

(19) 대한민국특허청(KR) (12) 특허공보(B1)

(51) Int. Cl.⁴
C22C 38/06
C22C 38/08

(45) 공고일자 1985년 12월 09일
(11) 공고번호 특 1985-0001766

(21) 출원번호	특 1981-0002028	(65) 공개번호	특 1983-0006458
(22) 출원일자	1981년 06월 05일	(43) 공개일자	1983년 09월 24일
(30) 우선권주장	76156 1980년 06월 06일 일본 (JP)		
(71) 출원인	신닛본 세의데쯔 가부시기가이샤 사이또오 에이시로오 일본국, 도오쿄오도 짜요다구 오오떼마찌 2쵸오메 6반 3고오		

(72) 발명자 사이또오 마꼬또
일본국, 가와사끼시 다카쓰구 노가와 71-1 사니하이쓰 606
와타나베 쓰네야스
일본국, 가마꾸라시 니시가마꾸라 2-14-1
가나야 켄
일본국, 사가미하라시 다까네 2-10-5
오오노 야스히데
일본국, 키타큐우슈우시 야와다니시구 이즈미가우라 2-9-16

(74) 대리인 신중훈

심사관 : 황우택 (특허공보 제1122호)

(54) 인을 함유한 고용접성 내해수성 강

요약

내용 없음.

대표도

도 1

명세서

[발명의 명칭]

인을 함유한 고용접성 내해수성 강

[도면의 간단한 설명]

유황함량과 용접균열 저항의 관계를 나타내는 그래프.

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 내해수성은 물론 높은 용접성을 가지는 저합금강, 특히 해수가 관여하는 부식 분위기와 대기가관여하는 다리같은 부식분위기에 사용되어 용접되는 구조물에 유용하다.

해수가 관여하는 부식분위기에 해수에 잠기는 해저 구조물에서의 부식분위기, 교대로 해수가 접촉하고 해수에 잠기는 해상구조물에서의 부식분위기, 높은 습기, 배의 밸러스트 탱크(ballst tank)가 노출되는 밀폐된 부식분위기와 다른 여러가지 부식분위기가 있다. 이들 부식분위기들 중에서, 밸러스트 탱크가 노출되는 부식분위기는 부식이 극도로 심하고, 종래의 내식성강 중에는 이 부식에 저항할만한 만족한 것이 발견되지 아니하였으며, 이 부식분위기에 대한 여러 시도와 연구는 쓸모가 없었다.

밸러스트 탱크는 교대로 해수로 채워치고 제거되거나, 때때로 50℃정도의 온도에 노출된다. 그러므로 밸러스트 탱크는 밀폐된 상태에서 높은 습기중에 놓이게 된다. 따라서 해수의 얇은 막이 밸러스트 탱크의 성분강판의 표면에 형성되고, 강표면에 충분한 산소가 공급되어 강판의 극심한 국부부식이 증진되며, 부식률은 때때로 연간 1mm이상의 부식속도에 이른다. 밸러스트 탱크의 부식은 배의 안전을 해치고, 배의 안정성을위한 결정적인 문제점으로 나타났다.

그동안 해변이나 해상위에 세워진 다리는 해수의 튀김에 의해 심하게 침식된다. 특히 다리 대들보의 하부표면이나 내부표면은 높은 습기에 노출되고, 많은 양의 염분이 표면위에 부착된다. 그러므로 이들 하부와 내부표면의 부식은 대들보의 다른 부분보다 몇배나 심하고, 해상다리의 수명과 안정성을 확고히 하기 위해 해결되어야 할 중대한 문제점이 되어 왔다.

해상구조물의 부식에 대한 대책에 대해 보통의 탄소강 위에 타르-에폭시 칠 피복같은 보호피복이 사용되어왔고, 해수에 잠기는 구조물 부위에 관하여는 Zn양극을 사용하는 음극부식조절이 폭넓게 사용되어 왔다. 그러나 이러한 방법은 칠피복의 수명이 짧고 주기적으로 수리를 해야 하기 때문에 만족할만한 부식보호를 제공하지 못하며, 음극 부식조절에 관하여는 전극이 주기적으로 대체되어야 할뿐만 아니라, 이는 해수 윗부분에는 거의 효과가 없다. 그러므로 경제적인 강을 사용하여 믿을 수 있고 효과적인 부식방지책과 우수한 내식성과 용접성을 가지는 것에 관해 연구를 하여 왔다.

종래의 내식성강들 중에서 0.2C-0.1P-0.5Cu-0.5Ni강 같은 상용의 내해수성강은 아주 우수한 부식저항을 가지고 있는 것으로 알려져 왔다. 그러나 이러한 종래의 내해수성강은 용접성이 나쁘고, 보통의 용접을 행할 때 용접균열에 아주 민감하다. 그러므로 이들 종래의 강은 선박건조나 이와 유사한 일 같은 용접되는 구조물을 위한 강재료로서 사용할 수가 없었다.

0.01-0.3%C, 0.25-6.0%Si, 0.07-1.0%P, 0.15-5.0%Cu, 0.30-2.0%Cr, 0.5% 이하의 Ni를 함유하는 내식성강은 일본특허 소 13-4411호에 나타나 있으며, 0.2% 이하의 C, 0.01-1.0%Si, 0.2-2.0%Mn, 0.10% 이하의 P, 0.20-0.60%Cu, 1.0% 이하의 Cr, 0.027-0.5%Ti, 0.05-0.5%Nb를 함유하는 유사한강은 일본특허소 38-8211호에 나타나 있다.

이들 종래의 강은 크롬, 인, 구리를 포함하고 기상과 해수부식에 대해 만족할만한 저항성을 제공하나, 이들 강은 높은 탄소함량과 크롬을 가지기 때문에 염분과 높은 습기의 대기중에서 낮은 내식성을 나타낸다. 더욱이 이들 종래의 강은 높은 탄소함량을 가짐에도 불구하고 이들의 질소와 유황함량에 관해 한정되지 않고 용접성과 인성이 좋지 않으며, 이로써 이들 강은 용접되는 구조물을 위한 양은 판재로서 실용적이 되지 못했다. 또한 일본특허소 50-808호에는 0.001-0.3%C, 0.01-1.0%Si, 0.1-0.5%Mn, 0.05-0.09%P, 0.15-1.0%Cu, 0.1-1.0%Ni, 0.01-1.0%의 Ti, Nb, Zr, V, Mo중의 하나로 구성되는 크롬을 함유하지 않는 강이 나타나 있다.

바로 전에 상술된 종래의 강은 높은 탄소함량(0.10% 이상)을 가지고 S와 N함량에 제한되지 않고, 따라서 이 강이 커다란 해상구조물로서 사용될 때 용접성과 인성이 만족할만하지 못하고 높은 염분과 습기를 포함하는 대기에서 충분한 내식저항을 제공할 수 없다. 그러므로 종래의 내식성강을 능가하는 우수한 용접성과내식성을 제공하고 커다란 용접될 구조물사용에 적합한 강을 개발하고자 하는 강력한 필요성이 있어 왔다.

상기의 필요성에 따라 일본특소 51-71817호와 소 52-123918호에 강이 제안되었다. 일본특허 소 51-71817호에 나타난 강은 Si-Mn-P-Cu-Cr-Ni-Al의 기본성분과 V, Nb, Ti, Zr같은 부가적인 요소를 가진다. 이 강은 내식성이 아주 좋으나, 비싼 Ni를 포함한다. 일본특허소 52-123918호에 나타난 강은 상기의 기본조성에 필수요소로 Ti와 Zr이 포함되고 0.002-0.015%N를 포함한다.

후술된 강은 질소첨가에 의해 큰열 입력용접에서 염의 영향을 받는 구역 특히 용접결합부 주위에 좋은 인성을 가지는 기상에 저항성있는 강으로써 유용하다. 이 강에서 용접금속간의 우수한 인성은 TiN과 ZrN의 형성에 의한 것이고, 이러한 목적으로 질소함량은 최소한 0.0048% 이상으로 유지되어야 한다.

또한, 본 발명가들은 일본특허 소 53-70911호에 나타난 밸러스트 탱크 등에 유용한 강을 제안하였다. 본강은 낮은 C-P-Mo의 기본조성을 가지며 높은 습도와 밀폐된 분위기에서 우수한 내식성을 제공하나 큰열입력 용접에 의한 용접금속에서 인성에 관하여는 좀더 개선되어야 한다.

전술된 종래의 제품을 기초로 하여 본 발명가들은 부식분위기하에서의 부식속도와 결과적인 강의 용접성에 관하여 여러 합금원소들의 영향을 폭넓게 연구하여 왔고, 인을 함유하는 강에서 종래의 강보다 비록 탄소와 질소함량이 극도로 낮아질지라도 대체적으로 높은 강도와 내식성을 얻을 수 있다는 것을 발견하였고, 질소를 포함하는 본래의 고인강에 오랫동안 숙고되어온 낮은 용접성은 탄소, 질소, 유황함량을 극도로 낮춤에 의해 해결될 수 있다는 것을 발견하였다. 이로써 본 발명가들은 최근의 진보된 제강술은 탄소, 질소, 유황함량을 낮출 수 있다는 것에 커다란 관심을 갖게 되었고, 따라서 저하된 질소, 유황함량을 가지는 강을 쉽게 제조할 수 있다. 본 발명가들은 N과 S함량이 극도로 낮아진 강에 대해 여러가지 연구를 행하였고 다음의 사실들을 발견하였다.

인은 오스테나이트에서 보다도 페라이트에서 더 큰 고체 용해도를 가져서 극히 낮은 탄소강의 고용체에 균일하게 분포되고, 퍼얼라이트구조를 함유하는 강에서 인 함량에 기인한 강의 취화는 용접시 세멘타이트와 N, P와 S사이의 상호작용에 기인하여 좀더 명백해져서 인과 유황을 포함하는 퍼얼라이트부는 취화균열과 용접균열의 장소가 된다. 그러나 퍼얼라이트부가감소될 때 페라이트와 탄화물 사이의 상호계면에서 크랙 발생 경향이 감소될 가능성이 있고, 질소와 유황함량을 극도로 저하시킴에 의해 인성분의 해로운 효과를 제거시킬 수 있다는 것을 알게 되었다.

본 발명의 목적은 기본 강 조성물로서 0.07%이하의 C, 1.0%이하의 Si, 2.5%이하의 Mn, 0.060-0.20%P, 0.005%이하의 S, 0.003-0.2%Al, 0.004%이하의 N과 잔부 Fe를 가지는 강인 해상과 해저의 용접된 구조물로 사용되는 우수한 용접성을 가지는 인을 함유하는 내해수성강을 제공하고자 함에 있다.

첨부도면을 참조로 하여 본 발명을 상세히 설명하고자 한다.

첨부도면에서 유황함량과 용접균열 저항사이의 관계는 0.04%C, 0.2%Si, 1.2%Mn, 0.07%P, 0.25%Cu, 0.02%Al, 0.003%N을 함유하는 강에 관하여 나타난 것이고, 용접균열 저항성은 유황함량을 저하시킴에 의해 현저히 개선된다는 것을 알 수 있을 것이다. 그러므로 강이 용접시 오스테나이트 구역까지 가열되고 급히 냉각될지라도 강은 P, N, S, C에 기인하여 용접금속의 냉간균열과 취화 민감하지는 못하나 오히려 강은 균열 입력 용접금속에서 큰 인성을 제공할 수 있다.

인은 종래에는 용접금속의 고온균열을 조장해 왔기 때문에 가능한 한 함량을 낮춰온 것이 공지의 사실이나, 본 발명가들은 인의 편석된 응고가 탄소, 질소, 유황함량을 극도로 낮춤에 의해 극히 감소될 수 있고, 이로써 강은 용접금속의 균열로부터 완전히 해방되었다. 이는 부분적으로 탄소함량이 0.1%이하일 때 Fe-P-저유황-C-저 N유형에서 응고반응은 철응고를 일으키고 여기에는 포정반응(包

晶反應)이 일어나지 않는 탓이다.

그러나 강주괴의 응고시 C, N, S의 편석에 기인하여 용접성과 용접결합 인성은 용강중에서 0.07% 이하 C, 0.004%이하의 N, 0.005% 이하의 S까지 각 성분함량을 낮춤에 의해 개선될 수 있다. 이로써 탄소, 망간 등의 편석을 일으킬 때에도 인은 균일하게 분포되고, 탄소함량이 0.07%이하, 질소함량이 0.004% 이하 그리고 유황함량이 0.005% 이하일 때, 용접금속과 열 영향구역의 고온균열 민감성과 용접결합 인성에 더 이상 해로운 영향을 끼치지 않는다.

또한 인은 고용체 강화에 의해 페라이트 매트릭스를 강화시키는 매우 효과적인 원소로 알려져 있고, 본 발명가들은 인의 용접성에 대한 해로운 효자가 제거될 때, 탄소의 낮은 함량에 관계없이 인의 함량을 증가시킴에 의해 대체적으로 높은 강도를 얻을 수 있다.

또한 낮은 퍼얼라이트부를 가지는 강은 페라이트와 퍼얼라이트와 관련된 국부적인 전기화학 작용으로부터 자유롭고 인함량은 페라이트의 부식저항을 현저하게 증진시킨다.

그러므로 본 발명에 따른 강조성은 용접될 구조물 재료로 사용될 때 종래의 내식성강보다 우수한 부식저항과 만족할만한 용접성을 제공한다.

본 발명에 따른 강조성은 표 1에 나타난 바와 같이 8개의 그룹으로 분류된다.

[표 1]

본 발명강의— 성분 범위(%)

	1	2	3	4	5	6	7	8
C	≤0.07	≤0.07	≤0.07	≤0.07	≤0.07	≤0.07	≤0.07	≤0.07
Si	≤1.0	≤1.0	≤1.0	≤1.0	≤1.0	≤1.0	≤1.0	≤1.0
Mn	≤2.5	≤2.5	≤2.5	≤2.5	≤2.5	≤2.5	≤2.5	≤2.5
P	0.06—0.20	0.06—0.20	0.06—0.20	0.06—0.20	0.06—0.20	0.06—0.20	0.06—0.20	0.06—0.20
S	≤0.005	≤0.005	≤0.005	≤0.005	≤0.005	≤0.005	≤0.005	≤0.005
Al	0.003—0.2	0.003—0.2	0.003—0.2	0.003—0.2	0.003—0.2	0.003—0.2	0.003—0.2	0.003—0.2
N	≤0.004	≤0.004	≤0.004	≤0.004	≤0.004	≤0.004	≤0.004	≤0.004
Mo, Cu, Ni, Co, W	—	하나이상의 성분 ≤4.0	—	—	하나이상의 성분 ≤4.0	하나이상의 성분 ≤4.0	—	하나이상의 성분 ≤4.0
Nb, V, Ti, Zr, Ta, B	—	—	하나이상의 성분 ≤0.2	—	하나이상의 성분 ≤0.2	—	하나이상의 성분 ≤0.2	하나이상의 성분 ≤0.2
희토류원소 Ca, Mg, Te, Se	—	—	—	하나이상의 성분 ≤0.2	—	하나이상의 성분 ≤0.2	하나이상의 성분 ≤0.2	하나이상의 성분 ≤0.2

본 발명에서 여러 원소의 범위를 제한하는 이유는 아래에 설명한다.

탄소는 종래에는 내식성에 아무런 영향도 끼치지 않는 것으로 알려져 있었으나, 이는 탄소함량이 0.05% 이상인 것에 대한 연구에 의해 얻어질 한정된 지식이 기초로 되어 있었기 때문이다. 본 발명가들은 저 질소강의 경우에 0.07% 이상의 탄소함량은 염분을 함유하는 높은 습도분위기에서 내식성을 증가시키는데 효과적이지 못하나 0.07% 이하의 저 탄소함량은 전술된 바와 같이 현저하게 내식성을 향상시키고, 이 개선된 효과는 강이 인, 구리, 몰리브덴을 함유할 때 더욱 명백하게 된다는 것을 알아냈다. 또한 탄소는 일반적으로 낮은 용접성을 갖는다고 알려졌다. 본 발명에서 탄소함량은 상기의 이유로 0.07% 이하로 제한된다. 그럼에도 불구하고 탄소함량이 아주 낮다면, 강도를 유지하기가 어렵고 게다가 현 공업적인 수준에서 탄소함량을 낮추는데 제한성이 있다. 그러므로 탄소를 0.01% 이상으로 제한하는 것이 바람직하다.

질소는 상술한 이유로 0.004% 이하로 제한되고, 인이 용접성과 용접금속의 인성에 해로운 영향을 끼치는 것을 제거하는데 효과적이고 또한 낮은 C와 낮은 S의 상호작용을 통해 용접균열의 민감성을 낮추는데 효과적이다. 그러나 현 기술수준에서 질소의 함량을 낮추는데는 한계가 있으며, 가능한 최저함량은 0.001% 이다. 저하된 유황함량은 인이 용접성과 용접금속의 인성에 해로운 영향을 끼치는 것을 방지할 수 있고 용접균열에 민감하지 않은 강을 만들고 청정도를 높여주며 내식성을 개선한다.

이러한 목적으로 유황함량은 0.005% 이하로 제한된다. 탄소, 질소, 인 등의 유황과의 상호작용은 이미 앞에서 상술하였다. 알루미늄은 입자를 미세화시키고 내식성을 개선시키기 위해 첨가된다. 특히 이 원소는 내식성을 개선시키기 위한 인, 구리 등의 효과를 높이는데 효과가 있다. 이러한 목적을 위한 알루미늄 첨가량의 한계치는 0.2%이다.

환원을 위해 용강에 첨가되는 실리콘은 내식성을 해치고, 특히 실리콘함량이 1.0%를 초과할 때 내식성은 현저히 감소된다. 그러므로 본 발명에서 실리콘함량은 1.0% 이하로 제한된다. 그러나 실리콘은 상술한 환원목적뿐만 아니라, 강도유지를 위해 첨가되기 때문에 실리콘함량을 극히 낮추는 것은 바람직하지 못하다. 그러므로 실리콘함량은 0.01% 이상으로 제한하는 것이 바람직하다.

망간은 내식성에 영향을 끼치지 않는 것으로 알려져 있으나, 환원의 목적과 고온 용접성의 개선을 위해 첨가된다. 또한, 본 발명에 따른 극히 낮은 탄소강에서 강도의 약점은 망간첨가로 강화되어야 한다. 이러한 목적을 위해 많은 양의 망간함량이 바람직하나, 2.5% 이상의 망간첨가는 그 이상의 어떤 부가적인 효과를 제공하지 못한다. 그러므로 본 발명에서 망간함량은 2.5% 이하로 제한된다. 그러나 상기의

목적으로 망간함량은 너무 낮아서는 아니된다. 이러한 관점에서 망간함량의 하한선은 0.2%이다.

인은 염분을 함유하는 높은 습기분위기에서 내식성을 개선시키는데는 아주 효과적이나, 한편으로는 0.15%C를 함유하는 보통 탄소강에서는 용접성을 크게 해친다. 0.07% 이하의 C를 함유하는 극저 탄소강에서 인의 첨가는 고유의 내식성을 높인다. 이러한 목적을 위해 인은 0.06% 이상 첨가하는 것이 바람직하다. 그러나 인 첨가량이 0.20%를 넘어서면 탄소함량이 0.04% 이하이고 유황함량이 0.005% 이하일지라도 용접성을 해친다. 그러므로 본 발명에서 인함량의 상한선은 0.20%이다.

표 1의 그룹 2,5,6,8의 강에 첨가되는 몰리브덴(Mo), 구리(Cu), 니켈(Ni), 코발트(Co), 텅스텐(W)는 내식성을 개선시키는데 모두 효과적이다. 이 원소들 중 구리와 니켈은 전반적인 부식에 대한 저항성을 증가시키고 몰리브덴, 코발트, 텅스텐은 국부부식 저항을 증가시킨다. 이 원소들 중 하나 이상의 유용한 효과를 얻기 위해 본 발명에 따르는 기본 강조성에 첨가된다. 이들의 효과는 첨가물의 양이 증가함에 따라 증가하나 첨가물이 4.0%를 초과함에 따라 내식성에 관한 개선된 효과가 나타나고 오히려 용접성과 인성에 해로운 효과가 나타나려는 경향이 있다. 그러므로 본 발명에서 이들 원소가 단일이나 조합으로 첨가되는 양은 최대 4.0%로 제한된다. 이들 요소가 조합하여 첨가될 때, 0.05-1.0%Mo, 0.02-1.0%Cu, 좀더 바람직하게는 0.02%-0.40%Cu, 0.05-2.0%Ni, 0.01-1.0%Cu, 0.01-1.0W가 첨가되는 것이 바람직하다.

본 발명의 개량에 따라 니오븀(Nb), 바나듐(V), 티탄(Ti), 질코늄(Zr), 탄탈(Ta)과 붕소(B)중 하나 이상이 표 1의 그룹 3,5,7,8의 강에 의해 나타난 바와 같이 첨가된다. 이들 원소는 본 발명의 기본 강 조성에 단일 또는 조합으로 0.2% 이하로 첨가될 때 용접성이 해침없이 인장강도를 개선시키고, 이로써 강의 적용을 넓힌다. 그러나 이들 원소가 0.2% 이상 첨가될 때 인성과 용접성이 저하된다. 이로써 이들 원소의 첨가는 최대 0.2%로 제한된다. 또한 Nb, V, Ti는 탄화물로서 강에서 탄소를 고정시키고, 이로써 탄소함량의 저하를 조장하고 인첨가의 영향을 높인다. 또한 Ti, Zr, Ta는 특히 인 함유강에서 유황개재물을 감소시키거나 개량시키는데 효과적이고 용접 열 영향구역의 인성을 개선시키는데 효과적이다. 이들 원소의 부가적인 효과는 후술되는 바와 같이 단일이나 조합으로 적절한 양이 첨가될 때 더욱 명백하다.

기름 탱크와 기름 파이프 라인에서 나타나듯이, 어떤 부식분위기에서 H₂S부식작용으로부터 나오는 수소는 강에 스며들고, 부식균열을 일으키는 유황과 같은 비금속 개재물에 축적된다.

티타늄과 지르코늄과 같이 희토류 원소(RE)[원자번호 57에서 71까지와 이트륨(Y)을 가지는 하나 이상의 원소], 칼슘(Ca), 마그네슘(Mg), 텔루르(Te)과 셀레늄(Se)은 강에서 비금속 개재물, 특히 유화물을 감소 시키거나 개량시키는데 효과적이다. 그러므로 이들 원소는 수소가 존재하는 부식분위기에서도 효과적인 부식저항을 제공하기 위해 표 1에 나타난 그룹 4,6,7,8의 강에 의해 나타난 본 발명의 기본 강조성에 첨가된다.

본 발명에서 상술한 원소의 하나 이상을 첨가하고, 이들 첨가물이 증가함에 따라 부식저항에 대한 개선적인 효과가 증가한다. 그러나 0.2% 이상의 첨가물의 첨가는 더 이상의 부가적인 효과를 나타내지 않으며 오히려 인성을 낮추려는 경향이 있다. 그러므로 단일 또는 조합의 첨가물은 최대 0.2%로 제한된다.

본 발명의 좀더 개량된 것에 따르면 Nb, V, Ti, Zr, Ta, B로 구성되는 부가적인 원소그룹(A)의 하나 이상과 희토류원소 Ca, Mg, Te, Se로 구성되는 다른 부가적인 원소그룹(B)의 하나 이상은 전체 양 ((A)+(B))가 0.2% 이하로 첨가된다. 또한 이들 원소의 첨가는 용접성, 강도, 부식저항을 개선시키나, 전체첨가물((A)+(B))가 0.2%를 초과하면 어떠한 개선점도 얻어지지 않고 오히려 인성같은 재질을 떨어뜨린다. 그러므로 이들 원소의 전체 첨가물량은 최대 0.2%로 제한된다.

상기 원소의 둘 이상이 조합으로 첨가될 때 0.01-0.07%Nb, 0.01-0.07%V, 0.003-0.03%Ti, 0.003-0.08%Te, 0.003-0.07%Ya, 0.01% 이하의 B, 0.1% 이하의 RE, 0.1% 이하의 Ca, 0.05% 이하의 Mg, 0.01-0.08%Te, 0.1-0.8%Se가 첨가되는 것이 바람직하다. 말할 필요도 없이 상기 원소의 단 한가지 원소가 첨가될 때 이의 양은 0.2% 이내이다.

본 발명에 따른 기본 강조성과 개량된 강조성은 보통 철제법, 보통 강제법과 압연법에 의해 쉽게 준비된다. 또한 상기의 유용한 성질은 압연된 조건하에서 본 발명의 강에 의해 얻어질 수 있고, 이들 성질은 압연후 보통, 소입, 소려나 소준에 의해 개선했다.

시험편들의 화학조성과 이들의 부식저항은 표 2에 나타나 있다. 부식저항은 해수로 영향을 받는 높은 습기부식분위기로 구성되는 벨러스트 탱크를 1년간 실험하여 결정되었고, 보통강(Si-Mn강=100%)과 비교하여 부식중량 손실을 퍼센테이지로 나타냈다. 표 2에서 시험편 제 1에서 제 4까지는 비교강을 나타내고, 시험편제 5에서 제33까지는 본 발명에 따르는 강을 나타낸다. 표 2에 나타난 시험편의 여러 성질은 표 3에 나타나있다. 표 2와 3에 명백히 나타나듯이 낮은 탄소함량을 가지며 P, Cu, Mo를 함유하는 시험편 제 4는 만족할만한 내해수성을 나타내나, 높은 N함량과 과도한 P, S함량에 기인하여 큰열 출력의 용접성은 나타내는 열 영향구역의 VE₀(0°C 에서 샤아피 충격치) 값은 표 3에 나타난 바와 같이 낮다.

본 발명에 따른 저하된 C, N, S함량을 가지는 전 강조성은 높은 부식저항, 용접균열을 저지하기 위한 낮은 예열온도와 모의 열영향 구역에서 높은 인성을 나타내며, 이로써 높은 용접성을 가지는 내식성강으로서의 우수한 성질을 제공한다. 또한 시험편 제5에서 제8, 제16에서 제19, 제20에서 제23까지와 제28에서 제33까지는 Mo, Cu, N, Co와 W첨가물에 기인하여 특히 우수한 내식성을 나타낸다.

본 발명의 전술로부터 본 발명의 강조성은 염분을 포함하는 높은 습기의 부식분위기에서 부식저항과 용접성이 아주 우수하고 생산이 용이하며, 이로써 산업적인 장점과 유용성에 큰 기여를 한다.

[표 2]

화학조성(%)

비 고	강	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Mo	Cu	Ni	Co	W
	1	0.14	0.28	1.31	0.02	0.013	0.01	0.006	—	—	—	—	—
	2	0.12	0.26	1.22	0.025	0.015	0.02	0.005	—	—	—	—	—
	3	0.09	0.29	1.12	0.018	0.009	0.02	0.006	—	—	—	—	—
	4	0.03	0.39	1.37	0.15	0.010	0.02	0.008	0.10	0.36	—	—	—
	5	0.032	0.33	1.25	0.09	0.002	0.03	0.0028	—	0.34	—	—	—
	6	0.031	0.19	1.38	0.07	0.003	0.06	0.0030	0.22	0.31	—	—	—
	7	0.030	0.33	1.40	0.08	0.003	0.08	0.0035	—	0.36	—	0.10	—
	8	0.038	0.30	1.41	0.10	0.003	0.02	0.0038	0.13	0.33	0.20	—	0.11
	9	0.030	0.41	1.42	0.10	0.002	0.02	0.0036	—	—	—	—	—
	10	0.032	0.30	1.40	0.97	0.004	0.02	0.0029	—	—	—	—	—
	11	0.028	0.43	1.50	0.09	0.005	0.06	0.0024	—	—	—	—	—
	12	0.032	0.36	1.50	0.09	0.003	0.10	0.0026	—	—	—	—	—
	13	0.038	0.28	1.31	0.06	0.004	0.02	0.0029	—	—	—	—	—
본	14	0.041	0.31	1.29	0.04	0.003	0.04	0.0033	—	—	—	—	—
	15	0.020	0.35	1.25	0.11	0.003	0.06	0.0032	—	—	—	—	—
박	16	0.030	0.32	1.05	0.06	0.003	0.05	0.0026	—	0.25	—	—	—
명	17	0.033	0.28	1.03	0.07	0.004	0.06	0.0028	0.15	0.27	—	—	—
의	18	0.045	0.25	1.03	0.09	0.003	0.07	0.0029	—	0.30	0.12	—	—
	19	0.021	0.35	0.90	0.12	0.004	0.05	0.0031	—	0.35	—	0.05	0.08
강	20	0.030	0.33	0.85	0.06	0.004	0.06	0.0032	—	0.28	—	—	—
	21	0.031	0.36	0.80	0.09	0.003	0.04	0.0027	0.05	0.25	—	—	—
	22	0.025	0.33	0.79	0.12	0.004	0.05	0.0025	—	0.32	—	0.04	—
	23	0.020	0.28	0.90	0.11	0.003	0.05	0.0030	—	0.32	0.20	—	0.10
	24	0.036	0.48	1.33	0.07	0.003	0.05	0.0020	—	—	—	—	—
	25	0.032	0.36	1.42	0.08	0.002	0.03	0.0035	—	—	—	—	—
	26	0.033	0.40	1.38	0.07	0.002	0.06	0.0036	—	—	—	—	—
	27	0.034	0.42	1.40	0.08	0.003	0.04	0.0032	—	—	—	—	—
	28	0.032	0.48	1.43	0.10	0.003	0.03	0.0033	0.10	0.20	0.10	—	—
	29	0.028	0.28	1.42	0.09	0.002	0.04	0.0035	—	0.33	0.20	0.05	0.10
	30	0.020	0.36	1.42	0.07	0.002	0.03	0.0036	—	0.30	0.20	—	—
	31	0.020	0.40	1.40	0.07	0.003	0.10	0.0036	0.10	0.33	—	0.03	0.05
	32	0.030	0.42	1.40	0.09	0.003	0.10	0.0038	0.20	0.33	0.20	—	—
	33	0.029	0.45	1.40	0.09	0.002	0.09	0.0037	0.10	0.20	0.10	—	—

화 학 조 성(%)

비 교	강	Nb	V	Ti	Zr	Ta	B	RE	Ca	Mg	Te	Se	내식성
	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100
	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	96
	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	98
	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	45
	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40
	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	38
	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40
	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	37
	9	0.02	—	—	0.005	—	0.001	—	—	—	—	—	40
	10	0.02	0.02	0.007	—	—	—	—	—	—	—	—	46
	11	0.05	—	0.01	—	—	—	—	—	—	—	—	45
	12	—	—	—	0.01	0.015	—	—	—	—	—	—	47
	13	—	—	—	—	—	—	0.005	0.005	—	—	—	51
본 관 평 의 강	14	—	—	—	—	—	—	0.01	—	0.003	—	—	49
	15	—	—	—	—	—	—	—	0.005	—	0.003	0.005	48
	16	0.03	—	0.008	—	—	—	—	—	—	—	—	43
	17	0.02	0.02	—	0.007	—	—	—	—	—	—	—	40
	18	—	—	0.01	0.005	—	—	—	—	—	—	—	39
	19	—	—	0.006	—	0.013	0.001	—	—	—	—	—	37
	20	—	—	—	—	—	—	0.007	—	0.002	—	—	44
	21	—	—	—	—	—	—	0.005	0.005	—	—	—	40
	22	—	—	—	—	—	—	—	—	0.002	0.008	—	38
	23	—	—	—	—	—	—	—	0.005	—	—	0.003	36
	24	0.03	0.02	—	0.005	—	—	0.01	—	—	—	—	52
	25	0.04	—	0.008	—	—	0.001	—	0.005	0.005	—	—	49
	26	—	0.04	0.01	—	—	—	—	—	—	0.01	0.01	50
	27	—	—	—	0.01	0.02	0.001	—	0.01	—	—	—	49
	28	0.02	—	0.005	—	—	0.001	—	—	—	—	—	38
	29	—	0.04	0.008	0.004	—	—	0.005	—	—	—	—	39
	30	0.03	—	—	0.01	—	—	0.005	0.008	—	—	—	40
	31	—	0.02	—	0.01	0.017	—	—	—	0.005	0.005	—	40
	32	0.04	—	0.008	—	—	—	—	0.005	—	—	0.01	36
	33	—	0.02	0.005	0.01	—	0.001	—	—	—	0.01	—	40

* 밸러스트 탱크의 1년간의 실험 결과

비 고	장	항 목 점 (kg/m ²)	인장강도 (kg/m ²)	선 륜 륜 (GL50) (%)	샤아피층 적치 (kg-m)	y 동관열 남지온도* (°C)	모 외 용 접면의 영향구역외의 샤아피층적 치*** (kg-m)	주 의 ***
	1	32	53	41	7.5	100	3.3	
	2	31	51	40	7.2	100	3.5	
	3	35	53	39	17.9	75	4.5	***
	4	28	46	38	6.7	50	3.6	
	5	28	43	43	22.0	10	10.0	
	6	30	45	40	24.8	10	12.8	
	7	33	50	42	26.8	10	12.9	***
	8	35	51	40	20.0	10	11.2	***
	9	30	47	42	20.3	10	12.5	
	10	29	47	41	20.0	10	12.0	
	11	29	50	38	20.0	10	12.8	
	12	31	46	40	24.0	10	12.0	***
	13	21	46	38	20.3	10	13.0	
본	14	29	48	39	21.5	10	14.0	
	15	26	47	41	18.9	10	12.5	
반	16	28	46	40	19.0	10	13.4	***
넝	17	33	49	38	19.5	10	12.5	
의	18	30	48	40	23.0	10	11.5	
	19	34	49	39	23.5	10	10.8	
강	20	25	44	41	24.0	10	14.0	
	21	26	43	43	23.0	10	13.1	
	22	29	44	42	24.5	10	12.8	
	23	28	45	41	25.0	10	13.3	***
	24	28	47	40	20.0	10	12.0	
	25	29	50	39	25.7	10	13.5	
	26	30	51	40	21.0	10	12.0	***
	27	32	54	40	23.1	10	12.0	***
	28	34	54	38	22.5	10	10.8	***
	29	34	56	40	23.0	10	13.8	
	30	32	54	40	24.3	10	10.9	
	31	34	55	40	22.7	10	10.8	
	32	37	58	40	22.9	10	12.4	
	33	33	50	43	23.1	10	12.5	

* JIS Z3158

** 1350℃ 가열, 800에서 500℃까지 80초

*** 압연조절

(57) 청구의 범위

청구항 1

C 0.07% 이하, Si 1.0% 이하, Mn 2.5% 이하, P 0.06~0.20%, S 0.005% 이하, Al 0.003~0.2%, N 0.004% 이하를 기본조성으로 하고, 상기 기본조성에, (A군) Mo, Cu, Ni, Co, W 중 1종류 이상을 합해서 4% 이하.

(B군) Nb, V, Ti, Zr, Ta, B 중 1종류 이상을 합해서 0.2% 이하.

(C군) 희토류원소, Ca, Mg, Te, Se 중 1종류 이상을 합해서 0.2% 이하. 의 (A)~(C) 1군 이상을 포함하고 나머지 부분은 실질적으로 철로 이루어지는 인을 함유한 고용점성 내해수성 강.

도면

도면1

