(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0050045
(43) 공개일자 2018년05월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G09B 19/10 (2006.01) *G01B 21/18* (2006.01)
G01V 11/00 (2006.01) *G09B 19/00* (2006.01)
G09B 23/40 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G09B 19/10 (2013.01)
G01B 21/18 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0146717
(22) 출원일자 2016년11월04일
심사청구일자 2016년11월04일

(71) 출원인
계명대학교 산학협력단
대구광역시 달서구 달구벌대로 1095, 계명대학교 산학협력관 201호(신당동)
(72) 발명자
고병철
대구광역시 수성구 범어천로 107 (범어동, 범어 STX KAN) 103동 701호
장준호
대구광역시 수성구 상록로 69 래미안수성아파트 101동 203호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김건우

전체 청구항 수 : 총 20 항

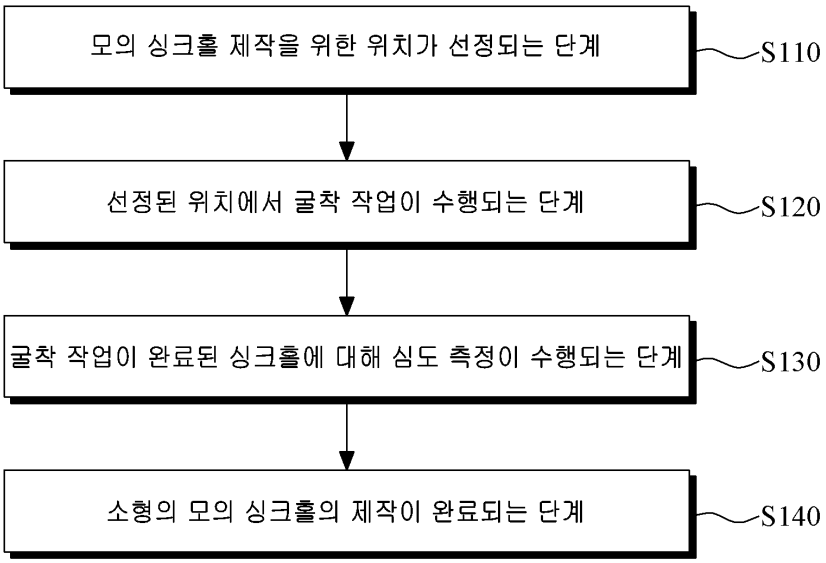
(54) 발명의 명칭 **모의 싱크홀 제작 방법**

(57) 요 약

본 발명은 모의 싱크홀 제작 방법에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 모의 싱크홀 제작 방법으로서, (1) 모의 싱크홀 제작을 위한 위치가 선정되는 단계; (2) 상기 단계 (1)을 통해 선정된 위치에서 굴착 작업이 수행되는 단계; (3) 상기 단계 (2)를 통해 굴착 작업이 완료된 싱크홀에 대해 심도 측정이 수행되는 단계; 및 (4) 상기 단계

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도4



(3)을 통해 심도 측정이 완료된 싱크홀에 덮개 제작을 이용하여 싱크홀의 마감처리가 수행되어 소형의 모의 싱크홀의 제작이 완료되는 단계를 포함하는 것을 그 구성상의 특징으로 한다.

또한, 본 발명의 특징에 따른 모의 싱크홀 제작 방법은, 모의 싱크홀 제작 방법으로서, (10) 실제 싱크홀과 유사한 크기 및 형태를 갖는 실물 모의 싱크홀 제작을 위해 선정된 위치에 서로 다른 너비와 서로 다른 깊이를 갖는 굴착 작업이 수행되는 단계; 및 (20) 상기 단계 (10)을 통해 굴착 작업이 완료된 서로 다른 너비와 서로 다른 깊이를 갖는 싱크홀들에 대해 덮개 제작을 이용하여 싱크홀들의 마감처리가 수행되어 실물 크기의 모의 싱크홀들의 제작이 완료되는 단계를 포함하는 것을 그 구성상의 특징으로 한다.

본 발명에서 제안하고 있는 모의 싱크홀 제작 방법에 따르면, 자연적으로 실제 발생하는 싱크홀로부터 수집 분석한 데이터에 기초하여 실제 싱크홀과 유사한 모양이나 질감, 복잡한 배경을 가지는 소형의 모의 싱크홀을 제작함으로써, 싱크홀 제작의 이론적 근거를 제시와 함께 다양한 소형의 모의 싱크홀을 이용한 싱크홀 탐지를 위한 학습 영상의 데이터베이스 구축에 활용될 수 있도록 할 수 있다.

또한, 본 발명에 따르면, 소형의 모의 싱크홀을 이용한 경험 및 실험 데이터를 바탕으로, 실제 싱크홀과 유사한 형태의 실물 크기의 다양한 너비 및 깊이 심도를 갖는 싱크홀을 제작하여 구성함으로써, 실제 싱크홀의 탐지를 위한 범용적인 데이터베이스 확보가 가능하고, 확보된 데이터베이스를 활용한 도심지역에서 발생되는 싱크홀의 탐지에 이론적 근거의 제공은 물론, 실제 싱크홀 탐지 장비에 범용적인 적용 및 활용이 가능하도록 할 수 있다.

(52) CPC특허분류
G01V 11/002 (2013.01)
G06T 1/0007 (2013.01)
G09B 19/0061 (2013.01)
G09B 23/40 (2013.01)
(72) 발명자
신상영
경상북도 영천시 고경면 사덕로 608 (상덕리)
이은주
대구광역시 달서구 장산남로 33 롯데캐슬아파트 106-105

명 세 서

청구범위

청구항 1

모의 싱크홀 제작 방법으로서,

(1) 모의 싱크홀 제작을 위한 위치가 선정되는 단계;

(2) 상기 단계 (1)을 통해 선정된 위치에서 굴착 작업이 수행되는 단계;

(3) 상기 단계 (2)를 통해 굴착 작업이 완료된 싱크홀에 대해 심도 측정이 수행되는 단계; 및

(4) 상기 단계 (3)을 통해 심도 측정이 완료된 싱크홀에 덮개 제작을 이용하여 싱크홀의 마감처리가 수행되어 소형의 모의 싱크홀의 제작이 완료되는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는, 모의 싱크홀 제작 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 단계 (1) 내지 단계 (4)의 과정을 통해 제작된 소형의 모의 싱크홀은,

자연적으로 발생되는 싱크홀의 원인을 수집 분석한 데이터에 기초하여 굴착 작업을 통한 심도가 설정되는 것을 특징으로 하는, 모의 싱크홀 제작 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 소형의 모의 싱크홀은,

실제 자연지형에서 발생되는 실제 싱크홀의 크기를 축소한 모형으로 제작되는 것을 특징으로 하는, 모의 싱크홀 제작 방법.

청구항 4

제2항에 있어서, 상기 단계 (3)에서는,

상기 굴착 작업이 완료된 싱크홀의 심도로서, 너비 50㎝, 높이 1m의 크기를 갖도록 구성하는 것을 특징으로 하는, 모의 싱크홀 제작 방법.

청구항 5

제2항에 있어서, 상기 단계 (4)에서는,

상기 심도 측정이 완료된 싱크홀에 천을 이용하여 덮개를 제작하여 덮고, 그 위에 다시 흙을 덮는 형식으로 소형의 모의 싱크홀의 제작을 완료하는 것을 특징으로 하는, 모의 싱크홀 제작 방법.

청구항 6

제2항에 있어서, 상기 소형의 모의 싱크홀은,

너비 50㎝와, 높이 1m의 크기를 갖는 동공 형태로 구성하는 것을 특징으로 하는, 모의 싱크홀 제작 방법.

청구항 7

제2항에 있어서, 상기 소형의 모의 싱크홀은,

너비 50㎝와, 높이 1m의 크기를 갖는 동공 형태로 구성하되, 동공의 내부로 정제수가 채워지는 형태로 구성하는 것을 특징으로 하는, 모의 싱크홀 제작 방법.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 소형의 모의 싱크홀은,

너비 50㎝와, 높이 1m의 크기를 갖는 동공 형태로 구성하고, 동공의 내부로 정제수가 채워지는 형태로 구성하되, 정제수는 10㎝ 내지 20㎝ 정도의 물이 차 있도록 구성되는 것을 특징으로 하는, 모의 싱크홀 제작 방법.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 소형의 모의 싱크홀은,

평면의 형상이 실제 싱크홀의 형태와 유사한 원 또는 타원 모양으로 구성되는 것을 특징으로 하는, 모의 싱크홀 제작 방법.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 소형의 모의 싱크홀은,

평면의 형태 및 심도의 형태가 납작한 그릇, 원기둥 혹은 깔때기 모양의 형태를 갖도록 구성하는 것을 특징으로 하는, 모의 싱크홀 제작 방법.

청구항 11

제9항에 있어서, 상기 소형의 모의 싱크홀은,

실제 도심지역과 유사한 아스팔트 포장 면, 콘크리트 포장 면, 및 일반 흙의 지표 포장 종류별로 각각 구성되는 것을 특징으로 하는, 모의 싱크홀 제작 방법.

청구항 12

모의 싱크홀 제작 방법으로서,

(10) 실제 싱크홀과 유사한 크기 및 형태를 갖는 실물 모의 싱크홀 제작을 위해 선정된 위치에 서로 다른 너비와 서로 다른 깊이를 갖는 굴착 작업이 수행되는 단계; 및

(20) 상기 단계 (10)을 통해 굴착 작업이 완료된 서로 다른 너비와 서로 다른 깊이를 갖는 싱크홀들에 대해 덮개 제작을 이용하여 싱크홀들의 마감처리가 수행되어 실물 크기의 모의 싱크홀들의 제작이 완료되는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는, 모의 싱크홀 제작 방법.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 단계 (10)에서는,

실제 싱크홀을 통해 수집 분석한 데이터에 기초하여 서로 다른 너비와 서로 다른 깊이의 굴착 작업이 수행되는

것을 특징으로 하는, 모의 싱크홀 제작 방법.

청구항 14

제12항에 있어서, 상기 단계 (10)에서는,

지면으로부터 너비 0.6m와 심도 깊이 0.5m, 너비 0.7m와 심도 깊이 1m, 너비 0.8m와 심도 깊이 1.5m, 및 너비 1m와 심도 깊이 2m의 크기를 쌍으로 갖도록 8개의 싱크홀의 굴착 작업이 수행되는 것을 특징으로 하는, 모의 싱크홀 제작 방법.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 8개의 싱크홀 중에서 서로 다른 너비와 서로 다른 심도 깊이를 갖는 4개의 싱크홀에는 공간이 빈 동공으로 형성되고, 나머지 4개의 싱크홀에는 정제수가 채워지는 것을 특징으로 하는, 모의 싱크홀 제작 방법.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 정제수가 채워진 4개의 싱크홀은,

10㎝ 내지 20㎝ 정도의 물이 차 있도록 구성되는 것을 특징으로 하는, 모의 싱크홀 제작 방법.

청구항 17

제14항에 있어서,

상기 실물 크기의 모의 싱크홀과 싱크홀 사이의 간격은 2m 간격을 갖도록 구성하는 것을 특징으로 하는, 모의 싱크홀 제작 방법.

청구항 18

제12 내지 제17항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 단계 (20)에서는,

상기 굴착 작업이 완료된 서로 다른 너비와 서로 다른 심도 깊이를 갖는 싱크홀들에 대해 덮개 제작을 이용하여 싱크홀들의 마감처리를 수행하되, MDF 합판을 이용하여 상부 면을 덮은 후에 흙을 이용하여 덮어 마감처리가 완료되도록 하는 것을 특징으로 하는, 모의 싱크홀 제작 방법.

청구항 19

제18항에 있어서, 상기 단계 (20)에서는,

일반 흙의 지표 포장 이외에도, 실제 도심지역과 유사한 아스팔트 포장 면 또는 콘크리트 포장 면의 마감처리를 포함하는 것을 특징으로 하는, 모의 싱크홀 제작 방법.

청구항 20

제19항에 있어서, 상기 실물 크기의 모의 싱크홀들은,

평면의 형상이 원형 또는 타원 모양으로 구성되고, 심도의 형태는 납작한 그릇, 원기둥 또는 깔때기 모양의 형태를 갖도록 구성되는 것을 특징으로 하는, 모의 싱크홀 제작 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 모의 싱크홀 제작 방법에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 자연적으로 실제 발생하는 싱크홀로부터 수집 분석한 데이터에 기초하여 실제 싱크홀과 유사한 모양이나 질감, 복잡한 배경을 가지는 모의 싱크홀을 제작함으로써, 싱크홀 탐지를 위한 학습 영상의 데이터베이스 구축에 활용될 수 있도록 하는 모의 싱크홀 제작 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로 싱크홀은 지반 침하에 의하여 지표면에 발생한 동공(cavity)으로 주로 납작한 그릇, 원기둥 혹은 깔때기 모양이 주류를 이루고 있다. 이러한 싱크홀은 지표 하부에 발생하는 동공의 생성원인에 따라 용해형 싱크홀(dissolution sinkhole), 침하형 싱크홀(cover-subsidence sinkhole), 붕괴형 싱크홀(cover-collapse sinkhole) 등 세 가지 형태로 구분된다. 여기서, 세 가지 싱크홀 유형은 발생 기간의 차이가 있지만 공통적으로 석회암, 석고 등과 같은 용해성 암반층을 흐르는 지하수 혹은 비가 암반을 녹여 지하에 공동을 형성하여 지하수위가 낮아지면서 지반을 침하시켜 발생하게 된다. 하지만, 최근 우리나라에서 주로 발생되는 싱크홀은 세 가지 싱크홀 유형과는 달리 고층 건물 공사나 터널 공사와 같은 대규모 토목 사업 과정에서 약해진 지반에 의해 발생하거나, 공사에 따른 지하수 유출량 증가, 상하수도 유출, 생활 및 공업용수로의 과다한 지하수 사용 등 인간의 문명 활동에 의해 발생되는 건수가 해마다 증가하고 있다. 이와 같은 싱크홀은 주로 도심지역에서 발생됨으로 건물의 붕괴나 도로의 붕괴 등으로 인해 재산 피해 및 대규모 인명 피해를 가져 올 수 있기 때문에 싱크홀을 사전에 탐지하여 싱크홀로 인한 2차 피해를 예방하고자 하는 연구들이 이루어지고 있다.

[0003] 한편, 기존에 싱크홀 탐지를 위하여 사용된 방법으로, 첫 번째는 지표 탐사방법으로 지하매설물 탐지로 이용되던 접촉식 또는 비 접촉식 안테나를 이용한 지면투과레이더(GPR)를 사용하여 천천히 이동하면서 도로 함몰을 조사하는 방법이다. 이러한 방법의 접촉식은 조사 심도가 깊은 반면 조사 연장이 길고, 교통 통제가 쉽지 않은 도로에서는 적합하지 않으며, 비접촉식은 빠른 속도 조사가 가능하지만 접촉 안테나에 비해서 조사 심도가 깊지 않고 가격이 상대적으로 비싼 문제가 있다. 둘째는 시추공 탐상 방법으로 지표에 시추공을 뚫은 뒤 시추공을 통해 지반의 온도를 재고 주변 지하수의 수위 변화를 주기적으로 체크하는 방법이다. 이러한 방법은 하부 지반을 정확하게 판단할 수 있으나 광범위한 지역의 싱크홀을 찾기 위해서는 시간과 인력 면에서 매우 비효율적인 방식으로 문제가 있었다. 이러한 단점을 보완하기 위해서, 항공기에 레이저 센서를 부착하여 센서에서 입력된 깊이 정보를 활용하여 싱크홀을 검출하는 방법이 있으나, 항공기를 이용한 방법은 짧은 시간에 넓은 지역을 탐지할 수 있다는 장점이 있지만, 비용이 비싸고 구름 등에 의해 영향을 받게 되는 문제가 있었다. 또한, 단지 지형의 높고 낮은 정보만을 제공함으로 함몰된 싱크홀 영역은 탐지가 가능하나 잠재적으로 내부에서 진행되고 있는 싱크홀을 찾아내기에는 한계가 있었다. 대한민국 등록특허공보 제10-1531697호는 땅꺼짐 확인용 조사장비를 이용한 땅꺼짐 조사방법에 대한 선행기술 문헌을 개시하고 있고, 대한민국 등록특허공보 제10-1620278호는 매립형 센싱부를 활용한 지반 공동 및 함몰 감지 장치에 대한 선행기술 문헌을 개시하고 있다.

[0004] 이와 같이, 종래에는 싱크홀의 발생 예상 지점을 찾아 싱크홀이 존재하는지를 조사하는 방법에만 한정하는 문제가 있었다. 이에 본 출원인은 싱크홀 탐지에 활용될 수 있는 학습 영상의 데이터베이스 구축에 사용될 수 있는 싱크홀 발생의 이론적 근거에 기초한 다양한 형태의 모의 싱크홀을 제공하고자 한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 기존에 제안된 방법들의 상기와 같은 문제점들을 해결하기 위해 제안된 것으로서, 자연적으로 실제 발생하는 싱크홀로부터 수집 분석한 데이터에 기초하여 실제 싱크홀과 유사한 모양이나 질감, 복잡한 배경을 가지는 소형의 모의 싱크홀을 제작함으로써, 싱크홀 제작의 이론적 근거를 제시와 함께 다양한 소형의 모의 싱크홀을 이용한 싱크홀 탐지를 위한 학습 영상의 데이터베이스 구축에 활용될 수 있도록 하는, 모의 싱크홀 제작 방법을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

[0006] 또한, 본 발명은, 소형의 모의 싱크홀을 이용한 경험 및 실험 데이터를 바탕으로, 실제 싱크홀과 유사한 형태의 실물 크기의 다양한 너비 및 깊이 심도를 갖는 싱크홀을 제작하여 구성함으로써, 실제 싱크홀의 탐지를 위한 범용적인 데이터베이스 확보가 가능하고, 확보된 데이터베이스를 활용한 도심지역에서 발생되는 싱크홀의 탐지에 이론적 근거의 제공은 물론, 실제 싱크홀 탐지 장비에 범용적인 적용 및 활용이 가능하도록 하는, 모의 싱크홀 제작 방법을 제공하는 것을 또 다른 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 특징에 따른 모의 싱크홀 제작 방법은,

[0008] 모의 싱크홀 제작 방법으로서,

[0009] (1) 모의 싱크홀 제작을 위한 위치가 선정되는 단계;

[0010] (2) 상기 단계 (1)을 통해 선정된 위치에서 굴착 작업이 수행되는 단계;

[0011] (3) 상기 단계 (2)를 통해 굴착 작업이 완료된 싱크홀에 대해 심도 측정이 수행되는 단계; 및

[0012] (4) 상기 단계 (3)을 통해 심도 측정이 완료된 싱크홀에 덮개 제작을 이용하여 싱크홀의 마감처리가 수행되어 소형의 모의 싱크홀의 제작이 완료되는 단계를 포함하는 것을 그 구성상의 특징으로 한다.

[0013] 바람직하게는, 상기 단계 (1) 내지 단계 (4)의 과정을 통해 제작된 소형의 모의 싱크홀은,

[0014] 자연적으로 발생되는 싱크홀의 원인을 수집 분석한 데이터에 기초하여 굴착 작업을 통한 심도가 설정될 수 있다.

[0015] 더욱 바람직하게는, 상기 소형의 모의 싱크홀은,

[0016] 실제 자연지형에서 발생되는 실제 싱크홀의 크기를 축소한 모형으로 제작될 수 있다.

[0017] 더욱 바람직하게는, 상기 단계 (3)에서는,

[0018] 상기 굴착 작업이 완료된 싱크홀의 심도로서, 너비 50㎝, 높이 1m의 크기를 갖도록 구성할 수 있다.

[0019] 더욱 바람직하게는, 상기 단계 (4)에서는,

[0020] 상기 심도 측정이 완료된 싱크홀에 천을 이용하여 덮개를 제작하여 덮고, 그 위에 다시 흙을 덮는 형식으로 소형의 모의 싱크홀의 제작을 완료할 수 있다.

[0021] 더욱 바람직하게는, 상기 소형의 모의 싱크홀은,

[0022] 너비 50㎝와, 높이 1m의 크기를 갖는 동공 형태로 구성할 수 있다.

[0023] 더욱 바람직하게는, 상기 소형의 모의 싱크홀은,

[0024] 너비 50㎝와, 높이 1m의 크기를 갖는 동공 형태로 구성하되, 동공의 내부로 정제수가 채워지는 형태로 구성할 수 있다.

[0025] 더욱 더 바람직하게는, 상기 소형의 모의 싱크홀은,

[0026] 너비 50㎝와, 높이 1m의 크기를 갖는 동공 형태로 구성하고, 동공의 내부로 정제수가 채워지는 형태로

구성하되, 정제수는 10㎝ 내지 20㎝ 정도의 물이 차 있도록 구성될 수 있다.

[0027] 바람직하게는, 상기 소형의 모의 싱크홀은,

[0028] 평면의 형상이 실제 싱크홀의 형태와 유사한 원 또는 타원 모양으로 구성될 수 있다.

[0029] 더욱 바람직하게는, 상기 소형의 모의 싱크홀은,

[0030] 평면의 형태 및 심도의 형태가 납작한 그릇, 원기둥 혹은 깔때기 모양의 형태를 갖도록 구성할 수 있다.

[0031] 더욱 바람직하게는, 상기 소형의 모의 싱크홀은,

[0032] 실제 도심지역과 유사한 아스팔트 포장 면, 콘크리트 포장 면, 및 일반 흙의 지표 포장 종류별로 각각 구성될 수 있다.

[0033] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 특징에 따른 모의 싱크홀 제작 방법은,

[0034] 모의 싱크홀 제작 방법으로서,

[0035] (10) 실제 싱크홀과 유사한 크기 및 형태를 갖는 실물 모의 싱크홀 제작을 위해 선정된 위치에 서로 다른 너비와 서로 다른 깊이를 갖는 굴착 작업이 수행되는 단계; 및

[0036] (20) 상기 단계 (10)을 통해 굴착 작업이 완료된 서로 다른 너비와 서로 다른 깊이를 갖는 싱크홀들에 대해 덮개 제작을 이용하여 싱크홀들의 마감처리가 수행되어 실물 크기의 모의 싱크홀들의 제작이 완료되는 단계를 포함하는 것을 그 구성상의 특징으로 한다.

[0037] 바람직하게는, 상기 단계 (10)에서는,

[0038] 실제 싱크홀을 통해 수집 분석한 데이터에 기초하여 서로 다른 너비와 서로 다른 깊이의 굴착 작업이 수행될 수 있다.

[0039] 바람직하게는, 상기 단계 (10)에서는,

[0040] 지면으로부터 너비 0.6m와 심도 깊이 0.5m, 너비 0.7m와 심도 깊이 1m, 너비 0.8m와 심도 깊이 1.5m, 및 너비 1m와 심도 깊이 2m의 크기를 쌍으로 갖도록 8개의 싱크홀의 굴착 작업이 수행될 수 있다.

[0041] 더욱 바람직하게는,

[0042] 상기 8개의 싱크홀 중에서 서로 다른 너비와 서로 다른 심도 깊이를 갖는 4개의 싱크홀에는 공간이 빈 동공으로 형성되고, 나머지 4개의 싱크홀에는 정제수가 채워질 수 있다.

[0043] 더욱 더 바람직하게는, 상기 정제수가 채워진 4개의 싱크홀은,

[0044] 10㎝ 내지 20㎝ 정도의 물이 차 있도록 구성될 수 있다.

[0045] 더욱 바람직하게는,

[0046] 상기 실물 크기의 모의 싱크홀과 싱크홀 사이의 간격은 2m 간격을 갖도록 구성할 수 있다.

[0047] 바람직하게는, 상기 단계 (20)에서는,

[0048] 상기 굴착 작업이 완료된 서로 다른 너비와 서로 다른 심도 깊이를 갖는 싱크홀들에 대해 덮개 제작을 이용하여 싱크홀들의 마감처리를 수행하되, MDF 합판을 이용하여 상부 면을 덮은 후에 흙을 이용하여 덮어 마감처리가 완료되도록 할 수 있다.

[0049] 더욱 바람직하게는, 상기 단계 (20)에서는,

[0050] 일반 흙의 지표 포장 이외에도, 실제 도심지역과 유사한 아스팔트 포장 면 또는 콘크리트 포장 면의 마감처리를 포함할 수 있다.

[0051] 더욱 더 바람직하게는, 상기 실물 크기의 모의 싱크홀들은,

[0052] 평면의 형상이 원형 또는 타원 모양으로 구성되고, 심도의 형태는 납작한 그릇, 원기둥 또는 깔때기 모양의 형태를 갖도록 구성될 수 있다.

발명의 효과

[0053] 본 발명에서 제안하고 있는 모의 싱크홀 제작 방법에 따르면, 자연적으로 실제 발생하는 싱크홀로부터 수집 분석한 데이터에 기초하여 실제 싱크홀과 유사한 모양이나 질감, 복잡한 배경을 가지는 소형의 모의 싱크홀을 제작함으로써, 싱크홀 제작의 이론적 근거를 제시와 함께 다양한 소형의 모의 싱크홀을 이용한 싱크홀 탐지를 위한 학습 영상의 데이터베이스 구축에 활용될 수 있도록 할 수 있다.

[0054] 또한, 본 발명에 따르면, 소형의 모의 싱크홀을 이용한 경험 및 실험 데이터를 바탕으로, 실제 싱크홀과 유사한 형태의 실물 크기의 다양한 너비 및 깊이 심도를 갖는 싱크홀을 제작하여 구성함으로써, 실제 싱크홀의 탐지를 위한 범용적인 데이터베이스 확보가 가능하고, 확보된 데이터베이스를 활용한 도심지역에서 발생되는 싱크홀의 탐지에 이론적 근거의 제공은 물론, 실제 싱크홀 탐지 장비에 범용적인 적용 및 활용이 가능하도록 할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0055] 도 1은 자연적 요인에 의한 싱크홀 발생 원리 및 사례를 참고로 도시한 도면.

도 2는 인공 구조물에 의한 싱크홀 발생 원인 및 사례를 참고로 도시한 도면.

도 3은 우리나라에서 발생한 싱크홀 피해 사례를 일례로 도시한 도면.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 모의 싱크홀 제작 방법의 흐름을 도시한 도면.

도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 모의 싱크홀 제작 방법에 적용되는 제작된 소형의 모의 싱크홀 탐사 실험의 모식도를 도시한 도면.

도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 모의 싱크홀 제작 방법에 적용되는 소형 싱크홀 제작과정을 참고로 도시한 도면.

도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 모의 싱크홀 제작 방법에 적용되는 실물 크기의 모의 싱크홀 제작 흐름을 도시한 도면.

도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 모의 싱크홀 제작 방법에 적용되는 실물 크기의 모의 싱크홀의 모식도를 도시한 도면.

도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 모의 싱크홀 제작 방법에 적용되는 실물 크기의 모의 싱크홀 제작과정을 참고로 도시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0056] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있도록 바람직한 실시예를 상세히 설명한다. 다만, 본 발명의 바람직한 실시예를 상세하게 설명함에

있어, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 유사한 기능 및 작용을 하는 부분에 대해서는 도면 전체에 걸쳐 동일한 부호를 사용한다.

[0057] 덧붙여, 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 '연결' 되어 있다고 할 때, 이는 '직접적으로 연결' 되어 있는 경우뿐만 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 '간접적으로 연결' 되어 있는 경우도 포함한다. 또한, 어떤 구성요소를 '포함' 한다는 것은, 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있다는 것을 의미한다.

[0058] 도 1은 자연적 요인에 의한 싱크홀 발생 원리 및 사례를 참고로 도시한 도면이고, 도 2는 인공 구조물에 의한 싱크홀 발생 원인 및 사례를 참고로 도시한 도면이며, 도 3은 우리나라에서 발생한 싱크홀 피해 사례를 일례로 도시한 도면이다. 도 1의 (a)는 빗물이 스며들어 지하수가 형성됨에 따라 발생되는 싱크홀의 발생을 나타내고, 도 1의 (b)는 암반을 녹여 지하에 공동이 형성됨에 따라 발생되는 싱크홀의 발생을 나타내며, 도 1의 (c)는 지하수위가 낮아지면서 지반 침하가 발생됨에 따라 형성되는 싱크홀의 발생 구성을 나타내고 있다. 도 2는 인공적인 요인에 의한 싱크홀로서, 도시화에 의한 빗물 지하 침투량 감소, 지하수 과잉채수, 인공구조물 건설에 따른 지하수 유출량 증가 등의 인공구조물 건설에 의한 지하수 유출량 증가로 발생되는 싱크홀의 발생 사례를 나타내고 있다. 도 3은 2016년도에 우리나라에서 발생한 싱크홀의 피해 사례를 나타내는 것으로, 도 3의 (a)는 2016년 8월의 영등포구 싱크홀 피해 사례를 나타내고, 도 3의 (b)는 2016년 10월 제주시의 제주별빛누리공원에서 발생한 싱크홀 피해 사례를 나타내며, 도 3의 (c)는 2016년 8월 부산의 사직동 싱크홀 복구 상황을 나타내고 있다. 즉, 도 3에 도시된 바와 같이, 우리나라에서 발생하는 대부분의 싱크홀이 아스팔트로 포장된 도로, 주차장 등에서 발생하고 있는바, 급격한 도시화로 인한 싱크홀 발생에 대응하여 빠른 싱크홀 탐색 기술이 절실히 요구되고 있다. 이하에서는 싱크홀 탐지를 위한 학습 영상의 데이터베이스 구축에 활용될 수 있는 모의 싱크홀 제작 방법에 대해 상세히 설명하기로 한다.

[0059] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 모의 싱크홀 제작 방법의 흐름을 도시한 도면이고, 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 모의 싱크홀 제작 방법에 적용되는 제작된 소형의 모의 싱크홀 탐사 실험의 모식도를 도시한 도면이며, 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 모의 싱크홀 제작 방법에 적용되는 소형 싱크홀 제작과정을 참고로 도시한 도면이다. 도 4 내지 도 6에 각각 도시된 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 모의 싱크홀 제작 방법은, 모의 싱크홀 제작을 위한 위치가 선정되는 단계(S110), 선정된 위치에서 굴착 작업이 수행되는 단계(S120), 굴착 작업이 완료된 싱크홀에 대해 심도 측정이 수행되는 단계(S130), 및 소형의 모의 싱크홀의 제작이 완료되는 단계(S140)를 포함하여 구현될 수 있다.

[0060] 단계 S110에서는, 모의 싱크홀 제작을 위한 위치가 선정된다. 이러한 단계 S110에서는 실제 자연지형에서 발생되는 실제 싱크홀의 크기를 축소한 모형을 제작하기 위한 위치를 선정하게 된다.

[0061] 단계 S120에서는, 단계 S110을 통해 선정된 위치에서 굴착 작업이 수행된다. 이러한 단계 S120에서는 실제 자연지형에서 발생되는 실제 싱크홀의 크기를 축소한 모형으로 제작되는 소형의 모형 싱크홀의 굴착을 수행하게 된다. 즉, 소형이 모의 싱크홀 제작을 위한 굴착 작업이므로, 도 6의 (b)에 도시된 바와 같이, 사람의 인력을 통한 굴착 작업이 진행될 수 있다.

[0062] 단계 S130에서는, 단계 S120을 통해 굴착 작업이 완료된 싱크홀에 대해 심도 측정이 수행된다. 이러한 단계 S130에서는 굴착 작업이 완료된 싱크홀의 심도로서, 너비 50㎝, 높이 1m의 크기를 갖도록 구성할 수 있다. 여기서, 심도의 측정은 도 6의 (c)에 도시된 바와 같이, 소형의 모의 싱크홀의 모형 제작이므로, 줄자를 이용하여 간단히 측정할 수 있다.

[0063] 단계 S140에서는, 단계 S130을 통해 심도 측정이 완료된 싱크홀에 덮개 제작을 이용하여 싱크홀의 마감처리가 수행되어 소형의 모의 싱크홀의 제작이 완료된다. 이러한 단계 S140에서는 도 6의 (d)에 도시된 바와 같이, 심도 측정이 완료된 싱크홀에 천을 이용하여 덮개를 제작하여 덮고, 그 위에 다시 흙을 덮는 형식으로 소형의 모의 싱크홀의 제작을 완료할 수 있다. 여기서, 제작이 완료된 소형의 모의 싱크홀은 도 5에 도시된 바와 같이, 너비 50㎝와, 높이 1m의 크기를 갖는 동공 형태로 구성할 수 있다. 또한, 소형의 모의 싱크홀은 너비 50㎝와, 높이 1m의 크기를 갖는 동공 형태로 구성하되, 동공의 내부로 정제수가 채워지는 형태로 구성할 수 있다. 또한, 소형의 모의 싱크홀은 도 5에 도시된 바와 같이, 너비 50㎝와, 높이 1m의 크기를 갖는 동공 형태로 구성하고, 동공의 내부로 정제수가 채워지는 형태로 구성하되, 정제수는 10㎝ 내지 20㎝ 정도의 물이 차 있도록 구성될 수 있다.

[0064] 단계 S110 내지 S140의 과정을 통해 제작되는 소형의 모의 싱크홀은 자연적으로 발생되는 싱크홀의 원인을 수집 분석한 데이터에 기초하여 굴착 작업을 통한 심도가 설정될 수 있다. 여기서, 제작이 완료된 소형의 모의 싱크홀은 평면의 형상이 실제 싱크홀의 형태와 유사한 원 또는 타원 모양으로 구성될 수 있다. 또한, 소형의 모의 싱크홀은 평면의 형태 및 심도의 형태가 납작한 그릇, 원기둥 혹은 깔때기 모양의 형태를 갖도록 구성할 수 있다. 또한, 소형의 모의 싱크홀은 실제 도심지역과 유사한 아스팔트 포장 면, 콘크리트 포장 면, 및 일반 흙의 지표 포장 종류별로 각각 구성될 수 있다.

[0065] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 모의 싱크홀 제작 방법에 따라 너비 50㎝와, 높이 1m의 크기를 갖는 빈 공간을 형성하는 동공 형태의 소형의 모의 싱크홀과, 너비 50㎝와, 높이 1m의 크기를 갖는 동공 형태로 구성하고, 동공의 내부로 정제수가 10㎝ 내지 20㎝ 정도의 물이 차 있도록 구성되는 소형의 모의 싱크홀의 구성을 나타내고 있다. 이와 같이 제작된 소형의 모의 싱크홀들은 열 영상 카메라에 의해 촬영되고, 촬영된 이미지들은 싱크홀 탐지를 위한 학습 영상의 데이터베이스 구축에 활용될 수 있다. 이때, 열 영상 카메라는 드론에 장착되어 소형의 모의 싱크홀들을 촬영할 수 있으며, 실제 촬영 높이는 3m를 적용할 수 있다. 즉, 실제 최종 성능평가의 동영상 촬영 거리(탐지 거리)는 10m 이나, 소형 싱크홀 촬영이므로 촬영 거리를 실물크기 촬영의 1/3로 축소하여 적용하고 있다.

[0066] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 모의 싱크홀 제작 방법에 적용되는 소형 싱크홀 제작과정을 참고로 나타내는 도면으로, 도 6의 (a)는 소형의 모의 싱크홀 제작의 위치 선정을 나타내고, 도 6의 (b)는 소형의 모의 싱크홀 제작의 굴착 작업을 나타내며, 도 6의 (c)는 소형의 모의 싱크홀 제작의 심도 측정을 나타내고, 도 6의 (d)는 소형의 모의 싱크홀 제작의 덮개 제작 및 마감 처리 과정을 나타내고 있다.

[0067] 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 모의 싱크홀 제작 방법에 적용되는 실물 크기의 모의 싱크홀 제작 흐름을 도시한 도면이고, 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 모의 싱크홀 제작 방법에 적용되는 실물 크기의 모의 싱크홀의 모식도를 도시한 도면이며, 도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 모의 싱크홀 제작 방법에 적용되는 실물 크기의 모의 싱크홀 제작과정을 참고로 도시한 도면이다. 도 7 내지 도 9에 각각 도시된 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 모의 싱크홀 제작 방법은, 실물 모의 싱크홀 제작을 위해 선정된 위치에 서로 다른 너비와 서로 다른 깊이를 갖는 굴착 작업이 수행되는 단계(S210), 및 실물 크기의 모의 싱크홀들의 제작이 완료되는 단계(S220)를 포함하여 구현될 수 있다.

[0068] 단계 S210에서는, 실제 싱크홀과 유사한 크기 및 형태를 갖는 실물 모의 싱크홀 제작을 위해 선정된 위치에 서로 다른 너비와 서로 다른 깊이를 갖는 굴착 작업이 수행된다. 이러한 단계 S210에서는 실제 싱크홀을 통해 수집 분석한 데이터에 기초하여 서로 다른 너비와 서로 다른 깊이의 굴착 작업이 수행될 수 있다. 즉, 단계 S210에서는 도 8에 도시된 바와 같이, 지면으로부터 너비 0.6m와 심도 깊이 0.5m, 너비 0.7m와 심도 깊이 1m, 너비 0.8m와 심도 깊이 1.5m, 및 너비 1m와 심도 깊이 2m의 크기를 쌍으로 갖도록 8개의 싱크홀의 굴착 작업이 수행될 수 있다.

[0069] 단계 S220에서는, 단계 S210을 통해 굴착 작업이 완료된 서로 다른 너비와 서로 다른 깊이를 갖는 싱크홀들에 대해 덮개 제작을 이용하여 싱크홀들의 마감처리가 수행되어 실물 크기의 모의 싱크홀들의 제작이 완료된다. 이러한 단계 S220을 통해 제작이 완료된 실물 크기의 모의 싱크홀들은, 8개의 싱크홀 중에서 서로 다른 너비와 서로 다른 심도 깊이를 갖는 4개의 싱크홀에는 공간이 빈 동공으로 형성되고, 나머지 4개의 싱크홀에는 정제수가 채워지도록 구성할 수 있다. 이때, 정제수가 채워진 4개의 싱크홀은 10㎝ 내지 20㎝ 정도의 물이 차 있도록 구성될 수 있다. 또한, 실물 크기의 모의 싱크홀과 싱크홀 사이의 간격은 2m 간격을 갖도록 구성할 수 있다.

[0070] 또한, 단계 S220에서는 굴착 작업이 완료된 서로 다른 너비와 서로 다른 심도 깊이를 갖는 싱크홀들에 대해 덮개 제작을 이용하여 싱크홀들의 마감처리를 수행하되, MDF 합판을 이용하여 상부 면을 덮은 후에 흙을 이용하여 덮어 마감처리가 완료되도록 할 수 있다. 또한, 단계 S220에서는 일반 흙의 지표 포장 이외에도, 실제 도심지역과 유사한 아스팔트 포장 면 또는 콘크리트 포장 면의 마감처리를 포함할 수 있다. 여기서, 실물 크기의 모의 싱크홀들은 평면의 형상이 원형 또는 타원 모양으로 구성되고, 심도의 형태는 납작한 그릇, 원기둥 또는 깔때기 모양의 형태를 갖도록 구성될 수 있다.

[0071] 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 모의 싱크홀 제작 방법에 적용되는 실물 크기의 모의 싱크홀의 모식 구성도로서, 최대한 실제 싱크홀과 유사한 형태로 제작될 수 있다. 이때, 싱크홀과 싱크홀의 간격은 2.0m로 정의하고, 열 영상 카메라가 부착된 드론으로 10m의 높이에서 싱크홀을 촬영하고, 촬영된 이미지들이 싱크홀 탐지를 위한 학습 영상의 데이터베이스 구축에 활용될 수 있도록 할 수 있다.

[0072] 도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 모의 싱크홀 제작 방법에 적용되는 실물 크기의 모의 싱크홀 제작과정을 참고로 나타내고 있으며, 굴착 작업과 심도 측정과 MDF 설치와 흙덮기와 위치표시의 과정이 수행될 수 있다. 이러한 실물 크기의 싱크홀은 싱크홀의 심도가 너무 깊어 인력으로는 굴착이 불가하므로 도시된 바와 같이, 포크레인을 이용하여 굴착될 수 있다. 또한, 심도 측정을 토해 제작된 싱크홀의 덮개 제작으로 싱크홀의 깊이가 깊은 만큼 넓이 또한 커지므로, MDF 합판을 이용하여 상부 면을 덮은 후에 흙을 이용하여 덮어 싱크홀 덮개를 제작 완료하게 된다. 이어, 실물 크기의 모의 싱크홀의 제작으로 심도가 깊은 만큼 혹시 모를 안전사고를 우려하여 싱크홀 주변에 접근을 방지하는 안전망을 설치할 수 있으며, 특히 상부 덮개에 흙 입자가 땅 표면의 흙보다 수분함량이 높아 땅 표면의 수분함량이 같아지도록 증발기간을 두어 싱크홀 제작 3일 후에 영상 촬영이 진행될 수 있도록 할 수 있다.

[0073] 상술한 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 모의 싱크홀 제작 방법은, 자연적으로 실제 발생하는 싱크홀로부터 수집 분석한 데이터에 기초하여 실제 싱크홀과 유사한 모양이나 질감, 복잡한 배경을 가지는 소형의 모의 싱크홀을 제작함으로써, 싱크홀 제작의 이론적 근거를 제시와 함께 다양한 소형의 모의 싱크홀을 이용한 싱크홀 탐지를 위한 학습 영상의 데이터베이스 구축에 활용될 수 있도록 할 수 있고, 또한, 소형의 모의 싱크홀을 이용한 경험 및 실험 데이터를 바탕으로, 실제 싱크홀과 유사한 형태의 실물 크기의 다양한 너비 및 깊이 심도를 갖는 싱크홀을 제작하여 구성함으로써, 실제 싱크홀의 탐지를 위한 범용적인 데이터베이스 확보가 가능하고, 확보된 데이터베이스를 활용한 도심지역에서 발생되는 싱크홀의 탐지에 이론적 근거의 제공은 물론, 실제 싱크홀 탐지 장비에 범용적인 적용 및 활용이 가능하도록 할 수 있게 된다.

[0074] 즉, 본 발명에 따른 모의 싱크홀 제작 방법은, 싱크홀 제작의 이론적 근거에 기초하여 범용적인 실험을 위한 데이터베이스 확보는 물론, 싱크홀이 발생되는 과정에서 싱크홀 형태와 모양, 침하 방식, 물이 차 있는 경우와 비어 있는 경우에 대한 다양한 자료 분석의 데이터를 제공할 수 있으며, 이는 싱크홀 크기에 비례한 깊이를 예측하고 실제 자연지형에서 모형으로 제작하여 싱크홀 탐지에 기초 데이터, 즉 싱크홀 탐지의 데이터베이스 구현에 이용될 수 있도록 한다. 또한, 싱크홀 제작과 열 영상간의 상호상관 관계를 통해 자연에서 존재하는 싱크홀 이외에도, 도심지역에서 발생되는 싱크홀을 탐지하는데도 중용한 이론적 근거 및 데이터베이스 구축에 활용되고, 특히 데이터베이스의 구축 및 확보가 어려운 싱크홀 연구에 범용적으로 활용될 수 있는 토대가 마련될 수 있도록 할 수 있다.

[0075] 이상 설명한 본 발명은 본 발명이 속한 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의하여 다양한 변형이나 응용이 가능하며, 본 발명에 따른 기술적 사상의 범위는 아래의 특허청구범위에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0076] S110: 모의 싱크홀 제작을 위한 위치가 선정되는 단계

S120: 선정된 위치에서 굴착 작업이 수행되는 단계

S130: 굴착 작업이 완료된 싱크홀에 대해 심도 측정이 수행되는 단계

S140: 소형의 모의 싱크홀의 제작이 완료되는 단계

S210: 실물 모의 싱크홀 제작을 위해 선정된 위치에 서로 다른 너비와 서로 다른 깊이를 갖는 굴착 작업이 수행되는 단계

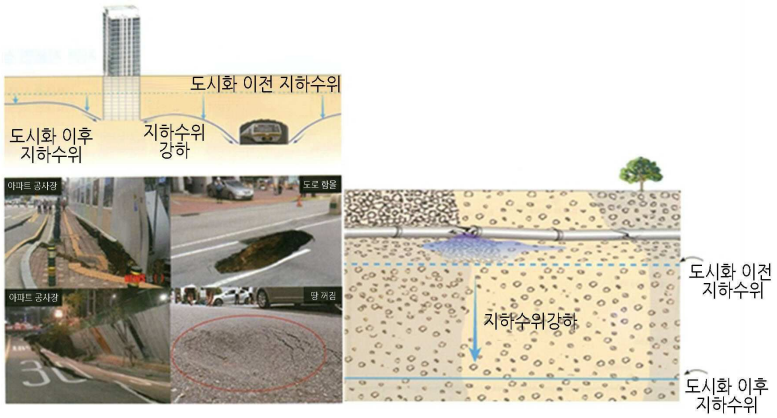
S220: 실물 크기의 모의 싱크홀들의 제작이 완료되는 단계

도면

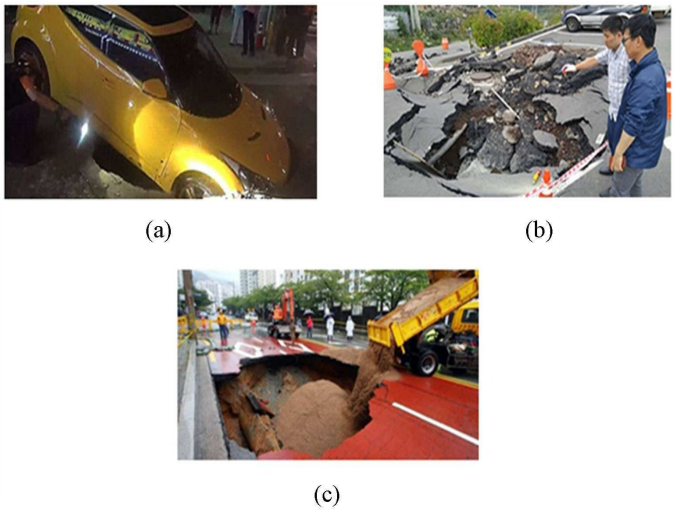
도면1



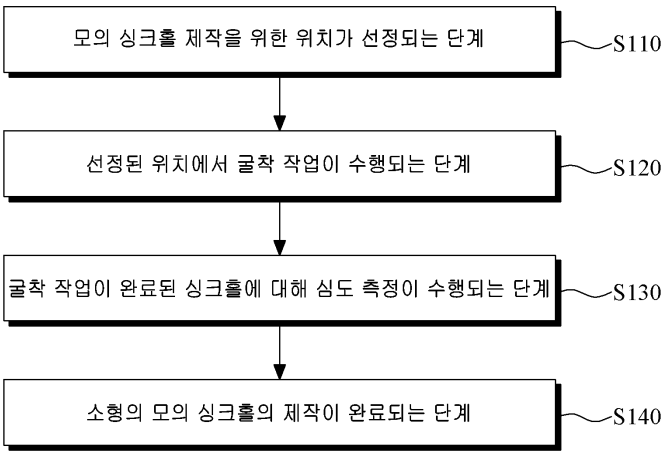
도면2



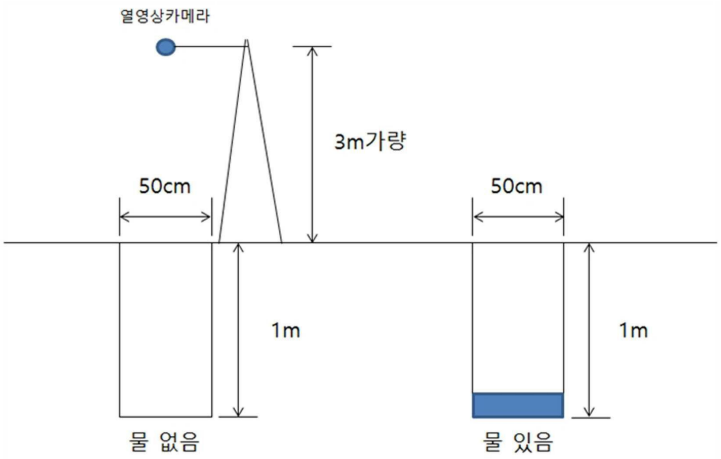
도면3


(a)
(b)
(c)

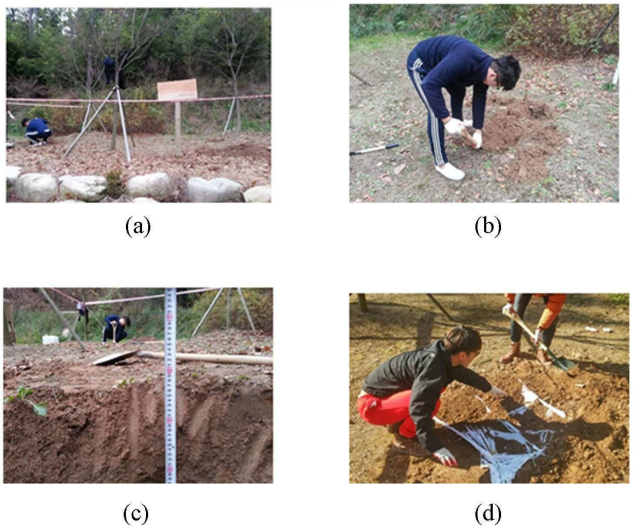
도면4


모의 싱크홀 제작을 위한 위치가 선정되는 단계
S110
선정된 위치에서 굴착 작업이 수행되는 단계
S120
굴착 작업이 완료된 싱크홀에 대해 심도 측정이 수행되는 단계
S130
소형의 모의 싱크홀의 제작이 완료되는 단계
S140

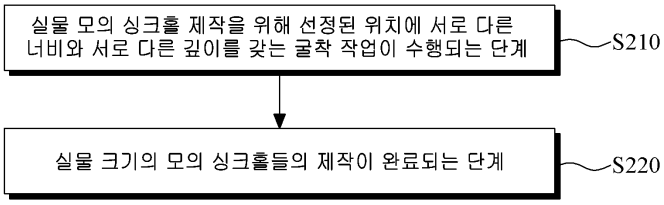
도면5


열영상카메라
3m가량
50cm
50cm
1m
1m
물 없음
물 있음

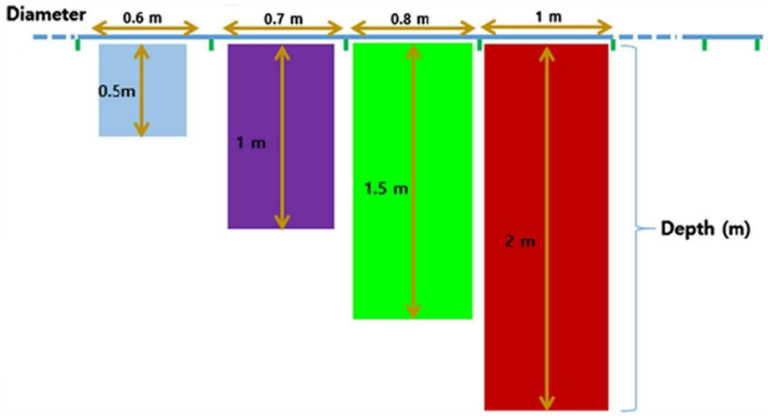
도면6


(a)
(b)
(c)
(d)

도면7


실물 모의 싱크홀 제작을 위해 선정된 위치에 서로 다른 너비와 서로 다른 깊이를 갖는 굴착 작업이 수행되는 단계
S210
실물 크기의 모의 싱크홀들의 제작이 완료되는 단계
S220

도면8


Diameter
0.6 m
0.7 m
0.8 m
1 m
0.5m
1 m
1.5 m
2 m
Depth (m)

도면9

