

## 환경친화적인 유-무기 복합코팅 강판의 개발과 품질특성 Development and Quality Evaluation of Environmentally-benign Organic-Inorganic Composite Coated Steel Sheet

조두환<sup>1\*</sup>, 이재룡<sup>1</sup>

(1) POSCO 기술연구소 표면처리연구그룹

**초 록:** 아연도금강판은 유-무기 코팅 처리를 통해 도금층 표면의 방청성 향상과 추가적인 고기능성을 부여한다. 최근 POSCO 에서는 가전, 건재 및 자동차용으로 사용하기 위해 다양한 Cr-free 코팅강판을 개발하였다. 본 발표에서는 기존의 크로메이트 처리 강판을 대체하기 위해 유-무기 복합코팅 강판 개발과 품질특성을 소개하고자 한다.

### 1. 서론

최근까지, 아연 및 합금아연 도금강판은 도금 층에 방청성과 기능성을 부여하기 위해 크로메이트 혹은 인삼염 화성처리를 실시하여 왔다. 전통적으로 크로메이트 처리는 적은 부착량으로도 금속 표면의 부식방지에 효과가 우수하고, 처리 비용이 저렴하여 광범위하게 사용되어 왔다. 크로메이트 코팅이 갖는 우수한 방청성의 이유로는 Cr(VI) 이온과 Oxo- 또는 Hydroxo- 이온 간 가교결합을 통한 3차원적인 망상구조에 의한 수분, 산소와 같은 부식인자의 침투를 막을 수 있기 때문이라고 볼 수 있다. 뿐만 아니라 크로메이트 코팅은 도막의 손상에 의해 아연도금 층이 노출되었을 때 Cr(VI) → Cr(III) 로의 환원반응에 의해 손상된 부위를 메워 줌으로서 추가적인 방청기능을 부여하는 자기수복 효과가 뛰어난 장점이 있다.<sup>1, 2)</sup> 지난 수년 동안 POSCO 에서는 이와 같은 전 세계적인 환경규제 동향에<sup>3), 4)</sup> 맞추어 크로메이트가 포함된 제품의 크롬-프리화를 추진하여 전 제품에 대한 크롬-프리 전환을 완료하였다. 이들 제품은 가전 및 건재용, 자동차용 강판으로 생산되어 적용되고 있다. 본 연구에서는 그 동안 단독 혹은 내지문 및 도장 하도용으로 사용된 크로메이트 화성처리 제품을 대체하기 위한 환경친화적인 크롬-프리 유-무기 복합코팅 아연도금강판의 개발 및 품질특성에 대해 소개하고자 한다

### 2. 본론

아연도금 강판에 오랫동안 사용되어 왔던 2종의 크로메이트 코팅 제품을 대체하기 위해 유해 성분이 포함되지 않은 환경친화적인 크롬-프리 유-무기 복합코팅은 인산염 희석용액에 실란가교제로 표면 개질된 실리케이트를 제조한 후 유-무기 방청 화합물을 첨가하여 제조하였다. 코팅용액을 처리한 아연도금 강판은 크로메이트 코팅의  $-Cr^{VI}O_4-Cr^{VI}O_4-$  혹은  $-Cr^{VI}OH-Cr^{VI}O_4-$  구조의 3차원적인 망상 구조와 유사한 실리케이트-무기물 즉,  $-Si-O-X$  (X=Si 혹은 metal ion) 복합조직을 형성하는 것으로 판단된다. 또한 개발 용액은 장기간 사용에도 품질변화가 없어, 크로메이트를 대체하기에 적당한 용액 저장성과 작업성을 가진다. 일반적으로 유기 고분자 중심의 크롬-프리 코팅강판의 경우, 부착량에 따라 표면 전기전도도, 내식성 및 내마모성 품질이 크게 변한다. 크롬-프리 부착량이 증가함에 따라 내식성과 내 마모성은 크게 향상되는 반면에 표면 전기 전도성은 나빠진다. 이와 같은 이유는 크롬-프리 부착량의 증가에 따라 방청성이 증가하고, 마찰특성이 좋아져 프레스 성형과 같은 가공성이 향상되고, 비전도성의 유기 고분자에 의해 표면 전기 전도성은 나빠진다. 따라서 기존 박막의 크로메이트와는 달리 크롬-프리 코팅의 경우 가전기기용 강판으로 적용하기 위해서는 상기 3가지 품질특성을 동시에 만족하는 범위의 크롬-프리 부착량을 정밀 제어하는 것이 무엇보다 중요하다. 일반적으로 내지문 강판의 경우 부착량이 1.0~1.5 g/m<sup>2</sup> 범위에서 상기 품질특성이 현저하게 변화한다. 따라서 개발 크롬-프리 강판은 이들 품질을 잘 만족하는 1.0g/m<sup>2</sup> 이하의 부착량을 가진 고객사 적용 제품의 요구 특성에 따라 2종의 크롬-프리 복합코팅 아연도금 강판을 개발하였다. 기존 크로메이트 강판과 개발한 크롬-프리 강판에 대한 품질평가 결과와 주요 품질특성을 상세히 설명하였다.

### 3. 결론

전 세계적인 환경규제 동향에 따라 새로 개발된 유-무기 복합코팅 크롬-프리 용액은 표면 개질된 실란과 무기계 화합물을 첨가하여 제조하였다. 개발 크롬-프리 강판은 주 성분이 무기물로 구성되어 있고, 유-무기 복합조직을 형성하여, 가전기기용 강판의 핵심 요구 품질인 내식성과 표면 전기전도성이 우수한 장점이 있으며, 주요 품질에서 기존의 크로메이트 제품과 비교하여 동등한 수준의 품질성능을 나타내었다. 한편 크롬-프리 코팅용액의 또다른 장점으로 환경친화적인 화합물을 사용하여 인체에 대한 독성이 작고, 장기간 사용에도 품질이 열위되지 않는 용액안정성으로 현장 작업성이 우수하다는 점이다. 개발된 크롬-프리 제품은 아연도금 라인에서 가전용 수지코팅 제품의 하지 처리용으로 적용 중이다.

### 참고문헌

- [1] 須田新, 荻野陸雄, 宮脇憲, 前田重義, 表面技術 (日本), 1993, 44, 77.
- [2] 표면처리 강판의 제조기술, POSCO 기술연구소, 2000.
- [3] The European Parliament and the Council of the European Union: Official Journal of the European Communities, 2003, L37/24 & 2003, L37/19.