과 바닥판에 직접 체결 고정되거나, 또는 상기 강박스 거더(1)의 상판과 바닥판에 설치되는 고정부재(1A)에 체결 고정되는 것을 특징으로 하는 보강재 분력에 의해 도입되는 프리스트레스와 릴리즈를 이용한 강박스 거더.

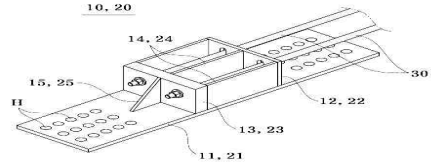
[청구항 4]

청구항 1에 따른 강박스 거더(1)의 시공방법에 있어서, 지점부에 위치되는 강박스 거더(1)의 내부 상판에 소정 간격을 두고 2개 한 세트로 구성되는 상부정착부재(10)를 설치하고, 상기 2개 한 세트의 상부정착부재(10)를 수평으로 연결하도록 복수 개의 보강재(30)를 설치하며, 상기 복수 개의 보강재(30)의 가운데 부분에 위치되도록 상기 강박스 거더(1)의 내부 상판에 플랫폼(40)을 고정 설치하고, 중간부에 위치되는 강박스 거더(1) 내부 바닥판에 소정 간격을 두고 2개 한 세트의 하부정착부재(20)를 설치하고, 상기 2개 한 세트의 하부정착부재(20)를 수평으로 연결하도록 복수 개의 보강재(30)를 설치하며, 상기 복수 개의 보강재(30) 가운데 부분에 위치되도록 상기 강박스 거더(1)의 내부 바닥판에 플랫폼(40)을 고정 설치하는 보강재 및 플랫폼 설치 단계(S10); 상기 플랫폼(40)에 유압을 인가하여 상기 보강재(30)의 가운데 부분을 소정 높이로 하강 및 상승시켜 상기 강박스 거더(1)의 지점부와 중간부에 각각 휨 모멘트를 도입하는 보강재 긴장 단계(S20); 상기 강박스 거더(1)의 상면에 소정 두께로 콘크리트를 타설하여 슬래브(2)를 형성하는 슬래브 시공 단계(S30); 및 상기 슬래브 시공 단계(S30) 이후, 소정 기간 콘크리트가 양생되어 상기 슬래브(2)가 형성되고 나면, 상기 플랫폼(40)에 인가된 유압을 제거하여 상기 보강재(30)에 도입된 긴장력을 해제하는 긴장력 릴리즈 단계(S40); 로 이루어지는 것을 특징으로 하는 보강재 분력에 의해 도입되는 프리스트레스와 릴리즈를 이용한 강박스 거더의 시공방법.

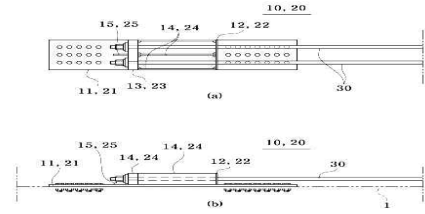
도면1



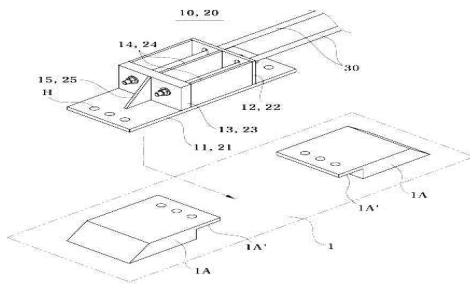
도면2



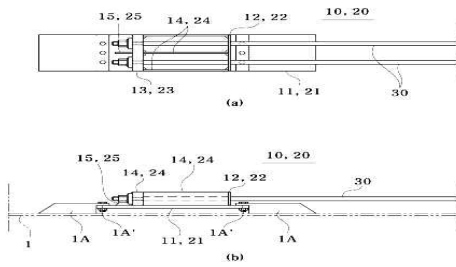
도면3



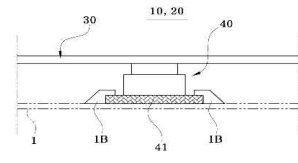
도면4



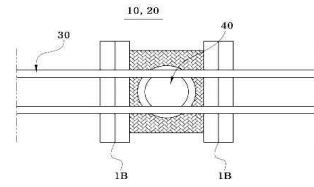
도면5



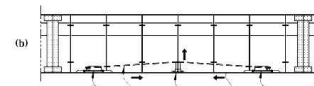
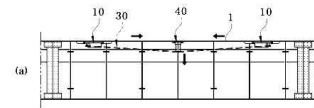
도면6



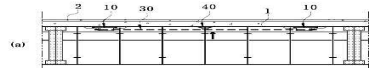
도면7



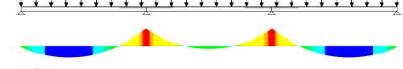
도면10



도면12



도면13a



도면13b



도면13c



도면8



도면9

