

# 주거환경 개선을 위한 원적외선 복사체

백우현 · 경상대학교 화학과 교수

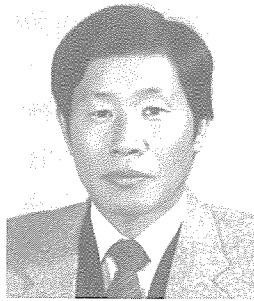
## 1. 서 론

인간의 건강상태는 생활환경에 따라 크게 영향을 받는다는 것은 주지의 사실이다. 예를 들어 일기가 나쁜 날이나 온도나 습도가 매우 높은날에는 남녀노소를 막론하고 신체상의 불쾌감을 호소하는 일이 많다. 비록 건강한 사람이라도 평상시와는 달리 기분이 상쾌하지 않을 것이다.

한편 일기가 쾌청하고 온도나 습도가 적절한 날에는 공기가 맑아져 누구든지 쾌적함을 느낀다. 이것은 대기오염, 온도 및 습도와 깊은 관계가 있으며 대기 중에는 대기전장이 존재하며 이것이 생물의 건강에 영향을 주는 인자로 현재 학계에서 보고되고 있다. 공기중에는 산소나 탄산가스, 질소, 수소 등 여러가지 혼합물이 양이온과 음이온이란 형태로 존재하고 있으며 공기중의 양이온과 음이온은 기상 조건에 따라 변화한다.

옛날부터 일기 관계로 건강상태가 좋다 또는 나쁘다 하는 말은 실제로 기후 조건이나 기온 및 습도의 변화에 따라 대기 전장의 변화에 따른 영향력 때문이다. 이러한 대기 전장은 공기중의 이온과 밀접한 관계를 가지고 있다. 우리들이 호흡하는 공기중의 이온을 조절하면 기분이나 건강은 눈에 보일 정도로 현저하게 좋아진다.

춘추추동에서 우리들은 한란의 차이를 느끼고 그것은 생활의 쾌적함에 큰 영향을 준다. 난방이 필요한 것은 추울때이고 인간은 체온을 36~37°C로 일정하게 유지하기 위해서는 외부로부터 열에너지를 공급 받아야 한다. 체온을 36~37°C로 유지하기 위해서 음식물 섭취에 의해서 건



강이 유지되거나 기온이 낮으면 떨림을 일으키는 등 몸의 운동에 의한 스스로의 발열로 체온을 보충하거나 춥다는 불쾌감은 면할 수가 없다. 이때 난방이라는 분위기를 만들어 추위를 참고 견디게 된다. 자연의 적외선 난방은 햇빛에 의해 이루어지며 태양광선중에서 인간의 건강작용에 관계가 깊은 것은 자외선과 적외선이

다. 자외선의 효과는 살균력이다. 태양광선을 받으면 따뜻하게 느껴지는 것은 적외선의 작용에 의한 것이다. 난방용 황토 온돌에 열을 가하면 원적외선이 발생한다. 결국 온돌 난방효과에 의한 원적외선 작용이다. 즉 태양광선과 같아진다. 태양광선이 부족하면 신진대사가 잘 되지 않는다. 그래서 등장한 것이 원적외선 복사체이다. 우리 조상들은 원적외선 복사체를 이용한 재래식 온돌방에서 건강하고 쾌적한 생활을 영위해 왔으나, 오늘날 고도의 과학기술 발달과 더불어 우리 인간생활수준은 향상되었으나 대기는 오염되고 우리의 주거환경은 대부분 아파트 콘크리트 바닥 속에서 시달리고 있으며 태양과 빛과 열마저도 옛날같이 순수하지 못하다는 사실을 접해볼 때 오늘날 살아가는 인간에게는 커다란 숙제가 아닐 수 없다.

최근 도시에는 콘크리트 빌딩이 숲을 이루면서 흙벽과 재래식 온돌은 사라지고 사무실은 물론 인간이 사는 집도 아파트로 마치 콘크리트 정글을 이루고 있으며 서로의 프라이버시를 지키기 위하여 아름다운 커튼을 장식함으로써 햇빛을 차단하여 통기성이 나빠지고 습기가 많아지므로 철근 콘크리트 및 합성 재질로 되어 있는 현대식 건축

구조에는 음이온이 상설되고 있으므로 이러한 현대식 건물에 사는 사람들이 병에 걸리기 쉬우며 주택업계의 커다란 숙제로 대두되고 있다. 이와같이 주거환경의 바닥재로서 딱딱한 콘크리트 문화에 도시인들은 염증을 느끼며, 건강에 대한 관심이 높아지면서 생활건강측면에서 자연풍소재를 이용하는 경향이 늘면서 전통 건축 소재인 황토가 급부상하게 되었다. 몸이 아플 때나 피곤할 때 황토로 만든 방(전통구들 온돌방)에서 땀을 흘리고 나면 몸이 개운해 진다는 조상들의 민간 요법을 도입하여 일부 아파트나 주택공간에 시멘트를 대신하여 황토로 방바닥을 마감하여 분양하고 있다. 이와 같이 황토의 완전 흡수하여 체내의 세포, 효소, 물분자를 활성화시켜 체내의 신진대사를 촉진시킴으로서 건강증진에 대한 효과 있는 것으로 알려져 왔다.

원적외선은 물체에 흡수되면 열로써 움직이는데 그 흡수율이 우수하기 때문에 에너지 절감, 가열시간의 단축이 가능하며 원적외선은 인체의 피하 깊숙이 침투하여 공명과 공진작용을 일으켜서 인체에 유익함을 주고 피로회복 및 혈액순환과 신진대사를 촉진시켜 생명활동을 원활하게 하여 항상 쾌적하고 건강한 신체의 컨디션을 유지시켜 줌으로서 원적외선을 이용한 건강제품들의 개발이 확대될 것이다.

원적외선을 피사체에 이용코자 할 때는 그 피사체가 가지는 공명흡수파장에 적합한 원적외선을 조사하여야만 한다. 다시 말하면 사용하는 원적외선의 복사 파장의 특성은 사용목적에 적합한 것이어야 한다. 황토를 바닥재로서 개발할 때에는 가장 고심한 것이 인체에 적합한 파장과 복사에너지의 특성을 갖고 있지 않으면 안된다는 점에 있다.

원적외선과 응용은 선조들에 의해서 아득한 옛날부터 이용되던 선택 흡수작용을 이용한 것으로 현재의 온돌용 제질들은 우열을 가리기가 힘들고, 기술상의 격차가 미세

해지고 있어 원적외선의 기능을 건강분야에 적용한 아이디어만으로도 주목받기에 충분한 새로운 분야이다. 그러나 공명 흡수작용을 생각할 때에 황토를 도입한 바닥재를 원적외선이 가지는 심부도달의 특성을 가져야만 하는데 있다. 이 심달력에 의하여 피부표면뿐 아니라 신체의 내부 심층까지 원적외선의 에너지가 들어가 열로 변하게 된다. 이 심달력은 파장이 적합할수록 좋다. 원적외선은 파장이 짧은 파장은 공명흡수가 이루어지지 않는다.

이러한 “공명흡수”와 “심달력”의 두 가지 작용이 잘 조절되도록 파장의 특성을 가진 복사체가 가장 바람직한 것이다. 원적외선 복사체는 열을 가할때에 원적외선을 복사하게 되며 열에너지와 광에너지로 변환되는 기능을 가지는 재료이다. 그러므로 복사체가 가지고 있는 특성 중에서 가장 적절하게 열과 광의 전환 효율이 좋은 필요한 파장의 특성을 가지는 제품을 완성하기 위해서는 고도의 기술이 요구된다.

인간이(신체의 표면) 복사하고 있는 원적외선은 6 $\mu\text{m}$ 이상의 것이 99%이상을 차지하고 있고 복사량의 피크는 그림 1과 같이 10 $\mu\text{m}$ 까지의 파장대로 되어있다.

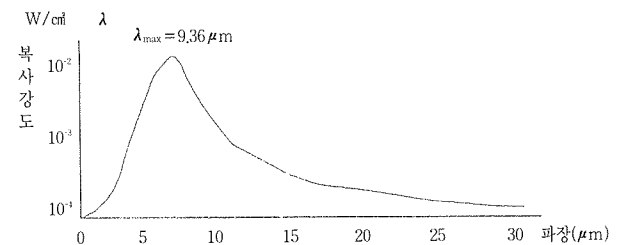


그림1. 인체의 복사강도

원적외선의 복사체에 신체의 체온 정도의 열을 가해주면 광에너지가 복사되어 나오는데 황토를 사용한 바닥재에서 나오는 복사파장은 인체의 감각에 작열감이 없으며 온화하고 부드러운 열감을 주는데 이 약한듯한 온감이 가

장 중요한 점이며 원적외선의 5.6~12미크론 파장대의 “미약한 광에너지”가 인체를 구성하는 분자와 공진작용을 일으켜 분자운동을 활발하게 함으로써 열에너지로 전환되어 신진대사를 촉진시키는 효능이 탁월하다. 따라서 건강생활을 추구하는 인간의 욕구에 부응하기 위하여 그 효능이 인정된 원적외선 복사체인 황토를 쾌적한 주거환경에 도입하여 연약한 주거환경을 쾌적한 주거환경으로 전환시켜 줌으로서 국민 건강 증진에 이바지해야할 시점에 있다.

## 2. 주택난방의 변천과정

원시시대는 인간이 동굴에서 생활을 해왔으며, 인류가 불을 발견한 이래 모닥불을 피우거나 지금의 온돌 난방형태와 유사한 구들장과 같은 평평한 돌을 지퍼 난방을 하였던 신석기 시대의 유적을 함흥, 웅기 등지에서 발견되었으며 삼국시대에 와서는 현재의 줄고래 난방형식으로 발달되었던 것으로 보인다.

이조 인조때 영의정이었던 김자점이 자침축돌을 난방용 온돌로 널리 보급하였던 것으로 구조나 형태가 변형된 것이 초목형 온돌 난방이다.

그래서 우리생활에 가장 친숙한 것은 온돌방의 구들에 축열하는 방법으로 나무들의 암산연료를 아궁이에서 연소시켜 발생되는 높은 열로 돌과 흙으로 쌓아서 만든 구들을 가열하여 이 열로 방을 따뜻하게 한 것이 축열의 시초라고 할 수 있다.

8·15 해방을 전후하여 무연탄을 온돌의 연료로 사용함에 따라서 초목용 온돌을 개조한 것이 재래식 연탄 온돌 난방의 출현이다. 재래식 연탄 온돌 난방은 과학적 근거 없이 미장공의 경험을 토대로 시공되어 왔기 때문에 아랫목은 타고 윗목은 열의 전달이 어려워 부패되는 현상이 많았을 뿐만 아니라 연탄가스 중독사고로 인한 인명 피해가 늘어남에 따라 우리나라에서는 1975년 12월30일자로

연탄 온돌의 구조, 재료 및 시공지침을 한국 공업 규격(KSF7010)으로 제정하여 공포함으로써 표준온돌시공법에 의하여 연탄온돌 시공을 하게 되었다.

이와 같이 주택난방을 위한 열원은 주택구조 및 문화생활의 변천에 따라 임산연료, 연탄, 기름, 가스, 전기 등으로 사용하여 왔으며 난방 방법에도 재래식 온돌에서 온수 순환식 온돌 및 전기 온돌 등으로 발전되어 왔다.

우리나라의 재래식 주택은 단열시공이 미비하여 벽체의 틈새가 허술하여 열 손실이 많았으므로 실내온도를 유지하기 위하여 바닥면을 가열하여 실내공기와 외부공기와 순환이 자연적으로 평형이 이루어져 쾌적한 환경을 조성한 우리 조상들의 지혜는 인체공학적으로 보면 독특한 과학적인 난방방식이었다.

그러나 최근에는 철근 콘크리트 주택이나 아파트등 집단형태가 늘어나고 있으며 문도 알미늄샷시로 되어 있어서 공기의 유통이 어려운 밀폐된 공간에서 생활하는 사람들이 많아졌다. 이러한 환경의 변화에 따라 도시인들은 각종 현대병의 온상에서 시달리고 있는 실정은 참으로 안타까운 심정이다.

따라서 주택난방을 위한 난방효과는 에너지 절감과 적절한 실내습도를 조절함으로써 쾌적한 실내환경을 만들 수 있는 새로운 온돌 공법 출현이 시급한 과제로 생각되며 황토를 이용한 난방온돌을 개발하여 주택의 실내공간에 시공하는 시도가 활발히 전개되고 있다.

## 3. 원적외선 복사체의 개요

### (1) 원적외선이란 무엇인가?

사람들이 아름다운 색깔이나 물건을 구별하여 알아볼 수 있는 것은 태양으로부터 오는 빛이 있기 때문이다. 그러나 태양광선 중에는 사람이 볼수 있는 빛(가시광선)은 스펙트럼으로 분광할 때 나타나는 빨강, 주황, 노랑, 초록, 남색, 보라의 일곱가지 뿐이다. 빛중에는 파장이 너무 길

거나 짧아서 육안으로는 보이지 않는 빛(비가시광선)이 있다. 보라색보다 파장이 더 짧은 비가시광선으로는 자외선, X-선,  $\gamma$ -선이 차례로 있다. 또한 파장이 너무 길어 보이지 않는 빛에는 빨강색을 경계로 적외선이 있는데 이중 파장이 4미크론에서 1,000미크론사이의 전자파를 원적외선이라고 한다. 이 원적외선은 우리 생활에 가장 유익한 생육광선이라고도 불리우며 생물의 생존과 생체 활동을 촉진시키는 광선으로 온열, 숙성 및 자정등 다양한 작용을 하는 신비의 빛으로 알려져 있다.

## (2) 원적외선의 발견과 그 이용

지구상에 살고 있는 모든 생물체는 직접적이든 간접적이든 태양의 복사에너지를 받아야만 움직이고 생명을 유지할 수 있다. 인간은 지금으로부터 약 180여년전에 이 태양광선 속에 사람눈에 보이는 일곱가지색의 광선과 자외선 이외에 적외선이라는 눈에 보이지 않는 또다른 신비의 광선이 있다는 것을 발견하게 되었다. 또 태양광선 가운데 대부분이 열에너지를 공급하는 것도 바로 이 적외선이라는 것을 알게 되었으며 일단 적외선의 존재가 알려진 후 과학기술의 급진적인 발달로 전파분광계, 적외선 온도계, 적외선 흡수작용 분광계등이 개발되었고 이에 따라 근, 중간, 원적외선의 특징이 점점 알려지게 되었으며 또 이들이 인간생활에 얼마나 유익한가 하는 것을 인식하게 되었다. 따라서 세계 각국에서는 세가지 적외선 중 인간에게 가장 유익한 빛으로 판명된 원적외선의 인공적 발생장치를 개발해내기 위하여 연구를 계속하여 왔다.

## 4. 올바른 황토 소재의 선정

요즘 들어 어디에도 비길 수 없을 만큼 폭발적인 붐을 일으키고 있는 황토의 열기는 도대체 왜 찾아온 것일까? 그 이유는 국민소득의 향상과 다양해진 가치관, 또는 고령화 등으로 삶의 질을 높이는 생활환경이 요구되는 세상

을 맞이하고 있기 때문일 것으로 판단된다. 황토는 우리 조상들이 수만년동안 이어받아 온 우리민족의 생활의 일부였으나 지난 40여년간 소위 시멘트 문화에 밀려 그 가치와 효용을 잠시 잊고 지내왔을 뿐만 아니라 가까운 곳에 황토가 산재해 있어도 황토의 소중함을 모르고 생활해 왔는데 시멘트를 주거생활에 너무 밀접시키다 보니 여러 가지 부작용과 많은 피해가 발생하게 되었다.

그런데 국내에서 산출되고 있는 원적외선 복사소재인 황토의 이용기술은 황토의 종류나 구조에 대한 해석에 관한 문제점과 상이한 온도에서의 복사특성에 관한 문제점이 많기 때문에 원적외선의 이화학적 특성과 황토 상호간의 작용이나 효과에 대한 메커니즘을 규명하여 황토의 이용에 대한 올바른 평가를 해야 한다.

특히 황토의 다양한 효능을 이용하여 만병통치약인양 과대 광고로 소비자들을 현혹시키면서 정작 그 효능이 "왜 생겨나는지?", "어떻게 발현되는지?"에 대한 검증이나 증빙자료를 전혀 제시하지 못하고 있다.

황토는 고효율의 원적외선 복사체일 뿐만 아니라 단일 작용, 축열작용, 습도조절기능, 탈취 및 흡착작용, 음이온 발생, 항균작용, 지장수 효과 등 매우 다양한 효능을 갖고 있는 것으로 알려져 있는데 이와같은 다양한 효능을 나타내기 위해서는 황토 특유의 구조와 물성을 갖고 있어야만 가능하다. 아무런 흙이나 황토와 같은 효능을 발휘 할 수 없다는데서 올바른 황토를 구분하기 위한 기준을 정할 수 있을 것이다. 국내에는 크게 2종류의 황토가 분포하고 있는데, 1:1형 고령토 계통의 황토와 2:1형 몬모릴로나이트 계통의 황토가 각각 따로 산출되는 것이 아니라 서로 혼합되어진 상태로 산출된다. 그러나 산출되는 황토가 2:1형 구조이며 굵지않은 생흙이라야만 탈취 및 흡착, 습도 조절 작용, 음이온 발생, 지장수 효과 등을 나타낼수 있고 또한 단일 및 축열 작용도 기대할수 있다. 또한 SiO<sub>2</sub>의 함량이 많아야 함은 물론이고, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>와 CaO의 함량도 다른

흡에 비해 높기 때문에 결합강도가 다소 높게 나타난다.

이러한 특성들은 SEM, XRD, BET식에 의한 입도분포, TG-DTA, IR등으로 구할수 있고 원적외선 복사량은 FT-IR로서 측정할 수 있으며, 원적외선의 인체에 대한 흡수량은 Thermography로서 측정할 수 있다. 그런데 일부에서는 고령토 계통의 흡을 구워서 원적외선 복사량만 측정하여 성능이 우수한 황토인양 오도하고 있다.

따라서 황토원료를 선정할 때부터 산출지역과 산출상태, 황토의 물리·화학적 특성, 이화학적 분석 및 기기분석을 통하여 충분한 검증을 하여야 할 것이다.

## 5. 고화제 선정

### (1) 무기고화제

지구상에 존재하는 고화제 중에서 시멘트처럼 높은 강도와 경제성을 자랑하는 것은 거의 없을 것으로 판단된다. 근대화와 더불어 널리 보급되기 시작한 시멘트는 이러한 장점을 타고 세계로 세계로 퍼져나갔다. 그러나 우리는 시멘트의 대중화와 인간성의 상실이라는 두 과제를 맞바꾸는 불행을 겪고서야 비로서 시멘트의 독성과 폐해를 알게 되었다.

대부분의 무기고화제는 CaO를 주축으로한 시멘트계가 이루고 있으면서 물과의 수화반응에 의해 경화되어진다. 따라서 시멘트계통을 이용한 황토몰탈로 주거공간에 시공을 하더라도 시멘트 콘크리트에서 발생하는 독성을 대부분 그대로 발생하게 된다. 그런데 황토를 잘 배합하여 이용함으로써 시멘트 독성을 줄여야 하는데 여기에 대해서는 충분한 실험을 통해 검증할 필요가 있다. 아직까지 이와같은 실험결과가 발표된 적은 한번도 없다. 또한 시멘트계에서 잘 발생하는 곰팡이를 없애거나 억제하는 기능에 대해서도 무기고화제를 첨가하여 제조한 황토몰탈로서 검증할 필요가 있을 것이다.

아울러 상온과 가온시에 대해서도 무기고화제를 첨가

하여 제조한 황토몰탈로서 열적 특성을 검증하고 가온시의 독성이나 인체에 대한 유해성 여부를 검증하여야 할 것이다.

### (2) 유기고화제

황토몰탈의 제조를 위하여 무기고화제와 더불어 유기고화제가 널리 사용되어지고 있다. 유기고화제는 용제형의 접착제와 수용성 형태의 수지로 대별되는데, 용제형의 경우에는 용제 자체의 인체에 대한 중독성과 독성이 너무 강하여 현재는 규제되고 있는 상품이 많으며, 수용성의 유기고화제의 경우에도 포르말린이나 암모니아 등의 독성 물질이 존재하는 경우 또는 미반응 잔류 단량체의 존재도 많기 때문에, 인체에 대한 독성 및 안전성 검사를 통해서 무해하다고 인정되는 제품에 한하여 혼용할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 가온시에 추가로 발생하는 유해물질이나 독성물질의 검증과 유기고화제를 첨가하여 제조한 황토몰탈을 제조하였을 경우에는 수분흡수율의 변화와 흡·탈취율의 변화도 함께 고찰하여야만 한다.

그리고 액상 유기고화제를 사용할 경우에는 동결·융해에 따른 문제점이 발생할수도 있을 뿐만 아니라 여름철 고온에서 겔화 또는 경화반응이 일어나는 경우도 있으므로 유의해야 될 문제이다.

## 6. 무기고화제와 유기수성고화제의 차이점

무기고화제의 경우에는 물과 결합함으로써 가소성 및 강도를 갖게된다. 그런데 일반적으로 시공할 경우에 무기고화제는 물을 매개체로 결합하는 것이 대부분이지만 표면에 있는 물은 부분적으로 먼저 증발하기 때문에 표면에 위치한 일부 고화제는 결합할 대상을 잃게 된다. 그러므로 고화제가 물 및 황토와 결합을 하지 못하게 된다. 따라서 무기고화제를 사용할 경우에는 표면에 풍화현상이 야기되는 것은 물론 높은 강도를 유지할 수 없게 된다.

유기수성고화제의 경우에는 유화중합 고분자이므로 황토, 모래 그리고 물과 배합하여 시공할 때 물이 증발함으로써 수성고화제간의 거리가 줄어들면서 이웃한 단분자까지 서로 증발하면서 결합을 형성하여 고분자로 될때 표면에 필름이 형성된다. 이렇게 필름이 형성되면 내부에서 아직 증발하지 못하고 있는 수분이 있기 때문에 내부의 고분자는 서로 결합할 수 없고 따라서 경화되지 못하게 된다. 후, 경화된다 하더라도 아주 많은 시간이 소요될 것이다. 이때 내부 경화제를 첨가하거나 다공성 고분자를 고화제로 사용하는 방안도 사용될 수 있을 것이다.

그렇지만 물을 결합매개체로 이용하는 무기고화제와 물의 증발을 필요로 하는 유기수성고화제는 표면에 필름을 형성시키기 때문에 무기고화제에 의한 표면 풍화현상을 예방할 수 있을 뿐만 아니라 표면에 필름이 형성되면서 증발하지 못하고 내부에 남아 있는 수분에 의해 경화되지 못하는 유기수성고화제의 단점은 무기고화제가 내부에 잔존하는 수분을 매개체로 결합을 할 수 있기 때문에 내부의 강도도 증진 될 것이다.

따라서 유기수성고화제 및 무기고화제를 병용한다면 표면 풍화현상 및 크랙을 예방함은 물론 내부 강도의 증진 효과도 동반 될 것이다.

## 7. 제품시공상의 문제점

황토몰탈의 시공시에 있어서 시멘트 몰탈의 시공방법과 동일하거나 오히려 쉬워야 기존의 시멘트 시공자들이 별다른 무리없이 황토몰탈을 시공할 수 있을 것이다. 일반적으로 시멘트 몰탈을 이용하여 대단위 아파트에 방통 시공할 경우에는 믹스기를 통하여 혼합한 후 펌핑으로 시공위치까지 쏘아 올린 다음 자동수평이 되도록 시공을 하고 있다. 황토몰탈의 경우에도 시멘트몰탈의 경우와 마찬가지로 동일한 시공과정을 거쳐 시공할수 있어야만 한다.

## 8. 제품시공시 효과에 대한 문제점

올바른 황토소재의 선정에서와 마찬가지로 황토몰탈 제품에 대해서도 시공 후 그 효과를 충분히 검증하여야 한다. 황토몰탈도 황토소재와 마찬가지로 고효율의 원적외선 복사체일 뿐만 아니라 단열 및 축열작용, 습도조절기능, 탈취 및 흡착작용, 음이온 발생, 항균작용 등 매우 다양한 효능을 갖고 있는 것으로 알려져 있다. 앞에서 설명한 것처럼 충분히 분석, 검토하여 선택한 황토를 모래, 고화제 등과 혼합하여 시공에 적합한 몰탈을 만들고 앞에서 설명한 것처럼 다양한 효능을 나타내고 있느지의 여부를 과학적으로 밝혀야 한다. 그렇지만 대부분의 업체에서는 황토사재의 물리·화학적 특성을 황토몰탈의 물리·화학적 특성인 것처럼 발표함으로써 소비자들에게 그릇된 정보를 제공하여 혼돈에 빠지게 한다. 또한 황토몰탈의 강도만을 측정하여 대단히 중요한 문제인 것처럼 강조함으로써 황토몰탈이 실제로 가져야 될 다양한 효능들을 가리고 있는 것도 사실이다.

실제로 황토몰탈의 시공에 있어서 규정치 이상의 강도와 크랙 발생여부는 기본적인 요건에 해당한다. 여기에 더하여 황토몰탈로 시공된 실제 공간내에서 원적외선의 방사율 및 방사강도와 인체내부로의 흡수정도, 단열 및 축열작용, 습도조절기능, 탈취 및 흡착작용, 음이온 발생, 항균작용등에 대한 규명이 뒤따라야 한다. 그리고 황토몰탈이 이러한 효능들을 발휘하는 원인에 대한 규명도 반드시 뒤따라야만 한다.