

 (19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2015-0022189
	(43) 공개일자 2015년03월04일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) <i>C04B 28/02</i> (2006.01) <i>C04B 28/36</i> (2006.01) <i>C04B 18/18</i> (2006.01)	(71) 출원인 강영립 경기도 성남시 분당구 정자로 115 ,505동704호 (정자동, 한솔마을주공아파트)
(21) 출원번호 10-2013-0099660	(72) 발명자 강영립 경기도 성남시 분당구 정자로 115 ,505동704호 (정자동, 한솔마을주공아파트)
(22) 출원일자 2013년08월22일 심사청구일자 없음	(74) 대리인 고영희
전체 청구항 수 : 총 9 항	
(54) 발명의 명칭 콘크리트 결합재 및 이의 제조방법	

(57) 요약

본 발명은 시멘트를 대체하여 사용할 수 있는 콘크리트 결합재와 이의 바람직한 제조방법에 관한 것이다.

본 발명에 따른 콘크리트 결합재는, 수경성 재료, 잠재수경성 재료, 포졸란 재료 중에서 하나 이상 선택된 분체; $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ 의 탈탄산 반응에 의해 생성된 석회고토($\text{CaO} \cdot \text{MgO}$);를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다. 여기에 알칼리 설페이트;가 더 포함될 수 있다.

본 발명에 따른 콘크리트 결합재의 제조방법은, $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ 를 700~1400℃ 로 소성하여 이산화탄소를 열분해함으로써 석회고토($\text{CaO} \cdot \text{MgO}$)를 제조한 다음, 모든 재료를 분말 상태로 준비한 후 혼합하여 제조하거나 일부 또는 모든 재료를 과상의 상태에서 혼합한 후 분쇄하여 제조하는 것을 특징으로 한다.

특허청구의 범위

청구항 1

수경성 재료, 잠재수경성 재료, 포졸란 재료 중에서 하나 이상 선택된 분체;

$\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ 의 탈탄산 반응에 의해 생성된 석회고토($\text{CaO} \cdot \text{MgO}$);

를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 콘크리트 결합재.

청구항 2

제1항에서,

상기 분체 100중량부에, 상기 석회고토 0.03~5중량부로 조성되는 것을 특징으로 하는 콘크리트 결합재.

청구항 3

제1항에서,

알칼리 설페이트;

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 콘크리트 결합재.

청구항 4

제2항에서,

상기 알칼리 설페이트는, 분체 100중량부에 대하여 0.03~5중량부 포함하여 조성되는 것을 특징으로 하는 콘크리트 결합재.

청구항 5

제3항 또는 제4항에서

상기 알칼리 설페이트는,

Na_2SO_4 , K_2SO_4 , Li_2SO_4 , CaSO_4 , MgSO_4 중에서 하나 이상 선택되는 것을 특징으로 하는 콘크리트 결합재.

청구항 6

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에서,

상기 분체는,

포틀랜드 시멘트, 고로슬래그, 제강슬래그, 전기로슬래그, 플라이애시, 카울린 물질 중에서 하나 이상 선택되는 것을 특징으로 하는 콘크리트 결합재.

청구항 7

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 따른 콘크리트 결합재를 제조하는 방법으로,

$\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ 를 700~1400℃로 소성하여 이산화탄소를 열분해함으로써 석회고토($\text{CaO} \cdot \text{MgO}$)를 제조하고,

모든 재료를 분말 상태로 준비한 후 혼합하여 제조하는 것을 특징으로 하는 콘크리트 결합재의 제조방법.

청구항 8

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 따른 콘크리트 결합재를 제조하는 방법으로,

$\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ 를 700~1400℃로 소성하여 이산화탄소를 열분해함으로써 석회고토($\text{CaO} \cdot \text{MgO}$)를 제조하고,

일부 또는 모든 재료를 폐상의 상태에서 혼합한 후 분쇄하여 제조하는 것을 특징으로 하는 콘크리트 결합재의 제조방법.

청구항 9

제8항에서,

분쇄조제, 분산제 중에서 하나 이상에 의한 첨가제를 더 첨가 혼합한 후 분쇄하여 제조하는 것을 특징으로 하는 콘크리트 결합재의 제조방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 시멘트를 대체하여 사용할 수 있는 콘크리트 결합재와 이의 바람직한 제조방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 시멘트, 슬래그, 플라이애시 등과 같은 수경성 내지 잠재수경성 재료나 포졸란 재료를 주재료로 하면서 $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ 의 탈탄산 반응 생성물을 첨가 혼합함으로써 수경성 내지 잠재수경성 재료나 포졸란 재료의 경화반응성을 향상시켜 강도를 개선한 콘크리트 결합재와 이를 바람직하게 제조하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 콘크리트 산업에서는 지구온난화의 요인이 되는 CO_2 의 배출량을 저감하기 위하여 시멘트의 사용을 억제하여 콘크리트를 제조할 수 있는 기술개발이 다양하게 이루어지고 있다. 그 중 시멘트를 대체하여 슬래그, 플라이애시 등의 산업부산물을 결합재로 사용하는 방법이 대표적이다.

[0003] 그러나 콘크리트에 슬래그나 플라이애시를 이용할 경우 작업성 개선, 수화발열량 감소, 장기강도 향상, 경제성 향상 등의 장점이 있으나, 보통 포틀랜드 시멘트에 비해 초기강도 발현이 저하되는 것으로 알려져 있다. 이러한 초기강도 저하 문제는 이들 산업부산물의 적극적인 활용을 어렵게 하는데, 초기강도가 낮으면 콘크리트를 타설한 거푸집을 조기에 제거할 수 없어 전체 건설공사의 공기 지연으로 이어지기 때문이다.

[0004] $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ 의 대표적인 돌로마이트는 국내에 매장량이 풍부하고 또한 시멘트 제조과정에서 부산물로 생산되기도 하는데, 이러한 돌로마이트는 주로 연마재, 산성토양개량제, 내화재 등으로 사용된다. 콘크리트 분야에도 돌로마이트가 사용되기도 하나, 특허 제10-0615674호에 같이 대부분 골재로 사용된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 슬래그, 플라이애시 등과 같은 산업부산물을 결합재로 사용할 때 강도 저하문제를 개선하고자 개발된 것으로, 슬래그, 플라이애시 등과 같은 잠재수경성 재료나 포졸란 재료의 경화반응성도 향상시켜 강도, 특히 초기강도를 개선할 수 있는 새로운 콘크리트 결합재와 이를 바람직하게 제조하기 위한 방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0006] 상기한 기술적 과제를 해결하기 위해 본 발명은, 수경성 재료, 잠재수경성 재료, 포졸란 재료 중에서 하나 이상 선택된 분체; $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ 의 탈탄산 반응에 의해 생성된 석회고토($\text{CaO} \cdot \text{MgO}$);를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 시멘트 대체용 콘크리트 결합재를 제공한다. 여기에 알칼리 설페이트;를 더 포함하여 구성될 수 있다.

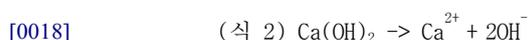
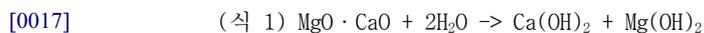
[0007] 또한 본 발명은 콘크리트 결합재를 제조하는 방법으로, $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ 를 700~1400℃로 소성하여 이산화탄소를 열분해함으로써 석회고토($\text{CaO} \cdot \text{MgO}$)를 제조한 다음, 모든 재료를 분말 상태로 준비한 후 혼합하여 제조하거나 일부 또는 모든 재료를 과상의 상태에서 혼합한 후 분쇄하여 제조하는 것을 특징으로 하는 콘크리트 결합재의 제조방법을 제공한다.

발명의 효과

- [0008] 본 발명에 따르면 다음과 같은 효과를 기대할 수 있다.
- [0009] 첫째, 본 발명은 $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ 의 탈탄산 반응으로 생성된 석회고토($\text{CaO} \cdot \text{MgO}$)를 잠재수경성 재료나 포졸란 재료에 혼합하여 결합재를 구성하기 때문에 본 발명에 따른 결합재는 석회고토에 의해 잠재수경성 재료나 포졸란 재료의 경화반응성이 향상되어 강도가 개선된 결합재가 된다. 특히 슬래그와 같은 잠재수경성 재료를 활용할 경우 같은 알칼리 자극제의 동시 사용으로 시멘트의 반응이 촉진되면서 유동성과 작업시간 확보에 부정적 영향이 있었는데, 본 발명에 따른 결합재는 통상의 알칼리 자극제 대신 석회고토의 이용으로 이러한 부정적 영향을 최소화하면서 강도 성능을 유리하게 개선할 수 있다.
- [0010] 둘째, 본 발명은 수경성 재료인 시멘트와 석회고토를 혼합하여 혼합시멘트로도 완성할 수 있다.
- [0011] 셋째, 본 발명에 따른 콘크리트 결합재는 슬래그, 플라이애시 등과 같은 잠재수경성 재료나 포졸란 재료의 강도 개선에 효과적이어서 초기강도 저하 등의 문제로 결합재 사용 비율에 제한이 있었던 잠재수경성 재료나 포졸란 재료의 사용 비율을 증대할 수 있다. 이로써 슬래그, 플라이애시 등과 같은 산업부산물을 적극 이용하는 대신 시멘트 사용량을 줄일 수 있기 때문에 경제성을 확보함과 아울러 시멘트 생산에 따른 환경문제를 개선할 수 있다.
- [0012] 넷째, 본 발명에 따른 콘크리트 결합재는 특히 초기강도 증진에 효과가 있기 때문에 건설 공사에 적용할 경우 콘크리트 부재의 소요강도를 조기에 확보할 수 있어 공기절감을 이룰 수 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] 본 발명은 시멘트와 같은 수경성 재료나 슬래그와 같은 잠재수경성 재료, 또는 플라이애시 등과 같은 포졸란 재료를 주재료로 하면서 $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ 의 탈탄산 반응 생성물인 석회고토($\text{CaO} \cdot \text{MgO}$)를 첨가 혼합한 콘크리트 결합재에 관한 것이다. 구체적으로 본 발명에 따른 콘크리트 결합재는, 수경성 재료, 잠재수경성 재료, 포졸란 재료 중에서 하나 이상 선택된 분체; $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ 의 탈탄산 반응에 의해 생성된 석회고토($\text{CaO} \cdot \text{MgO}$);를 포함하여 구성된다. 본 발명에서 콘크리트 결합재는 콘크리트는 물론 시멘트를 결합재로 사용하는 모든 경우에 시멘트를 대체하여 적용할 수 있으며, 가령 모르타르, 페이스트 등에도 적용 가능하다.
- [0014] 본 발명에서 분체는 시멘트 등과 같이 물과 직접 반응하여 경화하는 수경성 재료는 물론, 고로슬래그, 제강슬래그, 전기로슬래그와 같은 잠재수경성 재료, 플라이애시, 카울린 물질과 같이 포졸란 재료를 포함하며, 수경성 재료, 잠재수경성 재료, 포졸란 재료에서 1종이나 2종 이상이 선택될 수 있다.
- [0015] 본 발명에서 석회고토($\text{CaO} \cdot \text{MgO}$)는 본 발명이 결합재로 사용될 때 배합수에 용해되어 OH^- 이온을 생성하고 pH를 올리는 역할을 하는 것으로, 그 결과 수경성 내지 잠재수경성 재료와 포졸란 재료의 반응성을 향상시키게 된다. 석회고토는 $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ 가 탈탄산 반응하여 생성된 생성물인데, 여기서 $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ 는 CaCO_3 나 MgCO_3 가 90% 이상이고 특히 MgCO_3 함량이 5% 이상인 석회재료이면 되며, 가령 MgCO_3 를 함유한 석회석, 돌로마이트 등이 있다. 특히 돌로마이트는 국내에 많은 양이 매장되어 있는 것은 물론 시멘트 제조과정에서 생성되기도 하므로 돌로마이트의 적극적인 이용으로 비용절감을 이룰 수 있다. $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ 는 700~1400℃의 고온에서 소성하면 이산화탄소가 열분해되면서 탈탄산 반응이 이루어져 석회고토($\text{CaO} \cdot \text{MgO}$)를 얻을 수 있다.
- [0016] 석회고토($\text{CaO} \cdot \text{MgO}$)는 아래 (식1,2,3)와 같이 배합수에 용해되어 OH^- 이온을 생성하고 pH를 올린다. 특히 MgO 의 함유로 반응속도 조절과 강도 상승에 기여한다. 다시 말해 CaO 는 물과 만나면 바로 반응하여 적절한 작업시간의 확보가 어려운 반면 MgO 는 CaO 보다 다소 천천히 시멘트 재료와 비슷하게 반응하기 때문에 MgO 에 의해 시멘트 재료의 반응에 순응하는 반응속도로 조절할 수 있으며, 또한 MgO 의 Mg^{2+} 이온은 Ca^{2+} 보다 작고 시멘트 수화물의 간극에 충전될 수 있는 크기이므로 시멘트 수화물을 좀더 밀실하게 하여 강도 상승에 기여할 수 있다.



- [0019] (식 3) $Mg(OH)_2 \rightarrow Mg^{2+} + 2OH^-$
- [0020] 석회고토는 분체 100중량부에 0.03~5중량부가 바람직한데, 0.03중량부 미만이면 반응성 향상에 기여하지 못하여 강도 증진이 미미하며, 5중량부를 초과하면 과도한 반응 활성화로 인해 유동성이 저하되거나 작업시간이 지나치게 단축되기 쉽다.
- [0021] 나아가 본 발명에 따른 콘크리트 결합제는 알칼리 설페이트가 더 포함될 수 있다. 알칼리 설페이트는 배합수에 용해되어 알칼리는 OH^- 이온을 생성하고 pH를 올리는 역할을 하는 한편, 설페이트(SO_4^{2-}) 이온은 시멘트의 C_3A 와 반응하여 에트링자이트 생성에 기여함으로써 강도를 증진시키는 역할을 한다. 알칼리 설페이트는 M_2SO_4 (Na_2SO_4 , K_2SO_4 , Li_2SO_4 등), $MeSO_4$ ($CaSO_4$, $MgSO_4$ 등) 이면 적당하며, 가령 Na_2SO_4 는 아래 (식 4,5)와 같이 반응한다.
- [0022] (식 4) $Na_2SO_4 + H_2O \rightarrow 2Na^+ + SO_3^{2-} + 2OH^-$
- [0023] (식 5) $3CaO \cdot Al_2O_3 + 3CaSO_4 \cdot 2H_2O + 26H_2O \rightarrow 3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3CaSO_4 \cdot 32H_2O$
- [0024] 알칼리 설페이트는 분체 100중량부에 0.03~5중량부가 바람직한데, 0.03중량부 미만이면 반응성 향상에 기여하지 못하여 강도 증진이 미미하며, 5중량부를 초과하면 과도한 반응 활성화로 인해 유동성이 저하되거나 작업시간이 지나치게 단축되기 쉽고 경제성이 떨어진다.
- [0025] 한편 본 발명에 따른 콘크리트 결합제는 간단하게는 모든 재료를 분말 상태로 준비한 후 혼합하는 방법으로 제조할 수 있다(건식혼합). 즉 분체, 석회고토, 알칼리 설페이트를 분말 상태로 제조하여 단순 혼합하기만 하면 되는 것이다. 또한 일부 또는 모든 재료를 과상의 상태에서 혼합한 후 분쇄하는 방법으로도 제조할 수 있다. 분체, 석회고토, 알칼리 설페이트 중 하나 이상을 과상의 상태에서 혼합한 후 분쇄하는 것이다(혼합분쇄). 이 경우 분쇄 효율을 개선하기 위해 분쇄조제를 첨가 혼합하여 분쇄하거나 재료의 효과적인 분산을 통해 유동성을 개선하기 위해 분산제를 첨가 혼합하여 분쇄할 수 있다. 특히 과상의 슬래그를 활용하는 경우 혼합 후 분쇄하는 방법으로 제조하면 제조비용을 절감할 수 있다. 혼합분쇄 방법에서 분쇄기는 볼밀, 레이몬드 밀, 진동밀 등 무기재료 산업에서 사용되는 각종 분쇄기를 사용할 수 있으며, 제조 후 분말도가 3500~4500(cm^2/g)이 되도록 하는 것이 바람직하다.
- [0026] 상기와 같이 제조된 콘크리트 결합제는 분체로 시멘트가 포함되어 적용된다면 일종의 혼합시멘트가 되고, 분체로 시멘트를 제외하고 슬래그, 플라이애시, 카울린 등이 포함되어 적용된다면 일종의 혼화재가 된다. 이러한 혼합시멘트와 혼화재는 통상의 콘크리트(모르타르, 페이스트 등) 배합에서 시멘트를 대체하여 배합하면 된다.
- [0027] 이하에서는 실험예에 의거하여 본 발명을 상세히 살펴본다. 다만, 하기의 실험예는 본 발명을 예시하기 위한 것일 뿐이며, 본 발명의 범위가 이로써 한정되는 것은 아니다.
- [0028] [실험예] 결합제의 종류에 따른 콘크리트 특성
- [0029] 1. 콘크리트 결합제의 제조
- [0030] 아래 [표 1]과 같이 콘크리트 결합제를 제조하였다. 콘크리트 결합제 제조에 사용한 석회고토와 알칼리 설페이트는 아래 [표 2,3]과 같다.

표 1

콘크리트 결합제의 조성(중량부) 및 제조방법

[0031]

구분	분체	석회고토	알칼리 설페이트	제조 방법

DB1	고로슬래그 미분말(BS)	MgO · CaO	-	각 재료를 중량 개량하여 건식믹서로 혼합	
	100	2	-		
DB2	고로슬래그 미분말(BS)	MgO · CaO	Na ₂ SO ₄		
	100	2	1		
DBF1	고로슬래그 미분말(BS) + 플라이애쉬(F A)을 중량비 5:1로 혼합	MgO · CaO	-		
	100	2	-		
DBF2	고로슬래그 미분말(BS) + 플라이애쉬(F A)을 중량비 5:1로 혼합	MgO · CaO	Na ₂ SO ₄		
	100	2	1		
MB1	패상의 고로슬래그	MgO · CaO	-		각 재료를 중량 개량하여 분쇄기로 분쇄 혼합
	100	2	-		
MB2	패상의 고로슬래그	MgO · CaO	Na ₂ SO ₄		
	100	2	1		

표 2

석회고토의 특성

Chemical Composition (%)					Density (g/cm ³)	Blaine Specific Area (cm ² /g)
CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Ig. loss		
52.8	32.2	0.89	0.32	1.85	3.12	3,038

표 3

알칼리 설페이트의 특성

Na ₂ SO ₄ 함량	불용분	수분
> 99 %	< 0.05 %	< 0.2 %

2. 콘크리트 배합

아래 [표 4]과 같은 조성으로 콘크리트를 배합하였다. 콘크리트 배합에서 결합재와 골재는 아래 [표 4,5]와 같은 것을 사용했으며, 혼화제는 비중 1.11, 고형분량 23%의 폴리카르본산계 혼화제를 사용하였다. 그리고 아래 [표 7]과 같이 결합재의 구성을 다양하게 하면서 콘크리트 배합하였다.

표 4

콘크리트 배합

배합강도	W/C (%)	S/a (%)	단위 재료량(kg/m ³)				
			혼합수	결합재	잔골재	굵은골재	혼화제
27MPa	48.5	46.9	182	375	776	886	2.63

표 5

결합재 특성

구 분	시멘트	고로슬래그 미분말	플라이애쉬
밀도(g/)	3.15	2.90	2.22
분말도(cm ² /g)	3419	4272	3519

표 6

[0038]

골재 특성

구분	조립율 (F.M)	표건밀도 (g/)	흡수율 (%)
잔골재	2.82	2.59	0.78
굵은 골재	6.81	2.61	0.68

[0039]

표 7

구분	결합재의 구성비(wt%)									
	OPC	BS	FA	DB1	DB2	MB1	MB2	DBF1	DBF2	합계
비교예1	55	45	-	-	-	-	-	-	-	100
비교예2	40	60	-	-	-	-	-	-	-	100
실시예1	40	-	-	60	-	-	-	-	-	100
실시예2	40	-	-	-	60	-	-	-	-	100
실시예3	40	-	-	-	-	60	-	-	-	100
실시예4	40	-	-	-	-	-	60	-	-	100
비교예3	50	40	10	-	-	-	-	-	-	100
비교예4	40	50	10	-	-	-	-	-	-	100
실시예5	40	-	-	-	-	-	-	60	-	100
실시예6	40	-	-	-	-	-	-	-	60	100
실시예7	40	-	10	-	-	50	-	-	-	100
실시예8	40	-	10	-	-	-	50	-	-	100

[0040]

3. 콘크리트 특성

[0041]

상기와 같이 배합한 콘크리트에 대해 슬럼프, 공기량, 압축강도를 측정하였다. 콘크리트 실험은 강제식 믹서를 이용하여 콘크리트를 제조한 직후, 굳지 않은 상태에서 슬럼프(KS F 2402, 콘크리트의 슬럼프 시험 방법)와 공기량(KS F 2421, 압력법에 의한 굳지 않은 콘크리트의 공기량 시험 방법)을 측정하고, 60분 경과 후에 그 변화를 확인하기 위하여 재차 측정하였다. 이후 Ø100×200mm의 압축강도 시험용 시험체를 제작하여 재령에 따라 콘크리트에의 압축강도(KS F 2403, 콘크리트의 강도 시험용 공시체 제작 방법)를 측정하였다. 이상과 같은 시험 결과 아래 [표 8]과 같은 결과를 나타냈다.

[0042]

표 8
콘크리트 특성

구분	공기량(%)		슬럼프(mm)		압축강도(MPa)		
	초기	60분후	초기	60분후	3일	7일	28일
비교예1	5.8	4.7	180	155	14.3	23.6	30.3
비교예2	6.2	5.2	190	165	11.3	20.2	28.1
실시예1	5.9	5.1	195	165	14.6	24.1	31.3
실시예2	6.2	5.3	185	155	15.2	24.6	30.8
실시예3	6.4	5.3	190	165	13.6	25.6	35.0
실시예4	5.8	5.1	180	160	14.8	26.0	33.3
비교예3	4.8	3.9	190	175	13.8	21.9	28.5
비교예4	5.2	4.1	195	175	10.4	19.8	26.3
실시예5	5.3	3.9	200	180	13.4	22.5	29.3
실시예6	4.8	3.8	195	170	13.6	23.1	28.7
실시예7	4.8	3.7	195	165	12.8	22.8	30.8
실시예8	4.9	4.1	190	160	13.7	24.1	32.4

[0043]

비교예1,2와 실시예1~4는 결합재로 시멘트, 고로슬래그를 이용한 경우인데, 위의 [표 8]에서 보는 바와 같이 공기량, 슬럼프는 비교예와 실시예 사이에 큰 차이가 없는 것으로 확인된다. 그런데 시멘트 사용량이 같은 실시예 1~4와 비교예2를 비교해보면 비교예2에 비해 실시예1~4가 초기강도는 물론 28일 강도까지 강도발현이 우수한 것으로 확인되며, 나아가 실시예1~4는 시멘트의 사용량이 많은 비교예1에 비해서도 초기강도가 유사하고 28일 강

도는 오히려 다소 우수한 것으로 확인된다.

[0044]

비교예3~4와 실시예 5~8는 결합재로 시멘트, 고로슬래그 미분말, 플라이애시를 이용한 경우인데, 이의 경우도 공기량, 슬럼프는 비교예와 실시예 사이에 큰 차이가 없는 것으로 확인된다. 그리고 실시예5~8는 시멘트와 플라이애시의 사용량이 같은 비교예4에 비해 초기강도는 물론 28일 강도까지 강도발현이 우수하고, 또한 시멘트의 사용량이 많은 비교예3에 비해서도 초기강도가 유사하고 28일 강도는 오히려 다소 우수한 것으로 확인된다.

[0045]

위와 같은 결과에 따라 본 발명에 따른 콘크리트 결합재는 우수한 강도발현으로 유리하게 이용할 수 있을 것이다.