표면처리강판의 마찰특성에 관한 연구

*이경수 [1], 이정민,[1] 박춘달,[1] 김상주,[2] 김병민,[3]
[1] 부산대학교 정밀기계공학과, [2] ㈜ 스타리온, [3] 부산대학교 기계공학부

Study of the frictional characteristics of coated steel sheet

*K. S. Lee[1], J.M. Lee[1], C.D. Park[1], S.J. Kim[2], B.M. Kim[3]
[1] Mechanical and Precision Eng. Dept. PNU., [2] STARION Co.,Ltd., [3] Mechanical Eng. Dept., PNU

Key words : coated steel sheet, friction test, sheet metal forming

1. 서론

부식방지를 위하여 기존의 냉연강판(cold rolled steel sheet)에서 표면처리강판(coated steel sheet)으로 대체하는 추세이다. 그러나, 표면처리강판은 표면에 도금층(coated layer)이 존재하기 때문에 냉연강판의 기계적 특성과 마찰특성이 다르다. 마찰특성은 박판성형에서 성형 건전성 및 제품의 품질에 큰 영향을 미치는 매우 중요한 요소이다. 그러므로, 표면처리강판의 마찰특성에 관한 연구가 필요하다. 마찰특성을 파악하기 위하여 냉연강판 및 표면처리강판의 편면마찰시험 및 드로우비드 마찰시험을 수행하였으며, 이를 검증하기 위하여 자동차 펜더(fender)를 성형하여 차이점을 비교하였다.

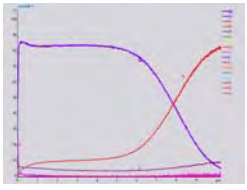
2. 표면처리강판의 기계적 특성

표면처리강판의 기계적 특성을 파악하기 위하여 동급의 냉연강판(Cold Rolled steel, SPCUD)과 합금화용융아연도금강판(Galvannealed steel, SGACUD)을 압연방향에 따라 0^0, 45^0, 90^0 의 KS-4 호 인장시험편을 제작하였다. 인장시험은 Instron 인장시험기에서 수행되었으며, 시험결과를 Table 1 에 정리하였다.

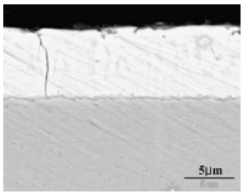
Table 1 Mechanical properties of coated and uncoated steel

Specimen	SPCUD	SGACUD
YS	144.5 MPa	159.6 MPa
UTS	293.6 MPa	288.0 MPa
K	548.5 MPa	533.6 MPa
$\overline{n}$	0.268	0.256
Elongation	47.3	48.2
$\overline{r}$	1.97	2.13

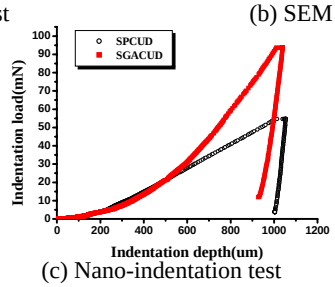
또한, 나노인덴테이션시험 (Nano-indentation test), GDS (Glow Discharge Spectrometer)와 SEM(Scanning Electrode Microscopy)을 통하여 표면처리강판 도금층의 기계적 특성 및 두께 등을 분석하였다.[1,2]



(a) GDS test



(b) SEM test



(c) Nano-indentation test

Fig. 1 The test for the characteristics of coated layer

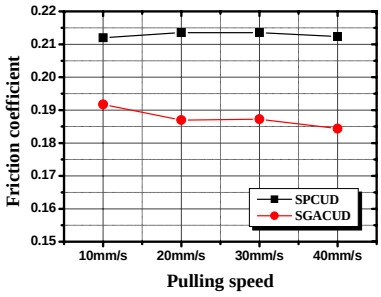
도금층의 특성을 Table 2 에 정리하였으며, 표면처리강판의 도금층에 고경도의 합금층이 존재하는 것을 확인할 수 있다.

Table 2 The characteristics of coated layer

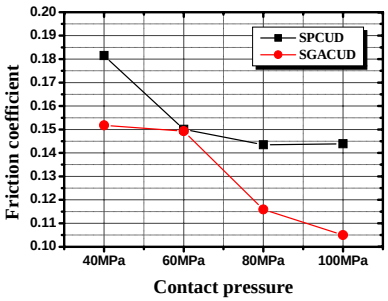
Specimen	SPCUD	SGACUD
Indentation depth	1,000 nm	1,000 nm
Micro hardness	2.34 GPa	4.11 GPa
Young's Modulus	195.7 GPa	229.3 GPa
Maximum load	54.5 mN	95.5 mN
Thickness of coated layer	-	8 um

3. 표면처리강판의 마찰특성

표면처리강판과 일반냉연강판의 마찰특성을 파악하기 위하여 편면마찰시험(flat plate friction test)과 드로우비드 마찰시험(draw bead friction test)을 수행하였다. 편면마찰시험은 접촉압력을 변화시키면서 수행하였으며, 드로우비드 마찰시험은 인발속도에 따라 수행되었다. 시험결과를 Fig. 1 에 나타내었다.[3,4]



(a) Draw bead friction test



(b) Flat plate friction test

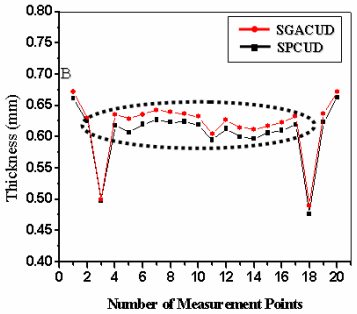
Fig. 1 Results of friction test

시험결과 편면마찰조건과 드로우비드 마찰조건에서 표면처리강판이 냉연강판에 비해 마찰계수가 낮게 측정되었으며, 편면마찰시험에서 접촉압력이 증가할수록 마찰계수가 감소하는 경향을 볼 수 있었다. 표면처리강판의 마찰특성이 냉연강판에 비해 우수한 것으로 판단되며, 이는 표면처리강판에는 고경도의 도금층이 존재하며, 이 도금층이 마찰계수를 감소시키는 역할을 하는 것으로 사려된다.

4. 실제품에서의 영향

마찰시험을 통하여 얻어진 마찰특성이 실제 성형에서의 영향을 평가하기 위하여 표면처리강판과 냉연강판을 사용하여 자동차용 펜더를 성형하였다. 시험결과를 Fig. 2 에 나타내었다.

(a) The position of measuring thickness



(b) Results of forming test

Fig. 2 Results of fender forming test

시험 후 Fig. 2 (a)와 같이 동일한 위치에 두께를 측정하였으며, 측정결과를 Fig. 2 (b)에 나타내었다. 동일한 두께의 강판이 사용되었으나, 표면처리강판(SGACUD)의 두께가 냉연강판(SPCUD)에 비해 크게 났다. 이는 표면처리강판이 내연강판에 비해 재료유동이 많이 되었다는 것을 나타내며 마찰특성이 우수하기 때문인 것으로 사려된다.[5]

4. 결론

(1) 표면처리강판은 8um 의 얇은 도금층이 존재하며, 이 도금층은 고경도의 합금층으로 이루어져 있다.
(2) 마찰시험결과 표면처리강판의 마찰계수가 냉연강판에 비해 낮은 경향을 보였다.
(3) 표면처리강판의 고경도의 도금층이 마찰을 줄여주는 역할을 하기 때문인 것으로 사려된다.
(4) 표면처리강판의 마찰특성이 실제성형에서 미치는 영향을 평가하기 위하여 자동차용 펜더를 성형하였다.
(5) 표면처리강판의 두께가 냉연강판에 비해 큰 경향을 보였으며, 표면처리강판의 재료유동이 더 좋다는 것을 나타낸다. 또한 표면처리강판의 마찰특성이 더 좋기 때문인 것으로 사려된다.

후기

본 연구는 산업자원부의 지역혁신 인력양성사업의 연구결과로 수행되었음.

참고문헌

1. 고영호, 이정민, 김병민, “나노 인덴테이션의 하중-변위 곡선을 이용한 용융아연도금강판 코팅층의 기계적 특성 결정”, 한국소성가공학회지, 13, 731-737, 2004
2. Y. De Abreu, A. Da Silva, A. Ruiz, R. Re´quiz, N. Angulo, R. Alanis, “Study of zinc coatings on steel substrate attained by
3. two diVerent techniques“, Surface and Coatings Technology 120–121, 682–686, 1999.
4. 김영석, 박기철, 조재억, “Zn-Ni 계 합금도금강판의 마찰특성에 관한 연구”, 대한기계학회논문집, 15, 1807-1818, 1991
5. H.M. Jiang, X.P. Chen, H. Wu, C.H. Li, “Forming characteristics and mechanical parameter sensitivity study on pre-phosphated electro-galvanized sheet steel”, Journal of Material Processing Technology, 151, 248-254, 2004