



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2018년10월19일  
 (11) 등록번호 10-1909998  
 (24) 등록일자 2018년10월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 G06Q 50/26 (2012.01) G06Q 50/06 (2012.01)  
 (52) CPC특허분류  
 G06Q 50/26 (2013.01)  
 G01B 11/16 (2013.01)  
 (21) 출원번호 10-2017-0028821  
 (22) 출원일자 2017년03월07일  
 심사청구일자 2017년03월07일  
 (65) 공개번호 10-2018-0102339  
 (43) 공개일자 2018년09월17일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 KR101557865 B1\*  
 JP2015090345 A\*  
 KR1020150080080 A\*  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
 한국건설기술연구원  
 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)  
 (72) 발명자  
 곽필재  
 인천광역시 서구 완정로64번길 7 (검단4동) 117동 501호  
 강제모  
 경기도 고양시 일산서구 대화1로 51 대화마을3단지아파트 302동 704호  
 (뒷면에 계속)  
 (74) 대리인  
 특허법인주원

전체 청구항 수 : 총 11 항

심사관 : 최윤겸

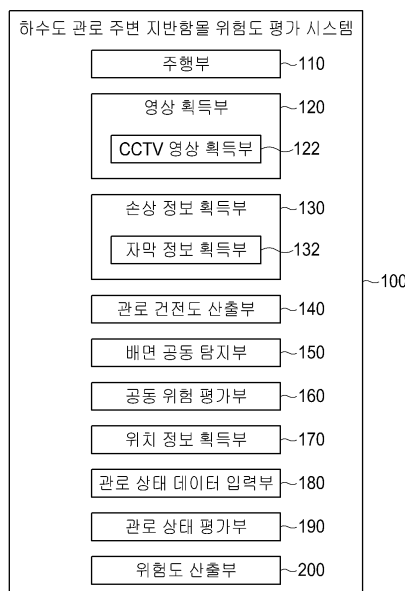
(54) 발명의 명칭 하수도 관로 주변 지반함몰 위험도 평가 시스템, 방법, 및 상기 방법을 실행시키기 위한 컴퓨터 판독 가능한 프로그램을 기록한 기록 매체

**(57) 요약**

하수도 관로 주변 지반함몰 위험도 평가 시스템은 주행부, 영상 획득부, 손상 정보 획득부, 관로 건전도 산출부, 배면 공동 탐지부, 공동 위험 평가부, 위험도 산출부를 포함한다. 주행부는 하수도 관로 내부를 주행하고, 영상 획득부는 주행부에 탑재되어 하수도 관로 내측의 서로 다른 영역의 영상을 각각 획득하고, 손상 정보 획득부는

(뒷면에 계속)

**대표도** - 도1



획득된 영상으로부터 하수도 관로 내부의 미리 설정된 손상 정보를 획득하고, 관로 건전도 산출부는 손상 정보를 미리 설정된 하수도 관로 건전도 평가 기준과 비교하여 하수도 관로의 건전도를 산출하고, 배면 공동 탐지부는 주행부에 탑재되어 하수도 관로 배면의 공동을 탐지하여 배면 공동 정보를 획득하고, 공동 위험 평가부는 배면 공동 정보를 미리 설정된 배면 공동 평가 기준과 비교하여 하수도 관로의 배면 공동 위험도를 산출하며, 위험도 산출부는 하수도 관로 건전도와 하수도 관로의 배면 공동 위험도를 이용하여 하수도 관로 주변의 지반함몰 위험도를 산출한다.

(52) CPC특허분류

*G06Q 50/06* (2013.01)

*H04N 7/18* (2013.01)

(72) 발명자

**최창호**

경기도 고양시 일산서구 킨텍스로 410 후곡마을7단지아파트 711동 801호

**김진영**

전라남도 나주시 석정길 22-21

**박상혁**

인천광역시 연수구 학나래로109번길 5 1동 402호  
(선학동, 인선하이츠)

**박영수**

서울특별시 광진구 능동로23길 22

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

하수도 관로 내부를 주행하는 주행부;

상기 주행부에 탑재되어 상기 하수도 관로 내측의 서로 다른 영역의 영상을 각각 획득하는 복수의 영상 획득부;

상기 획득된 영상으로부터 상기 하수도 관로 내부의 미리 설정된 손상 정보를 획득하는 손상 정보 획득부;

상기 손상 정보를 미리 설정된 하수도 관로 건전도 평가 기준과 비교하여 상기 하수도 관로의 건전도를 산출하는 관로 건전도 산출부;

상기 주행부에 탑재되어 상기 하수도 관로 배면의 공동을 탐지하여 배면 공동 정보를 획득하는 배면 공동 탐지부;

상기 배면 공동 정보를 미리 설정된 배면 공동 평가 기준과 비교하여 상기 하수도 관로의 배면 공동 위험도를 산출하는 공동 위험 평가부; 및

상기 하수도 관로 건전도와 상기 하수도 관로의 배면 공동 위험도를 이용하여 상기 하수도 관로 주변의 지반함몰 위험도를 산출하는 위험도 산출부를 포함하는 하수도 관로 주변 지반함몰 위험도 평가 시스템으로서,

상기 영상 획득부는 상기 하수도 관로 내부의 CCTV 영상을 획득하는 CCTV 영상 획득부를 포함하며,

상기 손상 정보 획득부는 상기 CCTV 영상의 자막 정보를 추출하는 자막 정보 추출부를 포함하고,

상기 관로 건전도 산출부는 상기 자막 정보를 상기 하수도 관로 건전도 평가 기준과 더 비교하여 상기 하수도 관로의 건전도를 산출하는 것을 특징으로 하는 하수도 관로 주변 지반함몰 위험도 평가 시스템.

#### 청구항 2

삭제

#### 청구항 3

삭제

#### 청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 주행부의 위치를 획득하는 위치 정보 획득부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 하수도 관로 주변 지반함몰 위험도 평가 시스템.

#### 청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 손상 정보 획득부는 상기 미리 설정된 손상 정보가 획득되는 영상 획득 영역에 대해 상기 배면 공동 탐지부가 배면 공동 정보를 획득하도록 하는 것을 특징으로 하는 하수도 관로 주변 지반함몰 위험도 평가 시스템.

#### 청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 하수도 관로에 대해 미리 설정된 상태 데이터를 입력받는 관로 상태 데이터 입력부; 및

상기 상태 데이터를 미리 설정된 상태 데이터 기준과 비교하여 상기 하수도 관로의 상태 양호도를 산출하는 관로 상태 평가부를 더 포함하며,

상기 위험도 산출부는 상기 상태 양호도를 더 이용하여 상기 하수도 관로 주변의 지반함몰 위험도를 산출하는 것을 특징으로 하는 하수도 관로 주변 지반함몰 위험도 평가 시스템.

**청구항 7**

청구항 6에 있어서,

상기 상태 데이터 기준은 상기 하수도 관로의 관중, 관 직경, 매설년도, 배수 형태, 매설 주변 도로 현황, 유지 관리 이력, 시공 정보 중 적어도 하나에 대한 기준인 것을 특징으로 하는 하수도 관로 주변 지반함몰 위험도 평가 시스템.

**청구항 8**

하수도 관로 주변 지반함몰 위험도 평가 시스템이,

하수도 관로 내부를 주행하는 주행부상에서 상기 하수도 관로 내측의 서로 다른 영역의 영상을 각각 획득하는 영상 획득 단계;

상기 획득된 영상으로부터 상기 하수도 관로 내부의 미리 설정된 손상 정보를 획득하는 손상 정보 획득 단계;

상기 손상 정보를 미리 설정된 하수도 관로 건전도 평가 기준과 비교하여 상기 하수도 관로의 건전도를 산출하는 관로 건전도 산출 단계;

상기 하수도 관로 배면의 공동을 탐지하여 배면 공동 정보를 획득하는 배면 공동 탐지 단계;

상기 배면 공동 정보를 미리 설정된 배면 공동 평가 기준과 비교하여 상기 하수도 관로의 배면 공동 위험도를 산출하는 공동 위험 평가 단계; 및

상기 하수도 관로 건전도와 상기 하수도 관로의 배면 공동 위험도를 이용하여 상기 하수도 관로 주변의 지반함몰 위험도를 산출하는 위험도 산출 단계를 포함하는 하수도 관로 주변 지반함몰 위험도 평가 방법으로서,

상기 영상 획득 단계는 상기 하수도 관로 내부의 CCTV 영상을 더 획득하며,

상기 손상 정보 획득 단계는 상기 CCTV 영상의 자막 정보를 추출하는 자막 정보 추출 단계를 포함하고,

상기 관로 건전도 산출 단계는 상기 자막 정보를 상기 하수도 관로 건전도 평가 기준과 더 비교하여 상기 하수도 관로의 건전도를 산출하는 것을 특징으로 하는 하수도 관로 주변 지반함몰 위험도 평가 방법.

**청구항 9**

삭제

**청구항 10**

삭제

**청구항 11**

청구항 8에 있어서,

상기 주행부의 위치 정보를 획득하는 위치 정보 획득 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 하수도 관로 주변 지반함몰 위험도 평가 방법.

**청구항 12**

청구항 11에 있어서,

상기 손상 정보 획득 단계는 상기 미리 설정된 손상 정보가 획득되는 영상 획득 영역에 대해 상기 배면 공동 탐지 단계가 수행되도록 하는 것을 특징으로 하는 하수도 관로 주변 지반함몰 위험도 평가 방법.

**청구항 13**

청구항 8에 있어서,

상기 하수도 관로에 대해 미리 설정된 상태 데이터를 입력받는 관로 상태 데이터 입력 단계; 및

상기 상태 데이터를 미리 설정된 상태 데이터 기준과 비교하여 상기 하수도 관로의 상태 양호도를 산출하는 관로 상태 평가 단계를 더 포함하며,

상기 위험도 산출 단계는 상기 상태 양호도를 더 이용하여 상기 하수도 관로 주변의 지반함몰 위험도를 산출하는 것을 특징으로 하는 하수도 관로 주변 지반함몰 위험도 평가 방법.

**청구항 14**

청구항 13에 있어서,

상기 상태 데이터 기준은 상기 하수도 관로의 관중, 관 직경, 매설년도, 배수 형태, 매설 주변 도로 현황, 유지관리 이력, 시공 정보 중 적어도 하나에 대한 기준인 것을 특징으로 하는 하수도 관로 주변 지반함몰 위험도 평가 방법.

**청구항 15**

청구항 8, 청구항 11 내지 청구항 14 중 어느 한 항의 방법을 실행시키기 위한 컴퓨터 판독 가능한 프로그램을 기록한 기록 매체.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 지반함몰 위험도를 평가하기 위한 시스템 및 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 하수도 관로 주변의 지반함몰 위험도를 평가하기 위한 시스템 및 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0003] 최근 들어 싱크홀(sing hole)의 발생 빈도가 증가하고 있으며, 이에 따른 피해사례도 증가하고 있다. 특히, 도심지역에서는 상하수도 관로 또는 지하철 선로에 관련되어 싱크홀이 다수 발생하고 있는데, 발생지역의 특수성으로 인해 피해액이 커 더욱 문제가 되고 있다.

[0004] 싱크홀의 발생을 예측하기 위한 시도는 이전부터 계속되고 왔으며, 예를 들어, 일본 특허출원 제2008-135526호나, 일본 특허 출원 제2005-168680호 등에서는 싱크홀 발생의 위험도를 측정하기 위한 기술들을 개시하고 있다.

[0005] 하지만, 이러한 기술들은 지진에 기초한 지반 붕괴 위험성을 예측하기 위한 기술들로서, 상하수도 관로에 관련되어 발생하는 지반함몰 위험도를 예측하기 위한 용도로 사용하기에는 부적합한 측면이 존재한다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0007] 본 발명은 상술한 종래의 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 하수도 관로 주변의 지반함몰 위험도를 보다 효과적으로 평가할 수 있는 시스템 및 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

**과제의 해결 수단**

[0009] 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명에 따른 하수도 관로 주변 지반함몰 위험도 평가 시스템은 주행부, 영상 획득부, 손상 정보 획득부, 관로 건전도 산출부, 배면 공동 탐지부, 공동 위험 평가부, 및 위험도 산출부를 포함한다.

[0010] 주행부는 하수도 관로 내부를 주행하고, 복수의 영상 획득부는 주행부에 탑재되어 하수도 관로 내측의 서로 다른 영역의 영상을 각각 획득하고, 손상 정보 획득부는 획득된 영상으로부터 하수도 관로 내부의 미리 설정된 손상 정보를 획득하고, 관로 건전도 산출부는 손상 정보를 미리 설정된 하수도 관로 건전도 평가 기준과 비교하여 하수도 관로의 건전도를 산출하고, 배면 공동 탐지부는 주행부에 탑재되어 하수도 관로 배면의 공동을 탐지하여 배면 공동 정보를 획득하고, 공동 위험 평가부는 배면 공동 정보를 미리 설정된 배면 공동 평가 기준과 비교하여 하수도 관로의 배면 공동 위험도를 산출하며, 위험도 산출부는 하수도 관로 건전도와 하수도 관로의 배면 공동 위험도를 이용하여 하수도 관로 주변의 지반함몰 위험도를 산출한다.

[0011] 이와 같은 구성에 의하면, 하수도 관로 내부에서 획득된 영상 정보와 하수도 관로 배면 공동 탐지 정보를 이용하여, 하수도 관로 주변의 지반함몰 위험도를 보다 효과적으로 평가할 수 있게 된다.

[0013] 이때, 영상 획득부는 하수도 관로 내부의 CCTV 영상을 획득하는 CCTV 영상 획득부를 포함할 수 있다. 이와 같은 구성에 의하면, 하수관로 분석을 위해 근접 촬영된 하수도 관로 내측면 영상과 함께 하수도 관로 내부의 CCTV 영상을 활용할 수 있게 된다.

[0015] 또한, 손상 정보 획득부는 CCTV 영상의 자막 정보를 추출하는 자막 정보 추출부를 포함할 수 있다. 이와 같은 구성에 의하면, CCTV 영상뿐만 아니라 영상과 함께 출력되는 자막 정보까지 하수관로 분석에 이용할 수 있게 된다.

[0017] 또한, 주행부의 위치를 획득하는 위치 정보 획득부를 더 포함할 수 있다. 이와 같은 구성에 의하면, 하수도 관로의 손상이나 배면 공동의 존재나 상태는 물론 그 위치까지 파악할 수 있게 된다.

[0019] 또한, 손상 정보 획득부는 미리 설정된 손상 정보가 획득되는 영상 획득 영역에 대해 배면 공동 탐지부가 배면 공동 정보를 획득하도록 할 수 있다. 이와 같은 구성에 의하면, 배면 공동의 가능성이 높은 영역에 대해서 중점적으로 배면 공동의 탐지를 수행할 수 있게 된다.

[0021] 또한, 하수도 관로에 대해 미리 설정된 상태 데이터를 입력받는 관로 상태 데이터 입력부, 및 입력된 상태 데이터를 미리 설정된 상태 데이터 기준과 비교하여 하수도 관로의 상태 양호도를 산출하는 관로 상태 평가부를 더 포함하며, 위험도 산출부는 관로의 상태 양호도를 더 이용하여 하수도 관로 주변의 지반함몰 위험도를 산출할 수 있다.

[0022] 이와 같은 구성에 의하면, 기존에 확보되어 있는 하수도 관로 관련 자료 및 운영 관리자들의 의견을 활용하여 지반함몰 위험도를 보다 효과적으로 평가할 수 있게 된다.

[0024] 또한, 상태 데이터 기준은 하수도 관로의 관중, 관 직경, 매설년도, 배수 형태, 매설 주변 도로 현황, 유지 관리 이력, 시공 정보 중 적어도 하나에 대한 기준일 수 있다.

[0026] 아울러, 상기 시스템을 방법의 형태로 구현한 발명과 상기 방법을 실행시키기 위한 컴퓨터 판독 가능한 프로그램을 기록한 기록 매체가 개시된다.

**발명의 효과**

[0028] 본 발명에 의하면, 하수도 관로 내부에서 획득된 영상 정보와 배면 공동 탐지 정보를 이용하여, 하수도 관로 주변의 지반함몰 위험도를 보다 효과적으로 평가할 수 있게 된다.

[0030] 또한, 하수관로 분석을 위해 근접 촬영된 하수도 관로 내측면 영상과 함께 하수도 관로 내부의 CCTV 영상을 활용할 수 있게 된다.

[0032] 또한, CCTV 영상뿐만 아니라 영상과 함께 출력되는 자막 정보까지 하수관로 분석에 이용할 수 있게 된다.

- [0034] 또한, 하수도 관로의 손상이나 배면 공동의 존재나 상태는 물론 그 위치까지 파악할 수 있게 된다.
- [0036] 또한, 배면 공동의 가능성이 높은 영역에 대해서 중점적으로 배면 공동의 탐지를 수행할 수 있게 된다.
- [0038] 또한, 기존에 확보되어 있는 하수도 관로 관련 자료 및 운영 관리자들의 의견을 활용하여 지반함몰 위험도를 보다 효과적으로 평가할 수 있게 된다.

**도면의 간단한 설명**

- [0040] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 하수도 관로 주변 지반함몰 평가 시스템의 개략적인 블록도.
- 도 2는 하수도 관로 상태 평가표의 예.
- 도 3은 상태 평가 점수에 따른 등급 및 판단 기준표의 예.
- 도 4는 하수도 관로 상태 평가 결과가 지반함몰 위험도에 미치는 영향을 도시한 표의 예.
- 도 5는 하수도 관로의 상태 평가, 건전도 평가 및 배면 공동 여부가 지반함몰 위험도에 미치는 영향을 도시한 표의 예.
- 도 6은 하수도 관로 주변의 지반함몰 위험도 평가표의 예.
- 도 7은 Sewer-SRI의 평가 기준표의 예.
- 도 8은 본 발명에 따른 상수도 관로 주변 지반함몰 위험도 평가 방법의 개략적인 흐름도.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0041] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명한다.
- [0042] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 하수도 관로 주변 지반함몰 평가 시스템의 개략적인 블록도이다. 지반함몰 위험도 평가 시스템(100)은 주행부(110), 영상 획득부(120), 손상 정보 획득부(130), 관로 건전도 산출부(140), 배면 공동 탐지부(150), 공동 위험 평가부(160), 위치 정보 획득부(170), 관로 상태 데이터 입력부(180), 관로 상태 평가부(190), 및 위험도 산출부(200)를 포함하며, 영상 획득부(120)는 다시 CCTV 영상 획득부(122), 손상 정보 획득부(130)는 자막 정보 추출부(132)를 각각 포함한다.
- [0043] 도 1에서, 지반함몰 위험도 평가 시스템(100)의 각 구성요소들은 하드웨어만으로 구현될 수 있겠지만, 하드웨어 및 하드웨어상에서 동작하는 소프트웨어로 함께 구현되는 것이 일반적일 것이다.
- [0045] 주행부(110)는 하수도 관로 내부를 주행한다. 이를 위해, 주행부(110)는 하수 관중 및 환경 조건에 따라 조정될 수 있으며, 예를 들어, 800mm ~ 1200mm 하수도 관로를 주행할 수 있는 무인 주행 주행 장치로 구현될 수 있다.
- [0046] 복수의 영상 획득부(120)는 주행부(110)에 탑재되어 하수도 관로 내측의 서로 다른 영역의 영상을 각각 획득한다. 영상 획득부(120)는 고해상도 카메라로 구현되며, 사각을 최소화하기 위해 복수개가 주행 중 하수도 관로 내측면 서로 다른 영역의 이미지를 각각 촬영한다. 예를 들어, 200만 화소 이상의 카메라 4대로 구현되어 하수 관로 내면의 파노라마 이미지를 각각 촬영하여 미세균열 0.3mm를 감지할 수 있다.
- [0047] CCTV 영상 획득부(122)는 하수도 관로 내부의 CCTV 영상을 획득한다. 이와 같은 구성에 의하면, 하수관로 분석을 위해 근접 촬영된 하수도 관로 내측면 영상과 함께 하수도 관로 내부의 CCTV 영상을 활용할 수 있게 된다.
- [0048] 손상 정보 획득부(130)는 획득된 영상으로부터 하수도 관로 내부의 미리 설정된 손상 정보를 획득한다. 미리 설정된 손상 정보는 지반 침하 위험도를 추정하기 위해 미리 설정된 정보로서, 하수도 관로의 단차, 균열, 파손 등의 정보를 예로 들 수 있으며, 손상 유형별로 DB에 저장될 수 있다.
- [0049] 손상 정보 획득부(130)는 영상 획득부(120)로부터 획득된 이미지로부터 특징을 추출하고 이를 DB에 저장된 손상 유형과 비교하여 하수도 관로에 대한 손상 정보를 획득할 수 있다.
- [0050] 자막 정보 추출부(132)는 CCTV 영상의 자막 정보를 추출한다. 이와 같은 구성에 의하면, CCTV 영상뿐만 아니라 영상과 함께 출력되는 자막 정보까지 하수관로 분석에 이용할 수 있게 된다.
- [0051] 관로 건전도 산출부(140)는 획득된 자막 정보 및 손상 정보를 미리 설정된 하수도 관로 건전도 평가 기준과 비교하여 하수도 관로의 건전도를 산출한다.

- [0053] 배면 공동 탐지부(150)는 주행부(110)에 탑재되어 하수도 관로 배면의 공동을 탐지하여 배면 공동 정보를 획득한다. 지표면에서 실시하는 지표투과레이더(Ground Penetrating Radar; GPR) 탐사로 하수 관로 주변의 공동을 적절히 탐지하기 어려운 문제점을 해결하기 위한 구성으로서, 하수관로 내부에서의 직접적인 탐사를 통해 공동 탐지에 대한 신뢰성을 향상시킬 수 있게 된다.
- [0054] 배면 공동 탐지부(150)는 하수 관종 및 환경 조건에 최적화되어 하수관로 배면의 공동의 위치, 규모 등의 정보를 획득한다. 이를 위해, GPR 탐사에 다양한 주파수(500MHz ~ 2GHz) 대역을 이용한 적용성을 확보하며, 관로 주변 1m 이내 공동을 탐지할 수 있다.
- [0055] 공동 위험 평가부(160)는 배면 공동 정보를 미리 설정된 배면 공동 평가 기준과 비교하여 하수도 관로의 배면 공동 위험도를 산출한다.
- [0057] 위치 정보 획득부(170)는 주행부(110)의 위치를 획득한다. UWB를 이용하여 관로 내의 정밀 위치를 측정할 수 있으며, 하수관로 탐사장치 위치인식 오차율을 30cm 이내로 구현할 수 있다. 이와 같은 구성에 의하면, 하수도 관로의 손상, 배면 공동의 존재나 상태는 물론 그 위치까지 파악할 수 있게 된다.
- [0058] 이때, 손상 정보 획득부(130)는 미리 설정된 손상 정보가 획득되는 영상 획득 영역에 대해 배면 공동 탐지부(150)가 배면 공동 정보를 획득하도록 할 수 있다. 이와 같은 구성에 의하면, CCTV 영상 분석 등을 통해 위험하다고 판단되는 곳에서 관내 GPR탐지를 통해 지반함몰 위험도를 분석할 수 있게 된다.
- [0060] 관로 상태 데이터 입력부(180)는 하수도 관로에 대해 미리 설정된 상태 데이터를 입력받는다. 기존에 확보되어 있는 하수관로 관련 데이터 및 하수관로(운영&관리)관련 기술자의 의견 등을 반영하여 하수도 서비스 측면에서의 대상관로 구간의 성능을 간접적으로 평가하기 위한 데이터를 입력받는 것이다.
- [0061] 이를 위해, 관종, 관경, 매설년수, 배수형태, 주변도로 현황, 이력정보 등의 하수관로의 성능을 간접적으로 반영한 총 6개의 세부평가항목에 대한 데이터를 입력받을 수 있다. 6개 항목은 다음과 같다.
- [0063] 관종 : 흙관, PE관, 다중 PE관 (3개 항목)
- [0064] 관경 : 300mm 이하, 300mm 초과 450mm 미만, 450mm 이상(3개 항목)
- [0065] 매설연도 : 흙관(0~10년 미만, 10년 이상~20년 미만 또는 불명확, 20년 이상, 흙관 외(0~10년 미만, 10년 이상~30년 미만 또는 불명확, 30년 이상) (각 3개 항목)
- [0066] 배수형태 : 오수관, 합류식, 우수관(3개 항목)
- [0067] 주변도로 : 관 매설 주변도로 현황(무차원) (1개 항목)
- [0068] 유지관리 관련 : 매설관 이력정보(무차원) (1개 항목)
- [0070] 관로 상태 평가부(190)는 입력된 상태 데이터를 미리 설정된 상태 데이터 기준과 비교하여 하수도 관로의 상태 양호도를 산출한다. 이때, 상태 데이터 기준은 하수도 관로의 관종, 관 직경, 매설년도, 배수 형태, 매설 주변도로 현황, 유지 관리 이력, 시공 정보 중 적어도 하나에 대한 기준일 수 있다.
- [0071] 양호도 평가점수는 100점(만점)으로 산정되고, 고득점일수록 관 상태가 양호하다고 평가될 수 있다. 도출된 최종 평가점수 및 평가등급에 따라 대상관로 구간에 대한 개량 의사결정을 지원할 수 있다.
- [0072] 상태 평가를 위한 항목, 내용 조건 및 점수표는 도 2와 같다. 도 2는 하수도 관로 상태평가표의 예이다. 평가 점수 산정식은 다음과 같다.

[0074] 
$$A = \sum_{i=1}^n x_i$$

[0076] 여기서,

[0077] A : 기초 평가 점수

[0078] n : 기초 평가항목 개수(n=6)

[0079] x : 기초 평가항목별 점수

[0080] [가중치(A) × 조건값(B) × 100점(완산점수)]



[0081] 하수도관로의 상태평가 결과는 유지관리를 위한 개량의사 결정을 위한 것으로 평가점수(총점)에 따라 ①양호(준치) ②갱생/세척 ③교체로 분류된다.

[0082] 평가점수에 따른 상태평가 결과는 도 3과 같다. 도 3은 상태 평가 점수에 따른 등급 및 판단 기준표의 예이다.

[0084] 하수도관로가 노후하여 물리적으로 파손의 위험이 있거나 다양한 사고 발생 가능성이 있는 경우 교체가 필요하다. 즉, 하수도관로의 상태평가 결과가 좋지 않은 경우 관로 주변의 지반함몰이 발생할 가능성도 커지게 된다.

[0085] 도 4 및 도 5는 하수관로 상태평가 및 측정된 정보로부터의 직접평가가 하수도 관로 주변의 지반함몰 위험도(Sewer-Sinkhole Risk index; Sewer-SRI)에 미치는 영향을 나타낸 것이다. 도 4는 하수도 관로 상태 평가 결과가 하수도 관로 주변의 지반함몰 위험도에 미치는 영향을 도시한 표의 예이고, 도 5는 하수도 관로의 상태평가, 건전도 평가 및 배면 공동 여부가 하수도 관로 주변의 지반함몰 위험도에 미치는 영향을 도시한 표의 예이다.

[0087] 위험도 산출부(200)는 하수도 관로 건전도, 하수도 관로의 배면 공동 위험도, 및 상태 양호도를 이용하여 하수도 관로 주변의 지반함몰 위험도를 산출한다. 예를 들어, 하수도관로의 상태평가 결과와 직접평가인 CCTV 영상 분석 및 GPR 탐지 결과를 이용하여 산정하는 것이다.

[0088] 하수도 관로 주변의 지반함몰 위험도(Sewer-SRI)의 산정을 위한 평가표는 도 6과 같다. 도 6은 하수도 관로 주변의 지반함몰 위험도 평가표의 예이다. Sewer-SRI의 평가 점수 산정식은 다음과 같다.

$$Sewer - SRI_p = \sum_{i=1}^n x_i$$

[0090] 여기서,

[0093] Sewer-SRI<sub>p</sub> = Sewer-SRI 평가 점수

[0094] n = 평가항목 개수

[0095] x = 평가항목별 점수[가중치 × 조건값 × 100점(환산점수)]

[0097] Sewer-SRI의 평가 등급은 도 7과 같다. 도 7은 Sewer-SRI의 평가 기준표의 예이다.

[0099] 도 8은 본 발명에 따른 상수도 관로 주변 지반함몰 위험도 평가 방법의 개략적인 흐름도이다. 도 8에서, SRI(Sinkhole Risk Index)평가 장치에 의한 SRI 평가 방법은 지중 매설 관로의 상태를 평가하여 평가값을 산출하고(S110), 관로 내측 영상을 이용하여 관로 손상 평가하여 평가값을 산출하며(S120), 관로 배면 공동을 평가하여 평가값을 값을 산출한다(S130). 그리고, 산출된 세가지 평가값에 기반하여 관로 주변의 싱크홀 위험 지수(SRI)를 평가한다(S140).

[0101] 위와 같은 평가가 이루어지기 위하여 관로에 대한 기초 정보가 입력될 수 있다. 관로에 대한 기본 정보로 관로가 매설된 지역정보, 관로의 종류(금속/비금속 여부, 세부관종(ex, 덕타일주철관 등)) 관경, 관 연장길이, 매설년도 등이 포함될 수 있다.

[0102] 또한, 대상관로의 구간을 한정하는 필터링 정보가 더 포함될 수 있다. 필터링 기준으로 법적으로 사용 금지된 관인지 여부(ex, 아연도강관 등), 라이닝 처리가 되어있지 않은 관의 사용 여부(CIP) 등 및 그 외 법규나 규율 또는 판단에 따라 구조적 안정성 또는 상수도 수질 안전성 확보 측면에서 부적합한 것으로 판단되는 관인지 여부가 사용될 수 있다.

[0104] SRI 평가 방법은 상수도 관로와 하수도 관로에 대하여 각각 다른 방법으로 적용될 수 있다. 이하 하수도 관로에 서의 SRI 평가 방법을 설명한다.

[0105] 도 2에서, 하수도 관로 상태 평가표에는 관종과 배수 형태에 대한 세부 평가 항목이 포함된다. 관종은 흥관인 경우 'A' 로, PE관인 경우 'B' 로, 다중 PE관인 경우 'C'로 평가될 수 있다. 배수 형태는 오수관인 경우 'A' 로, 합류식 배수인 경우 'B' 로, 우수관인 경우 'C'로 평가될 수 있다.

[0106] 이와 같은 하수도관로의 상태평가 결과와 직접평가인 CCTV 영상 분석 및 GPR 탐지 결과를 이용하여, 하수도 관로 주변 지반함몰 위험도(Sewer-SRI)를 산정하게 된다.

[0108] 앞서 설명된 일 실시 예에 따른 SRI 평가 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이

터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시 예에 따라 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광 기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다.

[0110] 앞선 실시 예에 대한 설명에서 참조된 도면 각각은 설명의 편의를 위해 도시된 일 실시 예에 불과하며, 각 도면에 표시된 정보들의 항목, 내용과 이미지들은 다양한 형태로 변형되어 표시될 수 있다.

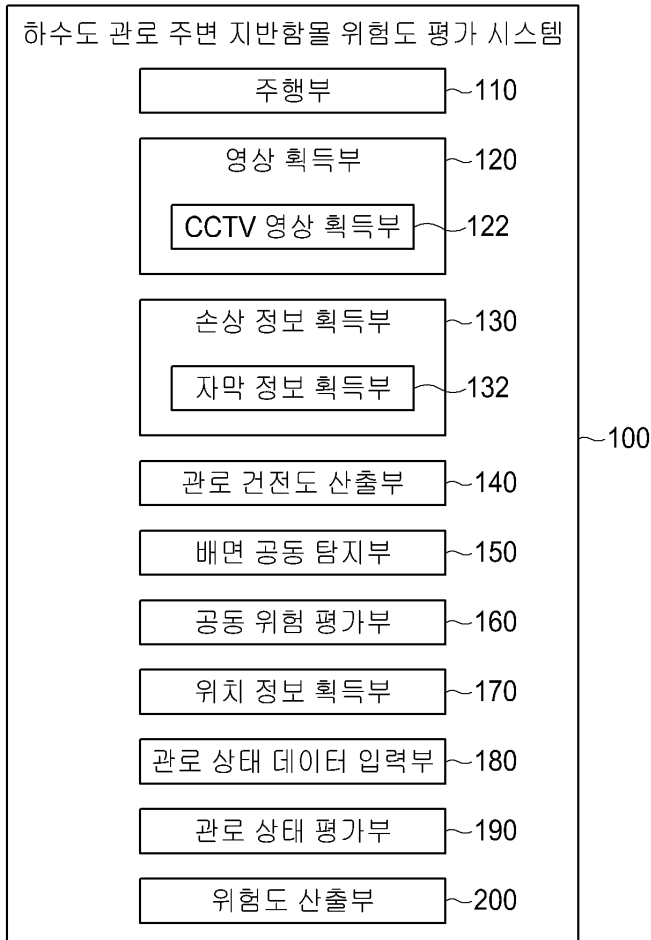
[0111] 본 발명은 도면에 도시된 일 실시 예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 등록청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

**부호의 설명**

- [0114] 100: 하수도 관로 주변 지반함몰 위험도 평가 시스템
- 110: 주행부
- 120: 영상 획득부
- 122: CCTV 영상 획득부
- 130: 손상 정보 획득부
- 132: 자막 정보 추출부
- 140: 관로 건전도 산출부
- 150: 배면 공동 탐지부
- 160: 공동 위험 평가부
- 170: 위치 정보 획득부
- 180: 관로 상태 데이터 입력부
- 190: 관로 상태 평가부
- 200: 위험도 산출부

도면

도면1



도면2

평가항목분류	No.	평가항목		평가내용	평가점수		상태평가등급
		구분	기준치		조건값	조건값	
관정공	1	관종	0.2	조건 구분	1	20.0	100.0
				홍관	0.5		
				다중 PE관	0		
	2	관경	0.1	450mm 이상 구경	1	10.0	상태평가 등급
				300mm 초과 450mm 미만 구경	0.5		
				300mm 이하 구경	0		
	3	관 매설년 수 (년)	0.3	홍관	1	30.0	A
				0~15년 미만	0.5		
				15년 이상~20년 미만 또는 불명확한 경우	0		
				20년 이상	1		
4	배수 형태	0.2	비콘크리트관 (PVC관, PE관 등)	1	20.0		
			10년 이상~30년 미만 또는 불명확한 경우	0.5			
			30년 이상	0			
5	관 매설 주된도로 횡행 (무차원)	0.1	우수관	1	10.0		
			합류식	0.5			
			우수관	0			
6	매설관 이력정보	0.1	주변도로 없음 또는 인도, 비포장도로, 이면도로 등	1	10.0		
			일반국도, 지방도 등	0.5			
			고속도로(고속국도, 고속화도로 등), 산업도로 등	0			
유지관리	매설관 이력정보	0.1	유지관리에 이용한 매설관 이력정보과 최근 10년 이상 존재	0.5	10.0		
			매설관 이력정보가 부실하거나 최근 10년 미만 존재	0			
				매설관 이력정보기 존재하지 않는 경우			

도면3

평가 점수	평가 등급	개량 의사결정 판단기준
75점 이상 ~100점	A 등급	양호(존치)
50점 이상 ~75점 미만	B 등급	갱생/세척 또는 2단계, 3단계 평가
50점 미만	C 등급	교체

도면4

하수관로 상태평가 결과	Sewer-SRI에 미치는 영향
A=양호(존치)	약함
B=갱생/세척	보통
C=교체	강함

도면5

내용	Sewer-SRI에 미치는 영향
상태 평가	약함
건전도 평가	보통
배면공동 여부	강함

도면6

평가항목분류	No.	평가항목	평가 내용		평가점수	
			조건 구분	조건값		
하수관로 상태평가	1	0.2	A = 양호(존치)	1	1	20.0
			B = 갱생/세척	0.5		
			C = 교체	0		
CCTV를 통한 직접평가	2	0.3	A = 안전	1	1	30.0
			B = 주의	0.5		
			C = 누수	0		
GRP 탐지를 통한 직접평가	3	0.5	A = 없음	1	1	50.0
			B = 직경 30cm 이상	0.5		
			C = 직경 50cm 이상	0		

도면7

평가 점수	평가 등급
Sewer-SRIp > 75	A = 양호
45 < Sewer-SRIp < 75	B = 보통
Sewer-SRIp < 45	C = 위험

도면8

