

# 보론강판의 열간, 냉간 딥드로잉시 변형거동 비교해석 Investigation on Boron Steel Sheet Formability in Hot and Cold Deep Drawing According to Process Parameters

\*이민식<sup>1</sup>, 문정환<sup>2</sup>, #강충길

\*M. S. Lee<sup>1</sup>, J. H. Moon<sup>2</sup> #C. G. Kang(cgkang@pusan.ac.kr)<sup>2</sup>

부산대학교 기계공학부

Key words : hot forming, deep drawing, formability, boron sheet, sheet metal

## 1. 서론

핫 프레스포밍 공정에서는 2 가지 공정법이 있다. 직접, 간접 핫프레스 공정법이다. 직접 핫프레스 공정은 먼저 블랭크를 가열을 시킨뒤 프레스로 옮겨 성형을 하면서 다이퀀칭을 하는 방법이고 간접 핫프레스 공정은 먼저 냉간에서 예비 성형을 한뒤 가열로에서 가열하고나서 수냉으로 퀀칭을 하는 방법이다. 때에 따라서는 냉간성형시 스프링백 영향을 줄이기 위해 가열뒤 재 조정성을 하는 경우도 있다. 이번실험에서는 보론강 열간 딥드로잉시 성형성이 좋지 않았다. 이 점을 보완하기 위해 냉간에서 성형을 하고 딥드로잉을 하여 강한 조직을 얻기위해 후공정으로 가열하여 수냉하였다.

Herrera[2]는 중탄소강으로 딥드로잉시 조직과 기계적 성질에 관해서 연구하였다. 딥드로잉시 중탄소강의 거동을 이해하고 다양한 가공단계의 기계적 성질과 조직을 연구하였다. 본 연구에서는 두께가 0.6mm 인 보론강으로 공정변수에 따른 직접, 간접 핫프레스 성형의 성형성을 비교하였다.

## 2. 실험조건 및 방법

Fig. 1 은 본 연구에서 사용된 실험장치와 금형의 개략도이다. 열간 딥드로잉시 펀치와 다이의 온도는 300℃, 냉간 딥드로잉은 다이와 펀치의 온도를 실내 상온으로 유지하였다.

본 연구에서 펀치의 직경은  $d_p = \text{Ø}37.6$  이고 블랭크의 두께는  $t_o = 0.6\text{mm}$ ,  $d_b = \text{Ø}75\text{mm}$  인 보론 합금판재를 실험에 사용하였다.

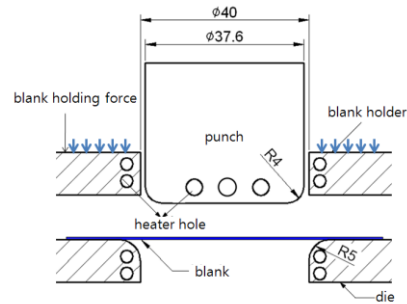


Fig.1 The schematic of die structure for deep drawing experiments

열간 실험시 블랭크의 온도  $T_s = 850, 900, 950$  이고 펀치속도  $V_p = 6\text{mm/s}$ , 블랭크 홀딩력  $B_f = 5, 15, 30, 90\text{kN}$  으로 실험을 하였다.

## 3. 실험결과

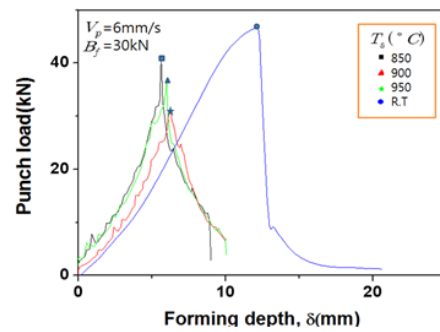
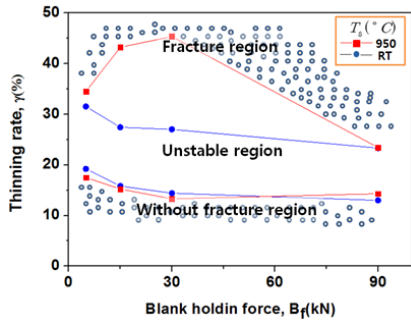


Fig.2 Comparing cold forming with hot forming about relationship between punch load and forming depth( $\delta$ ) in the  $V_p = 6\text{mm/s}$ ,  $B_f = 30\text{kN}$

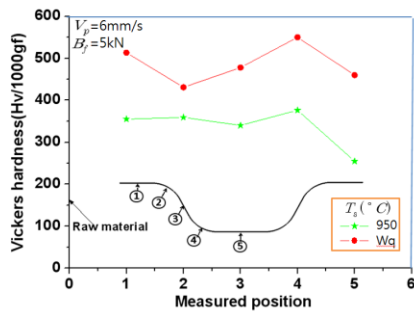
Fig.2 는  $B_f = 30\text{kN}$  에서 열간과 냉간 비교실험결과이다. 열간시 성형깊이는 5~6mm 정도였고 최대 펀치하중 역시

30kN~40kN 이고 냉간성형시 편치하중 45kN 으로 높고 성형깊이는 11mm 였다. 온도가 높아짐에 따라 보론강의 Strain-stress curve 에서 응력이 줄어들기 때문에  $T_s=950^{\circ}\text{C}$  일 때 30kN 으로 가장 낮은 편치하중이 걸림을 알 수 있었다.



**Fig.3 Comparing cold forming with hot forming in relationship between thinning rate( $\gamma$ ) and blank holding force(Bf) in the  $V_p=6\text{mm/s}$**

Fig.3 은 블랭크 홀딩력에 따른 열간과 냉간의 두께 감소율 비교 그래프이다. 냉간성형시 열간성형보다 약 2 배가까이 큰 성형깊이를 보였기 때문에 파단이 생기지 않은 지점에서 균일한 두께변화시 열간보다 큰 두께감소율을 보일것이라 예상했지만 그래프를 보듯이 전반적으로 조금씩 컷지만 차이가 그렇게 크지는 않았다.



**Fig.4 Hardness of deep drawing samples comparing  $T_s=950^{\circ}\text{C}$  and Wq in the  $B_f=5\text{kN}$  and  $V_p=6\text{mm/s}$**

Fig.4 는 열간과 냉간성형의 각 블랭크 위치에 따른 경도비교이다. 블랭크 초기 온도  $T_s=950^{\circ}\text{C}$  에서 다이렌칭한 것과 냉간성형후  $900^{\circ}\text{C}$  에서 가열하여 수냉한 시편의 경도를

비교하였다. 열간은 다이와 편치의 온도가  $300^{\circ}\text{C}$  였기 때문에 마르텐사이트가 보이지 않은 반면 워터퀵칭한 시편은 경도값이 크게 나왔다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 보론강판의 직접 및 간접 핫 프레스 딥드로잉을 시행해 성형성과 두께감소 및 경도값을 비교해 보았다.

1. 블랭크 홀딩력  $B_f=5\sim 90\text{kN}$  으로 증가함에 따라서 최대편치하중은 열간에서  $24\sim 42\text{kN}$  으로 냉간에서는  $42\sim 47\text{kN}$  으로 성형하는데 하중이 많이 필요하다는 것을 알 수 있었다.

2. 블랭크 홀딩력  $B_f=5\sim 90\text{kN}$  에 따라서 성형깊이는 열간에서  $5\sim 6\text{mm}$  인 반면에 냉간에서는  $10\sim 18\text{mm}$  으로 크게 차이가 남을 알 수 있었다.

3. 두께감소율은 전반적으로  $B_f=5\text{kN}$  에서 냉간이 19% 정도이고 열간이 17%로 냉간시 더 크게 나왔으며 경도는 열간다이렌칭보다 수냉한 시편이 각위치마다 경도가 크게 나왔다.  
후기

본 과제(연구)는 지식경제부와 한국산업진흥원 전략기술인력양성사업으로 수행된 결과임”

#### 참고문헌

1. C. H. Bae, H. Huh, 2006 Light-weight Design with a Simplified Center-pillar Model for Improved Crashworthiness, Trans of KSAE, Vol. 14, No. 6, pp.112~119
2. C. Herrera, N.B. Lima, A. Ferreira Filho, R.L. Plaut, A.F. Padilha, Texture and mechanical properties evolution of a deep drawing medium carbon steel during cold rolling and subsequent recrystallization, Journal of Materials Processing Technology, Vol. 209, Issue 7, pp. 3518-3524, 1 April, 2009
3. [10] Jeong-Hwan Jang, Jae-Ho Lee, Byeong-Don Joo, Young-Hoon Moon, Flow characteristics of aluminum coated boron steel in hot press forming, Transactions of Nonferrous Metals Society of China, Vol. 19, Issue 4, pp. 913-916, August, 2009