



(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl.

C22C 38/00 (2006.01)

C21D 1/02 (2006.01)

B21D 5/01 (2006.01)

B21D 22/20 (2006.01)

(45) 공고일자 2007년04월13일

(11) 등록번호 10-0707239

(24) 등록일자 2007년04월06일

(21) 출원번호	10-2005-7022724	(65) 공개번호	10-2006-0018860
(22) 출원일자	2005년11월28일	(43) 공개일자	2006년03월02일
심사청구일자	2005년11월28일		
번역문 제출일자	2005년11월28일		
(86) 국제출원번호	PCT/JP2004/007654	(87) 국제공개번호	WO 2004/106573
국제출원일자	2004년05월27일	국제공개일자	2004년12월09일

(30) 우선권주장 JP-P-2003-00151106 2003년05월28일 일본(JP)

(73) 특허권자 수미도모 메탈 인더스트리즈, 리미티드  
일본 오사카 541 오사카시 추오-구 기따하마 4-쵸메 5-33

도요타지도샤가부시킴이샤  
일본 아이치켄 도요타시 도요타초 1

도요다 텃코우 가부시킴이샤  
일본국 아이치켄 도요타시 호소야쵸 4쵸메 50반지

(72) 발명자 니시바타 도시노부  
일본국 오사카 오사카시 추오-구 기따하마 4-쵸메 5-33 수미도모메탈  
인더스트리즈, 리미티드 내

나카타 마사히로  
일본국 오사카 오사카시 추오-구 기따하마 4-쵸메 5-33 수미도모메탈  
인더스트리즈, 리미티드 내

스도 슌타로  
일본국 아이치켄 도요타시 도요타초 1 도요타 지도샤 가부시킴이샤 내

오바야시 아키라  
일본국 아이치켄 도요타시 호소야쵸 4쵸메 50반지 도요다 텃코우가부시  
킴이샤 내

이치카와 마사노부  
일본국 아이치켄 도요타시 호소야쵸 4쵸메 50반지 도요다 텃코우가부시  
킴이샤 내

(74) 대리인 한양특허법인

(56) 선행기술조사문헌

JP13381666B 9 \*

일본 공개특허공보 평14-241895

\* 심사관에 의하여 인용된 문헌

심사관 : 김종혁

전체 청구항 수 : 총 5 항

## (54) 열간 성형법과 열간 성형 부재

### (57) 요약

고강도 강판으로부터, 안정된 강도와 인성(靱性)을 겸비하는 열간 프레스 부재를 열간 프레스에 의해 제작한다. 열간 프레스시의 냉각 과정에서, Ms점까지는 임계 냉각 속도 이상으로 냉각하고, Ms점부터 200℃까지의 온도 범위의 냉각 속도를 25~150℃/s로 한다. 열간 프레스 부재의 비커스 경도는, (최고 담금질 경도-10) 미만, 또한 (최고 담금질 경도-100) 이상이다.

### 대표도

도 1

### 특허청구의 범위

#### 청구항 1.

질량%로, C : 0.15~0.45%, Mn : 0.5~3.0%, Cr : 0.1~0.5%, Ti : 0.01~0.1%, B : 0.0002~0.004%, Si : 0.5% 이하, P : 0.05% 이하, S : 0.05% 이하, Al : 1% 이하, N : 0.01% 이하를 함유하고, 또한 Ni : 2% 이하, Cu : 1% 이하, Mo : 1% 이하, V : 1% 이하, 및 Nb : 1% 이하의 1종 또는 2종 이상을 함유하고, 잔부(殘部) Fe 및 불가피적 불순물로 본질적으로 이루어지는 강 조성을 갖는 강판을, Ac<sub>3</sub>점 이상의 온도로 가열·유지한 뒤, 최종 제품 형상으로의 성형을 행하는 방법으로, 성형 중 또는 성형 후의 성형 온도로부터의 냉각에 있어서, 성형 부재의 Ms점까지의 냉각 속도가 임계 냉각 속도 이상이고, 또한 Ms점부터 200℃까지의 평균 냉각 속도가 25~150℃/s로 냉각하여 담금질 처리를 행하는, 열간 성형법.

#### 청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 성형을 프레스 성형용 금형을 사용해 행하는 열간 성형법.

#### 청구항 3.

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 성형을 프레스 성형용 금형을 사용해 성형한 후, 금형 사이에 물을 주입하여 냉각하는 열간 성형법.

#### 청구항 4.

질량%로, C : 0.15~0.45%, Mn : 0.5~3.0%, Cr : 0.1~0.5%, Ti : 0.01~0.1%, B : 0.0002~0.004%, Si : 0.5% 이하, P : 0.05% 이하, S : 0.05% 이하, Al : 1% 이하, N : 0.01% 이하를 함유하고, 또한 Ni : 2% 이하, Cu : 1% 이하, Mo : 1%

이하, V : 1% 이하, 및 Nb : 1% 이하의 1종 또는 2종 이상을 함유하고, 잔부 Fe 및 불가피적 불순물로 본질적으로 이루어지는 강 조성을 갖는 강판으로 구성되며, 열간 성형 후의 경도가, 비커스 경도로, (최고 담금질 경도-100) 이상, (최고 담금질 경도-10) 미만인 것을 특징으로 하는, 열간 성형 부재.

## 청구항 5.

제4항에 있어서, 상기 열간 성형이 열간 프레스 성형인 열간 성형 부재.

### 명세서

#### 기술분야

본 발명은, 자동차의 바디 구조 부품, 저면(underbody) 부품 등을 비롯한 기계 구조 부품 등의 열간 성형 부재와, 그 제조에 사용되는 열간 성형 방법에 관한 것이다. 더욱 상술하면, 본 발명은, 열간 프레스 부재와 그를 위한 열간 프레스 방법에 관한 것이다.

이하에서는, 열간 프레스 성형을 예로 들어 본 발명을 설명하는데, 본 발명은 롤 성형, 단조(鍛造) 등의 프레스 성형 이외의 열간 성형에도 적용 가능하다.

#### 배경기술

최근 자동차의 경량화를 위해서, 예를 들면 인장 강도 590MPa 이상과 같이 강재의 고강도화를 도모하여, 사용 중량을 줄이려는 노력이 진행되고 있다. 자동차에 널리 사용되는 박강판에서는, 그러한 경향 하에서, 강판 강도의 증가에 따라 프레스 성형성이 저하하여, 복잡한 형상을 제조하는 것이 곤란해지고 있다. 구체적으로는, 강도 증가에 따라 연성(延性)이 저하하여, 가공도가 높은 부위에서 파단(破斷)이 발생하거나, 스프링백이나 벽 휘어짐이 커져, 치수 정밀도가 열화(劣化)한다는 문제가 발생한다.

따라서, 고강도, 특히 인장 강도 780MPa급 이상인 강판의 경우, 냉간 가공 수단으로서 프레스 성형을 이용해서 부품을 제조하는 것은 용이하지 않다. 프레스 성형이 아니라 롤 성형을 이용하면, 상기의 고강도 강판의 가공이 가능하지만, 롤 성형은 길이방향으로 똑같은 단면을 갖는 부품에 밖에 적용할 수 없어, 적용할 수 있는 제품의 형상이 한정된다.

한편, 영국특허 제1490535호에 개시되어 있는 바와 같이, 가열한 강판을 프레스 성형하는 열간 프레스법에서는, 강판을 고온에서 가열하여 강판의 재질은 연화되어 고 연성이 되어 있기 때문에, 가열 상태에서 복잡한 형상을 정밀도 높은 치수로 성형하는 것이 가능하다. 또한, 강판을 오스테나이트 역(域) 온도로 가열해 두고, 금형 내에서 급냉하는 급형 냉각에 의해, 마르텐사이트 변태(變態)에 의한 강판의 고강도화, 즉 담금질을 동시에 달성할 수 있다.

그러나, 열간 프레스법에서의 급형 냉각에서는, 부재(部材)의 담금질 경도가, 0.2% C제인 경우에 Hv 400~490으로 충분하지 않고, 게다가 부재 중의 경도의 편차가 대단히 크다는 문제가 있다.

Advanced Materials & Processes, Vol. 146, No. 6, 12/94, p.16에는, 스웨덴의 플런저사에 의해 개발된 핫 프레스 기술이 소개되어 있으며, 980℃에서 열간 프레스(금형 내 급냉)하는 것이 기재되어 있다. 급형 온도는, 가열이라는 기재가 없으므로, 상온~수십 ℃로 추정된다.

일본 특개평 8-269615호에는, C : 0.18~0.30%, Si : 0.01~1.0%, Mn : 0.2~1.5%, P : 0.03% 이하, S : 0.02% 이하, sol.Al : 0.08% 이하, Cr : 0.1~0.5%, B : 0.0006~0.0040%, N : 0.01% 이하를 함유하고, 경우에 따라 Cu : 0.5% 이하, Ni : 0.3% 이하, Ti : 0.01~0.05% 중 적어도 1종을 더 함유하고, 잔부(殘部) 철로 이루어지는, 급속 담금질용 열연 강판이 개시되어 있다. 이 강판은, 냉간 가공한 후, 고주파 담금질에 의해 고강도화시키는 것이다.

### 발명의 상세한 설명

본 발명은, 열간 성형법에 의해 고강도 강판으로부터 제조할 수 있고, 또한 안정된 강도와 인성(靱性)을 겸비하는 열간 성형 부재와, 그것을 제작하는 열간 성형법을 제공한다.

보다 구체적으로는, 본 발명은, 자동차의 바디 구조 부품, 저면 부품 등을 비롯한 기계 구조 부품 등의 열간 프레스 부재와, 그 제조에 사용되는 열간 프레스 방법을 제공한다.

본 발명에 의하면, 성형 후의 냉각시, 예를 들면 급형 냉각시에, Ms점(오스테나이트로부터 마르텐사이트가 생성되기 시작하는 온도) 이하의 온도역에서의 평균 냉각 속도를 일정 범위 내로 억제함으로써, 열간 성형에 의해 안정된 강도 및 인성을 겸비하는 열간 성형 부재를 제조할 수 있다.

일 양태에 있어서, 본 발명은, 질량%로, C : 0.15~0.45%, Mn : 0.5~3.0%, Cr : 0.1~0.5%, Ti : 0.01~0.1%, B : 0.0002~0.004%, Si : 0.5% 이하, P : 0.05% 이하, S : 0.05% 이하, Al : 1% 이하, N : 0.01% 이하를 함유하고, 또한 Ni : 2% 이하, Cu : 1% 이하, Mo : 1% 이하, V : 1% 이하, 및 Nb : 1% 이하의 1종 또는 2종 이상을 함유하고, 잔부 Fe 및 불가피적 불순물로 본질적으로 이루어지는 강 조성을 갖는 강판을, Ac<sub>3</sub>점 이상으로 가열·유지한 뒤, 최종 제품 형상으로서의 성형을 행하는 열간 성형 방법에 관한 것이다. 본 발명에 의하면, 성형 중 또는 성형 후의 성형 온도로부터의 냉각에 있어서, 성형 부재의 Ms점까지의 냉각 속도가 임계 냉각 속도 이상이고, 또한, Ms점부터 200℃까지의 평균 냉각 속도가 25~150℃/s으로 냉각하여 담금질 처리를 행한다. 또한, 본 발명에서는, 임계 냉각 속도는 상부 임계 냉각 속도를 의미한다.

다른 양태에 있어서, 본 발명은, 상기 강 조성을 갖는 강판으로 구성된 열간 성형 부재에 관한 것이다. 이 열간 성형 부재는, 열간 성형 후의 경도가, 비커스 경도로, (최고 담금질 경도-100) 이상, (최고 담금질 경도-10) 미만이다.

본 발명의 바람직한 양태에 있어서, 열간 성형은, 프레스 성형용 급형을 사용해 행하는 열간 프레스 성형이다.

본 발명에 의하면, 안정한 강도와 인성을 겸비하는 열간 프레스 부재의 제작이 가능해진다. 따라서, 본 발명은, 고강도 강판의 프레스 성형 부재로서의 용도 확대에 크게 기여한다.

## 실시예

본 발명에 있어서 상술한 강 조성 및 성형 조건을 채용하는 이유는 다음과 같다. 본 발명에서, 강 조성, 즉 강의 화학 조성을 나타내는 「%」는 「질량%」를 의미한다.

### 1. 소지(素地) 강판의 조성

#### C : 0.15~0.45%

탄소(C)는, 강판의 담금질성을 높이고, 또한 담금질 후, 강도를 주로 결정하는 대단히 중요한 원소이다. 또한, Ac<sub>3</sub>점을 내려, 담금질 처리 온도의 저온화를 촉진하는 원소이다. 그러나, C 함유량이 0.15% 미만에서는 그 효과는 충분하지 않고, 한편 C 함유량이 0.45%를 넘으면, 담금질부의 인성 열화가 현저해진다. 바람직한 C 함유량의 하한은 0.16%, 상한은 0.35%이다.

#### Mn : 0.5~3.0%

망간(Mn)은, 강판의 담금질성을 높이고, 또한 담금질 후에 강도를 안정적으로 확보하기 위해 대단히 효과가 있는 원소이다. 또한 Ac<sub>3</sub>점을 내려, 담금질 처리온도의 저온화를 촉진하는 원소이다. 그러나, Mn 함유량이 0.5% 미만에서는 그 효과는 충분하지 않고, 한편 Mn 함유량이 3.0%를 넘으면 그 효과는 포화하여, 더욱 담금질부의 인성 열화를 초래한다. 바람직한 Mn 함유량은 0.8~2.0%이다.

#### Cr : 0.1~0.5%

크롬(Cr)은, 강판의 담금질성을 높이고, 또한 담금질 후, 강도를 안정적으로 확보하기 위해 효과가 있는 원소이다. 그러나, Cr 함유량이 0.1% 미만에서는 그 효과는 충분하지 않고, 한편 Cr 함유량이 0.5%를 넘으면 그 효과는 포화하여, 쓸데없이 비용 증가를 초래한다. 바람직한 Cr 함유량은 0.15~0.30%이다.

#### Ti : 0.01~0.1%

티탄(Ti)은, 강판의 담금질성을 높이고, 또한 담금질 후, 강도를 안정적으로 확보하기 위해 효과가 있는 원소이다. 또한 담금질부의 인성도 향상시키는 효과를 갖는다. 그러나, Ti 함유량이 0.01% 미만에서는 그 효과는 충분하지 않고, 한편 Ti 함유량이 0.1%를 넘으면 그 효과는 포화하여, 쓸데없이 비용 증가를 초래한다. 바람직한 Ti 함유량은 0.015~0.03%이다.

B : 0.0002~0.004%

붕소(B)는, 강판의 담금질성을 높이고, 또한 담금질 후, 강도의 안정 확보 효과를 더욱 높이는 중요한 원소이다. 그러나, B 함유량이 0.0002% 미만에서는 그 효과는 충분하지 않고, 한편 B 함유량이 0.004%를 넘으면 그 효과는 포화하고, 또한 비용 증가를 초래한다. 바람직한 B 함유량은 0.0005~0.0025%이다.

Si : 0.5% 이하, P : 0.05%이하, S : 0.05% 이하, Al : 1% 이하, N : 0.01% 이하

이들 원소도, 모두 강판의 담금질성을 높이고, 또한 담금질 후의 강도의 안정화를 높이는 효과를 갖는다. 그러나, 이들의 함유량이 상기의 각각의 상한을 넘으면, 그 효과는 포화하여, 오히려 비용 증가를 초래한다.

Ni : 2% 이하, Cu : 1% 이하, Mo : 1% 이하, V : 1% 이하, Nb : 1% 이하의 1종 또는 2종 이상

이들 원소도, 강판의 담금질성을 높이고, 또한 담금질 후, 강도의 안정 확보에 효과가 있는 원소이기 때문에, 1종 또는 2종 이상을 함유시킨다. 그러나, 각각 상한값을 초과해서 함유시켜도 그 효과는 작고, 또한 쓸데없이 비용 증가를 초래하기 때문에, 각 합금 원소의 함유량은 상술한 범위로 한다.

본 발명에서 사용하는 강판은, 성형에 앞서 가열시에 오스테나이트 온도역으로 가열하여, 오스테나이트 변태를 시키므로, 가열 전의 실온에서의 기계적 성질은 중요하지 않고, 가열 전의 금속 조직은 특별히 제한되지 않는다. 따라서, 소지 강판으로서, 열연 강판, 냉연 강판, 도금 강판 중 어느 것을 사용해도 되고, 그 제조 방법은 특별히 한정하지 않는다. 도금 강판으로서, 알루미늄계 도금 강판(즉, 알루미늄 도금 및 알루미늄 합금 도금 강판)과 아연계 도금 강판(즉, 아연 도금 및 아연 합금 도금 강판)이 예시된다. 도금 강판은, 전기 도금 강판이어도, 용융 도금 강판이어도 된다. 또, 합금화 용융 아연 도금 강판도 사용할 수 있다.

## 2. 가열 조건 및 유지 시간

열간 프레스시의 금형 냉각에 있어서, 성형 부재, 즉 열간 프레스 부재로 성형 후 담금질 처리를 행하기 위해서는, 우선 소지 강판을 오스테나이트 온도역까지 가열하고, 소지 강판을 1회, 오스테나이트 상(相)으로 할 필요가 있다. 그를 위해서는,  $Ac_3$ 점 이상으로 가열하고, 그 온도에서 통상의 조건에서는 1분 이상 유지한다. 유지 시간의 상한은 특별히 설정하지는 않지만, 실제의 생산상의 효율을 고려해서, 유지 시간의 상한을 10분 정도로 하는 것이 바람직하다.

## 3. 열간 프레스시의 냉각 속도

열간 프레스 중(금형 내) 또는 열간 프레스 후(탈형 후)의 냉각 속도는, 열간 프레스 부재에 있어서 안정된 강도 및 인성을 얻기 위해서 대단히 중요한 역할을 하는 파라미터이다.

안정된 강도 및 인성을 열간 프레스 부재에 부여하기 위해서는, 열간 프레스 후의 조직을, 완전한 마르텐사이트 조직으로 하는 것이 아니라, 자동 템퍼링 마르텐사이트 조직으로 하는 것이 필요하다. 이 자동 템퍼링 마르텐사이트 조직으로 하기 위해서는, 열간 프레스시 또는 열간 프레스 후의 냉각 단계에서 Ms점까지는 확산 변태가 일어나지 않도록 임계 냉각 속도 이상으로 냉각하고, 또한 Ms점부터 200℃까지의 온도 범위에서는 평균 냉각 속도 25~150℃/s라는, 느린 냉각 속도로 냉각한다. 이러한 냉각에 의해, 마르텐사이트 변태가 일어남과 동시에 템퍼링되기 때문에, 강도의 편차가 적고, 또한 인성이 뛰어난 마르텐사이트 조직이 얻어진다. Ms점부터 200℃까지의 바람직한 평균 냉각 속도는 30~120℃/s이다.

## 4. 열간 프레스법에 있어서의 성형 방법

열간 프레스법에 있어서의 성형의 형태로서는, 굽힘 가공, 드로잉 성형, 장출(張出, 스트레칭) 성형, 버링(burring) 성형, 플랜지 성형 등이 있다. 또, 성형과 동시 또는 그 직후에 강판을 냉각하는 수단을 구비하고 있으면, 프레스 성형 이외의 성형법, 예를 들면 롤 성형에 본 발명을 적용해도 된다.

## 5. 열간 프레스 부재

상술한 열간 프레스법으로 제작된 부재는, 강도의 편차가 적고, 또한 인성이 뛰어난 템퍼링 마르텐사이트 조직을 갖는 부재가 된다. 또, 얻어지는 강도는, 템퍼링 마르텐사이트 조직의 강도이므로, 경도(Hv)로 바꿔 말하면, (최고 담금질 경도-10)보다도 낮지만, 과도하게 템퍼링되어 있지 않으므로, (최고 담금질 경도-100) 이상의 경도를 갖는다. Hv의 값이 (최고 담금질 경도-10)보다 높아지면 인성이 저하하고, (최고 담금질 경도-100)보다 낮아지면 강도가 저하한다. 바람직한 Hv의 값은, (최고 담금질 경도-20) 이하, (최고 담금질 경도-80) 이상이다.

여기에 「최고 담금질 경도」란, 900℃로 가열한 염욕 중에서 그 재료를 10분간 유지한 후, 수냉 처리를 실시했을 때 얻어지는 경도이다.

## 6. 열간 프레스 성형시의 냉각 방법

통상, 강재(鋼製) 금형은 상온 또는 수십 ℃ 정도의 온도로 유지되어 있으므로, 열간 프레스 성형에 있어서, 이 강재 금형에 의해 프레스 성형 부재의 냉각이 달성된다. 따라서, 냉각 속도를 변화시키기 위해서는, 금형 치수를 바꿔 열 용량을 변화시키면 되는 것을 알 수 있다.

또, 금형 재질을 이종 금속(예를 들면 동 등)으로 바꾸는 것에 의해서도 냉각 속도를 변화시킬 수 있다. 금형 치수도, 재질도 바꿀 수 없는 경우, 수냉형의 금형을 사용해 그때의 냉각 수량을 바꾸는 것에 의해서도, 냉각 속도를 바꿀 수 있다. 그 경우에도, 예를 들면 미리 홈을 여러 개 형성한 금형을 사용해, 프레스 중에 물을 홈에 통과시킴으로써 냉각 속도를 바꾸거나, 프레스 성형 도중에 프레스기를 상승시켜, 그 사이에 물을 흐르게 함으로써도 프레스 성형 부재의 냉각 속도를 바꿀 수 있다.

따라서, Ms점의 전후에서 냉각 속도를 변화시키는 수단으로는 다음과 같은 수단을 생각할 수 있다.

- (1) Ms점 도달 직후에, 열 용량이 상이한 금형 또는 실온 상태의 금형으로 이동시켜, 냉각 속도를 바꾼다.
- (2) 수냉 금형의 경우, Ms점 도달 직후에, 금형 내를 흐르는 수량을 변화시켜, 냉각 속도를 바꾼다.
- (3) Ms점 도달 직후에 금형과 부재 사이에 물을 흐르게 해, 그 수량을 변화시킴으로써, 냉각 속도를 바꾼다.

## 실시에

이하의 실시예는 본 발명을 예시하는 것인데, 본 발명은 그것에 의해 어떠한 제한도 받지 않는다.

본 예에서는, 표 1에 나타낸 조성을 갖는 강판(판두께 : 1.0mm)을 소지 강판으로 했다. 이들 강판은, 실험실에서 용제(溶製)한 슬래브를, 열간 압연, 냉간 압연에 의해 제조한 강판이다. 또한 강종(鋼種) No.2에는, 도금 시뮬레이터를 사용해 용융 아연 도금(편면당 Zn 부착량은 60g/m<sup>2</sup>)을 실시하고, 그 후 합금화 처리(도금 피막 내의 Fe 함유량은 15질량%)을 행했다.

이들 강판을 40W×60L(mm)의 치수로 절단하여, 대기 분위기의 가열로 내에서, 900℃×5분의 가열을 행한 후, 가열로에서 꺼내고, 그 직후에 평판의 강재 금형을 사용해 열간 프레스 성형을 행했다. 강종 No.2에 대해서는, 냉각 조건을 변화시켜 열간 프레스 성형을 행했다(시험 No. 2, 5, 6).

얻어진 열간 프레스 부재에 대해, 비커스 경도 측정(하중 9.8N, 측정수 : 5)을 행했다. 또 강판에 열전대(熱電對)를 붙여, 프레스 성형 후의 냉각 속도의 측정도 행했다. 냉각 속도는, 주로 금형 치수를 바꿔 냉각 속도를 변화시켰다.

또한, 시험 No.2에 대해서는, 강판 온도가 Ms점에 도달한 직후에 금형 사이에 물을 주입하여 냉각 속도를 조절했다.

최고 담금질 경도에 대해서는, 900℃로 가열한 염욕 중에서 그 재료를 10분간 유지한 후, 수냉 처리를 실시했을 때 얻어지는 경도를 최고 담금질 경도로 했다.

얻어진 결과를, 다음 방법으로 측정 한 각 강종의  $Ac_3$ 점,  $Ms$ 점, 및 임계 냉각속도와 함께 표 2에 정리하여 나타낸다.

열연 강판으로부터 직경 3.0mm, 길이 10mm의 원기둥 시험편(도 2)을 잘라내어, 대기 중에서 950℃까지 10℃/s의 승온 속도로 가열하여, 그 온도에서 5분간 유지한 후, 여러가지 냉각 속도로 실온까지 냉각했다. 그때의 가열, 냉각 중인 시험편의 열팽창 변화를 측정함으로써,  $Ac_3$ 점,  $Ms$ 점을 측정했다. 또, 얻어진 시험편의 비커스 경도 측정(하중 49N, 측정수 : 5) 및 조직 관찰을 행해, 그들 결과로부터 임계 냉각 속도를 추정했다.

【표 1】

강종 No.	화학 조성 (질량 %, 잔부 : 실질적으로 Fe)														
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V	Ti	Nb	Al	B	N
1	0.16	0.02	1.36	0.019	0.004	0.01	0.01	0.19	—	0.01	0.03	—	0.06	0.0013	0.008
2	0.21	0.25	1.20	0.008	0.002	0.01	0.02	0.20	—	0.01	0.02	0.01	0.05	0.0007	0.005
3	0.33	0.11	1.53	0.001	0.001	—	—	0.20	—	—	0.02	—	0.04	0.0015	0.001
4	0.42	0.11	1.51	0.001	0.001	—	—	0.20	0.01	—	0.02	—	0.04	0.0014	0.001

【표 2】

시험 No.	강종 No.	$Ac_3$ 점 (℃)	$Ms$ 점 (℃)	임계 냉각 속도 (℃/s)	$Ms$ 점까지의 실측 냉각 속도 (℃/s)	$Ms$ 점~200 ℃의 평균 냉각 속도 (℃/s)	열간 프레스후의 경도 (HV)	최고 담금질 경도 (HV)	금형 사이즈 (t×W×Lmm)	비고
1	1	860	450	25	60	40	418	461	50×400 ×400	발 명 예
2	2	823	410	17	60	100	451	501	50×400 ×400 *1	
3	3	823	390	10	60	40	560	652	50×400 ×400	
4	4	785	370	10	60	30	683	750	50×400 ×400	
5	2	823	410	17	60	22**	390	501	50×50×400	비 교 예
6	2	823	410	17	60	200**	500	501	50×50×400 **	

\*1  $Ms$ 점 직후에 금형 사이로 물을 주입.

\*2  $Ms$ 점 직후에 프레스기를 상승시켜, 시험편을 즉시 수조로 투입.

\*3 본 발명의 범위 밖의 조건

본 발명예인 시험 No.1~4에서는,  $Ms$ 점부터 200℃까지의 평균 냉각 속도가 적정하므로, 얻어진 경도는 (최고 담금질 경도-10)보다도 낮고, 또한 (최고 담금질 경도-100)보다도 높다.

비교예인 시험 No.5는, 임계 냉각 속도 이상으로 냉각하고 있지만,  $Ms$ 점부터 200℃까지의 평균 냉각 속도가 느리기 때문에, 충분한 경도가 얻어지지 않는다. 또, 역시 비교예인 시험 No. 6는,  $Ms$ 점부터 200℃까지의 평균 냉각 속도가 너무 빠르기 때문에, 지나치게 단단해져 있다. 여기서 「지나치게 단단하다」는 의미는, 경도의 절대값이 높다는 것이 아니라, 최고 담금질 경도에 가깝다는 것이다.

본 발명예인 시험 No.2의 강판에 대해, 대기 분위기의 가열로 내에서 900℃×5분 가열하고, 가열로에서 꺼내어, 핫 형의 열간 프레스 성형[블랭크 사이즈 : 1.0t×80W×320L(mm)]을 행했다.

이때의 핫 성형법의 모식도를 도 1에 나타낸다. 채용한 열간 프레스 성형 조건은, 성형 높이 70mm, Rd(다이스 어깨부 R) 8mm, Rp(펀치 어깨부 R) 8mm, 클리어런스 1.0mm, 주름 억제력 12.7kN이었다.

또, 열간 프레스 성형품의 펀치 바닥부, 측벽 중앙부, 플랜지부에 대해, 비커스 경도 측정(하중 9.8N, 측정수 : 5)을 행했다. 또한, 각 부위에 열전대를 붙여, 그 부위의 냉각 속도도 측정했다. 결과를 표 3에 정리하여 나타낸다.

**[표 3]**

	Ms점~200℃까지의 평균냉각속도(℃/s)	열간 프레스 후의 경도(HV)
펀치 바닥부	55	460
측벽 중앙부	100	471
플랜지부	120	480

각 부위에서의 Ms점부터 200℃까지의 평균 냉각 속도가 적정하기 때문에, 양호한 경도가 얻어진다. 또 같은 부재 중에서 경도의 편차도 작은 것을 알 수 있다.

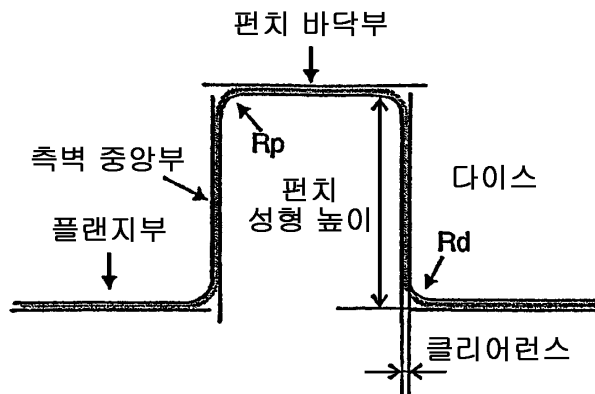
### 도면의 간단한 설명

도 1은 핫 성형법의 모식적 설명도이다.

도 2는 임계 냉각 속도의 측정용 시험편의 형상을 나타낸 모식도이다.

### 도면

**도면1**





도면2

