(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.[6]
C04B 7/02

(45) 공고일자 1999년05월01일
(11) 등록번호 10-0182591
(24) 등록일자 1998년12월11일

(21) 출원번호 10-1992-0703337
(22) 출원일자 1992년12월24일
번역문제출일자 1992년12월24일
(86) 국제출원번호 PCT/US 91/04139
(86) 국제출원일자 1991년06월18일
(81) 지정국 EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 리히텐슈타인 독일 덴마크 스페인 프랑스 영국 그리스 이탈리아 룩셈부르크 네덜란드 스웨덴
OA OAPI특허 : 베넹 부르키나파소 카메룬 중앙아프리카 차드 콩고 가봉 말리 모리타니 세네갈 토고
국내특허 : 오스트레일리아 바베이도스 불가리아 브라질 캐나다 핀란드 헝가리 일본 북한 대한민국 스리랑카 모나코 마다가스카르 말라위 노르웨이 루마니아 수단 러시아

(65) 공개번호 특1993-0701358
(43) 공개일자 1993년06월11일

(30) 우선권주장 543,262 1990년06월25일 미국(US)
(73) 특허권자 더 리전트 오브 더 유니버시티 오브 캘리포니아 칸다체 엘.보엘커
미합중국 캘리포니아주 94612 오클랜드 레이크사이드 드라이브 300
(72) 발명자 포빈더 케이. 메타
미합중국 캘리포니아주 94530 엘 세리토 파크 비스타 7419
(74) 대리인 최덕규, 조치훈, 이재민

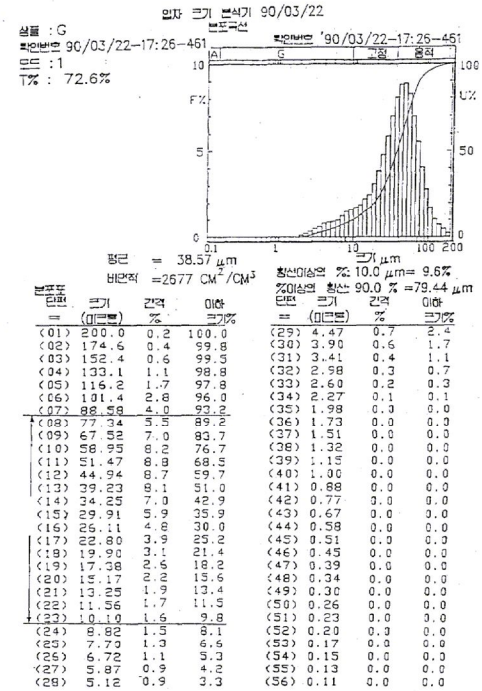
심사관 : 정상섭

(54) 규산질 회분을 포함하는 고내구성의 시멘트 제품

요약

본 발명은 적어도 5% 이상 내지 40%의 규산질의 곡식 잔류물 회분 및 시멘트 조성물을 포함하는 시멘트 혼합물 및 상기 혼합물을 포함하는 제품을 제공한다. 회분 입자들의 적어도 약 50%가 10 내지 75㎛ 크기 분포범위 내에 있고, 평균 직경은 6㎛ 이상이다. 본 발명은 또한 경화된 시멘트 제품의 투수성을 감소시키는 방법 및 플라이애쉬를 포함하는 콘크리트 혼합물의 초기 강도를 촉진시키는 방법을 제공한다.

대표도



명세서

[발명의 명칭]

규산질 회분을 포함하는 고내구성의 시멘트 제품

[발명의 분야]

본 발명은 포틀랜드 시멘트와 규산질 회분(siliceous ash)의 신규한 무수 혼합물에 관한 것이고, 신규한 시멘트 조성물에 관한 것이며, 경화된 시멘트 제품의 투수성을 감소시키는 방법에 관한 것이고, 그리고 콘크리트 혼합물의 초기 강도를 촉진시키는 방법에 관한 것이다. 특정 형태의 회분은 벼의 껍질 및 벼의 짚대 등과 같은 특정의 곡식 잔류물의 조절된 소각으로부터 얻을 수 있다. 이러한 회분은 실질적으로 비-결정질(무정형)상태의 실리카를 갖는 세포상 입자로 구성되며, 혼합된 수경 시멘트의 제조에서 포졸란성 물질(pozzolanic material)로서 사용되는 것으로 알려져 있다(1978년 8월 8일자로 포빈더 케이. 메타(Povindar K. Mehta)에 허여된 미합중국 특허 제 4,105,459호를 참조하시오). 수경 시멘트는 물과의 혼합시에 경화된 고체 덩어리로 되어 방수 제품을 형성하는 건조분말이다.

크리스토발라이트(cristobalite), 트리다이마이트(tridymite) 및 석영 등과 같은 결정질 형태의 실리카가 폐암 및 다른 심각한 호흡기 질병을 유발하는 것으로 알려져있기 때문에, 연방 및 주정부의 환경보호 당국은 상당한 양의 결정성 실리카를 포함하는 회분을 발생시키지 않는 소각에 의하여 벼의 껍질 및 벼의 짚대를 폐기하도록 하고있다. 그 결과로, 벼의 껍질을 소각하므로써 벼 껍질의 회분(rice hull ash : RHA)을 유효하게 생산할 뿐 아니라(대개 이는 회분에서 소각되지 않은 탄소가 10 중량% 이하로 고정된 것이다) 실질적으로 무정형 또는 비결정질의 실리카를 포함하는 물질을 생산하는 여러가지 디자인의 공업용 로(爐)가 공동 발전소(cogeneration plant)에서 사용되고 있다. 20 내지 30 중량%의 포틀랜드 시멘트와 70 내지 80 중량%의 회분을 포함하는 규산질 RHA와 혼합된 수경 시멘트가 미합중국 특허 제 4,105,459호에 기술되어 있다. 이들 혼합물에서 회분 입자들의 대부분은 대개 75㎛ 이상이다.

회분과 포틀랜드 시멘트를 합한 중량에 대해 대략 7.5 내지 15 중량%의 RHA의 초미세(ultra-fine)(즉, 1 내지 3㎛의 평균직경을 갖는 입자들)의 RHA 슬러리(slurry)로 이루어진 콘크리트 및 몰탈(mortar)조성물이 기술되어 있다(엘. 제이. 킨트(L. J, Kindt)에의 미합중국 특허 제 4,829,107호를 참조하시오). 이들 조성물들은 경화에 있어서 염화물의 투수성에서 뚜렷한 감소를 갖는 것으로 밝혀졌다. 그러나, 상기 킨트 특허는 또한 4㎛ 이상의 평균직경의 입자를 갖는 RHA를 포함하는 조성물들이 낮은 투수성을 나타내지 아니하고, 그리고 RHA를 포함하지 아니하는 몰탈 및 콘크리트와 동등한 염화물 투수성을 갖는다고 기술하고있다. 상기 킨트 특허에서 단지 혼합물(즉, 슬러리)을 기술하고, 그리고 특허청구하고 있음에도 불구하고, 상기 킨트 특허는 건조 분말 형태에서 4㎛ 또는 그 이하의 평균직경의 입자를 갖는 RHA를 기술하고 있다. 그러나 초미세 분쇄과정에서 발생되는 높은 표면 전하로 인하여, 상기 킨트 특허의 상기 분말은 응집되려는 경향을 가지며, 표준 혼합절차(ASTM C 192)를 사용하여 콘크리트 혼합물에 이러한 RHA를 건조한 형태로 가하는 경우에는 불균일한 분산을 나타낸다.

[발명의 간단한 요약]

본 발명의 하나의 관점은 곡식 잔류물 규산질 회분과 시멘트의 신규한 혼합물을 제공하는 것이다. 본 발명의 다른 관점은 곡식 잔류물 규산질 회분, 플라이애쉬 및 시멘트의 신규한 혼합물을 제공하는 것이다.

본 발명의 또다른 관점은 신규한 수경 시멘트 조성물을 제공하는 것이다.

본 발명의 또다른 관점은 곡식 잔류물 규산질 회분으로부터 제조되는, 고강도와 물 및 염화물 이온에 대한 낮은 투수성 또는 극히 낮은 투수성을 갖는 수경 시멘트 조성물을 제공하는 것이다.

본 발명의 또다른 관점은 시멘트 제품의 물 및 염화물 이온 투수성을 감소시키는 방법을 제공하는 것이다.

본 발명의 또다른 관점은 플라이애쉬를 포함하는 콘크리트 혼합물의 초기 강도를 촉진시키는 방법을 제공하는 것이다.

[도면의 간단한 설명]

제1도는 분쇄 RHA의 샘플의 입자크기분포 분석으로부터 얻어진 표 및 그래프 형태의 자료를 나타낸다.

제2도는 초미세분쇄 RHA의 샘플의 입자크기분포 분석으로부터 얻어진 표 및 프래프 형태의 자료를 나타낸다.

제3도는 염화물 투수성 시험에서 사용되는 표준 장치를 나타내는 계통적 도표이다.

제4도는 통상의 포틀랜드 시멘트의 입자크기분포 분석으로부터 얻어진 그래프 형태의 자료를 나타낸다(ASTM C 150, 타입 I 포틀랜드 시멘트).

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 벼의 껍질(벼의 외피라고도 함) 등과같은 곡식 잔류물의 소각으로부터 얻어지는 규산질 회분의 사용에 대하여 기술하고 있으며, 이는 시멘트 제품을 제조하는 무기질 첨가제로서 사용된다.

RILEM 위원회 73-SBC 보고서(Jour. of Structures and Materials January 1988, p.89)에 따르면, 무기질 첨가제라는 용어는 시멘트의 중량에 대해 5% 또는 그 이상의 양으로 사용되는, 자연의 물질 및 공업적 부산물 두가지 모두의 무기물질을 의미하는 것으로 사용된다. 무기질 첨가제는 포틀랜드 시멘트와 혼합 또는 혼합분쇄(intergrinding)되거나 또는 혼합 직전 또는 혼합중에 콘크리트에 직접 가해질 수 있다.

본 발명의 시멘트 조성물에서의 무기질 첨가제의 상한은 타입 I(PM) 및 타입 IP 혼합 수경 시멘트에 대

한 ASTM 표준규격 C 595 에 의하여 한정된다.

타입 I(PM)은 포틀랜드 시멘트 클링커(clinker)와 포졸란을 혼합분쇄하거나 또는 포틀랜드 시멘트와 미세하게 미분된 포졸란을 혼합하여 제조한 포졸란-변형 포틀랜드 시멘트이며, 여기에서 포졸란 함량은 포졸란-변형 포틀랜드 시멘트에 대해 15 중량% 이하이다. 포졸란은 주로 화학적으로 반응성인 규산질 또는 규산질과 알루미나질(aluminous)의 화합물로 이루어지며, 수분의 존재하에서 석회(수산화칼슘, $Ca(OH)_2$)와 반응하여 칼슘-실리케이트 수화물 및 칼슘-알루미네이트 수화물의 경화된 덩어리를 형성하는 무기물질이다.

타입 IP 는 포틀랜드 시멘트 클링커(clinker)와 포졸란을 혼합분쇄하거나 또는 포틀랜드 시멘트와 미세하게 미분된 포졸란을 혼합하여 제조한 포틀랜드-포졸란 시멘트이며, 여기에서 포졸란 함량은 포틀랜드-포졸란 시멘트의 15 내지 40 중량% 이내이다.

[콘크리트 투수성 감소]

본 발명에서 사용되는 규산질 벼 껍질 회분은 RILEM 73-SBC 보고서에서 기술된 바와같이 고 포졸란성 형태이다. 이 보고서에 따르면, 벼의 껍질의 조절된 소각이 높은 포졸란성에 필수적인 두가지 인자인 높은 표면적과 대부분이 비결정질 상태인 실리카를 갖는 세포상 생성물을 생성한다. 그러나, 3번 RHA와 같이 비교적 낮은 무정형의 어떠한 벼 껍질 회분 또한 본 발명에서 사용될 수 있다.

미합중국의 세개의 서로 다른 주에 위치하는 서로 다른 설계의 벼-껍질-연소로로부터 RHA의 무작위 샘플을 수집하였다(표 1 참조). 상기 회분중의 2가지, 즉 1번 RHA와 2번 RHA는 각각 4.9 및 5.5%의 탄소를 포함한다. 3번 RHA 35%의 탄소를 포함하는 것으로 밝혀졌다. X-선 회절분석에 의하여 1번 RHA와 2번 RHA는 각각 100%와 99%의 무정형 상태의 실리카를 포함하는 것으로 결정됐다. 정량적인 X-선 회절분석에 의하여 3번 RHA에는 90%의 무정형 상태의 실리카가 존재하며, 나머지는 크리스토발라이트의 형태로 존재한다고 추측되었다.

[표 1]

세개의 서로다른 공급원으로부터 얻은 벼 껍질 회분의 특성

	1번 RHA (루이지애나)	2번 RHA (텍사스)	3번 RHA (알칸사스)
화학적 조성			
SiO_2, %	91.3	93.0	62.5
Al_2O_3	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Fe_2O_3	< 0.1	< 0.1	< 0.1
CaO	0.5	0.3	0.2
K_2O	2.1	0.5	1.0
Na_2O	0.5	0.4	0.3
탄소 (강열감량으로)	4.9	5.5	35.0
실리카의 무기질 조성			
크리스토발라이트, %	U*	1	10
트리다이마이트, %	U*	U*	U*
석영, %	U*	U*	U*
무정형 실리카 (편차), %	100	99	90
입자크기분석			
입자 > 75㎛+, %	75	67	90
질소흡착에 의한 표면적, m^2/g	24.3	53.0	99.2

U*는 X-선 회절분석에 의하여 검출되지 않음을 의미한다.

+ 이는 경분쇄전의 입자들에 대한 200번 메쉬의 표준체상에서의 %잔류량이다.

표 1은 또한 세가지 회분들의 입자크기(즉, 유효직경)분석을 나타낸다.

각 회분에서의 입자들의 크기가 75㎛ 이상(200번 메쉬의 표준체상에서 67 내지 90%의 입자들이 잔류함)임에도 불구하고, 입자들의 세포상 특성(미합중국 특허 제4,105,459호에서 나타난 전형적인 주사전자현미경사진에 의해 증명된 바와같이)은 질소흡착기술(Monosorb Apparatus, Quantachrome Corp.)에 의해 결정된 바와 같이 높은 B.E.T. 표면적값(24.3 내지 99.2)으로 증명되었음을 주목하라. 표 1에 나타난 세가지 회분 모두는 미합중국 특허 제 4,105,459호에서 기술된 실리카로 확인되었으며, 이는 49 내지 98%의 실리카의 높은 무정형 형태를 포함(그 차이는 주로 잔류 탄소이다)하고, 그리고 질소흡착에 의하여 10 내지 100m^2/g B.E.T. 표면적을 갖는 회분(농경물질을 기원으로 하는)들을 포함한다. 혼합된 포틀랜스 시멘트는 표 1 에 나타난 세가지의 회분들 중의 하나의 회분을 실험실용 볼분쇄기(ball mill)에서 15분 동

안 경미하게 분쇄한 후, 20 내지 30 중량%의 타입 I 포틀랜드 시멘트(ASTM C 150 표준규격에 부합하는)와 70 내지 80 중량%의 회분을 혼합시켜 제조한다. 이러한 제법은 미합중국 특허 제 4,105,459호의 명세를 확인하는 만족할만한 셋팅 및 경화(강도)특성의 수경 시멘트를 생산한다.

혼합 시멘트들은 적당한 첨가제와 포틀랜드 시멘트 클링커를 함께 분쇄하거나 또는 포틀랜드 시멘트와 미세하게 분쇄된 첨가제를 혼합하므로써 제조된다. 표면적 및 반응성의 증가를 위하여 혼합 시멘트의 제조에 앞서 회분의 미세한 분쇄가 필수적인 것은 아니지만, 매우 큰 입자들(즉, 75㎛ 이상의 평균직경을 갖는 입자들)을 분쇄하기 위한 경분쇄조작이 보다 균질한 회분-포틀랜드 시멘트 혼합물을 제조하는데 유용하다고 여겨진다. 이러한 과정은 혼합분쇄에 의해 제조되는 혼합시멘트에서는 불필요한 것이다. 달리 표시하지는 않았지만, 본 발명에서 사용되고, 하기에서 기술된 회분들은 200번 메쉬의 체상에서의 습식 체분별에 의한 시험에서 대략 10%와 잔류물을 남기는 정도(즉, 경분쇄후에 입자의 대략 10%가 여전히 75㎛이상인 반면에 90%가 75㎛보다 작아지는 정도)로 경미하게 분쇄된 것이다. 1번 RHA의 경미하게 분쇄된 샘플의 전형적인 입자크기분석(샘플 G로 확인되는)을 제1도에 나타내었다. 제1도에서의 데이타는 입자의 89.3%가 77㎛크기보다 작고, 단지 입자의 9.7%가 10㎛크기이하임을 보여준다. 이는 입자의 80%가 10 내지 77㎛크기 범위내에 있음을 의미한다. 제1도, 제2도 및 제4도에서 나타낸 입자크기분석은 분산된 샘플의 레이저-광 산란을 이용하는 호리바장치 엘에이-500모델(Horiba Apparatus Model LA-500)로 수행하였다.

본 발명에서 기술된 실험에서 사용되는, 타입 I 포틀랜드 시멘트에 대한 ASTM C 150 요구조건을 만족하는 일반 포틀랜드 시멘트의 화학적 및 물리적 특성들을 표 2에 나타내었다. 본 발명의 콘크리트 혼합물을 만들기 위하여, 거친 골재로서 샌프란시스코만 지역에서 채취한 분쇄된 석회암 골재(1/2인치의 최대크기)를 사용하였고, 그리고 미세 골재로서 3.0의 미세도(fineness modulus)를 갖는 석영질 모래(quartzitic sand)를 사용하였다.

본 발명에서 사용되는 수경 시멘트 조성물이라는 용어는 시멘트, 물 그리고 미세한 및 거친 골재를 포함하는 모든 조성물, 그리고 경화된 고체 덩어리로 되는 모든 조성물을 의미하는 것이다. 시멘트 제품이라는 용어는 시멘트 반죽과는 다른, 수경 시멘트의 수화로부터 얻어지는 모든 경화된 제품을 의미하는 것이며, 경화된 콘크리트와 몰탈을 포함한다. 본 발명에서 사용되는 바와같이, 몰탈 제품은 시멘트, 미세 골재 그리고 물을 혼합하여 얻어지는 모든 시멘트 제품이고, 콘크리트 제품은 시멘트, 미세 골재 및 거친 골재 그리고 물을 혼합하여 얻어지는 모든 시멘트 제품이다.

[표 2]

포틀랜드 시멘트, 화학적 및 물리적 특성들

화학적 분석, %		물리적 특성	
SiO_2	22.03	블레인 공기-투과성	
Fe_2O_3	3.67	시험에 의한 표면공기	3350cm^2/g
Al_2O_3	4.03	비 중	3.15
CaO	65.19	초기셋팅시간	2시간 19분
MgO	0.88	최종셋팅시간	4시간 16분
SO_3	2.86	압축강도	
강열손실	0.98	ASTM C109 몰탈	
불용 잔류물	0.16	3 일	2623 psi
Na_2O	0.12	7 일	3711 psi
K_2O	0.2	28 일	5936 psi
전체 알칼리, Na_2O로서	0.25		

화합물 조성	백분율
C_3S	57.5
C_2S	19.8
C_3A	4.5
C_4AF	11.2

심각한 환경노출에 대한 내구성을 제공하기 위하여, 미합중국 콘크리트 협회(내구성에 대한 미합중국 콘크리트 위원회 201)는 0.4의 물/시멘트 비 이하의 콘크리트의 사용을 권장하고 있다. 펌핑(pumping)에 의한 콘크리트의 배치 및 고도로 강화된 구조물의 사용 등과같은 현대의 건축관행으로 인하여 높은 점도의 갓 제조한 콘크리트를 필요로하기 때문에, 대개 과가소화 혼합물(superplasticizing admixture)(즉, ASTM C 494 표준사양에 부합하는 F류의 광범위 물 감소제)을 혼합시키므로써 낮은 물/시멘트 비 및 높은 점도(대략 6 내지 10인치 슬럼프)의 조합이 이루어진다. 본 발명에서 기술한 모든 콘크리트에 상업적으

로 구입가능한 나프탈렌-술포네이트 타입 과가소화제(superplasticizer)를 사용하였다. 과가소화제는 40 중량%의 고체함량을 포함하는 수용액의 형태로 사용되었다.

고-강도 과가소화 콘크리트 혼합물의 혼합비는 8 내지 10 인치 슬럼프 및 9,000 내지 11,000 psi 강도범위(28 일에서의 압축강도)를 나타낸다.

실험실 시험에서는 28일에서의 압축강도에서 대략 9,000 psi를 달성하는데 필요한 0.34의 최대 물/시멘트 비 및 630 lb/yd의 최소 시멘트 함량을 필요로 한다는 것이 밝혀졌다. 유사하게, 28 일에서 대략 11,000 psi의 압축강도를 달성하기 위하여는 0.28의 물/시멘트 비 및 780 lb/yd의 시멘트 함량이 필요하다. 각각 660, 690 및 720 lb/yd의 시멘트 함량과 0,327, 0.31 그리고 0.30의 물/시멘트 비를 포함하는 중간 혼합물을 계획하였다. 이들 다섯가지의 포틀랜드 시멘트 콘크리트 혼합물의 특성들을 각각 5%, 10%, 15%, 20% 및 30%의 RHA를 함유하는 혼합 포틀랜드 시멘트로 만든 대응하는 콘크리트 혼합물과 비교하였다. 모든 경우에서 동일한 양의 과가소화제(1입방 야드의 콘크리트당 7 1/2리터)를 사용하였으며, 따라서 슬럼프는 7 내지 10 인치 사이에서 변화하였다. 5 내지 30%의 1번 RHA를 함유하는 혼합 RHA 시멘트를 포함하는, 대응하는 혼합물과 마찬가지로 다섯가지의 대조 콘크리트 혼합물의 각각에 대한 혼합비를 표 3에 나타내었다.

[표 3]

콘크리트의 혼합비

혼합번호	포틀랜드 시멘트	RHA lb/yd³	거친골재 lb/yd³	미세골재 lb/yd³	과가소화제 비커/yd³	물* lb/yd³	물/시멘트 비율
시험 A 대조 콘크리트	630	0	1820	1325	7.5	215	0.34
5%RHA**	600	30	1820	1325	7.5	215	0.34
시험 B 대조 콘크리트	600	0	1790	1325	7.5	215	0.327
10%RHA**	600	60	1790	1325	7.5	215	0.327
시험 C 대조 콘크리트	690	0	1760	1325	7.5	215	0.31
15%RHA**	600	90	1760	1325	7.5	215	0.31
시험 D 대조 콘크리트	720	0	1730	1325	7.5	215	0.30
20%RHA**	600	120	1730	1325	7.5	215	0.30
시험 E 대조 콘크리트	780	0	1670	1325	7.5	215	0.28
30%RHA**	600	180	1670	1325	7.5	215	0.28

** 상기한 양의 RHA를 포함하는 혼합 시멘트로 만든 콘크리트
* 이는 혼합용 물에 과가소화제내에 존재하는 물을 더한 것이다.

콘크리트 혼합물의 혼합(실시예 7에서 기술한 바와같은 RHA-U 로 만든 콘크리트 혼합물은 제외), 캐스팅(casting), 경화 및 특성의 시험에는 ASTM C 192 및 C 39에 의하여 주어진 바와같은 ASTM 표준 시험절차를 사용하였다. 3일, 7일 및 28일에서의 압축강도의 결정에는 4×8 인치의 원통형의 시편 3벌을 사용하였다. 28일의 표준 경화시킨, 4×8 인치의 콘크리트 시편은 또한 하기에서 기술한 바와같이 현재 콘크리트의 일반적인 내구성을 평가하기 위한 시험에 주로 사용되는 AASHTO T-277 방법에 의하여 염화물 이온에 대한 투수성을 시험하는데 사용되기도 하였다.

물에 대한 콘크리트의 투수성이 결빙 및 해빙의 반복, 황산염의 침해, 알칼리-응집물 침해 및 보강용 철의 부식등으로 인한 균열 등과같은 대부분의 콘크리트 약화의 과정에서 내구성을 결정하는 가장 중요한 특성임이 공통적으로 받아들여지고 있다. 물 투수성에 대한 시험은 매우 성가시고, 시간이 많이 드는 반면에, AASHTO T-277 방법에 따른 염화물 투수성 시험은 상당히 간단하고도 신속하다. 염화물 투수성 시험에서 얻어진 결과들과 물 투수성에 대한 시험에서 얻어진 결과들 사이에는 높은 상관관계가 있다(즉, 어떤 제품이 염화물에 대한 감소된 투수성을 갖는다면, 그 제품은 물에 대해서도 감소된 투수성을 갖는다). 포틀랜드 시멘트 협회의 디. 화이팅(D. Whiting)의 논문(1981년 8월 FHWA 보고서 제 RD-81/119)을 기초로 하는 AASHTO T-277 시험은 4인치 직경×2인치 두께의 콘크리트 원판을 통과하는 전류의 양을 관찰하는 것을 포함한다. 시험시편의 한쪽 끝을 3%의 염화나트륨 용액에 담그고(제3도를 참조), 다른 한쪽 끝은 3%의 수산화나트륨 용액에 담그었다. 이는 60 볼트의 직류 전압의 적용에 의한 염화물 이온의 시료를 가로지르는 이동을 가속시키는 것을 가능하게 한다. 6시간동안에 걸쳐 측정된 전체 전하는 콘크리트의 염화물 투수성과 관련된 것으로 가정된다.

이 시험에서, 4,000 쿨롱(coulomb) 이상을 허용하는 콘크리트는 높은 투수성으로 ; 2,000 쿨롱 이상 4,000 쿨롱 이하를 허용하는 콘크리트는 적당한 투수성으로 ; 1,000 쿨롱 이상 2,000 쿨롱 이하를 허용하는 콘크리트는 낮은 투수성으로 ; 그리고, 1,000 쿨롱 이하를 허용하는 콘크리트는 매우 낮은 투수성으로 등급이 매겨진다(1981년 8월, 보고서 번호 FHWA/RD-81/119, 127 페이지). AASHTO T-277 시험에서 통상의 포틀랜드 시멘트 콘크리트가 9,000 내지 12,000 쿨롱의 염화물 투수성을 나타냄을 주목하라. 미합중국 특허 제 4,829,107호에서 사용된 투수성 시험은 AASHTO T-277 시험을 변형한 것으로 기술되어있다. 불행히도 킨트에 허여된 미합중국 특허 제 4,829,107호에서 기술된 투수성시험 결과들이 오옴(ohm)으로 주어졌으며, 또한 상기 미합중국 특허 제 4,829,107호에서 사용된 그 시험방법을 충분히 설명하지 않았기 때문에, 상기 미합중국 특허 제 4,829,107호의 결과를 쿨롱으로 변환시키는것이 불가능하였으며, 그에 따라 미합중국 특허 제 4,829,107호의 투수성시험 결과를 하기 기술된 본 발명에서 얻은 투수성시

험 결과들과 정확하게 비교하는것이 불가능하였다.

상기 기술한 물질들 및 절차들을 사용하여 시험 A-E(표 3참조)의 콘크리트 혼합물의 특성을 표 4에 요약하였다. 압축강도와 투수성시험 데이타들이 3벌 측정의 평균값임을 주목하라. 갓 제조한 콘크리트의 특성과 경화된 콘크리트의 압축강도가 예측된다. 예컨데, 혼합 시멘트에서의 5 내지 30% RHA 치환범위에서는 3일 및 7일에서의 압축강도가 대조 콘크리트로부터의 명백한 차이가 없으나, 28일에서의 강도는 7 내지 28일의 기간동안의 RHA의 포졸란성 반응의 결과로 어느 정도 높아지는 경향이 있다.

AASHTO 방법 T-277에 따른 투수성의 시험과정 동안에 5% 이상의 RHA를 포함하는 혼합 시멘트를 포함하는 콘크리트의 투수성에서 매우 심한 저하가 관찰되었다. 하기의 실시예들에서 본 발명을 충분히 나타낸다.

[표 4]

1번 RHA를 포함하는 혼합 시멘트를 포함하는 콘크리트 혼합물의 특성

	시험 A		시험 B		시험 C		시험 D		시험 E	
특 성	대조 콘크리트	혼합 시멘트 콘크리트 (5%)	대조 콘크리트	혼합 시멘트 콘크리트 (10%)	대조 콘크리트	혼합 시멘트 콘크리트 (15%)	대조 콘크리트	혼합 시멘트 콘크리트 (20%)	대조 콘크리트	혼합 시멘트 콘크리트 (30%)
갓 제조한 콘크리트										
슬럼프, 인치	7.5	9.0	8.0	9.0	9.5	7.0	9.0	8.5	8.5	9.0
공기 함량, %	1.5	1.5	1.0	1.5	1.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.0
단위 중량, lb/ft^3	153	152	154	154	155	154	156	155	155	153
경화된 콘크리트										
압축강도, ksi										
3 일	5.9	6.0	6.7	6.3	7.1	6.7	7.0	6.8	7.6	6.5
7 일	8.2	8.1	8.4	8.4	8.9	9.0	9.3	9.7	9.7	9.0
28 일	9.6	10.4	9.7	11.5	9.9	11.9	10.5	12.0	11.0	11.2
28일 투수성 시험 통과한 쿨롱 : 등급 :	37×10^2 중간	37×10^2 중간	37×10^2 중간	12.5×10^2 낮음	32.6×10^2 중간	8.7×10^2 매우낮음	30×10^2 중간	3.9×10^2 매우낮음	29.0×10^2 중간	3.0×10^2 매우낮음

[실시예 1]

시험 A로부터의 결과들(표 4참조)은 5%의 RHA를 함유하는 혼합 시멘트로부터 제조한 콘크리트의 압축강도 및 염화물 투수성이 대조 포틀랜드 시멘트 콘크리트와의 비교에서 어느정도 영향이 있음을 나타내고 있다. 그러나, 시험 B는 대조 포틀랜드 시멘트 콘크리트와 비교할 때 10%의 RHA를 포함하는 혼합 시멘트로 제조한 콘크리트의 28일 후의 압축강도가 대략 18% 증가하는 반면에, 그 투수성은 대조 투수성의 거의 1/3로 떨어지며(3,500 에서 1,250 쿨롱으로), 이는 중간으로부터 낮은 콘크리트 투수성 등급으로 개선된 것이다(표 4참조).

[실시예 2]

시험 C는 대조 포틀랜드 시멘트 콘크리트와 비교할 때 15%의 RHA를 포함하는 혼합 시멘트로 제조한 콘크리트의 28일 후의 압축강도가 대략 20% 증가하는 반면에, 그 투수성은 거의 1/4로 떨어지며(3,260 에서 870 쿨롱으로), 이는 중간으로부터 매우 낮은 투수성 등급으로 개선된 것이다(표 4참조).

[실시예 3]

시험 D는 20%의 DHA를 포함하는 혼합 시멘트로 제조한 콘크리트의 28일 후의 압축강도가 대략 14% 증가하는 반면에, 그 투수성은 거의 1/8으로 떨어지며(3,000 에서 390 쿨롱으로), 이는 중간에서 매우 낮은 투수성 등급으로 개선된 것이다.

[실시예 4]

시험 E는 대조 포틀랜드 시멘트 콘크리트와 비교할 때 30%의 RHA를 포함하는 혼합 시멘트로 제조한 콘크리트의 28일 후의 압축강도가 대략 2% 증가한 반면에, 그 투수성은 거의 동일한 양으로 떨어졌다(2,900 에서 300 쿨롱으로). 시험 A -E들과 비교되는 다른 시험이 40%의 1번 RHA를 포함하는 혼합 시멘트로 제조된 콘크리트에 대하여 수행되었다. 그 결과 28일에서의 상기 콘크리트의 압축강도는 11.1 ksi 이며, 염화물 투수성은 1,165 쿨롱이다.

[실시예 5]

RHA를 포함하는 혼합 시멘트의 사용으로 얻어지는 콘크리트의 불투수성에서의 뚜렷한 개선이 RHA의 특유의 시료(즉, 1번 RHA)를 포함하는 시멘트에 한정되는 것이 아님을 확인하기 위하여, 2번 RHA과 3번 RHA를 포함하는 혼합 시멘트로 열도의 시험들을 수행하였다. 이를 위하여는, 단지 하나의 시험샘플, 예를들면, 표 3의 시험 B에서 사용된 콘크리트 혼합물을 조사하는 것으로 충분하다. 따라서, 시험 B(표 3)의 물질 및 혼합비를 사용하여 시험 F에서 2번 RHA 또는 3번 RHA 두가지의 혼합 시멘트로 두가지 별도의 콘크리트 혼합물을 제조하였다. 보다 균질한 제품을 얻기 위하여, 세가지 회분 모두를 경미하게 분쇄하여 200번 메쉬의 표준체(75㎛)상에 대략 10% 잔류물이 남도록 한다.(즉, 입자들의 10%가 75㎛ 보다 크고, 그리고 90%가 보다 작다.) 세가지 서로 다른 품종들을 포함하는 혼합 시멘트로 만든 콘크리트의 특성들

을 표 5에 비교하였다. 투수성을 포함하는 경화된 콘크리트와 마찬가지로, 갓 제조한 콘크리트의 특성들이 1번 RHA 대신 2번 RHA 또는 3번 RHA의 치환에 의하여 분명하게 영향을 받지 않음을 표 5에 나타내었다. AASHTO시험에 대한 추천되는 명세에 따른 중간의 투수성 등급인, 대조 콘크리트 혼합물(3,500 쿨롱)과 비교하여 서로 다른 타입의 10% RHA를 포함하는 세가지 혼합 시멘트들 모두는 낮은 투수성 등급(1,000 내지 2,000 쿨롱)을 가짐을 주목하라. 따라서, RHA의 낮은 백분율을 포함하는 혼합 시멘트의 사용으로부터 얻어지는 콘크리트 혼합물에서의 불투수성 개선의 잇점이 1번 RHA를 포함하는 시멘트에 제한되는 것은 아니며 ; 실제로, 이러한 잇점은 경미하게 분쇄된 것으로 기술된 이들 1번 RHA, 2번 RHA 그리고 3번 RHA를 포함하는 물리적-화학적 특성들의 넓은 범위를 갖는 RHA타입이 가능하다(여러가지 RHA의 조성물에 대하여는 표 1을 참조하시오).

[표 5]

서로다른 형태의 10%*RHA*를 포함하는 혼합 시멘트로 만든 콘크리트의 특성들의 비교

	시험 B		시험 F	
특성	대조 콘크리트	혼합시멘트 콘크리트 (1번 RHA)	혼합시멘트 콘크리트 (2번 RHA)	혼합시멘트 콘크리트 (3번 RHA)
갓 제조한 콘크리트				
슬럼프, 인치	8.0	9.0	8.0	7.5
공기 함량, %	1.0	1.5	1.0	1.0
단위 중량, lb/yd³	154	154	154	154
경화된 콘크리트				
압축강도, ksi				
3 일	6.7	6.3	6.3	5.5
7 일	8.4	8.4	8.7	8.6
28 일	9.7	11.5	11.4	11.0
28 일 경과후 통과된 쿨롱	35 X 10²	12.5 X 10²	11.5 X 10²	17.5 X 10²

[실시예 6]

ASTM F류 플라이애쉬는 현재 미합중국내에서 가장 널리 사용되는 포졸란성 혼합물이지만, 이는 무정형 RHA 보다 반응성이 낮으며, 고강도 및 불투수성을 나타내기 위하여는 28일 보다 실질적으로 더욱 긴 경화기간을 갖는 것으로 알려져 있다. 이 실시예는 어떻게 플라이애쉬의 RHA로의 부분적인 치환이 28일에서의 콘크리트의 불투수성에서 급격한 개선을 이루는지를 설명하고 있다. 675 lb/yd의 물을 포함하는 대조 콘크리트 혼합물의 특성을 시멘트의 중량에 대해 20%의 플라이애쉬 첨가제(즉, 135 lb/yd플라이애쉬) 또는 10%의 F류 플라이애쉬 및 10%의 RHA(각각 67.5 lb의 F류 플라이애쉬와 1번 RHA를 포함하는, 대응하는 혼합물과 비교하였다. 이 실시예에서 사용된 모든 플라이애쉬는 F류 플라이애쉬의 ASTM C 595의 물리적 및 화학적 요구조건들에 부합한다. 28일에서의 압축강도 및 투수성 시험 데이터들은 하기와 같다 :

콘크리트 혼합물	압축강도, ksi	투수성, 쿨롱
대조 콘크리트	8.7	2,930
20 % 플라이애쉬 첨가	8.4	2,270
10 % 플라이애쉬 + 10 % RHA	9.6	4,500

이 데이타는 콘크리트에서 20%의 F류 플라이애쉬만을 사용하는 것이 28일에서의 콘크리트의 압축강도 및 투수성의 명백한 변화를 나타내지 않음을 보여주고 있다. 대조 콘크리트 및 RHA를 제외한 플라이애쉬를 포함하는 투수성 등급은 중간 정도의 투수가능이다. 10%의 플라이애쉬와 10%의 RHA의 첨가가 강도에서 단지 10%가 증가하는 반면에, 이는 대조 콘크리트에 의하여 얻어진 값의 대략 1/7, 그리고 플라이애쉬만을 포함하는 콘크리트에 의하여 얻어진 값의 1/5의 통과되는 쿨롱을 감소시킨다. 10%의 플라이애쉬와 10%의 RHA를 포함하는 플라이애쉬-RHA 혼합물을 사용하는 높은 투수성의 콘크리트를 만드는 방법을 제공

한다. 그러나, 표 4에 나타난 바와같이, RHA만을 사용한 때의 매우 낮은 투수성 등급을 얻기 위해서는 시멘트의 대략 15% 내지 그 이상의 RHA를 필요로 한다. 무기질 혼합물로서 이미 플라이애쉬를 포함하는 콘크리트에 대한 포틀랜드-RHA 중량의 10%의 RHA의 부가로부터 얻어지는 포틀랜드 시멘트 콘크리트의 개선된 특성들은 순수한 포틀랜드 시멘트 대신에 ASTM C 595에 의해 규정된 바와같은, 포졸란성 또는 시멘트질 혼합물을 포함하는 혼합된 타입 IP 또는 타입 I(PM))시멘트가 사용될 경우에서도 얻어질 수 있다. 증가된 압축강도 및 낮은 또는 매우 낮은 투수성을 얻기 위하여 순수한 포틀랜드 시멘트(ASTM C 150)를 사용하는 것이 필수적인 것은 아니다. 순수한 포틀랜드 시멘트 대신으로 타입 IP 또는 타입 I(PM)혼합 수경 시멘트를 사용하여도 유사한 결과들을 얻을 수 있다.

[실시예 7]

이 실시예는 본 발명에 포함되는 RHA의 입자크기 범위를 나타내고 있다. 이 시험에 대해서, 1번 RHA가 하기에 기술된 바와같은 서로 다른 세가지 입자크기가 사용되었다 :

(샘플 L) : 전체 샘플에서 이미-인정된 조건에서의 입자들의 75%가 75㎛ 이상이고, 표면적이 B.E.T. 질소흡착에 의하여 24.3 m^2/g 이다.

(샘플 G) : 이는 샘플 L을 경미하게 분쇄하여 입자 등의 80%가 10 내지 77㎛의 범위 이내가 되도록 하고, 평균입자직경이 38㎛가 되도록 제조한 것이다(전체 입자크기분석에 대하여는 제1도를 참조하시오). 질소흡착에 의한 B.E.T. 표면적은 25.5 m^2/g 이며, 이는 경미한 분쇄가 표면적에 매우 작게 영향을 미치거나 또는 거의 영향을 미치지 않음을 나타낸다. 상기 언급된 바와같이, 기술된 시험들의 대부분(예를들면, 시험 A-E)은 이러한 RHA(즉, 경미하게 분쇄된 1번 RHA)로 실시되었다.

(샘플 U) : 이는 입자들의 80%가 1 내지 6㎛ 범위이내이고, 평균입자 직경이 대략 3㎛ 가 되도록 초미세가 되도록 분쇄한 회분이다(전체 입자 크기분석에 대하여는 제2도를 참조하시오).

질소흡착에 의한 샘플의 B.E.T. 표면적은 26.5 m^2/g 이고, 이는 표면의 대부분이 물질의 세포상 구조로 존재하기 때문에 RHA의 분쇄가 표면적에 매우 작게 영향을 미치거나 또는 거의 영향을 미치지 않음을 나타낸다. 초미세 분쇄에 의하여 발달된 높은 표면전하로 인하여, 분말은 응집하려는 경향을 가진다. 표준 혼합절차(ASTM C 192)를 사용하여 건조분말형태의 이러한 회분을 콘크리트 혼합물내로 혼입시키는 것은 이 물질이 균일하게 분산되지 않기 때문에 어렵다. 그 결과로, RHA-U를 포함하는 콘크리트 구조의 혼합절차는 하기와 같이 변형되었다. 혼합용수 및 콘크리트 혼합물에서의 사용에 대해 특정화된 과가소화제를 사용하여 우선 회분을 슬러리의 형태로 분산시킨다. 혼합조작 동안에 상기 슬러리에 포틀랜드 시멘트, 미세 골재 및 거친 골재를 가한다.

서로 다른 세가지 입자크기 L, G 및 U의 1번 RHA를 10% 포함하는 혼합 시멘트로 시험 B의 혼합기(표 3참조)를 갖는 콘크리트 혼합물을 만들었다.

그 결과, 28일에서의 압축강도 및 투수성 시험 데이타를 표 6에 나타내었다.

[표 6]

콘크리트 혼합물	압축강도, ksi	투수성, 쿨롱
대조 콘크리트	9.7	3,500
10 % RHA - L	9.9	3,300
10 % RHA - G	11.5	1,250
10 % RHA - U	12.0	880

상기 데이타는 매우 큰 입자들을 포함하는 이미-수용된 RHA(예를들어 샘플 L, 여기에서는 입자들의 75%가 75㎛ 보다 크다)의 사용이 강도 및 불투수성 등과같은 혼합 시멘트 콘크리트 특성에서 어떠한 개선도 얻을 수 없다. 이는 콘크리트 혼합물내에서의 RHA의 균일한 분포의 결함에 기인하는 것이다. 대조 콘크리트와 비교할 때, 경미하게 분쇄한 RHA(샘플 G) 및 초미세 분쇄한 RHA(샘플 U)를 포함하는 혼합 시멘트 제품들은 압축강도에서 비교적 적은 증가(각각 19% 및 23%)를 나타낸다. 그러나, 이들은 불투수성에서 극적인 개선을 나타낸다. 예를들어 AASHTO T-277 시험에서 통과한 쿨롱은 각각 대략 1/3 및 1/4로 감소(즉, 투수성 등급이 중간에서 낮은 또는 매우 낮은 결과가 됨)되었다. RHA의 미세입자를 포함하는 혼합 시멘트로 만든 콘크리트의 보다 나은 균일성은 투수성 감소에서 중요하다. 그러나, 상기 데이타로부터 샘플 U에 의해 대표되는 타입의 초미세 분쇄가 필요치 않음이 명백하다. 대부분의 실제적인 목적에 대해서, 낮은 투수성의 등급은 우수한 콘크리트 내수성에 충분한 것이며, 880 내지 1,250 쿨롱의 염화물 투수성을 갖는 콘크리트의 필드 퍼포먼스(field performance)는 다른것과 극히 다른것으로는 여겨지지 않는다.

본 발명에서 사용된 포졸란성 RHA의 형태는 20 내지 100m/g의 질소흡착에 의한 B.E.T. 표면적, 35% 이상의 탄소함량 및 10% 이상이 결정성인 60 내지 95%의 실리카 등과같은 물리적-화학적 특성들의 광범한 범위로 확정된다. 시험 A-F 등에서 기술된 혼합 시멘트내에서의 RHA의 원하는 입자크기 분포범위가 전형적인 ASTM 타입 I 포틀랜드 시멘트(제4도 참조)와 크게 다르지 않기 때문에, 포틀랜드-RHA 시멘트의 혼합분쇄에서 RHA 입자들의 크기범위는 제4도에 나타낸 포틀랜트 시멘트 크기범위와 유사한 것으로 여겨진다. 시험 B-F 에서의 특성들과 같은 시멘트 제품의 독특한 특성들(즉, 혼합 시멘트에서 10 내지 40%의 RHA의 혼합으로부터 얻어지는 낮은 또는 매우 낮은 투수성을 가짐)은 입자들이 10 내지 75㎛의 범위내의

입자크기 분포에 적합한 넓은 범위의 입자들을 갖는 회분들의 사용으로 달성될 수 있다.

[콘크리트 초기 강도의 촉진]

플라이애쉬를 포함하는 콘크리트 혼합물의 초기 강도는 RHA의 부가에 의해 촉진된다.

[실시예 8]

ASTM 타입 I 표준 포틀랜드 시멘트, 석영질 모래(3.0의 미세율) 및 1/2 인치(12㎜)의 최대크기를 갖는 분쇄한 석회암을 사용하여 대조(비교)콘크리트를 제조하였다. 시험 혼합물에서 사용된 포졸란은 ASTM F류 플라이애쉬 및 90% 실리카 함량을 갖는 무정형의 쌀 껍질 회분, 5% 탄소함량 및 20㎡/g B.E.T. 표면적을 포함한다. 상기 회분은 10% 이하의 75㎛ 크기 이상의 입자들을 포함하도록 분쇄한다.

적절한 규정-중량 콘크리트 혼합물에 대한 ACI 지침들이 fc=4,000-psi(27 MPa) 및 5 내지 6인치(125 내지 150㎜ 슬럼프)를 갖는 콘크리트의 혼합비율을 결정하는데 사용하였다. 대조 혼합물(혼합번호 1)의 혼합비를 표 7의 좌측란에 나타내었다. 표 7의 중간란(혼합번호 2)은 시멘트의 부분치환으로 사용된, 시멘트에 대한 20 중량%의 플라이애쉬를 포함하는 시험 혼합물의 혼합비를 나타낸다. 우측란(혼합번호 3)은 다른 시험 혼합물의 혼합비율을 나타내며, 이는 10%의 플라이애쉬와 10%의 분쇄한 쌀의 껍질 회분을 포함한다.

[표 7]

콘크리트 혼합물의 혼합비, lb/yd^3 (kg/m^3)

물질	혼합번호 1	혼합번호 2	혼합번호 3
시멘트	613 (362)	500 (297)	500 (297)
플라이애쉬	-	124 (74)	62 (37)
쌀껍질회분	-	-	62 (37)
거친 골재	1840 (1092)	1860 (1104)	1880 (1115)
미세 골재	1250 (742)	1239 (730)	1240 (724)
물	323 (192)	305 (181)	324 (192)
물/시멘트질 비	0.53	0.49	0.52

모든 콘크리트 혼합물은 우수한 작업성을 나타낸다. 플라이애쉬의 물-감소 특성은 유사한 슬럼프(6인치 또는 150㎜)를 얻기 위하여 필요한 대략 6% 이하의 물함량의 대조 혼합물과 비교하는 사실로부터 명백해진다. 이러한 콘크리트가 대조 콘크리트보다 점착성이고, 작업성이 우수한 것으로 밝혀졌음에도 불구하고, 쌀의 껍질 회분의 매우 높은 내부표면(internal surface)는 3번 혼합물이 대조 혼합물과 유사한 물함량에서 낮은 슬럼프(6인치 대신으로 5인치)를 나타내는 것으로 여겨진다.

혼합, 캐스팅 및 경화 콘크리트에 ASTM 표준 시험절차들을 사용하였다.

원통형의, 4×8인치(100×200㎜)의 시료를 제조하여 3일, 7일 및 28일의 시험기간에서 콘크리트의 단축(單軸)의 압축강도를 시험하였다. 3벌의 시료의 평균인, 압축강도 데이타를 표 8에 나타내었다.

[표 8]

콘크리트 혼합물의 압축강도, psi (MPa)

시험기간	혼합번호 1	혼합번호 2	혼합번호 3
3 일	1,720 (11.9)	1,310 (9.0)	1,510 (10.4)
7 일	2,930 (20.2)	2,390 (16.5)	2,530 (17.4)
28 일	4,850 (33.4)	4,060 (28.0)	4,320 (29.8)

대조 혼합물과 비교하여, 단지 플라이애쉬만을 포함하는 콘크리트 혼합물은 대조 혼합물보다 초기기간(3

일, 7일)에서 대략 20% 낮은 압축강도를 나타낸다. 28일에서 상기 강도차이가 어느정도 낮아졌으며(17%), 이는 느린 포졸란성 반응의 영향을 나타낸다. 이는 많은 연구자들의 선행 관측과도 일치하는 것이다. 혼합번호 2(플라이애쉬만을 함유)와 비교하여, 플라이애쉬 및 쌀의 껍질 회분을 함유하는 콘크리트(혼합번호 3)의 압축강도는 모든 시험기간에서 명백하게 높은 것으로 밝혀졌다. 플라이애쉬 콘크리트에서의 17 내지 20%의 낮은 강도 대신으로 혼합번호 3의 콘크리트의 강도는 모든 시험기간에서 대조 콘크리트 보다 단지 10 내지 12% 낮다.

따라서, 쌀의 껍질 회분은 포졸란으로서 플라이애쉬만의 사용에 기인하는 초기-기간에서의 강도 손실의 일부를 보충하는데 효과적이다.

[공업적 적용]

본 발명에서 사용된 RHA의 불투수성-개선 및 초기 강도촉진 특성에 기인하여, RHA는 시멘트 및 콘크리트 공업에서 가치있는 물질이 될 수 있는 잠재성이 있다. 이는 혼합 포틀랜드 시멘트를 제조하기 위한 포졸란성 첨가제 또는 콘크리트 혼합물에의 직접 첨가를 위한 무수 포졸란성 첨가제가 될 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

골재(aggregate) 및 물을 첨가하여 콘크리트 제품을 제조하기 위한 조성물로서, 적어도 하나 이상의 시멘트; 및, 상기 시멘트에 대하여 곡식 잔류물로부터 얻어지는 약 5 내지 약 30중량%의 규산질 회분; 으로 필수적으로 구성되고, 상기 회분은 약 60 내지 약 95중량%의 실리카를 포함하고, 상기 실리카중 적어도 90% 이상이 무정형이며, 적어도 약 75% 이상의 회분 입자의 크기는 약 4 내지 약 75 마이크로미터 범위 내에 있고, 레이저-광 산란에 의해 측정된 상기 회분 입자의 평균 입자 직경은 적어도 6 마이크로미터 이상이고, B.E.T. 표면적은 적어도 20m^2/g 이상이고, 상기 조성물에 물과 골재를 첨가하여 생성되는 콘크리트 제품의 28일 압축강도는 적어도 2500psi 이상이고, AASHTO T-277에 따라 측정된 염화물 투수성은 약 2000쿨롱 이하인 것을 특징으로 하는 건비빔(dry mix) 조성물.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 회분 입자의 평균 입자 직경이 약 8 내지 약 38 마이크로미터인 것을 특징으로 하는 조성물.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 곡식 잔류물이 벼의 껄질(rice hull)인 것을 특징으로 하는 조성물.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 시멘트가 포틀랜드 시멘트 및 블렌드된 포틀랜드 시멘트로 이루어진 군으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 조성물.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 시멘트가 타입 I 포틀랜드 시멘트인 것을 특징으로 하는 조성물.

청구항 6

제4항에 있어서, 상기 시멘트가 타입 IP 및 타입 I(PM)으로 이루어진 군으로부터 선택된 블렌드된 포틀랜드 시멘트인 것을 특징으로 하는 조성물.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 시멘트가 포틀랜드-포졸란 시멘트에 대하여 약 5 내지 25 중량%의 포졸란을 포함하는 것을 특징으로 하는 조성물.

청구항 8

제2항에 있어서, 상기 회분 입자의 평균 입자 직경이 약 8 내지 약 15 마이크로미터인 것을 특징으로 하는 조성물.

청구항 9

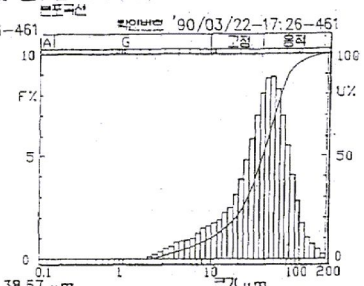
제1항에 있어서, 상기 조성물이 시멘트에 대하여 곡식 잔류물로부터 얻어지는 약 10 내지 30 중량%의 규산질 회분을 포함하는 것을 특징으로 하는 조성물.

도면

도면1

입자 크기 분석기 90/03/22

샘플 : G
확인번호 90/03/22-17:26-461
모드 : 1
T% : 72.6%



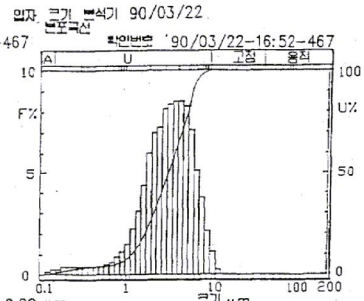
평균 = 38.57 μm
비면적 =2677 CM^2/CM^3
참산이상의 %: 10.0 μm= 9.6%
%이상의 참산 90.0 % =79.44 μm

분포표 단편 =	크기 (미크론)	간격 %	이하 크기%	단편 =	크기 (미크론)	간격 %	이하 크기%
(01)	200.0	0.2	100.0	(29)	4.47	0.7	2.4
(02)	174.6	0.4	99.8	(30)	3.90	0.6	1.7
(03)	152.4	0.6	99.5	(31)	3.41	0.4	1.1
(04)	133.1	1.1	98.8	(32)	2.98	0.3	0.7
(05)	116.2	1.7	97.8	(33)	2.60	0.2	0.3
(06)	101.4	2.8	96.0	(34)	2.27	0.1	0.1
(07)	88.58	4.0	93.2	(35)	1.98	0.0	0.0
(08)	77.34	5.5	89.2	(36)	1.73	0.0	0.0
(09)	67.52	7.0	83.7	(37)	1.51	0.0	0.0
(10)	58.95	8.2	76.7	(38)	1.32	0.0	0.0
(11)	51.47	8.8	68.5	(39)	1.15	0.0	0.0
(12)	44.94	8.7	59.7	(40)	1.00	0.0	0.0
(13)	39.23	8.1	51.0	(41)	0.88	0.0	0.0
(14)	34.25	7.0	42.9	(42)	0.77	0.0	0.0
(15)	29.91	5.9	35.9	(43)	0.67	0.0	0.0
(16)	26.11	4.8	30.0	(44)	0.58	0.0	0.0
(17)	22.80	3.9	25.2	(45)	0.51	0.0	0.0
(18)	19.90	3.1	21.4	(46)	0.45	0.0	0.0
(19)	17.38	2.6	18.2	(47)	0.39	0.0	0.0
(20)	15.17	2.2	15.6	(48)	0.34	0.0	0.0
(21)	13.25	1.9	13.4	(49)	0.30	0.0	0.0
(22)	11.56	1.7	11.5	(50)	0.26	0.0	0.0
(23)	10.10	1.6	9.8	(51)	0.23	0.0	0.0
(24)	8.82	1.5	8.1	(52)	0.20	0.0	0.0
(25)	7.70	1.3	6.6	(53)	0.17	0.0	0.0
(26)	6.72	1.1	5.3	(54)	0.15	0.0	0.0
(27)	5.87	0.9	4.2	(55)	0.13	0.0	0.0
(28)	5.12	0.9	3.3	(56)	0.11	0.0	0.0

도면2

입자 크기 분석기 90/03/22

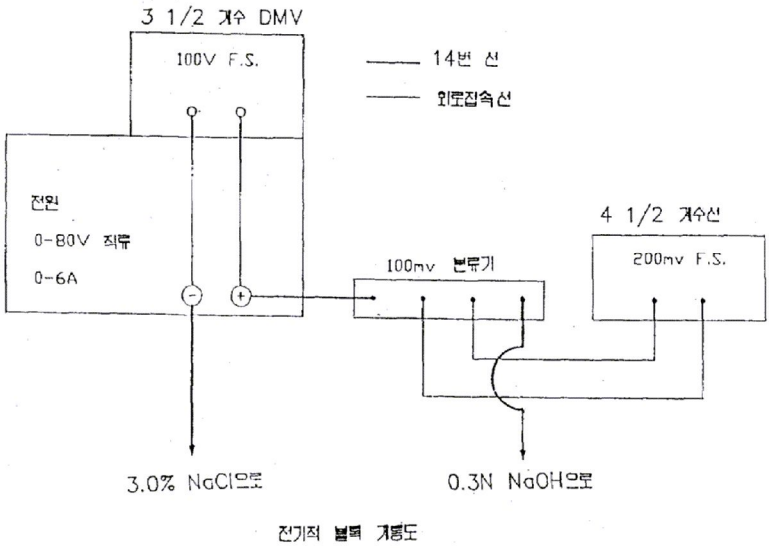
샘플 : U
확인번호 90/03/22-16:52-467
모드 :1
T% : 79.5%



평균 = 2.80 μm
비면적 =32235 CM^2/CM^3
참산이상의 %: 10.0 μm=99.7%
%이상의 참산 90.0 %= 5.58μm

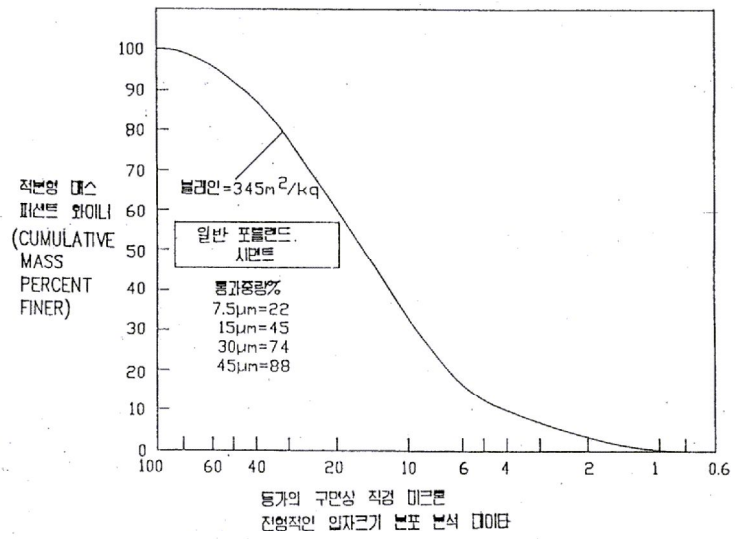
분포표 단편 =	크기 (미크론)	간격 %	이하 크기%	단편 =	크기 (미크론)	간격 %	이하 크기%
(01)	200.0	0.0	100.0	(29)	4.47	8.4	79.7
(02)	174.6	0.0	100.0	(30)	3.90	8.7	71.3
(03)	152.4	0.0	100.0	(31)	3.41	8.7	62.6
(04)	133.1	0.0	100.0	(32)	2.98	8.6	53.9
(05)	116.2	0.0	100.0	(33)	2.60	8.3	45.3
(06)	101.4	0.0	100.0	(34)	2.27	7.4	37.0
(07)	88.58	0.0	100.0	(35)	1.98	6.9	29.7
(08)	77.34	0.0	100.0	(36)	1.73	5.8	22.8
(09)	67.52	0.0	100.0	(37)	1.51	4.5	17.0
(10)	58.95	0.0	100.0	(38)	1.32	3.3	12.5
(11)	51.47	0.0	100.0	(39)	1.15	2.3	9.2
(12)	44.94	0.0	100.0	(40)	1.00	1.5	6.9
(13)	39.23	0.0	100.0	(41)	0.88	1.0	5.4
(14)	34.25	0.0	100.0	(42)	0.77	0.7	4.4
(15)	29.91	0.0	100.0	(43)	0.67	0.5	3.8
(16)	26.11	0.0	100.0	(44)	0.58	0.4	3.3
(17)	22.80	0.0	100.0	(45)	0.51	0.3	3.0
(18)	19.90	0.0	100.0	(46)	0.45	0.3	2.7
(19)	17.38	0.0	100.0	(47)	0.39	0.3	2.4
(20)	15.17	0.0	100.0	(48)	0.34	0.3	2.1
(21)	13.25	0.0	100.0	(49)	0.30	0.3	1.8
(22)	11.56	0.2	100.0	(50)	0.26	0.3	1.5
(23)	10.10	0.6	99.8	(51)	0.23	0.3	1.2
(24)	8.82	1.2	99.2	(52)	0.20	0.3	0.9
(25)	7.70	2.3	98.0	(53)	0.17	0.3	0.6
(26)	6.72	3.7	95.6	(54)	0.15	0.2	0.4
(27)	5.87	5.1	91.9	(55)	0.13	0.2	0.2
(28)	5.12	7.1	86.8	(56)	0.11	0.0	0.0

도면3



전기적 블록 개통도

도면4



등가의 구면상 직경 미크론
전형적인 입자크기 분포 분석 데이타