(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2014 년 4 월 17 일 (17.04.2014)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2014/058145 A1

(51) 국제특허분류:
C09K 17/18 (2006.01) *C05F 11/00* (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2013/006906

(22) 국제출원일: 2013 년 7 월 31 일 (31.07.2013)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2012-0112059 2012 년 10 월 9 일 (09.10.2012) KR
10-2012-0112060 2012 년 10 월 9 일 (09.10.2012) KR
10-2013-0090883 2013 년 7 월 31 일 (31.07.2013) KR
10-2013-0090894 2013 년 7 월 31 일 (31.07.2013) KR

(71) 출원인: **한국과학기술원 (KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY)** [KR/KR]; 305-701 대전시 유성구 대학로 291 (구성동), Daejeon (KR). **한국건설기술연구원 (KOREA INSTITUTE OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY)** [KR/KR]; 411-712 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283 (대화동), Gyeonggi-do (KR).

(72) 발명자: **조계춘 (CHO, Gye Chun)**; 305-759 대전시 유성구 노은로 426 번길 15 번지, 603 동 802 호 한국과학기술원(KAIST) 건설 및 환경공학과, Daejeon (KR). **장일한 (CHANG, Il Han)**; 410-837 경기도 고양시 일산동구 장항 2 동 727-2 번지 청원레이크빌 2 차 한국건설기술연구원(KICT) SOC 성능연구소, Gyeonggi-do (KR).

(74) 대리인: **특허법인 엠에이피에스 (MAPS INTELLECTUAL PROPERTY LAW FIRM)**; 137-810 서울시 서초구 사평대로 343, 4 층(반포동, 제일약품빌딩), Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

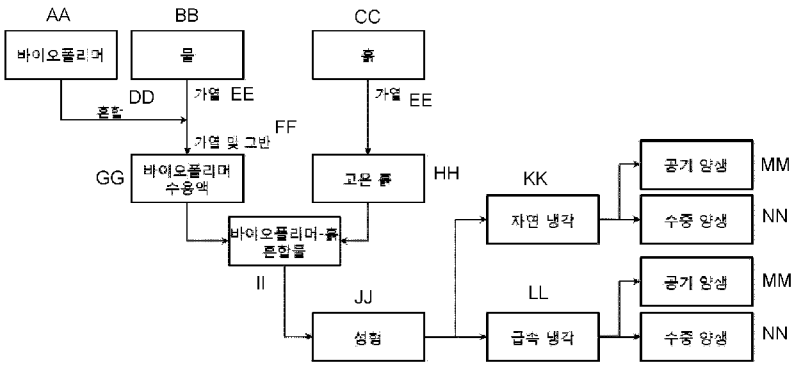
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

[다음 쪽 계속]

(54) **Title**: SOIL STABILIZATION AND IMPROVEMENT METHOD USING BIOPOLYMER

(54) **발명의 명칭** : 바이오폴리머를 이용한 토양 안정화 및 개량 방법

[Fig. 6]



AA ... Biopolymer
BB ... Water
CC ... Earth
DD ... Mixing
EE ... Heating
FF ... Heating and stirring
GG ... Biopolymer aqueous solution
HH ... High-temperature earth
II ... Biopolymer-earth mixture
JJ ... Moulding
KK ... Natural cooling
LL ... Rapid cooling
MM ... Air curing
NN ... Water-vapour curing

(57) **Abstract**: The present application concerns: a soil stabilization and improvement method using a macromolecular mucilaginous biopolymer; a soil composition for promoting the germination or growth of vegetation; a composition for soil erosion prevention; and a soil construction material and member.

(57) **요약서**: 본원은 고분자 점질성 바이오폴리머를 이용한 토양 안정화 및 개량 방법, 식생의 발아 또는 생장 증진용 토양 조성물, 토양 침식 방지용 조성물, 및 토양 건축 재료 및 부재에 대한 것이다.

WO 2014/058145 A1

ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

명세서

발명의 명칭: 바이오폴리머를 이용한 토양 안정화 및 개량 방법

기술분야

[1] 본원은 고분자 점질성 바이오폴리머를 이용한 토양 안정화 및 개량 방법, 식생의 발아 또는 생장 증진용 토양 조성물, 토양 침식 방지용 조성물, 및 토양 건축 재료 또는 부재에 대한 것이다.

배경기술

[2] 흙의 지반공학적 구성, 엄밀히 말하면 입도분포, 함수비, 유기질 함량은 흙의 침식에 직접적인 영향을 미친다 [Bissonnais, 1996, "Aggregate stability and assessment of soil crustability and erodibility: I. Theory and methodology", European Journal of Soil Science, 제47권, 425-437쪽]. 오늘날 흙의 침식이 중요한 환경 문제로 대두됨은 토양의 침식이 사막화 및 기후변화와 직간접적인 영향이 있기 때문이다 [Gisladottir and Stocking, 2005, "Land degradation control and its global environmental benefits", Land Degradation & Development, 제16권, 99-112쪽]. 현재 토양 침식이 수반되는 사막화는 전세계 육지의 1/3에서 진행 중이며, 매년 1천 2백만 ha의 새로운 사막을 생성하며 그 영역을 확대하고 있다 [UNEP (United Nations Environment Programme), 2006, "Deserts & Drylands", TUNZA the UNEP Magazine for Youth, 제4권, 제1호, 1-24쪽]. 토양의 침식은 생태계 교란뿐만 아니라 농경지의 생산력 저하를 초래 [Gisladottir and Stocking, 2005, "Land degradation control and its global environmental benefits", Land Degradation & Development, 제16권, 99-112쪽]하기 때문에 이를 저감 또는 억제할 수 있는 기술 개발이 시급한 실정이다.

[3] 통상의 흙 침식 억제 방법은 토양 표면에 망 (mesh 또는 net) 등을 설치하여 침식을 유발하는 외부 요인 (물 또는 바람)을 차단하는 방법이 주로 제안되어 있다 [미국특허 제3867250호; 미국특허 제4071400호; 미국특허 제4486120호]. 하지만 이런 외부 설치 구조물은 그 성능이 한시적일 뿐만 아니라, 비용 소모가 많은 한계가 있다. 따라서 최근에는 흙을 개량하여 침식에 대한 저항력을 높이고자 하는 기술들이 제안되고 있다 [미국특허 제4663067호; 미국특허 제5860770호; 미국특허 제7407993호]. 그러나 상기의 기술들은 화학계열 제품을 주입 또는 살포하는 방법에 의존하고 있어서 환경친화적 관점과는 상이한 기술들이다. 토양 침식은 1차적으로 표층의 생태계 파괴 및 난개발 (화전 또는 방목)에 따른 부작용의 성격이 강하다. 따라서 효과적인 토양 침식 억제를 위해서는 토양의 생태환경을 복원시켜야 한다.

[4] 또한, 흙의 지반공학적 구조는 식생의 생장에 직접적인 영향을 미친다. 일반적으로 흙의 구조가 느슨할수록, 그리고 흙 속 함수비가 높을수록 식물의 생장이 증진된다 [Passioura, 1991, "Soil structure and plant growth", Australian

Journal of Soil Research, 제28권, 제6호, 717-728쪽]. 따라서 농업의 경우 파종 전 농토를 교반하거나, 효율적인 관개 (灌溉) 체계를 유지하는 것이 중요하다. 한국의 표토의 대부분은 화강암의 최종 풍화 산물인 화강잔류토로서, 황토도 이의 일종이다 [황진연 외, 2000, "우리 나라 황토 (풍화토)의 구성광물 및 화학성분, 한국광물학회지, 제13권, 제3호, 146-163쪽]. 황토는 주로 할로이사이트 (halloysite)로 구성되어 흙의 구조가 조밀하여 예로부터 건축재료로는 사용되어 왔으나, 식생 생장에는 적합하지 않은 흙으로 인식되어 왔다.

[5] 이에, 흙의 침식을 방지하면서도, 식생 생장을 증가시키도록 토양을 개량시키기 위한 연구에 대한 관심이 증가되고 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[6] 이에, 본원은 고분자 점질성 바이오폴리머를 이용하여, 토양의 침식을 방지하고 강도 및 내구성을 강화시키면서도 식생 생장을 증진시킬 수 있는, 토양의 안정화 및 개량 방법을 제공하고자 한다.

[7] 그러나, 본원이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에 의해 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제 해결 수단

[8] 본원의 제 1 측면은, 고분자 점질성 바이오폴리머를 토양에 첨가하는 것을 포함하는, 토양 안정화 및 개량 방법을 제공한다.

[9] 본원의 제 2 측면은, 상기 본원의 제 1 측면의 토양 안정화 및 개량 방법에 의해 제조되며, 고분자 점질성 바이오폴리머를 포함하는, 식생의 발아 또는 생장 증진용 토양 조성물을 제공한다.

[10] 본원의 제 3 측면은, 상기 본원의 제 1 측면의 토양 안정화 및 개량 방법에 의해 제조되며, 고분자 점질성 바이오폴리머를 포함하는, 토양 침식 방지용 조성물을 제공한다.

[11] 본원의 제 4 측면은, 상기 본원의 제 1 측면의 토양 안정화 및 개량 방법에 의해 제조되며, 고분자 점질성 바이오폴리머를 포함하는, 흙 건축 재료 또는 부재를 제공한다.

발명의 효과

[12] 토양의 침식은 흙의 보유 수분, 입도 분포, 유기물 함량, 표면 식생 등의 영향을 받는다. 토양 유실이 심각한 사막의 경우 이 모든 조건들이 열악하다는 점에서 알 수 있듯이 토양의 침식에 대한 저항성을 증진시키기 위해서는 외부 요인 차단보다는 토양 자체의 성질을 개량시켜야 한다. 이를 위해서는 흙의 보유 수분을 오래 유지하고, 흙 입자 간 결합력 (점착력)을 높임과 동시에, 향후 식생이 원활히 생장할 수 있는 친환경적인 방법이 요구된다. 기존의 화학계열

처리방법들은 1차적인 흙 강도 증진에만 초점이 맞춰져 있어 영구적인 침식을 억제하기 위한 식생 환경 조성에 대한 고려는 부족한 실정이다.

[13] 이에, 본원에서는 토양에 고분자 점질성 바이오폴리머를 첨가함으로써, 토양의 초기 안정화뿐만 아니라 중·장기 침식 억제 및 내구성 확보에 탁월한 효과를 나타냈다.

[14] 또한, 본원의 토양 안정화 및 개량 방법은, 기존의 질소 계열 또는 인 계열의, 화학비료 또는 인공배양토에 의존하지 않고 환경친화적으로 식생 발아 및 생장을 증진시킬 뿐만 아니라, 식생 안정화 (뿌리의 충분한 활착)가 이루어지기 전까지 파종 흙의 물리적 안정화를 동시에 실현할 수 있다.

[15] 본원의 토양 안정화 및 개량 방법은, 지반의 초기 안정화를 유지하고, 지하수 또는 하천에 대한 오염 및 부영양화 우려가 없을 뿐만 아니라, 시간이 경과됨에 따라 바이오폴리머들이 자연적으로 생분해되어 원래의 토양으로 회귀되는 환경친화적인 장점들을 지니고 있다. 이에 따라, 본원의 토양 안정화 및 개량 방법은 친환경 식생 조성 분야뿐만 아니라, 대형 건설 현장에서의 식생 법면 조성, 하천 제방 및 수변 공간 녹화사업, 도로 및 철도 사면의 초기 안정화, 대규모 농지 조성, 옥상 및 도시 농업 등 다양한 분야에 효과적으로 사용될 수 있을 것으로 판단된다.

[16] 또한, 본원은 친환경적인 바이오폴리머를 토양 안정화 및 개량에 적용시키는 새로운 용도를 제공함으로써, 바이오폴리머의 본격적인 상용화에 크게 기여할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[17] 도 1은, 본원의 일 실시예에 따른 1 회 강우 모사 후의 흙 시료 전경을 나타낸 것이다. 좌로부터 무처리 황토, 잔탄검 처리 황토, 그리고 베타-1,3/1,6-글루칸 처리 황토이다.

[18] 도 2는, 본원의 일 실시예에 따른 강우 침식 모사를 위한 실내 실험 구성을 나타낸 것이다.

[19] 도 3은, 본원의 일 실시예에 따른 바이오폴리머 처리토의 시험 재배 사진을 나타낸 것이다.

[20] 도 4는, 본원의 일 실시예에 따른 시간에 따른 바이오폴리머 처리토의 식생 생장 결과 사진을 나타낸 것이다.

[21] 도 5a는, 본원의 일 실시예에 따른 무처리 황토와 식생 뿌리를 촬영한 전자투사현미경 사진을 나타낸 것이다.

[22] 도 5b는, 본원의 일 실시예에 따른 베타글루칸 처리 황토와 식생 뿌리를 촬영한 전자투사현미경 사진을 나타낸 것이다.

[23] 도 5c는, 본원의 일 실시예에 따른 잔탄검 처리 황토와 식생 뿌리를 촬영한 전자투사현미경 사진을 나타낸 것이다.

[24] 도 6은, 본원의 일 구현예에 따른 열처리를 통한 바이오폴리머 처리 공정을

나타낸 것이다.

[25] 도 7은, 본원의 일 실시예에 따른 바이오폴리머 처리 토양 (황토)의 강도 측정 결과를 나타낸 그래프이다.

[26] 도 8은, 본원의 일 실시예에 따른 바이오폴리머 처리 토양 (모래)의 강도 측정 결과를 나타낸 그래프이다.

[27] 도 9는, 본원의 일 실시예에 따른 바이오폴리머 처리 토양의 급속냉각 및 수중양생 조건 처리 방법을 나타낸 것이다.

[28] 도 10은, 본원의 일 실시예에 따른 바이오폴리머 처리 토양의 급속 냉각 및 수중양생 조건에서의 거동을 나타낸 그래프이다.

[29] 도 11은, 본원의 일 구현예에 따른 열적 겔화 바이오폴리머를 이용한 친환경 흙 건축 재료 제작 방법에 대한 개념도를 나타낸 것이다.

[30] 도 12는, 본원의 일 구현예에 따른 열적 겔화 바이오폴리머를 이용한 지반 처리 방법에 대한 개념도를 나타낸 것이다.

[31] 도 13은, 본원의 일 구현예에 따른 살포 방식을 이용한 바이오폴리머 처리 식생 지반 조성에 관한 개념도를 나타낸 것이다.

[32] 도 14는, 본원의 일 구현예에 따른 습식혼합·포설 방식을 이용한 바이오폴리머 처리 식생 지반 조성에 관한 개념도를 나타낸 것이다.

[33] 도 15는, 본원의 일 구현예에 따른 건식혼합·살포 방식을 이용한 바이오폴리머 처리 식생 지반 조성에 관한 개념도를 나타낸 것이다.

[34] 도 16은, 본원의 일 구현예에 따른 바이오폴리머를 이용한 친환경 수변 공간 조성을 위한 구획 구분에 관한 개념도를 나타낸 것이다.

[35] 도 17은, 본원의 일 실시예에 따른 바이오폴리머를 이용한 건축재의 휨강도를 나타내는 그래프이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

[36] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본원이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본원의 구현예 및 실시예를 상세히 설명한다.

[37] 그러나 본원은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 구현예 및 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본원을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[38] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다.

[39] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부재가 다른 부재 "상에" 위치하고 있다고 할 때, 이는 어떤 부재가 다른 부재에 접해 있는 경우뿐 아니라 두 부재 사이에 또 다른 부재가 존재하는 경우도 포함한다.

[40] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성 요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성 요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[41] 본 명세서에서 사용되는 정도의 용어 "약", "실질적으로" 등은 언급된 의미에 고유한 제조 및 물질 허용오차가 제시될 때 그 수치에서 또는 그 수치에 근접한 의미로 사용되고, 본원의 이해를 돕기 위해 정확하거나 절대적인 수치가 언급된 개시 내용을 비양심적인 침해자가 부당하게 이용하는 것을 방지하기 위해 사용된다. 또한, 본원 명세서 전체에서, "~ 하는 단계" 또는 "~의 단계"는 "~를 위한 단계"를 의미하지 않는다.

[42] 본원 명세서 전체에서, 마쿠시 형식의 표현에 포함된 "이들의 조합(들)"의 용어는 마쿠시 형식의 표현에 기재된 구성 요소들로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상의 혼합 또는 조합을 의미하는 것으로서, 상기 구성 요소들로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것을 의미한다.

[43] 본원 명세서 전체에서, "A 및/또는 B"의 기재는, "A 또는 B, 또는 A 및 B"를 의미한다.

[44] 본원 명세서 전체에서, 용어 "양이온계 수용액"은, 양이온을 포함하는 수용액을 의미하는 것으로서, 예를 들어, 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속 이온을 함유하는 수용액을 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 상기 알칼리 금속은 1 가의 양이온을 제공할 수 있는, Li, Na, K, Rb, 및 Cs으로 이루어진 1 족 금속을 포함하고, 상기 알칼리 토금속은 2 가의 양이온을 제공할 수 있는, Be, Mg, Ca, Sr, Ba, 및 Ra으로 이루어진 2 족 금속을 포함한다.

[45] 본원 명세서 전체에서, 용어 "황토 (Hwang-to)"는 대륙의 내부에서 풍화로 부서진 암석의 미세한 알갱이들이 바람에 날려와 쌓인 누런빛이나 누런 갈색을 띠는 화강잔류토를 의미한다.

[46] 본원 명세서 전체에서, 용어 "토양"은 흙과 동일한 의미로 사용된다.

[47] 이하, 본원의 구현예를 상세히 설명하였으나, 본원이 이에 제한되지 않을 수 있다.

[48] 본원의 제 1 측면은, 고분자 점질성 바이오폴리머를 토양에 첨가하는 것을 포함하는, 토양 안정화 및 개량 방법을 제공한다.

[49] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 고분자 점질성 바이오폴리머는 생물체로부터 생성되는 고분자 물질이라면 제한없이 사용될 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 상기 고분자 점질성 바이오폴리머는 글루코오스 (glucose)를 기본 단위 (monomer)로서 가지는 물질을 포함하는 것일 수 있고, 크게 다당류 (polysaccharide)와 아미노산 (amino-acid) 계열로 분류할 수 있으며, 상기 다당류 계열의 바이오폴리머는 그 형상에 따라 고분자 사슬형 (high-molecular chains)과 겔화 (gelation) 바이오폴리머로 구분할 수 있다. 예를 들어, 상기 고분자 사슬형 바이오폴리머는 베타-1,3/1,6-글루칸 (Polycan™), 알파글루칸, 커들란 (Curdlan) 등을 포함할 수 있고, 상기 겔화 바이오폴리머로는 웰란 (Wellan gum), 젤란검

(Gellan gum), 잔탄검 (Xanthan gum), 아가 (Agar gum), 석시노글리칸 (Succinoglycan gum) 등을 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 상기 아미노산 계열의 바이오폴리머는 키토산 (Chitosan)과 감마피지에이 (γPGA) 등을 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

[50] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 고분자 점질성 바이오폴리머를 토양 약 100 중량부에 대해 약 20 중량부 이하, 예를 들어, 약 0.00001 중량부 내지 약 15 중량부, 약 0.00001 중량부 내지 약 10 중량부, 약 0.00001 중량부 내지 약 5 중량부, 약 0.00001 중량부 내지 약 1 중량부, 약 0.00001 중량부 내지 약 0.5 중량부, 약 0.00001 중량부 내지 약 0.1 중량부, 약 0.0001 중량부 내지 약 20 중량부, 약 0.01 중량부 내지 약 20 중량부, 약 0.05 중량부 내지 약 20 중량부, 약 0.1 중량부 내지 약 20 중량부, 약 0.5 중량부 내지 약 20 중량부, 약 1 중량부 내지 약 20 중량부, 약 5 중량부 내지 약 20 중량부, 또는 약 10 중량부 내지 약 20 중량부로 첨가하는 것을 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

[51] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 고분자 점질성 바이오폴리머는 상기 토양 내의 공극을 확장시키고, 토양 내 함수 특성을 유지시켜주며, 흙 입자간 결합력을 증가시키는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

[52] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 고분자 점질성 바이오폴리머를 토양에 첨가하는 것은, 상기 고분자 점질성 바이오폴리머를 상기 토양과 혼합하거나, 상기 토양의 표면에 살포하거나, 또는 상기 토양 내에 주입하여 수행되는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

[53] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 고분자 점질성 바이오폴리머를 분말 상태로 토양에 첨가하는 것을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 상기 고분자 점질성 바이오폴리머는 토양과 직접 혼합하여 사용하거나, 고분자 점질성 바이오폴리머 분말 또는 현탁액 또는 수용액을 토양의 표면에 도포하여 피복을 형성하도록 하거나, 또는 상기 토양 내에 주입할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 또한, 상기 고분자 점질성 바이오폴리머를 상기 토양과 직접 혼합한 후에, 이를 대상 지역의 지표면에 포설할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

[54] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 고분자 점질성 바이오폴리머를 수용액 또는 염기성 수용액 상태로 토양에 첨가하는 것을 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 예를 들어, 고분자 점질성 겔화 다당류 바이오폴리머의 현탁액 또는 수용액을 그대로 첨가하거나, 상기 바이오폴리머의 현탁액 또는 수용액에 염을 첨가하여, 염기성 수용액, 예를 들어, pH 약 9 이상의 염기성 수용액 상태로 제조하여 점성을 낮추어 토양에 첨가할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 상기 바이오폴리머의 염기성 수용액을 토양에 첨가한 후, 산성 수용액을 살수하여 침투된 고분자 점질성 겔화 다당류 바이오폴리머의 응집을 촉진시킬 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

[55] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 고분자 점질성 바이오폴리머를 상기 토양에

첨가한 후, 알칼리 금속 또는 알칼리토 금속의 양이온을 첨가하는 것을 추가 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 예를 들어, Na^+, K^+ 등과 같은 알칼리 금속의 양이온 또는 Ca^{2+}, Mg^{2+} 등과 같은 알칼리 토금속의 양이온을 첨가하여 바이오폴리머의 겔화를 유도하여 견고한 흙-바이오폴리머 혼합물을 조성할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

[56] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 고분자 점질성 바이오폴리머를 상기 토양에 첨가한 후, pH 약 5 이하의 산성 수용액 또는 양이온계 (cationic) 수용액을 첨가하는 것을 추가 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 상기 양이온계 수용액은, 예를 들어, 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속 이온을 함유하는 수용액을 포함할 수 있다.

[57] 본원에 따른 바이오폴리머를 이용한 토양 안정화 및 개량 방법에 사용되는 상기 바이오폴리머는 표면이 음전하를 띠고 있기 때문에, 토양에 첨가된 후 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속 이온을 추가하면 토양과의 결합 특성이 더욱 향상될 수 있다.

[58] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 고분자 점질성 바이오폴리머를 토양에 첨가한 후, 토양을 가열 및 냉각하는 것을 추가 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 예를 들어, 상기 고분자 점질성 바이오폴리머를 토양에 첨가한 후 약 80℃ 내지 약 120℃에서 충분히 가열한 후 약 40℃ 내지 약 60℃ 이하로 냉각하여 상기 바이오폴리머의 겔화를 유도할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 또한, 상기 냉각 후, 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속의 양이온, 예를 들어, Na^+, K^+ 등과 같은 알칼리 금속의 양이온 또는 Ca^{2+}, Mg^{2+} 등과 같은 알칼리 토금속의 양이온을 첨가하는 것을 추가 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

[59] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 고분자 점질성 바이오폴리머를 상기 토양의 표면에 살포한 후, 물, 산성 수용액, 및/또는 양이온계 수용액을 살수하는 것을 추가 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 예를 들어, pH 약 5 이하의 산성 수용액을 살수하여 토양 내의 바이오폴리머의 겔 구조를 강화시킬 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

[60] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 토양 안정화 및 개량 방법이 식생의 발아 또는 생장을 증진시키는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

[61] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 토양 안정화 및 개량 방법이 토양 침식 저항을 증진시키는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

[62] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 고분자 점질성 바이오폴리머는, 사용되는 고분자 점질성 바이오폴리머의 종류 및 사용 목적에 따라 하기와 같이 다양한 방법으로 토양에 첨가될 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다:

[63] 1. 고분자 점질성 사슬형 다당류를 이용한 흙 침식 저항성 증진 방법

[64] 고분자 점질성 사슬형 다당류 바이오폴리머는 일반적으로 분자량이 약 10,000 Da 이상의 고분자들로서 현탁액 또는 수용액 상태에서 사슬 (fiber)들끼리 서로

엉켜 높은 점성을 보이게 된다. 이런 고분자 점질성 사슬형 다당류들은 표면의 전기적 특성으로 인해 흙 입자, 특히 점토질 흙 입자와 잘 결합하는 성질이 있다. 이러한 상호거동을 이용하여 고분자 점질성 사슬형 다당류를 이용하여 흙의 강성과 침식에 대한 저항성을 증진시킬 수 있다. 본원에 따른 고분자 점질성 사슬형 다당류를 이용한 흙 침식 저항 증진 방법은 다음과 같다:

[65] 1) 살포를 통한 표면 처리

[66] 분말상태의 고분자 점질성 사슬형 다당류를 흙 표면에 살포한 후, 물을 살수하여 흙 속 침투를 유도함과 동시에 친수성이 높은 고분자 점질성 사슬형 다당류의 팽창과 상호간 엉킴을 유발하여 전체적으로 흙 표면에 바이오폴리머 막을 형성하는 방법이다.

[67] 고분자 점질성 사슬형 다당류를 물에 녹여 약 0.00001% 내지 약 10% 농도의 현탁액 또는 수용액 상태로 흙 표면에 살수하는 방법으로, 흙의 종류에 따라 현탁액 또는 수용액의 농도를 달리하여 점성을 조절하여 지반 내 침투를 용이하게 하고, 침투 즉시 흙과 결합하여 흙-바이오폴리머 매트릭스를 형성하고, 수분이 건조되면서 그 흙의 강성을 증가시킬 수 있다.

[68] 2) 표층 혼합 처리

[69] 흙과 고분자 점질성 사슬형 다당류를 사전 혼합한 후 표면에 타설하여 포장 또는 피복을 형성하는 방법으로, 현장의 흙 또는 수송해 온 흙을 바이오폴리머, 물과 혼합하여 흙 반죽 (mixture)를 만든 후 현장에 타설하는 방법으로, 구체적으로 흙의 건조 중량 대비 약 0.0001% 내지 약 5% 비율로 바이오폴리머를 첨가하고, 물은 흙의 종류 (모래질 또는 점토질)에 따라 흙 중량 대비 약 10% 내지 약 200% 의 비율로 혼합한 흙 반죽을 조성한 후 현장에 원하는 두께만큼 타설한다. 경우에 따라서, 타설한 피복을 다지는 공정을 추가 실시할 수 있다.

[70] 현장 흙의 표면을 교반하면서 동시에 바이오폴리머와 혼합하는 방법으로 쟁기 (plough) 또는 오거 (auger) 등의 장비로 흙을 교반하면서 동시에 분말 또는 액상 상태의 바이오폴리머를 살포 또는 주입하면서 흙-바이오폴리머 혼합토를 조성하는 방법이다.

[71] 3) 압력을 이용한 방법

[72] 살포나 사전 혼합을 이용하여 표층 처리를 하기 어려운 경사지 (법면 등)에 대해서 약 0.00001% 내지 약 10% 농도의 고분자 점질성 사슬형 다당류 현탁액 또는 수용액을 고압으로 분사하여 압력으로 인한 경사지 흙의 교란과 그와 동시에 바이오폴리머의 침투를 촉진시켜 경사지에 대한 흙-바이오폴리머 혼합토 피복을 조성하는 방법이다.

[73] 농도 약 0.00001% 내지 약 10% 상태의 고분자 점질성 사슬형 다당류 현탁액 또는 수용액을 고압으로 지반에 주입 (grouting)하는 방법으로 압력을 이용하여 바이오폴리머 현탁액 또는 수용액을 흙 깊숙이 침투 및 확산시켜 흙-바이오폴리머 처리 지반을 조성한다.

[74] 상기의 경우 모두 흙-바이오폴리머 혼합 표층 조성 후 다짐을 통해

흙-바이오폴리머 혼합토의 원지반 (original layer)과의 부착력을 증진시킴은 물론 흙-바이오폴리머 혼합토의 밀도를 증진시킴으로써 강성과 내구성을 동시에 향상시킬 수 있다.

[75] 2. 고분자 점질성 사슬형 다당류의 토양 식생 증진 방법

[76] 토양의 식생을 증진시키기 위해 고분자 점질성 사슬형 다당류 바이오폴리머를 이용하는 방법이다. 고분자 점질성 사슬형 다당류는 친수성이 높아 흙 속의 수분 환경을 좋게 유지할 뿐만 아니라, 흙 속의 통기, 통수성을 개선하고 나아가 식물 뿌리의 생장을 좋게 해주는 효과가 있어 전체적으로 식생을 증진시킨다.
구체적인 실시 방법은 다음과 같다.

[77] 1) 바이오폴리머 혼합토를 이용한 식생토 조성

[78] 흙의 건조 중량 대비 약 0.0001% 내지 약 5%의 고분자 점질성 사슬형 다당류 바이오폴리머를 함유한 혼합토를 식생토로 직접 사용하여 식물을 재배함으로써 식물의 발아 및 생장을 촉진시킨다.

[79] 2) 바이오폴리머 현탁액 또는 수용액을 이용한 식생 재배

[80] 식생 재배 시 약 0.00001% 내지 약 10% 농도의 고분자 점질성 사슬형 다당류 현탁액 또는 수용액을 재배수로 사용하는 방법으로 공급된 수분의 손실을 억제하고 식물 주변 흙의 내구성을 향상시킴으로써 농경지 흙의 유실을 방지함과 동시에 식물의 생장을 증진시키는 효과가 있다.

[81] 3. 고분자 점질성 겔화 (gelation) 다당류를 이용한 흙의 강도 증진 방법

[82] 고분자 점질성 겔화 다당류들은 현탁액 또는 수용액 상태에서는 낮은 점성을 보이나 화학적 또는 열 처리를 통해 높은 강성을 가진 겔 (gel)을 형성하는 물질들을 통칭하는 것으로, 상기 고분자 점질성 겔화 다당류 바이오폴리머를 이용하여 흙의 강도를 증진시키는 방법으로 구체적으로 다음과 같은 방법들을 제시한다.

[83] 1) 화학적 처리를 통한 흙-고분자 점질성 겔화 다당류 혼합토의 강도 증진

[84] 흙의 건조 중량 대비 약 0.0001% 내지 약 5%의 고분자 점질성 겔화 다당류를 흙과 혼합한 후 흙의 종류에 따라 함수비 약 10% (모래질) 내지 약 200% (점토질) 상태의 혼합 반죽을 조성한 후 알칼리 금속 (Na^+, K^+ 등) 또는 알칼리 토금속 (Ca^{2+}, Mg^{2+} 등) 계열의 양이온을 첨가하여 바이오폴리머의 겔화를 유도하여 견고한 흙-바이오폴리머 혼합물을 조성하는 방법이다.

[85] 2) 열 처리를 이용한 흙-고분자 점질성 겔화 다당류 혼합토의 강도 증진

[86] 흙의 건조 중량 대비 약 0.0001% 내지 약 5%의 고분자 점질성 겔화 다당류를 흙과 혼합한 후 흙의 종류에 따라 함수비 약 10% (모래질) 내지 약 200% (점토질) 상태의 혼합 반죽을 조성한 후 이를 약 80℃ 내지 약 120℃ 조건으로 충분히 가열한 후 약 40℃ 내지 약 60℃ 이하로 냉각하면서 겔을 형성하여 견고한 흙-바이오폴리머 혼합토를 조성한다.

[87] 또는, 약 0.00001% 내지 약 10% 농도의 고분자 점질성 겔화 다당류 현탁액 또는 수용액을 약 80℃ 내지 약 120℃ 조건으로 충분히 가열한 후 흙과 함수비 약 10%

(모래질) 내지 약 200% (점토질) 범위 조건에서 흙과 혼합하면서 냉각시켜 약 40℃ 내지 약 60℃ 이하 온도에서 겔 형성을 유도하여 견고한 흙-바이오폴리머 혼합토를 조성한다.

[88] 상기 두 경우 모두 혼합 시 3-1에서 제시한 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속 물질을 첨가하면 더욱 강한 흙-바이오폴리머 혼합토를 조성할 수 있다.

[89] 4. 고분자 점질성 겔화 (gelation) 다당류를 이용한 흙의 내구성 증진 방법

[90] 고분자 점질성 겔화 다당류 바이오폴리머는 일반적으로 아무런 처리를 하지 않은 중성 (pH 약 7) 현탁액 또는 수용 상태에서는 낮은 점성을 보이나 화학적 또는 열 처리를 통해 높은 강성을 가진 겔 (gel)을 형성하게 된다. 이런 고분자 점질성 겔화 다당류들은 표면의 전기적 특성으로 인해 흙 입자, 특히 점토질 흙 입자와 잘 결합하여 견고한 흙-바이오폴리머 매트릭스를 형성한다. 이러한 상호거동을 이용하여 고분자 점질성 겔화 다당류를 이용하여 흙의 강성과 침식에 대한 저항성을 증진시킬 수 있다. 그 구체적인 형태는 다음과 같다:

[91] 1) 살포를 통한 표면 처리

[92] 분말상태의 고분자 점질성 겔화 다당류를 흙 표면에 살포한 후, 물을 살수하여 흙 속 침투를 유도함과 동시에 친수성이 높은 고분자 점질성 겔화 다당류의 팽창과 상호간 응집을 유발하여 전체적으로 흙 표면에 바이오폴리머 막을 형성할 수 있다.

[93] 이 경우 세 가지 살수 방법이 있다. 첫째, 순수한 (중성 또는 약 알칼리성) 물을 사용하는 방법이 있으며, 둘째, 1차 살수는 순수한 물을 사용하고 2차 살수로 낮은 pH (pH 약 5 이하)의 산성 수용액 또는 양이온계 수용액을 살수하여 침투된 고분자 점질성 겔화 다당류들의 응집을 촉진시키는 방법이 있다. 마지막으로, 산성 수용액 (pH 약 5 이하) 또는 양이온계 수용액을 바로 살수하는 방법이다.

[94] 고분자 점질성 겔화 다당류를 물에 녹여 약 0.00001% 내지 약 10% 농도의 현탁액 또는 수용액 상태로 흙 표면에 살수하는 방법으로, 흙의 종류에 따라 현탁액 또는 수용액의 농도를 달리하여 점성을 조절하여 지반 내 침투를 용이하게 하고, 침투 즉시 흙과 결합하여 흙-바이오폴리머 매트릭스를 형성하고, 수분이 건조되면서 그 흙의 강성을 증가시킬 수 있다.

[95] 이 경우 세 가지 현탁액 또는 수용액 살수 방법이 존재한다. 첫째, 바이오폴리머 현탁액 또는 수용액을 그대로 살수하는 방법, 둘째, 바이오폴리머 현탁액 또는 수용액에 염을 첨가하여 pH를 높여 (약 9 이상) 현탁액 또는 수용액의 점성을 낮춘 후 살수하여 지반 내 침투성을 높이는 방법, 셋째, 염을 첨가하여 pH를 약 9 이상으로 높인 바이오폴리머 현탁액 또는 수용액을 흙에 1차 살수한 후, 2차 살수로 낮은 pH (pH 약 5 이하)의 산성 수용액을 살수하여 침투된 고분자 점질성 겔화 다당류의 응집을 촉진시키는 방법이 있다.

[96] 2) 표층 혼합 처리

[97] 흙과 고분자 점질성 겔화 다당류를 사전 혼합한 후 표면에 타설하여 포장 또는 피복을 형성하는 방법으로, 현장의 흙 또는 수송해온 흙을 점질성 겔화 다당류

바이오폴리머, 중성 또는 알칼리성 물 (pH 약 6 내지 약 13)과 혼합하여 흙 반죽 (mixture)을 만든 후 현장에 타설하는 방법으로, 구체적으로 흙의 건조 중량 대비 약 0.0001% 내지 5% 비율로 바이오폴리머를 첨가하고, 물은 흙의 종류 (모래질 또는 점토질)에 따라 흙 중량 대비 약 10% 내지 약 200% 의 비율로 혼합한 흙 반죽을 조성한 후 현장에 원하는 두께만큼 타설하는 방법이다. 타설 후에는 낮은 pH의 산성 수용액 (pH 약 5 이하) 또는 양이온계 수용액을 표면에 살수하여 침투를 유도함으로써 혼합토 내의 점질성 겔화 바이오폴리머의 겔 구조를 강화시킬 수 있다.

[98] 현장 흙의 표면을 교반하면서 동시에 바이오폴리머와 혼합하는 방법으로 쟁기 (plough) 또는 오거 (auger) 등의 장비로 흙을 교반하면서 동시에 분말 또는 액상 상태 (pH 약 7 내지 약 13)의 바이오폴리머를 살포 또는 주입하면서 흙-바이오폴리머 혼합토를 조성하는 방법이다. 혼합 교반 후에는 낮은 pH의 산성 수용액 (pH 약 5 이하) 또는 양이온계 수용액을 표면에 살수하여 침투를 유도함으로써 혼합토 내의 점질성 겔화 바이오폴리머의 겔 구조를 강화시킬 수 있다.

[99] 3) 압력을 이용한 방법

[100] 살포나 사전 혼합을 이용하여 표층 처리를 하기 어려운 경사지 (법면 등)에 대해서 약 0.00001% 내지 약 10% 농도의 고분자 점질성 겔화 다당류 현탁액 또는 수용액(pH 약 6 내지 약 13)을 고압으로 분사하여 압력으로 인한 경사지 흙의 교란과 그와 동시에 바이오폴리머의 침투를 촉진시켜 경사지에 대한 흙-바이오폴리머 혼합토 피복을 조성하는 방법이다. 살포 후에는 낮은 pH의 산성 수용액 (pH 약 5 이하) 또는 양이온계 수용액을 표면에 살수하여 혼합토 피복 내의 점질성 겔화 바이오폴리머의 겔 구조를 강화시킬 수 있다.

[101] 농도 약 0.00001% 내지 약 10% 상태의 고분자 점질성 겔화 다당류 현탁액 또는 수용액 (pH 약 6 내지 약 13)을 고압으로 지반에 주입 (grouting)하는 방법으로 압력을 이용하여 바이오폴리머 현탁액 또는 수용액을 흙 깊숙이 침투 및 확산시켜 흙-바이오폴리머 처리 지반을 조성하는 방법이다. 주입 후에는 낮은 pH의 산성 수용액 (pH 약 5 이하) 또는 양이온계 수용액을 추가로 주입하여 지반 내 흙-바이오폴리머 혼합토의 점질성 겔화 바이오폴리머의 겔 구조를 강화시킬 수 있다.

[102] 상기 경우 모두 흙-바이오폴리머 혼합 표층 조성 후 다짐을 통해 흙-바이오폴리머 혼합토의 원지반 (original layer)과의 부착력을 증진시킴은 물론 흙-바이오폴리머 혼합토의 밀도를 증진시킴으로써 강성과 내구성을 동시에 향상시킬 수 있다.

[103] 5. 고분자 점질성 바이오폴리머의 흙 속 침투 향상을 위한 방법

[104] 고분자 점질성 사슬형 다당류 바이오폴리머는 일반적으로 분자량이 약 10,000 Da 이상의 고분자들로서 중성 또는 산성 (pH 약 7 이하) 현탁 또는 수용액 상태에서 사슬 (fiber)들끼리 서로 엉켜 높은 점성을 보이게 된다. 특히 표면이

음전하를 띄고 있는 점질성 사슬형 다당류들은 pH가 낮아질수록 점성이 높아지는 특징이 있다. 한편 고분자 점질성 사슬형 다당류 바이오폴리머는 높은 친수성으로 인해 팽창하고 매우 점성이 높은 현탁액 또는 수용액이 된다.

[105] 이처럼 고분자 점질성 바이오폴리머의 흙 속 침투성을 높이기 위해서는 점성을 낮춰야 한다. 이를 위해 본원에서는 다음과 같은 방법들을 제시한다.

[106] 1) 화학적 처리를 이용하는 방법

[107] 농도 약 0.00001% 내지 약 10% 상태의 고분자 점질성 사슬형 또는 겔화 다당류 현탁액 또는 수용액의 pH를 약 9 이상으로 증가시키면 점성이 낮아진다. 점성을 낮춘 바이오폴리머 현탁액 또는 수용액을 지반에 살수 또는 압력으로 주입하면 지반 내 침투 또는 확산을 개선할 수 있다.

[108] 염기성의 고분자 점질성 사슬형 다당류 현탁액 또는 수용액을 흙에 살수 또는 주입한 후에는 낮은 pH의 산성 수용액 (pH 약 5 이하)을 추가 살수 또는 주입하여 흙-바이오폴리머 혼합토 내의 점질성 사슬형 바이오폴리머 간 응집과 점질성 겔화 바이오폴리머 간 겔화를 증진시킬 수 있다

[109] 2) 물리적 처리를 이용하는 방법

[110] 비드밀 (Beadmill) 등을 이용하여 고분자 점질성 사슬형 다당류 바이오폴리머 용액의 점성을 낮추는 방법으로, 약 10,000 ppm 이상의 속도로 비드를 이용하여 용액을 교반함으로써 엉켜있는 다당류 사슬들을 풀어줄 수 있다.

[111] 또한, 고압 (약 150 bar 이상)으로 고분자 점질성 사슬형 다당류 바이오폴리머 용액을 충돌시켜 물리적으로 엉켜있는 다당류 사슬들을 풀어줄 수 있다. 사슬형 다당류 바이오폴리머 용액인 Polycan™의 경우 원액의 점성이 약 1,000 cps 정도인데, 균질기 (homogenizer)를 이용하여 200 bar로 충돌시키면 약 30 cps로 점도가 낮아지고, 약 30 cps의 액체를 다시 충돌시키면 약 16 cps로 점도가 감소한다. 물리적으로 점성을 낮춘 고분자 점질성 사슬형 다당류 바이오폴리머를 흙과 혼합 또는 주입한 후 낮은 pH의 산성 수용액 (pH 약 5 이하) 또는 양이온계 수용액을 추가 살수 또는 주입하여 흙-바이오폴리머 혼합토 내의 점질성 사슬형 바이오폴리머 간 응집을 증진시킬 수 있다.

[112] 3) 열 처리를 이용하는 방법

[113] 약 0.00001% 내지 약 10% 농도의 고분자 점질성 겔화 다당류 현탁액 또는 수용액을 약 80℃ 내지 약 120℃ 조건으로 충분히 가열하면 바이오폴리머 현탁액 또는 수용액의 점성이 낮아진다. 이를 고온 상태에서 흙에 혼합 또는 주입을 하게 되면 자연스럽게 냉각이 되면서 약 40℃ 내지 약 60℃ 이하 온도에서 겔을 형성하여 견고한 흙-바이오폴리머 혼합토를 조성하게 된다.

[114] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 바이오폴리머는, 하기와 같이 다양한 대상 지역에 여러 목적을 위해 다양한 방법으로 토양에 첨가될 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다:

[115] 1. 고분자 점질성 다당류 바이오폴리머를 이용한 지표면 피복 공법

[116] 1-1. 살포 또는 살수 방식을 이용한 방법

[117] 바이오폴리머 현탁액을 지표면에 직접 살포하는 방식으로 평지뿐만 아니라 경사진 사면 또는 법면에도 손쉽게 적용할 수 있는 방법으로, 고형 또는 액상 상태의 바이오폴리머를 일정 비율로 희석하고, 펌프, 이송관, 그리고 노즐을 이용하여 살포하여, 바이오폴리머 현탁액이 중력에 의해 지반에 침투하면서 흙입자와 결속하여 피복을 형성하는 방법이다.

[118] 1-2. 습식혼합·포설 방식을 이용한 방법

[119] 사전 혼합을 통해 바이오폴리머 혼합토를 조성한 후, 대상 지역에 포설 후 다짐을 통해 특정 두께의 피복을 형성하는 방법이다. 이 공법은 현장에 균질한 품질의 피복을 형성할 수 있는 장점이 있으며, 다짐을 통해 원지반과의 부착력을 높이게 된다.

[120] 본 방법은 고형 또는 액상 상태의 바이오폴리머를 일정 비율로 희석하고 동시에 포설할 수 있는 장치, 포설된 흙을 펴서 다질 수 있는 다짐 장치로 구성된다. 다짐 장치는 롤러식 또는 진동식 모두 가능하다.

[121] 본 방법은 1-1과 병행하여 피복 표면의 코팅력을 향상시킬 수 있다. 본 방법은 현장에 다량의 현장 발생토 이용이 가능한 경우 유용하다.

[122] 1-3. 건식혼합·살포 방식을 이용한 방법

[123] 본 방법은 건조 지역과 같이 지표면 토양이 건조되어 있는 경우 적용 가능한 방법으로, 건조된 흙과 분말 상태의 바이오폴리머를 현장에서 바로 건식 혼합한 후 물을 살포하여 피복을 형성하는 방법이다.

[124] 2. 고분자 점질성 다당류 바이오폴리머를 이용한 농경 또는 방목지 보호

[125] 농경과 방목으로 인한 토지 이용 변화가 토양 유실의 가장 큰 원인으로 지목되고 있다. 따라서, 농경지 및 목축지의 토양 유실 억제를 위해 바이오폴리머 처리 기술이 매우 효과적으로 사용될 수 있다.

[126] 2-1. 고분자 점질성 다당류 바이오폴리머를 이용한 논밭 갈기

[127] 파종 전 농경지를 갈 때, 바이오폴리머 분말 또는 현탁액과 함께 쟁기질을 하는 방법이다. 통상 파종 전 농경지의 경우 표면이 단단하기 때문에 바이오폴리머 현탁액을 사전에 살포하면 쟁기질의 작업 효율을 높일 수 있을 뿐만 아니라, 표토와 바이오폴리머가 고루 혼합되면서 농경지 전체의 침식에 대한 저항성이 증대될 수 있다.

[128] 또는 쟁기의 머리부분에 직접 분사 노즐을 장착하여 쟁기질을 함과 동시에 선단부에서 바이오폴리머 현탁액이 공급됨으로써 국부적인 효율을 증진시키는 방법도 제안될 수 있다.

[129] 2-2. 항공기를 이용한 농경 또는 방목지 보호

[130] 최근 현대 농업은 방대한 농경 또는 방목지의 경우 항공기를 이용한 살충·제초제 살포 사례가 증가하고 있다. 따라서 본 발명에서 제안된 바이오폴리머를 이용한 흙 침식 저항 증진을 위해 농경 및 방목지에서 대해서도 필요에 따라 항공기를 이용한 바이오폴리머 현탁액을 살포하는 기술을 제안할 수 있다.

[131] 3. 고분자 점질성 다당류 바이오폴리머를 이용한 친환경 수변 공간 조성

[132] 수변 공간의 경우 물과 인접해 있어 물에 의한 침식 가능성이 늘 존재하고 있다. 따라서 수변 공간 조성 시 바이오폴리머를 이용해 지반을 개량하게 되면 전체적인 흙 유실을 낮출 수 있을 것으로 기대된다.

[133] 4. 고분자 점질성 다당류 바이오폴리머를 이용한 연안 토양 보호

[134] 바이오폴리머 처리를 이용한 해안 백사장 및 연안 사구 등의 해안 지반 보호를 위해 이용될 수 있다.

[135] 5. 고분자 점질성 다당류 바이오폴리머를 이용한 식생 지반 조성 공법

[136] 바이오폴리머 처리는 식생의 발아 및 생장을 증진시키므로 다양한 형태로 현장에 적용이 가능하다.

[137] 5-1. 살포 방식을 이용한 방법

[138] 바이오폴리머 현탁액을 고압으로 살포하는 방식으로 평지뿐만 아니라 경사진 사면 또는 법면에도 손쉽게 적용할 수 있는 방법으로, 고형 또는 액상 상태의 바이오폴리머를 일정 비율로 희석하고, 경우에 따라 첨가제 등을 균질하게 혼합할 수 있는 혼합조, 바이오폴리머 현탁액의 고점성 특성에 맞는 고압펌프와 이송관 시스템, 그리고 바이오폴리머 혼합액을 효과적으로 살포할 수 있는 특수 노즐로 구성된다 (도 13). 특수 노즐은 식생 씨앗과 같은 미세 입자들을 분사할 수 있는 조건을 만족시켜야 한다.

[139] 5-2. 습식혼합 포설 방식을 이용한 방법

[140] 사전 혼합을 통해 바이오폴리머 혼합토를 조성한 후, 대상 지역에 포설 후 다짐을 통해 특정 두께의 피복을 형성하는 방법이다. 이 공법은 현장에 균질한 품질의 피복을 형성할 수 있는 장점이 있으며, 다짐을 통해 원지반과의 부착력을 높이게 된다.

[141] 본 방법은 고형 또는 액상 상태의 바이오폴리머를 일정 비율로 희석하고 흙과 기타 첨가제와 혼합과 동시에 포설할 수 있는 장치, 포설된 흙을 펴서 다질 수 있는 다짐 장치로 구성된다 (도 14). 다짐 장치는 롤러식 또는 진동식 모두 가능하다.

[142] 본 방법은 방법 5-1과 병행하여 피복 표면의 코팅력을 향상시킬 수 있다. 본 방법은 현장에 다량의 현장 발생토 이용이 가능한 경우 유용하다.

[143] 5-3. 건식혼합·살포 방식을 이용한 방법

[144] 본 방법은 사전 혼합 없이 이중 이송 시스템을 이용한 건식 혼합 살포방식으로 분사됨과 동시에 액상 바이오폴리머와 흙 및 기타 첨가제 간 혼합이 이루어진 후 원지반에 부착되는 방법으로 자연현장토보다는 건조상태의 분말토 또는 배양토를 사용하면 그 효과가 극대화 된다.

[145] 본 방법의 핵심은 살포 물질의 이중 이송으로, 습식 이송 시스템에서는 액상 상태의 바이오폴리머 현탁액을 이송 및 살포하고, 건식 이송 시스템은 건조 상태의 흙 및 기타 첨가제를 이송 및 분사함으로써, 이송관에서의 막힘 등 시공상 문제점들을 저감하고 나아가 현장 작업 효율을 극대화하는데 그 목적이

있다.

[146] 본 방법의 시스템은 크게 액상 상태의 바이오폴리머 현탁액을 조성하는 혼합조, 바이오폴리머 현탁액의 고점성 특성에 맞는 고압펌프와 이송관 시스템, 고체 상태의 흙 및 기타 첨가제를 균일하게 혼합하는 혼합조, 고압으로 이송할 수 있는 고체용 펌프와 이송관 시스템, 액상 상태 바이오폴리머와 고체 상태의 흙 및 기타 첨가제를 독립적으로 분사할 수 있는 이중노즐로 구성된다 (도 15).

[147] 6. 고분자 점질성 다당류 바이오폴리머를 이용한 친환경 조경

[148] 본원의 일 구현예에 따른 상기 방법 3과 4에 의해 고분자 점질성 다당류 바이오폴리머 처리가 식생의 발아 및 생장 증진에 효과가 있음이 확인된다. 따라서 본원에서는 기존 화학 비료에 의존하지 않는 바이오폴리머를 이용한 친환경 조경 조성 방법을 제시한다.

[149] 평지의 경우 표층에 고분자 점질성 다당류 바이오폴리머 피복층을 형성한 후, 그 위에 씨앗을 직접 뿌리거나 식생매트를 설치한다. 씨앗을 파종한 후에는 후처리 없이 그대로 두거나, 일정 두께의 토피를 조성해 외부 환경으로부터 씨앗을 보호해줌과 동시에 씨앗의 발아를 촉진하는 효과를 유도하게 된다.

[150] 법면 또는 사면과 같은 경사지의 경우 표면에 바이오폴리머 피복층을 형성한 후, 그 위에 씨앗을 직접 살포하거나 식생매트를 시공한다. 씨앗을 파종한 후에는 후처리 없이 그대로 두거나, 일정 두께의 피복을 추가로 조성해 외부 환경으로부터 씨앗을 보호하고 발아를 촉진한다.

[151] 7. 고분자 점질성 다당류 바이오폴리머를 이용한 친환경 수변 공간 조성

[152] 바이오폴리머는 환경친화적이고, 시간이 경과함에 따라 생분해 (biodegradation) 되는 특성이 있기 때문에 기존 시멘트 (cement) 또는 화학 계열 재료와 비교해 수변 공간에 적용했을 때 수질 및 수생태계 교란 효과가 극히 적어 친환경 수변 공간 조성에서의 적극적인 활용이 기대된다. 하천 및 수변 공간의 일반적인 형상은 도 16과 같다. 보통 하천과 하천의 범람을 막기 위한 제방 (B), 제방 안쪽의 고수부지 (C), 그리고 제방 바깥의 주변공간 (A)으로 구분된다. 친환경 수변 공간 조성을 위한 방법으로 본 발명에서는 각 공간에 대해 다음과 같은 실시 방법을 수행한다.

[153] A (주변공간): 현장 조건에 따라 방법 5의 모든 방법 적용 가능

[154] 하천 준설 및 수위고 변화로 인한 역행 침식 억제를 위하여 본원에 따른 바이오폴리머를 이용한 토양 안정화 및 개량 방법이 주변 지반에 바이오폴리머를 이용하여 친환경 지반 보강 방법으로서 적용될 수 있다.

[155] B (제방): 방법 5-1 또는 5-3의 방법 적용 가능

[156] 제방 및 호안벽 조성에 사용되는 콘크리트 블록 또는 사석을 대체할 수 있는 대안으로, 본원에 따른 바이오폴리머를 이용한 토양 안정화 및 개량 방법이 바이오폴리머 혼합토를 이용한 제방 및 호안벽 조성 방법으로서 적용될 수 있다.

[157] 아울러, 본원에 따른 토양 안정화 및 개량 방법은 만수위 또는 홍수위 시 제방으로의 물 침투를 억제하기 위하여 바이오폴리머를 이용한 제방 표면 피복

공법으로서 적용될 수 있다.

[158] C (고수부지): 현장 조건에 따라 방법 5의 모든 방법 적용 가능

[159] 하천 유입수로 인한 유입부분의 부분 침식 또는 평지 (고수부지)에서의 도랑 (gully)과 같은 불규칙 토양 침식 억제를 위하여 본원에 따른 토양 안정화 및 개량 방법은 바이오폴리머를 이용한 표토 침식 저항성 향상 공법으로서 적용될 수 있다.

[160] 본원의 바이오폴리머를 이용한 토양 안정화 및 개량 방법에 따르면 환경친화적인 식생 증진용 토양 조성물 및/또는 토양 침식 방지용 조성물을 제조할 수 있다. 아울러, 본원에 따른 식생 증진 방법은 친환경적이고 인체에 유익한 바이오폴리머를 사용함으로써, 토양 및 바이오폴리머 간의 상호작용을 통해 토양의 구조 및 함수조건을 개선시켜 침식에 대한 저항성을 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라, 식생의 증진, 식생 안정화 (뿌리의 충분한 활착)를 동시에 실현할 수 있다.

[161] 본원의 제 2 측면은, 상기 본원의 제 1 측면의 토양 안정화 및 개량 방법에 의해 제조되며, 고분자 점질성 바이오폴리머를 포함하는, 식생의 발아 또는 생장 증진용 토양 조성물을 제공한다.

[162] 본원의 일 구현예에 있어서, 토양 약 100 중량부에 대해 상기 고분자 점질성 바이오폴리머 약 20 중량부 이하를 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 예를 들어, 상기 고분자 점질성 바이오폴리머는 토양 약 100 중량부에 대해, 약 0.00001 중량부 내지 약 15 중량부, 약 0.00001 중량부 내지 약 10 중량부, 약 0.00001 중량부 내지 약 5 중량부, 약 0.00001 중량부 내지 약 1 중량부, 약 0.00001 중량부 내지 약 0.5 중량부, 약 0.00001 중량부 내지 약 0.1 중량부, 약 0.0001 중량부 내지 약 20 중량부, 약 0.01 중량부 내지 약 20 중량부, 약 0.05 중량부 내지 약 20 중량부, 약 0.1 중량부 내지 약 20 중량부, 약 0.5 중량부 내지 약 20 중량부, 약 1 중량부 내지 약 20 중량부, 약 5 중량부 내지 약 20 중량부, 또는 약 10 중량부 내지 약 20 중량부로 포함될 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

[163] 본원의 제 3 측면은, 상기 본원의 제 1 측면의 토양 안정화 및 개량 방법에 의해 제조되며, 고분자 점질성 바이오폴리머를 포함하는, 토양 침식 방지용 조성물을 제공한다.

[164] 본원의 일 구현예에 있어서, 토양 약 100 중량부에 대해 약 20 중량부 이하를 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 예를 들어, 상기 고분자 점질성 바이오폴리머는 토양 약 100 중량부에 대해, 약 0.00001 중량부 내지 약 15 중량부, 약 0.00001 중량부 내지 약 10 중량부, 약 0.00001 중량부 내지 약 5 중량부, 약 0.00001 중량부 내지 약 1 중량부, 약 0.00001 중량부 내지 약 0.5 중량부, 약 0.00001 중량부 내지 약 0.1 중량부, 약 0.0001 중량부 내지 약 20 중량부, 약 0.01 중량부 내지 약 20 중량부, 약 0.05 중량부 내지 약 20 중량부, 약 0.1 중량부 내지 약 20 중량부, 약 0.5 중량부 내지 약 20 중량부, 약 1 중량부 내지

약 20 중량부, 약 5 중량부 내지 약 20 중량부, 또는 약 10 중량부 내지 약 20 중량부로 포함될 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

[165] 본원의 제 4 측면은, 상기 본원의 제 1 측면의 토양 안정화 및 개량 방법에 의해 제조되며, 고분자 점질성 바이오폴리머를 포함하는, 흙 건축 재료 또는 부재를 제공한다.

[166] 본원에 따른 바이오폴리머를 이용한 토양의 강도 및 내구성 증진 효과는 토양을 이용한 건축 및 건축자재 분야에 활용될 수 있다. 특히, 바이오폴리머 혼합을 통해서 단순히 토양만 이용한 흙 건축 (벽 또는 기둥 등)보다 높은 강도와 내구성을 확보할 수 있으며, 전통적 방법인 짚 (straw) 등을 이용한 방법과 비교했을 시 유기재료들의 생분해 (degradation)로 인한 기능성 저하 문제를 극복할 수 있고, 화학적 첨가물 (석고, 시멘트 등)을 이용한 방법에 비해서 친환경성이 높은 건축 시공이 가능한 장점이 있다. 상기 흙 건축 재료 및 부재는, 예를 들어, 벽체, 바닥제, 벽돌, 블록, 보드, 패널 등을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 상기 부재는 건축용 부자재를 의미한다.

[167] 보통 흙 건축은 자연상태의 흙을 물과 혼합하여 작업성을 확보한 후 벽돌 또는 블록 형식으로 성형하거나, 직접 벽 또는 바닥에 바르는 형식을 취하고 있다. 이 경우 벽체 또는 바닥재의 강도 및 내구성을 향상시키기 위해 짚 등의 섬유를 첨가하거나, 화학적 첨가물을 혼합하는 방법을 사용하고 있다. 본원에 따른 바이오폴리머를 이용한 흙 벽체 시공 방법은 기존 방법과 차별화된 것이다.

[168] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 토양은 세립질 (점토), 조립질 (모래), 및 이들의 조합들로 이루어진 군으로부터 선택되는 것을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

[169] 본원의 일 구현예에 있어서, 토양 약 100 중량부에 대해 약 20 중량부 이하를 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 예를 들어, 상기 고분자 점질성 바이오폴리머는 토양 약 100 중량부에 대해, 약 0.00001 중량부 내지 약 15 중량부, 약 0.00001 중량부 내지 약 10 중량부, 약 0.00001 중량부 내지 약 5 중량부, 약 0.00001 중량부 내지 약 1 중량부, 약 0.00001 중량부 내지 약 0.5 중량부, 약 0.00001 중량부 내지 약 0.1 중량부, 약 0.0001 중량부 내지 약 20 중량부, 약 0.01 중량부 내지 약 20 중량부, 약 0.05 중량부 내지 약 20 중량부, 약 0.1 중량부 내지 약 20 중량부, 약 0.5 중량부 내지 약 20 중량부, 약 1 중량부 내지 약 20 중량부, 약 5 중량부 내지 약 20 중량부, 또는 약 10 중량부 내지 약 20 중량부로 포함될 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

발명의 실시를 위한 형태

[170] 이하, 본원에 대하여, 실시예를 이용하여 자세히 설명한다. 그러나, 본원이 이에 제한되는 것은 아니다.

[171] **실시예 1: 바이오폴리머를 이용한 토양 침식 저항성 측정**

[172] 바이오폴리머의 토양 침식 억제 효과를 검증하기 위해 다양한 실내 실험을

수행하였다. 본 실시예에서는 고분자 사슬형 바이오폴리머 물질로 베타-1,3/1,6-글루칸 계열의 액상 제품 (8.9 g/L 베타글루칸 함량; ㈜글루칸)을 사용하였다.

[173] 겔화 (gelation) 폴리머로는 식품 경화제로 널리 사용되는 순수 분말상태의 잔탄검 (Sigma-Aldrich; CAS 1138-66-2)을 본 실시예에 적용하였다. 잔탄검의 가장 큰 특징은 다양한 온도 및 pH 조건에서의 안정성이다.

[174] 발명 실시를 위한 기본적인 방법은 흙을 해당 바이오폴리머와 혼합한 후 강우 조건을 재현하여 각 경우에 대한 흙 유실량을 측정하여, 전반적인 흙의 침식에 대한 저항성을 평가하였다. 구체적인 내용들은 아래와 같다.

[175] 1. 바이오폴리머 처리토의 반복 강우에 대한 침식 저항성

[176] 본 실시예에서는 우리나라의 대표 흙인 할로이사이트 [halloysite: $Al_2Si_2O_5(OH)_4$]가 주성분인 화강잔류토 (황토)를 대표 흙 시료로 사용하였다. 황토는 자연건조 후, 입자들을 0.07 mm 내지 0.15 mm 크기로 분쇄한 후, 110℃ 온도에서 노건조시켜 잔류 유기물질을 제거하였다.

[177] 세 개의 시료판 (A, B, C; 도 1 참조)을 준비해 각각에 2,000 g의 흙을 채운 후, A는 1,200 g (흙 중량대비 60%)의 증류수, B는 1,200 g의 액상 베타-1,3/1,6-글루칸 (0.5%의 베타글루칸: 흙 중량비), C에는 10 g의 분말 잔탄검 및 1,200 g의 증류수를 각각 흙과 균일하게 혼합하였다.

[178] 강우 모사를 위해 도 2에 보이는 바와 같은 살수기를 사용하였으며, 시료판의 각도는 20℃로 설정하였다. 강우 모사 전에 시료판의 전체 무게를 측정하고, 500 mL의 강우 모사 후 유출슬러리를 집수하여 부피와 질량을 측정하였다. 강우 모사 후 시료판의 전체 무게를 측정하여 지반의 흡수량을 산출하였다. 유출 슬러리는 즉시 건조하여 건조 전·후의 질량 차이를 토대로 토양침식량을 도출하였다. 강우 모사는 이틀의 주기로 수행하여 총 10 번을 수행하였다.

[179] 각 강우 모사에 따른 토양 유실량은 표 1과 같다.

[180] 표 1

[Table 1]

각 강우 모사에 따른 토양 유실량(g)

화분	조건	강우(500 mL/회) 횟수 별 토양 유실량(g)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	무처리 황토	76	39	39	37	33	25	57	42	46	31
B	베타글루칸-황토	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
C	잔탄검-황토	15	2	2	0	1	0	1	0	1	1

[181] 표 1의 각 강우 횟수 별 토양 유실량을 초기 전체 흙 중량 (2,000 g)에 대한 누적 유실률 (%)로 환산한 결과는 표 2와 같다.

[182] 표 2

[Table 2]

강우 횟수에 따른 토양 누적 유실률(%)

화분	조건	강우(500 mL/회)에 따른 누적 유실률(%)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	무처리 황토	4.8	5.8	7.7	9.6	11.2	12.5	15.3	17.7	19.7	21.2
B	베타글루칸-황토	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.05	0.05	0.1	0.1
C	잔탄검-황토	0.8	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.2	1.2	1.3

[183] 실험 결과 바이오폴리머 처리 흙은 총 10 번의 강우 모사에 대해 누적 유실률이 0% 내지 1% 수준인 반면, 아무런 처리를 하지 않은 흙은 21%의 흙이 유실됨을 확인할 수 있었다. 특히 바이오폴리머 중에서도 베타-1,3/1,6-글루칸의 경우 누적 유실률이 0.1% 밖에 되지 않아 침식에 대한 저항이 월등히 높음을 확인할 수 있었다.

[184] 2. 바이오폴리머 처리토의 집중 강우에 대한 침식 저항성

[185] 주기적인 강우 외 강도 높은 집중 강우에 대한 침식 저항성을 검증하기 위해 상기 발명의 실시를 위한 구체적인 내용 1의 동일한 조건의 시료 A, B, C를 조성한 후 집중 강우를 모사하였다. 집중 강우를 위해서는 500 mL의 강우를 10 분 간격으로 15 회 살수하여 상기와 마찬가지로 강우 전·후의 전체 시료 중량과 흙 유실량을 측정하였다.

[186] 집중 강우 모사에 따른 흙의 누적 유실률 (%)은 표 3과 같다.

[187] 표 3

[Table 3]

집중 강우에 따른 토양 누적 유실률(%)

화분	조건	강우(500 mL/회)에 따른 누적 유실률(%)														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	무처리 황토	0.4	1.3	2.6	4.4	7.0	9.4	13.8	19.4	25.3	31.8	38.2	42.8	48.1	54.9	59.0
B	베타글루칸-황토	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
C	잔탄검-황토	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

[188] 표 2와 표 3의 결과들을 비교해보면, 집중 강우 조건에서 아무런 처리를 하지 않은 흙의 누적 유실률이 월등히 증가 (21.2 → 31.8; 10 회 누적 강우 기준) 함을 확인할 수 있다. 특이한 점은 바이오폴리머 처리 토양의 집중 강우에 대한 저항이 여전히 높다는 사실 (1% 미만)을 확인할 수 있었다.

[189] 이로써 바이오폴리머 처리가 반복 및 집중 강우 조건 모두에 대해 흙의 침석에 대한 저항을 획기적으로 높임을 확인할 수 있었다.

[190] **실시예 2: 바이오폴리머를 이용한 식생 증진 효과 측정**

[191] 본 실시예에서는 바이오폴리머의 식생 증진 효과를 검증하기 위해 다양한 실내 실험을 수행하였다. 본 실시예에서는 고분자 사슬형 바이오폴리머 물질로 베타-1,3/1,6-글루칸 계열의 액상 제품 (주)글루칸)을 사용하였다. 또한

겔화(gelation) 폴리머로는 식품 경화제로 널리 사용되는 순수 분말 상태의 잔탄검(Sigma-Aldrich; CAS 1138-66-2)을 본 실시예에 적용하였다.

[192] 발명 실시를 위한 기본적인 방법은 흙을 해당 바이오폴리머와 혼합한 후 작물을 파종한 후 항온항습 조건에서 재배하여 씨앗의 발아 및 생장을 확인하고, 나아가 흙의 구조를 분석하여 바이오폴리머 처리토가 어떻게 식물의 생장에 영향을 미치는지를 확인하였다. 구체적인 내용들은 아래와 같다.

[193] 1. 바이오폴리머 처리토에 대한 씨앗 발아

[194] 본 실시예에서는 우리나라의 대표 흙인 할로이사이트 [halloysite: $Al_2Si_2O_5(OH)_4$]가 주성분인 화강잔류토 (황토)를 대표 흙 시료로 사용하였다. 황토는 자연건조 후, 입자들을 0.07 mm 내지 0.15 mm 크기로 분쇄한 후, 110℃ 온도에서 노건조시켜 잔류 유기물질을 제거하였다.

[195] 여섯 개의 화분을 준비해 3 개 (A, B, C)는 황토를 기본 흙으로 채우고, 비교를 위해 나머지 3 개 (D, E, F)에는 시중에서 보편적으로 시판되고 있는 인공배양토를 사용하였다. A, D는 아무런 처리를 하지 않은 순수 흙 조건, B와 E는 흙 무게의 1%에 해당하는 잔탄검 (Xanthan gum)을 혼합하였고, 마지막으로 C와 F는 흙 무게의 0.5%에 해당하는 베타글루칸 (Beta-glucan)을 혼합하였다. 그 위에 시험작물로 귀리 (oat) 씨앗을 약 600 개씩 고루 뿌린 후, 복토 (覆土)하였다. A, B, C, D, E, F 모두 초기 함수비 (흙의 무게 대비 물의 양) 조건이 60%가 되도록 물을 뿌려준 후 동일한 온도 및 일조 조건의 온실에 안치하였다 (도 3). 발아 및 생장 경향은 매일 관찰하였고, 급수 시 각 화분에 동일한 양의 물을 공급해주었다.

[196] 각 화분의 재배 일에 따른 씨앗 발아 결과는 표 4와 같다.

[197] 표 4

[Table 4]

재배 일에 따른 씨앗 발아량

화분	조건	시간(일)에 따른 발아량 (개수)								
		0	6	8	10	12	14	16	18	20
A	무처리 황토	0	0	0	20	224	440	500	500	500
B	잔탄검-황토	0	0	0	240	400	480	510	510	510
C	베타글루칸-황토	0	160	320	400	440	520	520	520	520
D	무처리 배양토	0	62	296	368	400	450	500	500	500
E	잔탄검-배양토	0	80	210	430	480	500	520	530	530
F	베타글루칸-배양토	0	220	480	520	530	545	560	560	560

[198] 관찰 결과 황토 및 배양토 모두에서 바이오폴리머를 처리한 흙에서 씨앗의 발아가 촉진됨을 확인할 수 있었다. 바이오폴리머 중에는 잔탄검보다는 베타글루칸의 효율이 더 좋았다. 특히, 전체적으로 배양토의 발아가 황토보다 양호한 상황에서, 베타글루칸을 처리한 황토(C)의 발아가 아무런 처리를 하지 않은 배양토 (D)보다 좋은 결과를 보여 베타글루칸 처리가 전반적으로 토양의

발아조건을 개선시킴을 확인할 수 있었다.

[199] 2. 바이오폴리머 처리토에 대한 식물 생장

[200] 상기 실시예에서 씨앗 발아를 관찰함과 동시에 전체 식생의 생장을 관찰하였다. 관찰 방법은 각 화분을 8 구역으로 나눈 후, 각 구역에서 식생의 평균 생장 길이를 측정하여 전체의 평균을 구하는 방법을 사용하였다. 각 화분의 재배 일에 따른 생장 결과는 표 5과 같다.

[201] 표 5

[Table 5]

재배 일에 따른 씨앗 발아량

화분	조건	시간(일)에 따른 생장(cm)								
		0	6	8	10	12	14	16	18	20
A	무처리 황토	0	0	0	1.00	2.20	5.50	8.00	9.00	10.50
B	잔탄검-황토	0	0	0	1.30	3.00	6.30	9.50	10.00	12.00
C	베타글루칸-황토	0	1.80	3.09	5.00	6.20	9.50	10.70	11.00	12.00
D	무처리 배양토	0	2.00	4.09	5.60	7.30	9.30	11.00	12.50	13.00
E	잔탄검-배양토	0	2.00	3.60	6.00	8.10	10.50	12.00	13.50	14.00
F	베타글루칸-배양토	0	2.50	4.86	7.80	12.00	13.50	16.00	17.00	17.50

[202] 재배 결과, 황토 및 배양토 모두에서 바이오폴리머를 처리한 흙에서 식생의 생장이 증진됨을 확인할 수 있었다 (도 4). 바이오폴리머 중에서는 잔탄검 보다는 베타글루칸의 효과가 월등히 좋았다. 황토의 경우 초기 (0 일 내지 12 일) 단계에서는 베타글루칸 처리 흙에서 식물 생장이 최대 5 배 촉진됨을 확인할 수 있었다. 특히 베타글루칸을 처리한 황토 (C)의 생장이 아무런 처리를 하지 않은 배양토 (D)와 생장에서 비슷한 경향을 보여, 베타글루칸 처리가 식물 생장에 적합하지 않은 흙의 성능을 상당히 개선시킴을 확인할 수 있었다.

[203] 3. 바이오폴리머 처리토의 미시구조 분석

[204] 바이오폴리머가 흙 속에서 흙과 어떤 상호거동을 보여 식생의 생장을 증진시키는지 확인하기 위해 전자투사현미경 (SEM; Philips XL30SFEG) 장비를 이용하여 흙-바이오폴리머-식생뿌리의 상호 거동을 관찰하였다 (도 5a 내지 도 5c).

[205] 도 5a는 아무런 처리를 하지 않은 황토의 결과로 황토 입자와 식생 뿌리가 매우 조밀하게 붙어있음을 확인할 수 있다. 도 5b의 베타글루칸 처리 황토의 경우, 고분자 베타글루칸 사슬들이 흙 속의 공극을 확장시켜 전체적으로 흙의 통기·통습성을 개선시키는 효과를 보이는 것으로 판단된다. 잔탄검 처리 흙의 경우 (도 5c) 전체 흙 구조는 도 5b의 베타글루칸 처리 흙보다는 조밀하지만, 겔화 (gelation)로 인해 흙 입자들이 군데군데 덩어리를 형성하여 도 5a의 무처리 흙보다는 느슨한 구조를 보임이 관찰된다. 따라서 바이오폴리머 처리가 전반적으로 흙의 공극을 확장시켜 식생의 뿌리가 잘 생장할 수 있는 환경을 조성함을 확인할 수 있었다.

[206] 4. 바이오폴리머 처리토의 함수량 유지 성능 검증

[207] 식생의 생장과 흙의 함수량은 밀접한 관련이 있다. 적절한 흙의 함수량이 오래 유지될수록 식물의 초기 생장에 순기능을 하기 때문에, 바이오폴리머 처리토와 일반 흙의 함수량 유지 특성을 비교하는 실험을 실시하였다.

[208] 동일한 양 (200 g)의 황토흙 시료 3 개를 준비한 후, 각각 흙 무게의 0.5%에 해당하는 베타글루칸 처리, 흙 무게의 0.5%에 해당하는 잔탄검 처리, 그리고 무처리 조건에 대해서 초기 함수비를 60%로 일치시킨 후 실온에서 건조시켰다. 시간에 따라 시편의 무게를 측정하여 손실 (증발)된 수분량을 측정하였다. 시간에 따른 증발율 [%; 초기 함수량(120 g) 대비] 결과는 표 6와 같다.

[209] 표 6

[Table 6]

시간에 따른 증발율

조건	시간(hr)에 따른 증발율(%, 초기 함수량 120g 기준)								
	6	12	24	36	48	60	72	84	96
무처리 황토	8.4	10.0	23.9	32.6	43.9	48.8	57.4	64.1	98.3
잔탄검-황토	8.0	9.6	21.7	30.1	39.2	43.0	50.5	55.4	94.9
베타글루칸-황토	5.5	6.7	17.3	27.1	36.0	40.2	48.8	54.3	95.8

[210] 표 6에 의하면 본원에 따른 바이오폴리머들은 모두 아무런 처리를 하지 않은 흙에 비해 흙 내부의 함수량을 좋게 유지시킴을 확인할 수 있다. 초기의 경우 주로 흙 표면의 수분이 증발되므로 바이오폴리머 처리토와 무처리 흙의 차이가 크지 않으나, 흙 내부의 물이 손실되는 중장기 거동에서는 바이오폴리머 처리가 흙 내부 수분 손실 억제에 우수한 효과가 있음을 확인할 수 있었다.

[211] **실시예 3: 열 처리를 이용한 고분자 점질성 겔화 다당류 바이오폴리머-흙 혼합**

[212] 흙의 종류와 상관없이 열적 겔화를 이용하여 고분자 점질성 겔화 바이오폴리머와 흙을 혼합하기 위해서는 일단 고온 상태의 고분자 점질성 겔화 다당류 바이오폴리머 수용액과 흙을 각각 준비하였다. 고온 (80℃)의 용매 (물)에 분말 상태의 바이오폴리머를 녹인 후 이를 가열된 흙과 혼합함으로써 혼합 시 급격한 온도 하강으로 인한 조기 겔화 (gelation)를 막았다. 고온의 바이오폴리머 수용액 형성 시 중요한 점은 바이오폴리머의 농도 (용매 대비 용질량)를 적절히 조절해야 한다는 점이다. 통상적으로 아가 (agar)는 상온에서는 친수성 (hydrophilic)으로 인해 자기 질량의 20 배에 해당하는 물을 흡수하며 그 용해도는 온도가 높아짐에 따라 증가한다. 아가의 경우 10% (10 g / 100 mL) 이하, 젤란검의 경우 3% (3 g / 100 mL) 이하로 고온 용액을 조성하는 것이 바람직한데, 그 이유는 그 이상의 분말은 물에 완전히 용해되지 않기 때문이다.

[213] 고온의 겔화 바이오폴리머 용액은 고온의 흙과 균일하게 혼합시키고, 황토 등의 흙 (점성토 계열)과는 60% (흙 중량 대비 용액 중량) 이하, 모래질 흙과는 30% 이하로 혼합하였다. 혼합 후 원하는 목적에 맞게 성형한 후 공기 또는

수정에서 양생할 수 있다. 본 과정의 요약은 도 6에 도시한 바와 같다.

[214] **실시예 4: 열적 겔화 바이오폴리머-흙 조성물의 냉각 및 양생 방법**

[215] 실내 조건에서 황토와 모래를 이용해 다양한 고분자 점질성 열적 겔화 다당류 바이오폴리머-흙 시편을 제작하고 강도를 측정하였다. 각 흙에 대해 아가 및 젤란검 함량을 흙 중량 대비 각각 1% 및 3%에 맞춰 배합하였으며, 황토의 경우 초기 물/흙 배합비 60%, 모래의 경우 혼합 시 물/흙 배합비를 30%로 하였다. 배합 후 공기 중에 자연 냉각 및 공기양생을 시킨 시편의 강도는 도 7 (황토) 및 도 8 (모래)과 같았다. 도 7 및 도 8의 결과에 의하면 열적 겔화 바이오폴리머 혼합으로 흙의 압축강도가 월등히 증가함을 확인할 수 있다. 특히, 황토의 경우 그 최대 강도가 12 MPa 에 도달하여 매우 단단한 흙 조성물을 형성함을 확인할 수 있었다. 이는 아가 및 젤란검 모두 음전하를 띄고 있어, 표면 전하를 지니고 있는 황토 입자와 더 단단한 결합을 형성한다는 사실을 보여준다.

[216] 그러나, 공기 중에 자연 냉각 및 공기양생을 시킨 황토 시편의 경우 최대 20%의 건조수축 (volumetric strain) 거동을 보여 이를 해결하기 위해 고온 배합 후 초기 냉각 방법을 달리하는 방안을 모색하였다. 도 6의 과정과 같이 배합 및 성형 직후 시편 (아가 3% 및 젤란검 3%)을 급속 냉각시키는 방법으로 시편을 냉수에 냉각시켰다 (도 9). 충분한 냉각 후 시편을 공기양생시킨 결과, 최종 건조수축이 10% 이하로 격감됨을 확인하였다. 따라서 건조수축을 방지하기 위해 바이오폴리머-흙 조성물의 초기 겔화가 매우 중요함을 확인할 수 있었으며, 이를 위해 냉수, 냉매, 냉기, 냉장 등 다양한 방법이 적용 가능하다.

[217] 마지막으로, 급속냉각 및 수중양생 조건에 대한 거동을 확인하기 위해 시편을 제작한 후 바로 물에 침수시킨 후 장기간 수중양생을 시켰다. 장기간 침수 및 포화된 흙의 경우 압축강도가 거의 없는 반면, 열적 겔화 바이오폴리머를 처리한 흙의 경우 28 일 침수 조건에서도 약 50 kPa 내지 약 200 kPa의 압축강도를 보여, 수중 상태에서도 열적 겔화 바이오폴리머-흙 조성물이 효과적임을 확인할 수 있다 (도 10). 특이 사항은 급속냉각 및 수중양생의 경우 부피변화가 0%에 가깝다는 점이다. 이로써 열적 겔화 바이오폴리머가 수중 및 침수 상태의 적용 시 부피 변화가 없어 매우 안정적인 지반주입 및 처리제로 활용될 수 있음을 확인하였다.

[218] **실시예 5: 물에 대한 내구성 검토**

[219] 열적 겔화 바이오폴리머 처리토의 물에 대한 내구성을 검토하기 위해 가장 민감한 조건인 자연 냉각 및 공기양생 시편에 대한 재침수 및 강도 측정을 수행하였다. 양생된 지 두 달이 지난 시편을 물에 담아 일주일 동안 침수상태를 유지하였다. 침수 후 7 일째에 일축압축강도 및 부피 팽창률을 평가하였다.

[220] 아가 3% 처리 흙의 경우 건조 상태의 최종 강도가 12 MPa을 보였던 것이, 침수 후 600 kPa로 저하되었으며, 젤란검 3% 처리 흙의 경우 건조 상태 강도가 10 MPa에서 침수 후 500 kPa로 낮아지는 결과를 보였다. 중요한 점은 모든 경우에서 시편들이 원래의 모양을 유지하면서 수분 흡수로 인한 부피팽창이 약간

발생했다는 사실이다 (표 7 참조).

[221] 표 7

[Table 7]

침수 시편의 강도 및 부피변화 결과

혼합조건	압축강도		부피변화율(초기 부피 대비)	
	건조	침수	건조	침수
아가 3%	12 MPa	600 kPa	30%	25%
젤란검 3%	10 MPa	500 kPa	27%	18%

[222] 이와 관련하여, 도 11은, 본원의 일 구현예에 따른 열적 겔화 바이오폴리머를 이용한 친환경 흙 건축 재료 제작 방법에 대한 개념도를 나타낸 것이다. 도 11에 나타낸 방법으로, 열적 젤화 바이오폴리머를 이용하여 흙 건축 재료 (벽체, 패널, 또는 벽돌 등)를 제작할 시 고강도, 고내구성의 건축 재료를 구현할 수 있다. 열적 젤화의 경우 80℃ 이상의 온도에서 저점성을 띠고 있다가 40℃ 이하로 냉각될 때 고점성의 Gel(젤)-매트릭스(matrices)를 형성하는 특징이 있기 때문에, 흙 혼합(반죽) 및 성형 이전 단계까지 고온을 잃지 않는 것이 중요하다. 따라서 흙과 바이오폴리머 수용액을 각각 가열 처리하여 특정온도 (예를 들어, 80℃) 이상으로 유지한 상태에서 혼합하고, 이렇게 형성된 바이오폴리머-흙 혼합물을 성형 틀에 부운 후, 냉각을 시키게 되면 원하는 성형틀 (mold)에 맞춰 다양한 모양을 구현할 수 있다. 상기 성형틀에 부운 후에는 40℃ 이하로 냉각시키면서 굳게 되는데, 이 때는 공기 중에 자연 냉각을 시키거나, 물 또는 기타 냉매를 이용하여 금속 냉각시켜 굳힐 수 있다. 본 실시예에 따른 열적 젤화 바이오폴리머의 경우 투수성이 매우 낮아, 초기에 물에 담가도 흙의 조직이 흐트러지지 않음이 확인되었으므로, 이러한 장점들을 활용하여, 다양한 모양으로 성형이 가능한 흙 건축 재료를 만들 수 있다.

[223] 전체적으로 본 발명에서 제시된 바이오폴리머-흙 조성물의 경우 물에 대한 내구성이 월등히 우수함을 확인할 수 있다. 따라서 본 기술은 지반 내 차수 및 차폐의 목적 또는 기타 보강의 이유로 고온의 바이오폴리머 용액을 직접 지반에 주입 또는 교반하는 형태로 적용할 수 있다. 그 구체적인 실시 방법은 도 12와 같다.

[224] **실시예 6: 바이오폴리머 혼합 흙 건축재 (패널)에 대한 강도 검토**

[225] 바이오폴리머 처리 흙의 건축재료로서의 타당성을 검토하기 위해 흙 건축에서 가장 널리 사용되는 황토를 이용하여 두께 15 mm 의 패널 시편을 제작하고 표준시험법 (KS F 3504)에 의해 각 패널의 휨 강도 (flexural strength)를 측정하였다.

[226] 비교를 위해 아무런 첨가물이 없는 상태, 석고 10%를 혼합한 흙, 그리고 고분자 점질성 바이오폴리머의 일종인 베타-글루칸과 잔탄검을 각각 0.5%와 1.0% 첨가한 조건에 대한 휨 강도를 비교하였다. 그 결과는 도 17에 나타내었다.

[227] 도 17에 나타난 바와 같이, 아무런 처리를 하지 않은 흙의 건조 상태에서 휨강도가 100 kPa 미만이었고, 석고 10%를 혼합한 조건에서도 큰 증가를 보이지 않은 반면, 본 실시예에 따른 고분자 점질성 바이오폴리머를 혼합한 시편들은 휨강도가 눈에 띄게 증가함을 알 수 있었다. 대체로, 0.5% 중량비로 포함된 경우 200 kPa 내외의 강도를 보이고, 1%의 중량비로 포함된 경우 400 kPa 가까운 휨강도를 가짐을 확인할 수 있었으며, 이를 바탕으로 고분자 점질성 바이오폴리머를 이용한 흙 건축 및 건축 재료의 사용은 매우 기존 흙 건축이 지니고 있는 저강도 및 저내구성 문제를 극복하는 좋은 대안이 될 수 있을 것으로 판단된다.

[228] 전술한 본원의 설명은 예시를 위한 것이며, 본원이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.

[229] 본원의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

청구범위

[청구항 1] 고분자 점질성 바이오폴리머를 토양에 첨가하는 것을 포함하는, 토양 안정화 및 개량 방법.

[청구항 2] 제 1 항에 있어서,
상기 고분자 점질성 바이오폴리머는 다당류 계열 또는 아미노산 계열의 바이오폴리머를 포함하는, 토양 안정화 및 개량 방법.

[청구항 3] 제 2 항에 있어서,
상기 다당류 계열의 고분자 점질성 바이오폴리머는 고분자 사슬형 바이오폴리머 또는 겔화 바이오폴리머를 포함하는, 토양 안정화 및 개량 방법.

[청구항 4] 제 1 항에 있어서,
상기 고분자 점질성 바이오폴리머는 글루코오스 (glucose)를 기본 단위 (monomer)로서 가지는 물질을 포함하는 것으로서,
베타글루칸, 알파글루칸, 잔탐검, 젤란검, 웰란, 아가,
석시노글리칸, 커들란, 및 이들의 조합들로 이루어진 군으로부터 선택된 것을 포함하는, 토양 안정화 및 개량 방법.

[청구항 5] 제 1 항에 있어서,
상기 고분자 점질성 바이오폴리머는 키토산, 감마피지에이 (γPGA), 및 이들의 조합들로 이루어진 군으로부터 선택된 것을 포함하는, 토양 안정화 및 개량 방법.

[청구항 6] 제 1 항에 있어서,
상기 고분자 점질성 바이오폴리머를 토양 100 중량부에 대해 20 중량부 이하로 첨가하는 것을 포함하는, 토양 안정화 및 개량 방법.

[청구항 7] 제 1 항에 있어서,
상기 고분자 점질성 바이오폴리머는 상기 토양 내의 공극을 확장시키고, 토양 내 함수 특성을 유지시켜주며, 흙 입자간 결합력을 증가시키는 것인, 토양 안정화 및 개량 방법.

[청구항 8] 제 1 항에 있어서,
상기 고분자 점질성 바이오폴리머를 토양에 첨가하는 것은, 상기 고분자 점질성 바이오폴리머를 상기 토양과 혼합하거나, 상기 토양의 표면에 살포하거나, 또는 상기 토양 내에 주입하여 수행되는 것인, 토양 안정화 및 개량 방법.

[청구항 9] 제 1 항에 있어서,
상기 고분자 점질성 바이오폴리머를 수용액 또는 염기성 수용액 상태로 토양에 첨가하는 것을 포함하는, 토양 안정화 및 개량 방법.

[청구항 10] 제 1 항에 있어서,
상기 고분자 점질성 바이오폴리머를 분말 상태로 토양에 첨가하는

것을 포함하는 것인, 토양 안정화 및 개량 방법.

[청구항 11] 제 1 항에 있어서,
상기 고분자 점질성 바이오폴리머를 토양에 첨가한 후, 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속의 양이온을 첨가하는 것을 추가 포함하는, 토양 안정화 및 개량 방법.

[청구항 12] 제 1 항에 있어서,
상기 고분자 점질성 바이오폴리머를 토양에 첨가한 후, 산성 수용액 또는 양이온계 (cationic) 수용액을 첨가하는 것을 추가 포함하는, 토양 안정화 및 개량 방법.

[청구항 13] 제 1 항에 있어서,
상기 고분자 점질성 바이오폴리머를 토양에 첨가한 후, 토양을 가열 및 냉각하는 것을 추가 포함하는, 토양 안정화 및 개량 방법.

[청구항 14] 제 13 항에 있어서,
상기 냉각 후, 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속의 양이온을 첨가하는 것을 추가 포함하는, 토양 안정화 및 개량 방법.

[청구항 15] 제 8 항에 있어서,
상기 고분자 점질성 바이오폴리머를 상기 토양의 표면에 살포한 후 물 산성 수용액, 및/또는 양이온계 수용액을 살수하는 것을 추가 포함하는, 토양 안정화 및 개량 방법.

[청구항 16] 제 1 항에 있어서,
상기 토양 안정화 및 개량 방법이 식생의 발아 또는 생장을 증진시키는 것인, 토양 안정화 및 개량 방법.

[청구항 17] 제 1 항에 있어서,
상기 토양 안정화 및 개량 방법이 토양 침식 저항을 증진시키는 것인, 토양 안정화 및 개량 방법.

[청구항 18] 제 1 항 내지 제 17 항 중 어느 한 항의 토양 안정화 및 개량 방법에 의해 제조되며, 고분자 점질성 바이오폴리머를 포함하는, 식생의 발아 또는 생장 증진용 토양 조성물.

[청구항 19] 제 18 항에 있어서,
토양 100 중량부에 대해 상기 고분자 점질성 바이오폴리머 20 중량부 이하를 포함하는, 식생의 발아 또는 생장 증진용 토양 조성물.

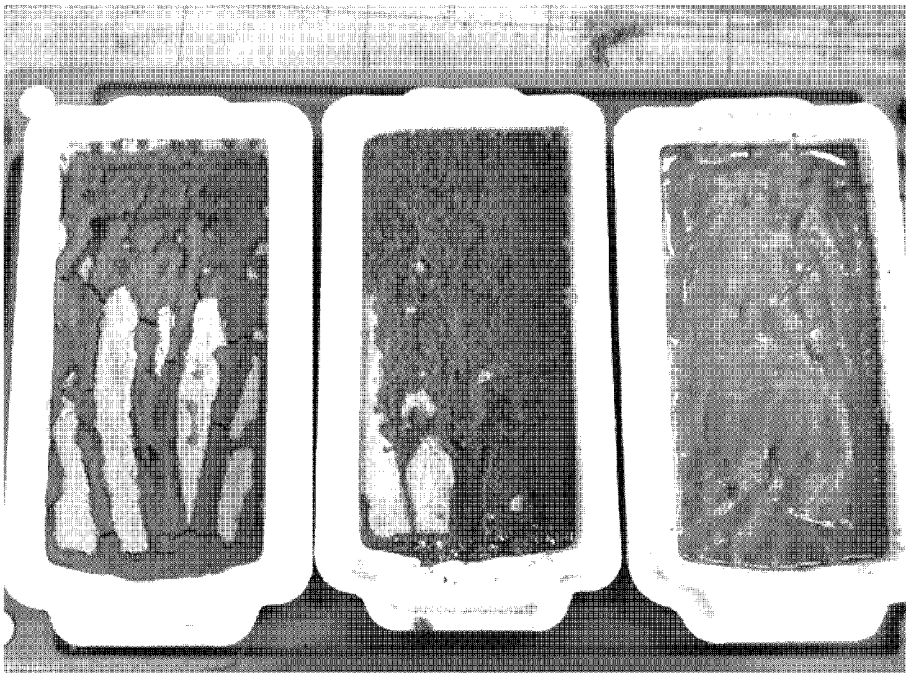
[청구항 20] 제 1 항 내지 제 17 항 중 어느 한 항의 토양 안정화 및 개량 방법에 의해 제조되며, 고분자 점질성 바이오폴리머를 포함하는, 토양 침식 방지용 조성물.

[청구항 21] 제 20 항에 있어서,
토양 100 중량부에 대해 상기 고분자 점질성 바이오폴리머 20 중량부 이하를 포함하는, 토양 침식 방지용 조성물.

[청구항 22] 제 1 항 내지 제 17 항 중 어느 한 항의 토양 안정화 및 개량 방법에 의해 제조되며, 고분자 점질성 바이오폴리머를 포함하는, 흙 건축 재료 또는 부재.

[청구항 23] 제 22 항에 있어서,
토양 100 중량부에 대해 상기 고분자 점질성 바이오폴리머 20 중량부 이하를 포함하는, 흙 건축 재료 또는 부재.

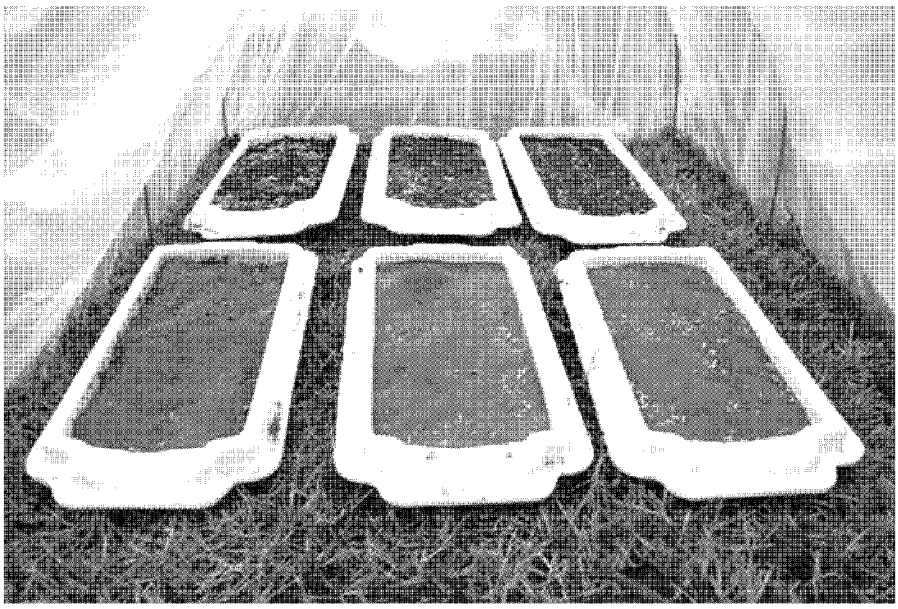
[Fig. 1]



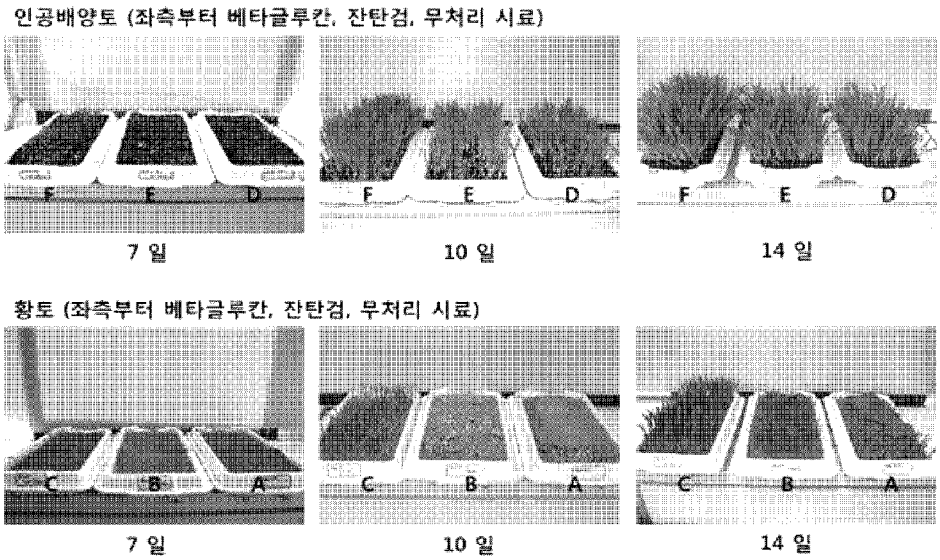
[Fig. 2]



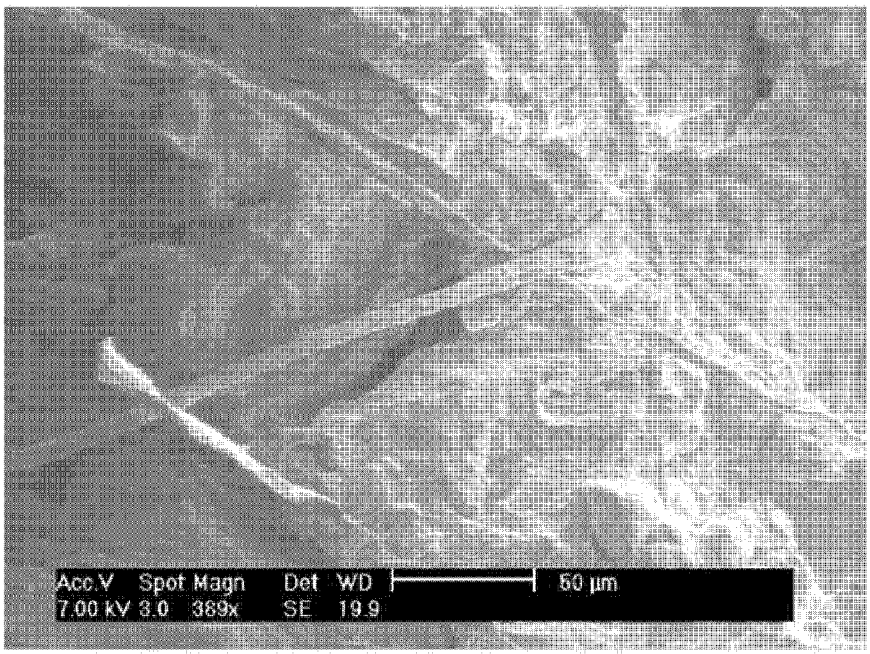
[Fig. 3]



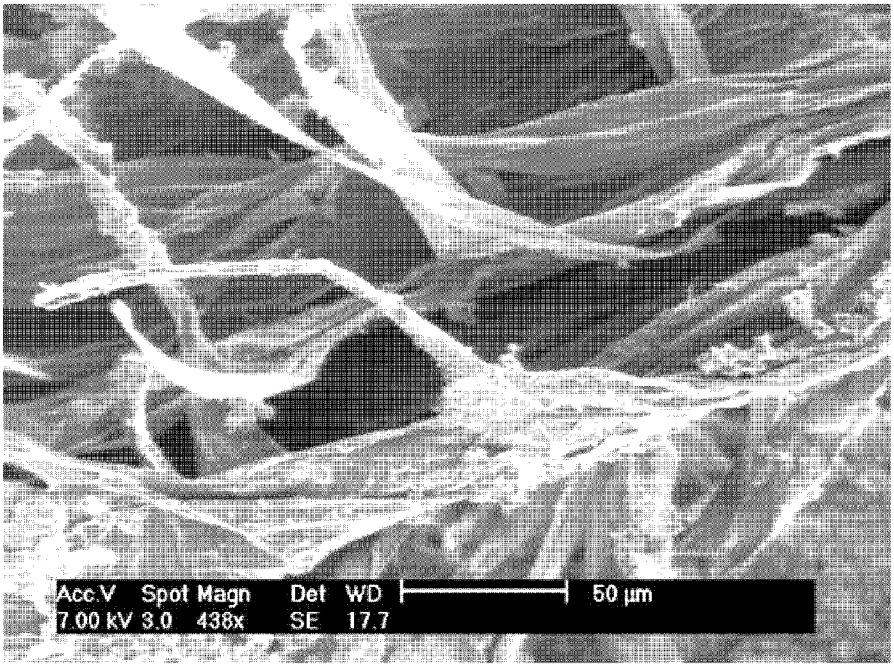
[Fig. 4]



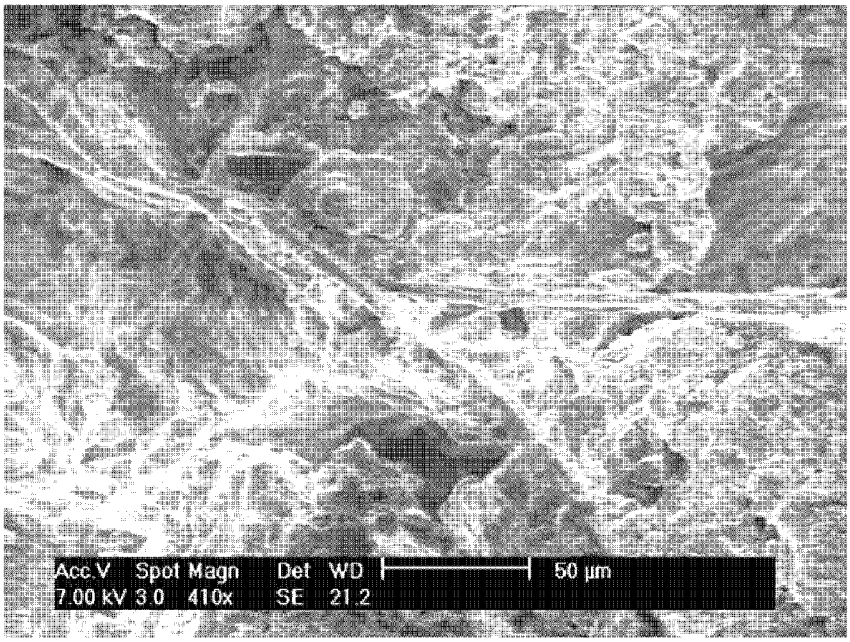
[Fig. 5a]



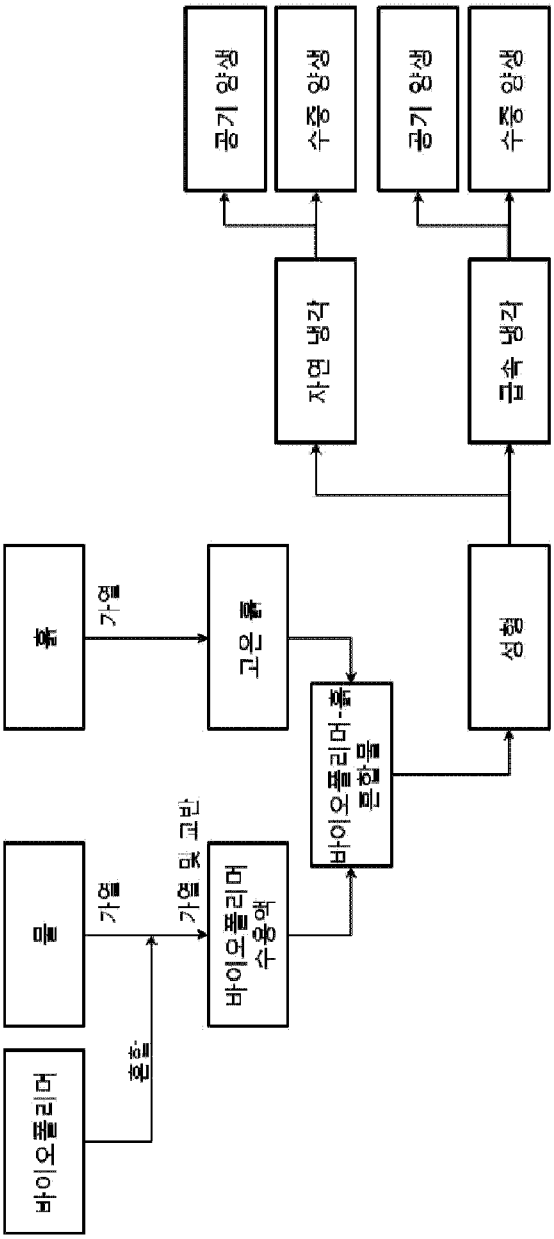
[Fig. 5b]


Acc.V Spot Magn Det WD 50 µm
7.00 kV 3.0 438x SE 17.7

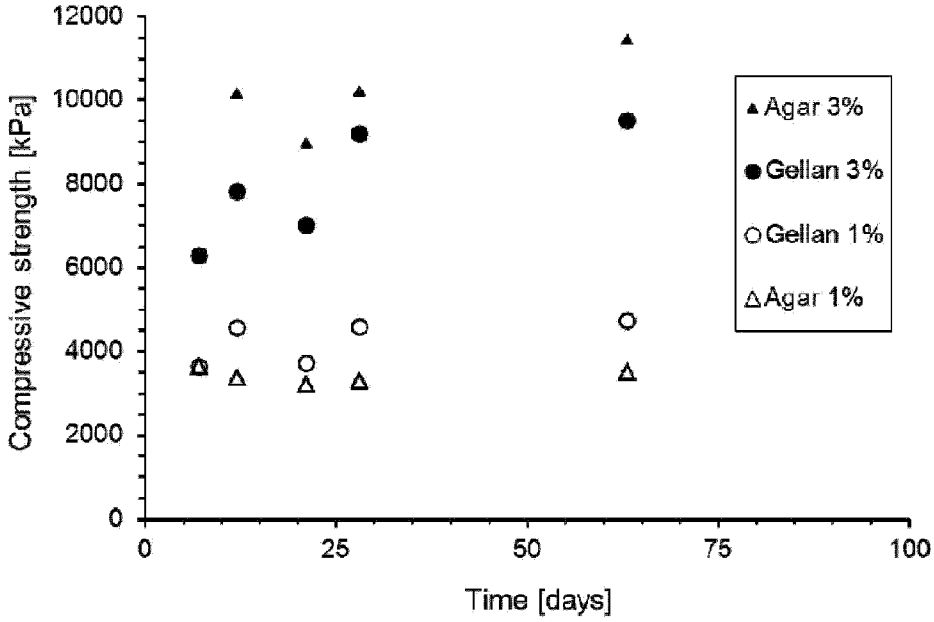
[Fig. 5c]


Acc.V Spot Magn Det WD 50 µm
7.00 kV 3.0 410x SE 21.2

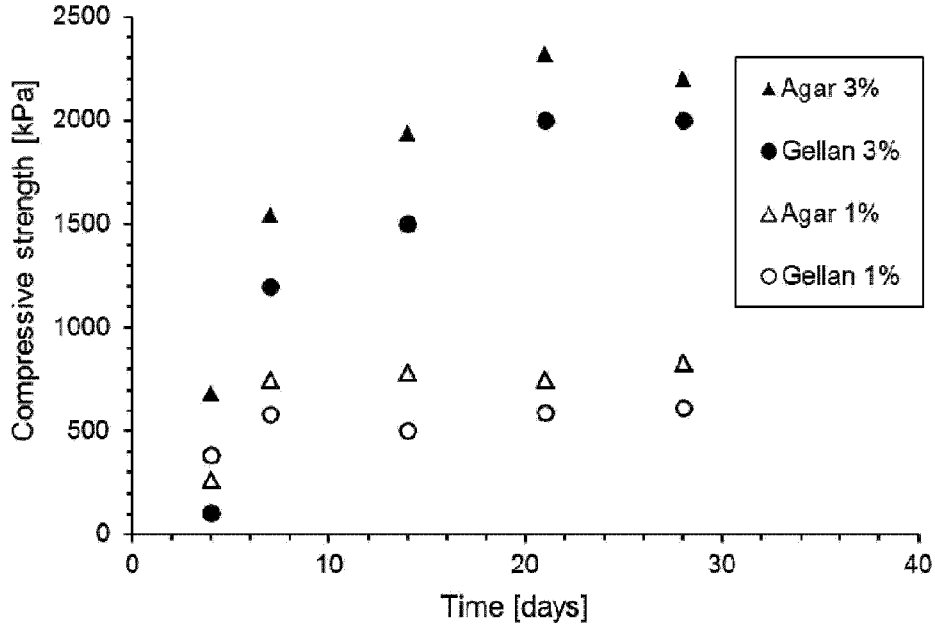
[Fig. 6]


공기 양생
수중 양생
공기 양생
수중 양생
자연 냉각
급속 냉각
흙
가열
고온 흙
성형
바이오폴리머-흙 혼합물
밀
가열
가열 및 교반
바이오폴리머 수용액
바이오폴리머
혼합

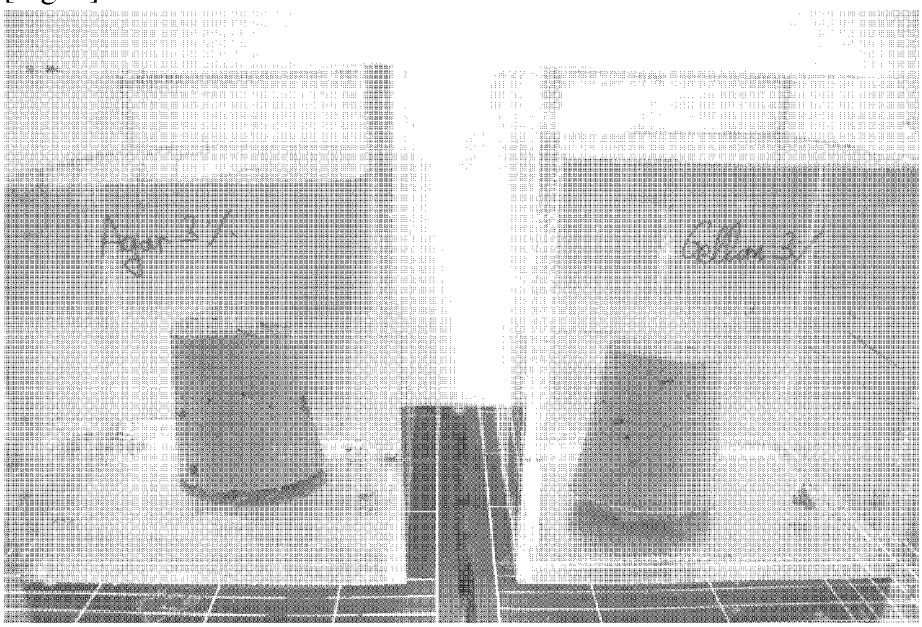
[Fig. 7]


12000
10000
8000
6000
4000
2000
0
Compressive strength [kPa]
0
25
50
75
100
Time [days]
Agar 3%
Gellan 3%
Gellan 1%
Agar 1%

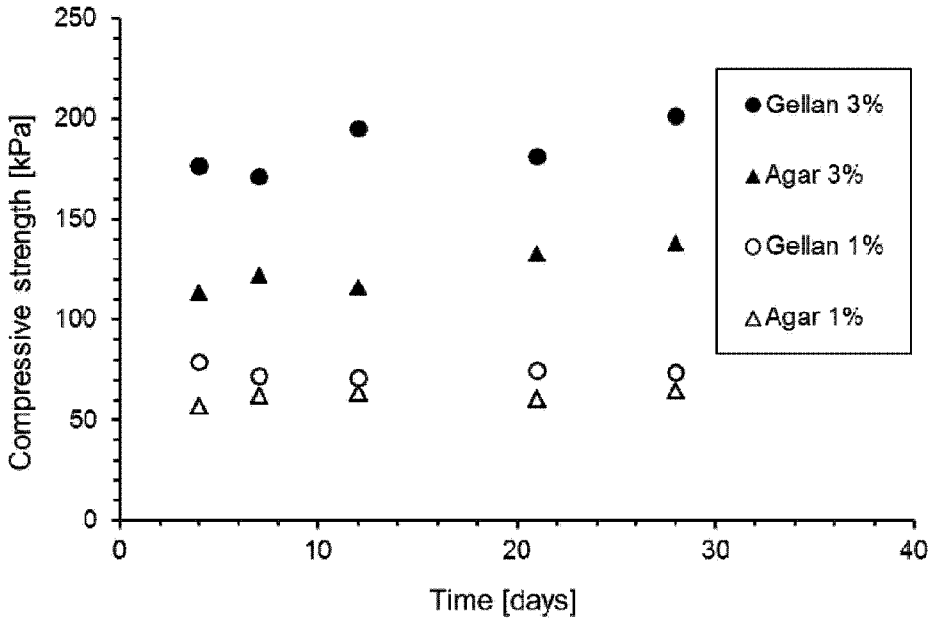
[Fig. 8]


2500
2000
1500
1000
500
0
Compressive strength [kPa]
0
10
20
30
40
Time [days]
Agar 3%
Gellan 3%
Agar 1%
Gellan 1%

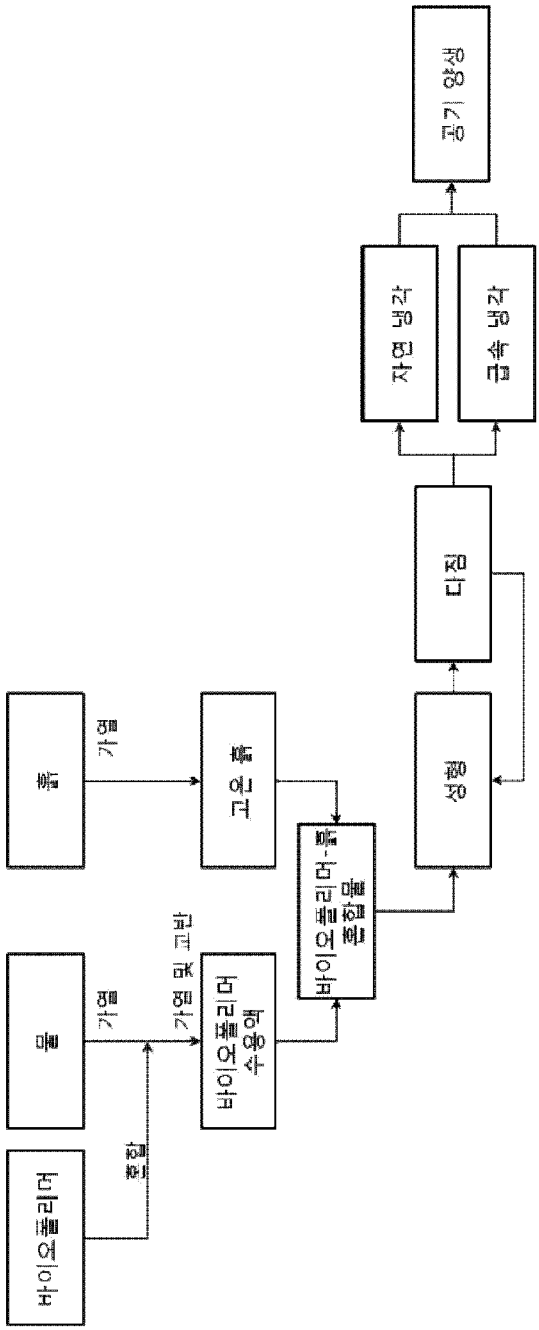
[Fig. 9]



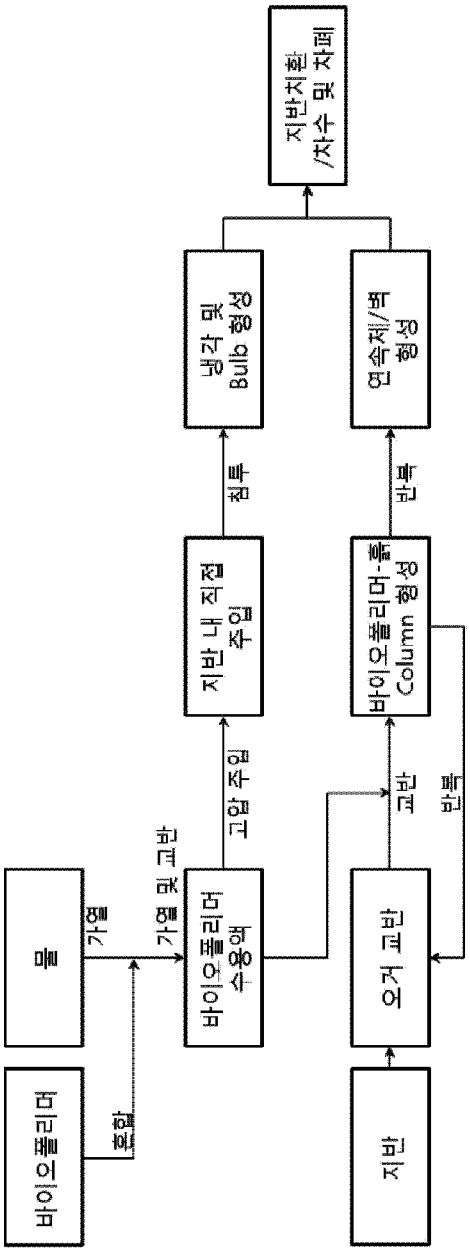
[Fig. 10]


Compressive strength [kPa]
Time [days]
Gellan 3%
Agar 3%
Gellan 1%
Agar 1%
0
50
100
150
200
250
0
10
20
30
40

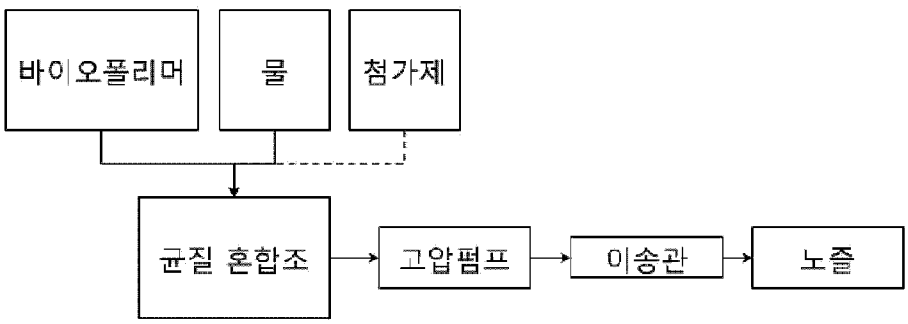
[Fig. 11]


공기 양생
자연 냉각
급속 냉각
다짐
성형
바이오폴리머-흙 혼합물
흙
가열
고온 흙
물
가열
가열 및 교반
바이오폴리머 수용액
바이오폴리머
혼합

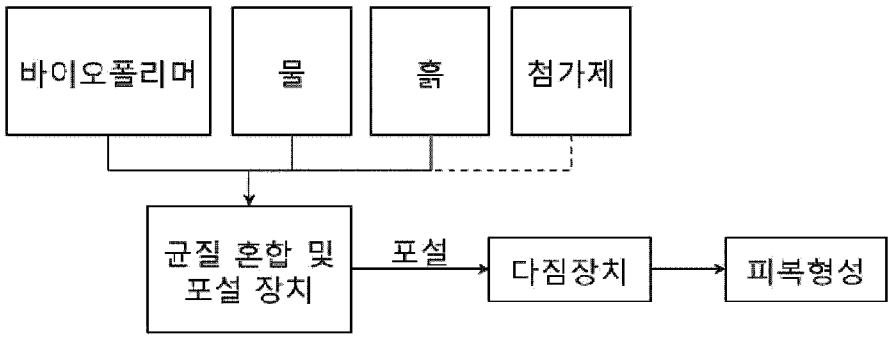
[Fig. 12]


지반처환
/차수 및 차폐
냉각 및
Bulb 형성
연속체/벽
형성
첨투
반복
지반 내 직접
주입
바이오폴리머-흙
Column 형성
고압 주입
교반
반복
물
가열
가열 및 교반
바이오폴리머
수용액
오거 교반
바이오폴리머
혼합
지반

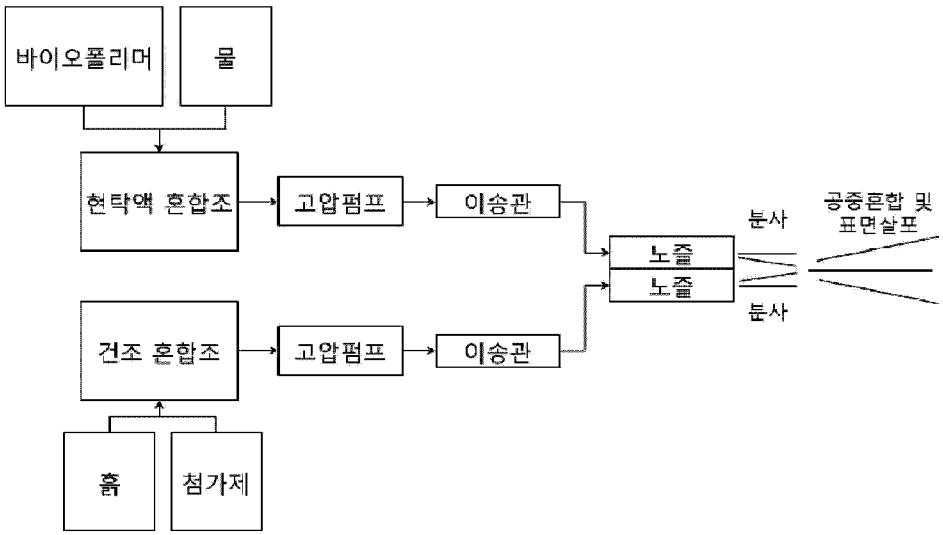
[Fig. 13]


바이오폴리머
물
첨가제
균질 혼합조
고압펌프
이송관
노즐

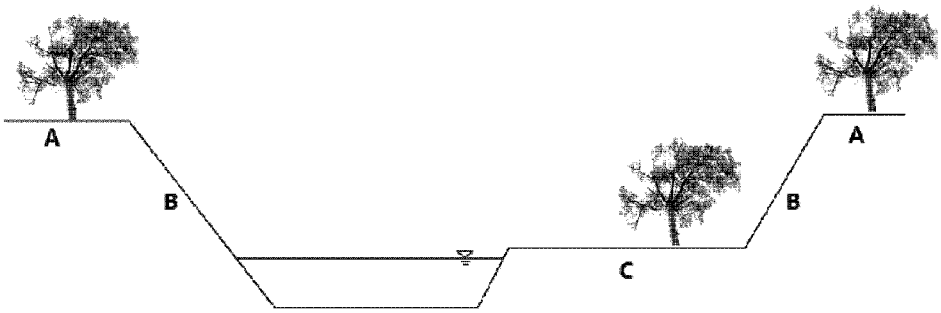
[Fig. 14]



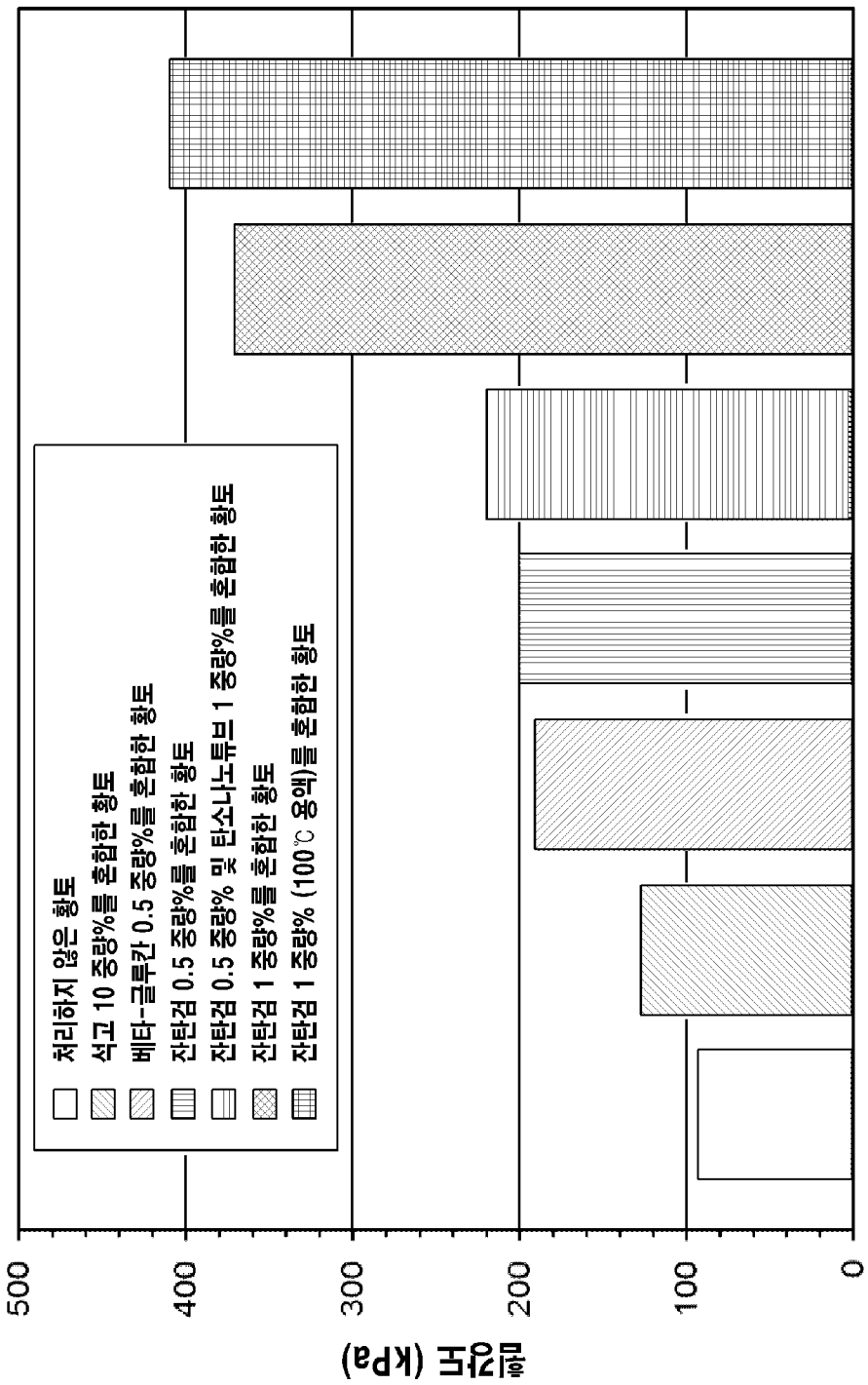
[Fig. 15]



[Fig. 16]



[Fig. 17]


처리하지 않은 황토
석고 10 중량%를 혼합한 황토
베타-글루칸 0.5 중량%를 혼합한 황토
잔탄검 0.5 중량%를 혼합한 황토
잔탄검 0.5 중량% 및 탄소나노튜브 1 중량%를 혼합한 황토
잔탄검 1 중량%를 혼합한 황토
잔탄검 1 중량% (100℃ 용액)를 혼합한 황토
0
100
200
300
400
500
팽압도 (kPa)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2013/006906

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C09K 17/18(2006.01)i, C05F 11/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C09K 17/18; E02D 17/20; C09K 17/52; C09K 7/02; C09K 3/00; C09K 17/14; C05F 11/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above
Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: polymer flocculant biopolymer, soil stabilization, improvement of soil

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	US 2011-0113983 A1 (BERNU, Cory J. et al.) 19 May 2011 See paragraphs [0003], [0009]-[0028] and [0054]; and claims 1, 8 and 9.	1-4,6,7,8,9,10 ,16-18,19,20,21-23 5,11,12,15 13,14
Y	JP 2010-275697 A (TAISEI CORP) 09 December 2010 See claim 1.	5
Y	NORTON, SYLVAIN et al. "Gellan gum gel as entrapment matrix for high temperature fermentation processes: a rheological study." Biotechnology Techniques, 1990, vol. 4, no. 5, pp. 351-356. See pages 352 and 353.	11
Y	JP 10-513491 A (KB TECHNOLOGIES CO., LTD.) 22 December 1998 See claims 1, 22-24, 26, 28 and 40.	12,15
A	US 2009-0242833 A1 (CHEN, Zhiyun et al.) 01 October 2009 See claims 1-18.	1-23

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
20 OCTOBER 2013 (20.10.2013)	**22 OCTOBER 2013 (22.10.2013)**

Name and mailing address of the ISA/KR
Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701, Republic of Korea
Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

International application No.
PCT/KR2013/006906

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
US 2011-0113983 A1	19/05/2011	CA 2720536 A1	16/05/2011
JP 2010-275697 A	09/12/2010	NONE	
JP 10-513491A	22/12/1998	CA 2140125 A1	03/02/1994
		EP 0650514 A1	28/06/2000
		EP 0807151 A1	19/01/2000
		EP 0807151 B1	16/08/2000
		EP 0997515 A1	03/05/2000
		EP 0997515 B1	12/04/2006
		WO 94-02567 A1	03/02/1994
		WO 96-23849 A1	08/08/1996
US 2009-0242833 A1	01/10/2009	AU 2009-232384 A1	08/10/2009
		CA 2720092 A1	08/10/2009
		CN 101983209 A	02/03/2011
		EP 2265647 A2	29/12/2010
		WO 2009-123699 A2	08/10/2009

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2013/006906

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

C09K 17/18(2006.01)i, C05F 11/00(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

C09K 17/18; E02D 17/20; C09K 17/52; C09K 7/02; C09K 3/00; C09K 17/14; C05F 11/00

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드:고분자 점질성 바이오폴리머, 토양 안정화, 토양 개량

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X Y A	US 2011-0113983 A1 (BERNU, CORY J. 외 2명) 2011.05.19 단락 [0003], [0009]-[0028] 및 [0054]; 및 청구항 1, 8 및 9 참조.	1-4,6,7,8,9,10 ,16-18,19,20,21-23 5,11,12,15 13,14
Y	JP 2010-275697 A (TAISEI CORP) 2010.12.09 청구항 1 참조.	5
Y	NORTON, SYLVAIN et al. `Gellan gum gel as entrapment matrix for high temper ature fermentation processes: a rheological study.` Biotechnology Techniques, 1990, Vol. 4, No. 5, pages 351-356. 페이지 352 및 353 참조.	11
Y	JP 10-513491 A (KB TECHNOLOGIES CO., LTD.) 1998.12.22 청구항 1, 22-24, 26, 28 및 40 참조.	12,15
A	US 2009-0242833 A1 (CHEN, ZHIYUN 외 3명) 2009.10.01 청구항 1-18 참조.	1-23

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

"A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

"E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

"L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

"O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

"P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

"T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

"X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

"Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

"&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일	국제조사보고서 발송일
2013년 10월 20일 (20.10.2013)	2013년 10월 22일 (22.10.2013)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소
대한민국 특허청
(302-701) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)
팩스 번호 +82-42-472-7140

심사관
홍성란
전화번호 +82-42-481-5405

국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2013/006906

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
US 2011-0113983 A1	2011/05/19	CA 2720536 A1	2011/05/16
JP 2010-275697 A	2010/12/09	없음	
JP 10-513491A	1998/12/22	CA 2140125 A1	1994/02/03
		EP 0650514 A1	2000/06/28
		EP 0807151 A1	2000/01/19
		EP 0807151 B1	2000/08/16
		EP 0997515 A1	2000/05/03
		EP 0997515 B1	2006/04/12
		WO 94-02567 A1	1994/02/03
		WO 96-23849 A1	1996/08/08
US 2009-0242833 A1	2009/10/01	AU 2009-232384 A1	2009/10/08
		CA 2720092 A1	2009/10/08
		CN 101983209 A	2011/03/02
		EP 2265647 A2	2010/12/29
		WO 2009-123699 A2	2009/10/08