



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년09월03일
(11) 등록번호 10-0980041
(24) 등록일자 2010년08월30일

(51) Int. Cl.

C04B 18/08 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0078071

(22) 출원일자 2008년08월08일

심사청구일자 2008년08월08일

(65) 공개번호 10-2010-0019175

(43) 공개일자 2010년02월18일

(56) 선행기술조사문헌

KR100746822 B1*

KR1020050025727 A

KR1020010069259 A

KR100880714 B1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

정용교

경기 화성시 봉담읍 와우리 20 신명아파트
102-804

(72) 발명자

정용교

경기 화성시 봉담읍 와우리 20 신명아파트
102-804

(74) 대리인

특허법인우인

전체 청구항 수 : 총 10 항

심사관 : 신상훈

(54) 바텀애쉬 입자를 이용한 염분차단재 및 그 제조방법

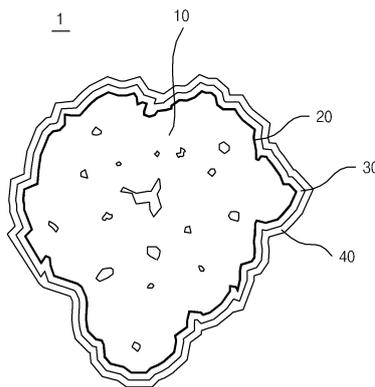
(57) 요약

본 발명은 바텀애쉬 입자를 이용한 염분차단재에 관한 것이다. 보다 상세하게는 바텀애쉬 입자가 갖는 배수기능과 모세관 현상 조절기능을 이용하여 임해매립지의 토양이 염해를 입는 것을 방지하는 바텀애쉬 입자를 이용한 염분차단재에 관한 것이다.

본 발명은 식생 토양층 하부에 포설되어 지하로부터 상승하는 염분을 차단하여 염해(鹽害)를 방지하기 위한 염분차단재에 있어서, 바텀애쉬를 포함하는 것을 특징으로 한다.

본 발명에 의하면 화력발전소에서 발생하는 산업부산물인 바텀애쉬(Bottom Ash)를 처리하는 방안을 제공할 수 있다. 또한, 바텀애쉬 입자를 포함하는 염분차단재를 이용하여 임해매립지에서 발생할 수 있는 염분피해를 줄일 수 있는 효과가 있다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

바텀애쉬;

상기 바텀애쉬의 표면에 바텀애쉬의 알칼리성을 중화시키기 위한 중화물질이 코팅되어 형성된 중화물질 코팅층; 및

상기 중화물질 코팅층의 표면에 석고성분 또는 석고성분과 나트륨을 포함하지 않는 황산염 화합물이 코팅되어 형성된 제 1 코팅층;을 포함하는 염분차단재.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 코팅층의 표면에 점토광물이 코팅되어 형성된 제 2 코팅층;을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 염분차단재.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2항에 있어서, 상기 바텀애쉬의 입자경은 1.0mm ~ 30mm인 것을 특징으로 하는 염분차단재.

청구항 4

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 상기 중화물질은 황산, 질산 및 인산으로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상인 것을 특징으로 하는 염분차단재.

청구항 5

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 상기 나트륨을 포함하지 않는 황산염 화합물은 황산암모늄, 황산칼륨, 황산망간, 황산구리, 및 황산아연으로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상인 것을 특징으로 하는 염분차단재.

청구항 6

삭제

청구항 7

a) 바텀애쉬의 표면에 바텀애쉬의 알칼리성을 중화시키기 위한 중화물질을 도포하고 건조시켜 중화물질 코팅층을 형성하는 단계;

b) 상기 중화물질 코팅층의 표면에 석고 성분, 접착제 및 물을 포함하는 슬러리 또는 석고 성분, 나트륨을 포함하지 않는 황산염 화합물, 접착제 및 물을 포함하는 슬러리를 도포하고 건조시켜 제 1 코팅층을 형성하는 단계;를 포함하는 염분차단재의 제조방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

c) 상기 제 1 코팅층의 표면에 점토광물, 접착제 및 물을 포함하는 슬러리를 도포하고 건조시켜 제 2 코팅층을 형성하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 염분차단재의 제조방법.

청구항 9

제 7 항 또는 제 8항에 있어서, 상기 바텀애쉬의 입자경은 1.0mm ~ 30mm인 것을 특징으로 하는 염분차단재의 제조방법.

청구항 10

제 7항 또는 제 8항에 있어서, 상기 중화물질은 황산, 질산 및 인산으로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이

상인 것을 특징으로 하는 염분차단재의 제조방법.

청구항 11

제 7항 또는 제 8항에 있어서, 상기 나트륨을 포함하지 않는 황산염 화합물은 황산암모늄, 황산칼륨, 황산망간, 황산구리, 및 황산아연으로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상인 것을 특징으로 하는 염분차단재의 제조방법.

청구항 12

삭제

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 바딤애쉬 입자를 이용한 염분차단재에 관한 것이다. 보다 상세하게는 바딤애쉬 입자가 갖는 배수기능과 모세관 현상 조절기능을 이용하여 임해매립지의 토양이 염해를 입는 것을 방지하는 바딤애쉬 입자를 이용한 염분차단재에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 해마다 임해매립지의 면적은 증가하여 현재 전 국토면적(99.6천 km²)의 약 2.7%(2.69천 km²)에 이른다. 이러한 임해매립지의 경우 공단, 항만시설, 공항 및 주거단지로 조성되면서 경관조성과 쾌적한 생활환경을 위하여 대단위 조경공사가 시행되고 있으나 지하수위로부터 염분을 함유한 모세관 상승에 의해 토양의 물리성, 화학성이 불량해져 식재된 수목이 고사하거나 생육이 불량해 지는 등 해마다 조경공사비의 상당부분이 수목보수공사로 많은 예산이 낭비되고 있다.

[0003] 이러한 임해매립지에 단지를 조성시키기 위해서는 외부토양을 1-2m 정도로 복토한 후 수목을 식재한 것이 일반적이었으나 이러한 경우에는 모관수에 함유되어 상승하는 염분에 의해 일어나는 수목에 대한 피해를 완전하게 해소시킬 수가 없었으며 이때 발생하는 염분의 피해는 기반토인 개펄로부터 염분을 함유한 수분이 모세관을 통하여 지표면으로 이동하면서 지표면에서 수분을 잃고 표토에 다량의 염분이 축적된다. 때문에 임해매립지내에서 건전한 식물생육을 유지하기 위해서 매립토양에 대하여 지하수로부터의 염분을 함유한 모관수를 차단하는 것이 필요하다.

[0004] 임해매립지의 기존 염분차단방법으로는 크게 담수나 관수를 통한 제염방법과 비닐 깔기, 모래층, 자갈층에 의해 물리적으로 염분상승을 차단하는 방법이 사용되어 왔다.

[0005] 먼저, 담수 및 관수에 의한 제염방법을 보면, 많은 양의 물이 소요되고, 시간이 많이 소요되며, 대부분 벼농사를 지어 담수상태로 염분을 제거한다. 그러나 배수성이 확보되지 않을 경우, 건조기에 염분이 계속적으로 상승하는 문제점이 있다.

[0006] 염분상승 차단방법 중 비닐처리방법은 지하부와 수목식재구간을 비닐 층으로 분리함으로써 염분상승을 제한하는 것인데, 하층으로부터의 수분이동을 막아 염분뿐만 아니라 수분의 이동까지 막는 단점이 있다. 자갈 및 모래를 처리하는 방법은 배수능을 향상시켜 제염효과가 있고 모관수의 상승을 일정수준까지 막을 수는 있으나 단순히 물리성에 의존하여 염분의 제거효율이 낮다.

[0007] 한편, 바딤애쉬는 석탄 화력발전소에서 부산물로 발생하는 석탄회소(燃燒廬)내에서 석탄의 유기성 가연 성분이 연소된 후에 남는 잔류 광물질이며, 연소로의 하부로 배출되는 물질이다.

[0008] 바딤애쉬는 노벽, 과열기, 재열기 등에 부착되어 있다가 자중에 의해 보일러 바닥에 떨어지며, 입경은 1.0mm ~ 30mm 정도로 발전소별로 약간의 차이는 있으나, 보통 발생회의 15 ~ 25%정도이고, 덩어리 모양의 괴상(塊狀)이다. 이들은 취약한 활성탄이 없으므로, 매립용으로 사용된다.

[0009] 바딤애쉬는 거의 대부분이 발전소 주변 회사장에 단순 폐기 매립되거나, 내륙 또는 해안 매립지에 플라이 애쉬와 혼합하여 매립되기도 하고, 발전소 주변의 노반 성토재로써 소량 사용되고 있는 실정이다. 따라서, 회처리

용지확보의 어려움은 물론이고, 환경 오염의 문제를 야기하는 주재료로서 이에 대한 처리가 문제로 되고 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0010] 본 발명은 화력발전소에서 발생하는 부산물인 바텀애쉬의 물리적인 특성을 활용하여 임해매립지의 염해문제를 해결하고자 안출된 것이다. 또한, 본 발명은 바텀애쉬의 표면에 염분을 차단할 수 있는 물질을 코팅함으로써 염분의 물리적 차단방법뿐만 아니라 화학적 차단방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제 해결수단

[0011] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명은 모세관 현상을 억제하고 배수능을 향상시키는 물리적 특성을 가진 바텀애쉬를 포함하며, 염분을 포함한 지하수가 식생 토양층 하부로부터 수목의 뿌리 부위로 상승하여 발생하는 염해를 방지하도록 하는 것을 특징으로 하는 염분차단재를 제공한다.

[0012] 한편, 상기 바텀애쉬의 그 표면에는 중화처리를 위해 중화물질이 포함된 중화물질 코팅층이 형성된다.

[0013] 또한, 상기 바텀애쉬의 입자경은 1.0mm ~ 30mm인 것을 특징으로 한다.

[0014] 또한, 상기 중화물질 코팅층의 표면에는 석고성분이 함유된 제 1 코팅층이 더욱 형성될 수 있다.

[0015] 바람직하게는, 상기 제 1 코팅층은 황산염화합물과 수분을 더 포함하여 형성될 수 있다.

[0016] 또한, 상기 제 1 코팅층 위에는 점토광물을 포함하는 제 2 코팅층을 더욱 형성할 수 있다.

[0017] 본 발명은 a) 바텀애쉬를 중화처리 하기위해 바텀애쉬의 표면에 중화물질을 도포하여 중화물질 코팅층을 형성하는 단계, b) 상기 중화물질 코팅층의 표면에 석고 성분이 함유된 제 1 코팅층을 형성하는 단계, c) 상기 제 1 코팅층 위에 점토광물이 포함된 제 2 코팅층을 더 형성하는 단계를 포함하는 염분차단재의 제조방법을 제공한다.

[0018] 바람직하게는 상기 b) 단계는, 상기 중화물질 코팅층의 표면에 석고와 황산염화합물과 물이 혼합된 혼합물을 포함하는 제 1 코팅층을 형성하는 단계로 이루어질 수 있다.

[0019] 본 발명은 바텀애쉬를 포함한 염분차단재를 포설하여 형성되는 염분차단재층을 수목 뿌리부분의 하부 토양층에 포설하여 염분을 차단하는 염분차단공법을 제공한다.

[0020] 바람직하게는 상기 염분차단재층은 포설되는 범위를 확장하여 수목이 식재된 구간의 토양층 하부에 전체적으로 포설될 수 있다.

[0021] 또한, 상기 염분차단재층을 수목의 뿌리를 감싸도록 포설하여 염분을 차단할 수도 있다.

[0022] 본 발명은 바텀애쉬를 이용한 염분차단재와 유기물을 포함하는 것을 특징으로 하는 토질개량재를 제공한다.

효과

[0023] 본 발명에 의한 염분차단재는 화력발전소에서 발생하는 바텀애쉬를 주재료로 채택하고 있는바, 바텀애쉬의 물리적 특성을 이용해 염분을 포함한 지하수가 모세관 현상에 의해 식생토양층까지 상승하는 것을 방지하고, 강우 또는 급수에 의해 염분을 제거할 수 있도록 배수기능을 향상시킨 것이다.

[0024] 또한, 염분차단을 위한 화학적 방법으로써 바텀애쉬 표면에 석고, 황산염화합물 또는 점토광물이 포함된 코팅층을 형성함으로써 토양의 입단화를 방해하고 수목의 생육에 위해요소가 되는 나트륨이온(Na⁺)을 고정시키거나 흡착하여 임해매립지에서 발생하는 수목의 염해피해를 방지할 수 있다.

[0025] 한편, 본 발명에 따른 염분차단재의 주재료로 바텀애쉬를 활용함으로써 화력발전소에서 발생하는 산업부산물인 바텀애쉬의 새로운 처리방안을 제공할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0026] 이하 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 염분차단재에 대해 설명하면 다음과 같다.

[0027] 도 1은 본 발명에 따른 염분차단재의 주재료로 사용되는 바텀애쉬를 나타낸 것이고, 도 2는 본 발명에 따른 염

분차단계의 단면도이며, 도 3은 본 발명에 따른 바텀에쉬를 포설한 상태를 나타낸 상태도이다.

[0028] 본 발명에 따른 염분차단재는 도 2에 도시된 바와 같이 바텀에쉬(10), 중화물질 코팅층(20), 석고성분이 함유된 제 1 코팅층(30), 점토광물이 포함된 제 2 코팅층(40)을 포함한다. 바람직하게는 제 1 코팅층(30)은 황산염화합물과 물을 포함하여 형성할 수 있다.

[0029] 이하, 본 발명에 따른 염분차단재가 포함하는 각 구성물에 대해 상세히 설명하면 다음과 같다.

[0030] 먼저 토양의 일반적인 특성과 바텀에쉬가 토양에 미치는 영향에 대해 설명한다.

[0031] 임해지 토양에서는 가용성 염류가 토양 구조의 형성에 매우 큰 영향을 미치게되는데, 교질상 입자(토양입자)는 하전물질이기 때문에 분극된 물분자는 서로 쉽게 접근하여 교질물을 굳게 당겨져 연결하게 된다. 물분자와 교질물의 핵은 +, - 양성으로 하전되어 있으므로 물분자와 교질물 입자를 연결하며, 이연쇄는 흡착된 양이온에 의하여 입단화가 영향을 받는다. 양이온의 효과는 교질물에 흡착하는 종류에 따라 다른데, 나트륨이온이 주로 흡착되었을 때는 교질입자들은 분산되어 입단의 형성에 불리하고 칼슘이온(Ca²⁺)은 응집현상이 일어나 입단현상을 촉진시킨다.

[0032] 다시 말해, 수분은 극성 공유결합을 하고 있기 때문에 전하를 가진 토양이나 부식물질의 표면에 흡착하게 되고, 토양입자 사이에 이온을 함유하여 농도차이에 의해 수분함량이 증가하여 입자간격이 증가하게 된다. 한편, 나트륨이온은 이온반경은 작으나 수화 시 이온의 반경은 증가하여 토양입자 간 분산을 유도하여 입단구조 형성을 방해한다. 반면, 칼슘이온의 이온반경은 나트륨이온 보다 크나 가수이온의 반경은 양이온 중 가장 작은 값을 가져 토양입자 간 결합을 유도하며 입단화를 촉진한다.

[0033]

표 1

구분	Cs ²⁺	Li ⁺	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Rb ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺
양이온의 반지름	1.65	0.78	0.98	1.43	1.33	1.49	0.78	1.06
가수이온의 반지름	5.05	10.03	7.90	5.37	5.32	5.09	5.40	4.80

[0034]

[0035] 또한 염류토양은 나트륨이온, 칼슘이온, 마그네슘이온(Mg²⁺) 등 치환성 양이온의 함량 및 구성비는 토양의 특성을 결정하는 요소이며, 특히 나트륨이온의 함량은 염류토양특성구분의 기준이 된다. 아래의 표는 이온의 구성비에 대한 염류토양의 분류기준이며, pH, 전기전도도, ESP, SAR로 구분한다.

표 2

구분	pH	전기전도도	ESP	SAR
단위	-	dS/m	%	%
일반토양	6.5~7.2	<4	<15	<13
염류토양	<8.5	>4	<15	<13
염류-나트륨성 토양	<8.5	>4	>15	>13
나트륨성 토양	>8.5	<4	>15	>13
비고	○ ESP(%) = Na ⁺ /CEC×100 ; Exchangeable Sodium percentage ○ SAR = Na ⁺ /(Ca ²⁺ + Mg ²⁺) ^{1/2} /2 ; Sodium Absorption Ratio			

[0036]

- [0037] 상기와 같이 나트륨이온은 토양의 성질에 영향을 미치며, 나트륨이온이 다량 함유된 토양은 수목이 생육하기에 불리한 조건을 형성하는 반면 칼슘이온은 토양 입자간 결합을 유도하여 수목이 생육하는데 유리한 토양의 조건을 형성시켜준다. 한편, 본 발명에 따른 염분차단재에 포함되는 바텀애쉬는 후술하는 중화반응 또는 황산염반응을 통해 바텀애쉬 내의 가용성 칼슘의 함량이 증가하게 되어 토양 입자간 결합의 유도를 촉진시키는 효과를 나타낸다.
- [0038] 임해매립지에서 사용되는 염분차단재는 성토 또는 매립되는 토양의 무게와 수목의 무게에 대하여 견딜 수 있는 내압성을 지녀야한다. 또한 현장 토양에서는 수분의 함량이 높고 과도한 염분(NaCl)을 함유하고 있어 차단재의 물성에 변화를 가져오게 된다.
- [0039] 한편, 본 발명에 따른 염분차단재의 주재료로 사용되는 바텀애쉬의 경우 골재로서 콘크리트를 제조하는데 있어서 천연골재를 대체할 만큼의 강도를 가지고 있음이 여러 연구를 통해 알려져 있다.
- [0040] 본 발명에 따른 염분차단재에 있어서, 바텀애쉬는 그 입자가 가지는 공극특성을 이용하여 모세관 현상에 따라 상승하는 염분함유 수분을 물리적으로 차단한다.
- [0041] 임해매립지 토양층에서 수분의 상승은 모세관 현상에 의한 것이다. 한편, 바텀애쉬의 입자크기에 따른 공극특성은 모세관 현상을 억제하는데 유리하게 작용하므로 바텀애쉬를 이용한 염분차단재로 수목식재구간 하부층에 공극이 큰 바닥층을 형성하면, 염분을 함유하고 있는 모세관수를 상당부분 차단하여 상승이동을 제어할 수 있다.
- [0042] 또한, 바텀애쉬는 투수성이 높아 강우시에 암거배수역할을 하여 염분용탈을 촉진한다.
- [0043] 우리나라의 경우 하절기에 강우량이 가장 많아 매립토양층 표면의 염분이 용해되어 흘러가게 되는데, 배수가 불량한 토양층의 경우 염분이 용해되어 있는 유수가 지하로 배수되지 못하고, 지표면에서 흐르거나 고이게 되어 염분이 재집적될 수 있다. 본 발명에 따른 염분차단재는 토양층 하부에 포설될 경우 바텀애쉬의 높은 배수능력으로 인해 지표면의 유수를 빠르게 제거할 수 있는 암거배수관의 역할을 한다.
- [0044] 본 발명에 따른 염분차단재에 포함되는 바텀애쉬의 입도는 1.0mm ~ 30mm로 한정하는 것이 바람직하다. 이는 투수계수의 물리성 기준이 국내에서는 보통 여름철 집중호우를 고려하여 400mm/hr 이상의 투수성을 지향하는 바에 따른 것이다. 바텀애쉬의 입도가 1.0mm보다 작은 경우에는 배수기능이 저하되어 염분차단재의 물리적 염분제거기능이 저하되고, 바텀애쉬의 입도가 30mm보다 큰 경우에는 염분차단재간의 간격이 벌어져서 염분차단재의 화학적 염분제거기능이 저하될 우려가 있다.
- [0045] 본 발명에 따른 염분차단재에 있어서, 바텀애쉬의 표면에는 황산이나 질산 또는 인산 등과 같은 중화물질을 포함한 중화물질 코팅층이 형성될 수 있다. 이렇게 함으로써 알칼리성을 띠는 바텀애쉬를 중화시켜 식물생육에 적당한 pH조건(약 5.5~7.0)을 조성할 수 있다.
- [0046] 본 발명에 따른 염분차단재에 있어서, 상기 중화물질 코팅층의 표면에는 석고(황산칼슘 : CaSO₄)성분이 함유된 제 1 코팅층이 형성된다.
- [0047] 아래 화학 반응식에서와 같이 석고의 황산염은 식물의 생리장애를 나타내게 하는 나트륨 이온과 결합하여 결정을 형성함으로써 모관수에 의한 염수 상승을 차단시킬 수 있다.
- [0048] [화학식 1]
- [0049] [토양입자] · Na⁺ + CaSO₄ → [토양입자] · Ca²⁺ + Na₂SO₄(염형성↓)
- [0050] 산성물질인 석고는 바텀애쉬의 중화처리를 위한 황산용액 등과 배합될 경우 접착제 기능을 하기 때문에 바텀애쉬의 표면에 엉겨붙을 수 있어 지속적으로 바텀애쉬의 pH를 낮추는 작용을 한다.
- [0051] 바람직하게는 제 1 코팅층에는 접착제를 첨가하여 제 1 코팅층이 바텀애쉬의 표면에 더욱 긴밀하게 접착되도록 한다.
- [0052] 또 바람직하게는 제 1 코팅층에는 물과 함께 황산암모늄, 황산칼륨, 황산망간, 황산구리, 황산아연 등의 황산염(SO₄²⁻)화합물이 포함되도록 하여 황산염 이온의 용출속도를 조절할 수 있다.

- [0053] 다시 말해서, 황산염 이온의 용출속도가 빠른 황산염화합물을 바텀애쉬 표면에 코팅하면, 황산염과 나트륨 이온의 결정화를 촉진시킴으로써 수목 식재 초기에 발생하기 쉬운 염분피해를 방지하면서도, 용해도가 낮은 석고에서 서서히 용출되는 황산염에 의해 식재된 수목의 염분피해를 지속적으로 방지할 수 있는 것이다.
- [0054] 본 발명에 따른 염분차단재에 있어서, 제 1 코팅층의 표면에는 점토광물을 포함한 제 2 코팅층이 형성된다. 특히, 함수 알루미늄이나 규산염 광물인 제올라이트를 포함하는 점토를 사용하여 코팅할 경우, 제올라이트의 양이온 교환용량이 일반적인 흙보다 크기 때문에 모관수에 의해 상승하는 염분을 흡착하여 감소시키는 작용을 한다.
- [0055] 본 발명에 따른 염분차단재는 a) 바텀애쉬를 중화시키기 위해 바텀애쉬의 표면에 중화물질을 도포하여 중화물질 코팅층을 형성하는 단계, b) 상기 중화물질 코팅층의 표면에 석고 성분이 함유된 제 1 코팅층을 형성하는 단계, c) 상기 제 1 코팅층 위에 점토광물이 포함된 제 2 코팅층을 더 형성하는 단계로 제조될 수 있다.
- [0056] 바람직하게는 상기 b) 단계는, 중화물질 코팅층의 표면에 석고와 황산염화합물과 물이 혼합된 혼합물을 포함하는 제 1 코팅층을 형성하는 단계로 이루어질 수도 있다.
- [0057] 본 발명은 바텀애쉬를 이용한 염분차단재를 수목이 식재되는 토양층에 포설하여 염분차단재층을 형성함으로써 염분을 차단하는 염분차단공법을 제공한다.
- [0058] 도 14 내지 도 15는 본 발명의 염분차단공법에 따라 염분차단재층을 포설한 상태를 나타낸 단면도이다.
- [0059] 도 14에 도시된 바와 같이 바텀애쉬를 포함한 염분차단재는 수목 뿌리부분의 하부 토양층에 포설하여 염분차단재층을 형성시켜 염분을 차단할 수 있다.
- [0060] 바람직하게는 도 15에 도시된 바와 같이 상기 염분차단재층은 포설되는 범위를 확장하여 수목이 식재된 구간의 토양층 하부에 전체적으로 포설되도록 할 수 있다. 또한, 도 16에 도시된 바와 같이 염분차단재를 수목의 뿌리를 감싸도록 포설하여 염분차단재층을 형성함으로써 염분을 차단할 수도 있다.
- [0061] 본 발명에 따른 바텀애쉬를 이용한 염분차단재는 유기물과 혼합되어 토양에 비료와 같이 토양에 섞여짐으로써 토질개량제로 이용될 수 있다. 상기 토질개량재를 포함하는 토양은 염분차단능을 가짐과 동시에 임해매립지 토양의 부족한 유기양분을 함유하게 됨으로써 임해매립지에서 수목이 생육하기에 적합한 환경을 갖춘 토질로 개량될 수 있다.
- [0062] 이하, 본 발명 염분차단재의 바람직한 실험예를 통하여 더욱 상세히 설명한다. 하지만, 본 발명이 하기의 실험예에 한정되는 것은 아니며, 다양한 변경을 가하여 균등물의 형태로 사용될 수 있음은 명확한 것이다.
- [0063] [실험예 1. 바텀애쉬 입자의 선별]
- [0064] 바텀애쉬의 입자선별은 별도의 파쇄공정이 필요치 않으며, 체가름공정(각각 Mesh NO.10,18,100)으로 선별할 수 있다.

표 3

시료의 종류	입도	투수계수(mm/hr)
모래	0.5~5mm	750
자갈	10~20mm	2,510
공시소재 I	0.15 mm이상(100#)	271
공시소재 II	1 mm이상(18#)	758
공시소재 III	2mm 이상(10#)	1,520

- [0065]
- [0066] 염분차단재 물리성 차단을 위해 적합한 바텀애쉬의 입도를 선정하기 위하여 바텀애쉬 입자를 3단계로 구분하고,

다음과 같은 방법으로 토양의 투수속도, 건조밀도를 분석하였다. 투수속도는 아래 식 즉, Darcy's law 에 의해 구하였다.

[0067] [수학식 1]

[0068] 수식 = $QL / At \Delta H$

[0069] (Q = 유량, ΔH = 수두차, L = 시료길이, A = 단면적, t = 시간)

[0070] 투수계수의 물리성 기준은 보통 국내에서는 여름철 집중호우를 고려하여 400mm/hr 이상의 투수성을 지향한다. 지표면의 강우를 신속하게 배수시킴으로써 강우에 의한 염분제거가 원활하게 하기 위해서는 바텀애쉬의 입도를 1.0mm ~ 30mm 이상으로 한정하는 것이 바람직하다.

[0071] [실험예 2. 바텀애쉬의 내압성 측정]

[0072] 바텀애쉬의 경우 골재로서 콘크리트를 제조하는데 있어서 천연골재를 대체할 만큼의 강도를 가지고 있음이 여러 연구를 통해 알려져 있다. 따라서, 염분차단제의 강도기준이 미흡하므로 다음의 압력기준에 따라 부피변화에 대한 저항성(내압성)을 평가하고자 한다.

[0073] 임해매립지에서의 하중은 다음과 같은 경험식에 의하여 산출할 수 있다.

[0074] 염분차단제에 발생하는 하중(load; ton/m^2) ;

[0075] = 토양의 포화흡수시 중량(1.8ton/m^2) \times 최대토양포설깊이(5m) + 대형수목무게(10ton/m^2) = 19 ton/m^2

[0076] 따라서, 염분차단제는 여유율을 고려하여 30ton/m^2 의 하중을 견딜 수 있어야 한다. 한편, 상기 하중(압축)에 대한 저항성은 일정 부피의 형태변화에 대한 기준으로 산출되어야 하지만 무기골재의 경우 형태변화에 대한 신축성이 작아 단위 압력에 대한 파쇄율을 기준으로 측정하였다.

[0077] KS F 2523의 1mm체에 남은 바텀애쉬 골재를 표면 건조 포화상태로 만들기 위해 건조기에서 $105 \pm 5^\circ\text{C}$, 4시간동안 건조했다. 도 4에 도시된 파쇄율 측정설비와 같이 시험장치의 원통을 밀판의 위에 놓은 다음 각각의 골재(천연골재, 바텀애쉬, 코팅바텀애쉬골재)를 채우고, 다짐봉으로 25회씩 다졌다. 골재의 표면을 수평으로 한 후 플런저를 올려놓고, 10분 동안 3kgf/cm^2 (30ton/m^2) 압력으로 압축한 후 부피변화율을 측정하였다.

[0078] 골재의 내압성에 대한 평가는 계산식은 다음 식과 같으며, 30 ton/m^2 (3 kgf/cm^2)의 압력을 시료에 가했을 때, 부피변화율을 평가함으로써 간접적으로 안정성을 평가하였다.

[0079] [수학식 2]

$$\text{부피변화율}(\%) = \frac{A-B}{A} \times 100 \text{-----식(1)}$$

A : 다짐전 시료의 높이(mm)

B : 다짐 후 시료의 높이(mm)

$$\text{압축저항}(\text{kg/cm}^2) = (\text{압축압력}(\text{kg}) + \text{피스톤 무게}(\text{kg})) / \text{시험용기면적}(\text{cm}^2)$$

[0080]

표 4

	시료의 높이(mm)		부피변화율(%)
	다짐전	다짐 후	
천연골재(쇄석)	125.0	117.5	6
모래	125.0	118.8	4.96
바텀에쉬골재	125.0	112.8	9.76
코팅바텀에쉬골재	125.0	115.4	7.68

[0081]

[0082]

[제조예 1. 염분차단재의 제조]

[0083]

바텀에쉬를 체가름기를 이용하여 직경이 최소 0.5mm 이상인 골재를 분리하고, 100g 을 취하고 여기에 증류수 1 ℓ 를 붓고 진탕기를 이용하여 100rpm으로 10분간 진탕시킨 후 pH meter를 이용하여 pH를 측정하였다. 또한 바텀에쉬를 저울을 이용하여 5kg을 계량한 후 여기에 황산액을 0, 1, 3, 5, 10% 용액을 제조하여 각각 300ml 씩 분사하면서 6 ℓ 용량의 소형 콘크리트용 믹서기를 이용하여 10분여 간 비빔을 하였다. 표면이 고르게 젖어 있는 것을 확인 한 후 그늘에서 12시간 건조시킨 후 100g을 취하고 여기에 증류수 1 ℓ 를 붓고 100rpm에서 10분간 진탕한 후 pH meter(PI 330i)를 이용하여 pH를 측정하였다.

표 5

투입량	단위	A	B	C	D	E
바텀에쉬	kg	5	5	5	5	5
황산용액	ℓ	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
농도	%	0	1	3	5	10
pH		8.7	7.5	6.8	5.5	4.0

[0084]

[0085]

[제조예 3. 염분차단재의 제조]

[0086]

평균입경이 1mm인 바텀에쉬를 사용하였고, 황산염은 첨부의 배합물을 사용하였으며, 석고(CaSO₄·2H₂O)는 CaO가 29% 이상, SO₃ 43% 이상인 제품을, 중화제는 황산용액(5%)을 사용하였다.

[0087]

바텀에쉬 5kg을 계량한 후 여기에 석고의 투입량은 100g 으로 고정하였고 황산염배합물의 투입량을 각각 5g, 10g, 20g 증가시켰다. 분말상태로 혼합고르게 배합한 후 350ml의 물을 붓고 슬러리상태로 만든 후 믹서기를 이용하여 10분여 간 비빔을 하였으며, 표면이 전체적으로 고르게 분포한 것을 확인한 후 실내에서 12시간 건조시켰다. 공시 배합비는 다음과 같았다

표 6

구분		g	A	B	C	D	E
바텀에쉬	1 mm 이상	g	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
중화제		ℓ	5	5	5	5	5
석고	CaSO ₄ ·2H ₂ O	g	100	100	100	100	100
첨가제	황산염화합물	g			5	10	20
접착제	EVA(50%)	g	50	25	25	25	50
물		ml	350	350	350	350	350

[0088]

[0089] 상기의 공시재료에서 10g을 취한 후 50g의 증류수를 가하여 침출하였다. 그 후 음이온크로마토그래피로 황산염(SO₄²⁻)의 농도를 측정하여 도 5와 같은 결과를 얻었다.

[0090] [제조예 2. 염분차단재의 제조]

[0091] 평균입경이 1mm인 바텀애쉬를 사용하였고, 황산염은 첨부의 배합물을 사용하였으며, 석고(CaSO₄·2H₂O)는 CaO가 29% 이상, SO₃ 43% 이상인 제품을, 점토광물은 제오라이트(200#) 분말소재를, 중화제는 황산용액(5%)을 사용하였다.

[0092] 바텀애쉬 5kg을 계량한 후 여기에 황산염배합물 투입량은 100g으로 고정하였고(황산염 화합물은 5g, 석고는 95g), 제오라이트의 투입량을 각각 50, 100, 150 g 증가시켰다. 분말상태로 혼합고르게 배합한 후 400ml의 물을 붓고 슬러리상태로 만든 후 믹서기를 이용하여 10분여 간 비빔을 하였으며, 표면이 전체적으로 고르게 분포한 것을 확인한 후 실내에서 12시간 건조시켰다. 공시 배합비는 다음과 같았다.

표 7

구분	소재 규격	단위	A	B	C	D	E
바텀애쉬	1 mm 이상	g	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
중화제	황산(95%)	g	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
첨가제	황산염화합물	g		100	100	100	100
점토광물	제오라이트(200#)	g		50	100	150	150
접착제	EVA(50%)	g	25	25	25	25	50
물		ml	400	400	400	400	400

[0093]

[0094] 공시 배합된 시료는 각각 양이온교환용량(CEC), 수세율(%)을 측정하였는데, 양이온교환용량은 NH₄COOH를 이용하여 포화시킨 후 NH₄COOH로 포화된 토양시료를 isopropyl alcohol을 이용하여 여부의 NH₄COOH를 제거한 후 10% NaCl을 이용하여 NH₄COOH를 침출한 후 Kjeldahl 증류법을 이용하여 암모니아태 질소를 측정하여 CEC를 측정하였다. 표면의 점토광물 흡착물을 측정하기 위해서 수세율을 측정하였는데, 수세율은 12시간 건조된 코팅 바텀애쉬를 증류수로 씻어낸 후 분리된 점토광물의 건조무게를 측정하여 무게비율로 환산하였다.

표 8

구분	단위	A	B	C	D	E
CEC	cmol/kg	2.65	5.97	7.03	8.26	8.07
수세율	%	1.13	0.54	0.59	0.74	0.69

[0095]

$$\text{수세율 (\%)} = (\text{수세전 바텀애쉬의 무게} - \text{수세 후 바텀애쉬의 무게}) / (\text{수세 전 바텀애쉬의 무게}) \times 100$$

[0096] 바텀애쉬의 입자는 소성 중 입자간 결합 등으로 표면이 매끈한 수형이 아니라 약간 공극이 많은 다공성을 나타내는데, 표면적 전체에 균일하게 분포하기가 어려워 표면의 코팅에 사용하는 점토의 양은 최대한 균일하게 얇은 박막으로 코팅이 이루어져야 한다. 수지접착제를 사용한 시험구(E)의 경우 접착제에 의하여 양이온교환용량이 D 시료에 비하여 다소 감소하는 현상을 나타내었으나 수세율은 D에 비하여 E가 낮게 나타났다.

[0097] 접착제의 농도는 바텀애쉬 표면 전체를 박막으로 코팅할 수 있는 양을 선정하는 것이 바람직하며, 농도가 낮을

경우 수세율이 증가할 수 있고, 너무 고농도인 경우 두꺼운 막으로 인해 이온을 흡착할 수 있는 차단능(양이온 흡착능)이 작아질 우려가 있다. 화학적 차단능은 바텀애쉬입자의 표면적이 증가할 수록 증가하지만, 입자의 입경을 무한정 작게 설정할 수 없는 것은 입자크기가 감소할수록 물리적 차단능(모세관차단효과)이 감소하기 때문이다. (단위부피당 바텀애쉬의 표면적 및 공극률은 입자가 작을수록 증가하지만, 투수력 및 대공극율이 감소한다.)

[0098] [실험예 3. 염분차단실험]

표 9

구분	소재 규격	단위	A	B	C	D	E	F	G	H
바텀애쉬	1 mm 이상	g	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
중화제	황산(95%)	g	20	10	10	20	20	20	20	20
	인산(78%)	g		15						
	질산(60%)	g			15					
첨가제	석고					100	100	100	100	100
	황산염화합물						10		10	10
점토광물	제오라이트(200#)	g					100	100	50	50
	벤토나이트(200#)								50	
	황토(325#)									50
접착제	EVA(50%)	g				25	25	25	25	25
물		ml	325	325	325	350	400	400	400	400

[0099]

[0100] 토성은 토양의 삼상을 결정하는 주된 요인이며, 액상과 기상이 차지하는 용량을 통틀어 전공극율이라 하는데, 용적밀도가 낮을수록 전공극율은 증가한다. 토양 중에서 적정 삼상(Three phase) 분포는 고상 50%, 기상 20%, 액상이 30%를 가져야 하며, 이들 삼상의 분포는 수분의 공급과 배수성등과 밀접하게 연관되어 있다.

[0101] 시험에 사용된 토양은 다음과 같은 물성을 지니고 있다.

표 10

구분	입도			용적밀도 (가비중) kg/L	전공극율 vol%	투수계수	
	모래	미사	점토			cm/sec	mm/hr
식양토	42.3	27.1	30.6	1.010	61.2	8.78E-06	0.3
사양토	57.5	25.8	16.7	1.320	49.2	9.07E-04	32.7

[0102]

[0103] 도 6에 도시된 바와 같이 20cm(가로)×20cm(세로)×55cm(높이) 인 스티로폼 용기 내에 사양토 및 식양토를 각각 20cm 높이로 가볍게 다짐하여 충전하였다. 충전된 용기에 10cm 높이로 공시소재를 각각 충전한 후 다시 20cm의 토양을 채웠다.

[0104] 상기와 같이 구성된 시험구는 바닥면에 부직포를 설치한 플라스틱 사각용기(W×D×H: 44cm×20cm× 10cm)에 설치한 후 NaCl 1% 수용액을 3cm 높이까지 채웠다. 시험구가 설치된 사각용기를 30, 상대습도 60%인 항온 챔버(증발에 의한 수분상승 최소화)에 설치하였다.

[0105] 각 소재별 모세관차단능은 소재층 중심부로부터 상, 하 10cm 위치에서 TDR(Time Domain Reflectometry)을 이용

하여 수분함량(vol%)을 측정된 후 하기의 계산식을 이용하여 산출하였다.

[0106] [수학식 3]

[0107] [모세관차단능 = (1 - $\frac{\text{상부층토양수분함량(vol\%)} }{\text{하부층토양수분함량(vol\%)} }) \times 100, \%$]

표 11

[0108]

구분	식양토			사양토		
	수분함량(vol%)		모세관차단능 (%)	수분함량(vol%)		모세관차단능 (%)
	상부층	하부층		상부층	하부층	
무처리	32.7	43.3	24.5	23	36.4	36.8
비교구1	17.9	43.0	58.4	12.3	37.4	67.1
비교구2	32.7	43.1	24.1	18.6	36.6	49.2
공시1	23.6	42.8	44.8	16.8	38.1	55.9

[0109]

토성별 모세관 차단율을 측정된 결과, 동일 조건에서 식양토의 수분상승 차단율이 사양토보다 낮게 나타났는데, 이는 식양토가 전공극률이 높고, 배수성(투수계수)이 낮은 토양으로 수분의 상승을 유도하는 모세공극(토양에서 모세관을 형성하는 공극)이 많은 부분 존재하고 있기 때문이다.

[0110]

시험구 처리별 차단율은 비교구 1 > 공시재료1 > 비교구2 > 무처리 시험구 순으로 높게 나타났다.

[0111]

각 소재별의 염분차단능의 산출은 각 소재 처리층의 중심부에서 상, 하의 10cm 위치의 토양을 10g 채취하여 100ml의 증류수를 넣고 200rpm으로 30분간 진탕한 후 EC meter를 이용하여 전기전도도를 측정하였고, 하기의 계산식을 이용하여 계산하였다.

[0112] [수학식 4]

[0113] [염분차단능 = (1 - $\frac{\text{상부층전기전도도(dS/m)} }{\text{하부층토양전기전도도(dS/m)} }) \times 100, \%$]

표 12

[0114]

구분	식양토			사양토		
	전기전도도(dS/m)		염분차단능(%)	전기전도도(dS/m)		염분차단능(%)
	상부층	하부층		상부층	하부층	
무처리	2.44	2.05	-19.2	1.50	1.35	-10.7
자갈	0.99	2.15	53.9	0.51	1.42	64.1
모래	1.34	2.11	36.5	0.71	1.40	49.1
공시1	0.77	2.15	64.1	0.45	1.42	68.3

[0115]

토성별로 염분차단율을 측정된 결과 또한 모세관 차단율과 비슷한 양상을 나타내었는데, 모세관 차단율의 측정 결과와 마찬가지로 동일 처리구에서 식양토의 차단율이 사양토보다 낮게 나타났다.

[0116]

또한, 시험구 처리별 염분차단율 또한 공시재료1> 비교구1 > 비교구2 > 무처리 시험구 순으로 높게 나타났다.

[0117] 상기 측정결과에서 무처리구의 차단능은 (-) 부를 나타내었는데, 이는 염분을 함유한 수분이 상승한 후 수분은 손실되고, 염분이 계속적으로 상부표면에 머무름으로서 하층부의 염분농도보다 증가하였기 때문이며, 이는 온실 바닥의 염류집적현상과 동일한 현상으로 온실 내 염분집적에 대한 해결방안에 대한 고찰도 가능할 것으로 판단하였다.

[0118] [실험예 4. 차단재 생육실험]

[0119] 실험에 사용한 토양은 서울대학교 농생명과학대학 부속농장 부지내의 토양을 사용하였으며, 보수성은 다소 양호하나 투수성과, 유기물함량, 질소함량 등이 불량한 산 흙을 사용하였으며 비닐온실에서 2007년 2월부터 2007년 7월까지 약 6개월 여간 실시하였다. 본 실험에서는 불량한 지반의 생육환경조건을 개선하기 위하여 토양개량을 실시하였는데, 다소 불량한 투수계수를 개량하기 위하여 부산물퇴비에 공시소재 염분차단제를 20 vol% 혼합하여 토양개량제를 조제하고, 이것을 근권부 토양에 약 20vol% 혼합하여 사용하였다. 본 실험에서는 조경수로 주로 식재되는 수종을 위주로 하여 염분차단제의 효과를 검토하고자 하였으며, 실험에서 사용된 조경수종은 잣나무 (*Pinus koraiensis* Sieb. & Zucc), 이팝나무(*Chionanthus retusa* L. et P), 전나무(*Abies holophylla* Maximowicz), 산수유(*Cornus officinalis* Sieb. et Zucc)를 각각 사용하였다. 묘목은 뿌리가 절단되어 근분이 형성된 것을 구입하였는데, 2년생으로 수고가 30-50cm 가량 되었으며, 식재 시에 지상부를 50cm 높이에서 절단하여 균일한 크기로 유지하였으며, 사용하였다. 시험묘목은 보온온실에서 1개월가량 활착시킨 후, 염분시험용 화분에 식재하여 약 2개월가량 관리하여 생육을 활성화시켰다. 시험에 사용된 플라스틱 화분은 아래의 직경이 13.5cm, 위의 직경이 24cm, 높이가 27cm되는 포트(용량 약 20ℓ)와 아래의 직경이 7.0cm, 위의 직경이 20cm, 높이가 20cm인 화분(용량 약 15ℓ)을 사용하였는데, 근권부의 크기에 따라 구분하여 사용하였다.

[0120] 염분처리를 위한 화분 박스는 1m×1m×0.1m 의 격자틀을 만들고, 바닥으로 물이 새지않도록 비닐을 설치한다음 화분을 도 7과 같이 배치하였다. 염분(NaCl)의 농도는 동일하게 1%(10g/l) 농도로 바닥면에서 5 cm 채웠으며, 3 일에 한번씩 손실된 용액을 보충해 주었다.

[0121] 생육측정은 엽록소함량, 수목활력도, 뿌리활력도, 나트륨함량을 측정하였는데, 엽록소함량은 Chlorophyll meter(SPAD-502 ; Minolta, Japan)를 이용하여 간이측정하였고, 수목활력도는 샤이고메타(Shigometer) MODEL OZ-93을 이용하여 형성층의 전기저항을 측정하였다. 또한, 수목을 1년 2개월간 생육시킨 후 뿌리를 굴취하여 뿌리의 활력도를 조사하였다. 뿌리의 활력도 조사는 일본의 平田熙(1990)가 개발한 방법을 사용하였다. 이 방법은 뿌리의 활력은 뿌리 내 살아있는 세포의 숫자에 비례한다는 것을 기본으로 하여 살아있는 세포내에 있는 호흡에 관련하는 효소를 검증하는 것으로 종자내의 산화효소 중의 한가지인 Dehydrogenase 효소가 2, 3, 4,- triphenyltetrazolium chloride(TTC)를 붉은색의 triphenyl- formazan(TPF)로 바꾸는 원리를 이용하였다. 뿌리 시료는 생중량 측정 후 활성이 높은 수근 또는 백근을 채취하여 냉장보관 한 후 2cm 길이로 절단하여 37℃에서 4시간동안 TTC 용액과 반응시킨 후 붉게 염색된 뿌리조직을 파쇄기를 이용하여 파쇄하여 추출한 후 추출액을 비색계(UV spectrophotometer)를 이용 470nm에서 측정하여 아래와 같이 뿌리의 활력을 계산하였다.

[0122] [수학식 5]

$$\text{뿌리활력도}(\mu\text{g g}^{-1}\text{h}^{-1}) = \frac{\text{생성된 formazan}(\mu\text{g})}{\text{뿌리무게(건중량)} \times \text{반응시간}}$$

[0123]

[0124] 식물체의 염분석방법은 약 0.5g 의 건조된 잎을 켈달 분해관에 넣고 과염소산 10ml와 황산 1ml 를 넣은 후 310~400℃에서 시료액의 색상이 투명해 질 때까지 분해시킨 후 100ml로 정량화한 후 ICP를 이용하여 Na함량을 측정하고 , 다음과 같이 계산하였다.

[0125] [수학식 6]

- [0126] 성분량(mg/kg) = ICP 측정치($\mu\text{g/ml}$) \times 희석액량(100ml) \div 엽무게(g)
- [0127] 이팝나무, 산수유 활엽수의 엽록소 함량을 측정한 결과 도 8에 도시된 바와 같이 대조1시험구(공시소재)의 엽록소함량이 가장 높았고, 다음으로는 비교구1, 비교구2, 무처리 순으로 높게 나타났다.
- [0128] 전체 수종 시험구에서 엽록소함량의 순차는 동일하게 나타났으며, 동일 토양처리시험구에서 수종별 엽록소함량은 이팝나무, 산수유 순이었는데 이는 엽분에 대한 저항력의 차이가 있기 때문인 것으로 판단한다.
- [0129] TTC에 의한 뿌리활성의 측정은 호흡계와 직접 관련있는 Succinate Dehydrogenase의 활성을 측정하는 것이다. 이를 위하여 TTC 환원반응은 호흡활성과의 상관이 높다. TTC는 $\text{TTC} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{Triphenyl-formazan}$ 환원반응에 의하여 적색의 물에 용해되지 않는 Formazan을 형성하게된다. 따라서 뿌리에 의해 형성된 Formazan 을 비교함으로서 시험지반 수목의 뿌리활력도를 측정하였다.
- [0130] 뿌리활력도는 근권부에서 백근(흰색뿌리)만을 채취하여 측정하는 것이므로 수종의 뿌리발근 특성에 따라 측정값의 차이가 있다. 엽분차단제 처리구별로 뿌리활력도를 측정한 결과 도 9에 도시된 바와 같이 전체 수종에서 대조 1시험구(공시소재), 비교구1, 비교구2, 무처리 순으로 뿌리활력도가 높게 나타났다.
- [0131] 도 10을 참조하여 평균 저항치 값을 통해 엽분차단제의 생육효과를 검토해보면, 대조1 시험구의 전기저항치가 16.1 k Ω 으로 가장 낮았으며, 다음이 비교1, 비교2, 무처리 시험구 순으로 높게 나타났다. 즉, 비교로 조사한 다른 지역의 건강한 나무들의 평균치는 10.6k Ω 이었으며, 본 실험에서 조사된 나무들의 건강은 건강하게 자란 개체에 비하여 불량한 상태라는 것을 알 수 있었다.
- [0132] 수종별로 전기저항치를 비교해보면, 산수유나무가 가장 낮은 전기저항치를 나타내었고, 전나무, 잣나무, 이팝나무 순으로 낮게 나타났다. 전기저항치는 수종별로 평균값이 다르기 때문에 전기저항치를 이용한 수종의 생육판정은 대조구(건강한 개체)와의 수치차이를 통해 평가해야만 한다. 엽분차단제 시험구 중 가장 생육이 우수한 대조1 시험구의 전기저항치를 대조구와 비교해보면, 각 저항치의 차는 산수유나무가 6.4k Ω , 잣나무가 6.4k Ω , 전나무는 5.4k Ω , 이팝나무는 3.9k Ω 을 나타내었다. 따라서, 엽분처리구내에서는 이팝나무 > 전나무 > 잣나무, 산수유나무 순으로 저항성이 뛰어난 것으로 평가할 수 있을 것 같다.
- [0133] 식물체의 엽 성분은 토양환경조건에 따라 민감하게 변화하므로 잎에 축적된 나트륨(Na)함량 비교를 통해 엽분차단제의 엽분차단효과를 평가하고자 하였으며, 측정결과는 도 11에 나타난 바와 같았다. 엽분석을 통해 식물체내에 축적된 나트륨(Na)의 함량을 측정한 결과, 엽분차단제 처리구별로 전체 수종에서 무처리구, 비교구2, 비교구1, 공시1 시험구 순으로 높게 나타났다. 이는 토양내에 나트륨의 집적량의 차이에서 기인 한 것으로 판단한다.
- [0134] [실험예 5. 토양물리성 개량효과분석]
- [0135] 바텀애쉬 소재를 1mm 이상 20mm 이하 입자크기로 체분리한 후 제조예 "E"에 따라서 공시소재를 제조하였고, 이것을 토성이 식양토이며, 투수계수가 $1.41\text{E} \times 10^{-4}$ cm/sec 이고, 유효수분이 21.4 %인 토양에 부피비율로 각각 10%, 30%, 50% 혼합하여 투수계수와 유효수분의 변화를 측정하였다. 투수계수는 전술한 Darcy's law에 의해 계산하여 구하였다.
- [0136] 유효수분은 포장용수량에서(pF 1.5)과 영구위조점(pF 4.2) 수분함량의 차($\Delta\text{pF}1.5\text{-pF}4.2$)로 나타내었는데, 0.03 기압(pF 1.5)은 가압법을, 15기압(pF 4.2)은 원심법을 각각 이용하여 측정하였다.
- [0137] 도 12에 도시된 바와 같이 투수계수는 10, 30, 50% 혼합시 무처리 토양보다 각각 2.0, 5.0, 9.5배 증가하였으며, 유효수분은 각각 2.6, 6.1, 8.8 vol% 증가 하였다.
- [0138] [실험예 6. 코팅 바텀애쉬입자를 포함하는 토양개량제 처리가 수목생육에 미치는 영향]
- [0139] 바텀애쉬 소재를 1mm 이상 20mm 이하 입자크기로 체분리한 후 제조예 "E"에 따라서 바텀애쉬 공시소재를 제조하였고, 이것을 부산물비료 중 퇴비와 무게비율 20:80로 혼합하여 유기물과 무기물이 혼합된 토양개량제를 조제하였다. 처리시험구는 토양개량제를 근권부토양과 10, 30, 50% 혼합하였고, 식재토양층 하부에는 제조예 "E"로 조제된 엽분차단제를 5cm 가량 포설하였다.
- [0140] 본 실험에서는 조경수로 주로 식재되는 수종을 위주로 하여 근권부토양개량제의 효과를 검토하고자 하였으며, 실험에서 사용된 조경수종은 잣나무(Pinus koraiensis Sieb. & Zucc), 산수유(Cornus officinalis Sieb. et

Zucc)를 각각 사용하였다. 묘목은 뿌리가 절단되어 근분이 형성된 것을 구입하였는데, 2년생으로 수고가 30~50cm 가량 되었으며, 식재 시에 지상부를 50cm 높이에서 절단하여 균일한 크기로 유지하였다.

[0141] 시험에 사용된 플라스틱 화분은 아래의 직경이 13.5cm, 위의 직경이 24cm, 높이가 27cm되는 포트(용량 약 20 ℓ)와 아래의 직경이 7.0cm, 위의 직경이 20cm, 높이가 20cm인 화분(용량 약 15 ℓ)을 사용하였는데, 근권부의 크기에 따라 구분하여 사용하였다.

[0142] 염분처리를 위한 화분 박스는 1m×1m×0.1m 의 나무격자틀을 만들고, 바닥으로 물이 새지않도록 비닐을 설치한 다음 화분을 도 13과 같이 배치하였다. 염분(NaCl)의 농도는 동일하게 1%(10g/ℓ) 농도로 바닥면에서 5 cm 채웠으며, 3일에 한번씩 손실된 용액을 보충해 주었다.

표 13

공시수종	염분처리	고사율	뿌리건중량	뿌리활력도	염분소함량
		%	g	μg/g·h	
잣나무	무처리	41.7	8.8	72.1	14.1
	처리1	16.7	9.5	82.9	18.5
	처리2	8.3	11.5	107.1	21.7
	처리3	0	19.2	151	38.8
산수유	무처리	33.3	11.7	67.9	17.9
	처리1	25.0	13.5	87.4	25.9
	처리2	8.3	18.3	112.1	30.5
	처리3	0	19.7	140.2	41.3

무처리 : 근권부토양개량제 혼합은 하지 않은 시험구

처리 1 : 근권부토양에 공시토양개량제를 부피비로 10% 혼합

처리 2 : 근권부토양에 공시토양개량제를 부피비로 30% 혼합

처리 3 : 근권부토양에 공시토양개량제를 부피비로 50% 혼합

[0143]

표 14

염의 종류	투입비율(%)
K ₂ SO ₄	24.2
(NH ₄) ₂ SO ₄	48.3
MgSO ₄ ·7H ₂ O	12.1
NH ₄ H ₂ PO ₄	12.1
Fe-EDTA	1.81
H ₃ BO ₃	0.48
MnSO ₄ 4H ₂ O	0.24
ZnSO ₄ 7H ₂ O	0.34
CuSO ₄ 5H ₂ O	0.46
NaMoO ₄ 2H ₂ O	0.01
소계	100

[0144]

[0145] 염분흡착을 위한 황산염 비료배합비는 수용성 황산염으로 구성되며, 황산기(SO₄²⁻)를 포함하는 염을 80% 이상 포

함하여야 함. 황산염의 종류, 형태(물분자의 결합수 등) 및 성분함량은 제조업체에 따라 다소 차이가 있을 수 있다.

표 15

바텀애쉬 성분분석

성분	CaO	Al2O3	SiO2	MgO	Fe2O3	K2O	Na2O	TiO2	소계
함량(%)	3.83	28.9	53.49	0.3	9.77	1.38	0.35	1.98	100

[0146]

[0147] 바텀애쉬와 석고의 표면반응시 유리석회와 바텀애쉬의 규산과 알루미늄이 결합하여 표면코팅을 견고하게 만들고 조직을 치밀하게 하기 때문에 시간이 경과할수록 표면구조의 내구성이 발생한다.

[0148] 또한 석고와 황산염복합비료 반응은 바텀애쉬의 표면에서 석고, 황산염화합물이 복합체를 구성하며, 이는 바텀애쉬 표면구조의 안정성(표면 접촉물질의 강도, 내구성 등 증가)을 증가시키는 역할을 할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0149] 도 1은 본 발명에 따른 바텀애쉬를 이용한 염분차단재에 포함되는 바텀애쉬를 나타낸 것이다.

[0150] 도 2는 본 발명에 따른 바텀애쉬를 이용한 염분차단재의 단면도이다.

[0151] 도 3는 본 발명에 따른 바텀애쉬를 포설한 상태를 나타낸 상태도이다.

[0152] 도 4는 바텀애쉬의 내압성측정을 위해 사용되는 장비의 사시도이다.

[0153] 도 5는 음이온크로마토그래피로 황산염의 농도를 측정된 결과를 나타낸 것이다.

[0154] 도 6은 염분차단시험을 위한 실험 모식도를 나타낸 것이다.

[0155] 도 7은 차단재 생육시험을 위한 실험 모식도를 나타낸 것이다.

[0156] 도 8은 차단재 생육측정 시험에 따른 엽록소 함량을 측정된 결과를 나타낸 그래프이다.

[0157] 도 9는 차단재 생육측정 시험에 따른 뿌리 활력도를 측정된 결과를 나타낸 그래프이다.

[0158] 도 10은 차단재 생육측정 시험에 따른 수목활력도를 측정된 결과를 나타낸 그래프이다.

[0159] 도 11은 차단재 생육측정 시험에 따른 나트륨함량을 측정된 결과를 나타낸 그래프이다.

[0160] 도 12는 투수계수와 유효수분의 변화를 측정된 결과를 나타낸 그래프이다.

[0161] 도 13은 본 발명에 의한 토양개량재가 처리된 수목을 배치한 배치도이다.

[0162] 도 14 내지 도 16은 본 발명의 염분차단공법에 따라 염분차단재층을 포설한 상태를 나타낸 단면도이다.

[0163] <도면의 주요 부호에 대한 간단한 설명>

[0164] 1 : 본 발명에 의한 염분차단재

[0165] 10 : 바텀애쉬 20 : 중화물질 코팅층

[0166] 30 : 제 1 코팅층 40 : 제 2 코팅층

[0167] 100 : 수목 110 : 토양층

[0168] 120 : 염분차단재층 130 : 염분을 함유한 수분

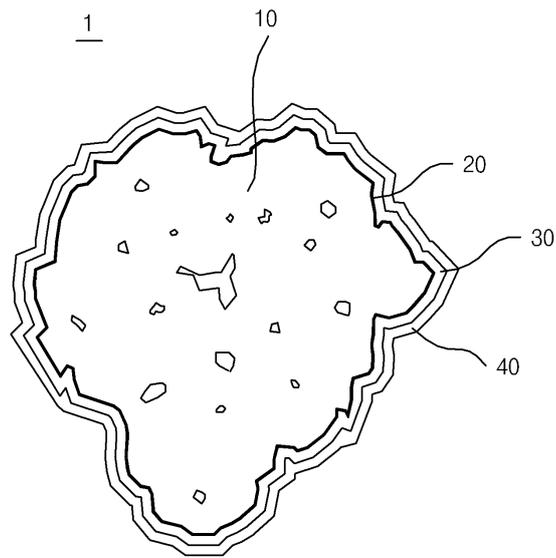
[0169] 140 : 수목근권부 토양과 혼합된 염분차단재

도면

도면1



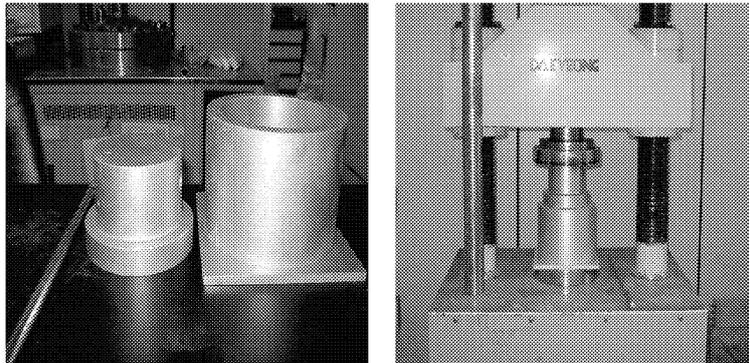
도면2



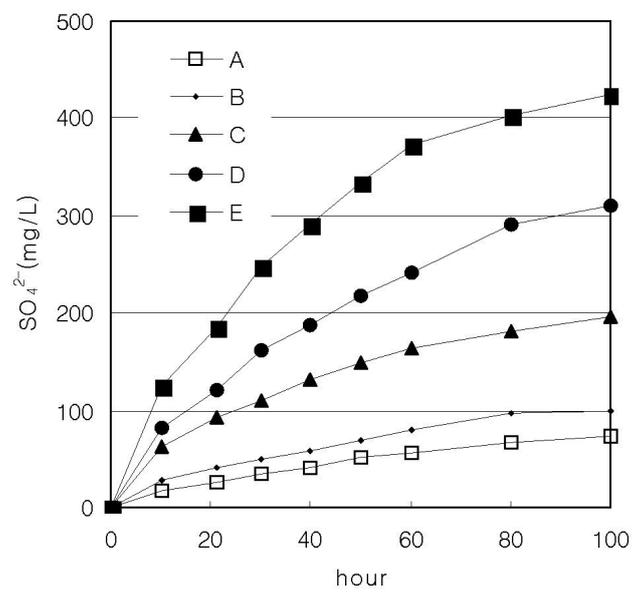
도면3



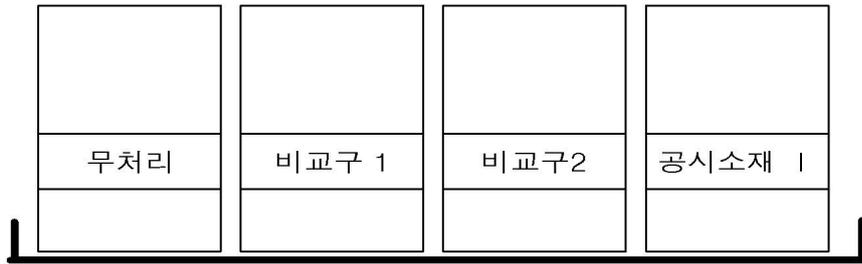
도면4



도면5

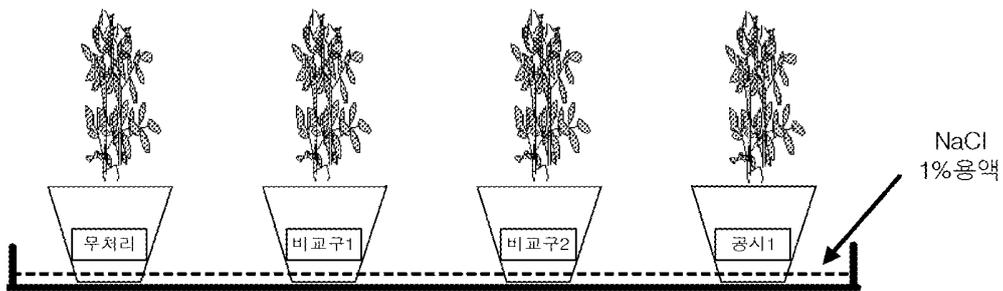


도면6



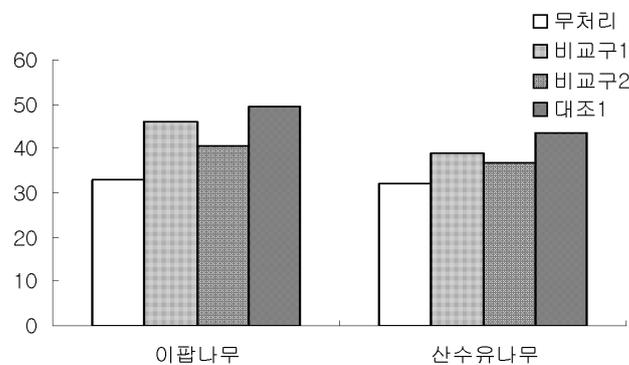
무처리 : 염분차단제 처리가 이루어지지 않음
 비교구1 : 자갈 10~20mm 입도를 가진 쇄석
 비교구2 : 모래 0.5~5mm 입경을 가진 천연모래
 공시1 : 제조예 "E" 공시소재

도면7

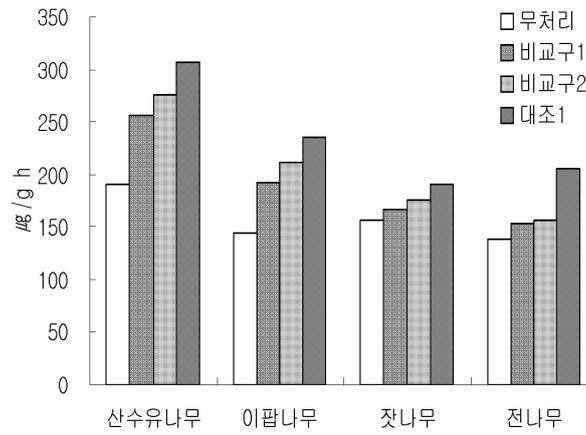


무처리 : 염분차단제 처리가 이루어지지 않음
 비교구1 : 자갈 10~20mm 입도를 가진 쇄석
 비교구2 : 모래 0.5~5mm 입경을 가진 천연모래
 공시1 : 제조예 "E" 공시소재

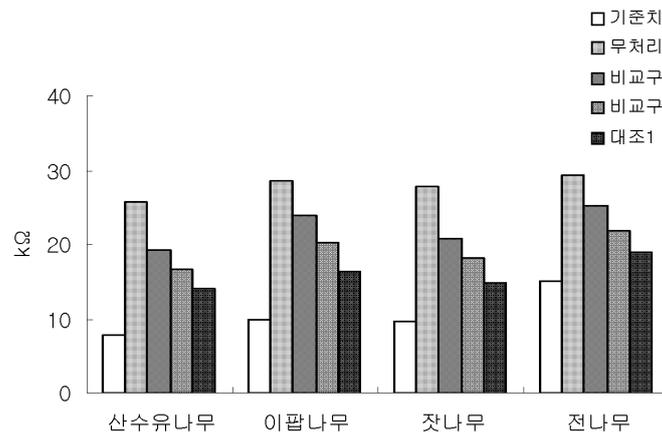
도면8



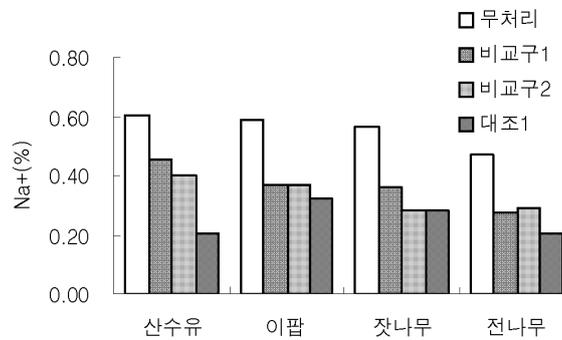
도면9



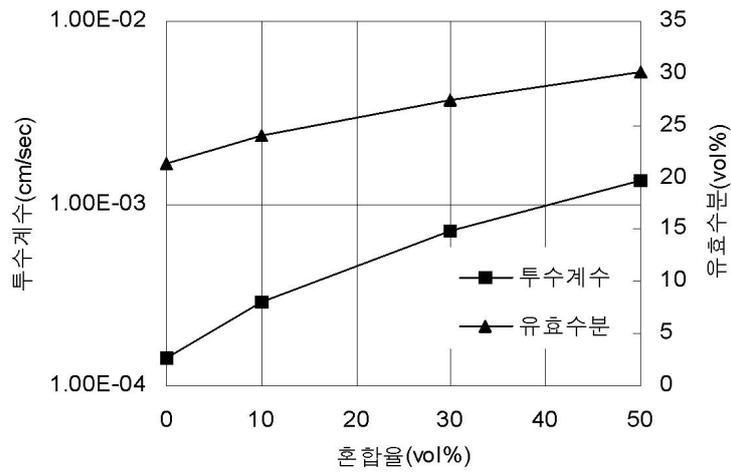
도면10



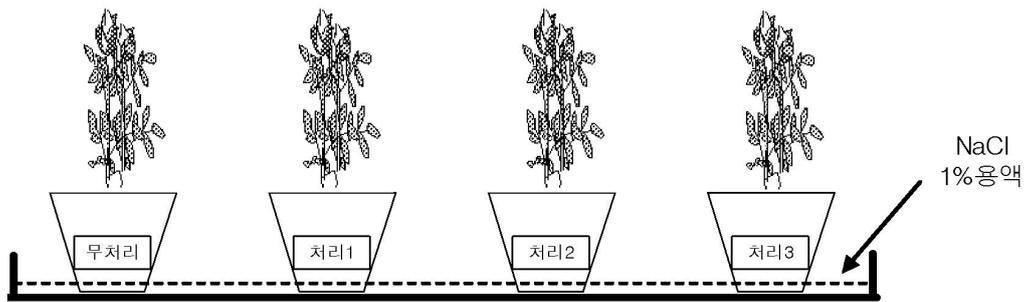
도면11



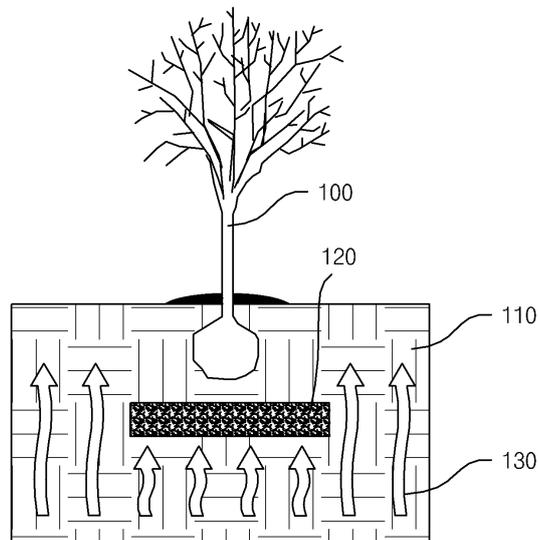
도면12



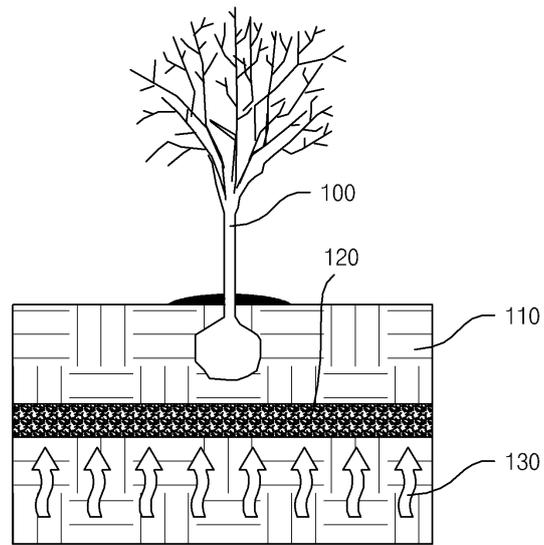
도면13



도면14



도면15



도면16

