

제 2 분 과

1

협동조합은 사업과 결사의 조합이 없으면 망한다

- 에너지생태건축협동조합 사례 -

박 승 옥

(에너지생태건축협동조합 대표)

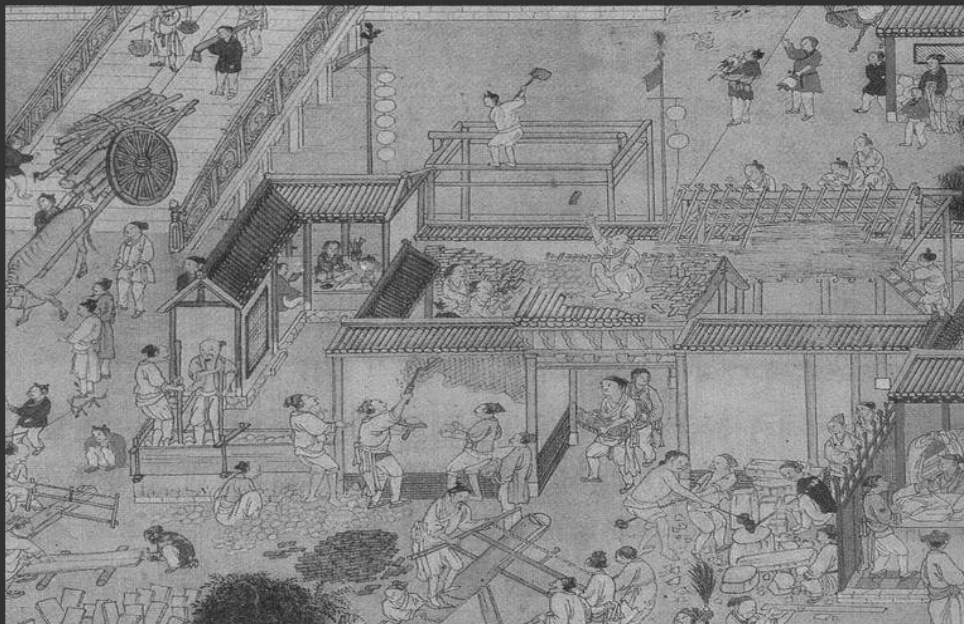


함으로 만드는 따뜻한 세상

에너지 생태건축 협동조합 두레배움터



함건축 연구소 **살림**



한 노인이 죽으면
그건 한 서고가 불타 없어지는 것이다. 아프리카 격언중에서...



1997

집

지금 어디에 살고 계시나요?



« 손동작은 뇌의
작용에서만 움직이는것이
아니다. 감성에 의해서도
움직인다. 영혼의 철학이
있다면 그 손은 그에 따라
움직일 것이다.

작업현장에서
함께 하는 사람들은
언제나 노래가 끊이지
않았다.

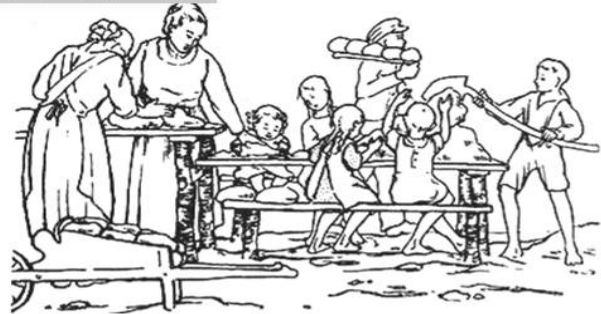
성가를 부르면 몸에 있는
모든 세포와 근육들이
영혼의 순수함과 함께
같이 할것이다.

그 노래가 건물을
올라가게 할것이다. »
- 하산 파티

적정기술로서의 흙건축 - 인간의 체온(36.5)을 가진 기술

내가사는 지역에서

남녀노소 가릴 것 없이



함께 어우러져 작업하는

평화로운 집짓기 문화.

노동을 넘어 신명으로~~



바탕과 재료가 될 자연과
사람의 노동력이 만나 집이 됩니다.

자연과 사람이
사람과 사람이 만나
마을공동체가 되살아 나고...

오래된 미래를 만들다...



- 지속 가능성 (Sustainability) –
미래 세대의 가능성을 제약하는바 없이,
현 세대의 필요와
미래 세대의 필요를 채우는 것.

내재 에너지 (embeded energy) :

제조과정 중에 투입되는 에너지의 총량
낮을수록 친환경적, 단위 kWh/m³

콘크리트 500 시멘트벽돌 1140
철 6,100 (산소 소모량 50 m³/t)
알루미늄 195,000 (산소 소모량 10000 m³/t)
흙 8

3. 흙건축 재료-흙의 물성



흙과 입도

흙과 물

섬유

결합재

4. 흙의 효과



주거 환경적 측면

지구 환경적 측면

4. 흙의 효과 - 주거 환경적 측면



□ **생명공간을 만든다.**
성장률 55:-10%, 폐사율 0: 60%, 선풍도 72: 28%

□ **습도조절 능력이 우수하다**
흡수량 3.08: 0.81g/cm² 방출량 2.33: 0.42g/cm²

□ **탈취율이 높다**
탈취율 98: 61%

□ **에너지 효율이 높다**
내재에너지, 난방에너지 절감, 프랑스전력회사 50%수준

□ **배출오염물질이 적다**

EARTH 공기질 연구

- 측정 대상
포름알데히드(HCHO)
- 측정 조건
실내 공기질 공정시험방법 ($210 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 기준)
(환경부, 2004)
- 측정 결과(기준 이하 공기질 변화 확인)
측정 전 $238.82 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 측정 후 $79.40 \mu\text{g}/\text{m}^3$



흡의 효과- 지구 환경적 측면



지구환경적 측면

선진국은 2050년까지
시멘트 소비량의 80%,
알루미늄 85%만큼 줄여야 한다.

흡이 아니면
어떻게 해결할 수 있겠는가?

Hugo Houben 인터뷰

- ★천연자원의 절약
- ★에너지 소비 최소화
- ★에너지 소비 효율화
- ★오염감소 - co2의 문제점

워크 캠프

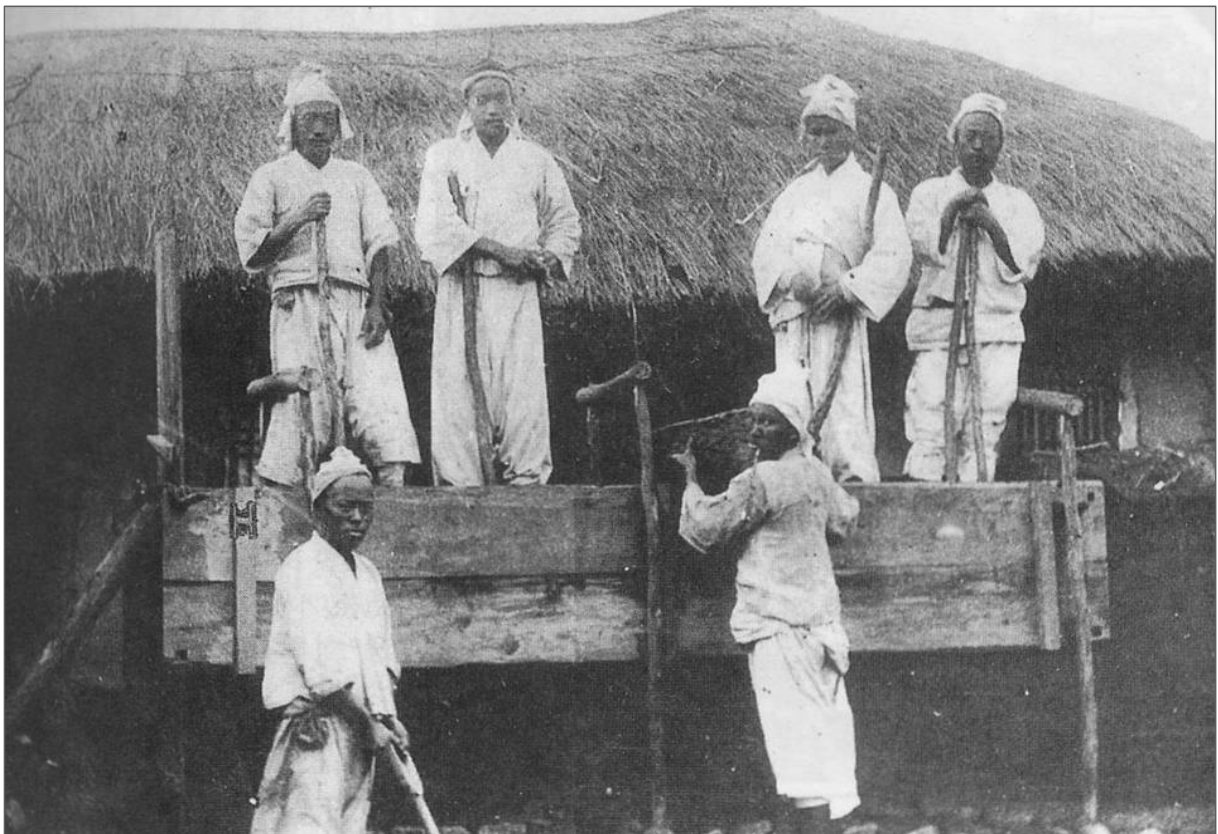
1. 2010 사찰 에너지 절약을 위한 워크숍
2. 2012 자연재료를 이용한 헌집단열교육
3. 2012 예산 대흥 슬로우 시티 주민교육(1~6차)
4. 2012 아파트 황토방 만들기 교육(1~4차)

흙을 이용한 다양한 축조법

- 흙다짐 공법(rammed earth)



담집 혹은 담틀집이라 불리워왔던 전통적인 흙건축 방법으로 목재나 철재거푸집을 이용하여 틀을 세우고 거푸집 안에 흙을 채워 넣은 후 공이 등으로 다져서 벽을 구축하는 방법으로 오늘날 우리나라뿐 아니라 미국과 호주 프랑스 등지에서도 현대의 생태 건축으로 많은 사랑을 받고있다.





작업 공정

• 흙다짐 공법(rammed earth)



흙섞기



거푸집



흙다짐



완성



마감공사



흙다짐 벽체

내재 에너지 (embeded energy)

내재 에너지 :

제조과정 중에 투입되는 에너지의 총량
낮을수록 친환경적, 단위 kWh/m³

콘크리트 500 시멘트벽돌 1140

철 6,100 (산소 소모량 50 m³/t)

알루미늄 195,000 (산소 소모량 10000 m³/t)

흙 8

건축적 언어를 찾아서 - 재료

- 흙다짐 표준입도
 - 국내 황해주 흙건축
 - 점토 10 ~ 30%
 - 실트 10 ~ 25%
 - 모래+자갈 45 ~ 80%

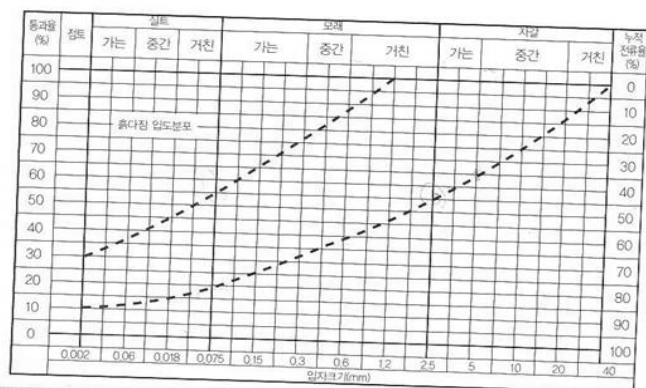


그림 4-2. 흙다짐에 적합한 입도분포

• 흙다짐의 강도

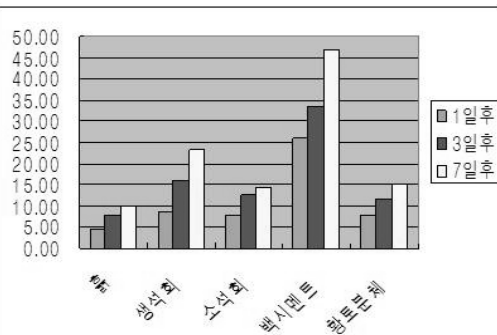
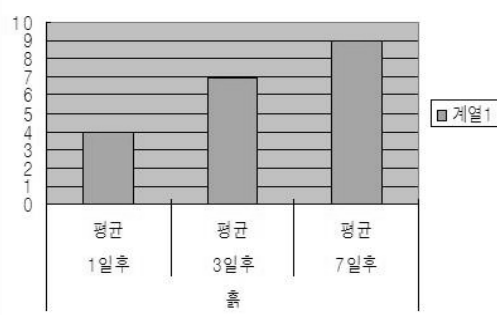
- 표준 입도에 근접한 배합을 통한 강도발현

• 압축강도를 증진시키기 위한 방법

- 첨가재료 및 첨가량에 따른 강도의 차이

국내 연구 결과

건축적 언어를 찾아서 - 재료



Straw bale

앞축벧단집(starw-bale house)

스트로 베일집은 잘 마른 앞축벧집을 이용해 벽체를 만들고 그양면에 흙을 미장함으로써 뛰어난 단열효과와 흙의 장점을 두루 살린 훌륭한 흙건축공법이다.

200여년전 미국 네바라스카에서 시작된 이 공법은 4년전 호주 starw-bale workshop을 통해 한국에 소개되었고 그동안 10여채의 국내 건축물을 통해 우리의 흙건축방법으로 든든히 자리 잡아가고 있다.



구조 만들기



베일 쌀기



코브 채우기

Straw bale 작업 과정



완 성



1차미장하기

건축적 언어를 찾아서 - 재료

스트로 베일 - 얼마나 따뜻할까?

- **Straw Bale의 열전도율**

- 0.13 W/mK

- **중부지방 요구 열 관류율**

- 0.47 W/m²°C

건축물의부위 지역			중부지역(1)	남부지역(2)	제 주 도
거실의 외벽	외기에 직접 면하는 경우		0.47이하	0.58이하	0.76이하
	외기에 간접 면하는 경우		0.64이하	0.81이하	1.10이하
최상층에 있는 거실의 반자 또는 지붕	외기에 직접 면하는 경우		0.29이하	0.35이하	0.41이하
	외기에 간접 면하는 경우		0.41이하	0.52이하	0.58이하
최하층에 있는 거실의 바닥	외기에 직접 면하는 경우	바닥난방인 경우	0.35이하	0.41이하	0.47이하
		바닥난방이 아닌 경우	0.41이하	0.47이하	0.52이하
	외기에 간접 면하는 경우	바닥난방인 경우	0.52이하	0.58이하	0.64이하
		바닥난방이 아닌 경우	0.58이하	0.64이하	



시료명	시험 분석항목	시험 분석결과	시험 분석방법
흙미장	열전도도(W/m ² °C)	0.5372	KS L 9016
고강도 흙타설	열전도도(W/m ² °C)	0.4105	KS L 9016
흙다짐	열전도도(W/m ² °C)	0.4760	KS L 9016
입자흙 단열재	열전도도(W/m ² °C)	0.2823	KS L 9016
강토타설	열전도도(W/m ² °C)	0.5076	KS L 9016
시멘트벽돌	열전도도(W/m ² °C)	0.4577	KS L 9016
Strawbale	열전도도(W/m ² °C)	0.1118	외국자료
왕겨	열전도도(W/m ² °C)		
시멘트물탈	열전도도(W/m ² °C)	0.4116	KS L 9016



[straw bale 400mm, 흙미장 100mm] 벽체의 열관류율 (열 관류율 = 열 전도율 / 두께 = 1/열저항)

$$R_i = 0.11 \text{ m}^2\text{C/W}$$

$$R_o = 0.043 \text{ m}^2\text{C/W}$$

$$t = 0.40 \text{ m}$$

$$\lambda = 0.13 \text{ W/m}^2\text{C (strawbale)}$$

$$T = 0.10 \text{ m}$$

$$\lambda_2 = 0.5372 \text{ W/m}^2\text{C (흙미장)}$$

$$\text{열 관류저항} = 1 / U = 0.11 + \{(0.4/0.13) + (0.1/0.5372)\} + 0.043$$

$$= 2.103 \text{ m}^2\text{C/W}$$

$$\therefore U = 0.20 \text{ W/m}^2\text{C}$$

법규 요구치 : 0.47 W/m²C 이하 (중부지방, 거실외벽, 외기 직접 면하고 있는 경우)

구조체 열관류율 $U(\text{W/m}^2\text{C})$

재료 열전도율 $\lambda(\text{W/m}^2\text{C})$

열저항 $R(\text{m}^2\text{C/W})$

표면 열전달 저항 : 실내 R_i , 실외 $R_o(\text{m}^2\text{C/W})$

재료두께 $t(\text{m})$



1997

언로드 베어링의 다양한 적용



이중 경량목구조



한식 목구조



판넬 월 시스템 + 철제골조



시스템 판넬 월



1997

언 로드 베어링의 다양한 적용



H빔 + 프리캐스트 베일



포스트 빔 목구조



아치 구조 + 대나무



리모델링 베일



베일 쌓기 + 코브 체우기



바탕 만들기 + 본미장 +마감미장



<http://blog.naver.com/dovevnu>



<http://blog.naver.com/dovevnu>



1997

노동을 넘어 심명으로
에너지생태건축협동조합 두레배움터

흙건축워크캠프

기간 8월 6일~13일(7박8일)
장소 두레배움터(충남 공주시 마곡사 인근)
교육내용 흙다짐/스트로베일/흙미장/로켓스토브
문의/신청 <http://cafe.naver.com/dure0409>
greatpeople@paran.com
010-2257-2102 이민선

손으로 짓는 집. 함께 짓는 집

주최에너지생태건축협동조합두레배움터 주관에너지생태건축협동조합두레배움터/흙건축열구소살림/마곡사