

고크롬 롤의 수명과 마멸특성에 관한 연구

김문경*, 김순경**, 전언찬***

A Study on the Wear Characteristics and Lifetime of High Chromium Roll

M. K. Kim*, S. K. Kim**, E. C. Jeon***

ABSTRACT

Work rolls used in cold rolling mills must have outstanding wear resistance and very little plastic deformation. Thus, these rolls require a higher surface hardness and hardening to a greater depth. To meet these requirements, the rolls, in general, have basic chemical composition of 0.7 to 1.0% carbon and 1.0 to 5.0% Cr(chromium), plus a small amounts of special elements, and are subjected to intensive water quenching and tempering at low temperature to provide a surface hardness of over 90 shore. This test results are as follows.

Deflection and fracture load of 5% Cr material are than those of 3% Cr material and show flat curve from surface to subsurface. It will be clear that 5% Cr work roll has a superior resistibility against wear and abrasion comparing with 3% Cr work roll. The improvement of wear and abrasion in 5% Cr work roll will be achieved by the large amount of spheroidal carbide. In grindability and polish, 5% Cr work roll will be a little inferior comparing with 3% Cr work roll.

Key Words : Grindability (연삭성), Hardness depth (경화심도), Spalling (파손), Surface roughness (표면조도), Wear characteristics (마멸특성)

I. 서론

철강산업을 선도하고 있는 자동차 산업의 발전과 더불어 국내 냉간 압연 제품의 수요가 증가하고 있을 뿐만 아니라, 제품의 품질요구 수준도 날로 엄격해지고 있다. 90년대 후반에 들어와서는 양(量)적인 측면에서도 국내의 자동차 생산능력이 급증과 더불어 냉간 압연 제품의

생산량도 약 2배이상 증가 추세에 있다. 그리고 제품의 질적인 향상을 기하기 위하여 제철소의 연구소와 냉간 압연업체, 그리고 수요처인 자동차와 가전제품 업체가 지속적으로 연구를 하고 있다. 이와 같이 품질과 양적인 면에서 수요가의 요구를 충족하기 위한 연구가 철강업체의 공동과제로 등장하면서 수급조절에 만전을 기하고 있다. 국내의 냉간 압연 설비는 70년대 이전에 설치된 것이 대

* 부산대학교 대학원 기계설계공학과
 ** 동의공업전문대 자동차과
 *** 동아대학교 기계공학과

부분이므로 생산성 향상을 위한 노후된 설비의 개조와 압연속도의 고속화가 큰 효과를 나타내고 있다. 그러므로 최근에 설치되는 압연기와 그 관련설비는 박판생산과 고속화가 설비의 기본으로 되고 있다. 최근 일본에서는 2,500m/min.까지 고속화된 압연기가 등장하고 있으나 국내에서는 4단 가역 압연기의 경우는 1,400m/min.까지 실용화되고 있다. 이와 같이 고속화된 압연기의 정상적인 가동에는 반드시 강판의 두께를 컴퓨터에 의하여 자동으로 제어하는 자동 두께 제어장치(Automatic gauge control system)와 강판의 형상을 제어하는 자동 형상 제어장치(Automatic flatness control system)가 필수적으로 장착되어 있어야 한다.⁽¹⁻²⁾

이와 같은 압연설비의 개발과 더불어 강판의 표면품질과 생산성에 직접적인 영향을 미치는 롤의 재질개선에 많은 노력이 진행되고 있다. 특히 냉연 제품의 표면품질 개선과 고생산성을 이루고, 냉간 압연기의 고속화와 高壓下에 견딜 수 있는 耐磨減性和 耐龜裂性を 갖는 작업롤의 개발이 절실 요구되어왔다.⁽³⁻⁴⁾ 이에 부응하기 위하여 80년대부터 롤 제조업체가 코크롬 톨을 개발하여 경화심도가 15mm에서 20~50mm로 증가된 톨들이 공급되고 있다. 롤의 재강결합과 불순물 제거를 위한 제조공정은 V.A.R.(Vacuum arc remelting)과 E.S.R. (Electroslag remelting)방법이 개발되어 롤의 품질이 많이 개선되었다.

냉간 압연의 생산성을 향상시키고 제조원가를 감소시키기 위하여 작업롤의 내마멸성을 향상시켜 롤 교환주기와 수명을 연장하고, 그 밖에도 작업롤과 보강롤의 하중 증가에 의한 롤 파손사고를 감소시키기 위하여 롤의 강도와 설계에도 세심한 검토가 필요하게 되었다. 그러나 롤의 파손원인은 너무 많기 때문에 정확한 원인 규명이 어려워 연구결과가 거의 없는 실정이며 롤 제조 업체에서 조사한 보고서가 대부분이다. 그러므로 냉간 압연 가공중에 롤 파손이 발생되면 정확한 원인 규명이 어려워 롤 제조업체와 사용하는 압연업체간의 분쟁이 많이 발생되고 있어 향후 많은 연구와 개발이 요구되는 분야라고 볼수 있다.

따라서 본 연구에서는 냉간 압연용 작업롤의 파손원인보다는 크롬첨가량이 내마멸성에 미치는 영향과, 작업롤의 교환주기와 수명을 결정하는 경화심도를 조사하였으며, 탄소와 롤의 경도가 마멸량에 미치는 영향도 조사하였다. 그리고 작업롤의 교환주기에 가장 큰 영향을 미치는 롤 표면의 조도마멸에 관하여 조도 가공방법에 따른 산의 마멸상태를 조사하였으며 생산성 변화에 대해서도

조사하였다. 이와 같은 실험은 실제 냉간 압연 제품을 생산중인 압연기에서 실시하였으며

조업자료로 활용할 수 있게 일반적인 조업조건과 실험 조건을 동일하게 하였다.

II. 실험장치 및 실험방법

1. 실험장치

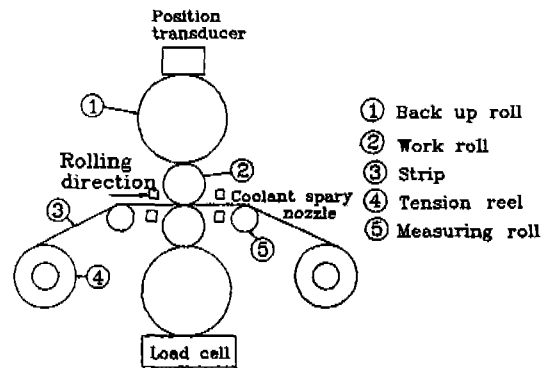


Fig. 1 The schematic experimental apparatus

본 실험에 사용된 냉간 압연기는 Fig. 1에서 보는바와 같이 실제 냉간 압연 제품을 생산하는 냉간 압연기로서 작업롤과 보강롤이 각각 두개인 4단이며 왕복으로 압연 가공이 가능한 가역압연기이므로 연속 압연기와는 다르게 한 개의 스텐드로 구성되어 있다. 실린더의 최대 압하력은 2,800톤까지 가능하지만 1,400 톤 이하에서 냉간 압연가공이 주로 이루어지므로 본 실험에서는 1,300톤 이하에서 행하였다. 냉연강판 가공시 가장 중요한 판 두께 제어는 자동 두께제어장치와 강판의 형상을 제어하는 자동 형상제어장치도 사용하였다.

자동 두께제어장치는 냉간 압연기의 입측과 출측에 설치되어있는 X선 두께 측정기에서 측정된 값과 컴퓨터에 입력된 값을 비교하여 두께 측정기에서 측정된 두께가 지시된 값보다 작으면 압하력을 줄이고 반대로 실제 측정된 냉연 강판의 두께가 지시된 수치보다 클 경우 압하력을 증가시켜 작업롤 사이의 틈새를 크게 하여 컴퓨터에 지시한 값과 가장 가깝게 가공이 되게 한다. 그리고 실험에 사용된 압연기의 체원과 실험조건은 Table 1과 같다.

Table 1 Rolling conditions of cold rolling mill

Mill type	4 Hi reversing mill
Line speed	800 m/min. (max.)
Work roll dia.	450 (mm)
Back up roll dia.	1,360 (mm)
Separating force	1,300 Ton
Gauge control	Automatic gauge control
Flatness control	Automatic flatness control

2. 실험재료

본 실험에 사용한 작업롤의 화학적 성분은 Table 2에서 보는바와 같이 가장 많이 사용되고 있는 3% 크롬롤과 고크롬롤인 5% 크롬롤을 사용하였고, 마멸 및 수명을 조사하기 위하여 사용된 강판의 화학적 성분은 Table 3과 같고 기계적 성질은 Table 4에서 보는바와 같다.

작업롤의 제조공정은 Fig. 2에서 보는바와 같이 여러 단계가 있으나 작업롤의 주요성질은 용해공정에서 거의 결정되며 경화심도는 열처리과정에서 결정된다. 그리고 롤의 수명과 가장 관계가 롤 파손은 강종의 불순물에 의하여 발생되는 경우가 많으므로 정련 공정도 매우 중요하다.

Table 2 Chemical compositions of work roll (wt. %)

C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo
0.90	0.50	0.60	<0.50	1.00	0.30
0.90	0.50	0.60	<0.50	3.00	0.30
0.90	0.50	0.60	<0.50	5.00	0.30

Table 3 Chemical compositions of strip (wt.%)

Material	C	Si	Mn	Al	Cu
SAE 1008	0.05	0.009	0.25	0.010	0.010

Table 4 Mechanical properties of strip

Material	Tensile strength (N/mm ²)	Yield strength (N/mm ²)	Hardness (H _{RB})	Elongation (%)
SAE 1008	710.00	640.80	85.90	4.20

3. 실험방법

자동차용 외장재는 강판의 평탄도와 표면조도가 가장 중요하므로 냉간 압연용 작업롤과 보강롤의 균일한 마멸

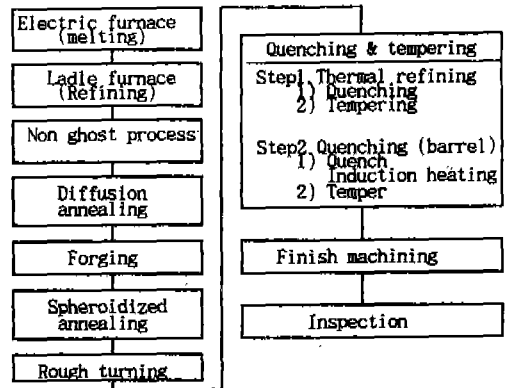


Fig. 2 Manufacturing process diagram for forged steel work roll

과 표면결함을 적게 하고, 롤의 교환주기 연장과 내마멸성을 향상시키기 위한 작업롤의 크롬 첨가량의 증가는 생산성 향상과 품질개선에 매우 중요한 역할을 한다. 일반적으로 작업롤은 정상적인 마멸에 의한 폐기는 거의 없고 대부분 여러 가지 요인에 의한 롤의 연삭량에 따라 그 수명이 결정된다.⁽⁵⁾ 그러나 실제 사용중인 롤은 고가(高價)이고 항상 롤 결함이 발생하는 것이 아니므로 실 기계에서 마멸량의 측정은 가능하지만, 롤 결함을 인위적으로 만들 수가 없다.

따라서 본 실험은 냉간 압연 가공조건을 일정하게 두고 동일한 크롬함량의 압연용 작업롤을 3회 연속 투입하여 마멸량과 경화심도, 그리고 롤의 수명을 조사하였다. 그리고 작업롤 표면의 마멸특성을 살펴볼 수 있는 압연가공 거리에 따른 표면조도의 변화도 조사하였다.

냉간압연 가공 공정은 Fig. 3에서 보는 바와 같이 여러 공정이 있지만, 본 실험은 냉간 압연 가공시 발생하는 작

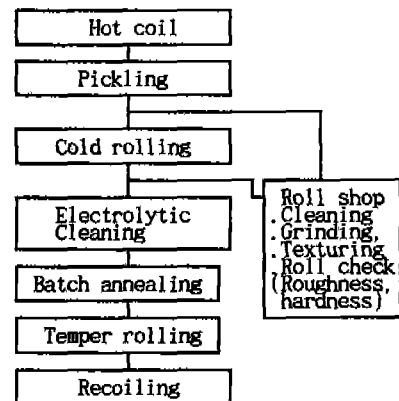


Fig. 3 Flow chart of cold rolling procedure

업롤의 마멸 마멸과 수명, 그리고 파손에 관해서만 연구하였다. 작업롤의 경도 측정에는 Shore경로계를 사용하였고 표면조도는 휴대용 조도 측정기(Hommel tester 1000)로 측정 하였으며 마멸량은 일반적으로 롤 직경 측정용으로 많이 사용되는 Micrometer를 사용하였다. 결정입계 등을 조사하고 미세조직을 확인하기 위하여 주사전자 현미경(SEM)도 사용하였다. 그리고 롤 마멸량은 중앙과 가장자리를 3회씩 측정하여 평균값을 구하였다.

Ⅲ. 실험결과 및 고찰

1. 작업롤의 마멸특성 비교

Fig. 4는 냉간 압연시 압연가공거리에 해당하는 냉연 강판과 작업롤의 접촉거리에 따른 작업롤의 마멸량 변화를 크롬성분의 함량별로 나타낸 것이다. 여기서 롤의 마멸량은 가공거리에 관계없이 크롬의 함량에 거의 반비례하는 경향을 나타내고 있으며, 강판의 가공길이가 길어질수록 마멸량은 현저하게 차이가 나지만 그 편차를 변하지 않는 것으로 나타났다. 가공거리 5km에서 3% 크롬 롤인 경우는 1% 크롬 롤 보다 마멸량이 130 μm 정도 작은 390 μm 이지만, 크롬이 1%인 경우와 5%인 롤의 마멸량을 비교해 보면 2배정도 마멸량이 많음을 알 수 있다. 따라서 크롬 함량이 많을수록 작업롤의 내마멸성이 증가됨을 알 수 있다.

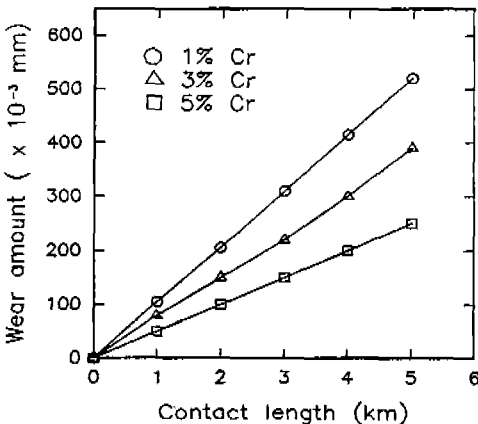


Fig. 4 Relationship between contact length and wear amount on the Cr content

Fig. 5에서는 Fig. 4와 같은 방법으로 탄소함량에 따른 마멸량을 비교한 것으로 탄소함량의 범위는 일반적으로 냉간압연용 작업롤에 많이 사용되는 0.6-0.9% 범위

에서 3가지로 분류하여 마멸량을 측정하였다. 압연가공거리 5km를 기준으로 보면 탄소함량이 가장 적은 0.65%일 때는 0.85%보다 약 2배정도 마멸량이 많은 620 μm 으로 나타났으나, 그 중간인 0.75%일 때는 460 μm 이 마멸되어 탄소함유량 0.65%와 0.85%의 평균값 수준으로 나타났다. 따라서 마멸량은 크롬과 마찬가지로 탄소 함유량에 반비례하는 경향을 나타냄을 알 수 있다.⁽⁶⁾

최근에는 탄소함량을 1% 까지 첨가하여 내마멸성을 증가시키고 있으나 사용중 균열과 대형파손의 원인이 되고 있어 탄소의 증가보다는 크롬을 증가시켜 내마멸성과 경화심도를 증가시키고 있다. 이와 같이 탄소가 많을수록 내마멸성이 증가되는 것은 구상화 흑연이 많아지기 때문인 것으로 판단되며 탄화물의 증가가 내마멸성을 크게 하는 것으로 추정된다.

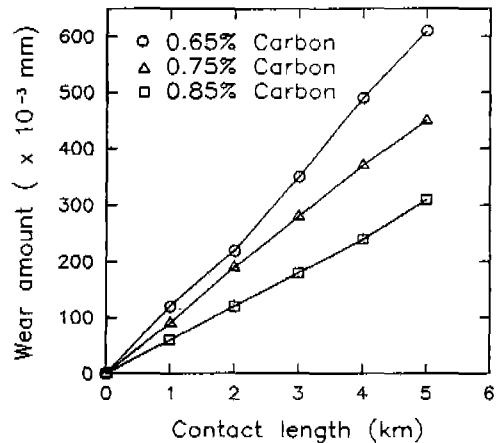


Fig. 5 Relationship between contact length and wear amount on the C content

탄소가 많을수록 작업롤의 경도가 증가되어 마멸량은 감소되지만 대형파손의 가능성이 높아진다. 경도와 마멸량을 비교해 보면 Fig. 6에서와 같이 경도가 높을수록 마멸량이 현저하게 감소됨을 볼 수 있다. 접촉거리가 5km일 때 Hs 55에서는 490 μm 정도의 마멸량을 나타내지만 Hs 70에서는 70 μm 정도로 마멸되어 Hs 55일 때의 마멸량이 Hs 70에 비해 7배정도 마멸량이 많음을 볼 수 있다.

작업롤의 표면은 압연가공중 강판과의 Pinching 등으로 인한 열 충격을 많이 받게 되므로 열 충격에 대한 저

항성은 물의 가장 중요한 특성이다.⁽⁶⁻⁷⁾ 이와 같은 성질을 비교 하기 위하여 실험장치에서 물을 정지상태의 냉연 강판과 접촉시키면 회전체는 마찰에 의해 열을 받게 된다. 여기에 물을 뿌려 급랭을 반복하면 회전체에는 균열이 발생하게 된다.

냉간 압연기공에서 마찰열이 가장 많이 발생하는 작업 롤 바이트에서는 압연유에 의한 경계윤활이 이루어지며 작업롤과 강판은 압연유에 의하여 냉각된다. 그러나 작업롤은 반복되는 롤 굽힘작용과 급랭에 의하여 피로현상이 나타나므로 10시간정도 사용한 후 피로층에 해당하는 0.1mm정도를 연삭한 후 재투입하여 사용한다. 그리고 작업롤은 표면경도가 높을수록 내마멸량이 증가되지만, 균열은 크게 발생되어 대형 롤 파손의 원인이 될 수도 있다. Fig. 7에서는 물의 경도가 열 충격에 대한 저항성에 미치는 영향을 별도의 실험장치를 사용하여 조사한 결과로서 경도가 균열의 크기에 큰 영향을 미침을 알 수 있다. 실험에 사용된 물의 재질은 3% 크롬롤로서 직경은 100mm이다. 물의 경도와 균열의 크기는 관계는 경도가 증가할수록 급속하게 균열의 크기가 증가함을 알 수 있다.⁽⁸⁾ 따라서 롤 표면의 균열에 의한 롤 사고 방지측면에서 보면 경도를 낮게 관리함이 좋지만, 조기에 마멸되는 것을 방지하고 마멸에 의한 철분발생을 감소시키기 위하여 냉간 압연 작업롤의 경도는 초기 표면경도를 Hs 95 ± 2정도로 열처리하여 사용하고 있다.

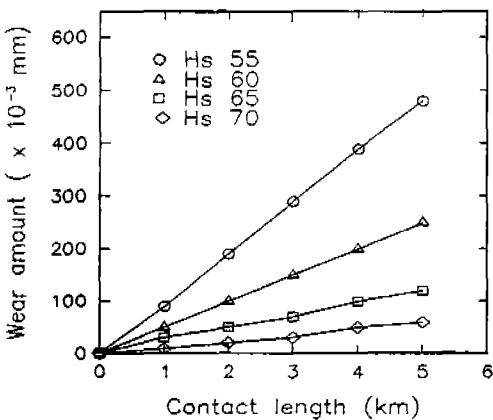


Fig. 6 Relationship between contact length and wear amount on the hardness of roll

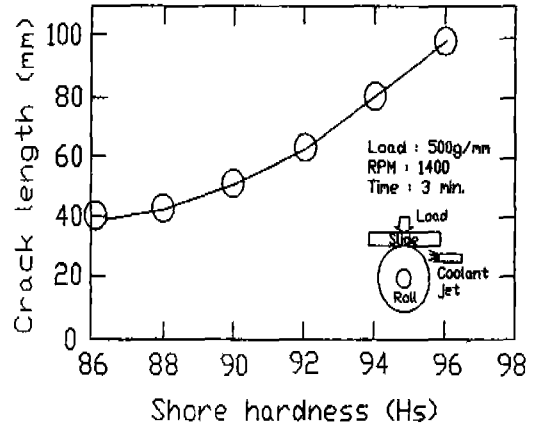


Fig. 7 Influence of hardness on strength, lower hardness increases thermal shock resistance

2. 물의 크롬함량에 따른 경화심도와 조도의 변화

Fig. 8은 실제 압연기에서 사용하는 롤 표면경도와 사용 가능한 부분까지의 경도인 경화심도를 나타낸 것으로 크롬 함량에 관계없이 작업롤의 초기 표면경도는 Hs 95로 일정한 값을 나타내지만, 냉간 압연에 사용 가능한 표면경도인 Hs 90일 때의 경화심도는 크롬이 3%일 때는 약 36mm이고 5%일 때는 43mm까지 증가됨을 알 수 있다. 경화심도가 약 30%증가되면 롤의 수명이 20%정도 증가되므로 제조원가의 감소를 위하여 많은 연구가 이루어지고 있는 부분이다. 최근에는 경화심도가 50mm인 롤의 개발이 실용화 단계에 있다. 경화심도는 클수록 제조경비 측면이나 생산성 향상면에서도 큰 효과가 있지만, Fig. 8에서 보는바와 같이 물의 표면에서 중심부로 들어 갈수록 경도가 감소됨을 볼 수 있다. 이와 같은 현상은 Fig. 2의 담금질과 뜨임과정에서 물의 표면과 내부의 온도 변화가 동일하게 가열 및 냉각이 이루어지지 않기 때문이다. 경화심도를 크게 하기 위하여 열처리 온도를 높게 하면 롤의 표면경도는 지나치게 높게되어 열 충격에 견디지 못하고 대형 롤 파손사고의 원인이 되므로 가용범위인 Hs 90-97을 벗어나지 않게 해야 한다. 그러므로 냉간 압연 작업롤의 수명을 연장하기 위하여 Fig. 8에서와 같이 크롬을 첨가하여 경화심도를 증가시키고 내마멸성도 향상시키는 것이 가장 바람직하다고 판단된다. 그러나 크롬첨가량의 증가에 의한 경화심도 증가는 한계가 있고 가격도 비싸므로 열처리 방법에 의한 경화심도 증가방법도 병행하여 연구해야할 부분이라고 생각된다.

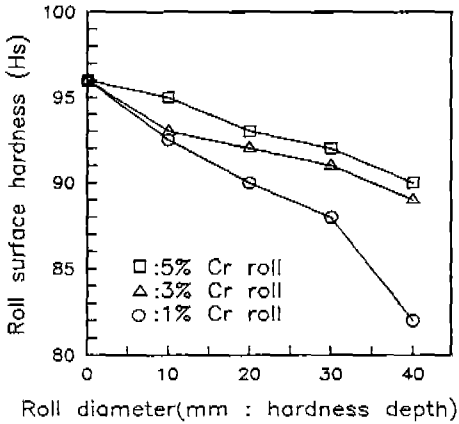


Fig. 8 Relationship between depth of hardness and Cr content

Fig. 9는 5%와 3% 크롬롤의 미세조직을 비교하기 위하여 주사전자 현미경으로 촬영한 것이다. 여기서 롤의 표면을 비교해보면 5% 크롬롤의 표면은 미세한 조직의 형태가 잔존해 있으나 3% 크롬롤의 표면은 수지상의 조직이 드러나 있음을 볼 수 있다. 이와 같은 수지상의 조직은 심할 경우 강판의 표면에 전사되어 강판의 표면 품질을 저하시키는 요인이 되므로 조기에 롤 교환을 해야하는 문제점이 있다. 그리고 5% 크롬롤이 3% 크롬롤 보다 내마멸성이 우수한 것은 Fig. 9에서와 같이 미세조직내에 고용탄화물이 많이 존재하기 때문인 것으로 판단된다.

Fig. 10은 고용탄화물이 많은 5% 크롬롤의 미세조직을 경화층 10mm간격으로 조사한 것이다.

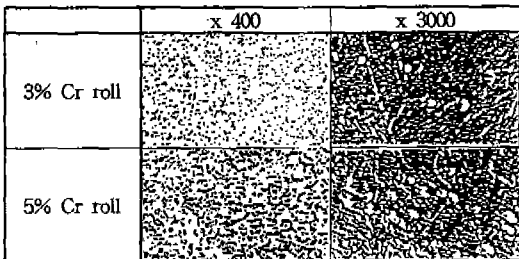


Fig. 9 Surface microstructure of 5% and 3% Cr roll

여기서 최초 가공표면과 10mm까지는 탄화물과 마르텐사이트 조직으로 구성되어 있음을 볼 수 있으나, 롤 표면으로부터 20mm되는 지점에서는 부분적으로 베이나이트 조직이 보이며 30mm되는 지점에서부터는 트루스타이트

조직이 나타남을 알 수 있다. 따라서 작업롤은 마르텐사이트와 트루스타이트 조직 사이에 존재하는 베이나이트 조직이 나타나기 시작하면 가공경화된 강판의 표면보다 부분적으로 경도가 떨어져 정상적인 압하가 되지 않고 강판표면이 불규칙적으로 물방울 형태로 가공되어 사용이 불가하므로 폐기처분 해야 한다.

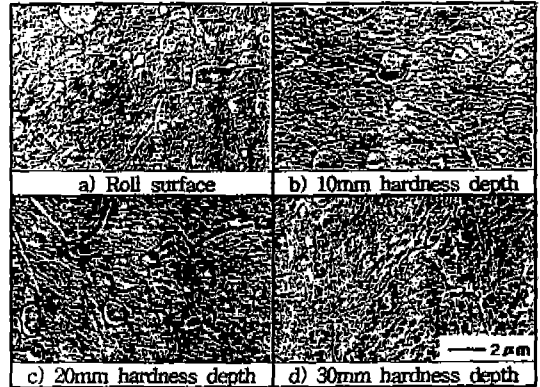


Fig. 10 Microstructure of 5% Cr roll on depth from roll surface

강판 표면의 미려도를 나타내는 작업롤의 조도변화를 압연 생산량별로 구분하여 나타내 보면 Fig. 11과 같다. 5% 크롬 롤인 경우, 작업롤의 초기 표면조도를 Ra. 2.0µm으로 가공하여 냉간압연 가공을 하면 압연가공초기부터 200톤 가공까지는 완만하게 조도가 감소되다가 그 이후부터는 급속하게 감소되어 300톤 가공 후에는 조도가 Ra. 1.0µm으로 감소된다. 그러나 3% 크롬 롤의 경우, 초기 작업롤의 조도가 5% 크롬 롤과 같아도 조도감소 경향을 보면 전체적으로 일정한 비율로 감소되어 300톤 가공 후에는 Ra. 0.5µm까지 감소된다. 작업롤과 표면조도가 Ra. 0.6µm이하가 되면 강판표면과의 사이에서 슬립이 발생되므로 롤을 교환해야 한다. 조도의 감소가 마멸량과도 관계가 있지만 동일하지 않는 것은 산의 수와 형태가 다르게 가공되고 마멸되기 때문인 것으로 판단된다.

따라서 크롬함량이 많을수록 내마멸성이 크고 조도감소도 작게되어 최근에는 3%크롬 롤의 표면에 크롬 도금한 롤을 사용하는 경우도 있다. 가역 압연기에는 많지 않지만 연속 압연기의 마지막 스펀드나 조질압연기의 작업롤의 경우는 철분말이 작게 발생되어 판면이 깨끗하고 조도도 강판에 균일하게 전사되므로 급속한 증가 추세를 보이고 있다.

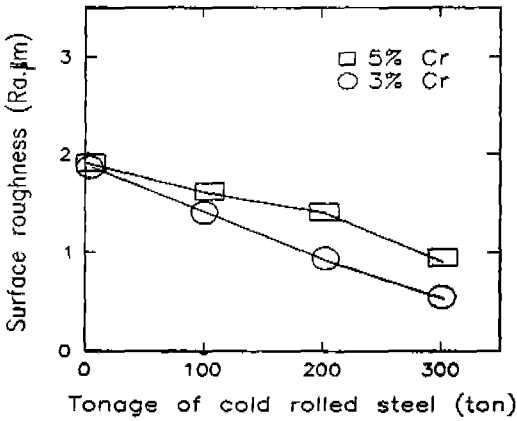


Fig. 11 Relationship between surface roughness and tonnage of cold rolled steel (size : 0.8t x 1219w)

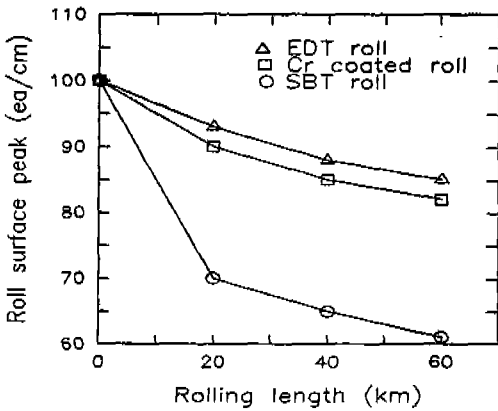


Fig. 12 Relationship between roll surface peak count and rolling length on the texturing method

Fig. 12는 작업롤의 조도가공방법별로 압연가공거리에 따른 롤 표면의 조도변화를 나타낸 것이다. 전기 스파크를 이용한 방전 조도 가공(Electro-discharge texturing)롤과 크롬 도금롤과는 산수의 감소가 매우 유사하게 변하고 Shot blast texturing roll의 경우는 초기에 산이 거의 마멸되어 초기 경면화 현상이 발생됨을 알 수 있다. 방전조도가공의 경우는 산의 형태가 분화구 모양과 매우 유사하게 가공되므로 강판과의 마찰에서도 쉽게 마멸되지 않고 균일한 조도 전사가 가능하므로 최근에 자동차용 강판이나 가전제품의 외장재 생산용 작업롤

의 조도가공에 많이 사용된다. 크롬 도금롤의 경우도 방전조도가공과 마찬가지로 산의 마멸이 서서히 진행되어 강판의 표면 품질향상에 매우 효과가 있지만 매번 롤 교환시 마다 도금을 해야하는 번거로움이 있다. 그러나 최근까지 작업롤의 조도가공의 주종을 차지하던 Shot blast texturing 롤은 경면화가 빠르고 철분말의 다량 발생 등 문제점이 많아 점차 사양추세에 있다. 따라서 작업롤의 경우는 크롬을 강중에 다량 첨가하여 고크롬 롤을 제조하거나 3% 크롬롤의 표면을 Shot blast texturing 한 후 크롬도금을 하여 압연가공을 하면 수명연장과 생산성 향상, 그리고 품질향상에도 매우 효과적임을 알 수 있다.

Table 5 Comparison of 3% Cr roll and 5% Cr roll

	3% Cr roll	5% Cr roll	Remarks
Hardness depth	φ 35 mm	φ 40 mm	*. Dia. x barrel length: φ400x 1,400(mm)
Change time (hr/month)	40	30	
Roll lifetime (month/set)	1	1.33	
Productivity	Ton / set	28,800	38,938 (35.2% up)
	Ton/month	28,800	29,203 (1.6% up)

Table 5는 고크롬롤의 경화심도와 생산성을 비교한 것으로 경화심도가 직경으로 보면 10mm가 증가되고 롤 교환시간도 월 10시간정도 절약되므로 경화심도증가와 롤 교환시간에 의한 전체 생산량 증가는 롤 1세트당 1,138톤이었지만, 순수한 롤 교환주기의 연장만 고려하면 1.6%의 생산 향상성이 이루어졌다고 판단된다. 이때의 롤 사용 조건은 부정규 연삭이 없었고 1회 연삭량을 0.05mm로 가공하였다. 그러나 과도한 압하력과 고속 가공을 주로 하는 실제 가공조건으로 환산하면 너무 많은 요인 때문에 계산이 거의 불가능하므로 최대한 가공조건을 완화시켜 롤 파손사고가 없는 경우만을 비교하였다.

IV. 결론

냉간 압연가공에서 사용되는 작업롤의 수명은 표면조도의 마멸과 피로충격을 위한 연삭과 파손에 의한 대량 연삭에 의하여 결정된다. 본 실험에서는 기계장치와 전기적인 요인에 의하여 발생된 롤사고를 포함한 부정규적

인 연삭은 모두 제외하고, 정상적인 작업롤의 마멸만을 고려하였다. 따라서 작업롤의 수명연장을 위하여 첨가된 크롬과 탄소량, 그리고 표면경도 등이 마멸에 미치는 영향을 연구하고 크롬함량에 따른 작업롤의 생산량을 비교한 결과는 다음과 같다.

1) 냉간 압연 가공용 작업롤은 크롬과 탄소 함유량이 많을수록 탄소 화합물이 증가하여 작업롤의 내마멸성이 증가하게 된다.

2) 작업롤의 표면경도는 낮을수록 충격에 의한 균열방지에는 효과적이지만 내마멸성이 떨어져 롤의 수명이 단축된다.

3) 직경 450mm인 작업롤에서 5% 크롬롤의 경우는 20mm 이상 硬化가 가능하지만, 크롬함량이 3%인 롤의 경화심도는 17mm 정도가 最大值 이다.

4) 작업롤의 조도마멸에 의한 정상적인 롤 수명은 5% 크롬롤이 3% 크롬롤 보다 33%정도 연장된다.

5) 5% 크롬롤은 3% 크롬롤보다 35.2%의 생산량이 증가하며 그 중에서 교환주기 연장에 의한 생산량은 1.6% 이다.

후 기

이 논문은 1996년도 동아 대학교 학술연구 조성비 (공모 과제)에 의하여 연구되었음.

참고 문헌

1. 北村章, "冷延加減速時におけるケインの AGC의最適化", 鐵と鋼, 第15號, pp. 276 - 285, 1981.

2. Kobasa D., and Schultz, R.A., "Experimental Determination of the Arc of Contact in Cold Rolling", Iron and Steel Engineering, vol. 45, pp. 97-101, 1968.

3. 전언찬, 김순경, "냉간압연가공시 Work roll마멸과 판면조도에 관한 연구" 한국정밀공학회지, 제8권, 제4호, pp. 2-5, 1991.

4. 전언찬, 김순경, 김문경, "냉간압연가공시 압연재료와 Work roll마멸에 관한 연구" 한국정밀공학회지, 제10권, 제4호, pp. 128-129, 1993.

5. Shuichi Iwadoh, Toshikazu Mori, "Effect of work roll Materials and Progress of Manufacturing Technology on Cold rolling and Future Development in Japan", ISIJ International, Vol.32, No 11, pp. 1131-1140, 1992.

6. W. H. Tait, "Roll Shop: The nature and Causes of in Service roll defects", Roll for the Metalworking Industries Conf., Dofasco, Inc., pp.135-142, 1984.

7. S. J. Maganello, "Performance of Roll in Service", Roll for the Metalworking Industries Conf., USS, pp.227-242, 1984.

8. Mitsuo Nakagawa, "Causes and counter-measures of spalling of cold mill work rolls", Iron and Steel Engineer, March, pp. 44-49, 1981.