

용융아연도금강판의 표면특성에 미치는 조질압연 조업조건에 영향

전선호

POSCO 기술연구소 광양압연연구그룹, 표면처리연구그룹

Effect of Skinpassing Conditions on the Surface Characteristics of Hot-dip Galvanized Steel Sheets

S. H. Jeon

Surface Treatment Research Group, Technical Research Laboratories
 POSCO Gwangyang-city, 545-090, Korea Gumho-dong

Abstract

The skinpassing conditions such as roll type, roll force and roll roughness of the work roll were evaluated to give the surface properties of the galvanized steel sheets that were required for automotive and to get rid of the surface defects that caused with the bad control of galvanized coating process parameters.

The surface defects of the galvanized steel sheets such as the ripple mark and the scratch were completely removed as the roll force of SPM work roll was increased and the amount of the transfer of roll surface texture to the strip was also gained a lot.

The image clarity of electro discharge textured (EDT) coated steel sheets before and after painting was higher than that of the bright (BRT) and shot blasted (SBT) coated steel sheets because of higher PPI value, lower waviness and uniform surface pattern.

Since micro-craters transferred on the surface of the galvanized steel sheets played a role of nucleation sites of chromate reaction, Increase of micro-craters was bring to better corrosion resistance with the increase of the roll force and the use of EDT roll at the skin pass mill.

1. 서 론

지금까지 자동차 외판용 표면처리강판은 주로 전기아연도금강판(EGI) 또는 합금화 용융아연도금강판(GA)이 주로 사용하여 왔으나, 용융아연도금강판(GI)의 표면외관 향상과 경제성으로 인하여 자동차 외판용 및 고급 PCM(Pre-Coated Metal) 강판으

로 사용범위가 확대되고 있는 추세이다. 이와 같이 용융아연도금강판이 고급강판으로의 수요가 증가함에 따라 표면외관에 대한 요구가 더욱 엄격해 지고 있다^{1, 2)}.

특히 자동차 외판용으로 사용되는 용융아연도금강판은 최종적으로 도장처리 되기 때문에 도장처리 시 표면으로 전사되는 흐름부너, 스크래치 및 드로

스(dross) 부착 등의 표면결함이 없는 미려한 표면 외관이 요구되고 있다³⁾. 용융아연도금강판의 표면 외관은 주로 도금공정에서 결정되지만 도금공정에서 해결되지 않는 미세한 표면결함은 도장결함을 유발하게 되므로 도금 후공정에서 제거되어야 한다.

또한 도장강판의 외관 및 선형성은 도장기술 뿐만 아니라 도장표면의 소지인 용융아연도금강판의 표면 상태에 의해서 영향받는 것으로 알려져 있다^{4, 5)}. 더욱이 자동차 외관용 용융아연도금강판은 상기와 같은 표면외관 측면 뿐만 아니라 가공성, 후처리성 등이 중시되고 있는 추세이다¹⁾. 따라서 도금공정에서 해결되지 않는 미세한 표면결함 제거 및 자동차 강판에서 요구되는 가공성 향상 및 도장강판의 선형성 향상을 위하여 도금 후 공정인 조질압연에 의한 적절한 조도 프로파일을 부여할 필요성이 더욱 증대하고 있다.

따라서 본 연구에서는 도금공정에서 제거되지 않는 미세한 표면결함 및 용융아연도금강판의 표면품질 특성에 미치는 조질압연 조업조건의 영향에 대해서 평가하고자 하였다.

2. 실험방법

2. 1. 조질압연조건

강판표면에 인위적으로 조도를 부여하는 조질압연의 주요 조업인자는 롤 형태(roll type), 롤 조도, 롤 압하력 및 연신율 등이다. 본 연구에서 사용한 롤 형태는 단순히 지석연마한 브라이트 롤(Bright roll, BRT)과 롤에 조도를 부여한 덜롤(Dull roll)으로는 샷블라스트(Shot Blast Texturing, SBT) 및 전기방

전(Electro Discharge Texturing, EDT)가공롤을 사용하였다. 이때 각 롤의 조도(Ra)는 0.3 μ m, 2.3 μ m 및 1.8 μ m이며, 압하력은 0톤(No SPM)에서 최대 300톤까지 100톤씩 증가시켰다.

용융아연도금강판의 표면품질은 조질압연 조업조건 뿐만 아니라 소재조건, 도금욕 성분, 도금조건, 에어나이프 조건 등의 도금적인 요인에 의해서 영향 받기 때문에 상기 조질압연 인자의 다른 조업인자의 영향을 배제하기 위하여 실라인에서 동일한 조업조건으로 평가하였다.

2. 2. 표면특성분석

2. 2. 1 표면외관

조질압연 조업조건에 따른 표면결함 정도는 육안 관찰 결과를 Fig. 1과 같이 5단계로 지수화하여 나타내었다. 여기서 1등급은 흐름무늬 등 표면결함이 전혀 발생하지 않은 경우를 의미하고, 5등급은 육안 구분이 가능하고 촉감으로 확인 가능한 경우를 의미한다. 또한 2등급은 표면결함이 미세하게 발생하여 수평으로는 보이지 않으나 기울었을 때 희미하게 보이는 정도의 양호한 상태를 의미한다.

특히 흐름무늬 결함의 발생 정도는 육안관찰과 함께 2차원 조도계에 의한 진폭(height)을 측정하여 상기의 평가기준에 준하여 평가하였다.

2. 2. 2. 표면특성

조질압연 조업조건에 따른 도금강판의 표면손상 정도 및 압흔 형태 등의 표면외관 변화 및 표면 미세 조직 변화는 Macro사진 및 SEM으로 관찰하였다.

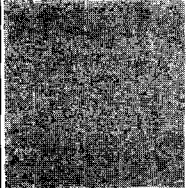
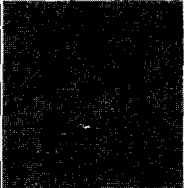
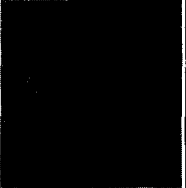
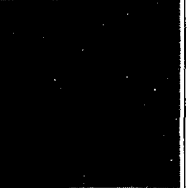

class	1	2	3	4	5
Appearance					

Fig. 1. Standard of relative surface defect index on hot-dip galvanized steel sheets.

표면광택도는 강판에서 반사되는 빛의 총량에 관련된 지표이며, 본 연구에서는 SUGA사의 디지털 변각 광택도계를 사용하여 입사각 및 반사각이 20° 인 조건에서 5회 측정하여 그 평균값으로 하였다.

표면백색도(L*)는 색상의 밝기를 나타내며, SUGA사 color difference meter를 사용하여 측정하였다. 일반적으로 측정값은 CIE(국제조명위원회)에서 정의한 표준적인 인간의 시세포가 느끼는 밝기 즉 명도를 나타내며, 이 값이 클수록 밝음을 나타낸다.

표면조도는 UBM사 microfocus를 사용하여 cut-off치가 0.8mm이고, 측정길이가 5.6mm인 조건에서 압연방향의 직각방향으로 3회 측정하여 Ra (Roughness average), Rmax(Roughness maximum), PPI (Peak Per Inch) 등의 조도지수를 측정하였다. 과상도(Wca)는 JIS B0601에 규정된 것처럼, 표면조도 성분을 구성하고 있는 여러 과상 성분 중에서 cut-off치 상한 및 하한이 각각 0.8mm 및 8mm인 중과상 조도 성분을 나타내는 것으로, 측정길이는 cut-off치 하한 값의 3배인 56mm로 하였다. 또한 조도성분의 측정방향은 강판중 조도가 가장 거친 압연방향의 직각방향으로 측정하였다.

가공성 평가는 성형시험기를 이용하여 용융아연도금강판에 necking이 발생할 때까지의 연신길이 및 이때의 편치력으로 평가하였다. 이때 blank holding force (BHF)는 10KN으로 하고, 편치는 50 mmφ를 이용하며, 편치속도는 13mm/sec로 하였다.

2. 2. 3. 후처리성 및 도장성 평가

조질압연 조업조건에 따른 크롬처리성 평가는 크롬산 농도가 1.2%인 도포용 크롬용액(PJ-coat Y1)을 40°C에서 3초간 침적한 후 동일한 압력으로 squeezing한 다음 건조하였다. 크롬처리후 크롬부착량은 XRF를 사용하여 측정하였다. 또한 내식성 평가는 JIS Z2371에 의거한 염수분무시험으로 행하였다. 염수분무시험은 35°C에서 5%NaCl의 염수를 1kg/cm²의 압력으로 분무하였으며, 일정시간 시험 후 백청 발생정도로 평가하였다.

도장처리는 현대자동차의 도장기준(도료, 두께, 도장조건 등)으로 실시하였으며, 도장공정은 세척 → 인산염 처리(phosphate) → 전착(electro deposit) → 중도(mid-coat) → 상도(top coat) 순으로 처리하였다. 전착도장은 시편을 음극으로 하는 음극 전착방식을 채택하여 도막 두께가 60~65μm이 되도록 실시하였다.

선명성(Image Clarity or Distinctness of Image)⁶⁾은 표면에 투영되는 물체 상이 얼마나 선명하게 보이는가의 척도이며 일반적으로 표면에 상을 투영시켜 그 상이 왜곡되거나 흐려지는 정도를 평가하는 것이다. 즉 선명성이 높다는 것은 측정판에 비치는 물체의 윤곽이 뚜렷하다는 것을 의미한다. 본 연구에서는 도장판 표면에 입사각 60°로 표준광원을 조사하였을 때, 그 정반사광 강도 Rs와 정반사에 대하여 ±0.3°밖으로 벗어난 산란광의 강도 R_{0.3}을 뺀(Rs-R_{0.3})을 측정하여 다음과 같은 식으로 구하여 나타내었다.

$$DOI (\text{Distinctness of Image}) = (R_s - R_{0.3}) / R_s (\%)$$

3. 시험결과 및 고찰

3. 1. 용융아연도금강판의 표면외관에 미치는 조질압연 조업조건에의 영향

Fig. 2는 조질압연의 롤 형태 및 롤 압하력에 따른 도금층 표면외관 변화를 나타낸 것이다. 이 결과에 의하면, 조질압연을 실시하지 않은 경우(No SPM)에는 표면에 흐름무늬 및 스크래치 등의 표면결함이 관찰되나, 조질압연의 롤 형태에 관계없이 롤 압하력이 증가함에 따라 이러한 표면결함들이 점차적으로 감소하여 200톤 이상에서는 표면결함들이 제거되어 미려한 표면외관을 나타내었다.

또한 조질압연의 롤 형태 및 롤 압하력에 따른 도금층 표면의 미세조직 변화를 나타낸 Fig. 3의 SEM 사진에 의하면, 조질압연을 실시하지 않은 경우에는 도금층 표면의 스팅글 경계가 뚜렷하게 관찰되나, 조질압연을 실시한 경우에는 도금층 표면에 롤 형태

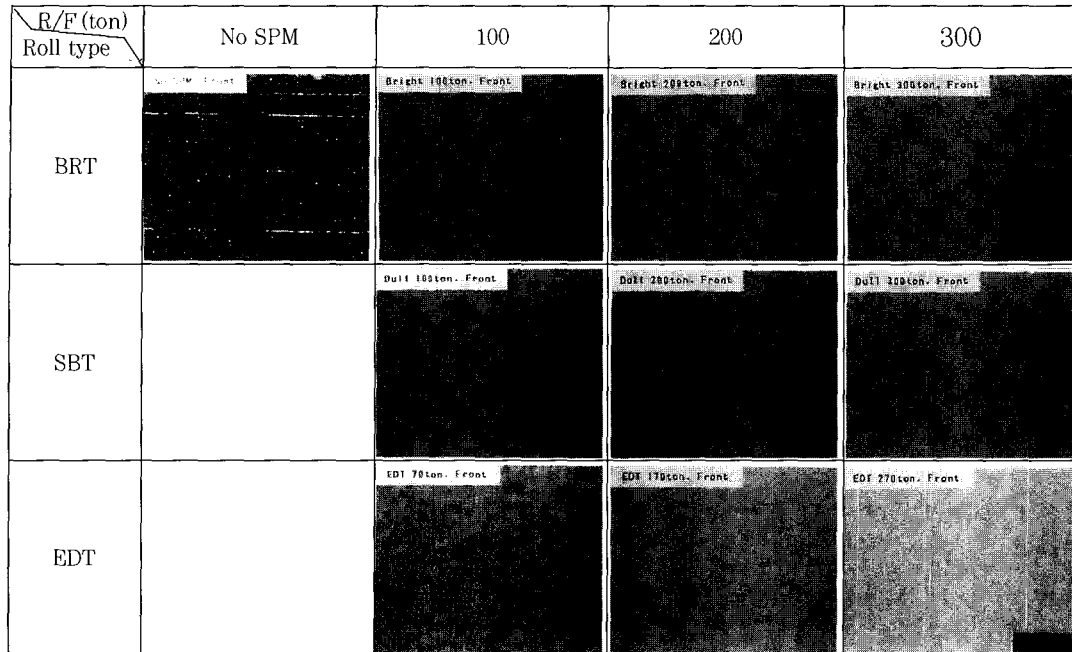


Fig. 2. Variation of surface appearance of hot-dip galvanized steel sheets according to roll force and roll type of skin pass mill

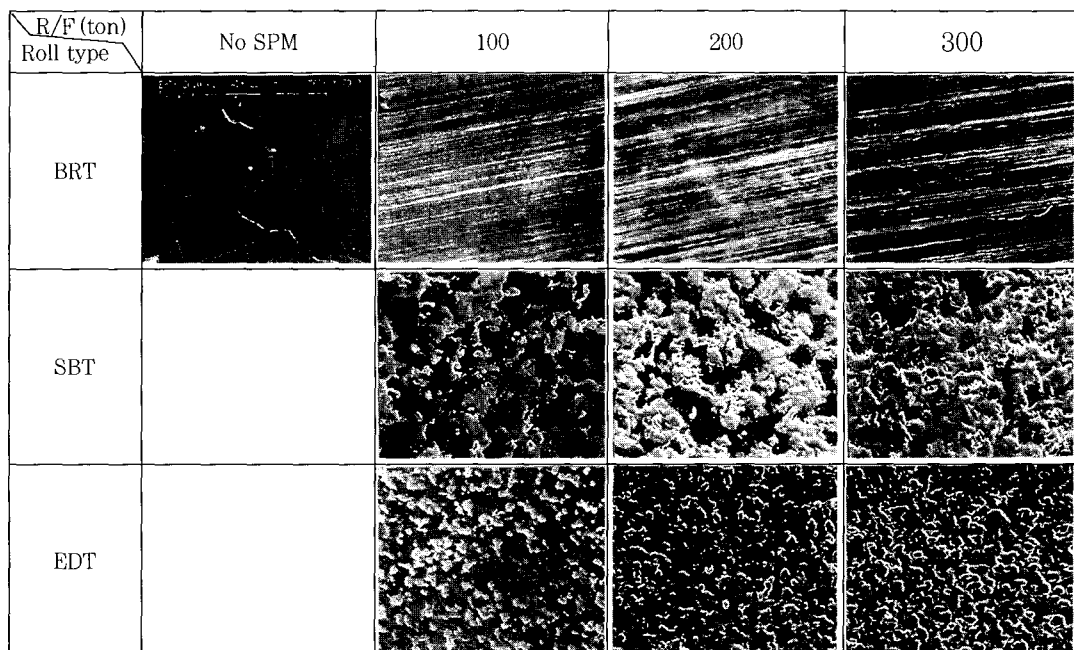


Fig. 3. Variation of SEM morphology of hot-dip galvanized steel sheets according to roll force and roll type of skin pass mill

에 따른 고유한 압흔이 부여되고, 롤 압하력 증가에 의해서 압흔의 전사율이 증가하는 것을 볼 수 있다. 즉 원주방향으로의 지석연마로 미세한 줄무늬를 갖고 있는 브라이트 롤을 사용한 BRT재는 조질압연시 도금강판에 scratch형태의 압흔이 부과되며, 원심 샷트투사기를 이용하여 입도분포가 각기 다른 steel grit를 투사하여 조도를 부여한 숏블라스트 롤을 사용한 SBT재는 도금강판 표면에 중복된 조도골(crater)이 불규칙하게 형성되고, 전기적인 방전현상을 이용하여 롤 표면을 용해시켜 조도를 부여하는 전기 방전 롤은 숏블라스트 롤보다 조도분포가 균일하므로 EDT재는 도금층 표면에 전사되는 조도패턴이 SBT재보다 균일하고 규칙적이다. 또한 도금층 표면에 전사되는 압흔 모양은 타원형이고 미세하며 독립적으로 분포(micro-crater)됨을 볼 수 있다.

따라서 조질압연의 롤 압하력이 증가함에 따라 표면결함들이 점차적으로 감소하는 것은 롤 표면의 고유한 압흔의 표면전사율이 증가하게 되고, 표면결함이 이러한 압흔에 의해서 숨겨지기 때문이다.

Fig. 4는 조질압연 조업조건에 따른 도금강판의 흐름무늬 변화를 Fig. 1의 흐름무늬 지수기준에 따라 지수화하여 나타낸 것이다. 이 결과에 의하면,

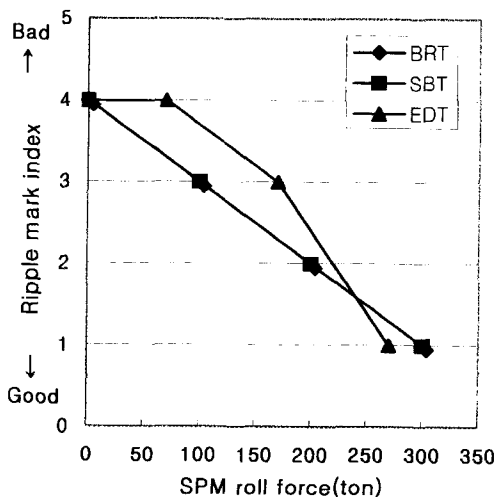


Fig. 4. Relationship between ripple mark and SPM roll force at different SPM roll types.

No SPM재는 육안으로도 흐름무늬 결함 확인이 가능하고, 흐름무늬의 마루과 골이 연속적인 4등급으로 흐름무늬가 심하게 발생되어 있다. 그러나 조질압연의 롤 형태에 관계없이 롤 압하력이 증가함에 따라 흐름무늬가 비례적으로 감소하는 것을 볼 수 있다. 이는 조질압연의 롤 압하력 및 롤 형태에 따른 도금층 표면의 미세구조를 관찰한 Fig. 3과 같이 롤 압하력이 증가함에 따라 도금층 표면에 전사되는 롤의 조도 전사율 증가에 의한 표면압흔 증가로 도금층 표면의 흐름무늬가 점진적으로 감소되기 때문이다. 흐름무늬가 미세하여 수평으로는 보이지 않으나 기울었을 때 희미하게 보이는 2등급 이상의 양호한 표면외관을 얻기 위해서는 적어도 200톤 이상의 고압하 조질압연이 요구됨을 알 수 있다. 또한 롤 형태에 따른 흐름무늬 결함의 지수 변화는 유사하나, 200톤까지는 BRT재와 SBT재가 EDT재보다 우수한 흐름무늬 감소 효과를 나타내는 데, 이는 롤 형태의 영향보다는 EDT 적용 도금강판의 초기 흐름무늬 발생 정도가 다소 심하였고, 롤 조도 크기 및 압하력 차이 때문인 것으로 판단된다.

이는 조질압연의 롤 압하력 및 롤 형태에 따른 흐름무늬 진폭을 나타낸 Fig. 5에서 확인 할 수 있다.

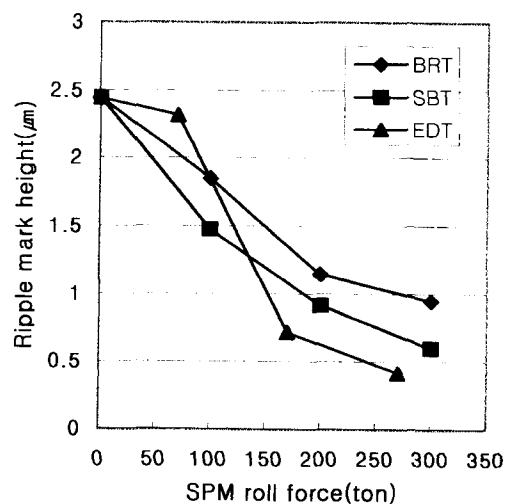


Fig. 5. Relationship between ripple mark height and SPM roll force at different SPM roll types.

즉 조질압연의 압하력 증가에 따라 흐름무늬의 진폭이 낮아지므로 흐름무늬 결함이 감소하나, 압하력이 일정한 수준이상(200톤)으로 증가함에 따라 흐름무늬 감소 효과는 BRT재, SBT재 및 EDT재 순으로 우수함을 알 수 있다. 이는 조질압연롤에 조도를 부여한 덩롤은 롤 압하력이 증가함에 따라 도금층 표면에 전사되는 전사율이 증가하기 때문에 브라이트 롤보다 흐름무늬 감소 효과가 크고, 덩롤 중에서도 롤 압흔이 균일하고 치밀한 EDT재가 롤 압흔이 불균일하고 분산된 SBT재보다 흐름무늬 감소 효과가 높은 것을 알 수 있다. 특히 본 연구에서는 롤조도가 1.8 μm 인 전기방전 롤이 롤 조도가 2.3 μm 인 숏블라스트 롤보다 압하력이 다소 낮은 값에서도 불구하고 상기와 같은 롤 조도 특성 때문에 고압하 조질압연에서는 흐름무늬 감소 효과가 큰 것으로 판단된다.

3. 2. 용융아연도금강판의 표면특성에 미치는 조질압연 조업조건에 미치는 영향

Fig. 6은 조질압연의 롤 압하력 증가에 따른 표면 조도성분(Ra, Rmax, PPI) 변화를 롤 형태별로 나타낸 것이다. BRT재는 롤 압하력 증가에 따른 조도성분 변화는 거의 없으며, 단지 공정상 지식연마시 발생한 롤 원주방향의 줄무늬가 조질압연시 스크래치 형태의 압흔을 도금층 표면에 부여하기 때문에 PPI 값은 No SPM재보다는 높은 값을 나타내나, 롤 압하력 증가에 따른 PPI값의 변화는 거의 없음을 알 수 있다. 이에 반해서 롤에 조도를 부여한 덩롤의 SBT재와 EDT재는 롤 압하력이 증가함에 따라 롤의 조도 전사율이 증가하기 때문에 비례적으로 조도 성분이 증가함을 볼 수 있다. 덩롤 중에서도 롤 압흔이 균일하고 치밀한 EDT재가 동일한 압하력에서도 전사율이 높기 때문에 불균일하고 분산된 SBT재 보다 높은 조도성분 값을 나타내고 있음을 알 수 있다.

Fig. 7은 조질압연의 롤 압하력 증가에 따른 표면 광택도 변화를 롤 형태별로 나타낸 것이다. 조질압연을 실시하지 않은 경우에는 250이상의 매우 높은 광택도를 나타내나, 조질압연을 실시할 경우에는 롤

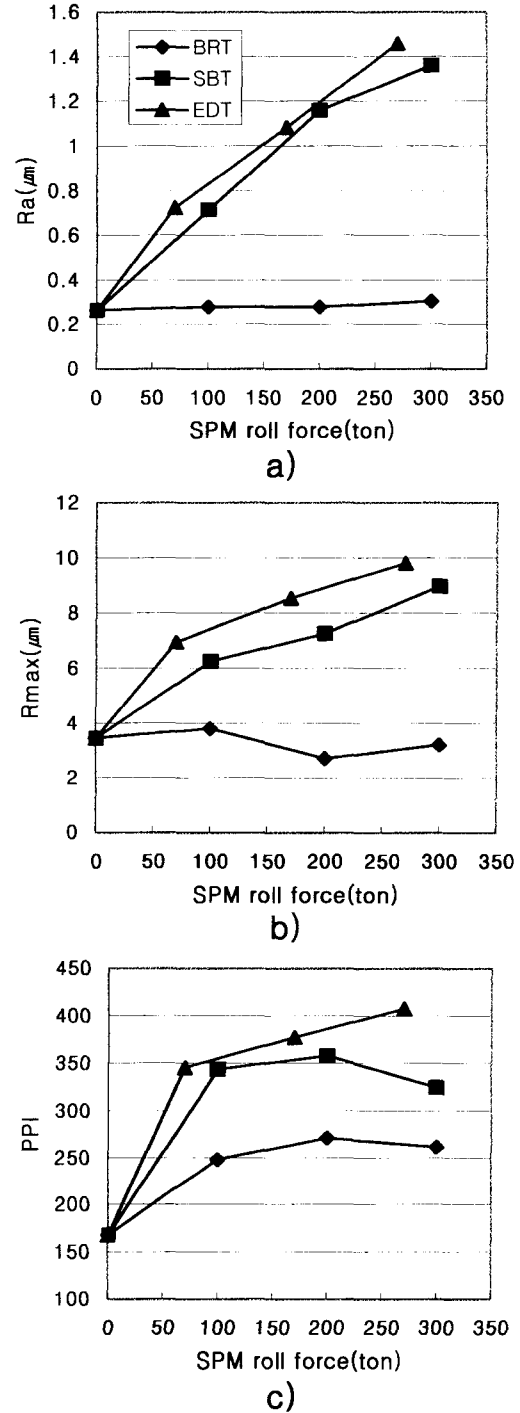


Fig. 6. Relationship between roughness parameters and SPM roll force at different SPM roll types. a) Ra b) Rmax 3) PPI

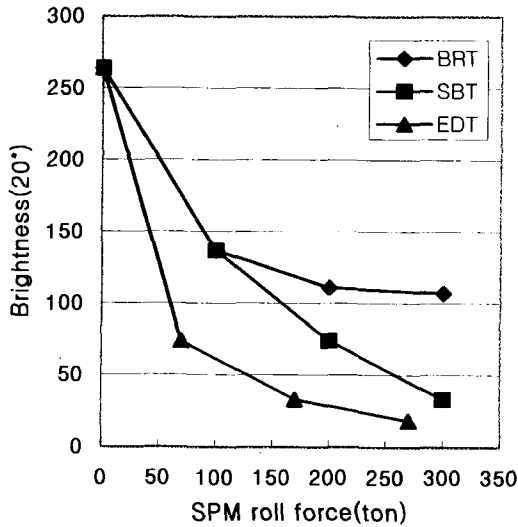


Fig. 7. Relationship between brightness and SPM roll force at different SPM roll types.

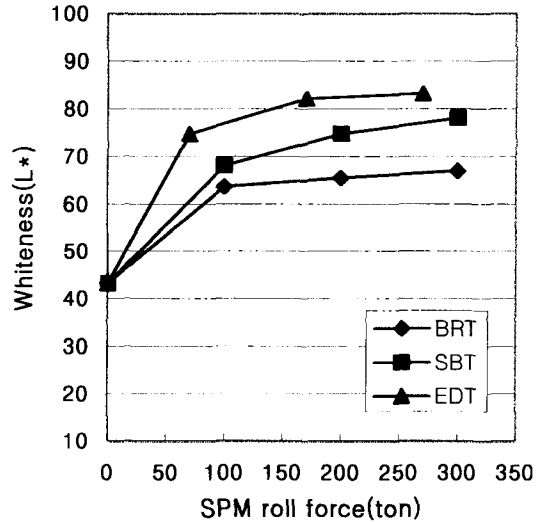


Fig. 8. Relationship between whiteness and SPM roll force at different SPM roll types.

압하력 증가에 따라 광택도가 급격히 저하하는 것을 알 수 있다. 롤 형태에 따른 광택도 저하는 BRT제, SBT제 및 EDT제 순이며, BRT제는 300톤으로 고압하를 실시하여도 광택도는 100이상의 고광택을 나타내나, SBT제는 250톤 이상으로 조절압연시 50이하로 낮아지고, EDT제는 150톤 이상의 조절압연에서 50이하로 낮아짐을 알 수 있다. 이와 같이 롤 압하력이 증가함에 따라 광택도가 급격히 감소하는 것은 롤 조도의 표면 전사율과 직접적으로 관련이 있는 것으로 판단된다. 즉 광택도는 강판에서 반사되는 빛의 총량으로 나타내기 때문에 롤 압하력 증가에 의한 전사율 증가 및 표면요철 증가는 빛의 산란을 증가시키기 때문에 광택도 저하를 가져오는 것으로 판단된다. 따라서 인위적으로 조도를 부여한 덜롤에서의 광택도 저하가 크며, 덜롤 중에서도 전사율인 높은 EDT제의 광택도 저하가 큰 것으로 판단된다. 일반적으로 광택도는 조도와 반비례 관계를 나타내는 것으로 알려져 있다.

Fig. 8은 조절압연의 롤 압하력 증가에 따른 표면 백색도 변화를 롤 형태별로 나타낸 것이다. 백색도는 롤 형태에 관계없이 롤 압하력이 증가함에 따라

증가하고 있다. 또한 롤 형태에 따른 백색도는 덜롤제가 브라이트 롤제 보다 높은 값을 나타내며, 덜롤 중에서도 전사율이 높은 EDT제가 SBT제 보다 높은 백색도를 나타낸다. 이는 롤 압하력 증가에 의한 도금층 표면의 전사율 및 압흔 증가로 백색도가 증가하는 것으로 판단된다.

Fig. 9의 a) 및 b)는 각각 cup drawing시 롤 압하력 증가에 따른 최대 펀치력(인발하중)과 최대 인발거리를 롤 형태별로 나타낸 것이다. 조절압연의 롤 압하력 증가에 따른 최대 펀치력 변화는 거의 없으나, 롤 형태에 따른 최대 펀치력 차는 존재하는 것을 볼 수 있다. 즉 EDT제가 최대 펀치력이 가장 작고, 그 다음이 SBT제이고, BRT제가 가장 큰 것으로 나타났으며, 최대 인발거리는 최대 펀치력과 반대 현상을 나타내었다. 이는 도금강판의 조절압연 방법에 따라 프레스 성형성이 변화하는 것을 의미한다. 즉 EDT제가 가장 우수한 프레스 성형성을 나타내고, 그 다음 SBT제가 우수하며, BRT제가 가장 열악한 것으로 나타났다. 이는 조절압연으로 도금강판 표면에 부여된 조도가 미시적으로 표면에 미세한 oil cup을 형성하여 가공 도중에 이들 내부에 윤활

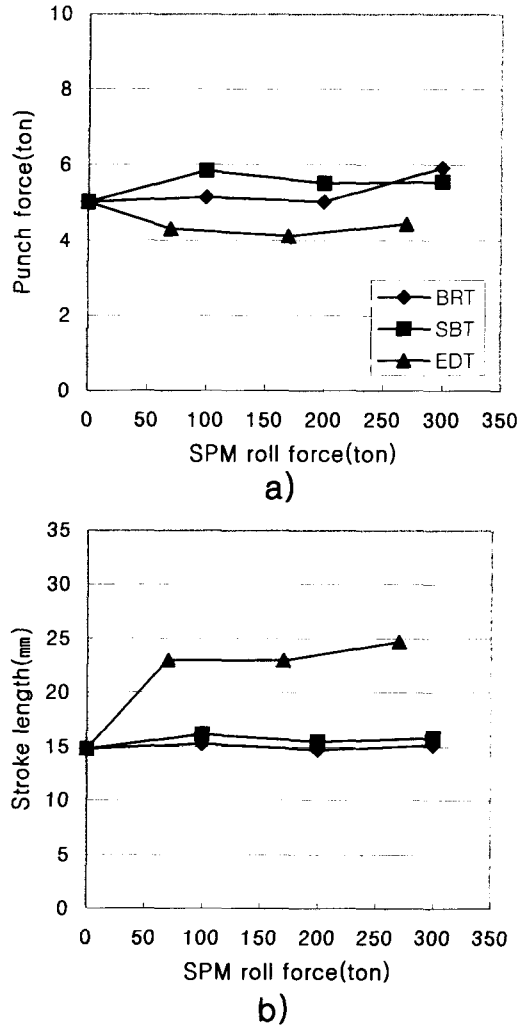


Fig. 9. Relationship between punch force and stroke length and SPM roll force at different SPM roll types. a) Punch force b) Stroke length

유가 차게 되고, 이 윤활유는 상하 금형 사이에 빨려 들어가는 소재와 다이(die) 사이에 윤활막을 형성하게 되어, 강판소재와 금형 간의 직접적인 접촉을 막아주기 때문에 가공성이 우수하게 된다. 따라서 도금강판 표면에 조도를 부여하는 탈롤제가 BRT제보다 가공성이 우수하게 되고, 탈롤 중에서도 균일하고 미세한 조도가 부여되는 EDT제가 가장 우수한 가공성을 나타내는 것으로 판단된다.

3. 3. 용융아연도금강판의 후처리성 및 도장성에 미치는 조질압연 조업조건에의 영향

Fig. 10은 조질압연 롤 압하력 및 롤 형태에 따른 크롬부착량 변화를 나타낸 것이다. 크롬부착량은 롤 압하력 증가에 의해서 비례적으로 증가하는 경향을 나타내었다. 특히 롤 형태에 따라 크롬부착량 차이는 매우 크게 나타났다. 즉 EDT제는 본 연구의 롤 압하력 구간에서의 크롬부착량이 21~24mg/m²인데 반하여, SBT제와 BRT제는 각각 16~20.5mg/m² 및 11~15mg/m²를 나타내었다. 이와 같이 조질압연의 롤 압하력 및 롤 형태에 따라 크롬부착량 차가 크게 나타나는 것은 이들 조질압연 조건에 따라 도금층 표면에 부여되는 압흔의 형태 및 밀도 등이 다르기 때문이다. 즉 조질압연에 의해서 부여된 도금층 표면의 압흔은 열역학적으로 불안정하기 때문에 크롬반응이 우선적으로 일어나는 핵 site로써 작용하기 때문인 것으로 판단된다. 따라서 조질압연의 롤 압하력 증가는 도금층 표면의 압흔 증가로 크롬반응의 핵 site를 증가시키는 역할을 하게 되고, 조질압연 롤의 조도 부여는 도금층 표면의 롤 조도 전사에 의한 압흔 증가로 BRT제보다 많은 크롬반응의 핵 site

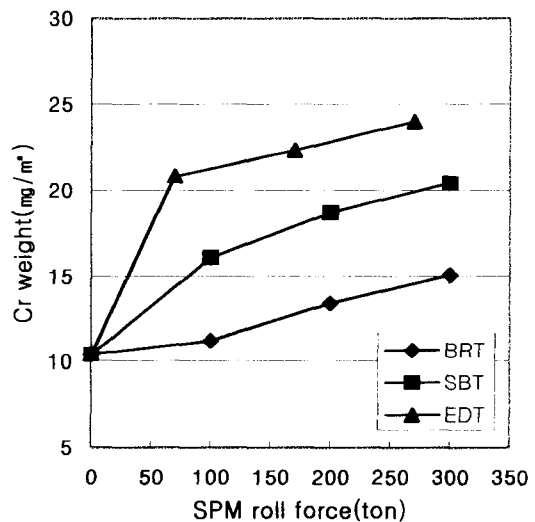


Fig. 10. Relationship between Cr weight and SPM roll force at different SPM roll types.

를 가져오게 되며, 특히 EDT재는 SBT재 보다 압흔이 균일하고 미세하기 때문에 이러한 크롬반응의 핵 site를 증가시키므로 높은 크롬부착량을 나타내는 것으로 판단된다.

이는 상기와 같은 조질압연 조건 별로 크로메이트 처리한 도금강판을 염수분무시험으로 내식성을 평가한 Fig. 11에서 확인할 수 있다. 조질압연의 롤 압하력이 증가함에 따라 내식성이 우수함을 알 수 있으며, 또한 조도를 부여한 롤로 조질압연한 SBT재와 EDT재가 지석연마한 롤로 조질압연한 BRT재보다 우수한 내식성을 나타내었으며, 덜롤 중에서도 압흔이 균일하고 치밀한 EDT재가 SBT재보다 내식성이 우수함을 알 수 있다. 이는 상기와 같이 조질압연 조건에 따른 도금층 표면의 압흔 정도 차에 의한 크롬부착량 차가 발생하기 때문에 내식성 차이를 나타내는 것으로 판단된다.

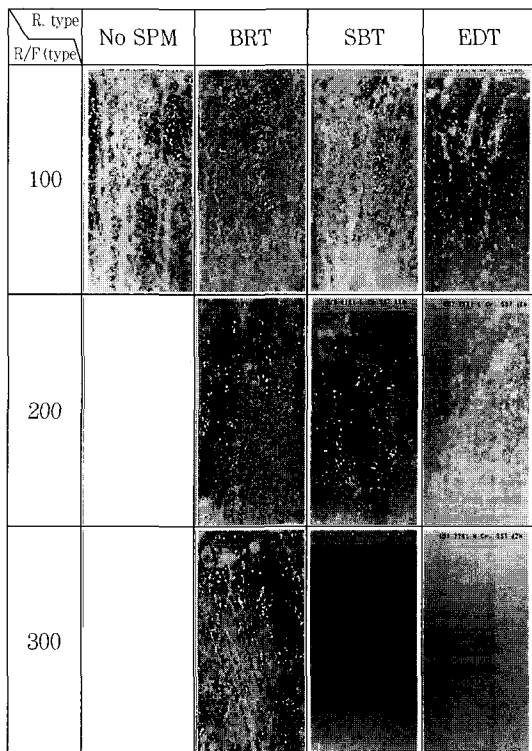


Fig. 11. Surface appearance of hot-dip galvanized steel sheets after 18hrs SST at different skinpassing conditions

Fig. 12의 a) 및 b)는 각각 도장처리 전/후의 파상도(Wca)를 나타낸 것이다. 도금강판의 파상도는 롤 압하력 증가에 의해서 감소하는 경향을 나타내고 있으며, 또한 롤 압하력에 따른 파상도 감소는 롤 형태에 따라 크게 변하는 것을 알 수 있다.

즉 BRT재는 압하력 증가에 의한 파상도 감소가 미미하나, 덜롤재는 롤 압하력 증가에 의한 파상도 감소가 크게 나타내고 있다. 특히 EDT재가 SBT재보다 낮은 파상도 특성을 나타내었다. 이는 EDT재

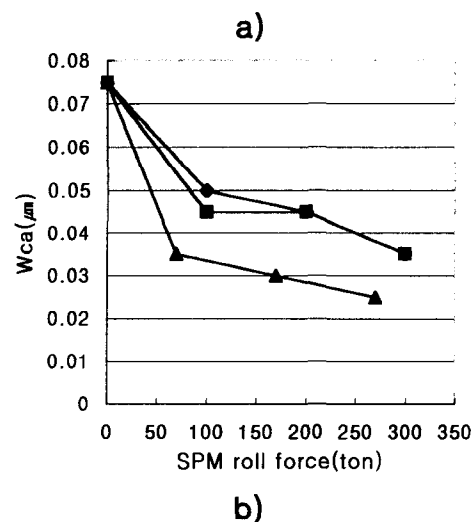
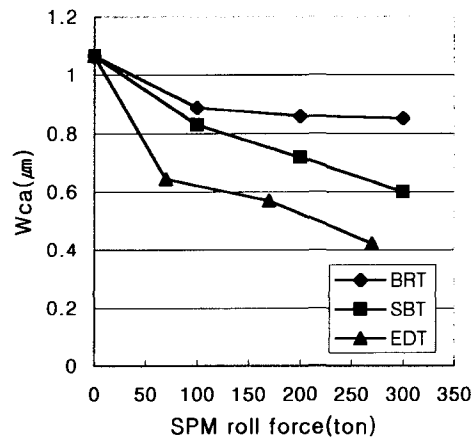


Fig. 12. Relationship between waviness(Wca) before and after painting and SPM roll force at different SPM roll types. a) Wca before painting b) Wca after painting

가 SBT재에 비해 조도성분이 균일하고, 주기성과 반복성을 보이기 때문인 것으로 판단된다. 또한 도장처리한 경우에도 원판인 도금강판의 파상도가 상대적으로 높은 BRT재와 SBT재가 도장 후에도 그 성분이 EDT재 보다 높은 수준을 나타내고 있음을 볼 수 있다.

일반적으로 도장강판의 조도성분 중에서 단파장 성분인 조도 성분은 도장 후에는 거의 사라지고, 도장강판의 선형성은 도금강판의 중파장 성분인 파상도에 영향을 받게 된다. 따라서 파상도가 상대적으로 낮은 EDT재가 도장 선형성에 유리하게 작용할 것으로 판단된다. 실제 조질압연 조건에 따른 도장 선형성인 DOI를 측정한 Fig. 13에 의하면, 중파장 조도성분인 파상도가 낮은 EDT재가 BRT재나 SBT재보다 높은 DOI값을 나타내었다. 반면에 도장후 파상도 값이 비슷한 BRT재와 SBT재는 비슷한 DOI값을 나타내었다.

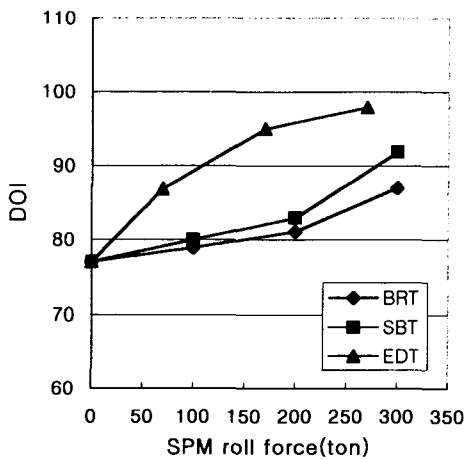


Fig. 13. Relationship between DOI value of painted surfaces and SPM roll force at different SPM roll types.

4. 결 론

도금공정에서 제거되지 않는 미세한 표면결함 및 용융아연도금강판의 표면품질 특성에 미치는 조질

압연 조업조건의 영향에 대해서 평가한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 조질압연의 롤 조도 패턴 조정 및 롤 압하력 증가에 의한 롤 조도 전사율 증가로 표면결함이 감소하므로 조질압연 조업조건 조정으로 표면결함 제어가 가능하였다.

2) EDT재는 BRT재 및 SBT재 대비 광택도는 감소하나, 폭/길이 방향의 표면조도값이 균일하고, 높은 PPI값, 낮은 파상도(Wca)로 가공성 및 도장 선형성이 우수하므로 자동차 외판용 용융아연도금강판과 같은 표면엄격재는 EDT를 사용이 요구되었다.

3) 도금층 표면에 전사된 micro-crater는 크롬반응의 핵 site로 작용하기 때문에, 조질압연의 롤 압하력 증가 및 EDT를 사용에 의한 micro-crater의 증가는 크롬부착량 증가 및 내식성 향상을 가져왔다.

후 기

본 연구는 포항중합제철(주)의 지원으로 수행된 과제의 일부이며, 연구지원을 해주신 포항중합제철(주)에 감사드립니다.

참고문헌

1. H.F. Graff, T.R. Roberts and D.H. Orts : SAE, 89, 3(1981), 95~97
2. H.E. Chandler : Metal Process, 117, 7(1980), 48~51
3. Y.W. Kim, S.C. Kung, W.C. Sievert and R. Patil : Proc. Galvatech 89, (1989), 120~129
4. G. Arrigori and M. Sarracino : Proc. 14th IDDRG Congress, (1986), 306~313
5. T.G. Nilan, B.M. Perfetti and B.J. Scialabba : SAE, 89, 3(1981), 1~5
6. M. Misao : ISIJ, 77, 7(1991), 1075~1086