



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년08월07일
(11) 등록번호 10-1171257
(24) 등록일자 2012년07월31일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B29C 35/04 (2006.01) *B29C 73/00* (2006.01)
C08J 5/12 (2006.01) *C08J 5/24* (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2007-7000458
- (22) 출원일자(국제) 2005년06월09일
 심사청구일자 2008년12월24일
- (85) 번역문제출일자 2007년01월08일
- (65) 공개번호 10-2007-0041505
- (43) 공개일자 2007년04월18일
- (86) 국제출원번호 PCT/AU2005/000829
- (87) 국제공개번호 WO 2005/120794
 국제공개일자 2005년12월22일

(30) 우선권주장
 2004903096 2004년06월09일 오스트레일리아(AU)

(56) 선행기술조사문헌

JP2685554 B2*
 JP57051422 A*
 JP소화56148521 A
 JP소화63251207 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

전체 청구항 수 : 총 15 항

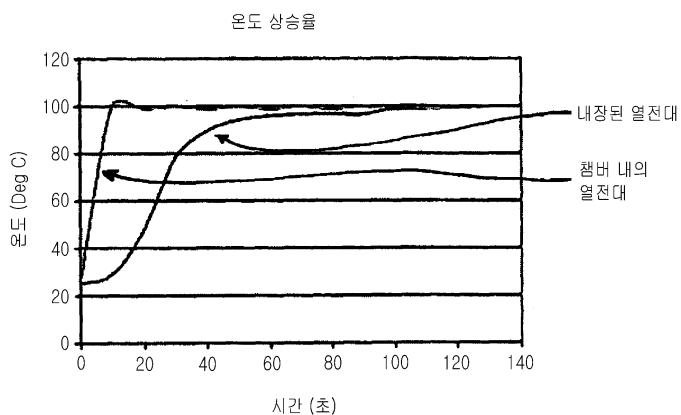
심사관 : 김광철

(54) 발명의 명칭 중합체 복합체를 성형하거나 경화시키는 방법

(57) 요 약

본 발명은 중합체 복합체를 성형하거나 경화시키는 방법에 관한 것이다. 본 발명의 방법은 중합체 복합체를 대략 대기압 하의 수증기의 존재하에서 성형하거나 경화시키는 단계를 포함한다.

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

하기 단계를 포함하는 열경화성 중합체 복합체를 성형하거나 경화시키는 방법:

지지체에 미경화된 열경화성 중합체 복합체를 배치하는 단계;

상기 미경화된 복합체 주위에 기밀성 층을 형성하는 단계;

진공을 가하여 상기 복합체와 그 아래에 있는 지지체의 형태에 상기 기밀성 층을 일치시키는 단계;

상기 기밀성 층 주위에 가요성 재료를 느슨하게 둘러싸서 챔버를 설치하는 단계로서, 상기 챔버는 가요성 재료와 상기 기밀성 층 사이의 영역을 포함하는 것인 단계; 및

상기 챔버 내부로 수증기를 도입하고, 상기 기밀성 층 상에 직접 물을 응축시켜서 상기 층을 통해 복합체를 가열시킴으로써, 상기 복합체를 경화시키는 단계.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 가요성 재료는 절연성 재료 층인 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 수증기는 전조 증기, 습윤 증기, 포화 증기 및 과열된 증기로 이루어진 군으로부터 선택되는 것인 방법.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 수증기가 80°C 이상의 온도로 제공되는 것인 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 챔버는 개방형 챔버이고, 수증기가 챔버 내부에 있는 경우 또는 챔버를 통과할 경우 중합체 복합체를 예워싸도록 수증기를 가두는 것인 방법.

청구항 7

제1항 및 제3항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, (a) 수증기가 발생하도록 챔버 내부에서 물을 기화시키는 단계 또는 (b) 수증기가 발생하도록 챔버 외부에서 물을 기화시켜 챔버 내부로 수증기를 전달하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 챔버 내부로 전달시 수증기를 팽창시키는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 9

제1항 및 제3항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 지지체는 금형인 방법.

청구항 10

제1항 및 제3항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 지지체는 손상되거나 파열된 부분을 가진 부품이고; 상기 미경화된 열경화성 중합체 복합체를 배치하는 단계는 하나 이상의 미경화된 중합체 복합체 층을 상기 부품의 손상되거나 파열된 부분 위에 적층시키는 단계를 포함하며; 이에 의해 상기 복합체를 경화시켜 상기 부품을 보수하는 것인 방법.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 부품의 표면으로부터 느슨하게 결합된 물질을 기계적으로 제거하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 12

제10항에 있어서, 틈새 충전용 화합물을 상기 부품 내의 하나 이상의 개구부에 도포하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 13

제10항에 있어서, 상기 부품에 접착 필름을 부착하여 상기 부품과 상기 미경화된 중합체 복합체 사이의 결합을 증가시키는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 14

제1항 및 제3항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 지지체에 접착 필름을 부착하여 상기 지지체와 상기 미경화된 중합체 복합체 사이의 결합을 증가시키는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 15

제1항 및 제3항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 비접착성 이형 필름을 상기 미경화된 중합체 복합체 상에 부착하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 16

제1항 및 제3항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 통기성 층을 상기 미경화된 중합체 복합체 주위에 부착하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

삭제

명세서

기술분야

[0001]

본 발명은 중합체 복합체를 성형하거나 경화시키기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다. 더욱 구체적으로, 본 발명은 중기의 존재하에서 중합체 복합체를 성형하거나 경화시키는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

일반적으로, 중합체 복합체라는 용어는 항공 우주 산업, 모터 스포츠, 자동차량, 선박, 건축 등에 이르는 광범위한 산업 분야에서 사용되는 수지로 섬유상 물질을 함침시킴으로써 제조되는 재료를 말하며, 통상 적층체 또는 층구조물의 형태로 제공된다. 이와 같은 복합체에 사용되는 섬유들은 다양하며, 그 예로서는 탄소, 아라미드(Kevlar) 및 유리를 들 수 있고, 수지는 일반적으로 에폭시, 시아네이트 폐놀 수지 등과 같은 열가소성 또는 열경화성 수지로부터 선택된다.

[0003]

열경화성 수지가 함침된 섬유들은 대개 유연하고, 가요성이 있으며 약간 접착성인, 단일배향 섬유 또는 직포를 포함한 물질이다. 중합체 복합체를 구성하는 성분들은 재료를 압축시키고 중합체 복합체를 성형하기 위해서 높은 온도와 압력 조건하에서 성형하거나 경화시켜야 한다.

[0004]

열가소성 복합체의 경우에는, 가열에 의해서 실온에서는 고체인 열가소성 수지의 유동을 가능하게 한다. 압력과 온도를 적절히 조합함으로써, 용융된 수지가 섬유에 함침되도록 하고 열가소성 중합체 복합체를 소정의 형상으로 성형할 수 있다. 이어서, 열가소성 중합체 복합체를 냉각과 동시에 응고시켜서 소정의 부품을 제조한다.

[0005]

적층체로부터 제조된 중합체 구조물 및 적층체로부터 제조된 복합체 샌드위치 구조물, 그리고 경량의 심재(core)(벌집 구조, 발포체, 목재 등)는 그 제조 공정에 따른 직접적인 결과로서 여러 가지 단점을 나타낸다. 대표적인 문제점으로는, 수지 발열 반응, 금형 표면 패임, 수지 유동 억제, 내부 다공성, 공극 및 표면충과 심재와의 불량한 접착력 등을 들 수 있다.

[0006]

공극(void)과 다공성(porosity)은 열경화성 중합체 복합체의 기계적 특성을 열화시키는 가장 심각한 결함으로 생각된다. 공극이 생기는 원인은 경화 주기 동안에 기체 상태의 휘발성 물질이 팽창하는 것이다. 수분은 사전 함침된 열경화성 복합 재료(프리프레그, prepreg)에서 발견되는 휘발성 물질의 주된 제공원이다. 프리프레그는 주변 대기로부터 쉽게 수분을 흡수하는데, 이때 수분 함량은 상대 습도, 주위 온도 및 프리프레그 수지 함량에 좌우된다. 열경화성 중합체 복합체 성분의 온도가 경화 주기동안에 증가함에 따라서, 상기 휘발성 물질로부터 유래하는 증기압이 증가하게 된다. 이와 같은 기체 주머니는 수지 젤로서 중합체 복합체내에 포획되어 피로 또는 과열에 대한 개시 부위로서 작용할 수 있는 구형의 공극을 형성하는 것이다.

[0007]

다공성은 공극과 유사한 현상이며, 적층 과정에서 프리프레그 층들 사이에 포획된 공기로 인해 발생한다. 이와 같은 공기 주머니는 단순한 진공 강화 처리에 의해서는 제거할 수 없으며 경화하는 동안에도 수지 매트릭스내에 갇힌 상태를 유지한다.

[0008]

현재 산업상 행해지는 경화 및 성형 방법에서는 오븐 또는 오토클레이브(autoclave), 즉, 고압 오븐을 사용한다. 압력을 가하여 전술한 문제점들을 대부분 극소화시킬 수 있다. 그러나, 몇가지 문제들은 해결되지 않으며 몇가지 추가의 문제점들이 오토클레이브 처리 공정의 직접적인 결과로서 야기된다.

[0009]

열경화성 수지 경화 반응은 발열 반응이며 경화 도중에 발생하는 열은, 주위로 소산시키지 않을 경우, 중대한 문제점(예를 들면 복합체의 발화)을 일으킨다. 공기나 질소는 상대적으로 비열이 낮아서 오토클레이브에 사용할 경우 복합체의 경화중에 기체에 의해 흡수되는 에너지가 거의 없도록 할 수 있다. 결과적으로, 오토클레이브의 온도는 완만한 속도로, 대개는 1분당 1-3°C의 비율로, 100°C 내지 200°C 범위의 온도로 상승시켜야 한다. 이와 같은 완만한 상승율을 통해서 복합체와 주위 기체와의 온도차가 열을 안전하게 흡수하는데 충분한 정도가 되도록 할 수 있다. 이와 같은 완만한 상승율의 요건은 처리 시간을 연장시키기 때문에 대용량의 부품을 생산하는데는 비효율적이다. 온도를 너무 빨리 상승시킬 경우, 열원의 수가 작고 불규칙하게 분포되어 있다면, 오토클레이브 챔버를 가로질러 열의 기울기가 형성될 수도 있다. 이와 같은 열의 기울기는 한쪽 단부를 다른 쪽 단부보다 더 빠르게 경화시키기 때문에 중합체 복합체 성분내에 열 응력을 발생시킨다.

[0010]

열가소성 중합체 복합체의 성형 방법은 열가소성 복합체의 온도를 열가소성 수지가 용융되어 유동하는 온도까지 상승시키기 위한 열 에너지의 입력을 필요로 한다. 통상적으로, 이와 같은 성형 방법은 오븐에서 수행되는데, 이때 기체 또는 공기의 열 전달 속도에 의해 부과된 제한 요건들로 인해서 온도 상승 기간이 연장될 수 있다. 다른 예로서, 성형 방법은 압출기에서 수행되는데, 압출기를 사용할 경우 열가소성 복합체와 금속 가열 소자 사이의 접촉에 의해서 급격한 상승 속도가 가능해진다. 그러나, 압출기를 열가소성 중합체 복합체의 제조에 사용하는 것은 극도로 제한되어 있는데, 왜냐하면 수지를 강제로 가열된 작은 개구부에 통과시키는 압출 작용이 부품 내로 혼입시킬 수 있는 강화 수지의 양을 제한하기 때문이다. 이와 같은 강화 수지의 양에 의해서 열가소성 부품으로 간주되는 것과 열가소성 중합체 복합체 부품이 구분된다.

[0011]

오토클레이브에서의 전형적인 경화 주기는 최종 경화 온도까지 완만하게 온도를 상승시키는 것을 포함한다. 부품의 온도가 증가함에 따라서, 수지 점도는 비례적으로 감소한다. 이와 같이 점도가 감소하면, 기체 흐름이 증가하여 장입된 공기와 휘발성 물질을 제거할 수 있다. 이러한 과정은 성분의 경화 반응이 시작되어 상승하는 온도가 점도를 감소시키는 것보다 더 빠르게 점도를 증가시킬 때까지 계속된다. 반응이 시작되기 직전에, 오토클레이브 처리 방법은 그 온도를 단기간 유지하였다가 오토클레이브 압력을 증가시켜서 남아있는 휘발성 물질을 다시 용액으로 통합시킨다. 그 직후에, 반응 결과 "겔" 상태가 이루어지는데, 이 상태에서 성분은 비정질의 반고체가 되며, 기체는 더 이상 제거될 수 없다. 이와 같은 기본적인 공정 파라미터들을 최적화시킴으로써 공극 함량을 감소시킬 수 있다. 그러나, 상기 방법은 발열 반응을 방지하기 위해 완만한 상승 속도가 필요하고 잔여 휘발 물질을 응축시키기 위해서 높은 압력이 필요하다는 점에서 제한을 받는다. 더욱이, 압력 상승 기간 중에 복합체내로 다시 응축되는 휘발성 물질은, 중합체 성분이 고온에 노출될 경우 중합체 성분의 기계적 성질을 저하시킴으로써 중합체 복합체 성분에 악영향을 미친다.

[0012]

공극 형성의 문제점을 해결하기 위한 시도에 있어서, 위와 같은 오토클레이브 처리 방법은 그 자체가 중대한 문제점을 유발한다. 투자 비용이 높다는 점 이외에도, 오토클레이브의 높은 압력은 샌드위치 구조물의 심재를 파괴할 수 있다. 또한, 이와 같은 높은 압력은 대형 압력 용기의 제조를 필요로 하며, 이것 또한 구입하고 유지하는데 비용이 많이 들고 상당한 수준의 기반 시설도 필요로 한다. 상업적인 우주 항공기 생산 분야에 있어서, 오토클레이브 및 관련 기반 시설을 제작하는데 소요되는 투자 비용은 쉽게 정당화될 수 있다. 우주 항공 산업은 작은 부품 수와 매우 가벼운 제조상의 공차가 기준이 되는 산업이다. 그러나, 자동차 산업 분야에서, 공업용 및 해상용 복합체의 생산은 오토클레이브를 사용하는 경화 방법에 대한 필요성으로 인하여 심각한 제한을 받아왔다. 초기 투자 비용뿐만 아니라, 오토클레이브 처리 방법은 불량한 열 순환의 결과로서 형성된 온도 기울기로 인하여 매우 값비싼 공구 시스템을 필요로 하며, 오토클레이브 자체뿐만 아니라 그 내부 부품들을 가열하는 것과 관련하여 많은 에너지를 소요하게 된다. 많은 산업 분야에서, 불활성 질소 가스를 사용하는 방법이 오토클레이브 제조와 관련된 비용상의 문제점을 가중시킨다. 이때 질소는 복합체가 자체 발화가능한 경우, 이를 확실하게 불활성 환경으로 유지시키기 위해 첨가하는 것이다. 항공 우주 산업 이외의 환경에서, 이와 같은 막대한 투자 및 운용 비용은 경화 공정의 부가 가치를 소비자에게 정당화시키기는 어렵기 때문에, 높은 산출량이 필수적이다. 그러나, 높은 산출량은 오토클레이브 경화 환경에서는 용이하게 얻을 수 없다. 왜냐하면 완만한 상승 속도의 주기가 총 경화 시간의 30-70%를 차지하기 때문이다.

[0013]

이것의 대안이 되는 한 방법은 백(bag) 내부의 복합체를 고온 액체 처리조에 침지시켜서 경화를 수행하는 단계를 포함한다. 이러한 기법은 완만한 온도 상승 속도와 관련된 문제점을 극복하고자 시도된 것이지만, 다른 문제점을 유발한다.

[0014]

대형 부품들을 경화시키기 위해서는, 완전한 침지를 위해 필요한 양의 액체를 함유하기 위해서 중량의 구조물이 요구된다. 더욱이, 경화 주기 동안에 침지된 부품을 유지하기 위해서 중량의 설비가 필요하다.

[0015]

이외에도, 상기 방법은 100°C 이상의 온도에서 문제가 된다. 비등 억제제를 물에 첨가하면 비등점이 약 107°C로 증가할 뿐이다. 따라서, 더 높은 경화 온도를 필요로 하는 부품에 대해서는 오일 처리조가 사용된다. 오일은 처리조로부터 제거할 때 부품을 포장하는 진공 백에 접착하기 때문에 소모적이며, 부품별로 사용해야 하기 때문에 비용이 많이 듦다. 또한, 산화하지 않고 177°C 정도의 높은 온도에서 대기애 노출될 수 있는 오일은 거의 없는데, 이와 같은 산화 반응은 부식성 성분을 생성하여 진공 백과 설비를 모두 손상시킬 수 있다.

[0016]

뿐만 아니라, 진공 백이 누출을 일으킬 경우에, 가열 유체가 진공 백 내부로 유입되어 부품을 손상시킬 가능성이 있다.

[0017]

토목 공학, 기반 시설의 건축 및 보수 분야에서, 중합체 복합체 구조물의 품질 요건은 항공 우주 산업에서의 그 것과 유사하다. 그러나, 항공 우주 산업에서의 요건과 달리, 구조물의 크기 및 현장 보수에 대한 필요성으로 인해서 항공 우주 산업 등급의 복합체 재료를 사용할 수는 없었다. 최근에, 교량, 건물, 댐 및 기타 콘크리트 및 스틸 구조물에 대한 상당히 많은 보수가 전 세계적으로 이루어지고 있다. 이와 같은 보수는 습식 적층 또는 2차적으로 결합된 탄소 섬유/에폭시 복합체 시스템의 사용에 집중되어 있다. 이와 같은 습식 적층 또는 2차적으로 결합된 시스템은 열등한 최종 결합 강도 및 신뢰할 수 없는 보수 결과를 유발한다. 또한, 주위 조건하에서 경화하는 에폭시를 사용하기 때문에, 구조물이 더운 날 가열될 때는 성질이 열악해지는 재료가 생성된다.

[0018]

기반 시설 및 토목 공학 시장에서 나타나는 이와 같은 불량한 품질의 중합체 복합체를 사용할 수밖에 없는 이유는, 오토클레이브와 오븐을 현장에 투입하거나 접근 제한 지역에서는 사용할 수가 없기 때문이다. 또한, 교량의 일 측에서 오토클레이브를 사용하는 것도 불가능한데, 이러한 상황에서는 압력을 가해 밀봉부를 형성할 수 없기

때문이다. 이와 같은 운반 가능성의 제한으로 인하여 기반 시설의 보수에 양질의 복합체 재료를 사용하는 것이 금지되어 왔다. 마찬가지로 건축 산업 분야에서도 대형 구조물을 형성하기 위해 중합체 복합체 성분을 사용하는 것이 불가능한데, 충분한 크기의 오븐이나 오토클레이브 또는 충분한 크기의 유체 함유 탱크를 이용할 수 없기 때문이다. 이외에도, 적절한 경화 설비를 이용 가능하다 하더라도, 대형 구조물을 현장에 운반하기는 매우 어렵다. 전술한 바와 같이, 종래 기술의 모든 방법들은 대형이고 값싼 설비를 필요로 하며 운반 가능성 면에서는 부적합한 것이었다.

[0019] 따라서, 당해 산업 분야에서 이미 알려진 방법 및 장치들에 대한 유용한 대안을 제공하는 복합체 경화 방법 및 장치를 제공할 필요가 있다.

[0020] 위에서 설명한 본 발명의 기술적 배경은 본 발명의 이해를 용이하게 하기 위한 것이다. 그러나, 앞에서 인용된 모든 재료가 본 출원의 우선권 출원일 기준으로 호주에서 통상적이고 일반적인 지식의 일부분이라는 것을 인정하거나 승인하는 것은 아니라는 사실을 알아두어야 한다.

발명의 상세한 설명

[0021] 본 발명에 의하면, 중합체 복합체를 성형하거나 경화시키는 방법이 제공되며, 본 발명의 방법은 중합체 복합체를 대략 대기압 하의 수증기 존재 하에서 성형하거나 경화시키는 단계를 포함한다.

[0022] 삭제

[0023] 상기 증기는 수증기의 형태로 제공되는 것이 바람직하다. 수증기는 건조 증기(기계적으로 혼탁된 상태에서 보유된 수분을 전혀 함유하지 않는 증기), 습윤 증기(혼탁된 상태에서 보유된 물을 함유하는 증기), 포화된 증기(증기 압력에 대응하는 비등점 온도의 증기) 또는 과열된 증기(증기 압력에 대응하는 비등점보다 높은 온도로 가열된 증기)의 형태로 제공될 수 있다.

[0024] 본 발명의 일 실시예에서, 증기를 그것이 생성된 후에 분리기에 별도로 공급하여 액상의 물을 제거함으로써 건조 증기를 생성할 수 있다.

[0025] 복합체가 100°C 이하의 온도(대기압하에서)로 존재하는 기간 동안에, 물은 복합체상에서 응축하여 다양한 에너지를 제공하는데, 이러한 에너지에 의해서 높은 상승 속도를 얻을 수 있다. 특정한 이론으로 고수하려는 의도는 아니지만, 물 응축시의 잡열에 의해서보다 빠른 온도 상승 시간을 얻을 수 있는 것으로 생각된다. 이로써 완만한 온도 상승 속도를 적용할 필요 없이 즉시 미경화된 복합체를 경화 온도에 노출시킬 수가 있다. 응축 잡열은 질소 및 공기와 같은 기체를 사용할 경우에는 얻을 수 없는 것이다.

[0026] 수증기를 사용함으로써, 수증기의 초기 도입에 의해 또는 수증기의 급속한 제거에 의해서 복합체의 온도를 급격하게 변화시킬 수 있다.

[0027] 또한, 수증기를 사용함으로써, 중량의 리프팅(lifting) 서비스에 대한 필요성이 배제되고 종래 기술에서 알려진 부력과 관련된 문제점들이 줄어든다.

[0028] 특정한 이론으로서 고수하려는 의도는 아니지만, 본 발명의 방법은 부품의 다양한 부분에 대한 상이한 경화 속도로 인해서 부품 상에서 발생하는 열 응력의 발생을 감소시키는 것으로 생각된다.

[0029] 본 발명의 일 실시예에서, 본 발명의 방법은

복합체를 챔버에 배치하는 단계; 및

[0031] 상기 챔버에 수증기를 충전시키는 단계를 더 포함한다.

[0032] 본 발명의 방법에 의하면, 별도의 챔버로부터 가열된 증기를 주입 또는 팽창시키거나, 또는 가열된 증기를 냉각된 증기 또는 공기로 치환시킴으로써, 챔버의 온도를 빠르게 증가시키거나 감소시킬 수 있다. 이와 같은 장점은, 경화 주기 동안에 휘발성 물질과 공극을 제거하는데 도움을 주는 예리한 온도 "정점(spike)"이 요구되거나, 발열을 억제하는데 도움을 주기 위해 급격한 온도 감소가 요구되는 경우에 유리하게 사용될 수 있다.

상기 챔버는 폐쇄형 챔버 또는 개방형 챔버일 수 있다.

[0033] 본 발명의 방법의 다른 실시예에서, 본 발명의 방법은 복합체를 수증기가 충전된 챔버에 배치하는 단계를 더 포함한다.

상기 챔버가 개방형 챔버일 경우에, 상기 챔버는 복합체 표면을 증기에 노출시킬 수 있을 정도로 증기를 가두어둘 수 있어야 한다. 상기 챔버는 양단이 개방된 도관의 형태로 제공될 수 있다. 상기 복합체는 상기 도관 내에 배치하거나 상기 도관에 통과시킬 수 있다.

[0034] 상기 복합체는 챔버 내부에 매달아 두는 것이 바람직하다.

[0035] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 챔버를 증기로 충전시키는 단계는 증기를 챔버내로 펌프 공급(pumping)하는 단계를 포함한다.

[0036] 상기 증기를 챔버 내부로 펌프 공급하는 경우, 증기를 챔버 내부로 주입하는 것이 바람직하다.

[0037] 본 발명의 제2 실시예에서, 상기 챔버를 증기로 충전시키는 단계는, 증기를 기화시키는 동안에 챔버 내부로 팽창시키는 단계를 포함한다.

[0038] 상기 기화 단계는 상기 챔버 내부에서, 또는 제2의 챔버에서 일어날 수 있다.

[0039] 본 발명의 방법은, 중합체 복합체를 성형하거나 경화시키는 단계에 앞서, 하나 이상의 중합체 복합체 층을 금형상에 적층시키는 단계를 더 포함하는 것이 바람직하다.

[0040] 본 발명의 방법은, 상기 복합체를 실질적으로 기밀성인 재료의 층으로 피복하는 단계, 및 상기 재료의 층 내부 압력을 감소시키는 단계를 더 포함하는 것이 바람직하다.

[0041] 상기 실질적으로 기밀성인 재료의 층은 가요성을 갖고 복합체 및 금형이 사용될 경우에는 그 금형과도 모양이 일치될 수 있는 것이 바람직하다. 상기 실질적으로 기밀성인 재료의 층은 플라스틱, 실리콘 또는 플루오로엘라스토머 재료로 제조된 것일 수 있다. 상기 실질적으로 기밀성인 재료의 층은 플라스틱 백인 것이 바람직하다. 또한, 상기 실질적으로 기밀성인 재료의 층은 벨브를 구비하여 그 벨브를 통해 진공을 가할 수도 있다.

[0042] 본 발명에 의하면, 중합체 복합체를 성형하거나 경화시키는 방법이 제공되며, 본 발명의 방법은,

[0043] 하나 이상의 중합체 복합체 층을 챔버에 배치하는 단계;

[0044] 상기 챔버에 대략 대기압 하의 가열된 수증기를 충전시켜서 상기 복합체를 가열하는 단계; 및

[0045] 상기 중합체 복합체를 성형하거나 경화시키는 단계를 포함한다.

[0046] 상기 수증기는 80°C 이상의 온도로 제공되는 것이 바람직하다. 상기 수증기는 100°C 이상의 온도로 제공되는 것이 더욱 바람직하다.

[0047] 본 발명의 또 다른 특징에 의하면, 손상된 부분을 가진 부품을 보수하는 방법이 제공되며, 이러한 본 발명의 방법은,

[0048] 미경화된 복합체를 상기 부품의 손상된 부분에 도포하는 단계;

[0049] 상기 미경화된 복합체에 대략 대기압하의 수증기를 가하는 단계; 및

[0050] 상기 중합체 복합체를 성형하거나 경화시키는 단계를 포함한다.

[0051] 본 발명의 방법은 경화 주기 동안에 높은 압력을 유지시키기 위해 미경화된 조성물 주변에 강성 밀봉 부재를 사용할 필요가 없다는 점에서 유리하다.

[0052] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 부품은 중합체 복합체의 형태로 제공된다. 상기 방법은 상기 손상된 영역 위에 미경화된 복합체를 적층시키고 당해 복합체에 증기를 통과시킴으로써, 비행기, 선박 또는 중합체 복합체로 구성된 다른 부품들의 손상된 부분을 보수하는데 사용될 수 있다.

[0053] 본 발명의 다른 실시예에서, 상기 부품은 건물, 구조물, 용기, 차량, 비행체, 배 또는 교량의 빔(beam), 크레인 봄(crane boom) 및 비행체 날개부를 비롯한 일부분의 형태로 제공된다. 상기 부품은 중합체 복합체 이외의 다른 재료들을 포함할 수도 있으나, 이때 재료들은 복합체 재료에 의해서 결합될 수 있고 경화 주기 동안에 앞에서 말한 높은 경화 온도하에서 그 구조적인 보전성을 유지할 수 있는 것이어야 한다.

[0054] 상기 본 발명의 방법은, 상기 복합체를 실질적으로 기밀성인 재료의 층으로 피복하는 단계; 및 상기 재료의 층 내부 압력을 감소시키는 단계를 더 포함하는 것이 바람직하다.

[0055] 상기 방법은, 미경화된 복합체 주위에 절연된 챔버를 설치하는 단계를 더 포함하는 것이 더욱 바람직하다.

- [0056] 본 발명에 의하면, 손상된 부분을 가진 부품을 보수하는 방법이 제공되며, 상기 본 발명의 방법은, 미경화된 복합체를 적어도 상기 부품의 손상된 부분에 도포하는 단계;
- [0058] 상기 복합체를 실질적으로 기밀성인 재료의 층으로 피복하는 단계;
- [0059] 상기 미경화된 복합체 및 실질적으로 기밀성인 재료의 층 주위에 절연된 구조물을 설치하는 단계;
- [0060] 상기 재료의 층 내부 압력을 감소시키는 단계;
- [0061] 상기 복합체에 대략 대기압 하의 수증기를 가하는 단계; 및
- [0062] 상기 중합체 복합체를 성형하거나 경화시키는 단계를 포함한다.
- [0063] 상기 방법은, 상기 부품의 표면으로부터 느슨하게 결합된 물질을 기계적으로 제거하는 단계를 더 포함하는 것이 바람직하다.
- [0064] 상기 방법은, 상기 부품 내의 개구부에 틈새 충전 화합물을 하여 공기 유입 가능성을 감소시키는 단계를 더 포함하는 것이 바람직하다.
- [0065] 상기 방법은, 상기 부품에 접착제 필름을 부착하여 상기 부품과 복합체 사이의 결합을 증가시키는 단계를 더 포함하는 것이 바람직하다.
- [0066] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 접착제 재료는 에폭시 접착제의 형태로 제공된다.
- [0067] 상기 방법은, 비점착성 이형 필름을 상기 복합체 상에 부착시키는 단계를 더 포함하는 것이 바람직하다.
- [0068] 상기 방법은, 상기 복합체 주위에 통기성 층(breather layer)을 부착하여 공기 배기를 위한 통로를 제공하는 단계를 더 포함하는 것이 바람직하다.
- [0069] 본 발명에 의하면, 손상된 부분을 가진 복합체를 보수하는 방법이 제공되며, 상기 본 발명의 방법은, 상기 부품에 접착제 필름을 부착하여 상기 부품과 복합체 사이의 결합을 증가시키는 단계;
- [0071] 미경화된 복합체를 적어도 상기 부품의 손상된 부분에 도포하는 단계;
- [0072] 비점착성 이형 필름을 상기 복합체 상에 부착시키는 단계;
- [0073] 상기 복합체 주위에 통기성 층을 부착하여 공기 배기 통로를 제공하는 단계;
- [0074] 상기 복합체를 실질적으로 기밀성인 재료의 층으로 피복하는 단계;
- [0075] 상기 미경화된 복합체 부분 주위에 절연된 챔버를 설치하는 단계;
- [0076] 상기 재료의 층의 내부 압력을 감소시키는 단계; 및
- [0077] 상기 미경화된 복합체에 대략 대기압 하의 수증기를 가하여 상기 복합체를 성형하거나 경화시키는 단계를 포함한다.
- [0078] 본 발명의 또 다른 특징에 의하면, 상기 본 발명의 2가지 특징에 따른 방법을 수행하기 위한 장치가 제공된다.

실시예

- [0084] 당업자라면 본 명세서에 구체적으로 개시된 것 이외에도 본 발명의 여러 가지 변형예와 개조예를 실시할 수 있다는 사실을 잘 알 것이다. 본 발명의 보호 범위는 이와 같은 개조예 및 변경예까지도 포함하는 것으로 이해하여야 한다. 또한, 본 발명은 본 명세서에서 개별적 또는 종합적으로 언급하거나 제시한 모든 단계, 구성, 조성물 및 화합물들과 2 이상의 단계 또는 구성의 조합까지도 모두 포함한다는 것을 알아야 한다.
- [0085] 예를 들면, 본 발명의 방법은 수증기의 존재하에서 복합체를 경화시키는 맥락에서 설명하였으나, 이와 같은 구체적인 기술 내용이 앞에서 설명한 본 발명의 일반 원리를 제한하는 것은 결코 아니다.
- [0086] 본 발명의 방법은 진공 상태의 백 내부의 금형에 배치된 프리프레그를 증기로 충전된 챔버 내에 배치하는 단계를 포함한다. 상기 진공 백은 프리프레그가 증기를 흡수하는 일이 없도록 미경화된 복합체 프리프레그를 금형 상부로 잡아당긴다.
- [0087] 완전한 경화를 확실히 보장하기 위해서, 열전대를 프리프레그 층들 사이에 매립하여 미경화된 복합체가 프리프

레그 제조 업자에 의해 정해진 시간 동안 경화 온도에 노출되었는지 여부를 모니터한다. 다른 방법으로, 유리 전이 온도의 발생이 중요하지 않은 경우에는, 열전대(thermocouple) 데이터를 사용하여 발열 반응이 언제 완결되는지를 알 수 있는데, 이와 같은 데이터는 중합체의 대부분이 반응하였는지, 그리고 복합체가 충분히 경화되었는지를 시사하는 것이다.

[0088] 본 발명의 방법을 사용함에 있어서, 비행체, 배 및 구조 부품과 같은 대형 부품들을 챔버 내에 배치하고, 챔버를 폐쇄한 후에, 증기를 주입하거나 팽창시킬 수 있다. 액체 처리조에서 경화시킬 경우에는, 부품을 미리 처리조에 액체를 넣은 다음에 처리조에 배치하여야 하며, 이때에는 경화하는 동안에 부품을 배치하고 부력을 저지하기 위해서 중량의 리프팅 설비가 필요하다.

[0089] 교량 및 건물 빔, 비행체 날개, 건축물의 일부분 및 크레인 봄과 같은 대량 생산 자재의 경우에는, 연속적인 컨베이어를 사용할 수 있는데, 증기 챔버가 액체 처리조 또는 오토클레이브의 경우와 같이 강하게 밀봉될 필요가 없기 때문이며, 따라서 액체 처리조를 사용하여 경화시키는 경우보다 부품 생산 속도가 더 빨라질 수 있다. 이 경우에는, 유압 설비를 사용하여 부품을 액체내로 하강시킨다.

[0090] 액체 처리조를 사용한 경화법에 따르면, 부품을 챔버에 배치하기가 불가능할 수 있으며, 이 경우에는 고온의 액체를 주입하여야 한다. 왜냐하면 부품의 하부가 먼저 경화되어 경화하는 동안에 부품 내에 열 응력을 유발하기 때문이다.

[0091] 오토클레이브 또는 액체 처리조를 사용한 경화법의 경우에, 건물 또는 교량과 같은 대형 구조물에는 경화 열을 제공하기 위해 밀봉된 용기를 사용할 수 없다. 왜냐하면, 실용적으로도 충분한 밀봉 상태를 얻을 수 없기 때문이다. 더욱이, 오토클레이브 또는 처리조를 현장으로 이동시키는데 소요되는 비용면에서도 불가능하다.

[0092] 부품을 실온 및 대기압하에서 챔버 내에 배치하고, 증기를 챔버 내에 주입할 경우에, 상기 부품이 100°C 이하로 존재하는 기간이 존재할 것이다. 부품과 그 주변의 증기 사이의 온도차는 증기 일부를 부품상에 응축시키는 결과를 야기할 것이다. 부품 온도가 100°C를 통과하면서, 부품상의 수분은 증기로 기화할 것이다.

[0093] 특정한 이론으로서 고수하려는 의도는 아니지만, 총 경화 주기 동안에 2가지 반응이 발생하는 것으로 생각된다. 첫 번째 반응은 부품의 온도가 100°C 이하인 동안에 수증기가 부품상으로 응축하는 반응이다. 증기가 부품상에 응축할 때, 증기에서 저장된 잠열 에너지가 방출되어 부품을 가능한 한 빠른 시간에 승온시키도록 돋는다. 응축된 물은 비열이 4.19 kJ/kgK로서, 주위의 증기(비열은 약 1.93kJ/kgK이고 증기의 성질에 따라 다름)와 화합하여 수지 발열 반응을 통해 생성되는 과량의 열을 복합체 부품으로부터 빠르게 흡수할 수 있도록 한다.

[0094] 부품의 온도가 100°C 부근에 이르렀을 때, 응축된 수분이 과열 증기를 유입시킴으로써 다시 기화함에 따라 가열 시 중단이 생길 수 있다. 이와 같은 제2의 가열 단계는 증기의 열 전달 계수에 의해서 유발되는 것이다.

[0095] 기화 물질을 함유한 증기는 공기 및 질소보다도 열 전도도가 더 높기 때문에, 오토클레이브 경화 방법의 경우에 비해서 열 기울기는 그다지 문제가 되지 않는다. 이와 같이 부품을 소정 온도로 급속하게 가열하고 제어할 수 있다는 가능성이 공극을 제거하는데 중요한 역할을 하는 것으로 생각된다.

[0096] 미경화된 부품상의 수분 흡수는 공극 형성의 주요 원인이며 종래 기술의 액체 처리조 기법에서 진공 백을 사용하는 경우조차도, 진공 백 기법 자체의 특성인 백 등에 있는 작은 구멍을 통해서 수분은 여전히 부품과 접촉하고 진공 리프팅을 통해 무엇이든 흡인할 가능성이 있다. 본 발명의 방법을 사용하면, 부품은 그것이 100°C 이하로 존재하는 기간 동안 소량의 수분과 접촉할 뿐이며, 그 기간은 수 분에 불과하다. 이와 같은 기간은 수분이 진공 백 층을 통과하기에는 불충분한 기간이다. 100°C 이상에서, 증기는 부품상에 응축되지 않는다.

[0097] 이하의 실시예는 본 발명의 방법을 사용하는 방식에 대해서 구체적으로 설명한 것이며, 본 발명의 다양한 특징들을 얻기 위해 사료되는 최선의 실시 형태를 기술한 것이다. 후술하는 실시예는 본 발명의 진정한 보호 범위를 제한하는 것으로 이해하여서는 안되며, 단지 예시적인 것에 불과함을 알아야 한다.

[0098] 실시예 1

[0099] 2개의 2.5kW 가열 소자를 함유하는 200L 탱크에서 얇은 물 저장 용기를 기화점까지 가열하였다. 테스트용 복합체 단편은 Toray G83c 평직 탄소 섬유 프리프레그로 이루어져 있고, 5kPa의 절대 압력하에 Wrightlon 6400 진공 백에 내장된 Wrightlon 5200 이형 필름과 Airweave N10 통기성/유출성(breather/bleeder) 층으로 피복되어 있다. 상기 테스트 단편을 폐쇄된 증기 챔버에 침지시키고 프리프레그 제조업체에서 요구하는 기간 동안 경화시켰다. 열전대를 테스트 단편 각 단부 측에 층들을 적층하는 동안 각 층 사이에 삽입하여 경화하는 동안 복합체 부

품을 가로질러 온도 프로파일 및 경화 온도에 도달하는데 소요되는 시간을 관찰하였으며, 그 데이터를 수동으로 기록하여 그 결과를 도 1에 도시하였다.

[0100] 2개의 열전대는 모두 유사한 결과를 나타내었으며, 폐쇄된 챔버를 가로질러 우수한 온도 프로파일을 보여주었다. 복합체 부품은 증기 침지한지 대략 160초 이후에 경화 온도에 도달하였으며, 이는 증기를 사용하여 부품을 경화 온도까지 빠르게 상승시킬 수 있음을 시사한다. 이 기간이 경과한 후에 일정해지는 온도 프로파일은 본 발명의 방법이 복합체의 온도를 제어할 수 있고, 수지 발열 반응의 결과로서 생성되는 열을 흡수할 수 있음을 시사한다.

[0101] 실시예 2

[0102] 탱크 기부에 고르게 분포된 6개의 2.5kW 가열 소자를 함유하는 2700L 챔버에서 (길이 2.4m, 폭 1.2m, 깊이 1.2m의 규모인 절연 탱크) 얇은 물 저장 용기를 기화 온도까지 가열하였다. 본 실시예에 사용된 복합체 차대(car chassis)는 Ayres 알루미늄 벌집 구조물로 된 심재와 Toray G83c 평직 단일배향 탄소 섬유 프리프레그로 이루어져 있으며, 5kPa의 절대 압력하에 Wrightlon 6400 진공 백에 내장된 Wrightlon 5200 이형 필름과 Airweave N10 통기성/유출성 층으로 피복되어 있다. 상기 복합체 차대를 리프팅 지그를 사용하여 챔버 내부에 걸어두고 프리프레그 제조 업체에서 요구하는 기간 동안 경화시켰다. 경화 결과는 성공적이었으며, 상기 차대를 2003 Formula SAE 레이싱 카에 사용하였다.

[0103] 실시예 3

[0104] 실시예 1에서 사용된 200L 탱크를 챔버로서 사용하였으며, 이 챔버에 대기압하에서 과열 증기를 주입하였다. 테스트 단편은 Toray 2510 평직 탄소 섬유 프리프레그로 이루어져 있으며, 5kPa의 절대 압력하에 Wrightlon 6400 진공 백에 내장된 Wrightlon 5200 이형 필름과 Airweave N10 통기성/유출성 층으로 피복되어 있다. 상기 테스트 단편을 챔버에 배치하고 180°C의 과열 증기로 처리하였다. 테스트 단편은 경화함에 따라서 발열 반응을 일으켰지만, 주위의 증기가 생성된 과잉 분의 열을 흡수하여 90초 이내에 결화되었고, 20분 이내에 복합체는 충분히 경화되었다. 본 실시예에 사용된 부품 및 유입 증기에 대하여 시간 대비 온도 그래프를 도 2에 도시하였다.

[0105] 실시예 4

[0106] 물 내림 현상과 부식 손상을 보이는 목재 교량 빔, 철탑 또는 구조 부재의 대표적인 예인 목재 단편을 처리하여 그 표면으로부터 느슨하게 결합된 물질들을 제거하였다. 목재 짐과 복합체 사이의 높은 결합력을 확보하기 위해서, 목재를 계속해서 공기 밤포 처리하고 연마하여 표면을 조절하였다. 고온 금속 경화성 에폭시 페이스트를 도포하여 목재의 2개소 주변에 "진공 링(vacuum ring)"을 형성하였다. 사야기 페이스트는 고온 에폭시 수지를 콜로이드질 실리카 및 Q-셀 미소구 성분과 혼합하여 제조한 것으로서 일단 경화된 후에는 내구성을 보이는 두꺼운 페이스트를 제공한다. 상기 진공 링을 밤새 경화시킨 후에 가볍게 연마하여 평활한 표면을 제공하였다.

[0107] 가요성, 신속 경화성인 틈새 충전용 화합물을 충전용 건(gun)을 사용해서 목재 내 결합부에 도포하여 진공 응고 기간동안 공기가 결합부를 따라 퍼지는 현상을 감소시켰다. 진공 응고 단계는 경화 기간동안 중요한 단계인데, 목재와 프리프레그 사이에 우수한 접착 결합을 확보하기 때문이다. 경화하는 동안에 공기가 프리프레그와 목재 사이에 들어갈 경우에는, 접착 결합이 약화될 수 있다. 고온 에폭시 접착 필름(Cytec FM73M-OST)을 목재 주위에 둘렀다. 접착 필름은 목재와 프리프레그 재료 사이에 강하고 인성과 내구성이 큰 결합을 형성하는데 필요한 에폭시의 양으로 사용하였다. 상기 필름은 그것이 부착되는 프리프레그의 열적 성질에 부합하도록 제제화된 것으로서, 접착제 필름의 선택은 선택된 프리프레그에 크게 좌우된다.

[0108] 상기 목재를 Toray G83c 평직 탄소 섬유 프리프레그로 이루어진 미경화된 복합체로 둘러쌌다. 진공 백 밀봉 테이프를 진공 링 주위에 부착하여 진공 백과 목재 사이에 기밀성 밀봉부를 형성하였다. 상기 프리프레그를 비접착성 이형 필름(Wrightlon 5200 이형 필름)으로 피복하여 수지가 경화하는 동안에 통기성 직물에 들려붙지 않도록 하였다. 통기성 층(Airweave N10 통기성/유출성 층)을 복합체 주위에 둘러싸서 진공 응고하는 동안에 공기가 배기될 통로를 제공하였다. 목재와 복합체 영역을 기밀성 진공 백 필름(Wrightlon 6400 진공 백 필름)으로 둘러싸고, 배기구를 부착한 다음, 진공(5kPa 절대 압력)을 백에 가하였다.

[0109] 두꺼운 난연성 폴리에스테르 형태로 된 절연 직물의 평평한 단편("증기 백"으로도 언급함)을 목재 주위에 느슨하게 둘러싸서 목재 단부가 백 단부를 넘어 돌출되도록 하였다. 직물을 목재위에 둘러쌀 경우, Veciro(등록상표)와 같은 후크와 고리 시스템을 사용하여 자체 결합시켜서 복합체로 피복된 목재를 봉입하는 가요성 실린더를 형성하였다. 목재가 실린더로부터 빠져나온 가요성 실린더의 단부에서, 실린더를 끈으로 매서 목재 주위에 단단히 잡아당겨 느슨하게 밀봉된 백을 형성하였다. 상기 백에 증기를 약 2시간 동안 충전하여 복합

체를 경화시키고 복합체를 목재에 결합시켰다.

[0110] 목재를 100kN 하중 셀을 구비한 Instron 8501을 사용하여 1.2m 폭에 걸쳐 3점 굴곡 테스트를 한 결과, 유사한 미손상된 목재 단편 강도의 2배에 해당하는 강도를 갖는 것으로 밝혀졌다. 테스트 프로그램에 대하여 변위 대비 하중을 비교한 그래프를 도 3에 도시하였으며, 그래프에서 고체 영역은 목재의 손상되지 않은 부분을 말하고, 분할 영역은 3개의 동일한 크기의 단편들을 생성하도록 길이 방향으로 다른 목재의 단편을 말하며, 탄소 보수 영역은 본 실시예에 설명한 바와 같이 보수하는 분할 영역을 말한다. 3개의 목재 단편에 대한 적층 구조의 개요도를 도 4에 도시하였다.

[0111] 실시예 5

[0112] 개방형 휠 레이싱 카의 차대는 Ayres 알루미늄 벌집 구조물 심재와 Toray G83c 평직 단일배향 탄소 섬유 프리프레그로 이루어져 있으며, 상기 차대는 엔진 격납실 내부의 영역이 손상되어 있다. 이러한 손상 부위로부터 파단된 섬유들과 결합이 풀린 탄소 섬유 영역들을 제거할 필요가 있다. 손상된 부분들을 제거한 후에, 상기 영역을 세척하고 새로운 미경화된 Toray G83c 평직 단일배향 탄소 섬유 프리프레그를 손상된 영역상에 배치하였다. 상기 영역을 Wrightlon 5200 이형 필름과 Airweave N10 통기성/유출성 층으로 피복한 다음, Wrightlon 6400 진공 백에 5kPa 절대 압력하에 봉입시였다. 이어서, 상기 영역을 중밀도 폴리우레탄 포ーム을 사용해서 피복하고, 이때 조각 기법에 의해서 빈 공간을 형성하여 포ーム과 백 사이에 큰 공기 충전 공극을 제공하였다. 보수중인 영역의 반대 표면 위에는, 팬을 설치하여 차대의 미손상된 영역상에서 일정한 냉각 공기의 흐름을 유지시켰다. 포ーム 내부의 공극에 약 4시간의 기간 동안 증기를 충전시켜서 복합체를 경화시켰다. 경화의 효과는 차대가 목적하는 설계 하중에 충분한 강도를 갖도록 보수할 수 있을 정도였다.

[0113] 실시예 6

[0114] 치수가 150 X 150 X 30 mm인 6개의 콘크리트 단편을, SP Systems SE84LV 평직 탄소 섬유 프리프레그로 이루어진 미경화된 복합체 재료로 피복하고, Wrightlon 5200 이형 필름과 Airweave N10 통기성/유출성 층으로 피복한 후에, 2kPa의 절대 압력하에 Wrightlon 6400 진공 백에 넣었다. 상기 백을 챔버에 배치하고, 챔버에 증기를 유입시켰다. 2시간 경과 후에, 복합체는 경화되었으며, 콘크리트 샘플을 인장 도르레 당김 테스트로 시험하였다. 본 테스트에서는 복합체와 콘크리트 사이의 결합이 콘크리트의 인장 강도보다 더 큰 것으로 나타났다.

[0115] 실시예 7

[0116] 공칭 치수가 3m X 150 mm X 50 mm인 속이 빈 알루미늄 빔을 세 측면에서 Toray G83c 평직 탄소 섬유 프리프레그로 이루어진 미경화된 복합체로 피복하고, Wrightlon 5200 이형 필름 및 Airweave N10 통기성/유출성 층으로 피복하였다. 상기 미경화된 복합체를 Wrightlon 6400 진공 백 필름으로 제조된 백에 넣고, 밀봉하여 진공을 가하여 5 kPa의 절대 압력이 생성되도록 하였다. 증기를 속이 빈 알루미늄 빔의 중앙에 유입시키고, 알루미늄 빔과 복합체를 증기에 의해서 2시간 동안 가열함으로써 복합체를 경화시켰다. 이어서, 복합체를 알루미늄 빔의 외부로부터 제거하여 경화된 복합체 채널을 형성하였다.

산업상 이용 가능성

[0117] 이상 설명한 바와 같이, 본 발명에 의하면, 당해 산업 분야에서 이미 알려진 오븐 및 오토클레이브 방법 및 장치들과 관련된 공극 및 다공성과 같은 문제점들을 해결할 수 있는 복합체 경화 방법 및 장치가 제공된다.

[0118] 이상에서는 본 발명의 구체적인 실시예를 설명하였으나, 당업자라면 본 발명의 다양한 개조예 및 변형예를 명확하게 파악할 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0079] 이하에서는 첨부 도면에 의거하여 본 발명의 3가지 실시예에 관해 구체적으로 설명하고자 하나, 후술하는 실시예는 예시적인 것일 뿐이지 본 발명의 보호 범위를 제한하는 것은 아니다.

[0080] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따라서 경화시킨 복합체에 대한 시간 대비 온도 그래프이다.

[0081] 도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따라서 경화시킨 복합체에 대하여 성분 및 유입된 증기에 따른 시간 대비 온도 그래프이다.

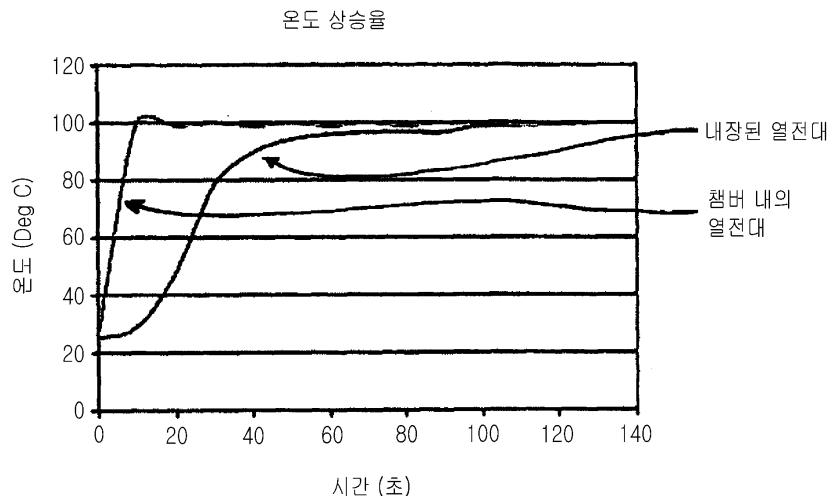
[0082] 도 3은 본 발명의 제1 실시예 및 이하의 실시예 4에 따라서 복합체를 경화시키는 테스트 프로그램에 있어서 변

위 대비 하중을 비교한 그래프이다.

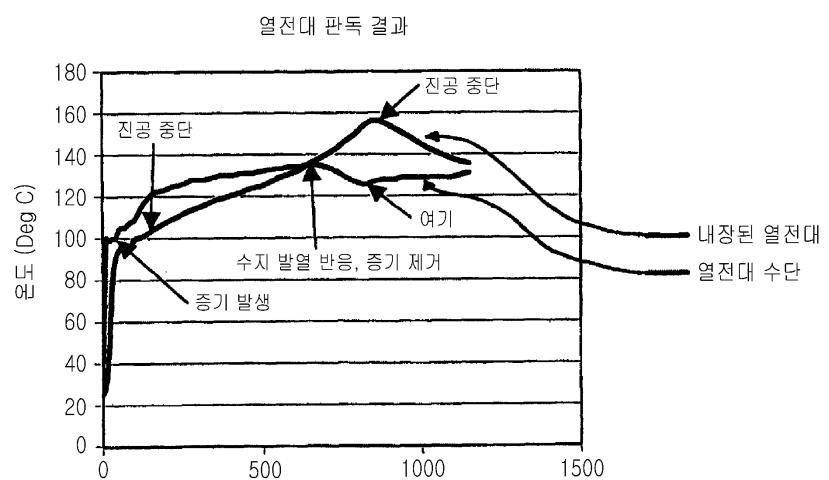
[0083] 도 4는 실시예 4에 사용된 다양한 목재 단편들의 적층 구조에 대한 개요도이다.

도면

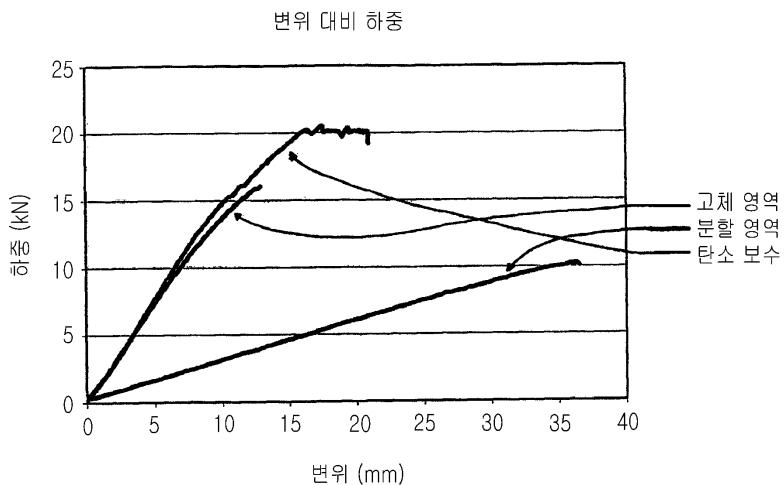
도면1



도면2



도면3



도면4

