

11-1611000-002397-14

강구조공사 표준시방서

2012

사단
법인 한국강구조학회

표준시방서 제정에 따른 경과조치

이 표준시방서는 단위공사 설계 시 해당공사의 특성과 여건 등을 고려한 공사시방서 작성에 활용하며, 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여는 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 시방서를 그대로 사용할 수 있습니다.

머 리 말

최근 건축물의 초고층화, 교량의 장대화 등 고강도를 요구하는 강구조물의 설계 및 시공이 지속적으로 늘어남에 따라 설계와 시공과정에서 강구조물의 균일한 신뢰도와 안전성의 확보, 경제성과 효율성이 크게 요구되고 있습니다.

이에, 정부는 건축 및 토목 강구조물을 대상으로 하는 「하중저항계수설계법에 따른 강구조설계기준」을 2009년 12월에 고시한 바 있습니다. 그러나, 강구조물의 시공 시 건설기술자가 활용할 수 있는 시공기준은 건축공사표준시방서, 토목공사표준시방서 및 도로교표준시방서 등에서 부분적으로만 다루어져, 상기 설계기준을 시공과정에 반영하는데에 한계가 있었습니다.

따라서, 정부는 강구조학회와 함께 ‘10년부터 강구조표준시방서 제정에 착수하여 중앙건설기술심의위원회 심의 등을 거쳐 표준시방서 제정안을 마련하였습니다. 이번 표준시방서의 제정으로 상기 설계기준의 취지를 시공과정에도 제대로 반영할 수 있게 되었으며, 강구조공사 전반을 단행본의 형태로 통합적으로 다루므로써 강구조물 시공 시 건설기술자가 쉽게 활용할 수 있을 것이라고 생각합니다.

앞으로도 강구조물의 품질을 향상시키고 보다 발전된 강구조물의 제작 및 설치 등의 기술을 주기적으로 반영하여 신뢰성 있는 표준시방서가 될 수 있도록 지속적으로 보완해 나갈 것이며, 실무에서 쉽게 적용할 수 있도록 다양한 노력도 함께 해나갈 것입니다.

끝으로 강구조공사 표준시방서의 제정을 위하여 헌신적으로 참여해 주신 (사)한국강구조학회 집필위원 및 자문위원, 중앙건설기술심의위원 그리고 관계 공무원 여러분의 노고에 감사드리며, 이 표준시방서가 강구조분야의 기술발전 그리고 국민의 편리와 안전에 도움이 되기를 기대합니다.

2012년 8월

국토해양부 기술안전정책관 이 화 순

이 화 순

발 간 사

이 강구조공사 표준시방서는 2009년 12월에 국토해양부에서 고시한 ‘하중저항계수설계법에 따른 강구조 설계기준’에 근간을 두고 제정, 발간하는 것입니다.

구조용 강재는 관련 산업의 발전과 함께 고강도, 고성능의 장점으로 건축물, 교량, 타워, 체육시설 등 다양한 구조물에 폭넓게 적용할 수 있었고, 구조물의 거동을 명확히 파악하고 안전성을 크게 향상시키는데 유용한 재료입니다.

이와 같은 재료 및 구조적 특성을 구현하기 위해서는, 설계목표 구조성능을 명확하게 밝히고 설계자, 시공자 및 강구조물 제작, 설치 및 유지관리 기술자가 긴밀한 관계를 유지해야 하고, 목표한 구조 성능을 실현하기 위해서는 상기의 관련기술자의 상호이해가 필요합니다.

성능 목표를 정하는 설계자는 시공, 제작, 설치자의 공법을 이해하고, 품질보증과 관리 절차를 이해해야 하고, 또한 시공, 제작, 설치자는 설계자가 정한 성능목표를 이해하고 최적의 성능을 달성하는 방법과 절차를 정해야 합니다.

구조용강재의 재료와 이음접합 재료에 관한 공통적인 이해와 최소한의 표준적인 공사 품질에 대한 기초적인 상호 이해는 최우선의 중요한 일입니다.

지금까지 강구조공사와 관련된 표준시방서는 구조체 용도별 강교량 토목구조물, 건축구조물별 각기의 구조설계 기술자 영역별로 설계기준과 그 해당 강구조 공사의 표준시방서가 있었고, 각각의 적용강재 구분과 이음접합에 따른 품질기준에 따라 별개의 강구조공사 표준시방서가 복수로 제정되어 있었습니다.

이번의 강구조공사 표준시방서 제정의 중요한 목표는 이러한 다양한 용도별 강구조공사 표준시방서를 하중저항계수 강구조 설계 기준에 따라 통합된 강구조공사 표준시방서를 제정하는 일이었습니다.

이번 제정에서 집필위원들께서 가장 많은 논의와 집필을 위해 각고의 노력을 아끼지 않았던 항목을 살펴보면 다음과 같습니다.

1. 품질관리에 따른 구조물의 분류

구조체의 용도별 설계, 시공, 제작과 유지관리 기법의 차이가 설계 시에 설정하는 구조체의 목표 안전성능과 품질목표에 차이점이 있다는 것을 어떻게 정리할 것인가 하는 것이었습니다. 현실적으로 설계, 시공, 제작관리 및 현업에서 품질검사 및 관리기법에 차이점으로 생산단가의 현실적인 차이점을 어떻게 고려할 것인가.

이 구조물의 분류가 재료 및 이음접합재 및 제작, 용접, 볼트접합 및 편연결, 조립 및 설치, 도장, 아연도금, 내화피복 및 데크플레이트 바닥슬래브에 각장의 표준등급의 차이점을 용이하게 구분하는 방법을 창출하는 것이었습니다.

이것은 공법의 선정, 공사시의 제출자료 및 시공자의 품질관리는 물론 품질보증 관리와 운송보관과 관계되는 어려운 과정이었습니다. 결과적으로 생산단가 현행절차를 유지하는 구조물의 중요도에 따른 품질관리 구분을 (본 표준시방서 표 1.5.1 참조) 창의적으로 정하고 각각의 장별에서 이 근간에 따라 집필, 제정하였습니다.

2. 제작관련

제2장의 제작에서는 구조물 용도에 따라 가조립과 관련한 시방서 사용자의 용이성을 고려하였습니다. 제작공정에서의 구분을 품질관리 구분 “라”와 곡선 거더교의 제작을 구분하여 집필, 제정하였습니다.

3. 용접관련

제3장의 용접에서는 용접작업절차와 목표하는 성능 및 품질관리에 따른 구조물 분류에 따라 용접관련 작업계획서 및 제출자료와 승인절차를 정하였고, 용접시공시험, 예열, 용접방법과 용접검사, 변형교정 등에 대해서도 구조물 분류에 따라 집필, 제정하였습니다.

4. 도장

강구조물 시방에서 현업에서의 구조물의 용도에 생산단가 및 공정관리, 품질관리에 가장 큰 차이점이 가장 많은 공정입니다. 따라서 여기서는 외부노출에 의한 환경조건과 함께 가장 복잡다기한 교량에 적용할 수 있는 방향으로 제정하였습니다.

5. 내화피복

내화피복은 건설공사에서 현실적으로 건축물의 공사에 적용되는 경우가 많기 때문에, 중점적으로 건축물에 관련하여 집필, 제정 하였습니다.

강구조물 생산에서는 시공주와 설계자의 의도가 표시된 설계도서에 의해 목표하고 지시한 성능품질을 제작, 시공 각 공정에서 최적으로 생산, 관리하여야 합니다. 강구조물 제작, 가공업체 및 시공업체에서는 자기의 책임 하에 최적의 제품 품질보증을 해야 합니다.

이 강구조공사 표준시방서는 귀중한 의견수렴과 관계기술자와의 긴밀한 정보교환에 의해 창의적으로 제정하였습니다. 강구조물의 설계, 제작, 시공, 유지관리 분야에 건전하게 최적의 표준적인 품질확보를 위해 활용되기를 절망합니다.

다만 이 강구조공사 표준시방서에서 제정한 내용 중에는 새로운 제작기술과 시공시스템을 반영하였습니다. 또한, 품질관리에 따른 구조물 분류에 따라 새로운 체계로 구성된 이번 강구조공사 표준시방서의 이해를 돕고, 용이한 활용을 위해서는 이 시방서의 해설과 새로운 정보교환이 필요합니다. 끝으로 빠른 시일 내에 시방서의 해설이 발간되기를 기대합니다.

지금까지 노력을 아끼지 않으신 집필위원과 검토와 소중한 의견을 주신 여러 관계자들과 감사 인사를 드립니다.

2012년 7월

사단법인 한국강구조학회
회 장 김 종 락

집필위원 · 자문위원 및 중앙건설기술심의위원 명단

집 필 위 원

담 당		성 명	소 속 · 직 위	성 명	소 속 · 직 위
총 괄	위원장	김 종 락	숭실대학교 교수	박 영 석	명지대학교 교수
	간사	오 영 석	대전대학교 교수	배 두 병	국민대학교 교수
제1장 총칙		김 종 락 박 영 석 이 명 재	숭실대학교 교수 명지대학교 교수 중앙대학교 교수	오 영 석 배 두 병 윤 태 양	대전대학교 교수 국민대학교 교수 RIST 소장
제2장 제작		경 갑 수 송 화 철	한국해양대학교 교수 한국해양대학교 교수	김 우 범 최 동 호	공주대학교 교수 한양대학교 교수
제3장 용접		조 재 병 김 철 환	경기대학교 교수 경북대학교 교수	양 재 근 장 경 호	인하대학교 교수 중앙대학교 교수
제4장 볼트 접합 및 핀 연결		김 상 섭 성 익 현	한국기술교육대학교 교수 한서대학교 교수	한 중 욱 김 진 호	명지대학교 교수 RIST 건축본부장
제5장 조립 및 설치		최 상 현 조 경 식	철도대학교 교수 DM엔지니어링 부사장	성 택 룡 오 상 훈	RIST 연구원 부산대학교 교수
제6장 도장 및 도금		오 순 택 이 창 근	서울과학기술대학교 교수 한국도로공사 차장	김 주 우 하 영 철	세명대학교 교수 금오공과대학 교수
제7장 내화피복		이 은 택	중앙대학교 교수	이 철 호	서울대학교 교수
제8장 바닥슬래브		박 종 원	홍익대학교 교수	강 영 종	고려대학교 교수

자 문 위 원

성 명	소 속 · 직 위	성 명	소 속 · 직 위
김 규 석	동국대학교 명예교수	이 통 우	삼우설계 상무
김 병 석	한국건설기술연구원 선임연구원	임 영 섭	대림씨엔에스 부장
김 인 호	전 강구조물공사협회 회장	장 석 윤	서울시립대학교 명예교수
김 해 식	당진철구 대표이사	장 승 필	서울대학교 명예교수
서 석 구	서영엔지니어링 부사장	최 선 규	선영구조기술사사무소 소장
안 병 기	현대스틸산업 상무	한 봉 구	전 현대스틸산업(주) 전무이사
이 상 철	한국시설안전공단 선임연구원		

중앙건설기술심의위원

분 야	성 명	소 속 · 직 위
토목구조	이 상 희	(주)이디시엠 대표이사
	엄 영 호	(주)동명기술공단 구조부 부사장
토목시공	권 석 현	(주)도명이엔씨 대표이사
	성 배 경	일신하이텍 토목부 부사장
건축구조	김 형 근	SH공사 도시연구소 연구원
건축시공	유 병 일	LH공사 평택미군기지사업본부 본부장
	오 상 근	서울과학기술대학교 교수
품질 및 안전	안 영 기	(재)한국건설품질연구원 상임이사
산업설비	이 진 희	(주)SK건설 부장

목 차

제1장 총칙

1. 일반사항	1
1.1 적용범위	1
1.2 관련 한국산업표준	1
1.3 참조 기준 및 지침	7
1.4 용어정의	7
1.5 품질관리에 따른 구조물의 분류	11
1.6 공법의 선정 및 제출자료	12
1.6.1 공법의 선정	12
1.6.2 제출자료	12
1.7 품질보증 및 관리	13
1.7.1 품질보증	13
1.7.2 재료의 품질관리	14
1.7.3 시공자의 품질관리	14
1.7.4 강구조제작자의 품질관리	15
1.7.5 현장시공	16
1.8 운송 및 보관	16
2. 재료	16
2.1 사용 재료 요건	16
3. 시공	17
3.1 안전시설	17
3.2 환경시설	17

제2장 제작

1. 일반사항	19
1.1 적용범위	19
1.2 강종의 식별방법 및 보관·관리	19
1.3 운송	20
2. 재료	21

2.1 구조용 강재의 허용오차 및 품질	21
2.2 표면처리제품, 주단조품, 선재 및 선재2차제품의 허용오차 및 품질	23
2.3 볼트 및 턴버클의 허용오차 및 품질	24
2.4 철근 및 콘크리트	25
2.5 스테인리스 강재의 허용오차 및 품질	25
3. 시공	26
3.1 현도작업	26
3.2 마킹(금긋기)	26
3.3 절단 및 개선(그루브)가공	28
3.3.1 절단 및 개선가공에 관한 일반사항	28
3.3.2 강제절단	30
3.3.3 절단면 경도	30
3.3.4 절단면 검사 및 결함보수	31
3.4 구멍뚫기	34
3.4.1 구멍뚫기에 관한 일반사항	34
3.4.2 볼트 구멍의 치수 및 정밀도	34
3.5 휨(굽힘)가공	35
3.6 지압면의 표면가공	36
3.7 부재조립	36
3.8 토목구조물의 가조립(품질관리 구분 '라')	38
3.8.1 가조립에 관한 일반사항	38
3.8.2 가조립의 순서	38
3.8.3 가조립 부재 연결	39
3.8.4 가조립의 해체	40
3.8.5 품질검사	41
3.9 곡선거더교의 제작	41

제3장 용접

1. 일반사항	45
1.1 적용범위	45
1.2 제출자료	45
1.2.1 제출자료에 관한 일반사항	45
1.2.2 용접작업계획서	46
1.2.3 용접기록 및 자료	46

1.2.4 제작확인서	46
1.3 용접법의 승인	47
1.4 주요시설 및 기기의 승인	47
1.5 기술인력	47
1.5.1 용접사의 자격	47
1.5.2 용접업무 조정감독원	48
1.5.3 용접검사원	49
2. 재료	49
2.1 용접재료	49
2.1.1 용접재료 사용에 관한 일반사항	49
2.1.2 용접방법에 따른 사용 재료의 종류 및 허용오차	49
2.1.3 용접봉 사용에 관한 구분 요령	50
2.2 스테드형 전단연결재	51
2.2.1 스테드 규격	51
2.2.2 스테드 종류 및 치수	51
2.2.3 스테드 기계적 성질	52
2.2.4 기타 품질 요건	52
2.3 용접재료의 품질관리	53
2.3.1 용접봉 및 플럭스	53
2.3.2 보호가스	53
2.3.3 스테드	53
3. 시공	53
3.1 용접시공에 관한 일반사항	53
3.1.1 공통사항	53
3.1.2 조립 가용접(가용접, 임시용접과 가용접)	55
3.1.3 피이닝(peening) 및 코킹(caulking)	57
3.2 용접시공시험	57
3.2.1 시공시험 대상	57
3.2.2 시험의 종류	58
3.3 용접준비	59
3.3.1 용접재료 선택 및 주의사항	59
3.3.2 용접부 사전 청소 및 건조	60
3.3.3 용접부 받침 및 엔드탭	60
3.3.4 현장품질관리	61

3.4 예열	62
3.4.1 예열에 관한 일반사항	62
3.4.2 예열온도	63
3.4.3 예열방법	63
3.4.4 가용접의 최소 예열온도	64
3.5 피복아크용접(SMAW)	66
3.5.1 피복아크용접(SMAW)에 관한 일반사항	66
3.5.2 용접절차	66
3.6 서브머지드아크용접(SAW)	66
3.6.1 서브머지드아크용접(SAW)에 관한 일반사항	66
3.6.2 단전극을 사용한 서브머지드아크용접 절차	68
3.6.3 병렬전극을 사용한 서브머지드아크용접 절차	68
3.6.4 다중전극을 이용한 서브머지드아크용접 절차	69
3.7 가스메탈아크용접(GMAW) 및 플럭스코어드아크용접(FCAW)	70
3.7.1 가스메탈아크용접(GMAW) 및 플럭스코어드아크용접(FCAW)에 관한 일반사항 ..	70
3.7.2 용접층 두께	70
3.7.3 용접절차	70
3.8 일렉트로슬래그용접(ESW) 및 일렉트로가스용접(EGW)	71
3.8.1 일렉트로슬래그용접(ESW) 및 일렉트로가스용접(EGW)에 관한 일반사항	71
3.8.2 용접절차	71
3.9 플러그 및 슬롯 용접	72
3.9.1 플러그 및 슬롯 용접에 관한 일반사항	72
3.9.2 용접절차	72
3.10 스티드의 용접	72
3.10.1 스티드의 용접에 관한 일반사항	72
3.10.2 모재의 준비	73
3.10.3 스티드 용접절차	73
3.10.4 스티드 용접보수	73
3.10.5 스티드필릿용접	73
3.11 용접검사	74
3.11.1 용접검사의 종류 및 범위	74
3.11.2 육안검사	75
3.11.3 비파괴시험	76
3.11.4 강도로교 및 강철도교 비파괴시험	78

3.11.5 스티드용접 검사	80
3.12 결함부의 보수	82
3.12.1 결함 종류 및 보수방법	82
3.12.2 용접 더듬기와 마무리	83
3.13 변형교정	84
3.13.1 강재의 표면온도	84
3.13.2 교정방법의 승인	84
3.14 응력제거 열처리	84
3.15 고리 및 가설용 공구 붙이기	86

제4장 볼트 접합 및 핀 연결

1. 일반사항	87
1.1 적용범위	87
1.2 제출물	87
1.2.1 작업 절차서	87
1.2.2 시공 상세도	87
1.2.3 제출자료	87
1.3 품질관리	87
1.4 취급 및 보관	88
1.4.1 반입	88
1.4.2 공사현장의 반입검사	88
1.4.3 공사현장에서의 취급	89
2. 재료	89
2.1 고장력볼트	89
2.2 일반볼트	91
2.3 핀 및 롤러	92
3. 시공	92
3.1 마찰접합	92
3.1.1 마찰접합에 관한 일반사항	92
3.1.2 마찰면의 준비	93
3.1.3 접합부 단차 수정	93
3.1.4 볼트구멍의 어긋남 수정	94
3.1.5 볼트조임	94
3.1.6 볼트조임 후 검사	100

3.2 지압접합	102
3.2.1 지압접합에 관한 일반사항	102
3.2.2 조임방법	102
3.2.3 조임 후 검사	103
3.2.4 불량볼트의 처리에 대한 원칙	103
3.2.5 조임검사	103
3.3 핀 및 롤러	103

제5장 조립 및 설치

1. 일반사항	105
1.1 적용범위	105
1.2 제출물	105
1.2.1 작업절차서	105
1.2.2 검사 및 시험계획서	105
1.2.3 시공계획서	105
1.2.4 시공도서	106
1.2.5 제품자료	106
1.2.6 환경시설	106
1.3 운반 및 보관	107
1.3.1 운반	107
1.3.2 보관	107
1.4 품질보증	108
2. 재료	108
2.1 강재	108
2.2 용접재료 및 스티드형 전단연결재	108
2.3 볼트 및 연결재	108
2.4 도장 및 도금	108
3. 시공	109
3.1 준비 및 안전대책	109
3.1.1 현장조립 작업준비	109
3.1.2 공사용 가설물준비 및 안전장치 설치	109
3.2 가시설공사	110
3.2.1 지지대 설치	110
3.2.2 앵커링 및 교량받침 설치	111

3.2.3 그라우팅(grouting)과 실링(sealing)	112
3.3 부재조립 및 설치	113
3.3.1 부재의 공장 가조립	113
3.3.2 건축물의 현장 조립	113
3.3.3 토목구조물의 현장조립(품질관리 구분 '라')	117
3.3.4 토목구조물의 교량형식별 현장시공(품질관리 구분 '라')	120
3.3.5 가설용 부착물의 부착 및 제거	123
3.4 검사, 수정 및 관리	124
3.4.1 측량 및 계측	124
3.4.2 고장력볼트 검사 및 수정	124
3.4.3 현장용접부 검사 및 수정	124
3.4.4 현장품질관리	124

제6장 도장

1. 일반사항	125
1.1 적용범위	125
1.2 도장일반	125
1.2.1 도장공정	125
1.2.2 도장의 품질 및 명칭	125
1.2.3 도장의 배합비율	125
1.2.4 건조시간	125
1.2.5 도장의 표준량	126
1.2.6 가연성 도료의 보관 및 장소	126
1.2.7 바탕 만들기 및 바탕면 처리	126
1.2.8 바탕 및 바탕면의 건조	127
1.2.9 환경 및 기상	127
1.3 제출물	127
1.3.1 작업절차서	127
1.3.2 검사 및 시험계획서	128
1.3.3 시공계획서	128
1.3.4 제품자료	128
1.3.5 시공기록	128
1.3.6 견본	128
1.4 안전관리	129

2. 재료	129
2.1 도료의 일반사항	129
2.1.1 도료의 선정	129
2.1.2 도료의 확인	129
2.1.3 개봉시의 입회	130
2.1.4 도료의 배합 및 배합장소	130
2.1.5 체 거르기	130
2.1.6 도장용 기구	130
2.1.7 품질의 시험	130
2.1.8 마감 도료의 조색	130
2.2 도료의 품질관리	130
2.3 도장계열	130
2.4 도장계열의 선택기준	132
2.4.1 강교량의 설치환경에 의한 구분	132
2.4.2 강교량 내부 및 외부용 도장계열의 선정	132
2.4.3 강교량의 유지보수 도장	132
2.4.4 강교량의 연결관 및 볼트의 도장	132
2.5 강교량의 재래식 중방식 도장의 부분보수	133
2.6 강교량의 일반 및 친환경 중방식 도장	134
2.7 건축물의 철부도장	134
3. 시공	135
3.1 표면처리 관리	135
3.2 표면처리 작업	136
3.2.1 원판의 표면처리 기준	136
3.2.2 샵프라이머의 도장 기준	136
3.2.3 2차 표면처리 기준	136
3.2.4 용접부의 표면처리	137
3.2.5 고장력 볼트 및 현장표면처리 (설치 후)	137
3.3 표면처리 연마재의 선택	137
3.4 표면처리 방법	138
3.5 방청도장	140
3.6 도료의 관리	141
3.7 도료의 혼합	141
3.8 도장 방법	142

3.9	재도장 간격	143
3.10	도장작업 시의 기후조건	144
3.11	용접부 및 볼트조임 부위의 도장	144
3.12	연결부 틈새의 실런트 충전 작업	144
3.12.1	충전방법	144
3.12.2	충전재	145
3.13	터치 업(touch-up)	145
3.14	미스트 코트(mist coat)	145
3.15	도막외관 및 도막두께	146
3.15.1	도막외관	146
3.15.2	도막두께	146
3.16	작업절차별 점검사항	147
3.17	내후성 강제(무도장 강제) 교량의 부분도장	148
3.18	강교량의 데크플레이트(deck plate)의 노출부 도장	149
3.19	도장 검사	149
3.19.1	검사항목	149
3.19.2	도료의 품질검사	150
3.19.3	도막두께 검사 방법	150
3.19.4	각 단계별의 검사항목	150
3.20	도료소요량의 산출방법	153
3.20.1	이론도포율 산출방법	153
3.20.2	실제도포율 산출방법	153

제7장 용융아연도금

1.	일반사항	155
1.1	용융아연도금의 종류와 품질	155
1.2	용융아연도금의 공정	156
2.	재료	156
3.	시공	157
3.1	아연도금면의 바탕만들기	157
3.1.1	공정	157
3.1.2	공법	157
3.2	용융아연도금 작업	158
3.2.1	전처리 공정	158

3.2.2 아연도금공정	158
3.3 도금 후의 교정, 시험, 검사 및 보수	158
3.3.1 교정	158
3.3.2 시험	159
3.3.3 검사	159

제8장 내화피복

1. 일반사항	161
1.1 적용범위	161
1.2 제출물	161
1.2.1 제품에 관한 자료	161
1.2.2 시공계획서	161
1.2.3 품질시험성적서	161
1.3 내화성능평가	161
2. 재료	162
2.1 재료에 관한 일반사항	162
2.2 재료의 보관 및 양생	162
3. 시공	163
3.1 시공에 관한 일반사항	163
3.2 검사 및 보수	164
3.3 현장뒷정리	164

제9장 데크플레이트 바닥슬래브

1. 일반사항	165
1.1 적용범위	165
1.2 데크플레이트 구조	165
1.3 제출자료	165
1.4 데크플레이트의 반입, 보관, 양중 및 적치	165
2. 재료	166
3. 시공	166
3.1 바닥 슬래브 시공의 일반사항	166
3.2 철근의 가공 및 조립	166
3.3 거푸집 및 동바리공사	166

3.4 콘크리트공사	167
3.5 데크플레이트 설치	167
3.5.1 설치 및 가고정	167
3.5.2 데크플레이트, 바닥 슬래브와 보의 접합	167
3.5.3 데크플레이트 관통 용접에 있어서의 유의점	169
3.5.4 스티드용접	170
3.6 응력조정	170
3.7 시공허용오차	170

부 록

부록 1. 제작치수 허용오차 및 가조립 정밀도	171
부록 2. 도료의 품질관리 기준	177
부록 3. 일반 증방식 도장	190
부록 4. 친환경 증방식 도장	212

제1장 총칙

제1장 총칙

1. 일반사항

1.1 적용범위

- (1) 이 시방서는 주요부재를 강재로 사용하는 강구조물 공사에 적용한다.
- (2) 이 시방서에 기술하지 않은 사항은 당해 공사 관련 시방서에 따른다.
- (3) 특별한 조사, 연구 등에 따라 이 시방서의 전부 또는 일부를 적용하지 않는 경우에는 감독원의 승인을 받는다.

1.2 관련 한국산업표준

이 시방서에서는 이하의 한국산업표준을 따른다.

- KS A 0011 물체색의 색 이름
- KS A 0062 색의 3축성에 의한 표시 방법
- KS B 0052 용접 기호
- KS B 0101 나사 용어
- KS B 0106 용접 용어
- KS B 0161 표면 거칠기 정의 및 표시
- KS B 0201 미터 보통 나사
- KS B 0211 미터 보통 나사의 허용 한계 치수 및 공차
- KS B 0233 강재볼트 작은 나사의 기계적 성질
- KS B 0239 나사 부품의 정밀도 측정 방법
- KS B 0250 주조품 치수 공차 및 절삭여유 방식
- KS B 0401 치수 공차 및 끼워 맞춤
- KS B 0405 주조품의 등글기
- KS B 0418 주강품의 보통 공차
- KS B 0500 철강 제품의 표면 가공 표준
- KS B 0501 축침식 표면 거칠기 측정기
- KS B 0507 비교 표면 거칠기 표준편

제1장 총칙

- KS B 0529 머리볼이 스티드 용접부의 굽힘 시험 방법
- KS B 0617 제도-표면의 결 도시 방법
- KS B 0801 금속 재료 인장 시험편
- KS B 0802 금속 재료 인장 시험 방법
- KS B 0804 금속 재료 굽힘 시험
- KS B 0805 브리넬 경도 시험 방법
- KS B 0806 로크웰 경도 시험 방법
- KS B 0809 금속 재료 충격 시험편
- KS B 0810 금속 재료 충격 시험 방법
- KS B 0811 금속 재료의 비커스 경도 시험 방법
- KS B 0816 침투 탐상 시험 방법 및 침투 지시 모양의 분류
- KS B 0817 금속 재료의 펄스 반사법에 따른 초음파 탐상 시험 방법 통칙
- KS B 0825 아크용접 이음의 한쪽 인장피로 시험 방법
- KS B 0826 용착 금속의 경도 시험 방법
- KS B 0832 금속 재료 용접부의 파괴 시험-굽힘 시험
- KS B 0833 강의 맞대기 용접 이음-인장 시험 방법
- KS B 0839 철근 콘크리트용 이형 봉강 가스 압접부의 초음파 탐상 시험 방법 및 판정 기준
- KS B 0841 금속 재료 용접부의 파괴 시험-십자 및 겹치기 이음 인장 시험
- KS B 0842 측면 필렛 용접 이음의 전단 시험 방법
- KS B 0844 T 형 필렛 용접 이음의 굽힘 시험 방법
- KS B 0845 강용접 이음부의 방사선 투과 시험방법
- KS B 0870 Y 형 용접 균열 시험 방법
- KS B 0885 수동 용접 기술 검정에 있어서의 시험 방법 및 그 판정 기준
- KS B 0896 강 용접부의 초음파 탐상 시험 방법
- KS B 0952 용접재료 - 치수, 허용오차, 제품의 상태, 표시 및 포장
- KS B 1002 6각 볼트
- KS B 1010 마찰 접합용 고장력 6각 볼트 . 6각 너트 . 평 와셔의 세트
- KS B 1012 6각 너트
- KS B 1016 기초 볼트
- KS B 1017 접시 머리 볼트

- KS B 1062 머리불이 스티드
- KS B 1308 나사불이 테이퍼 핀
- KS B 1324 스프링 와셔
- KS B 1326 평 와셔
- KS B 2819 구조물용 토크-전단형 고장력 볼트·6각 너트·평와셔의 세트
- KS B 5221 미터 보통 나사용 한계 게이지
- KS B ISO 273 볼트 구멍 및 카운터 보어지름
- KS B ISO 1234 분할핀
- KS B ISO 2338 평행 핀
- KS B ISO 3269 파스너 - 인수 검사
- KS B ISO 6157-1 체결용부품-표면결함-제1부 : 일반용 볼트, 스크루 및 스티드
- KS B ISO 14731 용접업무조정-임무와 책임
- KS D 0001 강재의 검사 통칙
- KS D 0028 단강품의 검사 통칙
- KS D 0064 강용접부의 수소량 측정 방법
- KS D 0210 강의 매크로 조직 시험 방법
- KS D 0213 철강 재료의 자분 탐상 시험 방법 및 자분 모양의 분류
- KS D 0227 주강품의 방사선 투과 시험 방법
- KS D 0244 철근콘크리트용 봉강의 가스 압접 이음의 검사 방법
- KS D 0273 철근콘크리트용 이형봉강 가스압접부의 초음파탐상 검사 및 판정기준
- KS D 0401 주강품의 제조, 시험 및 검사 통칙
- KS D 0402 주강품 주물표면의 결모양 시험방법 및 등급 분류
- KS D 3051 열간 압연 봉강 및 코일 봉강의 모양 · 치수 및 무게와 그 허용오차
- KS D 3500 열간압연 강판 및 강대의 모양 · 치수 · 무게 및 그 허용오차
- KS D 3501 열간압연 연강판 및 강대
- KS D 3502 열간압연 형강의 모양 · 치수 및 무게와 그 허용오차
- KS D 3503 일반 구조용 압연 강재
- KS D 3504 철근 콘크리트용 봉강
- KS D 3505 PC 강 봉
- KS D 3506 용융 아연도금 강판 및 강대

제1장 총칙

- KS D 3508 피복 아아크 용접봉 심선재
- KS D 3509 피아노 선재
- KS D 3510 경강선
- KS D 3512 냉간 압연 강판 및 강대
- KS D 3514 와이어 로프
- KS D 3515 용접 구조용 압연 강재
- KS D 3527 철근 콘크리트용 재생 봉강
- KS D 3529 용접 구조용 내후성 열간압연 강재
- KS D 3530 일반 구조용 경량 형강
- KS D 3542 고 내후성 압연 강재
- KS D 3550 피복 아크 용접봉 심선
- KS D 3556 피아노 선
- KS D 3557 리벳용 원형강
- KS D 3558 일반 구조용 용접 경량 H 형강
- KS D 3559 경강 선재
- KS D 3566 일반 구조용 탄소 강관
- KS D 3568 일반 구조용 각종 강관
- KS D 3592 냉간 압조용 탄소강 선재
- KS D 3602 강재 갑판
- KS D 3613 철근 콘크리트용 아연 도금 봉강
- KS D 3632 건축 구조용 탄소 강관
- KS D 3697 냉간 압조용 스테인리스 강선
- KS D 3698 냉간 압연 스테인리스 강판 및 강대
- KS D 3701 스프링 강재
- KS D 3705 열간 압연 스테인리스 강판 및 강대
- KS D 3706 스테인리스 강봉
- KS D 3710 탄소강 단강품
- KS D 3752 기계 구조용 탄소 강재
- KS D 3780 철탑용 고장력강 강관
- KS D 3858 냉간 성형 강널 말뚝

- KS D 3861 건축구조용 압연강재
- KS D 3864 내진 건축 구조용 냉간 성형 각형 강관
- KS D 3866 건축구조용 열간압연 H형강
- KS D 3868 교량구조용 압연강재
- KS D 4101 탄소강 주강품
- KS D 4102 구조용 고장력 탄소강 및 저 합금강 주강품
- KS D 4106 용접 구조용 주강품
- KS D 4108 용접 구조용 원심력 주강관
- KS D 4118 도로 교량용 주강품
- KS D 4301 회 주철품
- KS D 4302 구상 흑연 주철품
- KS D 7002 PC 강선 및 PC 강연선
- KS D 7004 연강용 피복 아크 용접봉
- KS D 7005 연강용 가스 용접봉
- KS D 7006 고장력 강용 피복 아크 용접봉
- KS D 7009 PC 경강선
- KS D 7023 저온용 강용 피복 아크 용접봉
- KS D 7025 연강 및 고장력강 마그용 용접 솔리드 와이어
- KS D 7101 내후성장용 피복 아크용접봉
- KS D 7102 탄소강 및 저합금강용 서브머지드 아크용접 플럭스
- KS D 7103 탄소강 및 저합금강용 서브머지드 아크용접 와이어
- KS D 7104 연강, 고장력강 및 저온용 강용 아크용접플럭스코어선
- KS D 7105 일렉트로 가스 아크용접용 플럭스코어선
- KS D 7106 내후성장용 탄산가스 아크용접 솔리드와이어
- KS D 7109 내후성장용 탄산가스 아크용접 플럭스 충전 와이어
- KS F 1611-4 건축구조부재의 내화성능표준 - 제4부: 합성데크 바닥구조
- KS F 2257-1 건축구조부재의 내화시험방법 - 일반요구사항
- KS F 2257-4 건축구조부재의 내화시험방법 - 수직내력 구획부재의 성능조건
- KS F 2257-5 건축구조부재의 내화시험방법 - 수평내력 구획부재의 성능조건
- KS F 2257-6 건축구조부재의 내화시험방법 - 보의 성능조건

제1장 총칙

- KS F 2257-7 건축구조부재의 내화시험방법 - 기둥의 성능조건
- KS F 2271 건축물의 내장재료 및 공법의 난연성 시험방법
- KS F 2701 경량 기포 콘크리트 블록 (ALC 블록)
- KS F 2848 단면형상계수에 따른 구조용 강재의 내화 피복두께 산정
- KS F 2901 구조부재에 시공하는 내화 뿔칠재의 두께 및 밀도 시험 방법
- KS F 2902 구조부재에 시공하는 내화 뿔칠재의 부착강도 시험 방법
- KS F 2903 구조부재에 시공하는 내화 뿔칠재의 분진량 시험 방법
- KS F 2904 구조부재의 처짐에 따른 내화 뿔칠재의 영향 시험 방법
- KS F 2905 구조부재에 가해진 충격에 따른 내화뿔칠재의 영향 시험 방법
- KS F 3110 콘크리트 거푸집용 합판
- KS F 3504 석고 보드 제품
- KS F 4420 교량 지지용 탄성 받침
- KS F 4424 교량지지용 포트 받침
- KS F 4512 건축용 턴버클 볼트
- KS F 4513 건축용 턴버클 몸체
- KS F 4521 건축용 턴버클
- KS F 4602 강관 말뚝
- KS F 4603 H 형강 말뚝
- KS F 4604 열간압연강 널말뚝
- KS F 4605 강관 시트파일
- KS F 4910 건축용 실링재
- KS F 4914 경량 기포 콘크리트 패널 (ALC 패널)
- KS F 8006 강제틀 합판 거푸집
- KS F 9007 합성테크 바닥구조 시공표준
- KS L 3101 내화벽돌의 모양 및 치수
- KS L 3201 내화 점토질 벽돌
- KS L 3202 내화 모르타르
- KS L 3205 고알루미나질 내화 벽돌
- KS L 5114 섬유강화 시멘트판
- KS L 9104 세라믹 섬유 블랭킷

- KS M 5000 도료 및 관련 원료 시험 방법
- KS M 5980 도료의 흐름 저항성 시험 방법
- KS M 6617 방진 고무용 고무 재료
- KS Q 1001 계량 규준형 1회 샘플링 검사

1.3 참조 기준 및 지침

- 건설교통부(2005) “도로교표준시방서”, 한국도로교통협회.
- 건설교통부(2005) “토목공사표준일반시방서”, 대한토목학회.
- 건설교통부(2006) “강도로교상세부설계지침”, 건설교통부.
- 건설교통부(2006) “가설공사표준시방서”, 한국가설협회
- 건설교통부(2006) “건축공사표준시방서”, 대한건축학회
- 국토해양부(2009) “도로공사표준시방서”, 국토해양부.
- 국토해양부(2009) “하중계수설계법에 의한 강구조설계기준”, 한국강구조학회
- 국토해양부(2009) “건축구조기준 및 해설”, 대한건축학회
- 국토해양부(2009) “콘크리트표준시방서”, 한국콘크리트학회
- 국토해양부(2011) “철도건설공사전문시방서[노반편]”, 철도시설공단
- 한국도로공사(2009) “고속도로공사 전문시방서”, 한국도로공사
- 한국강구조학회(2010), “건축강구조 표준접합상세 지침”
- AWS D1.1(2010) “Structural Welding Code - Steel”, American Welding Society
- AWS D1.5(2010) “Bridge Welding Code”, American Welding Society
- 한국페인트잉크공업협동조합의 도료용 표준색견본

1.4 용어정의

이 시방서에 쓰이는 용어는 아래와 같이 정한다.

가스메탈아크용접(GMAW : gas metal arc welding) : 외부에서 용융금속을 대기의 영향으로부터 보호하기 위하여 보호가스를 공급하면서 연속으로 공급되는 용가재를 사용하는 아크용접을 말한다.

가용접(tack welding) : 본용접 전에 용접되는 부재를 정해진 위치에 잠정적으로 유지시키기 위해서 비교적 짧은 길이로 된 용접을 말한다.

가조임볼트(temporary tightening bolt) : 부재의 가조립 또는 가설치 시, 연결부의 위

제1장 총칙

치를 고정하여 부재의 변형 등을 막기 위해서 임시로 사용하는 볼트를 말한다.

감독원(engineer in record) : 일정한 자격을 갖춘 구조기술자 또는 시공기술자로서 시방서 이외에 강구조공사의 제반 사항에 대하여 관리, 감독이 가능한 감독자를 말한다.

강구조제작자(steelworker) : 강재 가공 제품의 제작 및 공사현장 시공의 일부를 담당하는 협력업자를 말한다.

강재(steel products) : 구조용 강관, 강판, 형강, 선재, 봉강, 볼트 및 연결재, 정착재, 주조품 등과 이들의 부속재료를 말한다.

검사(inspection) : 공사의 각 단계에서 기술, 기능, 재료, 기기, 방법, 수단, 조건 또는 공사품질 및 완성형태 등을 설계도서 및 그에 준하는 시공도, 시공계획서 등의 내용과 대조하여 적합한지를 판단하는 것을 말한다.

고장력강(high tensile strength steel) : 보통 인장강도 490MPa 이상 급의 압연재로서 용접성, 노치인성 및 가공성을 중시하여 제조된 강재를 말한다.

기공(blowhole, porosity) : 용융 금속 중에 발생한 기포가 응고 시에 이탈하지 못하고 용접부내에 잔류하여 생기는 공동현상을 말한다.

단강품(steel forging) : 적당한 단련성형비를 주도록 강괴 또는 강편을 단련성형하고 소정의 기계적 성질을 주기 위하여 열처리한 것을 말한다.

단조품(forging product) : 흑피품이라고도 하며 단조성형된 채로의 형상인 것으로 형태단조품, 자유단조품, 중공단조품 등이 있고 단조작업 온도에 따라 열간단조품, 온간단조품, 냉간단조품이 있다.

더돋기(weld reinforcement) : 홈용접 또는 필릿용접에서 필요치수 이상으로 표면에서 돌아오른 용착금속.

뒷땀재(backing strip) : 맞대기 용접을 한면으로만 실시하는 경우 충분한 용입을 확보하고 용융금속의 용락(burn-through)을 방지할 목적으로 동종 또는 이종의 금속판, 입상 플럭스, 불성 가스 등을 루트 뒷면에 받치는 것을 말한다.

드래그라인(drag line, 지연곡선) : 일정 속도로 가스를 절단할 때 절단 홈의 밑바닥에 가까울수록 슬래그의 방해, 산소의 오염, 산소분출 속도의 저하 등에 의하여 산화작용과 절단이 지연되어 거의 일정한 간격으로 평행된 곡선이 나타나는 것을 말한다.

로터리플래너(rotary planer) : 회전하는 원반에 다수의 날을 설치한 것을 평삭반의 바이트 부분에 이용하여 연삭능력을 증대시킨 것을 말한다. 교량들보의 플랜지 플레이트 등의 좁은 곳과 기둥의 접합부 등의 절삭마무리에 이용하며, 회전 평삭이라고도 한다.

메탈터치(metal touch) : 기둥 이음부에 인장응력이 발생하지 않고, 이음부분 면을 절

삭가공기를 사용하여 마감하고 충분히 밀착시킨 이음을 말한다. 이러한 이음의 경우에는 밀착면으로 소요압축강도 및 소요휨강도의 일부가 전달된다고 가정하여 설계할 수 있다.

밀시트(mill sheet) : 강재 납입 시에 첨부하는 품질보증서로 제조번호, 강재번호, 화학 성분, 기계적 성질 등을 기록해 놓은 것으로, 정식 영문 명칭은 mill sheet certificate이다.

밀착조임(snug tight) : 임팩트렌치로 수회 또는 일반렌치로 접합편이 완전히 밀착된 상태가 되도록 최대한으로 조이는 것을 말한다.

반입검사(inspection of steel products to be carried) : 시공자가 실시하는 검사 중, 강제품을 반입할 때 실시하는 검사를 말한다.

서브머지드아크용접(SAW : submerged arc welding) : 입상의 플럭스 속에 전극 와이어를 묻어서 모재와의 사이에서 생기는 아크열로 용접하는 방법. 주로 자동아크용접에 쓰여 진다. 잠호용접이라고도 함.

설계도서(design documents) : 공사의 시공에 필요한 설계도와 시방서 및 구조계산서, 설비계산서 등을 말한다.

스캘럽(scallop) : 용접선의 교차를 피하기 위해 한 쪽의 부재에 설치한 홈. 용접접근공이라고도 한다.

스패터(spatter) : 아크용접이나 가스용접에 있어 용접층에 날리는 슬래그 및 금속.

아크에어가우징(arc air gouging) : 탄소봉을 전극으로 하여 아크를 발생시켜 용융금속을 홀더(holder)의 구멍으로부터 탄소봉과 평행으로 분출하는 압축공기로서 계속 불어내어 홈을 파는 방법을 말한다. 용융금속을 홀더구멍으로부터 분출하는 압축공기로 비산시켜 홈을 판다.

열가공제어강(thermo-mechanical control process steel) : 제어 압연을 기본으로 하여 그 후 공랭 또는 강제적인 제어 냉각을 하여 얻어지는 강으로서, TMC강이라고도 한다.

열간가공(hot working) : 재재결정이 일어나는 이상의 온도와 변형률 속도조건에서 변형을 주는 공정으로 가공경화를 수반하지 않고 큰 변형을 얻을 수 있음.

열처리고장력강(quenched & tempered high tensile strength steel) : 강을 담금질(quenching)한 후 뜨임질(tempering : 뜨임온도는 400℃ 이상)을 하여 강의 결정입자를 곱게해서 재질을 조정하고 강인화시켜 열처리를 하여 고장력강으로서의 성질을 지니도록 한 강재를 말한다. 일명 조질고장력강이라고도 한다.

용락(burn-through) : 용접금속이 홈의 뒷면에 녹아내리는 현상. 박판용접에 봉 용극

제1장 총칙

을 사용하거나 용접해야 될 판두께가 용융금속을 지탱할 수 있을 만큼의 루트면 치수가 없을 경우 또는 루트간격이 너무 클 경우 발생하는 현상을 말한다.

용접절차서(welding procedure specification) : 용접이음부에서 설계대로 용접하기 위하여 요구되는 제반 용접조건을 상세히 제시하는 서류를 말한다. 통상 모재, 용접법, 이음형상, 용접자세, 용가재, 전류, 전압, 속도, 보호가스, 열처리 등에 대한 정보가 필요에 따라 포함된다. 용접시공설명서라고도 하며, 산업현장에서는 WPS라고도 한다.

이음용지그(strong back) : 맞대기용접시에 이음판의 상호 엇갈림 치수차를 수정함과 동시에 각 변화를 방지하기 위해 일시적으로 붙이는 보강재를 말한다.

인증제작공장(certified manufactory) : 건설기술관리법 제24조 3항에 따라 인증을 득한 강재제작공장을 말한다.

일렉트로가스용접 (EGW : electrogas welding) : 수냉동관으로 용접부위를 둘러싸고 그 안으로 CO₂를 집어넣어 보호가스 분위기를 만든 후 와이어 가이드 노즐을 통하여 복합(용접)와이어를 송급하여, 복합와이어 끝과 모재간에 발생하는 아크에 의해 복합와이어와 모재를 용융하는 용접.

일렉트로슬래그용접(ESW : electroslag welding) : 용융슬래그와 용융금속이 용접부에서 흘러나오지 않도록 에워싸 용융된 슬래그욕의 속에 용접 와이어를 연속적으로 공급하여, 주로 용융슬래그의 저항열에 의해 용접와이어와 모재를 용융하여, 순차상향 방향으로 용착금속을 위로 채워 넣는 용접.

제작검사(product inspection) : 강구조제작자가 가공의 각 단계에서 자주적으로 실시하는 검사를 말한다.

케스케이드법(cascade method) : 다층 용접을 할 경우 각 비드의 일부를 인접 비드 위에 겹쳐 용착하는 방법을 말한다.

크레이터(crater) : 용접 시의 용융지가 그대로 응고되어 움푹하게 패인 부분을 말한다. 이 부분은 슬래그나 기포가 완전히 제거되지 않기 때문에 내부에 결함을 포함하고 있어 균열의 발생기점이 되는 경우가 많기 때문에 용접 마무리 과정에 이 부분을 잘 처리해 두어야 한다.

탄소강(carbon steel) : 철과 탄소의 합금으로서 탄소함유량이 보통 0.02~약 2% 범위의 강을 말한다. 또한 소량의 규소, 망간, 인, 유황 등을 함유하고 있다. 탄소 함유량에 따라 저탄소강, 중탄소강, 고탄소강으로 분류되고, 경도에 따라 극연강, 연강, 경강으로 구분된다.

페이싱머신(facing machine) : 강재 이음부의 면을 마감하기 위한 절삭가공기의 일종.
피이닝(peening) : 금속의 위를 해머로 두드리는 가공법으로 용접의 경우에는 피드 또는 그 가까이를 두드리는 것에 의해 잔류응력을 경감시키는 것을 말한다.

품질관리(quality control) : 요구되는 품질의 강재를 제작하기 위한 수단의 체계를 말한다.
품질보증(quality assurance) : 강구조 공사의 품질확보를 위해 설계, 구매, 제작, 저장, 출하, 시공 등 전 과정에 걸친 체계적 활동을 말한다.

플럭스코어드아크용접(FCAW : flux cored arc welding) : 코어드 와이어나 플럭스 코어드 와이어 용접봉을 사용하는 용접을 말한다. 용융금속과 아크를 대기의 영향으로부터 보호하기 위한 가스의 발생원을 내장 플럭스의 연소 가스에 의존하는 방법과 별도의 가스를 추가로 사용하는 방법이 있다.

피복아크용접(SMAW : shield metal arc welding) : 피복아크용접은 용접하려는 모재표면과 피복 아크용접봉의 선단과의 사이에 발생하는 아크열에 의해 모재의 일부를 용융함과 동시에 용접봉에서 녹은 용융금속에 의해 결합하는 용접 방법을 말한다.

합금강(alloy steel) : 강의 성질을 개선 향상시키기 위하여, 또는 소정의 성질을 구비시키기 위하여 합금원소를 1종 또는 2종 이상 함유시킨 강철을 말한다.

형판(template) : 근본이 되는 바탕판. 조각 등을 필요한 모양으로 만들 때 쓰는 기준이 되는 널판.

1.5 품질관리에 따른 구조물의 분류

이 표준시방서에서는 효율적인 품질관리를 하기 위하여 구조물을 다음 [표 1.5.1]과 같이 분류한다.

표 6.5.1 구조물의 중요도에 따른 품질관리 구분

품질관리 구분	가	나	다	라
구조물	중요도(3) 건축물 ¹⁾	중요도(3) 건축물	중요도(특), (1) 및 (2) 건축물	
		토목가설구조물 ²⁾	토목가설구조물 임시교량	교량

주 : 1) 이 표의 중요도는 국토해양부 고시 건축구조기준 “0103 건축물의 중요도 분류”에 의한 것으로, 품질관리 구분 ‘가’에 속하는 중요도(3) 건축물은 붕괴 시 인명피해가 전혀 없는 일시적인 건축물에 한한다.

2) 주로 정적하중을 받는 경우이다.

제1장 총칙

1.6 공법의 선정 및 제출자료

1.6.1 공법의 선정

- (1) 설계도서에 기재되어 있는 시공의 수단 방법에 관해서는 이 지방서에 따른다. 다만 설계품질의 제품을 제작함에 있어서 이 지방서가 현장의 제 조건에 적합하지 않거나 또는 이것을 대신할 만한 보다 좋은 방법이 있는 경우에는 시공자, 협력업자 등 공사수행에 관계하는 자의 책임 하에 입안한 후 감독원과 협의하여 가장 좋은 방법을 선정한다.
- (2) 설계도서에 기재되어 있지 않은 시공의 수단과 방법에 관해서는 설계자와 감독원과 협의하여 시공자, 협력업자 등 공사수행에 관계하는 자의 책임 하에 결정한다.

1.6.2 제출자료

- (1) 시공자, 협력업자 등 공사수행에 관계하는 자는 공사 및 제작 착수 전에 시공계획서 및 시공상세도(shop drawing), 공장제작요령서, 현장시공요령서, 공정표 등을 작성 제출하여 감독원의 승인을 받는다.
- (2) 감독원의 승인을 받는 시공계획서 등에는 아래 항목 중 계약에 따라 필요한 항목에 관하여 명기해야 한다.

① 시공계획서

일반사항, 공사개요, 공사담당 및 조직, 가설계획, 인원계획, 강재구입 및 조달계획, 설치계획, 접합계획, 품질관리 및 검사계획, 공장 및 현장도장계획, 수송계획, 공정표 및 공정관리계획, 타공사와의 관련사항, 안전관리 계획

② 공장제작요령서

일반사항, 공사개요, 공장조직, 재료관리요령, 제작 및 용접작업요령, 품질관리 및 검사요령, 기타

③ 현장시공요령서

일반사항, 공사개요, 현장조직, 설치작업요령, 고장력볼트 접합작업 요령, 용접 접합작업 요령, 안전관리요령

- (3) 품질관리 구분 ‘가’, ‘나’, ‘다’의 경우에는 다음 사항에 따른다.

KS 규격품의 경우 강재의 종류, 형상 및 치수는 규격 증명서의 원본으로 확인한다. 강재 규격 증명서의 원본을 준비할 수 없는 경우에는 그 사본에 의해 확인한다. 그 사본은 해당 강재와 일치한다고 보증하는 자의 성명, 날인 및 날짜가 첨부되어 있는 것이어야 한다. 이 지방서에 규정되어 있지 않은 KS 규격품이나 또는

KS 규격품이라 하더라도 공급원이 처음으로 생산, 공급하는 경우에는 해당 구조물의 용도에 따라 용접성 등의 요구성능에 대하여 감독원의 승인을 받아야 한다.

(4) 품질관리 구분 ‘라’에 해당하는 경우 다음 사항에 따른다.

- ① 시공자 및 제작자는 강재 구입 시 강재 제조공정, 시험 및 검사계획, 운송계획 등 강재 생산과 품질에 관련된 자료를 제출해야 한다.
- ② 시공자는 강재 및 부속품 구입품의 품질확인 및 검증을 위하여 KS D 0001(강재의 검사 통칙), KS D 0028(단강품의 검사 통칙), KS D 0401(주강품의 제조, 시험 및 검사 통칙), KS Q 1001(계량규준형 1회 샘플링 검사) 그 외 각 해당규격에서 규정한 사항 등에 의하여 작성된 각 재료의 밀시트, 재료시험보고서, 제품 검사보고서 및 제품 검사성적서 등을 제출하여 감독원의 승인을 받아야 한다. 이 시방서에 규정되어 있지 않은 KS 규격품이나 KS 규격품이라 하더라도 공급원이 처음으로 생산, 공급하는 경우에는 해당 구조물의 용도에 따라 용접성능과 피로성능 등 요구성능을 확인할 수 있는 자료를 제출하여 감독원의 승인을 받아야 한다.
- ③ 재료별 제출자료는 다음 [표 1.6.1]에 따른다. 또한, 상기 ②항에 따라서 요구성능 확인자료가 추가될 수 있다.

표 1.6.1 재료별 제출자료

재료구분	제 출 자 료
강 재	재료의 밀시트 및 입고명세서
교량받침 및 부속품	재료시험보고서, 제품검사보고서, 재료의 밀시트
볼 트	재료의 밀시트(일반볼트 제외), 볼트의 제품 검사 성적서
스터드 전단 연결재	재료의 밀시트
선재 및 선재 2차 제품	재료의 밀시트, 기타 재료시험보고서

1.7 품질보증 및 관리

1.7.1 품질보증

(1) 품질보증의 원칙

- ① 강구조물은 건설기술관리법 제24조 3항 및 시행령 제87조의 규정에 따라 인증된 해당 제작능력 등급에 적합한 강구조물 제작공장에서 제작한 것으로서 품질이 보증된 것을 사용해야 한다.

제1장 총칙

- ② 강구조의 품질보증을 위해서 시공자, 협력업자 등 공사수행에 관계하는 자는 구조 기술사 및 감독원과 상호 협력하여 각각 분담된 역할을 수행해야 한다.
- ③ 시공자, 협력업자 등 공사수행에 관계하는 자는 설계자가 설계도서에서 요구하는 설계품질에 맞도록 시공품질을 보증해야 한다.
- ④ 시공에 대한 품질보증은 시공단계의 각 공정마다 품질관리 계획서에 의하여 시행해야 한다.
- ⑤ 강구조물 제작 및 시공의 품질확보와 품질보증을 위하여 공사실명제를 실시해야 한다.

(2) 시공품질의 보증

시공품질을 보증하기 위해서는 아래 4단계의 필요한 내용이 이행되어야 한다.

- ① 설계품질의 파악
- ② 설계품질을 달성하기 위한 계획의 작성
- ③ 계획대로 계속 실행되고 있다는 증명
- ④ 시공품질이 설계품질을 확보하고 있다는 증명

1.7.2 재료의 품질관리

- (1) 강재는 KS 인증 공장에서 제조되어야 한다.
- (2) 재료의 품질관리계획서를 감독원에게 제출하여 승인받아야 한다.
- (3) 구조물 구분 ‘가’, ‘나’, ‘다’의 경우에는 다음 사항에 따른다.
 - ① 이 장의 ‘1.2 관련 한국산업표준’의 관련 한국산업표준에 명시된 KS 규격품, 고장력볼트, 볼트, 스톨드 및 턴버클의 KS 규격품에서 규격증명서가 첨부되어 있는 규격품은 재료시험을 하지 않아도 무방하다.
 - ② 위 ①의 규격증명서가 첨부되어 있는 규격품이더라도 특별히 재료시험을 해야 하는 경우의 시험방법은 해당 KS의 시험방법에 따른다. 다만 이미 시행한 시험결과 만으로도 감독원이 충분하다고 인정한 경우 이 시험을 생략할 수 있다.
- (4) 구조물 구분 ‘라’의 경우에는 ‘1.6 공법의 선정 및 제출자료’의 1.6.2 (4)에 규정한 바에 따라 품질관리를 실시하도록 한다. 또한, 주요 부품의 제조와 시험에 감독원이 입회할 수 있다.

1.7.3 시공자의 품질관리

- (1) 시공자는 품질관리를 하기 위한 유효한 관리체제를 갖추고, 품질관리계획서를 감독원에게 제출하여 승인을 받아야 한다.
- (2) 시공자는 시공계획서 등에 따라 공장제작 및 공사 현장시공의 품질관리를 해야 한다.

- (3) 품질관리의 실시상황은 필요에 따라 그 타당성을 감독원에게 입증할 수 있는 것으로 하고 입증에 필요한 기록을 남겨야 한다.

1.7.4 강구조제작자의 품질관리

(1) 품질관리 조직

제작공장은 아래의 품질관리 기능을 갖는 품질관리 조직을 갖추어야 한다. 또한, 이 조직은 품질관리 조직도 등으로 명시해야 한다.

- ① 품질관리 방침을 나타내는 기능
- ② 설계품질을 확인하고 제작의 목표품을 설정하는 기능
- ③ 설계품질 실현을 위하여 계획하는 기능
- ④ 계획에 따라서 품질을 검사하여 만들어 내는 기능
- ⑤ 시공품을 확인, 평가하는 기능
- ⑥ 품질평가 정보에 따라 생산능력을 향상시키는 기능
- ⑦ 표준화를 도모하는 기능
- ⑧ 불일치를 예방하는 기능
- ⑨ 불일치의 재발을 방지하는 기능
- ⑩ 품질증명에 필요한 기록을 남기는 기능

(2) 품질관리 실시내용

① 설계품질의 확인

강구조제작자는 시공에 들어가기 전에 설계도서와 계약도서 등의 공사관련 서류로부터 설계품을 정확하게 파악해야 한다. 설계품을 이해할 수 없는 경우에는 질의서를 제출하여 감독원과 협의해야 한다.

② 품질관리 실시계획

강구조제작자는 가공착수 전에 설계품을 실현하기 위한 구체적인 품질관리 실시방법, 관리항목, 관리값, 기준에 벗어난 경우의 검사 및 처리 등을 계획해야 한다. 공사시방서가 있으면 계획내용을 기재한 품질관리계획서를 제출하여 감독원의 승인을 받아야 한다.

③ 시공품질의 보증 및 평가

강구조제작자는 강제 제작 중에 실시계획에 따라 품질관리를 하고, 각 공정의 작업 결과의 이상 유무를 확인해야 한다. 이상이 확인된 경우에는 신속히 수정함과 동시에 이상 발생의 실제 원인을 규명하여 재발방지책을 강구해야 한다. 중대한 불량부

제1장 총칙

분의 처리에 관해서는 감독원과 협의해야 한다. 또한 완성된 제품은 제작자가 검사를 하여 품질평가를 해야 한다.

④ 기록 및 보고

강구조제작자는 제작자 검사의 결과를 기록하고, 필요에 따라 보고서로 정리하여 감독원에게 제출해야 한다.

1.7.5 현장시공

공사현장시공의 품질관리는 이 시방서 '1.7.4 강구조제작자의 품질관리'에 따른다.

1.8 운송 및 보관

- (1) 강재의 운송, 보관 및 취급 시에는 강재의 휨, 굽힘 및 과다 적재하중은 피해야 한다. 휘거나 손상을 입을 수 있는 돌출 부분은 적절한 보호조치를 취해야 한다.
- (2) 강재는 오염과 손상을 입지 않도록 상처, 운송, 하차한다. 받침목 또는 기타 지지물 위에 보관하고, 덮개 등으로 조치하여 부식되지 않도록 보관한다. 또한 보관 중 비틀림이 생기지 않도록 지지대의 간격을 좁게 하고, 레벨의 편차가 없도록 한다.
- (3) 강재는 현장에 반입시 녹막이 페인트 처리된 강재를 반입하여야 하며, 또한 심한 녹, 표면손상 등의 유해한 표면 결함이나, 휨, 비틀림 등의 변형이 없어야 한다. 녹막이 페인트에 하자가 생겨 녹이 발생되었거나, 녹막이 페인트가 되어 있지 않은 채 반입되어 현장에 장기간 야적되어 녹이 발생한 경우에는 부재 설치 전에 녹을 제거하고, 보수한 후 감독원의 승인을 받는다.
- (4) 볼트 및 연결재는 KS B ISO 3269(파스너 - 인수 검사)에 의하여 인수검사가 완료된 것을 상자로 포장하여 운반하도록 하며 실내 보관관리를 원칙으로 한다. 다만 제품의 표시와 포장의 표시방법은 사용강재의 해당 산업표준에 따른다.
- (5) 보관은 재료의 식별이 용이하도록 조치한다.

2. 재료

2.1 사용 재료 요건

- (1) 이 시방서에서 강구조에 사용되는 재료, 즉 강재는 구조용 강판, 강관, 형강, 선재, 봉강, 볼트 및 연결재, 정착재, 주조품 등과 이들의 부속재료를 포함한다.

- (2) 강구조에 사용되는 재료는 이 지방서에서 규정하고 있는 ‘한국산업표준’ (이하 ‘KS’ 라 칭함)에 적합한 강재를 사용하는 것을 기본으로 한다.
- (3) 상기(2) 이외의 경우에는 해당 강구조물 관련 기준 및 지방서에서 정한 바에 따른다.

3. 시공

3.1 안전시설

- (1) 시공자는 현장조립 및 설치 시, 고소작업과 현장상황에 적합한 안전시설을 설치해야 한다.
- (2) 안전시설용 장비는 장비의 성능시험에 합격한 장비를 사용해야 한다.
- (3) 공사에 대한 안전관리는 산업안전보건법 관리규정에 적합해야 한다.

3.2 환경시설

- (1) 시공자는 공사 시 소음, 진동, 먼지 등 환경에 영향을 주는 사항에 대해서는 주위에 영향이 없도록 보완시설을 해야 한다.
- (2) 시공으로 인하여 자연환경파괴나 피해가 발생 시에는 관련 환경법규에 따라 조치해야 한다.

제2장 제작

제2장 제작

1. 일반사항

1.1 적용범위

- (1) 이 장은 강구조물 제작에 필요한 가공, 용접, 가조립 공사 및 운송에 적용한다.
- (2) 가공은 현도, 마킹, 절단 및 개선가공, 구멍뚫기, 굽힘가공, 지압면, 마찰면 및 도장면, 표면가공, 부재조립 및 부재조립검사를 포함한다.
- (3) 가조립 및 운송은 공장 제작을 위한 조립 가용접 및 공장내 가조립 방법과 검사기준 그리고 공장 제작품의 운송에 관한 내용을 포함한다.

1.2 강종의 식별방법 및 보관·관리

(1) 강종 식별방법의 강구

동일 구조물에 여러 종류의 강재를 사용하는 경우는 혼동을 피하기 위하여 색칠 등에 의하여 강종을 식별하는 방법을 강구해야 한다.

① 식별색의 종류

식별색의 종류는 KS A 0011(물체색의 색 이름)에 의하고 기준색은 KS A 0062(색의 3속성에 의한 표시 방법)에 따른다.

② 전처리 도장에 의한 강재 식별

전처리 도장에 의한 강재 식별은 [표 1.2.1]에 준하며, 전처리 시 강재 표면 전체에 지정 색상을 도포한다. 내후성강의 경우 전처리 도장에 의한 강재 식별이 불필요하지만, 제작사에서 자율적인 방법으로 강재를 식별할 수 있다.

(2) 보관·관리

제작품이나 부재를 현장보관을 위해 야적할 경우 뒤틀림 등의 변형이 발생하지 않도록 받침목이나 또는 지지목을 설치하여 보관해야 하며 파손, 분실 등이 생기지 않도록 대책을 강구해야 한다. 보관 시에는 포갠 저장을 하지 말아야 하며 조립이 편리하도록 저장(야적) 관리해야 한다.

표 1.2.1 전처리 도장에 의한 강제 식별

강제종류	식별색		색칠방법
	색의종류	기준색	
SS400	백색	N 9.5	전처리시 강제표면 전체에 지정색상 도포
SM400	청색	3.4G 6.3/7.3	
SM490	회색	N7.0	
SM490Y	등황색	2.5YR 6/13	
SM520	녹색	5G 5.5/6	
SM570	적색	5R 4/13	
HSB500	연한녹색	5G 8.7/1.2	
HSB600	연한황색	5.6Y 9.0/1.0	
HSB800	연한적색	1.6YR 8.9/2.5	
SMA400 SMA490 SMA570 HSB500W HSB600W HSB800W	-	기준색 없음	필요에 따라 공장에서 색상 선정

1.3 운송

- (1) 제작자(수급인)는 제작품이 안전하게 운송될 수 있도록 제작품의 규모, 중량 및 형상과 강구조물 가설지점까지 도로의 지형적 특성을 고려하여 운송방법을 계획해야 한다. 운송방법은 도로 및 철도운송과 해상운송으로 분류하되 가장 안전하고 경제적인 방법을 선택해야 한다.
- (2) 도로 운송 시 국토해양부에서 정한 운행제한 차량 등 법령에 의한 차량제한 규정을 검토하여 운송방법을 결정해야 한다.
- (3) 철도운송은 철도 노선별 최소곡선반경, 터널크기, 전철, 건축한계 제한구간 및 교량가설현장 근처 역에서의 하역조건 등을 검토하여 운송방법을 결정해야 한다.
- (4) 제품의 현장운송은 감독원 및 검사원의 최종검사가 끝난 제품으로 현장 설치순서에 따라 운송해야 한다. 운송 중에 변형을 방지할 수 있도록 적절한 조치를 취하여 감독원의 승인을 받은 후 운송해야 한다.

제2장 제작

- (5) 제품은 운송 중 뒤틀림, 파손, 분실 등이 생기지 않도록 대책을 강구해야 한다.
- (6) 제품운송 절차 및 방법에 대해서는 현장 관계자와 충분히 협의하여 결정해야 한다.
- (7) 제작품의 현장반입 시 현장 내에서는 가급적 2차 운송이 발생하지 않도록 조립장까지 운송하되, 부득이 2차 운송이 필요할 경우에는 안전하게 운송되도록 이에 대한 계획을 수립해야 한다.
- (8) 제품은 현장설치 작업순서에 따라 포장목록표를 작성하여 발송해야 한다.
- (9) 상·하차 및 운송
 - ① 연결관, 이음관, 수평브레이싱, 앵커볼트, 받침와셔 및 기타 소부재 및 부속품은 같은 것끼리 한데 모아 볼트로 조이거나 철선으로 묶어 운송이나 상·하차 시에 편리하도록 해야 한다.
 - ② 현장에서 조립되는 강구조물은 조립부호를 눈에 잘 띄는 곳에 도료로 표시해야 한다. 도료로서 표시해서는 안 되는 부재에 대해서는 테이프, 실(seal) 및 기타 적당한 방법으로 표시를 해야 한다. 조립부호, 중심(重心) 및 중심(中心)위치를 표시하는 도료는 그 위에 도장하는 도료에 유해한 것이어서는 안 된다.
 - ③ 연결부재는 본체에 볼트로 조여 이탈을 방지해야 한다.
 - ④ 가설현장에서 제품 하차 시 변형방지와 안전작업을 위하여 한 개의 중량이 50kN 이상의 부재는 중량 및 중심위치를 눈에 잘 띄는 곳에 도표로 표시해야 한다. 다만 특수모양의 부재는 20kN 이상인 경우로 제한한다. 한편 중량물의 경우 리프팅 러그를 무게중심 또는 취급하기 편리한 위치에 견고하게 부착하여야 하며, 작업반경, 양중장비 동선을 고려한 상·하차 계획을 수립하여야 한다.

2. 재료

2.1 구조용 강재의 허용오차 및 품질

구조용 강재의 허용오차는 [표 2.1.1]을 따른다. 다만, 품질관리 구분 '라'의 사용재료 중 KS D 3503, KS D 3515, KS D 3529, KS D 3542, KS D 3861, KS D 3866, KS D 3868 강판의 (-)측의 허용오차는 KS D 3500(열간압연 강판 및 강대의 모양, 치수, 무게 및 그 허용오차)의 허용오차와 공칭두께의 5%에 해당하는 값 중 절대치가 작은 값을 사용한다.

표 2.1.1 구조용 강재의 허용오차

사용재료	허용오차
KS D 3503 일반 구조용 압연강재	KS D 3051 열간압연 봉강 및 코일봉강의 모양, 치수 및 무게와 그 허용오차 KS D 3052 열간압연 평강의 모양, 치수 및 무게와 그 허용오차 KS D 3500 열간압연 강판 및 강대의 모양, 치수, 무게 및 그 허용오차 KS D 3502 열간압연 형강의 모양, 치수 및 무게와 그 허용오차
KS D 3515 용접 구조용 압연강재	KS D 3052 열간압연 평강의 모양, 치수 및 무게와 그 허용오차 KS D 3500 열간압연 강판 및 강대의 모양, 치수, 무게 및 그 허용오차 KS D 3502 열간압연 형강의 모양, 치수 및 무게와 그 허용오차
KS D 3529 용접 구조용 내후성 열간압연 강재	KS D 3052 열간압연 평강의 모양, 치수 및 무게와 그 허용오차 KS D 3500 열간압연 강판 및 강대의 모양, 치수, 무게 및 그 허용오차 KS D 3502 열간압연 형강의 모양, 치수 및 무게와 그 허용오차
KS D 3530 일반 구조용 경량 형강	KS D 3530 일반 구조용 경량 형강
KS D 3542 고 내후성 압연강재	KS D 3500 열간압연 강판 및 강대의 모양, 치수, 무게 및 그 허용오차 KS D 3502 열간압연 형강의 모양, 치수 및 무게와 그 허용오차 KS D 3512 냉간압연 강판 및 강대
KS D 3558 일반 구조용 용접 경량 H 형강	KS D 3558 일반 구조용 용접 경량 H 형강
KS D 3566 일반 구조용 탄소 강판	KS D 3566 일반 구조용 탄소 강판
KS D 3568 일반 구조용 각형 강판	KS D 3568 일반 구조용 각형 강판
KS D 3602 강제 갑판	KS D 3602 강제 갑판
KS D 3632 건축 구조용 탄소 강판	KS D 3632 건축 구조용 탄소 강판
KS D 3780 철탑용 고장력강 강판	KS D 3780 철탑용 고장력강 강판
KS D 3858 냉간 성형 강널말뚝	KS D 3858 냉간 성형 강널말뚝

제2장 제작

KS D 3861 건축구조용 압연강재	KS D 3052 열간압연 평강의 모양, 치수 및 무게와 그 허용오차 KS D 3500 열간압연 강관 및 강대의 모양, 치수, 무게 및 그 허용오차 KS D 3502 열간압연 형강의 모양, 치수 및 무게와 그 허용오차
KS D 3864 내진 건축 구조용 냉간 성형 각형 강관	KS D 3864 내진 건축 구조용 냉간 성형 각형 강관
KS D 3866 건축구조용 열간압연 H형강	KS D 3502 열간압연 형강의 모양, 치수 및 무게와 그 허용오차
KS D 3868 교량구조용 압연강재	KS D 3500 열간압연 강관 및 강대의 모양, 치수, 무게 및 그 허용오차
KS D 4108 용접 구조용 원심력 주강관	KS D 4108 용접 구조용 원심력 주강관
KS F 4602 강관 말뚝	KS F 4602 강관 말뚝
KS F 4603 H 형강 말뚝	KS F 4603 H 형강 말뚝
KS F 4604 열간압연강 널말뚝	KS F 4604 열간압연강 널말뚝
KS F 4605 강관 시트파일	KS F 4605 강관 시트파일

2.2 표면처리제품, 주단조품, 선재 및 선재2차제품의 허용오차 및 품질

표면처리제품, 주단조품, 선재 및 선재2차제품의 허용오차는 [표 2.2.1]을 따른다. 다만 품질관리구분 ‘라’에 사용되는 핀 및 롤러 지름의 허용오차는 $\pm 0.2\text{mm}$ 이내이어야 하며, 서로 이웃하는 롤러의 지름의 차이는 0.1mm 이내이어야 한다.

표 2.2.1 표면처리제품, 주단조품, 선재 및 선재2차제품의 허용오차

사용재료	허용오차
KS D 3505 PC 강봉	KS D 3505 PC 강 봉
KS D 3506 용융 아연도금 강판 및 강대	KS D 3506 용융 아연도금 강판 및 강대
KS D 3509 피아노 선재	KS D 3509 피아노 선재
KS D 3510 경강선	KS D 3510 경강선
KS D 3514 와이어 로프	KS D 3514 와이어 로프
KS D 3556 피아노 선	KS D 3556 피아노 선
KS D 3559 경강 선재	KS D 3559 경강 선재
KS D 3710 탄소강 단강품	KS D 3710 탄소강 단강품
KS D 3752 기계구조용 탄소 강재	KS D 3500 열간압연 강판 및 강대의 모양·치수·무게 및 그 허용오차 KS D 3052 열간압연 평강의 모양·치수 및 무게와 그 허용오차 KS D 3752 기계구조용 탄소 강재
KS D 4101 탄소강 주강품	KS B 0418 주강품의 보통 공차
KS D 4102 구조용 고장력 탄소강 및 저합금강 주강품	KS B 0418 주강품의 보통 공차
KS D 4106 용접구조용 주강품	KS B 0418 주강품의 보통 공차
KS D 4118 도로교량용 주강품	KS B 0418 주강품의 보통 공차
KS D 4301 회주철품	KS B 0250 주조품 치수 공차 및 절삭여유 방식
KS D 4302 구상 흑연주철품	KS B 0250 주조품 치수 공차 및 절삭여유 방식
KS D 7002 PC 강선 및 PC 강연선	KS D 7002 PC 강선 및 PC 강연선

2.3 볼트 및 턴버클의 허용오차 및 품질

볼트 및 턴버클의 허용오차는 [표 2.3.1]을 따른다.

제2장 제작

표 2.3.1 볼트 및 턴버클의 허용오차

사용재료	허용오차
KS B 1002 6각 볼트	KS B 1002 6각 볼트
KS B 1010 마찰 접합용 고장력 6각 볼트 . 6각 너트 . 평 와서의 세트	KS B 1010 마찰 접합용 고장력 6각 볼트 . 6각 너트 . 평 와서의 세트
KS B 1012 6각 너트	KS B 1012 6각 너트
KS B 1016 기초 볼트	KS B 1016 기초 볼트
KS B 1324 스프링 와셔	KS B 1324 스프링 와셔
KS B 1326 평 와셔	KS B 1326 평 와셔
KS B 2819 구조물용 토크-전단형 고장력 볼트·6각 너트·평와서의 세트	KS B 2819 구조물용 토크-전단형 고장력 볼트·6각 너트·평와서의 세트
KS F 4512 건축용 턴버클 볼트	KS F 4512 건축용 턴버클 볼트
KS F 4513 건축용 턴버클 몸체	KS F 4513 건축용 턴버클 몸체
KS F 4521 건축용 턴버클	KS F 4521 건축용 턴버클

2.4 철근 및 콘크리트

철근 및 콘크리트의 재료 및 품질은 “콘크리트구조설계기준” 및 “콘크리트표준시방서” 를 따른다.

2.5 스테인리스 강재의 허용오차 및 품질

스테인레스 강재의 허용오차는 [표 2.5.1]을 따른다.

표 2.5.1 스테인레스 강재의 허용오차

사용재료	허용오차
KS D 3697 냉간 압조용 스테인리스 강선	KS D 3697 냉간 압조용 스테인리스 강선
KS D 3698 냉간 압연 스테인리스 강판 및 강대	KS D 3695 스테인레스 강판 및 내열 강판의 무게 산출 방법 KS D 3698 냉간 압연 스테인리스 강판 및 강대
KS D 3705 열간 압연 스테인리스 강판 및 강대	KS D 3695 스테인레스 강판 및 내열 강판의 무게 산출 방법 KS D 3705 열간 압연 스테인리스 강판 및 강대
KS D 3706 스테인리스 강봉	KS D 3706 스테인리스 강봉

3. 시공

3.1 현도작업

- (1) 현도 작업은 제작도를 기준으로 제작 전에 작성하되 제작물의 기본 형상과 제작상의 지장유무를 확인해야 한다. 다만 문제가 있을 경우에는 감독원의 지시에 따른다.
- (2) 마킹용 형판 및 띠철은 필요 시 공사감독원의 입회검사를 받아야 하며, 자동가공기(CNC) 등을 사용할 경우에는 형판 및 띠철의 제작을 생략할 수 있다.
- (3) 줄자 대조는 공장 제작용 기준 줄자와 공사 현장용 기준 줄자의 대조를 실시하고, 그 오차를 측정 확인하여 감독원의 승인을 받아야 한다.
- (4) 띠철은 보 및 트러스의 현재 및 웨브재 등의 길이 방향의 세부적인 소재에 대한 마킹용으로, 형판은 연결판, 이음판, 2차 부재 등의 마킹용으로 사용하며, 설계도에 표시되어 있는 사항이 정확히 기입되고 있는지 확인해야 한다.

3.2 마킹(금긋기)

- (1) 강판 위에 주요부재를 마킹 할 때에는 주된 응력의 방향과 압연 방향을 일치시켜야 한다.(품질관리 구분 토목구조물 ‘나’, ‘다’는 제외)
- (2) 마킹을 할 때에는 구조물이 완성된 후에 구조물의 부재로서 남을 곳에는 원칙적으로 강판에 상처를 내어서는 안 된다. 특히, 고강도강 및 휨 가공하는 연강의 표면에는 펀치, 정 등에 의한 흔적을 남겨서는 안 된다. 다만 절단, 구멍뚫기, 용접 등으로 제거되는 경우에는 무방하다.
- (3) 주요부재의 강판에 마킹할 때에는 펀치(punch) 등을 사용하지 않아야 한다.
- (4) 마킹 시 용접열에 의한 수축 여유를 고려하여 최종 교정, 다듬질 후 정확한 치수를 확보할 수 있도록 조치해야 한다.
- (5) 마킹검사는 띠철이나 형판 또는 자동가공기(CNC)를 사용하여 정확히 마킹되었는가를 확인하고 재질, 모양, 치수 등에 대한 검토와 마킹이 현도에 의한 띠철, 형판대로 되어 있는가를 검사해야 한다.
- (6) 강재의 마킹
 - ① 강판에는 공사번호와 현도 목록에 따른 정리번호를 기재해야 한다.
 - ② 강판 절단이나 형강 절단 등, 외형 절단을 선행하는 부재는 미리 부재 모양별로

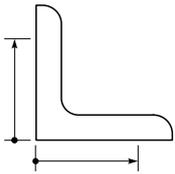
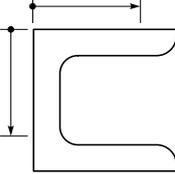
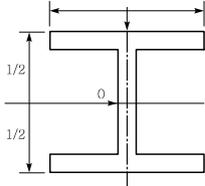
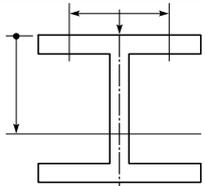
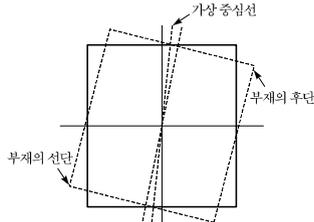
제2장 제작

마킹 기준을 정해야 한다.

(7) 형강의 기준선

형강의 기준선은 [표 3.2.1]에 따른다. 형강의 기준선은 형강을 절단 등의 가공 작업 시에 가공 치수 기입을 위하여 사용한다.

표 3.2.1 형강의 기준선

항 목	도 해	비 고
└ 형 강		플랜지 면의 교차선을 기준으로 한다.
ㄷ 형 강		플랜지와 웨브판의 외면의 교차선을 기준으로 한다.
H형강	기둥 	웨브판은 폭의 1/2을 기준으로 한다. 플랜지는 웨브판의 중심을 기준으로 한다.
	보 	웨브판은 상부플랜지를 기준으로 하며, 플랜지는 웨브판의 중심을 기준으로 한다.
용접 박스형 기둥		박스형 기둥은 대부분 비틀림이 발생하기 때문에 비틀림에 의하여 발생된 회전각을 1/2로하여 가상중심선을 설정하고 이를 기준으로 한다.

3.3 절단 및 개선(그루브)가공

3.3.1 절단 및 개선가공에 관한 일반사항

- (1) 주요 부재의 강판 절단은 주된 응력의 방향과 압연방향을 일치시켜 절단함을 원칙으로 하며 절단작업 착수 전 재단도를 작성해야 한다.
- (2) 강재의 절단은 강재의 형상, 치수를 고려하여 기계절단, 가스절단, 플라즈마절단, 레이저절단 등을 적용한다.
- (3) 절단할 강재의 표면에 녹, 기름, 도료가 부착되어 있는 경우에는 제거 후 절단해야 한다.
- (4) 용접선의 교차부분 또는 한 부재를 다른 부재에 접합시킬 때 불필요한 접촉을 피하기 위하여 모퉁이따기를 할 경우에는 10mm 이상 둥글게 해야 한다.
- (5) 설계도서에서 메탈 터치가 지정되어 있는 부분은 페이싱 머신 또는 로터리 플래너 등의 절삭가공기를 사용하여 부재 상호간 충분히 밀착하도록 가공한다. 마무리면의 정밀도는 [그림 3.3.1]에 따른다.

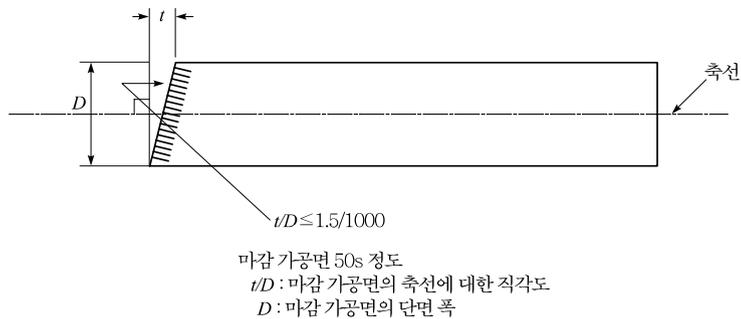


그림 3.3.1 마감면의 정밀도

- (6) 절단면의 정밀도가 절삭가공기의 경우와 동일하게 확보할 수 있는 기계절단기 (cold saw)를 이용한 경우, 절단연단부는 그대로 두어도 좋다.
- (7) 스�কে럽 가공은 절삭가공기 또는 부속장치가 달린 수동가스절단기를 사용한다. 가공 정밀도는 [표 3.3.1]에 따르고(품질관리 구분 토목구조물 '나', '다'는 제외), 이 정밀도를 확보할 수 없는 것은 그라인더 등으로 수정해야 한다.
- (8) 건축구조물의 개선가공 및 스�কে럽 가공은 당해 설계도서의 시방서에 따른다. 당해

제2장 제작

설계도서의 시방서에 없는 경우에는 H형 단면 단부의 개선가공과 스켈럽가공은 [그림 3.3.2], [그림 3.3.3]에 따른다.

- ① 스켈럽이 있는 경우 스켈럽 원호의 곡선은 플랜지와 필릿 부분이 둔각이 되도록 가공한다. r_1 은 35mm 이상, r_2 는 10mm 이상으로 하고, 불연속부가 없도록 한다.

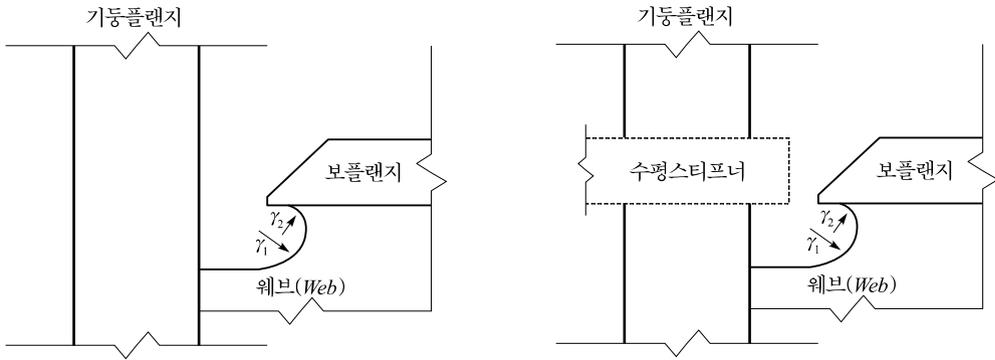


그림 3.3.2 스켈럽의 개선가공

- ② 스켈럽이 없는 형태의 경우에는 다음 두 개 중 하나의 형태로 한다.

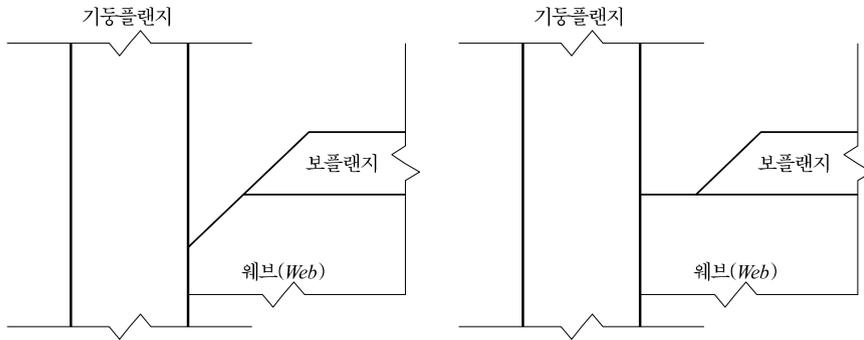


그림 3.3.3 스켈럽 없는 개선 또는 논스켈럽

- (9) 교량의 주요부재 및 2차부재의 모서리는 약 1mm 이상 모따기 또는 반지름을 가지도록 그라인드 가공 처리해야 한다.
- (10) 교량의 플레이트거더 및 박스거더의 웹판은 설계에서 주어진 처짐과 제작 중에 발생하는 부가 처짐을 고려하여 절단해야 한다. 상·하플랜지에 부착되는 종·횡 리브 및 스티프드의 용접에 의한 부가처짐의 크기를 정하여 가조립정도 기준에 적

합하도록 대비해야 한다.

3.3.2 강재절단

- (1) 가스절단을 하는 경우, 원칙적으로 자동가스절단기를 이용한다. 가스절단 및 가스 가공한 강판의 허용오차는 KS B 0428(가스 절단 가공 강판 보통 허용오차) 또는 해당 공사시방서에 따른다. 다만 해당 공사시방서에 정한 바가 없는 경우에는 [표 3.3.1]에 따르는 것을 원칙으로 한다.

표 3.3.1 가스절단면의 품질관리구분

항 목 \ 품질관리구분	가	나	다	라
표면거칠기 ¹⁾	-	-	200s 이하 (100s이하) ³⁾	50s 이하
노치깊이 ²⁾	-	-	2mm 이하 (1mm 이하) ³⁾	노치가 없어야 한다.
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 0161(표면 거칠기 정의 및 표시)에 규정하는 표면의 조도(粗度)를 나타낸다.

2) 노치깊이는 노치 마루에서 골밑까지의 깊이를 나타낸다.

3) 교량의 2차부재의 경우에 적용한다.

- (2) 채움재, 띠철, 형강, 판 두께 13mm 이하의 연결판, 보강재 등은 전단 절단할 수 있다. 전단가공품의 허용오차는 KS B 0416(금속판 세어링 보통 공차)에 따른다. 절단선 부위가 손상을 입은 경우에는 손상부를 제거할 수 있도록 깎아 내거나 또는 그라인더로 평활하게 마무리해야 한다. 이 때 마무리 표면의 품질은 [표 3.3.2]에 따른다.

3.3.3 절단면 경도

- (1) ‘제1장. 총칙’의 ‘1.5 품질관리에 따른 구조물의 분류’에서 토목구조물 ‘라’의 절단

제2장 제작

면 경도는 별도의 규정이 없는 한 450Hv를 초과하지 않아야 한다.

3.3.4 절단면 검사 및 결함보수

(1) 개선각도(그루브 각도)와 루트는 정밀하게 가공되어야 한다. 개선가공면의 품질은 [표 3.3.1]에 따른다. 그루브용접을 위한 그루브 가공 허용오차는 규정값에 -2.5° , $+5^\circ$ (부재조립 정밀도의 1/2) 범위 이내, 루트면의 허용오차는 규정값에 $\pm 1.6\text{mm}$ 이내로 해야 한다. 그루브 가공은 자동가스절단기 또는 기계절단기로 하는 것을 원칙으로 한다.

(2) 절단면 검사 및 결함보수

① 절단면의 검사는 [표 3.3.1]을 기준으로 시행하며 이 값을 초과하는 거친 면, 노치 및 깊이는 기계연마나 그라인더로 다듬질하여 제거해야 한다.

② 절단면의 보수는 보수된 강재가 적기에 사용될 수 있도록 부재 조립작업 전에 보수를 완료해야 하며 다음에 준하여 보수해야 한다.

가. 가스절단면 거칠기가 규정치를 초과하는 부분은 그라인더로 다듬질하여 규정치 이내로 해야 한다. 그라인더로도 규정치 이내로 되지 않는 부분에 대해서는 그 부분을 덧살용접 후 그라인더로 다듬질해야 한다.

나. 가스절단면 노치 깊이가 1mm를 초과하는 것은 그 부분을 덧살용접 후 그라인더로 마무리해야 한다. 다만 두께가 50mm를 넘는 강판에 대해서는 원칙적으로 노치를 허용하지 않는다.

다. 가스 절단면의 직각도가 강판두께 20mm 이하인 경우 1mm 이하, 20mm를 초과하는 경우에는 $t/20(\text{mm})$ 이하로서 이 규정치를 초과하는 부분은 그라인더로 다듬어 규정치 이내로 해야 한다.

③ 절단면의 결함은 육안검사로 하고 용접이음부는 방사선 투과검사 또는 초음파 탐상 검사에 의하여 확인해야 한다. 절단면의 결함은 강재의 라미네이션 및 관상현상(파이프)으로 나타나는 가스공, 다공성 뿐만 아니라 수축공극 이외에 요철, 슬래그 및 강재 내의 이물질 용착으로 나타나는 내화물이나 산화물의 결함도 포함한다. 동일 평면에 존재하는 여러 개의 결함은 모재 두께의 5% 이내, 또는 인접한 두 결함들이 이들 중 짧은 쪽 결함의 길이 이내에 존재하는 경우에는 모두 연속으로 간주하며, 이들 인접 결함의 시점부터 종점까지의 길이를 결함의 길이로 규정한다.

④ 절단면의 결함 허용오차 및 보수는 [표 3.3.2]에 준한다.

- ⑤ 결함 보수로 제거되는 강제량은 최소량이거나 그 허용범위를 초과해서는 안 된다.
- ⑥ 형강표면의 결함 보수는 제작자가 해당 산업표준에 준하여 시행해야 하며 절단면의 품질은 [표 3.3.1]에 준한다.
- ⑦ [그림 3.3.4]에서 ‘W, X, Y, Z’ 는 강판 내에 위치하는 결함의 형태를 나타내는 것으로, [그림 3.3.4]의 ‘Y-형’ 과 같은 모재 내의 결함은 불연속 제거 후 실제 순단면적의 공칭치수를 기준으로 계산한 부재단면적의 98% 이상의 경우에만 기계연마나 그라인딩으로 제거해야 한다. 제거 시에는 결함 제거의 경우 경사가 1/10을 초과하지 않도록 강제 단부를 균일하게 다듬질한다. 고장력강의 ‘Y-형’ 결함은 용접보수를 하지 않아도 좋다.

표 3.3.2 절단면의 결함 허용오차 및 보수방법

결함의 길이 ¹⁾	보수 방법 ²⁾
길이 25mm 이하의 결함	불필요, 조사 불필요
길이 25mm 초과 최대깊이 3mm 이하의 결함	불필요, 깊이는 조사
길이 25mm 초과 깊이 3mm~6mm 결함	제거, 용접할 필요는 없음
길이 25mm 초과 깊이 6mm~25mm인 결함	완전하게 제거후 용접 용접부의 총길이는 보수하는 부재단부 길이의 20% 이하
길이 25mm 초과 깊이 25mm 초과하는 결함	3.3.4의 ⑧항에 의하여 보수

주 : 1) 결함의 길이는 강제 절단면의 긴 변(주된 응력 방향)의 치수이며 결함의 깊이는 절단면에서 강제방향으로 연장된 불연속거리이다.

2) 품질저하가 우려되는 산소절단면의 불연속 10%에 대해 깊이를 결정하기 위해서 절단면을 그라인딩하여 무작위 추출조사를 실시해야 한다. 이때 조사된 결함 중 하나라도 그 깊이가 3mm를 초과하면 절단면의 나머지 부분도 깊이를 결정하기 위해 절단면을 그라인딩한 후 조사해야 한다. 만약 10% 무작위 추출조사 때 어떠한 결함도 그 깊이가 3mm를 초과하지 않을 경우 절단면의 나머지 부분은 조사할 필요가 없다.

제2장 제작

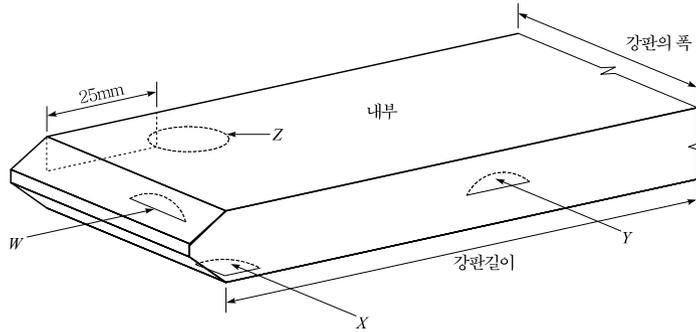


그림 3.3.4 절단강재의 단부 불연속

- ⑧ 결합 길이가 25mm를 초과하고 깊이가 25mm보다 큰 불연속 보수는 다음에 준하여 보수해야 한다.
- 가. [그림 3.3.4]에서 ‘W, X, Y-형’의 결합은 이음을 완료하기 전에 그 크기와 모양을 초음파 탐상검사 방법에 의하여 확인, 결정해야 한다.
 - 나. ‘W, X, Z-형’의 결합 허용면적은 철판면적의 4%를 초과해서는 안 된다. 또한 결합 길이나 깊이가 모재의 폭과 길이의 각각 20%를 초과해서는 안 된다.
 - 다. 나.항의 허용면적을 초과하지 않는 ‘Z-형’ 결합은 용접면에서 25mm 이상 떨어져 있을 경우에는 보수할 필요가 없으나 25mm 이내일 경우에는 용접열영향부에서 25mm까지 치핑, 아크에어가우징, 또는 그라인더에 의하여 가우징하고 층당 3mm를 초과하지 않는 최소 4개층을 가스메탈아크용접(GMAW)을 실시하고 나머지는 서브머지드 아크용접(SAW) 또는 승인된 용접방법에 의하여 용접해야 한다.
 - 라. [그림 3.3.4]에서 ‘W, X, Y, Z-형’의 결합이 나.항의 허용기준을 초과할 경우 다른 재료로 대체해야 한다.
 - 마. 용접보수의 전체길이가 모재단부 길이의 20%를 초과하는 경우 다른 재료로 대체해야 한다.
 - 바. [그림 3.3.4]에서 ‘W와 X-형’의 결합에 대한 고장력강의 용접보수는 지름 4mm의 저수소계 용접봉을 사용해야 한다. 고장력강재의 용접부 검사는 용접보수 완료 후 48시간 이후에 검사해야 하며 그루브용접의 보수는 공사감독원의 승인을 받아 시행해야 한다.
 - 사. 모든 보수용접은 승인된 용접절차서에 준하여 시행해야 한다.

- ⑨ 가스절단면은 절단에 의한 강재의 변형이나 잔류응력이 발생하도록 해서는 안 되며, 만일 절단면에 허용치를 초과하는 변형이나 잔류응력이 발생했을 경우에는 교정기나 또는 열간가공으로 교정, 처리해야 한다. 열간가공 교정은 이 시방서 ‘3장. 용접’의 해당요건에 따른다.
- ⑩ 불합격된 용접부재 모재의 결함부는 백가우징(back gouging), 기계연마 또는 치핑과 그라인더로 제거되어야 한다. 가우징 표면의 탄소침전물 등은 그라인더로 제거해야 한다.
- ⑪ 상기한 결함 이외의 보수에 대해서는 공사감독원이 승인한 용접절차서에 준하여 보수해야 한다.

3.4 구멍뚫기

3.4.1 구멍뚫기에 관한 일반사항

- (1) 구멍뚫기는 소정의 지름으로 정확하게 뚫어야 하되, 드릴 및 리머 다듬질을 병용하여 마무리해야 한다. 가조립하기 이전에 소정의 지름으로 구멍을 뚫을 때에는 형판 또는 자동천공기를 사용해야 한다.
- (2) 판 두께 13mm 이하 강재에 구멍을 뚫을 때에는 눌러 뚫기(press punching)에 의하여 소정의 지름으로 뚫을 수 있으나 구멍 주변에 생긴 손상부는 깎아서 제거해야 한다.

3.4.2 볼트 구멍의 치수 및 정밀도

- (1) 볼트의 구멍직경 및 연단거리는 “하중저항계수설계법에 의한 강구조설계기준 9.1.1.10 이음부 설계세칙”에 따른다.
- (2) 볼트구멍의 직각도는 1/20 이하이어야 하며 볼트구멍의 허용오차는 [표 3.4.1]에 준한다. 그러나 마찰이음일 때에는 한 볼트군의 20%에 대하여 +1.0mm까지 인정할 수 있다.

표 3.4.1 볼트 구멍의 허용오차

볼트의 호칭(mm)	허용 오 차 (mm)	
	마찰이음	지압이음
M20	+0.5	±0.3
M22	+0.5	±0.3
M24	+0.5	±0.3
M27	+1.0	±0.3
M30	+1.0	±0.3

제2장 제작

- (3) 제작 시 구멍중심선 축에서 구멍의 어긋남은 $\pm 1\text{mm}$ 이하로 하며, 볼트그룹에서 처음 볼트와 마지막 볼트의 최대연단 거리의 오차는 $\pm 2\text{mm}$ 이하로 한다. 다만 볼트 구멍간 허용오차는 $\pm 0.5\text{mm}$ 이하로 한다.
- (4) 볼트구멍의 엇갈림
 마찰이음으로 부재를 조립할 경우, 구멍의 엇갈림은 1.0mm 이하로 하고, 지압이음으로 부재를 조립할 경우, 구멍의 엇갈림은 0.5mm 이하로 한다.
- (5) 건축구조물의 철근 관통구멍의 지름은 해당 공사시방서에 따른다. 해당 공사시방서에 정한 바가 없는 경우에는 [표 3.4.2]에 명시한 값을 표준으로 한다.

표 3.4.2 철근 관통구멍의 구멍직경 (단위 : mm)

이형철근	호 칭	D10	D13	D16	D19	D22	D25	D29	D32
	구멍직경		21	24	28	31	35	38	43
원형철근	구멍직경	철근 직경 + 10mm							

3.5 휨(굽힘)가공

(1) 건축구조물

- ① 휨가공은 상온가공 또는 열간가공으로 한다. 열간가공의 경우에는 적열상태($800\sim 900^{\circ}\text{C}$)에서 하고, 청열취성역($200\sim 400^{\circ}\text{C}$)에서 가공해서는 안 된다.
- ② 냉간가공에서 내측 굽힘반경은 다음과 같다.
 기둥 또는 보 및 가새단의 헌치 등 소성변형 능력을 요구하는 부재의 내측 휨 반경은 가공재 판 두께의 4배 이상, 그 이외의 부재에서는 가공재 판 두께의 2배로 한다.

(2) 토목구조물(품질관리구분 '라')

- ① 주요부재를 휨가공 할 경우와 다음 ② 이외의 부재를 냉간 휨가공 할 경우에는 휨가공된 부재의 내측 곡률반경이 강재 두께의 15배 이상이어야 한다.
- ② 토목구조물 강재의 화학성분 중 질소함유량이 0.006%를 넘지 않는 재료로서 KS B 0810(금속 재료 충격 시험 방법)에 규정된 샤르피충격시험의 결과가 150J 이상인 경우에는 내측 곡률반경을 강재 두께의 7배 이상, 200J 이상인 경우에는 5배 이상으로 할 수 있다. 압연직각방향으로 냉간 휨가공을 할 경우에는 압연직각방향의 샤르피흡수에너지 값을 적용해야 한다.
- ③ 위의 ①과 ②에 규정된 곡률반경 미만으로 냉간 휨가공 할 경우에는 시공시험에

의해 확인된 방법에 의해야 한다.

- (3) SM 570 및 SMA 570 이상의 열처리강(Q.T강), 열가공제어강(TMC강) 및 교량구조용 압연강(HSB)의 열간 휨가공은 원칙적으로 해서는 안 된다. 다만 열간 휨가공 후 시험 등을 통해서 강재 품질보장이 입증된 경우에는 감독원의 승인을 받아 시행할 수 있다.

3.6 지압면의 표면가공

지압면의 면가공은 접지면적 2/3이상에서 오차 0.5mm이하가 되어야 하며, 오차는 부분적으로는 최대 1.0mm까지 허용하는 것을 기본으로 하되, 공사목적에 적합한 다른 국제규격 또는 동등한 조건이 있으면 이를 따르도록 한다.

3.7 부재조립

- (1) 용접이음에 의한 부재조립은 루트간격을 규정치에 맞추어 가급적 밀착시킨다. 필릿 용접부는 될 수 있는 한 밀착시켜야 하며, 맞대기 용접부는 루트간격, 뒷담판의 틈 및 부재의 어긋남에 주의해야 한다.
- (2) 정렬된 부재는 임시용접과 가용접(조립가용접)에 의해 그 위치를 유지시켜야 하며 필요할 경우 임시고정장치, 지그, 클램프, 볼트 등으로 그 형상을 유지시켜야 한다.
- (3) 용접에 의한 강재의 변형이나 수축에 의하여 용접응력이 발생하게 될 경우, 이를 최소화 할 수 있도록 용접순서를 정해야 하며 필요에 따라서 임시지지재를 사용할 수 있으나 임시지지재는 가급적 모재에 붙이는 것을 피한다. 부득이 임시지지재의 임시용접으로 인하여 모재의 손상이 생겼을 때에는 이 시방서 '제3장. 용접'의 '3.12 결함부의 보수'에 따라 보수해야 한다.
- (4) 부재 조립 시 채움재는 설계도에 표시되어 있거나 특별히 감독원이 승인한 경우에만 사용할 수 있다.
- (5) 부재 조립 시 주의사항
 - ① 부재의 취급은 조심스러워야 하며 불필요한 망치의 타격을 해서는 안 된다. 불가피하게 망치를 사용할 경우 간접 타격법으로 모재를 보호해야 한다.
 - ② 옥외 작업에서 용접부에 녹이 생기기 쉬운 장소는 보호장치를 하며, 만일 루트면 및 홈에 녹이 발생 한 경우에는 그라인더 및 와이어 브러쉬(wire brush)로 녹을 제거한 후에 조립해야 한다.

제2장 제작

- ③ 조립작업대는 제품의 모양에 따라 다양하나 항상 수평도를 유지하며 이음용 지그 등을 임시용접 한 흔적은 그라인더로 표면처리를 한다. 작업대 위에 기준선을 표시하여 치수검토의 기준으로 이용할 수 있다.
 - ④ 부재의 조립은 용접에 의한 변형을 적게 하기 위하여 적당한 역변형이나 구속을 실시하며 용접에 의한 수축량을 감안하여 완성 시 치수, 모양을 정확하게 유지할 수 있도록 적절한 조치를 취해야 한다.
 - ⑤ 본 용접을 할 조립부는 기름, 먼지, 수분 등 이물질이 없는 깨끗한 상태를 유지해야 한다.
 - ⑥ 토목구조물에서 보의 제작을 위한 본 용접은 소요 솟음(치올림)을 얻을 수 있도록 용접순서를 조립제품에 표기하여 시행한다. 이때 웨브판의 상·하단의 용접순서, 종리브 및 수평, 수직 보강재의 용접순서 등이 솟음(치올림)에 미치는 영향을 면밀히 분석하고, 그 결과를 고려해야 한다.
- (6) 토목구조물 '라' 부재의 조립정밀도
- ① 부재의 조립정밀도는 용접부의 응력전달이 원활하고 용접불량이 생기지 않는 정도라야 한다.
 - ② 부재의 조립정밀도는 [표 3.7.1]의 값을 표준으로 한다.

표 3.7.1 부재의 조립정밀도

구 분	형 상	허용오차
그루브용접	루트 면 높이 (1) 루트 가우징 안 할 경우 (2) 루트 가우징 할 경우	±2mm 제한없음
	강재 뒷담재 없는 용접부의 루트간격 (1) 루트 가우징 안 할 경우 (2) 루트 가우징 할 경우	±2mm +2mm, -3mm
	강재 뒷담재 있는 용접부의 루트간격 (1) 루트 가우징 안 할 경우 (2) 루트 가우징 할 경우	+6mm, -2mm 해당없음
	관두께 방향의 재편의 편심	얇은쪽 관두께의 10%, 또는 3mm 중 작은 값
	뒷담재를 사용할 때의 밀착도 (1) 루트 가우징 안 할 경우 (2) 루트 가우징 할 경우	2mm 해당없음
	그루브 개선각도	+10°, -5°
필릿용접	루트 간격 ¹⁾	5mm
	부재의 밀착도	1.0mm 이하

주 : 1) 필릿용접부 루트간격이 2mm 이상인 경우에는 필릿용접의 다리길이를 루트 간격만큼 증가시켜야 한다.

- ③ 시공시험에 의한 오차의 허용량이 확인된 경우에는 공사감독원의 승인을 받은 후 부재의 조립정밀도를 변경할 수 있으며, [표 3.7.1] 이외의 조립정밀도는 해당 절차에 따라 품질관련 전문서 제출 시 공사감독원의 승인을 받아 시행해야 한다.

3.8 토목구조물의 가조립(품질관리 구분 ‘라’)

3.8.1 가조립에 관한 일반사항

- (1) 수급인은 공장가조립(이하 가조립)의 범위, 조립, 해체, 가조립검사 방법 등의 계획을 수립하여 사전에 공사감독원의 승인을 받아야 한다.
- (2) 가조립을 실시할 때에는 강교량의 전 구간을 동시에 일체로 시행하는 것을 원칙으로 한다. 다만 구조물의 특성상 분리하여 가조립을 하더라도 전체구조계의 내용을 충분히 평가할 수 있을 경우에는 승인된 절차서에 의하여 분리하여 시행할 수도 있다.
- (3) 정밀 가공되어 컴퓨터 시뮬레이션 또는 레이저측정 등의 방법으로 가조립 정밀도를 확인할 수 있는 경우 공사감독원의 승인을 취득하여 가조립을 생략할 수 있으나, 다음의 경우에는 가조립을 시행해야 한다.
 - ① 새로운 구조형식 또는 아직 시공 사례가 없는 구조물
 - ② 복잡한 구조물로 특별히 공사감독원의 지시가 있을 경우
 - ③ 현장 가설 시 공정, 건설조건 등의 제약이 있을 경우
- (4) 가조립장
 - ① 가조립장은 대상 구조물을 동시에 가조립을 할 수 있는 충분한 면적을 확보해야 한다.
 - ② 가조립 장소는 전문 가조립장이나 가조립을 실시했을 때, 제품 중량에 의해 침하되지 않는 견고한 지반이어야 한다.

3.8.2 가조립의 순서

- (1) 가조립 순서는 현장가설방법의 제약조건을 고려하여 현장가설 순으로 한다.
- (2) 가조립 구조물의 솟음(치올림) 및 경사는 설계도서와 일치되도록 한다.
- (3) 가조립대는 지상으로부터 700~750mm 높이를 유지해야 하며 제품의 특성에 맞게 배치하여 각 부재가 가능한 한 무응력 상태가 되도록 한다.
- (4) 가조립 구조물 받침부에는 반드시 지지대 설치한다.
- (5) 공장여건에 따라 분리하여 가조립 할 경우에는 분리되는 부분이 중복되게 가조립한다.

제2장 제작

3.8.3 가조립 부재 연결

(1) 주요부재의 연결

- ① 가조립 시 주요부재의 연결에는 드리프트핀이나 볼트를 사용해야 한다.
 - ② 각 부재에 사용하는 드리프트핀이나 볼트 수량은 조임 고장력 볼트 수량의 25% 이상(웹브판은 15% 이상) 사용하는 것을 표준으로 한다.
- (2) 볼트구멍의 관통률 및 정지율은 [표 3.8.1]에 따르며 가조립용 볼트시공은 ‘제4장. 볼트 접합 및 핀 연결’의 해당요건에 따른다.

표 3.8.1 볼트구멍의 관통률 및 정지율

	볼트의 지름	관통계이지 (mm)	관통률 (%)	정지계이지 (mm)	정지율 (%)
고장력 볼트	M 16	17.0	100	19.0	80 이상
	M 20	20.7		23.0	
	M 22	22.7		25.0	
	M 24	24.7		27.0	
	M 27	27.7		30	
	M 30	30.7		33	
일반 볼트	M 8	9.0	100	11.0	80 이상
	M 10	11.0		13.0	
	M 12	13.0		15.0	
	M 16	17.0 (16.0) ¹⁾		19.0 (18.0) ¹⁾	
	M 20	21.0 (20.0) ¹⁾		23.0 (22.0) ¹⁾	
	M 22	23.0 (22.0) ¹⁾		25.0 (24.0) ¹⁾	
	M 24	25.0 (24.0) ¹⁾		27.0 (26.0) ¹⁾	
	M 27	27.7		30	
M 30	30.7	33			

주 : 1) ()안의 수치는 공사용 거더 등 주요부재에 일반볼트를 지압접합으로 사용한 경우이고, 이 경우의 볼트품질은 마무리 볼트로 한다.

(3) 연결부 품질 관리

- ① 주요 접합부 연결재의 가조립 정밀도 확보를 위한 접합부 연결재의 틈은 [그림 3.8.1]과 같다.
 - 가. 연결부에서 부재의 가장자리 어긋남은 2mm 이내이어야 한다.
 - 나. 볼트이음하는 주요부재 단부의 틈은 설계도서의 규정치 이하, 또는 5mm 이내이어야 한다.

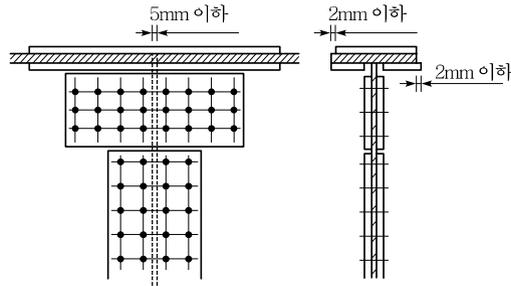


그림 3.8.1 접합부 연결재의 틈

- ② 연결판과 모재는 [그림 3.8.2]와 같이 밀착되어야 한다. 연결부 모재의 단차는 원칙적으로 3mm를 초과해서는 안 된다. 모재의 단차가 1~3mm인 경우에는 그라인더로 모재표면의 경사가 1/10 이하의 경사가 되도록 단차부를 가공한 후 연결판을 밀착시켜야 하고, 부득이 단차가 3mm를 초과할 경우에는 채움판을 사용하여 연결판과 밀착시킨다.

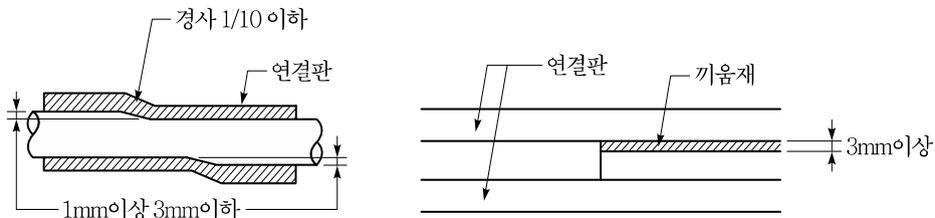


그림 3.8.2 모재의 단차

3.8.4 가조립의 해체

- (1) 조립검사가 끝난 후 부재 연결부분에 맞춤표시를 실시하여 현장 가설 시 맞춤이 쉽도록 한다.
- (2) 가조립 검사, 맞춤표시가 끝난 후 가조립 역순으로 해체하여 변형 및 손상이 가지 않도록 한다.
- (3) 연결용 이음판은 가조립 해체 후 가설 시까지 볼트를 사용하여 연결부에 임시로 고정시켜서 현장에서 바뀌지 않도록 한다.

제2장 제작

3.8.5 품질검사

(1) 가조립 검사

- ① 가조립 검사의 정확성을 확보하기 위해서는 기준점을 정해야 하며 이 기준점을 근거로 하여 교량의 솟음(치올림), 비틀림, 각 격점의 위치, 소울플레이트의 중심 간 길이 및 높이 등의 허용오차를 검측한다.
- ② 가조립 검사는 태양열에 의한 변형을 고려하여 오전 일찍 또는 오후 늦게 실시하며 그 외의 시간에 실시할 경우에는 반드시 시간과 기온을 기록, 유지하여 현장설치 시 온도보정에 참고토록 한다.
- ③ 가조립검사에 사용되는 계측용 장비는 국가기관 검정에 합격한 것이어야 한다.
- ④ 가조립 상태는 명시된 도면과 이상이 없도록 준비하여 공사감독원의 확인을 거쳐야 한다.
- ⑤ 가조립 검사 후 주요 이음부에 천공을 할 경우에는 다음 순서에 따른다.
 - 가. 가조립 후에 필요한 용접(스터드 및 브라켓 등)은 천공 전에 한다.
 - 나. 기준 구멍은 미리 천공하여 본 천공이 정확하게 되도록 완성된 연결판 또는 형판을 천공 전에 조임 한다.

(2) 가조립의 정밀도

가조립의 정밀도는 부록 1의 [부표 1.1]에 따른다.

3.9 곡선거더교의 제작

- (1) 제작자는 곡선거더 제작에 앞서 강재의 절단 및 가공에 대한 계획서를 제출하여 공사감독원의 승인을 받아 시행한다. 열가공에 의한 곡선거더를 제작할 경우에는 계획서에 가열방법, 가열온도 및 시간, 가열자세, 작업절차 등에 관련된 내용이 포함되어야 한다.
- (2) 최소 항복강도 340MPa 이상의 강재에 대한 열가공은 시험 등을 통해서 열가공 후 강재 품질보장이 입증된 경우에만 감독원의 승인을 받아 시행할 수 있다.
- (3) 곡선거더 가공에 필요한 선긋기, 그루브가공, 구멍뚫기 및 부재조립 등은 본 절의 해당요건에 따른다.
- (4) 곡선거더 제작에 필요한 용접이음 시공은 ‘제3장. 용접’의 해당요건에 따른다.
- (5) 곡선거더 가공
 - ① 수평곡선 용접거더교의 곡선플랜지와 웨브판 수평보강재는 설계도에 표시된 곡선

반지름에 맞추어 가스로 절단한 절단재를 사용하며, 웹판과 상·하플랜지 종방향 리브 롤러가공에 의하여 곡선화 한다.

- ② 아치리브 등을 포함한 중단곡선 용접거더교의 웹판과 플랜지 종방향 리브는 곡선 반지름에 맞추어 가스로 절단한 절단재를 사용하며, 플랜지와 웹판 수평보강재는 롤러가공에 의하여 곡선화 한다.
- ③ 형강재의 수평 및 중단곡선 가공은 기계가공 또는 열가공에 의하여 곡선화하며, 플랜지리브 및 웹판 수평보강재는 ①, ②에 준한다. 조립된 플레이트 거더를 열가공에 의하여 곡선화 할 경우에는 제작에 앞서 공사감독원의 승인을 얻어 시행한다.
- ④ 열가공에 의한 곡선화 작업은 열가공 절차서 및 요령서에 준하되 일반표준사항은 다음 사항에 준한다.

(6) 가열방법 및 가열온도

- ① 보와 거더의 곡선화를 위한 가열방법은 V-형 가열 또는 연속 가열방법에 의하여 시행하되 가열범위 및 온도는 감독원이 승인한 열가공 절차서 및 요령서에 준한다.
- ② 연속 가열방법은 상부 또는 하부 플랜지의 단부를 따라서 표면 또는 층상에 플랜지의 폭과 두께에 따라 연속적으로 가열하며 표면 가열면적은 필요한 곡선을 이룰 수 있는 온도와 충분한 폭으로 시행 한다.
- ③ V-형 가열방법은 상부와 하부플랜지가 삼각원뿔이나 쉘기모양의 가열로 각 플랜지를 따라 등간격으로 단부를 따라 가열한다. 다만 가열간격과 온도는 필요한 곡선을 얻을 수 있는 요건에 충족되어야 하며 가열은 상·하플랜지에 같은 비율로 진행시킨다.
- ④ 플랜지 내·외면의 가열은 플랜지 두께가 30mm 이상인 경우에는 동시에 가열해야 한다.
- ⑤ 철판의 가열온도는 650℃를 초과해서는 안 되며 350℃가 될 때까지 수냉을 해서는 안 된다. 인공냉각 방법은 공사감독원의 승인을 받아야 한다. 다만 별도로 가열온도와 시간, 냉각속도 등에 대한 제철소의 시험자료와 품질보증에 있는 경우에는 감독원의 승인을 받아 제철소의 권고를 따를 수 있다.

(7) 열가열 자세

- ① 거더는 수직이나 수평자세로 웹판과 함께 곡선화해야 한다.
- ② 수직자세로 곡선화 할 때에는 가열에 의한 거더의 지나친 곡선화 방지를 위하여

제2장 제작

횡방향으로 지지재나 사재를 설치한다.

- ③ 수평자세로 곡선화 할 때에는 거더의 단부와 중앙부를 지지하며, 거더중량에 의하여 플랜지의 휨응력이 허용응력을 초과해서는 안 된다. 특히 플랜지의 경우 소성 좌굴에 의한 급격한 변형이 발생하지 않도록 거더 중간부는 플랜지의 변위가 50mm 이내가 되도록 한다.

(8) 작업절차

- ① 거더는 페인트를 칠하기 전에 제작소에서 가공한다. 열가열 작업은 거더의 수직보강재를 용접하기 전이나 후에 시행하되 거더의 수축이 없는 한 연결판 및 지압보강재는 가열 후에 설치해야 한다.
- ② 수평보강재가 필요할 경우 절단한 보강재를 거더에 용접한다.
- ③ 덮개판이 있는 형강의 경우, 보는 덮개판을 부착하기 전에 열가공하고, 절단한 덮개판을 곡선보에 용접한다. 다만 플랜지와 덮개판의 두께 합이 65mm 이하이고, 곡률반경이 300m 이상인 경우 열가공 전에 덮개판을 부착해야 한다.

(9) 솟음(치올림)

- ① 거더는 열가공 전에 비틀림에 대한 처짐과 곡선에 대한 편구배 등을 고려하여 소정의 솟음(치올림)을 준다. 플레이트 거더교의 웨브판은 절단, 용접 및 열가공에 의한 수축을 고려하여 적절한 솟음(치올림)을 준다.
- ② 선상가열법 등의 열가공에 의한 솟음(치올림)은 감독원의 승인을 받아 시행한다.

- (10) 곡선거더 제작완료 후 거더의 수평곡선도 및 솟음(치올림)에 대하여 검측을 실시한다. 부재의 정밀도는 부록 1의 [부표 1.1]에 준하며 검측결과 보수작업이 필요한 경우 감독원이 승인한 절차서에 의하여 보완한다.

제3장 용접

제3장 용접

1. 일반사항

1.1 적용범위

- (1) 이 장은 건축 및 공작물의 강구조와 강교를 제작하고 설치하는데 필요한 용접공사에 적용한다.
- (2) 용접은 다음과 같이 구조물의 품질관리 구분에 따라서 KS B ISO 3834(금속재료 용접품질의 요구사항)의 해당 요구사항에 부합하도록 수행한다.
 - 품질관리 구분 가 : KS B ISO 3834-4 “기초 품질 요구사항”
 - 품질관리 구분 나 : KS B ISO 3834-3 “표준 품질 요구사항”
 - 품질관리 구분 다 : KS B ISO 3834-2 “포괄적 품질 요구사항”
 - 품질관리 구분 라 : KS B ISO 3834-2 “포괄적 품질 요구사항”

1.2 제출자료

1.2.1 제출자료에 관한 일반사항

- (1) 제작자는 구조물의 품질관리 구분에 따라 요구되는 자료를 [표 1.2.1]에 의거하여 작성, 제출한다.
- (2) 용접시공설명서 및 검정기록서 작성에 필요한 용접기호 및 용접용어는 KS B 0052(용접 기호) 및 KS B 0106(용접 용어)에 준한다.

표 1.2.1 구조물의 품질관리 구분에 따른 제출 자료 요건

품질관리 구분 자 료	가	나	다	라
용접작업계획서	해당 없음	제출	제출	제출
용접기록 및 자료	해당 없음	제출	제출	제출
용접시공시험 기록	해당 없음	해당 없음	제출	제출
제작확인서	해당 없음	해당 없음	제출	제출

제3장 용접

1.2.2 용접작업계획서

- (1) 수급인은 용접시공에 앞서 용접작업계획서를 작성한다.
- (2) 용접작업계획서에는 해당되는 경우에 따라 다음의 내용을 포함한다.
 - 용접절차서 (용접봉, 예열, 층간온도, 후열처리요건 등 관련사항 포함)
 - 용접 작업 중과 후의 제작물 뒤틀림 방지를 위한 대책
 - 용접 시점과 종점 등에 대한 허용 또는 제약조건 등을 포함한 용접 순서
 - 중간 용접검사에 대한 요건
 - 용접 작업 중 부재의 뒤집기
 - 층상박리현상 방지 대책
 - 용접봉을 위한 특별 장비
 - 용접 합격 요건
 - 검사 및 시험계획
 - 표면 처리 요건
 - 기술 인력의 관련 자료

1.2.3 용접기록 및 자료

- (1) 제작이 완료되면 제작자는 용접재료, 용접시공 및 용접검사에 관한 기록을 제출해야 한다. 용접 검사기록은 KS B 0816(침투 탐상 시험 방법 및 침투 지시 모양의 분류), KS B 0845(강용접 이음부의 방사선 투과 시험방법), KS B 0896(강 용접부의 초음파 탐상 시험 방법), KS D 0213(철강 재료의 자분 탐상 시험 방법 및 자분 모양의 분류) 중 해당 검사를 실시한 시험기록서를 작성한다.
- (2) 현장용접이 허용된 경우에는 현장용접기기에 대한 명세서와 용접기록서를 작성하여 제출해야 한다.

1.2.4 제작확인서

- (1) 제작자는 제작이 완료되면 이 절에서 규정한 제반 시험결과와 분석 자료 및 용접시공에 관한 실명으로 날인한 보고서의 사본을 제출한다.
- (2) 제작완료보고서에는 위의 (1) 이외에 부재의 변형교정, 응력제거 방법 및 내용, 용접결함 보수사항 및 현장 품질관리기록서를 포함한다.

1.3 용접법의 승인

- (1) 피복아크용접(SMAW), 가스메탈아크용접(GMAW), 플럭스코어드아크용접 (FCAW), 서브머지드아크용접(SAW), 일렉트로슬래그아크용접(ESW)의 경우 용접법의 인 증은 구조물의 품질관리 구분과 모재에 따라 좌우되며, 인증을 얻는 방법은 [표 1.3.1]을 따른다. 시험 방법 및 절차는 공인된 기준('3.2 용접시공시험' 참조)에 따른다.

표 1.3.1 구조물의 품질관리 구분에 따른 용접법의 인증

품질관리 구분 인증방법	가	나	다	라
용접절차시험	해당 없음	허용	허용	허용
사전용접절차시험	해당 없음	허용	허용	허용
표준용접절차	해당 없음	허용 ¹⁾	허용 ^{1), 3)}	불가
용접시공 실적	해당 없음	허용 ²⁾	불가	불가
검증된 용접봉 사용	해당 없음	허용 ²⁾	불가	불가

주 : 1) 항복강도 355MPa 이하 강재의 경우에만 적용

2) 항복강도 275MPa 이하 강재의 경우에만 적용

3) 건축물에 SAW, ESW를 적용하는 경우는 제외

1.4 주요시설 및 기기의 승인

- (1) 품질관리 구분 '다'와 '라'의 경우 용접에 필요한 주요시설 및 기기 등은 사전에 감독원에게 승인을 받아야 한다. 다만 건설기술관리법 제24조 3항의 규정에 의한 철강구조물제작 인증공장인 경우에는 감독원의 사전승인을 생략할 수 있다.

1.5 기술인력

1.5.1 용접사의 자격

- (1) 강구조물 제작에 참여하는 각 용접사에 대한 신분증과 자격증 또는 자격을 입증할 수 있는 자료의 사본을 제출해야 한다.
- (2) KS의 해당요건에 따라 자격을 갖추었거나, 해당 작업에 2년 이상 경험이 있는 자로서 제작자 자체 검증시험으로 확인된 자이어야 한다.
- (3) 용접사의 자격은 다음의 경우를 제외하고 기간에 제한 없이 유효한 것으로 간주한다.

제3장 용접

- ① 자격 검정을 받은 시험의 용접법을 6개월 이상 작업에 적용하지 않았을 경우
- ② 용접사의 기량에 대해 특별히 의문을 제기할 만한 이유가 있을 경우
- (4) 자격 검정을 받은 용접법을 6개월 이상 적용하지 않았을 경우의 재검정시험은 두께 10mm 강판에 대해서 시행한다.
- (5) 용접사의 검정시험 결과 또는 보고서는 감독자가 수시로 열람할 수 있도록 보관되어야 한다.
- (6) 용접사의 자격 검정시험 및 판정은 건축물의 경우 KS B 0885(수동 용접 기술 검정에 있어서의 시험 방법 및 그 판정 기준), AWS D1.1 4장 Part C, 교량의 경우 AWS D1.5 5장 Part B, 또는 구조물의 종류에 따라 세계적으로 인정받는 기준에 따른다.

1.5.2 용접업무 조정감독원

- (1) 용접업무 조정감독원은 용접이나 용접 관련 업무에 관한 생산작업을 책임지며, 교육과 훈련 및 경험 등을 통하여 지식과 능력이 입증된 자이어야 한다.
- (2) 품질관리 구분, 강종, 판의 두께에 따라 요구되는 용접업무 조정감독원의 기술관련 지식의 구분은 [표 1.5.1]에 따른다.
- (3) 용접업무 조정감독원의 기술관련 지식 구분 및 업무 내역은 KS B ISO 14731(용접업무조정 - 임무와 책임)에 따른다. 용접업무 조정감독원의 업무 내역은 계약, 설계검토, 모재 및 소모품, 하청계약, 생산계획, 장비, 용접작업, 시험, 용접 승인, 문서화 등의 활동에 관련된 명세 또는 준비, 업무조정, 통제관리, 검사 및 점검 또는 입회의 임무와 책임을 포함한다.
- (4) 용접업무 조정감독원은 하나 또는 다수의 업무조정과제를 수행한다. 다수에 의해 용접업무가 조정되는 경우 각 개인에게 임무와 책임을 배정한다.
- (5) 제작자는 적어도 1명 이상의 공인된 또는 감독원의 승인을 받은 용접업무 조정감독원을 임명한다.

표 1.5.1 용접업무 조정감독원의 기술관련 지식 구분

품질관리 구분	강종 항복강도 (MPa)	판두께 t (mm)		
		$t \leq 25$	$25 < t \leq 50$	$50 < t$
가	-	-	-	-
나	235~360	B	S	C
	420~460	S	C	C
다	235~360	C	C	C
	420~690	C	C	C
라	235~690	C	C	C

주 : B(기초적인 지식), S(세부적인 지식), C(포괄적인 지식)

1.5.3 용접검사원

- (1) 제작자 자체 품질관리의 일환으로 시행하는 용접검사는 최소 5년 이상 경력자로서 자격 있는 용접검사원이 수행해야 한다.
- (2) 비파괴 시험검사원은 비파괴 검정시험에 합격한 자이거나 공사감독원이 확인한 비파괴 교육과정을 이수한 자 이어야 한다.

2. 재료

2.1 용접재료

2.1.1 용접재료 사용에 관한 일반사항

- (1) 강도가 같은 강재를 용접할 경우에는 모재의 규격치와 동등하거나 그 이상의 기계적 성질을 갖는 용접재료를 사용한다.
- (2) 강도가 다른 강재를 용접할 경우에는 낮은 강도를 갖는 모재의 규격치와 동등하거나 그 이상의 기계적 성질을 갖는 용접재료를 사용한다.
- (3) 인성이 같은 강재를 용접할 경우에는 모재에 요구되는 값과 같거나 그 이상의 인성을 나타내는 용접재료를 사용한다.
- (4) 인성이 다른 강재를 용접하는 경우에는 인성이 낮은 모재에 요구되는 값과 같거나 그 이상의 인성을 나타내는 용접재료를 사용한다.
- (5) 내후성강재와 보통강재를 용접하는 경우에는 모재와 같거나 그 이상의 기계적 성질과 인성을 만족하는 용접재료를 사용한다.
- (6) 내후성강과 내후성강을 용접할 경우에는 모재와 동등이상이거나 그 이상의 기계적 성질, 인성 그리고 내후성능을 만족하는 용접재료를 사용한다.

2.1.2 용접방법에 따른 사용 재료의 종류 및 허용오차

용접재료의 종류 및 허용오차는 다음의 한국산업표준을 따른다. 이외의 사용재료는 해당 사용재료 표준에서 정의된 허용오차를 따른다.

(1) 피복아크용접(SMAW)

① 연강용 피복 아크 용접봉 : KS D 7004

허용오차 : KS B 0952 용접재료-치수, 허용오차, 제품의 상태, 표시 및 포장

② 고장력 강용 피복 아크 용접봉 : KS D 7006

허용오차 : KS B 0952 용접재료-치수, 허용오차, 제품의 상태, 표시 및 포장

제3장 용접

- ③ 저온용 강용 피복 아크용접봉 : KS D 7023
- ④ 내후성 강용 피복 아크용접봉 : KS D 7101
- (2) 서브머지드아크용접(SAW)
 - ① 탄소강 및 저합금강용 서브머지드 아크용접 플럭스 : KS D 7102
 - ② 탄소강 및 저합금강용 서브머지드 아크용접 와이어 : KS D 7103
- (3) 가스메탈아크용접(GMAW) 및 플럭스코어드아크용접(FCAW)
 - ① 연강용 가스 용접봉 : KS D 7005
 - ② 내후성강용 탄산가스 아크용접 플럭스 충전 와이어 : KS D 7109
 - ③ 연강 및 고장력강 마그용 용접 솔리드 와이어 : KS D 7025
 - ④ 연강, 고장력강 및 저온용 강용 아크용접플럭스코어선 : KS D 7104
 - ⑤ 내후성강용 탄산가스 아크용접 솔리드와이어 : KS D 7106
- (4) 일렉트로슬래그용접(ESW) 및 일렉트로가스용접(EGW)
 - ① 일렉트로 가스 아크용접용 플럭스코어선 : KS D 7105

2.1.3 용접봉 사용에 관한 구분 요령

- (1) 강재의 종류 및 강도와 용접방법에 따른 용접봉의 사용 구분 및 규격과 재질은 공
사감독원의 승인을 받은 용접절차서에 준하며 사용 용접봉의 재질은 모재의 화학
적 성분 및 기계적 성질(공칭 강도 및 인성)과 동등하거나 그 이상의 재료를 사용
해야 한다.
- (2) 사용 용접봉은 2.1.2항에 준하여 사용하되 이 규격 이외의 사용용접봉은 국제 규격
과 동등한 제품을 사용해야 한다.
- (3) 사용 용접봉은 용접시공 시험에 합격한 제품을 사용해야 한다. 다만 피복아크 용접
봉과 무도장 내후성 강재에 사용되는 용접재료는 [표 2.1.1] 및 [표 2.1.2]에 준한다.
- (4) KS D 3529(용접 구조용 내후성 열간압연 강재)에 따른 용접구조용 내후성 열간
압연강재를 무도장 상태로 외부에 노출하여 사용하는 경우의 용접재료는 [표
2.1.2]를 기본으로 한다. 사용 용접봉은 모재의 화학적 성분 및 기계적 성질이 동
등하거나 그 이상이며, 내후성능을 만족해야 한다.
- (5) 강도가 다른 강재를 용접하는 경우에는 강도가 낮은 모재에 요구되는 값과 같거나
그 이상의 강도를 나타내는 용접재료를 사용한다.
- (6) 인성이 다른 강재를 용접하는 경우에는 인성이 낮은 모재에 요구되는 값과 같거나
그 이상의 인성을 나타내는 용접재료를 사용한다.

표 2.1.1 피복아크 용접봉 사용구분¹⁾

피복아크 용접봉의 종류	적용강종 및 판 두께 (mm)
연강용 피복아크 용접봉	SS 400, SM 400 ($t < 25$) SS 400, SM 400 (예열을 할 때 $25 \leq t < 33$)
저수소계 피복아크 용접봉	SS 400, SM 400 (예열을 하지 않을 때 $25 \leq t < 33$) SM 490, SM 520, SM 570 SMA 400, SMA 490, SMA 570 HSB 500, HSB 500L, HSB 500W HSB 600, HSB 600L, HSB 600W HSB 800, HSB 800L, HSB 800W

주 : 1) SS400의 적용은 품질등급 가의 구조물 및 가설부재에 사용하는 경우 또는 형강이나 박판으로 된 SM재의 사용이 곤란한 경우에 한 한다. 다만 품질등급 ‘가’의 구조물을 제외한 경우에는 사전에 용접성 문제가 없는지 확인하여야 한다.

표 2.1.2 무도장 내후성 강재에 사용되는 용접재료

용 접 방 법	용접봉 규격	승인 가능한 용접봉
피복아크용접	KS D 7101	-용접봉 등급(G,P,W)에 적합한 용착금속을 갖는 용접봉 -모재의 C, Si, Mn, P, S 이외에 Cu, Cr, Ni 함량에 만족하는 용착금속의 화학성분과 기계적 성질을 갖는 용접재료
서브머지드아크용접	플럭스 : KS D 7102	
	와이어 : KS D 7103	
플럭스코어드아크용접	KS D 7109	
가스메탈아크용접	KS D 7106	

2.2 스티드형 전단연결재

2.2.1 스티드 규격

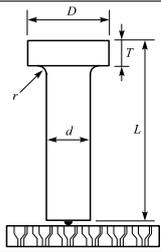
- (1) 형상은 머리붙이 스티드를 원칙으로 한다.
- (2) KS B 1062(머리붙이 스티드) 또는 국제규격과 동등한 제품을 사용한다.

2.2.2 스티드 종류 및 치수

합성 구조물에 사용되는 스티드의 지름은 16mm, 19mm 및 22mm를 표준으로 하며, 합성 거더교와 같이 특별히 필요한 경우에는 25mm를 사용할 수 있다. 형상, 치수 및 허용오차 등은 [표 2.2.1]을 표준으로 한다.

제3장 용접

표 2.2.1 스테드¹⁾의 형상, 치수 및 허용오차 (단위 : mm)

호칭	줄 기 지 림(d)		머 리 지 림(D)		머리두께 (T)최소	현치부 반지름(r)	표준형상 및 치수 표시기호
	기준치수	허용오차	기준치수	허용오차			
16	16.0	±0.3	29.0	±0.4	10	2~3	
19	19.0	±0.4	32.0				
22	22.0		35.0				
25	25		38.0				

주 : 1) 스테드 길이(L)의 허용오차는 ±1.6mm를 기준으로 함.

2.2.3 스테드 기계적 성질

(1) 스테드의 재질 요구사항 중 기계적 성질은 [표 2.2.2]에 따른다.

표 2.2.2 스테드의 기계적 성질

인장강도 (MPa)	항복강도 또는 0.2% 내력 (MPa)	연신율 (%)
400~550	235 이상	20 이상

2.2.4 기타 품질 요건

- (1) 스테드 연결재는 상온에서 제작되어야 하며, 마무리된 스테드 연결재는 품질이 균일하고, 제작과정 중에 재료 일부가 겹쳐진 상태로 되어 균열을 형성하는 등의 해로운 결함, 균열, 비틀림, 굽힘 등의 결함이 없어야 한다.
- (2) 스테드 연결재는 머리부분이나 몸부분에 단면축소나 내부 결함 및 용접균열이 없어야 한다.
- (3) 스테드 연결재는 용접을 위해서 열저항성이 있는 세라믹 링이나 기타 적합한 재료와 함께 공급되어야 한다.

2.3 용접재료의 품질관리

2.3.1 용접봉 및 플럭스

- (1) 구조용 강판, 형강, 관, 단강 및 강봉에 사용할 용접봉은 해당 KS 규격에 합당해야 하며, 실제 사용할 위치와 기타조건에 대하여 제작자가 추천하는 크기와 분류번호를 가진 피복된 용접봉이나 철선이어야 한다.
- (2) 용착금속은 해당 KS 규격의 요건에 따른다.
- (3) 모재의 종류와 용접방법에 따라 사용할 용접봉은 해당사용 규격별 용접시험 결과와 성적서를 제출하여 공사감독원의 승인을 받아야 한다.
- (4) 용접봉은 제조년월일, 공급시기 등이 가급적 동일한 제품이어야 한다. 다만 용접용 강 와이어 감기모양, 감기치수 및 무게는 KS B 0952(용접재료 - 치수, 허용오차, 제품의 상태, 표시 및 포장) 기준에 준한다.
- (5) 서브머지드아크용접에 사용되는 플럭스와 용접와이어에 대해서는 두 재료의 조합 시험보고서를 제출해야 한다.

2.3.2 보호가스

- (1) 가스메탈아크용접 및 플럭스코어드아크용접에 사용되는 보호가스나 보호가스 혼합물은 이슬점이 -40°C 이하인 용접등급을 가져야 한다.
- (2) 제작자는 사용하고자 하는 가스 및 가스혼합물이 사용기준에 적합하며 이슬점 요구조건을 만족한다는 가스제조업자의 인증서를 제출해야 한다.

2.3.3 스티드

- (1) 제작자는 스티드 제품의 품질확인서를 제출해야 한다.
- (2) 현장품질관리를 위하여 스티드의 추가 인장시험이 필요할 경우, KS B 0801(금속 재료 인장 시험편)의 표준시험편 4호를 기준으로 KS B 0802(금속 재료 인장 시험 방법)에 의하여 시험해야 한다.

3. 시공

3.1 용접시공에 관한 일반사항

3.1.1 공통사항

- (1) 용접순서 및 방향은 가능한 한 용접에 의한 변형이 적고, 잔류응력이 적게 발생하도록 하고 용접이 교차하는 부분이나 폐합된 부분은 용접이 안 되는 부분이 없도

제3장 용접

록 용접순서에 대하여 특별히 고려를 해야 한다.

- (2) 용접부에서 수축에 대응하는 과도한 구속은 피하고 용접작업은 조립하는 날에 용접을 완료하여 도중에 중지하는 일이 없도록 해야 한다.
- (3) 항상 용접열의 분포가 균등하도록 조치하고 일시에 다량의 열이 한 곳에 집중되지 않도록 해야 한다. 이러한 경우가 있을 때에는 용접순서를 조정해야 한다.
- (4) 완전용입 용접을 수동용접으로 실시 할 경우의 뒷면은 건전한 용입부까지 가우징한 후 용접을 실시해야 한다.
- (5) 용접자세는 가능한 한 회전지그를 이용하여 아래보기 또는 수평 자세로 한다.
- (6) 결함이 존재하는 경우에는 검사대장에 기입하고 결함부의 보수는 [표 3.12.1]에 따른다.
- (7) 아크 발생은 필히 용접부 내에서 일어나도록 해야 한다.
- (8) 스켈럽이나 각종 브라켓 등 재편의 모서리부에서 끝나는 필릿용접은 크레이터가 발생하지 않도록 모퉁이부를 돌려서 연속으로 용접해야 한다.
- (9) 용접개시 전 용접의 종류, 전압, 전류 및 용접방향 등을 점검하여 용접조건을 설정하고 이에 따라서 작업해야 하며 용접관리도를 현장에 비치해야 한다.
- (10) 맞대기 용접에서 용접표면의 마무리 가공이 규정되어 있지 않는 경우에는 판두께의 10% 이하의 보강살 붙임을 한 후 끝마무리를 해야 한다.
- (11) 한냉지용 강재의 주요부재 맞대기 용접은 원칙적으로 수동용접 및 탄산가스 용접으로 해야 하며 특히 용착금속의 샤르피흡수에너지는 모재의 규격 값 이상이 되어야 한다.
- (12) 부재이음에는 용접과 볼트를 원칙적으로 병용해서는 안 되지만, 불가피하게 병용할 경우에는 용접 후에 볼트를 조이는 것을 원칙으로 한다.
- (13) 그루브 용접 및 거더의 플랜지와 웨브판 사이의 필릿용접 등의 시공에 있어서는 부재와 동등한 흠을 가진 엔드탭을 붙여야 한다. 용접의 시작과 끝의 처리는 엔드탭 위에서 50mm 이상으로 하여 크레이터가 본 부재에 포함되지 않도록 해야 한다. 엔드탭은 용접 종료 후 가스절단법에 따라 제거하고 그 부분을 그라인더로 다듬질해야 한다.
- (14) 부분용입 그루브용접의 시공에서 연속된 용접선을 서로 다른 용접법으로 시공할 때에는 앞의 비드의 단부를 깎아 내고 결함이 없는 것을 확인한 다음에 용접을 해야 한다. 다만 완전한 수동용접 비드가 선행할 때에는 이를 따르지 않을 수 있다.
- (15) 재편의 모서리 부에서 끝나는 필릿용접은 모서리 부를 돌면서 연속적으로 시공해야 한다.
- (16) 현장용접의 경우 '제5장. 조립 및 설치'의 '3.1.2절 (2)항 및 3.3.2절 (5)항'에 의거 용접결

합이 발생되지 않도록 조치해야 한다.

3.1.2 조립 가용접(가용접, 임시용접과 가용접)

- (1) 품질관리 구분 ‘나’, ‘다’, ‘라’의 가용접은 인증 받은 용접법으로 수행한다.
- (2) 본용접의 일부가 되는 가용접에는 본용접을 실시하는 용접공과 동등한 기술을 가진 자가 용접해야 하며, 용접 자세는 본용접의 경우와 똑같은 자세로 용접한다.
- (3) 조립을 위한 가용접 개소는 최소화해야 하며 비드 길이, 간격은 [표 3.1.1]을 표준으로 한다.

표 3.1.1 비드 길이 및 간격

판두께 t^1 (mm)	인장강도 (MPa)	비드 길이		피치 (mm)
		수동, 반자동용접	자동용접	
$t \leq 25$	500 미만	40mm 이상	50mm 이상	300 ~ 400
$25 < t \leq 50$	500 미만	50mm 이상	70mm 이상	
모든 두께	500 이상			

주 : 1) 판두께 t 는 두꺼운 쪽의 판두께임.

- (4) 모든 가용접부는 다음 사항을 제외하고는 본용접부와 동일한 품질조건을 가져야 한다.
 - ① 연속되는 서브머지드아크용접(SAW)에 의해 채용해되어 그 일부분으로 포함되는 단일패스 가용접부의 경우
 - ② 언더컷, 채워지지 않은 크레이터 및 다공성과 같은 불연속을 갖는 가용접부를 서브머지드아크용접에 의해 용접을 실시하는 경우
- (5) 조립용접을 위한 가용접의 위치는 본용접의 시, 종단 모서리 등의 강도 상, 제작 상 지장을 받는 곳은 피한다. 또 그루브용접부의 홈 내에는 가용접을 하지 않는 것을 원칙으로 한다. 백가우징(back gouging)을 하는 용접부의 조립 용접은 백가우징을 하는 쪽에 가용접한다. 부득이 그루브 내에 가용접 할 경우에는 필히 가용접을 제거한 후 본용접을 한다. 다만 서브머지드아크용접(SAW), 가스메탈아크용접(GMAW)과 같이 용입이 깊은 용접일 경우에는 그루브내에 가용접을 두어도 무방하다.
- (6) 최종용접부에 포함되는 가용접부는 본용접에 사용되는 용접봉과 동일한 용접봉을 사용한다. 다중패스용접의 가용접부는 케스케이드법으로 용접한다.
- (7) 최종용접부에 포함되지 않는 임시용접부 및 가용접부는 모재가 손상되지 않도록 제거한다.

제3장 용접

- (8) 강제 받침의 가용접은 일반적으로 이음부내에서 이루어지도록 하며 모든 가용접은 본용접 시 채용되어 본용접에 포함되도록 한다.
- (9) 조립을 위한 가용접면에 기름, 먼지, 수분 등이 부착되어 있는 경우에는 와이어 브러시 등으로 청소한다. 또 자동용접하는 부분에 방청도장이 되어 있을 때에는 주 거더의 경우 용접기기의 능력에 따라 적당한 폭의 용접선주변에 있는 도장을 그라인더로 완전히 제거한 후 용접한다.
- (10) 부재표면에 용접흠이 생기거나 아크스트라이크(arc strike)의 발생은 원칙적으로 허용되지 않는다. 이들이 극후판에 발생된 경우에는 완벽히 보수한다.
- (11) 조립용접은 본용접의 일부로 본용접과 동종의 용접봉 및 와이어를 사용해야 하며, 고장력강 및 강관두께 25mm 이상의 조립 용접에는 저수소계 용접봉을 사용한다.
- (12) 가용접 길이는 [표 3.1.1]에서와 같이 40mm 이상으로 하고, 본용접과 동일한 방법을 적용하여 본용접 개소에 시공해야 한다. 다만 가용접의 다리길이는 4mm 이상으로 하고 그 간격은 400mm 이하로 한다.
- (13) 열처리 고장력강을 사용하는 부재의 가용접 층두께는 5mm 이상, 간격 300mm 이하, 길이 100mm 이상을 표준으로 하며, 트러스부재의 모서리 용접의 가용접두께는 본용접 시에 가용접부분이 채용용되는 크기로 하고, 균일한 용입선이 얻어지도록 한다. 모서리 용접의 가용접은 반자동 용접으로 하고 용접은 직선비드로 한다. 또, 가용접간의 비드사이에는 실링비드(sealing bead)를 실시하고, 그 사이즈, 용접방법 등은 가용접과 동일하게 한다.
- (14) 부재의 단부에 남게 되는 가용접은 피하는 것을 원칙으로 한다. 부득이 한 경우에는 부재단부를 온돌레 돌림 용접으로 하던가, 또는 부재단부에서 30mm 이상을 띄워서 가용접 한다.
- (15) 지그의 일부를 부재에 임시용접 한 경우에는 본용접 완료 후 모재에 손상이 가지 않도록 제거하고 결합이 되는 흠이 잔류하지 않도록 다듬질 한다
- (16) 임시용접은 조립완료 전까지 슬래그를 제거하고, 용접부 표면에 균열이 없는가를 확인한다. 임시용접부에 균열이 발견된 경우에는 그 원인을 규명하고, 적당한 대책을 강구한 후에 필요하다면 그 근방에 새로운 임시용접을 실시하고 균열이 발생한 임시용접은 제거 또는 보수한다.
- (17) 임시용접과 가용접 시 모재의 예열작업은 3.4절의 해당요건에 따르며, 최소예열온도는 [표 3.4.1]에 준한다.

3.1.3 피이닝(peening) 및 코킹(caulking)

- (1) 균열을 방지하기 위해 두꺼운 용접부에서 수축응력을 제거할 목적으로 중간 용접층에서 피이닝을 사용할 수 있다.
- (2) 용접부의 루트나 표면층 또는 용접부 단부에 있는 모재 위에는 피이닝을 실시해서는 안 된다.
- (3) 용접부의 루트나 표면층 또는 용접단부의 모재 위에는 슬래그 및 스패터를 제거시킬 목적으로 수동 슬래그 해머, 끌 및 경량 진동장비를 사용할 수 있는데, 이는 피이닝으로 간주하지 않는다.
- (4) 용접부에 대한 코킹은 허용되지 않는다.

3.2 용접시공시험

3.2.1 시공시험 대상

- (1) 품질관리 구분 ‘다’와 ‘라’에 대해서는 다음의 각 항의 어느 것에 해당될 경우에는 용접시공시험을 하는 것을 원칙으로 하고, 그 결과를 사전에 공사감독원에게 승인을 받는다.
 - ① 강관두께가 50mm를 초과하는 용접구조용 압연강재(KS D 3515)나 강관두께가 40mm를 초과하는 내후성 열간압연강재(KS D 3259)의 경우
 - ② 강종별 용접법에 따른 한 패스의 입열량이 표 3.2.1의 값을 초과할 경우

표 3.2.1 강종별 용접법에 따른 한 패스의 최대 입열량 (Joule/mm)

강 종	SAW	GMAW 또는 FCAW
SM490(Y), SMA490, SM520, SM570, SMA570, HSB500W, HSB600W, HSB800(L)	7,000	2,500
HSB500(L), HSB600(L)	10,000	3,000
HSB800W	5,000	2,500

- ③ 피복아크용접, 플럭스코어드아크용접, 가스메탈아크용접, 서브머지드아크용접 이외의 용접을 할 경우
- ④ 본 기준의 요건을 충족시킬 수 있음을 보여주는 사용실적이 없는 공급원이 공급

제3장 용접

한 재료(모재, 용접봉 또는 와이어, 플럭스)를 사용할 경우

3.2.2 시험의 종류

- (1) 용접시공시험은 [표 3.2.2]에 따르되, 필요에 따라 추가 용접성 시험을 실시할 수 있다.
- (2) 용접시공시험을 할 경우에 시험장관의 선정, 용접조건의 선정 등에 대해서는 다음 사항을 고려한다.
 - ① 시험장관으로는 같은 용접조건으로 취급하는 강관 중 가장 조건이 나쁜 것을 사용하는 것을 원칙으로 한다.
 - ② 용접은 실제의 시공에 사용하는 용접조건으로 하고 용접자세는 실제로 행하는 자세 중 가장 불리한 것으로 한다.
 - ③ 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.
 - ④ 재시험은 처음 개수의 2배로 한다.

표 3.2.2 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
	과괴시험 (굽힘시험)	KS B 0832	2	KS B 0832	결함길이 3mm 이하
	충격 시험 ¹⁾	KS B 0809 4호	3	KS B 0810	용착금속으로 모재의 규격치 이상 (3개의 평균치)
	마크로 시험 ²⁾		2	KS D 0210	균열없음 언더컷 1mm 이하 용접치수 확보
	방사선 투과시험		시험편 이음전장	KS B 0845	2류 이상(인장측) 3류 이상(압축측)
필릿용접 시험	마크로시험	KS D 0210	1	KS D 0210	균열없음 언더컷 1mm 이하 용접치수 확보 루트부 용융
스터드 용접시험	스터드 굽힘시험	KS B 0529	3	KS B 0529	용접부에 균열이 생겨서는 안 된다.

주 : 1) 강종 SM400, SM490A와 B, SM520A와 B에 대해서는 충격시험을 제외할 수 있다.

2) 미국용접협회(AWS)에 따른 표준용접상세가 아닌 경우에 적용되며, 표준상세인 경우에는 별도의 감독원의 요구가 있을 때에 한정됨.

3.3 용접준비

3.3.1 용접재료 선택 및 주의사항

- (1) 피복아크 용접봉 및 플럭스는 사용에 앞서 건조로에서 충분히 건조한 상태에서 사용해야 한다.
- (2) 피복아크 용접봉은 피복재가 벗겨지거나 나쁜 상태로 손상된 것을 사용해서는 안 된다.
- (3) 용접봉의 적열(赤熱)이 발생되지 않도록 사용에 주의해야 한다.
- (4) 사용하는 용접재료는 강재의 종류에 따라 2.1.2항에 준한다.
- (5) 피복아크용접의 용접봉에 대해 다음 규정을 적용한다.
 - ① 저수소계 용접봉의 사용을 원칙으로 하며, Y형 용접균열시험(KS B 0870) 등으로 용접성능이 입증된 경우에는 다른 용접봉을 사용할 수 있다.
 - ② 응력을 전달하는 피복아크용접봉은 직경이 4~6mm인 것을 표준으로 한다.
 - ③ 피복아크용접봉은 피복재가 오염되거나 손상 입은 것을 사용해서는 안 된다.

표 3.3.1 저수소계 용접봉의 허용노출시간 및 재건조

용접봉의 종류	용접봉의 규격	허용노출시간	건조온도(℃)	건조 시간
저합금강 피복아크용접봉	E 70XX-X	4시간	230~290	2시간이상
	E 80XX-X	2시간		
	E 90XX-X	1시간		
	E 100XX-X	30분		
	E 110XX-X	30분		
탄소강 피복아크용접봉	E 70XX	4시간	230~290	2시간이상

- ④ 탄소강 피복아크용접봉은 밀폐용기에 포장된 것이거나 230~260℃에서 적어도 2시간 이상 건조한 것을 사용해야 한다.
- ⑤ 저합금강 피복아크용접봉은 밀폐용기에 포장된 것이거나 370~425℃에서 1시간 이상 건조한 것을 사용해야 한다.
- ⑥ 용접봉은 밀폐용기를 개봉한 경우 또는 건조로에서 꺼낸 경우에는 즉시 최소 120℃의 오븐에 보관되어야 한다.
- ⑦ 밀폐용기 또는 건조로나 보관로에서 꺼낸 용접봉은 [표 3.3.1]의 허용시간 이내에 사용해야 한다. 허용시간에 사용하지 못한 용접봉은 1회에 한하여 230~290℃에서 최소 2시간 동안 재건조 시켜야 사용할 수 있다.

제3장 용접

- ⑧ 위의 ④~⑦의 사항에 대해 용접봉 제조자가 별도로 보증한 경우에는 생산규격 및 보증조건을 따르는 것을 원칙으로 한다.
- (6) 서브머지드아크용접의 용접와이어와 플럭스에 대해 다음 규정을 적용한다.
 - ① 용접와이어의 직경은 6.4mm를 초과하지 않아야 한다.
 - ② 플럭스는 최소 6개월 보관하였을 때 용접성능에 영향을 주지 않는 포장된 상태로 구입해야 한다. 포장이 손상되었을 경우 플럭스를 버리거나 사용 전 최소 260℃에서 1시간 동안 건조해야 한다. 48시간 용접작업이 중단된 상태에서 용접기의 플럭스 공급 층에 보관된 플럭스는 새로운 플럭스 또는 건조시킨 플럭스로 교환해야 한다.
- (7) 가스메탈아크용접 또는 플럭스코어드아크용접의 보호가스 및 용접와이어에 대해 다음 규정을 적용한다.
 - ① 차폐가스(shield gas)는 이슬점이 -40℃ 이하이어야 한다.
 - ② 용접와이어는 건조하고 사용에 적합한 상태이어야 한다. 용접와이어의 직경은 아래보기자세 및 수평자세의 경우 4.0mm, 수직자세의 경우 2.4mm, 그리고 위 보기자세의 경우 2.0mm 이하이어야 한다.

3.3.2 용접부 사전 청소 및 건조

- (1) 용접을 하려는 부위에는 기공(氣空)이나 균열을 발생시킬 염려가 있는 흑피(黑皮), 녹, 도료, 기름 등이 있어서는 안 된다.
- (2) 재편에 수분이 있는 상태로 용접을 하여서는 안 된다. 또한 조립 후 12시간 이상 경과한 부재를 용접할 때에는 용접선 부근을 충분히 건조시켜야 한다.

3.3.3 용접부 받침 및 엔드탭

- (1) 강제 받침을 사용한 그루브용접부는 용접금속이 받침재와 완전히 용융되도록 한다.
- (2) 강제 받침은 각 용접부의 전 길이에 걸쳐 연속으로 사용한다. 연속되는 강제받침은 다음 조건을 만족하는 짧은 조각을 용접하여 사용한다.
 - ① 모든 용접은 분용접과 동일한 방법으로 완전용입 그루브용접으로 한다.
 - ② 용접부는 초음파 탐상시험 또는 방사선 투과시험을 실시한다.
 - ③ 강제 받침의 용접과 시험은 강제 받침을 붙이기 전에 실시해야 한다.
- (3) 응력방향에 직각으로 설치한 강제 받침과 이음은 완만하게 다듬 가공을 한다. 다만 공사감독원의 승인을 받은 경우 응력방향과 평행하거나 또는 소요응력을 받지 않는 받침은 제거하지 않아도 된다.
- (4) 강제 받침은 모재와 밀착시켜 설치하되, 강제 받침과 모재 사이의 최대간격은

2mm로 한다.

- (5) 그루브용접부 및 필릿용접부는 적절한 뒷면 비드형상의 유지 또는 용락방지의 목적으로 동판, 플릭스, 유리테이프 또는 유사한 재료를 받침으로 사용할 수 있으나, 사전 공사감독원의 승인을 받아야 한다. 또한 용접부의 루트는 저수소계 피복아크 용접봉이나 승인된 아크용접절차에 의한 루트용접 패스로 용접해야 한다.
- (6) 품질관리 구분 ‘다’와 ‘라’, 그리고 별도로 규정된 경우 ‘나’에 대해서는 맞대기용접의 전체 목두께가 판의 모서리부분에서도 확보될 수 있도록 엔드탭을 사용한다. 엔드탭 재료의 용접성은 모재의 용접성 이상이어야 한다.

3.3.4 현장품질관리

(1) 용접재료

- ① 용접재료는 적절하게 보관, 관리되고 있는가를 확인한 후에 사용한다.
- ② 피복아크용접봉 건조는 [표 3.3.2]에 따른다.

표 3.3.2 용접봉의 건조

용접봉 종류	용접봉 건조 상태	건조온도	건조시간
연강용 피복아크용접봉	건조(개봉)후 12시간 이상 경과한 경우 또는 용접봉이 흡습할 우려가 있는 경우	100~150℃	1시간 이상
저수소계피복 아크용접봉	건조(개봉)후 4시간 이상 경과한 경우 또는 용접봉이 흡습할 우려가 있는 경우	300~400℃	1시간 이상

- ③ 용접봉은 1회에 한하여 건조하여야 하며, 또한 젖은 용접봉을 사용해서도 안 된다.
- ④ 용접봉의 사용 시에는 이동용 건조로(Portable Canister)를 이용하여 용접봉의 건조 상태를 유지해야 한다.

(2) 플릭스

- ① 서브머지드아크용접에 사용되는 플릭스는 건조상태를 유지해야 하며, 먼지, 밀스 케일 또는 기타 이물질 등의 오염물질이 없어야 한다.
- ② 서브머지드아크용접용 플릭스의 건조는 [표 3.3.3]에 따른다.

표 3.3.3 플릭스 건조

플릭스 종류	건조온도	건조시간
용융플릭스	150~200℃	1시간 이상
소결플릭스	200~250℃	1시간 이상

제3장 용접

③ 용접장비, 호퍼, 탱크 등의 모든 플럭스는 용접작업이 48시간 이상 중단될 때에는 언제든지 새로운 플럭스로 대체시켜야 한다. 플럭스는 항상 습기 및 오염물질로부터 보호되어야 하며, 젖은 플럭스를 사용해서는 안 된다.

④ 용접 시 용융된 플럭스의 재사용은 금지한다.

(3) 용접 품질관리시험

시공자는 3.2절의 시공시험 이외의 추가 용접시험이 필요할 때에는 감독원의 승인을 받아 다음 중 해당 시험을 실시해야 한다.

① 용착금속의 인장 및 충격시험 : KS B 0821

② 아크용접 이음의 한쪽 인장피로 시험 방법 : KS B 0825

③ 용착 금속의 경도 시험 방법 : KS B 0826

④ 금속 재료 용접부의 파괴 시험 - 십자 및 겹치기 이음 인장 시험 : KS B 0841

⑤ 측면 필렛 용접 이음의 전단 시험 방법 : KS B 0842

⑥ T 형 필렛 용접 이음의 굽힘 시험 방법 : KS B 0844

⑦ 강용접부의 수소량 측정 방법 : KS D 0064

⑧ 강부재 구조상세의 피로에 관련된 시험은 제작과정 상 특별한 문제가 없는 한 별도로 실시하지 않는다.

3.4 예열

3.4.1 예열에 관한 일반사항

(1) 다음의 경우는 예열을 해야 한다.

① 강재의 밀시트에서 다음 식에 따라서 계산한 탄소당량, C_{eq} 가 0.44%를 초과 할 때

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{40} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{V}{14} + \left(\frac{Cu}{13} \right) (\%)$$

다만 ()항은 $Cu \geq 0.5\%$ 일 때에 더한다.

② 경도시험에 있어서 예열하지 않고 최고 경도(H_v)가 370을 초과 할 때

③ 모재의 표면온도가 0°C 이하일 때

(2) 모재의 최소예열과 용접층간 온도는 강재의 성분과 강재의 두께 및 용접구속 조건을 기초로 하여 설정한다. 최소예열 및 층간온도는 용접절차서에 규정한다. 최대

- 예열온도는 감독자 또는 감리원의 별도의 승인이 없는 경우 230℃ 이하로 한다.
- (3) 이종금속간에 용접을 할 경우는 예열과 층간온도는 상위등급을 기준으로 하여 실시한다.
 - (4) 두꺼운 재료나 높은 구속을 받는 이음부 및 보수용접에서는 균열방지나 층상균열을 최소화하기 위해 규정된 최소온도 이상으로 예열한다.
 - (5) 용접부 부근의 대기온도가 -20℃보다 낮은 경우는 용접을 금지한다. 그러나 주위 온도를 상승시킨 경우, 용접부 부근의 온도를 요구되는 수준으로 유지할 수 있으면 대기온도가 -20℃보다 낮아도 용접작업을 수행할 수 있다.

3.4.2 예열온도

- (1) 예열은 용접선의 양측 100mm 및 아크 전방 100mm의 범위 내의 모재를 [표 3.4.1]에 표시한 최소예열온도 이상으로 가열한다.
- (2) 모재의 표면온도가 0℃ 미만인 경우는 적어도 20℃ 이상 예열한다.
- (3) 특별한 시험자료에 의하여 균열방지가 확실히 보증될 수 있거나 강재의 용접균열 감응도 P_{cm} 이 [표 3.4.2]의 조건을 만족하는 경우는 강종, 강판두께 및 용접방법에 따라 [표 3.4.1]의 값을 조절할 수 있다. 이 경우 예열온도는 다음 식과 같이 조절하거나 [표 3.4.3]에 나타낸 P_{cm} 의 값에 따른 최소 예열온도를 따른다.

$$T_p(°C) = 1,440 P_w - 392$$

여기서

$$T_p : \text{예열온도 (} °C \text{)}$$

$$P_w = P_{cm} + \frac{H_{GL}}{60} + \frac{K}{400,000}$$

H_{GL} : 용접금속의 확산성수소량

K : 용접계수의 구속도

- (4) 2전극과 다전극 서브머지드아크용접의 최소예열과 층간 온도는 감독자 또는 감리원의 승인을 받아 조절할 수 있다.

3.4.3 예열방법

- (1) 예열방법은 전기저항 가열법, 고정버너, 수동버너 등에서 강종에 적합한 조건과 방법을 선정하되 버너로 예열하는 경우에는 개선면에 직접 가열해서는 안 된다.

제3장 용접

- (2) 온도관리는 용접선에서 75mm 떨어진 위치에서 표면온도계 또는 온도초크 등에 의하여 온도관리를 한다.
- (3) 온도저하를 고려하여 아크발생 시의 온도가 규정 온도인 것을 확인하고 이 온도를 기준으로 예열직후의 계측온도로 설정한다.

3.4.4 가용접의 최소 예열온도

가용접의 최소 예열온도 및 용접층간 온도는 아래의 [표 3.4.1]에 준한다.

표 3.4.1 최소 예열온도(°C)¹⁾

강종	용접 방법	판두께(mm)에 따른 최소 예열온도(°C)			
		$t \leq 25$	$25 < t \leq 40$	$40 < t \leq 50$	$50 < t \leq 100$
SM 400	저수소계 이외의 용접봉에 의한 피복아크용접(SMAW)	예열없음	50	-	-
	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	예열없음	예열없음	50	50
	SAW, 가스실드아크용접 (GMAW 또는 FCAW)	예열없음	예열없음	예열없음	예열없음
SMA 400W	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	예열없음	예열없음	50	50
	SAW, 가스실드아크용접 (GMAW 또는 FCAW)	예열없음	예열없음	예열없음	예열없음
SM 490 SM 490Y	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	예열없음	50	80	80
	SAW, 가스실드아크용접 (GMAW 또는 FCAW)	예열없음	예열없음	50	50
SM 520 SM 570 SN 490	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	예열없음	80	80	100
	SAW, 가스실드아크용접 (GMAW 또는 FCAW)	예열없음	50	50	80
	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	예열없음	80	80	100
SMA 490W SMA 570W	SAW, 가스실드아크용접 (GMAW 또는 FCAW)	예열없음	50	50	80
	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	예열없음	예열없음	예열없음	예열없음
HSB 500 HSB 500L HSB 500W HSB 600 HSB 600L HSB 600W	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	예열없음	예열없음	예열없음	예열없음
	SAW, 가스실드아크용접 (GMAW 또는 FCAW)	예열없음	예열없음	예열없음	예열없음
HSB 800 HSB 800L	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	예열없음	50	50	50
	SAW, 가스실드아크용접 (GMAW 또는 FCAW)	예열없음	50	50	50
HSB 800W	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	50	80	80	80
	SAW, 가스실드아크용접 (GMAW 또는 FCAW)	예열없음	50	50	50

주 : 1) 이 표에서 '예열 없음'이란 모재의 표면온도가 0°C 이하일 경우에는 20°C 정도로 가열한다는 것을 뜻한다.

표 3.4.2 최소 예열온도 조절 가능한 P_{cm} ¹⁾ 조건

강재두께	SM 400 SMA 400	SM 490 SM 490Y	SM 520 SM 570 SMA 490 SMA 570	HSB 500 HSB 500L HSB 600 HSB 600L	HSB 500W HSB 600W	HSB 800 HSB 800L	HSB 800W
$t \leq 25$	0.24이하	0.26이하	0.26이하	0.20 이하	0.22 이하	0.25 이하	0.27 이하
$25 < t \leq 50$	0.24이하	0.26이하	0.27이하	0.20 이하	0.22 이하	0.25 이하	0.27 이하
$50 < t \leq 100$	0.24이하	0.27이하	0.29이하	0.20 이하	0.22 이하	0.25 이하	0.27 이하

주 : 1) P_{cm} 산정식

$$P_{cm}(\%) = C + \frac{Si}{30} + \frac{Mn}{20} + \frac{Cu}{20} + \frac{Ni}{60} + \frac{Cr}{20} + \frac{Mo}{15} + \frac{V}{10} + 5B$$

표 3.4.3 P_{cm} 에 따른 최소 예열온도¹⁾

P_{cm}	용접 방법	예열온도(℃)		
		관두께 구분 (mm)		
		$t \leq 25$	$25 < t \leq 40$	$40 < t \leq 100$
0.21	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	예열없음	예열없음	예열없음
	SAW, 가스실드아크용접	예열없음	예열없음	예열없음
0.22	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	예열없음	예열없음	예열없음
	SAW, 가스실드아크용접	예열없음	예열없음	예열없음
0.23	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	예열없음	예열없음	50
	SAW, 가스실드아크용접	예열없음	예열없음	예열없음
0.24	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	예열없음	예열없음	50
	SAW, 가스실드아크용접	예열없음	예열없음	예열없음
0.25	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	예열없음	50	50
	SAW, 가스실드아크용접	예열없음	예열없음	50
0.26	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	예열없음	50	80
	SAW, 가스실드아크용접	예열없음	예열없음	50
0.27	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	50	80	80
	SAW, 가스실드아크용접	예열없음	50	50
0.28	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	50	80	100
	SAW, 가스실드아크용접	50	50	80
0.29	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	80	100	100
	SAW, 가스실드아크용접	50	80	80

주 : 1) 이 표에서 가스실드아크용접은 GMAW 또는 FCAW를 뜻한다.

제3장 용접

3.5 피복아크용접(SMAW)

3.5.1 피복아크용접(SMAW)에 관한 일반사항

- (1) 용접봉의 등급, 크기, 아크길이, 전압 및 전류는 재질의 두께, 홈형상, 용접자세 및 작업과 관련된 기타 주변환경 등에 적합하도록 한다. 용접전류는 용접봉 제조업자의 권장범위 이내로 한다.
- (2) 수직자세에서의 하향용접은 용접 승인시험에서 책임 용접기술자의 인증을 받지 못하면 적용해서는 안 되며, 수직자세의 모든 용접진행 방향은 상향으로 한다.
- (3) 강제 받침을 사용하지 않는 완전용입 그루브용접이음부는 뒷면의 루트부를 가우징한 후 용접을 실시하여 건전한 용접부가 되도록 한다.

3.5.2 용접절차

- (1) 용접봉의 최대지름은 다음을 기본으로 한다.
 - ① 루트패스를 제외한 아래보기자세의 모든 용접 : 6mm
 - ② 수평 필릿용접부 : 6mm
 - ③ 아래보기자세로 수행한 필릿용접부의 루트패스와 루트간격이 6mm 이상의 그루브용접 : 6mm
 - ④ 수직자세 및 위보기자세 용접 : 4mm
 - ⑤ 그루브용접부의 루트용접 및 위에서 언급한 경우를 제외한 기타 용접 : 5mm
- (2) 루트패스의 최소 두께는 균열을 방지할 수 있을 정도로 충분해야 한다.
- (3) 그루브용접 루트패스의 최대 두께는 6mm로 한다.
- (4) 단일패스 필릿용접과 다중패스 필릿용접 루트패스의 최대치수는 다음에 준한다.
 - ① 아래보기자세 : 10mm
 - ② 수평자세 및 위보기자세 : 8mm
 - ③ 수직자세 : 12mm
- (5) 그루브용접 및 필릿용접부의 루트패스 후속 용접층의 최대두께는 다음을 기본으로 한다.
 - ① 아래보기자세 : 3mm
 - ② 수평자세, 수직자세, 위보기자세 : 5mm

3.6 서브머지드아크용접(SAW)

3.6.1 서브머지드아크용접(SAW)에 관한 일반사항

- (1) 서브머지드아크용접은 하나 또는 다수의 단일전극이나, 하나 또는 다수의 병렬전

극 또는 단일전극과 병렬전극을 조합하여 시행할 수 있다. 아크 사이의 간격은 선행 아크에 의해 형성된 용접금속의 슬래그가 후행 전극의 적절한 용착을 방해할 정도로 냉각되지 않도록 한다. 다중전극을 사용하는 서브머지드아크용접(SAW)은 모든 그루브용접 또는 필릿용접에 사용할 수 있다.

- (2) 열처리 고장력강을 용접할 때 입열량과 예열온도의 최대 허용조합은 강재 생산자의 권장값을 따른다.
- (3) 용접봉의 지름은 6.4mm를 초과하지 않도록 한다.
- (4) 서브머지드아크용접에 의해 용착되는 모재 표면과 인접 주위는 깨끗하고 습기가 없어야 한다.
- (5) 용입이 규정된 루트부의 용접은 뒷면 가우징하지 않고 용접할 경우 마크로시험, 방사선 투과검사 또는 기록된 검사자료에 의해 용접품질을 인증 받아야 한다.
- (6) 그루브용접에서 루트용접은 용융되는 강재 받침이나 또는 용융되지 않는 받침을 사용할 수 있다. 필릿용접부의 루트는 모재의 용락을 방지하기 위해 받침으로 지지할 수 있다.
- (7) 각 용접층에서 용착금속 단면의 높이와 최대 폭은 용접표면의 폭을 초과해서는 안 된다.
- (8) 서브머지드아크용접은 원칙적으로 용접 도중에 아크를 끊어서는 안 된다. 부득이 아크를 끊을 경우 비드 단부를 50mm 이상 경사지게 그라인딩 작업한 후 다시 용접을 시작한다.
- (9) 서브머지드아크용접은 부재를 조립한 당일 중에 실시하는 것을 원칙으로 한다. 다음날 이후에 시공할 경우에는 발청이 없는 것을 확인한 다음 충분히 청소하고 습기를 제거한 후에 실시한다.
- (10) 서브머지드아크용접의 단부에 연결시켜서 수동용접을 할 경우에는 서브머지드아크용접의 비드 단부를 50mm 이상 가우징 한 후 수동용접을 실시한다.
- (11) 서브머지드아크용접의 비드 시작점과 종료점은 원칙적으로 엔드탭 위에 둔다.
- (12) 서브머지드아크용접에 사용되는 플럭스는 용접와이어에 적합한 것인가를 승인받아야 한다. 플럭스의 보관 및 사용은 이 장 '3.3.4(2) 플럭스'의 규정에 따른다.
- (13) 개선 가공 시 루트높이 치수는 별도 용접절차서에 따른다.
- (14) 루트용입부에 8mm 이하의 가용접은 본용접에 그대로 포함시킬 수 있으나 용접부의 외관을 문제가 될 정도로 변화시키거나 용입을 감소시켜서는 안 된다. 이

제3장 용접

조건에 충족되지 않은 가용접은 본용접 이전에 적당한 방법으로 제거하거나 크기를 줄인 후 본용접을 실시한다. 두께 8mm 미만의 강재 받침을 붙인 이음부의 루트에 용접한 가용접은 제거하거나 또는 저수소계 용접봉을 사용한 피복아크 용접으로 접합 전길이에서 연속되도록 한다.

3.6.2 단전극을 사용한 서브머지드아크용접 절차

- (1) 단일전극은 하나 또는 다수의 동력단위로 구성된 하나의 동력원에 단독으로 연결된 1개의 전극을 의미한다.
- (2) 필릿용접 이외의 경우에 모든 서브머지드아크용접은 원칙적으로 아래보기자세로 용접한다. 필릿용접은 아래보기자세나 또는 수평자세로 할 수 있으나 수평자세로 할 경우 단일전극을 사용한 단일패스 필릿용접의 크기는 8mm를 초과해서는 안 된다.
- (3) 루트 및 표면층을 제외하고 용접층의 두께가 6mm를 초과해서는 안 된다. 루트간격이 12mm 이상 또는 용접층의 폭이 16mm를 초과할 시에는 다중패스의 층 분할 방식으로 실시한다.
- (4) 용접전력, 아크전압 및 진행속도는 각 용접층이 인접한 모재와 용접금속에 완전히 융합되도록 하고 오버랩 또는 과도한 언더컷이 발생되지 않도록 정한다.

3.6.3 병렬전극을 사용한 서브머지드아크용접 절차

- (1) 병렬전극은 동일한 동력원에 단독으로 병렬 연결된 2개의 전극이다. 이 2개의 전극은 보통 하나의 전극공급기에 의해 공급된다. 명시된 경우의 용접전류는 2개의 전극을 합한 값으로 한다.
- (2) 필릿용접 이외의 경우에 병렬전극을 사용한 서브머지드아크용접은 아래보기자세로 한다. 필릿용접은 아래보기자세 또는 수평자세로 할 수 있으나 수평자세로 할 경우, 병렬전극을 사용한 단일패스 필릿용접의 크기는 8mm를 초과해서는 안 된다.
- (3) 용접층의 두께에 대한 제한은 없다. 그루브용접의 루트패스에는 단일전극 또는 병렬전극을 사용할 수 있다. 받침이나 루트면은 용락을 방지할 수 있는 적당한 두께로 한다. 그루브용접에서 용접층이 용착되는 그루브 내의 표면 폭이 12mm를 초과할 경우에는 귀퉁이 부분의 융합을 보장할 수 있도록 병렬전극을 횡방향으로 배치하거나 층 분할방식을 적용한다. 앞서 용착된 층의 폭이 16mm를 초과할 경우에는 용접방향을 따라 앞뒤로 배치한 전극으로 층 분할방식을 적용한다.
- (4) 용접전류, 아크전압, 용접속도 및 전극들의 상대위치는 각 용접 층이 모재와 완전

히 융합되고 용접부의 토우(지단부)에 함몰자국이나 과도한 언더컷이 발생하지 않도록 정한다. 구속된 이음부의 루트에 균열이 발생하지 않도록, 초기 용접패스의 비드형상이 지나치게 오목하지 않도록 한다.

- (5) 병렬전극을 사용한 서브머지드아크용접을 수행할 때 예열 및 층간 온도는 이 장의 ‘3.4 예열’의 해당요건에 따른다. 단일패스 그루브용접 및 필릿용접에 대해서 감독원이 승인한 경우 열영향부의 경도를 모재 인장강도 415MPa 미만인 강재는 비커스 경도지수 225 미만, 인장강도 415MPa 이상 485MPa 이하인 강재는 비커스 경도지수 280 미만으로 줄이는데 충분하도록 모재와 입열량의 조합에 대해 예열 및 층간 온도를 정할 수 있다.

3.6.4 다중전극을 이용한 서브머지드아크용접 절차

- (1) 다중전극은 둘 이상의 단전극 또는 병렬전극을 조합한 것으로 각각의 전원과 독립적인 전극공급기를 가지고 있다.
- (2) 필릿용접 이외의 경우에 다중전극을 사용한 서브머지드아크용접은 아래보기자세로 수행한다. 필릿용접은 아래보기자세나 또는 수평자세로 할 수 있으나 수평자세로 할 경우 다중전극을 사용한 단일패스 필릿용접의 크기는 12mm를 초과해서는 안 된다.
- (3) 용접층의 두께에 대한 제한은 없다. 그루브용접의 루트패스에는 단일전극 또는 다중전극을 사용할 수 있다. 받침이나 루트면은 용락을 방지할 수 있는 적당한 두께로 한다. 그루브용접에서 용접층이 용착되는 그루브 내의 표면 폭이 12mm를 초과할 경우에는 귀퉁이 부분의 융합을 보장할 수 있도록 병렬전극을 횡방향으로 배치하거나 또는 층 분할방식을 적용한다. 앞서 용착된 층의 폭이 25mm를 초과하고, 2개의 전극만이 사용될 경우 용접방향을 따라 앞뒤로 배치한 전극으로 층 분할방식을 적용한다.
- (4) 용접전류, 아크전압, 용접속도 및 전극들의 상대위치는 각 용접 층이 모재와 완전히 융합되고 용접부의 토우(지단부)에 함몰자국이나 과도한 언더컷이 발생하지 않도록 정한다. 구속된 이음부의 루트에 균열이 발생하지 않도록, 초기 용접패스의 비드형상이 지나치게 오목하지 않도록 한다.
- (5) 다중전극을 사용한 서브머지드아크용접을 수행할 때 예열 및 층간 온도는 이 장의 ‘3.4 예열’의 해당요건에 따른다. 단일패스 그루브용접 및 필릿용접에 대해서 감독원이 승인한 경우 열영향부의 경도를 모재 인장강도 415MPa 미만인 강재는 비커

제3장 용접

스 경도지수 225 미만, 인장강도 415MPa 이상 485MPa 이하인 강재는 비커스 경도지수 280 미만으로 줄이는데 충분하도록 모재와 입열량의 조합에 대해 예열 및 층간 온도를 정할 수 있다.

3.7 가스메탈아크용접(GMAW) 및 플럭스코어드아크용접(FCAW)

3.7.1 가스메탈아크용접(GMAW) 및 플럭스코어드아크용접(FCAW)에 관한 일반사항

- (1) 용접와이어는 건조하고 사용에 적합한 상태로 관리되어야 한다.
- (2) 용접와이어의 최대직경은 아래보기자세 및 수평자세의 경우 4.0mm, 수직자세의 경우 2.4mm, 위보기 자세의 경우 2.0mm로 한다.

3.7.2 용접층 두께

- (1) 단일패스로 이루어진 필릿용접부의 최대 용접 목두께는 아래보기자세 및 수직자세의 경우 12mm, 수평자세의 경우 10mm, 위보기자세의 경우 8mm로 한다.
- (2) 가스메탈아크용접 및 플럭스코어드아크용접의 루트와 표면층을 제외한 그루브용접 부에서 한 용접층의 두께는 6mm를 초과하지 않도록 한다. 루트간격이 12mm 이상일 경우에는 다중패스의 분할층(split-layer) 기법을 사용한다. 모든 용접자세의 가스메탈아크용접과 수직자세를 제외한 플럭스코어드아크용접 용접층의 폭이 16mm를 초과할 경우와 수직자세의 플럭스코어드아크용접 용접층의 폭이 25mm를 초과할 경우에도 다중패스 용접의 분할층 기법을 사용한다.

3.7.3 용접절차

- (1) 용접전류, 아크전압, 가스유동, 용접봉의 끝단에서 모재로 용착되어지는 금속의 이행형식, 용접속도는 각 용접패스가 인접한 모재와 용착금속에 완전히 융합되고, 오버랩이나 과도한 기공 또는 언더컷이 없도록 선정되어야 한다.
- (2) 수직용접자세로 용접할 경우 용접의 진행 방향은 상향으로 한다. 다만 감독원의 승인을 받은 시험에 의해 용접의 하향진행을 인증 받은 경우에 한하여 하향진행을 할 수 있다.
- (3) 받침을 사용하지 않는 완전용입그루브용접인 경우, 앞면의 용접을 수행한 후 뒷면에서 용접을 시작하기 전에 가우징이나 치핑 또는 기타의 방법으로 결함이 있거나 형상이 좋지 못한 부분이 모두 제거될 때까지 루트부의 용접금속을 제거해야 한다.
- (4) 가스메탈아크용접 또는 보호가스를 사용하는 플럭스코어드아크용접은 바람이 심한 곳에서는 적당한 보호막을 설치하여 용접해야 한다. 이와 같은 보호막은 용접부 주

- 변의 최대 풍속을 2.7m/s까지 감소시킬 수 있는 적절한 방풍시설을 갖추어야 한다.
- (5) 단락이행 가스메탈아크용접은 감독원의 서면 승인이 없는 경우 교량 부재의 제작에 사용할 수 없다.

3.8 일렉트로슬래그용접(ESW) 및 일렉트로가스용접(EGW)

3.8.1 일렉트로슬래그용접(ESW) 및 일렉트로가스용접(EGW)에 관한 일반사항

- (1) 일렉트로슬래그용접 및 일렉트로가스용접은 열처리(Quenched and Tempered) 강의 용접이나 인장응력 또는 반복응력을 받는 부재의 용접에 사용해서는 안 된다.
- (2) 일렉트로가스용접에 쓰이는 보호가스는 용접의 등급과 같은 것이어야 하며, 용접절차서의 모든 요구조건을 만족시켜야 한다. 용접현장에서 혼합할 경우에는 적절한 측정 장치를 사용하여 가스를 배합시키도록 한다. 가스비율은 용접절차서의 요건에 준한다.
- (3) 사용 용접봉의 종류와 지름은 용접절차서의 요구조건에 준한다.

3.8.2 용접절차

- (1) 용접은 시작점에서 출발하기 전에 연결부의 그루브 면에 용접금속을 완전 용융시키기 위해 필요한 열이 충분히 축적될 수 있는 방식으로 시작되어야 한다.
- (2) 이 용접방법은 입열량이 크므로 일반적으로 예열이 필요하지 않다. 그러나 용접시 모재의 온도가 0℃ 미만일 경우에는 용접을 해서는 안 된다. 시작점의 용접품질 개선을 위하여 용접절차서에 따른 예열이 요구될 수 있다.
- (3) 슬래그나 용융된 용접금속이 응고되기 시작할 정도의 기간 동안 용접을 중단한 경우에는 용접 재시작부 양측 최소 150mm 이상에서 초음파 탐상검사와 방사선 투과검사(가능한 용접부의 경우)에 의해 용접부의 건전성이 확인된다면 용접을 재시작할 수 있다. 이러한 모든 재시작부의 위치는 기록되어 감독원에게 보고되어야 한다.
- (4) 고온균열이 생기지 않도록 구속응력, 모재성분, 응고 시의 결정입자 발달 방향에 주의하여야 한다.
- (5) 보호가스를 사용하는 일렉트로가스용접은 풍속이 2.7m/s 이상일 경우 용접을 해서는 안 된다. 부득이 용접을 실시할 경우에는 용접부 주변의 최대풍속을 2.7m/s 이하까지 감소시킬 수 있는 적절한 방풍시설을 갖추어야 한다.
- (6) 주부재의 모든 맞대기 그루브용접은 용접검사 규정에 따라 방사선 투과시험을 실시해야 하며 용접부의 결함은 [표 3.12.1]에 의하여 교정해야 한다.

제3장 용접

3.9 플러그 및 슬롯 용접

3.9.1 플러그 및 슬롯 용접에 관한 일반사항

플러그용접은 피복아크용접, 가스메탈아크용접 및 플럭스코어드아크용접에 의하여 시행한다.

3.9.2 용접절차

- (1) 아래보기자세 용접 시에는 연결부 루트를 따라 용착시키고 홀의 중심을 향하여 원주방향으로 용착시켜 루트와 바닥에서부터 용접금속 층이 융합되고 쌓여서 요구되는 높이로 홀을 채우도록 반복해야 한다. 용접이 완료될 때까지 용착된 부위의 슬래그는 용융상태로 유지시켜야 하되, 아크가 중단되거나 슬래그가 냉각되면 슬래그를 완전히 제거한 후 재용접해야 한다.
- (2) 수직자세로 용접할 경우 구멍의 아래쪽 루트에서 시작해서 위를 향하여 용접하되, 구멍의 내측 강판 면에서 구멍 주변 쪽으로 실시한다. 아크는 구멍의 윗부분에서 끌내고 슬래그를 완전히 제거한 후 구멍의 반대편에서 다시 용접을 시작한다.
- (3) 위보기자세 용접 시에는 아래보기자세에 준하여 시행하되 슬래그는 각 용접층 용착 후 냉각시켜서 완전히 제거한다.
- (4) 슬롯 용접은 위의 (3)을 적용하는 슬롯의 길이가 용접폭의 3배 이상, 또는 슬롯이 부재의 단부까지 연장된 경우를 제외하고는 플러그 용접과 동일한 방법으로 시행한다.
- (5) 플러그 용접이나 슬롯 용접을 앞서 용착한 용접비드 위에 용융된 슬래그를 뚫고 계속하고자 할 때 단속아크, 과대한 스패터, 과대한 가스를 동반한 슬래그 끓음 등 용융 불연속이 형성되어 있는 동안 나타나는 상태의 징후는 아크와 슬래그 커버를 보면 알 수 있다. 이러한 용접 흠이 발생할 경우에는 용접을 중단하고 슬래그를 냉각시킨 후 슬래그나 용접 층을 완전히 제거하고 재용접한다.

3.10 스테드의 용접

3.10.1 스테드의 용접에 관한 일반사항

- (1) 스테드는 자동시간조절 아크스테드용접기에 적합해야 한다.
- (2) 각 스테드는 열에 저항성이 있는 세라믹 또는 적합한 재료로 만든 링(ferrule)과 함께 사용해야 한다.
- (3) 직경 8mm 이상의 스테드를 용접하는 경우에는 탈산화와 아크안정을 위한 플럭스가 갖추어져야 한다.

3.10.2 모재의 준비

- (1) 스테르드가 용접되는 모재의 부위는 충분한 용접이 이루어질 수 있도록 스케일, 녹, 습기 또는 기타 이물질이 없어야 한다.
- (2) 용접될 부위는 와이어브러쉬, 디스케일링(descaling) 또는 연마 등으로 깨끗이 준비해야 한다.
- (3) 모재의 온도가 -20°C 미만이거나 표면에 습기, 눈 또는 비에 노출된 경우에는 용접을 해서는 안 된다. 다만 모재의 온도가 $-20^{\circ}\text{C} \sim 0^{\circ}\text{C}$ 인 경우에는 추가의 육안검사와 굽힘시험 등을 통하여 감독원의 승인을 얻어 용접할 수 있다.

3.10.3 스테르드 용접절차

- (1) 스테르드는 직류 음극에 스테르드를 연결하는 자동시간조절 스테르드용접장비로 용접하는 것을 기본으로 한다.
- (2) 용접전압, 전류, 시간 및 스테르드의 장전과 밀어 넣기를 위한 스테르드 건은 과거의 경험과 스테르드용접기 제조자의 지침에 따라 최적상태로 조정한다.
- (3) 두 개 이상의 스테르드건을 동일한 전원으로 사용하는 경우, 한번에 하나의 스테르드 건만이 작동하도록 하고 하나의 스테르드를 용접한 후 다른 스테르드용접을 시작하기 전에 동력이 완전히 회복되어야 한다.

3.10.4 스테르드 용접보수

- (1) 스테르드자동용접에서 스테르드가 완전한 360° 의 용착부를 얻지 못 할 경우, 수급인은 누락된 용착부를 사전에 인정된 플럭스코어드아크용접이나 가스메탈아크용접, 또는 피복아크용접 방법을 사용하여 최소 필릿 용접으로 적절하게 보수한다.
- (2) 보수용접은 보수하는 결함의 각 끝에서 최소 10mm 이상을 연장하여 실시한다.

3.10.5 스테르드필릿용접

- (1) 스테르드용접은 스테르드 건에 의한 자동용접을 원칙으로 하되, 부득이한 경우에는 사전에 감독원의 승인을 받아 시행해야 한다. 스테르드 직경이 10mm 미만인 경우 또는 용접자세에서 벗어난 경우에는 더 작은 직경의 용접봉을 사용할 수 있다.
- (2) 필릿용접의 최소치수는 [표 3.10.1]에 준한다.

제3장 용접

표 3.10.1 필릿용접의 최소치수 (단위 : mm)

스터드 지름	최소치수
$\phi \leq 10\text{mm}$	6
$10\text{mm} < \phi \leq 25\text{mm}$	8
$\phi > 25\text{mm}$	10

(3) 스테드의 필릿용접은 다음 규정에 준하여 시행한다.

- ① 용접살의 높이 1mm, 폭 0.5mm 이상의 더돋기(weld reinforcement)가 주위에 쌓이도록 한다.
- ② 용접부의 균열 및 슬래그 혼입이 없어야 한다.
- ③ 날카로운 형상의 언더컷 및 깊이 0.5mm 이상의 언더컷이 없어야 한다.
- ④ 스테드의 마무리 높이는 설계 치수에 대해 $\pm 2\text{mm}$ 이내 이어야 한다.
- ⑤ 스테드의 기울기는 5° 이내 이어야 한다.
- ⑥ 스테드용접은 아래보기 자세로 한다.
- ⑦ 모재의 최소 예열온도는 [표 3.4.1]에 의한다.

3.11 용접검사

3.11.1 용접검사의 종류 및 범위

- (1) 용접의 육안검사 및 비파괴시험은 구조물의 중요도 및 용접의 종류 등에 따라 결정하되 비파괴시험 관련 절차서를 제출하여 감독원의 승인을 받아 시행한다.
- (2) 모든 용접은 전 길이에 대해 육안검사를 수행한다. 표면 결함이 발견된 경우에는 필요에 따라 침투탐상시험(PT, penetrating test) 또는 자분탐상시험(MT, magnetic particle examination) 등을 수행할 수 있다.
- (3) 설계도서에 별도로 명시되어 있지 않는 한 품질관리 구분 ‘가’의 경우에는 용접부에 대한 비파괴시험이 요구되지 않으며, 품질관리 구분 ‘나’, ‘다’, ‘라’의 경우에는 비파괴시험을 수행해야 한다.
- (4) 비파괴시험의 범위는 [표 3.11.1]과 같으며, 강도로교 및 강철도교에 대해서는 ‘3.11.4 강도로교 및 강철도교 비파괴시험’을 적용한다.

표 3.11.1 비파괴시험의 범위

용접부 종류 ¹⁾	품질관리 구분				시험 방법
	가	나	다	라	
인장응력을 받는 완전용입 또는 부분용입 횡방향 맞대기 용접부	해당 없음	10%	20%	100%	RT, UT
완전용입 또는 부분용입 횡방향 맞대기 용접부 - 십자이음부 - T-이음부	해당 없음	10% 5%	20% 10%	100% 50%	UT
인장 또는 전단을 받는 횡방향 필릿용접부 - $a > 12\text{mm}$ or $t > 20\text{mm}$ - $a \leq 12\text{mm}$ and $t \leq 20\text{mm}$	해당 없음	5% 0%	10% 5%	20% 10%	MT
종방향 용접과 보강재 용접부	해당 없음	0%	5%	10%	MT

주 : 1) 이 표에서 종방향 용접은 부재의 축방향과 평행인 용접이며, 그 이외의 경우에는 횡방향 용접으로 간주한다. 또한 a 는 용접의 목두께이며, t 는 모재의 두께 (mm)

3.11.2 육안검사

(1) 검사범위

모든 용접부는 육안검사를 실시한다. 용접비드 및 그 근방에서는 어떤 경우도 균열이 있어서는 안 된다.

(2) 용접균열의 검사

균열검사는 육안으로 하되, 특히 의심이 있을 때에는 자분탐상법 또는 침투탐상법으로 실시해야 한다.

(3) 용접비드 표면의 피트

주요 부재의 맞대기이음 및 단면을 구성하는 T 이음, 모서리 이음에 관해서는 비드 표면에 피트가 있어서는 안 된다. 기타의 필릿용접 또는 부분용입 그루브용접에 관해서는 한 이음에 대해 3개 또는 이음길이 1m에 대해 3개까지 허용한다. 다만 피트 크기가 1mm 이하일 경우에는 3개를 한 개로 본다.

(4) 용접비드 표면의 요철

비드길이 25mm 범위에서의 고저차로 나타내는 비드 표면의 요철은 다음 [표 3.11.2]의 값을 초과해서는 안 된다.

제3장 용접

표 3.11.2 용접비드 표면의 요철 허용값 (단위 : mm)

품질관리 구분	가	나	다	라
요철 허용 값	해당없음	4	4	3

(5) 언더컷

언더컷의 깊이는 [표 3.11.3]의 값을 초과해서는 안 된다.

표 3.11.3 언더컷의 깊이의 허용값 (단위 : mm)

언더컷의 위치	품질관리 구분			
	가	나	다	라
주요부재의 재편에 작용하는 1차응력에 직교하는 비드의 종단부	해당없음	0.5	0.5	0.3
주요부재의 재편에 작용하는 1차응력에 평행하는 비드의 종단부	해당없음	0.8	0.8	0.5
2차부재의 비드 종단부	해당없음	0.8	0.8	0.8

(6) 오버랩

오버랩이 있어서는 안 된다.

(7) 필릿용접의 크기

필릿용접의 다리길이 및 목두께는 지정된 치수보다 작아서는 안 된다. 그러나, 한 용접선 양끝의 각각 50mm를 제외한 부분에서는 용접길이의 10% 까지의 범위에서 -1.0mm의 오차를 인정한다.

3.11.3 비파괴시험

- (1) 비파괴시험은 육안검사에 합격한 용접부에 실시한다. 일반적으로 용접 후 [표 3.11.4]에 명시된 최소 지체시간이 경과한 이후에 실시한다.

표 3.11.4 비파괴시험의 용접 후 최소 지체시간

용접 목두께 (mm)	용접 입열량 (J/mm)	지체시간 (시간, hr) ¹⁾	
		항복강도 (MPa)	
		420 이하	420 초과
$a \leq 6$	모든 경우	냉각시간	24
$6 < a \leq 12$	3000 이하	8	24
	3000 초과	16	40
$12 \leq a$	3000 이하	16	40
	3000 초과	40	48

주 : 1) 여기서 지체시간은 용접완료 후부터 비파괴시험 시작 때까지의 시간을 뜻함

(2) 침투탐상시험 및 자분탐상검사

침투탐상 검사 및 자분탐상 검사는 각각 KS D 0213(철강 재료의 자분 탐상 시험 방법 및 자분 모양의 분류)과 KS B 0816(침투 탐상 시험 방법 및 침투 지시 모양의 분류) 기준에 준한다.

(3) 방사선투과시험

방사선투과시험의 합격기준은 KS B 0845(강용접 이음부의 방사선 투과 시험방법)에 따라 등급을 분류하고 그 판정은 [표 3.11.5]에 준한다.

(4) 초음파탐상시험

초음파탐상시험의 합격기준은 KS B 0896(강 용접부의 초음파 탐상 시험 방법)에 따라 등급을 분류하고 그 판정은 [표 3.11.5]에 준한다.

표 3.11.5 방사선투과시험 및 초음파탐상시험의 합격기준

품질관리 구분 및 응력 종류	합격 등급
품질관리 구분 '가'	해당없음
품질관리 구분 '나'	3류 이상
품질관리 구분 '다'	2류 이상
품질관리 구분 '라'	2류 이상
강도로교 및 강철도교 (3.11.4항 참조)	
- 인장 및 교변응력이 작용하는 용접부	2류 이상
- 압축 및 전단응력이 작용하는 용접부	3류 이상

제3장 용접

3.11.4 강도로교 및 강철도교 비파괴시험

(1) 강도로교 및 강철도교 비파괴시험에 관한 일반사항

- ① 용접부에 대한 비파괴검사는 주로 주부재를 대상으로 실시하는 것을 기본으로 하며, 2차 부재에 대해서는 주응력을 받는 부재에 한하여 시행하되, 승인된 계획서 및 절차서에 의하여 실시한다.
- ② 완전용입 그루브용접부에 대한 비파괴검사는 방사선투과시험 또는 초음파탐상시험을 기본으로 한다. 기존에 초음파탐상검사에 대한 충분한 근거자료가 있어 감독원이 이를 인정하는 경우, 방사선 투과검사의 적용이 곤란한 경우, 또는 설계도서에 별도로 명시된 용접부에 대해서는 초음파탐상검사를 실시한다. 또한 두께가 50mm이상인 경우에는 방사선투과검사 대신에 초음파탐상검사로 대체할 수 있다.
- ③ T이음부나 모서리 이음의 완전용입부는 초음파탐상시험을 기본으로 한다.
- ④ 일렉트로슬래그용접(ESW) 또는 일렉트로그스용접(EGW)에 의해 용접된 완전용입 용접부에 대해서는 방사선투과시험과 초음파탐상시험을 모두 실시하는 것을 기본으로 한다.

(2) 주부재의 완전용입 그루브용접부에 대해서는 방사선투과시험 또는 초음파탐상시험을 다음과 같이 실시한다.

- ① 아래의 ②와 ③의 경우를 제외한 인장 또는 반복하중을 받는 용접부는 용접의 시, 종점부에 대해 방사선투과시험(2매)을, 나머지 100%에 대해 초음파탐상시험을 실시한다.
- ② 거더 웹판의 수직방향 맞대기이음부는 최대 인장점으로부터 웹판 높이의 1/3까지의 범위 100%와 나머지 부분의 25%에 대해 초음파탐상시험을 실시한다. 다만 교변응력이 발생하는 위치의 이음부는 용접부 100%에 대해 초음파탐상시험을 실시한다.
- ③ 거더 웹판의 종방향 맞대기이음은, 설계도서에 별도로 명기되어 있지 않는 한, 3.11.4 (3)과 (4)의 규정에 따른다.
- ④ 압축응력이나 전단응력을 받는 그루브이음부는 용접부 25%에 대해 초음파탐상시험을 실시한다.
- ⑤ 크로스빔의 상부플랜지와 주거더의 상부플랜지 또는 크로스빔의 상부플랜지와 스트링거의 상부플랜지 사이의 그루브이음부는 용접부 100%에 대해 초음파탐상시험을 실시한다.

- ⑥ 방사선투과검사나 초음파탐상검사의 부분검사 대상은 용접 품질에 영향을 줄 수 있을 것으로 예상되는 요인들을 고려하여 이음부 전체에 균등히 분포하도록 선정한다. 검사결과 결함이 발견된 경우에는 동일한 용접품질이 예상되는 용접그룹의 나머지 용접부 전 길이에 대해 검사를 실시한다.
 - ⑦ 강바닥판의 데크플레이트 간 현장 용접부를 초음파탐상검사로 실시할 경우 용접부 전 길이에 대해 실시한다.
- (3) 주부재의 필릿용접부와 부부재의 부분용입 그루브용접부에 대해서는 다음과 같이 자분탐상시험을 실시한다.
- ① 인장강도 520MPa급(모재의 강도가 서로 다른 경우 낮은 강도를 기준으로 함) 이하인 경우 주거더 플랜지와 웨브판 사이의 접합부, 웨브의 종방향 맞대기이음부의 필릿용접부(PJP) 또는 부분용입 그루브용접부는 단부를 포함하여 매 용접길이 3m당 300mm의 구간에 대해 자분탐상검사를 실시한다. 용접치수와 이음 종류별 용접의 길이가 3m 미만인 경우에도 각 용접에 대해 용접길이 300mm의 구간을 검사해야 한다.
 - ② 인장강도 570MPa급(모재의 강도가 서로 다른 경우 낮은 강도를 기준으로 함) 이상의 경우 주거더 플랜지와 웨브판 사이의 접합부, 플랜지와 종리브 사이의 접합부, 그리고 웨브의 종방향 맞대기이음부의 필릿용접부 또는 부분용입 그루브용접부는 단부를 포함하여 매 용접길이 3m당 300mm의 구간에 대해 자분탐상검사를 실시한다. 용접치수와 이음 종류별 용접의 길이가 3m 미만인 경우에도 각 용접에 대해 용접길이 300mm의 구간을 검사해야 한다.
 - ③ 용접결함이 발견될 경우에는 용접의 전체길이 또는 용접결함이 발견된 위치로부터 양쪽으로 각 1.5m 중 짧은 쪽을 선택하여 자분탐상시험을 추가로 실시한다.
 - ④ 2차 부재의 필릿용접은 육안검사를 실시하는 것을 기본으로 하고, 균열의 의심이 있는 경우에만 위의 기준에 준하여 실시한다.
- (4) 주부재의 부분용입 그루브용접부에 대해서는 다음과 같이 초음파탐상시험을 실시하는 것을 기본으로 한다.
- ① 주부재의 부분용입 그루브용접부는 단부를 포함하여 매 용접길이 6m당 300mm의 구간에 대해 초음파탐상검사를 실시한다. 용접치수와 이음 종류별 용접길이가 6m 미만인 경우에도 각 용접에 대해 용접길이 300mm의 구간을 검사해야 한다.
 - ② 불합격일 경우에는 용접의 전체길이 또는 불합격 된 위치로부터 양쪽으로 각

제3장 용접

1.5m 중 짧은 쪽을 선택하여 초음파탐상시험을 추가로 실시한다. 다만 판정기준은 용입깊이 및 용입깊이 내의 중요 결함을 확인하는 것으로 하며, 3류 이상 합격으로 한다.

- (5) 결함을 보수한 후에는 보수 결과를 확인하기 위해 비파괴시험을 실시한다. 검사는 결함 보수부와 보수부 양쪽으로 최소한 50mm 연장시킨 범위를 포함한다.
- (6) 현장용접의 검사는 다음에 준한다.
 - ① 강바닥판을 제외한 주거더의 플랜지, 웨브판, 종리브 그리고 강재교각의 보와 기둥의 용접부는 용접부 100%에 대해 방사선투과시험 또는 초음파탐상시험을 실시한다.
 - ② 강바닥판의 데크플레이트 간 용접부는 방사선투과시험 또는 초음파탐상시험을 실시한다. 방사선투과시험을 할 경우에는 시점과 종점에 연속해서 2매, 중간부에서는 1m당 1매 또는 용접와이어의 시점과 종점에서 1매를 검사한다. 십자 교차점에서는 사방으로 각 2매씩 검사한다. 방사선투과시험에 의한 샘플링 검사를 실시한 경우에는 결함부의 양측 각 1m의 범위에 대해서는 추가 검사를 실시하고, 이들 개소에서 결함이 발생된 경우에는 그 용접부 전체를 검사해야 한다. 방사선투과시험 대신 초음파탐상시험으로 할 경우에는 용접부 전 길이를 검사해야 한다.

3.11.5 스티드용접 검사

(1) 검사범위

① 건축구조물

스티드용접 후의 마감높이 및 기울기 검사는 100개 또는 부재 1개에 용접된 숫자 중 작은 쪽을 1개의 검사 단위로 하며, 검사 단위당 1개씩 검사한다. 단, 육안검사를 위해 표본 추출하는 경우에는 1개 검사단위 중에서 전체보다 길거나 짧은 것 또는 기울기가 큰 것을 선택한다.

② 토목구조물

가. 용접변수(스티드건, 전원, 스티드의 직경, 스티드 장전과 밀어넣기의 양, 전류와 용접시간, 용접자세 등) 설정 후 매일 또는 매 생산용접 작업 전에 처음 2개의 스티드를 시험용접하고 육안검사와 굽힘시험을 수행한다. 검사결과 문제가 있는 경우에는 용접절차시방서(WPS)를 수정한 후, 두께와 물성이 모재와 유사한 재료 위에 다시 2개의 스티드를 용접하고 육안검사와 굽힘시험을 수행한다.

나. 생산용접된 모든 스티드는 육안검사를 하고, 육안검사에 불합격되거나 보수용

접을 한 스티드는 굽힘시험을 한다.

다. 모재의 온도가 0°C 이하에서 용접된 스티드는 총 개수의 1%에 대해 굽힘시험을 실시한다.

③ 육안검사

검사시에는 적절한 측정기구를 사용하여야 하며, 합격 및 불합격의 판정은 [표 3.11.6]에서 나타낸 검사기준에 의해 판정한다.

표 3.11.6 스티드용접부의 외관검사

결 합	판 정 기 준
더돋기 형상의 부조화	더돋기는 스티드의 반지름 방향으로 균일하게 형성되어야 한다. 여기에서 더돋기는 높이 1mm 폭 0.5mm 이상의 것을 말한다.
균열 및 슬래그 혼입	허용되지 않는다.
언 더 컷	날카로운 노치 형상의 언더컷 및 깊이 0.5mm 이상의 언더컷은 허용되지 않는다. 다만 0.5mm 이내로 그라인드 처리할 수 있는 것은 그라인드 처리 후 합격하는 것으로 한다.
스티드의 마무리 높이	설계치에서 ±2mm를 넘어서는 안 된다.

(2) 굽힘검사

① 건축구조물

가. 구부림 각도 15°에서 용접부의 균열, 기타 결함이 발생하지 않은 경우에는 그 검사단위는 합격한 것으로 한다.

나. 굽힘검사에 의해 15°까지 구부러진 스티드는 결함이 발생하지 않았다면 그대로 콘크리트를 타설할 수 있다.

② 토목구조물

가. 매 생산용접 작업 전 또는 용접변수를 변경한 경우의 시험용접한 스티드에 대한 굽힘시험은 용접부가 냉각된 후 원래의 스티드 축 방향에서 30°까지 굽히며, 굽힘 후 용접부에 균열이나 파단이 있으면 안 된다.

나. 생산용접된 스티드는 육안검사 결과 불합격되거나 보수용접한 경우 굽힘시험을 한다. 이 때 굽힘은 더돋기가 부족하거나 결함이 있는 쪽의 반대방향으로 원래의 스티드 축에서 15°까지 굽힌다. 굽힘 후 용접부에 균열이나 파단이 있으면 안 된다.

제3장 용접

다. 스티드의 굽힘시험은 스티드에 강관 등의 기구를 씌워서 수동 또는 기계적으로 힘을 가해서 실시하고, 온도가 10°C 이하인 경우에는 연속적으로 천천히 힘을 가하여 굽힘시험을 한다.

라. 굽힘시험을 실시한 스티드는 굽혀진 상태 그대로 두고 콘크리트를 타설한다.

(3) 검사후의 처리

① 건축구조물

가. 검사후 합격한 검사 단위는 그대로 받아 들이며, 불합격한 경우에는 동일 검사 단위로부터 추가로 2개의 스티드를 검사하여 2개 모두 합격한 경우에는 그 검사 단위는 합격으로 한다. 다만, 이들 2개의 검사스티드 중에서 1개 이상이 불합격한 경우에는 그 검사단위 전체에 대해 재검사한다.

나. 검사에서 불합격한 스티드는 50~100mm 인접부에 스티드를 재용접하여 검사한다. 다만 인접부에 재용접이 불가능하거나, 결함이 모재에 과급되어 있는 경우에는 '3.12 결함부의 보수'에 따라 보수하여 재검사한다.

② 토목구조물

가. 인장응력을 받는 부재에서 불합격 스티드를 제거한 부위는 매끄럽고 인접모재와 편평하게 마무리해야 한다.

나. 스티드 제거중에 손상된 모재부분은 사전 인정된 용접절차서에 따라 손상된 부위를 채우고 표면용접을 인접모재와 편평하게 마무리해야 한다.

다. 스티드를 교체하는 경우, 모재의 보수는 교체한 스티드의 용접전에 실시해야 한다.

라. 교체된 스티드는 본래의 축으로 부터 약 15°의 각도로 굽힘시험을 실시하여 재검사한다.

3.12 결함부의 보수

3.12.1 결함 종류 및 보수방법

(1) 용접결함부의 종류 및 보수방법은 [표 3.12.1]에 표시한 요령으로 한다.

(2) [표 3.12.1]에 표시된 것 이외의 용접부 결함 보수방법 및 보수 허용 규정치는 사전에 절차서를 제출하여 감독원의 승인을 받아 시행해야 한다.

표 3.12.1 용접결합부의 보수

순번	결합의 종류	보 수 방 법
1	강재의 표면상처로 그 범위가 분명한 것	덧살용접 후, 그라인더 마무리, 용접 비드는 길이 40mm 이상으로 한다.
2	강재의 표면상처로서 그 범위가 불분명 한 것	정이나, 아크에어가우징에 의하여 불량 부분을 제거하고, 덧살용접을 한 후 그라인더로 마무리한다.
3	강재 끝 면의 층상 균열	판 두께의 1/4정도 깊이로 가우징을 하고, 덧살용접을 한 후, 그라인더로 마무리 한다.
4	아크 스트라이크	모재표면에 오목부가 생긴 곳은 덧살용접을 한 후 그라인더로 마무리 한다. 작은 흔적이 있는 정도의 것은 그라인더 마무리만으로 좋다, 용접비드의 길이는 이 표 1의 경우와 같다.
5	가용접	용접비드는 정 또는 아크에어스커핑법으로 제거한다. 모재에 언더컷이 있을 때에는 덧살용접 후, 그라인더로 마무리한다. 용접비드의 길이는 이 표 1의 경우와 같다.
6	용접 균열	균열부분을 완전히 제거하고 발생원인을 규명하여 그 결과에 따라 재용접을 한다.
7	용접비드 표면의 피트, 오버랩	아크에어가우징으로 결합 부분을 제거하고 재용접 한다. 용접비드의 최소길이는 40mm로 한다.
8	용접비드 표면의 요철	그라인더로 마무리 한다.
9	언더컷	비드 용접한 후 그라인더로 마무리 한다. 용접비드의 길이는 40mm 이상으로 한다.
10	스터드용접의 결합	굽힘실험으로 파손된 용접부 또는 결합이 모재에 과급되어 있는 경우에는 모재면을 보수용접한 후 갈아서 마감하고 재용접한다.

3.12.2 용접 더돋기와 마무리

(1) 그루브용접

설계에서 마무리를 지정하지 않은 그루브용접을 하는 경우에는 [표 3.12.2]에 표시한 범위 내의 더돋기는 용접한 대로 두어도 좋다. 다만 더돋기가 [표 3.12.2]의 값을 초과 할 때에는 비드 형상의 끝부분(지단)을 매끄럽게 마무리 해야 한다.

표 3.12.2 그루브용접의 더돋기 허용값 (mm)

품질관리기준 비드폭(B)	가	나	다	라
	B<15	해당없음	5	5
15≤B<25	해당없음	6	6	4
B≥25	해당없음	0.24B	0.24B	0.16B

제3장 용접

(2) 필릿용접

한 용접선 양끝의 각 50mm 이외의 부분에서 용접길이의 10%까지 -1mm의 차를 허용하나 비드 형상이 불량한 경우에는 결함보수 기준에 따라 덧살용접으로 보수한다.

3.13 변형교정

3.13.1 강재의 표면온도

용접에 의해서 생긴 부재의 변형은 프레스나 가스화염 가열법 등에 의하여 교정할 수 있다. 가스화염 가열법에 의해 교정을 실시하는 경우의 강재 표면온도 및 냉각법은 [표 3.13.1]에 의한다.

표 3.13.1 가스화염법에 의한 선상가열시의 강재 표면온도 및 냉각법

강 재	강재 표면온도	냉 각 법
조질강(Q)	750℃이하	공냉 또는 공냉 후 600℃이하에서 수냉
열가공제어강 (TMC, HSB)	$Ceq > 0.38$	공냉 또는 공냉 후 500℃이하에서 수냉
	$Ceq \leq 0.38$	가열 직후 수냉 또는 공냉
기타강재	900℃이하	적열상태에서의 수냉은 피한다

3.13.2 교정방법의 승인

본 규정 이외의 비틀림 제어 및 수축에 따른 변형교정은 교정방법과 절차서를 제출하여 감독원의 승인을 받아 시행한다.

3.14 응력제거 열처리

(1) 계약도면이나 특별시방서에서 요구될 때에, 용접 구조물에 대해서는 열처리에 의해 응력을 제거시켜야 하되, 열처리대상 및 범위는 승인된 열처리계획서에 준하여 시행해야 한다. 다만 용접 후 기계가공이 필요시에는 응력제거 후에 기계가공을 수행해야 한다.

(2) 응력제거 열처리는 다음 조건에 준하여 실시해야 한다.

- ① 용접된 조립품(부재)을 열처리로에 투입할 때 노의 내부 온도가 315℃를 초과해서는 안 된다.
- ② 315℃ 이상에서의 가열비(℃/hr)는 가장 두꺼운 부재를 기준으로 25mm당 1시간에 220℃를 초과해서는 안 된다. 또한 어떠한 경우도 단위 시간당의 가열온도가 22

0℃를 초과해서는 안 된다. 가열 중에 가열시키는 부재의 전 부위의 온도편차는 5m길이 이내에서 140℃ 이하가 되도록 해야 한다.

- ③ 열처리 고장력강이 최대온도 600℃에 도달된 후 또는 다른 강재가 평균온도범위 590℃와 650℃ 사이에 도달된 후에는, 용접두께에 따라 [표 3.14.1]의 규정시간 이상 동안 조립품의 온도를 유지시켜야 한다. 응력제거가 치수안정을 목적으로 하는 경우, 유지시간은 두꺼운 쪽의 부재를 기준으로 하여 [표 3.14.1]에 기록된 시간 이상으로 유지시켜야 한다. 또한 유지시간 동안 가열된 부재의 전 부분에 걸쳐서 최고온도와 최저온도 차이가 80℃ 이상이 되어서는 안 된다.

표 3.14.1 최소 유지시간

두께 6.0mm 이하	두께 6.0mm 초과 ~50mm 이하	두께 50mm 초과
15분	1시간/25mm	2시간 + 50mm를 초과하는 두께에 대해서 25mm당 15분 추가

- ④ 315℃ 이상에서의 냉각비(℃/hr)는 밀폐된 노(爐) 또는 용기 내에서 가장 두꺼운 부재를 기준으로 25mm당 1시간에 315℃ 이하가 되어야 하며, 어떠한 경우에도 단위시간당 냉각온도가 260℃를 초과해서는 안 된다. 또, 315℃ 미만에서는 조립품을 공냉시킬 수 있다.
- (3) 다른 방법으로 위의 (2)에 기술한 온도까지 후열처리 시키는 것이 비현실적인 경우 용접시킨 조립품은 [표 3.14.2]에 준하여 더 긴 시간동안 더 낮은 온도에서 응력을 제거시킬 수도 있다.

표 3.14.2 응력제거 열처리의 다른 방법

최소규정온도 이하의 온도감소(℃)	온도 감소시의 최소 지속시간 (두께 25mm당 최소 유지시간(hr))
30	2
60	3
90	5
120	10

제3장 용접

3.15 고리 및 가설용 공구 붙이기

- (1) 운반 및 가설 등에 쓰이는 고리, 공구 등을 붙일 때의 용접은 원칙적으로 공장 내에서 수행하고 그 조건은 공장용접과 동등 이상인 것이어야 한다.
- (2) 고리 및 공구 등의 제거는 모재에 유해한 결함을 남기지 않도록 주의하여 시행한다.

제4장 볼트 접합 및 핀 연결

제4장 볼트 접합 및 핀 연결

1. 일반사항

1.1 적용범위

- (1) 강구조물의 제작, 조립시공 및 연결재의 시공에는 등급 F8T 이상의 고장력볼트를 적용한다.
- (2) 일반볼트(6T 이하)는 품질관리 구분 '가'로 분류된 구조물에 한하여 적용할 수 있다.

1.2 제출물

다음사항은 '제1장 총칙'의 '1.6 공법의 선정 및 제출자료'의 해당요건에 따라 작성, 제출해야 한다.

1.2.1 작업절차서

시공자는 고장력볼트 및 연결재의 시공방법과 검사요령에 대한 작업절차서를 작성해야 한다.

1.2.2 시공 상세도

부재의 이음부별 사용 고장력볼트 및 연결재의 규격 및 종류를 명기한 목록과 수량서를 제출한다.

1.2.3 제출자료

- (1) 고장력볼트 및 연결재의 제품검사기록, 시험성적서 등을 제출한다.
- (2) 고장력볼트의 조임기구 및 연결재용 장비의 검사결과와 조정 또는 보정 기록서를 제출한다.
- (3) 고장력볼트의 시공을 완료하면 고장력볼트 및 연결재의 제품검사기록, 시험성적서, 각종 시공기록을 실명 날인한 보고서를 제출해야 한다.

1.3 품질관리

- (1) 고장력볼트, 너트, 와셔 등의 등급에 따른 기계적 성질에 대한 시험 및 검사가 필요시에는 다음에 의한 시험을 실시한다.

제4장 볼트 집합 및 핀 연결

- ① 모양, 치수에 대해서는 KS B 1010(마찰 집합용 고장력 6각 볼트 . 6각 너트 . 평 와셔의 세트)의 부표 1-3에 준한다.
 - ② 외관은 KS B 1010(마찰 집합용 고장력 6각 볼트 . 6각 너트 . 평 와셔의 세트)의 8항 겉모양에 준한다.
 - ③ 나사정밀도는 KS B 5221(미터 보통 나사용 한계 게이지)의 규정에 맞는 6H/6g용 한계 게이지로 검사하는 것을 원칙으로 하며 2급 나사용 한계 게이지로 대신할 수 있다.
 - ④ 기계적 성질은 KS Q 1001(계량규준형 1회 샘플링 검사)에 의하여 확인, 검사한다.
- (2) 토크계수값 시험은 각 로트의 고장력볼트 세트에 대해 5개 이상 실시하고 토크의 평균과 편차를 조사하여 제작자 검사결과와 비교하되, 토크가 5% 이상 다를 경우에는 재검사를 실시해야 한다.
 - (3) 고장력볼트 조임기구는 반입 시 1회, 사용 중에는 6개월에 1회 이상 교정을 받아야 한다. 다만 토크-전단형(T/S)고장력볼트 전용 조임기구는 예외로 할 수 있다.
 - (4) 축력계는 반입 시 1회, 사용 중에는 최소 12개월에 1회 이상 교정을 실시해야 하며 정밀도는 $\pm 3\%$ 의 오차범위가 되도록 해야 한다.
 - (5) 고장력볼트를 사용한 마찰이음부의 마찰면 미끄럼 상태는 규정 값 이상의 미끄럼 계수를 가져야 한다. 마찰이음부의 마찰면에 도장을 하는 경우, 도장재는 미끄럼 내력시험에 인증된 것을 사용한다.

1.4 취급 및 보관

1.4.1 반입

고장력볼트 세트는 공장 출하 당시의 상태가 현장에서 시공할 때까지 유지될 수 있도록 완전히 포장된 것을 미개봉 상태로 공사현장에 반입한다. 관련규정은 KS B ISO 3269(파스너 - 인수 검사)에 준한다.

1.4.2 공사현장의 반입검사

시공자는 반입 시에 외관, 종류, 등급, 지름, 길이, 로트 번호 등에 대하여 확인한다. 또 반입된 고장력볼트가 그 고장력볼트에 관한 제작자 검사증명서와 일치하고 발주 시의 조건을 만족하는 것인가를 확인한다.

1.4.3 공사현장에서의 취급

- (1) 고장력볼트는 종류, 등급, 지름, 길이, 로트번호마다 구분하여 비, 먼지 등이 부착되지 않고, 온도변화가 적은 장소에 보관한다.
- (2) 운반, 조임작업에 있어서 고장력볼트는 소중히 취급하여 나사산 등이 손상되지 않도록 한다.
- (3) 하루의 작업을 종료했을 때 남은 고장력볼트는 신속히 포장하여 보관하도록 하며, 미사용 고장력볼트를 현장에 방치해서는 안 된다.
- (4) 제작 후 6개월 이상 경과된 고장력볼트는 현장예비시험을 기준으로 하여 토크계수값을 측정해야 한다.

2. 재료

2.1 고장력볼트

- (1) 고장력볼트 세트의 구성은 고장력볼트 1개, 너트 1개 및 와셔 2개로 구성된다.
- (2) 고장력볼트 세트의 종류는 KS B 1010(마찰 접합용 고장력 6각 볼트 . 6각 너트 . 평 와셔의 세트)에 적합한 것 중 세트를 구성하는 부품의 기계적 성질에 따라 [표 2.1.1]과 같이 1종, 2종 및 4종으로 한다. 또한 토크계수값에 따라서 각각 A(표면윤활처리)와 B(방청유 도포상태)로 분류하고, 세트를 구성하는 부품은 기계적 성질 등의 특성 및 품질을 만족해야 한다.

표 2.1.1 고장력볼트의 종류와 등급

기계적 성질에 따른 세트의 종류		적용하는 구성부품의 기계적 성질에 따른 등급		
		고장력볼트	너트	와셔
1종	A ¹⁾	F8T	F10	F35
	B ²⁾			
2종	A ¹⁾	F10T	F10	
	B ²⁾			
4종	A ¹⁾	F13T	F13	
	B ²⁾			

주 : 1) 토크계수값이 A는 표면윤활처리
 2) 토크계수값이 B는 방청유 도포상태

- (3) 토크계수값은 [표 2.1.2]의 규정에 적합해야 한다. 고장력볼트 조임 시 토크계수값 시험은 1.3의 (2)목에 준하여 시행한다.

제4장 볼트 집합 및 핀 연결

표 2.1.2 토크계수값

구분	토크계수값에 따른 세트의 종류	
	A	B
토크계수값의 평균값	0.110~0.150	0.150~0.190
토크계수값의 표준편차	0.010 이하	0.013 이하

(4) 너트 제품의 기계적 성질은 [표 2.1.3]의 규격에 적합해야 한다.

표 2.1.3 너트 제품의 기계적 성질 및 표시기호

너트의 기계적 성질에 따른 등급	경도		표시기호	보증 하중
	최소	최대		
F8	HRB 85	HRB 100		KS B 1010 표 3의 고장력 볼트 인장하중 (최소)과 같다
F10	HRB 95	HRC 35		
F13	HRC 30	HRC 40		

(5) 와셔의 경도는 [표 2.1.4]의 규격에 합격한 것이어야 하며, 침탄, 담금질, 뜨임을 하지 않는 것으로 한다.

표 2.1.4 와셔 제품의 기계적 성질

와셔의 기계적 성질에 의한 등급	경도
F35	HRC 35~45

(6) 토크-전단형(T/S) 고장력볼트를 사용하는 경우에는 KS B 2819(구조물용 토크-전단형 고장력 볼트·6각 너트·평와셔의 세트)에 따른다.

(7) 용융아연도금 고장력볼트 재료세트는 KS B 1010(마찰 집합용 고장력 6각 볼트 .

6각 너트 . 평 와서의 세트)의 제1종(F8T) A에 따른다. 마찰계수 0.4를 얻기 위해 표면거칠기를 50S 이상이 되도록 블라스트 처리하고 너트회전법으로 볼트를 조임한다.

- (8) 고장력볼트의 길이는 조임길이에 [표 2.1.5]의 길이를 더한 것을 표준으로 하여 KS B 1010(마찰 접합용 고장력 6각 볼트 . 6각 너트 . 평 와서의 세트)의 부표 1 (마찰접합용 고장력 육각 볼트)중에서 가장 가까운 것을 사용한다.

표 2.1.5 고장력 볼트의 조임길이에 더하는 길이

고장력볼트의 호칭	조임길이 ¹⁾ 에 더하는 길이 ²⁾ (mm)
M16	30
M20	35
M22	40
M24	45
M27	50
M30	55

주 : 1) 조임길이는 접합판 두께의 합이다.

2) 조임길이에 더하는 길이는 너트 1개, 와셔 2장 두께와 나사피치 3개의 합이다.

다만 TS볼트의 경우에는 위의 값에서 와셔 1장 두께를 뺀 길이를 적용한다.

- (9) 고장력볼트의 표면은 거칠지 않고 사용상 해로운 터짐, 흠, 끝 굽음, 구부러짐, 녹, 나사산의 상처 등의 결점이 없어야 하며, 너트와 와셔의 표면도 거칠지 않고 사용상의 해로운 터짐, 흠, 녹 등의 결점이 없어야 한다.

2.2 일반볼트

- (1) 볼트, 너트, 와셔의 품질은 다음의 KS 규격에 따른다.

볼트 : KS B 1002(6각 볼트)

너트 : KS B 1012(6각 너트)

와셔 : KS B 1326(평와셔)

볼트의 기계적 성질은 KS B 0233(강제볼트 작은나사의 기계적 성질)에서 규정한 [표 2.2.1]의 기계적 성질을 따른다.

제4장 볼트 집합 및 핀 연결

표 2.2.1 볼트의 기계적 성질

구 분	4T	5T	6T
인장강도(N/mm ²)	392 이상	490 이상	588 이상
브리넬경도(HB)	105~229	135~241	170~255

- (2) 볼트와 너트의 조합 시 너트는 볼트 강도구분과 같거나 높은 것을 사용할 수 있다.
- (3) 일반볼트의 길이는 KS B 1002(6각 볼트)의 부표 1에 명시되어 있는 호칭 길이로 나타내고 조임길이에 따라서 조임 종료 후 [표 2.2.2]와 같이 너트 밖에 3개 이상의 나사산이 나오도록 선택한다.

표 2.2.2 일반볼트의 조임길이에 더하는 길이(mm)

볼트의 호칭		M12	M16	M20	M22	M24
더하는 길이	1중 너트의 경우	20 이상	26 이상	30 이상	35 이상	37 이상
	2중 너트의 경우	27 이상	36 이상	42 이상	48 이상	51 이상

2.3 핀 및 롤러

핀 및 롤러의 사용재는 다음 규격에 적합해야 한다.

- (1) 탄소강 단강품 : KS D 3710
- (2) 탄소강 주강품 : KS D 4101
- (3) 도로교량용 주강품 : KS D 4118

3. 시공

3.1 마찰접합

3.1.1 마찰접합에 관한 일반사항

- (1) 마찰접합은 2.1항의 고장력볼트 세트를 사용한다.
- (2) 고장력볼트 마찰접합부의 마찰면은 규정된 미끄럼계수가 반드시 확보되어야 한다.
- (3) 마찰접합의 고장력볼트는 규정된 볼트축력이 도입되도록 적절한 방법으로 조임한다.

3.1.2 마찰면의 준비

- (1) 접합부 마찰면의 밀착성 유지에 주의하고, 모재접합부분의 변형, 뒤틀림, 구부러짐, 이음판의 구부러짐 등이 있는 경우에는 마찰면이 손상되지 않도록 교정한다. 볼트 구멍 주변은 절삭 남김, 전단 남김 등을 제거한다. 마찰면에는 도료, 기름, 오물 등이 없도록 충분히 청소하여 제거하며, 들뜬 녹은 와이어 브러시 등으로 제거한다.
- (2) 마찰면인 강재의 표면과 고장력볼트구멍 주변을 정리하고, 구멍을 중심으로 지름의 2배 이상 범위의 녹, 흑피 등을 솟 블라스트(shot blast) 또는 샌드 블라스트(sand blast)로 제거한다.
- (3) 품질관리 구분 ‘나’, ‘다’에서 볼트접합이 이루어지기 전 현장에서의 노출로 인한 부식의 우려가 없고, 미끄럼계수 0.5를 적용하여 설계한 경우에는 마찰면에 페인트를 칠하지 않고, 미끄럼계수가 0.5 이상 확보되도록 표면 처리해야 한다.
- (4) 품질관리 구분 ‘라’에서 볼트접합이 이루어지기 전 현장에서의 노출로 인한 마찰면이 부식될 우려가 있어서 도장하는 것을 전제로 미끄럼계수 0.4를 적용하여 설계한 경우에는 미끄럼계수가 0.4 이상 확보되도록 무기질 아연말 프라이머 도장 처리한다.
- (5) 품질관리 구분 ‘라’의 교량에서 마찰이음부의 마찰면에 도장을 할 경우에는 [표 3.1.1]에 준하여 무기질 아연말 프라이머(징크리치 페인트)를 사용한다.

표 3.1.1 무기질 아연말 프라이머를 도장할 경우의 조건

항 목	조 건
접촉면 편면당 최소건조 도막두께	30 μ m 이상
접촉면의 합계 건조 도막두께	90~200 μ m
건조 도막 중 아연함유량	80% 이상
아연분말 입경(50% 평균입경)	10 μ m 이상

3.1.3 접합부 단차 수정

- (1) 품질관리 구분 ‘나’, ‘다’에서 접합되는 부재의 표면 높이가 서로 차이가 있는 경우 [표 3.1.2]와 같이 처리한다.

제4장 볼트 집합 및 핀 연결

표 3.1.2 집합부 표면의 높이 차이 처리방법(건물)

높이 차이	처 리 방 법
1mm 이하	별도 처리 불필요
1mm 초과	끼움재 사용

- (2) 품질관리 구분 ‘라’는 우천에 노출되어 있어 부식의 우려가 있는 교량의 경우에는 집합부 표면 높이 차이의 정도에 따라 [표 3.1.3]과 같이 처리한다.

표 3.1.3 집합부 표면의 높이 차이 처리방법(교량)

높이 차이	처 리 방 법
1mm 이하	별도 처리 불필요
1mm 초과 3mm 미만	모재 접합면 높이 차이를 경사지게 가공
3mm 이상	끼움재 사용

- (3) 끼움재의 재질은 모재의 재질과 관계없이 사용할 수 있고, 끼움재는 양면 모두 마찰면으로 처리한다.

3.1.4 볼트구멍의 어긋남 수정

- (1) 집합부 조립 시에는 겹쳐진 판 사이에 생긴 2mm 이하의 볼트구멍의 어긋남은 리머로써 수정해도 된다.
- (2) 구멍의 어긋남이 2mm를 초과할 때의 처리는 집합부의 안전성 검토를 포함하여 감독원과 협의하여 정한다.

3.1.5 볼트조임

- (1) 볼트조임에 관한 일반사항

① 조임 시공법의 확인

볼트의 조임 시공법 확인은 공사용으로 반입 검사한 볼트 중에서 임의로 취하여 실제작업에 사용하는 조임기기를 이용하여 이 시방서에 규정에 따라 조여서 축력 계로 도입장력을 측정하는 방법으로 한다. 이때 검사에 이용되는 조임기기와 축력 계는 소정의 성능을 갖추고 충분히 정비되어야 한다.

- ② 볼트는 나사를 손상시키지 않고 정확하게 구멍 속에 끼워 넣어야 하며, 볼트 끼우기 중 나사부분과 볼트머리는 손상되지 않게 보호한다.

- ③ 모든 볼트머리와 너트 밑에 각각 와서 1개씩 끼우고, 너트를 회전시켜서 조인다.

다만 토크-전단형(T/S)고장력볼트는 너트 측에만 1개의 와셔를 사용한다.

- ④ 와셔는 볼트머리와 너트에 평행하게 놓아야 한다. 볼트가 볼트축에 직각인 평면과 1/20보다 큰 경사를 갖는 경사면이나 원형면 위에 사용될 경우에는 볼트머리나 너트가 완전히 지지되도록 경사진 와셔나 원형 와셔를 갖추어야 한다.
- ⑤ 세트를 구성하는 와셔 및 너트에는 바깥쪽과 안쪽이 있으므로 볼트접합부에 사용할 때에는 [그림 3.1.1]과 같이 너트의 표시 기호가 있는 쪽이 바깥쪽이고, 와셔는 면치기가 있는 쪽이 바깥쪽이므로 반대로 사용하지 않도록 주의한다.

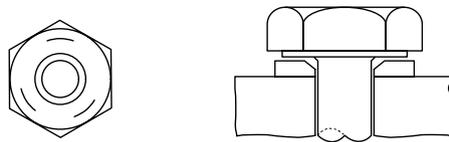


그림 3.1.1 너트, 와셔의 속과 겉

- ⑥ 볼트의 조임 및 검사에 사용되는 기기 중 토크렌치와 축력계의 정밀도는 $\pm 3\%$ 오차범위 이내가 되도록 충분히 정비된 것을 이용한다.
 - ⑦ 볼트의 끼움에서 본조임까지의 작업은 같은 날 이루어지는 것을 원칙으로 한다.
 - ⑧ 볼트의 조임 작업 시 본조임은 원칙적으로 강우 및 결로 등 습한 상태에서 조임해서는 안 된다.
 - ⑨ 품질관리 구분 '라'의 교량에서 토크를 줄이기 위해서 표면처리를 실시한 와셔를 사용할 경우에는 너트 측에만 사용하고, 볼트머리측에는 표면처리를 하지 않은 것을 사용한다.
 - ⑩ 품질관리 구분 '라'의 교량에서 용접과 고장력볼트의 마찰이음을 병용할 때에는, 용접완료 후에 볼트의 조임시공을 실시하는 것을 원칙으로 한다. 볼트를 조인 후에 용접할 때에는 구속에 의한 영향을 고려해야 한다.
- (2) 볼트의 조임 축력

볼트의 조임은 설계볼트장력에 10%를 증가시켜 [표 3.1.4]에 명시한 표준볼트장력을 얻을 수 있도록 한다.

제4장 볼트 접합 및 핀 연결

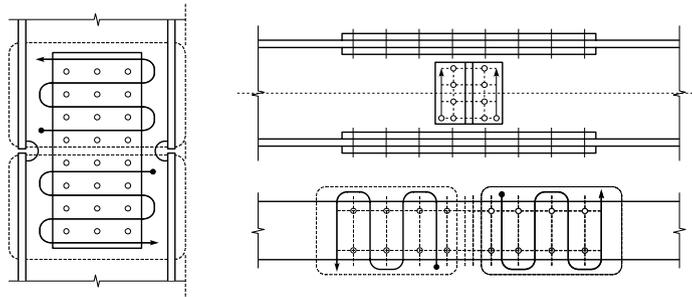
표 3.1.4 고장력볼트의 설계볼트장력과 표준볼트장력 및 장력의 범위

고장력볼트의 등급	고장력볼트 호칭	공칭단면적 (mm ²)	설계볼트장력 ¹⁾ (kN)	표준볼트장력 (kN)	볼트장력의 범위(kN)
F8T	M16	201	84	92	70.2~95.3
	M20	314	132	145	109.7~148.8
	M22	380	160	176	135.9~184.5
	M24	452	190	209	157.9~214.3
F10T	M16	201	106	117	98.7~134.0
	M20	314	165	182	154.2~209.3
	M22	380	200	220	191.4~259.4
	M24	452	237	261	222.1~301.4
	M27	572	310	330	289.0~392.3
	M30	708	375	408	353.6~479.9
F13T	M16	201	137	151	128.3~174.2
	M20	314	214	235	200.5~272.1
	M22	380	259	285	248.5~337.2
	M24	452	308	339	288.7~391.8

주 : 1) 이 표에서 설계볼트장력은 고장력볼트 인장강도의 0.7배에 고장력볼트의 유효단면적 (고장력볼트의 공칭단면적의 0.75배)을 곱한 값으로 한 것이다.

(3) 볼트조임 순서

- ① 볼트의 조임은 1차조임과 본조임으로 나누어서 시행한다.
- ② 1차조임은 접합부 볼트군마다 볼트를 삽입한 후 즉시 [그림 3.1.2]에 표시된 순서로 조인다.
- ③ 1차조임은 프리세트형 토크렌치, 전동 임팩트렌치 등을 사용하여 [표 3.1.5]에 명시한 토크로 너트를 회전시켜 조인다. 다만 품질관리 구분 '라' 교량 접합부의 볼트 1차조임은 표준볼트장력의 60%에 해당하는 토크를 적용한다.



(주) ① 조임 시공용 볼트의 군(#)
 ② 조이는 순서
 ③ 볼트 군마다 이음의 중앙부에서 판 단부쪽으로 조여간다.

그림 3.1.2 볼트의 조임 순서

표 3.1.5 1차조임 토크

(단위 : N·m)

고장력볼트의 호칭	1차조임 토크	
	품질관리 구분 “나”, “다”	품질관리 구분 “라”
M16	100	표준볼트장력의 60%
M20, M22	150	
M24	200	
M27	300	
M30	400	

④ 본조임은 1차조임과 같은 순서로 최종 목표 표준볼트장력에 도달할 수 있는 토크로 조인다.

(4) 토크관리법

- ① 요구되는 볼트장력이 볼트에 균일하게 도입되도록 볼트 조임기기를 이용하여 사전에 조정된 토크로 볼트를 조이는 방법이다.
- ② 볼트 호칭마다 토크계수값이 거의 같은 로트를 1개 시공로트로 한다. 이 시공로트에서 대표로트 1개를 선택하고 이 중에서 시험볼트 5세트를 임의로 선택한다. 시험볼트는 축력계에 적절한 길이의 것으로 선정한다.
- ③ 축력계를 이용하여 시험볼트가 적정한 조임력을 얻도록 미리 보정하고 조정된 볼트조임기기를 이용하여 조인다. 여기서, 5세트 볼트장력 평균값이 [표 3.1.4]에 나타난 규정값을 만족하고, 각각 측정값이 표준볼트장력의 ±15% 이내이어야 한

제4장 볼트 집합 및 핀 연결

다. 조임작업 종료 후의 검사에서도 사용가능성이 있으므로 토크렌치를 이용한 토크도 측정해 둔다.

- ④ 위의 ③을 만족하지 않는 경우 동일 로트로부터 다시 10세트를 임의로 선정하여 동일한 시험을 한다. 이 10세트의 볼트장력 평균값을 구하여 이 값이 [표 3.1.4]의 규정값을 만족하고, 각각 측정값이 표준볼트장력의 $\pm 15\%$ 이내에 있으면 이 시공 로트의 볼트는 정상인 것으로 판단한다.
- ⑤ 위의 ④의 시험결과가 규격 및 품질의 조건을 만족하지 않는 경우, 작업을 중지하고 그 원인을 검토하여 적절한 대책을 세우고 수정된 조임시공법에 대한 확인 작업을 한다.

(5) 너트회전법

- ① 너트회전법은 품질관리 구분 ‘나’, ‘다’로 분류된 건축물에서는 F8T와 F10T, 품질관리 구분 ‘라’로 분류된 교량에서는 F8T 고장력볼트에 대해서만 적용할 수 있다.
- ② 실제 접합부에 상응하는 적절한 두께의 강판에 조임작업에 사용될 볼트 5개 이상을 조이고 너트회전량을 육안으로 조사하여, 모든 볼트에서 거의 같은 회전량이 생기는지 확인한다.
- ③ 위의 ②의 방법으로 조임기기의 정상, 조임시공법의 적정함을 판단한다. 이때 도입장력과 토크는 확인하지 않아도 무방하다.
- ④ 너트의 회전각을 측정하는 시점은 통상 토크렌치로 부재의 표면간격이 없어질 정도로 1차조임한 상태를 시점으로 한다.
- ⑤ 볼트의 조임을 너트회전법에 따라 할 때에는 접촉면의 틈이 없을 정도로 토크렌치로 조인 상태에서 [표 3.1.6]에 표시한 너트회전각을 주는 것으로 한다.

표 3.1.6 너트회전법에 의한 볼트 조임

구 분	회 전 각
볼트 길이가 지름의 5배 이하일 때	$120^{\circ} \pm 30^{\circ}$
볼트 길이가 지름의 5배를 초과할 때	시공조건과 일치하는 예비시험을 통하여 목표회전각을 결정한다.

(6) 조합법

- ① 조합법은 토크관리법과 너트회전법을 조합한 것으로, 토크관리법으로 볼트를 조

임하고 너트관리법으로 조임 후 검사를 하는 방법이다. 조합법은 품질관리 구분 ‘나’, ‘다’로 분류된 건축물에서 F8T 및 F10T 고장력볼트에 대해서만 적용할 수 있다.

- ② 프리세트형 토크렌치, 전동 임팩트렌치 등을 사용하여 [표 3.1.5]에 명시한 토크로 너트를 회전시켜 1차조임을 한다.
- ③ 1차조임 후 모든 볼트에 대해 [그림 3.1.3]과 같이 고장력볼트, 너트, 와셔 및 부재를 지나는 금매김을 한다.

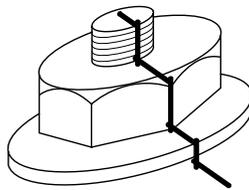


그림 3.1.3 금매김

- ④ 본조임은 토크관리법에 의해 표준볼트장력을 얻을 수 있도록 조정된 조임기기를 이용해야 한다. 조임기기의 조정은 매일 조임작업 전에 하는 것을 원칙으로 한다.
- ⑤ 이때 토크관리법에 의한 너트의 회전각은 [표 3.1.6]에 따른다.

(7) 토크-전단형(T/S)고장력볼트의 조임

- ① 고장력볼트의 장력관리를 손쉽게 하기 위한 목적으로 특수고장력볼트(토크-전단형(T/S)고장력볼트, 토크쉬어볼트)가 개발되었다.
- ② 토크-전단형(T/S)고장력볼트의 본조임은 상온(10~30℃)에서 조임 시공하는 것을 원칙으로 하며 상온 이외의 경우에는 적절한 조임축력을 갖도록 조임시공 해야 한다.
- ③ 토크-전단형(T/S)고장력볼트의 와셔는 너트축에만 1매를 사용한다.
- ④ 토크-전단형(T/S)고장력볼트를 사용할 경우 전체 토크-전단형(T/S)고장력볼트를 1차조임(1차 예비조임)한 후 나사부, 너트 및 와셔 등에 마킹을 한다. 본조임은 전용조임기를 사용하여 토크-전단형(T/S)고장력볼트의 핀테일이 파단(破斷)될 때까지 조임 시공한다. 다만 본조임에서 적절한 조임력이 얻어지지 않은 볼트는 신제품으로 교체한다.

제4장 볼트 집합 및 핀 연결

- ⑤ 토크-전단형(T/S)고장력볼트 전용조임기를 사용하여 [그림 3.1.4]와 같이 조이면 토크-전단형(T/S)고장력볼트의 조임이 완료된다.

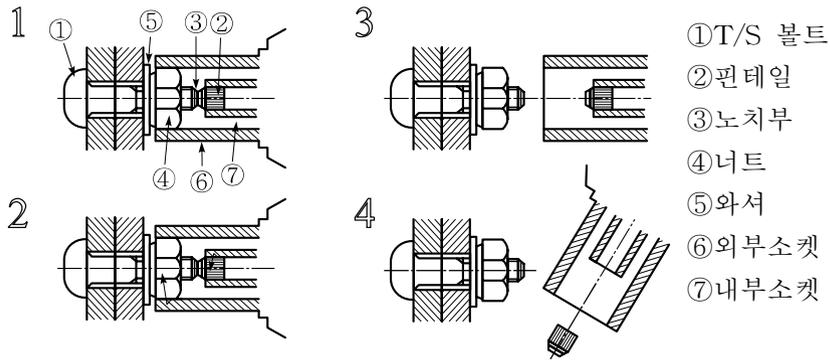


그림 3.1.4 토크-전단형(T/S)고장력볼트의 조임방법

- ⑥ 토크-전단형(T/S)고장력볼트의 조임축력은 [표 3.1.7]에 준한 조임축력을 갖도록 시공해야 한다. 토크-전단형(T/S)고장력볼트는 온도변화에 의한 영향이 크므로 조임 시 온도를 확인한 후 시공해야 한다.

표 3.1.7 토크-전단형(T/S)고장력볼트의 조임축력¹⁾ (단위 : kN)

등급	호칭	표준볼트 장력	상온(10~30℃)		0~10℃ / 30~60℃	
			하한	상한	하한	상한
F10T	M20	182	172	207	165 ²⁾	217
	M22	220	212	256	205	268
	M24	261	247	298	238	312
	M27	330	322	388	310	406
	M30	408	394	474	379	496

주 : 1) 상기의 값은 KS B 2819(구조물용 토크-전단형 고장력 볼트·6각 너트·평와서의 세트)에 따른 것임.

2) KS B 2819의 오류로 판단되어 수정한 값임.

3.1.6 볼트조임 후 검사

(1) 볼트조임 후 검사에 관한 일반사항

볼트조임 후 검사는 연결면의 처리, 연결이음부의 두께차이, 볼트구멍의 엇갈림, 볼트 조임상태 등을 제 규정에 맞추어 시공했는지를 확인해야 한다.

(2) 토크관리법에 의한 조임검사

- ① 조임완료 후 각 볼트군의 10%의 볼트 갯수를 표준으로 하여 토크렌치에 의하여 조임 검사를 실시한다. 이 결과 조임 시공법 확인을 위한 시험에서 얻어진 평균 토크의 $\pm 10\%$ 이내의 것을 합격으로 한다.
- ② 불합격한 볼트군에 대해서는 다시 그 배수의 볼트를 선택하여 재검사하되, 재검사에서 다시 불합격한 볼트가 발생하였을 때에는 그 군의 전체를 검사한다.
- ③ 10%를 넘어서 조여진 볼트는 교체한다. 조임을 잊어버렸거나, 조임 부족이 인정된 볼트군에 대해서는 모든 볼트를 검사하고 동시에 소요 토크까지 추가로 조인다.
- ④ 볼트 여장은 너트면에서 돌출된 나사산이 1~6개의 범위를 합격으로 한다.

(3) 너트회전법에 의한 조임검사

- ① 조임완료 후 모든 볼트에 대해서 1차조임 후에 표시한 금매김의 어긋남에 의해 동시회전의 유무, 너트회전량 및 너트여장의 과부족을 육안검사하여 이상이 없는 것을 합격으로 한다.
- ② 1차조임 후에 너트회전량이 $120^\circ \pm 30^\circ$ 의 범위에 있는 것을 합격으로 한다.
- ③ 이 범위를 넘어서 조여진 고장력볼트는 교체한다. 또한 너트의 회전량이 부족한 너트에 대해서는 소요 너트회전량까지 추가로 조인다.
- ④ 볼트의 여장은 너트면에서 돌출된 나사산이 1~6개의 범위를 합격으로 한다.

(4) 조합법에 의한 조임검사

- ① 조임완료 후, 모든 볼트에 대해서 1차조임 후에 표시한 금매김의 어긋남에 의한 동시 회전의 유무, 너트회전량 및 너트여장의 과부족을 육안검사하여 이상이 없는 것을 합격으로 한다.
- ② 1차조임 후에 너트회전량이 $120^\circ \pm 30^\circ$ 의 범위에 있는 것을 합격으로 한다.
- ③ 너트의 회전량에 현저하게 차이가 인정되는 볼트군에 대해서는 모든 볼트를 토크렌치를 사용하여 추가 조임에 따른 조임력의 적정 여부를 검사한다.
- ④ 이 결과 조임 시공법 확인을 위한 시험에서 얻어진 평균 토크의 $\pm 10\%$ 이내의 것을 합격으로 한다.
- ⑤ 10%를 넘어서 조여진 볼트는 교체한다. 조임을 잊어버렸거나, 조임 부족이 인정된 볼트군에 대해서는 모든 볼트를 검사하고 동시에 소요 토크까지 추가로 조인다.
- ⑥ 볼트 여장은 너트면에서 돌출된 나사산이 1~6개의 범위를 합격으로 한다.

제4장 볼트 집합 및 핀 연결

(5) 토크-전단형(T/S)고장력볼트 조임 검사

- ① 검사는 토크-전단형(T/S)고장력볼트조임 후 실시한다.
- ② 너트나 와셔가 뒤집혀 끼여 있는지 확인해야 한다.
- ③ 핀테일의 파단 및 금매김의 어긋남을 육안으로 전수 검사한다. 핀테일이 정상적인 모습으로 파단되고 있으면 적절한 조임이 이루어진 것으로 판정하되, 금매김의 어긋남이 없는 토크-전단형(T/S)고장력볼트에 대해서는 기타의 방법으로 조임을 실시하여 공회전이 확인될 경우에는 새로운 토크-전단형(T/S)고장력볼트세트로 교체해야 한다.

(6) 볼트의 교환

- ① 고장력볼트, 너트, 와셔 등이 동시 회전, 축회전을 일으킨 경우나, 너트회전량에 이상이 인정되는 경우 또는 너트면에서 돌출된 여장이 과대, 과소한 경우에는 새로운 세트로 교체한다.
- ② 한 번 사용한 볼트는 재사용할 수 없다.

3.2 지압접합

3.2.1 지압접합에 관한 일반사항

- (1) 지압접합은 품질관리 구분 ‘가’ 그리고 ‘나’, ‘다’로 분류된 구조물 및 부재의 접합에 적용할 수 있다.
- (2) 지압접합에는 2.1항의 고장력볼트 세트를 사용한다.
- (3) 품질관리 구분 ‘가’로 분류된 구조물 및 부재에서 설계도면에 명시되어 있는 경우 2.2항의 일반볼트 세트를 사용할 수 있다.
- (4) 와셔는 볼트 머리 및 너트 쪽에 각각 한 개씩 사용한다.

3.2.2 조임방법

- (1) 지압접합부의 볼트조임은 설계도면과 제작, 설치도면에 명확히 표기되어야 한다. 별도의 규정이 없는 경우에는 밀착조임(snug tightened condition)을 원칙으로 한다.
- (2) 품질관리 구분 ‘나’, ‘다’로 분류된 토목가설구조물 부재의 접합에 고장력볼트 세트를 사용하는 경우에는 마찰접합의 경우와 동일한 방법으로 볼트를 조인다.
- (3) 품질관리 구분 ‘가’로 분류되는 구조물의 접합부에 일반볼트를 사용하는 경우에는 볼트를 핸드렌치, 임팩트렌치 등을 이용하여 느슨하지 않도록 적절히 조인다. 풀림 방지를 위해 너트는 스프링 와셔 또는 잠금기기가 붙은 것을 사용할 수 있다.

3.2.3 조임 후 검사

- (1) 불량 볼트의 유, 무에 대한 검사
- (1) 설계도서에 정해진 품질이 아닌 것
- (2) 설계도서에 정해진 치수가 아닌 것
- (3) 설계도서에 정해진 볼트의 풀림방지가 없는 것
- (4) 조임을 하지 않았거나 느슨한 것
- (5) 조임이 지나친 것

3.2.4 불량볼트의 처리에 대한 원칙

- (1) 설계도서에 정해진 규격 및 품질이 아닌 것은 즉시 교체해야 한다.
- (2) 풀림방지가 없는 것은 풀림방지를 한다.
- (3) 조임을 하지 않은 볼트와 느슨해진 볼트는 다시 조인다.
- (4) 지나치게 조인 것은 교체한다.

3.2.5 조임검사

- (1) 조임 완료 후 각 볼트군의 10%의 볼트 개수를 표준으로 하여 임팩트렌치 또는 일반렌치로 최대로 조여서 접합판이 완전히 접촉된 상태를 합격으로 한다.
- (2) 불합격한 볼트군에 대해서는 다시 그 배수의 볼트를 선택하여 재검사하되, 재검사 에서 다시 불합격한 볼트가 발생하였을 때에는 그 군의 전체를 검사한다.
- (3) 조임을 잊어버리거나, 조임 부족이 인정된 볼트군에 대해서는 모든 볼트를 검사하 고 동시에 임팩트렌치 또는 일반렌치를 사용하여 접합판이 완전히 접촉될 때 까지 추가로 조인다.
- (4) 볼트의 조임 길이에 더하는 길이는 너트 면에서 돌출된 나사산이 1~6개의 범위를 합격으로 한다.

3.3 핀 및 롤러

- (1) 핀과 롤러는 도면에 명기한 치수에 맞추어 표면의 흠을 제거하고 평탄하고 매끄럽 게 제작해야 한다.
- (2) 지름이 230mm 이상 되는 핀과 롤러는 KS D 3710(탄소강 단강품)의 풀림 (annealing) 처리를 한 제품을 사용해야 하며, 230mm 보다 작은 지름의 롤러나 핀 은 단조강이나 풀림(annealing) 처리를 한 제품 또는 냉간 탄소강을 사용할 수 있다. 다만 냉간 탄소강을 사용할 때에는 품질확인서를 제출하여 공사감독원의 승인

제4장 볼트 집합 및 핀 연결

을 받아야 한다.

- (3) 지름이 230mm보다 큰 핀의 경우에는 단조강을 풀립(annealing) 처리하기 전에, 임계온도 범위 이하로 냉각시키거나 또는 급속냉각에 의하여 흠이 발생하지 않도록 하고, 이 상태에서 봉의 축을 따라 전체길이에 걸쳐 구멍을 뚫어야 한다.
- (4) 핀과 핀구멍의 차이는 핀지름 130mm 미만에 대해서는 0.5mm, 핀지름 130mm 이상의 것에 대해서는 1mm를 표준으로 한다.
- (5) 핀의 마무리부의 길이는 나사부가 부재에 닿지 않도록 부재의 바깥면까지의 거리보다 6mm 이상 길게 하고 핀의 양단에는 로마스 너트(lomas nut) 또는 와셔가 붙은 보통너트를 사용해야 한다. 여기서 로마스 너트는 핀 단부에 사용하는 너트의 일종으로써 연결되는 부재 외측에 잘 밀착되도록 뒷면을 도려낸 너트를 말한다.
- (6) 핀의 나사는 미터나사를 쓰며 그 피치는 4mm를 표준으로 한다. 핀의 끝마무리 다듬기 및 핀구멍의 면처리는 설계도 기준에 준한다.
- (7) 핀구멍이 있는 부분의 인장부재의 웹 판두께는 인장부재 순폭의 1/8 이상이어야 한다.

제5장 조립 및 설치

제5장 조립 및 설치

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 장은 강구조물의 제작에 따른 현장조립 및 설치공사에 적용한다.

1.2 제출물

다음 사항은 ‘제1장. 총칙’의 ‘1.6 공법의 선정 및 제출자료’의 해당요건에 따라 작성, 제출해야 한다.

1.2.1 작업절차서

현장시공자는 가설작업, 부재이음, 용접방법, 가설 후 응력계측, 품질검사 및 시험요령 등에 대한 작업절차서를 작성해야 한다.

1.2.2 검사 및 시험계획서

(1) 현장시공자는 부재의 절단면 개선가공, 조립부재의 제작상태, 구멍뚫기, 용접부의 결함, 외관 등에 대한 검사 계획서를 작성해야 한다.

(2) 각 공사 단계별로 다음에 해당하는 경우에는 시공시험 계획서를 제출해야 한다. 다만 이미 실시한 시험결과에 대해 공사감독원이 공사에 지장이 없는 것으로 승인한 경우에는 시험을 생략할 수 있다.

- ① 고장력볼트 마찰접합의 미끄럼계수 및 내력확인 시험
- ② 소모 및 비소모 노즐식 일렉트로슬래그용접의 승인시험
- ③ 스테드의 데크플레이트 관통시험
- ④ 특수강재의 재료 및 용접시험

1.2.3 시공계획서

(1) 시공계획서는 공사지점의 지형, 대지조건 및 지세의 지리적 조건, 건축물의 구조형식 혹은 교량형식, 사용 장비계획 및 환경조건을 고려하여 세밀히 작성해야 한다.

(2) 시공계획서에는 공사현장 전체의 공사개요, 전체공정과 강구조공사의 공정, 공사를 운영하는 조직을 기술하고, 안전성 및 경제성을 확인해야 한다.

(3) 시공계획서에는 가설공사에 필요한 중요 안전시설 계획 및 이에 따른 보호 시설도

제5장 조립 및 설치

와 안전장비 등의 명세서가 기재되어야 하고, 공사감독원의 승인을 받아야 한다.

1.2.4 시공도서

- (1) 시공도서에는 현장조립 설계도 및 시공상세도, 부재의 조립 및 설치도를 포함해야 한다.
- (2) 현장조립 설계도와 시공 상세도는 구조형식과 설치 지점의 지형, 지세 등을 고려한 설계도와 현장조립방법에 따른 시공도면을 작성해야 한다.
- (3) 부재의 조립 및 설치도에는 부재의 크기와 중량, 조립순서 및 조립방법, 조립위치, 솟음(치올림), 제작 및 설치허용오차, 정착재, 받침재의 위치 및 설치요령서 등이 포함되어야 한다.
- (4) 현장 용접시공도는 KS B 0052(용접 기호)의 표준용접기호를 사용하여 작성하고, 현장용접의 위치, 용접규모 등이 포함되어야 하며 공사기록 도면에는 용접공의 개별 신원을 명기해야 한다.
- (5) 볼트연결 시공은 볼트연결위치, 연결판, 구멍, 볼트의 종류, 조임방법 등이 포함되어야 한다.
- (6) 가설 시 또는 가설 후 응력계측 및 응력조정이 필요할 시에는 계측장비 사용계획 및 계측위치, 응력조정방법 등을 포함해야 한다. 또한 가설응력의 발생이 예견될 시에는 사전에 응력검토를 실시하여 안전여부를 확인해야 하며 그 결과를 보고서로 제출해야 한다.
- (7) 구조물의 구체, 정착볼트, 지지판 및 기타 매설물의 설치를 위한 설치도, 규준틀 및 지침을 제시해야 한다.

1.2.5 제품자료

- (1) 필요 시 부재의 조립 및 설치에 사용되는 주요 재료의 제품 견본을 제출해야 한다.
- (2) 하중지시와셔(압축성 와셔형의 직접장력 지시계)를 사용할 때에는 제작자의 제품 자료를 제출해야 한다.

1.2.6 환경시설

공사 시 발생하는 소음, 진동 등 자연훼손에 대한 보호시설과 건설폐자재 처리 등 환경보호 시설계획을 수립하여 제출해야 한다.

1.3 운반 및 보관

1.3.1 운반

- (1) 부재의 운반, 보관 및 취급 시에는 부재의 휨, 굽힘 및 과대응력이 발생하지 않도록 해야 하며, 휘거나 손상을 입을 수 있는 돌출 부분은 보호해야 한다.
- (2) 부재 운반 전 적재요령 및 운반계획서를 감독원에게 제출하여 승인을 받아야 한다.
- (3) 운반된 부재가 결함이 있는 경우 결함부위를 수정해야 하며, 수정작업 시 그 재질이 손상되지 않도록 교정작업을 실시하고 가열온도는 600°C를 초과해서는 안 된다.
- (4) 부재는 현장 조립 할 순서를 고려하여 적치해야 한다.
- (5) 부재는 직접 지면에 닿지 않도록 받침대를 고이고 적치해야 한다.
- (6) 고장력볼트는 너트를 조립하여 방습포대에 싸서 나무상자나 마분지 상자에 넣어 포장해야 한다. 별도의 방식 처리가 안 된 제품은 방청유를 도포해야 한다.
- (7) 고장력볼트를 포장한 상자에는 표면에 내용물을 명확하게 표시하고 그 목록을 작성해야 한다.

1.3.2 보관

- (1) 강관은 보관 중 녹슬지 않도록 덮개 등으로 조치하여 보관해야 한다.
- (2) 보관 중 비틀림이 생기지 않도록 지지대의 간격을 좁게 하고, 레벨의 편차가 없도록 한다.
- (3) 강재는 종류에 따라 '제2장 제작'의 '1.2 강종의 식별방법 및 보관·관리'의 해당 규정에 따른다.
- (4) 볼트세트는 공장출하 시의 상태가 현장시공 시까지 유지될 수 있도록 포장 및 보관에 주의해야 하며, 우수 및 이슬이 맺히지 않도록 온도변화가 적은 곳에 보관해야 한다. 관련규정은 KS B ISO 3269(파스너 - 인수 검사)를 따른다.
- (5) 부재의 보관
 - ① 현장에서 부재를 임시로 둘 때에는 부재가 지면에 접하지 않도록 해야 한다.
 - ② 보관 중에는 보관대에서의 전도, 타 부재와의 접촉 등에 따른 손상위험이 없도록 충분한 방호를 해야 한다.
 - ③ 장기간 보관할 경우에는 부식 방지를 위한 대책을 강구해야 한다.

제5장 조립 및 설치

1.4 품질보증

- (1) 현장조립 또는 현장용접 시에는 공장용접과 상응하는 보호시설을 해야 하며 용접공 및 용접기술자의 자격과 용접절차는 ‘제3장. 용접’의 해당요건에 따른다.
- (2) 현장조립의 허용오차는 공장가조립의 허용오차범위 내의 기준치를 적용한다.
- (3) 현장볼트 연결에 따른 토크렌치의 검정은 다음에 준한다.
 - ① 검정된 토크렌치를 설정하는 검정장치는 수급인 중 유자격자인 직원이 공사에 처음 사용하기 30일 이전에 정확성을 점검해야 하며, 그 이후에는 매 1개월마다 1회 이상 점검해야 한다.
 - ② 공사감독원이 검정장치의 정확성에 대하여 의문을 갖는 경우에는 제작자에게 반환해서 정확성을 확인받도록 요구할 수 있다.
- (4) 현장조립 시 제작오류에 의하여 재가공 또는 수정보완 시에는 수급인의 책임 하에 재제작 또는 시공해야 한다.

2. 재료

2.1 강재

‘제1장. 총칙’의 해당요건에 따른다.

2.2 용접재료 및 스티드형 전단연결재

‘제3장. 용접’의 해당요건에 따른다.

2.3 볼트 및 연결재

‘제4장. 볼트 집합 및 핀 연결’의 해당요건에 따른다.

2.4 도장 및 도금

‘제6장. 도장’ 및 ‘제7장. 용융아연도금’의 해당요건에 따른다.

3. 시공

3.1 준비 및 안전대책

3.1.1 현장조립 작업준비

현장조립 작업 시 안전에 대한 기술적인 요구사항이 준수될 때까지 공사를 시작해서는 안되며 다음과 같은 사항들이 반드시 고려되어야 한다.

- (1) 크레인과 접근장비의 확고한 지지대책과 유지방법
- (2) 현장으로의 접근로와 현장 내에서의 도로계획
- (3) 플랜트의 안전한 운용에 영향을 미칠 지반조건
- (4) 구조물 가설지지대의 예측 가능한 침하
- (5) 지하 시설물, 가공선이나 현장 장애물의 상세
- (6) 현장 반입 물품들의 치수 및 무게 제한
- (7) 현장 내와 주변의 특이한 환경문제와 기후조건
- (8) 작업에 영향을 주거나 또는 받는 인접 구조물의 정보
- (9) 다른 공정과의 협력작업을 위한 사전에 조율된 작업절차
- (10) 구조물의 적재하중, 강풍, 지진, 적설하중에 대한 안전성
- (11) 부재 낙하방지 및 작업원의 추락방지 등 안전대책
- (12) 강제작업 시 허용 가능한 최대 가설 및 적재하중
- (13) 합성구조 가설 시 콘크리트 타설 관리

3.1.2 공사용 가설물준비 및 안전장치 설치

강재의 설치, 본 접합 등을 위해 각 작업마다에 필요한 비계, 통로, 자재보관, 안전, 양생설비를 설치해야 하며, 구조형식, 설치 순서, 지상조립방법 등에 의해 가설물 설치계획이 다르므로 시공계획에 가장 적합한 것인가를 확인한다.

- (1) 비계, 통로의 안전
 - ① 사다리, 안전로프, 안전블록 등은 주로 비계공의 승강, 수평이동을 위해 필요하며, 강부재 형상, 치수, 추락방지에 대한 적합성을 확인한다.
 - ② 용접 시에는 용접기, 가스통, 용접와이어 및 자재를 쌓아 놓는 경우에는 중량이 50~60kN에 이르는 경우가 있으므로 이에 대한 안전성을 확보해야 한다.

제5장 조립 및 설치

- ③ 비계의 안전을 확보하기 위해 가설 안전설비의 부착 및 고정방법을 확인하고, 설치순서, 작업순서를 확인한 후 안전설비를 설치해야 한다.
 - ④ 비계에 설치하는 가설 안전설비는 부재에 손상 혹은 마모가 발생하지 않도록 주의해야 하고, 특히 와이어로프, 체인 등에 손상 혹은 마모가 발생한 경우에는 즉시 교체해야 한다.
- (2) 현장용접 시의 방풍대책
- ① 용접결함을 방지하기 위해 용접부에서의 풍속을 제어하기 위한 방풍대책을 수립해야 한다.
 - ② 가스실드아크 반자동용접에서는 용접부에서의 풍속을 2m/s 이하로 하고, 피복아크용접과 셀프실드아크반자동용접은 풍속을 10m/s 이하로 해야 한다. 그 이상일 경우에는 바람막이를 설치해야 한다.
 - ③ 용접부의 풍속을 제어하기 위해 용접 개소 전체를 둘러막아서 양생한다.
 - ④ 용접 불꽃과 가우징 불꽃에 의한 화재를 방지하기 위해 불연재로 양생해야 한다.
- (3) 낙하방지대책
- ① 강구조 설치와 동시작업으로 수평, 수직의 낙하방지를 위해 안전망을 설치해야 한다.
 - ② 통로의 배치 및 작업 내용에 적합한 안전망 설치계획을 수립하고, 작업감독원의 승인을 받아야 한다.
- (4) 크레인의 안전
- ① 설치용 크레인은 설치 지반의 내력과 크레인 최대하중을 확인하고 전도 방지대책을 수립해야 한다.
 - ② 크레인의 설치위치를 확인하고, 크레인의 회전범위 내에서는 작업을 금지해야 한다.
 - ③ 크레인 설치위치 및 설정하중을 확인하고, 만일 대지가 협소할 경우 적법한 절차를 걸쳐서 보행자 안전을 위한 낙하물방호용 안전통로를 설치한다.

3.2 가시설공사

3.2.1 지지대 설치

(1) 지지대 확인

- ① 지지대의 상태와 위치는 반드시 설치 전에 적절한 시각적인 측정장비를 이용해서

확인해야 한다.

- ② 만일 지지대를 설치하기에 적절하지 않으면 설치하기 전에 반드시 수정해야 한다. 또한 무엇이 불일치했는지에 대해서 반드시 기록해야 한다.

(2) 지지대의 설치와 적합성

- ① 모든 기초와 기초 볼트 및 강재작업을 위한 다른 지지대들은 강재 구조물을 놓기에 적합하게 준비되어야 한다.
- ② 지지대, 앵커나 받침의 위치와 높이에 대해 감독원의 확인 및 승인을 득하기 전에는 설치해서는 안 된다.
- ③ 기초 볼트를 미리 긴장한다면 최소한 볼트상단 100mm까지는 콘크리트가 부착되지 않도록 배치해야 한다.
- ④ 슬리브(sleeve)안으로 들어가도록 계획된 기초 볼트는 볼트 직경(최소 75mm)의 3배의 슬리브와 같이 공급되어야 한다.

(3) 지지대의 적합성 유지

- ① 설치가 진행되는 중에, 강재 작업의 지지대는 설치가 시작됐을 때의 상태와 동일한 상태가 유지되어야 한다.
- ② 부식방지를 위해 필요한 지지대의 면적이 확보되어야 하며, 적절한 부식방지대책이 수립되어야 한다.
- ③ 특별한 규정이 없다면, 지지대의 침하에 대한 보정이 적절히 이루어져야 한다. 보정은 설치물과 지지대 사이의 그라우팅(grouting)이나 패킹(packing)으로 처리하는 것이 좋다. 보정은 일반적으로 받침 밑에서 실시한다.

3.2.2 앵커링 및 교량받침 설치

(1) 앵커링(anchoring)

- ① 대상 구조물 또는 인접한 구조물의 콘크리트 부분의 앵커링 장비는 반드시 해당 규정에 따라 설치되어야 한다.
- ② 필요한 앵커링 저항력을 얻기 위해서는 콘크리트에 피해를 주지 않도록 적절한 대책을 수립해야 한다.
- ③ 앵커볼트 설치 시 베이스플레이트 위치의 콘크리트는 설계도면 레벨보다 -30mm ~ -50mm 낮게 타설하고, 베이스플레이트 설치 후 그라우팅 처리한다.
- ④ 앵커볼트로는 구조용 혹은 세우기용 앵커볼트가 사용되어야 하고, 고정매입 공법을 원칙으로 한다.

제5장 조립 및 설치

- ⑤ 구조용 앵커볼트를 사용하는 경우 앵커볼트 간의 중심선은 기둥중심선으로부터 3mm이상 벗어나지 않아야 한다. 세우기용 앵커볼트의 경우에는 앵커볼트 간의 중심선이 기둥중심선으로부터 5mm 이상 벗어나지 않아야 한다.

(2) 교량받침 설치

- ① 받침장치 및 앵커볼트 설치에는 무수축재를 혼합한 고강도 모르타르를 사용하는 것을 원칙으로 하되, 그 종류는 감독원의 승인을 받아야 한다.
- ② 상부공사 시공 전 받침장치의 시공상태를 정밀히 측정하여 그 결과를 확인하되 받침의 조정 또는 보정이 필요 시에는 받침장치 설치 시 온도보정과 설치 후 고정하중에 의한 주거더의 이동량에 의하여 보정한다.

3.2.3 그라우팅(grouting)과 실링(sealing)

- (1) 그라우팅 재료들은 다음과 같이 사용되어야 한다.

- ① 재료는 재료 생산자의 제안규정에 따라 혼합되고 사용되어야 한다. 재료 생산자의 제안규정에서 허용하지 않는 한 0℃ 이하에서는 배합되거나 사용되어서는 안 된다.
- ② 빈 공간을 완전히 채울 수 있도록 재료는 알맞은 높이에서 타설되어야 한다.
- ③ 그라우트 제작자에 의해 규정 또는 권고되었다면 충전과 다짐은 잘 고정된 지지대상에서 이루어져야 한다
- ④ 공기구멍(vent hole)은 필요한 만큼 설치해야 한다.

- (2) 그라우팅 전에 강재 베이스 플레이트 하부공간에는 물기, 얼음, 부스러기와 오염물들이 없도록 깨끗하게 청소해야 한다.

- (3) 기둥을 포함하는 포켓베이스(pocket bases)는 주변 콘크리트보다 낮지 않은 압축강도의 콘크리트로 치밀하게 채워져야 한다.

- (4) 포켓베이스에서 기둥의 매입길이는 가설 중 일시적인 상태에서 안정성을 확보할 수 있는 충분한 길이의 콘크리트로 처음부터 둘러 싸여져야 한다. 또한 임시 받침이나 췌기를 제거하기 전에 압축강도의 반이상이 얻어지도록 충분한 시간 동안 방해받지 않는 상태로 유지해야 한다.

- (5) 그라우팅 전에 강재작업, 받침과 콘크리트 표면작업이 필요하다면 반드시 사전에 규정되어야 한다.

- (6) 구조적으로 중요한 강재요소가 부식되지 않도록 배수처리하여 그라우팅의 외형을 처리해야 한다.

- (7) 사용 중에 물이나 부식성 액체가 고일 가능성이 있으면 베이스 플레이트 주변의

그라우트는 베이스 플레이트의 최저면 위로 올라오도록 하지 말고 베이스 플레이트의 아랫면에서부터 각도를 갖도록 형성한다.

- (8) 그라우팅이 필요 없고, 베이스 플레이트 주변을 실링(sealing)해야 하는 경우에는 그 방법을 반드시 명시해야 한다.

3.3 부재조립 및 설치

3.3.1 부재의 공장 가조립

부재의 공장 가조립은 ‘제2장. 제작’의 해당요건에 따른다.

3.3.2 건축물의 현장 조립

(1) 현장가조립 순서

- ① 1절마다 기둥, 보의 세우기 순서를 결정하고 그에 따라 반입하도록 한다.
- ② 강구조 세우기 공사 중에 불안정한 구조가 되지 않도록 조립 순서를 결정해야 하고, 특히 하루 작업완료 후에 안정된 형태가 될 수 있도록 시공계획을 해야 한다.
- ③ 수평 쌓기 방식에서는 선행 강부재에 크레인이 닿아 구석의 부재를 설치할 수 없는 경우가 발생하지 않도록 충분히 검토해야 한다. 보부재를 나중에 부착할 부위를 확인한다.
- ④ 수개 층이 연속되어 보가 없거나 나중에 설치되는 보가 설치되기 전의 구조상의 안전성에 대해 설계자와 충분히 협의하여 보강 및 안전대책을 수립하고, 공사 감독원의 승인을 받아야 한다.
- ⑤ 현장설치의 경우에는 가볼트의 배치 개수를 결정하고, 작업자와 사전에 충분히 협의해야 한다.
- ⑥ 구조상 필요한 작은 보, 수직 가새, 공장건물의 수평 가새, 트러스의 제 1 래티스 등은 세우기와 동시에 설치하는 것을 원칙으로 한다.
- ⑦ 강·콘크리트조의 경우 철근콘크리트와 일체가 되어 내력을 발휘하기 때문에 강재만으로는 불안정한 경우가 발생할 수 있으므로, 보강와이어, 래티스 등을 이용하여 적절하게 보강해야 한다.
- ⑧ 기둥세우기에 따라 가로재, 가새 등을 가볼트 조임한 후 건물모서리와 주요 위치에 설치된 수직, 수평 기준점에서 피아노선, 다림추, 계측기 등을 이용하여 변형을 측정하고, 일정 구획마다 변형 바로잡기를 완료한 후 본 볼트를 조임한다.
- ⑨ 본 볼트 조임은 볼트군 내의 각 볼트가 유효하게 작용할 수 있는 순서로 해야 하

제5장 조립 및 설치

며, 표준 볼트장력의 80% 정도로 조임한 후 2단계 조임에서 표준 볼트장력으로 조임한다.

- ⑩ 설치 중 작업이 중단되거나, 1일 작업의 종료 후에는 임시 가새를 설치해야 하며, 익스펜션조인트 또는 장슬롯 구멍으로 연결된 부재나 구조물은 이를 연결부 양쪽에 각각 가새 또는 버팀재를 설치해야 한다.
- ⑪ 세우기 정밀도는 부록 1의 [부표 1.2]를 준수한다.

(2) 가볼트 조임

- ① 가볼트에는 손상이 없어야 하며, 기름 등의 불순물이 부착되지 않도록 청소해야 한다.
- ② 고장력볼트를 외부환경에 노출시키면 변질될 우려가 있으므로, 본접합용 볼트를 가볼트로 겸용해서는 안 된다.
- ③ [그림 3.3.1] (a)~(c)와 같이 일반적인 고장력볼트 이음에서는 볼트를 이용하고, 볼트 1군에 대해 1/3 이상이며 2개 이상의 가볼트를 웨브와 플랜지에 적절하게 배치하여 조인다.
- ④ [그림 3.3.1] (d)와 같이 혼용접합 혹은 병용이음에서는 일반볼트를 이용하고, 볼트 1군에 대해 1/2 이상이며 2개 이상의 가볼트를 적절하게 배치하여 조인다.
- ⑤ [그림 3.3.2]와 같이 용접이음에서 일렉션피스 등에 사용하는 가볼트는 모두 고장력볼트로 조인다.
- ⑥ 상기의 각 항을 적용하지 않은 경우에는 풍하중, 지진하중 및 적설하중 등에 대하여 접합부의 안전성 검토를 한 후 공사감독원의 승인을 받아야 한다.

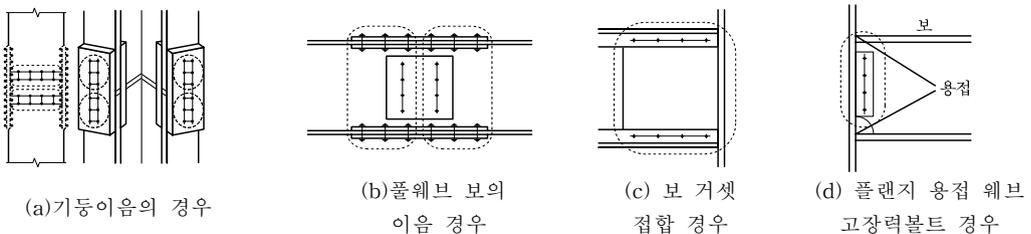


그림 3.3.1 가볼트 조임에서의 볼트 1군의 개념

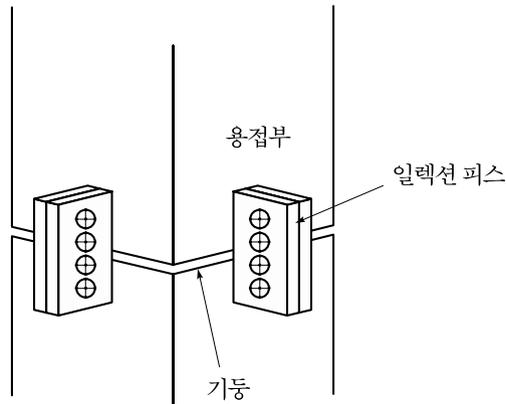


그림 3.3.2 일렉션피스의 가볼트

(3) 볼트의 현장 반입검사

- ① 볼트의 현장조임 전에 볼트의 현장반입검사를 실시해야 한다. 반입검사는 납품된 볼트 중에 볼트직경별로 각 5개의 샘플을 대상으로 축력계에 의한 조임축력 시험에 의한다.
- ② 볼트의 현장 보관상태가 양호하고 기간이 짧을 때에는 볼트 제조회사가 발행한 검사성적서로 반입검사를 대신할 수 있다.
- ③ 반입검사를 위한 볼트의 조임은 1차조임, 마킹, 본조임의 순서에 따라 조임한다.
- ④ 너트와 와서는 각각 정해진 방향을 준수해야 하며, 너트는 등급마크가 외측에, 와서는 내경의 면취부가 외측이 되도록 한다.
- ⑤ 1차 조임은 토크렌치를 이용하여 ‘제4장. 볼트 접합 및 핀 연결’의 [표 3.1.5]의 값으로 조인다.
- ⑥ 1차 조임 후 볼트, 너트, 와셔 및 축력계의 판까지 마킹한다.
- ⑦ 본조임은 고장력볼트용 전동렌치를 사용하고, 볼트 및 와셔가 회전하지 않음을 확인하며 조임한다. 본조임 후에 축력계로 볼트축력을 측정하고, 그 결과를 공사 감독원에게 제출한다.
- ⑧ 정상으로 조임된 5개의 평균 볼트축력이 ‘제4장. 볼트 접합 및 핀 연결’의 [표 3.1.7] 범위 내에 있으면 합격으로 한다.

제5장 조립 및 설치

(4) 볼트의 현장시공

- ① 볼트조임작업 전에 마찰접합면의 흙, 먼지 또는 유해한 도료, 유류, 녹, 밀스케일 등 마찰력을 저감시키는 불순물을 제거해야 한다.
- ② 마찰내력을 저감시킬 수 있는 틈이 있는 경우에는 끼움판을 삽입해야 한다.
- ③ 접합부재 간의 접촉면이 밀착되게 하고, 뒤틀림 및 구부림 등은 반드시 교정해야 한다.
- ④ 볼트머리 또는 너트의 하면이 접합부재의 접합면과 1/20 이상의 경사가 있을 때에는 경사 와셔를 사용해야 한다.
- ⑤ 1군의 볼트조임은 중앙부에서 가장자리의 순으로 한다.
- ⑥ 현장조임은 1차 조임, 마킹, 2차 조임(본조임), 육안검사의 순으로 한다.
- ⑦ 1차조임은 토크렌치 또는 임팩트렌치 등을 이용해 접합부재가 충분히 밀착되도록 한다.
- ⑧ 본 조임은 고장력볼트 전용 전동렌치를 이용하여 조임한다.
- ⑨ 눈이 오거나 우천 시에는 작업을 피해야 하고, 접합면이 결빙 시에는 작업을 중지한다.
- ⑩ 각 볼트군에 대한 볼트 수의 10% 이상, 최소 1개 이상에 대해 조임검사를 실시하고, 조임력이 부적합할 때에는 반드시 보정해야 한다.

(5) 현장용접

- ① 용접에 앞서 개선에 대한 청소를 실시하여 불순물을 제거해야 한다.
- ② 용접재료의 선정 및 관리는 ‘제3장. 용접’의 해당 요건에 따른다.
- ③ 현장조건이 0℃ 이하 혹은 습도가 높은 경우에는 반드시 예열을 실시해야 한다.
- ④ 예열은 기둥과 기둥의 이음부 및 기둥과 보의 접합부에서 약 10cm 너비로 중점적으로 실시한다.
- ⑤ 공사현장용접은 용접변형 및 세우기 정도의 영향을 고려하여 시공순서를 정한다.
- ⑥ 공사현장용접은 특기 사항이 없는 한 피복아크용접, 가스실드아크용접 등을 이용한다.
- ⑦ 용접개소에서 풍속은 피복아크용접, 실드아크용접에서는 10m/sec, CO₂반자동용접에서는 2m/sec를 넘어서지 않아야 한다.
- ⑧ 웨브를 고장력볼트 집합, 플랜지를 현장용접 하는 등의 볼트와 용접을 혼용하는 경우에는 원칙적으로 고장력볼트를 먼저 조임한 후에 용접을 하도록 한다.

(6) 데크플레이트 설치 및 스티드용접

‘제9장 데크플레이트 바닥슬래브’의 ‘3.5 데크플레이트 설치’의 규정에 따른다.

3.3.3 토목구조물의 현장조립(품질관리 구분 ‘라’)

(1) 부재의 설치와 조립

부재의 설치는 승인된 도면에 따라 설정된 기선과 표고에 맞추어 정확하게 설치해야 한다. 부재의 조립은 조립 기호, 소정의 조립순서, 솟음(치올림) 등에 따라 정확하게 시행하고 조립 중 부재는 신중하게 취급하여 손상이 없도록 한다.

(2) 임시조임용 볼트 및 드리프트핀

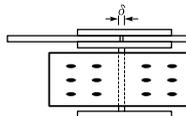
임시조임용 볼트 및 드리프트핀의 합계는 볼트수의 1/2을 표준으로 하고 드리프트핀의 수는 구멍을 맞추기에 필요한 정도로 하고 볼트의 수를 될 수 있는 한 증대시켜야 한다.

(3) 부재의 현장조립

- ① 모든 재료는 설계도서에 표시된 대로 정확히 조립해야 하며, 조립순서를 지켜야 한다.
- ② 어떤 부분도 휘거나 갈라지거나 기타 손상을 입지 않도록 모든 재료는 조심스럽게 취급해야 하며, 부재의 재질에 손상을 입히거나 변형을 일으키는 망치질을 해서는 안 된다.
- ③ 지지부나 영구히 접촉하는 부위의 표면은 가설 전에 깨끗이 청소해야 한다.
- ④ 강구조물의 조립을 위한 받침대 및 비계는 좋은 지반을 선정하여 비틀림, 경사, 전도 등의 우려가 없고, 소정의 솟음(치올림)을 고려하여 견고하게 수평으로 설치해야 한다.
- ⑤ 강구조물의 조립 시 드리프트핀을 조임 부위마다 4개 이상 사용하고, 볼트 구멍의 이상여부를 확인한 후 소요 고장력 볼트 수의 1/2 이상의 가조립 볼트를 사용하고, 본 볼트를 조임 시 볼트의 움직임을 확인한 후 본 볼트 조임에 들어간다. 다만 드리프트핀에 의해 볼트 구멍에 손상이 있어서는 안 된다.
- ⑥ 강구조물에 부득이 구멍을 뚫어야 할 때에는 승인을 받아야 한다.
- ⑦ 현장에서 지조립 시 연결할 부분은 드리프트핀을 조임부위마다 4개 이상, 가볼트 5% 이상을 연결한 후에 본볼트를 조임한다. 본 볼트 조임이 완료될 때까지 강구조물을 들고 있는 크레인을 풀어서는 안 된다. 본볼트가 조임 완료되면 드리프트핀 및 가볼트를 빼고 크레인에 연결된 케이블을 해체한다.
- ⑧ 조립의 정밀도는 [표 3.3.1]을 따르되, 기타 내용은 부록 1의 [부표 1.1]을 준수한다.

제5장 조립 및 설치

표 3.3.1 현장조립의 정밀도

항 목	규 격
현장이음부의 간격	$\delta \leq 10$ (mm) δ : 가조립 간격으로 부터의 조립오차 
숫 음 (치 올 립)	$L \leq 20$: -10 ~ +15 mm $20 < L \leq 40$: -10 ~ +20 mm $40 < L \leq 200$: $-[(L/2)-10] \sim +(L/2)$ mm 여기서 L 은 교량받침이 있는 경우는 지간장(m)으로 하고 그 이외의 경우에는 경간장(m)으로 정의한다. ①상기값은 최대 숫음(치올림)위치에서의 허용값이며 지점에서의 허용값은 "0" ②기타 위치에서의 허용값은 최대점 위치의 허용값을 꼭지점으로 하고 지점에서는 "0"이 되는 2차 또는 3차 포물선(숫음형상에 따라 결정)으로 보간한다. ③강교 가설 후 최종 숫음(치올림)을 만족시키기 위해서는 강구조물의 자중에 의한 처짐과 콘크리트 슬래브 등 부가되는 자중에 의한 처짐을 분리하여 관리해야 한다.

(4) 임시 버팀대

임시 버팀대에 의하여 부재를 설치할 때에는 가설이 완료될 때까지 버팀대를 유지시켜야하며 구조물의 숫음(치올림)을 고려한 높이 조정과 비틀림이나 손상이 발생하지 않도록 견고하게 버팀대를 시공한다.

(5) 공법 변경

설계된 공법에 의하여 부재를 설치하지 않고 다른 공법으로 순서를 변경할 경우에는 변경된 공법에 따라 가설응력과 변형을 검토하여 안전성 여부를 확인해야 한다.

(6) 가설 시 볼트조임

가설 시 볼트조임은 1차 예비 조임후 2차 본조임은 구조전체가 완전히 시공된 상태에서 계측을 하거나 또는 시공측량 및 계측을 완료한 후 시행한다. 다만 접합면의 청결상태를 확인하고 녹, 기름 등 불순물이 있을 경우에는 깨끗이 청소한다.

(7) 임시 가조임 볼트

부재의 이음이 용접이음인 경우 임시 가조임볼트는 특별히 제거하도록 규정된 사항이 아니면 볼트시공 규준에 맞추어 조임시공하여 영구볼트로 사용할 수 있다. 다만 가조임 볼트를 제거할 경우에는 볼트 제거 후 볼트구멍을 플러그 용접으로 채우고,

용접면은 강판 표면정도 규정에 맞게 매끈하게 마무리해야 한다. 이때, 용접재는 사용강판 재질에 맞는 용접봉을 사용해야 한다.

(8) 구멍맞춤 교정

구멍맞춤이 규정치 이상으로 당초 계획 볼트를 사용할 수 없을 경우에는 당초 사용 규격보다 큰 볼트를 사용하도록 볼트홀을 조정하되, 천공을 위한 가스화염을 사용해서는 안 된다. 이 경우 접합부의 내력(판의 전단, 블록 전단 및 지압)과 최소 연단거리 규정 등을 확인해야 한다.

(9) 제작오차의 교정 및 결함보수

① 제작오차의 교정은 공사감독원이 승인한 방법에 의하여 수행해야 하며, 주요부재의 제작오차를 교정하기 위해 현장에서 가스절단 화염을 사용해서는 안 된다.

② 용접결함의 보수방법은 ‘제3장. 용접’의 해당요건에 따른다.

(10) 접합시공

① 현장조립은 가급적 볼트연결을 원칙으로 하나 현장용접이 불가피한 경우에는 사전에 현장용접 계획과 절차서를 제출하여 공사감독원의 승인을 받아 실시하되, 공장용접 규정에 준하는 보호시설을 설치한 후 시공해야 한다.

② 볼트연결 시공은 ‘제4장. 볼트 접합 및 핀 연결’의 해당 요건에 따른다.

③ 용접시공은 ‘제3장. 용접’의 해당 요건에 따르며, 현장용접 시 기상조건이 다음에 해당할 경우에는 용접결함의 발생을 방지하기 위하여 용접을 해서는 안 된다. 다만 방풍, 방우설비 및 예열 등이 공장용접 조건을 갖춘 경우에는 예외로 한다.

가. 우천 시 및 우천의 가능성이 있는 경우

나. 우천 직후

다. 풍속이 2.0m/s 이상인 경우

라. 대기온도가 -20℃ 이하인 경우, 단 모재의 온도가 0℃ 이하이면 모재를 최소 20℃ 이상으로 예열해야 한다.

(11) 응력조정

① 응력조정 시공의 경우, 적당한 방법에 의하여 도입응력이 설계조건을 만족하고 있는가를 확인해야 한다. 응력조절을 할 때에는 한 번에 전 도입량을 주지 않고 몇 회로 나누어 주거더에 무리가 생기지 않도록 하는 것이 좋다.

② 응력조정에 의한 교량길이 및 솟음(치올림)의 변화를 고려하여, 주거더의 제작 치수, 받침 설치에 대하여 충분히 검토해야 한다.

제5장 조립 및 설치

- ③ 가설공법에 의한 응력조정 시에는 설계에서 정해진 주거더의 상호관계에 변화가 생기지 않도록 주거더의 이동에 주의해야 한다.
- ④ 프리스트레싱강재를 사용하여 응력조정을 할 때에는 프리스트레싱강재의 굴곡부에서 접촉면간의 마찰이 감소되도록 해야 하며, 정착부에 정밀한 시공이 되도록 주의해야 한다.

3.3.4 토목구조물의 교량형식별 현장시공(품질관리 구분 '라')

풍속이 10분간 계속해서 10m/sec 이상인 경우에는 모든 설치작업을 중지해야 한다.

(1) 플레이트 거더교

- ① 횡전도 좌굴을 막기 위하여 지지점에 전도방지 시설을 갖추고 아울러 시간 내에도 버팀줄 등으로 전도가 되는 것을 방지해야 한다.
- ② 바닥판 콘크리트를 타설할 때, 일어나는 전체좌굴에 의한 횡전도를 방지할 수 있도록 횡브레이싱을 설치해야 한다.
- ③ 주거더는 자중이 작은 것에 비하여 풍압면적이 커서 바람에 의하여 전도될 염려가 크므로 전도가 되지 않도록 방지시설을 확실히 해야 한다.

(2) 박스거더교

- ① 박스거더교의 주거더는 일조(日照)의 영향이 크므로 한 장소에서 연결 작업 시에는 온도차에 의한 변형과 응력차가 크지 않도록 연속해서 설치해야 한다.
- ② 박스형 주거더를 여러 개소의 지지점을 갖는 공법으로 설치할 시에는 잭 등에 의해서 올리고 내리는 지지점을 보강해야 한다.
- ③ 박스형 주거더는 한부재의 블록 중량이 크기 때문에 취급이 용이하도록 미리 공장에서 무게 중심부에 리프팅러그를 설치해야 한다.
- ④ 주거더를 횡이동시킬 경우에는 각 지점의 이동량이 일정하도록 관리해야 한다.

(3) 연속교

- ① 연속교의 주거더를 캔틸레버식 공법이나 블록공법으로 가설할 경우에는 가설응력 조정 내용을 사전에 예측해 둔다.
- ② 끼어넣기식 공법에 의하여 가설할 경우에는 사전에 셋백량을 고려해야 한다.
- ③ 주거더를 양측에서 올리고 내리는 공법에 의하여 가설할 경우에는 각점의 변위로 인한 초과응력이 발생되지 않도록 한다.
- ④ 횡이동 시에는 각 지점의 이동량이 일정하도록 관리해야 한다.
- ⑤ 연속교의 바닥판 콘크리트 타설 시에는 경간 중앙부를 먼저 타설하고 경간 지점부를

향하여 타설함으로써 지점부에서 발생할 수 있는 균열을 방지하도록 한다.

(4) 곡선교

- ① 곡선교의 주거더 가설 시에는 전도되지 않도록 주거더의 중량을 고려해서 보의 중심 위치를 확인해 둔다. 횡이동 또는 마주 들어 올리고 내릴 때에는 하중의 편심을 고려해서 지지점을 보강해야 한다.
- ② 곡선 주거더의 경우 조립방향을 정확히 측정하는 것이 곤란하므로 사전에 그 방향을 검토해 둔다.
- ③ 주거더를 가설 후 가로보(크로스 빔)를 연결할 때, 주거더의 비틀림이나, 주거더의 처짐으로 인해 가로보의 연결이 곤란하면, 가로보 연결부의 유간 확보나 연결볼트를 위한 긴 구멍뚫기나 공구연결 등의 대책이 필요하다.

(5) 사교

- ① 가로보를 주거더에 직각으로 연결시킬 경우에는 주거더마다 가로보의 연결 지점이 다르므로 주거더의 처짐 변위차이를 고려하여 연결방안을 수립해야 한다.
- ② 지지점에 설치할 가로보는 지지점과 같은 방향으로 배치해야 한다.
- ③ 신축이음장치와 교량받침은 교량의 신축방향으로 정확하게 이동할 수 있도록 배치해야 한다.

(6) 트러스교

- ① 켄틸레버 공법 및 대블럭 공법에 의하여 가설 시 인장재가 압축재로 되는 경우가 있으므로 가설 시의 응력을 검토하여 필요한 조치를 해야 한다.
- ② 축력 부재로서 설계된 현재에 자주식 크레인 등의 가설중기를 주행시켜 가설하는 경우에는 이들의 중량을 합해서 휨의 영향을 검토해야 한다.
- ③ 트러스교는 부재수가 많으므로 부재의 연결위치 및 격점부의 조립순서를 사전에 결정하여 가설해야 한다.
- ④ 지간이 긴 트러스교는 가로보의 연결부에 슬롯 구멍 등으로 조정부를 두어야 한다.

(7) 상로 아치교

- ① 아치를 우선 가설하고 보강거더를 나중에 가설하는 경우 아치의 변형이 커서 보강거더의 연결이 곤란한 경우가 있으므로 이 경우 변형에 관한 응력을 사전에 검토하여 보강거더의 가설순서 및 방법을 정해야 한다. 보강거더의 가설순서는 일반적으로 중앙부에서 대칭으로 가설해야 하며 지점의 고저차가 큰 아치에는 변형이

제5장 조립 및 설치

비대칭으로 되어 수평변위가 크게 되므로 주의가 필요하다.

- ② 아치의 폐합은 일조의 영향이 크므로 영향이 작을 때 실시해야 한다. 가설 중 아치는 지간장에 비해 휨강성이 작고 처짐 변형이 크므로 폐합 시에는 결합부의 맞닿는 면의 형상이 소정의 치수가 되도록 검측하여 조정할 필요가 있다.
- ③ 아치 받침은 측량작업을 실시하여 정확하게 거치해야 하며 받침부의 소정 회전량이 넘지 않도록 관리해야 한다.
- ④ 아치 설치 후 스펀드럴 기둥은 수직도가 정확해야 하며 기둥변위에 의하여 아치에 응력 및 변위가 발생하지 않도록 하며 가급적 보강재와 함께 가설해야 한다.
- ⑤ 상판가설 시 주거더 및 횡거더, 가로보 및 세로보는 아치 및 스펀드럴 기둥의 면외 변형으로 정확하게 맞지 않을 경우가 있으므로 설치전 검측을 실시하고 정확하게 시공해야 한다.

(8) 하로 아치교

- ① 타이드아치, 로제아치 및 랭거아치교의 아치를 먼저 가설할 때에는 상로교의 아치 설치와 동일하게 한다.
- ② 수직재 가설은 아치의 각 접합점의 변위가 각각 다르므로 변위를 고려하여 부재 길이 및 설치 지점을 정해야 한다.
- ③ 하로교 교면의 주거더, 보강거더 및 가로보, 세로보는 상로아치교 가설과 동일하게 시행하는 방법이 좋다.
- ④ 하로교 중 가벤트에 의하여 하로교의 주거더 및 교면을 우선 설치한 후 아치를 설치할 경우에는 가벤트 철거 후 전체 구조계의 변위를 고려하여 아치재, 수직재를 설치해야 한다. 다만 아치부재의 좌굴방지용 보강재는 중앙부로부터 대칭이 되도록 설치한다.
- ⑤ 닐슨 아치교는 케이블 설치 이전에 아치와 상판에 가설재를 설치한 후 케이블을 2차로 설치 할 수 있다.

(9) 라멘교

- ① 선정된 공법에 따라 부재의 폐합과 응력조정을 사전에 검토해야 한다.
- ② 받침의 거치정도에 따라 부재의 솟음(치올림)과 응력에 영향을 주므로 정확하게 시공이 되도록 해야 한다.

(10) 강바닥판교

- ① 강바닥판은 강성이 낮기 때문에 설치 시 변형이 커질 수 있으므로 이에 대한 사

전 대책이 필요하다.

- ② 강바닥판을 주거더에 먼저 설치 후 중간에 강바닥판을 설치하는 경우에는 교축방향으로 연결차가 생기므로 사전 대책이 필요하다.
- ③ 용접 수축에 의한 추가 솟음(치올림)을 고려해야 한다.

(11) 강재교각

- ① 강재교각의 기둥부분과 보부분이 상자형인 경우에는 일조에 의한 영향이 크므로 가급적 기온이 일정한 상태에서 조립한 후 가설해야 한다.
- ② 강재교각의 기둥부 이음이 볼트연결일 경우에는 메탈터치에 의하여 접합할 수 있도록 하고 상부이음부재는 가설용 내부 라이너를 설치하여 가설이 용이하도록 해야 한다. 볼트연결 시공순서는 기둥부의 플랜지나 웨브판을 우선 연결하고 보강재를 연결하도록 한다.
- ③ 강재교각의 기둥부 이음이 현장용접 연결일 경우에는 뒷담재를 사용하는 것이 유리하나 뒷담재를 사용하지 않을 때에는 별도의 내부 라이너를 설치하도록 하고 루트간격 유지를 위한 내부 라이너에 스톱퍼를 두도록 한다.
- ④ 교각의 보부분은 지상에서 미리 조립하며 특히 교좌장치용 앵커볼트는 설치기준에 맞추어 정확히 설치해야 한다. 다만 기둥부가 현장용접 이음일 경우에는 용접에 의한 변형을 고려하여 앵커볼트 구멍을 뚫어야 한다.
- ⑤ 현장용접 시 용접순서 및 용접규모 등은 부재의 변형이 최소가 되도록 관리해야 한다.
- ⑥ 현장용접 시 교각 내에는 적절한 환기관리 시설을 해야 한다.

3.3.5 가설용 부착물의 부착 및 제거

- (1) 강교블럭 이동 및 가설 운반 시 필요에 의해 임시로 부착하는 브라켓(bracket)이나 러그(lug) 등의 부착은 설계자 또는 구조물의 거동을 충분히 이해하고 있는 전문기술자의 검토 후 공사감독원의 승인을 받아야 한다.
- (2) 가설 시 가설용 임시 부착물은 설계자 또는 부착부에 대한 구조물의 거동을 충분히 이해하고 있는 전문기술자의 검토 후 공사감독원의 승인을 받아 제거방법을 결정해야 한다.

제5장 조립 및 설치

3.4 검사, 수정 및 관리

3.4.1 측량 및 계측

- (1) 시공측량은 부재의 조립설치 시 본조임 전후에 실시하여 시공상태를 확인해야 한다.
- (2) 주요부재는 시공 시 설치공법에 따른 변형과 응력상태를 확인하기 위하여 필요한 위치에 소정의 계측장비를 설치하여 시공 상태를 확인 점검해야 한다.

3.4.2 고장력볼트 검사 및 수정

고장력볼트의 현장시공과 검사는 ‘제4장. 볼트 접합 및 핀 연결’의 해당요건에 따른다.

3.4.3 현장용접부 검사 및 수정

현장용접부의 검사 및 수정은 ‘제3장. 용접’의 해당요건에 따른다.

3.4.4 현장품질관리

- (1) 사용강재의 품질관리는 ‘제1장. 총칙’의 해당요건에 따른다.
- (2) 제작품 관리는 ‘제2장. 제작’의 해당요건에 따른다.

제6장 도장

제6장 도장

1. 일반사항

1.1 적용범위

- (1) 이 절은 장기간 녹막이 효과를 유지할 목적으로 ‘제1장 총칙’의 ‘1.5 품질관리에 따른 구조물의 분류’에 따라 강구조물에 실시하는 녹막이 도장에 적용한다.
- (2) 공사기간 중 녹 발생에 의한 오염을 방지할 목적으로 일시적인 녹막이 도장을 실시할 경우의 도료, 사후처리 등에 관해서는 감독원과 합의한다.
- (3) 녹막이 도장작업은 적절한 환경에서 실시하며 균일한 도막이 얻어지도록 충분히 양생하도록 한다.
- (4) 강구조 건축물의 경우 특기시방서에 따라 도장을 실시한다.
- (5) 마감된 금속표면은 별도의 지시가 없으면 도금된 표면, 스테인리스강, 크롬판, 동, 주석 또는 이와 같은 금속으로 마감된 재료는 도장하지 않는다.
- (6) 움직이는 품목(운전부품, 기계 및 전기부품의 밸브, 댐퍼 동작기, 감지기 모터 및 송풍기 샤프트) 및 라벨에는 도장하지 않는다.

1.2 도장일반

1.2.1 도장공정

공정번호는 공정순서를 표시하고, 공사시방서 또는 감독원의 승인을 받아 생략할 수 있는 공정이다.

1.2.2 도장의 품질 및 명칭

이 장의 ‘2. 재료’에서 규정한 품질은 각 공정에서 사용하는 도장재료의 명칭을 표시한 것이다.

1.2.3 도장의 배합비율

도료의 배합비율 및 시너의 희석비율은 질량비로서 표시한다.

1.2.4 건조시간

건조시간은 온도 약 20℃, 습도 약 75%일 때, 다음 공정까지의 최소 시간이고, 온도

제6장 도장

및 습도의 조건이 크게 차이 날 경우에는 감독원의 승인을 받아 건조시간(도막양생 시간)을 결정한다.

1.2.5 도장의 표준량

도장의 표준량은 평편한 면의 단위면적에 도장하는 도장재료의 양이고, 실제의 사용량은 도장하는 바탕면의 상태 및 도장재료의 손실 등을 참작하여 여분을 생각해 두어야 한다.

1.2.6 가연성 도료의 보관 및 장소

가연성 도료는 전용 창고에 보관하는 것을 원칙으로 하며, 적절한 보관온도를 유지하도록 한다.

- (1) 반입한 도료 및 사용 중인 도료는 현장 내에서 감독원이 승인하는 창고에 보관하고, 도료창고에 ‘화기 엄금’ 표시를 한다.
- (2) 도료창고는 특히 화재에 주의하고, 창고 내와 그 주변에서의 화기 사용을 엄금한다. 도료창고 또는 도료를 들 곳은 아래 사항을 구비한다.
 - ① 독립한 단층건물로서 주위 건물에서 1.5m 이상 떨어져 있게 한다.
 - ② 건물 내의 일부를 도료의 저장장소로 이용할 때에는 내화구조 또는 방화구조로 된 구획된 장소를 선택한다.
 - ③ 방폭 전등 및 밀폐스위치를 사용하고, 지붕은 불연재료로 하며, 천장을 설치하지 않는다.
 - ④ 바닥에는 침투성이 없는 재료를 깐다.
 - ⑤ 시너를 보관할 때에는 위험물 취급에 관한 법규에 준하고, 소화기 및 소화용 모래 등을 비치한다.
- (3) 사용하는 도료는 될 수 있는 대로 밀봉하여 새거나 엷지르지 않게 다루고, 샌 것 또는 엷지른 것은 발화의 위험이 없도록 닦아낸다.
- (4) 도료가 묻은 형걸 등 자연발화의 우려가 있는 것을 도료보관 창고 안에 두어서는 안 되며, 반드시 소각시켜야 한다.
- (5) 도료는 건냉암소에 보관하는 것이 원칙이며, 특별한 경우에는 제조사의 지시에 따른다.

1.2.7 바탕 만들기 및 바탕면 처리

- (1) 녹, 유해한 부착물(먼지, 기름, 타르분, 회반죽, 플라스틱, 시멘트 모르타르) 및 노화가 심한 낡은 구도막은 완전히 제거한다.

- (2) 면의 결점(흠, 구멍, 갈라짐, 변형, 흡수성이 불균등한 곳 등)을 보수하여 면을 도장하기 좋은 상태로 한다.
- (3) 유해한 성분(수분, 기름, 수지, 산, 알칼리 등)이 배어나오거나 녹아나오지 않도록 처리한다.
- (4) 도장의 부착이 잘 되도록 하기 위해 연마 등의 필요한 조치를 한다.

1.2.8 바탕 및 바탕면의 건조

바탕 자체 및 바탕 표면이 건조하지 않을 때에는 충분한 양생기간을 두어, 충분히 건조시킨 후 그 다음 공정의 작업을 진행시켜야 한다.

1.2.9 환경 및 기상

도장하는 작업 중이거나 도료의 건조기간 중, 도장하는 장소의 환경 및 기상조건이 아래와 같아서 좋은 도장 결과를 기대할 수 없을 때에는 감독원이 승인할 때까지 도장해서는 안 된다.

- (1) 도장하는 장소의 기온이 낮거나, 습도가 높고, 환기가 충분하지 못하여 도장건조가 부적당할 때, 주위의 기온이 5℃ 미만, 43℃ 이상이거나 상대습도가 85%(무기질 아연말 도료는 상대습도 90%)를 초과할 때, 눈 또는 비가 올 때 및 안개가 끼었을 때(다만 별도로 재료, 제조업자의 시방서에 별도로 표시한 경우에는 예외로 한다).
- (2) 강설우, 강풍, 지나친 통풍, 도장할 장소의 더러움 등으로 인하여 물방울, 들뜨기, 흠먼지 등이 도막에 부착되기 쉬울 때.
- (3) 주위의 다른 작업으로 인해 도장작업에 지장이 있거나 도막이 손상될 우려가 있을 때

1.3 제출물

1.3.1 작업절차서

작업 절차서에는 다음 사항이 포함되어야 한다.

- (1) 일반사항 : 시공순서, 기상조건, 주야간별
- (2) 표면처리 : 표면처리의 방법, 정도
- (3) 도장작업 : 도장 방법, 터치 업(touch up) 방법
- (4) 작업대 : 작업대 구조, 설치방법
- (5) 조명, 환기 : 조명, 환기방법

제6장 도장

1.3.2 검사 및 시험계획서

도료의 희석률, 도장횟수, 도막두께, 건조, 재도장 간격, 도막외관 등에 대한 검사 및 시험계획을 작성해야 한다.

1.3.3 시공계획서

시공계획서에는 다음사항이 포함되어야 한다.

- (1) 공사개요 : 공사명, 공사기간, 공사장소, 시공내용, 기준 및 사양서
- (2) 공정계획 : 예정공정표(인원, 장비 투입계획 등), 도장공정에 맞는 도료 및 작업원의 수급, 각 층간의 중복도장 간격 등을 고려
- (3) 현장조직 : 현장조직도, 작업자명부 (경험 연수, 취득자격 포함)
- (4) 사용도료 : 품명, 규격, 색, 제조회사명, 사용량
- (5) 사용기기 : 표면처리 및 도장작업에 필요한 기기의 명칭, 규격, 형상, 성능 및 대수
- (6) 안전대책 : 현장의 안전관리조직, 비상연락망, 환기대책, 화재대책, 안전회의 및 안전 순찰자
- (7) 환경대책 : 주변지역에 대한 오염, 소음방지 대책
- (8) 가설준비계획 : 현장사무소나 창고 등의 위치도, 구조약도 및 전화번호

1.3.4 제품자료

- (1) 하도, 중도, 상도에 사용되는 도료 및 관리용기구 등에 대한 제품자료를 제출해야 한다.
- (2) 하도, 중도, 상도의 조합시 도료간 간섭유무에 대한 자료를 제출해야 한다.

1.3.5 시공기록

시공기록에는 사용재료, 도료의 종류, 기상상태, 표면처리 관리(표면처리의 규정, 표면조도의 규정, 표면처리 방법의 준수 및 그 과정, 연마재의 입자크기 및 형상, 표면처리 장비), 도장작업 내용, 중복도장의 간격 등이 포함되어야 한다.

1.3.6 견본

도장 도료 견본을 제출하여 색상 및 광택 등에 대하여 감독원의 승인을 받는다. 도장 견본 도료 및 견본판은 변색하지 않게 보존해 둔다. 다만 견본 크기의 치수는 담당자의 지시에 따르되, 철재 바탕일 때에는 300×300mm의 것으로 하고 색채와 질감이 유사한 2개를 제출하되 광택, 색감의 질감이 요구하는 수준에 도달할 때까지 표본을 다시 제출한다.

1.4 안전관리

- (1) 도장작업에서의 사고방지를 위한 계획을 수립하고, 확인해야 한다.
- (2) 담당자는 시공시간, 시공범위, 보안설비, 연락체계 등을 충분히 협의하고, 그 내용을 시공계획서에 명기하도록 한다.
- (3) 도료는 일반적으로 인화성의 액체이고, 용제가 함유되어 있어, 그러한 것들이 고농도로 인체에 작용하는 경우에는 건강상 유해하므로, 도료의 운반, 보관 및 도장작업 등의 각 단계에서 안전관리 방법 및 대책을 수립해야 한다. 용제 처리 및 도료의 도장은 반드시 열이 없는 표면에서만 한다.
- (4) 현장에서의 도장작업은 지상 작업 이외에는 거의 대부분이 작업대에 의한 고공작업이므로, 작업원의 추락이나 도료의 비산에 의한 제3자의 피해가 발생하기 쉽다. 또한 가설발판의 해체, 철거작업은 위험도가 높으므로 주의를 요한다.
- (5) 정류기 형태의 전기모터 옆에서는 도장작업을 하지 않으며, 표면처리와 도장기기를 사용할 때에는 반드시 방폭장치를 사용한다.
- (6) 안전모, 안전벨트, 안전안경, 방진마스크 등의 보호장비는 항상 준비했다가 작업 시에는 반드시 착용하고, 사고 발생 시 응급처치를 위해 즉시 보고해야 한다.
- (7) 작업장 주위는 항상 정리, 정돈 및 청소가 되어 있어야 하며, 화재 예방을 위한 소화장비를 항상 작업장 주위에 배치하고 작업해야 한다.
- (8) 박스 거더의 내부와 같은 밀폐 공간 내에서의 작업에서는 충분한 조명과 환기를 유지하도록 한다.

2. 재료

2.1 도료의 일반사항

2.1.1 도료의 선정

도장재료는 한국산업표준에서 제정한 규격에 합격한 것을 사용함을 원칙으로 하고, 공사시방서에서 정하는 바가 없을 때에는 해당 제조회사 제품 등에 대하여 사전에 감독원의 승인을 받는다.

2.1.2 도료의 확인

도료는 상표가 완전하고 개봉하지 않은 채로 현장에 반입하여, 즉시 한국산업표준 표시 여부, 규격번호, 품명, 중별, 제조년월일, 포장의 번호 및 수량, 구성성분(안료

제6장 도장

및 용제), 희석방법, 색명 및 번호 등에 대하여 감독원의 확인을 받는다.

2.1.3 개봉시의 입회

도료를 사용하기 위해 개봉할 때에는 감독원의 입회하에 개봉하는 것을 원칙으로 한다.

2.1.4 도료의 배합 및 배합장소

도료는 바탕면의 조밀, 흡수성 및 기온의 상승 등에 따라 배합 규정의 범위 내에서 도장하기에 적당하도록 조절한다. 도료의 배합은 감독원이 지정하는 장소에서 감독원의 입회하에 한다.

2.1.5 체 거르기

도료의 사용 직전에 오물, 기타 잡물이 섞여 있지 않도록 하고 체에 걸러 사용한다.

2.1.6 도장용 기구

솔, 주걱, 뿔도장기, 기타 도장용 기구는 쓰기 좋은 상태로 깨끗하게 하여 사용한다.

2.1.7 품질의 시험

- (1) 도료의 희석률, 도장횟수, 도막두께, 건조, 재도장 간격, 도막외관 등에 대한 검사 및 시험계획을 작성해야 한다.
- (2) 도료의 품질에 대하여 감독원이 필요하다고 인정할 때에는 국가공인 품질시험 기관에 의뢰하여 시험을 한다.

2.1.8 마감 도료의 조색

마감으로 사용할 도료의 조색은 전문 제조회사가 건본의 색상, 광택으로 조색함을 원칙으로 한다. 다만 사용량이 적을 때에는 감독원의 승낙을 받아 현장에서 동종 도료를 혼합하여 조색할 수 있다.

2.2 도료의 품질관리

- (1) 도료의 품질은 SPS-KPIC 에 합격한 단체인증제품 및 동등 이상의 재료를 사용한다.
- (2) 도료의 품질관리 기준은 부록 2를 따른다.

2.3 도장계열

- (1) 강구조물에 쓰이는 도장계열은 [표 2.3.1]과 같이 일반 중방식 및 친환경 중방식 도장계열로 분류된다.
- (2) 건축물의 철부는 방식 및 미관을 위하여 [표 2.3.2]와 같은 방청도료를 사용한다.

표 2.3.1 강교광용 도장계열

구 분		표면처리	제1층	제2층	제3층	제4층	제5층	
일반중방식계열	우레탄 계 마감	Type I	SSPC-SP 10	무기질 아연말 도료	미스트코트	고고형분 에폭시계 도료	우레탄계 도료	우레탄계 도료
		Type II	SSPC-SP 10	무기질 아연말 도료	미스트코트	고고형분 에폭시계 도료	우레탄계 도료	우레탄계 도료
		Type III	SSPC-SP 10	아연알루 미늄용사	미스트코트	고고형분 에폭시계 도료	우레탄계 도료	우레탄계 도료
	세라믹 계 우레탄 마감	Type I	SSPC-SP 10	무기질 아연말 도료	미스트코트	세라믹계 방식도료	세라믹계 우레탄 도료	세라믹계 우레탄 도료
		Type II	SSPC-SP 10	무기질 아연말 도료	미스트코트	세라믹계 방식도료	세라믹계 우레탄 도료	세라믹계 우레탄 도료
		Type III	SSPC-SP 10	아연알루 미늄용사	미스트코트	세라믹계 방식도료	세라믹계 우레탄 도료	세라믹계 우레탄 도료
	실록산 계 마감	Type I	SSPC-SP 10	무기질 아연말 도료	미스트코트	고고형분 에폭시계 도료	실록산계 도료	실록산계 도료
		Type II	SSPC-SP 10	무기질 아연말 도료	미스트코트	고고형분 에폭시계 도료	실록산계 도료	실록산계 도료
		Type III	SSPC-SP 10	아연알루 미늄용사	미스트코트	고고형분 에폭시계 도료	실록산계 도료	실록산계 도료
	불소수 지계 마감	Type I	SSPC-SP 10	무기질 아연말 도료	미스트코트	고고형분 에폭시계 도료	불소수지계 도료	불소수지계 도료
		Type II	SSPC-SP 10	아연알루 미늄용사	미스트코트	고고형분 에폭시계 도료	불소수지계 도료	불소수지계 도료
	친환경중방식	수용성 우레탄 계 마감	Type I	SSPC-SP 10	수용성무 기질 아연말 도료	미스트코트	수용성 에폭시계 도료	수용성 우레탄계 도료
Type II			SSPC-SP 10	수용성무 기질 아연말 도료	미스트코트	수용성 에폭시계 도료	수용성 우레탄계 도료	수용성 우레탄계 도료
Type III			SSPC-SP 10	아연알루 미늄용사	미스트코트	수용성 에폭시계 도료	수용성 우레탄계 도료	수용성 우레탄계 도료
Type IV			SSPC-SP 10	무용제 에폭시계 도료	무용제 에폭시계 도료	수용성 우레탄계 도료	수용성 우레탄계 도료	

제6장 도장

표 2.3.2 건축용 철부 도료의 품질

도장 명칭		도료의 품질에 관한 규정 및 합격해야 할 규격			용 도
		규격번호	품질내용	규격종별	
녹막이 도장재료	3종	KS M 6030	아연분말 프라이머	1, 2, 3류	철부 방청용
	4종		에칭 프라이머	1, 2류	철부 아연도 강판 방청용
	-	-	일반방청프라이머		철부 방청용

2.4 도장계열의 선택기준

2.4.1 강교량의 설치환경에 의한 구분

- (1) 일반환경 및 산간계곡 환경
- (2) 공장 및 도시환경
- (3) 해안지역 환경

2.4.2 강교량 내부 및 외부용 도장계열의 선정

- (1) 도장계열의 선정 시 도장수명은 설치환경에 의해 크게 좌우된다.
- (2) 도장 계열은 일반 중방식과 친환경 중방식으로 나누어지며, 교량의 중요도, 유지관리, 보수도장기간, 내구수명 등을 고려하여 선정한다.
- (3) 강교량의 플레이트 거더인 경우에는 모든 부위를 외부용으로 선정한다.

2.4.3 강교량의 유지보수 도장

- (1) 부분 보수 도장의 적용은 시공 중 또는 시공후 유지관리시 국부 부식이 발생된 구간에 적용한다.
- (2) 일반적으로 전면 보수도장은 신설 도장규격과 동일하게 적용한다.

2.4.4 강교량의 연결판 및 볼트의 도장

- (1) 연결판 및 볼트의 외부와 내부의 도장계열은 본체의 외부 및 내부의 도장계열과 같은 도장계열을 사용한다.
- (2) 설치 후 도장작업 시 예상되는 주변의 환경문제(대기 중의 먼지, 분진의 비산, 수자원오염 등)를 고려하여 동력공구 세정(SSPC-SP3) 후 도장한다.

2.5 강교량의 재래식 및 중방식 도장의 부분보수

- (1) 구도막이 연단계 방청페인트 재래식 도장인 경우, 부분 보수 도장은 [표 2.5.1]에 따른다.
- (2) 구도막이 염화고무계 마감 일반 중방식 도장인 경우, 부분 보수 도장은 [표 2.5.2]에 따른다.
- (3) 위의 도장 이외의 중방식 도장은 부록 3과 부록 4를 따른다.

표 2.5.1 재래식 도장의 부분 보수 도장

구 분	공정	구도장계	도료 및 표면처리	도막 두께 (μm)	도료 및 표면처리	도막 두께 (μm)
교량 외부 (볼트 및 연결관 포함)	표면 처리		SSPC-SP3		SSPC-SP10	
	제1층	연단계 방청페인트	에폭시계 방청도료 (터치업)	75	에폭시계 방청도료	75
	제2층	연단계 방청페인트	고고형분 에폭시계 도료	80	고고형분 에폭시계 도료	80
	제3층	알키드계 마감도료	우레탄계 도료	30	우레탄계 도료	30
	제4층	알키드계 마감도료	우레탄계 도료	30	우레탄계 도료	30
교량 내부 (볼트 및 연결관 포함)	표면 처리		SSPC-SP3			
	제1층	연단계 방청페인트	에폭시계 방청도료 (터치업)	75		
	제2층	연단계 방청페인트	고고형분 에폭시계 도료	100		

제6장 도장

표 2.5.2 일반 중방식 도장(염화고무계 마감)의 부분 보수도장

구분	공정	구도장계	구도장계와 동등한 수준의 내구성능				구도장계보다 내구성능을 향상시킬 경우			
			도료 및 표면처리	도막 두께 (μm)	도료 및 표면처리	도막 두께 (μm)	도료 및 표면처리	도막 두께 (μm)	도료 및 표면처리	도막 두께 (μm)
교량외부 (볼트 및 연결판 포함)	표면처리		SSPC-SP3		SSPC-SP10		SSPC-SP3		SSPC-SP10	
	제1층	무기질 아연말도료	염화고무 MIO도료 (터치업)	100	에폭시계 방청도료	75	에폭시계 방청도료 (터치업)	75	에폭시계 방청도료	75
	제2층	염화고무계도료	염화고무계 중도	60	염화고무계 중도	60	고고형분 에폭시계도료	80	고고형분 에폭시계도료	80
	제3층	염화고무계도료	염화고무계 상도	60	염화고무계 상도	60	우레탄계도료	30	우레탄계도료	30
	제4층						우레탄계도료	30	우레탄계도료	30
교량내부 (볼트 및 연결판 포함)	표면처리		SSPC-SP3							
	제1층	무기질 아연말도료	에폭시계 방청도료 (터치업)	75						
	제2층	역청질계도료	고고형분 에폭시계도료	100						

2.6 강교량의 일반 및 친환경 중방식 도장

(1) 일반 및 친환경 중방식 도장은 부록 3과 부록 4를 따른다.

2.7 건축물의 철부도장

(1) 구조물의 품질관리 구분 '다'에 속하는 건축물 철부의 녹막이를 위한 유성페인트 및 에나멜 도장의 공정, 도료, 먼처리, 도막두께는 철부 유성페인트 도장 공정 [표 2.7.1]에 따른다.

표 2.7.1 철부 유성페인트 도장 공정

구분	도장 계열	공정	도료명칭 또는 방법	추천 도막 두께 (μm) ¹⁾	도장 횟수 ¹⁾	비고	
철부 유성 페인트	하도 (택1)	1차 표면처리	SSPC - SP2			연마지 F120~180	
		제1층	에칭 프라이머 (KS M 6030)	10	1		
		제1층	아연말 프라이머 (KS M 6030)	40	1		
		제1층	일반방청프라이머	40	1		
	상도 (택1)	2차 표면처리	SSPC - SP2				연마지 F180~240
		제2층	유성도료 (KS M 6020 유성도료1종)	60	2		
		제2층	에나멜도료 (KS M 6020 유성도료2종)	60	2		
		제2층	실리콘 알키드공중합수지에나멜 (KS M 5708)	60	2		
		계		70~100	3		

주 : 1) 도막두께 및 도장횟수는 제조사의 자료에 따라 조정될 수 있다.

3. 시공

3.1 표면처리 관리

(1) 표면처리의 중점관리사항

- ① 표면처리의 규정 및 그 결과
- ② 표면조도의 규정 및 그 결과
- ③ 표면처리 방법의 준수 및 그 과정
- ④ 연마재의 입자크기, 형상
- ⑤ 표면처리 장비의 적합성

(2) 블라스트의 장치에서 노즐의 구경과 형상은 작업에 적절한 것을 선택하여 사용해야 한다. 블라스트의 일반적인 사항은 다음과 같다.

- ① 노즐의 구경은 일반적으로 8~13mm를 사용한다.

제6장 도장

- ② 연마재의 입경은 쇼트 볼(shot ball)에서 0.5~1.2mm를 사용하며, 강제 표면 상태에 따라 입경이 작은 0.5mm와 입경이 큰 1.2mm 범위 내에서 적절히 혼합(3:7 또는 4:6)하여 사용해야 작업성이 우수하며, 규사에서는 0.9~2.5mm를 사용해야 한다.
 - ③ 분사거리는 연강판의 경우에는 150~200mm, 강판의 경우에는 300mm 정도로 유지한다
 - ④ 연마재의 분사각도는 피도물에 대하여 50~60°정도로 유지한다.
- (3) 본 시방서에서는 표면처리에 대한 규정으로서 SSPC(미국 철강구조물도장협회), ISO, BS 및 NACE(미국 국립부식기사협회) 등의 규격을 사용할 수 있으나 보편적으로 SSPC 및 ISO 규격을 사용한다.

3.2 표면처리 작업

3.2.1 원판의 표면처리 기준

원판의 표면처리 기준은 다음과 같다.

- (1) 가능한 한 자동전처리 라인(line)에서 실시해야 한다.
- (2) 표면처리 작업은 반드시 블라스트 세정 방법으로 해야 한다.
- (3) 표면처리 정밀도는 표면처리 등급으로 SSPC-SP10 이상이어야 한다.
- (4) 표면처리 된 강판의 표면조도는 25~75 μ 이어야 한다.
- (5) 연마재의 종류 및 크기는 목표로 하는 표면조도에 따라 선택되어야 한다.
- (6) 안개 및 고습도 조건에서는 제습기 등을 사용하여 규정조건이 되도록 한다.

3.2.2 샵프라이머의 도장 기준

- (1) 원판 블라스트 세정이 끝난 직후 온라인 상태에서 즉시 샵프라이머가 도장되어야 한다.
- (2) 샵프라이머는 규정된 도막두께로 도장되어야 한다.
- (3) 샵프라이머 도장이 향후 가스절단 용접 등에 영향을 미치는가의 여부를 확인하고 사용해야 한다.

3.2.3 2차 표면처리 기준

제작 및 가조립이 완료된 상태에서 블라스트 세정에 의한 방법으로 규정 등급 및 조도에 도달되도록 표면처리를 해야 한다.

- (1) 용접 시 발생한 결함은 표면처리 전에 수정작업을 한다.

- (2) 표면처리는 별도의 규정이 없으면 SSPC-SP10 등급으로 처리한다.
- (3) 표면조도는 별도의 언급이 없으면 25~75 μ 를 기준으로 한다.
- (4) 표면처리가 완료되어 검사된 후 즉시 프라이머를 도장해야 하며, 상온 조건에서 4 시간을 초과하지 않도록 한다.

3.2.4 용접부의 표면처리

용접부의 표면처리는 다음과 같이 실시한다.

- (1) 용접부는 특히 발청되기 쉬운 부분이므로 별도의 언급이 없는 한 반드시 블라스팅 방법에 의해 표면처리 등급 기준 SSPC-SP10 이상으로 처리한다. 다만 무기질 징크계 하도가 도장된 후 용접수정이 필요한 극소부위일 경우에는 동력공구세정 등급인 SSPC-SP3로 처리 후 동일계열의 도장재나 또는 유기계(에폭시)징크리치 프라이머로 터치 업을 실시할 수 있다.
- (2) 용접과정에서 발생한 용접비드의 결합은 완전히 수정한 후에 표면처리를 한다.
- (3) 용접 시에 발생한 용접주위의 스패터 및 잔류물은 사전에 제거해야 한다.
- (4) 용접부 주위에 스패터의 부착을 방지하기 위해 처리약품 등이 사용되었을 경우에는 표면처리 작업 시에 이들을 제거해야 한다.
- (5) 용접부는 72시간 방치한 후 전처리 및 도장을 해야 한다.

3.2.5 고장력 볼트 및 현장표면처리 (설치 후)

볼트는 형상에 요철이 많고 부식이 쉬우므로 도장하기 전에 방식 대책을 철저히 수립해야 한다.

- (1) 볼트를 표면처리하지 않은 상태에서 연결판을 조임한 경우에는 볼트 및 연결판에 동력공구세정(SSPC-SP3)으로 처리하고 후속도장을 실시한다.
- (2) 볼트를 조임하기 전에 볼트에 적절한 전처리 후 도금, 화성피막처리 또는 무기질 징크리치 페인트를 한 경우에는 연결판에 볼트를 조임한 후 부착이 양호한 도료를 도장한다. 이 경우 도금 또는 화성피막을 처리한 볼트가 제반성능에 문제가 없는지를 검증하고 확인해야 한다.
- (3) 콘크리트 타설 시 강교에 부착된 시멘트 오염물은 제거한 후 도장해야 한다.

3.3 표면처리 연마재의 선택

- (1) 표면처리 연마재는 작업효율 및 조도를 고려하여 선정해야 한다.
- (2) 연마재는 유분 및 염분이 규정치 이하인 깨끗하고 건조한 것이어야 한다.

제6장 도장

(3) 연마재 입자의 크기 및 형상은 블라스트에 적합해야 한다.

3.4 표면처리 방법

(1) 표면의 기계적인 표면처리는 다음과 같이 실시한다.

- ① 강교량 도장의 표면처리 방법은 기계적인 표면처리 방법으로 처리해야 한다.
- ② 기계적인 표면처리 방법 중 블라스트 세정으로 처리하는 것을 기본으로 한다.
- ③ 특별히 허용되는 경우에는 동력공구 방법으로 표면처리를 실시할 수도 있다.

(2) 블라스트 세정에 의한 표면처리는 다음과 같이 실시한다.

- ① 원판 표면처리 및 제품 표면처리는 원칙적으로 블라스트 세정으로 실시한다.
- ② 연마재 및 장비의 선택은 표면처리 기준을 만족할 수 있는 수준이어야 한다.
- ③ 표면처리 시 기계 및 공구에 의한 표면처리 기준은 [표 3.4.1], [표 3.4.2]와 같다.
- ④ 블라스트 세정에 의한 표면처리 작업 시 사용된 연마재는 전부 수거하여 환경오염이 최소화 되도록 해야 한다.

표 3.4.1 표면처리 규격요약(SSPC 및 NACE 규격)

등 급			정 의	비 고
NACE	SSPC	명 칭		
	SP 2	수공구 세정	느슨하게 부착되어 있는 밀스케일, 녹, 페인트, 기타 이물질 제거한다. 밀착 되어있는 밀스케일, 녹, 페인트는 제대로 제거하지 못한다.	Hand Tool Cleaning
	SP 3	동력공구 세정	느슨하게 부착되어 있는 밀스케일, 녹, 페인트, 기타 이물질 제거한다. 밀착 되어있는 밀스케일, 녹, 페인트는 제대로 제거하지 못한다.	Power Tool Cleaning
	SP11	나금속 동력공구 세정	육안으로 관찰시 기름, 그리스, 먼지, 밀스케일, 녹, 페인트, 산화물, 부식생성물, 기타 이물질이 없어야 한다. 단 피팅이 있는 소지의 피트 하부에는 녹과 현도막의 잔류상태가 미량 허용되며, 표면조도는 최소 25 μ m 이상이어야 한다.	Power Tool Cleaning to Bare Metal
	SP14	산업등급 세정	육안으로 관찰시 기름, 그리스, 먼지가 없어야 한다. 단 밀착하여 붙어있는 밀스케일, 녹, 현도막은 최대 10%까지 허용된다.	Industrial Blast Cleaning
	SP15	상용등급 동력공구 세정	육안으로 관찰 시 기름, 그리스, 먼지, 밀스케일, 녹, 현도막, 산화물, 부식생성물, 기타, 이물질이 없어야 한다. 단, 밀스케일, 또는 현도막의 얼룩(때)에 의하여 생긴 가벼운 색바램이나 흔적의 함이 고루 퍼져 있으며 33%를 초과해서는 안되며, 표면조도는 최소 25 μ m 이상이어야 한다.	Commercial Grade Power Tool Cleaning
No.1	SP 5	나금속 세정	육안으로 관찰 시 기름, 그리스, 먼지, 밀스케일, 녹, 현도막, 산화물, 부식생성물, 기타 이물질이 없어야 한다.	White Metal Blast Cleaning
No.2	SP 10	준나금속 세정	육안으로 관찰 시 기름, 그리스, 먼지, 밀스케일, 녹, 현도막, 산화물, 부식생성물, 기타 이물질이 없어야 한다. 단, 녹, 밀스케일, 또는 현도막의 얼룩(때)에 의하여 생긴 가벼운 색바램이나 흔적의 함이 고루 퍼져 있으며 5%를 초과해서는 안된다.	Near-White Metal Blast Cleaning
No.3	SP 6	상용등급 세정	육안으로 관찰 시 기름, 그리스, 먼지, 밀스케일, 녹, 현도막, 산화물, 부식생성물, 기타 이물질이 없어야 한다. 단, 밀스케일, 또는 현도막의 얼룩(때)에 의하여 생긴 가벼운 색바램이나 흔적의 함이 고루 퍼져 있으며 33%를 초과해서는 안된다.	Commercial Blast Cleaning
No.4	SP 7	경등급 세정	육안으로 관찰 시 기름, 그리스, 먼지, 느슨하게 부착되어 있는, 녹, 밀스케일, 현도막이 없어야 한다. 단, 밀착된 밀스케일, 녹, 현도막은 허용된다. 이때 둔한 퍼티용 칼로 제거하려 해도 안될 경우에는 밀착된 것으로 간주한다.	Brush-off Blast Cleaning

제6장 도장

표 3.4.2 표면처리 규격요약(ISO 8501-1)

구분	등급	정의	비고
블라스트에 의한 표면처리	Sa 1	육안으로 관찰 시 기름, 그리스, 먼지, 느슨하게 붙어 있는 밀스케일, 녹, 페인트 도막 및 기타 이물질이 없어야 한다.	Light Blast Cleaning
	Sa 2	육안으로 관찰 시 기름, 그리스, 먼지가 없어야 한다. 단 밀스케일, 녹, 페인트 도막과 기타 이물질 중 소지에 밀착되어 있는 것은 소량 허용된다.	Thorough Blast Cleaning
	Sa 2½	육안으로 관찰 시 기름, 그리스, 먼지, 밀스케일, 녹, 페인트 도막, 기타 이물질이 없어야 한다. 오염의 잔류 흔적은 작은 점이나 줄무늬 형태로 아주 가벼운 상태이면 허용된다.	Very Thorough Blast Cleaning
	Sa 3	육안으로 관찰 시 기름, 그리스, 먼지, 밀스케일, 녹, 페인트 도막 기타 이물질이 전혀 없어야 한다. 그리고 균일한 금속 광택을 띄어야 한다.	Blast Cleaning to Visually Clean Steel
수공구 또는 동력공구에 의한 표면처리	St 2	기름, 그리스, 먼지, 소지에 느슨하게 부착되어 있는 밀스케일, 녹, 페인트 도막, 기타 이물질이 없어야 한다.	Thorough Hand and Power Tool Cleaning
	St 3	기름, 그리스, 먼지, 소지에 느슨하게 부착되어 있는 밀스케일, 녹, 페인트 도막, 기타 이물질을 제거하여 금속 광택을 띄는 정도 이어야 한다.	Very Thorough Hand and Power Tool Cleaning

3.5 방청도장

- (1) 처음 1회째의 방청 도장은 가공장에서 조립 전에 도장함을 원칙으로 하고, 화학처리를 하지 않은 것은 표면처리 직후에 도장한다. 다만 부득하게 조립 후에 도장을 할 때에는 조립하면 밀착되는 면은 1회, 도장이 곤란하게 되는 면은 1~2회씩 조립 전에 도장한다.
- (2) 현장 반입 후 도장은 현장에서 설치하거나, 짜 올릴 때 용접 부산물 또는 부착물

을 제거한 후 도장한다. 다만 설치 후 도장이 불가능한 부분은 설치 전에 도장한다.

- (3) 바탕재의 종류에 따라 해당되는 제조회사 및 규격제품에 따라야 하며, 감독원의 승인을 받아 담그는 도장 방법으로 해도 좋다.

3.6 도료의 관리

(1) 도료의 품질관리는 다음과 같이 실시한다.

- ① 도장작업 개시 전에 도료의 품질, 제조년월일, 제조번호, 색상, 수량을 도료캔에 부착된 라벨에 의해서 확인해야 한다.
- ② 도료가 저장가능기간(shelf life)을 초과하였는지의 여부를 확인해야 한다.
- ③ 도료의 품질에 이상이 있는 경우에는 그것과 동일한 제조번호의 도료는 사용을 금한다.

(2) 도료가 도장면적과 대비하여 적정한 물량이 사용되고 있는가를 확인해야 한다.

3.7 도료의 혼합

(1) 도료의 품질확인은 다음과 같이 실시한다.

- ① 도료는 사용 전에 저장안정 기간을 경과하였는지의 여부를 확인한 다음 캔을 개봉하는 것으로 한다.
- ② 용기 내에 있는 도료상태의 이상 유무를 확인하고 사용해야 한다.

(2) 교반

- ① 도료를 사용할 때에는 교반봉이나 교반기를 사용하여 충분히 저어서 섞은 다음, 통안의 도료를 균일한 상태로 만든 후 사용해야 한다. 특히 비중이 큰 금속안료(MIO, 아연말 등)를 함유한 도료나 또는 다액형 도료인 경우 균일하게 혼합되도록 특별한 주의를 한다.
- ② 혼합된 도료가 덩어리 등이 있어 작업성 및 도막외관에 영향을 줄 우려가 있는 경우에는 적절한 크기의 망으로 거른 후 사용한다.
- ③ 도료의 시료검사를 할 경우에도 도료를 충분히 교반하고 나서 시료를 채취한다.

(3) 가사시간과 숙성시간은 다음과 같이 실시한다.

- ① 다액형 도료는 사용직전에 주제(主劑), 경화제등을 혼합하여 사용하는데, 혼합 후에는 서서히 반응이 진행되어 고화되기 때문에 사용가능시간(가사시간)내에 사용

제6장 도장

해야 한다.

- ② 사용 중 가사시간이 경과한 경우에는 사용을 중지하고 혼합된 잔여물은 폐기한다.
- ③ 가사시간은 제조회사의 기술 자료에 따른다.
- (4) 점도와 희석은 다음에 준하여 실시한다.
 - ① 도료는 사용에 적절한 점도로 조정 후 사용하며, 제조사의 허용범위를 준수한다.
 - ② 희석은 작업성을 향상시키기 위해 실시되는데 작업 시의 온도, 도장방법, 도장면의 상태에 적합한 점도가 우선적으로 유지되어야 한다.

3.8 도장 방법

- (1) 도장방법의 선택은 도료의 종류, 지정된 도막두께, 주위환경 등을 고려하여 결정해야 하며, 각 공정마다 감독원의 검사 및 승인을 받는다.
- (2) 도장하기의 양은 표준량에 따르고 모여들기, 얼룩, 흘러내림, 주름, 거품 및 붓자국 등의 결점이 생기지 않도록 균등하게 도장한다.
- (3) 도장면에 오염, 손상을 주지 않도록 주의하고, 미리 도장할 곳의 주변, 바닥 등은 필요에 따라 적당한 보양작업을 한다.
- (4) 뿔도장 도장공법
 - ① 뿔도장은 에어스프레이 또는 에어리스 스프레이로 한다. 래커타입의 도료일 때에는 노즐 구경 1.0~1.5mm, 뿔도장 공기압은 0.2~0.4N/mm²를 표준으로 하고 사용재료의 뿔기 정도에 따라 적절히 조절한다. 스프레이건에 쓰이는 압축공기는 유분, 수분, 먼지 등이 섞이지 않게 하고, 또한 공기압이 사용 중 0.02N/mm² 이상 증감되지 않도록 적절한 장치를 한다.
 - ② 도료 자체를 고압(14.7N/mm² 전후)으로 가압하여 도장을 작은 유출관으로 배출시켜 안개처럼 뿔어내는 에어레스 스프레이 방법도 있다. 에어레스 스프레이 노즐팁은 0.02~0.1mm의 것이 사용되며, 수치가 커짐에 따라 도막두께도 두껍게 할 수 있다.
 - ③ 뿔도장 거리는 뿔도장면에서 300mm를 표준으로 하고 압력에 따라 가감한다. 뿔도장할 때에는 매끈한 평면을 얻을 수 있도록 하고, 항상 평행이동하면서 운행의 한 줄마다 뿔도장 너비의 1/3 정도를 겹쳐 뿔는다. 각 회의 뿔도장 방향은 전회의 방향에 직각으로 한다. 매 회의 에어스프레이는 붓도장과 동등한 정도의 두께로 하고, 2회분의 도막 두께를 한번에 도장하지 않는다. 에어레스 스프레이 도장은 1회

- 도장에 두꺼운 도막을 얻을 수 있고 짧은 시간에 넓은 면적을 도장 할 수 있다.
- (5) 별도 지정된 부분이나 뿔도장이 어려운 부분, 부분적인 보수도장 등에는 붓 또는 롤러 도장을 할 수도 있다.
- (6) 붓은 사용하는 도료의 성질과 도장하는 부위가 적절한 것을 쓰며, 붓도장은 일반적으로 평행 및 균등하게 하고 도료량에 따라 색깔의 경계, 구석 등에 특히 주의하며 도료의 얼룩, 도료 흘러내림, 흐름, 거품, 붓자국 등이 생기지 않도록 평활하게 한다.
- (7) 롤러도장은 붓도장보다 도장속도가 빠르다. 그러나 붓도장 같이 일정한 도막두께를 유지하기가 매우 어려우므로 표면이 거칠거나 불규칙한 부분에는 특히 주의를 요한다.
- (8) 도료의 체거르기
- ① 도료는 사용 전에 체로 걸러서 사용함을 원칙으로 한다.
 - ② 체는 KS A 5101-1, 2, 3(시험용 체)에 의하고 [표 3.8.1]을 표준으로 한다.

표 3.8.1 도장의 체거르기

도료종류	사용하는 체	비고
수성페인트류	53~75 μm	휘저어 거르기
유성페인트류	106~125 μm	휘저어 거르기
바니시, 에나멜, 래커류	125~150 μm	자연 거르기

3.9 재도장 간격

- (1) 동일한 도료를 추가로 도장하거나 다른 도료로 후속 도장하는 경우에는 반드시 도장전 표면처리 상태를 확인하여 재도장을 해야 한다.
- (2) 재도장 간격은 외부로부터 도장면의 오염되기 전 빠른 시간 내에 후속도장을 해야 한다. 재도장 시 표면이 불량한 경우에는 샌드페이퍼로 표면을 거칠게 하여 표면조건을 만족시키거나 또는 도료 제조회사의 지침에 따라 표면처리를 한 후에 후속도장을 해야 한다.

제6장 도장

3.10 도장작업 시의 기후조건

- (1) 일반적인 도장작업은 대기온도가 5℃ 이상, 상대습도 85% 이하인 조건에서 작업해야 한다.
- (2) 온도가 너무 높은 경우에 건조가 비정상적으로 빨라지고 편흡이나 기포같은 결함 현상이 발생할 수 있으며, 온도가 낮으면 경화가 느릴뿐만 아니라 불완전한 경화를 유발할 수 있다. 제조사의 안내서를 참조하고 특별한 규정이 없는 경우에는 43℃ 이상에서는 작업을 하지 않는다.
- (3) 소지 표면온도는 응축을 방지하기 위해 이슬점 이슬점보다 3℃ 이상 높아야 한다.
- (4) 옥외에서 시공 시 강풍, 비, 눈, 이슬이 내리는 환경에서는 작업을 중지한다.
- (5) 도장작업 시 주위에서 용접작업 등 불꽃을 유발할 수 있는 작업은 금지한다.

3.11 용접부 및 볼트조임 부위의 도장

- (1) 용접부는 일반부위에 비해 도막결함이 발생하기 쉽고, 조기에 발청하기 쉬운 부분이므로 표면처리를 실시한 후 도장해야 한다. 도막의 성능 및 내구력을 높이기 위해서 하도를 1회 추가 도장하여 보완하는 것이 좋다.
- (2) 부재를 고장력볼트로 접합하는 연결관 부위는 볼트를 조임한 후 연결관 및 볼트를 표면처리한 다음 사항에 따라 도장해야 한다.
 - ① 하도가 무기질 아연말 도료로 설계된 경우에는 규정된 표면처리를 한 후에 무기질 아연말 도료를 도장할 수 있다. 다만 무기질 아연말 도료는 구조물이 요구하는 수준의 마찰계수를 만족해야 한다.
 - ② 작은 붓을 이용하여 세밀한 부분까지 충분히 도장해야 하며, 도막의 성능 및 내구력을 높이기 위해서 하도를 1회 추가 도장하여 보완하는 것이 좋다.
 - ③ 볼트와 볼트링이 접하는 가장자리부분에 균일한 도막두께로 도장하기가 어려워 방청성의 차이가 우려될 경우, 가장자리 부분은 특수한 도장구를 사용하여 제조회사 추천 도료를 공사감독원의 승인을 받은 후에 사용할 수 있다.

3.12 연결부 틈새의 실런트 충전 작업

박스 거더형 강교의 맨 바깥쪽부분 중 수직 및 수평 연결부위의 틈새에 적용한다.

3.12.1 충전방법

- (1) 바탕면에 묻은 이물질 등은 신나로 깨끗이 닦아내고, 건조시킨다.

- (2) 도장면이 오염되거나 손상될 우려가 있는 곳은 마스킹 작업을 한다.
- (3) 후면과 관통되어 있는 곳은 후면에 종이테이프를 부착하여 충전재가 손실되지 않도록 한다.
- (4) 두께가 균일하고 평활하도록 충전재를 시공한다.

3.12.2 충전재

- (1) 강교량의 도장계열 중 외부에 마감되는 하도 및 상도와의 상용성이 좋은 재료로서 현장에서 시공이 용이한 1액형 우레탄 실런트를 사용한다.
- (2) 1액형 우레탄 실런트는 KS F 4910(건축용 실링재)규격에 만족해야 한다.
- (3) 색상은 강교의 마감색상을 고려하여 백색, 회색 중 택일하며, 특별한 규정이 없는 한 백색을 사용한다.

3.13 터치 업(touch-up)

- (1) 운송, 가설, 설치 및 부분용접 등으로 손상이 발생된 부분은 원칙적으로 최초와 동일한 표면처리 및 도장시방서대로 도장해야 한다. 다만 별도로 규정된 경우에는 예외로 적용한다.
- (2) 손상부분이 극소일 경우, 동력공구로 녹을 제거하고 손상된 도막면은 샌드페이퍼를 사용하여 주변 도막과의 단차를 적게 해야 하며, 손상된 면 주위를 활성화시켜 도료가 부착하기 쉽게 해야 한다.
- (3) 터치 업 재료는 본체에 적용되는 동일계열의 하도로 도장하며 동력공구 세정조건에 적합한 재료를 사용한다. 터치 업 부분의 면적이 큰 경우에는 블라스트 세정 방법으로 처리한 후 도장하는 것을 원칙으로 한다.
- (4) 무기질 징크리치 프라이머가 손상된 경우 공장에서는 유기계(에폭시) 징크리치 프라이머를 약 75 μ m 두께로 터치 업 한 후, 중·상도를 도장한다.

3.14 미스트 코트(mist coat)

- (1) 무기질 아연말 도료를 도장하고 후도막형 중도도료를 도장할 경우에는 부풀음현상(popping) 및 미세한 기공(pin-hole)등이 발생되므로 이런 결함을 차단하기 위해서 반드시 미스트코트를 실시해야 한다.
- (2) 미스트코트 방법은 무기질 아연말 도막위에 후속도장 되는 도료에 신나를 약 50% 정도 희석하여 30~50 μ m 두께로 도장 한 다음 약간 건조된 상태에서 추가도장을

제6장 도장

하는 방법이며, 이때 후속 도장되는 도료는 최초 설계된 도막과 일치하도록 도막 두께를 관리해야 한다.

- (3) 미스트코트 도장 후 약 30~40분 경과 후에 본 도장을 실시해야 한다.

3.15 도막외관 및 도막두께

3.15.1 도막외관

도장 중 또는 건조 후 도막외관을 관찰하여 평가해야 하며 결함이 발견될 경우에는 발견 즉시 수정해야 한다.

3.15.2 도막두께

- (1) 도막두께는 규정에 따라 검사해야 하며, 그 결과는 반드시 기록하고 유지되어야 한다. 다만 도막두께가 미달되는 경우에는 후속 도장 전에 이에 대한 보정이 되어야 한다.
- (2) 도막두께의 편차를 최소화하기 위해서는 도장작업 시 사용량, 작업성 등에 충분히 유의해야 한다.
- (3) 습도막 측정은 건조도막 두께의 정확한 관리를 위한 방법으로 도장작업 과정에서 수시로 습도막 두께를 측정하여 작업표준을 설정하고 유지해야 하며, 건조도막 두께와의 관계를 사전에 인지하고 측정하여 그 변화를 확인해야 한다.
- (4) 건조도막 두께의 측정은 건조가 완료된 후 시행해야 하며, 그 결과를 반드시 기록 유지해야 한다.
- (5) 도막두께측정기의 정확성을 확보하기 위하여 검교정된 기기를 사용해야 한다.
- (6) 강교도막의 검사는 건조도막두께측정기로 측정하며, 도장된 부재 당 20~30개소를 측정한다. 부재의 규모는 약 10m²(또는 200~500m²)를 1개 로트로 설정하고 지정된 부위에 도막을 측정하며, 그 평균값이 도장사양의 도막보다 낮아서는 안 된다. 또한 1개소(spot)당 주변 5점을 측정하여 오차가 과도한 값을 제외한 평균값을 취해야 하며, 도장사양 도막두께의 80% 이상이어야 한다. 기타 건조 도막 두께의 측정은 SSPC PA2에 따른다.
- (7) 도막두께의 관리기준은 [표 3.15.1]에 따른다.

표 3.15.1 도막 두께의 허용 오차

기준 도막 두께 [μm (mils)]	최소(Spot) [μm (mils)]	최대(평균) [μm (mils)]	최대(Spot) [μm (mils)]
25 (1.0)	20 (0.8)	50 (2.0)	75 (3.0)
50 (2.0)	40 (1.6)	100 (4.0)	125 (5.0)
75 (3.0)	60 (2.4)	150 (6.0)	175 (7.0)
100 (4.0)	80 (3.2)	175 (7.0)	213 (8.5)
125 (5.0)	100 (4.0)	200 (8.0)	238 (9.5)
150 (6.0)	120 (4.8)	225 (9.0)	263 (10.5)
175 (7.0)	140 (5.6)	250 (10.0)	288 (11.5)
200 (8.0)	160 (6.4)	275 (11.0)	313 (12.5)
250 (10.0)	200 (8.0)	325 (13.0)	363 (14.5)
275 (15.0)	300 (12.0)	500 (20.0)	575 (23.0)
500 (20.0)	400 (16.0)	650 (26.0)	725 (29.0)
625 (25.0)	500 (20.0)	800 (32.0)	900 (36.0)

3.16 작업절차별 점검사항

도장작업에서 품질의 확보 및 오류를 미연에 방지하기 위해서는 [표 3.16.1]에서 기술한 작업절차별의 각 항목을 중점 점검해야 한다.

제6장 도장

표 3.16.1 작업절차별 점검항목

NO	작업내용	중점 점검 사항
1	1차 표면처리(원판상태)	<ul style="list-style-type: none"> · 표면처리정도(SSPC SP10) · 표면조도(25-75μ) · 연마재의 적정성 여부
2	샵프라이머(Shop primer) 도장(무기질 아연말 도료)	<ul style="list-style-type: none"> · 도막두께(20μm) · 경화상태
3	절단	<ul style="list-style-type: none"> · 샵프라이머(Shop primer)의 절단장애 여부
4	용접 제작	<ul style="list-style-type: none"> · 샵프라이머(Shop primer)의 용접장애 여부
5	2차 표면처리 (용접 및 절단면)작업	<ul style="list-style-type: none"> · 표면처리정도(SSPC SP10) · 표면조도(25-75μ) · 연마재의 적정성 여부
6	하도도장 (무기질 아연말 도장)	<ul style="list-style-type: none"> · 도막두께, 도장작업 중 교반 여부 · 도막상태(경화, 외관) · 마찰계수의 설계상 이상유무(연결판 접촉면)
7	중도도장 및 내부 상도도장	<ul style="list-style-type: none"> · 도막두께 · 2액형 도료의 혼합 및 교반 · 미스트코트 작업 여부 · 도장이 난해한 부위의 선행작업 여부 · 작업환경(온도, 습도) · 연결판 접촉면의 마스킹(Masking) 여부
8	설치	<ul style="list-style-type: none"> · 기계적 손상의 유무
9	현장 표면처리 (볼트 및 연결판)	<ul style="list-style-type: none"> · 표면처리정도(SSPC SP3) · 주위도막의 보호 · 연마재의 비산대책
10	연결판 및 볼트부분도장	<ul style="list-style-type: none"> · 도막두께 · 재도장 간격 · 작업환경(온도, 습도) · 도장시의 비산대책
11	현장 마감도장	<ul style="list-style-type: none"> · 오염물 제거여부 · 도막두께 · 재도장 간격 · 도막의 외관

3.17 내후성 강제(무도장 강제) 교량의 부분도장

내후성 강제는 무도장을 원칙으로 하지만, 다음 부위에 대해서는 부분적으로 공장 후

은 현장에서 도장해야 한다.

- (1) 신축이음부의 양측 강주형 단부에 대해서는 도장을 실시하도록 한다. 이 때, 도장의 교축방향 범위는 하부구조의 끝단(교각 혹은 교대 상면의 끝단) 지점까지의 강주형 범위로 하고, 이 범위 내에 있는 가로보와 세로보 등 주형 외 강부재에 대해서도 동일하게 도장을 실시한다.
- (2) 기타 부식이 특별히 우려되는 환경에 있는 개소에는 부분도장을 고려할 수 있다.
- (3) 부분도장을 할 경우 도장부 강재의 표면처리와 도장 사양은 일반 강교량과 동일하게 하도록 하며, 도장의 색상은 내후성강의 안정화 후 색상과 유사한 질은 갈색계열로 하면 외관상 지장이 없다. 기타 사항은 공사 감독원의 승인을 받은 도료제조 회사의 지침에 따른다.
- (4) 완벽한 시공으로 우수 및 염화칼슘 등의 유입이 원천적으로 방지된 경우에는 공사 감독원의 승인을 받아 도장을 생략할 수 있다.

3.18 강교량의 데크플레이트(deck plate)의 노출부 도장

강교량의 데크플레이트 노출부분은 외부의 마감도장계열과 동일하게 마감하되 소지의 종류에 따라 하도가 다르며, 다음과 같다.

- (1) 아연도금 소재 : 신나로 표면의 오염물 등을 깨끗이 닦아내고 건조시킨 후 비닐계 워시프라이머나 또는 비철금속 바탕에 부착력이 양호한 에폭시계 하도를 선행 도장한 후 외부도장계열의 마감 상도를 도장하여 마감한다. 이때 상도는 하도와의 상용성에 문제가 없어야 한다.
- (2) 철재 : 블라스트 세정방법으로 바탕처리를 한 후 외부와 동일한 계열의 도장사양으로 도장되어야 한다. 다만 현장조건상 블라스팅 처리가 불가능한 경우에는 공장에서 노출면을 도장한 후 현장에 설치하고 외부 도장계열과 동일한 사양으로 도장해야 한다.

3.19 도장 검사

3.19.1 검사항목

작업상황과 작업방법 등에 대한 검사항목은 [표 3.19.1]과 같다.

제6장 도장

표 3.19.1 검사항목

검 사 항 목	검사 실시 요령
공장도장	1. 시행관리의 기록
	2. 도장막 두께관리 기록
보수도장 및 현장도장	1. 시행관리 기록
	2. 시행 전.후 도장막 상태
	3. 소지조정
	4. 사용도료의 시험성적표 심사

3.19.2 도료의 품질검사

- (1) 사용하려는 도료는 사용 전에 제출된 제조자의 시험성적표가 규격에 적합한 것인지 또는 동등 이상인지를 확인해야 한다. 시험성적표는 도료의 종류별, 제조 롯트별로 확인해야 한다.
- (2) 용기의 규격번호 및 명칭이 표시되었는지 확인해야 한다.
- (3) 감독원은 도장면적이 대단히 넓은 장대교량인 경우 임의의 롯트로 시료를 채취하여 공인된 연구기관에 의뢰하여 품질검사를 실시할 수 있다.

3.19.3 도막두께 검사 방법

- (1) 강교도막의 검사는 마그네틱게이지로 건조도막을 측정하며, 도장된 부재 당 20~30개소를 측정한다.
- (2) 부재의 규모는 약 10㎡(또는 200~500㎡)를 1개 롯트(lot)로 설정하고 지정된 부위에 도막을 측정하며, 그 평균값이 도장사양의 도막보다 낮아서는 안 된다.
- (3) 1개소(spot)당 주변 5점을 측정하여 오차가 과도한 값을 제외한 평균값을 취해야 하며, 도장사양 두께의 80% 이상이어야 한다.
- (4) 기타 건조도막 두께의 측정은 SSPC PA2에 따른다.
- (5) 도막 두께가 기준에 미달되는 부위는 최상층 도료로 추가 도장하여 도장 두께 검사방법에 따라 재검사를 해야 한다.
- (6) 측정기는 사용 중에 충격을 받는 등 취급부주의로 측정밀도가 저하하는 경우가 있으므로 수시 조정을 실시하여 사용해야 한다.

3.19.4 각 단계별의 검사항목

- (1) 도장작업 전, 중 또는 후에 작업과정을 검사하여 성공적인 도장 작업 및 결과를 얻을 수 있도록 해야 한다. 특히 표면처리가 전체 도장계열의 성패에 미치는 영향

은 절대적이므로 유의해야 하며, 전 과정을 절차에 따라 검사하고 그 결과를 기록 유지해야 한다.

- (2) 도장작업에 있어서 완벽한 관리를 수행하기 위해서는 기기 및 장비가 필요하며, 기기는 항상 사용할 수 있도록 준비되어야 한다.
- (3) 표면처리 작업 시의 검사항목사항은 [표 3.19.2]와 같다.
- (4) 도장작업 전의 검사항목사항은 [표 3.19.3]과 같다.
- (5) 프라이머 도장 작업 시의 검사항목사항은 [표 3.19.4]와 같다.
- (6) 중도 및 상도 도장작업 시의 검사항목사항은 [표 3.19.5]와 같다.
- (7) 각 도장작업 후의 검사항목사항은 [표 3.19.6]과 같다.
- (8) 도장작업이 완료된 도막의 품질기준은 [표 3.19.7]과 같다.

표 3.19.2 표면처리 작업 시 검사항목

확 인 사 항	비 고
(1) 표면처리 연마재(shot ball) 품질의 적합성 여부 검토 (정기적인 확인)	
(2) 표면조도 및 표면처리 정도는 적합 한가?	
(3) 용접 불량부 즉, 노치, 스파터, 슬래그 잔존 및 표면 돌출의 제거여부	
(4) 온도, 습도의 영향은 없는가?	
(5) 철판 표면 온도는 이슬점보다 3℃ 이상 높은가?	

표 3.19.3 도장작업 전 검사항목

확 인 사 항	비 고
(1) 공사기간에 따른 계절적인 변화 및 주위환경을 파악하여 도장 사양상의 문제점 여부 검토. (옥외 시공 시 비, 눈, 이슬, 강풍 환경에서는 작업중지)	
(2) 공사에 필요한 장비의 구비 여부 확인.	
(3) 도장 사양의 관계자인지 및 배포 여부.	
(4) 온도조건은 5~43℃ 범위 확인	
(5) 습도조건은 85%이하	
(6) 철판 표면 온도는 이슬점보다 3℃ 이상 높은가?	

제6장 도장

표 3.19.4 프라이머 도장 작업 시의 검사항목

확 인 사 항	비 고
(1) 표면처리 후 장시간 방치하지 않았는가?	4시간 이내
(2) 온도, 습도, 노점 및 안개, 바람의 영향은 없는가?	
(3) 도장기의 팁사이즈(Tip size), 분사각은 적절한가?	
(4) 2액형 도료의 경화제 및 경화제 혼합비율은 정상인가?	교반기 사용
(5) 도료의 회석률은 적합하며, 규정 회석제인가?	
(6) 도장사양에 따른 습도막은 적정한가?	
(7) 도료는 가사시간 내 사용하고 있는가?	
(8) 도장 시 주위환경에 문제는 없는가? (조명, 환기, 안전)	
(9) 도장 외관상 결함 발생은 없는가?	
(10) 기타 사용도료의 제조번호 및 제조일자 확인	
(11) 도장순서는 내부 또는 끝부분의 작업이 난이한 곳부터 작업이 진행되는가?	

표 3.19.5 중·상도 도장작업 시 검사항목

확 인 사 항	비 고
(1) 하도도장시의 확인사항은 공통.	
(2) 1회 도장된 도막은 표준에 미달 또는 과도하지 않은가?	
(3) 1회 도장의 건조상태, 부착상태 등 도막결함은 없는가?	
(4) 재도장 간격은 적합한가?	
(5) 1회 도장이 무기아연계인 경우 미스트코트는 실시하는가?	
(6) 용접선, 구석진 부분 등 도장작업이 난이한 곳과 도막 누락을 막기 위해 선행 터치 업 도장은 실시되었는가?	용접부, 볼트구멍, 스킨
(7) 해상 수송을 하는 경우나, 해안가에 설치되는 부재의 경우 표면에 부착된 염분량을 측정하고, 부착염분량이 150mg/m ² 이상인 경우에는 수세하여 염분을 제거하였는가?	

표 3.19.6 도장작업 후의 검사항목

확 인 사 항	비 고
(1) 외관상태는 양호하며, 도막 결함은 없는가?	마감상태의 색상, 광택정도
(2) 건조, 경화, 부착상태는 양호하며, 도막두께도 문제는 없는가?	
(3) 피도물의 침적조건 또는 폭로조건에 따른 도장 조건은 되었는가?	시공 전, 후
(4) 도장장비 및 도구의 세척은 되었는가?	
(5) 도료 보관은 적당한 곳에 조치 되었는가?	건냉암소
(6) 작업 보고서는 작성하였는가?	

표 3.19.7 도막의 품질기준

항 목	품질기준	비 고
건조도막의 두께	표 3.15.1의 범위를 초과하지 않을 것	
부착력	X-cut test 3A이상 일 것	테이프 부착시험
외관상태	핀홀 등이 없고 양호 할 것	육안판정

3.20 도료소요량의 산출방법

도장을 실시하기 전에 도료의 경비절감 및 예산수립에 참고가 되도록 예상 도포율 및 사용량을 정확하게 산출할 필요가 있다.

3.20.1 이론도포율 산출방법

$$\text{이론도포율}(m^2/l) = \frac{\text{고형분용적비}(\%) \times 10}{\text{요구하는D.F.T}(\mu)}$$

3.20.2 실제도포율 산출방법

$$\text{실제도포율}(m^2/l) = \text{이론도포율}(m^2/l) \times (1 - \text{손실율}/100)$$

$$\text{실제도포율}(m^2/l) = \text{이론도포율}(m^2/l) \times \text{표면조도인자} \times \text{작업조도인자}$$

여기서 표면조도인자는 표면정리의 상태, 도장재의 종류를 구분하여 결정된 인자이며, 작업조도인자는 도장기구 및 도장작업장의 조건에 따른 차이를 감안한 인자이다.

제7장 용융아연도금

제7장 용융아연도금

1. 일반사항

1.1 용융아연도금의 종류와 품질

KS D 8308(용융 아연 도금)에 규정되어 있는 용융아연도금 종류는 부착량 및 황산 동시험 횡수에 따라 [표 1.1.1]과 같은 분류하며 용융아연도금 시험 방법은 KS D 0201(용융아연도금 시험방법)에 따르고 도금의 부착량과 황산동시험 횡수는 [표 1.1.2]에 따른다.

표 1.1.1 용융아연도금의 종류(KS D 8308)

종 류		기 호
1종	A	HDZ A
	B	HDZ B
2종	35	HDZ 35
	40	HDZ 40
	45	HDZ 45
	50	HDZ 50
	55	HDZ 55
	61	HDZ 61

표 1.1.2 도금의 부착량과 황산동 시험 횟수 품질

종류	기호	부착량 g/m ²	황산동 시험 횟수	적용 예 ²⁾
1종	HDZ A	-	4회	두께 5mm 이하의 강재, 강제품, 강관류, 지름 12mm 이상의 볼트·너트 및 두께 2.3mm를 초과하는 와셔류
	HDZ B	-	5회	두께 5mm를 초과하는 강재, 강제품, 강관 류 단조품류
2종	HDZ 35	350이상	-	두께 1mm 이상 2mm 이하의 강재, 강제 품, 지름 12mm 이상의 볼트, 너트 및 두께 2.3mm를 초과하는 와셔류
	HDZ 40	400이상	-	두께 2mm 초과 3mm 이하 강재, 강제품 주 단조품류
	HDZ 45	450이상	-	두께 3mm 초과 5mm 이하 강재, 강제품 주 단조품류
	HDZ 50	500이상	-	두께 5mm를 초과하는 강재, 강제품 주 단 조품류
	HDZ 55 ¹⁾	550이상	-	가혹한 부식환경하에서 사용되는 강재, 강 제품 주 단조품류
	HDZ 61	610이상	-	가혹한 부식 환경하에서 사용되는 두께 5mm 이상의 강재, 강제품 및 주 단조품류

주 : 1) HDZ 55의 도금이 요구되는 것은 소지의 두께 3.2mm 이상의 것이어야 한다. 3.2mm 미만의 경우에는 사전에 당사자 사이의 협의에 따른다.

2) 표의 '적용 예'에 표시한 두께 및 지름은 호칭 치수에 따른다.

1.2 용융아연도금의 공정

강구조물에 도금을 하는 작업은 KS D 9521(용융아연도금 작업 기준)에 따른다. 용융아연 도금의 작업 공정은 일반적으로 도금 소재 표면의 녹, 밀 스케일, 유지, 도료 등을 제거하는 전처리 공정, 용융한 아연 안에 도금 소재를 침지해 표면에 아연 피막을 형성시키는 도금 공정, 도금된 제품을 품질확보를 위한 교정, 시험검사 보수 등의 마무리 공정이 있다.

2. 재료

용융아연을 도금의 재료로 한다.

3.시공

3.1 아연도금면의 바탕만들기

표면의 유지분을 용제로 닦아주어야 하며, 오래 노출된 표면에는 백색의 아연염이 생성되어 있으므로 비눗물로 제거하거나 다시 깨끗한 물로 세척해야 한다. 또 2~3% 염산으로 세정해도 좋고 인산염 피막처리(화학처리)를 하면 밀착이 우수하다.

3.1.1 공정

아연도금면의 바탕만들기의 공법은 소재의 종류, 면의 형상, 사용부분, 녹막이 처리에 따라 [표 3.1.1]의 3종으로 한다.

표 3.1.1 아연도금면 바탕만들기 공정

종 별	공 정		내 용	면 처 리	건조 시간	도료량 (kg/m ²)
A종 금속바탕처리용 프라이머 도장	1	오염, 부착물 제거		오염, 부착물을 와이어 브러시 등으로 제거		
	2	녹 방지 도장	금속바탕용 프라이머	1회 붓도장	2시간내	0.02
B종 황산아연처리	1	오염, 부착물 제거		오염, 부착물을 와이어 브러시 등으로 제거		
	2	화학처리	황산아연 5% 수용액	1회 붓도장	5시간 정도	0.05
	3	물씻기		물씻기	2시간 정도	
C종 옥외노출 풍화처리	1	방치		옥외 풍우에 노출방지	1개월 이상	
	2	오염, 부착물 제거		오염, 부착물을 와이어 브러시 등으로 제거		

3.1.2 공법

- (1) 바탕면 만들기는 바탕재의 설치 후에 하여도 무방하다.
- (2) 오염, 부착물은 와이어 브러시, 내수연마지 등으로 제거한다.
- (3) 금속바탕처리용 프라이머는 도장번호에 규정하는 금속바탕처리용 프라이머를 것으로 고르게 1회 도장한다.

- (4) 황산아연처리를 할 때에는 약 5%의 황산아연 수용액을 1회 도장하고, 약 5시간 정도 풍화시킨다.
- (5) 화학처리를 하지 아니할 때에는 옥외에서 1~3개월 노출시켜 바탕을 풍화시킨다. 도장 직전, 표면에 발생한 산화아연을 연마지 F60~F80 또는 와이어 브러시로 완전히 제거하고 동시에 부착물을 청소한다.

3.2 용융아연도금 작업

- (1) 용융아연도금은 연결부재의 판두께 차이, 잔류응력과 침적중의 열응력 등을 고려해야 한다.
- (2) 부재 용접선의 교차부는 용접 터짐과 아연도금의 쓸림을 고려해야한다.

3.2.1 전처리 공정

소재 표면의 산화물은 기계적 또는 화학적 방법으로 제거해야 하고, 유류 기타의 오염이 부착되어 있을 때에는, 알칼리 세척액 또는 유기용제를 사용하여 처리한다.

3.2.2 아연도금공정

(1) 도금온도

아연도금의 온도는 440℃~470℃를 유지하도록 해야하고 도금 피막두께를 균질하게 하며 드로스(dross, 아연과 철의 금속간 화합)와 산화아연이 유착되거나, 발생되지 않도록 해야 한다.

(2) 침적속도와 시간

아연도금의 균질한 부착량 확보 및 부재의 건전성을 유지할 수 있도록 부재형상 및 두께 등을 고려하여 적절한 침적 속도와 시간을 유지하도록 한다.

(3) 아연도금의 균질한 두께 확보

아연욕을 마친 부재를 들어 올릴 때에는 과부착, 아연쓸림 또는 부적절한 응고가 발생하지 않도록 형상 및 두께 등을 고려하여 적절한 작업속도를 유지하도록 한다.

(4) 냉각

부재의 형상 및 크기를 고려하여 냉각 시에 발생하는 변형을 방지해야 한다.

3.3 도금 후의 교정, 시험, 검사 및 보수

3.3.1 교정

아연도금에 의해 부재에 변형이 발생할 수 있으나 열 교정은 원칙적으로 금한다. 다

제7장 용융아연도금

만 교정이 필요한 경우에는 감독원과의 합의에 따라 프렛, 롤러, 잭을 사용한 교정을 할 수 있다.

3.3.2 시험

(1) 시험편의 채취방법

동일 재질의 소재를 동일조건으로 도금한 것으로부터 로트를 형성하고, 그 로트를 대표하는 시료를 샘플링한다. 샘플링한 시료에서 시험편을 채취한다. 조립된 제품 등에서 시험편을 절취할 수 없는 경우에는, 사용된 것과 같은 재료에서 시료를 채취하여 몸체와 동시에 도금한 것을 시험편으로 한다. 시험편의 수 및 샘플링 방식은 당사자 사이의 협정에 따른다.

(2) 부착량 시험은 KS D 0201(용융아연도금 시험방법)의 부착량 시험 방법에 따른다.

(3) 황산동 시험은 KS D 0201(용융아연도금 시험방법)의 황산동 시험 방법에 따른다.

(4) 밀착성 시험은 KS D 0201(용융아연도금 시험방법)의 밀착성 시험 방법에 따른다.

3.3.3 검사

(1) 아연도금 2종에 대한 부착량 시험은 [표 1.1.2]에 따라 실시하나, 밀착성 시험과 황산동 시험은 의무화 되어있지 않다. 다만 특기 지방서에서 정하면 이에 따른다.

(2) 외관검사는 도금불량, 흠집, 터짐과 마찰면, 개선면 도금 등은 유해한 결함이 없도록 [표 3.3.1]을 참고로 실시한다.

표 3.3.1 검사항목 및 적부심사 기준

항 목		검사대상	적부심사 기준
외관검사	도금불량	전부재	직경 2mm 초과 도금되지 않은 부분
	흠집		유해한 흠집
	마찰면의 응고		마찰면 흘림, 부적절한 응고는 부적합
	개선면		개선면과 용접부 인접 100mm에서의 아연도금은 부적합
	터짐		부적합

제8장 내화피복

제8장 내화피복

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 장은 설계도서가 지정하는 강구조 부재의 내화피복에 관하여 적용한다.

1.2 제출물

다음 사항은 ‘제1장. 총칙’의 ‘1.6 공법의 선정 및 제출자료’와 ‘1.7 품질보증 및 관리’에 따라 제출한다.

1.2.1 제품에 관한 자료

내화피복 뿔철재 및 부자재에 대하여 아래 자료를 제출해야 한다.

- (1) 뿔철재 물성 : 밀도, 부착강도, 열전도율, 불연성, 배합비율, 배합시간
- (2) 접착재 물성
- (3) 내화구조 지정기준 및 각 지정기준에 적합한 재료임을 입증하는 자료

1.2.2 시공계획서

- (1) 세부공정계획서, 자재공급계획서
- (2) 시공상태 검측계획서
- (3) 품질관리계획서 (공장품질관리, 현장시공방법, 관리시험계획, 청소 및 보양)

1.2.3 품질시험성적서

선정된 자재의 품질시험성적서(품질시험대행기관 날인)를 자격을 갖춘 자가 서명날인하여 공사감독원에게 제출해야 한다.

1.3 내화성능평가

강구조 부재의 내화성능 향상을 위해, 내화재료로 피복한 내화구조 및 내화성능평가는 건축구조기준(2009)의 ‘0718.2 내화구조’, 성능평가는 동 기준의 ‘0718.3 내화성능평가’를 따른다.

제8장 내화피복

2.재료

2.1 재료에 관한 일반사항

- (1) 내화피복공법은 크게 도장공법, 습식공법, 건식공법, 합성공법으로 구분하며, 각 공법에 따른 사용재료는 [표 2.1.1] 중에서 선정하여 해당 공사시방서에 명시해야 한다.
- (2) [표 2.1.1]에 나타낸 공법 및 재료 이외의 경우에는 해당 공사시방서에 따른다.

표 2.1.1 내화피복공법 및 재료의 종류

구분	공법	재 료
도장공법	내화도료공법	팽창성 내화도료
습식공법	타설공법	콘크리트 경량 콘크리트
	조적공법	콘크리트 블록 경량 콘크리트 블록 돌, 벽돌
	미장공법	철망 모르타르 철망 파라이트 모르타르
	뽀칠공법	뽀칠 압면 습식 뽀칠 압면 뽀칠 모르타르 뽀칠 플라스터 실리카, 알루미늄아 게열 모르타르
건식공법	성형판 붙임공법	무기섬유혼입 규산칼슘판 ALC 판 무기섬유강화 석고보드 석면 시멘트판 조립식 패널 경량콘크리트 패널 프리캐스트 콘크리트판
	휘감기공법	
	세라믹을 피복공법	세라믹 섬유 블랭킷
합성공법	합성공법	프리캐스트 콘크리트판 ALC 판

2.2 재료의 보관 및 양생

- (1) 제조업자의 상표가 부착된 포장상태로 현장에 반입해야 하며, 상표에는 제조업자명, 자재명, 제조년월일, 유효기간을 명기해야 한다. 또한 내화피복재 반입 시 공사감독원 입회하에 재료의 규격, 품질이 해당 공사시방서와 일치하는지 검수를 받고

현장에 반입해야 한다.

- (2) 공사현장에 반입된 재료의 보관에 대하여는 흡수와 오염 및 판재의 휨, 균열, 파손이 없도록 충분히 보양해야 한다. 재료의 보관은 비나 물에 맞지 않도록 하며 습기를 흡수하지 않도록 유의하고 소실하지 않도록 해야 한다.
- (3) 재료는 지정된 재고기간 내에 사용해야 한다.

3. 시공

3.1 시공에 관한 일반사항

- (1) 강재면에 들뜬 녹, 기름, 먼지 등이 부착되어 있는 경우에는 이를 제거하여 내화피복재의 부착성을 좋게 한다.
- (2) 강재면에 녹막이도장의 여부 및 재료의 선정에 대해서는 해당 공사시방서에 따른다.
- (3) 해당 공사시방서에 지정한 공법 및 재료는 국토해양부의 승인 조건에 따라 시공해야 한다.
- (4) 타설공법의 콘크리트는 건축공사표준시방서 ‘철근콘크리트공사’, 미장공법의 모르타르는 동시방서의 ‘미장공사’에 따른다.
- (5) 작업 전 바탕면에 먼지나 오일, 녹 등의 이물질을 제거한 후 신속하게 시공해야 한다.
- (6) 분진의 비산 우려가 있을 경우에는 시트로 막거나 마스크 착용 등 적절한 대책을 마련해야 한다. 또한 낙하된 분진 등은 깨끗이 청소하며 분진 등이 배관에 닿아 배관의 방청도장 공사에 지장을 주지 않도록 보양조치 후 시공해야 한다.
- (7) 방청도장과 함께 강재표면의 녹, 기름, 오염물을 충분히 제거한 다음 내화피복을 실시해야 한다.
- (8) 내화재 뿔칠 시와 완료 후 건조될 때까지 주위온도가 4℃ 이상 되어야 한다. 내화재 뿔칠 중, 뿔칠 후에는 자연환기로 건조시키며, 부득이할 경우 강제 환기시켜야 한다.
- (9) 뿔칠작업 시 낙진이 건물밖으로 떨어지지 않도록 방진막을 설치해야 한다. 또한 뿔칠작업 중이거나 양생기간 중 진동 및 충격이 발생하지 않도록 해야 한다.

제8장 내화피복

3.2 검사 및 보수

- (1) 검사항목, 방법 등은 해당 공사시방서에 따른다. 해당 공사시방서에 정한 바가 없는 경우에는 아래에 따른다.
 - ① 미장공법, 뽐칠공법의 경우
 - 가. 시공 시에는 시공면적 5㎡당 1개소 단위로 핀 등을 이용하여 두께를 확인하면서 시공한다.
 - 나. 뽐칠공법의 경우 시공 후 두께나 비중은 코어를 채취하여 측정한다. 측정빈도는 각 층마다 또는 바닥면적 1500㎡마다 각 부위별 1회를 원칙으로 하고, 1회에 5개로 한다. 그러나 연면적이 1500㎡ 미만의 건물에 대해서는 2회 이상으로 한다.
 - ② 조적공법, 불입공법, 멤브레인공법의 경우
재료반입 시, 재료의 두께 및 비중을 확인한다. 그 빈도는 각 층마다 바닥면적 1500㎡마다 각 부위별 1회로 하며, 1회에 3개로 한다. 그러나 연면적이 1500㎡ 미만의 건물에 대해서는 2회 이상으로 한다.
- (2) 불합격의 경우에는 덧뽐칠 또는 재시공에 의하여 보수한다.
- (3) 상대습도가 70%를 초과하는 조건에서는 내화피복재의 내부에 있는 강재에 지속적으로 부식이 진행되므로 습도에 유의해야 한다.
- (4) 분사암면공법의 경우에는 소정의 분사두께를 확보하기 위하여 두께측정기 또는 이것에 준하는 기구로 두께를 확인하면서 작업한다.

3.3 현장뒤틀림

- (1) 뽐칠작업이 완료되는 즉시 과도하게 스프레이 된 것이나 다른 제작물에 묻은 것을 제거하고 노출된 면을 청소한다.
- (2) 내화재 제조업체의 권장사항에 따라 노출된 시멘트 내화재를 양생하여 조기건조를 방지한다.
- (3) 앞서 설치된 내화피복재가 손상되지 않도록 보양 등 필요한 조치를 해야 한다.
- (4) 분사작업 시 바닥면에 낙하한 폐재는 작업 종료 후에 모아서 폴리봉투 등에 넣어 각층의 지정된 장소에 모아서 폐기한다.
- (5) 습식분사암면의 장치 또는 공구의 물청소 시, 배수는 먼저 침전조에 침전시킨 후 배수관으로 흘려보낸다.

제9장 데크플레이트 바닥슬래브

제9장 데크플레이트 바닥슬래브

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 절은 데크플레이트 바닥 슬래브 공사에 적용한다.

1.2 데크플레이트 구조

이 시방서에서는 데크플레이트를 이용한 바닥슬래브구조방법은 이하의 3개로 분류하여 기술한다.

- (1) 데크합성슬래브 : 데크플레이트와 콘크리트가 일체가 되어 하중을 부담하는 구조
- (2) 데크복합슬래브 : 데크플레이트의 홈에 철근을 배치한 철근 콘크리트와 데크플레이트가 하중을 부담하는 구조
- (3) 데크구조슬래브 : 데크플레이트가 연직하중, 수평가새가 수평하중을 부담하는 구조

1.3 제출자료

다음 사항은 ‘제1장. 총칙’의 ‘1.6 공법의 선정 및 제출자료’의 해당요건에 따라 작성, 제출해야 하며, 제출자료는 다음과 같다.

- (1) 작업절차서
감독원은 가설작업, 부재이음, 용접방법, 가설 후 응력계측, 품질검사 및 시험요령 등에 대한 작업절차서를 작성해야 한다.
- (2) 검사 및 시험계획서
- (3) 시공계획서
- (4) 시공상세도

1.4 데크플레이트의 반입, 보관, 양중 및 적치

- (1) 데크플레이트는 박판구조물이므로 취급 시 주의해야 한다.
- (2) 데크플레이트를 장기간 보관할 경우 습기를 차단하여 보관해야 한다.

제9장 데크플레이트 바닥슬래브

- (3) 데크플레이트는 긴 부재로 사용되어지는 경우가 많은데 긴 부재의 양중 시에는 반드시 2점 걸기로 하여 양중 시 데크플레이트의 변형을 최소화해야 한다.
- (4) 강재 보 위에 적치하는 경우 과도한 중량이 작용하지 않도록 분산 배치해야 한다.

2. 재료

- (1) 콘크리트는 ‘제1장. 총칙’의 해당요건에 따른다.
- (2) 철근은 ‘제1장. 총칙’의 해당요건에 따른다.
- (3) 데크플레이트는 ‘제1장. 총칙’의 해당요건에 따른다.
- (4) 진단연결재는 ‘제1장. 총칙’과 ‘제3장. 용접’의 해당요건에 따른다.

3. 시공

3.1 바닥 슬래브 시공의 일반사항

- (1) 콘크리트 시공 전 콘크리트에 매립되는 배수구, 통신전선관 및 전력구 등 각종 부대시설에 대한 시공상세 도면을 검토해야 한다.
- (2) 이 절에서 언급하는 철근의 가공 및 조립, 거푸집 및 동바리, 콘크리트 공사 이외에 대해서는 ‘제5장. 조립 및 설치’의 해당요건에 따른다.

3.2 철근의 가공 및 조립

‘국토해양부제정 콘크리트표준시방서(한국콘크리트학회, 2009)’의 관련 내용을 따른다.

3.3 거푸집 및 동바리공사

- (1) 거푸집과 동바리는 정확하게 배치할 수 있도록 모든 기선과 수평 및 표고를 설정하고 승인된 도면과 일치하도록 정확하게 시공해야 한다.
- (2) 거푸집의 이음부와 접합부는 모르타르가 새지 않도록 완전히 봉합해야 하며 콘크리트 타설 시 움직이지 않도록 탄탄히 결속해야 한다. 콘크리트 타설에 따른 거푸집 및 동바리의 처짐의 영향은 미리 예측하여 적당한 조치를 취한다.
- (3) 거푸집 설치 시에는 도관, 관스리브, 설비박스, 배수구, 금속긴결봉, 삼입재 접지 및 정착물 등 다른 공사의 부착에 필요한 긴결장치 등을 설치해야 한다.

- (4) 강제 거푸집의 녹은 제거해야 하며, 필요 시 거푸집의 표면에 승인된 박리제를 도포 할 수 있다.
- (5) 이 절에서 언급된 내용 외에 거푸집 및 동바리공사 세부사항에 대해서는 “가설공사표준시방서 제3장 거푸집 및 동바리”에 따른다.

3.4 콘크리트공사

- (1) 콘크리트 타설계획을 작성할 때에는 콘크리트의 운반, 타설, 다짐 등이 원활히 수행되도록 하며, 콘크리트 타설은 가급적 정상 작업시간 내에 이루어지도록 한다.
- (2) 콘크리트 타설은 타설계획에서 정한 개소 이외에서 이어치기 해서는 안 된다. 이어치기 면의 타설은 시공조인트가 생기지 않고 재료의 분리나 손실이 없이 타설해야 하며 콘크리트 다짐을 충분히 하여 콘크리트 내에 재료분리 등 불량 없이 이루어야 한다.

3.5 데크플레이트 설치

3.5.1 설치 및 가고정

(1) 설치 준비

- ① 설치 전 강제 보 표면 청소를 실시하여 수분 및 유분을 제거해야 한다.
- ② 강제 기둥 주위, 보 접합부의 데크 받침재가 강구조 도면대로 장착되어 있는지 확인해야 한다.
- ③ 데크 받침재는 판두께 최소 6mm 이상이 필요하고 설치 전 데크플레이트에 변형이 있는 경우 미리 교정하여 보와의 접합이 용이 하도록 해야 한다.

(2) 설치와 가고정

- ① 보 상부에 설계계획도면에 따라 먹메김을 실시하여 데크플레이트를 올바른 위치에 설치해야 한다.
- ② 기둥 주위 및 보 접합부는 데크 받침재에 올려 필요한 개소를 절단해야 한다.
- ③ 용접은 아크 스폿 용접 또는 모살용접으로 실시해야 한다.

3.5.2 데크플레이트, 바닥 슬래브와 보의 접합

데크플레이트를 이용한 바닥 슬래브는 아래 [표 3.4.1]과 같이 3종류가 있으며, 각각 그 목적에 맞추어 접합의 종류를 선정한다.

제9장 데크플레이트 바닥슬래브

표 3.5.1 데크플레이트 구조에 따른 접합 방법

접합 위치	데크플레이트 구조		
	데크합성슬래브	데크복합슬래브	데크구조슬래브
① 데크플레이트와 강재보의 접합	전용접, 드라이빙핀, 용접(필릿용접, 플러그용접, 아크스폿용접 등), 볼트 또는 고장력볼트	전용접, 드라이빙핀 또는 용접(필릿용접, 플러그용접, 아크스폿용접 등)	전용접, 드라이빙핀, 용접(필릿용접, 플러그용접, 아크스폿용접 등), 볼트 또는 고장력볼트
② 데크플레이트 상호의 접합	용접(아크스폿용접, 필릿용접), 터빈나사, 감합, 가조립	용접(아크스폿용접, 마찰용접), 터빈나사, 감합, 가조립 또는 겹침	용접(아크스폿용접, 마찰용접), 터빈나사, 감합, 가조립 또는 겹침
③ 바닥슬래브와 강재보의 접합	스터드볼트, 전용접, 드라이빙핀, 용접(필릿용접, 플러그용접), 볼트 또는 고장력볼트	스터드볼트	별도, 바닥 가새가 필요

- (1) 위 표의 ②의 접합 형태는 바닥 슬래브의 품질 확보가 중요하고 박판의 경우 반드시 접합해야 한다.
- (2) 데크복합슬래브에서는 데크플레이트와 콘크리트의 일체화를 위해 통상 스테드볼트 접합을 실시한다.
- (3) 데크구조슬래브에서는 데크플레이트의 면내 전단력이 크지 않기 때문에 바닥 브레이싱을 설치하는 등의 조치가 필요하다.
- (4) 스테드볼트를 이용하는 경우 스테드볼트 접합으로 데크플레이트를 고정할 수 없다.
- (5) 데크플레이트를 강재보에 접합할 때에는 반드시 데크플레이트를 보에 밀착시키고, 빈틈이 2mm 이하가 되도록 밀착시킨다.
- (6) 스테드볼트의 면내 전단력을 보에 전달하는 경우, 데크플레이트를 강재보에 밀착시켜 강풍이나 돌풍에 의해서 비산하지 않도록 하고, 콘크리트 타설 시에 이동, 변형하지 않게 아크 스폿 용접 혹은 필릿용접 등으로 신속하게 데크플레이트를 보에

접합한다.

- (7) 데크합성슬래브의 경우에는 스티드볼트 이외에 전용접과 드라이빙핀을 사용할 수 있다.
- (8) 플랫 데크는 거푸집으로도 사용되므로 설치 후 바람에 의한 비산 방지나 콘크리트 타설 시의 빈틈 방지 등에 대한 신속한 안전성 확보가 중요하므로 데크플레이트와 보는 아크 스폿 용접 또는 모살용접 등으로 접합한다.
- (9) 용접사는 ‘제3장. 용접’의 ‘1.5 기술인력’의 자격을 갖춘 자로 한다.

3.5.3 데크플레이트 관통 용접에 있어서의 유의점

(1) 스티드용접 전 주의사항

- ① 데크 관통 용접을 하는 경우, 설계 단계에서 큰 보와 작은 보의 플랜지 상부가 동일면 되도록 한다.
- ② 작은보 가설 시, 큰보와 작은보의 상부에 단차가 생기지 않도록 한다.
- ③ 보 플랜지면에 스티드를 설치하는 경우 원칙적으로 도장은 하지 않는다.
- ④ 데크플레이트 설치 시 보의 플랜지 면을 청소한다.
- ⑤ 데크의 판두께가 두꺼운 이유 등으로 충분한 용접을 할 수 없는 경우에는 미리 데크플레이트에 적절한 직경의 구멍을 뚫어서 직접 용접한다.

(2) 데크 관통 용접 시 데크플레이트의 제약

- ① [그림 3.4.1]과 같이 홈 높이 H_d 는 75mm 이하로 한다.
- ② 홈의 평균폭 b_d 는 [그림 3.4.1]과 같이 스티드 직경 d 의 2.5배 이상으로 한다. 다만 홈 상부폭이 하부폭보다 좁을 때에는 상부 폭이 $2.5d$ 이상이 되게 한다.

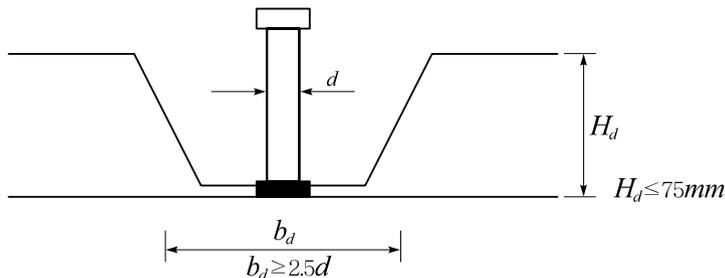


그림 3.4.1 데크플레이트의 제한

제9장 데크플레이트 바닥슬래브

3.5.4 스티드용접

- (1) 스티드용접의 시공 및 보수는 ‘제3장. 용접’의 ‘3.10 스티드의 용접’에 따른다.
- (2) 스티드용접의 검사는 ‘제3장. 용접’의 ‘3.11.5 스티드용접 검사’에 따른다.

3.6 응력조정

강교량의 경우 응력조정이 필요한 때에는 다음과 같은 사항을 고려해야 한다.

- (1) 콘크리트 타설 방법은 응력조정에 위대한 영향을 주지 않는 적당한 방향으로 하여, 강거더에 도입되는 응력이 설계조건을 만족하고 있는 것을 확인해야 한다.
- (2) 프리스트레스 등과 같은 응력조정을 수행할 경우 도입 과정을 여러 번으로 나누어 부재에 과도한 응력집중이 발생하지 않도록 해야 한다.
- (3) 응력조정에 의한 교량의 길이 및 솟음(치올림)의 변화를 고려하여 거더의 제작 치수, 지점 받침의 거치 등을 충분히 검토해야 한다.
- (4) 가설공법에 따른 응력조정을 택할 경우에는 설계 시 정한 거더들의 상호관계에 변화가 일어나지 않도록 이동에 주의해야 한다.

3.7 시공허용오차

콘크리트 표면은 기복이 없이 면이 일정해야 하며 시공허용오차는 콘크리트 관련 공사시방서의 해당요건에 따른다.

[부 록]

부록 1. 제작치수 허용오차 및 가조립 정밀도

부록 2. 도료의 품질관리 기준

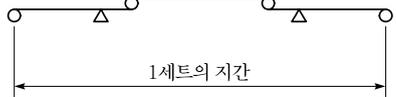
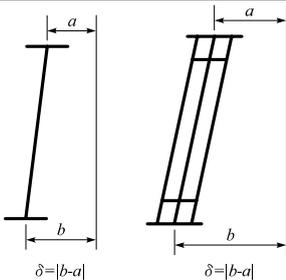
부록 3. 일반 증방식 도장

부록 4. 친환경 증방식 도장

부록 1. 제작치수 허용오차 및 가조립 정밀도

1.1 토목 구조물

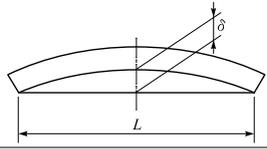
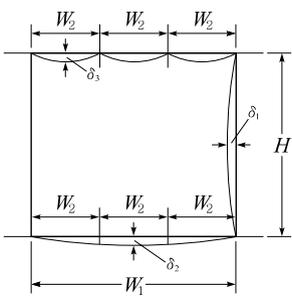
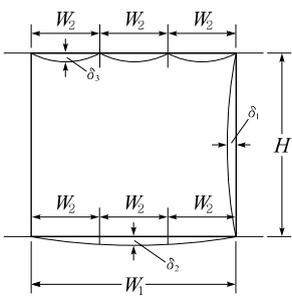
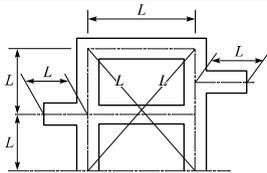
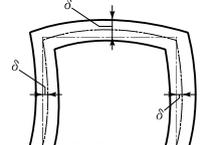
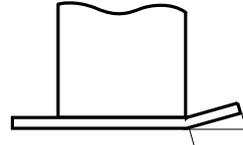
부표 1.1 제작치수 허용오차 및 가조립 정밀도 (단위 : mm)

항 목	허 용 오 차(mm)	적 용	
전장 지간	$\pm (10 + 0.1 L)$ $L = \text{지간(m)}$	게르베교 등에서는 한 세트의 지간에도 적용 	
주거더 또는 주트러스의 중심 간격	$\pm (3 + 0.50 B)$ $B = \text{주거더 또는 주트러스의 중심 간격(m)}$		
상부중심 간격과 하부중심 간격 차이	$(2 + 2 B) \leq 10$ $B = \text{주거더 또는 트러스의 중심 간격 (m) 다만 최대 10}$	플레이트 거더류에서는 상부 플랜지 중심 간격과 하부 플랜지 중심 간격, 트러스에서는 상현재 중심 간격과 하현재 중심 간격	
주거더 또는 주트러스 높이	$\pm (4 + 0.5 H)$ $H = \text{주거더 또는 주트러스의 높이 (m)}$		
주거더 또는 주트러스의 경사	$\delta = 3 + H$ $H = \text{주거더 또는 주트러스의 높이 (m)}$		
지지부의 고저차	5	같은 거더, 모든 받침 상호의 고저차	
지간 중앙의 제작 숫음(치올림)	과대시	$3 + 0.15 L \leq 20$ $L = \text{지간 (m)}$	좌우 주거더가 단독이고 고정하중을 적용치 않을 때 (실측 숫음(치올림)) - (필요 숫음(치올림))
	부족시	$3 + 0.05 L \leq 6$ $L = \text{지간 (m)}$	

부 록

항	목	허 용 오 차(mm)		적 용
트러스 격점의 높이 차이	교축방향으로 인접한 격점들	5		
	교축 직각방향에 대치되는 격점들	단 선	5	
	복 선	7		
지점간의 수평차	지간 중앙에서	$\delta = 3 + 0.1L \leq 12$ $L = \text{지간(m)}$		
중간부의 수평 차이	임의의 위치에서 측 정 길이 20m의 중앙 에서	$\delta = 5$		
침목 지지면의 고저 차이	침목의 좌우 받이 부분의 높이차	3		
	하로 플레이트거더에 서 인접된 침목 받이 상부면의 높이차	3		
	하로 플레이트거더에 서 플랜지 상면에서 침목 받이 상면 까지 의 높이	± 3		
플랜지 폭	부 족 량	$1 + \frac{W}{1000}$		$W = \text{플랜지 폭 (m)}$
	초 과 량	$2 + \frac{1.5W}{1000}$		
용접 I 형의 웹판과 플랜지의 각도오차 (합성거더 상부플 랜지는 제외)	웹판, 플랜지	$\delta = \frac{W}{200}$ $W = \text{플랜지 폭}$ (mm)		
플랜지 끝의 요철 (합성거더 상부플 랜지는 제외)	임의의 위치에서 측 정 길이 1.5m에 대 한 그 중간지점에서	$\delta = 2$		

주 : 1) 기준 솟음(치올림)선은 완성 솟음(치올림)에서 지간중앙의 제작솟음(치올림) 허용오차를 고려하여 결정한다.

항 목		허 용 오 차(mm)	적 용
주요부재의 휨	임의의 중간지점에서	$\delta = \frac{L}{1000} \leq 8$ $L = \text{부재길이(mm)}$	
웨브판의 솟음		$\delta_1 = \frac{H}{250} \text{ 또는}$ $(2/3)t \text{ 중 작은 쪽}$ $H: \text{웨브판 높이(mm)}$ $t: \text{웨브판 두께(mm)}$	
플랜지의 솟음	웨브판에서	$\delta_2 = \frac{W_1}{150}$ $\text{또는 } t \text{ 중 작은 쪽}$ $W_1: \text{웨브중심간격(mm)}$ $t: \text{플랜지 두께(mm)}$	
	웨브판과 리브사이, 또는 리브사이에서	$\delta_3 = \frac{W_2}{150}$ $W_2: \text{웨브중심과 리브중심간격 또는 리브와 리브의 중심간격(mm)}$	
라멘교각	기둥중심간격(L : m) 기둥 길이 (h : m) 보의 길이 (b : m) 대각 길이 (d : m) (평면, 입면)	$\pm (5 + 0.15 L)$ $\pm (5 + 0.15 h)$ $\pm (5 + 0.15 b)$ $\pm (5 + 0.15 d)$	
	보의 솟음(치올림) 및 기둥의 휨	$\delta \leq \frac{L}{1000}$ $L = \text{측정길이(mm)}$	
	받침판의 수평도	$\delta \leq \frac{b}{200}$ $b: \text{받침의 변형부분의 폭(mm)}$	
침목반이	수직재의 경사	$\delta_1 \sim \delta_2$	2 이내
	베이스 플레이트의 평면도	δ_3	0.5 이내

부 록

1.2 건축 구조물

부표 1.2 제작치수 허용오차 및 가조립 정밀도 (단위 : mm)

명 칭	그 림	관리허용차	한계허용차	측정기기	측정방법
T 이음의 틈새 (모살용접) e		$e \leq 2\text{mm}$	$e \leq 3\text{mm}$ 다만, e가 2mm를 초과 하는 경우는 사이즈가 e만큼 증가한다.	틈새 게이지	
겹침이음의 틈새 e		$e \leq 2\text{mm}$	$e \leq 3\text{mm}$ 다만, e가 2mm를 초과 하는 경우는 사이즈가 e만큼 증가한다.	틈새 게이지	
맞댐이음의 면차이 e		$t \leq 15\text{mm} \quad e \leq 1\text{mm}$ $t > 15\text{mm}$ $e \leq t/15$ 또한 $e \leq 2\text{mm}$	$t \leq 15\text{mm} \quad e \leq 1.5\text{mm}$ $t > 15\text{mm}$ $e \leq t/10$ 또한 $e \leq 3\text{mm}$	금속제 직각자 금속제 끝은자 틈새 게이지 용접 게이지	
루트간격 (백 gau징) e		아크 수동용접 $0 \leq e \leq 2.5\text{mm}$ 서브머지드 아크 자동용접 $0 \leq e \leq 1\text{mm}$ 가스실드 아크 반자동용접 $0 \leq e \leq 2\text{mm}$ 플럭스 코어드 아크 반자동용접 $0 \leq e \leq 2\text{mm}$	아크 수동용접 $0 \leq e \leq 4\text{mm}$ 서브머지드 아크 자동용접 $0 \leq e \leq 2\text{mm}$ 가스실드 아크 반자동용접 $0 \leq e \leq 3\text{mm}$ 플럭스 코어드 아크 반자동용접 $0 \leq e \leq 3\text{mm}$	틈새 게이지	
루트간격 (뒷담재 부착) Δa		아크 수동용접 가스실드 아크 반자동용접 플럭스 코어드 아크 반자동용접 $\Delta a \geq -2\text{mm}$ $-2\text{mm} \leq \Delta a \leq +2\text{mm}$	아크 수동용접 가스실드 아크 반자동용접 플럭스 코어드 아크 반자동용접 $\Delta a \geq -3\text{mm}$ $-3\text{mm} \leq \Delta a \leq +3\text{mm}$	한계 게이지	

명 칭	그 림	관리허용차	한계허용차	측정기기	측정방법
루트면 Δa		아크수동용접 가스실드 아크 반자동용접 플렉스 코어드 아크 반자동용접 뒤틀림재 없음 $\Delta a \leq 2\text{mm}$ 뒤틀림재 있음 $\Delta a \leq 2\text{mm}$ 서브머지드 아크 자동용접 $\Delta a \leq 2\text{mm}$	아크수동용접 가스실드 아크 반자동용접 플렉스 코어드 아크 반자동용접 뒤틀림재 없음 $\Delta a \leq 3\text{mm}$ 뒤틀림재 있음 $\Delta a \leq 3\text{mm}$ 서브머지드 아크 자동용접 $\Delta a \leq 2\text{mm}$	콘벡스 룰 (convex rule) 금속제 곧은자	
베벨각도 Δa		$\Delta a \geq -2,5^\circ$	$\Delta a \geq -5^\circ$	용접용 게이지 개선 게이지	
개선각도 Δa		$\Delta a_1 \geq -5^\circ$	$\Delta a_1 \geq -10^\circ$	한계 게이지	
		$\Delta a_2 \geq -2,5^\circ$	$\Delta a_2 \geq -5^\circ$		
가스절단면의 거칠기		개선내 200 μmRy 자유연단 100 μmRy	개선내 200 μmRy 자유연단 100 μmRy		모델과의 비교 보통은 목측으로 판단
가스절단면의 노치깊이 d		개선내 d $\leq 1\text{mm}$ 자유연단 d $\leq 0,5\text{mm}$	개선내 d $\leq 2\text{mm}$ 자유연단 d $\leq 1\text{mm}$	용접용 게이지	보통은 목측으로 판단

부 록

명 칭	그 림	관리허용차	한계허용차	측정기기	측정방법
가스절단에 의한 절단면의 직각도 e		$t \leq 20\text{mm}$ $e \leq 1\text{mm}$ $t > 20\text{mm}$ $e < t/20$	$t \leq 20\text{mm}$ $e \leq 2\text{mm}$ $t > 20\text{mm}$ $e < t/10$	금속계 직각자 틈새 게이지 용접용 게이지	
접합부 어긋남 (다이어프램과 플랜지의 어긋남) e		$t_1 \geq t_2$ $e \leq 2 t_1/15$ 또한 $e \leq 3\text{mm}$ $t_1 < t_2$ $e \leq t_1/6$ 또한 $e \leq 4\text{mm}$	$t_1 \geq t_2$ $e \leq t_1/5$ 또한 $e \leq 4\text{mm}$ $t_1 < t_2$ $e \leq t_1/4$ 또한 $e \leq 5\text{mm}$	콘벡스 물 틈새 게이지 특정지그	박스기둥 등의 폐쇄단면에 대하여는 다이어프램 위치가 표면으로부터 확인할 수 있도록 사전에 금긋기가 필요하다.
용접조립제단부의 분균일 e		$e \leq 2\text{mm}$	$e \leq 3\text{mm}$	금속계 직각자 콘벡스 물	

부록 2. 도료의 품질관리 기준

부표 2.1 무기질 아연말 샵프라이머 (SPS-KPIC 5006-1759)

항 목	품 질	방 법
건조도막의 상태	흐름, 핀홀, 주름 등의 이상이 없을 것	KS M 5000-2421
용기내에서의 상태	덩어리, 응결피막이 없을 것	KS M 5000-2011
가사시간 (혼합, h, 20℃)	5 이상	SPS-KPIC 5006-1759
건조시간 (경화, h, 25℃)	24 이내	KS M 5000-2511,2512
비휘발분 (혼합, 중량%)	45 이상	KS M ISO 3251
가열잔분(혼합)중 아연 함량(중량%)	50 이상	KS M 5000-5171 KS M ISO 3549
방청성 (168h)	점 녹이나 도막의 부풀음 박리가 없을것	KS D 9502

부표 2.2 무기질 아연말 도료 (SPS-KPIC 5001-1754)

항 목	품 질	방 법
건조도막의 상태	흐름, 균열, 주름 등의 이상이 없을 것	KS M 5000-2421
용기내에서의 상태	덩어리, 응결 피막이 없을 것	KS M 5000-2011
비중 (주제, 25 ℃)	1.0 이상	KS M ISO 2811-1
비휘발분 (주제, 중량 %)	30 이상	KS M ISO 3251
가사시간 (혼합, h, 20 ℃)	5 이상	SPS-KPIC 5001-1754
건조시간 (경화, 혼합, h, 25 ℃)	48 이내	KS M 5000-2511
총고형분 (혼합, 중량 %)	78 이상	KS M ISO 3251
안료분 (총고형분 중, 중량 %)	85 이상	KS M ISO 14680-1
총아연말분 ⁽¹⁾ (안료분 중, 중량 %)	87 이상	KS M 5000-5171
총아연말분 ⁽¹⁾ (총고형분 중, 중량 %)	74 이상	KS M ISO 3549

주) (1) 아연말의 성분은 KS M ISO 3549 (도료용 아연말 안료)에 따른다.

부 록

부표 2.3 염화고무계 중도, 상도 도료(SPS-KPIC 5007-1760)

항 목	품 질		방 법
	중 도	상 도	
연 화 도 (N.S)	3 이상	5 이상	KS M 5000-2141
주 도 (KU,25℃)	90 ~ 100	70 ~ 85	KS M 5000-2122
용기내에서의 상태	덩어리, 응결피막이 없을 것		KS M 5000-2011
비 중(25℃)	1.1 이상	0.9 이상	KS M ISO 2811-1
흐름성(μm)	300 이상	100 이상	KS M 5980
비휘발분(중량%)	50 이상	35 이상	KS M ISO 3251
건조시간(경화,h)	24 이내		KS M 5000-2511,2512

부표 2.4 염화고무 MIO 도료 (SPS-KIPC 5008-1761)

항 목	품 질	방 법
건조도막의 상태	흐름, 균열, 주름 등의 이상이 없을 것	KS M 5000-2421
용기내에서의 상태	덩어리, 응결피막이 없을 것	KS M 5000-2011
주 도(KU,25℃)	90 ~ 110	KS M 5000-2122
비 중(25℃)	1.3 이상	KS M ISO 2811-1
비휘발분(중량%)	55 이상	KS M ISO 3251
흐름성(μm)	350 이상	KS M 5980

주) MIO : Micaceous Iron Oxide(운모상 산화철)

부표 2.5 에폭시계 방청도료 (SPS-KPIC 5005-1758)

항 목	품 질	항 목
건조 도막의 상태	흐름, 균열, 주름 등의 이상이 없을 것	KS M 5000-2421
용기내에서의 상태	덩어리, 응결 피막이 없을 것	KS M 5000-2011
주도 (KU, 25℃)	80 ~ 100	KS M 5000-2122
비중 (혼합)	1.3 이상	KS M ISO 2811-1
비휘발분 (혼합, 중량 %)	65 이상	KS M ISO 3251
흐름성 (혼합, μm)	300 이상	KS M 5980
건조시간 (경화, h, 25℃)	10 이내	KS M 5000-2511,2512
가사시간 (혼합, h, 20℃)	4 이상	SPS-KPIC 5005-1758

부표 2.6 고고형분 에폭시계 도료 (SPS-KPIC 5002-1755)

항 목	품 질	방 법
건조 도막의 상태	흐름, 균열, 주름 등의 이상이 없을 것	KS M 5000-2421
용기내에서의 상태	덩어리, 응결 피막이 없을 것	KS M 5000-2011
혼합성 (혼합)	균일하게 혼합될 것	SPS-KPIC 5002-1755
비중 (주제)	1.3 이상	KS M ISO 2811-1
주도 (주제, KU, 25℃)	90 이상	KS M 5000-2122
비휘발분 (주제, 중량 %)	80 이상	KS M ISO 3251
건조시간 (경화, h, 25℃)	24 이내	KS M 5000-2511,2512
가사시간 (혼합, h, 20℃)	2 이상	SPS-KPIC 5002-1755
흐름성 (혼합, μm)	500 이상	KS M 5980
부피 고형분 (%)	80 이상	KS M ISO 3233

부 록

부표 2.7 우레탄계 도료 (SPS-KIPC 5003-1756)

항 목		품 질	방 법
건조 도막의 상태		흐름, 균열, 주름 등의 이상이 없을 것	KS M 5000-2421
용기내에서의 상태		덩어리, 응결 피막이 없을 것	KS M 5000-2011
색상		건본품과 비교하여 차이 없을 것	KS M 5000-3011
비중(주제)		1.1 이상	KS M ISO 2811-1
주도(주제, KU)		70 ~ 90	KS M 5000-2122
비휘발분(주제, 중량 %)		60 이상	KS M ISO 3251
연화도(주제, N.S)		6 이상	KS M 5000-2141
광택(60°, %)		80 이상	KS M ISO 2813
건조시간(경화, h, 25 °C)		24 이내	KS M 5000-2511, 2512
가사시간 (혼합, h, 20°C)		4 이상	SPS-KIPC 5003-1756
흐름성(혼합, μm)		175 이상	KS M 5980
은폐율(%) ⁽¹⁾⁽²⁾	백색	90 이상	KS M ISO 2814
	기타색	80 이상	
촉진 내후성(300h, (%))		90 이상	KS M ISO 11507

주) (1) 기타색은 백색을 제외한 나머지 색상으로 한다.

(2) 특녹색이나 특청색과 같이 프탈로시아닌계 아조 또는 디아조계 안료를 사용한 도료는 은폐율을 적용하지 않는다.

부표 2.8 불소수지계 도료 (SPS-KPIC 5004-1757)

항 목		품 질	방 법
건조 도막의 상태		흐름, 균열, 주름 등의 이상이 없을 것	KS M 5000-2421
용기내에서의 상태		덩어리, 응결 피막이 없을 것	KS M 5000-2011
비휘발분 (주제, 중량 %)	백색	50 이상	KS M ISO 3251
	기타색	40 이상	
연화도 (주제, N.S)		6 이상	KS M 5000-2141
광택 (60 °)		70 이상	KS M ISO 2813
건조시간(경화, h, 25 °C)		8 이내	KS M 5000-2511, 2512
가사시간(혼합, h, 20 °C)		5 이상	SPS-KPIC 5004-1757
용제 가용분 중의 불소 (주제, %)		15 이상	SPS-KPIC 5004-1757
은폐율(%) ⁽¹⁾⁽²⁾	백색	90 이상	KS M ISO 2814
	기타색	80 이상	
층간 부착성 (중/상도) ⁽³⁾		이상 없을 것	KS M ISO 2409
유연성 ⁽³⁾		이상 없을 것	KS M ISO 1519
내알칼리성 ⁽³⁾		이상 없을 것	SPS-KPIC 5004-1757
내산성 ⁽³⁾		이상 없을 것	SPS-KPIC 5004-1757
냉열반복시험 ⁽³⁾		이상 없을 것	SPS-KPIC 5004-1757
내충격성 ⁽³⁾		균열, 벗겨짐이 없을 것	KS M ISO 6272-1
축진 내후성 (1,000h) ⁽³⁾	광택유지율 (%)	90 이상	KS M ISO 11507
	초킹	1 이하	KS M ISO 4628-6

주) (1) 기타 색은 백색을 제외한 나머지 색상으로 한다.

(2) 특녹색이나 특청색과 같이 프탈로시아닌계 아조 또는 디아조계 안료를 사용한 도료는 은폐율을 적용하지 않는다.

(3) 시험편은 도장계열의 최상층까지 도장한 상태에서 시험한다.

부 록

부표 2.9 세라믹계 방식 도료 (SPS-KPIC 5009-1762)

항 목	품 질	방 법
용기내에서 상태	덩어리, 응결, 피막이 없을 것	KS M 5000-2011
건조시간(경화, h, 25°C)	24 이내	KS M 5000-2511,2512
가사시간(혼합, h, 20°C)	2 이상	KS M ISO 9514
흐름성(혼합, μm)	250 이상	KS M ISO 16862
부피고형분(혼합, %)	60 이상	KS M ISO 3233
비중(주제)(25°/25°C)	1.3 이상	KS M ISO 2811-1
주도(주제, KU)(25°/25°C)	95 이상	KS M 5000-2122
연화도(주제, NS)	4 이상	KS M 5000-2141
염수분무시험(168h)	녹과 부풀음이 없을 것	KS D 9502

부표 2.10 세라믹계 우레탄 도료 (SPS-KPIC 5010-1763)

항 목	품 질	방 법
건조 도막의 상태	흐름, 주름, 핀홀 등이 이상 없을 것	KS M 5000-2421
용기내에서의 상태	덩어리, 응결, 피막이 없을 것	KS M 5000-2011
색상	견본품과 비교하여 차이 없을 것	KS M 5000-3011
비휘발분(주제, 중량%)	50 이상	KS M ISO 3251
연화도(주제, N.S)	6 이상	KS M 5000-2141
광택 (60°)	70 이상	KS M ISO 2813
건조시간 (경화, h, 25°C)	24 이내	KS M 5000-2511, 2512
흐름성(혼합, μm)	175 이상	KS M ISO 16862
은폐율(%) ⁽¹⁾⁽²⁾	백색	90 이상
	기타색	80 이상
내산성 ⁽³⁾ (168 h)	도막의 갈라짐, 부풀음, 주름, 떨어짐, 벗겨짐, 변색 등이 없을 것	KS M ISO 2812-1
내알칼리성 ⁽³⁾ (168 h)	도막의 갈라짐, 부풀음, 주름, 떨어짐, 벗겨짐, 변색 등이 없을 것	KS M ISO 2812-1
촉진내후성 ⁽³⁾ (300h, %)	80 이상	KS M ISO 11507

주) (1) 기타색은 백색을 제외한 나머지 색상으로 한다.

(2) 특녹색이나 특청색과 같이 프탈로시아닌계 아조 또는 디아조계 안료를 사용한 도료는 은폐율을 적용하지 않는다.

(3) 시험편은 도장계열의 최상층까지 도장한 상태에서 시험한다.

부표 2.11 실록산계 도료 (SPS-KPIC 5011-1764)

항 목		품 질	방 법
건조 도막의 상태		흐름, 균열, 주름 등이 이상 없을 것	KS M 5000-2421
용기내의 상태		덩어리, 응결 피막이 없을 것	KS M 5000-2011
색상		견본품과 비교하여 차이 없을 것	KS M 5000-3011
비중(주제, 25℃)		1.1 이상	KS M ISO 2811-1
주도(주제, KU, 25℃)		80 ~ 100	KS M 5000-2122
비휘발분(주제, 중량 %)		60 이상	KS M ISO 3251
연화도(주제, N.S)		6 이상	KS M 5000-2141
광택(60°, %)		70 이상	KS M ISO 2813
건조시간(경화, h, 25 °C)		24 이내	KS M 5000-2511, 2512
가사시간(혼합, h, 20 °C)		4 이상	SPS-KPIC 5011-1764
흐름성(혼합, μm)		250 이상	KS M 5980
은폐율(%) ⁽¹⁾⁽²⁾	백색	90 이상	KS M ISO 2814
	기타색	80 이상	
촉진 내후성 (700h) ⁽³⁾	광택유지율 (%)	90 이상	KS M ISO 11507
	초킹	1 이하	KS M ISO 4628-6

주) (1) 기타색은 백색을 제외한 나머지 색상으로 한다.

(2) 특녹색이나 특청색과 같이 프탈로시아닌계 아조 또는 디아조계 안료를 사용한 도료는 은폐율을 적용하지 않는다.

(3) 시험편은 도장계열의 최상층까지 도장한 상태에서 시험한다.

부 록

부표 2.12 수용성 무기질 아연말 도료 (SPS-KPIC 5012-1765)

항 목	품 질	방 법
건조도막의 상태	흐름, 주름 등의 이상이 없을 것.	KS M 5000-2421
용기내에서의 상태	덩어리, 응결 피막이 없을 것	KS M 5000-2011
가사시간 (h, 20℃)	5 이상	SPS-KPIC 5012-1765
경화건조시간 (h, 25℃)	24 이하	KS M 5000-2511
비휘발분 (주제부, 중량%)	18 이상	KS M ISO 3251
VOCs 함량 (g/L)	10 이하	KS M ISO 11890-1, 2
비중 (주제, 25℃)	1.0 이상	KS M ISO 2811-1
균열성	이상 없을 것	SPS-KPIC 5012-1765
총고형분(혼합도료중, 중량%)	65 이상	KS M ISO 3251
안료분(총고형분 중, 중량%)	85 이상	KS M ISO 14680-1
총아연말분(안료분중, 중량%)	92 이상	KS M 5000-5171
총아연말분(총고형분중, 중량%)	85 이상	KS M ISO 3549

부표 2.13 수용성 에폭시계 도료 (SPS-KPIC 5013-1766)

항 목	품 질	방 법
건조도막의 상태	흐름, 균열, 주름 등의 이상이 없을것	KS M 5000-2421
용기내에서의 상태	덩어리, 응결 피막이 없을 것	KS M 5000-2011
가사시간 (h, 20℃)	2 이상	SPS-KPIC 5013-1766
경화건조시간 (h, 25℃)	24 이하	KS M 5000-2511,2512
비휘발분 (주제부, 중량%)	55 이상	KS M ISO 3251
VOCs 함량 (g/L)	80 이하	KS M ISO 11890-1, 2
비중 (주제부, 25℃)	1.3 이상	KS M ISO 2811-1
저장 안정성 (주제)	주격으로 저었을 때 쉽게 균일 한 상태로 되며, 덩어리집, 영 김, 겔 및 기타 결함이 없어야 한다.	KS M 5000-2031
흐름성 (혼합도료, μm)	300 이상	KS M 5980
주도 (주제, KU, 25 ℃)	85 이상	KS M 5000-2122

부표 2.14 예폭시계 아연말 도료 (SPS-KPIC 5015-1918)

항 목	품 질	방 법
건조 도막의 외관	흐름, 균열, 주름 등의 이상이 없을 것	KS M 5000-2421
용기 내의 상태	덩어리, 응결, 피막이 없을 것	KS M 5000-2011
비중 (주제, 25℃)	1.8 이상	KS M ISO 2811-1
주도 (주제, KU, 25℃)	70 이상	KS M 5000-2122
비휘발분 (주제, 중량 %)	80 이상	KS M ISO 3251
가사시간 (혼합, h, 20℃)	4 이상	SPS-KPIC 5015-1918
건조시간 (경화, 혼합, h, 25℃)	24 이하	SPS-KPIC 5015-1918
총고형분 (혼합, 중량 %)	70 이상	KS M ISO 3251
안료분 (총고형분 중, 중량 %)	83 이상	KS M ISO 14680-1
아연함량 (안료분 중, 중량 %)	93 이상	SPS-KPIC 5015-1918
아연함량 (총고형분 중, 중량 %)	77 이상	SPS-KPIC 5015-1918

부표 2.15 무용제 예폭시계 방청도료 (SPS-KPIC 5016-1917)

항 목	품 질	방 법
건조 도막의 외관	흐름, 균열, 주름 등의 이상이 없을 것	KS M 5000-2421
용기 내의 상태	덩어리, 응결, 피막이 없을 것	KS M 5000-2011
가사시간 (혼합, h, 20℃)	1 이상	SPS-KPIC 5016-1917
건조시간 (경화, h, 25℃)	24 이하	SPS-KPIC 5016-1917
비휘발분 (혼합, 중량 %)	96 이상	KS M ISO 3251
VOCs 함량 (g/L)	80이하	KS M ISO 11890-1, 2
비중 (주제, 25℃)	1.2 이상	KS M ISO 2811-1
염수분무시험(168h)	녹과 부품이 없을 것	KS D 9502
흐름성 (혼합도료, μm)	300 이상	KS M 5980
주도 (주제, KU, 25℃)	140 이하	KS M 5000-2122

부 록

부표 2.16 수용성 에폭시계 방청도료 (SPS-KPIC 5017-1919)

항 목	품 질	방 법
건조 도막의 외관	흐름, 균열, 주름 등의 이상이 없을 것	KS M 5000-2421
용기 내의 상태	덩어리, 응결, 피막이 없을 것	KS M 5000-2011
가사시간 (혼합, h, 20℃)	2 이상	SPS-KPIC 5017-1919
건조시간 (경화, h, 25℃)	24 이하	SPS-KPIC 5017-1919
비휘발분 (주제, 중량 %)	45 이상	KS M ISO 3251
VOCs 함량 (g/L)	80이하	KS M ISO 11890-1, 2
비중 (주제, 25 ℃)	1.1 이상	KS M ISO 2811-1
염수분무시험(168h)	녹과 부풀이 없을 것	KS D 9502
흐름성 (혼합도료, μm)	300 이상	KS M 5980
주도 (주제, KU, 25 ℃)	80 이상	KS M 5000-2122

부표 2.17 수용성 우레탄계 도료 (SPS-KPIC 5018-1920)

항 목	품 질	방 법	
건조 도막의 상태	흐름, 균열, 주름 등의 이상이 없을 것	KS M 5000-2421	
용기 내의 상태	덩어리, 응결, 피막이 없을 것	KS M 5000-2011	
색상	건본품과 비교하여 차이 없을 것	KS M 5000-3011	
비중 (주제, 25℃)	1.1 이상	KS M ISO 2811-1	
주도 (주제, KU, 25℃)	80 이상	KS M 5000-2122	
비휘발분 (주제, 중량 %)	40 이상	KS M ISO 3251	
VOCs 함량 (g/l)	90 이하	KS M ISO 11890-1, 2	
연화도 (주제, NS)	6 이상	KS M 5000-2141	
광택 (60°, %)	70 이상	KS M ISO 2813	
건조시간 (경화, h, 25℃)	24 이하	SPS-KPIC 5018-1920	
가사시간 (혼합, h, 20℃)	2 이상	SPS-KPIC 5018-1920	
흐름성(혼합, μm)	175 이상	KS M 5980	
은폐율 (%) ⁽¹⁾⁽²⁾	백색	90 이상	KS M ISO 2814
	기타색	80 이상	KS M ISO 2814
촉진 내후성(300h, (%))	90 이상	KS M ISO 11507	

부표 2.18 아연알루미늄 용사 재료규격

표면처리	SSPC-SP10
함 량	아연(Zn) : 알루미늄(Al) : 지르코늄(Zr) 10~15(%) : 85~90(%) : 0.5 이상(%)
아연(Zn) 순도	99.99 %
알루미늄(Al) 순도	99.7 %

주) 1. KS D ISO 2063 규격 참조

부표 2.19 고형분 용적비의 관리기준

도료 명칭	고형분 용적비 관리기준	비 고
무기질 아연말계 도료	60 % 이상	KS M ISO 3233
에폭시계 방청도료	50 % 이상	
고고형분 에폭시계도료	80 % 이상	
우레탄계 도료	50 % 이상	
불소수지계 도료	30 % 이상	
실록산계 도료	60 % 이상	
세라믹계 방식도료	80 % 이상	
세라믹계 우레탄도료	50 % 이상	

부 록

부표 2.20 회수 사용되는 철을 함유한 금속 연마제의 청정도 규격
 (Specification for Cleanliness of Recycled Ferrous Metallic Abrasives : SSPC-AB2
 연마제 기준 No.2)

구 분	기 준	비 고
비 마찰재 잔유물	1 % 미만	(by weight)
납 성분함량	0.1 % 미만	(by weight)
수용성 오염물	1000 micro-ohms/cm 미만	전기 전도성
기 름 함 량	물 속에 침지 시 오일이 육안으로 검출되지 않을 것	
요 구 사 항	상기조건이 모두 충족 시 재사용하며, 불합격 시 재정제 되어야 함.	

부표 2.21 아연 알루미늄 피막처리 규격

시 험 항 목	품질기준
외 관	이상 없을 것
부착력	5 % 이하
부식저항성 (염수분무시험, 720시간)	적청이 없을 것
부풀음 (염수분무시험 후)	부풀음 및 박리가 없을 것
도막두께	(6 ~ 12) μm

주) (1) 상기 규격은 강구조물공사에 사용하는 고장력 볼트에 사용되는 아연 알루미늄 피막처리에 대하여 적용한다.

(2) 아연 알루미늄 피막처리에 대한 시료채취 및 시험방법은 ASTM F 1136에 따른다.

부표 2.22 일반 방청 프라이머 규격(건축용)

시 험	규 격	방 법
비휘발분(%)	65 이상	KSM ISO 3251
안료(%)	45 이상	KSM5000-2111
비중	1.3 이상	KSM ISO 2811-1
건조(지축)시간(25℃)	30분 이내	KSM5000-2511
건조(고화)시간(25℃)	6시간 이내	KSM5000-2511
작업성	붓, 스프레이 작업시 이상이 없을 것	KSM5000-2411 KSM5000-2412
건조도막상태	주름 얼룩이 없고 평활할 것	KSM5000-2421
저장안정성	60℃ 10일 저장 후 이상이 없을 것	KSM5000-2031
용기내상태	덩어리가 없이 쉽게 교반될 것	KSM6030 - 4.1.2
굴곡성 시험	이상이 없을 것	KSM6030 - 4.1.2
중금속 함유	6가크롬이 검출되지 않을 것	UV-VIS
중금속 함유	납, 수은, 카드뮴이 검출되지 않을 것	IEC62321..2008.ICP
염수분무시험(120h)	3매 중 2매 이상에 갈라짐, 부품, 벗겨짐, 녹슨 부분이 없을 것	KS D 9502

부록 3. 일반 중방식 도장

부표 3.1 일반 중방식 도장(우레탄계 마감 Type I)

구 분	공 정		도료명칭 또는 방법	추천 도막 두께 (μm)	도장횟수	비고
교량 외부	1차 표면처리		SSPC - SP10			
	샵 프라이머		무기질 아연말 샵프라이머	20	1	
	2차 표면처리		SSPC - SP10			
	공장 도장	제1층	무기질 아연말도료	75	1	
		제2층	미스트 코트	80	1	
		제3층	고고형분 에폭시계 도료		1	
		제4층	우레탄계 도료	30	1	
공장 / 현장도장	제5층	우레탄계 도료	30	1		
계			215			
교량 내부	1차 표면처리		SSPC - SP10			
	샵 프라이머		무기질 아연말 샵프라이머	20	1	
	2차 표면처리		SSPC - SP10			
	공장 도장	제1층	무기질 아연말도료	75	1	
		제2층	미스트 코트	100	1	
		제3층	고고형분 에폭시계 도료		1	
계			175			
연결판 (내.외부)	표면처리		SSPC - SP10			
	공장도장	제1층	무기질 아연말도료	50	1	
	계			50		
교량외부 볼트 및 연결판	표면처리	연결판	SSPC - SP3			
		볼트	아연알루미늄 피막처리			
	현장도장	제1층	에폭시계 방청도료	75	1	
		제2층	고고형분 에폭시계 도료	80	1	
		제3층	우레탄계 도료	30	1	
		제4층	우레탄계 도료	30	1	
계			215			
교량내부 볼트 및 연결판	표면처리	연결판	SSPC - SP3			
		볼트	아연알루미늄 피막처리			
	현장도장	제1층	에폭시계 방청도료	75	1	
		제2층	고고형분 에폭시계 도료	100	1	
	계			175		
콘크리트 접합부위	표면처리		SSPC - SP10			
	공장도장	제1층	무기질 아연말도료	75	1	
	계			75		

부표 3.2 일반 중방식 도장(우레탄계 마감 Type I)의 부분보수 도장

구 분	공정	구도장계	도료 및 표면처리	도막 두께 (μm)	도료 및 표면처리	도막 두께 (μm)
교량외부 (볼트 및 연결판 포함)	표면 처리		SSPC-SP3		SSPC-SP10	
	제1층	무기질 아연말 도료	에폭시계 방청 도료 (터치업)	75	에폭시계 방청 도료	75
	제2층	고고형분 에폭시계 도료	고고형분 에폭시계 도료 (터치업)	80	고고형분 에폭시계 도료	80
	제3층	우레탄계 도료	우레탄계 도료	30	우레탄계 도료	30
	제4층	우레탄계 도료	우레탄계 도료	30	우레탄계 도료	30
교량내부 (볼트 및 연결판 포함)	표면 처리		SSPC-SP3			
	제1층	무기질 아연말 도료	에폭시계 방청 도료 (터치업)	75		
	제2층	고고형분 에폭시계 도료	고고형분 에폭시계 도료	100		

부 록

부표 3.3 일반 증방식 도장(우레탄계 마감 Type II)

구 분	공 정	도료 및 표면처리	추천도막 두께 (μm)	도장 횟수	비고	
교량 외부	1차 표면처리	SSPC - SP10				
	샙 프라이머	무기질 아연말 샙프라이머	20	1		
	2차 표면처리	SSPC - SP10				
	공장 도장	제1층	무기질 아연말도료	75	1	
		제2층	미스트 코트	100	1	
		제3층	고고형분 에폭시계 도료		1	
		제4층	우레탄계 도료	40	1	
공장 / 현장도장	제5층	우레탄계 도료	40	1		
계			255			
교량 내부	1차 표면처리	SSPC - SP10				
	샙 프라이머	무기질 아연말 샙프라이머	20	1		
	2차 표면처리	SSPC - SP10				
	공장 도장	제1층	무기질 아연말도료	75	1	
		제2층	미스트 코트	150	1	
		제3층	고고형분 에폭시계 도료		1	
		제4층	고고형분 에폭시계 도료	150		
계			375			
연결판 (내.외부)	표면처리	SSPC - SP10				
	공장도장	제1층	무기질 아연말도료	50	1	
	계			50		
교량외부 볼트 및 연결판	표면처리	연결판	SSPC - SP3			
		볼트	아연알루미늄 피막처리			
	현장도장	제1층	에폭시계 방청도료	75	1	
		제2층	고고형분 에폭시계 도료	100	1	
		제3층	우레탄계 도료	40	1	
		제4층	우레탄계 도료	40	1	
계			255			
교량내부 볼트 및 연결판	표면처리	연결판	SSPC - SP3			
		볼트	아연알루미늄 피막처리			
	현장도장	제1층	에폭시계 방청도료	75	1	
		제2층	고고형분 에폭시계 도료	150	1	
		제3층	고고형분 에폭시계 도료	150		
계			375			
콘크리트 접합부위	표면처리	SSPC - SP10				
	공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
	계			75		

부표 3.4 일반 중방식 도장(우레탄계 마감 Type II)의 부분보수 도장

구 분	공정	구도장계	도료 및 표면처리	도막 두께 (μm)	도료 및 표면처리	도막 두께 (μm)
교량외부 (볼트 및 연결판 포함)	표면 처리		SSPC-SP3		SSPC-SP10	
	제1층	무기질 아연말 도료	에폭시계 방청 도료 (터치업)	75	에폭시계 방청 도료	75
	제2층	고고형분 에폭시계 도료 (후막형 에폭시계 도료)	고고형분 에폭시계 도료 (터치업)	100	고고형분 에폭시계 도료	100
	제3층	우레탄계 도료 (폴리 우레탄계 도료)	우레탄계 도료	40	우레탄계 도료	40
	제4층	우레탄계 도료 (폴리 우레탄계 도료)	우레탄계 도료	40	우레탄계 도료	40
교량내부 (볼트 및 연결판 포함)	표면 처리		SSPC-SP3			
	제1층	무기질 아연말 도료	에폭시계 방청 도료 (터치업)	75		
	제2층	고고형분 에폭시계 도료 (콜탈 에폭시계 도료) (타르 에폭시계 도료) (고고형분 후막형 에폭시계 도료)	고고형분 에폭시계 도료 (터치업)	150		
	제3층	고고형분 에폭시계 도료 (콜탈 에폭시계 도료) (타르 에폭시계 도료) (고고형분 후막형 에폭시계 도료)	고고형분 에폭시계 도료	150		

주) 터치업 도료는 구도장계와의 경계면에서 과도하게 증첩 도장이 되지 않도록 주의한다.

부 록

부표 3.5 일반 중방식 도장 (우레탄계 마감 Type III, 아연알루미늄 용사)

구 분	공 정		도료 명칭 또는 방법	추천 도막 두께 (μm)	도장 횟수	비고
교량외부	1차 표면처리		SSPC - SP10			
	샙 프라이머		무기질 아연말 샙프라이머	20	1	
	2차 표면처리		SSPC - SP10			
	공장 도장	제1층	아연알루미늄 용사	100	1	
		제2층	고고형분 에폭시계 도료	100	1	
		제3층	우레탄계 도료	40	1	
	공장 / 현장도장	제4층	우레탄계 도료	40	1	
계			280			
교량내부	1차 표면처리		SSPC - SP10			
	샙 프라이머		무기질 아연말 샙프라이머	20	1	
	2차 표면처리		SSPC - SP10			
	공장 도장	제1층	아연알루미늄용사	100	1	
		제3층	고고형분 에폭시계 도료	150	1	
		제4층	고고형분 에폭시계 도료	150	1	
계			300			
연결관 (내.외부)	표면처리		SSPC - SP10			
	공장도장	제1층	아연알루미늄 용사	100	1	
	계			100		
교량외부 볼트 및 연결관	표면처리	연결관	SSPC - SP3			
		볼트	아연알루미늄 피막처리			
	현장도장	제1층	에폭시계 방청도료	75	1	
		제2층	고고형분 에폭시계 도료	100	1	
		제3층	우레탄계 도료	40	1	
		제4층	우레탄계 도료	40	1	
계			255			
교량내부 볼트 및 연결관	표면 처리	연결관	SSPC - SP3			
		볼트	아연알루미늄 피막처리			
	현장 도장	제1층	에폭시계 방청도료	75	1	
		제2층	고고형분 에폭시계 도료	150	1	
		제3층	고고형분 에폭시계 도료	150	1	
계			375			
콘크리트 접합부위	표면처리		SSPC - SP10			
	공장도장	제1층	아연알루미늄 용사	100	1	
	계			100		

주) 구조물 단부(모서리)의 경우 품질관리를 위해 아연알루미늄 용사 도장 전에 조면 형성제(아연 알루미늄업계 추천)를 30 μm 사용할 수 있다.

부표 3.6 일반 중방식도장 (우레탄계 마감 Type III, 아연알루미늄 용사)의
부분보수 도장

구 분	공정	구도장계	도료 및 표면처리	도막 두께 (μm)	도료 및 표면처리	도막 두께 (μm)
교량외부 (볼트 및 연결관 포함)	표면 처리		SSPC-SP3		SSPC-SP10	
	제1층	아연알루미늄용 사	에폭시계 방청 도료 (터치업)	75	에폭시계 방청 도료	75
	제2층	고고형분 에폭시계 도료	고고형분 에폭시계 도료 (터치업)	100	고고형분 에폭시계 도료	100
	제3층	우레탄계 도료	우레탄계 도료	40	우레탄계 도료	40
	제4층	우레탄계 도료	우레탄계 도료	40	우레탄계 도료	40
교량내부 (볼트 및 연결관 포함)	표면 처리		SSPC-SP3			
	제1층	아연알루미늄용 사	에폭시계 방청 도료 (터치업)	75		
	제2층	고고형분 에폭시계 도료	고고형분 에폭시계 도료 (터치업)	150		
	제3층	고고형분 에폭시계 도료	고고형분 에폭시계 도료	150		

주) 터치업 도료는 구도장계와의 경계면에서 과도하게 중첩 도장이 되지 않도록 주의한다.

부 록

부표 3.7 일반 중방식 도장(세라믹계 우레탄 마감 Type I)

구 분	공 정		도료명칭 또는방법	추천도막 두께 (μm)	도장 횟수	비고
교량외부	1차 표면처리		SSPC-SP10			
	샙프라이머		무기질 아연말 샙프라이머	20	1	
	2차 표면처리		SSPC-SP10			
	공장 도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
		제2층	미스트코트	75	1	
		제3층	세라믹계 방식도료		1	
		제4층	세라믹계 우레탄	40	1	
공장/ 현장도장	제5층	세라믹계 우레탄	35	1		
계			225			
교량내부	1차 표면처리		SSPC-SP10			
	샙프라이머		무기질 아연말 샙프라이머	20		
	2차 표면처리		SSPC-SP10			
	공장 도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
		제2층	미스트코트	120	1	
		제3층	세라믹계 방식도료		1	
계			195			
연결판 (내외부)	표면처리		SSPC-SP10			
	공장 도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
	계			75		
교량외부 볼트 및 연결판	표면 처리	연결판	SSPC-SP3			
		볼트	아연알루미늄피막처리			
	현장 도장	제1층	세라믹계 방식도료	50	1	
		제2층	세라믹계 방식도료	50	1	
		제3층	세라믹계 우레탄	25	1	
		제4층	세라믹계 우레탄	25	1	
계			150			
교량내부 볼트 및 연결판	표면 처리	연결판	SSPC-SP3			
		볼트	아연알루미늄피막처리			
	현장 도장	제1층	세라믹계 방식도료	60	1	
		제2층	세라믹계 방식도료	60	1	
계			120			
콘크리트 접합부위	표면처리		SSPC-SP10			
	공장 도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
	계			75		

부표 3.8 일반 중방식 도장(세라믹계 우레탄 마감 Type I)의 부분 보수도장

구 분	공정	구도장계	도료 및 표면처리	도막 두께 (μm)	도료 및 표면처리	도막 두께 (μm)
교량외부 (볼트 및 연결판 포함)	표면처리		SSPC-SP3		SSPC-SP10	
	제1층	무기질 아연말도료 (세라믹계 방식도료)	세라믹계 방식도료 (터치업)	75	세라믹계 방식도료	75
	제2층	세라믹계 방식도료	세라믹계 방식도료 (터치업)	75	세라믹계 방식도료	75
	제3층	세라믹계 우레탄	세라믹계 우레탄	40	세라믹계 우레탄	40
	제4층	세라믹계 우레탄	세라믹계 우레탄	35	세라믹계 우레탄	35
교량 내부 (볼트 및 연결판 포함)	표면처리		SSPC-SP3			
	제1층	무기질 아연말도료	세라믹계 방식도료 (터치업)	75		
	제2층	세라믹계 방식도료	세라믹계 방식도료	120		

부 록

부표 3.9 일반 중방식도장 (세라믹계 우레탄 마감 Type II)

구 분	공 정	도료 및 표면처리	추천 도막 두께 (μm)	도장 횟수	비고	
교량외부	1차 표면처리	SSPC-SP10				
	샙프라이머	무기질 아연말 샙프라이머	20	1		
	2차 표면처리	SSPC-SP10				
	공장 도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
		제2층	미스트코트	100	1	
		제3층	세라믹계 방식도료		1	
		제4층	세라믹계 우레탄	40	1	
공장 / 현장도장	제5층	세라믹계 우레탄	35	1		
계			250			
교량내부	1차 표면처리	SSPC-SP10				
	샙프라이머	무기질 아연말 샙프라이머	20			
	2차 표면처리	SSPC-SP10				
	공장 도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
		제2층	미스트코트	75	1	
		제3층	세라믹계 방식도료		1	
		제4층	세라믹계 방식도료	75	1	
계			225			
연결판 (내외부)	표면처리	SSPC-SP10				
	공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
	계			75		
교량외부 볼트 및 연결판	표면 처리	연결판	SSPC-SP3			
		볼트	아연알루미늄피막처리			
	현장 도장	제1층	세라믹계 방식도료	60	1	
		제2층	세라믹계 방식도료	60	1	
		제3층	세라믹계 우레탄	30	1	
		제4층	세라믹계 우레탄	25	1	
계			175			
교량내부 볼트 및 연결판	표면 처리	연결판	SSPC-SP3			
		볼트	아연알루미늄피막처리			
	현장도장	제1층	세라믹계 방식도료	75	1	
		제2층	세라믹계 방식도료	75	1	
	계			150		
콘크리트 접합부위	표면처리	SSPC-SP10				
	공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
	계			75		

부표 3.10 일반 중방식도장 (세라믹계 우레탄 마감 Type II)의 부분보수 도장

구 분	공정	구도장계	도료 및 표면처리	도막 두께 (μm)	도료 및 표면처리	도막 두께 (μm)
교량외부 (볼트 및 연결판 포함)	표면 처리		SSPC-SP3		SSPC-SP10	
	제1층	무기질 아연말 도료 (세라믹계 방식도료)	세라믹계 방식도료 (터치업)	75	세라믹계 방식도료	75
	제2층	세라믹계 방식도료	세라믹계 방식도료 (터치업)	100	세라믹계 방식도료	100
	제3층	세라믹계 우레탄	세라믹계 우레탄	40	세라믹계 우레탄	40
	제4층	세라믹계 우레탄	세라믹계 우레탄	35	세라믹계 우레탄	35
교량내부 (볼트 및 연결판 포함)	표면 처리		SSPC-SP3			
	제1층	무기질 아연말 도료	세라믹계 방식도료 (터치업)	75		
	제2층	세라믹계 방식도료	세라믹계 방식도료 (터치업)	75		
	제3층	세라믹계 방식도료	세라믹계 방식도료	75		

주) 터치업 도료는 구도장계와의 경계면에서 과도하게 중첩 도장이 되지 않도록 주의한다.

부 록

부표 3.11 일반 중방식 도장(세라믹계 우레탄 마감 TypeIII, 아연알루미늄 용사)

구 분	공 정		도료명칭 또는방법	추천도막두 께 (μm)	도장 횟수	비고
교량외부	1차 표면처리		SSPC-SP10			
	샙프라이머		무기질 아연말 샙프라이머	20	1	
	2차 표면처리		SSPC-SP10			
	공장 도장	제1층	아연알루미늄용사	100	1	
		제2층	미스트코트	75	1	
		제3층	세라믹계 방식도료		1	
		제4층	세라믹계 우레탄	40	1	
공장/ 현장도장	제5층	세라믹계 우레탄	35	1		
계			250			
교량내부	1차 표면처리		SSPC-SP10			
	샙프라이머		무기질 아연말 샙프라이머	20		
	2차 표면처리		SSPC-SP10			
	공장 도장	제1층	아연알루미늄용사	100	1	
		제2층	미스트코트	120	1	
		제3층	세라믹계 방식도료		1	
계			220			
연결판 (내외부)	표면처리		SSPC-SP10			
	공장 도장	제1층	아연알루미늄용사	100	1	
	계			100		
교량외부 볼트 및 연결판	표면 처리	연결판	SSPC-SP3			
		볼트	아연알루미늄피막처리			
	현장 도장	제1층	세라믹계 방식도료	50	1	
		제2층	세라믹계 방식도료	50	1	
		제3층	세라믹계 우레탄	25	1	
		제4층	세라믹계 우레탄	25	1	
계			150			
교량내부 볼트 및 연결판	표면 처리	연결판	SSPC-SP3			
		볼트	아연알루미늄피막처리			
	현장 도장	제1층	세라믹계 방식도료	60	1	
		제2층	세라믹계 방식도료	60	1	
계			120			
콘크리트접합부 위	표면처리		SSPC-SP10			
	공장 도장	제1층	아연알루미늄용사	100	1	
	계			100		

주) 구조물 단부(모서리)의 경우 품질관리를 위해 아연알루미늄 용사 도장 전에 조면 형성제(아연 알루미늄염계 추천)를 30 μm 사용할 수 있다.

부표 3.12 일반 중방식 도장(세라믹계 우레탄 마감 TypeⅢ, 아연알루미늄 용사)의
부분 보수도장

구 분	공정	구도장계	도료 및 표면처리	도막 두께 (μm)	도료 및 표면처리	도막 두께 (μm)
교량외부 (볼트 및 연결판 포함)	표면 처리		SSPC-SP3		SSPC-SP10	
	제1층	아연알루미늄용사 (세라믹계 방식도료)	세라믹계 방식도료 (터치업)	75	세라믹계 방식도료	75
	제2층	세라믹계 방식도료	세라믹계 방식도료 (터치업)	75	세라믹계 방식도료	75
	제3층	세라믹계 우레탄	세라믹계 우레탄	40	세라믹계 우레탄	40
	제4층	세라믹계 우레탄	세라믹계 우레탄	35	세라믹계 우레탄	35
교량 내부 (볼트 및 연결판 포함)	표면 처리		SSPC-SP3			
	제1층	아연알루미늄 용사	세라믹계 방식도료 (터치업)	75		
	제2층	세라믹계 방식도료	세라믹계 방식도료	120		

부 록

부표 3.13 일반 중방식 도장(실록산계 마감 Type I)

구 분	공 정		도료 및 표면처리	추천도막 두께 (μm)	도장 횟수	비고
교량외부	1차 표면처리		SSPC - SP 10			
	샙 프라이머		무기질 아연말 샙프라이머	20	1	
	2차 표면처리		SSPC - SP 10			
	공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
		제2층	미스트 코트	80	1	
		제3층	고고형분 에폭시계 도료		1	
		제4층	실록산계 도료	30	1	
	공장 / 현장도장	제5층	실록산계 도료	30	1	
계			215			
교량내부	1차 표면처리		SSPC - SP10			
	샙 프라이머		무기질 아연말 샙프라이머	20	1	
	2차 표면처리		SSPC - SP10			
	공장 도장	제1층	무기질 아연말도료	75	1	
		제2층	미스트 코트	100	1	
		제3층	고고형분 에폭시계 도료		1	
	계			175		
연결관 (내.외부)	표면처리		SSPC - SP 10			
	공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
	계			75		
교량외부 볼트 및 연결관	표면처리	연결관	SSPC - SP 3			
		볼 트	아연알루미늄피막 처리			
	현장도장	제1층	에폭시계 방청도료	75	1	
		제2층	고고형분 에폭시계 도료	80	1	
		제3층	실록산계 도료	30	1	
		제4층	실록산계 도료	30	1	
계			215			
교량내부 볼트 및 연결관	표면처리	연결관	SSPC - SP3			
		볼트	아연알루미늄 피막처리			
	현장도장	제1층	에폭시계 방청도료	75	1	
		제2층	고고형분 에폭시계 도료	100	1	
	계			175		
콘크리트 접합부위	표면처리		SSPC - SP 10			
	공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
	계			75		

부표 3.14 일반 중방식 도장(실록산계 마감 Type I)의 부분보수 도장

구 분	공정	구도장계	도료 및 표면처리	도막 두께 (μm)	도료 및 표면처리	도막 두께 (μm)
교량외부 (볼트 및 연결판 포함)	표면 처리		SSPC-SP3		SSPC-SP10	
	제1층	무기질 아연말 도료	에폭시계 방청 도료 (터치업)	75	에폭시계 방청 도료	75
	제2층	고고형분 에폭시계 도료	고고형분 에폭시계 도료 (터치업)	80	고고형분 에폭시계 도료	80
	제3층	실록산계 도료	실록산계 도료	30	실록산계 도료	30
	제4층	실록산계 도료	실록산계 도료	30	실록산계 도료	30
교량내부 (볼트 및 연결판 포함)	표면 처리		SSPC-SP3			
	제1층	무기질 아연말 도료	에폭시계 방청 도료 (터치업)	75		
	제2층	고고형분 에폭시계 도료	고고형분 에폭시계 도료	100		

부 록

부표 3.15 일반 중방식도장 (실록산계 마감 TypeⅡ)

구 분	공 정	도료명칭 및 방법	추천 도막 두께 (μm)	도장 횟수	비고	
교량외부	1차 표면처리	SSPC - SP10				
	샙 프라이머	무기질 아연말 샙프라이머	20	1		
	2차 표면처리	SSPC - SP10				
	공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
		제2층	미스트 코트	100	1	
		제3층	고고형분 에폭시계 도료		1	
		제4층	실록산계 도료	40	1	
공장/ 현장도장	제5층	실록산계 도료	40	1		
계			255			
교량내부	1차 표면처리	SSPC - SP10				
	샙 프라이머	무기질 아연말 샙프라이머	20	1		
	2차 표면처리	SSPC - SP10				
	공장도장	제1층	무기질 아연말도료	75	1	
		제2층	미스트 코트	150	1	
		제3층	고고형분 에폭시계도료		1	
		제4층	고고형분 에폭시계도료	150		
계			375			
연결판 (내.외부)	표면처리	SSPC - SP10				
	공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
	계			75		
교량외부 볼트 및 연결판	표면처리	연결판	SSPC - SP3			
		볼트	아연알루미늄피막 처리			
	현장도장	제1층	에폭시계 방청도료	75	1	
		제2층	고고형분 에폭시계 도료	100	1	
		제3층	실록산계 도료	40	1	
		제4층	실록산계 도료	40	1	
계			255			
교량내부 볼트 및 연결판	표면처리	연결판	SSPC - SP3			
		볼트	아연알루미늄피막처리			
	현장도장	제1층	에폭시계 방청도료	75	1	
		제2층	고고형분 에폭시계도료	150	1	
		제3층	고고형분 에폭시계도료	150		
계			275			
콘크리트 접합부위	표면처리	SSPC - SP10				
	공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
	계			75		

부표 3.16 일반 중방식도장 (실록산계 마감 Type II)의 부분 보수도장

구 분	공정	구도장계	도료 및 표면처리	도막 두께 (μm)	도료 및 표면처리	도막 두께 (μm)
교량외부 (볼트 및 연결판 포함)	표면 처리		SSPC-SP3		SSPC-SP10	
	제1층	무기질 아연말 도료	에폭시계 방청 도료 (터치업)	75	에폭시계 방청 도료	75
	제2층	고고형분 에폭시계 도료	고고형분 에폭시계 도료 (터치업)	100	고고형분 에폭시계 도료	100
	제3층	실록산계 도료	실록산계 도료	40	실록산계 도료	40
	제4층	실록산계 도료	실록산계 도료	40	실록산계 도료	40
교량내부 (볼트 및 연결판 포함)	표면 처리		SSPC-SP3			
	제1층	무기질 아연말 도료	에폭시계 방청 도료 (터치업)	75		
	제2층	고고형분 에폭시계 도료	고고형분 에폭시계 도료 (터치업)	150		
	제3층	고고형분 에폭시계 도료	고고형분 에폭시계 도료	150		

주) 터치업 도료는 구도장계와의 경계면에서 과도하게 중첩 도장이 되지 않도록 주의한다.

부 록

부표 3.17 일반 중방식 도장(실록산계 마감 TypeⅢ, 아연알루미늄 용사)

구 분	공 정		도료 및 표면처리	추천도막 두께 (μm)	도장 횟수	비고
교량외부	1차 표면처리		SSPC - SP 10			
	샴 프라이머		무기질 아연말 샴프라이머	20	1	
	2차 표면처리		SSPC - SP 10			
	공장도장	제1층	아연알루미늄용사	100	1	
		제2층	미스트 코트	80	1	
		제3층	고고형분 에폭시계 도료		1	
		제4층	실록산계 도료	30	1	
공장 / 현장도장	제5층	실록산계 도료	30	1		
계			240			
교량내부	1차 표면처리		SSPC - SP10			
	샴 프라이머		무기질 아연말 샴프라이머	20	1	
	2차 표면처리		SSPC - SP10			
	공장 도장	제1층	아연알루미늄용사	100	1	
		제2층	미스트 코트	100	1	
		제3층	고고형분 에폭시계 도료		1	
계			200			
연결판 (내.외부)	표면처리		SSPC - SP 10			
	공장도장	제1층	아연알루미늄용사	100	1	
	계			100		
교량외부 볼트 및 연결판	표면처리	연결판	SSPC - SP 3			
		볼트	아연알루미늄피막 처리			
	현장도장	제1층	에폭시계 방청도료	75	1	
		제2층	고고형분 에폭시계 도료	80	1	
		제3층	실록산계 도료	30	1	
		제4층	실록산계 도료	30	1	
계			215			
교량내부 볼트 및 연결판	표면처리	연결판	SSPC - SP3			
		볼트	아연알루미늄 피막처리			
	현장도장	제1층	에폭시계 방청도료	75	1	
		제2층	고고형분 에폭시계 도료	100	1	
계			175			
콘크리트 접합부위	표면처리		SSPC - SP 10			
	공장도장	제1층	아연알루미늄용사	100	1	
	계			100		

주) 구조물 단부(모서리)의 경우 품질관리를 위해 아연알루미늄 용사 도장 전에 조면 형성제 (아연알루미늄업계 추천)를 30μm 사용할 수 있다.

부표 3.18 일반 중방식 도장(실록산계 마감 TypeIII, 아연알루미늄 용사)의 부분보수 도장

구 분	공정	구도장계	도료 및 표면처리	도막 두께 (μm)	도료 및 표면처리	도막 두께 (μm)
교량외부 (볼트 및 연결판 포함)	표면처리		SSPC-SP3		SSPC-SP10	
	제1층	아연알루미늄용사	에폭시계 방청 도료 (터치업)	75	에폭시계 방청 도료	75
	제2층	고고형분 에폭시계 도료	고고형분 에폭시계 도료 (터치업)	80	고고형분 에폭시계 도료	80
	제3층	실록산계 도료	실록산계 도료	30	실록산계 도료	30
	제4층	실록산계 도료	실록산계 도료	30	실록산계 도료	30
교량내부 (볼트 및 연결판 포함)	표면처리		SSPC-SP3			
	제1층	아연알루미늄용사	에폭시계 방청 도료 (터치업)	75		
	제2층	고고형분 에폭시계 도료	고고형분 에폭시계 도료	100		

부 록

부표 3.19 일반 중방식도장 (불소 수지계 마감 Type I)

구 분	공 정		도료 및 표면처리	추천 도막 두께 (μm)	도장 횟수	비고
교량외부	1차 표면처리		SSPC - SP10			
	샵 프라이머		무기질 아연말 샵프라이머	20	1	
	2차 표면처리		SSPC - SP10			
	공장 도장	제1층	아연알루미늄용사	75	1	
		제2층	미스트 코트	100	1	
		제3층	고고형분 에폭시계도료		1	
		제4층	불소수지계 도료	25	1	
현장 / 공장도장	제5층	불소수지계 도료	25	1		
계			225			
교량내부	1차 표면처리		SSPC - SP10			
	샵 프라이머		무기질 아연말 샵프라이머	20	1	
	2차 표면처리		SSPC - SP10			
	공장 도장	제1층	아연알루미늄용사	75	1	
		제2층	미스트 코트	150	1	
		제3층	고고형분 에폭시계 도료		1	
		제4층	고고형분 에폭시계 도료	150		
계			375			
연결판 (내.외부)	표면처리		SSPC - SP10			
	공장도장	제1층	아연알루미늄용사	75	1	
	계			75		
교량외부 볼트 및 연결판	표면 처리	연결판	SSPC - SP3			
		볼트	아연알루미늄피막처리			
	현장 도장	제1층	에폭시계 방청도료	75	1	
		제2층	고고형분 에폭시계 도료	100	1	
		제3층	불소수지계 도료	25	1	
		제4층	불소수지계 도료	25	1	
	계			225		
교량내부 볼트 및 연결판	표면 처리	연결판	SSPC - SP3			
		볼트	아연알루미늄 피막처리			
	현장 도장	제1층	에폭시계 방청도료	75	1	
		제2층	고고형분 에폭시계 도료	150	1	
		제3층	고고형분 에폭시계 도료	150		
	계			375		
	콘크리트 접합부위	표면처리		SSPC - SP10		
공장도장		제1층	아연알루미늄용사	75	1	
계			75			

부표 3.20 일반 중방식도장 (불소수지계 마감 Type I)의 부분 보수도장

구 분	공정	구도장계	도료 및 표면처리	도막 두께 (μm)	도료 및 표면처리	도막 두께 (μm)
교량외부 (볼트 및 연결판 포함)	표면 처리		SSPC-SP3		SSPC-SP10	
	제1층	아연알루미늄용사	에폭시계 방청 도료 (터치업)	75	에폭시계 방청 도료	75
	제2층	고고형분 에폭시계 도료 (후막형 에폭시계 도료)	고고형분 에폭시계 도료 (터치업)	100	고고형분 에폭시계 도료	100
	제3층	불소수지계 도료 (자연건조형 불소수지 도료)	불소 수지계 도료	25	불소 수지계 도료	25
	제4층	불소수지계 도료 (자연건조형 불소수지 도료)	불소 수지계 도료	25	불소 수지계 도료	25
교량내부 (볼트 및 연결판 포함)	표면 처리		SSPC-SP3			
	제1층	아연알루미늄용사	에폭시계 방청 도료 (터치업)	75		
	제2층	고고형분 에폭시계 도료 (콜탈 에폭시계 도료) (타르 에폭시계 도료) (고고형분 후막형 에폭시계 도료)	고고형분 에폭시계 도료 (터치업)	150		
	제3층	고고형분 에폭시계 도료 (콜탈 에폭시계 도료) (타르 에폭시계 도료) (고고형분 후막형 에폭시계 도료)	고고형분 에폭시계 도료	150		

주) 터치업 도료는 구도장계와의 경계면에서 과도하게 증첩 도장이 되지 않도록 주의한다.

부 록

부표 3.21 일반 중방식도장 (불소수지계 마감 TypeⅡ, 아연알루미늄 용사)

구 분	공 정		도료 및 표면처리	추천 도막 두께 (μm)	도장 횟수	비고
교량외부	1차 표면처리		SSPC - SP10			
	샵 프라이머		무기질 아연말 샵프라이머	20	1	
	2차 표면처리		SSPC - SP10			
	공장 도장	제1층	무기질 아연말도료	100	1	
		제2층	미스트 코트	100	1	
		제3층	고고형분 에폭시계도료		1	
		제4층	불소수지계 도료	25	1	
현장 / 공장도장	제5층	불소수지계 도료	25	1		
계			225			
교량내부	1차 표면처리		SSPC - SP10			
	샵 프라이머		무기질 아연말 샵프라이머	20	1	
	2차 표면처리		SSPC - SP10			
	공장 도장	제1층	무기질 아연말도료	100	1	
		제2층	미스트 코트	150	1	
		제3층	고고형분 에폭시계 도료		1	
		제4층	고고형분 에폭시계 도료	150		
계			375			
연결판 (내.외부)	표면처리		SSPC - SP10			
	공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	100	1	
	계			100		
교량외부 볼트 및 연결판	표면 처리	연결판	SSPC - SP3			
		볼트	아연알루미늄피막처리			
	현장 도장	제1층	에폭시계 방청도료	75	1	
		제2층	고고형분 에폭시계 도료	100	1	
		제3층	불소수지계 도료	25	1	
		제4층	불소수지계 도료	25	1	
계			225			
교량내부 볼트 및 연결판	표면 처리	연결판	SSPC - SP3			
		볼트	아연알루미늄 피막처리			
	현장 도장	제1층	에폭시계 방청도료	75	1	
		제2층	고고형분 에폭시계 도료	150	1	
		제3층	고고형분 에폭시계 도료	150		
계			375			
콘크리트 접합부위	표면처리		SSPC - SP10			
	공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	100	1	
	계			100		

주) 구조물 단부(모서리)의 경우 품질관리를 위해 아연알루미늄 용사 도장 전에 조면 형성제 (아연알루미늄염계 추천)를 30μm 사용할 수 있다.

부표 3.22 일반 중방식도장 (불소수지계 마감TypeⅡ, 아연알루미늄 용사)의
부분 보수도장

구 분	공정	구도장계	도료 및 표면처리	도막 두께 (μm)	도료 및 표면처리	도막 두께 (μm)
교량외부 (볼트 및 연결판 포함)	표면 처리		SSPC-SP3		SSPC-SP10	
	제1층	아연알루미늄용사	에폭시계 방청 도료 (터치업)	75	에폭시계 방청 도료	75
	제2층	고고형분 에폭시계 도료 (후막형 에폭시계 도료)	고고형분 에폭시계 도료 (터치업)	100	고고형분 에폭시계 도료	100
	제3층	불소수지계 도료 (자연건조형 불소수지 도료)	불소 수지계 도료	25	불소 수지계 도료	25
	제4층	불소수지계 도료 (자연건조형 불소수지 도료)	불소 수지계 도료	25	불소 수지계 도료	25
교량내부 (볼트 및 연결판 포함)	표면 처리		SSPC-SP3			
	제1층	아연알루미늄용사	에폭시계 방청 도료 (터치업)	75		
	제2층	고고형분 에폭시계 도료 (고고형분 후막형 에폭시계 도료)	고고형분 에폭시계 도료 (터치업)	150		
	제3층	고고형분 에폭시계 도료 (고고형분 후막형 에폭시계 도료)	고고형분 에폭시계 도료	150		

주) 터치업 도료는 구도장계와의 경계면에서 과도하게 증첩 도장이 되지 않도록 주의한다.

부록 4. 친환경 증방식 도장

부표 4.1 친환경 증방식 도장 (수용성 우레탄계 마감 Type I)

구 분	공 정		도료명칭 또는 방법	추천도막 두께(μm)	도장횟수	비고
교량외부	1차 표면처리		SSPC - SP10			
	샙 프라이머		무기질 아연말샙프라이머	20	1	
	2차 표면처리		SSPC - SP10			
	공장도장	제1층	수용성 무기질 아연말 도료	75	1	
		제2층	미스트 코트	80	1	
		제3층	수용성 에폭시계 도료			
		제4층	수용성 우레탄계 도료	30	1	
공장/현장도장	제5층	수용성 우레탄계 도료	30	1		
계			215			
교량내부	1차 표면처리		SSPC - SP10			
	공 장 도 장	제1층	수용성 무기질 아연말 도료	75	1	
		제2층	미스트 코트	80	1	
		제3층	수용성 에폭시계 도료			
계			155			
연결판 (내, 외부)	표면처리		SSPC - SP10			
	공장도장	제1층	수용성 무기질 아연말 도료	75	1	
	계			75		
교량외부 볼트 및 연결판	표면처리	연결판	SSPC - SP3			
		볼트	아연알루미늄피막처리			
	현장도장	제1층	수용성 에폭시계 방청도료	75	1	
		제2층	수용성 에폭시계 도료	80	1	
		제3층	수용성 우레탄계 도료	30	1	
		제4층	수용성 우레탄계 도료	30	1	
계			215			
교량내부 볼트 및 연결판	표면처리	연결판	SSPC - SP3			
		볼트	아연알루미늄피막처리			
	현장도장	제1층	수용성 에폭시계 방청도료	75	1	
		제2층	수용성 에폭시계 도료	80	1	
계			155			
콘크리트 집합부위	표면처리		SSPC - SP10			
	공장도장	제1층	수용성 무기질 아연말 도료	75	1	
	계			75		

부표 4.2 친환경 중방식 도장(수용성 우레탄계 마감 Type I)의 부분 보수도장

구 분	공정	구도장계	도료 및 표면처리	도막 두께 (μm)	도료 및 표면처리	도막 두께 (μm)
교량외부 (볼트 및 연결관 포함)	표면처리		SSPC-SP3		SSPC-SP10	
	제1층	수용성 무기질 아연말 도료	수용성 에폭시계 도료 (터치업)	75	수용성 에폭시계 도료	75
	제2층	수용성 에폭시계 도료	수용성 에폭시계 도료 (터치업)	100	수용성 에폭시계 도료	100
	제3층	수용성 우레탄계 도료	수용성 우레탄계 도료	30	수용성 우레탄계 도료	30
	제4층	수용성 우레탄계 도료	수용성 우레탄계 도료	30	수용성 우레탄계 도료	30
교량내부 (볼트 및 연결관 포함)	표면처리		SSPC-SP3			
	제1층	수용성 무기질 아연말 도료	수용성 에폭시계 도료 (터치업)	75		
	제2층	수용성 에폭시계 도료	수용성 에폭시계 도료	100		

주) 터치업 도료는 구도장계와의 경계면에서 과도하게 중첩 도장이 되지 않도록 주의하여야 한다.

부 록

부표 4.3 친환경 중방식 도장(수용성 우레탄계 마감 TypeⅡ)

구 분	공 정		도료명칭 또는 방법	추천도막 두께(μm)	도장횟수	비고
교량외부	1차 표면처리		SSPC - SP10			
	샙 프라이머		무기질 아연말샙프라이머	20	1	
	2차 표면처리		SSPC - SP10			
	공장도장	제1층	수용성 무기질 아연말도료	75	1	
		제2층	미스트 코트	100	1	
		제3층	수용성 에폭시계 도료			
		제4층	수용성 우레탄계 도료	40	1	
공장/현장 도장	제5층	수용성 우레탄계 도료	40	1		
계			255			
교량내부	1차 표면처리		SSPC - SP10			
	공 장 도 장	제1층	수용성 무기질 아연말도료	75	1	
		제2층	미스트 코트	100	1	
		제3층	수용성 에폭시계 도료			
계			175			
연결판 (내, 외부)	표면처리		SSPC - SP10			
	공장도장	제1층	수용성 무기질 아연말도료	75	1	
	계			75		
교량외부 볼트 및 연결판	표면처리	연결판	SSPC - SP3			
		볼트	아연알루미늄피막처리			
	현장도장	제1층	수용성 에폭시계 방청도료	75	1	
		제2층	수용성 에폭시계 도료	100	1	
		제3층	수용성 우레탄계 도료	40	1	
계			255			
교량내부 볼트 및 연결판	표면처리	연결판	SSPC - SP3			
		볼트	아연알루미늄피막처리			
	현장도장	제1층	수용성 에폭시계 방청도료	75	1	
		제2층	수용성 에폭시계 도료	100	1	
계			175			
콘크리트 접합부위	표면처리		SSPC - SP10			
	공장도장	제1층	수용성 무기질 아연말도료	75	1	
	계			75		

부표 4.4 일반 중방식 도장(수용성 우레탄계 마감 TypeⅡ)의 부분 보수도장

구 분	공정	구도장계	도료 및 표면처리	도막 두께 (μm)	도료 및 표면처리	도막 두께 (μm)
교량외부 (볼트 및 연결판 포함)	표면 처리		SSPC-SP3		SSPC-SP10	
	제1층	수용성 무기질 아연말 도료	수용성 에폭시계 도료 (터치업)	75	수용성 에폭시계 도료	75
	제2층	수용성 에폭시계 도료	수용성 에폭시계 도료 (터치업)	100	수용성 에폭시계 도료	100
	제3층	수용성 우레탄계 도료	수용성 우레탄계 도료	30	수용성 우레탄계 도료	30
	제4층	수용성 우레탄계 도료	수용성 우레탄계 도료	30	수용성 우레탄계 도료	30
교량내부 (볼트 및 연결판 포함)	표면 처리		SSPC-SP3			
	제1층	수용성 무기질 아연말 도료	수용성 에폭시계 도료 (터치업)	75		
	제2층	수용성 에폭시계 도료	수용성 에폭시계 도료	100		

부 록

부표 4.5 친환경 증방식 도장 (수용성 우레탄계 마감 TypeIII, 아연알루미늄 용사)

구 분	공 정		도료명칭 또는 방법	추천도막 두께(μm)	도장횟수	비고
교량외부	1차 표면처리		SSPC - SP10			
	샙 프라이머		무기질 아연말샙프라이머	20	1	
	2차 표면처리		SSPC - SP10			
	공장도장	제1층	아연알루미늄 용사	100	1	
		제2층	미스트 코트	80	1	
		제3층	수용성 에폭시계 도료			
		제4층	수용성 우레탄계 도료	30	1	
	공장/현장 도장	제5층	수용성 우레탄계 도료	30	1	
계			240			
교량내부	1차 표면처리		SSPC - SP10			
	공 장 도 장	제1층	아연알루미늄 용사	100	1	
		제2층	미스트 코트	80	1	
		제3층	수용성 에폭시계 도료			
	계			180		
연결판 (내, 외부)	표면처리		SSPC - SP10			
	공장도장	제1층	아연알루미늄 용사	100	1	
	계			100		
교량외부 볼트 및 연결판	표면처리	연결판	SSPC - SP3			
		볼트	아연알루미늄피막처리			
	현장도장	제1층	수용성 에폭시계 방청도료	75	1	
		제2층	수용성 에폭시계 도료	80	1	
		제3층	수용성 우레탄계 도료	30	1	
		제4층	수용성 우레탄계 도료	30	1	
계			215			
교량내부 볼트 및 연결판	표면처리	연결판	SSPC - SP3			
		볼트	아연알루미늄피막처리			
	현장도장	제1층	수용성 에폭시계 방청도료	75	1	
		제2층	수용성 에폭시계 도료	80	1	
	계			155		
콘크리트 접합부위	표면처리		SSPC - SP10			
	공장도장	제1층	수용성 무기질 아연말 도료	100	1	
	계			100		

주) 구조물 단부(모서리)의 경우 품질관리를 위해 아연알루미늄 용사 도장 전에 조면 형성제(아연알루미늄업계 추천)를 30 μm 사용할 수 있다.

부표 4.6 친환경 중방식 도장(수용성 우레탄계 마감 Type III, 아연알루미늄 용사)의
부분 보수도장

구 분	공정	구도장계	도료 및 표면처리	도막 두께 (μm)	도료 및 표면처리	도막 두께 (μm)
교량외부 (볼트 및 연결판 포함)	표면 처리		SSPC-SP3		SSPC-SP10	
	제1층	아연알루미늄 용사	수용성 에폭시계 도료 (터치업)	75	수용성 에폭시계 도료	75
	제2층	수용성 에폭시계 도료	수용성 에폭시계 도료 (터치업)	100	수용성 에폭시계 도료	100
	제3층	수용성 우레탄계 도료	수용성 우레탄계 도료	30	수용성 우레탄계 도료	30
	제4층	수용성 우레탄계 도료	수용성 우레탄계 도료	30	수용성 우레탄계 도료	30
교량내부 (볼트 및 연결판 포함)	표면 처리		SSPC-SP3			
	제1층	아연알루미늄 용사	수용성 에폭시계 도료 (터치업)	75		
	제2층	수용성 에폭시계 도료	수용성 에폭시계 도료	100		

주) 터치업 도료는 구도장계와의 경계면에서 과도하게 증착 도장이 되지 않도록 주의하여야 한다.

부표 4.7 중방식 도장(무용제 에폭시계 / 수용성 우레탄계 도료 마감)의 전면 보수도장

구 분	공정	구도장계	도료 및 표면처리	도막 두께 (μm)
교량외부 (볼트 및 연결관 포함)	표면처리		SSPC-SP10	
	제1층	무관	무용제 에폭시계 도료	200
	제2층	무관	무용제 에폭시계 도료	200
	제3층	무관	수용성 우레탄계 도료	40
	제4층	무관	수용성 우레탄계 도료	40
	계			480
교량내부 (볼트 및 연결관 포함)	표면처리	무관	SSPC-SP10	
	제1층	무관	무용제 에폭시계 도료	200
	제2층	무관	무용제 에폭시계 도료	200
	계			400

강구조공사 표준시방서

비매품

2012년 9월 7일 초판 인쇄

2012년 9월 14일 초판 발행

관리주체 : (사)한국강구조학회

서울시 송파구 문정동 106-18번지

한국강구조학회 회관 5층

TEL : 02)400-7101

FAX : 02)400-7104

발행처 : 도서출판 구미서관

주 소 : 서울시 마포구 동교동 174-7

등 록 : 1979년 6월 29일 No.9-6호

TEL : 02)333-1101

FAX : 02)335-2201

복제불허