



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0124839
(43) 공개일자 2016년10월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B63B 43/18 (2006.01) B63B 3/16 (2006.01)
B63B 3/20 (2006.01) B63B 3/34 (2006.01)
B63B 3/48 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B63B 43/18 (2013.01)
B63B 3/16 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-7025771
(22) 출원일자(국제) 2015년05월26일
심사청구일자 2016년09월20일
(85) 번역문제출일자 2016년09월20일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2015/065026
(87) 국제공개번호 WO 2016/013288
국제공개일자 2016년01월28일
(30) 우선권주장
JP-P-2014-151842 2014년07월25일 일본(JP)
JP-P-2014-230552 2014년11월13일 일본(JP)

(71) 출원인
신닛테츠스미킨 카부시키가이샤
일본 도쿄도 지요다꾸 마루노우찌 2조메 6방 1고
이마바리 조센 가부시키가이샤
일본국 에히메켄 이마바리시 고우라쵸 1쵸메 4반
52고
고쿠리츠겐큐카이하츠호진 가이쵸 · 고완 · 고쿠기
쥬츠겐큐쵸
일본국 도쿄도 미타카시 신카와 6쵸메 38반 1고
(72) 발명자
이치카와 가즈토시
일본 1008071 도쿄도 지요다꾸 마루노우찌 2조메
6방 1고 신닛테츠스미킨 카부시키가이샤 내
이나미 아키노리
일본 1008071 도쿄도 지요다꾸 마루노우찌 2조메
6방 1고 신닛테츠스미킨 카부시키가이샤 내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
양영준, 성재동

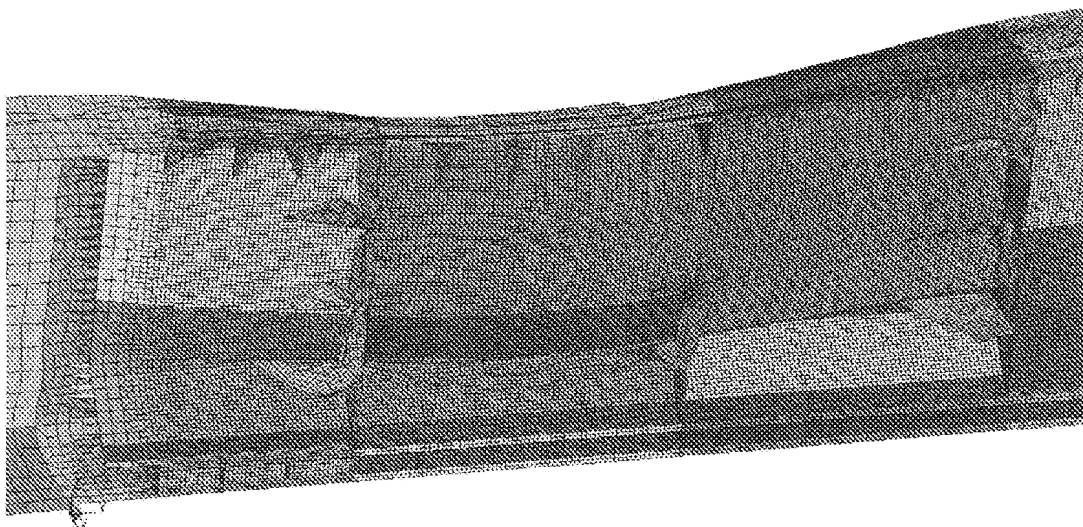
전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 발명의 명칭 내충돌성이 우수한 선체 구조 및 선체 구조의 설계 방법

(57) 요약

선체 구조는, 선측부의 서로 대향하는 외판 또는 내판 중, 하나 이상의 부재의 일부 부위 또는 전체 부위에, 국제 선급 협회 연합(IACS)의 통일 규격(Unified Requirement W11 Rev. 8 2014)으로 규정된 전체 신장의 값의 1.4 배 이상인 전체 신장을 갖는 것을 사양으로서 부과되고 또한 상기 사양을 만족한 것이 확인된 고연성 강판을 사용한 선각 구조를 갖는다. 또한, 상기 강판을 사용한 부위(외판, 내판)에 부수되는 보강재에, 상기 고연성 강판을 사용하는 것이 바람직하다.

대표도 - 도11



(52) CPC특허분류

B63B 3/20 (2013.01)

B63B 3/34 (2013.01)

B63B 3/48 (2013.01)

Y02T 70/14 (2013.01)

(72) 발명자

시라하타 히로유키

일본 1008071 도쿄도 지요다쑤 마루노우찌 2쑤메
6방 1고 신타테즈스미킨 카부시카이사 내

야마다 야스히라

일본 1810004 도쿄도 미타카시 신카와 6쑤메 38반
1고 고쿠리츠겐큐카이하츠호진 가이쑤 기쑤츠 안젠
겐큐쑤 내

도자와 시게루

일본 1810004 도쿄도 미타카시 신카와 6쑤메 38반
1고 고쿠리츠겐큐카이하츠호진 가이쑤 기쑤츠 안젠
겐큐쑤 내

히가키 유키토

일본 7992195 에히메켄 이마바리시 고우라쑤 1쑤메
4반 52고 이마바리 조센 가부시카이사 내

명세서

청구범위

청구항 1

선측부의 외판의 일부 부위 또는 상기 외판의 전체 부위에, 국제선급협회연합(IACS)의 통일 규격(Unified Requirement W11 Rev. 8 2014)으로 규정된 전체 신장의 값의 1.4배 이상인 전체 신장이 사양으로서 부과되고 또한 상기 사양을 만족한 것이 확인된 고연성 강판을 사용한 선각 구조를 갖는 것을 특징으로 하는, 선체 구조.

청구항 2

제1항에 있어서,

또한, 상기 고연성 강판이 사용된 상기 외판에 대향하는 내판의 일부 부위 또는 상기 내판의 전체 부위에, 상기 고연성 강판을 사용한 선각 구조를 갖는 것을 특징으로 하는, 선체 구조.

청구항 3

선측부의 내판의 일부 부위 또는 상기 내판의 전체 부위에, 국제선급협회연합(IACS)의 통일 규격(Unified Requirement W11 Rev. 8 2014)으로 규정된 전체 신장의 값의 1.4배 이상인 전체 신장이 사양으로서 부과되고 또한 상기 사양을 만족한 것이 확인된 고연성 강판을 사용한 선각 구조를 갖는 것을 특징으로 하는, 선체 구조.

청구항 4

제3항에 있어서,

또한, 상기 고연성 강판이 사용된 상기 내판에 대향하는 외판의 일부 부위 또는 상기 외판의 전체 부위에, 상기 고연성 강판을 사용한 선각 구조를 갖는 것을 특징으로 하는, 선체 구조.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

또한, 상기 고연성 강판이 사용된 상기 부위에 부수되는 보강재의 일부 또는 전부에, 상기 고연성 강판을 사용한 것을 특징으로 하는, 선체 구조.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

또한, 스트링거의 일부 또는 전부에, 상기 고연성 강판을 사용한 것을 특징으로 하는, 선체 구조.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

또한, 어퍼 텍의 일부 또는 전부에, 상기 고연성 강판을 사용한 것을 특징으로 하는, 선체 구조.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

또한, 빌지의 일부 또는 전부에, 상기 고연성 강판을 사용한 것을 특징으로 하는, 선체 구조.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,

또한, 트랜스의 일부 또는 전부에, 상기 고연성 강판을 사용한 것을 특징으로 하는, 선체 구조.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 고연성 강판의 판 두께는, 12mm 초과 또한 50mm 이하인 것을 특징으로 하는, 선체 구조.

청구항 11

선측부의 외판 중에서, 파구를 억제할 필요가 있는 부위를 특정하고, 당해 부위에 사용하는 강판에, 국제선급협회연합(IACS)의 통일 규격(Unified Requirement W11 Rev. 8 2014)으로 규정된 전체 신장의 값의 1.4배 이상인 전체 신장이 사양으로서 부과되고 또한 상기 사양을 만족한 것이 확인된 고연성 강판을 사용하는 것을 특징으로 하는, 선체 구조의 설계 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

또한, 상기 고연성 강판이 사용된 상기 외판에 대항하는 내판 중에서, 파구를 억제할 필요가 있는 부위를 특정하고, 당해 부위에 사용하는 강판에, 상기 고연성 강판을 사용하는 것을 특징으로 하는, 선체 구조의 설계 방법.

청구항 13

선측부의 내판 중에서, 파구를 억제할 필요가 있는 부위를 특정하고, 당해 부위에 사용하는 강판에, 국제선급협회연합(IACS)의 통일 규격(Unified Requirement W11 Rev. 8 2014)으로 규정된 전체 신장의 값의 1.4배 이상인 전체 신장이 사양으로서 부과되고 또한 상기 사양을 만족한 것이 확인된 고연성 강판을 사용하는 것을 특징으로 하는, 선체 구조의 설계 방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

또한, 상기 고연성 강판이 사용된 상기 내판에 대항하는 외판 중에서, 파구를 억제할 필요가 있는 부위를 특정하고, 당해 부위에 사용하는 강판에, 상기 고연성 강판을 사용하는 것을 특징으로 하는, 선체 구조의 설계 방법.

청구항 15

제11항 내지 제14항 중 어느 한 항에 있어서,

또한, 상기 고연성 강판이 사용된 상기 부위에 부수되는 보강재의 일부 또는 전부에 사용하는 강판에, 상기 고연성 강판을 사용하는 것을 특징으로 하는, 선체 구조의 설계 방법.

청구항 16

제11항 내지 제15항 중 어느 한 항에 있어서,

또한, 스트링거의 일부 또는 전부에 사용하는 강판에, 상기 고연성 강판을 사용하는 것을 특징으로 하는, 선체 구조의 설계 방법.

청구항 17

제11항 내지 제16항 중 어느 한 항에 있어서,

또한, 어퍼 데크의 일부 또는 전부에 사용하는 강판에, 상기 고연성 강판을 사용하는 것을 특징으로 하는, 선체 구조의 설계 방법.

청구항 18

제11항 내지 제17항 중 어느 한 항에 있어서,

또한, 밑지의 일부 또는 전부에 사용하는 강판에, 상기 고연성 강판을 사용하는 것을 특징으로 하는, 선체 구조

의 설계 방법.

청구항 19

제11항 내지 제18항 중 어느 한 항에 있어서,

또한, 트랜스의 일부 또는 전부에 사용하는 강판에, 상기 고연성 강판을 사용하는 것을 특징으로 하는, 선체 구조의 설계 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 특히 선측부에 충돌된 대형 선박에 있어서 선각의 파구를 억제할 수 있는, 내충돌성이 우수한 선체 구조, 및 당해 선체 구조의 설계 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 광석 운반선이나 석탄 운반선 등의 벌크 캐리어에 있어서는, 현재까지도 일중 선각 구조(싱글 헐)가 채용되고 있다. 이들 선박으로부터의 적하는 해양을 오염하는 것은 아니지만, 선박에는 연료유 등도 적재되어 있어, 연료유의 유출은 해양 오염을 야기한다. 이로 인해, 충돌 사고 등에 의한 선각의 파구를 억제할 필요가 있다.

[0003] 또한, 탱커로부터의 기름의 유출은 더 현저하게 해양 오염을 야기하기 때문에, 국제적인 문제가 되고 있다. 최근 들어, 충돌 사고 등에 의한 기름의 유출을 억제하기 위해서, 이중 선각 구조(더블 헐)로의 전환이 진행되고 있다. 더블 헐은 싱글 헐과 비교하여, 기름의 누설 비율이 감소하고 있지만, 효과는 불충분하다는 지적도 나오고 있다.

[0004] 화물유 탱크 수의 증가나, 이중 바닥의 높이의 증가, 더블 사이드 간격의 증가에 의해, 선체 구조의 내충돌성을 향상시키는 것은 가능하다. 그러나, 이들 대책은, 건조 비용이나 운전 경비의 증가, 탑재 효율의 저하를 초래한다. 이에 반하여, 선측 외판, 선측 외판 부착 보강재, 내판, 내판 부착 보강재 중, 어느 하나 이상에, 항복 응력과 균일 신장의 곱의 값이나 균일 신장까지의 에너지 흡수량, 또는 항복 응력은 동등 이상이며 균일 신장 바로 그것을 증가시킨 강재를 사용하는 선체 구조가 제안되어 있다(예를 들어, 특허문헌 1, 참조). 또한, 강도 및 연성을 향상시켜서, 충돌 시의 충격에 대한 흡수 에너지를 증가시킨, 선체용 강판이 제안되어 있다(예를 들어, 특허문헌 2 내지 6, 참조).

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 일본 특허공개 제2002-87373호 공보
(특허문헌 0002) 일본 특허공개 평11-193438호 공보
(특허문헌 0003) 일본 특허공개 평11-193441호 공보
(특허문헌 0004) 일본 특허공개 평11-193442호 공보
(특허문헌 0005) 일본 특허공개 평11-246934호 공보
(특허문헌 0006) 일본 특허공개 평11-246935호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 내판에 파구를 발생할 때까지의 에너지 흡수량은, 균일 신장에 지배되는 것인지 여부는 자명하지 않고, 또한 선각을 구성하는 선측 강판 이외의 다른 부재(어퍼 데크, 빌지, 트랜스, 스트링거)가 갖는 선각의 파구 억제에 대한 기여도 명확하지 않다.

- [0007] 따라서, 특허문헌 1의 선체 구조에는, 합리적인 선체 설계가 불가능하다는 문제가 있었다. 충돌 선박이 피충돌 선박에 측면 충돌함으로써, 피충돌 선박에 발생하는 최종적인 파구의 억제력을 생각하면, 특허문헌 1에 개시되어 있는 바와 같은 균일 신장이 아니라, 파단에 이르기까지의 전체 신장을 고려할 필요가 있다.
- [0008] 또한, 특허문헌 1에서는, 균일 신장에 기초하여 정량적으로 규정한 강재, 즉 항복 응력과 균일 신장의 값, 균일 신장까지의 에너지 흡수량, 또는 항복 응력은 동등 이상이며 균일 신장 바로 그 자체를 각각 20% 이상 증가시킨 강재가 제안되어 있다. 그러나, 이와 같이 균일 신장을 20% 증가시켜도, 국부 신장은 거의 변하지 않으리라 생각되기 때문에, 균일 신장과 국부 신장의 합인 전체 신장은, 20% 약으로밖에 증가하지 않는다. 따라서, 후술하는 본 발명의 전체 신장 규정에는 이르지 않아, 파구를 억제할 수는 없다.
- [0009] 또한, 특허문헌 1은, 단순히 이중 선각 구조(더블 헐)의 선체에 파구가 발생할 때까지 흡수할 수 있는 에너지량을 대폭 증가시키는 것을 목적으로 하고 있기 때문에, 파구를 발생하지 않는 조건에 관해서는 명확한 기재가 없으며, 일중 선각 구조(싱글 헐)의 파구를 발생하지 않는 조건에 관해서도 기재가 되어 있지 않다.
- [0010] 또한, 특허문헌 2 내지 6에 기재된 강판을 사용한 경우, 충돌 시의 흡수 에너지를 증가할 수 있지만, 특허문헌 1의 선체 구조와 마찬가지로, 강판이 파단하는 전체 신장을 고려하지 않아, 선각의 파구 억제에 개선의 여지가 있다.
- [0011] 또한, 특허문헌 2 내지 6에는, 선박끼리의 충돌 사고가 났을 때, 선체가 파단해서 구멍이 뚫리는 것을 방지 혹은 파단 면적을 종래의 강판 경우보다도 감소할 수 있다는 취지의 기재는 있지만, 강판으로서의 단체의 충격 흡수 성능이 기재되어 있는 것에 불과하며, 실제의 선체 구조와의 관계나 파구를 발생하지 않는 조건에 관해서도 기재되어 있지 않다.
- [0012] 본 발명은, 이러한 실정을 감안하여, 종래와 변함이 없는 선체 구조인 채로, 선각의 파구를 억제하도록, 부재를 흡수할 수 있는 에너지를 증가시킨, 내충돌성이 우수한 선체 구조의 제공을 과제로 하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0013] 본 발명의 요지는 이하와 같다.
- [0014] (1) 선측부의 외판의 일부 부위 또는 상기 외판의 전체 부위에, 국제선급협회연합(IACS)의 통일 규격(Unified Requirement W11 Rev. 8 2014)으로 규정된 전체 신장의 값의 1.4배 이상의 전체 신장이 사양으로서 부과되고 또한 상기 사양을 만족한 것이 확인된 고연성 강판을 사용한 선각 구조를 갖는 것을 특징으로 하는, 내충돌성이 우수한 선체 구조. 여기서 말하는 내충돌성이란, 예를 들어 소정의 속도로 타선박의 측면 충돌을 받아도 선각의 파구를 억제할 수 있는 성질을 의미한다.
- [0015] (2) 또한, 상기 고연성 강판이 사용된 상기 외판에 대항하는 내판의 일부 부위 또는 상기 내판의 전체 부위에, 상기 고연성 강판을 사용한 선각 구조를 갖는 것을 특징으로 하는, 상기 (1)에 기재된 선체 구조.
- [0016] (3) 선측부의 내판의 일부 부위 또는 상기 내판의 전체 부위에, 국제선급협회연합(IACS)의 통일 규격(Unified Requirement W11 Rev. 8 2014)으로 규정된 전체 신장의 값의 1.4배 이상의 전체 신장이 사양으로서 부과되고 또한 상기 사양을 만족한 것이 확인된 고연성 강판을 사용한 선각 구조를 갖는 것을 특징으로 하는, 내충돌성이 우수한 선체 구조.
- [0017] (4) 또한, 상기 고연성 강판이 사용된 상기 내판에 대항하는 외판의 일부 부위 또는 상기 외판의 전체 부위에, 상기 고연성 강판을 사용한 선각 구조를 갖는 것을 특징으로 하는, 상기 (3)에 기재된 선체 구조.
- [0018] (5) 또한, 상기 고연성 강판이 사용된 상기 부위에 부수되는 보강재의 일부 또는 전부에, 상기 고연성 강판을 사용한 것을 특징으로 하는, 상기 (1) 내지 (4) 중 어느 하나에 기재된 선체 구조. 또한, 본 발명에 있어서의 보강재란, 외판 및 내판을 포함하는 선체를 구성하는 판재의 휨·변형을 억제하기 위한 모든 부재의 총칭으로, 예를 들어 더블 헐의 경우, 외판의 면 내·면 외의 휨을 억제하기 위한 부재(론지)를 말하며, 예를 들어 싱글 헐의 경우, 면 외의 휨을 억제하는 부재 외에도, 주로 외판의 면 외로의 휨을 억제하기 위한 부재(골재)를 의미한다.
- [0019] (6) 또한, 스트링거의 일부 또는 전부에, 상기 고연성 강판을 사용한 것을 특징으로 하는, 상기 (1) 내지 (5) 중 어느 하나에 기재된 선체 구조.
- [0020] (7) 또한, 어퍼 덱의 일부 또는 전부에, 상기 고연성 강판을 사용한 것을 특징으로 하는, 상기 (1) 내지 (6) 중

어느 하나에 기재된 선체 구조.

- [0021] (8) 또한, 빌지의 일부 또는 전부에, 상기 고연성 강판을 사용한 것을 특징으로 하는, 상기 (1) 내지 (7) 중 어느 하나에 기재된 선체 구조.
- [0022] (9) 또한, 트랜스의 일부 또는 전부에, 상기 고연성 강판을 사용한 것을 특징으로 하는, 상기 (1) 내지 (8) 중 어느 하나에 기재된 선체 구조.
- [0023] (10) 상기 고연성 강판의 판 두께는, 12mm 초과 또한 50mm 이하인 것을 특징으로 하는, 상기 (1) 내지 (9) 중 어느 하나에 기재된 선체 구조.
- [0024] (11) 선측부의 외판 중에서, 파구를 억제할 필요가 있는 부위를 특정하고, 당해 부위에 사용하는 강판에, 국제 선급협회연합(IACS)의 통일 규격(Unified Requirement W11 Rev. 8 2014)으로 규정된 전체 신장의 값의 1.4배 이상의 전체 신장이 사양으로서 부과되고 또한 상기 사양을 만족한 것이 확인된 고연성 강판을 사용하는 것을 특징으로 하는, 선체 구조의 설계 방법.
- [0025] (12) 또한, 상기 고연성 강판이 사용된 상기 외판에 대향하는 내판 중에서, 파구를 억제할 필요가 있는 부위를 특정하고, 당해 부위에 사용하는 강판에, 상기 고연성 강판을 사용하는 것을 특징으로 하는, 상기 (11)에 기재된 선체 구조의 설계 방법.
- [0026] (13) 선측부의 내판 중에서, 파구를 억제할 필요가 있는 부위를 특정하고, 당해 부위에 사용하는 강판에, 국제 선급협회연합(IACS)의 통일 규격(Unified Requirement W11 Rev. 8 2014)으로 규정된 전체 신장의 값의 1.4배 이상의 전체 신장이 사양으로서 부과되고 또한 상기 사양을 만족한 것이 확인된 고연성 강판을 사용하는 것을 특징으로 하는, 선체 구조의 설계 방법.
- [0027] (14) 또한, 상기 고연성 강판이 사용된 상기 내판에 대향하는 외판 중에서, 파구를 억제할 필요가 있는 부위를 특정하고, 당해 부위에 사용하는 강판에, 상기 고연성 강판을 사용하는 것을 특징으로 하는, 상기 (13)에 기재된 선체 구조의 설계 방법.
- [0028] (15) 또한, 상기 고연성 강판이 사용된 상기 부위에 부수되는 보강재의 일부 또는 전부에 사용하는 강판에, 상기 고연성 강판을 사용하는 것을 특징으로 하는, 상기 (11) 내지 (14) 중 어느 하나에 기재된 선체 구조의 설계 방법.
- [0029] (16) 또한, 스트링거의 일부 또는 전부에 사용하는 강판에, 상기 고연성 강판을 사용하는 것을 특징으로 하는, 상기 (11) 내지 (15) 중 어느 하나에 기재된 선체 구조의 설계 방법.
- [0030] (17) 또한, 어퍼 텍의 일부 또는 전부에 사용하는 강판에, 상기 고연성 강판을 사용하는 것을 특징으로 하는, 상기 (11) 내지 (16) 중 어느 하나에 기재된 선체 구조의 설계 방법.
- [0031] (18) 또한, 빌지의 일부 또는 전부에 사용하는 강판에, 상기 고연성 강판을 사용하는 것을 특징으로 하는, 상기 (11) 내지 (17) 중 어느 하나에 기재된 선체 구조의 설계 방법.
- [0032] (19) 또한, 트랜스의 일부 또는 전부에 사용하는 강판에, 상기 고연성 강판을 사용하는 것을 특징으로 하는, 상기 (11) 내지 (18) 중 어느 하나에 기재된 선체 구조의 설계 방법.

발명의 효과

- [0033] 본 발명에 의하면, 대폭의 비용 상승 없이, 예를 들어 대형 선박의 충돌에 의한 선각의 파구의 발생이 억제되는, 내충돌성이 우수한 선체 구조의 제공이 가능하게 되어, 산업상의 공헌이 매우 현저하다.

도면의 간단한 설명

- [0034] 도 1은, 이중 선각 구조의 부재를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 2는, 도 1에 있어서의 선측부 저부를 확대한 도면이다.
- 도 3은, 유한요소법에 의한 해석의 충돌 시나리오를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 4는, 유한요소법에 의한 각 부재의 흡수 에너지 해석 결과의 일례를 설명하는 도면이며, 이중 선각 구조의 모든 부재가 종래 강인 경우의 각 부재의 흡수 에너지 비율을 나타내는 도면이다. 단, OS: 외판, IS: 내판, LongiWeb: 보강재 웹부, Longi Face: 보강재 플랜지 면부, Trans: 트랜스, STR: 스트링거, UPR: 어퍼 텍(상부

갑판), BILGE: 빌지, T.BHD: 트랜스 벌크헤드, S.BHD: 스와시 벌크헤드. 여기서, 보강재 웹부란 일반적으로 보강재를 구성하는 부분 중에서 보강재가 부수되는 외판 또는 내판에 수직인 부분을 말하며, 보강재 플랜지 면부란 일반적으로 보강재를 구성하는 부분 중에서 보강재가 부수되는 외판 또는 내판에 평행한 부분을 말한다.

도 5는, 유한요소법에 의한 각 부재의 흡수 에너지 해석 결과의 일례를 설명하는 도면이며, 이중 선각 구조의 외판, 내판 및 보강재가 고연성 강판인 경우의 각 부재의 흡수 에너지 비율을 나타내는 도면이다.

도 6은, 유한요소법에 의한 각 부재의 흡수 에너지 해석 결과의 일례를 설명하는 도면이며, 선체의 모든 부재가 고연성 강판인 경우의 각 부재의 흡수 에너지 비율을 나타내는 도면이다.

도 7은, 유한요소법에 의한 피충돌 선박의 흡수 에너지 해석 결과를 설명하는 도면이며, 내판에 파구가 발생할 때(화물유 유출이 발생할 때)까지 또는 충돌이 종료한 시점까지 피충돌 선박에서 흡수한 에너지량의 절댓값의 비교도이다.

도 8은, 유한요소법에 의한 내판의 손상의 해석 결과의 일례를 설명하는 도면이며, 통일 규격의 전체 신장의 값의 1.3배인 경우의 내판의 손상을 나타내는 도면이다.

도 9는, 유한요소법에 의한 내판의 손상의 해석 결과의 일례를 설명하는 도면이며, 통일 규격의 전체 신장의 값의 1.4배인 경우의 내판의 손상을 나타내는 도면이다.

도 10은, 유한요소법에 의한 내판의 손상의 해석 결과의 일례를 설명하는 도면이며, 통일 규격의 전체 신장의 값의 1.5배인 경우의 내판의 손상을 나타내는 도면이다.

도 11은, 유한요소법에 의한 내판의 손상의 해석 결과의 일례를 설명하는 도면이며, 이중 선각 구조의 외판, 내판 및 보강재가 통일 규격의 전체 신장의 값의 1.5배인 경우의 내판의 손상의 해석 결과를 나타내는 도면이다.

도 12는, 일중 선각 구조에 있어서의 유한요소법에 의한 해석의 충돌 시나리오를 설명하기 위한 모식도이다.

도 13은, 유한요소법에 의한 벌크 캐리어의 흡수 에너지 해석 결과를 설명하는 도면이며, 외판에 파구가 발생할 때까지 벌크 캐리어에서 흡수한 에너지량의 절댓값의 비교도이다.

도 14는, 유한요소법에 의한 외판의 손상의 해석 결과의 일례를 설명하는 도면이며, 벌크 캐리어의 외판 및 골재가 종래 강인 경우의 충돌 개시부터 1.4초 후에 있어서의 외판의 손상을 나타내는 도면이다.

도 15는, 유한요소법에 의한 외판의 손상의 해석 결과의 일례를 설명하는 도면이며, 벌크 캐리어의 외판 및 골재가 고연성 강판인 경우의 충돌 개시부터 1.4초 후에 있어서의 외판의 손상을 나타내는 도면이다.

도 16은, 유한요소법에 의한 외판의 손상의 해석 결과의 일례를 설명하는 도면이며, 벌크 캐리어의 외판 및 골재가 종래 강인 경우의 충돌 후 6초 후에 있어서의 외판의 손상을 나타내는 도면이다.

도 17은, 유한요소법에 의한 외판의 손상의 해석 결과의 일례를 설명하는 도면이며, 벌크 캐리어의 외판 및 골재가 고연성 강판인 경우의 충돌 후 6초 후에 있어서의 외판의 손상을 나타내는 도면이다.

도 18은, 벌크 캐리어에 충돌하는 VLCC의 한계 충돌 속도(벌크 캐리어에 파구가 발생하지 않는 한계 속도)의 비교도이다.

도 19는, 유한요소법에 의한 외판의 손상의 해석 결과의 일례를 설명하는 도면이며, 벌크 캐리어의 외판 및 골재가 종래 강인 경우의 충돌 종료 시에 있어서의 외판의 손상을 나타내는 도면이다.

도 20은, 유한요소법에 의한 외판의 손상의 해석 결과의 일례를 설명하는 도면이며, 벌크 캐리어의 외판 및 골재가 고연성 강판인 경우의 충돌 종료 시에 있어서의 외판의 손상을 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0035] 도 1 및 도 2에 도시한 바와 같이, 유조의 이중 선각 구조를 구성하는 주요한 부재는, 선측 외판(10)과 내판(11), 외판(10)과 내판(11)에 각각 부수되는 보강재(12, 13), 트랜스(14), 스트링거(15), 어퍼 텍(16) 및 빌지(17)이다. 본 발명자들은, 대형 원유 탱커(Very Large Crude oil Carrier, VLCC라고 함)의 충돌 사고를 상정하고, 이중 선각 구조의 부재 변형 및 변형에 의해 흡수되는 에너지를 유한요소법(FEM)에 의해 구하였다.

[0036] FEM에 의한 해석에서는, 도 3에 도시한 바와 같이, 충돌 선박이, 정지하고 있는 피충돌 선박($V_A=0\text{kt}$)의 선체의 중앙부 부근의 바로 옆 90도에서 12kt로 충돌하는 시나리오를 상정하였다. 해석은, 피충돌 선박의 속도(k_t)와

충돌 선박의 속도 $V_B(kt)$ 가 등속이 될 때까지 행하였다. 여기서, 1kt는, 1시간에 1해리(1852m) 진행하는 속도이다.

[0037] 이 12kt는 일본의 해상교통안전법 시행 규칙(1973년 3월27일 운수부령 제9호)으로 제정된 도쿄만의 나카노세 항로 등에서의 속력의 제한이다. 또한, 충돌 선박도 피충돌 선박과 동일한 VLCC로 하고, 충돌 선박의 재하 상태는, 초기 운동 에너지가 가장 크고, 또한 관성력의 영향이 큰, 만재 상태로 하였다. 이것은, 피충돌 선박에 있어서 가장 심각한 충돌 시나리오의 하나이다. 그리고, 피충돌 선박의 선체 모든 부재가 종래 강(전체 신장 17%)의 경우(케이스 1), 피충돌 선박의 외판, 내판 및 보강재(외판 부착 보강재 및 내판 부착 보강재, 이하 동일한)가 고연성 강판(전체 신장 27%)의 경우(케이스 2), 피충돌 선박의 선체 모든 부재가 고연성 강판의 경우(케이스 3)에 대하여, FEM에 의한 해석을 행하고, 각 부재의 흡수 에너지 비율을 구하였다. 또한, 케이스 1에 있어서의 전체 신장 17%는, 다음과 같이 결정하고 있다. 즉, 선박에 많이 사용되고 있는 강판은, 판 두께가 15mm 내지 20mm이며, 또한 후술하는 국제선급협회연합(IACS)의 통일 규격(Unified Requirement W11 Rev. 8 2014)에 있어서의 강도의 구분이 36이기 때문에, 당해 통일 규격으로 규정된 전체 신장 17%를 종래 강의 대푯값으로 하고 있다. 그리고, 고연성 강판을 사용한 선박의 흡수 에너지 등을 파악하기 위해서, 케이스 2 및 케이스 3에 있어서는, 종래 강의 전체 신장 17%의 1.4배에 해당하는 23.8%가 아니라, 고연성 강판의 제조의 편차를 고려하여, 고연성 강판의 평균적인 전체 신장을 27%로 가정해서 해석을 행하였다.

[0038] 케이스 1, 케이스 2 및 케이스 3의 해석에 있어서의, 이중 선각 구조의 부재 변형에 의해 흡수되는 에너지의 비율을 각각 도 4, 도 5 및 도 6에 도시한다. 도 5 및 도 6과 같이, 적어도, 외판, 내판 및 보강재에 고연성 강판을 적용한 경우, 이들 흡수 에너지의 비율의 합계(OS+IS+Longi Web+Longi Face)가 50%를 초과하는 것을 알 수 있다. 한편, 도 4와 같이, 모든 부재가 종래 강인 경우, 외판, 내판 및 보강재의 흡수 에너지 비율의 합계는 50% 이하로 된다. 따라서, 고연성 강판에 의해 에너지를 효율 좋게 흡수시키는 경우, 적어도 외판, 내판 및 보강재에 고연성 강판을 적용하는 것이 바람직하다고 생각된다. 또한, 도 4 내지 도 6에 있어서, 외판, 내판 및 보강재 중, 보강재란, Longi Web 및 Longi Face를 나타낸다. 또한, 외판, 내판 및 보강재의 흡수 에너지 비율의 합계 50%란, OS, IS, Longi Web 및 Longi Face에서 흡수한 에너지의 총합을 나타낸다. 고연성 강판을 적용함으로써, 그 높은 연성 효과에 의해 외판 및 내판의 파구 발생이 대폭 지연되게 된다. 내판에 파구가 발생하면 화물유가 해양에 유출되어 대규모 해양 오염이 되기 때문에, 내판 파구 발생까지 가능한 한 많은 충돌 에너지를 흡수하는 것이 중요해진다. 케이스 1, 케이스 2 및 케이스 3에 있어서, 내판 파구 발생까지 또는 충돌이 종료한 시점까지 피충돌 선박에서 흡수한 에너지의 절댓값의 비교를 도 7에 도시하였다. 케이스 3에서는 내판에 파구가 발생하지 않았으므로, 충돌이 종료한 시점까지 피충돌 선박이 흡수한 에너지를 나타낸다. 도 7로부터, 고연성 강판의 적용 부재 확대에 수반하여, 화물유 유출에 이르기까지의 에너지 흡수량을 대폭 향상시킬 수 있음을 알 수 있다.

[0039] 여기서, 케이스 3과 케이스 1의 흡수 에너지의 차(1816MJ)와, 도 4의 고연성 강판이 적용된 외판, 내판 및 보강재의 흡수 에너지 비율(50%=0.50)의 곱(908MJ)에, 케이스 1의 흡수 에너지(478MJ)를 더하여, 케이스 2의 흡수 에너지를 추정하면, 1386MJ로 된다. 이 값은, 유한요소법에 의한 해석에 의해 얻어진 흡수 에너지(1393MJ)(도 7의 케이스 2의 흡수 에너지)와, 거의 동일한 값이다. 이러한 점에서, 유한요소법에 의한 해석에 의해, 고연성 강판 적용율 100%과 0%의 흡수 에너지와, 도 4와 같은 고연성 강판 적용율 0%(종래 강 100%)의 부재마다의 흡수 에너지 비율을 미리 산출해 두면, 고연성 강판의 적용 부재를 변경한 경우의 흡수 에너지를 예측할 수 있음을 알 수 있다.

[0040] 선박의 건조 비용 등으로부터 고연성 강판의 적용 비율이, 미리 결정되어 있는 경우가 많다. 이와 같은 경우, 유한요소법에 의한 해석에 의해, 도 4와 같은 종래 강을 사용한 경우의 부재마다의 흡수 에너지 비율을 미리 구해 두면, 부재마다의 흡수 에너지 비율과 당해 부재의 중량 비율의 비로부터, 고연성 강판의 적용 부재의 우선도(경제성)를 평가할 수 있다. 즉, 이 비(=흡수 에너지의 비율/중량의 비율)가 높은 부재로부터 고연성 강판을 적용함으로써, 고연성 강판을 적용할 부재를 용이하게 결정할 수 있다.

[0041] 다음으로, 외판, 내판 외에도 각각에 부수되는 보강재, 트랜스, 스트링거, 상부 갑판 및 밑지에 종래의 국제선급협회연합(IACS)의 통일 규격(Unified Requirement W11 Rev. 8 2014)으로 규정된 전체 신장의 값의 1.3배, 1.4배 및 1.5배의 전체 신장을 갖는 강판을 사용한 경우의, 내판의 손상의 해석 결과를 각각 도 8, 도 9 및 도 10에 도시하였다. 도 8 내지 도 10은, 충돌 개시부터 6초 후의 도면이다. 또한, 도 8 내지 도 10은, 선체 내부의 화물유 탱크 내측으로부터 내판을 본 도면이며, 피충돌 선박의 우현 절반은 비표시로서 표시하고 있다. 도 8에 도시한 바와 같이, 전체 신장의 값이 1.3배인 경우, 내판에 파구(내판을 세로로 관통하는 균열)가 발생

하였다. 한편, 도 9 및 도 10에 도시한 바와 같이, 전체 신장의 값이 1.4배 이상이 되면 내판에는 파구가 발생하지 않았다. 또한, 도 8에서는, 탱크의 하부에 복수의 균열·손상이 있지만, 도 9 및 도 10에서는, 이들 복수의 균열·손상이 발생하지 않았음을 확인할 수 있다.

[0042] 또한, 통일 규격(Unified Requirement W11 Rev. 8 2014)으로 규정된 전체 신장의 값은 표 1과 같다. 표 1은, 판 두께와 Grade에 따라서, 사용하는 선재 재료가 만족해야 할 최소의 신장값을 규정하고 있다. 통일 규격에서는 Grade에 있어서의 알파벳(A, B, D, E 및 F)은 샤르피 충격 시험에서 요구되는 시험 온도의 차이를 나타내고, 숫자(32, 36 및 40)는 강도의 구분을 나타내고 있다. 고연성 강판은, 이들 표 1에서 나타내는 전체 신장의 규격값을 상회하는 신장을 가지므로 통일 규격을 만족하고 있다.

표 1

판 두께 (mm)	Grade	> 5		> 10		> 15		> 20		> 25		> 30		> 40	
		≤ 5	≤ 10	≤ 15	≤ 20	≤ 25	≤ 30	≤ 35	≤ 40	≤ 45	≤ 50	≤ 55	≤ 60	≤ 65	≤ 70
신장 %	A, B, D & E	14	16	17	18	19	20	21	22						
	A32, D32, E32 & F32	14	16	17	18	19	20	21	22						
	A36, D36, E36 & F36	13	15	16	17	18	19	20	21						
	A40, D40, E40 & F40	12	14	15	16	17	18	19	20						

시험편 : GL=200mm, W=25mm

[0043]

[0044] 이상의 해석 결과 및 제조 비용, 생산성을 고려하여, 본 발명의 선재 구조의 실시 형태는 다음과 같아진다.

[0045] 본 발명은, 선재부의 외판의 일부 부위 또는 상기 외판의 전체 부위에, IACS의 통일 규격으로 규정된 전체 신장의 값의 1.4배 이상의 전체 신장이 사양으로서 부과되고 또한 상기 사양을 만족한 것이 확인된 고연성 강판을 사용한 선재 구조이다. 또한, 상기 고연성 강판이 사용된 상기 외판에 대향하는 내판의 일부 부위 또는 상기 내판의 전체 부위에, 상기 고연성 강판을 사용하는 것이 바람직하다.

[0046] 또한 본 발명은 선재부의 내판의 일부 부위 또는 상기 내판의 전체 부위에, IACS의 통일 규격으로 규정된 전체 신장의 값의 1.4배 이상의 전체 신장이 사양으로서 부과되고 또한 상기 사양을 만족한 것이 확인된 고연성 강판을 사용한 선재 구조이다. 또한, 상기 고연성 강판이 사용된 상기 내판에 대향하는 외판의 일부 부위 또는 상기 외판의 전체 부위에, 상기 고연성 강판을 사용하는 것이 바람직하다.

[0047] 또한, 상기 고연성 강판이 사용된 상기 부위(외판, 내판)에 부수되는 보강재의 일부 또는 전부에, 상기 고연성 강판을 사용하는 것이 보다 바람직하다. 또한, 스트링거의 일부 또는 전부에, 상기 고연성 강판을 사용하는 것이 보다 한층 바람직하다. 또한, 어퍼 데크의 일부 또는 전부에, 상기 고연성 강판을 사용하는 것이 보다 한층 바람직하다. 또한, 빌지의 일부 또는 전부에, 상기 고연성 강판을 사용하는 것이 보다 한층 바람직하다. 또한, 트랜스의 일부 또는 전부에, 상기 고연성 강판을 사용하는 것이 보다 한층 바람직하다.

[0048] 도 7로부터, 상기 고연성 강판을 적용하는 부재가 증가함에 따라서, 에너지 흡수량의 절댓값이 늘어나는 것을 알 수 있다. 이상으로부터, 1개라도 많은 부재에 상기 고연성 강판을 적용하는 것이 바람직하다. 그러나, 경제성 및 효율적 에너지 흡수의 관점에서는, 외판, 내판 및 보강재에 우선 적용하는 것이 바람직하다. 이 경우, 내판에 부수되는 보강재료의 적용은 멈추고, 외판, 내판 및 외판에 부수되는 보강재에 적용하는 변형이나 외판 및 내판에 상기 고연성 강판을 적용하는 변형도 있을 수 있다. 외판 및 내판 중 어느 한쪽만을 상기 고연성 강판으로 하는 경우에는, 외판의 에너지 흡수량이 내판의 흡수 에너지량보다 높기 때문에, 내판보다 외판을 상기 고연성 강판으로 하는 것이 보다 바람직하다. 그러나, 내판에만 상기 고연성 강판을 사용하는 것을, 방해하는 것이 아니다. 또한, 선저 구조, 선수 구조, 선미 구조에 고연성 강판을 사용해도 된다. 또한, 상부 구조(브리지 등)에 고연성 강판을 사용해도 된다.

[0049] 응력 변형 곡선에 있어서, 균일 신장 이후에도 에너지 흡수는 크므로, 본 발명에서는, 최종적인 파구를 억제하기 위해서, 부재에 사용하는 강재의 전체 신장을 고려한다. 상기 고연성 강판을, 외판, 내판 및 보강재에 적용하면, 일반적인 항만 내에서의 제한 속도인 12노트에서의 측면 충돌로 내판에 파구가 발생하지 않는다. 이와

같이, 상기 고연성 강판의 적용 부재를 한정하는 것은, 경제적으로도 합리적이다.

[0050] 이와 같이 본 발명은 IACS의 통일 규격으로 규정된 전체 신장의 값의 1.4배 이상의 전체 신장이 사양으로서 부과되고 또한 상기 사양을 만족한 것이 확인된 고연성 강판을 사용하는 것이지만, 고연성 강판의 품질 관리상, 상기 고연성 강판의 현실적인 제조 목표로서는 1.5배 또는 1.5배 이상으로 해도 된다. 상기 고연성 강판의 전체 신장 평균은, IACS의 통일 규격으로 규정된 전체 신장의 값의 1.5배 정도 또는 1.5배 이상으로 간주할 수 있다. 후술하는 실시예에 있어서는, 본 발명으로서, 이 1.5배를 사용한 예를 나타내고 있다. 또한, 상기 고연성 강판의 전체 신장의 사양으로서, IACS의 통일 규격으로 규정된 전체 신장의 값의 1.4배 이상이 아니라 보다 높은 값, 예를 들어 1.5배 이상 또는 27% 이상으로 하여도 지장이 없다.

[0051] 또한, 전체 신장의 값은, 시험편에 의존하는 것이 알려져 있다. IACS의 통일 규격으로 규정된 전체 신장의 값은, GL(표점 간 거리)=200mm, w(폭)=25mm의 평형 시험편에 의한 것이다. 이 시험편 이외를 사용하는 경우에는, 공지된 방법, 예를 들어 일본 해사협회의 강선 규칙 K편 2장의 2.2.2 및 표 K. 2.2로부터 하기 수학적 식 1의 환산식을 이용하여도 된다.

수학적 식 1

$$n = 2.0 \times E \times \left(\frac{\sqrt{A}}{L} \right)^{0.4}$$

[0052]

[0053] 여기서, n: 임의의 시험편을 사용한 경우의 전체 신장, E: GL(표점 간 거리)=200mm, w(폭)=25mm의 평형 시험편을 사용한 경우의 전체 신장, A: 임의의 시험편의 단면적, L: 임의의 시험편의 표점 간 거리이다.

[0054] 본 발명은, 대형 선박 외에 소형 선박에도 적용 가능하지만, 특히 대형 선박에 적용한 경우에 효과가 크다. 이러한 대형 선박에 사용되는 강판은, 그 판 두께가 12mm보다 크고, 또한 50mm 이하이다. 예를 들어 외판이나 내판에는 12mm 초과 50mm 이하의 강판이 많이 사용되고, 또한 보강재에는 12mm 초과 30mm 이하의 강판이 많이 사용된다. 따라서, 본 발명에서 사용되는 상기 고연성 강판의 판 두께는, 12mm 초과 또한 50mm 이하인 것이 바람직하다. 다시 말하자면, 이들 대형 선박에 사용되는 강판(특히, 외판)의 판 두께는 20mm 초과인 것이 특히 많으며, 본 발명에서 사용되는 상기 고연성 강판은, 그 적용 범위를 판 두께 20mm 초과와 부재로 제한해도 된다. 또한, 강판은, 원칙적으로, 표 1에 기재된 Grade에 상당하는 각 선급협회의 항복 강도가 235MPa 이상급(IACS의 Normal Strength Steel), 315MPa 이상급(IACS의 강도 구분 32), 355MPa 이상급(IACS의 강도 구분 36), 390MPa 이상급(IACS의 강도 구분 40)의 선체 구조용 강판으로 한다. 강판의 인장 강도는, 원칙으로서, 400MPa 이상 660MPa 이하로 한다.

[0055] 본 발명의 효과는, 효과가 특히 큰 VLCC로 구체적으로 나타내었지만, 예를 들어 도 5에서 도시한 바와 같이, 외판만이라도 충돌 시의 흡수 에너지에 30% 가까이를 담보하는 것과, 외판의 흡수할 수 있는 에너지량의 절댓값을 고려하면, 파구 후, 침몰까지의 시간이 짧아, 동일하게 충돌 안전성이 엄격하게 문제되는 벌크 캐리어(광석 운반선) 등의 일중 선각 구조(싱글 헐)에 적용하여도, 파구 억제 효과의 발휘하는 것이다. 또한, 본 발명의 청구범위에 있어서는, 외판과 내판이라는 2개의 부재를 구별하고 있다. 일중 선각 구조의 경우, 외판은 내판이기도 하다고 간주하기(반대로, 내판은 외판이기도 하다고 간주하기) 때문에, 일중 선각 구조의 경우도 본 발명의 기술적 범위 내이다. 또한 말할 필요도 없이, 이와 같은 벌크 캐리어 등의 피충돌 시의 파구에 의해 기름 누설이 염려되는 그 연료유 탱크부[선체가 기본적으로 일중 선각 구조라도, 대부분의 경우, 당해 연료유 탱크부는, 외판과 내판으로 둘러싸인(국부적인) 이중 선각 구조로 되어 있음]에 적용하면, 파구를 억제하고, 기름 누설의 억제 효과를 갖는다. 또한, 일중 선각을 갖는 선박에서도, 상기 고연성 강판을 사용한 경우, 배속, 충돌 각도에 의존하지만, 충돌 시에 파구를 발생하지 않을 가능성은 높아진다. 바꾸어 말하면, 선각에 파구를 발생하지 않는 충돌 속도를 인상할 수 있다. 또는 충돌 시에 파구가 발생했다고 해도, 그 파구를 매우 작게 할 수 있다. 이로 인해, 충돌 안전성을 향상시킬 수 있다.

[0056] IACS의 통일 규격으로 규정된 전체 신장의 값의 1.4배 이상이라는 전체 신장은 매우 높은 값이며, 이 높은 전체 신장을 만족하는 특수한 제조 방법에 의해 강판을 제조하지 않으면 만족시킬 수 없는 레벨이다. 그러나, 전체 신장의 값은, 어느 정도의 편차가 있다. 이로 인해, 통상의 제조 방법에 의해 강판을 제조했을 때, 우연히

IACS의 통일 규격으로 규정된 전체 신장의 값의 1.4배 이상인 전체 신장 특성을 갖는 강판이 만들어지고, 그 강판이 (의도하지 않은) 우연히 선각 구조에 사용되는 케이스가, 생각된다. 그러나, 이와 같은 케이스는, 본 발명의 기술적 범위에 속하지 않는다. 본 발명을 실시하기 위해서는, 파구를 억제할 필요가 있는 선측 강판 부재를 특정하고, 당해 부재에 사용하는 강판에, 상기 고연성 강판을 사용할 필요가 있다. 특히 외판 또는 내판에 있어서는 파구를 억제할 필요가 있는 부위까지 특정하고, 당해 부위에 사용하는 강판에, 상기 고연성 강판을 사용할 필요가 있다. 구체적으로는, 강판 사양서 등에서 IACS의 통일 규격으로 규정된 전체 신장의 값의 1.4배 이상인 전체 신장의 값이 요구되고, (그 사양서에 합치하도록 제조되고, 그 후의 인장 시험에 의해 측정된) 전체 신장이 IACS의 통일 규격으로 규정된 전체 신장의 값의 1.4배 이상인 것이 확인된 강판만을 사용하는 것을 의도하고 있다. 즉, 파구를 억제할 필요가 있는 부재를 특정하고, 당해 선측 강판 부재에 사용하는 강판에, IACS의 통일 규격으로 규정된 전체 신장의 값의 1.4배 이상인 전체 신장을 갖는 것을 사양으로서 부과되고 또한 상기 사양을 만족한 것이 확인된 고연성 강판을 사용하는 선체 구조의 설계 방법을 의도하고 있다. 이와 같은 의도한 선체 구조의 설계 방법의 결과, 이러한 IACS의 통일 규격으로 규정된 전체 신장의 값의 1.4배 이상인 것이 확인된 강판만이, 선각 구조가 특정한 선측 강판 부재(파구를 억제할 필요가 있는 부재)에 사용된 선각 구조를 갖는 것을 특징으로 하는, 선체 구조를 얻을 수 있다.

[0057] 또한, 선체 구조에 사용되는 강판은, IACS의 통일 규격에 준거한 각 선급협회의 규격을 만족할 필요가 있다. 이로 인해, 각 선급협회의 규격으로 규정된 빈도로 인장 시험이 행해진다. 통상, 그 시험 결과가, 강제 사양서 등을 만족하는 강판만이 각 제철 회사의 검사에 합격이라고 판정되고, 그 인장 시험 결과 등이 강제 검사 증명서 등에 기재된다. 강제 검사 증명서 등은, 각 선급협회의 검사원의 확인을 받은 다음, 제철 회사로부터 발주한 조선 회사로 인도된다.

[0058] 본 발명에 있어서, 「IACS의 통일 규격으로 규정된 전체 신장의 값의 1.4배가 사양으로서 부과되고」라 함은, 강판 사양서 등에서, IACS의 통일 규격으로 규정된 전체 신장의 값의 1.4배 이상의 전체 신장의 값이 요구되는 것을 의도하고 있다. 조선 회사와 제철 회사의 강제 거래 등의 컴퓨터 처리화가 진행되고 있어, 강판 사양서 등의 서면의 송부 등을 행하지 않는 경우도 많다. 본 발명에 있어서는, 데이터의 전송 등의 서면에 의하지 않는 방법에 의해, 사양으로서 부과되어도 된다. 또한, 「상기 사양을 만족한 것을 확인할 수 있다」라 함은, 적어도 각 선급협회의 규격으로 규정된 빈도로 인장 시험이 행해지고, 각 제철 회사의 검사에 의해, 그 결과로 측정된 전체 신장의 값이 IACS의 통일 규격으로 규정된 전체 신장의 값의 1.4배 이상인 것이 확인되는 것을 의도하고 있다. 이 확인은, 일반적으로는, 각 제철 회사 내의 컴퓨터 시스템에 의해 행해진다(예를 들어, 시험 결과가 강판 사양서 등의 요구값을 만족하였는지 여부가, 컴퓨터 시스템에 의해 판정된다).

[0059] 파구를 억제할 필요가 있는 선측 강판 부재(외판 또는 내판에 있어서는 파구를 억제할 필요가 있는 부위)는, 선각 구조의 설계자의 내충돌 안전성에 대한 사고 방식에 의하지만, 선박의 종류에 크게 의존한다. 예를 들어, 벌크 캐리어에 있어서는, 밸러스트 탱크가 아니라 선창이 외판 1매의 부위(즉, 내판이 없는 부위)를 파구를 억제할 필요가 있는 외판이라 특정하고, 당해 부위의 외판에 상기 고연성 강판을 사용해도 된다. 또는, 연료 탱크의 일부가 되는 외판이 있는 부위를, 파구를 억제할 필요가 있는 외판이라 특정하고, 당해 부위의 외판에 상기 고연성 강판을 사용해도 된다.

[0060] 또한, 예를 들어 탱크에 있어서는, 제품 기름(원유 탱크의 경우에는, 원유)이 저장되어 있는 탱크가 있는 부위(내판의 부위)에 대향하는 외판을, 파구를 억제할 필요가 있는 외판이라 특정해도 된다. 이 경우, 당해 부위는, 외판의 높이 방향 및 길이 방향으로 거의 전체 부위로 되고, 그 부위의 외판에 상기 고연성 강판을 사용하게 된다. 선각 설계자의 내충돌 안전성에 대한 사고 방식에 따라 다르지만, 상기 고연성 강판을 사용한 상기 외판에 대향하는 내판에도, 상기 고연성 강판을 사용해도 되고, 상기 외판 및 상기 내판에 부수되는 보강재의 일부 또는 전부에, 상기 고연성 강판을 사용해도 된다.

[0061] 또한, 예를 들어 구형 탱크 방식의 LNG선에 있어서는, LNG가 저류되어 있는 구형 탱크가 가장 근접하는 선측 외판의 부위를, 파구를 억제할 필요가 있는 외판으로 특정해도 된다. 이 경우, 탱크는 구형이기 때문에, 당해 부위는, 평면에서 볼 때 및 측면에서 볼 때에 있어서 탱크 전체를 커버하는 부분일 필요는 없으며, 탱크가 가장 근접하는 부분만이어도 된다. 그리고, 특정된 부위의 외판에 상기 고연성 강판을 사용해도 된다. 필요에 따라서, 구형 탱크가 가장 근접하는 선측 외판의 주변 부위도, 파구를 억제할 필요가 있는 외판이라 특정해도 된다.

[0062] 또한, 선박의 종류에 의하지 않고, 상기 외판, 상기 내판 및 상기 보강재에 추가하여, 스트링거의 일부 또는 전부, 어퍼 데크의 일부 또는 전부, 빌지의 일부 또는 전부, 트랜스의 일부 또는 전부에, 상기 고연성 강판을 사용해도 된다.

- [0063] 이상의 방법은, 선각의 설계 도면으로부터, 파구를 억제할 필요가 있는 부재를 특정하는 방법이다. 유한요소법에 의한 각 부재의 흡수 에너지 해석을 행하여, 파구를 억제할 필요가 있는 부재를 특정해도 된다. 예를 들어, 종래 강(강)의 경우의 부재마다의 흡수 에너지 비율을 나타내는 도 4를 이용하여, 가장 흡수 에너지가 높은 외판을 파구를 억제할 필요가 있는 부재라 특정하고, 외판에 상기 고연성 강판을 사용해도 된다. 또한, 도 4 내지 도 7의 해석 결과와 각각의 건조 비용의 비교로부터, 외판 및 내판을 파구를 억제할 필요가 있는 부재라 특정하고, 외판 및 내판에 상기 고연성 강판을 사용해도 된다. 마찬가지로, 도 8 내지 도 10과 후술하는 도 11의 해석 결과와 각각의 건조 비용의 비교로부터, 외판 및 내판을 파구를 억제할 필요가 있는 부재와 특정한 다음에, 또한 외판 및 내판을 파구를 특히 억제할 필요가 있는 부재라 특정하고, 외판, 내판 및 각각에 부수되는 보강재에 상기 고연성 강판을 사용해도 된다.
- [0064] 이상, 첨부 도면을 참조하면서 본 발명의 바람직한 실시 형태에 대하여 설명하였지만, 본 발명은 이러한 예로 한정되지 않는다. 당업자라면 청구범위에 기재된 사상의 범주 내에서, 각종 변경에 또는 수정예에 상응할 수 있는 것은 명확하며, 그들에 대해서도 당연히 본 발명의 기술적 범위에 속하는 것이라고 이해된다.
- [0065] <실시예 1>
- [0066] 우선, 본 발명을 이중 선각 구조(더블 헐)에 적용한 경우의 효과에 대하여 설명한다. 도 1에 도시한 부재 중, 외판, 내판 및 각각에 부수되는 보강재에, 국제선급협회연합(IACS)의 통일 규격(Unified Requirement W11)으로 규정된 전체 신장의 값의 1.5배의 전체 신장을 갖는 강판을 사용한 경우를 상정하고, 도 3에 도시한 충돌 시나리오로 내판의 손상을 FEM으로 해석하였다. 그 결과, 도 11에 도시한 바와 같이, 내판의 균열 진전이나 대 파구에는 이르지 않은 것이 명백해졌다.
- [0067] <실시예 2>
- [0068] 다음으로, 본 발명을 일중 선각 구조(싱글 헐)에 적용한 경우의 효과에 대하여 설명한다. 본 발명자들은, VLCC가 싱글 헐의 벌크 캐리어에 충돌한 사고를 상정하고, 벌크 캐리어의 부재 변형 및 변형에 의해 흡수되는 에너지를 FEM에 의해 구하였다.
- [0069] FEM에 의한 해석에서는, 도 3에 도시한 바와 같이, VLCC가, 정지하고 있는 벌크 캐리어($V_A=0kt$)의 선체의 중앙부 부근의 바로 옆 90도에서 12kt로 충돌하는 심각한 시나리오를 상정하였다. 구체적으로는, 도 12에 도시한 바와 같이 VLCC의 선수를 일중 선각 구조의 벌크 캐리어의 외판(20)에 충돌시켜서, 충돌 후 6초까지 해석을 행하였다. 이 충돌 개소는 외판의 파구에 대하여 엄격한 충돌 위치로 상정된다. 또한, 도 12에서는, 벌크 캐리어의 우현 절반은 비표시로서 표시하고 있다.
- [0070] 그리고, 벌크 캐리어의 선체 모든 부재가 종래 강(전체 신장 17%)의 경우(케이스 4), 벌크 캐리어의 외판(20) 및 외판(20)에 부수되는 골재(21)가 고연성 강판(전체 신장 27%)의 경우(케이스 5)에 대하여, FEM에 의한 해석을 행하였다. 골재(21)는, 외판(20)에 부수되어 설치되고, 당해 외판(20)의 면 외의 힘을 억제하기 위한 보강재이다. 또한, 케이스 4에 있어서의 전체 신장 17%는, IACS의 통일 규격으로 규정된 전체 신장의 하한값이다. 그리고, 케이스 5에 있어서의 전체 신장 27%는, 케이스 4에 있어서의 전체 신장 17%의 1.5배에 상당한다.
- [0071] 케이스 4 및 케이스 5의 해석에 있어서, 외판 파구 발생까지 벌크 캐리어에서 흡수한 에너지의 절댓값의 비교를 도 13에 도시하였다. 도 13으로부터, 벌크 캐리어의 외판과 골재(보강재)에 고연성 강판을 적용함으로써, 외판의 파구 발생까지의 에너지 흡수량을 대폭 향상할 수 있는 것이 명백해졌다.
- [0072] 또한, 케이스 4 및 케이스 5의 해석에 있어서의 외판의 손상의 해석 결과를 도 14 내지 도 17에 도시하였다. 또한, 도 14 내지 도 17은, 벌크 캐리어의 외측으로부터 외판을 본 도면이다.
- [0073] 도 14 및 도 15는, 충돌 개시부터 1.4초 후에 있어서의 케이스 4 및 케이스 5의 도면이다. 도 14에 도시한 바와 같이, 외판과 골재(보강재)에 종래 강을 사용한 경우, 외판에 파구(외판을 세로로 관통하는 균열)가 발생하였다. 한편, 도 15에 도시한 바와 같이, 외판과 골재(보강재)에 고연성 강판을 사용한 경우, 외판에 파구가 발생하지 않았다.
- [0074] 도 16 및 도 17은, 벌크 캐리어의 속도(kt)와 VLCC의 속도 $V_B(kt)$ 가 등속이 되었을 때의 도면이며, 본 해석에서는 충돌 개시부터 6초 후의 도면이다. 도 16에 도시한 바와 같이, 외판과 골재(보강재)에 종래 강을 사용한 경우, 외판이 크게 손상되어 있다. 한편, 도 17에 도시한 바와 같이, 외판과 골재(보강재)에 고연성 강판을 사용한 경우, 외판에 파구가 발생하지만, 그 외판의 손상 정도는 종래 강을 사용한 경우에 비하여 작다. 이상으로

부터, 벌크 캐리어의 외판과 골재(보강재)에 고연성 강판을 적용함으로써, 외판의 파구 발생을 대폭 낮출 수 있고, 또한 그 파구를 작게 할 수 있음이 명백해졌다.

[0075] 또한 본 발명자들은, 도 13에 도시한 벌크 캐리어에서 흡수한 에너지에 기초하여, VLCC의 한계 충돌 속도를 산출하였다. 한계 충돌 속도는, 벌크 캐리어의 외판에 파구가 발생할 때의 속도이며, 바꾸어 말하면, 외판에 파구를 발생시키지 않는 한계의 속도이다.

[0076] 도 18은, 케이스 4 및 케이스 5에 있어서의 VLCC의 한계 충돌 속도의 추정값을 나타낸다. 케이스 4에서는, VLCC의 속도가 3kt를 초과하면 벌크 캐리어의 외판에 파구가 발생하지만, 케이스 5에서는, VLCC의 속도가 5kt까지 올라가도 벌크 캐리어의 외판에 파구가 발생하지 않았다. 이에 의해, 벌크 캐리어의 외판과 골재(보강재)에 고연성 강판을 적용함으로써, 한계 충돌 속도가 대폭으로 향상되는 것이 밝혀졌다.

[0077] 이 점, 본 발명자들은, VLCC가, 정지하고 있는 벌크 캐리어($V_A=0kt$)의 선체의 중앙부 부근의 바로 옆 90도에서 5kt로 충돌하는 시나리오를 상정하고, FEM에 의한 해석도 행하였다. 이 해석에서는, 전술한 도 12 내지 도 17에서 행한 해석과 비교하고, VLCC의 속도가 상이하지만, 그 밖의 조건은 동일하다.

[0078] 도 18 및 도 19는, 벌크 캐리어의 속도 $V_A(kt)$ 와 VLCC의 속도 $V_B(kt)$ 가 등속이 되었을 때의 도면이며, 본 해석에서는 충돌 개시부터 6초 후의 도면이다. 도 19에 도시한 바와 같이, 벌크 캐리어의 외판과 골재가 종래 강(전체 신장 19%)인 경우, 외판에 파구가 발생하였다. 한편, 도 20에 도시한 바와 같이, 벌크 캐리어의 외판과 골재가 고연성 강판(전체 신장 28.5%)인 경우, 외판에 파구는 발생하지 않았다. 또한, 해석을 행한 벌크 캐리어의 외판 등은, IACS가 강도의 구분이 36이며 또한 판 두께가 25mm 내지 30mm였다. 이로 인해, 표 1에 의해 종래 강의 전체 신장 19%로서, 고연성 강판의 전체 신장은 그 1.5배의 28.5%로서, 해석을 행하였다.

[0079] 고연성 강판의 적용 범위를 판 두께 20mm 초과와 부재로 제한하는 경우, 고연성 강판의 전체 신장은, 제조 변동을 고려해서 27%를 초과한 것이 바람직하다. 이 점은, 이중 선각 구조에 대해서도 마찬가지이다.

[0080] 여기서, 예를 들어 일본 선박 해양 공학회 강연회 논문집 제17호 논문 번호 2013A-GS10-4 「해난 심판청 재결록에 기초한 우리나라 연안의 선박 충돌 사고 데이터베이스 구축과 그 유형화에 대하여」에 기재된 데이터에 의하면, 충돌 선박의 속도가 5kt 이하에 있어서의 충돌 사고의 발생 빈도는 충돌 사고 전체의 약 20%이다. 본 데이터는, 벌크 캐리어 이외의 선박 종류도 포함하지만, 대체로, 대형의 벌크 캐리어에 대하여, 동일 정도의 발생 빈도를 가정하면, 벌크 캐리어의 외판과 골재(보강재)에 고연성 강판을 적용함으로써, 벌크 캐리어를 피충돌 선박으로 하는 사고의 약 20%의 충돌 사고에 있어서 외판에 파구가 발생하는 것을 억제할 수 있음을 알 수 있었다. 이것은 충돌에 의한 인명이나 적하의 손해 방지, 해양 환경의 보호를 고려하면, 충분히 경제 합리성에 적합하다.

[0081] 다음으로, Yasuhira Yamada, Hisayoshi Endo 및 Preben Terndrup Pedersen 등의 논문 「Effect of Buffer Bow Structure in Ship-Ship Collision」 International Journal of Offshore and Polar Engineering, Vol. 18 No. 2, 2008, p. 1-9로부터, 전술한 한계 충돌 속도의 산출 방법에 대하여 이하의 수학적 2 내지 수학적 4에 따라서 설명한다. 산출 조건으로서, 도 3에 도시한 바와 같이, 충돌 선박(B 선박)이 정지하고 있는 피충돌 선박(A 선박)의 선체의 중앙부 부근의 바로 옆 90도에서 충돌하는 것으로 한다. 한계 충돌 속도의 산출 시에서의 각 파라미터는 이하와 같다.

[0082] V_A : 피충돌 선박 속도(=0)

[0083] V_B : 충돌 선박 속도

[0084] M_A : 피충돌 선박 배수량(부가 수질량 포함)

[0085] M_B : 충돌 선박 배수량(부가 수질량 포함)

[0086] E_s : 충돌 종료까지 선체 운동 이외에서 피충돌 선박이 흡수한 에너지

[0087] 그리고, 충돌 직전 및 충돌 후에 있어서, 운동 에너지 보존칙 및 운동량 보존칙을 적용한다. 여기서, 한계 충돌 속도로 충돌한 경우에는, 충돌 후의 양 선박의 속도는 동등하게 V' 로 된다고 가정한다. 또한, 선체의 강체 회전 운동은 없는 것으로 한다. 이러한 경우, 운동 에너지 보존칙으로부터 하기 수학적 2가 도출되고, 운동량 보존칙으로부터 하기 수학적 3이 도출된다.

수학식 2

[0088]

$$\frac{1}{2}M_A V_B^2 = \frac{1}{2}(M_A + M_B)V'^2 + E_s$$

수학식 3

[0089]

$$M_A V_B = (M_A + M_B)V'$$

[0090]

상기 수학식 2과 수학식 3으로부터 V'를 소거하여, V_B에 대하여 풀면 하기 수학식 4가 얻어진다. 그리고, 이 수학식 4에 있어서의 E_s가, 한계 충돌 속도로 충돌한 경우에, 충돌 종료까지 선체 운동 이외에서 피충돌 선박이 흡수한 에너지 E_{s, cr}인 경우, 당해 E_{s, cr}에 기초하여 한계 충돌 속도 V_{B, cr}이 산출된다.

수학식 4

[0091]

$$V_B = \sqrt{2E_s \times \frac{M_A + M_B}{M_A M_B}}$$

[0092]

또한, 본 발명에서는 도 18에 도시한 한계 충돌 속도를 산출하는 데 있어서는, 피충돌 선박을 고정하고(M_A=∞), 상기 수학식 4를 하기 수학식 5에 간략화하여, 한계 충돌 속도 V_{B, cr}을 산출하고 있다.

수학식 5

[0093]

$$\lim_{M_A \rightarrow \infty} V_{B, cr} = \sqrt{\frac{2E_{s, cr}}{M_B}}$$

산업상 이용가능성

[0094]

본 발명은, 선체 구조에 있어서 우수한 내충돌성이 중요한 선박에 유용하다.

부호의 설명

[0095]

10: 외판

11: 내판

12: 외판에 부수되는 보강재

13: 내판에 부수되는 보강재

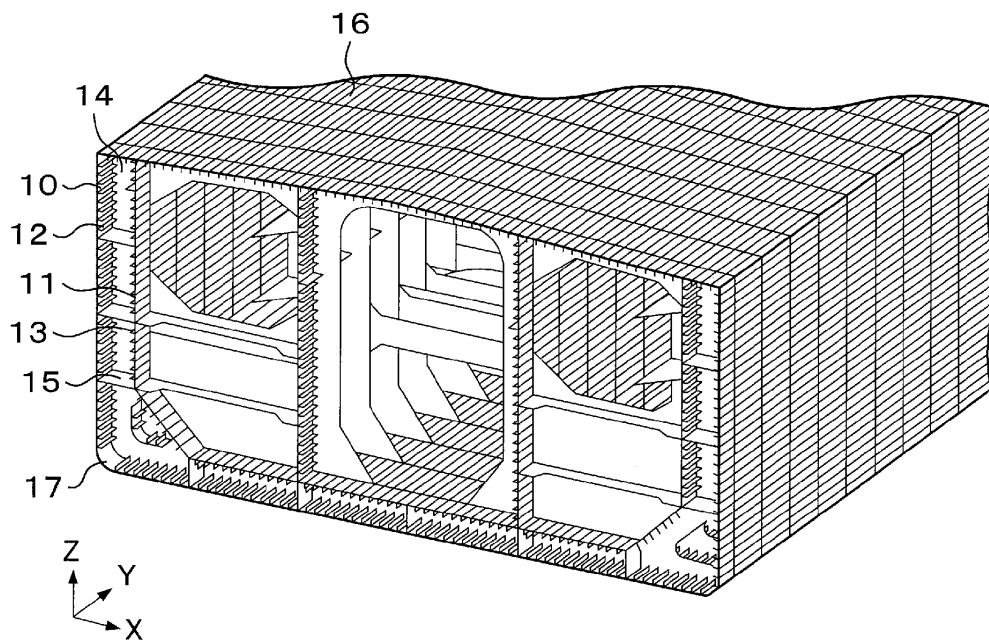
14: 트랜스

15: 스트링거

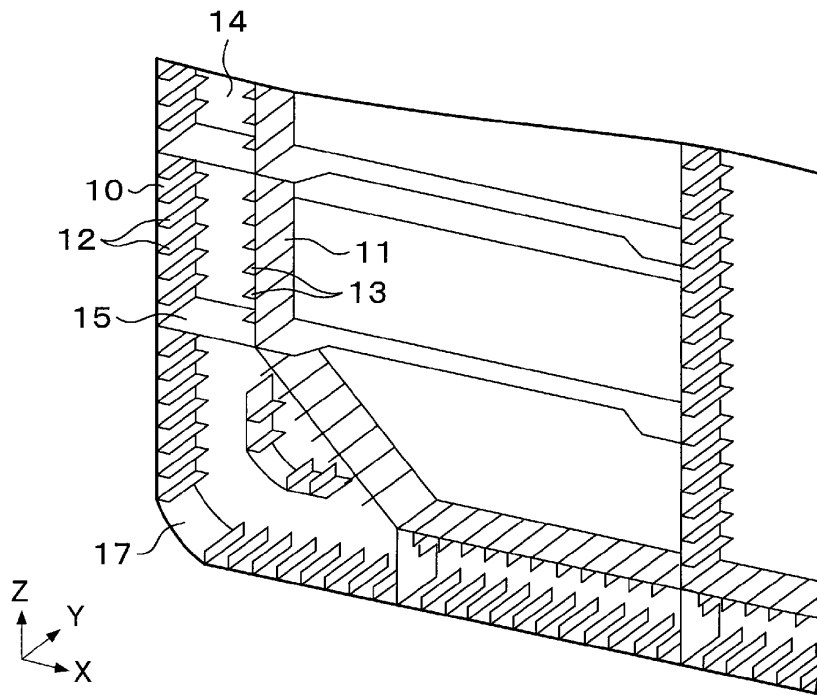
- 16: 어퍼 텍
- 17: 빌지
- 20: 외판
- 21: 골재(보강재)
- 22: 어퍼 텍
- 23: 보강재
- 24: 빌지
- 25: 트랜스

도면

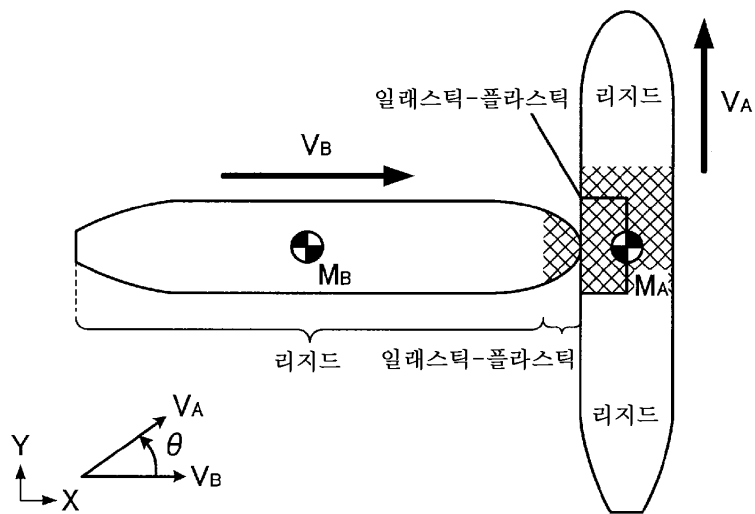
도면1



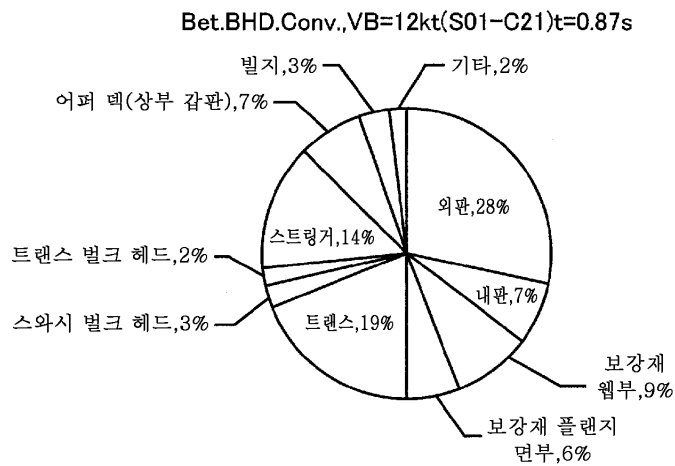
도면2



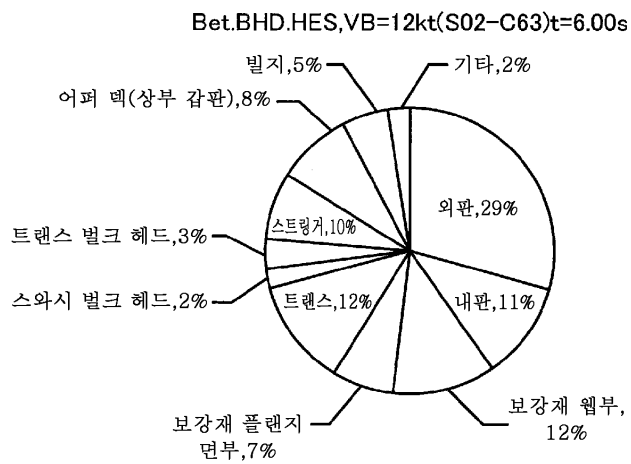
도면3



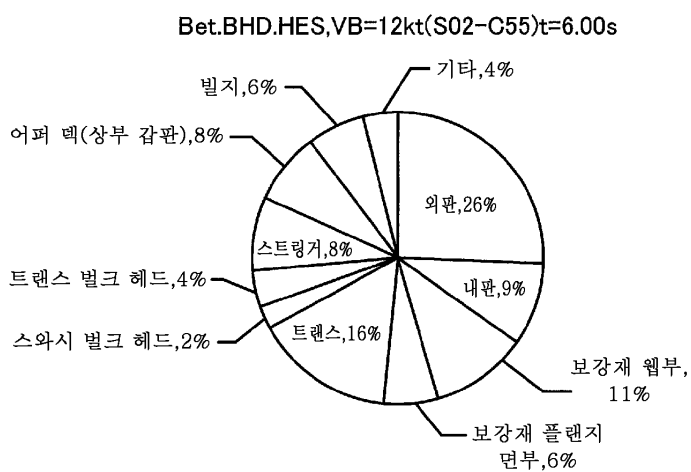
도면4



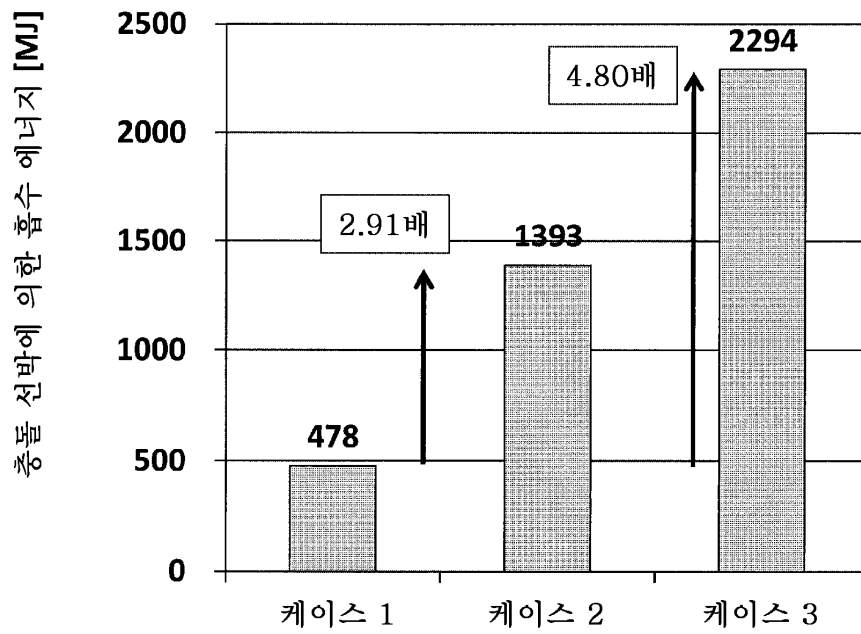
도면5



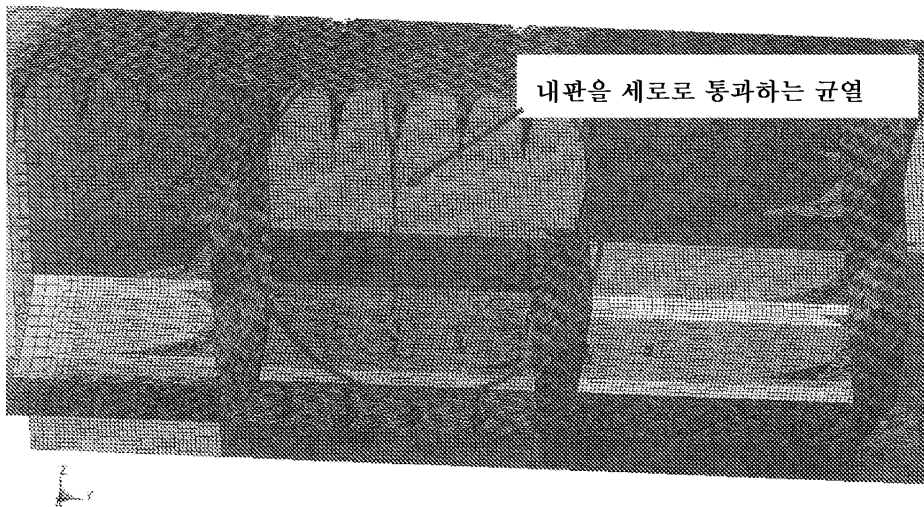
도면6



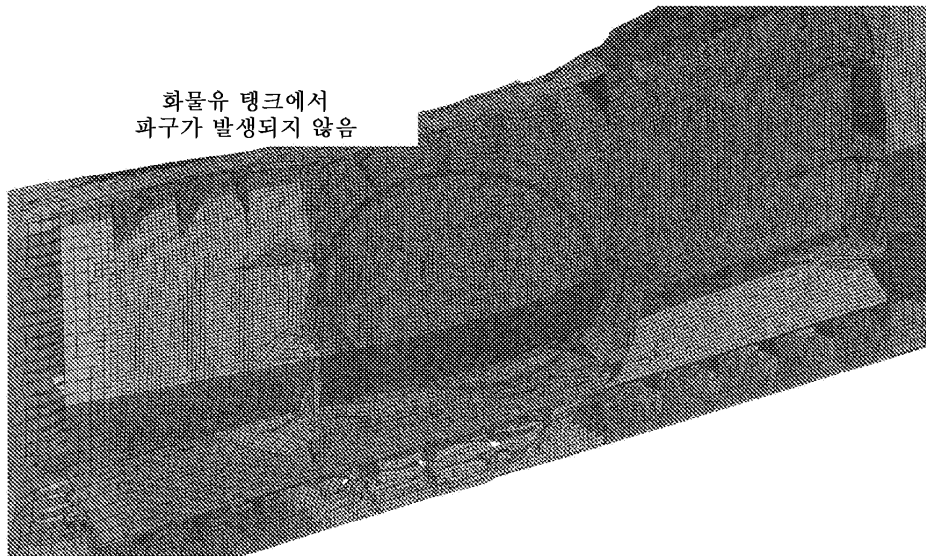
도면7



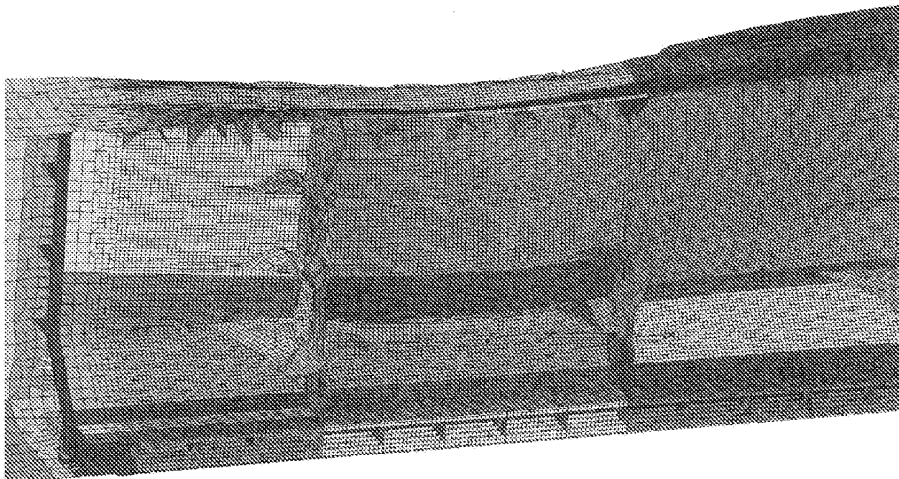
도면8



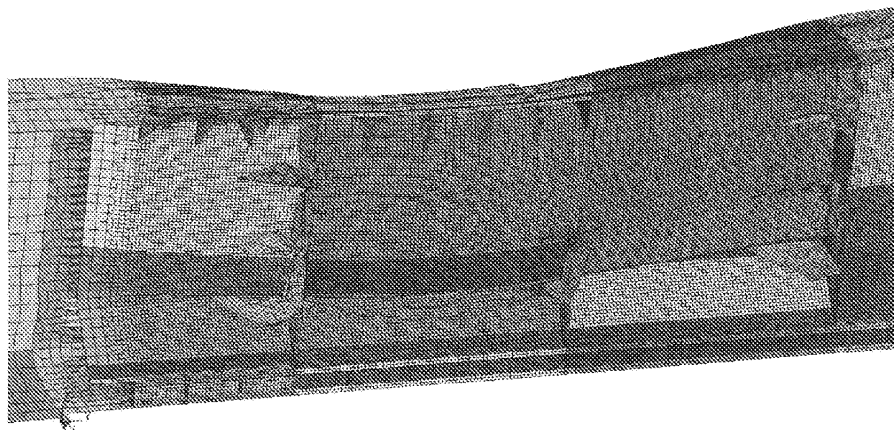
도면9



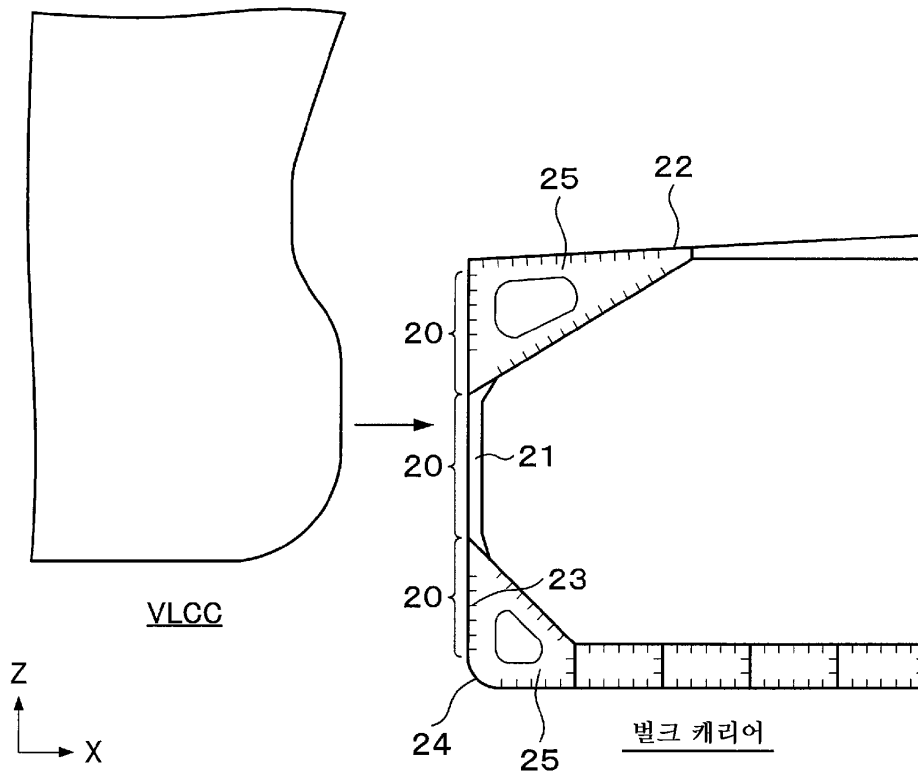
도면10



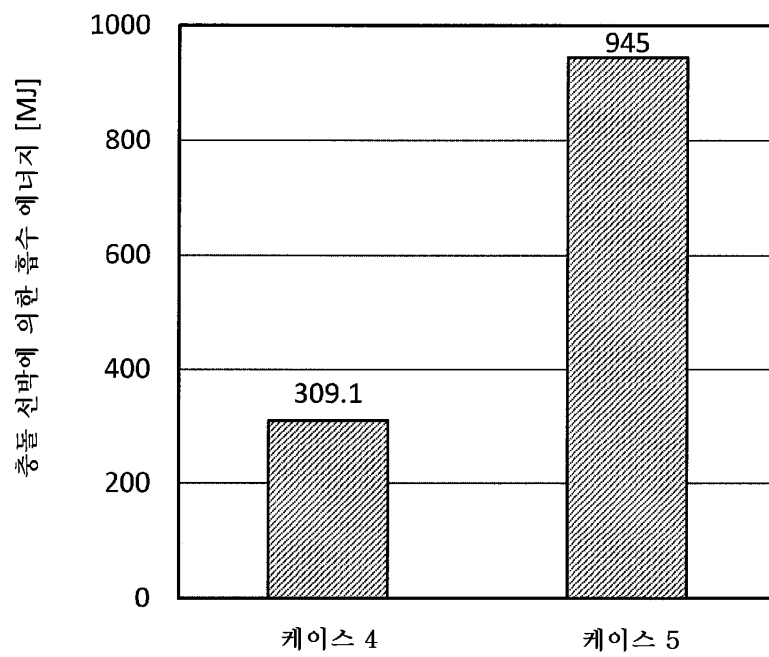
도면11



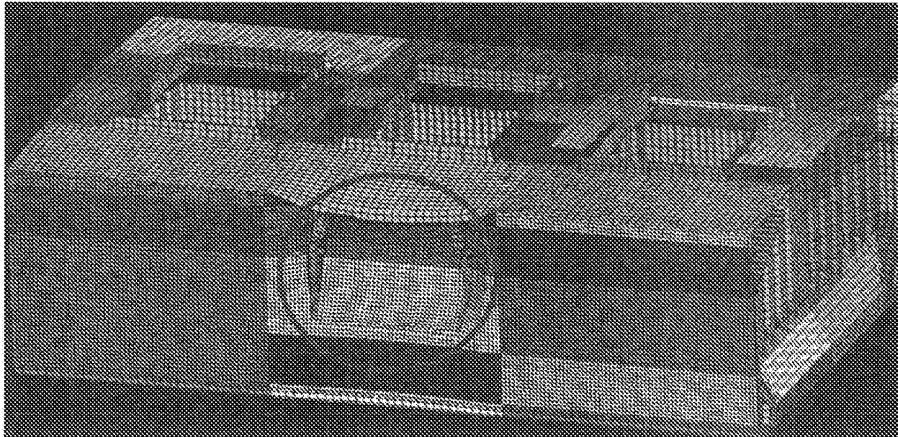
도면12



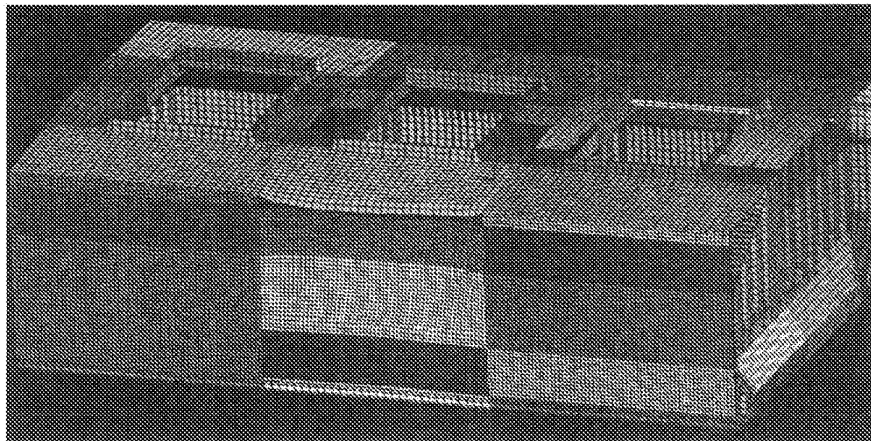
도면13



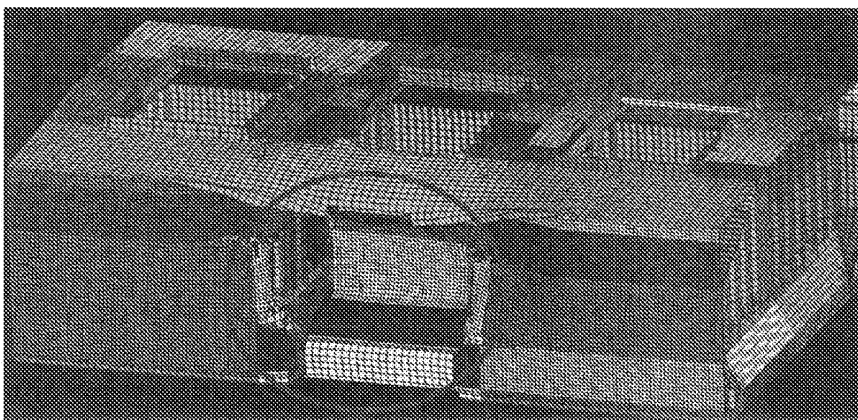
도면14



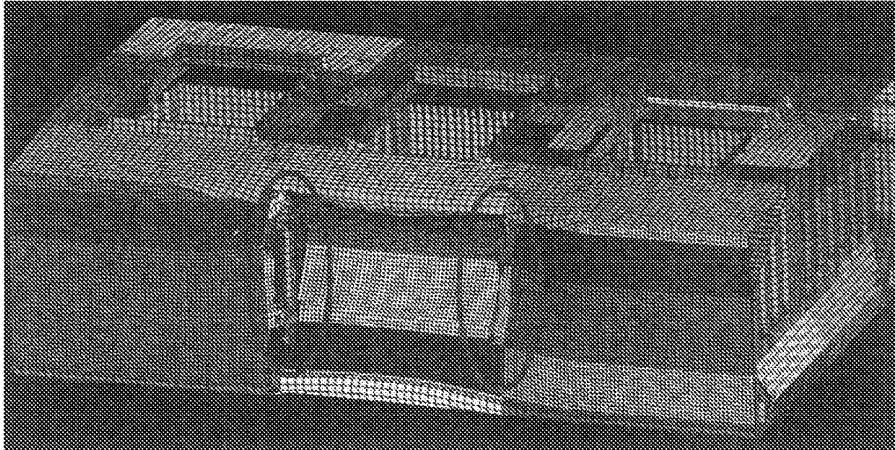
도면15



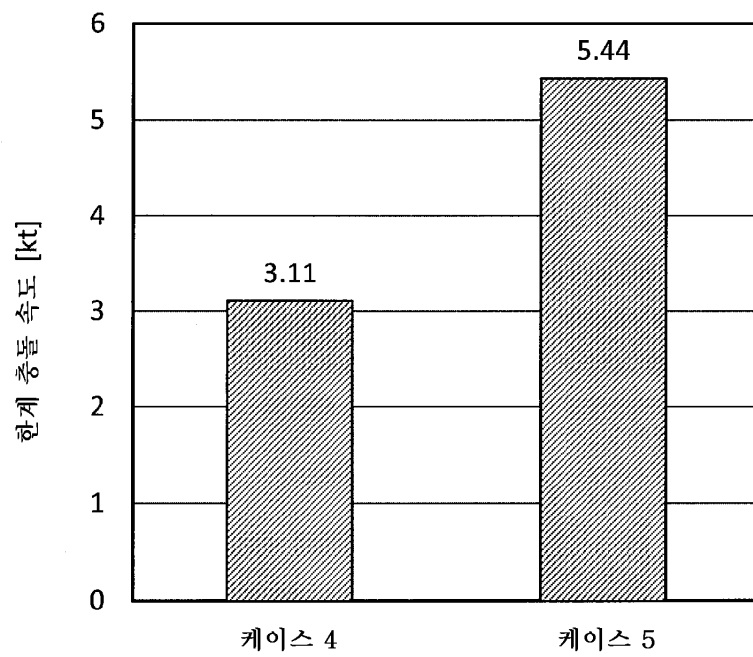
도면16



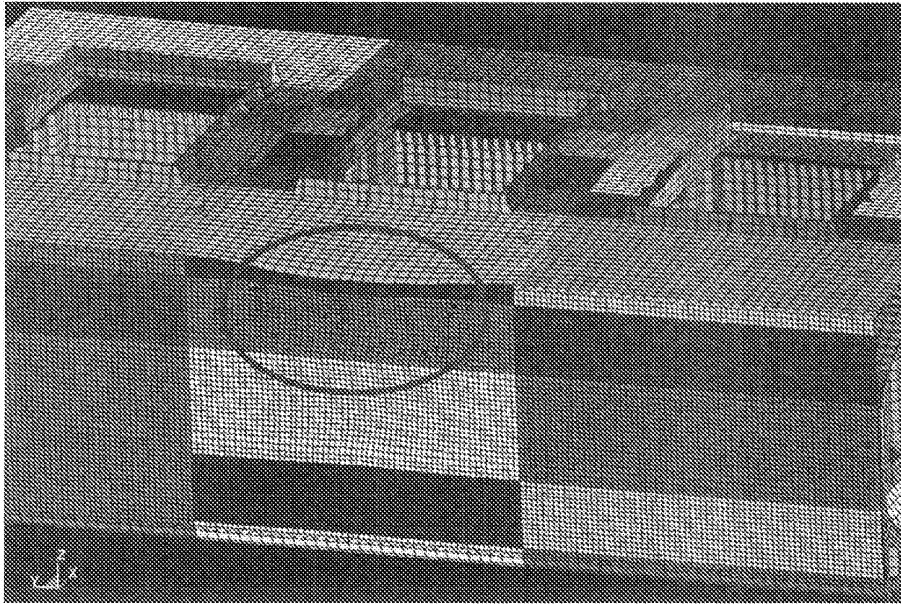
도면17



도면18



도면19



도면20

