

전기로재 BAF 냉연강판의 자동차 인산염처리성 개선 연구  
 Improving Phosphatability of BAF Cold Rolled Steel Sheet from Electric Furnace

박상진<sup>1)\*</sup>, 김종기<sup>1)</sup>, 문만빈<sup>1)</sup>, 박재선<sup>2)</sup>, 안재천<sup>2)</sup>

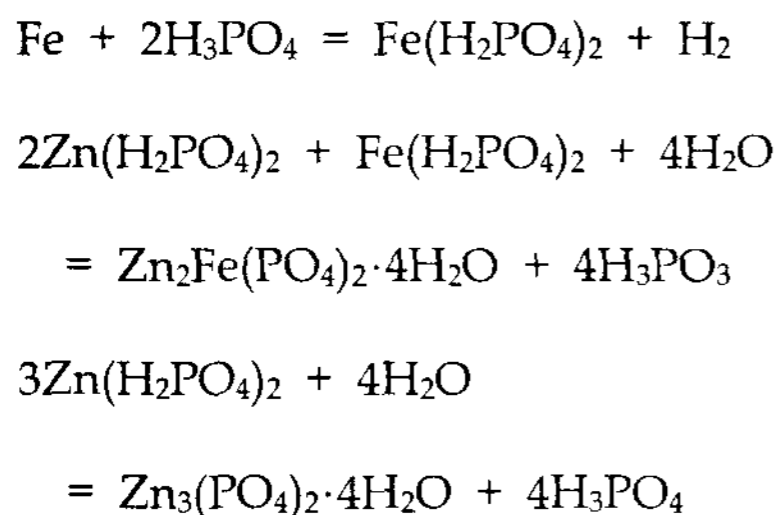
1) 현대하이스코 기술연구소

2) 현대제철

**초 록 :** 자동차 도장 전처리 공정 중 인산염처리는 소지와 도장층 사이의 밀착성을 향상시키고, 강판의 내식성을 향상시키는 목적으로 행하여진다. 인산염 조직이 치밀하게 형성되지 못하면 도장층 박리 등의 불량 발생 수 있다. 본 연구에서는 전기로재 BAF(Batch Annealing Furnace) 냉연강판의 인산염처리 특성에 대한 분석 및 개선안 도출 과정을 서술하였다.

1. 서 론

자동차용 강판의 품질을 좌우하는 주요한 특성 중 하나는 도장성(paintability)인데, 도장층의 밀착성과 내식성을 향상시키는 목적으로 인산염 전처리를 수행한다. 자동차용 인산염 피막은 인산아연계이며 냉연강판의 표면에는 Phosphophyllite( $Zn_2Fe(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$ )가 주로 생성되고, 아연도금강판 표면에는 Hopeite( $Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$ )가 주로 생성된다. 인산염 피막의 생성 반응은 다음과 같이 알려져 있다<sup>1,2)</sup>.



본 연구에서는 전기로재 냉연강판을 BAF 소둔한 냉연강판의 인산염처리 특성을 분석하고, 그에 따른 해결 방안을 고찰하였다.

2. 본 론

2.1 실험 방법

본 연구에서는 전기로에서 제강하고 냉간압연을 실시한 소재를 BAF(Batch Annealing Furnace)에서 소둔 열처리한 시편을 사용하였으며, 비교재로 고로재도 포함하였다. 강종은 일반재인 CQ(Commercial Quality)와 인장강도 340MPa, 390MPa의 고장력강을 시험하였다. 사용한 시편의 종류는 표 1에 나타나 있다.

표 1. 사용 시편

시편	Mill	강종
A	전기로	CQ(Commercial Quality)
B	전기로	HS340R
C	전기로	HS390R
D	고로	CQ(Commercial Quality)
E	고로	HS340R

각각의 시편은 자동차용 도장 전처리 공정을 모사하여 탈지 및 수세, 표면 조정, 인산염처리의 과정을 거쳤다. 인산염처리제로는 상용 자동차 Line에서 적용하고 있는 Zn-Mn-Ni계 인산염처리제를 사용하였으며, 재현성 시험을 위해 자동차 실 Line 적용 테스트도 수행하였다.

제작한 시편은 주사전자현미경을 사용하여 강판 표면의 인산염 결정립을 관찰하였고, XRD를 통해 인산염 결정립의 조성을 분석하였다. 원 소재인 냉연강판의 소재화학성분 분석을 위해 OES(Optical Emission Spectrometer) 및 C/S, N/O 원소분석기를 이용하였으며, 냉연강판의 표면층 분석을 위해 AES(Auger Electron Spectroscopy)를 이용하였다.

2.2 실험 결과

자동차 실Line에서 인산염처리를 한 시편의 표면 형상을 그림 1에 나타내었다.

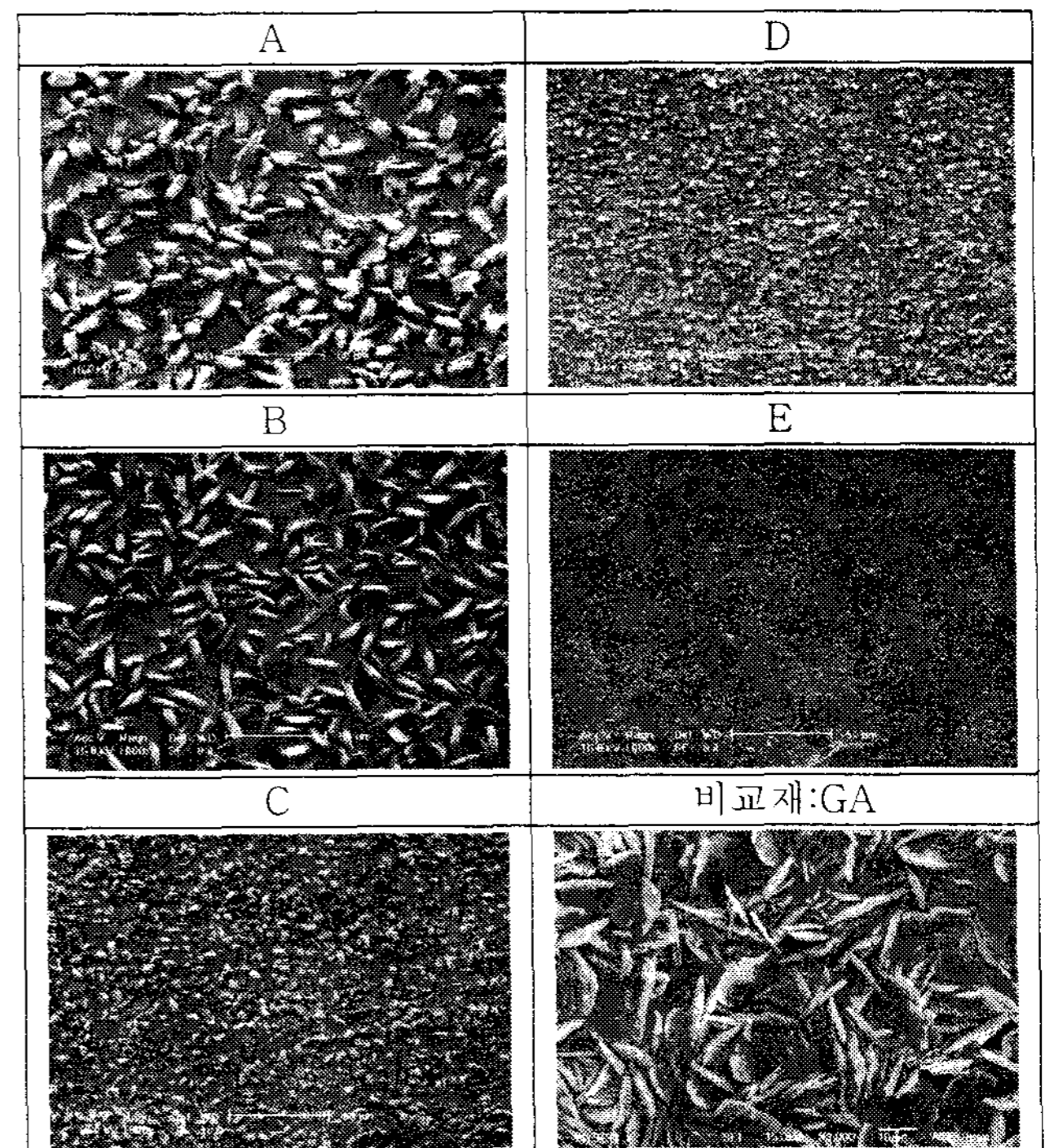


그림 1. 인산염 결정립 형상(x1000)

그림 1에서 볼 수 있듯이 A,B시편의 인산염이 나머지 C,D,E 시편에 비해 조대한 형상을 나타냈다. 도장 후 밀착성을 확보하기 위해서는 치밀한 인산염 결정립을 형성해야 하므로 A,B시편은 기준에 만족하지 못하는 결과를 보인다.

냉연강판의 표면에는 일반적으로 구형 조직의 Phosphophyllite가 형성되는 것으로 알려져 있으나, A와 B

시편에서는 길이가 긴 조직이 형성되어 비교재인 GA(Galvannealed) 강판 위에 생성되는 Hopeite와 유사한 형상을 나타냈다. 그리하여 XRD분석을 통해 인산염 결정립의 조성 분석을 시도하였다.

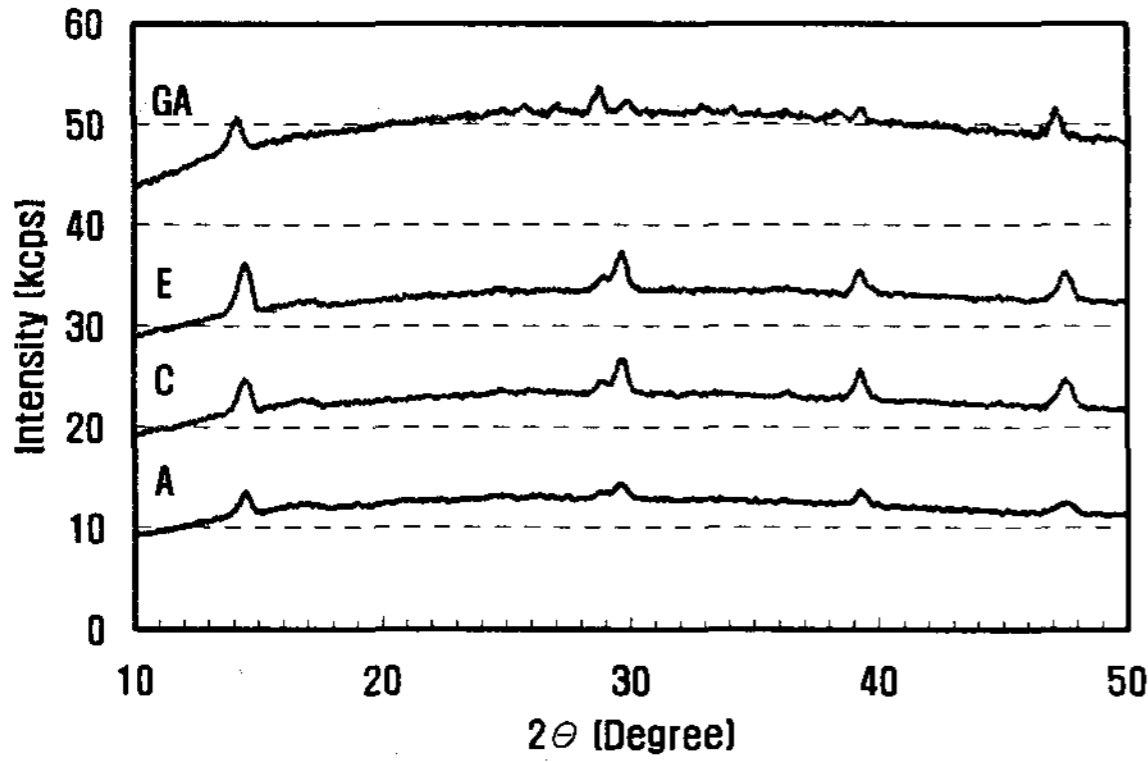


그림 2. XRD 분석 결과

그림 2에서 A,C,E 시편의 XRD 분석 결과를 보면 동일한 위치에서 peak이 형성되는 것을 관찰할 수 있었으며, 이는 Phosphophylite의 peak과 일치하였다. 반면 비교재로 분석한 GA강판의 경우 Hopeite의 peak이 관찰되었다. 따라서 형상은 다소 다르지만 A 시편에 형성된 인산염 결정도 Phosphophylite임을 확인할 수 있었다.

인산염 결정립의 형상 차이를 규명하기 위해 AES를 통해 소재 표면 분석을 실시하였으며, 그 결과를 그림 3에 나타내었다.

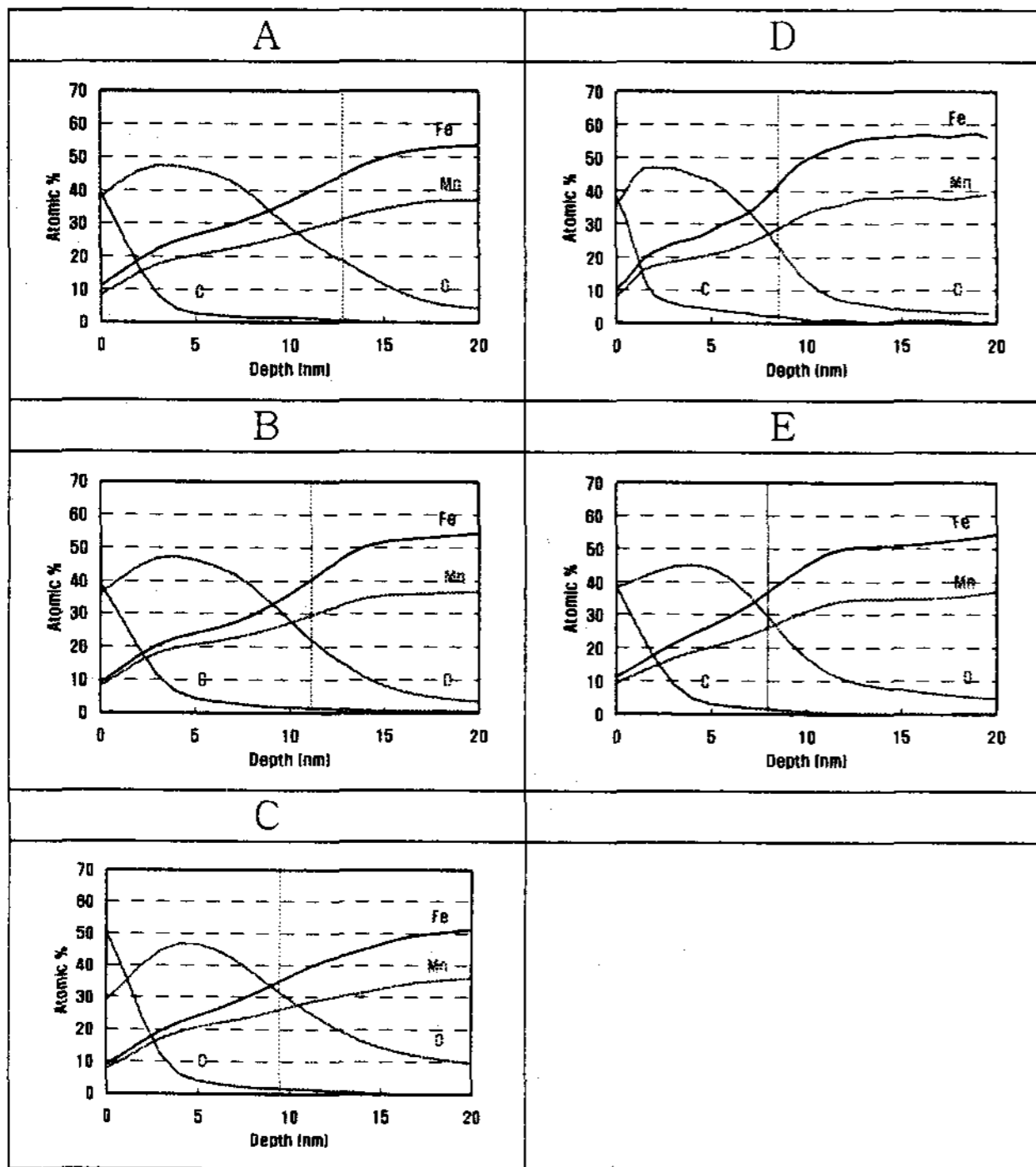


그림 3. AES 분석 결과

그림 3에서 표면의 산소 profile에 차이가 있는 것을 관찰할 수 있었다. 그림 1의 주사전자현미경 사진에서 조대한 결정립이 형성되었던 A,B 시편은 산소로 표시되는 산화층이 10nm 이상 형성되어 있었으며, 양호한 인산염 결정립을 나타냈던 C,D,E 시편은 산화층이 10nm 이내로 형성되어 있음을 알 수 있었다. 따라서 표면에 존재하는 산

화층의 두께에 따라 인산염 처리성이 영향을 받을 수 있다는 가정을 할 수 있었다.

표면 산화층의 영향을 확인하기 위해 A,C,E 시편을 각각 35%, 50℃ 염산으로 40초간 산세처리한 후 인산염처리를 실시하여 그 결과를 그림 4에 나타내었다.

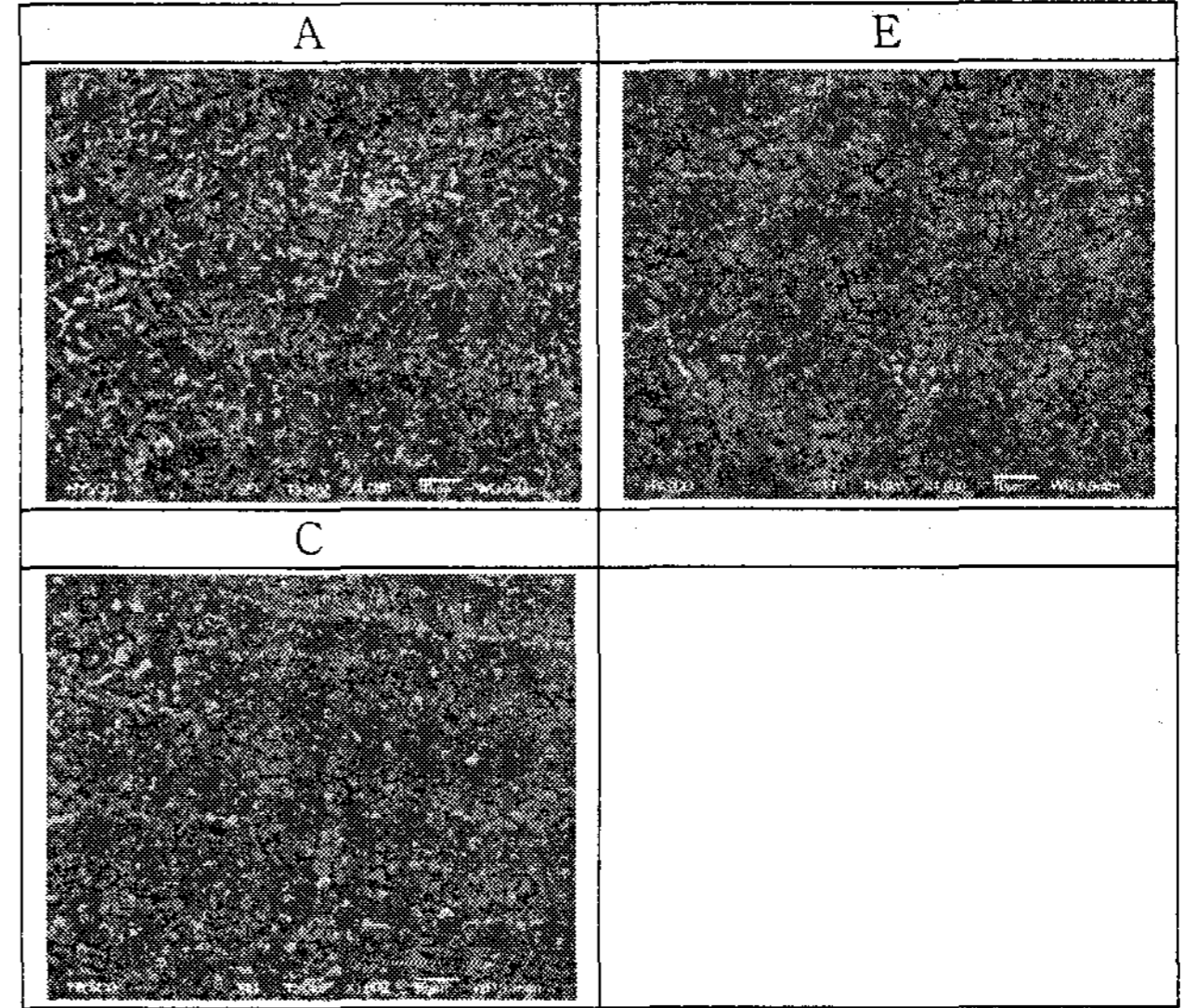


그림 4. 산세시편에 대한 인산염처리 결과(x1000)

산세로 산화층이 제거되어 A시편에서도 작고 치밀한 인산염 결정립이 형성되었음을 확인할 수 있었다. 따라서 전기로 소재의 표면에 잔존하는 산화층이 인산염처리성에 부정적인 영향을 미치는 것을 알 수 있었다.

### 3. 결 론

전기로재 냉연강판의 인산염처리 불량이 발생함에 따라 그에 대한 원인 분석을 실시하였다. 비교재로 고로재 냉연강판을 사용하여 분석한 결과 표면 산화층이 인산염 처리성에 영향을 미친다는 사실을 알 수 있었다. 본 연구를 통하여 전기로재의 인산염처리성을 개선하는 방향을 잡을 수 있었으며, 열연 조건 및 BAF 열처리 조건에 따른 표면 산화층의 생성 및 인산염처리성에 대한 영향을 테스트 진행하고 있다.

### 참 고 문 헌

- [1] 박정렬 외, "자동차용 강판의 인산염처리성", 한국자동차공학회 초록집, pp.39-43, 1990.
- [2] 윤승렬 외, "자동차용 냉연 강판의 인산염처리 피막 특성", 한국부식학회지, Vol.15, No.3, pp.34-43, 1986.