

아연도금용 용사코팅층의 실사용조건 모사장치 개발 및 품질보증 데이터베이스 구축

Simulation Equipment & Quality Assurance Data Base of Galvanized Thermal Spray Layers.

이 창섭, 이 상진, 김 봉훈

(주) 케이아이씨

(주) 케이아이씨

대구대학교 자동차산업·기계공학부

1. 서 론

아연도금강판 제조과정에서 용사코팅층은 아연 용융액(460℃)에 잠겨서 철판을 고속으로 이송 및 도금시키는 기능을 수행하며, 사용간 표면의 상태에 따라서 강판의 품질에 큰 영향을 미치기 때문에 주기적으로 보수 및 교체가 필요하다. 철강산업의 특성으로 인하여 신규 개발된 용사코팅층을 현장에 즉시 투입하는 것은 심각한 품질문제를 야기시킬 수 있으므로

본 연구를 통하여 실사용 조건에서 발생될 수 있는 문제점을 단기간의 시험평가를 통하여 가장 효율적으로 분석할 수 있는 데이터베이스의 독자적인 확보를 위하여 Fig.1과 같은 실사용 조건 용사코팅층 모사시험장치를 설계 및 제작하여 모사시험기술과 품질보증 데이터베이스를 확보하고자 한다.

2. 모사시험장치 설계/제작

2.1 모사시험장치 구조

장치의 구성은 가열로, 레일, 흑연도가니, 스탠드, 받침대, 시편 홀더로 구성되어 있으며, 사양은 Table1과 같다.

Table 1 모사시험장치 사양

품 명	규격 및 사양
① 가열로	-Box type 전기로 -최고(사용)온도: 1000℃ (900℃) -노내부크기: 450x450x700mm -발열체: 칸탈 AF(embedded type) -온도조절기: PID방식(2X10 segment) -온도감지방식: thermocouple Ktype -Power control: SSR(380V,40A,1Phase) -단열재 : High density Alumina fiber board & Refractory brick -바닥면 평탄 석재(히터내장) 사용 -질소gas 투입홀, 보조열전대 투입홀 -Foot master사용 이동 및 높이조절 -전원 : 380V, 3상, 60Hz, 최대전력 20kw
② 레일	-크기: 350x500x450 (WxLxH) -도가니 미동용 레일 부착
③ 스탠드	-재질: STS316L -아연증기 영향부에 세라믹 사용
④ 도가니	-30Kg급 흑연도가니 -크기: 내경 240mm, 높이 305mm
⑤ 받침대	-레일과 일치되도록 도가니를 받치고 외부로 이송 가능
⑥ 시편 홀더	-재질: STS316L -시편4개를 동시에 장착가능토록제작

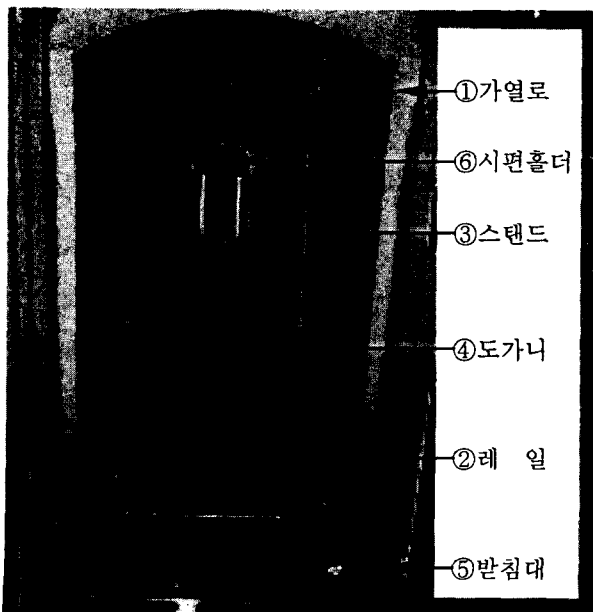


fig. 1 모사시험장치

2.2 최적시험공정

모사시험장치를 이용하여 용사코팅 시편을 시험하기 위한 시험공정에 대한 표준화를 이루어 품질보증용 데이터베이스 구축을 위한 시험데이터의 재현성과 신뢰성을 확보하기 위한 과정으로 다음과 같이 요약될 수 있다.

2.2.1 시험장치의 적합성

- 1) 아연용탕용 흑연도가니 형상
30Kg급 흑연도가니를 적용하였으며 상부 내경 240mm, 하부 내경 180mm, 높이 270mm로 시편 4개(또는 2개)가 동시에 투입될 수 있도록 시편 홀더를 설계.
- 2) 분위기(질소 gas) 가열로 구조
아연용액의 산화를 방지하기 위하여 질소(N₂)가스를 11ml/min으로 제어하는 유량기를 통하여 연속적으로 주입
- 3) 가열로 온도 조절장치
온도조절장치의 해상도는 0.1℃이며 내부의 온도 균일도는 ±4℃ 이내이다.

2.2.2 시험 조건

- 1) 용탕의 온도 : 485℃
- 2) 용탕 알루미늄(Al)농도 : 0.2%
순수아연과 Al 합금과(4%)를 중량비로 하여 순수아연 1Kg당 합금과 53g을 혼합
- 3) 드로스(아연 또는 알루미늄산화물) 제거
주기적으로 아연용탕 상부의 산화물 제거한다.
- 4) 시편투입깊이 : 상부에서 40mm를 제외한 110±5mm를 아연용액 중에 투입
- 5) 시험기간 : 7,11,15일

3. 품질보증 데이터베이스 구축

3.1 시편 형상 및 시험 매트릭스

고속가스용사장치(HVOF)를 이용하여 데이터베이스 구축을 위하여 실제 싱크를 용사공정과 동일하게 Fig.2와 같은 형상으로 시편(STS420)을 제작하고 용사파우더, 후처리 코팅 종류를 조합하여 Table 2와 같은 시험 매트릭스를 구성하고 최적 시험 및 분석을 실시하였다.

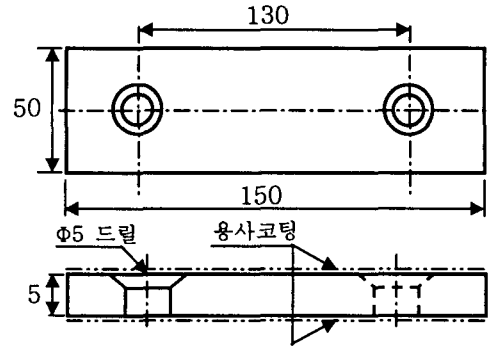


Fig.2 시편형상

Table 2 Serial number of the test piece

Serial No	Powder	Coating (post)	Test			
			SEM	7	11	15
E1-E10-	HG-204	No	2	4	4	4
E1-E10-		TA/TB	2	4	4	4
E1-E10-		TA+TB	2	4	4	4
E1-E10-	D5814	TA/TB	2	4	4	4

3.2 시험 및 분석방법

3.2.1 시험방법

- 1) Fig. 1의 용사 코팅을 실사용조건 모사시험장치를 이용하여 싱크를 아연도금과정과 가장 근접할 수 있는 시험조건을 찾아낸다. 우선 아연 용탕의 온도를 485℃로 세팅하기 위하여 PID 온도조절기의 설정 값을 지정하고 시험간 표층으로 부상되는 드로스의 양을 최소화하기 위하여 보호가스(N₂)의 유량과 토출 압력을 지정한다.
- 2) 시험조건이 표준화된 후에는 품질보증용 Table 2과 같은 데이터베이스의 구축시험을 실시한다. 먼저 용사파우더와 후처리 코팅의 종류에 따라서 시험종류를 조합하고 각 영향변수 분석을 할 수 있는 매트릭스 데이터베이스를 구축한다. 그리고 시험은 용사코팅층의 품질등급을 분류하기 위하여 7,11,15일간 각각 시험을 실시하였다.
- 3) 시험전, 시험중간 또는 후에 표면의 상태를 디지털카메라로 기록하여 아연이 부착된 면적비율, 부식된 면적 및 상태를 분석하였다. 끝으로 시편을 절단하여 전자현미경 조직촬영을 실시하고 코팅 및 부식상태를 조사하였다. 그리고 최종적으로 해당 용사 코팅 부식시험 자료는 전산화하여 자료의 검색과 열람이 용이하도록 하였다.

3.2.2. 분석 및 평가방법

모사시험장치를 통하여 시험된 Table 2의 시편은 크게 두가지 방법으로 분석되었다

1) 외관분석

용사코팅 층이 어느 정도 부식되었는가를 측정 일자별로 디지털카메라로 상태를 기록하였다. 부식시험 전 시편의 표면 상태는 대표적인 시편 2-3종에 대하여 기록하였고 가열로에서 인출 직후 아연피막 상태와 냉각 후 피막 제거 후 상태를 각각 한조로 구성하여 기록하였다. (fig.3 참조)

2) 전자현미경(SEM)조직시험

시험편을 절단하여 용사코팅 층의 단면을 조사 분석하여 내부식 시험 전후의 용사층 및 후처리 코팅층의 부식상태를 비교 분석하였다. 아울러 텅스텐카바이드(WC)를 싸고 있는 코발트 조직의 부식상태를 바탕으로 수명을 판정할 수 있는 데이터베이스를 구축하였다.

4. 결 론

철강산업의 특성상 Field test를 통한 샘플의 제작 및 시험분석은 사실상 어렵기 때문에 실사용조건을 재현할 수 있는 모사시험장치를 설계 및 제작하여 보다 효율적인 현장적용을 위한 연구가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 용사코팅을 위하여 사용 중인 고속가스용사장치(HVOF)를 이용하여 시편을 제작하고 용사파우더, 후처리 코팅종류를 조합한 시험매트릭스를 구성하여 시험 공정에 의거 시험 및 분석한 결과를 토대로 용사코팅 기술의 데이터베이스를 구축하였다.

후 기

본 연구는 산학연 공동 컨소시엄 연구과제로 진행되었습니다.

참고문헌

1. Tae-Young Kang, 2001, "A study on durability of sprayed coating layer in the molten Zn-0.2%Al alloy bath" J. of KWS, Vol.19, No9, pp. 512-519
2. Dong-Seob Lee, 1997, Reaction between HP/HVOF WC coated sink roll and molten zinc, MS thesis, Pohang University.
3. Byeong-Geun Seong, 2000, Reaction of

thermally sprayed WC-Co coating with molten zinc, Ph.D. Dissertation, Pohang University.

4. Tocalo, Composite film coated member excellent in wear resistance and molten metal resistance and its manufacture, JP408859.

5. Tocalo, Member coated with composite build-up welded layer having excellent molten metal resistance, JP3094984.

6. Bong-Hun Kim, 2003, "Zn corrosion resistance of spray coated sink roll" KWS 03S-Pusan, Vol.40, pp. 108-110

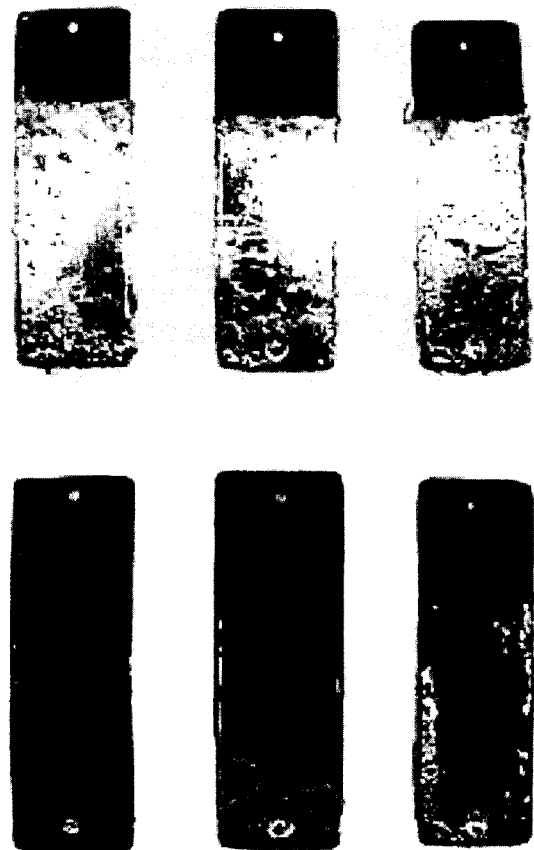


fig. 3 #E10-1,2,3(from left to right), HG204 (TA/TB), HG204(TA+ TB), D5814(TA/TB), 100 μ m, 485 $^{\circ}$ C, Al 0.2%, 11days, comparison of surface view before and after removing zinc film not bonded to the coated surface