

one's own technology
 도장, 방수 특허 시스템

www.monomns.co.kr

주식회사 모노화학



Flawless Repair System

노후된 공동 주택의 기능 회복과 수명 연장을 위한 기술

특허 제 10-2439699호

1 SGM 공법

아스팔트 성글 지붕 보수 공법



특허 제 10-1799734호 / 특허 제 10-2125899호

2 PVC 시트방수

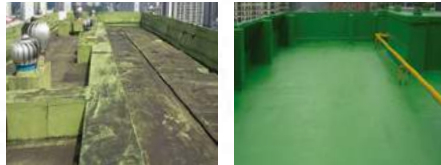
하이브리드 PVC시트 방수 공법



특허 제 10-1439298호

3 DEWS 복합방수

우레탄 도막 + 아스팔트 시트 복합 방수 공법



특허 제 10-1700652호

4 MNS 공법

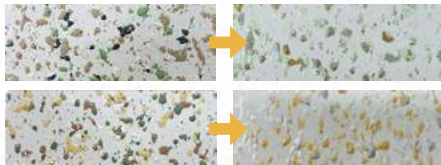
균열 또는 박락 부위 보강 보수 공법



특허 제 10-1579125호

6 노블텍스 공법

수용성 친환경 무니코트



특허 제 10-2467570호

8 WPE 공법

아크릴 주입 균열보수 공법



특허 제 10-0976846호 / 건설 신기술 제822호

9 TPS 공법

에폭시 주입 균열보수 공법



특허 제 10-1837412호

5 MCR 공법

콘크리트 구조물 보수 공법



특허 제 10-2466106호

7 FGM 공법

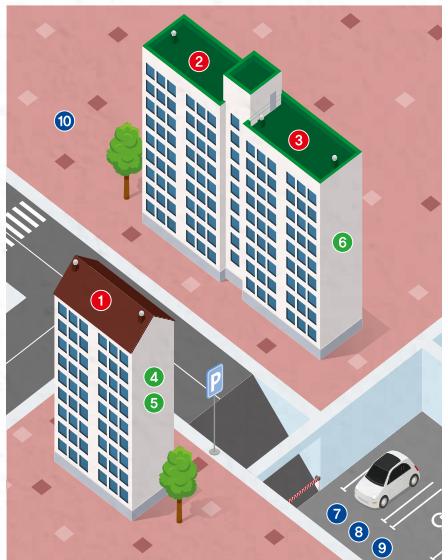
지하 주차장 바닥 보수 공법



특허 제 10-1743490호 / 특허 제 10-1537208호

10 차열블록

백화방지 및 차열성이 우수한 인조블록



FR System 보유 특허 공법

번호	특허 등록번호	적용 용도	번호	특허 등록번호	적용 용도
1	특허 제10-2439699호	아스팔트성글보수	6	특허 제10-1579125호	수용성 무니코트
2	특허 제10-1799734호 특허 제10-2125899호	옥상방수	7	특허 제10-2466106호	주차장 바닥 보수
3	특허 제10-1439298호	옥상방수	8	특허 제10-2467570호	아크릴 주입재
4	특허 제10-1700652호	외벽균열보수	9	특허 제10-0976846호 건설 신기술 제822호	에폭시 주입재
5	특허 제10-1837412호	외벽균열보수	10	특허 제10-1743490호 특허 제10-1537208호	보도블럭

공동주택 유지관리 시스템 F·R System

전문가들이 만들어낸 독자적인 기술과 노하우로
 연구·개발된 고품질의 자재와 공법

(주)모노화학 · (주)케이피지 · 한국석유공업(주)
 한미건설(주) · (주)한보엔지니어링 · (주)휴먼스

대한전문건설협회 도장공사협회 회원

페인팅저널

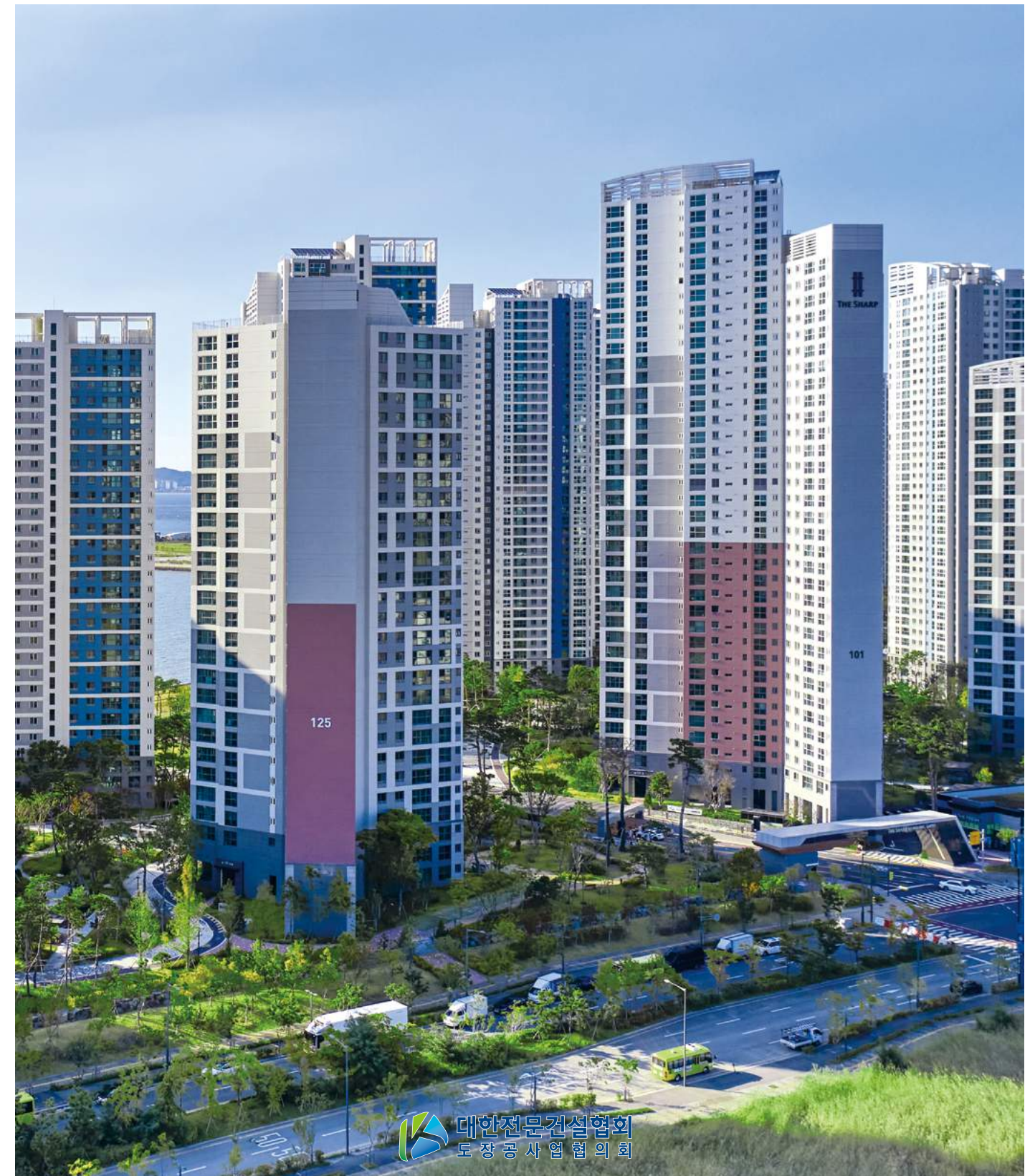
PAINTING JOURNAL 2024 상반기호

2024 No.13

〈페인팅저널〉은 도장공사업을 위한 정보 잡지입니다

• 페인팅저널
 • 창간 1998년 9월 15일
 • 발행 2024년 3월 25일
 • 통권 제13호

• 대한전문건설협회 도장공사협회 발행
 • 서울시 동작구 보라매로 5길 15(신대방동) 전문건설회관 8층



대한전문건설협회
 도장공사협회

긍정합시다



대한전문건설협회 도장공사업협의회 회장
진원피앤씨(주) 대표 **엄재열**

자전거 이론을 아시는지요? 페달을 밟지 않으면 자전거는 균형을 잃고 쓰러진다는 것입니다. 계속 전진해서 앞으로 나아가야 유지되고 성장한다는 이론입니다. 성장시장에서는 이 이론이 맞는 얘기였습니다. 손실을 감수하고라도 물량을 확보하고 다른 부문의 수익으로 돌리면서 몸집을 키워냈습니다. 겨우 키운 몸집으로 버티다 호황기를 맞으면 더 큰 기회를 잡을 수 있었고 이는 더 많은 이익과 성장으로 나아갈 수 있다는 기대가 우리 안에 있었습니다. 그래서 손해를 감수하고서라도 수주를 해왔던 우리였습니다.

그런데 최근 입찰현장에 유찰이 큰 이슈로 자리 잡고 있습니다. 공공·민간공사를 막론하고, 건설사가 수익이 나지 않는 공사에 대해서는 입찰부터 철저히 외면하고 있는 것입니다. 공사비 상승 때문입니다. 발표된 자료에 의하면 2020년 말부터 2023년 말까지 3년간 건설물가라고 불리는 중간재 건설용 물가는 무려 35.6%가 증가했다고 합니다. 코로나팬데믹으로 인

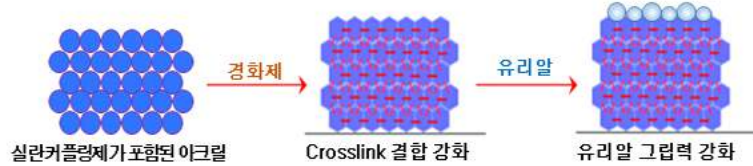
한 유동성 확대, 그리고 이어진 전쟁으로 엄청난 물가상승의 파고를 만났으며 이는 감당하기 어려운 공사비 상승으로 이어졌습니다. 여기에 가뜰이나 인력난에 허덕이는 건설현장에 외국인 근로자를 중심으로 한 인건비 담합도 공사비 상승에 지대한 역할을 한 것이 사실입니다. 그나마 마감공정인 도장공사업은 이전에 수주한 물량으로 버티고 있다고는 하나, 새롭게 시행되어야 하는 사업장은 건설경기 부진과 맞물려 막막한 현실을 마주하고 있습니다. 여기에 중대재해처벌법 국회 통과까지... 참 어려운 시기입니다.

밤이 정말 캄캄하다는 것은 곧 새벽이 온다는 징조라 하였습니다. 새로운 세상은 늘 소수의 변화된 사람을 통해 시작되지만 그 일에 동참하는 이들이 많아질 때 큰 흐름을 이룰 수 있습니다. 뚜렷한 묘안은 없지만 그럼에도 내가 먼저 긍정합시다. 그리고 그 긍정에 서로서로 동참하며 긍정의 큰 흐름을 만들어 갑시다. 그리고 더 밝고 찬란한 새벽을 맞이합시다.



실란커플링제가 함유된 아크릴 수지를 이용한 상온경화형 초속경 차선공법

원리



- 건조속도가 2배이상 빠른 초속경차선
- 모든 포장면 및 기존 차선과의 호환성이 우수한 고내구성 차선
- 경제성이 우수한 친환경 차선

시공



적용사례



DRP 대한로드라인페인트(주)

서울시 영등포구 여의대방로61길 2, 천록빌딩 1009호
TEL.(02)848-0297 FAX.(02)848-0331 www.drproad.com

아파트 외벽의 탈락, 누수 및 균열의 모든 것

(주)모노화학 균열보수 공법이 말끔하게 해결해드립니다

MONO SYSTEM

아파트의 모든 콘크리트 벽체면의 기능회복과 수명연장에 특화된, MNS공법, MCR공법

(주)모노화학은 믿음과 신뢰의 전국 70여 개 협약 업체와 함께하고 있습니다.

특허 제10-1700652호 MNS 공법

(철근 콘크리트 구조물의 균열 또는 콘크리트 박락 부위와 구조재에 대한 보강 보수 공법)

철근 콘크리트 구조물 보수면의 내수성, 내구성을 향상시키고 방수성능 및 유지보수 그리고 관리 감독에 있어 특화된 보수 보강 공법



특허 제10-1837412호 MCR 공법(Mono Crack Repair)

(콘크리트 구조물의 보수 방법)

콘크리트 외벽에 침투성 세라믹 코팅막을 형성하여 페인트 변색 방지와 외벽의 방수기능 향상을 목적으로 하는 콘크리트 표면 보호 공법



보유 특허 및 품질인증 지정서(Q-MARK)



삼화니까 **안심**이다

ESG
안심삼화

건물 수명 연장하는 아이생각 **슈퍼케어**



- 콘크리트 중성화 방지
- 미세크랙 방지
- 발수 기능



실내에는 '안심닥터 수성 내부 1급'



KSM 6010 2종 1급 규격 충족
KS 한국표준협회 지정 규격에 만족하는 수성 무광 제품.
신축/재도장에 적합한 설계 개발.



바이러스 사멸효과 99.9%
코로나, 인플루엔자 등 바이러스 사멸효과 99.9%
항균/곰팡이 억제 성능 우수.



실내 환경에 적합한 페인트
4대 중금속(Pb, Cd, Hg, Cr6+) 검출한계 미만 및
TVOC 실내 공기질 관리법 기준 미만



SAMHWA 삼화페인트

■ 서울본사 : 서울특별시 종로구 돈화문로 58(모동 125번지) TEL. 02-765-3641 FAX. 02-765-0447
■ 안산공장 : 경기도 안산시 단원구 별망로 178(성곡동 677) TEL. 031-499-0394 FAX. 031-499-0399

홈페이지 | www.samhwa.com 고객센터 | 1544-5357



| 마블스톤 | 무닉코트 | 탄성코트 세라믹 |

창조적인 **美**에서 자연의 아름다움을 ~
다채무늬도료업체의 선두주자

아름다운 환경, 건강한 주거문화를 위하여
대보페인트(주)는 생각하고 실천하는 기업이 되겠습니다.



DAEBO
대보페인트(주)

본사 및 공장
인천광역시 남동구 영고개로 621번길 70, 80(고산동)
TEL. 032-819-2900 FAX. 032-819-2910
E-mail. da@da.co.kr <http://www.da.co.kr>



한국품질만족지수
수성/유성도료 부문
9년 연속 1위



소비자웰빙환경만족지수
친환경페인트 부문
2년 연속 1위

BORN TO BE



KCC EGIS 농구단 선수 '허웅'

1등답게, KCC답게
국가대표 페인트 **KCC** 페인트

| 세계판매 기준 대한민국 1위 |
* 2023년 Coatings World Journal 선정

JEVISCO

제비스코, 제비표페인트의 새로운 이름



콘크리트 탄산화 저감용 프리미엄 하도 페인트

푸른솔 듀라실드 프라이머

푸른솔 듀라실드 프라이머는 업계 최초로
한국콘크리트학회의 기술 인증을 받은 제품입니다.

특허 제 10-2305325 호

한국콘크리트학회 인증

✓ 업계 최초
기술 인증 제품



TV OOSUN The Management Awards
TV조선 경영대상
혁신경영대상(친환경기술부문)



우수한 탄성/미세균열 대응

압도적인 도막 탄성을 통해
콘크리트 외벽에 발생한 미세균열 대응!



탁월한 방수/내수성

사계절 외부의 수분, 산소 침투를 효과적으로
차단하여 콘크리트 수명을 보호!



치밀한 도막 형성

높은 부착력으로 치밀한 도막을 형성해
공기 중의 이산화탄소의 침투로 인한
콘크리트 탄산화 저감!

www.jevisco.com

페인트는 **제비스코**

CONTENTS

PAINTING JOURNAL 2024 상반기호

대한전문건설협회 도장공사업협회는
업종의 발전을 촉진하기 위하여 다음 각 호의 사업을
수행하고 있습니다.

1. 업종별 건설공사의 시공기술 향상을 위한 지도와
조사연구
2. 업종별 고유의 권익신장과 전문기술 발전을 위한
자료 발간 및 지원사업
3. 전문기능인력의 육성 및 교육 실시
4. 건설기자재의 품질관리 개선업무
5. 공사설계단가, 품셈, 노임, 지방세의 합리적인 개선
6. 전문 기술, 기자재, 신공법에 관한 정보지 발간
7. 기타 회원봉사업무



표지설명 : 인천시 연수구 랜드마크로 160
더샵송도마리나베이

페인팅저널

• 창간 1998년 9월 15일 • 발행 2024년 3월 25일 • 통권13호
• 대한전문건설협회 도장공사업협회의 발행 • 서울시 동작구 보라매로 5길 15(신대방동) 전문건설회관 8층

02 권두언
긍정합시다

12 PCC VIEW
대한전문건설협회 도장협의회, 제39회 정기총회 성료 외

14 INTERVIEW PEOPLE
말 잘듣는 회사, 진심은 통합니다

16 INTERVIEW FIELD
단단한 바닥, 단단한 마음으로 실내를 다진다

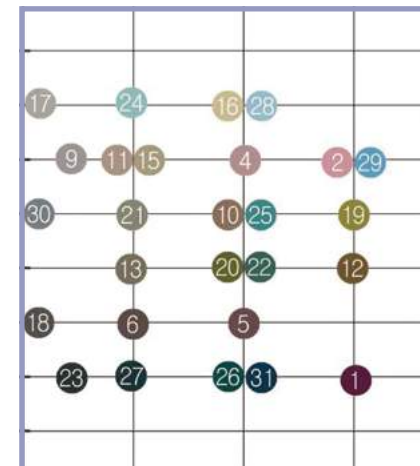
19 PAINTING COLOR
아파트 외관 색채계획과 경관 조화성의 관계

30 도장갤러리
몸과 마음, 영혼을 풍요롭게 하는 따뜻하고 포근한
'피치 퍼즈(Peach Fuzz)'

도/장/공/사

시설물에 칠바탕을 다듬고 도로 등을 붓·롤러·기계 등을 사용하여
칠하는 공사

(일반도장공사·도장흙칠공사·차선도색공사·분사표면처리공사·전천후경기장바탕도장공사·
부식방지공사 등)



19

PAINTING COLOR

아파트 외관 색채계획과 경관
조화성의 관계



30

도장갤러리

몸과 마음, 영혼을 풍요롭게 하는 따뜻
하고 포근한 '피치 퍼즈(Peach Fuzz)'

34 도장 119
중대재해법 전면 확대와 실제

39 도장포스트
2024년 도장 기능사 시험 일정 안내

40 HOT ISSUE
도장공사 하자의 조사, 보수비용의 산정 및 하자 판정 기준
개선 연구

51 재료 메인터넌스
① 실란커플링제가 함유된 아크릴 수지를 이용한 상온경화형 초
속경 차선평법
② 스텔스 차선의 대응 방안

62 포커스
건설현장의 무인(無人) 패러다임 - 급속한 성장과 수요 증폭

70 NEW NEWS
전문건설 조합원사 하자부담 크게 준다 외

72 도장리포트
건축재료 방사성물질 방출 저감을 위한 도로 성능평가

80 페인팅매뉴얼
차열페인트의 원리와 시공

82 컨설팅 페인팅
① 도장공사관련 유사 건설민원 안내
② 도장공사관련 유사 판례사례 안내

86 도장&
① 2024년 변경되는 건설산업 주요 정책·제도
② 건설현장 외국인 활용 개선방안

94 업계동향
전문건설 도장공사업 업체 동향 안내

96 성공학 자료실
결과의 성패를 좌우하는 강화와 약화, 보상과 벌금

대한전문건설협회 도장협의회, 제39회 정기총회 성료
2024 회계연도 사업계획 및 세입, 세출 예산안 원안 통과
중대재해처벌법 시행에 맞서 도장업계 대응방안에 관한 논의 이어져

대한전문건설협회 도장공사업협의회(회장 엄재열)는 지난 2월 22일 서울 호텔 리베라에서 협의회 대표회원 등 30명이 참석한 가운데 ‘제39회 정기총회’를 개최하고 2023회계연도 세입·세출 결산(안)과 2024회계연도 사업계획(안) 및 세입·세출 예산(안)을 원안대로 승인·의결했다.

이날 도장공사업협의회는 오전 11시에 먼저 서울운영분과회의 총회를 시행하여 2023회계연도 서울운영분과위원회 예산 세입·세출 결산(안)과 2024회계연도 사업계획(안) 및 세입·세출예산(안)을 승인 의결하였다. 이후 11시 30분에 바로 도장공사업협의회 제39회 전국 총회를 개최하여 상정된 안건을 원안대로 승인 의결하였다.

이날 행사에는 도장공사업협의회 역대 회장인 홍명선 회장, 김용문 회장과 이기완, 김용호 명예회원이 참석하여 함께 자리를 빛내주었다.

엄재열 회장은 개회사를 통해 “지난해 『도장공사 하자판단 기준집』을 발간하여 연구결과를 전 회원사에 공유하였으며, 도장공사 하자판단기준 개정을 위해 노력한바 국토부 주택건설공급과에서 하자판단기준의 합리적 개정을 위한 건의사항에 대해 적극 검토할 것을 약속받았다”고 밝히며 “올해에는 지난해까지의 성과를 토대로 법령 개정을 통해 하자판정기준을 개선해 하자과 관련된 갈등과 불신을 해소하고 경제적 손실이 발생하지 않도록 최선을 다할 계획”이



라고 다짐했다.

또한 “올해는 저를 비롯한 집행부의 임기가 만료되는 시점으로 남은 임기 동안 끝까지 우리 도장협의회 발전과 이익에 보탬이 되고자 최선의 노력을 다할 것”을 약속했다.

한편 이날 전국협의회 정기총회 개회사에 앞서 협의회 발전에 기여한 업체에 대한 포상순서가 마련되었다. 이 자리에서 엄재열 회장은 권준 노벨콘(주) 대표와 신옥이 상원산업(주) 대표에게 평소 전문건설업에 깊은 애정을 가지고 우리 전문건설업 발전에 이바지하여 왔을 뿐만 아니라 특히 대한전문건설협회 도장공사업협의회 운영과 발전에 기여한 공로에 대한 감사장을 전달했다.

정해진 안건 외에 기타 안건으로는 도장공사업협의회 전국예산 확보의 문제와 중대재해처벌법 시행에 관한 진중한 안내와 토론이 이어졌다. 특히 올해부터 시행되는 중대재해처벌법에 대하여 전문건설협회가 범시행유예를 위해 진행했던 그간의 활동을 공유하였고, 향후 회원 모두의 단합된 힘으로 이 위기를 극복하는데 각자의 자리로 돌아가서라도 적극적인 참석과 활동을 벌일 것에 의견을 모았다. 또한 중처법 시행에 맞서 도장공사업협의회를 중심으로 우리 도장업계에 해당하는 특별하고 구체적인 해결 및 대응방안을 마련하는 데에 노력을 아끼지 않을 것을 결의했다.



대한로드리인페인트(주)(대표 강완혁, 대한전문건설협회 도장공사업협의회 감사)
자체 기술개발로 국토교통부 교통신기술 제60호 인증

대한로드리인페인트(대표 강완혁)가 개발한 ‘실란커플링제가 함유된 아크릴 수지를 이용한 상온경화형 초속경 차선공법’이 최근 국토교통부로부터 교통신기술 제60호로 인증받았다. 그동안 지속적인 유지관리가 필요한 도로 차선 도색의 특성상 신공법 수요가 큰 데 비해 그간 이와 관련한 신기술 인증은 흔치 않았다.

이번에 개발한 상온경화형 초속경 차선공법은 기존 기술 대비 건조시간을 5~6분으로 크게 단축하였고 이밖에 시인성, 시공성 등을 크게 향상시켰다는 점에서 높은 평가를 받았다. 업계는 도색 후 건조시간을 줄여 교통정체를 해소하고, 휘발성유기화합물(VOC) 함유량도 줄여 환경까지 생각한 신기술로 향후 활용도가 커질 것으로 내다보고 있다.



대표 강완혁
대한로드리인페인트(주)



말 잘듣는 회사, 진심은 통합니다

(주)창미건설 도상돈 대표를 만나다

도장공사업체 (주)창미건설의 도상돈 대표와 인터뷰는 쉽지 않았다. 워낙 나서는 걸 싫어하는 성격에 인터뷰를 요청할 때마다 도대표는 내세울 게 없다는 겸손으로 한사코 인터뷰를 마다했었다. 조용히, 큰 욕심 없이, 잔잔히 흐르는 물처럼 27년의 세월을 묵묵히 도장공사현장을 수행해냈던 그는 결국 지난해 건설의 날 기념식에서 영예의 국토교통부 장관상을 수상했다. 시대의 흐름에 요동하지 않고 다만 주어진 매일에 최선을 다한 창미건설의 성실이 결실로 보여지는 순간이었다. 그럼에도 불구하고 도상돈 대표는 회사의 수상이 자랑할 일도 내세울 일도 아니라며 드러내길 꺼려했다.

“도장공사와는 정말 아무 연관이 없던 제가 이 업과 인연을 맺으리라는 건 정말 0.0001%도 생각지 못했었습니다. 당시 무역업을 하고 있던 저에게 어느 날 처가에서 운영하는 회사가 어렵다는 얘기가 들렸고, 사정을 듣고 외면할 수 없었던 저의 마음 약함이 이 분야로 저를 이끄는 데 결정적 역할을 했는지도 모르겠습니다.” 그렇게 어느 날 뜬금없이 도상돈 대표는 이 업에 입문하였다.

건설업에 특히나 도장공사업에 대해 아무것도 모르는 그가 할 수 있었던 것은 정말 아무것도 없었다고 한다. 그저 본인인 한 일이라고는 가라면 가고, 오라면 오고, 현장에 불편한 소리가 있으면 들어주고, 돌아와서 정리하고, 만나는 사람들, 만나는 일들을 반감없이 받아들이고 이해하며, 도대표는 이 업에 자연스럽게 스며들어갔다.

“특별한 문제가 안된다면 상대방의 입장에서 다 이해하고 받아들이려고 했습니다. 큰 욕심도 없었고 워낙 악착같은 성향과는 거리가 있어서 다가오는 일들에 무리하며 텀벼들지 않았습니다. 그래서 큰 돈은 못벌었지만 후회는 없습니다.”



도상돈 대표는 이 기저를 지금까지도 유지하고 있다. 오죽하면 현장에서 “도대표는 손해나도 손해났다는 소리 안하는 사람이니 알아서 챙겨줘야 한다”는 말이 돌 정도이다.

도상돈 대표가 도장공사업에 본격적으로 발을 들여놓은 때가 1997년. 하필 IMF로 국가가 부도위기로 치닫고 있을 때 회사를 본격적으로 맡게 되면서 그는 시대의 파고를 고스란히 떠안을 수밖에 없었다. 그간 주로 현금거래 위주로 작게 작게 업을 영위하던 창미건설에게 갑자기 밀어닥친 어음결제제는 이 회사에 큰 부담으로 작용했다. 평소 지속적으로 어음약정거래가 없었다는 이유로 시중 은행에서 어음할인을 거부당했기 때문이다.

“타고나기를 어디 가서 싫은 소리, 애먼소리도 못하는 사람이라 대금결제를 미룰 수는 없었고, 일단 돈은 돌아야 한다는 판단에 정말 눈앞에서 말도 안되는 손해를 감수해야 했습니다. 그렇게 집 2채를 날려버렸지만 대신 기업과 기업, 사람과 사람과의 약속이행으로 신뢰를 얻어낼 수 있었지요.”



(주)대우건설의 작은 협력사로 출발하여 현재 삼성, 현대, 대림, 포스코 등 메이저 회사들의 우수협력업체로 인정받기까지 (주)창미건설이 가장 중요하게 여겼던 포인트는 말 잘 들어주는 회사, 발주처가 인정하는 회사이다. ‘상대방의 입장에서 들어보면 다 맞는 얘기’라는 도대표의 삶을 대하는 태도는 겸손으로 이어졌고, 이러한 창미의 성향을 아는 현장에서 오히려 일을 좀 해줬으면 하는 의뢰가 먼저 들어오는 경우도 있다고 한다. 경쟁에서 살아남기 위해 무리한 수주를 하기 보다는 작으면 작은 대로, 있으면 있는 대로, 비록 원가가 많이 들어 손해가 나더라도 끝까지 품질시공으로 책임을 다하는 회사, 내 잇속보다는 약속과 책임을 우선하는 회사로 그 명성이 퍼져나갔던 것이다.

송도아트윈 국내 초고층 외벽도장공사, 경북도청 도장공사, 동래래미안아이파크, 춘천센트럴타워 등 대단지 아파트 도장공사를 충분히 소화해내고, 2021년 (주)포스코건설의 개포주공9차아파트현장에서는 고객만족과 열정 그리고, 효율적인 관리로 협력사들의 모범이 되는 회사로 인정받는 등 (주)창미건설의 실력은 나날이 성장하고 있다(2023년 도장공사 시공능력평가액 20,756,048,000원, 전체 도장공사업체 순위 11위).



27년의 세월동안 회사의 이익보다 안전한 최고의 품질시공을 추구하고 있어, 동종업계에서도 품질에 관하여는 시공능력평가 순위 이상으로 발전하고 있는 (주)창미건설. 현재 공사비 상승에 따른 건설발주물량 감소와 중대재해처벌법 시행으로 건설시장에 혹독한 바람이 불고 있기는 하지만 창미는 늘 그래왔듯이 무리하지 않고, 자랑하지 않고, 겸손하게 자리를 지켜내며 다가오는 위기를 수용하는 중이다.



단단한 바닥, 단단한 마감으로 실내를 다진다

서울 마곡지구 CP4 업무시설을 찾아서
현장시공업체 : 진원피앤씨(주)



서울 강서구에 위치한 마곡지구는 700년간 논밭으로 이용하던 366만 5,783㎡ 면적의 부지를 서울시와 SH공사에서 주도한 대규모 개발지이다. 지하철 5호선 마곡역 건설당시만 해도 허허벌판이었던 이곳은 이용객이 없어 전동차가 무정차로 통과하던 지역이었다. 서울시의 도시계획에 따라 건립됐으나 계획이 미뤄지면서 역사 건립비 70억만 낭비한 부실역사라는 오명을 낳은 이곳, 하지만 지금은 LG사이언스파크, 롯데 컨소시엄, 에스오일, 코오롱 등등 수많은 대기업과 중소기업의 연구개발시설들이 들어서면서 그야말로 천지개벽을 이루었다.

“자족적 클러스터” 도보생활권 안에서 주거, 연구산업, 여가 등이 단절없이 원스톱으로 이뤄지는 권역을 만들겠다는 서울시의 도시계획 아래 마곡지구는 이제 완성단계를

이루면서 현재 서울시 25개 자치구 중에서 지역내 총생산 성장률이 가장 높은 곳으로 평가받고 있다.

이 가운데 마곡동 769, 769-1번지에 소재한 원웨스트서울(마곡CP4 업무시설)은 마곡지구 개발의 거의 막바지 현장이다. 이곳은 3만9천50.0㎡ 부지에 지하 7층~지상 12층, 연면적 46만3천543.30㎡ 규모로 건물을 지어 업무시설과 판매시설, 관광숙박시설(호텔)로 사용될 계획이다.

이 사업부지는 5호선 마곡역, 9호선·공항철도 마곡나루역과 인접해 있다. 이들 지하철역과 서울식물원을 지상과 지하로 모두 관통하는 공공보행통로가 조성될 예정인데, CP4 부지는 이 보행통로의 시작점에 들어서 있다.

이 현장에 진원피앤씨(주)가 2024년 8월 준공을 목표로



내부 도장공사작업에 투입되어 있다. 지난 12월부터 현장에 들어간 진원은 짧은 공기임에도 불구하고 그간의 경험을 토대로 일사불란하게 현장을 진행하고 있다.

■ 짧은 공기에 단비와 같은 재료시방

이곳 도장공사현장이 일반 현장과 다른 것은 바닥에 실내용 하드너가 적용되었다는 점이다.

대개 바닥시공은 에폭시코팅으로 적용되는 것이 일반적이다. 바닥에폭시공사란 콘크리트 표면에 도막을 만드는 도장공법으로 두께에 따라서 에폭시 라이닝, 에폭시 코팅 등 다양하게 부른다. 에폭시는 충분히 양생된 콘크리트의 표면정리 후 시공을 해야 하는데, 콘크리트가 채 마르기도 전에 그 위로 바닥재가 도포되게 되면 콘크리트의 수분이 미처 빠져나가지 못하게 된다. 그리고 이것은 바닥재가 들뜸으로 이어져 하자발생의 원인이 된다.

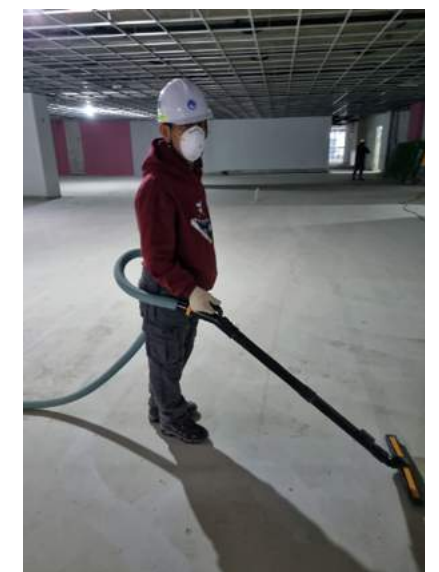
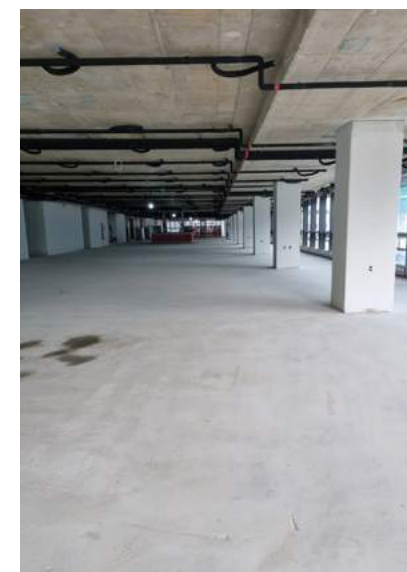
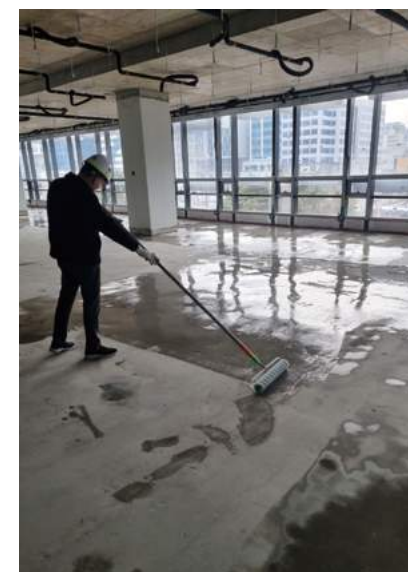
또한 바닥 코팅재는 코팅 후 충분한 경화시간이 소요되는데 그 시간 동안 어느 공정도 진행할 수 없다는 것은 가뜰이나 짧은 공기에 애로사항이 될 수밖에 없다. 콘크리트 바닥의 충분한 양생에 바닥코팅의 양생 작업까지 더하고 나면 이미 소요된 시간으로 말미암아 후속 공정들에게 시간의 압박이 몰아치게 마련이다.

반면 하드너의 경우는 다른 특색이 있다. 본디 하드너는 주로 주차장 바닥 혹은 램프에 도포되는 것이 일반적이다. 이렇게 도포된 하드너는 콘크리트 표면강화제의 용도로 하중과 마찰로 자극이 심한 주차장 콘크리트 표면을 강화해주는 역할을 하게 된다. 이 하드너가 마곡 CP4 현장에는 실내 바닥용으로 사용되고 있다.

■ 기능성 바닥재이자 지속적 광택으로 미관 형성

현장에 시방된 재료의 정확한 명칭은 콘크리트 하지용 고침투성 강화제. 물과 규산으로 구성된 이 제품은 점도가 낮고 높은 침투력을 갖췄다. 도포하는 즉시 콘크리트 내부로 침투해 직접 작용하기 때문에 분진발생이 억제된다. 강화제의 무기질과 콘크리트의 수산화칼슘이 결합하게 되면 초경질의 물질인 포틀랜드 시멘트를 만들어 콘크리트 내부의 미세한 진공상태 또는 기공과 기공 사이 공기의 이동경로를 채워주고 콘크리트 모체를 단단하게 강화해주게 되는 것이다.

침투 후에도 표면에 미세한 광택을 나타내며 콘크리트 사용에 따라 지속적인 광택을 나타내게 된다. 바닥 표면에 화학적인 재료를 코팅하거나 덮는 방식이 아니고 직접 반응을 통한 작용으로 그 효과가 오랜 시간 지속되며 일정 수준의 마찰계수를 유지해 생활 미끄럼방지 기능이 우수





하다는 장점을 갖고 있다.

현장을 지휘하고 있는 진원피앤씨(주) 엄상대 이사는 “현장 설명회 자체가 늦게 열린 탓에 전체 진행을 서둘러야 했으며 이 가운데 바닥 시방이 공기가 짧은 재료로 내려진 건 정말 다행인 일”이라고 말했다.

주의할 점은 젖은 하지 면에는 사용이 불가하다는 점이다. 바닥이 완전히 건조된 상태에서 저압식 펌프를 이용해 스프레이 방식을 이용하거나 바닥면에 직접 부어 퍼발라주는 방식으로 시공한다. 바닥에 완전히 흡수될 수 있도록 부드러운 솔로 이용하여 도포하는데 하지면의 상태에 따라서 0.2~0.4kg/m²량이 필요하지만 공극이 심하거나 부실한 하지면의 경우 사용량은 증가할 수 있다. 도포 후 2시간 정도면 바로 이용이 가능하기 때문에 공기가 얼마 남지 않은 현

장에서는 반가운 재료시방일 수밖에 없다는 것이 진원피앤씨(주) 엄상대 이사의 말이다.

■ 오픈형 설계로 현장시공 한결 수월

A,B,C,D동으로 이루어진 마곡 CP4 현장은 사무실 내부 칸막이나 중간 기둥이 없는 오픈형 구조로 설계되었다. 입주한 기업들은 다양한 업종에서 함께 협업과 교류의 기회를 창출할 수 있도록 한 것이 설계의 의도이다. 게다가 층고 2.7M를 확보함으로써 개방감을 넓힌 것도 이곳의 특징이다. 이러한 설계는 인테리어 레이아웃 공간활용성이 매우 우수하기도 하지만 현장시공에 있어서도 막힌 구조물들이 없다는 것은 진행이 그만큼 수월할 수 있는 장점으로 작용한다.

그러나 품질과 안전시공을 위해 어느 순간에도 긴장을 놓을 수 없는 것이 모든 건설현장이기에 수월한 공사현장이란 있을 수 없다는 게 진원피앤씨(주)가 현장을 대하는 태도이다. 이것이 이 회사를 단단하고 견실한 기업으로 이끄는 힘일 것이다.

단단한 바닥, 단단한 마감으로 차곡차곡 다져지고 있는 마곡 CP4 현장. 2024년 8월 완공을 앞두고 현장의 매일은 계획과 실행으로 실재 없이 분주히 돌아가고 있다. 그리고 이러한 모두의 노력은 흔들리는 건설경기 속에서도 단단한 그 입지를 굳건하게 지켜내며 마곡지구의 랜드마크로 당당히 세워질 것을 기대한다.



아파트 외관 색채계획과 경관 조화성의 관계

- 재도장 아파트 외관 색채 변화추세를 중심으로

Kim, SuYoung* 김수영 | Hwang, SangYun** 황상윤 | Lee, YounJin*** 이윤진

* Master, Dept. of Color, Graduate School of CIPP, Hongik University 홍익대학교 문헌정보정책대학원 색채전공 석사

* Senior Researcher, Color Design Center, KCC Corporation KCC 컬러디자인센터 선임연구원

** Senior Researcher, Color Design Center, KCC Corporation KCC 컬러디자인센터 선임연구원

*** Professor, Dept. of Color Integrated Design, Graduate School of Industrial Arts, Hongik University 홍익대학교 산업미술대학원 색채융합디자인전공 교수

1. Introduction

미국의 도시계획가 케빈 린치(Kevin Lynch)는 도시의 이미지를 통로(Paths), 가장자리(Edges), 구역(Districts), 결절점(Nodes), 랜드마크(Landmarks) 다섯 가지 요소로 구분하였다. 이 중 랜드마크는 도시의 정체성을 형성하는 데 중요한 요소로써 도시 이미지의 각인 효과를 연출한다(Son & Lee, 2019). 최근 전 세계적으로 랜드마크 건축물이 도시 간 경쟁적으로 건설되고 있으며, 인구 과밀화 및 고층화 현상에 따라 도시경관에서 건축물이 차지되는 물리적 점유 비율의 증가는 계속되고 있다. 특히 한국의 경우 1960년대 급격한 도시화 과정을 지나면서 공동주택이 기하급수적으로 증가되었고, 건설사의 아파트 브랜드 상품 개발과 함께 획일화된 입면 디자인을 탈피하고 브랜드의 이미지를 특화하기 위한 외관 디자인 전략이 등장하게 되면서 도시경관에서 아파트는 랜드마크와 같은 역할을 하게 되었다(Jeong, 2013).

국토교통부에서 발표한 아파트 평균 교체수명인 30년 연한을 기준으로 볼 때, 2020년 수도권 아파트의 세대수는 7,034세대이고, 2015년도까지의 구축아파트는

6,104세대로 신축아파트보다 현저히 많아 도시 이미지 형성에 더 큰 영향이 되고 있다(Kim, 2023). 또한 아파트 외관 디자인 요소 중 색채는 도시 이미지에서 아파트가 차지되는 비중이 증가됨에 따라 도시 미관 조성에 시각적으로 큰 영향이 된다(Hwang, 2022).

특히 구축아파트의 외관 색채는 공동주택관리법 세부 시행규칙에서 5년을 주기로 권고하는 재도장 공사를 통해 지속적으로 변화되며, 입주민의 의견권에 따라 외관 색채계획은 결정된다. 이 과정에서 적용 색채와 디자인은 지방자치단체 경관 심의에 의한 규제가 신축에 비해 적다(Kim, 2023). 따라서 재도장 공사를 통한 구축 아파트의 외관 색채계획 변화 추세를 파악하여 경관별 조화로운 외관 색채의 방향성을 제시할 필요가 있다. 또한 외관 색채계획의 경관 조화성에 대한 의식 평가를 통해 사용자 관점에서 외관 색채계획과 경관 조화성의 관계를 규명할 필요가 있다.

이에 본 연구의 목적은 수도권 구축 아파트를 중심으로 재도장 공사에 따른 시기별 외관 색채 변화를 파악하고, 경관별 외관 색채계획 조화성에 대한 사용자 인

식 평가의 비교 분석과 개선점 제시이다. 또한 색채가 이드라인의 권장색 범위 내 조화성 인식과 부합하는 색채 및 배색디자인의 유형을 파악하여 조화성 관점에서 경관별 아파트 외관 색채계획 방향성 제시를 목적으로 한다.

1.1. 연구배경 및 목적

본 연구의 방법은 다음과 같다.
첫째, 한국의 구축 아파트 규모와 재도장 공사에 따른 외관 색채 변화 양상 및 색채계획의 중요성을 인식하고, 본 연구의 목적 및 방법을 제시한다.
둘째, 문헌조사를 통해 도시경관에서 색채 역할과 구축 아파트 재도장 공사 개념을 고찰하고 선행연구와의 차별성을 제시한다.
셋째, 연도별 구축 아파트의 재도장 공사에서 사용된 외관 색채를 조사하여 경향을 분석한다.
넷째, 색채가이드라인의 권장색채를 활용하여 경관별 아파트 외관 색채 및 배색 조화성 평가 항목을 설정하고 설문조사를 실시한다.
마지막으로 설문조사 결과를 분석하고, 재도장 아파트 외관 색채 변화 경향과 비교·분석하여 경관별 조화로운 아파트 외관 색채계획 방향성을 제시한다.

본 연구의 범위는 다음과 같다.
첫째, 아파트 재도장 공사를 위한 외관 색채디자인을 제공하는 업체 중 재도장 공사에 적용되는 정확한 도료 색을 파악해야 하므로 외관 색채디자인을 제공하는 국내 도료사 중 K사의 색채계획 적용 사례로 제한한다.
둘째, 2000년대부터 2020년대까지 외관 재도장 공사를 실시한 수도권 내 1000세대 이상 규모의 구축 아파트를 연구 대상으로 한다.
셋째, 설문 범위는 외관 색채디자인 투표에 참여하는 일반인을 대상으로 135명을 편의적으로 표집하였다. 2022년 7월 13일부터 2023년 9월 24일까지 온라인 설문조사를 실시하였으며, 총 128부의 유효 설문지를 분

석하였다.
본 연구는 경관별 아파트 외관 색채 및 배색디자인에 대해 조화성을 분석한 선행 연구(Kim, 2023)와 연속성이 있는 연구로써, 현황조사와 설문조사의 일관된 비교분석을 위한 색체계 선정과 설문의 표본집단을 보완하고, 조화성 인식 결과에 대해 색채가이드라인을 활용하여 색상·명도·채도 분석을 다룬다는 점에서 차이가 있다.

2. Theoretical Background

2.1. 경관색채와 색채가이드라인

경관(景觀)은 자연·인공 요소 및 주민의 생활상 등으로 이루어진 일단의 지역 환경적 특징이다(Korea Landscape Council, 2008). 경관은 물리적 요소와 비물리적 요소로 구분될 수 있으며, 경관색채는 경관의 하위 개념으로써 물리적 요소와 비물리적 요소 두 가지 범주를 모두 고려하여 계획되어야 한다(Lee, 2017). 도시의 경관색채는 경관 요소들에 따라 도시 정체성을 궁극적으로 형성하는 요인이 된다(Korea Landscape Council, 2008). 또한 물리적 요소 중 자연·인공적 요소의 색채는 형태적 특징과 결합되어 도시 이미지를 구축하게 된다. 특히 인공적 요소인 건축물의 색채는 스스로 경관의 일부가 되어 전경 색채가 되기 때문에 색채조화가 매우 중요하다(Kim & Park, 2010).

그중 아파트는 도시에서 물리적으로 큰 면적을 가지게 되며 경관색채에 많은 영향을 주는 대표적인 주거 건축물이다. 따라서 아파트의 외관 색채는 도시경관 전체의 방향성을 결정하는 중요한 경관색채 중 하나로써 크게 작용되며, 색채계획의 경관 조화성 평가는 도시 전체의 이미지 변화를 가져오게 되는 중요한 시각적 요인으로서 적절한 기준에 따라 관리되어야 한다. 특히 경관을 고려한 외관 색채계획은 도시환경과 같이 다양한 요소들이 집합되는 장소에서 색채를 정리하고 조정

〈Table 1〉 서울시 경관별 권장색채 사용범위

구분		권장색채 사용범위
자연녹지 경관	주조색	명도 8이상, 채도 40이하의 10R~10Y계열, G~10BG계열
	보조색	명도 3~8, 채도 60이하의 10R~10Y계열, 5BG~10BG계열
	강조색	원색 제한
수변 경관	주조색	명도 8이상, 채도 30이하의 10R~10Y계열
	보조색	명도 2~9, 채도 40이하의 10R~10Y계열
	강조색	원색 제한
역사문화 경관	주조색	명도 8이상, 채도 30이하의 10R~10Y계열
	보조색	명도 3~8, 채도 70이하의 10R~10Y계열
	강조색	원색 제한
시가지 경관 (상업)	주조색	명도 8이상, 채도 70이하의 5Y~10Y계열, 5BG~10BG계열, 5YR~10YR계열 5P, 10G, 10PB, 5RP계열
	보조색	명도 2~9, 채도 90이하의 5Y~10Y계열, 5BG~10BG계열, 5YR~10YR계열 5P, 10G, 10PB, 5RP계열
	강조색	원색 제한
시가지 경관 (업무)	주조색	명도 8이상, 채도 20이하의 5Y~10Y계열, 5BG~10BG계열
	보조색	명도 2~8, 채도 40이하의 5Y~10Y계열, 5BG~10BG계열
	강조색	원색 제한

하여 질서 있는 경관을 만드는 데 도움이 된다(Bae & Lee, 2016).

2007년 경관법 제정 이후 지방자치단체는 경관색채계획을 수립하고 제도적 차원에서 지역 고유의 특성이 반영된 색채를 정립하였다. 이러한 경관색채계획을 실현하기 위한 도구로써 경관색채 가이드라인은 고유한 지역 색채를 찾아내고자 하는 방향성과 적절한 색채

사용 기준 정립과 평가의 목적으로 수립되었다(Kim, 2010). 대표적으로 서울특별시는 ‘서울색 정립 및 체계화 연구 보고서’를 통해 정량적 및 정성적으로 서울색을 정립하고 정체성을 부여하고자 하였다. 서울을 대표하는 자연 녹지경관, 수변경관, 역사문화경관, 시가지경관을 권역으로 구분하여 각 권역의 특성에 부합하는 색채를 측색 및 육안비색법을 사용하여 도출하고 선호도 조사를 통해 적용 기준을 제시하였다(〈Table 1〉 참조).

서울색은 서울권장색 600색과 서울현상색 250색으로 구성되며, 현상색 중 50개를 뽑은 서울지역색과 그중에서 10개를 뽑은 서울 대표색으로 선정되었다. 또한 색채 표기는 서울색 코드(SLC), NCS, CMYK, RGB, Munsell로 병기되고 있다(Kim, 2010). 본 연구에서 경관과의 조화성 인식 분석을 위해 선정한 색채가이드라인은 구축 아파트 재도장 공사에서 외관 색채디자인이 제공되기 시작한 2000년대 중후반의 시기와 유사하고, 2007년 경관법 제정 이후 자연·인문환경이 반영된 초기 색채가이드라인으로써 국내 색채가이드라인 정립의 선례가 되는 서울시 경관 색채가이드라인으로 한다.

2.2. 아파트 외관 색채 연구 동향

아파트 외관 색채는 경관법 제정 이후 주목받게 되어 신축 브랜드 아파트와 재도장 아파트를 중심으로 외관 색채 분석과 도시 이미지 정립을 위한 방향성 연구도 진행되고 있다.

Kim(2007)은 수원시, 고양시, 부천시를 중심으로 브랜드 아파트 외관 색채를 분석하여 주변환경과 무관한 아파트 아이덴티티를 내세운 도시경관의 문제점을 시사하였다. Cho(2009)는 광주광역시 수완지구를 중심으로 주변 환경을 고려하지 않은 아파트 외관 색채와 형태미를 분석하고 지역 아이덴티티를 부각시킬 수 있는 색채계획을 수립하였다. Yun(2011)은 남양주시를 대상

으로 재도장 아파트 색채계획을 위한 환경색채 자료를 제시하고 남양주시 표준 색견본을 활용한 배색 이미지를 제안했다. Lee(2012)는 색채 가이드라인 유무의 따른 안양시와 고양시 재도장 아파트의 외관 색채 분석을 통해 문제점을 파악하고 개선 방향을 제시하였다. In(2012)은 김포시 풍무동 재도장 아파트 단지를 중심으로 지역 이미지를 강화할 수 있는 방향성과 관리 기준을 제시하였다. Jeong(2013)은 수도권 신도시 아파트 외관 색채 현황을 분석하였고, Oh(2015)는 국내 5개 건설사 아파트 외관 색채 변화를 조사하여 브랜드 이미지 색채를 비교 분석하였다. Lee(2016)는 브랜드 아파트의 외관 색채와 배색기법을 분석하고 도시 이미지를 고려한 외관 색채 방향성을 제시하였다.

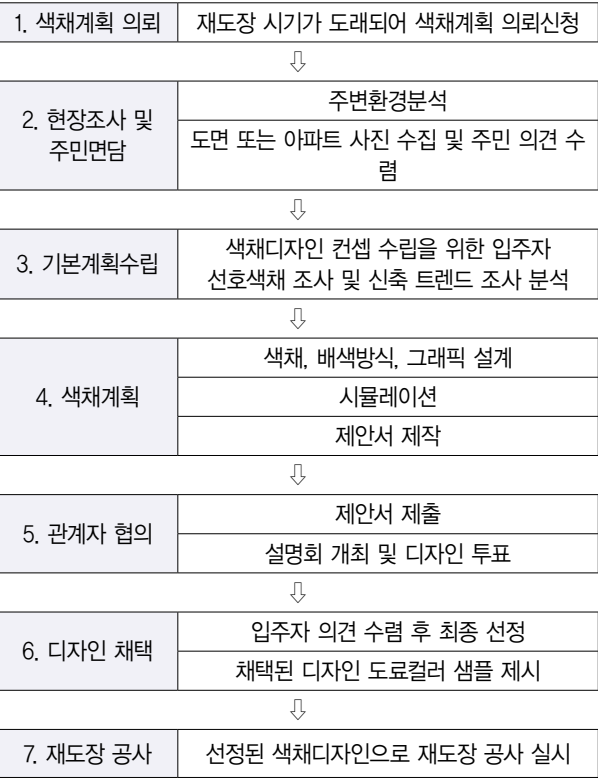
이상의 관련 선행연구 분석을 통해 아파트의 외관 색채 계획이 브랜드 또는 지역 아이덴티티를 강조하는 경향을 보이며, 특히 재도장 아파트의 외관 색채계획은 도시 이미지 정립을 위한 방향성과 기준 제시의 필요성이 지속적으로 강조되는 것을 알 수 있다. 그러나 특정 아파트 브랜드 및 지역 아파트를 중심으로 분석되어 있어 권역 중심의 장기적인 변화 경향 파악과 경관별 기준 및 평가 분석이라고 보기 어렵다. 따라서 신축 및 브랜드 아파트 뿐만 아니라 재도장 아파트에 대한 경관 권역 중심의 외관 색채계획 변화 파악과 경관 특성이 반영된 색채계획의 조화성에 대한 비교 분석 중심으로 접근할 필요가 있다.

2.3. 아파트 재도장 색채계획

아파트 재도장 공사는 공동주택관리법 제29조 4항에 의거하여 장기수선계획에 따라 행해지는 보수공사 중 하나이다. 재도장은 외부 환경으로부터 콘크리트의 내구력을 높이는 보호 기능을 하고 색상의 변·퇴색을 개선시킨다. 이는 아파트의 미관 향상을 통해 유·무형적 가치 상승효과에 대한 입주민의 기대감으로 이어지게 된다(Painting Works Council, 2020).

아파트 재도장 색채계획은 일반적으로 도료사에서 제공하는 외관 색채디자인을 중심으로 이루어진다. 주변 환경 분석과 색채계획을 수립하고 설계하는 과정은 일반적인 신축 공사와 유사하지만, 재도장 색채계획은 대부분 지방자치단체의 심의 및 색채 가이드라인을 통해 규제되지 않고 있다. 따라서 재도장 공사는 제출된 제안서에 대한 설명회 및 입주민의 투표를 통해 외관 색채 디자인 결정이 가능하다(Figure 1) 참조).

이 과정에서 재도장 공사 수주에 참여하는 도료사들은 외관 색채디자인의 주목성을 높이고 경쟁사와 경쟁에서 최종 디자인으로 선정되기 위해 입주민 선호색상 위주 및 화려한 시뮬레이션을 제안하는 구조적인 문제를 가지고 있다(Lee, 2012). 또한 입주민은 외관 색채디자인 변화에 따른 부동산 시장 가치 상승 기대감의 반영으로 브랜드 아파트의 신축 외관 색채디자인을 선호하는 경향이 두드러진다(Kim, 2023). 이로 인해 건설사



〈Figure 1〉아파트 재도장 색채디자인 프로세스

의 색채가이드에 종속되어 지역 이미지와 경관색채에 대한 고려가 미비한 색채디자인이 적용·확산되는 악순환이 반복되고 있다(Hwang, 2020). 따라서 재도장 아파트의 외관 색채 현황 파악을 통한 선호색 경향을 파악하고, 경관별 색채 및 배색디자인의 조화성에 대한 관계 분석을 통해 재도장 아파트의 외관 색채디자인 과정에서 경관색채를 고려한 기초자료 제공이 필요하다.

3. Color Analysis about Repainted Apartment Exteiors

3.1. 컬러 팔레트 수집

〈Table 2〉주조색 빈도

구분	색상빈도											
	R	YR	Y	GY	G	BG	B	PB	P	RP	N	계
00년대 중후반	-	5 (55.6%)	4 (44.4%)	-	-	-	-	-	-	-	-	9 (100%)
10년대 초중반	-	9 (81.8%)	-	-	-	-	-	-	-	-	2 (18.2%)	11 (100%)
10년대 중후반	-	2 (13.3%)	1 (6.7%)	-	-	-	-	-	-	-	12 (80%)	15 (100%)
20년대	-	1 (9.1%)	1 (9.1%)	-	-	-	-	-	-	-	9 (81.8%)	11 (100%)

구분	명도빈도										
	0~	1~	2~	3~	4~	5~	6~	7~	8~	9~	계
00년대 중후반	-	-	-	-	-	-	-	-	5 (55.6%)	4 (44.4%)	9 (100%)
10년대 초중반	-	-	-	-	-	-	-	-	10 (90.9%)	1 (9.1%)	11 (100%)
10년대 중후반	-	-	-	-	-	-	-	-	3 (20%)	12 (80%)	15 (100%)
20년대	-	-	-	-	-	-	-	-	2 (18.2%)	9 (81.8%)	11 (100%)

구분	채도빈도										
	0~	1~	2~	3~	4~	5~	6~	7~	8~	9~	계
00년대 중후반	-	9 (100%)	-	-	-	-	-	-	-	-	9 (100%)
10년대 초중반	2 (18.2%)	9 (81.8%)	-	-	-	-	-	-	-	-	11 (100%)
10년대 중후반	13 (86.7%)	2 (13.3%)	-	-	-	-	-	-	-	-	15 (100%)
20년대	10 (90.9%)	1 (9.1%)	-	-	-	-	-	-	-	-	11 (100%)

〈Table 3〉보조색 빈도

구분	색상빈도											
	R	YR	Y	GY	G	BG	B	PB	P	RP	N	계
00년대 중후반	-	15 (83.3%)	2 (11.1%)	-	-	-	-	-	-	1 (5.6%)	-	18 (100%)
10년대 초중반	-	15 (65.2%)	2 (8.7%)	-	-	1 (4.3%)	-	1 (4.3%)	-	1 (4.3%)	3 (13.0%)	23 (100%)
10년대 중후반	-	2 (6.3%)	6 (18.8%)	-	-	5 (15.6%)	-	-	-	1 (3.1%)	18 (56.6%)	32 (100%)
20년대	-	-	1 (9.1%)	-	-	3 (14.3%)	-	-	-	-	14 (66.7%)	21 (100%)

구분	명도빈도										
	0~	1~	2~	3~	4~	5~	6~	7~	8~	9~	계
00년대 중후반	-	-	-	-	-	3 (16.7%)	6 (33.3%)	4 (22.2%)	5 (27.8%)	-	18 (100%)
10년대 초중반	-	-	-	-	-	5 (21.7%)	9 (39.1%)	6 (26.1%)	3 (13.0%)	-	23 (100%)
10년대 중후반	-	-	-	-	-	3 (9.4%)	14 (43.8%)	14 (43.8%)	1 (3.1%)	-	32 (100%)
20년대	-	-	-	-	-	4 (19.0%)	8 (38.1%)	9 (42.9%)	-	-	21 (100%)

구분	채도빈도										
	0~	1~	2~	3~	4~	5~	6~	7~	8~	9~	계
00년대 중후반	2 (11.1%)	9 (50%)	4 (22.2%)	2 (11.1%)	1 (5.6%)	-	-	-	-	-	18 (100%)
10년대 초중반	3 (13.0%)	17 (73.9%)	2 (8.7%)	-	-	-	-	-	-	-	23 (100%)
10년대 중후반	25 (78.1%)	2 (6.3%)	5 (15.6%)	-	-	-	-	-	-	-	32 (100%)
20년대	18 (85.7%)	-	3 (14.3%)	-	-	-	-	-	-	-	21 (100%)

색, 20~30%를 보조색, 10~20%를 강조색으로 구분되었다. 아파트 조사 범위는 재도장 공사에서 색채디자인이 제공되기 시작한 2000년대 중후반부터 2020년대 초반까지 수도권 1000세대 이상 구축 아파트(2000년대 중후반 9개 현장, 2010년대 초중반 11개 현장, 2010년대 중후반 15개 현장, 2020년대 초반 11개 현장)의 외관 색채이다.

3.2. 아파트 외관 색채 분석

수집된 아파트 외관 색채는 먼셀 색체계를 기준으로 가로축에 색상·명도·채도, 세로축에 연도로 분석하고 주조색·보조색·강조색을 비교하여 변화추세로써 파악되었다(〈Table 2, 3, 4〉참조).

〈Table 4〉강조색 빈도

구분	색상빈도											
	R	YR	Y	GY	G	BG	B	PB	P	RP	N	계
00년대 중후반	2 (18.2%)	5 (45.5%)	3 (27.3%)	-	-	-	-	-	-	-	1 (9.1%)	11 (100%)
10년대 초중반	1 (3.8%)	5 (19.2%)	5 (19.2%)	7 (26.9%)	-	1 (3.8%)	1 (3.8%)	4 (15.4%)	-	-	2 (7.7%)	26 (100%)
10년대 중후반	1 (3.3%)	3 (10.0%)	-	3 (10.0%)	-	2 (6.7%)	3 (10.0%)	13 (43.3%)	-	2 (6.7%)	3 (10.0%)	30 (100%)
20년대	-	2 (10.0%)	2 (10.0%)	-	-	1 (5.0%)	-	7 (35.0%)	-	-	8 (40.0%)	20 (100%)

구분	명도빈도										
	0~	1~	2~	3~	4~	5~	6~	7~	8~	9~	계
00년대 중후반	-	-	-	-	1 (9.1%)	4 (36.4%)	4 (36.4%)	2 (18.2%)	-	-	11 (100%)
10년대 초중반	-	-	-	-	-	3 (11.5%)	12 (46.4%)	6 (23.1%)	-	5 (19.2%)	26 (100%)
10년대 중후반	-	-	-	-	3 (10.0%)	14 (46.7%)	10 (33.4%)	3 (10.0%)	-	-	30 (100%)
20년대	-	-	1 (5.0%)	2 (10.0%)	9 (45.0%)	6 (30.0%)	2 (10.0%)	-	-	-	20 (100%)

구분	채도빈도										
	0~	1~	2~	3~	4~	5~	6~	7~	8~	9~	계
00년대 중후반	1 (9.1%)	1 (9.1%)	1 (9.1%)	5 (45.5%)	-	3 (27.3%)	-	-	-	-	11 (100%)
10년대 초중반	5 (19.2%)	7 (26.9%)	-	5 (19.2%)	4 (15.4%)	4 (15.4%)	-	1 (3.8%)	-	-	26 (100%)
10년대 중후반	2 (6.7%)	4 (13.3%)	6 (20.0%)	2 (6.7%)	2 (6.7%)	8 (26.7%)	2 (6.7%)	2 (6.7%)	-	-	30 (100%)
20년대	10 (50.0%)	1 (5.0%)	6 (30.0%)	-	1 (5.0%)	1 (5.0%)	1 (5.0%)	-	-	-	20 (100%)

2000년대 중후반의 재도장 아파트의 외관에서 주조색은 YR계열의 고명도·저채도의 분포가 가장 많이 나타났고, 보조색의 경우 YR계열의 고·중명도, 저채도가 많았다. 또한 강조색은 YR계열의 중명도·중채도 색이 대부분 차지했다. 2010년대 초중반의 재도장 아파트의 외관에서 주조색은 YR계열의 고명도·저채도의 색상이 주로 사용되었고, 보조색은 YR계열의 중명도·저채도, 강조색은 YR-Y-GY계열의 고·중명도 및 중·저채도색을 사용되었다. 2010년대 중후반의 재도장 아파트의 외관에서 주조색은 고명도·무채색 비율이 높았으며, 보조색은 또한 중명도·무채색이 주로 사용되었다. 강조색은 다양한 색상이 적용되었는데, 그 중 B, PB계열의 중명도 및 중·저채도 비율이 과거에 비해 증가되었으며 RP계열이 새롭게 외관 색채에 적용되었다. 2020년대 재도장 아파트의 외관에서 주조색은 고명도·무채색, 보조색은 중명도·무채색 비율이 높았다. 또한, 강조색은 무채색과 PB계열 및 중명도·저채도 색채가 주로 사용되었다.

분석한 연도별 외관 색채를 적용 면적에 따라 주조색·보조색·강조색의 변화 흐름은 다음과 같았다.

주조색은 고명도·저채도의 YR-Y, 무채색 계열에서 한정적으로 적용되었다. 이는 아파트 외관 형태의 변화와 관계없이 다양한 보조색과 강조색이 적용된 배색에서 기본이 되는 기초색으로써 보조색과 강조색을 포괄하는 저채도 사용이 두드러졌다.

보조색은 채도가 점차 낮아지고 무채색 비율이 증가되었으며, 2010년 이후 기존의 판상형 타입 아파트에서 다양한 형태적 변화로 인해(Jeong, 2013) 보조색이 차지하는 비율이 점차 증가되었다. 강조색은 아파트의 아이덴티티를 표현하는 요소로써 비교적 다양한 색상이 적용되었다.

특히 강조색은 YR, GY계열의 색상에서 2010년 이후 PB, 무채색 계열 색상 적용이 증가되었고 명도와 채도 또한 함께 낮아지게 되었다. 따라서 재도장 공사를 통

해 변화되어온 아파트 외관 색채는 주조색의 경우 보조색과 강조색에 비해 일관된 경향을 보였으며, 보조색과 강조색은 채도가 낮아지고 무채색 사용빈도가 증가되었다. 특히 강조색은 2010년대 중후반 시기에 채도가 높아지다가 2020년대부터 채도가 확연히 감소하게 되었다. 이는 구축 아파트의 재도장 색채계획에서 강조색이 저채도 주조색 및 보조색과 채도 대비 효과를 통한 아이덴티티 컬러의 역할을 하다가 점차 주조색 및 보조색과 톤 조화를 이루는 색채계획 선호에 따라 채도가 감소된 것으로 사료된다. 이러한 외관 색채계획 변화 추세는 조사된 수도권 내 재도장 공사가 완료된 구축 아파트에서 유사하게 나타났다.

4. 설문 조사

경관별 조화로운 색채 및 배색디자인 파악을 위한 설문 조사를 진행했다. 경관 분류는 경관법 제정과 함께 국내 초기 수립되어 이후 수립된 색채가이드라인의 선행 자료로 참고된 서울시 색채가이드라인이 활용되었으며, 자연·수변·역사문화·시가지 경관을 중심으로 보조색·강조색 및 배색디자인에 대한 조화성 및 비교 설문조사를 하였다.

설문 조사에 사용된 색채팔레트는 서울시 색채가이드라인에서 제시한 경관별 권장 색채가 활용되었으며, 제시된 경관 대표 이미지를 참고하여 각 경관별 색채 조화성에 대해 평가하도록 하였다.



〈Figure 2〉보조색 및 강조색 추출범위

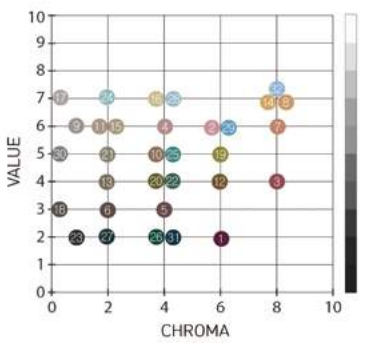
배색디자인 평가 항목은 아파트 외관 색채계획의 배색 유형을 선행연구와 비교 분석하여 결과를 종합한 기존 연구(Noh, 2020)를 근거로 하여 아파트 외관 색채계획 모형으로 제시되었다.

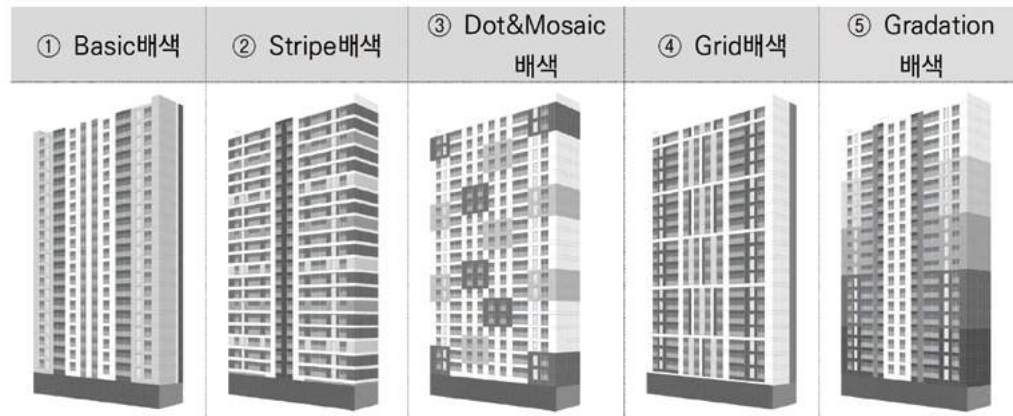
설문대상자는 전문가 집단을 별도 구분하여 설문하지 않고, 구축 아파트 외관 색채계획 선정에서 다양한 집단의 입주민이 참여하는 현황을 바탕으로 무작위 표본 추출을 하였다.

4.1. 설문 개요

아파트 외관 색채의 보조색·강조색 및 배색 이미지에 대한 조화성을 비교하기 위해 서울시 색채가이드라인에서 분류한 경관 분류를 활용하였다. 서울시에서 분류한 경관은 자연녹지경관, 수변경관, 역사문화경관, 시가지경관(업무·상업)이며, 본 연구에서는 시가지경관의 경우 구축 아파트가 밀집되어 있는 상업시설로 한정되었다.

색채팔레트 선정은 주조색의 경우, 2000년대 중후반에서 2020년대까지의 아파트 재도장 공사에서 사용된 외관 색채 변화에 대한 분석을 기반으로 선택되었다. 고명도·저채도 및 무채색의 주조색이 높은 사용 빈도로 적용되는 기초색임을 고려하여 서울시 권장색채사용 범위의 주조색 범위에 공통으로 부합하는 서울대표색인 한강은백색(N9)으로 한정되었다.





〈Figure 3〉 아파트 외관 배색디자인(노호성(2020)의 〈표21〉을 참조로 재구성)

보조색은 경관별 권장 채도가 4~9이지만, 강조색과의 채도 차이가 크지 않고 중·저채도 및 무채색 조화를 권장하고 있어 명도 3이상 8이하의 '서울권장색 600색' 내 무채색 팔레트에서 선정되었다. 그중 경관별로 공통적으로 권장하고 있는 색상 계열인 R계열, Y계열, N계열로 선정 범위가 조정되었다.

강조색은 '서울지역색 50' 내에서 고명도·고채도 색상에 대해 제한하는 규정을 바탕으로 명도 8이상 채도 10이상의 색채를 제외하여 명도 2이상 7이하 및 채도 9이하의 32개 색채 범위로 설정되었다(〈Figure 2〉 참조).

배색디자인 선정은 아파트 외관 배색 패턴에 대한 선행연구(박정내, 2011; 문선욱, 2014; 노호성, 2020)와 연도별 외관 색채 조사를 토대로 Basic, Stripe, Dot&Mosaic, Grid, Gradation 배색으로 재분류하여 시뮬레이션 자극물을 구성하였다(〈Figure 3〉 참조). 설문 내용은 설문자의 이해를 위해 경관별 이미지와 배색 범위가 우선 제공되었으며, 경관별 조화성 파악을 위한 보조색·강조색 및 배색디자인 선정으로 구성된다. 아파트 재도장 외관 색채 조사 및 색채팔레트 선정을 바탕으로 보조색은 아파트 코어 부분, 기단 하단부, 기타 부위에 동일 계열 색상으로 적용되기 때문에 R, Y, N 계열에서 단수 선택하도록 하였고, 강조색과 배색디자인은 선정한 색채팔레트 및 배색디자인에서 복수

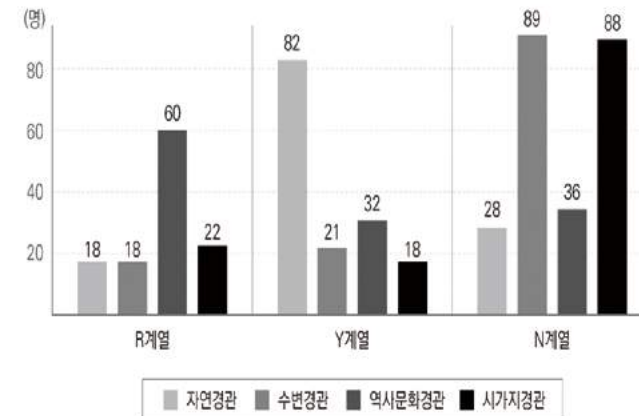
선택을 하도록 하였다.

4.2. 설문 결과

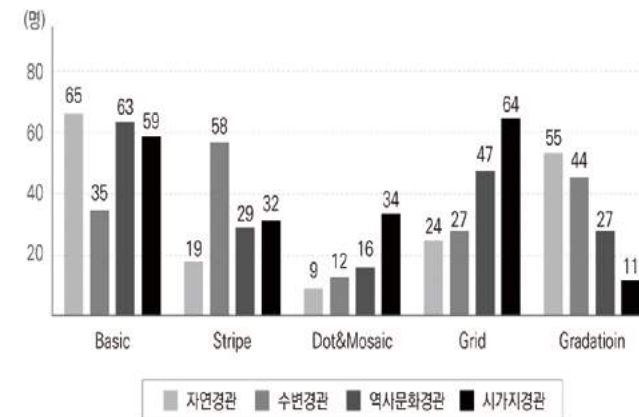
온라인 설문한 결과는 〈Figure 4, 5〉, 〈Table 5〉와 같다. 아파트 외관 색채에서 조화로운 보조색으로 선정된 계열은 자연경관의 경우, 타 경관과 달리 유일하게 Y계열이 82명(64.1%)로 가장 많았다. 수변경관과 시가지경관은 N계열이 각각 89명(69.5%), 88명(68.8%)으로 가장 많았다. 역사문화경관은 R계열이 60명(46.9%)으로 가장 많았는데, 타 경관과 비교하여 1순위와 2,3순위간 선택 차이가 가장 적었다.

조화로운 강조색의 경우, 자연경관은 10G 4/4가 32명(25.0%), 수변경관은 7.5B 7/4가 42명(32.8%), 역사문화경관은 2.5YR 6/1이 26명(20.3%), 시가지경관은 10B 5.0/0.5가 36명(28.1%)으로 가장 높았다. 색상별 조화성 결과에서 자연경관은 Y, G~BG계열, 수변경관은 G~BG, B~PB계열, 역사문화경관은 RP~R~YR~Y계열, 시가지경관은 YR~Y, B~PB계열의 강조색이 선정되었다. 특히 각 경관별 가장 높은 선택을 받은 강조색은 모두 중명도 및 중·저채도 색이었다.

경관별 조화로운 배색디자인의 경우, 자연경관·역사문화경관은 Basic 배색에 대해 가장 높은 조화성으로 평



〈Figure 4〉 경관별 조화로운 보조색



〈Figure 5〉 경관별 조화로운 배색디자인

가되었다. 수변경관과 시가지경관은 각각 Stripe 배색과 Grid 배색이 가장 빈도가 높았다. 특히 Dot&Mosaic 배색이 가장 낮은 조화성을 보인 타 경관과 달리 시가지경관은 Gradation 배색이 가장 적게 선택되었다.

4.3. 소결

본 연구를 통해 도출된 경관별 아파트 외관 색채에 대한 조화성 인식을 분석한 종합 결과는 〈Figure 6〉과 같이 서울시 색채가이드라인의 권장 보조색 범위를 기준으로 경관별 선정된 보조색 계열과 10% 이상의 선택을 받은 강조색을 종합하여 명도와 채도로 분석되었다. 자연경관은 보조색의 명도 범위 내 채도 2~6 사이의 중·저채도 강조색이 분포되며 보조색과 색상 차이를 통

〈Table 5〉 경관별 조화로운 강조색

구분	자연경관	수변경관	역사문화경관	시가지경관
RP ~ R	① 3(2.3%)	2(1.6%)	6(4.7%)	6(4.7%)
	② 0(0.0%)	2(1.6%)	1(0.8%)	5(3.9%)
	③ 2(1.6%)	3(2.3%)	11(8.6%)	5(3.9%)
	④ 2(1.6%)	4(3.1%)	4(3.1%)	6(4.7%)
	⑤ 6(4.7%)	1(0.8%)	19(14.8%)	3(2.3%)
	⑥ 2(1.6%)	5(3.9%)	22(17.2%)	3(2.3%)
	⑦ 7(5.5%)	5(3.9%)	16(12.5%)	8(6.3%)
YR	⑧ 4(3.1%)	1(0.8%)	7(5.5%)	8(6.3%)
	⑨ 9(7.0%)	7(5.5%)	26(20.3%)	24(18.8%)
	⑩ 5(3.9%)	0(0.0%)	14(10.9%)	5(3.9%)
	⑪ 3(2.3%)	2(1.6%)	9(7.0%)	3(2.3%)
	⑫ 3(2.3%)	1(0.8%)	15(11.7%)	2(1.6%)
	⑬ 5(3.9%)	3(2.3%)	5(3.9%)	2(1.6%)
	⑭ 6(4.7%)	3(2.3%)	3(2.3%)	6(4.7%)
Y	⑮ 13(10.2%)	3(2.3%)	9(7.0%)	3(2.3%)
	⑯ 18(14.1%)	3(2.3%)	7(5.5%)	3(2.3%)
	⑰ 11(8.6%)	8(6.3%)	12(9.4%)	20(15.6%)
	⑱ 5(3.9%)	2(1.6%)	23(18.0%)	7(5.5%)
	⑲ 22(17.2%)	4(3.1%)	7(5.5%)	4(3.1%)
	⑳ 19(14.8%)	3(2.3%)	5(3.9%)	2(1.6%)
	㉑ 11(8.6%)	3(2.3%)	6(4.7%)	5(3.9%)
G ~ BG	㉒ 32(25.0%)	5(3.9%)	2(1.6%)	4(3.1%)
	㉓ 1(0.8%)	5(3.9%)	3(2.3%)	9(7.0%)
	㉔ 7(5.5%)	31(24.2%)	5(3.9%)	5(3.9%)
	㉕ 21(16.4%)	15(11.7%)	8(6.3%)	10(7.8%)
	㉖ 11(8.6%)	6(4.7%)	2(1.6%)	9(7.0%)
	㉗ 4(3.1%)	5(3.9%)	2(1.6%)	9(7.0%)
	㉘ 6(4.7%)	42(32.8%)	1(0.8%)	11(8.6%)
B ~ PB	㉙ 2(1.6%)	31(24.2%)	0(0.0%)	6(4.7%)
	㉚ 5(3.9%)	10(7.8%)	6(4.7%)	36(28.1%)
	㉛ 6(4.7%)	21(16.4%)	3(2.3%)	20(15.6%)
	㉜ 5(3.9%)	13(10.2%)	2(1.6%)	4(3.1%)

한 Basic 및 Gradation 배색에 대해 조화성을 높게 평가하였다.

시가지경관의 강조색은 선정된 5개 중 3개가 채도 1이하인 것으로 보아 무채색 계열의 보조색과 유사하게 톤 차이를 활용한 중·저채도 및 무채색 사용 및 Basic 및 Grid 배색에서 포인트 컬러로 중채도 강조색에 대해 조화성을 높게 평가하였다.

수변경관은 보조색과 비교하여 채도차 4이하의 중·저명도의 강조색을 활용한 수평적 배색을 가진 Stripe 및 Gradation 배색이 주로 선정되었으며, 역사문화경관은 타 경관에 비해 비교적 다양한 채도의 강조색이 고르게 선정되었다. 특히 자연경관 및 시가지경관은 선정된 강조색 내에서 비교적 색상 차이가 있는 색들이 함께 선

택되고 보조색 범위에서 고채도 강조색이 선정되지 않은 반면, 수변경관 및 역사문화경관은 유사한 색상 계열을 가진 강조색들이 주로 선정되고 채도 8의 고채도 강조색이 선정에 포함되면서 유사색 조화에서 고채도 컬러가 사용된 배색에 대해서도 조화성을 느낄 수 있는 것으로 사료된다.

또한 자연경관과 역사문화경관은 난색 계열의 자연색의 타 배색디자인에 비해 면분할이 적은 Basic 배색에 대해 높은 조화성을 평가하였고, 또한 역사문화경관은 보조색 계열 중 유일하게 R계열에 대해 조화성이 높게 평가되며 보조색과 강조색 모두 난색 계열에 대해 높은 조화성을 보였다.

5. Conclusion and Proposal

본 연구의 목적은 건축 아파트를 대상으로 재도장 색채계획 시 경관에 따른 조화로운 색채 및 배색디자인의 방향성 제시이다. 이를 위해 재도장 공사에서 외관 색채디자인이 제공되던 시점인 2000년대 중후반부터 2020년대까지 수도권 1000세대 이상 대규모 단지 중심의 사례 조사를 기반으로 조화성에 대한 인식이 조사·분석되었다.

재도장 공사가 완료된 아파트 외관 색채를 조사한 결과 아파트 재도장 공사에 사용되는 색채의 채도는 점차 낮아졌으며 무채색 사용 비율이 증가되었다.

주조색과 보조색은 모두 YR계열에서 무채색으로 변화되며 동일 색상계열에서 명도 및 채도 조절을 통해 유사성을 보였다. 강조색은 분류한 시기 내에서 유사한 사용 경향을 보였지만, 시기가 변화되면서 주로 사용되는 색상계열이 YR-GY-PB-N으로 확연한 분포 변화를 보였다. 이를 통해 아파트 외관 색채는 유사색 조화에서 점차 강조색을 활용하여 아이덴티티를 강조하는 방향으로 계획이 변화되고 있으며, 조사된 강조색이 지역별 차이가 없이 유사한 경향을 보이는 것은 경관 특성을 고려하지 못한 색채계획으로 판단된다.

강조색은 서울시 색채가이드라인에서 원색을 제외한 다양한 색채를 허용하고 있지만, 조사 결과 건축 아파트의 외관 재도장 공사에 주로 사용되는 색채는 저명도·저채도 및 무채색이 주로 사용되고 있었다. 이는 색채가이드라인에서 제시하는 강조색 적용 권장범위에 해당되지만, 아파트 외관색채가 지역 경관 조화성에 기반하여 다양하게 활용되지 못하고 있음을 알 수 있다. 특히 아파트 외관의 재도장 색채계획이 지방자치단체의 별도 심의를 대부분 받지 않거나 구속력이 낮기 때문에 도시경관의 맥락과 무관한 색채계획을 실효성 있는 행정·재정적 지원방안으로 개선될 수 있도록 하는 방법론적 연구도 필요하다.

서울시 색채가이드라인을 기준으로 경관별 조화성에 대한 설문조사 결과, 현황 조사를 통해 파악한 건축 아파트 외관 색채 변화 경향과 유사하게 경관별 채도가 낮은 색채계획에 대해 높은 조화성 평가가 이루어졌다. 이는 재도장 색채계획에서 입주민이 선호하는 색채가 경관 특성을 고려하기보다 인문환경의 저채도·무채색 조화성에 대해 우선적으로 선호하는 것으로 사료된다. 특히 무채색·저채도 색채의 톤 중심 계획에서 Grid 배색디자인과 같이 좁은 면적에 특정 고채도 강조색을 활용하여 아이덴티티를 부여하는 방향으로 변화된 것을 알 수 있다. 따라서 인문환경 중심 경관의 색채계획은 과도한 무채색 사용은 지양하고, 시가지 및 역사문화자원의 특성이 반영된 강조색을 활용하여 톤 조화를 고려하는 방향으로 개선되어야 할 것이다.

자연경관의 색채계획은 입면을 넓게 면분할하는 Basic, Gradation 배색이 높은 조화성 인식을 보이고 고채도 강조색은 조화성이 낮게 인식되었다. 이는 자연계에 존재하지 않는 원색과 유사한 색채 사용을 지양하는 색채가이드라인이 사용자 인식평가에서 또한 조화롭지 않음을 알 수 있다. 또한 과도한 면분할 및 아이덴티티를 강조하는 색채계획은 시각적 혼란을 증가시

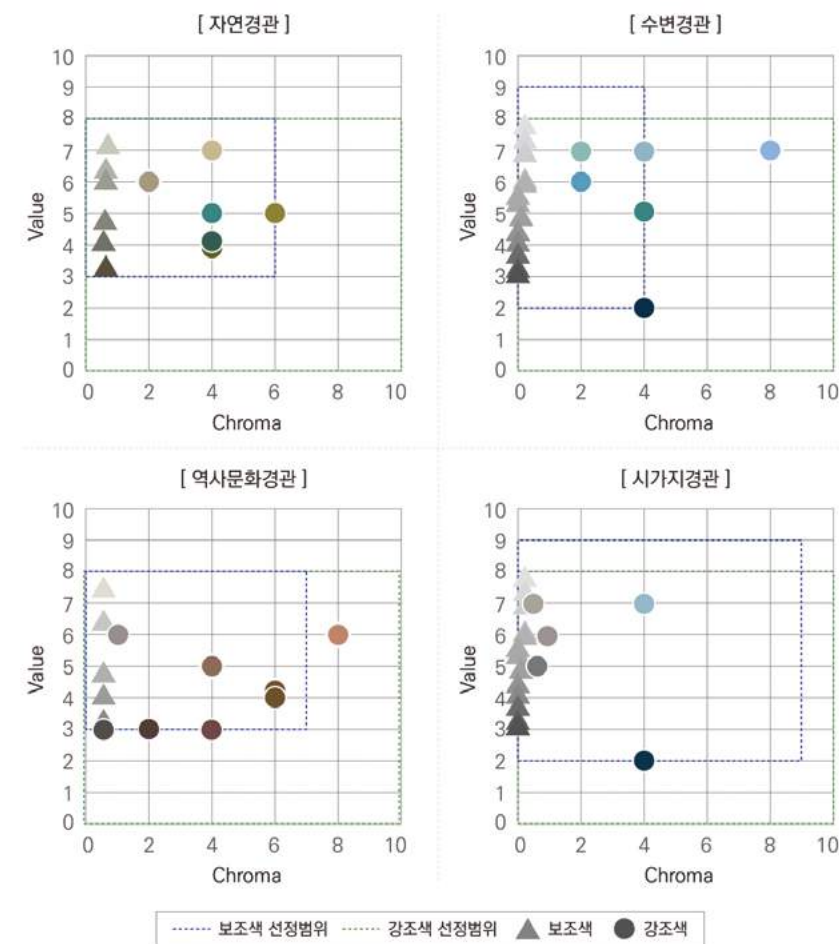
키고 자연환경과의 조화성을 저해하는 것을 알 수 있다. 따라서 자연경관 및 수변경관의 아파트 외관은 과도한 무채색 및 저채도 색채를 지양하고 자연계열 및 수변 색채를 반영하여 유사색 조화를 활용한 색채계획이 요구된다.

본 연구는 아파트의 외관 재도장 공사에서 경관별 조화로운 색채계획 방향성을 제시하기 위해 권역 중심의 장기적인 외관 색채 변화 분석을 통한 문제점 파악 및 경관 조화성에 대한 인식 평가 결과를 색채 범위의 시각화로써 비교 분석한 점에 차별성이 있다. 그러나 아파트 재도장 색채계획 현황조사를 위한 대상지 범위를 수도권 중심으로 하고, 경관별 조화성 인식 파악을 위

한 색채팔레트를 서울시 색채가이드라인으로 한정하였기에 후속 연구에서 다양한 권역의 현황조사와 색채가이드라인을 종합하여 외관 색채와 경관과의 조화성을 파악할 필요가 있다. 그리고 설문에서 제시한 다섯가지 아파트 자극물의 형태가 다양한 아파트 외관 구조를 전체적으로 포괄하지 못하였고, 2차원 이미지에서 선호도를 파악하여 3차원 공간의 선호도 인식 차이가 발생할 수 있는 한계를 가진다. 또한 설문조사 과정에서 색채와 배색디자인을 각각 선택함으로써 선정한 결과가 종합된 색채계획 결과에서 발생하는 조화성 인식 변화의 가능성이 있기 때문에 즉각적으로 선정 결과가 반영되어 최종 색채계획을 확인할 수 있도록 하는 조사 방법을 활용하여 추가 연구를 진행할 필요가 있다.

본 연구의 결과가 향후 지역 경관을 고려한 환경색채계획 방향성을 인지하고 경관별 특성이 반영된 아파트 외관 재도장 색채계획 확산에 기여할 수 있기를 기대한다.

※ 본 연구와 같이 아파트 재도장 공사에서 개선된 색채계획을 위한 연구가 진행되고 있는 만큼, 색채계획을 구현하는 마감재로써 페인트 개발 연구 및 제품 소비자의 인식도 함께 발전되고 있다. 이에 따라 기존 재도장 공사 시장에서 보편화된 KS1급 페인트에서 무광택감 및 내구성이 강화된 실리온 페인트로 제품 사양이 높아지고 소비자의 요구 또한 증가되고 있어 관련된 후속연구가 필요하다.



〈Figure 6〉 경관별 색채범위 및 조화로운 보조색과 강조색

몸과 마음, 영혼을 풍요롭게 하는 따뜻하고 포근한 '피치 퍼즈(Peach Fuzz)'

팬톤은 지난 2000년부터 매년 패션, 리빙, 컬러 등 여러 분야의 트렌드를 이끌고 시대 정신을 표현하는 색상을 지정해 올해의 색을 발표하는데 부드러운 복숭아를 연상케 하는 '피치 퍼즈(Peach Fuzz)' 컬러를 2024 올해의 색으로 선정했다.

피치 퍼즈는 몸과 마음, 영혼을 풍요롭게 하는 따뜻하고 포근한 느낌을 전달한다. 이 컬러는 타인과의 공존에 대한 열망을 강조하며 진심이 담긴 따뜻한 마음, 친절함, 다정함, 온기 등을 상징하는 컬러다. 팬톤은 컬러 선정 배경으로 오롯이 혼자만의 시간을 갖는 것에서 오는 따뜻함과 편안함을 반영하고, 사랑하는 사람들과 더 가까워지고 싶어하는 마음을 표현했다고 설명했다.



2024 서울색 스카이크랄

2024년부터 서울시는 매년 올해의 색을 선정해 발표하는 팬톤, NCS, WGSN처럼 서울시민의 라이프스타일과 트렌드, 한 해의 이슈 등을 반영하여 '서울색'을 지속 선정하기로 하였다. 이에 따라 도시에 생동감과 활력을 불어넣고 '서울'의 매력을 높여나간다는 계획 아래 서울시는 '스카이크랄(Skycoral)'로 올해의 색을 선정하였다. '스카이크랄'은 서울시민이 여가 활동을 하기 위해 가장 많이 찾았던 '한강의 핑크빛 하늘'에서 추출된 색상이다. 해마다 선정되는 '서울색'은 시내 주요 랜드마크 조명과 굿즈(기획상품)에도 활용될 예정이다.



삼화페인트, 2024년 컬러뉴앙스 '라라 인 림보랜드'

삼화페인트공업(주) 컬러디자인센터는 2024년을 위한 올해의 컬러뉴앙스 키워드를 '라라 인 림보랜드(La La in Limboland)'로 정하고 5가지 컬러를 선정했다.

'림보랜드'란 상황이 불분명하거나 해결되지 않은 상태를 의미한다. 삼화페인트는 이 키워드에 전쟁 등으로 세계 정세가 불확실한 상황에서 긍정적인 태도로 미래를 마주하자는 메시지를 담았다. 삼화페인트가 선정한 컬러는 하바나 패션, 네이비 블루, 스무디 그린, 캔디 믹스, 브라운 슈가다. 이 5가지 컬러는 행복, 현실과 이상의 혼재, 환경·사회·지배구조(ESG), 심리적 안정, 변함없는 견고함 등을 상징한다.



벤자민무어 2024 올해의 컬러 Blue Nova 825

블루와 바이올렛의 활기찬 혼합물인 블루 노바는 '우주에서 형성된 새로운 별의 찬란함'에서 영감을 받아 탄생했다. 균형잡힌 블루-바이올렛의 블루 노바는 깊이감과 새로운 매력을 통해 새로운 차원으로 인도한다. 너무 밝지도 어둡지도 않는 묵직한 깊이감의 미드톤 컬러는 사람들을 매혹하며 클래식한 매력이 있는 동시에 아주 화려하게 공간을 지배하기도 한다. 컬러 마케팅 및 개발 책임자인 안드레아 마그노(Andrea Magno)는 '블루 노바는 깊고 균형 잡힌 색상으로, 클래식 하면서 고혹적인 미드 톤'이라고 설명했다.



COLOR OF THE YEAR
2024



Blue Nova
825



중대재해법 전면 확대와 실제

- 올해부터 50인 미만 소규모 사업장에 확대 적용
- 처벌위주 법 실효성 의문
- 현장안전과 관련된 법만 4개
- 현장안전지도자 늘어나는 서류작업 때문에 실제 안전관리 소홀해질 수 있어
- 10년 이상 고정된 산업안전보건비 계상요율을 늘리는 것이 효과적이라는 지적 나와



올해부터 ‘중대재해처벌 등에 관한 법률’(중대재해법)이 50인 미만 소규모 사업장에 확대 적용에 들어갔다. 그러나 산업 현장에서는 여전히 하루 1건꼴로 사망사고가 발생하고 있어 법 실효성에 의문이 제기되고 있다. 실제로 중처법 확대시행 2주 만에 17명의 근로자가 사망했다고 한다. 절반 이상이 하청업체를 포함한 50인 미만 사업장이라고 하니 영세 중소기업과 소상공인이 느끼는 공포감은 이만저만이 아니다. 재해예방이 목적이 아니라 ‘1년 이상 징역이나 10억원 이하 벌금’이라는 처벌 위주인 법이기 때문이다.

앞서 노동계는 중대재해법이 확대 적용되면 산재사고 사망자가 줄어들 것이라고 주장했다. 지난해 산업재해로 인한 사고사망자가 사상 처음 500명대에 그칠 것이라는 전망을 두고도 “중대재해법 도입 효과가 나타나고 있다”고 목소리를 높였다. 하지만 법이 확대 적용된 이후의 추세대로라면 올해 산재 사망자 수는 다시 600명대를 기록할 가능성이 크다. 중대재해법이 사고 감축에 큰 영향을 미치지 못한다는 점이 드러나는 셈이다.

그치지 않는 중대재해사고에 중소기업계 비상

연이어 발생하는 중대재해 사고에 중소기업계는 비상이 걸렸다.

중대재해법은 사업장에서 안전조치 미흡으로 사망자 또는 동일한 원인으로 6개월 이상 치료가 필요한 부상자 2명 이상이 발생할 경우 사업주를 처벌하는 법안이다. 중소기업은 기업 대표가 사업 전반에 깊숙이 관여하는 만큼 중대재해법 처벌을 받을 경우 기업의 존립이 위태로워진다. 운 좋게 처벌을 피하더라도 작업 중단으로 인한 피해는 불가피하다.

본디 중대재해법은 사업주에 경각심을 불러일으켜 사고를 줄이겠다는 취지로 시작됐다. 하지만 중소기업은 아직 이 법에 대응할 준비가 되지 않은 것이 사실이다. 2년 전 중대재해법이 먼저 적용된 대기업도 아직 대응을 못하는데 인력·자금이 부족한 중소기업에 같은 잣대를 들이밀고 있는 현실이 안타깝다는 것이 중소기업 관계자들의 목소리이다.

현장은 중대재해처벌법의 유예 촉구

이에 따라 50인 미만 사업장에 확대 적용된 중대재해처벌법의 유예를 촉구하는 목소리가 높아지고 있다. 지난 1월 국회에서 중소·영세기업 협단체 소속 3,500여 명이 중대재해법 유예를 촉구하는 집회를 연 데 이어 경기도에서도 약 4,000명의 중소기업 관계자들이 모여 목소리를 냈다.

중소기업중앙회를 비롯해 대한건설협회, 대한전문건설협회, 대한기계설비건설협회, 한국전기공사협회, 한국정보통신공사협회, 한국여성경제인협회 등 14개 중소기업 유관단체 회원들은 지난 2월 14일 경기 수원 메세에서 중대재해처벌법 유예를 촉구하는 결의대회를 열었다.

현장의 안전을 책임지는 안전관리자들의 목소리를 들어보면 실제로 이 사안이 얼마나 형식적인 탁상공론인지 여실히 드러난다.

“중대재해법까지 포함해 현장안전과 관련된 법만 4개다. 처벌이 강화될수록 현장에서 늘어나는 서류작업 때문에 실질적인 안전관리는 소홀해질 수 있다”는 것이 현장에 있는 안전관리 책임자들의 얘기다. 오히려 그들은 중소 건설현장의 산재사고를 줄이기 위해서는 산업안전보건비(산안비) 계상 요율을 늘리는 것이 더 효과적이라고 말하고 있다.

실제로 고용노동부의 특별감독에 필요한 서류는 총 20여 종에 달한다. 소규모 작업현장의 경우 안전관리자 혼자 현장 안전지도와 서류작업을 병행해야 한다. 반면 산안비는 10년 넘게 고정돼 현실을 반영하지 못하고 있다. 현재 산안비는 발주자가 공사 종류와 금액에 따라 대상액(재료비+직접노무비)의 2~3% 내외로 계상해 안전관리자의 임금, 안전시설비, 보호구, 진단비, 위험성 평가 이행비용 등에 활용된다. 건설업계는 스마트안전장비 도입 등 건설현장의 여건에 맞게 산안비 계상요율을 15~20% 확대해달라고 호소하고 있다.

사고발생은 중소기업 존립 위협하는 재앙

중대재해법 시행 이후 중소·영세 기업의 근심은 한층 커지고 있다.

중소기업은 기업 대표가 사고가 나면 각종 비용 부담은 물론 고용노동부, 경찰서 등에 불러 다녀야 하고 심한 경우 구속이 될 수 있다는 것이 그들의 우려 사항이다. 대표이사가 구속되면 기업은 도산에 이를 수밖에 없기 때문에 중대재해법은 중소기업에 재앙이라는 말이 그냥 떠드는 볼멘소리가 아닌 것이다.

실제 중대재해법 확대 적용 이후에도 현장에서 사고는 끊이지 않고 있다. 지난달 27일부터 13일까지 발생한 사망사고는 총 18건이다. 설 연휴인 지난 9일과 12일에도 총 2명의 근로자가 세척기에 끼고 불룩에 깔리는 사고로 유명을 달리했고, 13일에도 충북 음성군과 충주시에서 각각 1명의 근로자가 추락사고로 안타까운 생을 마감했다.

중대재해법 시행 후에도 연이어 발생하는 중대재해

사고에 중소기업계는 비상이 걸렸다.

앞서 중소기업중앙회는 입장문을 통해 “중대재해법 개정안 처리 무산으로 83만 영세 중소기업과 소상공인 등은 예비법자로 전락할 위기에 처했다”며 “복합경제위기로 산업현장에서 느끼는 중소기업들의 체감경기가 급속하게 얼어붙고 있는 와중에 형사처벌에 따른 폐업의 공포를 더하는 것은 너무나도 가혹한 처사”라고 밝혔다.

정부도 비상이 걸렸다. 중대재해 현장에 투입해야 하

는 인력은 제한적인데 사고가 끊임없이 발생하면서다. 지난해 말 기준 고용노동부 산업안전감독관은 800여명에 불과하다. 단순 계산으로 1인당 1,000곳 이상의 사업장을 관리해야 하는 상황이다.

이에 중소기업계 한 관계자는 “중대재해처벌법 제16조에 따르면 정부는 2021년 1월부터 법 적용에 대비해야 했다. 하지만 3년이 지난 현재까지 제대로 된 인력을 갖추지도 못한 상황”이라며 “정부도 제대로 준비가 안 됐고 대기업도 중대재해법에 대응을 못하고 있다.”고 지적했다.

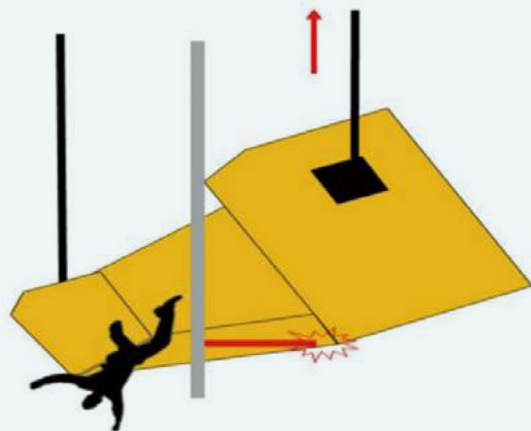
추락관련 재해사례

(자료출처 : 산업안전공단)

곤돌라에서 떨어짐

■ 사고내용

2023. 10. 00.(월) 08:40경 서울시 소재 000 아파트 건설 현장에서 외벽 커튼월 록 유리설치를 위해 곤돌라에 탑승하여 상승하던 중, 외벽에 설치된 피뢰침에 곤돌라가 걸려 기울어져 유리와 함께 근로자가 바닥으로 떨어져(h ≒ 65 m) 사망함



■ 발생원인

- ▶ 근로자 추락 원인
 - (안전난간 미설치) 곤돌라 전면 안전난간을 해체한 상태로 근로자 탑승
 - (안전대 고리 미체결) 곤돌라에 설치된 추락방지대 부착설비에 안전대 고리 미체결

▶ 관리적 방호조치 미흡

- (작업계획서 미흡) 작업계획서 작성 미흡 및 작업계획서에 따른 작업지휘자 미배치
- (관리감독자 업무 미흡) 안전한 작업방법 미결정 및 추락방지대 체결상태 미감시

■ 예방대책

1. 안전난간 설치 및 추락방지대(안전대)체결
 - 곤돌라 탑승하여 작업 시 작업대 모든 면에 안전난간 설치
 - 근로자는 안전대를 착용하고 추락방지대 부착설비에 안전대 고리를 체결

2. 작업계획서 작성 및 관리감독 철저

- ▶ 작업계획서 작성 시 작업방법과 근로자 떨어짐 방지 등을 위한 안전대책 수립
- 작업계획서에 따라 작업이 이루어지도록 관리감독 철저 및 근로자에게 내용 주지

3. 위험성평가 및 결과 교육

- 곤돌라 작업 시 피뢰침에 의한 위험 요인 등이 누락되지 않도록 위험성평가 실시
- 위험성평가 결과에 대하여 관계 근로자에게 전파하고 주지 교육 실시

고소작업대에서 떨어짐

■ 사고내용

2023. 08. 00.(수) 09:16경 서울시 소재 000 학교 증축 현장에서 외벽 마감재 설치를 위해 작업자가 고소작업대의 작업대에 올라타서 이동하려던 중, 작업대 하부가 외벽 하지 철물에 걸렸다가 이탈되어 흔들리면서 지상으로 떨어져(h ≒ 18.3 m) 2명이 사망함



▶ 관리적 방호조치 미흡

- (작업계획서 미흡) 작업계획서 작성 미흡
- (위험성 평가 미흡) 안전대책에 대한 이행 여부 확인 및 근로자 전파 교육 등 미실시

■ 예방대책

1. 안전난간 설치 및 안전대 체결
 - 고소작업대 탑승하여 작업 시 작업대 모든 면에 안전난간 설치
 - 근로자는 안전대를 착용하고 안전대 부착설비에 안전대 고리를 체결

2. 작업계획서 작성 및 관리·감독 철저

- 작업계획서 작성 시 작업방법과 근로자 떨어짐 방지 등을 위한 안전대책 수립
- 작업계획서에 따라 작업이 이루어지도록 관리·감독 철저 및 근로자에게 내용 주지

3. 위험성평가 및 결과 교육

- 근로자가 참여하여 고소작업대 작업 공정 등이 누락되지 않도록 위험성 평가 실시
- 위험성 평가 결과에 대하여 관계 근로자에게 전파하고 주지 교육 실시

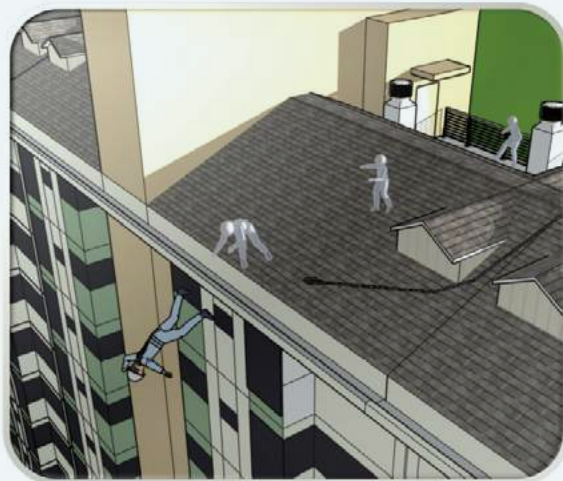
■ 발생원인

- ▶ 근로자 추락 원인
 - (안전난간 부재) 작업대 전면 안전난간 해체
 - (안전대 고리 미체결) 작업대에 설치된 안전대 부착설비에 안전대 고리 미체결

경사지붕 단부로 이동 중 추락

■ 사고내용

‘2023. 08. 00.(금) 10:15경 충북 청주시 소재 0000 아파트 옥상 우레탄 방수 공사 현장에서 작업자가 우레탄 실란트 건을 가지러 박공지붕 단부 배수로로 이동하던 중, 높이 약 49.6 m 아래 지상 바닥으로 떨어짐

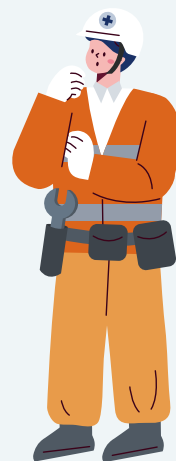


■ 발생원인

- ▶ 지붕 위에서의 위험방지조치 미흡
 - (추락 방지시설 미설치) 지붕의 가장자리에 안전난간 등의 추락 방지시설 미설치
 - (추락 방지조치 미흡) 경사진 지붕 위에서 작업 시 추락 등 위험에 대비한 안전통로 미확보 및 안전대 부착설비 설치 미흡
- ▶ 위험성 평가 미실시
 - (위험성 평가 미실시) 작업 중 발생할 수 있는 유해·위험 요인에 대한 안전대책을 수립하는 등의 위험성 평가 미실시

■ 예방대책

1. 지붕 위에서의 위험방지조치 철저
 - 경사지붕 단부에 견고한 구조와 충분한 강도를 가진 안전난간 등의 추락 방지시설 설치
 - 경사진 지붕 위에서 이동 시 안전통로 및 적절한 안전대 부착설비를 설치하고 근로자가 지붕에 오르기 전 안전대를 체결하고 이동할 수 있도록 안전조치 철저
2. 위험성 평가 실시 및 공유
 - 작업 중 발생할 수 있는 유해위험요인을 발굴하고 그에 대한 안전대책을 수립하는 등 위험성 평가를 실시하고 위험성 평가의 결과를 근로자에게 공유



2024년 도장 기능사 시험 일정 안내

〈산업인력관리공단〉

1. 도장기능사 검정시행일정

구 분	종 목	필기원서접수 (인터넷) (휴일제외)	필기시험	필기합격 (예정자)발표	실기원서접수 (휴일제외)	실기시험	최종합격자 발표일
1회	건축도장기능사		필기시험 면제		2024.02.05 - 2024.02.08, 빈자리접수 2024.03.10 - 2024.03.11	2024.03.16 - 2024.04.02	2024.04.09
2회	건축도장기능사		필기시험 면제		2024.04.23 - 2024.04.26	2024.06.01 - 2024.06.16	2024.06.26
2024년/ 없음	건축도장기능사 광고도장기능사	산업수요 맞춤형 고등학교 및 특성화 고등학교 필기시험 면제자 검정 ※ 일반인 필기시험 면제자 응시 불가			2024.05.21 - 2024.05.24	2024.06.16 - 2024.06.21	2024.07.03
3회	건축도장기능사	필기시험 면제			2024.07.16 - 2024.07.19	2024.08.17 - 2024.09.03	2024.09.11
	광고도장기능사	2024.05.28 - 2024.05.31	2024.06.16 - 2024.06.20	2024.06.26			
4회	건축도장기능사	필기시험 면제			2024.09.30 - 2024.10.04	2024.11.09 - 2024.11.24	2024.12.04
	금속도장기능사	2024.08.20 - 2024.08.23	2024.09.08 - 2024.09.12	2024.09.25			

1. 원서접수시간은 원서접수 첫날 10:00부터 마지막 날 18:00까지 임.
2. 기술사, 기능장, 기사, 산업기사, 서비스(일부종목) 필기시험 합격예정자는 당회 응시자격서류제출기간 이내 원본의 응시자격서류를 제출하여야 함.
3. 실기(면접)시험 접수는 응시자격 서류제출 및 심사완료 후 가능.
4. 필기시험 합격예정자 및 최종합격자 발표시간은 해당 발표일 09:00임.
5. 화별마다 시행종목이 다르므로 반드시 화별 시행종목을 확인하시기 바랍니다.
6. 주말 및 공휴일, 공단창립기념일(3.18)에는 원서접수 불가

2. 건축도장기능사 실기시험 출제기준

- 직무내용 : 붓, 롤러, 브러쉬, 스프레이 등의 도장기기와 설비를 사용하여 도료 및 유사재료를 건축물 외부 및 내부표면과 장식물을 칠함으로써 건축물과 장식물을 보호 또는 장식하는 등의 직무이다.
- 수행준거 : 1. 도면을 보고 재료를 산출하고 시방서에 따라 재료를 선정할 수 있다.
2. 위험물 취급방법에 따라 도료의 안전한 취급과 도장안전 수칙을 수행할 수 있다.
3. 도료를 용도에 맞게 희석하고 도장할 수 있다.

실기검정방법	작업형	시험시간	6시간 정도	실기응시료	75,500원
--------	-----	------	--------	-------	---------

도장공사 하자의 조사, 보수비용의 산정 및 하자 판정 기준 개선 연구

대한전문건설협회 도장공사업협의회

본 보고서는 도장공사 과정에서 나타날 수 있는 불합리하며, 불공정한 하자 판정 기준 및 제도를 합리적으로 개선하여 사업주체 및 원·하도급 간의 하자 갈등과 상호 불신을 해소하고, 불필요한 경제적 손실을 줄일 수 있는 제도적 기준 마련을 목적으로 대한전문건설협회 도장공사업협의회가 추진한 용역 사업 보고서이다. 페인팅저널에서는 본 보고서의 내용을 총 3회에 걸쳐 연재하기로 하였으며 지난 호에 이어 본 고는 마지막 3회 차로 진행된다.

3.3 도장공사 하자 판정 기준 개정(안) 신·구조문 대비표

공동주택 하자의 조사, 보수비용 산정 및 하자 판정 기준						
조항	현행			개정(안)		
	[시행 2021. 12. 9.] [국토교통부고시 제2021-1262호, 2021. 11. 23., 일부개정.]					
제1장 총칙	제6조(시설공사별 세부공사 분류기준) 「공동주택관리법 시행령」 별표 4에 의한 시설공사별 세부공사의 분류기준			제6조(시설공사별 세부공사 분류기준) 「공동주택관리법 시행령」 별표 4에 의한 시설공사별 세부공사의 분류기준		
	구 분	시설공사별	세부공사	구 분	시설공사별	세부공사
	1. 마감 공사	다. 도장 공사	〈추가 검토〉 〈추가 검토〉 유성페인트 도장 바니시 도장 합성수지 에나멜 페인트도장 투명래커도장 알루미늄 페인트 도장 합성수지 에멀션 페인트 도장 광택 합성수지 에멀션 페인트 도장 〈추가 검토〉 아크릴 에나멜 도장 염화비닐 에나멜 도장 염화고무 에나멜 도장	1. 마감 공사	다. 도장 공사	수성 도료 도장 광택 수성 도료 도장 조합 도료 도장 바니시 도료 도장 합성수지 에나멜 도료 도장 래커 도료 도장 알루미늄 도료 도장 합성수지 에멀션 도료 도장 광택 합성수지 에멀션 도료 도장 자연건조형 알키드수지 도료 도장 아크릴 도료 도장 염화비닐수지 도료 도장 염화고무 도료 도장

		오일 스테인 도장 무늬코트 도장 에폭시계 에나멜 도장 폴리우레탄 수지 에나멜 도장 불소수지 에나멜 도장 〈추가 검토〉 〈추가 검토〉 뿔도장용 도재 도장 방균 도료 도장 바닥재 도료의 도장 내화 도장 등		오일 스테인 도료 도장 무늬 도료 도장 에폭시 도료 도장 폴리우레탄 수지 도료 도장 불소수지 도료 도장 실리콘수지 또는 실리케이트 도료 도장 세라믹 도료 도장 스프레이 도료 도장 방균 도료 도장 바닥재 도료 도장 내화 도료 도장 등
	근거사유	○ 2021년 국가건설기준 도장공사 표준시방서(KCS 41 47 00:2021) 개정에 따라 제6조(시설공사별 세부공사 분류기준) 별표 4의 시설공사별 세부공사 분류기준 보완 필요. ○ 건설 현장과 국가건설기준에서의 도장공사 재료 명칭 및 공법 용어의 불일치 또는 누락은 민원 혹은 하자 소송 발생 시 기술적 판단에 혼란을 야기시킬 수 있으므로 이를 보완함		
제2장 하자 여부 판정	제9조(마감부위 균열 등) ① 미장 또는 도장 부위에 발생한 미세균열 또는 망상 균열 등이 미관상 지장을 초래하는 경우에는 마감공사의 시공하자로 본다.		제9조(미장 및 도장 부위) ① 미장 마감 부위에 발생한 미세균열 또는 망상균열·변색·들뜸·박리·박락·부식 및 탈락 등이 안전상, 기능상, 미관상 지장을 초래하는 경우에는 미장공사의 시공하자로 본다. 단, 미장 공사 이전에 수행되는 선행공사 작업이나 하자(콘크리트·강재·모르타르 등 바탕체의 견출 및 양생 작업의 미비, 구조체에서 발생한 습기·결로·누수·균열 등)로 인한 미장 부위 하자는 미장공사의 시공하자로 보지 않는다.	
	근거사유	○ 제9조 명칭을 ‘미장 및 도장 부위’로 변경하고 미장하자와 도장하자를 구분하여 규정함 ○ 미장과 도장은 다른 기술임. 그런데 제9조(마감부위 균열 등) ①항에서는 미장과 도장 부위 하자 유형을 혼용하여 표기함에 따라 현장에서의 하자 판단에 혼선을 초래하고 있음. 미장과 도장을 구분하여 규정하고, 이들 하자의 종류를 구체적으로 구분하여 명시함 ○ 미장공사는 1mm 두께 이상의 후막형 마감공사로 균열 하자를 현행대로 “미세균열 또는 망상균열”로 표기함		
	〈신설〉		② 도장 마감 부위에 발생한 도막 갈라짐·벗겨짐·변색·들뜸·박락·부식 및 탈락 등이 안전상, 기능상, 미관상 지장을 초래하는 경우에는 도장공사의 시공하자로 본다. 단, 도장공사 이전에 수행되는 선행공사 작업이나 하자(콘크리트·강재·모르타르 등 바탕체의 견출 및 양생 작업의 미비, 구조체에서 발생한 습기·결로·누수·균열 등)로 인한 도장 부위 하자는 도장공사의 시공하자로 보지 않는다.	
	근거사유	○ 도장공사 하자를 미장공사 하자과 구분하여 ②항을 신설하고, 도장 하자의 종류를 구체적으로 명시함 ○ 도장공사는 대부분 1mm 이하의 박막형 마감공사로 ‘미세균열 또는 망상균열’ 하자를 “도막 갈라짐”으로 변경 표기함 ○ 많은 소송과 분쟁 사례로 확인된 선행 공사(콘크리트·강재·모르타르 등 바탕체의 견출 작업, 양생 작업 미비, 구조체에서 발생한 습기·결로·누수·균열·오염·곰팡이 등)로 인한 하자에 대한 책임 소재를 명확히 함으로써 민원 및 분쟁의 소지를 저감할 수 있도록 ②항과 ③항에 관련 내용을 신설하여, 보완함.		

	② 마감부위에 변색·들뜸·박리·박락·부식 및 탈락 등이 발생하여 안전상, 기능상, 미관상 지장을 초래하는 경우에는 시공하자로 본다.	③항으로 수정하고 내용은 현행 유지
근거사유	○ 미장 및 도장 마감을 제외한 기타(타일 등) 마감에 대한 부분이므로 항을 ②→③으로 수정하고 내용은 현행대로 유지함	
	〈신설〉	④ 설계도서(실내재료 마침표, 해당 공사의 마감 상세도면, 시방서 등)에 마감 표시가 되어 있음에도 시공하지 아니하거나 임의로 시공한 부위는 미시공 혹은 오시공하자로 본다.
근거사유	○ 이외에 오시공과 미시공에 대한 사항이 누락되어 이를 신설하여 ④항을 신설 추가함.	
	제11조(신축줄눈) ③ 옥상 또는 지하주차장 바닥의 신축줄눈이 설계도서에 명기되지 아니한 경우 시공상태가 다음 각호의 어느 하나에 부합하지 아니하면 시공 하자로 볼 수 있다. 3. 줄눈 폭 : 3mm 이상, 단, 온도의 변화에 따른 바닥판의 신축과 표면 도장재가 발라진 경우에는 그 두께 등을 고려한다. 4. 줄눈 깊이 : 두께의 1/5 이상	〈현행 유지〉
근거사유	○ 신축 줄눈에 도포도 표면 도장재의 도포 두께를 포함한 폭(3mm 이상)의 두께로 규정하고 있으므로 현행 기준을 유지함	
제3장 하자 조사 방법	제46조(균열 등 조사) ① 제7조 또는 제9조에 따른 균열은 콘크리트, 미장 또는 도장으로 구분하여 전수 조사하는 것을 원칙으로 한다. ※ 제7조(콘크리트 균열) ① 콘크리트에 발생한 균열은 균열 폭이 0.3 mm 이상인 경우 시공하자로 본다. ② 제1항에도 불구하고 다음 각호의 어느 하나에 해당하는 균열 폭 0.3 mm 미만의 콘크리트의 균열은 시공하자로 본다. 1. 누수를 동반하는 균열 2. 철근이 배근된 위치에 철근 길이 방향으로 발생한 균열 3. 관통균열 ② 제1항에도 불구하고 균열의 면적이 광범위하거나 고층 부위를 포함하는 분쟁의 경우에는 표본조사를 실시할 수 있다. ③ 구조안전상 중대한 지장을 초래하는 구조물이거나 당사자가 제2항에 따른 표본조사를 거부하는 경우에는 하자감정을 실시할 수 있다. ④ 제1항 및 제2항에 따른 균열하자 조사방법은 별표 5와 같다. ⑤ 제9조에 따른 마감부위의 변색, 들뜸, 박리, 박락, 부식 및 탈락 등의 하자 확인은 육안조사 및 두들김 조사를 원칙으로 하며, 자세한 조사를 위해 계측장비를 활용할 수 있다.	제46조(콘크리트 균열 등 조사) ① 제7조에 따른 콘크리트 균열은 전수 조사하는 것을 원칙으로 한다. ② ~ ④ (현행 유지) [별표 5] 균열하자 조사방법 중 ‘전수조사’, ‘조사방법’에 ‘5. 제46조2 제1항, 제2항, 제3항의 마감부위에 대한 하자 조사는 선행공사 작업의 하자로 인한 것인지에 대한 조사를 병행하여 실시한다.’ ⑤ 〈삭제〉

근거사유	○ 하자의 종류에서 제7조(콘크리트 균열)와 제9조(마감 부위에 균열 등)가 구분되어 있으므로, 하자 조사방법에도 구분할 필요가 있음.			
	○ 이에 제46조는 ‘콘크리트 균열 등 조사’로 규정하고, 제46조2를 신설하여 ‘마감 부위 균열 등 조사’를 구체적으로 규정하고자 함.			
근거사유	○ 도장공사 관련 많은 소송과 분쟁 사례에서 확인된 선행공사(콘크리트·강재·모르타르·거푸집 박리제 등 바탕체의 견출 작업, 양생 작업 미비, 구조체에서 발생한 습기·결로·누수·균열·오염·곰팡이 등)로 인한 하자에 대한 책임 소재를 명확히 함으로써 민원 및 분쟁의 소지를 저감할 수 있도록 콘크리트 균열과 마감부위균열을 구분하여, 콘크리트 균열을 독립적으로 규정하고자 함			
	○ 마감부위(미장 또는 도장) 균열 하자에 대한 조사방법도 별도로 명확히 규정하고자 함(제46조2 신설)			
[별표 5] 균열 및 도막 갈라짐 하자 조사방법(제46조제4항 관련)				
구 분		조 사 내 용		측정장비
현황조사		설계도서를 확인하여 부재의 치수 등을 조사한 후 조사대상 전체면적을 산정한다.		-
전 수 조 사	조사 방법	1. 전수조사는 해당 사건의 벽, 기둥, 보, 바닥 및 지붕 등에 발생한 균열 길이의 전부를 조사하는 것을 말한다. 2. 조사부위가 들뜨거나 조사에 장애가 되는 사항은 제거하고 조사를 한다. 3. 균열 폭의 조사는 장비로 하고, 누수·백화 등을 확인한다. 4. 제2호 및 제3호에 따른 조사가 어려운 외벽 등의 경우에는 측정 장비 등으로 원거리 조사를 실시할 수 있다. 5. 제46조2의 제1항 및 제3항의 마감 부위에 대한 하자 조사는 선행공사 작업의 하자로 인한 것인지에 대한 여부를 병행하여 실시한다.		크랙스캔, 균열경, 크랙스케일, 고배율 카메라, 망원경 등
	보수 면적 산정	1. 균열면적은 균열길이에 도장폭(30 cm)을 곱하여 다음과 같이 산정한다. 단, 망상균열의 발생 범위는 면적으로 산정한다. 총 균열면적(㎡) = 조사대상 전체면적(㎡) × 표본조사하자율(%) 2. 균열면적비율의 산정공식은 다음과 같다. 균열면적비율(%) = $\frac{\text{총 균열면적(㎡)}}{\text{조사대상 전체면적(㎡)}} \times 100$		-
표 본 조 사	조사 방법	1. 표본조사는 전수조사하지 않을 경우 채택한다. 2. 표본조사는 전체 면적의 일부를 다음과 같은 방식으로 조사한다. - 아파트 외벽은 1개 층을 기준으로 한다. - 지하주차장, 전기실 및 기계실 등과 저층인 건축물은 전수조사 면적의 5% 이내에서 정한다. 3. 그밖에 조사방법은 전수조사 방법을 준용할 수 있다.		크랙스캔, 균열경, 크랙스케일 등
	보수 면적 산정	1. 총 균열면적은 전수조사 기준과 동일하게 산정하되, 표본조사 하자율을 산출하고 총 균열면적을 산정한다. 2. 표본조사 하자율의 산정공식은 다음과 같다. 표본조사하자율(%) = $\frac{\text{균열면적(㎡)}}{\text{표본조사대상 전체면적(㎡)}} \times 100$ 3. 총 균열면적의 산정공식은 다음과 같다. 총 균열면적(㎡) = 총 균열길이(m) × 도장폭(30cm)		-
〈신설〉		제46조2 (미장 및 도장 부위 조사) ① 미장 부위의 미세균열 혹은 망상균열, 도장 부위의 도막 갈라짐은 전수 조사하는 것을 원칙으로 한다.		

	② 미장 부위의 미세균열 또는 망상 균열, 들뜸, 박리, 박락, 탈락 등의 하자 확인은 육안조사 및 두들김 조사를 원칙으로 하되, 자세한 조사를 위해 계측장비를 활용할 수 있다. ③ 도장 부위의 도막 갈라짐, 벗겨짐, 색분리, 주름, 기포 등의 하자 확인의 조사는 육안조사 및 두들김 조사를 원칙으로 하되, 자세한 조사를 위해 계측장비를 활용할 수 있다. ④ 이때 ①~③의 조사에서는 미장 부위 혹은 도장 부위 하자가 선행공사의 작업이나 하자로 인한 것인지를 명확히 하여 책임 소재의 분쟁이 발생하지 않도록 한다. ⑤ ①~④에도 불구하고 분쟁 발생 시 표본조사를 실시하고, 이를 거부하는 경우에는 하자 감정을 실시할 수 있다. ⑥ ①~⑤에 따른 조사방법은 별표 5를 따른다.																						
근거사유	○ 마감부위(미장 또는 도장) 균열 하자에 대한 조사는 별도로 명확히 규정함																						
제4장 하자 보수 비용 산정	제89조(균열 보수비용) ③ 미장공사 부위의 균열은 표면처리 공법으로 보수하고, 도장공사 부위의 균열 도포식 도장 공법으로 보수한다. ⑤ 균열보수면적 및 도장처리 보수 조사방법은 별표 9와 같다. [별표 9] 균열보수면적 및 도장처리 조사방법(제89조제5항 관련) <table><tr><th colspan="2">구 분</th><th>보수범위 산정방법</th></tr><tr><td rowspan="3">균열 보수 기준</td><td>보수폭 (도장폭)</td><td>균열주위 폭 30cm</td></tr><tr><td>보수면적</td><td>보수면적= 균열길이×보수폭 30cm</td></tr><tr><td>보수 면적률</td><td>보수면적률(%)= (보수면적÷ 전체면적)×100</td></tr><tr><td rowspan="2">도장 처리 기준</td><td>부분도장</td><td>〈보수면적률이 20% 이하인 경우〉 － 보수폭을 면 처리 후 2회 도장</td></tr><tr><td>전체도장</td><td>〈보수면적률이 20%를 초과하는 경우〉 － 보수폭을 면 처리 후 부분도장 1회+전체도장 1회</td></tr><tr><td>비고</td><td colspan="2">1. 균열보수 물량은 각 동별 또는 시설별로 산출하되, 균열종류에 따라 보수공법(충전식, 표면처리식, 주입식 또는 도포식)을 채택한다. 2. 도장 방법은 롤러 칠을 원칙으로 한다. 다만, 현장여건을 고려하여 필요한 경우에는 뿔칠 등의 시공방법을 채택할 수 있다.</td></tr></table>	구 분		보수범위 산정방법	균열 보수 기준	보수폭 (도장폭)	균열주위 폭 30cm	보수면적	보수면적= 균열길이×보수폭 30cm	보수 면적률	보수면적률(%)= (보수면적÷ 전체면적)×100	도장 처리 기준	부분도장	〈보수면적률이 20% 이하인 경우〉 － 보수폭을 면 처리 후 2회 도장	전체도장	〈보수면적률이 20%를 초과하는 경우〉 － 보수폭을 면 처리 후 부분도장 1회+전체도장 1회	비고	1. 균열보수 물량은 각 동별 또는 시설별로 산출하되, 균열종류에 따라 보수공법(충전식, 표면처리식, 주입식 또는 도포식)을 채택한다. 2. 도장 방법은 롤러 칠을 원칙으로 한다. 다만, 현장여건을 고려하여 필요한 경우에는 뿔칠 등의 시공방법을 채택할 수 있다.					
	구 분		보수범위 산정방법																				
	균열 보수 기준	보수폭 (도장폭)	균열주위 폭 30cm																				
		보수면적	보수면적= 균열길이×보수폭 30cm																				
보수 면적률		보수면적률(%)= (보수면적÷ 전체면적)×100																					
도장 처리 기준	부분도장	〈보수면적률이 20% 이하인 경우〉 － 보수폭을 면 처리 후 2회 도장																					
	전체도장	〈보수면적률이 20%를 초과하는 경우〉 － 보수폭을 면 처리 후 부분도장 1회+전체도장 1회																					
비고	1. 균열보수 물량은 각 동별 또는 시설별로 산출하되, 균열종류에 따라 보수공법(충전식, 표면처리식, 주입식 또는 도포식)을 채택한다. 2. 도장 방법은 롤러 칠을 원칙으로 한다. 다만, 현장여건을 고려하여 필요한 경우에는 뿔칠 등의 시공방법을 채택할 수 있다.																						
	제89조(균열 및 도막 갈라짐 보수비용) ③ 미장공사 부위의 균열은 표면처리 공법으로 보수하고, 도장공사 부위의 도막 갈라짐은 도장 공법으로 보수한다. ⑤ 균열 및 도막 갈라짐 도장 보수 면적 조사방법은 별표 9와 같다. [별표 9] 균열 및 도막 갈라짐 도장 보수면적 조사방법(제89조제5항 관련) <table><tr><th colspan="2">구 분</th><th>보수범위 산정방법</th></tr><tr><td rowspan="3">균열 보수 기준</td><td>보수폭</td><td>균열주위 폭 30cm</td></tr><tr><td>보수면적</td><td>보수면적= 균열길이×보수폭 30cm</td></tr><tr><td>보수 면적률</td><td>보수면적률(%)= (보수면적÷ 전체면적)×100</td></tr><tr><td rowspan="4">도막 갈라짐 도장 보수</td><td>도장 보수폭</td><td>도막 갈라짐 주위 폭 30cm</td></tr><tr><td>도장 보수 면적</td><td>도장 면적=도막 갈라짐 길이×도장 보수폭 30cm</td></tr><tr><td>도장 보수면 면적</td><td>도장 보수면적률(%)=(도장 보수면적÷도장 전체면적)×100</td></tr><tr><td>부분 도장</td><td>〈보수면적률이 20% 이하인 경우〉 － 도장 폭을 면 처리 후 2회 도장</td></tr><tr><td></td><td>전체 도장</td><td>〈보수면적률이 20%를 초과하는 경우〉 － 도장 폭을 면 처리 후 부분도장 1회+전체도장 1회</td></tr></table>	구 분		보수범위 산정방법	균열 보수 기준	보수폭	균열주위 폭 30cm	보수면적	보수면적= 균열길이×보수폭 30cm	보수 면적률	보수면적률(%)= (보수면적÷ 전체면적)×100	도막 갈라짐 도장 보수	도장 보수폭	도막 갈라짐 주위 폭 30cm	도장 보수 면적	도장 면적=도막 갈라짐 길이×도장 보수폭 30cm	도장 보수면 면적	도장 보수면적률(%)=(도장 보수면적÷도장 전체면적)×100	부분 도장	〈보수면적률이 20% 이하인 경우〉 － 도장 폭을 면 처리 후 2회 도장		전체 도장	〈보수면적률이 20%를 초과하는 경우〉 － 도장 폭을 면 처리 후 부분도장 1회+전체도장 1회
구 분		보수범위 산정방법																					
균열 보수 기준	보수폭	균열주위 폭 30cm																					
	보수면적	보수면적= 균열길이×보수폭 30cm																					
	보수 면적률	보수면적률(%)= (보수면적÷ 전체면적)×100																					
도막 갈라짐 도장 보수	도장 보수폭	도막 갈라짐 주위 폭 30cm																					
	도장 보수 면적	도장 면적=도막 갈라짐 길이×도장 보수폭 30cm																					
	도장 보수면 면적	도장 보수면적률(%)=(도장 보수면적÷도장 전체면적)×100																					
	부분 도장	〈보수면적률이 20% 이하인 경우〉 － 도장 폭을 면 처리 후 2회 도장																					
	전체 도장	〈보수면적률이 20%를 초과하는 경우〉 － 도장 폭을 면 처리 후 부분도장 1회+전체도장 1회																					

			비고 1. 균열보수 물량은 각 동별 또는 시설별로 산출하되, 균열종류에 따라 보수공법(충전식, 표면처리식, 주입식)을 채택한다. 2. 도막 갈라짐 도장 물량은 각 동별 또는 시설별로 산출하되, 도장을 원칙으로 한다. 3. 다만, 도장 방법은 롤러, 붓 등의 칠을 원칙으로 한다. 다만, 현장여건을 고려하여 필요한 경우에는 뿔칠 등의 시공방법을 채택할 수 있다.
	근거사유	○ ③항의 “도장공사 부위의 균열은~”문구를 “도막 갈라짐” 용어로 수정하고, 도장 도막 갈라짐에 대한 보수방법으로 “도장공법”으로 수정함 ○ ⑤항의 도장처리조사방법을 위의 “균열보수기준”과 동일한 개념의 “도막 갈라짐 도장 보수기준”으로 수정함 ○ [별표 9]의 ‘도장처리 보수기준’에서 ‘도장 보수기준’을 별도로 구분함. 도장 면적, 도장 폭으로 용어 수정	
	제90조(철근노출 보수비용) 노출된 철근은 사방 30cm 기준으로 방청도장 후 무수축 모르타르 또는 고강도수지 모르타르 등을 이용한 적절한 보수공법을 적용하여 산정한다.		〈현행 유지〉
	제122조(지하주차장의 보수비용) ③ 램프 연석의 설치상태에 따라 추가설치 또는 보수비용을 하자보수비로 산정하며, 이때 시공물량과 재도장 비용을 감안한다.		〈현행 유지〉

3.4 소결

- 마감부위를 도장부위와 미장부위로 구분
 - 제9조(마감부위 균열 등)을 제9조(미장 및 도장 부위)로 수정하고, ‘마감부위’를 “미장 및 도장” 혹은 “미장 및 도장 부위”로 별도 구분하는 개정안을 제시하였다.
- 선행공사의 하자와 미장공사의 하자를 구분
 - 제9조(마감부위 균열 등)를 제9조(미장 및 도장 부위)로 수정하고, 단, 도장공사 이전에 수행되는 선행공사 작업이나 하자(콘크리트·강재·모르타르 등 바탕체의 견출 및 양생 작업의 미비, 구조체에서 발생한 습기·결로·누수·균열 등)로 인한 도장 부위 하자는 도장공사의 시공하자로 보지 않는다.”를 단서 조항으로 추가하였다.
 - 제46조(균열 등 조사)를 제46조(콘크리트 균열 등 조사)와 제46조2(미장 및 도장 부위 조사)로 구분하여, ‘미장 및 도장 부위 조사’를 신설하고, [별표 5]에 “제46조2의 제1항 및 제3항의 마감 부위에 대한 하자 조사는 선행공사 작업의 하자로 인한 것인지에 대한 여부를 병행하여 실시한다.”라는 조항을 추가하였다.

- 도장층 도막 갈라짐 하자에 대한 용어 개정
 - 제9조(마감부위 균열 등), 제89조(균열 보수비용)를 제9조(미장 및 도장 부위), 제89조(균열 및 도막 갈라짐 보수비용)로 수정하고, 도장공사의 ‘미세균열 또는 망상균열’이란 용어를 ‘도막 갈라짐’으로 수정하였다.
- 도막 갈라짐 보수 면적 및 비용, 보수방법 보완
 - 제89조(균열 보수비용)를 제89조(균열 및 도막 갈라짐 보수비용)로 수정하고, [별표 9]의 “균열보수면적 및 도장처리 조사방법”을 “균열 및 도막 갈라짐 도장 보수면적 조사방법”으로 보완하였다.
- 2021년 개정 건축공사표준시방서 개정에 따른 도장재 용어 수정 및 보완
 - 2021년 국가건설기준 도장공사 표준시방서(KCS 41 47 00 : 2021) 개정에 따라 제6조(시설공사별 세부공사 분류기준) [별표 4]의 시설공사별 세부공사 분류기준 (도장공사) 개정을 제시하였다.

제4장 결 론

4.1 일반사항

- 본 연구는 주거건축물 및 사회기반시설의 장기적 내구성능 확보와 도시 미관 디자인 형성에 중요한 역할을 하는 도장공사에 있어서 공사 과정에서 발생하는 재해 및 안전사고, 중대 하자를 예방하고, 품질 및 성능을 향상시켜 관련 산업의 선진화를 도모하고자 함을 목적으로 하였다.
- 이를 위하여 도장공사와 관련한 사업 주체·입주자대표회의·수급인(원도급)과 하수급인(하도급)·설계자·감리자 간의 하자 책임 공방(회피)에 따른 사회적 갈등과 불신을 해소하고, 경제적 손실을 최소화하기 위한 자발적 노력으로 국토교통부 고시 ‘공동주택(도장공사) 하자의 조사, 보수비용 산정 및 하자 판정 기준’의 개정 연구를 수행하였다.
- 본 연구를 통하여 국토교통부 고시 “공동주택 하자의 조사, 보수비용 산정 및 하자 판정 기준” 중 도장공사 항목에 대한 개정(안)을 마련하였다.

4.2 주요 개정 내용

- 본 연구의 주요 결과는 다음과 같다.
 - (1) 마감부위를 도장부위와 미장부위로 구분함
 - 현행 기준에서 “마감 부위”라 함은 도장, 미장뿐만 아니라, 타일붙임, 석재붙임, 방수, 내화, 단열, 도배, 수장 등으로 그 범위를 매우 크게 규정하고 있음. 또한 콘크리트공사, 미장공사, 도장공사가 서로 다른 공사임에도 불구하고 각각의 하자를 동일한 법조항 내에서 포괄적으로 규정하고 있어 하자 판정을 위한

기술적 해석상 혼란이 야기되어 이를 별도 분리(구분)하여 규정하였다.

- 따라서, 제9조(마감부위 균열 등)를 제9조(미장 및 도장 부위)로 수정하고 ‘마감 부위’를 “미장 및 도장” 혹은 “미장 및 도장 부위”로 별도 구분하는 개정안을 제시하였다.

(2) 선행공사의 하자와 도장공사의 하자를 구분함

- “도장공사는 건설공사의 최종 마감공정”으로 타 공정과 달리 선행공사(콘크리트 공사, 미장공사, 견출공사 등)에서 기인한 하자(균열, 결로, 습기, 오염 등 결합)로 인하여 도장층 손상(하자)이 발생하는 사례가 많음. 그러나, 현행의 하자 판정 기준은 선행공사에서 발생하는 하자에 대한 조사 방법, 판정기준의 구분이 불명확하거나, 미흡하여 선행공사 하자가 도장공사 하자로 전가되는 불공정한 상황이 발생함에 따라 이를 해소하기 위한 하자 판정 기준을 추가하였다.
- 따라서, 제9조(마감부위 균열 등)를 제9조(미장 및 도장 부위)로 수정하고, “단, 도장공사 이전에 수행되는 선행공사 작업이나 하자(콘크리트·강재·모르타르 등 바탕체의 견출 및 양생 작업의 미비, 구조체에서 발생한 습기·결로·누수·균열 등)로 인한 도장 부위 하자는 도장공사의 시공하자로 보지 않는다.”를 단서 조항으로 추가하였다.
- 또한, 제46조(균열 등 조사)를 제46조(콘크리트 균열 등 조사)와 제46조2(미장 및 도장 부위 조사)로 구분하여, ‘미장 및 도장 부위 조사’를 신설하고, [별표 5]에 “제46조2의 제1항 및 제3항의 마감 부위에 대한 하자 조사는 선행공사 작업의 하자로 인한 것인지에 대한 여부를 병행하여 실시한다.”는 조항을 추가하였다.

(3) 도장층 도막 갈라짐 하자에 대한 용어 개정

- 도장층은 시공 두께가 박막 형태로서 시공 후 바탕층(견출층, 미장층, 콘크리트층, 금속판, 목재 등)의 영향을 받아 갈라지는 현상이 많이 나타남. 이에 도장층의 갈라짐 현상을 “미세균열 또는 망상균열”로 특정하여 명기하는 것은 적합하지 않아 그 하자 형태를 “도막 갈라짐”으로 표기함
- 따라서, 제9조(마감부위 균열 등), 제89조(균열 보수비용)를 제9조(미장 및 도장 부위), 제89조(균열 및 도막 갈라짐 보수비용)로 수정하고, 도장공사의 ‘미세균열 또는 망상균열’이란 용어를 ‘도막 갈라짐’으로 수정함

(4) 도막 갈라짐 보수 면적 및 비용, 보수방법 보완

- 상기 (3)의 도장하자 중 ‘도막 갈라짐’이 새롭게 규정됨에 따라 이와 관련한 보수방법 및 비용 산정에 관한 규정도 함께 보완함
- 따라서, 제89조(균열 보수비용), 제89조(균열 및 도막 갈라짐 보수비용)로 수정하고, [별표 9]의 “균열 보수면적 및 도장처리 조사방법”을 “균열 및 도막 갈라짐 도장 보수면적 조사방법”으로 보완함

(5) 2021년 개정 건축공사표준시방서 개정에 따른 도장재 용어 수정 및 보완

- 2021년 국가건설기준 도장공사 표준시방서(KCS 41 47 00 : 2021) 개정에 따라 제6조(시설공사별 세부공사 분류기준) [별표 4]의 시설공사별 세부공사 분류기준 (도장공사) 개정을 제시함

4.3 활용 및 기대 효과

- 본 연구의 주요 결과에 대한 활용 및 기대효과는 다음과 같다.
 - 본 연구의 결과는 공동주택 하자 판정 기준(국토교통부고시 제2021-1262호)의 개정을 위한 자료로 활용한다.
 - 본 연구의 결과는 향후 예상되는 원·하도급 간의 하자분쟁 조정을 위한 자료로 활용한다.
 - 본 연구의 결과를 국토교통부 주택건설공급과 및 국토안전관리원 등에서 운영하는 하자분쟁조정위원회, 서울중앙법원 건설감정실무(2016년) 건설소송실무연구회 등과 협의하여 도장공사 하자 판정에 대한 공정성을 확보하는 자료로 활용한다.
- 도장공사업협의회는 본 연구보고서를 바탕으로 국토교통부 주택건설공급과, 하자분쟁조정위원회, 법원건설감정실무 연구회 등과 지속적인 협의를 통하여 합리적이고, 공정한 하자 판정 기준이 될 수 있도록 노력한다.

도장공사업협의회 하자 판정 기준위원회

회	장	엄재열(대한전문건설협회 도장공사업협의회)		
위	원	장	신승섭(도장공사업협의회 하자 판정 기준위원회)	
부	위	원	장	한영승(도장공사업협의회 하자 판정 기준위원회) 임종득(도장공사업협의회 하자 판정 기준위원회)
위	원	황성준(도장공사업협의회 하자 판정 기준위원회) 홍기정(도장공사업협의회 하자 판정 기준위원회) 김대중(도장공사업협의회 하자 판정 기준위원회) 조영수(도장공사업협의회 하자 판정 기준위원회)		
자	문	위	원	박승국(대한건설정책연구원, 연구실장)
사	무	국	장	문경주(대한전문건설협회 도장공사업협의회)

(사)한국건설품질기술사회

연 구 책 임 자	김영환(협동조합 건설품질안전기술원 원장)
공 동 책 임 자	오상근(사단법인 한국건설품질기술사회 회장)
연 구 원	김수연(서울과학기술대학교 연구교수) 김영석(사단법인 한국건설품질기술사회 사무국장)



✓ 현장근로자, 근로자재해공제

✓ 제3자 배상책임, 영업배상책임공제

✓ 해외근로자, 해외근로자재해공제

✓ 공사용장비, 건설기계공제

건설 현장을 가장 잘 아는 조합 전문가가 함께하면 다릅니다

근로자 모두가 안심하고 일할 수 있는 일터와 미래를 약속합니다
조합원 맞춤형 금융서비스를 제공하는 전문건설공제조합이
안전한 내일을 함께하며 흔들리지 않는 동반자가 되겠습니다
건설금융의 Best Value Partner – 전문건설공제조합

실란커플링제가 함유된 아크릴 수지를 이용한 상온경화형 초속경 차선공법

(교통신기술 지정 제60호)

>>

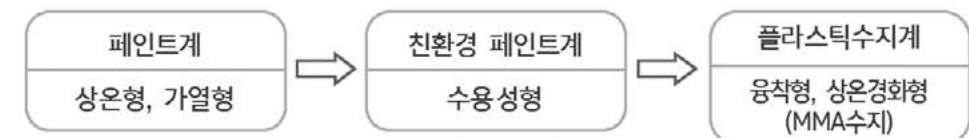
기술개발자: 대한로드라인페인트(주)

1. 교통신기술의 내용 및 범위

가. 기술개발 개요

(1) 차선도색의 변화

차선은 과거 페인트계(상온형 및 가열형)에서 플라스틱수지계(융착형 및 상온경화형)로 변화해 왔고, 최근에는 내구성이 우수한 상온경화형 차선이 증가하고 있으나, 현실적으로 재료의 특성상 단점에 대한 보완이 필요함.



- ① 수용성계 차선은 내구성은 좋으나, 시공시 건조가 오래 걸리는 문제로 일정한 두께로 시공이 어려워 품질 확보에 어려운 문제가 있음
- ② 융착형 차선은 건조속도가 빠르고 도막이 두꺼워서 도심지 도로의 차선, 횡단보도 등에 많이 사용되나 시 인성이 단기간에 낮아지고, 계절 변화에 따른 크랙 발생 등의 내구성이 약함
- ③ 내구성 증진을 목적으로 최근에 상온경화형 차선재료인 MMA수지계가 도입되었으나, 재료의 특성상 건조 시간 확보와 노면온도에 따라 시공제한조건 및 기존차선과의 상호호환성 문제가 나타남.

(2) 국내외 차선정책 및 기술동향

- ① 차선의 품질기준 및 유지관리 개선연구(한국도로공사)에서 노면표시용 도료를 재료별 및 색상별로 구분하

여 품질기준을 마련하고 있고, 도로교통법개정, 시행(2019.06.14.)에 따른 우천시 시인성을 확보하는 차선 도색을 시행하고 있음, 따라서, 야간 및 우천시 시인성 확보를 위하여 내구성이 좋은 상온경화형(MMA수지) 차선이 증가하고 있으나, 건조시간(필요경화시간 12분~25분)이 길어서 차선도색 시공시 교통체증과 이동차단에 따른 교통사고의 우려가 있어 도로환경에 적합하고, 시공시 교통안전성을 고려하여 내구성이 우수한 속건형 차선개발이 필요함.

② 미국 교통부(USDOT)는 2015년 2월 「Beyond Traffic 2045」를 발표하여 미국 내 교통 분야가 직면하고 있는 현재 상황을 토대로 하여 향후 30년간의 장기적인 정책 비전을 제시하여 도로차선 등 교통안전시설 구축을 위해 'Highway Safety Improvement' 프로그램을 운영하는데 2016년 26억 달러 예산 책정

③ EU의 ERTRAC(European Road Transport Research Advisory Council)은 2030년까지 안전한 도로 교통을 위한 기술개발 로드맵을 제시하여 통합안전도로교통시스템 구축을 통해 2020년까지 사고율 30% 감소, 2030년 교통사고 제로 등 목표 설정

(3) 대안검토

① 기존기술의 문제점 및 개발방향과 목표

구분	문제점	개발방향	목표
건조성	시공시 발생하는 교통정체로 충분한 경화시간 미확보로 인한 내구성과 단기간에 시인성 저하	건조성 개선을 위하여 구형분말 건조경화 촉진제를 도로와 동시 살포시켜 도막의 내면과 표면의 건조시간을 단축하여 경화 시간 확보	건조시간 50 이상 단축
시공성	시공 가능 노면 온도 범위가 5℃~40℃로 여름철 시공시 노면의 고온에 의한 경화제의 물성 변화로 품질 저하 요인 발생됨	시공 가능 노면 온도 범위를 높이기 위하여 과산화물 경화제 대신 폴리에틸렌수지 흡착이온 화학 반응형 경화제 적용으로 노면의 고온에서도 시공 가능케 함	사계절 환경에서 시공 가능 온도 범위 확대 (5℃~40℃)
상호호환성	MMA계 도료는 자체 내구성은 강한 반면, 기존차선과의 상호호환성이 약하여, 겨울철 이후 탈리나 깨짐 현상이 발생됨	기존 차선과의 호환성 향상을 위하여 실란커플링제를 첨가한 아크릴수지는 무기물과 유기물의 접착력을 강화시킴으로써 기존차선과의 상호호환성 향상시킴	기존 차선종류와의 호환성 강화

② 교통신기술의 시장성

- 최근 국내의 교통정책 등을 고려하면, 차선의 중요성이 많이 대두되는 현실로서 경찰청과 국토교통부의 노면표시 매뉴얼에 차선시인성 기준이 야간과 습윤시 및 우천시 기준이 상향개정되고, 교통약자에 대한 안전대책 및 자율주행 시대를 앞두고 차선의 중요성 인식에 따른 예산확대 추세임.
- 현재 국내의 차선도색 예산이 약 2500억/년에서 최고 4000억/년 이상으로 확대 가능성이 큰 것으로 도로정책 관련 기관 및 연구원의 보도자료가 있으며, 전국도로의 차선도색은 2~3년에 1회 시행하는 도로가 약 60% 이상인데, 최근의 차선도색 기준 상향개정으로 매년 차선도색을 시행해야 하는 도로가 증가할 수밖에 없는 상황을 고려하면 현재 차선시장은 연간 2500억/년에서 매년 점차 증가하여 수년 내로 4000억/년 시장으로 증가되어 신규시장과 유지보수 시장성이 확장될 것임.

- 교통신기술은 기존기술에 비하여 모든 포장면 및 기존차선의 접착성이 우수하고, 속건성의 고내구성 차선으로, 노면 상의 모든 차선과 노면 색깔 유도선 등에 다양하게 활용할 수 있으며, 기존장비를 활용한 장비 구성이 용이하고, 모든 도로상에 시공이 가능함. 특히, 빠른 건조시간으로 교통정체, 민원감소 및 우수한 경제성 효과로 차선시장의 활용성이 높아 고속도로, 국도 및 지방도 등에 보급이 원활함으로써 시장성의 확장이 예측됨.

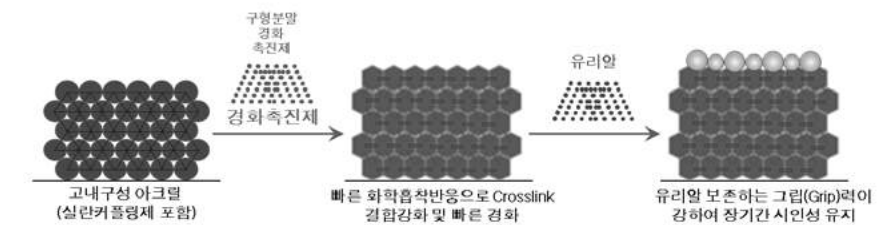
나. 교통신기술의 범위

실란커플링제가 함유된 아크릴수지와 설펜산 이온 반응 수지가 함유된 비드형 경화촉진제를 10:1의 비율로 동시에 살포하고 형성된 도막위에 유리알을 살포하는 상온경화형 초속경 차선 공법

다. 교통신기술의 내용

1) 교통신기술의 내용

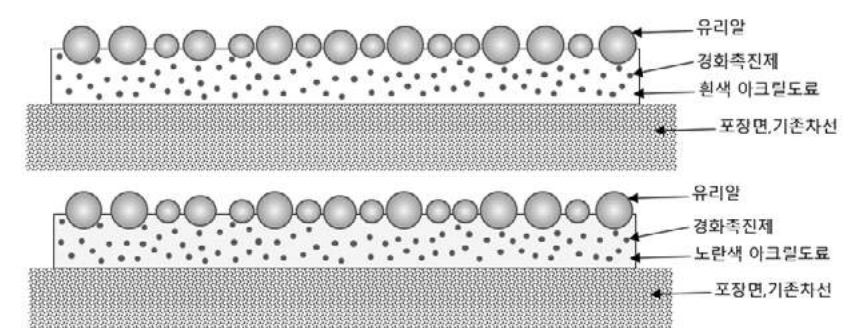
실란커플링제가 함유된 아크릴수지와 설펜산 이온 반응 수지가 함유된 비드형 경화촉진제를 10:1의 비율로 동시에 살포시켜, 차선도막의 내면 및 표면의 빠른 경화반응과 유리알 보존 기능을 향상시켜 장기간 시인성을 유지하는 초속경 상온경화형 차선 도색 공법



〈 신기술 차선의 원리 〉



〈 실란커플링제의 접착성강화 메커니즘 〉

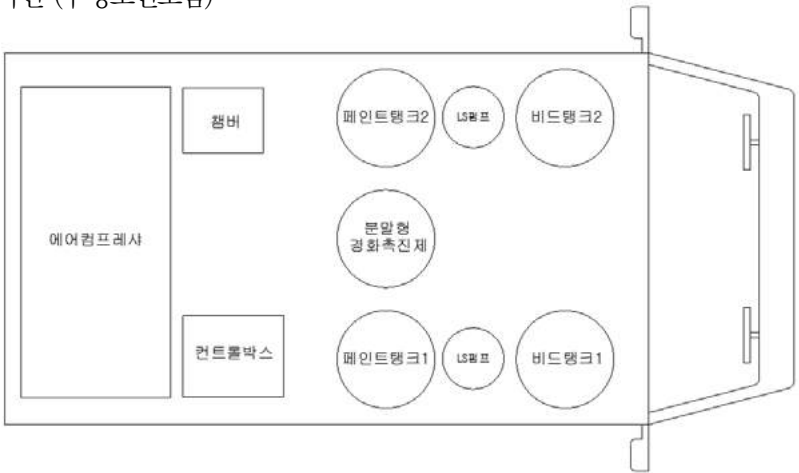


〈 신기술 차선의 모식도 〉



〈신기술 차선의 모식도〉

－ 시공장비 사진 (구성도면포함)



2) 교통신기술의 검증기준, 결과 및 분석

(1) 분석내용 : 기준과 결과 및 분석내용은 다음표와 같음

- 신기술 제품에 대한 KS M 6080 규격 적합성 및 품질검증결과

검증항목	검증기준	검증결과	분석 내용(시험방법)
용기내에서의 상태	이물질이 없음	이물질이 없음	KS M 6080 : 2019 5종 기준
도막의 겉모양	주름, 얼룩, 부풀음, 갈라짐, 떨어짐이 없음	주름, 얼룩, 부풀음, 갈라짐, 떨어짐이 없음	도막형성이 매끄러워 차선상 태가 깔끔함
불점착 건조성	40분 후에 도료가 불점착 시험기의 타이어에 붙지 않음	40분 후에 도료가 불점착 시험기의 타이어에 붙지 않음	건조성이 좋다
블리딩성	아스팔트 위에 칠했을 때 심한 블리딩이 없어야 함	아스팔트 위에 칠했을 때 심한 블리딩이 없음	신포장 도색시 색상 변화가 없음
내알칼리성	수산화칼슘포화용액에 18시간 침지시켜도 갈라짐 및 변색이 없어야 함	수산화칼슘포화용액에 18시간 침지시켜도 갈라짐 및 변색이 없음	내수성이 우수함

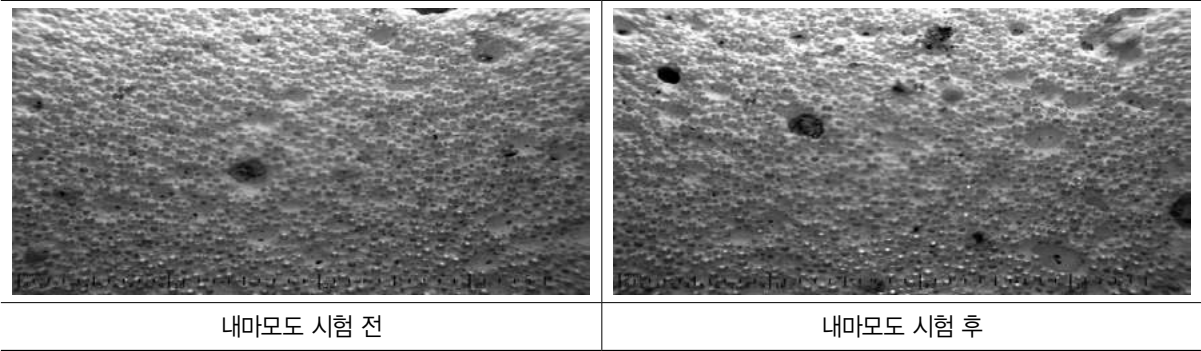
색도좌표(초기)흰색	CIE 색도좌표 범위 내에 들어올 것 X : 0.355, 0.305, 0.285, 0.335 Y : 0.355, 0.305, 0.325, 0.375	이상 없음 0.321 0.339	백색도 및 은폐율이 높다.
휘도율-UV 노화 전(β) 흰색	0.80 이상	0.86	기준보다 자외선(UV)에 대한 내후성이 높아 색상변화가 적다.
휘도율-UV 노화 후($\Delta\beta$) 흰색	0.05 이하	0.02	기준보다 자외선(UV)에 대한 내후성이 높아 색상변화가 적다.
내마모도시험 (건조한 노면조건, 교통량등급) P7, 400만 회 후 재귀반사도 성능(R5)	300 이상	1209	400만 회 후 건조노면의 재귀 반사도 성능(시인성) 이 기준보다 4배 높아 장기간 야간 시인성을 확보함
내마모도시험 (젖은 노면조건, 교통량등급) P7, 400만 회 후 재귀반사도 성능(RW4)	75 이상	802	400만 회 후 젖은 노면의 (습윤시) 재귀반사 성능 (시인성)이 기준보다 10배 이상 높아 장기간 우천시 시인성을 확보함
휘발성 유기화합물 함량(g/L)	170 이하	15.2	VOC가 기준치의 1/10 미만으로 친환경 차선임
불점착 건조성	40분 후 타이어에 붙지 않음	6분	불점착건조성이 기준보다 6배 이상 빨라 초속경 차선임

(2) 시공 후 건조성 및 시인성 분석

- 신공항고속도로내 현장에서 시험시공 실시, 건조성과 시인성 현장검증

항 목	기 준	교통신기술
건조성	40분 후에 타이어에 묻지 않음(KS기준)	불점착 건조시간 측정 2분 후에 묻지 않음
시인성(재귀반사휘도) 건조상태	국토부/한국도로공사 기준 420mcd 이상	650mcd
시인성(재귀반사휘도) 습윤상태	국토부/한국도로공사 기준 175mcd 이상	313mcd

(3) 내마모성 시험



- 내마모도 시험 전, 후 사진 확인 결과 탈리된 유리알이 거의 없고 고착 및 보존상태가 우수
- 교통량이 많은 지역을 가정하여 400만 회 내마모도 시험 후 재귀반사도 측정결과 건조시 1209mcd, 젖은 노면시 802mcd 결과값이 나옴.

3) 개발·개량 정도

항 목	기존기술	개량된 기술	비고
주재료	MMA수지 (메탈메사아크레이드)	아크릴수지 (아크릴레진)	MMA수지는 유해물질로 분류됨
경화제	유기과산화물 (BPO)	구형분말 경화촉진제 (catalyst)	BPO와 달리 고분자비드(Polymeric bead)는 인화성 물질 아님
건조성(경화시간)	12분 ~ 25분	4분 ~ 10분	2배 이상 빠른 불점착 건조성
내구성	우수	우수	-
기존차선도막과의 호환성 및 접착성	보통(제한적)	우수	모든 기존차선도막과의 호환성과 접착성 우수
포장면과 접착성 (아스콘, 콘크리트)	우수	우수	-
시공성 (시공제한온도)	시공적합노면온도 (5℃ ~ 40℃)	시공적합온도 (5℃ ~ 60℃)	기존기술은 노면 온도 40℃ 이상에서 경화제의 물성변화로 시공 후 하자발생 원인이 됨
환경성	냄새가 심하고, 접촉시 피부질환우려가 있음	냄새가 적고, 접촉시 피부질환 우려가 없음	VOC(휘발성유기화합물) 함량이 상대적으로 40% 낮음(15.2 : 25)
경제성	시공비(자재포함) 약₩18,000/㎡	시공비(자재포함) 약₩15,000/㎡	기존기술 시공비 대비 약 85%

4) 차별성 및 혁신성

항목	기존기술	교통신기술의 혁신성
자재	·주재는 MMA 또는 PMMA계 상온경화형 도료이며, 경화제(BPO)가 98:2 또는 50:50으로 결합하여 도막이 경화되는 차선 ·건조속도는 느리나 (15~25분), 건조후 내구성이 우수하다	·주재는 실란커플링제를 함유한 아크릴수지에멀전, 경화촉진제는 구형분말로 살포시 주재와 결합이 화학흡착반응으로 도막의 표면과 내면의 건조경화를 2배 이상 빠르게 하는(5~6분) 동시에 크로스링크(cross-link) 결합강화로 내구성을 향상시킨 초속경 차선
차선도색 장비 및 시공	·2액형용 전용장비 또는 3액형용 전용 장비를 사용함 ·3액형 장비는 도료의 배합 믹서후 1개 노즐로 살포되므로 장비관리가 어려움 ·50:50의 2액2공정 장비는 2개 노즐을 사용하여 살포되므로 노즐 막힘 현상이 없어 장비관리가 용이함	·주재와 경화촉진제가 각각의 탱크에서 10:1의 비율로 주재는 액상으로 살포되고 동시에 경화촉진제는 구형분말로 외부혼합식으로 침투하여 도포됨으로써 노즐의 막힘현상 없이 시공이 용이함

품질관리	·건조시간이 오래 걸려 교통량이 많은 도로에서는 필요 경화시간 약 15분을 확보하기 어려워 품질확보가 어려움 ·노면 온도가 40℃이상 고온에서는 경화제(BPO)의 물성변화 등으로 품질관리가 어려움 ·내구성은 좋으나 기존 차선과의 상호 호환성이 약하여 기존 차선과 탈리되는 문제점	·건조시간이 빨라(5~6분), 교통량이 많은 도로에서도 품질시공이 가능하고, 노면 온도가 40℃이상 60℃까지도 품질시공이 가능함 ·무기물과 유기물간의 접착력 강화를 위해 실란커플링제를 포함시켜 도로와 유리비드의 접착력이 강하여 장기간 시인성이 유지되고, 기존 차선과의 상호 호환성이 우수하여 기존 차선과 탈리 또는 깨짐 현상이 없음
환경성	·기존기술에 사용하는 MMA계 주재와 경화제는 위험물로 분류되어 사용시 또는 취급시 유해화학물질 분류에 따라 안전관리에 주의를 요하며, 시공시 역한 냄새가 발생 됨	·주재인 아크릴수지에멀전과 구형분말 경화촉진제는 유해성이 없는 물질로 취급관리가 용이하고 안전한 친환경 차선임.

라. 신기술의 성능

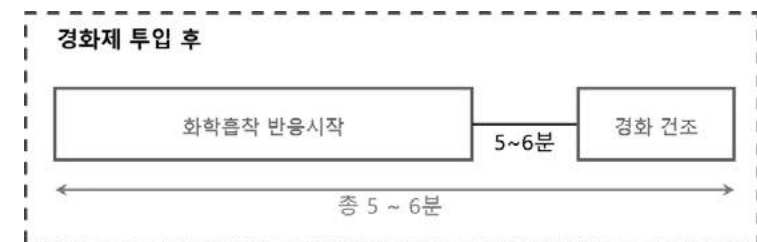
1) 공사기간 단축

(1) 도로의 건조방식에 의한 건조시간 차이

- 기존기술



- 교통신기술

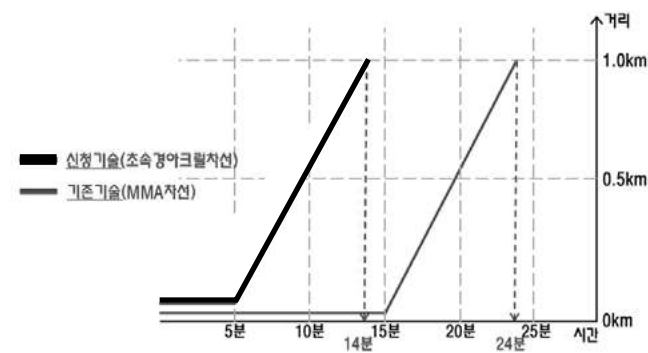


(2) 건조시간 차이에 의한 공사 기간 단축 효과 비교

차선도색작업은 이동차단 작업으로 시공시 차선의 일정한 양생시간이 필요함으로써, 도색 직후 발생하는 교통신기술과 기존기술의 양생시간 비교를 통하여 공사 기간 단축효과 분석.

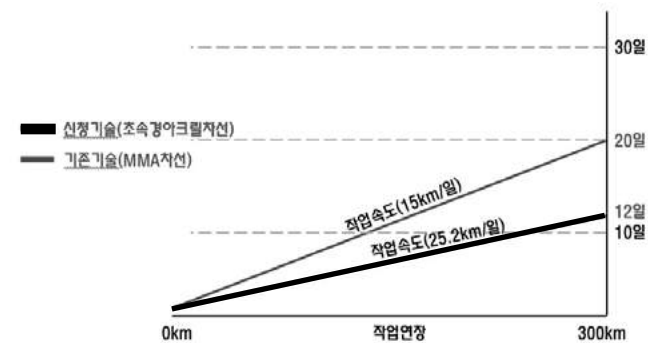


- 1km당 작업속도



① 공사기간 검토

교통신기술(초속경아크릴차선)으로 시공시 기존기술(MMA차선)으로 시공했을 때 보다 약 1.7배의 공사기간 단축 효과가 있음



2) 첨단기술성

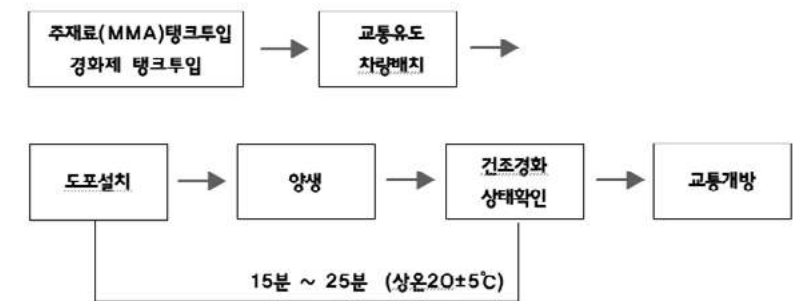
기존기술과 교통신기술의 친환경성 관련 기준 및 비교분석 자료

항목	기존기술	교통신기술	비고
주재	주재료인 MMA수지는 인화성 액체로 위험물기준 제4류 제1석유류에 해당되어 사용 및 취급시 유해화학물질 관리에 따라 주의하여야 함	주재료인 아크릴에멀전 수지는 위험물질에 해당되지 않아 취급 및 사용이 용이함	친환경도로
경화 촉진제	유기과산화물(BPO)로 자기반응성물질에 해당되어 사용 및 취급시 유해화학물질 관리에 따라 주의하여야 함	흡착이온 중합플라스틱 비드로 위험물질에 해당되지 않고, 취급 및 사용이 용이함	친환경도로
휘발성유기화합물 함량(g/L)	VOC 25.0	VOC 15.2	기존기술보다 40% 낮음(15.2:25) 친환경도로
산업안전보건성 (작업인)	역한 냄새가 발생함	냄새가 적음	작업인 산업안전보건에 적합

마. 신기술의 경제성

1) 설계·시공 공사비 절감

- 기존기술



- 교통신기술



※ 차선도색의 일반적 공정은 표준품셈에 따라 산출함.

2) 유지관리비용 절감

(1) 유지관리비 효과

- 교통신기술은 포장면 및 기존차선과 부착성 및 상호호환성이 우수하여 기존차선들(돌출차선포함)과의 접착성 보완을 위한 프라이머도포 또는 제거 공정없이 도색함으로써 유지관리가 용이함
- 교통신기술은 기존차선에 비하여 속건성에 따른 시공성 향상과 기존 차선(15℃~40℃)에 비하여 노면온도 범위가 넓어(5℃~60℃) 유지관리에 장점이 있음.
- 현장조건이 온도 32℃에서 시공 후 측정결과 건조시간이 2분으로 건조성이 우수하며 재귀반사성능 또한 건조시 672mcd, 젖은노면시 327mcd 로 우수
- 또한, 시공 후 경화현상이 없어 탱크 청소에 용이하여 유지관리비 절감 효과가 있음.

- 기존기술인 MMA는 시공 중 작업대기나 점심시간 등으로 인한 작업이 중단될 시 시너를 이용하여 분사장치를 중간 중간 청소해야 되며 하루일이 끝나고 다음 날 작업을 하기 위해서 호스(배관) 청소 시너 사용(당사 실제 도로희석제(시너) 1말(17ℓ) 매입단가 34,000원, 평균적으로 마카차 1대당 약 2말(34ℓ)을 사용)
* MMA 라인마카(1대) 작업 시 1일 68,000원 비용 발생하므로 신기술 라인마카(1대) 작업 시 1일 68,000원 절감 효과가 있음.

- 액상폐기물(폐도로, 시너 등) 처리 비용이 1ℓ당 약 1,120원임.
사용 후 시너 폐기물 중 공기중으로 휘발되고 남은 비휘발분이 약 14ℓ로 가정하였을 때 1일 폐기물 처리비용 약 31,000원

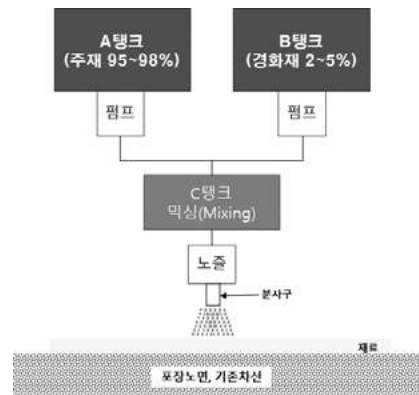
- 청소하기 위해 투입되는 인력 노무비 발생
2023년 표준노임 보통인부 기준으로 약 157,000원 x 2명 = 314,000원 임.

구 분	희석제 비용	폐기물 처리비용	노무비	합 계	비 고
신기술(아크릴)	-	-	-	-	1일 작업시 약 413,000원 절감 효과
기존기술(MMA)	68,000	31,000	314,000	413,000	

바. 신기술의 현장적용성

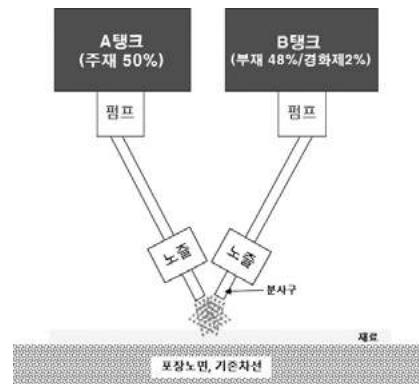
1) 시공성

(1) 기존기술



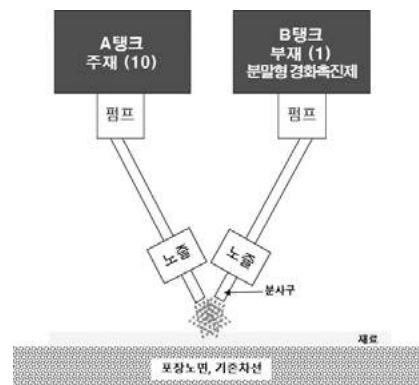
- A탱크와 B탱크에 각각 투입된 (A)주재와 (B)경화제가 일정비율로 믹싱탱크로 이송된 후 믹싱과정 후 노즐을 통해 분사되는 공정임. 여름철 고온으로 믹싱과정에서 응고가 되거나 역류현상이 발생시 믹싱탱크와 노즐청소로 시공중단 및 차선의 품질 불량 및 하자발생이 됨

(2) 기존기술(교통신기술-제33호)



- 믹싱탱크가 없어, 시공 중에 재료의 응고나 역류현상은 없으나 B탱크에 선행공정으로 부재와 경화제를 48:2로 믹스한 후 투입해야 하는 선행공정이 있고 시공 후 후행공정으로서, B탱크에 남아있는 재료의 응고를 막기 위해 반드시 청소해야 함으로써 재료의 Loss가 발생한다.

(3) 교통신기술



- 믹싱탱크가 필요없이 주재와 부재가 중량비 10:1로 살포하는 공정. B탱크에 투입되는 구형분말 경화촉진제는 재료의 응고가 없고, 시공 후 청소가 필요없이 선행과 후행공정이 필요없음.

2) 안전성

(1) 이용자 안전성(작업인)

- 기존기술은 인화성 액체로서 MMA주재가 재료상의 위험물 제4류로 분류되고, 경화제는 제5류인 자기반응성물질로 분류되는 유기과산화물(BPO)로서 유해물질에 포함되나, 교통신기술은 아크릴에밀션 상태로 친환경 도료이며 인화성 액체가 아님
경화촉진제는 고분자 비드로서 위험물로 분류가 안되는 재료이다. 따라서 기존기술에 비하여 친환경적이며 취급시 안전. 또한, VOC가 기존기술에 비하여 40% 적어 작업인의 산업보건안전에 적합.

(2) 하자발생 사례 및 빈도

- 시공중 경화제가 장비결함 등으로 미살포시 건조경화가 되지 않아서 작업인이 매번 차선의 건조상태를 확인하여, 미살포시 다시 재도색해야 하는 위험성이 있으며, 여름철 시공시 노면온도가 40℃ 이상에서는 경화제가 살포시 고온에 의한 물성변화로 품질저하에 따른 하자발생이 될 수 있으나, 신기술은 자연상태로 건조가 되는 성질로 인하여 재도색 등이 불필요.

교통신기술은 여름철 노면온도 60℃까지 물성변화가 없어 하자발생 요인이 적고, 접착력과 건조경화속도가 빨라 하자발생 사례가 없으며, 시인성 등을 모니터링한 결과 모두 기준치 이상으로 나타났음.

구 분	수용성차선	상온경화형차선(MMA)	교통신기술
장 점	·친환경 차선으로 휘발성유기화합물의 함량(VOC)이 낮다 ·노면온도가 40℃ 이상에서도 작업이 가능하며, 품질이상이 없다	·도막이 두꺼워 야간 및 우천시 시인성을 위한 비드 사용이 가능하고 내구성이 높아 장기간 시인성 유지	·친환경차선으로 VOC함량이 낮다 ·노면온도가 0℃~60℃까지 시공 가능하여, 품질 이상이 없다 ·도막이 두꺼워도 건조시간이 빨라 야간 및 우천시 시인성을 위한 비드사용이 가능하고, 내구성이 높아, 장기간 시인성 유지
단 점	·건조시간이 느리고(15분~20분), 도막이 두꺼우면 건조시간이 2배 이상 늘어나서, 야간 및 우천시 시인성 향상을 위한 대구경비드나, 우천형비드 사용이 현실적으로 어렵다	·건조시간이 느리다 (15분~25분) ·노면온도가 40℃이상에서는 경화제의 물성변화로 시공온도제한이 있다 ·주재(MMA)는 유해물질로 분류되고, 경화제(BPO)는 위험물로 분류되어 취급시 주의사항이 있다	

스텔스 차선의 대응 방안

- 비정형돌출형 차선공법

>>

기술개발자 : (주)삼화페인트

보통 차선에는 유리알이 포함돼 있다. 유리알은 차량 전조등의 빛을 반사해 야간 및 빗길에서도 차선이 잘 보이도록 돕는다. 얇고 평평한 2D 형태 차선은 유리알이 쉽게 떨어지고, 빗물에 잠겨 보이지 않는 경우가 많다. 일명 '스텔스 차선'이라 불리는 현상으로, 이는 야간 및 빗길 교통사고의 주된 원인이다.

독일 아우토반 50% 이상 적용된 차선

삼화페인트가 선보인 비정형 돌출형 차선은 운전자의 안전과 안전한 교통환경을 위해 삼화페인트가 독일연방도로청(BAST)으로부터 인증받은 수지를 적용해 개발한 제품·기술이다.

세계적으로 가혹한 도로 환경을 가지고 있는 독일 아우토반 50% 이상에 적용돼 있는 비정형 돌출형 차선은 울퉁불퉁한 3D 차선 형태가 특징이다. 불규칙한 비정형 형태이기 때문에 배수가 빠르고, 빗 반사 성능이 뛰어나다. 얇고 평평한 차선은 빗물에 쉽게 잠기고 차선 마모도 빠르지만, 비정형 돌출차선은 울퉁불퉁한 도막 사이로 빗물이 빠르게 배수되고, 상대적으로 높은 도막두께로 빗물에 쉽게 잠기지 않는 게 특징이다.

운행 중엔 실선으로 보이고 쏘아진 빛이 제자리로 돌아오는 재귀반사도(再歸反射度)는 일반 기준보다 1.7배 정도 높다. 대략 1.7배가량 선명하다고 보면 된다.



후경화기술로 유리알 재귀반사성능 증폭

비정형 돌출차선이 야간, 우천 때도 잘 보이는 이유는 구조적 특징과 함께 페인트 후경화(後硬化) 기술이 적용됐기 때문이다. 노면표지용 페인트는 보통 5분 이내에 경화된다. 후경화 기술은 즉시 경화되는 게 아니라 3분쯤부터 경화가 진행돼 유리알의 재귀반사 성능을 최대로 끌어 올린다는 것이다. 삼화페인트 측은 “돌출된 도막에 부착된 유리알이 차량 전조등 빛을 더 넓게 반사해 운전자가 차선을 쉽게 인식할 수 있도록 해준다. 비정형 돌출차선은 야간, 우천에도 잘 보이도록 페인트 후경화 기술이 적용됐다”고 설명했다.

비정형 돌출차선은 내구성이 길고 유지보수가 간편하다는 장점도 있다. 별도의 차선제거 작업 없이 재도장이 가능하기 때문이다.

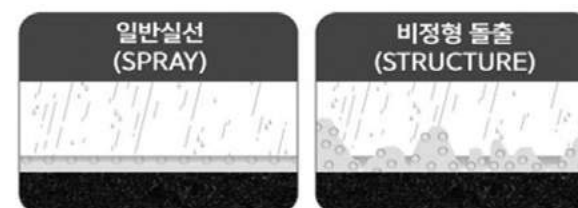
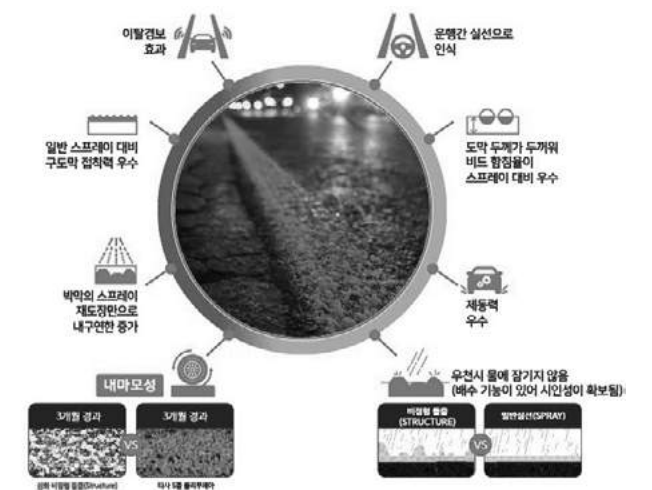
서울시 노면표지 시범사업 적용

삼화페인트는 유리알 제조사, 도장 업체 등 협력사와 함께 참여해 동반성장 및 상생협력에도 앞장섰다. 노면표지 시공업체 두원건설(주), 세이프로드(주)와 함께 서울시가 주관한 노면표지 시범사업에 참여한 것. 서울시 노면표지 시범사업은 안전한 교통환경을 위해 노면표지 신제품·신기술에 대한 현장 적용성과 경제성 등을 평가하는 사업이다. 시범사업에 적용된 신제품 및 신기술은 2년간 품질평가를 거쳐 서울시 노후 포장도로 정비 사업에 도입될 예정이다.

시범사업에 적용된 ‘비정형 돌출형 백색차선’의 재귀반사도를 3개월 지난 시점에서 측정한 결과, 건조 노면의 재귀반사도는 m^2 당 휘도(밝기)가 434mcd(밀리칸델라), 젖은 노면은 175mcd로 나타났다. 이는 서울시 노면표지용 상온 경화형(5종) 재귀반사성능 기준인 각각 240mcd, 100mcd 보다 크게 높다.

삼화페인트는 “현재 국내에는 차선 반사성능이 내구연한인 KS M 6080 5종 기준 2년 이상을 충족하는 페인트가 없다”며 “이 장기 내구연한 유지의 핵심은 장기적으로 유리알을 잡아주는 도로 메커니즘의 완성도에 있다”고 말하고 있다.

또한 “당사 환경·사회·지배구조(ESG) 경영 방침에 맞춰 운전자에게 안전한 운전 환경을 제공하기 위해 독일의 기술을 도입했으며, 이후 국내 적용을 위해 5년 이상 연구·개발에 매진, 현장 테스트 및 검증을 완료했다”고 덧붙였다.



건설현장의 무인(無人) 패러다임 – 급속한 성장과 수요 증폭

대표적인 노동집약 산업인 건설업에 무인화·자동화 바람이 불고 있다. 공사의 일부를 담당할 자동화 기계가 속속 등장하고 안전관리업무에도 로봇이 투입돼 사람을 대체하면서다. 건설업계에 따르면 최근 건설현장에는 도장공사, 미장공사 등 공중부터 위험감지 순찰로봇, 이동형 CCTV, 증강현실(AR) 기술을 도입한 측량로봇 등 다방면에 첨단 기술이 도입돼 인력(人力)을 대체하는 추세다. 이처럼 건설업계는 이를 통해 현장의 인명사고를 줄이고 부족한 일손을 대체하고자 하는 노력에 집중하고 있다.

국내 건설로봇 개발 현황

1단계 개발 및 시험단계	
로봇	개발주체
파일 커팅	인하대
먹매김	RANDOR
바닥 미장	현대엔지니어링
외벽 도장	현대엔지니어링
실내 도장	마젠타로보틱스
드릴링	삼성물산, 현대건설
2단계 시범 및 자체사업	
내화뿔칠	삼성물산
반도체 공장 플로어	삼성물산
3단계 상용판매	
외벽 도장	로보프린트
드릴링	빌딩포인트코리아
웨어러블	현대자동차

1. 분야별 기술경쟁시대 도래

현재 건설업계에서 로봇틱스 분야에 선도 투자를 해 온 건설사들은 한 손에 꼽을 정도다. 일단 건설현장에서 가장 두각을 나타낸 개발 실적을 보유한 건설사는 현대엔지니어링과 삼성물산이다.

현대엔지니어링은 제이투이앤씨, 로보블릭시스템과 도장로봇과 미장로봇을 각각 개발했다. 도장로봇은 4개의 노즐에서 도료가 분사되는 방식으로 사람보다 32배 빠른 분당 18㎡의 속도로 건물 벽면을 칠한다.



AI 미장 로봇은 바닥면을 3D 스캐너로 측량한 뒤, 평활도 기준에 맞춰 알아서 작업을 수행한다. 자율주행으로 돌아다니며 반복 작업이 필요한 미장 단계를 더 세밀하게 진행하고, 작업자가 거리를 두고 조정해 안전성도 확보할 수 있다. 콘크리트 타설 마지막 단계에 들어가 크랙이나 들뜸 현상을 꼼꼼하게 정리해주기 때문에 미장 불량에 의한 층간소음 문제 해결에도 크게 기여할 것으로 업체는 내다보고 있다. 스마트팩토리나 대형 물류창고에 이미 적용됐고, 아파트 시공 현장에서 하자 예방 및 층간소음 완화에도 큰 도움을 줄 로봇으로 평가받고 있다.

삼성물산은 고소작업대 상부에 내화재 분사용 로봇팔을 적용한 내화 뿔칠 로봇을 개발해 현장에 적용 중이다. 로봇팔은 하부 원료 혼합기와 저장설비가 일체화되어 있고 이동식 플랫폼을 적용해 현장 어디서나 적용 가능하다는 점이 장점으로 꼽힌다. 또 삼성물산이 평택 반도체 건설현장에 적용한 플로어 로봇은 로봇팔을 이용해 이중 바닥 패널을 설치하는 모습을 선보였다.



포스코이앤씨는 고화질 영상 장비를 장착한 드론으로 아파트 외벽을 촬영해 균열을 탐지하는 인공지능(AI) 균

열 관리 솔루션 '포스-비전'(POS-VISION)을 개발했다. 이 솔루션은 폭 0.3mm의 작은 균열도 탐지할 수 있다. 균열 외에 창호 코킹 불량, 콘크리트 파손과 같은 외벽 품질 하자도 탐지할 수 있다.

포스코이앤씨는 아파트 외 고속도로 슬래브 공사, 화력발전 저탄장 공사 등 9개 프로젝트에 해당 기술을 도입해 보다 빨리 보수 작업을 완료하는 성과를 거뒀다고 밝혔다.

포스코이앤씨는 정확도를 한층 높이는 한편 전 공사 현장에 확대 적용해 구조물 공사 품질을 엄격히 관리한다는 계획이다.



HD현대는 약 300평 규모의 부스를 마련하고 첨단 무인, 자동화 기술력을 담은 미래 건설현장의 청사진을 제시하였다. 특히 주목받는 무인 건설기계 솔루션 '콘셉트-X2'는 드론을 활용한 지형 측량, 데이터 자동 분석 및 공사계획 수립, 무인 건설기계 및 관제센터 운용 등 공사 전 과정에서 영향력을 발휘할 것으로 보인다.



두산밥캣은 완전 전동식 스kid 로더 'S7X'와 무인 전기 콘셉트 로더 '로그X'를 선보인다. 이들은 지난해 초 '콘엑스포 2023'(CONEXPO 2023)에서 공개돼 호평을 받은 바 있다. 이 중 로그X는 엔진없이 전기로 구동하고 전동유압시스템을 설치해 기존 로더보다 작동 반경이 넓다. 원격조종과 자율주행 기술을 더해 조종석을 없앤 것이 특징이다.



현대건설은 국내 건설사 최초로 건설로봇 전담조직과 인프라를 구성하여 로봇팔 활용, 4족 보행로봇 SPOT 운영, 3D프린팅, 해상공사용 수중드론 등 다양한 분야에서 국내 건설로봇 기술을 선도하고 있다. 또한 글로벌 기술 경쟁력을 확보하기 위해 일본 건설사 다케나카와 건설로봇 개발 협업을 시도하고 있다.

2. 중소기업의 선방

수요의 증폭에도 국내 건설현장에 로봇 도입이 더딘 이유는 여러 공종이 얹힌 복잡한 현장의 특성과 더불어 짧은 공사기간, 기술 검증 등에 기인한다. 특히 수요가 불확실한 상태에서 로봇 개발사들이 높은 초기 투자비용을 감당하기 어려운 게 사실이다. 웬만한 대기업 규모가

아닌 바에는 중소기업에게 높은 초기개발비용은 매우 부담스러운 현실이다. 그럼에도 불구하고 업체들의 도전은 이어지고 있다.

마젠타로보틱스가 개발한 실내도장 자동화 로봇은 카메라와 레이더 센서를 이용해 기둥, 사물 등을 요리조리 피해 칠작업을 수행한다. 1㎡를 칠하는 데 걸리는 시간은 겨우 10초 남짓. 빠른 속도도 놀랍지만, 도료를 균일하게 분사하는 덕분에 도료 사용량이 인력 투입 대비 약 5% 절감된다는 것이 회사측의 설명이다. 마젠타로보틱스는 업그레이드를 통해 현재 3.5m인 운영 높이를 12m까지 늘릴 예정이다.



빌딩포인트코리아와 지오시스템이 협업해 개발한 스마트 드릴링 로봇은 도면을 기반으로 타공위치를 자동으로 추출해 스스로 이동하며 드릴링을 수행하는 놀라운 성능을 자랑한다. 타공속도는 13mm 기준 20초 이내로, 높



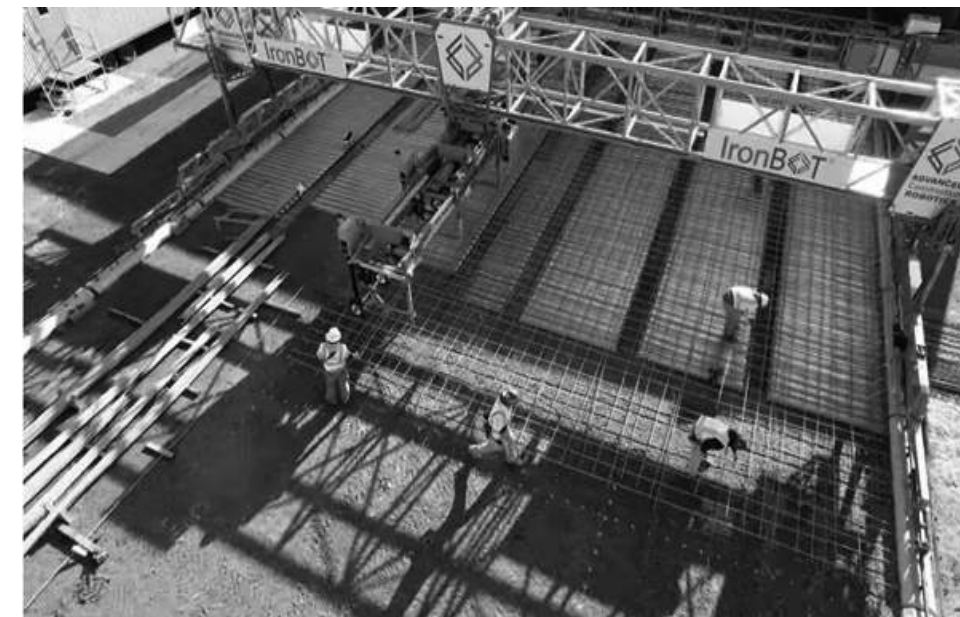
은 천장작업으로 인한 추락 및 반복작업으로 인한 근로자의 근골격계 부상을 예방할 수 있다. 이는 싱가포르 등 해외에서는 이미 보편적으로 쓰이는 로봇으로, 원격조정 방식도 간편해 일반 기능공에게 3일만 교육을 시키면 자유자재로 로봇을 통한 타공 작업이 가능하다.

건설현장의 안전을 지키기 위한 방면에서도 첨단 기술이 활용된다. 안전보건공단은 최근 건설현장의 지붕공사 사망사고를 줄이기 위해 드론과 디지털트윈 기술을 활용한 '지붕공사 추락재해 예방시스템'을 시범구축했다. 이 시스템은 사람의 접근이 어려운 곳에 드론을 투입해 지붕 재질, 노후도 등 위험요인을 인공지능(AI)으로 판독하고 지붕공사 근로자 보호조치를 할 수 있도록 돕는다.

3. 최근 해외사례

건설 현장서 철근 옮겨주는 '아이언봇'

- 작업자들 대신 최대 2.27톤... '타이봇'과 통합 사용으로 비용·시간 크게 절감



미국 어드밴스트 컨스트럭션 로보틱스(ACR)가 공사장 현장 작업자들 대신 철근을 들어서 옮겨주고 내려놓는 작업 로봇인 아이언봇(IronBOT)을 출시했다.

ACR이 두 번째로 내놓는 이 로봇은 현장 작업자들의 무거운 철근 이동 작업을 대신해 가로 또는 세로 방향으로 최대 2.27톤(5000파운드)의 철근 다발을 옮겨준다.

아이언봇은 ACR의 첫 번째 로봇인 타이봇(TyBOT)과 함께 운용할 수 있다. 타이봇은 자체적으로 수평 철근을 교차해 묶을(결속) 수 있다. 타이봇의 활성 결속률은 시간당 1100회를 넘는다.

셀비 이렉터스 건설 팀은 당초 철근 설치에 14일이 소요될 것으로 예상했으나 아이언봇을 사용해 작업 능력을 증강하면서 공사 기간을 7일로 단축했다.

아이언봇은 시범 프로젝트 기간 중 철근 66.7톤을 배치하고 타이봇은 6.5번 생산 교대를 통해 5만 8068번의 철근 결속작업을 했다.

네덜란드 모뉴멘탈, 벽돌쌓기 로봇

모뉴멘탈은 지난 2021년 설립됐으며 작고 민첩한 전기식 무인운반로봇(AGV)을 만들었다. 이 로봇들은 건설

사업자들이 노동력 부족과 비용 상승을 해결하는 것을 돕기 위해 건물 부지의 거친 지형을 자유롭게 움직인다. 암스테르담에 본사를 둔 이 스타트업은 초기 초점이 벽돌 쌓기에 있다고 말했다.

모뉴멘탈은 네덜란드에서의 시범사업 테스트 사례에 이어 지난해 사무실과 창고 건물을 위한 최초의 15m짜리 대형 건물

전면부를 완공했다.

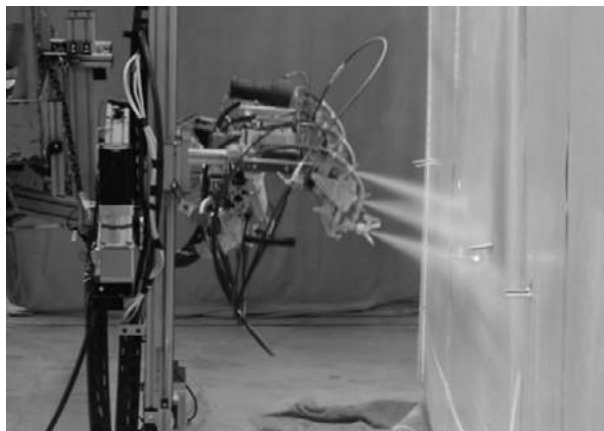
모뉴멘탈은 이 로봇에 첨단 센서, 컴퓨터 비전 및 소형 크레인이 장착되어 있다고 설명했다. 이 회사는 각 로봇

이 인간 벽돌공에 필적하는 정확성, 정밀성 및 효율성 수준으로 산업용 건물 및 주택 벽에 모르타르를 발라 벽돌을 쌓을 수 있다고 말했다.



美 페인트제트, 도장 비용·시간 반으로 줄인 로봇

페인트 제트의 도장 로봇 솔루션은 브라보(Bravo) 로봇과 알파 쉴드(Alpha Shield) 페인트로 이뤄진다. 2~3명으로 구성된 페인트 제트 팀이 운영하는 브라보(Bra



vo) 로봇은 내구성과 단열성이 월등한 알파 쉴드 페인트를 사용해 이전에 6명이 투입됐던 작업을 그 절반의 시간 안에 수행함으로써 노동력 부족을 덜어준다.

브라보는 페인트 제트의 예측 분석 이미징을 통해 작동되므로 더 빠르게, 더 정확하게 칠할 수 있다. 또한 이 로봇은 보다 정밀한 응용 프로세스를 통해 전체 페인트 사용량을 25% 줄여 비용 절감에도 기여한다.

일본 건설업체 오바야시구미, 내화피복 작업용 로봇



일본 대형 건설업체인 오바야시구미(Obayashi Corporation, 大林組)가 내화피복 작업용 분사 로봇을 새로 개발했다. 이번에 새로 개발한 분사 로봇은 분사 위치의 정확도를 높이고, 소형화·경량화한 것이 특징이다. 가로 폭이 500mm이며, 중량은 500kg이다. 소형화 및 경량화에 따라 시공 현장에서의 로봇 조작성이 개선됐으며, 가설 엘리베이터를 이용해 운반 작업 등을 원활하게 수행할 수 있다.

이 로봇은 미리 등록된 작업 데이터를 기반으로 분사 위치에 정지해 작업을 개시하는 자율 이동 기능을 탑재하고 있다. 위치 결정시 '후방 교회법(後方交会法)' 측량 기술을 채택, 자율이동을 실현했다는 설명이다.

4. 건설현장 무인화·자동화는 현재 트렌드

이 가운데 한국토지주택공사(LH)가 올해부터 발주하는 사업에 건설사들의 현장 로봇 적용 기술력을 평가하는 '스마트 건설기술 적용 평가배점(최대 10점)'을 신설한다. 로보틱스 등 스마트 건설기술 적용에 대한 계량평가 배점을 신설(의무적용) 또는 가점 부여해 건설사들의 자발적 기술 적용을 유도한다는 것이다.

현재 LH가 내부적으로 잠정 결정한 배점은 '로보틱스 기술 적용 사업비' 가점항목을 신설해, 총공사비의 3% 이상을 적용할 경우 10점, 2% 이상은 7점, 1% 이상은 5점을 부여하는 식이다. 1점 차이로 당락이 결정되는 입찰에서, 최고 10점의 배점이 신설되면 사실상 공사에 로보틱스 기술 적용 적용의 적극성에 따라 낙찰자가 결정될 수 있다.

현재에도 턴키(일괄입찰) 방식에는 스마트 건설기술 도입 적정성에 대한 심사점수 7점 이상을 반영하고 있다.

평가배점이 적용될 경우 그동안 건설 로봇 기술 개발에 선도 투자를 해 온 현대엔지니어링과 삼성물산, 현대건설 등 특정 건설사들이 입찰에서 유리한 고지를 점하게 될 전망이다.

건설현장의 새로운 패러다임이 될 무인화·자동화 현상은 앞으로 계속 확대될 전망이다. 시장조사업체 모도인텔리전스는 전세계 건설 로봇 시장 규모는 2023년 3억3,170만달러(약 4,300억원)에서 2028년 6억8,180만달러(약 8,840억원)로 연평균 15.5% 성장할 것이라고 예상했다.

로봇, 기계 등 무인화 기술이 적용된 시스템은 도입 초기인 만큼 상용화까지 다소 시간이 걸릴 수 있다. 하지만 중대재해처벌법의 시행으로 더욱 어려운 국면을 맞이하고 있는 건설업계에 재해를 방지하고 숙련인력 부족 등 건설현장에 만연한 인력난을 해결할 스마트 건설현장의 도래는 시급한 현실과제일 것이다.



Ⅰ 전문건설 조합원사 하자부담 크게 준다

Ⅰ 주요 구조부만 하자담보책임기간을 10년으로 명시

건설공사의 목적물이 구조내력에 해당하는 경우에만 하자담보책임을 10년으로 하고, 재료의 성질로 인해 하자가 발생하는 경우에는 수급인 등에게 하자담보책임을 물을 수 없도록 하는 것을 골자로 하는 '건설산업기본법 일부개정법률안'이 지난 1월 9일 공포되었다.

개정안은 건축물의 구조 내력에 해당하는 주요 구조부만 하자담보책임기간을 10년으로 명시한 것이 핵심이다. 기존에는 구조상 주요 부위가 아닌 공사에 대해서도 발주자나 원도급자의 요구에 따라 무분별하게 10년에 달하는 장기간의 과도한 하자담보 책임을 부담했다.

이번 법 개정으로 사이 기둥, 최하층 바닥, 작은 보, 차양, 옥외계단 등 건축물의 구조상 중요하지 않은 부분은 하자담보책임 기간이 5년 적용돼 조합원의 하자보수 책임 부담도 한층 줄어들 전망이다.

발주자가 제공한 재료가 기준 미달이거나 재료 자체의 성질로 인해 하자가 발생하는 경우 시공사가 하자담보책임을 지지 않도록 하는 면책요건을 담은 것도 이번 개정안의 큰 성과다.

이 밖에도 하자담보책임기간 시작일은 건설공사의 완공일 또는 목적물의 관리·사용을 개시한 날 중 먼저 도래한 날로 정하여 건설업체의 하자부담을 줄일 수 있도록 했다. 해당 개정 규정은 건산법 개정안 시행 이후 건설공사에 관한 도급계약을 체결하는 경우부터 적용된다.

Ⅰ 지자체 발주 30억원 이상 공사 최대 40%...

종합건설사가 직접시공

Ⅰ 2025년 1월 1일부터, 건설현장 부실시공 근절과

안전사고 예방을 위해

2025년 1월 1일부터 지방자치단체 발주 30억원 이상 공사 입찰에 직접시공이 의무화된다. 부실 설계 업체에 대한 입찰참가제한 규정도 마련됐다.

행정안전부는 이런 내용을 담은 '지방계약 예규'를 개정하고 '지방계약법 시행규칙'을 입법예고 할 예정이라고 밝혔다.

개정안에 따르면 30억원 이상 공사 낙찰자 결정 시 '직접시공 비율'에 대한 평가항목이 신설된다. 행안부는 건설업계 준비기간을 고려해 실제 평가는 1년 유예 후 2025년 1월 1일 이후 공고분부터 시행할 계획이다. 직접시공 대상은 전체 공사의 최대 40% 이상이다. 행안부는 발주자가 공사품질 제고 필요성, 건설업계의 직접시공 능력 등을 고려해 만점기준을 $\pm 10\%$ 내에서 조정할 수 있도록 조치할 계획이다.

Ⅰ 삼화페인트, 수성 페인트용 고화제 '페인트 이지하드너'

출시

Ⅰ 쓰고 남은 수성 페인트에 이지하드너 섞으면 폐기 쉬워져

삼화페인트공업(주)은 수성 페인트용 고화제 '페인트 이지하드너'를 출시했다. 페인트 이지하드너는 페인팅 후 남은 페인트를 쉽게 폐기할 수 있도록 돕는 제품이다.

사용 방법은 간단하다. 페인트 이지하드너를 남은 페인트에 붓고 잘 섞이도록 저으면 끝이다. 5~10분 정도 지난 후 페인트가 완전히 굳으면 지정폐기물로 버리면 된다.

페인트 이지하드너를 사용하면 페인트 용기에서 페인트를 쉽게 분리할 수 있어 용기 재활용이 가능한 것도 장점이다. 특히 잘못된 폐기 방법으로 발생하는 환경오염을 미연에 방지할 수 있다.



Ⅰ 대우건설-요턴사 '도장기술지원' 업무협약 체결

대우건설이 노르웨이 글로벌 도료기업 요턴(JOTUN)사와 '도장기술지원 업무협약'을 체결했다.

이번 업무협약을 통해 양사는 도장기술 지원 및 도장 교육 등에서 상호 지원하게 되며 플랜트, 원자력 및 토목 등 관련 현장의 도장 품질 향상을 위해 협력체계를 구축해 나갈 예정이다. 이를 위해 양사는 대우건설이 수행할 프로젝트의 도장 사양에 대한 기술적 협의 및 정보 교환, 품질 최적화된 도료 선정, 도장교육 제공 및 전문 검사원 파견이 추진된다.

도장 분야는 습도, 기온 등 외부 환경에 따라 품질 유지가 매우 어려운 분야로 토목·플랜트 분야에서는 도료의 두께와 사양 등에 매우 정밀한 재료와 기술이 요구된다. 대우건설은 이번 협약으로 나이지리아, 리비아 및 신규 진출 예정인 중앙아시아의 열악한 외부환경에 견딜 수 있는 도장 시스템을 구축해 적용할 계획이다.

Ⅰ 노루페인트, 전파흡수 스텔스기 도로·자동차보수 도장 시스템 개발

Ⅰ 대한항공과 전략적 파트너십 구축을 위한 양해각서 체결

노루페인트는 스텔스 도로 기술인 '불연속 영역 산란 저감 소재 개발'에 착수한다. 스텔스 도료는 적기에서 쏜 전파를 흡수해 아군의 항공기가 레이더에 탐지되지 않도록 하는 제품이다. 노루페인트는 대한항공과 전략적 파트너십 구축을 위한 양해각서(MOU)를 체결하고 협약을 바탕으로 항공기 스텔스 도료를 포함한 응용 소재 기술개발을 위한 상호연구를 추진한다. 또 사업 협력 체제를 구축해 기술 상용화를 위한 연구 기술 공유 등에 적극 협력할 예정이다.

이번 스텔스 도로 기술 개발 협력은 우선협상대상자로 선정된 대한항공과 총사업비 441억원 규모 국책 과제 '최신 탐지 위협 대응 무인기용 메타구조 스텔스 융합 기술' 연구의 일환으로 진행한다.

사업에는 다수의 업체가 참여하며, 노루페인트는 스텔스 도로 기술인 '불연속 영역 산란 저감 소재 개발'을 담당한다. 전파를 흡수해 레이더 탐지로부터 아군의 물적, 인적 자원을 보호하는 스텔스 도로 기술은 무인기, 함정, 탱크 등 방산 분야에서 널리 활용된다.



건축재료 방사성물질 방출 저감을 위한 도로 성능평가

김선동 LH 토지주택연구원

1. 서론

생활환경 속에서 방사성물질이라고 불리는 물질 중 하나인 라돈은 사람이 직접 느낄 수 없는 무색, 무취, 무미의 비활성화 기체이다. 라돈은 암석, 토양 등에서 자연적으로 존재하는 우라늄(²³⁸U) 및 라듐(²²⁶Ra)의 방사성 붕괴를 통하여 생성된다. 세계보건기구(WHO)는 전 세계 폐암 발생의 3~14%가 라돈에 의한 것이며, 라돈을 흡연에 이은 폐암 발병 주요 원인 물질로 규정하고 있다¹⁾. 라돈 입자는 호흡기를 통하여 유입되어 폐포나 기관지에서 방사성 붕괴가 일어나며, 이때 발생하는 알파선에 의해 변이가 일어나게 된다. 일반적으로 우리나라의 경우 토양 및 암석을 주재료로 이용하는 공동주택 특성상, 공동주택 내 존재하는 라돈 중 실내에서 방출되는 라돈의 양을 간과하기 어렵다. 건축재료로부터 발생하는 라돈은 쾌적한 실내 환경 조성을 위해 해결해야 할 문제 중 하나이다.

현재 우리나라의 공동주택 실내 라돈 관리는 실내공기질 관리법 개정²⁾에 따른다. 본 개정에 따라 2018년 1월 이후 신규사업승인을 받은 신축 공동주택은 실내 라돈 농도 측정이 의무화되었으며, 100세대 이상 신축 공동주택의 경우,

입주 전 실내공기질을 측정하여 입주민 공고 및 관련 행정기관에 제출하도록 하였다. 실내 라돈 농도의 권고 기준은 148 Bq/m³이다. 관계법 개정 이후, 2019년 환경부에서 실시한 「신축공동주택 라돈조사 결과」³⁾가 시행되었다. 본 조사는 2018년 11월부터 2019년 5월까지 입주 전 신축 공동주택 9개 단지, 60세대를 대상으로 하였다. 조사 결과에 따르면 60세대 중, 37세대(61.7 %)에서 148 Bq/m³을 초과한 것으로 나타나 공동주택에서의 실내 라돈 관리 문제가 간과하기 어려운 상황임을 밝혔다.

공동주택에서의 실내 라돈 농도 측정은 세대가 밀폐된 상태와 환기 상태, 즉 2가지 조건에서 수행한다. 환경부 조사에서도 환기설비 가동조건에서는 라돈 농도가 크게 감소하는 것으로 나타났으며, 「건축법령」⁴⁾ 및 「주택법령」에 따라 2006년 이후 100세대 이상 신축 공동주택은 시간당 0.5회 이상 환기성능의 환기설비를 의무적으로 설치하고 있다. 다만 공동주택 내 설치된 환기설비 운영이 의무화가 아니기 때문에 밀폐 시에는 실내 라돈 권고기준 초과가 우려되는 상황이다.

밀폐 상태에서의 실내 라돈 권고 기준 초과 문제를 해결

하기 위해서는 건축재료로부터 발생하는 라돈을 직접 관리하는 방식이 필요하다. 일반적으로 실내의 오염물질을 제거하는 방법으로는 환기가 효과적이라고 할 수 있다. 다만 환기 및 외부공기의 유입을 제외한 조건에서 실내 라돈 농도를 저감시키기 위한 가장 효과적인 방법은 오염원 제어라고 할 수 있다. 다시 말해, 실내에서 라돈을 방출하는 건축재료의 사용을 줄이거나 라돈이 발생하지 않는 대체 재료를 사용하는 것이다. 그러나 무기질 계열의 콘크리트에서 라돈이 가장 많이 방출되고 있음에도 대체할 수 있는 대안이 없는 실정이다.

우리나라는 대부분의 공동주택이 벽식구조로서 콘크리트의 사용량이 많으며, 이에 따라 콘크리트와 같은 건축재료에서 방출되는 방사성물질을 억제할 수 있는 추가적인 건축재료에 대한 검토가 필요하다. 이에 본 고에서는 국내 건축물에서 일반적으로 많이 사용되는 건축재료인 콘크리트에 시공이 용이하고 재료조달이 비교적 쉬운 도로를 대상으로 하여 방사성물질 저감 성능평가를 수행한 결과를 공유하고 실내 라돈 관리 방향으로서 도로의 적용 가능성을 논하고자 한다.

2. 방사성 물질과 도로

2.1 방사성 물질의 특성

인간에 피폭되는 연간 방사선 중 대부분이 자연적으로 발생하는 방사선이다. 이 자연 방사선으로 받는 연간 피폭선량(전 세계 평균: 2.4 mSv/y, 우리나라 평균: 3.08 mSv/y) 중 약 43%에 해당하는 10 mSv/y가 라돈 가스에 의한 것으로 나타났다. 라돈(Rn-222)은 지각 중의 토양, 모래, 암석, 광물질 등에 소량(7.4 ~ 74 Bq/kg)으로 함유되어 있는 우라늄(U-238) 붕괴 계열 중에 라듐(Ra-226)이 붕괴할 때 생성되는 비활성 기체(Noble gas)이다.

라돈 가스는 무색, 무미, 무취이므로 사람이 느끼지 못하는 특징을 가진다. 표준 온도 압력에서 라돈은 비활성기체의 성질을 지니며, 밀도는 9.73 kg/m³로 지구 대기(해수면에서 밀도 1.217 kg/m³)의 약 8배에 해당한다. 이로 인해 라돈은 상온에서 제일 밀도가 높은 비활성기체라 할 수 있다. 라돈의 끓는점은 -61.8 ℃이며, 녹는점은 -71 ℃이고 녹는점에서 노란색 방사성 발광을 시작하며, 액화 공기의 온도인 -195 ℃에서는 홍색 빛을 낸다.

우라늄과 토륨이 납으로 자연붕괴 되는 과정에서 라듐을 생성하며, 이 라듐에 의해서 라돈이 생성된다. 우라늄과 토륨은 지구를 구성하는 물질 중 하나로 지구상 어디에서나 흔히 볼 수 있는 물질이다. 자연 상태에 있는 우라늄의 반감기는 45억 년, 토륨의 반감기는 140억 년으로 매우 길다. 우라늄이나 라듐과 같은 방사성물질이 알파 붕괴를 하는 도중에 알파(α) 입자가 방출된다.

라듐은 알파 붕괴를 통해 라돈이 된다. 알파(α) 입자는 전하와 무거운 질량 때문에 쉽게 물질에 흡수되며, 공기 중에서는 몇 센티미터밖에 나아가지 못한다. 그림 1⁵⁾과 같이 휴지 한 장에도 흡수되며, 사람의 외피 층(약 40 μm, 몇 개 가량의 세포 두께)에도 흡수된다. 이러한 이유로 먹거나 흡입하지 않는다면 일반적으로는 위험하지 않다. 하지만 일단 체내에 진입하게 되면 무거운 질량 및 강한 흡수성 때문에 가장 위험한 전리 복사이기도 하다. 가장 강하게 이온화하며, 어느 정도의 양에 노출된다면 여러 가지 피폭 증세를 보이기도 한다. 알파 입자에 의한 염색체의 피해는 동일한 양의 다른 종류의 방사선에 의한 피해에 비해 100배 이상 크다.

앞서 언급한 바와 같이 그림 2⁶⁾의 실내 주요 라돈 발생원을 살펴보면 토양, 지하수, 대기 중 라돈의 유입, 건축재료

1) 국립암센터(2022). 발암 요인 보고서(라돈), 국립암센터

2) 환경부(2022). 실내공기질 관리법(2022.12.08 시행)

3) 에코타임스. 신축공동주택 61% 라돈 농도 기준 초과 기사 발췌(2019.09.26)

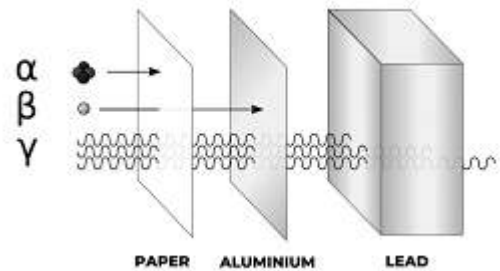
4) 국토교통부(2021). 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙(2021.08.27 시행)

5) <https://en.wikipedia.org/wiki/Radiation> 이미지 발췌

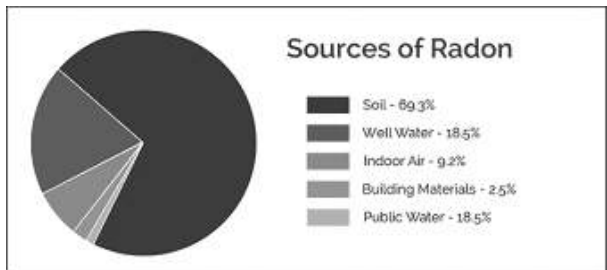
6) <https://www.nationalradondefense.com/radon-information/what-is-radon.html> 이미지 발췌

등의 순임을 알 수 있다. 다만 토양 및 암석을 주재료로 하는 우리나라 공동주택의 특성을 고려하면 건축재료로부터 발생하는 라돈을 간과하기 어렵다.

LH 토지주택연구원(LHRI)에서는 실내 라돈의 위해성을 인지하고 실내 라돈 현황 분석 및 주요 라돈 발생원으로부터의 라돈 방출을 규명하기 위한 다양한 연구를 수행하였다. 특히 선행 연구를 통해 건축재료가 함유한 방사성물질과 라돈 방출과의 상관관계 및 단일 건축재료로부터 발생하는 라돈이 실내 라돈 농도에 기여할 수 있음을 밝혔다⁷⁾⁸⁾.



[그림 1] 알파선(α), 베타선(β), 감마선(γ)의 투과도



[그림 2] 실내 라돈 주요 발생원

2.2 방사성물질 저감 관련 도료 기술 현황

현재 국내 공동주택의 문제로 언급되는 건축재료로부터 발생하는 라돈을 제어하기 위해 개발되는 기술의 기본 유형은 밀폐 또는 차폐 기술이라 할 수 있다. 특히 차폐 기술 중 도료를 이용한 국내 관련 기술 개발 현황을 조사한 결과, 기본적으로 라돈이 발생하는 구조체 표면에 도료 또는

도료와 유사한 형태의 재료를 도포하여 표면에서 발생하는 라돈을 차폐시키는 원리를 가진다.

국내 여러 기관에서도 무기질 도료 등 새로운 조형의 도료 개발을 통해 차폐 가능성을 높이기 위해 노력 중이다. 이러한 도료의 특징은 일반 도료와 달리 무기질 성분 즉, 다양한 광물과 결합제로 수용성 무기질 규산염 등을 포함하고 있다. 또한 라돈 차폐기능을 가진 페인트는 일반 페인트보다 점성이 높아 재료표면에 막을 형성하는 특징이 있다⁹⁾. 이러한 특성을 활용하여 건축재료 표면에 차폐막을 형성하여 라돈 발생을 효과적으로 차단하도록 개발된 제품들이다.

다만 현재 건축재료 표면에서 발생하는 라돈을 측정하는 표준시험방법이 부재한 실정에서, 도료의 라돈 차폐능을 객관적으로 알 수 있는 성적서 등의 자료 부족, 제조사 기술 정보 보호 등의 문제로 도료의 구성 물질 또는 성분과 같은 물리 화학적 특성 정보를 제시하기 어렵다는 점 등이 각 도료별 특성 또는 성능을 객관적으로 비교하는데 한계 점이 있다.

3. 도료의 특성 분석

3.1 도료의 특성 분석 방법

본 연구에서는 건축재료 표면으로부터 발생하는 라돈을 저감 또는 차폐하기 위한 도료의 특성을 분석, 도료의 특성과 건축재료에서 발생하는 라돈 간의 상관성을 규명하고자 한다. 또한, 각기 다른 특성을 보유한 도료의 라돈저감 성능평가를 위해 국내 도료 시장에서 라돈 저감 성능 도료로 공개되었던 2종의 도료와 일반적으로 건물 실내에서 사용하는 도료 2종을 선정하였다. 도료의 수분, 유기물 및 고형물 함량 측정을 위해 동일 질량의 시료를 고온에서 열처리하였다. 시료의 고온 건조 전, 후의 질량 측정을 통해 수분 함량을 도출하였으며, 열처리된 시료를 분쇄한 뒤, XRD

및 XRF 분석을 활용하였다. 또한 유기물의 화학적 특성 분석을 위해 FT-IR 분석방법을 도입하였다. 끝으로 도료 시공 후, 도막의 두께 및 화학적 특성 분석을 위해서 SEM-EDS 분석방법을 활용하였다.

[표 1] 도료의 특성 분석 방법

구 분	분석내용	분석방법
도료의 구성 성분 분석과 화학적 특성 비교	- 도료의 구성물질 분석과 차이 비교 (X-선 회절분석 활용 등) - 도료의 화학적 분석과 특성 비교 (유기물/무기물 분석 등)	- X-선 회절분석 - XRF/GC 분석
도료의 물성 특성 비교	- 시공한 도료의 형태, 치밀성 분석과 특성 비교 (육안관찰, 실체현미경과 전자현미경 분석 등) - 시공한 도료의 두께 및 화학적 조성 분석 (실체현미경과 전자현미경 분석 등)	- 육안관찰 - 실체현미경 관찰 - 전자현미경 (SEM-EDS) 분석

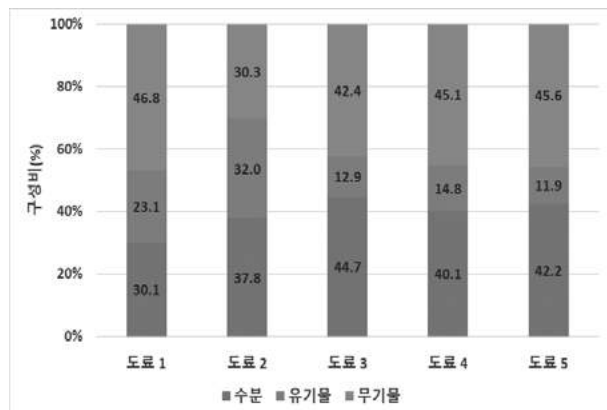
일반적으로 도료의 구성 물질은 수지, 안료, 첨가제, 물(용제)로 구분할 수 있다. 또한 특허 등 관련 문헌 조사에 따르면 방사성물질 저감 기능이 있는 도료의 구성 물질은 수지, 수용성 무기질 규산염, 천연광물, 충전제, 증점제, 첨가제, 물(용제) 등으로 다양하다. 본 장에서는 표 2와 같이 시중에서 유통된 방사성물질 저감 기능성 도료 및 일반 도료 중 무작위 추출을 하여 4종의 도료(방사성물질 저감 기능성 도료 2종, 일반 수성 도료 2종)를 선정, 각 도료별 구성 물질의 특성을 비교하였다.

도료의 유기물 함유량(%)을 도출하기 위하여 각 도료별 건조 시료 10 g을 석영비커에 옮겨 담고 450 ℃에서 6시간 건조시켜 회화처리 하였다. 고온에서의 회화처리는 도료 내 유기물과 바인더(Binder)를 제거시키기 위해 수행하였으며, 회화 처리된 시료의 무게를 측정하여 도료 내 무기물의 양과 유기물의 양을 각각 계산하였다. 각 도료별 수분 함량, 유기물 함량, 무기물 함량에 대한 구성비를 비교한 결과는

그림 3과 같다. 방사성물질 저감 기능성 도료가 일반 수성 도료에 비해 유기물(바인더 포함)의 함량이 약 2배 이상 높은 것을 볼 수 있다.

[표 2] 분석 대상 도료의 종류

시료번호	도료 종류
1	방사성물질 저감 기능성 도료
2	방사성물질 저감 기능성 도료
3	방사성물질 저감 기능성 도료
4	일반 수성도료(KS 2종 1급)



[그림 3] 도료의 구성 비율

3.2 도료별 단면 마감 형태 분석

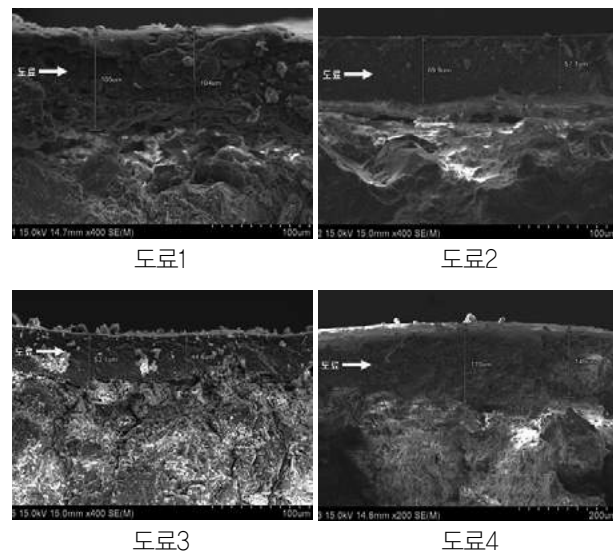
도료를 이용하여 콘크리트에서 방출되는 방사성물질을 차폐하는 원리는 다양하다. 도료의 성분 및 특성에 따라 도료 자체가 콘크리트 표면에 막을 형성하거나 콘크리트 자체에 도료가 흡수되어 기공 및 틈을 메꾸기도 한다. 본 연구에서는 도료가 콘크리트 시편에 도장되는 형태를 보다 정밀하게 도료별로 분석하기 위해 방사성물질 저감 기능성 도료와 일반 수성 도료를 도장한 콘크리트 시편을 암석 절단기와 미세 커팅기를 이용하여 얇은 암석 조각으로 잘라 도료가 콘크리트 표면에 도포된 단면을 관찰하였다.

보다 자세한 단면관측 및 성분 분석을 위해 주사전자현미경과 원소분석(SEM-EDS)을 이용, 콘크리트 표면에 형성된 도막의 특성을 관찰하고자 하였다. 주사전자현미경을 이용한 관찰 결과는, 그림 4와 같다. 도료와 시편이 접합한

7) 전주영 외(2020). 공동주택 오염물질 방출특성을 활용한 실내공기 평가 연구. LH 토지주택연구원

8) 이병희 외(2022). 건강주택 구현을 위한 건축 재료 라돈 방출량 평가 및 실내 라돈 농도 관리방안 연구. LH 토지주택연구원

9) 환경경제신문 그린포스트 코리아. 계속되는 '라돈 포비아', 라돈 막는 친환경 페인트 기사 발췌 (2020.01.10)



[그림 4] 실내 라돈 주요 발생원

부위를 보면 시료 1번은 얇게 도포되어 콘크리트 시편을 덮고 있으며 단면의 미세한 층상 구조가 관찰되었다. 이에 반해 시료 2번과 3번은 얇고 치밀하게 보이는 도막이 균질하게 콘크리트 표면과 밀착된 것으로 관찰되었다.

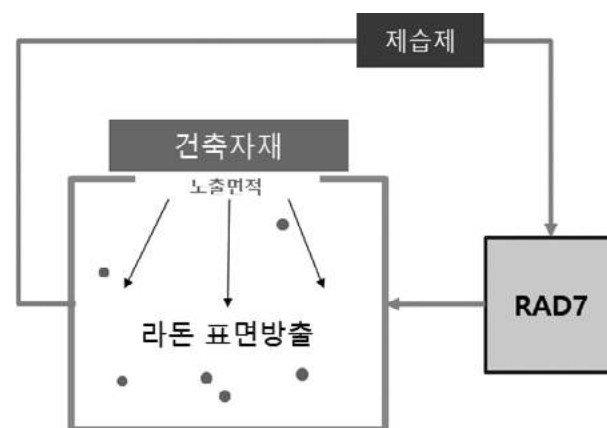
4. 시편을 이용한 도로의 방사성물질 저감 성능 평가

4.1. 콘크리트 표면 라돈 방출량 추정방법

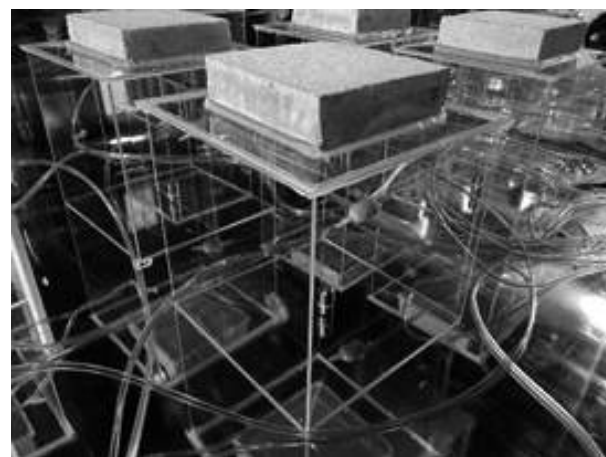
현 시점에서 콘크리트와 같은 건축재료 표면에서 발생하는 방사성물질(라돈)의 방출량을 측정하는 표준 시험방법은 정립되어 있지 않다. 그러므로 본 연구에서는 건축재료 표면에서 방출하는 라돈의 양을 추정하기 위해 밀폐형구조 챔버를 활용, 챔버 내 라돈의 포화 농도를 활용하여 표면에서의 라돈 방출량을 추정하는 방법을 차용하였다.

그림 5는 밀폐형 챔버를 이용한 건축재료 표면 라돈 측정 실험의 개요이다. 밀폐형 챔버를 이용하는 이유는 외부 공기 유입 등이 차단된 밀폐형 챔버 내 환경이 외부 환경으로부터 발생하는 실험 오차를 최소화하여 라돈의 포화 농도 조성이 유리할 뿐만 아니라 결과적으로 건축재료로부터의 표면 라돈 방출량 추정 오차도 줄일 수 있다.

밀폐형 챔버 내 라돈의 포화 농도를 이용한 건축재료 표면 라돈 방출량 추정방법은 수식 (1.1)과 같다. 수식 (1.1)은 챔버 내 라돈 농도 보존 방정식으로 측정된 라돈 농도를 바탕으로 방출량을 평가하기 위해서는 측정 결과의 상태를 가정할 필요가 있다. 측정 기간이 짧아 챔버 내 라돈 농도가 선형으로 증가하는 경우 수식 (1.2)와 같이 선형 기울기를 통해 라돈 방출량을 평가하게 된다.



[그림 5] 건축재료 표면 라돈방출 평가 개요



[그림 6] 건축재료 표면 라돈방출 평가

Indoor Radon Balance Equation

$$\frac{dC_t}{dt} = \frac{E \cdot A}{V} - (\lambda_{eff} \cdot C_t) \quad (1.1)$$

Initial Phase (Linear Curve)

$$C_t = \frac{E \cdot A \cdot t}{V} + C_{initial} \quad (1.2)$$

Saturation Phase

$$C_t = \frac{E \cdot A \cdot t}{\lambda_{eff} \cdot V} \quad (1.3)$$

Whole Phase (Exponential Curve)

$$C_t = \frac{E \cdot A}{\lambda_{eff} \cdot V} (1 - e^{-\lambda_{eff} \cdot t}) + C_{initial} \cdot e^{-\lambda_{eff} \cdot t} \quad (1.4)$$

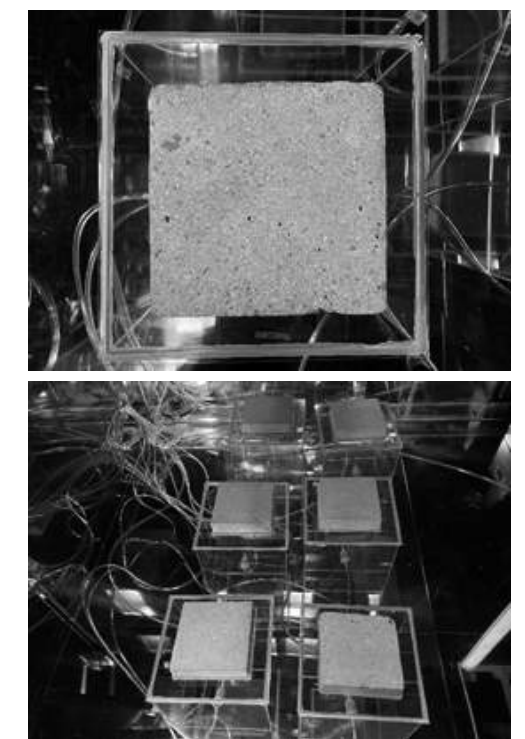
여기에서,

- C_t : Indoor radon concentration (Bq/m³)
- $C_{initial}$: Initial radon concentration (Bq/m³)
- E : Exhalation rate (Bq/m² h)
- V : Volume (m³)
- A : Surface area (m²)
- λ_{eff} : Effective decay rate (h⁻¹)

4.2 콘크리트 시편 및 측정 실험 준비

실제 공동주택에서 사용하는 콘크리트를 대상으로 실험 시편을 제작하기 위해 충청지역 내 현장에서 활용하는 콘크리트를 이용한 시편을 제작하였다. 시편의 크기는 0.2×0.2×0.05 m³이며, 밀폐형 챔버 내 포화 농도 수준을 고려한 크기와 두께이다.

제작한 콘크리트 시편을 대상으로 도로(방사성물질 저감 기능성 도로 2종, 일반 수성 도로 2종) 도장을 수행하였다. 도로의 방사성물질 저감 성능을 평가하기 위해 도로 시공 전, 후의 콘크리트 시편 표면 라돈 방출량 측정 실험을 수행, 추정된 라돈 방출량을 비교하였다. 실험 오차의 최소화 및 실험의 재현성 확보를 위해 도로별 3개의 콘크리트 시편을 제작하였으며, 도로 도장 후 14일 이상 건조 기간을 거쳐 실험을 수행하였다. 항온항습 시료보관실의 온도는 25℃ 내외, 상대습도는 50 % 내외로 설정하였다.



[그림 7] 밀폐형 챔버 위 콘크리트 시편 설치 모습

4.3 콘크리트 시편의 표면 라돈 방출 실험 결과

앞 절에서 언급한 바와 같이 라돈 포화 농도를 이용한 표면 라돈 방출량 추정을 위해서는 챔버 내 농도가 포화 상태에 다다를 수 있도록 측정 시간을 설정하는 것이 중요하다. 챔버 내 포화 농도 도달 시간을 확인하기 위해 콘크리트 시편 3개를 이용, 밀폐형 챔버 내 라돈 농도 변화를 측정하였다. 라돈 농도 측정은 총 400 시간 동안 이루어졌으며, 측정 시 대형챔버 내 환경 조건은 온도 25 °C, 상대습도 50 % 내외로 유지하였다. 본 실험에서는 밀폐형 챔버 내 라돈 농도가 포화 상태에 다다르는 시간을 160시간 즉, 측정 후 240시간 이후로 설정, 측정 후 240 ~ 400시간 동안의 데이터를 활용하여 챔버 내 평균 라돈 농도를 산정하였다.

그림 8은 도료 적용에 따른 콘크리트 시편의 표면 라돈 방출량 변화를 비교한 것이다. 수식 (1.1) 및 챔버 내 라돈 농도 평균값을 활용하여 콘크리트 시편에서 발생하는 라돈의 양을 정량화하였다. 챔버 내 측정 환경은 온도 25 °C, 상대습도 50 % 내외로 유지하였으며, 상대습도 변화에 따른 라돈 방출량 차이를 비교하기 위해 상대습도 80 % 조건에서의 실험을 추가로 수행하였다. 습도 차이를 반영한 실험

을 고려하여 콘크리트 시편은 총 24개를 사용하였다.

4종의 도료별 평균 콘크리트 시편 표면 라돈 방출량을 추정한 결과, 총 2종의 도료에서 약 20 ~ 34 % (@50%RH)의 라돈 방출 저감 효과를 나타내었으며, 총 2종의 도료에서는 라돈 방출 저감 효과가 나타나지 않았다.

5. 결론

안전한 공동주택 실내 라돈 환경을 위해 건축 재료 사후 관리를 통한 실내 표면 라돈 방출 저감을 목적으로 다양한 대책이 필요하다. 이를 위해 콘크리트 등 건축 재료에 방사성물질 저감 기능성 도료를 적용하여 건축재료 표면에서 발생하는 라돈 방출량 저감 효과를 평가하였다. 방사성물질 저감 기능성 도료 및 일반 도료의 성분 분석 결과, 방사성물질 저감 기능성 도료는 건조 후 치밀하고 탄성력이 높은 도막을 형성하는 것을 육안으로 구분이 가능하다. 이러한 마감 특성으로 인해 방사성물질 저감 기능성 도료를 적용할 경우, 콘크리트 표면에서 발생하는 라돈이 쉽게 방출되지 못하는 효과를 보일 수 있다.

도료의 라돈저감 성능평가를 위해 현장에서 사용 중인 재료로 콘크리트 시편(두께 5cm)을 제작, 밀폐형 구조 챔버를 활용하여 실험을 수행하였다. 측정 결과, 총 24개의 시편 중 17개의 시편에서 약 5 ~ 37 % 까지 라돈 방출 저감 효과가 있는 것으로 나타났다. 방사성물질 저감 기능성 도료를 적용한 시편에서 평균적으로 20 ~ 34 % 정도 라돈 방출이 저감되는 효과를 보였다.

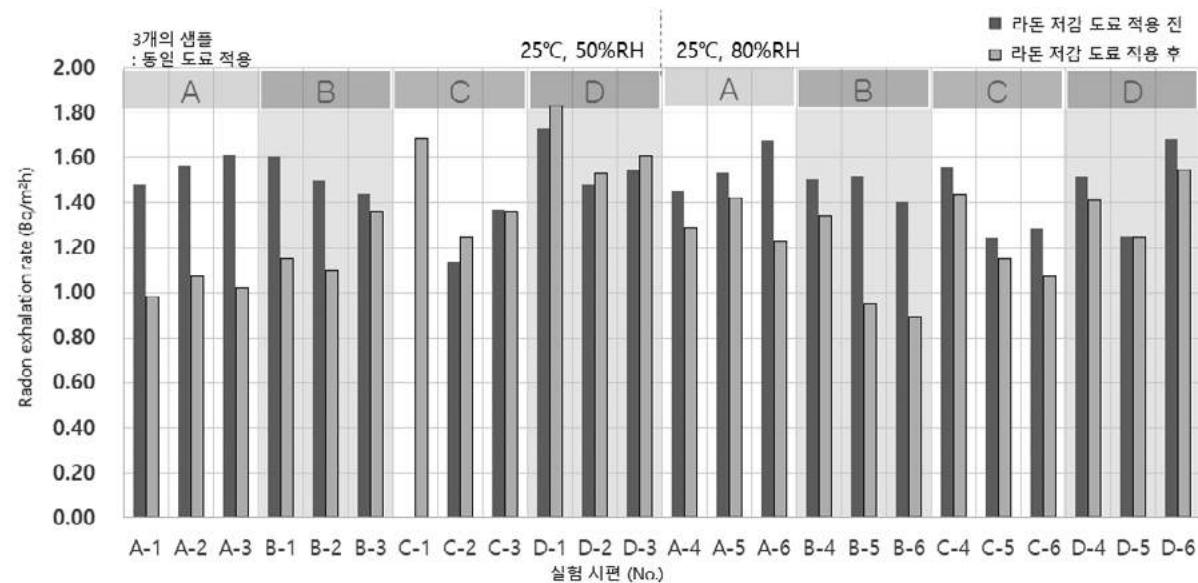
다만 실제 세대 공간에서의 실내 라돈 농도의 감소 효과를 정량적으로 산출하기 위해서는 도료 적용에 따른 표면 라돈 방출량 저감 수치, 도료 적용 면적, 적용 세대의 기밀 성능 수준 등의 데이터가 필수적이다. 그러므로 단순히 표면 라돈 방출량 저감 수준이 실내 라돈 농도 저감 수준과 유사할 것이라고 판단하기 어렵다.

끝으로 도료를 활용한 방사성물질 저감 성능평가 결과를 통해 라돈저감 방안으로 도료의 적용 가능성을 검토해 볼 필요가 있다. 다만, 방사성물질 저감 기능성 도료의 유기물 함량을 고려하면 공동주택 실내 적용 시, 도료 자체의 TVOC 및 포름알데히드 관련 기준뿐만 아니라 공동주택의 실내 공기 중 TVOC 및 포름알데히드 기준에 대한 검토가 필요하다. 향후 실내 거주자의 도료에 대한 거부감 해소 방안, 시방기준의 개정 및 도장 마감 후 충분한 건조시간(약 2 주 이상) 등 실제적인 적용 방안에 대해서도 충분한 검토가 필요하다. 덧붙여 건축자재로부터 방출되는 오염물질을 저감할 수 있는 대체 자재 개발 및 새로운 형태의 차폐재 개발 등이 모색되어야 한다.

《후기》 본 고의 내용은 토지주택연구원에서 수행한 “방사성물질 저감도료의 성능 평가 연구” 결과의 일부임. 과제번호: R202204025

참고문헌

- 국립암센터(2022). 발암 요인 보고서(라돈), 국립암센터
- 노열 외(2022). 방사성물질 저감 도료의 물성 분석과 특성 비교, 전남대학교
- LH 고객품질혁신단(2019). 건축자재 방사성물질 저감 가이드라인, 한국토지주택공사
- 이병희 외(2022). 건강주택 구현을 위한 건축 재료 라돈방출량 평가 및 실내 라돈 농도 관리방안 연구. LH 토지주택연구원
- 전주영 외(2020). 공동주택 오염물질 방출특성을 활용한 실내공기 평가 연구. LH 토지주택연구원
- 환경부, 국토교통부, 원자력안전위원회(2019). 건축 자재 라돈 저감 관리 지침서
- 환경부(2022). 실내공기질 관리법(2022.12.08 시행)



[그림 8] 도료 도장에 따른 콘크리트 시편의 표면 라돈 방출량 비교



차열페인트의 원리와 시공

1. 차열페인트

최근 100년간 지구의 평균온도는 0.74℃ 상승했다. 전문가들은 현재와 같은 추세라면 약 100년 후 지구 평균온도는 최소 1.8℃ ~ 최대 4.0℃까지 상승할 것이라고 예측하고 있다. 태양광선 중 적외선을 반사해 표면의 온도 상승을 억제해 내부로 열이 전달되는 것을 막아 열차단 효과를 갖는 제품이 바로 차열페인트다. 이런 효과는 건물 내부의 온도 상승을 막아 도시열섬현상을 완화한다. 열에 민감한 장비나 설비, 위험물 저장소 및 운반 차량, 식품 저장 시설 등에 주로 적용되었지만, 최근에는 대형 건물이나 빌딩에서부터 도로, 식물재배시설, 축사 혹은 일반 소규모 주택까지 그 활용도가 증가하고 있다.

차열페인트의 시초는 NASA(미국항공우주국)에서 우주 왕복선 엔진 부분에 결빙 방지 및 대기권 돌입 시 고온을 견디기 위한 용도로 최초 개발되었다. 초기에는 단열 다공성 충전제 소재를 단순 혼합하여 일부 용도에만 적용하였는데 건축물에 에너지 효율화 증가 차원에 적용 기술이 확대 상용화되었다. 표면 및 내부온도를 낮춰주는 차열페인트는 온도에 민감하거나 에너지 효율 향상이 필요한 모든 곳에 활용 가능하다.

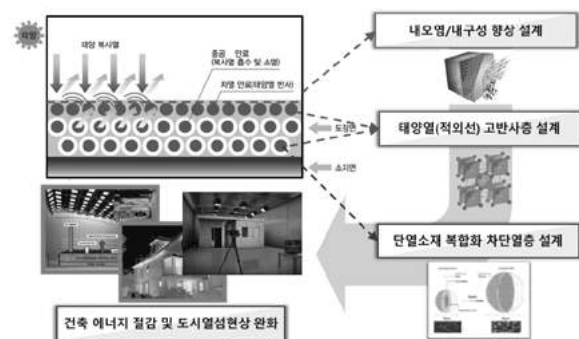


그림 1. 차열도료 원리 및 기술요약도

2. 쿨루프시스템

쿨루프란 태양광 반사율이 높은 특수물질을 함유한 흰색 차열 페인트를 통해 도심의 온도를 낮춰 에너지 효율은 높이고 비용은 낮추는 정책을 말한다.

쿨루프는 높은 일사 반사율(자외선, 가시광선, 적외선)을 반사해서 표면의 열전도를 줄이는 능력과 높은 방사율(흡수되거나 반사되지 않은 태양에너지를 방출하는 능력)을 갖는 열적 물성을 지닌 지붕으로, 기존의 일반적인 지붕에 비해 지붕의 표면온도가 낮은 기능을 가진 지붕을 통칭한다. 건물에서 쿨루프를 이용할 경우 단층 건물의 연간 냉방 에너지 사용량이 15%까지 절약될 수 있으며(U.S.Department of Energy, Energy Efficiency & Renewable Energy, Cool Roof), 도시 열섬 현상을 완화하며 공기오염과 온실가스 방출을 줄여주고, 또한 온실가스의 온난화 영향을 상당히 최소화할 수 있다(Hashem Akbari & Surabi Menon, 2009).

쿨루프는 크게 3가지 종류로 나뉜다.

1) 쿨루핑(Cool Roofing)

쿨루핑은 지붕자체가 쿨루핑으로 만들어진 지붕으로, 건물 지붕에 사용되는 재료는 세라믹 타일의 지붕이나 열가소성막(Thermoplastic membrane)지붕이나 스테인리스 스틸 지붕으로 태양의 반사율을 높여 옥상의 온도를 낮춘다.

2) 코팅 루프(Coating Roof)

코팅 루프는 노후 건물이나 신축 건물의 지붕 또는 옥상에 차열성의 도료를 칠하여 태양의 반사효율을 높여 옥상의 온도를 낮춘다.

3) 그린 루프(Green Roof)

그린 루프는 건물 옥상에 조경을 설치하여 녹화하는 것

로 그린 루프의 태양 반사율은 식물 종류에 따라 달라진다. 그린 루프가 일반적인 쿨루프에 비해 반사효율은 낮으나 인접지역의 냉각증발에 의하여 옥상온도를 낮추는 효과가 있는 반면, 그린 루프는 기능을 유지하기 위해 지속적인 조경 용수가 필요하다.



a) 쿨루핑(백색타일)-발렌시아 CAC 박물관, 스페인



b) 코팅루프



c) 그린루프-캘리포니아 과학아카데미, 미국

그림 2. 쿨루프 유형

쿨루프의 효과는 직접적인 효과측면에서 지붕온도 저하와 냉방에너지 절약으로 나뉘며, 간접적인 효과측면에서 도시 내의 열섬현상 완화와 대기 질 개선 효과가 있다. 미국 로렌스 버클리 국립 연구소(LBNL)의 연구 결과(Konopacki, Steven J., Akbari, Hashem, 2001)를 보면, 텍사스 오스틴에 위치한 대형마트 건물 지붕의 경우 검은색 고무지붕 막을 백색 열가소성(thermostatic)지붕으로 리모델링했을 때 지붕 표면온도가 평균 24℃ 감소가 증명되었다. 또한 총 냉방 에너지소비에서는 11% 감소하였고, 피크시간대에서는 14% 감소되는 것으로 나타나 연간 에너지 비용은 단위면적당 \$0.77/m² 감소되는 것으로 나타났다. 이 차열도료는 태양광선의 50%를 차지하는 열원인 적외선을 도색 후 초기 25~65%(고기울기~저기울기) 반사해준다. 3년 후 수치도 15~50% 이상이다.

미국에서는 CRRC(Cool Roof Rating Council · 미국 쿨루

프인증기관)을 세워 쿨루프에 대한 기준 인증을 시행하고 있다. CRRC는 기존 옥상용 차열페인트 쿨루프(Cool Roof) 인증과 별개로 건물 외벽에 적합한 스펙과 기능을 요하는 외벽 등급 프로그램 (Wall Rating Program)을 도입했다. 이는 세계 최초이자 유일한 건물 외벽용 제품을 평가하는 에너지 효율 등급이다. 쿨월 인증을 받기 위해서는 건물 외벽에 적합한 태양광 스펙트럼 반사계(Solar Spectrum Reflectometer) 설정이 필요하며, 초기 평가 이후 3년간 진행하는 노화시험에서는 건물 외벽 시공에 적합한 각도(90°)로 시험하는 등 외벽 시공 중심의 시험 성적이 요구된다.

국내에서는 노루페인트가 CRRC(Cool Roof Rating Council)로부터 'CRRC Cool Wall(이하 쿨월)' 인증을 최초로 획득했다.



3. 시공특징

차열페인트는 기본적으로 아크릴 폴리우레탄 등의 수지를 주성분으로 하며 적외선을 반사하는 특수안료를 포함한 차열 마감도료이다. 하도작업이 반드시 필요하며 작업 시에는 부착 불량에 유의해야 한다. 특정제품은 유성이나 수성 등 먼저 시공된 도막의 성분과 상관없이 작업이 가능하다. 옥상에 시공할 경우에는 바닥에 물이 고이거나 훼손된 부분이 있다면 반드시 보강작업을 해야 한다. 바닥면 시공시에는 논슬립이라 불리는 가루형태의 미끄럼방지제를 섞어 시공해주면 안전사고를 방지할 수 있다.

도장공사관련 유사 건설민원 안내

Q 전시장 내 선처리한 합판에 수성페인트 도색 가능 여부(소방청 화재예방국 소방 분석제도과)

A 합판, 섬유판, 목재 및 기타 물품의 방염성능기준은 「방염성능기준」제4조(방염성능의 기준)제1항제5호에 따라 잔염시간 10초 이내, 잔신시간 30초 이내, 탄화면적 50cm² 이내, 탄화길이 20cm 이내이어야 합니다. 귀하께서 질의하신 방염 선처리된 합판에 수성페인트를 도색하는 것은 방염성능을 담보할 수 없어 부적절한 것으로 판단되며, 선처리된 합판+수성페인트 방염성능의 인정 여부는 별도의 방염성능시험을 거쳐야 합니다. 자세한 방염성능기준은 한국소방산업기술원으로 문의하여 주시기 바랍니다.

Q 수급사업자의 하도급대금 조정 신청이 없는 경우, 수급사업자가 설계변경에 따른 하도급대금 조정요청을 하지 않은 경우 원사업자는 하도급대금 조정을 해주지 않아도 되는지?(공정거래위원회 사무처 경쟁정책국 기업협력정책관 기업거래정책과)

A 원사업자가 발주자로부터 설계변경 등에 따른 증액을 받은 경우에는 수급사업자의 신청 여부와 관계없이 설계변경 등에 따른 증액을 해주어야 함.

- 하도급법 제16조에 규정된 원사업자의 설계변경(증액) 의무는 수급사업자의 조정신청 여부와 관계없이 다음 4가지 요건을 모두 충족하면 발생함.
- ① 원사업자가 수급사업자에게 건설위탁을 하는 하도급계약이 체결
- ② 설계변경, 목적물 등의 납품 등 시기의 변동, 경제상황의 변동 등 하도급 대금을 조정할 이유가 존재
- ③ 발주자와 원사업자 사이의 도급계약 금액이 증액
- ④ 목적물 등의 완료 또는 완성을 위해 수급사업자가 사용해야 하는 비용 증가
- 다만, 원사업자가 발주자로부터 증액을 받지 않은 경우에는 하도급법 제16조의2에 따라 수급사업자 또는 조합이 하도급대금 조정을 신청해야 함.

Q 하도급법이 민법·상법·건설법보다 우선 적용되나요?(공정거래위원회 대구지방공정거래사무소 하도급과)

A 하도급거래 관계에 있어서는 하도급법은 다른 법률들보다 우선 적용되는 특별법의 지위에 있습니다. 하도급 관계에서는 건설산업기본법이나 민법, 상법의 특별법이므로 하도급법이 우선 적용됩니다. 다만 개별 법령에서 하

도급에 관해 특별히 달리 규제조항을 두고 있는 경우에는 그 개별규정이 하도급법보다 우선 적용될 수 있습니다.

하도급 제한 규정을 두고 있는 개별법령으로는 '전기공사업법' · '정보통신공사업법' · '소방시설공사업법' · '문화재수리 등에 관한 법률' · "소프트웨어산업진흥법" · "승강기안전관리법" · '시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법' 등이 있습니다.

Q 중대재해기업처벌법 및 산업안전보건법상 도급업체의 범위(고용노동부)

법규 내용에 따르면 사업장내 필요한 도급에 있어 여러가지 안전보건조치를 하도록 되어 있습니다. 이 경우 사업장에 상주하지 않고 간헐적으로 사업장을 방문하여 업무를 수행하는 다음과 같은 업무에 있어 각종 안전보건조치를 해야 하는지에 대한 질문을 드립니다.

1. 일정 도급금액을 지불하고 사업장내 폐기물을 간헐적으로 수거해가는 폐기업체, 작업빈도 월 수회 또는 일 수회.
2. 금액의 지불없이 간헐적으로 방문하여 폐기물을 수거하는 폐기업체
3. 주 1회 방문하여 1~2시간 쓰레기를 치우고 청소를 하는 미화업체
4. 사업장을 방문하여 업무성격에 따라 단지 수시간, 수일 또는 수주의 기간동안 공사를 하기 위한 공사업체, 실내장식 업체
5. 월 수일간 또는 단기간 조경을 위한 조경업체
6. 사업장에 보관된 물건을 매일 지정된 타 사업장 또는 고객에게 이송하는 택배업체
7. 매일 식사를 배달하는 도시락 배달업체

A 개정 산업안전보건법에서는 관계수급인 근로자의 폭넓은 보호를 위해 계약의 명칭(용역, 위탁 등)에 관계없이 자신의 업무를 타인에게 맡기는 계약을 도급으로 보고 있으며, 산업안전보건법 제64조에 따라 도급인은 도급인의 사업장에서 관계수급인 근로자가 작업을 하는 경우 안전보건협의체 구성, 운영, 합동안전보건점검 등 도급에 따른 산재예방조치를 하여야 합니다.

– 도급인의 업무에 해당할 경우 사업목적과 직 · 간접적으로 관련성이 있다면 도급에 포함된다고 보아야 할 것이며 수급업체 근로자의 상주 여부, 출입빈도 등과 관계없이 귀사의 업무를 타 업체에 도급하였다면 산업안전보건법 상 도급에 따른 산재예방조치를 하여야 합니다.

* 단 작업의 안전 및 보건에 관한 사항의 상시적 · 정기적 협의를 위한 입법취지 등을 고려할 때 30일 이내 종료되는 일시적 작업, 연간 총 작업일수가 60일을 초과하지 않는 간헐적 작업의 경우 안전 및 보건에 관한 협의체에 한하여 예외를 두고 있음

– 다만, 인테리어 공사 등 건설공사를 도급하면서 해당 공사의 시공을 주도하여 총괄 · 관리하지 않는 건설공사발주자에 해당하는 경우, 도시락 구매에 수반되는 도시락 판매업체의 단순 납품(배달) 업무, 도급인 사업장 밖에서 이루어지는 택배 또는 출퇴근 버스의 도로상 차량 운행 등 도급인의 지배 · 관리를 벗어난 장소에서 이루지는 업무 및 근로자를 사용하지 않는 개인사업자에게 도급한 업무에 대해서는 도급 시 산재예방조치를 하여야 할 대상에 해당하지 않을 것으로 판단됩니다.

– 다만, 귀 질의만으로는 개별 사안에 대해 산업안전보건법 상 도급 해당 여부 등을 정확히 판단하기 곤란하므로 위탁계약서, 업무 수행내용 등 구체적인 사실 관계를 확인할 수 있는 자료를 바탕으로 사업장을 관할하는 지방고용노동관서 산재예방지도과로 문의하여 주시기 바랍니다.

도장공사관련 유사 판례사례 안내

판례 1

계약서 없는 추가공사 대금 반환청구

추가공사에 관한 합의가 있었다거나 그에 관한 정산 약정에 관하여는 추가 공사대금을 청구하는 수급인에게 입증 책임(광주지방법원 목포지원)

■ 요약

A건설사는 공사 진행 중 당초 도급계약에 포함되지 않은 부분에 대한 추가공사까지 진행하였고, 그 추가 공사대금은 사후 정산하기로 구두 합의하였다. 그에 관해 도급인과 수급인 사이에 별도의 공사대금을 지급하기로 하는 약정의 부재로 추가대금에 관한 반환을 받을 수 없으며 이로 인한 건축주의 부당이득 또한 반환하여야 할 의무 또한 없는 것으로 판결이 내려졌다.

■ 사건내용

A건설사는 5층 건물의 신축공사를 10억원에 건축하기로 하였다. 구두합의로 공사 진행 중 당초 계약내역서상에 공사비로 산정되지 않은 부분에 대하여 설계도면과 달리 공사를 진행하고, 설계도면 상에 페인트로 마감하기로 한 건물의 계단실 및 복도의 벽체를 타일로 변경하여 공사를 진행, 그 부분의 공사비가 약 4억원이 소요되었다. 그러나 건축주는 추가공사 계약이 없다는 이유로 추가 공사대금을 지급하지 아니하였다.

■ 판결

수급인이 도급인을 상대로 그 도급계약에서 정한 공사대금 외에 추가 공사대금을 청구하기 위하여는 준공된 공사의 내용에 당초 계약에 없던 추가적인 공사가 있었고, 그에 관해 도급인과 수급인 사이에 별도의 공사대금을 지급하기로 하는 약정이 있었음이 입증되어야 하며, 그러한 입증책임은 추가 공사대금을 청구하는 수급인에게 있다.

소송 중 진행된 감정보고서에 따라 A사가 당초 도급계약 내역서에 공사비로 산정되지 않은 부분에 대하여도 설계도면과 달리 추가공사를 진행한 사실은 인정된다. 그러나 위 인정된 사실만으로 추가공사에 관한 합의가 있었다거나 그에 관한 정산 약정이 있었다고 볼 수 없으므로 A사의 청구는 인정될 수 없다.

부당이득금의 반환에 관하여는 설령 당초 도급계약상 추가공사에 대한 합의가 없었다 하더라도, A사의 추가공사로 인하여 건축주는 위 추가 공사대금 상당의 이익을 얻었으므로, A사는 부당이득으로 반환하여야 할 의무가 있다고 주장하였다.

그러나 재판부는 감정보고서에 따라 추가공사는 모두 당초 도급받은 이 사건 공사와 관련하여 이루어진 것으로서, 이 사건 도급계약의 이행을 위해 시공된 것으로 보고 더욱이 정액도급에 의한 공사도급계약에 있어 실공사비가 당초의 공사도급금액의 견적 당시 예상하였던 것보다 많이 소요되었다고 하여 그 차액분이 도급인의 부당이득이 된다고 볼 수도 없다고 판결하였다.

판례 2

부분공사를 공사실적에 넣어 낙찰된 업체에 대해 아파트 입대위가 계약 체결 거부
부분공사 실적이 전체 공사실적으로 인정되지 않으므로 업체 낙찰 취소 “타당”(부산지법 제5민사부)

■ 요약

시설물 유지관리업 등을 영위하는 A사가 낙찰자 선정 후 아파트 입주자대표회의가 부분공사를 공사실적에 넣어 낙찰된 업체에 대해 계약 체결을 거부한 것은 타당하다는 법원 판단이 나왔다.

■ 사건내용

2021년 8월 B0아파트가 공고한 균열보수 및 재도장 공사 제한경쟁입찰에 A사는 낙찰자로 선정되었다. 그러나 이후 입대위는 A사의 계약체결 촉구 내용증명에 ‘A사가 제출한 실적증명서와 관련해 최근 3년간 공사실적 부분이 건설공사 기성실적증명서 양식으로 제출되지 않은 점, 다수의 공사가 부분공사이며 세대수 미달 공사가 제출된 점 등의 문제가 있어 공사 계약을 체결할 수 없다’는 취지의 내용증명을 발송했다.

입찰 공고문에는 입찰참가자격 중 기존 수행한 공사실적과 관련해 ‘입찰서류 마감일로부터 최근 3년간 아파트 재도장공사 300세대 이상 1건 이상, 실적이 5건 이상(500세대 이상 1건 포함) 있는 업체(부분공사, 하도급 및 신축공사 제외)’라고 규정돼 있었다.

■ 판결

재판부는 “원고 A사의 주장에 따르면 A사가 입찰참가자격을 충족하는 공사실적으로 주장하는 5건의 공사 중 C아파트에서 수행한 공사는 아파트 외부 균열보수 및 재도장, 지하 1층~지상 1층 및 옥상층 상부통로 부분에 대한 계단실 균열보수 및 도장작업이고, D 아파트 공사는 아파트 외부 균열보수 및 재도장, 지하주차장 중 벽체 누수 부분에 대한 보수 및 보수부분에 대한 재도장이라는 것인바, B 아파트 입찰 공고문에서 규정한 공사범위 등을 고려할 때 위 두 곳의 공사는 입찰 공고문에서 규정한 ‘부분공사’로 봄이 타당하다”고 밝혔다.

또 A사는 “‘재도장공사 300세대 이상’은 300세대 이상의 외벽공사 전부를 수행하면 충분하고, 내부계단실이나 지하주차장 등의 일부만을 수행했다고 해서 결격이 되는 것은 아니다”라고 주장했으나 재판부는 근거가 없다며 받아들이지 않았다.

아울러 재판부는 “주택관리업자 및 사업자 선정지침에서 제한경쟁입찰을 통해 사업실적을 제한할 수 있도록 규정한 취지는 해당 업종의 많은 사업자 가운데 ‘발주내용을 수행할 만한 경험치가 있는가’를 판단하기 위한 것이고, 본질적으로 사적자치와 계약자치의 원칙 등이 적용되는 아파트 입주자대표회의의 공사업체 선정에서 위 경험치를 판단하기 위한 조건으로 ‘부분공사 제외’를 규정한 것이 특별히 부당하다고 보이지도 않는다”고 덧붙였다.

2024년 변경되는 건설산업 주요 정책·제도

대한전문건설협회



1. 원도급 전문공사 보호구간 상향 및 기간 연장

- (현황) 전문·종합간 상호시장 개방에 따른 불공정한 경쟁구조와 수주 불균형으로 인하여 전문건설업계 생존권에 위협
- (개정내용)
 - 공사예정금액(부가가치세, 발주자가 제공한 재료비 포함) 4억3천만원 미만의 소규모 원도급 전문공사에 종합업체 수주 제한(2026.12.31까지)
 - ※ 전문건설사업자 종합공사 공동도급 허용 시행일 조정(2027. 1. 1, 3년 유예)
- (기대효과) 소규모 전문공사 업역 보호 및 연간 1조원 이상의 건설업역간 상호시장 손실 회복

2. 하자담보책임기간 관련 개정사항

- (현황) 하자의 경중에 구분 없이 일률적으로 기간 규정, 발주자가 제공한 재료의 성질로 인한 하자도 시공자 책임 등 불합리
- (개정내용) 하자담보책임기간 관련 건산법 해당규정 개선
 - 목적별 구조내력에 따라 하자담보책임기간 명확화*
 - * 구조내력에 해당(10년), 그 외의 경우(5년)

- 발주자가 제공한 재료의 성질로 인한 경우 하자담보책임 면책
- (기대효과) 자기책임 원칙에 따라 시공상 하자에 대해서만 책임 한정, 목적물의 구조내력과 그 외 부분을 나눠서 책임여부 판단할 수 있도록 근거를 명확히 규정

3. 시설물유지관리업 폐지 및 발주 방식 일부 변화

- (현황) 시설물유지관리업은 전문 또는 종합 업종으로 전환 추진하고, '23.12.31일까지 면허 존치 후 폐지
- (개정내용)
 - 시설물유지관리업이 폐지됨에 따라 기존 시설물유지관리 공사가 '24년도부터는 전문 또는 종합으로 구분 발주 예정
- (기대효과)
 - 기존 유지보수공사의 발주 방식 변경에 따른 전문업체 사업영역 및 수주 확대 기대

4. 대업종 발주 기준 명확화

- (현황) 지반조성·포장공사 또는 조경식재·시설물 공사 업무내용으로 구성된 공사는 대업종화 이전 공사 분류에 따라 종합공사 또는 전문공사로 발주 가능
- (개정내용)
 - 지반조성·포장공사 또는 조경식재·시설물공사 업무내용으로 구성된 공사는 전문공사로만 발주(2024. 1. 1부터)
- (기대효과)
 - 지반조성·포장공사, 조경식재·시설물공사업 업역 보호 기대

5. 건설업 등록기준 관련 관계 법령 개정

- (현황) 건설산업기본법 시행령 등 관계법령에 등록요건이 과도한 규제적 성격으로 인해 사업 경영상 부담
- (개정내용) 건설산업기본법 시행령 및 건설업 관리규정 개정
 - (상시근무 요건)상시근무지장이 없는 경우 다른 사업 영위 예외적 허용
 - (사무실 현실화)건축법 제22조에 따른 사용승인 받은 건축물에 소재 등
 - (중복특례 확대)기존 업체를 포함하여 2개 업종 이상 보유 시 등록기준(자본금, 기술인력) 중복특례 확대
 - (기술자격 인정범위 확대) 토목기사, 건축기사 등 국가기술자격법 상 기술자격 인정범위 확대
- (기대효과) 완화된 등록기준에 따라 면허 유지의 편의성 증진, 경영상 부담 완화 및 새로운 등록기준에 맞춰 여유 기술인력 활용해 새로운 업종 또는 주력분야 추가 등으로 경쟁력 및 효율성 제고 기대

6. 실적신고 일원화 및 통합실적관리시스템 구축·운영

- (현황) 국토교통부가 실적신고 업무를 신설과 유지보수공사로 이원화하고 위탁 기관 지정 역시 이원화하여 개정 고시('21. 7. 1)함에 따라 불필요한 행정수요 발생 및 불편 증가
 - 현재는 실적신고시스템을 각 위탁기관별 개별 운영
- (개정내용) 전문건설협회가 모든 유형(신설 및 유지보수)의 실적신고를 접수·처리하여 시공능력을 평가·공시할 수 있도록 국토교통부 및 국회에 지속 건의·촉구(신고기관 일원화)한 결과, 시공능력평가공시 등의 위탁기관 지정이 개정 고시

됨('23.12. 7)

※ 고시(국토교통부고시 제2023-736호) 주요내용

- ☞ 모든 유형(신설 및 유지보수)의 공사실적을 대한전문건설협회에서 신고 접수 및 처리하고 시공능력평가 업무를 수행
- 통합실적관리시스템(<https://www.icms.or.kr>) 구축·운영
- (기대효과 및 조치사항) 건설공사 실적신고 및 시공능력평가 체재의 일원화 도모, 회원사의 실적신고 편의성 증진 등 행정관리 효율화 기대
- '23년분 실적신고('24.2.1~2.15)는 일률적으로 협회 일괄 신고 가능

7. 건설업 안전관리자 교육 확대 시행

- (현황) 건설현장의 계속되는 안전관리 강화, 안전관리자 선임대상 공사 확대 등으로 인한 안전관리자의 수급난으로 인해 전문건설협회가 고용노동부에 건설업 안전관리자 양성 교육 신설을 건의
- 고용노동부가 전문건설협회 의견을 적극 수용하여 22년 하반기부터 산업안전보건교육원에서 안전관리자 양성교육*을 최초 신설 및 운영 중
- * 건축/토목 분야에서 3년 이상의 기사 경력 또는, 5년 이상의 산업기사 경력을 충족한 경우, 교육(온라인 50시간, 집체 34시간 후 평가) 이수를 통하여 안전관리자 자격 부여
- (개정내용) 전문건설업계의 원활한 안전관리자 수급을 위한 안전관리자 양성 교육 확대 운영
- 산업안전보건법 시행령 개정을 통해 25년까지 안전관리자 양성 교육을 확대 시행 예정
- ※ 현재까지, 22년 하반기(약 2,000명), 23년 상·하반기(약 2,000명) 건설업 안전관리자를 배출
- (기대효과) 건설현장 안전관리자 수급난 해소, 사업주 부담 감소 등
- 건설현장의 안전관리자 수급난을 해소하여 현장 안전관리역량을 증가시키고, 인력 수급이 어려운 전문건설업계의 부담 감소

8. 하도급대금 연동제 시행

- (현황) 하도급대금 연동제 시행('23.10. 4)에 따라 주요 원재료가 있는 하도급계약시 표준 연동계약 또는 미연동계약 체결 필요
- (개정내용) 하도급대금의 10% 이상을 차지하는 원재료가 있는 모든 하도급거래에 하도급대금 연동에 관한 사항을 서면(하도급계약서)에 기재할 의무 부여
- ※ 필수 기재사항 : 목적물 등의 명칭, 주요 원재료, 기준지표, 기준시점 및 비교시점, 조정요건, 조정주기, 조정일, 조정대금 반영일, 연동산식 등
- 시행일('23.10. 4) 이후 최초로 원사업자와 수급사업자가 건설공사 하도급계약을 체결·갱신하는 경우부터 적용
- 다만, 소액계약, 단기 계약, 원사업자가 소기업인 경우, 원·수급사업자가 연동하지 않기로 합의한 경우에는 원사업자가 하도급대금 연동에 관한 사항을 서면에 적지 않을 수 있음
- ※ 양 당사자가 연동하지 않기로 합의한 경우에는 그 취지와 사유를 서면에 명시적으로 기재
- (기대효과) 원자재 가격 변동에 따른 경영 위험부담 완화, 연동계약 문화가 정착됨에 따라 원·하도급이 상생할 수 있는 계약문화 마련 기대

9. 건설업 외국인력 쿼터 확대

- (현황) 건설현장 내국인 공급 부족*, 고강도·고위험 작업 기피에 따른 청년층 유입 부진 및 고령화**로 인한 외국인 수급 확대 필요
- * '24년 건설업 인력수요 대비 내국인 공급 약 17만명 부족 전망(한국건설산업연구원, 건설업 외국인근로자 적정규모 산정연구, '22.11)
- ** '21년 내국인근로자 50대 이상 비중 79.6%(대한건설정책연구원, 전문건설업 실태조사 분석보고서, 2022)
- (변경내용) 2024년 건설업 외국인력(E-9) 쿼터 확대
- ('23. 1월) 건설업 3,000명 + 탄력배정 1만500명 → ('24. 1월) 건설업 6,000명 + 탄력배정 2만명
- ※ 제40차 외국인력정책위원회 결정사항(고용노동부 공고 제2023-552호)
- (기대효과) 건설현장 외국인력 공급 확대를 통한 인력난 해소 및 숙련기능인력(E-7-4) 전환* 활성화
- * 외국인력(E-9 등)으로 4년 이상 체류 및 향후 2년 이상 고용계약 체결시 장기체류 비자로 전환 및 전문건설업체에 숙련인력 공급

10. 건설근로자 전자카드제 확대 시행

- (현황) 건설근로자의 퇴직공제 및 근로일수 신고업무 개선 및 누락 방지 등을 위한 전자카드제 시행중
- (변경내용) 전자카드제가 퇴직공제 의무가입 공사로 전면 확대* 적용
- * (단계적 시행) '20.11.27부터 공공 100억 이상, 민간 300억 이상 → '22. 7. 1부터 공공 50억 이상, 민간 100억 이상 → '24. 1. 1부터 공공 1억 이상, 민간 50억 이상
- 주요내용
 - (사업주) ① 전자카드 단말기 설치·운영 의무(원수급인)
 - ② 전자카드 발급* 의무(원수급인, 인정승인시 하수급인)
 - * 미발급시 과태료(1차 100만원, 2차 200만원, 3차 300만원)
 - ☞ (입법발의) 사업주의 요청에도 근로자가 미발급시 사업주 과태료 면책('23. 1.31, 이주환 의원)
 - (근로자) 전자카드를 사용하여 단말기에 출·퇴근 내역 기록
 - (발주자) 공무원가 중 “퇴직공제에 가입하는 데에 드는 금액”에서 전자카드 운영 금액 정산
- 적용시기 : '24. 1. 1 이후 입찰공고 건설공사부터 적용
- ※ 입찰공고를 하지 않는 경우 도급계약체결일 기준
- (기대효과) 건설 일용근로자의 복지향상 등 사회보장이 강화되나, 전문건설업체의 불합리한 경영부담 완화를 위한 제도 개선* 추진 필요
- ※ 퇴직금·퇴직공제부금 상계처리, 퇴직공제부금의 발주자 납부방식 전면도입 등



건설현장 외국인 활용 개선방안

대한건설정책연구원 박광배·김태준



생산요소의 활용도와 비중은 개별 전문건설업체의 역량에 따라 차이를 보이지만, 전문건설업체는 생산요소로서 노동에 대한 의존도가 높다. 건설업은 조업변동성이 큰 업종에 해당하며, 이런 건설업의 특성은 조업이 가능한 시기에 집중적으로 생산활동이 진행되는 특징이 있고, 노동의존적인 생산구조이므로 많은 노동력을 필요로 하게 된다.

건설현장에서 외국인의 필요성과 생산에 기여하는 비중은 지속적으로 증대되고 있고, 향후에도 증가추세는 더욱 확대될 것으로 전망되고 있다. 다수의 선행연구에 의하면 건설현장의 외국인근로자 비중은 20% 수준이며 이들은 골조공사 등 선행공정 위주의 공사에 주로 종사하고 있어 계획대로의 공사 진행에 중요한 역할을 하고 있다. 건설현장은 외국인근로자 공급 부족 시 공사기간을 준수하기 어려운 상황이며, 현장의 외국인인 현재 72.2%가 숙련공 수준으로 파악되고 있다.

외국인은 국내에 입국하기 위해 많은 비용을 부담하게 되지만, 한국을 선택하는 이유는 임금이 가장 중요한 목적이다. 따라서 가능한 국내에 장기간 체류하며 취업활동을 선호하지만, 국적 취득 등 이민정책으로 인하여 체류 및 취업활동 기간이 짧게 정해져 있어 불법체류의 유인이 강하게 나타날 수 있다. 불법체류는 당장의 생산활동의 필요 측면이 아닌 사회적 비용 유발의 문제를 방지해야 하는 측면에서 접근해야 하며, 합법 외국인근로자 사용 환경을 조성하는 것이 중요하다.

건설현장의 외국인근로자 활용도 제고를 위한 과제의 검토방향은 숙련 외국인근로자의 체류 및 취업활동 기간 연장, 불법체류 방지, 사용자의 선발권 강화, 입국 전후 교육훈련 이수 의무화 및 검증, 그리고 입국 후 외국인근로자 관리 등으로 요약할 수 있다.

1. 건설현장 외국인 활용 현황 및 필요성

1) 건설현장 외국인 활용 현황

- 건설현장에서 노동을 제공하는 외국인근로자의 규모를 파악하는 것이 쉽지 않아 추산에 의한 대략적인 규모만을 파악할 수 있는 상황임
- 외국인근로자를 추산하기 위한 가정과 추정방법, 그리고 설문조사의 경우 표본(sample) 추출에 영향을 받을 수 있지만, 국내 건설현장에 종사하는 합법과 불법을 포함한 외국인 근로자 비중은 평균 20% 수준으로 파악됨
- 외국인근로자가 국내 건설현장에서 차지하는 비중은 지속적으로 확대될 것으로 예상됨
 - 외국인근로자도 퇴직공제 가입 대상이므로 퇴직공제 DB 자료에 기초해 추정한 비율은 13% 수준으로 선행연구에 비해 낮게 추산됐으나, 추세는 지속적으로 상승하고 있는 것으로 나타났음
 - ※ 전문건설사업자 종합공사 공동도급 허용 시행일 조정(2027. 1. 1, 3년 유예)
- (기대효과) 소규모 전문공사 업역 보호 및 연간 1조원 이상의 건설업역간 상호시장 손실 회복



주: 2007년 1월부터 2022년 8월까지의 퇴직공제 자료를 활용하여 작성

〈그림 1-1〉 건설업 외국인 비중 추이

표 1. 외국인근로자 부족 시 공사기간 지연 정도

(단위: 개)

구분	1개월 이내	1~2개월 이내	2~3개월 이내	3~4개월 이내	4~5개월 이내	5~6개월 이내	6~7개월 이내	8개월 이상
합계	33	31	40	34	14	24	10	14
철근콘크리트	6	12	15	23	9	21	10	11
도장습식방수석공	8	5	10	5	2	-	-	1
지반조성포장공사	10	7	4	4	-	2	-	1
금속창호지붕건축물	2	4	2	1	2	-	-	-
실내건축	1	1	7	1	1	-	-	1
기타	6	2	2	-	-	1	-	-

주: 전문건설업체를 대상으로 2022년 10월 31일 기준 시행한 설문조사 결과
자료: 국토교통부(2023), 건설산업 외국인 활용 현황 및 제도개선 방향 수립 연구, 대한건설정책연구원

표 2. 숙련수준별 외국인근로자 고용규모

(단위: 명, %)

구분	전체	숙련공	비숙련공
전체	73,390 (100.0)	52,983 (72.2)	20,407 (27.8)
총공사비 규모별	150억 미만	6,504 (100.0)	4,815 (74.0)
	150~200억 미만	4,703 (100.0)	3,629 (77.2)
	200~300억 미만	8,373 (100.0)	5,637 (67.3)
	300~500억 미만	10,633 (100.0)	6,837 (64.3)
	500~1,000억 미만	15,114 (100.0)	10,535 (69.7)
	1,000억 이상	28,064 (100.0)	21,530 (76.7)
지역별	수도권	47,721 (100.0)	35,420 (74.2)
	충청/강원권	10,941 (100.0)	7,991 (73.0)
	전라/제주권	5,356 (100.0)	3,521 (65.7)
	대경권	4,787 (100.0)	4,090 (85.4)
유형별	동남권	4,585 (100.0)	1,962 (42.8)
	건축	70,074 (100.0)	51,818 (73.9)
	토목	2,403 (100.0)	523 (21.8)
	플랜트	796 (100.0)	556 (69.8)
	조경	116 (100.0)	87 (75.0)

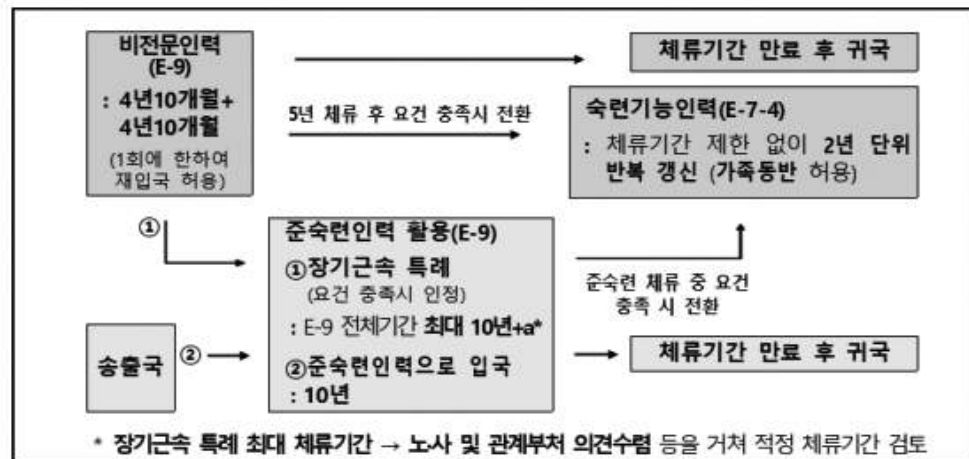
자료: 국토교통부(2023), 건설산업 외국인 활용 현황 및 제도개선 방향 수립 연구, 대한건설정책연구원

- 외국인근로자의 비중과 역할이 큰 공정은 골조공사이며, 골조공정의 공사기간은 해당현장의 초기부터 중기까지 이어짐
- 이런 상황에서 외국인근로자 부족으로 골조공정이 계획된 공기에 맞게 진행되지 못하면 마무리 공정 등 후속 공정도 제대로 진행되기 어려움
- 즉 외국인력이 골조공정에 집중돼 있기 때문에 외국인의 부족은 공사 전체의 진행에 직접적인 영향을 미치는 결과가 초래됨
- 외국인근로자가 차지하는 비중보다 중요한 역할을 하고 있는 것은 내국인 구인이 안 돼 노동력 부족을 보완하고 있고, 공기 준수에 필요하기 때문에 외국인을 사용하고 있는 것으로 나타남
 - 특히 골조공사를 수행하는 철근콘크리트업종은 외국인 사용이 공기 준수에 중요하기 때문
- 외국인력은 단순노무만을 제공하는 것이 아니라 공중에 따라 숙련공으로 참여하는 비중도 높게 나타남
 - 국내 현장에 종사하는 외국인의 72.2%가 숙련공이며, 조경과 건축공중에 숙련 외국인 비중이 높음
 - 반면 토목공종은 기계장비의 활용도가 높아 비숙련 외국인근로자가 다수 종사하고 있는 것으로 나타남

2. 건설현장 외국인 활용도 제고를 위한 검토과제

1) 체류 및 취업활동 기간 연장

- 외국인근로자는 5년간 체류하는 경우 일반귀화 요건을 충족해 영주권을 신청할 수 있게 되며, 현재는 이민정책 측면에서 5년 이상의 체류를 허용하지 않는 경우가 대부분임
 - <그림 2-1>처럼 현행 일반고용허가제 외국인인 최장 4년 10개월을 체류한 후에는 반드시 출국해야 함
 - 장기근속 특례가 인정되고 한국어능력 등이 검증되는 경우 출국 없이 최장 10년 동안 취업활동을 할 수 있도록 하는 개편안이 마련되는 등 긍정적인 검토가 이루어지고 있음



주: 관계부처 합동(2022. 12. 29), 산업현장과 인구구조 변화에 대응하는 고용허가제 개편방안 보도자료

<그림 2-1> 준숙련인력 체류기간 연장방안

2) 사용자의 외국인근로자 선발권

- 현행 고용허가제 운영은 외국인을 무작위로 배정하는 것을 원칙으로 하고 있고, 이런 제도 운영은 비리의 차단에 효과

적이라고 할 수 있으나, 사용자의 요구가 전혀 반영되지 못하는 문제가 나타나고 있음

- 결국 노동력의 사용자인 건설사업주가 외국인을 선발할 수 있는 수단이 제도에 반영되어야 하며, 이를 통해서 건설현장 경력을 검증할 수 있으며, 현장경력 보유자는 입국 후 원활한 의사소통은 아니라도 생산활동에 적응하는 기간이 단축될 수 있음

3) 훈련이수 의무화 검증 수단 도입

- 선행연구들에서 제시하고 있는 것처럼 건설현장에서는 숙련 외국인을 요구하고 있는 상황이 반영될 수 있는 제도 운영이 필요하며 훈련이수 의무화 및 입국 시 검증은 현장경력 부족과 훈련 부재에 따른 재해 위험에 노출되는 것을 줄이는 데도 효과가 있을 것으로 기대됨

- 정연 외(2022)의 연구에 의하면 2020년 외국인근로자의 업무상 사망만인율은 1.39‰로 내국인과 외국인을 포함한 전체 취업자의 사망만인율 0.77‰보다 높음
- 업종별로도 건설업은 외국인 취업자의 사망만인율이 5.97‰로 전체 취업자의 사망만인율 2.48‰보다 2배 이상 높은 뿐만 아니라, 내국인과 외국인의 격차도 크게 나타남

4) 외국인근로자 관리의 위탁

- 생산요소를 사용해 건설현장에서 시공을 담당하는 전문건설업체를 효과적으로 관리할 수 있는 역량을 갖추고 있는 민간을 적극적으로 활용해야 할 것으로 판단됨

5) 업종별 수요 파악

- 다양한 역량을 제공하는 건설업종은 서로 다른 직종의 외국인근로자를 필요로 하나 이런 실정이 반영되지 못한 채 건설업에 총량이 배정되고 있고, 이런 운영으로 배정 인원이 소진되지 못하는 요인이 되고 있음
- 외국인근로자가 건설현장에서 실질적으로 활용되기 위해서는 건설업종별로 수요가 파악될 수 있는 체계를 구축해야 하며, 이 과정에서 해당 업종을 대상으로 수요와 건설업체의 필요를 파악할 수 있는 역량과 조직을 구축하고 있는 민간을 활용하는 것이 효과적임

*자료출처 : 대한건설정책연구원 건설정책리뷰

표 3. 외국인근로자 구인 시 애로사항

(단위: 개)

업종	복잡한 구인과정	선택권 배제	의사소통 어려움	임금인상 요구	단체행동 (현장이동 등)
합계	70	24	48	17	32
철근콘크리트	40	11	31	7	12
도장습식방수석공	7	4	5	4	8
지반조성포장공사	7	6	6	4	4
금속창호지붕건축물	7	1	-	-	3
실내건축	3	1	1	2	2
기타	6	1	5	0	3

주: 전문건설업체를 대상으로 2022년 10월 31일 기준 시행한 설문조사 결과
자료: 국토교통부(2023), 건설산업 외국인 활용 현황 및 제도개선 방향 수립 연구, 대한건설정책연구원

표 4. 2020년 · 2021년 건설업 외국인 사망사고 발생 추이

(단위: 명, %)

구분	계	건설업		제조업		그밖의 업종	
		인원	비중	인원	비중	인원	비중
2020	94	46	46.9	38	40.4	10	10.6
2021	102	42	41.2	34	33.3	26	25.5

자료: 고용노동부(2022), 2021년 산업재해 사고사망 발생현황



전문건설 도장공사업 업체 동향 안내

〈자료출처 : 키스콘〉

■ 도장공사업 대업종화 안내

구업종	전환업종	
	대업종	주력분야
도장공사	도장·습식방수·석공사업	도장공사
습식·방수공사		습식·방수공사
석공사		석공사

■ 도장·습식·방수·석공사업체 업체 현황(2023.08.01~2024.01.31)

총 등록업체 수		10,764
신규등록업체		625
주공종 업체수	도장공사	6,033
	습식·방수공사	5,095
	석공사	4,935

■ 주공종 도장공사업 실적업체

	1년간 실적업체수	3년간 실적업체 수
일반도장공사	938	1475
재도장공사	515	763
차선도색공사	502	929

■ 도장공사업 원도급 실적업체

	1년간 실적업체수	3년간 실적업체 수
일반도장공사	410	802
재도장공사	483	710
차선도색공사	465	880

■ 종합건설면허(건축공사업)를 보유한 도장공사업체

	1년간 실적업체수	3년간 실적업체 수
일반도장공사	128	189
재도장공사	146	174
차선도색공사	42	86

■ 종합건설면허(토목건축공사업)를 보유한 도장공사업체

	1년간 실적업체수	3년간 실적업체 수
일반도장공사	1	7
재도장공사	2	2
차선도색공사	3	5

■ (1건 공사기준) 1년간 50억 이상 일반도장공사 실적업체

	사업자번호	대표자	영업소재지	등록업종
(주)동진피앤아이	222-81-107**	곽원석	서울 서초구	실내건축공사업 도장·습식·방수·석공사업 구조물해체·비계공사업
(주)선보건설	219-81-145**	한재신	서울 송파구	도장·습식·방수·석공사업
(주)성현산업	105-81-540**	조남석	서울 강남구	도장·습식·방수·석공사업
(주)우성건설		임민선	서울 송파구	도장·습식·방수·석공사업
국제산공(주)	213-81-254**	신규환	서울 강남구	도장·습식·방수·석공사업 구조물해체·비계공사업 기계설비·가스공사업
동일산건(주)	229-81-160**	양승주, 권영준	서울 서초구	건축공사업 도장·습식·방수·석공사업

■ (1건 공사기준) 1년간 30억 이상 재도장공사 실적업체

	사업자번호	대표자	영업소재지	등록업종
(주)건양산업	603-81-240**	정종원	부산 사하구	도장·습식·방수·석공사업
(주)석민이앤씨	110-81-615**	황윤선	경기도 오산시	건축공사업 도장·습식·방수·석공사업
(주)선화건설		김명환	경상북도 칠곡	금속·창호·지붕·건축물조립공사업 도장·습식·방수·석공사업
선재기업(주)	608-81-206**	최성준	경기도 고양시	지반조성·포장공사업 도장·습식·방수·석공사업
신안기업(주)	506-81-305**	김수정	경북 포항시	토목공사업 금속·창호·지붕·건축물조립공사업 도장·습식·방수·석공사업
신양아이엔지건설(주)	108-81-466**	강경구	서울 송파구	건축공사업 지반조성·포장공사업 도장·습식·방수·석공사업

■ (1건 공사기준) 1년간 20억 이상 차선도색공사 실적업체

	사업자번호	대표자	영업소재지	등록업종
(주)화일	127-81-989**	김남이	경상남도 양산	도장·습식·방수·석공사업
일성건설산업(주)	595-86-001**	고순호	서울특별시 양천구	금속·창호·지붕·건축물조립공사업 도장·습식·방수·석공사업

결과의 성패를 좌우하는 강화와 약화, 보상과 벌금



하버드대학교 로버트 워슬리 교수 연구팀은 65명의 대학생을 대상으로 3가지 조건을 적용해 테스트를 진행했다. 첫째, 과제에 성공할 때마다 합당한 보수를 지급한다. 둘째, 일정 금액의 보수를 먼저 지급하고 이후 과제에 실패할 때마다 보수를 줄인다. 셋째, 성공 보수를 전혀 지급하지 않는다. 실험 결과 실험 참여자들은 어느 조건에서 가장 우수한 성적을 얻었을까? 또, 어떤 조건에서 가장 나쁜 성적을 얻었을까?

문열기와 문닫기

교육에는 크게 2가지 방법이 있다. 하나는 훈육으로 행동을 제약하는 교육이고, 다른 하나는 자발성을 길러 행동의 적극성을 높이는 교육이다. 이 둘 중 어느 쪽이 더 합리적이고 바람직한 교육일까?

외출할 때 현관에서 흔히 볼 수 있는 광경을 예로 들어보자. ‘문 열기’는 자발성만으로 발생한다. 어린이는 말할 것도 없고 원숭이나 고양이 같은 동물조차 문 여는 방법을 쉽게 배운다. 일일이 가르치지 않아도 사육사나 주인의 행동을 관찰한 뒤 ‘문열기’라는 행위를 자연스럽게 습득하고 실천에 옮긴다.

그렇다면 혹시 문을 열고 밖으로 나간 원숭이나 고양이가 문을 닫는 모습을 본 적 있는가? 아마 없을 것이다. 왜 원숭이나 고양이 같은 동물은 문을 여는 행동은 쉽게 배우지만, 문을 닫는 행동은 배우지 못할까? ‘문열기’는 누구나 자연스럽게 몸으로 익힐 수 있는

행동인 반면, ‘문닫기’는 사회적 합의, 즉 예의범절에 속하는 행동이기 때문이다. 즉 ‘문닫기’는 뇌에 기본적으로 탑재되어 있지 않은 부자연스러운 행동이자 훈육을 통해 배우고 익혀야 하는 행위다.

‘문닫기’만이 아니다. 장난감을 가지고 논 다음 정리하는 행위, 식사 후 이를 닦는 행위 같은 것들이 다 그런 예에 속한다. 이러한 행위를 몸에 익히는 과정에서 ‘자발성’에만 의지할 수는 없다. 반드시 적절한 ‘훈육’이 필요하다.

강화와 약화

훈육에는 크게 2가지 방법이 있다. ‘칭찬’과 ‘꾸중’이다. 전문용어로는 ‘강화(보상)’와 ‘약화(벌)’라고 부른다. 그렇다면 강화와 약화 중 어느 쪽이 더 효과적일까?

가령, 미로 안에 두 갈래로 나뉜 갈림길을 쥐들이 ‘오른쪽’으로 가도록 학습하는 훈련을 한다고 치자.

첫째 갈림길을 지난 뒤 오른쪽 길에 초콜릿을 놓아 두는 방법이다(뜻밖에도 쥐는 치즈보다 초콜릿을 더 좋아한다). 왼쪽으로 가면 전기 충격을 가하거나 고양이 냄새 등으로 벌을 주는 방법도 있다. 이 방법을 ‘약화’라고 부른다. ‘강화’와 ‘약화’를 적절히 조합해 사용하는 사람도 있다. 즉 잘하면 보상을, 잘못하면 벌을 주는 ‘당근과 채찍을 적절히 가미한 교육법’이다.

어느 방법이 더 효과적인지는 실제로 실험해보면 금방 알 수 있다. 당연하게도, 강화만 적용한 훈련이 학업 성취도 면에서 가장 뛰어나다. 성적순으로 살펴보면, 2등은 강화와 약화를 조합한 훈련이다. 3등은 약화만 사

용한 훈련으로 이 경우 학습 효과는 거의 없다.

결론부터 말하자면 칭찬 없이 질책과 꾸중만으로 훈육하는 교육은 효과적이지도 바람직하지도 않다. 이유는 단순하다. 꾸지람을 들으면 스스로 탐색하고자 하는 의욕, 즉 자발성이 현저히 줄어들기 때문이다. 자기 힘으로 첫걸음을 떼지 못하면 제대로 된 학습은 이루어지지 않는다.

보상과 벌금

이 사실을 전제하고, 다시 질문 하나. 상을 주는 방법에 관해 생각해보자.

하버드 대학교 로버트 워슬리교수 연구팀이 발표한 논문에 나타난 결과를 살펴보자. 먼저, 연구팀은 65명의 대학생들에게 비디오게임으로 입체 미로를 통과하는 연습을 하게 했다. 그리고 다음 날 대학생들이 연습 내용을 어느 정도 기억하고 있는지 테스트했다.

1. 연구팀이 제시하는 과제에 성공할 때마다 합당한 보수를 지급한다.
2. 일정한 금액의 보수를 먼저 지급하고, 이후 과제에 실패할 때마다 보수를 줄인다.
3. 성공보수 없음

실험결과 1번 그룹이 가장 우수한 성적을 얻었다. 역시 예상에서 벗어나지 않은 결과다. 그런데 2번과 3번 그룹의 차이가 재미있다. 흥미롭게도 3번 그룹이 2번 그룹보다 더 좋은 성적을 얻었기 때문이다. 2번 그룹은



일정한 보수가 책정된 조건(보수만 놓고 보면 1번과 비슷한 조건이다)임에도 아예 성공보수가 없는 3번 그룹보다도 나쁜 성적을 얻은 것이다. 즉 보수가 존재한다고 해서 무조건 ‘강화’로 이어지지는 않는다는 사실을 이 실험은 명확히 보여준 셈이다.

왜 이런 결과가 나왔을까?

이 점에 대한 핵심 실마리는 과제에 실패할 때마다 삭감하는 돈, 즉 ‘벌금’에 있다. 애초 받기로 되어 있는 보수가 ‘감점’ 형식으로 차감된 후 받게 되는 ‘잔액’이 오히려 약화로 작용한 것이다.

우리 주위에는 10여 년 이상 영어를 죽어라 공부하고도 영어를 모국어로 사용하는 사람만 만나면 식은땀을 흘리며 꿀먹은 벼어리가 되는 사람이 많다. 이런 사례 또한 위 실험 결과의 맥락에서 보면 좀 더 명확히 이해되는 측면이 있다. 시험에서 문법이나 철자가 틀리면 점수가 깎이는 방식이 정확히 위 실험의 2번 그룹에 부여된 조건과 일치하기 때문이다.

이렇듯 감점을 적극적으로 사용하는 영어 교육은 ‘의사소통은 즐겁다’라는 언어 본래의 가산점 방식에 기반한 성질과 배치될 뿐 아니라 크게 동떨어져 있다. 하나하나 꼬치꼬치 따져서 점수를 깎는 영어 교육방법은 특히 회화 능력을 기르는 과정에 절실히 필요한 자발성을 키워주는커녕 짓밟아버린다는 것이 이 실험을 통해 과학으로 명확히 증명된 셈이다. 학부모나 교사들, 혹은 교육정책을 만드는 사람들이 위의 실험에서 영감을 얻어 우리 교육에 긍정적인 변화의 바람을 일으키면 좋겠다.

**자료출처 : 세상에서 가장 재미있는 63가지 심리실험 / 이케가야 유지 지음/ 사람과 나무사이 출판



발행일2024년 3월 25일

창간일1998년 9월 15일

발행인엄재열 | 도장공사협회의 회장
진원피앤씨(주) 대표

취재 및 편집김아연

디자인 · 인쇄해강문화사 (02-575-3655)

주소서울시 동작구 보라매로 5길 15(신대방동)
전문건설회관 8층(우156-714)

전화02-3284-1146~9

FAX02-3284-1150

Web pagewww.paints.or.kr

정가10,000원

‘페인팅저널’의 지면은
항상 여러분에게 열려 있습니다.

‘페인팅저널’은 전문건설업 및 도장공사업과 연관된

신기술, 신공법, 신소재에 관한 다양한 정보 및 현장에서

일어나는 것까지 사연을 찾고 있습니다.

보내주신 내용은 ‘페인팅 저널’ 편집의 귀중한 자료로 쓰이게

되오니 여러분의 많은 참여를 바랍니다.

※ 채택된 원고는 소정의 고료를 드립니다. 페인팅저널에 광고를 원하시는
업체는 도장공사협회의 사무국으로 연락주시기 바랍니다.

도장공사협회의 제12대 대표회원 명단

구분	성명	상호
서울	강완혁	대한로드리안페인트(주)
	김하영	(주)조명건설
	도상돈	(주)창미건설
	방영민	(주)이음건설
	성민정	영평엔지니어링(주)
	신승섭	(주)우진도장건설
	엄재열	진원피앤씨(주)
	유영국	미래단열산업(주)
	이관호	동방건설(주)
	이범용	해성산업(주)
	이재철	(주)석창건설
	임종득	(주)동성공업도장
	조영수	(주)적산건설
	천세관	(주)정훈라이테크
	한영승	(주)동산씨앤씨
	한재신	(주)선보건설
부산	홍기정	상신플러스(주)
	황성준	(주)정준건설
대구	홍종욱(장)	(주)동아피앤씨
	허태무	(주)조광엔지니어링
인천	김동기(장)	(주)예화건설
	정영주(장)	신흥건설도장(주)
광주	김대중	(주)제이투이앤씨
	남기현(장)	(주)삼화건설
대전	김석기(장)	(주)예일도장건설공사
	오세구(장)	오성개발
울산	윤기현(장)	다우산업(주)
	김병문	(주)가나
	김태웅	금정기업(주)
	강창모	(주)나라건설산업
	김진환	(주)백두건설
	강대현	(주)칠철공사
	이순국	(주)케이앤디건설
	이훈순	(주)협성안전
	신기철	(주)화랑이앤씨
	신옥이(장)	상원산업(주)
충북	이성희(장)	(주)효성중앙도장
	이경식(장)	세종안전(주)
충남	배정석(장)	(주)통일건설
	박동채(장)	(주)양우건설
전북	김진구(장)	서진건설
	최태복	화진개발(주)
	박동규(장)	(주)용상산업
경북	박영호	(주)화옥산업
	강창호	(주)서진이앤씨
경남	최운선(장)	현대건설(주)

※ 본지는 한국도서잡지 윤리위원회 잡지윤리강령을 준수합니다. 본지에 게재된 기사 및 자료의 무단전제 또는 복사를 금합니다.

노루페인트 ‘원스톱’ 재도장 컨설팅

색채 전문가가 제안하는
맞춤형 컨설팅 & 디자인 제안부터 A/S까지
제공하는 노루페인트 원스톱 서비스



상담 페이지 이동

[아파트], 가치를 올린다.

재도장 상담문의 031) 467-6340 | www.noroopaint.com