

알루미늄용 산성탈지제의 제조와 그의 특성화

박은경·함현식·박홍수

명지대학교 공과대학 화학공학과
(1993년 3월 16일 접수, 1993년 6월 7일 채택)

Preparation of Acidic Degreasing Agent for Aluminum and Its Characterization

Eun-Kyung Park, Hyun-Sik Hahm, and Hong-Soo Park

Dept. of Chem. Eng., College of Eng., Myong Ji University,
Yongin, Kyounggi 449-728, Korea
(Received March 16, 1993, Accepted June 7, 1993)

요약: n-Octanoic acid, MJU-100A, Tetronix T-701, POE(6)-2-ethylhexyl ether, Newpol PE-68, 솔비톨 및 인산 등을 블렌딩하여 산성탈지제(ADA)를 제조하였다. ADA로서 알루미늄 시료편을 택하여 여러 가지 물성시험을 해 본 결과, ADA-5의 농도 3wt%, 70°C의 조건에서 탈지율은 98%로서 양호한 탈지효과를, etching율은 0.277%로서 시판품 보다 더 낮은 etching율을 각각 나타내었다. 또한 ADA-5의 농도 20wt%, 65°C의 조건에서 제청율은 93%였고, Ross and Miles법과 Ross and Clark법에 의한 저기포력시험 결과 양호한 소포효과를 보여주었다.

Abstract: Acidic degreasing agent(ADA) was prepared by blending n-octanoic acid, MJU-100A, Tetronix T-701, POE(6)-2-ethylhexyl ether, Newpol PE-68, sorbitol, and phosphoric acid. The physical properties of ADA tested with aluminum specimen showed the following results; when 3wt% ADA-5 was performed at 70°C, the degreasing rate was 98% which is comparatively good, and the percentage of etching was 0.277% which was found to be less than that of commercialized product. When 20wt% of ADA-5 was added at 65°C, the percentage of derusting was 93% and the good defoaming effect proved by following low foaming power tests respectively: Ross and Miles, and Ross and Clark methods.

1. 서 론

철강이나 알루미늄 같은 금속제품은 공기중의 수분, 먼지 및 매연 등이 부착되어 녹이 스는데 특히 철강제품이 심하다. 또한 이들 재료들은 공업용기나 가정용품 등을 가공시에 그 가공성을 향상시킬 목적으로 유류가 사용되고 가공 후에는 부착된 유류를 제거해야 되는데, 유류의 종류는 압연유, 압출유, 주형

유, 열처리유, 절삭유 및 연마유 등이다.

따라서 이러한 금속제품의 재료를 가공전이나 최종 마무리공정 전에 제청, 탈지 및 방청처리가 필수적이다[1, 2].

탈지는 금속 표면에 부착된 유성물질을 제거해서 화학적으로 청정한 표면을 얻는 조작을 말하는데, 탈지방법에는 물리적 방법으로서 직접 유점질소각법과 steaming법 등이 있고, 화학적 방법으로는 용제탈지,

알칼리탈지 및 산탈지 등이 있다.

탈지제는 주로 계면활성제에 빌더를 배합[3, 4]하여 제조하는데, 우수한 탈지효과를 얻기 위해서는 계면활성제의 6물성이 잘 조합을 이루도록 계면활성제들을 잘 선택해야 되는데, 계면활성제 탈지메카니즘의 6물성들을 열거해 보면 침투습윤력, 유화력, 가용화력, 분산력, 방식력 및 기포성 저하력 등이다[5].

최근의 탈지제 제조에 관한 연구동향을 살펴보면 Jansen 등 [6]이 계면활성제 성분을 이용한 저온용 알칼리성 금속탈지제 제조에 관하여, Zange [7]는 할로겐화 탄화수소계 수용성 세정제 용액을 제조하여 금속탈지제로서 이용하였고, Domashenko 등 [8]은 trisodium phosphate계 탈지제 합성, 또한 Lutter[9]는 유화형 금속용 탈지제를 제조하였다.

한편 알루미늄용 탈지제에 관한 연구로는 Devenny[10]가 알루미늄 진공로의 진공탈지에 관한 연구를 하였고, Osipov 등[11]은 탈지제를 제조하여 알루미늄과 알루미늄 합금의 표면에 탈지처리를 하고 침식성을 연구한 바 있다. 그러나 알루미늄용 산성탈지제에 관한 연구와 또한 탈지와 제청을 동시에 행하는 산성탈지제 제조에 관한 문헌이 거의 없는 실정이다.

본 연구에서는 물에 빌더인 숄비톨을 가하여 가열 용해시킨 후, 유기산이며 침투습윤력과 제청력을 지닌 n-octanoic acid를 가하고, 여기에 가용화제인 MJU-100A, 저기포성과 유화력을 갖춘 Tetronix T-701, 소포성과 침투습윤력을 지닌 polyoxyethylene (6)-2-ethylhexyl ether 및 저기포성이며 세정력과 분산력을 지닌 Newpol PE-68을 일정비율로 각각 균일 혼합시키고 냉각 후, 제청력을 지닌 무기산인 인산과 ethyl cellosolve를 가하여 탈지력과 제청력을 겸비한 산성탈지제를 제조하였다.

제조된 산성탈지제로서 알루미늄 시료편을 택하여 탈지시험, 기포력시험, 침식력시험 및 제청력시험을 행하고, 처리 후 남은 용액 속의 생성 sludge의 상태와 백색침전물의 확인 등을 거쳐서 제조된 산성탈지제가 알루미늄 용도에 적합한 강력 산성탈지제 여부를 확인하였다.

2. 실험

2.1. 약품

Newpol PE-68(PE-68)은 ethylene oxide(EO)와

propylene oxide(PO)의 비이온성 블럭공중합체로서 Sanyo Kasei 사제 $[\text{HO}(\text{EO})_a(\text{PO})_b(\text{EO})_c\text{H}:(\text{PO})_b, \text{MW } 1750, (\text{EO})_a+(\text{EO})_c, \text{MW } 1400, \text{고체상, mp } 50 \sim 60^\circ\text{C}]$, polyoxyethylene(6)-2-ethylhexyl ether (PEH-6)는 Ipposha Oil사제 (POE MW 264), Tetronix T-701(T-701)은 Asahidenka사제 $[\text{RCOO}(\text{PO})_n-(\text{EO})_m : (\text{PO})_n, \text{MW } 2600, (\text{EO})_m, \text{MW } 260, \text{점조액상}]$ 및 MJU-100A[12] $[\text{R}_m\text{C}_6\text{H}_4\text{O}(\text{EO})_n\text{H}$ 형, HLB 16.5, 가용화제, 명지대 화공과 고분자연구실 개발품] 정제품을 각각 사용하였다.

기타 sorbitol(SOH), n-octanoic acid(n-OTA), ethyl cellosolve(EtCS) 및 인산(PPA) 등은 Sigma Chemical사제, Hayashi Pure Chemical사제 및 Tokyo Kasei Kogyo사제의 1급 시약을 각각 그대로 사용하였다.

2.2. 산성탈지제의 제조

대표적인 제조법은 다음과 같다.

200ml의 3구 플라스크에 증류수 30ml와 SOH 5g을 넣고 75°C 로 가열 용해시킨 후, 동 온도에서 교반하에 n-OTA 5g, MJU-100A 3g, T-701 2g, PEH-6 4g 및 PE-68 7g의 순서로 각각 가하였다. 내용물의 완전용해를 확인한 후 40°C 로 온도를 낮추고 PPA 40g을 서서히 가하여 혼합 교반시키고 내용물의 점도 및 투명성을 조정하기 위하여 EtCS 4g을 혼합시켜 산성탈지제(ADA-5)를 제조하였다.

2.3. 탈지시험

10g의 알루미늄 시료(#1100, Al 함유량 99.00% 이상) 편에 기계유를 부착시키고 180°C 에서 5분간 열처리한 것을 표준시료 [13]로 사용하였다.

제조된 산성탈지제 ADA류 0.5~5.0wt% 수용액을 각각 취하고 각 농도에 따라 표준시료를 70°C 에서 10분간 침적하여 탈지시켰다. 탈지율의 판정은 탈지, 수세 후의 알루미늄 시료의 물에 젖은 상태를 관찰하는 Water Break법[14]으로 하였는데, 완전히 물에 젖을 때 탈지 100%, 완전히 물을 튀길 경우 탈지 0%로 하였다.

2.4. 기포력 시험

기포력시험은 Ross and Miles법과 Ross and Clark 법으로 측정하였다[15, 16]. Ross and Miles법으로는 ADA류의 농도를 3wt%로 고정시키고 측정온도 70

℃에서 직후 및 30초 간격으로 포고(foam height) 즉, 기포력을 측정하였다.

Ross and Clark법은 시험용 수용액 200ml를 내경 5cm, 높이 100cm의 원통에 넣고 세공지름 40~50 μ m의 유리격막에 의해 공기를 연속적으로 보통 300~1000cc/min의 속도로 흡입시킬 때의 그 포고를 측정하는 방법인데, 시험조건은 ADA류의 농도는 3wt%, 공기량은 1000cc/min, 측정시간 30초 간격으로 5분간 및 측정온도는 70℃를 각각 택하였다.

2.5. 침식력 시험[17]

알루미늄 시료편 일정량을 메탄올로 세정하여 표면의 유분을 완전히 제거한 것을 표준시료로 사용하였다.

ADA류 1~8wt%를 각각 취하고 70℃에서 30분간 표준시료를 침적시킨 후의 침식력을 측정하였는데, etching율은 아래식으로 구하였다.

$$\text{etching율}(\%) [18] = \frac{W_a - W_b}{W_a} \times 100$$

단 W_a : etching 전의 중량

W_b : etching 후의 중량

2.6. 제청력시험

재료로서 알루미늄판(JIS H 4000)을 택하여 부식성 시험방법(JIS K 2246)에 의거하여 균일부식시킨 알루미늄판을 시료로 하여 제청력시험을 하였다.

시험조건은 ADA류 각 5~30wt% 수용액을 취하고 65℃에서 1시간 동안 부식된 알루미늄을 침적시켜서 제청시킨 후 다량의 물로 세척한 다음, 다시 60℃의 온

수로서 또 한 번 세척한 후 2.5의 침식력시험법에서의 etching율 계산방법과 동일한 방법으로 제청율을 구하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 산성탈지제의 제조조건 변화

ADA류 제조에 있어서 SOH는 빌더로서 사용하였는데, 빌더는 탈지제의 주성분인 계면활성제의 성능을 향상시키는 상승작용과 결점을 보강하는 목적으로 흔히 사용된다. 빌더는 SOH, EDTA 및 에틸렌글리콜 등의 유기화합물과 sodium triphosphate나 sodium metasilicate 등의 무기화합물로 구분되어 사용되는데, 그 중에서도 SOH는 유화, 분산성의 보조작용, 오염된 물에의 용해도 증진, 배합성분의 상용성 부여 및 재오염 방지 등의 효과가 있어서 주로 많이 사용된다.

유기산인 n-OTA는 C_8 의 특성인 침투습윤력 [19]과 산의 특성인 제청력을 지녔기 때문에, MJU-100A는 흡착가용화제[20]로서, T-701은 구조 내 $(PO)_n$ 에 따른 저기포력과 $(EO)_m$ 에 따른 유화력을 각각 지녔기 때문에 [21] 선택하였다. 또한 PEH-6은 습윤침투제 및 소포제이고, PE-68은 저기포성 세정분산제이기 때문에 각각 택하였으며, PPA는 무기산으로서 강력한 세정력을, 또한 EtCS는 유기용제로서 ADA 내용물의 안정성과 투명성을 고려하여 각각 사용하였다.

ADA류 제조에 있어서의 배합비율을 일괄하여 Table 1에 표시하였다.

Table 1에서 ADA-1, -2, -5, -6, -7, -8, -10은

Table 1. Preparation of Acidic Degreasing Agents

Products	Water (ml)	SOH ^{a)} (g)	n-OTA ^{b)} (g)	MJU-100A ^{c)} (g)	T-701 ^{d)} (g)	PEH-6 ^{e)} (g)	PE-68 ^{f)} (g)	PPA ^{g)} (g)	EtCS (g)
ADA-1	37	5	5	3	2	4	-	40	4
ADA-2	35	5	-	3	2	4	7	40	4
ADA-3	33	5	5	-	2	4	7	40	4
ADA-4	32	5	5	3	-	4	7	40	4
ADA-5	30	5	5	3	2	4	7	40	4
ADA-6	34	5	5	3	2	-	7	40	4
ADA-7	40	5	5	3	2	4	7	30	4
ADA-8	20	5	5	3	2	4	7	50	4
ADA-9	25	5	10	3	2	4	7	40	4
ADA-10	27	5	5	3	2	4	10	40	4

a) SOH : Sorbitol; b) n-OTA : n-Octanoic acid; c) MJU-100A : Solubilizing agent; d) T-701 : Alkyl carbonate of poly(oxypropylene-b-oxyethylene); e) PEH-6 : POE(6)-2-ethylhexyl ether; f) PE-68 : Poly(oxypropylene-b-oxyethylene); g) PPA : Phosphoric acid

적정배합에 따른 상용성 양호로 내용물이 비교적 안정하였으나 ADA-3은 수용액 용해상태가 불량하였고, ADA-4와 -9는 상온에서 각각 분리현상을 보였다. 이러한 현상은 ADA-3과 -4는 가용화제인 MJU - 100A와 저기포성 유화제인 T-701을 각각 가하지 않으므로써, ADA-9는 n-OTA량이 과잉으로 들어간 때 문인 것으로 사료된다.

3.2. 탈지성

알루미늄 제품의 표면 오염물은 그 재질, 형상, 제조 공정 및 제조환경에 따라 달라지며 이것을 완전히 제거하기는 어렵다. 그러나 도금공정에 있어서 탈지는 엄격하여 80~90%의 탈지율로서는 도금의 밀착성과 품질이 저하되기 때문에 그 이상의 탈지율을 요구한다.

탈지제에 있어서 탈지력은 계면활성제 성분이 좌우하는데, 서론의 탈지메카니즘에서 밝힌 바와 같이 계면활성제의 6물성들이 서로 잘 균형을 이루어야만 우수한 탈지력을 지닐 수가 있다.

Fig. 1은 ADA 류의 농도에 따른 탈지율을 나타낸 것인데, 농도 3wt%에서 ADA-5, -10의 탈지율은 98~100%, ADA-7은 96%로서 시판품(Panaclean AM-3, 일본 Ipposha Oil사제, 산성탈지제, 비이온성) 탈지율 91%보다 오히려 양호한 탈지율을 보인 반면에 ADA-2, -6, -1은 탈지율이 각각 77%, 58%, 46%

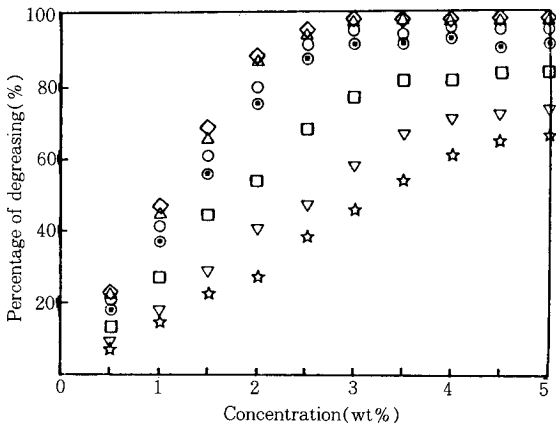


Fig. 1. Relationship between concentration and percentage of degreasing at 70°C for 10 minutes dipping. Degreasing agents: ADA-10(◇), ADA-5(△), ADA-7(○), Commercial(⊙), ADA-2(□), ADA-6(▽), ADA-1(☆).

로서 나타나 탈지율이 저조하였다.

ADA-5와 -10의 결과를 볼때, ADA-10은 -5보다 세정력과 분산력을 나타내는 PE-68 성분이 다소 많이 들어갔는데도 불구하고 ADA-5의 탈지율과 거의 일치하는 것으로 보아 ADA-5의 배합조건이 적정선임을 알 수가 있었고, 또한 ADA-5와 -7의 결과를 미루어 PPA성분도 일부 탈지력을 보유함을 알았다.

한편 ADA-1, -2, -6의 탈지율이 저하된 것은 Table 1에서와 같이 침투, 습윤, 세정 및 분산력을 나타내는 성분이 ADA-5와 비교하여 부족 내지는 없기 때문인 것으로 판단된다.

이상의 결과로서 탈지력은 ADA-5, -7, -10이 비교적 양호한 결과를 보여주었고, 적정 사용농도는 3wt% 선임을 알 수 있었다.

3.3. 저기포성

탈지제를 처리시에 거품이 일면 거품표면은 계면활성제의 농도가 높기 때문에 유성오염이 부착되기 쉽고,

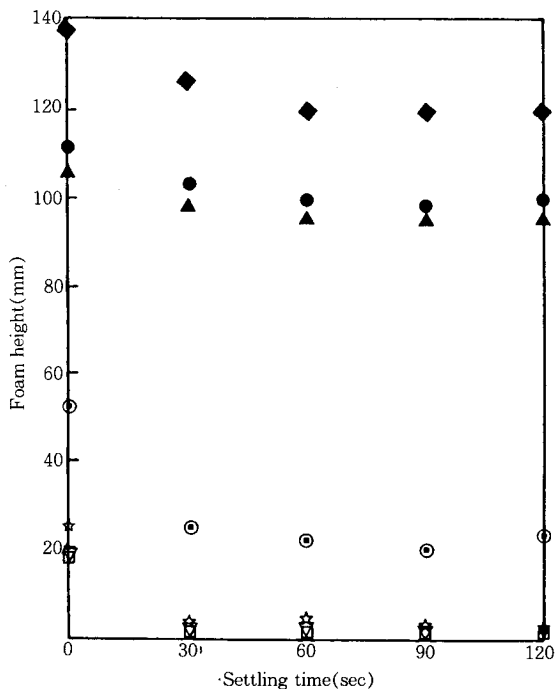


Fig. 2. Relationship between settling time and foaming power by the Ross and Miles method at 70°C. Degreasing agents: ADA-1(◇), ADA-6(●), ADA-2(▲), Commercial(⊙), ADA-8(☆), ADA-5(▽), ADA-10(□).

또한 거품표면에서 오염이나 찌꺼기를 흡착, 부상시켜 결국 체외로 운반되는 편리한 점도 있으나, 처리시에 기포발생이 심하면 작업공정을 저해하는 이외에 폐수처리 문제 등 환경위생에도 나쁘기 때문에 탈지제 제조시 반드시 저기포성 활성제를 선택해야 되고 때로는 소포제를 첨가하기도 한다.

저기포성은 소포성의 이론에 따르는데, 소포의 이론에는 파포기구와 역포기구가 있으며[21], 기포성시험에는 Ross and Miles법의 소포성능시험과 Ross and Clark법의 역포성능시험을 주로 많이 한다[22].

Fig. 2는 Ross and Miles법에 의한 정치시간에 따른 기포력을 나타낸 것인데, ADA-8, -5, -10은 조작 직후의 포고가 25mm, 20mm, 18mm이었고 시간이 경과함에 따라 포고가 거의 0로 나타나 시판품의 탈지제 보다 훨씬 더 저기포성의 탈지제임이 입증되었으나, ADA-1, -2, -6은 반대로 포고값이 크게 나타났다. 이는 소포성능을 지닌 성분함량 부족 때문인 것으로 추측된다.

Fig. 3은 Ross and Clark법에 의한 공기도입시간에 따른 기포력을 각각 나타낸 것인데, ADA-8, -5, -10은 양호한 저기포성을, 시판품과 ADA-1, -6, -2는 소포성을 나타내지 못하였는데, 대체적으로 Fig. 2와 비슷한 양상을 보였으나 Fig. 2보다 좀 더 선명한 포고값 차이를 나타냄을 알 수 있었다.

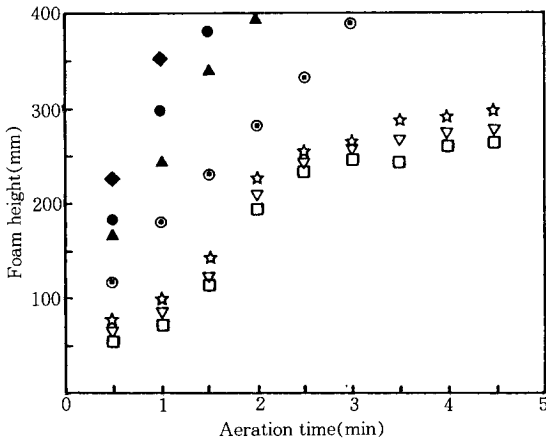


Fig. 3. Relationship between aeration time and foaming power by the Ross and Clark method at 70°C. Degreasing agents: ADA-1(◆), ADA-6(●), ADA-2(▲), Commercial(⊙), ADA-8(☆), ADA-5(▽), ADA-10(□).

3. 4. Etching을

산성탈지제는 강산성이어서 알루미늄 시편을 탈지시에 탈지 이외에 원재료를 심하게 부식시키는 사례가 종종 발생하기 때문에 약한 etching형의 산성탈지제가 요구된다.

Fig. 4에 농도에 따른 etching율을 표시하였는데, 농도 4wt%에서의 ADA-7, -2, -5와 시판품의 etching율이 0.274%, 0.276%, 0.277% 및 0.278%로 각각 나타나 약한 etching율을 보여주었고, ADA-1, -10도 그 수치를 보아 저 etching형의 탈지제 범주에 들었으나, ADA-8은 높은 etching율을 나타내었다. Fig. 4에 ADA -8과 -1이 다소 높은 etching율을 보이는 것은 ADA -8은 PPA 함량증가로 인하여, 또한 ADA-1은 ADA 제조시의 분산력 저하로 인한 내용물의 상용성 결여로 etching율이 높아진 것이 아닌가 추측된다.

3. 5. 제침성

알루미늄의 부식거동은 부동태산화피막층의 형성 및 거동에 의하여 결정되는데, 알루미늄 금속표면은

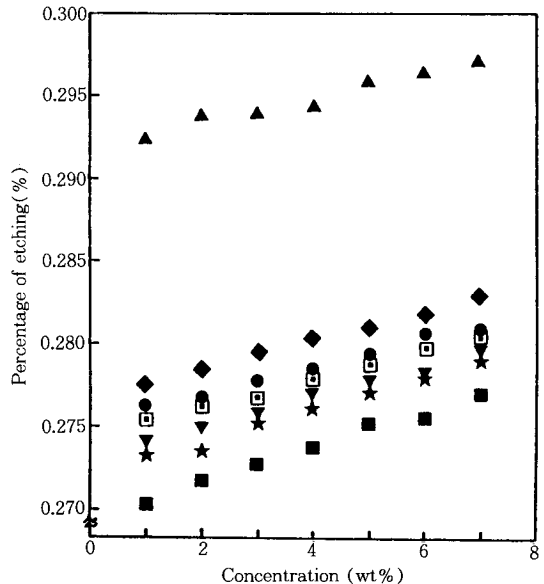


Fig. 4. Relationship between concentration and percentage of etching at 70°C for 30 minutes dipping. Degreasing agents: ADA-8(▲), ADA-1(◆), ADA-10(●), Commercial(⊙), ADA-5(▽), ADA-2(★), ADA-7(■).

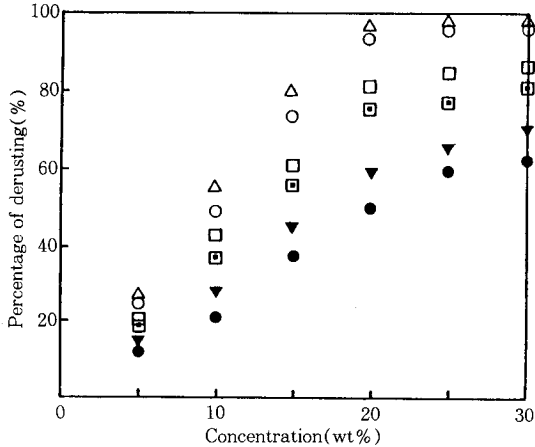


Fig. 5. Relationship between concentration and percentage of derusting at 65°C for 60 minutes dipping. Degreasing agents: ADA-8 (△), ADA-5(○), ADA-6(□), ADA-1 (■), ADA-2(▼), ADA-7(●).

이 부동태산화피막이 생성되기 때문에 내식성이 상당히 좋아서 부식이 철강처럼 많지 않다.

또한 알루미늄 재료는 부식의 여러 가지 종류 중 주로 공식, 박막부식 및 응력부식을 일으키는데, 본 실험에서는 2. 6에서와 같이 균일부식을 시킨 재료를 시료로 하여 제청력시험을 하였다.

제조된 ADA는 알루미늄판의 유성오염물과 녹을 동시에 제거할 목적으로 제조한 것인데, ADA류 속의 계면활성제 성분은 유성오염물을 완전히 탈지시키기 위하여, 또한 PPA는 녹의 부분에 침투하여 소지상에 도달하고 부식층을 알루미늄 소지에서 이탈시킴으로서 한 공정에서 탈지, 제청을 동시에 가능하게 한 것이다.

Fig. 5에 농도에 따른 제청력을 나타내었는데, 농도 20wt%에서 ADA-5와 -8은 각각 93%와 98%의 양호한 제청율을 나타냈으나, ADA-2와 -7은 극히 낮은 제청율을 보였다. 이는 Table 1에서와 같이 유기산인 n-OTA와 무기산인 PPA의 사용량이 적정선에서 미달되었기 때문인 것으로 생각되며, 결국 강산 사용이 제청효과를 높여줌을 알 수 있었다.

3. 6. 생성 Sludge 상태와 백색침전물의 확인

알루미늄판을 시료로 하고 ADA류 농도 4wt%를 취하여 80°C에서 70시간 교반시킨 결과 일부 침전이

액중에 부유하였고, 동 조건에서 농도 20wt를 취할 시는 백색침전물이 생성되었다.

이 백색침전을 분석해 본 결과 100% $AlPO_4 \cdot 2H_2O$ 임이 밝혀졌고, 이 액을 별도로 가열 내지 냉각시에는 투명해졌다.

4. 결 론

침투습윤력과 제청력을 지닌 n-octanoic acid, 가용화제인 MJU-100A, 저기포성과 유희력을 갖춘 Tetronix T-701, 소포성과 침투습윤력을 지닌 POE (6)-2-ethylhexyl ether, 저기포성이며 세정력과 분산력을 지닌 Newpol PE-68, 빌더인 솔비톨 및 제청력의 인산 등을 블렌딩하여 산성탈지제(ADA)를 제조하였다.

제조된 탈지제로서 알루미늄 시료편으로 각종 물성 시험을 해본 결과 다음의 결론을 얻었다.

제조된 탈지제 중 ADA-5, -7, -10이 비교적 양호한 탈지력을 나타내었고, 적정 사용농도는 3wt% 선이었으며, Ross and Miles법과 Ross and Clark법에 의한 저기포력시험 결과 ADA-5, -8, -10은 양호한 저기포력을 나타내었다.

또한 ADA류 중 ADA -5와 -8은 각각 93%와 98%의 양호한 제청율을 나타내었고, ADA -7, -2, -5의 etching율은 0.274%, 0.276%, 0.277%로 각각 나타나 시판품보다 더 낮은 etching율을 보여주었다.

이상의 결과를 미루어 탈지제 중 ADA-5는 알루미늄용 산성탈지제로서 사용가능함을 알았다.

감 사

본 연구를 수행함에 있어 협조해 주신 일본 Ipposha Oil사 기술연구소 관계자에게 감사의 뜻을 표한다.

참고문헌

1. S. Spring, "Metal Cleaning", 1st ed., Reinhold Publishing, New York(1963).
2. F. Mamiya, "The Technology of Metal Cleaning", 1st ed., Maki-Shoten, Tokyo(1971).
3. M. Kimura, M. Komaki, T. Nakajima, H. Nakahara, and K. Fukuda, *J. Am. Oil Chem.*

- Soc.*, **67**, 698(1990).
4. K. Durham, "Surface Activity and Detergency", 1st ed., Macmillan and Co., London(1961).
 5. J. B. Davidson, *Metal Finishing*, **57**, 64(1959).
 6. G. Jansen and J. Tervoort, *Galvanotechnik*, **73**, 580(1982).
 7. B. Zange, *Galvanotechnik*, **80**, 2288(1989).
 8. A. M. Domashenko, S. E. Narkunskii, R. I. Nepomnyashchaya, A. I. Petrova, and L. A. Prusikina, *Chem. Pet. Eng.*, **26**, 470(1991).
 9. W. Lutter, *Galvanotechnik*, **83**, 97(1992).
 10. D. Devenny, *Metallurgia*, **53**, 140(1986).
 11. V. N. Osipov and N. I. Isaev, *Prot. Met.*, **25**, 671(1990).
 12. E. K. Park, H. S. Park, and Y. K. Kim, *J. of Korean Ind. and Eng. Chem.*, **4**, 358(1993).
 13. B. Berdly, D. Schonberg, and F. D. Snell, *Soap*, **32**, 47(1956).
 14. J. C. Harris, R. E. Kanp, and W. H. Yank, *J. Electro. Chem. Soc.*, **97**, 430(1950).
 15. A. N. Wrigley, F. D. Smith, and A. J. Stirton, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **34**, 39(1957).
 16. L. Osipow, F. D. Snell, and A. Finehler, *Ind. Eng. Chem.*, **48**, 1454(1956).
 17. H. Holness, *J. Applied Chem.*, **1**, 158(1951).
 18. E. Ochi and E. Aoki, *Jitsumu Hyomen Gijutsu*, **32**, 362(1985).
 19. Jpn. Oil and Fast Co., "Surfactant Handbook", 1st ed., Kogaku Tosho Co., Tokyo, 216(1987).
 20. K. Kon-no and A. Kitahara, *J. Colloid Interface Sci.*, **41**, 86(1972).
 21. Jpn. Oil and Fats Co., "Surfactant Handbook", 1st ed., Kogaku Tosho Co., Tokyo, 176(1987).
 22. E. K. Park and H. S. Park, *J. Korean Fiber Soc.*, **30**, 232(1993).