



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2017년09월15일  
 (11) 등록번호 10-1777508  
 (24) 등록일자 2017년09월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 C04B 28/00 (2006.01) B28B 1/24 (2006.01)  
 B28B 11/24 (2006.01) B28B 23/00 (2006.01)  
 C04B 14/30 (2006.01) C04B 14/36 (2006.01)  
 C04B 14/38 (2006.01) C04B 18/04 (2006.01)  
 C04B 41/00 (2006.01) C04B 111/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류  
 C04B 28/00 (2013.01)  
 B28B 1/24 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-0045040  
 (22) 출원일자 2016년04월12일  
 심사청구일자 2016년04월12일

(56) 선행기술조사문헌  
 KR101531352 B1  
 KR1020060102873 A  
 JP2005505484 A  
 US07128780 B2

(73) 특허권자  
 한밭대학교 산학협력단  
 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

(72) 발명자  
 이상수  
 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
 이승호  
 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

(74) 대리인  
 김대영

(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 3 항

심사관 : 강대출

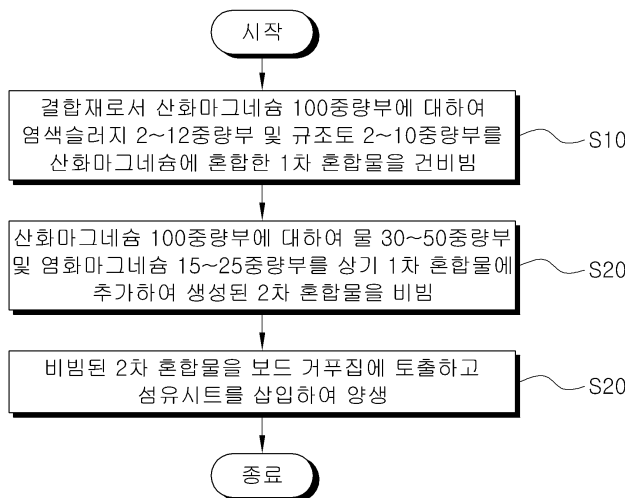
(54) 발명의 명칭 라돈가스 흡착성능이 향상된 보드 및 그 제조방법

**(57) 요약**

본 발명은, 라돈 가스의 흡착성을 향상시키고 경량성을 달성하면서도 높은 휨강도를 나타내는 라돈가스 흡착성능이 향상된 보드 및 그 제조방법에 관한 것이다.

본 발명은, 라돈가스 흡착성능이 향상된 보드 및 그 제조방법에 관한 것으로, 결합재로서 산화마그네슘 100중량부에 대하여 염색슬러지 2~12중량부 및 규조토 2~10중량부를 산화마그네슘에 혼합한 1차 혼합물을 건비빔하는 단계; 산화마그네슘 100중량부에 대하여 물 30~50중량부 및 염화마그네슘 15~25중량부를 상기 1차 혼합물에 추가하여 생성된 2차 혼합물을 비빔하는 단계; 및 비빔된 2차 혼합물을 보드 거푸집에 토출하고 섬유시트를 삽입하여 양생하는 단계;를 포함한다.

**대표도** - 도1



(52) CPC특허분류

- B28B 11/24 (2013.01)
- B28B 23/00 (2013.01)
- C04B 14/304 (2013.01)
- C04B 14/361 (2013.01)
- C04B 14/386 (2013.01)
- C04B 18/0481 (2013.01)
- C04B 41/0072 (2013.01)
- C04B 2111/00025 (2013.01)

김태현

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

(72) 발명자

이용

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

권오한

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711025271

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 중견연구자지원

연구과제명 흡착재를 활용한 라돈가스 저감형 스마트제어 건축용 내화보드의 제조방법 및 제품개발 연

구

기 여 율 1/1

주관기관 한밭대학교

연구기간 2015.05.01 ~ 2018.04.30

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

결합재로서 산화마그네슘 100중량부에 대하여 염색슬러지 2~12중량부 및 구조토 2~10중량부를 산화마그네슘에 혼합한 1차 혼합물을 건비빔하는 단계;

산화마그네슘 100중량부에 대하여 물 30~50중량부 및 염화마그네슘 15~25중량부를 상기 1차 혼합물에 추가하여 생성된 2차 혼합물을 비빔하는 단계; 및

비빔된 2차 혼합물을 보드 거푸집에 토출하고 섬유시트를 삽입하여 양생하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 라돈가스 흡착성능이 향상된 보드의 제조방법.

**청구항 2**

제1항에 있어서,

상기 섬유시트는 메쉬망 형태의 탄소섬유인 것을 특징으로 하는 라돈가스 흡착성능이 향상된 보드의 제조방법.

**청구항 3**

제1항 또는 제2항에 따라 제조된 라돈가스 흡착성능이 향상된 보드.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 라돈가스 흡착성능이 향상된 보드 및 그 제조방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 라돈 가스의 흡착성을 향상시키고 경량성을 달성하면서도 높은 휨강도를 나타내는 라돈가스 흡착성능이 향상된 보드 및 그 제조방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 기존의 석고보드는 시공성과 경제성을 만족하지만 높은 흡수율을 가지고 있으며 약한 강도로서 충격에 약하며, 균열발생의 우려가 있고 모서리 파손에 주의해야 한다. 또한 폐암을 일으킬 수 있는 라돈을 방출하여 거주자의 환경과 건강에 유해하다.

[0003] 또한 시멘트 보드는 내화성과 내구성, 가공성이 우수하며 경제성을 충족하지만 파손의 우려와 무거운 자재 가공성에 비하여 절단 가공성이 떨어지는 면모를 보이며 시멘트를 사용하여 라돈을 방출한다.

[0004] 따라서 인체에 유해한 라돈가스를 방출하지 않을 뿐만 아니라, 공기중에 함유된 라돈가스의 흡착성능을 향상시키면서도 석고보드보다 높은 강도와 파손의 우려가 적은 저탄소의 친환경적인 보드의 제작이 요구되고 있다.

[0006] (특허문헌 1) KR2003-25310 A

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0007] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은, 라돈 가스의 흡착성을 향상시킨 라돈가스 흡착성능이 향상된 보드 및 그 제조방법을 제공하는 데 있다.

[0008] 본 발명의 다른 목적은, 경량성을 달성하면서도 높은 휨강도를 나타내는 라돈가스 흡착성능이 향상된 보드 및 그 제조방법을 제공하는 데 있다.

**과제의 해결 수단**

[0009] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 특징에 따르면, 본 발명은, 라돈가스 흡착성능이 향상된 보드의 제조방법에 관한 것으로, 결합재로서 산화마그네슘 100중량부에 대하여 염색슬러지 2~12중량부 및 규조토 2~10중량부를 산화마그네슘에 혼합한 1차 혼합물을 건비빔하는 단계; 산화마그네슘 100중량부에 대하여 물 30~50중량부 및 염화마그네슘 15~25중량부를 상기 1차 혼합물에 추가하여 생성된 2차 혼합물을 비빔하는 단계; 및 비빔된 2차 혼합물을 보드 거푸집에 토출하고 섬유시트를 삽입하여 양생하는 단계;를 포함한다.

[0010] 이때 상기 섬유시트는 메쉬망 형태의 탄소섬유인 것이 바람직하다.

**발명의 효과**

[0011] 본 발명에 따른 라돈가스 흡착성능이 향상된 보드 및 그 제조방법에 따르면, 염색슬러지를 사용하여 인체 유해 물질인 라돈가스를 흡착하며 실내의 유기화합물을 저감시키는 효과가 있으며, 석고보드보다 낮은 흡수율과 높은 강도를 가지고 있어 파손의 우려가 적은 장점이 있다.

[0012] 또한 본 발명에 따르면, 염색슬러지에 의해 밀도가 저하됨에 따라 경량한 보드를 제공할 수 있는 이점이 있다.

[0013] 그리고 본 발명에 따르면, 특수양생공정 생략에 따른 생산 에너지 소비를 절감시킬 수 있으며, 산업부산물을 원료로 사용하기 때문에 생산원료의 저탄소화가 가능하며 라돈가스뿐만 아니라 실내 습도가 높아지면 수분을 흡수하고 건조상태가 되면 반대로 수분을 방출하여 급격한 습도 변화를 억제시킬 수 있는 효과가 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0014] 도 1은 본 발명에 따른 보드의 제조방법에 대한 순서도,
- 도 2는 본 발명에 따라 제조된 보드의 구성을 도시한 부분 절개 사시도,
- 도 3은 본 발명에 따른 보드의 휨강도를 설명하는 그래프,
- 도 4는 본 발명에 따른 보드의 흡수율 및 밀도를 설명하는 그래프,
- 도 5는 본 발명에 따른 보드의 라돈가스 흡착성능을 설명하는 그래프이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0015] 이하에서는 본 발명에 따른 라돈가스 흡착성능이 향상된 보드 및 그 제조방법에 관하여 첨부된 도면과 함께 더 붙어 상세히 설명하기로 한다.

[0017] 본 발명에 따른 라돈가스 흡착성능이 향상된 보드의 제조방법은 건비빔 단계, 비빔 단계 및 양생 단계를 포함하여 구성된다.

[0018] 먼저 건비빔 단계에서는, 결합재로서 산화마그네슘 100중량부에 대하여 염색슬러지 2~12중량부 및 규조토 2~10중량부를 산화마그네슘에 혼합한 1차 혼합물을 건비빔한다.

[0019] 여기서, 산화마그네슘은 주 결합재로서, 마그네슘과 산소의 화합물로 공기중에서 물 및 이산화탄소를 흡수하며 내화재료, 촉매, 흡착제, 제산제 등으로 사용된다. 산화마그네슘의 종류로는 경소, 중소, 요염 등 종류가 다양하며 본 발명에서 사용된 것은 경소산화마그네슘이다. 경소산화마그네슘은 600~1000℃의 저온에서 마그네사이트, 해수 등을 하소하여 높은 표면적과 화학적 반응성을 가지는 산화마그네슘의 일종이다. 본 발명의 사용된 경소산화마그네슘의 화학성분으로는 MgO 88.25%, CO<sub>2</sub> 5.61%, SiO<sub>2</sub> 1.71%, CaO 1.84%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.3%, 감열감량 7.05%이고, 밀도는 3.43g/cm<sup>3</sup>이다.

[0020] 이러한 경소산화마그네슘에 혼합되는 염색슬러지는 산화마그네슘 100중량부에 대하여 2~12중량부만큼 혼합된다. 염색슬러지는 많은 양을 첨가시키면 강도가 저하되기 때문에 적절한 강도와 라돈가스 흡착을 위하여 2~12중량부 범위 내에서 참가하며, 8중량부만큼 혼합하는 것이 바람직하다.

[0021] 이러한 염색슬러지는 염색 공단(대구, 시화, 반월, 부산)에서 발생하는 폐수찌꺼기로 약품과의 화학반응을 거친 결정체와 미생물 생체 덩어리와 같이 수중에 존재하던 무기물 등이 혼합된 반고상의 물질로 폐수처리과정에서 발생하는 물과 고형물질의 혼합체이다.

[0022] 최근 전 세계적으로 환경 및 지구온난화 문제가 중대한 화두가 됨에 따라 콘크리트 산업에서도 다양한 노력이 시도되고 있다. 건설 산업에서 가장 많이 사용되고 있는 재료 중 하나인 콘크리트는 향후에도 많은 양의 시멘트

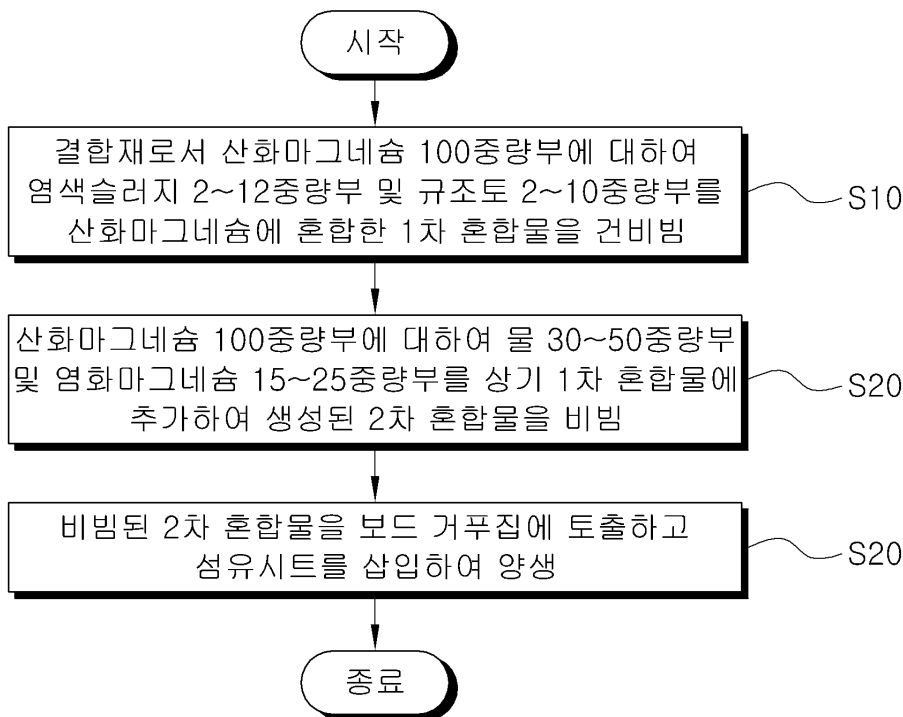
가 사용될 것으로 판단된다. 또한, 시멘트를 주 기반으로 하는 콘크리트의 시멘트 사용량을 저감하기 위한 시멘트 대체재료에 대한 연구가 필요한 실정이다. 이에 최근 해양투기가 전면금지 되어 육상매립이나 소각처리 하는 염색공단에서 나오는 처치 곤란한 산업부산물인 염색슬러지를 활용하여 이를 시멘트 혼화재료로써 이용, 시멘트 사용량을 줄이면서 산업부산물을 처리할 수 있는 방법을 연구할 것이다. 또한 이 염색슬러지를 탄화 처리하면서 발생한 공극 및 이온교환 능력을 통해 실내공기질 개선방향을 제시 하고자 한다.

- [0023] 본 발명에서는 이러한 염색슬러지를 탄화 처리하면서 발생한 공극 및 이온교환 능력을 통해 실내 공기질을 개선하고자 한다. 이를 위한 염색슬러지 탄화 방법은, 먼저 건조 시설에 있는 이중나선 튜브형 탄화로의 전단에 설치된 건조슬러지 저장호퍼에서 정량적으로 투입된 염색슬러지 건조 슬러지를 600~800℃에서 열분해한다. 이때 남은 열원은 다시 이단으로 구성되어 있는 탄화기 외벽을 통해 탄화로 내부의 리프트형 스크류에 의해 슬러지의 교반 및 내벽과의 접촉에 의한 탄화가 일어나고, 스크류의 나선방향으로 탄화물이 이송되어 배출된다.
- [0024] 탄화로 내부로 건조 슬러지가 안정적으로 투입 진행되면 이때부터 발생하는 가연성 가스는 열풍기 내부로 투입되어 보조열원으로 활용된다. 열풍이 다시 탄화로 전단의 2차 격벽을 통해 다시 탄화로 내·외통을 통과한 후 남은 폐열은 유동건조로의 전단으로 투입되어 탄화과정 중 발생된 분진 및 악취물질을 제거 후 배출된다.
- [0025] 그리고 규조토는 단세포 조류인 규조의 규산질 유해가 바다나 호수 바닥에 쌓여서 생성된 퇴적물로서, 산화마그네슘 100중량부에 대하여 2~10중량부 범위 내에서 혼합하고, 5중량부만큼 혼합되는 것이 가장 바람직하다. 규조토는 주로 규산(SiO<sub>2</sub>)으로 되어 있으며, 백색 또는 회백색을 띤다. 가벼우며 손가락으로 만지면 분말이 물을 정도로 연하다. 미세한 다공질(多孔質)이기 때문에 흡수성이 강하고, 열의 불량도체이다. 규조토의 밀도는 2.0g/cm<sup>3</sup>이고 화학성분으로는 Si 43.1%, Al 0.929%, P 0.314%로 구성되어 있다(단계 S10).
- [0026] 다음으로 비빔하는 단계에서는, 산화마그네슘 100중량부에 대하여 물 30~50중량부 및 염화마그네슘 15~25중량부를 상기 1차 혼합물에 추가하여 생성된 2차 혼합물을 비빔한다.
- [0027] 여기서 염화마그네슘을 첨가하는 것은, 경소 산화마그네슘의 MgO 성분과 염화마그네슘 MgCl<sub>2</sub> 성분이 혼합하여 염화수산화마그네슘의 강한 결합을 형성시키면 마그네시아 시멘트가 생성되기 때문이다. 이러한 염화마그네슘의 화학성분으로는 MgCl<sub>2</sub> 47.2%, H<sub>2</sub>O 51.2%, CaSO<sub>4</sub> 0.1%, KCl 0.3%, MgSO<sub>4</sub> 0.2%로 구성되어 있다. 염화마그네슘의 밀도는 1.61g/cm<sup>3</sup>이다.
- [0028] 그리고 염화마그네슘의 첨가율은, 염화마그네슘의 첨가율이 증가할수록 유동성과 강도의 증진은 있지만 길이변화가 심하여 15~25중량부로 결정한 것이다(단계 S20).
- [0029] 이와 같이 비빔된 2차 혼합물을 보드 거푸집에 토출하고 섬유시트를 삽입하여 양생한다. 이때 상기 2차 혼합물은 상기 거푸집을 절반만 채울 수 있도록 토출한 후, 섬유시트를 안착시킨 상태에서 나머지 절반을 거푸집에 토출한다. 이러한 과정을 통해 도 2에 도시된 바와 같은 섬유시트가 첨가된 보드를 생산하게 된다.
- [0030] 이러한 섬유시트는 보드의 휨강도의 증진을 위하여 사용되는 것으로서, 섬유시트의 메쉬크기는 30mesh 정도가 바람직하다.
- [0031] 본 발명에 따른 섬유시트로 사용되는 탄소섬유는 생선된 Pitch를 좁고 가는 노즐을 통해 구워 만들어진 Pitch계와 폴리아크릴리트릴 섬유를 구워서 탄화시킨 PAN계가 있으며, 항공, 우주분야, 스포츠분야에서 건축 및 토목분야로 그 적용범위가 확대되는 추세이다. 건축 및 토목분야에서는 시트재, 철근대체재인 ROD, 르네핀(이상 장섬유)와 탄소섬유화 시멘트패널인 CFRC, 보수제인 CF르네모르(이상 단섬유) 등으로 활용되고 있다. 탄소섬유는 고강도와 고탄성이며 비중이 철의 1/4정도로 가볍고 1mm 정도의 두께로 부착되므로 보강 후 구조체에 대한 중량 및 단면 증가가 극히 적다(단계 S30).
- [0033] 이하에서는 본 발명에 따른 보드에 대한 실험 데이터를 통해 본 발명에 따른 보드의 성능을 설명한다.
- [0034] 먼저, 본 발명에 따라 섬유시트를 포함하지 않은 보드의 휨강도를 살펴보면, 도 3에 도시된 바와 같이, 염색슬러지를 포함하지 않는 경우(Plain)에 비해 염색슬러지의 첨가비율이 증가함에 따라 휨강도가 저하됨을 알 수 있다. 이는 염색슬러지 탄화물의 미세공극에 의해 휨강도가 저하되는 것으로 판단된다.
- [0035] 실제로 도 4에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 보드의 흡수율 및 밀도를 살펴 보면, 흡수율의 경우 염색슬러지 탄화물의 치환율이 증가함에 따라 흡수율도 증가함을 알 수 있다. 이는 염색슬러지 탄화물의 함수율이 3% 이내이기 때문에 치환율이 증가함에 따라 흡수율이 증가하고, 이때 염색슬러지는 흡수율을 증가시키는 역할을 한다고 판단된다.

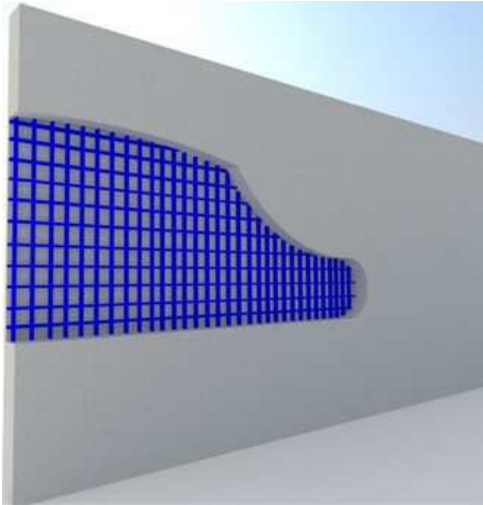
- [0036] 밀도의 경우, 염색슬러지 탄화물의 치환율이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보이는데, 이는 2g/cm<sup>3</sup>에서 0.01~0.03g/cm<sup>3</sup> 정도로 매우 극소한 차이를 보이고 있다. 그러나 염색슬러지가 함유되지 않은 Plain에 비해서 염색슬러지가 함유된 형태의 밀도가 많은 차이를 보이고 있는 것으로 보아, 염색슬러지 탄화물의 치환은 보드의 밀도를 낮추어 주어 보드의 경량화에 기여하는 것으로 판단된다.
- [0037] 이와 같이 염색슬러지에 의한 미세기공에 의해 휨강도가 저하되고, 흡수율은 증가되며 밀도는 낮아지지만, 이러한 미세기공에 의해 라돈가스의 흡착성능은 향상된다.
- [0038] 즉, 도 5에 도시된 바와 같이, 염색슬러지를 활용하여 실내공기질 정화능력을 알아보기 위한 실험으로 라돈농도 측정실험을 실시하였다. 실험방법으로 500x500x500의 아크릴 박스 내부에 연속 라돈 측정방식인 미국 S사의 라돈측정기를 설치하고 160x160x40의 별도의 라돈측정용 몰드를 사용하여 제작한 경화체와 동일한 부피의 보드를 넣어 밀봉한 뒤 측정을 하였으며 1시간 간격으로 48시간 측정하였다.
- [0039] 라돈가스 농도를 측정한 실험결과 값으로 미세기공이 많은 염색슬러지 탄화물이 치환율이 증가하면서 치환율에 따라 감소하는 경향을 보이며 라돈가스 방출량을 보면 Plain이 가장 높은 값을 보였으며, 염색슬러지 탄화물 12% 치환시 가장 낮은 라돈가스 방출량을 나타내었다. 이는 미세기공을 가진 염색슬러지 탄화물이 다량 치환됨에 따라 라돈가스 흡착성능이 증가되는 것으로 판단된다.
- [0040] 이와 같이, 본 발명에 따라 제조된 보드가 향상된 라돈가스의 흡착성능을 나타내지만, 건축용 자재로 사용되기 위해서는 취약한 휨강도를 보강할 필요가 있고, 이를 위해 본 발명에서는 탄소섬유로 이루어진 섬유시트가 첨가되어 보드의 휨강도를 15MPa 이상으로 향상된다.
- [0041] 이때 섬유시트는 도 2에 도시된 바와 같이, 보드의 중앙에 배치되고 메쉬망 형태로 이루어져 있어 염색슬러지에 의한 라돈가스의 흡착성능을 방해하지 않으면서도 보드의 휨강도 증진에 기여하게 된다.
- [0043] 이상에서와 같이 본 발명의 권리는 위에서 설명된 실시예에 한정되지 않고 청구범위에 기재된 바에 의해 정의되며, 본 발명의 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 청구범위에 기재된 권리범위 내에서 다양한 변형과 개작을 할 수 있다는 것은 자명하다.

**도면**

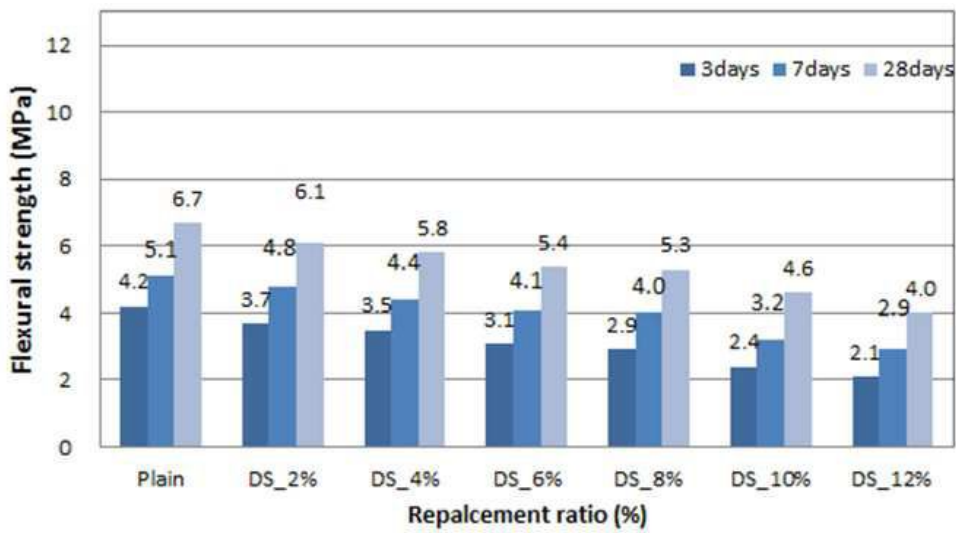
**도면1**



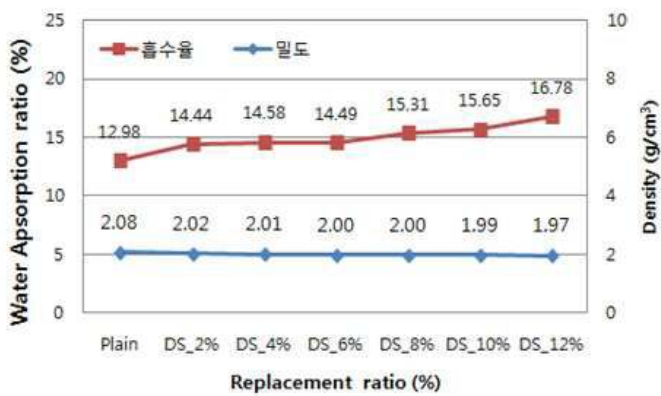
도면2



도면3



도면4



도면5

