양록단청 대체안료 개발 연구

Studies on the substitution pigment of Dan-Chung

金思悳 · 金順寬 · 洪正基 · 姜大一 · 李命憙

Sa Dug Kim, Soon Kwan Kim, Jung Ki Hong, Dai Il Kang and Myong Hee Lee

ABSTRACT

Among pigment used at work of Dan-Chung, Emerald Green is specific illuminating fluorescent light of green. It is very difficult to change other organic or inorganic pigment. All of the internal high class pigment has rare light. But Emerald Green is superior to fresh color and stability out of industrial chemical products. It forms over 50% of quantity and importance of a pattern painting.

Emerald Green prohibited to produce because of its toxic pollutants, so required to changing pigment development. It is characterized to excellent color, convenient work, economical, against-sunlight, against-air pollutant and durability.

The result of a test is follows;

1. We are investigated into producing internal natural Emerald Green, import external pigment and industrial synthesis method etc. but unable to buy because of its toxic pollutant.

2. We are made six samples by yellowish and greenish pigment mixing. We tested on against sunlight and air pollutant.

The best mixing ratio is follows.
Titanium Dioxide R760 : 18g
- Chalk, White Wash : 10g
- Permanent Yellow : 7g
- Cyanine Green : 8g
- Chrome Yellow : 3g
- Resin(Vehicle) : Acryl Emulsion(Styrene + 2-Ethyl Hexyl Acrylate + Methyl Meth Acrylate) 8%

Ⅰ. 서 언

우리조상들이 문화재의 단청공사에 사용하였던 단청안료를 조사하여 보면 천연안료, 즉 광물질의 자연안료를 사용하거나 아니면 중국이나 서역 지방에서 도입하여 사용하였다. 그러나 최근에는 이러한 천연안료 매입이 어려우며, 매입한다 하더라도 가격이 고가이므로 사용하기가 매우 어려운 실정이어서 가격이 저렴하고 구하기 쉬운 화학안료를 사용하게 되었다. 하지만 이와 같은 화학안료도 내공해성, 내광성, 내열성, 내수성 등에 문제가 있어 단청 시공 후 얼마가지 않아 퇴색 및 변색을 가져오게 되었다. 이러한 단점을 보완하기 위하여 1972년부터 2년 동안 한국과학기술연구소(KIST)와 국립문화재연구소(당시 문화재관리국 문화재연구실)가 공동으로 현재 시중에서 시판되고 있는 단청안료에 대한 내구성, 내광성, 내공해성, 내열성, 내수성 실험과 색의 변색과정 실험 및 화학분석에 의한 안료의 성분 및 불순물의 함량을 규명하였다. 본 실험 결과에 따라 색상이 우수하고 작업성이 편리하며 경제성이 있는 우수한 단청안료를 선정·규격화하여 현재까지 문화재 단청공사에 사용하고 있으나, 최근에는 단청공사에 사용한 일본산 양록(Emerald Green)이 독성 공해물질로 생산이 중단됨에 따라 사

용이 불가능하게 되어 대체할 수 있는 안료개발이 절실히 요구되었다.

양록은 서양에서 온 물감이란 뜻이며 어휘는 빛의 농담(濃淡)을 헤아리는 초빛, 삼빛에 대한 이빛(二色)이 아니라 양록(兩綠) 또는 이록(二綠)으로 해석되어지며 고급 안료는 모두 희귀한 암채(岩彩)라 하지만 양록(Emerald Green)은 공업적 화학 제품으로서 색상이 선명하고 비교적 색 안정성이 우수하였다.

단청공사에서 양록은 전체사용 안료 중에서 50%이상을 차지하고 문양채색에 중요한 역할을 하고 있다. 양록의 상품명은 에머랄드 그린(Emerald Green)으로서 무기안료이고, 화학식은 Cu(CH3CO2)2·3CuO(AsO2)2이며 내광성은 강하나 황화수소(H2S)에 의해 흑색으로 변색되며 내공해성이 약한 결점이 있다. 독성이 있는 안료이므로 선박 밑의 도료용으로 많이 사용되었으며 초록색의 형광빛을 가진 독특하고 선명한 녹색으로서 타 무기 및 유기안료로서 대체하기 어려운 독특한 안료이고, 만일 대체된다 하더라도 내광성에 문제가 있었다.

본고에서는 양록, 에머럴드 그린(Emerald Green)을 대체할 수 있는 안료 개발시험에 대하여 기술하였다.

Ⅱ. 양록 대체안료 제조 및 시험편 제작

1. 대체안료의 선정

양록의 대체연료를 개발하는데 가장 중요한 요소는 지금까지 사용해 온 에머럴드그린의 특성(초록 형광빛을 갖는 선명한 녹색) 유지, 내구성, 내광성, 내공해성이 우수하고 일반 시중에서 손쉽게 입수가 가능한 안료의 선택이라 할 수 있다.

양록의 대체안료를 개발하기 위하여 여러 방법을 검토하였다.

1) 국내 천연안료가 생산되는지 여부를 조사하였으나, 양록이 원래 서양에서 수입된 것을 사용하였고 자연산 암채(岩彩)가 아닌 공업적인 화학제품으로 구 할 수 없었다. 옛날 우리 조상들이 청동을 부식시켜 나온 물질로 탱화 등에 소량으로 사

용한 적은 있다.

2) 국외 안료의 수입을 검토하였으나 불가능하였다. 에머럴드 그린의 사용국이 동남 아시아, 유럽에서 사용된 적이 있었으나 최근에는 공해물질 및 독극물로 규제를 받아 모든 나라에서 생산이 금지되고 있다.

3) 공업적으로 합성하는 방법을 검토했으나 이 역시 불가능하였다. 에머럴드 그린이 구리(Cu)와 비소(As)를 배합하여 만드는 것으로 그 독성이 너무 강하여 우리 나라를 비롯하여 전세계적으로 생산이 금지된 상태이다.

이상의 방법으로는 불가능하다는 판단을 내리고 과거에 한번 양록이 수입이 안될 때 단청기술자들이 녹색과 황색을 배합하여 사용했던 적이 있다는 것을 토대로 배합방법을 착수하였다.

2. 안료의 조제

기존 양록이 초록빛에 노란색의 형광빛이 나는 것을 착안하여 지당(Titanium Dioxide R760), 한사(Permanent Yellow), 시아닌 그린(Cyanine Green), 호분을 기본으로 크롬 옐로우(Chrome Yellow), 라이트 그린(Light Green), 형광안료를 여러 방법으로 배합하여 가장 상태가 좋은 6종류의 대체안료를 조제하였다.

배합비는 Table 1과 같으며, 배합에 사용된 주요 안료의 성분 및 특성은 다음과 같다.

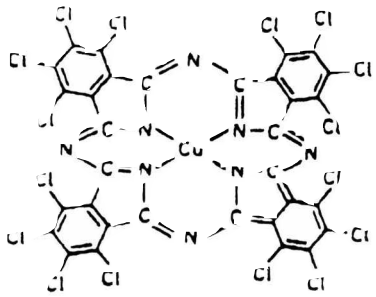
1) 시아닌 그린(Cyanine Green)

일명 프탈로 시아닌 그린(Phthalo Cyanine Green), 클로리네이티드 카퍼 프탈로 시아닌 그린(Chlorinated Copper Phthalo Cyanine Green)이라고도 한다. 녹색유기안료이며, Colour Index Number(C.I.No.)는 74260이다. 일반적으로 심청록색으로서 체질안료를 첨가하면 선명한 녹색이 된다. 내열성, 내연성, 내광성, 내약품성이 우수하며 산화제, 환원제에도 상당히 안정한 상태이다. 화학식은 다음과 같다.

Table1. 시험에 사용된 안료 배합량 (배합할 수 있는 최소 단위) 단위 : g (배합비율)

시험편	지 당	호 분	한 사	시아닌그린	크롬옐로우	라이트그린	형광안료	비 고
S1	20 (40.4%)	10 (20.2%)	9.5 (19.2%)	7 (14.1%)	3 (6.1%)			
S2	8 (23.2%)	10 (29.0%)	9.5 (27.5%)	7 (20.3%)				
S3	18 (43.9%)	10 (24.4%)	5 (12.2%)	6 (14.6%)		2 (4.9%)		
S4	21 (42.9%)	10 (20.4%)	7 (14.3%)	6 (12.2%)	3 (6.1%)	2 (4.1%)		
S5	18 (39.1%)	10 (21.7%)	7 (15.2%)	8 (17.4%)	3 (6.5%)			
S6	17 (38.6%)	10 (22.7%)	5 (11.4%)	7 (15.9%)			5 (11.4%)	

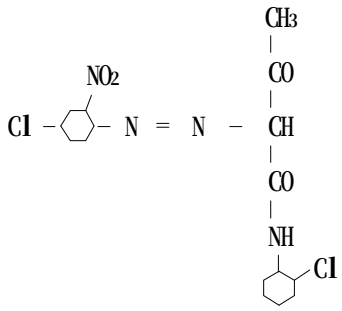
※ 지당(Titanium Dioxide R760), 한사(Permanent Yellow), 시아닌 그린(Cyanine Green), 크롬 옐로우(Chrome Yellow), 라이트 그린(Light Green)



2) 한사(Permanent Yellow)

황색유기안료로서 Colour Index Number(C.I.No.)는 11680이다. 내광성, 내수성, 내산성, 내알칼리성은 우수하지만 내용매성, 내열성이 약하므로 사용이 제한되어 있으며, 에멀젼(Emulsion)도료나 무연(無煙)도료에 적합한 안료이다. 즉 무

기안료인 크롬 옐로우(Chrome Yellow)가 SO_2에 쉽게 퇴색되는 것을 방지하기 위하여 유기안료와 적당량 혼합하여 사용함으로서 이를 보완하게 되었다. 화학식은 다음과 같다.



3) 크롬 옐로우(Chrome Yellow)

황색무기안료로서 녹색에 가까운 황색에서 적미가 있는 황색까지 있으며, 화학식은 PbCrO4(크롬산연)이고, Colour Index Number (C.I.No.)는 77600이다. 크롬산염에는 물에 용해되는 것도 있지만 안료용은 용해되지 않으며, 제법에 따라 10G, 5G, G, R, 5R 등 종류가 다양하다. 또한 비교적 가격이 싸고 성능이 우수하기 때문에 많이 사용되고 있으며, 색상에 따라 성질이 조금씩 다르지만, 산소 또는 자외선에 대하여 안전하므로 햇빛에 대하여는 거의 불변이며 은폐력도 우수하지만, 내약품성은 약한데 특히 황화합물(아황산가스 등)에 대하여는 극히 저항력이 없어 쉽게 퇴색되는 큰 결점이 있다.

4) 지당(Titanium Dioxide R760)

일명 티타늄 화이트(Titanium White)라고도 하는 백색무기안료로서, 화학식은 TiO2이고, Colour Index Number(C.I.No.)는 77891이다. 비중이 크고 화학적으로 가장 안정하며, 자연적인 조건하에서는 내광성, 내공해성, 내산성, 내알칼리성, 착색력, 은폐력이 백색 안료 중 가장 우수한 안료이지만 가격이 타 안료에 비해

고가인 것이 단점이다.

5) 호분(Chalk, White Wash)

백색무기안료이며, $CaCO_3$(탄산석회)가 주성분이고, 패분이라고도 하며, Colour Index Number(C.I.No.)는 불분명하다. 굴, 조개껍질을 구워 분쇄한 것으로서 고급 백색 안료로 많이 쓰이며 유성 페인트에 가하여 안료의 침강 방지제로도 사용된다.

우리 나라에서는 여수산 호분의 질이 좋기 때문에 여수산 호분을 규격으로 하며, 안료의 첨가제로 많이 사용되고 있다.

3. 접착제 선정

안료의 선정과 아울러 안료를 결착시키는 접착제의 선정은 중요한 일이다. 과거에는 단청안료의 접착제로 동물성인 아교를 사용하였고 내수성을 요하는 부분에는 들기름 등의 건성유를 그 위에 도포하였다. 동물성 아교는 접착력과 자체의 접착 강인성에 대해서는 대단히 우수하며, 붓의 촉감이 매우 부드러워 단청을 하는데도 매우 편리한 이점이 있으나 내수성 및 내부패성에 있어서 문제점이 있었다. 아교를 접착제로 사용하여 단청한 곳은 누수에 의해 단청된 부분이 씻겨서 흘러내려 보기가 매우 흉하게 되며, 우기에 고온 다습할 때 부패되거나 변색되어서 단청된 부분의 외관을 해치는 경우가 많았다. 또한 근래에 와서는 무기안료보다 유기안료 사용이 많아져 유기안료와 아교로 혼합하여 단청도료를 제조했을 때 내구성에 문제점이 많았다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 합성수지를 사용하고 있다.

본 시험에서는 접착제로 아크릴 에멀젼(Acryl Emulsion)과 포리졸을 사용하였다. 아크릴 에멀젼(Acryl Emulsion)은 옥외용 접착제로 많이 사용되고 있으며 희석제로 물을 많이 사용하지만 일단 도막이 형성되면 물에 의하여 다시 용해되지 않고 내수성이 강하며, 포리졸은 현재 단청공사용 접착제로 많이 사용되고 있다.

4. 시험편 제작

시험에 사용한 시험편은 문화재 목조건물 보수공사에 일반적으로 많이 사용되고 있는 육송을 가로 5㎝, 세로 15㎝, 두께 0.5㎝의 크기로 절단하여 표면을 매끈하게 대패질하여 뇌록색을 가칠한 후 실온에 방치하여 건조시킨 후 그 위에 조제된 양록색을 덧칠하였으며, 또한 시험조건의 차이에서 일어나는 오차를 최소한으로 줄이기 위하여 상호 비교하려는 안료 및 접착제를 동일 시험편에 처리하였다.

대체안료의 채색은 최대한 기존 에머랄드 그린의 색에 가깝도록 노력하였으며 같은 붓으로 일정하게 도포하는 방법으로 최소한의 동일 조건을 만들도록 하였다. 만든 시험편은 같은 조건의 실내에서 2일정도 건조시킨 후 시험을 실시하였으며 각 배합비 마다 5개를 사용하였다.

III. 양록안료 성능 시험

1.시험 방법

안료의 평가는 사용장소에서 장기간 옥외폭로시험을 통해 태양광선과 주위환경에 의하여 안료의 내구성 등을 시험해야 하나 이는 장기간의 시일을 요구하므로 촉진내후성 시험과 내공해성 시험으로 평가하였다.

가. 촉진내후성 시험(인공풍화시험)

촉진내후성 시험은 KS규정 KSM-5000-1990의 시험방법 3231에 의거 총 120시간을 하였으며, 시험 매 20시간 종료 후 마다 색도 측정 및 현미경을 이용하여 표면을 관찰하였다.

1) 시험기기명 : 인공풍화시험기 (Weather-ometer, Model No. Ci65A, ATLAS ELECTRIC DEVICES Co., USA).

2) 시험조건 : 시험시간은 120시간으로 하였으며 2시간을 1주기로 하여 102분

동안은 물을 분무하지 않고 340㎚ 파장의 자외선(Xenon Arc)에 노출시키고, 18분 동안은 물을 분무하면서 자외선에 노출시켰으며, 60±3℃, 50%, 0.35W/㎡로 조정하였다. 120시간은 대기 중 최악의 기후조건에서 150일에 해당된다.

3) 색상 및 표면 변화조사 : 시험 매 20시간 종료 후 마다 시험편에 대하여 사진촬영, 현미경(Nikon SMZ-2T)을 이용하여 표면(30배확대)을 관찰 및 색도계(Chroma Meter, Model CR-200, Minolta, Japan)를 사용하여 색채를 측정하였다.

색상의 변화정도를 KS A 0063의 규정에 의거하여 Lab 표색계의 색차(ΔE)로 표시하였다. Lab 표색계에 의한 색차(ΔE) 계산방법은 다음과 같다.

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

※ ΔE값

- 0 0.5 : 전문가도 식별불가
- 0.5 1.5 : 비전문가는 식별불가
- 1.5 3.0 : 비전문가도 식별가능
- 3.0 : 현저한 색차

ΔL은 2개의 물체색의 명도지수의 차, Δa 와 Δb 는 색상과 채도를 나타내는 크로마체크네스(Chromacheckness)지수의 차이다.

나. 내공해성 시험(가스부식시험)

최근 들어 단청 안료의 퇴색 및 변색을 가장 많이 발생시키는 대기오염 물질은 아황산가스(SO2)이다. 내공해성 시험은 총 150시간을 하였으며, 시험 매 20시간 종료 후 마다 색도 측정 및 현미경을 이용한 표면 관찰을 실시하였다.

1) 시험기기명 : 가스부식시험기(Gas Exposure Cabinet, Model No. GE-15, ATLAS ELECTRIC DEVICES Co. USA)

2) 시험조건 : 시험시간은 150시간으로 하였으며, 아황산가스 농도 2ppm, 45°C, 65%로 조정하여 시험하였다.

3) 색상 및 표면 변화조사 : 시험 매 20시간 종료 후 마다 시험편에 대하여 사진촬영, 현미경(Nikon SMZ-2T)을 이용하여 표면(30배 확대)을 관찰 및 색도계(Chroma Meter, Model CR-200, Minolta, Japan)를 사용하여 색채를 측정하였다.

2. 시험 결과 및 고찰

1) 촉진내후성 시험

대체안료의 시험 전 색채 측정값과 에머럴드 그린과의 색차에 대한 결과는 Table 2와 같다. Table 2에서 시험편의 시험 전 상태를 보면 명도(L)는 S_1 S_5는 비슷하였으나 에머럴드 그린과 비교하면 다소 차이가 있었다. 형광안료를 사용하여 배합한 S_6가 64.75로 에머럴드 그린과 비슷하였다. 색차(ΔE)에서도 형광안료를 사용하여 배합한 S_6가 5.72로 에머럴드 그린과 비슷하였고 크롬옐로우를

Table 2. 시험전 색채 측정 및 에머럴드 그린과의 색차

시험편	시 험 전			에머럴드 그린과의 색차			색차(ΔE)	비 고
	L	a	b	ΔL	Δa	Δb		
S_1	60.21	-40.22	13.10	5.31	9.97	1.42	11.38	
S_2	61.67	-44.24	14.85	3.86	5.95	0.33	7.10	
S_3	61.39	-41.22	16.88	4.14	8.97	2.36	10.16	
S_4	61.38	-43.43	18.44	4.15	6.76	3.92	8.85	
S_5	61.19	-44.68	16.30	4.34	5.51	1.78	7.24	
S_6	64.75	-53.62	19.03	0.78	3.43	4.51	5.72	형광 안료
S	65.53	-50.19	14.52	-	-	-	-	기존 양록

사용하지 않고 한사만 사용한 S_2가 색상변화가 없었다.

따라서 형광안료를 배합한 시험편이 시험 전에는 색상 변화가 나타나지 않았다. 촉진내후성 시험 결과는 Table 3과 같다.

Table 3에서 보는 바와 같이 조제된 안료(S_1 S_5)를 보면 시험 전에는 에머럴드 그린과 같은 독특한 형광빛은 없지만 시험 후 내구성도 우수하고 시험 전,후 색

Table 3. 촉진내후성 시험 색채 측정 결과

시험편	시 험 전			시험후			색차(ΔE)	비 고
	L	a	b	L	a	b		
S_1	60.21	-40.22	13.10	57.37	-40.58	10.71	3.92	
S_2	61.67	-44.24	14.85	57.21	-42.95	12.48	5.21	
S_3	61.39	-41.22	16.88	59.67	-38.38	14.24	4.24	
S_4	61.38	-43.43	18.44	58.57	-38.88	12.54	10.39	
S_5	61.19	-44.68	16.30	61.39	-42.18	13.83	3.52	
S_6	64.75	-53.62	19.03	61.67	-35.81	-1.74	27.53	

상의 변화도 거의 없었으며 그 중에서도 S_5가 가장 우수했다. 시험과정을 관찰한 결과 황색이 자외선에 얼마나 퇴색되는지 여부에 따라 색상의 변화가 발생되었다. 물론 자외선에 강한 황연(Chrome Yellow)의 양을 많이 넣으면 변화가 없겠지만 어두운 색감이 되어 에머럴드 그린의 색을 조제할 수가 없었다. 따라서 자외선에는 약하지만 내공해성이 강하고 밝은색인 한사(Permanent Yellow)와 자외선과 내구성에 강한 무기안료인 황연(Chrome Yellow)을 어떻게 조합하는가에 따라 결정되었다.

형광안료를 첨가한(S_6) 경우는 시험 전에는 에머럴드 그린과 색상은 유사하나 시험 후에는 황색(Yellow)이 퇴색되어 전혀 다른 색으로 변하였다.

각 시험에서 20시간 경과마다 색채값을 측정한 결과 Fig.1에서 보는 바와 같이 급격한 변화는 발생되지 않고 서서히 변화됨을 알 수 있었다.

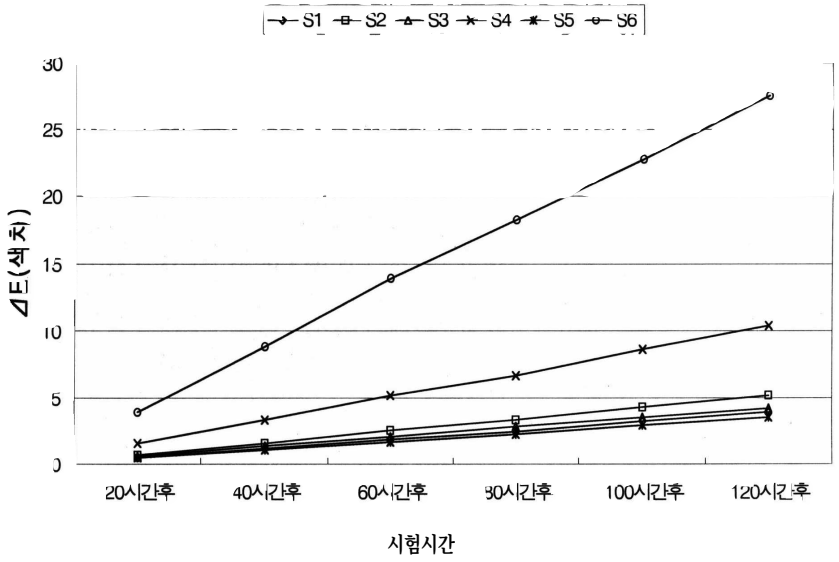


Fig.1
20시간 경과후 마다 색차(ΔE) 변화

2) 접착제

아크릴 에멀젼(8%)과 단청공사에서 많이 사용하고 있는 포리졸에 대하여 시험 전 · 후 색상의 차이는 없었지만 현미경에 의한 관찰결과 포리졸을 이용하여 채색한 시험편 표면에서 60시간 가동 후부터 균열 현상이 관찰되었으며 120시간 가동 후에는 많은 균열현상이 관찰되었다. 이는 포리졸이 목재 내 침투를 하지 않고 표면에만 강한 접착력을 발휘하여 온 · 습도 변화에 따라 수축과 팽창이 반복되어 균열이 발생되는 것으로 판단된다.

3) 내공해성 시험(가스부식시험)

내공해성 시험 결과는 Table 4와 같다.

Table 4를 보면 시험편의 아황산가스 노출에는 색상 변화가 거의 없으며 내구성도 우수하고 표면 균열도 전혀 발견할 수가 없어서 비교가 불가능하였다.

아황산가스는 대기중의 습기와 더불어 무기안료에 작용하여 황화금속의 흑색 또는 안료 자체를 분해시켜서 퇴색케 하는 작용으로 대기 오염 중 단청에 가장 영

Table 4. 내공해성 시험 색채 측정 결과

시험편	시 험 전			시험후			색차(ΔE)	비 고
	L	a	b	L	a	b		
S_1	60.36	-41.52	13.17	59.87	-40.98	12.71	0.86	
S_2	61.47	-44.13	14.67	61.21	-43.95	13.48	1.23	
S_3	61.34	-41.43	16.79	60.77	-41.38	15.24	1.65	
S_4	61.47	-43.56	18.68	60.85	-41.69	18.54	1.98	
S_5	61.26	-43.47	16.38	60.89	-42.98	16.15	0.66	
S_6	66.46	-54.39	19.21	66.17	-53.81	18.74	0.80	

향을 많이 주는 공해물질로 알려져 왔다. 1971년에 아황산가스 연평균 농도가 0.221ppm 이었던 것이 우리 나라의 환경정책이 실효를 거두어 1980년도에는 0.094ppm, 1990년도에는 0.051ppm, 1996년도에는 0.013ppm으로 아황산가스의 농도는 줄어들고 있다. 현재 대기의 아황산가스 농도보다 100배 이상의 농도(2ppm)로 시험한 결과에서 문제점이 없으므로 대체안료는 문제점이 없을 것으로 판단된다.

Ⅴ. 결 론

양록(Emerald Green)을 대체할 수 있는 안료개발시험 결과는 다음과 같다.

1. 국내 천연 양록 안료가 생산되는지 여부, 국외 안료를 수입 검토, 공업적으로 합성하는 방법 등 여러 방법을 검토하였으나 공해물질 및 독극물로 규제를 받아 구입이 불가능하였으며 구입이 가능하여도 머지않아 독극물로 규제를 받을 것으로 판단된다.

2. 황색(Yellow)계통과 녹색(Green)계통의 안료를 배합하여 6종류(S_1 S_6) 대체안료를 조제, 촉진내후성 및 내공해성 시험을 한 결과 S_5가 내구성 및 색상 변화가 좋았다. 따라서 향후 단청공사에서 양록의 대체안료는 S_5로 선택하는 가장

좋을 것으로 판단된다. 대체안료의 배합비는 다음과 같다.

- 지당(Titanium Dioxide R760) : 18g(39.1%)
- 호 분 : 10g(21.8%)
- 한사(Permanent Yellow) : 7g(15.2%)
- 시아닌그린(Cyanine Green) : 8g(17.4%)
- 석황(石黃, Chrome Yellow) : 3g(6.5%)

※( )안의 %는 배합 비율

3. 현재 단청공사에서 양록의 대체안료로 사용하고 있는 형광안료는 자외선에 의해 다른 색으로 변색되었으므로 향후 단청공사에서 사용이 금지되어야 한다.

4. 접착제에 대한 시험 결과 현재 단청공사에서 많이 사용하고 있는 폴리비닐아세테이트계통의 포리졸은 시험 전·후 색상의 차이는 없었지만 현미경에 의한 표면관찰 결과 포리졸을 이용하여 채색한 시험편 표면에서 60시간 가동 후부터 균열 현상이 관찰되었으며 120시간 가동 후에는 균열현상이 많이 관찰되었다. 그러나 아크릴에멀젼(8%)에서는 문제점이 없었다.

5. 오늘날 국제적인 추세가 비소(As), 수은(Hg), 구리(Cu), 납(Pb), 크롬(Cr) 등 금속성분을 주성분으로 하는 안료는 단청채색공에 미치는 위해성 및 공해문제로 규제가 심해지고 사용이 금지되고 있다. 따라서 우리 나라도 안료전반에 대한 검토작업이 있어야 하며 금속성분이 없는 대체안료를 개발해야 할 것이다.

끝으로 양록 대체안료가 개발 되기까지 안료 배합 및 시험편 제작에 원로 단청기술자 이형철 선생님의 도움을 많이 받았으며 지면을 통하여 감사드립니다.

참고문헌

1. 김병호, 문화재와 더불어 살아온 길, 1997
2. 맹인재, 임영주, 한국 단청문양의 원시적 고찰, 1981
3. 송재섭, 촉진 내후성 시험기기(Weather-ometer), 1992
4. 예용해, 단청, 1981
5. 장기인, 조선시대의 단청, 1981
6. 한국과학기술연구소, 문화재 건물 도장용 단청 안료 분석, 1972
7. 한국과학기술연구소, 문화재 건물 도장용 단청 도료의 개발에 관한 연구, 1973
8. 한국표준협회, KSM-5000-1990의 시험방법 3231, 1990
9. 한석성, 장기인, 한국건축대계 III, 단청, 1981

Photo 1.
촉진내후성시험 중

Photo 2.
시험후 시험편 표면 관찰중

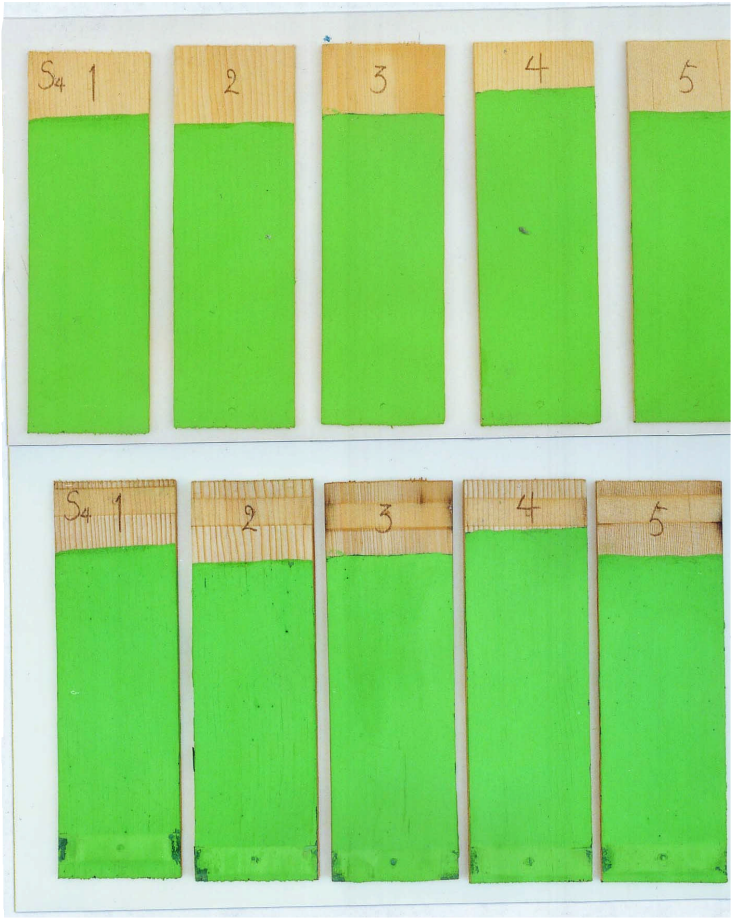


Photo 3.
촉진내후성시험 전·후 상태

Photo 4.
시험 후 선정된 안료로
채색한 단청 문양