

## 철강용 알칼리 분말세정제의 제조 및 세정해석

이에리 · 정동진 · 박홍수<sup>†</sup> · 임완빈<sup>\*</sup>

명지대학교 공과대학 화학공학과

<sup>\*</sup>기술표준원

(2003년 5월 1일 접수 ; 2003년 8월 11일 채택)

### Preparation and Analysis of Alkaline Powder Cleaning Agents for Steel

Ae-Ri Lee · Dong-Jin Chung · Hong-Soo Park<sup>†</sup> · Wan-Bin Im<sup>\*</sup>

*Department of Chemical Engineering, Myongji University, Yongin 449-728, Korea*

*<sup>\*</sup>Agency for Technology and Standards, Kwacheon 427-010, Korea*

*<sup>†</sup>e-mail : hongsu@mju.ac.kr*

*(Received May 1, 2003 ; Accepted August 11, 2003)*

**Abstract** : Alkaline powder cleaning agents (APCAs) were prepared by blending of  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , tetrasodium pyrophosphate (TSPP), sodium orthosilicate (Na-OSi), Na-diocetyl sulfosuccinate (303C), Demol C, and MJU-100A (100A). The physical properties of APCAs tested with steel specimen showed the following results. The cleaning powers of APCA-6 ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$  250g/TSPP 70g/Na-OSi 40g/303C 60g/Demol C 50g/100A 30g mixture) for press-rust preventing oil was 97% and 98% degreasing at 2wt%, 70°C and 90°C, respectively; for quenching oil, the cleaning power of APCA-6 was 95% degreasing at 2wt% and 70°C. From the results, it was ascertained that APCA-6 exhibited a good cleaning power. Also low foaming power tests proved that the APCA-6 maintained good defoaming effect.

*Keywords* : alkaline powder cleaning agent, steel, degreasing, foam height.

### 1. 서론

금속의 탈지세정은 금속제품의 구성물질 이외의 전체 이물질질을 제거하는 공정을 말하며 방청과 탈지 등도 포함된다[1,2]. 금속의 세정에 있어서 그의 제품이 단일금속일때에도 그의 형태에 큰 차이가 있을 뿐만아니라, 2종류 이상의 합금일 때에는 그 구성성분에 비례해서 오염도 더 한층 많아지는 것이다. 따라서 금속의 구성성분에 대응해서 적절한 세정방법을 선정하고

완벽한 세정방법이 적용되어야만 하는 것이다.

따라서 금속표면의 세정은 필수적인데, 세정은 단지 탈지효과만을 얻는데 그치지 않고 비누화, 유화, 침투, 분산 및 기계적 박리작용을 행해야 한다. 그러므로 원활한 금속세정을 위해서는 비누화, 분산, 유화, 응집, 습윤, 침투작용의 6물성이 서로 균형[3]이 이루어져야만 가능한 것이다.

종래의 알칼리세정제는 주로 NaOH 또는 KOH,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , sodium phosphate, sodium

silicate 등을 혼합하여 제조하였으나, 최근에는 Jayaraman 등[4]이 글루콘산 및 그의 염으로 이루어진 금속용 세정제를 제조하여 전해법으로 알루미늄 합금에 처리하였고, Schulz 등[5]은 알루미늄 합금에 세정제와 방청제를 동시에 처리한 후의 내후성을 면밀히 관찰하였으며, Chiarella [6]는 유화제와 비누화제를 혼합시킨 ultrasonic 알칼리세정제를 각각 제조하였다. 또한 Park 등[7]은 알루미늄 세정제를 제조하고서 알루미늄판에 처리한 후의 탈지, 기포력, 침식력 및 제청력 시험을 실시하여 시편의 물성변화를 비교 검토하였다.

그러나 최근에 등장하는 알칼리세정제는 제청, 탈지, 방청효과가 동시에 이루어지지 못하고, 더욱이 습윤침투력의 부족으로 탈지효과도 떨어져 유분 중 경질유인 절삭유, 프레스유 및 방청유 등의 탈지는 잘 되지만 소입유 내지 중질유 탈지는 잘 되지 못하는 현실에 처해 있다. 또한 저장안정성이 좋고 고형분 함량증가가 가능한 분말형의 알칼리세정제가 필요하게 되었다.

따라서 본 연구에서는 탈지력의  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 탈지력과 내식력의 tetrasodium pyrophosphate, 세정력과 분산력의 sodium orthosilicate, 습윤침투력의 Na-dioctyl sulfosuccinate, 저기포성이며 분산력의 Demol C 및 가용화제인 MJU-100A를 블렌드하여 알칼리 분말세정제를 제조하였다.

제조된 분말세정제로서 철강시편에 세정처리하여 시편제작 후, 각종 물성시험을 행하여 알칼리 분말세정제로서의 효능을 검토해 보았다.

## 2. 실험

### 2.1. 시약

$\text{Na}_2\text{CO}_3$ , tetrasodium pyrophosphate (TSPP) 및 sodium orthosilicate (Na-OSi)는 Tokyo Kasei사제로서 1급시약을, Na-dioctyl sulfosuccinate (303C)는 세원화학공업사제 (Silpitt 303C, 산가 2.7, 무색투명), Demol C는 Kao-Atlas사제(m-cresol sulfate의 포름알데히드 축합물, 황색분말상), MJU-100A (100A)는 명지대 고분자 합성연구실( $\text{R}_m\text{C}_6\text{H}_4\text{O}(\text{EO})_n\text{H}$ 형, HLB 16.5, 가용화제, 담황색투명)의 정제품을 각각 그대로 사용하였다.

### 2.2. 알칼리 분말세정제의 제조

교반기가 달린 1L 용량의 분말 제조장치에  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  250g, TSPP 70g, Na-OSi 40g을 넣고 균일 혼합시킨 후 상온에서 303C 60g, Demol C 50g 및 100A 30g의 순서로 각각 가한 다음 서서히 균일교반하여 담황색 알칼리 분말세정제 (APCA-6)를 제조하였다.

### 2.3. 프레스방청유 부착물에 대한 세정시험

프레스방청유가 부착된 냉간압연강판(SPCC형)을 표준시료 (JIS G 3141)로 사용하였다. 제조된 분말세정제 APCA류 0.5~2wt% 수용액을 각각 만든 후 각 농도에 따라 표준시료를 일정 순환 처리속 중에 수직으로 담금질시켰는데, 담금질시 처리속 온도는 70°C와 90°C를 각각 택하고 처리시간은 2분으로 하였다.

탈지된 시료를 꺼내어 다량의 물로 3회 세척한 다음 상온에서 20시간 방치하고난 후 건조시켜서 탈지량을 계산하였다.

### 2.4. 소입유 부착물에 대한 세정시험

소입유(#1010)가 부착된 가스침탄경화 기어품을 표준시료로 하였으며, APCA류 0.5~2wt% 수용액을 각각 취하고 각 농도에 따라 70°C에서 3분간 담금질하여 탈지시킨 다음, 다량의 물로 세척하였다.

탈지율의 판정은 탈지 및 수세후의 표준시편이 물에 젖은 상태를 관찰하는 Water Break법 [8]으로 하였는데, 완전히 물을 튀길 경우 탈지 0%, 완전히 물에 젖을시 탈지 100%로 하였다.

### 2.5. 기포력 시험

기포력시험은 2가지 방법으로 하였는데, Ross & Miles법[9]에서는 APCA류의 농도를 3wt%로 고정시키고 측정온도 60°C에서 조작 직후 및 30초 간격으로 포고(foam height) 즉, 기포력을 측정하였으며, Ross & Miles법[10]에서는 APCA류의 농도를 3wt%, 공기량은 1000cc/min, 측정시간 30초 간격으로 5분간 및 측정온도는 60°C의 조건으로 하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. 분말세정제의 블렌드해석

철강의 탈지력의 모체로서  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 를, 탈지력,

분산력 및 내식력으로서 TSPP를, 세정력과 분산력으로서 Na-OSi를, 습윤침투력으로서 303C를, 저기포성 분산제로서 Demol C를, 또한 가용화제로서 100A를 각각 선정하였다.

선정된 시약으로서 2.2절과 같이 알칼리 분말세정제를 제조하였는데, 그 배합비율을 일괄하여 Table 1에 표시하였다. Table 1에서 APCA류를 각각 5wt% 수용액으로 만들어 48시간 정지한 결과 대부분의 APCA는 적정배합에 따른 상용성 양호로 비교적 안정하였으나, APCA-4는 물에 쉽게 분산이 안되어 수용액 용해상태가 불량하였으며, APCA-5는 20시간 후 2층으로 분리되어 상분리 현상이 일어났다. 이러한 현상은 분산력의 Demol C와 가용화력의 100A를 가하지 않은 때문인 것으로 밝혀지는데, 결국 서론에서 언급한 계면활성제 성분의 6물성 균형이 이루어지지 않은 결과로 해석되었다.

**3.2. 프레스방청유 부착물에 대한 세정성**

철강의 표면오염물은 그 재질, 형상, 제조과정 및 제조환경에 따라 달라지며 이것을 완전히 제거하기는 매우 어려운데, 만일 탈지율 80~90% 정도로서 후의 도금공정에 들어가면 흠, 부풀음, 취화 및 부식 등이 발생하여 저 품질의 요인이 되기 때문에 결국 탈지율이 아주 높지 않으면 안된다[11].

Fig. 1은 70℃에서 APCA류의 농도에 따른 프레스방청유 부착물의 탈지율을 나타낸 것인

데, 농도 2wt%에서 APCA-6과 -7의 탈지율이 97, 93%로서 시판품 C(철강용 알칼리세정제, 비이온) 탈지율 83%보다 양호한 탈지율을 나타내었다. 그러나 APCA-8과 -3 및 NaOH 경우는 시판품 C의 탈지율에 미치지 못하였다. APCA-3의 탈지율이 특히 저하된 것은 습윤침투력의 303C가 전혀 들어있지 않은 때문이었다.

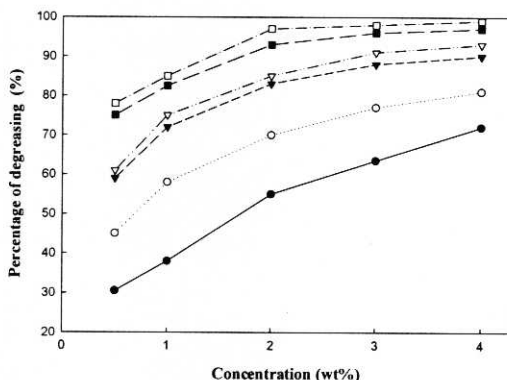


Fig. 1. Relationship between concentration and percentage of degreasing of press-rest preventing oil at 70℃ for 2 minutes dipping. Cleaning agents : APCA-6(-□-), APCA-7(-■-), Commercial C(-▽-), APCA-8(-▼-), APCA-3(-○-), NaOH(-●-).

Table 1. Preparation of Alkaline Powder Cleaning Agents

Products	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (g)	TSPP (g)	Na-OSi (g)	303C (g)	Demol C (g)	100A (g)
APCA-1	250	-	40	60	50	30
APCA-2	250	70	-	60	50	30
APCA-3	250	70	40	-	50	30
APCA-4	250	70	40	60	-	30
APCA-5	250	70	40	60	50	-
APCA-6	250	70	40	60	50	30
APCA-7	250	40	70	60	50	30
APCA-8	250	70	20	80	50	30
APCA-9	250	70	40	80	30	30

그러나 APCA-8의 탈지율은 시판품 A와 큰 차이가 나타나지 않은 점으로 미루어 탈지력, 세정력 및 습윤침투력의 균형이 그런대로 이루어졌음을 알 수 있었다.

이상의 결과로서 탈지력은 APCA-6과 -7이 좋은 결과를 보여주었고, 적정 사용농도를 약 2wt%선임을 알았다.

Fig. 2는 90°C에서 APCA류의 농도에 따른 프레스방청유 부착물의 탈지율을 나타낸 것인데, 농도 2wt%에서 APCA-6과 -7은 98, 96%의 탈지율을 보였고 기타의 분말세정제, 시판품 C 및 NaOH의 탈지율은 Fig. 1에서 보다는 대체로 향상된 결과를 나타내었다.

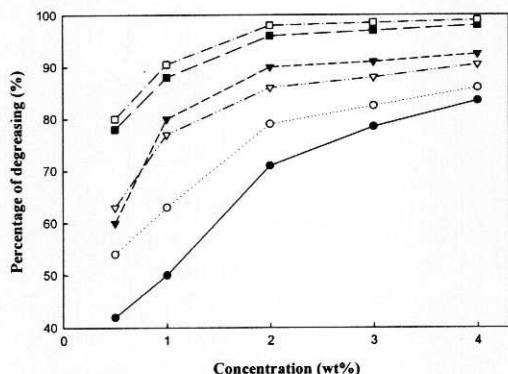


Fig. 2. Relationship between concentration and percentage of degreasing of press-rust preventing oil at 90°C for 2 minutes dipping. Cleaning agents : APCA-6(-□-), APCA-7(-■-), Commercial C(-▼-), APCA-8(-▽-), APCA-3(-○-), NaOH(-●-).

### 3.3. 소입유 부착물에 대한 세정성

재래식 시판용 세정제로 탈지시에 모든 유 부착물에 따라 일정한 탈지율을 얻는 것이 아니고 부착된 유의 종류에 따라 탈지율에 큰 차이가 생기게 된다. 예를들어 프레스유 등의 경질유는 시판용 알칼리세정제로 세정이 잘 되는데, 소입류 내지 중질유의 세정은 까다로워 현재까지 만족스러운 결과를 얻지 못하며 특히 소입류의 완벽한 세정 또는 탈지는 거의 불가능한 상황이다 [12].

Fig. 3은 APCA류의 농도에 따른 소입유 부착물의 탈지율을 나타낸 것인데, 농도 2wt%에

서 APCA-8, -6, -7의 탈지율은 97, 95, 92%를 나타내는 반면에 기타의 APCA-3, 시판품 C 및 NaOH는 70% 이하의 낮은 탈지율을 보여주었다. 여기서 주목할 점은 APCA-8의 탈지율이 Fig. 1~2에서와는 달리 급격히 상승했다는 점이다. 이는 Table 1의 블렌드 조성에서 보는데와 같이 소입유 부착물 탈지에는 반드시 강력한 습윤침투제가 다량 함유되어야만 그 효능을 크게 발휘함이 밝혀졌고, 이러한 이론을 근거로 하여 일단 세정제가 철강시료 속으로 습윤침투한 후 그 다음 탈지가 진행되는 것을 알 수 있었다.

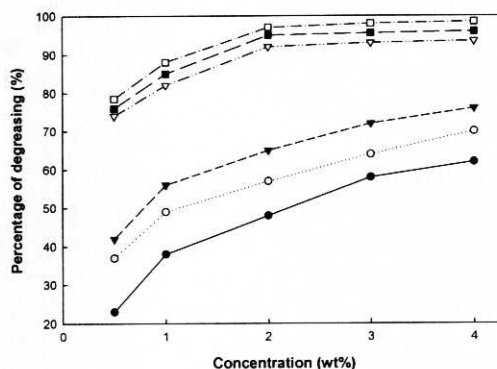


Fig. 3. Relationship between concentration and percentage of degreasing of press-rust quenching oil at 70°C for 3 minutes dipping. Cleaning agents : APCA-8(-□-), APCA-6(-■-), APCA-7(-▽-), Commercial C(-▼-), APCA-3(-○-), NaOH(-●-).

### 3.4. 저기포성

제조된 세정제의 저기포성 여부를 조사하기 위하여 Ross & Miles법과 Ross & Clark법으로 기포력[13], 즉 포고값을 측정해 보았다.

Fig. 4는 Ross & Miles법에 의한 정치시간에 따른 기포력을 나타낸 것인데, 그 값이 낮아질수록 저기포성을 뜻하는 것이다. Fig. 4에서 APCA-6은 조작 직후의 포고가 25mm 이었고, 시간이 경과함에 따라 포고가 거의 10mm이하로 나타나 시판품 C보다 훨씬 저기포성의 세정제임을 입증되었으나, APCA-9는 포고값이 다소 크게 나타났다. 이는 저기포력의 Demol C 함량이 APCA-6보다 감소된 때문인 것으로 생

각되었다.

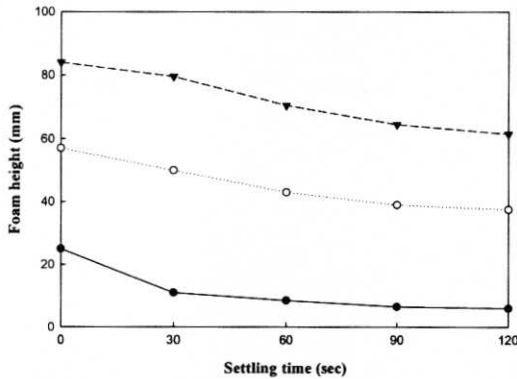


Fig. 4. Relationship between settling time and foaming power by the Ross and Miles method at 60°C. Cleaning agents : APCA-6(-●-), Commercial C(-▼-), APCA-9(-○-).

Fig. 5는 Ross & Clark법에 의한 공기도입 시간에 따른 기포력을 나타낸 것인데, APCA-6은 양호한 저기포력을, 시판품C와 APCA-9는 다소 저하된 저기포력을 각각 보여주었다. 대체로 곡선 경향은 Fig. 4와 비슷하게 나타남을 알 수 있었다.

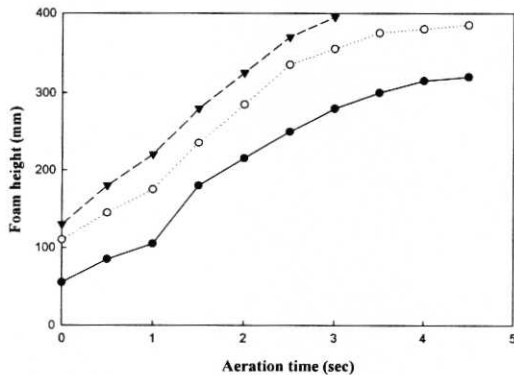


Fig. 5. Relationship between aeration time and foaming power by the Ross and Clark method at 60°C. Cleaning agents : APCA-6(-●-), Commercial C(-▼-), APCA-9(-○-).

#### 4. 결론

탈지력으로  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 탈지력과 내식력으로 tetrasodium pyrophosphate, 세정력과 분산력으로 sodium orthosilicate, 습윤침투력으로 Na-diocetyl sulfosuccinate, 저기포성 분산제로서 Demol C 및 가용화제로 MJU-100A를 블렌드하여 알칼리 분말세정제(APCA)를 제조하였다.

제조된 APCA를 철강 시판에 처리한 후 제반의 물성시험을 실시하여 다음의 결론을 얻었다.

APCA의 프레스방청유 부착물에 대한 탈지력은 APCA-6> APCA-7> Commercial C의 순서로 좋게 나타났다. APCA의 소입유 부착물에 대한 탈지력은 APCA-7> APCA-6> Commercial C의 순서로 양호하게 나타났다. APCA-6의 분말세정제는 시판의 알칼리세정제인 Commercial C보다 월등한 탈지력과 저기포력을 보임으로써 앞으로 철강용 알칼리세정제로서의 응용이 기대된다.

#### 감사의 글

본 연구는 과학기술부, 한국과학재단 지정 명지대학교 천연신기능성소재연구센터 (RRC)의 지원사업과 관련된 연구의 일부로서 이에 감사드립니다.

#### 참고문헌

1. X. Cheng, Y. Dong, and R. Luan, *Biaomian Jishu*, **30**(6), 45 (2001).
2. Y. Hamada and J. Kakumoto, Jpn. Patent 273497A2 (2000).
3. Jpn. Oil and Fats Co., "Surfactant Handbook", pp. 430-433, Kogaku Tosho Co., Tokyo (1987).
4. K. Jayaraman, P. Thirunavukkarasu, C. Seshadri, and P. Subbiah, *Trans. SAEST*, **24**, 199 (1989).
5. W. D. Schulz, W. Kassner, and C. Muller, *Korrosion*, **22**, 41 (1991).
6. W. J. Chiarella, *Metal Finishing*, **88**(12), 21 (1990).

7. E. K. Park, H. S. Hahm, and H. S. Park, *J. Kor. Ind. Eng. Chem.*, **4**, 530 (1993).
8. J. C. Harris, R. E. Kanp, and W. H. Yank, *J. Electro. Chem. Soc.*, **97**, 430 (1950).
9. A. N. Wrigley, F. D. Snell, and A. J. Stirton, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **34**, 39 (1957).
10. L. I. Osipow, F. D. Snell, and A. Finehler, *Ind. Eng. Chem.*, **48**, 1454 (1956).
11. K. Takahashi and T. Shimomura, Jpn. Patent 248296A2 (2000).
12. N. Yamanura, Jpn. Patent 09143496A2 (1997).
13. J. H. Keun, S. J. Kim, H. S. Hahm, and H. S. Park, *J. Kor. Ind. Eng. Chem.*, **4**, 760 (1993).