

강관등표 도장방식 연구

† 박인규

† (유)남진

요 약 : 국내 연안에 설치된 항로표지(등부표, 등대 등) 대부분이 철근 콘크리트 형식으로 제작 설치 되어 있다. 초기 구조물 제작시 파손 및 전단, 염해에 의한 콘크리트의 부식에 대한 인식 부족으로 일반적인 색상표시 도장방식으로 마감처리 하여 설치 하였다. 이로 인하여 콘크리트의 파손, 도장부의 탈락으로 인하여 매년 유지보수비용이 투입되고 있는 실정이다. 또한 부식진행 후 현장여건상 보수도장이 취약하고 보수 후에도 내구성 부족(방오수명 2년~3년)으로 지속적인 관리가 필요하다. 그러므로 항로표지의 신규 설치시 강관조 형식의 설계적용이 요구되며 강관조의 가장 큰 취약점인 부식(녹)에 대한 방오방법의 연구가 지속적으로 진행되고 있다. 또한 기 설치된 해상 금속구조물의 경우 보수작업시 장비반입, 작업시간, 작업여건 등이 비말대, 간만대에 따라 변동 하므로 원칙적인 보수가 불가능한 상황에 있다. 그러므로 초기 제작시 부식에 대한 방오도장이 시행 되어야 한다. 기 설치된 콘크리트 구조물 등표는 원칙적인 구조보강 검토 후 염해, 중성화 방지 도장을 시행 하여야 하며 이에 대한 연구를 진행하고 있다.

핵심용어 : 항로표지, 부식, 방오도장, 염해중성화 방지



† 교신저자 : 8800hh@hanmail.net

1.현황

신규 설치 및 보수 정비

- √ 콘크리트 형식의 구조물을 신규 설치시 강관조 형식으로 설계적용 요구됨.
- √ 해상설치된 기존 강관구조물의 보수시 장비 반입,비말대,간만에 따른 여건으로 원칙적 보수는 불가능.
- √ 이로 인해 기존 강관구조물 보수시 해수면을 제외하고 부식부위를 제거 후 보수도장.
- √ 콘크리트 형식의 구조물은 구조보강(단면보수보강)후 염해방지 도장.

2.문제점



2.문제점

영국해상풍력- 중방식 도장(Organic coating) 보수 사례



해상에서 보수공사는 조기도장공사비용의 50~100배의 비용이 소요된다.
-Safinah Ltd



3.개선사례

해외 교량 금속용사 사례 - 1958년 뉴질랜드/ 1970년 노르웨이

1958년 Auckland Harbour Bridge-뉴질랜드
Davy Metal Industries는 Flame Sprayed 아연 알미아 100 ton으로 Auckland Harbour Bridge 를 도장했습니다.
육십 년 후, 다리는 완벽한 상태에 여직도 있습니다.



<http://www.metal-spray.co.nz>

1970년 Bridge Rombak - 노르웨이
북부 노르웨이의 나르빅 해안 Rombak 교량입니다.
Rombak은 1970년에 T52(Thermal Spray-Zn) 이중 Duplex 시스템으로 코팅되었고, 현재까지 유지보수를 하지 않았습니다.



Photo courtesy of Reidar Klinge,NPRA

3.개선사례

인천대교 2007년

국내최장 인천대교의 기초강관에 부식방지 공법으로 적용되었습니다.



공 사 명 : 인천대교 기초화생강기
원 도 급 : 삼성물산
시공면적 : 25,000 m²
시공기간 : 2007~2008



3.개선사례

대전해수욕장 스카이라이프 2013년

설계수명 50년
파도에 밀려오는 자갈 및 모래에 의한 마모가 구조물에 영향을 미치는
가혹한 해양환경에서도 항공기 소재 두탈루민 합금용사 코팅은
지금도 강관말뚝을 보호하고 있습니다



공 사 명 : 대전 스카이라이프
공 종 : 기초강관 - 상온공용용사
공사규모 : 188본
공사기간 : 2013~2014
견 설 사 : 에이엔지
발 주 처 : 보행시

3. 개선사례

서울시 한강대교 2015~2016

상온금속용사 공법은 2004년부터 동작대교를 필두로 성산대교, 원효대교, 천호대교, 동호대교, 영등대교 등의 한강상의 교량 보수공사에 적용되고 있습니다.

Corrosion protection :
100 μm Zn-Al Metal Spray
100 μm Epoxy paint / 50 μm Polyurethane paint

동작대교 복단-2005년 시공 성산대교복단 완료-2009년 시공 동호대교남단 2010년 시공

천호대교 보수공사 2011년 동작대교 보수공사 2012~2014년 한강대교 보수공사 2013~2014년

3. 개선사례

부산신항 남컨테이너부두 임항철도 2009년

▪ 항타충격 → 중방식 계열의 도장 코팅층에 미치는 영향

공사명 : 부산신항 남컨테이너부두 임항철도공사
공종 : 기초강관 - 상온금속용사
공사규모 : 388본
공사기간 : 2009.7~2011.12
건설사 : 포스코건설
발주처 : 부산신항관리공사

- 테이핑공법 항타 (부착력 30kg/cm²)
- 상온금속용사 항타 (부착력 210kg/cm²)

공사명 : 부산신항 남컨테이너부두 임항철도공사
공종 : 기초강관 - 상온금속용사
공사규모 : 388본
공사기간 : 2009.7~2011.12
건설사 : 포스코건설
발주처 : 부산신항관리공사

4. 기술소개 및 공법비교

상온금속용사(Metal Spray / Thermal Spray / Metallization)란?

두랄루민 합금와이어(Zn-Al-Zr합금)를 전기적인 Arc로 용융 분사하여 방석 코팅을 형성시킵니다.

[그림] 금속용사 모식도 및 용사 장면

4. 기술소개 및 공법비교

보후도장 해상구조물에 "세라믹계친환경도막형성공법"을 적용하여 용사시공부위의 보호 및 외부로부터 자외선, 동결융해, 수분침투를 차단시켜 구조물의 내구성 증진을 위한 도장공법.

친환경 방오코팅
2층 세라믹계친환경도장
1층 : 두랄루민 합금 용사코팅
표면처리 : SSPC-SP10
매개체/스티커 부착방지 비접착성
용극방식 Anode bar 전기방식요괴
소재(강구조물)

4. 기술소개 및 공법비교

금전석 인형처리 후 금속용사 코팅

4. 기술소개 및 공법비교

금속용사 코팅

4. 기술소개 및 공법비교



친환경 세라믹계 방오도장

4. 기술소개 및 공법비교



인천대교- 국내외 방식공법 현장 test (2006~08' Monitoring)

상온금속용사 선정 - 갈리(영국에이맥)
국내외 해양 중방식 도장공법 참여
비밀대, 간판대, 2년 복로 비교평가 (시공2006.10)

상온금속용사 KMS공법, 850B 세라믹코팅, 내열 중방식, 폴리우레아 도장, 레이팅, 유사코팅 시공 전, 유사코팅 시공 후

모니터링 폭로2년 2008.05.07

1. 상온금속용사, 2. 세라믹코팅, 3. 에폭시코팅

4. 기술소개 및 공법비교



항만 및 어항공사 전문시방서(2014년) 발행/번호: p.517-519

국가표준 : 업계의 방식수명 제한 배제 ⇒ 규명된 "설계수명" 수록

항만 및 어항 시설을 도장규격 및 설계수명

도장계	도료종류	도막(μm)	설계수명	해당환경
Tp5	1층 글라스에이어드료	1000	20년	침수부
	2층 불소수지계 도료	50		
Tp6	1층 글라스에이어드료	1000	35년	대기부
	2층 세라믹계 우레탄도료	80		
Tp7	1층 폴리 우레아 도료	2000	20년	침수부
	2층 불소수지계 도료	50		
Tp8	1층 폴리 우레아 도료	2000	35년	대기부
	2층 세라믹계 우레탄도료	80		
Tp9	1층 초연함성재	30	50년	침수부 및 대기부
	2층 아연 알루미늄 분사	150		
	3층 세라믹 살림/코팅	300		
Tp10	1층 초연함성재	30	50년	침수부 및 대기부
	2층 아연 알루미늄 분사	150		
	3층 에폭시 살림/코팅	200		

• 재료 : 아연 알루미늄 용사 재료규격

표면처리 SPFC SP78
합성 아연/아연/알루미늄 분사: 지르코늄/Co 10-15% / 85-90% / 8.5% (중량%)
코팅장제 제조사의 조인도표에 따른다.

- 도료교 표층시방서 2013
- 한국도공회 도료공사 전문시방서 2012
- KORAIL 항포공사 전문시방서 2011
- 서울특별시 시공시 전문시방서 2015
- 사단법인 항구조공사 시방서 2014

4. 기술소개 및 공법비교



해양구조 해양환경 구조를 방식공법 비교 평가표

구분	1안) 상온금속용사	2안) 세라믹계 도장	3안) 폴리우레아 도장
전경도	빛노출면적 : 80μm 아연/알루미늄 분사 : 200μm	세라믹계 유레탄 : 80μm 세라믹계 : 160μm	아연도료 : 200μm 아연/알루미늄 분사 : 200μm
기술개요	요강 S5400 Duralumin합금을 전기적인 Arc를 이용하여 용접방식으로 녹여 합죽공기로 분사하여 코팅	유기계 변성에폭시 도료와 세라믹 금속분말을 2역형 경화방식으로 코팅	요강 S5400 Polyester 합성수지+Glass Flake를 경화방식으로 피막을 한번에 얻을 수 있는 코팅
전기방식 법 (anode)	아연/알루미늄 합금 자체 용극 보호 방식으로 비밀대/수중부 유지관리 불필요	수중 침수부 anode bar 별도 장치 비밀대/수중부 지속적으로 유지관리 필요	수중 침수부 anode bar 별도 장치 비밀대/수중부 지속적으로 유지관리 필요
방오성 평가	반영구적 후정척방지 방오기능	방오기능 없음, 필요 시 별도 방오도장(방오수명 2-3년)	방오기능 없음, 필요 시 별도 방오도장(방오수명 2-3년)
환경영향평가	친환경 물질: 알루미늄 및 무기계 세라믹 (VOC 0%)	유기화합물 해양환경 오염 (VOC 발생)	유기화합물 해양환경 오염 (VOC 대량 발생)
설계수명	[항만어항공사 전문시방서] 517-519 p 설계수명 수록		
시공사례	50년 인천대교, 부산신항, 대천스카이어바이커, 요코하마여객선 터미널 (수출) 등	15년 부산 신산대부두, 남항대교, 새만금 배수길, 석문단지 갑문 등	20년 이머도 해상과학기지, 제주 해상풍력탑 등

5. 기대효과



보수도장으로 인한 비용 감소

✓ 초기투자비 외 차후 보수 로 인한 경회절감 및 유지관리 용이

친환경적인 설치조건 유지

✓ 부식으로 인한 환경피해 최소화
✓ 친환경 도장으로 인한 해상의 VOD 오염원 제거



감사합니다.