

적용지침 7편 전용선박(국문)

(외부의견조회)

부록 7-2 컨테이너 고박설비에 관한 지침



2018.

선체규칙개발팀

개정의 배경 및 내용

1. 개정배경

- ‘컨테이너 고박설비에 관한 지침’ 따른 컨테이너 스택의 허용하중이 타 선급 대비 작게 산출되는 등의 문제점 도출(외부업체 및 내부 부서)
- 컨테이너 구조 규칙 신설과 관련하여 일치된 가속도 산식 적용, 외부래싱 시 틸팅에 의한 추가 장력 고려, 풍하중 적용 구역 구분(CFD 검토), 래싱브릿지에 대한 강도 기준 마련
- 선박 크기별 (4300TEU, 6600TEU, 14500TEU, 23000TEU) 검토

2. 개정내용

(1) 부록 7-2 7. 컨테이너 지지구조 : 래싱브릿지, 셸가이드, 컨테이너 지지대에 관한 구조강도 평가(허용응력, 좌굴강도 등) 및 진동 평가

(2) 부록 7-2. 8. 하중의 결정 및 적용 :

- 가속도 산식을 새로운 컨테이너 구조규칙(CSR 기반)과 동일하게 적용,
- 동적 운동 조합계수(LCF) 및 길이방향 위치에 따른 동적계수 조정,
- Roll /Pitch 주기 및 각도 수정,
- 최상부 컨테이너의 풍하중 적용 범위 신설 및 풍력 산식 계수 조정,
- 외부래싱의 추가장력 고려 방법 신설

현행	개정안	개정사유
<p style="text-align: center;">부록 7-2 컨테이너 고박설비에 관한 지침</p> <p>1. ~ 3. <생략></p> <p>4. 셀 가이드 없는 노출갑판상 적재시 컨테이너 고박설비의 배치 (1) ~ (3) <생략> (4) 3단 이상의 적재 (가) ~ (아) <현행과 동일> (자) 한 층 이상의 20 ft 컨테이너 상부에 최소 한 층의 40 ft 컨테이너를 적재하는 경우, 이를 ‘러시안 적재배치(russian stow arrangement)’라고 부르며, 다음의 조건을 만족하여야 한다. (a) 20 ft 컨테이너의 사이는 미드락(midlock)으로 고박되어야 한다. 다만, 전단 및 후단에 상하는 트위스트락(twistlock)과 필요한 경우, 래싱 설비로 보강하여 고박되어야 한다. (b) 상부에 적재된 40 ft 컨테이너는 트위스트락(twistlock) 또는 필요한 경우 트위스트락과 래싱 설비를 조합하여 고박하여야 한다. 이 스택은 다음의 두 단계의 절차에 따라 평가되어야 한다. (i) 40 ft 끝단에서, 혼합적재된 스택은 40 ft 스택으로 간주하며 하중계산시 40 ft 컨테이너의 중량으로 계산한다. 20 ft 컨테이너 층의 경우, 20 ft 컨테이너 하나의 중량이 각 층 계산의 기본값으로 사용된다. (ii) 미드베이에서 20 ft 층에서는, 래싱되지 않은 스택으로 고려하여 평가하여야 한다. 40 ft 상부적재 컨테이너는 고려할 필요없다. (5), (6) <생략></p> <p>5. , 6. <생략></p>	<p style="text-align: center;">부록 7-2 컨테이너 고박설비에 관한 지침</p> <p>1. ~ 3. <현행과 동일></p> <p>4. 셀 가이드 없는 노출갑판상 적재시 컨테이너 고박설비의 배치 (1) ~ (3) <현행과 동일> (4) 3단 이상의 적재 (가) ~ (아) <현행과 동일> (자) 한 층 이상의 20 ft 컨테이너 상부에 최소 한 층의 40 ft 컨테이너를 적재하는 경우, 이를 ‘러시안 적재배치(russian stow arrangement)’라고 부르며, 다음의 조건을 만족하여야 한다. (a) 20 ft 컨테이너의 사이는 미드락(midlock) 또는 전자동 트위스트락(full auto twistlock)으로 고박되어야 한다. 다만, 전단 및 후단에 상하는 트위스트락(twistlock)과 필요한 경우, 래싱 설비로 보강하여 고박되어야 한다. (2018-2) (b) 상부에 적재된 40 ft 컨테이너는 트위스트락(twistlock) 또는 필요한 경우 트위스트락과 래싱 설비를 조합하여 고박하여야 한다. 이 스택은 다음의 두 단계의 절차에 따라 평가되어야 한다. (i) 40 ft 끝단에서, 혼합적재된 스택은 40 ft 스택으로 간주하며 하중계산시 40 ft 컨테이너의 중량으로 계산한다. 20 ft 컨테이너 층의 경우, 20 ft 컨테이너 하나의 중량이 각 층 계산의 기본값으로 사용된다. (ii) 미드베이에서 20 ft 층에서는, 래싱되지 않은 스택으로 고려하여 평가하여야 하며 해치 커버의 변형량을 고려하여 적재 단수를 결정하여야 한다. 40 ft 상부적재 컨테이너는 고려할 필요없다. (2018-2) (5), (6) <현행과 동일></p> <p>5. , 6. <현행과 동일></p>	<p>- 20ft 컨테이너 고박시, 실제 미드락 뿐만 아니라 FAT를 사용하고 있는 현실 반영함.</p> <p>- 해치커버는 구조해석 수행하여 처짐량을 확인하고 있음(UR S21A - Pt.4 Ch.2 302. 2)</p>

현행	개정안	개정사유												
<p>7. 선체구조</p> <p>(1) 일반</p> <p>(가) 고정식 컨테이너 고박설비 부근의 창구덮개 및 선체구조는 적절히 보강되어야 한다.</p> <p>(나) 물결막이 (Breakwater)가 요구될 수 있다.</p> <p>(2) 강도</p> <p>(가) 고정식 컨테이너 고박설비의 지지구조물은 고정식 컨테이너 고박설비의 안전사용하중(SWL)을 설계하중으로 사용하여야 한다.</p> <p>(나) 컨테이너 고박배치도를 승인할 경우, 설계하중은 8항에 따라 계산되어야 한다.</p> <p>(다) 하중을 고려할 때, 예상 가능한 모든 조작방향이 고려되어야 한다.</p> <p>(라) 용접 부착물, 지지구조, 셸가이드, 래싱브릿지 및 고정식 컨테이너 고박지점으로서의 기타 구조물에 유발되는 응력은 (가) 부터 (다) 까지 정의된 설계하중을 사용하여 결정한다. 다만, 허용응력 값은 표 1에서 주어진 허용값을 넘지 않아야 한다.</p>	<p>7. 컨테이너 지지 구조 (2018-2)</p> <p>(1) 일반</p> <p>(가) 래싱브릿지, 셸가이드, 컨테이너 지지대 및 기타 컨테이너 지지구조에 대한 도면을 승인용으로 우리 선급에 제출하여야 한다.</p> <p>(나) 해치커버 및 선체구조의 고정식 컨테이너 고박설비 하부는 적절히 보강되어야 한다.</p> <p>(다) 강도 평가를 위해 유한요소법 또는 격자해석 방법을 사용할 수 있다. 모델링 및 평가는 총 두께를 사용하며, 요소 크기는 구조의 거동을 충실하게 재현할 수 있도록 하여야 한다.</p> <p>(라) 해치 커버의 강도 평가는 규칙 4편 2장 내용에 따른다.</p> <p>(2) 구조 강도 평가</p> <p>(가) 구조의 모델링</p> <p>(a) 해석범위</p> <p>(i) 강도 평가를 위한 모델은 수직방향으로 최소한 컨테이너 지지구조의 하부 스트링거까지 그리고 선수미 방향으로 하나의 프레임까지를 포함하여야 한다. 일반적으로 래싱브릿지는 좌현 및 우현 모두를 모델링하여야 한다.</p> <p>(ii) 선수부, 중앙부, 선미부의 위치에서 강도 평가를 수행하여야 하며, 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우, 강도 평가 위치는 추가될 수 있다.</p> <p>(b) 유한요소모델</p> <p>(i) 선박구조의 유한요소모델은 표 1와 같이 오른손 좌표계를 따른다.</p> <p>표 1 좌표계 (2018-2)</p> <table border="1" data-bbox="1064 1225 1671 1362"> <thead> <tr> <th>좌표</th> <th>방향</th> <th>비고</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>x</td> <td>길이방향</td> <td>선미에서 선수(+)</td> </tr> <tr> <td>y</td> <td>폭방향</td> <td>중심선면에서 좌현(+)</td> </tr> <tr> <td>z</td> <td>깊이방향</td> <td>상향(+)</td> </tr> </tbody> </table>	좌표	방향	비고	x	길이방향	선미에서 선수(+)	y	폭방향	중심선면에서 좌현(+)	z	깊이방향	상향(+)	<p>- 컨테이너 지지구조에 대한 구조강도 평가 기준 정비</p>
좌표	방향	비고												
x	길이방향	선미에서 선수(+)												
y	폭방향	중심선면에서 좌현(+)												
z	깊이방향	상향(+)												

판 행	개 정 안	개 정 사 유
	<p>(ii)일반적으로 판 요소를 사용하여야 하며, 요소 크기는 $20t \times 20t$와 $150\text{mm} \times 150\text{mm}$ 중 작은 것으로 하여야 한다. 여기서 t는 컨테이너 지지구조의 가장 얇은 판재의 두께 (mm)이다.</p> <p>(iii)상세 요소분할 구역의 요소 크기는 $50\text{mm} \times 50\text{mm}$ 보다 크지 않아야 하며, 구조물의 형상을 표현할 수 있고 응력 집중을 표시할 수 있도록 충분히 작아야 한다. 일반적으로 길이 방향으로 응력 변화가 있는 부재에 대하여는 이를 판별할 수 있도록 최소 3개 이상으로 요소 분할을 하여야 한다. 상세 요소분할 구역의 최소 요소 크기는 해당 판재의 두께보다 작을 필요는 없다.</p> <div data-bbox="882 657 1765 1241" data-label="Image"> <p>The image shows a 3D wireframe mesh of a container support structure. The mesh is composed of various sized elements. Two callout boxes labeled '상세 요소' (Detailed Element) show zoomed-in views of small, square mesh elements. A central callout box labeled '일반 요소: 20t x 20t or 150 x 150mm' (General Element) points to a larger square element. A third callout box labeled '성긴 요소' (Coarse Element) points to a larger, rectangular element. A small coordinate system icon is visible in the bottom left corner of the mesh.</p> </div> <p style="text-align: center;">그림 2 래싱브릿지 분할요소 예 (2018-2)</p>	

현행	개정안	개정사유
	<p><u>(나) 경계조건</u> 실제구조와 같은 거동을 표현할 수 있는 적합한 경계조건을 구조모델에 적용하여야 한다.</p> <p><u>(다) 하중</u></p> <p><u>(a) 설계하중</u></p> <p><u>(i) 컨테이너 고박설비의 지지구조는 컨테이너 고박설비의 안전사용하중(SWL)을 설계하중으로 사용할 수 있다.</u></p> <p><u>(ii) 컨테이너 적재 배치도의 적재 배치를 적용하여 8항에 따라 계산될 수 있다.</u></p> <p><u>(iii) 예상 가능한 모든 조작방향의 하중을 고려하여야 한다.</u></p> <p><u>(b) 설계 하중의 조합</u></p> <p><u>(i) 래싱브릿지 (lashing bridge)</u> 다음의 설계하중 조합이 고려되어야 한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 래싱브릿지 앞/뒤쪽 베이 모두 컨테이너가 적재되는 경우 (횡방향 하중 최대조건) - 래싱브릿지 앞쪽 베이에 컨테이너가 적재되는 경우 (선수방향 하중 최대조건) - 래싱브릿지 뒤쪽 베이에 컨테이너가 적재되는 경우 (선미방향 하중 최대조건) <p><u>설계하중은 컨테이너 적재 배치도에 따라 계산된 값을 사용하여야 한다. 다만 안전사용하중을 설계하중으로 사용하고자 하는 경우, 그림 3에 명시된 하중값을 사용할 수 있다.</u></p>	

관

행

개 정 안

개 정 사유

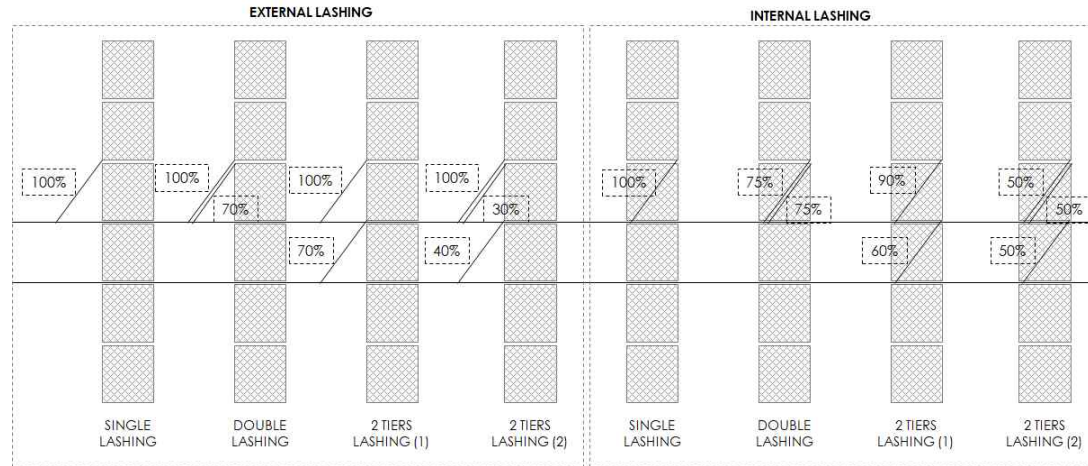


그림 3 안전사용하중을 래싱브릿지 구조 설계하중으로 적용하는 예시 (2018-2)

(ii) 셸가이드 (Cell Guide)

다음 표 2의 설계하중 조합이 고려되어야 하며 8'6" 및 9'6"의 높이가 다른 컨테이너 적재시의 조건도 고려하여야 한다. 갑판상에 설치되는 셸가이드의 경우, 풍하중을 고려하여야 한다.

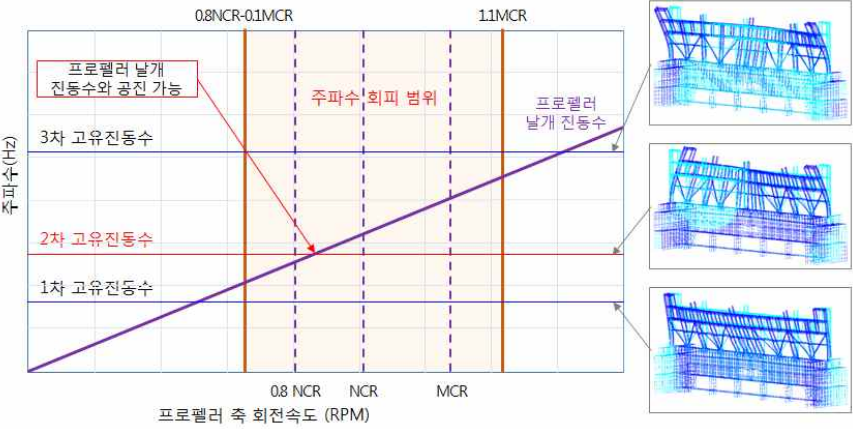
표 2 셸가이드의 설계하중 조합 (2018-2)

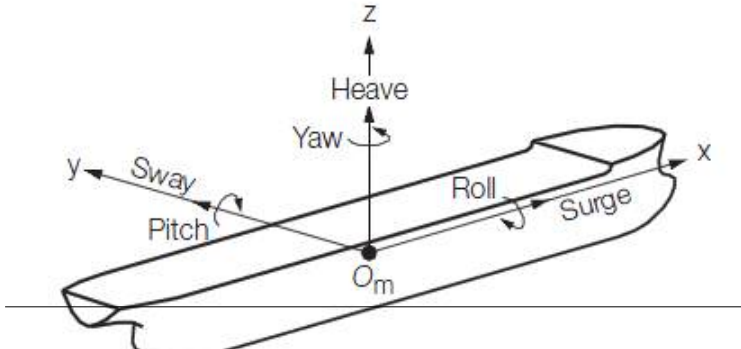
하중조건	횡방향 하중	종방향 하중	수직방향 하중
하중 조합1	적용	미적용	미적용
하중 조합2	미적용	적용	미적용

현행	개정안	개정사유																																		
<p>표 1 허용 응력값</p> <table border="1" data-bbox="165 983 922 1315"> <thead> <tr> <th>응력성분</th> <th>허용응력 (N/m²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>법선응력 (굽힘, 인장, 압축)</td> <td>0.67 σ_0</td> </tr> <tr> <td>전단응력</td> <td>0.4 σ_0</td> </tr> <tr> <td>조합응력</td> <td>0.86 σ_0</td> </tr> <tr> <td colspan="2">σ_0 : 재료의 최소항복응력 (N/m²)</td> </tr> </tbody> </table>	응력성분	허용응력 (N/m ²)	법선응력 (굽힘, 인장, 압축)	0.67 σ_0	전단응력	0.4 σ_0	조합응력	0.86 σ_0	σ_0 : 재료의 최소항복응력 (N/m ²)		<p>(iii) 컨테이너 지지대(Container Stanchion) 다음 표 3의 설계하중 조합이 고려되어야 한다. 최외곽 스택의 컨테이너 지지대의 경우 풍하중을 고려해야 한다.</p> <p>표 3 컨테이너 지지재의 설계하중 조합 (2018-2)</p> <table border="1" data-bbox="1070 443 1850 641"> <thead> <tr> <th>하중조건</th> <th>횡방향 하중</th> <th>종방향 하중</th> <th>수직방향 하중</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>하중 조합1</td> <td>적용(안쪽)</td> <td>미적용</td> <td>적용(인장력)</td> </tr> <tr> <td>하중 조합2</td> <td>적용(바깥쪽)</td> <td>미적용</td> <td>적용(압축력)</td> </tr> </tbody> </table> <p>(iv) 기타 컨테이너 지지구조 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.</p> <p>(라) 허용 응력 (a) 컨테이너 지지 구조의 응력은 다음의 표 4에서 주어진 허용 응력 값을 넘지 않아야 한다.</p> <p>표 4 허용 응력값 (2018-2)</p> <table border="1" data-bbox="1025 967 1827 1279"> <thead> <tr> <th>응력성분</th> <th>허용응력 (N/m²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>법선응력 (굽힘, 인장, 압축)</td> <td>0.8 σ_0</td> </tr> <tr> <td>전단응력</td> <td>0.46 σ_0</td> </tr> <tr> <td>조합응력</td> <td>0.9 $\sigma_0^{(1)}$</td> </tr> <tr> <td colspan="2">σ_0 : 재료의 최소항복응력 (N/m²)</td> </tr> <tr> <td colspan="2">⁽¹⁾ : 상세 요소분할 구역의 응력집중부에 한하여 허용응력을 1.2 σ_0까지 완화할 수 있다.</td> </tr> </tbody> </table>	하중조건	횡방향 하중	종방향 하중	수직방향 하중	하중 조합1	적용(안쪽)	미적용	적용(인장력)	하중 조합2	적용(바깥쪽)	미적용	적용(압축력)	응력성분	허용응력 (N/m ²)	법선응력 (굽힘, 인장, 압축)	0.8 σ_0	전단응력	0.46 σ_0	조합응력	0.9 $\sigma_0^{(1)}$	σ_0 : 재료의 최소항복응력 (N/m ²)		⁽¹⁾ : 상세 요소분할 구역의 응력집중부에 한하여 허용응력을 1.2 σ_0 까지 완화할 수 있다.		
응력성분	허용응력 (N/m ²)																																			
법선응력 (굽힘, 인장, 압축)	0.67 σ_0																																			
전단응력	0.4 σ_0																																			
조합응력	0.86 σ_0																																			
σ_0 : 재료의 최소항복응력 (N/m ²)																																				
하중조건	횡방향 하중	종방향 하중	수직방향 하중																																	
하중 조합1	적용(안쪽)	미적용	적용(인장력)																																	
하중 조합2	적용(바깥쪽)	미적용	적용(압축력)																																	
응력성분	허용응력 (N/m ²)																																			
법선응력 (굽힘, 인장, 압축)	0.8 σ_0																																			
전단응력	0.46 σ_0																																			
조합응력	0.9 $\sigma_0^{(1)}$																																			
σ_0 : 재료의 최소항복응력 (N/m ²)																																				
⁽¹⁾ : 상세 요소분할 구역의 응력집중부에 한하여 허용응력을 1.2 σ_0 까지 완화할 수 있다.																																				

현행	개정안	개정사유
	<p>(마) 좌굴 강도</p> <p>(a) 유한요소해석에서 얻은 응력을 사용하여 <u>규칙 제13편 8장 5절</u>에 따라 좌굴강도 평가를 수행하여야 한다.</p> $\frac{\eta_{act} < \eta_a$ <p>η_{act} : <u>규칙 제13편 8장 5절 [2.2.1] 및 [3.1]</u>에서 얻어진 좌굴사용계수</p> <p>η_a : 허용 좌굴사용계수</p> <p style="margin-left: 40px;">플랫폼의 판 : 0.9</p> <p style="margin-left: 40px;">스트럿 및 필러 : 0.67</p> <p>(바) 래싱브릿지 강성</p> <p>(a) 래싱브릿지 하중 작용점의 최대 횡방향 변위는 다음의 값을 초과할 수 없다.</p> <p style="margin-left: 40px;">- 1단 래싱브릿지: 10 mm</p> <p style="margin-left: 40px;">- 2단 래싱브릿지: 25 mm</p> <p style="margin-left: 40px;">- 3단 이상 래싱브릿지: 35 mm</p> <p>(3) 진동 평가</p> <p>(가) 유한요소모델</p> <p>(a) 2단 이상의 래싱브릿지는 고유 진동수가 엔진과 프로펠러에 의한 가진 주파수와와의 공진을 피할 수 있도록 설계되어야 한다.</p> <p>(b) 해상 시운전, 평형수 항해 또는 갑판이 비어있는 상태와 같이 래싱브릿지에 고박하중이 작용하지 않는 상태로 운항하는 경우, 래싱브릿지의 진동 평가를 고려하여야 한다.</p> <p>(c) 일반적으로 강도평가에 사용되는 유한요소모델을 사용할 수 있다. 선미의 래싱브릿지는 프로펠러 및 주 기관 구역 기진원에 가까이 위치하므로 진동응답을 평가하여야 한다. 선박에 따라 여러 위치에서 래싱브릿지의 진동 응답을 평가할 수 있다.</p> <p>(d) 진동 평가를 위한 최소 모델 범위 및 경계 조건은 (2)의 (가) 구조의 모델링 및 (나) 경계 조건을 참고한다. 전선 구조 유한요소 모델이 가능하고 전선 구조 고유진동해석이 수행되어야 하는 경우, 래싱 브리지 모델을 전선 구조 모델에 통합하여 수행하는 것이 권장된다.</p>	

현행	개정안	개정사유
	<p>(나) 고유진동수 평가</p> <p>(a) 래싱브릿지의 전체 거동 고유진동수는 다음 요건을 만족하여야 한다.</p> <p>(i) 선미부 및 주 기관 구역의 인근에 위치하는 래싱브릿지의 고유진동수는 프로펠러 날개 기진력과의 공진을 회피하기 위하여 다음의 프로펠러 날개 주파수의 범위 밖에 있어야 한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 하한: $80 \% \text{NCR} - 10 \% \text{MCR}$ • 상한: $\text{MCR} + 10 \% \text{MCR}$ <p>여기서,</p> <p style="padding-left: 40px;">NCR : 정상 연속 회전속도, 선박이 NCR보다 낮은 속도로 장시간 운전될 것이 예상되는 경우에는 NCR 대신 운전 속도를 회전속도로 사용하여야 한다.</p> <p style="padding-left: 40px;">MCR : 최대 연속 회전속도</p> <p>(ii) 저속 디젤 엔진이 있는 선박의 기관실에 인접한 래싱브릿지의 고유진동수는 엔진의 주요 가진 주파수의 범위 밖에 있어야 한다.</p> <p>(b) 캠벨 다이어그램은 잠재적인 공진 주파수를 평가하는데 사용될 수 있다. 그림 4는 캠벨 다이어그램의 예를 보이고 있다. 1차 프로펠러 날개 주파수 선과 모드의 고유 진동수 선 사이의 교차점에서 발생 가능한 공진 조건을 찾을 수 있다.</p>	

현행	개정안	개정사유
	 <p>The diagram plots the natural frequencies of the bridge structure against the rotation speed of the propeller. The vertical axis represents the natural frequency in Hz, with three distinct peaks labeled '1차 고유진동수' (1st natural frequency), '2차 고유진동수' (2nd natural frequency), and '3차 고유진동수' (3rd natural frequency). The horizontal axis represents the propeller rotation speed in RPM, with markers for 0.8NCR, NCR, and MCR. A diagonal line represents the '프로펠러 날개 진동수와 공진 가능' (propeller blade vibration and resonance possible) region. A shaded area between 0.8NCR and 1.1MCR is labeled '주파수 회피 범위' (frequency avoidance range). Three 3D wireframe models of the bridge structure are shown on the right, with arrows pointing to the corresponding natural frequency lines on the graph.</p> <p>그림 4 래싱브릿지의 고유 진동수 평가를 위한 캠벨 다이어그램 (2018-2)</p> <p>(c) 공진 발생에 따른 과도한 진동 응답을 줄이기 위하여 추가 구조용 댐퍼 시스템, 고유 진동수를 조정하기 위한 일시적인 질량 또는 이와 동등한 방법을 적용할 수 있다. 이러한 방법은 우리선급과 협의하여야 한다.</p>	

현행	개정안	개정사유
<p>8. 하중의 결정 및 적용</p> <p>(1) 기호 및 정의</p> <p>(가) 이 지침에 정의된 선박운동 및 가속도에 대한 부호는 그림 5와 같이 오른손 좌표계를 따른다. 그림에서 나타난 바와 같이 횡요, 종요 및 선수동요는 시계방향에 양으로 정의된다.</p>  <p style="text-align: center;">그림 5 운동 좌표계</p> <p>(나) 별도로 명시하지 않는 한 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음에 따른다.</p> <p>a_0 : 가속도 변수로서, 다음 식을 따른다.</p> $a_0 = f_c (1.58 - 0.47 C_b) \left(\frac{2.4}{\sqrt{L_{BP}}} + \frac{34}{L_{BP}} - \frac{600}{L_{BP}^2} \right) \text{ (m/sec}^2\text{)}$ $f_c = \frac{L_{BP}^2}{1000000} + 0.0011 L_{BP} + 0.8064, \quad L_{BP} > 240 \text{ m 인 경우}$ $= 1.0, \quad L_{BP} \leq 240 \text{ m 인 경우}$	<p>8. 하중의 결정 및 적용</p> <p>(1) 기호 및 정의 (2018-2)</p> <p>(가) 용어의 정의 및 기호는 다음에 따른다.</p> <p>a_0 : 가속도 변수로서, 다음 식을 따른다.</p> $a_0 = (1.58 - 0.47 C_B) \left(\frac{2.4}{\sqrt{L_{BP}}} + \frac{100}{L_{BP}} - \frac{600}{L_{BP}^2} \right)$	<p>- HCSR의 가속도 기준 수용</p>

현행	개정안	개정사유
<p>a_{heave} : 상하동요 운동 가속도로써 다음 식에 따른다. $\underline{a_{heave} = f_h a_0 g \text{ (m/sec}^2\text{)}}$ a_{sway} : 횡동요 운동 가속도로 다음 식에 따른다. $\underline{a_{sway} = 0.56 a_0 g \text{ (m/sec}^2\text{)}}$ a_{surge} : 종동요 운동가속도로 다음 식에 따른다. $\underline{a_{surge} = a_0 g \left(\frac{30}{L_{BP}} + 0.17 \right) \text{ (m/sec}^2\text{)}}$ a_i : i번째 컨테이너의 폭 (m). (<u>그림 6</u>참조) a_x, a_y, a_z : x, y, z 방향 가속도 (m/sec²). b_i, c_i : i번째 컨테이너의 길이 및 높이 (m). (<u>그림 6</u> 참조) d_i : 컨테이너 사이 수직방향 고박설비의 높이 (m). (<u>그림 6</u> 참조) f_h, f_p, f_r : 상하동요(heave), 종동요(pitch), 횡동요(roll) 에 대한 항로별 경감계수. (<u>표 5</u> 참조) g : 중력가속도로 9.81 m/s² 로 한다. $h_i = c_i + d_i$, (<u>그림 6</u> 참조) i : i번째 컨테이너의 인덱스. k_r : 횡동요 회전반경 (m), 일반적으로 <u>0.39 B</u> ℓ_i : 'i' 번째 컨테이너의 래싱설비의 길이 (mm). n : 한 개의 로우(row)에 적재되는 컨테이너의 수. x : 선미수선으로부터 해당 컨테이너 중심까지의 x 방향 거리 (m)로서, 단위컨테이너의 중심은 컨테이너 길이의 1/2로 한다. y : 선체중심선으로부터 해당 컨테이너 중심까지의 y 방향 거리 (m)로서, 단위컨테이너의 중심은 컨테이너 폭의 1/2로 한다. z : 기선으로부터 해당 컨테이너 중심까지의 z 방향 거리 (m)로서, 단위컨테이너의 중심은 컨테이너 높이의 1/3로 한다.</p>	<p>a_{heave} : 상하동요 운동 가속도로써 다음 식에 따른다. $\underline{a_{heave} = 0.5 f_h a_0 g \text{ (m/sec}^2\text{)}}$ a_{sway} : 횡동요 운동 가속도로 다음 식에 따른다. $\underline{a_{sway} = 0.29 a_0 g \text{ (m/sec}^2\text{)}}$ a_{surge} : 종동요 운동가속도로 다음 식에 따른다. $\underline{a_{surge} = 0.18 a_0 g \text{ (m/sec}^2\text{)}}$ a_{roll} : 운동가속도로 다음 식에 따른다. $\underline{a_{roll} = \theta \left(\frac{2\pi}{T_\theta} \right)^2 \text{ (m/sec}^2\text{)}}$ a_{pitch} : 운동가속도로 다음 식에 따른다. $\underline{a_{pitch} = \left(\frac{3.1}{\sqrt{gL}} + 1.4 \right) \phi \left(\frac{2\pi}{T_\phi} \right)^2 \text{ (m/sec}^2\text{)}}$ a_i : i번째 컨테이너의 코너 캐스팅 중심간 거리 (m). (<u>그림 5</u>참조) a_x, a_y, a_z : x, y, z 방향 가속도 (m/sec²). b_i, c_i : i번째 컨테이너의 길이 및 높이 (m). (<u>그림 5</u> 참조) d_i : 컨테이너 사이 수직방향 고박설비의 높이 (m). (<u>그림 5</u> 참조) f_h, f_p, f_r : 상하동요(heave), 종동요(pitch), 횡동요(roll) 에 대한 항로별 경감계수. (<u>표 8</u> 참조) g : 중력가속도로 9.81 m/s² 로 한다. $h_i = c_i + d_i$, (<u>그림 5</u> 참조) i : i번째 컨테이너의 인덱스. k_r : 횡동요 회전반경 (m), 일반적으로 <u>0.35 B</u> < 현행과 동일 ></p>	<p>- HCSR의 가속도 기준 수용</p> <p>- 현행은 컨테이너 양끝단까지로 적용하였으나, 타선급 기준을 참조하여 코너캐스팅간격으로 조정 (2483mm→2259mm : 압축력 상승 5%)</p> <p>- HCSR 참조</p>

현행	개정안	개정사유
<p>A_i : 'i' 번째 컨테이너의 래싱설비의 단면적 (mm^2).</p> <p>$C_{a1 \sim 5}$: 각각 선박운동에 대한 동적운동조합계수로서 표 2에 따른다.</p> <p>C_c : 컨테이너 무게중심의 높이와 컨테이너 높이의 비율로, 일반적으로 0.33으로 한다.</p> <p>C_r, C_p : 횡동요, 종동요에 대한 동적운동조합계수로서 표 2에 따른다.</p> <p>C_{yf}, C_{zf} : 선박의 종방향 위치에 따른 동적 계수로서 표 4에 따른다.</p> <p>E_i : 'i' 번째 컨테이너의 래싱 설비의 연신율 (kN/mm^2)로서 표 7에 따른다.</p> <p>GM : 선박의 횡방향 메타센타 높이(m).</p> <p>K_i : 'i' 번째 컨테이너에서 래싱설비의 <u>횡방향</u> 강성으로 다음 식에 따른다.</p> $K_i = \frac{E_i A_i \cos^2 \theta_i}{\ell_i}, \quad (\text{kN/mm})$ <p>K_c : 컨테이너 스프링 상수 (kN/mm^2)로서, 표 6에 따른다.</p> <p>L_{BP} : 선수 수선과 선미 수선 간의 수평거리를 말한다 (m).</p> <p>O_m : 기선으로부터 선박의 운동중심까지의 높이로서 $D/2, T_{LC}/2 + D/4$ 중 작은 값으로 한다.</p> <p>R : 해당 컨테이너의 승인된 최대 총중량으로서 컨테이너의 용기중량 (tare weight)에 적재중량 (payload)을 더한 값 (kN).</p> <p>T_{LC} : 고려하는 적재상태에서의 선박의 형흘수 (m).</p> <p>T_i : 'i' 번째 컨테이너의 래싱설비에 작용하는 인장력 (kN).</p>	<p>A_i : 'i' 번째 컨테이너의 래싱설비의 단면적 (mm^2).</p> <p>$C_{XS}, C_{YS}, C_{ZH}, C_{YR}, C_{ZR}, C_{XP}, C_{ZP}$: 각각 선박운동에 대한 동적운동조합계수로서 표 5 따른다.</p> <p>C_c : <생략></p> <p>C_{YG}, C_{XC} : 횡동요, 종동요에 대한 동적운동조합계수로서 표 5에 따른다.</p> <p>C_{yf}, C_{zf} : 선박의 종방향 위치에 따른 동적 계수로서 표 7에 따른다.</p> <p>E_i : 'i' 번째 컨테이너의 래싱 설비의 연신율 (kN/mm^2)로서 표 10에 따른다.</p> <p>GM : 선박의 횡방향 메타센타 높이(m).</p> <p>K_i : 'i' 번째 컨테이너에서 래싱설비의 <u>횡방향</u> 강성으로 다음 식에 따른다.</p> $K_i = \frac{E_i A_i \cos^2 \theta_i}{\ell_i}, \quad (\text{kN/mm})$ <p><생략></p> <p>K_c : 컨테이너 스프링 상수 (kN/mm^2)로서, 표 9에 따른다.</p> <p>L_{BP} : 선수 수선과 선미 수선 간의 수평거리를 말한다 (m).</p> <p>R : <u>기선으로부터 선박의 운동중심까지의 높이.</u></p> $R = \frac{1}{2}(0.35B + 1.4T_{LC})$ <p>CR : 해당 컨테이너의 승인된 최대 총중량으로서 컨테이너의 용기중량 (tare weight)에 적재중량 (payload)을 더한 값 (kN).</p> <p>T_{LC} : 고려하는 적재상태에서의 선박의 형흘수 (m).</p> <p>T_i : 'i' 번째 컨테이너의 래싱설비에 작용하는 인장력 (kN).</p>	<p>- 표5 : 운동해석에 따른 LCF 계수 조정</p> <p>- 실선 18척에 대한 조사를 근거로 한 자체 산식 도출</p>

현행	개정안	개정사유
<p> T_ϕ, T_θ : 중요, 횡요의 주기 (sec). V_w : 풍속 (m/s)으로서, 최소 36m/sec 로 한다. W_i : 내용물을 포함한 컨테이너의 설계중량 (ton)으로 최대중량이 명시되지 않은 경우, W_i는 R (rating weight)로 한다. 빈 컨테이너의 경우, 다음의 최소중량으로 한다. 20 ft 컨테이너 : 2.5 ton 40 ft 컨테이너 : 3.5 ton 45 ft 컨테이너 : 4.0 ton α : 풍력 계수로서 표 2에 따른다. θ_i : 'i' 번째 컨테이너의 래싱설비의 래싱 각도로서, 그림 13에 따른다. Θ, Φ : 횡요, 중요의 각도 (radian). </p> <p>(2) 선체운동에 의한 가속도</p> <p>(가) 다음의 선체운동을 고려하여야 한다.</p> <p>HSVA : 선수파에 따른 최대 수직가속도 OSVA : 사파에 따른 최대 수직가속도 BSRL : 횡파에 따른 최대 횡요 진폭 OSPA : 사파에 따른 최대 중요 가속도 BSHA : 횡파에 따른 최대 상하동요 가속도 OSPH : 사파에 따른 최대 중요 진폭</p> <p>선체운동가속도 계산에 필요한 각 선체운동 상태에 따른 조합계수는 표 2에 따른다.</p> <p>(나) 횡요 및 중요에 대한 선체운동의 각도 및 주기는 표 3에 따른다. 고박설비의 하중계산시 고려하여야 하는 가속도는 다음 식에 따른다. 우리 선급이 인정하는 경우, 선체운동특성은 직접계산 방법에 따라 구할 수 있다. 길이방향 위치에 따른 동적계수 C_{yf}와 C_{zf}는 표 6과 같다.</p>	<p> T_θ, T_ϕ : 횡요, 중요의 주기 (sec). V_w : 풍속 (m/s)으로서, 최소 36m/sec 로 한다. W_i : <생략> α : 풍력 계수로서 표 5에 따른다. θ_i : 'i' 번째 컨테이너의 래싱설비의 래싱 각도로서, 그림 9에 따른다. Θ, Φ : 횡요, 중요의 각도 (radian). </p> <p>(2) 선체운동에 의한 가속도 (2018-2)</p> <p>(가) 다음의 선체운동을 고려하여야 한다. <생략></p> <p>선체운동가속도 계산에 필요한 각 선체운동 상태에 따른 조합계수는 표 5에 따른다.</p> <p>(나) 횡요 및 중요에 대한 선체운동의 각도 및 주기는 표 6에 따른다. 고박설비의 하중계산시 고려하여야 하는 가속도는 다음 식에 따른다. 우리 선급이 인정하는 경우, 선체운동특성은 직접계산 방법에 따라 구할 수 있다. 길이방향 위치에 따른 동적계수 C_{yf}와 C_{zf}는 표 7과 같다.</p>	<p>- HCSR의 roll pitch 산식으로 조정 (roll 최소값 기준 조정 : 현행 단일 값 22도에서 선박 크기에 따라 22도~18도 차등 적용)</p>

현행	개정안	개정사유
$\underline{a_x = -g \sin(C_p \Phi) + C_{a1} a_{surge} + C_{a5} \Phi \left(\frac{2\pi}{T_p} \right)^2 \{z - O_m\}}$ $\underline{a_y = g \sin(C_r \Theta) + C_{yf} C_{a2} a_{sway} - C_{yf} C_{a4} \Theta \left(\frac{2\pi}{T_R} \right)^2 \{z - O_m\}}$ $\underline{a_z = -g + C_{zf} C_{a3} a_{heave} + C_{zf} C_{a4} \Theta \left(\frac{2\pi}{T_R} \right)^2 y - C_{zf} C_{a5} \Phi \left(\frac{2\pi}{T_P} \right)^2 (x - 0.45L_{BP})}$ <p>다만, $x - 0.45L_{BP} < 0.2L_{BP}$ 인 경우, $x - 0.45L_{BP} = 0.2L_{BP}$로 한다.</p>	$\underline{a_x = -C_{XG} g \sin \phi + C_{XS} a_{surge} + C_{XP} a_{pitch} (z - R)}$ $\underline{a_y = C_{YG} g \sin \theta + C_{yf} C_{YS} a_{sway} - C_{yf} C_{YR} a_{roll} (z - R)}$ $\underline{a_z = C_{zf} C_{ZH} a_{heave} + C_{zf} C_{ZR} a_{roll} y - C_{zf} C_{ZP} a_{pitch} (x - 0.45L)}$	<p>- HCSR 참조</p>

표 2 동적 선체운동 조합계수 <현행>

		가속도					각도		풍력계수 α
		종동요 (Surge)	횡동요 (Sway)	상하동요 (Heave)	횡요 (Roll)	종요 (Pitch)	횡요 (Roll)	종요 (Pitch)	
		C_{a1}	C_{a2}	C_{a3}	C_{a4}	C_{a5}	C_r	C_p	
HSVA	1	-0.5	0	0.35	0	-1.0	0	0.9	0
	2	-0.5	0	-0.35	0	-1.0	0	0.9	0
	3	0.5	0	-0.35	0	1.0	0	-0.9	0
	4	0.5	0	0.35	0	1.0	0	-0.9	0
OSVA	1	0.25	-0.15	0.4	0	-1.0	0	0.6	-0.5
	2	0.25	-0.15	-0.4	0	-1.0	0	0.6	-0.5
	3	-0.25	0.15	-0.4	0	1.0	0	-0.6	0.5
	4	-0.25	0.15	0.4	0	1.0	0	-0.6	0.5
BSRL	1	0	0.1	-0.1	-0.4	0	1.0	0	1.0
	2	0	0.1	0.1	-0.4	0	1.0	0	1.0
	3	0	-0.1	0.1	0.4	0	-1.0	0	-1.0
	4	0	-0.1	-0.1	0.4	0	-1.0	0	-1.0
OSPA	1	0.25	-0.2	-0.25	0.1	1.0	-0.1	-0.6	-0.5
	2	0.25	-0.2	0.25	0.1	1.0	-0.1	-0.6	-0.5
	3	-0.25	0.2	0.25	-0.1	-1.0	0.1	0.6	0.5
	4	-0.25	0.2	-0.25	-0.1	-1.0	0.1	0.6	0.5
BSHA	1	-0.1	-0.6	1.0	0.15	-0.1	-0.1	0	-1.0
	2	-0.1	-0.6	-1.0	0.15	-0.1	-0.1	0	-1.0
	3	0.1	0.6	-1.0	-0.15	0.1	0.1	0	1.0
	4	0.1	0.6	1.0	-0.15	0.1	0.1	0	1.0
OSPH	1	-0.6	0.4	0.4	-0.1	-1.0	0.1	1.0	0.5
	2	-0.6	0.4	-0.4	-0.1	-1.0	0.1	1.0	0.5
	3	0.6	-0.4	-0.4	0.1	1.0	-0.1	-1.0	-0.5
	4	0.6	-0.4	0.4	0.1	1.0	-0.1	-1.0	-0.5

표 5 동적 선체운동 조합계수 <개정>

		가속도					각도		풍력계수
		중동요 (Surge)	횡동요 (Sway)	상하동요 (Heave)	회요 (Roll)	종요 (Pitch)	회요 (Roll)	종요 (Pitch)	
		C_{XS}	C_{YS}	C_{ZH}	C_{ZR}, C_{YR}	C_{XP}, C_{ZP}	C_r	C_p	
HSVA	1	<u>-0.3</u>	<u>0</u>	<u>0.3</u>	<u>0</u>	<u>-1.0</u>	<u>0</u>	<u>0.95</u>	<u>0</u>
	2	<u>-0.3</u>	<u>0</u>	<u>-0.3</u>	<u>0</u>	<u>-1.0</u>	<u>0</u>	<u>0.95</u>	<u>0</u>
	3	<u>0.3</u>	<u>0</u>	<u>-0.3</u>	<u>0</u>	<u>1.0</u>	<u>0</u>	<u>-0.95</u>	<u>0</u>
	4	<u>0.3</u>	<u>0</u>	<u>0.3</u>	<u>0</u>	<u>1.0</u>	<u>0</u>	<u>-0.95</u>	<u>0</u>
OSVA	1	<u>0.25</u>	<u>-0.15</u>	<u>0.4</u>	<u>0</u>	<u>-1.0</u>	<u>0</u>	<u>0.6</u>	<u>-0.5</u>
	2	<u>0.25</u>	<u>-0.15</u>	<u>0.4</u>	<u>0</u>	<u>-1.0</u>	<u>0</u>	<u>0.6</u>	<u>-0.5</u>
	3	<u>-0.25</u>	<u>0.15</u>	<u>-0.4</u>	<u>0</u>	<u>1.0</u>	<u>0</u>	<u>-0.6</u>	<u>0.5</u>
	4	<u>-0.25</u>	<u>0.15</u>	<u>-0.4</u>	<u>0</u>	<u>1.0</u>	<u>0</u>	<u>-0.6</u>	<u>0.5</u>
BSRL	1	<u>0</u>	<u>0.1</u>	<u>-0.1</u>	<u>-1.0</u>	<u>0</u>	<u>1.0</u>	<u>0</u>	<u>1.0</u>
	2	<u>0</u>	<u>0.1</u>	<u>0.1</u>	<u>-1.0</u>	<u>0</u>	<u>1.0</u>	<u>0</u>	<u>1.0</u>
	3	<u>0</u>	<u>-0.1</u>	<u>0.1</u>	<u>1.0</u>	<u>0</u>	<u>-1.0</u>	<u>0</u>	<u>-1.0</u>
	4	<u>0</u>	<u>-0.1</u>	<u>-0.1</u>	<u>1.0</u>	<u>0</u>	<u>-1.0</u>	<u>0</u>	<u>-1.0</u>
OSPA	1	<u>-0.25</u>	<u>-0.2</u>	<u>-0.3</u>	<u>0.2</u>	<u>1.0</u>	<u>0.1</u>	<u>-0.6</u>	<u>-0.5</u>
	2	<u>-0.25</u>	<u>0.2</u>	<u>-0.3</u>	<u>-0.2</u>	<u>1.0</u>	<u>-0.1</u>	<u>-0.6</u>	<u>-0.5</u>
	3	<u>0.25</u>	<u>0.2</u>	<u>0.3</u>	<u>-0.2</u>	<u>-1.0</u>	<u>-0.1</u>	<u>0.6</u>	<u>0.5</u>
	4	<u>0.25</u>	<u>-0.2</u>	<u>0.3</u>	<u>0.2</u>	<u>-1.0</u>	<u>0.1</u>	<u>0.6</u>	<u>0.5</u>
BSHA	1	<u>-0.1</u>	<u>-0.6</u>	<u>1.0</u>	<u>0.15</u>	<u>-0.1</u>	<u>-0.1</u>	<u>0</u>	<u>-1.0</u>
	2	<u>-0.1</u>	<u>-0.6</u>	<u>-1.0</u>	<u>0.15</u>	<u>-0.1</u>	<u>-0.1</u>	<u>0</u>	<u>-1.0</u>
	3	<u>0.1</u>	<u>0.6</u>	<u>-1.0</u>	<u>-0.15</u>	<u>0.1</u>	<u>0.1</u>	<u>0</u>	<u>1.0</u>
	4	<u>0.1</u>	<u>0.6</u>	<u>1.0</u>	<u>-0.15</u>	<u>0.1</u>	<u>0.1</u>	<u>0</u>	<u>1.0</u>
OSPH	1	<u>0.6</u>	<u>0.4</u>	<u>0.4</u>	<u>-0.1</u>	<u>-1.0</u>	<u>0.1</u>	<u>1.0</u>	<u>0.5</u>
	2	<u>0.6</u>	<u>0.4</u>	<u>-0.4</u>	<u>-0.1</u>	<u>-1.0</u>	<u>0.1</u>	<u>1.0</u>	<u>0.5</u>
	3	<u>-0.6</u>	<u>-0.4</u>	<u>-0.4</u>	<u>0.1</u>	<u>1.0</u>	<u>-0.1</u>	<u>-1.0</u>	<u>-0.5</u>
	4	<u>-0.6</u>	<u>-0.4</u>	<u>0.4</u>	<u>0.1</u>	<u>1.0</u>	<u>-0.1</u>	<u>-1.0</u>	<u>-0.5</u>

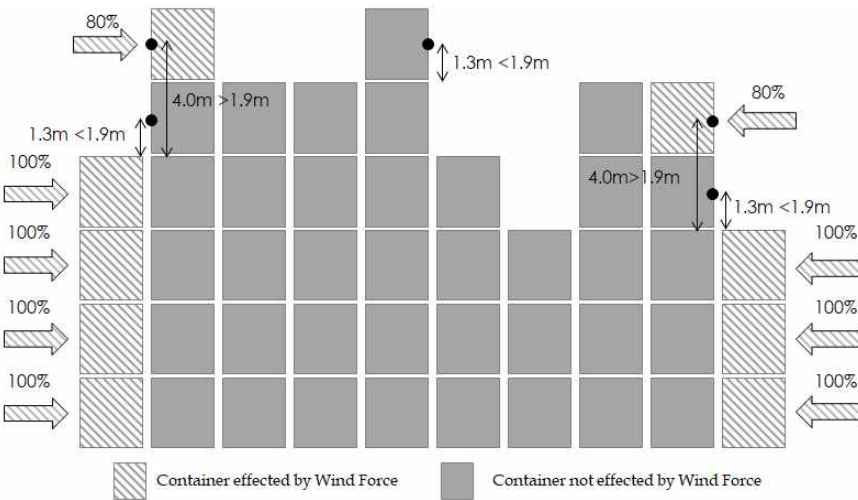
표 3 선체 운동의 종/횡요의 각도 및 주기 <현행>

운동	각도(Angle of radian)(Deg)	주기(Periods) (sec)
횡요 (Roll)	$\Theta = f_r \frac{\pi}{180} \left(\frac{4000 - 65 T_R}{B + 75} \right)$ <p>30°(0.524 rad)를 넘을 필요는 없으며, $f_r \times 22^\circ$ ($f_r \times 0.384 \text{ rad}$)보다 작아서는 안된다.</p>	$T_R = \frac{2.0k_r}{\sqrt{GM}}$
종요 (Pitch)	$\Phi = f_p \left(\frac{\pi}{180} \right) \left(\frac{6800}{L^{1.2}} \right)$ <p>8°(0.14 rad)를 넘을 필요는 없다.</p>	$T_P = \sqrt{\frac{2.6\pi L}{g}}$

표 6 선체 운동의 종/횡요의 각도 및 주기 <개정>

운동	각도(Angle of radian)(Deg)	주기(Periods) (sec)
횡요 (Roll)	$\theta = f_r \frac{9000(1.25 - 0.025 T_\theta)}{(B + 75)\pi}$ <p>30°(0.524 rad)를 넘을 필요는 없으며, - 폭이 40m 미만 인 경우, $f_r \times 22^\circ$ ($f_r \times 0.384 \text{ rad}$)보다 작아서는 안되고, - 폭이 60m 이상인 경우, $f_r \times 18^\circ$ ($f_r \times 0.314 \text{ rad}$)보다 작아서는 안된다. (폭이 중간값을 가지는 경우 선형 보간으로 결정한다.)</p>	$T_\theta = \frac{2.3\pi k_r}{\sqrt{g GM}}$
종요 (Pitch)	$\phi = f_p 1350 L^{-0.94} \left\{ 1.0 + \left(\frac{15}{\sqrt{gL}} \right)^{1.6} \right\}$	$T_\phi = \sqrt{\frac{2\pi L}{g}}$

현	행	개	정	안	개	정	사	유																																																																									
표 4 길이방향 위치에 따른 동적계수		<table border="1"> <thead> <tr> <th>x-방향 위치 (x/L_{BP})</th> <th>C_{yf}</th> <th>C_{zf}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.0</td><td>2.36</td><td>1.13</td></tr> <tr><td>0.1</td><td>2.11</td><td>1.12</td></tr> <tr><td>0.2</td><td>1.91</td><td>1.07</td></tr> <tr><td>0.3</td><td>1.80</td><td>1.00</td></tr> <tr><td>0.4</td><td>1.74</td><td>0.98</td></tr> <tr><td>0.5</td><td>1.74</td><td>1.03</td></tr> <tr><td>0.6</td><td>1.79</td><td>1.14</td></tr> <tr><td>0.7</td><td>1.88</td><td>1.31</td></tr> <tr><td>0.8</td><td>2.02</td><td>1.42</td></tr> <tr><td>0.9</td><td>2.20</td><td>1.42</td></tr> <tr><td>1.0</td><td>2.43</td><td>1.43</td></tr> </tbody> </table>		x-방향 위치 (x/L_{BP})	C_{yf}	C_{zf}	0.0	2.36	1.13	0.1	2.11	1.12	0.2	1.91	1.07	0.3	1.80	1.00	0.4	1.74	0.98	0.5	1.74	1.03	0.6	1.79	1.14	0.7	1.88	1.31	0.8	2.02	1.42	0.9	2.20	1.42	1.0	2.43	1.43	표 7 길이방향 위치에 따른 동적계수		<table border="1"> <thead> <tr> <th>x-방향 위치 (x/L_{BP})</th> <th>C_{yf}</th> <th>C_{zf}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.0</td><td><u>1.63</u></td><td><u>1.11</u></td></tr> <tr><td>0.1</td><td><u>1.46</u></td><td><u>1.11</u></td></tr> <tr><td>0.2</td><td><u>1.32</u></td><td><u>1.05</u></td></tr> <tr><td>0.3</td><td><u>1.24</u></td><td><u>1.04</u></td></tr> <tr><td>0.4</td><td><u>1.20</u></td><td><u>1.02</u></td></tr> <tr><td>0.5</td><td><u>1.20</u></td><td><u>1.06</u></td></tr> <tr><td>0.6</td><td><u>1.23</u></td><td><u>1.18</u></td></tr> <tr><td>0.7</td><td><u>1.30</u></td><td><u>1.29</u></td></tr> <tr><td>0.8</td><td><u>1.39</u></td><td><u>1.40</u></td></tr> <tr><td>0.9</td><td><u>1.52</u></td><td><u>1.40</u></td></tr> <tr><td>1.0</td><td><u>1.68</u></td><td><u>1.40</u></td></tr> </tbody> </table>		x-방향 위치 (x/L_{BP})	C_{yf}	C_{zf}	0.0	<u>1.63</u>	<u>1.11</u>	0.1	<u>1.46</u>	<u>1.11</u>	0.2	<u>1.32</u>	<u>1.05</u>	0.3	<u>1.24</u>	<u>1.04</u>	0.4	<u>1.20</u>	<u>1.02</u>	0.5	<u>1.20</u>	<u>1.06</u>	0.6	<u>1.23</u>	<u>1.18</u>	0.7	<u>1.30</u>	<u>1.29</u>	0.8	<u>1.39</u>	<u>1.40</u>	0.9	<u>1.52</u>	<u>1.40</u>	1.0	<u>1.68</u>	<u>1.40</u>	- 길이방향 단면형상(flare 등) 변화 등을 고려한 계수	
x-방향 위치 (x/L_{BP})	C_{yf}	C_{zf}																																																																															
0.0	2.36	1.13																																																																															
0.1	2.11	1.12																																																																															
0.2	1.91	1.07																																																																															
0.3	1.80	1.00																																																																															
0.4	1.74	0.98																																																																															
0.5	1.74	1.03																																																																															
0.6	1.79	1.14																																																																															
0.7	1.88	1.31																																																																															
0.8	2.02	1.42																																																																															
0.9	2.20	1.42																																																																															
1.0	2.43	1.43																																																																															
x-방향 위치 (x/L_{BP})	C_{yf}	C_{zf}																																																																															
0.0	<u>1.63</u>	<u>1.11</u>																																																																															
0.1	<u>1.46</u>	<u>1.11</u>																																																																															
0.2	<u>1.32</u>	<u>1.05</u>																																																																															
0.3	<u>1.24</u>	<u>1.04</u>																																																																															
0.4	<u>1.20</u>	<u>1.02</u>																																																																															
0.5	<u>1.20</u>	<u>1.06</u>																																																																															
0.6	<u>1.23</u>	<u>1.18</u>																																																																															
0.7	<u>1.30</u>	<u>1.29</u>																																																																															
0.8	<u>1.39</u>	<u>1.40</u>																																																																															
0.9	<u>1.52</u>	<u>1.40</u>																																																																															
1.0	<u>1.68</u>	<u>1.40</u>																																																																															
주) 각 구간별 중간위치에 대한 값은 보간값을 사용한다.		주) 각 구간별 중간위치에 대한 값은 보간값을 사용한다.		- CFD 해석을 통한 확인 : 돌출부 영향 없음 : 내부 컨테이너의 상부에서 풍하중이 적용되는 높이 - $2.438m * \tan(18+20) = 1.9m$ (20 횡경사각, 18 CFD 해석)																																																																													
<p>(다) 항로별 경감계수는 해당 항로상의 환경조건에 대하여 설계수명 20년을 기준으로 하는 컨테이너선의 장기응답해석을 통하여 구하며 대표적인 항로에 대한 경감계수는 표 5에 따르며, 항해 패턴이 특이한 경우의 경감계수는 우리 선급과 협의하여 결정할 수 있다. 표 5의 대표적인 항로의 전형적인 항적의 예는 별첨 2를 참조한다.</p> <p>(라) 바람에 의한 하중은 최대풍속 36 m/sec을 기준으로 구하며 최외곽의 컨테이너 스택에만 작용하는 것으로 한다. 바람에 의한 하중은 횡하중을 증가시키는 방향으로 적용하여야 한다.</p>		<p>(다) 항로별 경감계수는 해당 항로상의 환경조건에 대하여 설계수명 20년을 기준으로 하는 컨테이너선의 장기응답해석을 통하여 구하며 대표적인 항로에 대한 경감계수는 표 8에 따르며, 항해 패턴이 <u>대표적인 항로와 다를 경우</u>, 경감계수는 우리 선급과 협의하여 결정할 수 있다. 표 8의 대표적인 항로의 전형적인 항적의 예는 별첨 2를 참조한다.</p> <p>(라) 바람에 의한 하중은 최대풍속 36 m/sec을 기준으로 계산하며, <u>횡하중을 증가시키는 방향으로 적용한다.</u></p> <p>(마) <u>최외곽 스택에 40ft 컨테이너가 적재되고 내부 스택에 45ft / 48ft / 53ft 컨테이너가 적재되는 경우, 길이 방향 돌출부에 대한 풍하중은 적용하지 않는다.</u></p> <p>(바) <u>풍하중을 적용받는 컨테이너 최상부와 내부 스택의 컨테이너 중심 간 높이 차이가 1.9m 미만인 경우, 풍하중을 적용하지 않는다. 풍하중을 적용받는 내부 스택의 최상부 컨테이너의 경우, 80%의 풍하중을 고려한다.(그림 6 참조)</u></p>																																																																															

현행	개정안	개정사유
<p>표 8 <생략></p> <p>(3) 래싱하지 않은 스택의 하중 (가) 스택의 각 컨테이너에 대하여 도출된 합성력은 다음과 같이 컨테이너 벽 사이에 균등하게 나누는 것으로 가정한다. <생략></p> <p>Q_i : 하나의 횡방향 끝단에서의 풍력</p> $Q_i = \frac{\alpha 8.25 c b V_w^2 \cos(C_r \theta) \times 10^{-4}}{2} \text{ (kN)}$ <p>첨자 i 는 특정 컨테이너를 의미한다. (나) ~ (라) <생략></p> <p>(4) 래싱된 적재방법 <생략></p>	<p>표 8 <현행과 동일></p>  <p>그림 6 풍하중 적용 구역 (2018-2)</p> <p>(3) 래싱하지 않은 스택의 하중 (가) 스택의 각 컨테이너에 대하여 도출된 합성력은 다음과 같이 컨테이너 벽 사이에 균등하게 나누는 것으로 가정한다. <현행과 동일></p> <p>Q_i : 하나의 횡방향 끝단에서의 풍력</p> $Q_i = \frac{\alpha 7.33 c b V_w^2 \cos(C_r \theta) \times 10^{-4}}{2} \text{ (kN)} \quad (2018-2)$ <p>첨자 i 는 특정 컨테이너를 의미한다. (나) ~ (라) <현행과 동일></p> <p>(4) 래싱된 적재방법 <현행과 동일></p>	<p>- CFD 해석 결과 (항력계수 C_d 조정 : 1.35→1.2)</p>

현행	개정안	개정사유
<p>(5) 래싱된 상태에서의 합성력 (가) <생략></p>	<p>(5) 래싱된 상태에서의 합성력 (가) <현행과 동일> (나) 컨테이너 하중은 (6)호의 허용값을 초과하지 않아야 한다. 래싱설비의 인장력은 래싱설비의 허용사용하중을 초과하지 않아야 한다. <u>문이 없는 단벽 최상층 외부래싱에는 틸팅(tilling)에 의한 추가장력의 영향을 고려하여야 한다. 다만, 스프링 등을 적용하여 추가장력 발생의 우려가 없는 고박 장비가 사용되는 경우 추가 장력은 고려하지 않을 수 있다.</u></p> $\delta v_{act} = F_{NL_Trigger} / K_{v_upper_eff}$ $F_{NL_Trigger} = Lt_{i+1} - T_i \sin \theta_i$ $K_{v_upper_eff} = C_k \frac{E_i A_i \sin^2 \theta_i}{l_i}$ <p>C_k : 비선형 계수로서 우리선급이 별도로 정하는 바에 따른다. δv_{max} : 트위스트 락과 컨테이너 모서리 사이의 수직간격으로 일반적으로 20mm를 적용할 수 있다.</p> <p>Note 1 : 전자동 트위스트 락의 경우, 성능 시험 성적서가 반드시 제출되어야 한다. 성능 시험 성적서의 수직 간격이 20mm를 초과할 경우, 해당 값을 적용하여야 한다. Note 2 : 더 작은 값을 사용하고자 하는 경우, 성능 시험 성적서를 근거로 우리 선급과 협의하여 해당값을 사용할 수 있다.</p> $\delta v_{final} = \max(0, \min(\delta v_{max}, \delta v_{act}))$ $T_{i-final} = T_i + \frac{K_{v_upper_eff} \delta v_{final}}{\sin \theta_i}$ <p>상기 수식으로 최상층 외부래싱의 장력을 계산 후, 아래 쪽 외부래싱의 장력을 재계산하여야 한다. 이때, 하중 모델에서 최상층 외부래싱의 수평장력 성분을 공제하고, 최상층 외부래싱의 수평강성은 강성모델에서 제외한다. 모든 래싱로드의 장력 재계산후 컨테이너 하중을 재계산하여야 한다. (2018-2)</p>	<p>- 추가장력 발생 고려 (압축력 감소) * door side는 강성이 상대적으로 약해서 횡방향 변형으로 나타남)</p> <p>- 비선형 계수는 Seatrust-LS 에 포함됨 (외부공개 없음) 0.85sin²θ</p> <p>- 운항 선박에서는 부식으로 인하여 최대 20mm 정도 까지의 간격이 있는 것으로 보고됨. 20보다 작은 값 사용시는 Note 1에 따라 성적서 제출</p>

현행	개정안	개정사유
<p>(다) <생략> (6) 컨테이너에 대한 허용하중 <생략></p> <p>9. 컨테이너 고박강도계산 프로그램 및 계산기기 <생략></p> <p>별첨 1 각 형태별 컨테이너의 주요치수 <생략></p> <p>별첨 2 주요 항로 예시 <생략></p> <p>별첨 3 수식에 기초한 계산 예 <생략></p> <p style="text-align: center;">↓</p>	<p>(다) <현행과 동일> (6) 컨테이너에 대한 허용하중 <현행과 동일></p> <p>9. 컨테이너 고박강도계산 프로그램 및 계산기기 <현행과 동일></p> <p>별첨 1 각 형태별 컨테이너의 주요치수 <현행과 동일></p> <p>별첨 2 주요 항로 예시 <현행과 동일></p> <p>별첨 3 수식에 기초한 계산 예 <현행과 동일></p> <p style="text-align: center;">↓</p>	