



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0066769
(43) 공개일자 2012년06월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.) C04B 18/14 (2006.01) C04B 5/00 (2006.01) C04B 5/02 (2006.01) C04B 24/04 (2006.01) (21) 출원번호 10-2010-0128030 (22) 출원일자 2010년12월15일 심사청구일자 2010년12월15일	(71) 출원인 김연숙 전라남도 순천시 삼산로 135-5, 8동 501호 (용당동, 삼성아파트) (72) 발명자 김연숙 전라남도 순천시 삼산로 135-5, 8동 501호 (용당동, 삼성아파트)
---	--

전체 청구항 수 : 총 7 항

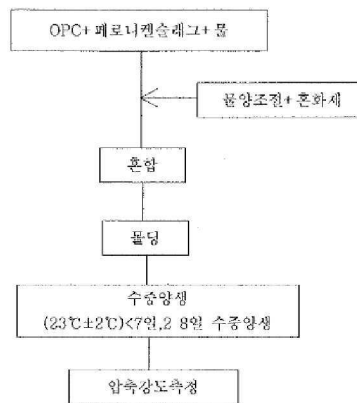
(54) 발명의 명칭 페로니켈슬래그를 사용한 고강도 콘크리트 조성물 및 그 제조방법

(57) 요약

점차 고갈되어 가고 있는 천연 모래 대신에 페로니켈 슬래그를 사용하는 고강도 콘크리트의 조성물 및 그 제조방법에 관한 것으로서, 페로니켈을 잔골재로 이용하여 자원을 효율적으로 이용하기 위해, 물, 시멘트, 골재, 일반 모래를 배합하고 사용하는 고강도 콘크리트의 조성물에 있어서, 상기골재는 천연쇄석 굵은 골재이며, 상기 천연쇄석 굵은 골재의 사이즈는 10~25mm이고, 상기 일반 모래의 대체재로서 페로니켈 슬래그에서 발생하는 폐기물인 페로니켈 슬래그 모래가 사용되고, 상기 페로니켈 슬래그 모래의 크기는 5mm이하이며, 상기 콘크리트 조성물의 구성 성분으로서 상기 페로니켈 슬래그 모래가 m³ 당 총 소요 조성물 구성성분의 34~46%포함되며, 상기 조성물에 혼화제와 유동화제가 첨가되고, 상기 콘크리트 조성물은 콘크리트의 설계 강도 400~800kg/cm² 에 적용된다.

이러한 고강도 콘크리트의 조성물 및 그 제조방법을 이용하는 것에 의해 인조골재의 대체용으로 페로니켈 슬래그를 사용하여, 기존제품과 유사하거나 더 높은 압축강도를 나타내는 시멘트 콘크리트를 제공할 수 있다는 효과가 얻어진다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

물, 시멘트, 골재, 일반 모래를 배합하여 사용하는 고강도 콘크리트의 조성물에 있어서, 상기 골재는 천연쇄석 굵은 골재이며, 상기 천연쇄석 굵은 골재의 사이즈는 10~ 25mm이고, 상기 일반 모래의 대체재로서 페로니켈제련소에서 발생하는 폐기물인 페로니켈슬래그 모래가 사용되고, 상기 페로니켈슬래그 모래의 사이즈는 5mm 이하이며, 상기 콘크리트 조성물의 구성 성분으로서 상기 페로니켈슬래그모래가 m^3 당 총 소요 조성물 구성성분의 20~ 26%포함되고, 상기 천연쇄석 굵은 골재가 m^3 당 총 소요조성물 구성성분의 34~ 46%포함되며, 상기 조성물에 혼화제와 유동화제가 첨가되고, 상기 콘크리트 조성물은 콘크리트의 설계강도 400~ 800kg/cm² 에 적용되는것을 특징으로 하는 페로니켈슬래그를 사용한 고강도 콘크리트의 조성물.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 혼화제는 포졸란성 혼화제이고, 상기 시멘트 양에 약 10%첨가되는 것을 특징으로 하는 페로니켈슬래그를 사용한 고강도 콘크리트의 조성물.

청구항 3

제 2 항에 있어서, 상기 유동화제는 PCA(Poly Carbonate Acid)이고, 상기 시멘트양에 0.25~ 0.75% 첨가되는것을 특징으로 하는 페로니켈슬래그를 사용한 고강도 콘크리트의 조성물.

청구항 4

물, 시멘트, 골재, 일반 모래를 배합하여 사용하는 고강도 콘크리트의 조성물의 제조 방법에 있어서, 상기 골재로서 10~ 25mm의 천연쇄석 굵은 골재를 마련하는 공정, 페로니켈제련소 등에서 발생하는 페로니켈슬래그중에서 선별기를 사용하여 입경 5mm이하의 페로니켈슬래그를 수집하여 준비하는 공정, 상기 시멘트, 상기 고강도 콘크리트의 m^3 당 총 소요조성물 구성성분의 34~ 46%의 천연쇄석 굵은 골재 및 혼화제와 유동화제를 혼합하는 공정을 포함하는것을 특징으로 하는 페로니켈슬래그를 사용한 고강도 콘크리트의 조성물의 제조방법.

청구항 5

제 4항에 있어서, 상기 혼화제는 포졸란성 혼화제이고, 상기 시멘트 양에 약 10% 첨가되는 것을 특장으로 하는 페로니켈슬래그를 사용한 고강도 콘크리트의 조성물의 제조방법.

청구항 6

제 5항에 있어, 상기 유동화제는 PCA이고, 상기 시멘트 양에 0.25~ 0.75% 첨가되는것을 특징으로 하는 페로니켈슬래그를 사용한 고강도 콘크리트의 조성물의 제조 방법.

청구항 7

제 6항에 있어서, 상기 콘크리트 조성물은 콘크리트의 설계 강도 400~ 800kg/cm² 에 적용되는 것을 특징으로 하는 페로니켈슬래그를 사용한 고강도 콘크리트의 조성물의 제조 방법.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 점차 고갈되어 가고 있는 천연 또는 석산 골재를 대체하는 방안의 일환으로 페로니켈슬래그를 사용하는 고강도 콘크리트 조성물 및 그 제조 방법에 관한 것으로, 특히, 페로니켈슬래그를 대체재로 사용하여 콘크리트 배합에 적용하여 제철소 주변에 성토용으로 처리되고 있는 자원을 재활용하고 천연골재의 사용을 경감시킬 수 있는 고강도 콘크리트 조성물 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로, 페로니켈슬래그는 약간 푸른색을 띠는 고르지 못한 알갱이로 관찰되며, 입자가 큰경우는 입자표면은 다공질의 표면을 나타내고, 모래와 비슷하게 보이는 직경 5mm이상의 크기도 가지는 수쇄된 불규칙형태의 입자 다. 페로니켈슬래그의 주 화학성분으로 이산화규소(SiO₂), 산화마그네슘(MgO)를 포함한다. 이중 실리카(SiO₂), 알루미나(Al₂O₃), 산화철(Fe₂O₃)의 성분비가 각각 45~54%, 28.8~35.0%, 5.6~7.4%의 순으로 페로니켈슬래그의 화학성분들 중 가장 많은 양을 차지하고 있다.

[0003] 페로니켈슬래그에는 플라이 애쉬나 고로슬래그와 같이 많은 양의 유리상(glass paste)을 포함하고기 때문에 장기강도에 영향을 줄 수 있는 정도의 유리상을 포함하고 있다.

[0004] 하기의 <표1>은 페로니켈슬래그와 일반 시멘트의 화학 성분의 대비표이다.

표 1

페로니켈슬래그와 일반 시멘트 화학조성

화학구성	페로니켈슬래그	포틀랜드 시멘트(wt%)
이산화규소(SiO ₂)	48.6	20.5
산화알루미늄(Al ₂ O ₃)	26.7	6.4
산화철(Fe ₂ O ₃)	5.51	2.9
산화칼슘(CaO)	1.74	61.4
산화마그네슘(MgO)	1.04	3.0
삼산화황(SiO ₃ .)	5.07	2.1
Na ₂ O, K ₂ O	0.1	2.0

[0006] 상기 표1에서 알수 있는 바와 같이 페로니켈슬래그는 주요 구성 화학성분의 차이는 다소 있지만, 그 중에서도 MgO의 양이 상당 부분이 들어있기 때문에 시멘트와 수화반응에 의한 강도발현에 역할을 할 수 있다는 것을 알 수 있다.

[0007] 또한, 페로니켈슬래그는 냉각조건에 따라 풍쇄, 수쇄, 괴재등으로 생성 환경에 따라 여러 색상과 물성을 띠고 있다. 페로니켈슬래그는 직접 결합재 역할을 수행하기에는 입자모양이나 화학성분 등의 조건이 맞지 않는 실정이다. 페로니켈슬래그의 물리적 성질을 나타내는 하기의 <표 2>에서 보는 바와 같이 페로니켈슬래그의 비중은 2.1에서 2.7정도이다. 페로니켈슬래그의 건조중량은 720~1600kg/m³ 이고 가소성은 없으며, 흡수율은 2.0%~10.0% 정도로 대단히 광범위하다.

표 2

페로니켈슬래그의 물리적 성질

특성	비중	건주 중량	가소성	흡수율
페로니켈슬래그	2.1~2.7	720~1600kg/m ³	~	2.0~10.0%

[0009] 하기의 <표 3>에서와 같이 페로니켈슬래그의 체가름을 통한 입도 분포는 어느정도 잔골재와 비슷한 입도 분포를 보이고 있다.

표 3

[0010] 페로니켈슬래그와 잔골재(모래)의 통과 입도 분포

구분	모래(%)	페로니켈 슬래그(%)
4.75mm	100%	100
4.75이하 2.36이상	87%	89.1
2.36이하 1.18이상	72%	78.0
1.18이하 850 μ m이상	48%	65.2
850이하 600 μ m이상	32%	51.4
600이하 300 μ m이상	18%	24.6
300 μ m이하	5%	1.4%

[0011] 이와 유사한 발명으로는 동제련소 동슬래그를 골재로 사용한 예는 자연산 및 인공골재의 일부를 대체하거나 열병합 발전소의 바텀애쉬를 경량건자재의 제조에 일부 사용한것(한국공개특허공개 공개번호 97-061815호)과 플라이애쉬, 석고, 탄산칼슘 및 석회 등과 혼합하여 고압으로 압출하여 벽돌제품을 생산(미국특허 5,358,760)하는 등의 예가 있었다. 또한, 페로니켈슬래그를 잔골재로 이용하여 고강도시멘트 모르타르(High Strength Cement Mortar)를 제조하는 연구 등이 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 본 발명의 목적은 상술한 바와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하여 페로니켈슬래그를 대체재로 활용하여 고강도용 콘크리트에 적용함으로써 현재 처리되고 있는 자원을 재활용할 수 있는 페로니켈슬래그를 잔골재(모래)로 사용하면서 고강도 시멘트 모르타르를 개발하여 고강도 콘크리트에 적용할 수 있는 고강도 콘크리트 조성물 및 그 제조 방법을 제공하는 것이다.

[0013] 본 발명의 다른 목적은 굵은 골재로서(~25mm) 일반 레미콘에서 사용되는 천연 쇄석골재를 사용하고, 천연쇄석 잔골재로서 페로니켈슬래그모래를 사용하여, 28일 수중양생 강도가 전주나 파일콘크리트에 적용될 수 있는 고강도 콘크리트 조성물 및 그 제조방법을 제공하는 것이다.

[0014] 이러한 목적을 달성하기 위해 제1단계로서 기존 KSL 5105가 제시하는 표준사 대신 페로니켈슬래그로 치환하여 시멘트 모르타의 압축강도가 600~800kg/cm² (재령 28일)가 되도록 하였다.

[0015] 이를 위하여 시멘트/페로니켈슬래그비의 조절, 포졸란 혼화제 선택시험 및 고유동화제 선택시험을 하였다.

[0016] 또, 상기목적을 위하여 굵은 골재(~25mm)는 일반레미콘에서 사용되는 천연 쇄석골재를 사용하였고, 천연쇄석 잔골재는 페로니켈슬래그 모래로 대체하여, 28일 수중양생 강도가 전주나 파일 콘크리트에 적용될 수 있는 고강도 콘크리트(압축강도 600~800kg/cm²)를 개발하기 위하여 굵은 골재 크기변화, 유동화제 비교, 포졸란 첨가, 시멘트 첨가량에 따른 압축강도 변화등을 시험하였다.

과제의 해결 수단

[0017] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 물, 시멘트, 골재, 일반 모래를 배합하여 사용하는 고강도 콘크리트의 조성물에 있어서, 상기 골재는 천연쇄석 굵은 골재이며, 상기 천연쇄석 굵은 골재의 사이즈는 10~25mm이고, 상기 일반 모래의 대체재로서 페로니켈제련사에서 발생하는 폐기물인 페로니켈슬래그 모래가 사용되고, 상기 페로니켈슬래그 모래의 사이즈는 5mm이하이며, 상기 콘크리트 조성물의 구성 성분으로서 상기 페로니켈슬래그

모래가 m³ 당 총 소요 조성물 구성성분의 20~26% 포함되고, 상기 천연쇄석 굵은 골재가 m³ 당 총 소요 조성물 구성성분의 34~46% 포함되며, 상기 조성물에 혼화제와 유동화제가 첨가되고, 상기 콘크리트 조성물은 콘크리트의 설계강도 400~800kg/cm² 에 적용되는 것을 특징으로 한다.

[0018] 또, 본 발명에 따른 고강도 콘크리트의 조성물에 있어서, 상기 혼화제는 포졸란성 혼화제이고, 상기 시멘트 양에 약 10%첨가되는 것을 특징으로 한다.

[0019] 또, 본 발명에 따른 고강도 콘크리트의 조성물에 있어서, 상기 유동화제는 PCA(Poly Carbonate Acid)이고, 상기 시멘트 양에 0.25~ 0.75% 첨가되는 것을 특징으로 하는 페로니켈슬래그를 사용한 고강도 콘크리트의 조성물을 제조하는 것이다.

[0020] 또, 본 발명에 따른 고강도 콘크리트의 조성물의 제조 방법에 있어서, 상기 콘크리트 조성물은 콘크리트의 설계강도 400~ 800kg/cm² 에 적용되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0021] 상술한 바와 같이, 본 발명의 페로니켈슬래그를 사용한 고강도 콘크리트의 조성물 및 그 제조방법에 의하면, 점차 고갈되어 가고 있는 자연산 골재나 환경오염이나 자연훼손을 발생시키는 인조골재의 대체용으로 지금까지 폐기되고 있는 페로니켈슬래그를 대체재로 사용하여 기존제품과 유사하거나 더 높은 압축강도를 나타내는 고강도 콘크리트를 제공할 수 있다는 효과가 얻어진다. 또한 본 발명의 페로니켈슬래그를 사용한 고강도 콘크리트의 조성물 및 그 제조방법에 의하면 페로니켈제련소에서 배출되는 산업 부산물인 페로니켈슬래그를 기존의 콘크리트 조성물의 대체용으로 사용함으로써 골재 고갈에 따른 문제점 해결은 물론이고 폐기 매립 처리되고 있는 폐기물을 건설자원으로 활용함으로써 환경보존에도 기여하게 된다는 효과도 얻어진다.

도면의 간단한 설명

[0022] <도1>은 페로니켈슬래그를 사용한 고강도 시멘트 모르타르의 조성물 및 그 제조방법을 실행하기 위한 실험의 진행도

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 이하, 본 발명의 실시 예를 설명한다.

[0024] 본 발명에 있어서는 상술한 전단계의 페로니켈 슬래그 잔골재를 이용한 고강도 콘크리트용 시멘트 모르타르와 페로니켈 슬래그잔골재를 이용하여 고강도 콘크리트를 개발한 것이다.

[0025] 본 발명에 따른 페로니켈 슬래그 잔골재 콘크리트의 시험에 대해 <도 1>에 따라 설명한다. <도 1>은 본 발명에 따른 페로니켈 슬래그잔골재 콘크리트의 시험 흐름도 이다.

[0026] 즉, 발명에 있어서는 페로니켈 슬래그 잔골재를 콘크리트용 천연쇄석 잔골재로 대체하여 콘크리트의 강도가 600~800kg/cm² 정도의 고강도 콘크리트를 개발하는 것이다. 페로니켈 슬래그 잔골재가 콘크리트의 강도를 약 화될 수 있다는 예상하에 포졸란물질을 첨가하여 강도를 보완할 목적으로 사용하였고, 동시에 고강도 감수제와 고유동화제를 사용하면서 페로니켈 슬래그 잔골재 고강도 콘크리트 강도 변화를 조사하였다. 동시에 굵은 골재의 크기를 조절하였을 때 페로니켈 슬래그 콘크리트 강도가 어떻게 변화되는지도 조사하였다.

[0027] 본 발명에 따른 시험시는 600~800kg/cm² 의 고강도 콘크리트를 개발하기 위하여 국내에서 생산되는 부순 천연 굵은 골재를 그대로 사용하였고, 부순잔골재는 페로니켈 슬래그잔골재로 대체하여 최적 배합비 선정을 그 목적으로 하고 있다. 따라서, 아러한 고강도 콘크리트를 제조하기 위하여 발전소에서 발생하는 페로니켈슬래그를 잔골재를 사용하는 조건으로 최소 단위 시멘트량, 시공성을 고려한 물/시멘트비의 최소화, 고강도 감수제의 투입량등을 결정한 후, 페로니켈 슬래그잔골재 고강도 콘크리트를 개발하기 위한 자료를 제공하는 것이다.

[0028] 또한 콘크리트의 제조단가 상승문제를 해결하기 위하여 소요 압축강도를 만족하는 단위시멘트양의 최적사용량을 결정하되 시멘트는 일반적으로 사용되는 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였으며, 유동성을 증진시키기 위하여 고강도 감수제와 고유동화제를 사용하였다. 굵은 골재는 레미콘 회사에서 사용되는 쇄석골재를 쉽게 구입할 수 있는 것으로 하고, 굵은 골재의 치수를 변경시켜서 콘크리트 강도에 어떤 영향을 줄 수 있는지의 여부

를 가리도록 하였다. 그리고, 부산물로 생산되는 페로니켈슬래그 모래를 5mm이하로 준비하였다.

[0029] 즉, 시멘트의 품질상태는 고강도 콘크리트의 제조에 있어 강도발현에 지대한 영향을 미치므로, 보관상태가 양호한 시멘트를 사용하는 것이 필수적이기 때문에 배합에 필요한 시멘트를 그때 그때마다 구입하여 시험하였다.

[0030] 다음 본 발명에서 사용한 시멘트는 국내의 H사 제품으로 화학적 구성성분과 물리적 특성표가 <표4>와<표5>에 각각 나타나 있다.

표 4

시멘트의 화학적 구성성분

[0031]

이산화 규소 (SiO ₂)	산화 알루미늄 (Al ₂ O ₃)	산화철 (Fe ₂ O ₃)	산화칼슘 (CaO)	산화 마그네슘 (MgO)	유황 (SiO ₃)	감열감량 (LG-Loss)	free-CaO
21.2	6.5	3.1	60.9	3.5	2.2	1.7	1.1

표 5

시멘트의 물리적 특성

[0032]

분말도 (cm ² /g)	안정도(%)	초결(분)	종결(분)	3일강도	7일강도	28일강도
3,556	0.09	292	487	220	286	373

[0033] 또, 골재의 입형은 골재와 시멘트 페이스트와의 부착력 증가를 위하여 비표면적이 크고 마모율이 작으며 입자 형태가 각이 진 쇄석이 강도발현에 유리하다. 고강도 콘크리트에서는 특히 부착면적 증대 및 골재자체의 결합이 적은 것이 되도록 하기 위하여 골재의 크기가 작은것을 사용하는것이 바람직하다.

[0034] 그러나, 기존 연구결과에 의하면 압축강도가 600~800kg/cm² 정도 되는 고강도 콘크리트의 경우 25mm의 골재를 사용하여도 고강도 콘크리트의 제조가 충분히 가능하다. 또한 현재 국내에서 일반적으로 사용되고 있는 골재는 25mm가 주종을 이루고 있고, 가장 많이 생산되고 있는 실정이어서 본 발명에서도 압축강도 600~800kg/cm² 배합을 위하여 사용되는 굵은 골재의 최대크기를 25mm를 사용하였다. 본 발명에 따른 시험 배합에 사용한 굵은 골재의 물리적 특성은 표6에 나타내었다.

표 6

천연 굵은 골재의 물리적 특성

[0035]

골재 최대크기	조립율	비중	흡수율	단위용적중량
25mm	6.95	2.61	1.29%	1571 /m ³

[0036] 또, 본 발명에 있어서 잔골재로 사용한 쇄석 잔골재는 일반 레미콘에 공급되는 천연잔골재를 사용하였고, 페로니켈슬래그 잔골재와의 물성성비교표는 표7와 같다. 표7에서 알 수 있는 바와 같이 바텀 애쉬 비중 2.20은 쇄석 잔골재 비중 2.65에 비하여 매우 낮다.

표 7

[0037]

잔골재 물리적 성질

구분	조립율	비중	염분함율량	흡수율
쇄석잔골재	2.83%	2.65	0.002%	1.15%
페로니켈 슬래그 잔골재	3.34%	2.20	~	3.8%

[0038] 다음에 본 발명에서 사용하는 포졸란 및 화학 혼화제에 대해 설명한다.

[0039] 보통강도 콘크리트에서는 물/시멘트비가 비교적 크편이므로 운반시간이 특별히 긴 경우를 제외하고는 시공성이 크게 문제가 되지 않는다. 그러나 물/시멘트비가 낮은 고강도 콘크리트의 경우 소요 작업성을 확보하기 위해서는 현재 국내에서도 많이 사용되고 있는 고유동화제를 사용하는 것이 불가피하다. 그러나, 일정량 이상(약2%)을 사용하게 되면 골재분리가 발생할 수도 있고, 다른 혼화제와의 적합성 등에서 문제가 발생할 수도 있으므로 사용량을 되도록 줄이는 것이 바람직하다. 지금까지 사용되고 있는 고강도 감수제는 주로 나프탈렌계로서 최근에는 이보다 성능이 개선된 다양한 혼화제가 개발되고 있다. 따라서 본 발명에서도 고강도 감수제로 나프탈렌계와 고유동화제로 폴리카프본산계로서 H사의 제품을 사용하였다. 고강도 감수제와 고유동화제 화학적 성분 및 물리적 특성을 표8에 나타내었다.

표 8

[0040] 고강도 감수제와 고유동화제의 화학적 구성성분 및 물리적 특성

색상	형태	주성분	비중	PH	고형분
암갈색	액체	나프탈렌계	1.20	9.0	40
암갈색	액체	폴리카프본산계	1.20	7.3	39.5

[0041] 또한 콘크리트 장기강도를 높이는데 역할을 하는 포졸란 물질은 (DS700)고로 슬래그 분말과 규조토 분말들의 혼합물로서 주요 화학성분으로는

[0042] CaO:33.5, SiO₂:44.2, Al₂O₃:14.0, MgO:4.9, Fe₂O₃:0.8, SO₃:1.4, K₂O:0.4, Na₂O:0.9, LOI:0.1이다.

[0043] DS700은 시중에서 H사로부터 구입하였다.

[0044] 배합실험의 변수선정은 표9 및 표10에서 알수 있는 바와 같이 천연잔골재를 페로니켈 슬래그잔골재로 대체한 고강도 콘크리트의 소요 압축강도와 작업성을 확보하기 위하여 잔골재율을 22%로 고정한 후, 단위 시멘트량(C:890kg/m³), 물/시멘트비(W/C:0.2%), 천연굵은골재는 37%, 고강도 유동화제와 고강도 감수제를 동시에 조절하였고, 이때 슬립프는 1~3mm에 해당되도록 최소한의 물량(8~9%)을 혼합하였다. 이때 공기량을 2.0%로 추정하였다.

표 9

[0045] 골재의 물리적 성질

	최대치수(mm)	비중	조립율
쇄석 굵은 골재	25	2.61	6.95
페로니켈 슬래그 잔골재	5	2.22	3.34

표 10

[0046] 배합의 수정 설계

수정항목	참고조건	배합조건	s/a=45%	W=188 l/m ³
모래의 F.M	2.75	3.34	2.95	
W/C	0.55	0.20	~7	

슬럼프	7.5	1		~5.2
합계				
수정한 설계치			41.0%	178 l/m ³

[0047] 페로니켈 슬래그 콘크리트가 고강도 콘크리트의 압축강도(600~800kg/cm²)를 얻기 위해서는 설계강도를 400~600kg/cm²로 하고, PCA(시멘트 0.5%)+CaCl₂ (시멘트 0.5%) 및 포졸란 DS700를 시멘트 10%로 대체하면 가능하다. 이때 공기량은 2.0%와 슬럼프는 1~3cm정도로 유지하여야 한다.

[0048] 이상 존 발명자에 의해서 이루어진 발명을 상기 실시예에 따라 구체적으로 설명하였지만, 본 발명은 상기 실시예에 한정되는 것은 아니고 그 요지를 이탈하지 않는 범위에서 여러 가지로 변경가능한 것은 물론이다.

도면

도면1

