

KCS 14 31 25 : 2024

볼트 접합 및 핀 연결

2024년 5월 3일 개정
<http://www.kcsc.re.kr>

KCS 14 31 00

강구조공사

표준시방서

KC CODE



건설기준 제정 또는 개정에 따른 경과 조치

이 기준은 발간 시점부터 사용하며, 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사는 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 연혁

- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준은 기존의 강구조에 해당되는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
강구조공사 표준시방서	• 다양한 용도별 강구조공사 표준시방서를 하중저항계수 강구조 설계 기준에 따라 통합	제정 (2012.9)
KCS 14 31 25 : 2016	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계”전환에 따른 건설기준을 코드로 정비함.	제정 (2016.6)
KCS 14 31 25 : 2019	• 철강재 관련 KS가 개정됨에 따라 KS 제품의 강종기호, 물성치 등 변경 사항 반영	개정 (2019.5)
KCS 14 31 20 : 2024	• 구조물 안전 향상을 위한 강구조분야 건설기준 정비연구에 따른 정비	개정 (2024.5)

제 정 : 2016년 6월 30일

개 정 : 2024년 5월 3일

심 의 : 중앙건설기술심의위원회

자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

소관부서 : 국토교통부 기술혁신과

관련단체 : 한국강구조학회

작성기관 : 한국강구조학회

- 국토교통부장관은 「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 고시일을 기준으로 매 3년이 되는 시점마다 그 타당성을 검토하여 개선 등의 조치를 하여야 한다.

목 차

1. 일반사항	1
1.1 적용범위	1
1.2 참고기준	1
1.3 용어의 정의	1
1.4 제출물	1
1.4.1 작업절차서	1
1.4.2 시공 상세도	1
1.4.3 제출자료	1
1.5 품질관리	1
1.6 취급 및 보관	2
1.6.1 반입	2
1.6.2 공사현장의 반입검사	2
1.6.3 공사현장에서의 취급	2
2. 자재	3
2.1 고장력볼트	3
2.2 일반볼트	5
2.3 핀 및 롤러	6
3. 시공	6
3.1 마찰접합	6
3.1.1 마찰접합에 관한 일반사항	6
3.1.2 마찰면의 준비	6
3.1.3 접합부 단차 수정	7
3.1.4 볼트구멍의 어긋남 수정	7
3.1.5 볼트조임	8
3.1.6 볼트조임 후 검사	12
3.2 지압접합	14
3.2.1 지압접합에 관한 일반사항	14

3.2.2 조임방법	14
3.2.3 조임 후 검사	14
3.2.4 불량볼트의 처리에 대한 원칙	14
3.2.5 조임검사	15
3.3 핀 및 롤러	15



1. 일반사항

1.1 적용범위

- (1) 이 기준은 건축 및 공작물의 강구조와 강교를 제작하고 설치하는데 필요한 볼트 접합 및 핀 연결 공사에 적용한다.
- (2) 강구조물의 제작, 조립시공 및 연결재의 시공에는 KS B 1010에 따른 등급 F8T, F10T, F13T의 고장력볼트를 적용한다.
- (3) KS B 0233에 따른 등급 4T, 5T, 6T의 일반볼트는 품질관리 구분 ‘가’로 분류된 구조물에 한하여 적용할 수 있다.

1.2 참고기준

- (1) KCS 14 31 05(1.2)에 따른다.

1.3 용어의 정의

- (1) KCS 14 31 05(1.3)에 따른다.

1.4 제출물

- (1) 다음 사항은 KCS 14 31 05(1.6)의 해당요건에 따라 작성, 제출해야 한다.

1.4.1 작업절차서

- (1) 시공자는 고장력볼트 및 연결재의 시공방법과 검사요령에 대한 작업절차서를 작성해야 한다.

1.4.2 시공 상세도

- (1) 부재의 이음부별 사용 고장력볼트 및 연결재의 규격 및 종류를 명기한 목록과 수량서를 제출한다.

1.4.3 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.

1.5 품질관리

- (1) 고장력볼트, 너트, 와셔 등의 등급에 따른 기계적 성질에 대한 시험 및 검사가 필요시에는 다음에 의한 시험을 실시한다.
 - ① 모양, 치수에 대해서는 KS B 1010의 부표 1-3에 준한다.
 - ② 외관은 KS B 1010의 8항 겉모양에 준한다.

- ③ 나사정밀도는 KS B 5221의 규정에 맞는 6 H/6 g용 한계 게이지로 검사하는 것을 원칙으로 하며 2급 나사용 한계 게이지로 대신할 수 있다.
 - ④ 기계적 성질은 KS Q 1001에 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 미끄럼계수를 가져야 한다. 마찰이음부의 마찰면에 도장을 하는 경우, 도장재는 미끄럼 내력시험에 인증된 것을 사용한다.

1.6 취급 및 보관

1.6.1 반입

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

1.6.2 공사현장의 반입검사

- (1) 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.

1.6.3 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. 자재

2.1 고장력볼트

(1) 고장력볼트 세트의 종류는 KS B 1010에 적합한 것 중 세트를 구성하는 부품의 기계적 성질에 따라 표 2.1-1과 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

(2) 토크계수값은 표 2.1-2의 규정에 적합해야 한다. 고장력볼트 조임 시 토크계수값 시험은 1.3의 (2)목에 준하여 시행한다.

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

(3) 너트 제품의 기계적 성질은 표 2.1-3의 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		

(4) 와셔의 경도는 표 2.1-4의 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

- (5) 토크-전단형(T/S) 고장력볼트를 사용하는 경우에는 KS B 2819에 따른다.
- (6) 용융아연도금 고장력볼트 재료세트는 KS B 1010의 제1종(F8T) A에 따른다. 마찰이음으로 체결할 경우 너트회전법으로 볼트를 조임한다.
- (7) 고장력볼트의 길이는 조임길이에 표 2.1-5의 길이를 더한 것을 표준으로 하여 KS B 1010의 부표 1중에서 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 볼트접합되는 판들의 두께 합이다.

2) 조임길이에 더하는 길이는 너트 1개, 와셔 2개 두께와 나사피치 3개의 합이다. 다만 TS볼트의 경우에는 위의 값에서 와셔 1개의 두께를 뺀 길이를 적용한다.

(8) 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.

① 볼트 : KS B 1002

② 너트 : KS B 1012

③ 와셔 : KS B 1326

④ 볼트의 기계적 성질은 KS B 0233에서 규정한 표 2.2-1의 기계적 성질을 따른다.

표 2.2-1 볼트의 기계적 성질

구분	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 1002의 부표 1에 명시되어 있는 호칭 길이로 나타내고 조임길이에 따라서 조임 종료 후 표 2.2-2와 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

(1) 핀 및 롤러의 사용재는 다음 규격에 적합해야 한다.

- ① 탄소강 단강품: KS D 3710
- ② 탄소강 주강품: SPS-KFCA-D4101-5004
- ③ 도로교량용 주강품: SPS-KFCA-D4118-5014

3. 시공

3.1 마찰접합

3.1.1 마찰접합에 관한 일반사항

- (1) 마찰접합은 3.1의 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. 볼트구멍 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 샷 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 0.40를 적용하여 설계한 경우에는 미끄럼계수가 0.40이상 확보되도록 무기질 아연말 프라이머 도장 처리한다.
- (5) 품질관리 구분 ‘라’의 교량에서 마찰이음부의 마찰면에 도장을 할 경우에는 표 3.1-1에 준하여 무기질 아연말 프라이머(징크리치 페인트)를 사용한다.

표 3.1-1 무기질 아연말 프라이머를 도장할 경우의 조건

항목	조건
접촉면 편면당 최소건조 도막두께	30 μm 이상
접촉면의 합계 건조 도막두께	90~200 μm
건조 도막 중 아연함유량	80% 이상
아연분말 입경(50% 평균입경)	10 μm 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.

표 3.1-2 접합부 표면의 높이 차이 처리방법(건물)

높이 차이	처리 방법
1 mm 이하	별도 처리 불필요
1 mm 초과	끼움재 사용

(2) 품질관리 구분 ‘라’는 우천에 노출되어 있어 부식의 우려가 있는 교량의 경우에는 접합부 표면 높이 차이의 정도에 따라 표 3.1-3과 같이 처리한다.

표 3.1-3 접합부 표면의 높이 차이 처리방법(교량)

높이 차이	처리 방법
1 mm 이하	별도 처리 불필요
1 mm 초과 3 mm 미만	모재 접합면 높이 차이를 경사지게 가공
3 mm 이상	끼움재 사용

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

3.1.4 볼트구멍의 어긋남 수정

- (1) 접합부 조립 시에는 겹쳐진 판 사이에 생긴 2 mm 이하의 볼트구멍의 어긋남은 리머로써 수정해도 된다.
- (2) 구멍의 어긋남이 2 mm를 초과할 때의 처리는 접합부의 안전성 검토를 포함하여 공사감독자와 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 축력계로 도입장력을 측정하는 방법으로 한다. 이때 검사에 이용되는 조임기기와 축력계는 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 와셔 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 3.1-1과 같이 너트의 표시 기호가 있는 쪽이 바깥쪽이고, 와셔는 면치기가 있는 쪽이 바깥쪽이므로 반대로 사용하지 않도록 주의한다.

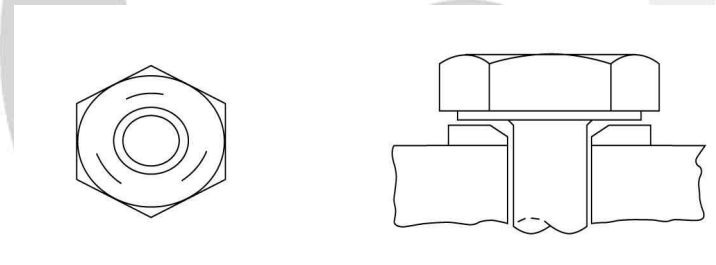


그림 3.1-1 너트, 와셔의 속과 겉

- 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 3.1-4에 명시한 표준볼트장력을 얻을 수 있도록 한다.

표 3.1-4 고장력볼트의 설계볼트장력과 표준볼트장력 및 장력의 범위

고장력볼트의 등급	고장력볼트 호칭	공칭단면적 (mm ²)	설계볼트장력 ¹⁾ (kN)	표준볼트장력 (kN)	시험볼트 장력의 평균값 범위 ²⁾ (kN)
F8T	M16	201	84	92	85~95
	M20	314	131	144	135~150
	M22	380	163	179	170~185
	M24	452	189	208	195~215
F10T	M16	201	105	116	105~120
	M20	314	164	180	170~185
	M22	380	203	223	210~230
	M24	452	236	260	245~270
	M27	572	307	338	315~355
	M30	708	376	414	390~435
F13T	M16	201	136	150	140~155
	M20	314	213	234	220~240
	M22	380	264	290	275~300
	M24	452	307	338	320~350

주 1) KS B 1010 표3에 규정된 볼트의 최소 인장하중에 0.67을 곱한 값.

2) 시공 전 축력계로 측정된 시험볼트 5세트의 장력 평균값 범위

(3) 볼트조임 순서

- ① 볼트의 조임은 1차조임과 본조임으로 나누어서 시행한다.
- ② 1차조임은 접합부 볼트군마다 볼트를 삽입한 후 즉시 그림 3.1-2에 표시된 순서로 조인다.
- ③ 1차조임은 프리세트형 토크렌치, 전동 임팩트렌치 등을 사용하여 표 3.1-5에 명시한 토크로 너트를 회전시켜 조인다. 다만 품질관리 구분 ‘라’ 교량 접합부의 볼트 1차조임은 표준볼트장력의 60%에 해당하는 토크를 적용한다.
- ④ 1차조임 후 모든 볼트는 그림 3.1-3과 같이 고장력볼트, 너트, 와셔 및 부재를 지나는 금매김을 한다.
- ⑤ 본조임은 1차조임과 같은 순서로 최종 목표 표준볼트장력에 도달할 수 있는 토크로 조인다.

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	

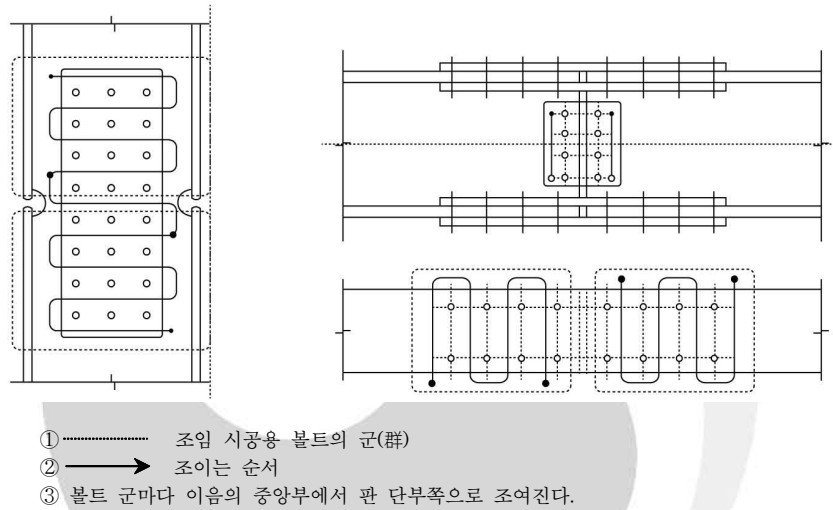


그림 3.1-2 볼트의 조임 순서

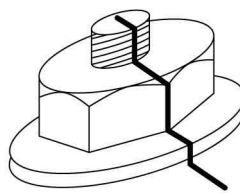


그림 3.1-3 금매김

(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 볼트조임 기기를 이용하여 조인다. 여기서, 5세트 볼트장력 평균값이 표 3.1-4에 나타난 규정값을 만족하고, 각각 측정값이 표준볼트장력의 $\pm 15\%$ 이내이어야 한다. 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 3.1-4의 규정값을 만족하고, 각각 측정값이 표준볼트장력의 $\pm 15\%$ 이내에 있으면 이 시공로트의 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 확인작업을 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 생기는지를 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 1차 조임한 상태를 시점으로 한다.
- ⑤ 볼트의 조임을 너트회전법에 따라 할 때에는 접촉면의 틈이 없을 정도로 토크렌치로 조인 상태에서 표 3.1-6에 표시한 너트회전각을 주는 것으로 한다.

표 3.1-6 너트회전법에 의한 볼트 조임

구분	회전각
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 조임하고 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 3.1-5에 명시한 토크로 너트를 회전시켜 1차조임을 한다.
- ③ 본조임은 토크관리법에 의해 표준볼트장력을 얻을 수 있도록 조정된 조임기기를 이용해

야 한다. 조임기기의 조정은 매일 조임작업 전에 하는 것을 원칙으로 한다.

④ 이때 토크관리법에 의한 너트의 회전각은 표 3.1-6에 따른다.

(7) 토크-전단형(T/S) 고장력볼트의 조임

- ① 토크-전단형 볼트는 너트와 볼트 핀꼬리에 서로 반대방향으로 회전하는 토크를 작용시켜 너트를 조임으로써 볼트축력을 도입한다. 토크가 일정 크기에 도달하면 핀꼬리의 노치 부분이 파단되면서 조임이 끝난다.
- ② 와서는 너트 측에만 1개를 사용한다.
- ③ 1차조임은 3.1.5 (3)에 따른다.
- ④ 본조임은 전용 조임기를 사용하여 핀꼬리 노치부가 파단 될 때까지 조인다. 다만, 본조임에서 적절한 볼트축력이 얻어지지 않은 볼트는 신제품으로 교체한다.
- ⑤ 볼트의 본조임은 상온(10℃~30℃)에서 시공하는 것으로 하며, 상온 이외의 경우는 적절한 볼트축력 도입 여부를 확인한 후 시공해야 한다.
- ⑥ 볼트의 축력은 KS B 2819에 따른 상온에서 세트의 체결 축력과 세트 체결 축력의 온도의 준성 시험결과 조임 축력이 표 3.1-7에 제시된 범위의 값이어야 한다.

표 3.1-7 토크-전단형(T/S) 고장력볼트의 조임축력¹⁾

(단위 : kN)

등급	호칭	표준볼트 장력	상온(10~30℃)		0℃ 와 60℃	
			하한	상한	하한	상한
S10T	M20	180	172	207	165	217
	M22	223	212	256	205	268
	M24	260	247	298	238	312
	M27	338	322	388	310	406
	M30	414	394	474	379	496

주 1) 상기의 값은 KS B 2819에 따른 것임.

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 개수를 표준으로 하여 토크렌치에 의하여 조임 검사를 실시한다. 이 결과 조임 시공법 확인을 위한 시험에서 얻어진 평균 토크의 ±10% 이내의 것을 합격으로 한다.
- ② 불합격한 볼트군에 대해서는 다시 그 배수의 볼트를 선택하여 재검사하되, 재검사에서도 다

시 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 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 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.

(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 금매김(이 있는 경우)의 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) 고장력볼트 세트에 교체해야 한다.

(6) 볼트의 교환

- ① 고장력볼트, 너트, 와셔 등이 동시 회전, 축회전을 일으킨 경우나, 너트회전량에 이상이 인

정되는 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 2.1의 고장력볼트 세트를 사용한다.
- (3) 품질관리 구분 ‘가’로 분류된 구조물 및 부재에서 설계도면에 명시되어 있는 경우 2.2항의 일반볼트 세트를 사용할 수 있다.
- (4) 와서는 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
- (2) 설계도서에 정해진 품질이 아닌 것
- (3) 설계도서에 정해진 치수가 아닌 것
- (4) 설계도서에 정해진 볼트의 풀림방지가 없는 것
- (5) 조임을 하지 않았거나 느슨한 것
- (6) 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 최대한 조여서 접합판이 완전히 접촉된 상태를 합격으로 한다.
- (2) 불합격한 볼트군에 대해서는 다시 그 배수의 볼트를 선택하여 재검사하되, 재검사에서도 다시 불합격한 볼트가 발생하였을 때에는 그 군의 전체를 검사한다.
- (3) 조임을 잊어버리거나, 조임 부족이 인정된 볼트군에 대해서는 모든 볼트를 검사하고 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 매끄럽게 제작해야 한다.
- (2) 지름이 230 mm 이상 되는 핀과 롤러는 KS D 3710의 풀림(annealing) 처리를 한 제품을 사용해야 하며, 230 mm 보다 작은 지름의 롤러나 핀은 단조강이나 풀림(annealing) 처리를 한 제품 또는 냉간 탄소강을 사용할 수 있다. 다만 냉간 탄소강을 사용할 때에는 품질확인서를 제출하여 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
- (3) 지름이 230 mm보다 큰 핀의 경우에는 단조강을 풀림(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 130 mm 미만에 대해서는 0.5 mm, 핀지름 130 mm 이상의 것에 대해서는 1 mm를 표준으로 한다.
- (5) 핀의 마무리부의 길이는 나사부가 부재에 닿지 않도록 부재의 바깥면까지의 거리보다 6 mm 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 4 mm를 표준으로 한다. 핀의 끝마무리 다듬기 및 핀구멍의 면처리는 설계도 기준에 준한다.
- (7) 핀구멍이 있는 부분의 인장부재의 웹 판두께는 인장부재 순폭의 1/8 이상이어야 한다.

집필위원

성명	소속	성명	소속
강영종	고려대학교	최동호	한양대학교
경갑수	한국해양대학교	최병호	한밭대학교
김경식	청주대학교	최상현	한국교통대학교
김선용	원광대학교	김주우	세명대학교
김호경	서울대학교	김태수	한양대학교 ERICA
박연철	인하대학교	김희동	인하공업전문대학
배두병	국민대학교	신경재	경북대학교
조경식	DM엔지니어링	양재근	인하대학교
성택룡	포스코	오상훈	부산대학교
심형보	인천대학교	이경구	단국대학교
심창수	중앙대학교	이은택	중앙대학교
오창국	국민대학교	이철호	서울대학교
이창근	한국도로공사	최인락	호서대학교
장경호	중앙대학교		

자문위원

성명	소속	성명	소속
김병석	한국건설기술연구원	현동진	평화엔지니어링
서석구	KG엔지니어링종합건축사사무소	김상섭	한국기술교육대학교
임영섭	태화플랜트	김원기	호서대학교(명예교수)
조재병	경기대학교 (명예교수)	김종락	송실대학교(명예교수)

국가건설기준센터 및 건설기준위원회

성명	소속	성명	소속
이영호	한국건설기술연구원	경갑수	한국해양대학교
김기현	한국건설기술연구원	길흥배	한국도로공사
김나은	한국건설기술연구원	김은주	다움구조기술사사무소
김민관	한국건설기술연구원	김태진	티아이구조기술사사무소
김재훈	한국건설기술연구원	박종섭	상명대학교
김태송	한국건설기술연구원	성택룡	포스코

김희석	한국건설기술연구원	조봉호	아주대학교
류상훈	한국건설기술연구원	조성우	조 구조기술사사무소
안준혁	한국건설기술연구원	채규봉	(주)호광엔지니어링
원훈일	한국건설기술연구원	현인호	(주)인 이앤씨
이상규	한국건설기술연구원		
이승환	한국건설기술연구원		
이용수	한국건설기술연구원		
이원종	한국건설기술연구원		
주영경	한국건설기술연구원		
최봉혁	한국건설기술연구원		
허원호	한국건설기술연구원		

중앙건설기술심의위원회

성명	소속	성명	소속
김동관	청주대학교	이도형	배재대학교
김성훈	국토안전관리원	임명종	GS건설
김태진	티아이구조기술사사무소	표석훈	울산과학기술원
박영빈	우성디앤씨		

국토교통부

성명	소속	성명	소속
정승현	국토교통부 기술혁신과	한승한	국토교통부 기술혁신과
양성모	국토교통부 기술혁신과		

KCS 14 31 25 2024

볼트 접합 및 핀 연결

2024년 5월 3일 개정

소관부서 국토교통부 기술혁신과

관련단체 한국강구조학회
05801 서울특별시 송파구 송이로 30길 21
Tel : 02-400-7101 E-mail : kssc1989@kssc.or.kr, steel@kssc.or.kr
<http://www.kssc.or.kr>

작성기관 한국강구조학회
05801 서울특별시 송파구 송이로 30길 21
Tel : 02-400-7101 E-mail : kssc1989@kssc.or.kr, steel@kssc.or.kr
<http://www.kssc.or.kr>

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
Tel : 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
<http://www.kcsc.re.kr>