(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0027834
(43) 공개일자 2014년03월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
D21H 17/67 (2006.01) *C04B 35/447* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0093937
(22) 출원일자 2012년08월27일
심사청구일자 2012년08월27일

(71) 출원인
경상대학교산학협력단
경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
이지영
경상남도 진주시 금산면 중장로154번길 49 진주금산두산위브아파트 113동 303호
성용주
대전 유성구 엑스포로 448, 509동 1402호 (전민동, 엑스포아파트)
(74) 대리인
특허법인이룸

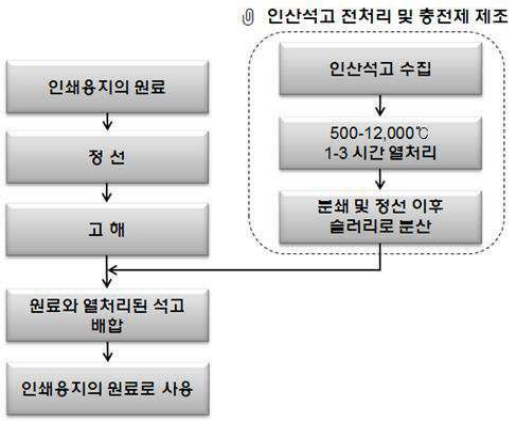
전체 청구항 수 : 총 3 항

(54) 발명의 명칭 **인산석고의 열처리를 통한 제지용 충전제 제조방법 및 그 용도**

(57) 요 약

본 발명은 인산비료공업의 공정에서 발생되는 공업부산물인 인산석고를 재활용하여 무수석고를 제조하고 이를 제지용 충전제로 활용하는 기술에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 인산석고를 500℃ 내지 1,200℃ 조건에서 1 내지 3시간 열처리하여 백색도를 증가시켜 제조되는 제지용 충전제에 관한 것이다. 본 발명에 따른 제지용 충전제는 탈크를 대체할 수 있는데 즉, 상기 제지용 충전제가 투입되어 제조된 종이는, 탈크를 투입하여 제조된 종이와 비교하였을 때 유사한 백색도와 향상된 불투명도 및 물리적 특성을 가진다.

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

a)인산석고를 500℃ 내지 1,200℃ 로 1 내지 3시간 동안 열처리하여 무수석고를 제조하는 단계; 및

b)상기 무수석고를 분쇄하는 단계를 포함하는,

일반 제지용 충전제 수준의 백색도를 나타내는 제지용 충전제 제조방법.

청구항 2

제 1항의 방법으로 제조된 제지용 충전제로, 상기 충전제는 평균 입자 크기가 10 내지 25 나노미터인 것을 특징으로 하는, 제지용 충전제.

청구항 3

제 1항의 제지용 충전제를 사용하여 종이를 제조하는 방법으로, 상기 종이는 강도 및/또는 벌크가 향상되는 것을 특징으로 하는, 종이 제조방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 인산비료공업의 공정에서 발생되는 부산물인 인산석고를 열처리하여 흰색의 무수석고를 제조함으로써 제지용 충전제로 활용하는 기술에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 석고는 건축용 재료의 기본인 시멘트의 주원료로 이용될 뿐만 아니라 다양한 산업분야에서 광범위하게 사용되는 중요한 산업재이다. 석고는 크게 천연광물 상태로 산출되는 천연석고와 공업 부산물인 화학석고로 분류할 수 있는데, 인산석고는 대표적인 화학석고로서 인광석($Ca_3(PO_4)_2$)을 원료로 하여 인산비료를 추출해내는 공정에서 부산물로 발생한다. 인산석고를 처리하는 방법은 크게 재활용처리와 재활용되지 못한 잉여분을 적치장에 매립 처리하는 2가지로 나눌 수 있는데 국내 비료업체 중에는 매년 재활용하지 못한 잉여분이 발생하여 2009년도 기준 약 530,000m^2 부지에 2,000만 톤에 달하는 양이 적치되어 있는 경우도 있는 실정이다. 또한, 연간 적치장 운영비는 약 40억에 달하며, 지역 환경단체 및 언론으로부터 적치장 운영에 따른 주변의 환경문제유발 우려가 계속해서 지적되고 있다.

[0003] 종래 인산석고 처리 방안으로 대한민국 등록특허 제 10-1016840호에는 인산석고 토양개량제 및 그 제조방법이 개시되어 있으나, 실제로는 극히 제한적이고 부분적인 재활용이 이뤄지고 있다. 즉 비료, 건축골재, 석고보드 재료 등으로 활용되고는 있으나 매년 배출되는 인산석고의 양보다는 극히 적은 양이어서 비료업계에서는 새로운 인산석고 처리방안 개발이 요구되고 있다.

[0004] 한편 제지업계는 원부재료 가격의 급등으로 수익성 악화가 심화되어 어려움을 겪고 있다. 그동안 제지용 충전제로 널리 이용되어 오던 탈크(제지용 탈크일본제품 가격 : 1kg당 28~48엔 수준)는 90% 이상을 수입에 의존하여 사용되고 있는데, 자동차 경량화 흐름에 따라 철제부품이 탈크를 함유한 수지부품으로 전환되면서 수요가 증가하며 탈크 가격이 2배가량 상승하고 있다. 따라서 제지업계에서는 탈크를 대체할 새로운 제지용 충전제 개발이 요구되고 있다.

[0005] 한편, 국내 논문 '석고 형태 및 첨가량이 시멘트 경화체의 품질에 미치는 영향성 검토(한국 시멘트협회, 200

1)' 에 의하면 상온에서 존재하는 인산석고는 외부에서 가해지는 온도에 따라 탈수가 일어나고 각형이 변형된다고 알려져 있다. 즉, 인산석고가 80℃ 내지 150℃에 노출될 경우 탈수가 일어나 β-$CaSO_4 \cdot 0.5H_2O$가 되며, 105℃ 내지 240℃ 사이에서 2차 탈수를 일으켜서 $CaSO_4$가 된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 상기와 같은 종래 기술상의 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로, 단순 폐기되고 있는 인산 석고를 기존에 사용되어 오던 제지용 충전제의 대체재로 사용할 수 있는 방법을 제공하고자 연구한 결과, 인산석고가 제지용 충전제로 사용될 수 있음을 발견하고 본 발명을 완성하기에 이르렀다.

[0007] 즉, 본 발명의 목적은 인산석고($CaSO_4 \cdot H_2O$)를 외부에서 열을 가해 탈수를 유도하여 무수석고($CaSO_4$)로 만들어 인산석고의 백색도를 개선시키고, 상기 무수석고를 제지용 충전제로 투입함으로써 제조된 종이가 기존의 제지용 충전제인 탈크를 사용하였을 때보다 우수한 불투명도, 벌크, 열단장 및 휨강성을 가지는 특징이 있는 제지용 충전제의 제조방법과 상기 방법으로 제조된 충전제를 제공하고자 한다.

[0008] 그러나 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 이상에서 언급한 과제에 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기와 같은 본 발명의 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 a) 인산석고를 500℃ 내지 1,200℃ 로 1 내지 3시간 동안 열처리하여 무수석고를 제조하는 단계; 및

[0010] b) 상기 무수석고를 분쇄하는 단계를 포함하는, 일반 제지용 충전제 수준의 백색도를 나타내는 제지용 충전제 제조방법을 제공한다.

[0011] 또한, 본 발명은 상기 제조방법으로 제조되는 제지용 충전제로, 상기 충전제는 평균 입자 크기가 10 내지 25 나노미터일 수 있다.

[0012] 또한, 본 발명은 상기 제지용 충전제를 사용하여 종이를 제조하는 방법으로, 상기 종이는 강도 및/또는 벌크가 향상되는 것을 특징으로 하는, 종이 제조방법을 제공한다.

발명의 효과

[0013] 본 발명의 방법에 따라 인산석고를 열처리하여 제조되는 제지용 충전제를 이용하여 제조된 종이는 기존의 제지용 무기충전제인 탈크가 투입된 종이보다 뛰어난 벌크, 열단장, 휨강성 및 불투명도를 가지기 때문에, 새로운 제지용 충전제로 활용될 수 있다.

[0014] 또한 본 발명에 따르면 공업 부산물인 인산석고의 처리가 가능해 지고 비료업계는 적치되어있던 인산비료를 처리하여 적치장 운영비를 감소시킬 수 있으며 적치되어있는 인산석고에서 발생할 수 있는 환경문제 또한 방지할 수 있다.

[0015] 궁극적으로, 본 발명에 따른 제지용 충전제는 기존에 사용되어오던 제지용 충전제인 탈크를 대체할 수 있으므로, 제지업계는 상승하는 원자재 비용을 감소시킬 수 있으며 기존의 제품보다 뛰어난 물리적 특성을 가지는 종이 제품을 생산함에 따라 상품성을 극대화시켜 매출 신장에 기여할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1 은 인산석고의 열처리 과정 및 제지용 충전제로의 활용방법을 간략히 나타낸 모식도이다.

도 2 는 무수석고 및 탈크의 색상을 비교하여 보여주는 것으로서, (A) 인산석고, (B) 200℃에서 열처리된 무수석고, (C) 탈크, (D) 500℃에서 열처리된 무수석고, (E) 700℃에서 열처리된 무수석고, (F) 900℃에서 열처리된 무수석고이다.

도 3 은 인산석고(왼쪽)와 탈크(오른쪽)의 형태를 비교하여 보여주는 도이다.

도 4 는 각각 500℃, 700℃, 900℃에서 열처리된 무수석고를 충전제로 하여 제조된 종이와 탈크를 충전제로 하여 제조된 종이 및 충전제를 첨가하지 않은 종이의 벌크를 비교하여 보여주는 도이다.

도 5 는 각각 500℃, 700℃, 900℃에서 열처리된 무수석고를 충전제로 하여 제조된 종이와 탈크를 충전제로 하여 제조된 종이 및 충전제를 첨가하지 않은 종이의 열단장을 비교하여 보여주는 도이다.

도 6 은 각각 500℃, 700℃, 900℃에서 열처리된 무수석고를 충전제로 하여 제조된 종이와 탈크를 충전제로 하여 제조된 종이 및 충전제를 첨가하지 않은 종이의 휨강성을 비교하여 보여주는 도이다.

도 7 은 각각 500℃, 700℃, 900℃에서 열처리된 무수석고를 충전제로 하여 제조된 종이와 탈크를 충전제로 하여 제조된 종이 및 충전제를 첨가하지 않은 종이의 백색도를 비교하여 보여주는 도이다.

도 8 은 각각 500℃, 700℃, 900℃에서 열처리된 무수석고를 충전제로 하여 제조된 종이와 탈크를 충전제로 하여 제조된 종이 및 충전제를 첨가하지 않은 종이의 불투명도를 비교하여 보여주는 도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 본 발명은 인산석고를 이용하여 제지용 충전제를 제조하는 방법 및 그 용도에 관한 것이다.

[0018] 본 발명자들은 환경오염 등의 문제가 있는 인산비료공업의 공정에서 부산물로 생성되는 인산석고의 새로운 처리 방안에 대하여 연구하던 중, 인산석고를 열처리하여 얻어낸 무수석고의 백색도가 대표적인 일반 제지용 충전제인 탈크와 비교하였을 때 유사한 수준의 백색도를 가짐을 확인하고 본 발명을 완성하였다.

[0019] 따라서 본 발명은 제지용 충전제로 사용되는 탈크를 대체할 수 있는 물질로서, 인산석고를 열처리하여 얻어낸 무수석고를 제공함에 그 특징이 있다.

[0020] 본 발명의 실시예에 따르면, 무수석고의 제지용 충전제로서의 용도에 초점을 두고 연구한 결과, 상기 열처리하여 얻어낸 무수석고를 분쇄하여 얻어지는 입자의 평균 크기가 탈크의 입자크기보다 작은 것으로 나타났고 제지용 충전제로 사용될 만큼의 미세한 입자크기를 가지고 있는 것을 확인하였다.

[0021] 따라서 본 발명은 a)인산석고를 500℃ 내지 1,200℃ 로 1 내지 3시간 동안 열처리하여 무수석고를 제조하는 단계; 및 b)상기 무수석고를 분쇄하는 단계를 포함하는 일반 제지용 충전제 수준의 백색도를 나타내는 제지용 충전제 제조방법을 제공한다.

[0022] 본 발명에서 쓰이는 용어 '백색도(brightness)' 는 종이의 빛에 대한 정반사도를 측정하여 흰 정도를 객관적으로 나타내는 것을 말하는 것으로, 산화마그네슘을 백색도 100%로 간주하여 상대적인 반사도를 백분율로 나타내는 것이다. 즉, 본 발명에서 '일반충전제 수준의 백색도' 란, 80% 내지 99%의 백색도를 나타내는 것을 의미한다. 본 발명에서는 비교를 위해 일반 제지용 충전제로 흔히 사용되는 탈크를 사용하였다.

[0023] 본 발명에서 쓰이는 용어 '불투명도(opacity)' 는 종이의 가시광선에 대한 차단력을 측정하여 종이를 투과한 광선량을 객관적으로 나타낸 것을 의미한다.

[0024] 본 발명에서 쓰이는 용어 '벌크(bulk)' 는 단위 중량 당 부피로 벌크가 $1cm^3/g$이라는 것은 1g의 중량의 물질이 $1cm^3$의 부피를 가진다는 것을 말한다. 즉, 종이의 '벌크' 가 높다는 것은 제조에 사용된 펄프의 양에 비해 종이의 생산량이 많다는 것을 의미한다.

[0025] 본 발명에서 쓰이는 용어 '열단장(breaking length)' 은 종이의 한 끝에서 하중을 늘려가며 가할 때 끊어지는 시점에서의 길이를 의미한다. 또한, 본 발명에서 '휨강성(gurley stiffness)' 은 힘을 가했을 때 그 물체가 파손에 이르기까지의 최대 힘을 의미한다. 즉, 종이의 '열단장' 및 '휨강성' 은 종이의 강도를 나타낸다.

[0026] 본 발명의 일 구현예에 따르면, 본 발명의 제지용 충전제는 인산석고를 1-3시간동안 500℃ 내지 900℃에서 열처리를 진행하여 무수석고를 제조하고, 분쇄과정을 거쳐 제지용 충전제를 수득한 뒤, 열처리 과정은 전기로(furnace)를 통하여 진행될 수 있다. 그러나 상기 열처리 제조과정은 인산석고의 상태 등의 조건에 따라 당업자

에 의해 적절히 선택될 수 있으며, 상기 방법에 한정되는 것은 아니다.

[0027] 상기로부터 제조된 제지용 충전제의 평균 입자 크기는 이에 제한되지는 않으나, 바람직하게 10 내지 25nm일 수 있고, 더욱 바람직하게는 11 내지 17nm일 수 있다.

[0028] 또한, 본 발명은 상기 제지용 충전제를 사용하여 제조되는 종이를 제공할 수 있는데, 본 발명의 일 구현예에 따르면, 상기 제조 과정을 통해 수득한 제지용 충전제를 펄프, 보류제 등과 혼합하여 종이를 제조한다. 이때, 무수석고의 투입량은 펄프대비 5% 내지 30%로 하고, 상기 펄프는 HWBKP(hard wood bleached kraft pulp), SW-BKP(soft wood bleached kraft pulp), BCTMP(bleached chemi thermomechanical pulp), OCC(old corrugated container), DIP(deinking pulp), OMG(old magazine) 등 일 수 있으나 이에 한정되지는 않으며, 상기 보류제로는 폴리아크릴아미드 또는 전분류를 사용하는 것이 바람직하나 이에 한정되지는 않는다.

[0029] 상기 혼합물을 건조시켜 제조된 종이는 벌크가 1.02 내지 1.14cm^3/g 정도 일수 있으나, 더욱 바람직하게는 1.08 내지 1.14cm^3/g 일 수 있다. 또한, 상기 종이의 백색도는 바람직하게는 80 내지 84%일 수 있고, 열단장은 또한 1.5 내지 3km일수 있으나, 더욱 바람직하게는 2 내지 3km일 수 있다. 또한, 휨강성은 2 내지 5 mN일 수 있으나, 더욱 바람직하게는 2.5 내지 4.5mN일 수 있으며, 불투명도는 바람직하게는 87 내지 91%일 수 있다.

[0030] 상기로부터, 본 발명은 공업폐기물인 인산석고의 새로운 처리 방안을 제안하여 종래의 제지용 충전제인 탈크를 대체하는 제지용 충전제를 제공하고 인산석고의 원활한 재활용을 가능하게 할 수 있다.

[0031] 도 1에 본 발명의 방법을 이용하여 제지용 충전제를 제조하는 방법의 개요도를 나타내었다.

[0032] 이하, 본 발명의 이해를 돕기 위하여 바람직한 실시예를 제시한다. 그러나 하기의 실시예는 본 발명을 보다 쉽게 이해하기 위하여 제공되는 것일 뿐, 하기 실시예에 의해 본 발명의 내용이 한정되는 것은 아니다.

[0033] **실시예 1. 백색도가 개선된 무수석고 충전제 수득을 위한 열처리 방법**

[0034] 본 실시예에 사용한 인산석고는 국내 비료업체로부터 제공받아 사용하였으며, 신규 제지용 충전제의 대조군으로는 국내 제지업체로부터 제공받은 제지용 충전제인 탈크(talc)를 사용하였다.

[0035] 회색을 띠는 상온의 인산석고에 열처리를 통해 탈수를 유도하면 흰색의 무수석고($CaSO_4$)가 생성된다. 따라서 본 실시예에서는 500, 700, 900℃로 열처리를 진행하였다. 열처리는 전기로(WiseTherm, DAIHAN-Science, Korea)에서 충분히 탈수가 진행되도록 2시간동안 진행하였으며, 열처리 후 막자(mortar)를 이용하여 분쇄를 실시하였고, 200 mesh 표준체(가로 및 세로의 길이가 25.4mm인 정사각형 안에 200개의 그물눈이 있는 체)를 통과하는 신규 무기입자를 충전제로 수득하였다.

[0036] **실시예 2. 지료조성 및 종이 제작 방법**

[0037] 상기 무수석고 충전제와 탈크를 함유하는 종이를 제조하기 위해 활엽수 표백 크라프트펄프(HwBKP)와 침엽수 표백 크라프트펄프(SwBKP)를 혼합하여 사용하였다. 또한 충전제의 보류를 위해 양이온성 폴리아크릴아마이드(Polyacryl amide; PAM)을 사용하였다. HwBKP와 SwBKP를 실험실용 Valley beater를 이용하여 여수도 400±10mL CSF로 고해(beating)시킨 후 80:20의 비율로 혼합하고, 최종농도를 0.5%로 하여 종이 제작에 사용하였다. 본 실시예에서는 온도별로 열처리된 상기 무수석고 충전제와 탈크를 투입하여 평량 100±4g/m2의 종이를 제조하였다. 200, 500, 700, 900℃에서 열처리된 4종의 무기충전제 또는 탈크를 전건 섬유대비 5, 10, 20, 30%로 펄프 현탁액에 투입한 후 600 rpm 조건으로 교반을 실시하면서 보류제로 양이온성 PAM을 전건 섬유대비 0.1%를 투입하였다. 보류제를 투입하고 600 rpm 조건으로 2분간 교반을 실시한 후 종이를 제조하였다. 제조된 종이는 345kPa의 압력조건에서 5분간 압착한 후 실험실용 실린더 건조기로 건조시켜 종이를 완성하였다.

[0038] **실험예 1. 열처리된 무수석고 충전제의 기본특성 측정**

[0039] 열처리된 무수석고 충전제의 색상을 육안으로 파악하였다. 그 결과, 도 2에 나타낸 바와 같이, 상온의 인산석고(A)dihydrate는 다소 어두운 회색을 띠고 있었고 열처리가 진행됨에 따라 200℃에서 열처리한 (B)anhydrite는

여전히 어두운 회색이었으나, 500℃에서 열처리한 (D)anhydrite, 700℃에서 열처리한 (E)anhydrite, 그리고 900℃에서 열처리한 (F)anhydrite로 갈수록 충전제의 색상은 흰색에 가까워지는 것을 알 수 있었다. 대조군인 탈크와 비교해보면 200℃로 처리된 무수석고 충전제는 다소 어두운 색을 띠고 500, 900℃로 처리된 무수석고 충전제가 가장 흰색에 가까운 색을 나타내었다. 그리고 700℃로 처리된 무수석고 충전제는 다소 붉은색이 가미된 색상을 나타내었다. 탈크(C)와 비교해볼 때, 900℃에서 열처리한 (F)anhydrite의 백색도가 가장 유사했다. 따라서 충전제의 특성 중에서 가장 중요한 색상을 고려하면 열처리 온도는 500℃, 900℃가 가장 유리한 것으로 판단된다. 상기 충전제의 형태를 파악하기 위해 주사전자현미경(JSM-6701F, JEOL, Japan)으로 이미지를 촬영하였다. 그 결과, 도 3에 나타낸 바와 같이, 인산석고(왼쪽)는 큰 입자 주위에 미세한 석고결정들이 뭉쳐있는 형태를 가지고 있었고 대조군인 탈크(오른쪽)는 판상의 입자로 구성되어 있음을 알 수 있었다. 탈크와 무수석고 충전제의 평균 입자크기를 입도분석기(LS230, Beckman Coulter, USA)로 분석하여 표 1에 나타내었다. 탈크의 평균입자크기는 19.3㎛, 500℃에서 열처리된 무수석고 충전제의 평균입자크기는 11.4㎛, 700℃에서 열처리된 무수석고 충전제의 평균입자크기는 17.1㎛, 그리고 900℃에서 열처리된 무수석고의 평균입자크기는 17.5㎛로 탈크와 비교하였을 때 무수석고 충전제의 평균 입자크기는 탈크에 비해 더 작았다. 이러한 결과를 통해 무수석고 충전제가 제지용 충전제로 사용될 만큼 미세한 입자크기를 가지고 있다는 것을 확인할 수 있었다. 또한 EDS로 성분분석을 실시하여 석고를 구성하는 Ca(48.72%), S(26.63%), O(24.65%)가 검출되는 것을 확인하였고, 중금속들은 나타나지 않아 충전제로 사용하기에 충분히 안전하다는 것을 확인하였다.

표 1

[0040]

충전제	평균 입자크기(㎛)
Talc	19.3
무수석고 충전제(500)	11.4
무수석고 충전제(700)	17.1
무수석고 충전제(900)	17.5

[0041] **실험예 2. 열처리된 무수석고 충전제를 포함하고 있는 종이의 물리·강도적 특성 측정**

[0042] 500, 700, 900℃의 온도로 열처리된 4종의 무수석고 충전제를 포함하고 있는 종이, 탈크를 포함하고 있는 종이 및 충전제도 포함되지 않은 종이의 벌크를 비교하여 도 4에 도시하였다. 충전제가 포함되지 않은 종이(---)의 경우 1.085cm^3/g의 벌크를 보였다. 탈크가 포함된 종이(-○-)의 경우 회분율이 5%일 때 1.070cm^3/g, 10%일 때 1.045cm^3/g, 15%일 때 1.025cm^3/g의 결과를 보였다. 이와 비교하여 500℃에서 열처리된 무수석고 충전제가 포함된 종이(-□-)의 경우 회분율이 5%일 때 1.102cm^3/g, 10%일 때 1.102cm^3/g, 15%일 때 1.112cm^3/g의 결과를 보였고, 700℃에서 열처리된 무수석고 충전제가 포함된 종이(-△-)의 경우 회분율이 5%일 때 1.115cm^3/g, 10%일 때 1.119cm^3/g, 15%일 때 1.117cm^3/g의 결과를 보였으며, 900℃에서 열처리된 무수석고 충전제가 포함된 종이(-◇-)의 경우 회분율이 5%일 때 1.11cm^3/g, 10%일 때 1.091cm^3/g, 15%일 때 1.101cm^3/g의 결과를 보여주었다.

[0043] 이 결과로 볼 때 탈크를 충전제로 사용하는 경우 투입량이 증가하면 벌크가 감소하는 경향을 보여주고 있지만 무수석고 충전제를 사용하면 충전제를 첨가하지 않은 종이보다 더 높은 벌크를 나타내었다. 또한 탈크를 투입한 종이와 비교하였을 때 무수석고 충전제를 투입한 종이가 더욱 우수한 벌크를 나타내었다.

[0044] 종이의 열단장을 도 5에 도시하였는데, 충전제가 포함되지 않은 종이(---)의 경우 3.25km의 열단장을 보였다. 탈크가 포함된 종이(-○-)의 경우 회분율이 5%일 때 2.70km, 10%일 때 2.40km, 15%일 때 1.80km의 결과를 보였다. 이와 비교하여 500℃에서 열처리된 무수석고 충전제가 포함된 종이(-□-)의 경우 회분율이 5%일 때 2.40km, 10%일 때 2.55km, 15%일 때 2.35km의 결과를 보였고, 700℃에서 열처리된 무수석고 충전제가 포함된 종이(-△-)의 경우 회분율이 5%일 때 2.65km, 10%일 때 2.52km, 15%일 때 2.35km의 결과를 보였으며, 900℃에서 열처리된 무수석고 충전제가 포함된 종이(-◇-)의 경우 회분율이 5%일 때 2.62km, 10%일 때 2.58km, 15%일 때 2.65km의 결과를 보여주었다.

[0045] 종이의 휨강성을 도 6에 도시하였다. 충전제가 포함되지 않은 종이(---)의 경우 4.6mN의 휨강성을 보였다. 탈크가 포함된 종이(-○-)의 경우 회분율이 5%일 때 3.75mN, 10%일 때 3.15mN, 15%일 때 2.40mN의 결과를 보였다. 이와 비교하여 500℃에서 열처리된 무수석고 충전제가 포함된 종이(-□-)의 경우 회분율이 5%일 때 4.15mN, 10%일 때 3.90mN, 15%일 때 3.49km의 결과를 보였고, 700℃에서 열처리된 무수석고 충전제가 포함된 종이(-△-)의

경우 회분율이 5%일 때 3.60mN, 10%일 때 3.60mN, 15%일 때 2.75mN의 결과를 보였으며, 900℃에서 열처리된 무수석고 충전제가 포함된 종이(-◇-)의 경우 회분율이 5%일 때 4.25mN, 10%일 때 3.95mN, 15%일 때 3.95mN의 결과를 보여주었다.

[0046] 이 결과로 볼 때 탈크와 무수석고 충전제 모두 투입량이 늘어날수록 열단장과 휨감성은 감소하는 경향을 보여주고 있으나 무수석고 충전제가 첨가된 종이가 탈크가 첨가된 종이에 비해 더 우수한 열단장과 휨강성을 가지는 결과를 보여주었다.

[0047] 상기의 종이의 물리·강도적 특성 측정을 통해서 본 발명의 무수석고 충전제가 제지용 충전제로써의 사용될 수 있음을 확인하였다.

[0048] **실험예 3. 열처리된 무수석고 충전제를 함유하고 있는 종이의 광학적 특성 측정**

[0049] 충전제가 포함되지 않은 종이, 500℃, 700℃, 900℃의 온도로 열처리된 4종의 무수석고 충전제 또는 탈크를 함유하고 있는 종이의 백색도를 비교하여 도 7에 도시하였다.

[0050] 충전제가 포함되지 않은 종이(---)의 경우 83.85%의 백색도를 보였다. 탈크가 포함된 종이(-○-)의 경우 회분율이 5%일 때 83.78%, 10%일 때 83.60%, 15%일 때 83.48%의 결과를 보였다. 이와 비교하여 500℃에서 열처리된 무수석고 충전제가 포함된 종이(-□-)의 경우 회분율이 5%일 때 82.46% 10%일 때 81.48%, 15%일 때 80.67%의 결과를 보였고, 700℃에서 열처리된 무수석고 충전제가 포함된 종이(-△-)의 경우 회분율이 5%일 때 82.46%, 10%일 때 81.03%, 15%일 때 80.22%의 결과를 보였으며, 900℃에서 열처리된 무수석고 충전제가 포함된 종이(-◇-)의 경우 회분율이 5%일 때 83.64%, 10%일 때 83.46%, 15%일 때 83.48%의 결과를 보여주었다.

[0051] 탈크가 투입된 종이에 비해 무수석고 충전제가 투입된 종이들은 비교적 낮은 백색도 결과를 가졌지만 900℃로 열처리된 무수석고 충전제는 탈크와 거의 유사한 백색도를 나타내었다. 500, 700℃에서 열처리된 무수석고 충전제가 투입된 종이의 경우 탈크가 투입된 종이보다 낮은 백색도를 보였다. 이러한 결과로 볼 때 무수석고 충전제를 사용할 경우 탈크와 유사한 수준의 백색도를 가진다는 것을 확인하였다.

[0052] 또한, 충전제가 포함되지 않은 종이, 500, 700, 900℃의 온도로 열처리된 4종의 무수석고 충전제 또는 탈크가 투입된 종이의 불투명도를 비교하여 도 8에 도시하였다. 500℃, 700℃로 열처리된 무수석고 충전제가 가장 높은 불투명도를 나타내었고 900℃로 열처리된 무수석고 충전제의 경우 가장 낮은 불투명도를 나타내었다.

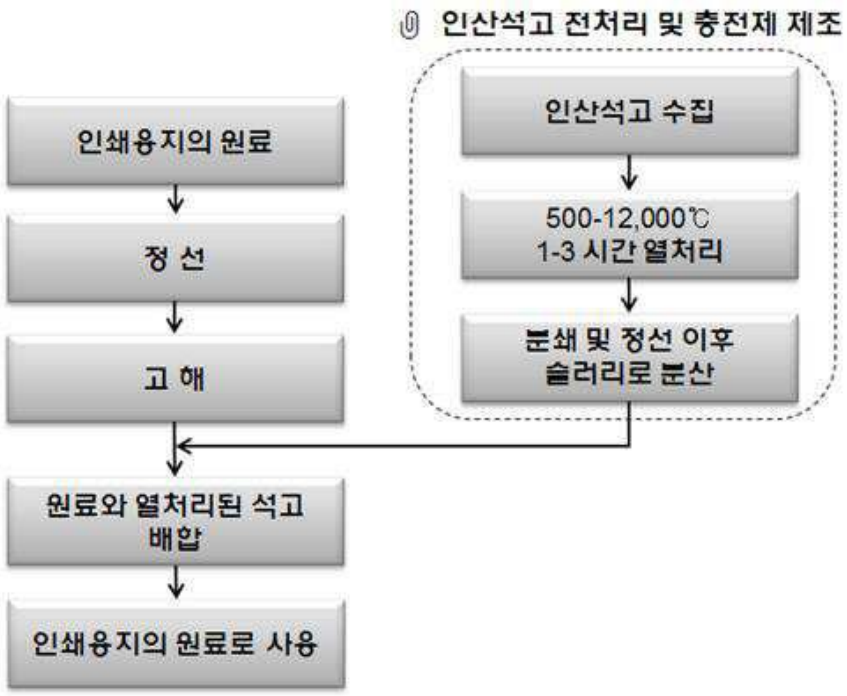
[0053] 충전제가 포함되지 않은 종이(---)의 경우 88.68%의 불투명도를 보였다. 탈크가 포함된 종이(-○-)의 경우 회분율이 5%일 때 88.80%, 10%일 때 88.63%, 15%일 때 88.90%의 결과를 보였다. 이와 비교하여 500℃에서 열처리된 무수석고 충전제가 포함된 종이(-□-)의 경우 회분율이 5%일 때 88.95%, 10%일 때 89.48%, 15%일 때 90.40%의 결과를 보였고, 700℃에서 열처리된 무수석고 충전제가 포함된 종이(-△-)의 경우 회분율이 5%일 때 89.02%, 10%일 때 89.23%, 15%일 때 89.54%의 결과를 보였으며, 900℃에서 열처리된 무수석고 충전제가 포함된 종이(-◇-)의 경우 회분율이 5%일 때 87.79%, 10%일 때 87.83%, 15%일 때 87.97%의 결과를 보여주었다.

[0054] 탈크가 투입된 종이와 비교했을 때, 500, 700℃에서 열처리한 무수석고 충전제가 투입된 종이의 불투명도가 더 우수했으나 900℃에서 열처리한 무수석고 충전제가 투입된 종이의 불투명도는 탈크가 투입된 종이의 불투명도보다 낮았다. 이러한 결과로 볼 때 무수석고 충전제를 사용할 경우 탈크를 사용할 때 보다 불투명도는 증가할 것으로 생각된다.

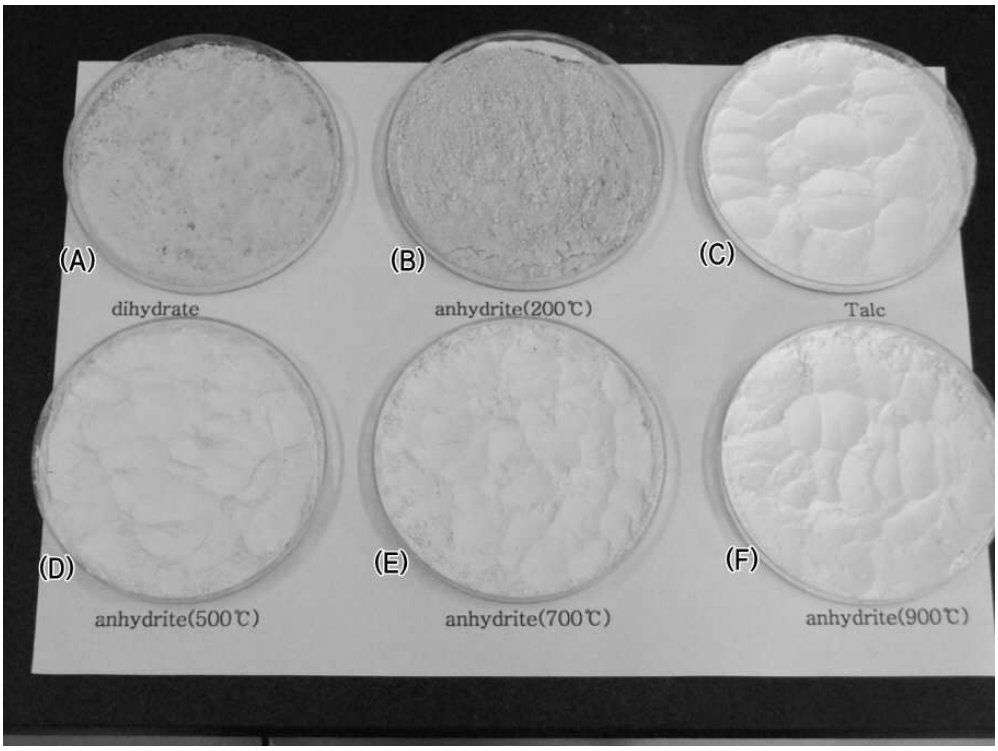
[0055] 전술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예 및 실험예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야 한다.

도면

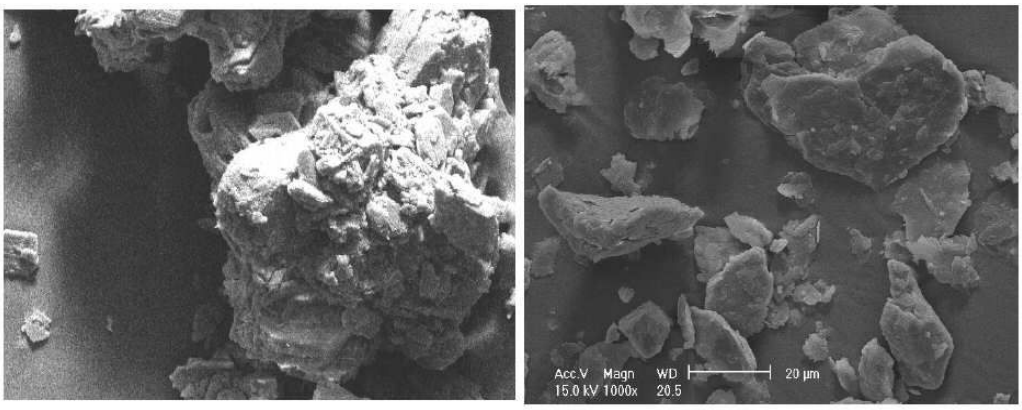
도면1


인산석고 전처리 및 충전제 제조
인쇄용지의 원료
정 선
고 해
원료와 열처리된 석고 배합
인쇄용지의 원료로 사용
인산석고 수집
500-12,000℃ 1-3 시간 열처리
분쇄 및 정선 이후 슬러리로 분산

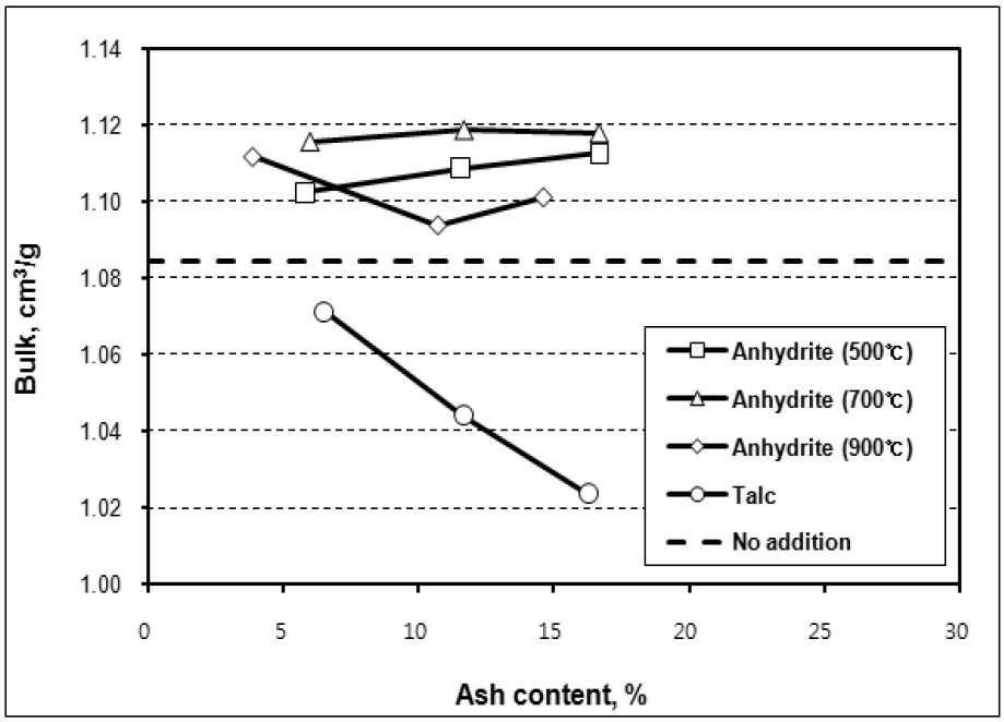
도면2


(A)
dihydrate
(B)
anhydrite(200℃)
(C)
Talc
(D)
anhydrite(500℃)
(E)
anhydrite(700℃)
(F)
anhydrite(900℃)

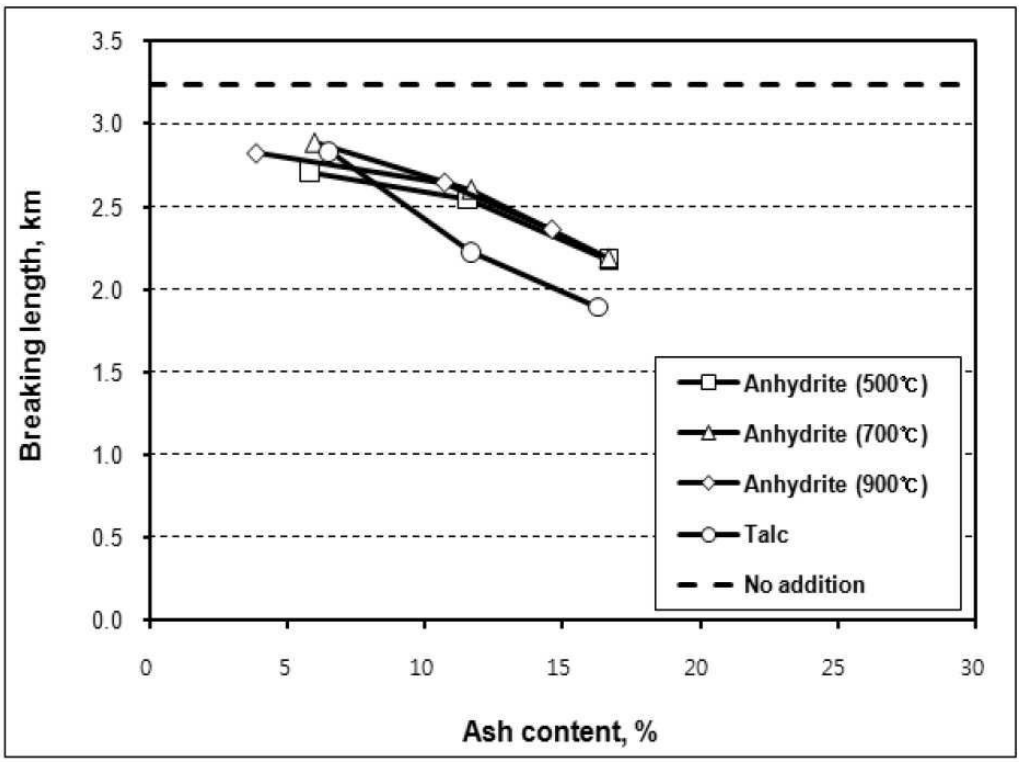
도면3


Acc.V Magn WD 20 μm
15.0 kV 1000x 20.5

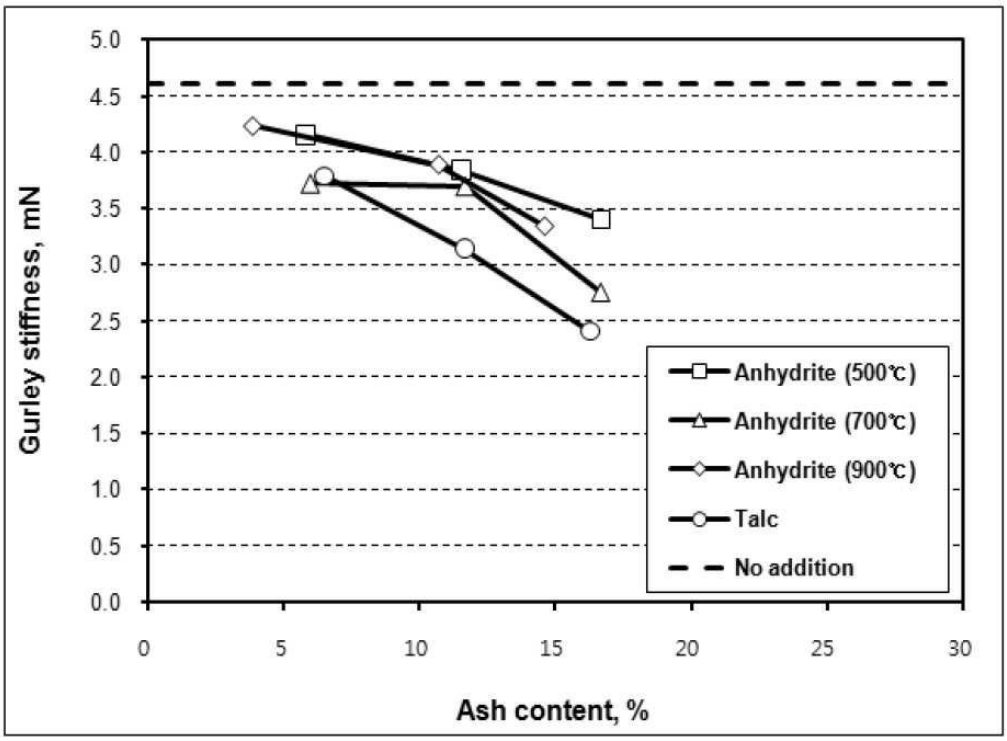
도면4


1.14
1.12
1.10
1.08
1.06
1.04
1.02
1.00
Bulk, cm³/g
0
5
10
15
20
25
30
Ash content, %
Anhydrite (500℃)
Anhydrite (700℃)
Anhydrite (900℃)
Talc
No addition

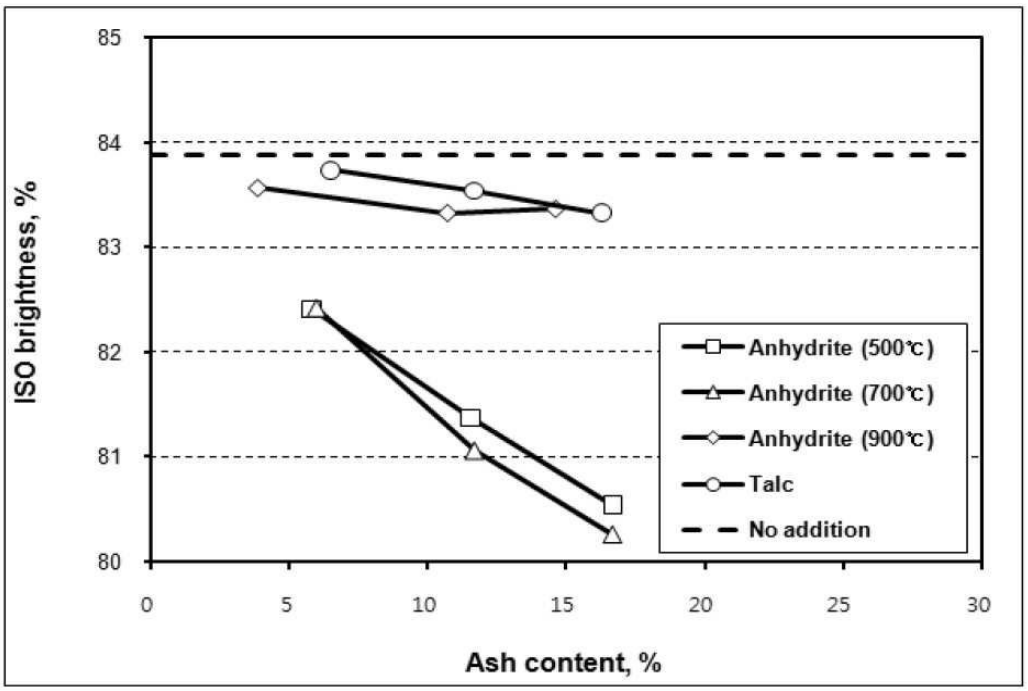
도면5


Breaking length, km
Ash content, %
Anhydrite (500℃)
Anhydrite (700℃)
Anhydrite (900℃)
Talc
No addition

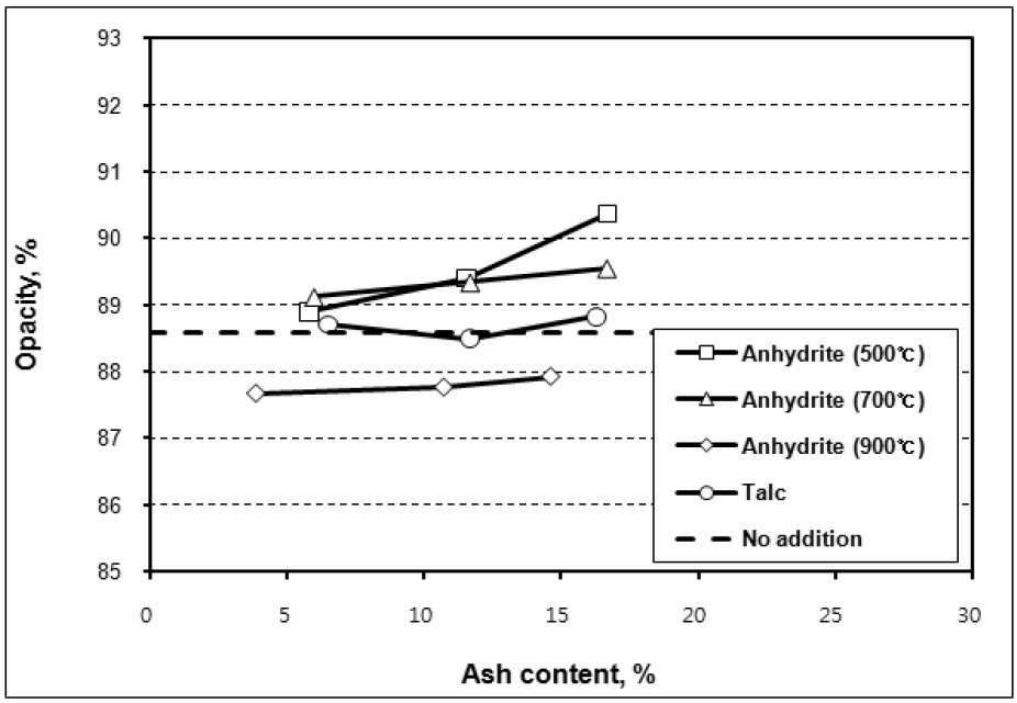
도면6


Gurley stiffness, mN
Ash content, %
Anhydrite (500℃)
Anhydrite (700℃)
Anhydrite (900℃)
Talc
No addition

도면7


ISO brightness, %
85
84
83
82
81
80
0
5
10
15
20
25
30
Ash content, %
Anhydrite (500℃)
Anhydrite (700℃)
Anhydrite (900℃)
Talc
No addition

도면8


Opacity, %
93
92
91
90
89
88
87
86
85
0
5
10
15
20
25
30
Ash content, %
Anhydrite (500℃)
Anhydrite (700℃)
Anhydrite (900℃)
Talc
No addition