



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0030295  
(43) 공개일자 2022년03월10일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
C22C 38/58 (2006.01) C22C 38/00 (2006.01)  
C22C 38/42 (2006.01) C22C 38/44 (2006.01)  
C22C 38/46 (2006.01) C22C 38/48 (2006.01)  
C22C 38/50 (2006.01) C22C 38/54 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
C22C 38/58 (2013.01)  
C22C 38/001 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2022-7004321
- (22) 출원일자(국제) 2020년06월04일  
심사청구일자 2022년02월09일
- (85) 번역문제출일자 2022년02월09일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2020/022194
- (87) 국제공개번호 WO 2021/019909  
국제공개일자 2021년02월04일
- (30) 우선권주장  
JP-P-2019-141342 2019년07월31일 일본(JP)

- (71) 출원인  
제이에프이 스틸 가부시키키가이샤  
일본 도쿄도 지요다쿠 우치사이와이쵸 2쵸메 2방 3고
- (72) 발명자  
미즈타니 아키토  
일본국 도쿄도 지요다쿠 우치사이와이쵸 2쵸메 2방 3고 제이에프이 스틸 가부시키키가이샤 치테키자이산부 나이  
후지사와 미츠유키  
일본국 도쿄도 지요다쿠 우치사이와이쵸 2쵸메 2방 3고 제이에프이 스틸 가부시키키가이샤 치테키자이산부 나이
- (74) 대리인  
이철

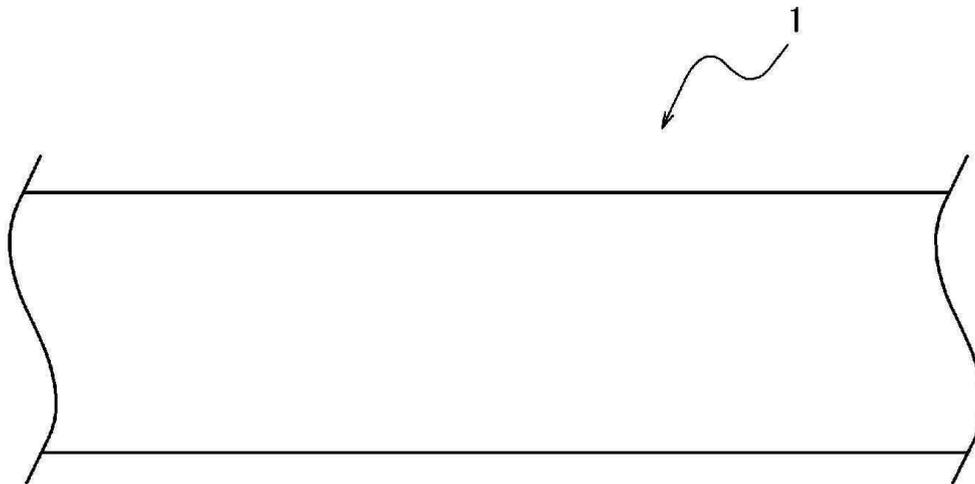
전체 청구항 수 : 총 3 항

(54) 발명의 명칭 오스테나이트 · 페라이트계 2상 스테인리스 강판

(57) 요약

소정의 성분 조성으로 함과 함께, Ag, B 및 REM의 함유량에 대해서, 소정의 관계를 만족시킨다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

*C22C 38/42* (2013.01)

*C22C 38/44* (2013.01)

*C22C 38/46* (2013.01)

*C22C 38/48* (2013.01)

*C22C 38/50* (2013.01)

*C22C 38/54* (2013.01)

*C21D 2211/001* (2013.01)

*C21D 2211/005* (2013.01)

---

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

질량%로,

C: 0.100% 이하,

Si: 1.00% 이하,

Mn: 2.0~7.0%,

P: 0.07% 이하,

S: 0.030% 이하,

Cr: 18.0~24.0%,

Ni: 0.1~3.0%,

Mo: 0.01~1.00%,

Cu: 0.1~3.0%,

Ag: 0.010~0.120% 및

N: 0.15~0.30%

를 함유함과 함께,

B: 0.0010~0.0100% 및

REM: 0.010~0.100%

중으로부터 선택되는 1종 또는 2종을 함유하고, 잔부가 Fe 및 불가피적 불순물로 이루어지는 성분 조성을 갖고, 다음식 (1)의 관계를 만족하는, 오스테나이트·페라이트계 2상 스테인리스 강판.

$$(30 \times [\%B] + 1.2 \times [\%REM]) / [\%Ag] \geq 1.00 \quad \dots (1)$$

여기에서, [%Ag], [%B] 및 [%REM]은 각각, 상기 성분 조성에 있어서의 Ag, B 및 REM의 함유량(질량%)이다.

**청구항 2**

제1항에 있어서,

상기 성분 조성이, 추가로, 질량%로,

Al: 0.100% 이하,

Ca: 0.0100% 이하,

Mg: 0.0100% 이하,

Ta: 0.10% 이하,

Ti: 0.50% 이하,

Nb: 0.50% 이하,

Zr: 0.50% 이하 및

V: 0.50% 이하

중으로부터 선택되는 1종 또는 2종 이상을 함유하는, 오스테나이트·페라이트계 2상 스테인리스 강판.

**청구항 3**

제1항 또는 제2항에 있어서,  
수중 환경용인, 오스테나이트·페라이트계 2상 스테인리스 강판.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은, 내력(proof stress)이 높고, 내미생물 부식성(microbial corrosion resistance)도 우수한 오스테나이트·페라이트계 2상 스테인리스 강판에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 페라이트·오스테나이트계 2상 스테인리스강(이하, 2상 스테인리스강이라고도 함)은, 상온에서 페라이트(α)와 오스테나이트(γ)의 2상 조직을 갖는 강종이다. 또한, 2상 스테인리스강은, 고강도(고내력)이고, 또한 내응력 부식 균열성이 우수하다는 특징이 있다. 또한, 2상 스테인리스강은, Ni 함유량이 오스테나이트계 스테인리스강에 비해 적기 때문에, 희소 원소 절감의 관점에서 최근 주목받고 있는 강종이다.

[0003] 2상 스테인리스강으로서, 예를 들면, JIS G 4304 및 JIS G 4305에는, 범용 2상강(duplex stainless steel): 3종, 수퍼 2상강: 1종, 린(lean, 자원 절약, Ni 함유량이 적음) 2상강: 2종이, 각각 규정되어 있다.

[0004] 그 중에서도, 린 2상 스테인리스강인 SUS821L1(대표 성분: 22질량% Cr-2질량% Ni-0.5질량% Mo-1질량% Cu-0.18질량% N)은, SUS329J3L(대표 성분: 22질량% Cr-5질량% Ni-3질량% Mo-0.16질량% N) 등으로 대표되는 종래의 범용 2상강에 비해 특히 Ni 함유량이 적은 강종이다.

[0005] 이러한 SUS821L1에 유사한 성분 조성의 2상 스테인리스강으로서, 예를 들면, 특허문헌 1에는,

[0006] 「질량%로,

[0007] C: 0.06% 이하, Si: 0.1~1.5%, Mn: 2.0~4.0%, P: 0.05% 이하, S: 0.005% 이하, Cr: 19.0~23.0%, Ni: 1.0~4.0%, Mo: 1.0% 이하, Cu: 0.1~3.0%, V: 0.05~0.5%, Al: 0.003~0.050%, O: 0.007% 이하, N: 0.10~0.25%, Ti: 0.05% 이하를 함유하고, 잔부가 Fe 및 불가피적 불순물로 이루어지고,

[0008] <1>식으로 나타나는 Md30값이 80 이하,

[0009] <2>식으로 나타나는 Ni-bal.이 -8 이상 -4 이하이고, 또한 Ni-bal.과 N 함유량의 관계가 <3>식을 만족하고, 오스테나이트상 면적률이 40~70%이고, 2×Ni+Cu가 3.5 이상인 것을 특징으로 하는 용접 열 영향부의 내식성과 인성이 양호한 생(省)합금(alloy-saving) 2상 스테인리스강.

[0010]  $Md30 = 551 - 462 \times (C + N) - 9.2 \times Si - 8.1 \times$

[0011]  $Mn - 29 \times (Ni + Cu) - 13.7 \times Cr -$

[0012]  $18.5 \times Mo - 68 \times Nb \dots \dots \dots <1>$

[0013]  $Ni - bal. = (Ni + 0.5Mn + 0.5Cu + 30C +$

[0014]  $30N) - 1.1(Cr + 1.5Si + Mo$

[0015]  $+ W) + 8.2 \dots \dots \dots <2>$

[0016]  $N(\%) \leq 0.37 + 0.03 \times (Ni - bal.) \dots \dots \dots <3>$

[0017] 단, 상기의 식에 있어서 각 원소명은 전부 그의 함유량(%)을 나타낸다.」

[0018] 가 개시되어 있다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0019] (특허문헌 0001) 일본특허 5345070호 공보

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0020] 그런데, SUS821L1은, 고가의 Ni를 대신하는  $\gamma$ 상 생성 원소로서, N, Mn 및 Cu 등의 비교적 염가의 원소가 사용되고 있어, 가격 안정성이 우수하다. 또한, SUS821L1은, SUS304에 비해 내력이 높다.

[0021] 그 때문에, SUS821L1 등의 린 2상 스테인리스강을, 지금까지 저내력을 이유로 SUS304를 적용할 수 없었던 구조 부재, 예를 들면, 댐이나 수문, 수처리 설비 등과 같은 수중에 설치되는 수중 구조물의 구조 부재(이하, 수중 구조물의 구조 부재라고도 함)로 적용하는 것이 기대되고 있다.

[0022] 상기의 수중 구조물이 설치되는 환경에서는, 수중의 미생물에 기인하는 부식(이하, 미생물 부식이라고도 함)이 발생하는 경우가 있다. 여기에서, 미생물 부식이란, 강관의 표면에 미생물이 부착된 경우에 발생하는 부식으로, 부착된 미생물의 하층(강판층)에서 강관의 부식이 촉진되는 현상이다.

[0023] 그러나, 특허문헌 1의 2상 스테인리스강을 포함하는 종래의 린 2상 스테인리스강, 특히 당해 스테인리스강의 용접부에서는, 상기의 수중 환경에서 사용할 수 있을 정도의 충분한 내미생물 부식성이 얻어진다고는 할 수 없었다. 그리고, 이 점이, 린 2상 스테인리스강을 상기의 수중 구조물의 구조 부재로 적용하는 데에 있어서의 문제가 되고 있었다.

[0024] 본 발명은, 상기의 문제를 해결하기 위해 개발된 것으로서, 수중 구조물의 구조 부재로 적용하는 데에 있어서 필요한 높은 내력과 우수한 내미생물 부식성을 겸비한, 오스테나이트·페라이트계 2상 스테인리스 강관을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0025] 또한, 「높은 내력」이란, JIS Z 2241에 준거한 인장 시험에서 측정되는 0.2% 내력이, 400MPa 이상인 것을 의미한다.

[0026] 또한, 「우수한 내미생물 부식성」이란, JIS Z 2801에 준거하는 항균성 시험에서 측정되는, 황색포도구균에 대한 항균 활성값이, 2.0 이상인 것을 의미한다.

[0027] 「특히 우수한 내미생물 부식성」이란, JIS Z 2801에 준거하는 항균성 시험에서 측정되는, 황색포도구균에 대한 항균 활성값 및 대장균에 대한 항균 활성값이 모두, 2.0 이상인 것을 의미한다.

[0028] 「더욱 우수한 내미생물 부식성」이란, JIS Z 2801에 준거하는 항균성 시험에서 측정되는, 황색포도구균에 대한 항균 활성값 및 대장균에 대한 항균 활성값이 모두 2.0 이상이고, 또한, 후술하는 내바이오필름 부착성 시험에 있어서, 간극(gap) 내에 바이오필름이 부착된 간극 형상 시험편의 수가 1개 이하인 것을 의미한다.

**과제의 해결 수단**

[0029] 그런데, 발명자들은, 상기의 과제를 해결하기 위해, 여러 가지 검토를 거듭하여, 이하의 인식을 얻었다.

[0030] (1) 미생물 부식이 발생하는 주요인은, 오스테나이트·페라이트계 2상 스테인리스 강관(이하, 2상 스테인리스 강관이라고도 함) 표면으로의 바이오필름(biofilm)의 부착이라고 생각된다. 바이오필름이란, 미생물 공동체, 생물 피막 또는 점액 등으로 표현되는 것으로, 그의 형성 거동·작용 등은 아직도 충분하게는 해명되고 있지 않다. 그러나, 미생물 부식의 발생 상황 등으로부터 보면, 2상 스테인리스 강관 표면으로의 바이오필름의 부착이, 미생물 부식이 발생하는 주요인이라고 생각된다.

[0031] (2) 그래서, 발명자들은, 미생물 부식을 억제하기 위해서는, 2상 스테인리스 강관 표면으로의 바이오필름의 부착을 방지하면 좋지 않을까 라고 생각하여, 그 방법에 대해서, 추가로 검토를 거듭했다.

[0032] 그 결과, 이하의 인식을 얻었다.

[0033] · 2상 스테인리스 강관의 항균성을 높이는, 구체적으로는, JIS Z 2801에 준거하는 항균성 시험에서 측정되는, 황색포도구균에 대한 항균 활성값을 2.0 이상으로 높임으로써, 2상 스테인리스 강관 표면으로의 바이오필름의 부착이 억제된다. 이에 따라, 내미생물 부식성이 대폭으로 향상한다.

[0034] · 그러기 위해서는, 2상 스테인리스 강관의 성분 조성에 Ag를 소정량 함유시키는 것이 최적이다. 이에 따라,

수중 구조물의 구조 부재로 적용하는 데에 있어서 필요한 높은 내력을 확보하면서, 2상 스테인리스 강판 표면으로의 바이오피름의 부착을 억제하여, 내미생물 부식성을 향상할 수 있다.

[0035] (3) 그러나, 성분 조성에 Ag를 함유시켜, 2상 스테인리스 강판을 제조하는 경우에는, 그 제조 과정의 열간 압연 공정에 있어서, 페라이트상과 오스테나이트상의 계면을 기점으로 하는 강판 엿지부의 균열(이하, 엿지 균열(edge cracking)이라고도 함)이 높은 빈도로 발생하여, 제조 효율이나 수율이 대폭으로 저하하는 것을 알 수 있었다.

[0036] 즉, Ag는 강 중의 고용량(고용한(限))이 적기 때문에, 슬래브 단계에서는, Ag의 대부분이, 미고용의 상태로 결정 입계나 입내(inside grains)에 점재하고 있다. Ag의 용점(약 960℃)은, 모상인 스테인리스강의 용점에 비해 대폭으로 낮다. 그 때문에, 온도가 1000℃를 초과하는 열간 압연 공정에서는, Ag가, 강 중에서 용융하여 액상이 된다. 2상 스테인리스강에서는, 페라이트상과 오스테나이트상의 열간 가공성이 상이하하다. 그 때문에, 페라이트상과 오스테나이트상의 계면 부근에 액상이 된 Ag가 존재하면, 이것이 보이드(voids) 발생의 기점이 되어, 2상 스테인리스 강판에 있어서의 엿지 균열을 조장한다. 그 결과, 열간 압연 공정에 있어서, 엿지 균열이 높은 빈도로 발생한다.

[0037] (4) 그래서, 발명자들이 추가로 검토를 거듭한 결과, 이하의 인식을 얻었다.

[0038] 즉, Ag의 함유량에 따라서, B 및/또는 REM을 적정량 함유시키는 것이 유효하다. 이에 따라, 상기의 엿지 균열을 억제하면서, 수중 구조물의 구조 부재로 적용하는 데에 있어서 필요한 높은 내력과 우수한 내미생물 부식성을 동시에 실현할 수 있다.

[0039] (5) 또한, Ag의 함유량에 따라서, B 및/또는 REM을 적정량 함유시킴으로써, 2상 스테인리스 강판에 있어서의 엿지 균열이 억제되는 이유는 반드시 분명하지는 않지만, 발명자들은, 다음과 같이 생각하고 있다.

[0040] 즉, 전술한 바와 같이, 페라이트상과 오스테나이트상의 계면 부근(즉, 페라이트립과 오스테나이트립이 접하는 결정 입계)에 액상이 된 Ag가 존재하면, 2상 스테인리스 강판에 있어서의 엿지 균열이 조장된다. 여기에서, B 및 REM은, Ag보다도 우선적으로 결정 입계에 편석한다. 이에 따라, Ag의 결정 입계로의 편석이 억제된다. 그 결과, 페라이트상과 오스테나이트상의 계면 부근에 액상이 된 Ag에 의한 보이드가 발생하기 어려워져, 열간 압연 공정에서의 엿지 균열의 발생이 억제된다.

[0041] 본 발명은, 상기의 인식에 기초하여, 추가로 검토를 더하여 완성된 것이다.

[0042] 즉, 본 발명의 요지 구성은 다음과 같다.

[0043] 1. 질량%로,

[0044] C: 0.100% 이하,

[0045] Si: 1.00% 이하,

[0046] Mn: 2.0~7.0%,

[0047] P: 0.07% 이하,

[0048] S: 0.030% 이하,

[0049] Cr: 18.0~24.0%,

[0050] Ni: 0.1~3.0%,

[0051] Mo: 0.01~1.00%,

[0052] Cu: 0.1~3.0%,

[0053] Ag: 0.010~0.120% 및

[0054] N: 0.15~0.30%

[0055] 를 함유함과 함께,

[0056] B: 0.0010~0.0100% 및

[0057] REM: 0.010~0.100%

- [0058] 중으로부터 선택되는 1종 또는 2종을 함유하고, 잔부가 Fe 및 불가피적 불순물로 이루어지는 성분 조성을 갖고,
- [0059] 다음식 (1)의 관계를 만족하는, 오스테나이트·페라이트계 2상 스테인리스 강관.
- [0060]  $(30 \times [\%B] + 1.2 \times [\%REM]) / [\%Ag] \geq 1.00 \quad \dots (1)$
- [0061] 여기에서, [%Ag], [%B] 및 [%REM]은 각각, 상기 성분 조성에 있어서의 Ag, B 및 REM의 함유량(질량%)이다.
- [0062] 2. 상기 성분 조성이, 추가로, 질량%로,
- [0063] Al: 0.100% 이하,
- [0064] Ca: 0.0100% 이하,
- [0065] Mg: 0.0100% 이하,
- [0066] Ta: 0.10% 이하,
- [0067] Ti: 0.50% 이하,
- [0068] Nb: 0.50% 이하,
- [0069] Zr: 0.50% 이하 및
- [0070] V: 0.50% 이하
- [0071] 중으로부터 선택되는 1종 또는 2종 이상을 함유하는, 상기 1에 기재된 오스테나이트·페라이트계 2상 스테인리스 강관.
- [0072] 3. 수중 환경용인, 상기 1 또는 2에 기재된 오스테나이트·페라이트계 2상 스테인리스 강관.

**발명의 효과**

- [0073] 본 발명에 의하면, 높은 내력과 우수한 내미생물 부식성을 겸비하고, 나아가서는, 높은 생산성하, 제조하는 것이 가능한, 오스테나이트·페라이트계 2상 스테인리스 강관을, 얻을 수 있다.
- [0074] 또한, 본 발명의 오스테나이트·페라이트계 2상 스테인리스 강관은, 높은 내력과 우수한 내미생물 부식성을 겸비하기 때문에, 댐이나 수문, 수처리 설비 등과 같은 수중 구조물의 구조 부재에 적용하는 것에 특히 유리하다.

**도면의 간단한 설명**

- [0075] 도 1은 본 발명의 일 실시 형태에 따른 오스테나이트·페라이트계 2상 스테인리스 강관의 개략도이다.
- 도 2는 내바이오필름 부착성 시험에 이용한 간극 형상 시험편의 개략도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0076] (발명을 실시하기 위한 형태)
- [0077] 본 발명을, 이하의 실시 형태에 기초하여 설명한다.
- [0078] 우선, 본 발명의 일 실시 형태에 따른 오스테나이트·페라이트계 2상 스테인리스 강관(도 1 참조, 또한, 도면 중, 부호 1은 오스테나이트·페라이트계 2상 스테인리스 강관임)의 성분 조성에 대해서 설명한다. 또한, 성분 조성에 있어서의 단위는 모두 「질량%」이지만, 이하, 특별히 언급하지 않는 한, 간단히 「%」로 나타낸다.
- [0079] C: 0.100% 이하
- [0080] C는, 오스테나이트상(이하,  $\gamma$  상이라고도 함) 분율을 높이는 원소이다. 이 효과를 얻기 위해서는, C 함유량을 0.003% 이상으로 하는 것이 바람직하다. 한편, C 함유량이 0.100%를 초과하면, C를 고용시키기 위한 열처리 온도가 높아져, 생산성이 저하한다. 그 때문에, C 함유량은 0.100% 이하로 한다. C 함유량은, 바람직하게는 0.050% 미만이고, 보다 바람직하게는 0.030% 미만이고, 더욱 바람직하게는 0.020% 미만이다.
- [0081] Si: 1.00% 이하
- [0082] Si는, 탈산제로서 사용되는 원소이다. 이 효과를 얻기 위해서는, Si 함유량을 0.01% 이상으로 하는 것이 바람직하다. 한편, Si 함유량이 1.00%를 초과하면, 강재 강도가 과도하게 높아져, 냉간 가공성을 저하시킨다. 또

한, Si는, 페라이트상(이하,  $\alpha$  상이라고도 함) 생성 원소이기 때문에, Si 함유량이 1.00%를 초과하면, 소망하는  $\gamma$  상 분율을 얻는 것이 곤란해지는 경우가 있다. 그 때문에, Si 함유량은 1.00% 이하로 한다. Si 함유량은, 바람직하게는 0.70% 이하이고, 보다 바람직하게는 0.50% 이하이고, 더욱 바람직하게는 0.35% 이하이다.

[0083] Mn: 2.0~7.0%

[0084] Mn은,  $\alpha$  상 중의 N의 고용량을 높여,  $\alpha$  상 입계에 있어서의 예민화의 방지나, 용접 시의 블로우 홀(blowhole)을 억제하는 원소이다. 이들 효과를 얻기 위해, Mn 함유량은 2.0% 이상으로 한다. 한편, Mn 함유량이 7.0%를 초과하면, 열간 가공성 및 내식성이 저하한다. 그 때문에, Mn 함유량은 2.0~7.0%로 한다. Mn 함유량은, 바람직하게는 2.5% 이상이다. 또한, Mn 함유량은, 바람직하게는 5.0% 이하이고, 보다 바람직하게는 4.0% 이하이고, 더욱 바람직하게는 3.5% 이하이다.

[0085] P: 0.07% 이하

[0086] P는, 내식성이나 열간 가공성을 저하시키는 원소이다. 여기에서, P 함유량이 0.07%를 초과하면, 내식성이나 열간 가공성의 저하가 현저해진다. 그 때문에, P 함유량은 0.07% 이하로 한다. P 함유량은, 바람직하게는 0.05% 이하이고, 보다 바람직하게는 0.04% 이하이다. 또한, P 함유량의 하한에 대해서는 특별히 한정되는 것은 아니지만, 과도한 탈P는 비용의 상승을 초래한다. 그 때문에, P 함유량은 0.01% 이상으로 하는 것이 바람직하다.

[0087] S: 0.030% 이하

[0088] S는, 내식성이나 열간 가공성을 저하시키는 원소이다. 여기에서, S 함유량이 0.030%를 초과하면, 내식성이나 열간 가공성의 저하가 현저해진다. 그 때문에, S 함유량은 0.030% 이하로 한다. S 함유량은, 바람직하게는 0.010% 이하이고, 보다 바람직하게는 0.005% 이하이다. S 함유량의 하한에 대해서는 특별히 한정되는 것은 아니지만, 과도한 탈S는 비용의 상승을 초래한다. 그 때문에, S 함유량은 0.0001% 이상으로 하는 것이 바람직하다.

[0089] Cr: 18.0~24.0%

[0090] Cr은, 스테인리스강의 내식성을 확보하는 데에 있어서 중요한 원소이다. 여기에서, Cr 함유량이 18.0% 미만에서는, 충분한 내식성이 얻어지지 않는다. 한편, Cr은  $\alpha$  상 생성 원소로서, Cr 함유량이 24.0%를 초과하면, 충분한 양의  $\gamma$  상 분율을 얻는 것이 곤란해진다. 그 때문에, Cr 함유량은 18.0~24.0%로 한다. Cr 함유량은, 바람직하게는 19.0% 이상이고, 보다 바람직하게는 20.5% 이상이다. 또한, Cr 함유량은, 바람직하게는 23.0% 이하이고, 보다 바람직하게는 22.0% 이하이다.

[0091] Ni: 0.1~3.0%

[0092] Ni는,  $\gamma$  상 생성 원소로서, 내간극 부식성(crevice corrosion resistance)을 향상시키는 효과도 갖는다. 또한, 2상 스테인리스강에 Ni를 첨가하면, 페라이트상의 내식성이 향상하여 공식(孔食) 전위(pitting corrosion potential)가 높아진다. 이들 효과를 얻기 위해, Ni 함유량을 0.1% 이상으로 한다. 한편, Ni 함유량이 3.0%를 초과하면,  $\alpha$  상 중의 Ni량이 증가하여,  $\alpha$  상의 연성의 저하, 나아가서는 성형성의 저하를 초래한다. 또한, Ni는 고가이고 또한 가격 변동이 격한 원소이기 때문에, Ni 함유량이 증가하면, 강판의 가격 안정성이 손상된다. 그 때문에, Ni 함유량은 0.1~3.0%로 한다. Ni 함유량은, 바람직하게는 0.5% 이상이고, 보다 바람직하게는 1.5% 이상이다. 또한, Ni 함유량은, 바람직하게는 2.5% 이하이다.

[0093] Mo: 0.01~1.00%

[0094] Mo는, 내식성을 향상시키는 효과를 갖는다. 이 효과를 얻기 위해, Mo 함유량은 0.01% 이상으로 한다. 한편, Mo 함유량이 1.00%를 초과하면, 고온 강도가 상승하여, 열간 가공성이 저하한다. 또한, Mo는 고가이고 또한 가격 변동이 심한 원소이기 때문에, Mo 함유량이 증가하면, 강판의 가격 안정성이 손상된다. 그 때문에, Mo 함유량은 0.01~1.00%로 한다. Mo 함유량은, 바람직하게는 0.10% 이상이고, 보다 바람직하게는 0.20% 이상이다. 또한, Mo 함유량은, 바람직하게는 0.60% 이하이고, 보다 바람직하게는 0.40% 이하이다.

[0095] Cu: 0.1~3.0%

[0096] Cu는,  $\gamma$  상 생성 원소로서,  $\gamma$  상 분율을 높이는 효과가 있다. 이 효과를 얻기 위해, Cu 함유량은 0.1% 이상으로 한다. 한편, Cu 함유량이 3.0%를 초과하면, 고온 강도가 상승하여, 열간 가공성이 저하한다. 그 때문에, Cu 함유량은 0.1~3.0%로 한다. Cu 함유량은, 바람직하게는 0.2% 이상이고, 보다 바람직하게는 0.3% 이상이고,

고, 더욱 바람직하게는 0.5% 이상이다. 또한, Cu 함유량은, 바람직하게는 1.5% 이하이고, 보다 바람직하게는 1.2% 이하이다.

[0097] Ag: 0.010~0.120%

[0098] Ag는, 내미생물 부식성을 향상시키는 중요한 원소이다. 이 효과를 얻기 위해, Ag 함유량은 0.010% 이상으로 한다. 바람직하게는 0.040% 이상이다. 한편, Ag는 강 중의 고용량(고용한)이 적기 때문에, 슬래브 단계에서는, Ag의 대부분이, 미고용의 상태로 결정 입계나 입내에 점재하고 있다. Ag의 용점(약 960℃)은, 스테인리스강의 용점에 비해 대폭으로 낮기 때문에, 온도가 1000℃를 초과하는 열간 압연 공정에서는, Ag가, 강 중에서 용융하여 액상이 된다. 2상 스테인리스강에서는, 페라이트상과 오스테나이트상의 열간 가공성이 상이하다. 그 때문에, 페라이트상과 오스테나이트상의 계면 부근(즉, 페라이트립과 오스테나이트립이 접하는 결정 입계)에 액상이 된 Ag가 존재하면, 이것이 보이드 발생의 기점이 되어, 2상 스테인리스강에 있어서의 옛지 균열을 조장한다. 그 결과, 열간 압연 공정에 있어서, 옛지 균열이 높은 빈도로 발생한다. 특히, Ag 함유량이 0.120%를 초과하면, 슬래브 단계에서 미고용의 상태로 결정 입계나 입내에 점재하고 있는 Ag의 양이 과잉이 된다. 이에 따라, 후술하는 REM이나 B를 강 중에 함유시켜도, 우수한 내미생물 부식성과 옛지 균열의 억제력을 양립할 수 없게 된다. 그 때문에, Ag 함유량은 0.010~0.120%로 한다. Ag 함유량은, 바람직하게는 0.100% 이하이고, 보다 바람직하게는 0.080% 이하이다.

[0099] N: 0.15~0.30%

[0100] N은,  $\gamma$  상 생성 원소로서, 내식성이나 강도를 높이는 원소이기도 하다. 이들 효과를 얻기 위해, N 함유량은 0.15% 이상으로 한다. 한편, N 함유량이 0.30%를 초과하면, 과잉의 N이, 주조 시나 용접 시에 블로우 홀 발생의 요인이 된다. 그 때문에, N 함유량은 0.15~0.30%로 한다. N 함유량은, 바람직하게는 0.17% 이상이다. 또한, N 함유량은, 바람직하게는 0.25% 이하이고, 보다 바람직하게는 0.20% 이하이다.

[0101] 그리고, 본 발명의 일 실시 형태에 따른 2상 스테인리스 강판에서는, 상기와 같이 Ag: 0.010~0.120%를 함유시킨 후에,

[0102] B: 0.0010~0.0100% 및 REM: 0.010~0.100% 이하 중으로부터 선택되는 1종 또는 2종을 함유시킴과 함께, Ag 함유량, B 함유량 및 REM 함유량에 대해서, 하기식 (1)을 만족시키는 것이 매우 중요하다.

[0103] 기

[0104] 
$$(30 \times [\%B] + 1.2 \times [\%REM]) / [\%Ag] \geq 1.00 \quad \dots (1)$$

[0105] 여기에서, [%Ag], [%B] 및 [%REM]은 각각, 상기 성분 조성에 있어서의 Ag, B 및 REM의 함유량(질량%)이다.

[0106] 즉, B 및 REM은, Ag에 의해 조장되는 열간 압연 시의 옛지 균열을 방지하는 효과가 있다. 그러나, B 함유량 및 REM 함유량이 과잉이 되면, 내식성의 저하를 초래한다.

[0107] 이 점, 발명자들이 여러 가지 검토를 거듭한 결과, 이하의 인식을 얻었다.

[0108] 즉, Ag의 함유량에 따라서, B 및/또는 REM을 적정량 함유시키는, 구체적으로는, B: 0.0010~0.0100%(바람직하게는, 0.0010~0.0050%) 및 REM: 0.010~0.100%(바람직하게는, 0.010~0.070%) 중으로부터 선택되는 1종 또는 2종을 함유시킴과 함께, 상기식 (1)을 만족시키는 것이 중요하다. 이에 따라, 열간 압연 시의 옛지 균열을 유효하게 억제하면서, 수중 구조물의 구조 부재로 적용하는 데에 있어서 필요한 높은 내력과 우수한 내미생물 부식성을 동시에 실현할 수 있다.

[0109] 그 때문에, 본 발명의 일 실시 형태에 따른 2상 스테인리스 강판에서는, B: 0.0010~0.0100% 및 REM: 0.010~0.100% 이하 중으로부터 선택되는 1종 또는 2종을 함유시킴과 함께, Ag 함유량, B 함유량 및 REM 함유량에 대해서, 상기식 (1)을 만족시킨다.

[0110] 또한, 상기식 (1)에 대해서는, 다음식과 같이,  $(30 \times [\%B] + 1.2 \times [\%REM]) / [\%Ag]$ 의 값을 2.00 이상으로 하는 것이 바람직하다. 이에 따라, 열간 압연 시의 옛지 균열을 보다 유효하게 억제할 수 있다.

[0111] 
$$(30 \times [\%B] + 1.2 \times [\%REM]) / [\%Ag] \geq 2.00$$

[0112] 또한, REM이란, Sc, Y 및 란타노이드계 원소(La, Ce, Pr, Nd, Sm 등 원자 번호 57~71까지의 원소)를 의미하고, 여기에서 말하는 REM 함유량은, 이들 원소의 합계의 함유량이다.

- [0113] 이상, 기본 성분에 대해서 설명했지만, 상기의 기본 성분에 더하여, 추가로,
- [0114] Al: 0.100% 이하,
- [0115] Ca: 0.0100% 이하,
- [0116] Mg: 0.0100% 이하,
- [0117] Ta: 0.10% 이하,
- [0118] Ti: 0.50% 이하,
- [0119] Nb: 0.50% 이하,
- [0120] Zr: 0.50% 이하 및
- [0121] V: 0.50% 이하
- [0122] 중으로부터 선택되는 1종 또는 2종 이상을 적절히 함유시킬 수 있다.
- [0123] Al: 0.100% 이하
- [0124] Al은, 탈산제로서 사용되는 원소이다. 이 효과를 얻기 위해서는, Al 함유량을 0.010% 이상으로 하는 것이 바람직하다. 보다 바람직하게는 0.015% 이상이고, 더욱 바람직하게는 0.020% 이상이다. 단, Al 함유량이 0.100%를 초과하면, 질화물을 형성하여 표면 흠집의 원인이 되는 경우가 있다. 그 때문에, Al을 함유시키는 경우, 그의 함유량을 0.100% 이하로 한다. Al 함유량은, 바람직하게는 0.080% 이하이고, 보다 바람직하게는 0.050% 이하이다.
- [0125] Ca: 0.0100% 이하 및 Mg: 0.0100% 이하
- [0126] Ca 및 Mg는 모두, 열간 가공성을 향상시키는 원소이다. 이 효과를 얻기 위해서는, Ca 함유량 및 Mg 함유량을 각각 0.0003% 이상으로 하는 것이 바람직하다. 한편, Ca 함유량 및 Mg 함유량이 각각 0.0100%를 초과하면, 내식성을 저하시키는 경우가 있다. 그 때문에, Ca 및 Mg를 함유하는 경우, Ca 함유량 및 Mg 함유량은 각각 0.0100% 이하로 한다. Ca 함유량 및 Mg 함유량은 각각, 바람직하게는 0.0050% 이하이다.
- [0127] Ta: 0.10% 이하
- [0128] Ta도, Ca 및 Mg와 마찬가지로, 열간 가공성을 향상시키는 원소이다. 이 효과를 얻기 위해서는, Ta 함유량을 0.005% 이상으로 하는 것이 바람직하다. 한편, Ta 함유량이 0.10%를 초과하면, 내식성을 저하시키는 경우가 있다. 그 때문에, Ta를 함유하는 경우, 그의 함유량은 0.10% 이하로 한다. Ta 함유량은, 바람직하게는 0.05% 이하이다.
- [0129] Ti: 0.50% 이하
- [0130] Ti는, 강의 강도를 높이는 효과나, 강 중의 C 및 N을 고정하여 용접부의 내식성을 높이는 효과가 있다. 이들 효과를 얻기 위해서는, Ti 함유량을 0.01% 이상으로 하는 것이 바람직하다. Ti 함유량은, 보다 바람직하게는 0.03% 이상이고, 더욱 바람직하게는 0.05% 이상이다. 한편, Ti 함유량이 0.50%를 초과하면, 상기의 효과가 포화한다. 또한, Ti 함유 개재물에 의해, 표면 흠집이 발생하는 경우가 있다. 또한, 합금 비용의 증가를 초래한다. 그 때문에, Ti를 함유시키는 경우, Ti 함유량은 0.50% 이하로 한다. Ti 함유량은, 바람직하게는 0.20% 이하이고, 보다 바람직하게는 0.10% 이하이다.
- [0131] Nb: 0.50% 이하
- [0132] Nb는, Ti와 마찬가지로, 강의 강도를 높이는 효과나, 강 중의 C 및 N을 고정하여 용접부의 내식성을 높이는 효과가 있다. 이들 효과를 얻기 위해서는, Nb 함유량을 0.01% 이상으로 하는 것이 바람직하다. Nb 함유량은, 보다 바람직하게는 0.03% 이상이고, 더욱 바람직하게는 0.05% 이상이다. 한편, Nb 함유량이 0.50%를 초과하면, 상기의 효과가 포화한다. 또한, Nb 함유 개재물에 의해, 표면 흠집이 발생하는 경우가 있다. 또한, 합금 비용의 증가를 초래한다. 그 때문에, Nb를 함유시키는 경우, Nb 함유량은 0.50% 이하로 한다. Nb 함유량은, 바람직하게는 0.20% 이하이고, 보다 바람직하게는 0.10% 이하이다.
- [0133] Zr: 0.50% 이하
- [0134] Zr은, Ti와 마찬가지로, 강의 강도를 높이는 효과나, 강 중의 C 및 N을 고정하여 용접부의 내식성을 높이는 효

과가 있다. 이들 효과를 얻기 위해서는, Zr 함유량을 0.01% 이상으로 하는 것이 바람직하다. Zr 함유량은, 보다 바람직하게는 0.03% 이상이고, 더욱 바람직하게는 0.05% 이상이다. 한편, Zr 함유량이 0.50%를 초과하면, 상기의 효과가 포화한다. 또한, Zr 함유 개재물에 의해, 표면 흠집이 발생하는 경우가 있다. 또한, 합금 비용의 증가를 초래한다. 그 때문에, Zr을 함유시키는 경우, Zr 함유량은 0.50% 이하로 한다. Zr 함유량은, 바람직하게는 0.20% 이하이고, 보다 바람직하게는 0.10% 이하이다.

- [0135] V: 0.50% 이하
- [0136] V는, Ti와 마찬가지로, 강의 강도를 높이는 효과나, 강 중의 C 및 N을 고정하여 용접부의 내식성을 높이는 효과가 있다. 이들 효과를 얻기 위해서는, V 함유량을 0.01% 이상으로 하는 것이 바람직하다. V 함유량은, 보다 바람직하게는 0.03% 이상이고, 더욱 바람직하게는 0.05% 이상이다. 한편, V 함유량이 0.50%를 초과하면, 상기의 효과가 포화한다. 또한, V 함유 개재물에 의해, 표면 흠집이 발생하는 경우가 있다. 또한, 합금 비용의 증가를 초래한다. 그 때문에, V를 함유시키는 경우, V 함유량은 0.50% 이하로 한다. V 함유량은, 바람직하게는 0.20% 이하이고, 보다 바람직하게는 0.10% 이하이다.
- [0137] 또한, 상기 이외의 성분은 Fe 및 불가피적 불순물이다.
- [0138] 여기에서, 불가피적 불순물로서는, 예를 들면, O(산소)를 들 수 있다. O(산소)는 개재물에 의한 표면 흠집을 방지하는 관점에서, 0.05% 이하로 하는 것이 바람직하다.
- [0139] 다음으로, 본 발명의 일 실시 형태에 따른 오스테나이트·페라이트계 2상 스테인리스 강관의 조직에 대해서 설명한다.
- [0140] 본 발명의 일 실시 형태에 따른 오스테나이트·페라이트계 2상 스테인리스 강관의 조직은, 오스테나이트상 및 페라이트상에 의해 구성된다.
- [0141] 여기에서, 오스테나이트상의 체적률은, 30% 이상 70% 이하가 바람직하다. 또한, 페라이트상의 체적률은, 30% 이상 70% 이하가 바람직하다.
- [0142] 또한, 본 발명의 일 실시 형태에 따른 오스테나이트·페라이트계 2상 스테인리스 강관의 조직은, 오스테나이트상 및 페라이트상의 2상만으로 구성되어 있어도 좋고, 또한, 오스테나이트상 및 페라이트상 이외의 잔부로서, 체적률로 1% 이하의 석출물을 함유하고 있어도 좋다. 석출물로서는, 예를 들면, 금속 간 화합물, 탄화물, 질화물 및, 황화물로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1 또는 2 이상을 들 수 있다.
- [0143] 또한, 페라이트상 및 오스테나이트상의 체적률은, 이하와 같이 하여 구한다.
- [0144] 즉, 공시제가 되는 강관으로부터 길이: 15mm, 폭: 10mm의 시험편을 채취하여, 압연 방향에 평행한 단면이 관찰면이 되도록 수지에 매입하여(embedded) 단면을 경면 연마한다. 그 후, 무라카미 시약(페리시안화 칼륨 10g, 수산화 칼륨 10g, 순수 100cm<sup>3</sup>를 혼합한 수용액)에 의한 착색 처리를 실시하고 나서, 광학 현미경에 의한 관찰을 행한다.
- [0145] 무라카미 시약에 의한 착색에서는, 페라이트상만이 회색으로 착색되고(표면이 에칭되어 빛을 난반사하게 된다. 그 때문에, 오스테나이트상의 부분과 비교하여 어두워져, 회색으로 착색된 것처럼 보인다.), 오스테나이트상은 착색되지 않고 백색인 채가 된다(표면은 에칭되지 않고 경면 연마면인 채로, 밝다.). 이 반응을 이용하여 오스테나이트상과 페라이트상을 구별한 후, 화상 해석에 의해 오스테나이트상의 면적률을 산출한다. 관찰은 5시야에 대해서 배율 200배로 실시하여, 그의 면적률의 평균값을 오스테나이트상의 체적률로 한다.
- [0146] 또한, 페라이트상의 체적률은,
- [0147] [페라이트상의 체적률(%)] = 100 - [오스테나이트상의 체적률(%)]
- [0148] 에 의해 구한다. 또한, 석출물이 관찰된 경우에는, 상기식의 우변으로부터, 추가로 석출물의 합계의 체적률을 뺀으로써, 페라이트상의 체적률을 구한다.
- [0149] 또한, 본 발명의 일 실시 형태에 따른 오스테나이트·페라이트계 2상 스테인리스 강관의 관두께는 특별히 한정되는 것은 아니지만, 0.3~40mm로 하는 것이 바람직하다. 보다 바람직하게는 1.0~30mm이다.
- [0150] 다음으로, 본 발명의 일 실시 형태에 따른 오스테나이트·페라이트계 2상 스테인리스 강관을 제조하기 위한, 적합한 제조 방법에 대해서, 설명한다.
- [0151] 상기의 성분 조성을 갖는 용강을, 전로(converter)나 전기로(electric furnace)에서 용제하여, VOD(Vacuum

Oxygen Decarburization)나 AOD(Argon Oxygen Decarburization) 등으로 정련 후, 분괴 압연(blooming)이나 연속 주조에 의해 슬래브로 한다.

- [0152] 이어서, 슬래브를, 1200~1300℃로 가열하고, 열간 압연하여 열연 강판(소위 후관도 포함함)으로 한다.
- [0153] 또한, 얻어진 열연 강판은, 필요에 따라서, 900~1200℃에서 어닐링을 실시한 후, 산 세정이나 연마 등에 의해 탈스케일(descaled)하는 것이 바람직하다. 산 세정에서는, 예를 들면, 황산이나, 질산과 불산의 혼합액 등을 이용할 수 있다. 또한, 필요에 따라서, 산 세정 전에 쇼트 블래스트(shot blasting)에 의해 스케일(scales) 제거해도 좋다.
- [0154] 이어서, 얻어진 열연 강판에 어닐링과 냉간 압연을 실시하여, 냉연 강판으로 해도 좋다.
- [0155] 또한, 얻어진 냉연 강판은, 필요에 따라서, 900~1200℃의 온도에서 연속 어닐링을 실시한 후, 산 세정이나 연마 등에 의해 탈스케일하는 것이 바람직하다. 또한, 필요에 따라서, 900~1200℃의 온도에서, 광휘 어닐링(bright annealing)을 행해도 좋다.
- [0156] 실시예
- [0157] · 실시예 1
- [0158] 표 1에 나타내는 성분 조성(잔부는 Fe 및 불가피적 불순물)을 갖는 길이: 300mm, 폭: 150mm, 두께: 150mm의 강괴(steel ingot)를, 진공 용해로에 의해 용제하고, 1250℃로 가열 후, 열간 압연하여 판두께: 30mm의 시트 바(sheet bar)를 제작했다.
- [0159] 이 시트 바를 길이: 200mm로 절단하고, 제차, 1250℃로 가열하고 나서 열간 압연을 행하여, 판두께: 4.0mm의 열연 강판을 제작했다. 얻어진 열연 강판을 이용하여, 이하의 요령으로 열간 압연 시의 내엿지 균열성(edge cracking resistance)을 평가했다.
- [0160] (1) 열간 압연 시의 내엿지 균열성의 평가
- [0161] 상기와 같이 하여 얻은 열연 강판으로부터, 당해 열연 강판의 길이 방향 중앙부가, 시험편의 길이 방향 중심 위치가 되도록, 길이: 200mm의 시험편을 채취했다. 채취한 시험편에 대해서, 엿지부로부터 판폭 중앙 방향을 향하여 엿지 균열의 길이를 측정했다. 그리고, 당해 시험편에서 발생하고 있던 모든 엿지 균열 중, 판폭 중앙 방향으로 가장 길게 진전한 균열의 길이를 최대 균열 길이라고 정의했다. 그리고, 이 최대 균열 길이에 의해, 이하의 기준으로, 열간 압연 시의 내엿지 균열성을 평가했다. 평가 결과를 표 2에 나타낸다.
- [0162] ○(합격, 특히 우수함): 최대 균열 길이가 10mm 이하
- [0163] ○(합격, 우수함): 최대 균열 길이가 10mm 초과 20mm 이하
- [0164] ×(불합격): 최대 균열 길이가 20mm 초과
- [0165] 이어서, 얻어진 열연 강판을 길이 200mm로 절단하고, 대기 중, 1100℃, 1분간의 조건으로 어닐링한 후, 쇼트 블래스트 및 그라인더 연삭에 의해 표면 스케일을 제거함으로써, 열연 어닐링 강판을 얻었다.
- [0166] 이어서, 얻어진 열연 어닐링 강판을 냉간 압연하고, 대기 중, 1100℃, 1분간의 조건으로 어닐링한 후, #240의 연마지로 표면을 연마하여 스케일을 제거함으로써, 판두께: 1.0mm의 냉연 어닐링 강판을 얻었다.
- [0167] 그리고, 이하의 요령으로, 내력 및 내미생물 부식성을 평가했다.
- [0168] (2) 내력의 평가
- [0169] 상기와 같이 하여 얻은 냉연 어닐링 강판으로부터, JIS Z 2241에 준거하여, 5호 인장 시험편을 채취하여, 0.2% 내력을 측정했다. 시험편 개수는 각 2개로 하고, 그의 산술 평균값을 당해 강판의 0.2% 내력으로 했다. 그리고, 이하의 기준으로, 내력의 평가를 행했다. 평가 결과를 표 2에 병기한다.
- [0170] ○(합격): 0.2% 내력이 400MPa 이상
- [0171] ×(불합격): 0.2% 내력이 400MPa 미만
- [0172] (3) 내미생물 부식성의 평가
- [0173] 상기와 같이 하여 얻은 냉연 어닐링 강판으로부터, 길이(압연 방향): 350mm, 폭: 50mm의 시험편을 채취하고, 시험편의 폭 중앙부에, 비드 온 플레이트 방식(bead-on plate method)으로 TIG 용접을 행하여, 용접 시험편을 제

작했다. 용접 방향은 시험편의 길이 방향으로 하고, 용접 길이: 330mm, 용접 전류: 110A, 용접 속도: 600mm/min, Ar 실드 가스: 양면 사용, 용접 와이어: 미사용의 조건으로 했다. 또한, 용접 비드폭은 약 4mm였다.

[0174] 제작한 용접 시험편으로부터, 용접 방향이 평가용 시험편의 길이 방향에 평행이고, 또한, 용접 비드가 평가용 시험편의 폭방향의 중앙에 위치하도록, 길이: 50mm, 폭: 50mm의 평가용 시험편을 6매 채취했다. 또한, 용접 방향(길이 방향)으로, 용접부의 시단 및 종단에서 각각 15mm까지의 부위에 대해서는, 절제했다. 이어서, 평가용 시험편의 시험면(겉측의 표면(용접 시에 용접 토치의 측에 위치하는 면))을, #600의 연마지로 연마했다.

[0175] 상기의 평가용 시험편을, 이하의 (a) 항균 활성값의 측정 및 (b) 내바이오필름 부착성 시험에서 사용하기 위해 각각 작성하고(6매×2), 이하의 요령으로 (a) 항균 활성값의 측정 및 (b) 내바이오필름 부착성 시험을 실시했다.

[0176] (a) 항균 활성값의 측정

[0177] 연마 후의 평가용 시험편을 이용하여, JIS Z 2801에 준거하는 항균성 시험을 행하여, 황색포도구균에 대한 항균 활성값 및 대장균에 대한 항균 활성값을 측정했다. 각각의 항균 활성값은, JIS Z 2801에 준거하여, 이하에 나타내는 식 (2)에 의해 구했다.

[0178] 
$$R = (U_t - U_0) - (A_t - U_0) = U_t - A_t \cdots \text{식 (2)}$$

[0179] R: 항균 활성값

[0180]  $U_0$ : 무가공 시험편의 접종 직후의 생균수(viable bacteria)의 대수값의 평균값

[0181]  $U_t$ : 무가공 시험편의 24시간 후의 생균수의 대수값의 평균값

[0182]  $A_t$ : 평가용 시험편의 24시간 후의 생균수의 대수값의 평균값

[0183] 또한, 무가공 시험편에는, 폴리에틸렌 필름을 이용했다. 또한, 황색포도구균 및 대장균의 시험균액에 대해서, 각각 3개의 평가용 시험편을 이용하여 항균 활성값을 구하고, 그들의 평균값을 각각, 황색포도구균에 대한 항균 활성값 및 대장균에 대한 항균 활성값으로 했다.

[0184] 그리고, 이하의 기준으로 평가했다. 평가 결과를 표 2에 병기한다.

[0185] ◎(합격, 특히 우수함): 황색포도구균에 대한 항균 활성값 및 대장균에 대한 항균 활성값이 모두 2.0 이상

[0186] ○(합격, 우수함): 황색포도구균에 대한 항균 활성값이 2.0 이상(◎를 제외함)

[0187] ×(불합격): 황색포도구균에 대한 항균 활성값이 2.0 미만

[0188] (b) 내바이오필름 부착성 시험

[0189] 연마 후의 평가용 시험편을 이용하여, 도 2에 나타내는 바와 같은 시험면끼리의 사이에 간극을 갖는 시험편(이하, 간극 형상 시험편이라고도 함)을 3개 제작했다. 도 2 중, 부호 2가 평가용 시험편, 3이 용접 비드, 4가 실리콘 튜브이다.

[0190] 즉, 시험면끼리가 접촉하도록, 2매의 평가용 시험편을 서로 겹쳤다. 서로 겹친 2매의 평가용 시험편을, 절입(cut)을 넣은 실리콘 튜브로 고정하여, 간극 형상 시험편을 제작했다.

[0191] 제작한 간극 형상 시험편을, 치바현 내의 댐 호수로부터 채취한 물(이하, 채취수라고도 함)에, 120일간 침지했다. 침지 후, 간극 형상 시험편을 해체하여, 간극 내의 바이오필름(백탁된(cloudy) 박막 형태의 부착물)의 생성(부착) 상황을 육안으로 확인했다. 또한, 침지는, 밀폐한 유리 용기 중에서 행하고, 온도 50℃, 550ml의 채취수 중에 3개의 간극 형상 시험편을 넣어 행했다. 또한, 침지 기간 중에 채취수의 교환이나 보충은 행하지 않았다.

[0192] 그리고, 이하의 기준으로 내미생물 부식성을 평가했다. 결과를 표 2에 병기한다.

[0193] ◎(합격, 특히 우수함): 3개의 간극 형상 시험편 전부에 있어서, 간극 내에 바이오필름이 확인되지 않는다

[0194] ○(합격, 우수함): 간극 내에 바이오필름이 부착된 간극 형상 시험편의 수가 1개

[0195] ×(불합격): 간극 내에 바이오필름이 부착된 간극 형상 시험편의 수가 2개 이상

[0196]

또한, 전술한 방법에 의해, 상기와 같이 하여 얻은 냉연 어닐링 강관의 조직 관찰을 행한 결과, 어느 냉연 어닐링 강관의 조직도, 오스테나이트상 및 페라이트상의 2상만으로 구성되어 있고, 오스테나이트상의 체적률이 30% 이상 70% 이하이고, 페라이트상의 체적률이 30% 이상 70% 이하의 범위였다.

표 1

No.	성분 조성 (질량%)													(1)식의 차별값	비고	
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	Ag	N	B	REM			그 외
1	0.016	0.29	3.0	0.03	0.002	20.8	2.0	0.31	1.0	0.019	0.17	-	0.032	-	2.02	발명예
2	0.013	0.32	3.0	0.03	0.001	21.0	2.0	0.31	1.0	0.027	0.17	0.0031	0.029	-	4.73	발명예
3	0.015	0.29	3.0	0.03	0.001	20.9	2.0	0.30	1.0	0.053	0.18	0.0028	-	-	1.58	발명예
4	0.018	0.30	3.0	0.03	0.001	21.1	2.1	0.31	1.0	0.041	0.17	-	0.043	Ca : 0.0033 Mg : 0.0028	1.26	발명예
5	0.019	0.31	3.0	0.03	0.002	20.9	2.0	0.30	1.0	0.031	0.17	-	0.036	Al : 0.030 Ta : 0.03	1.39	발명예
6	0.015	0.30	3.0	0.03	0.001	21.2	2.0	0.31	1.0	0.045	0.18	0.0028	0.025	Ti : 0.12	2.53	발명예
7	0.016	0.31	3.0	0.03	0.002	20.1	2.0	0.30	1.0	0.051	0.17	-	0.055	Nb : 0.10	1.29	발명예
8	0.014	0.29	2.9	0.04	0.001	20.9	2.1	0.29	1.0	0.058	0.17	0.0028	-	V : 0.11	1.45	발명예
9	0.015	0.30	2.9	0.03	0.002	21.2	2.0	0.30	1.0	0.029	0.18	-	0.056	Zr : 0.09	2.32	발명예
10	0.016	0.29	3.0	0.03	0.002	21.1	2.0	0.30	1.0	0.048	0.17	0.0081	-	-	5.06	발명예
11	0.017	0.31	3.1	0.04	0.003	20.2	2.0	0.31	1.0	0.025	0.17	0.0012	-	-	1.44	발명예
12	0.018	0.28	2.9	0.03	0.002	20.1	2.1	0.32	1.0	0.033	0.17	-	0.092	-	3.35	발명예
13	0.017	0.30	3.0	0.03	0.002	20.2	2.0	0.32	1.0	0.034	0.18	-	0.012	-	<u>0.42</u>	비교예
14	0.015	0.31	3.1	0.03	0.002	21.1	2.1	0.31	1.0	0.054	0.18	0.0014	-	-	<u>0.78</u>	비교예
15	0.015	0.30	3.0	0.03	0.001	20.9	2.0	0.30	1.0	0.092	0.17	0.0022	0.017	-	<u>0.94</u>	비교예
16	0.016	0.28	2.9	0.04	0.001	20.2	2.1	0.29	1.0	<u>0.124</u>	0.17	0.0024	0.054	-	1.10	비교예
17	0.016	0.30	3.0	0.03	0.001	20.9	2.1	0.31	1.0	<u>0.132</u>	0.18	-	0.049	-	<u>0.45</u>	비교예
18	0.015	0.31	3.1	0.04	0.002	21.0	2.0	0.31	1.0	0.029	0.17	-	-	-	<u>0.00</u>	비교예
19	0.015	0.28	3.0	0.03	0.001	20.6	2.0	0.31	1.0	<u>0.005</u>	0.17	-	0.031	-	7.44	비교예
20	0.015	0.28	3.0	0.03	0.001	20.7	2.1	0.31	1.0	=	0.17	-	0.035	-	-	비교예
21	0.016	0.33	2.5	0.03	0.001	21.3	2.8	0.05	0.4	0.023	0.18	-	0.031	-	1.62	발명예
22	0.015	0.31	2.2	0.03	0.001	19.1	1.6	0.09	2.5	0.021	0.18	0.0031	-	-	4.43	발명예
23	0.015	0.31	3.1	0.04	0.001	21.0	2.0	0.30	1.0	0.023	0.18	<u>0.0007</u>	-	-	<u>0.91</u>	비교예
24	0.016	0.29	3.0	0.03	0.002	21.1	2.0	0.29	1.0	0.032	0.17	-	<u>0.008</u>	-	<u>0.30</u>	비교예

[0197]

표 2

No.	(1) 열간 압연 시의 내엿지 균열성	(2) 내력		(3) 내미생물 부식성				비고
		0.2% 내력 (MPa)	평가	(a) 항균 활성값의 측정			(b) 내바이오필름 부착성 시험	
				황색포도구균	대장균	평가	평가	
1	◎	510	○	2.5	<b>1.0</b>	○	○	발명예
2	◎	489	○	3.4	<b>1.1</b>	○	○	발명예
3	○	508	○	4.0	3.0	◎	◎	발명예
4	○	508	○	3.9	2.5	◎	◎	발명예
5	○	489	○	3.2	<b>1.8</b>	○	○	발명예
6	◎	488	○	4.2	2.2	◎	◎	발명예
7	○	519	○	4.5	3.1	◎	◎	발명예
8	○	518	○	4.3	4.0	◎	◎	발명예
9	◎	521	○	3.1	<b>1.9</b>	○	○	발명예
10	◎	511	○	4.0	2.9	◎	◎	발명예
11	○	502	○	2.9	<b>1.2</b>	○	○	발명예
12	◎	498	○	3.2	<b>1.8</b>	○	○	발명예
13	×	495	○	3.2	<b>1.9</b>	○	○	비교예
14	×	498	○	4.3	4.7	◎	◎	비교예
15	×	505	○	4.1	5.8	◎	◎	비교예
16	×	501	○	4.8	5.4	◎	◎	비교예
17	×	502	○	4.0	5.2	◎	◎	비교예
18	×	511	○	3.5	<b>1.2</b>	○	○	비교예
19	◎	500	○	<b>1.2</b>	<b>0.5</b>	×	×	비교예
20	◎	509	○	<b>1.1</b>	<b>0.5</b>	×	×	비교예
21	◎	500	○	3.5	<b>1.3</b>	○	○	발명예
22	◎	509	○	3.2	<b>1.4</b>	○	○	발명예
23	×	515	○	3.3	<b>1.3</b>	○	○	비교예
24	×	517	○	3.4	<b>1.9</b>	○	○	비교예

[0198]

[0199]

표 2로부터, 발명예에서는 모두, 높은 내력과 우수한 내미생물 부식성을 겸비하고, 열간 압연 시의 엿지 균열도 유효하게 억제되었다.

[0200]

한편, 비교예에서는, 내미생물 부식성이 충분하지 않거나, 또는, 열간 압연 시의 엿지 균열을 유효하게 억제할 수 없었다.

[0201]

· 실시예 2

[0202]

표 1에 나타내는 성분 조성(잔부는 Fe 및 불가피적 불순물)을 갖는 길이: 300mm, 폭: 150mm, 두께: 150mm의 강괴를, 진공 용해로에 의해 용제하고, 1250℃로 가열 후, 열간 압연하여 판두께: 30mm의 시트 바를 제작했다.

[0203]

이 시트 바를 길이: 300mm로 절단한 것을 3개 채취하고, 재차, 1100℃로 가열하고 나서 열간 압연을 행하여, 판두께: 12.0mm의 열연 강판을 3개 제작했다. 얻어진 열연 강판을 이용하여, 이하의 요령으로 열간 압연 시의 내엿지 균열성을 평가했다

[0204]

(4) 열간 압연 시의 내엿지 균열성의 평가

[0205]

상기와 같이 하여 얻은 열연 강판 중 1개로부터, 당해 열연 강판의 길이 방향 중앙부가, 시험편의 길이 방향 중심 위치가 되도록, 길이: 200mm의 시험편을 채취했다. 채취한 시험편에 대해서, 엿지부로부터 판폭 중앙 방향을 향하여 엿지 균열의 길이를 측정했다. 그리고, 당해 시험편에서 발생하고 있던 모든 엿지 균열 중, 판폭 중앙 방향으로 가장 길게 진전한 균열의 길이를 최대 균열 길이라고 정의했다. 그리고, 이 최대 균열 길이에 의해, 이하의 기준으로, 열간 압연 시의 내엿지 균열성을 평가했다. 평가 결과를 표 3에 병기한다.

[0206]

◎(합격, 특히 우수함): 최대 균열 길이가 6mm 이하

[0207]

○(합격, 우수함): 최대 균열 길이가 6mm 초과 12mm 이하

[0208]

×(불합격): 최대 균열 길이가 12mm 초과

- [0209] 이어서, 얻어진 열연 강판 중 나머지의 2개를, 대기 중, 1100℃, 30분간의 조건으로 어닐링한 후, 수냉했다. 추가로, 쇼트 블래스트 및 그라인더 연삭으로 열연 강판의 표면을 연삭하여 표면 스케일을 제거하여, 판두께: 10.0mm의 열연 어닐링 강판을 얻었다.
- [0210] 그리고, 이하의 요령으로, 내력 및 내미생물 부식성을 평가했다.
- [0211] (5) 내력의 평가
- [0212] 상기와 같이 하여 얻은 열연 어닐링 강판으로부터, JIS Z 2241에 준거하여, 14A호 인장 시험편(평행부의 직경 6 mm, 평점 간 거리 42mm)을 채취하여, 0.2% 내력을 측정했다. 인장 방향은, 압연 방향과 평행으로 했다. 시험편 개수는 각 2개로 하고, 그의 산술 평균값을 당해 강판의 0.2% 내력으로 했다. 그리고, 이하의 기준으로, 내력의 평가를 했다. 평가 결과를 표 3에 병기한다.
- [0213] ○(합격): 0.2% 내력이 400MPa 이상
- [0214] ×(불합격): 0.2% 내력이 400MPa 미만
- [0215] (6) 내미생물 부식성의 평가
- [0216] 상기와 같이 하여 얻은 열연 어닐링 강판으로부터, 길이(압연 방향): 500mm, 폭: 75mm의 시험편을 4개 채취하여, 이하의 방법으로 2개의 용접 시험편을 제작했다.
- [0217] 즉, 2개의 시험편을 맞대어, 베벨 각도: 22.5°, 루트 간격: 5mm의 V형 개선(V-shaped groove)을 형성했다. 이어서, 와이어 지름: 1.2mm의 WEL FCW329J3L 와이어(니혼웰딩로드 제조, 주요 성분이 C: 0.015%, Si: 0.15%, Mn: 1.5%, Ni: 8%, Cr: 23%, Mo: 3%, N: 0.15%)를 사용하여, 용접 전류: 190A, 아크 전압: 31V, 용접 속도: 26~30cm/min의 조건으로 탄산 가스 아크 용접을 행하여, 용접 시험편을 제작했다. 또한, CO<sub>2</sub> 실드 가스의 유량은 20L/min, 패스수는 4패스로 했다.
- [0218] 이어서, 제작한 용접 시험편의 용접부로부터, 용접 방향이 평가용 시험편의 길이 방향으로 평행이고 용접 비드가 평가용 시험편의 폭방향의 중앙이 되도록, 길이: 50mm, 폭: 50mm의 평가용 시험편을 6매 채취했다. 또한, 용접 방향(길이 방향)으로, 용접부의 시단 및 종단에서 각각 100mm까지의 부위에 대해서는, 절제했다. 이어서, 평가용 시험편의 시험면(결측의 표면(용접 시에 용접 토치의 측에 위치하는 면))을, #600의 연마지로 연마했다.
- [0219] 상기의 평가용 시험편을, 이하의 (a) 항균 활성값의 측정 및 (b) 내바이오필름 부착성 시험에서 사용하기 위해 각각 작성하고(6매×2), 이하의 요령으로 (a) 항균 활성값의 측정 및 (b) 내바이오필름 부착성 시험을 실시했다.
- [0220] (a) 항균 활성값의 측정
- [0221] 연마 후의 평가용 시험편을 이용하여, 실시예 1과 동일한 방법으로, JIS Z 2801에 준거하는 항균성 시험을 행하여, 황색포도구균에 대한 항균 활성값 및 대장균에 대한 항균 활성값을 측정하고, 이하의 기준으로 내미생물 부식성을 평가했다. 평가 결과를 표 3에 병기한다.
- [0222] ◎(합격, 특히 우수함): 황색포도구균에 대한 항균 활성값 및 대장균에 대한 항균 활성값이 모두 2.0 이상
- [0223] ○(합격, 우수함): 황색포도구균에 대한 항균 활성값이 2.0 이상(◎를 제외함)
- [0224] ×(불합격): 황색포도구균에 대한 항균 활성값이 2.0 미만
- [0225] (b) 내바이오필름 부착성 시험
- [0226] 실시예 1과 동일한 방법으로, 간극 형상 시험편을 3개 제작했다. 이어서, 제작한 간극 형상 시험편을, 실시예 1과 동일한 요령으로, 채취수에 침지하고, 간극 형상 시험편의 간극 내의 바이오필름(백탁된 박막 형상의 부착물)의 생성(부착) 상황을 육안으로 확인했다.
- [0227] 그리고, 이하의 기준으로 내미생물 부식성을 평가했다. 결과를 표 3에 병기한다.
- [0228] ◎(합격, 특히 우수함): 3개의 간극 형상 시험편 전부에 있어서, 간극 내에 바이오필름이 확인되지 않는다
- [0229] ○(합격, 우수함): 간극 내에 바이오필름이 부착된 간극 형상 시험편의 수가 1개
- [0230] ×(불합격): 간극 내에 바이오필름이 부착된 간극 형상 시험편의 수가 2개 이상

[0231] 또한, 전술한 방법에 의해, 상기와 같이 하여 얻은 열연 어닐링 강관의 조직 관찰을 행한 결과, 어느 열연 어닐링 강관의 조직도, 오스테나이트상 및 페라이트상의 2상만으로 구성되어 있고, 오스테나이트상의 체적률이 30% 이상 70% 이하이고, 페라이트상의 체적률이 30% 이상 70% 이하의 범위였다.

표 3

No.	(4) 열간 압연 시의 내엣지 균열성	(5) 내력		(6) 내미생물 부식성				비고
		0.2% 내력 (MPa)	평가	(a) 항균 활성값의 측정			(b) 내바이오필름 부착성 시험	
				항색포도구균	대장균	평가	평가	
1	◎	471	○	2.5	<b>1.1</b>	○	○	발명예
2	◎	446	○	3.7	<b>1.0</b>	○	○	발명예
3	○	468	○	4.0	2.8	◎	◎	발명예
4	○	465	○	4.1	2.7	◎	◎	발명예
5	◎	448	○	3.2	<b>1.7</b>	○	○	발명예
6	◎	442	○	4.5	2.2	◎	◎	발명예
7	○	482	○	4.5	3.3	◎	◎	발명예
8	○	478	○	4.0	4.2	◎	◎	발명예
9	◎	489	○	3.1	<b>1.8</b>	○	○	발명예
10	◎	473	○	4.4	2.7	◎	◎	발명예
11	◎	466	○	3.0	<b>1.1</b>	○	○	발명예
12	◎	449	○	3.2	<b>1.9</b>	○	○	발명예
13	×	447	○	3.4	<b>1.8</b>	○	○	비교예
14	×	451	○	4.2	4.2	◎	◎	비교예
15	×	456	○	4.0	5.2	◎	◎	비교예
16	×	459	○	4.7	5.7	◎	◎	비교예
17	×	466	○	4.0	5.0	◎	◎	비교예
18	×	462	○	3.4	<b>1.3</b>	○	○	비교예
19	◎	453	○	<b>1.2</b>	<b>0.5</b>	×	×	비교예
20	◎	460	○	<b>1.1</b>	<b>0.5</b>	×	×	비교예
21	◎	459	○	3.5	<b>1.4</b>	○	○	발명예
22	◎	463	○	2.9	<b>1.3</b>	○	○	발명예
23	×	476	○	3.5	<b>1.4</b>	○	○	비교예
24	×	480	○	3.6	<b>1.8</b>	○	○	비교예

[0232]

[0233] 표 3으로부터, 발명예에서는 모두, 높은 내력과 우수한 내미생물 부식성을 겸비하고, 열간 압연 시의 엣지 균열도 유효하게 억제되었다.

[0234] 한편, 비교예에서는, 내미생물 부식성이 충분하지 않거나, 또는, 열간 압연 시의 엣지 균열을 유효하게 억제할 수 없었다.

[0235] (산업상의 이용 가능성)

[0236] 본 발명의 일 실시 형태에 따른 오스테나이트·페라이트계 2상 스테인리스 강관은, 높은 내력과 우수한 내미생물 부식성을 겸비하고, 또한, 높은 생산성하, 제조하는 것이 가능하다. 그 때문에, 본 발명의 일 실시 형태에 따른 오스테나이트·페라이트계 2상 스테인리스 강관은, 예를 들면, 댐이나 수문, 수처리 설비 등과 같은 수중에 설치되는 수중 구조물의 구조 부재에 이용하는 데에 적합하다.

[0237] 또한, 본 발명의 일 실시 형태에 따른 오스테나이트·페라이트계 2상 스테인리스 강관은, 조리용 테이블 부재나, 주방의 마루판, 또한, 자동차의 서스펜션 부품이나 옥외에 설치되는 각종 가대, 플랜트 배관 등에도 적합하게 이용할 수 있다.

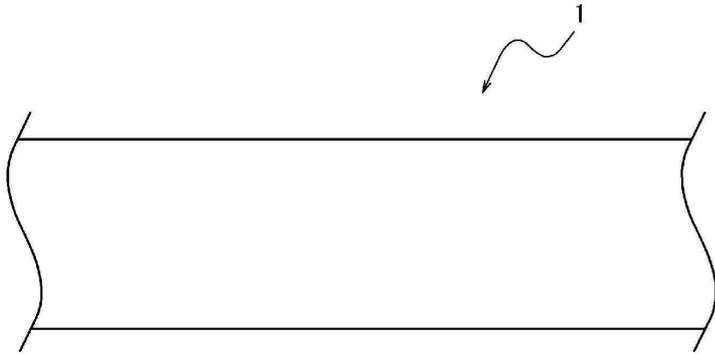
**부호의 설명**

- [0238] 1: 오스테나이트·페라이트계 2상 스테인리스 강관
- 2: 평가용 시험편
- 3: 용접 비드

4: 실리콘 튜브

도면

도면1



도면2

