

## 금속패널가공을 위한 벤딩 다이시스템 설계

김우기<sup>1</sup>, 김승겸<sup>2</sup>, 최계광<sup>1\*</sup>

### Bending Die System Design for Metal Panel Processing

Woo-Ki Kim<sup>1</sup>, Seung-Kyeum Kim<sup>2</sup> and Kye-Kwang Choi<sup>1\*</sup>

**요약** 본 연구에서 개발할 설계기술은 부가가치가 매우 높은 소량 다품종 건축용 내·외장재의 금속 패널 코너가공법에 관한 것이다. 금속 금구류 및 건축용 내·외장재로 사용되는 2.5mm이상 되는 금속강판을 사용함에 있어서 가장 문제가 되는 직각코너링 접합부위에서 발생하는 내식성(수명성), 내후성, 및 미려성(디자인)을 향상시키므로 품질의 향상뿐만 아니라 소량 다품종의 생산성을 증대시킬 수 있는 국내 최초 금속패널 코너가공을 할 수 있는 벤딩 다이시스템(Bending Die System)을 설계하고자 한다.

**Abstract** The design technology to be developed in this study is technology related to the metal panel corner processing method of very high value-added, interior and exterior cladding material, in the architecture. This study is aimed at designing a Bending Die System that enables metal panel corner processing for the first time in Korea, by improving corrosion resistance (durability), weather resistance and elegances (design) for the connecting part of right angle cornering, where most serious problems occur in using metal steel plates of 2.5mm or thicker. This is used as a kind of metal ball and as architectural interior and exterior cladding material.

**key words** : Metal Panel, Bending Die System, Corner Processing, Angle Cornering.

### 1. 서론

부가가치가 높은 건축물 내·외장재는 건축 디자이너나 건축주의 요구에 따라 패널의 크기와 모양이 다를 수밖에 없다. 따라서 금형으로 제작한다면 다양한 크기의 금형을 갖고 있어야 할 뿐만 아니라, 1.2 t 이상의 금속강판을 성형할 때 찌그러짐 현상이 발생되므로, 크기와 재질이 변하더라도 생산량을 항상 일정하게 유지할 수 있는 시스템을 도입할 수밖에 없다. 따라서 다음 그림 1은 롤시밍(Roll-Seaming) 가공기로 압접한 후, 도장을 완료하여 생산되고 있는 제품의 일부이다. 본 제품은 시공 후 10년 이상 A/S를 보증하고 있는데, 롤시밍에 의해 접합된 부분이 패널 절단 과정에서 작업자에 따른 부주의에 의한 오차와 대량 생산에 따른 하부 금형부의 유격이 발

생되어 압착부분이 일정하게 성형되지 못함을 발견하였으며, 건축물 외장재로 시공 후 오랜 시간이 지나는 동안 철판의 수축·팽창을 반복함에 따른 도색부분에 누수현상이 발생할 가능성이 크므로 이에 대한 대책이 절실히 요구되고 있으며, 고 부가가치의 제품을 생산하기 위한 새로운 방법을 모색하게 되었다. 건축물 외장재로 사용되는 금속패널의 코너 부분을 가공함에 있어 기존의 방법은 코너의 가공부위는 외부에 오랜 시간 노출되어 온도의 변화와 비바람을 맞을 수밖에 없다. 패널을 시공함에 있어 코너부분이 일정하게 생성되지 않아 배열간격이 맞지 않거나 도색상태가 일정하지 않으면, 외관상 눈에 거슬리기 때문에 제품불량이 될 수밖에 없다. 또한, 신소재 개발과 좋은 디자인 개발제품을 생산함에 있어 생산원가의 절감과 생산량 증대는 기업의 이윤창출과 직결되므로 기업은 항상 새로운 기술을 개발하지 않으면 안 되는 것이 현실이다. 그러므로 제조과정에서 가장 중요한 부분은 패널 코너부 벤딩 접합과정으로서 100%의 수밀성 유지와 열응력 및 변형요소가 없는 제품을 생산하기 위한 금속강판 코너가공을 위한 벤딩 다이시스템을 설계하고자 한다. 이는 일본 야마다(사) 제품보다 3개 공정을 단축할 수

본 논문은 2006년 중소기업청 산학연 공동기술개발사업에 의하여 연구 개발된 결과이며, 이를 지원하여준 중소기업청의 제위께 감사드립니다.

<sup>1</sup>공주대학교 기계자동차공학부

<sup>2</sup>공주대학교 전기전자제어 공학부

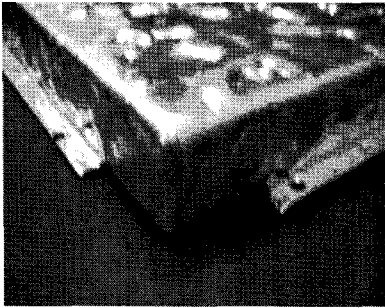
\*교신저자: 최계광(ckkwang@kongju.ac.kr)

있을 뿐만 아니라, 30%이상의 원가절감과 생산성을 향상시킬 수 있으므로 국제적으로 경쟁력이 있는 기술개발을 목표로 한다.

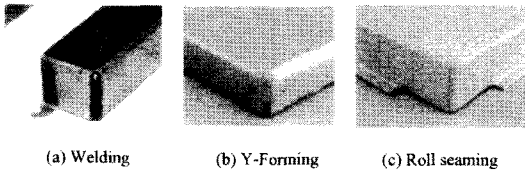
## 2. 본론

### 2.1 금속패널코너가공 기술개요

건설시장의 성장과 함께 건축물 외장패널 등의 금속패널 코너가공방식은 크게 코너용접방식, Y형 성형가공(Y-Forming)을 사용하고 있다. 그러나 그림 2 (a)와 같은 용접방식은 아연도금 층이 파손되어 도로의 접착력 약화로 누수침투에 의한 부식이 빠르게 진행되어 제품하자의 요인이 되어왔다.



[그림 1] 생산품의 일부



[그림 2] 공정별 완성된 코너부 형상 비교

이러한 문제점을 개선하기 위하여 최근 그림 2 (b) Y-Forming 방식을 적용하고 있으나 이는 플랜지의 두께가 1.0mm정도 밖에 밀폐되지 못하며, 코킹 작업시 신중히 처리하지 않으면 누수침투가 발생하여 제품에 악영향을 끼칠 뿐만 아니라 코너반경 "R"이 커져 제품의 미려함에도 문제가 많으므로 이를 개선하기 위한 방법으로 S사에서는 세계최초로 인라인 롤 시밍기 (Inline Roll-seaming)를 개발 제작하여 부식방지, 누수방지, 코너반경 "R"의 적정치를 유지한 우수한 제품(그림 2 (c))을 생산하여 매출이익을 매년 100%이상 달성하였고, EM마크 획득, NT마크 획득 및 조달청 납품 입찰업체로 지정받아 현재 납품 중이다.

### 2.2 기존 금속패널코너가공의 문제점

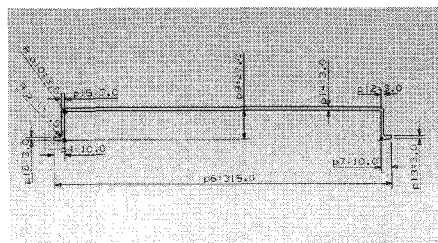
고부가성을 갖는 건축물 내외장재를 롤 시밍 가공기로 압접한 후, 도장을 완료하고 생산되고 있는 제품은 시공 후 10년 이상 A/S를 보증하고 있는데, 롤 시밍에 의해 접합된 부분이 패널 절단 과정에서 작업자에 따른 부주의 오차와 대량 생산에 따른 하부 금형부의 유격이 발생되어 압착부분이 일정하게 성형되지 못함을 발견하였고, 건축물 외장재로 시공 후 오랜 세월 동안 철판의 수축팽창을 반복함에 따른 도색부분에 누수현상이 발생할 가능성이 크므로 이에 대한 대책이 절실히 요구되며, 고 부가 가치의 제품을 생산하기 위한 새로운 방법을 모색하게 되었다.

### 2.3 국내외 현황

본 연구에서 설계 개발하고자 하는 벤딩 다이 코너 가공기는 현재 국내에 없는 제품이며, 국외에서는 일본의 야마다(사)에서 생산하고 있는 12개 공정[원재료 입고 → 금긋기 및 기초모형절단 → 사각형 패널 전개 → 절곡 성형 → 모서리부 용접 → 용접부 그라인딩 → 버핑 → 코너 브라켓 부착 → 도장 → 건조 → 검사 → 출하]을 개선하여 9개 공정[원재료 입고 → 금긋기 및 기초모형절단 → 절곡 성형 → 압접(Bending) → 잔류금속편 절단 → 도장 → 건조 → 검사 → 출하]으로 완성하므로 일본 야마다(사) 제품공정보다 3개 공정이 단축되고, 30%이상의 원가절감과 생산성을 향상시킬 수 있다. 구매자의 요구를 충족시키면서도 원료를 절감할 수 있을 뿐만 아니라 벤딩 다이로 가압하여 압접시킴으로서 100%의 수밀성 유지와 열용력 및 변형요소가 전혀 없는 완벽한 제품을 생산함으로써 국내는 물론 수출제품으로서 큰 역할을 할 수 있을 것이라 사료된다.

### 2.4 금속패널 3D 벤딩설계

금속패널 벤딩시스템을 설계하고 제작하여 코너를 가공하기전에 NCT에 의해 금속패널의 전개형상을 가공하고 NC절곡기를 이용하여 금속패널의 절곡부를 V형 벤딩을 하게 되는데 알루미늄 3 t 소재를 사용하여 가공하고자 하는 사양을 표 1에 나타내었다. (1),(2),(3),(4)

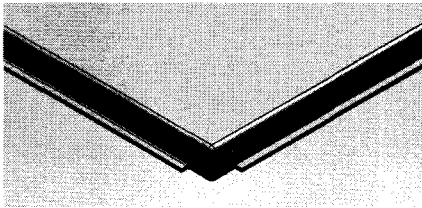


[그림 3] 금속패널 단면도

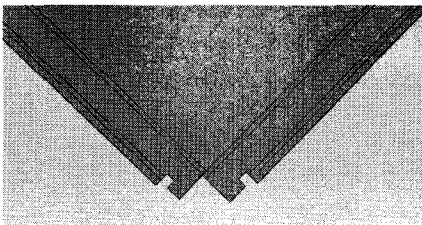
[표 1] 코너를 가공할 금속패널의 사양

금속패널규격	315×315×30×3t	
벤딩반지름(r)	1.5R	
벤딩전개식	바깥쪽 치수 가산법(C=4.5)	
	$L = l_1+l_2+l_3+l_4+l_5-4C = 362\text{mm}$	
	Z굽힘의 전개치수(C=0.33)	
	$L = l_1+l_2+l_3+l_4+l_5+1.57(r+ct) = 360\text{mm}$	
V벤딩가공력	$P_b = F \times P_b = ((b \times (l-2r_p)) \times P_b)$	
	$P_b = ((300 \times (24-2 \times 1.5)) \times 4.2) = 26,460\text{kg}$	
	b=판폭=300mm	l=다이폭 =8t=24mm
	$P_b = \text{단위면적당 바닥 누르기압력} = 4.2\text{kg}$	

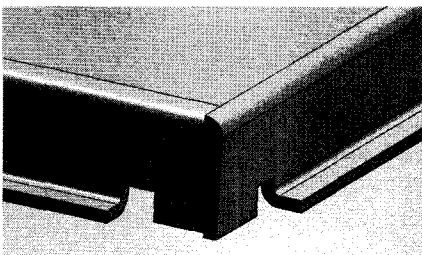
그림 3에서는 금속패널의 단면도를 나타내었고 그림 4에서는 3D CAD인 UG NX4.0을 이용하여 등각투상법으로 코너가공할 금속패널 완성품을 나타내었다. 그림 5에서는 금속패널의 전개도를 나타내었고, 그림 6에서는 V형 벤딩시의 코너부를 나타내었다. (5)



[그림 4] 금속패널 완성품



[그림 5] 금속패널 전개도



[그림 6] 코너가공 전 금속패널

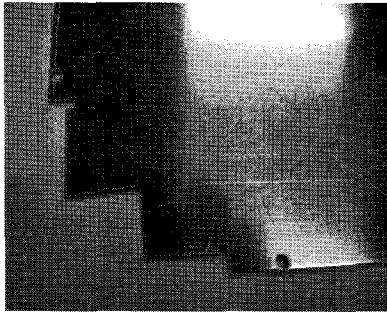
### 3. 금속패널 코너가공 벤딩시스템 설계

#### 3.1 벤딩 시스템 설계

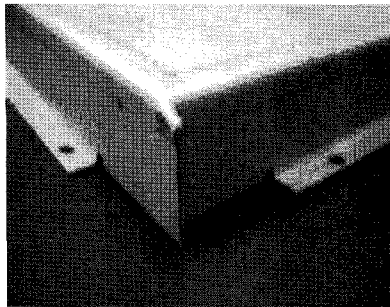
현재 S사에서 인라인 롤 시밍기로 생산하고 있는 금속패널 제조과정의 일부 예를 그림 7에 나타내었다. 그림 7(a)는 금속패널 절개 모양이고, (b)는 금속패널의 절곡성형된 모양이며, (c)는 벤딩 접합 후 잔류 금속편을 절단한 모양이다. 그림 7(c)에서 보는 바대로 금속패널 코너 부분이 정밀하게 밀착되지 않으면 내수성이 좋은 페인트로 완벽한 도장이 되었다 하더라도, 건축물 외벽에 부착한 후 많은 시간이 흐르는 동안 눈과 비를 맞고 또한, 계절에 따른 온도 변화로 금속패널의 수축과 팽창을 반복하다보면 이격이 생겨 누수에 의한 금속이 부식될 가능성이 매우 크다. 따라서 접합면을 크게 하되 외관상 미려함을 함께 유지하지 않으면 안 된다. 이를 해결하고자 하는 것이 본 연구의 중요 개발내용이며, 또한, 이는 KS규격이나, JIS, NT, EM 등 국제 인증규격을 만족시켜야만 한다.

이를 위해서 현재 사용 중에 있는 롤 시밍기는 그림 7(b)에 있는 절곡성형 부분을 하부 금형 부분에 안착시킨 후 상부 프레스 압에 달려 있는 롤(×)행정이 상측에서 하측 금형부에 부착되어 있는 대상패널코너 부분으로 가압되면서 압착시키고, 압착되며 밀려나온 잔류 금속 절편을 하부 측에 달려있는 카터기로 300mm 수평이동하면서 절단하여 그림 7(c)와 같은 제품을 만들어 낸다. 이때 발생하는 문제점은 롤 성형 상하행정 거리가 250mm 정도로 길기 때문에 강한 압력을 인가할 때 진동이 발생되고 프레임이 강한 프레스 압력 때문에 변형이 발생 양산체제시 정밀성을 잃게 된다. 따라서 상하행정거리를 100mm 정도로 줄여서 프레스 압력을 증가시켜 압접율을 높이고, 잔류금속 절편 카터 거리를 100~150mm로 줄여 작업할 수 있는 벤딩 다이시스템(Bending Die System)을 개발함으로써 프레스 압력에 따른 변화가 전혀 없고, 절곡성형 코너 부분의 편차를 흡수 처리함으로써 불량률을 감소시킬 수 있다. 다음 그림 8는 벤딩 다이시스템의 개략도를 나타낸 것이다. 그림에서 ① 부분은 상부 금형부로서 프레스 압에 연결되어있다. ②는 하부 금형 고정부로서 압접 대상물이 안착된 모양이다. ③은 패널 코너부 압착 후 카터로 절단하는 모양을 나타내었다.

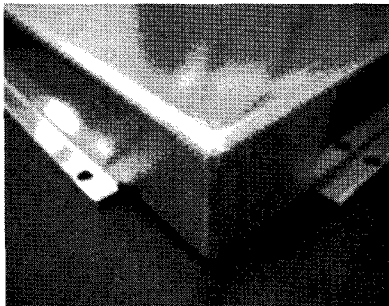
그림 9에 벤딩 다이시스템 설계도를 나타내었고 표 2에 벤딩 다이시스템각부의 부품도를 표시하였다.



(a) 금속패널 절단 예

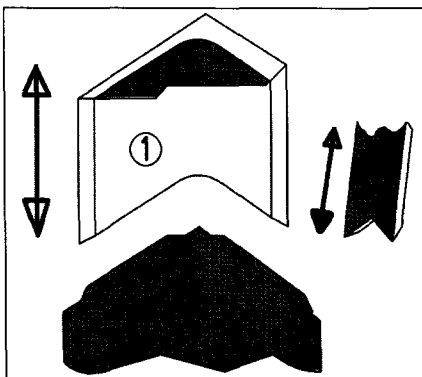


(b) 절곡 성형 예

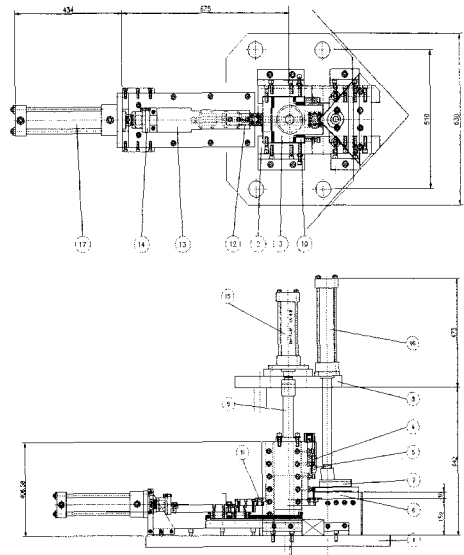


(c) 잔류 금속편 절단 예

[그림 7] 인라인 시밍 가공기로 제작하는 제품모양 예



[그림 8] 벤딩 다이시스템의 개략도



[그림 9] 벤딩다이시스템설계도

[표 2] 벤딩 다이시스템 부품도

번호	부품명	재질	수량
1	BASE	SS400	2
2	MOLD FRAME	S45C	2
3	SLIDER	S45C	2
4	PUNCH HOLDER	S45C	2
5	CUTTING PUNCH	초경팁	2
6	LOWER MOLD	SKD11	2
7	SUB HOLDER	S45C	2
8	TOP PLATE	SS400	2
9	ROD	S45C	2
10	GUIDE BAR	S45C	4
11	CUTTER	SKD11	2
12	LOW CUTTER	SKD11	6
13	CUTTER BASE	SS400	2
14	CUTTER SLIDER	SS400	2
15	MOLD CYLINDER		2
16	CLAMP CYLINDER		2
17	CUTTER CYLINDER		2

#### 4. 결론

금속패널가공을 위한 벤딩 다이시스템을 설계하여 다음과 같은 결과를 얻을 수 있다.

- 1) 기존 생산 제품에 비해 생산원가를 30%이상 절감 (인건비 포함)하고 생산성 향상은 50%이상 향상될

수 있으며 제품의 내구성은 반영구적이고 완벽한 코너가공으로 일본, 중국, 러시아 등의 외장패널 시장에서 수출확대에 기여할 것이라 사료된다.

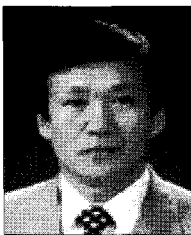
- 2) 압입 롤 시밍기에 의한 접합보다 본 연구에서 설계하여 개발되는 밴딩 다이시스템제품은 패널절단 및 절곡성형 과정에서 발생할 수 있는 작업자의 수작업 편차가 줄어들어 커터 압력에 의한 하부금형부의 유격을 흡수하여 평탄도를 유지할 수 있다.
- 3) 밴딩 다이시스템에 대한 설계 연구개발 결과가 완료되면 국내 건설현장에서 고 부가가치 제품으로 선호도 및 활용도가 증대되어 다품종 소량 생산에서 고부가가치를 창출하고 수밀성 및 내구성 등의 증대로 해외시장에 밴딩 다이시스템의 수출 증대에 기여할 수 있다.

### 참고문헌

- [1] 김세환, 한윤희, 이승희 공저(1987), “프레스금형 설계자료집”, 대광서림, pp. 154 - 225.
- [2] 김세환 편저(2006), “도해 프레스금형설계 데이터북”, 대광서림, pp. 3-1 - 3-51.
- [3] 김세환 편저(1988), “프레스가공의 불량과 대책”, 대광서림, pp. 97 - 151.
- [4] 김세환(1992), “프레스 금형설계기준”, 한국금형정보센터, pp. 236 - 240.
- [5] UGS. Co.(2006), “UG NX4.0 Modeling Student Guide”.

### 김 우 기(Woo-Ki Kim)

[정회원]



- 1983년2월 : 단국대학교 대학원 기계공학과 (공학석사)
- 1982년 3월-2005년 2월 : 천안공업대학 기계과 교수
- 2005년 3월-현재 : 공주대학교 기계자동차공학부 정교수

<관심분야>  
기계설계, 정밀계측

### 김 승 겸(Seung-Kyeum Kim)

[정회원]

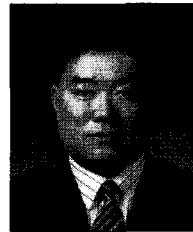


- 1982년 8월 : 명지대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)
- 1994년 2월 : 명지대학교 대학원 전자공학과 (공학박사)
- 1984년 12월 : 천안공업전문대학 전산과 전임강사
- 1990년 3월 : 천안공업대학 전자과 부교수
- 2008년 2월 : 공주대학교 전기전자제어공학부 정교수

<관심분야>  
CAD/CAM, 신호및시스템, 임베디드시스템

### 최 계 광(Kye-Kwang Choi)

[종신회원]



- 1993년 2월 : 부산공업대학교 금형공학과 (공학사)
- 1995년 8월 : 국민대학교 대학원 기계설계학과 (공학석사)
- 2005년 2월 : 국민대학교 대학원 기계설계학과 (공학박사)
- 2005년 8월 : (주) 현대배관 기술부장
- 2008년 4월 : 공주대학교 기계자동차공학부 조교수

<관심분야>  
3차원 금형설계, 와이어 컷 방전가공