



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0090865
(43) 공개일자 2016년08월01일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C22C 38/00 (2006.01) B21D 22/02 (2006.01)
B21D 22/20 (2006.01) C21D 1/18 (2006.01)
C21D 9/46 (2006.01) C22C 38/02 (2006.01)
C22C 38/04 (2006.01) C22C 38/06 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
C22C 38/00 (2013.01)
B21D 22/022 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-7016945
(22) 출원일자(국제) 2014년11월28일
심사청구일자 2016년06월24일
- (85) 번역문제출일자 2016년06월24일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2014/081514
(87) 국제공개번호 WO 2015/080242
국제공개일자 2015년06월04일
- (30) 우선권주장
JP-P-2013-247814 2013년11월29일 일본(JP)

- (71) 출원인
신닛테츠스미킨 카부시키카이사
일본 도쿄도 치요다꾸 마루노우찌 2쵸메 6방 1고
- (72) 발명자
하야시 고타로오
일본 1008071 도쿄도 치요다꾸 마루노우치 2쵸메 6방 1고 신닛테츠스미킨카부시키카이사 내
- (74) 대리인
장수길, 성재동

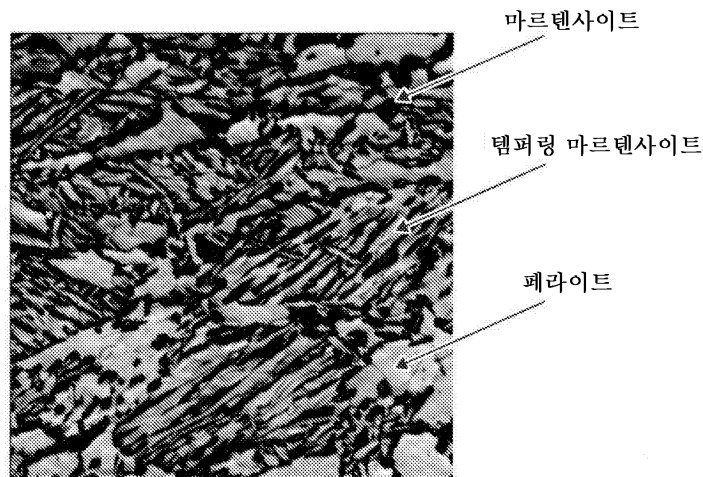
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 **열간 성형 강판 부재 및 그 제조 방법 및 열간 성형용 강판**

(57) 요약

본 발명은, 질량%로, C: 0.100% 내지 0.340%, Si: 0.50% 내지 2.00%, Mn: 1.00% 내지 3.00%, P: 0.050% 이하, S: 0.0100% 이하, sol.Al: 0.001% 내지 1.000% 및 N: 0.0100% 이하, 잔량부 Fe 및 불순물로 이루어지는 화학 조성을 갖고, 면적%로, 페라이트: 5% 내지 50%, 템퍼링 마르텐사이트 및 / 또는 템퍼링 베이나이트: 합계 20% 내지 70%, 마르텐사이트: 25% 내지 75%이며, 이들의 합계가 90% 이상, 또한 잔류 오스테나이트: 0% 내지 5%를 포함하는 강 조직을 갖는 열간 성형 강판 부재를 제조하고, 고강도와 우수한 연성 및 굽힘성을 얻는 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B21D 22/20 (2013.01)

C21D 1/18 (2013.01)

C21D 9/46 (2013.01)

C22C 38/001 (2013.01)

C22C 38/002 (2013.01)

C22C 38/005 (2013.01)

C22C 38/02 (2013.01)

C22C 38/04 (2013.01)

C22C 38/06 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

질량%로, C: 0.100% 내지 0.340%, Si: 0.50% 내지 2.00%, Mn: 1.00% 내지 3.00%, P: 0.050% 이하, S: 0.0100% 이하, sol.Al: 0.001% 내지 1.000% 및 N: 0.0100% 이하를 함유하고, 잔량부 Fe 및 불순물로 이루어지는 화학 조성을 갖고,

페라이트와, 템퍼링 마르텐사이트 및 템퍼링 베이나이트의 적어도 한쪽과, 마르텐사이트를 포함하는 강 조직이며, 면적으로, 페라이트: 5% 내지 50%, 템퍼링 마르텐사이트 및 템퍼링 베이나이트: 합계로 20% 내지 70%, 마르텐사이트: 25% 내지 75%, 페라이트, 템퍼링 마르텐사이트, 템퍼링 베이나이트 및 마르텐사이트: 합계로 90% 이상, 잔류 오스테나이트: 0% 내지 5%인 강 조직을 갖는 열간 성형 강판 부재.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 화학 조성인, Fe의 일부 대신에, 질량%로, Ti: 0.200% 이하, Nb: 0.200% 이하, V: 0.200% 이하, Cr: 1.000% 이하, Mo: 1.000% 이하, Cu: 1.000% 이하 및 Ni: 1.000% 이하로 이루어지는 군에서 선택된 1종 또는 2종 이상을 함유하는, 열간 성형 강판 부재.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 화학 조성인, Fe의 일부 대신에, 질량%로, B: 0.0025% 이하를 함유하는, 열간 성형 강판 부재.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 화학 조성인, Fe의 일부 대신에, 질량%로, Ca: 0.0100% 이하, Mg: 0.0100% 이하, REM: 0.0100% 이하 및 Zr: 0.0100% 이하로 이루어지는 군에서 선택된 1종 또는 2종 이상을 함유하는, 열간 성형 강판 부재.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 화학 조성인, Fe의 일부 대신에, 질량%로, Bi: 0.0100% 이하를 함유하는, 열간 성형 강판 부재.

청구항 6

질량%로, C: 0.100% 내지 0.340%, Si: 0.50% 내지 2.00%, Mn: 1.00% 내지 3.00%, P: 0.050% 이하, S: 0.0100% 이하, sol.Al: 0.001% 내지 1.000% 및 N: 0.0100% 이하를 함유하고, 잔량부 Fe 및 불순물로 이루어지는 화학 조성을 갖고,

에스펙트비가 2.0 이하인 페라이트와, 마르텐사이트 및 베이나이트 중 적어도 한쪽을 포함하는 강 조직이며, 면적으로, 페라이트: 5% 내지 50%, 마르텐사이트 및 베이나이트: 합계로 45% 내지 90%, 페라이트, 마르텐사이트 및 베이나이트: 합계로 90% 이상인 강 조직을 갖는 열간 성형용 강판.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 화학 조성인, Fe의 일부 대신에, 질량%로, Ti: 0.200% 이하, Nb: 0.200% 이하, V: 0.200% 이하, Cr: 1.000% 이하, Mo: 1.000% 이하, Cu: 1.000% 이하 및 Ni: 1.000% 이하로 이루어지는 군에서 선택된 1종 또는 2종 이상을 함유하는, 열간 성형용 강판.

청구항 8

제6항 또는 제7항에 있어서,

상기 화학 조성이, Fe의 일부 대신에, 질량%로, B: 0.0025% 이하를 함유하는, 열간 성형용 강판.

청구항 9

제6항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 화학 조성이, Fe의 일부 대신에, 질량%로, Ca: 0.0100% 이하, Mg: 0.0100% 이하, REM: 0.0100% 이하 및 Zr: 0.0100% 이하로 이루어지는 군에서 선택된 1종 또는 2종 이상을 함유하는, 열간 성형용 강판.

청구항 10

제6항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 화학 조성이, Fe의 일부 대신에, 질량%로, Bi: 0.0100% 이하를 함유하는, 열간 성형용 강판.

청구항 11

제6항 내지 제10항 중 어느 한 항에 기재된 열간 성형용 강판을, 720℃ 이상 A_c3 점 미만의 온도 영역으로 가열하고, 상기 가열의 종료부터 열간 성형의 개시까지에 있어서 강판이 공냉에 노출되는 시간을 3초간 내지 20초간으로 하여 열간 성형을 실시하고, 10℃/초 내지 500℃/초의 평균 냉각 속도로 M_s 점 이하의 온도 영역까지 냉각하는, 열간 성형 강판 부재의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 예를 들어 자동차의 보디 구조 부품을 비롯한 기계 구조 부품 등에 사용되는, 열간 성형 강판 부재 및 그 제조 방법 및 열간 성형용 강판에 관한 것이다. 구체적으로는, 본 발명은 높은 인장 강도를 가지면서, 우수한 연성과 굽힘성을 갖는 열간 성형 강판 부재 및 그 제조 방법 및 그것을 얻기 위한 열간 성형용 강판에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 들어, 자동차의 경량화를 위해서, 차체에 사용하는 강재의 고강도화를 도모하고, 사용 중량을 줄이는 노력이 진행되고 있다. 자동차에 널리 사용되는 박강판에 있어서는, 강판 강도의 증가에 수반하여, 프레스 성형성이 저하되어, 복잡한 형상의 부재를 제조하는 것이 곤란해진다. 구체적으로는, 연성이 저하되고, 가공도가 높은 부위에서 과단이 발생한다거나, 또는, 스프랭백이나 벽 휨이 커져서, 치수 정밀도가 열화된다는 문제가 발생한다. 따라서, 고강도, 특히 980MPa급 이상의 인장 강도를 갖는 강판을 사용하여, 프레스 성형에 의해 그러한 부재를 제조하는 것은 용이하지 않다. 프레스 성형이 아니라, 롤 성형에 의하면, 고강도의 강판을 가공할 수 있지만, 길이 방향으로 균일한 단면을 갖는 부재 이외에는 적용할 수 없다.

[0003] 한편, 특허문헌 1에 개시되어 있는 바와 같이, 가열한 강판을 프레스 성형하는 열간 프레스라 불리는 방법에서는, 강판이 고온이어서 연질, 고연성으로 되어 있으므로, 복잡한 형상의 부재를 치수 정밀도 좋게 성형하는 것이 가능하다. 또한, 강판을 오스테나이트 단상 영역으로 가열해 두고, 금형 내에서 급냉(퀵칭)함으로써, 마르텐사이트 변태에 의한 부재의 고강도화를 동시에 달성할 수 있다. 따라서, 이러한 열간 프레스법은, 부재의 고강도화와 강판의 성형성을 동시에 확보할 수 있는 우수한 성형 방법이다.

[0004] 또한, 특허문헌 2에는, 실온에서 미리 소정의 형상으로 성형 후, 오스테나이트 영역으로 가열하고, 금형 내에서 급냉함으로써, 부재의 고강도화를 달성하는 예비 프레스 퀵칭법이 개시되어 있다. 이러한 열간 프레스의 일형태인 예비 프레스 퀵칭법은, 금형에 의해 부재를 구속해서 열 왜곡에 의한 변형을 억제할 수 있으므로, 부재의 고강도화와 높은 치수 정밀도를 동시에 확보할 수 있는 우수한 성형 방법이다.

[0005] 그러나, 최근에 이르러서는, 열간 프레스 강판 부재에는 연성도 요구되게 되었으며, 강 조직이 실질적으로 마르텐사이트 단상인, 특허문헌 1이나 특허문헌 2로 대표되는 종래 기술에서는, 이러한 요구에 따를 수 없다는 문제

가 발생하고 있다.

- [0006] 이러한 배경으로부터, 특허문헌 3에는, 강관을 페라이트와 오스테나이트의 2상 온도 영역으로 가열해 두고, 또한, 2상 조직을 유지한 채 프레스하고, 금형 내에서 급냉함으로써, 페라이트와 마르텐사이트의 2상 조직에 의한 고강도이면서 연성이 우수하다고 여겨지는 열간 프레스 강관 부재가 개시되어 있다. 그러나, 이와 같은 2상 가열 조건에 있어서는, 강 조직이 불균일해지기 쉬우므로, 열간 프레스 강관 부재의 굽힘성과 인성이 열화되어, 그 충격 흡수 특성이 현저하게 저하되는 경우가 있다.
- [0007] 한편, 특허문헌 4에는, 마르텐사이트 또는 베이나이트가 80체적% 이상인 강 조직을 갖는 강관을 Ac₁ 변태점 이상에서 가열하고, 금형 내에서 급냉함으로써 얻어진, 조직이 3 내지 20체적%의 잔류 오스테나이트, 30 내지 97체적%의 템퍼링 마르텐사이트 또는 템퍼링 베이나이트, 0 내지 67체적%의 마르텐사이트를 포함하는 고강도이면서 연성이 우수하다고 여겨지는 열간 프레스 강관 부재가 개시되어 있다.
- [0008] 그 밖에, 특허문헌 5에는, 마르텐사이트의 강관 조직 전체에 대한 면적률이 10% 이상 85% 이하, 마르텐사이트 중 25% 이상이 템퍼링 마르텐사이트이며, 잔류 오스테나이트량이 5% 이상 40% 이하, 베이나이트중의 베이니틱페라이트의 강관 조직 전체에 대한 면적률이 5% 이상, 강관 조직 전체에 대한, 마르텐사이트의 면적률, 잔류 오스테나이트의 면적률 및 베이나이트중의 베이니틱페라이트의 면적률의 합계가 65% 이상을 만족하는 고강도 프레스 부재가 개시되어 있다.
- [0009] 또한, 특허문헌 6에는, 베이나이트 및 마르텐사이트의 합계 분율이 80면적% 이상인 열간 프레스용 강관이 개시되어 있다.
- [0010] 또한, 특허문헌 7에는, 페라이트의 분율이 30면적% 이상인 열간 프레스용 강관이 개시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0011] (특허문헌 0001) 영국 특허 제1490535호 명세서
- (특허문헌 0002) 일본 특허 공개 평10-96031호 공보
- (특허문헌 0003) 일본 특허 공개 2010-65292호 공보
- (특허문헌 0004) 일본 특허 공개 2012-237066호 공보
- (특허문헌 0005) 국제 공개 W02011/111333호 공보
- (특허문헌 0006) 일본 특허 공개 2013-185243호 공보
- (특허문헌 0007) 일본 특허 공개 2013-185248호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0012] 예를 들어, 특허문헌 4에 기재되어 있는 바와 같이, 열간 프레스용 강관의 강 조직을 베이나이트 또는 마르텐사이트 주체로 함으로써, 열간 프레스 강관 부재의 연성뿐만 아니라, 본 발명자들의 검토에 의하면, 인성도 향상된다는 것이 밝혀졌다. 그러나, 그러한 부재의 조직 제어에 의해서도, 굽힘성의 열화는 해결되지 않아, 충격 변형 시의 좌굴부에 발생하는 부재의 굽힘 깨짐을 방지할 수 없다. 이 문제는, 강재의 인장 강도가 높아지면 (예를 들어 980MPa 이상이 되면) 현재화된다. 이와 같이, 인장 강도가 높고(예를 들어, 인장 강도가 980MPa 이상이고), 연성 외에 굽힘성도 우수한 열간 프레스 강관 부재에 대해서는, 제조 기술의 확립은 물론, 그러한 제품 자체가 아직 제안되지 못하고 있는 것이 현 상황이다.
- [0013] 마찬가지로, 열간 프레스 강관 부재 이외에도, 롤 성형 부재 등의 열간 성형 강관 부재 전반에서도, 인장 강도가 높고(예를 들어, 인장 강도가 980MPa 이상이고), 연성 외에 굽힘성도 우수한 열간 성형 강관 부재에 대해서, 제조 기술의 확립은 물론, 그러한 제품 자체가 아직 제안되지 못하고 있는 것이 현 상황이다.
- [0014] 본 발명의 구체적 과제는, 상술한 바와 같이 종래의 기술에는 없는, 열간 프레스 후, 연성 및 굽힘성이 우수한,

인장 강도가 높은 열간 프레스 강판 부재 및 그 제조 방법 및 그것을 얻기 위한 열간 프레스용 강판을 제공하는 것이다. 그리고, 일반화하면, 본 발명은, 열간 프레스와 마찬가지로 성형과 동시 또는 직후에 강판을 냉각하는 수단을 구비하고 있는 열간 성형에의 적용도 가능하다. 이로 인해, 본 발명의 구체적 과정은, 열간 성형 후, 높은 인장 강도를 가지면서도, 연성과 굽힘성이 우수한 열간 성형 강판 부재 및 그 제조 방법 및 그것을 얻기 위한 열간 성형용 강판을 제공하는 것이기도 하다.

과제의 해결 수단

- [0015] 본 발명자들은, 높은 인장 강도를 갖는 열간 성형 강판 부재의 연성과 굽힘성을 개선하기 위해서 예의 검토를 행하였다. 그 결과, 다음과 같은 신규의 지견을 얻었다. 즉, 특정량의 C 및 Mn에 대하여 Si를 적극적으로 함유시킨 화학 조성을 가짐과 함께, 페라이트와 마르텐사이트 및 베이나이트 중 적어도 한쪽을 포함하는 강 조직을 갖는 열간 성형용 강판을 사용한다. 또한, 그 열간 성형용 강판에 대한 최적의 열간 성형의 열처리 조건을 적용한다. 이에 의해, 종래의 열간 성형 강판 부재와는 달리, 강 조직을, 잔류 오스테나이트를 포함하지 않거나 또는 포함해도 면적률로 5% 이하로 하고, 또한 페라이트와 템퍼링 마르텐사이트 및 템퍼링 베이나이트 중 적어도 한쪽과 마르텐사이트를 소정의 면적률로 포함하는 복상으로 한다. 그리고, 상기 화학 조성 및 상기 강 조직을 가짐으로써, 높은 인장 강도를 가지면서, 연성과 굽힘성도 우수한 열간 성형 강판 부재를 제조할 수 있다는 신규의 지견을 얻었다.
- [0016] 상기 지견에 기초하는 본 발명은 다음과 같다.
- [0017] (1) 질량%로, C: 0.100% 내지 0.340%, Si: 0.50% 내지 2.00%, Mn: 1.00% 내지 3.00%, P: 0.050% 이하, S: 0.0100% 이하, sol.Al: 0.001% 내지 1.000% 및 N: 0.0100% 이하를 함유하고, 잔량부 Fe 및 불순물로 이루어지는 화학 조성을 갖고,
- [0018] 페라이트와, 템퍼링 마르텐사이트 및 템퍼링 베이나이트의 적어도 한쪽과, 마르텐사이트를 포함하는 강 조직이며, 면적%로, 페라이트: 5% 내지 50%, 템퍼링 마르텐사이트 및 템퍼링 베이나이트: 합계로 20% 내지 70%, 마르텐사이트: 25% 내지 75%, 페라이트, 템퍼링 마르텐사이트, 템퍼링 베이나이트 및 마르텐사이트: 합계로 90% 이상, 잔류 오스테나이트: 0% 내지 5%인 강 조직을 갖는 열간 성형 강판 부재.
- [0019] (2) 상기 화학 조성이, Fe의 일부 대신에, 질량%로, Ti: 0.200% 이하, Nb: 0.200% 이하, V: 0.200% 이하, Cr: 1.000% 이하, Mo: 1.000% 이하, Cu: 1.000% 이하 및 Ni: 1.000% 이하로 이루어지는 군에서 선택된 1종 또는 2종 이상을 함유하는 (1)항에 기재된 열간 성형 강판 부재.
- [0020] (3) 상기 화학 조성이, Fe의 일부 대신에, 질량%로, B: 0.0025% 이하를 함유하는 (1)항 또는 (2)항에 기재된 열간 성형 강판 부재.
- [0021] (4) 상기 화학 조성이, Fe의 일부 대신에, 질량%로, Ca: 0.0100% 이하, Mg: 0.0100% 이하, REM: 0.0100% 이하 및 Zr: 0.0100% 이하로 이루어지는 군에서 선택된 1종 또는 2종 이상을 함유하는 (1)항 내지 (3)항 중 어느 한 항에 기재된 열간 성형 강판 부재.
- [0022] (5) 상기 화학 조성이, Fe의 일부 대신에, 질량%로, Bi: 0.0100% 이하를 함유하는 (1)항 내지 (4)항 중 어느 한 항에 기재된 열간 성형 강판 부재.
- [0023] (6) 질량%로, C: 0.100% 내지 0.340%, Si: 0.50% 내지 2.00%, Mn: 1.00% 내지 3.00%, P: 0.050% 이하, S: 0.0100% 이하, sol.Al: 0.001% 내지 1.000% 및 N: 0.0100% 이하를 함유하고, 잔량부 Fe 및 불순물로 이루어지는 화학 조성을 갖고,
- [0024] 에스펙트비가 2.0 이하인 페라이트와, 마르텐사이트 및 베이나이트 중 적어도 한쪽을 포함하는 강 조직이며, 면적%로, 페라이트: 5% 내지 50%, 마르텐사이트 및 베이나이트: 합계로 45% 내지 90%, 페라이트, 마르텐사이트 및 베이나이트: 합계로 90% 이상인 강 조직을 갖는 열간 성형용 강판.
- [0025] (7) 상기 화학 조성이, Fe의 일부 대신에, 질량%로, Ti: 0.200% 이하, Nb: 0.200% 이하, V: 0.200% 이하, Cr: 1.000% 이하, Mo: 1.000% 이하, Cu: 1.000% 이하 및 Ni: 1.000% 이하로 이루어지는 군에서 선택된 1종 또는 2종 이상을 함유하는, (6)항에 기재된 열간 성형용 강판.
- [0026] (8) 상기 화학 조성이, Fe의 일부 대신에, 질량%로, B: 0.0025% 이하를 함유하는, (6)항 또는 (7)항에 기재된 열간 성형용 강판.
- [0027] (9) 상기 화학 조성이, Fe의 일부 대신에, 질량%로, Ca: 0.0100% 이하, Mg: 0.0100% 이하, REM: 0.0100% 이하

및 Zr: 0.0100% 이하로 이루어지는 군에서 선택된 1종 또는 2종 이상을 함유하는, (6)항 내지 (8)항 중 어느 한 항에 기재된 열간 성형용 강판.

[0028] (10) 상기 화학 조성이, Fe의 일부 대신에, 질량%로, Bi: 0.0100% 이하를 함유하는, (6)항 내지 (9)항 중 어느 한 항에 기재된 열간 성형용 강판.

[0029] (11) (6)항 내지 (10)항 중 어느 한 항에 기재된 열간 성형용 강판을, 720℃ 이상 A_{c3} 점 미만의 온도 영역으로 가열하고, 상기 가열의 종료부터 열간 성형의 개시까지에 있어서 강판이 공냉에 노출되는 시간을 3초간 내지 20초간으로 하여 열간 성형을 실시하여, 10℃/초 내지 500℃/초의 평균 냉각 속도로 M_s 점 이하의 온도 영역까지 냉각하는, 열간 성형 강판 부재의 제조 방법.

발명의 효과

[0030] 본 발명에 의해, 열간 성형인 채로, 인장 강도가 높고, 연성이 우수하고, 또한 굽힘성도 우수한 열간 성형 강판 부재의 실용화가 처음으로 가능해진다는, 기술적으로 값진 효과가 달성된다. 본 발명에 따른 열간 성형 강판 부재는, 극도의 소성 변형이 발생하는 충돌에서도, 굽힘 변형함으로써 충격을 흡수할 수 있다는 매우 우수한 충돌 특성을 나타낸다. 이로 인해, 본 발명에 따른 열간 성형 강판 부재는, 특히 자동차의 보디 구조 부품의 제조에 적합하나, 기계 구조 부품 등 다른 용도에도 물론 적용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0031] 도 1은, 본 발명의 강 조직의 일례를 나타내는 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0032] 이어서, 본 발명에 있어서, 각 범위로 한정된 이유를 설명한다. 또한, 이하의 설명에 있어서는, 열간 성형에 대해서 구체적 형태인 열간 프레스를 예로 들어 설명한다. 또한, 「내지」로 나타난 수치 범위는, 그 전후에 기재되는 수치를 각각 최소값 및 최대값으로 한 범위를 나타낸다.

[0033] 1. 화학 조성

[0034] 먼저, 본 발명에 따른 열간 성형 강판 부재(이하, 간단히 「강판 부재」라고도 함) 및 열간 성형용 강판(이하, 간단히 「강판」이라고도 함)의 화학 조성을 상술한 바와 같이 규정한 이유를 설명한다. 이하의 설명에 있어서, 각 합금 원소의 함유량을 나타내는 「%」는, 특별히 단서가 없는 한 「질량%」를 의미한다.

[0035] (C: 0.100% 내지 0.340%)

[0036] C는, 강의 켈칭성을 높이고, 또한 열간 프레스 후(켈칭 후)의 강도를 주로 결정하는, 매우 중요한 원소이다. C 함유량이 0.100% 미만이면 열간 프레스 후(켈칭 후)의 인장 강도(예를 들어, 980MPa 이상의 인장 강도)를 확보하는 것이 곤란해진다. 따라서, C 함유량은 0.100% 이상으로 하고, 바람직하게는 0.120% 이상이다. 한편, C 함유량이 0.340% 초과이면, 열간 프레스 후(켈칭 후)의 마르텐사이트가 경질이 되어, 굽힘성의 열화가 현저해질 뿐만 아니라, 연성도 저하되는 경우가 있다. 따라서, C 함유량은 0.340% 이하로 한다. 또한, 용접성의 관점에서서는 C 함유량을 0.300% 이하로 하는 것이 바람직하고, 더욱 바람직하게는 0.280% 이하이다.

[0037] (Si: 0.50% 내지 2.00%)

[0038] Si는, 페라이트와 오스테나이트의 2상 온도 영역으로 가열한 강의 연성을 향상시켜서, 또한 열간 프레스 후(켈칭 후)의 강도를 안정적으로 확보하기 위해서, 매우 효과가 있는 원소이다. Si 함유량이 0.50% 미만이면 상기 작용을 얻는 것이 곤란하다. 따라서, Si 함유량은 0.50% 이상으로 한다. 또한, 용접성을 향상시키는 관점에서는 Si 함유량을 0.70% 이상으로 하는 것이 바람직하고, 더욱 바람직하게는 1.10% 이상이다. 한편, Si 함유량이 2.00% 초과이면, 상기 작용에 의한 효과는 포화되어 경제적으로 불리해지는 동시에, 도금 습윤성의 저하가 현저해져서, 불도금이 다발한다. 따라서, Si 함유량은 2.00% 이하로 한다. 또한, 열간 성형 강판 부재의 표면 결함을 억제하는 관점에서는 Si 함유량을 1.80% 이하로 하는 것이 바람직하고, 더욱 바람직하게는 1.50% 이하이다.

[0039] (Mn: 1.00% 내지 3.00%)

[0040] Mn은, 강의 켈칭성을 높이고, 또한 열간 프레스 후(켈칭 후)의 강도를 확보하기 위해서, 매우 효과가 있는 원소

이다. 그러나, Mn 함유량이 1.00% 미만이면, 열간 프레스 후(켄칭 후)의 인장 강도(예를 들어, 980MPa 이상의 인장 강도)를 확보하는 것이 매우 곤란해질뿐만 아니라, 굽힘성도 저하되는 경우가 있다. 따라서, Mn 함유량은 1.00% 이상으로 한다. 상기 작용을 보다 확실하게 얻기 위해서는, Mn 함유량을 1.10% 이상으로 하는 것이 바람직하고, 더욱 바람직하게는 1.20% 이상이다. 한편, Mn 함유량이 3.00% 초과이면, 열간 프레스 후(켄칭 후)의 강 조직이 Mn 편석에 의한 현저한 밴드 형상으로 되어, 인성이 저하되고, 충돌 특성의 열화가 현저해진다. 따라서, Mn 함유량은 3.00% 이하로 한다. 또한, 열간 압연 및 냉간 압연 시에 있어서의 생산성의 관점에서는 Mn 함유량을 2.50% 이하로 하는 것이 바람직하고, 더욱 바람직하게는 2.40% 이하이다.

[0041] C, Si 및 Mn을 상기 범위 내로 규정함으로써, 열간 성형용 강관의 강 조직을, 페라이트와 마르텐사이트 및 베이나이트 중 적어도 한쪽을 포함하는 복상의 강 조직으로 하는 것이 가능해지고, 또한, 열간 프레스 시에의 가열 조건을 본 발명에 따라서 규정함으로써, 열간 성형 강관 부재의 강 조직이 원하는 복상의 강 조직이 된다.

[0042] (P: 0.050% 이하)

[0043] P는, 일반적으로는 강에 함유되는 불순물인데, 고용 강화에 의해 강관의 강도를 높이는 작용을 가지므로 적극적으로 함유시켜도 된다. 그러나, P 함유량이 0.050% 초과이면 용접성의 열화가 현저해진다. 따라서, P 함유량은 0.050% 이하로 한다. P 함유량은 바람직하게는 0.018% 이하이다. 상기 작용에 의한 효과를 보다 확실하게 얻기 위해서는, P 함유량을 0.003% 이상으로 하는 것이 바람직하다.

[0044] (S: 0.0100% 이하)

[0045] S는, 강에 함유되는 불순물이며, 용접성의 관점에서는 적을수록 바람직하다. S 함유량이 0.0100% 초과이면 용접성의 저하가 현저해진다. 따라서, S 함유량은 0.0100% 이하로 한다. S 함유량은 바람직하게는 0.0030% 이하, 더욱 바람직하게는 0.0015% 이하이다. 또한, 탈황 비용의 관점에서, S 함유량은, 0.0006% 이상으로 하는 것이 바람직하다.

[0046] (sol.Al(soluble Al): 0.001% 내지 1.000%)

[0047] Al은, 강을 탈산해서 강재를 건전화하는 작용을 갖는 원소이다. sol.Al 함유량이 0.001% 미만이면 상기 작용을 얻는 것이 곤란해진다. 따라서, sol.Al 함유량은 0.001% 이상으로 하고, 바람직하게는 0.015% 이상으로 한다. 한편, sol.Al 함유량이 1.000% 초과이면, 용접성의 저하가 현저해지는 동시에, 산화물계 개재물이 증가하여 표면 성상의 열화가 현저해진다. 따라서, sol.Al 함유량은 1.000% 이하로 하고, 바람직하게는 0.080% 이하로 한다. 또한, sol.Al이란, Al₂O₃ 등의 산화물이 되어 있지 않아, 산에 가용되는 산가용 Al을 의미한다.

[0048] (N: 0.0100% 이하)

[0049] N은, 강에 함유되는 불순물이며, 용접성의 관점에서는 적을수록 바람직하다. N 함유량이 0.0100% 초과이면 용접성의 저하가 현저해진다. 따라서, N 함유량은 0.0100% 이하로 하고, 바람직하게는 0.0060% 이하로 한다. 또한, 탈질소 비용의 관점에서, N 함유량은, 0.0020% 이상으로 하는 것이 바람직하다.

[0050] [불순물]

[0051] 불순물이란, 원재료에 포함되는 성분, 또는, 제조의 과정에서 혼입되는 성분이며, 의도적으로 강관 부재 또는 열간 성형용 강관에 함유시킨 것이 아닌 성분을 가리킨다.

[0052] 본 발명에 따른 강관 부재 및 열간 성형용 강관의 화학 조성은, 이하에 설명하는 바와 같은 원소를 또한 적어도 1종 함유해도 된다.

[0053] (Ti: 0.200% 이하, Nb: 0.200% 이하, V: 0.200% 이하, Cr: 1.000% 이하, Mo: 1.000% 이하, Cu: 1.000% 이하 및 Ni: 1.000% 이하로 이루어지는 군에서 선택된 1종 또는 2종 이상)

[0054] 이들 원소는, 모두 열간 프레스 후(켄칭 후)의 강도를 안정적으로 확보하기 위해서 효과가 있는 원소이다. 따라서, 이들 원소의 1종 또는 2종 이상을 함유시켜도 된다. 그러나, Ti, Nb 및 V에 대해서는, 각각 0.200%를 초과해서 함유시키면, 열간 압연 및 냉간 압연이 곤란해지는 경우가 있을 뿐만 아니라, 반대로 안정된 강도 확보가 곤란해지는 경우가 있다. 따라서, Ti 함유량, Nb 함유량 및 V 함유량은, 각각 0.200% 이하로 하는 것이 바람직하다. 또한, Cr에 대해서는, 1.000%를 초과하면, 안정된 강도 확보가 곤란해지는 경우가 있다. 따라서, Cr 함유량은, 1.000% 이하로 하는 것이 바람직하다. 또한, Mo에 대해서는, 1.000%를 초과해서 함유시키면, 열간 압연 및 냉간 압연이 곤란해지는 경우가 있다. 따라서, Mo 함유량은, 1.000% 이하로 하는 것이 바람직하다. 그리고, Cu와 Ni는 각각 1.000%를 초과해서 함유시켜도, 상기 작용에 의한 효과는 포화되기 쉬워 경제적으로 불

리해지는 경우가 있는 동시에, 열간 압연이나 냉간 압연이 곤란해지는 경우가 있다. 따라서, Cu 함유량 및 Ni 함유량은, 각각 1.000% 이하로 하는 것이 바람직하다.

- [0055] 또한, 상기 작용에 의한 효과를 보다 확실하게 얻기 위해서는, Ti: 0.003% 이상, Nb: 0.003% 이상, V: 0.003% 이상, Cr: 0.005% 이상, Mo: 0.005% 이상, Cu: 0.005% 이상 및 Ni: 0.005% 이상 중 적어도 하나를 만족시키는 것이 바람직하다.
- [0056] 즉, Ti 함유량의 하한값은 0.003%가 바람직하다. Nb 함유량의 하한값은 0.003%가 바람직하다. V 함유량의 하한값은 0.003%가 바람직하다. Cr 함유량의 하한값은 0.005%가 바람직하다. Mo 함유량의 하한값은 0.005%가 바람직하다. Cu 함유량의 하한값은 0.005%가 바람직하다. Ni 함유량의 하한값은 0.005%가 바람직하다.
- [0057] (B: 0.0025% 이하)
- [0058] B는, 강의 인성을 높이는 작용을 갖는 원소이다. 따라서, B를 함유시켜도 된다. 그러나, 0.0025%를 초과하는 양으로 B를 함유시키면, 열간 성형용 강관에 있어서, 강 조직이 페라이트를 포함하기 어려워지는 경우가 있어, 열간 성형 강관 부재의 연성과 굽힘성이 열화되는 경우가 있다. 따라서, B 함유량은 0.0025% 이하로 하는 것이 바람직하다. 또한, 상기 작용에 의한 효과를 보다 확실하게 얻기 위해서는, B 함유량을 0.0003% 이상으로 하는 것이 바람직하다.
- [0059] (Ca: 0.0100% 이하, Mg: 0.0100% 이하, REM: 0.0100% 이하 및 Zr: 0.0100% 이하로 이루어지는 군에서 선택된 1종 또는 2종 이상)
- [0060] 이들 원소는, 모두 개재물 제어, 특히 개재물의 미세 분산화에 기여하여, 인성을 높이는 작용을 갖는 원소이다. 따라서, 이들 원소의 1종 또는 2종 이상을 함유시켜도 된다. 그러나, 어느 원소도 0.0100%를 초과해서 함유시키면, 표면 성상의 열화가 현재화되는 경우가 있다. 따라서, 각 원소의 함유량은 각각 0.0100% 이하로 하는 것이 바람직하다. 또한, 상기 작용에 의한 효과를 보다 확실하게 얻기 위해서는, 이들 원소 중 적어도 1개의 함유량을 0.0003% 이상으로 하는 것이 바람직하다. 즉, Ca 함유량, Mg 함유량, REM 함유량 및 Zr 함유량의 하한값은, 각각 0.0003%로 하는 것이 바람직하다.
- [0061] 여기서, REM은, Sc, Y 및 란타노이드의 합계 17원소를 가리키며, 적어도 1종이다. 상기 REM의 함유량은 이들 원소 중 적어도 1종의 합계 함유량을 의미한다. 란타노이드의 경우, 공업적으로는 미슈메탈의 형태로 첨가된다.
- [0062] (Bi: 0.0100% 이하)
- [0063] Bi는, 조직을 균일하게 하여, 굽힘성을 높이는 작용을 갖는 원소이다. 따라서, Bi를 함유시켜도 된다. 그러나, 0.0100%를 초과해서 Bi를 함유시키면, 열간 가공성이 열화되어, 열간 압연이 곤란해지는 경우가 있다. 따라서, Bi 함유량은 0.0100% 이하로 하는 것이 바람직하다. 또한, 상기 작용에 의한 효과를 보다 확실하게 얻기 위해서는, Bi 함유량을 0.0003% 이상으로 하는 것이 바람직하다.
- [0064] 2. 열간 성형 강관 부재의 강 조직
- [0065] 이어서, 본 발명에 따른 열간 성형 강관 부재의 강 조직에 대해서 설명한다.
- [0066] 본 발명에 따른 열간 성형 강관 부재는, 페라이트와, 템퍼링 마르텐사이트 및 템퍼링 베이나이트의 적어도 한쪽과, 마르텐사이트를 하기 소정의 면적률로 포함하는 강 조직을 갖는다. 즉, 이 강 조직은, 템퍼링 마르텐사이트 및 템퍼링 베이나이트의 한쪽만을 함유하고 있어도 되고, 양쪽을 함유하고 있어도 된다. 그리고, 이 강 조직은, 잔류 오스테나이트를 포함하지 않거나 또는 포함해도 면적률 5% 이하로 포함한다.
- [0067] 여기서, 도 1에, 본 발명의 강 조직의 일례를 나타낸다. 도 1의 강 조직에서는, 페라이트와, 템퍼링 마르텐사이트와, 마르텐사이트를 포함하고, 잔류 오스테나이트를 포함하지 않는 강 조직을 나타내고 있다.
- [0068] (페라이트의 면적률: 5% 내지 50%)
- [0069] 페라이트의 면적률이 5% 미만이면, 연성과 굽힘성이 저하된다. 따라서, 페라이트의 면적률은 5% 이상으로 하고, 바람직하게는 15% 이상으로 한다. 한편, 페라이트의 면적률이 50% 초과이면, 굽힘성이 저하된다. 따라서, 페라이트의 면적률은 50% 이하로 하고, 바람직하게는 40% 이하로 한다.
- [0070] 또한, 페라이트의 에스펙트비는, 굽힘성의 저하를 억제하는 점에서, 2.0 이하로 하는 것이 바람직하다. 페라이트의 에스펙트비가 2.0을 초과하면, 페라이트(페라이트의 결정립)의 이방성이 높아지고, 응력 집중의 기점이 되

어, 굽힘성이 저하되는 경우가 있다. 따라서, 페라이트의 에스펙트비는 2.0 이하로 하는 것이 바람직하고, 보다 바람직하게는 1.8 이하로 한다. 한편, 페라이트의 에스펙트비가 1.0에 가까울수록, 페라이트(페라이트의 결정립)의 이방성이 저감되므로, 페라이트의 에스펙트비 하한값은, 1.0인 것이 좋다. 단, 열간 프레스 후의 강관 부재의 항복 강도를 높이는 관점에서, 페라이트의 에스펙트비 하한값은, 1.2로 하는 것이 바람직하다.

- [0071] 페라이트의 에스펙트비는, 후술하는 실시예에서 상세하게 설명하는 방법에 의해 측정되는 값이다.
- [0072] (템퍼링 마르텐사이트 및 템퍼링 베이나이트의 합계 면적률: 20% 내지 70%)
- [0073] 템퍼링 마르텐사이트 및 템퍼링 베이나이트의 합계 면적률이 20% 미만이면, 굽힘성이 저하된다. 따라서, 템퍼링 마르텐사이트 및 템퍼링 베이나이트의 합계 면적률은 20% 이상으로 하고, 바람직하게는 30% 이상으로 한다. 한편, 템퍼링 마르텐사이트 및 템퍼링 마르텐사이트의 합계 면적률이 70% 초과이면, 연성이 저하된다. 따라서, 템퍼링 마르텐사이트 및 템퍼링 마르텐사이트의 합계 면적률은 70% 이하로 하고, 바람직하게는 50% 이하로 한다.
- [0074] (마르텐사이트의 면적률: 25% 내지 75%)
- [0075] 마르텐사이트를 강 내에 형성시킴으로써, 열간 프레스 후(켄칭 후)의 강도를 높일 수 있다. 마르텐사이트의 면적률이 25% 미만이면, 열간 프레스 후(켄칭 후)의 인장 강도(예를 들어, 980MPa 이상의 인장 강도)를 확보하는 것이 곤란해진다. 따라서, 마르텐사이트의 면적률은 25% 이상으로 한다. 한편, 마르텐사이트의 면적률이 75% 초과이면, 연성이 저하된다. 따라서, 마르텐사이트의 면적률은 75% 이하로 하고, 바람직하게는 50% 이하로 한다.
- [0076] 여기서, 「마르텐사이트」란, 켄칭 그대로의 마르텐사이트 및, 켄칭 그대로의 마르텐사이트가 시효 경화된 시효 경화 후의 마르텐사이트의 양쪽을 의미한다. 즉, 「마르텐사이트의 면적률」이란, 켄칭 그대로의 마르텐사이트 및 켄칭 그대로의 마르텐사이트가 시효 경화된 시효 경화 후의 마르텐사이트의 합계 면적률을 의미한다.
- [0077] (페라이트, 템퍼링 마르텐사이트, 템퍼링 베이나이트 및 마르텐사이트의 합계 면적률: 90% 이상)
- [0078] 본 발명에 따른 열간 성형 강관 부재는, 페라이트, 템퍼링 마르텐사이트, 템퍼링 베이나이트 및 마르텐사이트로 이루어지는 조직을 갖는 것을 기본으로 한다. 그러나, 제조 조건에 따라서는, 이들 이외의 상 또는 조직으로서, 베이나이트, 잔류 오스테나이트, 시멘타이트 및 펄라이트의 1종 또는 2종 이상이 혼입되는 경우가 있다. 이 경우, 페라이트, 템퍼링 마르텐사이트, 템퍼링 베이나이트 및 마르텐사이트 이외의 상 또는 조직이 10%를 초과하면, 이들의 상 또는 조직의 영향에 의해, 목적으로 하는 특성을 얻을 수 없는 경우가 있다. 따라서, 페라이트, 템퍼링 마르텐사이트, 템퍼링 베이나이트 및 마르텐사이트 이외의 상 또는 조직의 혼입은 10% 이하로 하고, 바람직하게는 5% 이하로 한다. 즉, 페라이트, 템퍼링 마르텐사이트, 템퍼링 베이나이트 및 마르텐사이트의 합계 면적률은 90% 이상으로 하고, 바람직하게는 95% 이상으로 한다. 또한, 페라이트, 템퍼링 마르텐사이트, 템퍼링 베이나이트 및 마르텐사이트의 합계 면적률의 상한값은 100%이다.
- [0079] (잔류 오스테나이트의 면적률: 0% 내지 5%)
- [0080] 페라이트, 템퍼링 마르텐사이트, 템퍼링 베이나이트 및 마르텐사이트 이외의 상 또는 조직 중, 특히 잔류 오스테나이트가 면적률 5% 초과로 혼입(잔류)되면, 굽힘성이 저하된다. 따라서, 잔류 오스테나이트는 포함하지 않거나, 또는 포함해도, 잔류 오스테나이트의 면적률을 5% 이하로 하고, 바람직하게는 3% 이하로 한다. 또한, 잔류 오스테나이트의 면적률은 0%가 가장 바람직하다.
- [0081] 이상의 열간 성형 강관 부재의 강 조직에 있어서의 각 상 및 조직의 면적률은, 후술하는 실시예에서 상세하게 설명하는 방법에 의해 측정되는 값이다.
- [0082] 본 발명에 따른 강관 부재는, 강관으로부터 열간 성형된 부재를 의미하며, 예를 들어 열간 프레스 성형된 강관 부재를 포함한다. 대표적으로는, 자동차 보디 구조 부품에 사용되는 도어 가드 바 등이 있다. 그 밖에, 자동차용으로는, 범퍼 보강재 등도 있다. 기계 구조 부품용으로는, 강관을 소재로 하여 제조된 건축 구조용 열간 성형 강관 등도 있다.
- [0083] 3. 기계 특성
- [0084] 본 발명에 따른 열간 성형 강관 부재는, 자동차의 경량화에 기여하는 충분한 강도로서, 980MPa 이상의 인장 강도(TS)를 갖는 것이 바람직하다.

- [0085] 4. 제조 방법
- [0086] 이어서, 상기의 특징을 갖는 본 발명에 따른 열간 성형 강관 부재가 바람직한 제조 방법에 대해서 설명한다.
- [0087] 본 발명에 따른 열간 성형 강관 부재에 있어서, 높은 인장 강도(예를 들어 980MPa 이상의 인장 강도)를 가지면서, 연성과 굽힘성을 얻기 위해서는, 상술한 바와 같이, 열간 프레스 후(첸칭 후)의 강 조직을, 마르텐사이트 단상으로 하는 것이 아니라, 페라이트의 면적률이 5% 내지 50%, 템퍼링 마르텐사이트 및 템퍼링 베이나이트의 합계 면적률이 20% 내지 70%, 마르텐사이트의 면적률이 25% 내지 75%, 페라이트, 템퍼링 마르텐사이트, 템퍼링 베이나이트 및 마르텐사이트의 합계 면적률이 90% 이상 및 잔류 오스테나이트의 면적률이 0% 내지 5%인 복상 조직으로 한다.
- [0088] 본 발명에 따른 열간 성형 강관 부재의 강 조직을 얻기 위해서는, 열간 성형용의 소재로서의 강관(열간 성형용 강관)으로서, 상기 화학 조성을 갖고, 또한, 애스펙트비가 2.0 이하인 페라이트와, 마르텐사이트 및 베이나이트 중 적어도 한쪽을 포함하는 강 조직이며, 페라이트의 면적률이 5% 내지 50%, 마르텐사이트 및 베이나이트의 합계 면적률이 45% 내지 90%, 페라이트, 마르텐사이트 및 베이나이트의 합계 면적률이 90% 이상인 강 조직(복상 조직)을 갖는 강관을 사용하는 것이 좋다. 그리고, 이 강관(열간 형성용 강관)을 720℃ 이상 Ac₃점 미만의 온도 영역으로 가열하여, 계속해서, 가열의 종료부터 열간 프레스의 개시까지에 있어서 강관이 공냉에 노출되는 시간을 3초간 내지 20초간으로 하여 열간 프레스를 실시하여, 10℃/초 내지 500℃/초의 평균 냉각 속도로 M_s점 이하의 온도 영역까지 냉각하는 것이 좋다.
- [0089] 상기 화학 조성 및 상기 강 조직을 갖는 열간 성형용 강관을 상기 조건에서 열간 프레스를 실시함으로써, 열간 프레스 후에 있어서, 원하는 강 조직을 갖고, 인장 강도가 높고(예를 들어, 인장 강도가 980MPa 이상이고), 연성과 굽힘성이 우수한 열간 성형 강관 부재가 얻어진다.
- [0090] (열간 성형용 강관의 강 조직)
- [0091] - 페라이트의 애스펙트비: 2.0 이하 -
- [0092] 페라이트의 애스펙트비가 2.0 초과이면, 열간 프레스 후의 강관 부재의 강 조직에 있어서의 페라이트의 애스펙트비도 2.0 초과가 되는 경우가 있을뿐만 아니라, 페라이트가 가열중에 과잉으로 오스테나이트로 변태하게 되어, 열간 프레스 후의 강관 부재의 페라이트 면적률이 5% 미만인 되는 경우가 있다. 이 강관 부재의 페라이트 애스펙트비가 2.0 초과하면, 페라이트(페라이트의 결정립)의 이방성이 높아지고, 응력 집중의 기점이 되어, 굽힘성이 저하되는 경우가 있다. 따라서, 페라이트의 애스펙트비는, 2.0 이하로 하고, 바람직하게는 1.8 이하로 한다. 한편, 페라이트의 애스펙트비가 1.0에 가까울수록, 페라이트(페라이트의 결정립)의 이방성이 저감되므로, 페라이트의 애스펙트비의 하한값은, 1.0인 것이 좋다. 단, 열간 프레스 후의 강관 부재의 항복 강도를 높이는 관점에서, 페라이트의 애스펙트비의 하한값은, 1.2로 하는 것이 바람직하다.
- [0093] 페라이트의 애스펙트비는, 후술하는 실시예에서 상세하게 설명하는 방법에 의해 측정되는 값이다.
- [0094] - 페라이트의 면적률: 5% 내지 50% -
- [0095] 페라이트의 면적률이 5% 미만이면, 열간 프레스 후의 강관 부재의 강 조직에 있어서의 페라이트의 면적률도 5% 미만이 되는 경우가 있다. 따라서, 페라이트의 면적률은, 5% 이상으로 하고, 바람직하게는 15% 이상으로 한다. 마찬가지로, 페라이트의 면적률이 50% 초과이면, 열간 프레스 후의 강관 부재의 강 조직에 있어서의 페라이트의 면적률도 50% 초과가 되는 경우가 있다. 따라서, 페라이트의 면적률은, 50% 이하로 하고, 바람직하게는 45% 이하로 한다.
- [0096] - 마르텐사이트 및 베이나이트의 합계 면적률: 45% 내지 90% -
- [0097] 마르텐사이트 및 베이나이트의 합계 면적률이 45% 미만이면, 열간 프레스 후의 강관 부재의 강 조직에 있어서의 템퍼링 마르텐사이트 및 템퍼링 베이나이트의 합계 면적률이 20% 미만이 되는 경우가 있다. 또한, 열간 프레스 후의 강관 부재의 강 조직에 있어서의 마르텐사이트의 면적률이 25% 미만이 되는 경우가 있다. 따라서, 마르텐사이트 및 베이나이트의 합계 면적률은, 45% 이상으로 하고, 바람직하게 50% 이상으로 한다. 마찬가지로, 마르텐사이트 및 베이나이트의 합계 면적률이 90% 초과이면, 열간 프레스 후의 강관 부재의 강 조직에 있어서의 템퍼링 마르텐사이트 및 템퍼링 베이나이트의 합계 면적률이 70% 초과가 되는 경우가 있다. 또한, 열간 프레스 후의 강관 부재의 강 조직에 있어서의 마르텐사이트의 면적률이 75% 초과가 되는 경우가 있다. 따라서, 마르텐사이트 및 베이나이트의 합계 면적률은, 90% 이하로 하고, 바람직하게 80% 이하로 한다.

- [0098] - 페라이트, 마르텐사이트 및 베이나이트의 합계 면적률: 90% 이상 -
- [0099] 페라이트, 마르텐사이트 및 베이나이트의 합계 면적률이 90% 미만이면, 열간 프레스 후의 강판 부재의 강 조직에 있어서의, 페라이트, 템퍼링 마르텐사이트, 템퍼링 베이나이트 및 마르텐사이트 이외의 상 또는 조직의 혼입이 10%를 초과하는 경우가 있다. 특히, 잔류 오스테나이트의 면적률이 5%를 초과하는 경우가 있다. 따라서, 페라이트, 마르텐사이트 및 베이나이트의 합계 면적률은, 90% 이상으로 하고, 바람직하게는 93% 이상으로 한다. 또한, 페라이트, 마르텐사이트 및 베이나이트의 합계 면적률의 상한값은 100%이다.
- [0100] 이상의 열간 성형용 강판의 강 조직에 있어서의 각 상 및 조직의 면적률은, 후술하는 실시예에서 상세하게 설명하는 방법에 의해 측정되는 값이다.
- [0101] (열간 성형용 강판의 제조)
- [0102] 열간 성형용 강판은, 열연 강판, 냉연 강판, 도금 강판의 어느 것이어도 된다. 예를 들어, 도금 강판에는, 알루미늄계 도금 강판, 아연계 도금 강판 등을 들 수 있다.
- [0103] 상기 강 조직을 갖는 열연 강판은, 그 화학 조성에 대해서, C, Si 및 Mn을 상기 범위 내로 규정하므로, 850℃ 내지 930℃에서 마무리 압연을 완료하고, 740℃ 내지 660℃의 범위에 3초간 이상 유지하고, 450℃ 이하의 온도 영역에서 권취하는 열연 공정에 의해 제조할 수 있다. 또한, 상기 강 조직을 갖는 냉연 강판은, 냉간 압연 후에, 780℃ 내지 900℃에서 가열하고, 평균 냉각 속도 10℃/초 이상에서 냉각하는 어닐링 공정에 의해 제조할 수 있다. 또한, 상기 강 조직을 갖는 도금 강판은, 상기 열연 강판 또는 상기 냉연 강판을 제조한 후, 열연 강판 또는 냉연 강판의 표면에 주지의 도금 처리를 실시함으로써 제조할 수 있다.
- [0104] (열간 성형용 강판의 가열: 720℃ 이상 Ac₃점 미만의 온도 영역으로 가열)
- [0105] 열간 성형용 강판의 가열은, 720℃ 이상 Ac₃점 미만의 온도로 함으로써 행한다. 여기서, Ac₃점(℃)은, 하기 식(i)에 의해 규정되는 오스테나이트 단상이 되는 Ac₃점(℃) 미만의 온도이다.
- [0106] $Ac_3=910-203 \times (C^{0.5})-15.2 \times Ni+44.7 \times Si+104 \times V+31.5 \times Mo-30 \times Mn-11 \times Cr-20 \times Cu+700 \times P+400 \times sol.Al+50 \times Ti \dots\dots$
(i)
- [0107] 여기서, 상기 식(i) 중에 있어서의 원소 기호는, 상기 강판의 화학 조성에 있어서의 각 원소의 함유량(단위: 질량%)을 나타낸다. 또한, 식(i)는, 강판에 포함되지 않는 원소를 0(0질량%)으로 하여 산출한다.
- [0108] 가열 온도가 720℃ 미만이면, 오스테나이트화가 불충분해지고, 열간 프레스한 강판에 마르텐사이트가 포함되지 않아, 열간 프레스 후(퀵칭 후)에 높은 인장 강도(예를 들어, 980MPa 이상의 인장 강도)를 확보하는 것이 곤란해진다. 따라서, 가열 온도는, 720℃ 이상으로 하고, 바람직하게는 750℃ 이상으로 한다. 한편, 가열 온도가 Ac₃점 이상이 되면, 그 후에 공냉에 노출되었다고 해도, 열간 프레스 후(퀵칭 후)의 강 조직으로, 마르텐사이트의 면적률이 75% 초과가 되어, 연성의 열화가 현저해진다. 따라서, 가열 온도는 Ac₃점 이하로 하고, 바람직하게는 Ac₃점 -30℃ 이하로 한다.
- [0109] 이 때, 720℃까지의 가열 속도와 상기 온도 영역으로 유지하는 가열 시간은 특별히 한정할 필요는 없지만, 각각 이하의 범위로 하는 것이 바람직하다.
- [0110] 720℃까지의 가열 시에의 평균 가열 속도는, 0.2℃/초 내지 100℃/초로 하는 것이 바람직하다. 상기 평균 가열 속도를 0.2℃/초 이상으로 함으로써, 더 높은 생산성을 확보하는 것이 가능해진다. 또한, 상기 평균 가열 속도를 100℃/초 이하로 함으로써, 통상의 로를 사용해서 가열하는 경우에 있어서, 가열 온도의 제어가 용이해진다.
- [0111] 720℃ 이상 Ac₃점 미만의 온도 영역에 있어서의 가열 시간은, 2분간 내지 10분간으로 하는 것이 바람직하다. 여기서, 가열 시간은, 강판의 온도가 720℃에 도달했을 때부터 가열 종료 시까지의 시간이다. 가열 종료 시간은, 구체적으로는, 로 가열의 경우에는 강판이 가열로로부터 취출되었을 때이며, 통전 가열이나 유도 가열의 경우에는 통전 등을 종료했을 때이다. 상기 가열 시간을 2분간 이상으로 함으로써, 열간 프레스 후(퀵칭 후)의 강도가 보다 안정되게 된다. 또한, 상기 유지 시간을 10분간 이하로 함으로써, 강판 부재의 조직을 보다 미세하게 할 수 있으므로, 강판 부재의 인성이 한층 향상된다.
- [0112] (가열의 종료부터 열간 프레스의 개시까지에 있어서 강판이 공냉에 노출되는 시간: 3초간 내지 20초간)

- [0113] 일반적으로, 열간 성형용 강관은, 가열로 등에서 가열된 후, 열간 프레스 장치까지 반송된다. 이 때, 예를 들어 가열로부터의 추출 시, 또는, 열간 프레스 장치에의 반송 시 또는 투입 시 등에, 그 강관은 일부에서 공냉에 노출되는 경우가 있다. 이러한 공냉 시에는, 페라이트가 새롭게 생성, 또는, 성장하므로, 공냉에 노출되는 시간은 인장 강도에 영향을 미친다. 따라서, 열간 프레스 후(첸칭 후)의 강도를 안정적으로 확보하기 위해서는, 그러한 공냉은 단시간으로 하는 것이 바람직하다. 특히, 가열의 종료부터 열간 프레스의 개시까지에 있어서 강관이 공냉에 노출되는 시간이 20초간 초과이면, 열간 프레스 후(첸칭 후)의 강관 부재의 인장 강도가 저하되거나, 또는, 높은 인장 강도(예를 들어, 980MPa 이상의 인장 강도)가 확보된 경우에도, 오스테나이트의 탄소 농화가 현저해지고, 마르텐사이트 변태부가 깨지기 쉬워져서, 굽힘성이 저하된다. 따라서, 가열의 종료부터 열간 프레스의 개시까지에 있어서 강관이 공냉에 노출되는 시간은 20초간 이내로 하고, 바람직하게는 16초간 이내로 한다. 반면, 가열 시에 발생한 오스테나이트는 바늘 형상으로 석출하고 있다. 석출한 오스테나이트 일부는 냉각중에 페라이트 변태하고, 오스테나이트의 형태는 바늘 형상에서 구상으로 서서히 변화하므로, 가열의 종료부터 열간 프레스의 개시까지에 있어서 강관이 공냉에 노출되는 시간이 3초간 미만으로, 열간 프레스(담금질)하고, 마르텐사이트 변태시키면, 바늘 형상의 마르텐사이트 변태부는 응력 집중의 기점이 되어, 굽힘성이 저하될 뿐만 아니라, 잔류 오스테나이트가 생성되기 쉬워진다. 따라서, 가열의 종료부터 열간 프레스의 개시까지에 있어서 강관이 공냉에 노출되는 시간은 3초간 이상으로 하고, 바람직하게는 7초간 이상으로 하고, 보다 바람직하게는 10초간 이상으로 한다.
- [0114] 여기서, 공냉에 노출되는 시간의 조정은, 가열로부터의 취출 후, 통상은 공냉에 노출되는 프레스 금형까지의 반송 시간을 조정함으로써 행할 수 있다.
- [0115] (M_s 점 이하의 온도 영역까지의 평균 냉각 속도: $10^\circ\text{C}/\text{초}$ 내지 $500^\circ\text{C}/\text{초}$)
- [0116] 열간 성형용 강관에 열간 프레스를 실시하고, $10^\circ\text{C}/\text{초}$ 내지 $500^\circ\text{C}/\text{초}$ 의 평균 냉각 속도로 M_s 점(M_s 점=마르텐사이트 변태가 시작되는 온도) 이하의 온도 영역까지 냉각하면, 확산형 변태가 일어나기 어려워진다. 평균 냉각 속도가 $10^\circ\text{C}/\text{초}$ 미만이면, 베이나이트 변태가 과도하게 진행된다. 또는, 펄라이트 변태가 발생하고, 강화 상인 마르텐사이트의 면적률을 확보할 수 없게 되어, 열간 프레스 후(첸칭 후)에 높은 인장 강도(예를 들어, 980MPa 이상의 인장 강도)를 확보하는 것이 곤란해진다. 또는, 오스테나이트가 안정화되어, 굽힘성이 저하된다. 따라서, 상기 온도 영역에서의 평균 냉각 속도는 $10^\circ\text{C}/\text{초}$ 이상으로 하고, 바람직하게는 $30^\circ\text{C}/\text{초}$ 이상으로 한다. 한편, 상기 평균 냉각 속도가 $500^\circ\text{C}/\text{초}$ 초과이면, 강관 부재의 균열을 유지하는 것이 매우 곤란해져, 강도가 안정되지 않게 된다. 따라서, 상기 평균 냉각 속도는 $500^\circ\text{C}/\text{초}$ 이하로 하고, 바람직하게는 $200^\circ\text{C}/\text{초}$ 이하로 한다.
- [0117] 여기서, 평균 냉각 속도란, 열간 프레스를 실시하는 온도($^\circ\text{C}$)와 M_s 점($^\circ\text{C}$)의 차를, 열간 프레스를 실시하는 온도($^\circ\text{C}$)부터 M_s 점($^\circ\text{C}$)에 이르는 시간으로 나눈 값이다.
- [0118] 또한, 냉각할 때, 400°C 도달 이후는 상변태에 의한 발열이 매우 커지므로, 400°C 이상의 온도 영역에서의 냉각 방법과 동일한 냉각 방법으로는 충분한 냉각 속도를 확보할 수 없는 경우가 있다. 이로 인해, 400°C 까지의 냉각보다도 400°C 부터 M_s 점까지의 냉각을 강하게 행할 필요가 있고, 구체적으로는 이하에 설명하는 바와 같이 하는 것이 바람직하다. 열간 프레스법에서는, 통상, 상온 또는 수 10°C 정도의 강제 금형에 의해 냉각이 달성된다. 따라서, 냉각 속도를 변화시키기 위해서는, 금형 치수를 바꾸어 열 용량을 변화시키면 된다. 또한 금형 재질을 이종 금속(예를 들어 구리 등)으로 바꾸는 것으로도 냉각 속도를 변화시킬 수 있다. 금형 치수를 바꿀 수 없는 경우, 수냉형의 금형을 사용해서 냉각 수량을 바꾸는 것에 의해서도, 냉각 속도를 바꿀 수 있다. 또한, 미리 홈을 몇 군데 자른 금형을 사용하여, 프레스중에 그 홈에 물을 통과시킴으로써 냉각 속도를 바꾸고, 프레스 도중에 프레스기를 올리고, 그 사이에 물을 흘리는 것으로도, 냉각 속도를 바꿀 수 있다. 또한, 금형 클리어런스를 바꾸고, 강관과의 접촉 면적을 변화시키는 것으로도 냉각 속도를 바꿀 수 있다. 예를 들어 400°C 전후에서 냉각 속도를 바꾸는 수단에는, 다음과 같은 수단을 생각할 수 있다.
- [0119] (1) 400°C 도달 직후에, 열 용량이 상이한 금형 또는 실온 상태의 금형으로 이동시켜서, 냉각 속도를 바꾼다;
- [0120] (2) 수냉 금형의 경우, 400°C 도달 직후에 금형중의 유수량을 변화시켜서, 냉각 속도를 바꾼다;
- [0121] (3) 400°C 도달 직후에, 금형과 부재의 사이에 물을 흘리고, 그 수량을 변화시키는 것으로, 냉각 속도를 바꾼다.
- [0122] 본 발명에 있어서는, 열간 프레스법에 있어서의 성형의 형태는 특별히 제한되지 않는다. 예시하면, 굽힘 가공, 드로잉 성형, 신장 성형, 구멍 확장 성형, 플랜지 성형을 들 수 있다. 목적으로 하는 열간 성형 강관 부재의

종류에 따라 적절히 선택하면 된다. 열간 성형 강관 부재의 대표예로서, 상술한 바와 같은 자동차용 보강 부품인 도어 가드 바나 범퍼 보강재 등을 들 수 있다.

- [0123] 본 발명에 따른 열간 성형 강관 부재는, 연성과 굽힘성이 우수한 것이 특징이다. 그 때의 실용에 견딜 수 있는 연성으로서는, 인장 시험의 전체 신장이 12% 이상 있는 것이 바람직하다. 더욱 바람직하게는, 전체 신장이 14% 이상이다. 굽힘성으로서는, 선단 각도가 90° 인 V굽힘 시험의 한계 굽힘 반지름이 5t 이하인 것이 바람직하다.
- [0124] 열간 프레스 후의 열간 성형 강관 부재는, 스케일 제거 목적으로 숏블라스트 처리를 실시해도 된다. 이 숏블라스트 처리에는, 표면에 압축 응력을 도입하는 효과가 있으므로, 지연 파괴가 억제되고, 또한 피로 강도가 향상된다는 이점이 있다.
- [0125] 상기 설명에 있어서는, 열간 성형에 대해서, 구체적 형태인 열간 프레스를 예로 들어 설명하였지만, 본 발명은 열간 프레스와 마찬가지로 성형과 동시 또는 직후에 강관을 냉각하는 수단을 구비하고 있는 열간 성형, 예를 들어 롤 성형에도 적용 가능하다.
- [0126] (실시예)
- [0127] 본 발명의 실시예에 대해서 설명한다. 단, 본 발명은 실시예에 한정되지 않는다.
- [0128] 표 1에 나타난 화학 조성을 갖는 강관을 공시재로 하였다. 이들 강관은, 실험실에서 용제한 슬래브를 1250℃에서 30분간 가열한 후, 공시재 No.6과 No.22를 제외하고, 880℃부터 910℃의 범위에서 마무리 압연을 완료하고, 720℃부터 680℃의 범위에 5초간 유지하도록 열간 압연을 행하고, 판 두께 2.6mm의 열연 강관으로 한 것이다. 열간 압연 후는 420℃ 이하까지 물 스프레이 냉각한 후, 20℃/시로 실온까지 서냉함으로써, 420℃ 이하의 온도 영역에서 권취하는 열연 권취 공정을 모의한 것이다.

[0129] [표 1]

강 계	화학 조성(단위: 질량%, 잔량부: Fe 및 불순물)																			A _{cs} (°C)	M _s (°C)		
	C	Si	Mn	P	S	sol. Al	N	Ti	Nb	V	Cr	Mo	Cu	Ni	B	Ca	Mg	REM	Zr			Bi	
A	0.167	1.20	1.51	0.014	0.0013	0.035	0.0042				0.150											858	429
B	0.200	0.25	1.42	0.014	0.0015	0.033	0.0046	0.021							0.0012							812	419
C	0.139	1.46	2.03	0.012	0.0009	0.029	0.0043		0.023													859	428
D	0.171	1.17	1.88	0.014	0.0013	0.037	0.0046	0.017							0.0009							847	418
E	0.202	1.23	1.64	0.013	0.0011	0.033	0.0040	0.033							0.0035							848	411
F	0.195	1.28	1.45	0.011	0.0010	0.040	0.0039										0.0010					858	421
G	0.152	1.18	1.59	0.011	0.0011	0.027	0.0042	0.015							0.0009							855	436
H	0.362	1.89	1.24	0.014	0.0012	0.041	0.0039															861	348
I	0.163	1.52	1.78	0.009	0.0012	0.033	0.0041													0.0020		862	424
J	0.155	1.21	1.63	0.011	0.0014	0.038	0.0042		0.025													858	434
K	0.158	1.22	1.66	0.013	0.0009	0.029	0.0046															855	431
L	0.134	1.02	0.81	0.011	0.0015	0.029	0.0043															876	471
M	0.183	1.35	1.72	0.009	0.0014	0.033	0.0042					0.100	0.100				0.0010					848	415
N	0.202	1.23	1.64	0.013	0.0011	0.033	0.0040															847	411
O	0.154	1.24	1.51	0.010	0.0012	0.041	0.0044	0.032														865	438
P	0.084	1.12	2.44	0.013	0.0011	0.036	0.0048															852	441
Q	0.163	1.19	1.62	0.012	0.0011	0.036	0.0040			0.032												859	431
R	0.162	1.13	1.47	0.012	0.0008	0.039	0.0039					0.100										862	435

[0130]

[0131] 이와 같이 하여 얻어진 열연 강판은, 주로, 페라이트와 마르텐사이트 또는 페라이트와 베이나이트의 복합 조직이었다.

[0132] 한편, 공시재 No.6과 No.22의 열연 조건은, 상술한 조건과 상이하다. 공시재 No.6은, 740°C부터 660°C의 범위에 2초간 유지하고, 실온까지 물 스프레이 냉각함으로써, 실온에서 권취하는 열연 권취 공정을 모의하였다. 공시재 No.22는, 670°C까지 물 스프레이 냉각한 후, 20°C/시로 실온까지 서냉함으로써, 670°C에서 권취하는 열연 권취 공정을 모의하였다.

[0133] 이와 같이 하여 얻어진 열연 강판의 일부는, 산 세정에 의해 스케일을 제거한 후, 판 두께를 1.6mm로 하도록 냉간 압연한 후, 780°C 이상 900°C 이하에서 가열하고, 평균 냉각 속도 30°C/초로 냉각하는 조건에서 어닐링하였다. 단, 공시재 No.27은, 920°C에서 가열하고, 평균 냉각 속도 30°C/초로 냉각하는 조건에서 어닐링하였다.

[0134] 이들 열간 프레스에 제공하는 강판의 페라이트와 마르텐사이트와 베이나이트의 각 면적률은, EBSP(Electron

Back Scatter Pattern: 전자선 후방 산란 패턴)법을 이용해서 측정하였다. 구체적으로는, 열간 프레스에 제공하는 강판으로부터, 압연 방향과 압연 방향에 수직 방향인 양방향에서의 단면을 잘라낸다. 이 잘라낸 각 단면에 대하여, 연마 및 나이탈 에칭을 행하였다. 이어서, EBSP 검출기를 구비한 주사 전자 현미경(SEM) 「상품명 Quanta200(제조원 FEI)」을 사용하여, EBSP 해석에 의해, 잘라낸 각 단면의 EBSP의 IQ상(이미지 품질: 배율 2000배)을 취득하였다. 그리고, 페라이트와 마르텐사이트와 베이나이트의 각 면적률은, 압연 방향과 압연 방향에 수직 방향인 양방향에서의 단면의 각 EBSP의 IQ상에 기초하여, 각각, 면적률을 측정하고, 그 평균값으로서 구하였다. 또한, EBSP 해석의 조건은, 가속 전압=25kV, 워크 디스턴스=15mm, 측정 스텝=0.2 μ m로 하였다.

[0135] 또한, 이들의 열간 프레스에 제공하는 강판의 페라이트 에스펙트비는, 다음과 같이 측정하였다. 구체적으로는, 열간 프레스에 제공하는 강판으로부터, 압연 방향과 압연 방향에 수직 방향인 양방향에서의 단면을 잘라낸다. 이 잘라낸 각 단면에 대하여, 연마 및 나이탈 에칭을 행하였다. 이어서, EBSP 검출기를 구비한 주사 전자 현미경(SEM) 「상품명 Quanta200(제조원 FEI)」을 사용하여, EBSP 해석에 의해, 잘라낸 각 단면의 EBSP의 IQ상(이미지 품질: 배율 2000배)을 취득하였다. 그리고, 페라이트의 에스펙트비는, 압연 방향과 압연 방향에 수직 방향인 양방향에서의 단면의 각 EBSP의 IQ상에 기초하여, 각각, 페라이트 결정립 50개의 에스펙트비를 측정하고, 그 평균값으로서 구하였다. 또한, EBSP 해석의 조건은, 가속 전압=25kV, 워크디스턴스=15mm, 측정 스텝=0.2 μ m로 하였다.

[0136] 표 2에 열간 프레스에 제공하는 강판의 강 조직을 나타냈다.

[0137] [표 2]

공시 제 No.	강 재	강판의 종류	페라이트의 에스펙트비	페라이트의 면적률(%)	마르텐사이트의 면적률(%)	베이나이트의 면적률(%)	* 1	* 2
1	A	열연 강판	1.4	36	64	0	64	100
2	A	열연 강판	1.3	36	64	0	64	100
3	A	도금 강판	1.3	28	5	65	70	98
4	B	열연 강판	1.5	35	0	60	60	95
5	C	열연 강판	1.4	29	0	66	66	95
6	C	열연 강판	1.6	32	0	64	64	96
7	D	열연 강판	1.3	0	100	0	100	100
8	E	열연 강판	1.4	0	100	0	100	100
9	F	열연 강판	1.2	32	68	0	68	100
10	F	열연 강판	1.2	32	68	0	68	100
11	G	열연 강판	1.4	22	78	0	78	100
12	H	열연 강판	1.3	0	5	78	83	83
13	I	열연 강판	1.6	37	0	56	56	93
14	I	열연 강판	2.1	40	60	0	60	100
15	I	냉연 강판	1.3	44	56	0	56	100
16	I	냉연 강판	1.4	44	56	0	56	100
17	J	열연 강판	1.3	35	0	60	60	95
18	J	냉연 강판	1.6	43	57	0	57	100
19	K	열연 강판	1.4	34	66	0	66	100
20	K	열연 강판	1.3	34	66	0	66	100
21	K	냉연 강판	1.5	42	50	5	55	97
22	K	도금 강판	1.7	36	6	52	58	94
23	L	열연 강판	1.4	54	37	3	40	94
24	M	열연 강판	1.3	33	67	0	67	100
25	M	열연 강판	1.3	33	67	0	67	100
26	N	열연 강판	1.2	45	0	32	32	77
27	N	열연 강판	1.4	41	59	0	59	100
28	N	열연 강판	1.6	41	59	0	59	100
29	O	열연 강판	1.4	39	0	55	55	94
30	P	열연 강판	1.5	57	43	0	43	100
31	Q	열연 강판	1.3	37	63	0	63	100
32	Q	냉연 강판	1.9	21	79	0	79	100
33	R	열연 강판	1.4	28	0	68	68	96
34	R	냉연 강판	1.4	9	91	0	91	100

*1: 마르텐사이트와 베이나이트의 합계 면적률(%)
*2: 페라이트와 마르텐사이트와 베이나이트의 합계 면적률(%)

[0138] [0139] 얻어진 강판을, 가스로 내에서, 공연비 0.85, 또한 표 3에 나타낸 조건에서 가열하였다. 이어서, 가열한 강판

을, 가열로부터 취출하고, 열간 프레스까지의 공냉 시간(로로부터 취출한 후, 금형에 넣을 때까지의 시간, 즉 가열의 종료부터 열간 성형의 개시까지에 있어서 강관이 공냉에 노출되는 시간)을 표 3에 나타낸 시간으로 변화시켜서, 평판의 강제 금형을 사용하여, 열간 프레스를 실시하였다. 이어서, 열간 프레스 후, 강관을 금형과 접촉시킨 채 표 3에 나타낸 평균 냉각 속도로 M_s 점 이하인 150℃까지 냉각하고, 금형으로부터 취출해서 방냉함으로써, 각종 공시용 강관을 준비했다(이하, 이 공시용 강관을 「열간 프레스한 강관」이라 기재함).

- [0140] 냉각은, 1) 금형의 주위를 냉각수로 냉각한 후, 2) 상온이었던 금형에서 냉각한 후, 또는 3) 가열한 금형에서 냉각한 후, 금형의 주위를 냉각수로 냉각함으로써 실시하였다. 150℃까지의 평균 냉각 속도는 열간 프레스에 제공하는 강관의 단부에 열전대를 붙이고, 그 온도를 측정함으로써 구하였다. 또한, 가열 시간이란, 로에 장입 후의 720℃에 달했을 때부터, 로로부터 취출할 때까지의 시간이다. 여기서, 실시예 6, 18과 25는 홈이 있는 금형으로 냉각 속도를 바꾸는 열간 프레스 조건을 모의하기 위해서, 소정의 공냉 시간 후에, 소정의 냉각 속도로 가스 냉각함으로써, 각종 공시용 강관을 준비하였다.
- [0141] 열간 프레스한 강관의 페라이트와 템퍼링 마르텐사이트와 템퍼링 베이나이트와 마르텐사이트의 면적률은, 열간 프레스에 제공하는 강관의 페라이트와 마르텐사이트와 베이나이트의 각 면적률과 마찬가지로, EBSP(Electron Back Scatter Pattern: 전자선 후방 산란 패턴)법을 이용해서 측정하였다. 이들 결과를 표 4에 나타냈다.
- [0142] 열간 프레스한 강관의 페라이트 에스펙트비는, 열간 프레스에 제공하는 강관의 페라이트 에스펙트비와 마찬가지로 측정하였다.
- [0143] 열간 프레스한 강관의 기계적 성질을 다음과 같이 해서 조사하였다. 이들 측정 결과도 표 4에 함께 나타냈다.
- [0144] 먼저, 각 강관으로부터 압연 방향에 직각 방향으로 JIS5호 인장 시험편을 채취하여, 인장 시험을 행하고, TS(인장 강도) 및 EI(전체 신장)를 측정하였다.
- [0145] 또한, 각 강관으로부터 굽힘 능선이 압연 방향에 직각 방향이 되도록 직사각형의 시료를 채취하여, 그 편면을 기계 연마하고, 두께 1mm, 폭 30mm, 길이 60mm의 굽힘 시험편을 제작하고, 그 시험편에 선단 각도가 90°, 선단 반경이 5mm, 4mm, 3mm의 V굽힘 시험을 실시함으로써, 굽힘성을 평가하였다. 또한, 시험 시에, 연삭한 면은 굽힘 내측이 되도록 하였다. 시험 후의 굽힘부의 표면을 육안으로 관찰하고, 다음의 평가 기준으로 평가하였다.
- [0146] - 굽힘성의 평가 기준 -
- [0147] A: 선단 반경이 4mm인 V굽힘 시험 후, 깨짐이 보이지 않는다.
- [0148] B: 선단 반경이 4mm인 V굽힘 시험 후, 미세한 깨짐이나 네킹이 보인다.
- [0149] C: 선단 반경이 4mm인 V굽힘 시험 후, 깨짐이 보인다.
- [0150] D: 선단 반경이 5mm인 V굽힘 시험 후, 깨짐이 보인다.
- [0151] 본 예에서 제작한 강관은, 금형에 의한 열간 프레스가 실시되어 있지 않지만, 열간 프레스 강관 부재와 동일한 열 이력을 받고 있으므로, 강관의 기계적 성질은, 동일한 열 이력을 갖는 열간 프레스 강관 부재와 실질적으로 동일하다.
- [0152] 또한, 표 1 내지 표 4에서 밀줄이 그려진 수치는, 그 수치에 의해 나타나는 함유량, 조건 또는 기계 특성이 본 발명의 범위의 것임을 나타내고 있다.

[0153] [표 3]

공시제 No.	실온부터 720℃까지의 가열 속도(℃/초)	가열 온도 (℃)	가열 시간 (분)	공냉 시간 (초)	Ms점 이하의 온도 영역까지의 평균 냉각 속도(℃/초)
1	12	800	5	10	70
2	12	900	4	15	70
3	12	800	5	10	70
4	12	775	5	10	70
5	12	800	5	10	70
6	12	800	5	10	15
7	12	800	5	10	70
8	12	790	5	10	70
9	12	800	5	10	70
10	12	800	5	10	400
11	12	800	5	10	70
12	12	790	5	10	70
13	12	800	5	10	70
14	12	840	5	10	70
15	12	800	5	10	70
16	12	820	5	25	70
17	12	800	5	10	70
18	12	800	5	10	8
19	12	800	5	10	70
20	12	680	5	10	70
21	12	800	5	10	70
22	12	800	5	10	70
23	12	800	5	10	70
24	12	800	5	10	70
25	12	800	5	10	5
26	12	800	5	10	70
27	12	775	5	5	70
28	12	775	5	17	70
29	12	800	5	10	70
30	12	800	5	10	70
31	12	800	5	10	70
32	12	770	8	1	70
33	12	800	5	10	70
34	12	740	5	10	70

[0154]

[0155] [표 4]

공시 재 No.	강 조직, 면적률(%)							강 조직 페라이트 에스페르티비	기계 특성			
	페라이트	템퍼링 마르텐 사이트	템퍼링 베이 나이트	마르텐 사이트	잔류 오스테 나이트	*3	*4		TS (MPa)	EI (%)	굽 힘 성	
1	25	39	0	36	0	39	100	1.4	1174	15	A	본 발명에
2	18	0	0	82	0	0	100	1.3	1275	10	D	비교예
3	15	2	50	33	0	52	100	1.3	1136	14	A	본 발명에
4	15	0	47	37	0	47	99	1.4	1102	11	A	비교예
5	22	0	46	32	0	46	100	1.4	1089	17	A	본 발명에
6	23	0	40	33	4	40	96	1.5	1027	16	B	본 발명에
7	0	58	0	42	0	58	100	1.3	1245	9	D	비교예
8	0	62	0	38	0	62	100	1.4	1305	11	D	비교예
9	23	44	0	33	0	44	100	1.2	1194	16	A	본 발명에
10	22	45	0	33	0	45	100	1.2	1243	14	B	본 발명에
11	15	49	0	36	0	49	100	1.3	1142	17	A	본 발명에
12	0	0	55	45	0	55	100	1.2	1486	7	D	비교예
13	26	0	38	36	0	38	100	1.5	1186	15	A	본 발명에
14	4	28	0	68	0	28	100	2.1	1198	8	D	비교예
15	32	33	0	35	0	33	100	1.3	1203	14	A	본 발명에
16	43	21	0	23	2	21	87	1.3	968	14	A	비교예
17	24	0	40	36	0	40	100	1.3	1256	14	A	본 발명에
18	31	31	0	31	7	37	93	1.5	1043	18	D	비교예
19	22	43	0	35	0	43	100	1.4	1178	16	A	본 발명에
20	34	66	0	0	0	66	100	1.3	848	16	A	비교예
21	33	28	3	36	0	31	100	1.4	1146	15	A	본 발명에
22	28	0	39	33	0	39	100	1.5	1137	14	A	본 발명에
23	52	18	0	23	0	18	93	1.4	925	15	D	비교예
24	26	39	0	35	0	39	100	1.2	1203	14	A	본 발명에
25	30	37	0	4	3	37	71	1.3	878	24	A	비교예
26	38	0	18	44	0	18	100	1.2	1278	13	D	비교예
27	36	30	0	34	0	30	100	1.3	1175	13	C	본 발명에
28	38	31	0	31	0	31	100	1.3	1136	17	C	본 발명에
29	25	0	43	32	0	43	100	1.3	1246	15	A	본 발명에
30	35	29	0	36	0	29	100	1.4	946	16	A	비교예
31	24	42	0	34	0	42	100	1.3	1143	15	A	본 발명에
32	17	51	0	26	6	51	100	1.8	1126	14	D	비교예
33	18	0	45	37	0	45	100	1.3	1189	14	A	본 발명에
34	7	85	0	8	0	85	100	1.3	949	10	A	비교예

*3: 템퍼링 마르텐사이트와 템퍼링 베이나이트의 합계 면적률(%)
 *4: 페라이트와 템퍼링 마르텐사이트와 템퍼링 베이나이트와 마르텐사이트의 합계 면적률(%)

[0156]

[0157]

표 4에서의 본 발명에인 공시재 No.1, 3, 5, 6, 9, 10, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 22, 24, 27, 28, 29, 31 및 33은, 본 발명의 조건을 모두 만족하는 본 발명에의 강관 부재, 즉, 열간 프레스 강관 부재이다. 이들의 본 발명에의 열간 프레스 강관 부재는, 모두, 열간 성형인체로, 인장 강도가 980MPa 이상으로 높고, 연성이 우수하고, 또한 굽힘성도 우수하다.

[0158]

한편, 공시재 No.2는, 강관의 가열 온도가 본 발명에서 규정하는 범위의 상한을 상회하므로, 원하는 조직을 얻을 수 없어, 연성과 굽힘성이 나뻐다.

[0159]

공시재 No.4는, Si 함유량이 본 발명에서 규정하는 범위의 하한을 하회하므로, 연성이 나뻐다.

[0160]

공시재 No.7은, 열간 프레스에 제공하는 강관 및 열간 프레스 강관 부재가 본 발명에서 규정하는 조직을 갖지 않으므로, 연성과 굽힘성이 나뻐다.

[0161]

공시재 No.8은, 열간 프레스에 제공하는 강관 및 열간 프레스 강관 부재에 대해서 원하는 조직을 얻을 수 없어, 연성과 굽힘성이 나뻐다.

[0162]

공시재 No.12는, C 함유량이 본 발명에서 규정하는 범위의 상한을 상회함과 동시에 열간 프레스에 제공하는 강관 및 열간 프레스 강관 부재가 본 발명에서 규정하는 조직을 갖지 않으므로, 연성과 굽힘성이 나뻐다.

[0163]

공시재 No.14는, 열간 프레스에 제공하는 강관 및 열간 프레스 강관 부재에 대해서 원하는 조직을 얻을 수 없어, 연성과 굽힘성이 나뻐다.

[0164]

공시재 No.16, 20 및 25는, 각각, 공냉 시간, 가열 온도, 평균 냉각 속도가 본 발명에서 규정하는 범위를 벗어 나므로, 열간 프레스 강관 부재에 대해서 원하는 조직을 얻을 수 없어, 목표로 하는 인장 강도를 얻을 수 없었

다.

- [0165] 공시재 No.18은, 평균 냉각 속도가 본 발명에서 규정하는 범위를 벗어나므로, 열간 프레스 강판 부재에 대해서 원하는 조직을 얻을 수 없어, 굽힘성이 나빴다.
- [0166] 공시재 No.23은, Mn 함유량이 본 발명에서 규정하는 범위의 하한을 하회함과 동시에 열간 프레스에 제공하는 강판 및 열간 프레스 강판 부재가 본 발명에서 규정하는 조직을 갖지 않으므로, 목표로 하는 인장 강도를 얻을 수 없어, 굽힘성이 나빴다.
- [0167] 공시재 No.26은, 열간 프레스에 제공하는 강판 및 열간 프레스 강판 부재가 본 발명에서 규정하는 조직을 갖지 않으므로, 굽힘성이 나빴다.
- [0168] 공시재 No.30은, C 함유량이 본 발명에서 규정하는 범위의 하한을 하회하므로, 목표로 하는 인장 강도를 얻을 수 없었다.
- [0169] 공시재 No.32는, 공냉 시간이 본 발명에서 규정하는 범위를 벗어나므로, 열간 프레스 강판 부재에 대해서 원하는 조직을 얻을 수 없어, 굽힘성이 나빴다.
- [0170] 또한, 공시재 No.34는, 열간 프레스에 제공하는 강판 및 열간 프레스 강판 부재가 본 발명에서 규정하는 조직을 갖지 않으므로, 인장 강도가 낮고, 연성도 나빴다.
- [0171] 또한, 일본 특허 출원 제2013-247814호의 개시는 그 전체가 참조에 의해 본 명세서에 도입된다.
- [0172] 본 명세서에 기재된 모든 문헌, 특허 출원 및 기술 규격은, 개개의 문헌, 특허 출원 및 기술 규격이 참조에 의해 포함되는 것이 구체적이면서 개별적으로 기재된 경우와 동일 정도로, 본 명세서중에 참조에 의해 포함된다.

도면

도면1

