2021년도

선급 및 강선규칙 개정(안)

13 편 산적화물선 및 유조선 공통구조규칙

Based on IACS RCN1 to 01 JAN 2020 version

Notes: (1) These Rule Changes enter into force on 1st July 2021

2021. 3 . 25

선체규칙개발팀

현 행	개 정 안	개 정 사 유
# 1부 2장 〈생략〉 ## 제 1 절 〈생략〉 ## 제 2 절 격벽 배치 **1. 수밀격벽 배치** **1.1 〈생략〉** ~~**1.2 수밀격벽에서의 개구**~~ ~~1.2.1~~ ~~수밀구획에는 개구의 수를 최소로 하여야 한다. 출입구, 배관, 통풍, 전기배선 등이 수밀격벽과 내부갑판을 관통할 필요가 있는 경우, 수밀 건전성을 유지하도록 배치하여야 한다.~~ ~~1.2.2~~ ~~수밀격벽 내 문의 밀폐성, 작동성 및 표시는 SOLAS Ch II-1 Reg.13-1 에 따라야 한다.~~	# 1부 2장 〈현행과 동일〉 ## 제 1 절 〈현행과 동일〉 ## 제 2 절 격벽 배치 **1. 수밀격벽 배치** **1.1 〈현행과 동일〉** **1.2 〈삭제〉** **1.2.1 〈삭제〉** **1.2.2 〈삭제〉**	- IMO GBS 관찰 사항[IACS/2015/FR 9-15/OB/02]의 후속 조치로서, 해당 규칙들이 “SOLAS Ch.2-1 Reg.13-1.1 화물선의 수밀 격벽 및 내부 갑판의 개구”에 대한 규정을 완전히 설명하지 못하므로, SOLAS를 참고하며 CSR에서 관련 규정 삭제

현 행	개 정 안	개 정 사 유
2. 〈생략〉 3. 선미격벽 3.1 일반사항 3.1.1 〈생략〉 3.1.2 구획 분할과 관련하여 선박의 안전도가 저해되지 않는다면, 선미격벽은 격벽갑판 하부에 계단식으로 설치할 수 있다. 3.1.3 〈생략〉 3.1.4 선미격벽은 최고 만재흘수선 상방의 첫 번째 갑판에서 후방 수평으로 경계를 지을 수 있다. 이 경우 이 갑판은 선미 또는 트랜섬까지 수밀구조이어야 한다.	2. 〈현행과 동일〉 3. 선미격벽 3.1 일반사항 3.1.1 〈현행과 동일〉 3.1.2 구획 분할과 관련하여 선박의 안전도가 저해되지 않는다면, 선미격벽은 건현갑판 하부에 계단식으로 설치할 수 있다. 3.1.3 〈현행과 동일〉 3.1.4 선미격벽이 최고 만재흘수선 상부로 확장될 경우, 건현갑판보다 낮은 격벽갑판에서 선미격벽의 경계를 지을 수 있다. 이러한 격벽갑판을 설치할 경우, 해당 갑판 또는 해당 위치 상부에서 타두재는 수밀되어야 한다.	- bulkhead → freeboard - SOLAS Ch.2-1 Reg.12.10과 일치되도록 수정

현 행	개 정 안	개 정 사 유
제 3 절 구획 배치	**제 3 절 구획 배치**	※ IMO GBS 관찰 사항[IACS/2015/FR 9-15/OB/02]의 후속 조치로서, SOLAS 또는 MARPOL에 규정되어 있는 요건 삭제
1. ~ 3. 〈생략〉	1. ~ 3. 〈현행과 동일〉	
~~4. 선수단 구획~~	4. 〈삭제〉	
~~4.1 일반사항~~	4.1 〈삭제〉	
~~4.1.1~~ ~~선수격벽 전방에 위치하는 선수피크 및 기타 구획은 연료유 또는 기타 가연성 제품을 적재하여서는 아니 된다.~~	4.1.1 〈삭제〉	- SOLAS Ch.2-2 Reg.4.2.2.3.1을 따르며, CSR에서 관련 규정 삭제
~~5. 연료유 탱크~~	5. 〈삭제〉	- SOLAS Ch.2-2 Reg.4.2 및 “MARPOL Annex I Ch.3 Reg.12A를 따르며, CSR에서 관련 규정 삭제
~~5.1 연료유 탱크의 배치~~	5.1 〈삭제〉	
~~5.1.1~~ ~~연료유 탱크는 SOLAS Ch II-2, Pt B, Reg.4.2 와 MARPOL Annex I, Ch 3, Reg.12A의 요건에 따라 배치되어야 한다.~~	5.1.1 〈삭제〉	
~~6. 선미단 구획~~	6. 〈삭제〉	- SOLAS Ch.2-1 Reg.12.10을 따르며, CSR에서 관련 규정 삭제
~~6.1 선미관~~	6.1 〈삭제〉	
~~6.1.1~~ ~~선미관은 적당한 용적의 수밀구역(또는 공간)에서 폐위되어야 한다. 선미관 배치의 (sterntube arrangement) 손상이 발생할 경우 선박이 침수되는 위험을 최소화하는 다른 조치는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우 다른 조치를 취할 수 있다.~~	6.1.1 〈삭제〉	

현 행	개 정 안	개 정 사 유
# 1부 4장 〈생략〉 ## 제 1 절 ~ 제 4 절 〈생략〉 ## 제 5 절 외부하중 **기호** 이 절에서 정의하지 않은 기호에 대하여는 **1장 4절**을 참조한다. λ : 파장(m) B_x : 고려하는 단면에서 흘수선에서 측정한 선박의 형 너비(m) x, y, z : 고려하는 위치의 X, Y 및 Z 좌표(m) (**4장 1절 [1.2.1]** 참조) f_{xL} : **4장 2절**에 따른다. f_{yB} : 하중점의 Y 좌표와 B_x 의 비로 다음에 따른다. $f_{yB} = \frac{\lvert 2y \rvert}{B_x}$ 단, 1.0 이하이어야 한다. $f_{yB} = 0$ $B_x = 0$ 일 때 〈생략〉	# 1부 4장 〈현행과 동일〉 ## 제 1 절 ~ 제 4 절 〈현행과 동일〉 ## 제 5 절 외부하중 **기호** 이 절에서 정의하지 않은 기호에 대하여는 **1장 4절**을 참조한다. λ : 파장(m) B_x : 고려하는 단면에서 흘수선에서 측정한 선박의 형 너비(m) x, y, z : 고려하는 위치의 X, Y 및 Z 좌표(m) (**4장 1절 [1.2.1]** 참조) f_{xL} : **4장 2절**에 따른다. f_{yB} : 하중점의 Y 좌표와 B_x 의 비로 다음에 따른다. $f_{yB} = \frac{\lvert 2y \rvert}{B_x}$ 단, 1.0 이하이어야 한다. $f_{yB} = 1.0$ $B_x = 0$ 일 때 〈현행과 동일〉	- B_x가 0.0이 되는 경우, 비정상적인 계산되는 하중을 수정하기 위하여 f_{yB} 값을 0.0에서 1.0으로 수정

현 행	개 정 안	개 정 사 유
제 6 절 내부하중	**제 6 절 내부하중**	
1. 〈생략〉	**1. 〈현행과 동일〉**	
2. 산적 건화물에 의한 압력 및 힘	**2. 산적 건화물에 의한 압력 및 힘**	
2.1 ~ 2.4 〈생략〉	**2.1 ~ 2.4 〈현행과 동일〉**	
2.5 전단하중	**2.5 전단하중**	
2.5.1 적용 유한요소 강도평가에 있어서, 하중점 높이 z 가 z_c 이하인 경우, [2.4]에 정의된 산적 건화물 압력에 추가하여 다음의 전단하중이 고려되어야 한다. 〈생략〉	**2.5.1 적용** 유한요소 강도평가 및 피로평가에 있어서, 하중점 높이 z 가 z_c 이하인 경우, [2.4]에 정의된 산적 건화물 압력에 추가하여 다음의 전단하중이 고려되어야 한다. 〈현행과 동일〉	- 산적 건화물에 의한 전단하중을 피로평가 시에도 적용하도록 수정

현 행	개 정 안	개 정 사 유
제 7 절 〈생략〉 **제 8 절 적하상태** **1. ~ 4. 〈생략〉** **5. 피로평가를 위한 표준 적재상태** **5.1 유조선** 5.1.1 **9장 1절** [6.2]에 요구되는 피로평가를 위한 유조선에 적용되는 표준 적재상태는 **표** 22 부터 **표** 24에 따른다. 연료유 탱크, 기타 기름 탱크 및 청수 탱크가 화물창 구역 근처에 배치된 경우, 허용 수위는 **7장** 및 **9장 5절**에 따른 직접강도해석을 위해서 탱크에 가득 찬 것으로 한다. **9장 4절**에 따른 간이 피로해석 시 허용 수위는 ~~z_{top}에서 탱크의 가장 아래점까지 측정한 높이의 절반이 채워진 것으로 한다.~~ **5.2 산적화물선** 5.2.1 **9장 1절** [6.3]에 요구되는 피로평가를 위한 산적화물선에 적용되는 표준 적하상태는 추가 운항 특기 부호 및 평가대상의 세부 상세의 위치에 따라 **표 25** 부터 **표** 31에 따른다. 연료유 탱크, 기타 기름탱크 및 청수탱크가 화물창 구역 근처에 배치된 경우, 허용 수위는 **7장** 및 **9장 5절**에 따른 직접강도해석을 위해서 탱크에 가득 찬 것으로 한다. **9장 4절**에 따른 간이 피로해석 시 허용 수위는 ~~z_{top}에서 탱크의 가장 아래점까지 측정한 높이의 절반이 채워진 것으로 한다.~~	**제 7 절 〈생략〉** **제 8 절 적하상태** **1. ~ 4. 〈생략〉** **5. 피로평가를 위한 표준 적재상태** **5.1 유조선** 5.1.1 **9장 1절** [6.2]에 요구되는 피로평가를 위한 유조선에 적용되는 표준 적재상태는 **표** 22 부터 **표** 24에 따른다. 연료유 탱크, 기타 기름 탱크 및 청수 탱크가 화물창 구역 근처에 배치된 경우, **9장 4절**에 따른 간이 응력해석과 **7장** 및 **9장 5절**에 따른 직접강도해석 시 적재 높이는 탱크가 가득 찬 것으로 한다. **5.2 산적화물선** 5.2.1 **9장 1절** [6.3]에 요구되는 피로평가를 위한 산적화물선에 적용되는 표준 적하상태는 추가 운항 특기 부호 및 평가대상의 세부 상세의 위치에 따라 **표 25** 부터 **표** 31에 따른다. 연료유 탱크, 기타 기름 탱크 및 청수 탱크가 화물창 구역 근처에 배치된 경우, **9장 4절**에 따른 간이 응력해석과 **7장** 및 **9장 5절**에 따른 직접강도해석 시 적재 높이는 탱크가 가득 찬 것으로 한다.	- 유조선 및 산적화물선의 간이 피로해석 시 화물창 구역 근처에 배치된 연료유 탱크, 기타 기름 탱크 및 청수 탱크의 적재 높이를 직접강도해석과 일치되도록 절반에서 가득 찬 것으로 수정

현 행	개 정 안	개 정 사 유
# 1부 8장 〈생략〉 ## 제 1 절 ~ 제 3 절 〈생략〉 ## 제 4 절 직접강도해석에 대한 좌굴요건 1. ~ 4. 〈생략〉 5. 스트럿, 필러 및 크로스타이 5.1 좌굴 기준 5.1.1 스트럿, 필러 및 크로스타이의 압축 좌굴강도는 다음의 기준을 만족하여야 한다. $\eta_{Pillar} \leq \eta_{all}$ 〈신설〉 η_{Pillar} : 5절 [3.1]에 따른 스트럿, 필러 또는 크로스타이의 최대사용계수 〈신설〉	# 1부 8장 〈생략〉 ## 제 1 절 ~ 제 3 절 〈현행과 동일〉 ## 제 4 절 직접강도해석에 대한 좌굴요건 1. ~ 4. 〈현행과 동일〉 5. 스트럿, 필러 및 크로스타이 5.1 좌굴 기준 5.1.1 스트럿, 필러 및 크로스타이의 압축 좌굴강도는 다음의 기준을 만족하여야 한다. $\eta_{Pillar} \leq \eta_{all}$ 크로스타이의 ~~요소판 패널의~~ 좌굴강도는 다음의 기준을 만족하여야 한다. $\eta_{Plate} \leq \eta_{all}$ η_{Pillar} : 5절 [3.1]에 따른 스트럿, 필러 또는 크로스타이의 최대사용계수 η_{Plate} : 5절 [2.2]에 따른 UP-B로 계산된 최대 판 사용계수	- 직접강도해석에서 누락된 크로스타이 국부 판 좌굴 평가 기준 반영 *※ '요소판 패널의' 삭제(선체전문위)*

현 행	개 정 안	개 정 사 유
제 5 절 좌굴능력 **기호** 이 절에 정의되지 않은 기호는 **1장 4절**을 참조한다. 〈생략〉 γ : 하중에 작용하는 응력승수(stress multiplier factor)로서, 하중이 상관식에(interaction formular) 도달하는 경우, $\gamma = \gamma_c$ 로 한다. γ_c : 파손 시 응력승수 〈신설〉 **1. 〈생략〉** **2. 판 및 보강재의 좌굴능력** **2.1 전체 보강 패널능력** 2.1.1 탄성 보강 패널의 한계상태는 다음 식을 기반으로 한다. ~~$\frac{P_z}{c_f} = 1$~~ ~~c_f 및 P_z : [2.3.4]에 따른다.~~	**제 5 절 좌굴능력** **기호** 이 절에 정의되지 않은 기호는 **1장 4절**을 참조한다. 〈현행과 동일〉 γ : 하중에 작용하는 응력승수(stress multiplier factor)로서, 하중이 상관식에(interaction formular) 도달하는 경우, $\gamma = \gamma_c$ 로 한다. γ_c : 파손 시 응력승수 γ_{GEB} : 전체 탄성 좌굴능력(global elastic buckling capacity) 응력승수 **1. 〈현행과 동일〉** **2. 판 및 보강재의 좌굴능력** **2.1 전체 보강 패널능력** 2.1.1 탄성 보강 패널의 한계상태는 [2.3.4]에 따라 보강재의 좌굴 검토를 위한 전제 조건을 설정하는 다음 식을 기반으로 한다. $\frac{\gamma}{\gamma_{GEB}} = 1$	*※ 8장 5절 전반에 걸쳐 다음과 같은 사유로 개정됨* - 세장비가 큰 보강재(횡 방향 하중을 받는 단일선측 산적화물선 선측늑골 및 이중저 보강판 등) 좌굴능력 계산식 수정 - 현행 보 이론을 대체하여 직교이방성 판 이론 적용 - 이축 하중을 받는 보강패널에 대한 수정계수 반영 - 산적화물선의 선측 늑골에 대한 패널 길이 수정 반영 - 와핑 응력을 계산하기 위한 초기 조건 제시 - 실제 축 응력을 고려한 와핑 응력 계산 - 탄성 비틀림 좌굴 참조 응력 수정 - 최대 초기 비틀림 변형 각 계수 수정

현 행	개 정 안	개 정 사 유
〈신설〉	응력승수 계수와 관련된 전체 탄성 좌굴능력 γ_{GEB}는 다음에 따른다. $\gamma_{GEB} = \gamma_{GEB,bi+\tau}$ $\tau \neq 0$이고, $\sigma_x > 0$ 또는 $\sigma_y > 0$인 경우 $\gamma_{GEB} = \gamma_{GEB,bi}$ $\tau = 0$이고, $\sigma_x > 0$ 또는 $\sigma_y > 0$인 경우 $\gamma_{GEB} = \gamma_{GEB,\tau}$ $\tau \neq 0$이고, $\sigma_x \leq 0$ 및 $\sigma_y \leq 0$인 경우 $\gamma_{GEB,bi+\tau}$, $\gamma_{GEB,bi}$ 및 $\gamma_{GEB,\tau}$는 [2.1.2], [2.1.3] 및 [2.1.4]에 따른 다양한 하중 조합을 위한 응력승수이다. $\gamma_{GEB,bi+\tau}$, $\gamma_{GEB,bi}$ 및 $\gamma_{GEB,\tau}$의 계산에서 σ_x 및 σ_y는 0보다 작지 않아야 한다.	
〈신설〉	σ_x, σ_y : [2.2.7]~~에 따른 패널의 작용 직응력~~에서 정의하는 패널에 작용하는 수직응력(N/mm²) τ : [2.2.7]~~에 따른 작용 전단응력~~에서 정의하는 패널에 작용하는 전단응력(N/mm²)	※ 문구 수정 및 직응력→수직응력 (선체전문위)
	2.1.2 이축 하중을 받는 보강 패널을 위한 응력승수 $\gamma_{GEB,bi}$는 다음에 따른다. $\gamma_{GEB,bi} = \frac{\pi^2}{L_{B1}^2 L_{B2}^2} \frac{\left[D_{11}L_{B2}^4 + 2(D_{12}+D_{33})n^2 L_{B1}^2 L_{B2}^2 + n^4 D_{22} L_{B1}^4\right]}{L_{B2}^2 N_x + n^2 L_{B1}^2 K_{tran} N_y}$ N_x : 보강 패널의 x축을 따라서 ~~단부~~단면에 작용하는 단위 길이당 하중(N/mm) $N_x = \sigma_{x,av}(t_p s + t_w h_w + t_f b_f)/s$ N_y : 보강 패널의 y축을 따라서 ~~단부~~단면에 작용하는 단위 길이당 하중(N/mm) $N_y = c\sigma_y t_p$ L_{B1} : 1차 지지부재 사이의 ~~거리와 동등한~~간격과 동일한 보강재 스팬, $L_{B1} = \ell$ 산적화물선의 수직 보강된 단일 선측 외판의 경우, $L_{B1} = 0.8\ell$ L_{B2} : 보강 패널의 ~~전폭~~전체 폭으로 보강재 간격의 6배, $L_{B2} = 6s$	※ 문구 수정 단부→단면 전폭→전체 폭 (선체전문위)

현 행	개 정 안	개 정 사 유
	n : ~~보강재 축 방향의 법선 방향 반파장(half waves) 수~~. 보강재 축에 수직인 방향으로의 반파(half waves) 수. 계수 $\gamma_{GEB,bi}$는 ~~파장 계수 n이 0보다 큰 제일 작은 수가 되도록 최소화되어야 한다~~.0보다 큰 가장 작은 반파수 n을 취하여 최소화되어야 한다. K_{tran} : 계수로서 다음에 따른다. $K_{tran} = 0.9$ c : 보강재 축의 법선 방향으로 작용하는 부착판에서의 응력을 고려하는 계수 $c = 0.5(1+\psi)$ $0 \le \psi < 1$인 경우 $c = \frac{1}{2(1-\psi)}$ $\psi < 0$인 경우 ψ : **표 3 경우 2**의 단부 응력비 $\sigma_{x,av}$: 포아송 보정을 고려한 판 및 보강재의 평균 응력으로 다음에 따른다. $\sigma_{x,av} = \sigma_x - \nu\sigma_y A_s/(A_p + A_s) \ge 0$ $\sigma_x > 0$ 및 $\sigma_y > 0$인 경우 $\sigma_{x,av} = \sigma_x$ $\sigma_x \le 0$ 또는 $\sigma_y \le 0$인 경우 D_{11}, D_{12}, D_{22}, D_{33} : 보강 패널의 굽힘강성계수(Nmm)로서 다음에 따른다. $D_{11} = \frac{EI_{eff}10^4}{s}$ $D_{12} = \frac{Et_p^3\nu}{12(1-\nu^2)}$ $D_{22} = \frac{Et_p^3}{12(1-\nu^2)}$ $D_{33} = \frac{Et_p^3}{12(1+\nu)}$ I_{eff} : [2.3.4]에 따른 I와 동일한 부착판의 유효폭을 포함하는 보강재의 관성 모멘트(cm^4),	※ 문구 수정 및 반파장→반파 (선체전문위)

현 행	개 정 안	개 정 사 유
〈신설〉	2.1.3 순수 전단하중을 받는 보강 패널을 위한 응력승수 $\gamma_{GEB,\tau}$는 다음에 따른다. $\gamma_{GEB,\tau} = \frac{\sqrt[4]{D_{11}^3 D_{22}}}{(L_{B1}/2)^2 N_{xy}} \left[8.125 + 5.64 \sqrt{\frac{(D_{12}+D_{33})^2}{D_{11}D_{22}}} - 0.6 \frac{(D_{12}+D_{33})^2}{D_{11}D_{22}} \right]$ $D_{11}D_{22} \geq (D_{12}+D_{33})^2$인 경우 $\gamma_{GEB,\tau} = \frac{\sqrt{2D_{11}(D_{12}+D_{33})}}{(L_{B1}/2)^2 N_{xy}} \left[8.3 + 1.525 \frac{D_{11}D_{22}}{(D_{12}+D_{33})^2} - 0.493 \frac{D_{11}^2 D_{22}^2}{(D_{12}+D_{33})^4} \right]$ $D_{11}D_{22} < (D_{12}+D_{33})^2$인 경우 $N_{xy} = \tau t$	
〈신설〉	2.1.4 조합 하중을 받는 보강 패널을 위한 응력승수 $\gamma_{GEB,bi+\tau}$는 다음에 따른다. $\gamma_{GEB,bi+\tau} = \frac{1}{2}\gamma_{GEB,\tau}^2 \left[-\frac{1}{\gamma_{GEB,bi}} + \sqrt{\frac{1}{\gamma_{GEB,bi}^2} + 4\frac{1}{\gamma_{GEB,\tau}^2}} \right]$ $\gamma_{GEB,bi+\tau}$, $\gamma_{GEB,bi+\tau}$: [2.1.2] 및 [2.1.3]에 따른다.	
2.2 판의 능력 2.2.1~2.2.6 〈생략〉 **2.2.7 패널에 작용하는 수직응력** [2.2.1]의 패널능력 계산 시 적용하는 수직응력 σ_x (N/mm^2) 및 σ_y (N/mm^2)은 다음에 따른다.	**2.2 판의 능력** 2.2.1~2.2.6 〈현행과 동일〉 **2.2.7 패널에 작용하는 수직 및 전단응력** [2.1.1] 및 [2.2.1]의 전체 보강 패널능력 및 판 패널능력 계산 시 적용하는 수직응력 σ_x 및 σ_y (N/mm^2)은 다음에 따른다.	

현 행	개 정 안	개 정 사 유

• 유한요소 해석의 경우, **4절 [2.4]**에 따른 참조응력
• 규정 평가의 경우, **3장 7절 [2]**에 따른 고려하는 요소판 패널의 하중 계산점에서, **3절 [2.2.1]**에 따라 계산된 축 또는 횡 방향 압축응력
• 보 이론에 기초하는 격자해석의 경우, 응력은 다음에 따른다.
 	
$\sigma_x = \frac{\sigma_{xb} + \nu\sigma_{yb}}{1-\nu^2}$
$\sigma_y = \frac{\sigma_{yb} + \nu\sigma_{xb}}{1-\nu^2}$
 	
σ_{xb}, σ_{yb} : 부착된 좌굴 패널의 x 또는 y 축을 따라 발생한 응력($\mathrm{N/mm^2}$)
 	
[2.2.1]의 패널 능력 계산 시 적용하는 전단응력 $\tau(\mathrm{N/mm^2})$은 다음에 따른다.
 	
• 유한요소 해석의 경우, **4절 [2.4]**에 따른 참조 전단응력
• 규정 평가의 경우, **3장 7절 [2]**에 따른 고려하는 요소판 패널의 하중계산점에서, **3절 [2.2.1]**에 따라 계산된 전단응력
〈신설〉
 	
• 격자 보 해석의 경우, τ = 0
 	
2.3 보강재
 	
2.3.1 〈생략〉
	• 유한요소 해석의 경우, **4절 [2.4]**에 따른 참조응력
	• 규정 평가의 경우, **3장 7절 [2]**에 따른 고려하는 요소판 패널의 하중 계산점에서, **3절 [2.2.1]**에 따라 계산된 축 또는 횡 방향 압축응력
	• 격자 보 해석의 경우, 응력은 다음에 따른다.
	
	$\sigma_x = \frac{\sigma_{xb} + \nu\sigma_{yb}}{1-\nu^2}$
	$\sigma_y = \frac{\sigma_{yb} + \nu\sigma_{xb}}{1-\nu^2}$
	
	σ_{xb}, σ_{yb} : 부착된 거더 판의 x 또는 y 축을 따라 발생한 응력($\mathrm{N/mm^2}$)
	
	[2.1.1] 및 **[2.2.1]**의 전체 보강 패널능력 및 판 패널능력 계산 시 적용하는 전단응력 $\tau(\mathrm{N/mm^2})$은 다음에 따른다.
	
	• 유한요소 해석의 경우, **4절 [2.4]**에 따른 참조 전단응력
	• 판 패널능력의 규정 평가의 경우, **3장 7절 [2]**에 따른 고려하는 요소판 패널의 하중계산점에서, **3절 [2.2.1]**에 따라 계산된 전단응력
	• 전체 보강 패널능력의 규정 평가인 경우, 다음의 하중 계산점에서 **3절 [2.2.1]**에 따라 계산된 전단응력
	  • 고려하는 보강재의 전체 스팬 ℓ의 중앙점
	  • 보강재와 부착판 사이의 교차점
	• 격자 보 해석의 경우, 부착된 거더 판에서 $\tau = 0$
	
	2.3 보강재
	
	2.3.1 〈현행과 동일〉	

현 행	개 정 안	개 정 사 유
2.3.2 평강의 웨브 두께 국부 면외 변형에 의한 강성의 감소를 고려하는 경우, **[2.3.4]**에서 평강 보강재의 경우 순 단면적 A_s, 순 단면계수 Z 및 관성 모멘트 I의 계산 시 보강재의 유효 웨브 두께(mm)는 다음 식에 의한 값을 사용한다. $$t_{w-red} = t_w\left[1-\frac{2\pi^2}{3}\left(\frac{h_w}{s}\right)^2\left(1-\frac{b_{eff1}}{s}\right)\right] \quad \text{(mm)}$$	**2.3.2 평강의 웨브 두께** 국부 면외 변형에 의한 강성의 감소를 고려하는 경우, **[2.1] 및 [2.3.4]**에서 평강 보강재의 경우 순 단면적 A_s, 순 단면계수 Z 및 관성 모멘트 I의 계산 시 보강재의 유효 웨브 두께(mm)는 다음 식에 의한 값을 사용한다. $$t_{w-red} = t_w\left[1-\frac{2\pi^2}{3}\left(\frac{h_w}{s}\right)^2\left(1-\frac{b_{eff1}}{s}\right)\right]$$	
2.3.3 구평강의 이상화 구평강은 **3장 7절 [1.4.1]**에 따라 형강으로 치환하여 적용한다.	**2.3.3 구평강의 이상화** 구평강은 **3장 7절 [1.4.1]**에 따라 형강으로 치환하여 적용한다.	
2.3.4 최종좌굴능력 $\sigma_a+\sigma_b+\sigma_w > 0$ 경우, 보강재에 대한 최종좌굴능력은 다음 식에 따라 검토하여야 한다. $$\frac{\gamma_c\sigma_a+\sigma_b+\sigma_w}{R_{eH}}S = 1$$ σ_a : 부착판을 갖는 보강재에 작용하는, 보강재의 스팬 중앙에서의 유효 축응력으로 다음 식에 의한다. $$\sigma_a = \sigma_x\frac{s\,t_p+A_s}{b_{eff1}t_p+A_s}$$ σ_x : 부착판을 갖는 보강재에 작용하는 공칭 축응력(N/mm^2) • 유한요소 해석의 경우, σ_x는 보강재 축의 방향으로 부착된 판에서의 **[2.3.6]**에 따른 유한요소 수정응력으로 한다. • 규정 평가의 경우, σ_x는 **3장 7절 [3]**에 따른 보강재의 하중 계산점에서, **3절 [2.2.1]**에 따라 계산된 축응력으로 한다. • 격자 보 해석의 경우, σ_x는 부착된 좌굴 패널의 x축을 따라 작용하는 응력으로 한다.	**2.3.4 최종좌굴능력** $\sigma_a+\sigma_b+\sigma_w > 0$ 경우, 보강재에 대한 최종좌굴능력은 다음 식에 따라 검토하여야 한다. $$\frac{\gamma_c\sigma_a+\sigma_b+\sigma_w}{R_{eH}}S = 1$$ σ_a : 부착판을 갖는 보강재에 작용하는, 보강재의 스팬 중앙에서의 유효 축응력으로 다음 식에 의한다. $$\sigma_a = \sigma_x\frac{s\,t_p+A_s}{b_{eff1}t_p+A_s}$$ σ_x : 부착판을 갖는 보강재에 작용하는 공칭 축응력(N/mm^2) • 유한요소 해석의 경우, σ_x는 보강재 축의 방향으로 부착된 판에서의 **[2.3.6]**에 따른 유한요소 수정응력으로 한다. • 규정 평가의 경우, σ_x는 **3장 7절 [3]**에 따른 보강재의 하중 계산점에서, **3절 [2.2.1]**에 따라 계산된 축응력으로 한다. • 격자 보 해석의 경우, σ_x는 부착된 좌굴 패널의 x축을 따라 작용하는 응력으로 한다. (계속)	

현 행	개 정 안	개 정 사 유
R_{eH} : 재료의 규정 최소 항복응력(N/mm^2) $R_{eH} = R_{eH_S}$, 보강재의 파손(SI) $R_{eH} = R_{eH_P}$, 부착판의 파손(PI) σ_b : 보강재의 굽힘응력으로 다음 식에 의한다. $\sigma_b = \frac{M_0 + M_1}{1000Z}$ (N/mm^2) Z : **[2.3.5]**에 따른 판의 유효폭을 포함하는 보강재의 순 단면계수(cm^3)로서 다음과 같이 적용한다. • 보강재의 파손에 대하여 보강재 플랜지의 상단에서 계산된 단면계수 • 부착판의 파손에 대하여 부착판에서 계산된 단면계수 M_1 : 면외하중 P(kN/m^2)로 인한 굽힘 모멘트(Nmm)로서 다음 식에 의한 값 $M_1 = C_i\frac{\lvert P\rvert s\ell^2}{24\times10^3}$ (Nmm), 연속 보강재인 경우 $M_1 = C_i\frac{\lvert P\rvert s\ell^2}{8\times10^3}$ (Nmm), 스닙된 보강재인 경우 $M_1 = C_i\frac{\lvert P\rvert s\ell^2}{14.2\times10^3}$ (Nmm), 한쪽은 스닙, 다른 한쪽은 연속 보강재인 경우 P : 면외하중(kN/m^2)으로 다음에 따른다. • 유한요소 해석의 경우, 면외하중은 부착판에서 **4절 [2.5.2]**에 따른 평균압력으로 한다. • 규정 평가의 경우, 면외하중은 **3장 7절 [3]**에 따른 보강재의 하중 계산점에서 계산된 압력으로 한다.	R_{eH} : 재료의 규정 최소 항복응력(N/mm^2) $R_{eH} = R_{eH_S}$, 보강재의 파손(SI) $R_{eH} = R_{eH_P}$, 부착판의 파손(PI) σ_b : 보강재의 굽힘응력으로 다음 식에 의한다. $\sigma_b = \frac{M_0 + M_1}{1000Z}$ (N/mm^2) Z : **[2.3.5]**에 따른 판의 유효폭을 포함하는 보강재의 순 단면계수(cm^3)로서 다음과 같이 적용한다. • 보강재의 파손에 대하여 보강재 플랜지의 상단에서 계산된 단면계수 • 부착판의 파손에 대하여 부착판에서 계산된 단면계수 M_1 : 면외하중 P(kN/m^2)로 인한 굽힘 모멘트(Nmm)로서 다음 식에 의한 값 $M_1 = C_i\frac{\lvert P\rvert s\ell^2}{24\times10^3}$ (Nmm), 연속 보강재인 경우 $M_1 = C_i\frac{\lvert P\rvert s\ell^2}{8\times10^3}$ (Nmm), 스닙된 보강재인 경우 $M_1 = C_i\frac{\lvert P\rvert s\ell^2}{14.2\times10^3}$ (Nmm), 한쪽은 스닙, 다른 한쪽은 연속 보강재인 경우 P : 면외하중(kN/m^2)으로 다음에 따른다. • 유한요소 해석의 경우, 면외하중은 부착판에서 **4절 [2.5.2]**에 따른 평균압력으로 한다. • 규정 평가의 경우, 면외하중은 **3장 7절 [3]**에 따른 보강재의 하중 계산점에서 계산된 압력으로 한다. (계속)	

현 행	개 정 안	개 정 사 유
C_i : 압력계수 C_i = C_{SI}, 보강재의 파손인 경우 C_i = C_{PI}, 부착판의 파손인 경우 C_{PI} : 부착판의 파손 압력계수 C_{PI} = 1, 면외 압력이 보강재의 반대편 쪽에 작용하는 경우 C_{PI} = -1, 면외 압력이 보강재와 같은 쪽에 작용하는 경우 C_{SI} : 보강재의 파손 압력계수 C_{SI} = -1, 면외 압력이 보강재의 반대편 쪽에 작용하는 경우 C_{SI} = 1, 면외 압력이 보강재와 같은 쪽에 작용하는 경우 M_0 : 보강재의 면외 변형 w 으로 인한 굽힘 모멘트(Nmm)로서 다음 식에 의한 값 ~~$M_0 = F_E(\frac{P_z w}{c_f - P_z})$ (Nmm), $c_f - P_z > 0$로 한다.~~ 〈신설〉 F_E: 보강재의 이상화된 탄성좌굴 힘(N)으로 다음 식에 의한 값 $F_E = \left(\frac{\pi}{\ell}\right)^2 EI\,10^4$ (N) I : [2.3.5]에 따른 부착판의 유효폭을 포함하는 보강재의 관성 모멘트(cm^4)로서 I는 다음의 요건을 만족하여야 한다. $I \geq \frac{s\,t_p^3}{12 \times 10^4}$ (cm^4)	C_i : 압력계수 C_i = C_{SI}, 보강재의 파손인 경우 C_i = C_{PI}, 부착판의 파손인 경우 C_{PI} : 부착판의 파손 압력계수 C_{PI} = 1, 면외 압력이 보강재의 반대편 쪽에 작용하는 경우 C_{PI} = -1, 면외 압력이 보강재와 같은 쪽에 작용하는 경우 C_{SI} : 보강재의 파손 압력계수 C_{SI} = -1, 면외 압력이 보강재의 반대편 쪽에 작용하는 경우 C_{SI} = 1, 면외 압력이 보강재와 같은 쪽에 작용하는 경우 M_0 : 보강재의 면외 변형 w_0 으로 인한 굽힘 모멘트(Nmm)로서 다음 식에 의한 값 $M_0 = F_E \frac{\gamma}{\gamma_{GEB} - \gamma} w_0$ 전제조건으로 $\gamma_{GEB} - \gamma > 0$ γ_{GEB} : [2.1]의 전체 탄성 좌굴능력 응력승수 F_E : 보강재의 이상화된 탄성좌굴 힘(N)으로 다음 식에 의한 값 $F_E = \left(\frac{\pi}{\ell}\right)^2 EI\,10^4$ (N) I : [2.3.5]에 따른 부착판의 유효폭을 포함하는 보강재의 관성 모멘트(cm^4)로서 I는 다음의 요건을 만족하여야 한다. $I \geq \frac{s\,t_p^3}{12 \times 10^4}$ (cm^4) (계속)	

현 행	개 정 안	개 정 사 유
t_p : 판의 순 두께(mm)로서 다음에 따른다. • 규정 평가의 경우, 2개의 부착 패널의 평균 두께 • 유한요소 해석의 경우, 보강재의 어느 한 쪽에서의 고려하는 요소판 패널의 두께 ~~P_z : 보강재 스팬 중앙 위치의 부착판에서 σ_x, σ_y 및 τ에 의해 보강재에 작용하는 공칭 면외하중(N/mm^2)으로 다음 식에 의한 값~~ ~~$P_z = \frac{t_p}{s}\left(\sigma_{xI}\left(\frac{\pi s}{\ell}\right)^2 + 2c\gamma\sigma_y + \sqrt{2}\tau_1\right)$ (N/mm^2)~~ ~~σ_{xI} : 다음 식에 의한 값. 다만, 0 이상이어야 한다.~~ ~~$\sigma_{xI} = \gamma\sigma_x\left(1 + \frac{A_s}{s\,t_p}\right)$~~ ~~$\tau_1$: 다음 식에 의한 값, 다만, 0 이상이어야 한다.~~ ~~$\tau_1 = \gamma\lvert\tau\rvert - t_p\sqrt{R_{eH_P}E\left(\frac{m_1}{a^2} + \frac{m_2}{b^2}\right)}$~~ ~~$\sigma_y$: 좌굴 패널의 y축을 따라서 단부에 작용하는 응력 (N/mm^2) 다만, 0 이상이어야 한다.~~ ~~• 유한요소 해석의 경우, σ_y는 보강재 축에 직각 방향으로 부착된 판에서의 **[2.3.6]**에 따른 유한요소 수정응력이다.~~ ~~• 규정 평가의 경우, σ_y는 **3장 7절 [2]**에 정의된 보강재가 부착된 판의 하중 계산점에서, **3절 [2.2.1]**에 따라 계산된 최대 압축응력이다.~~ ~~• 격자 보 해석의 경우, σ_y는 부착된 좌굴 패널의 y축을 따라 작용하는 응력이다.~~	t_p : 판의 순 두께(mm)로서 다음에 따른다. • 규정 평가의 경우, 2개의 부착 패널의 평균 두께 • 유한요소 해석의 경우, 보강재의 어느 한 쪽에서의 고려하는 요소판 패널의 두께 〈삭제〉	

현 행	개 정 안	개 정 사 유
~~τ : 작용 전단응력(N/mm^2)으로서 다음과 같다.~~ ~~• 유한요소 해석의 경우, τ은 부착판에서 **4절 [2.4.2]**에 따른 참조 전단응력이다.~~ ~~• 규정평가의 경우, τ는 다음의 하중계산점에서, **3절 [2.2.1]**에 따라 계산된 부착판에서 전단응력이다.~~ ~~• 고려하는 보강재의 전체 스팬 ℓ의 중앙점~~ ~~• 보강재와 부착판 사이의 교차점~~ ~~• 격자 보 해석의 경우, 부착된 좌굴 패널에서 $\tau = 0$~~ ~~m_1, m_2 : 계수로서 다음에 따른다.~~ ~~$m_1 = 1.47$, $m_2 = 0.49$, $\alpha \geq 2$ 경우~~ ~~$m_1 = 1.96$, $m_2 = 0.37$, $\alpha < 2$ 경우~~ ~~c : 보강재의 축에 수직인 부착판에서의 응력을 고려한 계수로 다음에 따른다.~~ ~~$c = 0.5(1+\Psi)$, $0 \leq \psi \leq 1$ 경우~~ ~~$c = \frac{1}{2(1-\Psi)}$, $\psi < 0$ 경우~~ ~~ψ : **표 3**에 따른 경우 2의 단부 응력비~~ ~~w : 보강재의 변형으로 다음 식에 의한 값~~ ~~$w = w_0 + w_1$~~ w_0 : 가정 초기변형(imperfection, mm)으로서 다음 식에 의한 값 $w_0 = \ell/1000$, 일반적인 경우 $w_0 = -w_{na}$, 일단 또는 양단 스닙 보강재의 보강재에 의한 파손을 고려하는 경우(SI) $w_0 = w_{na}$, 일단 또는 양단 스닙 보강재의 판에 의한 파손을 고려하는 경우(PI) w_{na} : 부착판의 중앙점으로부터 **[2.3.5]**에 따라 부착판의 유효폭을 포함하여 계산된 보강재의 중립축까지의 거리	〈삭제〉 w_0 : 가정 초기변형(imperfection, mm)으로서 다음 식에 의한 값 $w_0 = \ell/1000$, 일반적인 경우 $w_0 = -w_{na}$, 일단 또는 양단 스닙 보강재의 보강재에 의한 파손을 고려하는 경우(SI) $w_0 = w_{na}$, 일단 또는 양단 스닙 보강재의 판에 의한 파손을 고려하는 경우(PI) w_{na} : 부착판의 중앙점으로부터 **[2.3.5]**에 따라 부착판의 유효폭을 포함하여 계산된 보강재의 중립축까지의 거리	

현 행	개 정 안	개 정 사 유
~~w_1 : 면외하중에 의한 보강재 스팬 중앙점에서의 보강재의 변형으로 균일 분포하중의 경우, w_1 (mm)은 다음과 같다.~~ ~~$w_1 = C_i \frac{\lvert P \rvert s \ell^4}{384 \times 10^7 EI}$,~~ ~~일반적인 경우~~ ~~$w_1 = C_i \frac{5\lvert P \rvert s I^4}{384 \times 10^7 EI}$,~~ ~~양단 스넙 보강재인 경우~~ ~~$w_1 = C_i \frac{2\lvert P \rvert s I^4}{384 \times 10^7 EI}$,~~ ~~한쪽은 스넙, 다른 한쪽은 연속 보강재인~~ ~~c_f : 보강재에 의한 탄성지지율로서 다음 식에 의한 값~~ ~~$c_f = F_E \left(\frac{\pi}{\ell} \right)^2 (1 + c_p)$ (N/mm²)~~ ~~$c_p = \frac{1}{1 + \frac{0.91}{c_{xa}} \left(\frac{12 I}{s t_p^3} 10^4 - 1 \right)}$~~ ~~$c_{xa}$: 계수로서 다음에 의한 값~~ ~~$c_{xa} = \left(\frac{\ell}{2s} + \frac{2s}{\ell} \right)^2$, $\ell \geq 2s$ 경우~~ ~~$c_{xa} = \left(1 + \left(\frac{\ell}{2s} \right)^2 \right)^2$, $\ell < 2s$ 경우~~	〈삭제〉	

현 행	개 정 안	개 정 사 유
σ_w : 비틀림 변형에 의한 응력(N/mm^2)으로 다음 식에 의한 값 $\sigma_w = E\, y_w \left(\frac{t_f}{2} + h_w\right) \Phi_0 \left(\frac{\pi}{\ell}\right)^2 \left(\frac{1}{1 - \frac{0.4\, R_{eH_S}}{\sigma_{ET}}} - 1\right)$ 보강재의 파손(SI) $\sigma_w = 0$ 부착판의 파손(PI) y_w : 보강재 횡단면의 중심으로부터 보강재 플랜지의 자유단까지의 거리로 다음 식에 의한 값 $y_w = \frac{t_w}{2}$, 평강인 경우 $y_w = b_f - \frac{h_w t_w^2 + t_f b_f^2}{2A_s}$, 형강 및 구평강인 경우 $y_w = b_{f-out} + 0.5t_w - \frac{h_w t_w^2 + t_f (b_f^2 - 2b_f d_f)}{2A_s}$, $L2$인 경우 $y_w = b_{f-out} + 0.5t_w - \frac{(h_w - t_f) t_w^2 + t_f (b_f + t_w)^2}{2A_s}$, $L3$인 경우 $y_w = \frac{b_f}{2}$ T형강 〈신설〉 Φ_0 : 계수로서 다음 식에 의한 값 $\Phi_0 = \frac{\ell}{h_w} 10^{-3}$ σ_{ET} : 비틀림 좌굴에 대한 참조응력(N/mm^2)으로 다음 식에 의한 값 $\sigma_{ET} = \frac{E}{I_p}\left(\frac{\epsilon \pi^2 I_w 10^2}{\ell^2} + 0.385 I_T\right)$ (N/mm^2) I_P : **표 5**에 따른, **그림 1**의 지점 C에 대한 보강재의 순 극관성 모멘트(cm^4)	σ_w : 비틀림 변형에 의한 응력(N/mm^2)으로 다음 식에 의한 값 $\sigma_w = E\, y_w \left(\frac{t_f}{2} + h_w\right) \Phi_0 \left(\frac{m_{tor}\pi}{\ell_{tor}}\right)^2 \left(\frac{1}{1 - \frac{\gamma \sigma_a}{\sigma_{ET}}} - 1\right)$ 보강재의 파손(SI) 단, 전제조건 $\sigma_{ET} - \sigma_a > 0$ $\sigma_w = 0$ 부착판의 파손(PI) y_w : 보강재 횡단면의 중심으로부터 보강재 플랜지의 자유단까지의 거리로 다음 식에 의한 값 $y_w = \frac{t_w}{2}$, 평강인 경우 $y_w = b_f - \frac{h_w t_w^2 + t_f b_f^2}{2A_s}$, 형강 및 구평강인 경우 $y_w = b_{f-out} + 0.5t_w - \frac{h_w t_w^2 + t_f (b_f^2 - 2b_f d_f)}{2A_s}$, $L2$인 경우 $y_w = b_{f-out} + 0.5t_w - \frac{(h_w - t_f) t_w^2 + t_f (b_f + t_w)^2}{2A_s}$, $L3$인 경우 $y_w = \frac{b_f}{2}$ T형강 ℓ_{tor} : 1차 지지부재 사이의 거리와 동등한 보강재 스팬, $\ell_{tor} = \ell$ 트리핑 브래킷으로 보강된 경우, ℓ_{tor}는 1차 지지부재와 부착된 트리핑 브래킷 사이의 최대 간격으로 한다. Φ_0 : 계수로서 다음 식에 의한 값 $\Phi_0 = \frac{\ell_{tor}}{m_{tor} h_w} 10^{-4}$ σ_{ET} : 비틀림 좌굴에 대한 참조응력(N/mm^2)으로 다음 식에 의한 값 $\sigma_{ET} = \frac{E}{I_p}\left[\left(\frac{m_{tor}\pi}{\ell_{tor}}\right)^2 I_w \cdot 10^2 + \frac{1}{2(1+\nu)} I_T + \left(\frac{\ell_{tor}}{m_{tor}\pi}\right)^2 \epsilon \cdot 10^{-4}\right]$ I_P : **표 5**에 따른, **그림 1**의 지점 C에 대한 보강재의 순 극관성 모멘트(cm^4)	

현 행	개 정 안	개 정 사 유
I_T : **표 5**에 따른, 보강재의 순 상브난(St. Venant) 관성 모멘트(cm^4) I_w : **표 5**에 따른, **그림 1**의 지점 C에 대한 보강재의 순 관성 단면 모멘트(cm^6) 〈신설〉 ϵ : 고정도로서 다음 식에 의한 값 $\epsilon = 1 + \dfrac{\left(\dfrac{\ell}{\pi}\right)^2 10^{-3}}{\sqrt{I_w\left(\dfrac{0.75s}{t_p^3} + \dfrac{e_f - 0.5t_f}{t_w^3}\right)}}$ A_w : 웨브 순 면적(mm^2) A_f : 플랜지 순 면적(mm^2)	I_T : **표 5**에 따른, 보강재의 순 산부난(St. Venant) 관성 모멘트(cm^4) I_w : **표 5**에 따른, **그림 1**의 지점 C에 대한 보강재의 순 섹토리알 관성 모멘트(sectorial moment of inertia) (cm^6) m_{tor} : ℓ_{tor} 내의 반파장(half waves) 수, 비틀림 좌굴에 대한 가장 작은 참조응력으로서 양의 정수를 취한다. ϵ : 고정도로서 다음 식에 의한 값 $\epsilon = \left(\dfrac{3b}{t_p^3} + \dfrac{2h_w}{t_w^3}\right)^{-1}$ 구평강, 형강, $L2$, $L3$ 및 T형강의 경우 $\epsilon = \left(\dfrac{t_p^3}{3b}\right)$ 평강인 경우 A_w : 웨브 순 면적(mm^2) A_f : 플랜지 순 면적(mm^2)	

표 5 관성 모멘트

	평강[1]	구평강, 형강, $L2$, $L3$ 및 T형강
I_p	$\dfrac{h_w^3 t_w}{3\times10^4}$	$\left(\dfrac{A_w(e_f-0.5t_f)^2}{3} + A_f e_f^2\right)10^{-4}$
I_T	$\dfrac{h_w t_w^3}{3\times10^4}\left(1-0.63\dfrac{t_w}{h_w}\right)$	$\dfrac{(e_f-0.5t_f)t_w^3}{3\times10^4}\left(1-0.63\dfrac{t_w}{e_f-0.5t_f}\right)+\dfrac{b_f t_f^3}{3\times10^4}$
I_w	$\dfrac{h_w^3 t_w^3}{36\times10^6}$	$\dfrac{A_f e_f^2 b_f^2}{12\times10^6}\left(\dfrac{A_f+2.6A_W}{A_f+A_W}\right)$, 구평강, 형강, $L2$ 및 $L3$ 경우 $\dfrac{b_f^3 t_f e_f^2}{12\times10^6}$, T형강의 경우

[1] t_w는 웨브 순 두께(mm). **[2.3.2]**의 t_{w-red}는 이 표에서 사용할 수 없다.

표 5 관성 모멘트

	평강[1]	구평강, 형강, $L2$, $L3$ 및 T형강
I_p	$\dfrac{h_w^3 t_w}{3\times10^4}$	$\left(\dfrac{A_w(e_f-0.5t_f)^2}{3} + A_f e_f^2\right)10^{-4}$
I_T	$\dfrac{h_w t_w^3}{3\times10^4}\left(1-0.63\dfrac{t_w}{h_w}\right)$	$\dfrac{(e_f-0.5t_f)t_w^3}{3\times10^4}\left(1-0.63\dfrac{t_w}{e_f-0.5t_f}\right)+\dfrac{b_f t_f^3}{3\times10^4}$
I_w	$\dfrac{h_w^3 t_w^3}{36\times10^6}$	구평강, 형강, $L2$ 및 $L3$ 경우 $\dfrac{A_f^3+A_w^3}{36\times10^6}+\dfrac{e_f^2}{10^6}\left[\dfrac{A_f b_f^2+A_w t_w^2}{3}-\dfrac{(A_f b_f+A_w t_w)^2}{4(A_f+A_w)}\right]$ T형강의 경우 $\dfrac{b_f^3 t_f e_f^2}{12\times10^6}$,

[1] t_w는 웨브 순 두께(mm). **[2.3.2]**의 t_{w-red}는 이 표에서 사용할 수 없다.

현 행	개 정 안	개 정 사 유
2.3.5 〈생략〉 **2.3.6 보강재 능력에 대한 유한요소 수정응력** **4절 [2.4]**에 따라 유한요소 해석에 의해 얻어진 참조응력 σ_x 및 σ_y이 모두 압축인 경우, 다음의 식에 따라 수정되어야 한다. • $\sigma_x < \nu\sigma_y$ 경우 $\sigma_{xcor} = 0$ ~~$\sigma_{ycor} = \sigma_y$~~ ~~• $\sigma_y < \nu\sigma_x$ 경우~~ ~~$\sigma_{xcor} = \sigma_x$~~ ~~$\sigma_{ycor} = 0$~~ ~~• 다른 경우~~ ~~$\sigma_{xcor} = \sigma_x - \nu\sigma_y$~~ ~~$\sigma_{ycor} = \sigma_y - \nu\sigma_x$~~ **부록 1 참조응력을 기반으로 한 응력** **1. 〈생략〉** **2. 참조응력** **2.1 규칙적인 패널** **2.1.1 종방향 응력** 〈생략〉 • 보강재 좌굴 평가의 경우, 부착판의 짧은 단부에 작용하는 $\sigma_x(x)$는 다음에 따른다. $$\sigma_x = \frac{\sum_1^n A_i \sigma_{xi}}{\sum_1^n A_i}$$	2.3.5 〈생략〉 **2.3.6 보강재 능력에 대한 유한요소 수정응력** **4절 [2.4]**에 따라 유한요소 해석에 의해 얻어진 참조응력 σ_x 및 σ_y이 모두 압축인 경우, σ_x는 다음의 식에 따라 수정되어야 한다. • $\sigma_x < \nu\sigma_y$ 경우 $\sigma_{xcor} = 0$ • $\sigma_x \geq \nu\sigma_y$ 경우 $\sigma_{xcor} = \sigma_x - \nu\sigma_y$ **부록 1 참조응력을 기반으로 한 응력** **1. 〈생략〉** **2. 참조응력** **2.1 규칙적인 패널** **2.1.1 종방향 응력** 〈생략〉 • 전체 보강 패널 좌굴 및 보강재 좌굴 평가의 경우, 부착판의 짧은 단부에 작용하는 $\sigma_x(x)$는 다음에 따른다. $$\sigma_x = \frac{\sum_1^n A_i \sigma_{xi}}{\sum_1^n A_i}$$	- 판의 전체 응력 좌굴 능력을 평가에 따른 평균응력을 고려하기 위한 보강재 응력 변환

현 행	개 정 안	개 정 사 유
# 1부 9장 〈생략〉 ## 제 1 절 ~ 제 2 절 〈생략〉 ## 제 3 절 피로평가 **1. ~ 5. 〈생략〉** **6. 용접 개선 방법** **6.1 일반사항** 6.1.1 용접 후 피로강도 개선 방법은 요구된 피로수명을 달성하는 추가 수단으로 고려되며 품질관리 절차에 영향을 받는다. ~~용접 후 처리의 장점은 부식이 없는 조건에서만 적용된다. 그리고 보호도장이 용접 후 처리 이후 적용되고 설계수명시간 동안 유지되는 조건에서 고려될 수 있다.~~ 〈생략〉 **6.2 ~ 6.3 〈생략〉** **6.4 적용** 6.4.1 이 절에서 제공된 용접 후 개선 방법 및 피로개선계수의 적용은 다음 제한에 따라야 한다. • [6.1.5]에 따르는 용접 유형 (계속)	# 1부 9장 〈현행과 동일〉 ## 제 1 절 ~ 제 2 절 〈현행과 동일〉 ## 제 3 절 피로평가 **1. ~ 5. 〈현행과 동일〉** **6. 용접 개선 방법** **6.1 일반사항** 6.1.1 용접 후 피로강도 개선 방법은 요구된 피로수명을 달성하는 추가 수단으로 고려되며, 품질관리 절차 및 **1부 3장 4절**의 부식방지에 영향을 받는다. 〈현행과 동일〉 **6.2 ~ 6.3 〈현행과 동일〉** **6.4 적용** 6.4.1 이 절에서 제공된 용접 후 개선 방법 및 피로개선계수의 적용은 다음 제한에 따라야 한다. • [6.1.5]에 따르는 용접 유형 (계속)	- IMO GBS 감사 (IACS/2015/FR1-8/OB/17, post weld treatment)의 후속 조치로, 용접 후 처리의 효과를 위한 전제 조건으로서 "부식이 없는 조건"이 실제로 보장될 수 없다는 판단 하에 관련 요건 수정

현 행	개 정 안	개 정 사 유
• 용접 개선은 높은 주기의 피로조건 하에 구조상세의 피로강도를 개선하는데 효과적이다. 그러므로 피로개선계수는 낮은 주기(즉, $N \leq 5\times10^4$ 일 때)의 피로조건에 적용하지 않는다. 여기서 N은 파손 수명 주기의 수이다. • 별도로 규정하지 않은 경우, 피로개선계수는 6 mm 에서 50 mm 두께의 강판의 용접 및 이음에 사용되어야한다. • ~~이점은 부식이 없는 조건에서 달성되며 적절한 보호도장이 용접 후 처리 이후에 적용되고 설계수명시간동안 유지될 경우 고려될 수 있다.~~ • 피로개선계수는 종 방향 단부 연결부를 제외한 용접된 횡 방향 맛대기 용접, 용접된 T-연결/십자 용접 및 용접된 종 방향 부착 용접에 적용된다. • 기계적인 손상의 영향이 있는 지역에 인접한 피로개선은 적절이 보호된 경우 보장할 수 있다. • 상호 비드 토우의 처리는 **그림 6**에 나타는 것처럼 큰 다중 패스 용접에 대하여 요구된다. • 건조자는 용접 후 처리가 적용된 상세 목록 및 범위를 제공하여야 한다. 〈생략〉	• 용접 개선은 높은 주기의 피로조건 하에 구조상세의 피로강도를 개선하는데 효과적이다. 그러므로 피로개선계수는 낮은 주기(즉, $N \leq 5\times10^4$ 일 때)의 피로조건에 적용하지 않는다. 여기서 N은 파손 수명 주기의 수이다. • 별도로 규정하지 않은 경우, 피로개선계수는 6 mm 에서 50 mm 두께의 강판의 용접 및 이음에 사용되어야한다. 〈삭제〉 • 피로개선계수는 종 방향 단부 연결부를 제외한 용접된 횡 방향 맛대기 용접, 용접된 T-연결/십자 용접 및 용접된 종 방향 부착 용접에 적용된다. • 기계적인 손상의 영향이 있는 지역에 인접한 피로개선은 적절이 보호된 경우 보장할 수 있다. • 상호 비드 토우의 처리는 **그림 6**에 나타는 것처럼 큰 다중 패스 용접에 대하여 요구된다. • 건조자는 용접 후 처리가 적용된 상세 목록 및 범위를 제공하여야 한다. 〈현행과 동일〉	- IMO GBS 감사 (IACS/2015/FR1-8/ OB/17, post weld treatment)의 후속 조치로, 용접 후 처리의 효과를 위한 전제 조건으로서 "부식이 없는 조건"이 실제로 보장될 수 없다는 판단 하에 관련 요건 수정

현 행	개 정 안	개 정 사 유
1부 12장 〈생략〉 **제 1 절 ~ 제 2 절 〈생략〉** **제 3 절 용접이음의 설계** **1. 〈생략〉** **2. T 이음 또는 십자 이음** **2.1 ~ 2.3 〈생략〉** **2.4 부분 또는 완전 용입 용접** **2.4.1 ~ 2.4.5 〈생략〉** **2.4.6 완전 또는 부분 용입 용접이 요구되는 위치** 다음의 위치에는 **[2.4.2]**에 적합한 부분 용입 용접을 하여야 한다.(**그림 3**의 예 참조) a) 내측 종격벽(내측 선각)과 호퍼 경사판의 용접 b) 이중저와 종/횡격벽 1차 지지부재의 단부의 용접 c) 내저판과 파형격벽 하부스툴 지지늑판의 용접 d) 파형격벽의 거싯판과 쉐더판의 용접 e) 조립식 수직파형 격벽의 경우 파형의 하단으로부터 파형 길이의 15 % f) **[2.4.5]**의 i)를 제외한 격벽 1차 지지부재 및 스툴 판 하부의 이중저 내의 구조부재 〈생략〉	**1부 12장 〈현행과 동일〉** **제 1 절 ~ 제 2 절 〈현행과 동일〉** **제 3 절 용접이음의 설계** **1. 〈생략〉** **2. T 이음 또는 십자 이음** **2.1 ~ 2.3 〈생략〉** **2.4 부분 또는 완전 용입 용접** **2.4.1 ~ 2.4.5 〈생략〉** **2.4.6 완전 또는 부분 용입 용접이 요구되는 위치** 다음의 위치에는 **[2.4.2]**에 적합한 부분 용입 용접을 하여야 한다.(**그림 3**의 예 참조) a) 내측 종격벽(내측 선각)과 호퍼 경사판의 용접 b) 이중저 및 설치된 이면 브래킷의 양단부와 버트리스 구조를 포함하는 종/횡격벽 1차 지지부재 단부의 용접 c) 내저판과 파형격벽 하부스툴 지지늑판의 용접 d) 파형격벽의 거싯판과 쉐더판의 용접 e) 조립식 수직파형 격벽의 경우 파형의 하단으로부터 파형 길이의 15 % f) **[2.4.5]**의 i)를 제외한 격벽 1차 지지부재 및 스툴 판 하부의 이중저 내의 구조부재 〈현행과 동일〉	- 이면 브래킷의 단부와 버트리스 구조의 부분 용입 용접 적용 명확화

현 행

2.5 용접 크기 기준

2.5.1 〈생략〉

2.5.2

〈생략〉

표 3 기타 의장품에 대한 용접계수

선체구역	연결부	f_{weld}
창구덮개	수밀/유밀 연결부	0.48(1)
	보강재의 끝단	0.38(2)
	상기 이외	0.24
마스트, 대릭 포스트, 크레인 받침대 등	갑판/갑판 하부 보강구조	0.43
갑판 기계류 받침대	갑판	0.24
계류 장비 받침대	갑판	0.43
덮개 형식 접근 개구를 위한 링	모든 곳	0.43
선측외판 문 및 수밀문의 보강	모든 곳	0.24
외판 및 수밀문의 프레임	모든 곳	0.43
환풍기 및 공기관의 코밍	갑판	0.43
환풍기 등, 피팅	모든 곳	0.24
환풍기, 공기관 등의 코밍과 갑판	갑판	0.43
배수구 및 배출구	갑판	0.55
불워크 스테이	갑판	0.24
불워크 판	갑판	0.43
보호난간, 스텐션	갑판	0.43
클리트 및 피팅	창구코밍 및 창구덮개	0.60(3)

(1) 산적화물선의 창구덮개의 수밀 연결부 : 0.38
(2) 산적화물선의 창구덮개의 보강재 끝단 : 0.24
(3) 최소 용접 계수. $t_{as-built} > 11.5$ mm 인 경우, l_{leg} 는 0.62 $t_{as-built}$ 를 넘을 필요는 없다. 설계에 따라 부분 용입 용접이 요구될 수 있다.

개 정 안

2.5 용접 크기 기준

2.5.1 〈현행과 동일〉

2.5.2

〈현행과 동일〉

표 3 기타 의장품에 대한 용접계수

선체구역	연결부	f_{weld}
창구덮개	수밀/유밀 연결부	0.48(1)
	보강재의 끝단	0.38(2)
	상기 이외	0.24
마스트, 대릭 포스트, 크레인 받침대 등	갑판/갑판 하부 보강구조	0.43
갑판 기계류 받침대	갑판	0.24
계류 장비 받침대	갑판	0.43
덮개 형식 접근 개구를 위한 링	모든 곳	0.43
선측외판 문 및 수밀문의 보강	모든 곳	0.24
외판 및 수밀문의 프레임	모든 곳	0.43
환풍기 및 공기관의 코밍	갑판	0.43
환풍기 등, 피팅	모든 곳	0.24
환풍기, 공기관 등의 코밍과 갑판	갑판	0.43
배수구 및 배출구	갑판	0.55
불워크 스테이	갑판	0.24
불워크 판	갑판	0.43
보호난간, 스텐션	갑판	0.43
클리트 및 피팅	창구코밍 및 창구덮개	0.24(3)

(1) 산적화물선의 창구덮개의 수밀 연결부 : 0.38
(2) 산적화물선의 창구덮개의 보강재 끝단 : 0.24
(3) 최소 용접 계수. $t_{as-built} > 11.5$ mm 인 경우, l_{leg} 는 0.62 $t_{as-built}$ 를 넘을 필요는 없다. 설계에 따라 용입 용접이 요구될 수 있다.

개 정 사 유

- 비정상적인 과도한 용접계수 수정

현 행	개 정 안	개 정 사 유
2부 1장 〈생략〉 **제 1 절 〈생략〉** **제 2 절 구조설계원칙** 1. ~ 2. 〈생략〉 3. 구조 상세 원칙 3.1 ~ 3.2 〈생략〉 3.3 갑판구조 3.3.1 ~ 3.3.4 〈생략〉 3.3.5 **와이어로프에 대한 보호** 화물창 개구 근처의 와이어로프 홈은 창구 측 거더(즉, 톱사이드 탱크 판 상부 부위) 또는 화물창의 창구 단보 및 창구코밍의 상부에 하프 라운드 바와 같은 적절한 보호재를 부착하여 보호하여야 한다. 3.3.6 〈신설〉	**2부 1장 〈현행과 동일〉** **제 1 절 〈현행과 동일〉** **제 2 절 구조설계원칙** 1. ~ 2. 〈현행과 동일〉 3. 구조 상세 원칙 3.1 ~ 3.2 〈현행과 동일〉 3.3 갑판구조 3.3.1 ~ 3.3.4 〈현행과 동일〉 3.3.5 **와이어로프에 대한 보호** 화물창 개구 근처의 와이어로프 홈은 창구 측 거더(즉, 톱사이드 탱크 판 상부 부위) 및 화물창의 창구 단보 및 창구코밍의 상부에 하프 라운드 바와 같은 적절한 보호재를 부착하여 보호하여야 한다. **3.3.6 기계적 손상에 대한 화물창구 개구 모서리의 보호** 정상 상태에서 수직 그랩 와이어와 직접 접촉하여 발생하는 창구 개구 모서리의 기계적 손상을 방지하기 위한 구체적인 조치를 마련해야 한다. *(IACS RCN1 :* *3.3.6 Protection of cargo hatch opening corners against mechanical damage* *Specific measures are to be arranged to prevent the hatch opening corners from mechanical damage incurred by coming into direct contact with the vertical grab wire under normal operations.)*	- 그랩 와이어 등에 의한 창구 모서리의 기계적 손상을 방지하기 위해 요건 수정 및 신설 *※ 문구 수정 (기술위원회)*

현 행	개 정 안	개 정 사 유
제 3 절 ~ 제 4 절 〈생략〉 **제 5 절 화물창 창구덮개** **1. 〈생략〉** **2. 배치** **2.1 창구코밍의 높이** ~~2.1.1~~ ~~갑판 상 창구코밍의 높이는 다음보다 작아서는 아니 된다.~~ ~~• 제1위치에서 600 mm~~ ~~• 제2위치에서 450 mm~~ ~~2.1.2~~ ~~개스킷 및 고박장치가 있는 강재 창구덮개에 의하여 폐쇄되는 제1위치 및 제2위치에서 창구코밍의 높이는 어떠한 해상상태에서도 선박의 안전이 저하되지 않는다고 주관청이 인정할 경우 상기 값보다 경감되거나 코밍이 완전히 면제될 수 있다. 이 경우, 창구덮개의 구조치수, 개스킷, 고박설비 및 갑판상 리세스의 배수는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 것이어야 한다.~~	**제 3 절 ~ 제 4 절 〈현행과 동일〉** **제 5 절 화물창 창구덮개** **1. 〈현행과 동일〉** **2. 배치** **2.1 〈삭제〉** 〈삭제〉 〈삭제〉	※ IMO GBS 관찰 사항[IACS/2015/FR 9-15/OB/02]의 후속 조치 - ICLL과 동일한 규정으로 CSR에서 삭제 - 주관청 승인 사항으로 CSR에서 삭제

현 행	개 정 안	개 정 사 유
2부 2장 〈생략〉 **제 1 절 일반배치설계** **1. 〈생략〉** **2. 화물탱크의 분리** **2.1 일반** 2.1.1 ~~화물펌프실, 화물탱크, 슬롭탱크 및 코퍼댐은 기관구역 전방에 위치하여야 한다. 주 화물제어장소, 제어장소, 거주구역 및 업무구역은 화물탱크, 슬롭탱크 및 기관구역으로부터 화물탱크 또는 슬롭탱크를 격리하는 구역보다 후방에 위치하여야 한다. 다만 연료유 탱크 및 평형수 탱크의 후방일 필요는 없다.~~ ~~2.1.2~~ ~~기관구역과 화물탱크를 분리하기 위하여 코퍼댐을 설치하여야 한다. 펌프실, 평형수 탱크 또는 연료유 탱크는 이 목적의 코퍼댐으로 간주될 수 있다.~~	**2부 2장 〈현행과 동일〉** **제 1 절 일반배치설계** **1. 〈현행과 동일〉** **2. 화물탱크의 분리** **2.1 일반** 2.1.1 설계자는 화물펌프실, 화물탱크, 슬롭탱크 및 코퍼댐, 주 화물제어장소, 제어장소, 거주구역 및 업무구역 뿐만 아니라 화물탱크를 기관구역으로부터 격리하는 배치에 주의를 기울여야 한다. *(IACS RCN1 :* *The designer's attention is to be drawn on the arrangement of the cargo pump room, cargo tanks, slop tanks and cofferdams, main cargo control stations, control stations, accommodation and service spaces as well as on the need to separate the cargo tanks from the machinery space.)* 〈삭제〉	- IMO GBS 관찰사항[IACS/2015/FR 9-15/OB/02]의 후속 조치로서, 해당 규정들이 SOLAS Ch 2-2, Reg. 4.5.1을 명확히 설명하지 못하므로 문구 수정 및 CSR에서 삭제

현 행	개 정 안	개 정 사 유
제 2 절 ~ 제 3 절 〈생략〉 **제 4 절 선체의장**	**제 2 절 ~ 제 3 절 〈현행과 동일〉** **제 4 절 선체의장**	
1. 비상예인장치용 부품의 지지구조	**1. 비상예인장치용 부품의 지지구조**	※ IMO GBS 관찰사항[IACS/2015/FR 9-15/OB/02]의 후속 조치
1.1 일반	**1.1 일반**	
1.1.1 재화중량 20,000 톤 이상의 모든 유조선의 선수 및 선미에는 SOLAS 에서 요구하는 비상예인장치가 설치되어야 한다.	1.1.1 SOLAS 에서 요구하는 것과 같이 재화중량 20,000 톤 이상인 모든 유조선의 선수와 선미에 설치되는 비상예인장치가 설계자의 책임하에 제공되어야 한다. *(IACS RCN1 :* *It is the responsibility of the designer to provide emergency towing arrangements are to be fitted at both the bow and stern of every tanker with a deadweight of 20,000 tonnes or more, as required by SOLAS, as amended.)*	- 비상예인장치배치 적용은 SOLAS Ch 2-1, Reg.3-4 및 MSC Res. 35(63)을 따르며, 설계자는 이점을 유념해야 함을 반영한 요건 수정
1.1.2 예인장치의 설계 및 제작은 기국의 승인을 받아야 한다.	1.1.2 설계자는 예인장치의 설계 및 제작 시 기국 또는 위임 받은 기관의 승인을 받아야 함을 상기하여야 한다. *(IACS RCN1 :* *The designer is reminded that design and construction of the towing arrangements is are to be approved by the Flag Administration or the Society on their behalf.)*	*※ 문구 수정 (기술위원회)*
〈생략〉	〈현행과 동일〉	