



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년07월04일
 (11) 등록번호 10-0844136
 (24) 등록일자 2008년06월30일

(51) Int. Cl.
 C04B 12/00 (2006.01) C04B 12/02 (2006.01)
 C04B 35/447 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2006-0094548
 (22) 출원일자 2006년09월28일
 심사청구일자 2006년09월28일
 (65) 공개번호 10-2008-0029059
 (43) 공개일자 2008년04월03일
 (56) 선행기술조사문헌
 JP2004049589 A
 (뒷면에 계속)

(73) 특허권자
 한국화학연구원
 대전 유성구 장동 100번지
 (72) 발명자
 김승수
 대전 유성구 관평동 대우아파트 202-403
 이병민
 대전광역시 유성구 신성동 삼성한울아파트
 103-1203
 이성구
 대전 유성구 어은동 99 한빛아파트 110-1201
 (74) 대리인
 권오식, 박창희

전체 청구항 수 : 총 5 항

심사관 : 정진성

(54) 고강도 인산칼슘 시멘트

(57) 요약

본 발명은 인산칼슘 시멘트에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 제2인산칼슘, 제4인산칼슘, α형 제3인산칼슘 등과 같은 인산칼슘 분말에 폴리아스파틱산(polyaspartic acid, PAA), 폴리글루탐산(polyglutarmic acid, PGA), 알긴산(alginic acid, AA), 카라기난산(carrageenan acid, CA) 등과 같은 생분해성이며 물에 녹지 않는 고분자 유기산 화합물(polymeric acid)분말을 혼합한 골접합용 인산칼슘 시멘트로서, 강도가 우수한 인산칼슘 시멘트에 관한 것이다.

(56) 선행기술조사문헌

KR1020020083888 A*

JP02286167 A

US6206957 B1*

KR1020050012291 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

특허청구의 범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

제2인산칼슘, 제4인산칼슘, α형 제3인산칼슘에서 선택되는 어느 하나 이상의 분말형 인산칼슘 화합물과 폴리아스파르틱산(polyaspartic acid), 폴리글루탐산(polyglutamic acid), 알긴산(alginic acid), 카라기난산(carrageenan acid)에서 선택되는 어느 하나 이상의 물에 녹지 않는 분말형 생분해성 고분자 유기산을 혼합한 분말상의 골접합용 인산칼슘 시멘트용 조성물에 대하여 25 ~ 40 중량부의 물을 혼합하여 제조한 경화시간이 5 ~ 10분이고, 압축강도가 60MPa 이상인 골접합용 인산칼슘 시멘트.

청구항 6

제2인산칼슘, 제4인산칼슘, α형 제3인산칼슘에서 선택되는 어느 하나 이상의 분말형 인산칼슘 화합물 100 중량부에 대하여 폴리아스파르틱산(polyaspartic acid), 폴리글루탐산(polyglutamic acid), 알긴산(alginic acid), 카라기난산(carrageenan acid)에서 선택되는 어느 하나 이상의 물에 녹지 않는 분말형 생분해성 고분자 유기산을 1 ~ 50 중량부로 혼합한 분말상의 골접합용 인산칼슘 시멘트용 조성물에 대하여 25 ~ 40 중량부의 물을 혼합하여 제조한 경화시간이 5 ~ 10분이고, 압축강도가 60MPa 이상인 골접합용 인산칼슘 시멘트.

청구항 7

제 5 항 또는 제 6 항에 있어서,

상기 골접합용 인산칼슘 시멘트는 경화촉진제 또는 경화조절제를 더 추가하여 사용하는 것을 특징으로 하는 골접합용 인산칼슘 시멘트.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 경화촉진제는 NaH_2PO_4 , K_2HPO_4 , $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 에서 선택되는 어느 하나 이상의 인산염 화합물 또는 히드록시 아파타이트(HA) 미세입자 또는 구연산, 시트릭산, 말레익산, 프로피온산에서 선택되는 어느 하나 이상의 유기산을 사용하는 것을 특징으로 하는 골접합용 인산칼슘 시멘트.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 경화조절제는 구연산염 또는 피로인산염을 사용하는 것을 특징으로 하는 골접합용 인산칼슘 시멘트.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <1> 본 발명은 인산칼슘 시멘트에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 제2인산칼슘(Dicalcium phosphate anhydrous, DCPA), 제4인산칼슘(Tetracalcium phosphate, TTCP), α형 제3인산칼슘(α-Tricalcium phosphate, α-TCP) 등과 같은 인산칼슘 분말에 생분해성이며 물에 녹지 않는 고분자 유기산 화합물(polymeric acid) 분말을 혼합한 인산칼슘 시멘트로서, 경화시간이 짧고 강도가 우수한 골절합용 인산칼슘 시멘트에 관한 것이다.
- <2> 골절합용 시멘트는 인공고관절, 인공슬관절 등과 같은 인공관절의 고정을 목적으로, 골종양제거 수술 후의 충전제로서, 머리수술 후 골결손부의 보충을 위해, 그리고 골절치료, 성형수술, 치과치료 등을 목적으로 광범위하게 사용되고 있다.
- <3> 이러한 통상의 골절합용 시멘트는 폴리메틸메타아크릴레이트(PMMA)가 주성분인 아크릴계 시멘트가 주로 사용되고 있다. 이 아크릴계 시멘트는 기계적 강도가 우수한 장점이 있으나 생분해성이 없어 골조직을 재생시키지 못하는 단점이 있다. 또한 아크릴계 시멘트는 최근 골다공증 환자의 척추보강술에 응용되고 있으나 높은 발열반응으로 인하여 척추신경을 손상시켜 환자를 반신불수 상태로 만들 수 있는 문제점이 있었다.
- <4> 이에 1983년 Brown 및 Chow에 의해 TTCP, DCP 등과 인산염 수용액을 혼합하여 사상 처음으로 인산칼슘 시멘트를 개발하였다. 이 인산칼슘 시멘트는 인산칼슘 분말과 경화촉진제를 포함한 수용액으로 주로 구성되어 있다. 임상 적용 시, 인산칼슘과 수용액을 혼합하면 부분적으로 인산칼슘이 물에 이온화되어 서서히 용해되었다가 다시 히드록시 아파타이트(hydroxy apatite, HA) 등과 같은 칼슘계 화합물로 침전되면서 입자들끼리 응집되어 경화반응이 일어난다. 경화촉진제는 침전반응을 촉진하는 화합물과 인산칼슘의 이온화를 촉진하는 화합물 등이 사용되고 있다.
- <5> 1983년 처음으로 인산칼슘 시멘트가 개발된 후, 물성이 개량된 여러 시멘트들이 개발되었는데, 이를 살펴보면 다음과 같다.
- <6> US-A 4880610에서는 α형 TCP, monocalcium phosphate monohydrate (MCPM), calcium carbonate (CC) 등을 물과 혼합하여 시멘트를 제조하였다. US-A 5338356에서는 α형 TCP, TTCP, DCPA, HA 등을 물과 혼합하여 시멘트를 제조하였다. US-A 4619655에서는 calcium sulphate hemihydrate(CSH)를 시멘트에 도입하였다. WO 2004-00374 A1에서는 calcium sulphate dihydrate (CSD)를 시멘트에 도입하였다. 우리나라 특허 제10-0371559호에서는 polyphosphate를 시멘트에 도입하였다. JP 345551에서는 시멘트의 경화액에 불소이온을 도입함으로써 항균기능을 추가하였다. WO 2002-32827 A1에서는 인산칼슘 나노입자를 시멘트에 도입하였다.
- <7> Yoko Matsuya (Biomaterials, 20, 691-697, 1999) 등은 TTCP에 경화촉진제로서 poly(methyl vinyl ether-maleic acid)를 사용한 압축강도가 45-50 MPa인 강도가 상당히 우수한 인산칼슘 시멘트를 개발하였다. 그러나 상기 고분자 또는 치과용 시멘트에 사용되고 있는 polyacrylic acid는 수용성이며 생분해가 되지 않아 시멘트에서 유리된 고분자 화합물이 체 내에 축적되어 부작용을 일으킬 수 있는 문제점이 있다.
- <8> 이들 인산칼슘 시멘트는 인산칼슘계 입자들이 주성분인 분말부분과 인산염과 같은 경화를 촉진하는 물질을 함유한 수용액 부분으로 구성되어 있어, 이를 임상에서 사용할 때 사용하기 직전 분말부분과 수용액을 적절히 혼합하여 주사를 하거나 직접 환부에 적용하게 된다.
- <9> 그러나 인산칼슘 시멘트는 기계적 물성이 나쁜 단점이 있다. 즉 생체 치밀골의 압축강도는 130-220 MPa, 인장강도는 80-150MPa, 아크릴계 시멘트의 압축강도는 100-110 MPa, 인장강도는 32-34 MPa 인데 반하여, 인산칼슘 시멘트는 일반적으로 압축강도가 10-55 MPa, 인장강도가 2.1 MPa에 지나지 않는다. 따라서 현재 인산칼슘 시멘트는 힘이 적게 걸리는 손, 팔, 얼굴 등의 환부에만 부분적으로 사용되고 있고, 인공관절 고정, 골다공증 치료, 힘이 많이 걸리는 척추, 다리 등에는 적용할 수 없는 문제점이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <10> 본 발명에서는 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 물에 녹지 않는 생분해성 고분자 유기산 화합물을 인산칼슘 분말에 첨가하고 경화촉진제로 다가 유기산화합물을 사용하여 경화시간이 짧고 강도가 우수한 인산칼슘 시멘트를 제공하는데 그 목적이 있다.

발명의 구성 및 작용

- <11> 본 발명은 골절합용 인산칼슘 시멘트에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 제2인산칼슘(Dicalcium phosphate

anhydrous, DCPA), 제4인산칼슘(Tetracalcium phosphate, TTCP), α형 제3인산칼슘(α-Tricalcium phosphate, α-TCP) 등과 같은 인산칼슘 분말에 폴리아스파르틱산(polyaspartic acid, PAA), 폴리글루탐산(polyglutarmic acid, PGA), 알긴산(alginic acid, AA), 카라기난산(carrageenan acid, CA) 등과 같은 생분해성이며 물에 녹지 않는 polymeric acid 분말을 혼합한 골접합용 인산칼슘 시멘트로서, 경화시간이 짧고, 강도가 우수한 인산칼슘 시멘트에 관한 것이다.

- <12> 본 발명은 고강도 생분해성 인산칼슘 시멘트에 있어서, 상기 시멘트에 물에 녹지 않는 생분해성 고분자 유기산 화합물을 포함하는 것을 그 특징으로 한다.
- <13> 이와 같은 본 발명을 더욱 상세하게 설명하면 다음과 같다.
- <14> 본 발명은 인산칼슘 화합물과 폴리아스파르틱산(polyaspartic acid), 폴리글루탐산(polyglutarmic acid), 알긴산(alginic acid), 카라기난산(carrageenan acid)에서 선택되는 어느 하나 이상의 생분해성 고분자 유기산을 혼합하여 사용하는 것을 특징으로 하는 골접합용 인산칼슘 시멘트용 조성물에 관한 것이다.
- <15> 보다 구체적으로 본 발명의 인산칼슘 시멘트는 상기 분말형의 인산칼슘 화합물과 분말형의 생분해성 고분자 유기산화합물을 혼합, 분쇄한 조성물을 물과 혼합하여 사용하는 것이다. 이때 물의 함량은 혼합, 분쇄된 인산칼슘과 생분해성 고분자 화합물의 혼합물에 대하여 25 ~ 40 중량부의 함량으로 혼합되는 것이 바람직하다. 25중량부 미만으로 사용하는 경우 점도가 너무 높아 취급성이 나쁘며, 40중량부를 초과하는 경우 점도가 낮아져서 흘러내리는 문제점이 있다. 또한, 인체에 적용 시 체액 등에 의해 소실이 될 수 있다.
- <16> 또한 본 발명은 필요에 따라 선택적으로 상기 인산칼슘 시멘트에 경화촉진제 또는 경화조절제를 더 추가하여 사용하는 것도 가능하며, 본 발명에 따른 시멘트는 경화시간이 5 ~ 10분 정도로 경화시간이 단축되며, 압축강도가 60MPa 이상으로 우수한 강도를 나타내는 것을 발견하여 본 발명을 완성한 것이다. 상기 경화시간이 10분을 초과하는 경우 시멘트를 인체에 적용 시 접한 한 자리에서 경화되지 않고 체액 등에 의해서 일부 유동이 되어 다른 부위로 유실될 가능성이 많으므로 인체에 해를 끼칠 수 있다.
- <17> 본 발명은 물에 녹지 않는 생분해성 고분자 유기산화합물을 포함시켜 강도가 향상되고 경화시간이 단축된 생분해성 인산칼슘 시멘트를 제조할 수 있는 특징이 있다.
- <18> 본 발명에서 상기 인산칼슘 화합물은 제2인산칼슘, 제4인산칼슘, α형 제3인산칼슘에서 선택되는 어느 하나 이상의 분말형 인산칼슘 화합물을 사용한다.
- <19> 인산칼슘계 화합물인 제2인산칼슘(Dicalcium phosphate anhydrous, DCPA), 제4인산칼슘(Tetracalcium phosphate, TTCP), α형 제3인산칼슘(α-Tricalcium phosphate, α-TCP) 등은 물의 존재 하에서 단독 또는 2종 이상의 혼합에 의하여 히드록시 아파타이트(hydroxy apatite, HA)를 생성하며 경화가 일어난다. 그런데 생성된 HA 입자 간에는 반데르발스 힘(van der waals force)으로 결합되므로 결합강도가 낮아 결국에는 인산칼슘 시멘트의 강도가 약한 원인이 된다.
- <20> 이에 본 발명에서는 이온결합으로 이온가교를 형성하여 강도를 향상시킬 수 있는 고분자 화합물을 첨가함으로써 시멘트의 강도를 향상시켰다. 상기 고분자 화합물은 상대적으로 유연성이 있어 취성이 약한 시멘트의 물성을 개량하는 작용도 하게 된다. 이는 흙벽돌에 짚을 넣어 보강하는 방법이나 회벽에 미역에서 추출한 알진을 첨가하여 보강하는 방법과 유사하다.
- <21> 본 발명에서의 물에 녹지 않는 생분해성 고분자 유기산화합물의 작용을 TTCP계 시멘트에서 예를 들어보면 다음과 같다:
- <22> $R-COOH \rightarrow R-COO^- + H^+$ (1)
- <23> $Ca_4(PO_4)_2O + 2H^+ \rightarrow 4Ca^{2+} + 2PO_4^{3-} + H_2O$ (2)
- <24> $2R-COOH + Ca_4(PO_4)_2O \rightarrow R-COO-Ca-COO-R + Ca_3(PO_4)_2 + H_2O$ (3)
- <25> $Ca_4(PO_4)_2O + 2Ca_3(PO_4)_2 + H_2O \rightarrow Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$ (4)
- <26> 고분자 유기산화합물(R-COOH)은 상기 화학식과 같이 카르복실산(carboxylic acid), 황산(sulfuric acid) 등과 같은 산성 기능을 가지고 있는데, 이 기능기는 물 속에서 이온화되어 수소이온을 방출하고(화학식 (1)) 이것이 인산칼슘의 이온화를 촉진하게 된다(화학식 (2)). 또한 이 고분자 유기산 화합물은 칼슘이온과 반응하여

화학식 (3)과 같이 이온결합을 하게 되는데, 고분자 유기산 화합물의 분자 내에는 다량의 산성 기능을 가지고 있으므로 이온결합에 의해 이온가교가 형성된다. 이 이온가교가 인산칼슘 시멘트의 강도를 향상시키고 취성이 약한 시멘트의 물성을 개량하는 작용도 하게 된다.

- <27> 고분자 유기산 화합물의 염도 이온가교를 향상할 수 있으나 본 발명에서의 실험에 의하면 시멘트 내로의 물 흡수를 촉진하여 강도를 오히려 저하시키는 작용을 하였다. 이의 원인은 이 고분자 유기산 염에 붙어 있는 양이온과 인산이온(phosphate ion)이 서로 반응하여 수용성 염을 형성하고, 칼슘이온과 결합하지 않은 유기산 염의 기능이 물의 흡수를 촉진하기 때문으로 사료된다.
- <28> 본 발명에서의 고분자 유기산 화합물은 폴리아스파르틱산(polyaspartic acid), 폴리글루탐산(polyglutamic acid), 알긴산(alginic acid), 카라기난산(carrageenan acid) 등과 같이 체 내에서 생분해가 일어날 수 있는 화합물이 적당하다. 이들은 아미노산 고분자 또는 다당류의 일종으로서 체 내에서 가수분해 또는 효소에 의해 분해 되므로 인체에 부작용이 적은 특징이 있다.
- <29> 본 발명에서 상기 고분자 유기산 화합물은 인산칼슘 화합물 100 중량부에 대하여 1 ~ 50 중량부, 보다 바람직하게는 5 ~ 30 중량부를 사용하는 것이 좋다. 고분자 유기산 화합물의 양이 인산칼슘에 비해 너무 많으면 칼슘이온과 결합되지 않은 친수성 기능이 많아 물의 흡수를 증가시켜 강도를 저하시키고, 한편 고분자 유기산 화합물의 양이 인산칼슘에 비해 너무 적으면 이온가교가 충분치 않아 강도가 좋지 않은 문제점이 있다.
- <30> 본 발명에서 상기 경화촉진제로는 이온화된 칼슘 및 인산이온들의 침전반응을 촉진하여 HA생성을 촉진하는 인산염 화합물 (NaH_2PO_4 , K_2HPO_4 , $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 등)을 사용하거나 히드록시 아파타이트(HA)의 결정성장을 촉진하기 위한 핵으로서 히드록시 아파타이트(HA) 미세입자를 첨가할 수도 있다. 또는 구연산, 시트릭산, 말레익산, 프로피온산 등과 같은 유기산을 첨가하여 인산칼슘의 이온화를 촉진하여 경화를 촉진하는 것이 바람직하며, 상기 경화촉진제를 사용하는 경우 10분 내외의 경화시간을 달성하는 놀라운 효과가 있었다.
- <31> 상기 경화조절제로는 구연산 염, 피로인산염 등을 첨가하는 경우 경화속도를 조절할 수 있다.
- <32> 본 발명에 따른 인산칼슘 시멘트는 골절이나 골결손 부위에 주입하게 되면 경화반응이 일어나 골조직을 접합하게 되고, 생분해 성질을 가지고 있어 체내에서 서서히 분해 되어 골조직이 재생할 수 있도록 하는 장점이 있다.
- <33> 이와 같은 본 발명을 실시예에 의거하여 더욱 상세하게 설명하겠는 바, 본 발명이 하기의 실시예에 한정되는 것은 아니다.
- <34> (압축강도)
- <35> 압축강도는 ASTM F451-86에 따라 만능시험기(Universal testing machine, Instron 4482)를 사용하여 행하였다. 이 때 crosshead speed는 20mm/min이었고 지름 6mm, 길이 20mm의 원통형 시료를 사용하였다.
- <36> (경화시간)
- <37> Gilmore needle method를 이용하여 측정하였다.
- <38> 시멘트를 37°C 100% 상대습도의 인큐베이터(incubator)에 넣고 1mm 지름의 바늘(vicat needle)에 400g의 힘을 가하여 시멘트에 인지할 수 있는 자국이 남지 않는 시간을 경화시간으로 정의하였다.
- <39> [실시예 1]
- <40> 100g의 α -TCP 입자(평균입자 크기 5 μm)에 10g의 PGA(분자량 540,000 g/mol) 입자를 혼합하고 230 rpm의 속도로 볼밀(ball mill)에서 24시간 동안 혼합 및 분쇄하였다. 제조된 인산칼슘 분말과 25% 구연산 수용액을 무게(g)-부피비(ml)로 2:1의 비율로 혼합한 후, 주사기에 넣고 유리관에 시멘트를 주입한 다음, PBS(Phosphate-buffered saline) 용액 속에서 24시간 방치하였다.
- <41> 다음으로 시료를 아세톤에 1시간 동안 넣어 시멘트 내에서 일어나고 있는 해리-침전반응을 중단시키고 건조하였다. 그 결과 압축강도가 65MPa이었으며, 경화시간을 측정한 결과 3분이었다.
- <42> [비교예 1]
- <43> 대조군으로서 PGA를 사용하지 않은 것을 제외하고는 실시예 1과 같은 방법으로 α -TCP-구연산 시멘트를 제조하였다. 대조군 시멘트의 압축강도를 측정한 결과 23MPa이었으며, 경화시간을 측정한 결과 12분이었다.
- <44> [실시예 2]

- <45> 100g의 TTCP 입자(평균입자 크기 5 μ m)에 20g의 일긴산(alginic acid) 입자를 혼합하고 230 rpm의 속도로 볼밀(ball mill)에서 24시간 혼합 및 분쇄하였다. 제조된 인산칼슘 분말을 15% 구연산 수용액과 무게(g)-부피비(ml)로 2:1의 비율로 혼합한 후, 주사기에 넣고 유리관에 시멘트를 주입한 다음, PBS(Phosphate-buffered saline) 용액 속에서 24시간 방치하였다.
- <46> 다음 시료를 아세톤에 1시간 동안 넣어 시멘트 내에서 일어나고 있는 해리-침전반응을 중단시키고 건조하였다. 그 결과 압축강도가 68MPa이었으며, 경화시간은 5분이었다.
- <47> [비교예 2]
- <48> 대조군으로서 알긴산을 사용하지 않은 것을 제외하고는 실시예 2와 동일한 방법으로 TTCP-구연산 시멘트를 제조하였다. 대조군 시멘트의 압축강도를 측정한 결과 21MPa이었으며, 경화시간을 측정한 결과 20분이었다.
- <49> [실시예 3]
- <50> 30g의 α -TCP 입자 (평균입자 크기 5 μ m)와 60g의 DCPA(CaHPO₄; 평균입자 크기 5 μ m)를 혼합하고 여기에 10g의 폴리아스파티산(분자량 약 20,000 g/mol) 입자를 혼합한 다음, 230 rpm의 속도로 볼밀(ball mill)에서 24시간 혼합 및 분쇄하였다. 제조된 인산칼슘 분말을 2.5wt% Na₂HPO₄ 수용액과 무게(g)-부피비(ml)로 2:1의 비율로 혼합한 후, 주사기에 넣고 유리관에 시멘트를 주입한 다음, PBS(Phosphate-buffered saline) 용액 속에서 24시간 방치하였다.
- <51> 다음 시료를 아세톤에 1시간 동안 넣어 시멘트 내에서 일어나고 있는 해리-침전반응을 중단시키고 건조하였다. 그 결과 압축강도가 52MPa이었으며, 경화시간은 10분이었다.
- <52> [비교예 3]
- <53> 대조군으로서 폴리아스파티산을 사용하지 않은 것을 제외하고는 실시예 3과 동일한 방법으로 α -TCP-DCPA 시멘트를 제조하였다. 대조군 시멘트의 압축강도를 측정한 결과 26MPa이었으며, 경화시간을 측정한 결과 30분이었다.
- <54> [실시예 4]
- <55> 50g의 TTCP 입자(평균입자 크기 5 μ m)와 50g의 DCPA(평균입자 크기 5 μ m)를 혼합하고 여기에 10g의 카라기난산(carrageenic acid) 입자를 혼합한 다음, 230 rpm의 속도로 볼밀(ball mill)에서 24시간 혼합 및 분쇄하였다. 제조된 인산칼슘 분말을 15% 구연산 수용액과 무게(g)-부피비(ml)로 2:1의 비율로 혼합한 후, 주사기에 넣고 유리관에 시멘트를 주입한 다음, PBS(Phosphate-buffered saline) 용액 속에서 24시간 방치하였다.
- <56> 다음 시료를 아세톤에 1시간 동안 넣어 시멘트 내에서 일어나고 있는 해리-침전반응을 중단시키고 건조하였다. 그 결과 압축강도가 63MPa이었으며, 경화시간은 6분이었다.
- <57> [비교예 4]
- <58> 대조군으로서 카라기난산을 사용하지 않은 것을 제외하고는 실시예 4와 동일한 방법으로 TTCP-DCPA 시멘트를 제조하였다. 대조군 시멘트의 압축강도를 측정한 결과 32MPa이었으며, 경화시간을 측정한 결과 25분이었다.
- <59> 이상 실시예 및 비교예를 통하여 알 수 있는 바와 같이, 본 발명에서 생분해성 고분자를 첨가함으로써, 강도가 증가하는 것을 알 수 있었다.

발명의 효과

- <60> 본 발명에 따른 인산칼슘 시멘트는 경화시간이 짧고, 강도가 우수하여 인산칼슘 시멘트의 가능한 적용부위를 확대할 수 있는 장점이 있다.