

ART형 모자이크 칼라 콘크리트 기술 개발에 관한 기초적 연구

Fundamental Study on the Development of Mosaic Color Concrete Technology for Art Type

주재석* 이한승** 박기봉***
Joo, Jae-Seok Lee, Han-Seoung Park, Ki-Bong

ABSTRACT

There are many kind of materials decorating outward of building such as paint, tile, brick, wood, stone and so on. But it has been pointed out some problems because of the industrial pollutions and wastes. Color concrete is a method of expressing out surface of exposed concrete. Generally, color concrete is manufactured by adding pigment to concrete. In this paper we used cement paste as a preparation step to apply to concrete. Pigment was added to white cement for easy observance of color difference. And color change was measured by color reader. Finally, we can predict color difference according to amount of pigment. Also, we investigate the color concrete technology for Art type using developed color concrete.

1. 서론

최근 구조체의 유지관리 및 건축가의 선택에 따라 노출 콘크리트 적용이 늘어나고 있다. 노출 콘크리트란 철근 콘크리트 구조물을 시공한 후 콘크리트 표면에 마감 재료를 따로 시공하지 않고 콘크리트 자체의 색상 및 질감으로 콘크리트 표면을 마감하는 기술로서 골조공사이면서 마감 공사를 병행하는 공법이므로 그 시공에는 세심한 주의가 필요하다.¹⁾ 또한, 노출 콘크리트는 콘크리트 자체를 마감재료로 사용하기 때문에 색상이 다양하지 못하다는 단점이 있어, 최근에는 안료를 이용한 칼라 콘크리트 개발 및 실용화 연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나 칼라 콘크리트는 평면 형태가 단조로와 보다 다양한 질감의 칼라 콘크리트 개발이 요청되고 있다. 이러한 배경하에, 본 연구에서는 칼라와 질감을 동시에 구현하는 신기술로써 모자이크 ART형 칼라 콘크리트 기술 개발에 대한 기초적인 연구를 수행하였다.

2. 실험 개요

2.1 칼라 콘크리트 제조 및 실험방법

실험에 사용된 재료는 백색포틀랜드 시멘트, 유기안료(검정,빨강), 모르타르믹서, 얼음케이스, Color reader(미놀타 CR-10) 이다. 이들 재료중 착색제인 안료가 가장 중요한데, 그 적정량은 일반적으로 시멘트 중량비를 기준으로 10%정도가 한계이며, 그 이상 혼화할 경우 시멘트나 콘크리트의 물성에 악영

*정회원, 한양대학교 대학원 건축공학과, 석사과정

**정회원, 한양대학교 공학대학 건축학부 조교수, 공학박사

***정회원, 친환경 건축 연구센터 연구교수, 공학박사

향을 주게 된다. 특히 검은색 안료인 carbon black은 비표면적이 커서 물을 많이 흡수하여 반죽질기에 큰 영향을 끼치게 되므로 3% 이내로 첨가량이 제한된다.²⁾ 따라서 본 실험에서는 착색제의 첨가량을 시멘트 대비 최대 4%로 제한하였다. 배합설계는 표 1, 2와 같다.

실험순서는 다음과 같다. 먼저 표2,3 과 같이 각 재료를 개량한다음 시멘트와 안료를 지퍼백에 넣고 밀봉후 30초간 건비빔을 한다. 미세한 입자를 지니고 있는 안료는 건비빔과정을 거치지 않으면 믹싱시 발생하는 손실에 의한 오차가 크게 되므로 밀봉된 지퍼백을 이용하여 먼저 건비빔과정을 실시한다.

표 1. 검정색 안료 배합표

	시멘트량(g)	물량(g)	안료량(g)	안료%
1	1000	450	0.50	0.050
2			1.00	0.100
3			1.50	0.150
4			2.00	0.200
5			2.50	0.250
6			5.00	0.500
7			10.00	1.000
8			30.00	3.000
9			40.00	4.000

표 2. 빨간색 안료 배합표

	시멘트량(g)	물량(g)	안료량(g)	안료%
1	1000	450	0.25	0.025
2			0.50	0.050
3			1.00	0.100
4			1.50	0.150
5			2.50	0.2500
6			5.00	0.500
7			10.00	1.000
8			30.00	3.000
9			40.00	4.000

시멘트, 안료, 물을 몰탈 믹서에 넣고 1분 동안 저속에서 비빈후 재료가 잘 섞이지 않은 부분은 몰탈 다짐봉으로 20초간 다시 비벼준다. 그다음 모르타르믹서로 1분 저속비빔, 1분 고속 비빔을 해준다. 비빔 이 끝나면 얼음케이스에 재료를 붓고 양생을 시작한다. 1일 양생후 탈형을 실시하며, 4일이 지난후 Color reader로 색차를 측정하여 기록한다. 색차를 4일 후 측정하는 이유는 탈형후 3일까지는 재료에 수분이 많아서 정확한 측정이 힘들기 때문이다.

2.2 칼라 콘크리트 색차 측정방법

이 실험에서 가장 중요한 것은 안료첨가량에 따른 색차발현이다. 실험에 사용한 색차계(미놀타 CR-10)의 색측정 기준이 되는 것은 $L^*a^*b^*$ 표색계이다. $L^*a^*b^*$ 표색계는 색의 차이를 명확하게 표현 할수 없어 사용자 상호간에 발생하는 의사소통 해결을 위해 국제 조명위원회에서(Commission Intenationable de l'Eclairage, 이하 CIE)에서 1976에 제정한 기준을 말한다.³⁾ L^* 은 명도를 말하며 L^* 값에서 100은 흰색이며, 0은 검정이다. a^* 에서 $-a^*$ 는 녹색이며, $+a^*$ 는 녹색의 보색인 빨강색이다. b^* 에서 $-b^*$ 는 파랑이며, $+b^*$ 는 파랑의 보색인 노랑색을 가리킨다. 여기서 L, a, b 값은 색차계로 측정할 수 있다. 또한, 어떤 두 색 사이의 색차이는 위해서는 식(1)을 이용하여 구할 수 있다.

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{[(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]} \quad (1)$$

2.3 ART형 모자이크 칼라 콘크리트 제작 방법

ART형 칼라 콘크리트 작품은 각 단계별로 제작된 시멘트 페이스트를 하드 보드지를 바닥판으로하여 모자이크의 방법으로 색차별로 인물사진을 구현해 보았다. 오드리 햅번과 마릴린 먼로의 그림을 바탕으로 하여 하드보드지에 40*40개의 칸을 나눈 다음 명암의 차이별로 색의 띠를 구성하여 제작된 시멘트 페이스트를 붙여서 표현하였다.

3. 실험 결과 및 분석

표 3, 4는 검은색 안료와 빨간색 안료의 $L^*a^*b^*$ 값을 나타낸다. 그림 2의 (a)에서 나타나듯이 흰색에서 검은색으로의 변화는 L값만이 변화하며, a, b의 값은 거의 변화가 없는 것을 알 수 있다. 그림 2의 (b)를 보면 빨간색 안료의 양이 늘어남에 따라 L 값은 점점 낮아지고, a값은 점점 높아지는 것을 알 수 있다. 또한 b 값도 점점 높아지는 것을 알 수 있다.

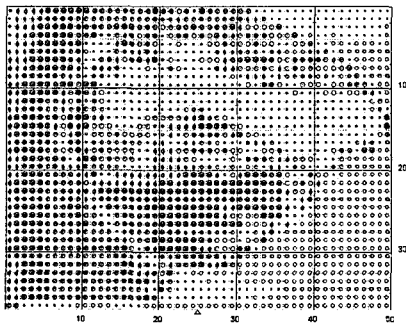
표 3. 검은색 안료 $L^*a^*b^*$ 값

	L(명도)	a	b	ΔE^*ab
0.00	85.80	-0.30	7.00	86.09
0.05	78.70	-0.40	1.90	78.72
0.10	72.90	-0.30	0.90	72.91
0.15	68.70	-0.10	0.70	68.70
0.20	64.00	0.10	0.00	64.00
0.25	60.10	0.10	0.10	60.10
0.50	53.40	0.00	-0.30	53.40
1.00	47.60	-0.50	-2.00	47.64
3.00	34.30	-0.50	-2.30	34.38
4.00	32.00	0.00	-1.10	32.02

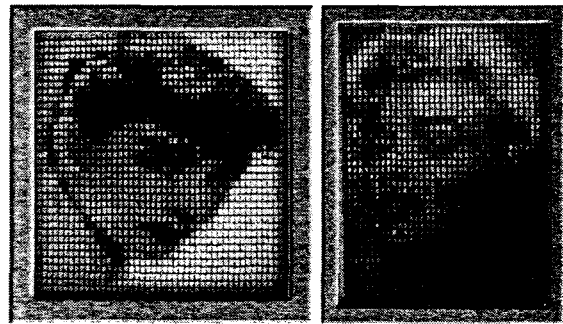
표 4. 빨간색 안료 $L^*a^*b^*$ 값

	L(명도)	a	b	ΔE^*ab
0.00	85.80	-0.30	7.00	86.09
0.025	82.10	12.30	13.90	84.17
0.05	79.10	19.10	19.60	83.70
0.10	75.60	24.20	24.30	83.01
0.15	69.50	28.00	29.90	80.67
0.25	67.90	32.30	29.80	80.88
0.50	64.70	36.80	30.30	80.36
1.00	61.20	43.50	34.10	82.47
3.00	48.00	54.20	37.30	81.44
4.00	46.00	56.00	38.40	82.02

표 3, 4에서는 실험을 통해 나온 $L^*a^*b^*$ 값을 식 (1)에 대입하여 ΔE^*ab 값을 산출해 보았다. 이 수치들을 보면 안료의 양이 상대적으로 늘어날수록 색차가 나타나는 것을 확인할 수 있다. 즉 색차계에 의하여 칼라 콘크리트의 색차를 측정이 가능하다는 것을 알 수 있다. 칼라 콘크리트 작품은 그림1에서 처럼, 모자이크 등의 방법으로 표현할 수가 있으며 앞서 표 3, 4에서 알 수 있듯이 최초의 $L^*a^*b^*$ 값을 알 수 있으므로 일정시간 이후의 변색정도 또한 측정이 가능하다.

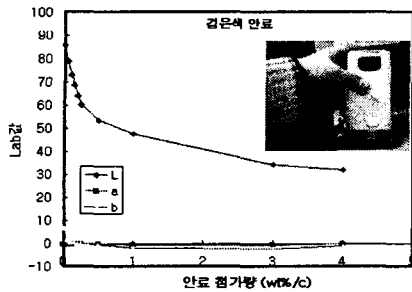


(a) 작품구성전 모자이크 제작도

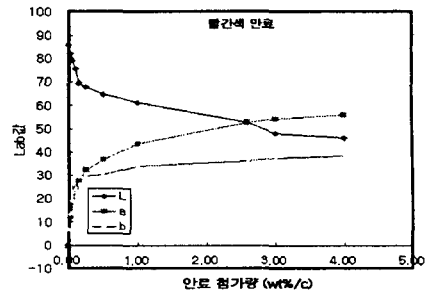


(b) 작품구성후

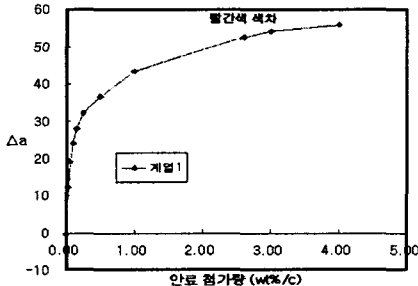
그림 1. ART형 칼라 콘크리트의 작품구성



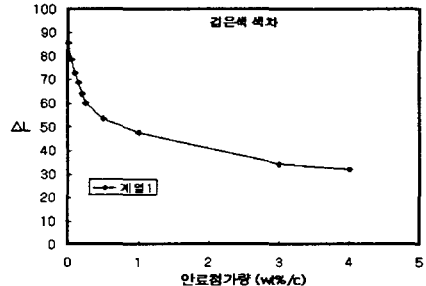
(a) 안료첨가량에 따른 검은색의 L*a*b 변화



(b) 안료첨가량에 따른 빨간색의 L*a*b 변화



(c) 안료첨가량에 따른 빨간색의 a*값 변화



(d) 안료첨가량에 따른 L*값 변화

그림2. 안료첨가량에 따른 검정과 빨강의 색변화

4. 결론

시멘트에 안료를 첨가하여 요구되는 성능의 색차를 실험적으로 검토하고 이를 이용하여 모자이크 방법에 의한 ART형 칼라 콘크리트 제품 개발에 관한 연구를 수행한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 칼라 콘크리트에 요구되는 색차는 안료의 첨가량에 따라 색차계를 이용하여 정량적으로 산정할 수 있다.
2. 검은색 안료의 적정 첨가량은 반죽질기의 손실을 감안할 때 최대 3% 이며, 빨간색 안료의 적정첨가량은 색차를 고려할때 4% 내외이다.
3. ART형 칼라 콘크리트 색차구별은 모자이크 프로그램으로 가능하며, 금후 실제 현장 적용성에 관한 연구가 필요하다고 판단된다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부 우수연구센터육성사업 지원으로 수행되었음 (# R11-2005-056-04003-0)

참고문헌

- 1) 이한승, 유성현, “노출 콘크리트 배합 설계 및 제조”, 콘크리트학회지 제 13권 4호 2001. 7
- 2) 이문환, “칼라 콘크리트의 제조기술 및 활용”, 콘크리트학회지 제 15권 1호 2003. 1
- 3) 이재용, 고성식, “CIE L*a*b 표색계를 적용한 무기안료가 착색 시멘트 모르타르의 색에 미치는 영향분석”, 대한 건축학회논문집-구조계 제 19권, 2003. 11