

金屬引拔加工線の 挟雜物 除去(脫脂)方法의 考察(Ⅱ)

Degreasing of Impurities for a Web Strip Iron Mills(Ⅱ)

목 차

- 4. Alkali탈지
- 5. 결론



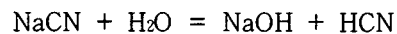
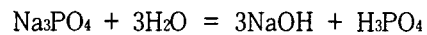
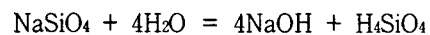
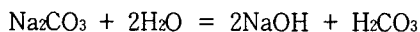
金 柱 恒*
Kim, Ju Hang

이 글은 지난 2월호 본지에 실린 내용에서 이어진 부분입니다.

4. Alkali탈지

4.1 Alkali탈지의 Mechanism

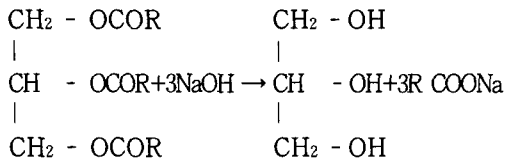
Alkali성 염에 의한 탈지 기구는 검화(비누화), 유화, 분산 및 흡윤이 주체가 된다. 탈지제로서 사용되고 있는 Alkali성 염에는 수산화나트륨, 탄산나트륨, 규산나트륨, 인산나트륨, 청산나트륨 등이 있고, 이와 같은 것들은 가수분해되어 수산화나트륨이 된다.



수산화나트륨은 검화작용에 의해 Oil을 비누화하는 작용이 있어 이때의 oil이 비누화가 되게 되면 물에 씻겨지게 되어 제거가 된다. 유지가 활성 알칼리에 의해 분리되어 Glycerin과 지방산 염으로 되는 것을 검화 라고 하며 이 물질은 물에 녹게 된다.

*공업화학·대기관리기술사, 안산공업전문대학 교수, 본회 전무이사.

유지 + 수산화나트륨 = Glycerin + 비누



검화하기 어려운 광물성유는 유화작용과 분산작용에 의해 제거된다. 규산나트륨과 인산나트륨은 수산화나트륨 보다는 유화, 분산작용이 크다. 계면활성제가 알칼리염에 첨가되면 액의 계면장력이 저하하게 되어 검화, 유화, 분산작용을 촉진함과 동시에 달라 붙어 있는 유지와 먼지 등을 부품으로부터 분리시키는 작용이 증진되게 된다. 이에 알칼리 세정제의 작용을 살펴보면 다음과 같다.

- ① 계면활성제에 의한 유지면, 금속면의 습윤작용
- ② 알칼리에 의한 유지의 검화
- ③ 계면활성제 등에 의한 유지의 유화, 분산
- ④ 계면활성제 등에 의한 유지입자의 안정화와 재부착 방지

또한 알칼리 세정제의 성분과 기능을 살펴보면

① 알칼리제

알칼리 공급원으로서 작용하고 유화, 분산, 검화 등의 기본적 작용을 한다.

② 빌더

계면활성 효과의 보조, pH조정 등의 기능을 갖고 세정성을 향상시키게 된다.

③ 계면활성제

습윤, 유화, 분산 등의 다양한 계면활성 기능을 갖고 세정성을 향상시킨다.

4.2 알칼리제의 종류

알칼리 세정제는 알칼리제와 계면활성제를 주

성분으로 하고 있으며 그 원리는 물에 녹지 않는 유지를 알칼리 세정제로 사용하여 화학적으로 수용성 물질로 변환되어 미립자화로 분산 금속면으로부터 제거시키는 작용을 하게 된다.

㉞ 알칼리 탈지에 사용되는 알칼리제

① Sodium 염 (소다염)

NaOH, Na₂CO₃, Na₂SO₄, 10H₂O, NaCO₃ · 2H₂O

② 규산염

Ortho : 규산소다(2Na₂O · SiO₂, 수분 10~40%)

Meta : 규산소다(Na₂O · SiO₂ · 9H₂O)

1호 : 규산소다(Na₂O · 2SiO₂, 수분 42~44%)

2호 : 규산소다 (Na₂O · 2SiO₂, 수분 65%)

③ 인산염

제1인산소다(NaH₂PO₄)

제2인산소다(Na₂HPO₄)

제3인산소다(Na₃PO₄ · 12H₂O)

tripoly 인산소다(Na₅P₂O₇ · 10H₂O)

pyro 인산소다(Na₄P₂O₇ · 10H₂O)

hexameta 인산소다(NaPO₃)₆

㉞ 종류별 알칼리제의 성능을 살펴보면 다음 <표 2>와 같다

㉞ 각종 용액의 농도와 pH의 관계를 살펴보면 다음 <표 3>과 같다.

<표 3> 각종 용액의 농도와 pH (단위:%)

알칼리제농도	0.1	0.5	1	5
가성소다	12.5	13.2	13.4	13.6
메타규산소다	11.6	12.3	12.5	13.0
제3인산소다	11.2	11.8	11.9	12.3
탄산소다	10.9	11.2	11.3	11.4
피로인산소다	9.5	10.0	10.0	10.2



기술사봉사단 사례

〈표 2〉 알칼리제의 종류 및 성능 비교표

종류	성능	세정성	침투성	분산성	유화성	형균성	내경수성	활성알칼리도	부식방지성
NaOH	○	△	○	△	×	×	●	●	
Na ₂ CO ₃	△	×	×	△	×	×	○	○	
NaHCO ₃	×	×	×	×	○	×	×	×	
Na ₂ SiO ₃ 5H ₂ O	●	○	●	○	○	△	○	×	
2Na ₂ OSiO ₂ 5H ₂ O	●	○	●	○	○	△	●	○	
Na ₃ PO ₄ 12H ₂ O	○	○	●	○	○	△	○	○	
Na ₄ P ₂ O ₇	○	○	○	○	×	○	△	○	
Na ₅ P ₃ O ₁₀	○	○	●	○	○	○	×	○	
(NaPO ₃) ₆	△	△	○	△	△	○	×	×	

비고

평가구분 ●:우수함, ○:양호, △:약간양호, ×:부적당

㉔ 각종 알칼리제에 의한 각종 금속의 부식 및 변색의 정도를 살펴보면 다음 〈표 4〉와 같다.

〈표 4〉 알칼리제와 관련한 금속의 부식과 변색

알칼리제 \ 금속	동	신주	석	연	아연	알루미늄
가성소다	×갈	○경	×경	×경	×회	×경
울소규산소다	○미	○미	×경	×경	×경	×경
메타규산소다	○미	×경	○자	×경	×경	○미
인산소다	○미	○청	×경	○미	×경	×회
탄산소다	○미	○청	×경	×회	○미	×흑
중탄산소다	○미	○자	○미	×경	○미	×경
호박산소다	○미	○미	○미	○미	○미	○미

조건 : 5% 수용액에 80°C로 1시간 침적

좌측 : ○증량불변 ×증량감소 있음

우측 : 갈색, 청색, 보라색, 흑색, 회색, 및 경도 미도를 표시

4.3 알칼리 세정에 쓰이는 세정제

동식물성 유지의 세정에 쓰이는 알칼리제는 전술한 바와 같이 수산화나트륨만으로도 충분한

목적 달성을 할 수가 있다. 다만 유지 부착량이 적은 경우에는 될 수 있는 대로 저온에서 단시간에 세정하고자 할 때 메타 또는 오르소 규산소다, 삼인산 소다 등을 병용하여 음이온계 계면활성제를 첨가한다. 광물유의 탈지 세정에는 어떤 알칼리제가 적절한가에 대하여 고려해 보면 보통 수산화나트륨, 탄산나트륨, 트리폴리인산나트륨, 메타 또는 오르소규산나트륨을 여러 종류로 조합한다. 그리고 반드시 계면활성제를 첨가한다. 계면활성제에 대하여 알칼리를 빌더라고 칭하고 있으며, 빌더의 의미와 그 작용효과에 대해서는 명확한 학설은 없으나 실제에 있어서 계면활성제의 수용액만으로는 광물유의 세정에는 그 효과가 적으며 또 알칼리제 및 계면활성제를 어느 정도 씩 조합하여 알칼리 세정액을 만들어야 하는지는 많은 실험과 이로부터 얻어지는 데이터가 필요하고 또한 요구된다. 따라서 이를 간략하게 간추려 보면 다음과 같다.

㉞ 다음 공정이 전기도금인가, 직접 도장인가, 산세처리인가에 의해 달라지게 된다.

㉟ 작업조건 즉, 침지, 스프레이, 전해, 상온, 가온 처리시간이 어떤가에 따라 달라지게 된다.

㊱ 액의 발포성 즉, 계면활성제의 선택에 따라 달라지게 되며 대체적인 선택 기준으로서는

① 다음 공정이 전기도금일 경우 메탄규산나트륨을 낮춰야한다. (강표면에 규산이 석출되어 도금 불균일을 가져온다)

② 다음 공정이 인산염화성 처리인 때는 될 수 있는 대로 온화한 알칼리가 바람직하며, 계면활성제의 대상의 선택기준은 다음과 같다.

㉠ 양이온계는 세정후 열탕에서 잘 세정하지 않으면 철상면에 흡착층이 남아서 다음 공정이 화성피막처리인 경우는 장애가 될 뿐만 아니라 가격도 고가이기 때문에 불리하다.

㉡ 음이온계는 동식물유의 세정에는 효과가 있으나 광물유의 경우에는 비이온계 보다 효과가 적다.

㉢ 비이온계는 동식물유 보다 광물유에 일반적으로 적합하다. 그러나 스프레이 세정과 전해세정의 경우는 발포성이 적은 것을 선택할 필요가 있다.

㊲ 일반적으로 알칼리 제정제로서 요구되는 조건은 다음과 같다.

㉠ 활성(Active) 및 유효(Available) 알칼리 양쪽 성능을 보유해야 한다. 즉, 활성 알칼리는 세정작용에 필요한 것

이며 유효알칼리는 세정액의 알칼리량을 어느 적정수준으로 유지 하는 완충작용으로 필요한 것이다.

㉡ 수세성이 좋아야 하며, 알칼리피막을 남긴 후에도 표면처리에 지장을 주지 않아야 한다.

㉢ 내경수성이 있어 불용성의 칼슘 석출 등의 발생이 없어야 한다.

㉣ 세정중에 각 성분이 안정상태에 있어야 한다.

㉤ 이외에 일반적으로 취급이 용이하고 가격이 저렴한 것이 바람직하다.

알칼리세정은 피세정물인 금속에 의해 당연히 제한을 받게 된다. 다음 <표 5>는 각종 금속의 pH 한계를 나타낸 것이다.

<표 5> 각종 금속과 pH와의 한계점

금속	알루미늄	아연	석	신주	규소철	철
pH	10	10	11	11.5	13	강알칼리에서 안정

그러나 이러한 pH가 절대적이라고는 할 수 없으며 한 예로서 pH 10 이상에도 규산염은 알루미늄의 부식방지 작용을 갖고 있다.

4.4 Alkali 세정방법

알칼리성 수용액을 써서 이것에 물품을 침지하거나 액을 물품 표면에 스프레이 해서 탈지하는 방법으로 현재 공업적으로 널리 채택되고 있다.

㉠ 동물성 유지의 세정

동식물성 유지는 알칼리에 의한 검화작용에 의해 수용성 비누로 용해하여 제거한다. 알칼리로는 수산화나트륨을 써서 농도는 50g/l 이상 하고 온도도 90°C 이상으로 유지시킨다. 액



기술사봉사단 사례

중에 비누가 생기면 액의 표면장력이 저하되어 유지의 유화·분산을 조장한다.

비누분이 점차 증가하면 거품이 다량 발생하므로 소포제, 예를 들면 실리콘 수지를 가하면 일시적으로 효과가 있고 액면에 Kerosen을 띄우는 것이 더욱 효과적이다.

거품이 심하고 액이 넘쳐흐르게 되면 세정액을 폐기해서 교환한다. 동식물성 유지가 부착되어 있는 철강제품의 경우는 <표 6>에 나타낸 바와 같으며 또한 소성변형 가공품, 유제 소입품은 oil의 부착량이 많기 때문에 이때는 세정조를 2조로 하여 제1조에서 헹굼 정도로 하고 제2조에서 완성세정을 하면 알칼리 액을 경제적으로 사용할 수 있다.

세정을 저온(50°C)에서 또는 단시간에 행할 때는 계면활성제를 가하거나 오염물의 재침착을 방지하기 위해 삼인산 나트륨을 병용하는 방법 등의 연구가 지속되고 있으나, 유지 부착량이 적을 경우는 효과적이거나 다량인 경우는 오히려 비경제적이기 때문에 일반적으로 동식물성 유지가 고화되어 있는 경우에는 그 용점 이상의 온도에서 처리하지 않으면 세정효과가 불량하게 된다. 이러한 이유는 고상과 액상이 서로 반응하기가 어렵기 때문이다.

<표 6> 절강 제품에 부착되어 있는 유지분

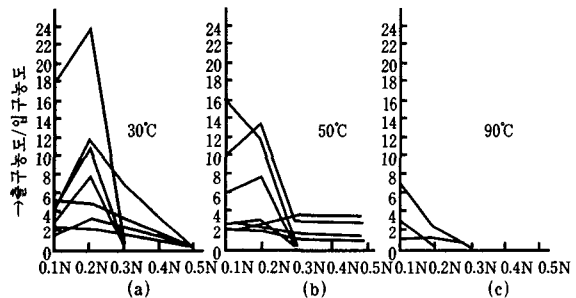
제품종류	부착유지분
냉간압연강판	광물유 베이스에 억제제 배합
인발 관·선	우지 에멀존, 금속비누
프레스 품	식물유, 광물유, 황화유
절삭품	광유에멀존, 기계유
기름소입품	대두유, 면실유, 팜유
연마품	고용점 왁스, 스테아린산

④ 광물유의 세정

광물유 즉, 석유계 탄화수소는 알칼리에 의해 검화하지 않으므로 유화, 분산 등 물리화학적 기구에 의해 세정을 행한다.

광물유의 한 예를 들면 기계유는 전연 알칼리 수용액 중에 용해도 되지 않고 유화 분산 등도 되지 않는다고 생각되었으나, 의외로 분산되어 짐이 밝혀졌으며, 효과적인 면에서는 비효율적이었다.

이에 각종 알칼리 수용액에 대한 기계유의 분산량에 대하여 살펴보면 다음 <그림 5>와 같다.



<그림 5> 알칼리 수용액에 대한 기계유의 분산량 관계

비고

① ortho 규산나트륨 ② Meta 규산나트륨 ③ 제3인산나트륨 ④ pyro제4 인산나트륨 ⑤ 세즈기 인산나트륨 ⑥ 탄산나트륨 ⑦ 수산화나트륨

<그림 5>에서 살펴보듯이 알칼리 농도가 낮은 쪽은 oil의 분산량이 많고, 또 온도가 낮은 쪽이 많다. 알칼리 종류중 Ortho 규산나트륨은 Colloid성에 의한다고 생각되지만 oil의 분산량이 가장 많고, 중탄산나트륨은 전혀 분산되지 않는다. 실제 세정작업에서 보면 알칼리 농도를 잘 맞출 수 있지만 온도는 정확하게 맞출 수가 없다. 이런 이유는 알칼리 세정의 경우 oil의 부착량 보다는 점도가 세정 효과에 크게 관계하기 때문이다. 따라서 oil의 점도를 낮추고 유전성을

양호하게 하기 위해서는 온도를 올리지 않으면 안된다.

4.5 알칼리 세정액의 관리

알칼리 세정액의 정확한 현장적인 관리법을 정의 하기는 매우 어려우나 대체적으로 표면장력을 측정해 관리하며 알칼리비는 2 이하, 표면장력은 30~35 dyne/cm, 20°C를 표준으로 한다.

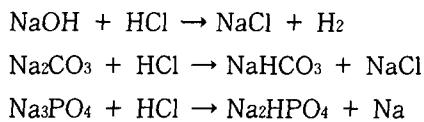
㉞ 알칼리도

알칼리도는 유리(활성) 알칼리도와 전알칼리도로 구분해 측정한다. 세정액 10ml를 채취, 200 ml Beaker에 넣고 Phenolphthalein 지시약을 3방울 떨어뜨린 다음 0.1N HCl로 적정한다.

적정의 종말점(End Point)은 액의 Pink색이 소실될 때로, 이때까지 소요된 0.1N 염산의 ml 수를 유리 알칼리도(FA)라고 하고 다음에 동일한 액에 Methyl Orange 지시약을 3방울 넣고 0.1N HCl로 적정을 계속한다.

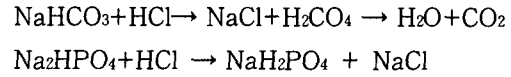
적정의 종말점은 황색이 오렌지색으로 변했을 때이며 이때까지 소요되었던 0.1N HCl의 ml 수를 전알칼리도(TA)라고 칭하며 그리고 전알칼리도와 유리 알칼리도의 비를 알칼리비라고 한다.

따라서 알칼리비 = TB/FA로 나타내며 또 Phenolphthalein 지시약의 적정반응(변색점 pH 8.4)은 다음과 같다.



Methyl Orange 지시약의 적정반응 (변색구

역 pH3.4~4.3)은 다음과 같다.



Meta규산나트륨($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$) 또는 Ortho규산나트륨($2\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$)은 보통 알칼리 세정액을 새로 만들었을 때 알칼리비는 2 이하가 된다.

Spray법을 사용하면 액중에 CO_2 가 녹아 Na_2CO_3 가 되어 알칼리비가 2에 가깝게 된다. 경험에 의할 것 같으면 알칼리비가 2 이상이 될 때 세정효과가 저하된다. 이때를 폐기, 갱신기라 하며 역시 세정액의 폐기, 갱신하는 것은 FA를 주기 위한 일이다.

㉟ 표면장력

세정액의 표면장력은 세정능력에 크게 관계하기 때문에 때때로 측정하는 것이 바람직하다. Du Nouy 표면장력계 또는 적수계(Stalagmeter)를 이용하여 쉽게 측정 할 수 있다.

보통 알칼리 세정액의 표면장력은 30~35 dyne/cm를 표준으로 한다.

㊱ 유의 분산량 측정

탈지액의 알칼리도와 표면장력이 적절해도 처리액에 유지분이 포화해 버리면 탈지능력은 없는 것과 같다. oil의 분산도를 측정하면 노화의 정도를 알 수 있기 때문에 작업관리상 관리하기는 좋으나 현재로서는 현장적인 방법은 없다. 만약 탈지액에 계면활성제가 존재하지 않으면 액을 산성으로 하여 가열하면 쉽게 유분이 분리되기 때문에 측정이 가능하다.

그러나 현재의 탈지제에는 필히 활성제가 존



기술사봉사단 사례

재하고 있으며 비이온계 계면활성제가 주로 사용되기 때문에 상기 방법으로는 분리가 부정확하다. 음이온계는 황혈염(황산 제1철)으로 비이온계는 요소로 파괴한 후 액을 산성으로 하면 활성제의 영향이 없는 상태에서 oil의 분리가 가능하지만 반응이 까다롭기 때문에 현장적이 되

〈표 7〉 지도 전 문제점과 개선내용의 요약

세부지도항목	지도전 문제점	세부지도내용	개선내용 및 효과
1. 인발가공에 대한 가공제의 중요 Point	· 인발유의 이론이 정립돼 있지 못하였음	· 인발유의 종류와 이의 장단점 교육 실시 - 분말상 유회제 - 유성유회제 - 수용성유회제	· 선재가공에 있어서 - 태선가공:분말상 - 중선가공:유성 - 세선가공:수용성 유회제가 사용되어야 하는 Mechanism을 파악함으로써 올바른 가공유의 선정point가 전열선 품질에 미치는 중요인자임을 인지하였음
2. 공정관리 및 세선의 탈지 방법	· 스텝형 연속 신선기의 가공유 관리방법이 미흡 하였음 · 세선용 탈지제와 탈지공정을 인지하지 못하였음	· 태선 및 중선가공후의 탈지공정에서 사용되고 있는 유기용제인 Trichloroethylene에 대한 관리방법지도 · 세선가공후 요망되는 탈지제의 개발지도 - Alkali수용액의 조제 방법 및 설비제작 - 탈지공정에 필요한 신규설비(물중탕 및 열풍설비등)의 제작에 관한 사항 지도	· 세선인발 가공공정이 끝난후 재료 표면에 부착되었던 다량의 유막 불순물 현상들이 · 공정개선후(알카리탈지 공정대입) · 약 10 μ m이하로 하강되는 기대효과를 가져옴
3. 표준화설정	· 사내표준화가 전무함 · 특히 세선가공 공구의 Dip-Tank의 수용성 유회제 관리 표준화가 미흡함	· 수용성 신선유의 관리사항으로 가) Dip Tank공정관리 - 타르제거방법 - Scum제거방법 - Chip제거방법 나) 사용유의 품질관리 - 용수검사방법(염소분, 총경도, 생균수) - 농도 측정방법(Emulsion상태의 외관검사) - pH(8~10)관리방법 - 점도관리법 - 온도관리법 (산화에치렌의 수소결합이 열에 의하여 탈수화 됨으로 운점이 되어 에말존이 파괴됨에 가급적 정상온도는 80 $^{\circ}$ C로 관리하는 것이 바람직함)등에 관한 사내 표준화 설정지도	· 사내표준화가 설정됨으로서 - 알카리 탈지공정에서 탈지효과 향상 - 최종전열선(세선)의 품질향상 - 탈지후 열처리 공정의 부하가 감소 - 소비자로부터 조기에 불만사례를 예방하는 등의 기대 효과를 가져옴

지 못한다.

㉔ 노화판정

알칼리 탈지액의 노화도의 측정은 지금까지 세계적으로 해결되어 있지 않다. 현재의 작업으로 탈지시간이 길어지게 되면 액을 교환해야 한다.

하나의 대안으로서는 탈지제의 평가법으로 사용되는 표준염에 대한 비교시험이 필요하게 된다. 즉, 제품과 동일한 재료로 시험편을 만들고, 새로 만든 탈지액과 노화한 탈지제에 각각 동일한 온도로 하여 침적 처리하여 탈지시간을 측정한다. 탈지시간이 배 이상 요구되면 이의 탈지액은 이미 노화되었기 때문에 교환하여 주어야 한다.

4.6 알칼리 세정제(금속공업용 세정제)의 사용액 주의사항

㉕ 원액이 피부 등에 부착했을 경우

즉시 다량의 물 또는 온수로 부착부분을 씻어 내고 엷은 붕산 또는 초산(1~2%) 수용액에 환부를 담근 후 의사의 진단을 받을 것.

㉖ 원액이 눈에 들어갔을 경우

즉시 다량의 물 또는 온수로 눈을 씻은 후 안과 의사의 진단을 받을 것. (이것은 화급을 요한다.)

㉗ 원액을 마셨을 경우

입안에 잘못하여 들어갔을 경우 ㉕항과 같이 충분한 물 또는 온수로 가글한 후 의사의 진단을 받

는다. 또 마셨을 경우는 대단히 위험하므로 즉시 의사의 진단을 받을 것.

5. 결 론

지금까지 금속인발가공선의 탈지(脫脂)방법에 대하여 고찰하여 보았다. 요청된 기술지도에 대한 세부사항을 기고의 제한으로 전부 기고하지 못한 점을 독자 제위께 양지를 구하면서 다만 그간(1997.8~1997.11)의 지도사항을 요약하면 <표 7>과 같다. 끝으로 기술적 애로사항을 겪고 있는 우리 나라 중소기업들이 기술사봉사단의 활용을 많이 하여 줄 것을 기대한다.

參 考 文 獻

1. BUMWOO CHEMICAL: Product Information 鋼線과 潤滑(1997)
2. B.W.C: 引拔加工에서의 最近의 摩擦과 潤滑(1997)
3. B.W.C: 伸線加工과 潤滑劑(1997)
4. 小池 祥介: 非鐵金屬의 管과 棒의 引拔油劑, 潤滑經濟(1979)
5. 奈良 達夫: 塑性加工의 問題點과 適油選定 포인트, 潤滑經濟(1978)
6. B.W.C: 石油乳劑(1997)
7. 長坂 秀雄: 金屬의 表面處理, 潤滑經濟(1990)
8. 쌍희금속제공 資料(1997)

(원고 접수일 1998. 1. 9)