



壓延潤滑油

圓光大學校 工科大學教授 · 工博

李奉九

1. 머릿말

최근들어 円高現象 등에 따라 우리나라의 鐵鋼界가 好況을 누리고 있다. 그중에서도 壓延이 차지하고 있는 비중은 크다. 壓延을 하기 위해서는 壓延潤滑이 무엇보다도 중요하며 거기에는 또한 壓延潤滑油(이하 壓延油라함)가 중추적인 역할을 한다는 것은 두말할 필요도 없는 것이다. 현대의 壓延潤滑은 壓延速度의 高速化와 壓延壓下量의 증가에 따라 가혹한 조건에서 발생하는 여러 문제와 병행해서 省에너지에 관련시켜 潤滑問題의 해결에 노력해야만 되는 것이다. 따라서 여기에 부응하기 위해서는 보다 좋은 壓延油의 개발이 필요한 것이다.

壓延潤滑의 목적은 가장 기본적인 摩擦의 감소 외에 Roll 摩耗의 감소, 高速高壓壓延時 발생하는 heat scratch(일명 heat streak)의 방지 등이다. 이들중 壓延潤滑技術者가 가장 관심을 갖고 있는 것은 耐heat scratch性과 mill clean性이 양호한 壓延油, 즉 高速mill clean 壓延油의 개발이다. 여기에 대해서는 많은 연구가 진행되어지고 있으나, heat scratch를 壓延油의 性能改善에 의해 방지하기 위해서는 壓延油의 境界潤滑性能을 향상시키면 좋게 된다. 境界潤滑性能을 향상시키는 방법으로는 Plate out 性的 개선에 의한 방법등이 있으나 근본적으로는 壓延油에 첨가하는 油性向上劑나 極壓添加劑를 적당히 선택함으로써 해결될 수 있다. 그런데 곤란한 것은 境界潤滑性能이 좋은 첨가제를 사용하면 mill clean性이 저하되는 것이 보통이다. 따라서 耐heat scratch性도 좋고 mill clean性도 좋은 壓延油를 얻는 것은 無理인 것이다.

圖 1¹⁾은 耐heat scratch性과 mill clean性과

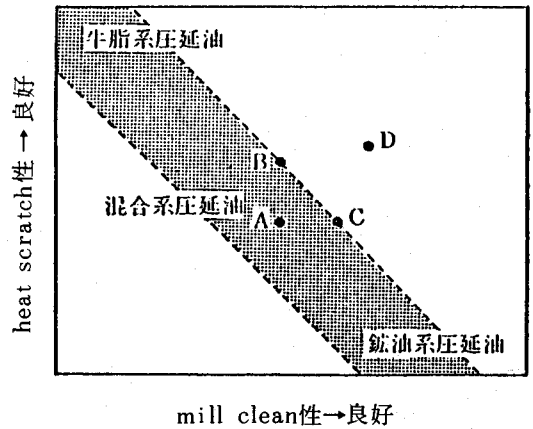


圖 1. 耐 heat scratch性과 mill clean性과의 關係圖

의 관계를 實用壓延油에 대하여 경험으로 부터 模型의으로 나타낸 것이다. 보는바와같이 耐heat scratch性과 mill clean性과는 역의 관계가 있다. 여기에서 現用壓延油의 성질이 A 점으로 나타난 경우, mill clean性을 유지하며 耐heat scratch性을 개선한 B 점의 성질을 갖는 壓延油의 개발, 혹은 耐heat scratch性을 유지하며 mill clean性을 개선한 C 점의 성질을 갖는 壓延油의 개발이다. 또 耐heat scratch性·mill clean性을 동시에 개선한 壓延油(D 점)의 개발이다. 이는 현재 사용되고 있는 壓延油의 基油를 적당히 혼합한다든가 첨가제등을 혼합함으로써 어느정도 조정이 가능한 것이다. 첨가제로는 주로 mill clean性向上을 위하여 알코올과 低炭素 mono ester,

heat scratch性向上을 위하여는 脂肪酸을 油性劑로서 사용하며 이 두성질의 向상을 위하여는 高炭素 mono ester과 合成에스틸이 사용되고 있다.

2. 壓延油의 조건 및 종류

壓延은 壓延加工을 원활히 行하고 우수한 제품을 高能率로 생산하기 위하여 Roll과 壓延材 사이에 발생하는 摩擦을 어떻게 콘트롤하는가에 달려있다. 壓延時에 摩擦이 너무크면 所要動力이 증대하고, 壓下力이 과대하게되어 Roll의 扁平變形을 일으켜 壓延材가 변형되게되며, 심하면 Roll과 壓延材와의 燒付(타붙음, seizure)가 생긴다. 그러나 역으로 摩擦이 너무 작으면 Roll과 壓延材 사이에 Slip이 발생되어 板물림의 不良, 옆으로 미끄럼등이 일어나 壓延不能이된다. 따라서 제품의 品位, Roll의 수명, 생산능률에 직결된다. 또한 위에 記述한 潤滑效果의 에도 壓延板의 표면처리를 깨끗하고 아름다운面이 될 수 있도록 해야한다. 이에따라 壓延油로써 일반적으로 구비해야할 조건은 다음과 같다.

- ① 潤滑效果가 클것.
- ② 板의 다듬질面이 좋을것(壓延後의 材料表面이 아름답게 다듬질되고, 機械的인 상처나 化學的汚染이 생기지 않을것)
- ③ 壓延後에 脫脂洗淨이 쉬어 鍍金(Plating) 등에 대한 악영향이 없을것.
- ④ 어니일링(annealing) 工程에서 板의 表面에 oil stain이 생기지 않을것.
- ⑤ 防蝕性이 좋고, 腐蝕性이 없을것.
- ⑥ 저장 및 사용중에 變質이 작고, 사용기간이 길것.
- ⑦ 약취, 인체에 대한 악영향이 없을것.
- ⑧ 사용이나 취급이 간단할것.
- ⑨ 경제적일것.

등이다. 그러나 일종의 壓延油로써는 위조건을 완전히 만족시킬 수는 없는것이며 壓延材의 材質, 軋수와 두께, 壓延條件, 壓延前後의 作業 공정등에 따라 각각 다르게 된다. 한편 사용 壓延油도 여러가지가 있을 수 있으며, 일반적으로 사용되는 것은 다음과 같다.

① 鑛油를 基油로하는 水溶性油

低粘度의 鑛油에 乳化劑·水性上劑 등의 첨가제를 소량 첨가한것으로 3~20%의 水溶液으로 사용한다. 壓下率이 비교적 낮고(40~70%), 두꺼운板(0.4mm이상)을 제조할때 사용되며 壓延速度는 15m/sec정도, 壓延板의 淸淨도가 높

고, oil stain발생이 적다.

② Palm油

主成分은 팔미틴酸(Palmitic acid, 약45%)과 올레인酸(oleic acid, 약38~45%)의 글리세리드(glycerid)이다. 壓下率이 높고(80~90%), 비교적 얇은 板(0.2~0.3mm)을 제조할때 사용되며 壓延速度는 25m/sec정도로 주로 壓延後에 oil stain이 발생되어 淸淨作業을 行하고 annealing을 해야하며 高價이다.

③ 鯨油 또는 牛脂

鯨油, 牛脂의 天然脂肪酸에 소량의 첨가제를 첨가하여 사용하며 安定性이 좋은 水溶液이 얻어지며, Palm油의 代替品으로 적당하다.

④ 混合油

鑛油의 基油에 牛脂 등 動物性油를 混合시켜 사용한다.

3. 壓延油의 潤滑特性

壓延潤滑은 일반적으로 流体潤滑을 포함한 境界潤滑狀態로 보는것이 좋다. 따라서 摩擦面에 작용하는 壓力은 매우 높고 미끄럼速度도 일반적으로 높으며, 방향도 일정하지않는 特異性이 있다. 또 高壓高速時에는 塑性變形을 동반하므로 摩擦面의 表面溫度는 局部的으로는 수백도에 이르는 경우도 있다. 또한 摩擦面壓은 일반 潤滑面에 비하여 높으며, 더욱 加工에 의해 항상 새로운 表面이 생기므로 潤滑所要面積이 확대된다. 따라서 위와같은 特異性때문에 潤滑이 곤란하게 되는 원인이되며 이는 각종 壓延油에 따라 다르게 된다.

圖2는 각종 實用壓延油에 대한 Bowden試驗의 결과의 예로써 여기에서는 摩擦係數가 0.10~0.15가 될때 heat scratch가 발생되므로 摩擦係數가 0.15가 될때까지의 運動回數(壓延速度에 해당)와 실제 壓延材에 있어서 heat scratch를 발생하지않고 壓延可能한 最高壓延速度와의 관계를 사용 壓延油에 따라 정리한 것이다.

이결과 鑛油系, 混合系, 牛脂系 각 壓延油사이의 境界潤滑性能의 차이를 알 수 있는외에 같은 系統의 壓延油사이의 차이도 알 수있다. 즉 牛脂系에 비해 鑛油가 일반적으로 摩擦係數가 크고 運動回數의 증가에 따라 鑛油系는 摩擦係數가 급격히 상승하고 있는것을 알 수있다. 이것은 吸着性의 문제인 것이다.

圖3²⁾은 각종 壓延油의 壓延力에 미치는 효과를 나타낸것으로 Palm油, 牛脂 등의 動物油類

는 鑛油에 비해 壓延荷重이 낮고, 壓下率이 크게 될수록 그차이는 현저하게 나타나고 있다. 이것은 鑛油가 金屬表面에의 吸着性이 약하기 때문에 境界潤滑領域에서 摩擦係數가 큰것에 대해 Palm油등은 치밀하고 강한 分子膜을 구성하므로 油膜의 耐壓強度도 높고, 摩擦係數도 작게 되는 것이다. 이의 개선을 위해서는 脂肪酸등을 첨가하면 된다.

한편 摩擦係數나 油膜強度외에 潤滑效果에 대한 보조적으로 작용하는 因子로서는 壓延油의 粘性和 擴散性등이 있다. 그중에서도 壓延油의 擴散性은 중요한 연구대상이 되고 있다. 加熱板

에서의 壓延油의 擴散特性은 그 壓延油의 吸着舉動과 밀접한 관계가 있어 油膜이 급속히 擴散을 시작하는 온도는 油膜의 離脫의 開始溫度에 대응한다고 보고³⁾된 것도 있다.

圖 4는 이의 일례로서 200℃의 加熱板上에 15mg을 滴下한 경우의 擴散面積과 Bowden시험에서 평가된 耐heat scratch性的의 관계를 나타낸 것이다. 여기에서보면 運動回數가 증가함에 따라 鑛油系가 牛脂系에 비해 넓은 擴散面積을 보유하고 있다. 이렇듯 壓延油의 摩擦特性和 擴散特性을 평가함에 있어서는 각각의 壓延油의 종류에 따라 달라지며, 어느면에서는 逆機能의 상태를 나타내고 있음을 볼 수 있으며 어느것이 나 이들 중간에 사용될 수 있는것은 混合系임을 알 수 있다.

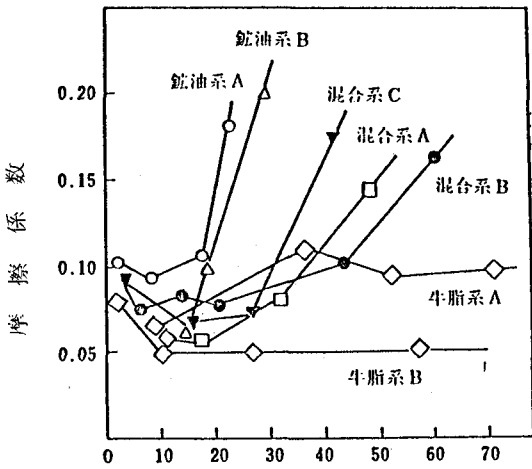


圖 2. 實用壓延油의 Bowden試驗結果

4. 壓延油의 용도별종류

壓延油는 제조하는 壓延材에 따라 鋼, 알루미늄, 스테인레스鋼, 珪素鋼, 銅과 그의 合金의 壓延油로 나누어지며, 또 壓延상태에 따라 熱間壓延油和 冷間壓延油로 나누어진다. 表⁶⁾에 일반적으로 널리 사용되는 壓延油의 일례를 나타낸다.

4-1. 鋼의 壓延油

鋼의 壓延油는 주로 壓延板의 두께와 壓延상태(熱間壓延과 冷間壓延)에 따라 달라진다. 熱間壓延油로서 摩擦係數와 壓延壓力低減에 효과가 있는 것으로는 일반적으로 油脂, 脂肪酸및 合成 에스텔이다.

油脂에는 Palm油, 牛脂, 菜種油, 피마자油등의 天然油脂등이 쓰이나 이들사이에는 큰 차이

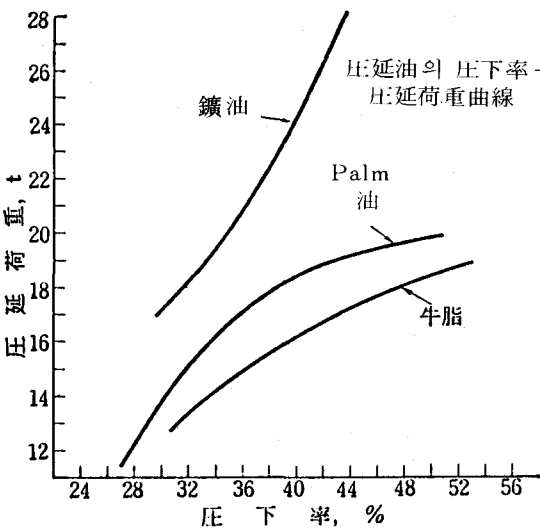


圖 3. 動植物油와 鑛油와의 潤滑效果의 比較

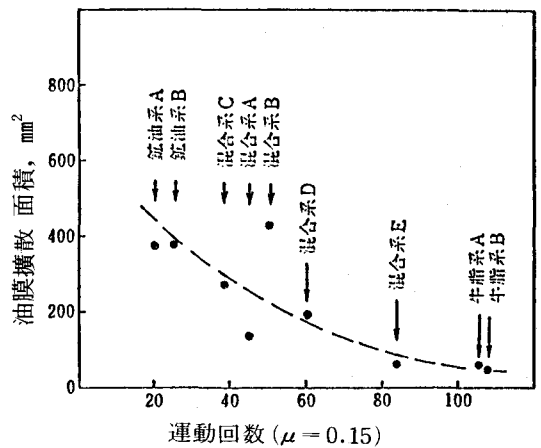


圖 4. 實用壓延油의 耐heat scratch性和 油膜擴散特性

五. 市 販 壓 延 油 の 一 例

用 途	鋼	鋼	鋼	스테인레스	珪 素 鋼	알루미늄	알루미늄	鋼	鋼
種 別	牛脂加工油	Soluble 油	Placoat 油	엔지리어 不水溶油	엔지리어 Soluble油	熱 間 Soluble油	冷間不水溶油	Soluble 油	不水溶油
外 觀	黄白色半固体	黄色透明液体	茶色粘稠液	黄色透明液体	黄色透明液体	黄色透明液体	淡黄色透明液体	茶色透明液体	黄色透明液体
比 重 15°/4℃	0.890	0.904	0.891(60°/4℃)	0.921	0.892	0.928	0.807	0.919	0.888
粘 度 R 50	131.2	85.4	299	64.0	52.3	172	-	124	71
R 30	-	-	-	137	92.6	77.8	32.7	333	141
引 火 点 (°C)	-	-	-	166	-	-	97	-	176
性 能 值	16.8	7.9	5.7	0.16	6.2	0.53	0.08	0.04	2.0
耐 化 值	190.0	12.3	63.1	2.1	22.1	28.7	4.95	12.8	2.2
状 灰 分 %	0.03	0.01	0.03	痕 跡	0.03	0.05	痕 跡	0.02	痕 跡
pH 10% 液	6.6	9.5	-	-	7.9	7.7	-	7.6	-
潤 滑 性	摩 擦 係 數 厚 板 (滑 田 式 磨 子 型)	0.10	0.13	0.12	0.21	0.13	0.18		0.13
特 性	番 殺 液	0.11(5%)	0.12(5%)	-	0.12(10%)	0.14(5%)		0.14(3%)	
性	耐 压 度 kg/cm ² 厚 板 液	5.5	8.5	4.5	4.5	4.5	4.5		8.0
推 定 組 成	牛 脂 肪 酸 90 界 面 活 性 劑 添 加 劑 10	礦 油 85 脂 肪 酸 4 界 面 活 性 劑 添 加 劑 11	礦 油 65 脂 肪 油 脂 肪 酸 30 界 面 活 性 劑 添 加 劑 5	礦 油 98~99 磷 化 合 物 1~2	礦 油 81 脂 肪 酸 2 界 面 活 性 劑 添 加 劑 17	礦 油 80 脂 肪 油 15 活 成 劑 添 加 劑 5	礦 油 98 脂 肪 油 2	礦 油 87~90 脂 肪 油 5~6 活 成 劑 添 加 劑 5~7	礦 油 98~99 脂 肪 酸 1~2

는 없고 空氣를 불어넣은 重合菜種油가 보다 有效하다는 보고⁵⁾는 있다. 牛脂에 不飽和成分을 첨가하면 潤滑性이 향상되며 20%에서 첨가효과는 飽和하며 올레인酸만을 鑛油에 첨가하면 10%에서 첨가효과는 飽和되기 때문에 不飽和成分의 효과는 熱分解로 생성되는 遊離脂肪酸에 의한 吸着膜의 효과라고 추정된다. 또한 菜種油, 大豆油등은 熱的重合으로 高粘度被膜을 형성하므로 潤滑性이 좋게 된다고 생각되며 飽和脂肪酸이 不飽和脂肪酸보다도 우수하다고 하는것도 위와같은 결과이다.

合成에스테르도 潤滑性이 양호하며 그중 脂肪酸모노에스테르보다도 多價알코올의 에스테르가 보다 우수하다.

한편 添加劑의 효과는 공급방법에 의해 다르다. Water injection에 의한 실험에서는 粘度가 낮고 물과 親和力이있는 올레인酸의 효과는 작게되며, 粘度가 높고 따라서 附着性이 좋은 피마자유, 혹은 펜타엘리스리틀에스텔의 효과는 크다. 鑛油에 첨가한 경우에는 water injection法과 Premix法에 의한 검토결과⁶⁾에서는 펜타엘리스리틀모노올레이트 및 노메틸실프탈레이트가 양호하였다. 기타 有效한 첨가제로서는 極壓劑로 사용되는 磷酸에스테르金屬비누등도 보고되고있다. Roll의 附着性에는 潤滑油粘度의 영향이 크므로 增粘劑의 사용은 潤滑有效成分의

저하에 의한 潤滑油에 相反되는 효과때문에 最適添加量이 고려되어져야 한다. 그밖에 磷酸塩系의 無機化合物이 潤滑性이 좋다고 보고되고 있으며 아민·아미드錯化合物로 처리된 미세한 graphite 및 窒化硼素도 Roll 摩耗 감소에 효과가 있다고 보고⁷⁾되고 있다.

한편 鋼의 冷間圧延油는 일반적으로는 위에서 열거한 基油를 이멀전(emulsion) 상태로 만들어 사용한다.

이멀전의 형태로는 O/w型, w/O型이 주가 되며 w/O/w型도 사용되고 있다.

圧延加工의 경우 이멀전潤滑을 보다 有效하게 하기 위해서는 圧延油의 成分의 良否는 물론 어떻게 roll bite에 圧延油成分을 보다 많이 存在시키느냐가 특히 중요한 것이다. 실제로 roll 및 鋼板上에 Plate out된 油層에 存在하는 이멀전層이 췌기形 roll bite 入口形狀에 따라 亂流가 되어 Plate out된 油層의 일부가 再乳化되어 남은 기름만이 roll bite내에 流入된다는 것을 실험적으로 확인한 것도 있다⁸⁾ 따라서 이 再乳化作用이 실제의 圧延에서의 기름의 流入量을 파악하는데 대단히 중요한 문제라고 지적되고 있다. 또한 roll bite내에서의 圧延油의 거동에 대하여 圧延油의 乳化劑의 量이 油膜두께에 현저한 영향을 미친다는 보고⁹⁾도 있다. 따라서 이멀전의 濃度에 따른 最小油膜두께의 문제와 각

중 첨가제에 따른 油膜의 파괴, 그리고 이멸전 粒子의 安定性 문제가 연구 대상이 된다.

특히 冷間壓延油로서 중요한 것은 壓延油 공급방식이 recirculation 방식의 이멸전 運轉이므로 Plate out 性이 좋고 recirculation 時에 安定된 이멸전을 유지하는 것이다. 따라서 Plate out 性은 w/O 型이 바람직하나, 이멸전의 安定性은 O/w 또는 w/O/w 型이 좋다. 즉 冷間壓延油의 理想狀態는 Plate out 時에는 w/O 型 이멸전, recirculation 時에는 O/w 型 또는 w/O/w 型 이멸전 형태라고 생각되어 그의 組成의 연구가 필요한 것이다. 이에 대한 연구 결과의 하나¹⁰⁾로 w/O/w 型 牛脂系 冷間壓延油를 만들어 실험한 결과, nozzle spray 직후 (Plate out 時로 가정)에는 w/O 型을 나타내고, 低速攪拌 時에서는 w/O/w 型으로 됨을 현미경으로 확인한 경우도 있다.

4-2 알루미늄의 壓延油

알루미늄의 熱間壓延은 350~400℃에서 行하여지며, 壓延油는 이멸전 形式으로 冷却劑 겸 潤滑劑로 사용되고 있다. 여기에 요구되는 性能으로는 潤滑性과 安定性이다. 특히 알루미늄 제품은 表面品質에 의해 그 상품가치가 결정된다고 보아도 과언이 아니므로 사용 壓延油에 따라 결정적인 영향을 받는 것이다. 따라서 이멸전의 thermal separation 性 (이멸전이 가열된 Roll과 板材에 접촉되어 乳化破壞 時 油分이 분리되는 성질)이 좋고 또 Roll bite의 高壓下에서 潤滑性이 좋은 壓延油를 선택할 필요가 있다.

알루미늄 熱間壓延油는 보통 鑛油를 基油로 하여 油性劑 및 乳化劑로 되어 있고 이것을 乳化시켜 수퍼센트의 이멸전 상태로 사용한다. 乳化劑로서는 올레인酸아민鹽, 非이온界面活性劑 및 숄론酸나트륨鹽 등이 사용되고 있으며, 그중 현재로서는 thermal separation 性を 重視한 올레인酸아민鹽이 主流를 이루고 있다. 그러나 이멸전 運轉에 있어서는 壓延油의 組成이 같은 경우라도 사용된 乳化劑의 종류와 첨가량, 乳化方法, 이멸전의 濃度 및 溫度 등에 따라 安定性 및 粒子徑이 다르기 때문에 thermal separation 에 영향을 미친다. 따라서 이들에 대한 연구가 좋은 알루미늄 壓延을 할 수 있는 key point 가 될 수 있을 것이다.

한편 알루미늄의 冷間壓延은 板壓延과 箔壓延으로 大別되며 壓延油의 품질, 성능은 壓延條件에 따라 적당히 선택하지 않으면 안된다. 알루미늄 冷間壓延油로서는 粘度 1.5~5.5 cst

@37.8℃의 鈹油를 基油로 하여 여기에 壓延性能 向上劑로서 2~8%의 油性劑를 첨가한 不水溶性 壓延油가 일반적으로 사용되며 특히 알루미늄 冷間壓延劑의 특징의 하나인 사용자측에서 基油와 油性劑를 自社의 壓延條件에 맞게 最適性能의 壓延油를 만들어 사용하고 있다. 그러나 알루미늄 冷間 壓延油로 사용되고 있는 基油는 우수한 安定성과 좁은 沸點範圍를 갖길 필요가 있으므로 엄선된 原油로부터 高度의 水素化精製와 精密蒸留工程을 거쳐서 제조되어야 한다. 또한 알루미늄 壓延은 壓延板의 두께가 0.2 mm~0.006 mm까지 다양하므로 두꺼운 板의 壓延油에는 얇은 판에 비해 高粘度의 基油와 壓下性能이 좋은 油性劑가 요구되며, 얇은 끝마무리 板 壓延에는 壓下量이 작고, 또한 光澤이 좋은 표면이 요구되므로 低粘度의 基油와 Stain 性이 좋은 油性劑가 사용된다. 특히 최근의 경향의 하나는 板 끝마무리 壓延油의 低粘度化의 경향이다. 이것은 高速 壓延機 (壓延速度 1500 m/min)의 출현에 따라 光澤이 좋은 板을 만들기 위한 것으로 不水溶性 壓延油는 화재의 위험성이 있으므로 水溶性 壓延油의 개발 연구가 바로 그것이다.

4-3 스테인레스鋼의 壓延油

스테인레스鋼은 變形抵抗이 크고 塑性加工이 어려운 材料이므로 보통은 多段 壓延機로 壓延한다. 따라서 壓延油도 Straight 形이 사용되고 있으며, 특히 冷却性能을 요구하는 경우에는 이멸전 形式을 사용하는 예도 있다.¹¹⁾

스테인레스鋼 用 壓延油에 요구되는 性能으로는 壓延性能, 酸化安定性, Oil Stain 방지, 消泡性, 녹방지성 등이 있다. 이중에서 다른 壓延油와 다른 性能은 壓延性能和 Oil Stain 은 annealing 時 재료 표면에 남은 壓延油 中의 물질과 재료의 反應 등에 의해 생기므로 壓延基材의 선택에 제한을 받는다.

스테인레스鋼 壓延油는 10년 이상 전까지는 100 SUS (100°F에서 약 20 cSt) 정도의 나프텐 基油에 脂肪酸을 첨가한 것이 사용되었으나 그 후 基油는 파라핀으로 바뀌어 低粘度化하고 있다. 최근에 사용되고 있는 스테인레스鋼 用 Straight 形 壓延油는 粘度가 10~20 cSt (40℃) 정도로 脂肪酸이나 磷酸化合物을 소량 포함한 것과 에스텔이나 알코올類를 약간 다량으로 포함한 것으로 나누어진다. 그러나 스테인레스鋼 壓延의 조건이 過酷化에 따른 운전 조건의 검토와 冷却效果의 補強, 過酷한 壓延에 의해 일어나는 材料 表面의 heat scratch에 초점을 맞추어 연구되

어야 할 것이다.

4-4 기타의 壓延油

珪素鋼板, 기타의 特殊鋼板의 센지미어밀에 의한 壓延에는 Soluble oil이 일반적으로 사용되고 있다. 이는 鋼板用壓延油로서의 성능외에 베어링潤滑油로서의 성능이 요구된다. 潤滑性외에 表面張力이 낮고 浸潤性이 좋으며, 녹방지성이 좋고, 腐食性이 없으며, 기름때가 생기지 않고, 이물질의 安定性이 좋을 것 등이다.

한편 銅 및 銅合金의 熱間壓延에서는 壓延油는 보통 사용하지 않는다. 冷間壓延에서는 알루미늄의 경우와 같이 低粘度의 鑲油를 사용하며 高速壓延에서는 冷却性을 重視해서 Soluble oil을 사용하는 경우도 있다. 끝마무리壓延에서는 板의 표면상태가 중요하기 때문에 annealing時 Sitain이 작고 變色の 원인이 되는것은 含量이 소량인 것이 바람직하다. Soluble oil은 非이온 界面活性劑와 鑲油로부터 中性으로 遊離脂肪酸이 적은 것이 좋다.

5. 맺음말

이상과 같이 壓延潤滑油에 대하여 개략적으로 記述하였으나, 이 외에도 潤滑性의 향상을 위하여 각종基油의 混合과 添加劑를 첨가해서 성능을 향상시키고 있다. 그러나 현재 문제가 되고 있는 것은 難燃性油와 高熱·高壓部의 壓延油 및 그에 따른 添加劑의 개발이라고 생각된다. 難燃性油로서는 合成潤滑油의 진보에 따라 새로운 proshazene의 合成¹²⁾으로, 또한 高熱·高壓部에서는 S-P系 極壓潤滑油의 개발로 많은 향상을 가져올 수 있다고 본다. 또한 鑲油潤

滑油도 새로운 精製法이나 添加劑化學의 발전에 따라 그 성능이 진보되고 있다. 그러나 문제는 cost이다.

그밖의 壓延에 있어서 潤滑技術의 향상은 省資源, 省에너지의 필요로부터의 요청뿐만아니다. 機械技術의 발전에 결코 없어서는 안될 중요한 과제이다. 이를 위하여 우리나라도 壓延現場에 종사하는 관계자는 물론 潤滑油메이커 관계자들도 연구를 통하여 좋은 壓延油를 생산할 수 있도록 노력해야겠으며 官에서도 産學協同을 통해 보다 좋은 연구활동을 할 수 있도록 최선의 노력을 할 때라고 생각한다.

文 献

- 1) 間瀬俊朗 외: 日本潤滑, 27. 8 (1982)552
- 2) 潤滑ハントブ...ク, 養賢堂(1982)895
- 3) 境忠男 외: 日本潤滑, 21. 9 (1976)606
- 4) 潤滑ハントブ...ク, 養賢堂(1982)898
- 5) 上田亨 외: 丸善技報, NO. 21 (1976)45
- 6) 李村貢 외: 日本潤滑, 26. 7 (1981)447
- 7) A·GLOBUS: Iron & steel Eng., 47. 8 (1970)93
- 8) 中島浩衛 외: 第18回トライボロデ 研究会
- 9) J·C·WHETZEL 외: Iron & steel Eng., 36 (1959)123
- 10) 白田昌敬 외: 日本潤滑, 27. 8 (1982)594
- 11) M·G·SENDZIMIR: Iron & steel Eng., NoV. (1980)29
- 12) R·E·SINGLER 외: Ind·Eng·chem·prod·Res·Der., 25 (1986)46.