

황토미장재 성능개선을 위한 실험적 연구

A fundamental Study on the Performance Improvement of Hwangto plaster

황 혜 주*
Hwang, Hey-zoo

이 종 국**
Lee, Jong-kuk

강 남 이***
Kang, Nam-yi

Abstract

Recently the Volatile Organic Compound, HCHO, a harmful object spout from the construction materials is made an issue of social problem. Also the appearance of the building where the confidentiality is high was interior air pollution and it was brought about a huge problem. The government research facility and a relation industry sector conducts a many effort to improves like this actual condition. The Diverse ability building material which contains the natural material of the jade, the charcoal and the hwangto instead of the finish material which contains the harmful chemical material, is becoming development and utility. Hereupon the study have carried out research on hwangto plaster that was composed of hwangto and rice straw.

The result of test that is deduced by basic proportion is properly appeared with suitable ratio of the hwangto and the sand to 4:6~5:5 by the compressive strength and crack control, workability. The result of test ,that adds the rice straw to basic blending for a crack control, appeared with the fact that it is most suitable 3%to add the rice straw that has a length of 0.5cm~2cm. The result of test that plaster over the large size to compare a cement plaster with a hwangto plaster show a similar efficiency by workability. Also it controlled the crack and peeling off actual condition which is discovered from the hwangto plaster of existing perfectly.

Keywords : indoor air pollution , finishing material, hwangto plaster, rice straw,

1. 서 론

1.1 연구배경 및 목적

최근 각종 건축자재에서 나오는 휘발성 유기화합물(VOCs : Volatile Organic Compounds)과 포름알데히드(HCHO) 및 각종 유해물질은 사회적 문제로 부각되고 있으며, 또한 기밀성이 높은 건축물의 등장은 실내공기오염이라는 커다란 문제를 초래하게 되었다. 미국 환경보호청의 보고에 따르면 실내공기는 실외공기보다 2~10배 오염되어있다고 보고 되었다. 이러한 실내오염의 원인은 경화한 시멘트에서 발생하는 암모니아, 마감재로 사용되는 벽지나 바닥, 페인트 등의 주원료와 접착제 등에서 뿜어져 나오는 포름알데히드 등에 기인한다. 또한 이러한 재료에서 배출되는 유해가스는 오염된 공기와 더불어 실내에 확산되고, 적절한 환기가 이루어지지 않는다면 그 심

각성은 더할 것이다.

이에 관련 산업분야를 비롯한 정부연구기관은 이러한 현상을 개선하고자 많은 노력들을 하고 있으며, 국내에서는 유해한 화학물질을 함유하고 있는 마감재 대신에 옥, 숯, 황토 등의 천연재료를 함유한 다기능 건축 재료가 개발 · 실용화 되고 있다.

한편 황토는 예로부터 조상들이 가까이 두고 이롭게 쓴 건축 재료로서 사람의 건강에 좋은 영향을 미친다고 하여 관련 제품(벽돌, 보드, 미장재료 등)이 국내외에서 많이 출시되고 있다. 이러한 제품들 중 일반 가정의 실내 생활과 가장 밀접한 관계가 있는 것은 실내 벽의 마감 재료로 쓰이는 미장재료일 것이다. 하지만 이러한 황토 미장에 관한 연구는 미흡하여 황토를 그대로 바르는 데에 머물고 있다. 이를 보완하기 위해 벧짚이나 왕겨를 첨가하여 미장하는 경우도 있으나 그 배합 비에 있어서 균일하지 않고 미장 면 또한 고르지 않다. 그로 인해 발생하는 건조수축에 의한 균열과 박리 현상은 황토 미장에 있어서 당연히 발생하는 것으로 인식되는 문제점이 발생

* 목포대 건축공학과 조교수
** 금오공대 건축학부 전임강사
*** 목포대 건축공학과 석사과정

하게 되었다. 이러한 황토 미장 자체의 균열과 박리를 제어하기 위한 기존의 연구에서는 황토에 시멘트나 화학제품, 석회, 유기수지 등 첨가제를 사용 하였으며 그로 인하여 황토가 가지는 인체에 이로운 성질을 저하시키는 결과를 초래하였다. 또한 물의 첨가량과 관련하여 발생하는 수축 및 균열의 제어를 현장 시공자의 시공 능력에 의존하고 있는 실정이다.

이에 본 연구에서는 황토 구성요소들의 물리적 제어를 통하여 전통 황토 미장 방식에서 발생하는 균열 및 박리 현상을 제어하기 위해 황토 미장재의 적정 배합을 산출하고 이러한 연구 결과를 토대로 황토 미장재의 적용성과 실용화를 위한 기초 연구 자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

2. 황토의 이론적 고찰

2.1 황토

1) 황토의 정의

황토는 석영조면암, 안산암, 화강암 등이 열수작용 및 풍화작용에 의하여 분해되어 생성된 것이며, 화학식이 $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ 로 표시되는 Kaolin족 점토류에 속하는 광물이다 지표면의 10%를 덮고 있는 황토는 온대 지역과 사막 주변부에 나타나는 반 건조 지역에 가장 넓게 분포하고 있다. 주로 실트(0.05~0.005mm) 크기의 입자들로 구성되어 있으며 황토 입자의 크기는 주로 0.02~0.05mm (무게비의 50%)이며, 균질하고 층리가 발달되어 있지 않으며, 공극률(50~55%)이 크다.

황토는 기반암의 종류와 풍화정도, 기후 조건 등에 따라 매우 다양하게 나타난다. 암석은 풍화에 의해 1차 점토가 되고, 1차점토가 풍화되어 토양이 발달되는 두중에 재합성된 2차점토가 구성되어 토양을 형성하게 된다. 우리나라의 황토는 대부분이 백악기 말엽을 전후하여 화강암, 섬록암, 석영반암, 규장반암과 평반석 같은 암석이 풍화되어 형성된 것이며, 세계적인 고령토 산지로 이 고령토의 표층에 황토가 산출되고 있으며 그 중에서 경남 하동, 산청 지구에 우수한 것이 다량으로 산출되고 있다.

2) 황토의 화학적 성분

황토는 아주 가는 모래가 모여 만들어진 황토로, 황토 입자의 종류는 석영·장석·운모·방해석등 다양한 광물 입자로 구성되어 있다. 화학적 조성을 보면 실리카 30~50%, 알루미늄 20~40%, 철분 3~15%, 산화마그네슘 2%, 나트륨 2%, 칼륨 1.5% 정도이다.

3) 황토의 미생물학적 성분

황토의 효소성분에는 카탈리아제(황토의 효소 중 가장 높은 활성-생물에 대한 독소를 나타내는 과산화수소를 제거하여 생물에겐 적절한 토양환경을 만들어주는 역할),

디페놀옥시디아제(토양산화력의 지표), 사카라제, 프로테아제(단백질축의 질소가 무기화할 때 아미노산으로 가수분해시킴)의 4가지가 포함되어 있다. 이 효소들은 각기 독소제거, 분해력, 비료요소, 정화작용의 역할을 한다.

4) 황토의 특성

(1) 습도 조절 능력이 우수하다.

황토는 주변 공기의 습도에 따라 실내의 습도를 조절하는 능력을 갖는다. 습도가 높으면 습기를 흡수하고 건조하면 습기를 방출한다.

(2) 탈취율이 높다.

황토는 98%의 높은 탈취력을 갖고며, 실내공간의 악취등을 없애주어 쾌적한 실내환경을 창출할 수 있다.

(3) 원적외선 방사율이 높다.

황토에 열을 가하면 원적외선이 방사되는데 황토의 경우 93%의 높은 원적외선 방사율을 갖는다. 이는 인체의 세포운동을 촉진시켜 활력 증진, 신진대사 촉진의 효과를 준다.

표 1. 황토의 특징

	황토 모형집	시멘트 모형집
흡습량	1160	1000kg 이상
방출량	900	150kg 이상
탈취율	98%	61%
방사량	93%	86%

2.2 모래

지질학에서 입자의 지름이 2~1/16mm인 돌 부스러기. 2mm 이상을 자갈, 1/16mm 이하를 실트라 한다. 해저 또는 호저의 퇴적물로서, 해안사구나 내륙건조지역의 사막풍성 퇴적물로서 지표나 노두(露頭)에서 볼 수 있다. 토양학에서 다루는 모래로는, 토양 생성 과정에 실트·점토분으로 나누어져 남은 입자로, 국제 토양학회 법에서는 그 입자의 지름을 0.02~2mm로 정하고 있다. 2~0.2mm 사이의 모래를 조사, 0.2~0.02mm 사이의 모래를 세사라고 한다. 광물 조성에 따라 석영이 많은 석영사, 유색 광물이 많은 흑사, 회록석이 많은 녹사 등으로 나누기도 한다.

성인이나 퇴적장소에 따라 산사·강사·해사·사구사·화산회사 등으로 나눈다. 강사는 토목·건축 재료로 중요하며, 콘크리트용 모래로는 석영사가 좋다. 모래는 실트(silt : 0.02~0.002mm)·점토(0.002mm 이하)와 함께 토양을 조성하는데, 모래는 점토와는 달리 양분을 보유·공급하지 않는다. 반면에 기계적으로 식물을 밟치고, 틈이 있으므로 공기나 물이 잘 통과한다. 풍화에 대한 저항성이 강한 석영부스러기를 주로 하고, 운모·각섬석·휘석·자철석·화산유리·유공충껍데기 등이 포함되어 있다. 저배율의 쌍안현미경으로 결정체의 특징으로부터 광물을 동정하여 토양모재를 추정하기도 하며, 마모도나 부식 상태로써 풍

화도를 판정할 수 있다.

건설용 모래에는 강모래·바다모래 외에 콘크리트용 쇄석, 고로광재 잔골재, 인공경량잔골재·퍼라이트사·대리석 등을 분쇄한 색모래 등이 있다. 강모래·쇄석은 모르타르나 콘크리트의 골재 외에 노반재, 도로나 건물을 건설할 때 되메우기재 등에 이용된다. 퍼라이트사를 이용해서 기포를 혼입하면 비중 1.0 이하의 모르타르를 만들 수 있다. 색 모래는 컬러 시멘트로 색 모르타르를 만든다.

2.3 볏짚

화분과 작물의 성숙한 식물체에서 곡식알을 제거하고 남은 줄기와 잎으로, 보통 벼의 경우에는 볏짚, 보리는 보릿짚, 밀은 밀짚이라고 한다.

완전히 성숙한 볏짚의 화학적인 성분을 보면 셀룰로오스가 약 36 %, 리그닌 20 %, 펜토산 22 %, 조단백질 6 %, 회분(灰分)이 13 % 정도이다. 볏짚은 벼의 품종과 작황에 따라서 그 생산량이 다르나 한국에서는 보통 10 a 당 500 kg 정도가 생산되며, 키가 작은 통일벼 품종에서는 400 kg 내외, 키가 큰 일반벼 품종에서는 600 kg 정도가 생산된다.

볏짚은 한우(韓牛)의 겨울철 사료로 많이 쓰이고, 그 밖에 가축의 외양간 기둥으로 이용되어 결국은 퇴비의 형태로 농경지에 환원된다. 예전에는 가마니 · 새끼 · 거적 등의 각종 고공품(藁工品)의 원료로 이용되어 농가의 소득을 올려주었으나 현재는 이 부분에는 이용되지 않는다. 최근에는 생짚을 그대로 눈에 집어넣어 논토양의 유기물을 증진시키는 데 많이 이용된다.

전에는 농촌의 초가지붕을 덮고 이는 이영을 만드는 데, 그리고 농가의 주요한 연료로 많이 이용되었으나 최근에는 지붕개량과 연탄 · 석유 · 가스 등의 사용 증가로 이 부분에 이용되는 양은 크게 줄었다. 보릿짚과 밀짚도 자리나 모자를 만드는 데 쓰였고 퇴비 또는 농가연료 등으로 이용되었으나 지금은 거의 쓰이지 않는다. 호밀짚은 길고 뾰뾰하여 인삼밭의 해가림으로 쓰이며, 기타 비 · 바람막이를 만드는 데 많이 이용되고 있다.

3. 실험

3.1 실험 개요

본 실험은 황토미장재의 적정 배합을 도출하기 위한 실험으로 먼저 황토:모래의 적정 배합을 찾은 다음 볏짚을 첨가하는 실험을 실시하였다.

3.2 실험 재료

본 실험에서 사용한 재료들의 물리적 특성과 화학적 조성은 다음과 같다.

1) 황토

전라도 무안에서 채취한 황토를 사용하였으며, 화학적 성분은 <표 2>과 같다.

표 2. 황토의 화학적 성분

성분 (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
	58.36	32.5	3.66	0.24	0.27

2) 모래

전라도 해남에서 채취한 강사를 사용하였으며, 물리적 성질은 <표 3>과 같다.

표 3. 모래의 재료적 성질

입경(mm)	비중	조립율(%)	흡수율(%)	실적율(%)	단위용적중량(kg/l)
2.5	2.6	2.8	0.22	57.7	1.5

3) 볏짚

전라도 무안군 일대의 볏짚을 사용하였으며, 화학적 성질은 <표 4>와 같다.

표 4. 볏짚의 화학적 성질

셀룰로오스	리그닌	펜토산	조단백질	회분	기타
36%	20%	22%	6%	13%	3%

3.3 실험방법

1) 입도 분포 실험

KSF 2502(골재의 체가름시험방법)에 의거하여 재료의 입도분포 실험을 실시한다.

2) 압축강도 실험

KS L 5105에 의거하여, 황토와 모래를 실험인자에 의해 각기 다른 배합(1:9~9:1)으로 배합하여 5×5cm의 큐빅 몰드를 제작하여 채령 7일, 14일, 28일 동안 항온 항습기에서 양생된 시편을 전자식 압축강도 측정기를 통해 압축강도를 산출한다.

3) 균열길이 및 최대 균열 폭 측정 실험

45×50×0.9cm로 미장하여 7일 경과후의 실험체를 디지털 카메라로 촬영하여 캐드 프로그램으로 균열의 총 길이를 합산하고 최대 균열 폭을 구한다.

4) 시공성 측정 실험

KS L 5111에 의거하여, 플로 테이블을 사용하여 모르터를 2번에 나누어 각 층당 탬퍼로 20번씩 쪼어 플로우 몰드에 채운 후, 15초 동안에 25회 낙하시켰다. 플로우를 가장 넓게 퍼진 부분의 지름과 그것에 직각되는 지름을 측정하여 표시하였으며, 측정된 플로우 값에 의해 시공능력 정도를 설정하였으며, <표 5>과 같이 시공정도를 A, B, C, D, E로 나타낸다.

표 5. 시공능력정도

시공성	아주 좋음	좋음	보통	나쁨	아주 나쁨	
평가	A	B	C	D	E	
FOLW	된비빔	12.5~13.5	12~12.5	11~12	10~11	10,
	뭉은비빔	12.5~13.5	13.5~14	14~15	15~16	16이상

5) 표면경도 측정 실험

황토와 모래를 실험인자에 의해 각기 다른 배합(1:9~9:1)으로 배합하여 45×50×0.9cm로 미장한 후 7일 경과 후 미장면을 일부 절취 하여 표면 경도를 <그림 1>과 같이 표면경도 측정기를 사용하여 연필심을 일정하게 깎아 5회씩 끊어 실험체의 경도를 실험하여 결과를 측정한다.

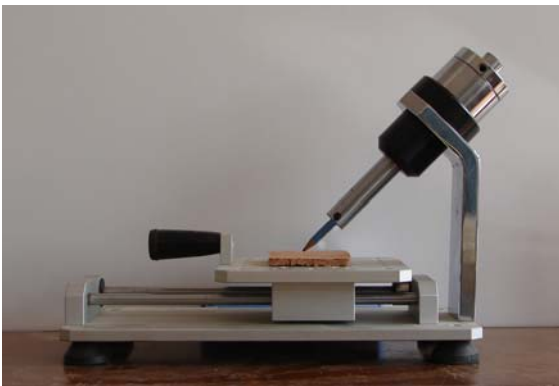


그림 1. 경도측정기를 이용한 실험장면

3.4 실험인자 및 수준

황토와 모래의 비율을 1:9~9:1까지 9수준으로 하여 황토와 모래의 적정 배합을 찾은 다음 벗짚의 길이를 3cm~0.25cm, 첨가량을 0%~5%로 하여 벗짚의 적정 길이와 첨가량을 도출하는 실험을 실시하였으며, 균열길이, 최대 균열폭, 표면경도, 시공성(부착정도)의 측정 실험을 하였다. 실험 인자 및 수준은 <표 6>와 같다.

표 6. 실험

조건	실험인자	실험수준	비고
황토	배합비	1:9, 2:8, 3:7, 4:6, 5:5, 6:4, 7:3, 8:2, 9:1	황토 : 모래
		벗짚	
2cm 벗짚	0, 1, 2, 3, 4, 5		
1cm 벗짚	0, 1, 2, 3, 4, 5		
0.5cm 벗짚	0, 1, 2, 3, 4, 5		
0.25cm 벗짚	0, 1, 2, 3, 4, 5		

4. 결과 및 분석

4.1 입도분석

황토의 입도 분포는 황토미장에 있어서 강도, 균열 등과

많은 상관관계를 갖는 것으로 사료되므로 실험에 앞서 황토, 마사토, 모래의 입도를 파악하였다. 마사토는 모래질의 함유량이 높은 흙으로 모래에 대한 입도 비교를 위해 실시하였다. <그림 2>에서 보는바와 같이 황토에 대한 모래와 마사토의 입도 분포 곡선은 거의 동일하게 나타났다. 황토의 경우 모래와 마사토에 비해 0.3mm이하의 입자를 많이 함유하고 있는 것으로 나타났다. 미장 황토에서 골재 역할을 하게 되는 모래와 마사토의 입도는 0.3mm 체에 이르렀을 때 그 격차가 현저히 나타남을 알 수 있다. 모래의 경우 0.3mm 이하의 입자의 함유량은 아주 미미한 것으로 나타났다.

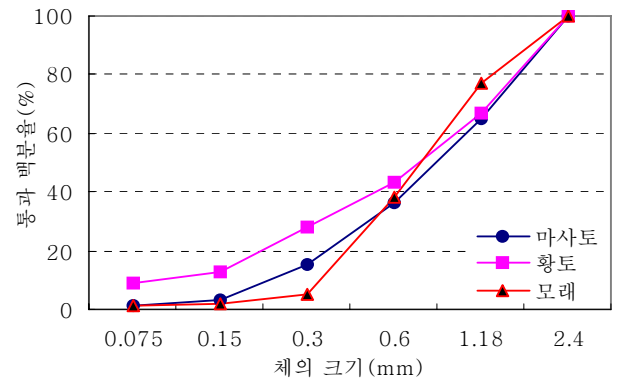


그림 2. 미장 황토의 입도 분포

4.2 황토, 모래 적정배합 도출 실험

1) 압축강도

<표 7>, <그림 3>에서 보는 바와 같이 배합비 6:4까지는 황토의 첨가량이 증가함에 따라 강도는 증가하는 것으로 나타났으며 이는 황토의 첨가량이 증가함에 따라 모래의 빈 공간에 황토가 채워짐에 따라 밀실한 배합이 됨으로써 나타난 것으로 사료된다. <그림3>에서 배합비 7:3 이후부터 강도는 감소하는 경향을 보이는데 이는 황토의 첨가량이 증가함에 따라 가소성을 갖기 위한 필요수량이 증가하여 양생 시 수분증발에 의한 빈 공간의 발생으로 강도가 저하되는 것으로 사료된다. 배합비 9:1의 경우 황토 첨가량의 증가로 인하여 실제 첨가되는 물량에 비하여 필요수량이 과도하게 많아짐에 따라 된반죽이 형성되어 실험시 다짐에 의한 시험체의 제작으로 높은 강도가 나타난 것으로 사료된다.

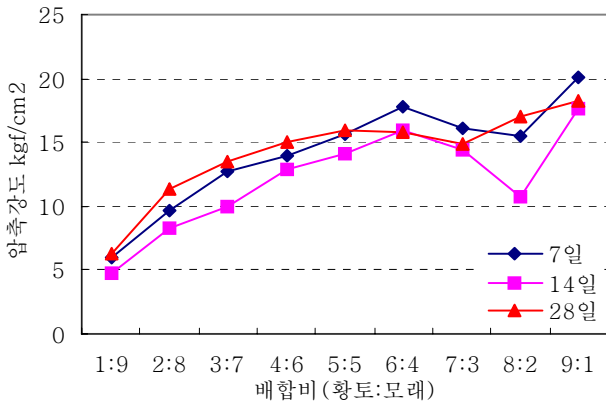


그림 3. 재령별 압축강도 결과

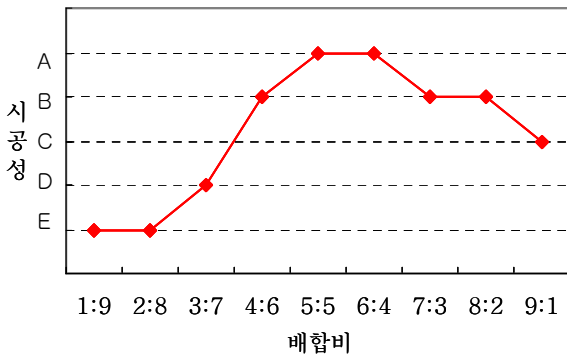


그림 4. 시공성

표 7. 황토 : 모래 배합별 결과 분석

배합 (황토:모래)	7일 압축강도 (kgf/cm ²)	균열	시공성
1:9	5.92	무	E
2:8	9.68	무	E
3:7	12.72	무	D
4:6	13.92	미소	B
5:5	15.72	미소	A
6:4	17.76	많음	A
7:3	16.04	얇게다수	B
8:2	15.52	얇게다수	B
9:1	20.28	아주많음	C

2) 시공성

<그림 4>에서 보는 바와 같이 황토의 첨가량이 증가함에 따라 시공성은 향상되는 것으로 나타났으며 7:3배합

이후부터는 시공성이 저하되는 것으로 나타났다. 이는 황토의 첨가량이 증가함에 따른 모래 입자들 사이를 미세한 황토 입자가 채움으로써 볼베어링 역할을 하게 되어 작업성이 좋아지는 것으로 사료되며, 황토의 첨가량이 너무 많을 경우 배합의 성질이 액상에 가까워짐에 따라 유동성은 좋아지나 접착력이 감소하여 시공성은 저하되는 것으로 사료된다. 이에 시공성의 경우 4:6 ~ 8:2 배합에서 좋은 경향을 보였으며 적정 배합은 5:5~6:4 배합으로 사료된다.

3) 균열

<표 9>를 보면, 황토의 첨가량이 증가함에 따라 균열의 발생은 증가하는 것으로 나타났으며, 특히 6:4 이후의 배합에서 균열 발생이 크게 증가하는 것으로 나타났다. 이는 황토의 첨가량이 증가함에 따라 가소성을 갖기 위한 필요수분이 증가하여 건조시 수분증발에 의한 빈 공극의 발생으로 균열이 생성되는 것으로 사료된다. 또한 황토의 첨가량이 증가함에 따라 필요 수분은 증가하게 되며 또한 황토의 가소성은 약화되고 양생시 증발하는 수분은 커지게 된다. 이로 인해 균열은 커지며 많아지게 되는 것으로 사료된다.

4) 소결

실험 결과 압축강도의 경우 황토의 첨가량이 증가함에 따라 강도는 증가하는 것으로 나타났으며, 시공성의 경우 5:5~6:4 배합에서 좋은 작업성을 보였고, 균열의 경우 황토의 첨가량이 증가함에 따라 균열의 발생은 증가하는 것으로 나타났으며 6:4 배합 이후에 균열의 발생이 증가하는 것으로 나타났다. 결과를 종합해 보면 균열 제어 측면에서 4:6배합도 가능하나 마감면 처리 등의 시공성을 고려할 때 5:5 배합이 기본 미장 배합으로서 가장 적당할 것으로 사료된다. 표면경도의 측정은 미장재료의 균열 제어가 이루어진 적정배합의 것을 실시하였으며, 실험결과 적정배합으로 확인된 5:5 배합의 표면경도를 측정하였다. 그 결과는 <표 8>와 같이 B까지 견디는 것으로 나타났다.

표 8. 황토 : 모래 배합비의 표면 경도

	6H	5H	4H	3H	2H	1H	HB	B	2B	3B	4B	5B	6B
표면 경도	×	×	×	×	×	×	×	●	●	●	●	●	●

● : 굵기지 않음, × : 굵힘

4.3 황토:모래 (5:5) 적정 배합에 벗짚 첨가실험

1) 3cm 벗짚 첨가실험

벗짚의 첨가량이 증가함에 따라 균열은 감소하는 것으로 나타났으며 3%이상 첨가시 균열은 발견되지 않았다. 그러나 시공성의 경우 벗짚을 첨가량이 증가함에 따라 시공성이 저하되는 것으로 나타났으며, 4%이상 첨가시

시공성이 매우 저하되는 것으로 나타났다.

표 9. 3cm 벚짚 배합별 결과 분석

배합 (황토:모래)	균열길이(mm)	최대 균열폭(mm)	시공성
0%	255	2	A
1%	205	2	A
2%	193	1	B
3%	없음	없음	C
4%	없음	없음	E
5%	없음	없음	E

2) 2cm 벚짚 첨가실험

벚짚의 첨가량이 증가함에 따라 균열은 감소하는 것으로 나타났으며 3cm의 경우와 비교해 균열길이가 짧게 나타났다. 첨가량이 3%이상일 경우 균열이 발견되지 않았으며, 시공성의 경우 5%이상 첨가시 시공성이 매우 저하되는 것으로 나타났으며, 3cm의 경우와 비교해 시공성이 좋은 것으로 나타났다.

표 10. 2cm 벚짚 배합별 결과 분석

배합 (황토:모래)	균열길이(mm)	최대 균열폭(mm)	시공성
0%	255	2	A
1%	54	2	A
2%	32	1	A
3%	없음	없음	A
4%	없음	없음	C
5%	없음	없음	D

3) 1cm 벚짚 첨가실험

1cm의 경우 또한 벚짚의 첨가량이 증가함에 따라 균열이 감소하는 것으로 나타났으나 2cm의 경우와 비교해 균열이 증가하는 것으로 나타났다. 첨가량이 3%이상의 경우 균열이 발견되지 않으며, 시공성의 경우 5%이상 첨가시 시공성이 매우저하되는 것으로 나타났다.

표 11. 1cm 벚짚 배합별 결과 분석

배합 (황토:모래)	균열길이(mm)	최대 균열폭(mm)	시공성
0%	255	2	A
1%	123	2	A
2%	160	1	A
3%	없음	없음	A
4%	없음	없음	C
5%	없음	없음	D

4) 0.5cm 벚짚 첨가실험

첨가량이 1%일 경우 균열이 증가하나 2%이상일 경우 균열은 감소하는 것으로 나타났다. 첨가량이 3%일 경우 균열이 발견되지 않았으며 시공성의 경우 1cm와 비슷하게 나타났다.

표 12. 0.5cm 벚짚 배합별 결과 분석

배합 (황토:모래)	균열길이(mm)	최대 균열폭(mm)	시공성
0%	255	2	A
1%	446	2	A
2%	30	1	A
3%	없음	없음	A
4%	없음	없음	B
5%	없음	없음	D

5) 0.25cm 벚짚 첨가실험

벚짚의 첨가량이 3%이하일 경우 첨가량이 증가함에 따라 균열은 증가하는 것으로 나타났으며 첨가량이 4%일 경우 균열이 가장 작은 것으로 나타났다. 시공성의 경우 모든 배합이 좋은 시공성을 갖는 것으로 나타났다.

표 13. 0.25cm 벚짚 배합별 결과 분석

배합 (황토:모래)	균열길이(mm)	최대 균열폭(mm)	시공성
0%	255	2	A
1%	402	1	A
2%	434	3.16	A
3%	486	2.83	A
4%	168	1.41	B
5%	256	4.12	B

6) 소 결

<그림 5>, <그림 6>에서 보는 바와 같이 벚짚 0.25cm를 제외한 나머지 인자에서는 토분대비 3% 이상의 벚짚을 첨가 하였을 때 균열은 발생하지 않았다. 시공면에서는 토분대비 3cm 벚짚을 1%첨가한 것과 2cm 벚짚을 1%~3%까지 첨가한 것, 1cm 벚짚을 1%~3%까지 첨가한 것, 0.5cm 벚짚을 1~3%까지 첨가한 것, 0.25cm 벚짚을 1~3%까지 첨가한 미장재가 아주 좋은 결과로 나타났다. 따라서 2cm 벚짚의 3%, 1cm 벚짚의 3%, 0.5cm의 3%가 균열 제어와 시공면에서 우수한 것으로 판명되어 미장재로서 사용 가능성이 판명되었다. 결과적으로 균열 제어에 있어서 보다 긴 벚짚 사용을 사용하는 것이 미장재를 보강하는 역할에 적합하므로 2cm 3%벚짚을 벚짚 첨가실험의 결과로 도출시키고 이 결과를 토대로 하여 대형면적 미장 실험을 실시하고자 한다. <표 13>에서와 같이 2cm 벚짚을 3%까지 첨가한 미장재의 표면경도는 B까지 건디

는 것으로 판명되었다.

표 14. 2cm벚짚, 3%를 첨가한 미장재의 표면경도

	6H	5H	4H	3H	2H	1H	HB	B	2B	3B	4B	5B	6B
표면 경도	×	×	×	×	×	×	×	●	●	●	●	●	●

● : 긁히지 않음, × : 긁힘

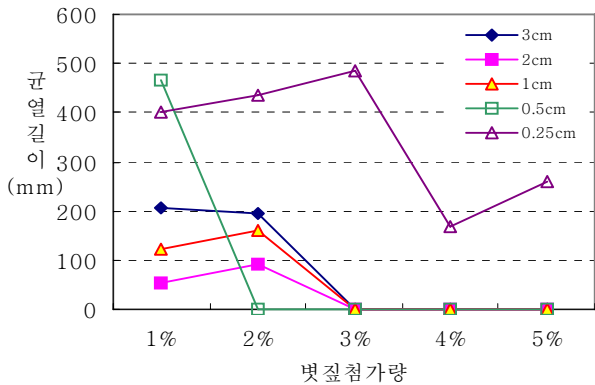


그림 5. 벚짚 첨가량에 따른 균열 길이

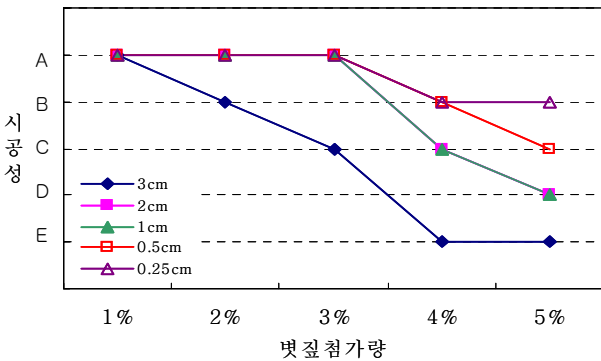


그림 6. 시공성

4.4 대형면적 미장 적용 실험

전남 무안군 현경면 일대 도자기 체험장 내에 위치한 3m×3m 크기의 방에 내부 마감용 황토 : 모래 (5:5)의 기본 배합에서 벚짚 2cm, 3%의 적정 배합으로 미장을 실시하였다.

1) 실험개요

<그림 7>와 같이 황토벽돌로 조적된 벽에 미장용 프라이머를 칠하고 어느 정도 점성이 생긴다고 판단되면 0.4mm두께의 1차 미장을 실시한다. 미장 실시 후 경화 정도에 따라 12~24시간 경과 후 메쉬를 설치하고 0.5mm 두께의 2차 미장을 실시 한다. 용도에 따라서 마감을 실시하거나 실시하지 않을 수도 있다.

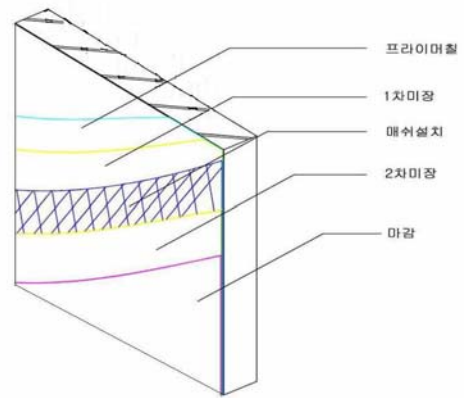


그림 7. 미장 벽면 단면도

2) 실험결과

<그림 8>는 기존의 단순한 황토 미장과 적정배합 미장을 비교하여 나타낸 것이며 균열이나 면의 마감성 등에서 우수한 결과를 나타내었다. 대형면적 미장 실험을 통하여 미장 전문공의 의견을 수렴해 본 결과 미장재의 점착력이 우수하여 시멘트 미장 때와는 약간 다른 면모를 보이나 극히 미세한 부분이었고 시공성 면에서 부착성과 마감성 등에서 시멘트 미장과 크게 다른 점을 느끼지 못하는 것으로 판명되었다. 일반 황토 미장에서 발생하는 갈라짐 및 터짐에 의한 균열은 초벌 상태에서 완벽히 제어하였으며 기상 변수(눈, 강풍, 온도변화)에 따른 미세 균열은 덧 먹임 작업으로 완전 보수하였다. 재벌, 정벌의 필요 없이 단 한번의 초벌만으로 황토 미장의 균열을 제어하였다.

다만, 작업 능률의 증대를 위한 제차 가수와 재 비빔의 영향에 따른 물량의 증가로 미장재 자체중량이 증가하여 흘러내리는 처짐 현상이 약간 발생하였다. 이는 시공자의 판단 하에 가수함으로써 처짐에 의한 균열을 제어할 수 있는 황토 미장 전문가가 미장을 실시해야 될 것으로 사료된다.



a) 단순한 기초 배합 미장



b) 개선 배합 미장

그림 8. 기초 미장 배합과 개선 배합 미장의 비교

5. 결론

본 연구에서는 전통 미장 방식에서 발생하는 균열 및 박리 현상을 제어하기 위한 황토 미장재의 성능 개선을 위

한 적정 배합 산출 실험을 하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 황토와 모래의 적정 배합을 도출하는 실험결과는 압축강도의 경우 황토의 첨가량이 증가함에 따라 강도는 증가하는 것으로 나타났으며, 균열 또한 황토의 첨가량과 비례하여 증가하는 것으로 나타났으며 시공성의 경우 7:3 배합 이후 시공성이 저하되는 것으로 나타났다. 이를 종합해 보면 황토와 모래의 첨가비가 5:5 배합이 가장 적당한 것으로 나타났다.

2) 기본 배합에 균열 제어를 위한 적정 벚짚 첨가량을 도출하는 실험을 한 결과는 황토 : 모래(5:5)의 기본 배합에서 벚짚의 길이는 0.5cm ~ 2cm에서 3% 이상의 벚짚을 첨가하였을 때 균열은 발생하지 않았다. 하지만 균열 제어에 있어서는 길이가 긴 벚짚을 사용하는 것이 미장재를 보강하는 역할에 적합하므로 2cm의 벚짚이 가장 적합할 것으로 사료되며, 벚짚 첨가량은 3%가 적당한 것으로 나타났다.

3) 대형면적 미장 실험 결과 시공적인 측면에서 부착성 및 마감성은 충분한 성능을 나타내었고 또한 황토 미장에 따르는 균열 및 박리 현상을 적절히 제어하였다. 다만 시공상 기상 변수(눈, 강풍, 온도변화)에 따른 약간의 미세 균열이 발생하였으나 이러한 균열들은 재벌, 정벌을 거듭하면서 제어할 수 있을 것으로 사료된다. 또한 물 첨가량을 높일수록 처짐에 의한 균열이 다수 발생하는 것으로 판명되어 물의 첨가량은 최대한 적정 배합 비에 맞추는 것이 좋을 것으로 사료된다.

이상의 결과들로부터 전통 미장의 성능을 개선하기 위한 황토 미장재의 적정 배합 산출을 위한 기초 자료를 마련하였다. 앞으로 황토 미장재의 다양한 표면처리를 위한 기술력 및 시공성을 향상시킬 수 있는 방안의 모색이 필요할 것으로 보이며 추후 심도 있는 연구가 계속 진행되어야 될 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. 황혜주 외, "황토의 일반적 특성에 관한 고찰", 대한건축학회 추계학술발표대회 논문집, 1997
2. 황혜주, "황토재료가 동식물의 성장에 미치는 영향에 관한 실험적 연구", 대한건축학회논문집, 2003
3. Nader Khalili, Ceramic Houses & Earth Architecture
4. James K. Mitchell, Fundamentals of Soil Behavior
5. Hugo Houben and Hubert Guillaud, EARTH CONSTRUCTION, ITDG Publishing, 2001
6. Paulina Wojciechowska, Building with Earth, Chelsea Green, 2001
7. Edited by Lynne Elizabeth and Cassandra Adams, Alternative

Construction

8. Hassan Fathy, 정기용 번역, 이집트 구르나 마을 이야기, 열화당 미술책방, 2000
9. 정호경, 손수 우리 집 짓는 이야기, 현암사, 1999
10. 류도옥, 황토의 신비, 행림출판, 1997,
11. 문희수, 점토광물학, 민음사, 1996.3

"이 논문은 2005년도 교육인적자원부 지방연구중심대학 육성사업의 지원에 의하여 연구되었음"

"This work was supported by Regional Research Centers Program of the Korean Ministry of Education & Human Resources Development, 2005"