



# CIRCULAR

36 Myeongji ocean city 9-ro,  
Gangseo-gu, Busan, 46762  
Republic of Korea

Phone : +82-70-8799-8502  
Fax : +82-70-8799-8419  
E-mail : cwyum@krs.co.kr  
Person in charge :  
Yeom Cheol-wung

To : 전 검사원 및 관련업체

No : 2019-9-E  
Date : 2019.10.31

제 목 (Subject)	9.127 선급기술규칙 개정사항 시행 알림
적 용 (Application)	2019년 11월 5일 (건조계약일 기준)

1. 2019년판 선급 및 강선규칙 적용지침 7편 부록 7-10 광석운반선의 직접강도평가에 관한 지침을 아래 및 첨부와 같이 개정하였음을 알려드리오니, 관련 업무에 적용하시기 바랍니다.

= 아 래 =

- 1) 횡파에서 큰 횡메타센터 높이에 의한 동적전단력을 반영한 신규 하중조건을 추가하고 좌굴평가규정을 규칙 13편 (CSR)의 규정으로 적용함.
2. 아울러, 이 내용은 2020년 상반기 중 발행되는 2020년판 선급 및 강선규칙 적용지침 7편에 반영될 예정임을 알려드립니다.

첨부: 선급 및 강선규칙 적용지침 7편 부록 7-10 개정사항 ----- 1부. (끝)

# 선급 및 강선규칙 적용지침 개정사항

(7편 전용선박 부록 7-10 광석운반선 직접강도평가에 관한 지침)

Oct. 2019



## - 개정의 배경 및 내용 -

### (1) 개정배경

- 횡파에서 High GM에 의한 동적하중을 반영한 하중조건 추가
- 좌굴평가규정을 선급 및 강선규칙 제13편(CSR)의 규정으로 적용

### (2) 개정내용

- 신규대비표 참조

### (3) 시행일자

- 2019. 11. 05 일자 (건조계약일 기준)

현 행	개 정 안
<p><b>부록 7-10 광석운반선의 직접강도평가에 관한 지침</b></p> <p>1. 직접강도계산  광석운반선의 직접강도계산은 지침 3편 부록 3-2 직접강도평가에 관한 지침 및 다음의 1.부터 9.까지에 따르며 그림 1의 구조해석 흐름도에 따라 진행한다.</p> <p>(1) 대상 부재  직접 강도계산에 의해 부재치수를 정할 수 있는 대상부재는 다음과 같다. 선저 트랜스버스, 갑판 트랜스버스, 선측 트랜스버스, 종격벽 트랜스버스, 크로스타이, 늑판, 내저판, 선저 외판, 선측 외판, 크로스 갑판 및 거더</p> <p>(2) 모델화, 하중, 경계 및 지지조건  계산에 이용하는 구조모델, 하중, 경계 및 지지조건은 다음과 같다.</p> <p>(가) 중앙부 화물창(또는 화물탱크) 및 선수미 화물창의 모델화는 다음에 따른다.</p> <p>(a) 모델 범위(그림 2 참조)</p> <p>(i) 중앙부 화물창 구조해석은 2번 화물창에서 ..  &lt;생략&gt;</p> <p>(ii) 중앙부 화물창의 유한요소 모델...  &lt;생략&gt;</p> <p>(iii) 선수부 및 선미부 화물창 모델은  &lt;생략&gt;</p> <p>(b) 구조 모델화  &lt;생략&gt;</p>	<p><b>부록 7-10 광석운반선의 직접강도평가에 관한 지침</b></p> <p><u>(1) 일반</u>  광석운반선의 직접강도계산은 <u>(1)부터 (9)</u>까지에 따르며 <u>그림 1</u>의 구조해석 흐름도에 따라 진행한다.</p> <p>직접 강도계산에 의해 부재치수를 정할 수 있는 대상부재는 선저 트랜스버스, 갑판 트랜스버스, 선측 트랜스버스, 종격벽 트랜스버스, 크로스타이, 늑판, 내저판, 선저 외판, 선측 외판, 크로스 갑판 및 거더이다. <u>부식여유치가 포함된 총 두께가 직접강도평가에 사용된다. 좌굴강도는 (7)에서 정의된 부식여유치를 고려한 순 두께로 평가되어야 한다.</u></p> <p>(2) 모델링</p> <p>중앙부 화물창(또는 화물탱크) 및 선수미 화물창의 모델링은 다음에 따른다.:</p> <p><u>(가) 모델 범위(그림 2 참조)</u></p> <p><u>(a) 중앙부 화물창 구조해석은 2번 화물창에서 ..</u>  &lt;현행과 동일&gt;</p> <p><u>(b) 중앙부 화물창의 유한요소 모델...</u>  &lt;현행과 동일&gt;</p> <p><u>(c) 선수부 및 선미부 화물창 모델은 ..</u>  &lt;현행과 동일&gt;</p> <p><u>(나) 구조 모델화</u>  &lt;현행과 동일&gt;</p>

현행	개정안
<p>(나) 하중 적용 (a) 내부하중 (i) 광석 등 입상화물에 의한 하중 ① 화물의 적재 높이 및 형상은 ... 〈생략〉</p> <p>② 화물창 내벽에 작용하는 화물의 하중, <math>w</math>는 다음 식에 의한다. 〈생략〉</p> <p>- 수직방향의 전체 힘을 평가하기 위하여, 산적건화물에 의하여 발지호퍼탱크 및 하부스틀의 경사판에 작용하는 전단하중을 고려하여야한다. 정수 중 산적건화물에 의하여 경사부재에 작용하는 전단하중은 다음 식에 의한다.</p> $h_s = \frac{(1 - K_C)(h_C + h_{DB} - z)}{\tan\beta}$ <p>〈생략〉</p> <p>(ii) 평형수에 의한 하중 〈생략〉</p> <p>(iii) 수압시험 상태에서의 하중 수압시험의 수두는 탱크 정판상 2.4m의 위치로 한다.</p> <p>(b) 정수압 정수압은 3편 부록 3-2 III 1항 (8)호를 따른다.</p> <p>(c) 파랑하중 파랑하중은 3편 부록 3-2 III 1항 (9)호를 따른다.</p> <p>(d) 선체자중 중력가속도를 고려한 선체의 자중을 적용한다.</p>	<p>(3) 구조모델의 경계조건 및 지지조건 〈현행과 동일〉</p> <p>(4) 하중 적용 (가) 내부하중 (a) 광석 등 입상화물에 의한 하중 (i) 물의 적재 높이 및 형상은 ... 〈현행과 동일〉</p> <p><math>V_H</math> : 창구코밍에 둘러 쌓인 부피를 제외한 창구코밍과 상갑판이 교차하는 높이까지의 화물창 용적. <math>m^3</math> 〈현행과 동일〉</p> <p>(ii) 화물창 내벽에 작용하는 화물의 하중, <math>w</math>는 다음 식에 의한다. 〈현행과 동일〉</p> <p>- 수직방향의 전체 힘을 평가하기 위하여, 산적건화물에 의하여 발지호퍼탱크 및 하부스틀의 경사판에 작용하는 전단하중을 고려하여야한다. 정수 중 산적건화물에 의하여 경사부재에 작용하는 전단하중은 다음 식에 의한다.</p> $w_{sh} = 9.81\gamma \frac{(1 - K_C)(h_C + h_{DB} - z)}{\tan\beta} \quad (\text{kN/m}^2)$ <p>〈현행과 동일〉</p> <p>(b) 평형수에 의한 하중 〈현행과 동일〉</p> <p>(c) 수압시험 상태에서의 하중 수압시험의 수두는 탱크 정판상 2.4m의 위치로 한다.</p> <p>(나) 정수압 정수압은 3편 부록 3-2 III 1항 (8)호를 따른다.</p> <p>(다) 파랑하중 파랑하중은 3편 부록 3-2 III 1항 (9)호를 따른다.</p> <p>(라) 선체자중 중력가속도를 고려한 선체의 자중을 적용한다.</p>

현행	개정안
<p>(e) 상부 구조물 하중 구조 모델에 포함이 되어 있다면 중력가속도를 고려하여 하중을 계산한다. 구조모델에서 생략하고자 한다면, 해당 구조의 하중을 해당 갑판 절점에 분할하여 분포시킨다.</p> <p>(f) 주엔진 하중 주엔진의 하중을 주엔진 받침 절점에 분할하여 분포시킨다.</p> <p>(다) 구조모델의 경계조건 및 지지조건 〈생략〉</p> <p>(3) 선체 거더 전단력의 고려 (가) 선체 거더 전단력은 각 .... 〈생략〉</p> <p>(나) 중앙부 화물창의 경우 <b>규칙 13편 7장 2절</b>을 따르며, 선수미 화물창의 경우 <b>규칙 13편 7장 2절</b>을 따른다.</p> <p>(다) 전단 흐름의 직접 계산은 <b>규칙 13편 5장 부록 1</b>을 따른다.</p> <p>(4) 선체 거더 굽힘 모멘트의 고려 (가) 선체 거더 굽힘모멘트의 조정은 전단력을 조정한 후에 적용한다. (나) 수직 굽힘 모멘트 해석에 있어서 목표 선체 거더 굽힘모멘트는 유한 요소 모델 내의 중앙부 화물창의 중앙부에서 발생할 수 있는 최대 수직 굽힘 모멘트이다. 선체 거더 굽힘모멘트의 목표값은 다음과 같이 구해진다.</p> $M_{v-targ} = M_s + M_w$ <p>여기서 :  <math>M_s</math>: 정수 중 수직 굽힘 모멘트(kNm)  <math>M_w</math>: 파랑 굽힘 모멘트로서 <b>3편 3장 표 3.3.1</b>에 따른다.(kNm)</p> <p>(다) 모델에 가해진 국부 하중에 의하여 야기되는 선체 거더 굽힘 모멘트의 분포는 <b>규칙 13편 1부 7장 2절</b>에 따라 단순 보 이론을 사용하여 계산된다. (라) 목표 수직 굽힘 모멘트에 도달해야 하는 경우. 〈생략〉</p>	<p>(마) 상부 구조물 하중 구조 모델에 포함이 되어 있다면 중력가속도를 고려하여 하중을 계산한다. 구조모델에서 생략하고자 한다면, 해당 구조의 하중을 해당 갑판 절점에 분할하여 분포시킨다.</p> <p>(바) 주엔진 하중 주엔진의 하중을 주엔진 받침 절점에 분할하여 분포시킨다.</p> <p>(사) 선체 거더 전단력의 고려 (a) 선체 거더 전단력은 각 .... 〈현행과 동일〉</p> <p>(b) 중앙부 화물창의 경우 <b>규칙 13편 1부 7장 2절</b>을 따르며, 선수미 화물창의 경우 <b>규칙 13편 1부 7장 2절</b>을 따른다.</p> <p>(c) 전단 흐름의 직접 계산은 <b>규칙 13편 1부 5장 부록 1</b>을 따른다.</p> <p>(오) 선체 거더 굽힘 모멘트의 고려 (a) 선체 거더 굽힘모멘트의 조정은 전단력을 조정한 후에 적용한다. (b) 수직 굽힘 모멘트 해석에 있어서 목표 선체 거더 굽힘모멘트는 유한 요소 모델 내의 중앙부 화물창의 중앙부에서 발생할 수 있는 최대 수직 굽힘 모멘트이다. 선체 거더 굽힘모멘트의 목표값은 다음과 같이 구해진다.</p> $M_{v-targ} = M_s + M_w$ <p>여기서 :  <math>M_s</math>: 정수 중 수직 굽힘 모멘트(kNm)  <math>M_w</math>: 파랑 <u>수직</u> 굽힘 모멘트로서 <b>3편 3장 표 3.3.1</b>에 따른다.(kNm)</p> <p>(c) 모델에 가해진 국부 하중에 의하여 야기되는 선체 거더 굽힘 모멘트의 분포는 <b>규칙 13편 1부 7장 2절</b>에 따라 단순 보 이론을 사용하여 계산된다. (d) 목표 수직 굽힘 모멘트에 도달해야 하는 경우. 〈현행과 동일〉</p>

현행	개정안
<p>(마) 선수부 및 선미부 화물창 구조해석의 ... 〈생략〉</p> <p>(5) 적재조건 〈생략〉</p>	<p>(e) 선수부 및 선미부 화물창 구조해석의 ... 〈현행과 동일〉</p> <p>(자) 적재조건 〈현행과 동일〉</p> <p>(5) 횡파에 의한 동적전단력 적용 (가) 일반 (a) 횡파에서 메타센터 높이가 클 경우 횡동요가 크게 발생되고 이로 인한 동적전단력에 대한 횡부재의 안전성을 위하여 BSR 및 BSP 하중조건이 표 8 과 표 9 에 보인 바와 같이 적용되어야 한다. BSR 및 BSP 하중조건의 의미는 다음과 같다. BSR-1P 와 BSR-2P: 좌현으로부터 오는 파도에 의하여 좌현의 상하방향으로의 횡동요 운동을 최소화 및 최대화하는 횡파에 대한 등가설계파 BSR-1S 와 BSR-2S:우현으로부터 오는 파도에 의하여 우현의 상하방향으로의 횡동요 운동을 최대화 및 최소화하는 횡파에 대한 등가설계파 BSP-1P 와 BSP-2P:중앙부 흡수선에서 좌현의 동적수압을 최대화 및 최소화 하는 횡파에 대한 등가설계파 BSP-1S 와 BSP-2S:중앙부 흡수선에서 우현의 동적수압을 최대화 및 최소화 하는 횡파에 대한 등가설계파</p> <p>(b) BSR 및 BSP 하중조건은 중앙화물창 모델에 대하여 화물비중 <math>\gamma = 3.0 \text{ (ton/m}^3\text{)}</math> 에 해당하는 고비중 화물의 만재적재 조건에 대하여 적용한다. 하중 적재 패턴은 표 5의 1번에 해당하는 적재조건이 적용되어야 한다.</p> <p>(나) 하중 적용 (a) BSR 및 BSP 하중조건에 대한 기호의 정의는 다음과 같다. <math>T_\theta</math> : 횡동요 주기 (s)로 다음 식에 의한다.  <math display="block">T_\theta = \frac{2.3\pi k_r}{\sqrt{g GM}}</math> 여기서;  <math>k_r</math> : 횡동요 회전반경(m), 적하지침서에서 명시하지 않는 경우 0.25B가 사용되어야 한다.  <math>GM</math> : 메타센터 높이(m), 적하지침서에서 명시하지 않는 경우 0.20B가 사용되어야 한다.  <math>g</math> : <math>9.81 \text{ m/s}^2</math></p>

현행	개정안
	<p><math>\theta</math> : 횡동요 각도(deg)로 다음 식에 의한다</p> $\theta = \frac{9000(1.25 - 0.025 T_\theta) f_{BK}}{(B+75)\pi}$ <p>여기서,</p> <p><math>f_{BK}</math> : 다음식에 의한다:</p> <p><math>f_{BK} = 1.2</math>, 발지킬이 없는 선박의 경우.</p> <p><math>f_{BK} = 1.0</math>, 발지킬이 있는 선박의 경우</p> <p><math>T_\phi</math> : 종동요 주기(s) 다음 식에 의한다.</p> $T_\phi = \sqrt{\frac{2.6\pi L}{g}}$ <p><math>\phi</math> : 종동요 각도(deg) 다음 식에 의한다.</p> $\phi = 1350 L^{-0.94} \left\{ 1 + \frac{3.0}{\sqrt{gL}} \right\}$ <p><math>a_0</math>: 가속도 변수로서 다음 식에 의한다.</p> $a_0 = (1.58 - 0.47 C_B) \left( \frac{2.4}{\sqrt{L}} + \frac{34}{L} - \frac{600}{L^2} \right)$ <p><math>x, y, z</math> : 고려하는 위치의 X, Y 및 Z 좌표 (m) 로 원점은 선박의 종방향 대칭면, L의 선미단 및 기준선 사이의 교차점이다.</p> <p><math>R</math>: 선박 회전 중심에 대한 수직좌표(m)는 다음 식에 의한다</p> $R = \min \left( \frac{D}{4} + \frac{T_{LC}}{2}, \frac{D}{2} \right)$ <p><math>T_{SC}</math> : 설계흘수</p> <p><math>f_\beta</math> : 파도의 진행방향에 대한 수정계수로서 다음 식에 따른다.</p> <p><math>f_\beta = 0.8</math>, 최대파랑하중 설계하중시나리오에 대한 BSR 및 BSP 하중상태</p>

현행

개정안

표 8 BSR 및 BSP 하중 상태에 대한 선박응답

하중성분	BSR-1P	BSR-2P	BSR-1S	BSR-2S	BSP-1P	BSP-2P	BSP-1S	BSP-2S
EDW	BSR				BSP			
파랑	횡파				횡파			
영향	최대 횡동요				수선에서의 최대 압력			
VWBM	새깅	호깅	새깅	호깅	새깅	호깅	새깅	호깅
VWSF	선미(-) 선수(+)	선미(+) 선수(-)	선미(-) 선수(+)	선미(+) 선수(-)	선미(-) 선수(+)	선미(+) 선수(-)	선미(-) 선수(+)	선미(+) 선수(-)
HWBM	우현 인장	좌현 인장						
Surge	-	-	-	-	선수방향	선미방향	선수방향	선미방향
$a_{surge}$	-	-	-	-				
Sway	우현방향	좌현방향	우현방향	좌현방향	우현방향	좌현방향	우현방향	좌현방향
$a_{sway}$								
상하동요	하향	상향	하향	상향	하향	상향	하향	상향
$a_{heave}$								
횡동요	우현 하향	우현 상향	좌현 하향	좌현 상향	우현 하향	우현 상향	좌현 하향	좌현 상향
$a_{roll}$								
종동요	선수 상향	선수 하향						
$a_{pitch}$								

Note)

VWBM & VWSF : 파랑 수직굽힘 모멘트 및 전단력 Pt. 3, Ch 3을 따른다 .

HWBM : 파랑 수평굽힘 모멘트로 (B)에 정의된 식에 의한다.

WS : 풍상측, 오는 파도에 노출된 선박의 측면.

LS : 풍하측, 오는 파도에 노출되지 않은 선박의 보호된 측면.

현 행

개 정 안

Table 9 BSR 및 BSP 하중상태에 대한 하중조합계수

하중성분	LCF	BSR-1P	BSR-2P	BSR-1S	BSR-2S	BSP-1P	BSP-2P	BSP-1S	BSP-2S	
선체거더하중	$M_{wv}$	$C_{WV}$	-0.1	0.1	-0.1	0.1	-0.4	0.4	-0.4	0.4
	$Q_{wv}$	$C_{QW}$	0.1	-0.1	0.1	-0.1	0.3	-0.3	0.3	-0.3
	$M_{wh}$	$C_{WH}$	0.4	-0.4	-0.4	0.4	0.4	-0.4	-0.4	0.4
종가속도	$a_{surge}$	$C_{XS}$	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.15	0.15	-0.15	0.15
	$a_{pitch-x}$	$C_{XP}$	0.4	-0.4	0.4	-0.4	0.45	-0.45	0.45	-0.45
	$gsin\phi$	$C_{XG}$	-0.3	0.3	-0.3	0.3	-0.25	0.25	-0.25	0.25
횡가속도	$a_{sway}$	$C_{YS}$	0.5	-0.5	-0.5	0.5	0.4	-0.4	-0.4	0.4
	$a_{roll-y}$	$C_{YR}$	1.0	-1.0	-1.0	1.0	1.0	-1.0	-1.0	1.0
	$gsin\theta$	$C_{YG}$	-1.0	1.0	1.0	-1.0	-0.9	0.9	0.9	-0.9
수직가속도	$a_{heave}$	$C_{ZH}$	-0.25	0.25	-0.25	0.25	0.5	-0.5	0.5	-0.5
	$a_{roll-z}$	$C_{ZR}$	1.0	-1.0	1.0	-1.0	1.0	-1.0	-1.0	1.0
	$a_{pitch-z}$	$C_{ZP}$	0.4	-0.4	0.4	-0.4	0.45	-0.45	0.45	-0.45

(b) 선체운동 가속도는 다음에 의한다.

전후동요에 의한 종가속도( $m/s^2$ )는 다음 식에 의한다.

$$a_{surge} = 0.25 a_0 g$$

좌우동요에 의한 횡가속도( $m/s^2$ )는 다음 식에 의한다.

$$a_{sway} = 0.55 a_0 g$$

상하동요에 의한 수직가속도( $m/s^2$ )는 다음 식에 의한다.

$$a_{heave} = a_0 g$$

횡동요에 의한 각가속도( $rad/s^2$ )는 다음 식에 의한다.

$$a_{roll} = \theta \frac{\pi}{180} \left( \frac{2\pi}{T_\theta} \right)^2$$

## 현 행

## 개 정 안

중동요에 의한 각가속도(rad/s<sup>2</sup>)는 다음 식에 의한다.

$$a_{pitch} = 1.5 \phi \frac{\pi}{180} \left( \frac{2\pi}{T_\phi} \right)^2$$

임의 위치에서 관성하중을 도출하기 위한 가속도는 선박 고정 좌표계에 관하여 정의된다. 따라서 정의되는 가속도 값들은 일시적인 횡동요각으로 인한 중력 가속도 요소를 포함한다.

각각의 동적하중 상태에 대한 임의 위치에서의 종가속도는 다음 식에 의한다.

$$a_x = -C_{XG} g \sin \phi + C_{XS} a_{surge} + C_{XP} a_{pitch} (z - R)$$

각각의 동적하중 상태에 대한 임의 위치에서의 횡가속도는 다음 식에 의한다.

$$a_y = C_{YG} g \sin \theta + C_{YS} a_{sway} - C_{YR} a_{roll} (z - R)$$

각각의 동적하중 상태에 대한 임의 위치에서의 수직가속도는 다음 식에 의한다.

$$a_z = C_{ZH} a_{heave} + C_{ZR} a_{roll} y - C_{ZP} a_{pitch} (x - 0.45L)$$

(c) 선체거더 하중

파랑 수직 굽힘 모멘트 및 전단력은 (4)의 (사) 및 (아) 에 따른다. 파랑 수형굽힘 모멘트(kNm)는 다음 식에 의한다.

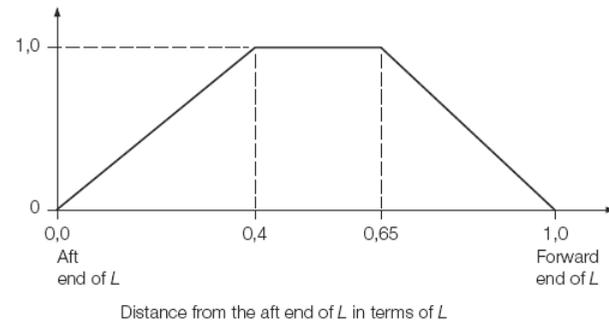
$$M_{wh} = f_{nlh} \left( 0.31 + \frac{L}{2800} \right) f_m C_w L^2 T_{SC} C_B$$

여기서:

$f_{nlh}$  : 비선형 효과를 고려하는 계수로서 다음과 같다.

$$f_{nlh} = 0.9$$

$f_m$  : 분포계수로서 다음에 따른다,



현행

개정안

$C_w$ : Wave coefficient, in m, to be taken as:

$$C_w = 10.75 - \left( \frac{300 - L}{100} \right)^{1.5} \quad \text{for } 90 \leq L \leq 300$$

$$C_w = 10.75 \quad \text{for } 300 < L \leq 350$$

$$C_w = 10.75 - \left( \frac{L - 350}{150} \right)^{1.5} \quad \text{for } 350 < L \leq 500$$

(d) BSR 하중상태에 대한 동적수압

임의의 하중점에서 BSR-1 및 BSR-2 하중상태에 대한 파랑압력,  $P_W$  (kN/m<sup>2</sup>), 표 10, 그림 13 및 14에 따른다. 전체 외부 수압은  $P_S + P_W$  로 계산되어야 하며,  $P_S$  는 임의의 하중점에서 정수중 수압을 말한다.

Table 10 BSR 하중상태에 대한 동적수압

하중상태	파랑압력, in kN/m <sup>2</sup>		
	$z \leq T_{SC}$	$T_{SC} < z \leq h_W + T_{SC}$	$z > h_W + T_{SC}$
BSR-1P	$P_W = \max (P_{BSR}, \rho g (z - T_{SC}))$	$P_W = P_{W,WL} - \rho g (z - T_{SC})$	$P_W = 0.0$
BSR-2P	$P_W = \max (-P_{BSR}, \rho g (z - T_{SC}))$		
BSR-1S	$P_W = \max (P_{BSR}, \rho g (z - T_{SC}))$		
BSR-2S	$P_W = \max (-P_{BSR}, \rho g (z - T_{SC}))$		

여기서,

BSR-1P 및 BSR-2P 하중상태:

$$P_{BSR} = f_\beta f_R f_{nl} k_a k_p \left[ 9y \sin \theta + (-0.95 f_{yB} - 2f_{zT} - 0.2) C_W \sqrt{\frac{L + \lambda - 125}{L}} \right]$$

BSR-1S 및 BSR-2S 하중상태:

$$P_{BSR} = f_\beta f_R f_{nl} k_a k_p \left[ -9y \sin \theta + (-0.95 f_{yB} - 2f_{zT} - 0.2) C_W \sqrt{\frac{L + \lambda - 125}{L}} \right]$$

$f_R$  : 운항관련 수정계수로 다음에 따른다.

$$f_R = 0.85$$

$f_{nl}$  : 비선형효과를 고려하는 수정계수로 다음에 따른다

$$f_{nl} = 1.0$$

현 행

개 정 안

$$k_a = k_{a-WL} f_{yB} + k_{a-CL} (1 - f_{yB})$$

$$k_p = k_{p-WL} f_{yB} + k_{p-CL} (1 - f_{yB})$$

위상계수,  $k_{a-WL}$ ,  $k_{a-CL}$ ,  $k_{p-WL}$  and  $k_{p-CL}$  은 다음에 따른다. 중간위치에서는 선형보간법에 의한다

- BSR-1P 및 BSR-2P의 좌현 또는 BSR-1S 및 BSR-2S의 우현

$f_{xL}$	0.0	0.2	0.35	0.5	0.7	1.0
$k_{a-WL}$	0.4	0.9	1.05	1.0	0.9	0.6

$f_{xL}$	0.0	0.15	0.3	0.6	0.85	1.0
$k_{p-WL}$	2.0	2.0	1.6	1.0	1.0	-1.0

- BSR-1S 및 BSR-2S의 좌현 또는 BSR-1P 및 BSR-2P의 우현

$f_{xL}$	0	0.3	0.5	0.65	0.8	1.0
$k_{a-WL}$	0.2	0.75	1.	1.1	1.0	0.8

$f_{xL}$	0.0	0.1	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
$k_{p-WL}$	0.95	0.9	0.7	1.0	1.0	0.9	1.0

- 중심선

$f_{xL}$	0.0	0.2	0.4	0.6	0.85	1.0
$k_{a-CL}$	1.5	1.5	1.0	1.0	2.0	2.0

$f_{xL}$	0.0	0.2	0.5	0.7	1.0
$k_{p-CL}$	-0.5	-0.5	1.0	1.0	1.0

$f_{xL}$  : 임의의 하중점의 X-좌표와 선체길이의 비로 다음 식에 의한다.

$$f_{xL} = \frac{x}{L} \text{ , 단 0.0 보다 작거나 1.0보다 클 필요는 없다.}$$

$f_{zT}$  : 임의의 하중점의 Z 좌표와 설계흘수의 비로 다음 식에 의한다.

$$f_{zT} = \frac{z}{T_{SC}} \text{ , 단 1.0 보다 클 필요는 없다.}$$

현행

개정안

$f_{yB}$  : 임의의 하중점의 Y 좌표와 선체 폭의 비로 다음 식에 의한다.

$$f_{yB} = \frac{|2y|}{B_x} \quad , \quad \text{단 } 1.0 \text{ 보다 클 필요는 없다.}$$

$$f_{yB} = 0 \quad , \quad \text{단, } B_x = 0 \text{ 일때}$$

$B_x$  : 고려하는 단면에서 흘수선에서 측정한 선박의 형 너비(m).

$\lambda$  : 파장(m)으로 다음 식에 의한다.

$$\lambda = \frac{g}{2\pi} T_\theta^2$$

$P_{W,WL}$  : 고려하는 동적 하중 상태에 대해 흘수선에서 파랑압력 (kN/m<sup>2</sup>) 으로 다음에 따른다.

$$y = B_x/2 \text{ 이고 } z = T_{SC} \text{ 인 경우 } P_{W,WL} = P_{BSR}$$

$h_w$  : 흘수선에서의 압력과 동등한 수두 (m)로 다음에 의한다.

$$h_w = \frac{P_{W,WL}}{\rho g}$$

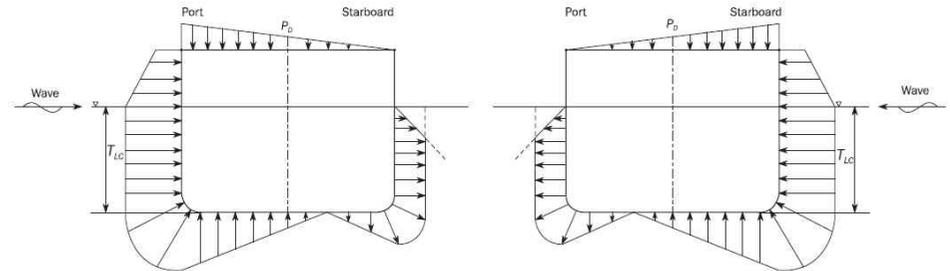


Fig 13 BSR-1P (좌) 및 BSR-1S (우) 하중 상태에 대한 동적압력의 횡방향 분포

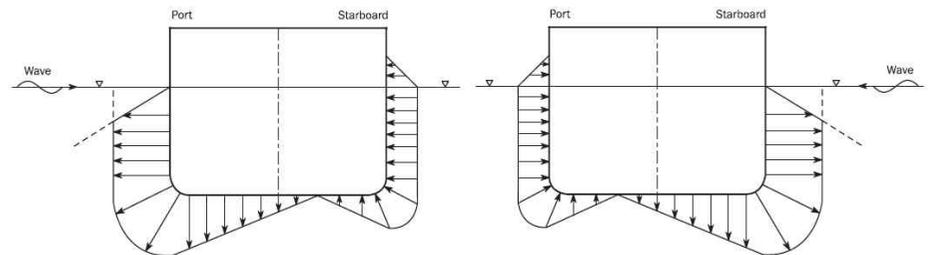


Fig 14 BSR-2P (좌) 및 BSR-2S (우) 하중 상태에 대한 동적압력의 횡방향 분포

현행

개정안

(e) BSP 하중상태에 대한 동적수압

임의의 하중점에서 BSP-1 및 BSP-2 하중상태에 대한 파랑압력,  $P_W$  (kN/m<sup>2</sup>), 표 11, 그림 15 및 16에 따른다. 전체 외부 수압은  $P_S + P_W$  로 계산되어야 하며,  $P_S$  는 임의의 하중점에서 정수중 수압을 말한다.

Table 11 BSP 하중상태에 대한 동적수압

하중상태	파랑압력, in kN/m <sup>2</sup>		
	$z \leq T_{SC}$	$T_{SC} < z \leq h_W + T_{SC}$	$z > h_W + T_{SC}$
BSP-1P	$P_W = \max(P_{BSP}, \rho g(z - T_{SC}))$	$P_W = P_{W,WL} - \rho g(z - T_{SC})$	$P_W = 0.0$
BSP-2P	$P_W = \max(-P_{BSP}, \rho g(z - T_{SC}))$		
BSP-1S	$P_W = \max(P_{BSP}, \rho g(z - T_{SC}))$		
BSP-2S	$P_W = \max(-P_{BSP}, \rho g(z - T_{SC}))$		

여기서:

$$P_{BSP} = 1.25 f_{\beta} f_R f_{nl} k_a k_p f_{yz} C_W \sqrt{\frac{L + \lambda - 125}{L}}$$

$f_R$  : 운향관련 수정계수로 (d)에 따른다.

$f_{nl}$  : 비선형효과를 고려하는 수정계수로 다음에 따른다

극심한 해수 하중 설계 하중 시나리오, 중간위치에서는 선형보간법에 의한다.

$$f_{nl} = 0.6 \text{ at } f_{xL} = 0$$

$$f_{nl} = 0.8 \text{ at } f_{xL} = 0.3$$

$$f_{nl} = 0.8 \text{ at } f_{xL} = 0.7$$

$$f_{nl} = 0.6 \text{ at } f_{xL} = 1$$

횡방향 위치	BSP-1P 및 BSP-2P	BSP-1S 및 BSP-2S
$y \geq 0$	$f_{yz} = 10 \frac{z}{T_{SC}} - 8.5 f_{yB} + 0.1$	$f_{yz} = -1.3 \frac{z}{T_{SC}} - 4 f_{yB} + 0.1$
$y < 0$	$f_{yz} = -1.3 \frac{z}{T_{SC}} - 4 f_{yB} + 0.1$	$f_{yz} = 10 \frac{z}{T_{SC}} + 8.5 f_{yB} + 0.1$

현 행

개 정 안

$\lambda$  : 파장(m)으로 다음 식에 의한다.

$$\lambda = 0.5L$$

$$k_a = k_{a-WL} f_{yB} + k_{a-CL} (1 - f_{yB})$$

$$k_p = k_{p-WL} f_{yB} + k_{p-CL} (1 - f_{yB})$$

위상계수,  $k_{a-WL}$ ,  $k_{a-CL}$ ,  $k_{p-WL}$  and  $k_{p-CL}$  은 다음에 따른다. 중간위치에서는 선형보간법에 의한다.

- BSP-1P 및 BSP-2P의 좌현 또는 BSP-1S 및 BSP-2S의 우현

$f_{xL}$	0.0	0.2	0.35	0.5	0.6	0.8	0.9	1
$k_{a-WL}$	0.3	0.9	1.1	1.0	0.9	0.9	0.7	0.5

$f_{xL}$	0.0	0.2	0.4	0.9	1.0
$k_{p-WL}$	1.0	0.9	1.0	1.0	0.5

- BSP-1S 및 BSP-2S의 좌현 또는 BSP-1P 및 BSP-2P의 우현

$f_{xL}$	0	0.1	0.2	0.3	0.5	0.7	0.8	1.0
$k_{a-WL}$	0.2	0.3	0.5	0.8	1.0	1.15	1.1	0.9

$f_{xL}$	0.0	0.05	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	1.0
$k_{p-WL}$	0.5	1.2	-0.4	-0.1	0.6	1.0	0.9	0.3	0.8	1.0

- 중심선

$f_{xL}$	0.0	0.2	0.4	0.6	0.85	1.0
$k_{a-CL}$	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0

$f_{xL}$	0.0	0.35	0.5	0.8	1.0
$k_{p-CL}$	1.6	1.6	1.0	1.5	1.0

$P_{W,WL}$  : 고려하는 동적 하중 상태에 대해 흡수선에서 파랑압력 ( $kN/m^2$ ) 으로 다음에 따른다.

$y = B_x/2$  이고  $z = T_{SC}$  인 경우  $P_{W,WL} = P_{BSP}$

그 외 기호는 (d)에 정의한 바에 의한다.

현행

개정안

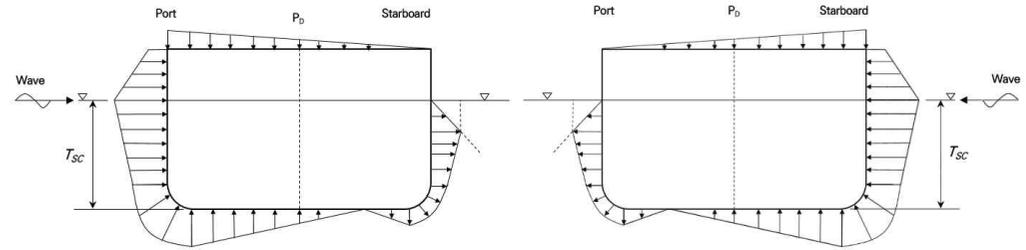


Figure 15 BSP-1P (좌) 및 BSP-1S (우) 하중 상태에 대한 동적하중의 횡방향 분포

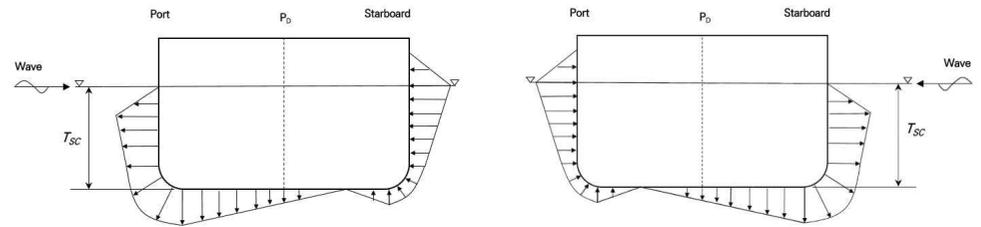


Figure 16 BSP-2P (좌) 및 BSP-2S (우) 하중 상태에 대한 동적하중의 횡방향 분포.

(e) 내부 화물하중

화물창 경계의 임의 하중점에 작용하는 산적건화물로 인한 전체압력(kN/m<sup>2</sup>)은 다음에 따른다.

$$P_{in} = w + P_{bd}$$

화물에 의한 정적압력은,  $w$  (kN/m<sup>2</sup>) (4), (A), (a) (ii)에 의한다. 화물에 의한 동적압력은,  $P_{bd}$  (kN/m<sup>2</sup>) 다음에 의한다.

$$P_{bd} = f_{\beta} \gamma [0.25 a_x (x_G - x) + 0.25 a_y (y_G - y) + K_C a_z (z_C - z)] \quad (kN/m^2),$$

$z < z_C$  인 경우

$$P_{bd} = 0 \quad (kNm^2), \quad z > z_C \text{ 인 경우}$$

현행	개정안
	<p>여기서,</p> <p><math>a_x, a_y, a_z</math> : 무게중심 <math>x_G, y_G, z_G</math> 에서 종, 횡 및 수직 가속도 (<math>m/s^2</math>)</p> <p><math>x_G, y_G, z_G</math> : 고려하는 탱크의 또는 완전히 채워진 화물창의 무게중심으로 (d)에 정의된 기준 좌표계에 대한 X, Y, Z 좌표(m). 즉 . <math>V_{Full}</math>, 에 대한 X, Y, Z 좌표. 부분적으로 채워진 화물창의 <math>x_G, y_G, z_G</math> 는 다음과 같다.</p> <p><math>x_G, y_G</math> : 화물창에 대한 무게중심 체적</p> <p><math>z_G = h_{DB} + h_C/2</math>, <math>h_{DB}</math> 및 <math>h_C</math> 는 (4), (A), (a)에 따른다.</p> <p><math>V_{Full}</math> : 창구코밍 상단까지 화물창의 부피 (강)로서 다음에 의한 값</p> <p><math>V_{Full} = V_H + V_{HC}</math>, <math>V_H</math> 및 <math>V_{HC}</math> 는 (4), (A), (a)에 의한다.</p> <p><math>z_c</math> : 기선으로부터 하중점의 화물창 상부표면까지의 높이(m)로서 다음에 의한 값</p> <p><math>z_c = h_{DB} + h_c</math></p> <p><math>K_C</math> : 계수로서 (4), (A), (a) (ii)에 따른다.</p> <p>하중점 높이 <math>z</math>가 <math>z_c</math> 이하인 경우, 화물 압력에 추가하여 하부 스텔판과 호퍼 탱크 경사판에 전단하중압력 <math>P_{bs-s} + P_{bs-d}</math> 가 고려되어야 한다. 중력에 의한 정적 전단하중압력, <math>P_{bs-s}</math> 는 (4), (A), (a) (ii) 의 <math>w_{sh}</math> 에 의한다. 동적 전단하중압력, <math>P_{bs-d}</math> (판의 하방이 양(+), (<math>kN/m^2</math>)) 는 다음 식에 의한다.</p> $P_{bs-d} = f_\beta \gamma a_z \frac{(1 - K_C)(z_C - z)}{\tan\beta}$ <p>내저판을 따라 작용하는 산적건화물 하중으로 인한 횡 방향(좌현 쪽이 양의 방향) 의 동적 전단하중압력 <math>P_{bs-dx}</math> 및 <math>P_{bs-dy}</math> (<math>kN/m^2</math>) 는 다음에 따른다</p> <p><math>P_{bs-dx} = -0.75 f_\beta \gamma a_x h_C</math>, 선체 길이 방향(선수(+))인 경우</p> <p><math>P_{bs-dy} = -0.75 f_\beta \gamma a_y h_C</math>, 선체 폭 방향(좌현(+))인 경우</p>

현 행	개 정 안
<p>(6) 허용 응력 부식 여유치를 포함한 초기 부재치수를 이용하여 직접강도계산에 의해 산정된 응력은 다음의 기준을 만족하여야 하며, 평가 범위는 <b>그림 13</b>과 같다.</p> $\sigma_{act} < \sigma_{allow}$ $\sigma_{act} = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \sigma_y + 3\tau^2}$ $\sigma_{allow} = \eta \sigma_{yield}$ $\sigma_{yield} = 235/K(\text{N/mm}^2)$ <p>여기서 :</p> <p><math>\eta</math> : 항복강도 보정 계수 <math>\eta = 0.9</math>, 항해 및 항수상태의 종강도 부재</p> <p><math>\eta = 0.72</math>, 항해 및 항수상태의 횡강도 부재</p> <p><math>K</math> : 재료 계수 (표 8 참조)</p> <p><math>\sigma_x</math> : 요소 좌표계 <math>x</math>방향 응력 <math>\sigma_y</math> : 요소 좌표계 <math>y</math>방향 응력 <math>\tau</math> : 요소 좌표계 <math>x-y</math> 평면내의 응력</p> <p>(7) 좌굴</p> <p>좌굴 평가는 <b>규칙 11편 6장 부록 1</b>을 따르며 좌굴평가를 위한 부식 두께 및 좌굴 판정치는 아래와 같다.</p> <p>&lt;생략&gt;</p>	<p>(6) 허용 응력 부식 여유치를 포함한 초기 부재치수를 이용하여 직접강도계산에 의해 산정된 응력은 다음의 기준을 만족하여야 하며, 평가 범위는 <b>그림 17</b>과 같다.</p> $\sigma_{act} < \sigma_{allow}$ $\sigma_{act} = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \sigma_y + 3\tau^2}$ $\sigma_{allow} = \eta \sigma_{yield}$ $\sigma_{yield} = 235/K(\text{N/mm}^2)$ <p>여기서 :</p> <p><math>\eta</math> : 항복강도 보정 계수 <math>\eta = 0.9</math> : <u>(4)에 정의된 항해 및 항수 상태의 종강도 부재 및 (5)에 정의된 하중상태의 모든 부재</u></p> <p><math>\eta = 0.72</math> : <u>(4)에 정의된 항해 및 항수 상태의 횡강도 부재</u></p> <p><math>K</math> : 재료 계수 <u>(3편 부록 3-2 표 5 참조)</u></p> <p><math>\sigma_x</math> : 요소 좌표계 <math>x</math>방향 응력 <math>\sigma_y</math> : 요소 좌표계 <math>y</math>방향 응력 <math>\tau</math> : 요소 좌표계 <math>x-y</math> 평면내의 응력</p> <p>(7) 좌굴</p> <p><u>선체구조의 판 패널은 보강판 패널 SP 또는 보강되지 않은 패널, UP로 구분하여, 13편 1부 8장에 정의된 방법 A 및 방법 B는 그림 18 및 20에 따라 정의되어야 한다.</u></p> <p>좌굴 평가는 <u>규칙 13편 1부 8장</u>을 따르며 좌굴평가를 위한 부식 두께 및 좌굴 판정치는 <u>표 12와 13에 따른다. (5)에 정의된 횡파에 의한 동적전단력이 반영된 하중상태일 경우 모든 부재에 좌굴계수 1.0을 적용한다.</u></p> <p>&lt;현행과 동일&gt;</p>

현행

개정안

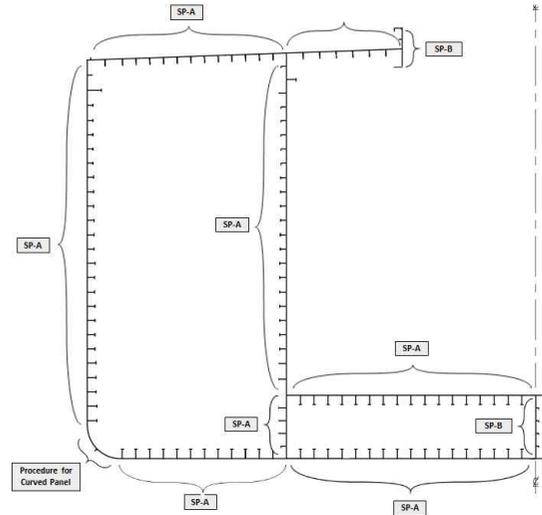


그림 18 광석운반선 종강도 판 패널 정의

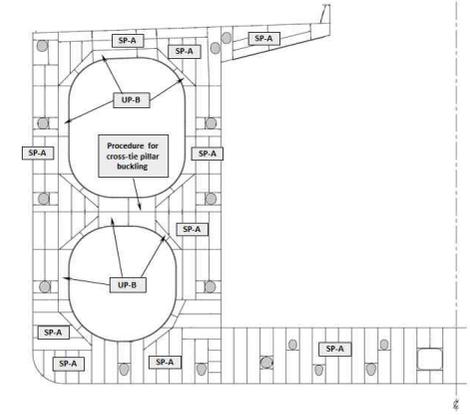


그림 19 광석운반선의 웹 프레임 판 패널 정의

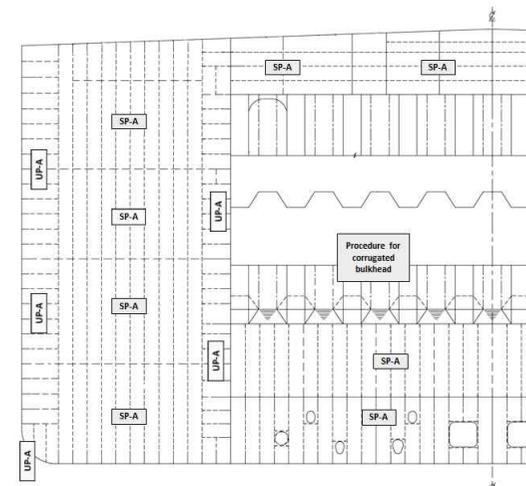


그림 20 광석운반선의 횡격벽 판 패널 정의

현행	개정안
<p>(8) 국부 구조강도해석</p> <p>(가) 국부 구조강도해석의 구조 상세부 목록은 다음과 같다.</p> <p>(a) 호퍼 너클 (b) 개구부 (c) 갑판 및 이중저의 종통보강재와 횡격벽과의 연결부 (d) 파형격벽과 인접한 구조의 연결부 (e) 창구 모서리</p> <p>(나) 직접강도해석으로 계산된 응력(<math>\sigma_{act}</math>)이 허용응력(<math>\sigma_{allow}</math>)의 95% 이상인 범위의 기타 고응력 발생부위는 선급의 판단에 따라 상세해석을 추가 수행해야 한다.</p> <p>(다) 국부 구조강도해석의 범위는 검토대상 구역으로부터 모든 방향으로 10개 이상의 요소여야 한다. (라) 국부 구조강도해석 범위 내의 모든 판 및 보강재는 쉘 요소로 표현되어야 한다. (마) 요소 코너의 각도가 45도 미만이거나 135도를 초과하는 비뿔어진 요소는 피해야 한다. (바) 요소의 종횡비는 가능한 1에 가깝게 유지되어야 하며, 3 이하여야 한다. (사) 국부 구조강도해석의 요소분할 크기는 구조를 잘 표현할 수 있어야 하며, 종통재 간격 미만으로 하여야 한다. (아) 개구부에 대하여...     &lt;생략&gt;</p> <p>(자) 국부 구조강도해석 허용 응력은 다음의 기준을 만족하여야 한다.     &lt;생략&gt;</p> <p>여기서  <math>\eta</math>: 항복강도 보정 계수  <math>\eta = 0.9</math>, 항해 및 항수상태의 종강도 부재  <math>\eta = 0.72</math>, 항해 및 항수상태의 횡강도 부재  &lt;생략&gt;</p> <p>(차) 개구부 코너 부분을 평가할 경우, 아래와 같이 평균 응력을 구하여 평가할 수 있다.     &lt;생략&gt;</p> <p>(9) 화물창 질량곡선     &lt;생략&gt;</p>	<p>(8) 국부 구조강도해석</p> <p><u>(가) 적용</u></p> <p><u>(a)</u> 국부 구조강도해석의 구조 상세부 목록은 다음과 같다.  - 호퍼 너클  - 개구부  - 갑판 및 이중저의 종통보강재와 횡격벽과의 연결부  - 파형격벽과 인접한 구조의 연결부  - 창구 모서리</p> <p><u>(b)</u> 직접강도해석으로 계산된 응력(<math>\sigma_{act}</math>)이 허용응력(<math>\sigma_{allow}</math>)의 95% 이상인 범위의 기타 고응력 발생부위는 선급의 판단에 따라 상세해석을 추가 수행해야 한다.</p> <p><u>(나) 구조 상세분할</u></p> <p><u>(a)</u> 국부 구조강도해석의 범위는 검토대상 구역으로부터 모든 방향으로 10개 이상의 요소여야 한다.  <u>(b)</u> 국부 구조강도해석 범위 내의 모든 판 및 보강재는 쉘 요소로 표현되어야 한다.  <u>(c)</u> 요소 코너의 각도가 45도 미만이거나 135도를 초과하는 비뿔어진 요소는 피해야 한다.  <u>(d)</u> 요소의 종횡비는 가능한 1에 가깝게 유지되어야 하며, 3 이하여야 한다.  <u>(e)</u> 국부 구조강도해석의 요소분할 크기는 구조를 잘 표현할 수 있어야 하며, 종통재 간격 미만으로 하여야 한다.  <u>(f)</u> 개구부에 대하여...     &lt;현행과 동일&gt;</p> <p><u>(다) 상세분할해석의 허용응력</u></p> <p><u>(a)</u> 국부 구조강도해석 허용 응력은 다음의 기준을 만족하여야 한다.     &lt;현행과 동일&gt;</p> <p>여기서  <math>\eta</math> : <u>항복강도 보정 계수는 (6)에 정의된 바에 따른다.</u></p> <p>&lt;현행과 동일&gt;</p> <p><u>(b)</u> 개구부 코너 부분을 평가할 경우, 아래와 같이 평균 응력을 구하여 평가할 수 있다.     &lt;현행과 동일&gt;</p> <p>(9) 화물창 질량곡선     &lt;현행과 동일&gt;</p>

<the end of this document>