

액상세라믹의 원적외선 특성의 실험적평가

(Experimental Evaluation of Far Infrared Characteristic for Bio Liquid Ceramics used in Bulding finishing Materials)

지철근* · 최태섭 · 장성일

(Chol - Kon Chee · Tae - Seob Choi · Sung - il Jang)

요 약

본 논문은 공동평가업체인 알파사에서 개발된 건축마감재인 바이오 액상세라믹의 물리, 화학적 특성 원적외 방사특성과 생체에의 효능을 실험을 통하여 평가한 것이다.

Abstract

This paper presents the Experimental Evaluation for the physical, chemical property and Far Infrared Characteristic, the effects to the living body of liquid ceramics which was made by the a Bio ceramic(co).

Key Words : Far-Infraredray, voc, Bio Ceramics, Radiation power

1. 서 론

현대인들은 하루의 대부분을 실내에서 생활하고 있으며 이렇게 오랫동안 생활하게되는 실내에는 많은 오염물질이 노출되고 있다.

우리가 내뿜는 이산화탄소와 각종 건축자재에서 방출되는 유해물질등이다.

현재 주거공간의 벽, 천정 등의 건축내장자재에서는 화학물질을 포함한 합성도배지와 페인트가 사용되고 있으며 이들 내장재에서 발산되는 발암물질인 프롬알데히드와 라돈가스, voc(휘발성 유기화합물)등

이 우리의 건강을 해치고 있다,

사용편리성만을 추구하여 인체에 미치는 영향을 고려하지 않은 탓에 최근에는 "sick-house" 증후군에 따른 피해가 점차로 증가일로에 있으며 인체에 유익한 기능성 건축마감재 개발은 초기단계에 있다.

한편 건축재로서 시멘트가 등장하여 최근에는 시멘트, 모래 및 물을 섞은 모르타르가 주로 사용되고 있다. 그러나 건강과 에너지 절약이 많은 관심의 대상이 되어 시멘트의 독성을 배제하고 천연적인 환경내에서의 생활을 영위하기 위한 신소재가 다수개발되고 있다.

건축마감재에 있어서도 일정량의 천연광물을 혼합하여 세라믹 분말로 조제한 액상세라믹 건축마감재가 개발되어 항균, 항곰팡이 및 탈취 그리고 에너지 절약, 축열기능, 건강을 위한 원적외선 및 음이온 방출등의 우수한 특성을 지닌 기능성 건축마감재가 현

* 주저자 : 서울대학교 명예교수
Tel : 564-6534, Fax : 3453-6041
E-mail : kiiee@kiiee.or.kr
접수일자 : 2002년 7월15일
1차심사 : 2002년 7월18일, 2차심사 : 2002년 9월18일
심사완료 : 2002년 10월2일

액상세라믹의 원적외선 특성의 실험적평가

대적아파트 등을 중심으로 사용되고 있다.

이에 액상세라믹 특성을 원적외선협회가 공동으로 이 자재에 대한 물리, 화학적 특성 및 원적외선 특성 그리고 생체에의 효능 실험을 통하여 액상세라믹의 특성을 평가하고자 한다.

2. 액상세라믹의 제조

액상세라믹 건축마감재는 원적외선 방사 특성이 우수한 원적외방사세라믹, 항균 및 살균기능이 우수한 항균세라믹과 천연옥 및 이온분말을 액상바인더와 일정비율로 혼합하여 그림 1의 제조공정에 따라 제조된 것이다.

그리고 액상세라믹의 혼합비율은 표 1에서와 같다.

표 1. 액상세라믹 건축마감재 혼합비율
Table 1. Mixed Ratio of Bio Liquid Ceramics

출발원료	원적외선 세라믹	항균 세라믹	천연옥	액상 바인더	기타
합량 (wt%)	35	15	10	32	8

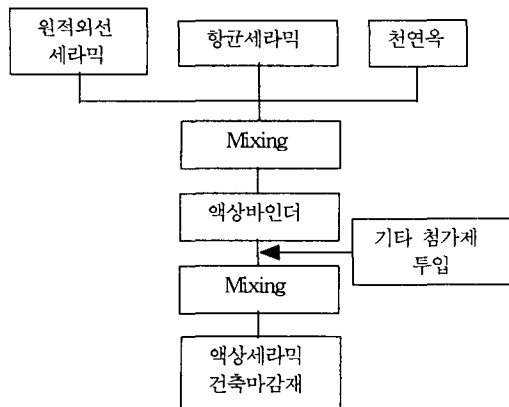


그림 1. 액상세라믹 건축마감재 제조공정도
Fig. 1. Production Progress of Bio Liquid Ceramics

3. 물리, 화학적특성 시험

3.1 원료의 성분과 원적외선특성

본 액상 세라믹의 성분분석시험결과와 원적외선 특성을 표 2 와 표 3에 나타낸다.

표 2. 출발원료의 성분분석

Table 2. Component analysis of Raw materials (wt%)

성분 시료	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Ig.loss
원적외선 세라믹	3.85	4.51	3.55	0.11	36.3	23.7	0.07	0.01	15.2
항균 세라믹	24.7	19.9	12.5	0.07	0.16	0.13	0.1	0.1	28.2
천연옥 분말	1.77	41.6	0.3	0.02	0.16	41.9	0.78	0.08	12.4

표 3. 출발원료의 원적외선 방사율 및 방사에너지(40°C)
Table 3. Infrared Emissivity and Radiation Power of Raw materials

시료	방사특성 방사율 5~20(μ m)	방사에너지 [W/m ²]	비 고
원적외선세라믹	0.926	373	이상혹체 대비 (방사율=1.0) 중심파장 : 9.3 μ m
항균세라믹	0.917	369	
천연옥분말	0.922	371	

3.2 원료의 물리, 화학적특성 시험

시멘트 모르타르에 액상세라믹을 도포한 후의 각종 물리, 화학적특성결과를 표 4에 나타낸다.

표 4. 특성비교표

Table 4. Characteristic comparison between the Cement mortar and Bio Liquid mortar

시험항목	시료구분	시멘트 모르타르	액상 도포모르타르
비중		-	1.28
고형분 [%]		-	64%
건조시간 (분) 지속 경화		-	13
		-	40
부착강도 [kgf/cm ²]		-	3.8
길이변화율 [%]		-	0.13
물리적 내구성 : 스프레이작업성 내후성, 저온안정성, 내투수성		-	이상없음
화학적 내구성 : 내산, 내알칼리 및 내알칼성시험		-	이상없음
마모시험 : 마모비율 [%]		-	0.12
내균열성		-	이상없음
탈취율 [%]		63	84
내곰팡이시험		-	곰팡이 관찰되지 않음
음이온 [개/cc]		128	600

3.3 시험결과

(1) 표면에서의 균열이나 박리, 변색등은 관찰되지 않았으며 실제 현장 시공시 부착강도, 스프레이작업성, 건조시간 등의 작업성이 우수할 것으로 판단되었다.

(2) 탈취효과, 음이온측정, 시험등의 기능성 평가에서는 일반 시멘트 모르타르와 비교하여 우수한 기능을 보이고 있으며, 내곰팡이 시험에서는 곰팡이포자가 관찰되지 않았고 내산, 내알칼리, 내알코올성 등 화학적내구성에 안정하였다.

4. 원적외선 특성시험

4.1 제품의 원적외선 방사율 및 방사에너지 측정

방사율의 측정방법은 흑체로를 대비측으로 하여 40[°C]에 설정하였고, 시멘트 모르타르와 액상세라믹 건축마감재 같은 온도로 하여 5~20[μm] 파장범위와 8cm⁻¹의 분해능으로 MCT 검출기를 장착한 퓨리에 적외분광계 [Fourier Transform Interferometric Spectrometer(FT-IR)]를 이용하여 측정하였다.

FT-IR을 사용하여 원적외선 방사율을 측정하기 위하여 액상세라믹 건축마감재 코팅 모르타르와 시멘트 모르타르 시편을 각각 30×30×2[mm]크기로 준비하였다. 시료로에 시료를 밀착시켜 시료를 가열하여 시료표면으로부터 나오는 원적외선 방사율을 파장 5~20[μm]의 범위에서 측정하였다. 이때 건축 미장이 실생활에서 바닥재로서 사용되는 난방온도인 35~40[°C]를 근거로 하여 본시험에서는 시료의 표면 온도를 40[°C]로 유지하였다. 이상흑체(방사율=1) 대비하여 표면온도는 동일하게 고정시켰다. 40[°C]를 기준으로 5~20[μm]파장영역에서의 방사율은 시멘트 모르타르와 코팅 모르타르의 경우 각각 0.882와 0.914를 보이고 있으며 특히 16[μm]이전의 파장영역에서 코팅 모르타르의 방사율이 다소 높은 방사특성을 보이고 있는 것을 확인하였다. 방사에너지등을 표 5에서 나타낸다.

조명·전기설비학회논문지 제16권 제6호, 2002년 11월

표 5. 모르타르의 분광방사율 및 방사에너지 (40°C)
Talbe 5. Infrared Emissivity and Radiation Power of Cement mortar and Bio Liquid mortar

항목 측정시료	방사율(5~20[μm] (이상흑체대비))	방사에너지 (Wm ² ·μm, 40°C)	비 고
시멘트 모르타르	0.882	3.55×10 ²	중심파장 9.7[μm] (이상흑체 에너지 : 4.03×10 ² W/m ² ·μm)
액상세라믹 도포모르타르	0.914	3.68×10 ²	

4.2 제품의 적외선열화상 측정

일반 시멘트 모르타르에 액상세라믹 건축마감재 코팅유무에 따른 온도분포를 확인하기 위하여 적외선열화상장치(Thermography)로 측정하였다. 전원을 공급하면서 시간대별로 온도분포를 확인하였고 또한 전원을 끄고 나서의 에너지 잔존 분포를 확인하였다. 실제 주거공간에 적용했을 때 인체에 미치는 영향을 확인하기 위하여 열선이 내장된 모형 모르타르 바닥을 제작하였다. 열화상으로 나타나는 표면온도분포를 비교하기위해 측정기의 방사율은 미장모르타르의 전 방사율인 0.90으로 고정시켰다. 그리고 실제로 난방 시스템에 사용되고있는 온도인 40[°C]전후를 중심으로 각 모르타르의 표면 열화상을 시간변화에 따른 온도 변화를 측정하였다.

(1) 바닥난방 에너지 비교

일반적인 아파트의 바닥난방 시스템인 온수파이프 매립 시멘트 모르타르와 액상세라믹 도포모르타르와의 에너지 상관관계를 알아보기 위해 열화상 장치를 이용하여 난방전과 난방후를 비교검토했다.

난방후의 경우에는 시간을 경과시켜 30분, 120분을 경과시킨후 일반시공상태와의 온도상승을 확인하였다. 난방 개시후 30분이 경과된 뒤의 사진에서는 시공전의 경우에는 난방파이프 매립주위에서는 36[°C]를 보이고 있으며 그 주변에서는 30~32[°C] 정도를 나타내고 있다. 120분이 경과된 뒤의 상태에서는 파이프 부분이 41[°C]까지 상승하였으며, 주변으로의 에너지 확산이 다소 일어나고 있음을 확인할 수 있었다. 그러나 이때의 파이프 주변온도는 36~38[°C]를 나타내는 것이 확인되었다.

액상세라믹 도포 후의 결과에서는 30분 경과 후 열화상 확인 결과 도포전과 비교하여 약 38[°C]의 온도

액상세라믹의 원적외선 특성의 실험적평가

분포가 파이프 주위에서 확인되었고, 또한 파이프 주변온도가 33~36[°C]의 온도대를 형성하고 있음을 확인할 수 있었다. 특히 120분 경과 후의 시험결과에서는 파이프 주위온도가 약 45[°C]까지 상승되어 도포 전과의 온도차는 대략 4[°C]의 온도가 절약되었다.

(2) 인체체열비교

액상세라믹모르타르 시공후의 난방바닥접촉에서 30분 누운후의 비교시험에서 일반 시멘트모르타르 위보다 온도가 3[°C]정도 높게 나타났다.

5. 생체 효능 실험

5.1 실험장치 및 실험방법

일반 시판의 시중 시멘트 모르타르로 제작된 시멘트 블록 20[cm](종)×20[cm](횡)×3[cm](두께)을 5매로 윗부분이 열린 밑바닥 블록 위의 4각 블록박스를 실험용박스로 하여 한 실험용박스는 공장, 버통사무실, 교실등에 널리 사용되고 있는 건축내장마감재 또는 코팅마감의 기초재료인 시멘트 모르타르(방사율 및 방사에너지 표5 참조)노출의 된 비바이오펜팅 실험용박스(Non-Bio Coating Box)로 다른 실험용박스는 내부에 원적외선방사하는 액상세라믹 코팅제를 도포한 바이오펜팅 실험용박스(Bio Coating Box)로 제작하였다.

실험대상물인, 생물 등을 비바이오펜팅 실험용박스와 바이오펜팅 실험용박스 내에 적당기간 방치하여, 시간경과에 따른 생태상태를 비교, 관찰하였다.

실온은 18[°C]내외, 상대습도 40[%]이었으며, 조도(주광+형광등 조명)는 평균 314[lx](200~604[lx])이었다.

5.2 식물에 대한 효능실험

(1) 양파의 발아생육상태

비바이오펜팅 실험용박스와 바이오펜팅 실험용박스 내에 용량 250[ml]의 유리제 비이커의 물 속에 신선도가 비등하고, 지름이 약 7.5[cm] 크기의 둥근양파를 걸쳐 넣어서 10여일간 방치하여 시간경과에 따른 양파의 수중부의 양파의 발아상태인, 뿌리의 갯수 및 길이, 그리고 양파의 윗부분의 발아순 갯수와 길이 등을 비교, 관찰하였다.

1차 실험에서 10일간에 비바이오펜팅 박스내의 양파가 썩기 시작하여 그 대상물의 생육조건에 차이가 있어 중단하였다(표6).

2차 실험은 17일간 실험박스 속에 방치하여, 순과 뿌리의 갯수 및 길이를 관측하였다(표7).

1차 실험의 경우 양파의 갯수가 비바이오펜팅 실험용박스 속에 비하여 바이오펜팅 실험용박스 속에 방치된 양파의 뿌리 갯수가 7배이고, 뿌리의 발육성장도 약 5배로 생육이 촉진됨을 알 수 있다. 2차 실험에서도 순의 갯수와 길이가 약 130[%] 생육이 촉진됨을 알 수 있다.

(2) 원국화꽃의 개화상태

자른 원국화꽃을 실험용박스 내에 10일간 방치후 방치일수 경과에 따른 양 비바이오펜팅과 바이오펜팅 실험용박스 속의 개화상태를 부위별로 관찰한 것을 다음 표 8에 나타낸다

즉, 자른 원국화꽃은 Non Bio Box속의 것은 방치 10일부터 꽃잎이 낙화하기 시작하였으나, Bio Box속의 꽃은 생생하다 30일 후에 이르러 시들기 시작하여 낙화하며, 본 제품 사용시 약 3배의 개화기간이 연장됨이 관찰되었다.

표 6. 양파의 발아생육상태 (1차)
Table 6. Germination State of an Onion(1st)

실험박스 속 방치일 수	관측부위	발육상태	
		Non Bio Box	Bio Box
7일	뿌리 갯수	3개	26개
	뿌리 길이	6~8[mm]	25~30[mm]
10일	뿌리 갯수	6개	32개
	뿌리 길이	5~10[mm]	25~50[mm]

표 7. 양파의 발아생육상태 (2차)
Table 7. Germination State of an Onion(2nd)

실험박스 속 방치일 수	관측부위	발육상태	
		Non Bio Box	Bio Box
17일	순 갯수	9개	12개
	순 길이	평균 6.15[cm]	평균 8.75[cm]
	뿌리 갯수	46개	48개
	뿌리 길이	평균 9.4[cm]	평균 12.0[cm]

표 8. 흰국화의 개화상태
Table 8. Blooming state of the white Chrysanthemum

실험박스 속 방치일 수	관찰 부위	개화상태	
		Non Bio Box	Bio Box
5일	꽃잎	생생하다	생생하다
10일	“	바깥부위 꽃잎 7개 낙화	“
25일	“	바깥부위 꽃잎 18개 낙화 꽃잎 시들기 시작	“
35일	“	꽃잎 20개 낙화 꽃잎의 시들기 많이 진행	꽃잎 3개 낙화 꽃잎 시들기 시작
45일	“	꽃잎 21~22개 낙화 시들	꽃잎 8~9개 시들

(3) 노란 장미꽃의 개화상태

자른 노란 장미꽃의 양 실험용박스에 10여일 방치 후, 방치일 수에 따른 꽃잎의 개화상태를 비교, 관찰한 바 아래의 표 9와 같다.

방치 6일후 Non Bio Box속의 자른 장미꽃은 일부 시들기 시작하였으나, Bio Box속의 장미꽃은 생생함을 지속, 방치 13일 후에 비로소 장미꽃이 시들기 시작하여 본 제품 사용된 Bio Box속의 개화시간이 Non Bio Box속의 것에 비하여 개화시간이 약 2배로 연장되어 생명력의 연장이 관측되었다.

(4) 감자의 변색 및 발아상태

감자의 상부절단부위는 양 실험용박스 속에 수일간 방치한 바 변색상태는 거의 비슷했지만 하부표면부의 순의 발아가 13일에 Bio Box속의 감자에서 12개가 발아하였고, Non Bio Box에서는 전무하였다.

표 9. 장미의 개화상태
Table 9. Blooming state of the Rose

실험박스 속 방치일 수	관찰 부위	개화상태	
		Non Bio Box	Bio Box
6일	꽃잎	꽃잎의 외각부위부터 시들기 시작함	생생하다
13일	“	꽃잎이 거의 다 시들고 꽃전체가 비이커 물 속으로 가라앉음	꽃잎이 시들기 시작

표 10. 감자의 변색 및 발아상태
Table 10. Germination state of the Potato

실험박스 속 방치일 수	관찰부위	변색 및 발아상태	
		Non Bio Box	Bio Box
5일	상부절개면	다소 변색	다소 변색
	하부 표면부	약간 변색	다소 생생
9일	상부절개면	변색	변색
	하부 표면부	변색 많이 진행	다소 변색
13일	하부표면의 순 발아갯수	무	12개

5.3 동물에 대한 효능실험

(1) 금붕어 생태변화

용량 1,000[mL]의 봉형 유리제 비이커의 물 속에 출생시기와 생동성이 비등한 금붕어를 2마리씩 방류하여, 각각 실험용박스 내에 10여일간 방치하여 시간경과에 따른 금붕어의 생태변화를 비교, 관찰한 결과 표 11에서와 같은 결과를 나타냈다. 실험중 내내 물의 교환과 먹이 공급을 중지하였다.

본제품의 실험박스 속의 비이커 속 물의 탁함도 지연되고, 비바이오 실험용박스 속의 금붕어의 생존기간보다 2.5배 연장되며 생명력의 연장을 관찰할 수 있었다.

표 11. 금붕어의 생태변화
Table 11. Ecological adaptation of the Goldfish

실험박스 속 방치일 수	관찰 부위	금붕어 생태변화	
		Non Bio Box	Bio Box
5시간	금붕어 행동	행동이 불안정하기 시작 지주 수면위로 떠오른다	행동 매우 안정
4일	“	물이 탁함 2마리 모두 사망	“
10일	“	-	행동이 불안정하기 시작 물이 탁하기 시작
14일	“	-	사망

6. 결 론

본 연구에서는 원적외선세라믹, 항균세라믹, 천연옥분말 등을 주성분으로 한 액상세라믹 건축마감재도포모르타르와 시멘트 모르타르의 물리화학적 특성,

액상세라믹의 원격외선 특성의 실험적평가

원격외방사특성 및 생체효능시험 등을 평가하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 내산, 내알카리 및 내알코올성 시험 등 물리화학적 특성평가 시험에서는 변색 및 균열, 연화 등의 이상유무는 발견되지 않았으며, 스프레이 작업성, 내후성, 저온 안정성, 내투수성 등의 환경 시험에서도 표면균열 및 박리 등은 관찰되지 않았다.
2. 지축건조시간은 13분, 경화건조시간은 40분이었으며 길이변화와 마모가 매우 적고, 부착강도가 우수하여 현장적용시 작업성이 우수할 것으로 판단되었다.
3. 탈취율, 항곰팡이, 음이온 등의 기능성 시험에서 탈취율은 84[%], 곰팡이는 관찰되지 않았으며, 음이온의 다량방출로 인해 실내 공기가 쾌적하고 주거공간내의 사람과 동식물의 건강에 도움을 주게될 것으로 기대되었다.
4. 식물효능 시험결과에서는 시멘트 모르타르에 비해 개화시간은 2~3배 연장되었으며 감자에서는 발아가 확인되었다.
5. 금붕어의 생존기간은 시멘트 모르타르에 비해 약 2.5배 연장되는 것을 확인할 수 있었으며, 술, 담배의 관능실험에서는 향기 및 맛의 변화가 인지되었다.
6. 원격외선 방사특성 및 적외선열화상측정을 통한 에너지 효율평가에서는 기존 시멘트 모르타르에 비해 액상세라믹 건축마감재를 도포한 경우, 원격외선 방사율은 3.2[%], 방사에너지 13[W/m²] 상승되었으며 바닥표면의 온도분포상승시험에서는 약 3[°C]정도 지속적으로 유지되었다.

References

- [1] 지철근, "遠赤外線의 특성과 응용", (사)한국원적외선협회발행, 2000 P104.
- [2] 江川, 高田, 佐々木, "實用遠赤外線", 人間と歴史, 1991 P17.
- [3] 日本電熱協會, "遠赤外線の理論と實際", オ一公私, 1991 P206.

- [4] Inoue, Honda, "Growth of Rats exposed to Far-Infrared Radiation Zoological Science, 1986.
- [5] Katsura, Miwa, "Effect of Far-Infrared Radiation on Forearm Skin Blood flow." physical Anthropol, 1987.
- [6] 丹波, 小室, "遠赤外線放射体プラチナ電磁波センイのヒト白血球機能及び過酸化脂質形成反應への影響", 日本炎症學會誌, 1991.
- [7] 松下和弘, "NMR分光法から見た遠赤外線の効果" 電熱雜誌, 1989.
- [8] 高嶋廣夫, "遠赤外線セラミツクスの放熱特性と作用效果の評價技術" 技術圖書出版.
- [9] 山崎敏子, "遠赤外線療法 of 科學" 人間と歴史, 1987.

◇ 저자소개 ◇

지 철 근 (池哲根)

1927년 7월 17일생, 1951년 서울대 공대 전기공학과 졸업, 1995년 서울대 대학원 전기공학과 졸업(석사), 1957년 미국 케이대 공대 대학원 수료, 서울대 대학원 전기공학과 졸업(박사), 1983년 대한전기학회 회장, 현재 서울대 공대 전기공학과 명예교수, 기술사, 당학회 명예회장. 국제조명위원회 한국위원회 회장.

최 태 섭 (崔泰燮)

1958년 4월 28일생, 1982년 한양대학교 졸업, 1991년 한양대 대학원 졸업(석사), 현재 충북대 대학원 화공학과 박사과정, (사)한국원적외선협회 전무이사.

장 성 일 (張成日)

알파바이오세라믹(주) 대표이사, (주)알파테크하우징 대표이사.