

선급 및 강선규칙 적용지침 개정(안)

(액화가스 산적운반선/연료추진선 열전달 해석 지침)

-외부의견조회-

2020. 11.



선 체 규 칙 개 발 팀

- 주 요 개 정 내 용 -

(1) 2021.07.01. 일자 시행사항

◎ 선급기술규칙 제/개정 요청서 반영

- 독립형 A, B, C 형식 열해석 추가

현행	개정안	개정사유
<p style="text-align: center;">제 1 장 총칙</p> <p style="text-align: center;">제 1 절 적용</p> <p>101. 적용</p> <p>1. 이 지침은 멤브레인형식 액화가스 산적운반선의 선체 및 멤브레인형식 액화가스 연료추진선의 선체의 열전달 해석 평가 절차에 적용한다.</p> <p>2. ~ 3. <생략></p> <p style="text-align: center;">제 2 절 ~ 제 4 절 <생략></p>	<p style="text-align: center;">제 1 장 총칙</p> <p style="text-align: center;">제 1 절 적용</p> <p>101. 적용</p> <p>1. 이 지침은 액화가스 산적운반선의 선체 및 액화가스 연료추진선의 선체의 열전달 해석 평가 절차에 적용한다.</p> <p>2. ~ 3. <현행과 동일></p> <p style="text-align: center;">제 2 절 ~ 제 4 절 <현행과 동일></p>	<p>선급기술규칙 제/개정 요청서 반영</p>

현행	개정안	개정사유
<p style="text-align: center;">제 2 장 분석적 열전달 해석법</p> <p style="text-align: center;">제 1 절 해석 절차</p> <p>101. 분석적 열전달 해석 절차</p> <p>1. 분석적 열전달 해석은 그림 2.1의 순서도를 따라서 수행한다.</p> <p>(1) 분석적 2차원 열전달 해석을 수행할 단면을 그림 2.2와 같이 구획으로 나누는 작업을 진행한다.</p> <p>(2) 구획에 대한 경계 조건을 정의한다. 이는 구획에 속한 모든 부재의 길이, 폭 및 면적, 해수 온도, 대기 온도, 풍속, 강재의 방사율(emissivity)을 포함한다.</p> <p>(3) 구획 및 부재의 초기 온도를 가정한다.</p> <p>(4) 전체 열전달 계수를 계산한다.</p> <p>(5) 구획 및 부재 온도를 계산한다.</p> <p>(6) 온도의 변화가 기준 값 이하가 되면 계산을 멈추고, 그렇지 않으면 (4)단계로 가서 계산을 수행한다.</p> <p>(7) 해석 수행 대상 단면의 마지막 구획까지 위의 작업을 수행한다.</p> <p>(8) 전체 온도 계산 결과를 얻는다.</p> <p>2. 분석적 열전달 해석 방법은 반복적 절차(iterative procedure)를 통해 수행한다. 반복 횟수를 감소시키기 위해서, 초기 온도를 접촉하는 주위 환경에 따라 대기 온도 혹은 해수 온도로 설정한다. <생략></p> <p style="text-align: center;">제 2 절 모델링</p> <p>201. 1차원 열전달 해석 모델</p> <p>1. 1차원 열전달 해석 모델은 분석적 열전달 해석 방법을 이해하는데 필요한 정보를 제공하며, 2차원 모델은 1차원 모델이 확장한 것이다. 1차원 열전달 해석 모델은 수평 및 수직 모델로 고려하며, 예제를 그림 2.3에 표시하였다. <생략></p>	<p style="text-align: center;">제 2 장 멤브레인 형식 탱크</p> <p style="text-align: center;">제 1 절 분석적 열전달 해석법</p> <p>101. 해석 절차</p> <p>1. 분석적 열전달 해석 절차</p> <p>(1) 분석적 열전달 해석은 그림 2.1의 순서도를 따라서 수행한다.</p> <p>(가) 분석적 2차원 열전달 해석을 수행할 단면을 그림 2.2와 같이 구획으로 나누는 작업을 진행한다.</p> <p>(나) 구획에 대한 경계 조건을 정의한다. 이는 구획에 속한 모든 부재의 길이, 폭 및 면적, 해수 온도, 대기 온도, 풍속, 강재의 방사율(emissivity)을 포함한다.</p> <p>(다) 구획 및 부재의 초기 온도를 가정한다.</p> <p>(라) 전체 열전달 계수를 계산한다.</p> <p>(마) 구획 및 부재 온도를 계산한다.</p> <p>(바) 온도의 변화가 기준 값 이하가 되면 계산을 멈추고, 그렇지 않으면 (라)단계로 가서 계산을 수행한다.</p> <p>(사) 해석 수행 대상 단면의 마지막 구획까지 위의 작업을 수행한다.</p> <p>(아) 전체 온도 계산 결과를 얻는다.</p> <p>(2) 분석적 열전달 해석 방법은 반복적 절차(iterative procedure)를 통해 수행한다. 반복 횟수를 감소시키기 위해서, 초기 온도를 접촉하는 주위 환경에 따라 대기 온도 혹은 해수 온도로 설정한다. <현행과 동일></p> <p>102. 모델링</p> <p>1. 1차원 열전달 해석 모델</p> <p>(1) 1차원 열전달 해석 모델은 분석적 열전달 해석 방법을 이해하는데 필요한 정보를 제공하며, 2차원 모델은 1차원 모델이 확장한 것이다. 1차원 열전달 해석 모델은 수평 및 수직 모델로 고려하며, 예제를 그림 2.3에 표시하였다. <현행과 동일></p>	<p>선급기술규칙 제/개정 요청서 반영</p>

현행	개정안	개정사유
<p>2. 1차원 열전달 해석의 평형식은 다음과 같이 정의된다. <생략></p> <p>3. 1차원 열전달 해석 모델의 열전달은 전체 열전달 계수를 사용하여 다음과 같이 정의된다. <생략></p> <p>4. 전체 열전달 계수는 대류, 전도 및 복사 열전달 계수의 조합으로 구해지며, 위의 경우는 다음과 같이 정의된다.</p> <p>(1) Q_1에 대한 전체 열전달 계수 <생략></p> <p>(2) Q_2에 대한 전체 열전달 계수 <생략></p> <p>(3) 대류 열전달 계수(h_C)는 다음과 같이 계산한다. <생략></p> <p>(4) 복사 열전달 계수(h_R)는 다음과 같이 계산한다. <생략></p> <p>5. 구획, 부재의 온도는 예제 그림 2.4 상태에서 강제 온도를 구하는 방식과 동일한 방식으로 구한다.</p> <p>(1) 선체 외관을 통과하는 열유속은 다음과 같이 표시한다. <생략></p> <p>(2) 평형상태에서 강제 온도는 다음과 같이 구한다. <생략></p> <p>202. 2차원 열전달 해석 모델</p> <p>1. 분석적 열전달 해석 방법에서 선체 구조의 열전달은 2차원적으로 고려한다. 그림 2.5은 선체 측면 및 선저에서의 열전달 경로를 표시하고 있다. 그림 2.5에 표시된 주변 유체(대기 혹은 해수)의 형태 및 열전달 방향은 분석적 열전달 해석을 실시할 때 고려하여야 한다. <생략></p> <p>2. 분석적 2차원 열전달 해석의 평형식은 다음과 같이 기술한다. <생략></p> <p>203. 열전달 기본 모델</p> <p>1. 1차원 및 2차원 열전달 해석 모델은 다음의 전도 열전달, 대류 열전달 및 복사 열전달로 기술된다.</p> <p>2. 전도 열전달</p> <p>(1) 단위 면적당 전도에 의한 열전달율은 푸리에(Fourier) 식에 의해서 다음과 같이 기술된다. <생략></p> <p>(2) 실 구조물에 있어서 열유속은 다음과 같이 기술된다. <생략></p>	<p>(2) 1차원 열전달 해석의 평형식은 다음과 같이 정의된다. <현행과 동일></p> <p>(3) 1차원 열전달 해석 모델의 열전달은 전체 열전달 계수를 사용하여 다음과 같이 정의된다. <현행과 동일></p> <p>(4) 전체 열전달 계수는 대류, 전도 및 복사 열전달 계수의 조합으로 구해지며, 위의 경우는 다음과 같이 정의된다.</p> <p>(가) Q_1에 대한 전체 열전달 계수 <현행과 동일></p> <p>(나) Q_2에 대한 전체 열전달 계수 <현행과 동일></p> <p>(다) 대류 열전달 계수(h_C)는 다음과 같이 계산한다. <현행과 동일></p> <p>(라) 복사 열전달 계수(h_R)는 다음과 같이 계산한다. <현행과 동일></p> <p>(5) 구획, 부재의 온도는 예제 그림 2.4 상태에서 강제 온도를 구하는 방식과 동일한 방식으로 구한다.</p> <p>(가) 선체 외관을 통과하는 열유속은 다음과 같이 표시한다. <현행과 동일></p> <p>(나) 평형상태에서 강제 온도는 다음과 같이 구한다. <현행과 동일></p> <p>2. 2차원 열전달 해석 모델</p> <p>(1) 분석적 열전달 해석 방법에서 선체 구조의 열전달은 2차원적으로 고려한다. 그림 2.5은 선체 측면 및 선저에서의 열전달 경로를 표시하고 있다. 그림 2.5에 표시된 주변 유체(대기 혹은 해수)의 형태 및 열전달 방향은 분석적 열전달 해석을 실시할 때 고려하여야 한다. <현행과 동일></p> <p>(2) 분석적 2차원 열전달 해석의 평형식은 다음과 같이 기술한다. <현행과 동일></p> <p>3. 열전달 기본 모델</p> <p>(1) 1차원 및 2차원 열전달 해석 모델은 다음의 전도 열전달, 대류 열전달 및 복사 열전달로 기술된다.</p> <p>(2) 전도 열전달</p> <p>(가) 단위 면적당 전도에 의한 열전달율은 푸리에(Fourier) 식에 의해서 다음과 같이 기술된다. <현행과 동일></p> <p>(나) 실 구조물에 있어서 열유속은 다음과 같이 기술된다. <현행과 동일></p>	<p>선급기술규칙 제/개정 요청서 반영</p>

현행	개정안	개정사유
<p>3. 대류 열전달</p> <p>(1) 대류 열전달은 다음 식에 의해서 기술된다. <생략></p> <p>(2) 자연 대류는 Nusselt number를 이용하여 대류 열전달 계수를 계산한다. <생략></p> <p>(가) 선체 구조에 있어서, 자연대류는 열린 공간에서도 발생하고 밀폐된 코퍼덤에서도 발생한다.</p> <p>(나) 수직판에 대한 Nusselt number는 표 2.1과 같이 구해진다. <생략></p> <p>(다) Rayleigh number(R_a)는 다음과 같이 구해진다. <생략></p> <p>(라) Prandtl number(P_r)는 다음과 같이 구해진다. <생략></p> <p>(마) Grashof number(G_r)는 다음과 같이 구해진다. <생략></p> <p>(바) 수평판에 대한 Nusselt number는 표 2.2 및 표 2.3과 같이 구해진다. <생략></p> <p>(사) 경사판에 대한 Nusselt number는 $\theta < 60^\circ$ 인 경우에, 수직판 Rayleigh number의 g를 $g\cos\theta$로 바꾸어서 계산한다. <생략></p> <p>(3) 강제 대류는 Nusselt number를 다음 식(McAdams's formula)을 사용하여 계산한다. <생략></p> <p>(4) 보강재 핀 효과(Fin effect)</p> <p>(가) 액화가스 산적운반선/연료추진선 선체 구조의 종보강재와 횡보강재를 포함하고 있다. 이 보강재들은 대류 열전달 계수에 영향을 주며, 그 관계를 다음 식과 같이 표현할 수 있다. <생략></p> <p>(나) 보강재들은 핀과 같은 역할을 하며, 핀 효과는 다음 식으로 표현할 수 있다. <생략></p> <p>(다) T-bar 및 앵글은 웨브만을 고려한 평강으로 치환하여 핀 효과를 고려해야 한다. <생략></p> <p>4. 복사 열전달</p> <p>(1) 복사에 의해 열전달이 이루어 질 때, 그 관계식은 다음과 같다. <생략></p>	<p>(3) 대류 열전달</p> <p>(가) 대류 열전달은 다음 식에 의해서 기술된다. <현행과 동일></p> <p>(나) 자연 대류는 Nusselt number를 이용하여 대류 열전달 계수를 계산한다. <현행과 동일></p> <p>(a) 선체 구조에 있어서, 자연대류는 열린 공간에서도 발생하고 밀폐된 코퍼덤에서도 발생한다.</p> <p>(b) 수직판에 대한 Nusselt number는 표 2.1과 같이 구해진다. <현행과 동일></p> <p>(c) Rayleigh number(R_a)는 다음과 같이 구해진다. <현행과 동일></p> <p>(d) Prandtl number(P_r)는 다음과 같이 구해진다. <현행과 동일></p> <p>(e) Grashof number(G_r)는 다음과 같이 구해진다. <현행과 동일></p> <p>(f) 수평판에 대한 Nusselt number는 표 2.2 및 표 2.3과 같이 구해진다. <현행과 동일></p> <p>(g) 경사판에 대한 Nusselt number는 $\theta < 60^\circ$ 인 경우에, 수직판 Rayleigh number의 g를 $g\cos\theta$로 바꾸어서 계산한다. <현행과 동일></p> <p>(다) 강제 대류는 Nusselt number를 다음 식(McAdams's formula)을 사용하여 계산한다. <현행과 동일></p> <p>(라) 보강재 핀 효과(Fin effect)</p> <p>(a) 액화가스 산적운반선/연료추진선 선체 구조의 종보강재와 횡보강재를 포함하고 있다. 이 보강재들은 대류 열전달 계수에 영향을 주며, 그 관계를 다음 식과 같이 표현할 수 있다. <현행과 동일></p> <p>(b) 보강재들은 핀과 같은 역할을 하며, 핀 효과는 다음 식으로 표현할 수 있다. <현행과 동일></p> <p>(c) T-bar 및 앵글은 웨브만을 고려한 평강으로 치환하여 핀 효과를 고려해야 한다. <현행과 동일></p> <p>(4) 복사 열전달</p> <p>(가) 복사에 의해 열전달이 이루어 질 때, 그 관계식은 다음과 같다. <현행과 동일></p>	<p>선급기술규칙 제/개정 요청서 반영</p>

현행	개정안	개정사유
<p style="text-align: center;">제 3 절 재료 물성치</p> <p>301. 일반</p> <p>1. 설계자는 열전달 해석에 필요한 재료 물성치를 얻어야 한다.</p> <p>2. 설계자는 액화가스 저온 환경 효과를 포함한 재료 특성을 평가하여야 한다.</p> <p>3. 재료 물성치는 재료 공급자, 공표된 데이터 또는 재료 실험을 통해서 얻어진 값을 사용하여야 한다. 이것이 어려울 경우, 302.에서 305.까지의 규정한 값을 사용할 수 있다.</p> <p>302. 강제 물성</p> <p>1. 강제 열전도율은 표 2.4를 참조한다. <생략></p> <p>2. 강제 방사율(emissivity)은 표 2.5를 참조한다. <생략></p> <p>3. 스테인리스강 및 인바(36%Ni강)에 대한 열전도율은 다음 식에 의해서 구하며, 관련 상수는 표 2.6의 값을 사용한다. <생략></p> <p>303. 해수 물성</p> <p>1. 해수 밀도는 표 2.7을 참조한다. <생략></p> <p>2. 해수 비열은 표 2.8을 참조한다. <생략></p> <p>3. 해수 열전도도는 표 2.9를 참조한다. <생략></p> <p>4. 해수 동점도(kinematic viscosity)는 표 2.10을 참조한다. <생략></p> <p>5. 해수 Prandtl number는 표 2.11를 참조한다. <생략></p> <p>304. 대기 물성</p> <p>1. 대기 물성은 표 2.12를 참조한다. <생략></p> <p>305. 청수 물성</p> <p>1. 청수 물성은 표 2.13을 참조한다. <생략></p>	<p>103. 재료 물성치</p> <p>1. 일반</p> <p>(1) 설계자는 열전달 해석에 필요한 재료 물성치를 얻어야 한다.</p> <p>(2) 설계자는 액화가스 저온 환경 효과를 포함한 재료 특성을 평가하여야 한다.</p> <p>(3) 재료 물성치는 재료 공급자, 공표된 데이터 또는 재료 실험을 통해서 얻어진 값을 사용하여야 한다. 이것이 어려울 경우, 2항에서 5항까지의 규정한 값을 사용할 수 있다.</p> <p>2. 강제 물성</p> <p>(1) 강제 열전도율은 표 2.4를 참조한다. <현행과 동일></p> <p>(2) 강제 방사율(emissivity)은 표 2.5를 참조한다. <현행과 동일></p> <p>(3) 스테인리스강 및 인바(36%Ni강)에 대한 열전도율은 다음 식에 의해서 구하며, 관련 상수는 표 2.6의 값을 사용한다. <현행과 동일></p> <p>3. 해수 물성</p> <p>(1) 해수 밀도는 표 2.7을 참조한다. <현행과 동일></p> <p>(2) 해수 비열은 표 2.8을 참조한다. <현행과 동일></p> <p>(3) 해수 열전도도는 표 2.9를 참조한다. <현행과 동일></p> <p>(4) 해수 동점도(kinematic viscosity)는 표 2.10을 참조한다. <현행과 동일></p> <p>(5) 해수 Prandtl number는 표 2.11를 참조한다. <현행과 동일></p> <p>4. 대기 물성</p> <p>(1) 대기 물성은 표 2.12를 참조한다. <현행과 동일></p> <p>5. 청수 물성</p> <p>(1) 청수 물성은 표 2.13을 참조한다. <현행과 동일></p>	<p>선급기술규칙 제/개정 요청서 반영</p>

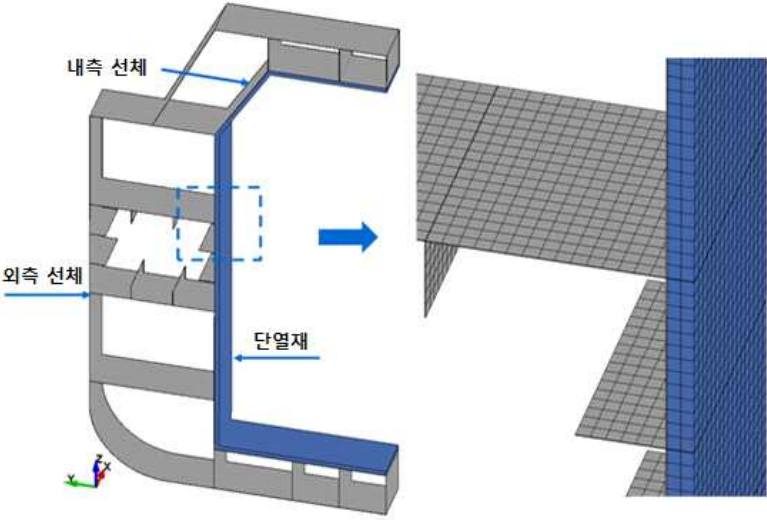
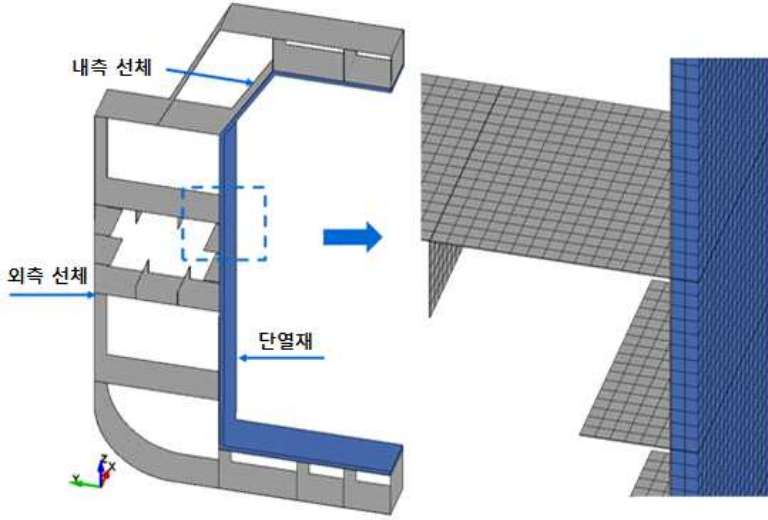
현행	개정안	개정사유
<p style="text-align: center;">제 4 절 계산 조건</p> <p>40+. 계산조건</p> <p>1. 화물온도가 -10°C 미만인 경우, 선체 구조에 사용되는 판 및 평강의 재료 등급을 결정하기 위하여 모든 탱크 형식에 대해 온도 계산을 수행하여야 한다. 계산 시 다음의 계산 조건을 적용하여야 한다.</p> <p>(1) 계산의 대상으로 하는 선박의 상태는 계획만재 홀수 상태로 하여야 한다.</p> <p>(2) 온도 분포 및 열전달은 정상상태에서 취급하고, 과도 상태는 고려하지 않아도 좋다.</p> <p>(3) 모든 탱크의 1차 방벽은 화물온도로 가정하여야 한다.</p> <p>(4) 액체화물은 균일온도로 가정한다.</p> <p>(5) (3)호에 추가하여, 완전 또는 부분 2차 방벽이 요구되는 경우, 2차 방벽은 임의의 1개 탱크에 대해 표준대기압에서 화물온도와 같다고 가정하여야 한다.</p> <p>(6) 항해구역이 제한되지 않는 경우, 주위온도가 대기는 5°C 및 해수는 0°C로 하여야 한다. 한정된 항로를 운항하는 선박에 대해서는 높은 주위온도를 적용할 수 있다. 반대로, 동계에 더 낮은 온도가 예상되는 지역을 운항하는 선박에 대해서는 우리 선급이 인정하는 경우 낮은 온도를 적용할 수 있다. 필요 시 표 2.14을 참조할 수 있다. <생략></p> <p>(7) 대기 및 해수가 잔잔한 조건으로 가정하여야 한다. 즉 강제 대류에 대한 조정이 없어야 한다.</p> <p>(8) 해수는 밀도 1,025kg/m³ 및 응고점 -2.5°C로 하는 이외에는 청수와 같은 성질로 가정한다.</p> <p>(9) 열 및 기계적 노후화, 압착작용(compaction), 선박운동 및 탱크 진동과 같은 요소로 인한 선박의 수명동안 단열재 특성의 열화를 가정하여야 한다.</p> <p>(10) 해당되는 경우, 액체화물로부터 누설되는 화물의 증발증기로 인한 냉각효과가 고려되어야 한다.</p>	<p>104. 계산 조건</p> <p>1. 계산조건</p> <p>(1) 화물온도가 -10°C 미만인 경우, 선체 구조에 사용되는 판 및 평강의 재료 등급을 결정하기 위하여 모든 탱크 형식에 대해 온도 계산을 수행하여야 한다. 계산 시 다음의 계산 조건을 적용하여야 한다.</p> <p>(가) 계산의 대상으로 하는 선박의 상태는 계획만재 홀수 상태로 하여야 한다.</p> <p>(나) 온도 분포 및 열전달은 정상상태에서 취급하고, 과도 상태는 고려하지 않아도 좋다.</p> <p>(다) 모든 탱크의 1차 방벽은 화물온도로 가정하여야 한다.</p> <p>(라) 액체화물은 균일온도로 가정한다.</p> <p>(마) (다)호에 추가하여, 완전 또는 부분 2차 방벽이 요구되는 경우, 2차 방벽은 임의의 1개 탱크에 대해 표준대기압에서 화물온도와 같다고 가정하여야 한다.</p> <p>(바) 항해구역이 제한되지 않는 경우, 주위온도가 대기는 5°C 및 해수는 0°C로 하여야 한다. <u>우리 선급이 인정하는 경우</u> 한정된 항로를 운항하는 선박에 대해서는 높은 주위온도를 적용할 수 있다. 반대로, 동계에 더 낮은 온도가 예상되는 지역을 운항하는 선박에 대해서는 우리 선급이 <u>더 낮은 온도를 요구할</u> 수 있다. 필요 시 표 2.14을 참조할 수 있다. <현행과 동일></p> <p>(사) 대기 및 해수가 잔잔한 조건으로 가정하여야 한다. 즉 강제 대류에 대한 조정이 없어야 한다.</p> <p>(아) 해수는 밀도 1,025kg/m³ 및 응고점 -2.5°C로 하는 이외에는 청수와 같은 성질로 가정한다.</p> <p>(자) 열 및 기계적 노후화, 압착작용(compaction), 선박운동 및 탱크 진동과 같은 요소로 인한 선박의 수명동안 단열재 특성의 열화를 가정하여야 한다.</p> <p>(차) 해당되는 경우, 액체화물로부터 누설되는 화물의 증발증기로 인한 냉각효과가 고려되어야 한다.</p>	<p>선급기술규칙 제/개정 요청서 반영</p>

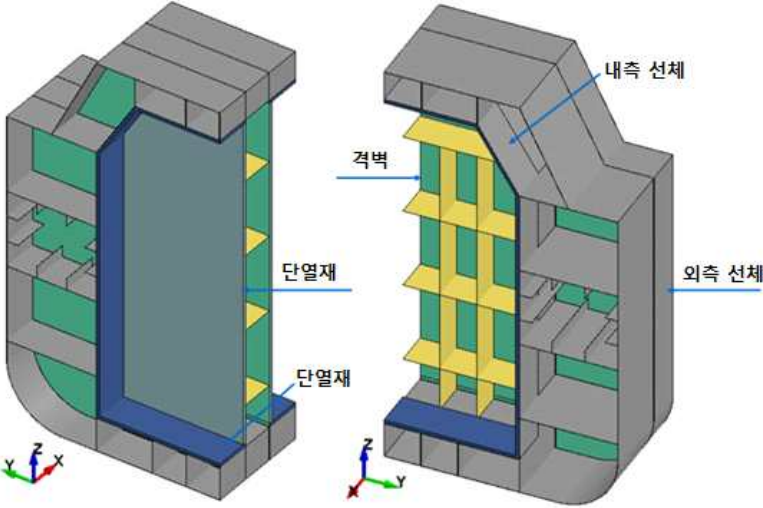
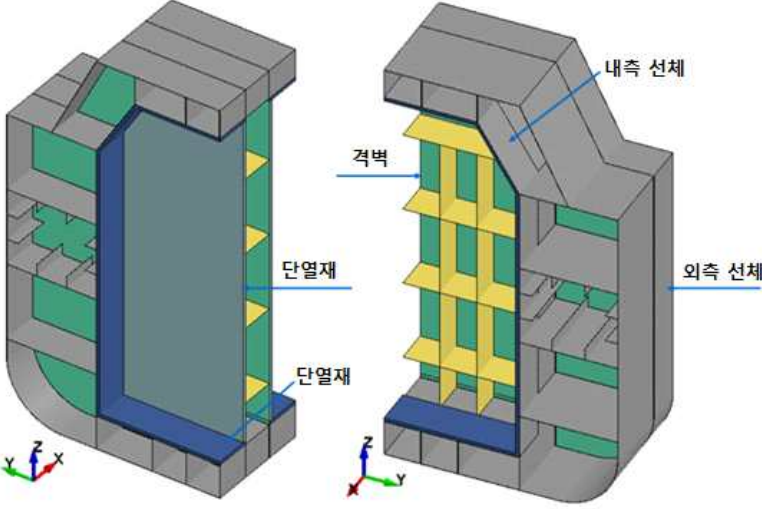
현행	개정안	개정사유
<p>(11) 가열장치가 402.의 2항을 만족하는 경우, 402.의 1항에 따른 선체가열이 있는 것으로 한다.</p> <p>(12) 402.의 1항에 기술된 경우를 제외하고, 임의의 가열방법은 인정하지 않는다.</p> <p>(13) 단열재, 지지구조 등의 화물창구역내의 구조물은 액체화물을 흡입하지 않는 것으로 가정한다.</p> <p>(14) 화물창구역 이외의 기체가 존재하는 구획 내에는 자연대류가 되고 있는 것으로 가정한다.</p> <p>(15) 동구획내의 기체는 동일온도로 가정한다.</p> <p>(16) 단열재 내부의 기체이동은 없는 것으로 가정한다.</p> <p>(17) 습기의 영향은 없는 것으로 가정한다.</p> <p>(18) 도장의 영향은 없는 것으로 가정한다.</p> <p>(19) 각종 경계벽의 열전달율은 지침 표 2.15에 나타난 치수를 사용할 수 있으나 보통 공표된 전열공학 자료의 실험식을 기본으로 하여 계산할 수 있으며, 이 경우에 복사에 의한 열전달도 고려하여야 한다. <생략></p> <p>(20) 온도 분포 검토 대상의 물체는 일반적으로 방향성이 없는 균질의 것으로 가정한다.</p> <p>(21) 휨보강재는 핀(fin)으로 취급할 수 있다.</p> <p>(22) 검토대상의 화물창구역의 전후 화물창구역이 동일 조건하에 있는 경우 2차원 문제로 취급할 수 있다.</p> <p>2. 계산의 대상으로 하는 화물탱크의 손상은 다음에 따른다. 다만, 일체형탱크 및 독립형탱크 형식 C에 관한 화물탱크의 손상은 고려하지 않아도 좋다.</p> <p>(1) 화물탱크는 선체의 횡방향 수밀격벽간에 있는 모든 화물탱크가 손상한 것으로 한다. 다만, 선체의 횡단면이 선체의 종통격벽에 의해 2개 이상의 구획으로 분할된 경우 각각의 구획내의 모든 화물탱크가 손상한 것으로 가정한다.</p>	<p>(가) 가열장치가 2항의 (2)호를 만족하는 경우, 2항의 (1)호에 따른 선체가열이 있는 것으로 한다.</p> <p>(타) 2항 (1)호에 기술된 경우를 제외하고, 임의의 가열방법은 인정하지 않는다.</p> <p>(파) 단열재, 지지구조 등의 화물창구역내의 구조물은 액체화물을 흡입하지 않는 것으로 가정한다.</p> <p>(하) 화물창구역 이외의 기체가 존재하는 구획 내에는 자연대류가 되고 있는 것으로 가정한다.</p> <p>(거) 동구획내의 기체는 동일온도로 가정한다.</p> <p>(너) 단열재 내부의 기체이동은 없는 것으로 가정한다.</p> <p>(더) 습기의 영향은 없는 것으로 가정한다.</p> <p>(러) 도장의 영향은 없는 것으로 가정한다.</p> <p>(머) 각종 경계벽의 열전달율은 지침 표 2.15에 나타난 치수를 사용할 수 있으나 보통 공표된 전열공학 자료의 실험식을 기본으로 하여 계산할 수 있으며, 이 경우에 복사에 의한 열전달도 고려하여야 한다. <현행과 동일></p> <p>(버) 온도 분포 검토 대상의 물체는 일반적으로 방향성이 없는 균질의 것으로 가정한다.</p> <p>(서) 휨보강재는 핀(fin)으로 취급할 수 있다.</p> <p>(어) 검토대상의 화물창구역의 전후 화물창구역이 동일 조건하에 있는 경우 2차원 문제로 취급할 수 있다.</p> <p>(2) 계산의 대상으로 하는 화물탱크의 손상은 다음에 따른다. 다만, 일체형탱크 및 독립형탱크 형식 C에 관한 화물탱크의 손상은 고려하지 않아도 좋다.</p> <p>(가) 화물탱크는 선체의 횡방향 수밀격벽간에 있는 모든 화물탱크가 손상한 것으로 한다. 다만, 선체의 횡단면이 선체의 종통격벽에 의해 2개 이상의 구획으로 분할된 경우 각각의 구획내의 모든 화물탱크가 손상한 것으로 가정한다.</p>	<p>선급기술규칙 제/개정 요청서 반영</p>

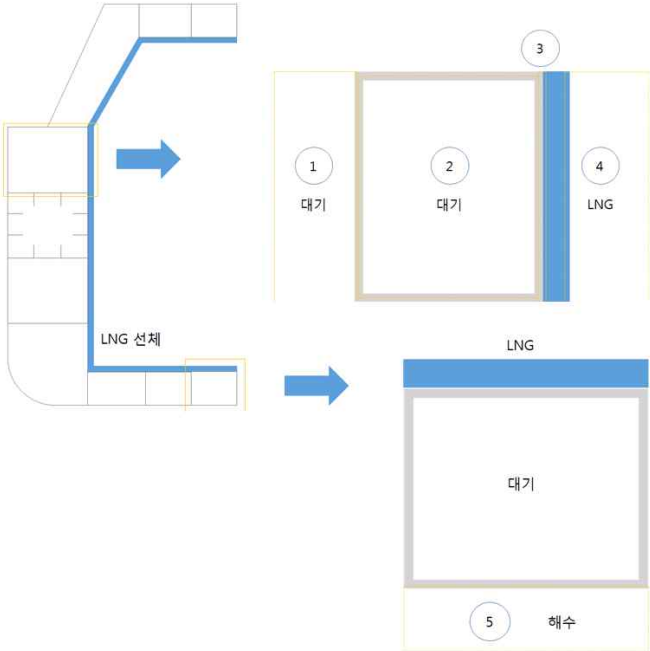
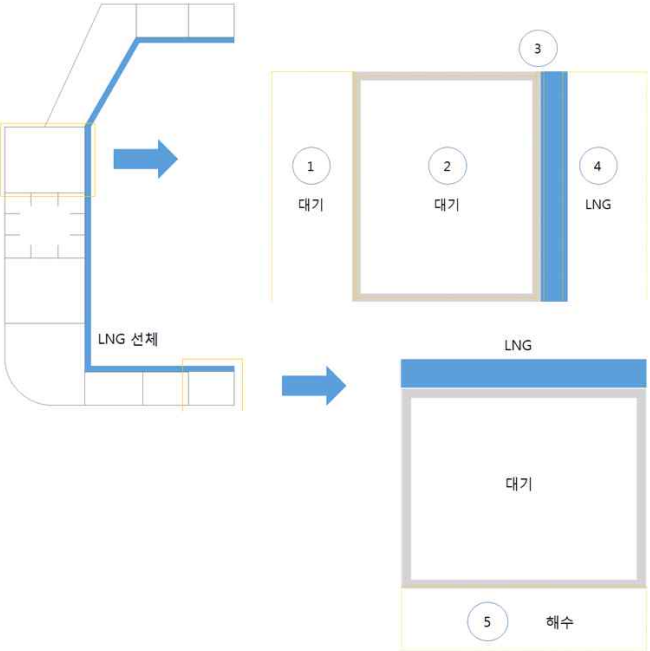
현행	개정안	개정사유
<p>(2) 화물탱크의 손상개소는 예상되는 모든 부분을 포함한다.</p> <p>(3) 화물탱크의 손상시는 액체화물만 누설유출하는 것으로 보고 화물 탱크 지지구조 및 설치물 등이 변형 또는 파괴되지 않는 것을 가정한다.</p> <p>(4) 완전 2차 방벽이 요구될 경우는 화물액의 누설유출은 순간적으로 일어나고 손상화물 탱크내의 잔액과 화물창 구역 내 유출액 위는 바로 동일액면에 달하는 것으로 가정한다.</p> <p>(5) 화물탱크 손상상태시 2차 방벽의 온도는 대기압에 있어서의 화물온도로 하고 정상상태의 화물탱크는 그 설계온도로 가정한다. 또한, 화물탱크 손상상태에 있어서도 선체는 정립 상태를 유지하는 것으로 가정할 수 있다.</p> <p>3. 2차 방벽은 30도 정적 횡경사에서도 기능적 요건을 충족시켜야 한다.</p> <p>402. 가열장치</p> <p>1. 재료의 온도가 표 2.16에 명시된 재료의 등급에 따라 허용최저온도 이하로 떨어지지 않도록 하기 위하여 구조재료에 가열장치가 사용될 수 있다. 401.의 1항 계산에서 이러한 가열설비를 다음의 위치에 고려할 수 있다.</p> <p>(1) 임의의 횡방향 선체구조</p> <p>(2) 가열에 대한 계산을 고려하지 않으며, 재료가 대기 중 5°C 및 해수 0°C의 주위온도조건에 적합한 경우, 보다 낮은 주위온도가 요구될 경우, 401.의 2항에 규정하는 종방향 선체구조</p> <p>(3) 상기 (2)를 대신하여, 화물탱크 혹은 액화가스연료 탱크 사이의 종격벽에 대해, 만약 재료가 -30°C의 최저설계온도 또는 가열을 고려하고 401.의 1항에 따라 결정된 온도보다 30°C 더 낮은 온도, 둘 중 더 낮은 온도에서 적절하게 유지된다면, 가열에 대해 고려할 수 있다.</p> <p>2. 1항에 따른 가열수단은 다음 요건을 만족하여야 한다.</p> <p>(1) 가열설비는 이 장치의 어떠한 부분이 고장난 상태에서도 예비의 가열장치에 의하여 이론적으로 필요한 열량을 100% 이상 공급할 수 있는 것이어야 한다.</p> <p>(2) 가열장치는 중요 보기로서 고려하여야 한다. 1항 (1)호에 따라 제공되는 최소 하나 이상 시스템의 모든 전기 부품들에 비상전원이 공급되어야 한다.</p> <p>(3) 가열장치의 설계 및 제작시 격납설비를 포함하여 우리 선급에 승인받아야 한다.</p>	<p>(나) 화물탱크의 손상개소는 예상되는 모든 부분을 포함한다.</p> <p>(다) 화물탱크의 손상시는 액체화물만 누설유출하는 것으로 보고 화물 탱크 지지구조 및 설치물 등이 변형 또는 파괴되지 않는 것을 가정한다.</p> <p>(라) 완전 2차 방벽이 요구될 경우는 화물액의 누설유출은 순간적으로 일어나고 손상화물 탱크내의 잔액과 화물창 구역 내 유출액 위는 바로 동일액면에 달하는 것으로 가정한다.</p> <p>(마) 화물탱크 손상상태시 2차 방벽의 온도는 대기압에 있어서의 화물온도로 하고 정상상태의 화물탱크는 그 설계온도로 가정한다. 또한, 화물탱크 손상상태에 있어서도 선체는 정립 상태를 유지하는 것으로 가정할 수 있다.</p> <p>(3) 2차 방벽은 30도 정적 횡경사에서도 기능적 요건을 충족시켜야 한다.</p> <p>2. 가열장치</p> <p>(1) 재료의 온도가 표 2.16에 명시된 재료의 등급에 따라 허용최저온도 이하로 떨어지지 않도록 하기 위하여 구조재료에 가열장치가 사용될 수 있다. 1.의 (1)항 계산에서 이러한 가열설비를 다음의 위치에 고려할 수 있다.</p> <p>(가) 임의의 횡방향 선체구조</p> <p>(나) 가열에 대한 계산을 고려하지 않으며, 재료가 대기 중 5°C 및 해수 0°C의 주위온도조건에 적합한 경우, 보다 낮은 주위온도가 요구될 경우, 1항 (2)호에 규정하는 종방향 선체구조</p> <p>(다) 상기 (나)를 대신하여, 화물탱크 혹은 액화가스연료 탱크 사이의 종격벽에 대해, 만약 재료가 -30°C의 최저설계온도 또는 가열을 고려하고 1항 (1)호에 따라 결정된 온도보다 30°C 더 낮은 온도, 둘 중 더 낮은 온도에서 적절하게 유지된다면, 가열에 대해 고려할 수 있다.</p> <p>(2) (1)호에 따른 가열수단은 다음 요건을 만족하여야 한다.</p> <p>(가) 가열설비는 이 장치의 어떠한 부분이 고장난 상태에서도 예비의 가열장치에 의하여 이론적으로 필요한 열량을 100% 이상 공급할 수 있는 것이어야 한다.</p> <p>(나) 가열장치는 중요 보기로서 고려하여야 한다. (1)호 (가)에 따라 제공되는 최소 하나 이상 시스템의 모든 전기 부품들에 비상전원이 공급되어야 한다.</p> <p>(다) 가열장치의 설계 및 제작시 격납설비를 포함하여 우리 선급에 16인받아야 한다.</p>	<p>선급기술규칙 제/개정 요청서 반영</p>








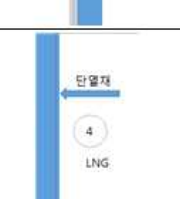
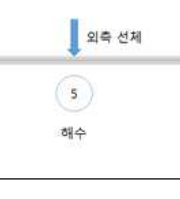

현행	개정안	개정사유
<p style="text-align: center;">제 5 절 결과 도출</p> <p>501. 일반</p> <p>1. 내부선체와 외부선체를 연결하는 구조부재의 강제등급은 그 평균온도를 사용하여 결정한다.</p> <p>2. 각 판재 온도는 판 두께 중앙의 온도로서 표시하고 각각의 부재에 대해서는 다음에 따른다.</p> <p>(1) 판에 부착된 2차 휨보강재의 온도는 판의 온도와 같지만 2차 휨보강재의 깊이방향의 온도분포가 구분되어 있는 경우는 그 온도분포 면적 평균으로 한다.</p> <p>(2) 판 또는 2차 휨보강재를 지지하는 1차 휨보강재의 온도는 웹에 대해서 깊이의 중앙에서의 온도로 하고 부재에 대해서는 면재의 온도로 한다.</p> <p>(3) 내각과 외각을 접속하는 부재, 예를 들면 브래킷과 거더 등의 온도는 내각온도와 외각온도의 평균으로 한다.</p> <p>(4) 브래킷에 대해서는 브래킷의 면적중심에 대한 온도로 한다.</p> <p>502. 강제 선정</p> <p>1. 화물 온도가 -10°C 미만인 경우, 선체구조에 사용되는 판 및 형강들의 재료 등급은 온도 계산 결과에 기초하여 선정되어야 한다.</p> <p>2. 선박의 외판, 갑판 및 이들에 설치되는 모든 보강재는 3편의 관련 각장의 규정에 적합하여야 한다. 다만, 저온화물의 영향에 따라 설계 상태에서 재료의 계산온도가 -5°C 미만으로 되는 경우, 표 2.16에 정하는 바에 따른다.</p> <p>3. 화물온도의 영향으로 설계조건에서 계산된 온도가 0°C 보다 낮은 모든 기타 선체구조의 재료 및 2차 방벽을 구성하지 않는 재료는 표 2.16에 따른다. 이는 화물탱크를 지지하는 선체구조를 포함하며, 이중저 판, 중격벽판, 횡격벽판, 늑판, 웹, 스트링거 및 모든 부착된 보강재를 포함한다. <생략></p> <p>4. USCG Code에 따라, 갑판 스트링거 및 현측 후판은 최소 E 등급이어야 한다. 빌지 만곡부는 D 등급 또는 E급 이어야 한다. 적용 범위는 표 2.17에 따른다. <생략></p>	<p>105. 결과 도출</p> <p>1. 일반</p> <p>(1) 내부선체와 외부선체를 연결하는 구조부재의 강제등급은 그 평균온도를 사용하여 결정한다.</p> <p>(2) 각 판재 온도는 판 두께 중앙의 온도로서 표시하고 각각의 부재에 대해서는 다음에 따른다.</p> <p>(가) 판에 부착된 2차 휨보강재의 온도는 판의 온도와 같지만 2차 휨보강재의 깊이방향의 온도분포가 구분되어 있는 경우는 그 온도분포 면적 평균으로 한다.</p> <p>(나) 판 또는 2차 휨보강재를 지지하는 1차 휨보강재의 온도는 웹에 대해서 깊이의 중앙에서의 온도로 하고 부재에 대해서는 면재의 온도로 한다.</p> <p>(다) 내각과 외각을 접속하는 부재, 예를 들면 브래킷과 거더 등의 온도는 내각온도와 외각온도의 평균으로 한다.</p> <p>(라) 브래킷에 대해서는 브래킷의 면적중심에 대한 온도로 한다.</p> <p>2. 강제 선정</p> <p>(1) 화물 온도가 -10°C 미만인 경우, 선체구조에 사용되는 판 및 형강들의 재료 등급은 온도 계산 결과에 기초하여 선정되어야 한다.</p> <p>(2) 선박의 외판, 갑판 및 이들에 설치되는 모든 보강재는 3편의 관련 각장의 규정에 적합하여야 한다. 다만, 저온화물의 영향에 따라 설계 상태에서 재료의 계산온도가 -5°C 미만으로 되는 경우, 표 2.16에 정하는 바에 따른다.</p> <p>(3) 화물온도의 영향으로 설계조건에서 계산된 온도가 0°C 보다 낮은 모든 기타 선체구조의 재료 및 2차 방벽을 구성하지 않는 재료는 표 2.16에 따른다. 이는 화물탱크를 지지하는 선체구조를 포함하며, 이중저 판, 중격벽판, 횡격벽판, 늑판, 웹, 스트링거 및 모든 부착된 보강재를 포함한다. <현행과 동일></p> <p>(4) USCG Code에 따라, 갑판 스트링거 및 현측 후판은 최소 E 등급이어야 한다. 빌지 만곡부는 D 등급 또는 E급 이어야 한다. 적용 범위는 표 2.17에 따른다. <현행과 동일></p>	<p>선급기술규칙 제/개정 요청서 반영</p>

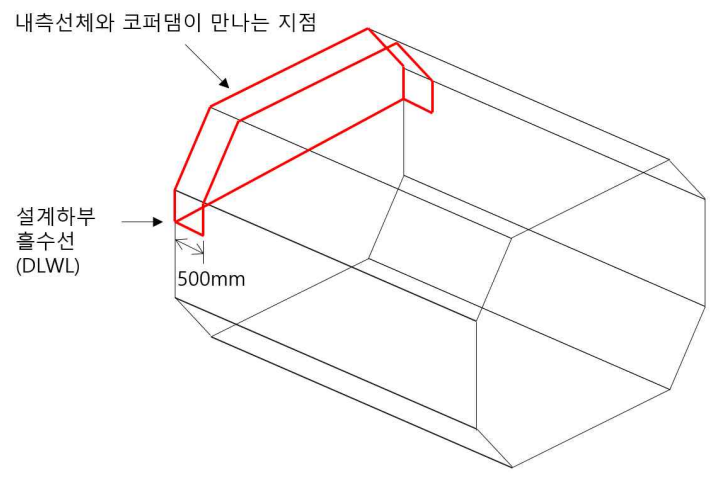
현행	개정안	개정사유
<p>503. 용접봉 선정</p> <p>1. 각종 강재의 용접이음에 대한 용접용 재료의 사용구분은 표 2.18에 따른다. <생략></p> <p>2. 동일강도로서 인성이 다른 강재 상호간의 이음에 사용하는 용접용 재료는 인성이 낮은 강재에 대한 것을 사용할 수 있다.</p> <p>3. 강도가 다른 강재 상호간의 이음에 대한 용접용 재료에는 균열의 발생을 방지하는 대책을 고려할 것을 조건으로 하여 강도가 낮은 강재에 대한 것을 사용할 수 있다.</p> <p>4. 고장력강재 상호간의 용접 또는 고장력강과 연강재의 피복아크 용접에는 저수소계 용접봉재료를 사용하여야 한다. 다만, 우리 선급이 인정하고 또한 강의 탄소당량이 0.41%이하일 때에는 보통의 용접봉을 사용할 수 있으며, 이 경우 우리 선급은 수소균열에 대한 시험을 요구할 수 있다.</p>	<p>3. 용접봉 선정</p> <p>(1) 각종 강재의 용접이음에 대한 용접용 재료의 사용구분은 표 2.18에 따른다. <현행과 동일></p> <p>(2) 동일강도로서 인성이 다른 강재 상호간의 이음에 사용하는 용접용 재료는 인성이 낮은 강재에 대한 것을 사용할 수 있다.</p> <p>(3) 강도가 다른 강재 상호간의 이음에 대한 용접용 재료에는 균열의 발생을 방지하는 대책을 고려할 것을 조건으로 하여 강도가 낮은 강재에 대한 것을 사용할 수 있다.</p> <p>(4) 고장력강재 상호간의 용접 또는 고장력강과 연강재의 피복아크 용접에는 저수소계 용접봉재료를 사용하여야 한다. 다만, 우리 선급이 인정하고 또한 강의 탄소당량이 0.41%이하일 때에는 보통의 용접봉을 사용할 수 있으며, 이 경우 우리 선급은 수소균열에 대한 시험을 요구할 수 있다.</p>	<p>선급기술규칙 제/개정 요청서 반영</p>

현행	개정안	개정사유
<p style="text-align: center;">제 3 장 유한요소 열전달 해석법</p> <p style="text-align: center;">제 1 절 모델링</p> <p>101. 2차원 열전달</p> <p>1. 2차원 열전달 해석 모델은 고체 요소(solid element) 혹은 셸요소(shell element)를 사용하여 진행한다. 두께 방향의 온도 분포를 고려해야 할 경우에는 고체 요소를 사용하여 진행하여야 한다.</p> <p>2. 고체 요소를 사용할 경우, 격자 크기는 200mm*200mm 이하 및 두께 방향으로 2개 이상의 요소로 분할하여야 한다. 2차원 열전달 모델의 예제를 그림 3.1에 표시하였다. <생략></p> <p>3. 셸 요소를 사용할 경우, 격자 크기는 200mm*200mm 이하이어야 한다.</p>  <p style="text-align: center;">그림 3.1 2차원 열전달 해석 모델</p>	<p style="text-align: center;">제 2 절 유한요소 열전달 해석법</p> <p>201. 모델링</p> <p>1. 2차원 열전달</p> <p>(1) 2차원 열전달 해석 모델은 고체 요소(solid element) 혹은 셸요소(shell element)를 사용하여 진행한다. 두께 방향의 온도 분포를 고려해야 할 경우에는 고체 요소를 사용하여 진행하여야 한다.</p> <p>(2) 고체 요소를 사용할 경우, 격자 크기는 200mm*200mm 이하 및 두께 방향으로 2개 이상의 요소로 분할하여야 한다. 2차원 열전달 모델의 예제를 그림 2.8에 표시하였다. <현행과 동일></p> <p>(3) 셸 요소를 사용할 경우, 격자 크기는 200mm*200mm 이하이어야 한다.</p>  <p style="text-align: center;">그림 2.8 2차원 열전달 해석 모델</p>	<p>선급기술규칙 제/개정 요청서 반영</p>

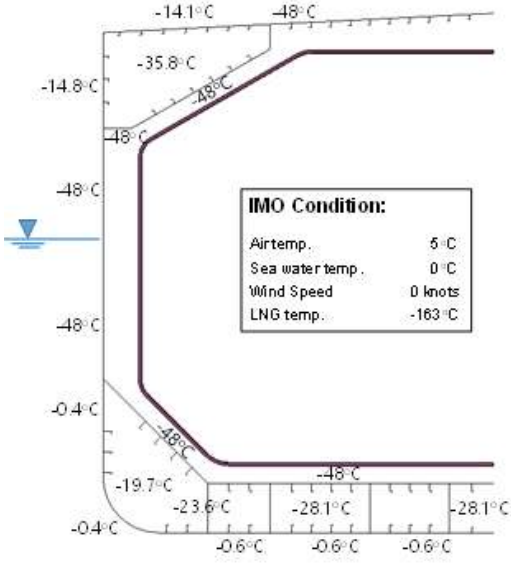
현행	개정안	개정사유
<p>102. 3차원 열전달</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 코퍼뎀을 고려한 해석이 필요한 경우, 열전달 해석 모델은 코퍼뎀의 격벽 양쪽으로 확장하여, 선체 길이 방향을 고려한 3차원 열전달 해석을 수행하여야 한다. 2. 단열재 및 방벽은 내부 선체의 LNG 쪽에 모델링 한다. 3. 횡격벽은 유한요소 열전달 해석 모델에서 고려하여야 한다. 격벽은 LNG 접촉면에서만 단열되고 다른쪽은 보강재를 가지고 있어야 한다. 4. 3차원 열전달 해석 모델은 고체 요소(solid element) 혹은 셸요소(shell element)를 사용한다. 두께 방향의 온도 분포를 고려해야 할 경우에는 고체 요소를 사용한다. 5. 고체 요소를 사용할 경우, 격자 크기는 200mm*200mm 이하 및 두께 방향으로 2개 이상의 요소로 분할하여야 한다. 3차원 열전달 모델의 예제를 그림 3.2에 표시하였다. <생략> 6. 셸 요소를 사용할 경우, 격자 크기는 200mm*200mm 이하이어야 한다.  <p style="text-align: center;">그림 3.2 3차원 열전달 해석 모델</p>	<p>2. 3차원 열전달</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 코퍼뎀을 고려한 해석이 필요한 경우, 열전달 해석 모델은 코퍼뎀의 격벽 양쪽으로 확장하여, 선체 길이 방향을 고려한 3차원 열전달 해석을 수행하여야 한다. (2) 단열재 및 방벽은 내부 선체의 LNG 쪽에 모델링 한다. (3) 횡격벽은 유한요소 열전달 해석 모델에서 고려하여야 한다. 격벽은 LNG 접촉면에서만 단열되고 다른쪽은 보강재를 가지고 있어야 한다. (4) 3차원 열전달 해석 모델은 고체 요소(solid element) 혹은 셸요소(shell element)를 사용한다. 두께 방향의 온도 분포를 고려해야 할 경우에는 고체 요소를 사용한다. (5) 고체 요소를 사용할 경우, 격자 크기는 200mm*200mm 이하 및 두께 방향으로 2개 이상의 요소로 분할하여야 한다. 3차원 열전달 모델의 예제를 그림 2.9에 표시하였다. <현행과 동일> (6) 셸 요소를 사용할 경우, 격자 크기는 200mm*200mm 이하이어야 한다.  <p style="text-align: center;">그림 2.9 3차원 열전달 해석 모델</p>	<p>선급기술규칙 제/개정 요청서 반영</p>

현행	개정안	개정사유
<p style="text-align: center;">제 2 절 재료 물성치</p> <p>201. 일반사항 1. 2장 3절을 준용한다.</p> <p style="text-align: center;">제 3 절 계산 조건</p> <p>301. 일반사항 1. 2장 4절을 준용한다. 2. 각 부재의 환경에 따른 대류, 복사, 전도를 그림 3.3 및 표 3.1와 같이 고려하여야 한다. <생략> 3. 표 3.1의 온도 및 열전달 계수는 3장 결과를 기반으로 입력하여야 한다.</p>  <p>그림 3.3 액화가스 산적운반선 선체의 열전달 해석 시 유한요소모델링</p>	<p>202. 재료 물성치 1. 일반사항 (1) 2장 1절 103.을 준용한다.</p> <p>203. 계산 조건 1. 일반사항 (1) 2장 1절 104.을 준용한다. (2) 각 부재의 환경에 따른 대류, 복사, 전도를 그림 2.10 및 표 2.19와 같이 고려하여야 한다. <현행과 동일> (3) 표 2.19의 온도 및 열전달 계수는 2장 2절 결과를 기반으로 입력하여야 한다.</p>  <p>그림 2.10 액화가스 산적운반선 선체의 열전달 해석 시 유한요소모델링</p>	<p>선급기술규칙 제/개정 요청서 반영</p>

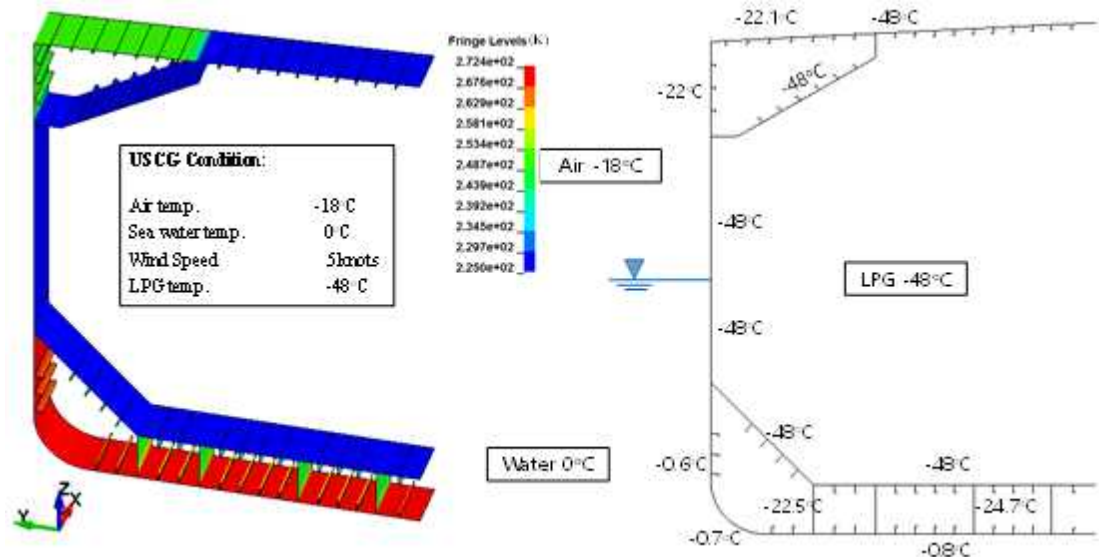
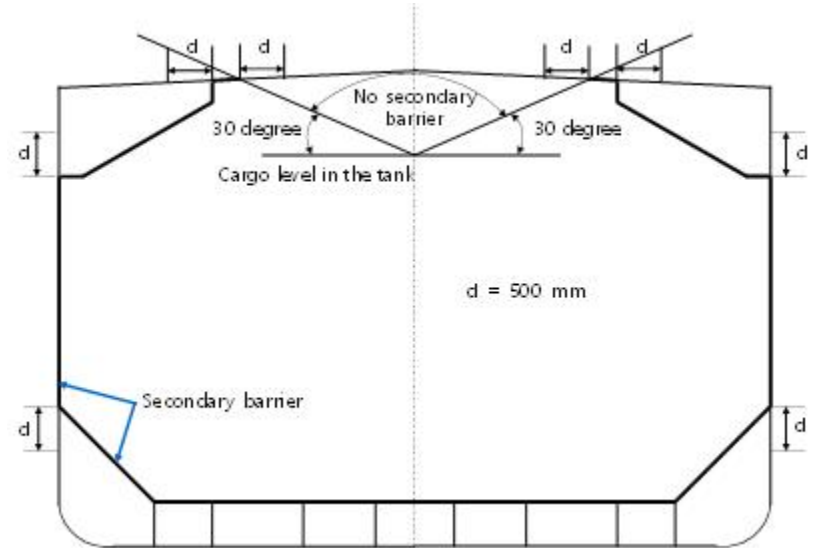
현행			개정안			개정사유
표 3.1 열전달 해석 시 열전달 과정 반영			표 2.19 열전달 해석 시 열전달 과정 반영			
구조 부분	열전달 과정	유한요소 해석 입력	구조 부분	열전달 과정	유한요소 해석 입력	선급기술규칙 제/개정 요청서 반영
	복사	대기 온도 외부 선제 표면 방사를		복사	대기 온도 외부 선제 표면 방사를	
	대류	대기 온도 대류 열전달 계수		대류	대기 온도 대류 열전달 계수	
	전도	고려하지 않음		전도	고려하지 않음	
	복사	구획 대기 온도 구획 표면의 view factor 구획 표면의 방사를		복사	구획 대기 온도 구획 표면의 view factor 구획 표면의 방사를	
	대류	구획 대기 온도 대류 열전달 계수		대류	구획 대기 온도 대류 열전달 계수	
	전도	강제 전도도 및 비열		전도	강제 전도도 및 비열	
	복사	고려하지 않음		복사	고려하지 않음	
	대류	고려하지 않음		대류	고려하지 않음	
	전도	강제 및 단열재의 전도도 및 비열		전도	강제 및 단열재의 전도도 및 비열	
	복사	고려하지 않음 액화가스 온도를 2차 방벽에 부가함		복사	고려하지 않음 액화가스 온도를 2차 방벽에 부가함	
	대류	고려하지 않음 액화가스 온도를 2차 방벽에 부가함		대류	고려하지 않음 액화가스 온도를 2차 방벽에 부가함	
	전도	고려하지 않음 액화가스 온도를 2차 방벽에 부가함		전도	고려하지 않음 액화가스 온도를 2차 방벽에 부가함	
	복사	고려하지 않음		복사	고려하지 않음	
	대류	해수 온도 대류 열전달 계수		대류	해수 온도 대류 열전달 계수	
	전도	고려하지 않음		전도	고려하지 않음	

현행	개정안	개정사유
<p style="text-align: center;">제 4 절 결과 도출</p> <p>401. 일반사항 1. 2장 5절 501.을 준용한다.</p> <p>402. 강재 선정 1. 2장 5절 502.을 준용한다.</p> <p>403. 용접봉 선정 1. 2장 5절 503.을 준용한다. 2. 용접봉은 부재의 평균 온도를 사용하여 결정된 강재 등급에 기반하여 선정한다.</p>	<p>204. 결과 도출</p> <p>1. 일반사항 (1) 2장 1절 105.의 1항을 준용한다.</p> <p>2. 강재 선정 (1) 2장 1절 105.의 2항을 준용한다. (2) <u>그림 2.11</u>에 표시한 것과 같이, 내측 선체와 코퍼뎀이 만나는 지점 중 설계하부흡수선(Design Lower Water Line)의 상부의 코퍼뎀 부분과 멤브레인 탱크 방향으로 500mm에 해당하는 부분은 멤브레인 탱크 중심부 횡단면에서의 부재 온도 기반으로 결정된 강재를 적용하여야 한다.</p> <div style="text-align: center;">  <p>내측선체와 코퍼뎀이 만나는 지점</p> <p>설계하부 흡수선 (DLWL)</p> <p>500mm</p> </div> <p style="text-align: center;">그림 2.11 강재 선정 시 주요 고려 범위</p> <p>3. 용접봉 선정 (1) 2장 1절 105.의 3항을 준용한다. (2) 용접봉은 부재의 평균 온도를 사용하여 결정된 강재 등급에 기반하여 선정한다.</p>	<p>선급기술규칙 제/개정 요청서 반영</p>

현행	개정안	개정사유
<p><신설></p>	<p style="text-align: center;">제 3 장 독립형 형식 A 탱크</p> <p style="text-align: center;">제 1 절 분석적 열전달 해석법</p> <p>101. 해석절차</p> <p>1. 2장 1절 101.을 준용한다.</p> <p>102. 모델링</p> <p>1. 2장 1절 102.을 준용한다.</p> <p>103. 재료물성치</p> <p>1. 2장 1절 103.을 준용한다.</p> <p>104. 계산조건</p> <p>1. 2장 1절 104.을 준용한다.</p> <p>105. 결과도출</p> <p>1. 2장 1절 105.을 준용한다.</p> <p>2. <u>그림 3.1은 분석적 열전달 해석법을 사용하여 독립형 형식 A 탱크를 포함한 LNG 운반선의 중앙단면에 대한 열전달 해석 수행 결과를 표시한다.</u></p>	<p>선급기술규칙 제/개정 요청서 반영</p>

현행	개정안	개정사유
<p>〈신설〉</p>	 <p>그림 3.1 분석적 열전달 해석법을 통한 독립형 형식 A 탱크 온도 해석 사례</p>	<p>선급기술규칙 제/개정 요청서 반영</p>

현행	개정안	개정사유
<p>〈신설〉</p>	<p style="text-align: center;">제 2 절 유한요소 열전달 해석법</p> <p>201. 모델링</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 2장 2절 201.을 준용한다. 2. 화물 탱크와 내부 선체를 연결하는 지지대(Vertical, anti rolling, anti pitching 및 anti-floating을 포함)를 통한 전도 열전달을 고려하여야 한다. <p>202. 재료물성치</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 2장 2절 202.을 준용한다. <p>203. 계산조건</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 2장 2절 203.을 준용한다. <p>204. 결과도출</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 2장 2절 204.을 준용한다. 2. 그림 3.2는 독립형 형식 A 탱크를 포함한 선체의 2차원 모델의 예제를 표시하고 있다. 3. 그림 3.3의 'd'로 표시된 부분과 같이, 갑판과 30° 정적 횡각도 교차점에서 중심선 방향, 탑사이드탱크 내부 방향 및 호퍼탱크 내부방향으로 500mm까지는 2차 방벽 강제를 확장하여 적용하여야 한다. 	<p>선급기술규칙 제/개정 요청서 반영</p>

현행	개정안	개정사유
<p>〈신설〉</p>	 <p>그림 3.2 2차원 유한요소모델을 이용한 독립형 형식 A 탱크 온도 해석 사례</p>  <p>그림 3.3 독립형 형식 A 탱크의 2차 방벽 강제 확장 적용 범위</p>	<p>선급기술규칙 제/개정 요청서 반영</p>

현행	개정안	개정사유
<p>〈신설〉</p>	<p style="text-align: center;">제 4 장 독립형 형식 B 탱크</p> <p style="text-align: center;">제 1 절 분석적 열전달 해석법</p> <p>101. 해석절차 1. 2장 1절 101.을 준용한다.</p> <p>102. 모델링 1. 2장 1절 102.을 준용한다.</p> <p>103. 재료물성치 1. 2장 1절 103.을 준용한다.</p> <p>104. 계산조건 1. 2장 1절 104.을 준용한다.</p> <p>105. 결과도출 1. 2장 1절 105.을 준용한다. 2. <u>그림 4.1은 분석적 열전달 해석법을 사용하여 독립형 형식 B 탱크를 포함한 LNG 운반선의 중앙단면에 대한 열전달 해석 수행 결과를 표시한다.</u></p>	<p>선급기술규칙 제/개정 요청서 반영</p>

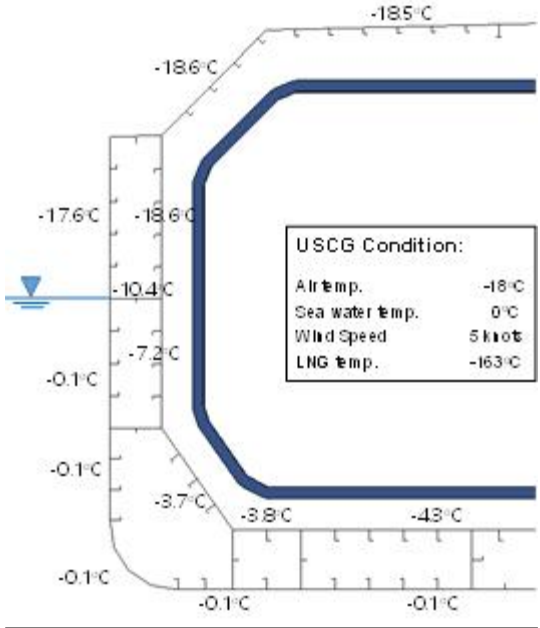
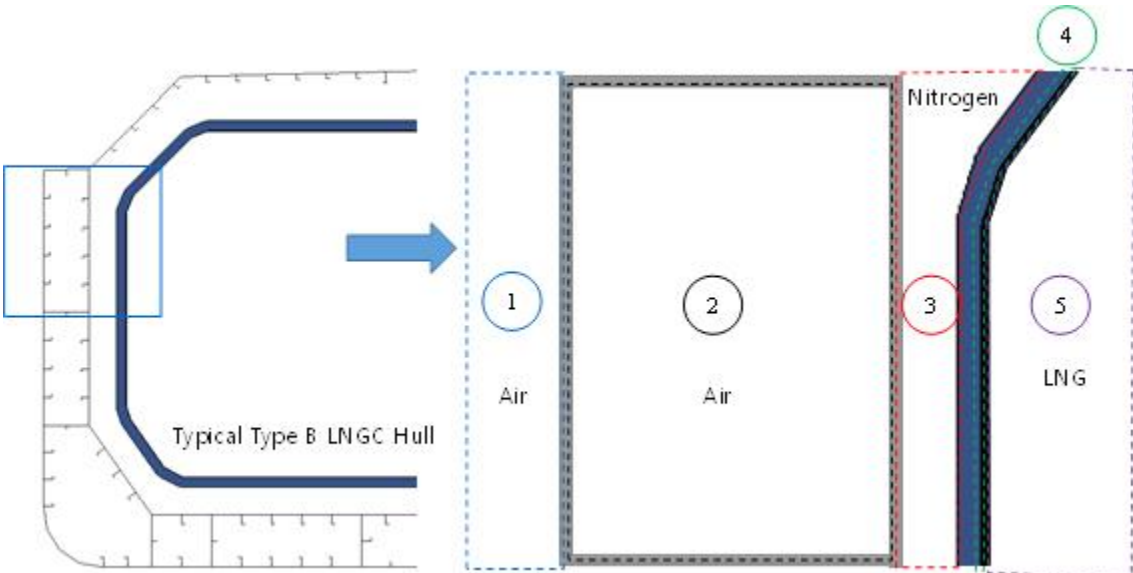
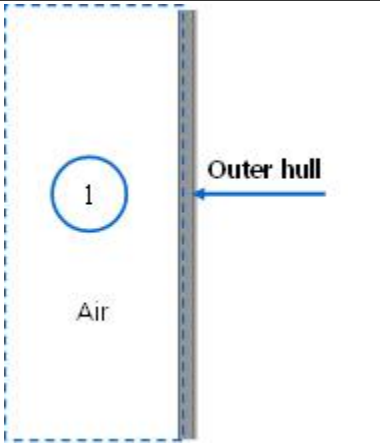
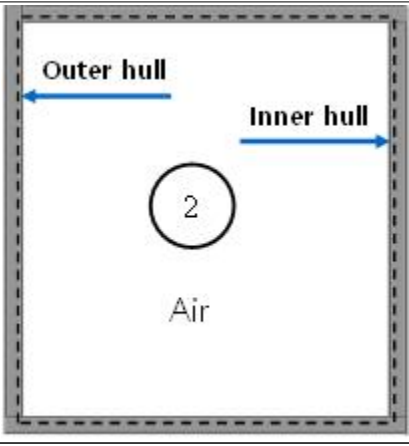
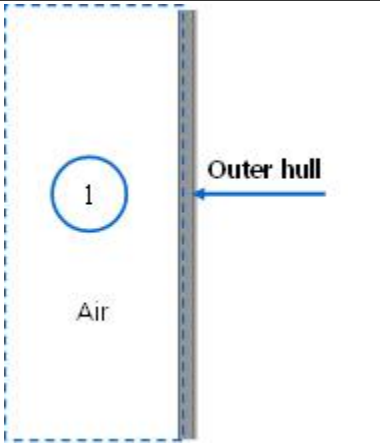
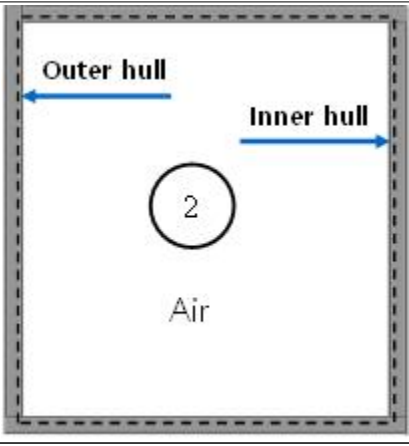
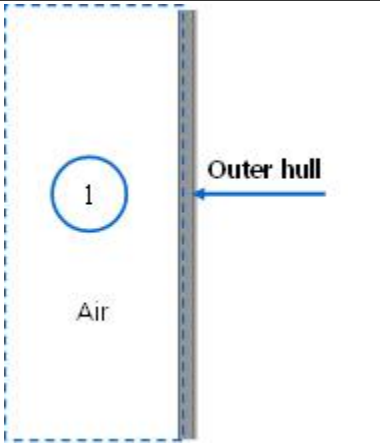
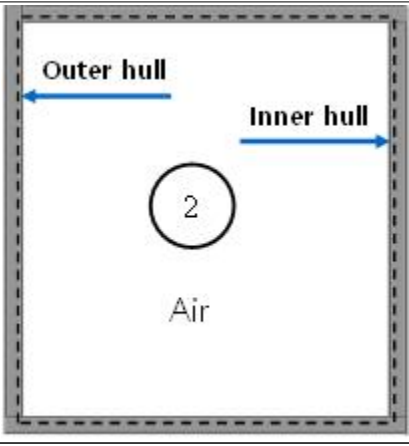
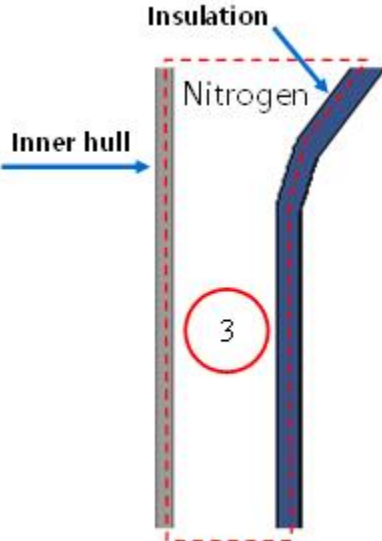
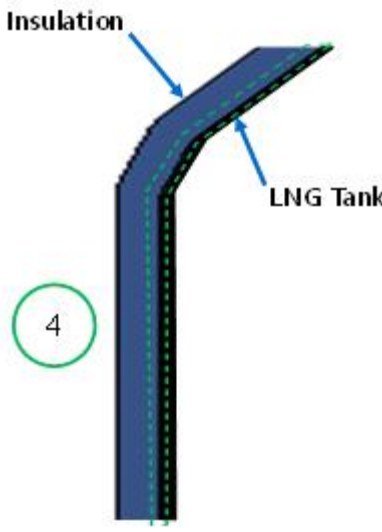
현행	개정안	개정사유
<p>〈신설〉</p>	 <p>USCG Condition: Air temp. -18°C Sea water temp. 0°C Wind Speed 5 knots LNG temp. -163°C</p>	<p>선급기술규칙 제/개정 요청서 반영</p>

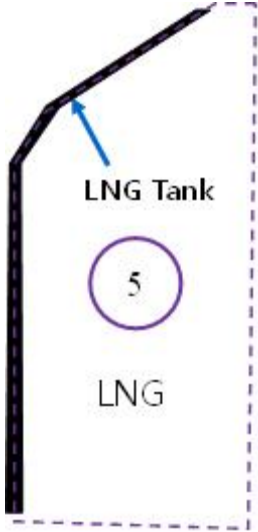
그림 4.1 분석적 열전달 해석법을 통한 독립형 형식 B 탱크 온도 해석 사례

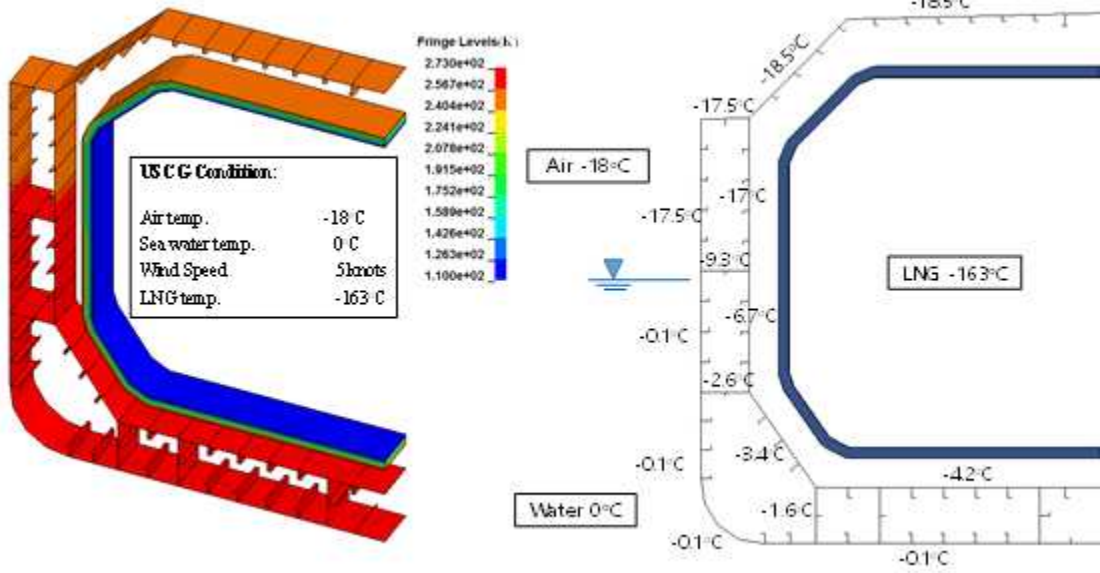
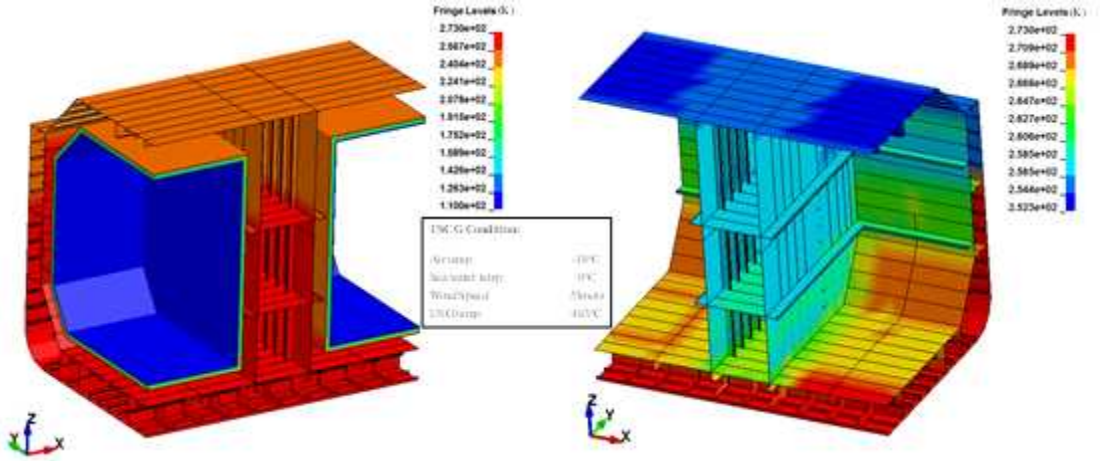
현행	개정안	개정사유
<p>〈신설〉</p>	<p style="text-align: center;">제 2 절 유한요소 열전달 해석법</p> <p>201. 모델링</p> <p>1. 2장 2절 201.을 준용한다.</p> <p>2. 독립형 형식 B 탱크 온도 계산은 멤브레인 형식과 유사하지만, 내부 선체와 화물 탱크 사이의 간격을 고려하여야 한다. 화물 탱크와 내부 선체를 연결하는 지지대 (Vertical, anti rolling, anti pitching 및 anti-floating을 포함)를 통한 전도 열전달을 고려하여야 한다.</p> <p>202. 재료물성치</p> <p>1. 2장 2절 202.을 준용한다.</p> <p>203. 계산조건</p> <p>1. 2장 2절 203.을 준용한다.</p> <p>2. 그림 4.2 및 표 4.1은 독립형 형식 B 탱크에서의 전체 열전달 모델링에 대한 유한요소 해석 적용과 각 열전달과정에 필요한 입력 데이터를 표시하고 있다.</p> <p>204. 결과도출</p> <p>1. 2장 2절 204.을 준용한다.</p> <p>2. 그림 4.3은 중앙단면 2차원 유한요소모델에 대한 온도 해석 결과의 한 예를 표시하고 있다.</p> <p>3. 그림 4.4는 코퍼담을 포함한 3차원 유한요소모델에 대한 온도 해석 결과의 한 예를 표시하고 있다.</p>	<p>선급기술규칙 제/개정 요청서 반영</p>

현행	개정안	개정사유
<p>〈신설〉</p>	 <p>그림 4.2 독립형 형식 B 탱크 선체의 열전달 해석 시 유한 요소 모델링</p>	<p>선급기술규칙 제/개정 요청서 반영</p>

현 행	개 정 안	개 정 사 유															
<신설>	표 4.1 독립형 형식 B 탱크 선체 열전달 해석 시 열전달 과정 반영	선급기술규칙 제/개정 요청서 반영															
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th data-bbox="631 258 1207 328" style="text-align: center;">구조 부분</th> <th data-bbox="1207 258 1464 328" style="text-align: center;">열전달 과정</th> <th data-bbox="1464 258 1870 328" style="text-align: center;">유한요소 해석 입력</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="631 328 1207 775" rowspan="3">  </td> <td data-bbox="1207 328 1464 405" style="text-align: center;">복사</td> <td data-bbox="1464 328 1870 405" style="text-align: center;"> 대기 온도 외부 선체 표면 방사율 </td> </tr> <tr> <td data-bbox="1207 405 1464 481" style="text-align: center;">대류</td> <td data-bbox="1464 405 1870 481" style="text-align: center;"> 대기 온도 대류 열전달 계수 </td> </tr> <tr> <td data-bbox="1207 481 1464 775" style="text-align: center;">전도</td> <td data-bbox="1464 481 1870 775" style="text-align: center;">고려하지 않음</td> </tr> <tr> <td data-bbox="631 775 1207 1222" rowspan="3">  </td> <td data-bbox="1207 775 1464 852" style="text-align: center;">복사</td> <td data-bbox="1464 775 1870 852" style="text-align: center;"> 구획 표면의 view factor 구획 표면의 방사율 </td> </tr> <tr> <td data-bbox="1207 852 1464 928" style="text-align: center;">대류</td> <td data-bbox="1464 852 1870 928" style="text-align: center;"> 공기 열전도도 및 비열 대류 열전달 계수 </td> </tr> <tr> <td data-bbox="1207 928 1464 1222" style="text-align: center;">전도</td> <td data-bbox="1464 928 1870 1222" style="text-align: center;">강제 전도도 및 비열</td> </tr> </tbody> </table>		구조 부분	열전달 과정	유한요소 해석 입력		복사	대기 온도 외부 선체 표면 방사율	대류	대기 온도 대류 열전달 계수	전도	고려하지 않음		복사	구획 표면의 view factor 구획 표면의 방사율	대류	공기 열전도도 및 비열 대류 열전달 계수
구조 부분	열전달 과정	유한요소 해석 입력															
	복사	대기 온도 외부 선체 표면 방사율															
	대류	대기 온도 대류 열전달 계수															
	전도	고려하지 않음															
	복사	구획 표면의 view factor 구획 표면의 방사율															
	대류	공기 열전도도 및 비열 대류 열전달 계수															
	전도	강제 전도도 및 비열															

현 행	개 정 안		개 정 사 유	
<신설>		복사	구획 표면의 view factor 구획 표면의 방사율	선급기술규칙 제/개정 요청서 반영
		대류	질소의 열전도도 및 비열 대류 열전달 계수	
		전도	고려하지 않음	
		복사	고려하지 않음	
		대류	고려하지 않음	
		전도	강재 및 단열재의 열전도도 및 비열	

현행	개정안		개정사유	
<신설>		복사	고려하지 않음	선급기술규칙 제/개정 요청서 반영
		대류	고려하지 않음 액화가스 온도를 1차 방벽에 부가함	
		전도	고려하지 않음 액화가스 온도를 1차 방벽에 부가함	

현 행	개 정 안	개 정 사 유
<p><신설></p>	 <p>USCG Condition: Air temp. -18 C Sea water temp. 0 C Wind Speed 5knots LNG temp. -163 C</p> <p>Fringe Levels (k.) 2.730e+02 2.567e+02 2.404e+02 2.241e+02 2.078e+02 1.915e+02 1.752e+02 1.589e+02 1.426e+02 1.263e+02 1.100e+02</p> <p>Air -18°C Water 0°C LNG -163°C -18.5°C -17.5°C -17°C -9.3°C -6.7°C -2.6°C -0.1°C -3.4°C -1.6°C -4.2°C -0.1°C</p> <p>그림 4.3 2차원 유한요소모델 독립형 형식 B 탱크 온도 해석 사례</p>  <p>Fringe Levels (k.) 2.730e+02 2.567e+02 2.404e+02 2.241e+02 2.078e+02 1.915e+02 1.752e+02 1.589e+02 1.426e+02 1.263e+02 1.100e+02</p> <p>Fringe Levels (k.) 2.730e+02 2.709e+02 2.689e+02 2.669e+02 2.647e+02 2.627e+02 2.606e+02 2.585e+02 2.565e+02 2.544e+02 3.523e+02</p> <p>USCG Condition: Air temp. -18°C Sea water temp. 0°C Wind Speed 5knots LNG temp. -163°C</p> <p>그림 4.4 3차원 유한요소모델 독립형 형식 B 탱크 온도 해석 사례</p>	<p>선급기술규칙 제/개정 요청서 반영</p>

현행	개정안	개정사유
<p>〈신설〉</p>	<p style="text-align: center;">제 5 장 독립형 형식 C 탱크</p> <p style="text-align: center;">제 1 절 분석적 열전달 해석법</p> <p><u>101. 해석절차</u> 1. 2장 1절 101.을 준용한다.</p> <p><u>102. 모델링</u> 1. 2장 1절 102.을 준용한다.</p> <p><u>103. 재료물성치</u> 1. 2장 1절 103.을 준용한다.</p> <p><u>104. 계산조건</u> 1. 2장 1절 104.을 준용한다.</p> <p><u>105. 결과도출</u> 1. 2장 1절 105.을 준용한다.</p>	<p>선급기술규칙 제/개정 요청서 반영</p>

현행	개정안	개정사유
<p>〈신설〉</p>	<p style="text-align: center;">제 2 절 유한요소 열전달 해석법</p> <p>201. 모델링</p> <p>1. 2장 2절 201.을 준용한다.</p> <p>2. 지지대(Cradle support, Fixed support 혹은 Sliding support)를 통한 전도 열전달을 고려하여야 한다. Bilobe 형식인 경우에는 크래들 지지대 및 Anti-floating support를 통한 전도 열전달을 고려하여야 한다.</p> <p>202. 재료물성치</p> <p>1. 2장 2절 202.을 준용한다.</p> <p>203. 계산조건</p> <p>1. 2장 2절 203.을 준용한다.</p> <p>204. 결과도출</p> <p>1. 2장 2절 204.을 준용한다.</p>	<p>선급기술규칙 제/개정 요청서 반영</p>