

KCS 24 50 05 : 2024

GFRP 보강근용 콘크리트교 공사

2024년 01월 23일 제정
<http://www.kcsc.re.kr>





건설기준 제정 또는 개정에 따른 경과 조치

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

건설기준 연혁

- 이 기준은 GFRP(Glass Fiber-Reinforced Polymer) 보강근으로 철근을 대체하여 도로교량의 콘크리트 바닥판, 콘크리트 방호울타리 등 휨 지배 구조물에 적용하기 위한 일반적인 사항을 정한 것으로 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년, 월, 일)
KCS 24 50 05 : 2024	· GFRP 보강근을 휨 지배 구조물에 적용하는 건설 공사에 대한 적용범위 및 방법, 시공관리에 대한 사항 등을 정하여 제정함	제정 (2024.01.23)

제 정 : 2024년 01월 23일	개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회	자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 국토교통부 도로건설과	
관련단체 : 한국건설기술연구원	작성기관 : 한국도로공사

- 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 참고 기준	1
1.3 용어의 정의	2
1.4 제출물	2
2. 자재	2
2.1 GFRP 보강근	2
2.2 GFRP 보강근 고임재 및 간격재	3
2.3 GFRP 보강근 이동 및 저장	4
2.4 자재 품질관리	4
3. 시공	5
3.1 공사 일반	5
3.2 가공	6
3.3 조립	6
3.4 이음	7
3.5 가공, 조립 및 이음의 검사	7
3.6 콘크리트 치기	8
3.7 양생 및 마무리 작업	8

1. 일반사항

1.1 적용범위

- (1) 이 기준은 GFRP 보강근으로 철근을 대체하여 도로교량의 콘크리트 바닥판, 콘크리트 방호울타리 등의 휨 지배 구조물을 시공하는 경우 자재의 품질관리와 가공, 조립, 이음 등 시공에 필요한 일반적이고 기본적인 사항을 규정한다.
- (2) 이 기준은 공칭지름 10 mm 이상 32 mm 이하 봉상으로 공장 제작된 GFRP 보강근에 적용한다.

1.2 참고 기준

1.2.1 관련 법규

·도로안전시설 설치 및 관리지침

1.2.2 관련 기준

- KDS 14 20 01 콘크리트구조 설계(강도설계법) 일반사항
- KDS 14 20 50 콘크리트구조 철근상세 설계기준
- KDS 14 20 52 콘크리트구조 정착 및 이음 설계기준
- KDS 24 10 10 교량설계 일반사항(일반설계법)
- KDS 24 10 11 교량설계 일반사항(한계상태설계법)
- KDS 24 12 11 교량설계 하중조합(한계상태설계법)
- KDS 24 50 05 GFRP 보강근용 콘크리트교 설계기준

1.2.3 참고 기준

- KS B ISO 3611 제품의 형상 명세(GPS) - 치수 측정장비: 외측 마이크로미터 - 설계 및 계측 특성
- KS B ISO 13385-1 제품의 형상 명세(GPS) - 치수 측정기 - 제1부: 캘리퍼스-설계 및 계측 특성
- KS D 3504 철근 콘크리트용 봉강
- KS F ISO 10406-1 콘크리트용 섬유강화폴리머(FRP) 보강재 - 시험방법 - 제1부: FRP 보강근 및 격자
- KS M ISO 1172 유리섬유 강화 플라스틱 - 프리프레그, 성형 콤파운드, 적층판 - 유리 섬유 및 무기 충전제의 함량의 측정 - 연소법
- KS M ISO 14127 탄소 섬유 강화 복합 재료 - 수지, 섬유, 공극률의 측정
- KS M ISO 11357-2 플라스틱 - 시차주사열량계(DSC) - 제2부: 유리전이온도의 측정
- KS M ISO 11359-2 플라스틱 - 열기계 분석(TMA) - 제2부: 선열팽창계수 및 유리전이온도의 측정

1.3 용어의 정의

- 공사감독자(superintendent): 공사계약일반조건 제2조제3호의 공사감독관
- 승인(approval): 발주자 또는 공사감독자가 관계법령 및 공사계약문서에 나타난 승인사항에 대해 공사감독자 또는 수급인의 요구에 따라 그 내용을 서면으로 동의하는 것
- 책임기술자(supervisor): 관련 공사에 대해 전문지식을 가지고 공사의 설계 및 시공에 대하여 책임을 가지고 있는 자 또는 책임자로부터 각 공사에 대하여 책임의 일부분을 위임 받은 자
- 간격재(spacer): GFRP 보강근 등에 소정의 피복을 가지게 하거나 그 간격 유지를 위해 사용하는 부품
- 절연재(insulator): 도자기, 유리 및 대부분의 플라스틱과 같이 부도체이지만 정전기장을 효율적으로 제어하는 물질
- 기계적 이음(mechanical splice): 나사를 가지는 슬리브 또는 커플러, 에폭시나 모르타르 등을 충전한 슬리브, 클립 등의 보조장치를 이용한 이음
- GFRP(Glass Fiber-Reinforced Polymer) 보강근: 콘크리트를 보강하기 위해 콘크리트 속에 배치되는 봉상의 유리가 함유된 섬유강화폴리머 보강재

1.4 제출물

- (1) 검사 및 시험계획서
- (2) 시공계획서 및 도면
- (3) 제품 설명서 및 품질 확인서
- (4) GFRP 보강근 상세도

2. 자재

2.1 GFRP 보강근

- (1) GFRP 보강근의 재료와 관련된 상세 사항은 KDS 24 50 05 (3.1), (3.2)를 따른다.
- (2) GFRP 보강근의 단면특성은 표 2.1-1을 따른다.

표 2.1-1 GFRP 보강근 단면특성

호칭명	공칭 치수		측정 단면 한계		최소인장 하중(kN)
	공칭지름(mm)	공칭단면적(mm^2)	최소(mm^2)	최대(mm^2)	
G10	9.53	71.33	67.05	75.61	57
G13	12.7	126.7	119.10	134.30	101
G16	15.9	198.6	188.67	208.53	160
G19	19.1	286.5	272.18	300.83	218
G22	22.2	387.1	367.75	406.46	294
G25	25.4	506.7	481.37	532.04	385
G29	28.6	642.4	616.70	668.10	493
G32	31.8	794.2	762.43	825.97	610

- (3) GFRP 보강근은 이형의 봉상 형태로 하되, 형상의 규격과 관계없이 콘크리트에 대한 인발 부착강도는 KDS 24 50 05 (3.2.2.3)을 따른다. 인장강도, 탄성계수, 파괴변형률 등 역학적 특성은 표 2.1-2를 표준으로 한다.

표 2.1-2 GFRP 보강근 역학적 특성 표준

구분	GFRP	
인장강도(MPa)	G19 미만	850 이상
	G19 이상	800 이상
탄성계수(GPa)	45 이상	
파괴변형률(%)	1.2 ~ 3.1	

주) KS F ISO 10406-1의 내알칼리성 시험 후 인장강도 및 탄성계수는 상기 값의 80% 이상이어야 함

- (4) 굽힘 GFRP 보강근을 사용하는 경우, 표 2.4-1에 의거 굽힘 보강근 자체의 인장성능 시험과 콘크리트에 매립된 굽힘 보강근에 대하여도 성능평가를 수행하여 제시된 기준을 만족하도록 하여야 한다.
- (5) GFRP 보강근의 허용 가능한 손상면적은 보강근 300mm 길이당 표면적의 2%, 손상깊이는 1mm를 초과하지 않아야 한다.
- (6) 공사감독자는 자재 반입 시 GFRP 보강근에서 섬유가 묻어나거나 비산여부 등 표면상태를 육안으로 확인하여야 한다.

2.2 GFRP 보강근 고임재 및 간격재

- (1) GFRP 보강근 고임재 및 간격재의 표준은 표 2.2-1에 따른다.

표 2.2-1 GFRP 보강근 고임재 및 간격재 표준

부위	종류	수량 또는 배치간격
기초	절연재, 콘크리트	8 개 / 4 m^2 , 20 개 / 16 m^2
지중보	절연재, 콘크리트	간격은 1.5 m, 단부는 1.5 m 이내
보	절연재, 콘크리트	간격은 1.5 m, 단부는 1.5 m 이내
슬래브	절연재, 콘크리트	간격은 상·하부 GFRP 보강근 각각 가로 세로 1 m

- (2) GFRP 보강근 고임재 및 간격재는 전기가 통하지 않는 재료를 이용하여 제작된 제품을 사용하여야 한다. 단, 철 성분이 포함된 지지물은 반드시 에폭시나 폴리머 등의 절연재를 이용하여 코팅하여야 한다.

2.3 GFRP 보강근의 이동 및 저장

- (1) 이동 시에는 보강근에 과도한 변형이 발생되지 않도록 다지점으로 인상하여 이동하여야 한다.
- (2) GFRP 보강근은 지면에 직접 닿지 않도록 지면으로부터 최소 50mm이상 이격하여 창고 내에 저장하거나 실외에 보관하는 경우에는 자외선과 수분에 노출되지 않도록 한다. 특히, 4개월 이상 실외에 보관하는 경우에는 자외선을 차단할 수 있는 불투명 플라스틱 재질의 보호막을 설치하여야 한다.
- (3) 현장에서 시공 전 보관 중에는 50℃ 이상의 온도 또는 화학 물질에 노출되지 않도록 하여야 한다.
- (4) 취급 및 검사에 편리하도록 가공 또는 조립된 GFRP 보강근은 종류별, 지름별, 사용부위별로 구분하여 저장하여야 한다.

2.4 자재 품질관리

- (1) GFRP 보강근은 요구되는 품질의 만족 여부를 자재 선정 시 확인하여야 하며, 현장에 반입되는 자재에 대해서는 공사감독자가 품질 만족 여부를 확인할 수 있도록 제작자는 최초 반입 시 1회, 그 후 2개월마다 공인기관에 의뢰 시험한 성적서를 제출하여야 한다. 필요 시 공사감독자는 시료를 채취하여 추가 시험을 요구할 수 있다.
- (2) GFRP 보강근의 자재 선정단계에서 확인하여야 할 품질 항목과 현장에 반입된 자재에 대해 실시해야 하는 품질 검사 항목, 시험 및 검사 방법, 판정 기준 등은 표 2.4-1을 표준으로 한다.

표 2.4-1 GFRP 보강근의 품질 확인 및 검사 표준

구분	항목	상세	검사시기 및 시험빈도	시험 및 검사 방법	판정기준
자재 선정단계 품질 확인	단면특성	공칭단면적 공칭치름	- 선정 전 - 제작사별 - 제품규격별	KS F ISO 10406-1	표 2.1-2에 따름
	인장특성	극한인장강도			G19 미만 : 850 MPa 이상
					G19 이상 : 800 MPa 이상
	부착력	탄성계수 부착강도			≥ 45 GPa ≥ 10 MPa
	내알카리성	극한인장강도			G19 미만 : 680 MPa 이상
					G19 이상 : 640 MPa 이상
	밀도	탄성계수 kg/m ³			≥ 40 GPa 1,900~2,200
	온도팽창계수	종방향온도팽창계수			6.0~10.0($\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)
	굽힘부 성능 시험	극한인장강도		ASTM D7914/ D7914M-21	F19 미만 : 300 MPa 이상 F19 이상 : 280 MPa 이상
	유리함유량	중량비		KS M ISO 1172	≥ 75 %
유리전이 온도	수지의 유리전이온도	KS M ISO 11357-2 / KS M ISO 11359-2	≥ 100 ℃		
현장 반입된 자재의 품질 검사	단면특성	공칭단면적 공칭치름	- 최초 반입 시 1회, 그 후 2개월마다 - 제작사별 - 제품규격별	KS F ISO 10406-1	상동
	인장특성	극한인장강도			
	탄성계수	탄성계수			
	유리함유량	중량비		KS M ISO 1172	

주) 현장 반입 자재의 품질검사에 관한 세부 시행 방안은 발주자별로 결정한다.

3. 시공

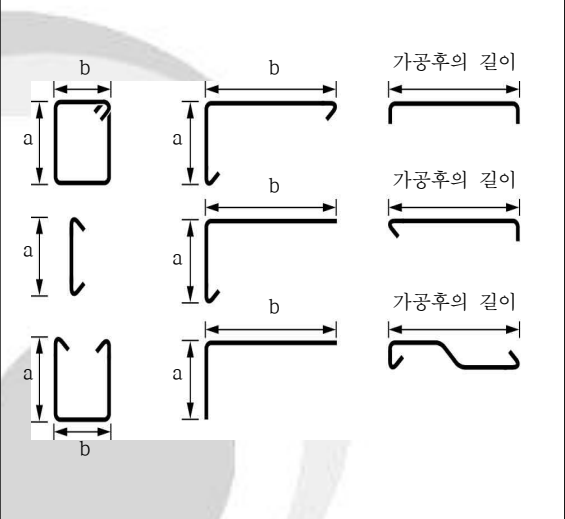
3.1 공사 일반

- (1) GFRP 보강근은 설계에 정해진 원칙에 의해 작성된 GFRP 보강근 상세도에 따라 재질을 손상시키지 않는 방법으로 허용오차 이내로 가공하고, 정해진 위치에 견고하게 조립, 이음하여야 한다.
- (2) 설계도면에 따라 GFRP 보강근 상세도를 작성하여 공사감독자의 승인을 받은 후 GFRP 보강근을 가공, 조립 및 이음하여야 한다.

3.2 가공

- (1) GFRP 보강근의 현장 절단방법은 공사감독자의 승인을 받아 작업을 수행하여야 한다. 현장절단 작업 시에는 고속 다이아몬드 그라인더나 전기톱 등을 사용할 수 있으며 이때 분진이 발생되지 않도록 하여야 한다.
- (2) GFRP 보강근의 가공은 GFRP 보강근 상세도에 표시된 형상과 치수가 일치하고 재질을 손상시키지 않은 방법으로 이루어져야 한다.
- (3) GFRP 보강근은 공장에서 가공하고, 현장에서는 굽힘이나 굽힘 보강근을 직선화하는 작업을 하여서는 안 된다.
- (4) GFRP 보강근 가공의 허용오차는 표 3.2-1에 따른다.

표 3.2-1 공장가공 치수의 허용오차

GFRP 보강근의 종류		부호 (오른쪽 그림)	허용오차 (mm)	
스터럽, 띠GFRP 보강근, 나선GFRP 보강근		a, b	±5	
그 밖의 GFRP 보강근	G25 이하	a, b	±15	
	G29 이상 G32 이하	a, b	±20	
가공 후의 전 길이		L	±20	

3.3 조립

- (1) GFRP 보강근 조립 전에 표면에는 보강근과 콘크리트간 부착력을 저해하는 흙, 기름 이물질 등을 모두 제거하여야 한다.
- (2) GFRP 보강근은 콘크리트 치기동안 움직이지 않도록 견고하게 조립하여야 한다. 이를 위해 필요 시 조립용 강재를 사용할 수 있으며 보강근의 위치가 변동되지 않도록 나일론 타이나 철선 등으로 결속하여야 한다.
- (3) GFRP 보강근의 소요 피복두께를 확보하기 위해 표 2.2-1에 따라 고임재 및 간격재를 배치하여야 한다. 고임재와 간격재를 선정하고 배치할 때에는 사용 개소의 조건, 이들의 고정 방법 및 GFRP 보강근의 중량, 작업하중 등을 고려해야 한다.
- (4) GFRP 보강근의 조립한 다음 장기간 콘크리트 치기를 하지 않는 경우 자외선에 노출되지 않도록 보호하여야 한다. 특히, 4개월을 초과하는 경우 불투명 플라스틱 재질의 보호막을 설치하여야 하며, 콘크리트 치기 전 조립 검사를 하고 손상 여부를 확인하여야 한다.

3.4 이음

- (1) GFRP 보강근은 설계도 또는 시방서에서 요구하거나 허용한 경우 또는 공사감독자가 승인하는 경우에만 이음을 할 수 있으며, 이음위치는 최대 휨인장응력 위치에 두어서는 안 되며, 가능한 한 최소 휨인장응력 위치에 두어야 한다.
- (2) GFRP 보강근은 기계적 이음은 허용되지 않고, 겹침이음만을 허용한다. 단, 널리 알려진 이론이나 시험에 의해 기술적으로 증명된 경우에 한하여 발주자의 승인을 받아 GFRP 보강근의 기계적 이음을 적용할 수 있다.
- (3) 장래의 이음에 대비하여 구조물로부터 노출시켜 놓은 GFRP 보강근은 손상이나 열화되지 않도록 보호하여야 하며, 실외에 노출된 기간이 4개월을 초과하는 경우에는 불투명 플라스틱 재질의 보호막으로 보호하여야 한다.

3.5 가공, 조립 및 이음의 검사

- (1) GFRP 보강근 가공 및 조립 완료 시 검사는 표 3.5-1에 따르고, 검사 성적서를 공사감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

표 3.5-1 GFRP 보강근 가공 및 조립에 대한 품질 검사

항목		시험·검사 방법	시기·횟수	판정기준
GFRP 보강근의 가공치수		스케일 등에 의한 측정	조립 후 및 조립 후 장기간 경과한 경우	표 3.2-1의 허용오차 이내
간격재의 종류, 배치, 수량		육안 관찰		GFRP 보강근의 피복이 바르게 확보되도록 배치되어 있을 것
GFRP 보강근의 고정방법		육안 관찰		콘크리트 치기를 하는 경우 변형, 이동의 우려가 없을 것
조립 된 GFRP 보강 근의 배치	이음 및 정착 위치	스케일 등에 의한 측정 및 육안 관찰		GFRP 보강근 가공조립도와 일치할 것
	콘크리트 최소피복 두께			허용오차 : $d \leq 200 \text{ mm}$ 인 경우 -10 mm , $d > 200 \text{ mm}$ 인 경우 -13 mm
	유효깊이			허용오차 : $d \leq 200 \text{ mm}$ 인 경우 $\pm 10 \text{ mm}$, $d > 200 \text{ mm}$ 인 경우 $\pm 13 \text{ mm}$

주) 하단 거푸집까지의 순거리에 대한 허용오차는 -7 mm 이며, 피복두께의 허용오차는 도면 또는 설계기준에서 요구하는 최소 피복두께의 $-1/3$ 으로 하여야 한다.

- (2) 수급자는 GFRP 보강근의 이음 완료 시 검사는 표 3.5-2에 따르고, 검사 성적서를 공사감독관에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

표 3.5-2 GFRP 보강근 이음의 검사

종류	항목	시험·검사 방법	시기·횟수	판정기준
겹침 이음	위치	육안 관찰 및 스케일에 의한 측정	조립 시	GFRP 보강근 시공상세도와 일치할 것
	이음길이			
기계적 이음	위치	육안 관찰, 필요에 따라 스케일, 버니어캘리퍼스 등에 의한 측정	전체 개소	GFRP 보강근 상세도와 일치할 것
	외관 검사	(커플러 이음의 헐거움 여부를 중심으로 커플러 내·외경 및 길이 등이 이상 없을 것)		제조회사의 시험 성적서에 사용된 시편과 일치할 것
	인장시험	제조회사의 시험 성적서에 의한 확인 또는 별도 인장시험	설계도서 에 의함	극한인장강도 이상

3.6 콘크리트 치기

- (1) 콘크리트 치기를 하는 동안 GFRP 보강근이 지지 또는 결속이 되지 않아 침하, 부상 또는 이동이 발생하는 경우 타설을 중단하고 적절한 조치를 취하여야 한다.
- (2) 콘크리트에 진동다짐을 하는 경우 다짐기계에 의하여 GFRP 보강근이 손상되지 않도록 주의하여야 한다.

3.7 양생 및 마무리 작업

- (1) 콘크리트가 경화되기 시작한 후에는 거푸집에 충격을 가하거나 노출된 GFRP 보강근에 외력을 가하여서는 안 된다.
- (2) 콘크리트 친 후에는 공사감독자의 승인을 받아 습윤양생 및 이에 준하는 방법으로 콘크리트를 양생한다.
- (3) 콘크리트를 친 후 경화될 때까지 양생기간 동안 직사광선이나 바람에 의해 수분이 증발하지 않도록 보호하여야 한다.
- (4) 콘크리트를 친 후 습윤상태로 유지하여 노출면이 마르지 않도록 하여야 하며, 수분 증발의 정도에 따라 살수하여 습윤상태로 보호하여야 한다.

집필위원

성명	소속	성명	소속
박건태	한국도로공사	최동준	한국도로공사
박중규	한국도로공사	이상열	국립안동대학교
조남민	한국도로공사	노명현	포스코
이영천	한국도로공사	윤재근	다산기업
강경돈	한국도로공사	이동원	휘텍
배성귀	한국도로공사	이승우	WSP USA
이진만	한국도로공사	이진우	서영엔지니어링
이태현	한국도로공사	김성현	한국오웬스코닝
임동현	한국도로공사	강홍수	엘케이
최광수	한국도로공사	고동균	투에이치

국가건설기준센터 및 건설기준위원회

성명	소속	성명	소속
이영호	한국건설기술연구원	김량균	(주)장현산업
김기현	한국건설기술연구원	김충언	삼현피에프
김나은	한국건설기술연구원	김호경	서울대학교
김민관	한국건설기술연구원	김희욱	(주)제일엔지니어링
김재훈	한국건설기술연구원	박찬희	포스코
김태송	한국건설기술연구원	손윤기	(주)엔비코컨설턴트
김희석	한국건설기술연구원	이상희	(주)삼안
류상훈	한국건설기술연구원	조경식	(주)디엠엔지니어링
안준혁	한국건설기술연구원	황훈희	한국도로협회
원훈일	한국건설기술연구원		
이상규	한국건설기술연구원		
이승환	한국건설기술연구원		
이용수	한국건설기술연구원		
이원종	한국건설기술연구원		
주영경	한국건설기술연구원		
최봉혁	한국건설기술연구원		
허원호	한국건설기술연구원		

중앙건설기술심의위원회

성명	소속	성명	소속
고정식	한국토지주택공사	김일배	(주)롯데건설
김회룡	극동엔지니어링	민영욱	우림
이양규	대림대학교	전진구	서경대학교
조현호	한국토지주택공사		

국토교통부			
성 명	소 속	성 명	소 속
오수영	도로건설과	신종욱	도로건설과
김로타	도로건설과		



KCS 24 50 05: 2024

GFRP 보강근용 콘크리트교 공사

2024년 01월 23일 제정

소관부서 국토교통부 도로건설과

관련단체 한국건설기술연구원
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
Tel: 031-910-0114 E-mail: webmaster@kict.re.kr
<https://www.kict.re.kr/>

작성기관 한국도로공사
39660 경상북도 김천시 혁신8로 77(울곡동, 한국도로공사)
Tel: 054-811-3153 E-mail: choiks@ex.co.kr
<https://www.ex.co.kr/>

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