

## Water Soluble Type의 Cold Strip Rolling Oil

韓田油化工業株式會社

常務理事 金 柱 恒

### 1. 서 론

최근 국내에서도 각종 공작기계 가공의 발전으로 말미암아 이에 쓰여지고 있는 윤활제의 이용범위도 점진적으로 확대되어 가고 있음은 물론 특히 Water계 윤활제의 요구성능은 점점 가속하게 되어지고 있다.

Water계 윤활제라고 하면 일반적으로 Cutting, Grinding, Drawing, Pressing, Heat Treating 등의 공작기계 계통의 Oil을 연상할 수 있겠지만 이들 이외에 각종 유압작동유를 비롯하여 Rolling Oil도 포함되고 있다.

따라서 본 논문에서는 근간 Crose up 되어지고 있는 Water계 윤활제 중 냉각압연유에 대하여 간략하게 기술하여 보고자 한다.

### 2. 압 연 유

Rolling이라고 하는 것은 회전하고 있는 2개의 원통(Roll)간에 철(鐵), Aluminium, 동 및 동합금 또는 Titan, Beryllium등의 귀금속류(貴金屬類)의 재료를 소성 목적한 바 두께까지 펴서 만드는 소성가공(塑性加工)의 일종을 말한다.

압연규모(圧延規模)로서는 6pass Stand의 압연기로서 2,000mpm 이상의 압연속도를 갖는 기계로 부터 Single Stand 압연기로서 매분 수십 Metal 압연속도로 압연하고 있는 것까지 다양다종(多樣多種)의 기계가 있다.

이와같은 기계에는 어느 경우건 Roll과 금속재료간에 있어서 윤활이라는 것은 소성변형열(塑性變形熱), 마찰열제거(摩擦熱除去)를 위하여 냉각이 필요하게 되는데 이때 냉각 목적을 위하여 사용되는 물질이 곧 압연유라 말하여 지고 있다.

### 3. 압연유의 종류

압연유의 종류는 대단히 많으며 또한 그 분류에 있어서도 여러가지가 있다.

따라서 압연유라고 하는것은 일반적으로 압연하는 금속재료와 종류, 가공조건 등을 비롯하여 압연기의 종류에 의하여 표 1-1에서 보는바와 같이 Type 별과 표 1-2에서 보는바와 같이 피압연재(被圧延材)로 나누고 있으며, 여기서 Type 별로는 Straight와 Water Soluble으로 대별한다.

표 1-1. Type 별의 분류(1)

Type	항목	주 성분	점도(50°C, cst)	검화가	금유방법
1-1	지 방 유		25 ↑	180	직접방식
1-2	혼 합 유		12 ↑	60	순환방식
1-3	광 유		12 ↑	30	순환방식
1-4	광 유		10 ↓	30	순환방식
2-1	지 방 유		25 ↑	150	순환방식
2-2	혼 합 유		12 ↑	50	순환방식
2-3	광 유		12 ↑	50	순환방식

\*비고: 1 - Straight Type

2 - Soluble Type

표 1-2. 피압연재의 분류(1)

금속재료명 기계의종류	강	규소강	스텐레스 강	Aluminium	동 및 동합금
Levers	1-3	2-1	1-3	1-4	1-3
	2-1	2-2	2-1	.	2-3
	2-2	.	2-2	.	.
	2-3	.	.	.	.

Tandem	1 - 1	2 - 1	2 - 1	1 - 4	1 - 3
	2 - 1	2 - 2	2 - 2	.	2 - 3
	2 - 2	.	.	.	.
	2 - 3	.	.	.	.
Sendzimir	1 - 3	1 - 3	1 - 3	1 - 4	1 - 3
	2 - 3	2 - 3	2 - 3	.	.

### 4. 압연유의 제법과 특징

일반적으로 Water Soluble Rolling Oil은 표 2에서 보는 바와 같은 광물유, 동식물유지 또는 유성제(油性劑)라고하는 기재를 중심으로 이에 각종 첨가제를 첨가하여 제조하고 있다 (2).

표 2. Water Soluble계 제조용 기재와 첨가제의 종류(2)

기재 및 유성제	광유 : Machine Oil 등
	합성유 : Polyolefin Oil, Diester, Polyolester, Hindered Ester 등
	유지류 : 동물계유지, 식물계유지
	Ester류 : 식물계유지의 Ester ((Palmoil-Methylester, 미강유, Methylester 등) 동물유지의 Ester (牛脂 Methylester 등)
계 면 활 성 제	Anion계 : 지방산유도체 (지방산비누, Naphthene 산 비누) 황산 Ester형 (동식물유의 황산화유, 장쇄 Alcohol 황산 Ester 등), Sulfone 산형 (석유 Sulfone 산염 등), 인산 Ester형 (장쇄, Alcohol 인산 Ester, 지방산 Ester 인산변성 Type 등)
	비 Ion계 : Polyoxyethylene계 (Polyoxyethylene Alkyl Phenylether, Polyoxyethylene 지방산 Ester 등), 다가 Alcohol계 (Sorbitane mono 지방산 ester 등) Alkylolamide계 (지방산 Diethanolamine 등)
극 압 첨 가 제	염소계 : 염화 Paraffine, 염화지방산 Methyl Ester, 염화 지방산 등
	황 계 : 황화광유, 황화유지, 황산염화유지, 각종 Disulfide 등
	인 계 : Phosphate류, Phosphide 류
	유기금속화합물 : 아연화합물 (Thio인산염), Molybdenum 화합물 (Thio 인산염, Cabamine 산염 등)
	고체윤활제 : Graphite, MoS <sub>2</sub> 등
녹 방 지 제	유기계 : Carbon산, Carbon산염 (Olein산염, 안식향산염), Sulfone산염, Amine류 (Triethanolamine 등), Amide류 (Olein산 Diethanolamide, Alkenyl Amber산 Axide, Adipine산 Cyclohexylamide 등), Ester류 (Sorbitane Mono Oleate, 인산 Ester 등)
	무기계 : 아질산염, 인산염, 붕산염, Molybdenum산염, Tungsten산염, 탄산염 등
기 상 녹 방 지 제	저급 Amine (Morpholine, Cyclohexylamine) 저급 Amine의 아질산염, 탄산염 등
비철금속방식제	질소화합물 : Benzo-Triazole, Imidazoline 등
	황질소화합물 : Thiodiazole-Polysulfide, Alkylthio-Imidazole 등
	기타 : Dialkyldithio 인산아연 등
Coupling 제	Alcohol류 Methyl Glycol, Butyldiglycol, Butylcellosolve 등
유 동 점 강 하 제	Glycol류 Ethylene Glycol, Propylene Glycol
증점제 (增粘劑)	Polyalkylene Glycol류, PEO, PEG, Polyethyleneimine 등, Cellulose 유도체 (HEC, HPC, CMC), Polycarbon 산나트륨 Polyvinylpyrrolidone, Algin 산등
	Phenol계 : O-Phenylphenol, Tetrachlorophenol, P-Chloro-m-Xylenol 등

방 부 제	Formaldehyde 供與體 : Hexahydrotriazine 등 기타 : Tribromosalysylanilide Dibromosalysylanilide 의 혼합물
소 포 제	Polyalklene Glycol, Silicon Emulsion, 고급 Alcohol 불소화합물 등
기 타	금속 Ion 봉쇄제 (EDTA, 나트륨염등), 착색제, 향료

(1) 강박판용 압연유 (鋼薄板用 壓延油)

Tinning원판이나 압연도금 원판등의 압연 finishing 두께가 0.3이하 얇은판으로 압연하는 경우에 쓰여지고 있으며 이의압연유는 동식물유지를 기재로 하여서 여기에 유성 향상제로서는 지방산류, 극압제로서는 인산 ester류가 사용되는 경우가 대부분이다. 이밖에 윤활향상제로서는 polymer, 합성 ester, 산화Wax등의 첨가제도 오래전부터 사용되고 있음이 알려져 있다.<sup>3,5)</sup> 따라서 이와같은 윤활향상 첨가제에 다시 방청첨가제, 산화방지제, oil stain방지제 및 유화제를 첨가해서 Water Soluble용 박판 압연유를 제조하고 있으며,이 특징으로서는 윤활성이 우수함을 엿볼수 있으나 다음공정에서 반드시 탈지(脫脂)를 요하는 것을 전제로 하고 있다.

참고적으로 표3에 강박판용 압연유 제조용 각종 기재의 윤활성을 나타내 보았다.

표3. 각종 기재의 윤활성

시험항목 기재명	점 도 (100°C, cSt)	검 화 가 (mgKOH/g)	유막강도 (kg/cm <sup>2</sup> )		압연Test <sup>1)</sup> 하중상대비	
			50°C	200°C		
광유	A	2.5	-	2.5	1.5	1.31
	B	6.5	-	4.0	2.0	1.25
우 시	9.0	198	7.5	4.0	1.00	
Palm oil	9.6	199	7.0	4.0	1.01	
어유(魚油)	13.3	190	7.0	4.5	0.94	
Oethyl-palmitate	3.1	150	4.0	2.5	1.23	
TMP-ester	12.6	190	5.5	4.5	1.00	
산 화 Wax	44.5	140	6.5	3.5	0.92	

- 비 고 : (1)贈田式四球型 윤활유 시험기 (200rpm)  
 (2)小型 壓延機 (13rpm) I pass 壓延  
 (3)Trimethyl propane 우지지방산 Triester

(2) Sheet Cage용 압연유

압연 finishing 두께가 0.4mm 보다도 두꺼운 판을 압연하는 경우에 쓰여지는 것으로서 이의 압연유는 광물유

정제도가 높은 유지류, 합성 ester 등을 혼합하여 이를 기재(基材)로 하고 첨가제로서는 박판용 압연유와 같은 윤활향상제, 방청첨가제, oil stain 방지제, 산화방지제, 유화제가 첨가된다.

또한, 압연 finishing 두께가 0.6mm 이상의 경우에는 압연후 세정공정(洗淨工程)을 거쳐 때로는 Batch로 소순(燒鈍)시키는 경우도 있다.

이때, 강판에 부착(附着)하고 있는 압연유는 소순중 강판 표면에 먼지 모양등의 mill Clean성이 남겨져서는 안되기 때문에 이를 방지하기 위하여 mill Clean 향상제가 첨가되는 경향도 많이 있다. 따라서 mill Clean향상제로서는 Alcohol 류, Amine 유도체, phenol 유도체가 알려져지고 있다.<sup>6)</sup>

이밖에 흑연화(黑鉛化)를 방지하는 촉매, 예를들어 불것 같으면 불대전자대(不對電子對)를 갖는 황화단체(黃化單體) 또는 화합물(化合物)이 소순시에 압연유가 분해하여 탄소화를 저지(阻止)하는 효과가 있는 것도 보고된 바 있다.<sup>7)</sup>

또 윤활성이 양호한 동식물유지류, 지방산은 mill Clean성(清潔性)에 나쁜 영향을 주는 것으로서<sup>8)</sup> 이들의 첨가는 극히 제한되고 있다. 따라서 Sheet Cage용 압연유는 mill Clean성은 양호하지만 윤활성은 박판용 압연유보다 뒤떨어진다.

(3) 규소강용 압연유

규소강판(珪素鋼板) 냉각 압연은 일반적으로 Sendzimir rolling mill로 행하여지고 있는 것으로서 규소강은 보통강 보다 경(硬)하며, 압연하중(壓延荷重)도 높기 때문에, 압연유에 대한 윤활성의 요구는 비교적 적게된다. 물론, 윤활성이 양호하면 Roll 과 Roll 간의 Slip이 문제가 된다. 이밖에 규소강판은 최종공정에서 절연막(絶緣被膜) Coating 이 되기 때문에 압연후 강판 표면에 균일성(均性)이 요구되게 된다.

또한 Sendzimir rolling mill 은 조업상 물의 저항이 어려워 녹(錄)이라든가 Oil Stain에 대한 대처(對処)가

특히 필요하게 된다. 따라서 규소강 압연유는 광물유와 30%이하의 저융점 유지(低融點潤滑脂) 또는 합성 Ester 를 기재로 하고 있다.

방청제로서는 Amine 계 첨가제를 사용하여 PH8 이상의 Alkali 성으로 녹을 방지하고 있다. Oil Stain 은 철의 산화물 또는 수산화물로써 되며 “.” 강관에 대한 흡착력이 강한 수치환제(水置換劑)로서 방지하게 된다. 물론 여기에서도 유화제를 첨가하여 Water 계 규소강용 압연유를 제조하게 된다.

Sendzimir rolling mill에 부착되는 Coolant tank에는 교반기가 없는 경우가 많다. 따라서 근년에는 규소강관의 전자특성향상(電磁特性向上)을 목적으로 하는 온간압연(溫間壓延)도 있기 때문에 유화성은 안정한 것이 바람직하다.

이밖에 Back up Bearing을 압연유 Coolant에서 윤활하는 경우도 있고 보면 이러한 경우는 압연유의 점도를 높여서 부착유분량을 많게 할 필요도 염두에 두어야 한다.

#### (4) 분산형 압연유(分散型 壓延油)

분산형 압연유는 일반적인 Water Soluble 계 압연유 제조 조건 이외에 여기에 고분자 분산제(高分子分散劑)를 사용, 분산시켜서 그의 보호 Colloid 작용에 의해 분산액을 안정화 시키는 Type도 있을 수 있다. “” 이의 분산형 Type의 특징은 기계적으로 한번 교반시킨 것은 원래의 작은 입자로 되어 침분, 온도등 외관 인자(外因子)에 의한 영향을 받기 어려운 것으로 되게 된다.

또한 Water Soluble 압연유에 이용되는 분산제는 수용성 Cation Polymer가 많아 수질(水質)의 영향을 받기 쉬우며, 현장에서 2차 혼합작업을 필요로 하는 등의 문제점이 내포되어 있다.

따라서 이러한 문제점은 분산제의 적절한 선택을 비롯하여 조업상에 여러가지 원인개선을 시키는 것이 바람직 하겠다.

#### (5) Stainless Steel 압연유

Stainless Steel은 압연후 강관 표면 광택이 매우 중요하다. 냉각압연은 일반적으로 Sendzimir rolling mill로서 Straight Type 압연유를 사용하여 압연하고 있다.

Straight rolling oil은 화재의 위험성 뿐만이 아니

라 냉각정도 Water Soluble 계에 비하여 뒤떨어지기 때문에 Heat Scratch가 발생하기 쉽고 또한 압연속도가 제한되는 결점도 지니고 있다.

그러나 Water Soluble 계 압연유의 경우는 압연후 강관표면 광택이 Straight rolling oil 보다 뒤떨어지고 광택의 모양도 좋지 않은 결점이 있다. 이러한 결점을 보완함에 있어 Emulsion 유성향상(濡性向上), Emulsion 입경(粒徑) 조절등에 의해 개선은 되어지고 있으나 “” 아직은 양호한 편은 못되며, 표면광택성 면에서 Straight Type 압연유에 비금속계 제품개발이 반드시 우선으로 기대된다.

## 5. 압연의 종류와 요구 특성

압연가공(壓延加工)에 있어서는 2종류가 있는데 그 하나는 열간압연과 또 하나는 냉각압연이 있다.

#### (1) 열간압연(熱間壓延)

열간압연에 있어서는 금속방법과의 적합성이 매우 중요하며 이때 사용되는 압연유의 요구특성으로서는 “”

- ① 압연능력의 감소
- ② Roll 표면의 개선
- ③ Roll 수명의 연장
- ④ 제품 표면의 품질개선

⑤ Roll과 제품의 산화방지 또는 산화 피막의 안정화 등의 목적으로 사용되고 있지만 Oil분이 Roll표면의 부착성, 세척처리성 향상을 위하여 Oil과 Water의 강제 혼합액(強制混合液)이 쓰여지는 경우가 많다.

#### (2) 냉간압연(冷間壓延)

냉간 압연기의 진보는 더욱이 발전이 되어 압연속도는 2,500mpm에 달하여 한개의 Pass당 압력강하율(壓下率)도 50%를 초과하고 있으며, 또한 피압연재(被壓延材)의 재질도 경질(硬質)이며, Finishing 단계는 점점 많아지는 경향의 제품으로 그 어느때보다도 이에 사용되는 Oil에 있어서의 윤활조건은 가혹하게 요구되고 있을 뿐만이 아니라, 냉각압연 최종 제품의 미려(美麗)를 비롯한 평활성(平滑性)의 요구도 크기 때문에 Water Soluble Rolling Oil의 요구특성으로서는 “”

- ① 고온 고압하에 있어서 효과적인 윤활성을 가져야하고
- ② 압연후에 있어서 강관(鋼管) Finish표면에 Oil Stain 광택 얼룩등이 없어야 하며, 제반조건이 양호하여야 한다.

- ③ 다음 공정까지의 방청력, 내부식성이 양호하여야 하고
- ④ 내노화성(耐老化性)이 양호한 것으로서 Rolliong Oil의 수명이 길어야 하며
- ⑤ 유화성(乳化性)이 양호하여야 하며, 급유(給油)도 쉽고 작업성이 좋아야 한다.
- ⑥ 소순시(燒鈍時)에 Oil Stain을 남기지 않아야 하며
- ⑦ 압연후 강판(鋼板)에 부착하고 있는 Oil의 탈지성(脫脂性)이 좋아야 한다.
- ⑧ 폐액처리성(廢液処理性)이 양호 하여야 한다.
- ⑨ 생리적(生理的)으로 무해(無害)하여야 한다.
- ⑩ 가격이 저렴하여야 한다.

이상과 같이 Soluble Rolling Oil 에 있어서의 요구특성이 주어지는 것이 이상적이며 만족하다고 할 수 있으나 실제로 있어서는 서로간에 상용(相容)하지 못하는 요소가 많이 내포되어 있다. 그 한예로서 윤활성이 양호한 Oil은 윤활향상제의 첨가량도 많게 되고 점도도 높으며 유화성은 비교적 위만하나 압연후 강판면(鋼板表面)의 광택(光澤)은 별로 좋지못하며 열폭도 생기기 쉬운 경향이 있다.

또한 유화성이 맞게 되려면 윤활성이 불량하게 되고 폐액처리공정에서 유분(油分)분리도 나쁘게 된다. 따라서 압연유의 선정은 조작조건을 충분하게 고려하여 압연유에 대한 주된 요구성능과 압연유의 특징을 잘 파악하여 선정하는 것이 매우 중요한 것이다.

(3) 압연유의 윤활방식

압연공정에 있어서 특히 주목할 만한 것은 표4에서 보는 바와같이 전열정수(伝熱定數)라는것이 있다. 따라서 냉각재로서 물이 반드시 우수한 것은 아니므로 특히 대규모 공장에서 압연은 Oil과 함께 물을 사용하고 있다. 이때 Oil은 Sheet 에 Nozzle로서 분사시키며, 물은 밀도계통에서 Roll 및 Sheet 에 행하여지는 직접방식(Direct Application)과 Oil과 물을 Emulsion화 하여 같은 계통에서 사용하는 순환방식(Recirculation)이 있는데, 이들의 각각 장단점은 표5에서 보는 바와같이 실제에 있어서 경제적인 면을 살펴볼때 순환방식이 많이 채택되고 있다.

표 4. 전열정수 (20℃)

양 목	물 질	물	Spindle Oil	비마사유	공 기
정압비열, kcal/kg ℃		0.999	0.442	0.46	0.240
열전도율, kcal/mh ℃		0.511	0.124	0.155	0.022

표 5. 윤활방식의 장단점

방법	특징	장 점	단 점
직접방식		① 작업성이 좋다 ② 관리가 쉽다.	① Oil 사용량이 많다 ② 계수가 많아 공해처리 측면에서 볼 때 불리하다
순환방식		① Oil의 침가제 효과가 쉽다 ② 압연속비동력을 적게 한다	① 작업환경이 악화되기 쉽다 ② 작업온도가 높다 ③ 주위환경이 나쁘다

(4) 압연유의 실제사용

실제 사용되고 있는 Water Soluble Rolling Oil 의 사용조건과 일반성상을 살펴보면 표6과 같다. 여기에서 압연속도라든가 전압하율(舍壓下率)등의 압연조건이 정하여지고 있지만 일반적으로 강용 압연유(鋼用壓延油)에는 농도를 1-3%, 온도를 45-65℃로 하는 경우가 많으며, 특수강용 압연유에는 농도를 5-10%, 온도를 30-50℃로 하는 경우가 많다.<sup>11)</sup>

최근에는 성 Energy 측면에서 농도는 1%만을 하고 될수있는데로 저온사용(低溫使用)으로 하는것을 골자로 하고 있음도 엿볼수있다.<sup>12)</sup>

표 6. Water Soluble 압연유

항 목	종류	박 판 용		Mill Cleang 용		특수강용	
		압 연 유		압 연 유		압 연 유	
		A	B	A	B	A	B
일반	비중, (15/4℃)	0.914	0.917	0.891	0.903	0.919	0.886
	점도, 50℃, cSt	32.2	33.4	9.7	33.0	35.9	7.5
	산기, mgKOH/g	10.5	5.2	4.2	4.7	5.4	0.6
성상	칼라기, mgKOH/g	192	190	49	74	30	29
	PH3% Emulsion	6.2	4.6	6.3	5.5	8.9	9.8
Cool-ant 조건	농도, %	1.5	2.0	2.5	2.5	10.0	8.0
	온도, ℃	55	45	50	50	40	40
압 연 기		5 TM	3 TM	5 TM	5 TM	TM	TM

비 고 : (1) A → 규소강용, B → Stainless강용

(2) TM → Tandem Mill (숫자는 Stand 수),

ZM → Sendzimir Mill

6. 환경과 수질관리

Water Soluble Rolling Oil은 순환 System에서 장

기간 사용되고 있으므로 신유의 교체는 수개월에서 때로는 2년이란 시간이 소요되기도 한다. 이때, 폐액에는 다량의 압연유가 함유되어 있어 이를 제철소 밖으로 무단 방류 한다면 법 이전에 우리 일상생활에 커다란 환경의 오염을 남기게 된다.

따라서 Water Soluble Rolling Oil의 폐액처리를 살펴보면 응집처리(凝集處理), Colloidalair를 이용한 가압

부상법(加壓淨上法)<sup>14,15</sup> 등이 채용되고 있으며, 통상 이러한 처리는 표7 환경기준법 폐수 배출기준<sup>16,17</sup> 내에 허용되고 있다.

특히 수용성 첨가제가 많은 Water Soluble Rolling Oil의 폐액에 있어서는 활성오니법(活性汚泥法)을 채용하는 경우도 많지만 응집처리(凝集處理)로도 용이(容易)하게 처리되고 있다.

표 7. 폐수배출허용기준표

가. 생물화학적 산소요구량, 화학적산소요구량, 부유물질량

지역별	대상규모 항 목	1 일폐수배출량 3,000m <sup>3</sup> 이상			1 일폐수배출량 3,000m <sup>3</sup> 미만		
		생물화학적 산소요구량 (mg/l)	화 학 적 산소요구량 (mg/l)	부유물질량 (mg/l)	생물화학적 산소요구량 (mg/l)	화 학 적 산소요구량 (mg/l)	부유물질량 (mg/l)
청정지역	환경기준(수질) 1등급정도의 수질을 보전하여야 한다고 인정하는 수역의 수질에 영향을 미치는 지역으로서 환경청장이 지정하는 지역	50이하	50이하	50이하	50이하	50이하	50이하
가 지역	환경기준(수질) II 등급정도의 수질을 보전하여야 한다고 인정하는 수역의 수질에 영향을 미치는 지역으로서 환경청장이 지정하는 지역	80이하	80이하	80이하	100이하	100이하	100이하
나 지역	환경기준(수질) III, IV, V 등급정도의 수질을 보전하여야 한다고 인정하는 수역의 수질에 영향을 미치는 지역으로서 환경청장이 지정하는 지역	100이하	100이하	100이하	150이하	150이하	150이하
특례지역	환경청장이 공단폐수종말처리구역으로 지정하는 지역 및 시장·군수가 농어촌소독원개발촉진법 제8조의 규정에 의하여 지정하는 농공지구	30이하	50이하	70이하	30이하	50이하	70이하

- (주) 1. 제51조의 규정에 의한 방류수 수질기준을 적용받는 폐수종말처리장(농공지구 오·폐수종말처리장을 포함한다. 이하 같다) 또는 하수종말처리장으로 폐수를 유입시켜 처리하는 폐수배설시설에 대하여는 동 처리장 설치사업 시행자의 요청에 의하여 폐수 또는 하수종말처리장 설계기준등에 따라 환경청장이 별도로 정한다.
2. 폐수배출량은 시설용량을 말한다.

나. 페놀류등 오염물질

항 목	수소 이온 농도	노말액산 추출물질 함량		광 유 류	동식 물유 지류	페함 륙유 류량	시함 유 안량	크함 유 륙량	용천 해 유 성량	아함 유 연량	동 함 유 량	카함 드유 륙량	수 은 함 유 량	유함 기유 인량	비 소 함 유 량	연 함 유 량	6함 가 유 크 륙량	용망 간 해함 유 성량	불 소 함 유 량	P 함 C 유 B 량	대 장 균 균 수	색 도	온 도
		(mg/l)	(mg/l)																				
청 정	5.8	1	5	1	5	1	0.2	0.5	2	1	0.5	0.02	불 검 출	0.2	0.1	0.2	0.1	2	3	불 검 출	100	200	40
가	-8.6	이하	이하	이하	이하	이하	이하	이하	이하	이하	이하	이하	이하	이하	이하	이하	이하	이하	이하	이하	이하	이하	이하
나	5.8	5	30	5	30	5	1	2	10	5	3	0.1	0.005	1	0.5	1	0.5	10	15	0.003	3,000	300	40
	-8.6	이하	이하	이하	이하	이하	이하	이하	이하	이하	이하	이하	이하	이하	이하	이하	이하	이하	이하	이하	이하	이하	이하
특 례	5.8	5	30	5	30	5	1	2	10	5	3	0.1	0.005	1	0.5	1	0.5	10	15	0.003	3,000	400	40
	-8.6	이하	이하	이하	이하	이하	이하	이하	이하	이하	이하	이하	이하	이하	이하	이하	이하	이하	이하	이하	이하	이하	이하

- (주) 1. 배출허용 기준 항목중 배출시설별로 전혀 배출하지 아니하거나 항상 기준이내로 배출된다고 인정하는 항목 또는 한 항목에 대한 검시치를 만족할 수 있는 경우 그 다른 항목에 대하여는 환경청장이 지정하는 바에 따라 그 항목의 검시를 면제할 수 있다.
2. 색도항목의 배출허용기준은 (별표 2)의 4 폐수배출시설중(가) 섬유제조시설에 한하여 적용한다.
3. 청정·가·나·특례 지역의 구분은 “가, 생물화학적 산소요구량, 화학적 산소요구량, 부유물질량”에 규정된 것과 같다.

### 7. Maintenance

Water Soluble Rolling Oil은 물과 함께 순환 사용되어 지고 있을 뿐만이 아니라 고온고압하(高温高壓下)에서도 반복되고 있다. 따라서 대기중에 산소를 접하게 되면 철 이라든가 기타 금속과 촉매 작용(強媒作用)도 갖게 되어 결국은 산화, 가수분해(加水分解)등을 받아 노화(老化)되기 쉽다. 뿐만이 아니라 축수유, 작동유등 공정기계 유가 압연유중에 혼입하기도 하는데 결국으로는 압연유의 제반가층이 약화되어 Trouble 을 가져오게 되는데, 이와같은 Trouble을 사전에 방지하기 위해서는 제반사항에 대하여 정기적인 측정관리가 필요하게 된다.

#### (1) Emulsion Stability Index 관리

유화성 이라는 것은 Water Soluble Rolling Oil 에 매우 중요하여 각 성능(各性能)에 커다란 영향을 미치게 되므로서 사용중 유화상태(乳化象態)를 파악할 필요가 있다. 따라서 이때 도입되는 시험방법의 하나가 ESI (Emulsion Stability Index)이라고 하는데, 이는 Coolant 200-400ml를 채취하여 5-30분간 정치한후 하층 100ml의 농도(濃度)를 측정해서 상층 100ml의 농도 또는 채취시 농도와의 비(比)를 산출하게 된다.

이때 유화성이 양호하면 ESI는 100%가 되고 정치중(靜置中)에 Emulsion 이 완전하게 분리되면 0이된다.

또 다른 하나의 방법으로서 측정기(測定機)를 실제 기계와 유사하게 하여 Emulsion 입자경(粒子徑)을 측정하여 관리하는 방법도 있다. 그림1은 Emulsion평균 입자경과 부착량(附着量)의 관계를 나타낸 것으로서, "이 그림을 살펴보면 Emulsion 입경이 큰것은 유분(油分)부착량이 많고 유회성은 양호하지만 유화안정성은 불량하게 된다.

따라서 Water Soluble Rolling Oil의 조성결정시(組成決定時)에는 많은 Trouble 을 야기시킬 우려가 있으므로 이때에는 사용하는 압연기 Coolant 계통의 교반상태를 고려하지 않으면 안되며, 이의 처방으로서 적절한 Emulsion입경을 고려하여 조정하여야 한다.

#### (2) 철분관리

압연가공시에는 철분(鐵粉)이 발생하게 된다. 따라서

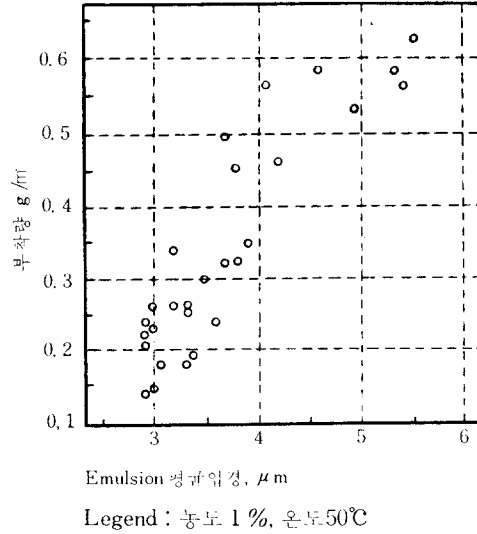


그림1. Emulsion 평균입경과 부착량의 관계

발생된 철분은 미분말상(微粉末狀)으로서 Coolant 가운데 분산(分散)하여 일부는 지방산 비누 Type 으로 존재하는것도 있다.

Coolant 가운데 철분의 증가는 유화성의 불안정화(不安定化)를 초래할 뿐만이 아니라 Plate Out 성을 억제하고 또한 Iron Soap (철비누)의 유회효과와 더불어 압연 유회성이 양호하게 되는 경우도 많다.

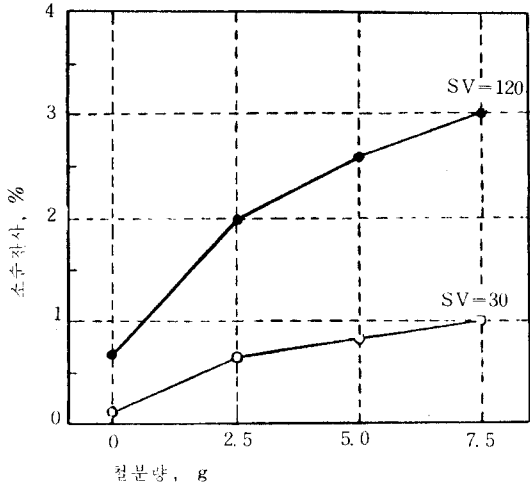
철분의 증가는 Oil 또는 Oil 의 노화물(老化物)과 철분의 혼합물이라는 소위 Scum 생성을 촉진하여 압연기, 강판등을 더럽히게되며 Oil Stain, Mottling 등의 원인이 된다.

특히 그림2에서도 엿볼 수 있듯이 " 철과 Oil 의 비(比)가 크게되면 소순잔사(燒鈍殘渣)가 증가하게 되므로 Mill Clean용 압연기의 경우는 Coolant 가운데 철분량은 상당히 적게 되는것이 좋다.

Coolant 가운데에 있어서 철분은 유익도 되지만 불이익도 되는 즉 양면양면(功罪兩面)이 있지만 철분이라는 것은 압연 가공중에 점차적으로 발생하는 것이기 때문에 효율적으로 제거할 필요가 있다.

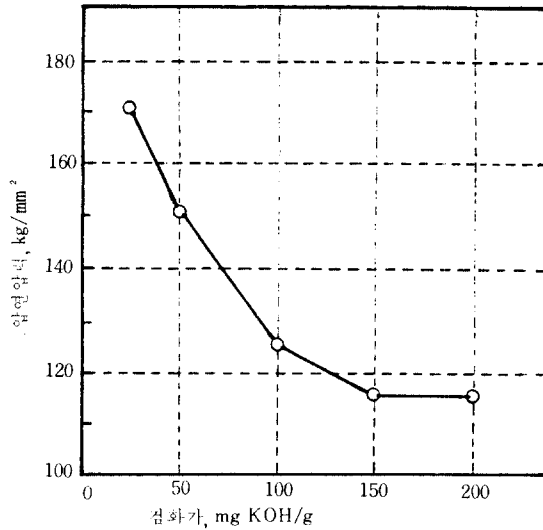
따라서 일반적이긴 하나 Coolant 가운데 철분량은 유회성을 필요로하는 박판용 압연기의 경우는 2,000ppm 이하이고, Mill Clean용 압연기는 3,000ppm 이하로 관리하는 것이 바람직하다. 19)





Legend ; Sampleoil 우지 + 광유 소순 600°C × 1h  
N<sub>2</sub> + H<sub>2</sub> (6%) Oil 2g

그림 2. 철분량과 소순잔사의 관계



Legend ; Sample oil 우지 + 광유 농도 3% 온도 50°C

그림 3. 검화가와 압연하중의 관계

(3) Acid Valve 관리

산가는 Water Soluble Rolling Oil 가운데에 있어서 유리지방산(遊離脂肪酸)의 량(量)을 나타내는 것으로서 Oil이 산화되게되면 Oil 가운데 Ester류가 가수분해(加水分解)를 일으켜 상승되어 Water Soluble Rolling Oil 가운데 일반기계유가 혼입하는 등에 의해 저하된다.

일반적이긴 하나 산가의 상승은 어느정도 까지는 윤활성을 부여하지만 산가가 상당히 높을 경우는 Oil Stain 또는 Stain 의 원인이 되므로 산가를 관리할 필요가 있다.

(4) 검화가 관리

검화가는 Water Soluble Rolling Oil 가운데 추측검화물의 량을 나타내고 윤활성도 큰 관계가 있다는 문고 가 있다. <sup>18)</sup>

그림3은 검화가와 압연하중의 관계를 알아보기 위한 것으로서 우지(牛脂)와 광물유(鉱物油)의 비율을 바꾸어서 검화가를 조정한 시험유의 압연시험 결과를 나타낸 것이다. 따라서 이그림을 살펴볼때 검화가가 낮은 한계에 있어서는 압연윤활성이 나쁘게 된다. 이는 해석하는데 기계유등의 혼입에 의해서 검화가가 떨어지는 것으로서 일반적인 관리에 세심히 검토가 필요한바 예를들면 150이상으로 하는 하한(下限)을 설정 관리하는 것이 보통 통용되고 있다.

(5) 농도와 온도관리

농도관리에 있어서는 압연조건이라든가 사용하는 Water Soluble Rolling Oil에 적합한 농도, 온도를 설정하여 둘 필요가 있다. 일반적으로긴 하나 농도의 설정값은 ±0.1%, 온도는 설정값의 ±2°C로서 관리하는 것이 바람직하다.

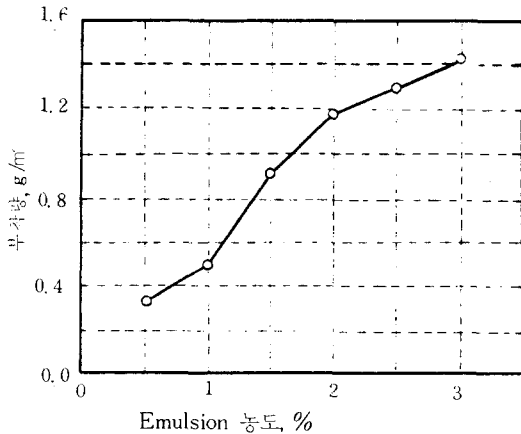
그림4는 박판용 압연유에 있어서 Emulsion 농도와 부착량의 관계를 나타낸것이다. 이그림에서 볼때 농도가 올라가면 유분의 부착량은 커다란 폭(幅)으로 증가하게 된다.

부착량의 변동은 그림5에서 보여주듯이 압연윤활성 변동에 관계하며 따라서 농도 불안정성이라는 것은 압연불안정을 의미하게 되므로 농도관리는 매우 중요한 Check Point가 된다.

또한 Coolant 온도는 유분의 부착성에 대하여 직접적인 영향은 적지만 냉각성(冷却性)에는 커다란 관계가 있어 압연판 온도에 영향을 끼친다. Sheet 온도가 상승하게 되면 Oil분의 부착량이 증가하는 것으로서 Coolant 온도를 올리는 것은 압연성이 양호하게 되는 경우가 많다. 그러나 Heat Scratch는 Sheet 온도가 높게 될때 발생하는 것으로서 압연장판은 충분히 냉각할 필요가 있다. 참고적이긴 하나 그림6은 小豆島에 의해 개발된 소성가공용 윤활제 종합평가기(塑性加工用潤滑制御適合評価機) <sup>19)</sup> 를 개량한 제2호기를 사용하여 田中政輔가 시험한 결과 <sup>10)</sup> Coolant 온도를 15°C로 떨어뜨리는 것

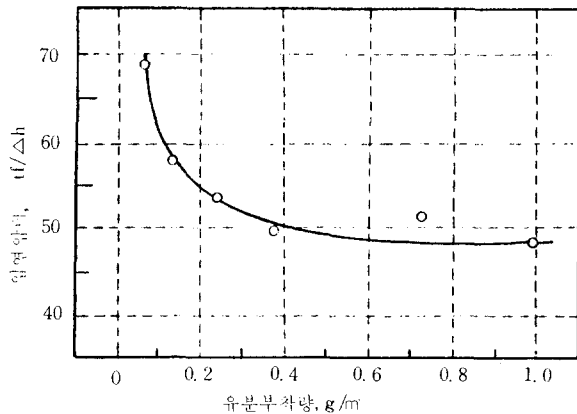
에 의해 소부(燒付)에 걸리는 한계는 압하율(壓下率)로서 2-3% 상승된다는 결론을 얻은 것이다.

따라서 Water Soluble Rolling Oil에 있어서 농도와



Legend : 시편 온도 100°C  
Emulsion 온도 55°C

그림 4. 박판용 압연유의 Emulsion 농도와 부착량



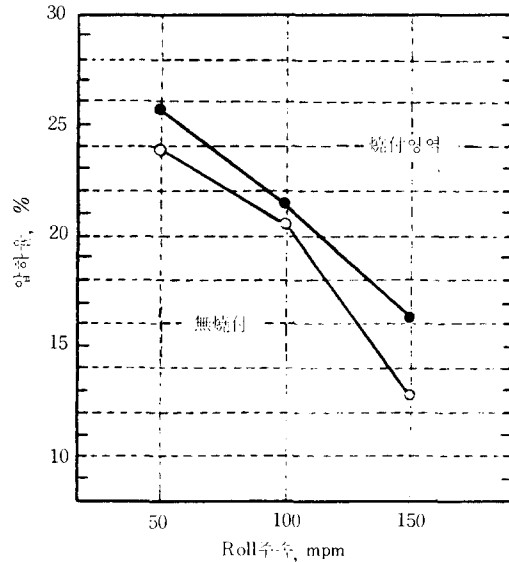
Legend : 압연기 Roll의경 150mmφ  
압연기의속도 13mpm

그림 5. 1pass압연에 있어서 유분부착량과 압연성

### 8. 맺는말

이상 Water Soluble Type 의 Cold Strip Rolling 온도관리는 많은 Data를 수집, 적정관리에 적용함으로써 현장에서 Trouble을 미연에 방지할 수 있다.

Oil에 대하여 간략하게나마 살펴 보았다. 제법과 특징, 압연의 종류와 특성, 환경과 수질관리,



Legend : Roll Sheet Slide속비 10 : 1  
농도 2%  
0 : 온도 50°C  
● : 온도 35°C

그림 6. Cooland 온도와 而下燒付性

Maintenance가 본 논고의 중요 내용이라 하였으나 Performance에 관하여서는 아직도 많은 문제점이 있는 것으로 사료된다.

금후 철강 Maker와 압연유 제조 Maker가 유기적인 관계를 갖으므로써 보다 많은 산업현장에 발전적인 계기가 있을 것으로 기대된다.

### 참 고 문 헌

- 1 平井龟雄 : 塑性と加工, 17(5), P. 433(1976)
- 2 半田卓郎 : 潤滑, 32,(8), P. 577(1987)
- 3 半野担 : 塑性と加工, 8, P. 148(1967)
- 4 R. E. Vail & R. H. Boehringer ; ASLE Lub. Eng., May, P. 205(1969)
- 5 上田亨外 : 石油學會誌, 18(7), P. 599(1975)
- 6 馬淵道夫外 : 日本特許公報, 昭56-5287(1981)
- 7 鮎沢三郎外 : 日本特許公報, 昭35-19306(1978)
- 8 瀬本正三外 : 潤滑, 27(8), P. 581(1982)
- 9 Y. Tamai & M. Sumitomo : ASLE Lub. Eng., 31(2), P. 81(1975)
- 10 田中政輔 : 潤滑, 32(8), P. 552(1987)
- 11 岩藤季一外 : 鉄鋼協會 104回 講演會論文集, S-

- 1207, P. 153 (1982)
- 12) 日本機械學會：伝熱工学(科), P. 298 (1980)
- 13) 平井亀雄：機械の研究, P. 27 (1984)
- 14) 梅本純生外：金属材料, 11(6) P. 33 (1972)
- 15) 공업진흥청, 한국기계협회；화학공장 폐수처리 지침, KSCP-M-1004, P. 217 (1977)
- 16) 환경보전법：법 3903호 제 14조 (1986)
- 17) 환경보전법：시행규칙 제 15조 (1989)
- 18) 小豆島明外：第36回 塑性連講論, 108, P. 29 (1985)
- 19) 小豆島明外：第33回 塑性連講論, 233, P. 299 (1982)