

KDS 14 30 20 : 2019

강구조 피로 및 파단 설계기준 (허용응력설계법)

2019년5월20일개정

<http://www.kcsc.re.kr>

KC CODE



국토교통부

건설기준 제·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 제·개정 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	제·개정 (년.월)
허용응력설계법에 의한 강구조설계기준	• 골조구조물, 관로구조물, 철탑구조물 등의 일반 강구조물의 설계와 건축물의 구조설계에 활용할 수 있는 표준적인 설계기준과 설계방법을 제시	제정 (2003.12)
KDS 14 30 20 : 2016	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비함.	제정 (2016.6)
KDS 14 30 20 : 2019	• 철강재 관련 KS가 개정됨에 따라 KS 제품의 강종기호, 물성치 등 변경 사항 반영	개정 (2019.5)

제 정 : 2016년 6월 30일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
소관부서 : 국토교통부 기술기준과
관련단체 (작성기관) : 한국강구조학회

개 정 : 2019년 5월 20일
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

목 차

1. 일반사항	1
1.1 적용범위	1
2. 조사 및 계획	1
3. 재료	1
4. 설계	1
4.1 피로	1
4.2 인성요구조건	7

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 기준의 규정은 하중저항계수설계법 규정이 없는 강구조 구조물, 부재, 접합부에 대해서 허용응력설계법에 기초한 피로 및 파단에 대한 안전성 검토에 적용한다.

이 기준의 규정은 강구조 구조물, 부재, 접합부의 피로 및 파단에 대한 안전성 검토에 적용한다.

2. 조사 및 계획

내용 없음.

3. 재료

KDS 14 30 05의 3에 따른다.

4. 설계

4.1 피로

4.1.1 일반사항

피로는 하중유발피로와 변형유발피로로 분류된다.

4.1.2 하중 유발 피로

4.1.2.1 적용

강구조물 구조상세에 대한 피로설계 시 고려해야 할 응력은 활하중에 의해 발생된 응력 범위이다. 잔류응력은 피로설계 시 고려하지 않는다. 이 규정은 순인장응력을 받는 상세에만 적용된다. 하중계수를 적용하지 않은 고정하중이 압축응력을 발생시키는 부분의 경우, 이 압축응력이 피로한계상태조합에 따른 최대 활하중 인장응력의 2배보다 작은 경우에만 피로 문제를 고려한다.

4.1.2.2 허용피로응력 범위

반복응력을 받는 부재와 이음부의 설계 시 각 구조상세에 발생하는 응력범위는 표 4.1-1에 규정된 허용피로응력 범위를 초과하지 않아야 한다.

표 4.1-1 허용피로응력 범위

상세범주 ¹⁾	허용응력 범위 f_{sr} (MPa) ²⁾			
	10만회	50만회	200만회	200만회 이상
A	442	260	168	168
B	344	203	126	112
B'	274	161	101	84
C	250	147	91	70 (84) ³⁾
D	196	112	70	49
E	154	91	56	31
E'	112	64	40	18

주 1) 표 4.1-2 참조

2) 응력범위는 최대응력과 최소응력과의 대수차를 의미한다.

3) 거더 복부판과 플랜지의 수직보강재 용접의 경우, 84 MPa 적용

4.1.2.3 상세범주

부재와 이음부의 상세는 표 4.1-2에 요약되어 있는 각 상세범주의 요구조건을 만족하도록 설계해야 한다.

표 4.1-2 응력의 종류 및 범주

조건	개요	응력 종류	상세 범주 ¹⁾	적용 예 ²⁾
단순부재	압연면 또는 매끈한 표면을 갖는 모재	인장 또는 교번 ³⁾	A	1, 2
조립부재	응력방향과 평행하게 연속완전용입 그루브용접(덧댐판 제거) 또는 연속필릿용접으로 접합된 부착물이 없는 부재의 모재와 용접금속	인장 또는 교번	B	3, 4, 5, 7
	응력방향과 평행하게 연속완전용입 그루브용접(덧댐판 미제거) 또는 연속부분용입 그루브용접으로 접합된 부착물이 없는 부재의 모재와 용접금속	인장 또는 교번	B'	3, 4, 5, 7
	거더의 복부판이나 플랜지에 설치된 수직보강재 용접 끝에서 계산한 휨응력	인장 또는 교번	C	6
	끝부분의 돌림용접 여부에 관계없이 덧개판 폭이 플랜지보다 좁은 경우, 또는 끝부분을 돌림용접한 덧개판 폭이 플랜지보다 넓은 경우의 덧개판 끝에서의 모재	인장 또는 교번	E E'	7
	(a) 플랜지두께 ≤ 20 mm (b) 플랜지두께 > 20 mm			7
	끝부분이 용접처리 되지 않은 덧개판 폭이 플랜지보다 넓은 부분용접된 덧개판 끝에서의 모재	인장 또는 교번	E'	7

조 건	개 요	응력 종류	상세 범주 ¹⁾	적용 예 ²⁾
그루브 용접 연결부	비슷한 단면을 갖는 압연단면 또는 용접단면의 완전용입 그루브용접된 이음부나 인접부의 모재와 용접부(작용응력방향으로 용접부를 연마처리하고 용접부의 건전성을 비파괴검사를 통하여 검사한 경우)	인장 또는 교변	B	8, 10
	부재의 폭방향으로 600 mm의 변화부 반경을 갖는 완전용입 그루브용접된 이음부나 인접부의 모재와 용접부(작용응력방향으로 용접부를 연마처리하고 용접부의 건전성을 비파괴검사를 통하여 검사한 경우)	인장 또는 교변	B	13
	부재의 폭방향 또는 두께방향 변화부(용접 부경사가 1:2.5 이하인 경우)에서의 완전용입 그루브용접된 이음부나 인접부의 모재와 용접부(작용응력의 방향으로 용접부를 연마처리하고 용접부의 건전성을 비파괴검사를 통하여 검사한 경우)	인장 또는 교변	B'	11, 12
	부재의 폭방향 또는 두께방향 변화부가 없거나 용접부 경사가 1:2.5 이하인 변화부가 있는 완전용입 그루브용접된 이음부나 그 인접부의 모재 또는 용접부(용접 덧살을 제거하지 않고 용접부의 건전성을 비파괴검사를 통하여 검사한 경우)	인장 또는 교변	C	8, 10, 11, 12
중방향으로 응력을 받는 그루브용접 부착물	응력방향으로의 이음부 길이 L이 50 mm 이하인 경우, 완전 또는 부분용입 그루브용접된 부착물의 이음부에 인접한 모재	인장 또는 교변	C	6, 15
	응력방향으로의 이음부의 길이 L이 50 mm 이상이며 판두께의 12배 이하인 경우 (단, 100 mm 이하), 완전 또는 부분용입 그루브용접된 부착물의 이음부에 인접한 모재	인장 또는 교변	D	15
	응력방향으로의 이음부 길이 L이 판두께의 12배 이상이거나 100 mm 이상인 경우 완전 또는 부분용입 그루브용접된 부착물에 인접한 모재	인장 또는 교변	E	15
	(a) 연결 부재의 두께 < 25 mm (b) 연결 부재의 두께 ≥ 25 mm		E'	15
	이음부 길이에 관계없이 변화부 반경 R을 가지며, 완전 또는 부분용입 그루브용접된 부착물에 인접한 모재 -용접 끝을 매끈하게 연마한 경우 (a) 변화부 반경 ≥ 600 mm (b) 600 mm > 변화부 반경 ≥ 150 mm (c) 150 mm > 변화부 반경 ≥ 50 mm (d) 50 mm > 변화부 반경 ≥ 0 mm -용접 끝을 매끈하게 연마하지 않은 모든 변화부 반경에 대하여	인장 또는 교변	B C D E	16
	E		16	

조 건	개 요	응력 종류	상세 범주 ¹⁾	적용 예 ²⁾
횡방향으로 응력을 받는 그루브용접 부착물 ⁴⁾	이음부 길이와 무관하고 비파괴검사를 실시하여 응력의 수직방향의 용접 건전성이 확인되고 변화부 반경이 R인 완전용입 그루브용접 된 부착물 -동일한 판두께이고 용접덧살이 없는 경우 (a) 변화부 반경 ≥ 600 mm (b) $600 \text{ mm} > \text{변화부 반경} \geq 150$ mm (c) $150 \text{ mm} > \text{변화부 반경} \geq 50$ mm (d) $50 \text{ mm} > \text{변화부 반경} \geq 0$ mm	인장 또는 교변	B C D E	16
	-동일한 판두께이고 용접덧살이 있는 경우 (a) 변화부 반경 ≥ 150 mm (b) $150 \text{ mm} > \text{변화부 반경} \geq 50$ mm (c) $50 \text{ mm} > \text{변화부 반경} \geq 0$ mm		C D E	16
	-다른 판두께이고 용접덧살이 없는 경우 (a) 변화부 반경 ≥ 50 mm (b) $50 \text{ mm} > \text{변화부 반경} \geq 0$ mm		D E	16
	-다른 판두께이고 용접덧살이 제거되지 않은 경우 모든 변화부 반경에 대하여		E	16
필릿용접 연결	횡방향으로 하중을 받고 응력방향에 수직으로 필릿용접된 연결부재의 모재 (a) 연결부재의 두께 ≤ 12.5 mm (b) 연결부재의 두께 > 12.5 mm -부분적으로 끊어진 필릿용접부의 모재	인장 또는 교변	C ⁵⁾ E	14
	-응력방향으로 용접길이 L이 50 mm 이하로 필릿용접 된 부착물과 스티드 형태의 전단연결재에 인접한 모재 -응력방향으로의 용접길이 L이 50 mm 이상 판두께의 12배(다만, 100 mm 이하) 이하인 경우 필릿용접부에 인접한 모재 -응력방향으로의 길이 L이 판두께의 12배 이상, 또는 100 mm 이상인 경우 필릿용접부에 인접한 모재 (a) 연결부재의 두께 < 25 mm (b) 연결부재의 두께 ≥ 25 mm 연결부의 길이에 관계없이 반경 R의 변화부를 갖는 필릿용접부에 인접한 모재 -용접부 끝을 매끈하게 연마한 경우 (a) 변화부 반경 ≥ 50 mm (b) $50 \text{ mm} > \text{변화부 반경} \geq 0$ mm -용접부 끝을 연마하지 않은 모든 변화부 반경에 대하여		인장 또는 교변	C D E E' D E E

조 건	개 요	응력 종류	상세 범주 ¹⁾	적용 예 ²⁾
주응력방향으로 용접된 횡방향응력을 받는 필릿용접 부착물	연결부의 길이에 관계없이 변화부 반경 R을 갖는 필릿용접(범주 F로 필릿용접 목에 작용하는 전단응력)으로 연결된 부재의 모재 -용접부 끝을 매끈하게 연마한 경우 (a) 변화부 반경 ≥ 50 mm (b) 50 mm > 변화부 반경 ≥ 0 mm	인장 또는 교변	D E	16
	-용접부 끝을 연마하지 않은 모든 변화부 반경에 대하여		E	16
볼트 및 리벳 연결	-연결재에 면외힘을 일으키는 축방향 응력을 받는 연결부를 제외한, 고장력볼트 마찰이음 전단면에서의 모재	인장 또는 교변	B	21
	-고장력 볼트 지압이음의 순단면에서의 모재	인장 또는 교변	B	21
	-리벳연결부의 순단면에서의 모재	인장 또는 교변	D	21

주 1) 표 4.1-1 참조

2) 그림 4.1-2 참조

3) 인장응력범위와 인장과 압축이 동시에 발생하는 응력범위를 나타낸다.

4) 응력방향이 용접중축과 수직한 경우에는 부분용입그루브용접을 피해야 한다.

5) 횡방향 응력을 받는 필릿용접 목두께에 대한 허용피로응력범위는 유효목두께 (mm)와 판두께 (mm)의 함수이다.(Frank and Fisher, ASCE Vol. 105, NO. ST9, Sept, 1979 참조)

$$f_r = f_r^c \left(\frac{0.094 + 1.23 H/t_p}{t_p^{1/6}} \right)$$

여기서, f_r^c 는 표 4.1-1에 나타난 범주 C에 대한 허용응력 범위와 같다. 이것은 용접루트에서 관통되지 않는 것으로 가정한 경우이다.

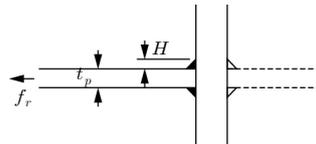


그림 4.1-1 횡방향 응력을 받는 필릿용접 목두께에 대한 허용피로응력범위

6) 거더 플랜지의 바깥면에 연결되는 거셋판은 횡방향 필릿용접만으로 부착시키지 않는다.

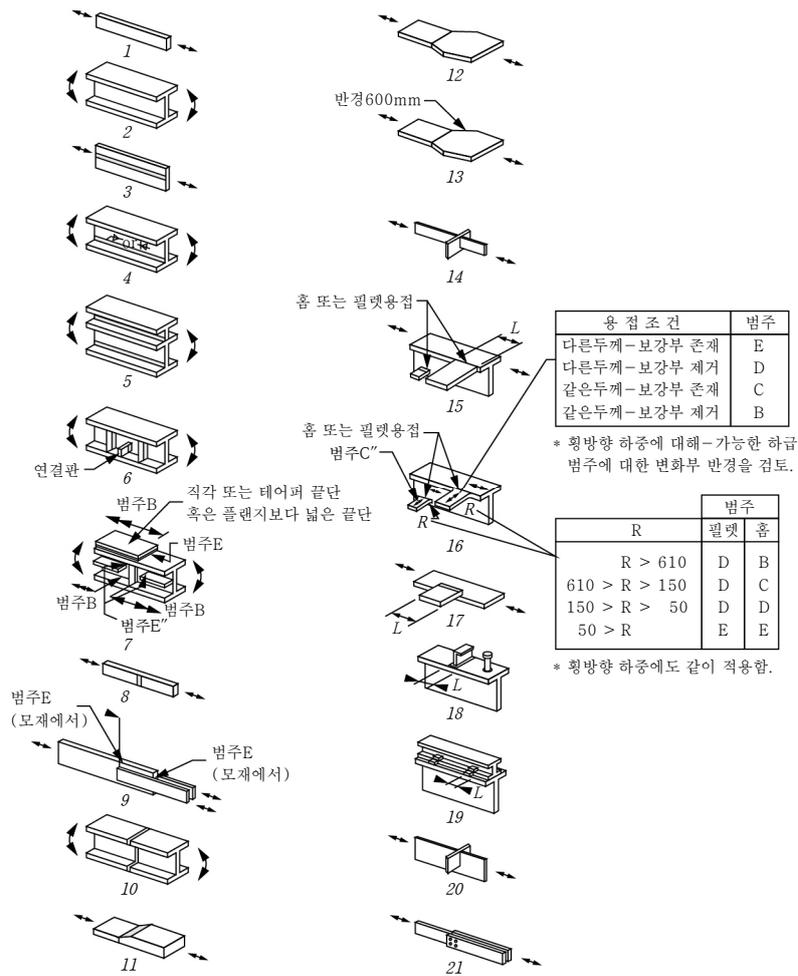


그림 4.1-2 범주의 분류 예

4.1.2.4 구속을 줄이기 위한 상세

용접 구조물은 구속에 의한 파단을 일으킬 수 있는 과도한 구속과 균열과 같은 기하학적 불연속을 갖지 않도록 상세를 설계해야 한다. 작용 응력방향과 평행한 수평보강재 용접부와 수직보강재 용접부의 교차부에는 용접지단 사이의 간격이 최소 25 mm 이상 되도록 설계한다.

4.1.3 변형유발피로

모든 횡방향 부재를 종방향 부재의 단면을 포함하는 적절한 구조요소에 연결하여, 예상하였거나 예상치 못한 하중을 전달하기에 충분한 하중경로를 제공해 주어야 한다. 이러한 하중경로는 여러 구조요소를 용접 또는 볼트로 연결하여 확보할 수 있다.

4.1.3.1 수직연결판

연결판은 다음과 같은 단면의 압축 및 인장 플랜지 모두에 대해 용접 또는 볼트를 이용해 연결되어야 한다.

- (1) 내·외부 다이아프램이나 브레이싱은 횡방향 연결판 또는 연결판으로서의 기능을 갖는 수직 보강재에 부착해야 한다.
- (2) 가로보는 횡방향 연결판 또는 연결판으로서의 기능을 갖는 수직보강재에 부착해야 한다.
특별한 조건이 주어지지 않는 한, 용접 및 볼트연결은 직선교의 경우 90,000 N의 횡하중에 저항하도록 설계되어야 한다.

4.1.3.2 수평연결판

플랜지에 수평연결판을 붙이는 것이 곤란할 경우에는, 보강된 복부판에 부착되는 수평연결판은 플랜지에서 플랜지폭의 1/2 이상 떨어져야 한다. 비보강 복부판에 부착된 수평연결판은 플랜지에서 150 mm 이상 및 플랜지 폭의 1/2 이상 떨어져야 한다. 수평연결판으로 연결된 수평 브레이싱 부재의 끝은 복부판 및 수직보강재로부터 최소 100 mm의 거리를 유지해야만 한다. 보강재가 사용된 복부판의 수평연결판은 보강재의 중심선에 맞추어 설치되어야 한다. 수평연결판과 보강재가 복부판의 같은 면에 위치한 경우에는 수평연결판을 보강재에 부착해야 한다. 이 경우에 수직보강재는 압축플랜지로부터 인장플랜지까지 연속되어 있어야 하며, 양쪽 플랜지 모두에 부착되어야 한다.

4.2 인성요구조건

- (1) 국내의 지역별 온도구역은 표 4.2-1에 따르며, 인장 또는 교번응력을 받는 주부재의 사용강재는 표 4.2-2에 따라서 샤프피 흡수에너지로 나타내는 저온인성 규격을 만족해야 한다.
- (2) 인장 또는 교번응력을 받는 주부재의 최대 허용 판두께는 교량이 건설되는 지역의 온도구역에 따라 표 4.2-2에 규정한 값으로 한다.
- (3) 인장 또는 교번응력을 받는 주부재는 도면과 공사시방서 등에 명시해야 한다.

표 4.2-1 국내 지역별 최저 공용온도에 따른 온도구역 구분

구분	최저 공용온도(T) ²⁾	대상 지역 ¹⁾
온도구역 I	$-15^{\circ}\text{C} \leq T$	부산, 울산, 광주 전체지역
		전라남도 전체지역
		경상남도 전체지역
		경상북도 전체지역 (온도구역 II 지역 제외)
		제주도 전체지역
온도구역 II	$-25^{\circ}\text{C} \leq T < -15^{\circ}\text{C}$	서울, 인천, 대구, 대전 전체지역
		경기도 동부를 제외한 지역
		충청남도 전체지역
		전라북도 전체지역

구분	최저 공용온도(T) ²⁾	대상 지역 ¹⁾
온도구역 III	-35℃ ≤ T < -25℃	경상북도 내륙지역
		강원도 해안지역
		경기도 동부지역 (동두천, 이천, 양평 등)
		강원도 내륙지역
		충청북도 전체지역

주 1) 교량이 건설되는 지역의 온도구역 구분이 명확하지 않은 경우에는, 대상지역의 기상청 관측자료를 기준으로 최근 30년 내 최저기온에 따라 온도구역을 구분한다.

2) 최저 공용온도(T)라 함은 교량이 건설되는 지역의 최근 30년 내 최저기온(100년 재현주기 최저 기온과 유사)을 말한다.

표 4.2-2 인장 또는 교번응력을 받는 주부재의 강종별 인성규격과 온도구역 별 최대 허용판두께

구분	기호	온도구역 및 강종		온도구역 I	온도구역 II	온도구역 III
				(-15℃) ¹⁾	(-25℃) ¹⁾	(-35℃) ¹⁾
		충격시험 ³⁾		최대 허용판두께 ²⁾ (mm)		
		시험온도	샤르피 흡수에너지			
용접 구조용 압연 강재	SM275B	0℃	27J 이상	40	40	40
	SM275C	-20℃	27J 이상	100	100	90
	SM275D	-40℃	27J 이상	100	100	100
	SM355B	0℃	27J 이상	40	40	40
	SM355C	-20℃	27J 이상	100	80	70
	SM355D	-40℃	27J 이상	100	100	100
	SM420B	0℃	27J 이상	40	40	40
	SM420C	-20℃	27J 이상	80	65	55
	SM420D	-40℃	27J 이상	100	100	80
	SM460B	0℃	47J 이상	65	55	45
SM460C	-20℃	27J 이상	75	60	50	
용접 구조용 내후성 열간 압연 강재	SMA275B	0℃	27J 이상	40	40	40
	SMA275C	-20℃	27J 이상	100	100	90
	SMA355B	0℃	27J 이상	40	40	40
	SMA355C	-20℃	27J 이상	100	80	70
	SMA460	0℃	47J 이상	65	55	45
교량 구조용 압연 강재	HSB380	-5℃	47J 이상	85	70	60
	HSB380L	-20℃	47J 이상	100	95	80
	HSB380W	-5℃	47J 이상	85	70	60
	HSB460	-5℃	47J 이상	70	60	50
	HSB460L	-20℃	47J 이상	95	80	65
	HSB460W	-5℃	47J 이상	70	60	50
	HSB690	-20℃	47J 이상	55	45	40
	HSB690L	-40℃	47J 이상	80	70	60
	HSB690W	-20℃	47J 이상	55	45	40

주1) 선형보간법에 따라 최대 허용판두께를 산정할 때 사용되는 각 구역별 기준 공용온도.

주2) 교량이 건설되는 지역의 최근 30년 내 최저기온(T)을 알고 있는 경우, 주 1)의 기준공용온도에 따른 선형보간법을 적용하여 최대 허용판두께를 산정해도 좋다. 예를 들어 SM355C의 경우, 어느 지역의 최저기온(T)이 -20℃ 라면 구역 I 의 -15℃ 와 구역 II 의 -25℃ 를 기준으로 하여 최대 허용판 두께는 90 mm로 된다. 단, 최저기온의 범위가 -35℃ ≤ T < -15℃ 일 때만 선형 보간을 적용할 수 있다.

주3) KS B 0810 “금속 재료 충격 시험 방법”에 따라 측정하며 강재의 인성을 충격에 대한 에너지흡수능력으로 표현하는 값임.

집필위원	분야	성명	소속	직급
	토목	배두병	국민대학교	교수
	토목	심창수	중앙대학교	교수
	건축	이경구	단국대학교	교수
	토목	오창국	국민대학교	교수
	건축	엄태성	단국대학교	교수

자문위원	분야	성명	소속
	토목	박영석	명지대학교
	건축	김상섭	한국기술교육대학교
	건축	이명재	중앙대학교
	토목	정경섭	충북대학교
	토목	조재병	경기대학교
	토목	최동호	한양대학교
	토목	신동구	명지대학교
	건축	오영석	대전대학교
	건축	이은택	중앙대학교
	건축	이철호	서울대학교
	건축	김주우	세명대학교
	건축	양재근	인하대학교
	건축	김우범	공주대학교
	토목	최상현	한국교통대학교
	토목	성택룡	포스코
	건축	신경재	경북대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	구조	백인열	가천대학교
		박동욱	서울시
		이은택	중앙대학교
		김태진	(주)창민우구조건설턴트
		장종진	한국토지주택공사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이상민	비엔티엔지니어링(주)
	이희엽	한국철도기술연구원
	이상희	(주)이디시엠
	박성운	대림산업
	노성열	동부엔지니어링
	박구병	한국시설안전공단
	김태진	창민우구조건설턴트

국토교통부	성명	소속	직책
	정선우	국토교통부 기술기준과	과장
	김병채	국토교통부 기술기준과	사무관
	김광진	국토교통부 기술기준과	사무관
	이선영	국토교통부 기획총괄과	사무관
	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청	사무관
	김남철	국토교통부 기술기준과	주무관

설계기준
KDS 14 30 20 : 2019

강구조 피로 및 파단 설계기준(허용응력설계법)

2019년 5월 20일 발행

국토교통부

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

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