



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0097744
(43) 공개일자 2017년08월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B62D 25/20 (2006.01)

(52) CPC특허분류

B62D 25/20 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-7020210

(22) 출원일자(국제) 2015년12월01일

심사청구일자 2017년07월19일

(85) 번역문제출일자 2017년07월19일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2015/083816

(87) 국제공개번호 WO 2016/104078

국제공개일자 2016년06월30일

(30) 우선권주장

JP-P-2014-259479 2014년12월22일 일본(JP)

(71) 출원인

신닛테츠스미킨 카부시키카이사

일본 도쿄도 지요다꾸 마루노우찌 2조메 6방 1고

(72) 발명자

오즈카 겐이치로

일본 1008071 도쿄도 치요다꾸 마루노우찌 2조메 6방 1고 신닛테츠스미킨카부시키카이사 내

나카자와 요시아키

일본 1008071 도쿄도 치요다꾸 마루노우찌 2조메 6방 1고 신닛테츠스미킨카부시키카이사 내

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

양영준, 최인호, 성재동

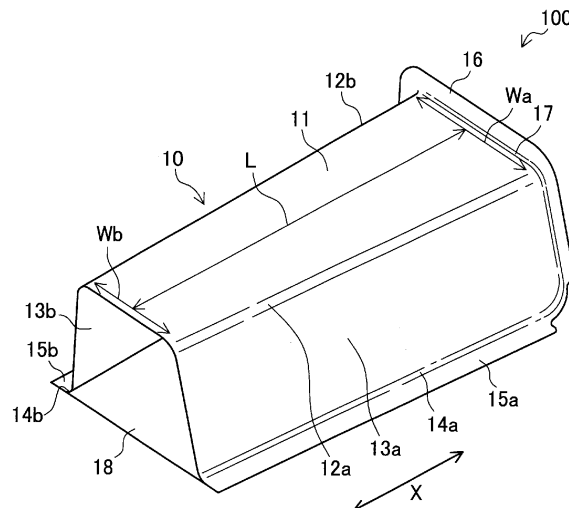
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 구조 부재

(57) 요약

대략 홈형의 횡단면 형상을 갖는 긴 금속제의 구조 부재에 있어서, 충격 하중 부하 시의 하중 전달 특성이 우수한 구조 부재를 제공한다. 소정 방향으로 연장되는 긴 형상으로 형성되고, 홈저부와, 홈저부의 폭 방향의 양단에 연속되는 두개의 능선부와, 능선부에 더 이어지는 두개의 종벽부를 갖는 금속제의 구조 부재는, 소정 방향의 단부에, 적어도 홈저부, 능선부 및 종벽부에 걸쳐서 연속되어 형성된 외향 플랜지를 갖고, 홈저부의 폭이, 외향 플랜지를 갖는 단부로부터 이격됨에 따라서 축소된다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

니시무라 류이치

일본 1008071 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 2초메
6방 1고 신타테즈스미킨카부시키카이사 내

이토 야스히로

일본 1008071 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 2초메
6방 1고 신타테즈스미킨카부시키카이사 내

명세서

청구범위

청구항 1

소정 방향으로 연장되는 긴 형상으로 형성되고, 홈저부와, 상기 홈저부의 폭 방향의 양단에 연속되는 두개의 능선부와, 상기 능선부에 더 이어지는 두개의 종벽부를 갖는 금속제의 구조 부재에 있어서,

상기 소정 방향의 단부에, 적어도 상기 홈저부, 상기 능선부 및 상기 종벽부에 걸쳐서 연속하여 형성된 외향 연속 플랜지를 갖고,

상기 홈저부의 폭이, 상기 외향 연속 플랜지를 갖는 단부로부터 이격됨에 따라서 축소되는, 구조 부재.

청구항 2

제1항에 있어서,

하기 식 (1)로 정의되는 상기 홈저부의 폭의 축소 정도를 나타내는 값 $S(\text{mm}^{-1})$ 가 0.0002 내지 0.0018의 범위 내의 값인, 구조 부재.

$$S(\text{mm}^{-1}) = \{(W_a - W_b) / W_a\} / L \quad \cdots (1)$$

W_a : 상기 외향 연속 플랜지를 갖는 단부의 근원 부분에 있어서의 상기 홈저부의 폭

W_b : 상기 홈저부의 폭이 축소되어 있는 범위에 있어서의 상기 근원 부분으로부터의 임의의 거리 L 의 위치에 있어서의 상기 홈저부의 폭

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 외향 연속 플랜지를 갖는 단부로부터 100mm 이상의 길이의 범위에 있어서, 상기 홈저부의 폭이 축소되는, 구조 부재.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 구조 부재는, 상기 외향 연속 플랜지를 통해, 저항 스폿 용접, 레이저 관통 용접, 필릿 아크 용접 또는 접착제에 의한 접착, 혹은 이것들을 병용한 접합에 의해, 다른 부재에 접합되는, 구조 부재.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 구조 부재가, 인장 강도가 390MPa 이상인 고장력 강판으로 이루어지는, 구조 부재.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 구조 부재가 차량용 구조 부재인, 구조 부재.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 차량용 구조 부재가, 플로어 크로스 멤버, 사이드 실, 프론트 사이드 멤버 또는 플로어 터널 브레이스인, 구조 부재.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 구조 부재에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 종래, 전철이나 자동차, 선박 등의 구조체의 동체 부분은, 복수의 구조 부재를 조합함으로써 보강되어 있다. 예를 들어, 자동차 차체의 플로어(이하, 간단히 「플로어」라고 함)는 차량 주행 시에, 차체의 비틀림 강성이나 굽힘 강성을 제일의적으로 담당할 뿐만 아니라, 차량의 충돌 시에, 충격 하중의 전달을 담당한다. 또한, 플로어는 자동차 차체의 중량에도 크게 영향을 미친다. 이와 같이, 플로어에는, 고강성이며 또한 경량이라는 이율 배반의 특성을 겸비할 것이 요구된다. 플로어는, 서로 용접되어 접합되는 평판상의 패널과, 차폭 방향으로 향하여 평판상의 패널에 고정 배치되는 대략 홈형 단면을 갖는 차폭 부재와, 차체 전후 방향으로 향하여 평판상의 패널에 고정 배치되는 대략 홈형 단면을 갖는 차장 부재를 구비한다.

[0003] 평판상의 패널로서는, 예를 들어 대시 패널, 프론트 플로어 패널 또는 리어 플로어 패널 등이 예시된다. 차폭 부재는, 용접 등에 의해, 이들 평판상 패널의 차폭 방향으로 향하여 고정 배치되고, 플로어의 강성이나 강도를 높이는 구조 부재이다. 차폭 부재로서는, 예를 들어 플로어 크로스 멤버나 시트 크로스 멤버 등이 예시된다. 차장 부재는, 용접 등에 의해, 차체 전후 방향으로 향하여 고정 배치되며 플로어의 강성이나 강도를 높이는 구조 부재이다. 차장 부재로서는, 예를 들어 사이드 실이나 사이드 멤버 등이 예시된다.

[0004] 이 중, 차폭 부재나 차장 부재 등의 구조 부재는, 통상, 그 단부에 형성되는 외향 플랜지를 통해 다른 부재에 접합된다. 예를 들어, 차폭 부재의 일례인 플로어 크로스 멤버는, 그 양단부에 형성되는 외향 플랜지를 통해 프론트 플로어 패널의 터널부 및 사이드 실 등의 다른 부재에 접합된다.

[0005] 도 27 및 도 28은, 긴 쪽 방향의 양단부에 형성되는 외향 플랜지(4)를 통해 다른 부재에 접합되는 부재의 대표 예인 플로어 크로스 멤버(1)를 도시하고 있다. 도 27은 플로어 크로스 멤버(1)의 사시도이며, 도 28은 도 27에 있어서의 A 화살표도이다.

[0006] 프론트 플로어 패널(2)은, 예를 들어 프론트 플로어 패널(2)의 상면(실내측의 면)에 접합되는 터널부(도시하지 않음), 사이드 실(3) 및 플로어 크로스 멤버(1)에 의해 보강된다. 터널부는, 프론트 플로어 패널(2)의 폭 방향의 대략 중심을 따라, 실내측으로 팽출되는 구조 부재이다. 사이드 실(3)은 프론트 플로어 패널(2)의 차폭 방향의 양측부에 있어서 프론트 플로어 패널(2)의 상면에 스폿 용접된다. 플로어 크로스 멤버(1)의 양단은, 긴 쪽 방향의 양단부에 형성되는 외향 플랜지(4)를 통해, 터널부 및 사이드 실(3)에 각각 스폿 용접된다. 이에 의해, 플로어의 강성 및 충격 하중 부하 시의 하중 전달 특성이 향상된다.

[0007] 예를 들어, 특허문헌 1 및 2에는, 자동차의 차폭 방향을 따라 배치되는 구조 부재이며, 홈저부, 능선부 및 종벽부를 구비한 대략 홈형의 횡단면 형상을 갖는 자동차 차체용 구조 부재가 개시되어 있다. 이 중, 특허문헌 1에 기재된 구조 부재는, 홈형의 횡단면의 개구측에 접합되는 부재의 형상에 대응시켜서, 종벽부의 높이가, 단부를 향함에 따라서 높아지는 형상을 갖고 있다. 또한, 특허문헌 2에 기재된 구조 부재는, 홈저부의 폭이, 단부를 향함에 따라서 커지는 형상을 갖고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 국제 공개 제2010/073303호

(특허문헌 0002) 일본 특허 공개 제2009-1227호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 예를 들어, 구조 부재로서의 플로어 크로스 멤버는, 자동차 차체의 강성 향상이나 측면 충돌 시의 충격 하중을

흡수하는 역할을 담당하는 중요한 구조 부재이다. 이로 인해, 최근에는, 경량화 및 충돌 안전성 향상의 관점에서, 보다 얇고 또한 보다 강도가 높은 고장력 강판, 예를 들어 인장 강도가 390MPa 이상인 고장력 강판(고강도 강판 또는 하이텐)이 플로어 크로스 멤버의 소재로서 사용되고 있다. 그러나, 플로어 크로스 멤버에는, 충격 하중 부하 시의 하중 전달 특성의 추가적인 향상도 강하게 요구되고 있다. 이로 인해, 단순히 재료 강도를 높이는 것뿐만 아니라, 플로어 크로스 멤버의 형상을 고안함으로써, 충격 하중 부하 시의 하중 전달 특성을 향상시키는 것이 필요해지고 있다.

[0010] 상기의 특허문헌 1 및 2에 개시된 구조 부재는, 종벽부 혹은 홈저부가, 단부를 향함에 따라서 커지는 형상을 갖고 있지만, 이들 형상은, 하중 전달 특성을 향상시키는 관점에서 채용되어 있는 것은 아니다. 자동차 차체용 구조 부재에 한하지 않고, 다른 구조체에 구비되는 구조 부재에 있어서도 마찬가지로, 그 형상을 고안함으로써, 충격 하중 부하 시의 하중 전달 특성을 향상시키는 것이 요망된다.

[0011] 그래서, 본 발명은, 상기 과제를 감안하여 이루어진 것이며, 본 발명의 목적으로 하는 점은, 대략 홈형의 횡단면 형상을 갖는 긴 구조 부재에 있어서, 경량화가 가능함과 함께, 충격 하중 부하 시의 하중 전달 특성이 우수한 구조 부재를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기 과제를 해결하기 위해서, 본 발명의 어느 한 관점에 의하면, 소정 방향으로 연장되는 긴 형상으로 형성되고, 홈저부와, 홈저부의 폭 방향의 양단에 연속되는 두개의 능선부와, 능선부에 더 이어지는 두개의 종벽부를 갖는 금속제의 구조 부재에 있어서, 소정 방향의 단부에, 적어도 홈저부, 능선부 및 종벽부에 걸쳐서 연속하여 형성된 외향 플랜지를 갖고, 홈저부의 폭이, 외향 플랜지를 갖는 단부로부터 이격됨에 따라서 축소되는, 구조 부재가 제공된다.

[0013] 하기 식 (1)로 정의되는 홈저부의 폭의 축소 정도를 나타내는 값 $S(\text{mm}^{-1})$ 가 0.0002 내지 0.0018의 범위 내의 값이어도 된다.

[0014] $S(\text{mm}^{-1}) = \{(W_a - W_b) / W_a\} / L \quad \dots (1)$

[0015] W_a : 외향 연속 플랜지를 갖는 단부의 근원 부분에 있어서의 홈저부의 폭

[0016] W_b : 홈저부의 폭이 축소되어 있는 범위에 있어서의 근원 부분으로부터의 임의의 거리 L 의 위치에 있어서의 홈저부의 폭

[0017] 외향 연속 플랜지를 갖는 단부로부터 100mm 이상의 길이의 범위에 있어서, 홈저부의 폭이 축소되어도 된다.

[0018] 자동차 차체용 구조 부재는, 외향 연속 플랜지를 통해, 저항 스폿 용접, 레이저 관통 용접, 필릿 아크 용접 또는 접착제에 의한 접착, 혹은 이것들을 병용한 접합에 의해, 다른 부재에 접합되어도 된다.

[0019] 구조 부재가, 인장 강도가 390MPa 이상인 고장력 강판으로 이루어져도 된다.

[0020] 구조 부재가, 차량용 구조 부재여도 된다.

[0021] 구조 부재가, 플로어 크로스 멤버, 사이드 실, 프론트 사이드 멤버 또는 플로어 터널 브레이스여도 된다.

발명의 효과

[0022] 본 발명에 따르면, 구조 부재가 소정 방향의 단부에 외향 연속 플랜지를 가짐으로써, 축 방향으로의 압괴의 초기에, 능선부의 단부로의 응력 집중이 억제되어, 응력을 다른 부분으로 분산시킬 수 있다. 따라서, 능선부 단부의 변형이 작아져서 하중 전달 특성이 높아진다. 또한, 구조 부재에 있어서, 홈저부의 폭이, 외향 연속 플랜지를 갖는 단부로부터 이격됨에 따라서 축소됨으로써, 축 방향으로의 압괴의 중기 이후에 있어서의 좌굴 피치가 작아진다. 따라서, 압괴의 중기 이후에 있어서도 양호한 하중 전달 특성이 유지되어, 충격 에너지 흡수량을 증가시킬 수 있다. 또한, 홈저부의 폭이, 외향 연속 플랜지를 갖는 단부로부터 이격됨에 따라서 축소됨으로써, 구조 부재의 경량화가 도모된다. 이와 같이 하여, 본 발명에 따르면, 경량이며, 또한, 충격 하중 부하 시의 하중 전달 특성이 우수한 구조 부재를 얻을 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 본 실시 형태에 관한 구조 부재(제1 부재)의 구성예를 도시하는 설명도이다.

- 도 2는 제1 프레스 성형 장치의 일례를 도시하는 단면도이다.
- 도 3은 제1 프레스 성형 장치의 일례를 나타내는 사시도이다.
- 도 4는 제1 패드에 의해 홈저부에 성형되는 부분이 구속되는 상태를 도시하는 단면도이다.
- 도 5는 제1 패드에 의해 홈저부에 성형되는 부분이 구속되는 상태를 도시하는 사시도이다.
- 도 6은 제2 패드에 의해 능선부에 성형되는 부분이 구속되는 상태를 도시하는 단면도이다.
- 도 7은 제2 패드에 의해 능선부에 성형되는 부분이 구속되는 상태를 도시하는 사시도이다.
- 도 8은 제2 패드에 의한 능선부에 성형되는 부분의 가압 범위와, 능선부 단부의 플랜지의 에지에 있어서의 판 두께 감소율의 최댓값 사이의 관계를 도시하는 특성도이다.
- 도 9는 제2 패드에 의한 능선부에 성형되는 부분의 가압 범위와, 능선부 단부의 플랜지의 근원 부근에 있어서의 판 두께 감소율의 최솟값 사이의 관계를 도시하는 특성도이다.
- 도 10은 다이 및 펀치에 의해 성형 소재가 프레스 성형되는 상태를 도시하는 단면도이다.
- 도 11은 홈저부 및 능선부에 성형되는 부분을 동시에 누르는 패드를 사용한 예를 도시하는 사시도이다.
- 도 12는 홈저부 및 능선부에 성형되는 부분을 동시에 누르는 패드 사용하여 프레스 성형을 행하는 경우의 성형 소재에 대하여 설명하기 위한 도면이다.
- 도 13은 실시예 1 및 비교예 1, 2에 관한 해석 모델을 도시하는 설명도이다.
- 도 14는 실시예 1 및 비교예 1, 2에 관한 해석 모델의 축 방향 하중에 관한 해석 결과를 나타내는 그래프이다.
- 도 15는 압괴 스트로크 10mm인 경우에 있어서의, 충격 에너지의 흡수량에 관한 해석 결과를 나타내는 그래프이다.
- 도 16은 압괴 스트로크 20mm인 경우에 있어서의, 충격 에너지의 흡수량에 관한 해석 결과를 나타내는 그래프이다.
- 도 17은 실시예 2 내지 10 및 비교예 3 내지 13의 평가 방법을 도시하는 설명도이다.
- 도 18은 압괴 스트로크 5mm인 경우에 있어서의, 홈저부의 폭의 축소 정도와 충격 에너지 흡수량의 관계를 나타내는 그래프이다.
- 도 19는 압괴 스트로크 20mm인 경우에 있어서의, 홈저부의 폭의 축소 정도와 충격 에너지 흡수량의 관계를 나타내는 그래프이다.
- 도 20은 압괴 스트로크 20mm인 경우에 있어서의, 실시예 6 및 비교예 3, 8의 해석 모델의 좌굴의 상태를 도시하는 설명도이다.
- 도 21은 종벽부만을 축소시킨 해석 모델을 도시하는 설명도이다.
- 도 22는 압괴 스트로크 5mm인 경우에 있어서의, 홈저부의 폭 혹은 종벽부의 높이의 축소 정도와 충격 에너지 흡수량의 관계를 나타내는 그래프이다.
- 도 23은 압괴 스트로크 20mm인 경우에 있어서의, 홈저부의 폭 혹은 종벽부의 높이의 축소 정도와 충격 에너지 흡수량의 관계를 나타내는 그래프이다.
- 도 24는 압괴 스트로크 20mm인 경우에 있어서의, 각 해석 모델의 좌굴 상태를 도시하는 설명도이다.
- 도 25는 프레스 성형체의 판 두께 감소율의 해석 위치를 도시하는 설명도이다.
- 도 26은 판 두께 감소율의 해석 결과를 도시하는 설명도이다.
- 도 27은 종래의 구조 부재로서의 플로어 크로스 멤버를 도시하는 사시도이다.
- 도 28은 도 27의 A 화살표도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 이하, 첨부 도면을 참조하면서, 본 발명의 적합한 실시 형태에 대하여 상세하게 설명한다. 또한, 본 명세서 및 도면에 있어서, 실질적으로 동일한 기능 구성을 갖는 구성 요소에 대해서는, 동일한 번호를 부여함으로써 중복 설명을 생략한다.
- [0025] <1. 구조 부재>
- [0026] (1-1. 구성예)
- [0027] 도 1은 본 실시 형태에 관한 구조 부재(이하, 「제1 부재」라고도 함)(10)의 일례를 나타내는 설명도이다. 도 1은 제1 부재(10)와 제2 부재(18)를 접합하여 구성된 접합 구조체(100)의 사시도이다.
- [0028] 본 발명을 적용할 수 있는 구조 부재로서는, 예를 들어 자동차나 전철, 자동 이륜차 등으로 대표되는 차량의 차대, 또는, 선박의 선체 기타 구조물의 보강 부재가 예시된다. 이들 보강 부재는, 충격 하중 부하 시에 압괴함으로써 충격 에너지를 흡수하고, 승원 등에 대한 충격을 완화하는 것이어도 된다. 이하에서는, 자동차 차체용 구조 부재를 예로 채용하여, 구조 부재(제1 부재)(10)에 대하여 설명한다.
- [0029] 제1 부재(10)는, 예를 들어 플로어 크로스 멤버, 사이드 실, 프론트 사이드 멤버, 혹은 플로어 터널 브레이스에 사용될 수 있다. 제1 부재(10)가 플로어 크로스 멤버, 사이드 실, 프론트 사이드 멤버 또는 플로어 터널 등의 자동차 차체용 보강 부재로서 사용될 경우, JIS Z 2241에 준거한 인장 시험에 의해 측정되는 인장 강도가 390MPa 이상인 고장력 강판이 성형 소재로서 사용되어도 된다. 고장력 강판의 인장 강도는, 590MPa 이상이어도 되고, 또한 780MPa 이상이어도 된다.
- [0030] 또한, 본 명세서에 있어서는, 구조 부재는 제1 부재(10) 자체를 가리키고, 제1 부재(10)에 제2 부재(18)가 접합된 복합 구조체를 접합 구조체(100)라고 한다. 예를 들어, 제1 부재(10)가 플로어 크로스 멤버인 경우, 플로어 패널이 제2 부재(18)에 상당한다. 한편, 제1 부재(10)가 사이드 실에 사용되는 경우, 제1 부재(10)를 클로징 플레이트나, 제1 부재와 유사한 대략 홈형 단면을 갖는 제2 부재(18)와 접합한 접합 구조체(100)가 사이드 실로서 구성된다.
- [0031] 또한, 제1 부재(10)가 프론트 사이드 멤버에 사용되는 경우, 일반적으로는 사이드 실과 마찬가지로, 제1 부재(10)와 제2 부재(18)로 이루어지는 통상의 접합 구조체가 프론트 사이드 멤버로서 구성된다. 단, 프론트 사이드 멤버의 경우, 예를 들어 후드 리지 패널이 제2 부재(18)에 상당하는 것으로서, 후드 리지 패널에 접합되는 제1 부재(10) 자체가 플로어 사이드 멤버라고 불리는 경우도 있다.
- [0032] 제1 부재(10)는 도 1 중에 화살표 X로 나타내는 소정 방향(이하, 「축 방향」이라고도 함)으로 연장하여 형성된 긴 부재이다. 제1 부재(10)는 홈저부(11)와, 능선부(12a, 12b)와, 종벽부(13a, 13b)와, 곡면부(14a, 14b)와, 플랜지부(15a, 15b)를 갖는다. 두개의 능선부(12a, 12b)는, 홈저부(11)의 폭 방향의 양단에 연속하여 형성된다. 두개의 종벽부(13a, 13b)는, 각각 두개의 능선부(12a, 12b)에 연속하여 형성된다. 두개의 곡면부(14a, 14b)는, 각각 두개의 종벽부(13a, 13b)에 연속하여 형성된다. 두개의 플랜지부(15a, 15b)는 각각 두개의 곡면부(14a, 14b)에 연속하여 형성된다.
- [0033] 또한, 두개의 플랜지부(15a, 15b)는, 예를 들어 클로징 플레이트나 자동차 차체를 구성하는 성형 패널(예를 들어 플로어 패널)과 같은 제2 부재(18)에 접합된다. 이에 의해, 제1 부재(10)와 제2 부재(18)에 의해, 둘러싸인 횡단면 형상이 형성된다. 단, 본 실시 형태에 관한 구조 부재에 있어서, 종벽부(13a, 13b)에 연속하는 곡면부(14a, 14b)나, 곡면부(14a, 14b)에 연속하는 플랜지부(15a, 15b)는 생략되어 있어도 된다.
- [0034] 이러한 제1 부재(10)에 있어서, 능선부(12a, 12b)는, 제1 부재(10)에 대한 축 방향으로의 충격 하중 부하 시에, 하중을 담당하는 부분이 된다. 그로 인해, 제1 부재(10)의 단부에 가해지는 하중을 효율적으로 능선부(12a, 12b)에 전달하는 것이 필요해진다. 또한, 제1 부재(10)에 의해 효율적으로 충격 에너지를 흡수시키기 위해서는, 충격 에너지 흡수량을 안정시키는 것이 필요해진다. 그러기 위해서는, 축 방향으로의 압괴에 의한 제1 부재(10)의 좌굴 피치가 작아지는 것이 바람직하다.
- [0035] 제1 부재(10)와 제2 부재(18) 사이의, 플랜지부(15a, 15b)를 개재한 접합 방법은, 강도를 담보할 수 있는 한 특별히 한정되지 않는다. 실용적으로는, 접합 구조체(100)의 긴 쪽 방향을 따라, 복수 개소를 스폿 용접에 의해 접합하는 방법이 일반적이다. 단, 예를 들어 플랜지 폭 등에 따라서는, 레이저 용접에 의한 접합 방법 이어도 되고, 기타의 접합 방법이어도 된다.
- [0036] (1-2. 외향 연속 플랜지)

- [0037] 본 실시 형태에 관한 제1 부재(10)는 긴 쪽 방향의 단부에 외향 연속 플랜지(16)를 갖는다. 외향 연속 플랜지(16)는 제1 부재(10)의 긴 쪽 방향 단부에, 곡률 반경 $r(\text{mm})$ 을 갖는 상승 곡면부(17)를 통해 형성된다. 도 1에 도시한 제1 부재(10)에서는, 긴 쪽 방향의 단부에 있어서, 홈저부(11)로부터 능선부(12a, 12b), 또한 종벽부(13a, 13b)에 걸쳐, 단면 주위 방향으로 연속되어, 외향 연속 플랜지(16)가 형성되어 있다. 또한, 본 명세서에 있어서, 대략 홈형의 횡단면을 갖는 제1 부재(10)의 단부를, 홈의 외측으로 깎아 구부린 플랜지를 「외향 플랜지」라고 하고, 홈저부(11)로부터 적어도 능선부(12a, 12b)에 걸쳐서 연속되는 외향 플랜지를 「외향 연속 플랜지」라고 한다.
- [0038] 외향 연속 플랜지(16)는, 제1 부재(10)를 도시하지 않은 다른 부재로의 접합에 이용된다. 제1 부재(10)는 축 방향의 단부에 있어서, 외향 연속 플랜지(16)를 통해, 예를 들어 강관제의 프레스 성형체로 이루어지는 다른 부재에 대하여 스폿 용접 등에 의해 접합된다. 예를 들어, 제1 부재(10)는 저항 스폿 용접, 레이저에 의한 관통 용접, 또는 아크에 의한 필렛 용접, 혹은 그것들의 조합에 의해, 다른 부재에 접합된다. 제1 부재(10)와 다른 부재의 접합은, 접촉제에 의한 접촉이어도 되고, 상기 용접과 접촉이 병용되어도 된다.
- [0039] 제1 부재(10)가, 이러한 외향 연속 플랜지(16)를 가짐으로써, 제1 부재(10)에 대한 축 방향으로의 압괴의 초기(예를 들어, 압괴 스트로크 5mm 이하)에 있어서, 제1 부재(10)의 단부에 있어서의 능선부(12a, 12b)로의 응력 집중이 억제된다. 따라서, 능선부(12a, 12b)의 단부에 발생하는 변형이 작아져, 충격 하중 부하 시의 제1 부재(10)의 축 방향으로의 하중 전달 특성이 높아지고 있다.
- [0040] 외향 연속 플랜지(16)는 제1 부재(10)의 긴 쪽 방향의 단부 중 적어도 홈저부(11)로부터 능선부(12a, 12b)에 걸쳐서 형성되어 있으면 된다. 또는, 외향 연속 플랜지(16)는 제1 부재(10)의 긴 쪽 방향의 단부에 있어서, 홈저부(11)로부터 종벽부(13a, 13b)에 걸쳐서 형성되어도 된다. 또한, 외향 연속 플랜지(16)는 제1 부재(10)의 긴 쪽 방향의 단부에 있어서, 홈저부(11)에 상당하는 위치에서 분할되어 있어도 된다.
- [0041] 또한, 외향 연속 플랜지(16)는 홈저부(11)나 종벽부(13a, 13b)에 상당하는 위치의 전체에 걸쳐서 형성될 필요는 없고, 적어도 능선부(12a, 12b)로부터 연속되는 홈저부(11)나 종벽부(13a, 13b)에 상당하는 위치에 형성되어 있으면 된다. 이러한 외향 연속 플랜지(16)라면, 능선부(12a, 12b)에 부하되는 하중이 분산되기 쉬워져서, 능선부(12a, 12b)로의 응력 집중을 억제할 수 있다.
- [0042] 외향 연속 플랜지(16)의 플랜지 폭에 관하여, 이후에 설명하는 구조 부재의 제조 방법에 의하면, 플랜지 폭이 25mm 이상이라도, 고장력 강판을 사용하여, 주름이 적고, 균열이 억제된 외향 연속 플랜지(16)를 형성할 수 있다. 또한, 예를 들어 외향 연속 플랜지(16)를 이용하여 다른 부재에 스폿 용접을 행하는 것을 용이하게 하는 관점에서는, 플랜지 폭이 13mm 이상이어도 된다.
- [0043] 단, 외향 연속 플랜지(16)는 능선부(12a, 12b)에 상당하는 위치에 노치를 갖지 않는 플랜지이다. 그로 인해, 외향 연속 플랜지(16)의 플랜지 폭이 13mm 이하이라도, 제1 부재(10)의 강성이나 충돌 안전 특성을 유지할 수 있다. 또한, 충돌 안전 특성을 유지하는 관점에서는, 외향 연속 플랜지(16)와 홈저부(11) 혹은 종벽부(13a, 13b)가 이루는 각도인 플랜지의 상승 각도가 60° 이상이어도 된다. 또한, 「플랜지에 노치를 형성한다」란, 노치가 플랜지의 폭 방향의 전체에 걸쳐 형성되어, 플랜지가 불연속이 되는 것을 말한다. 또한, 플랜지의 폭은, 플랜지의 높이와 같은 의미로 사용된다. 따라서, 플랜지의 폭이 부분적으로 작게 되어, 일부의 플랜지가 남겨지는 경우에는, 플랜지에 노치를 형성하지 않은 것이라고 이해된다.
- [0044] 또한, 외향 연속 플랜지(16)의 폭은, 전체 주위에 걸쳐서 균일하지 않아도 된다. 예를 들어, 외향 연속 플랜지(16) 중, 능선부(12a, 12b)에 상당하는 영역에서의 플랜지 폭이, 다른 영역에 비하여 작게 되어 있어도 된다. 능선부(12a, 12b)의 단부에 있어서의 외향 연속 플랜지(16)는 프레스 성형 시에, 플랜지 단부의 균열이나 플랜지 근원의 주름이 발생하기 쉽다. 그로 인해, 능선부(12a, 12b)에 상당하는 영역에서는, 플랜지 폭이 좁을수록 성형이 용이해진다. 단, 후술하는 구조 부재의 제조 방법은, 능선부(12a, 12b)에 상당하는 영역에서의 플랜지 폭이 비교적 큰 경우에도, 당해 주름이나 균열을 억제할 수 있다.
- [0045] (1-3. 단부 확대부)
- [0046] 또한, 본 실시 형태에 관한 제1 부재(10)는 홈저부(11)의 폭 W 가, 축 방향을 따라, 외향 연속 플랜지(16)를 갖는 단부로부터 이격됨에 따라서 축소되는 형상을 갖는 단부 확대부 T 를 구비한다. 제1 부재(10)가 단부 확대부 T 를 구비함으로써, 제1 부재(10)의 단부측으로부터 순서대로 좌굴을 발생시킬 수 있다. 또한, 제1 부재(10)가 단부 확대부 T 를 구비함으로써, 제1 부재(10)에 대한 축 방향으로의 압괴의 중기 이후(예를 들어, 압괴 스트로크 5mm 초과)에 있어서, 제1 부재(10)의 압괴에 수반하는 좌굴 피치가 작아져, 좌굴수가 증가하고, 충격 에너지

흡수량을 안정시킬 수 있다.

- [0047] 이에 의해, 충격 하중 부하 시의 하중 전달 특성을 더 높일 수 있다. 또한, 제1 부재(10)가 단부 확대부 T를 구비함으로써, 외향 연속 플랜지(16)를 갖는 단부의 단면 길이(이하, 「단면 주위 길이」라고도 함)가 동일한 경우, 제1 부재(10)를 경량화할 수 있다. 또한, 제1 부재(10)가 단부 확대부 T를 구비함으로써, 차체에 굽힘이나 비틀림이 부하되었을 경우에, 다른 부품과의 접합부가 되는, 외향 연속 플랜지(16)를 갖는 단부의 응력 집중을 완화시킬 수 있다. 이에 의해, 차체의 굽힘이나 비틀림 강성을 향상시킬 수 있다.
- [0048] 여기서, 홈저부(11)의 폭 W의 축소 정도가 너무 작으면, 충격 에너지 흡수량의 안정 효과나 경량화의 효과가 얻어지기 어렵다. 한편, 홈저부(11)의 폭 W의 축소 정도가 너무 크면, 제1 부재(10)는 보다 경량화되지만, 제1 부재(10)의 단면 주위 길이가 너무 작아져서, 충격 에너지 흡수량이 작아질 우려가 있다. 따라서, 제1 부재(10)에 있어서, 하기 식 (1)로 정의되는 홈저부(11)의 폭 W의 축소 정도를 나타내는 값 $S(\text{mm}^{-1})$ 이 0.0002 내지 0.0018의 범위 내에도 되고, 또한, 0.0004 내지 0.0015의 범위 내에도 된다.
- [0049] $S(\text{mm}^{-1}) = \{(W_a - W_b)/W_a\}/L \quad \cdots (1)$
- [0050] W_a : 외향 연속 플랜지(16)를 갖는 단부의 근원 부분에 있어서의 홈저부(11)의 폭
- [0051] W_b : 홈저부(11)의 폭이 축소되어 있는 범위에 있어서의 근원 부분으로부터 임의의 거리 L의 위치에 있어서의 홈저부(11)의 폭
- [0052] 또한, 홈저부(11)의 폭 W의 축소율이 축 방향으로 변화하는 경우, 상기의 축소 정도를 나타내는 값 S는, 복수의 거리 L에 의해 구해지는 축소 정도를 나타내는 값 S의 평균값으로서 정의된다. 축소 정도를 나타내는 값 S의 평균값은, 예를 들어 단부 확대부 T가 설치되는 범위 내에서, 거리 L을 10mm 간격으로 크게 하고, 각 거리 L에 있어서 상기 식 (1)에 의해 산출된 값 S의 평균값으로 할 수 있다.
- [0053] 또한, 제1 부재(10)의 축 방향을 따르는 방향에 있어서, 단부 확대부 T가 설치되는 범위는, 충격 하중 부하 시에 있어서의 제1 부재(10)의 축 방향의 변형량에 따라서 설정할 수 있다. 예를 들어, 제1 부재(10)가 플로어 크로스 멤버일 경우, 제1 부재(10)의 최대 변형량이 100mm인 것으로 하면, 단부 확대부 T가 설치되는 범위는, 홈저부(11)와 상승 곡면부(17) 사이의 경계 부분으로부터 100mm 이상의 범위로 할 수 있다.
- [0054] 또한, 단부 확대부 T가 설치되는 범위가 너무 길면, 외향 연속 플랜지(16)가 설치된 단부로부터 이격된 위치에 있어서의 제1 부재(10)의 단면 주위 길이가 짧아져서, 충격 하중에 견딜 수 없을 우려가 있다. 따라서, 예를 들어 제1 부재(10)가 플로어 크로스 멤버일 경우, 단부 확대부 T가 설치되는 범위는 300mm 이하여도 된다.
- [0055] <2. 구조 부재의 제조 방법>
- [0056] 이상, 본 실시 형태에 관한 자동차 차체용 구조 부재로서의 제1 부재(10)의 구성에 대하여 설명하였다. 제1 부재(10)의 제조 방법이나 제조 장치는, 특별히 한정되지 않는다. 단, 제1 부재(10)를 금속판, 특히 고장력 강판을 사용하여 제조하는 경우, 성형상의 제약으로부터, 외향 연속 플랜지(16)에 있어서의, 능선부(12a, 12b)의 단부에 연속하여 형성되는 플랜지의 에지의 균열이나, 능선부(12a, 12b)의 단부 근방에 있어서의 플랜지의 근원 부근에 주름이 발생하기 쉽다.
- [0057] 이것들의 성형 시의 결함은, 성형 소재의 재료 강도가 높을수록, 또한, 능선부에 대응하는 위치에 있어서의 플랜지의 성형 시의 신장 플랜지율이 높은 형상일수록[도 28에 있어서의 능선부(1a)의 꺾여 구부러진 각도 θ 가 급준할수록] 발생하기 쉽다. 또한, 이것들의 성형 시의 문제는, 제1 부재(10)의 높이(도 28에 있어서의 높이 h)가 높을수록 발생하기 쉽다. 특히, 단부 확대부 T를 갖는 제1 부재(10)의 경우, 상술한 주름이 보다 발생하기 쉬워진다.
- [0058] 이하, 이러한 에지의 균열이나 주름을 억제하면서, 제1 부재(10)를, 고장력 강판을 사용하여 프레스 성형에 의해 제조하는 것이 가능한 구조 부재의 제조 방법의 일례에 대하여 설명한다. 이하, 구조 부재의 제조 방법의 개략을 설명한 후에, 프레스 성형 장치의 구성에 및 구조 부재의 제조 방법예에 대하여 상세하게 설명한다.
- [0059] (2-1. 제조 방법의 개략)
- [0060] 먼저, 프레스 성형에 의한 구조 부재의 제조 방법의 일례의 개략을 설명한다. 이하에 설명하는 구조 부재의 제조 방법의 예는, 제1 프레스 성형 장치를 사용하여 행해지는 제1 공정과, 제2 프레스 성형 장치를 사용하여 행해지는 제2 공정을 포함한다.

- [0061] (2-1-1. 제1 공정의 개략)
- [0062] 제1 공정은, 제1 프레스 성형 장치를 사용하여 행해진다. 제1 공정에서는, 제1 패드에 의해, 성형 소재 중 홈저부에 성형되는 부분의 적어도 일부가 가압된다. 이에 의해, 홈저부에 성형되는 부분에 연속되는 성형 소재의 단부가, 제1 패드의 가압 방향과는 반대의 방향으로 상승된다. 또한, 제1 패드에 의해 성형 소재가 제1 펀치에 대고 눌러져, 제1 패드 및 제1 펀치에 의해, 홈저부에 성형되는 부분의 적어도 일부가 구속된다.
- [0063] 제1 패드에 의해 성형 소재에 있어서의 홈저부에 성형되는 부분이 구속된 후, 제1 패드와는 상이한 제2 패드에 의해, 성형 소재 중 능선부에 성형되는 부분의 긴 쪽 방향 단부의 적어도 일부가 가압된다. 이에 의해, 능선부에 성형되는 부분에 연속되는 성형 소재의 단부가, 제2 패드의 가압 방향과는 반대의 방향으로 상승된다. 또한, 제2 패드에 의해, 성형 소재에 있어서의 능선부에 성형되는 부분을 제2 패드의 가압 방향으로 구부리면서, 제2 패드 및 제1 펀치에 의해, 능선부에 성형되는 부분의 적어도 일부가 구속된다.
- [0064] 그리고, 제1 패드 및 제2 패드와 제1 펀치에 의해 성형 소재가 구속된 상태로, 제1 다이가 제1 펀치에 근접되어, 성형 소재가 프레스 성형된다. 이러한 제1 공정에 의해, 긴 쪽 방향의 단부에, 균열이 억제된 외향 연속 플랜지를 가짐과 함께, 능선부의 단부 근방에서의 주름이 억제된 중간 성형체가 성형된다.
- [0065] (2-1-2. 제2 공정의 개략)
- [0066] 제2 공정은, 제1 프레스 성형 장치와는 상이한 제2 프레스 성형 장치를 사용하여 행해진다. 제1 공정에서는, 홈저부에 성형되는 부분을 구속하는 제1 패드 및 능선부에 성형되는 부분을 구속하는 제2 패드를 사용하기 때문에, 제1 다이와 제1 펀치에 의해, 완전하게는 전부 프레스할 수 없는 성형 소재의 부분이 존재한다. 따라서, 제2 공정에서는, 제2 펀치 및 제2 다이에 의해 중간 성형체를 프레스 성형함으로써, 구조 부재가 성형된다.
- [0067] 제2 프레스 성형 장치는, 제1 프레스 성형 장치로는 전부 성형할 수 없는 부분을 프레스 성형할 수 있는 것이면 된다. 구체적으로는, 제2 프레스 성형 장치는, 홈저부, 능선부 및 종벽부에 성형되는 부분 중, 제1 패드 혹은 제2 패드에 의해 구속되지 않는 영역을 프레스 성형할 수 있는 것이면 된다. 또한, 제2 프레스 성형 장치는, 제1 프레스 성형 장치로는 전부 성형할 수 없는 외향 연속 플랜지의 부분을 프레스 성형하는 것이어도 된다. 이러한 제2 프레스 성형 장치는, 다이 및 펀치를 구비한 공지된 프레스 성형 장치에 의해 구성할 수 있다.
- [0068] (2-2. 제조 장치)
- [0069] 이어서, 프레스 성형 장치의 구성예에 대하여 설명한다. 도 2 및 도 3은 제1 프레스 성형 장치(30)의 일례를 나타내는 개략 구성도이다. 도 2는 제1 프레스 성형 장치(30)에 있어서의, 중간 성형체의 단부 영역을 성형하는 부분을 개략적으로 도시하는 단면도이며, 도 3은 제1 프레스 성형 장치(30)를 개략적으로 도시하는 사시도이다. 도 3에서는, 제1 펀치(31) 및 제1 패드(34-1)를, 성형하는 중간 성형체의 긴 쪽 방향을 따르는 중심선으로 분할한 절반의 부분이 나타나 있다.
- [0070] 제1 프레스 성형 장치(30)는 제1 펀치(31)와, 제1 다이(32)와, 제1 펀치(31)에 대향하는 제1 패드(34-1) 및 제2 패드(34-2)를 구비하고 있다. 이러한 제1 프레스 성형 장치(30)는, 기본적으로 제1 패드(34-1) 및 제2 패드(34-2)와 제1 펀치(31)에 의해 성형 소재를 구속한 상태로, 제1 다이(32)를 제1 펀치(31)에 접근시킴으로써, 성형 소재를 프레스 성형하는 장치로서 구성되어 있다.
- [0071] 제1 펀치(31)는 제1 다이(32), 제1 패드(34-1) 및 제2 패드(34-2)에 대향하는 측에 펀치면을 갖고 있다. 제1 펀치(31)는 상면(31a)과, 중간 성형체의 능선부를 성형하기 위한 견부(31b)와, 플랜지 성형부(31c)를 구비하고 있다.
- [0072] 제1 패드(34-1)는, 구속면(34-1a)과, 플랜지 성형부(34-1b)를 갖는다. 제1 패드(34-1)의 구속면(34-1a)은, 펀치(31)의 상면(31a)에 대향하여 배치되고, 펀치(31)의 상면(31a)에 대하여 성형 소재를 대고 눌러 성형 소재를 구속한다. 구속면(34-1a) 및 상면(31a)에 의해 구속되는 성형 소재의 부분은, 홈저부에 성형되는 부분이다. 구속되는 성형 소재의 부분은, 홈저부에 성형되는 부분의 전부여도 되고, 일부여도 된다. 단, 홈저부에 형성되는 부분 중, 적어도 외향 연속 플랜지가 성형되는 측의 단부 근방이 구속되도록 한다. 제1 패드(34-1)의 플랜지 성형부(34-1b)는, 펀치(31)의 플랜지 성형부(31c)에 대하여 성형 소재를 가압한다. 이에 의해, 성형 소재에 있어서의 홈저부의 단부에 형성되는 플랜지 부분이 일어서게 된다.
- [0073] 제2 패드(34-2)는, 구속면(34-2a)과, 플랜지 성형부(34-2b)를 갖는다. 제2 패드(34-2)는, 프레스 성형 시에 있어서, 제1 패드(34-1)에 간섭하지 않도록 배치된다. 제2 패드(34-2)의 구속면(34-2a)은, 펀치(31)의 견부(31b)에 대향하여 배치되고, 펀치(31)의 견부(31b)에 대하여 성형 소재를 대고 눌러서 성형 소재를 구속한다. 구

속면(34-2a) 및 건부(31b)에 의해 구속되는 성형 소재의 부분은, 능선부에 성형되는 부분의 단부 영역의 적어도 일부이다. 제2 패드(34-2)의 플랜지 성형부(34-2b)는, 펀치(31)의 플랜지 성형부(31c)에 대하여 성형 소재를 가압한다. 이에 의해, 성형 소재에 있어서의 능선부의 단부에 형성되는 플랜지 부분이 상승된다.

[0074] 이러한 제2 패드(34-2)는, 제1 패드(34-1)에 의해 홈저부에 성형되는 부분이 구속된 상태로, 외향 연속 플랜지의 근방 영역에서 능선부에 성형되는 부분을 구속한다. 그로 인해, 외향 연속 플랜지의 근방 영역에서의 능선부의 형상이, 대략 제2 패드(34-2)에 의해 가압되는 부분의 재료를 돌출시킴으로써 형성된다. 따라서, 제2 패드(34-2)가 맞닿는 부분의 주변 재료의 이동이 억제되어, 주름이나 균열의 원인이 되는 주변 재료의 신장이나 수축 변형이 억제된다. 이에 의해, 외향 연속 플랜지에 있어서의, 능선부에 대응하는 플랜지 부분에서의 신장 플랜지 균열이나, 능선부의 단부 근방에서의 능선부에 있어서의 플랜지의 근원 부근의 주름 발생을 억제할 수 있다.

[0075] 또한, 제2 패드(34-2)는, 외향 연속 플랜지의 근방에 있어서, 당해 영역의 재료를 돌출시켜서 능선부를 성형함에 따른 주변 재료의 이동 억제 효과를 거당한 것이다. 그로 인해, 제2 패드(34-2)는, 외향 연속 플랜지에 성형되는 부분의 근방에 있어서의, 능선부에 성형되는 부분과 홈저부에 성형되는 부분의 접속부를 기점으로 하여, 능선부에 성형되는 부분의 전역을 구속해도 된다.

[0076] 구체적으로는, 제2 패드(34-2)의 구속면(34-2a)에 의해 구속되는 성형 소재의 부분은, 홈저부에 성형되는 부분과 능선부에 성형되는 부분의 접속부를 포함하는 것이 바람직하다. 특히, 능선부(12a, 12b)에 성형되는 부분 중, 상기 접속부를 기점으로 하는 단면 주위 길이의 적어도 1/3의 길이의 부분이, 제2 패드(34-2)에 의해 가압되어도 된다. 제2 패드(34-2)가 당해 부분을 가압함으로써, 주변의 강판 재료의 이동을 억제하면서, 제2 패드(34-2)의 구속면(34-2a)에 의해 가압하는 부분의 강판 재료를 돌출시켜 능선부(12a, 12b)의 일부를 형성할 수 있다. 또한, 제2 패드(34-2)는, 능선부에 더하여, 종벽부의 일부, 예를 들어 능선부에 연속되는 종벽부 중 20 mm 이하의 길이의 부분을 누르게 되어 있어도 된다.

[0077] 이 이외의, 제1 패드(34-1) 및 제2 패드(34-2)의 치수나 재질 등의 다른 요소는, 공지된 패드와 동일한 구성으로 할 수 있다.

[0078] 제1 다이(32)는 제1 패드(34-1) 및 제2 패드(34-2)에 의해 성형 소재를 구속한 상태로, 제1 펀치(31)에 근접되어, 성형 소재를 프레스 성형한다. 제1 다이(32)는 프레스 성형 시에 있어서, 제1 패드(34-1) 및 제2 패드(34-2)에 간섭하지 않도록 배치된다. 바람직하게는, 제1 패드(34-1), 제2 패드(34-2) 및 제1 다이(32)가 가압 방향에 대하여 최소한의 간극으로 배치되면 된다.

[0079] 여기서, 제1 프레스 성형 장치(30)에서는, 제1 패드(34-1), 제2 패드(34-2) 및 제1 다이(32)가 이 순서대로 성형 소재를 가압하도록 구성된다. 즉, 제2 패드(34-2)는, 홈저부에 성형되는 부분의 적어도 일부가 제1 패드(34-1)에 의해 구속된 후에, 능선부에 성형되는 부분의 단부 영역을 구속한다. 또한, 제1 다이(32)는 제1 패드(34-1) 및 제2 패드(34-2)에 의해 성형 소재가 구속된 상태로, 성형 소재를 프레스 성형한다.

[0080] 예를 들어, 다이(32)에, 코일 스프링을 통해, 제1 패드(34-1) 및 제2 패드(34-2)를 현가시킴으로써, 이러한 구성을 실현할 수 있다. 이때, 프레스 성형 전의 상태에 있어서, 제1 패드(34-1)의 구속면(34-1a), 제2 패드(34-2)의 구속면(34-2a) 및 제1 다이(32)의 가압면이, 제1 펀치(31)측으로부터 이 순서대로 위치하도록 배치된다. 그리고, 제1 다이(32)를 제1 펀치(31)를 향해 이동시킴으로써, 제1 패드(34-1) 및 제2 패드(34-2)가, 이 순서대로 성형 소재에 맞닿아 성형 소재를 구속한 후에, 제1 다이(32)가 성형 소재를 프레스 성형한다.

[0081] 단, 제1 패드(34-1), 제2 패드(34-2) 및 제1 다이(32) 중 1개 혹은 전부가, 개별로 제1 펀치(31)를 향해 이동 가능하게 구성되어 있어도 된다. 이 경우, 각각의 제1 패드(34-1), 제2 패드(34-2) 및 제1 다이(32)의 이동을 제어함으로써, 성형 소재에 맞닿는 순서가 제어된다.

[0082] 또한, 제1 패드(34-1) 또는 제2 패드(34-2)가 존재함으로써, 제1 다이(32)에 의해서도 성형 소재를 제1 펀치(31)에 대고 누를 수 없는 영역이 존재한다. 예를 들어, 가압 방향에 있어서, 제2 패드(34-2)와 겹치는 종벽부나 플랜지 부분은, 제1 다이(32)에 의해 프레스 성형할 수는 없다. 이러한 영역은, 제2 프레스 성형 장치를 사용하여 행해지는 제2 공정에 있어서 프레스 성형된다. 제2 프레스 성형 장치는, 공지된 프레스 성형 장치에 의해 구성할 수 있기 때문에, 여기서의 설명을 생략한다.

[0083] (2-3. 제조 방법)

[0084] 이어서, 구조 부재의 제조 방법의 일례에 대하여 구체적으로 설명한다. 이하에 설명하는 구조 부재의 제조 방

법의 예는, 도 1에 예시한, 외향 연속 플랜지(16) 및 단부 확대부 T를 갖는 제1 부재(10)의 제조 방법예이다.

[0085] (2-3-1. 제1 공정)

[0086] 도 4 내지 도 10은, 이미 설명한 제1 프레스 성형 장치(30)를 사용하여 행해지는 제1 공정을 도시하는 설명도이다. 도 4 및 도 5는 제1 패드(34-1)에 의해 성형 소재(33)가 구속되는 상태를 모식적으로 도시하는 단면도 및 사시도이다. 또한, 도 6 및 도 7은 제2 패드(34-2)에 의해 성형 소재(33)가 구속되는 상태를 모식적으로 도시하는 단면도 및 사시도이다. 도 10은, 제1 다이(32)에 의해 성형 소재(33)가 프레스 성형되는 상태를 모식적으로 도시하는 단면도이다.

[0087] 또한, 도 4 내지 도 10은, 끝 확대 형상의 제1 부재(10)를 제조할 때의 제1 공정의 상태를 도시하고 있다. 또한, 도 4, 도 6 및 도 10은, 제1 공정에 있어서, 성형 소재(33) 중, 외향 연속 플랜지(16)가 형성되는 긴 쪽 방향의 단부 영역을 성형하는 상태를 도시하고 있다. 또한, 도 5 및 도 7에서는, 제1 펀치(31), 제1 패드(34-1) 및 성형 소재(33)를, 성형하는 중간 성형체의 긴 쪽 방향을 따르는 중심선으로 분할한 절반의 부분이 나타나 있다. 또한, 이하에 설명하는 제조 방법에서는, 제1 패드(34-1) 및 제2 패드(34-2)가 제1 다이(32)에 현가된 제1 프레스 성형 장치(30)가 사용되고 있다.

[0088] 제1 공정에서는, 먼저, 도 4 및 도 5에 도시하는 바와 같이, 제1 다이(32)가 제1 펀치(31)를 향해 이동함에 수반하여, 제1 패드(34-1)가, 성형 소재(33)에 있어서의 홈저부(11)에 성형되는 부분을 구속한다. 이때, 도 5에 도시하는 바와 같이, 성형 소재(33)에 있어서의 홈저부(11)에 성형되는 부분의 적어도 일부가, 제1 패드(34-1)의 구속면(34-1a)에 의해 구속된다. 동시에, 성형 소재(33)의 긴 쪽 방향의 단부가, 가압 방향과는 반대의 방향으로 상승되고, 제1 패드(34-1)의 플랜지 성형부(34-1b)와 제1 펀치(31)의 플랜지 성형부(31c)에 의해 구속된다.

[0089] 이어서, 도 6 및 도 7에 도시하는 바와 같이, 제1 다이(32)가 제1 펀치(31)를 향하여 더 이동하는 것에 수반하여, 제2 패드(34-2)가, 성형 소재(33)에 있어서의 능선부(12a, 12b)에 성형되는 부분을 구속한다. 이때 구속되는 성형 소재(33)의 부분은, 능선부(12a, 12b)에 성형되는 부분의 단부 근방의 부분이다. 즉, 도 7에 도시한 바와 같이, 성형 소재(33) 중 능선부(12a, 12b)에 성형되는 부분의 단부가, 제2 패드(34-2)의 구속면(34-2a)에 의해 구속된다. 동시에, 능선부(12a, 12b)에 성형되는 부분으로부터 연속하여 플랜지에 성형되는 부분이, 가압 방향과는 반대의 방향으로 더욱 상승되고, 제2 패드(34-2)의 플랜지 성형부(34-2b)와 제1 펀치(31)의 플랜지 성형부(31c)에 의해 구속된다.

[0090] 이때, 능선부(12a, 12b)에 성형되는 부분 중, 상기 접속부를 기점으로 하는 단면 주위 길이의 적어도 1/3의 길이의 부분이, 제2 패드(34-2)에 의해 가압되어도 된다. 제2 패드(34-2)가 당해 부분을 가압함으로써, 주변의 강판 재료의 이동을 억제하면서, 제2 패드(34-2)의 구속면(34-2a)에 의해 가압하는 부분의 강판 재료를 돌출시켜 능선부(12a, 12b)의 일부를 형성할 수 있다.

[0091] 도 8은 제2 패드(34-2)에 의한 능선부에 성형되는 부분의 가압 범위와, 형성되는 외향 연속 플랜지(16)에 있어서의 능선부(12a, 12b)에 연속되는 플랜지 부분의 예지에 있어서의 판 두께 감소율의 최댓값 사이의 관계를 도시하는 설명도이다. 이러한 도 8에 있어서, 가압 범위는, 능선부에 성형되는 부분과 홈저부에 성형되는 부분의 접속부를 0°로 하여 제2 패드(34-2)가 구속하는 부분의 중심 각도를 의미하는 가압 각도에 의해 나타나 있다. 가압 각도가 0°란, 능선부에 성형되는 부분이 구속되지 않는 상태를 의미한다.

[0092] 이러한 도 8에 도시하는 바와 같이, 능선부에 성형되는 부분이 구속되지 않을 경우에는, 플랜지의 예지에 있어서의 판 두께 감소율의 최댓값이 36% 정도로 되어 있으며, 신장 플랜지 균열이 발생할 가능성이 높은 것을 알 수 있다. 한편, 가압 각도가 23° 이상, 즉, 접속부를 기점으로 하는 단면 주위 길이의 적어도 1/3의 능선부가 구속되어 있으면, 플랜지의 예지에 있어서의 판 두께 감소율의 최댓값이 25% 미만으로 억제된다. 따라서, 플랜지의 예지의 균열이 억제되는 것을 알 수 있다.

[0093] 또한, 도 9는 제2 패드(34-2)에 의한 능선부에 성형되는 부분의 가압 범위와, 형성되는 능선부(12a, 12b)의 단부 근방의 플랜지 근원 부근에 있어서의 판 두께 감소율의 최솟값 사이의 관계를 도시하는 특성도이다. 이러한 도 9에 있어서도, 가압 범위는, 도 8과 마찬가지로 가압 각도에 따라 나타나 있다. 이러한 도 9에 도시하는 바와 같이, 능선부에 성형되는 부분이 구속되지 않을 경우에는, 플랜지의 근원 부근에 있어서의 판 두께 감소율의 최솟값이 -65% 정도로 되어 있고, 명백하게 주름이 발생하는 것을 알 수 있다. 한편, 가압 각도가 23° 이상, 즉, 접속부를 기점으로 하는 단면 주위 길이의 적어도 1/3의 능선부가 구속되어 있으면, 플랜지의 근원 부근에 있어서의 판 두께 감소율의 최솟값이 -35% 이상으로 억제된다. 따라서, 플랜지의 근원 부근의 주름이 억제되

는 것을 알 수 있다.

- [0094] 이어서, 도 10에 도시하는 바와 같이, 제1 다이(32)가 제1 펀치(31)를 향하여 더욱 이동함에 수반하여, 제1 패드(34-1) 및 제2 패드(34-2)에 의해 성형 소재(33)가 구속된 상태로, 제1 펀치(31) 및 제1 다이(32)에 의해 1단계째의 프레스 성형이 행해진다. 이에 의해, 가압 방향을 따라, 제2 패드(34-2)의 하방에 위치하는 부분(도 10의 참조 부호 33A) 등을 제외하고, 성형 소재(33)가 프레스 성형되어, 중간 성형체가 성형된다.
- [0095] 제1 펀치(31) 및 제1 다이(32)를 사용한 1단계째의 프레스 성형은, 제1 다이(32)에 의해 성형 소재(33)를 가압하여 꺾어 구부리고, 제1 펀치(31)에 대고 누르는 굽힘 성형이면 된다. 혹은, 이러한 1단계째의 프레스 성형은, 제1 다이(32) 및 블랭크 홀더에 의해, 성형 소재(33)에 있어서의 종벽부에 성형되는 부분을 끼움 지지함과 함께, 제1 다이(32) 및 블랭크 홀더를 제1 펀치(31)를 향해 이동시켜서 성형하는, 딥 드로잉 성형이어도 된다.
- [0096] 이때, 제2 패드(34-2)에 의해, 능선부(12a, 12b)에 성형되는 부분의 단부 근방[능선부(12a, 12b)와 외향 연속 플랜지(16)의 회합부 부근]이 구속되어 있는 점에서, 당해 영역에서의 주름의 발생이 억제된다. 또한, 제2 패드(34-2)에 의해 당해 영역이 구속되어 있는 점에서, 능선부(12a, 12b)의 단부에 연속하여 형성되는 플랜지의 신장 플랜지율이 저감하여, 외향 연속 플랜지(16)의 균열을 억제할 수 있다. 또한, 도 4 내지 도 10에는 도시되어 있지 않지만, 도 1에 예시한 제1 부재(10)에 있어서의 곡면부(14a, 14b) 및 플랜지부(15a, 15b)의 일부는, 제1 공정에 있어서, 제1 펀치(31) 및 제1 다이(32)에 의해 프레스 성형된다.
- [0097] 이러한 구조 부재의 제조 방법에 의해, 능선부(12a, 12b)의 단부 영역의 플랜지의 근원 부근의 주름이나, 외향 연속 플랜지(16)의 에지의 균열이 억제되는 이유를, 이하에 설명한다. 도 11 및 도 12는, 제1 패드 및 제2 패드가 분할되어 있지 않고, 홈저부에 성형되는 부분 및 능선부에 성형되는 부분을 동시에 구속하는 패드(134)를 사용한 프레스 성형의 상태를 도시하는 설명도이다. 제조하는 구조 부재는, 도 1에 예시한 단부 확대부 T를 갖는 구조 부재이다. 도 11은, 도 7에 대응하는 도면이며, 펀치(131) 및 패드(134)에 의해, 성형 소재(133)에 있어서의 홈저부에 성형되는 부분 및 능선부에 성형되는 부분이 구속된 상태를 도시하는 사시도이다. 또한, 도 12는, 다이에 의해 가압될 때의 성형 소재(133)를 상방에서 본 도면이다.
- [0098] 이러한 패드(134)를 사용한 경우, 패드(134)에 의해 성형 소재(133)를 펀치(131)에 대고 눌러서 구속하고자 하면, 최초로 능선부에 성형되는 부분이 패드(134)에 의해 가압된다. 이 상태에서는, 홈저부에 성형되는 부분과 패드(134)의 사이에 간극이 발생하고, 홈저부에 성형되는 부분은 패드에 의해 가압되지 않는다. 또한, 끝 확대 형상을 갖는 구조 부재의 경우, 홈저부에 성형되는 부분의 단부 근방에서는, 긴 쪽 방향의 위치 따라서 단면 주위 길이 차가 존재한다. 즉, 도 11에 도시하는 바와 같이, 위치 Z_1 에서의 단면 주위 길이는, 위치 Z_2 에서의 단면 주위 길이보다도 길다.
- [0099] 그렇게 하면, 도 11에 도시하는 바와 같이, 패드(134)에 의해, 홈저부에 성형되는 부분 및 능선부에 성형되는 부분이 모두 구속될 때까지 동안, 홈저부에 성형되는 부분으로부터 능선부에 성형되는 부분에 걸쳐서, 외향 연속 플랜지에 성형되는 부분의 강판 재료가 이동하게 된다.
- [0100] 또한, 단부 확대부를 갖는 구조 부재의 경우, 다이에 의해 구부림 성형되는, 종벽부에 성형되는 부분은, 도 12에 도시하는 바와 같이, 능선부에 성형되는 부분(112)에 대하여 수직 방향으로, 즉, 외향 연속 플랜지에 성형되는 부분(116)으로부터 이격되는 방향을 향하여 구부러진다. 그로 인해, 외향 연속 플랜지에 성형되는 부분의 강판 재료가, 능선부에 성형되는 부분을 향하여 더욱 이동하기 쉬워진다. 따라서, 능선부에 성형되는 부분에 있어서, 과잉된 주름이나 두께 증가가 보다 발생하기 쉬워진다. 이러한 이유로 인하여, 홈저부에 성형되는 부분 및 능선부에 성형되는 부분을 동시에 구속하는 패드(134)를 사용한 경우에는, 홈저부에 성형되는 부분의 단부나 능선부에 성형되는 부분의 단부에 주름이 발생하기 쉽다.
- [0101] 이에 비해, 예시한 제조 방법에서는, 도 5 및 도 7에 도시하는 바와 같이, 제1 패드(34-1)에 의해 홈저부에 성형되는 부분이 구속된 후에, 제2 패드(34-2)에 의해 능선부에 성형되는 부분의 단부가 가압되어 구속된다. 따라서, 제2 패드(34-2)에 의해 능선부에 성형되는 부분의 단부가 가압되는 동안, 홈저부에 성형되는 부분으로의 강판 재료의 이동이 억제된다. 그로 인해, 홈저부에 성형되는 부분의 단부(외향 연속 플랜지의 근방)에 있어서의 긴 쪽 방향의 위치에 따라 단면 주위 길이 차가 존재하는 경우에도, 외향 연속 플랜지에 성형되는 부분의 강판 재료가, 홈저부에 성형되는 부분 및 능선부에 성형되는 부분으로 이동하는 것이 억제된다.
- [0102] 또한, 제1 패드(34-1)에 의해 홈저부에 성형되는 부분이 구속된 상태로, 제2 패드(34-2)에 의해 능선부에 성형되는 부분의 단부가 가압되는 점에서, 능선부에 성형되는 부분의 단부는, 당해 가압되는 부분의 강판 재료를 돌

출시킴으로써 성형된다. 또한, 제1 패드(34-1) 및 제2 패드(34-2)에 의해 성형 소재(33)가 구속된 상태로, 도 10에 도시하는 바와 같이, 제1 펀치(31)와 제1 다이(32)에 의해 성형 소재(33)가 프레스 성형된다. 따라서, 능선부에 성형되는 부분에 대하여 과잉으로 강판 재료가 이동하는 것이 억제된다. 그 결과, 형성되는 능선부(12a, 12b)의 단부에 있어서의 과잉된 두께 증가나 주름이 억제된다.

[0103] (2-3-2. 제2 공정)

[0104] 이상과 같이 하여 제1 공정에 있어서 1단계제의 프레스 성형을 행한 후, 제2 공정에서는 2단계제의 프레스 성형이 행해진다. 제1 공정에서는, 가압 방향을 따라서, 제2 패드(34-2)의 하방에 상당하는 부분 중, 제2 패드(34-2)에 겹치는 종벽부(13a, 13b)에 성형되는 부분은, 제1 부재(10)로서의 최종 형상으로 성형할 수 없다. 또한, 제1 부재(10)에 있어서의 곡면부(14a, 14b) 및 플랜지부(15a, 15b)에 성형되는 부분의 전부 또는 일부에 대해서도, 제1 공정에 있어서, 최종 형상으로 성형할 수 없는 경우가 있다.

[0105] 또한, 성형 소재(33)에 대하여 제1 패드(34-1) 및 제2 패드(34-2)가 가압하는 영역에 따라서는, 능선부(12a, 12b)에 성형되는 부분의 일부에 대해서도, 제1 공정에 있어서, 최종 형상으로 성형할 수 없는 경우가 있다. 예를 들어, 제1 공정에 있어서, 능선부(12a, 12b)에 성형되는 부분 중, 능선부(12a, 12b)에 성형되는 부분과 홈저부(11)에 성형되는 부분의 접촉부를 기점으로 하는 단면 주위 길이의 1/3이 제2 패드(34-2)에 의해 성형되었을 경우에는, 단면 주위 길이의 나머지 2/3를 성형할 필요가 있다.

[0106] 따라서, 제2 공정에서는, 제2 프레스 성형 장치를 사용하여, 제2 펀치 및 제2 다이에 의해 중간 성형체에 대하여 2단계제의 프레스 성형을 행하고, 최종 형상으로서의 제1 부재(10)를 성형한다. 제2 공정은, 최종 형상으로 성형하고 싶은 부분의 형상에 대응하는 가압면을 갖는 제2 펀치 및 제2 다이를 사용하여, 공지된 프레스 성형에 의해 행할 수 있다. 또한, 제2 공정에 있어서도 최종 형상으로서의 제1 부재(10)로 성형할 수 없는 경우에는, 또 다른 성형 공정을 추가해도 된다.

[0107] 또한, 제2 공정은, 패드를 사용하지 않고 행해지는, 다이 및 펀치에만 의한 스탬핑 프레스 성형이어도 되고, 패드를 사용하여 행해지는 통상의 프레스 성형이어도 된다.

[0108] <3. 효과>

[0109] 이상 설명한 바와 같이, 본 실시 형태에 관한 제1 부재(10)는 단부 확대부 T를 가짐과 함께, 그 단부에 외향 연속 플랜지(16)를 가짐으로써, 축 방향으로의 압괴 시의 하중 전달 특성 및 충격 에너지 흡수량을 향상시킬 수 있다. 구체적으로, 제1 부재(10)는 단부에 외향 연속 플랜지(16)를 가짐으로써, 축 방향으로의 압괴의 초기에, 능선부(12a, 12b)의 단부의 응력 집중이 억제되어, 응력을 다른 부분으로 분산시킬 수 있다. 따라서, 능선부(12a, 12b)의 단부의 변형이 작아져서, 하중 전달 특성이 높아진다. 또한, 제1 부재(10)가 단부 확대부 T를 가짐으로써, 축 방향으로의 압괴의 중기 이후에 있어서 좌굴 피치를 작게 할 수 있다. 따라서, 하중 전달 특성이 높아지고 있는 것과 어우러져, 충격 에너지 흡수량을 증가시킬 수 있다. 또한, 제1 부재(10)가 단부 확대부 T를 가짐으로써, 외향 연속 플랜지(16)를 갖는 단부로부터 이격됨에 따라서 홈저부(11)의 폭이 축소되고, 제1 부재(10)의 단면 주위 길이가 작아진다. 따라서, 본 실시 형태에 따르면, 제1 부재(10)를 경량화할 수 있다.

[0110] [실시예]

[0111] 이하, 본 실시 형태의 실시예에 대하여 설명한다. 또한, 이하의 실시예의 설명에 있어서는, 본 실시 형태에 관한 자동차 차체용 구조 부재로서의 제1 부재(10)를 프레스 성형체(10)로서 설명한다.

[0112] (1) 충격 에너지 흡수 특성 평가

[0113] 먼저, 상술한 구조 부재의 제조 방법예에 의해 제조되는 프레스 성형체(10)에 있어서의 외향 연속 플랜지(16)를 갖는 단부측으로부터 축 방향으로 충격 하중을 부여하고, 충격 에너지의 흡수량을 평가하였다.

[0114] 도 13은, 해석에 사용한 구조 부재의 해석 모델을 도시하는 설명도이다. 도 13은, 위에서부터 비교예 1에 관한 해석 모델(50), 비교예 2에 관한 해석 모델(60) 및 실시예 1에 관한 해석 모델(70)을 나타낸다. 어느 해석 모델(50, 60, 70)도, 대략 홈형의 횡단면을 갖는 프레스 성형체(10, 51, 61)가, 곡면부(14a, 14b)를 통해 종벽부(13a, 13b)에 연속되는 플랜지부(15a, 15b)를 통해, 평판상의 제2 부재(18)에 접합되어 있다.

[0115] 비교예 1에 관한 해석 모델(50)은, 축 방향의 단부에 노치가 없는 외향 연속 플랜지(23)를 갖는다. 단, 해석 모델(50)은 홈저부의 폭이 일정한 형상을 갖는다. 홈저부의 폭 W_a , W_b 는 100mm이다. 프레스 성형체(51)의 높이는 100mm이다. 또한, 상승 곡면부(17)와 홈저부의 경계 부분으로부터, 외향 플랜지를 갖지 않는 단부까지의

길이 L_x 는 300mm이다. 상기 식 (1)로 정의되는 홈저부의 폭의 축소 정도를 나타내는 값 S 는 0이다. 이러한 해석 모델(50)의 프레스 성형체(51)는 홈저부에 성형되는 부분 및 능선부에 성형되는 부분을 동시에 구속하는 패드[도 11의 패드(134)]를 사용한 프레스 성형에 의해 성형되는 것이다.

[0116] 비교예 2에 관한 해석 모델(60)은, 축 방향의 단부에 능선부(12a, 12b)의 단부에 도달하는 노치를 갖는 불연속인 외향 플랜지(24)를 갖는다. 또한, 해석 모델(60)은 외향 플랜지(24)를 갖는 단부로부터 이격됨에 따라서 홈저부의 폭이 축소되는 형상을 갖는다. 홈저부의 폭의 최솟값(폭 W_b)은 100mm이며, 최댓값(폭 W_a)은 130mm이다. 프레스 성형체(61)의 높이는 100mm이다. 또한, 상승 곡면부(17)와 홈저부의 경계 부분으로부터, 외향 플랜지(24)를 갖지 않는 단부까지의 길이 L_x 는 300mm이다. 상기 식 (1)로 정의되는 홈저부의 폭의 축소 정도를 나타내는 값 S 는 0.00077이다. 이러한 해석 모델(60)의 프레스 성형체(61)는 홈저부에 성형되는 부분만을 구속하는 패드를 사용한 프레스 성형에 의해 성형되는 것이다.

[0117] 실시예 1에 관한 해석 모델(70)은, 축 방향의 단부에 노치가 없는 외향 연속 플랜지(16)를 갖는다. 또한, 해석 모델(70)은 비교예 2와 마찬가지로, 외향 플랜지(24)를 갖는 단부를 향함에 따라서 홈저부의 폭이 증대되는 형상을 갖는다. 홈저부의 폭의 최솟값(폭 W_b)은 100mm이며, 최댓값(폭 W_a)은 130mm이다. 프레스 성형체(10)의 높이는 100mm이다. 또한, 상승 곡면부(17)와 홈저부의 경계 부분으로부터, 외향 연속 플랜지(16)를 갖지 않는 단부까지의 길이 L_x 는 300mm이다. 상기 식 (1)로 정의되는 홈저부의 폭의 축소 정도를 나타내는 값 S 는 0.00077이다. 이러한 해석 모델(70)의 프레스 성형체(10)는 도 4 내지 도 10에 도시하는 제1 패드(34-1) 및 제2 패드(34-2)를 사용한 프레스 성형에 의해 성형되는 것이다.

[0118] 상기 이외의 해석 조건은, 해석 모델(50, 60, 70) 모두 동일하게 하였다. 공통되는 해석 조건은 이하에 열거한 바와 같다.

[0119] · 사용한 강판: 인장 강도 980MPa급 고장력 강판, 판 두께 1.4mm

[0120] · 능선부의 곡률 반경: 12mm

[0121] · 플랜지부(15a, 15b)에 연속되는 곡면부(14a, 14b)의 곡률 반경: 5mm

[0122] · 외향 연속 플랜지(16) 및 외향 플랜지(24)의 폭: 14mm

[0123] · 상승 곡면부(17)의 곡률 반경 r : 3mm

[0124] 해석을 행하는 데 있어서, 비교예 1에 있어서 도시한 바와 같이, 강체벽(29)을, 외향 연속 플랜지(16, 23), 혹은 외향 플랜지(24)가 형성된 단부측으로부터 축 방향으로, 충돌 속도 20km/h로 충돌시켜서, 해석 모델(50, 60, 70)에 대하여 축 방향 변위를 부여하였다. 그리고, 실시예 1 및 비교예 1, 2 각각에 있어서, 충돌 시에 발생하는 축 방향 하중(kN)과, 충격 에너지의 흡수량(kJ)을 산출하였다.

[0125] 도 14는, 해석 모델(50, 60, 70) 각각의, 축 방향 하중에 관한 해석 결과를 나타내는 그래프이다. 또한, 해석 모델(50, 60, 70)의 단부의 단면 주위 길이의 영향을 배제하기 위해, 도 14의 그래프의 종축은, 축 방향 하중을, 상승 곡면부(17)와 홈저부의 경계 부분의 단면 주위 길이로 제산한 값(축 방향 하중/주위 길이: kN/mm)으로 하였다. 이 경우의 단면 주위 길이란, 제2 부재(18)를 포함하지 않는 프레스 성형체(10, 51, 61) 각각의 단면의 판 두께 중심의 길이를 의미한다.

[0126] 압괴 스트로크가 5mm 이하인, 축 방향으로의 압괴의 초기 영역 St1에 있어서, 노치가 없는 외향 연속 플랜지(16, 23)를 갖는 실시예 1 및 비교예 1의 해석 모델(50, 70)은, 노치가 있는 외향 플랜지(24)를 갖는 비교예 2의 해석 모델(60)에 비하여, 축 방향 하중(kN/mm)이 높아져 있다. 또한, 압괴 스트로크가 5mm 초과인 영역 St2에 있어서, 단부 확대부를 갖는 실시예 1 및 비교예 2의 해석 모델(60, 70)은, 홈저부의 폭이 일정한 비교예 1의 해석 모델(50)에 비하여, 축 방향 하중(kN/mm)이 대략 높아져 있다.

[0127] 외향 연속 플랜지(16) 및 단부 확대부를 갖는 프레스 성형체(10)를 구비한 실시예 1에 관한 해석 모델(70)은, 축 방향으로의 압괴의 초기부터 후기에 걸쳐서, 높은 축 방향 하중이 실현되고 있다. 특히, 실시예 1에 관한 해석 모델(70)은 압괴 스트로크가 15mm 초과인, 축 방향으로의 압괴의 후기에 있어서도 높은 축 방향 하중을 유지하고 있다.

[0128] 또한, 도 15 및 도 16은, 해석 모델(50, 60, 70) 각각의, 충격 에너지의 흡수량(E.A.)에 관한 해석 결과를 나타내는 그래프이다. 도 15는, 압괴 스트로크 St가 10mm인 경우의 해석 결과를 나타내고, 도 16은, 압괴 스트로크 St가 20mm인 경우의 해석 결과를 나타내고 있다.

- [0129] 도 15에 도시하는 바와 같이, 축 방향의 단부에, 노치가 없는 외향 연속 플랜지(16, 23)를 갖는 해석 모델(50, 70)은, 노치가 있는 외향 플랜지(24)를 갖는 해석 모델(60)에 비하여, 압괴 스트로크 St가 10mm인 경우의 충격 에너지 흡수량이 증가하는 것을 알 수 있다. 또한, 도 16에 도시하는 바와 같이, 단부 확대부를 갖는 해석 모델(60, 70)은, 홈저부의 폭이 일정한 해석 모델(50)에 비하여, 압괴 스트로크 St가 20mm인 경우의 충격 에너지 흡수량이 증가하는 것을 알 수 있다.
- [0130] 이와 같이, 실시예 1에 관한 해석 모델(70)의 하중 전달 특성은, 충돌의 초기 및 후기 중 어느 시기에 있어서도, 비교예 1에 관한 해석 모델(50) 및 비교예 2에 관한 해석 모델(60)보다도, 충격 에너지 흡수 특성이 우수한 것을 알 수 있다.
- [0131] (2) 축소 정도의 영향 평가
- [0132] 이어서, 상술한 실시예 1 및 비교예 2의 해석 모델(60, 70)의 프레스 성형체(10, 61)에 있어서의 홈저부의 폭의 축소 정도를 변화시켜, 충격 에너지 흡수량에 대한 축소 정도의 영향을 평가하였다. 실시예 2 내지 10 및 비교예 3은, 상술한 실시예 1의 프레스 성형체(10)에 있어서의, 외향 연속 플랜지(16)를 갖는 단부와는 반대측 단부의 홈저부의 폭 Wb를 변화시켜, 축소 정도를 변화시킨 것이다. 또한, 비교예 4 내지 13은 비교예 2의 프레스 성형체(61)에 있어서의, 외향 플랜지(24)를 갖는 단부와는 반대측 단부의 홈저부의 폭 Wb를 변화시켜, 축소 정도를 변화시킨 것이다.
- [0133] 실시예 2 및 비교예 4에서는, 홈저부의 폭 Wb는 55mm, 축소 정도를 나타내는 값 S는 0.00192이다. 실시예 3 및 비교예 5에서는, 홈저부의 폭 Wb는 60mm, 축소 정도를 나타내는 값 S는 0.00179이다. 실시예 4 및 비교예 6에서는, 홈저부의 폭 Wb는 65mm, 축소 정도를 나타내는 값 S는 0.00166이다. 실시예 5 및 비교예 7에서는, 홈저부의 폭 Wb는 70mm, 축소 정도를 나타내는 값 S는 0.00154이다. 실시예 6 및 비교예 8에서는, 홈저부의 폭 Wb는 85mm, 축소 정도를 나타내는 값 S는 0.00115이다. 실시예 7 및 비교예 9에서는, 홈저부의 폭 Wb는 100mm, 축소 정도를 나타내는 값 S는 0.00077이다. 실시예 8 및 비교예 10에서는, 홈저부의 폭 Wb는 115mm, 축소 정도를 나타내는 값 S는 0.00038이다. 실시예 9 및 비교예 11에서는, 홈저부의 폭 Wb는 120mm, 축소 정도를 나타내는 값 S는 0.00025이다. 실시예 10 및 비교예 12에서는, 홈저부의 폭 Wb는 125mm, 축소 정도를 나타내는 값 S는 0.00013이다. 비교예 3 및 비교예 13에서는, 홈저부의 폭 Wb는 130mm, 축소 정도를 나타내는 값 S는 0이다.
- [0134] 또한, 실시예 2 내지 10 및 비교예 3 내지 13 전부에 있어서, 도 17에 도시하는 바와 같이, 홈저부에 대응하는 부분의 플랜지 부분에서 4개소, 종벽부에 대응하는 플랜지 부분에서 각각 2개소, 스폿 용접함으로써, 프레스 성형체(10, 61)의 단부를 다른 부재에 접합하였다.
- [0135] 도 18 및 도 19는, 각각 압괴 스트로크 St가 5mm, 20mm일 때의, 외향 연속 플랜지(16)를 구비한 프레스 성형체(10) 및 능선부에 대응하는 위치에 노치를 갖는 외향 플랜지(24)를 구비한 프레스 성형체(61)의 축소 정도를 나타내는 값 S와 충격 에너지 흡수량 사이의 관계를 나타낸다.
- [0136] 도 18에 도시하는 바와 같이, 압괴 스트로크 St가 5mm에서는, 어느 해석 모델(60, 70)도, 축소 정도를 나타내는 값 S의 차이에 따라 충격 에너지 흡수량에 큰 변화는 보이지 않았다. 또한, 동일한 축소 정도를 나타내는 값 S에서 각각의 해석 모델(60, 70)을 비교하면, 외향 연속 플랜지(16)를 포함하는 해석 모델(70)의 충격 에너지 흡수량이, 노치를 갖는 외향 플랜지(24)를 포함하는 해석 모델(60)의 충격 에너지 흡수량을 상회하고 있다. 이 결과는, 노치를 갖는 외향 플랜지(24)를 갖는 프레스 성형체(61)에서는, 능선부의 단부에 응력 집중되어, 프레스 성형체(61)의 단부의 변형이 커진 것에 따른 것이다.
- [0137] 또한, 도 19에 도시하는 바와 같이, 압괴 스트로크 St가 20mm에서는, 축소 정도를 나타내는 값 S가 0.0002 내지 0.0018의 범위 내에 있어서, 외향 연속 플랜지(16)를 포함하는 해석 모델(70)의 충격 에너지 흡수량이, 노치를 갖는 외향 플랜지(24)를 포함하는 해석 모델(60)의 충격 에너지 흡수량을 상회하고 있다. 이 결과는, 외향 연속 플랜지(16)에 의해, 능선부 이외에도 응력이 적절하게 분산됨과 함께, 단부 확대부에 의해, 단부측으로부터 순서대로 작은 좌굴 피치로 좌굴이 발생한 것에 따른 것이다. 특히, 축소 정도를 나타내는 값 S가 0.00025 내지 0.0015의 범위 내에 있어서는, 외향 연속 플랜지(16)를 포함하는 해석 모델(70)의 충격 에너지 흡수량이 안정적으로 증가하는 경향을 나타내고 있다.
- [0138] 도 20은, 실시예 6 및 비교예 3, 8의 해석 모델(60, 70) 각각의, 압괴 스트로크 St가 20mm일 때의 좌굴의 상태를 나타낸다. 이러한 도 20에 도시하는 바와 같이, 단부에 외향 연속 플랜지(16)를 가짐과 함께, 단부 확대부 T를 갖는 프레스 성형체(10)를 구비한 실시예 6의 해석 모델(70)은 좌굴의 발생 위치가 단부측에 가깝고, 또한, 좌굴 피치가 작게 되어 있다.

- [0139] 이상과 같이, 프레스 성형체(10)가 단부에 외향 연속 플랜지(16)를 갖고, 또한, 단부 확대부의 축소 정도를 나타내는 값 S 가 0.0002 내지 0.0018의 범위 내이면, 압괴 스트로크의 초기부터 중기 이후에 걸쳐, 충격 하중 부하 시의 하중 전달 특성이 높아지고, 충격 에너지 흡수량이 증가하는 것을 알 수 있었다. 또한, 프레스 성형체(10)가 단부 확대부 T 를 가짐으로써, 프레스 성형체(10)의 단면 주위 길이가 짧아져서, 경량화할 수 있음도 용이하게 이해할 수 있다.
- [0140] 단, 단부 확대부의 축소 정도가 작을수록, 홈저부에 연속되는 외향 연속 플랜지(16)의 상승 각도가 커져, 능선부의 단부에 형성되는 플랜지의 균열이나 주름이 발생하기 쉬워진다. 따라서, 성형성 및 생산 효율을 고려한 경우, 단부 확대부의 축소 정도를 나타내는 값 S 가 0.0005 내지 0.0018의 범위 내인 것이 바람직하다.
- [0141] (3) 종벽부 높이 축소의 영향 평가
- [0142] 이어서, 프레스 성형체에 있어서의 홈저부가 아닌, 종벽부 높이(폭)를, 외향 연속 플랜지를 갖는 단부로부터 이격됨에 따라서 축소시켰을 때의 충격 에너지 흡수량에 대하여 평가하였다. 도 21은, 종벽부만을 축소시킨 프레스 성형체를 구비한 해석 모델(80, 85)과, 홈저부 및 종벽부를 각각 축소시킨 프레스 성형체를 구비한 해석 모델(90, 95)을 나타낸다. 해석 모델(80, 90)이, 능선부에 대응하는 위치에 노치가 없는 외향 연속 플랜지를 구비하고, 해석 모델(85, 95)이, 능선부에 대응하는 위치에 노치를 갖는 외향 플랜지를 구비한다.
- [0143] 이들 해석 모델(80, 85, 90, 95)은, 홈저부 혹은 종벽부를 축소시키고 있는 점 이외에는, 모두 상기의 해석 모델(50, 60, 70)과 동일한 구성이다. 또한, 충격 에너지 흡수량의 평가 방법도, (2)의 평가에 있어서의 평가 방법과 같다. 단, 프레스 성형체의 쓰러짐을 억제하기 위해, 강체벽(29)(도 13을 참조)에 의한 축 방향의 변위 이외의 변위가 발생하지 않도록, 프레스 성형체를 구속하여 평가를 행하였다.
- [0144] 도 22 및 도 23은, 각각 압괴 스트로크 St 가 5mm, 20mm일 때의, 각 해석 모델(80, 85, 90, 95)의 축소 정도를 나타내는 값 S 와 충격 에너지 흡수량의 관계를 나타낸다. 또한, 홈저부의 폭을 일정하게 하여 종벽부만을 축소시킨 경우의 축소 정도를 나타내는 값 S 는, 각 종벽부 높이의 축소 정도를 나타낸다. 또한, 홈저부 및 종벽부를 각각 축소시킨 경우의 축소 정도를 나타내는 값 S 는, 종벽부의 높이 및 홈저부의 폭 각각의 축소 정도를 나타낸다. 즉, 해석 모델(80, 90)의 축소 정도를 나타내는 값 S 가 동일하더라도, 외향 연속 플랜지를 갖는 단부와는 반대측의 단부에 있어서의 단면 주위 길이는, 홈저부의 폭의 차에 상당하는 만큼 상이하게 된다.
- [0145] 도 22에 도시하는 바와 같이, 압괴 스트로크 St 가 5mm에서는, 외향 연속 플랜지를 구비한 해석 모델(80, 90)의 충격 에너지 흡수량이, 축소 정도에 관계 없이, 노치를 갖는 외향 플랜지를 구비한 해석 모델(85, 95)의 충격 에너지 흡수량보다도 크게 되어 있었다. 또한, 외향 연속 플랜지를 구비한 해석 모델(80, 90)에서는, 축소 정도의 차이에 따라 충격 에너지 흡수량에 큰 변화는 보이지 않았다. 또한, 동일한 축소 정도로 각각 해석 모델(80, 90)을 비교해도, 각 해석 모델(80, 90)의 충격 에너지 흡수량에 큰 차는 보이지 않았다.
- [0146] 한편, 도 23에 도시하는 바와 같이, 압괴 스트로크 St 가 20mm에서는, 외향 연속 플랜지를 구비한 해석 모델(80, 90)의 충격 에너지 흡수량이, 축소 정도에 관계없이, 노치를 갖는 외향 플랜지를 구비한 해석 모델(85, 95)의 충격 에너지 흡수량보다도 작게 되어 있었다. 또한, 외향 연속 플랜지를 구비한 해석 모델(80, 90)에서는, 축소 정도가 클수록 충격 에너지 흡수량이 작아졌다. 또한, 축소 정도를 나타내는 값 S 가 0.00115 전후의 범위를 제외하고, 종벽부만을 축소한 해석 모델(80)의 충격 에너지 흡수량에 비하여, 홈저부 및 종벽부를 모두 축소한 해석 모델(90)의 충격 에너지 흡수량이 커져 있었다.
- [0147] 또한, 도 22 및 도 23에 있어서, 축소 정도를 나타내는 값 S 가 0인 경우, 외향 연속 플랜지를 갖는 해석 모델(80)과 해석 모델(90)의 충격 에너지 흡수량은 동등해질 것이다. 마찬가지로, 축소 정도를 나타내는 값 S 가 0일 경우, 플랜지에 노치를 갖는 해석 모델(85)과 해석 모델(95)의 충격 에너지 흡수량은 동등해질 것이다. 단, 상술한 바와 같이, 본 평가에 있어서는, 강체벽(29)(도 13을 참조)에 의한 축 방향의 변위 이외의 변위가 발생하지 않도록, 프레스 성형체가 구속되어 있는 점에서, 축소 정도를 나타내는 값 S 가 0일 경우의 각 충격 에너지 흡수량에 차가 발생하고 있다.
- [0148] 도 24는, 해석 모델(80, 90) 각각의, 압괴 스트로크 St 가 20mm일 때의 좌굴의 상태를 도시한다. 이러한 도 24에 도시하는 바와 같이, 어느 해석 모델(80, 90)에 있어서도, 발생하는 좌굴 피치가 커져 있음을 알 수 있다.
- [0149] 이상과 같이, 홈저부 폭의 축소 유무에 관계없이, 종벽부의 높이를, 외향 연속 플랜지를 갖는 단부로부터 이격됨에 따라서 축소시킨 경우에는, 능선부가 담당하는 하중이 낮아져서, 충격 에너지 흡수량이 저하되는 것을 알 수 있었다. 따라서, 종벽부를 축소시킨 경우에는, 프레스 성형체의 단부에 외향 연속 플랜지를 설치하는 효과

를 살릴 수 없음을 알 수 있었다.

[0150] (4) 외향 연속 플랜지의 성형성(참고)

[0151] 참고로서, 상술한 프레스 성형체의 제조 방법에 의해 제조되는 프레스 성형체(10)에 있어서의 능선부의 단부에 있어서의 판 두께 감소율을 평가하였다. 참고에 1에서는, 제1 패드(34-1) 및 제2 패드(34-2)를 사용하여, 상술한 프레스 성형체의 제조 방법에 의해 프레스 성형체(10)를 제조하였다. 또한, 참고에 2에서는, 제1 패드 및 제2 패드 대신에, 홈저부만을 누르는 패드를 사용하는 것 이외에는 참고에 1과 동일 조건에서, 프레스 성형체를 제조하였다. 또한, 참고에 3에서는, 제1 패드 및 제2 패드 대신에, 홈저부 및 능선부를 동시에 누르는 패드를 사용하는 것 이외에는 참고에 1과 동일 조건에서, 프레스 성형체를 제조하였다.

[0152] 사용한 성형 소재(33)는 JIS Z 2241에 준거한 인장 시험에 의해 측정되는 인장 강도가 980MPa급의 판 두께 1.4mm의 강판이다. 또한, 프레스 성형체에 있어서의, 대략 홈형의 횡단면의 높이는 100mm, 외향 플랜지를 갖는 단부에 있어서의 홈저부의 폭의 최댓값(폭 Wa)은 148mm, 홈저부의 폭 최솟값(폭 Wb)은 76mm, 홈저부의 폭 W의 축소 정도를 나타내는 값 S 0.0027, 외향 연속 플랜지의 폭은 14mm였다. 또한, 사용한 펀치의 건부의 곡률 반경은 12mm였다.

[0153] 도 25 및 도 26은, 참고에 1 내지 3의 프레스 성형체의 판 두께 감소율의 해석 결과를 도시하는 설명도이다. 도 25는, 판 두께 감소율의 해석 위치 A를 도시하는 도면이며, 축 방향(x 방향)을 따르는 중심선에 의해 분할된 한쪽의 프레스 성형체(10)가 도시되어 있다. 도 26은, 참고에 1 내지 3 각각의 프레스 성형체의 해석 결과이다. 해석에는, 범용 해석 소프트웨어인 LS-DYNA를 사용하였다.

[0154] 홈저부만을 누르는 패드를 사용한 참고에 2에 관한 프레스 성형체는, 외향 연속 플랜지 중, 능선부의 단부에 연속하여 형성되는 플랜지에 있어서의 위치 I에서의 판 두께 감소율이 24.8%였다. 이러한 판 두께 감소율에서는, 성형 문제(균열)의 발생이 염려된다. 또한, 홈저부 및 능선부를 동시에 누르는 패드를 사용한 참고에 2에 관한 프레스 성형체는, 외향 연속 플랜지 중, 능선부의 단부에 연속하여 형성되는 플랜지에 있어서의 위치 H1의 판 두께 감소율은 11.2%로 저하되어 있었다. 한편, 참고에 3에 관한 프레스 성형체는, 능선부의 단부와, 외향 연속 플랜지 사이의 상승 곡면부에 있어서의 위치 H2의 판 두께 감소율이 -15.5%로 되어 있어, 허용 범위를 초과하는 주름이나 두께 증가의 발생이 염려된다. 이와 같이, 프레스 성형체의 단부에 설치하는 플랜지를 외향 연속 플랜지로 할 경우, 능선부의 단부에 형성되는 플랜지의 단부 균열이나, 플랜지 근원의 주름이 발생하기 쉬워, 종래에 실제 제품에 대한 적용은 행해지지 않았다.

[0155] 이에 반해, 제1 패드 및 제2 패드를 사용한 참고에 1에 관한 프레스 성형체는, 외향 연속 플랜지(16) 중, 능선부의 단부에 연속하여 형성되는 플랜지에 있어서의 위치 J1의 판 두께 감소율은 15.4%이며 허용되는 값이었다. 또한, 능선부의 단부와, 외향 연속 플랜지(16) 사이의 상승 곡면부에 있어서의 위치 J2의 판 두께 감소율은 -13.9%이며, 발생하는 주름이나 두께 증가는 허용되는 범위였다. 즉, 상술한 프레스 성형체의 제조 방법에 의해, 본 실시 형태에 관한 구조 부재로서의 제1 부재(10)를 제조할 때, 외향 연속 플랜지(16)의 플랜지 단부에 있어서의 균열이나, 플랜지의 근원에 있어서의 주름이 억제되는 것을 알 수 있었다. 따라서, 본 실시 형태에 관한 구조 부재를, 고장력 강판을 사용하여 실현하는 것도 가능하게 된다.

[0156] 이상, 첨부 도면을 참조하면서 본 발명의 적합한 실시 형태에 대하여 상세하게 설명했지만, 본 발명은 이러한 예에 한정되지 않는다. 본 발명이 속하는 기술 분야에 있어서의 통상의 지식을 갖는 자라면, 특허 청구 범위에 기재된 기술적 사상의 범주 내에 있어서, 각종 변경예 또는 수정예에 상응할 수 있는 것은 명백하며, 이것들에 대해서도, 당연히 본 발명의 기술적 범위에 속하는 것이라고 이해된다.

[0157] 예를 들어, 상기의 실시 형태에서는, 강판을 프레스 성형함으로써 얻어진 프레스 성형체를 포함하는 구조 부재의 예를 설명했지만, 구조 부재의 구성 재료는 이러한 예에 한정되지 않는다. 예를 들어, 구조 부재는, 철, 알루미늄, 티타늄, 스테인리스 등의 강판 이외의 금속판을 프레스 성형함으로써 얻어진 프레스 성형체여도 된다.

[0158] 또한, 축 방향 압력 시의 하중 전달 특성을 높이고, 충격 에너지 흡수량을 증가시킬 수 있다는 효과를 얻기 위해서는, 프레스 성형 이외의 방법에 의해 성형된 금속체의 구조 부재여도 된다. 또한, 이러한 효과를 얻기 위해서는, 구조 부재가 수지 재료나 탄소 섬유 등의 강화 섬유를 함유하는 섬유 강화 수지로 이루어져 있어도 된다.

[0159] 또한, 상기의 실시 형태에서는, 구조 부재의 용도로서 자동차나 전철, 오토바이차 등의 차량의 차대나, 선박의 선체를 예시했지만, 본 발명은 이러한 예에 한정되지 않는다. 구조 부재는, 축 방향으로 충격 하중이 부하될

수 있는 구조체라면, 그 밖의 기계나 건물 등의 구조물에 사용되어도 된다.

부호의 설명

[0160]

10: 제1 부재(자동차 차체용 구조 부재, 프레스 성형체)

11: 홈저부

12a, 12b: 능선부

13a, 13b: 종벽부

14a, 14b: 곡면부

15a, 15a: 플랜지부

16: 외향 연속 플랜지

17: 상승 곡면부

18: 제2 부재

23: 외향 연속 플랜지

24: 외향 플랜지

29: 강제벽

50, 60, 70, 80, 90: 해석 모델

51, 61: 프레스 성형체

100: 집합 구조체

T: 단부 확대부

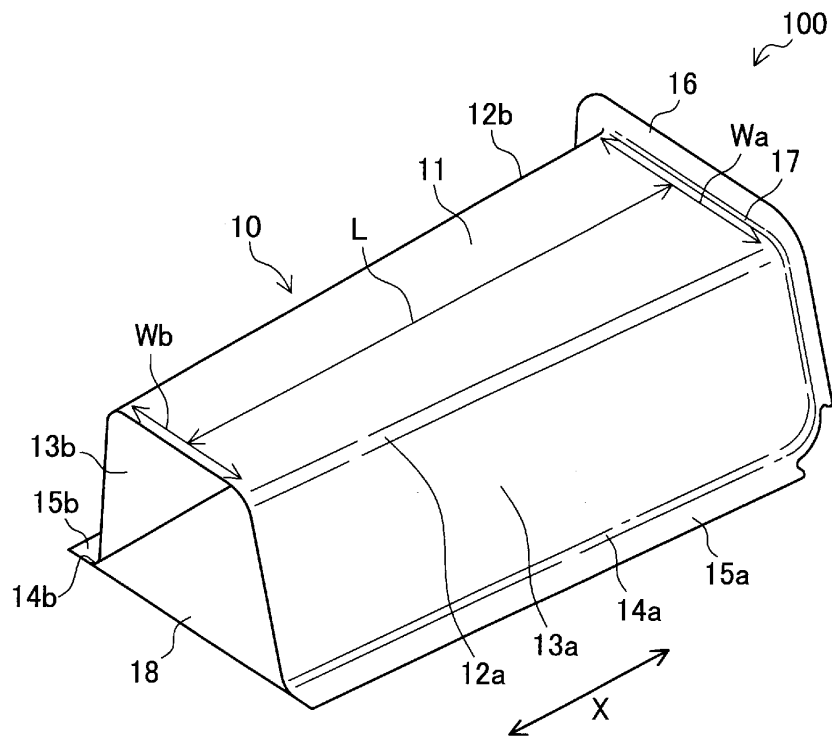
W: 홈저부의 폭

Wa: 외향 연속 플랜지의 근원 부분의 홈저부의 폭

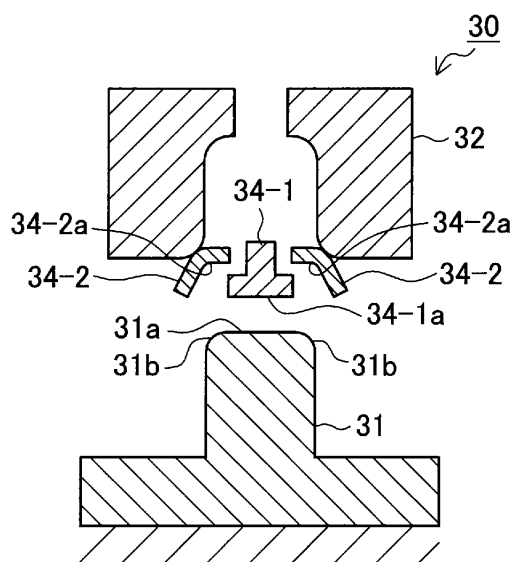
Wb: 근원 부분으로부터 임의 거리 위치의 홈저부의 폭

도면

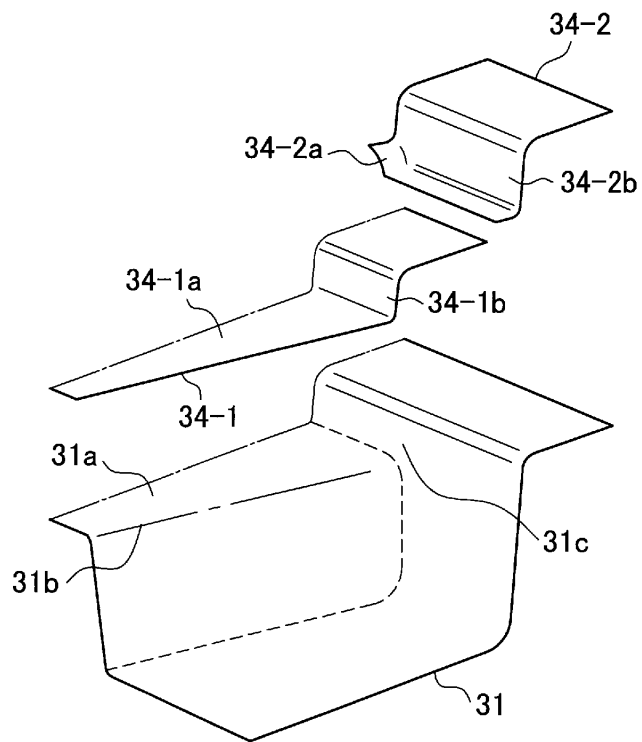
도면1



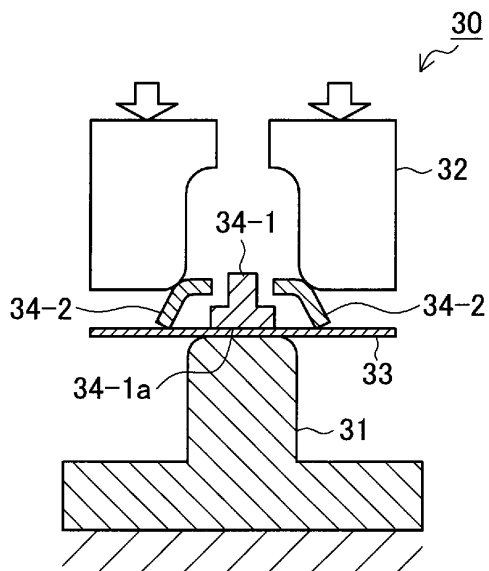
도면2



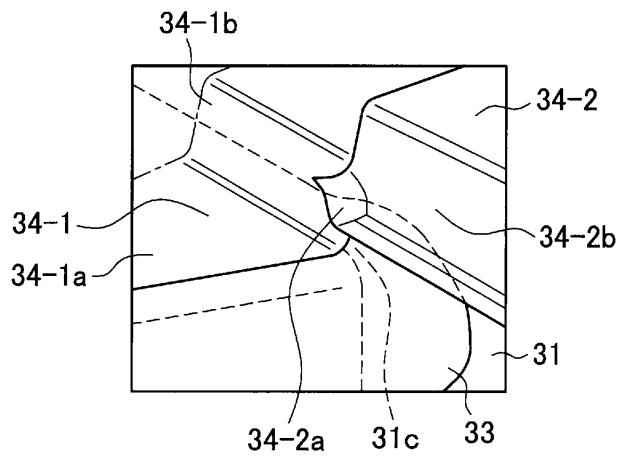
도면3



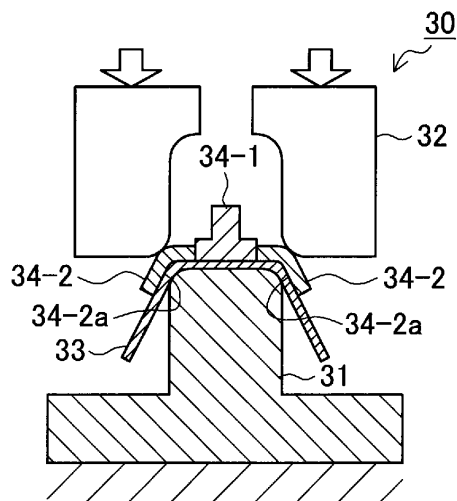
도면4



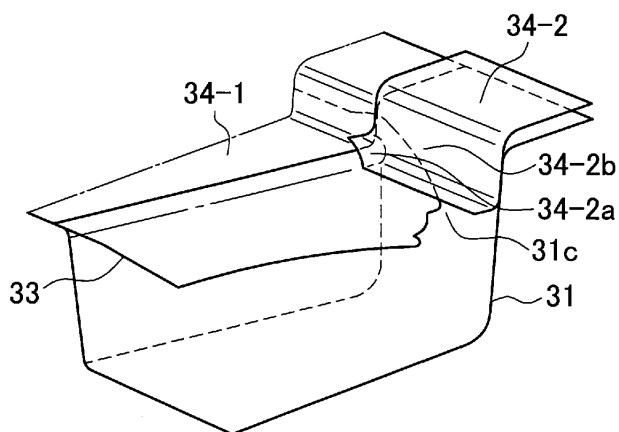
도면5



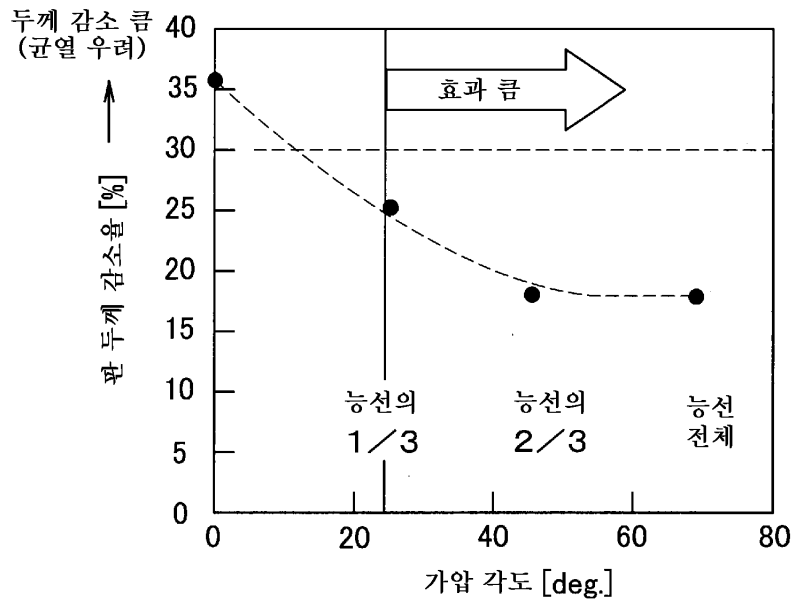
도면6



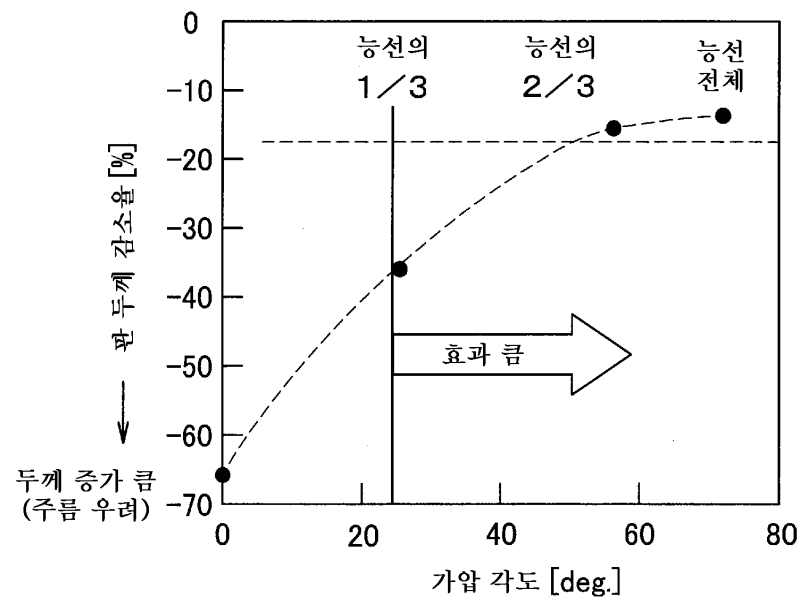
도면7



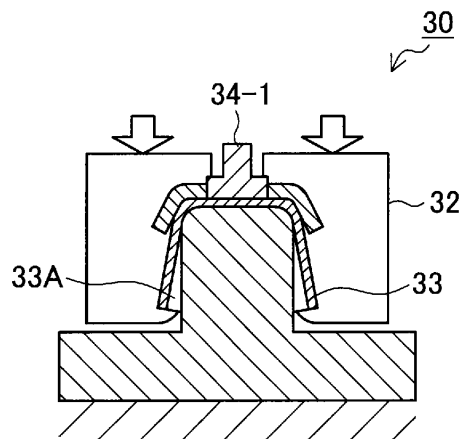
도면8



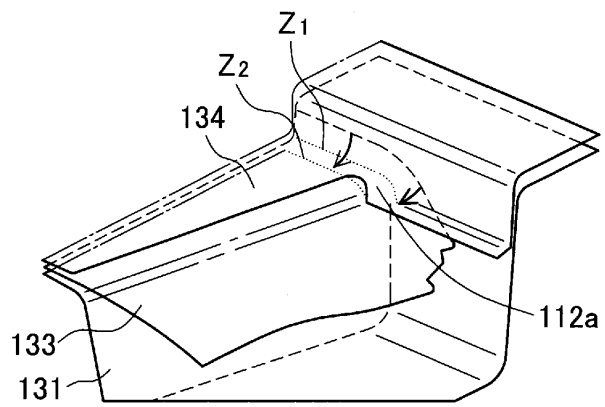
도면9



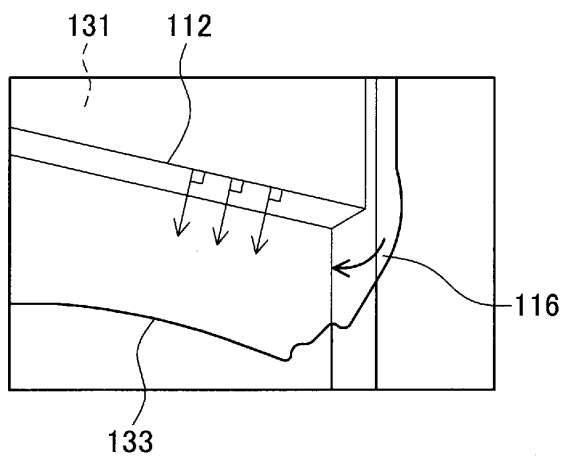
도면10



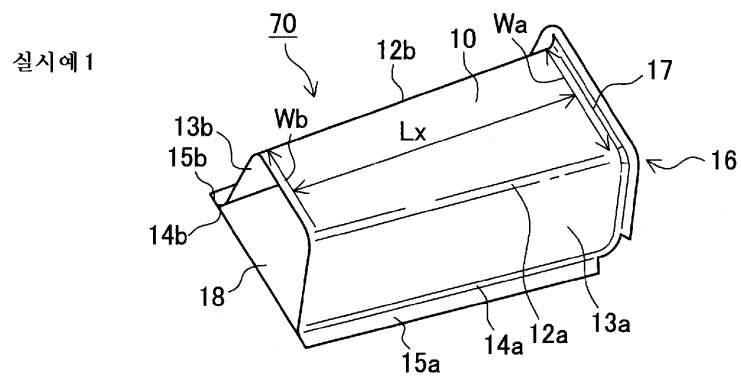
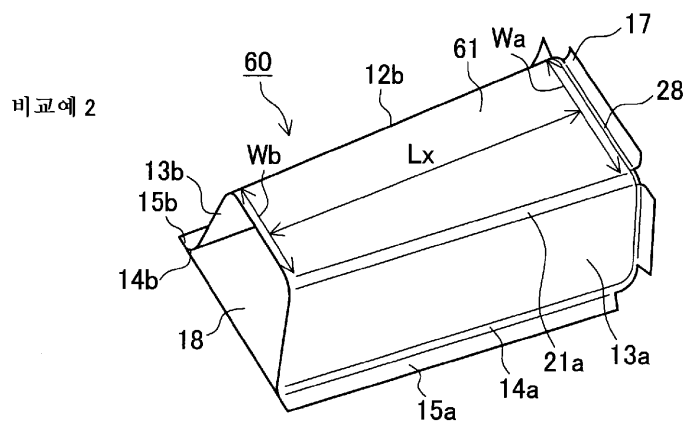
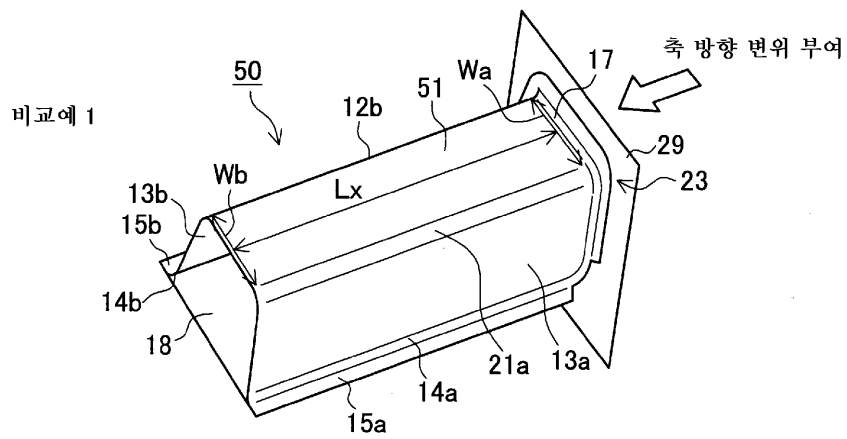
도면11



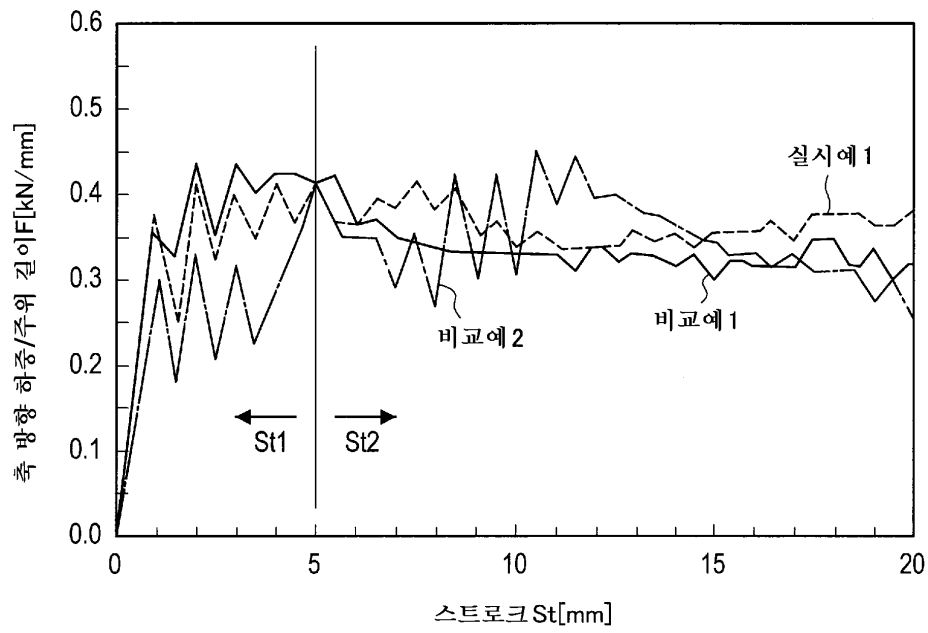
도면12



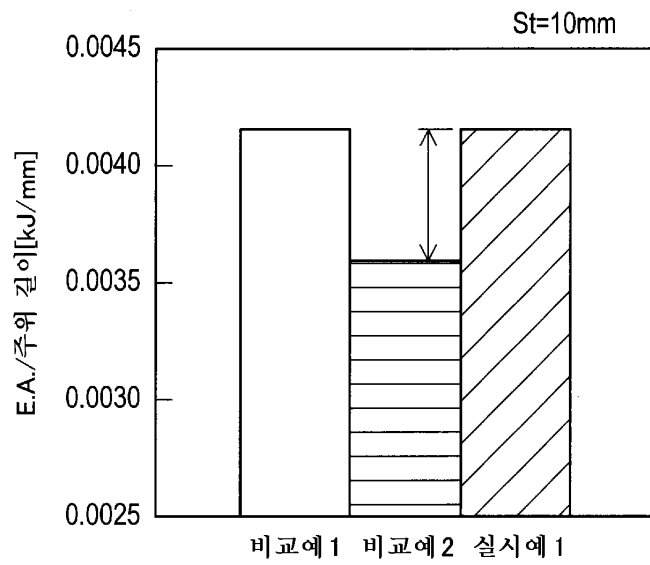
도면13



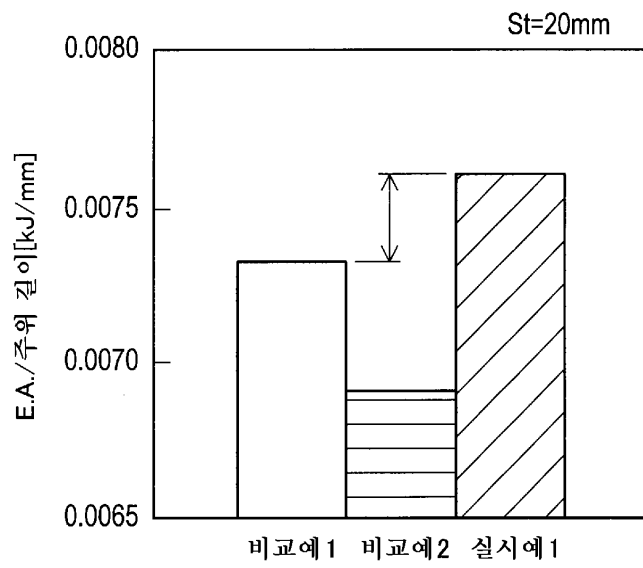
도면14



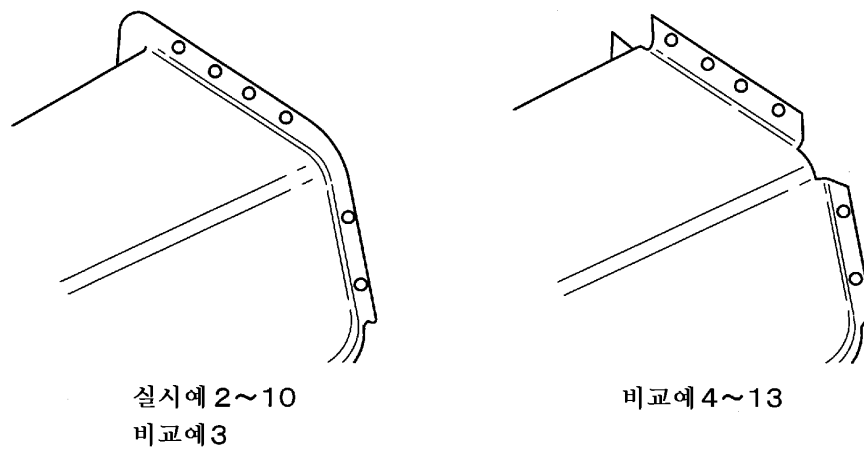
도면15



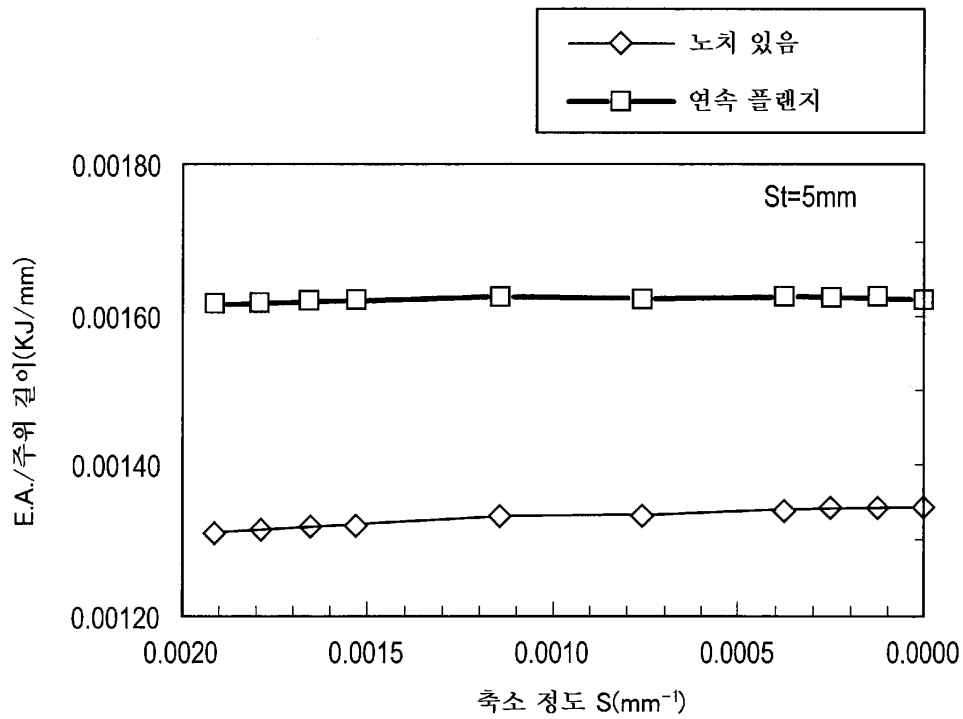
도면16



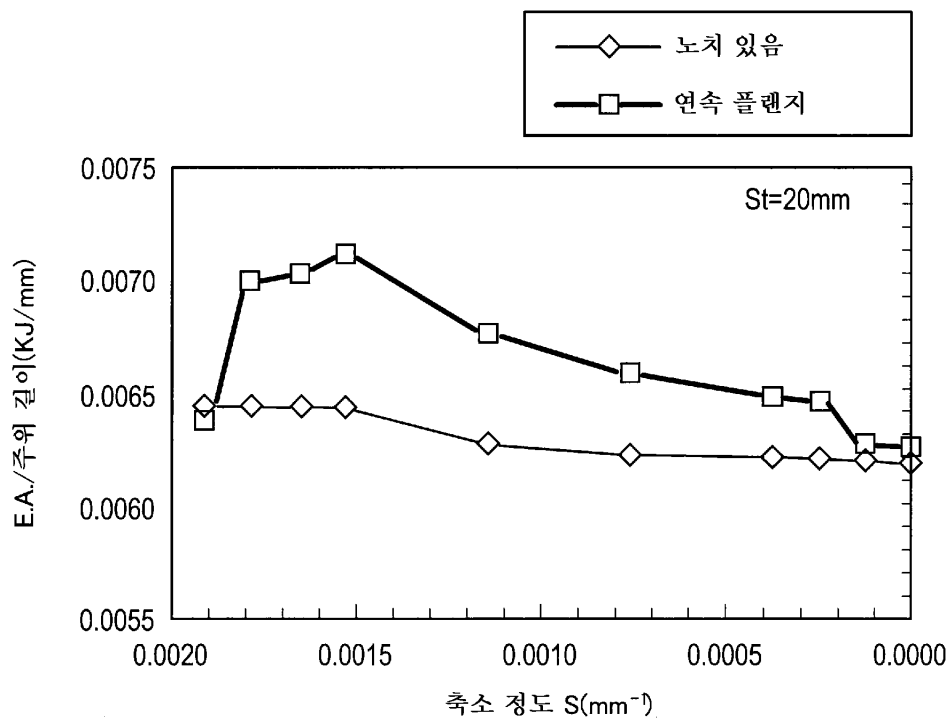
도면17



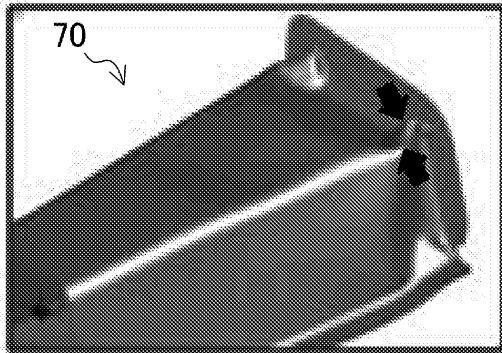
도면18



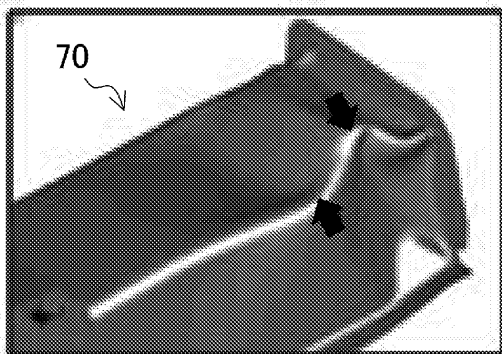
도면19



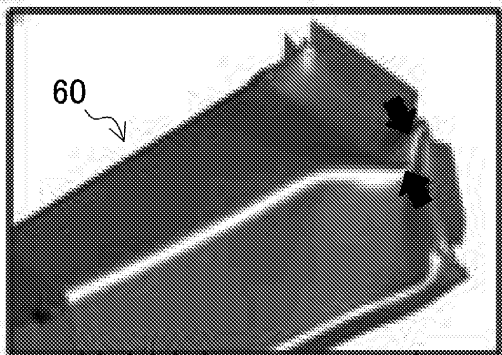
도면20



실시예 6($S=0.00115$)

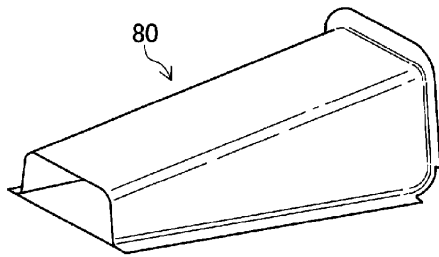


비교예 3($S=0$)

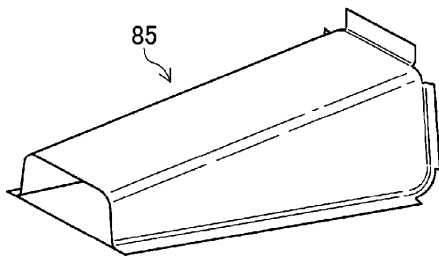


비교예 8($S=-0.00115$)

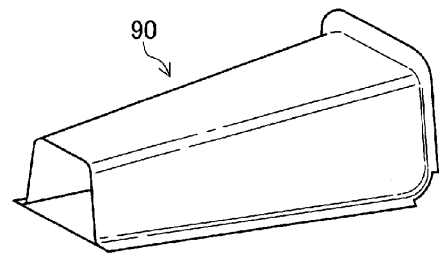
도면21



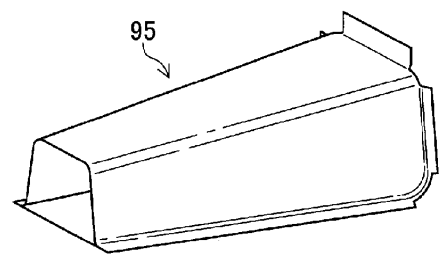
종벽부 축소 연속 플랜지



종벽부 축소 노치 있음

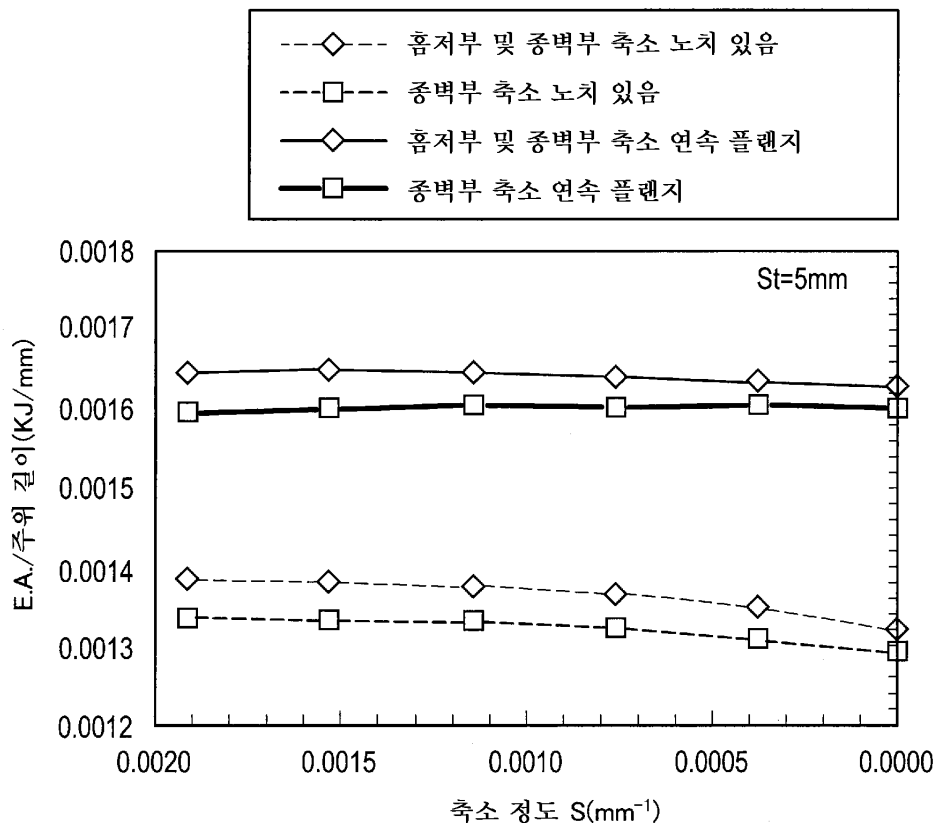


홈저부 및 종벽부 축소 연속 플랜지

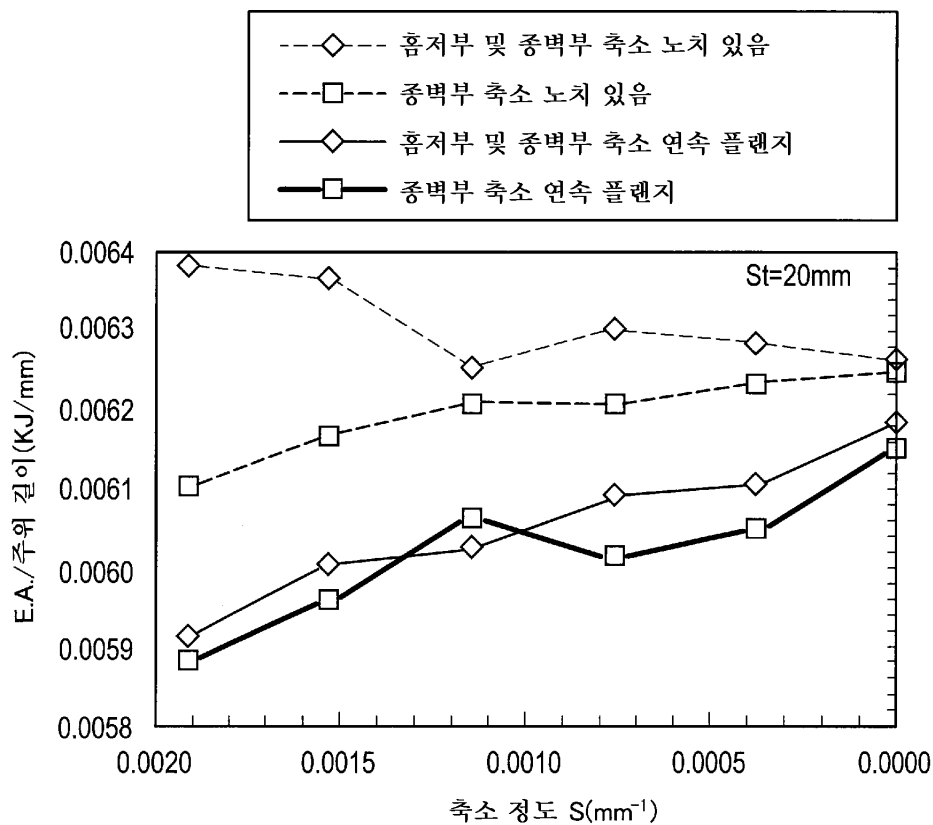


홈저부 및 종벽부 축소 노치 있음

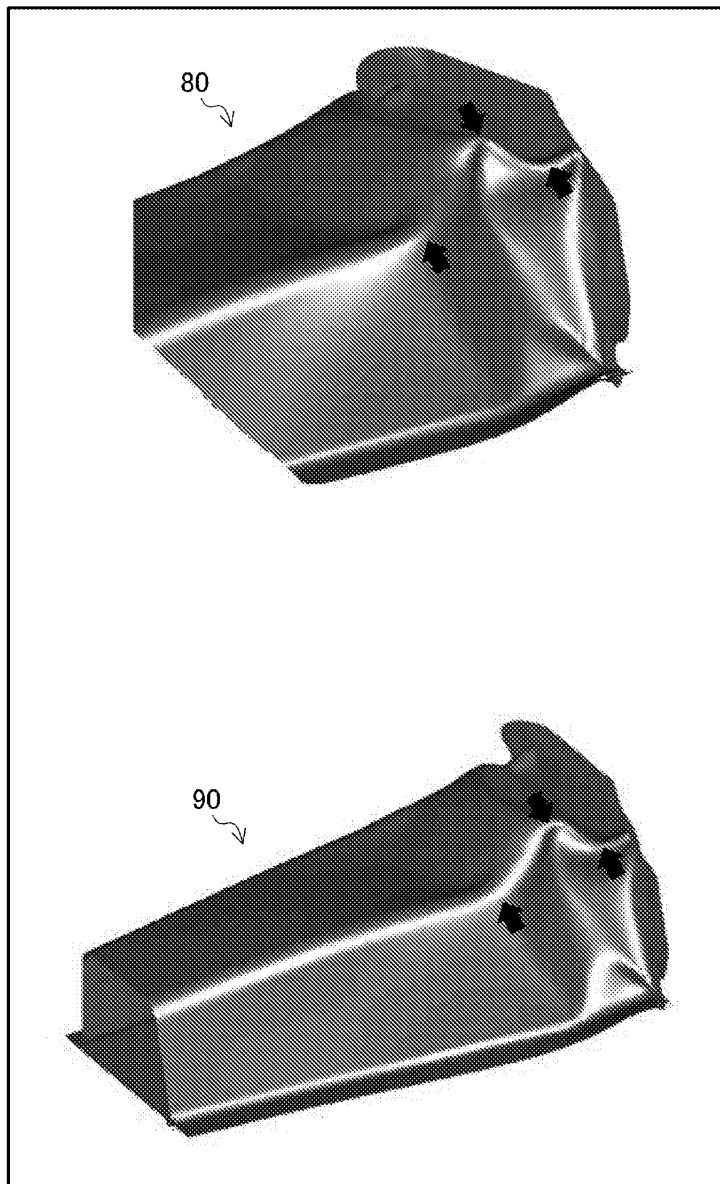
도면22



도면23

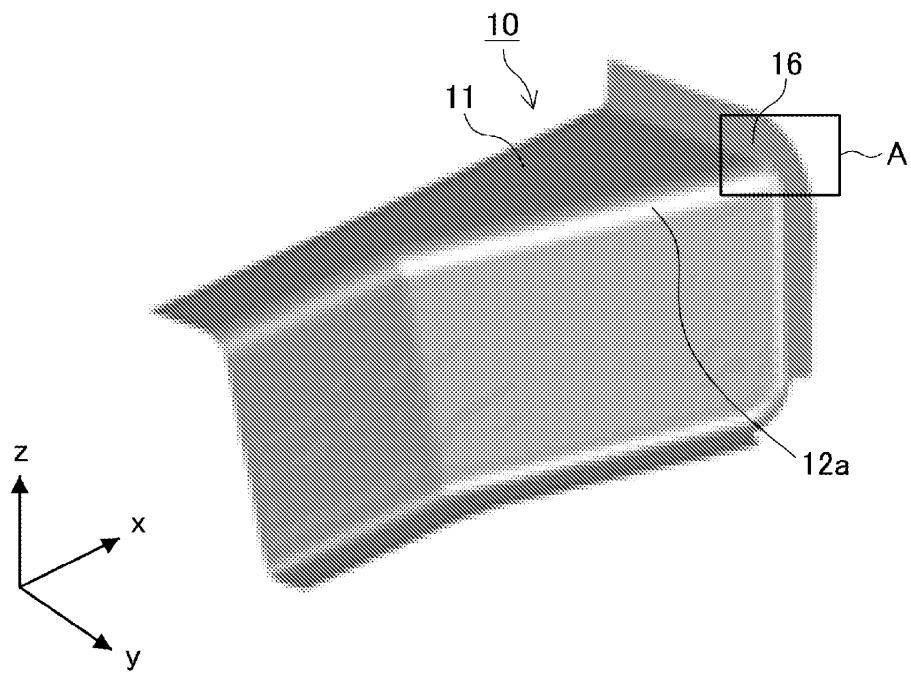


도면24

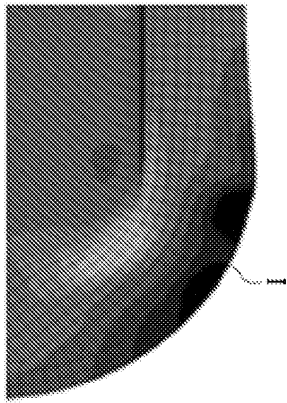


$St=20mm$

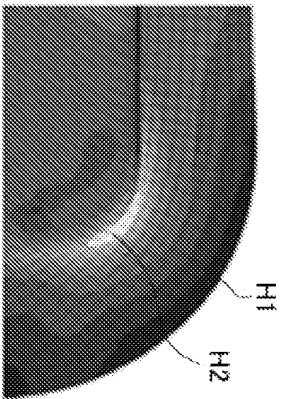
도면25



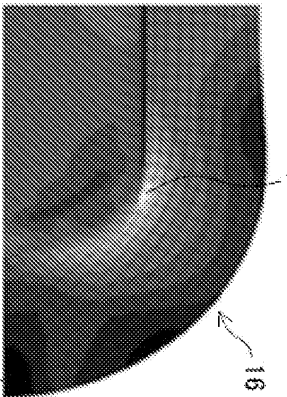
도면26



참고예 2

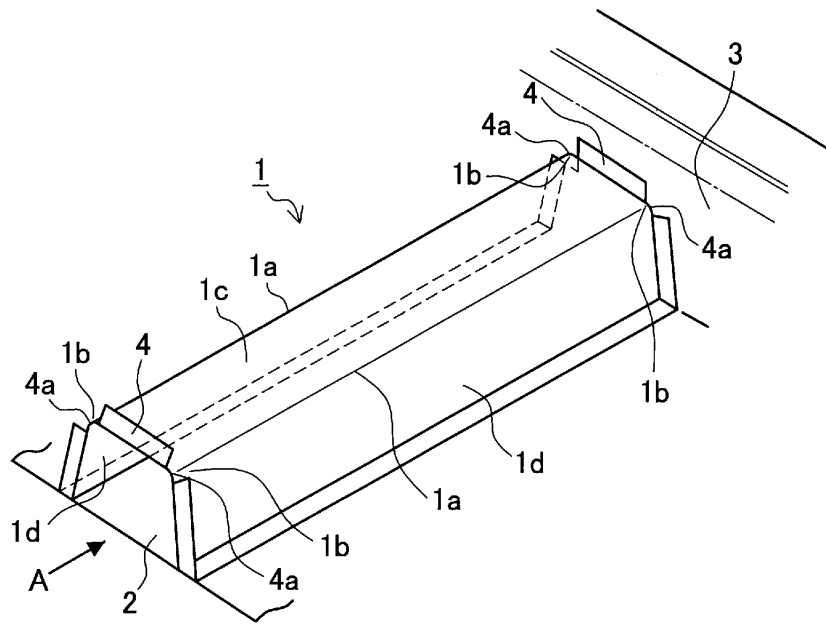


참고예 3



참고예 1

도면27



도면28

