

# 착색제가 칼라콘크리트의 물성에 미치는 영향

## The Effects of Coloring Admixture on the Material Properties of Color Concrete

이 성 로\*  
Lee, Seong Lo

김 종 식\*\*  
Kim, Jong Sick

### ABSTRACT

Coloring admixture is used for take color inside and outside of mortar and concrete, differently form pigment and spray paint take color limited surface. In our country, Using the coloring admixture is very slight and regulation is not yet about it. But that is expected the increase with raising the standard of living. Especially it is used to civil structure like dam and seawall for the environment harmony. Then we observe, in this experiment, the effect of coloring admixture on the material properties of color concrete and propose the suitable mix-proportion of color concrete.

### 1 서론

착색제는 국한된 표면에 색을 입히는 것을 목표로 사용하는 도료나 뿔어붙이기 재료 등과는 다르게 모르터나 콘크리트의 내·외부 전체를 색으로 물들이기 위하여 사용하는 재료를 말한다. 우리나라의 경우 착색제의 사용실적은 미미한 상태이며 아직 이에 대한 규정도 마련되어 있지 않은 실정이다. 그러나 착색제는 전반적인 생활수준의 향상과 더불어 사용이 늘 것으로 예상되는 재료이며, 특히 댐이나 방조제 같은 거대한 토목구조물에 사용됨으로써 환경친화를 목적으로 사용되고 있기도 하다. 이에 본 실험은 칼라콘크리트에 들어가는 착색제가 콘크리트의 물성에 미치는 영향을 알아보고 칼라콘크리트의 적합한 배합비를 제시하고자한다.

### 2. 사용재료

#### 2.1 시멘트

본 실험에 사용된 시멘트는 국내에서 제조된 보통포틀랜드 시멘트(비중 3.15)로서 그 물리적 특성은 표 1과 같다.

표 1. 시멘트의 물성

비중	분말도 (cm <sup>2</sup> /g)	안정도 (%)	응결 시간(분)		압축강도(kg/cm <sup>2</sup> )		
			초결	종결	3일	7일	28일
3.15	3,432	0.07	222	391	246	314	409

\* 정희원, 목포대학교 토목공학과 교수

\*\* 정희원, 목포대학교 토목공학과 대학원

## 2.2 골재

본 실험에 사용된 골재의 물성은 표 2와 같으며, 잔골재는 NO.4체 이하의 바다모래를 사용했으며, 굵은골재는 일정한 조립율을 유지하기 위해 25mm(9%), 20mm(22%), 16mm(43%), 10mm(21%), NO.4(5%) 의 비율로 체가름하여 사용하였다.

표 2. 골재의 물성

골재	비중	흡수율 (%)	조립율 (F.M)	단위용적중량 (kg/m <sup>3</sup> )	기타
굵은골재	2.52	1.68	2.76	1584	-
잔골재	2.58	0.98	2.62	1522	조개껍질제거

## 2.3 안료

콘크리트용 착색제로 사용할 수 있는 재료로는 크게 염료와 안료로 나눌 수 있다. 염료는 물에 용해되는 착색제로 침투수에 의해 용출되어 색이 변하거나 또한 주위를 오염시키는 경우가 있다. 안료는 물과 용매에 녹지 않는 색깔을 가진 미립의 분말로 염료에 비해 보다 안정된 성질을 가지기 때문에 콘크리트용 착색제로는 주로 안료를 사용한다.

또 안료에는 무기안료와 유기안료가 있다. 무기안료는 발색성분이 무기물로 이루어져 있으며, 일반적으로 열, 빛, 알칼리 등에 대해서 화학적으로 안정하며, 밀바탕 또는 골재의 색을 보이지 않게 하는 능력(hiding power)은 크지만 색조는 유기안료에 비해서 선명하지 않다. 유기안료는 색조가 선명하고 착색력도 크지만 열과 빛에 대하여 내구적이지 못한 것이 많고 색이 바래기 쉽다. 따라서 콘크리트가 사용되는 환경조건을 고려할 때, 일반적으로 무기안료가 보다 적절한 착색제이다. 그러므로 본 실험에서는 무기안료를 사용하였다.

표 3. 콘크리트용 안료

색	명칭	발색 성분
적색	빨간색 합성산화철	산화제2철(Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )
"	빨간색 산화철	산화제2철(Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )
갈색	녹색합성산화철	산화제2철(Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )
황색	황색합성산화철	수산화철 (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · H <sub>2</sub> O)
노랑	산화크롬	산화크롬 (Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )
"	시멘트 그린(cement green)	황토와 구리 phthalocyanine blue의 혼합물
청색	울트라마린(ultramarine)	2(Al <sub>2</sub> Na <sub>2</sub> Si <sub>3</sub> O <sub>10</sub> )Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub>
"	시멘트 그린	채질안료와 copper phthalocyanine blue의 혼합물
"	copper phthalocyanine blue	유기안료
"	코발트 블루	CaO · nAl <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
자주색	자주색 산화철	산화제2철 고온생성물
검정색	카본블랙(carbon black)	탄소(C)
"	흑색합성산화철(철흑)	Fe <sub>2</sub> O <sub>4</sub> 또는 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · FeO
백색	산화티탄	TiO <sub>2</sub>

콘크리트의 착색에 사용가능한 무기안료는 표3과 같으며 본실험에 사용된 것은 산화철이 주성분인

“갈색안료”와 산화크롬이 주성분인 “녹색안료”이며 각각의 물리적특성은 다음과 같다.

표 4. 갈색과 녹색의 물리적 특성

색상	성분 (%)		물용해도 (%)	입자비중	가사비중	입도 ( $\mu\text{m}$ )	pH
	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3$					
갈색	91-95	3	0.5	0.8-1.2	4.8	0.1-0.6	5-8
	$\text{Cr}_2\text{O}_3$	$\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3$					
녹색	98.5-99.5	0.1	0.3	1.0-1.2	5.2	0.3	5-7
	$\text{Cr}_2\text{O}_3$	$\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3$					

### 3. 실험방법

칼라 콘크리트의 배합은 안료의 첨가량을 녹색, 갈색 각각 시멘트 중량의 1~5%까지 1%씩 증가 시켰다. 기준이 되는 콘크리트의 배합강도는  $300\text{kg}/\text{cm}^2$  이고 배합표는 표 5와 같다. 그리고 칼라콘크리트의 색상에 가장 큰 영향을 미치는 것이 시멘트와의 혼합상태 즉 분산상태이므로 안료와 시멘트를 먼저 충분히 혼합한 다음 잔골재, 물, 굵은골재 순으로 강재 팬 믹서기를 사용하여 혼합하였다.

표 5. 기준강도  $300\text{kg}/\text{cm}^2$  의 배합표

Gmax (mm)	W/C	S/A	AIR	W	C	S	G
	%			$\text{kg}/\text{m}^3$			
25	60	41	3	216	360	677	951

굳지않은 콘크리트실험에서 KS F 2402 에 따라 슬럼프를 측정하였으며, KS F 2421 에 따라 공기량을 측정하였다. 압축강도는  $\phi 10\text{cm} \times 20\text{cm}$  표준 몰드를 제작하여 소정의 기간동안 수중양생( $24 \pm 4^\circ\text{C}$ )을 실시한 다음 7일과 28일 강도를 측정하였다.

### 4 실험결과 및 고찰

#### 4.1 압축강도

일반적으로 안료의 사용량이 증가할수록 칼라콘크리트의 강도는 저하하는 경향을 보이며 사용량이 시멘트중량의 5%정도까지는 그 영향이 비교적 적은 것으로 알려져 있다. 그림1은 안료 증가량에 따른 7일과 28일 압축강도 결과이다

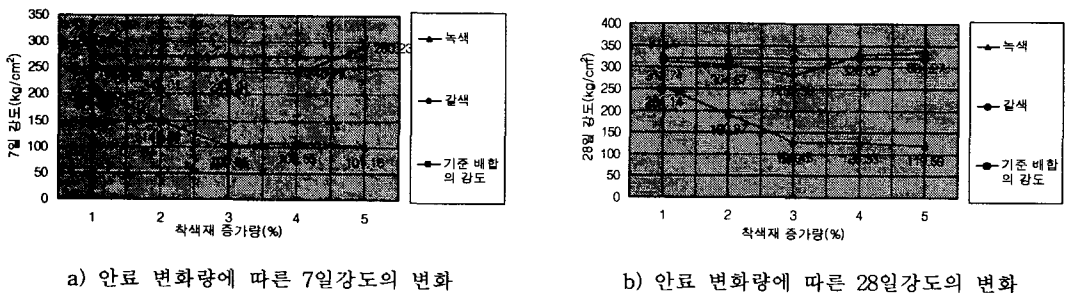


그림 1. 압축강도 결과

그림1 에서와 같이 산화철 성분의 갈색 안료의 경우 기준강도에 비해 10%이내의 오차를 보이고 있어 강도발현에는 큰영향이 없음을 알 수 있다. 그러나 크롬 성분의 녹색 안료의 경우 착색재 증가량에 따라 강도가 현저히 낮아지고 있으며 3% 이후에는 기준강도의 60%이상의 강도 저하를 보이고 있다.

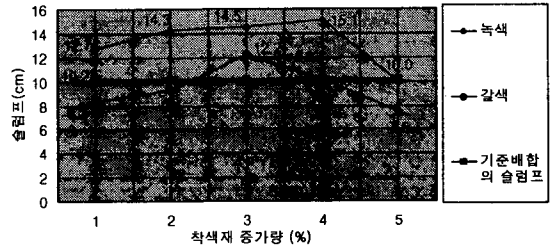


그림2. 안료 변화량에 따른 슬럼프변화

#### 4.2 슬럼프

그림2 는 안료의 변화량에 따른 슬럼프 변화곡선을 나타내고 있다.

슬럼프의 변화는 안료의 입경이 시멘트보다 작기 때문에 사용량이 늘어날수록 슬럼프는 줄어들어 야한다. 그러나 그림2에서 보면 슬럼프의 변화가 안료의 사용량과 무관하게 나타나고 있다. 또한 갈색의 착색재를 사용한 경우는 기준배합의 슬럼프에 비해 전체적으로 큰 차이는 없으며 강도 발현에도 큰 영향을 주지 않고 있다. 한편 녹색의 경우 안료 첨가량 4%까지 기준배합의 슬럼프보다 높게 나타나고 있으며 그림1 에서보면 강도 발현에도 좋지 않은 영향을 키치고 있다.

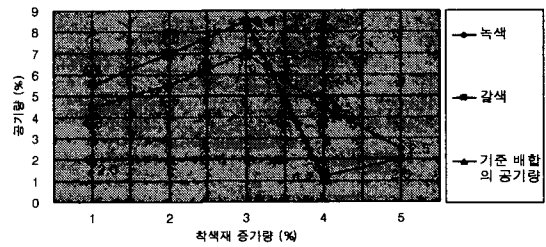


그림 3 안료 변화량에 따른 공기량의 변화

#### 4.3 공기량

그림3 은 안료 첨가량에 따른 공기량 변화곡선이다. 갈색과 녹색 모두 3%까지는 높아졌다가 5%에서 기준배합의 공기량과 비슷해지고 있음을 알 수 있다.

본실험에서는 배합설계시 물시멘트 비를 일정하게 하였다. 이경우 안료의 첨가량이 늘어날수록 시멘트 경화에 사용될 수분을 안료가 흡수하여 슬럼프가 줄어들고 이에 따라 실질적인 물-시멘트비가 줄어들어야 한다. 그러나 본 실험에서는 1~5%의 안료량의 변화에서 다른 결과가 나타난 것을 볼 수 있다. 이는 안료첨가량이 5% 이내로 그 범위가 좁기 때문일수도 있다. 차후 5%이상 첨가량을 늘려서 칼라콘크리트의 물성변화를 살펴볼 필요가 있다고 생각된다.

#### 5. 결론

칼라콘크리트에서 안료의 적당한 첨가량은 착색강도를 기준으로 할 때 착색력이 강한 것은 5~6%를 착색력이 약한 것은 10%이상 사용하기도 한다. 그러나 사용량이 너무 많으면 칼라콘크리트의 강도발현에 좋지않은 영향을 줄뿐만 아니라 경제적으로도 좋지 않기 때문에, 강도 발현에 영향을 미치지 않으며 경제적으로도 적당한 안료의 첨가량은 산화철성분의 갈색안료의 경우 5%내외가 적당한 것으로 판단되며, 크롬 성분의 녹색안료는 강도발현이 기준강도에 비해 현저하게 낮아지므로 소요강도를 요구하는 칼라콘크리트의 사용으로는 부적합한 것으로 판단된다.

본 실험은 여러 종류의 안료들 가운데 일부 대표적인 것만을 사용하였다. 차후 보다 많은 종류의 안료를 사용한 실험을 통해 많은 데이터가 축적되어 칼라콘크리트의 적합한 배합에 중요한 자료가 되어 할 것이다.

#### 참 고 문 헌

1. V.S. Ramachandran, Concrete Admixtures Handbook, Noyes Publications, 1984
2. 이재용, 장명훈, 이현수, “顔料를 混入한 인터블럭의 特性에 관한 研究” 대한건축학회 논문집, 15권 4호, 1994년 4월, pp.123-132
3. 한국산업규격, “안료시험방법”, KS M 5131, 1996
4. “콘크리트 혼화재료” 한국콘크리트학회 편, 기문당 pp.248~257