

KDS 14 31 20 : 2017

강구조 피로 및 파단 설계기준 (하중저항계수설계법)

2017년 12월 20일 개정
<http://www.kcsc.re.kr>





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)
하중저항계수설계법에 의한 강구조설계기준	<ul style="list-style-type: none"> • 하중저항계수설계법에 의한 기준 제정 	제정 (2009.12)
하중저항계수설계법에 의한 강구조설계기준	<ul style="list-style-type: none"> • 골조의 안정성, 플레이트 거더 및 곡선박스거더교의 휨설계, 피로 및 파단에 대해 개정 	개정 (2014.5)
KDS 14 31 20 : 2016	<ul style="list-style-type: none"> • 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비함. 	제정 (2016.6)
KDS 14 31 20 : 2017	<ul style="list-style-type: none"> • 철강재 KS 개정에 따른 주요 기계적 성질인 강도, 연신율 등의 조정 및 세부규정 개정 	개정 (2017.12)

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

개 정 : 2017년 12월 20일
 자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

목 차

1. 일반사항	1
2. 조사 및 계획	1
3. 재료	1
4. 설계(피로 및 파단)	1
4.1 피로	1
4.2 인성요구조건	12



강구조 피로 및 파단 설계기준(하중저항계수설계법)

1. 일반사항

이 기준의 규정은 강구조물의 피로 및 파단 설계에 적용한다.

2. 조사 및 계획

내용 없음.

3. 재료

KDS 14 31 05(3)에 따른다.

4. 설계(피로 및 파단)

4.1 피로

4.1.1 일반사항

피로는 하중유발피로와 변형유발피로로 분류된다.

4.1.2 하중유발피로

4.1.2.1 적용

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

4.1.2.2 설계기준

하중유발피로를 고려하는 경우, 각 구조상세는 다음 조건을 만족해야 한다.

$$\gamma(\Delta f) \leq (\Delta F)_n \quad (4.1-1)$$

여기서, γ : 하중조합 규정에 명시된 하중계수

(Δf) : 하중효과, 즉 피로설계하중 통과 시 발생하는 활하중 응력범위 (MPa)

$(\Delta F)_n$ 4.1.2.5에 규정된 공칭피로강도 (MPa)

강구조 피로 및 파단 설계기준(하중저항계수설계법)

4.1.2.3 상세범주

부재와 이음부의 상세는 표 4.1-1에 요약되어 있는 각 상세범주의 요구조건을 만족하도록 설계해야 한다. 표에 볼트구멍으로 그려진 부분은 강구조시방서 규정에 따라 볼트체결이 이루어진 것을 나타낸다.

붕괴유발부재와 같이 특별히 규정된 경우를 제외하고, 설계수명동안 피로설계 대상 부재가 받을 응력반복횟수를 산정할 수 있고, 이 반복횟수가 표 4.1-3에 있는 무한수명에 해당하는 응력범위 반복횟수보다 적다면 유한수명을 고려하여 해당 반복횟수에 상응하는 피로강도를 계산하여 피로설계에 적용하고, 그렇지 않은 경우 무한수명을 고려하여 피로설계를 수행한다.

강바닥판 부재 및 상세 또한 표 4.1-1의 강바닥판 상세범주 요구조건을 만족하도록 설계한다.

표 4.1-1 하중유발피로에 대한 상세범주


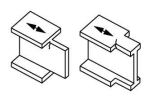
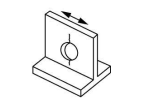
상세설명	범주	일정 진폭 피로한계 값((ΔF)TH) (MPa)	무한수명 피로한계 값((ΔF)CL) (MPa)	균열발생 가능위치	그림(예)
유형 1 - 용접의 영향을 받지 않는 부재					
1.1 압연면 또는 부착물이 없는 깨끗한 표면을 갖는 모재부(가스절단부의 경우 0.025 mm 이하의 조도를 가지며, 다른 부재와의 연결을 위한 가공된 모서리가 없어야 함)	A	165.0	82.5	모든 용접부 및 연결부에서 떨어진 곳	
1.2 무도장 내후성 강재(가스절단부의 경우 0.025 mm 이하의 조도를 가지며, 다른 부재와의 연결을 위한 가공된 모서리가 없어야 함)	B	110.0	55.0	모든 용접부 및 연결부에서 떨어진 곳	
1.3 다른 부재와의 연결을 위한 가공된 모서리가 있는 경우 또는 강구조 시방서에 따라 제작된 기하학적 불연속부(용접작업구 제외)	C	69.0	34.5	모서리부 모든 곳	
1.4 용접작업구가 있는 압연단면	C	69.0	34.5	부재조립을 위한 용접작업구의 모재부	
1.5 부재의 개구부	D	48.3	24.2	구멍주변의 순단면 부위	

표 4.1-1 하중유발피로에 대한 상세범주(계속)

상세설명	범주	일정 진폭 피로한계 값((ΔF)TH) (MPa)	무한수명 피로한계 값(ΔF_{CL}) (MPa)	균열발생 가능위치	그림(예)
유형 2 - 볼트 연결부					
2.1 고장력볼트를 적용한 마찰이음부 전단면 적용 모재부(볼트구멍을 드릴로 뚫거나, 펀칭 후 리밍하여 가공한 경우)	B	110.0	55.0	볼트구멍 주변	
2.2 마찰이음 요구조건에 맞춰 고장력볼트로 체결되었으나 지압이음으로 설계된 순단면 적용 모재부(볼트구멍을 드릴로 뚫거나, 펀칭 후 리밍하여 가공한 경우)	B	110.0	55.0	볼트구멍 주변	
2.3 •용융아연도금한 모든 볼트 연결부의 순단면 적용 모재부 •2.1 및 2.2의 조건과 같으나, 펀칭으로만 전체구멍을 뚫은 경우 •볼트를 제외한 다른 연결재를 적용한 순단면 적용 모재부(아이바와 편연결판 제외)	D	48.3	24.2	볼트구멍 주변 또는 구멍과 가까운 모재부	
2.4 아이바의 머리부분과 편연결판의 순단면 적용 모재부	E	31.0	15.5	구멍 주변	
유형 3 - 조립부재의 용접연결부					
3.1 종방향으로 연속된 완전용입 그루브용접 또는 응력 작용방향과 평행한 연속된 필릿 용접에 의해 연결된 부착물이 없는 형강 또는 조립 부재의 모재부와 용접금속부	B	110.0	55.0	용접표면 또는 용접내부의 결함 등 불연속부	
3.2.3.1의 상세에서 받침봉을 제거하지 않은 완전용입 그루브 용접이 적용된 곳과 응력 작용방향과 평행한 연속 부분용입 그루브용접이 적용된 경우	B'	82.7	41.4	용접표면 또는 용접내부의 불연속부(받침봉을 붙이기 위한 용접부 포함)	
3.3 용접작업구의 종방향 용접 끝나는 부분의 용접금속 및 모재부(플랜지의 맞대기이음부는 포함하지 않음.)	D	48.3	24.2	웹 또는 플랜지의 용접이 끝나는 부분	

강구조 피로 및 파단 설계기준(하중저항계수설계법)

표 4.1-1 하중유발피로에 대한 상세범주(계속)

상세설명	범주	일정 진폭 피로한계 값((ΔF)TH) (MPa)	무한수명 피로한계 값(ΔFCL) (MPa)	균열발생 가능위치	그림(예)
유형 3 - 조립부재의 용접 연결부					
3.4 응력 작용방향과 평행한 필릿용접에 의해 연결된 덮개판의 용접금속 및 모재부	B	110.0	55.0	용접단부에서 어느 정도 떨어진 용접표면 또는 용접내부의 불연속부	
3.5 끝부분 돌림용접 적용여부와 관계없고 사각형 또는 경사진 단면의 덮개판 폭이 플랜지보다 좁은 경우 또는 끝부분 용접이 있는 플랜지 폭이 플랜지보다 큰 경우 용접연결부의 용접금속부 또는 모재부				돌림용접 지단부의 플랜지, 종방향 용접이 끝나는 부분의 플랜지, 덮개판 폭이 플랜지보다 큰 경우 용접된 플랜지모서리	
- 플랜지 두께 ≤ 20 mm - 플랜지 두께 ≥ 20 mm	E E'	31.0 17.9	15.5 9.0		 단부용접유무 관계없음 단부용접존재
3.6 플랜지와 접합된 끝부분은 마찰이음 고장력볼트로 접합되고, 나머지 부분은 용접연결된 덮개판의 용접단부의 모재부	B	110.0	55.0	종방향 용접이 끝나는 부분의 플랜지	
3.7 끝부분 용접이 없고 플랜지보다 폭이 넓은 덮개판의 종방향 용접이 끝나는 부분의 모재부	E'	17.9	9.0	덮개판 용접 끝부분의 플랜지모서리	 단부용접없음 TY
유형 4 - 보강재 용접 연결부					
4.1 수직보강재와 플랜지 및 수직보강재와 웨브의 필릿용접 지단부의 모재부(주: 지압보강재와 연결판 등의 유사 용접부 포함)	C'	82.7	41.4	필릿용접지단의 기하학적 불연속부	
4.2 응력 작용방향과 평행하게 연속적으로 웨브 또는 플랜지에 필릿용접된 수평보강재 용접부의 용접금속 및 모재부	B	110.0	55.0	용접단부로부터 일정거리 떨어진 부분의 용접표면 및 내부의 불연속부	

표 4.1-1 하중유발피로에 대한 상세범주(계속)

상세설명	범주	일정 진폭 피로한계 값(ΔF)TH (MPa)	무한수명 피로한계 값(ΔF)CL (MPa)	균열발생 가능위치	그림(예)
유형 4 - 보강재 용접 연결부					
4.3 웨브 또는 플랜지에 부착된 수평보강재 용접단부의 모재부. •변화부 반경을 두지 않는 필릿용접 보강재의 경우 - 보강재두께 < 25 mm - 보강재두께 ≥ 25 mm •변화부 반경을 갖고 용접 끝부분을 매끈하게 연마한 경우 - R ≥ 600 mm - 600 mm > R ≥ 150 mm - 150 mm > R ≥ 50 mm - 50 mm > R	E	31.0	15.5	용접이 끝나는 부분 용접지단에 접한 주부재 (플랜지 또는 웨브)	
	E'	17.9	9.0	변화부 반경 끝부분의 주부재 (플랜지 또는 웨브)	
유형 5 - 응력 작용 방향에 수직한 방향으로 용접된 접합부					
5.1 용접의 건정성이 비파괴 시험을 통해 입증되고, 용접부가 응력 작용방향으로 연마되어 있는 완전용입 그루브용접부의 용접금속 및 모재부(폭이나 두께방향 변화부 기울기가 1:2.5 이하)	B	110.0	55.0	용접내부 불연속부(결합부) 또는, 폭 또는 두께가 변화하는 시점	
5.2 다른 조건은 5.1의 경우와 같고, 그루브용접 단부의 접선점에서 시작한 폭변화부 반경이 600 mm 이상인 경우	B	110.0	55.0	용융부 주변의 불연속부 또는 용접내부의 불연속부	
5.3 완전용입 그루브용접된 T형 또는 모서리 접합부 주변 또는 용접된 부분의 용접금속 및 모재부 또는 두께변화가 없거나 1:2.5 이하의 두께변화가 있는 경우로 용접덧살이 제거되지 않은 완전용입 그루브용접 맞대기 이음부의 용접금속 및 모재부	C	69.0	34.5	용융부 주변 또는 용접지단의 불연속부 표면	
5.4 하중전달형 불연속 판요소가 양면 필릿용접에 의해 부착된 상세의 용접금속 또는 모재부, 또는 응력 작용방향에 수직한 판의 양면에 부분용입 그루브용접 접합된 상세의 용접금속 및 모재부 (식 4.1-5에 의해 조정된 C 상세 적용)	C	69.0	34.5	모재에 접한 용접지단의 기하학적 불연속부 또는 인장을 받는 용접루트	

강구조 피로 및 파단 설계기준(하중저항계수설계법)

표 4.1-1 하중유발피로에 대한 상세범주(계속)

상세설명	범주	일정 진폭 피로한계 값(ΔF)/TH (MPa)	무한수명 피로한계 값(ΔF_{CL}) (MPa)	균열발생 가능위치	그림(예)
유형 6 - 횡방향으로 응력을 받는 용접 부착물					
<p>6.1 주응력 방향과 평행한 방향의 용접에 의해 부착되고 용접단을 매끈하게 연마하였으며 변화부의 반경이 R인 횡방향으로 응력을 받는 상세(예를 들어, 측면연결판) 위치에서 종방향으로 응력을 받는 부재의 모재부</p> <ul style="list-style-type: none"> - $R \geq 600$ mm - $600 \text{ mm} > R \geq 150$ mm - $150 \text{ mm} > R \geq 50$ mm - $50 \text{ mm} > R$ <p>용접단을 매끈하게 연마하지 않은 모든 변화부 반경에 대해서 (주의: 적용가능하다면, 조건 6.2, 6.3 또는 6.4 또한 검토해야 한다.)</p>	<p>B</p> <p>C</p> <p>D</p> <p>E</p> <p>E</p>	<p>110</p> <p>69.0</p> <p>48.3</p> <p>31.0</p> <p>31.0</p>	<p>55.0</p> <p>34.5</p> <p>24.2</p> <p>15.5</p> <p>15.5</p>	<p>종방향으로 응력을 받는 부재모서리 또는 용접단이 매끈하게 연마되지 않은 경우 용접지단부와 변화부 반경과의 접촉점 근처</p>	
<p>6.2 종방향으로 응력을 받는 동일한 두께의 부재에 주응력과 평행한 방향으로 완전용입 그루브용접으로 부착되고 변화부 반경 R을 포함하는 횡방향으로 응력을 받는 상세(예를 들면, 측면연결판)의 모재에서 용접 건전도가 비파괴시험으로 입증되고 용접단이 매끈하게 연마된 경우 :</p> <p>용접덧살이 제거되었을 때 :</p> <ul style="list-style-type: none"> - $R \geq 600$ mm - $600 \text{ mm} > R \geq 150$ mm - $150 \text{ mm} > R \geq 50$ mm - $50 \text{ mm} > R$ <p>용접덧살이 제거되지 않았을 때 :</p> <ul style="list-style-type: none"> - $R \geq 600$ mm - $600 \text{ mm} > R \geq 150$ mm - $150 \text{ mm} > R \geq 50$ mm - $50 \text{ mm} > R$ <p>(주의 : 조건 6.1 또한 검토해야 한다.)</p>	<p>B</p> <p>C</p> <p>D</p> <p>E</p> <p>C</p> <p>C</p> <p>D</p> <p>E</p>	<p>110.0</p> <p>69.0</p> <p>48.3</p> <p>31.0</p> <p>69.0</p> <p>69.0</p> <p>48.3</p> <p>31.0</p>	<p>55.0</p> <p>34.5</p> <p>24.2</p> <p>15.5</p> <p>34.5</p> <p>34.5</p> <p>24.2</p> <p>15.5</p>	<p>변화부 반경의 접촉점 근처나 용접내부 또는 종방향으로 응력을 받는 부재나 횡방향으로 응력을 받는 부착물의 용해 경계</p> <p>종방향으로 응력을 받는 부재나 횡방향으로 응력을 받는 부착물의 모서리를 따라 생긴 용접지단부</p>	

표 4.1-1 하중유발피로에 대한 상세범주(계속)

상세설명	범주	일정 진폭 피로한계 값(ΔF)TH (MPa)	무한수명 피로한계 값(ΔF CL) (MPa)	균열발생 가능위치	그림(예)
유형 6 - 횡방향으로 응력을 받는 용접 부착물					
<p>6.3 종방향으로 응력을 받는 두께가 다른 부재에 주응력과 평행한 방향으로 완전용입 그루브용접으로 부착되고 용접변화부 반경 R을 포함하는 횡방향으로 응력을 받는 상세(예를 들면, 측면 연결판)의 모재에서 용접 건전도가 비파괴시험으로 입증되고 용접단이 매끈하게 연마된 경우:</p> <p>용접덧살이 제거되었을 때:</p> <ul style="list-style-type: none"> - $R \geq 50$ mm - $R < 50$ mm <p>용접덧살이 제거되지 않았을 때: (주의: 조건 6.1 또한 검토해야 한다.)</p>				<p>두께가 더 얇은 판의 모서리를 따라 생긴 용접지부</p> <p>용접변화부 반경이 작은 용접단</p> <p>두께가 더 얇은 판의 모서리를 따라 생긴 용접지단부</p> <p>용접덧살비제거 용접덧살제거</p>	
<p>6.4 종방향으로 응력을 받는 부재에 주응력과 평행한 방향으로 필릿용접이나 부분용입 그루브용접으로 부착된 횡방향으로 응력을 받는 상세(예를 들면, 측면 연결판)의 모재부</p> <p>(주의: 조건 6.1 또한 검토해야 한다.)</p>	조건 5.4 참조				
유형 7 - 종방향으로 응력을 받는 용접 부착물					
<p>7.1 변화부 반경을 포함하지 않는 이음부가 주응력 방향과 평행 또는 수직인 방향으로 각각 길이가 L이고 두께가 t로 그루브용접 또는 필릿용접으로 부착된 종방향으로 응력을 받는 부재의 모재부</p> <ul style="list-style-type: none"> - $L < 50$ mm - $50 \text{ mm} \leq L \leq 12t$ 또는 100 mm - $L > 12t$ 또는 100 mm - $t < 25$ mm - $t \geq 25$ mm 				<p>용접 지단부에서의 주부재</p>	
유형 8 - 기타					
<p>8.1 리브와 바닥판간 용접 - 용접이전에 용접루트 간격이 0.5 mm 이하인 단일면 80%(최소 70% 이상) 용입 용접부</p>	C	69.0	34.5	그림 참조	

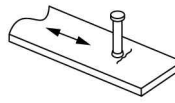
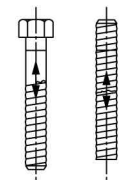
강구조 피로 및 파단 설계기준(하중저항계수설계법)

표 4.1-1 하중유발피로에 대한 상세범주(계속)

상세설명	범주	일정 진폭 피로한계 값(ΔF)TH (MPa)	무한수명 피로한계 값(ΔF_{CL}) (MPa)	균열발생 가능위치	그림(예)
유형 8 - 기타					
8.2 리브용접 이음부 - 용접간격이 리브의 두께보다 크고 영구받침봉이 그대로 남아있는 맞대기 일면 그루브용접부	D	48.3	24.2	그림 참조	
8.3 볼트가 적용된 리브이음부 - 고장력 마찰접합된 전단면 적용 모재부	B	110.0	55.0	그림 참조	
8.4 바닥판이음부 - 영구받침봉이 그대로 남아있는 횡방향 또는 종방향 맞대기 일면 그루브용접부	D	48.3	24.2	그림 참조	
8.5 리브의 횡리브 또는 가로보 용접부-횡리브 또는 가로보에 필릿 또는 완전용입용접된 리브용접부	C	69.0	34.5	그림 참조	
8.6 리브와 용접된 횡리브 또는 가로보의 웨브 - 리브와 필릿, 부분용입 또는 완전용입용접된 횡리브 또는 가로보의 웨브 용접부	C	69.0	34.5	그림 참조	
8.7 횡리브 또는 가로보 절곡부 - 끝단이 강구조시방서에 따라 “매끈하게” 가스절단된 모재 (벌크헤드플레이트 절곡부)	B	110.0	55.0	그림 참조	
8.8 절곡부에서의 리브판 - 횡리브 또는 가로보와 필릿, 부분용입 또는 완전용입용접된 지점의 리브판 (벌크헤드플레이트와 횡리브 또는 가로보와 필릿, 부분용입 또는 완전용입용접된 지점의 벌크헤드플레이트)	C	69.0	34.5	그림 참조	
8.9 횡리브 또는 가로보, 바닥판과 리브의 교차점	E	31.0	15.5	그림 참조	

주의 1) 필릿이나 부분 용입용접부에서 응력이 면내성분에 의해 지배되는 경우에는 식 (4.1-5)가 고려되어야 한다. 이러한 경우, Δf 는 두께의 중심에서 계산되어야 한다.

표 4.1-1 하중유발피로에 대한 상세범주(계속)

상세설명	범주	일정 진폭 피로한계 값(ΔF) _{TH} (MPa)	무한수명 피로한계 값(ΔF) _{CL} (MPa)	균열발생 가능위치	그림(예)
유형 9 - 기타					
9.1 필릿이나 자동 스티드 용접에 의해 부착된 스티드형태의 전단연결재 부근의 모재부	C	69.0	34.5	모재의 용접단부	
9.2 축방향 인장을 받는 F8T 볼트		100	50	그림 참조	
축방향 인장을 받는 F10T(S10T) 볼트		110	55		
축방향 인장을 받는 F13T(S13T) 볼트		80	40		

4.1.2.4 구속을 줄이기 위한 상세

용접 구조물은 구속-유발과단을 일으킬 수 있는 심한 구속에 의해 응력이 발생 될 수 있는 상세 및 균열과도 같은 기하학적 불연속부를 갖지 않도록 상세를 설계해야 한다. 작용 응력방향과 평행한 수평보강재 용접부와 수직보강재 용접부 교차부에는 용접지단 사이의 간격이 최소 25 mm 이상 되도록 설계한다.

4.1.2.5 피로강도

일정진폭응력에 대한 각 상세별 공칭피로강도는 다음과 같다.

$$(\Delta F)_n = \left(\frac{N_{TH}}{N} \right)^{\frac{1}{3}} (\Delta F)_{TH}, \quad N \leq N_{TH} \quad (4.1-2)$$

다양한 진폭응력에 대한 각 상세별 공칭피로강도는 다음과 같다.

$$(\Delta F)_n = \left(\frac{N_{TH}}{N} \right)^{\frac{1}{3}} (\Delta F)_{TH}, \quad N \leq N_{TH} \quad (4.1-3)$$

$$= \left(\frac{N_{TH}}{N} \right)^{\frac{1}{5}} (\Delta F)_{TH}, \quad N_{TH} \leq N \leq N_{CL} \quad (4.1-4)$$

여기서, N : 대상 구조상세가 설계수명 동안 받을 것으로 예상되는 활하중에 의한 응력범위 반복횟수

$(\Delta F)_{TH}$: 표 4.1-2에 주어진 일정진폭 피로한계값 (MPa)

$(\Delta F)_{CL}$: 표 4.1-3에 주어진 무한수명 공칭피로강도 (MPa)

N_{TH} : 일정진폭 피로한계값($(\Delta F)_{TH}$)에 해당하는 응력범위 반복횟수 (표 4.1-2)

N_{CL} : 무한수명 응력범위(cut-off limit)에 해당하는 응력범위 반복횟수 (표 4.1-3)

강구조 피로 및 파단 설계기준(하중저항계수설계법)

그림 4.1-1은 범주 A에서 E'까지의 공칭피로강도를 나타낸 그래프이다.

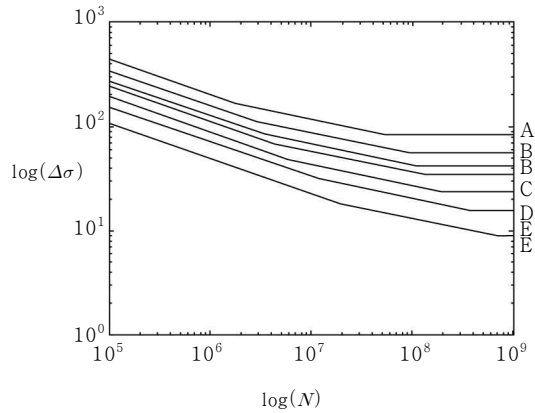


그림 4.1-1 피로강도곡선

N 이 N_{CL} 을 초과하거나 트럭 교통량을 명확히 규정할 수 없는 경우는 표 4.1-3에 주어진 무한수명에 해당하는 공칭 피로강도 $(\Delta F)_{CL}$ 를 적용할 수 있다.

불연속된 판에 의해 하중을 받고 응력방향과 수직인 방향으로 필릿용접 또는 부분용입 그루브용접 연결된 상세부 모재에 대한 공칭피로강도는 다음과 같다.

$$(\Delta F)_n = (\Delta F)_n^c \left(\frac{1.12 - \left(\frac{2a}{t_p}\right) + 1.24 \left(\frac{w}{t_p}\right)}{t_p^{0.167}} \right) \leq (\Delta F)_n^c \quad (4.1-5)$$

여기서, $(\Delta F)_n^c$: 상세범주 C에 대한 공칭피로강도 (MPa)

$2a$: 하중 전달판의 두께방향으로의 용접루트 사이 간격 (mm)

(필릿용접의 경우 $(2a/t_p)$ 는 1.0임.)

t_p : 하중을 받는 판의 두께 (mm)

w : 하중 전달판 두께방향의 필릿용접의 각장 (mm)

표 4.1-2 일정진폭 피로한계값 $(\Delta F)_{TH}$ 및 반복횟수 (N_{TH})

상세범주	$(\Delta F)_{TH}$ (MPa)	$N_{TH} (\times 10^6)$
A	165.0	1.83
B	110.0	2.95
B'	82.7	3.54
C	69.0	4.38
C'	82.7	2.55
D	48.3	6.40
E	31.0	12.12

상세범주	$(\Delta F)_{TH}$ (MPa)	N_{TH} ($\times 10^6$)
E'	17.9	22.32
축방향인장을 받는 F8T 볼트	100.0	0.84
축방향인장을 받는 F10T(S10T) 볼트	110.0	0.77
축방향인장을 받는 F13T(S13T) 볼트	80.0	0.84

표 4.1-3 무한수명 공칭피로강도($(\Delta F)_{CL}$) 및 반복횟수(N_{CL})

상세범주	$(\Delta F)_{CL}$ (MPa)	N_{CL} ($\times 10^6$)
A	82.5	58.41
B	55.0	94.49
B'	41.4	113.11
C	34.5	140.27
C'	41.4	81.47
D	24.2	204.76
E	15.5	387.77
E'	9.0	714.17
축방향인장을 받는 F8T 볼트	50.0	6.75
축방향인장을 받는 F10T(S10T) 볼트	55.0	6.13
축방향인장을 받는 F13T(S13T) 볼트	40.0	6.75

4.1.3 변형유발피로

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

웹의 좌굴과 면외 변형을 제어하기 위해 KDS 14 31 10(4.3.3.1.5.3)의 규정을 만족해야 한다.

4.1.3.1 수직연결판

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

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

강구조 피로 및 파단 설계기준(하중저항계수설계법)

4.1.3.2 수평연결판

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

4.1.3.3 강바닥판

강바닥판에 대한 구조상세는 강바닥판 조항의 규정을 만족해야 한다.

4.2 인성요구조건

- (1) 국내의 지역별 온도구역은 표 4.2-1에 따르며, 인장 또는 교번응력을 받는 주부재의 사용강재는 표 4.2-2에 따라서 샤르피흡수에너지로 나타내는 저온인성규격을 만족해야 한다.
- (2) 인장 또는 교번응력을 받는 주부재의 최대 허용판두께는 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⁾	대상지역 ¹⁾
온도구역 I	-15 °C ≤ T	부산, 울산, 광주 전체지역
		전라남도 전체지역
		경상남도 전체지역
		경상북도 전체지역(온도구역II 지역 제외)
		제주도 전체지역
온도구역 II	-25 °C ≤ T < -15 °C	서울, 인천, 대구, 대전 전체지역
		경기도 동부를 제외한 지역
		충청남도 전체지역
		전라북도 전체지역
		경상북도 내륙지역
		강원도 해안지역
온도구역 III	-35 °C ≤ T < -25 °C	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 교변응력을 받는 주부재의 강종별 인성규격과 온도구역 별 최대 허용판두께

온도구역 강종				온도구역 I (-15 °C) ¹⁾	온도구역 II (-25 °C) ¹⁾	온도구역 III (-35 °C) ¹⁾
구분	기호	충격시험 ³⁾		최대허용판 두께 ²⁾ (mm)		
		시험온도	샤르피 흡수에너지			
용접 구조용 압연 강재	SM400	0 °C	27 J 이상	40	40	40
	SM400C	0 °C	47 J 이상	100	100	95
	SM490B	0 °C	27 J 이상	40	40	40
	SM490C	0 °C	47 J 이상	95	80	70
	SM490-TMC	0 °C	47 J 이상	95	80	70
	SM490YB	0 °C	27 J 이상	40	40	40
	SM520B	0 °C	27 J 이상	40	40	40
	SM520C	0 °C	47 J 이상	85	70	60
	SM520C-TMC	0 °C	47 J 이상	85	70	60
	SM570	-5 °C	47 J 이상	70	60	50
SM520-TMC	-5 °C	47 J 이상	70	60	50	
용접 구조용 내후성 열간 압연 강재	SMA400B	0 °C	27 J 이상	40	40	40
	SMA400C	0 °C	47 J 이상	100	100	95
	SMA490B	0 °C	27 J 이상	40	40	40
	SMA490C	0 °C	47 J 이상	95	80	70
	SMA570	-5 °C	47 J 이상	70	60	50

온도구역 강종				온도구역 I (-15℃) ¹⁾	온도구역 II (-25℃) ¹⁾	온도구역 III (-35℃) ¹⁾
구분	기호	충격시험 ³⁾		최대허용판 두께 ²⁾ (mm)		
		시험온도	샤르피 흡수에너지			
교량 구조용 압연 강재	HSB500	-5℃	47 J 이상	85	70	60
	HSB500L	-20℃	47 J 이상	100	95	80
	HSB500W	-5℃	47 J 이상	85	70	60
	HSB600	-5℃	47 J 이상	70	60	50
	HSB600L	-20℃	47 J 이상	95	80	65
	HSB600W	-5℃	47 J 이상	70	60	50
	HSB800	-20℃	47 J 이상	55	45	40
	HSB800L	-40℃	47 J 이상	80	70	60

주 1) 선형보간법에 따라 최대 허용판두께를 산정할 때 사용되는 각 구역별 기준 공용온도.

2) 교량이 건설되는 지역의 최근 30년 내 최저기온(T)를 알고 있는 경우, 주 1의 기준공용온도에 따른 선형보간법을 적용하여 최대 허용판두께를 산정해도 좋다. 예를 들어 SM520C의 경우, 어느 지역의 최저기온(T)이 -20℃라면 구역 I의 -15℃와 구역 II의 -25℃를 기준으로 하여 최대 허용판 두께는 77.5 mm(≈78 mm)로 된다. 단, 최저기온의 범위가 $-35℃ \leq T < -15℃$ 일 때만 선형 보간을 적용할 수 있다.

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



집필위원	분야	성명	소속	직급
		박영석	명지대학교	교수
		이명재	중앙대학교	교수
		황의승	경희대학교	교수
		성택룡	포스코	그룹장
		이승은	포스코	책임연구원
		이은택	중앙대학교	교수
		이재석	현대제철	교수
		한종욱	명지대학교	교수
		김철환	경북대학교	교수
		최동호	한양대학교	교수
		김상섭	한국기술교육대학교	교수
		양재근	인하대학교	교수
		박용명	부산대학교	교수
		신동구	명지대학교	교수
		이성철	동국대학교	교수
		유정환	서울과학기술대학교	교수
		김성곤	서울과학기술대학교	교수
		조재병	경기대학교	교수
		배두병	국민대학교	교수
		오창국	국민대학교	교수
		김주우	세명대학교	교수
		심창수	중앙대학교	교수
		이경구	단국대학교	교수
		엄태성	단국대학교	교수
		이철호	서울대학교	교수

강구조 피로 및 파단 설계기준(하중저항계수설계법)

자문위원	분야	성명	소속
	건축	김규석	동국대학교
	건축	김덕재	중앙대학교
	건축	김동규	서울시립대학교
	건축	김승원	뉴테크구조기술사사무소
	건축	김종락	숭실대학교
	건축	정재철	국민대학교
	건축	최문식	단국대학교
	토목	유철수	고려대학교
	토목	이우현	중앙대학교
	토목	장석윤	서울시립대학교
	토목	장승필	서울대학교
	토목	조효남	한양대학교
	토목	정경섭	충북대학교
	건축	오영석	대전대학교
	건축	김우범	공주대학교
	토목	최상현	한국교통대학교
	건축	신경재	경북대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	구조	황의승	경희대학교
		채규봉	(주)효광엔지니어링
		강철규	경기대학교
		하영철	금오공과대학교
		윤명호	공주대학교
		현인호	(주)인이엔씨

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	송종걸	강원대학교
	조미라	인덕대학교
	이상민	비엔티엔지니어링(주)
	주영해	한국종합기술
	김태진	창민우구조
	노영숙	서울과학기술대학교
	박의수	희림종합건축

국토교통부	성명	소속	직책
	안정훈	국토교통부 기술기준과	과장
	김광진	국토교통부 기술기준과	사무관
	김남철	국토교통부 기술기준과	사무관

설계기준
KDS 14 31 20 : 2017

강구조 피로 및 파단 설계기준(하중저항계수설계법)

2017년 12월 20일 발행

국토교통부

관련단체 한국강구조학회
05801 서울특별시 송파구 송이로 30길21
☎ 02-400-7104 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>