

선급 및 강선규칙 개정(안)

제 14 편 컨테이너선 구조규칙

개정의 배경 및 내용

1. 개정배경 (시행일 : 2026년 07월 01일 이후 건조계약 선박)

- 내/외부 고객의 의견을 반영하고, 규정을 명확하게 정의하였으며, 기타 오기 수정을 하였음.
- 코퍼댐 요건 개정하였음.
- 선수부의 선수 충격압력을 개선하였음.
- 가스 연료 탱크를 가지는 선박의 표준 적하상태를 개정하였음.
- 평강(flat bar)의 세장비 요건을 개선하였음.
- 상대 변위에 의한 응력을 고려한 간이 응력해석을 개선하였음.
- 물결막이 또는 고래등갑판에 대한 요건을 개정하였음.

2. 개정내용

- 신규대비표 참조

현행	개정안	개정사유
<p style="text-align: center;">2장 일반배치</p> <p style="text-align: center;">제 1 절 ~ 제 2 절 <생략> 제 3 절 구획배치</p> <p>1. 코퍼댐</p> <p>1.1 <생략></p> <p>1.2 코퍼댐의 배치</p> <p>1.2.1 ~ 1.2.3 <생략></p> <p>1.2.4</p> <p>다음과 같은 경우 해당 탱크를 포함하는 공간의 특성 및 치수와 관련하여 실행 불가능하거나 불합리하다고 우리 선급이 인정하는 경우 [1.2.1]에 따른 코퍼댐은 면제될 수 있다.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 인접하는 공통 경계의 판 두께가 6장 4절에 의한 두께에 추가하여 각각 청수탱크 또는 보일러 공급수 탱크의 경우 2.0 mm, 그 이외의 탱크의 경우 1.0 mm를 증가시켜야 한다. • 공통 경계 판의 필렛 용접 각도의 합은 판 두께 이상이어야 한다. • 1편 1장 3절 306과 관련하여 1 m 증가된 시험 압력(test pressure)으로 구조시험이 실시되어야 한다. <p><생략></p>	<p style="text-align: center;">2장 일반배치</p> <p style="text-align: center;">제 1 절 ~ 제 2 절 <현행과 동일> 제 3 절 구획배치</p> <p>1. 코퍼댐</p> <p>1.1 <현행과 동일></p> <p>1.2 코퍼댐의 배치</p> <p>1.2.1 ~ 1.2.3 <현행과 동일></p> <p>1.2.4</p> <p>해당 탱크를 포함하는 공간의 특성 및 치수와 관련하여 실행 불가능하거나 불합리하다고 우리 선급이 인정하는 경우, <u>연료유 및 윤활유 탱크의 공통 경계에 완전용입(full penetration) 용접을 하면</u> [1.2.1]에 명시된 코퍼댐은 면제될 수 있다.</p> <p><현행과 동일></p>	<p>- CSR을 적용받는 않는 선박에 대한 코퍼댐 요건 개정</p> <p>- 내부의견조회 결과에 따라 수정</p>

현행	개정안	개정사유
<p style="text-align: center;">4장 하중</p> <p style="text-align: center;">제 1 절 ~ 제 4 절 <생략> 제 5 절 외부하중</p> <p>1. ~ 2. <생략></p> <p>3. 외부 충격압력</p> <p>3.1 <생략></p> <p>3.2 등가 설계압력</p> <p>3.2.1 <생략></p> <p>3.2.2 쇄파 충격압력</p> <p>쇄파 충격압력, P_{Bl} (kN/m²)는 다음 식에 따른다.</p> $P_{Bl} = CP_B$ <p>C : 수직 분포 계수로서 [3.2.1]에 따른다.</p> <p>C_w : 파랑계수로서 4장 4절에 따른다.</p> <p>h_0 : 수직 거리(m)로서 [3.2.1]에 따른다.</p> <p>P_B : 충격압력(kN/m²)으로 다음 식에 따른다.</p> $P_B = \frac{1}{2} \rho K_B V_B^2 C_\phi$ <p>K_B : 계수로서 다음에 따른다.</p> <p style="text-align: center;">$K_B = 4$</p> <p><생략></p>	<p style="text-align: center;">4장 하중</p> <p style="text-align: center;">제 1 절 ~ 제 4 절 <현행과 동일> 제 5 절 외부하중</p> <p>1. ~ 2. <현행과 동일></p> <p>3. 외부 충격압력</p> <p>3.1 <현행과 동일></p> <p>3.2 등가 설계압력</p> <p>3.2.1 <현행과 동일></p> <p>3.2.2 쇄파 충격압력</p> <p>쇄파 충격압력, P_{Bl} (kN/m²)는 다음 식에 따른다.</p> $P_{Bl} = CP_B$ <p>C : 수직 분포 계수로서 [3.2.1]에 따른다.</p> <p>C_w : 파랑계수로서 4장 4절에 따른다.</p> <p>h_0 : 수직 거리(m)로서 [3.2.1]에 따른다.</p> <p>P_B : 충격압력(kN/m²)으로 다음 식에 따른다.</p> $P_B = \frac{1}{2} \rho K_B V_B^2 C_\phi$ <p>K_B : 계수로서 다음에 따른다.</p> <p style="text-align: center;">$K_B = 0.023L$ 다만, 7.5보다 클 필요는 없으나, 4.0 이상으로 한다.</p> <p><현행과 동일></p>	<p>- 선박의 길이를 고려한 계수로 조정함.</p>

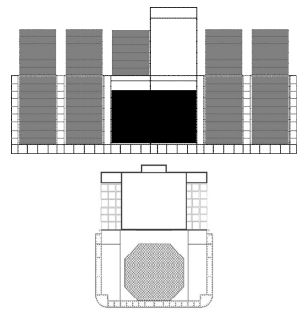
현행	개정안	개정사유
<p>3.3 <생략></p> <p>3.4 선수 충격</p> <p>3.4.1 설계압력</p> <p>선수 충격 설계 하중 시나리오에 따른 선수 충격압력, P_{FB} (kN/m²)은 다음 식에 따른다.</p> $P_{FB} = \max(P_{EI}, P_{BI}) \cdot f_{FB}$ <p>P_{EI} : 입수 충격압력(kN/m²)으로서 [3.2.1]을 따른다.</p> <p>P_{BI} : 쇄파 충격압력(kN/m²)으로서 [3.2.2]를 따른다.</p> <p>f_{FB} : 선박 길이에 따른 종방향 분포 계수로서 다음에 따른다. 다만, 1.0 이하로 한다.</p> $f_{FB} = 2.8 \left(f_{xL} + 1.5 \frac{L}{2500} - 0.12 \right)^2 - 1.4 \quad L \leq 200\text{m인 경우}$ $f_{FB} = 2.8 f_{xL}^2 - 1.4 \quad L > 200\text{m인 경우}$	<p>3.3 <현행과 동일></p> <p>3.4 선수 충격</p> <p>3.4.1 설계압력</p> <p>선수 충격 설계 하중 시나리오에 따른 선수 충격압력, P_{FB} (kN/m²)은 다음 식에 따른다.</p> $P_{FB} = \max(f_{FB-EI} P_{EI}, f_{FB-BI} C_{FB} P_{BI})$ <p>P_{EI} : 입수 충격압력(kN/m²)으로서 [3.2.1]을 따른다.</p> <p>P_{BI} : 쇄파 충격압력(kN/m²)으로서 [3.2.2]를 따른다.</p> <p>f_{FB-EI} : 선박 길이에 따른 <u>입수 충격에 대한</u> 종방향 분포 계수로서 다음에 따른다. 다만, 1.0 이하로 한다.</p> $f_{FB-EI} = 3.0 \left(f_{xL} + 2.5 \frac{L}{2500} - 0.2 \right) - 1.7 \quad L \leq 200\text{m인 경우}$ $f_{FB-EI} = 3.0 f_{xL} - 1.7 \quad L > 200\text{m인 경우}$ <p>f_{FB-BI} : 선박 길이에 따른 <u>쇄파 충격에 대한</u> 종방향 분포 계수로서 다음에 따른다.</p> $f_{FB-BI} = 15.7 - 15 f_{xL} \quad \text{다만, 1.0보다 클 필요는 없으나, 0.7 이상으로 한다.}$ <p>C_{FB} : 수직 분포 계수로서 다음에 따른다.</p> $C_{FB} = \frac{z}{T_{SC}} - 0.15 \quad \text{다만, 1.0보다 클 필요는 없으나, 0.7 이상으로 한다.}$	<ul style="list-style-type: none"> - 입수 충격압력에 대한 종방향 분포 계수를 조정함. - 쇄파 충격압력에 대한 종방향 분포 계수를 신설함. - 쇄파 충격압력에 대한 수직 분포 계수를 신설함.

현행	개정안	개정사유
<p style="text-align: center;">제 6 절 ~ 제 7 절 <생략> 제 8 절 적하상태</p> <p>1. <생략></p> <p>2. 설계 적하상태</p> <p>2.1 ~ 2.3 <생략></p> <p>2.4 적하상태</p> <p>2.4.1 ~ 2.4.3 <생략></p> <p>2.4.4 액화 천연가스 연료 탱크의 강도평가를 위한 표준 적하상태</p> <p>액화 천연가스 연료 탱크 강도평가를 위해 고려해야 할 적하상태는 표 3에 주어진다.</p> <p>2.4.5 독립형 연료 탱크의 강도평가를 위한 표준 적하상태</p> <p>독립형 연료 탱크 강도평가를 위해 고려해야 할 적하상태는 「Guideline of Structural Assessment for Liquefied Gas Carriers with Type A Prismatic Tank」를 고려하여 수행하여야 한다.</p> <p>2.4.6 화물창의 피로강도 평가를 위한 표준 적하상태</p> <p>화물창의 피로강도 평가를 위해 고려해야 할 적하상태는 표 4에 주어진다.</p>	<p style="text-align: center;">제 6 절 ~ 제 7 절 <현행과 동일> 제 8 절 적하상태</p> <p>1. <현행과 동일></p> <p>2. 설계 적하상태</p> <p>2.1 ~ 2.3 <현행과 동일></p> <p>2.4 적하상태</p> <p>2.4.1 ~ 2.4.3 <현행과 동일></p> <p>2.4.4 멤브레인 또는 독립형 가스 연료 탱크의 강도평가를 위한 표준 적하상태</p> <p>액화 천연가스 연료 탱크 강도평가를 위해 고려해야 할 적하상태는 표 3에 주어진다.</p> <p><u>「Guideline of Structural Assessment for Liquefied Gas Carriers with Type A and B Prismatic Tanks」</u>는 A형식 및 B형식 독립형 가스 연료 탱크 설계를 위한 해석 절차를 제공한다. <u>「Guidelines for Direct Strength Analysis of Liquefied Gas Carriers with Independent Type C Tanks」</u>는 C형식 독립형 가스 연료 탱크의 설계를 위한 관련 해석 절차를 제공한다.</p> <p>2.4.5 화물창의 피로강도 평가를 위한 표준 적하상태</p> <p>화물창의 피로강도 평가를 위해 고려해야 할 적하상태는 표 4에 주어진다.</p>	<p>- 멤브레인 또는 독립형 가스 연료 탱크를 위한 표준 적하상태를 개정함.</p>

현 행

개정사유

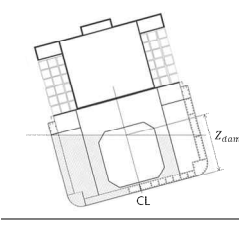
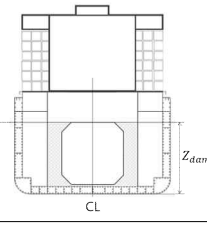
표 3 : 화물창 구역에서의 액화 천연가스 연료 탱크 강도평가를 위한 표준 적하상태

번호	적하상태	정수중 하중				동적 하중	
		홀수	컨테이너 하중		% of perm. SWBM	% of perm. SWSF	중앙 화물창 구역
			화물창	창구덮개 상부			
〈생략〉							
사고 상태							
A1		T_{sc}	40 ft 컨테이너의 적재하중 모든 평형수 탱크: 공창 연료유 탱크: 공창 액화 천연가스 연료 탱크: 만재	40 ft 컨테이너 적재하중	$\leq 100\%$	$\leq 100\%$	Static Forward $a_x=0.5g$ Aftward $a_x=0.25g$
〈신설〉							
	〈신설〉						
	〈신설〉						
시험 상태							
	〈생략〉						
	〈신설〉						
〈생략〉							
3) 〈신설〉							
4) 〈신설〉							

개 정 안

개정사유

표 3 : 화물창 구역에서의 가스 연료 탱크 강도평가를 위한 표준 적하상태

번호	적하상태	정수중 하중				동적 하중		
		홀수	컨테이너 하중		% of perm. SWBM	% of perm. SWSF	중앙 화물창 구역	
			화물창	창구덮개 상부				
〈현행과 동일〉								
사고 상태								
GA1		T_{SC}	40 ft 컨테이너의 적재하중 모든 평형수 탱크: 공창 연료유 탱크: 공창 가스 연료 탱크: 만재	40 ft 컨테이너 적재하중	≤100%	≤100%	Static Forward $a_x=0.5g$ Aftward $a_x=0.25g$	
침수 상태 - 독립형 가스 연료 탱크인 경우								
GD1 ³⁾	 <p style="text-align: center;">대상: 선체 구조</p>	T_{ED}	비어있는 가스 연료 탱크를 제외한 침수 측 공간은 침수 수위까지 침수된 것으로 한다.	40 ft 컨테이너 적재하중	≤100%	≤100%	Static	
GD2	 <p style="text-align: center;">대상: 지지부 및 주변 구조</p>	T_{ED}	탱크가 완전히 잠긴 직립 상태	40 ft 컨테이너의 적재하중 모든 평형수 및 연료유 탱크: 공창 가스 연료 탱크: 공창	40 ft 컨테이너 적재하중	≤100%	≤100%	Static
시험 상태								
〈현행과 동일〉								
GT2	 <p style="text-align: center;">대상: 독립형 가스 연료 탱크</p>	$T_{BAL}^{1)}$	모든 컨테이너 베이: 공창 모든 평형수 탱크: 공창 연료유 탱크: 공창 가스 연료 탱크: 만재 ⁴⁾	모든 컨테이너 베이: 공창	평형수 조건에서 SWBM ²⁾	≤100%	Static	
〈현행과 동일〉								
³⁾ 횡격벽이 표 1의 A1에 정의된 적하상태에 따라 결정된 경우, 예외를 고려할 수 있다. ⁴⁾ 탱크 적재 비율은 항내 상태를 고려한 구조 시험 계획에 따른다.								

- '액화 천연가스 연료 탱크'를 '가스 연료 탱크'로 대체함.
- 침수 상태를 신설함.
- 전문위원 회 심의 강도평가 대상을 명확히 함.
- 시험 상태에서 GT2를 신설함.

현행	개정안	개정사유
<p style="text-align: center;">8장 좌굴</p> <p style="text-align: center;">제 1 절 <생략> 제 2 절 세장비 요건</p> <p>1. ~ 2. <생략></p> <p>3. 보강재</p> <p>3.1 보강재의 치수비</p> <p>3.1.1 모든 보강재 종류의 순 두께</p> <p>보강재의 순 두께는 다음 기준을 만족하여야 한다.</p> <p>a) 보강재 웨브 판</p> $t_w \geq \frac{h_w}{C_w} \sqrt{\frac{R_{eH}}{235}}$ <p>b) 플랜지</p> $t_f \geq \frac{b_{f-out}}{C_f} \sqrt{\frac{R_{eH}}{235}}$ <p>C_w, C_f : 표 1의 세장비계수</p> <p>규정 b)를 만족하지 못하는 경우, 실제 순 단면계수 계산을 포함한 강도평가에 사용되는 유효 플랜지 단부까지의 거리(mm)는 다음 값보다 크지 않아야 한다.</p> $b_{f-out-max} = C_f t_f \sqrt{\frac{235}{R_{eH}}}$	<p style="text-align: center;">8장 좌굴</p> <p style="text-align: center;">제 1 절 <현행과 동일> 제 2 절 세장비 요건</p> <p>1. ~ 2. <현행과 동일></p> <p>3. 보강재</p> <p>3.1 보강재의 치수비</p> <p>3.1.1 모든 보강재 종류의 순 두께</p> <p>보강재의 순 두께는 다음 기준을 만족하여야 한다.</p> <p>a) 보강재 웨브 판</p> $t_w \geq \frac{h_w}{C_w} \sqrt{\frac{R_{eH}}{235}}$ <p>b) 플랜지</p> $t_f \geq \frac{b_{f-out}}{C_f} \sqrt{\frac{R_{eH}}{235}}$ <p>C_w, C_f : 표 1의 세장비계수</p> <p>규정 b)를 만족하지 못하는 경우, 실제 순 단면계수 계산을 포함한 강도평가에 사용되는 유효 플랜지 단부까지의 거리(mm)는 다음 값보다 크지 않아야 한다.</p> $b_{f-out-max} = C_f t_f \sqrt{\frac{235}{R_{eH}}}$	

현 행

표 1 : 세장비 계수

보강재 종류	C_w	C_f
형강, L2 및 L3	75	12
T형강	75	12
구평강(bulb)	45	-
평강	22	-
〈신설〉		

개정안

표 1 : 세장비 계수

보강재 종류	C_w	C_f
형강, L2 및 L3	75	12
T형강	75	12
구평강(bulb)	45	-
평강	22 ¹⁾	-
¹⁾ $C_w=28$, 선체 거더 굽힘 강도에 영향을 미치지 않는 면외하중을 받는 평강의 경우		

개정 사유

- 평강의 세장비 계수, C_w 를 개선함.

참고)

- CSR TB Part1, Ch 8, Sec 2, [2.1.1] & [3.1.3]

	F(k)	σ_{EL}	K	λ	σ_{cr}	η	C
Plate	4.00	74	0.31	1.78	74	0.31	100
Plate	4.00	47	0.20	2.24	47	0.20	126
L or T	4.00	132	0.56	1.33	130	0.55	75
Bulb	1.25	115	0.49	1.43	115	0.49	45
Flat bar	0.43	165	0.70	1.19	151	0.64	22
Flat bar ¹⁾	0.61	143	0.61	1.28	139	0.59	28
Face plate	0.43	554	2.36	0.65	210	0.89	12

Note)

¹⁾ $K=0.61$ for stiffeners not subject to hull girder stresses, which represents a slenderness ratio of $\lambda=1.28$.

The inertia stiffness requirement has been based calibrated based on current practice with adjustments for the net thickness approach to give a slenderness coefficient C of:

- 1.43. Based on $K=1.24$ for stiffeners subjected to hull girder stresses, which represents a slenderness ratio of $\lambda=0.90$. This factor should be used for all longitudinal stiffeners, both continuous and sniped stiffeners. The reason for using the same factor for sniped stiffeners is because stresses will be distributed from the plating to the stiffener due to shortening of the plate.
- 0.72. Based on $K=0.61$ for stiffeners not subject to hull girder stresses, which represents a slenderness ratio of $\lambda=1.28$.

$$C = \sqrt{\frac{F \pi^2 E}{12(1 - \nu^2)K \cdot 235}}$$

현행	개정안	개정사유
<p>4. 1차 지지부재</p> <p>4.1 치수비 및 강성</p> <p>4.1.1 웹 판과 플랜지의 치수비</p> <p>1차 지지부재의 웹 판과 플랜지의 순 두께는 다음 기준을 만족하여야 한다.</p> <p>a) 웹 판:</p> $t_w \geq \frac{s_w}{C_w} \sqrt{\frac{R_{cH}}{235}}$ <p>b) 플랜지:</p> $t_f \geq \frac{b_{f-out}}{C_f} \sqrt{\frac{R_{cH}}{235}}$ <p>s_w : 판 폭(mm), 웹 보강재의 간격과 같다. C_w : 웹 판에 대한 세장비계수로서 다음을 따른다. $C_w=125$ 이중선체구조인 경우 $C_w=100$ 상기 이외의 경우 C_f : 플랜지에 대한 세장비계수로서 다음을 따른다. $C_f=12$</p> <p>규정 b)를 만족하지 못하는 경우, 실제 순 단면계수 계산을 포함한 강도평가에 사용되는 유효 플랜지 단부까지의 거리(mm)는 다음 값보다 크지 않아야 한다.</p> $b_{f-out-max} = C_f t_f \sqrt{\frac{235}{R_{cH}}}$	<p>4. 1차 지지부재</p> <p>4.1 치수비 및 강성</p> <p>4.1.1 웹 판과 플랜지의 치수비</p> <p>1차 지지부재의 웹 판과 플랜지의 순 두께는 다음 기준을 만족하여야 한다.</p> <p>a) 웹 판:</p> $t_w \geq \frac{s_w}{C_w} \sqrt{\frac{R_{cH}}{235}}$ <p>b) 플랜지:</p> $t_f \geq \frac{b_{f-out}}{C_f} \sqrt{\frac{R_{cH}}{235}}$ <p>s_w : 판 폭(mm), 웹 보강재의 간격과 같다. C_w : 웹 판에 대한 세장비계수로서 다음을 따른다. $C_w=125$ 이중선체구조인 경우 $C_w=100$ 상기 이외의 경우 C_f : 플랜지에 대한 세장비계수로서 다음을 따른다. $C_f=12$</p> <p>R_{cH} : 판 재료의 규정 최소 항복응력(N/mm²).</p> <p><u>웹 판에 대하여 낮은 최소 항복응력이 3절 및 4절의 요건을 만족하는 경우, 낮은 항복응력이 세장비 기준에 사용될 수 있다.</u></p> <p>규정 b)를 만족하지 못하는 경우, 실제 순 단면계수 계산을 포함한 강도평가에 사용되는 유효 플랜지 단부까지의 거리(mm)는 다음 값보다 크지 않아야 한다.</p> $b_{f-out-max} = C_f t_f \sqrt{\frac{235}{R_{cH}}}$	<p>- 규칙13편 CSR-BC&OT와 일치</p>

현행	개정안	개정사유
<p style="text-align: center;">9장 피로</p> <p style="text-align: center;">제 1 절 ~ 제 2 절 <생략> 제 3 절 피로평가</p> <p>1. ~ 2. <생략></p> <p>3. 피로평가의 참조응력</p> <p>3.1 ~ 3.2 <생략></p> <p>3.3 두께 영향</p> <p>3.3.1</p> <p>판 두께는 주로 형상 효과를 통한 용접이음의 피로강도 및 관통 두께 응력분포에 영향을 미친다. 판 두께 영향에 대한 조정계수 f_{thick}는 다음과 같다.</p> <p><생략></p> <p>l_{leg} : 필릿용접 각장 (mm)</p> <p>용접이음의 피로수명을 개선하기 위해 용접 후처리 방법이 적용되는 경우, 두께지수는 [6]에 제공된다.</p> <p>4. S-N 선도</p> <p>4.1 기본 S-N 선도</p> <p>4.1.1 ~ 4.1.3 <생략></p> <p>4.1.4 공기 중 환경</p> <p>그림 3에 나타낸 바와 같이 공기 중 환경에서 기본 설계 선도는 다음과 같이 $\log(\Delta\sigma)$ 및 $\log(N)$ 사이의 선형관계로 주어진다.</p> <p>$\log(N) = \log(K_2) - m \cdot \log(\Delta\sigma)$</p> <p>$\log(K_2) = \log(K_1) - 2 \cdot \log(\delta)$</p> <p><생략></p>	<p style="text-align: center;">9장 피로</p> <p style="text-align: center;">제 1 절 ~ 제 2 절 <현행과 동일> 제 3 절 피로평가</p> <p>1. ~ 2. <현행과 동일></p> <p>3. 피로평가의 참조응력</p> <p>3.1 ~ 3.2 <현행과 동일></p> <p>3.3 두께 영향</p> <p>3.3.1</p> <p>판 두께는 주로 형상 효과를 통한 용접이음의 피로강도 및 관통 두께 응력분포에 영향을 미친다. 판 두께 영향에 대한 조정계수 f_{thick}는 다음과 같다.</p> <p><현행과 동일></p> <p>l_{leg} : 필릿용접 각장 (mm)</p> <p>4. S-N 선도</p> <p>4.1 기본 S-N 선도</p> <p>4.1.1 ~ 4.1.3 <현행과 동일></p> <p>4.1.4 공기 중 환경</p> <p>그림 3에 나타낸 바와 같이 공기 중 환경에서 기본 설계 선도는 다음과 같이 $\log(\Delta\sigma)$ 및 $\log(N)$ 사이의 선형관계로 주어진다.</p> <p>$\log(N) = \log(K_2) - m \cdot \log(\Delta\sigma)$</p> <p><u>$\log(K_2) = \log(K_1) - 2\delta$</u></p> <p><현행과 동일></p>	<p>- CSR Corrigenda1(2024)를 반영함.</p> <p>- CSR Corrigenda1(2024)를 반영함.</p>

현 행

개정 사유

표 2 : 공기 중 환경에서 기본 S-N 선도 자료

등급	K_1		m	표준편차 δ	K_2	10 ⁷ 사이클에서 설계응력범위	2×10 ⁶ 사이클에서 설계응력범위
	K_1	$\log_{10} K_1$		$\log_{10} \delta$	K_2	$\Delta \sigma_q$ N/mm ²	N/mm ²
B	2.343E15	15.3697	4.0	0.1821	1.01E15	100.2	149.9
C	1.082E14	14.0342	3.5	0.2041	4.23E13	78.2	123.9
D	3.988E12	12.6007	3.0	0.2095	1.52E12	53.4	91.3

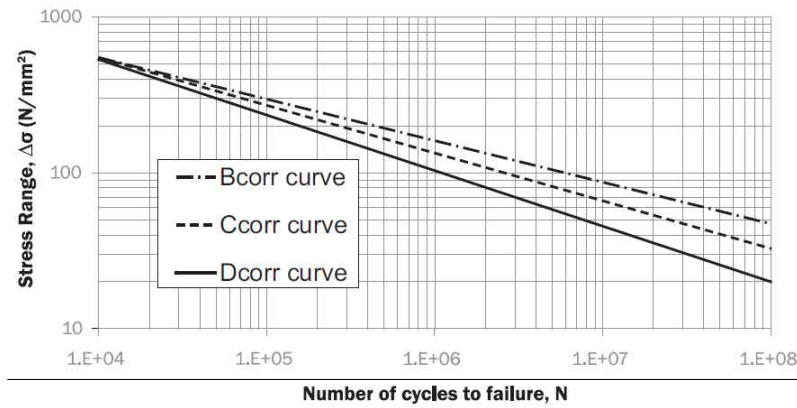


그림 4 : 부식환경에서 기본설계 S-N 선도

개 정 안

개 정 사유

표 2 : 공기 중 환경에서 기본 S-N 선도 자료

등급	K_1	$\log_{10} K_1$	m	δ	K_2	10 ⁷ 사이클에서 설계응력범위	2×10 ⁶ 사이클에서 설계응력범위
						$\Delta \sigma_q$ N/mm ²	N/mm ²
B	2.343E15	15.3697	4.0	0.1821	1.01E15	100.2	149.9
C	1.082E14	14.0342	3.5	0.2041	4.23E13	78.2	123.9
D	3.988E12	12.6007	3.0	0.2095	1.52E12	53.4	91.3

- CSR
Corrigenda1(2024)
를 반영함.

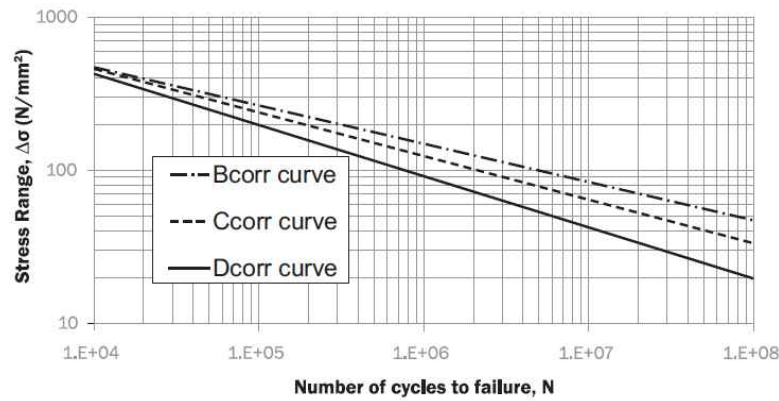
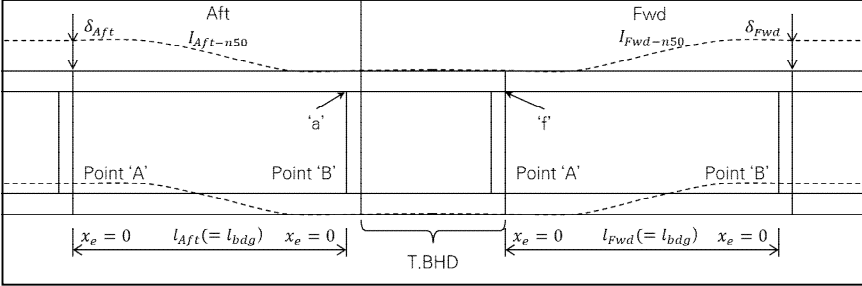


그림 4 : 부식환경에서 기본설계 S-N 선도

현행	개정안	개정사유
<p>5. 피로손상 계산</p> <p>5.1 <생략></p> <p>5.2 요소 피로손상</p> <p>5.2.1</p> <p>각 피로 하중조건 (j)에 대한 요소 피로손상은 지배적인 하중상태에 대하여 구한 피로응력 범위를 근거로 하여 보호된 공기 중 환경 및 보호되지 않은 부식환경에 대해 다음과 같이 독립적으로 계산되어야 한다.</p> $D_{E(j)} = \frac{\alpha_{(j)} \cdot N_D}{K_2} \frac{\Delta \sigma_{FS,(j)}^m}{(\ln N_R)^{m/\xi}} \cdot \mu_{(j)} \cdot \Gamma(1 + \frac{m}{\xi})$ <p>N_D : 설계수명 동안 선박에 의해 경험된 파도 주기의 총 수는 다음과 같다.</p> $N_D = 31.557 \times 10^6 (f_0 T_D) / (4 \log L)$ <p><생략></p>	<p>5. 피로손상 계산</p> <p>5.1 <현행과 동일></p> <p>5.2 요소 피로손상</p> <p>5.2.1</p> <p>각 피로 하중조건 (j)에 대한 요소 피로손상은 지배적인 하중상태에 대하여 구한 피로응력 범위를 근거로 하여 보호된 공기 중 환경 및 보호되지 않은 부식환경에 대해 다음과 같이 독립적으로 계산되어야 한다.</p> $D_{E(j)} = \frac{\alpha_{(j)} \cdot N_D}{K_2} \frac{\Delta \sigma_{FS,(j)}^m}{(\ln N_R)^{m/\xi}} \cdot \mu_{(j)} \cdot \Gamma(1 + \frac{m}{\xi})$ <p>N_D : 설계수명 동안 <u>가정된 파랑 하중에 의한 응력</u> 주기의 총 <u>횟수</u>는 다음과 같다.</p> $N_D = 31.557 \times 10^6 (f_0 T_D) / (4 \log L)$ <p><현행과 동일></p>	<p>- CSR Corrigenda1(2024)를 반영함.</p>

현행	개정안	개정사유
<p style="text-align: center;">제 4 절 간이 응력해석</p> <p>1. ~ 3. <생략></p> <p>4. 국부 보강재 응력</p> <p>4.1 <생략></p> <p>4.2 상대변위에 의한 응력</p> <p>4.2.1 ~ 4.2.4 <생략></p> <p>4.2.5 유한요소법으로부터 구해진 상대변위에 의한 응력</p> <p>다음 절차는 상대변위에 의한 응력을 계산하기 위하여 7장 2절 [2]에 따른 화물창 모델을 기초로 한다. 두 지점 “a” 및 “f”에 대해 하중조건 (j)의 하중상태 i1 및 i2에 대한 상대변위에 의한 응력(N/mm²)은 다음 식을 이용하여 직접 계산하여야 한다.</p> $\sigma_{dD,ik(j)} = \begin{cases} K_b \sigma_{dFwd-a, ik(j)} + K_b \sigma_{dAft-a, ik(j)} & \text{위치 } a \text{인 경우} \\ K_b \sigma_{dFwd-f, ik(j)} + K_b \sigma_{dAft-f, ik(j)} & \text{위치 } f \text{인 경우} \end{cases} \quad (k = 1, 2)$ <p>a, f : 그림 2에 나타난 위치를 표시하는 아래첨자</p> <p>Aft, Fwd : 그림 2에 나타난 횡격벽으로부터 후(Aft) 및 전(Fwd) 방향을 표시하는 아래첨자</p> <p>K_b : 표 3에 정의된 점 ‘A’ 또는 ‘B’에 상응하는 위치 ‘a’ 또는 ‘f’의 굽힘에 의한 응력 집중계수</p>	<p style="text-align: center;">제 4 절 간이 응력해석</p> <p>1. ~ 3. <현행과 동일></p> <p>4. 국부 보강재 응력</p> <p>4.1 <현행과 동일></p> <p>4.2 상대변위에 의한 응력</p> <p>4.2.1 ~ 4.2.4 <현행과 동일></p> <p>4.2.5 유한요소법으로부터 구해진 상대변위에 의한 응력</p> <p>다음 절차는 상대변위에 의한 응력을 계산하기 위하여 7장 2절 [2]에 따른 화물창 모델을 기초로 한다. 두 지점 “a” 및 “f”에 대해 하중조건 (j)의 하중상태 i1 및 i2에 대한 상대변위에 의한 응력(N/mm²)은 다음 식을 이용하여 직접 계산하여야 한다.</p> $\sigma_{dD,ik(j)} = \begin{cases} K_b \sigma_{dAft-a, ik(j)} & \text{위치 } a \text{인 경우} \\ K_b \sigma_{dFwd-f, ik(j)} & \text{위치 } f \text{인 경우} \end{cases} \quad (k = 1, 2)$ <p>a, f : 그림 2에 나타난 위치를 표시하는 아래첨자</p> <p>Aft, Fwd : 그림 2에 나타난 횡격벽으로부터 후(Aft) 및 전(Fwd) 방향을 표시하는 아래첨자</p> <p>K_b : 표 3에 정의된 점 ‘A’ 또는 ‘B’에 상응하는 위치 ‘a’ 또는 ‘f’의 굽힘에 의한 응력 집중계수</p>	<p>- 일단 고정인 상대변위에 의한 응력 식을 개정함.</p>

현행	개정안	개정사유
<p>$\sigma_{dFwd-a, ik(j)}, \sigma_{dAft-a, ik(j)}, \sigma_{dFwd-f, ik(j)}, \sigma_{dAft-f, ik(j)}$: 하중조건 (j)의 하중상태 i1 및 i2에 있어서, 각각 횡격벽과 전(Fwd) 및 후(Aft)의 트랜스버스 웹 또는 늑판 사이의 상대변위로 인한 점 'a' 및 'f'에서의 부가 응력(N/mm²)으로 각각 다음과 같다.</p> $\sigma_{dFwd-a, ik(j)} = \frac{3.9\delta_{Fwd, ik(j)} EI_{Aft-n50} I_{Fwd-n50}}{Z_{Aft-n50} \ell_{Fwd} (\ell_{Aft} I_{Fwd-n50} + \ell_{Fwd} I_{Aft-n50})} \left(1 - 1.15 \frac{ x_{eAft} }{\ell_{Aft}}\right) 10^{-5}$ $\sigma_{dAft-a, ik(j)} = \frac{3.9\delta_{Aft, ik(j)} EI_{Aft-n50} I_{Fwd-n50}}{Z_{Aft-n50} \ell_{Aft} (\ell_{Aft} I_{Fwd-n50} + \ell_{Fwd} I_{Aft-n50})} \left(1 - 1.15 \frac{ x_{eAft} }{\ell_{Aft}}\right) - \frac{0.9\delta_{Aft, ik(j)} EI_{Aft-n50} x_{eAft} }{Z_{Aft-n50} \ell_{Aft}^3} \Big] 10^{-5}$ $\sigma_{dFwd-f, ik(j)} = \frac{3.9\delta_{Fwd, ik(j)} EI_{Aft-n50} I_{Fwd-n50}}{Z_{Fwd-n50} \ell_{Fwd} (\ell_{Aft} I_{Fwd-n50} + \ell_{Fwd} I_{Aft-n50})} \left(1 - 1.15 \frac{ x_{eFwd} }{\ell_{Fwd}}\right) - \frac{0.9\delta_{Aft, ik(j)} EI_{Aft-n50} x_{eAft} }{Z_{Aft-n50} \ell_{Aft}^3} \Big] 10^{-5}$ $\sigma_{dAft-f, ik(j)} = \frac{3.9\delta_{Aft, ik(j)} EI_{Aft-n50} I_{Fwd-n50}}{Z_{Fwd-n50} \ell_{Aft} (\ell_{Aft} I_{Fwd-n50} + \ell_{Fwd} I_{Aft-n50})} \left(1 - 1.15 \frac{ x_{eFwd} }{\ell_{Fwd}}\right) 10^{-5}$ <p>$I_{Fwd-n50}, I_{Aft-n50}$: 전(Fwd) 및 후(Aft) 종통재의 순 관성 모멘트 (cm⁴)</p> <p>$Z_{Fwd-n50}, Z_{Aft-n50}$: 전(Fwd) 및 후(Aft) 보강재의 순 단면계수 (cm³)</p> <p>ℓ_{Fwd}, ℓ_{Aft} : 전(Fwd) 및 후(Aft) 종통재의 스패 (m) (그림 2 참조)</p> <p>x_{eFwd}, x_{eAft} : 각각 ℓ_{Fwd} 및 ℓ_{Aft} 의 가까운 단부로부터 위치 'a' 및 'f'에서의 핫스팟까지 거리(m) (그림 1 참조)</p> <p>$\delta_{Fwd, ik(j)}, \delta_{Aft, ik(j)}$: 횡격벽과 전(Fwd) 및 후(Aft) 트랜스버스 웹(또는 늑판) 사이의 부착판에 대한 수직방향의 상대변위 (mm) (그림 2 참조)</p> <p><생략></p>	<p>$\sigma_{dFwd-a, ik(j)}, \sigma_{dAft-a, ik(j)}, \sigma_{dFwd-f, ik(j)}, \sigma_{dAft-f, ik(j)}$: 하중조건 (j)의 하중상태 i1 및 i2에 있어서, 각각 횡격벽과 전(Fwd) 및 후(Aft)의 트랜스버스 웹 또는 늑판 사이의 상대변위로 인한 점 'a' 및 'f'에서의 부가 응력(N/mm²)으로 각각 다음과 같다.</p> $\sigma_{dAft-a, ik(j)} = \frac{4\delta_{Aft, ik(j)} EI_{Aft-n50}}{Z_{Aft-n50} \ell_{Aft}^2} \left(1 - \frac{ x_{eAft} }{\ell_{Aft}}\right)^2 10^{-5}$ $\sigma_{dFwd-f, ik(j)} = \frac{4\delta_{Fwd, ik(j)} EI_{Fwd-n50}}{Z_{Fwd-n50} \ell_{Fwd}^2} \left(1 - \frac{ x_{eFwd} }{\ell_{Fwd}}\right)^2 10^{-5}$  <p>$I_{Fwd-n50}, I_{Aft-n50}$: [4.1.1]에 정의된 부착판의 유효폭을 고려한 전(Fwd) 및 후(Aft) 종통재의 순 관성 모멘트 (cm⁴)</p> <p>$Z_{Fwd-n50}, Z_{Aft-n50}$: [4.1.1]에 정의된 부착판의 유효폭을 고려한 전(Fwd) 및 후(Aft) 보강재의 순 단면계수 (cm³)</p> <p>ℓ_{Fwd}, ℓ_{Aft} : 전(Fwd) 및 후(Aft) 종통재의 스패 (m) (그림 2 참조)</p> <p>x_{eFwd}, x_{eAft} : 각각 ℓ_{Fwd} 및 ℓ_{Aft} 의 가까운 단부로부터 위치 'a' 및 'f'에서의 핫스팟까지 거리(m) (그림 1 참조)</p> <p>$\delta_{Fwd, ik(j)}, \delta_{Aft, ik(j)}$: 횡격벽과 전(Fwd) 및 후(Aft) 트랜스버스 웹(또는 늑판) 사이의 부착판에 대한 수직방향의 상대변위 (mm) (그림 2 참조)</p> <p><현행과 동일></p>	<p>- 일단 고정인 상대변위에 의한 응력 식을 개정함.</p> <p>- CSR Corrigenda1(2024)를 반영함.</p>

현행	개정안	개정사유
<p style="text-align: center;">제 5 절 유한요소 응력해석</p> <p>1. ~ 2. <생략></p> <p>3. 웹 보강된 십자형 이음 이외의 상세에 대한 핫스팟 응력</p> <p>3.1</p> <p>3.1.1</p> <p>핫스팟 'a' 종류에 대해 구조 핫스팟 응력, σ_{HS}은 $t_{gr} \times t_{gr}$ 분할 밀도를 가지는 유한요소해석으로부터 계산하며 다음의 식으로 구할 수 있다.</p> $\sigma_{HS} = 1.12 \cdot \sigma$ <p><생략></p> <p>'b' 종류 핫스팟에 대해 응력분포는 판 두께에 의존되지 않으며, 즉, 구조 핫스팟 응력, σ_{HS}은 분할 밀도 10 × 10 mm의 유한요소해석으로부터 파생되며 다음의 식으로 구할 수 있다.</p> $\sigma_{HS} = 1.12 \cdot \sigma$ <p>σ : 표면 주응력(N/mm²), 5mm의 용접 토우로부터 절대적인 거리에서 측정</p>	<p style="text-align: center;">제 5 절 유한요소 응력해석</p> <p>1. ~ 2. <현행과 동일></p> <p>3. 웹 보강된 십자형 이음 이외의 상세에 대한 핫스팟 응력</p> <p>3.1</p> <p>3.1.1</p> <p>핫스팟 'a' 종류에 대해 구조 핫스팟 응력, σ_{HS}은 $t_{gr} \times t_{gr}$ 분할 밀도를 가지는 유한요소해석으로부터 계산하며 다음의 식으로 구할 수 있다.</p> $\sigma_{HS} = 1.12 \cdot \sigma$ <p><현행과 동일></p> <p>'b' 종류 핫스팟에 대해 응력분포는 판 두께에 의존되지 않으며, 즉, 구조 핫스팟 응력, σ_{HS}은 분할 밀도 10 × 10 mm의 유한요소해석으로부터 파생되며 다음의 식으로 구할 수 있다.</p> $\sigma_{HS} = 1.12 \cdot \sigma$ <p>σ : <u>보 요소 응력</u>(N/mm²), 용접 토우로부터 <u>5mm의</u> 거리에서 측정</p>	<p>- CSR Corrigenda1(2024)를 반영함.</p>

현행	개정안	개정사유
<p>11장 선루, 갑판실 및 선체의장</p> <p>제 1 절 <생략></p> <p>제 2 절 불워크, 보호난간 및 물결막이</p> <p>1. ~ 3. <생략></p> <p>4. 물결막이(Breakwater)</p> <p>4.1 일반사항</p> <p>4.1.1 <생략></p> <p>4.1.2 물결막이의 치수</p> <p>a) 물결막이의 권장 높이는 다음에 따른다. (m)</p> $h_w = 0.8(bC_w - z) \text{ --- 다만, } h_{w-\min} \text{ 이상이어야 한다.}$ $h_{w-\min} = 0.6(bC_w - z)$ <p>z : 하기만재흡수선과 물결막이의 하단(bottom line)간의 거리(m).</p> $b = 1.0 + 2.75 \left(\frac{x}{C_B + 0.2} \right)^2 \text{ --- } 0.6 \leq C_B \leq 0.8$ <p>x : L의 후단에서부터 물결막이까지의 거리 (m).</p> <p>코래등갑판 또는 귀갑갑판의 평균 높이는 그림 1에 따라 유사하게 결정할 수 있다.</p> <p>b) 물결막이는 최소한 물결막이 뒤편의 수송하고자 하는 갑판화물의 폭 만큼 넓어야 한다.</p>	<p>11장 선루, 갑판실 및 선체의장</p> <p>제 1 절 <현행과 동일></p> <p>제 2 절 불워크, 보호난간 및 물결막이</p> <p>1. ~ 3. <현행과 동일></p> <p>4. 물결막이(Breakwater)</p> <p>4.1 일반사항</p> <p>4.1.1 <현행과 동일></p> <p>4.1.2 물결막이의 폭</p> <p>물결막이는 최소한 물결막이 뒤편의 수송하고자 하는 갑판화물의 폭 만큼 넓어야 한다.</p>	<p>- 명확화를 위해 물결막이의 권장 높이를 삭제함. (조선소 실적 및 spec.에 따라 결정)</p>

현행	개정안	개정사유
<p>4.1.3 컷아웃(cutouts) 물결막이 주요 지지부재의 웹에서 컷아웃은 필요 최소한으로 감소시켜야 한다. 컷아웃의 자유단은 보강재로 보강하여야 한다.</p> <p>만약 물결막이에 대한 하중을 감소시키기 위하여 판 내에 컷아웃이 발생하는 경우, 개별 하나의 컷아웃(single cutout) 면적은 0.2 m²를 넘지 않아야 하며, 컷아웃 면적의 전체 합은 물결막이 판의 전체 면적의 3%를 넘지 않아야 한다.</p> <p>4.1.4 하중</p> <p>a) 치수 결정을 위한 하중은 다음에 따른다. (kN/m²)</p> $P_A = nc(bC_w - z)$ <p>P_A는 다음의 값 이상이어야 한다.</p> $25 + \frac{L}{10} \quad L \leq 250 \text{ m인 경우}$ $50 \quad L > 250 \text{ m인 경우}$ $n = 10 + \frac{L_2}{20}$ $c = \sin \alpha_w$ <p>α_w : 물결막이 중심선에서의 기울기. 작은 20도 이상 90도 이하이어야 한다.</p>	<p>4.1.3 컷아웃(cutouts) 물결막이 주요 지지부재의 웹에서 컷아웃은 필요 최소한으로 감소시켜야 한다. 컷아웃의 자유단은 보강재로 보강하여야 한다.</p> <p>만약 물결막이에 대한 하중을 감소시키기 위하여 판 내에 컷아웃이 발생하는 경우, 개별 하나의 컷아웃(single cutout) 면적은 0.2 m²를 넘지 않아야 하며, 컷아웃 면적의 전체 합은 물결막이 판의 전체 면적의 3%를 넘지 않아야 한다.</p> <p>4.1.4 하중</p> <p>물결막이의 설계 압력 P_A(kN/m²)는 다음에 따른다.</p> $P_A = nc [bC_w - (z - T_{SC})] \quad \text{다만, } P_{A-\min} \text{ 이상이어야 한다.}$ $n = 10 + \frac{L_2}{20}$ $c = \sin \alpha_w$ $b = 1.0 + 2.75 \left(\frac{\frac{x}{L} - 0.45}{C_B + 0.2} \right)^2 \quad \text{다만, } 0.6 \leq C_B \leq 0.8$ <p>α_w : 물결막이 중심선에서의 기울기. 작은 20도 이상 90도 이하이어야 한다.</p> <p>$P_{A-\min}$: 최소 설계 압력(kN/m²)</p> $P_{A-\min} = 25 + \frac{L_1}{10}$ <p>20° 미만의 경사각 α_w를 가지는 고래등갑판(whalebacks)의 설계 압력은 다음에 따른다.</p> $P_A = P_D$ <p>P_D : 4장 5절 [2.2]에 정의된 노출갑판의 압력(kN/m²)</p>	<p>- 명확화를 위해 요건 재구성</p>

현행	개정안	개정사유
<p>4.1.5 판 및 보강재</p> <p>a) 판의 순 두께는 다음에 따라 결정된다. (mm)</p> $t = 0.9 s \sqrt{P_A k} \cdot 10^{-3}$ <p>다만, t_{\min} 이상이어야 한다.</p> $t_{\min} = (3.5 + \frac{L_2}{100}) \sqrt{k}$ <p>b) 보강재의 순 단면계수는 다음에 따른다. 보강재는 구조부재의 양단에 연결되어야 한다. (cm³)</p> $Z = 0.07 \frac{s \ell_{bdg}^2 P_A}{R_{eH}}$ <p>c) 20° 미만의 경사각을 가진 고래등갑판의 경우, 판 및 보강재의 치수는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.</p> <p>4.1.6 <신설></p> <p>4.1.6 1차 지지부재</p> <p>구조의 1차 지지부재인 경우, 응력 해석을 수행하여야 한다. 이때 허용 등가응력 σ_{vm} (N/mm²)는 R_Y를 초과할 수 없다.</p>	<p>4.1.5 판</p> <p>판의 총 두께 t_{gr} (mm)는 다음보다 작아서는 아니 된다.</p> $t_{gr} = 0.9 s \sqrt{k P_A} \cdot 10^{-3} + 1.5$ <p>다만, $t_{gr-\min}$ 이상이어야 한다.</p> $t_{gr-\min} = \left(5.0 + \frac{L_2}{100} \right) \sqrt{k}$ <p>4.1.6 보강재</p> <p>보강재의 총 단면계수, Z_{gr} (cm³)는 다음보다 작아서는 아니된다.</p> $Z_{gr} = 0.35 k P_A s \ell_{bdg}^2 \cdot 10^{-3}$ <p>보강재는 양단의 지지 구조 부재에 연결되어야 한다.</p> <p>4.1.7 1차 지지부재</p> <p>1차 지지부재의 총 단면계수 Z_{gr} (cm³) 및 총 전단면적 A_{gr} (cm²)는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.</p> $Z_{gr} = 0.75 k P_A S \ell_{bdg}^2$ $A_{gr} = 0.05 k P_A S \ell_{shr}$ <p>격자구조를 가지는 물격막이 및 고래등갑판의 1차 지지부재인 경우, 압력 P_A를 사용하여 추가적인 응력 해석을 수행하여야 한다.</p> <p>구조 모델은 총 치수를 사용한다.</p> <p>허용 등가응력 σ_{vm} (N/mm²)는 R_Y를 초과할 수 없다.</p>	<p>- 총 치수를 고려하도록 개정함.</p>