(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년07월16일
(11) 등록번호 10-2000720
(24) 등록일자 2019년07월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
E04B 1/92 (2006.01)
(52) CPC특허분류
E04B 1/92 (2013.01)
E04B 2001/925 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0159608
(22) 출원일자 2018년12월12일
심사청구일자 2018년12월12일
(56) 선행기술조사문헌
JP2010229804 A*
JP62009612 U*
KR1020180031544 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
주식회사 디와이케미칼
경기도 화성시 정남면 정남산단로 59
주식회사 라돈프로텍
경기도 화성시 동탄대로21길 10 ,3층302-1호(영천동,더퍼스트타워)
(72) 발명자
박정규
경기도 화성시 동탄면 순환대로 21길 15 신안인스빌리베라 아파트 1342동 2202호
구자현
경기도 용인시 기흥구 동백4로 26 성산마을서해그랑블아파트 3106-502
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김병필

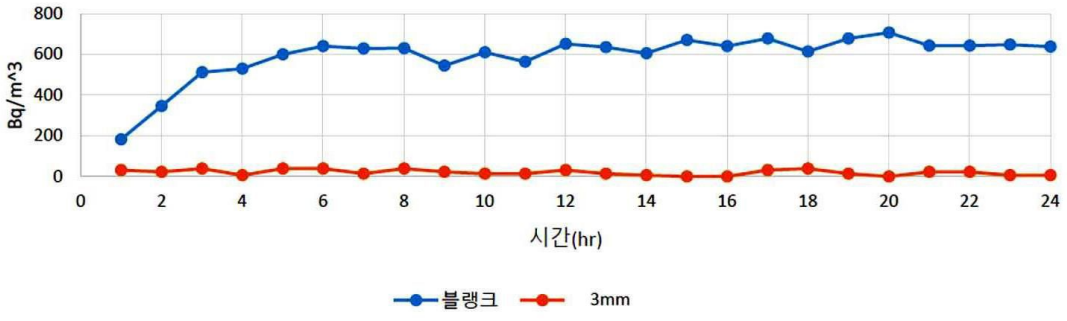
전체 청구항 수 : 총 6 항 심사관 : 서민철

(54) 발명의 명칭 **발포체를 이용한 라돈 차폐방법**

(57) 요 약

본 발명은 건물 내부 및 외부에서 발생하는 라돈을 효과적으로 차폐하여, 안전한 실내 환경을 구현하여 인체의 피해를 최소화하는 발포체를 이용한 라돈 차폐방법을 개시한다.

대 표 도



(72) 발명자

조승연

경기도 성남시 분당구 분당로201번길 17, 102동 2102호

박대용

경기 화성시 동탄순환대로21길 15, 1345동 2102호 (동탄2신도시 신안인스빌)

명 세 서

청구범위

청구항 1

건물 내부에 발포 패널을 설치하여 라돈 차폐 효과를 얻기 위해,

(a) 폴리올, 발포제, 정포제, 촉매 및 경화제를 포함하는 발포 조성물을 준비하는 단계;

(b) 상기 발포 조성물을 건물 내부에 발포 시공하는 단계; 및

(c) 발포 후 얻어진 발포 패널의 표면을 마감 시공하는 단계를 포함하여 시공하되,

상기 단계 (b)의 발포 시공은 발포 조성물을 3 내지 200㎜의 두께로 코팅하여 단계 (c)의 마감 시공 후 발포 패널이 두께(T) 방향에 따라 겉보기 밀도 구배를 갖되, 발포 패널 두께(T) 방향의 20% 미만 위치에서 겉보기 밀도는 35 내지 40 kg/m^3이고, 20% 이상 내지 40% 미만의 위치에서는 33 내지 35 kg/m^3 이며, 40% 이상 내지 60% 미만의 위치에서는 28 내지 33 kg/m^3 이고, 60% 이상 내지 80% 미만의 위치에서는 33 내지 35 kg/m^3 이며, 80% 이상의 위치에서는 35 내지 40 kg/m^3 이 되도록 시공되는,

발포체를 이용한 라돈 차폐방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 발포 시공은 스프레이법이고,

발포기를 이용하여 2 내지 8kg/min의 토출량으로 45 내지 90도 분사 각도를 유지하면서 80 psi 이상의 압축 공기를 통해 분사하여 수행하는, 발포체를 이용한 라돈 차폐방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 건물 내부는 측벽, 천장, 바닥 및 이음새이고,

실내 전체면적의 80% 이상으로 시공하는 것인, 발포체를 이용한 라돈 차폐방법

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 발포 패널은 폴리우레탄 폼 또는 폴리우레아 폼 재질인 것인, 발포체를 이용한 라돈 차폐방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 발포 조성물은 점도가 50 내지 1500 cps이고, 비중이 0.9 내지 1.4 인, 발포체를 이용한 라돈 차폐방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 발포 패널은 라돈 측정기를 이용하여 24시간 동안 라돈 방출 농도를 측정시 95% 이상의 라돈 차단율을 갖는 것인, 발포체를 이용한 라돈 차폐방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 효과적인 발포체를 이용한 라돈 차폐방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 라돈은 222Rn의 원소 기호를 가지며, 암석이나 토양, 건축자재 등에 존재하는 우라늄이 몇 차례 붕괴를 거치는 과정에서 생성되는 무색·무취·무미의 기체로 지구상 어디에나 존재하는 자연 방사능 물질이다.

[0003] 라돈은 호흡을 통해 인체에 흡입된 라돈과 라돈 자손은 붕괴를 일으키면서 알파선을 방출하여 폐조직을 파괴하는 것으로 알려져 있다. 이에 세계보건기구(WHO)는 전 세계 폐암 발생의 3 내지 14%가 라돈에 의한 것이며, 라돈을 흡연에 이은 폐암 발병 주요 원인물질로 규정하고 있다. 이러한 라돈의 위해성 때문에 WHO는'국제라돈방지계획'을 수립·추진하며, 실내 공기 중 라돈 농도를 관리하도록 권고하고 있다

[0004] 라돈은 토양과 인접한 단독 주택이나, 바닥과 벽 등에 균열이 많은 오래된 건축물, 밀폐도가 높고, 환기시설이 부족해 유입된 라돈이 잘 빠져나갈 수 없는 실내에서 농도가 높으며, 적절한 차폐 시설이 없는 경우 노후된 건물에서의 피폭량이 매우 높다.

[0005] 이에 주택뿐만 아니라 학교, 지하철, 및 병원 등이 공공 건물에 대한 라돈을 차폐하거나 발생을 최소화해야 한다.

[0006] 라돈 차폐 시공은 다양한 방법이 사용되고 있다. 예를 들어 건물 사이의 갈라진 틈새만 막더라도 실내 라돈 농도 저감에 큰 효과를 얻을 수 있다. 이러한 조치로도 충분한 효과를 얻지 못하였다면, 건물 밑 토양에 라돈 배출관을 설치하여 토양 중의 라돈 가스를 모아서 실내를 거치지 않고 바로 건물 외부로 배출시키는 방법이 사용될 수 있다. 또한, 공기유입용 장치를 통해 실내 공기의 압력을 건물 하부보다 인위적으로 높이면 압력 차이 때문에 라돈 가스가 실내로 들어오지 못하게 차단하는 방식이 가능하다.

[0007] 상기 틈새 제거나, 라돈 배출관 및 공기유입용 장치는 라돈을 어느 정도 차폐할 수 있으나, 시공시 고비용이 소요되는 문제가 있다.

[0008] 이에 라돈을 차폐할 수 있는 물질로 건물 벽면을 도장하여, 저비용이면서 시공이 간단한 라돈 차폐 시공이 제안되었다.

[0009] 대한민국 특허공개 제10-2008-0104770호에서는 아크릴/스티렌 공중합 에멀젼 수지로 하도층을 형성하고, 그 상부에 아크릴/스티렌 공중합 에멀젼 수지와 무기 재료로 중도층을 형성하며, 그 상부에 아크릴/스티렌 공중합 에멀젼 수지, 이산화티탄 및 기능성 무기재료로 상도층을 형성하여, 콘크리트 벽면의 내부에서 방출되는 라돈을 차단하는 도장방법을 제시하였다.

[0010] 또한, 대한민국 특허공개 제10-2017-0085700호에서도 (a) 사이클로덱스트린(cyclodextrin)을 주성분으로 하는 흡착 기능성 올리고머 1 내지 30 중량%; (b) 프로필렌 글리콜 1 내지 10 중량%; (c) 에탄올 1 내지 10 중량%;(d) 증점제, 소포제, 및 분산제가 포함된 첨가제 1 내지 3중량%; 및 (e) 잔량의 물을 포함하는 것을 특징으로 하는 라돈 저감용 수성 코팅제 조성물을 제시하고 있다.

[0011] 상기 제시한 도장 방식은 건물 벽체에만 국한되어 있으며, 바닥이나 천정 등에는 적용이 용이하지 않다. 실제로 라돈은 건물의 틈새나 바닥 등에서도 발생하고 있어, 도장 방법은 라돈의 완전 차폐에는 적절치 않다는 문제가

있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0012] (특허문헌 0001) 대한민국 특허공개 제10-2008-0104770호 (2008.12.03. 공개), 라돈 방사선 차단 도장방법과 그 도장층

(특허문헌 0002) 대한민국 특허공개 제10-2017-0085700호 (2017.07.25. 공개), 라돈 저감용 수성 코팅제 조성물, 이의 제조방법 및 라돈 저감화 방법

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 라돈 차폐는 틈새 제거, 라돈 배출관, 공기 유입장치 또는 라돈 차폐 도장의 시공 방식이 주로 시행되고 있다. 그러나 이러한 방식은 비용이 고가이거나 라돈을 완전히 차폐하지 못한다는 문제가 있다.

[0014] 본 발명자들은 종래 방법과는 다른 방식으로 접근하여 라돈을 원천적으로 차단하되, 저비용으로 수행이 가능하며 공정 또한 간단한 시공 방법을 개발하고자 다각적으로 노력하였으며, 스프레이(뿜칠) 방식으로 발포 패널을 시공하는 방법에 아이디어를 얻어, 발포 조성물의 분무 공정시 공정 파라미터를 특정 범위로 수행할 경우 라돈을 효과적으로 차단할 수 있는 시공 공정을 표준화할 수 있었다.

[0015] 따라서, 본 발명은 본 발명은 효과적인 라돈 차폐방법을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0016] 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명에 따른 이용한 라돈 차폐방법은,

[0017] (a) 폴리올, 발포제, 정포제, 촉매 및 경화제를 포함하는 발포 조성물을 준비하는 단계;

[0018] (b) 상기 발포 조성물을 건물 내부에 발포 시공하는 단계; 및

[0019] (c) 발포 후 얻어진 발포 패널의 표면을 마감 시공하는 단계를 포함하여 시공하는 라돈 차폐 시공방법을 제공한다.

[0020] 이때 상기 단계 (b)의 발포 시공은 발포 조성물을 3 내지 200㎜의 두께로 코팅하는 것을 특징으로 한다.

[0021] 또한, 상기 단계 (c)의 마감 시공 후 발포 패널이 두께(T) 방향의 40% 이상 내지 60% 미만의 위치에서 가장 낮은 겉보기 밀도를 갖도록 밀도 구배를 갖도록 시공되는 것을 특징으로 한다.

[0022] 더불어, 상기 건물 내부는 측벽, 천장, 바닥 및 이음새이고, 실내 전체면적의 80% 이상으로 시공하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0023] 본 발명에 따른 시공 방법은 저비용으로 수행이 가능하며 공정 또한 간단한 시공을 통해 건물 내부 및 외부에서 발생하는 라돈을 효과적으로 차폐할 수 있다. 이로 인해 안전한 실내 환경을 구현하여 인체의 피해를 최소화하는 이점이 있다.

[0024] 또한, 상기 건물은 개인 주택이나 아파트와 같은 건물을 비롯하여 학교, 병원, 지하철, 연구소, 빌딩, 각종 공공시설 등 다양한 건축물에 시공이 가능하다.

도면의 간단한 설명

[0025] 도 1은 3㎜ 두께의 폴리우레탄 발포 패널의 실시간 라돈 차단 변화를 보여주는 그래프이다.

도 2는 6㎜ 두께의 폴리우레탄 발포 패널의 실시간 라돈 차단 변화를 보여주는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 본 발명은 건물 내부에서 발생하거나 외부에서 유입되는 라돈을 효과적으로 차폐하여 라돈에 대한 인체 피폭을 원천적으로 차단할 수 있는 방법을 제시한다.

[0027] 구체적인 발포체를 이용한 라돈 차폐방법은,

[0028] (a) 폴리올, 발포제, 정포제, 촉매 및 경화제를 포함하는 발포 조성물을 준비하는 단계;

[0029] (b) 상기 발포 조성물을 건물 내부에 발포 시공하는 단계; 및

[0030] (c) 발포 후 얻어진 발포 패널의 표면을 마감 시공하는 단계를 포함하여 시공한다.

[0031] 이때, 상기 단계 (a)의 발포 조성물의 조성을 한정하고, 단계 (b)의 발포 시공시 파라미터를 한정함으로써 라돈 차폐를 효과적으로 수행할 수 있다.

[0032] 본 명세서에서 언급하는 '발포체'란 발포 시공에 의해 얻어지는 물질을 의미하고, 패널 형태를 갖는 것을 '발포 패널'이라 한다.

[0033] 이하 각 단계별로 상세히 설명한다.

[0034] 단계 (a) : 발포 조성물 제조 단계

[0035] 먼저, 발포 경화를 위해 폴리올, 발포제, 촉매, 정포제 및 경화제를 포함하는 발포 조성물을 준비한다.

[0036] 본 발명에서 라돈 차폐를 위한 발포체는 폴리우레탄 폼 또는 폴리우레아 폼으로서, 패널 형태로 제조된다. 이들은 발포 조성물에 사용하는 경화제의 종류에 따라 폴리우레탄 폼 또는 폴리우레아 폼의 제조가 가능하다. 상기 폴리우레탄 및 폴리우레아는 경도에 따라 크게 초연질/연질/반경질/경질 폼으로 구분되며, 본 발명에서는 경질 폼을 제조한다. 상온·상압 조건에서 자유발포가 가능하여 분사와 발포가 동시에 가능한 장점을 가지며 단열성능이 매우 우수하다.

[0037] 폴리우레탄 폼은 활성 수산기(-OH)를 갖고 있는 폴리올과 이소시아네이트기(-N=C=O)를 갖고 있는 이소시아네이트 화합물의 부가중합 반응(Addition Polycmrization Reaction)에 의해 (-NHCOO-)의 우레탄 구조를 갖는다. 또한, 폴리우레아 폼은 수산기(-OH)를 갖고 있는 폴리올과 아민기(-NH=)를 갖고 있는 이소시아네이트 화합물의 부가중합 반응(Addition Polycmrization Reaction)에 의해 (-NHCONH-)의 우레아 구조를 갖는다. 이하 각 조성을 상세히 설명한다.

[0038] (i) 폴리올

[0039] 본 발명에 사용하는 폴리올은 특별히 한정하지 않으며, 이 분야에서 공지된 바의 폴리에스테르계 폴리올, 폴리에테르계 폴리올, 폴리락톤계 폴리올, 폴리올레핀계 폴리올 등을 사용할 수 있다.

[0040] 폴리에스테르계 폴리올은 2~12개의 탄소 원자를 갖는 다염기성 카르복실산과 다가 알콜의 축합을 통해 주로 제조된다.

[0041] 일 구체예에서, 다가 알콜은 2~12개의 탄소 원자, 바람직하게는 2~6개의 탄소 원자를 갖는 디올, 예컨대 에틸렌 글리콜, 프로필렌 글리콜, 디에틸렌 글리콜, 디프로필렌 글리콜, 부탄 디올-1,4 또는 부탄 디올-1,3이다. 글리세롤 또는 트리메틸올 프로판으로서 소량의 삼작용성 이상의 알콜을 사용하는 것이 가능하다.

[0042] 다염기성 카르복실산은, 예컨대 숙신산, 글루타르산, 아디프산, 수버산, 아젤라산, 세바스산, 데칸디카르복실산, 말레산, 푸마르산, 또는 바람직하게는 프탈산, 이소프탈산, 테레프탈산, 또는 이성질체 나프탈렌디카르복실산이다. 아디프산, 프탈산, 이소프탈산, 및 테레프탈산이 가장 바람직하다.

[0043] 폴리에테르계 폴리올은 알킬렌 옥사이드(예를 들면, 에틸렌 옥사이드, 프로필렌 옥사이드, 부틸렌 옥사이드 등의 탄소수 2 내지 4개의 알킬렌 옥사이드)의 중합물을 사용할 수 있고, 구체적으로 폴리프로필렌 글리콜또는 폴리에스틸렌 글리콜 등을 들 수 있다

[0044] 상기 폴리락톤계 폴리올은 글리콜류나 트리올류의 중합 개시제에 (α-, β-, γ-, ε-)카프로락톤, α-메틸-ε-카프로락톤, ε-메틸-ε-카프로락톤 등 또는 β메틸-δ-발레로락톤 등을 유기 금속 화합물 또는 지방산 금속 아실 화합물 등의 촉매의 존재하에서 부가 중합시키고 얻어지는 폴리올 등 들 수 있다.

[0045] 상기 폴리올레핀계 폴리올은 폴리부타디엔 또는 부타디엔과 스틸렌 또는 아크릴로니트릴과의 공중합체의 말단에

수산기를 도입한 폴리부타디엔계 폴리올을 들 수 있다

[0046] 이러한 폴리올은 폴리우레탄 폼 또는 폴리우레아 폼의 물성(탄성, 복원력, 내열성, 난연성 등)에 따라 단독으로 사용하거나 2종 이상 혼합하여 사용할 수 있다.

[0047] 폴리올은 중량평균분자량이 1,500g/mol 내지 5,000g/mol 이고, 수산기값은 2 KOH/mg 내지 50KOH/mg인 것을 사용할 수 있다. 상기 범위의 폴리올을 사용시 경화제와의 중합 반응이 용이하게 일어나, 탄성 복원성, 내구성, 유연성 등의 물리적 성질이 우수할 수 있다.

[0048] (ii) 발포제

[0049] 발포제는 중합반응 공정에서 기체를 발생시킴으로써 단열재 내부에 발포셀을 형성하는 역할을 할 수 있는 것으로, 폴리우레탄 폼 또는 폴리우레아 폼 형성 후 셀 안에 존재하므로 열전도도가 낮으며 안정성이 높은 물질을 사용하는 것이 바람직하며, 물, 카르복실산, 불소계 발포제 또는 이산화탄소, 공기 같은 불활성 기체를 사용할 수 있다.

[0050] 바람직하게는, 상기 발포제가 2 이상의 화합물을 포함하는 혼합물 또는 화합물로 이루어지고, 상기 2 이상의 화합물은 끓는점(boiling point)이 상이한 불소계 화합물 및 탄소수 4 내지 10으로 이루어진 사이클로알케인(cycloalkane)으로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나 이상을 포함하는 화합물을 포함할 수 있다.

[0051] 이 중에서도 상기 발포제가 끓는점이 상이한 불소계 화합물 및 사이클로알케인을 포함함으로써 작업성이 향상될 수 있다. 상기 불소계 화합물은 HCFC(hydrofluorochlorocarbon)계 화합물, HFC(hydrofluorocarbon)계 화합물, 및 HCFO(hydrochlorofluoroolefin)계 화합물로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나 이상을 포함할 수 있다.

[0052] 보다 구체적으로, 상기 HCFC(hydrofluorochlorocarbon)계 화합물은 1,1-Dichloro-1-fluoroethane을 포함할 수 있고, 상기 HFC(hydrofluorocarbon)계 화합물은 1,1,1,3,3-pentafluoropropane, 1,1,1,3,3-pentafluorobutane, 및 1,1,1,2,3,3,3-Heptafluoropropane으로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나 이상을 포함할 수 있으며, 상기 HCFO(hydrochlorofluoroolefin)계 화합물은 1-Chloro-3,3,3-trifluoropropylene을 포함할 수 있다.

[0053] 상기 발포제는 발포제를 제외한 발포 조성물 100 부피%에 대하여 5 부피% 내지 200 부피%로 포함될 수 있다. 상기 범위에서 사용하여야만 독립적인 구형의 발포 셀을 형성할 수 있다.

[0054] (iii) 촉매

[0055] 촉매는 폴리올의 OH기와 이소시아네이트기와의 우레탄화 반응, 또는 OH기와 아민기와의 우레아화 반응을 가속화하기 위해 사용한다.

[0056] 사용 가능한 촉매로는 본 발명에서 특별히 한정하지 않으나, 바람직하기로 공지의 아민계 촉매 또는 금속 촉매가 사용될 수 있다.

[0057] 구체적으로, 상기 아민계 촉매는 디메틸에탄올아민(dimethyletanol amine, DMEA), 디메틸시클로헥실아민(dimethylcyclohexyl amine, DMCHA), 펜타메틸렌디에틸렌트리아민(pentametylenediethylene triamine, PMDETA), 및 테트라메틸렌-헥실디아민(tertamethylene-hexyldiamine, TMHDA)으로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나 이상을 사용할 수 있다.

[0058] 금속 촉매는 주석, 티타늄, 납, 비스무트, 코발트, 칼륨 등의 금속을 포함할 수 있으며, 구체적으로 디부틸주석디라우레이트, 디옥틸주석말레이트, 옥틸산주석, 디부틸주석옥시드 등의 주석 화합물, 테트라부틸티타네이트 등의 티타늄 화합물, 나프텐산 납, 옥틸산 납 등의 납 화합물, 네오데칸산 비스무트, 옥틸산 비스무트 등의 비스무트 화합물, 나프텐산 코발트, 옥틸산 코발트 등의 코발트 화합물, 옥틸산 칼륨, 아세트산 칼륨, 포름산 칼륨 등의 칼륨 화합물 등을 들 수 있다.

[0059] 필요한 경우 상기 아민계 촉매 및 금속 촉매는 단독으로 사용하거나 2종 이상 혼합하여 사용할 수 있다.

[0060] 촉매는 폴리올 100 중량부에 대해 0.05 내지 10 중량부, 바람직하기로 0.1 내지 5 중량부로 사용한다. 만약 그 함량이 상기 범위 미만이면 경화 시간이 길어지고 반대로 상기 범위를 초과하면 반응 속도의 조절이 어려워 발포기의 노즐이 막히는 등의 문제가 발생하여 작업성이 저하될 우려가 있다.

[0061] (iv) 정포제

[0062] 정포제는 폼 내에 셀이 형성될 때, 셀이 서로 합해지거나 생성된 셀이 파괴되는 것을 방지하고, 다른 조성물

간의 혼합성, 셀의 안정성 및 균일화를 향상시킬 수 있다. 이로 인해 폼 표면의 거칠기도를 감소하고 핀홀의 발생을 낮출 수 있다.

[0063] 상기 정포제로는 비실리콘계 정포제 및 실리콘계 정포제를 모두를 포함할 수 있다. 상기 비실리콘 정포제는 특별히 한정되지 않으나, 바람직하게는 알콕시알코올(alkoxyalcohol)이고, 실리콘계 정포제는 SH-193, SF-2937F, SF-2938F(도레 다우코닝 실리콘사 제품), B-8465, B-8467, B-8481(에보닉 데구사 자판사 제품), L-6900(모멘티브사 제품) 등을 사용할 수 있다. 정포제의 배합량은 폴리올 화합물 100중량부에 대해 1 내지 10중량부인 것이 바람직하다.

[0064] 정포제는 폴리올 100 중량부에 대해 0.1 내지 20 중량부, 바람직하기로 0.5 내지 15 중량부로 사용한다. 만약 그 함량이 상기 범위 미만이면, 정포제에 의한 효과가 미미하고, 반대로 상기 범위를 초과하여 사용할 경우 셀 밀도가 증가하여, 발포 패널의 유연성이 저하될 우려가 있다.

[0065] (v) 경화제

[0066] 본 발명의 경화제는 폴리우레탄 폼의 경우 이소시아네이트 화합물이 사용되고, 폴리우레아 폼의 경우 아민 화합물이 사용된다.

[0067] 이소시아네이트 화합물은 폴리우레탄 폼의 제조에 적합한 모든 이소시아네이트 화합물이 사용될 수 있다. 이소시아네이트 성분은 바람직하게는 둘 이상의 이소시아네이트 관능기를 갖는 하나 이상의 유기 이소시아네이트를 포함한다. 본 발명의 목적에 적합한 이소시아네이트 화합물에는, 예를 들어 방향족 이소시아네이트, 지환족 이소시아네이트, 또한 2 이상의 그러한 이소시아네이트들의 혼합물, 및 그러한 이소시아네이트의 변성(modification)으로부터 얻어진 변성된 폴리이소시아네이트들이 있다.

[0068] 적합한 방향족 이소시아네이트 화합물의 예로는 디페닐메탄 디이소시아네이트 (MDI)의 4,4'-, 2,4' 및 2,2'-이성질체, 그의 블렌드 및 중합체성 및 단량체성 MDI 블렌드, 톨루엔-2,4- 및 2,6-디이소시아네이트 (TDI), m- 및 p페닐렌디이소시아네이트, 클로로페닐렌-2,4-디이소시아네이트, 디페닐렌-4,4'-디이소시아네이트, 4,4'-디이소시아네이트-3,3'-디메틸디페닐, 3-메틸디페닐-메탄-4,4'-디이소시아네이트 및 디페닐에테르디이소시아네이트 및 2,4,6-트리이소시아나토톨루엔 및 2,4,4'-트리이소시아나토디페닐에테르를 포함한다.

[0069] 지방족 이소시아네이트 화합물의 예로는 에틸렌 디이소시아네이트, 1,6-헥사메틸렌 디이소시아네이트, 이소포론 디이소시아네이트, 시클로헥산 1,4-디이소시아네이트, 4,4'-디시클로헥실메탄 디이소시아네이트, 상기 언급한 방향족 이소시아네이트의 포화 유사체 및 이들의 혼합물을 포함한다

[0070] 폴리이소시아네이트의 혼합물, 예컨대 톨루엔 디이소시아네이트의 2,4-이성질체와 2,6-이성질체의 상업적으로 입수가능한 혼합물을 사용할 수 있다. 조질(crude) 폴리이소시아네이트, 예컨대 조질 메틸렌 디페닐아민의 포스겐화에 의해 수득된 조질 디페닐메탄 디이소시아네이트 또는 톨루엔 디아민의 혼합물의 포스겐화에 의해 수득된 조질 톨루엔 디이소시아네이트 또한 본 발명의 실시에 사용할 수 있다. TDI/MDI 블렌드 또한 사용할 수 있다.

[0071] 또한, 폴리우레아를 제조하기 위한 경화제로는 아민 화합물, 바람직하기로 폴리아민이 사용될 수 있다.

[0072] 폴리아민은 1종 이상의 폴리옥시알킬렌아민, 바람직하게는 2종 이상의 폴리옥시알킬렌아민(폴리에테르 아민으로 알려짐)의 혼합물이 사용된다. 그러한 폴리옥시알킬렌아민은, 수평균 분자량이 350 g/mol 이상, 예를 들어 350 ~6000 g/mol, 바람직하게는 380~5100 g/mol의 범위인, 바람직하게는 아민 말단 이작용성 또는 보다 고작용성의 폴리알킬렌 옥시드이고, 일반적으로 폴리옥시에틸렌 옥시드 또는 폴리옥시프로필렌 옥시드이고, 여기서 아미노 기는 바람직하게는 지방족 결합된다. 아민 말단 폴리테트라하이드로푸란(PTHF)을 사용하는 것도 가능하다. 폴리에테르 아민의 아민 기는 바람직하게는 1차 아민 기이다. 1종의 폴리에테르 아민만을 사용할 수도 있다. 폴리에테르 아민(b)은 특히 디아민 또는 트리아민이다. 이러한 화합물은, 예를 들어, Huntsman에 의해 상표명 Jeffamine ®으로 또는 BASF에 의해 상표명 Baxxodur®으로 폴리에테르 아민으로서 시판된다.

[0073] 경화제는 폴리올 100 중량부에 대해 50 내지 200 중량부, 바람직하기로 100 내지 150 중량부로 사용한다. 만약 그 함량이 상기 범위 미만이면 폴리올의 경화 반응이 100% 진행이 어려워 미반응 폴리올이 존재하여 발포체의 물성이 저하될 수 있고, 반대로 상기 범위를 초과하면, 이 또한 미반응된 경화제가 존재하거나 과도한 경화로 발포체가 딱딱해지는 등 인장강도가 저하되는 문제가 있다.

[0074] (vi) 첨가제

[0075] 본 발명에 따른 발포 조성물은 여러 가지 목적을 위해 첨가제를 더욱 포함한다. 이러한 첨가제는 폴리우레탄 폼

또는 폴리우레아 폼의 제조에 사용되는 모든 공지의 첨가제일 수 있다.

[0076] 본 발명의 공정을 수행하기 위해 사용되는 출발 재료, 발포제, 촉매, 및 또한 보조제 및/또는 첨가제와 관련된 추가의 상세한 사항은, 예를 들어 문헌{Kunststoffhandbuch [Plastics Handbook], volume 7, "Polyurethane" ["Polyurethanes"] Carl-Hanser-Verlag Munich, 1st edition, 1966, 2nd edition, 1983, and 3rd edition, 1993}에서 찾을 수 있다.

[0077] 이들 첨가제는 공지된 바의 첨가 함량으로 사용이 가능하며, 일례로 폴리올 100 중량부에 대하여 10 중량부, 바람직하기로 5 중량부 이하로 사용한다.

[0078] 가교제로서 사용되는 저분자 화합물로서는 예를 들면, 에틸렌글리콜, 디에틸렌글리콜, 프로필렌글리콜, 디프로필렌글리콜, 1,4-부탄디올, 1,6-헥산디올, 네오펜틸글리콜, 글리세린, 트리메틸올프로판, 트리에탄올아민, 펜타에리트리톨 등을 들 수 있고, 이들 1종 또는 2종 이상을 병용할 수 있다. 특히 1,4-부탄디올 혹은 에틸렌글리콜은 가교제로서 적합한 것이다. 상기 가교제는 상기 폴리올 100 중량부에 대하여 01 내지 5 중량부로 포함될 수 있다. 상기 범위에서 우레탄층의 가교결합이 용이할 수 있다.

[0079] 난연제로는 인계 난연제, 질소계 난연제, 무기계 난연제, 및 할로겐계 난연제로 이루어지는 군에서 선택되는 어느 하나 이상을 포함할 수 있고, 폼의 난연성을 실현함과 동시에 폴리올과 이소시아네이트 화합물 간의 폴리 우레탄 결합반응 시 발생할 수 있는 부반응을 억제할 수 있는 것을 사용하는 것이 바람직하다.

[0080] 본 발명에서는, 상기 서술한 첨가제 이외에, 핵제나 탄산칼슘, 황산바륨 등의 충전제, 산화 방지제, 자외선 흡수제 등의 노화 방지제, 가소제, 착색제, 항곰팡이제, 파포제, 분산제, 변색 방지제 등을 들 수 있다. 구체적인 조성 등은 공지된 바이 것을 따른다.

[0081] 본 발명에 따른 발포 조성물은 처방을 조절하고 원하는 물성을 얻기 위하여 그 생산기법에 따라 다양한 형태의 조성으로 제조될 수 있다.

[0082] 일 구현예에 따른 발포 조성물은 one-shot법을 사용하는 것으로, 모든 조성을 혼합하는 일액형 수지로 제조될 수 있다. 구체적으로, 모든 원료의 성분이 각각 정량되어 혼합기(mixer)로 보내져서 혼합되어 토출하는 방식으로, 폴리올, 발포제, 촉매, 정포제 및 경화제를 혼합기에서 혼합한 후 발포기를 통해 발포 성형 공정을 수행한다.

[0083] 다른 구현예에 따른 발포 조성물은 two component법을 사용하는 것으로, 주제 및 경화제로 나뉘는 이액형 수지로 제조될 수 있다. 구체적으로, 폴리올, 발포제, 촉매 및 정포제를 혼합하여 폴리올 프리믹스(premix)를 제조하고, 상기 폴리올 프리믹스와 경화제를 혼합기에서 혼합한 후 발포기를 통해 발포 성형 공정을 수행한다.

[0084] 또 다른 구현예에 따른 발포 조성물은 Quasi - prepolymer법을 사용하는 것으로, 제1조성 및 제2조성으로 나뉘는 이액형 수지로 제조될 수 있다. 구체적으로, 폴리올의 일부, 발포제, 촉매 및 정포제를 혼합하여 폴리올 프리믹스(premix)를 제조하고, 이와 별도로 나머지 잔부의 폴리올과 경화제를 반응시켜 프리폴리머를 제조한 후, 혼합기에서 상기 폴리올 프리믹스와 프리폴리머를 혼합한 후 발포기를 통해 발포 성형 공정을 수행한다. 이러한 방식은 모든 폴리올리 경화제와 반응한다는 장점이 있다.

[0085] 또 다른 구현예에 따른 발포 조성물은 forth법을 사용하는 것으로, two component법과 유사하다. 구체적으로, 폴리올, 발포제, 촉매 및 정포제를 혼합하여 폴리올 프리믹스를 제조하고, 상기 혼합기에서 상기 폴리올 프리믹스, 경화제 및 저비점 발포제를 혼합한 후 발포기를 통해 발포 성형 공정을 수행한다.

[0086] 이들 방법 중 이액형 수지를 사용하는 two-component법 또는 forth법의 방식이 널리 사용될 수 있으며, 이외에 폴리우레탄 폼 또는 폴리우레아 폼의 제조 방식에 사용하는 방법이 사용될 수 있다.

[0087] 혼합 후 얻어지는 발포 조성물은 발포기의 노즐을 통해 분사되며, 이때 시공면에 분사액이 어느 정도 힘으로 부착되어 발포가 이루어질 수 있도록 점도를 조절한다. 또한, 조성물 원액의 점도가 높으면 부분적으로 강도, 밀도 등 물성편차가 발생될 수 있으므로, 바람직하게는 25℃에서 점도가 1800cps 이하인 것이 바람직하다.

[0088] 상기와 연관하여, 본 발명에 의한 폴리올과 경화제가 서로 혼합되기 이전의 각 수지 온도가 20℃ 내지 60℃의 상태로 상호 혼합되는 것이 바람직한데, 이는 각 수지 온도가 20℃ 미만이면, 발포제인 물과 경화제가 반응하여 이산화탄소를 발생시킴으로써 생성되는 발포체 셀의 모양과 크기가 지나치게 작아져 제조 완료된 발포체의 밀도가 지나치게 높아지는 문제가 발생하고, 60℃를 초과하면, 상기와 반대로 발생된 이산화탄소가 높은 온도에 의하여 급격하게 발포체 외부로 빠져나가 제조 완료된 발포체의 밀도가 지나치게 낮아짐과 동시에 발포체 셀의 모

양이 일정하지 못하게 생성되는 문제가 발생하기 때문에, 상기 범위 내의 온도에서 상호 혼합되는 것이 바람직하다.

[0089] 단계 (b) : 건물 내부 발포 단계

[0090] 다음으로, 상기 발포 조성물을 이용하여 건물 내부를 시공하기 위해 발포기를 이용하여 건물 내부에 발포한다. 상기 발포는 스프레이법(또는 현장뿜칠 발포)이 사용될 수 있다.

[0091] 스프레이법으로서는 여러 가지 방법이 알려져 있는데, 본 발명에 있어서의 스프레이법로서는, 발포 조성물을 믹싱 헤드 내에서 혼합하여 분무하는, 이른바 에어레스 스프레이법이 바람직하다.

[0092] 상기 스프레이법은 공사 현장에서 직접 경질폼을 제조하는 방법으로, 공사 비용을 억제할 수 있고, 기재의 요철이 있는 시공면에도 간극없이 시공할 수 있는 등의 장점을 가지고 있다. 또한, 스프레이법에 있어서 중요한 경질폼의 표면성이 양호하고, 요철이 없어 평활성이 우수한 표면이 얻어진다. 또한 천정부에 시공할 때의 늘어짐이 없기 때문에, 균일한 경질폼층을 형성하는 것이 가능해진다

[0093] 발포기(spray gun)는 주제와 경화제를 서로 다른 노즐에서 고속으로 분사하여 혼합용기 내에서 충돌 혼합 후 발포하여 경화과정을 통해 폼을 형성할 수 있는 장치이다. 상기 발포기는 폴리우레탄 업계에서 통상적으로 사용하는 고압 또는 저압 발포기를 사용할 수 있다. 또한, 원액온도 및 토출량과 같은 발포조건은 발포기의 종류에 따라 달라질 수 있으며, 본 발명에 따른 작업조건에 맞는 사양으로 개발할 수도 있으며, 또는 기존의 유사한 스프레이 장치를 개조하여 사용할 수 있다.

[0094] 발포기를 이용한 발포는 하기 공정을 따라 수행한다.

[0095] (S1) 먼저, 발포 조성물을 발포기의 챔버에 주입한다.

[0096] (S2) 다음으로, 발포기를 점검한다.

[0097] 발포기의 점검은 먼저, 전원을 연결하여 콤프레셔의 작동 및 발포 조성물의 온도, 및 공급 라인을 확인한다. 이어, 발포기의 노즐에 연결된 필터의 이상 유무를 점검한 다음, 발포기의 세팅 온도를 설정 후 확인한다. 또한, 일정 시간 동안 공급 라인을 통해 받은 토출량 및 배합비가 적절한지 검사한다.

[0098] (S3) 다음으로, 발포를 위해 온도, 토출량, 및 배합비 등을 세팅한다.

[0099] 상기 발포기의 세팅 온도는 경화 시간 및 물성과 관련된 것으로, 너무 높거나 낮을 경우 발포 품질이 저하될 수 있으며, 바람직하기로 40~85℃의 범위 내로 설정한다. 또한, 작업장의 온도가 높을수록 경화반응이 빨라지고, 작업장의 온도가 낮을수록 경화시간이 길어진다. 그러므로, 계절 및 작업장의 외부 온도 조건에 따라 상기 온도 범위 내에서 토출 직전의 발포 조성물의 온도를 적절히 세팅할 필요가 있다. 바람직하기로 발포 시공은 10℃ 이상, 실내습도 RH 85% 이하에서만 시공하는 것이 유리하다. 발포 시공시 경화 시간의 속도는 발포 조성물 자체의 물성, 혼합 및 분사시 세팅 온도, 및 경화가 진행되는 동안 외부 온도의 순서로 영향을 받으므로, 상기 범위 내에서 수행하는 것이 바람직하다.

[0100] (S4) 다음으로, 폼을 형성하고자 하는 건축물의 대상 면 위로 소정의 두께만큼 발포 조성물을 혼합 분사시켜 발포 및 경화를 수행한다.

[0101] 특히, 본 발명의 발포 시공에서 대상 건물의 내부에 발포 시공을 수행하며, 이때 건물 내부는 측벽, 천장, 바닥 및 이음새이고, 실내 전체면적의 80% 이상으로 시공하여야만 효과적으로 라돈을 차폐할 수 있다.

[0102] 발포 시공시 발포 조성물의 코팅 두께, 분사 각도, 토출량 및 압축 공기의 양을 조절한다.

[0103] 발포 조성물의 코팅 두께는 3 내지 200㎜의 두께로 발포하며, 이는 최종 얻어지는 발포체의 물성과 함께 라돈의 완전 차폐를 확보할 수 있는 두께를 확보하기 위함이다. 상기 코팅 두께로 발포 시공할 경우 패널 형태의 발포체는 3 내지 1000㎜ 두께를 가질 수 있다.

[0104] 이때 발포 시공은 건물 내부의 대상에 따라 서로 다른 두께로 시공할 수 있다. 이처럼 서로 다른 두께로 시공하는 것은 외부 공기에 접하는 벽면의 단열 성능 향상 내지는 벽면의 굴곡 및 홈 등을 완벽하게 메우기 위함이다. 구체적으로, 건물 외측과 접하는 측벽 및 천장은 3 내지 200㎜의 두께로 시공하여 3 내지 1000㎜ 두께의 발포 패널을 제작할 수 있고, 건물 내벽 내 내부에 접하는 측벽은 3 내지 30㎜의 두께로 시공하여 3 내지 500㎜ 두께의 발포 패널을 제작할 수 있으며, 건물 내벽 내 바닥은 5 내지 10m의 두께로 시공하여 5 내지 300㎜ 두께의 발포 패널을 제작하고, 건물 내부의 이음새는 3 내지 200 m의 두께로 시공하여 3 내지 1000㎜ 두께의 발포 패널을

이루어 이음새 부분까지 패널을 형성한다.

[0105] 보다 구체적으로, 상기 패널은 3㎜ 내지 1000㎜ 두께의 경질 폴리우레탄 패널, 또는 0.1㎜ 내지 100㎜ 두께의 경질 폴리우레아 패널인 것이 바람직하다.

[0106] 분사 각도는 45 내지 90도, 바람직하기로 70 내지 90도를 유지하면서 수행한다. 발포 조성물은 대상 면에 대해 일정 각도를 이루면서 수행하여야만, 균일한 두께의 발포 패널을 형성할 수 있다. 상기 분사 각도보다 낮는 각도로 분사할 경우, 발포 조성물이 대상 면을 따라 흐르게 되어 하단부가 두껍게 발포 조성물이 코팅되어, 최종 얻어지는 발포 패널의 물성 저하를 가져온다.

[0107] 발포기를 통한 토출량은 2 내지 8kg/min의 범위로 수행한다. 만약 토출량이 상기 범위 미만이거나 상기 범위를 초과할 경우 발포 조성물의 코팅 조성물의 두께 조절이 쉽지 않아 상기 범위 내에서 적절히 사용한다.

[0108] 또한, 발포를 위해 발포기에 공급하는 압축 공기는 80 psi, 바람직하기로 1,200 psi 이상의 고압이 연속적으로 유지하여야 균일한 폼을 형성할 수 있다.

[0109] 경화는 발포 조성물의 조성에 따라 달라지나, 통상적으로 발포 후 상온에서 2 내지 10분 정도가 지나면 경화가 완전히 수행된다.

[0110] 여기서, 상기 분사 및 발포과정을 반복하면 동일 구조의 폼이 반복적으로 적층가능하며, 그 시공과정의 반복횟수 및 두께는 현장의 시공조건에 따라 맞춤식으로 시공가능하다.

[0111] 단계 (c) : 마감 시공 단계

[0112] 다음으로, 상기 발포 후 얻어진 발포 패널의 표면을 마감 시공하는 단계를 수행한다.

[0113] 표면 마감 시공은 발포 패널이 가능한한 평활도를 유지하도록 하는 것으로, 본 발명에서 특별히 한정하지 않으며, 공지된 바의 방법이 사용될 수 있다. 일례로, 수직 면의 경우 블레이드 등을 이용하여 발포 패널 표면을 절단하여, 편평한 면을 형성할 수 있도록 한다. 또한, 수평 면의 경우 수평줄을 띄우고 이를 참고하면서 수동으로 평활도를 맞춘다. 필요한 경우, 분사 공정 중 와이어 게이지(wire gauge)를 이용하여 평활도를 맞출 수 있다.

[0114] 본 발명에 따른 시공 방식에 따라 제조된 발포 패널은 경질 발포 패널로서 라돈을 효과적으로 차폐할 수 있다.

[0115] 라돈의 차폐 정도는 여러 가지 방식이 사용될 수 있으며, 본 발명에서는 밀폐된 공간에서 측정하는 방식으로 수행할 수 있다. 구체적으로, 실시간 라돈 측정기를 이용하여 24 시간 동안 블랭크값을 확인한 후, 발포 패널을 설치한 후 다시 라돈 측정기를 이용하여 24 시간 동안 라돈 방출 농도를 분석하였다. 측정 결과, 라돈을 95% 이상, 더욱 바람직하기로 97%, 가장 바람직하기로 99% 이상의 높은 수치로 라돈을 차폐하여, 라돈 방사선량을 100 Bq/m^3 이하로 달성할 수 있다.

[0116] 또한, 상기 발포 패널은 건물 내부에 시공시 하기와 같은 물성을 가져 건축 내장재로 별도의 단열재 등의 설치가 불필요하여, 건축 시공 비용을 저감할 수 있다.

[0117] 바람직하기로, 발포 패널은 KS M 3809: 2006으로 측정된 겉보기 밀도가 1 내지 100 kg/m^3, 2 내지 80 kg/m^3, 3 내지 75 kg/m^3, 5 내지 60 kg/m^3, 7 내지 55 kg/m^3, 10 내지 40 kg/m^3, 범위를 가지며, 열 전도율은 0.005 내지 0.1 Kcai/mn℃, 0.008 내지 0.08 Kcai/mn℃, 0.01 내지 0.06 Kcai/mn℃, 0.012 내지 0.05 Kcai/mn℃, 0.015 내지 0.04 Kcai/mn℃, 0.018 내지 0.03 Kcai/mn℃의 범위를 갖는다. 또한, 압축 강도는 1 내지 50 N/cm^2, 2 내지 45 N/cm^2, 3 내지 40 N/cm^2, 5 내지 35 N/cm^2, 7 내지 30 N/cm^2, 8 내지 25 N/cm^2의 범위를 가지며, 흡수량은 0.1 내지 5 $g/100cm^2$, 0.2 내지 4.8 $g/100cm^2$, 0.5 내지 4.5 $g/100cm^2$, 0.6 내지 3.5 $g/100cm^2$, 1.0 내지 3.0 $g/100cm^2$, 1.2 내지 2.5 $g/100cm^2$,의 범위를 가지며, 2등급 바람직하기로는 1등급의 난연 등급을 갖는다.

[0118] 상기한 라돈 차단율 및 기계적 물성의 달성은 본 발명에 의해 시공된 발포 패널의 미시적인 특성에 의거한다.

[0119] 바람직하기로, 본 발명에 따라 최종 시공된 패널은 패널 두께(T) 방향에 따라 밀도 구배를 갖는 것을 특징으로 하며, 바람직하기로 중간 부분인 40~60 %의 위치에서 최저 밀도를 갖는다.

[0120] 이때 밀도는 겉보기 밀도를 의미한다. 겉보기 밀도란, 발포체의 밀도를 측정하기 위한 방식으로, 발포체를 100 ㎜Y100 ㎜의 펀칭날형으로 발포체(발포 시트)를 펀칭하여, 펀칭한 시료의 치수를 측정한다. 또한, 측정 단자의

직경(φ) 20 ㎜인 1/100 다이얼 게이지로 두께를 측정한다. 이러한 값으로부터 발포체의 체적을 산출한다. 다음으로, 발포체의 중량을 최소 눈금 001 g 이상의 윗접시 천칭으로 측정한다. 이러한 값으로부터 발포체의 겉보기 밀도(g/㎤)를 산출했다.

[0121] 보다 구체적으로, 패널 두께(T) 방향에 따라 하기 표 1의 겉보기 밀도를 같는다.

표 1

[0122]

구분	수직 방향에서의 위치	겉보기 밀도(kg/m³)
1	20% 미만	35~40
2	20% 이상 40% 미만	33~35
3	40% 이상 60% 미만	28~33
4	60% 이상 80% 미만	33~35
5	80% 이상	35~40

[0123] 이러한 겉보기 밀도의 구배를 가짐에 따라 1번, 5번 구배에서 고밀도의 코팅막이 형성되어 1차 라돈 차단의 효과가 있으며 2~4번 구배에서 저밀도 에어 포켓을 형성하여 방사선 산란 효과에 의해 라돈을 포집하면서, 단열성능이 향상되는 이점이 있다. 이러한 이점은 시공을 여러 번 나누어 많은 시공층을 형성 하는 경우 효과가 극대화 된다.

[0124] 또한, 본 발명에 따라 시공된 발포 패널은 패널의 두께 방향과 폼 내 셀의 발포 방향이 대략 수직인것이 바람직하다. 본 발명에 있어서, 「대략 수직」이란 구체적으로 90° ±15° 를 의미하고, 특히 90° ±10° 를 의미하는 것으로 한다. 또한, 「폼 내 셀의 발포 방향」이란 개개의 셀 형상을 타원형으로 간주하였을 때의 긴 지름 방향을 의미하고, 특히 폴리우레탄 폼 패널의 중앙 부분(폭 방향 및 세로 방향 중심으로부터 폭 방향 길이 및 세로 방향 길이의 양측 10% 정도의 부분)에서 측정하였을 때의 방향을 가리키는 것으로 한다.

[0125] 또한, 이 제조 방법에 의해 얻어지는 폴리우레탄 폼 패널은 층면의 1㎟의 단위 면적 당 약 25,000 내지 약 1,000,000,000 개의 발포 셀을 포함할 수 있다. 상기 '발포 셀'은 상기 발포 패널의 제조 과정에서 발포에 의해 생성되는 기포를 나타내는 것이다. 발포 셀이 상기 범위 미만이면 인장강도나 굽힘강도 등을 확보할 수 없고, 반대로 상기 범위를 초과할 경우 표면 질감이나 물성이 저하될 우려가 있다.

[0126] 또한, 상기 발포 셀은 독립적인 구형의 발포 셀이며, 닫힌 셀(Closed Cell)일 수 있다. 본 명세서에서 구형의 발포 셀이란, 외부 압력에 의해 찌그러지거나, 뾰족한 형상을 갖게 된 발포 셀의 형상과 대비되는 표현으로서, 반드시 기하학적으로 완벽한 구형을 의미하는 것은 아니며, 통상적으로 개개 발포 셀에 대하여 구형이라 칭할 때 포괄할 수 있는 수준을 다 아우르는 개념으로 이해되어야 한다. 따라서, 본 명세서에서 구형의 발포 셀(은 물리적인 외력에 의해 모양이 변형되지 않고, 형성 시의 구 형상을 유지하는 것으로 광의로 이해되어야 할 것이다. 이러한 구형의 발포 셀을 포함함으로써, 즉 외부 압력에 의해 발포 셀의 물리적 구조가 변형되지 않는다.

[0127] 또한, 본 발명의 발포 패널의 발포 셀의 평균 직경은 약 35㎛ 내지 약 4000㎛일 수 있다. 상기 발포 셀의 평균 직경은 하나의 발포 셀이 가질 수 있는 직경의 평균치를 나타내는 것이다. 상기 발포 셀의 평균 직경이 상기 범위를 만족하며, 구형의 형상을 유지함으로써, 상기 제시한 물성을 확보할 수 있다.

[0128] 이러한 발포 셀은 내부에 형성된 기공으로 인해 라돈의 진행 방향을 바꿔 전달 속도를 늦출 수 있다. 특히, 상기 겉보기 밀도의 구배를 갖는다는 것은 셀 밀도, 셀 크기 등에 차이가 있다는 것을 의미하며, 이로 인해 발포 패널을 통과하는 라돈의 진행 속도를 더욱 늦출 수 있다. 더욱이, 발포 셀 자체가 닫힌 셀이므로, 진행 속도가 늦어진 라돈이 더 이상 진행되어 외부로 투과하지 않고 셀 내부에 라돈이 쉽게 포집(또는 갇혀진 상태)될 수 있다.

[0129] 상기 표 1에 나타낸 바와 같이, 발포 패널의 내측부(1번)은 고밀도의 코팅막이 형성되어 라돈의 진행을 억제하고, 2~3번 구배의 중앙부에서는 발포 셀에 의해 라돈을 포집하며, 미처 포집되지 못한 라돈은 외측부(5번)에서 고밀도의 코팅막으로 인해 외부로의 방출을 엄격히 차단한다. 그 결과, 최종적으로 발포 패널을 통과하는 라돈을 효과적으로 억제할 수 있다.

[0130] 상기한 물성을 갖는 본 발명의 발포 패널은 건물 내부에 시공됨으로써 하기의 이점이 있다.

[0131] 먼저, 건물 내부의 측면, 바닥, 천정 및 이음새 모두를 시공함으로써 라돈을 효과적으로 차폐할 수 있다. 또한,

다양한 기계적 물성을 만족함으로써 추가 내장재의 설치가 불필요하다.

[0132] 특히, 본 발명의 발포 시공 조건을 사용함으로써 종래 표준화되지 못한 라돈 차폐 시공 방식의 기준 방식으로 사용이 가능하다. 이러한 방식은 건물의 형태에 따라 시공 방식을 설정할 필요가 없어 작업방식이 매우 간편하여 작업 생산성과 편리성을 획기적으로 개선할 수 있다. 또한, 현장 맞춤형 시공이 가능하며, 유지기간이 매우 길어 개/보수가 거의 불필요하다.

[0133] 그 때문에 단독 주택, 맨션, 오피스 빌딩, 프레하브 냉동 창고 등의 건축물의 벽, 천정, 기초 부분이나 마루 밑 등의 시공면에 경질폼으로 이루어지는 단열층을 형성할 때 채용되는 경우가 많다. 또, 건축물을 건축하기 전의 건재에 미리 스프레이법으로 경질 폼을 형성하고, 이 경질폼층이 미리 형성된 건재를 사용하여 건축물을 시공할 수도 있다. 또, 본 발명에 의해 제조되는 경질폼은 건축물이나 건재의 단열재로서의 용도에 한정되는 것은 아니다

[0134] [실시예]

[0135] 이하 본 발명의 실시예를 구체적으로 설명한다. 그러나 본 발명의 실시상태는 이들 실시예에 한정되는 것은 아니다.

[0136] **실시예 1 내지 실시예 4**

[0137] (1) 발포 조성물 제조

[0138] 폴리올 성분에 발포제, 난연제, 정포제, 및 촉매를 혼합하여 레진 혼합물을 제조 한 제품과, 상기 레진 혼합물에 이소시아네이트 화합물을 교반하여 발포 조성물을 준비하였다.

[0139] 실시예 1 및 2는 폴리우레탄 발포 조성물이고, 실시예 3 및 4는 폴리우레아 발포 조성물이다.

표 2

[0140]

조성(중량부)	실시예 1	실시예 2
폴리올A	55	55
폴리올B	15	10
폴리올C	10	15
이소시아네이트 경화제	10	10
발포제	6	7
촉매	4	4
정포제	2	2
난연제	8	8
폴리올A: 벤플러스에서 생산중인 폴리에스터 폴리올 (2.3 관능기수) 폴리올B: KPX 케미칼에서 생산중인 폴리에테르 폴리올, KONIX KR-403 (개시제: TDA, 4 관능기수) 폴리올C: KPX 케미칼에서 생산중인 폴리에테르 폴리올, KONIX KFT-120 (개시제: EDA, 4 관능기수) 이소시아네이트 경화제: 디이소시아네이트 BASF 제품, 발포제: 141b 솔베이 제품 촉매: 디부틸주석디라우레이트 정포제: 중국 메이스타 AK-8803KM제품 난연제: TEP, 인계 난연제, YOKE 사 제품		

[0141] (2) 발포 패널 시공

[0142] 상기 실시예 1 내지 2의 발포 조성물을 이용하여, 발포 패널을 제작하였다.

[0143] 에어리스 발포기의 제1주입구에 폴리올, 발포제, 촉매, 정포제 및 난연제를 주입하고, 제2주입구에 경화제(이소시아네이트 경화제 또는 아민 경화제)를 주입하였다. 이어, 믹싱헤드로 이송하여 균일하게 혼합하여 발포 조성물을 제조하였다. 상기 발포기 세팅 온도는 50℃로 하고, 압축 공기는 1000psi로 설정하고, 토출량을 5kg/min가 되도록 하였다.

[0144] 발포기 세팅 완료 후 콘크리트 재질의 블록에 대해 70도의 분사 각도로 3mm의 두께로 분사하였다. 5분 동안 경

화 반응이 이루어지도록 하고, 표면을 블레이드로 처리하여 마감 시공을 수행하였다.

[0145] **비교예 1**

[0146] KR 공개특허 제10-2017-0085700호에서 제시하는 방법으로, 콘크리트 재질의 블록에 라돈 차단 페인트를 시공하였다.

[0147] 하이드록시프로필-사이클로덱스트린 200g, 프로필렌 글리콜 30g, 에탄올 30g, 첨가제(증점제, 소포제, 분산제) 15g 및 물 725g을 혼합하여 수성 코팅제 1000g을 제조하였다. 상기 수성 코팅제를 콘크리트 블록에 50㎜의 두께로 코팅하였다.

[0148] **실험예 1: 겉보기 밀도 측정**

[0149] 상기 실시예 1 및 2에서 제작된 발포 패널을 3㎜의 두께로 제작한 후 단면을 수직 방향으로부터 5개의 패널로 수평 절단한 후, 각각의 밀도를 KS M 3809: 2006에 의거하여 측정하였고, 그 결과를 하기 표에 나타내었다.

표 3

[0150]

구분	수직 방향에서의 위치	실시예 1	실시예 2	겉보기 밀도 (kg/m^3)
1	20% 미만	38	39	35~40
2	20% 이상 40% 미만	34	35	33~35
3	40% 이상 60% 미만	30	33	28~33
4	60% 이상 80% 미만	34	35	33~35
5	80% 이상	38	40	35~40

[0151] 상기 표 3의 결과를 보면, 발포 패널의 중간 위치인 40%~60% 영역에서의 겉보기 밀도가 가장 낮아, 밀도 구배를 가짐을 확인하였다.

[0152] **실험예 2: 발포 패널 물성 측정**

[0153] 상기 실시예 1 및 2에서 제작된 발포 패널을 3㎜의 두께로 제작한 후, 하기와 같이 물성을 측정하였고, 그 결과를 하기 표 4에 나타내었다.

표 4

[0154]

물성	실시예 1	실시예 2	시험 방법
겉보기 밀도(kg/m^3)	30	35	KS M 3809: 2006
열전도율(Kcai/mn℃)	0.021	0.019	KS M 3809: 2006
압축강도(N/cm^2)	14	18	KS M 3809: 2006
흡수량($g/100cm^2$)	1.8	2.0	KS M 3809: 2006
난연등급	1	1	KS M 3809: 2006

[0155] 상기 표 4를 보면, 실시예 1의 조성으로 제조된 폴리우레탄 발포 패널은 건축 자재로서의 물성 기준에 만족함을 알 수 있다.

[0156] **실험예 3: 발포 패널 두께에 따른 라돈 차폐 효과 측정**

[0157] 실시예 1 내지 2의 조성물로 제작된 패널이 3㎜ 및 6㎜의 두께를 갖도록 각각 제작하였다. 이때 각 폴리우레탄 패널의 두께에 따른 라돈 방사량 및 차폐율을 측정하였으며, 그 결과를 하기 표 5에 나타내었다.

[0158] 라돈 방사량 측정 시험은 실시간 라돈 측정기를 이용하여 24 시간 동안 블랭크값을 확인한 후, 발포 패널을 설치한 후 다시 라돈 측정기를 이용하여 24시간 동안 라돈 방출 농도를 분석하였다.

표 5

[0159]

	두께	블랭크(Bq/m^3)	설치 후(Bq/m^3)	라돈 차단율
실시예 1	3㎜	593.59	20.38	96.57%
	6㎜	633.70	25.51	95.97%

실시예 2	3㎜	602.34	19.59	96.78%
	6㎜	632.42	23.25	96.32%
비교예 1	코팅	625.57	84.21	86.54%

[0160] 상기 표 5의 결과를 보면, 본 발명에서 제조된 발포 패널의 라돈 차단율이 95% 이상의 높은 수치를 가짐을 알 수 있다. 이와 비교하여 단순 코팅인 비교예 1의 경우 약 87%로 낮은 수치를 나타내어, 패널로 형성할 경우 보다 우수한 라돈 차단 효과를 가짐을 알 수 있다.도 1은 두께가 3㎜인 발포 패널을 설치한 경우 24시간 동안 라돈 차단율 변화를 보여주는 그래프이고, 도 2는 두께가 6㎜인 발포 패널을 설치한 경우 24시간 동안 라돈 차단율 변화를 보여주는 그래프이다. 이 둘 모두에서 발포 패널의 설치 즉시 라돈 차폐 효과가 달성되고 장시간 동안 유지됨을 알 수 있다.

[0161] **실험예 4: 분사 조건에 따른 라돈 차폐 효과 측정**

[0162] 실시예 1의 조성물을 이용하여 콘크리트 재질의 블록에 100㎜의 두께로 시공하여 3㎜ 두께의 폴리우레탄 발포 패널을 제작하였다. 이때 발포기의 분사 조건을 하기와 같이 조절하여 라돈 차단율을 측정하였고, 그 결과를 하기 표 6에 나타내었다.

표 6

[0163]

	세팅 온도	압축 공기	토출량	분사 각도	라돈 차단율
실시예 1	50℃	1000psi	5kg/min	70도	96.57%
1번	50℃	1000psi	5kg/min	25도	87.59%
2번	50℃	1000psi	5kg/min	50도	95.01%
3번	50℃	1000psi	5kg/min	90도	96.45%
4번	30℃	1000psi	5kg/min	70도	62.14%
5번	80℃	1000psi	5kg/min	70도	84.58%
6번	50℃	50psi	5kg/min	70도	75.12%
7번	50℃	1000psi	1kg/min	70도	65.55%
8번	50℃	1000psi	10kg/min	70도	69.54%

[0164] 상기 표 6을 보면, 발포 공정에서의 세팅 온도, 압축 공기의 압력, 토출량 및 분사 각도가 라돈 차단율에 영향을 주는 것을 알 수 있다. 실시예 1 및 1번~3번과 같이 분사 각도에 따른 라돈 차단율을 보면, 분사 각도에 따라 라돈 차단율이 달라지며, 그 중에서 분사 각도가 70도에서 90도인 경우 가장 우수한 라돈 차폐 효과를 가짐을 확인하였다.

[0165] 또한, 4번과 같이, 세팅 온도가 상온인 경우 발포가 제대로 이루어지지 않아 라돈 차단 효과가 낮고, 너무 높은 5번의 경우에도 유사한 결과를 보였다.

[0166] 이와 마찬가지로, 6번~8번과 같이, 압축 공기의 압력 및 토출량을 변화시킨 결과를 보더라도 라돈 차단율이 낮음을 알 수 있다.

[0167] 상기한 발포 공정 조건은 최종 제조되는 패널의 미세 구조에 영향을 주어, 결과적으로 얻어지는 패널의 물성이 달라짐을 야기한다. 이로 인해 라돈 차단율 또한 달라짐을 알 수 있다. 이러한 결과로부터, 라돈을 효과적으로 차단하기 위해선 공정 조건의 설정 또한 선행되어야 함을 알 수 있다.

[0168] **실험예 5: 분사 조건에 따른 패널 물성 변화 및 라돈 차폐 효과 측정**

[0169] 상기 실험예 4에서의 분사 조건을 달리한, 1번, 4번, 6번, 8번의 조건으로 제조된 패널의 겉보기 밀도를 실험예 1에 의거하여 측정하였으며, 하기 표 7에 미세 구조에 따른 라돈 차폐 효과를 비교하였다.

표 7

[0170]

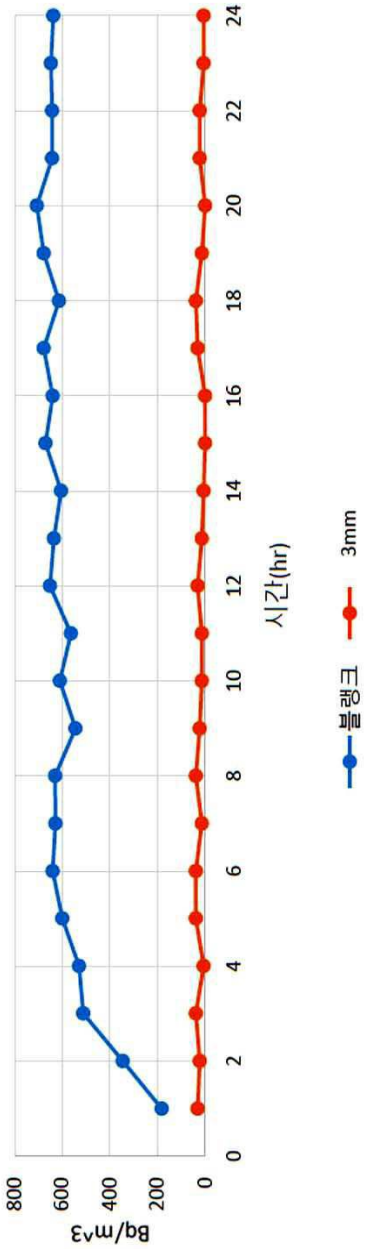
구분	수직 방향에서의 위치에서의 겉보기 밀도(kg/m³)	실시예 1	1번	4번	6번	8번
1	20% 미만	38	45	50	42	32
2	20% 이상 40% 미만	34	42	49	38	33
3	40% 이상 60% 미만	30	43	55	33	46

4	60% 이상 80% 미만	34	35	34	32	45
5	80% 이상	38	33	33	30	32
라돈 차단율		96.57%	87.59%	62.14%	75.12%	69.54%

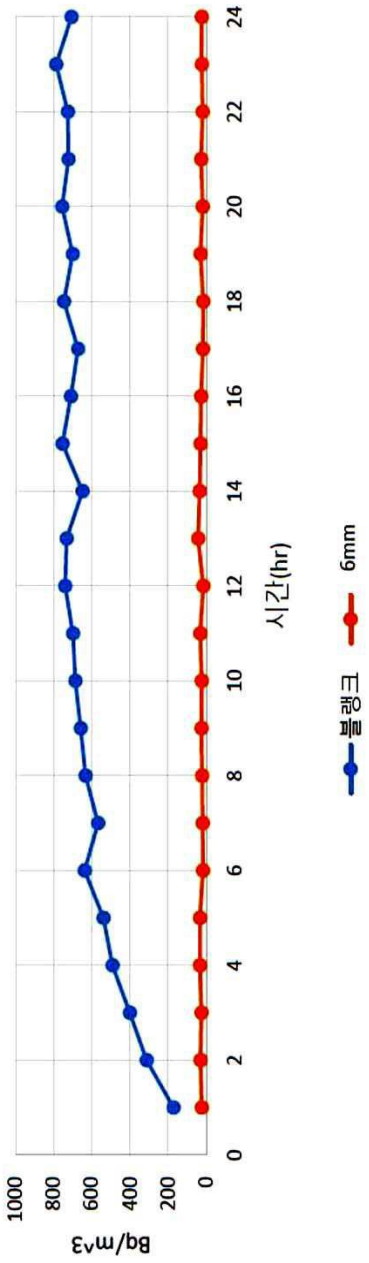
[0171] 상기 표 7을 보면, 분사 조건을 달리한, 1번, 4번, 6번, 8번의 패널의 겉보기 밀도는 특정한 경향을 보이지는 않았으며, 미세 구조가 실시예 1의 패널과는 다름을 알 수 있다. 이러한 결과로부터, 본 발명에 따라 겉보기 밀도의 구배를 갖는 패널이 라돈 차단에 보다 효과적임을 알 수 있다.

도면

도면1



도면2


Bq/m^3
1000
800
600
400
200
0
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
시간(hr)
블랭크
6mm