

1. 검토목적

강교도장 적용기준(설심일 13201-639, '99. 7. 7)이 정립되어 있으나 도로교 표준시방서(2005)가 개정됨에 따라 강교도장 적용기준을 개정된 시방규정에 맞추어 정립하고자 함.

2. 관련기준

가. 강교도장 적용기준 변경 (설심일13201-639, '99. 7. 7)

설 치 위 치	외부 및 외부 포장면	상자형 강교의 내부	비 고
전원, 산간계곡, 도시지구, 해안지구, 공장지구	내후성 증방식 도장 (폴리우레탄계)	에폭시 마감 후막형 타르에폭시 마감	
대기오염지구, 해상지구, 해변공업지구	초내후성 증방식 도장 (자연건조형 불소수지계)	타르에폭시 마감 도장 계열중 선택	
특수교량(현수교, 사장교, 트러스교, 특수장대교)	설계심의위원회 상정 심의 결정		

나. 강교의 금속용사 적용지침 (연구개발실-1058, '05. 4. 29)

적 용 환 경	적 용 범 위	도 장 방 법
- 가혹한 부식환경하 중요 장대교	- 전체 강재부위	금속용사 ↓ 실 링 ↓ 상도도장 선택적실시
- 모든 환경하 일반교량	- 교좌 장치 - 스플라이스 - 박스 내부 - 포장 접촉면	

다. 시방서 기준

o 환경구분

구 분	위 치
일반환경	전원, 산간계곡 및 도시
특수환경	해안지구, 공장지구, 대기오염지구, 해상지구, 해안공업지구

o 시방서 내용

고속도로공사 전문시방서 (2004.12)	건교부제정 도로교 표준시방서 (2005)
- 일반환경용 중방식 도장 · 교량외부 : 염화고무계 도료 · 교량내부 : 역청 질계 도료	- 일반환경용 중방식 도장 · 교량외부 : 후막형 에폭시계 도료 폴리우레탄계 도료 · 교량내부 : 고 고형분 에폭시계 도료
- 특수환경용 중방식 도장 · 폴리우레탄계 마감 · 자연건조형 불소수지 마감	- 일반환경용 세라믹 도장
- 특수환경용 내부 도장 · 콜탈 에폭시 마감 · 에폭시 마감 · 후막형 콜탈 에폭시 마감	- 특수환경용 중방식 도장 · 폴리우레탄계 마감 · 자연건조형 불소수지 마감
	- 특수환경용 내부 도장 · 고 고형분 에폭시 2회 도장 마감 · 고 고형분 후막형 에폭시 도료 마감 · 고 고형분 후막형 에폭시 2회 도장 마감
	- 특수환경용 세라믹 도장

3. 문제점

- o 기존 도장공법 설계기준이 공사성격(신설, 확장, 재도장 등)을 고려치 않고 일률적으로 적용함으로써 공사특성을 반영치 못함
- o 상수원 보호구역 횡단교량의 경우 도장재 비산시 환경관련 민원 발생 우려
- o 도로, 철도 횡단의 경우 하부도로 교통차단으로 교통제한요소 발생
- o 재도장, 가시설 설치, 교통차단 등 추가시설에 대한 경제성 미 검토

4. 도장공법 비교(외부도장 기준)

구 분		염화고무계	우레탄계 (내후성 중방식)	불소수지계 (초내후성 중방식)	세라믹계		메탈라이징
					일반 환경	특수 환경	
도 장 공 정	전처리 프라이머	무기징크 (20 μ m)	무기징크 (20 μ m)	무기징크 (20 μ m)	무기징크 (20 μ m)		-
	하 도	무기징크 (75 μ m)	무기징크 (75 μ m)	무기징크 (75 μ m)	-		-
	중 도	염화고무 (60 μ m)	에폭시 (100 μ m)	에폭시 (100 μ m)	세라믹계 방식도료		상온금속용사 (80~120 μ m)
					120 μ m	140 μ m	
	상 도	염화고무 (60 μ m)	1회:우레탄 (40 μ m)	1회:불소도료 (25 μ m)	세라믹 우레탄		실 링 (40 μ m)
2회:우레탄 (40 μ m)			2회:불소도료 (25 μ m)	40 μ m	60 μ m	60 μ m (선택적 실시)	
도막두께		195 μ m	255 μ m	225 μ m	160 μ m	200 μ m	140~160 μ m
내구연한		10년	10년~15년	15년~20년	30년		60년 이상
도료형태		유기 용제형	유기 용제형	유기 용제형	유기 용제형		금속선재
희석제		신 너	신 너	신 너	신 너		-
특 징		· 초기공사비 저렴 · 내열성 약함 · 유지보수비 과다소요 ※'05.도로교 표준시방서 에서 신설 교량에 적용 제외	· 내식성, 광택 양호 · 내열성 약함 · 유지보수비 과다소요 · 환경성 보통	· 내약품성 양호 · 내후성 양호 · 재도장성 불 량 · 환경성 보통	· 부착력 우수 · 내식성 우수 · 내후성/내약품 양호 · 내염/내해수성 양호 · 환경성 다소양호 · 공정 단순 / 시공 용이	· 부착력 우수 · 내식성 우수 · 내구성 우수 · 내염성 우수 · 환경성 우수 ※가혹한 부식 환경에서 적용토록 규정됨.	
공사비 (원/㎡)		14,000	19,000	24,000	28,000		42,000

5. 도장관련 신기술

구 분	세라믹계	메탈 라이징
공법개요	○ 세라믹 분말, 폴리머를 혼합 상은 분사, 강재와의 부착력 확보(방청, 방식), 도장 공정 단순화 (세라믹계 방식도료 + 세라믹계 우레탄)	○ 알루미늄, 아연 등의 메탈재료를 고온으로 강재에 분사, 부착력 확보(별도 상도 필요)
내 구 성	○ 30년 이상	○ 60년 이상
미 관	○ 세라믹 재료의 광택으로 미관우수	○ 메탈 표면에 별도 상도 필요
내 염 성	○ 우수	○ 우수
환 경 성	○ 다소 양호	○ 우수
공 사 비	28,000원/㎡	42,000원/㎡
특징	○ 메탈라이징 공법은 내구성, 내염, 내식성이 우수하나, 공사비가 불리하고 관련지침이 가혹한 부식 환경하에서 주요 교량, 또는 부식에 취약한 부위 등에 부분적 적용 가능	
	○ 세라믹계는 내구성, 내염, 내식성이 우수하고 공사비가 저렴하며, 특히 조분에 대한 침식저항성이 우수	

※ 유지보수비용을 포함한 총비용은 산정근거가 불명확하여 제외하였음

6. 검토 의견

- 염화고무계, 역청질계 및 콜탈 에폭시계 도료는 유해물질 발생
등 문제로 건교부 제정 도로교 표준시방서(2005)에서 제외하였으므로
신설교량 도장 시방서에서 제외
- 메탈라이징은 환경성이 우수하나, 공사비 측면에서는 세라믹계
우레탄이 유리함
- 세라믹계 우레탄이 부식, 백화, 부착력, 및 블리스터링에 있어서 가장
우수한 것으로 나타났고, 색변화 측정값 또한 가장 미소하게 나타남

	육안등급 (1년 노출후)		부착력 (MPa)	색변화측정값(ΔE)		비고
	부식	백화		7개월후	1년후	
세라믹/우레탄	10	9	4.80 이상	0.35	0.93	
갈바륨 메탈라이징 /에폭시	10	2	4.20	12.63	15.42	

※ 부식 및 백화는 등급이 높을수록 양호함

7. 설계적용 방향

○ 강교도장 다양화 방안에 대한 검토결과

도장 환경	적용도장				비고
	우레탄계	불소수지계	세라믹계	메탈라이징	
- 일 반 교 량 (육교포함) - 본선 횡단육교 - IC본 선 육 교 - 교통량이 적은 간선 도로 횡단교량	○	○	○		
- 교통량이 많은 간선 도로 횡단교량 - 상수원 보호구역 횡 단 교 량 - 염화물 다량 살포지역 - 해양성 환경 통과교량 - 특수 교 량			○	○	

- 상기와 같이 구분하여 도로교 표준시방서(2005. 2)와 병행 적용하되 이에 맞추어 고속도로공사 전문시방서 개정 예정
- 상기 적용도장에 대한 품질기준 및 시험방법은 도로교 표준시방서(2005. 2) 제6장 강교용 도료의 품질관리기준과 강교의 금속용사 적용지침(연구개발실-1058, '05.4.29)을 만족해야 함
- 실시설계중인 노선에 적용

8. 향후 과제

- 각 도장재료에 대한 생애주기비용(LCC) 분석이 필요
- 고속도로공사 전문시방서 개정시 본 방침내용 수록 예정

첨부자료 : 1. 고속도로공사 전문시방서(2004. 12)

2. 도로교 표준시방서(2005. 2)

3. 2002년도 연구보고서

4. 오염물질 배출 시험보고서

5. 조분 시험보고서

6. 관련방침 「강교의 금속용사(메탈라이징) 적용 지침 제정 통보」
연구개발실-1058 (2005. 4. 29)

붙임 #1] 고속도로 공사 전문시방서 (2004. 12)

- 일반 환경용 증방식 도장

구분	도장 계열	공 정		도료명칭 또는 방법	도막두께 (μ m)	도장 횟수	비고
교량 외부	GEB	공장 도장	제1층	무기질 아연말도료	75	1	
			제2층	미스트 코트	60	1	
			제3층	염화 고무계도료		1	
		공장/ 현장도장	제4층	염화 고무계도료	60	1	
		계			195		
교량 내부	GIB	공장 도장	제1층	무기질 아연말도료	35	1	
			제2층	미스트 코트	75	1	
			제3층	역청질계도료		1	
		계			110		

- 특수 환경용 증방식 도장 (우레탄계 마감)

구분	도장 계열	공 정		도료명칭 또는 방법	도막두께 (μ m)	도장 횟수	비고
교량 외부	SED	공장 도장	제1층	무기질 아연말도료	75	1	
			제2층	미스트 코트	100	1	
			제3층	후막형 에폭시계도료		1	
			제4층	폴리 우레탄계도료	40	1	
		공장/ 현장도장	제5층	폴리 우레탄계도료	40	1	
		계			255		

- 특수 환경용 중방식 도장 (자연건조형 불소수지 마감)

구분	도장 계열	공 정		도료명칭 또는 방법	도막두께 (μ m)	도장 횟수	비고
교량 외부	SEE		제1층	무기질 아연말도료	75	1	
			제2층	미스트 코트	100	1	
			제3층	후막형 에폭시계도료		1	
			제4층	자연건조형 불소수지 도료	25	1	
			제5층	자연건조형 불소수지 도료	25	1	
		계			255		

- 특수 환경용 내부도장 (콜탈에폭시 마감)

구분	도장 계열	공 정		도료명칭 또는 방법	도막두께 (μ m)	도장 횟수	비고
교량 내부	SID	공장 도장	제1층	무기질 아연말도료	75	1	
			제2층	미스트 코트	100	1	
			제3층	콜탈 에폭시계도료		1	
		계			175		

- 특수 환경용 내부도장 (에폭시 마감)

구분	도장 계열	공 정		도료명칭 또는 방법	도막두께 (μ m)	도장 횟수	비고
교량 내부	SIE	공장 도장	제1층	무기질 아연말도료	75	1	
			제2층	미스트 코트	100	1	
			제3층	후막형 에폭시계도료		1	
		계			175		

- 특수 환경용 내부도장 (후막형 콜탈에폭시 마감)

구분	도장 계열	공 정	도료명칭 또는 방법	도막두께 (μm)	도장 횟수	비고
교량 내부	SIF	공장 도장	제1층 무기질 아연말도료	75	1	
			제2층 미스트 코트	150	1	
			제3층 콜탈 에폭시계도료		1	
			제4층 콜탈 에폭시계도료	150	1	
			계	375		

붙 임 #2] 도로교 표준 시방서(도장편) (2005. 2)

- 일반 환경용 중방식 도장

구분	도장 계열	공 정		도료명칭 또는 방법	도막두께 (μm)	도장 횟수	비고
교량 외부	GEB	공장 도장	제1층	무기질 아연말도료	75	1	
			제2층	미스트 코트	80	1	
			제3층	후막형 에폭시계도료		1	
		공장/ 현장도 장	제4층	폴리우레탄계 도료	30	1	
			제5층	폴리우레탄계 도료	30	1	
		계			215		
교량 내부	GIB	공장 도장	제1층	무기질 아연말도료	75	1	
			제2층	미스트 코트	100	1	
			제3층	고고형분 에폭시계도료		1	
		계			175		

- 일반 환경용 세라믹 도장

구분	도장 계열	공 정		도료명칭 또는 방법	추천도막 두께(μm)	도장 횟수	비고
교량 외부	GED	공장 도장	제1층	세라믹계 방식도료	60	1	
			제2층	세라믹계 방식도료	60	1	
			제3층	세라믹계 우레탄	40	1	
		계			160		
교량 내부	GID	공장 도장	제1층	세라믹계 방식도료	50	1	
			제2층	세라믹계 방식도료	50	1	
			제3층	세라믹계 우레탄	40	1	
		계			140		

- 특수환경용 중방식 도장(우레탄계 마감)

구분	도장 계열	공	정	도료명칭 또는 방법	도막두께 (μ m)	도장 횟수	비고
교량 외부	SED	공장 도장	제1층	무기질 아연말도료	75	1	
			제2층	미스트 코트	100	1	
			제3층	후막형 에폭시계도료		1	
			제4층	폴리 우레탄계도료	40	1	
		공장/ 현장도장	제5층	폴리 우레탄계도료	40	1	
		계			255		

- 특수 환경용 중방식 도장 (자연건조형 불소수지 마감)

구분	도장 계열	공	정	도료명칭 또는 방법	도막두께 (μ m)	도장 횟수	비고
교량 외부	SEE	공장 도장	제1층	무기질 아연말도료	75	1	
			제2층	미스트 코트	100	1	
			제3층	후막형 에폭시계도료		1	
			제4층	자연 건조형 불소수지도료	25	1	
		공장/ 현장도장	제5층	자연 조건형 불소수지도료	25	1	
		계			255		

- 특수 환경용 내부 도장 (고 고형분 에폭시2회 도장 마감)

구분	도장 계열	공	정	도료명칭 또는 방법	도막두께 (μ m)	도장 횟수	비고
교량 내부	SID		제1층	무기질 아연말도료	75	1	
			제2층	미스트 코트	100	1	
			제3층	고 고형분 에폭시계도료		1	
			제4층	고 고형분 에폭시계도료	100	1	
		계			275		

- 특수 환경용 내부 도장 (고 고형분 후막형 에폭시 도료 마감)

구분	도장 계열	공	정	도료명칭 또는 방법	도막두께 (μm)	도장 횟수	비고
교량 내부	SIE	공장 도장	제1층	무기질 아연말도료	75	1	
			제2층	미스트 코트	150	1	
			제3층	고 고형분 후막형 에폭시계도료		1	
			계		225		

- 특수 환경용 내부 도장 (고 고형분 후막형 에폭시2회 도장 마감)

구분	도장 계열	공	정	도료명칭 또는 방법	도막두께 (μm)	도장 횟수	비고
교량 내부	SIF	공장 도장	제1층	무기질 아연말도료	75	1	
			제2층	미스트 코트	150	1	
			제3층	고 고형분 후막형 에폭시계도료		1	
			제4층	고 고형분 후막형 에폭시계도료	150	1	
			계		375		

- 특수 환경용 세라믹 도장 (세라믹계방식 도료 마감)

구분	도장 계열	공	정	도료명칭 또는 방법	추천도막 두께(μm)	도장 횟수	비고
교량 외부	SEH	공장 도장	제1층	세라믹계 방식도료	70	1	
			제2층	세라믹계 방식도료	70	1	
			제3층	세라믹계 우레탄	60	1	
			계		200		
교량 내부	SIG	공장 도장	제1층	세라믹계 방식도료	60	1	
			제2층	세라믹계 방식도료	60	1	
			제3층	세라믹계 우레탄	60	1	
			계		180		



KOREA HIGHWAY
CORPORATION

도교기 ME-02-15

2002년도 연구보고서

환경친화적인 강교용 보수도장에 관한 연구

Environmentally Friendly Maintenance Coating
of Steel Bridges

한국도로공사
도로교통기술원

표 7.6 ASTM에 따른 육안등급 및 색차계에 의한 변색도 측정 결과

도장계열	ASTM에 따른 육안등급 (1년 노출 후)		색차계에 의한 색변화 측정값(ΔE)		비 고
	부식등급	백화	7개월 후	1년 후	
C/U	10	9	0.35	0.93	
C	8	3	5.34	4.93	
MCU/U1	7	6	5.96	7.73	
MCU/U2	10	4	5.67	8.34	
Al/E/U	7	6	5.28	6.99	
Sil	7	7	12.48	15.29	
Zn/CR/CR	7	5	4.70	7.12	
MIO/CR/CR	7	4	-	-	
IOZ	7	-	3.69	-	
Gal/E	10	2	12.63	15.42	
Zn/E/U	8	6	5.26	8.89	
CR/MCU/U	8	6	9.82	11.33	
CR//CR	8	5	4.15	7.12	
CR//EM/U	8	6	5.47	7.21	
CR//MIO/Sil	8	7	5.15	7.96	
ZEU//MCU/U	9	6	10.51	12.97	
ZEU//EM/E/U	9	6	5.47	7.57	
ZEU// EM/E/Sil	9	7	6.51	9.13	

상수도시설 콘크리트 구조물
내부 방수/방식 재료
시험평가 및 적정 시공방법 비교 연구

1997. 3

서울특별시 상수도사업본부

2.11 재료시험 평가 결과(종합결과)

2.1 ~ 2.10의 각종 재료 시험에 따른 방수/방식재의 성능을 종합한 결과는 <표2.11.1>과 같다.

<표 2.11.1> 재료별 성능 종합 분석표

재료명	응용수용률성	내화성 (염소·염산)	염소투과율	점착력	우축모성	투수성	흡수비	세공공적	내후성	균열저항성	시공성	종합	비 고
무기 질 계	무기 단체 ①~④	2	1	3	3	2	2	3	3	1	4	25	
	무기 충전												
	무기 혼합 ①~②	2	2	3	2	2	3	2	2	2	3	25	
	무기 충전 와재 ①~②	5	3	2	4	4	4	3	5	3	1	39	
에폭시 수지계	수용성	4	5	4	4	5	5	5	1	4	3	42	
	무용제	4	5	5	5	5	5	5	1	4	3	45	
세라믹 에틸계		5	5	5	5	5	5	5	2	5	3	48	
수화응고형 도포방수		2	3	2	3	3	3	3	2	3	4	31	
복합 이크릴수지계		5	5	3	3	3	5	4	1	4	4	40	

• 성능평가지수 1 ----- 3 ----- 5

(보통) (양호) (우수)

• 본 종합결과표는 상수도 시설의 환경조건을 고려한 본 연구의 시험평가 범위 내에서 얻어진 결과를 일반적인 성능지수 평가방법에 따라 평가한 것임.

붙임 #5]

관리
번호

원본 또는 사본

시화 멀티테크노 밸리 제3공구 조성공사
구 조 계 산 서 (Ⅱ)

2003. 10



한국수자원공사

(7) 시화멀티테크노밸리 제3공구는 철새도래지에 근접하고 있기 때문에 조류배설물에 의한 도장막의 손상이 예상되어 강구조물의 내구성을 확보하는 것이 중요하다. 비둘기 및 바다갈매기의 배설물의 성분을 분석한 결과, pH가 각각 4.43 및 3.15로 강산성을 나타내었으며, 이온색층분석에 의해 분석한 음이온으로서는 Cl^- , PO_4^{3-} , NO_3^- 및 SO_4^{2-} 등이 다량 검출됨을 알 수 있었다. 따라서, 조분의 성분 중에서 다량으로 검출된 SO_4^{2-} , Cl^- , PO_4^{3-} 및 NO_3^- 등의 음이온은 강재의 도장막을 손상시키고 부식을 촉진시키며, 콘크리트 구조물인 경우에는 콘크리트를 열화시켜 구조물의 내구성을 현저히 저하시키는 원인이 됨으로 이에 대한 대책의 강구가 필요하리라 사료된다.

(8) 제3공구에 건설될 강교량에 적용할 내구성도장을 선정하기 위한 자료를 얻기 위하여 현재 주로 적용되고 있는 4종류의 도장재료에 대해 조류배설물이 도장막에 미치는 영향을 조사한 결과, 현재 일반적인 상도용으로 사용되고 있는 우레탄계 및 에폭시계 도장재료의 경우, 조분에 노출된 경우 표면 도장막이 침식되고, 균열이 나는 등 건전상태와 비교하여 도장막이 변형되었으나, 세라믹계 도장재료의 경우, 조분에 노출된 경우에도 건전하고 치밀한 도장막을 형성하고 있음을 알 수 있었으며, 조분의 침식작용에 저항성이 있는 것으로 판단된다. 따라서, 시화멀티테크노밸리 제3공구에 건설된 강교량의 경우, 조분의 침식에 저항성이 우수한 도장재료의 선정이 무엇보다도 중요하리라 사료된다.

이상의 결과를 종합해 보면 시화멀티테크노밸리 제 3공구 내에 신설되는 구조물의 경우 해수에 대한 내구성의 저하가 우려되기 때문에 특별히 염해에 대한 대책이 필요할 것으로 사료된다. 철근콘크리트 구조물의 경우, 내구성을 향상시키기 위한 콘크리트의 재료 및 배합과 적극적인 내염대책이 필요하리라 사료되며, 강교의 경우, 강재의 부식을 방지할 수 있도록 도장에 대한 특별한 대책이 강구되어야 한다.

"행복을 이어주는 사람들"

한국도로공사 도로교통기술원

수신자 : 수신자 참조

(경유)

참 조 : 도로처, 구조물처, 건설계획처, 건설관리처, 민자도로처, 설계처, 건설환경실

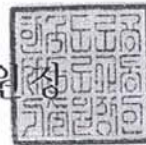
제 목 : 강교의 금속용사(메탈라이징) 적용 지침 제정 통보

1. 기술의10403-103(2004.10.11) 및 기술의10403-111(2004.10.26) 호의 관련입니다.

2. 위 호와 관련하여 실시하였던 제13차 설계자문위원회 「강교 도장의 대체 방식대책으로서의 메탈라이징의 적용」에서 “강교의 금속용사 적용 지침”(첨부 참조)이 제정되었음을 통보하오니 강교 방식공법으로 메탈라이징을 적용할 경우 업무에 참고하시기 바랍니다.

첨 부 : 1. 강교의 금속용사 적용 지침 1부
2. 설계심의 안전 요약 1부. 끝.

도로교통기술원



수신자 갑1,본10-본60,지11-지66

연구원 이찬영

책임연구
원 정해문

연구위원 이광호

원장 박문기

협조자 연구기획팀 팀장 김덕용

시행 연구개발실-1058 (2005.04.29.) 접수 민자도로처-945/5524 (2005.05.02.)
우 445-812 경기도 화성시 동탄면 산척리 50-5 / <http://www.freeway.co.kr/>
전화 031-371-3352 전송 031-371-3359 / leecy@freeway.co.kr / 공개