

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl.⁷
E03B 3/02

(11) 공개번호 10-2004-0042790
(43) 공개일자 2004년05월20일

(21) 출원번호 10-2003-0038467
(22) 출원일자 2003년06월14일

(30) 우선권주장 JP - P - 2002 - 00330406 2002년11월14일 일본(JP)

(71) 출원인 가부시끼가이샤 엔라이또 · 인터내셔널 · 코포레이션
일본 가나가와켄 요코하마시 고오난꾸 고오난다이 5-8-30

(72) 미야자끼즈요시

발명자 일본도쿄도분쿄구야요이1-1-1도쿄다이가꾸다이가꾸잉노오가꾸세이메이가가꾸겐큐우까간쿄오지스이가꾸
겐큐우시즈내

미조구찌마사루

일본도쿄도분쿄구야요이1-1-1도쿄다이가꾸다이가꾸잉노오가꾸세이메이가가꾸겐큐우까간쿄오지스이가꾸
겐큐우시즈내

세끼가즈토시

일본도쿄도분쿄구야요이1-1-1도쿄다이가꾸다이가꾸잉노오가꾸세이메이가가꾸겐큐우까간쿄오지스이가꾸
겐큐우시즈내

이모또히로미

일본도쿄도분쿄구야요이1쵸메1방1고도쿄다이가꾸다이가꾸잉노오가꾸세이메이가가꾸겐큐우까간쿄우지스이
까겐큐우시즈내

미야자와히로시

일본지바켄야찌요시가쓰따다이1쵸메38방1고가부시끼가이샤엔라이또.코포레이션내

시모야마도모유키

일본지바켄야찌요시가쓰따다이1쵸메38방1고가부시끼가이샤엔라이또.코포레이션내

나카야고오따로

일본지바켄야찌요시가쓰따다이1쵸메38방1고가부시끼가이샤엔라이또.코포레이션내

(74) 대리인 주성민
안국찬

심사청구 : 있음

(54) 토양 내 빗물 저류 침투 시설

요약

본 발명의 과제는 부지의 지형, 토질에 맞추어 과대해지지 않고, 또한 넘치는 일이 없는 저류 침투조의 치수를 결정하는 것이다.

저류 침투조(1)의 침투면 총면적(x)을 주위의 지층이 갖는 포화 투수 계수(K_s)와 침투 속도(Q)의 비, 즉

$$x = K_s / Q$$

로부터 결정한다.

대표도

도 1

색인어

저류 침투조, 집수조, 오버플로우관, 올리피스관, 침투되, 나무 말뚝

명세서

도면의 간단한 설명

도1은 본 발명의 설명에 있어서 사용하는 저류 침투조의 모델을 도시한 설명도.

도2는 본 발명의 실시예에 있어서의 토양 내 빗물 저류 침투 시설을 도시한 단면도.

도3은 도2에 있어서의 저류 침투조 부근을 도시한 사시도.

도4는 실시예의 토양 내 빗물 저류 침투 시설과 지질과의 관계를 나타낸 단면도.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

1 : 저류 침투조

2 : 집수조

3 : 오버플로우관

4 : (역지 밸브 부착)올리피스관

5 : 콘크리트판

6 : U자 홈

11 : 침투되

12 : 자갈형 부재

13 : 쇠석

14 : 나무 말뚝

15 : 널빤지벽

21 : 유입관

22 : 취수관

23 : 보급수 배관

24 : 수위계

25 : 레벨 모르타르

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 빗물을 토양 내에 저류하여 하수도에의 일시적인 대량 유출을 억제하고, 서서히 토양 내로 침투시키도록 한 토양 내 빗물 저류 침투 시설에 관한 것이다.

빗물이 하수도에의 일시적인 대량 유출을 억제하기 위해 일정 규모 이상의 택지 조성에 관해서는 소정 용량의 조정지를 설치하고, 여기에서부터 하수도로 방류하는 것이 법령에 의해 의무화되어 있다. 그러나 택지를 조성해도 일정 면적을 조정지로 담보해야만 한다는 것은 국토의 유효 이용 면에서도 바람직하지 않는 데다가, 개발업자에게 있어서도 판매 면적이 감소하고, 또한 설치 후에도 주인, 특히 유아, 아동 등에게 있어서 사고의 위험이 있는 등의 문제점이 있다. 또한 도시화의 진전과 함께 도로나 학교의 운동장 등의 공공용지를 비롯하여 거리는 구조물이나 아스팔트에 덮여, 비는 빗물 본관으로부터 직접 하수 처리장이나 하천으로 흐르게 됨으로써 토양의 보수력이 극단적으로 저하되고, 자연의 순환이 변화하여 기후 변동에 의한 집중 호우의 다발이나 가랑비 경향이 현저해져 도시형 수해나 열섬 현상, 샘물의 고갈, 지반 침하 등의 원인이 되고 있다.

이러한 사태를 개선하여, 적어도 주택 등의 지붕에 내린 빗물을 하수도로 유입시키는 일 없이 부지 내에 일시 저류하여, 서서히 땅 속으로 침투시키는 것을 목적으로 하여 주택마다 소규모의 저류 침투조를 설치하는 것이 일부에서 행해지고 있다. 그러나 종래의 저류 침투조는 그 바닥부로부터 땅 속으로 침투시키는 구조이므로, 단순히 침투하는 것만으로 토양의 자연 정화력을 이용한 수질의 정화는 행해지지 않는 데다가, 막힘에 의한 침투량의 감소 등의 문제점이 있다.

한편, 제1 특허 문헌(일본 특허 공개 2001-173032호 공보)에는 수질 정화를 행하면서, 막힘에 의한 능력의 저하 없이 측면으로부터 침투시키는 침투조가 기재되어 있다. 이 문헌에 따르면, 지표로부터 700 mm보다도 상방의 위치로부터 흙 속으로 투과함으로써, 산소가 풍부하여 박테리아가 번식하고 있는 속을 물이 통과하여 물의 정화를 도모할 수 있다.

[제1 특허문헌]

일본 특허 공개 2001-173032호 공보(제1 내지 3 페이지, 도1)

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

그런데, 이와 같은 저류 침투조의 설치시, 그 크기를 적절하게 정하는 것이 중요하다. 왜냐하면, 필요 이상으로 큰 저류 침투조를 설치하는 것은 경제적으로 낭비이고, 또한 침투조가 지나치게 작은 경우는 조금의 강우로도 조가 넘쳐, 빗물이 하수도로 유입하게 되어 저류 침투조의 효과를 발휘할 수 없기 때문이다.

본 발명은 설치하고자 하는 지층, 지질에 대응한 저류 침투조의 설계법을 확립하여, 적절한 치수의 토양 내 빗물 저류 침투 시설을 실현하는 것을 목적으로 한다.

발명의 구성 및 작용

본 발명은 지반을 굴삭하여 생긴 공간의 바닥면 및 측면에 투수 시트를 깔고, 공간 내에 자갈형 부재(12)를 충전하여 이루어지는 저류 침투조(1)를 갖는 토양 내 빗물 저류 침투 시설이며, 이 저류 침투조(1)의 침투면 총면적(x)을 주위의 지층이 갖는 포화 투수 계수(K_s)와 침투 속도(Q)의 비, 즉

$$x = K_s / Q$$

로부터 결정하는 것을 특징으로 하는 토양 내 빗물 저류 침투 시설이다.

본 발명자들은 토양에의 침투 능력이 저류 침투조를 설치하는 지점의 토양의 포화 투수 계수에 의해 변화하는 데 착안하여 침투 능력의 예측식을 확립하고, 적절한 저류 침투조의 치수를 결정한다고 하는 본 발명을 완성하는 데 이르렀다.

포화 투수 계수(K_s)(cm/s)는 토양 특성 중 하나이다. 시료를 채취하여 실내 실험에서 실측할 수도 있다. 이 계수는 수치가 크면 투수성이 높고, 작으면 투수 성이 낮다. 사질 토양에서는 10^{-2} cm/s 정도이지만, 점토에서는 10^{-6} cm/s 이하이며, 이들 값의 차이는 1만배에나 달한다. 따라서, 저류 침투조를 설치하는 지점의 토양에 의해 침투 능력에는 큰 차가 생긴다.

도1에 도시한 바닥 면적(S)의 원통형의 저류 침투조에 있어서, 수위가 H(cm)일 때의 침투 속도(Q)(cm^3/s)는 아래와 같이 하여 산출한다.

우선, 저류 침투조의 반경(a)은

[수학식 1]

$$a = (S/\pi)^{1/2}$$

이다.

그런데, 포화 투수 계수를 K_s 라 하면, 정상 침윤에 관한 레이놀즈 등의 식은

[수학식 2]

$$2\pi H^2 K_s + C\pi a^2 K_s + 2\pi H\Phi_m = CQ$$

이다. 여기에, Φ_m 은 매트릭스 플렉스 포텐셜(불포화류, $\text{cm}^2 \text{s}^{-1}$), Q는 정상 침윤 유량($\text{cm}^3 \text{s}^{-1}$), C는 무차원의 정수이다.

C에는 이론식도 주어져 있지만, 통상은 다음의 실험식에 의해 구한다.

[수학식 3]

$$C = b_1 + b_2 (H/a)^{1/2}$$

여기에 b_1 , b_2 는 계수이며, 일반적으로 모래, 롬, 점토에 대하여,

$$\text{모래 } b_1 = -0.193, b_2 = -0.772$$

$$\text{롬 } b_1 = -0.185, b_2 = -0.777$$

$$\text{점토 } b_1 = -0.225, b_2 = -0.853$$

의 수치가 사용된다.

그래서 저류 침투조의 측면으로부터의 침투를 저류 침투조 최고 수위(H)와 수학식 3에 의한 C로부터 추정하고, 이에 바닥 면적(S)을 더하면, 침투면 총면적(x)은

[수학식 4]

$$x = 2\pi H^2 / C + S$$

가 되고, 저류 침투조가 최고 수위(H)일 때의 침투 속도 Q (cm^3/s) 는 x와 포화 투수 계수(K_s)와의 곱으로서 구할 수 있다. 즉

[수학식 5]

$$Q = xK_s$$

[수학식 6]

$$x = K_s / Q$$

이다.

이와 같이 하여, 포화 투수 계수(K_s)를 앞으로써 침투 속도 Q 를 정하면 저류 침투조의 치수를 결정할 수 있다.

실시예로서, 택지 조성에 있어서의 저류 침투조의 설계예를 설명한다.

도2는 이 주택에 설치한 빗물을 순환 사용하는 집수조와, 이에 병설된 저류 침투조로 이루어지는 토양 내 빗물 저류 침투 시설을 도시한 단면도로, 부호 1은 저류 침투조, 11은 그 중앙의 침투되, 12는 저류 침투조 내에 충전된 자갈형 부재, 13은 저류 침투조의 상면에 전면에 깔려진 쇠석, 2는 집수조이며 21은 빗물 받이에 접속되어 빗물이 유입하는 유입관, 22는 집수조(2) 내의 물을 이용하기 위한 취수관, 23은 집수조(2) 내의 수위가 저하한 경우에 물을 보급하는 보급수 배관, 24는 수위계, 25는 집수조 하부의 레벨 모르타르, 3은 집수조(2) 내의 수위가 오른 경우에 물이 저류 침투조(1)를 향해 유출하기 위한 오버플로우관, 4는 저류 침투조(1)와 집수조(2) 내를 수면 하에서 연락하는 역지 밸브가 달린 오리피스관, 5는 저류 침투조(1) 및 집수조(2)의 상면에 설치한 콘트리트판이며, 이 위에는 적절하게 잔디, 화단, 주차장 등으로서 유효하게 이용할 수 있다. 또한 자갈형 부재(12)로서는 예를 들어 쇠석, 파쇄 콘트리트, 도자기, 유리 컬릿 등, 물에 악영향을 끼치지 않고, 또한 균일하게 간극을 확보할 수 있는 다양한 것을 생각할 수 있다.

이 주택에 있어서는, 통상의 강우라면 빗물은 집수조(2) 내에 모이게 되어, 퍼 올려서 식목이나 화초에의 살수나 수세식 화장실의 세정수 등에 이용하지만, 집 중 호우 등 대량의 빗물의 유입이 있었던 경우는 오버플로우분은 저류 침투조(1)로 유입하고, 여기서 서서히 지반 내로 침투하여 하수도에의 유입을 없애고 있다.

도3은 도2에 도시한 구획 중 저류 침투조(1)의 부분을 도시한 사시도이고, 각 부호는 지금까지 설명한 것 이외로, 14는 저류 침투조(1)의 외주에 타격 설치되는 나무 말뚝, 15는 나무 말뚝(14)의 내측에 형성되는 나무로 된 널빤지벽, 6은 U자 홈이다. U자 홈(6)의 측면으로부터도 저류 침투조(1) 내로 물이 진입한다. 또한, 특히 도시하지 않았지만, 저류 침투조(1)의 바닥부나, 널빤지벽(15)의 내면 등에는 적절하게 투수성의 시트를 붙이고, 그 속에 쇠석(12)을 투입하면 좋다. 또한 인접한 땅과의 경계측은 침투를 시키지 않는 쪽이 좋으므로, 필요에 따라서 차수성의 시트를 붙이는 것이 바람직하다.

도4는 본 실시예의 택지에 있어서의 지질과 저류 침투조(1), 집수조(2)와의 관계를 나타내는 단면도이다. 객토의 아래에 얇은 흑복토층과 천이층이 있고, 지하 1300 mm부터 3200 mm 사이는 롬층, 그 아래는 사질이다.

지금 저류 침투조의 바닥 면적을 $S = 47,000 \text{ cm}^2$, 최고 수위를 $H = 94 \text{ cm}$ 로 한다. 주위의 토양이 롬층이므로,

$$\text{포화 투수 계수}(K_s) = 5.0 \times 10^{-4} \text{ cm/s},$$

$$b_1 = -0.185, b_2 = 0.777$$

이라는 수치를 위의 각 식에 대입하면,

$$a = (47000/3.14)^{1/2} = 122$$

$$C = -0.185 + 0.777(94/122)^{1/2} = 0.496$$

$$x = (2 \times 3.14 \times 94^2) / 0.496 + 47000 = 1.59 \times 10^5$$

$$Q = 1.59 \times 10^5 \times 5.0 \times 10^{-4} = 80 \text{ cm}^3$$

가 되고, 매초 80 cm^3 의 물을 침투시키는 능력이 있는 것을 알 수 있다. 1시간당으로 하면 290리터이고, 16리터의 폴리 탱크로 16배분이다.

집수 면적으로서, 실시예의 주택의 지붕 면적이 82 m^2 이므로,

$$80 \times 3600 / 82 \times 10000 = 0.35(\text{cm})$$

가 되고, 매시 0.35 cm, 즉 시간당 3.5 mm의 강우를 지하로 침투시키는 능력이 있다.

이 지점에 있어서의 지하수 수위를 -5 m, 저류 침투조의 바닥면 깊이를 -2 m로 하면, 지하 수위까지 나머지 3 m의 토양 간극이 침투수 저류 능력을 갖게 된다. 단, 이 3 m 중 80 %는 토양과 물이 점유하고 있다고 생각하면, 나머지 20 %, 깊이로서 0.6 m뿐이 저류 공간이다.

택지의 면적을 200 m²로 하면,

$$200 \times 0.6 = 120 \text{ m}^3$$

가 저류 능력이고, 저류 침투조의 용적 4.4 m³에 대해 27배 정도의 빗물을 저류할 수 있게 된다. 따라서 본 예에서는 저류 능력은 충분하다.

또한, 상기 저류 침투조에 있어서, 포화 투수 계수(K_s)를 5.0×10^{-4} cm/s로 하여 계산하였지만, 예를 들어 사층이면 포화 투수 계수(K_s)는 2자리 높은 5.0×10^{-2} cm/s, 다찌가와 롬의 심층이면 5.0×10^{-3} cm/s가 되고, 이들 지층에서는 빗물의 침투량은 각각 매시 350 mm, 35 mm가 되어, 상기의 예보다도 훨씬 대량의 빗물을 처리할 수 있다.

또한, 저류 침투조의 치수를 동일하게 하여, 주위의 토질만이 바뀐 경우의 빗물 침투량의 계산을 표1에 나타낸다. 동일 치수의 저류 침투조를 동일 깊이로 설치해도 주위의 토질이 다르면 침투량에 대폭적인 변화가 있다.

한편, 포화 투수 계수, 즉 주위의 토질을 동일하게 하여 침투조의 치수, 예를 들어 바닥 면적 혹은 최고 수위를 변화시킨 경우의 빗물 침투량의 계산을 표2에 나타낸다. A는 지금까지 나타낸 설계예이다. B에서는 바닥 면적을 2배로, C, D에서는 4배로 하고, D에서는 최고 수위를 2배로 하고 있다. 바닥 면적을 4배로, 최고 수위를 2배로 한 D의 경우에는 A의 경우의 4배의 침투량이 되는 것을 알 수 있다.

실제 설계시에 있어서 이들 중 어떠한 경우를 채용할지는 임의이지만, 설치 공간, 굴삭 비용, 지층 조건 등을 감안하여 결정하면 좋다. 바닥부의 위치를 결정할 때에는, 토질 이외에 상기의 정화 작용도 고려하는 것이 바람직하다.

[표 1]

포화 투수 계수 cm/s	빗물 침투량 mm/H	토질의 예
5×10^{-2}	350	모래
5×10^{-3}	35	입천 롬 심층
5×10^{-4}	3.5	입천 롬 상층, 흑복
5×10^{-5}	0.35	

[표 2]

	침투조 바닥 면적 cm ²	최고 수위 cm	빗물 침투량 mm/H
A	47000	94	3.5
B	94000	94	5.2
C	188000	94	8.2
D	188000	188	14

발명의 효과

본 발명에 따르면, 부지의 형상, 지질에 맞춰 과대해지는 일 없이, 또한 소정의 침투 능력을 갖는 저류 침투조를 설치할 수 있어, 하수도에의 유입을 억제하여 지반 내를 적실 수 있다는 뛰어난 효과를 발휘한다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

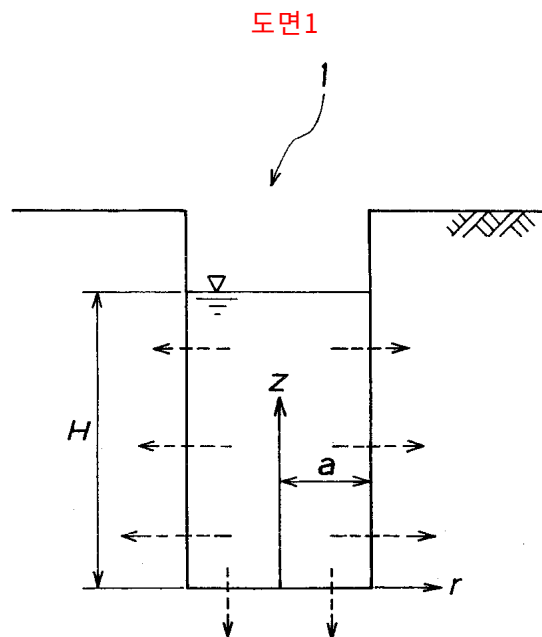
지반을 굴삭하여 생긴 공간의 바닥면 및 측면에 투수 시트를 깔고, 공간 내에 자갈형 부재(12)를 충전하여 이루어지는 저류 침투조(1)를 갖는 토양 내 빗물 저류 침투 시설이며,

이 저류 침투조(1)의 침투면 총면적(x)을, 주위의 지층이 갖는 포화 투수 계수(K_s)와 침투 속도 Q 의 비, 즉

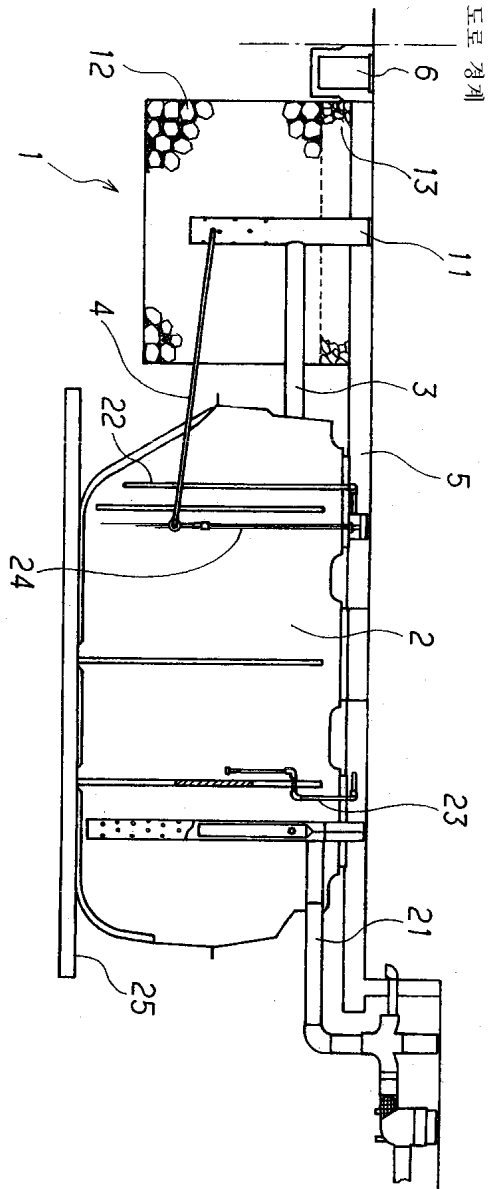
$$x = K_s / Q$$

로부터 결정하는 것을 특징으로 하는 토양 내 빗물 저류 침투 시설.

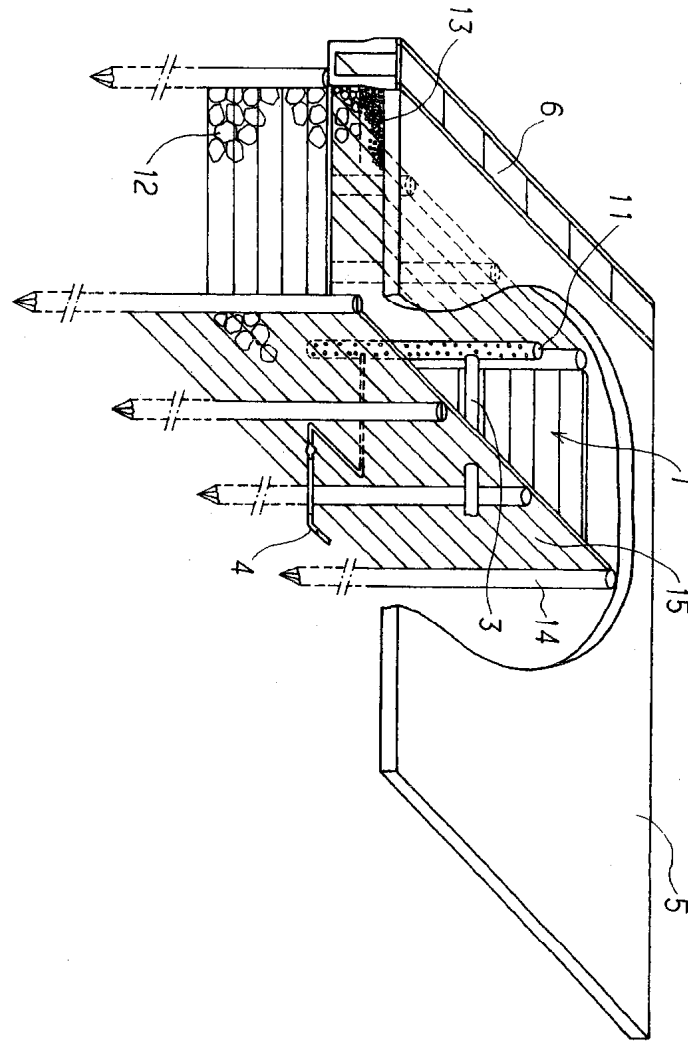
도면



도면2



도면3



도면4

