



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년02월05일

(11) 등록번호 10-2763473

(24) 등록일자 2025년02월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C04B 28/04 (2006.01) C04B 14/06 (2006.01)

C04B 14/10 (2006.01) C04B 14/36 (2006.01)

E01C 11/22 (2016.01) C04B 111/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류

C04B 28/04 (2013.01)

C04B 14/06 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2022-0143294

(22) 출원일자 2022년11월01일

심사청구일자 2022년11월01일

(65) 공개번호 10-2024-0062421

(43) 공개일자 2024년05월09일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020110008394 A

KR101118985 B1

KR100838533 B1

(73) 특허권자

주식회사 금 천

전북 전주시 덕진구 혁신로 616, (여의동)

(72) 발명자

최규봉

전라북도 전주시 완산구 여울로 161, 108동 204호
(서신동, 서신e-편한세상)

(74) 대리인

표승준

전체 청구항 수 : 총 1 항

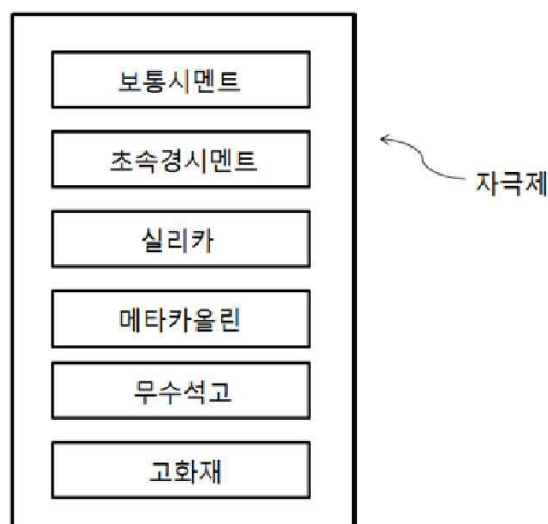
심사관 : 류동연

(54) 발명의 명칭 도로 포장용 친환경 투수콘크리트

(57) 요약

골재 78 ~ 82중량%에 자극제 14 ~ 17중량% 및 물 4 ~ 5중량%를 혼합하여 상온 양생을 통해 형성하는 투수콘크리트에 있어서, 상기 자극제는 자극제 중량%를 기준을 콘크리트의 결합력을 확보하는 보통시멘트 40~45중량%와; 콘크리트의 신속 경화능력을 향상시키는 초속경시멘트 5~10중량%와; 콘크리트의 워커빌리티와 성형성을 향상시키는 실리카 5~11중량%와; 콘크리트의 결합력을 보완하는 메타카올린 10~15중량%와; 콘크리트의 압축강도를 향상시키는 무수석고 5~10중량%와; 콘크리트의 투수계수 및 공극률을 향상시켜 투수성을 확보하는 고화재 10~15중량%의 비율로 혼합하여 형성하는 도로 포장용 친환경 투수콘크리트에 관한 발명이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C04B 14/106 (2013.01)

C04B 14/365 (2013.01)

E01C 11/225 (2013.01)

C04B 2111/00284 (2013.01)

C04B 2111/0075 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

골재 78 ~ 82중량%에 자극제 14 ~ 17중량% 및 물 4 ~ 5중량%를 혼합하여 상온 양생을 통해 형성하는 투수콘크리트에 있어서,

상기 자극제는 자극제 중량%를 기준을 콘크리트의 결합력을 확보하는 보통시멘트 40~45중량%와; 콘크리트의 신속 경화능력을 향상시키는 초속경시멘트 5~10중량%와; 콘크리트의 워커빌리티와 성형성을 향상시키는 실리카 5~11중량%와; 콘크리트의 결합력을 보완하는 메타카올린 10~15중량%와; 콘크리트의 압축강도를 향상시키는 무수 석고 5~10중량%와; 콘크리트의 투수계수 및 공극률을 향상시켜 투수성을 확보하는 고화제 10~15중량%의 비율로 혼합하여 형성하는 것을 특징으로 하는 도로 포장용 친환경 투수콘크리트.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 도로, 공원 등을 포장하는 친환경 투수콘크리트에 관한 것으로, 보다 상세하게는 친환경 재료로 경제성과 투수성이 확보되는 재료를 사용을 통해, 수분을 통과시켜 노상 물고임을 방지하고, 지중 수분을 증발시켜 지반 약화를 방지하며, 시멘트 사용 감소를 통해 온실가스를 감축하고, 강알카리성 침출수에 의한 수질 오염을 방지할 수 있는 도로 포장용 친환경 투수콘크리트에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 일반적으로 도로 포장용 포장재에는 아스팔트 콘크리트 포장재와 시멘트를 주재료로 하는 콘크리트 포장재가 널리 사용되고 있고, 이들 포장재는 모두 우천시 도로 상면으로 유입되는 물이 포장층을 통해 지중으로 쉽게 배수되지 않음에 따라 통행체 이동시 다양한 형태의 지장을 주는 것은 물론, 차량 이동시 노면이 미끄러워 대형 사고가 발생되고, 또한 포장재 생산시 불가피하게 발생하는 오염 물질로 인해 대기와 수질 환경이 오염되는 문제가 발생되고 있다.

[0004] 이러한 포장재 사용에 따라 발생하는 문제를 해소하기 위한 종래 특허기술로서 본 발명의 출원인이 특허받은 특허 제10-1118985호 ‘친환경 투수콘크리트와 이를 사용한 포장도로’가 알려져 있다.

[0005] 상기 종래 특허기술의 투수콘크리트는 아스콘 또는 시멘트를 대신하여 슬래그미분말과 석고 및 생석회 등을 재 활용하여 무기결합제를 형성한 것이어서, 시멘트 사용량 감소에 의한 온실가스 감축은 물론 폐석고의 강산성의 침출수와 폐석회의 강알카리성 침출수에 의한 수질 오염을 방지할 수 있고, 메타카올린과 실리카로 이루어지는 자극제를 사용함으로써 콘크리트의 접착력 증가, 내구성 및 압축강도를 향상시킬 수 있는 작용효과가 발생하는 것이다.

[0006] 구체적으로 상기 종래기술의 투수콘크리트는 최대 13mm의 크기를 갖는 골재 78 ~ 82중량%에 자극제 14 ~ 17중량

% 및 물 4 ~ 5중량%를 혼합하여 상온 양생을 통해 형성하고, 자극제에 포함되는 조성물은 산업부산물을 재활용한 무기결합재 12 ~ 13중량%, 결합력 보안을 위한 메타카올린 1 ~ 2중량%와 성형성 향상을 위한 실리카 1 ~ 2중량%를 혼합하며, 상기 무기결합재는 무기결합재 중량을 기준으로 슬래그미분말 50 ~ 70%, 소디움알루미늄셀페이트 10 ~ 15%, 석고 10 ~ 15%, 생석회 5 ~ 10%, 고화재 5 ~ 10%로 구성되는 것이다.

[0007] 상기 종래기술은 골재에 보통시멘트를 사용하지 않고, 무기결합제와 메타카올린 및 실리카로 이루어지는 자극제를 사용하여 콘크리트의 결합성과 성형성이 확보되도록, 무기결합제에 슬래그미분말과 50 ~ 70%와 소디움알루미늄셀페이트 10 ~ 15%, 생석회를 5 ~ 10% 포함하는 것이어서, 압축강도와 워커빌리티 및 친환경성이 우수하지만, 특수재료 사용에 따른 투수콘크리트 제조비용이 과다하게 소요되어 경제성이 저하되는 문제가 발생되고 있다.

[0008] 또한 환경표지 인증기준 EL245의 '투수 콘크리트 제품' 인증기준에 따르면 하중을 크게 받지 않는 노면 포장에 사용하는 투수 콘크리트 포장재의 압축강도 기준은 $14.7 \text{ N/mm}^2 (\text{MPa})$ 이상, 투수계수 기준은 0.1 mm/sec 이상으로 규정되어 있다.

[0009] 상기 종래기술은 투수계수가 $0.01 \sim 0.03 \text{ cm/sec}$ 로서 상기 인증기준에는 부합되지만, 장마 또는 시공 장소에 따라 물과의 접촉이 빈번하게 이루어질 때, 투수콘크리트의 틈새로 침투된 물이 장기간 체류함에 따라 포장도로 표면에서 이끼류가 생장하거나, 또한 유입되는 유기물질의 장기 체류로 인해 포장층이 부패되어 악취가 발생되며, 특히 동절기 침투된 물의 동결로 인해 부피가 팽창되어 투수콘크리트가 깨지거나 부서져 포장도로가 훼손되는 문제가 발생되고 있다.

[0010] 따라서 도로 포장용 투수콘크리트는 친환경성 재료를 사용하면서 경제성이 우수하고, 레드믹스 콘크리트의 좁은 도로 포장재에 대한 규격강도(21 MPa)와 환경표지 인증기준의 압축강도 기준 및 투수계수 기준 이상에 충족되는 새로운 조성물로 이루어지는 도로 포장용 친환경 투수콘크리트 개발이 필요한 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 본 발명은 상술한 문제점을 해소하기 위한 것으로, 보다 상세하게는 경제성과 투수성이 확보되는 친환경 재료 사용량을 최적화시켜, 도로용 투수콘크리트의 압축강도와 투수성을 향상시키면서, 경제성이 우수한 도로 포장용 친환경 투수콘크리트를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0014] 본 발명은 상술한 목적을 달성하기 위하여, 골재 78 ~ 82중량%에 자극제 14 ~ 17중량% 및 물 4 ~ 5중량%를 혼합하여 상온 양생을 통해 형성하는 투수콘크리트에 있어서, 상기 자극제는 자극제 중량%를 기준으로 콘크리트의 결합력을 확보하는 보통시멘트 40~45중량%와; 콘크리트의 신속 경화능력을 향상시키는 초속경시멘트 5~10중량%와; 콘크리트의 워커빌리티와 성형성을 향상시키는 실리카 5~11중량%와; 콘크리트의 결합력을 보완하는 메타카올린 10~15중량%와; 콘크리트의 압축강도를 향상시키는 무수석고 5~10중량%와; 콘크리트의 투수계수 및 공극률을 향상시켜 투수성을 확보하는 고화재 10~15중량%의 비율로 혼합하여 형성하는 도로 포장용 친환경 투수콘크리트를 제공하도록 한다.

발명의 효과

[0016] 본 발명의 도로 포장용 친환경 투수콘크리트는 보통시멘트, 초속경시멘트, 실리카, 메타카올린, 무수석고 및 고화재를 특정비율로 혼합하여 친환경 투수콘크리트를 형성하여, 투수콘크리트의 압축강도와 투수계수를 향상시킴으로써, 포장도로의 내구성을 향상시키고, 포장도로의 물고임 방지와 침투수 증발을 통해 지반약화를 방지하며, 시멘트 사용 감소를 통해 환경오염을 방지할 수 있고, 특히 환경표지 인증기준에 규정된 투수계수 기준값의 3 내지 4배 향상시키는 효과가 발생된다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 본 발명에 따른 자극제 조성물의 개념도를 도시한 도면이다.

도 2는 본 발명에 따른 자극제로 보통시멘트만 사용하여 형성한 시편4를 공인시험기관에서 시험한 시험성적서를 캡처한 도면이다.

도 3 내지 도 5는 본 발명에 따른 자극제로 고화재의 혼합량을 다르게 포함하여 형성한 시편14 내지 시편16을 공인시험기관에서 시험한 시험성적서를 캡처한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 본 발명에 따른 도로 포장용 친환경 투수콘크리트는 시멘트와; 유동성과 성형성 향상을 자극하는 실리카와; 결합력을 향상시키는 메타카올린과; 산업부산물을 재활용한 무수석고와 고화재를 일정비율로 혼합하여 이루어지는 친환경 투수콘크리트로 형성한다.
- [0020] 보다 구체적으로 본 발명의 도로 포장용 친환경 투수콘크리트는 골재 78 ~ 82중량%에 자극제 14 ~ 17중량% 및 물 4 ~ 5중량%를 혼합하여 상온 양생을 통해 형성하는 투수콘크리트에 있어서, 상기 자극제는 자극제 중량을 기준으로 콘크리트의 결합력을 확보하는 보통시멘트 40~45중량%와; 콘크리트의 신속 경화능력을 향상시키는 초속경시멘트 5~10중량%와; 콘크리트의 위커빌리티와 성형성을 향상시키는 실리카 5~11중량%와; 콘크리트의 결합력을 보완하는 메타카올린 10~15중량%와; 콘크리트의 압축강도를 향상시키는 무수석고 5~10중량%와; 콘크리트의 투수계수 및 공극률을 향상시켜 투수성을 확보하는 고화재 10~15중량%의 비율로 혼합하여 형성한다.
- [0021] 상기 투수콘크리트에 포함되는 조성물 중에서 초속경시멘트는 콘크리트 제조 2~3시간 만에 실용강도가 발현되고 별도의 지연제로 응결시간 조절이 가능하며, 수축 및 블리딩이 없이 안정된 강도를 확보되는 것으로, SiO₂ 14.3중량%, Al₂O₃ 11.9중량%, Cao 58.7중량%의 화학성분을 포함하고, C₃S 46.2중량%, C₁A₇.CaF₂ 20.8 중량%의 광물을 포함하고, 응결시간이 초결 6분, 종결 12분 정도의 물리적 특성을 가지는 일반적인 초속경시멘트를 사용하는 것이 바람직하다.
- [0022] 또한 상기 실리카는 SiO₂로 구성된 규산무수물로 천연으로는 석영, 수정, 옥수, 마노, 부싯돌, 규사, 인규석, 홍연석 등에 결정 또는 비결정으로 산출되는 것으로 분말도 3100~3300cm²/g, 순도 90% 이상의 것을 사용하는 것이 바람직하다.
- [0023] 상기 메타카올린은 화학식 Al₂Si₂O₇으로 나타내는 것으로 로슬래그와 물유리에 의해 생성된 Ca(OH)₂와 반응하며 물과 접촉하면 미량의 칼슘(CaO)과 규산(SiO₂)이 용출되어 입자의 표면에 불용성의 치밀한 수화물과 함께 비결정질의 실리카 및 알루미늄 수화물이 생성되고, 시멘트와 섞을 경우 수화반응시 생성된 Ca(OH)₂와 포졸란이 반응하게 되어서 Ca(OH)₂를 소모하면서 수화된 시멘트 고화체에 있어서 C-S-H의 비율을 증가시키는 포졸란 반응을 일으키는 것을 사용하는 것이 바람직하다.
- [0024] 상기 무수석고는 비료공장에서 인산제조시 발생하는 pH2 ~ pH3인 폐석고를 이용하여 제조하는 것으로 화학적 구조가 CaSO₄·2H₂O로 구성된 황산염 광물로서 지표수와 지하수에 의한 경석고의 수화작용에 의해 형성되는 물질로 이루어진 것을 사용하는 것이 바람직하다.
- [0025] 상기 고화재는 유기질또는 무기질 토양에 관계없이 적용 가능하고, 시멘트 사용시 발생하는 Cd+6용출을 줄일 수 있으며, 장기간에 걸쳐 경화가 일어나고, 강도가 유지되며, 특히 악취발생과 유해물질 누출을 방지할 수 있는 일반적인 표층고화재를 사용하는 것이 바람직하다.
- [0026] 이어서 본 발명에 따른 도로 포장용 친환경 투수콘크리트의 조성물 및 조성비에 대한 기술적 의의와 임계적 의의를 실험을 통해 살펴본다.
- [0027] 상기 조성물 중에서 투수콘크리트의 자극제에 포함되는 초속경시멘트, 실리카, 메타카올린, 무수석고, 고화재에 대한 혼합 정상범위와 정상범위의 상하한 임계값을 초과하거나 미달되는 중량%를 혼합하여 각 3개의 시편을 형성하고, 이들 3개의 시편과 특성을 대비해보는 보통시멘트 만으로 형성된 시편을 형성하고 국가표준 시험방법에 따라 실험하였다.
- [0029] <실험 1>
- [0030] 먼저 실험 1은 아래 표 1과 같이, 신속 경화능력을 향상시키는 초속경시멘트를 포함시켜 형성되는 투수콘크리트의 압축강도에 관한 실험으로써, 초속경시멘트의 수치를 정상범위, 정상범위의 상한값 초과, 정상범위의 하한값에 미달시켜 혼합하고, 나머지 조성물을 정상범위로 혼합하는 3개의 시편1 내지 시편3과 보통시멘트 만으로 제조되는 비교대상 시편4를 형성하되, 각 시편을 가로와 세로 각 30cm, 두께 28cm로 형성하여 28일 경화시킨 후 압축강도를 측정하였다.

[표 1]

구분	수치 단위	초속경 시멘트	보통 시멘트	실리카	메타 카올린	무수석고	고화재
시편1	중량%	5~10	40~45	5~10	10~16	5~10	10~16
시편2		11					
시편3		4					
시편4		0	100	0	0	0	0

구체적으로 실험 1은 아래 표 1-1과 같이, 초속경시멘트의 포함량을 달리하는 시편을 총중량 6.2kg(100중량%)으로 하여 시편1 내지 시편4를 각각 3개(a, b, c)씩 형성하되, 시편1의 초속경시멘트 혼합량은 정상범위에 해당하는 496g(8중량%)을 혼합하고, 시편2의 초속경시멘트 혼합량은 정상범위의 상한값을 초과하는 682g(11중량%)을 혼합하며, 시편3의 초속경시멘트 혼합량은 정상범위의 하한값에 미달되는 248g(4중량%)을 혼합하고, 시편4는 초속경시멘트를 혼합하지 않고 보통시멘트 100%로 형성하여, 28일 경과후 국가표준 KS F 2405(콘크리트 압축강도 시험 방법)에 따라서 시험을 실시하였다.

[표 1-1]

구분	초속경 시멘트	보통 시멘트	실리카	메타 카올린	무수석고	고화재	합계
시편1	8% (496g)	45% (2,790g)	10% (620g)	12% (744g)	10% (620g)	15% (930g)	100% (6,200g)
시편2	11% (682g)	45% (2,790g)	10% (620g)	9% (558g)	10% (620g)	15% (930g)	100% (6,200g)
시편3	4% (248g)	45% (2,790g)	10% (620g)	16% (992g)	10% (620g)	15% (930g)	100% (6,200g)
시편4	0	100% (6,200g)	0	0	0	0	100중량% (6,200g)

* 표 1-1의 %는 중량%를 나타냄

실험결과 아래 표 1-2에서 확인되는 바와 같이, 초속경시멘트를 정상범위에 해당하는 8중량%의 비율로 혼합한 시편1의 압축강도는 3개의 시편 평균 23.27MPa가 나타났고, 정상범위의 상한값을 초과하는 11중량%의 초속경시멘트를 혼합한 시편2의 압축강도는 3개의 시편 평균 23.6MPa가 나타났으며, 정상범위의 하한값에 미달하는 4중량%의 초속경시멘트를 혼합한 시편3의 압축강도는 3개의 시편 평균 20.5MPa가 나타났고, 보통시멘트만으로 형성한 시편4의 압축강도는 3개 시편 평균 22.53MPa가 나타났다.

[표 1-2]

시편		압축강도(MPa)
시편1 (초속경시멘트 8중량% 혼합)	a	23.3
	b	23.0
	c	23.5
	평균	23.27
시편2 (초속경시멘트 11중량% 혼합 상한값을 1중량% 초과)	a	23.6
	b	23.4
	c	23.8
	평균	23.6
시편3 (초속경시멘트 4중량% 혼합 하한값에 1중량% 미달)	a	20.5
	b	19.9
	c	21.1
	평균	20.5
시편4 (보통시멘트 100중량%)	a	22.7
	b	23.0
	c	21.9
	평균	22.53

[0037] 이처럼 본 발명의 투수콘크리트 조성물에 포함되는 초속경시멘트의 정상범위와 상한값을 초과 또는 미달시켜 혼합하는 경우 평균 압축강도는 정상범위의 상한값 초과, 정상범위, 정상범위의 하한값 미달의 23.6MPa>23.27MPa>21.1MPa 순으로 나타났고, 초속경시멘트를 정상범위와 정상범위의 상한값을 초과하여 혼합하는 경우 평균 압축강도는 보통시멘트만으로 형성되는 콘크리트의 평균 압축강도 22.53MPa보다 우수하다는 사실이 확인되었다. 시편1의 초속경시멘트 혼합비율을 포함하는 투수콘크리트를 본 발명의 구체적인 실시예1로 한다

[0039] <실험 2>

[0040] 실험 2는 아래 표 2와 같이, 워커빌리티와 성형성을 향상시키는 실리카를 포함시켜 형성하는 투수콘크리트의 워커빌리티와 성형성에 관한 실험으로써, 실리카를 정상범위, 정상범위의 상한값 초과, 정상범위의 하한값에 미달시켜 혼합하고, 나머지 조성물을 정상범위로 혼합하는 3개의 시편5 내지 시편7을 형성하여 워커빌리티와 성형성을 관측한다.

[표 2]

구분	수치 단위	초속경 시멘트	보통 시멘트	실리카	메타 카울린	무수석고	고화재
시편5	중량%	5~10	40~45	5~10	10~16	5~10	10~16
시편6				12			
시편7				4			

[0041] 구체적으로 실험 2는 실리카의 포함량을 달리하는 시편을 총중량 6.2kg(100중량%)으로 하여 시편5 내지 시편7을 형성하되, 실리카를 시편5에는 정상범위에 해당하는 496g(8중량%)을 혼합하고, 시편6에는 정상범위의 상한값을 초과하는 744g(12중량%)를 혼합하며, 시편3에는 정상범위의 하한값에 미달되는 248g(4중량%)를 혼합하여 아래 표 2-1과 같은 비율(중량%)로 형성하고 워커빌리티와 성형성을 측정한다.

[표 2-1]

구분	초속경 시멘트	보통 시멘트	실리카	메타 카울린	무수석고	고화재	합계
시편5	10% (620g)	45% (2,790g)	8% (496g)	15% (930g)	10% (620g)	12% (744g)	100% (6,200g)
시편6	10% (620g)	45% (2,790g)	11% (682g)	14% (868g)	10% (620g)	10% (620g)	100% (6,200g)
시편7	10% (620g)	45% (2,790g)	4% (248g)	16% (992g)	10% (620g)	15% (930g)	100% (6,200g)

* 표 2-1의 %는 중량%를 나타냄

[0044] 실험결과 아래 표 2-2에서 확인되는 바와 같이, 워커빌리티와 성형성은 실리카를 정상범위에 해당하는 8중량%의 비율로 혼합한 경우 모두 작업성이 우수하고 거푸집을 제거해도 허물어지지 않고 양호하였으나, 정상범위의 상한값을 초과하는 11중량%를 혼합한 시편과 정상범위의 하한값에 미달하는 4중량%를 혼합한 경우에는 성형작업이 다소 어렵고 거푸집을 제거하면 일측이 부서져 불량한 것으로 나타났다. 시편5의 실리카 혼합비율을 포함하는 투수콘크리트를 본 발명의 구체적인 실시예2로 한다.

[표 2-2]

시편	워커빌리티	성형성
시편5(실리카 8중량% 혼합, 정상범위 이내)	양호	양호
시편6(실리카 11중량% 혼합, 상한값을 1중량% 초과)	불량	불량
시편7(실리카 4중량% 혼합, 하한값에 1중량% 미달)	불량	불량

[0046] <실험 3>

[0049] 실험 3은 표 3과 같이, 콘크리트의 결합력을 보완하는 메타카울린을 혼합하는 투수콘크리트의 압축강도에 관한 실험으로써, 메타카울린을 정상범위, 정상범위의 상한값 초과, 정상범위의 하한값에 미달시켜 혼합하고, 나머지

조성물을 정상범위로 혼합하는 3개의 시편8 내지 시편10을 각각 가로와 세로 각 30cm, 두께 28cm로 형성하여, 28일 경과후 압축강도를 측정하여 결합력을 확인하는 것이다. 보통시멘트 만으로 제조되는 비교대상 시편4는 실험1의 결과를 그대로 적용한다.

[표 3]

구분	수치 단위	초속경 시멘트	보통 시멘트	실리카	메타 카울린	무수석고	고화재
시편8	중량%	5~10	40~45	5~10	10~16	5~10	10~16
시편9					9		
시편10					17		

구체적으로 실험 3은 실리카를 포함하는 시편을 총중량 6.2kg(100중량%)으로 하여 시편8 내지 시편10을 각각 3개(a, b, c)씩 형성하되, 시편8에는 메타카울린을 정상범위에 해당하는 806g(13중량%)을 혼합하고, 시편9에는 메타카울린을 정상범위의 상한값을 초과하는 1054g(17중량%)를 혼합하며, 시편3에는 메타카울린을 정상범위의 하한값에 미달되는 558g(9중량%)를 혼합하여 아래 표 3-1과 같은 비율로 형성하고 28일 경과후 국가표준 KS F 2405(콘크리트 압축강도 시험 방법)에 따라서 시험을 실시하였다.

[표 3-1]

구분	초속경 시멘트	보통 시멘트	실리카	메타 카울린	무수석고	고화재	합계
시편8	10% (620g)	45% (2,790g)	10% (620g)	13% (806g)	10% (620g)	12% (744g)	100% (6,200g)
시편9	8% (496g)	45% (2,790g)	8% (496g)	17% (1054g)	10% (620g)	12% (744g)	100% (6,200g)
시편10	10% (620g)	45% (2,790g)	10% (620g)	9% (558g)	10% (620g)	16% (992g)	100% (6,200g)
시편4	0	100% (6,200g)	0	0	0	0	100% (6,200g)

* 표 3-1의 %는 중량%를 나타냄

실험결과 아래 표 3-2에서 확인되는 바와 같이, 메타카울린을 정상범위에 해당하는 13중량%의 비율로 혼합한 시편8의 압축강도는 3개의 시편 평균 23.4MPa가 나타났고, 정상범위의 상한값을 초과하는 17중량%의 메타카울린을 혼합한 시편9의 압축강도는 3개의 시편 평균 23.5MPa가 나타났으며, 정상범위의 하한값에 미달하는 9중량%의 메타카울린을 혼합한 시편3의 압축강도는 3개의 시편 평균 20.26MPa가 나타났다. 보통시멘트만으로 형성한 시편4의 압축강도는 3개 시편 평균 22.53MPa임은 앞의 실험1에서 살펴본 바와 같다.

[표 3-2]

시편		압축강도(MPa)
시편8 (메타카울린 13중량% 혼합)	a	23.3
	b	23.0
	c	23.5
	평균	23.26
시편9 (메타카울린 17중량% 혼합 상한값을 1중량% 초과)	a	23.6
	b	23.4
	c	23.8
	평균	23.6
시편10 (메타카울린 9중량% 혼합 하한값에 1중량% 미달)	a	20.5
	b	19.9
	c	21.1
	평균	20.5
시편4 (보통시멘트 100중량%)	a	22.7
	b	23.0
	c	21.9
	평균	22.53

[0055] 이처럼 본 발명의 투수콘크리트 조성물에 포함되는 메타카올린의 평균 압축강도는 혼합되는 메타카올린의 정상 범위, 정상범위의 상한값 초과, 정상범위의 하한값 미달의 $23.6\text{MPa} > 23.26\text{MPa} > 20.5\text{MPa}$ 의 순서 나타나 메타카올린 함유량이 높으면 압축강도가 더 향상되는 되는 사실이 확인되었다. 시편8의 메타카올린 혼합비율을 포함하는 투수콘크리트를 본 발명의 구체적인 실시예3으로 한다.

[0057] <실험 4>

[0058] 실험 4는 아래 표 4와 같이, 콘크리트의 압축강도를 향상시키는 무수석고를 혼합하는 투수콘크리트의 압축강도에 관한 실험으로, 무수석고를 정상범위, 정상범위의 상한값 초과, 정상범위의 하한값에 미달시켜 혼합하고, 나머지 조성물을 정상범위로 혼합하는 3개의 시편11 내지 시편13을 각각 가로와 세로 각 30cm, 두께 28cm로 형성하여, 일정시간 경화시킨 후 압축강도를 측정한다. 보통시멘트만으로 제조되는 비교대상 시편4는 실험1의 결과를 그대로 적용한다.

[표 4]

구분	수치 단위	초속경 시멘트	보통 시멘트	실리카	메타 카올린	무수석고	고화재
시편11	중량%	5~10	40~45	5~10	10~16	5~10	10~16
시편12						11	
시편13						4	

[0059] 구체적으로 실험 4는 무수석고의 포함량을 달리하는 시편을 총중량 6.2kg(100중량%)으로 하여 시편11 내지 시편13을 각각 3개(a, b, c)씩 형성하되, 무수석고를 시편11에는 정상범위에 해당하는 620g(10중량%)을 혼합하고, 시편9에는 정상범의 상한값을 초과하는 682g(11중량%)를 혼합하며, 시편3에는 정상범위의 하한값에 미달되는 248g(4중량%)를 혼합하여 아래 표 4-1과 같은 비율로 형성하고 28일 경과후 국가표준 KS F 2405(콘크리트 압축강도 시험 방법)에 따라서 시험을 실시하였다.

[표 4-1]

구분	초속경 시멘트	보통 시멘트	실리카	메타 카올린	무수석고	고화재	합계
시편11	10% (620g)	45% (2,790g)	10% (620g)	13% (806g)	10% (620g)	12% (744g)	100% (6,200g)
시편12	10% (620g)	45% (2,790g)	10% (620g)	12% (744g)	11% (682g)	12% (744g)	100% (6,200g)
시편13	10% (620g)	45% (2,790g)	10% (620g)	15% (930g)	4% (248g)	16% (992g)	100% (6,200g)
시편4	0	100% (6,200g)	0	0	0	0	100% (6,200g)

* 표 4-1의 %는 중량%를 나타냄

[0061] 실험결과 아래 표 4-2에서 확인되는 바와 같이, 무수석고를 정상범위에 해당하는 10중량%의 비율로 혼합한 시편11의 압축강도는 3개의 시편 평균 23.4MPa가 나타났고, 정상범위를 초과하는 12중량%를 혼합한 시편12의 압축강도는 3개의 시편 평균 23.9MPa가 나타났으며, 정상범위에 미달하는 4중량%의 무수석고를 혼합한 시편3의 압축강도는 3개의 시편 평균 20.26MPa가 나타났다. 보통시멘트만으로 형성한 시편4의 압축강도는 3개 시편 평균 22.53MPa임은 앞의 실험1에서 살펴본 바와 같다.

[표 4-2]

시편		압축강도(MPa)
시편11 (무수석고 10중량% 혼합)	a	23.4
	b	23.1
	c	23.7
	평균	23.4
시편12 (무수석고 11중량% 혼합 상한값을 1중량% 초과)	a	25.5
	b	23.2
	c	23.9
	평균	23.5
시편13 (무수석고 4중량% 혼합 하한값에 1중량% 미달)	a	20.2
	b	20.1
	c	20.5
	평균	20.26
시편4 (보통시멘트 100중량%)	a	22.7
	b	23.0
	c	21.9
	평균	22.53

[0063]

[0064]

이처럼 본 발명의 투수콘크리트 조성물에 포함되는 무수석고의 평균 압축강도는 무수석고 정상범위의 상한값 초과, 정상범위, 정상범위의 하한값 미달의 23.5MPa>23.4MPa>20.26MPa 순서로 나타나, 무수석고를 정상범위와 정상범위의 상한값을 초과하여 혼합하는 경우 보통시멘트만 사용한 콘크리트의 압축강도 22.53MPa보다 높게 나타나는 사실이 확인되었다. 시편11의 무수석고 혼합비율을 포함하는 투수콘크리트를 본 발명의 구체적인 실시예4로 한다.

[0066]

<실험 5>

[0067]

실험 5는 아래 표 5와 같이, 콘크리트의 투수계수 및 공극률을 향상시키는 고화제를 혼합하는 경우와 관련된 실험으로써, 고화제를 정상범위, 정상범위의 상한값 초과, 정상범위의 하한값에 미달시켜 혼합하고, 나머지 조성물을 정상범위로 혼합하는 3개의 시편14 내지 시편16을 각각 가로와 세로 각 30cm, 두께 28cm로 형성하여, 28일 경과 후 압축강도와 투수계수 및 공극률을 측정한다. 보통시멘트만으로 제조되는 비교대상 시편4의 압축강도는 실험1의 결과를 그대로 적용한다.

[표 5]

구분	수치 단위	초속경 시멘트	보통 시멘트	실리카	메타 카울린	무수석고	고화제
시편14	중량%	5~10	40~45	5~10	10~16	5~10	16
시편15							17
시편16							9

[0068]

[0069]

구체적으로 실험 5는 고화제 포함량을 달리하는 시편을 총중량 6.2kg(100중량%)으로 하여 시편14 내지 시편16을 각각 3개(a, b, c)씩 형성되되, 시편14에는 고화제를 정상범위에 해당하는 930g(15중량%)을 혼합하고, 시편15에는 정상범위의 상한값을 초과하는 1054g(17중량%)를 혼합하며, 시편16에는 정상범위의 하한값에 미달되는 558g(9중량%)를 혼합하여 아래 표 5-1과 같은 비율로 형성하고 28일 경과후 국가표준 KS F 2405(콘크리트 압축강도 시험 방법)와 KS F 2322(흙의 투수 시험방법)에 따라서 시험을 실시하였다.

[표 5-1]

구분	초속경 시멘트	보통 시멘트	실리카	메타 카올린	무수석고	고화재	합계
시편14	10% (620g)	45% (2,790g)	10% (620g)	10% (620g)	10% (620g)	15% (930g)	100% (6,200g)
시편15	10% (620g)	45% (2,790g)	10% (620g)	10% (620g)	8% (496g)	17% (1054g)	100% (6,200g)
시편16	10% (620g)	45% (2,790g)	10% (620g)	16% (992g)	10% (620g)	9% (558g)	100% (6,200g)
시편4	0	100% (6,200g)	0	0	0	0	100% (6,200g)

* 표 5-1의 %는 중량%를 나타냄

실험결과 아래 표 5-2에서 확인되는 바와 같이, 고화재를 정상범위에 해당하는 10중량%의 비율로 혼합한 시편14의 압축강도는 3개의 시편 평균 23.6MPa가 나타났고, 정상범위의 상한값을 초과하는 11중량%의 고화재를 혼합한 시편15의 압축강도는 3개의 시편 평균 23.2MPa가 나타났으며, 정상범위의 하한값에 미달하는 9중량%의 고화재를 혼합한 시편16의 압축강도는 3개의 시편 평균 23.4MPa가 나타났다. 보통시멘트만으로 형성한 시편4의 압축강도는 3개 시편 평균 22.53MPa임은 앞의 실험1에서 살펴본 바와 같다.

또한 표 5-2에서 확인되는 바와 같이, 평균 투수계수와 공극율은 시편14에서 0.409cm/sec와 21.1%, 시편15에서 0.583cm/sec와 21.1%, 시편16에서 0.377cm/sec와 20.3% 시편4에서 0.803cm/sec와 18.3%가 나타났다.

[표 5-2]

시편		압축강도 (MPa)	평균 투수계수 (cm/sec)	공극율 (%)
시편14 (고화재 10중량% 혼합)	a	24.3	0.409	21.1
	b	23.5		
	c	23.1		
	평균	23.6		
시편15 (고화재 11중량% 혼합 상한값을 1중량% 초과)	a	23.7	0.583	21.1
	b	22.6		
	c	23.3		
	평균	23.2		
시편16 (고화재 9중량% 혼합 하한값에 1중량% 미달)	a	22.8	0.377	20.3
	b	23.3		
	c	24.1		
	평균	23.4		
시편4 (보통시멘트 100중량%)	a	22.7	0.803	18.3
	b	23.0		
	c	21.9		
	평균	22.53		

이처럼 본 발명의 투수콘크리트 조성물에 포함되는 고화재는 정상범위와 정상범위의 상한값 초과 및 정상범위의 하한값에 미달되는 경우 모두 23MPa 이상으로 나타나, 보통시멘트만으로 형성되는 시편4의 평균 압축강도 22.53MPa에 비해 우수하다는 사실이 확인되었다.

그리고 평균 투수계수와 공극률은 시편14는 0.409cm/sec와 21.1%, 시편 15는 0.583cm/sec와 21.1%, 시편16은 0.377cm/sec와 20.3%로 나타났고, 보통시멘트만으로 형성된 시편4의 투수계수와 공극률은 0.83cm/sec, 18.3%로 나타나, 고화재가 포함된 본 발명의 투수콘크리트는 보통시멘트만으로 형성된 콘크리트보다 투수계수는 낮으나, 공극률은 크다는 점이 확인된다.

특히 투수계수를 시험한 시편14 ~ 시편16는 친환경 재료를 사용하면서 환경표지 인증기준 EL245의 ‘투수 콘크리트 제품’ 인증기준에서 정한 하중을 크게 받지 않는 노면 포장에 사용하는 투수콘크리트 포장재의 투수계수 기준치인 0.1mm/sec 이상에 충족되는 3~5배의 투수계수가 나타나는 사실이 확인되었다. 시편14의 고화재 혼합비율을 포함하는 투수콘크리트를 본 발명의 구체적인 실시예5로 한다

[0077]

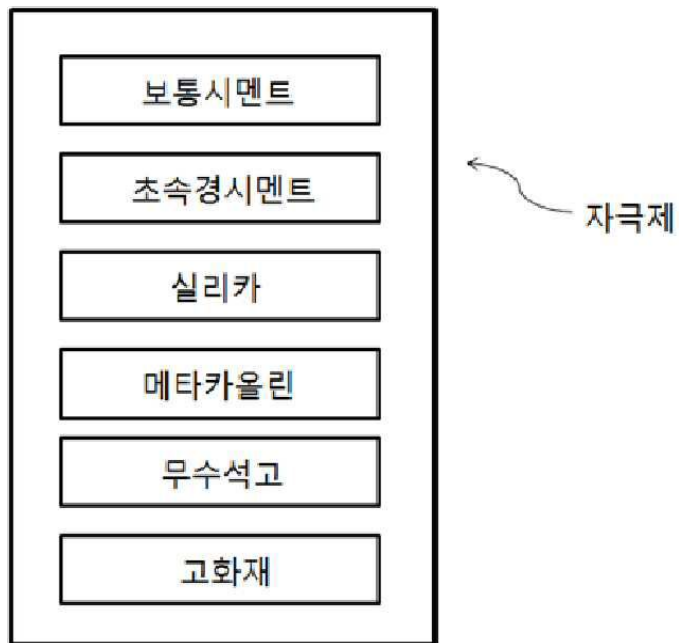
본 발명에 도로 포장용 친환경 투수콘크리트의 우수성을 공인기관 시험을 통해 입증하기 위해 보통시멘트만으로 형성되는 실험1의 시편4와, 투수성과 공극률을 높이기 위한 고화재의 혼합비를 상이하게 하여 실험한 실험5의 시편14, 15, 16에 대하여 국내 공인시험기관의 시험성적서를 도 2 내지 도 5로 첨부하고, 시험성적서 사본을 특허출원서에 첨부한다.

부호의 설명

삭제

도면

도면1



도면2



한국 품질 검사·시험원
KOREA QUALITY INSPECTION & TESTING CENTER

품 질 검 사 성 적 서

시료명(생산국) : 투수콘크리트(No.4)(대한민국)

시료채취장소 : 공장내

성격이용목적 : 특허출원

공 사 명 : -

발 주 자 : -

시 공 자 : -

의 려 안 : ㈜공천

국가중요시설여부: 해당없음

문 서 번 호 : Q220921-002

접 수 일 자 : 2022년 9월 21일

채 취 자 : ㈜공천

채 취 일 : 2022년 9월 16일

귀하가 품질시험·검사를 의뢰한 위 시료에 대해서 아래 시험방법에 따라 시험·검사한 결과를 『건설기술 진흥법 시행규칙』 제56조제3항에 따라 다음과 같이 알려드립니다.

결 과

연번	시험·검사종목	시험·검사방법	시험·검사결과	책임기술자		시험·검사자		
				자격종목 및 자격증 번호	성명	서명	성명	서명
1	압축강도	KS F 2405	22.7	토목품질시험 (09188010303 Y)	김범철	김영철	백준상	백준상
2			23.0					
3			21.9					
4	평균		22.6					
5	투수계수	KS F 2322	8.03E-01	cm/sec				
6	공극률	의뢰자제시	18.3	%				

이 시험·검사결과는 당초 의뢰시 제출된 시료에 대한 결과 이므로 다른 목적으로 이용을 금지 합니다.

2022 년 10 월 14 일

한 국 품 질 검 사 · 시 험 원 대 표 김 범 철

주소 : 전북 전주시 덕진구 변영로 480(반월동) 전화번호 : 063-221-5670, FAX : 063-221-5671

비고

1. 국가중요시설 여부는 "국가중요시설(시설명)"로 적습니다.

2. 국가중요시설이란 대통령령지, 국회의사당, 대법원, 국가정보원, 중앙행정기관의 청사, 원자력발전소, 발전용량 100만kW이상 발전소, 전국각으로 방송되는 방송되는 공영 라디오·TV방송국, 라디오방송 송신출력 500만W 이상의 송신시설, 군사시설, 공항 및 댐 등을 말합니다.

※유의사항: 책임기술자 및 시험검사자의 성명과 서명이 없는 경우에는 결과에 대한 보증을 할 수 없습니다.

- 1 / 4 -

도면3


한국 품질 검사·시험원
KOREA QUALITY INSPECTION & TESTING CENTER

품 질 검 사 성 적 서

시료명(생산국) : 투수콘크리트(No.14)(대한민국)	문 서 번 호 : Q220921-002
시험채취장소 : 공장내	검 수 일 자 : 2022년 9월 21일
성격이용목적 : 특허출원	채 취 자 : ㈜금천
공 사 명 : -	채 취 일 : 2022년 9월 16일
발 주 자 : -	
시 공 자 : -	
의뢰인 : ㈜금천	

국가중요시설여부: 해당없음

귀하가 품질시험·검사를 의뢰한 위 시료에 대해서 아래 시험방법에 따라 시험·검사한 결과를 「건설기술 진흥법 시행규칙」 제56조제3항에 따라 다음과 같이 알려드립니다.

결 과

연번	시험·검사종목	시험·검사방법	시험·검사결과	책임기술자			시험·검사자	
				자격종목 및 자격증 번호	성 명	서 명	성 명	서 명
1			24.3					
2	압축강도	KS F 2405	23.5	토목품질시험 (09188010303 Y)	김병철	김병철	백준상	백준상
3			23.1					
4			평균					
5	투수계수	KS F 2322	4.09E-01	cm/sec				
6	공극율	의뢰자제시	21.1	%				

이 시험·검사결과는 당초 의뢰사 제출된 시료에 대한 결과 이므로 다른 목적으로 이용을 금지 합니다.

2022 년 10 월 14 일

한 국 품 질 검 사 · 시 험 원 대 표 김 병 철

주소 : 전북 전주시 덕진구 변영로 480(반월동) 전화번호 : 063-221-5670, FAX : 063-221-5671



비고

1. 국가중요시설 여부는 "국가중요시설(시설명)"로 적습니다.

2. 국가중요시설이란 대통령령, 국회의사당, 대법원, 국가정보원, 중앙행정기관의 청사, 원자력발전소, 발전용량 100만kW이상 발전소, 전국적으로 방송되는 방송되는 공영 라디오·TV방송국, 라디오방송 송신출력 500만kW 이상의 송신시설, 군사시설, 공항 및 항 등을 말합니다.

※유의사항: 책임기술자 및 시험·검사자의 성명과 서명이 없는 경우에는 결과에 대한 보증을 할 수 없습니다.

- 2 / 4 -

도면4


한국 품질 검사·시험원
KOREA QUALITY INSPECTION & TESTING CENTER

품 질 검 사 성 적 서

시험명(생산국) : 루수콘크리트(No.15)(대한민국)	문 서 번 호 : Q220921-002
시험채취장소 : 공장내	검 수 일 자 : 2022년 9월 21일
성격이용목적 : 특허출원	채 취 자 : 임금천
공 사 명 : -	채 취 일 : 2022년 9월 16일
발 주 자 : -	
시 공 자 : -	
의뢰인 : 임금천	

국가중요시설여부: 해당없음

귀하가 품질시험·검사를 의뢰한 위 시험에 대해서 아래 시험방법에 따라 시험·검사한 결과를 「건설기술 진흥법 시행규칙」 제56조제3항에 따라 다음과 같이 알려드립니다.

결 과

연번	시험·검사종목	시험·검사방법	시험·검사결과	책임기술자			시험·검사자	
				자격종목 및 자격증 번호	성 명	서 명	성 명	서 명
1	압축강도	KS F 2405	23.7	토목품질시험 (09188010303 Y)	김범철		백준상	
22.6			MPa					
23.6								
3	평균		23.3					
5	루수계수	KS F 2322	5.83E-01	cm/sec				
6	공극율	의뢰자제시	21.1	%				

이 시험·검사결과는 당초 의뢰시 제출된 시험에 대한 결과 이므로 다른 목적으로 이용을 금지 합니다.

2022 년 10 월 14 일

한 국 품 질 검 사 · 시 험 원 대 표 김 범 철

주소 : 전북 전주시 덕진구 변영로 480(반월동) 전화번호 : 063-221-5670, FAX : 063-221-5671

비고

1. 국가중요시설 여부는 "국가중요시설(시설명)"로 적습니다.

2. 국가중요시설이란 대통령령지, 국회의사당, 대법원, 국가정보원, 중앙행정기관의 청사, 원자력발전소, 발전용량 100만kW이상 발전소, 전국권으로 방송되는 방송되는 공영 라디오·TV방송국, 라디오방송 송신출력 500만kW 이상의 송신시설, 군사시설, 공항 및 열 등을 말합니다.

※유의사항: 책임기술자 및 시험검사자의 성명과 서명이 없는 경우에는 결과에 대한 보증을 할 수 없습니다.

- 3 / 4 -

도면5


한국 품질 검사·시험원
KOREA QUALITY INSPECTION & TESTING CENTER

품 질 검 사 성 적 서

시료명(생산국) : 투수콘크리트(No.16)(대한민국)	문 서 번 호 : Q220921-002
시료채취장소 : 공장내	검 수 일 자 : 2022년 9월 21일
성과이용목적 : 특허출원	채 취 자 : 임금찬
공 사 명 : -	채 취 일 : 2022년 9월 16일
발 주 자 : -	
시 공 자 : -	
의뢰인 : 임금찬	

국가중요시설여부: 해당없음

귀하가 품질시험·검사를 의뢰한 위 시료에 대해서 아래 시험방법에 따라 시험·검사한 결과를 「건설기술 진흥법 시행규칙」 제56조제3항에 따라 다음과 같이 알려드립니다.

결 과

연번	시험·검사종목	시험·검사방법	시험·검사결과	책임기술자		시험·검사자	
				자격종목 및 자격증 번호	성 명 서 명	성 명 서 명	
1	압축강도	KS F 2405	22.8	토목품질시험 (09188010303 Y)	김범철 	백준상 	
23.3							
24.1							
4	평균		23.4				
5	투수계수	KS F 2322	3.77E-01	cm/sec			
6	공극률	의뢰자제시	20.3	%			

이 시험·검사결과는 당초 의뢰시 제출된 시료에 대한 결과 이므로 다른 목적으로 이용을 금지 합니다.

2022 년 10 월 14 일

한국 품질 검사·시험원 대표 김 범 철

주소: 전북 전주시 덕진구 변영로 480(변영동) 전화번호: 063-221-5670, FAX: 063-221-5671

비고

1. 국가중요시설 여부는 "국가중요시설(시설명)"로 적습니다.

2. 국가중요시설이란 대통령령지, 국회의사당, 대법원, 국가정보원, 중앙행정기관의 청사, 원자력발전소, 발전용량 100만kw이상 발전소, 전국권으로 방송되는 방송되는 공영 라디오·TV방송국, 라디오방송 송신출력 500만kw 이상의 송신시설, 군사시설, 공항 및 댐 등을 말합니다.

※유의사항: 책임기술자 및 시험·검사자의 성명과 서명이 없는 경우에는 결과에 대한 보증을 할 수 없습니다.

- 4 / 4 -