



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년05월13일
(11) 등록번호 10-0829265
(24) 등록일자 2008년05월06일

(51) Int. Cl.
C04B 16/02 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2003-7004785
(22) 출원일자 2003년04월03일
심사청구일자 2006년09월21일
번역문제출일자 2003년04월03일
(65) 공개번호 10-2003-0043985
(43) 공개일자 2003년06월02일
(86) 국제출원번호 PCT/US2001/042243
국제출원일자 2001년09월21일
(87) 국제공개번호 WO 2002/28796
국제공개일자 2002년04월11일
(30) 우선권주장
60/237,850 2000년10월04일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
DE3601736호
전체 청구항 수 : 총 67 항

(73) 특허권자
제임스 하디 인터내셔널 파이낸스 비.브이.
네덜란드, 암스테르담 1077 제트엑스, 스트라빈스
키란 3077, 8층, 아트리움
(72) 발명자
머클리, 도날드, 제이.
미국91737
캘리포니아주알타로마클루스맨애비뉴5054
루오, 카이디안
미국91737
캘리포니아주알타로마노쓰리지드라이브10180
(74) 대리인
김영, 장수길

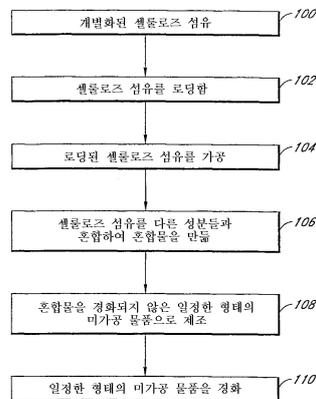
심사관 : 신상훈

(54) 무기 및(또는) 유기 물질이 로딩된 셀룰로즈 섬유를 이용한 섬유 시멘트 복합 자재

(57) 요약

본 발명은 로딩된 셀룰로즈 섬유를 사용하는 셀룰로즈 섬유 강화 시멘트 복합 자재에 관한 것이다. 본 발명은 또한 이와 관련한 제조 방법 및 향상된 물성을 갖는 최종 생성물에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(81) 지정국

국내특허 : 알바니아, 아르메니아, 오스트리아(실용신안포함), 오스트레일리아, 아제르바이잔, 보스니아 헤르체고비나, 바베이도스, 불가리아, 브라질, 벨라루스, 캐나다, 스위스, 중국, 쿠바, 체코(실용신안포함), 독일(실용신안포함), 덴마크(실용신안포함), 에스토니아(실용신안포함), 스페인, 핀란드(실용신안포함), 영국, 그루지야, 헝가리, 이스라엘, 아이슬란드, 일본, 케냐, 키르기스스탄, 북한, 대한민국, 카자흐스탄, 세인트루시아, 스리랑카, 리베이라, 레소토, 리투아니아, 룩셈부르크, 라트비아, 몰도바, 마다가스카르, 마케도니아 공화국, 몽고, 말라위, 멕시코, 노르웨이, 뉴질랜드, 슬로베니아, 슬로바키아(실용신안포함), 타지키스탄, 투르크멘, 터어키, 트리니다드토바고, 우크라이나, 우간다, 미국, 우즈베키스탄, 베트남, 폴란드, 포르투갈, 루마니아, 러시아, 수단, 스웨덴, 싱가포르, 아랍에미리트, 안티구와바부다, 코스타리카, 도미니카, 알제리, 모로코, 탄자니아, 남아프리카, 벨리즈, 모잠비크, 그라나다, 가나, 감비아, 크로아티아, 인도네시아, 인도, 시에라리온, 세르비아 앤 몬테네그로, 짐바브웨, 콜롬비아, 에쿠아도르, 필리핀

AP ARIPO특허 : 케냐, 레소토, 말라위, 수단, 스와질랜드, 우간다, 시에라리온, 가나, 감비아, 짐바브웨, 모잠비크, 탄자니아

EA 유라시아특허 : 아르메니아, 아제르바이잔, 벨라루스, 키르기스스탄, 카자흐스탄, 몰도바, 러시아, 타지키스탄, 투르크멘

EP 유럽특허 : 오스트리아, 벨기에, 스위스, 독일, 덴마크, 스페인, 프랑스, 영국, 그리스, 아일랜드, 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투갈, 스웨덴, 핀란드, 사이프러스, 터어키

OA OAPI특허 : 부르키나파소, 베닌, 중앙아프리카, 콩고, 코트디부아르, 카메룬, 가봉, 기니, 말리, 모리타니, 니제르, 세네갈, 차드, 토고, 기니 비사우, 적도 기니

특허청구의 범위

청구항 1

시멘트 매트릭스, 및

이 시멘트 매트릭스에 혼입된 개별화된 셀룰로즈 섬유

를 포함하며, 상기 셀룰로즈 섬유는 물이 보이드(void) 사이를 흐르는 것을 방해하는 로딩 물질로 부분적으로 또는 완전히 채워진 보이드를 가지고, 상기 로딩 물질은 물에 비가용성인 복합 건축 자재.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 로딩 물질이 상기 매트릭스와 같은 열 및 수분 팽창 계수를 갖는 것인 복합 건축 자재.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 로딩 물질이 무기 화합물을 포함하는 것인 복합 건축 자재.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 무기 화합물은 나트륨, 칼륨, 칼슘, 아연, 구리, 알루미늄, 바륨, 및 이들의 혼합물의 무기염으로 구성되는 군으로부터 선택되는 것이고, 이 때, 상기 무기 화합물은 카르보네이트, 실리케이트, 크로메이트, 알루미늄에이트, 아세테이트, 팔미테이트, 올레에이트, 스테아레이트, 설페이트, 포스페이트, 보레이트, 및 이들의 혼합물로부터 선택되는 형태인 것인 복합 건축 자재.

청구항 5

제3항에 있어서, 상기 무기 화합물은 클레이, 시멘트, 카올린, 칼슘 실리케이트 수화물, 및 이들의 혼합물로부터 선택되는 것인 복합 건축 자재.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 로딩 물질이 유기 화합물을 포함하는 것인 복합 건축 자재.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 유기 화합물이 왁스, 폴리올레핀, 아크릴, 에폭시, 스티렌 부타디엔 고무, 플라스틱, 수지, 및 이들의 혼합물로 구성되는 군으로부터 선택되는 것인 복합 건축 자재.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 로딩 물질이 상기 셀룰로즈 섬유 건조 중량의 0.5% 내지 150%를 차지하는 것인 복합 건축 자재.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 로딩 물질이 상기 셀룰로즈 섬유 건조 중량의 80% 이하를 차지하는 것인 복합 건축 자재.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 셀룰로즈 섬유가 펄프화법(pulping process)에 의해 리그노셀룰로즈 물질의 셀룰로즈 펄프로부터 만들어지는 것인 복합 건축 자재.

청구항 11

제1항에 있어서, 로딩되지 않은 셀룰로즈 섬유를 추가로 포함하는 복합 건축 자재.

청구항 12

제1항에 있어서, 천연 무기 섬유 및 합성 섬유를 추가로 포함하는 복합 건축 자재.

청구항 13

제1항에 있어서, 상기 복합 자재 중에서 1-10 μm 범위의 로딩된 셀룰로즈 섬유(binder)의 비포어 부피(specific pore volume)가 수은 압입법(MIP)으로 측정하였을 때 6 $\mu\text{l/g}$ 미만인 것인 복합 건축 자재.

청구항 14

제1항에 있어서, 개별화된 셀룰로즈 섬유가 혼입되어 있는 상기 시멘트 매트릭스가 오토클레이빙되는 것인 복합 건축 자재.

청구항 15

제1항에 있어서, 10 내지 80 중량%의 시멘트를 포함하는 복합 건축 자재.

청구항 16

제1항에 있어서, 혼화제(aggregate)를 추가로 포함하는 복합 건축 자재.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 혼화제가 미분 실리카인 복합 건축 자재.

청구항 18

시멘트 결합제,

혼화제,

밀도 조절제,

셀룰로즈 섬유, 및

첨가제를 포함하며, 상기 셀룰로즈 섬유는 개별화되고 보이드를 가지며, 셀룰로즈 섬유의 일부 또는 전부는 물이 섬유 사이를 흐르는 것을 막기 위해 1종 이상의 비가용성 물질로 부분적으로 또는 완전히 채움으로써 로딩되어 있고, 상기 셀룰로즈 섬유는 부분적으로 또는 완전히 탈리그닌화되어 있는 것인, 복합 건축 자재를 만들기 위해 사용되는 재료 배합물.

청구항 19

제18항에 있어서, 상기 시멘트 결합제가 포틀랜드 시멘트를 포함하는 것인 재료 배합물.

청구항 20

제18항에 있어서, 10 내지 80 중량%의 시멘트를 포함하는 재료 배합물.

청구항 21

제18항에 있어서, 20 내지 50 중량%의 시멘트를 포함하는 재료 배합물.

청구항 22

제18항에 있어서, 상기 시멘트 결합제가 250 내지 400 m^2/kg 의 표면적을 갖는 것인 재료 배합물.

청구항 23

제18항에 있어서, 상기 시멘트 결합제가 고알루미나 시멘트, 석회, 고인산 시멘트, 미분말(ground granulated) 고로 슬래그 시멘트 및 이들의 혼합물로 구성되는 군으로부터 선택되는 것인 재료 배합물.

청구항 24

제18항에 있어서, 상기 혼화제가 배합물의 20 중량% 내지 80 중량%인 재료 배합물.

청구항 25

제18항에 있어서, 상기 혼화제가 표면적이 300 내지 450 m²/kg인 실리카를 포함하는 것인 재료 배합물.

청구항 26

제18항에 있어서, 상기 혼화제가 미분 실리카를 포함하는 것인 재료 배합물.

청구항 27

제18항에 있어서, 상기 혼화제가 비결정질 실리카, 마이크로 실리카, 지열 실리카(geothermal silica), 규조토, 석탄 연소 비산회 및 저부회(coal combustion fly and bottom ash), 쌀겨회(rice hull ash), 고로 슬래그(blast furnace slag), 과립 슬래그(granulated slag), 스틸 슬래그(steel slag), 미네랄 산화물, 미네랄 수산화물, 클레이, 마그나사이트(magnasite) 또는 돌로마이트(dolomite), 금속 산화물 및 수산화물, 중합체 비드, 및 이들의 혼합물로 구성되는 군으로부터 선택되는 것인 재료 배합물.

청구항 28

제18항에 있어서, 상기 로딩된 섬유가 배합물의 0.5 중량% 내지 20 중량%를 차지하는 것인 재료 배합물.

청구항 29

제18항에 있어서, 상기 로딩된 셀룰로즈 섬유가 로딩되지 않은 셀룰로즈 섬유 또는 천연 무기 섬유 및 합성 섬유와 블렌딩되는 것인 재료 배합물.

청구항 30

제18항에 있어서, 상기 밀도 조절제가 배합물의 50 중량% 이하인 재료 배합물.

청구항 31

제18항에 있어서, 상기 밀도 조절제가 밀도가 1.5 g/cm³ 미만인 경량의 물질을 포함하는 것인 재료 배합물.

청구항 32

제18항에 있어서, 상기 밀도 조절제가 플라스틱 물질, 발포 폴리스티렌 또는 기타 발포 중합체 물질, 유리 및 세라믹 물질, 칼슘 실리케이트 수화물, 마이크로스피어, 화산재(발포 형태의 펠라이트, 속돌, 쉬라수 바살트(shiraua basalt) 및 지올라이트를 포함) 및 이들의 혼합물로 구성된 군으로부터 선택되는 것인 재료 배합물.

청구항 33

제18항에 있어서, 상기 첨가제가 배합물의 10 중량% 이하인 재료 배합물.

청구항 34

제18항에 있어서, 상기 첨가제가 점도 조절제, 난연제, 방수제, 실리카 폼, 지열 실리카, 증점제, 안료, 색소제, 가소제, 분산제, 성형제(forming agent), 응집제(flocculent), 탈수 촉진제(drainage aids), 습윤 및 건조 강도 강화제(strength aids), 실리콘 물질, 알루미늄 분말, 클레이, 카울린, 알루미늄 삼수화물, 운모, 메타카울린, 칼슘 카르보네이트, 규회석, 중합체 수지 에멀션 및 이들의 혼합물로 구성된 군으로부터 선택되는 것인 재료 배합물.

청구항 35

제18항에 있어서, 상기 로딩된 셀룰로즈 섬유가 로딩된 셀룰로즈 섬유를 사용하지 않은 대등한 배합물로 만든 건축 자재에 비해 복합 건축 자재의 내수성을 증가시키는 것인 재료 배합물.

청구항 36

제18항에 있어서, 상기 로딩된 셀룰로즈 섬유가 로딩된 셀룰로즈 섬유를 사용하지 않은 대등한 배합물로 만든 건축 자재에 비해 복합 건축 자재의 물 흡수량을 6시간 시험에서 5% 초과로 감소시키는 것인 재료 배합물.

청구항 37

제18항에 있어서, 상기 로딩된 셀룰로즈 섬유가 로딩된 셀룰로즈 섬유를 사용하지 않은 대등한 배합물로 만든 건축 자재에 비해 복합 건축 자재의 물 이동(위킹) 속도를 24시간 시험에서 15% 초과로 감소시키는 것인 재료 배합물.

청구항 38

제18항에 있어서, 상기 로딩된 셀룰로즈 섬유가 24시간 시험에서 복합 건축 자재의 물 투과도를 로딩된 셀룰로즈 섬유를 사용하지 않은 대등한 배합물로 만든 건축 자재의 물 투과도의 15% 이하까지 감소시키는 것인 재료 배합물.

청구항 39

제18항에 있어서, 상기 로딩된 셀룰로즈 섬유가 로딩된 셀룰로즈 섬유를 사용하지 않은 대등한 배합물로 만든 건축 자재에 비해 복합 건축 자재의 냉동-해동 특성을 향상시키는 것인 재료 배합물.

청구항 40

제18항에 있어서, 상기 로딩된 셀룰로즈 섬유가 로딩된 셀룰로즈 섬유를 사용하지 않은 대등한 배합물로 만든 건축 자재에 비해 복합 건축 자재의 생물학적 저항성을 증가시키는 것인 재료 배합물.

청구항 41

제18항에 있어서, 상기 로딩된 셀룰로즈 섬유가 로딩된 셀룰로즈 섬유를 사용하지 않은 대등한 배합물로 만든 건축 자재에 비해 복합 건축 자재의 물리적 및 기계적 성질을 유지시키거나 증가시키는 것인 재료 배합물.

청구항 42

제18항에 있어서, 상기 로딩된 셀룰로즈 섬유가 로딩된 셀룰로즈 섬유를 사용하지 않은 대등한 배합물로 만든 건축 자재에 비해 복합 건축 자재의 풍화 작용을 감소시키는 것인 재료 배합물.

청구항 43

제18항에 있어서, 상기 로딩된 셀룰로즈 섬유가 로딩된 셀룰로즈 섬유를 사용하지 않은 대등한 배합물로 만든 건축 자재에 비해 복합 건축 자재의 1 내지 10 μm 크기 범위의 포어의 부피를 20% 초과로 감소시키는 것인 재료 배합물.

청구항 44

제18항에 있어서, 수는 압입법(MIP)로 측정하였을 때 1 내지 10 μm 크기 범위의 상기 복합 건축 자재 내의 로딩된 셀룰로즈 섬유의 비포어 부피가 6 $\mu\text{l/g}$ 미만인 재료 배합물.

청구항 45

개별화된 셀룰로즈 섬유를 제공하는 것,
 상기 셀룰로즈 섬유의 일부 또는 전부를 비가용성 물질로 부분적으로 또는 완전히 채움으로써 로딩하여, 섬유 내의 비가용성 물질이 물이 섬유 사이를 흐르는 것을 방해하는 로딩된 셀룰로즈 섬유를 형성하는 것,
 상기 로딩된 섬유를 시멘트 결합제 및 다른 성분과 혼합하여 섬유 시멘트 혼합물을 형성하는 것,
 상기 섬유 시멘트 혼합물을 특정 형태 및 크기를 갖는 섬유 시멘트 물품으로 형성하는 것, 및
 상기 섬유 시멘트 물품을 경화하여 섬유 강화 복합 건축 자재를 형성하는 것을 포함하는 섬유 강화 시멘트 복합 자재의 제조 방법.

청구항 46

제45항에 있어서, 상기 개별화된 섬유를 제공하는 것이 셀룰로즈 섬유를 서로 결합시키고 있는 리그닌의 대부분을 제거하는 것을 포함하는 것인 섬유 강화 시멘트 복합 자재의 제조 방법.

청구항 47

제45항에 있어서, 상기 개별화된 섬유를 제공하는 것이 섬유를 기계적으로 분리하는 것을 포함하는 것인 섬유 강화 시멘트 복합 자재의 제조 방법.

청구항 48

제45항에 있어서, 상기 셀룰로즈 섬유가 기계적 분리 방법을 이용하여 화학적 펄프화법(pulping process)에 의해 개별화되는 것인 섬유 강화 시멘트 복합 자재의 제조 방법.

청구항 49

제45항에 있어서, 상기 섬유를 로딩하는 것이 비가용성 물질을 섬유의 보이드에 침적시키기 위해 물리적 방법을 사용하는 것을 포함하는 것인 섬유 강화 시멘트 복합 자재의 제조 방법.

청구항 50

제45항에 있어서, 상기 섬유를 로딩하는 것이 비가용성 물질을 섬유의 보이드에 침적시키기 위해 화학적 방법을 사용하는 것을 포함하는 것인 섬유 강화 시멘트 복합 자재의 제조 방법.

청구항 51

제45항에 있어서, 상기 로딩된 섬유를 예정된 컨시스턴시(consistency) 범위로 분산시킨 후 이 로딩된 섬유를 캐나다 표준 여수도로 100 내지 750 등급(degree)의 여수도 범위로 섬유화하여 로딩된 섬유를 가공하는 것을 추가로 포함하는 섬유 강화 시멘트 복합 자재의 제조 방법.

청구항 52

제51항에 있어서, 상기 로딩된 섬유를 가공하는 것이 로딩된 섬유를 히드라 펄프 제조기에서 1% 내지 6%의 컨시스턴시로 분산하는 것을 포함하는 것인 섬유 강화 시멘트 복합 자재의 제조 방법.

청구항 53

삭제

청구항 54

제51항에 있어서, 상기 여수도 범위가 캐나다 표준 여수도 180 내지 650 등급(degree)인 섬유 강화 시멘트 복합 자재의 제조 방법.

청구항 55

제51항에 있어서, 상기 로딩된 섬유를 가공하는 것이 로딩된 섬유를 5% 내지 50%의 수분 함량으로 급속 건조하는 것을 포함하는 것인 섬유 강화 시멘트 복합 자재의 제조 방법.

청구항 56

제45항에 있어서, 상기 로딩된 섬유를 로딩되지 않은 셀룰로즈 섬유와 혼합하는 것을 추가로 포함하는 섬유 강화 시멘트 복합 자재의 제조 방법.

청구항 57

제45항에 있어서, 상기 로딩된 섬유를 천연 무기 섬유 및 합성 섬유와 혼합하는 것을 추가로 포함하는 섬유 강화 시멘트 복합 자재의 제조 방법.

청구항 58

제45항에 있어서, 상기 로딩된 섬유를 혼화제, 밀도 조절제 및 첨가제와 혼합하는 것을 추가로 포함하는 섬유 강화 시멘트 복합 자재의 제조 방법.

청구항 59

제45항에 있어서, 상기 섬유 시멘트 물품을 형성하는 것이 하체크 시트 방법, 마자 파이프 방법(Mazza pipe process), 마그나니 방법(Magnani process), 사출 성형, 압출, 핸드 레이업, 몰딩, 캐스트법, 여과 압축, 장망식 성형(Fourdrinier forming), 멀티-와이어 성형(multi-wire forming), 갭 블레이드 성형(gap blade forming), 갭 롤/블레이드 성형(gap roll/blade forming), 벨-롤 성형(Bell-Roll forming), 및 이들의 조합으로 구성된 군으로부터 선택된 방법을 사용하여 물품을 형성하는 것을 포함하는 것인 섬유 강화 시멘트 복합 자재의 제조 방법.

청구항 60

제45항에 있어서, 상기 섬유 시멘트 물품을 형성하는 것이 물품을 엠보싱하는 것을 추가로 포함하는 것인 섬유 강화 시멘트 복합 자재의 제조 방법.

청구항 61

제45항에 있어서, 상기 섬유 시멘트 물품을 경화하는 것이 예비 경화 및 경화를 포함하는 것인 섬유 강화 시멘트 복합 자재의 제조 방법.

청구항 62

제45항에 있어서, 상기 섬유 시멘트 물품이 경화 전에 상온에서 80시간 이하 예비 경화되는 것인 섬유 강화 시멘트 복합 자재의 제조 방법.

청구항 63

제45항에 있어서, 상기 섬유 시멘트 물품이 경화 전에 상온에서 24시간 이하 예비 경화되는 것인 섬유 강화 시멘트 복합 자재의 제조 방법.

청구항 64

제45항에 있어서, 경화가 오토클레이브에서 실시되는 것인 섬유 강화 시멘트 복합 자재의 제조 방법.

청구항 65

제45항에 있어서, 경화가 60 내지 200℃의 승온 및 가압 하에 3시간 내지 30시간 동안 오토클레이빙하는 것을 포함하는 것인, 섬유 강화 시멘트 복합 자재의 제조 방법.

청구항 66

제45항에 있어서, 경화가 60 내지 200℃의 승온 및 가압 하에 24시간 이하 동안 오토클레이빙하는 것을 포함하는 것인, 섬유 강화 시멘트 복합 자재의 제조 방법.

청구항 67

제45항에 있어서, 상기 섬유 시멘트 물품을 경화하는 것이 형성된 물품을 30일 이하 동안 공기 경화하는 것을 포함하는 것인 섬유 강화 시멘트 복합 자재의 제조 방법.

청구항 68

개별화된 강화 섬유가 혼입되어 있고, 이 섬유의 일부 또는 전부가 물 또는 기타 다른 물질이 보이드를 차지하는 것을 방해하는 로딩 물질로 부분적으로 또는 완전히 채워진 보이드를 가지며, 상기 로딩 물질은 물에 비가용성인 건축 자재.

명세서

기술분야

<1> 본 발명은 로딩된 셀룰로즈 섬유를 사용하는 셀룰로즈 섬유 강화 시멘트 복합 자재에 관한 것이다. 본 발명은 또한 이와 관련한 제조 방법 및 향상된 물성을 갖는 최종 생성물에 관한 것이다.

배경 기술

<2> 관련 분야의 설명

<3> 통상의 포틀랜드 시멘트(Portland cement)는 건축 및 건설 분야에서 사용되는 많은 제품들, 주로 콘크리트 및 철 강화 콘크리트의 주성분이다. 시멘트는 수압 고정 결합제(hydraulically settable binder)로서, 석고(gypsum), 목재, 목재 파티클 보드(particle board), 섬유보드, 및 건축 제품에 사용되는 통상의 재료에 비해 고정후 물에 의한 영향을 거의 받지 않는다는 큰 이점이 있다. 이것은 물이 시멘트에 전혀 영향을 미치지 않는다는 의미는 아니다. 시멘트가 깨끗한 물(fresh water)로 포화되는 경우, 화학 성분이 일부 용해되고 이동되어 시멘트가 다시 건조되면 상이한 장소에서 재침적된다.

<4> 석면 섬유 시멘트 기술

<5> 약 120년 전에 루드비히 하체크(Ludwig Hatschek)는 매우 묽은 석면 섬유 슬러리(고체 중량의 약 10중량% 이하) 및 통상의 포틀랜드 시멘트(약 90% 이상)를 제지용 시이브 실린더 기기 상에서 약 0.3mm의 필름 형상으로 탈수시키고, 이것을 원하는 두께(특히 6mm)까지 물에 감은 후, 생성된 원통형 시이트를 절단하고 평탄화하여 평평한 적층 시이트를 형성시키고, 이것을 소정 크기의 사각형 조각으로 절단하여 제지용 시이브 실린더 기기를 사용하여 최초로 석면 강화 시멘트 제품을 만들었다. 이어서, 상기 제품을 통상의 시멘트 경화 방법에 의해 약 28일 동안 공기 경화시켰다. 원래의 용도는 인공 지붕 슬레이트였다.

<6> 100년이 넘게 상기 형태의 섬유 시멘트는 지붕재, 파이프재 및 벽재, 건물의 외벽(관자 및 패널), 및 물을 사용하게 되는 영역의 라이닝(lining) 보드용으로 광범위하게 사용되어 왔다. 석면 시멘트는 또한 석면의 높은 열 안정성에 때문에 고도의 난연성이 요구되는 많은 분야에 사용되었다. 이들 모든 제품의 가장 큰 이점은 고밀도 석면/시멘트 복합 자재가 공극도 및 투과성이 낮기 때문에 이들이 물에 의한 영향을 거의 받지 않고 또한 비교적 경량이라는 것이었다. 상기 제품의 단점은 고밀도 매트릭스의 경우 물을 박을 수 없고, 고정을 시키기 위해서는 미리 드릴로 구멍을 만들어야 하는 것이었다.

<7> 원래의 하체크 방법(변형된 시이브 실린더 제지 기기)가 석면 시멘트 제품 대부분에 주로 사용되었지만, 두꺼운 시이트(말하자면 약 30개의 필름을 요구하는 10mm 이상 시이트)와 같은 특별한 제품 제조에는 다른 방법도 사용되었다. 때로는 이들 다른 방법에 몇몇 가공 보조 첨가제를 사용하기도 하지만 이러한 방법들은 하체크 방법에서와 동일한 석면 섬유의 배합물을 사용하였다. 예를 들면, 압출 성형, 사출 성형 및 여과 압착 또는 플로우 온(flow on) 기기로 섬유 시멘트 복합 자재를 만들었다.

<8> 지난 세기의 중반경에는 석면계 시멘트 복합 자재의 현대적 대체물에 중요한 의미를 갖는 두 가지 발전이 있었다. 첫째는 일부 제조자들이 제품을 오토클레이빙(autoclaving)함으로써 경화 사이클(cycle)을 상당히 감소시키고 비용을 줄일 수 있다는 것을 인식한 것이다. 이 방법을 사용하면 시멘트의 일부를 미분 실리카로 대체할 수 있는데, 이 미분 실리카는 오토클레이브 온도에서 시멘트 내의 과량의 석고와 반응하여 통상의 시멘트 매트릭스와 유사한 칼슘 실리카 수화물을 생성한다. 실리카는 분쇄된 경우에도 시멘트 보다 훨씬 저렴하고, 오토클레이빙 경화가 공기 경화보다 경화 시간이 훨씬 짧기 때문에 상기 방법은 통상적인 방법이 되었으나 보편적인 제조 방법은 아니었다. 전형적인 배합은 석면 섬유 약 5 내지 10%, 시멘트 약 30 내지 50% 및 실리카 약 40 내지 60%이다.

<9> 두번째 발전은 석면 강화 섬유의 일부를 목재로부터 얻은 셀룰로즈 섬유로 대체한 것이다. 이 방법은 외벽재 및 물을 사용하는 영역의 라이닝 시이트를 제외하고는 널리 사용되지는 않았다. 상기 발전의 커다란 이점은 셀룰로즈 섬유가 속이 비어있고 부드러워서 얻어진 제품에 미리 드릴로 구멍을 내고 고정하는 것이 아니라 못을 사용할 수 있다는 점이었다. 측벽재 및 라이닝재는 지붕재보다 환경에 대한 조건이 덜 까다로운 수직벽에 사용된다. 그러나, 셀룰로즈 강화 시멘트 제품은 석면 시멘트 복합 자재에 비하여 물에 의해 변형되기가 더 쉽다. 전형적인 배합은 공기 경화 제품에 대하여는 셀룰로즈 약 3 내지 4%, 석면 약 4 내지 6% 및 시멘트 약 90%이고, 오토클레이빙 경화 제품에 대하여는 셀룰로즈 약 3 내지 4%, 석면 약 4 내지 6%, 시멘트 약 30 내지 50% 및 실리카 약 40 내지 60%이다.

<10> 석면 섬유는 몇가지 이점을 갖는다. 시이브 실린더 기기는 망상 구조를 형성함으로써 시이브 자체가 포획하기에는 너무 작은 고체 시멘트(또는 실리카) 입자를 포획하는 섬유를 필요로 한다. 석면은 무기 섬유임에도 불구하고 주섬유에서 분지되는 많은 작은 덩굴 모양으로 리파인(refine)시킬 수 있다. 석면 섬유는 강하고 딱딱하며 시멘트 매트릭스와 매우 강하게 결합한다. 이들은 고온에서 안정하다. 이들은 오토클레이빙 조건 하에서 알칼리 공격에 대해 안정하다. 따라서 석면 강화된 섬유 시멘트 제품은 그 자체로서 강하고 딱딱(또한 취성이

있다)하며 시멘트 자체가 화학적으로 공격당할 수 있는 높은 산성 환경을 제외한다면 많은 약조건 하에서도 사용될 수 있다. 석면 지붕재에 습식/건식 주기가 반복되면 주로 풍화(풍화 작용은 습윤시에 제품 내 화합물이 용해된 후 건조시에 이 화합물이 침적되면서 일어난다)와 같은 몇 가지 문제를 일으킨다. 풍화 작용은 특히 지붕재의 미관을 해치며, 이를 감소시키기 위한 많은 노력이 이루어지고 있다. 석면 강화 지붕재들은 일반적으로 매우 밀도가 높으므로(비중이 약 1.7), 포화된 경우라 하더라도 제품에 들어가는 물의 총량은 비교적 적고 일반적으로 냉동-해동에 대한 제품의 내성이 적당하다. 만일 밀도를 낮추면 제품의 작업성은 개선되지만(예를 들어 못을 박을 수 있게 된다), 포화도와 물의 총흡수량이 증가하여 냉동-해동 특성이 나빠진다.

<11> 대체 섬유 시멘트 기술

<12> 1980년대 초에 채굴, 노출 및 흡입하는 경우와 관련하여 석면 섬유가 건강에 해가 된다는 것이 주요한 관심사가 되기 시작하였다. 특히, 미국, 일부 서유럽, 호주/뉴질랜드에서 석면 시멘트 제품 제조자들은 그들이 설치한 공정 설비, 주로 하체크 기기로 만든 건축 및 건설 제품의 강화재로서의 석면 섬유에 대한 대체물을 탐색하기 시작하였다. 20여년 동안 두가지 실용적인 대체 기술이 나타났으나 이들중 어느 것도 석면을 전면적으로 대체할 수는 없었다.

<13> 서유럽에서 석면의 가장 성공적인 대체물은 PVA 섬유(약 2%) 및 셀룰로즈 섬유(약 5%)를 주성분인 시멘트(약 80%)와 혼합한 것이었다. 때로는, 실리카 또는 석회와 같은 불활성 충전제 약 10 내지 30%를 배합물에 첨가시킨다. 일반적으로 PVA 섬유가 오토클레이브에서 안정하지 않기 때문에 상기 제품은 공기 경화시킨다. 이 방법은 일반적으로 하체크 기기를 사용하고 이어서 수압 프레스를 사용하는 압축 단계를 수행함으로써 이루어진다. 이 방법에 의해 셀룰로즈 섬유를 압축시키고, 매트릭스의 공극도를 낮출 수 있다. PVA는 리파인시킬 수 없는 반면 셀룰로즈는 리파인시킬 수 있기 때문에 상기 서유럽 기술에서 셀룰로즈 섬유는 시이브 상에 망상 구조를 형성시켜 탈수 단계에서 고체 입자를 포획하는 가공 보조제로서의 역할을 한다. 상기 제품은 주로 지붕(슬레이트 및 주름)에 사용한다. 통상적으로는 상기 제품은 두꺼운 유기 코팅으로 피복되지만 언제나 그런 것은 아니다. 상기 제품들의 가장 큰 단점은 재료와 제조비가 크게 상승한다는 것이다. 현재 셀룰로즈는 석면 섬유에 비하여 1 톤 당 500달러 정도가 비싸지만, PVA는 1톤 당 약 4000달러 정도가 더 비싸다. 두꺼운 유기 코팅도 역시 비싸고, 수압 압축 역시 비용이 많이 드는 단계이다.

<14> 호주/뉴질랜드 및 미국에서 석면에 대한 가장 성공적인 대체물은 호주 특허 제515151호 및 미국 특허 제 6,030,447호에 기재되어 있는 바와 같은, 미표백 셀룰로즈 섬유와 시멘트 약 35% 및 미분 실리카 약 55%를 사용한 것이었다(상기 특허 문헌 전체는 참고 문헌으로서 본원에 포함된다). 셀룰로즈는 오토클레이빙시에 상당히 안정하기 때문에 상기 제품은 오토클레이브에서 경화된다. 상기 제품은 하체크 기기로 제조되며, 통상적으로는 압축되지 않는다. 상기 제품은 일반적으로는 측벽(패널 및 판자), 수직 또는 수평 타일 배커(backend), 물을 사용하는 영역의 라이닝, 및 처마 및 처마 안쪽의 인-필 패널(in fill panels)에 사용된다. 상기 제품의 큰 이점은 석면 섬유계 제품과 비교하더라도 작업성이 우수하고 저가라는 점이다.

<15> 그러나, 셀룰로즈 섬유 시멘트 재료는 석면 시멘트 복합재와 비교하면 물에 의해 유발되는 손상에 대한 낮은 저항성, 높은 물 투과성, 높은 물 이동성(위킹(wicking)으로 알려짐)과 같은 단점을 가지고 있다. 이러한 단점은 주로 셀룰로즈 섬유의 루멘(lumen) 및 세포벽 중의 물 전달 채널 및 보이드(void)의 존재에 기인한 것이다. 셀룰로즈 섬유가 침수되거나 장기간 비/응축에 노출되는 경우 상기 포어 공간은 물로 채워질 수 있다. 셀룰로즈 섬유의 공극도는 복합재를 통한 물 수송을 촉진시키며 특정 환경에서의 재료의 장기 내구성 및 성능에 영향을 미칠 수 있다. 이와 같이 통상적인 셀룰로즈 섬유는 재료의 포화 질량을 높이고, 습윤 대 건조시의 치수 안정성을 악화시키고, 포화 강도를 낮추고, 물에 의해 유발되는 손상에 대한 내성을 낮출 수 있다.

<16> 셀룰로즈 강화 시멘트 재료의 높은 물 투과성 때문에 제품 내의 가용성 화학 물질을 훨씬 더 많이 수송할 수 있는 가능성이 있다. 상기 가용성 화학 물질은 건조시에 재침적되어 외부적으로는 풍화를 일으키거나 또는 내부적으로는 매트릭스 또는 섬유의 모세관 포어 내에서 재침적된다. 상기 재료는 물로 포화시키기 쉽기 때문에 그 제품 역시 냉동-해동 손상에 대해 훨씬 더 민감하다. 그러나, 수직 제품, 처마 및 처마 안쪽 라이닝, 또는 내부 라이닝은 물에 의해 유발되는 단점과는 별로 관련이 없다.

<17> 요약하면, 유럽에서는 PVA 섬유를 사용한 공기 경화 섬유 시멘트 제품이 석면을 대체하였는데, 일정한 형상을 만든 후 미가공 상태(green state) 그대로 압축한다. 이 기술의 주된 문제점은 재료 및 제조 비용이 상승한다는 점이다. 미국 및 호주/뉴질랜드에서는 셀룰로즈 섬유를 사용한 오토클레이빙된 섬유 시멘트 제품이 석면을 대체하였는데, 압축 없이 저밀도로 제조된다. 이 기술의 주된 문제점은 습윤되었을때 제품에 물이 흡수되는 속도 및 양이 증가한다는 점이다.

- <18> 몇몇 선행 기술 문헌에는 시멘트 제품에 섬유 물질을 사용하는 것과 이러한 섬유 물질을 처리하는 다양한 방법이 개시되어 있다. 그러나 이들 대부분의 문헌은 시멘트에 대한 섬유 물질의 결합력을 증가시키는 것에 관한 것이고 물 및 습기에 관련된 셀룰로즈 및(또는) 기타 섬유의 문제점을 해결하기 위한 것은 아니다. 많은 상기 문헌들은 섬유 물질을 광화시키고(mineralization), 이에 의해 섬유 물질 표면에 침전을 생성시키는 방법으로 섬유 물질을 처리하는 방법을 개시하고 있다. 예를 들면 미국 특허 제5,795,515호는 다량의 시멘트(예를 들면 70-80%)와 셀룰로즈 섬유를 포함하는 공기 경화 제품을 설명하고 있는데, 이 제품은 섬유 물질을 알루미늄 설페이트로 예비 처리하고 이어서 비결정질 실리카를 상기 섬유에 첨가함으로써 광화시킨 것이다. 미국 특허 제 2,377,484호도 유사하게 목재 및 식물 섬유(예, 대패밥)를 설명하고 있는데, 이것은 섬유를 규산나트륨 및 염화칼슘으로 처리하여 섬유에 염화칼슘을 침전시킨 것이다.
- <19> 상기 문헌 및 기타 다른 문헌들에서 섬유를 광화하는 이유는 섬유에 코팅을 제공하여 섬유와 시멘트의 결합을 강화하기 위한 것이다. 다른 문헌들도 또한 섬유 물질과 시멘트 사이의 결합력을 증가시키는 것에 관한 것이다. 예를 들면 미국 특허 제1,571,048호는 톱밥과 같은 섬유 물질을 금속염 용액으로 광화하는 방법을 개시하고 있다. 광물은 톱밥의 내부 및 표면에 침적되고, 시멘트와 혼합되면 톱밥을 시멘트에 단단하게 부착시킨다.
- <20> 상기 문헌들이 개시하고 있는 바와 같은 결합력의 증가는 셀룰로즈 섬유의 경우에도 요구된다. 왜냐하면 자연 상태의 셀룰로즈 섬유는 리그닌과 함께 섞여 있는데, 이 리그닌은 섬유와 시멘트 간의 결합을 어렵게 만들기 때문이다. 그러나 상기 특허 문헌들은 부분적으로 탈리그닌화되고 개별화된 섬유의 사용에 관해 구체적으로 개시하고 있지는 않다. 이러한 섬유는 시멘트와 잘 결합하고 따라서 상기한 처리 방법을 요구하지 않는다. 또한 셀룰로즈 섬유가 리그닌과 함께 섞여 있으면 부분적으로 탈리그닌화되고 개별화된 섬유를 사용할 때 발생하는, 상기한 바와 같은 정도의 물 및 수분에 관련된 손상이 발생하지 않는다. 이것은 리그닌이 리그닌 내에 있는 셀룰로즈 섬유보다 실질적으로 방수성이 더 좋기 때문이다.
- <21> 따라서 부분적으로 탈리그닌화되고 개별화된 섬유를 포함하는 섬유 시멘트 건축 자재, 관련된 재료 배합물 및 그로부터 얻어지는 제품에서 요구되는 것은 물에 의한 손상 및 기타 문제를 막을 수 있는 방법이다.

발명의 상세한 설명

- <22> 발명의 요약
- <23> 본 발명의 바람직한 실시 태양은 새로운 기술, 다시 말해 로딩된 셀룰로즈 섬유를 사용한 셀룰로즈 섬유 강화 시멘트 건축 복합재를 개시한다. 이 셀룰로즈 섬유는 바람직하게는 개별화된 섬유인데, 개별화된 섬유는 리그닌의 적어도 일부가 셀룰로즈로부터 제거된 것이다. 본 발명에 개시된 기술의 다양한 측면은 배합물, 복합재의 제조 방법, 최종 제품 및 그 특성들을 포괄하는 것이다. 상기 기술은 소정의 특성(낮은 물 흡수, 낮은 물 흡수 속도, 낮은 물 이동, 낮은 물 투과성)을 갖는 섬유 시멘트 건축 자재를 제공할 수 있게 한다.
- <24> 이들 재료로부터 얻을 수 있는 최종 제품은 냉동-해동 내성이 향상되고, 풍화 작용이 감소되고, 자연적인 풍화 과정에서 물에 가용성인 매트릭스 성분들의 용해 및 채집적이 감소된다. 적절한 섬유 로딩을 통해 통상적인 섬유 시멘트 제품에 비해 기타 다른 제품 특성, 예를 들면 부패 내성, 내화성을 향상시킬 수 있다. 치수 안정성, 강도, 변형률 또는 인성(toughness)에 나쁜 영향을 미치지 않고 상기와 같은 개선된 특성을 얻을 수 있다는 것은 놀라운 일이다. 또한 통상적인 셀룰로즈 섬유 시멘트 복합재에서 사용되는 것보다 소량의 셀룰로즈를 사용하고도 강도, 변형률 및 인성을 향상시킬 수 있다는 것은 더욱 놀라운 일이다.
- <25> 보다 구체적으로 설명하자면, 출원인은 셀룰로즈 섬유의 내부 텅빈 공간을 비가용성 무기 및(또는) 유기 물질로 완전히 또는 부분적으로 채움으로써 공학적으로 개량된 셀룰로즈 섬유를 만들 수 있다는 것을 발견하였다. 이 개량된 셀룰로즈 섬유는 시멘트 복합재에 사용될 경우 일반적인 셀룰로즈 섬유의 이점(오토클레이빙, 압축 없는 제조 과정)을 그대로 가질 뿐 아니라, 섬유 강화 시멘트 복합 자재에 사용될 경우 물 흡수 속도 및 물 흡수량의 관점에서 볼 때 생성된 섬유 시멘트 물질은 PVA와 같은 인공 섬유의 이점 또는 이보다 더 뛰어난 이점을 갖는다. 더 놀라운 것은 섬유를 더 조금만 사용해도 되기 때문에 재료의 중요한 물성(예를 들면, 강도, 인성)의 악화 없이 섬유를 로딩 또는 부분적으로 로딩하는 비용이 감소한다는 것이다.
- <26> 특히, 바람직한 특정 실시 태양은 오토클레이빙된 셀룰로즈계 섬유 시멘트 배합물에 사용될 경우 복합재의 물 흡수 속도 및 물 흡수량을 감소시켜 풍화 작용이 일어날 가능성, 화학 물질이 용해된 후 제품 내에 재침적될 가능성, 또는 냉동-해동 손상을 받을 가능성을 낮춘다.

- <27> 또한, 상기 섬유는 리파인되어 하체크 방법에서 포획 매질로 작용할 수도 있다. 상기 섬유는 과도한 섬유의 손상 없이 오토클레이빙될 수 있고, 압축하지 않고도 강도가 훌륭한 제품을 만들 수 있다. 또한, 셀룰로즈 섬유를 실제 조금만 사용하고도 바람직한 실시 태양은 중요한 물성(예, 강도, 경도, 인성, 수분 이동성)에 나쁜 영향을 주지 않고 오히려 이들 물성의 일부(특히 인성)를 향상시킬 수 있다는 것은 정말 놀라운 일이다.
- <28> 따라서 공학적으로 개량된 로딩된 섬유를 사용하면 복합재의 물성을 향상시킬 수 있고, 따라서 건축 및 건설 재료의 기계적 특성 및 작업성을 향상시키고 제조 방법에 관계 없이 다양한 환경(습윤 상태 및 건조 상태의 반복, 불, 냉동 및 해동, 공기에의 노출 등) 하에 제품의 내구성을 향상시킬 수 있는 대체 기술이 될 수 있다. 상기 로딩된 섬유는 고가의 공정 비용을 감소시키기 위해 PVA와 관련하여 공기 경화 제품에 사용될 수도 있지만, (고체 입자를 포획하기 위해) 리파인될 수 있는 섬유를 요구하는 하체크 방법 및 시멘트를 미분 실리카로 대체할 수 있게 하는 오토클레이브 경화 사이클에 특히 적합하다.
- <29> 따라서 본 발명의 바람직한 실시 태양은 로딩된 셀룰로즈 섬유를 사용하여 섬유 강화 시멘트 복합 재료를 제조하는 새로운 기술에 관한 것이다. 이 새로운 기술은 배합물, 제조 방법 및 최종 복합 재료를 포괄하는 것이다. 이러한 실시 태양들은 물 투과성, 물 흡수, 풍화 작용, 내부 물 용해 및 재침적을 감소시키고 냉동/해동 풍화 환경에서 내구성을 향상시킨다. 이것은 일반적인 셀룰로즈 섬유 시멘트보다 적은 양의 셀룰로즈 섬유를 사용하고도 중요한 기계적 및 물리적 특성, 특히 인성을 유지하거나 향상시킴과 동시에 달성할 수 있다. 또한, 이 기술은 셀룰로즈 섬유를 분쇄하여 최종 제품의 물 투과성을 낮추기 위해 형성된 미가공체(green body)를 수압 압축하는 고가의 공정을 거칠 필요가 없기 때문에 공기 경화된 PVA 강화 섬유 시멘트의 중요한 문제점 중 하나를 해결하는 데도 유용하다.
- <30> 본 발명의 한 측면은 시멘트 매트릭스 및 이 시멘트 매트릭스에 혼입한 개별화된 셀룰로즈 섬유를 포함하는 복합 건축 재료를 제공하는 것이다. 셀룰로즈 섬유는 부분적으로 또는 완전히 탈리그닌화된다. 상기 셀룰로즈 섬유는 물이 흐르지 못하게 하는 로딩 물질로 적어도 일부분 이상을 채운 보이드를 갖는다.
- <31> 본 발명의 다른 측면은 복합 건축 재료를 만들기 위해 사용되는 재료 배합물이 시멘트 결합제 및 셀룰로즈 섬유를 포함하는 것이다. 여기서, 상기 셀룰로즈 섬유는 개별화되고 셀룰로즈 섬유의 적어도 일부는 물이 섬유를 통해 흐르는 것을 막기 위해 비가용성 물질로 로딩된다. 한 실시 태양에서 상기 건축 재료 배합물은 약 10% 내지 80%의 시멘트, 약 20% 내지 80%의 실리카(혼화제(aggregate)), 약 0% 내지 50%의 밀도 조절제, 약 0% 내지 10%의 첨가제 및 약 0.5% 내지 20%의 로딩된 개별화된 셀룰로즈 섬유 또는 로딩된 셀룰로즈 섬유의 조합 및(또는) 일반적인 로딩되지 않은 섬유 및(또는) 천연 무기 섬유 및(또는) 합성 섬유를 포함하는 것이 바람직하다. 이 배합물로 얻을 수 있는 물질은 오토클레이빙 경화 또는 공기 경화한다.
- <32> 본 발명의 또 다른 실시 태양은 압축하지 않고 오토클레이빙한 섬유 시멘트 제품용 건축 재료 배합물을 제공하는 것이다. 이러한 배합물은 약 20 내지 50%, 바람직하게는 약 35%의 시멘트, 약 20 내지 80%, 바람직하게는 약 55%의 미분 실리카를 포함한다. 또한, 약 0 내지 30%의 기타 첨가제 및 밀도 조절제를 배합물에 포함시킬 수도 있다. 이 배합물은 약 0.5 내지 20%, 바람직하게는 약 10%의 섬유를 포함하는 것이 바람직하는데, 이 섬유의 일부는 섬유 포어 공간에 물이 흐르는 것을 방지하기 위한 무기 및(또는) 유기 물질로 로딩시킨 개별화된 셀룰로즈 섬유이다.
- <33> 이러한 로딩된 섬유의 보이드는 물이 흐르는 것을 막기 위해 비가용성 물질로 완전히 또는 부분적으로 채워져 있다. 이 비가용성 물질은 시멘트 매트릭스와 실질적으로 같거나 비슷한 열 및 수분 팽창 계수를 갖는 것이 바람직하다. 이 비가용성 물질은 유기 화합물, 무기 화합물 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 로딩 물질은 건조 셀룰로즈 섬유 중량의 약 0.5% 내지 200%를 포함할 수 있다. 로딩된 섬유 내의 로딩 물질은 셀룰로즈 중량의 약 10% 내지 80%인 것이 가장 일반적이다.
- <34> 본 발명의 다른 측면은 섬유 강화 복합 건축 재료의 제조 방법에 관한 것이다. 이러한 제조 방법의 한 실시 태양은 셀룰로즈 섬유를 서로 함께 결합시키는 리그닌 대부분을 제거하여(때로는 기계적인 힘을 가함으로써) 셀룰로즈 섬유를 개별화하는 것을 포함한다. 셀룰로즈 섬유의 적어도 일부는 비가용성 물질로 로딩하여 로딩된 셀룰로즈 섬유를 형성한다. 여기서 섬유 내의 비가용성 물질은 물이 섬유 사이를 흐르는 것을 방해한다. 로딩된 섬유를 시멘트 결합제와 혼합하여 섬유 시멘트 혼합물을 형성한다. 이 섬유 시멘트 혼합물을 사용하여 소정의 모양 및 크기를 갖는 섬유 시멘트 물품을 만든다. 이 섬유 시멘트 물품을 경화하여 섬유 강화 복합 건축 재료를 만든다.
- <35> 섬유를 로딩하는 단계는 화학 반응 및(또는) 물리적 침적 등의 기술을 사용하여 무기 화합물, 유기 화합물 또는

이들의 조합으로 섬유를 로딩하는 것을 포함하는 것이 바람직하다. 로딩된 섬유를 다른 성분과 혼합하여 섬유 시멘트 혼합물을 형성하는 단계는 로딩된 섬유와 비셀룰로즈 물질(예를 들면, 시멘트 결합제, 혼화제, 밀도 조절제, 본 발명의 바람직한 배합물에서와 같은 첨가제)을 혼합하는 것을 포함하는 것이 바람직하다. 또 다른 실시 태양에서는 로딩된 섬유를 다른 성분과 함께 통상적인 로딩되지 않은 섬유 및(또는) 천연 무기 섬유 및(또는) 합성 섬유와 혼합할 수 있다. 제조 방법은 현존하는 임의의 기술, 예를 들면 하체크 방법, 압출 성형, 몰딩법 등일 수 있다. 어떤 실시 태양에서는 섬유 시멘트 물품을 오토클레이빙하는 것이 유리할 수도 있다.

<36> 보이드를 채운 섬유의 특정 실시 태양을 시험한 결과 통상의 셀룰로즈 섬유를 포함하는 대응하는 배합물로 만든 건축 제품에 비해 최종 제품의 인성이 약 50% 이상, 파열 모듈러스(MOR)가 약 15% 이상, 굴곡 시험으로 측정된 탄성 모듈러스(MOE)가 약 15% 이상 증가함을 알 수 있었다. 또한, 로딩된 섬유를 적용하여 1 내지 10 μm 의 건축 자재의 포어 부피를 약 30% 이상 감소시켜, 로딩된 섬유를 사용한 섬유 시멘트 복합체의 비포어 부피(specific pore volume)를 MIP(mercury intrusion porosimetry, 수은 압입법)로 측정하여 약 6 $\mu\text{l/g}$ 미만으로 만들 수 있다.

<37> 본 발명의 바람직한 실시 태양은 로딩된 셀룰로즈 섬유를 사용하지 않는 대등한 배합물로 만든 건축 자재에 비해 물 이동이 적고, 물 흡수 속도가 작고, 물 투과성이 낮고, 풍화 작용이 덜하고, 용해 및 재침적의 문제가 덜하고, 냉동-해동 내성, 경도 및 인성이 향상된 섬유 강화 건축 자재를 제공한다는 이점을 갖는다. 또한 상기 바람직한 건축 자재는 치수 안정성이 뛰어나고 셀룰로즈 섬유 강화 재료의 장점을 그대로 유지하고 있다. 또한 로딩된 섬유를 갖는 건축 자재는 섬유 시멘트 재료를 만들기 한 통상의 방법으로 만들 수 있다. 셀룰로즈 섬유를 조금만 사용해도 강화된 물리적/기계적 특성을 갖는 복합체를 만들 수 있다. 아래의 설명 및 도면을 참조하면 본 발명의 상기 이점 및 또 다른 이점을 더 분명히 알 수 있다.

<38> 바람직한 실시 태양의 상세한 설명

<39> 본 발명의 바람직한 실시 태양은 시멘트 섬유 강화 복합 자재에서 채워지거나 로딩된 셀룰로즈 섬유의 용도를 설명한다. 이러한 실시 태양은 로딩된 섬유로 만든 복합 자재 뿐 아니라 이러한 복합 자재의 제조 방법 및 배합물을 포괄하는 것이다.

<40> 로딩된 섬유는 내수성 또는 다른 섬유 강화 시멘트 재료의 성질을 향상시키는 다른 섬유 처리법(예를 들면, 섬유 표면을 친수성으로 만들기 위한 섬유 사이징, 1종 이상의 살생물제로 처리, COD 함량을 낮추기 위한 처리 등)과 함께 사용될 수도 있다. 본 발명은 셀룰로즈 섬유 강화 시멘트 제품에만 응용 가능한 것은 아니고, 따라서 상기 화학 처리는 비시멘트 제품에서 다른 섬유로 강화된 건축 자재에도 적용 가능하다.

<41> 본 발명의 한 실시 태양은 로딩된, 부분적으로 탈리그닌화되고 개별화된 셀룰로즈 섬유를 시멘트 셀룰로즈 섬유 강화 건축 자재에 응용하는 것에 관한 것이다. 이 로딩된 셀룰로즈 섬유는 일반적으로 1종 이상의 비가용성 화합물로 채워진 개별화된 셀룰로즈 섬유를 포함한다. 유기 및(또는) 무기 화합물을 셀룰로즈 섬유의 루멘 및 세포벽에 존재하는 물 전달 채널 및 보이드에 혼입하는 것이 바람직하다. 로딩 방법은 화학 반응, 물리적 침적, 또는 이들의 조합 등일 수 있다. 섬유 내부에 침적되는 물질은 물 전달 채널 또는 보이드를 통한 물의 전달을 방해하고 이것은 다시 섬유 시멘트 복합 자재의 물 이동을 억제한다. 로딩된 섬유는 오븐에서 건조한 셀룰로즈 섬유의 중량을 기준으로 약 0.5% 내지 200%의 비셀룰로즈 함량을 갖는 것이 바람직하다. 로딩된 섬유는 약 80% 이하의 비셀룰로즈 함량을 갖는 것이 더욱 바람직하다. 섬유 내의 루멘은 미국 특허 제4,510,020호, 5,096,539호에 개시되어 있는 방법 또는 다른 방법을 사용하여 로딩할 수 있다.

<42> 섬유 로딩을 위해 선택한 화합물은 시멘트 수화 반응을 방해하지 않고 공정수를 오염시키지 않는 것이 바람직하다. 또한, 화합물은 개선된 내화성 또는 생물학적 저항성(biological resistance)과 같은 유용한 특성을 섬유 시멘트에 부여하는 것이 바람직하다. 로딩 물질은 시멘트 매트릭스와 실질적으로 같거나 비슷한 열 및 수분 팽창 계수를 갖는 것이 바람직하다. 사용할 수 있는 화합물에는 나트륨, 칼륨, 칼슘, 아연, 구리, 알루미늄 및 바륨의 무기염(예, 모든 형태의 카르보네이트, 실리케이트, 크로메이트, 알루미늄에이트, 아세테이트, 팔미테이트, 올레에이트, 스테아레이트, 셀페이트, 포스페이트 또는 보레이트), 모든 종류의 클레이, 모든 타입의 시멘트, 모든 종류의 칼슘 실리케이트 수화물, 모든 종류의 카올린, 및 이들의 혼합물이 포함되지만 여기에 한정되는 것은 아니다. 또한, 사용할 수 있는 유기 화합물에는 천연 또는 석유 왁스, 폴리올레핀, 아크릴, 에폭시, 우레탄, 스티렌, 부타디엔 고무, 모든 종류의 플라스틱 및 기타 수지가 포함되지만 여기에 한정되는 것은 아니다.

- <43> 섬유를 로딩하면 바람직하게는 비가용성 물질이 섬유 보이드 및 세포벽 내에 있는 포어 공간을 차지하게 한다. 포어 공간의 로딩은 섬유 표면에 상당한 침전을 생성하지 않고 일어나는 것이 바람직하다. 이렇게 함으로써 섬유 표면의 성질의 변화를 피할 수 있다. 로딩 화합물은 직경 약 0.01 내지 20 μm 의 입자 크기를 갖는 것이 바람직하다.
- <44> 상기한 화합물들은 섬유 로딩에 사용할 수 있는 물질의 예에 불과하다. 로딩 물질은 섬유 시멘트 재료가 사용되는 응용 분야에서 요구되는 특별한 성질에 따라 기타 다른 적절한 무기 또는 유기 화합물 또는 이들의 조합이 될 수 있다. 한 실시 태양은 미국 특허 제5,223,090호 및 RE35,460호에 기재되어 있는 것과 같은 공지된 섬유 로딩 방법을 사용하여 칼슘 카르보네이트를 셀룰로즈 섬유에 로딩한다.
- <45> 로딩된 셀룰로즈 섬유는 시멘트 기재 매트릭스를 갖는 섬유 복합 자재의 물 흡수량 및 속도를 감소시킨다. 섬유 복합 자재의 시멘트 기재 매트릭스는 상이한 물성을 개선하기 위해 일반적으로 시멘트 결합제, 혼화제, 밀도 조절제, 및 다양한 첨가제를 포함한다. 적절한 건축 제품에 이러한 매트릭스 성분 모두가 필요한 것은 아니다. 따라서 특정 실시 태양에서 배합물은 단순히 시멘트 결합제와 로딩된 셀룰로즈 섬유만 포함할 수 있다. 그러나 일반적인 배합물은 시멘트 매트릭스, 로딩된 셀룰로즈 및 다른 섬유(셀룰로즈 또는 비셀룰로즈 섬유)를 포함한다.
- <46> 시멘트 결합제는 포틀랜드 시멘트인 것이 바람직하지만 고알루미나 시멘트, 석회, 고인산 시멘트, 미분말 고로 슬래그 시멘트(ground granulated blast furnace slag cement) 또는 이들의 혼합물일 수도 있고, 여기에 한정되는 것은 아니다.
- <47> 혼화제는 미분 실리카 모래인 것이 바람직하지만 비결정질 실리카, 마이크로 실리카, 지열 실리카(geothermal silica), 규조토, 석탄 연소 비산회 및 저부회(coal combustion fly and bottom ash), 쌀겨회(rice hull ash), 고로 슬래그(blast furnace slag), 과립 슬래그(granulated slag), 스틸 슬래그(steel slag), 미네랄 산화물, 미네랄 수산화물, 클레이, 마그네시아이트 또는 돌로마이트, 금속 산화물 및 수산화물, 중합체 비드, 또는 이들의 혼합물일 수도 있고, 여기에 한정되는 것은 아니다.
- <48> 밀도 조절제는 밀도가 약 1.5 g/cm^3 미만인 경량의 유기 및(또는) 무기 물질일 수 있다. 밀도 조절제는 플라스틱 물질, 발포 폴리스티렌 및 기타 발포 중합 물질, 예를 들면 발포 폴리우레탄, 유리 및 세라믹 물질, 칼슘 실리케이트 수화물, 마이크로스피어, 화산재(발포 형태의 펄라이트, 속돌, 쉬라우어 바살트(shiraua basalt) 및 지올라이트를 포함)일 수 있지만, 여기에 한정되는 것은 아니다.
- <49> 첨가제는 점도 조절제, 난연제, 방수제, 실리카 폼, 지열 실리카, 증점제, 안료, 색소제, 가소제, 분산제, 성형제(forming agent), 응집제(flocculent), 탈수 촉진제(drainage aids), 습윤 및 건조 강도 강화제(strength aids), 실리콘 물질, 알루미늄 분말, 클레이, 카올린, 알루미늄 삼수화물, 운모, 메타카올린, 칼슘 카르보네이트, 규회석, 중합체 수지 에멀션 또는 이들의 혼합물일 수 있지만, 여기에 한정되는 것은 아니다.
- <50> 로딩된 셀룰로즈 섬유의 기초가 되는 셀룰로즈 섬유는 바람직하게는 공급자로부터 얻을 수 있는, 리파인하고 피브릴화한 셀룰로즈 펄프 또는 리파인하지 않고 피브릴화 하지 않은 셀룰로즈 펄프이고, 표백, 미표백 또는 반표백 셀룰로즈 펄프를 포함하지만 여기에 한정되는 것은 아니다. 이 셀룰로즈 펄프는 연결목, 경질목, 인공 원료 재료, 재생 폐지 또는 다른 형태의 리그노셀룰로스 물질로 만들 수 있다. 셀룰로즈 섬유는 다양한 펄프화법(pulping process)으로 만들 수 있다. 펄프 제조 과정에서 리그노셀룰로스 물질 구조 내의 결합을 파괴하여 목재 또는 기타 리그노셀룰로스 원료 물질(예, 케나프, 짚, 대나무 등)을 섬유 덩어리로 만든다. 이것은 화학적으로, 기계적으로, 열을 가해서, 생물학적으로 또는 이들 방법의 적절한 조합으로 수행할 수 있다.
- <51> 강화 시멘트 복합 자재에 사용되는 셀룰로즈 섬유는 대부분 섬유 세포벽에서 리그닌 성분을 완전히 또는 부분적으로 제거한 개별화된 섬유이다. 한 실시 태양에서, 약 90% 이상의 리그닌 성분을 섬유 세포벽으로부터 제거한다. 이러한 섬유는 화학적 펄프화법(pulping process)으로 만드는 것이 바람직하다. 화학적 펄프화법(pulping process)은 화학 물질이 섬유를 분리하는 효과에 기초한 것을 말한다. 이러한 방법에 사용되는 화학 물질에 따라 화학적 펄프화법(pulping process)은 소다, 크래프트, 크래프트-AQ, 소다-AQ, 산소 탈리그닌화, 크래프트-산소, 유기 용매법, 아황산 펄핑, 증기 폭발 펄핑 또는 기타 펄프화법(pulping process)으로 분류된다. 화학적 펄프화법(pulping process)에서 셀룰로즈 및 헤미셀룰로스를 서로 결합시켜 목재 내에 기계적 강도를 제공하는 풀로 작용하는 리그닌은 파괴되고 화학적 반응에 의해 용해된다.
- <52> 이러한 화학적 반응은 일반적으로 약 150 내지 250 $^{\circ}\text{C}$ 의 고온에서 약 30분 내지 2시간 동안 반응기(중중 다이제스터라 불림)에서 수행한다. 리그닌과 셀룰로즈 성분 사이 결합의 파괴는 섬유 간의 결합을 약하게 한다. 중

간 정도의 기계적 힘을 가해도 셀룰로즈 섬유를 개별 섬유로 나눌 수 있다. 섬유를 개별화하기 위해 섬유 시멘트 복합 자재에 사용되는 현재까지 가장 통용되는 방법은 크래프트 방법이다.

<53> 로딩된 셀룰로즈 섬유는 특정 응용 분야에서 최적의 성질을 얻기 위해 시멘트 매트릭스와 다양한 비율의 시멘트 결합제, 혼화제, 첨가제, 밀도 조절제, 및 로딩되고(거나) 로딩되지 않은 셀룰로즈 섬유 또는 기타 다른 비셀룰로즈 섬유를 포함하는 모든 다양한 복합 자재에 사용할 수 있다. 한 실시 태양에서, 상기 복합 배합물은 약 50 중량% 이하, 바람직하게는 약 0.5 내지 20 %의 로딩된 섬유를 포함한다. 또한, 이 로딩된 섬유는 통상의 로딩되지 않은 셀룰로즈 섬유 및(또는) 천연 무기 섬유 및(또는) 알칼리 내성 유리 섬유 또는 코팅된 유리 섬유 및(또는) 합성 중합체 섬유와 다양한 비율로 블렌딩될 수도 있다. 로딩된 셀룰로즈 섬유의 비율은 원하는 응용 및(또는) 공정에 따라 달라질 수 있다. 또한, 시멘트 매트릭스에서 시멘트 결합제, 혼화제, 밀도 조절제, 및 첨가제의 비율은 다양한 응용 분야(예, 지붕, 데크, 포장, 파이프, 측벽, 담, 내장재, 처마 안쪽, 타일 깔개용 배커(backer))에서 최적의 성질을 얻기 위해 다양하게 변할 수 있다.

<54> 본 명세서에서 설명하는 대부분의 실시 태양은 하기의 배합물로 포괄할 수 있다.

<55> 매트릭스:

<56> · 약 10% 내지 80%의 시멘트 결합제

<57> · 약 20% 내지 80%의 실리카(혼화제)

<58> · 약 0% 내지 50%의 밀도 조절제

<59> · 약 0% 내지 10%의 첨가제

<60> 섬유:

<61> · 약 0.5 내지 20%의 로딩된 셀룰로즈 섬유 또는 로딩된 셀룰로즈 섬유의 조합, 및(또는) 일반적인 로딩되지 않은 섬유, 및(또는) 천연 무기 섬유, 및(또는) 합성 섬유

<62> 공기 경화되는 섬유 시멘트 물품은 실리카 또는 혼화제를 사용하지 않고도 고함량의 시멘트(예, 60 내지 90%)를 사용할 수 있고, 로딩된 셀룰로즈 섬유 외에 다른 섬유도 사용할 수 있다. 오토클레이빙하는 실시 태양에서는 일반적으로 오직 로딩된 셀룰로즈 섬유와 함께 소량의 시멘트를 사용할 수 있다. 한 실시 태양에서 본 발명의 오토클레이빙된 섬유 시멘트 복합 재료 배합물은 아래의 성분을 포함한다.

<63> 매트릭스:

<64> · 약 20 내지 50%, 바람직하게는 약 25 내지 45%, 더 바람직하게는 약 35%의 시멘트

<65> · 약 30 내지 70%, 바람직하게는 약 60%의 미분 실리카

<66> · 약 0 내지 50%의 밀도 조절제

<67> · 약 0 내지 10%, 바람직하게는 약 5%의 첨가제

<68> 섬유:

<69> · 약 2 내지 20%, 바람직하게는 약 10%의 섬유(여기서, 이 섬유의 일부(종종 100%)는 섬유 포어 공간 내로 물이 흐르는 것을 감소시키는 무기 및(또는) 유기 물질로 로딩한 셀룰로즈 섬유이다)

<70> 로딩된 섬유는 TAPPI 방법 T 227 및 om-99 방법에 의한 캐나다 표준 여수도(freeness)가 150 내지 750 등급(degree)인 것이 바람직하다. 시멘트 결합제 및 혼화제는 각각 약 250 내지 400 m²/kg의 표면적 및 약 300 내지 450 m²/kg의 표면적을 갖는다. 시멘트 및 실리카의 표면적은 ASTM C204-96a에 의해 시험한다.

<71> 도 1은 로딩된 셀룰로즈 섬유가 혼입된 섬유 강화 시멘트 복합 자재의 바람직한 제조 방법을 나타낸다. 도 1에서 알 수 있듯이, 이 방법은 섬유를 개별화하는, 바람직하게는 상기한 화학적 펄프화법(pulping process)으로 개별화하는 단계 100으로 시작한다. 그러나 바람직한 제조 방법을 수행할 때 화학적 펄프 제조 단계는 필요하지 않을 수도 있다. 이것은 섬유를 개별화하는 것을 종종 섬유 제조업자가 하고 이것을 표준 랩 시트 또는 롤로 구매자에게 팔기 때문이다. 따라서 한 실시 태양에서 이러한 섬유를 개별화하는 것은 단순히 상기 시트 또는 롤에서 섬유를 기계적으로(예, 해머 밀링, 히드라-펄핑, 리파인 또는 기타 아래 단계 104에 설명되어 있는 방법) 분리하는 것을 포함한다.

- <72> 단계 102에서 개별화된 셀룰로즈 섬유를 로딩 물질로 로딩한다. 로딩 물질은 물에 비가용성인 것이 바람직하다. 단계 102에서 로딩 기술(예, 상기한 화학 반응 및 물리적 침적 또는 이들의 조합)을 사용하여 셀룰로즈 섬유 루멘 및 세포벽 내의 물 전달 채널 및 보이드를 1종 이상의 화합물로 채운다. 이러한 로딩 기술은 물 또는 유기 용매의 존재 하에 수행할 수 있다. 화합물을 셀룰로즈 섬유와 접촉시키자마자 섬유를 로딩하는 것이 바람직하다. 상온 또는 약 100℃ 미만에서 로딩 기술을 수행하는 것이 바람직하다. 화학적 로딩 방법에서, 몇몇 가용성 성분은 펄프 슬러리에 용해되어 섬유 세포벽으로 침투할 것이다. 반응은 pH, 온도, 반응물량, 조사, 압력, 이온 세기 또는 다른 조건을 변화시켜 일으킬 수 있다. 결과적으로 비가용성 반응 생성물이 생기고 섬유 내에 침적된다. 화학적 침적의 예는 미국 특허 제5,223,090호, RE 35,460호에 기재되어 있는데, 가용성 Ca(OH)₂를 먼저 펄프 슬러리에 용해하고 이어서 CO₂ 기체를 슬러리에 버블링한다. Ca(OH)₂는 CO₂와 반응하여 섬유 내에 비가용성 CaCO₃를 생성한다. 물리적 침적에 의한 섬유 로딩은 종종 화학 반응 없이 수행할 수 있다. 종종 섬유 로딩은 화학적 및 물리적 침적을 함께 사용하여 수행한다.
- <73> 섬유는 이미 개별화되고 로딩된 것을 제조업자로부터 구할 수도 있다. 그러나 섬유를 선적하기 위해서 한 실시 태양에서는 섬유를 건조된 형태(예, 랩 및 롤)로 만들 수 있고, 따라서 섬유 시멘트 제조 공장에 도착하면 다시 개별화할 필요가 있을 수도 있다. 다른 실시 태양에서, 로딩된 섬유는 습윤 형태(예, 습윤 랩 및 컨테이너 내 슬러리)로 만들어 질 수 있다. 다른 실시 태양에서, 섬유를 특별한 방법(예, 급속 건조)으로 건조시켜 저장고 또는 컨테이너로 이송하여 개별화할 수도 있다.
- <74> 섬유를 랩 또는 롤로 만드는 실시 태양의 경우, 단계 104의 로딩된 섬유는 계속해서 가공하여 다시 개별화된 섬유로 만든다. 섬유 가공(단계 104)은 일반적으로 섬유 분산 및 섬유화를 포함한다. 한 실시 태양에서, 섬유를 히드라 펄프 제조기에서 약 1% 내지 6%의 컨시스턴시(consistency)로 분산시킨다. 히드라 펄프 제조기는 또한 섬유를 섬유화하는 역할도 한다. 리파이너 또는 일련의 리파이너를 사용하여 추가의 섬유화를 수행할 수 있다. 일단 분산시킨 후, 섬유를 CSF(캐나다 표준 여수도) 약 100 내지 750 등급, 바람직하게는 약 100 내지 750 등급, 더 바람직하게는 약 180 내지 650 등급 범위로 섬유화한다. 다른 방법, 예를 들면 해머 밀링, 디플레이 커링(deflakering), 리파인, 슈레딩(shredding) 등을 사용하여 섬유의 분산 및 섬유화를 수행할 수도 있다. 또한, 몇몇 제품 및 방법에는 섬유화 없이 로딩된 섬유를 사용하는 것이 가능할 수도 있다. 다른 실시 태양에서, 가공 단계 104는 통상의 급속 건조 시스템을 사용하여 섬유를 약 5% 내지 50%의 수분 함유량까지 급속 건조시키는 것을 추가로 포함한다.
- <75> 상기한 개별화, 로딩 및 가공 단계는 반드시 상기한 순서대로 수행해야만 하는 것은 아니다. 예를 들면, 섬유를 개별화하기 전에 섬유를 로딩할 수 있다. 또한, 섬유 제조업자가 직접 개별화된 섬유를 공급하는 경우 또는 섬유 시멘트 제조 공장에서 개별화가 일어나는 경우 가공 단계 104는 필요 없을 수도 있다. 이러한 실시 태양에서, 섬유를 로딩한 후 이 로딩된 섬유를 하기하는 바와 같이 직접 혼합물 내로 넣을 수 있다.
- <76> 도 1에 나타내었듯이, 단계 106에서 로딩된 셀룰로즈 펄프를 다른 성분과 적절히 혼합하여 혼합물을 만든다. 이 혼합물은 사용되는 제조 방법에 따라 물 위에 뜨는 슬러리 또는 반건조 페이스트일 수 있다. 한 실시 태양에서, 공지된 혼합 방법을 사용하여 로딩된 셀룰로즈 섬유를 시멘트, 실리카, 밀도 조절제, 및 다른 첨가제와 혼합하여 슬러리 또는 페이스트를 만들 수 있다. 혼합기 내에서 일반적인 셀룰로즈 섬유 및(또는) 천연 무기 섬유 및(또는) 합성 섬유를 로딩된 섬유와 블렌딩할 수 있다.
- <77> 다음으로 단계 108을 수행하는데, 여기서 당업자에게 공지된 다양한 통상의 제조 방법을 사용하여 혼합물을 미가공(green) 또는 경화시키지 않은 형태의 물품으로 만든다. 상기 제조 방법은 예를 들면 다음과 같다.
- <78> · 하체크 시트 방법
 - <79> · 마자 파이프 방법(Mazza pipe process)
 - <80> · 마그나니 방법(Magnani process)
 - <81> · 사출 성형
 - <82> · 압출
 - <83> · 핸드 레이업
 - <84> · 몰딩

- <85> · 캐스트법
- <86> · 여과 압축
- <87> · 장망식 성형(Fourdrinier forming)
- <88> · 멀티-와이어 성형(multi-wire forming)
- <89> · 갭 블레이드 성형(gap blade forming)
- <90> · 갭 롤/블레이드 성형(gap roll/blade forming)
- <91> · 벨-롤 성형(Bell-Roll forming)
- <92> · 웰크리트(Wellcrete)
- <93> · 기타

<94> 상기 방법들은 물품이 형성된 후 가압, 엠보싱 등과 같은 예비 성형 과정을 포함할 수도 있다. 가압은 사용하지 않는 것이 바람직하다. 하체크 방법을 사용하여 최종 제품을 얻기 위해 사용하는 가공 단계 및 파라미터는 호주 특허 제515151호에 기재되어 있다.

<95> 단계 108 후, 상기 미가공(green) 또는 경화시키지 않는 물품을 단계 110에서 경화시킨다. 상기 물품은 예비 경화하는 것이 바람직하다. 예비 경화는 승온 및 높은 상대 습도에서 예비 경화 챔버에서 수행하거나 또는 승온 및 낮은 습도에서 예비 경화 챔버에서 수행할 수 있다. 또는, 상온에서 80시간 이하, 바람직하게는 24시간 이하 예비 경화하는 것이 바람직하다. 상기 물품은 약 30일 동안 공기 경화시킬 수도 있다. 예비 경화된 물품을 약 60 내지 200℃의 온도 및 가압 하에 증기로 포화된 환경에서 약 3 내지 30시간, 바람직하게는 약 24시간 이하 동안 오토클레이빙할 수 있다. 예비 경화 및 경화 과정에 선택되는 시간 및 온도는 배합물, 제조 방법, 제조 파라미터, 및 최종 제품의 형태에 따라 달라질 수 있다.

<96> 시험 결과-기계적 및 물리적 성질

<97> 섬유 강화 복합 자재에 로딩된 셀룰로즈 섬유를 적용하면 최종 건축 제품의 기계적 및 물리적 성질이 향상된다. 셀룰로즈 섬유를 사용하는 섬유 시멘트 제품은 치수 안정성을 향상시키고, 물 이동(위킹)을 낮추고, 물 투과를 감소시키고, 물 흡수 속도 및 최종 질량을 감소시키고, 풍화 작용을 감소시키고, 냉동-해동 내성을 향상시킨다. 로딩된 셀룰로즈 섬유를 사용하면 또한 최종 제품의 물리적 및 기계적 성질을 악화시키지 않는다. 어떤 경우에는 로딩된 셀룰로즈 섬유가 혼입된 섬유 시멘트 재료는 일반적인 셀룰로즈 섬유를 사용하는 경우보다 기계적 성질이 더 좋다.

표 1

<98>	배합물	수압 결합제	혼화제	섬유	섬유
		포틀랜드 시멘트	실리카	로딩된 셀룰로즈	로딩되지 않은 셀룰로즈
	A	35%	57%	8%	0%
	B	35%	57%	8%	0%
	C	35%	57%	0%	8%

<99> <표 2의 시험 결과를 얻은 배합물>

<100> 상기 표 1은 로딩된 셀룰로즈 섬유를 갖지 않는 대등한 대조 배합물(배합물 C)과 비교하여 로딩된 셀룰로즈 섬유를 갖는 섬유 시멘트 배합물(배합물 A 및 B)를 예시한다. 배합물 A, B, 및 C로부터 얻은 시편의 오픈 건조 밀도는 각각 약 1.3, 약 1.3 및 약 1.2 g/cm³이다. 배합물 A 및 B의 로딩된 셀룰로즈는 약 45% 및 55%의 비 셀룰로즈 물질을 각각 함유한다. 배합물 A 및 B의 로딩된 섬유 내에 로딩된 물질은 화학적 조성이 동일하다: SiO₂ 44.38%, Al₂O₃ 18.13%, MgO 0.24%, CaO 24.34%, Na₂O 5.01%, SO₃ 7.73%(총 로딩 물질에 대한 중량%임). 다른 실시 태양에서, 로딩 물질은 칼슘 카르보네이트, 칼슘 실리케이트, 알루미늄 설페이트, 소듐 하이드록사이드, 및 기타 다른 물질의 조합을 포함할 수 있다.

표 2

<101>

물리적 성질	배합물		
	A	B	C(대조)
MOR(MPa)	9.16	8.85	5.85
변형(μm/m)	4257	6093	4670
MOE(GPa)	6.05	6.52	3.25
인성(KJ/m ³)	2.66	4.47	2.03
표준 밀도(Kg/m ³)	1.78	1.80	1.70
수분 팽창(%)	0.215	0.225	0.220

<102>

<로딩된 섬유를 갖는 섬유 강화 시멘트 복합 자재와 로딩된 섬유를 갖지 않는 섬유 강화 시멘트 복합 자재의 성질 비교>

<103>

파열 모듈러스(MOR), 변형(strain), 탄성 모듈러스(MOE), 및 인성은 ASTM(American Standard Test Method) T1185-98a에 따라 습윤 조건("비석면 섬유 시멘트 평판 시트, 지붕 및 측벽 널판, 물막이판(clapboard)을 샘플링하고 시험하기 위한 표준 시험 방법") 하에서 3점 굴곡 시험으로 측정한다. 수분 팽창은 포화 조건에서 오븐 건조 조건으로 변화시킬 때 제품의 길이 변화를 나타낸다. 수분 팽창의 % 변화식은 다음과 같다.

<104>

(최초 길이 - 최종 길이)/최종 길이 x 100

<105>

상기 표 2는 로딩된 셀룰로즈 섬유를 혼입한 배합물과 통상적인 로딩되지 않은 셀룰로즈 섬유를 혼입한 배합물로 만든 섬유 시멘트 제품의 다양한 기계적 및 물리적 성질을 비교하여 보여 준다. 섬유 시멘트 재료의 샘플 견본은 3가지 다른 배합물(A, B, C)로 만든다. 표 1에 나타내었듯이, 배합물 A 및 B는 로딩된 셀룰로즈 섬유를 포함하지만 배합물 C는 통상의 로딩되지 않은 셀룰로즈 섬유를 사용한다.

<106>

상기 섬유 시멘트 배합물은 단지 비교의 목적으로 선택하였을 뿐이고, 본 발명의 사상에서 벗어나지 않는 한 다양한 다른 배합물을 사용할 수 있다.

<107>

표 2에서 알 수 있듯이, 파열 모듈러스(MOR), 탄성 모듈러스(MOE), 인성과 같은 주요 기계적 성질은 로딩된 섬유를 갖는 배합물 A 및 B의 경우가 로딩된 섬유를 갖지 않는 대조 배합물 C와 같거나 약간 높다. 본 명세서에서 대등한 배합물이란 로딩된 셀룰로즈 섬유가 같은 중량의 로딩되지 않은 셀룰로즈 섬유로 대체된 것을 말한다. 앞의 예에서 로딩된 셀룰로즈 섬유는 로딩된 셀룰로즈 섬유를 갖지 않는 대등한 배합물로부터 얻은 건축 제품보다 건축 제품의 파열 모듈러스(MOR)를 약 50% 이상 증가시키고, 건축 자재의 탄성 모듈러스(MOE)를 약 80% 이상 증가시킨다. 그러나 MOR 50% 향상과 MOE 80% 향상은 단순한 예일 뿐이다. 로딩된 섬유의 양 및(또는) 조성을 변화시킴으로써 최종 제품의 물리적 및 기계적 성질, 예를 들면 MOR, MOE, 변형, 인성 등을 특정 응용에서 요구되는 조건을 만족시키도록 할 수 있다.

<108>

표 2는 또한 로딩된 섬유를 사용하면 재료의 수분 팽창 및 포화 밀도가 악영향을 받지 않는다는 것을 보여 준다. 수분 팽창은 제품의 습윤-건조 치수 안정성을 나타내는 지표이다. 이것은 오븐 건조 상태에서 포화 상태로 변할 때 제품의 길이 변화 백분율을 측정해야 구한다. 습윤-건조 치수 안정성은 건축 자재가 가혹한 기후 변화를 겪게 되는 외부에 사용할 때 특히 중요하다. 특히 치수 안정성이 있는 재료는 건축 자재의 시트간 결합 부위에서 발생하는 변형을 최소화하고 치수의 변화로 발생하는 응력에 의한 시트 파괴의 가능성을 감소시킨다.

<109>

출원인은 로딩되지 않은 다량의 셀룰로즈 섬유를 갖는 대등한 배합물과 비교해 로딩된 셀룰로즈 섬유를 갖는 배합물은 소량의 셀룰로즈 섬유를 갖지만 해도 같거나 더 좋은 기계적/물리적 성질을 갖는다는 것을 발견하였다. 예를 들면, 로딩된 셀룰로즈 섬유 약 4.5 중량%를 갖는 건축 자재는 약 8%의 로딩되지 않은 셀룰로즈 섬유를 갖는 건축 자재와 거의 같은 강도 및 인성을 갖는다. 다른 실시 태양에서 로딩된 셀룰로즈 섬유로부터 만들어지는 건축 자재는 로딩된 셀룰로즈 섬유를 사용하지 않는 대등한 배합물로부터 만들어지는 건축 자재보다 10% 적게 셀룰로즈 섬유를 혼입해도 거의 같은 강도 및 인성을 얻을 수 있다. 더 적은 셀룰로즈를 사용함으로써 얻는 비용 감소 효과는 섬유를 로딩하는 과정에 드는 비용과 상쇄될 수 있다.

<110>

포어 크기 분포

<111>

도 2는 MIP(수은 압입법)로 측정한, 배합물 A 및 C로 만든 샘플 재료의 대략적인 포어 크기 분포를 나타낸다.

도 2에 나타내었듯이, 로딩된 섬유를 배합물 A에 사용하면 직경이 약 7 μm 범위(이것은 대부분의 통상적인 셀룰로즈 섬유에서 발견되는 포어 크기 범위이다)인 포어의 부피를 상당히 감소시킨다. 도 2는 배합물 A에 로딩된 섬유를 사용하면 이 크기 범위의 포어 부피가 약 11 $\mu\text{L/g}$ 에서 약 3 $\mu\text{L/g}$ 으로 약 70% 이상 감소함을 보여 준다. 이 특정 범위의 포어 부피가 상당히 감소한다는 것은 셀룰로즈 간 물 전달 채널이 로딩 물질을 채우거나 로딩함으로써 막혔다는 것을 의미한다. 한 실시 태양에서, 로딩된 셀룰로즈 섬유는 1 내지 10 μm 크기 범위의 포어의 부피를 로딩된 셀룰로즈 섬유를 사용하지 않는 대등한 배합물로 만든 건축 제품보다 약 30% 이상 감소시킨다. 따라서 이 크기 범위의 비포어 부피는 약 6 $\mu\text{L/g}$ 이하, 바람직하게는 약 4 $\mu\text{L/g}$ 이하이다. 물 전달 셀룰로즈 섬유를 막음으로써 섬유 시멘트 복합 자재의 물 이동, 물 흡수 속도, 최종 물 흡수량, 및 물 투과도를 감소시키는 이점이 발생한다.

<112> 물 이동(위킹)

<113> 도 3A 및 3B는 배합물 A, B 및 C로 만든 재료로 수행한 물 이동(위킹) 시험 결과를 보여 준다. 물 이동 시험은 상온에서 각 샘플 재료의 가장자리를 물에 담근 후 상이한 시험 시각에 물 전선 이동 거리를 측정하는 것을 포함한다. 도 3A에 나타내었듯이 배합물 A 및 B를 따라 로딩된 셀룰로즈 섬유로 만든 샘플 재료의 물 이동 거리는 24시간 시험 후 약 30 mm이지만, 배합물 C에 따라 대등한 배합물로 만든 재료의 물 이동 거리는 약 75 mm이다. 이것은 약 60% 안 좋은 것이다. 다른 실시 태양에서, 로딩된 셀룰로즈 섬유를 혼입한 건축 재료 배합물은 로딩된 섬유를 갖지 않는 대등한 배합물에 비해 약 25% 이상 감소된 물 위킹 시험 결과를 나타낼 수 있다.

<114> 도 3B는 로딩된 셀룰로즈 섬유를 갖는 샘플의 물 이동이 물에 노출된 지 약 첫 50시간 후 감소하지만 통상의 셀룰로즈 섬유로 만든 샘플의 물 이동은 감소하지 않고 계속 증가한다는 것을 보여 준다. 도 3B에 나타내었듯이, 물에 노출된 지 200시간 후에 통상의 셀룰로즈 섬유로 만든 샘플의 물 이동 거리는 로딩된 섬유로 만든 것보다 약 150% 이상 크다. 물 이동을 최소화하는 것은 물에 의한 재료의 팽윤에 의해 유발되는 응력을 상당히 감소시키고 따라서 이러한 응력의 축적에 의해 발생하는 균열 및 파열을 감소시킨다.

<115> 물 투과도

<116> 또한, 셀룰로즈 섬유 내 물 전달 채널을 막아 버리면 섬유 시멘트 재료의 표면을 통한 물 투과를 감소시킨다. 도 4A 및 4B는 배합물 A, B 및 C로 만든 복합 자재에 수행한 물 투과 시험 결과를 나타낸다. 물 투과 시험은 튜브의 한쪽 끝을 샘플 재료의 표면에 가까이 둔 상태에서 튜브를 샘플 재료의 표면에 붙이는 것을 포함한다. 튜브는 아크릴 물질로 되어 있고, 길이가 약 125 mm, 직경이 약 50 mm이다. 샘플을 23 $\pm 2^\circ\text{C}$ 및 50 $\pm 5\%$ 의 상대 습도 하에 미리 두어 평형 상태로 만든 후, 튜브를 물로 채우고, 튜브 내의 물 높이를 정기적으로 기록한다. 튜브 내 물 높이의 감소를 투과된 물(mm)로 기록한다. 도 4A에 나타내었듯이, 시험 후 24시간 후 투과된 물의 양은 배합물 C, A 및 B에 대해 각각 약 82 mm, 18 mm 및 10 mm이다. 배합물 A 및 B를 사용한 로딩된 섬유로 만든 샘플 재료의 물 투과도는 대등한 배합물 C를 사용한 경우의 약 25% 미만까지 감소하였다. 또한, 도 4B에 나타내었듯이 로딩된 셀룰로즈를 갖는 샘플로 투과된 물의 양은 수분에 노출된 지 48시간 후 감소하였다. 그러나 로딩된 섬유를 갖지 않는 샘플로 투과된 물의 양은 감소하지 않고 계속 증가되었다. 도 4B에 나타내었듯이, 물에 노출된 지 48시간 후에 로딩된 섬유로 만든 샘플로 투과된 물은 로딩되지 않은 섬유로 만든 샘플로 투과된 물보다 훨씬 적다.

<117> 물 투과가 감소되면 로딩된 섬유 재료를 특히 외부 응용(예, 지붕, 배관, 울타리, 데크)에 사용할 수 있다는 이점이 있다. 섬유 강화 시멘트 복합 자재 내 감소된 물 전달은 섬유 시멘트 매트릭스 내 가용성 화학 물질의 이동을 감소시키고 최종 제품의 풍화 현상을 개선시킬 것이다.

<118> 물 흡수

<119> 도 5A 및 5B는 배합물 A, B 및 C로 만든 복합 자재에 대해 행한 동적 물 흡수 시험 결과를 나타낸다. 이 시험은 ASTM C1185-98a("비석면 섬유 시멘트 평판 시트, 지붕 및 측벽 널판, 물막이판(clapboard)을 샘플링하고 시험하기 위한 표준 시험 방법")의 방법대로 수행하였다. 이들 도면이 보여 주듯이 배합물 A 및 B를 사용하여 로딩된 셀룰로즈 섬유로 만든 샘플 재료의 물 흡수 속도는 첫 6시간 시험에서 대등한 배합물 C로 만든 재료보다 약 10% 이상, 바람직하게는 약 20% 이상 작다. 다른 실시 태양은 물 흡수 속도를 약 5% 이상 감소시킬 것이다. 포화 상태에서 흡수된 물의 양은 배합물에 로딩된 셀룰로즈 섬유가 사용될 경우 약 10% 적다. 로딩된 셀룰로즈 섬유로 만든 복합 자재는 상당히 낮은 물 흡수 속도를 갖고, 이것은 다시 재료의 습윤 질량을 감소시킨다는 이점이 있다. 이러한 높은 내수성은 최종 제품의 냉동-해동 특성을 향상시키고, 매트릭스 내 물질의 용해 및 재침적과 관련된 문제들을 최소화하고, 생물학적 공격에 대한 내성을 향상시킨다.

<120>

결론

<121>

일반적으로 본 발명의 바람직한 실시 태양, 좀 더 구체적으로 말하면 로딩되고 개별화된 셀룰로즈 섬유를 포함하는 섬유 강화 복합 자재는 예전에 비해 몇가지 장점을 갖는다. 바람직한 방법 및 배합물로 만든 이들 재료는 통상의 섬유 시멘트 복합 자재에 비해 습윤 질량이 작고, 물 흡수 속도가 낮고, 물 투과도가 낮다. 이러한 향상된 내수성은 생화학 물질이 살아 남아 복합 자재 내의 셀룰로즈를 분해할 가능성을 감소시킨다. 고내수성은 복합 자재의 용해 및 재침적과 관련된 외적(풍화 작용) 및 내적 문제점들을 개선시킨다. 또한, 로딩된 섬유는 섬유 시멘트 건축 자재의 생물적 내구성 및 내화성을 향상시킨다. 또한, 로딩된 섬유는 변형, 파열 모듈러스(MOR), 인성 및 탄성 모듈러스(MOE), 및 치수 안정성과 같은 물리적 및 기계적 성질을 선택적으로 변화시킨다.

<122>

본 발명의 바람직한 실시 태양은 비싸지 않고 오토클레이빙할 수 있고 리파인할 수 있는 로딩된 셀룰로즈 섬유를 섬유 강화 시멘트 복합 자재에 사용함으로써 압축하고 공기 경화하여 얻는 PVA 섬유 강화 시멘트 복합 자재와 대등하거나 어떤 면에서는 더 나은 성질을 달성할 수 있다. 본 명세서에 개시된 방법 및 배합물은 내부 및 외부 패널, 데크, 포장, 지붕, 배관, 타일 배커, 측벽, 내장재, 처마 안쪽, 및 울타리와 같은 다양한 건축 제품의 생산에 응용할 수 있지만, 여기에 한정되는 것은 아니다. 상기한 로딩된 섬유로 만든 건축 자재는 물 흡수가 감소되고, 위킹이 감소되고, 물 투과가 감소되고, 수분 내성이 향상되고, 내화성이 향상되고, 셀룰로즈 섬유 사용량이 감소되고, 풍화 작용이 개선되고, 내부패성이 향상되는 등 다양한 장점을 갖지만 여기에 한정되는 것은 아니다. 이러한 좋은 성질은 복합 자재의 다른 중요한 기계적/물리적 성질에 나쁜 영향을 미치지 않고 얻을 수 있다. 이러한 복합 자재의 유리한 특성은 셀룰로즈 섬유를 조금만 사용하고도 얻을 수 있다.

<123>

앞에서 본 발명의 바람직한 실시 태양을 설명하고, 또한 본 발명의 기본적인 신규한 특징을 지적, 기재하였지만, 당업자는 본 발명의 사상 범위 내에서 본 발명 특허의 상세한 형태 및 용도에 다양한 생각, 치환, 및 변화를 가할 수 있을 것이다. 따라서 본 발명의 범위는 전술한 내용에 의해 제한되는 것이 아니고 청구항에 의해 제한되어야 한다.

도면의 간단한 설명

<124>

도 1은 본 발명의 한 실시 태양에 따른 섬유 강화 시멘트 건축 자재를 제조하기 위한 공정 흐름도이다.

<125>

도 2는 본 발명의 바람직한 한 실시 태양에 따라 로딩된 셀룰로즈 섬유로 만든 섬유 시멘트 재료의 포어 크기 분포를 통상적인 로딩하지 않은 섬유로 만든 섬유 시멘트 재료와 비교한 그래프이다. 공극도는 MIP(수은 압입법)로 측정하였다.

<126>

도 3A 및 3B는 본 발명의 바람직한 한 실시 태양에 따라 로딩된 셀룰로즈 섬유로 만든 섬유 시멘트 건축 자재의 물 이동 시험(위킹) 결과를 통상적인 로딩하지 않은 섬유로 만든 섬유 시멘트 재료와 비교한 그래프이다.

<127>

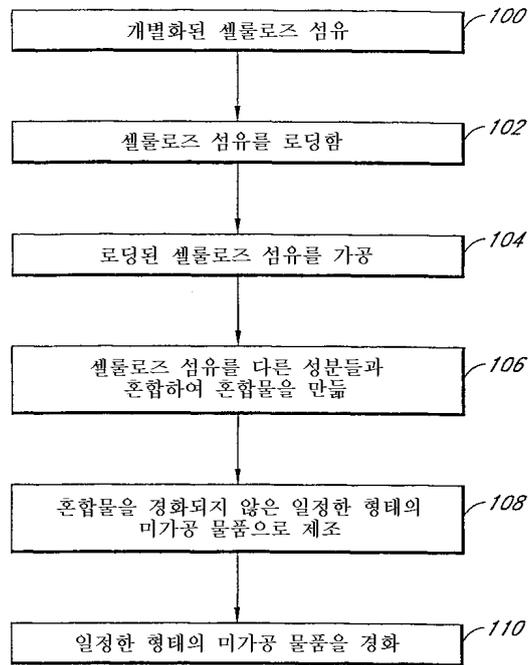
도 4A 및 4B는 본 발명의 바람직한 한 실시 태양에 따라 로딩된 셀룰로즈 섬유로 만든 섬유 시멘트 건축 자재의 물 투과도 시험 결과를 통상적인 로딩하지 않은 섬유로 만든 섬유 시멘트 재료와 비교한 그래프이다.

<128>

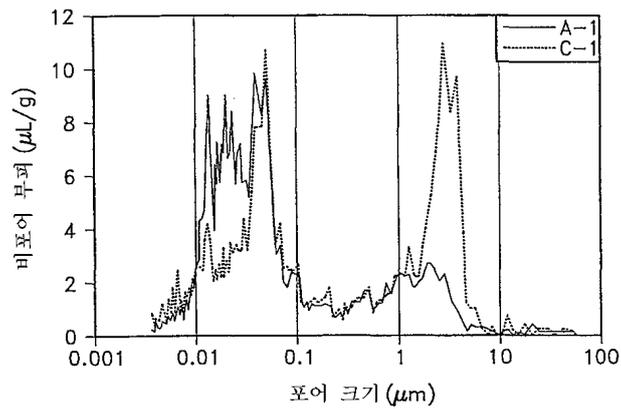
도 5A 및 5B는 본 발명의 바람직한 한 실시 태양에 따라 로딩된 셀룰로즈 섬유로 만든 섬유 시멘트 건축 자재의 물 흡수 시험 결과를 통상적인 로딩하지 않은 섬유로 만든 섬유 시멘트 재료와 비교한 그래프이다.

도면

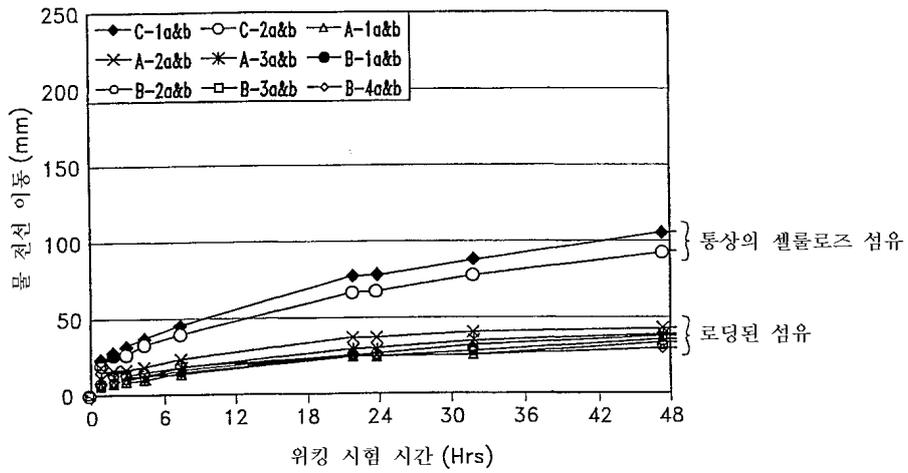
도면1



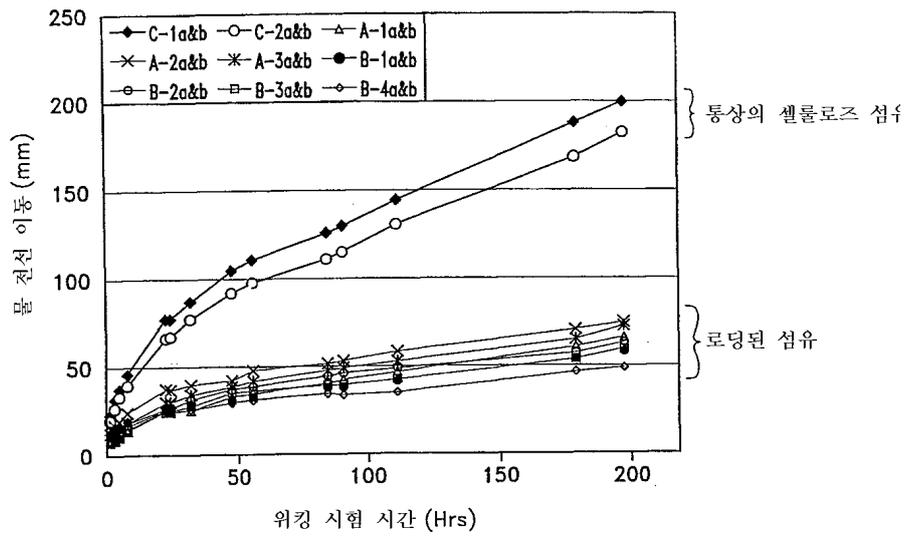
도면2



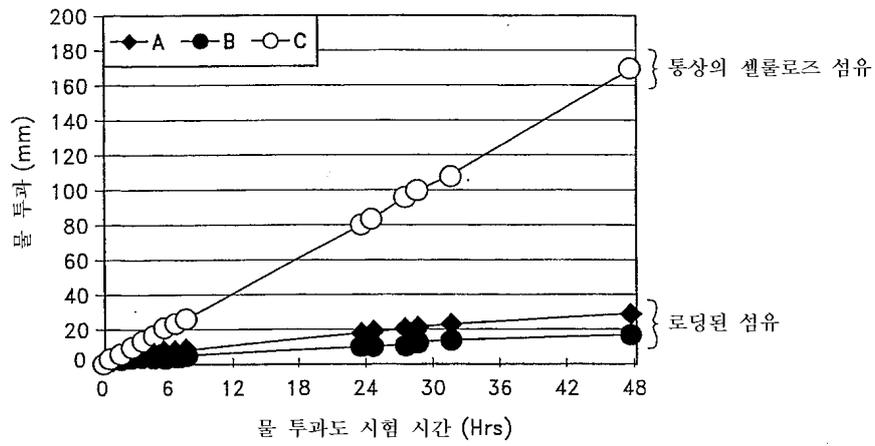
도면3A



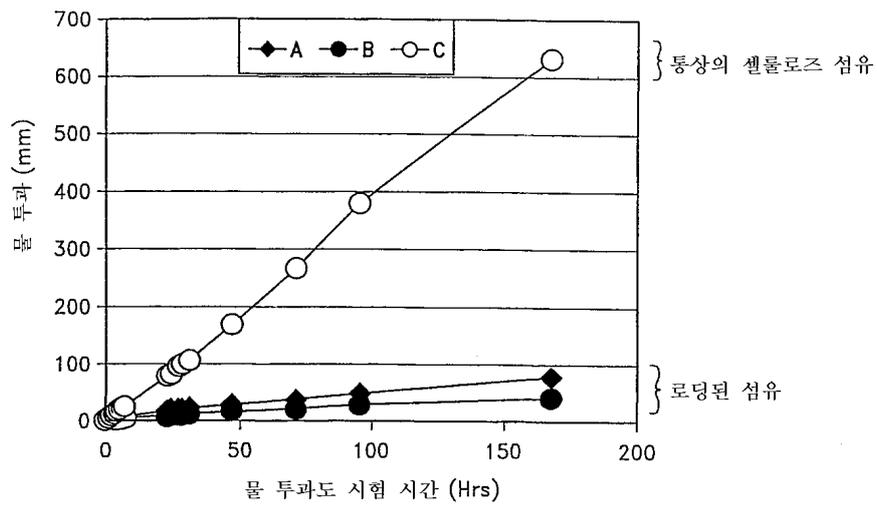
도면3B



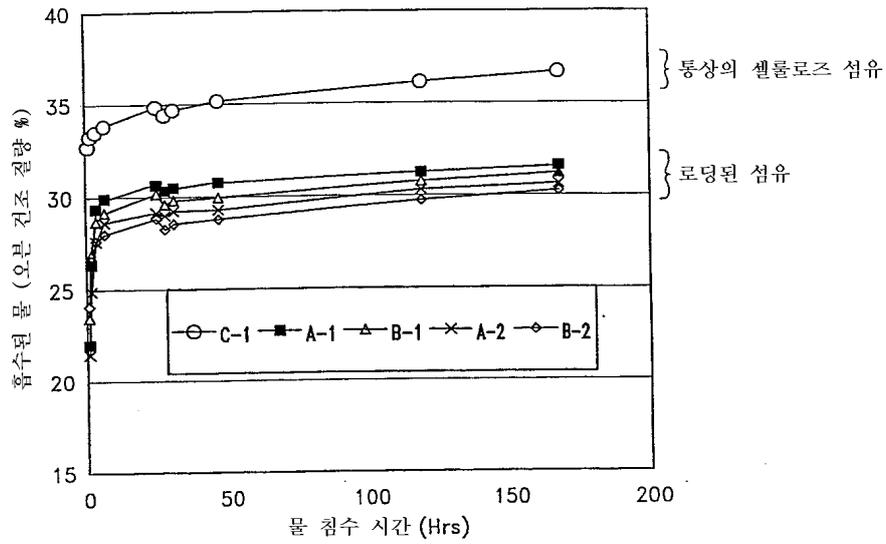
도면4A



도면4B



도면5A



도면5B

