

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

|  |                           |                            |
|--|---------------------------|----------------------------|
| (51) Int. Cl. <sup>6</sup><br>C04B 28/04 | (45) 공고일자<br>1999년06월 15일 | (11) 등록번호<br>10-0199041    |
| (21) 출원번호<br>10-1996-0036493             | (24) 등록일자<br>1999년03월03일  | (65) 공개번호<br>특1998-0016799 |
| (22) 출원일자<br>1996년08월29일                 | (43) 공개일자<br>1998년06월05일  |                            |

|           |  |
|-----------|--|
| (73) 특허권자 | 홍정희                                      |
| (72) 발명자  | 대전광역시 유성구 어은동 99 한빛아파트 125동 1102호<br>홍원표 |
| (74) 대리인  | 충청남도 공주시 반포면 온천리 388-6<br>김능균            |

심사관 : 정상섭

(54) 시멘트 다공체 및 그 제조방법

요약

본 발명에서는 시멘트 다공체의 내부에 선택적으로 임의 크기와 형태를 갖는 입체 망상 구조의 독립공을 형성하여, 여러 공업 분야에서 널리 이용될 수 있도록 하였다. 본 발명에 따른 시멘트 다공체는 분말당 3000~6000cm<sup>3</sup>/g의 시멘트 분말과 탄화수소계 왁스, 폴리에틸렌계 왁스 및 이들의 혼합물 중에서 선택된 공극형성제를 100 : 0.2~40 중량비로 혼합하는 공정과; 상기 공정에서 얻은 혼합물을 교반하면서 공극형성제의 용융점 이상으로 가열하여 시멘트 분말의 각 입자 외벽에 공극형성제의 액체피막을 형성시킨 후 이를 냉각하여 스펀지 모양의 불연속적인 공극형성제의 고체 미세피막을 형성시키는 공정과; 상기 공정의 처리물에 물을 첨가하여 슬러지화 한 후 이를 일정 크기로 성형 및 양생 건조하여 입체 망상 구조의 공극형성제 피막을 갖는 시멘트 경화체를 만드는 공정과; 그리고, 상기 시멘트 경화체 내의 공극형성제를 80℃ 이상의 물 또는 수증기를 이용하여 제거하는 공정에 의해 제조된다.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 시멘트 다공체에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 내부에 입체 망상 구조의 독립기공(이하, 독립공이라 함)을 임의 크기와 형태로 형성하여 단열 및 흡음용 경량다공판, 경량골재, 석고보드, 암면보드, 유리면보드(통상 텍스라 함), 공업용 충전재 등의 용도에 응용될 수 있도록 한 시멘트 다공체 및 그 제조방법에 관한 것이다.

본 발명에 있어서 시멘트 다공체라 함은 약산성의 석고를 비롯한 염기성의 포틀랜드 시멘트계 조강시멘트, 알루미늄 시멘트 등 모든 수경성 시멘트 및 이 수경성 시멘트 제품의 수축에 의한 균열 발생을 방지하기 위해 선택적으로 첨가하는 팽창시멘트를 소재로 이용하여 제조한 다공체를 의미하는 것이다. 즉, 현실적으로 시멘트는 보통 포틀랜드 시멘트를 지칭하지만, 본 발명에서 시멘트라 함은 넓은 의미로 물과 혼련하였을 때 경화성을 나타내는 무기물질 즉, 무기질 접합제를 뜻하는 것으로서, 포틀랜드 시멘트 이외에도 석회, 소석회, 석고, 고로 시멘트, 기타 각종 시멘트 등 모든 수경성 무기물질을 통칭하는 것이다.

일반적으로 다공체라 함은 내부에 미세 공극이 무수히 형성되어 있는 물질을 지칭하는 것으로, 그 소재에 따라 무기질 다공체와 유기질 다공체로 대별할 수 있다. 이러한 다공체는 용도가 매우 다양하며, 용도에 따라 이의 제조에 사용되는 필수적인 소재와 제조 방법도 다양하다.

다공체의 공극은 국제순수응용화학연합(IUPAC: International Union of Pure and Applied Chemistry)에서 채용하고 있는 공극 분류에 의하면, 공극 크기에 따라 2nm 보다 작은 것은 마이크로공(micro pore), 2~50nm 사이의 것은 메소공(meso pore) 그리고 50nm 보다 큰 것은 매크로공(macro pore)으로 분류된다.

또한 다공체의 공극을 형태에 따라 분류하면, 서로 이웃하는 공극끼리 관통되고 또한 외부 공기층과도 통하는 상태로 존재하는 관통공과, 외부 공기층 및 공극 서로간에도 통하지 않는 즉, 독립적으로 존재하는 독립공으로 분류된다. 여기서 독립공이라 함은 공극간 또는 공극과 외부공기층간에 공기나 가스 등이 통과할 수 없는 정도로 거의 독립적으로 존재하는 공극을 말한다.

다공체의 공극이 관통공인 것은 흡착, 여과, 탈색, 공기정화 등에 사용되는 활성탄, 필터, 촉매담체, 센서 등에 적용되고 있으며, 독립공인 것은 통상적으로 보온, 단열, 흡음을 목적으로 하는 건축자재로 쓰이고 있다.

현재 포트랜드 시멘트 및/또는 석고를 사용한 다공체는 주로 경량, 단열 또는 흡음을 목적으로 하는 콘크리트와 석고 적용 분야에서 이용되고 있다. 그 예로는 포트랜드 시멘트 몰탈 슬릿지에 가스 발생 물질을 가해서 만든 발포 콘크리트(Gas Concrete), 유기성 기포 재료를 시멘트 슬릿지에 첨가, 혼련하여 기포를 도입하는 믹싱형 콘크리트(Mixforming Form Concrete), 유기성 기포를 만들어 이것을 시멘트 슬릿지와 혼합, 교반하여 만든 퍼레폼드 콘크리트(Performed Formed Concrete) 등과 반수석고에 물과 유기성 액체 기포제를 가하여 만든 석고보드 등이 있다.

그러나, 이들 다공체는 모두 포트랜드 시멘트나 석고에 유해한 유기성 발포제를 섞어 사용하기 때문에 경화체의 강도가 약해질 뿐 아니라 공극의 크기 조절에 있어 균일성을 기하기 어렵고, 또한 독립공을 형성시킬 수 없어 이들의 단열 및 흡음 성능에는 한계가 있을 수 밖에 없었다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기한 종래 기술의 문제점을 해결하고자 한 것으로, 그 목적은 내부에 독립공을 선택적으로 임의의 크기와 형태로 형성하여 여러 가지 용도에 사용될 수 있도록 한 시멘트 다공체를 제공하는 데에 있다.

또한 본 발명의 다른 목적은 시멘트 다공체의 제조방법을 제공하는 데에 있다.

상기 본 발명의 목적을 달성하기 위한 시멘트 다공체는 시멘트 분말과 융점 약 65℃ 정도의 탄화수소계 소수성 파라핀왁스, 융점 110℃ 정도의 폴리에틸렌계 합성왁스, 에스텔로 된 합성왁스, 천연왁스 분말 및 이들의 혼합물에서 선택된 공극형성제를 100 : 0.2~40 중량비로 혼합하는 공정과; 상기 공정에서 얻은 혼합물을 공극형성제의 용융점 이상으로 가열하면서 교반하여 시멘트 분말의 각 입자 외벽에 스펀지와 같은 불연속적인 공극형성제의 고체 미세 피막을 형성시키는 공정과; 상기 공정의 처리물에 상온에서 물을 첨가하여 슬릿지화 한 후 양생하여 시멘트 경화체를 만드는 공정과; 그리고, 상기 시멘트 경화체내의 공극형성제를 80℃ 이상의 물 또는 스팀으로 제거하여 내부에 미세 공극을 형성시키는 공정에 의해 제조되며, 이렇게 제조된 시멘트 다공체는 내부에 이웃한 공극끼리 관통되지 않고 또한 공극이 외부의 공기층과 연결되어 있지 않은 독립공이 형성되어 있다.

### 발명의 구성 및 작용

본 발명에 따른 시멘트 다공체 및 그 제조방법에 대해 좀 더 상세히 설명하고자 한다.

다공체의 경화체 소재로 사용되는 시멘트로는 이미 위에서 열거한 바 있듯이 약산성의 석고를 비롯한 염기성의 포트랜드 시멘트계 조강시멘트, 알루미나 시멘트 등 모든 수경성 시멘트를 사용할 수 있으며, 공극형성제로는 각종 왁스를 사용한다. 이하, 이들에 대해 순서에 관계없이 설명하기로 한다.

먼저 통상의 시멘트에 대해 알아본다.

조강 포트랜드 시멘트는 보통의 포트랜드 시멘트보다  $C_3S$ 의 양은 많고  $C_2S$ 의 양은 적고 분말도가 4000~5000 $cm^2/g$ 인 시멘트 분말을 말하는 것이다. 이는 수화반응이 빠르게 진행되어 단기간에 경화체의 강도를 높게 하는 특징을 갖고 있다.

알루미나 시멘트는  $Al_2O_3$ 가 50% 이상 함유된 것으로, 내화성과 화학적 안정성이 우수하여 pH 4 정도의 산성에서도 사용이 가능하다. 이는  $Al_2O_3$ 의 함량에 따라 A,B,C 3종으로 나누워진다. 응결시간은 보통의 포트랜드 시멘트와 거의 같으나 24시간 동안 발생하는 수화열이 보통 포트랜드 시멘트가 1개월 동안 발생하는 수화열과 거의 같기 때문에 특별한 주의가 필요하다.

보통의 포트랜드 시멘트는  $SiO_2$  22%,  $Al_2O_3$  5%,  $Fe_2O_3$  3%, CaO 63.8%, Mg 0.16%,  $SO_3$  2%, 기타 Na, K 등의 산화물로 되어 있는 크링커 표준 조성에 석고 2~5%, 후라이 애쉬, 슬래그 등이 5~10% 정도 혼합된 것으로 알려져 있다. 이는 초기 응결 시간이 2~4 시간이고 압축 강도가 높으며, 28일간 양생하면 최종 강도의 70%에 달하는 특징을 가지고 있다.

다음 석고에 대해 살펴본다.

현재 공업적으로 널리 사용되고 있는 석고에는 천연석고와 인위적으로 생성시킨 화학석고가 있다. 천연석고는 2분자의 결정수를 갖는 2수석고와 결정수를 갖지 않는 11형 무수석고가 산출되고 있다. 화학석고는 그 종류가 많고 다양하나 현재 가장 널리 이용되고 있는 것은 인광석을 원료로 하여 인산을 만들 때 부생하는 인산 부산 석고와 석탄이나 석유 중에 들어있는 유황분을 연소시킬 때 배출되는 아황산가스를 석회질과 반응시켜 만드는 탈황 2수석고가 있다.

천연 2수석고나 화학 2수석고는 100~150℃ 정도로 가열하면서 교반하면 그 소성조건에 따라  $\alpha$ 형 또는  $\beta$ 형 반수석고와 111형 무수석고로 된다. 또한 111형 무수석고는 공기중의 수분을 흡수하여 반수석고로 된다. 이 반수석고를 다시 교반하면서 400~960℃ 정도로 가열하면 960℃까지의 온도에서도 분해되지 않는 11형 무수석고로 되며, 그 이상의 온도 즉 1000℃ 이상의 온도로 가열하면 1형 무수석고가 되지만 이는 연이어  $CaSO_4$ 가 분해되어 CaO와  $SO_3$ 가 되므로 안정한 상태로 존재하기 어려워 사실상 그 존재가치는 없다.

현재 공업적으로 경화성이 없는 2수석고는 시멘트의 경화지연제로 사용되고 있으며, 수화반응하여 2수석고로 되는 반수석고는 건축자재나 형재의 소재로 널리 사용되고 있다. 또한 화학적으로 안정한 11형 무수석고는 반수석고와 같은 자체 수화경화성은 없기 때문에 소정의 매정제(媒晶濟)를 사용하여 경화시키고 있다.

이들 석고는 침상 또는 주상 결정체로 이루어져 있으므로, 이들 석고를 이용하여 어떤 형태의 형체를 만들면 침상 또는 주상 결정이 서로 엉키고 맞물려 존재하기 때문에 이들의 경화체는 건조되었을 때 이론적으로는 약간 수축할 것으로 보이나 실제로는 약간 팽창된다. 즉 그 만큼의 공극이 내부에 존재 유지된다

는 뜻이 되겠다.

다음 공극형성제의 하나인 파라핀 왁스에 대해 설명한다. 파라핀 왁스는 결정성 고급 탄화수소로서 상온에서 백색 고체이며, 주로 n-파라핀으로 되어 있고 소량의 이소파라핀과 나프텐을 함유한 탄소수 19~46인 물질이다. 이는 융점 47~68°C, 중성 및 무취이고, 전기절연체이며, 또한 화학약품 및 물에 안정하고 벤젠, 헥산 등 탄화수소계 용매에 용해되는 특성을 갖고 있다.

따라서 파라핀 왁스는 경화체 내에서 용융 액화하거나 냉각 고화 과정, 그리고 공기 중에서 가열 액화하여 압축공기로 분말화 되는 과정에서도 전혀 변질되지 않으며, 분자끼리의 응집력은 강하나 접착력은 거의 없다. 또한 용융점 이상으로 가열하면 액체 파라핀과 같이 투명하고 유동성이 우수한 액체 상으로 되나 용융점 이하의 온도에서는 결정성 고체로 변환된다.

이러한 파라핀 왁스의 특성은 수경성인 시멘트 내부에 공극을 형성시키는 매체로서 즉, 공극형성제로서 대단히 유용한 성질이다. 그 이유는 고체 왁스가 융점 이상의 온도에서 유동성이 우수한 액체로 상(狀) 변화하는 특성이 있기 때문에 시멘트 분말에 왁스 분말이나 왁스 덩어리를 혼합하여 융점 이상으로 가열하면서 교반하면 시멘트 분말의 각 입자 외벽에 왁스 액체 피막이 형성되고, 이것을 상온으로 냉각하면 왁스 액체 피막은 온도가 내려감에 따라 고화되어가는 과정에서 요철이 심한 분말 표면 상태에 의해 굴곡이 심화된 상태로 스펀지 표면과 같은 불연속성 고체 미세 피막으로 되기 때문이다.

시판되는 판상 파라핀 왁스는 일정 크기의 구형이나 무정형으로 쉽게 분말화할 수 있기 때문에 상온에서 일정량의 왁스 피막이 형성된 시멘트 분말에 일정 크기를 갖는 왁스 분말 입자군을 적당량 혼합한 후 물을 가하면서 교반하여 시멘트 슬러지를 만들고, 이것을 양생하여 경화체를 만들면, 이 경화체 내부에는 시멘트 분말의 각 입자 외벽에 형성되었던 고체 왁스 피막이 미세한 입체 망상 구조를 형성하게 되고 별도로 가한 왁스 분말(알갱이)의 입자군은 상기 왁스의 미세 망상 구조와 연결된 상태로 분포하게 된다. 따라서 왁스는 다공체의 공극 표면적을 극대화시키게 됨은 물론 물이나 수증기를 사용하여 경화체로부터 왁스를 제거할 때 왁스 분말의 탈왁스 통로를 형성하게 된다.

즉, 이와 같은 상태에 있는 시멘트 경화체를 일정 장치 내에서 80°C, 바람직하게는 100°C 이상의 물이나 수증기로 가열하면 경화체 내의 왁스는 용융 액화되어 경화체 밖으로 배출된다. 시멘트 경화체 내부에 존재하는 왁스가 경화체 밖으로 배출되는 과정을 살펴보면, 경화체 전체에 형성되었던 왁스의 입체 망상 구조는 경화체 내의 왁스 입자보다 먼저 열에 의해 용해 액화되어 배출되며 망상 구조와 연결되어 있던 입자형 왁스의 배출 통로가 형성되어 탈왁스가 빠르게 진행된다.

파라핀 왁스는 소정의 장치를 사용해서 100°C 이상으로 가열 액화하여 일정 구멍을 가진 노즐을 통하여 압축공기와 함께 공기중에 분무 낙하시키면 500Å~2mm 정도의 다양한 크기와 형태의 분체로 만들 수 있다. 입자크기는 압축공기의 압력과 양 또는 노즐 직경의 크기에 의해 결정되며, 압축공기의 압력이 높을수록 노즐구멍의 직경이 작을수록 크기가 작아진다. 입자의 형태는 무정형보다는 특별한 장치를 사용하여 구형으로 만들어 사용하는 것이 공극 형성 면에서나 공정 물류상 여러 가지 이점이 있다.

상기한 바와 같은 방법으로 만든 다양한 크기와 형태의 왁스를 선택적으로 사용하여 시멘트 다공체를 만들면 다양한 크기와 모양의 공극을 형성시킬 수 있으므로, 이렇게 제조된 다공체는 그 용도가 매우 다양하다.

본 발명에 있어 시멘트 분말의 각 입자 외벽에 소수성인 고체 왁스의 스펀지와 같은 불연속적인 미세 피막이 형성하여 물위에 던지면 왁스비중이 0.9 정도이므로 전부 물위에 뜬다. 그러나 이것을 교반하면 물이 시멘트 분말의 각 입자 속에 침투하여 보통 시멘트 분말과 같이 수화경화반응을 일으킨다.

본 발명에서 사용되는 시멘트의 각 입자를 현미경으로 관찰해 보면, 포트랜드 시멘트 분말의 각 입자는  $C_3S$ ,  $C_2S$ ,  $C_3A$ ,  $C_3AF$  등의 서로 다른 모양을 가진 결정 화합물들이 서로 물려서 일정 크기로 된 집합체임을 알 수 있고, 2수석고( $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ), 반수석고( $CaSO_4 \cdot \frac{1}{2}H_2O$ ), III형 및 II형 무수석고 분말도 결정체이기 때문에 그 표면은 심한 요철 상태를 이루고 있을 뿐만 아니라 고체 왁스 자체도 결정체이므로 시멘트 각 입자의 외벽에 형성되는 고체왁스의 미세피막은 액체에서 고체화되는 과정에서 스펀지 모양과 같은 불연속으로 된 피막으로 형성되는 것을 알 수 있다. 따라서 시멘트 분말을 물위에 던지면 물위에 뜨나 이를 교반하면 물이 피막의 불연속 틈을 통하여 친수성인 시멘트 내부에 침투하게 되어 물을 흡수한 시멘트 입자의 부피가 크게 팽창하여 불연속 피막은 더 갈라지게 되고, 또 이러한 이유로 물의 침투 속도가 가속화되어 시멘트의 수화경화반응은 보통 시멘트와 같이 정상적으로 진행된다.

실험 결과, 시멘트 분말의 각 입자 외벽에 왁스피막을 형성시킴에 있어 수화경화반응이 가능한 범위 내에서의 최대 왁스의 중량은 분말도 3300 $cm^2/g$ 인 일반 포트랜드 시멘트 분말의 경우 17중량%, 분말도 5000 $cm^2/g$ 인 조강 시멘트 분말이나 반수석고 분말은 30중량%, 분말도 6000 $cm^2/g$ 인 초조강 시멘트는 40중량% 이었으며, 최소량은 각각 0.2중량%, 0.4중량%, 0.52중량% 정도이었다. 이와 같은 현상은 분말도가 커질수록 같은 중량의 분말이라 할지라도 그 분말의 총 표면적이 기하급수적으로 커지기 때문이다. 결과적으로 시멘트 분말의 공극 형성 면적도 이에 비례하여 커짐을 알 수 있다.

왁스피막이 형성되지 않은 보통의 포트랜드 시멘트로 시멘트 경화체를 만들면, 경화체 내부에는 이론상 20Å 크기의 겔-공극(gel pore)과 0.1~100 $\mu m$  정도 크기의 모세관 공간이 만들어진다. 따라서 왁스피막이 형성되지 않은 보통 시멘트에 일정 크기의 왁스 분말을 혼합하고 물을 가하여 경화체를 만들고 이 경화체 내의 왁스분을 100°C 이상의 물이나 수증기로 가열 액화하여 탈왁스 하면, 본 발명에서와 같이 경화체 내에 왁스의 미세 입체 망상 구조가 형성되지 않으므로 탈왁스 되지 않거나 불완전하게 탈왁스 되어 경화체 내에 왁스 잔량이 많아진다.

본 발명에 있어 융점 65°C의 왁스를 사용하여 앞에서 설명한 방법으로 왁스 함유 경화체를 만들어 100°C의 물과 130°C의 스팀을 가지고 3시간 동안 비교 탈왁스 실험을 한 결과, 왁스 회수율은 물로 한 것은 99.8%, 스팀으로 한 것은 97% 이었다. 즉 경화체 안에 잔류하는 0.2~3%의 왁스분이 독립공을 형성하는데 결정적인 역할을 하는 것이다.

이상에서 설명한 본 발명의 가장 큰 특징은 시멘트 경화체에 입체 망상 구조의 공극을 형성할 수 있다는 점과 임의 크기와 형태를 갖는 독립공을 선택적으로 형성시킬 수 있다는 점이다.

문헌에 의하면, 본 발명과 같이 한 종류의 공극형성제와 수경성 소재를 사용하여 다양한 독립공을 임의 선택적으로 형성시킨 예는 없으며, 또한 완전히 독립적으로 존재하는 독립공도 없다고 되어 있다. 그 이유는 어떤 물체에 천연적으로나 인공적으로 공극이 형성되는 과정에서는 가스체나 액체상의 공극형성제가 경화체 외부로 배출되는 과정이 반드시 있기 때문에 배출된 루트(Route)가 형성되어 공간으로 남기 때문이다.

본 발명에서 상기한 바와 같은 입체 망상 구조의 공극 그리고 독립공을 임의 선택적으로 경화체 내에 형성 가능한 이유는 다음과 같다.

시멘트 분말의 각 입자 외벽에 왁스의 미세피막을 형성할 때 왁스 사용량을 시멘트 중량의 0.3~1.0중량%로 사용하면 아주 얇은 왁스피막을 형성시킨 시멘트 분말을 만들 수 있다. 이를 전술한 바와 같은 방법으로 시멘트 경화체를 만들고 80℃ 이상의 물이나 110℃ 이상의 스팀으로 탈왁스를 하면 경화체 내부에는 일시적으로 관통공이 형성되나 시멘트 경화체의 계속적인 건조·수축과 전술한 실험 결과와 같이 첨가한 왁스 전량이 변함없이 경화체 내의 망상 구조 통로 벽에 고체로 존재하고 있기 때문에 최종적으로 독립공이 형성되는 것이다.

본 발명은 상기한 바와 같은 방법으로 임의 크기의 입체 망상 구조의 다양한 독립공을 선택적으로 시멘트 경화체 내에 형성시킬 수 있다. 따라서 본 발명의 시멘트 다공체는 그 응용분야가 매우 넓다.

이하 본 발명에 따른 시멘트 다공체의 응용분야에 대해 상세히 설명한다.

다공체에 독립공을 필요로 하는 분야는 주로 단열, 보온, 흡음, 경량 및 이들 기능을 갖는 충전재 분야이다.

독립공을 형성시킨 천정재나 벽재를 실내에 시공할 경우 다음과 같은 기능을 나타내게 된다.

단열: 다공체에 미세한 공극이 밀집되어 있기 때문에 공극의 함유 공기량이 많아 전도 및 복사에 의한 열의 이동을 차단한다. 따라서 본 발명의 시멘트 다공체를 사용하면 실내 온도를 일정하게 유지시키기 위한 난방과 냉방에 소요되는 에너지를 절약할 수 있다.

흡음: 실내에서 발생하거나 실외로부터 들어오는 음파를 천정재나 벽재가 흡수하기 때문에 반사되어 나오는 음파의 양을 최소화하거나 반사파를 없애는 역할을 하여 흡음 효과를 극대화시킨다. 즉 아파트 내에서 발생하는 피아노 음이나 아이들의 실내 놀이중 발생하는 음파나 진동파를 흡수하여 쾌적한 주거 환경을 마련해 주는 역할을 한다. 이와 같은 흡음 성질은 음악실, 극장, 기타 실내 대중 집회장 등에는 반드시 필요한 기능이다.

실내 습도 조절과 미생물에 대한 저항성 향상: 우기에 실내 습도가 높을 때는 천정재나 벽재의 공극이 습기를 흡수하고 건기에는 흡수했던 습기를 배출하여 실내습도를 조절해 준다. 또 스팀으로 탈왁스한 다공성 판재는 상술한 바와 같이 약 3%에 해당하는 양의 왁스가 단분자막이나 2 내지 3 분자막 정도로 아주 얇게 판재 내외부에 코팅되어 있기 때문에 이들의 소수성 효과에 의해 곰팡이와 같은 미생물의 번식을 막을 수 있다.

경량: 본 발명에서 왁스를 시멘트 양의 40중량% 정도로 사용하여 다공판을 만들고 그 비중을 측정하였더니 0.52 정도이었다. 이러한 경량성은 현대와 같이 고층 빌딩 건축이 많은 시대에 있어 그에 소요되는 물류 비용을 절감하는 동시에 빌딩 자체의 하중을 줄일 수 있게 되므로 건축 업계에 큰 메리트(merit)를 제공하게 되는 것이다.

불연성과 반영구적 내구성: 본 발명의 시멘트 다공체로 된 판재는 시멘트, 석면, 암면 또는 유리 섬유 등의 무기질 섬유로 되어 있어 불연성이고, 스팀으로 탈왁스한 것은 왁스 잔분에 의해 방수성을 갖기 때문에 공기중 탄산가스에 의한 중성화를 막아주며, 이 다공판을 철근에 적용하면 잔분 왁스가 철분 표면에 코팅되어 철근의 산화를 방지하게 되므로 내구성을 향상시키게 된다.

경제성: 아무리 훌륭한 기능을 가진 다공체라 하더라도 재료비나 제조단가가 높아 경제성이 없으면 실용화되기 어렵다. 본 발명의 다공판은 값이 싼 시멘트와 무기성유재로 되어 있고, 공극형성제인 왁스도 97% 이상 회수하여 재 사용될 수 있을 뿐 아니라 그 제조 공정도 스텝트나 석고보드 등의 생산 자동화 시설을 선택적으로 이용하여 대량 생산할 수 있기 때문에 대단한 경제성을 갖고 있다.

현재 시중에 판매되고 있는 천정재나 벽재에는 석고를 주원료로 하는 석고보드, 규산칼슘을 주원료로 하는 아스칼, 암면을 접착시켜 만든 암면 텍스, 석회와 규사를 주원료로 하는 A.L.C.(Autoclaved Lightweight Concrete), 시멘트와 경량 골재로 만들어지는 경량 시멘트 보드 등이 있다.

석고 보드는 유기성 액체 공극형성제를 사용하기 때문에 내부에 한정된 공극은 형성되나 강도 보강 목적으로 보드의 양면에 두꺼운 판지를 접착시키기 때문에 단열성은 있으나 흡음성은 미약한 것으로 알려져 있다.

규산칼슘으로 된 아스칼은 공극 자체가 거의 없어 무겁고, 암면을 접착시켜 만든 암면 텍스는 암면 자체가 단열흡음성이 있고 공극이 많아 경량이나, 유기 접착제를 사용하기 때문에 고가이어서 문제가 있다.

A.L.C.는 규사, 석회, 물로 만든 슬러지에 알루미늄 발포제를 가하여 수소를 발생시켜 만든 것으로 독립공이 형성되어 훌륭한 단열 흡음성을 나타내나 원료와 알루미늄 발포제가 고가이고 200℃의 스팀으로 약 20시간 양생하여야 하기 때문에 제조 단가가 높아 경제성이 떨어진다.

따라서 본 발명의 원리를 이용하면 더 경제적이고, 단열 흡음성이 높은 암면 텍스, 유리면 보드, 석고 보드 등 경량 및 불연성의 건축자재를 제조할 수 있다.

독립공을 이용하는 분야는 천정재나 벽재 이외에도 경량골재, 온돌 바닥용 단열판, 경량골재를 일정 크기

로 분쇄하여 만든 단열 또는 보온용 충전재, 바룬 등의 분야도 있다.

석고 다공체; 석고에는 주상 또는 침상의 결정체로 이루어진 천연적으로 산출되는 II형 무수석고 또는 2수석고로 된 천연석고와 화학공업의 부산물 또는 탈황 과정에서 대량 얻어지는 단사정계 결정체로 된 화학석고가 있으나, 우리나라와 같이 천연석고가 없는 나라에서는 대부분 화학석고를 공업적으로 이용하고 있다. 2수석고는 100-250℃로 가열하면 일부 결정수를 방출하고 0.5수 석고 즉, 반수석고( $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ ) 또는 III형 무수석고로 되고, 또 이를 400-900℃로 가열하면 II형 무수석고로 된다. 석고 보드 제조에는 이 중에서 반수석고가 사용된다.

통상의 시멘트 대신 석고를 이용하는 경우에도, 시멘트 다공체 제조시와 마찬가지로 석고 분말의 각 입자 외벽에 왁스의 불연속 피막을 형성시켜 현재 사용되고 있는 석고보드 제조 공정을 그대로 이용하여 다공성과 방수성을 겸비한 석고 보드를 제조할 수 있다.

석고보드는 단열, 흡음 및 경량 등 3가지 기능을 갖고 있기 때문에 주로 벽재로 사용된다. 그러나 운반이나 시공 도중에 우천으로 침수되면 수분 때문에 강도가 급격히 떨어지므로 추가로 방수 처리가 요구된다.

석고보드의 제조공정을 간단하게 살펴보면, 석고보드는 분말도 약 5000 $\text{cm}^2/\text{g}$ 의 반수석고 분말에 유리섬유와 같은 무기섬유재, 유기성 액체기포재, 유기성 방수유제, 경화촉진제, 물 등을 혼합 교반하여 슬러지를 만들고, 이 슬러지를 밀판에 두꺼운 종이로 깔린 일정 폭의 콘베이어 위에 흐르게 하고 슬러지의 두께를 조정하면서 슬러지 위에 두꺼운 종이를 덮어 건조 경화시킨 것을 180℃ 스팀으로 40~60분간 건조시키는 공정에 의해 제조된다.

이러한 석고보드를 관찰해 보면, 공극은 생성되었으나 그 크기와 분포가 균일하지 못하고 석고 자체는 어느 정도 방수성을 나타내나 불완전할 뿐 아니라 석고보드의 상·하 양면에 접촉되어 있는 판지는 방수가 전혀되지 않는 단점을 가지고 있다.

본 발명에 따른 석고보드 즉, 반수석고 분말의 각 입자 외벽에 파라핀 왁스의 피막을 형성시킨 석고 분말을 사용하여 상기한 공정으로 석고보드를 만들게 되면 최종 공정인 180℃의 스팀 처리 공정에서 석고 경화체 내부에 피막으로 존재하였던 왁스가 스팀에 의해 액화되어 경화체 외부로 배출되는 과정에서 보드 상·하 양면에 접촉되어 있던 두꺼운 판지에 침투, 확산되어 결과적으로 경화체에는 독립공이 균일한 크기로 분포되고 경화체 전체와 보드 상·하 양면에 접촉되어 있는 판지까지도 방수 처리가 되는 것이다.

따라서 본 발명에 따른 석고보드 제조공정에 있어서는 종래 제조공정에서 사용되는 유기성 액체기포제나 방수유제는 사용할 필요가 없다.

한편 시판되고 있는 양면보드는 양면에 합성수지 또는 녹말 등의 유기성 접착제를 사용하여 여기에 양면용지를 혼합하여 양면 주위에 물 또는 용제로 슬러지화 한 접착제를 접촉시키고, 이를 일정 크기의 틀속에서 압착한 상태에서 간접 가열하여 물이나 용제를 제거 고착시켜 제조한다.

그러나 여기에 본 발명을 적용하면 양면보드는 반수석고 분말이나 시멘트 분말 또는 시멘트 분말과 규사 등의 충전재 분말을 혼합한 분말의 각 입자 외벽에 왁스피막을 형성시킨 후 여기에 물을 가하고 교반하여 시멘트 슬러지를 만든 다음, 양면을 일정길이로 절단한 것을 시멘트 슬러지와 혼합하거나 또는 일정크기의 양면 다발에 시멘트 슬러지를 침투시켜 일정 크기와 깊이를 가진 틀속에 넣고 틀 밑바닥에서 진동을 주면서 장입하여 두께를 조정한 후 이 틀 위에서 적절한 압력을 가하여 일정 크기의 몰드를 만든 후 이 몰드를 꺼내 통상적인 방법으로 양생하고 100℃ 이상의 스팀이나 물로 탈왁스하면 만들어진다. 이와 같은 방법에 의해 제조된 양면보드는 다공성이고 단열, 불연성 및 흡음 성능이 매우 우수하다.

본 발명에서는 상기와 같은 방법으로 유리섬유를 사용하여 다공성 유리섬유 보드도 만들 수 있다.

유리섬유는 표면이 매끄러워 시멘트와의 접착력을 증가시키기 위해 약품 또는 기계적으로 표면 처리하여 유리섬유의 표면 자체를 조잡하게 하여 기공을 형성시키는 것이 바람직하다.

경량골재는 포트랜드 시멘트 분말이나 반수석고 분말 또는 이들의 혼합 분말에 별도로 혼합한 경량충전재 분말의 각 입자 외벽에 왁스 피막을 형성시키고, 여기에 별도로 비교적 일정크기를 갖는 왁스 분말과 물을 혼합 교반하여 슬러지를 만든 다음, 경화체를 만들고 이것을 100℃ 이상의 수증기나 물로 탈왁스하면 만들어진다. 이러한 경량골재는 경화체를 일정 크기로 분쇄하거나 슬러지를 원형으로 성형하는 방법으로 크기나 형태를 조절할 수 있다.

본 발명의 다공체 제조 원리를 이용하여 독립공을 갖는 충전재(filler)도 만들 수 있다. 독립공 충전재는 분말도 수천  $\text{cm}^2/\text{g}$ 의 분말로 만들어 많은 공극을 필요로 하고 단열, 흡음, 경량을 목적으로 하는 플라스틱 분야의 충전재, 기타 여러가지 복합재료의 충전재로도 사용될 수 있다.

이하에 실시예를 참조하여 본 발명을 더 상세히 설명한다. 실시예에서는 단열, 흡음, 경량의 기능을 갖는 독립공으로 된 다공판, 경량골재와 충전재 분야에 관해서만 기재하였으나 본 발명의 적용 범위는 이들 실시예에 구애받지 아니한다.

#### [실시예 1]

가열 냉각 장치와 교반 장치가 설치된 용량 1ℓ의 믹서 속에 분말도 3500 $\text{cm}^2/\text{g}$ 의 포트랜드 시멘트 분말 140g과, 용점 60℃의 파라핀 왁스 7g을 장입하고, 믹서 내부 온도를 110℃가 되도록 가열하면서 30분간 교반한 후 믹서로부터 혼합물을 꺼내어 실온으로 냉각하여 시멘트 분말 각 입자 주위에 고체 파라핀 왁스의 미세 피막이 형성된 시멘트 분말을 제조하였다.

#### [실시예 2]

실시예 1에서 얻은 왁스 피막된 시멘트 분말을 교반기가 장착된 2000cc 용량의 몰탈 믹서기 속에 장입하고 여기에 유리섬유 5g과 펄프 2g 그리고 물 150cc를 첨가하여 40분간 교반하여 충전물들이 균일하게 분

포된 시멘트 슬릿지를 만들었다.

[실시에 3]

길이 15cm, 폭 7cm, 깊이 4cm인 몰탈 형틀의 밑바닥에 60 메쉬의 스텐망을 깔고 상기 실시예 2에서 얻은 시멘트 슬릿지를 쏟아 부어 스푼으로 골고루 분포되게 한 후, 그 위에 형틀 크기와 같은 60메쉬 스텐망을 덮고 5cm 두께(형틀 내부 크기)의 철판을 올려놓은 다음, 유압기를 사용하여 약 3000kg/cm<sup>2</sup>의 압력으로 형틀 내의 시멘트 슬릿지를 압착하여 슬릿지 내에 들어 있던 여분의 수분을 배출되도록 하고 이를 형틀 밖으로 꺼내 오븐 속에서 60℃의 포화 증기로 24시간 동안 양생한 후 비닐 필름 주머니 속에 넣어 상온에서 84시간 양생하여 시편 몰드를 제조하였다.

[실시에 4]

실시에 3에서 얻은 시편 몰드를 길이 10cm, 폭 2cm로 절단하여 속스렛 추출기(Soxhlet Extractor) 전용의 원통형 여지 속에 장입한 후, 이를 추출기에 넣고 물을 용매로 하여 100℃ 부근의 응축된 증류수에 의하여 용융 추출하는 방식으로 2시간 탈락스 처리한 후 오븐속에서 30분간 건조하여 시편 몰드 내의 왁스를 99.8%까지 제거한 다공판을 얻었다. 가열된 후라스크 안에 들어있던 물과 왁스혼합물은 용량 1ℓ의 비이커에 옮기고 상온으로 냉각하여 물과 분리되어 판상으로 떠 있는 왁스를 수거하였다.

[실시에 5]

용점 110℃의 폴리에틸렌 왁스와 용점 65℃의 파라핀 왁스를 사용하여 만든 용점 80℃의 혼합 왁스를 사용하여, 실시예 1, 2, 3과 같은 조성 및 방법으로 왁스 함유 시멘트 경화체를 만들고, 이를 오토크레이브 안에 장입하여 120℃의 스팀 온도로 2시간 탈락스 처리한 후 꺼내어 상온으로 냉각하여 무수한 입체 망상 구조의 독립공이 형성된 단열, 흡음성 및 방수성을 갖는 다공판을 제조하였다.

[실시에 6]

실시에 1, 2와 같은 조성 및 방법으로 분말도 3300cm<sup>2</sup>/g의 포트랜드 시멘트 슬릿지를 실시예 3의 몰탈 형틀 속에 양면 몽치(다발)를 높이 3.8cm가 되도록 채운 후 주입하면서 형틀 밑바닥에서 진동을 주어 형틀 속의 양면과 시멘트 슬릿지가 균일하게 혼합되고 형틀속의 슬릿지 높이가 고르도록 조정한 후 실시예 3과 같은 방법으로 약 500kg/cm<sup>2</sup>로 가압, 탈수, 양생한 것을 실시예 5와 같은 방법으로 탈락스하여 양면 다발을 골격으로 하고 시멘트를 매트릭스로 한 미세 독립공이 형성된 시멘트 경화체(양면보드)를 만들었다.

[실시에 7]

양면 대신에 유리섬유를 사용하여 실시예 6과 같은 방법으로 유리섬유를 골격으로 하고 시멘트를 매트릭스로 한 시멘트 다공체(유리섬유보드)를 만들었다.

[실시에 8]

실시에 2에서 만든 시멘트 슬릿지에 용점 60℃의 왁스 분말(알갱이) 120g을 별도로 가하고 격렬하게 교반하여 균일하게 분포시킨 후 실시예 5와 같은 방법으로 탈락스하여 무수한 입체 망상 구조로 된 미세 독립공이 형성된 단열, 흡음, 방수성을 갖는 시멘트 다공체(보드)를 만들었다.

[실시에 9]

분말도 5000cm<sup>2</sup>/g의 조강 포트랜드 시멘트를 사용하여 실시예 1과 같은 방법과 조성으로 시멘트 분말에 왁스를 피막시키고, 실시예 2와 같은 슬릿지를 만든 다음, 실시예 3과 같은 방법으로 망상 구조의 왁스 피막을 갖는 시편 몰드를 만들고, 이를 각각 실시예 5와 같은 방법으로 입체 망상구조의 독립공을 갖는 시멘트 다공체(다공판)을 만들었다.

[실시에 10]

분말도 6000cm<sup>2</sup>/g인 초조강 포트랜드 시멘트를 사용하여 실시예 9와 같은 조성 및 방법으로 시멘트 다공체(다공판)을 만들었다.

[실시에 11]

분말도 6000cm<sup>2</sup>/g를 갖는 반수석고를 사용하여 실시예 1과 같은 방법으로 왁스 피막이 형성된 반수석고 분말을 만들어, 실시예 2와 같은 방법으로 경화촉진제 약간량을 첨가한 물을 사용하여 반수석고 슬릿지를 만들고, 실시예 3과 같은 몰탈 형틀 밑바닥에 석고 보드용 두꺼운 종이를 깔고 그 위에 슬릿지를 6cm 높이로 채우고 형틀 밑부분에서 진동을 가하여 틀 속의 슬릿지의 밀도와 높이를 조정하고 슬릿지 위에 석고 보드용 두꺼운 종이를 덮은 후, 그 위에서 약 15kg/cm<sup>2</sup>의 압력을 가하여 탈수한 후 약 30분간 방치하여 반수석고 2수석고로 변하여 굳게 한 다음, 이 시편을 오븐속에서 180℃의 온도를 갖는 수증기 기류 속에서 약 40분간 처리하여 석고 내부에 방수 입체 망상 구조를 갖는 독립공이 형성되고 상·하 양면의 판지까지도 방수 처리가 된 다공체(석고보드)를 만들었다.

[실시에 12]

실시에 11과 같은 분말도와 조성으로 된 반수석고의 슬릿지를 만들어 이것을 실시예 6과 같은 형틀 속에 양면을 채운 다음 주입하여 실시예 11과 같은 방법으로 양면 골격과 다공 석고로 된 석고 양면보드(텍스)를 만들었다.

[실시에 13]

실시에 12와 같은 조성과 방법으로 양면 대신에 유리섬유를 사용하여 유리면을 골격으로 한 석고 유리면보드(텍스)를 만들었다.

[실시에 14]

분말도 6000 $\text{cm}^2/\text{g}$ 의 반수석고 100g과 포트랜드 시멘트 40g의 혼합 분말과 용점 55 $^{\circ}\text{C}$ 의 파라핀 왁스 22g을 사용하여 실시예 12와 같은 방법으로 암면보드(텍스)를 만들었다.

[실시예 15]

분말도 4500 $\text{cm}^2/\text{g}$ 의 반수석고와 유리면을 사용하여 실시예 13, 14와 같은 조성과 방법으로 유리면을 골격으로 한 석고유리면보드(텍스)를 만들었다.

[실시예 16]

분말도 3500 $\text{cm}^2/\text{g}$ 의 반수석고 분말 140g과 용점 50 $^{\circ}\text{C}$ 의 파라핀 왁스 12g을 사용하여 실시예 11의 석고보드와, 실시예 12, 13에서와 같은 다공성 석고암면 텍스와 석고유리면 텍스를 만들었다.

[실시예 17]

분말도 3500 $\text{cm}^2/\text{g}$ 의 석회 140g과 용점 50 $^{\circ}\text{C}$ 의 파라핀 왁스 12g을 사용하여 실시예 11의 방법에 의해 보드를 만들었다. 또한 석회 대신 소석회 분말을 사용하여 같은 방법으로 보드를 만들었다.

[실시예 18]

실시예 11에서 만든 파라핀 왁스피막이 형성된 반수석고 분말에 별도로 파라핀 왁스 분말(알갱이) 60g을 더 가한 슬릿지를 만들어 실시예 11과 같은 방법으로 석고보드를 만들었다.

[실시예 19]

실시예 11에서 만든 반수석고 슬릿지를 사용하여 실시예 12, 13과 같은 방법으로 각각 암면을 골격으로 하는 암면석고 텍스와 유리면을 골격으로 하는 다공판을 만들었다.

[실시예 20]

실시예 5, 6, 7, 8, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19에서 만든 왁스 피막이 형성된 포트랜드 시멘트 및 반수석고 분말을 사용하여 만든 경화체를 실시예 4의 방법을 사용, 95 $^{\circ}\text{C}$ 의 물을 용매로 하여 왁스를 용융 추출하는 방식으로 시멘트 및 2수 석고를 경화체로 하는 다공판을 만들었다.

[실시예 21]

분말도 3300 $\text{cm}^2/\text{g}$ 의 반수석고 분말과 포트랜드 시멘트 분말을 각각 240g을 사용하여 실시예 1, 2와 같은 방법으로 슬릿지를 만든 후 이 슬릿지에 별도의 파라핀 왁스 140g을 첨가하여 길이 20cm, 폭 10cm, 두께 6cm의 경화체를 만들고, 이 경화체를 실시예 3, 4와 같이 100 $^{\circ}\text{C}$  이상의 물 또는 수증기로 탈왁스하고 분쇄하여 비중 0.5 정도의 독립공을 갖는 경량골재를 만들었다.

[실시예 22]

실시예 20와 같은 조성과 방법으로 만든 슬릿지로 직경 6cm의 구형 경화체를 만들고 이것을 100 $^{\circ}\text{C}$  이상의 물 또는 수증기로 탈왁스하여 독립공을 갖는 구형의 경량골재를 만들었다.

[실시예 23]

실시예 20, 21에서 만든 경량 골재를 분말도 3000~5000 $\text{cm}^2/\text{g}$  범위로 분쇄하여 단열, 흡음, 경량을 요하는 분야의 충전재를 만들었다.

[실시예 24]

분말도 4000 $\text{cm}^2/\text{g}$ 의 반수석고와 포트랜드 시멘트를 사용하여 실시예 21, 22와 같은 방법으로 같은 크기의 같은 용도를 갖는 충전재를 만들었다.

[실시예 25]

실시예 1과 같은 방법으로 각 입자의 외벽에 왁스 피막을 형성한 시멘트 및 반수석고 분말에 왁스 분말을 소정량 가하여 실시예 2,3과 같은 왁스 함유 경화체를 만들고 양생후 80 $^{\circ}\text{C}$  이상의 물 또는 수증기를 사용하여 탈왁스하여 다공체를 만들었다.

[실시예 26]

이상의 각 실시예들에서 암면 다발이나 유리면 다발 대신에 이들의 분쇄물을 혼합하여 각각 암면 및 유리면 보드를 만들었다.

### **발명의 효과**

이상에서 상세히 설명한 바와 같이, 본 발명은 왁스를 다공 형성 매체로 사용하여 독립공의 시멘트 다공체를 만드는 것에 관한 것으로, 독립공 다공체 내의 공극 크기, 형태 및 수를 임의로 조절할 수 있다. 따라서 본 발명에 의한 시멘트 다공체의 응용 분야는 매우 넓으며, 또한 저렴한 가격으로 제조할 수 있는 특징이 있다.

### **(57) 청구의 범위**

#### **청구항 1**

분말도 3000~6000 $\text{cm}^2/\text{g}$ 의 시멘트 분말과 공극형성제를 100 : 0.2~40 중량비로 혼합하는 공정과; 상기 공정에서 얻은 혼합물을 공극형성제의 용융점 이상으로 가열하면서 교반하여 시멘트 분말의 각 입자 외벽에 공극형성제의 액체피막을 형성시킨 후 이를 냉각하여 스펀지 모양과 같은 불연속적인 공극형성제의 고체 미세피막을 형성시키는 공정과; 상기 공정의 처리물에 물을 첨가, 슬릿지화하여 일정 크기와 모양을 갖는

경화체를 만들고 일정시간 동안 양생 건조하여 고체 공극형성체의 입체 망상 구조를 갖는 시멘트 경화체를 만드는 공정과; 그리고, 상기 시멘트 경화체 내·외부의 공극형성체를 제거하는 공정을 포함하는 시멘트 다공체의 제조방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 시멘트 분말은 포트랜드 시멘트, 조강 포트랜드 시멘트, 초조강 포트랜드 시멘트, 알루미늄 시멘트, 고로 시멘트, 석고, 석회, 소석회, 물유리 시멘트 및 이들의 혼합물로 부터 선택된 것임을 특징으로 하는 시멘트 다공체의 제조방법.

#### 청구항 3

제1항에 있어서, 공극형성제는 용점 47~80℃의 탄화수소계 왁스, 용점 110℃ 정도의 폴리에틸렌계의 합성 왁스 또는 이들 왁스의 혼합물에서 선택된 것임을 특징으로 하는 시멘트 다공체의 제조방법.

#### 청구항 4

제1항에 있어서, 공극형성제 피막이 형성된 시멘트 분말에 공극형성제인 왁스의 분말상 알갱이를 100 : 2~120 중량비로 별도로 더 혼합하여 슬릿지화 하는 것을 특징으로 하는 시멘트 다공체의 제조방법.

#### 청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 시멘트 슬릿지를 유리섬유 또는 암면을 혼합하여 성형하는 것을 특징으로 하는 시멘트 다공체의 제조방법.

#### 청구항 6

제1항에 있어서, 시멘트 경화체를 80℃ 이상의 물 또는 수증기로 처리하여 내부의 공극형성체를 용융·제거시키는 것을 특징으로 하는 시멘트 다공체의 제조방법.

#### 청구항 7

제1항의 방법에 의해 제조되는 시멘트 다공체.

#### 청구항 8

제1항의 방법에 의해 제조되는 시멘트 다공체를 단열 및 흡음용 경량다공판, 경량골재, 석고보드, 암면보드 유리면보드, 농업용 충전재로 사용하는 용도.