

**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 특허공보(B1)**

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>  
B21B 17/00

(45) 공고일자 1991년 10월 31일  
(11) 공고번호 91-009151

(21) 출원번호	특 1987-0010527	(65) 공개번호	특 1988-0004865
(22) 출원일자	1987년 09월 23일	(43) 공개일자	1988년 06월 27일

(30) 우선권주장	61-243854 1986년 10월 14일 일본(JP)
(71) 출원인	닛신 세이꼬오 가부시끼가이샤 가이 쓰요시 일본국 도오쿄오드 지요다꾸 마루노우찌 3쵸오메 4반 1고오

(72) 발명자	나까꼬 다께후미 일본국 오오사까후 사까이시 이시쓰니시마찌 5반지 낫신 세이 꼬오 가부 시끼가이샤 한신겐큐우쇼내 이노우에 쇼오지 일본국 오오사까후 사까이시 이시쓰니시마찌 5반지 낫신 세이 꼬오 가부 시끼가이샤 한신겐큐우쇼내 다께조에 아끼노부 일본국 오오사까후 사까이시 이시쓰니시마찌 5반지 낫신 세이 꼬오 가부 시끼가이샤 한신겐큐우쇼내
(74) 대리인	장용식

**심사관 : 서병령 (책자공보 제2554호)**

**(54) 얇은 두께의 금속파이프를 제조하는 방법**

**요약**

내용 없음.

**대표도**

**도1**

**영세서**

[발명의 명칭]

얇은 두께의 금속파이프를 제조하는 방법

[도면의 간단한 설명]

제1도는 본 발명에 따라서 얇은 두께의 금속 파이프(thin-walled metal pipes)를 제조하는 방법의 원리를 도시하는 설명도,

제2도는 연속생산라인에서 본 발명에 따라 얇은 두께의 금속파이프를 제조하는 방법에 관한 사지도,

제3도는 제2도의 측면도.

\* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

1 : 예비변형장치

1a : 소직경 벤딩로울

1b : 폴리우레탄 라이닝 로울

2 : 금속판

3 : 사이드 로울(구경 로울)

4 : 반송로울

5 : 코일러

6 : 용접토오치

[발명의 상세한 설명]

존 발명은 금속판(SHEET)에 가해진 소성굽힘가공에 의한 예비변형을 유효하게 사용하여 판두께(t) 대관외경(D)의 비가 주로 2% 이하인 금속파이프를 금속판으로부터 제조하는 방법에 관한 것이다.

당분야에서 이제까지 수행된 금속파이프의 제조는 연속생산라인형인 것이 일반적이었다. 즉 여기에서 금속판은 병렬로 배치된 다수의 구경 성형로울(calibered forming roll) 또는 케이지 로울로 구

성된 성형기로써 파이프형태로 폭방향으로 연속굽힘가공되고, 각 성형된 금속판은 그것의 양쪽 가장자리가 맞대기 용접에 함께 접합된다.

그러나 이와 같은 방법으로서 얇은 두께의 금속파이프를 제조하려 할 때, 금속판은 원하는 제품의 곡률반경( $R=0/2$ )으로 그것을 굽힘가공하기에 충분한 소성변형을 받지 못한다. 그 이유는 금속판의 두께( $t$ )가 파이프 생산품의 외경( $D$ )보다 훨씬 작기 때문이다. 그러므로 금속판의 탄성변형은 그것의 굽힘가공 프로세스에서 증대되므로, 금속판이 한 로울을 나와서 다음 로울러 물려들어가는 동안, 큰 스프링 백(spring back)현상이 발생하게 된다. 이러한 까닭으로 인하여 이 금속판의 양 가장자리(edges)는 충분한 굽힘 가공이 되지 않거나 또는 과도하게 가장자리가 연산되어 가장자리에 좌굴현상(buckling)이 발생되기 쉽다는 문제점이 생긴다. 이와 같은 문제점을 배제하기 위하여, 사용하는 로울의 수를 증가시킴으로써 가능한한 스프링백을 억제하는 것이 제안되었다. 그러나 사이즈 변경에 대해 허용되는 범위가 좁기 때문에, 이 제안은 로울들을 교체하거나 조정하는데 연장된 시간이 필요하고, 금속판을 파이프 형태로 성형하는 동안 금속판과 로울이 강하게 접촉하는 시간이 길어지므로 표현손상이 발생할 수 있다는 문제점을 가지고 있다.

본 발명의 주목적은 종래기술에서의 상술한 문제점을 해결하려는 것이다.

본 발명의 주요한 양태는 금속판에 길이방향에 대해 수직을 소성굽힘가공을 하여서 금속판에 예비변형을 가하고, 그것의 길이방향의 곡률이 제로로 감소될 때 이와 같은 소성굽힘가공을 받은 금속판의 잔류응력으로부터 유래한 폭방향의 곡률(이하 폭방향의 곡률로서 나타냄)을 이용해서 금속판을 파이프 형태로 성형하는 것으로 이루어진다.

보다 상세히는, 본 발명은 얇은 두께의 금속파이프를 제조하는 방법을 제공하는데, 이 방법은, 파이프의 내면을 형성하는 면을 안쪽으로 향하게 하면서 금속판의 소직경 벤딩로울에 의해 소성굽힘가공을 받고, 금속판의 길이방향의 곡률을 제로로 감소시키고, 이로써 상기 금속판은 그것의 폭방향의 곡률을 이용하여 최종 제품의 곡률을 따라 파이프 형태로 폭방향으로 소성 가공되고, 상기 금속판은 접합부에서 함께 접합되는 것을 특징으로 한다.

제1도에, 본 발명에 따른 변형의 원리가 도시되어 있다.

소직경 벤딩로울을 길이방향 또는 X방향에 있어서 금속판에 대해서 수직으로 배설하여, 소성굽힘가공을 우선 그것에 대하여 곡률반경( $R_1$ )을 얻는다. 이 소성굽힘가공이 수행된 후에는, 금속판의 길이방향(X)과 폭방향(Y)의 곡률은 제로로 감소된다; 환언하면, 금속판은 그것의 평탄한 형태로 유지된다. 그 때문에 소직경 벤딩로울에 의해 굽힘가공된 금속판의 내부는 길이방향으로 신장되고 그 외부는 길이방향으로 수축되므로, 응력( $\sigma_x$  와  $\sigma_y$ )이 각각 X와 Y방향에서 생기고 굽힘모멘트( $MX$ 와  $My$ )가 길이방향(X방향)과 폭방향(Y)방향에서 각각 생긴다. 파이프 내부를 형성하는 면을 안쪽으로 향하게 하면서 길이방향에 있어서 금속판에 대해서 수직으로 배설된 소직경 벤딩로울에 의해서 소성굽힘가공을 받은 금속판이 그것의 길이방향 곡률만이 제로로 감소되는 방식으로 길이방향의 굽힘 모멘트만으로 구속된다면, 이 금속판은 상기 굽힘모멘트에 의해서 폭방향에서의 곡률( $1/R_2$ )을 갖고 있는 파이프 형태로 성형된다. 소직경 로울에 의해 소성굽힘가공을 받은 금속판이 소위 “말안장형” 보우링(bowing)을 일으키기에 충분히 작은, 길이 또는 폭 또는 길이와 폭으로 이루어졌다고 가정하면, 이 곡률( $1/R_2$ )은 다음 식으로 표현된다:

$$1/R_2 = (1/R_y) + v(1/R_x)$$

상기 식에서  $(1/R_x)$ 과  $(1/R_y)$ 는 길이방향과 폭방향 모두에서 구속된 상태가 아닐 때 각각 금속판 길이방향과 폭방향의 길이이고,  $v$ 는 프와송비이다. 제1도에 있는 식중에서  $v$ 는 굽힘강도이다.

그리고 파이프 형태로 성형된 성형판은 최종 제품의 곡률에 따라 굽힘가공되고, 접합점에서 접함되어 얇은 두께의 금속파이프로 제조된다. 상기 굽힘 모멘트에 의해 폭방향으로 굽힘가공된 금속판의 폭방향의 곡률( $1/R_2$ )이 최종 제품의 것보다 작은 값으로 소성굽힘 가공되었을 때만, 상기한 곡률반경( $R_1$ )은 가능한한 많이 감소된다.

그 다음, 이 금속판은 이것이 접합점에서 함께 접함되는 장소에서 스퀴즈로울에 의해 최종 제품의 곡률에 따라 굽힘가공된다. 이와 다르게, 폭방향의 곡률( $1/R_2$ )이 최종 제품의 곡률을 초과하도록 소직경 벤딩로울의 곡률반경( $R_1$ )이 선정되어 있을 때, 최종 제품과 같은 곡률을 갖고 있는 맨드렐이 파이프의 부분에 대하여 배치되어 금속판의 길이방향 곡률이 제로로 감소되는 단계에서 그것의 내부를 확정하고, 이로써 금속판은 소직경 벤딩로울에 의한 그것이 폭방향의 곡률을 이용하여 파이프 형태로 폭방향으로 굽힘가공된다.

또한 소직경 로울에 의해 소성굽힘가공을 받은 금속판의 폭이 최종 제품의 곡률반경보다  $4\pi$  배 이상으로 넓을 때, 이것은 이중 또는 다중 파이프로 성형될 수 있다.

본 발명의 한 양태에 있어서, 얇은 두께의 금속파이프를 제조하는 본 발명의 방법은 연속제조라인에서 수행될 수 있는데, 여기에서 파이프의 내면을 형성하는 면을 안쪽으로 향하게 하면서 금속판은 이것에 대해 직각으로 배치된 소직경 벤딩로울에 의해 소성굽힘가공을 받고 나서, 즉시 금속판의 길이방향 곡률을 제로로 감소시키는 단계를 통과하게 되고, 이로써 금속판은 그것의 폭방향의 잔류곡률을 이용하여 최종 제품의 곡률에 따라 파이프 형태로 폭방향으로 굽힘가공을 받고, 금속판은 접합점에서 함께 접함되어 얇은 두께의 금속파이프가 제조된다. 또 다른 양태에 있어서, 본 발명의 방법은 별도로 생산 라인에서 수행될 수 있다. 보다 상세히는, 소성굽힘가공된 금속판은 그것의 길이방향에 대해서 수직으로 절단되어 상기 소직경 벤딩로울에 의한 소성굽힘가공에서 유래한 잔류굽힘모멘트에 의해 코일상으로 감긴다. 다음 단계에서 필요할 때, 코일상으로 감긴 금속판은 풀어서 그것의 길이방향곡률이 제로로 감쇠되고, 이로써 금속판은 그것의 폭방향 곡률을 이용하여 최종 제품의

곡률에 따라서 파이프 형태로 폭방향에서 굽힘가공을 받는다. 다음으로, 성형된 금속판은 접합점에서 함께 접합되어 얇은 두께의 금속파이프로 제조된다.

접합점에서 파이프 형태로 성형된 금속파이프의 접합은 종래의 금속파이프제조방법에 따라 용접이나, 또는 브레이징(brazing), 본딩(bonding), 시임벤딩(seam bending) 등과 같은 다른 수단에 의해 달성된다.

본 발명에 따른 얇은 두께의 금속파이프를 제조하는 방법을 각각 제2도와 제3도에 도시된 사시도와 측면도에 관련하여 설명한다.

우선 부재번호1로 표시된 예비변형장치를 설치한다. 이 장치는 소직경 벤딩로울(1a)과 그것에 대해 가압될 폴리우레탄 라이닝로울(1b)로 구성된다. 이 로울(1b)은 연속성형라인의 시발점에 위치된 언코일러(5) 바로 다음에 배설되어 있다. 스테인레스 강판, 고장력 강판 또는 티타늄판인 것이 바람직한 금속판(2)은 최종 파이프의 내부를 형성하는 면을 안쪽으로 향하게 하면서 길이방향에서 금속판(2)에 대해서 수직적으로 위치된 소직경 벤딩로울(1a)에 의해서 소성굽힘가공을 받는다. 이 예비변형장치(1)를 통과한 직후에는, 금속판(2)은 평면형태라고 생각해도 좋다.

소직경 벤딩로울(1a)로부터 발생한 폭방향 곡률( $1/R_2$ )이 소정 제품의 곡률과 동일한 경우, 금속판(2)은 사이드로울(3) 또는 반송로울(4)과 같은 구경로울 또는 케이지 로울로된 하나 이상의 세트의 위치에서 최종 제품의 형태 즉 파이프 형태로 되고, 이들 로울은 최종 제품의 직경의 약 30배 정도의 거리만큼 예비변형장치로부터 이격되어 있고, 이 거리는 탄성한계범위를 나타내며, 이 탄성한계범위내에서 금속판(2)의 양 옆 가장자리는 생산라인의 종점쪽으로 길이방향으로 연신된다. 금속판(2)이 예비변형장치(1)로부터 사이드 로울(3)까지 이동되는 동안, 이 금속판은 그것의 폭방향의 곡률에 관해서 연속적인 변형을 받는다.

상기한 폭방향의 잔류곡률이 충분할 때, 즉, 소직경 벤딩로울(1a)로부터 유래한 폭방향 잔류곡률( $1/R_2$ )이 최종 제품의 곡률보다 클 때, 금속판이 감기게 될 맨드렐은 파이프 형태로 되는 위치에 설치될 수 있다.

다른 한편으로 예비변형에 의한 폭방향 곡률이 불충분할 때, 구경로울 또는 케이지 로울이, 불충분한 성형량 때문에, 예비성형장치(1)와 사이드 로울(3) 사이에서 연속제조라인의 하류에서 설치된다면, 파이프 성형은 가능하다. 어떤 경우에는 얇은 두께의 금속파이프의 성형은 단지 예비변형장치(1)가 다수의 성형로울을 포함하는 종래장치에 부가된 장치에 의해서도 가능하다.

그리고, 금속판이 최종 제품의 형상과 동일한 튜브형상으로 성형되면, 그것은 용접 토오치(6)에 의한 용접 또는 브레이징, 본딩, 시임벤딩과 같은 다른 수단에 의하여 접합부에서 함께 접합된다. 이 접합부로부터 금속판의 돌출되는 부분이 있다면, 이것은 절단되거나 기타의 방법을 제거된다.

앞서의 실시예는 소직경 벤딩로울에 의한 소성굽힘가공으로부터 접합까지의 공정이 연속생산라인 방식으로 수행되는 것으로서 기술되었다. 그러나 본 발명의 방법에 따르면, 소직경 벤딩로울에 의한 금속판의 소성굽힘 가공 프로세스와, 금속판의 길이방향의 곡률이 제로로 감소되고, 이로써 금속판의 폭방향 곡률을 이용해서 금속판은 최종 파이프의 곡률에 따라 폭방향으로 굽힘가공되어 파이프 형태로 되고 이어서 금속판은 접합부에서 접합되는 프로세스를 별도의 생산라인에서 수행할 수 있다. 후자 경우에는, 소직경 벤딩로울에 의해 소성굽힘가공을 받은 금속판은 그것의 길이방향에 따라 직각으로 절단된다면, 그것은 그것의 길이방향으로 잔류모멘트에 의해 자동적으로 코일상으로 감긴다. 그러므로 금속판을 얇은 두께의 금속파이프로 제조하려 할 때는, 코일상으로 감긴 금속판은 우선 풀려야 되고, 그것의 곡률은 제로로 감소되고, 이로써 이것의 폭방향의 곡률을 이용하여 최종 제품의 곡률에 따라 파이프형상으로 폭방향으로 굽힘가공된다. 결과, 금속판은 접합부에서 함께 접합된다.

본 발명을 연속생산라인에서 수행하려 할 때는, 금속판의 폭방향 곡률이 최종 제품의 곡률과 같다면, 금속판의 양 가장자리의 연신에 따른 왜곡은 전술한 것처럼 변형영역의 길이를 최종 제품의 직경보다 약 30배로 함으로써 탄성한계범위에서 유지될 수 있다. 그러므로 가장자리에 좌굴된 곳이 발생되는 것이 방지되고, 성형하는데 요구되는 로울의 수가 상당히 감소된다. 금속판의 폭방향 곡률이 불충분할 때라도, 성형하기 위해 요구된 로울의 수는 종래 성형로울을 사용한 경우보다 많이 감소된다. 더욱이, 로울의 수가 통상의 성형로울을 생략하지 않고 통상의 성형로울의 경우와 동일한 수만큼 많이 감소된다. 더욱이, 로울의 수가 통상의 성형로울을 생략하지 않고 통상의 성형로울의 경우와 동일한 수만큼 사용될 때라도, 금속판의 폭방향의 잔류곡률을 이용하기 때문에 예비변형이 전혀 가해지지 않은 무변형 처녀재가 통판되는 경우와 비교하면, 스프링백의 양은 감소되고 성형영역의 길이는 증대된다. 그러므로 가장자리가 연신되는 것(edge stretching)이 억제될 수 있으므로 가장자리의 성형성이 증대된다.

또한 성형중 또는 금속판을 파이프 형태로 성형한 경우에 제조하려는 얇은 두께의 금속파이프가 그 것의 가장자리에서 좌굴될 가능성이 매우 높을 경우에는 소직경 로울에 의해 소성굽힘이 발생하는 위치가 얇은 두께의 금속파이프의 연장된 중심선쪽으로 이동되는 것이 바람직하다. 이렇게 함으로써, 소직경 벤딩로울로부터 발생하는 소성굽힘의 위치에서 최종제품의 곡률에 따른 굽힘가공의 위치까지 연장되는 금속판의 중심선의 길이와 금속판의 양 옆 가장자리의 길이간의 차는 감소되고, 이로써 금속판의 양 옆 가장자리가 좌굴되는 것이 방지된다. 그러므로 소직경 벤딩로울로부터의 소성굽힘의 위치가 마무리된 얇은 두께의 금속파이프의 이동방향으로부터 연장되는 선으로부터 얇은 두께의 금속파이프의 중심방향쪽으로 이동된 장치를 사용하면, 만족스러운 얇은 두께의 금속파이프를 제조할 수 있을 뿐만 아니라 연속생산라인의 길이가 줄어들어 조립체의 크기가 작아진다.

또한 얇은 두께의 금속파이프가 이와 같은 생산라인에서 제조될 때, 최종 파이프의 내부를 형성하는 면을 안쪽으로 향하게 하면서 금속판의 길이방향에 대해 수직적으로 배열된 소직경 벤딩로울에 의해서 소성굽힘가공을 받은 금속판에는 탄성한계미만의 장력을 길이방향으로 가하는 것이 바람직하다.

그 이유는 다음과 같다.

소직경 벤딩로울에 의해 소성굽힘가공을 받은 금속판이 이것이 파이프 형태로 성형되는 위치로 이동되는 동안, 그것의 양 가장자리가 이원되는 것이 방지되므로, 금속판의 길이에 있어서 차이가 없거나 있다해도 아주 작아서, 만족스러운 얇은 두께의 금속 파이프가 제조될 수 있다. 그러나 탄성한계를 초과하는 장력은 바람직하지 않다. 왜냐하면 소직경 벤딩로울에 의한 소성굽힘가공에 의해서 금속판에 부가된 폭방향 잔류력이 소멸되므로 금속판을 파이프 형태로 만드는 것이 곤란하게 되기 때문이다.

#### [실시예 1]

소성굽힘가공을 하기 위해서, 두께가 0.1mm이고 폭이 89.5mm이고 0.2% 내력이  $160\text{kgf/mm}^2$  인 SUS304 금속판을 최종 파이프의 내부를 형성하는 면을 안쪽으로 향하게 하면서 직경이 3mm이고 금속판의 길이방향에 대해 수직으로 위치된 소직경 벤딩로울과 폭이 100mm이고 직경이 100mm인 폴리우레탄 라이닝로울 사이에서 300kgf의 가압력으로 가압했다. 그 다음 금속판의 길이방향 곡률을 소직경 벤딩로울의 위치로부터 950mm 이격된 위치에서 제로로 감소시키고, 이로써 이 금속판을 폭방향의 곡률을 이용하여 폭방향으로 굽힘가공하고 스퀴즈로울 사이에서 직경이 28.6mm인 파이프 형상으로 성형하였다. 마지막으로 성형된 금속판을 마이크로 플라즈마 용접함으로써 그것의 양가장자리를 함께 접합하여 얇은 두께의 금속파이프를 제조하였다. 이 파이프는 가장자리에 좌굴된 곳이 없었으며 만족스러운 진원도를 가지고 있었다.

#### [실시예 2]

소성굽힘가공을 하기 위해서, 두께가 0.15mm이고 폭이 89.4mm이고 0.2% 내력이  $125\text{kgf/mm}^2$  인 SUS304 금속판을 최종 파이프의 내부를 형성하는 면을 안쪽으로 향하게 하면서 직경이 3mm이고 금속판의 길이방향에 대해 수직으로 위치된 소직경 벤딩로울과 폭이 100mm이고 직경이 100mm인 폴리우레탄 라이닝로울 사이에서 400kgf의 가압력으로 가압했다. 5m의 길이에 도달한 시점에서, 금속판을 그것의 길이방향에 대하여 수직으로 절단해서 코일상으로 감긴 금속판을 얻었다. 그 다음, 이 금속판을 풀어서 그것의 길이방향의 곡률을 제로로 감소시키고, 이로써 폭방향의 곡률을 이용해서 그것을 폭방향으로 굽힘가공하였다. 그러나 금속판은 직경이 46mm인 원형형상을 취하고 있으므로, 그것의 양단과 그것의 중앙부를 교정로울 사이에서 가압하여 직경이 28.6mm인 파이프모양으로 만들었다. 마지막으로, 성형된 금속판을 마이크로 플라즈마 용접을 함으로써 그것의 양가장자리를 함께 접합하여 얇은 두께의 금속파이프를 제조하였다. 이 파이프는 가장자리에 좌굴된 곳이 없었으며 만족스러운 진원도를 가지고 있었다.

#### [실시예 3]

소성굽힘가공을 하기 위해서, 두께가 0.2mm이고 폭이 89.2mm이고 0.2% 내력이  $55\text{kgf/mm}^2$  인 티타늄판으로 되어 있는 금속판을 최종 파이프의 내부를 확정하는 면을 안쪽으로 향하게 하면서 직경이 3mm이고 이 금속판의 길이방향에 대해 수직으로 위치된 소직경 벤딩로울과 폭이 100mm이고 직경이 100mm인 폴리우레탄 라이닝로울 사이에서 400kgf의 가압력으로 가압했다. 다음에 금속판의 길이방향 곡률을 이용하여 폭방향으로 굽힘가공하고, 스퀴즈로울 사이에서 가압하여 직경이 28.6mm인 파이프 형태로 만들었다. 이 경우에 있어서, 소직경 벤딩로울에 의한 소성굽힘의 위치가 스퀴즈로울로부터 금속파이프의 저부의 이동방향으로 연장되는 선으로부터 금속파이프의 중심방향으로 대략 30mm가 되도록 금속판은 그것의 양 가장자리를 스퀴즈로울의 위치에서 마이크로 플라즈마 용접을 함으로써 함께 접합된다. 이와 같이 하여 얇은 두께의 금속파이프를 제조하였는데, 그 파이프는 양 가장자리에 전혀 좌굴된 곳이 없었으며 지극히 양호한 진원도를 갖고 있었다.

전술한 것처럼 예비변형을 하여 얇은 두께의 금속파이프를 제조하는 본 발명의 방법으로는 이제까지 사용하기에 곤란하다고 간주되어 왔던 고장력 금속판을 사용할 수 있을 뿐만 아니라 어닐링이 안된 재료로도 얇은 두께의 금속파이프를 쉽게 제조할 수 있다. 본 발명의 방법에 따르면, 사용된 로울의 수가 감소하였으므로 이에 따라 생산비가 절감된다. 더욱이 균일한 폭방향의 굽힘가공으로 만족스러운 곡률의 분포를 얻을 수 있고, 로울의 수가 감소하였으므로 표면결함이 생길 기회가 줄어든다. 따라서 얇은 두께의 금속파이프를 제조하기 위한 본 발명의 방법은 산업상 이용가치가 있다.

### (57) 청구의 범위

#### 청구항 1

얇은 두께의 금속파이프를 제조하는 방법에 있어서, 최종 파이프의 내부를 형성하는 면을 안쪽으로 향하게 하면서 금속판의 길이방향에 대해 수직으로 배치된 소직경 벤딩로울을 사용하여 금속판을 소성굽힘가공하는 공정, 상기 금속판 길이방향의 곡률을 제로로 감소시킴으로써 상기 소성굽힘가공을 받은 금속판의 잔류응력으로부터 유래한 폭방향의 곡률을 이용하여 최종 제품의 곡률에 따라 상기 금속판을 파이프 형태로 폭방향으로 굽힘가공하는 공정, 상기 금속판을 접합부에서 함께 접합하는 공정으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 얇은 두께의 금속파이프를 제조하는 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 소직경 벤딩로울에 의한 상기 소성굽힘가공공정으로부터 상기 접합공정까지의 프로세스는 연속생산라인에서 수행되는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 3

제1항 또는 2항에 있어서, 최종 제품의 곡률이 소직경 벤딩로울에 의한 상기 소성굽힘가공의 위치로부터 최종 제품의 직경보다 약 30배만큼 이격된 위치에서의 상기 금속판의 폭방향의 곡률에 의해 정

의되는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 4

제2항에 있어서, 소직경 벤딩로울에 의한 상기 소성굽힘가공의 위치가, 파이프 형태로 성형되고 함께 접합되어 이동되는 얇은 두께의 금속파이프의 저부의 이동방향으로부터 연장되는 선으로부터 얇은 두께의 금속파이프의 중심방향쪽으로 위치되어 있는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 5

제1항에 있어서, 소직경 벤딩로울에 의한 상기 소성굽힘가공 공정과, 금속판의 길이방향 곡률을 제로로 감소시킴으로써 상기 소성굽힘가공을 받은 금속판의 상기 잔류응력으로부터 유래한 폭방향의 곡률을 이용하여 최종 제품의 곡률에 따라 상기 금속판을 파이프 형태로 폭방향으로 굽힘가공하고 이어서 상기 금속판을 접합부에서 접합하는 공정이 각각 별도의 생산라인에서 수행되는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 6

제2항 또는 제5항에 있어서, 파이프 형태로 성형된 금속판을 접합부에서 접합하는 상기 접합공정은 용접에 의해 수행되는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 7

제2항 또는 제5항에 있어서, 파이프 형태로 성형된 금속판을 접합부에서 접합하는 상기 접합공정은 시임벤딩에 의해 수행되는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 8

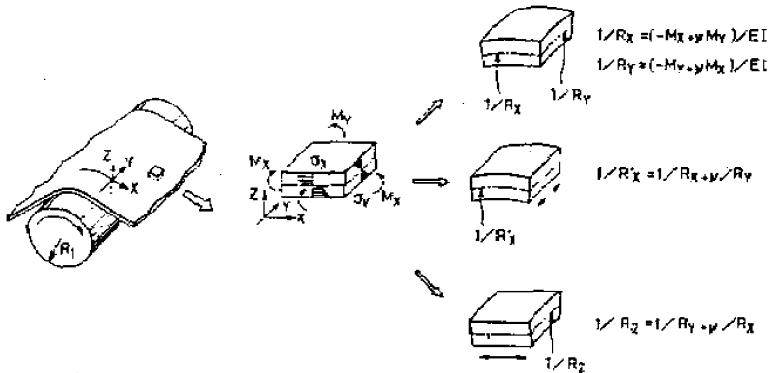
제2항 또는 제5항에 있어서, 파이프 형태로 성형된 금속판을 접합부에서 접합하는 상기 접합공정은 브레이징에 의해 수행되는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 9

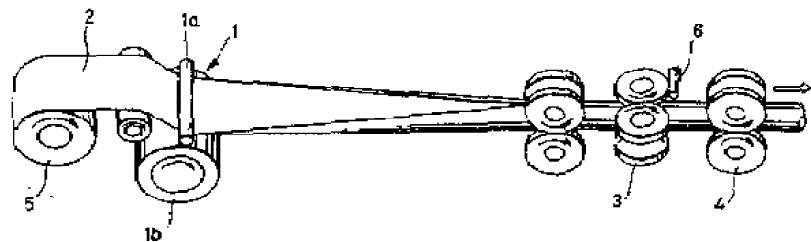
제2항 또는 제5항에 있어서, 파이프 형태로 성형된 금속판을 접합부에서 접합하는 상기 접합공정은 본딩에 의해 수행되는 것을 특징으로 하는 방법.

### 도면

#### 도면1



#### 도면2



도면3

