



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년07월15일
(11) 등록번호 10-2420658
(24) 등록일자 2022년07월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C09K 17/10 (2006.01) C04B 14/30 (2006.01)
C04B 14/42 (2006.01) C04B 18/06 (2006.01)
C04B 18/14 (2006.01) C04B 20/00 (2006.01)
C04B 20/10 (2006.01) C04B 24/04 (2006.01)
C04B 24/26 (2006.01) C04B 24/28 (2006.01)
C04B 28/08 (2006.01)

(52) CPC특허분류

C09K 17/10 (2013.01)
C04B 14/30 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2022-0045868

(22) 출원일자 2022년04월13일
심사청구일자 2022년04월13일

(56) 선행기술조사문헌

KR102329183 B1*
KR102138008 B1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

주식회사 포스리젠

전라남도 광양시 금호로 187-12 (금호동)광양창조
경제센터

(72) 발명자

오범진

전라남도 광양시 눈소4길 37, 103동 904호 (마동,
광양 스위트엠 르네상스 아파트)

양세규

인천광역시 연수구 아트센터대로97번길 30, 1604
동 1202호 (송도동, 송도더샵그린위크1차)

(74) 대리인

장대화

전체 청구항 수 : 총 6 항

심사관 : 정현아

(54) 발명의 명칭 페로니켈 슬래그 미분말을 이용한 고강도 주면 고정액 조성물 및 이를 이용한 파일 매입 공법

(57) 요약

본 발명은 페로니켈 슬래그 미분말을 이용한 고강도 주면 고정액 조성물 및 이를 이용한 파일 매입 공법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 지반 기초 보강을 위한 파일 매입공법에서의 주면 고정액으로서 시멘트 이외에 산업 부산물인 페로니켈 슬래그 미분말, 고로슬래그 미분말을 포함하는 결합재를 이용하여 약 20 MPa 이상의 고강도를 갖는 주면 고정액 조성물을 구성하고, 이를 이용하여 연약 지반 보강을 위한 파일 매입시공을 수행함으로써 균열 저항성 향상, 내산성 향상, 인장강도 및 내구성 향상, 염해 저항성 및 동결융해 저항성 향상 등의 효과를 볼 수 있으며, 산업 현장에서 발생하는 부산물을 재활용함으로써 친환경성과 경제성을 향상시킬 수 있는 기술에 관한 것이다.

본 발명에 따른 산업부산물을 이용한 고강도 주면 고정액 조성물 및 이를 이용한 파일 매입 공법에 따르면 시멘트 이외에 산업부산물인 페로니켈 슬래그 미분말, 고로슬래그 미분말을 포함하는 결합재를 이용하여 약 20 MPa 이상의 고강도를 갖는 주면 고정액 조성물을 구성하고, 시멘트 사이의 공극을 치밀하게 메울 수 있으므로 공극을 통한 유해 화학물질이나 염화물 등의 침투를 막을 수 있으므로 주면 고정액의 연장시킬 수 있으며, 친환경 섬유 및 나노 금속산화물 분말을 첨가하여 친환경성, 균열저항성 향상, 내산성향상, 인장강도 및 내구성 향상, 동결융해 저항성 향상의 효과를 볼 수 있을 뿐만 아니라, 산성 환경에 대한 내부식성이 우수하고 특히 미생물 증식이 억제되어 미생물로 인한 강도 저하의 문제가 방지될 수 있으며 내후성 및 표면 강도 향상 효과를 가져 내구성 향상 효과가 우수하다. 또한, 산업 현장에서 다량 발생하는 부산물인 페로니켈 슬래그, 고로슬래그 미분말, 플라이 애쉬 등을 재활용함으로써 자원 재활용성을 높일 수 있는 동시에 폐기되는 부산물의 양을 줄일 수 있으므로 폐기물에 의한 2차적 환경 오염을 방지하여 친환경성을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

(52) CPC특허분류

- C04B 14/42* (2013.01)
 - C04B 18/061* (2013.01)
 - C04B 18/141* (2013.01)
 - C04B 20/008* (2013.01)
 - C04B 20/1033* (2013.01)
 - C04B 24/04* (2013.01)
 - C04B 24/2676* (2013.01)
 - C04B 24/283* (2013.01)
 - C04B 28/08* (2013.01)
-

명세서

청구범위

청구항 1

시멘트, 페로니켈 슬래그 미분말, 고로 슬래그 미분말 및 첨가제성분을 포함하는 것을 특징으로 하는 파일 매입 공법에서의 주면 고정액 조성물로서, 시멘트 : 페로니켈 슬래그 미분말 : 고로슬래그 미분말 : 첨가제성분을 각각 30~60 : 5~30 : 5~30 : 10~30 중량비로 포함하는 것을 특징으로 하는 파일 매입공법에서의 고강도 주면 고정액 조성물로서,

상기 첨가제성분은

섬유 3 내지 10 중량부, 무수황산나트륨 0.1 내지 5 중량부, 나노 금속산화물 분말 0.1 내지 2.0 중량부, 이초산나트륨 0.1 내지 2 중량부, 폴리메르캡탄 0.5 내지 2 중량부, 초산비닐계 폴리머 0.1 내지 5 중량부, 팽창제 0.1 내지 5 중량부, 폴리카본산계 고유동화제 0.1 내지 5 중량부를 포함하며,

알루미늄 실란 가수분해물 0.1 내지 2 중량부, 실리코네이트계 액상 성분 0.1 내지 3 중량부, 방동보조제 0.1~3 중량부 및 유무기 강도조절제 0.1~2 중량부를 포함하고,

클링커 0.5 내지 10 중량부, 페트로 코크스 탈황석고 0.5 내지 10 중량부, 플라스터 0.5 내지 10 중량부, 실리카폼 0.1 내지 5 중량부, 플라이애쉬 0.01 내지 5 중량부, 석회석 0.5 내지 10 중량부, 슬래그 0.01 내지 5 중량부 및 산화바륨 0.1~2.0 중량부를 포함하는 분말 성분을 포함하며,

활성촉진제 0.1 내지 2 중량부 및 리튬계 반응촉진제 0.01 내지 1 중량부를 포함하되,

상기 방동보조제는 칼슘 포메이트 5~20 중량부, 프로필 셀로솔브 1~10 중량부, 카프로산 0.1~5 중량부 및 요소 0.1~5 중량부로 이루어진 것을 사용하는 것을 특징으로 하는 파일 매입공법에서의 고강도 주면 고정액 조성물.

청구항 2

삭제

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 나노 금속산화물 분말은 산화 팔라듐, 산화이리듐, 산화루테튬, 산화오스뮴, 산화로듐, 산화백금, 산화철, 산화니켈, 산화코발트, 산화인듐, 산화알루미늄, 산화티타늄, 산화텅스텐 및 산화마그네슘으로 이루어진 군에서 선택되는 1종 또는 2종 이상의 혼합물인 것을 특징으로 하는 파일 매입공법에서의 고강도 주면 고정액 조성물.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 페로니켈 슬래그는 수쇄 급냉 페로니켈 슬래그(수재 페로니켈 슬래그) 및 피재 페로니켈 슬래그의 혼합물을 사용하는 것을 특징으로 하는 파일 매입공법에서의 고강도 주면 고정액 조성물.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 섬유는 유리 섬유를 염소화폴리에틸렌 수지로 딥 코팅 방식으로 코팅한 것으로 섬유장이 1~14 mm이고 섬유 직경이 9~13 μm인 것을 사용하는 것을 특징으로 하는 파일 매입공법에서의 고강도 주면 고정액 조성물.

청구항 6

삭제

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 유무기 강도조절제는 SBR(Styrene-Butadiene rubber) 고무 10~20 중량부, 하이드록실 아크릴레이트 모노머 1~15 중량부, 불포화 폴리에스테르 수지 15~30 중량비로 이루어진 수지 성분과 이산화티타늄 2~5 중량부, 운모 1~7 중량부, 탄산칼슘 1~5 중량부 및 규조토 1~10 중량부로 이루어진 무기성분을 포함하며, 상기 수지 성분은 중공의 구 형상을 이루고, 상기 수지 성분을 상기 무기성분이 외부에서 둘러싸서 비즈 형상을 이루는 것을 사용하는 것을 특징으로 하는 파일 매입공법에서의 고강도 주면 고정액 조성물.

청구항 8

청구항 1에 따른 고강도 주면 고정액 조성물을 이용하여 파일의 주면을 고정하는 것을 특징으로 하는 파일 매입 공법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 페로니켈 슬래그 미분말을 이용한 고강도 주면 고정액 조성물 및 이를 이용한 파일 매입 공법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 지반 기초 보강을 위한 파일 매입공법에서의 주면 고정액으로서 시멘트 이외에 산업 부산물인 페로니켈 슬래그 미분말, 고로슬래그 미분말을 포함하는 결합재를 이용하여 약 20 MPa 이상의 고강도를 갖는 주면 고정액 조성물을 구성하고, 이를 이용하여 연약 지반 보강을 위한 파일 매입시공을 수행함으로써 균열저항성 향상, 내산성 향상, 인장강도 및 내구성 향상, 염해 저항성 및 동결융해 저항성 향상 등의 효과를 볼 수 있으며, 산업 현장에서 발생하는 부산물을 재활용함으로써 친환경성과 경제성을 향상시킬 수 있는 기술에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 건설 현장에서 연약지반을 구조물 등을 시공하기 위해 보강이 필요하여 연약지반을 보강하기 위해서는 파일 기초 공사를 수행한다. 파일 기초 공사로는 강관 파일을 이용하기도 하지만 시공 과정에서 소음 발생이 크므로 도심에서는 그 사용이 제한된다. 따라서 최근에는 콘크리트 파일, 특히 PHC파일을 이용한 기초 보강 공사가 많이 진행되고 있다.

[0004] PHC파일 이용한 기초 보강 공사에서는 소음과 진동이 발생하지 않는 매입공법을 주로 이용되는데, 파일의 자립과 마찰력 증대를 위해서는 매입되는 파일의 주면에 충전재를 사용하여 이는 파일 주면을 조정하는 기능은 하므로 주면 고정액으로 통칭된다.

[0005] 상기 주면 고정액으로는 종래 보통 포틀랜드 시멘트(OPC)가 많이 사용되고 있으나, OPC는 균열 저항성, 내산성 등의 특성이 부족하고, 특히 인장강도, 염해 저항성 및 동결융해 저항성 등의 특성은 부족하므로 이를 보완할 필요가 있다.

[0006] 한편, 페로니켈 슬래그는 페로니켈 제조 공정에서 발생하는 부산물로 주성분은 산화규소 및 산화마그네슘으로 이루어져 있는데, 2010년 이후 연간 180만톤씩 발생하고 있고 2015년을 기준으로 페로니켈 슬래그의 연간 발생량이 240만톤을 넘어서고 있는 상황이다.

[0007] 페로니켈은 철 약 80%와 니켈 약 20%를 함유한 합금철로서, 주로 스테인레스강의 원료로 사용된다. 이러한 페로니켈은 사문암을 모암으로 하는 산화니켈광이며 약 1500℃ 이상에서 정련하여 니켈 1톤당 약 30톤의 페로니켈 슬래그가 발생하는 것으로 알려져 있다. 이러한 페로니켈 슬래그는 페로니켈을 생산하기 위해 원료로 사용되는 니켈광석, 유연탄 등이 용융되어 페로니켈과 분리된 후 배출되는 부산물이며, 물리적, 화학적 성질이 우수하다는 특징이 있다.

[0008] 이러한 페로니켈 슬래그는 일부 콘크리트용 잔골재, 시멘트 원료, 토목용 골재 등으로 사용되는 것이 알려져 있

으며, 제올라이트, 실리콘 카바이드 등의 합성원료로 사용되거나 마그네슘화합물 원료, 토지개량제 등으로 사용되는 것이 알려진 수준이나 대부분은 매립 등으로 폐기되고 있는 형편이며, 최근에서야 기술표준원에서 콘크리트용 페로니켈 슬래그 미분말과 관련된 규격을 제정 중에 있다.

[0009] 국내의 경우에는 일부 기업에서 페로니켈 슬래그 생산을 통한 시장을 구축하여 실내 연구를 진행하고 있는 수준이며, 해외의 경우에는 일본, 캐나다, 미국, 그리스 등에서 페로니켈 슬래그를 활용한 초속경 시멘트 대체제 등을 개발, 연구하고 있는 상황이다.

[0010] 페로니켈 슬래그의 구체적인 화학 조성을 보통의 포트랜드 시멘트(OPC)와 비교하면 하기 표와 같다.

표 1

[0011]		CaO	MgO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O	TiO ₃
	OPC	66.8	1.61	17.44	4.16	3.97	3.42	1.24	0.34	0.28
	FNS	6.60	40.45	40.46	6.87	3.64	0.53	0.08	0.04	0.10

[0012] (단위: 중량%)

[0013] 또한, 페로니켈 슬래그의 용출시험 결과는 하기 표 2와 같다.

표 2

[0014]	항목	Cd	Hg	Cr ⁶⁺	Pb	As	CN
	결과	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	기준	0.3 이하	0.005 이하	0.15 이하	3.0 이하	1.5 이하	1.0 이하

[0015] (단위: mg/l, 출처: 전라남도보건환경연구원)(ND: Not Detected, 불검출)

[0017] 이러한 페로니켈 슬래그의 광물 조성은 결정성 광물과 비정질 유리 상으로 형성되어 있는데 이는 페로니켈 슬래그의 냉각조건 등에 의해 변화하여 화학적 자극에 의한 반응성 등 화학적 성질에 영향을 미친다.

[0018] 일반적으로 비정질 물질이 많을수록 화학적 활성도가 크다는 것을 의미하는데, 이러한 비정질 양을 늘리기 위해서는 급냉한 수쇄 페로니켈 슬래그가 사용된다.

[0019] 이러한 페로니켈 슬래그는 일종의 비철금속으로서 일반적인 조건에서는 물과 반응하지 않는데, 물과의 반응을 위해서는 고분말화, 반응성이 있는 혼화재 혼합 등의 방법이 사용되고 있다.

[0020] 한편, 물과의 접촉이 많은 연약지반의 파일의 경우 주면 고정액이 수중에 포함되는 각종 유해 화학물질이나 염화물에 의해 부식이나 손상이 발생할 가능성이 있다.

[0021] 이러한 파일 주면 고정액의 내구성, 내수성, 내화학성 등의 특성을 강화하기 위한 기술들이 제안되고 있으나, 페로니켈 슬래그 미분말을 사용한 20MPa 이상의 고강도를 갖는 주면 고정액에 관한 연구는 미진한 상황이다.

[0023] <관련 선행기술 문헌>

- [0024] 1. 대한민국 등록특허 제10-2187935호
- [0025] 2. 대한민국 등록특허 제10-1602378호
- [0026] 3. 대한민국 등록특허 제10-2152603호
- [0027] 4. 대한민국 공개특허 제10-2017-0040821호
- [0028] 5. 대한민국 공개특허 제10-2010-0128024호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0030] 본 발명은 상기와 같은 종래 기술의 상황을 고려하여 개발된 것으로서, 파일 주면 고정을 위한 결합재로서 시멘트 이외에 산업부산물인 페로니켈 슬래그 미분말 및 고로슬래그 미분말을 활용한 결합재를 이용하여 고강도의

모르타르가 필요한 연약 구간용 고강도 주면 고정액 조성물을 구성하고, 이를 이용하여 파일 매입공법을 수행함으로써 균열저항성 향상, 내산성 향상, 부작성 향상, 인장강도 및 내구성 향상, 염해 저항성 및 동결융해 저항성 향상의 효과를 볼 수 있으며, 산업 현장에서 발생하는 부산물을 재활용함으로써 친환경성과 경제성을 향상시킬 수 있는 기술을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0032] 상기 과제를 달성하기 위하여 본 발명은
- [0033] 시멘트, 페로니켈 슬래그 미분말, 고로 슬래그 미분말 및 첨가제성분을 포함하는 것을 특징으로 하는 파일 매입 공법에서의 주면 고정액 조성물로서, 시멘트 : 페로니켈 슬래그 미분말 : 고로슬래그 미분말 : 첨가제성분을 각각 30~60 : 5~30 : 5~30 : 10~30 중량비로 포함하는 것을 특징으로 하는 파일 매입공법에서의 고강도 주면 고정액 조성물을 제공한다.
- [0034] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 첨가제성분은
- [0035] 섬유 3 내지 10 중량부, 무수황산나트륨 0.1 내지 5 중량부, 나노 금속산화물 분말 0.1 내지 2.0 중량부, 이산화산나트륨 0.1 내지 2 중량부, 폴리메르캡탄 0.5 내지 2 중량부, 초산비닐계 폴리머 0.1 내지 5 중량부, 팽창제 0.1 내지 5 중량부, 폴리카본산계 고유동화제 0.1 내지 5 중량부를 포함하며,
- [0036] 알콕시 실란 가수분해물 0.1 내지 2 중량부, 실리코네이트계 액상 성분 0.1 내지 3 중량부, 방동보조제 0.1~3 중량부 및 유무기 강도조절제 0.1~2 중량부를 포함하고,
- [0037] 클링커 0.5 내지 10 중량부, 페트로 코크스 탈황석고 0.5 내지 10 중량부, 플라스터 0.5 내지 10 중량부, 실리카폼 0.1 내지 5 중량부, 플라이애쉬 0.01 내지 5 중량부, 석회석 0.5 내지 10 중량부, 슬래그 0.01 내지 5 중량부 및 산화바륨 0.1~2.0 중량부를 포함하는 분말 성분을 포함하며,
- [0038] 활성촉진제 0.1 내지 2 중량부 및 리튬계 반응촉진제 0.01 내지 1 중량부를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0039] 이때, 상기 나노 금속산화물 분말은 산화 팔라듐, 산화이리듐, 산화루테튬, 산화오스뮴, 산화로듐, 산화백금, 산화철, 산화니켈, 산화코발트, 산화인듐, 산화알루미늄, 산화티타늄, 산화텅스텐 및 산화마그네슘으로 이루어진 군에서 선택되는 1종 또는 2종 이상의 혼합물인 것을 특징으로 한다.
- [0040] 또한, 상기 페로니켈 슬래그는 수쇄 급냉 페로니켈 슬래그(수재 페로니켈 슬래그) 및 피재 페로니켈 슬래그의 혼합물을 사용하는 것을 특징으로 한다.
- [0041] 또한, 상기 섬유는 유리 섬유를 염소화폴리에틸렌 수지로 딥 코팅 방식으로 코팅한 것으로 섬유직경이 1~14 mm이고 섬유직경이 9~13 μm인 것을 사용하는 것을 특징으로 한다.
- [0042] 또한, 상기 방동보조제는 칼슘 포메이트 5~20 중량부, 프로필 셀로솔브 1~10 중량부, 카프로산 0.1~5 중량부 및 요소 0.1~5 중량부로 이루어진 것을 사용하는 것을 특징으로 한다.
- [0043] 또한, 상기 유무기 강도조절제는 SBR(Styrene-Butadiene rubber) 고무 10~20 중량부, 하이드록실 아크릴레이트 모노머 1~15 중량부, 불포화 폴리에스테르 수지 15~30 중량비로 이루어진 수지 성분과 이산화티타늄 2~5 중량부, 운모 1~7 중량부, 탄산칼슘 1~5 중량부 및 규조토 1~10 중량부로 이루어진 무기성분을 포함하며, 상기 수지 성분은 중공의 구 형상을 이루고, 상기 수지 성분을 상기 무기성분이 외부에서 둘러싸서 비즈 형상을 이루는 것을 사용하는 것을 특징으로 한다.
- [0044] 또한, 상기 과제를 달성하기 위하여 본 발명은 상기 본 발명에 따른 고강도 주면 고정액 조성물을 이용하여 파일의 주면을 고정하는 것을 특징으로 하는 파일 매입공법을 제공한다.

발명의 효과

- [0046] 본 발명에 따른 페로니켈 슬래그 미분말을 이용한 고강도 주면 고정액 조성물 및 이를 이용한 파일 매입 공법에 따르면 시멘트 이외에 산업부산물인 페로니켈 슬래그 미분말, 고로슬래그 미분말을 포함하는 결합재를 이용하여 약 20 MPa 이상의 고강도 주면 고정액 조성물을 구성하고, 시멘트 사이의 공극을 치밀하게 메울 수 있으므로 공극을 통한 유해 화학물질이나 염화물 등의 침투를 막을 수 있으므로 주면 고정액의 연장시킬 수 있는 효과가 있다.
- [0047] 또한, 페로니켈 슬래그 미분말 및 고로슬래그 미분말을 포함하는 결합재 성분과 함께, 친환경 섬유 및 나노 금

속산화물 분말을 첨가하여 친환경성, 균열저항성 향상, 내산성향상, 인장강도 및 내구성 향상, 동결융해 저항성 향상의 효과를 볼 수 있고, 내화학적, 방수성, 내한성 및 염해 저항성 등의 특성도 우수하여 파일 매입공법에서의 주면 고정액에 대한 적용성이 뛰어나다.

[0048] 또한, 산성 환경에 대한 내부식성이 우수하고 특히 미생물 증식이 억제되어 미생물로 인한 강도 저하의 문제가 방지될 수 있으며 내후성 및 표면 강도 향상 효과를 가져 내구성 향상 효과가 우수하다.

[0049] 또한, 산업 현장에서 다량 발생하는 부산물인 페로니켈 슬래그, 고로슬래그 미분말, 실리카폼, 플라이애쉬 등을 재활용함으로써 자원 재활용성을 높일 수 있는 동시에 폐기되는 부산물의 양을 줄일 수 있으므로 폐기물에 의한 환경 오염을 방지하여 친환경성을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0051] 이하에서는 본 발명에 대하여 더욱 구체적으로 설명한다.

[0052] 상기한 바와 같이 본 발명에 따른 지반 기초 보강을 위한 파일 매입공법에서의 주면 고정액 조성물은 시멘트 이외에 페로니켈 슬래그 미분말, 고로 슬래그 미분말 및 첨가제성분을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0053] 이때, 상기 주면 고정액 조성물은 시멘트 : 페로니켈 슬래그 미분말 : 고로슬래그 미분말 : 첨가제성분을 각각 30~60 : 5~30 : 5~30 : 10~30중량비로 포함할 수 있다.

[0054] 더욱 구체적으로는, 상기 첨가제성분은 섬유 3 내지 10 중량부, 무수황산나트륨 0.1 내지 5 중량부, 나노 금속 산화물 분말 0.1 내지 2.0 중량부, 이초산나트륨 0.1 내지 2 중량부, 폴리메르캡탄 0.5 내지 2 중량부, 초산비닐계 폴리머 0.1 내지 5 중량부, 팽창제 0.1 내지 5 중량부, 폴리카본산계 고유동화제 0.1 내지 5 중량부를 포함하며,

[0055] 알콕시 실란 가수분해물 0.1 내지 2 중량부, 실리코네이트계 액상 성분 0.1 내지 3 중량부, 방동보조제 0.1~3 중량부 및 유무기 강도조절제 0.1~2 중량부를 포함하고,

[0056] 클링커 0.5 내지 10 중량부, 페트로 코크스 탈황석고 0.5 내지 10 중량부, 플라스터 0.5 내지 10 중량부, 실리카폼 0.1 내지 5 중량부, 플라이애쉬 0.01 내지 5 중량부, 석회석 0.5 내지 10 중량부, 슬래그 0.01 내지 5 중량부 및 산화바륨 0.1~2.0 중량부를 포함하는 분말 성분을 포함하며,

[0057] 활성촉진제 0.1 내지 2 중량부 및 리튬계 반응촉진제 0.01 내지 1 중량부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0059] 이하에서는, 상기 본 발명에 따른 지반 기초 보강을 위한 파일 매입공법에서의 고강도 주면 고정액 조성물을 구성하는 각 성분과 관련하여 구체적으로 설명한다.

[0060] 먼저, 본 발명에서 상기 시멘트는 일반 포틀랜드 시멘트(OPC), 슬래그 시멘트, 알루미늄 시멘트 및 초속경 시멘트 중에서 선택된 1 종 또는 2종 이상의 혼합 시멘트를 사용할 수 있으며, 바람직하게는 일반 포틀랜드 시멘트이다. 구체적으로 포틀랜드 시멘트의 경우도 주요 성분이 C₃S 51%, C₂S 25%, C₃A 9%, C₄AF 9%, CaSO₄ 4% 정도이며, 비표면적은 3,300cm²/g 전후인 것을 사용하는 것이 바람직하다.

[0061] 혼합 시멘트를 사용할 경우에는 포틀랜드 시멘트 40~70 중량%, 알루미늄 시멘트 5 ~ 25 중량% 및 잔량의 초속경 시멘트를 포함할 수 있다.

[0062] 이 중에서, 알루미늄 시멘트는 보통 포틀랜드 시멘트에 비해 알루미늄 함량이 상대적으로 높은 시멘트로서, 화학적 저항성이 우수하며, 산성 분위기 하에서 사용할 수 있는 장점이 있으며, 경화시간이 짧은 조강 시멘트 일종으로서, 보통 포틀랜드 시멘트와 적정 비율로 사용한다.

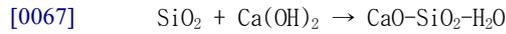
[0063] 또한, 초속경 시멘트는 무수석고와 50 중량% 이상의 알루미늄 또는 칼슘설포알루미늄네이트(CSA)를 포함하는 것으로서 초기 부착성이 우수한 것을 사용하는 것이 바람직하다.

[0064] 본 발명에서 상기 페로니켈 슬래그는 비표면적이 3,000~8,000 cm²/g의 고밀도를 갖는 수쇄 급냉 페로니켈 슬래그 미분말을 사용하는 것이 바람직하다.

[0065] 페로니켈 슬래그는 입자의 크기가 약 100μm 이상으로 큰 경우에는 잠재수경성과 같은 반응이 발생되지 않아 노반재나 잔골재 정도로만 활용되고 있는데, 분말도를 미세화할 경우에는 분쇄가 진행됨에 따라 결정구조가 파괴됨으로써 시멘트와 물 간의 수화반응에 의해 생성되는 수화반응물(예: Ca(OH)₂)과 반응을 일으키는 규소 이온의

함량이 증가되어 2차적인 반응을 유도할 수 있게 됨으로써 시멘트만 사용했을 경우와 비교하여 경화체의 치밀도와 강도가 향상될 수 있다.

[0066] 이는 하기의 반응식으로 나타낼 수 있으며, 이러한 반응의 생성물로서 겔 또는 결정 상태의 CaO-SiO₂-H₂O 구조가 형성될 수 있다.



[0068] 본 발명에서 사용되는 페로니켈 슬래그 미분말은 비표면적이 3,000~8,000 cm²/g의 고밀도를 갖는 것을 사용하는 것이 바람직하다. 상기 비표면적보다 작을 경우에는 수화반응의 2차 반응을 유도하는 효과가 미미하고 상기 비표면적보다 클 경우에는 1차 수화반응보다 2차 반응이 우세하게 나타날 수 있어 강도가 떨어질 수 있다.

[0069] 상기 페로니켈 슬래그는 용융 페로니켈 슬래그를 고압의 물을 이용한 급냉시킴에 의해 얻어지는 수쇄 급냉 페로니켈 슬래그(수재 페로니켈 슬래그)와 용융 페로니켈 슬래그를 대기 중에서 서서히 냉각시켜 얻어지는 괴재 페로니켈 슬래그로 구분되는데, 본 발명에서는 상기 수쇄 급냉 페로니켈 슬래그를 사용할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니고 상기 수쇄 급냉 페로니켈 슬래그와 괴재 페로니켈 슬래그의 혼합물을 사용하는 것도 가능하다.

[0070] 본 발명에 사용되는 고로슬래그는 고로에서 선철을 만드는 과정에서 생성되는 산업부산물이다. 고로에서는 철광석, 코크스, 석회석 등의 원료를 상부에서 투입하고, 하부의 우구에서 열풍을 불어 넣어 로내에서 코크스를 연소시켜 발생한 환원성 가스(CO)로 철광석을 환원 및 용해시켜 용선과 용융 슬래그를 분리하고 있으며, 용융상태의 고온 슬래그를 물, 공기 등으로 급냉하여 입상화한 것을 고로 슬래그(Granulated blast furnace slag)라고 한다. 선철 1t당 약 300kg 생성하며, 고로에서 생성되는 슬래그는 1,500℃ 이상의 고온 용융상태이고, 그 냉각 방법의 차이에 따라 완전히 서로 다른 물성을 가지는 슬래그가 된다. 고온의 용융성능으로부터 열처리와 가공처리의 방법에 의해서 섬유상이나 과립상, 다공질 경량 용암 또는 치밀한 암석모양의 큰 덩어리로 되어 유리질, 반정질 및 결정질의 형태가 된다.

[0071] 고로급냉슬래그(Water-cooled slag)는 다량의 물로 급냉되어, 급격한 점성의 상승에 의해 원자배열이 행해지지 않는 채로 고결하여 유리질(비정질)로 되고, 주요 화학성분은 철광석의 맥석, 코크스의 회분, 석회석 등에서 온 SiO₂, CaO, MgO 및 Al₂O₃로 이루어져 있으며, 전체 화학성분 중 약 95%정도를 차지한다. 그 외에 소량의 유황분 및 알칼리(Na₂O, K₂O) 등을 포함하고 있다.

[0072] 고로급냉슬래그는 단순히 물과 접촉하여도 치밀한 수화물이 생성 피복되고, 그 이상의 수화가 저해된다. 그러나 포틀랜드시멘트(PC) 및 소석회 등의 알칼리성 용액에서는 치밀한 피막이 깨져 PC클링커와 같이 스스로 수화하기 시작한다. 또, 일반적으로 액상에 충분한 Ca²⁺와 SO₄²⁻가 존재하기 때문에 슬래그로부터 실리게이트와 알루미늄이 트의 산성성분의 용출이 높아지고, 시멘트 경화체의 모세관 공극의 액상 중에도 포졸란 반응이 일어난다. 따라서, 혼화재로서의 혼합성이나 분산성이 뛰어나고, 경화체는 치밀해져 강도발현이 향상되며, 외부로부터 침식작용 등에 대해 내구성을 발휘한다.

[0073] 고로급냉슬래그의 미분말은 일반적으로 염기도 및 유리질 율이 높을수록 반응성이 크게 되는 경향이 있으며, 본 발명에서는 고로급냉슬래그 미분말의 염기도가 KS F 2563 기준에 의거하여 1.5 ~ 1.8인 것을 사용하는 것이 바람직하다.

[0074] 한편, 고로서냉슬래그는 공기 중 서서히 냉각되어 괴상이 되고, 화학적으로 안정한 구조인 결정질이 되어, 수경성은 거의 갖지 않는다. 고로서냉슬래그는 냉각되는 과정에서 슬래그 내부의 다량의 가스가 생성되어 다공질의 형상을 가지며, 이러한 형상은 고로서냉슬래그를 분쇄 시, 고로급냉슬래그보다 빠른 분쇄효과를 보여준다.

[0075] 고로서냉슬래그는 고로급냉슬래그와 달리 결정질로 이루어져 있어, 각 입자의 경계가 결함으로 작용하여 분쇄능이 높게 나타나고, 서냉슬래그 모르타르의 압축강도는 탄산화에 의하여 강도증진이 크며, 기공률 또한 높게 측정됨으로써, 탄산화 반응에 의하여 표면이 치밀화되어 중성화를 억제시켜주는 것이 가능한 특징이 있는 것으로 알려져 있다.

[0076] 본 발명은 상기와 같은 고로급냉슬래그 및 고로서냉슬래그를 페로니켈 슬래그 미분말과 함께 지반 기초 보강을 위한 파일 매입 공법에서 주변 고정액으로 사용하기 위한 기술이다.

[0077] 본 발명에서 상기 고로급냉슬래그 분말 및 고로서냉슬래그 분말은 4,200 ~4,280 cm³/g의 분말도를 갖는 것을 사

용하는 것이 바람직하다.

- [0078] 본 발명에서 상기 첨가제성분은 섬유 3 내지 10 중량부, 무수황산나트륨 0.1 내지 5 중량부, 나노 금속산화물 분말 0.1 내지 2.0 중량부, 이초산나트륨 0.1 내지 2 중량부, 폴리메르캡탄 0.5 내지 2 중량부, 초산비닐계 폴리머 0.1 내지 5 중량부, 팽창제 0.1 내지 5 중량부, 폴리카본산계 고유동화제 0.1 내지 5 중량부를 포함하며,
- [0079] 알콕시 실란 가수분해물 0.1 내지 2 중량부, 실리코네이트계 액상 성분 0.1 내지 3 중량부, 방동보조제 0.1~3 중량부 및 유무기 강도조절제 0.1~2 중량부를 포함하고,
- [0080] 클링커 0.5 내지 10 중량부, 페트로 코크스 탈황석고 0.5 내지 10 중량부, 플라스터 0.5 내지 10 중량부, 실리카폼 0.1 내지 5 중량부, 플라이애쉬 0.01 내지 5 중량부, 석회석 0.5 내지 10 중량부, 슬래그 0.01 내지 5 중량부 및 산화바륨 0.1~2.0 중량부를 포함하는 분말 성분을 포함하며,
- [0081] 활성촉진제 0.1 내지 2 중량부 및 리튬계 반응촉진제 0.01 내지 1 중량부를 포함하여 구성된다.
- [0082] 본 발명에 따른 지반 기초 보강을 위한 과일 매입공법에서의 고강도 주면 고정액 조성물은 첨가제성분으로서 섬유, 무수황산나트륨, 나노금속산화물 분말, 이초산나트륨, 폴리메르캡탄, 초산비닐계 폴리머, 팽창제, 폴리카본산계 고유동화제, 규사를 혼합하고, 여기에 액상성분, 분말성분 및 촉진제 성분을 혼합하여 구성된다.
- [0083] 구체적으로는 섬유 3 내지 10 중량부, 무수황산나트륨 0.1 내지 5 중량부, 나노 금속산화물 분말 0.1 내지 2.0 중량부, 이초산나트륨 0.1 내지 2 중량부, 폴리메르캡탄 0.5 내지 2 중량부, 초산비닐계 폴리머 0.1 내지 5 중량부, 팽창제 0.1 내지 5 중량부, 폴리카본산계 고유동화제 0.1 내지 5 중량부를 포함하며,
- [0084] 알콕시 실란 가수분해물 0.1 내지 2 중량부, 실리코네이트계 액상 성분 0.1 내지 3 중량부, 방동보조제 0.1~3 중량부 및 유무기 강도조절제 0.1~2 중량부를 포함하고,
- [0085] 클링커 0.5 내지 10 중량부, 페트로 코크스 탈황석고 0.5 내지 10 중량부, 플라스터 0.5 내지 10 중량부, 실리카폼 0.1 내지 5 중량부, 플라이애쉬 0.01 내지 5 중량부, 석회석 0.5 내지 10 중량부, 슬래그 0.01 내지 5 중량부 및 산화바륨 0.1~2.0 중량부를 포함하는 분말 성분을 포함하며,
- [0086] 활성촉진제 0.1 내지 2 중량부 및 리튬계 반응촉진제 0.01 내지 1 중량부를 포함하는 촉진제 성분을 혼합하여 형성된다.
- [0088] 본 발명에서 사용되는 상기 섬유는 유리섬유, 탄소섬유, 아라미드섬유, 친환경 섬유 중 적어도 하나 이상을 사용할 수 있으며, 본 발명에 따른 주면 고정액 경화체의 처짐, 방수막 크랙 등의 발생을 방지하고 내열성과 내한성에 우수하도록 할 수 있다. 여기서 섬유는 미세한 그물조직으로 밀실한 조직을 형성하여 주면 고정액 경화체의 크랙을 방지하고 수명을 연장시킬 수 있다.
- [0089] 본 발명에서 상기 섬유는 유리 섬유를 염소화폴리에틸렌 수지로 딥 코팅 방식으로 코팅한 것으로 섬유장이 1~14 mm이고 섬유직경이 9~13 μm 인 것을 사용하는 것이 바람직하다.
- [0090] 상기 유리 섬유를 염소화폴리에틸렌 수지로 딥 코팅 방식으로 코팅한 섬유는 골재와 골재 간의 브릿지 효과를 증대시키면서 주면 고정액 조성물의 인장 강도를 높이고 피로 균열과 반사균열에 대한 저항성을 높이는 작용을 하며, 염소화폴리에틸렌 수지로 코팅이 되어 있으므로 수지 성분이 주면 고정액 성분에 혼입되는 효과를 발생시켜 인장 강도의 증대에 기여하게 된다. 상기 염소화폴리에틸렌은 수분 이동 경로인 모세관의 수를 감소시켜 주면 고정액 조성물의 표면에 대한 수분의 침투를 억제하는 역할도 한다.
- [0091] 다음으로, 본 발명에서 상기 무수황산나트륨은 초기 경화를 촉진하고 강도를 향상시키는 역할을 하며, 특히 동결융해에 대한 저항성을 향상시키는 역할을 한다. 본 발명에서 상기 무수황산나트륨은 상기 첨가제성분에서 0.1 내지 5 중량부의 범위로 포함되는 것이 바람직하다. 상기 무수황산나트륨의 함량이 0.1 중량부보다 적으면 초기 경화가 늦어지고 동결경화에 대한 저항성이 감소될 수 있고, 5 중량부를 초과하면 경화체의 부피가 증가하고 강도가 감소할 수 있다.
- [0092] 다음으로, 본 발명에서 상기 나노 금속산화물 분말은 나노 크기의 입자 크기를 가지며 내부 구조는 흡수 단면적이 큰 다공성으로 이루어진 것으로서, 수분 흡수율이 크고 미생물에 대한 저항성을 향상시키는 것을 특징으로 한다.
- [0093] 본 발명에서 상기 나노 금속 산화물 분말은 산화 팔라듐, 산화이리듐, 산화루테튬, 산화오스뮴, 산화로듐, 산화백금, 산화철, 산화니켈, 산화코발트, 산화인듐, 산화알루미늄, 산화티타늄, 산화텅스텐 및 산화마그네슘으로

이루어진 균에서 선택되는 1종 또는 2종 이상의 혼합물을 사용할 수 있다.

- [0094] 또한, 본 발명에서 상기 나노 금속 산화물 분말은 가공 처리되지 않은 형태로 사용될 수도 있으나, 조성물 내에서 서로 융합되는 것을 방지하기 위해 코팅 처리된 것을 사용하는 것이 바람직하며, 구체적으로는 흑연 산화물로 표면이 코팅된 것을 사용하는 것이 바람직하다.
- [0095] 본 발명에서 상기 흑연 산화물은 천연 흑연, 판상 흑연, 인조 흑연, 팽창 흑연 등으로부터 선택되는 1 종 이상의 흑연을 황산, 질산, 과망간산칼륨, 염소산칼슘 등의 산화제로 처리한 것으로서 상기 나노 금속 산화물 분말을 흑연 산화물로 표면을 코팅하는 방법은, 먼저 나노 금속 산화물 분말과 흑연 산화물을 일정 비율로 섞고 소량의 물을 가하여 슬러리 형태로 형성한 후 자외선을 조사하여 상기 흑연 산화물이 상기 나노 금속 산화물 분말과 결합되도록 하여 표면에 코팅층을 형성하도록 하는 방법을 사용한다.
- [0096] 이와 같이 표면에 코팅층이 형성된 나노 금속 산화물 분말은 상호 재융합되기 쉽지 않으므로 분산 안정성을 향상시키게 된다.
- [0097] 본 발명에서 상기 이소산나트륨은 주면 고정액 조성물의 혼화성이 잘 섞이지 않는 현상을 방지하며, 주면 고정액 조성물 내에 존재하는 기포를 제거하여 강도를 증대시키는 역할을 한다.
- [0098] 본 발명에서 상기 폴리메르캡탄은 주면 고정액 조성물의 점성을 부여하는 역할을 하며, 조직을 치밀화하여 강도를 증대시키는 역할을 한다.
- [0099] 이어서, 상기 초산비닐계 폴리머는 신규 접착력증대 및 리바운드량을 감소시키기 위해 추가된다. 초산비닐계 폴리머는 본 발명에 따른 주면 고정액 조성물의 경화 전 상태에서는 유동성을 증가시키고 작업성을 개선시키는 역할을 하며, 본 발명에 따른 주면 고정액 조성물의 경화 후 상태에서는 응집력 증가, 굴곡 강도 증가, 굴곡성 증진 및 방수력 증대 등의 효과를 발휘한다.
- [0100] 상기 팽창제는 본 발명에 따른 주면 고정액 조성물의 경화시 수축에 따른 균열을 억제하기 위한 것으로 임계치 미만일 경우에는 팽창효과가 적어 균열억제 효과를 얻을 수 없으며 임계치를 초과할 경우 물성이 저하된다.
- [0101] 이러한 팽창제는 섬유보강제 100 중량부, 무기팽창제 30 내지 65 중량부, 금속분말계 팽창제 3 내지 5 중량부, 안정제 2 내지 3 중량부, 강도증진제 25 내지 35 중량부, 알칼리자극제 15 내지 25 중량부로 이루어진 팽창제를 사용할 수 있다.
- [0102] 즉, 상기 팽창제를 구성하는 무기팽창제는 주면 고정액의 경화 후 수축에 대한 보상 팽창을 하도록 하여 주면 고정액의 경화 후 건조수축이 발생하는 균열을 억제하기 위한 구성이다.
- [0103] 시멘트의 단점인 경화 후 수축을 고려하여 사용되는 구성으로 임계치 미만일 경우 팽창효과가 미미하여 수축균열을 억제하지 못하게 되고, 임계치를 초과할 경우에는 과팽창되어 경화체가 파괴되는 현상이 발생함은 물론 전체적인 물성이 급격하게 저하되는 문제가 발생하게 된다.
- [0104] 그리고 팽창제를 구성하는 섬유보강제는 주면 고정액의 인장력 증대, 국부적 균열의 생성 및 성장을 억제하면서 역학적 성질을 개선 및 보강하기 위해 이용하는 것으로, 주면 고정액 내에서 불연속적이며 단상인 섬유질 재료를 분산시켜 사용하게 된다.
- [0105] 이어서, 상기 폴리카본산계 고유동화제는 주면 고정액의 입자 표면에 흡착하여 입자 표면에 전하를 주어 입자들끼리 상호 반력을 일으키므로, 응집된 입자를 분산시켜 유동을 증가시켜 감수 효과로 인한 강도 증진이 가능하게 하는 역할을 한다.
- [0106] 유동화제로서는 폴리카본산계 외에 멜라민셀폰산계, 나프탈렌셀폰산계, 폴리카본산계, 리그닌셀폰산계 또는 알킬아릴셀폰산계 유동화제를 사용할 수 있으며, 더욱 구체적으로는 리그닌술포네이트, 폴리나프탈렌술포네이트, 폴리멜라민술포네이트 또는 폴리카복실레이트계 감수제로 이루어진 균으로부터 단독 또는 둘 이상 혼합 사용이 가능하다.
- [0107] 특히, 유동화제 사용시 응결시간에 영향을 주므로 응결시간 조절제를 적절히 포함하여 사용할 수 있다.
- [0108] 본 발명에서, 상기 알콕시 실란 가수분해물은 졸-겔 공정을 통해 실란을 실리카겔 형상으로 형성하고, 이와 같이 얻어진 실리카겔의 세공중에 메타크릴산 메틸을 넣은 후 이를 중합 및 가수분해하여 얻어진 것을 사용할 수 있다. 본 발명에서 상기 메타크릴산 메틸의 함량은 알콕시 실란 함량 100 중량부를 기준으로 0.5~5 중량부의 범위로 포함될 수 있다.

- [0109] 또한, 본 발명에서 상기 실리코네이트계 액상 성분은 칼륨메틸실리코네이트 0.1~5 중량비, 3-아이오도-2-프로피닐-N-부틸 카바메이트 0.1~5 중량비, 에폭시계 바인더 수지 0.1~10 중량비 및 플루오르(F)기를 함유한 무기계 폴리머 0.1~5 중량비의 비율로 포함하여 구성된다.
- [0110] 본 발명에서 상기 칼륨메틸실리코네이트는 본 발명에 따른 주면 고정액 조성물의 강화 성분을 주면 고정액 내부로 침투시켜 주는 역할을 함과 동시에 발수성을 증대시키는 역할을 한다. 본 발명에서 상기 칼륨메틸실리코네이트는 상기 실리코네이트계 액상 성분 중에 0.1~3 중량비의 범위로 포함되는 것이 바람직하다. 본 발명에서 상기 칼륨메틸실리코네이트는 고형분 함량이 30~40 중량%이고 pH 12~14인 것을 사용하는 것이 더욱 바람직하다.
- [0111] 또한, 본 발명에서 상기 3-아이오도-2-프로피닐-N-부틸 카바메이트는 본 발명에 따른 주면 고정액 조성물에 사용될 경우 각종 유해 성분들이 외부로 용출되는 것을 방지하여 환경 오염을 유발하는 것을 방지하는 효과가 있다. 본 발명에서 상기 3-아이오도-2-프로피닐-N-부틸 카바메이트는 상기 실리코네이트계 액상 성분 중에 0.1~5 중량비의 범위로 포함되는 것이 바람직하다.
- [0112] 또한, 본 발명에서 상기 에폭시계 바인더 수지는 조성물의 각 성분들 간의 결합력을 증진시키며 기계적 강도 및 수밀성을 높이는 역할을 한다.
- [0113] 본 발명에서 상기 에폭시계 수지를 사용하는 것이 바람직하며, 그 함량은 상기 실리코네이트계 액상 성분 중에 0.1~10 중량비의 범위로 포함되는 것이 바람직하다.
- [0114] 또한, 본 발명에서 상기 플루오르(F)기를 함유한 무기계 폴리머는 본 발명에 따른 주면 고정액 조성물이 경화된 후 표면이 산성 조건에 노출될 경우 내산 특성을 강화시켜 산에 의한 부식을 방지하는 역할을 한다. 본 발명에서 상기 플루오르(F)기를 함유한 무기계 폴리머는 알루미늄 실리케이트와 플루오르 알칼리 실리케이트가 50~65:35~50의 중량비로 혼합된 혼합물로 구성된 것을 사용하는 것이 바람직하다. 상기 알루미늄 실리케이트의 함량이 상기 범위보다 적을 경우에는 강도 저하의 문제가 있으며, 상기 범위를 초과할 경우에는 경화체의 결합력 현상으로 인해 크랙이 발생할 수 있다.
- [0115] 본 발명에서 상기 플루오르(F)기를 함유한 무기계 폴리머는 상기 실리코네이트계 액상 성분 중에 0.1~10 중량비의 범위로 포함되는 것이 바람직하다. 상기 함량이 0.1 중량비 미만이면 내산 강화 효과가 미미하며, 10 중량비를 초과하면 상용성이 문제될 수 있다.
- [0116] 본 발명에서 상기 방동보조제는 내한성을 향상시키기 위해 사용되며, 구체적으로는 칼슘 포메이트 5~20 중량부, 프로필 셀로솔브 1~10 중량부, 카프로산 0.1~5 중량부 및 요소 0.1~5 중량부로 이루어진 것을 사용할 수 있다.
- [0117] 상기 칼슘 포메이트는 방동 효과를 주는 원료 물질로서, 강도 향상 효과도 제공하는 특징이 있다.
- [0118] 또한, 상기 프로필 셀로솔브는 윤활특성과 부동성 향상, 동해 방지 및 워커빌리티 증진 효과를 제공한다.
- [0119] 또한, 상기 카프로산은 시멘트의 수화반응을 촉진하고 시멘트의 수산화칼슘과 반응하여 시멘트 페이스트의 조성을 치밀하게 하여 물리적 성질을 향상시키고 방청 효과를 나타내게 하며 내한성을 우수하게 하는 기능을 한다.
- [0120] 또한, 상기 요소는 무염화 및 무알칼리형으로서 물에 의해 용해되며 동결점 강화 효과를 발휘하게 하고 상기 카프로산과 함께 경화 촉진 기능을 나타내어 방동 성능이 발휘되도록 한다.
- [0121] 본 발명에서 상기 유기 강도조절제는 SBR(Styrene-Butadiene rubber) 고무 10~20 중량부, 하이드록실 아크릴레이트 모노머 1~15 중량부, 불포화 폴리에스테르 수지 15~30 중량비로 이루어진 수지 성분과 이산화티타늄 2~5 중량부, 운모 1~7 중량부, 탄산칼슘 1~5 중량부 및 규조토 1~10 중량부로 이루어진 무기성분을 포함하며, 상기 수지 성분은 증공의 구 형상을 이루고, 상기 수지 성분을 상기 무기성분이 외부에서 둘러싸서 비즈 형상을 이루는 것을 사용하는 것이 바람직하다.
- [0122] 본 발명에서 상기 SBR 고무는 탄성을 유지하기 위해 고형분이 50% 이상인 수지를 사용하는 것이 바람직하다. 상기 용매로는 에틸렌 글리콜계의 2가 알코올을 사용할 수 있다.
- [0123] 또한, 상기 하이드록실 아크릴레이트 모노머는 고무 성능을 보조하여 장기간 성능이 발휘되도록 하는 기능을 한다. 이러한 하이드록실 아크릴레이트 모노머로는 하이드록실 에틸아크릴레이트, 하이드록실 프로필아크릴레이트, 하이드록실 에틸메틸아크릴레이트 등을 사용할 수 있다.
- [0124] 상기 불포화 폴리에스테르는 산과 글리콜류 화합물의 축합 중합에 의해 형성되는 것으로서, 예를 들어 푸마르산과 디에틸렌글리콜의 반응에 의해 형성되는 산가 18~20mg/KOH의 범위에 드는 것을 사용할 수 있다. 상기 불포화

폴리에스테르는 내구성을 강화하는 역할을 한다.

- [0125] 본 발명에서 상기 이산화티타늄은 내구성 향상을 위해 사용된다.
- [0126] 본 발명에서 상기 운모는 내수성 및 내구성을 향상시키는 기능을 한다.
- [0127] 본 발명에서 상기 탄산칼슘은 내마모성 및 내구성을 향상시키는 기능을 한다.
- [0128] 본 발명에서 상기 규조토는 결로방지특성 및 부착성을 향상시키는 기능을 한다.
- [0129] 본 발명에서 상기 수지 성분은 내열성 성능을 발휘하도록 하며, 상기 무기성분은 상기 수지성분을 외부에서 둘러싸서 조직을 치밀하게 하고 내구성을 증대시키는 역할을 한다.
- [0130] 본 발명에서 클링커는 규산칼슘인 알라이트, 베라이트 및 세라이트 등으로 구성된다. 상기 클링커는 분말성분과 액상성분의 혼합을 촉진시키는 역할을 한다. 상기 클링커는 0.5 중량부 내지 10 중량부의 범위로 포함되는 것이 바람직한데, 상기 클링커의 함량이 0.5 중량부 미만인 경우는 분말성분과 액상성분의 혼합이 용이하지 않으며, 10 중량부를 초과하는 경우는 강도가 저하되는 문제가 있다.
- [0131] 본 발명에서 상기 페트로 코크스 탈황석고는 페로니켈 슬래그 및 고로슬래그의 산성 피막을 파괴하여 슬래그 내부에서 이온 방출을 가속화시키고 이들과 반응하여 수화 초기에 에트린자이트를 다량 생성해주는 역할을 하며, 제령 경과에 따라 칼슘실리케이트 수화물을 생성해 강도를 발현해주는 역할을 한다.
- [0132] 상기 페트로 코크스 탈황석고의 주성분은 CaO 및 SO₃ 이며, 적절한 품질은 CaSO₄ · 2H₂O가 95% 이상, 미반응 CaCO₃가 1.5% 이하, CaSO₃ · 1/2H₂O가 0.5% 이하 및 Al₂O₃+Fe₂O₃가 최대 1.0% 이하이며, pH 5-9를 나타내어야 한다. 인산석고에 비해 상대적으로 pH가 중성이며, 높은 순도의 균일한 품질을 가지고 있는 특징이 있다.
- [0133] 본 발명에서 상기 페트로 코크스 탈황석고는 2.65 ~ 2.75 g/m³의 밀도를 갖는 것을 사용하는 것이 바람직하고, 4,430 ~4,4520 cm³/g의 분말도를 갖는 것을 사용하는 것이 바람직하다.
- [0134] 본 발명에서 상기 플라스터(plaster)는 분말 성분에 포함된 성분이 액상성분과 용이하게 혼합되도록 하는 역할을 한다. 상기 플라스터는 0.5 중량부 내지 10 중량부의 범위로 포함되는 것이 바람직한데, 따라서, 상기 플라스터의 함량이 0.5 중량부 미만인 경우는 분말 성분에 포함된 다양한 성분이 액상성분과 용이하게 혼합되기 어려운 문제가 있고, 10 중량부를 초과하는 경우는 강도 및 내화학성 등이 저하되는 문제가 있다.
- [0135] 상기 실리카폼(silica fume)은 비정질의 활성 실리카로서 평균입경이 0.15μm 정도이며, 완전 구형에 가까운 입자이다. 실리카폼은 구상입자의 특성에 의해 분말성분 입자 사이의 충진 효과에 의하여 방수성 및 내화학성을 향상시키며, 경화체의 강도를 향상시키는 역할을 한다. 상기 실리카폼은 0.1 중량부 내지 5 중량부의 범위로 포함되는 것이 바람직한데, 상기 실리카폼의 함량이 0.1 중량부 미만인 경우는 경화체의 방수성 및 내화학성이 저하되고 강도가 낮아지는 문제가 있으며, 5 중량부를 초과하는 경우는 균열이 발생할 수 있는 문제가 있다.
- [0136] 상기 플라이애쉬(fly ash)는 화력발전소 등 석탄을 연료로 사용하는 시설에서 석탄을 태우고 남은 성분들이 산화물 형태로 남아 산화 실리콘(SiO₂)나 산화 알루미늄(Al₂O₃)성분의 미세한 먼지로 남은 것을 의미한다. 상기 플라이애쉬를 코팅제에 혼합하여 사용하면 작업성이 개선되고 장기적인 강도 및 수밀성이 향상되어 경제적이다. 상기 플라이애쉬는 0.01 중량부 내지 5 중량부의 범위로 포함되는 것이 바람직한데, 상기 플라이애쉬의 함량이 0.01 미만인 경우는 경화체의 강도성능이 저하되며, 5 중량부를 초과하는 경우는 내화학성이 저하되는 문제가 있다.
- [0137] 상기 석회석은 본 발명에 따른 주면 고정액 조성물의 강성을 보조적으로 향상시키는 역할을 한다. 상기 석회석은 0.5 중량부 내지 10 중량부의 범위로 포함되는 것이 바람직한데, 상기 석회석의 함량이 0.5 중량부 미만인 경우는 강성 향상 효과가 저하되며, 10 중량부를 초과하는 경우는 내화학성이 저하되는 문제가 있다.
- [0138] 상기 슬래그는 0.01 중량부 내지 5 중량부의 범위로 포함되는 것이 바람직한데, 상기 슬래그의 함량이 0.01 중량부 미만인 경우는 내구성, 내화학성 및 방수성이 저하되는 문제가 있으며, 5 중량부를 초과하는 경우는 균열이 발생할 수 있고 무게가 증가하는 문제가 있다.
- [0139] 본 발명에서 상기 산화바륨은 주면 고정액의 기계적 강도를 향상시키고 백색화를 방지하기 위해 사용된다.
- [0140] 본 발명에서 상기 활성촉진제는 초기 응결 속도를 조절하기 위해 사용되며, 콘크리트의 기능을 활성화시키고 강도성능을 강화하는 역할을 하는 것으로서, 예를 들어, 칼슘, 마그네슘, 망간 또는 알루미늄의 활성 다가 금속이

온을 포함하는 염화물염, 탄산염, 황산염 또는 수산염을 사용할 수 있고, 그 사용량은 0.5~2 중량부의 범위로 사용되는 것이 바람직하다.

[0141] 본 발명에서 상기 리튬계 반응촉진제는 응결(중결) 이후 시멘트 수화물이 생성을 촉진하여 강도 발현에 영향을 미치고 미세 공극을 치밀하게 하는 역할을 하는 것으로서, 예를 들어 탄산리튬, 황산리튬, 수산화리튬, 산화리튬, 염화리튬, 인산리튬, 질산화리튬, 리튬 실리케이트 등을 사용할 수 있으며, 그 사용량은 0.5~1 중량부의 범위로 사용되는 것이 바람직하다.

[0142] 또한, 본 발명에 따른 주면 고정액 조성물은 충전제를 더 포함할 수 있다. 상기 충전제의 입경은 2 μ m 이하인 것을 특징으로 하는 것으로, 이산화규소(SiO₂), 산화알루미늄(Al₂O₃), 탄산칼슘(CaCO₃), 탈크 또는 이들의 혼합물로 이루어진 균일 수 있다.

[0144] 상기와 같이 얻어지는 본 발명에 따른 주면 고정액 조성물을 이용하여 지반 기초 보강을 위한 파일 매입공법을 진행할 수 있다.

[0145] 상기 파일 매입공법은 본 발명이 속하는 기술분야에서 일반적으로 수행되는 공법을 이용할 수 있다.

[0146] 본 발명에 따른 파일 매입공법은 예를 들어 PHC 파일을 이용하는 매입공법으로서, 염수나 오염수에 의해 손상받을 수 있는 경우에 사용시 내수성, 내화학성 등의 물성을 향상시킬 수 있으므로, 내구성을 획기적으로 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

[0148] 이하에서는 본 발명을 실시예에 의거하여 더욱 상세하게 설명한다. 그러나, 본 발명의 범위가 하기 실시예에 의해 제한되는 것은 아니다.

[0150] [실시예]

[0152] (실시예 1)

[0153] 평균 약 5,000 cm³/g의 비표면적을 갖는 페로니켈 슬래그 미분말(수재 페로니켈 슬래그)과, 고로급냉슬래그 분말(KS F 2563 기준에 의거한 염기도값 1.6) 및 고로서냉슬래그 분말을 2.85 ~ 2.95 g/m³의 밀도를 갖는 것을 선별하여 고로급냉슬래그 분말:고로서냉슬래그 분말이 각각 20:25 중량비가 되도록 혼합하여 사용하였다. 상기 페로니켈 슬래그 미분말 20 중량비, 상기와 같이 얻어진 고로급냉슬래그 분말 및 고로서냉슬래그 분말이 혼합된 고로슬래그 20 중량비, 시멘트(포틀랜드 시멘트) 45 중량비, 및 첨가제성분 20 중량비의 비율로 혼합하였으며, 적당량의 물과 골재를 혼합하여 주면 고정액 조성물을 얻었다.

[0154] 상기 첨가제성분으로는 섬유(유리섬유를 염소화폴리에틸렌 수지로 덤코팅한 섬유) 2 중량부, 무수황산나트륨 1 중량부, 나노 금속산화물 분말(산화백금) 0.5 중량부, 이초산나트륨 0.3 중량부, 폴리메르캡탄 0.8 중량부, 초산비닐계 폴리머 1.5 중량부, 팽창제 0.2 중량부, 폴리카본산계 고유동화제 0.5 중량부를 포함하고, 방동보조제 0.9 중량부 및 유무기 강도조절제 1.0 중량부를 혼합하였다.

[0155] 상기 방동보조제는 칼슘 포메이트 10 중량비, 프로필 셀로솔브 5 중량비, 카프로산 0.8 중량비 및 요소 0.5 중량비의 비율로 혼합된 것을 사용하였다.

[0156] 상기 유무기 강도조절제는 SBR(Styrene-Butadiene rubber) 고무 12 중량비, 하이드록실 아크릴레이트 모노머 8 중량비, 불포화 폴리에스테르 수지 20 중량비로 이루어진 수지 성분과 이산화티타늄 3 중량비, 운모 5 중량비, 탄산칼슘 3 중량비 및 규조토 5 중량비의 비율로 이루어진 무기성분을 포함하며, 상기 수지 성분은 중공의 구형상을 이루고, 상기 수지 성분을 상기 무기성분이 외부에서 둘러싸서 비즈 형상을 이루는 것을 사용하였다.

[0157] 이어서, 실란을 실리카겔 형상으로 형성하고 실리카겔의 세공중에 메타크릴산 메틸을 넣고 중합 및 가수분해하여 얻어진 알콕시 실란 가수분해물 0.5 중량부를 혼합하고, 이어서, 칼륨메틸실리코네이트 1 중량비, 3-아이오도-2-프로피닐-N-부틸 카바메이트 2 중량비, 에폭시 바인더 수지 5 중량비 및 플루오르(F)기를 함유한 무기계 폴리머(알루미늄 실리케이트와 플루오르 알칼리 실리케이트가 60:40의 중량비로 혼합된 혼합물) 1 중량비의 비율로 혼합하여 얻어진 실리코네이트계 액상 성분 3 중량부와, 클링커 5 중량부, 페트로 코크스 탈황석고 5 중량부, 플라스터 5 중량부, 탈황석고 5 중량부, 실리카폼 3 중량부, 플라이애쉬 3 중량부, 석회석 7 중량부, 슬래그 3 중량부 및 산화바륨 1 중량부를 혼합한 후, 활성촉진제 1.0 중량부 및 반응촉진제(탄산리튬, 황산리튬, 수산화리튬의 혼합물) 1.0 중량부를 혼합하여 얻어진 것을 사용하였다.

[0159] (비교예 1)

[0160] 결합재 100 중량부를 기준으로 제올라이트 미분말 13 중량부, 초산비닐계 폴리머 1.5 중량부, 팽창재 0.2 중량부, 폴리카본산계 고유동화제 1.5 중량부를 포함하고, 첨가제를 혼합하여 형성하되, 상기 결합재는 포틀랜드 시멘트 30 중량비, 조강시멘트 5 중량비 및 슬래그 시멘트 10 중량비로 혼합하여 생성하였으며, 적당량의 물과 골재를 혼합하여 주면 고정액 조성물을 얻었다.

[0162] (비교예 2)

[0163] 결합재 100 중량부를 기준으로 리오셀 섬유 13 중량부, 초산비닐계 폴리머 1.5 중량부, 팽창재 0.2 중량부, 폴리카본산계 고유동화제 1.5 중량부를 포함하고, 첨가제를 혼합하여 형성하되, 상기 결합재는 포틀랜드 시멘트 30 중량비, 조강시멘트 5 중량비 및 슬래그 시멘트 10 중량비로 혼합하여 생성하였으며, 적당량의 물과 골재를 혼합하여 주면 고정액 조성물을 얻었다.

[0165] (비교예 3)

[0166] 결합재 100 중량부를 기준으로 초산비닐계 폴리머 4.5 중량부, 팽창재 1.0 중량부, 폴리카본산계 고유동화제 1.5 중량부를 포함하고, 첨가제를 혼합하여 형성하되, 상기 결합재는 포틀랜드 시멘트 30 중량비, 조강시멘트 5 중량비 및 슬래그 시멘트 10 중량비로 혼합하여 생성하였으며, 적당량의 물과 골재를 혼합하여 주면 고정액 조성물을 얻었다.

[0168] [성능 평가]

[0170] (1) 주면 고정액 조성물의 물성

[0171] 상기 실시예 및 비교예에서 제조된 주면 고정액 조성물을 이용하여 시험체(경화체)를 제조하여 하기 시험 방법에 의해 물성을 측정하였다.

[0172] 1) 응결시간 : KSF 2436

[0173] 2) 휨강도 : KS F 2476

[0174] 3) 압축강도 : KSF 2405

[0175] 4) 부착강도 : KS F 4716

[0176] 5) 길이변화율 : KS F 2424 모르타르 및 콘크리트의 길이 변화 시험 방법에 따라 측정하였다. 그 값은 초기 시공체의 값을 0으로 하여, “-”는 수축율을 나타내는 것이며, “+”는 팽창율을 나타내는 것이다.

[0177] 6) 플로우 : KS L 5220에 준하여 실시하였다.

[0178] 그 결과를 하기 표 3에 나타내었다.

표 3

항목		실시예 1	비교예 1	비교예 2	비교예 3
응결시간(분)	초결	25	36	33	51
	종결	31	45	48	65
휨강도 (MPa)	기중	20	15	15	14
	수중	18	11	10	11
압축강도 (MPa)	기중	25	18	19	20
	수중	19	11	13	15
부착강도 (MPa)	기중	10.2	9.1	8.5	8.2
	수중	8.5	7.6	6.9	7.1
길이변화율(%)		+0.005	+0.05	+0.03	+0.10
플로우(mm)		95	140	130	125

[0180] 상기 표 3에서 보는 바와 같이 본 발명에 따른 주면 고정액 조성물의 경우, 종래의 주면 고정액 조성물에 비하여 물성이 현저하게 우수하며, 특히 기중 및 수중에서의 휨강도 및 압축강도가 우수할 뿐만 아니라 길이변화율도 현저히 상대적으로 우수한 성능을 제공하는 것을 확인할 수 있다.

[0181] (2) 기타 성능 평가

- [0182] 1) 내후성 평가
- [0183] ASTM G 155에 따라 400시간 측정하였다.
- [0184] 2) 표면 경도 평가
- [0185] KS D 6711에 따라 연필경도를 측정하였다.
- [0186] 3) 내수성 평가
- [0187] 120℃ 열수에서 연속으로 표면 변형(균열, 블리스터 등)이 일어나는 시간을 측정하였다.
- [0188] 상기 평가 결과를 표 4에 나타내었다.
- [0189]

표 4

	내후성(백색)	표면경도	내수성
실시예 1	△E1.3	2H	470hr
비교예 1	△E2.0	2H	320hr
비교예 2	△E2.1	2H	330hr
비교예 3	△E2.0	2H	340hr

[0191] 상기 표 4의 결과로부터 본 발명에 따른 주면 고정액 조성물을 이용하여 경화체를 제조할 경우, 내후성, 내수성 및 표면경도 등의 물성도 우수하므로 환경이 열악한 지역에서의 내수성, 내환경성 내화학적 및 내구성도 상당히 개선될 수 있을 것으로 기대된다.

- [0192] 4) 염화물 투과율
- [0193] 상기 실시예 및 비교예에 따른 주면 고정액 조성물을 이용하여 제조된 경화체에 대한 염화물 확산 시험을 실시하여 그 결과를 표 5에 나타내었다.

표 5

시험체	염화물 확산계수($\times 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$)
실시예 1	8.7
비교예 1	10.5
비교예 2	12.4
비교예 3	12.8

[0195] 상기 표 5의 결과로부터 본 발명에 따른 주면 고정액 조성물을 이용하여 제조된 경화체는 염화물 투과성 면에서도 비교예의 경우보다 낮아 우수함을 확인하였다.

[0196] 이상, 본 발명에 따른 주면 고정액 조성물 및 이를 이용한 파일 매입 공법에 관하여 실시예를 참고하여 상세하게 설명하였다.

[0198] 본 명세서에는 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 개시하였으며, 비록 특정 용어들이 사용되었으나, 이는 단지 본 발명의 기술 내용을 쉽게 설명하고 발명의 이해를 돕기 위한 일반적인 의미에서 사용된 것이지, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 여기에 개시된 실시예 외에도 본 발명의 기술적 사상에 바탕을 둔 다른 변형 예들이 실시 가능하다는 것은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것이다.