(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년12월18일
(11) 등록번호 10-1930329
(24) 등록일자 2018년12월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C09K 17/40 (2006.01) *C09K 103/00* (2006.01)
(52) CPC특허분류
C09K 17/40 (2013.01)
C09K 2103/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0000718
(22) 출원일자 2018년01월03일
심사청구일자 2018년01월03일
(65) 공개번호 10-2018-0126360
(43) 공개일자 2018년11월27일
(30) 우선권주장
1020170060932 2017년05월17일 대한민국(KR)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020150131419 A*
KR1020170043888 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
(주)제이엔티아이엔씨
경기도 화성시 비봉면 현대기아로830번길 9
(72) 발명자
노재호
경기도 수원시 권선구 금곡로73번길 71(금곡동, 금곡엘지아파트) 406동 604호
허형석
경기도 수원시 권선구 금곡로73번길 71, 209동 504호(금곡동,금곡엘지빌리지)
이병재
대전광역시 서구 도안동로 123, 1705-2903(도안동, 도안리슈빌아파트)
(74) 대리인
특허법인임앤정

전체 청구항 수 : 총 8 항 심사관 : 서대종

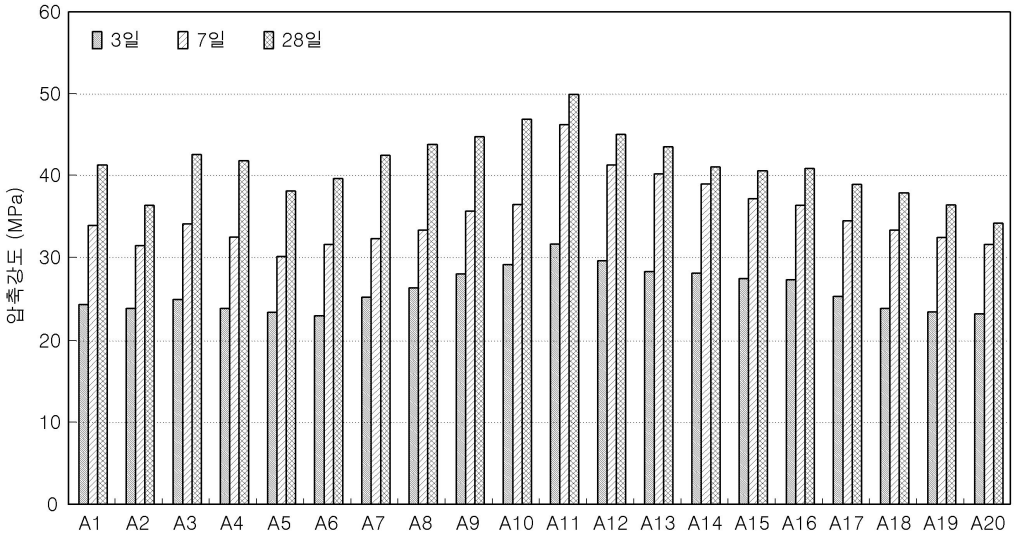
(54) 발명의 명칭 **친환경 녹생토 조성물 및 이를 이용한 녹생토**

(57) 요 약

본 발명은 친환경 녹생토 조성물에 관한 것이다.

본 발명의 일 실시예에 따른 친환경 녹생토 조성물은, 토양 절개면에 부착되어 식생의 조성이 가능한 녹생토를 형성할 수 있는 친환경 녹생토 조성물에 있어서, 상기 친환경 녹생토 조성물은, 마이크로계 시멘트, 아윈계 시멘트 및 석고계 시멘트로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나 또는 이들의 조합인 결합재; 상기 결합재를 경화시키는 촉진제; 및 고흡수성폴리머 및 친환경보습제를 포함하는 성능향상제;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대 표 도



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 15CTAP-C097707-01

부처명 국토교통부

연구관리전문기관 국토교통과학기술진흥원

연구사업명 국토교통기술촉진연구사업

연구과제명 ECG(Eco Clean Cement Grout)기술을 이용한 사면 안정용 항구성 친환경 녹생토 재료 및 시공법 개발

기 여 율 1/1

주관기관 한국건설생활환경시험연구원

연구기간 2015.06.23 ~ 2018.06.22

명 세 서

청구범위

청구항 1

토양 절개면에 부착되어 식생의 조성이 가능한 녹생토를 형성할 수 있는 친환경 녹생토 조성물에 있어서,

상기 친환경 녹생토 조성물은,

제1결합재로 마이크로계 시멘트를 포함하고, 제2결합재로 아윈계 시멘트를 포함하며, 제3결합재로 석고계 시멘트를 포함하는 결합재;

상기 결합재를 경화시키는 촉진제; 및

고흡수성폴리머 및 친환경보습제를 포함하는 성능향상제;를 포함하고,

상기 제1결합재, 상기 제2결합재, 및 상기 제3결합재의 함량비는 35~45 : 10~25 : 30~55를 만족하며,

상기 결합재의 함량은 50 내지 85 wt%이고, 상기 촉진제의 함량은 5 내지 20 wt%이며, 상기 성능향상제의 함량은 10 내지 30 wt%으로 포함되고,

상기 친환경보습제는 폴리카본산계 고분자 액상 가소제인 것을 특징으로 하는 친환경 녹생토 조성물.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 고흡수성폴리머는 셀루로오스계열 중합체 및 벤토나이트계열고분자화합물로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나 또는 이들의 조합인 것을 특징으로 하는 친환경 녹생토 조성물.

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서,

황산알루미늄 및 인산암모늄으로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나 또는 이들의 조합인 pH 조절제를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 친환경 녹생토 조성물.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 성능향상제는 분말증점제를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 친환경 녹생토 조성물.

청구항 6

삭제

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 고흡수성폴리머 및 친환경보습제의 총함량은 10 내지 20 wt%인 것을 특징으로 하는 친환경 녹생토 조성물.

청구항 8

부엽토, 친환경 녹생토 조성물 및 혼합수를 포함하고,

상기 친환경 녹생토 조성물은 제1항, 제2항, 제4항, 제5항 및 제7항 중 어느 하나의 친환경 녹생 토 조성물인 것을 특징으로 하는 녹생토.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 혼합수의 함량은 22 내지 24 wt%인 것을 특징으로 하는 녹생토.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 녹생토는 야마나카나식 경도계를 이용하여 측정한 경도가 18 내지 23 mm이며, 재령 28일 이후의 함수율이 30% 이상인 것을 특징으로 하는 녹생토.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 친환경 녹생토 조성물 및 이를 이용한 녹생토에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 도로를 개설하거나 택지를 조성하는 등의 토목 공사를 진행할 경우, 토양 절개면이 발생된다. 이와 같은 토양 절개면은 경암, 연암, 풍화암 등의 암반층으로 되어 있어 식물 생육이 쉽지 않다. 즉, 절개면에 토양층이 너무 적거나 없어 식생(?A뫫)이 조성되기 어렵다.

[0004] 더욱이, 절개면은 경사가 심하고, 식생 조성이 잘 되지 않아 우천이나 폭풍 등에 의해 침식 및 붕괴가 발생할 위험이 매우 높다.

[0005] 이러한 침식 및 붕괴 문제를 해결하기 위해, 토양의 절개면에 콘크리트로 옹벽이나 블록 등의 구조물을 시공하였다. 이러한 구조물들은 토양이 없는 암석 절개면이나 급경사면에 시공이 매우 어려우며, 미관상 주위의 자연환경과도 어울어지지 않는 문제가 있다.

[0006] 상술한 문제로 인해 최근에는 토양 절개면에 식생이 조성될 수 있는 환경을 인위적으로 제공하는 친환경적인 공법이 연구되고 있다. 예를 들어, 식물의 원활한 발아 및 생육이 가능한 녹생토 조성물을 토양 절개면에 부착시키는 방법이 있다.

[0007] 녹생토는 토양 절개면에 부착성이 뛰어나야 하며,우천이나 폭풍 등의 외부환경에 대해 강건성을 가져야 하고, 사면 안정화를 위해 식생이 빠르게 조성될 수 있어야 한다.

[0008] 하지만, 녹생토의 강도를 증가시킬 경우, 함수율이 낮아져 식생의 조성이 저하되는 문제가 있다.

[0009] 따라서, 녹생토의 강도를 증가시키면서도 식생에 적합한 함수율을 가질 수 있는 녹생토 조성물이 필요하다. 나아가, 이와 같은 녹생토 조성물이 환경 오염 물질을 발생시키지 않도록 할 필요가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명의 일 목적 중 하나는 녹생토로 높은 강도뿐만 아니라 식생에 적합한 함수율을 가질 수 있는 친환경 녹생토 조성물을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0013] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예는 토양 절개면에 부착되어 식생의 조성이 가능한 녹생토를 형성할 수 있는 친환경 녹생토 조성물에 관한 것이다.

[0014] 일 실시예에 있어서, 상기 친환경 녹생토 조성물은 마이크로계 시멘트, 아윈계 시멘트 및 석고계 시멘트로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나 또는 이들의 조합인 결합재; 상기 결합재를 경화시키는 촉진제; 및 고흡수성폴리머 및 친환경보습제를 포함하는 성능향상제;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0015] 일 실시예에 있어서, 상기 고흡수성폴리머는 셀루로오스계열 중합체 및 벤토나이트계열고분자화합물로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나 또는 이들의 조합인 것을 특징으로 할 수 있다.

[0016] 일 실시예에 있어서, 상기 친환경보습제는 폴리카본산계 고분자 액상 가소제인 것을 특징으로 할 수 있다.

[0017] 일 실시예에 있어서, 황산알루미늄 및 인산암모늄으로 이루어진 군애서 선택되는 어느 하나 또는 이들의 조합인 pH 조절제를 더 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0018] 일 실시예에 있어서, 상기 성능향상제는 분말증점제를 더 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0019] 일 실시예에 있어서, 상기 결합재의 함량은 50 내지 85 wt%이고, 상기 촉진제의 함량은 5 내지 20 wt%이며, 상기 성능향상제의 함량은 10 내지 30 wt%으로 포함되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0020] 일 실시예에 있어서, 상기 고흡수성폴리머 및 친환경보습제의 총함량은 10 내지 20 wt%인 것을 특징으로 할 수 있다.

[0022] 본 볼명의 다른 실시예에 따른 녹생토는 부엽토, 친환경 녹생토 조성물 및 혼합수를 포함한다. 이때, 다른 실시예에 있어서, 상기 친환경 녹생토 조성물은 마이크로계 시멘트, 아윈계 시멘트 및 석고계 시멘트로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나 또는 이들의 조합인 결합재; 상기 결합재를 경화시키는 촉진제; 및 고흡수성폴리머 및 친환경보습제를 포함하는 성능향상제;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0023] 다른 실시예에 있어서, 상기 혼합수의 함량은 22 내지 24 wt%인 것을 특징으로 할 수 있다.

[0024] 다른 실시예에 있어서, 상기 녹생토는 야마나카나식 경도계를 이용하여 측정한 경도가 18 내지 23 ㎜이며, 재령 28일 이후의 함수율이 30% 이상인 것을 특징으로 할 수 있다.

발명의 효과

[0026] 본 발명의 일 실시예에 따른 친환경 녹생토 조성물은 압축 강도가 뛰어난 결합제와 함께 녹생토의 함수율을 높이기 위해 성능향상제로 고흡수성폴리머와 친환경보습제를 한다. 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 친환경 녹생토 조성물을 이용하여 녹생토를 형성함으로써 형성된 녹생토가 우천이나 폭우 등의 요인에 대해 강건성을 가지는 것과 동시에 식생이 원활하게 조성될 수 있다.

[0027] 특히, 본 발명의 일 실시예에 따른 친환경 녹생토 조성물은 고흡수성폴리머와 친환경보습제를 포함하여 재령 28일 이후에도 30% 이상의 함수율을 유지할 수 있다.

[0028] 한편, 여기에서 명시적으로 언급되지 않은 효과라 하더라도, 본 발명의 기술적 특징에 의해 기대되는 이하의 명세서에서 기 재된 효과 및 그 잠정적인 효과는 본 발명의 명세서에 기재된 것과 같이 취급됨을 첨언한다.

도면의 간단한 설명

[0030] 도 1은 제1결합재, 제2결합재 및 제3결합재의 함량에 따른 압축강도 측정 결과이다.

도 2는 성능향상제의 조성에 따른 압축강도 측정 결과이다.

도 3은 pH 조절제의 성분 및 함량에 따른 pH 측정 결과이다.

도 4 및 5는 각각 충격다짐공법과 압력분사공법으로 제작된 실험체에 대한 산중식 경도 측정값(a), 경도값을 이

용하여 환산한 강도값(b), 압축강도 측정값(c)을 나타낸 것이다.

도 6은 녹생토의 함수율을 시간에 따라 측정한 결과이다.

※ 첨부된 도면은 본 발명의 기술사상에 대한 이해를 위하여 참조로서 예시된 것임을 밝히며, 그것에 의해 본 발명의 권리범위가 제한되지는 아니한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지기능에 대하여 이 분야의 기술자에게 자명한 사항으로서 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 상세한 설명을 생략한다.

[0033] 본 발명은 토양 절개면에 부착되어 식생의 조성이 가능한 녹생토를 형성할 수 있는 친환경 녹생토 조성물에 관한 것이다. 본 발명의 일 실시예에 따른 친환경 녹생토 조성물은 결합재, 촉진제 및 성능향상제를 포함할 수 있으며, 나아가 pH 조절제를 더 포함할 수 있다.

[0034] 본 발명의 명확한 설명을 위해, 각각의 원료 물질에 대해 먼저 설명하고, 각 성분의 함량에 따른 물리적 · 화학적 성능에 대해 설명하도록 한다.

[0035] 본 발명의 일 실시예에 따른 친환경 녹생토 조성물의 결합재는 마이크로계 시멘트, 아윈계 시멘트, 석고계 시멘트로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나 또는 이들의 조합을 포함한다.

[0036] 본 발명에서는 마이크로계 시멘트로 마이크로 시멘트와 슬래그 시멘트를 혼합하여 이용하였다. 이때, 마이크로계 시멘트를 제1결합재라 할 수 있다.

[0037] 마이크로 시멘트는 보통 포틀랜드 시멘트와 마찬가지로 무기물질로 구성되어 있으나, 독성과 냄새가 없는 무공해 주입재로 화학 성분은 보통 포틀랜드 시멘트와 차이가 있다. 즉, 마이크로 시멘트는 초미립자로 초기에 수화활성이 과도할 경우 작업성이 저하되는바, 초기 수화속도를 조절할 수 있도록 성분이 조정된 것이다. 구체적으로 살펴보면, 마이크로 시멘트는 분말도 8000 ㎠/g 이상, 평균입자 크기 약 5 ㎛로서 높은 침투성, 고강도 발현, 우수한 내구성을 가진다. 특히, 마이크로 시멘트는 지하수 차수 등에 쓰이는 등 토질에 무해하다는 장점이 있다.

[0038] 슬래그 시멘트의 주원료는 고로슬래그 시멘트이다. 고로슬래그 시멘트는 제철소 용광로에서 선철 제조시에 얻어지는 부산물인 슬래그와 포틀랜드 시멘트 클링커를 섞고, 적당량의 석고를 혼입 · 미분쇄한 것이다. 고로슬래그는 수재(水滓) 슬래그를 원료로 하며, 염가도가 크고, 유리질량이 높을수록 잠재수경성이 우수하다. 또한, 고로슬래그 시멘트는 슬래그의 함량이 높아질수록 조기 강도 및 수화발열량은 낮아지나, 장기 강도에 유리하다. 한편, 고래슬래그 시멘트 경화체는 유리석회 및 C_3A의 수화물이 적기 때문에 내화학적 저항성이 크고, 내열성과 수밀성이 우수하다는 장점이 있다.

[0039] 본 발명에서는 아윈계 시멘트로 CSA, 석고 및 플라이애쉬를 혼합하여 이용하였다. 이때, 아윈계 시멘트를 제2결합재라 할 수 있다.

[0040] CSA는 폐기물을 이용한 칼슘알루미네이트계 클링커로 석면폐기물, 생활폐기물 소각재, 정수 슬러지, 석고 형석 및 탄화규소를 혼합 및 소성하여 제조하는 것으로써, 친환경적이며 원가가 저렴하다는 장점이 있다.

[0041] 석고는 팽창형 경화제로써, 시멘트에 반응성을 부여하는 역할을 수행한다.

[0042] 플라이 애시는 SiO_2 및 Al_2O_3를 포함하는데, SiO_2, Al_2O_3의 성분은 시멘트 수화물과의 포졸란 반응을 통해 시멘트의 알칼리 성분을 흡수하고 경화체의 내부 조직을 치밀한다.

[0043] 본 발명에서는 석고계 시멘트로 알파형 반수석고를 이용하였다. 이때, 석고계 시멘트를 제3결합재라 할 수 있다.

[0044] 알파형 반수석고는 상온에서 경화속도가 매우 빨라서 지지체의 형성시간을 크게 단축시킬 수 있다. 또한, 자체적으로 바인더 역할을 수행하기 때문에 폴리 메탈실리콘 수지와 같은 무기복합결합재가 필요없고, 자체 비표면적이 높기 때문에 활성금속군의 코팅량 조절이 용이하다는 장점이 있다.

[0045] 본 발명의 일 실시예에 따른 친환경 녹생토 조성물의 촉진제는 경화제를 이용할 수 있다.

[0046] 한편, 본 발명의 일 실예에 따른 친환경 녹생토 조성물은 녹생토의 함수율을 향상시키기 위해 성능향상제로 고

흡수성폴리머와 친환경보습제를 포함할 수 있다. 또한, 본 발명의 일 실예에 따른 친환경 녹생토 조성물는 성능향상제로 분말증점제를 더 포함할 수 있다.

[0047] 고흡수성폴리머(Super Absorbent Polymer; SAP)란 자체 무게의 500 배 내지 1000 배 정도의 수분을 흡수할 수 있는 기능을 가진 합성 고분자 물질을 의미한다. 본 발명에서는 고흡수성폴리머로 셀루로오스계열 중합체(제1폴리머)와 벤토나이트계열 고분자화합물(제2폴리머)을 이용하였다. 본 발명에서는 고흡수성폴리머를 이용함으로써 녹생토의 수분 흡수율을 증가시키고자 하였다.

[0048] 친환경보습제로는 그라우트 공법에 주로 사용되는 폴리카본산계 고분자 액상 가소제를 이용하였다. 구체적으로는 폴리카본산계 고분자 액상 가소제인 ECG(Eco Clean Grout)를 이용하였다. ECG는 결합재에 포함된 알칼리성분(예를 들어, 수산화칼슘)과 혼합되면 점성이 증가하여 가소성을 보이는 특성이 있다. 폴리카본산계 고분자 액상 가소제는 상온에서 물과 같은 상태이며, 알칼리 환경 하에서 긴 사슬(long chain)의 가교로 분산(dispersion)성을 제공한다. 또한, 폴리카본산계 고분자 액상 가소제는 가소성 및 수중불분리성도 부여하며, 시멘트의 중금속을 흡착하여 외부로 유출되는 것을 방지하고, pH 증가를 낮추는 특징이 있다. 즉, 본 발명에서는 친환경보습제를 이용함으로써, 친환경보습제가 결합재와 반응하여 겔화됨으로써 중금속 흡착 및 보습제로서의 역할을 수행하고자 하였다.

[0049] 분말증점제로는 몬모릴로나이트계 벤토나이트(Sodium Bentonite)를 이용하였다. 몬모릴로나이트계 벤토나이트는 물과 반응하여 본래 체적보다 13 배 내지 16 배정도 팽창하며, 자체 무게의 5배까지 물을 흡수할 수 있다. 이와 같은 특성으로 인해, 몬모릴로나이트계 벤토나이트는 차수재로도 사용되며, 토사와 섞어 층을 만들면 물의 투수계수가 극히 작아 폐수처리장이나 쓰레기 매립장 등에서 사용하여 주변 토지나 지하수 오염을 방지할 수 있다. 본 발명은 분말증점제로 몬모릴로나이트계 벤토나이트를 이용함으로써, 녹생토의 함수율을 더욱 향상시키고자 하였다.

[0050] 본 발명의 일 실시예에 따른 친환경 녹생토 조성물은 pH 조절제를 더 포함한다.

[0051] 본 발명의 일 실시예에 따른 친환경 녹생토 조성물의 결합재 및 촉진제는 알칼리성을 가진다. 따라서, 식생의 원활한 생육을 위해서는 pH 조절이 필요하다. 따라서, 본 발명은 pH 조절제로 황산알루미늄($Al_2(SO_4)_3$) 및 인산암모늄($(NH_4)_2HPO_4$)으로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나 또는 이들의 조합을 이용할 수 있다.

[0052] 마지막으로, 본 발명의 녹생토는 위의 친환경 녹색토 조성물과 부엽토를 혼합수와 함께 혼합한 것을 이용하여 형성되는데, 본 발명에서는 부엽토로 국내산 천엽부엽토와 바크퇴비를 혼합하여 제조한 토양개량제를 사용하였다. 천연 부엽토와 바크퇴비는 수목 초화류의 생육과정 기간동안 충분한 유기물과 양분을 공급해주며, 혼입된 점토 성분은 보수력·보비력을 향상시켜 상태가 좋지 않은 환경에 대한 적응력을 강화시킬 수 있다. 또한, 본 발명의 토양개량제는 식재지의 토양의 pH, 양분 보유력 및 완충력을 개선할 뿐만 아니라, 토양의 구조와 보수력 및 배수성을 개선하여 풍부한 유기물과 필수 양분을 식물에 공급함으로써 식물의 확착과 생장을 증대시킬 수 있다.

[0053] 먼저 친환경 녹생토 조성물의 결합재, 성능향상제 및 pH 조절제의 함량에 따른 특성을 평가하였다.

[0054] 평가를 위해 결합재, 성능향상제 및 pH 조절제의 함량에 따른 특성을 평가를 수행하기 위하여, 결합재, 촉진제, 성능향상제 및 pH 조절제의 함량을 각각 조절한 친환경 녹생토 조성물과 부엽토, 혼합수를 혼합하여 제조한 녹생토의 모르타르 실험을 수행하였다.

[0055] 아래의 표 1은 제1결합재, 제2결합재 및 제3결합재의 함량을 조절하여 결합재의 최적배합을 도출하기 위한 샘플의 조성을 나타낸 것이다.

표 1

샘플	결합재의 혼합비			
	제1결합재	제2결합재	제3결합재	합계
A1	90	10	-	100
A2	80	20	-	100
A3	75	15	10	100
A4	80	10	10	100
A5	90	10	-	100
A6	75	10	15	100
A7	65	10	25	100
A8	55	10	35	100
A9	55	40	5	100
A10	55	35	10	100
A11	35	10	55	100
A12	45	25	30	100
A13	50	40	10	100
A14	50	35	15	100
A15	50	45	5	100
A16	35	50	15	100
A17	35	40	25	100
A18	30	40	30	100
A19	30	40	30	100
A20	25	40	35	100

[0057]

[0059] 표 1의 조성에 따라 큐브 몰드를 제작하고, 큐브 몰드의 압축강도를 측정하여 도 1에 표시하였다. 표 1의 조성은 결합재 외의 다른 성분의 조성을 동일하게 한 것으로, 도 1의 압축강도는 절대값보다 상대값에 더 큰 의미가 있다.

[0060] 도 1을 참조하면, 제3결합재를 포함하지 않은 A1, A2 및 A5의 압축강도가 비교적 낮게 관찰되었다. 또한, A11이나 A12의 경우, 재령 3일, 7일 및 28일의 압축강도가 비교적 높은 것을 확인할 수 있다.

[0061] 즉, 제1결합재, 제2결합재 및 제3결합재의 함량비가 35~45 : 10~25 : 30~55를 만족함으로써 재령 3일, 7일 및 28일의 압축강도를 향상시킬 수 있다.

[0063] 아래의 표 2는 성능향상제의 각 성분의 함량을 조절하여 성능향상재의 최적배합을 도출하기 위한 샘플의 조성을 나타낸 것이다. 표 2의 샘플들은 표 1에서 압축강도가 가장 높게 측정된 A11의 결합재 조성을 이용하여 제작되었다.

표 2

샘플	A11	촉진제	성능향상제				합계	함수율
			분말증점제	제1폴리머	제2폴리머	친환경보습제		
B1	90	10	-	-	-	-	100	×
B2	90	5	5	-	-	-	100	×
B3	85	5	-	-	5	5	100	○
B4	85	5	-	5	5	-	100	○
B5	70	10	5	5	5	5	100	○
B6	70	10	10	-	5	5	100	○
B7	60	10	10	5	10	5	100	○
B8	60	15	10	5	5	5	100	○
B9	50	20	10	10	10	-	100	○
B10	50	20	10	-	10	10	100	◎
B11	50	5	5	10	10	15	100	◎
B12	40	20	10	5	10	15	100	◎
B13	40	20	5	10	15	10	100	◎
B14	30	30	5	5	15	15	100	◎
B15	30	40	10	5	5	10	100	◎
B16	20	35	5	10	10	10	100	◎
B17	20	30	20	10	10	20	100	◎

[0065]

[0067] 표 2의 조성에 따라 큐브 몰드를 제작하고, 큐브 몰드의 압축강도를 측정하여 도 2에 표시하였다. 표 2의 조성은 결합재 외의 다른 성분의 조성을 동일하게 한 것으로, 도 2의 압축강도는 절대값보다 상대값에 더 큰 의미가 있다.

[0068] 도 2를 참조하면, 성능향상제를 혼입하지 않은 B1이 가장 높은 압축강도를 보임을 알 수 있다. 녹생토의 경우, 부착력 향상을 위해 압축강도가 높아야 하나, 식생의 씨앗 발아율을 높이고 식생의 원활한 생육을 위해서는 높은 함수율을 가지는 것이 매우 중요하다.다만, 성능향상제의 함량이나 고흡수성폴리머 및 친환경보습제의 총함량이 과량인 경우에는 녹생토의 압축강도가 저하하는 문제가 있다.

[0069] 따라서, 성능향상제의 함량은 10 내지 30 wt%으로 하여 압축강도를 유지하면서 동시에 녹생토의 함수율을 증가시킬 수 있다. 바람직하게는, 고흡수성폴리머 및 친환경보습제의 총함량은 10 내지 20 wt%으로 함으로써 압축강도를 유지하면서 동시에 녹생토의 함수율을 증가시킬 수 있다.

[0071] 아래의 표 3는 pH 조절제의 함량을 조절하여 pH 조절제의 최적배합을 도출하기 위한 샘플의 조성을 나타낸 것이다. 표 3의 샘플들은 표 2에서 함수율을 만족하는 샘플 중 압축강도가 가장 높게 측정된 B10의 성능향상재 조성을 이용하여 제작되었다.

표 3

샘플	B10	황산알루미늄	인산암모늄	혼합	합계
C1	100	-	-	-	100
C2	97	3	-	-	100
C3	94	6	-	-	100
C4	91	9	-	-	100
C5	97	-	3	-	100
C6	94	-	6	-	100
C7	91	-	9	-	100
C8	97	-	-	3	100
C9	94	-	-	6	100
C10	91	-	-	9	100

[0073]

[0075] 표 3의 조성에 따라 각 조성물의 pH를 측정하여 도 3에 표시하였다. 표 3에서 혼합은 황산알루미늄과 인산암모늄을 혼합하여 사용하는 것을 의미한다.

[0076] 도 3을 참조하면, pH 조절제가 첨가되지 않은 C1에 비해 pH 조절제가 첨가된 다른 샘플들의 pH가 현저히 낮은 것을 확인할 수 있다. 즉, pH 조절제로 황산알루미늄 및 인산암모늄으로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나 또는 이들의 조합을 포함함으로써 강알칼리성을 약알칼리성으로 낮춰 식생이 원활하게 조성되는 환경을 제공할 수 있다.

[0077] 특히, pH 조절제로 황산알루미늄을 사용한 C2, C3, C4는 pH가 8.4 이하로 매우 낮은 것을 알 수 있다.

[0079] 표 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 친환경 녹생토 조성물의 각 성분들의 중금속 용출시험 결과를 측정한 것이다.

표 4

성분	Cd	Cu	As	Hg	Pb	Cr^{6+}	Zn	Ni
제1결합재	10.64	93.5	6.91	-	27.7	2.8	381.4	9.4
제2결합재	-	10.1	3.4	-	8.5	3.6	11.8	5.5
제3결합재	-	4.4	-	-	-	-	3.4	0.4
촉진제	-	4.5	1.33	-	3.5	1.4	7.5	2.5
분말 증점제	-	79.1	0.82	-	3.3	-	69.3	28
제1폴리머	-	9.2	-	-	-	-	2.8	10
제2폴리머	-	47.3	0.25	0.08	2.3	-	38.3	59.5
친환경 보습제	-	-	-	-	-	-	-	-
pH 조절제	-	2.4	-	0.11	-	-	2.4	0.6

[0081]

[0083] 위 표는 토양오염공정 시험기준(환경부 고시 제2015-261호, 2016.01.01.)에 의거하여 각 성분의 함유량을 나타낸 것이다.

[0084] 공장용지, 도로. 철도용지 및 잡종지를 의미하는 '나' 지역의 중금속 함유량은 카드뮴(Cd) 12 mg/kg 이하, 구리(Cu) 200 mg/kg 이하, 비소(As) 20 mg/kg 이하, 수은(Hg) 16 mg/kg 이하, 납(Pb) 400 mg/kg 이하, 6가크롬(Cr^{6+}) 12 mg/kg 이하, 아연(Zn) 800 mg/kg 이하, 니켈(Ni) 160 mg/kg 이하일 것을 요구한다.

[0085] 표 4를 참조하면, 본 발명의 각 성분들은 '나'지역의 중금속 함유량 기준을 모두 만족하는 것을 확인할 수 있다. 특히, 본 본 발명은 시멘트의 중금속을 흡착하여 외부로 유출되는 것을 방지할 수 있는 카본산계 고분자 액상 가소제를 친환경보습제로 이용하는바, 중금속이 용출될 위험을 더욱 낮출 수 있다.

[0087] 다음으로, 본 발명의 일 실시예에 따른 친환경 녹생토 조성물을 이용한 녹생토의 물리적 성질의 평가를 진행하였다.

[0088] 녹생토 배합조건 및 실험조건은 다음과 같다.

[0089] 녹생토는 부엽토 1,600 kg/㎥, 친환경 녹생토 조성물 160 kg/㎥ 및 혼합수 160 kg/㎥를 배합하여 마련하였다. 친환경 녹생토 조성물의 혼합비율은 결합재 46 wt%, 촉진제 35 wt%, 분말증점제 5 wt%, 고흡수성폴리머 1 wt%, 친환경보습제 10 wt% 및 pH 조절제 3 wt%를 혼합하여 마련하였다.

[0090] 실험체는 위의 녹생토를 충격다짐공법과 압력분사공법으로 제작하였다. 실험체 제작은 아스팔트 마샬용 시험에 사용되는 마샬용 몰드(Φ100㎜ × h100㎜)를 사용하였다. 충격다짐공법은 흙다짐 방법에 사용되는 다짐봉을 이용하여, 다짐 횟수를 40회, 50회, 55회로 달리하여 수행되었다. 압력분사공법은 에어콤프레셔에 중량식 분사건을 압축공기의 압력을 0.5bar, 1.0bar, 2.0bar으로 달리하여 수행되었다. 시험체의 양생은 습도 60% 조건의 양생실에서 일정기간 동안 양생을 진행하였다. 실험은 재령 1~ 28의 경도, 재령 1일, 7일, 14일, 28일의 강도를 측정하였으며, 경도는 산중식 경도계 중 야마나카식 경도계를 이용하여 측정하였다.

[0091] 도 4 및 5는 각각 충격다짐공법과 압력분사공법으로 제작된 실험체에 대한 산중식 경도 측정값(a), 경도값을 이

용하여 환산한 강도값(b), 압축강도 측정값(c)을 나타낸 것이다.

[0092] 도로비탈면 녹화공사 설계 및 시공지침에서 제시하는 식물의 근계성장에 적당한 토양경도는 18 mm 내지 23 mm이다. 이를 기준으로 도 4 및 5의 재령 14일을 기준으로 검토해보면, 충격다짐공법은 40 내지 50회의 다짐으로 식물의 근계성장에 적절한 토양경도를 만족시킬 수 있으며, 압축분사공법은 0.5 bar 초과, 2.0 bar 미만으로 분사한 경우에 식물의 근계성장에 적절한 토양경도를 만족시킬 수 있음을 확인할 수 있었다.

[0094] 다음으로, 본 발명의 일 실시예에 따른 친환경 녹생토 조성물을 이용한 녹생토의 화학적 성질의 평가를 진행하였다.

[0095] 표 5는 화학적 성질 평가를 위해 준비한 본 발명의 일 실시예에 따른 친환경 녹생토 조성물의 각 성분비를 나타낸 것이다.

표 5

성분	D1	D2	D3	D4	D5
제1결합재	51	-	-	48	48
제2결합재	-	51	-	-	-
제3결합재	-	-	46	-	-
촉진제	33	33	35	33	33
분말증점제	5	5	5	5	5
제1폴리머	-	-	-	-	1
제2폴리머	1	1	1	1	-
친환경 보습제	10	10	10	10	10
pH 조절제	-	-	3	3	3
합계	100	100	100	100	100

[0097]

[0099] 표 5의 D1 내지 D5 샘플을 이용하여, 토양산도. 토양전도도, 함수율을 측정하였다.

[0100] 비탈면녹화용 식생기반재 화학적 특성 평가 기준은 토양 산도는 6 내지 8 pH, 전기전도도는 1000 mS/m 미만을 만족할 것을 요구하며, 함수율은 30% 이상일 것을 목표로 한다.

[0101] 토양 산도는 직접 측정이 어려워 건조시킨 토양을 실험실에서 분석을 수행하였다. 이때, 토양과 물의 비는 5:1로 하여 토양 용액을 제조하였다. pH의 측정은 pH meter를 이용하였다.

[0102] 토양 전기전도도의 측정은 토양 용액의 염류 직접정도를 전기비전도도를 이용하여 수행하였다.

[0103] 토양 함수율은 녹생토의 수분 공급 및 사면 부착 성능 확보를 위해 매우 중요한 요소이다. 토양 함수율은 건조 후 시료무게로 자연상태의 시료무게에서 건조후 시료무게를 제외한 무게를 나누어 측정하였다.

[0105] 먼저, 토양 산도 측정 결과를 표 6에 나타내었다.

표 6

[0107]

샘플	pH
증류수	6.6
D1	7.8
D2	7.5
D3	7.1
D4	7.4
D5	7.0

[0109] 표 6을 참조하면, 결합제 및 고흡수성폴리머를 무엇으로 사용하는지 여부가 pH에 큰 영향을 미치는 것으로 판단된다. 다만, 표 5의 샘플들은 모두 기준 조건인 6 ~ 8 pH를 만족한다.

[0111] 다음으로, 토양 전도도 측정 결과를 표 7에 나타내었다.

표 7

[0113]

샘플	비전도도(mS/m)
D1	257
D2	252
D3	340
D4	325
D5	271

[0115] 표 7을 참조하면, 표 5의 샘플들은 모두 기준 조건인 비전도도 1000 mS/m 미만을 만족한다.

[0117] 마지막으로, 도 6에 표 5의 샘플들의 함수율을 측정한 결과를 표시하였다.

[0118] 도 6을 참조하면, 표 5의 샘플들은 고흡수성폴리머와 친환경보습재의 총함량이 10 내지 20 wt%을 만족하기 때문에 재령 28일 이후에도 함수율 30% 이상을 만족하는 것을 확인할 수 있었다. 특히, D3의 경우, 재령 28일 이후의 함수율이 가장 높은 것을 확인할 수 있다.

[0120] 한편, D3의 조성에 혼합수 비율을 변경하여 부착성능을 평가하였다. 부착성능은 공기압축기를 사용하여, 1bar의 압력으로 일정하게 분사할 수 있는 중력식 모르타르 건을 사용하였으며, 약 50 cm의 거리에서 콘크리트 45도의 벽면에 분사하여 부착성능을 평가하였다.

표 8

혼합수 비율(wt%)	육안관찰 결과
10	- 부착 안됨, 리바운드양 많음
15	- 부착 안됨, 리바운드양 많음
20	- 부착은 되나, 부착 정도가 약함
21	- 부착은 되나 걸치는 느낌이 있음
22	- 부착은 되나, 리바운드양 많음 - 초기부착성이 부적하나 부착이 되면 재료들 간의 부착은 잘 이루어짐 - 부착이 되고 나서 탈락하는 부분은 없음
23	- 리바운드 되는 경우가 있었지만 부착성은 혼합수 비율 22%인 경우보다 우수함 - 부착이 되고 나서 탈락하는 부분은 없음
24	- 실험용 분사기로 분사가 원활하지 않음 - 재료 혼합시 뭉침현상이 심함 - 분사가 되는 경우에도 분사구에서 막히는 현상이 다수 발생함 - 다만, 분사가 이루어진 경우 부착성능은 매우 우수함
25	- 녹생토 자체의 함수량이 많아져 뭉침현상 발생 - 분사 불가
30	- 녹생토 자체의 함수량이 많아져 뭉침현상 발생 - 분사 불가

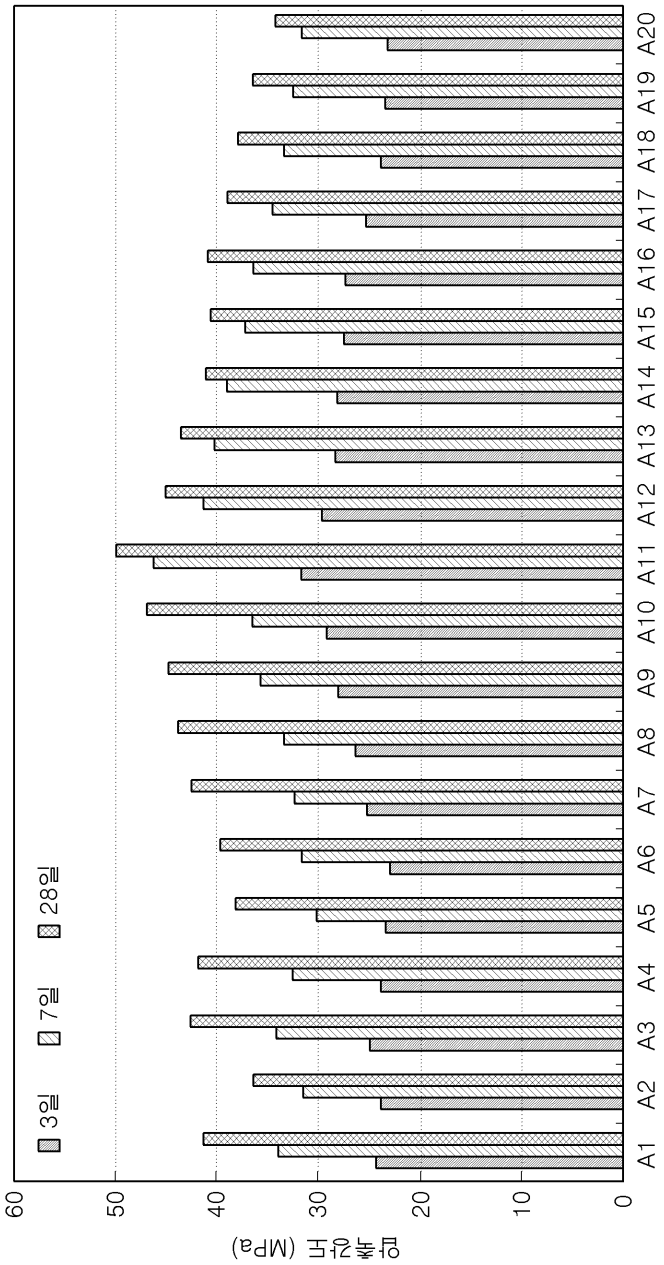
[0122]

[0124] 표 8을 참조하면, 혼합수의 함량은 녹생토의 22 내지 24 wt%를 만족하도록 함으로써, 부착성능을 향상시킬 수 있다. 특히, 혼합수의 함량을 23 wt%로 하는 경우, 우수한 부착성능과 함께 분사도 원활하게 이루어짐을 확인할 수 있었다.

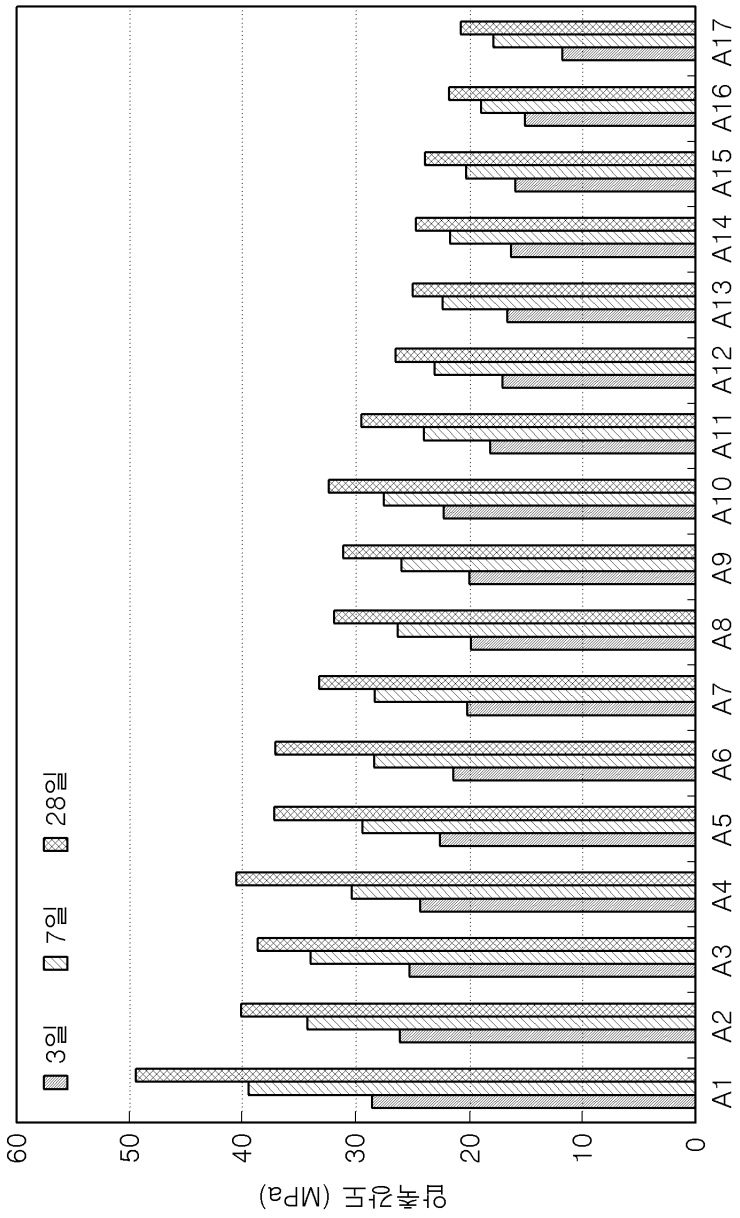
[0126] 한편, 본 발명의 보호범위가 이상에서 명시적으로 설명한 실시예의 기재와 표현에 제한되는 것은 아니다. 또한, 본 발명이 속하는 기술분야에서 자명한 변경이나 치환으로 말미암아 본 발명이 보호범위가 제한될 수도 없음을 다시 한 번 첨언한다.

도면

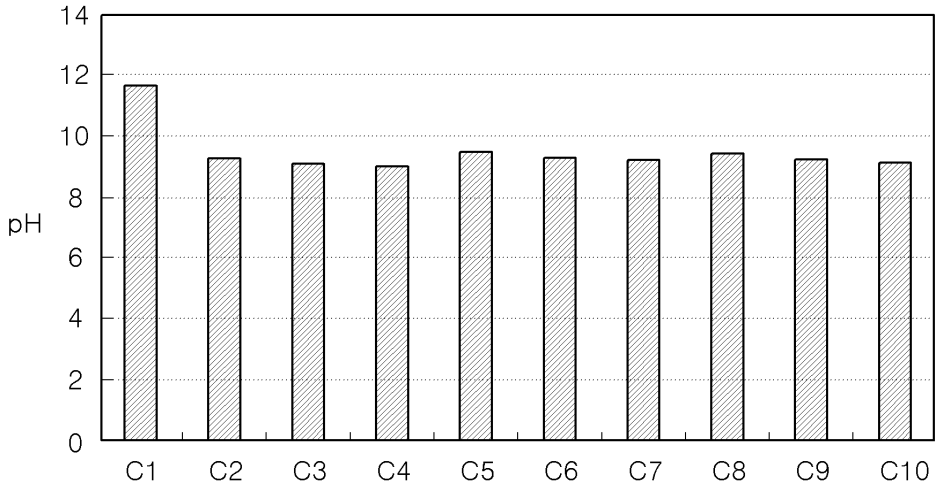
도면1


3일
7일
28일
압축강도 (MPa)
0
10
20
30
40
50
60
A1
A2
A3
A4
A5
A6
A7
A8
A9
A10
A11
A12
A13
A14
A15
A16
A17
A18
A19
A20

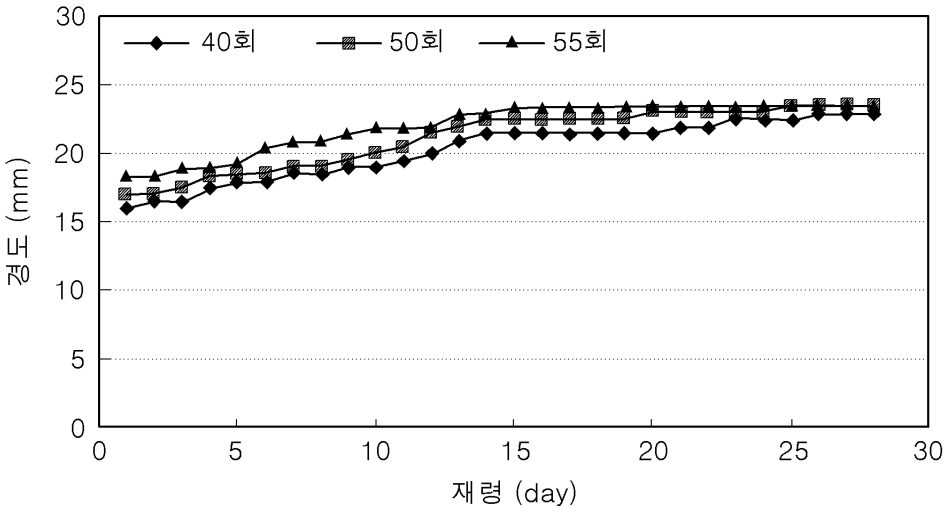
도면2


압축강도 (MPa)
0
10
20
30
40
50
60
A1
A2
A3
A4
A5
A6
A7
A8
A9
A10
A11
A12
A13
A14
A15
A16
A17
3일
7일
28일

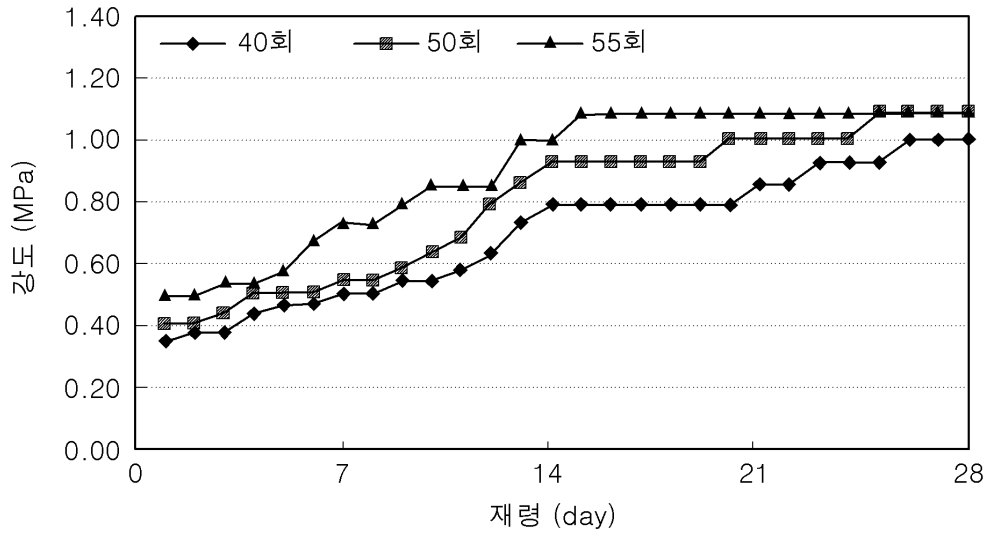
도면3



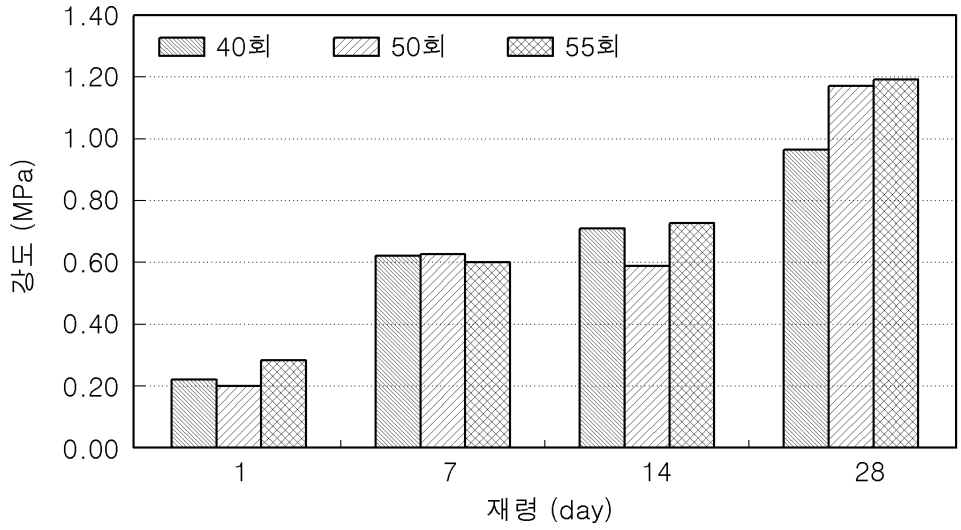
도면4a



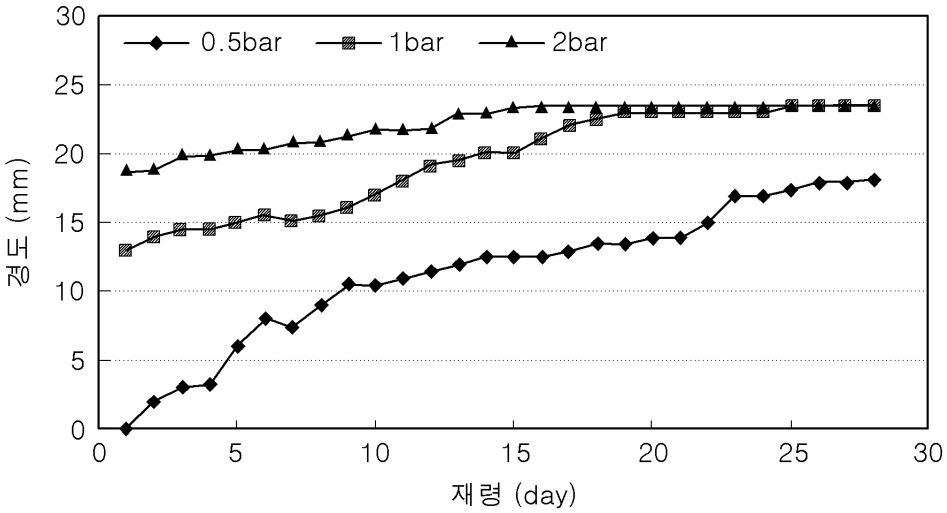
도면4b



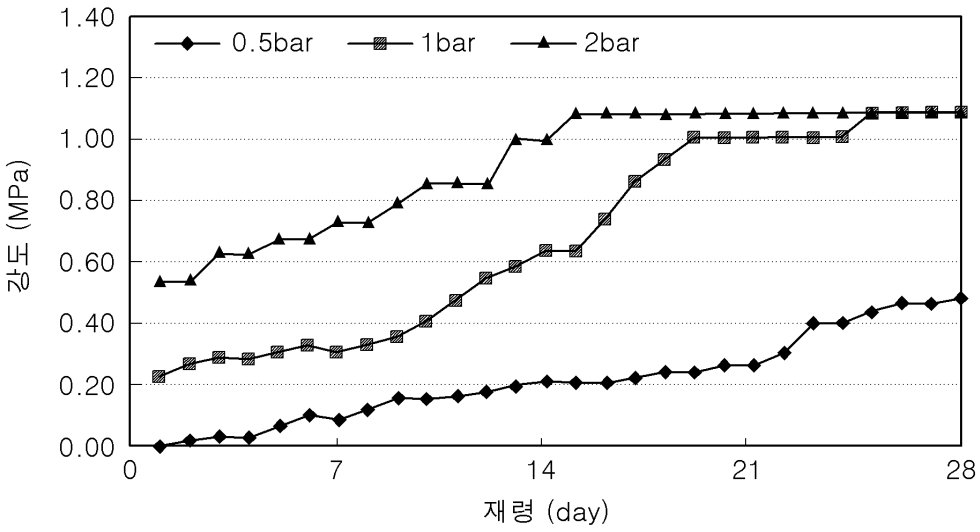
도면4c


1.40
1.20
1.00
0.80
0.60
0.40
0.20
0.00
강도 (MPa)
40회
50회
55회
1
7
14
28
재령 (day)

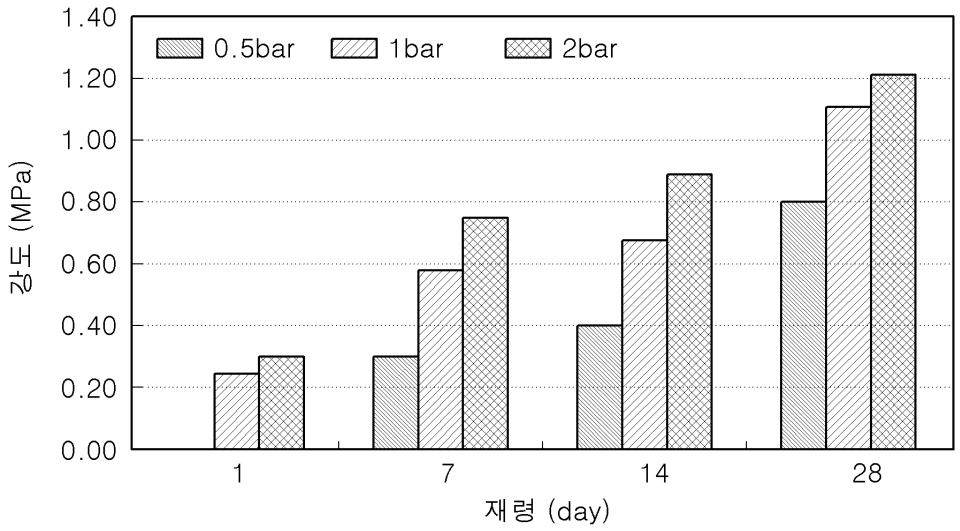
도면5a


30
25
20
15
10
5
0
경도 (mm)
0.5bar
1bar
2bar
0
5
10
15
20
25
30
재령 (day)

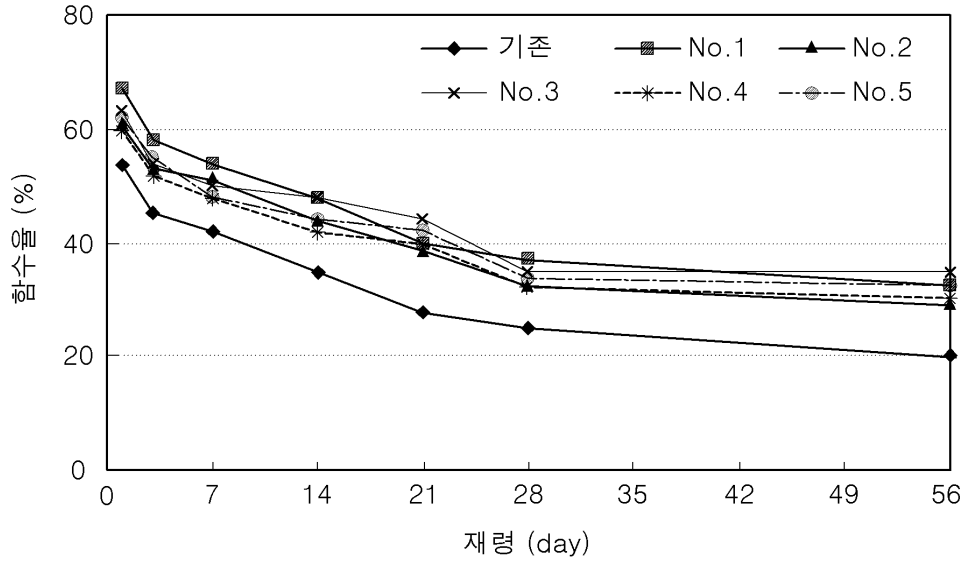
도면5b


0.5bar
1bar
2bar
강도 (MPa)
재령 (day)
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80
1.00
1.20
1.40
0
7
14
21
28

도면5c


0.5bar
1bar
2bar
강도 (MPa)
재령 (day)
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80
1.00
1.20
1.40
1
7
14
28

도면6


80
60
40
20
0
함수율 (%)
0
7
14
21
28
35
42
49
56
재령 (day)
기존
No.1
No.2
No.3
No.4
No.5