(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0120390
(43) 공개일자 2024년08월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06Q 50/26 (2024.01) *G01N 33/00* (2006.01)
G06F 16/901 (2019.01) *G06F 17/18* (2006.01)
G06F 30/28 (2020.01) *G06Q 10/06* (2012.01)
G06Q 50/10 (2012.01)
(52) CPC특허분류
G06Q 50/26 (2024.01)
G01N 33/0036 (2024.05)
(21) 출원번호 10-2023-0013003
(22) 출원일자 2023년01월31일
심사청구일자 2023년01월31일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
이순재
서울특별시 동대문구 전농로16길 51, 110동 503호(전농동, 래미안아름숲)
김재현
서울특별시 성북구 화랑로 114, 501호 (하월곡동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김연권

전체 청구항 수 : 총 15 항

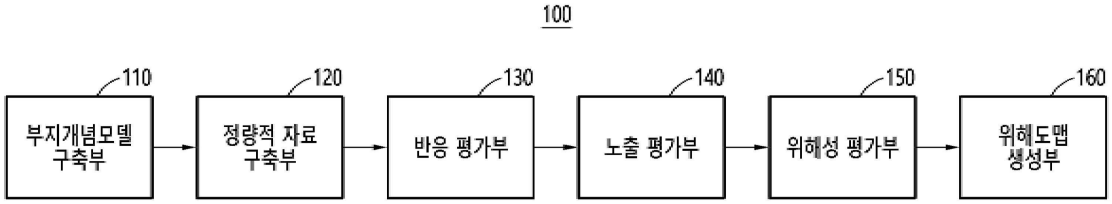
(54) 발명의 명칭 **증기침입 위해도맵 생성 장치 및 방법**

(57) 요 약

본 발명은 구축된 부지개념모델에 기반하여 증기침입의 위해성을 평가하여 위해성의 공간적 분포를 시각화한 증기침입 위해도맵을 생성하는 기술에 관한 것으로, 본 발명의 일실시예에 따르면 증기침입 위해도맵 생성 장치는 오염부지에 대한 부지 조사 결과를 요소 데이터로 하는 부지개념모델을 구축하는 부지개념모델 구축부, 상기 구

(뒷면에 계속)

대 표 도



축된 부지개념모델을 기반으로 상기 부지 조사 결과에 대한 정량적 결과를 정량적 자료 데이터로 구축하는 정량적 자료 구축부, 상기 구축된 정량적 자료 데이터에 기반하여 실내공기 오염 농도 및 오염물질의 단위농도의 노출에 따른 반응을 유해도로 산출하는 반응 평가부, 상기 구축된 정량적 자료 데이터에 기반하여 수용체에 대한 노출량을 산출하는 노출 평가부, 상기 산출된 유해도 및 상기 산출된 노출량에 기반하여 상기 수용체의 위해성을 산출하고, 상기 산출된 위해성을 통해 상기 부지개념모델 내 부지의 지점 별 위해성을 평가하는 위해성 평가부 및 기준 위해도에 기반하여 상기 평가된 위해성을 지도 상에 도시함에 따라 상기 평가된 위해성의 공간적 분포를 시각화하는 위해도맵을 생성하는 위해도맵 생성부를 포함할 수 있다.

(52) CPC특허분류

G06F 16/901 (2019.01)
G06F 17/18 (2013.01)
G06F 30/28 (2020.01)
G06Q 10/0637 (2023.01)
G06Q 50/10 (2015.01)
G09B 29/007 (2013.01)
G06T 2210/22 (2013.01)

(72) 발명자

배민서

서울특별시 마포구 서강로9길 19, 103동 1402호(창전동, 신촌금호아파트)

이창훈

경기도 군포시 대야2로143번길 25, 101동 1301호(대야미동, 센트럴아이파크)

최이준

서울특별시 도봉구 노해로66길 21, 104동 1801호(창동, 삼성아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1485018462
과제번호	ARQ202101728002
부처명	환경부
과제관리(전문)기관명	한국환경산업기술원
연구사업명	지중환경오염위해관리기술개발사업
연구과제명	도심 지중생활공간 위해성 평가 및 오염원인 진단 기술 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	고려대학교 산학협력단
연구기간	2021.04.01 ~ 2023.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

오염부지에 대한 부지 조사 결과를 요소 데이터로 하는 부지개념모델을 구축하는 부지개념모델 구축부;

상기 구축된 부지개념모델을 기반으로 상기 부지 조사 결과에 대한 정량적 결과를 정량적 자료 데이터로 구축하는 정량적 자료 구축부;

상기 구축된 정량적 자료 데이터에 기반하여 실내공기 오염 농도 및 오염물질의 단위농도의 노출에 따른 반응을 유해도로 산출하는 반응 평가부;

상기 구축된 정량적 자료 데이터에 기반하여 수용체에 대한 노출량을 산출하는 노출 평가부;

상기 산출된 유해도 및 상기 산출된 노출량에 기반하여 상기 수용체의 위해성을 산출하고, 상기 산출된 위해성을 통해 상기 부지개념모델 내 부지의 지점 별 위해성을 평가하는 위해성 평가부; 및

기준 위해도에 기반하여 상기 평가된 위해성을 지도 상에 도시함에 따라 상기 평가된 위해성의 공간적 분포를 시각화하는 위해도맵을 생성하는 위해도맵 생성부를 포함하는 것을 특징으로 하는

증기침입 위해도맵 생성 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 부지개념모델 구축부는 오염원, 경로, 및 수용체로 구성되는 상기 부지개념모델을 구축하되, 오염 토양, 지하수의 분포 및 오염수준에 대한 공간적 자료를 요소 데이터로 활용하여 상기 오염원에 대한 부지개념모델을 구축하고, 불포화 토양 내 증기상 오염의 수직적 이동경로, 건축물 하부 슬래브(slab) 구조 및 균열 특성을 고려한 증기침입 경로에 대한 공간적 자료를 요소 데이터로 활용하여 상기 경로에 대한 부지개념모델을 구축하며, 건축물의 용도, 거주자, 작업자의 체류시간 특성을 반영한 공간적 자료를 요소 데이터로 활용하여 상기 수용체에 대한 부지개념모델을 구축하는 것을 특징으로 하는

증기침입 위해도맵 생성 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 정량적 자료 구축부는 상기 부지개념모델을 기반으로 하여 상기 부지 조사 결과로 구득한 상기 경로와 관련된 불포화대, 상기 수용체와 관련된 건물 특성 및 상기 오염원에 대한 정량적 결과를 위해성 평가에 활용할 공간 자료로 상기 정량적 자료 데이터를 구축하는 것을 특징으로 하는

증기침입 위해도맵 생성 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 반응 평가부는 상기 오염원에 기반한 지중 오염원의 오염물질이 상기 불포화대를 통해 상기 수용체가 위치하는 실내 공간으로 이동하는 경우 실내공기 오염 농도를 산정하고, 상기 오염원에 기반한 오염물질의 독성과 같은 화학적 특성을 고려하여 상기 오염물질이 상기 수용체에 대하여 단위농도의 노출로 부과될 수 있는 유해도를 산출하며, 상기 산출된 유해도에 기반하여 독성 데이터 베이스를 구축하는 것을 특징으로 하는

증기침입 위해도맵 생성 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 노출 평가부는 상기 수용체가 위치하는 건물 특성 및 상기 수용체의 노출 특성을 반영하여 상기 노출량을 산출하고, 상기 산출된 노출량과 관련하여 노출 강도, 일일 호흡률, 노출빈도, 노출기간 및 노출 경로 중 적어도 하나에 대하여 노출 데이터 베이스를 구축하는 것을 특징으로 하는

증기침입 위해도맵 생성 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 위해성 평가부는 상기 산출된 유해도 및 상기 산출된 노출량을 종합적으로 고려하여 상기 수용체의 발암 및 비발암 위해성 중 적어도 하나를 상기 수용체의 위해성으로 산출하고, 상기 산출된 위해성을 위해도 기준치와 비교하여 상기 부지 내 지점 별 위해성에 대하여 상기 위해도 기준치의 초과 정도를 평가하는 것을 특징으로 하는

증기침입 위해도맵 생성 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 위해성 평가부는 단위 위험 향상도(incremental unit risk, IUR), 노출 빈도(exposure frequency, EF), 노출 기간(exposure duration, ED), 노출 시간(exposure time, ET) 및 증기침입에 따른 실내 공기 농축도(indoor air concentration due to vapor intrusion, C_{ia})와 발암에 대한 평균 시간(averaging time for carcinogens, AT_C)의 비율에 따라 상기 발암 위해성을 산출하는 것을 특징으로 하는

증기침입 위해도맵 생성 장치.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 위해성 평가부는 노출 빈도, 노출 기간 및 노출 시간에 대한 증기침입에 따른 실내 공기 농축도의 비율과 비발암에 대한 평균 시간(averaging time for carcinogens, AT_{NC})과 기준 농축도(reference concentration, R_{fc})의 결합 간의 비율에 따라 상기 비발암 위해성을 산출하는 것을 특징으로 하는

증기침입 위해도맵 생성 장치.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 위해도맵 생성부는 상기 발암 위해성을 상기 기준 위해도 중 발암 위해도 기준치와 비교하여 발암 위해도 맵을 상기 위해도맵으로 생성하거나 상기 비발암 위해성을 상기 기준 위해도 중 비발암 위해도 기준치와 비교하여 비발암 위해도 맵을 상기 위해도맵으로 생성하는 것을 특징으로 하는

증기침입 위해도맵 생성 장치.

청구항 10

부지개념모델 구축부에서, 오염부지에 대한 부지 조사 결과를 요소 데이터로 하는 부지개념모델을 구축하는 단계;

정량적 자료 구축부에서, 상기 구축된 부지개념모델을 기반으로 상기 부지 조사 결과에 대한 정량적 결과를 정량적 자료 데이터로 구축하는 단계;

반응 평가부에서, 상기 구축된 정량적 자료 데이터에 기반하여 실내공기 오염 농도 및 오염물질의 단위농도의 노출에 따른 반응을 유해도로 산출하는 단계;

노출 평가부에서, 상기 구축된 정량적 자료 데이터에 기반하여 수용체에 대한 노출량을 산출하는 단계;

위해성 평가부에서, 상기 산출된 유해도 및 상기 산출된 노출량에 기반하여 상기 수용체의 위해성을 산출하고, 상기 산출된 위해성을 통해 상기 부지개념모델 내 부지의 지점 별 위해성을 평가하는 단계; 및

위해도맵 생성부에서, 기준 위해도에 기반하여 상기 평가된 위해성을 지도 상에 도시함에 따라 상기 평가된 위해성의 공간적 분포를 시각화하는 위해도맵을 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는

증기침입 위해도맵 생성 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 오염부지에 대한 부지 조사 결과를 요소 데이터로 하는 부지개념모델을 구축하는 단계는,

오염원, 경로, 및 수용체로 구성되는 상기 부지개념모델을 구축하되, 오염 토양, 지하수의 분포 및 오염수준에 대한 공간적 자료를 요소 데이터로 활용하여 상기 오염원에 대한 부지개념모델을 구축하고, 불포화 토양 내 증기상 오염의 수직적 이동경로, 건축물 하부 슬래브(slab) 구조 및 균열 특성을 고려한 증기침입 경로에 대한 공간적 자료를 요소 데이터로 활용하여 상기 경로에 대한 부지개념모델을 구축하며, 건축물의 용도, 거주자, 작업자의 체류시간 특성을 반영한 공간적 자료를 요소 데이터로 활용하여 상기 수용체에 대한 부지개념모델을 구축하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는

증기침입 위해도맵 생성 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 구축된 부지개념모델을 기반으로 상기 부지 조사 결과에 대한 정량적 결과를 정량적 자료 데이터로 구축하는 단계는,

상기 부지개념모델을 기반으로 하여 상기 부지 조사 결과로 구득한 상기 경로와 관련된 불포화대, 상기 수용체와 관련된 건물 특성 및 상기 오염원에 대한 정량적 결과를 위해성 평가에 활용할 공간 자료로 상기 정량적 자료 데이터를 구축하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는

증기침입 위해도맵 생성 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 구축된 정량적 자료 데이터에 기반하여 실내공기 오염 농도 및 오염물질의 단위농도의 노출에 따른 반응을 유해도로 산출하는 단계는,

상기 오염원에 기반한 지중 오염원의 오염물질이 상기 불포화대를 통해 상기 수용체가 위치하는 실내 공간으로 이동하는 경우 실내공기 오염 농도를 산정하고, 상기 오염원에 기반한 오염물질의 독성과 같은 화학적 특성을 고려하여 상기 오염물질이 상기 수용체에 대하여 단위농도의 노출로 부과될 수 있는 유해도를 산출하는 단계; 및

상기 산출된 유해도에 기반하여 독성 데이터 베이스를 구축하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는

증기침입 위해도맵 생성 방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 구축된 정량적 자료 데이터에 기반하여 수용체에 대한 노출량을 산출하는 단계는,

상기 수용체가 위치하는 건물 특성 및 상기 수용체의 노출 특성을 반영하여 상기 노출량을 산출하는 단계; 및

상기 산출된 노출량과 관련하여 노출 강도, 일일 호흡률, 노출빈도, 노출기간 및 노출 경로 중 적어도 하나에

대하여 노출 데이터 베이스를 구축하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는

증기침입 위해도맵 생성 방법.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 산출된 유해도 및 상기 산출된 노출량에 기반하여 상기 수용체의 위해성을 산출하고, 상기 산출된 위해성을 통해 상기 부지개념모델 내 부지의 지점 별 위해성을 평가하는 단계는,

상기 산출된 유해도 및 상기 산출된 노출량을 종합적으로 고려하여 상기 수용체의 발암 및 비발암 위해성 중 적어도 하나를 상기 수용체의 위해성으로 산출하고, 상기 산출된 위해성을 위해도 기준치와 비교하여 상기 부지 내 지점 별 위해성에 대하여 상기 위해도 기준치의 초과 정도를 평가하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는

증기침입 위해도맵 생성 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 증기침입 위해도맵 생성 장치 및 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로, 오염부지의 부지개념모델을 구축하고, 구축된 부지개념모델에 기반하여 증기침입의 위해성을 평가하여 위해성의 공간적 분포를 시각화한 증기침입 위해도맵을 생성하는 기술에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 위해성은 일반적인 의미로 위험하고 해로운 성질로서, 유해물질에 의한 수용체의 건강영향 추정에서 사용된다.

[0003] 또한, 위해성은 유해물질의 독성을 나타내는 유해성과 유해물질의 접촉 정도에 해당하는 노출량의 결합된 형태로 볼 수 있다.

[0004] 위해성 평가는 어떤 물질이 인체나 생물에 가하는 악영향 정도를 평가하는 것으로, 위해성 관리에 관한 정책 및 규제가 필요하고, 오염원(source)에서 거동경로(pathway)를 통해 수용체(receptor)에 도달하는 다양한 경로를 대상으로 한다.

[0005] 일반적인 방법은 미국 국가연구위원회(National Research Council, NRC) 방법을 보편적으로 이용하고 있다.

[0006] 다양한 경로를 통한 지중환경(토양) 내 오염물질의 수용체 노출을 평가하는 것을 토양 위해성 평가라고 한다.

[0007] 다양한 오염원과 인체 노출 경로를 고려한 통합 위해성 평가 프로그램인 RBCA(Risk Based Corrective Action)와 위해성 평가 결과의 공간적 시각화 프로그램인 SADA(Spatial Analysis and Decision Assistance)등이 활용되고 있다.

[0008] 즉, 다양한 경로를 통해 지중환경 내 오염물질의 수용체 노출을 평가하는 RBCA 등의 프로그램이 개발되어 토양 위해성 평가에 사용 중이다.

[0009] 증기침입(Vapor Intrusion, VI)은 오염된 토양, 지하수와 같은 오염원으로부터 건물 벽면 및 바닥의 크랙 등을 통해 또는 지하수 이용을 위해 연결된 도관 등을 통해 실내 공간으로 인체에 유해한 증기가 이동하는 것을 지칭한다.

[0010] 도심 환경에는 농지면적이 좁고, 불투수 포장된 면적이 넓으며, 지하수를 식수원으로 사용하는 경우가 적음에 따라 농작물 섭취, 토양 섭취 및 토양 접촉 그리고 지하수 섭취에 의한 토양오염 노출이 적을 것으로 예상됨에 도심 지중환경에 기인한 오염물질은 증기침입이 주요한 경로로 판단될 수 있다.

[0011] 지중생활공간 내 거주자 및 작업자 등의 수용체의 오염 노출은 지하 환경의 오염, 지중 매체의 특성 및 건축물 환경에 영향을 받는다.

[0012] 증기침입의 모의 및 증기침입 위해성 평가를 위하여 일부 프로그램들이 존재하고, 토양 위해성 및 실내공기질 위해성에 대하여 평가하고 있다.

[0013] 그러나, 종래의 위해성 평가 기술에서는 부지 특이성 고려가 미비하고, 토양유래 가스에 의한 지중생활공간의

오염 예측 및 지역적 위해도의 평가기술이 미비하다.

선행기술문헌

특허문헌

[0014] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-2443718호, "환경시설의 대기오염가스 확산을 모니터링하기 위한 가상물리-기반 3차원 확산 예측지도 작성 시스템 및 그 방법"

(특허문헌 0002) 한국등록특허 제10-1919993호, "산업단지 내 위험확산 방지 방법"

(특허문헌 0003) 한국등록특허 제10-2357150호, "인공지능 기반의 빅데이터를 이용한 대기 오염 모니터링 시스템 및 그 방법"

비특허문헌

[0015] (비특허문헌 0001) 박현지 외 4명, 오염부지 최적 개념모델 수립을 위한 전략적 샘플링 기법 소개, J. Soil Groundwater Environ. Vol. 25(2), p. 28~54, 2020

발명의 내용

해결하려는 과제

[0016] 본 발명은 오염부지의 부지개념모델을 구축하고, 구축된 부지개념모델에 기반하여 증기침입의 위해성을 평가하여 위해성의 공간적 분포를 시각화한 증기침입 위해도맵을 생성하는 증기침입 위해도맵 생성 장치 및 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0017] 본 발명은 지점별로 상이한 지중매체, 지중환경 오염, 지중시설, 수용체 노출 특성을 동시에 고려한 공간적 위해도 차이를 분석하기 위한 도구로서 증기침입 위해도맵을 생성 및 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0018] 본 발명은 오염부지의 전주기적 관리에 활용되는 부지개념모델을 반영한 위해성 평가와 위해도의 공간적인 분포를 시각적으로 도시함에 따른 지점별 특성이 반영된 위해성 평가를 수행하도록 지원하는 것을 목적으로 한다.

[0019] 본 발명은 부지특성을 반영하여 얻어낸 증기침입 위해도맵이 지중환경 내 오염의 위해성 평가와 초기 단계의 오염 관리 의사결정(조사 지점 선정 및 정화 계획 수립)을 지원하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0020] 본 발명의 일실시예에 따르면 증기침입 위해도맵 생성 장치는 오염부지에 대한 부지 조사 결과를 요소 데이터로 하는 부지개념모델을 구축하는 부지개념모델 구축부, 상기 구축된 부지개념모델을 기반으로 상기 부지 조사 결과에 대한 정량적 결과를 정량적 자료 데이터로 구축하는 정량적 자료 구축부, 상기 구축된 정량적 자료 데이터에 기반하여 실내공기 오염 농도 및 오염물질의 단위농도의 노출에 따른 반응을 유해도로 산출하는 반응 평가부, 상기 구축된 정량적 자료 데이터에 기반하여 수용체에 대한 노출량을 산출하는 노출 평가부, 상기 산출된 유해도 및 상기 산출된 노출량에 기반하여 상기 수용체의 위해성을 산출하고, 상기 산출된 위해성을 통해 상기 부지개념모델 내 부지의 지점 별 위해성을 평가하는 위해성 평가부 및 기준 위해도에 기반하여 상기 평가된 위해성을 지도 상에 도시함에 따라 상기 평가된 위해성의 공간적 분포를 시각화하는 위해도맵을 생성하는 위해도맵 생성부를 포함할 수 있다.

[0021] 상기 부지개념모델 구축부는 오염원, 경로, 및 수용체로 구성되는 상기 부지개념모델을 구축하되, 오염 토양, 지하수의 분포 및 오염수준에 대한 공간적 자료를 요소 데이터로 활용하여 상기 오염원에 대한 부지개념모델을 구축하고, 불포화 토양 내 증기상 오염의 수직적 이동경로, 건축물 하부 슬래브(slab) 구조 및 균열 특성을 고려한 증기침입 경로에 대한 공간적 자료를 요소 데이터로 활용하여 상기 경로에 대한 부지개념모델을 구축하며, 건축물의 용도, 거주자, 작업자의 체류시간 특성을 반영한 공간적 자료를 요소 데이터로 활용하여 상기 수용체에 대한 부지개념모델을 구축할 수 있다.

[0022] 상기 정량적 자료 구축부는 상기 부지개념모델을 기반으로 하여 상기 부지 조사 결과로 구득한 상기 경로와 관

련된 불포화대, 상기 수용체와 관련된 건물 특성 및 상기 오염원에 대한 정량적 결과를 위해성 평가에 활용할 공간 자료로 상기 정량적 자료 데이터를 구축할 수 있다.

[0023] 상기 반응 평가부는 상기 오염원에 기반한 지중 오염원의 오염물질이 상기 불포화대를 통해 상기 수용체가 위치하는 실내 공간으로 이동하는 경우 실내공기 오염 농도를 산정하고, 상기 오염원에 기반한 오염물질의 독성과 같은 화학적 특성을 고려하여 상기 오염물질이 상기 수용체에 대하여 단위농도의 노출로 부과될 수 있는 유해도를 산출하며, 상기 산출된 유해도에 기반하여 독성 데이터 베이스를 구축할 수 있다.

[0024] 상기 노출 평가부는 상기 수용체가 위치하는 건물 특성 및 상기 수용체의 노출 특성을 반영하여 상기 노출량을 산출하고, 상기 산출된 노출량과 관련하여 노출 강도, 일일 호흡률, 노출빈도, 노출기간 및 노출 경로 중 적어도 하나에 대하여 노출 데이터 베이스를 구축할 수 있다.

[0025] 상기 위해성 평가부는 상기 산출된 유해도 및 상기 산출된 노출량을 종합적으로 고려하여 상기 수용체의 발암 및 비발암 위해성 중 적어도 하나를 상기 수용체의 위해성으로 산출하고, 상기 산출된 위해성을 위해도 기준치와 비교하여 상기 부지 내 지점 별 위해성에 대하여 상기 위해도 기준치의 초과 정도를 평가할 수 있다.

[0026] 상기 위해성 평가부는 단위 위험 향상도(incremental unit risk, IUR), 노출 빈도(exposure frequency, EF), 노출 기간(exposure duration, ED), 노출 시간(exposure time, ET) 및 증기침입에 따른 실내 공기 농축도(indoor air concentration due to vapor intrusion, C_{ia})와 발암에 대한 평균 시간(averaging time for carcinogens, AT_C)의 비율에 따라 상기 발암 위해성을 산출할 수 있다.

[0027] 상기 위해성 평가부는 노출 빈도, 노출 기간 및 노출 시간에 대한 증기침입에 따른 실내 공기 농축도의 비율과 비발암에 대한 평균 시간(averaging time for carcinogens, AT_{NC})과 기준 농축도(reference concentration, R_{fc})의 결합 간의 비율에 따라 상기 비발암 위해성을 산출할 수 있다.

[0028] 상기 위해도맵 생성부는 상기 발암 위해성을 상기 기준 위해도 중 발암 위해도 기준치와 비교하여 발암 위해도 맵을 상기 위해도맵으로 생성하거나 상기 비발암 위해성을 상기 기준 위해도 중 비발암 위해도 기준치와 비교하여 비발암 위해도 맵을 상기 위해도맵으로 생성할 수 있다.

[0029] 본 발명의 일실시예에 따르면 증기침입 위해도맵 생성 방법은 부지개념모델 구축부에서, 오염부지에 대한 부지 조사 결과를 요소 데이터로 하는 부지개념모델을 구축하는 단계, 정량적 자료 구축부에서, 상기 구축된 부지개념모델을 기반으로 상기 부지 조사 결과에 대한 정량적 결과를 정량적 자료 데이터로 구축하는 단계, 반응 평가부에서, 상기 구축된 정량적 자료 데이터에 기반하여 실내공기 오염 농도 및 오염물질의 단위농도의 노출에 따른 반응을 유해도로 산출하는 단계, 노출 평가부에서, 상기 구축된 정량적 자료 데이터에 기반하여 수용체에 대한 노출량을 산출하는 단계, 위해성 평가부에서, 상기 산출된 유해도 및 상기 산출된 노출량에 기반하여 상기 수용체의 위해성을 산출하고, 상기 산출된 위해성을 통해 상기 부지개념모델 내 부지의 지점 별 위해성을 평가하는 단계 및 위해도맵 생성부에서, 기준 위해도에 기반하여 상기 평가된 위해성을 지도 상에 도시함에 따라 상기 평가된 위해성의 공간적 분포를 시각화하는 위해도맵을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0030] 상기 오염부지에 대한 부지 조사 결과를 요소 데이터로 하는 부지개념모델을 구축하는 단계는, 오염원, 경로, 및 수용체로 구성되는 상기 부지개념모델을 구축하되, 오염 토양, 지하수의 분포 및 오염수준에 대한 공간적 자료를 요소 데이터로 활용하여 상기 오염원에 대한 부지개념모델을 구축하고, 불포화 토양 내 증기상 오염의 수직적 이동경로, 건축물 하부 슬래브(slab) 구조 및 균열 특성을 고려한 증기침입 경로에 대한 공간적 자료를 요소 데이터로 활용하여 상기 경로에 대한 부지개념모델을 구축하며, 건축물의 용도, 거주자, 작업자의 체류시간 특성을 반영한 공간적 자료를 요소 데이터로 활용하여 상기 수용체에 대한 부지개념모델을 구축하는 단계를 포함할 수 있다.

[0031] 상기 구축된 부지개념모델을 기반으로 상기 부지 조사 결과에 대한 정량적 결과를 정량적 자료 데이터로 구축하는 단계는, 상기 부지개념모델을 기반으로 하여 상기 부지 조사 결과로 구득한 상기 경로와 관련된 불포화대, 상기 수용체와 관련된 건물 특성 및 상기 오염원에 대한 정량적 결과를 위해성 평가에 활용할 공간 자료로 상기 정량적 자료 데이터를 구축하는 단계를 포함할 수 있다.

[0032] 상기 구축된 정량적 자료 데이터에 기반하여 실내공기 오염 농도 및 오염물질의 단위농도의 노출에 따른 반응을 유해도로 산출하는 단계는, 상기 오염원에 기반한 지중 오염원의 오염물질이 상기 불포화대를 통해 상기 수용체가 위치하는 실내 공간으로 이동하는 경우 실내공기 오염 농도를 산정하고, 상기 오염원에 기반한 오염물질의 독성과 같은 화학적 특성을 고려하여 상기 오염물질이 상기 수용체에 대하여 단위농도의 노출로 부과될 수 있는

유해도를 산출하는 단계 및 상기 산출된 유해도에 기반하여 독성 데이터 베이스를 구축하는 단계를 포함할 수 있다.

[0033] 상기 구축된 정량적 자료 데이터에 기반하여 수용체에 대한 노출량을 산출하는 단계는, 상기 수용체가 위치하는 건물 특성 및 상기 수용체의 노출 특성을 반영하여 상기 노출량을 산출하는 단계 및 상기 산출된 노출량과 관련하여 노출 강도, 일일 호흡률, 노출빈도, 노출기간 및 노출 경로 중 적어도 하나에 대하여 노출 데이터 베이스를 구축하는 단계를 포함할 수 있다.

[0034] 상기 산출된 유해도 및 상기 산출된 노출량에 기반하여 상기 수용체의 위해성을 산출하고, 상기 산출된 위해성을 통해 상기 부지개념모델 내 부지의 지점 별 위해성을 평가하는 단계는, 상기 산출된 유해도 및 상기 산출된 노출량을 종합적으로 고려하여 상기 수용체의 발암 및 비발암 위해성 중 적어도 하나를 상기 수용체의 위해성으로 산출하고, 상기 산출된 위해성을 위해도 기준치와 비교하여 상기 부지 내 지점 별 위해성에 대하여 상기 위해도 기준치의 초과 정도를 평가하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0035] 본 발명은 오염부지의 부지개념모델을 구축하고, 구축된 부지개념모델에 기반하여 증기침입의 위해성을 평가하여 위해성의 공간적 분포를 시각화한 증기침입 위해도맵을 생성하는 증기침입 위해도맵 생성 장치 및 방법을 제공할 수 있다.

[0036] 본 발명은 지점별로 상이한 지중매체, 지중환경 오염, 지중시설, 수용체 노출 특성을 동시에 고려한 공간적 위해도 차이를 분석하기 위한 도구로서 증기침입 위해도맵을 생성 및 제공할 수 있다.

[0037] 본 발명은 오염부지의 전주기적 관리에 활용되는 부지개념모델을 반영한 위해성 평가와 위해도의 공간적인 분포를 시각적으로 도시함에 따른 지점별 특성이 반영된 위해성 평가를 수행하도록 지원할 수 있다.

[0038] 본 발명은 부지특성을 반영하여 얻어낸 증기침입 위해도맵이 지중환경 내 오염의 위해성 평가와 초기 단계의 오염 관리 의사결정(조사 지점 선정 및 정화 계획 수립)을 지원할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0039] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 증기침입 위해도맵 생성 장치를 설명하는 도면이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 부지개념모델의 구축 결과를 설명하는 도면이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 정량적 자료의 구축 결과를 설명하는 도면이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 증기침입 위해도맵의 구성을 설명하는 도면이다.

도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 증기침입 위해도맵의 표시 내용을 설명하는 도면이다.

도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 증기침입 위해도맵 생성 방법을 설명하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0040] 본 명세서에 개시되어 있는 본 발명의 개념에 따른 실시예들에 대해서 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로서, 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본 명세서에 설명된 실시예들에 한정되지 않는다.

[0041] 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 변경들을 가할 수 있고 여러 가지 형태들을 가질 수 있으므로 실시예들을 도면에 예시하고 본 명세서에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 특정한 개시형태들에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.

[0042] 제1 또는 제2 등의 용어를 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만, 예를 들어 본 발명의 개념에 따른 권리 범위로부터 이탈되지 않은 채, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다.

[0043] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이

해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성요소들 간의 관계를 설명하는 표현들, 예를 들어 "~사이에"와 "바로~사이에" 또는 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.

[0044] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예들을 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 실시된 특징, 숫자, 스테이지, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함으로 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 스테이지, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0045] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0047] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 증기침입 위해도맵 생성 장치를 설명하는 도면이다.

[0048] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 증기침입 위해도맵 생성 장치의 구성 요소를 예시한다.

[0049] 도 1을 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 증기침입 위해도맵 생성 장치(100)는 부지개념모델 구축부(110), 정량적 자료 구축부(120), 반응 평가부(130), 노출 평가부(140), 위해성 평가부(150) 및 위해도맵 생성부(160)를 포함한다.

[0050] 본 발명의 일실시예예 따르면 부지개념모델 구축부(110)는 오염부지에 대한 부지 조사 결과를 요소 데이터로 하는 부지개념모델을 구축한다.

[0051] 일례로, 부지개념모델 구축부(110)는 오염원, 경로, 및 수용체로 구성되는 상기 부지개념모델을 구축한다.

[0052] 예를 들어, 부지개념모델 구축부(110)는 오염 토양, 지하수의 분포 및 오염수준에 대한 공간적 자료를 요소 데이터로 활용하여 오염원에 대한 부지개념모델을 구축한다.

[0053] 또한, 부지개념모델 구축부(110)는 불포화 토양 내 증기상 오염의 수직적 이동경로, 건축물 하부 슬래브(slab) 구조 및 균열 특성을 고려한 증기침입 경로에 대한 공간적 자료를 요소 데이터로 활용하여 경로에 대한 부지개념모델을 구축한다.

[0054] 또한, 부지개념모델 구축부(110)는 건축물의 용도, 거주자, 작업자의 체류시간 특성을 반영한 공간적 자료를 요소 데이터로 활용하여 수용체에 대한 부지개념모델을 구축한다.

[0055] 본 발명의 일실시예에 따르면 정량적 자료 구축부(120)는 부지개념모델을 기반으로 부지 조사 결과에 대한 정량적 결과를 정량적 자료 데이터로 구축할 수 있다.

[0056] 일례로, 정량적 자료 구축부(120)는 부지개념모델을 기반으로 하여 부지 조사 결과로 구득한 경로와 관련된 불포화대, 수용체와 관련된 건물 특성 및 오염원에 대한 정량적 결과를 위해성 평가에 활용할 공간 자료로 정량적 자료 데이터를 구축할 수 있다.

[0057] 예를 들어, 정량적 자료 데이터는 도 3을 통해서 구체적으로 예시한다.

[0058] 본 발명의 일실시예에 따르면 반응 평가부(130)는 정량적 자료 데이터에 기반하여 실내공기 오염 농도 및 오염물질의 단위농도의 노출에 따른 반응을 유해도로 산출한다.

[0059] 일례로, 반응 평가부(130)는 오염원에 기반한 지중 오염원의 오염물질이 불포화대를 통해 수용체가 위치하는 실내 공간으로 이동하는 경우 실내공기 오염 농도를 산정할 수 있다.

[0060] 또한, 반응 평가부(130)는 오염원에 기반한 오염물질의 독성과 같은 화학적 특성을 고려하여 오염물질이 수용체에 대하여 단위농도의 노출로 부과될 수 있는 유해도를 산출할 수 있다.

[0061] 유해도는 지중생활공간 오염 수준 예측에 활용되고, 지중 오염원 농도가 지중환경 내 거동하여, 불포화대를 통해 실내로 증기 침입하여 실내공기를 오염 시킴에 따른 실내공기 오염 농도와 관련될 수 있다.

[0062] 또한, 반응 평가부(130)는 기 산출된 유해도에 기반하여 독성 데이터 베이스를 구축할 수 있다.

[0063] 예를 들어, 독성 데이터 베이스는 화학물질의 화학적 특성 및 독성에 따라 단위 위해도의 산출 결과에 대한 데이터를 포함한다.

[0064] 예를 들어, 유해도는 독성 물질의 용량에 대한 반응 평가 결과로서 산출될 수 있다.

[0065] 본 발명의 일실시예에 따르면 노출 평가부(140)는 정량적 자료 데이터에 기반하여 수용체에 대한 노출량을 산출하여 산출된 노출량에 따라 노출을 평가한다.

[0066] 일례로, 노출 평가부(140)는 수용체가 위치하는 건물 특성 및 수용체의 노출 특성을 반영하여 노출량을 산출한다.

[0067] 또한, 노출 평가부(140)는 산출된 노출량과 관련하여 노출 강도, 일일 호흡률, 노출빈도, 노출기간 및 노출 경로 중 적어도 하나에 대하여 노출 데이터 베이스를 구축할 수 있다.

[0068] 예를 들어, 수용체는 오염부지 내 건물의 실내 공간에 거주하는 사람을 나타낼 수 있다.

[0069] 예를 들어, 노출 데이터 베이스는 입력 파라미터로 발암에 대한 위험도, 비발암에 대한 위험도, 발암에 대한 평균 시간(년 단위), 비발암에 대한 평균 시간(년 단위), 노출 기간(년 단위), 노출 빈도(일 단위), 노출 시간(시간 단위), 돌연변이 유발성 작용 인자(mutagenic mode-of-action factor)를 가질 수 있다.

[0070] 노출 데이터 베이스는 입력 파라미터에 대한 단위(unit), 변수 이름(variable name), 범위(range), 디폴트 값(default value) 및 계수 변화율(coefficient of variation)로 구분하여 데이터를 정리하고 있다.

[0071] 예를 들어, 노출량이 지점별로 상이한 공간적 자료로 제시될 수 있다.

[0072] 본 발명의 일실시예에 따르면 위해성 평가부(150)는 유해도 및 노출량에 기반하여 수용체의 위해성을 산출하고, 산출된 위해성을 통해 부지개념모델 내 부지의 지점 별 위해성을 평가할 수 있다.

[0073] 일례로, 위해성 평가부(150)는 유해도와 노출량을 종합적으로 고려하여 수용체의 발암 및 비발암 위해성 중 적어도 하나를 수용체의 위해성으로 산출하고, 산출된 위해성을 위해도 기준치와 비교하여 부지 내 지점 별 위해성에 대하여 위해도 기준치의 초과 정도를 평가할 수 있다.

[0074] 본 발명의 일실시예에 따르면 위해성 평가부(150)는 단위 위험 향상도(incremental unit risk, IUR), 노출 빈도(exposure frequency, EF), 노출 기간(exposure duration, ED), 노출 시간(exposure time, ET) 및 증기침입에 따른 실내 공기 농축도(indoor air concentration due to vapor intrusion, C_{ia})와 발암에 대한 평균 시간(averaging time for carcinogens, AT_C)의 비율에 따라 발암 위해성을 산출할 수 있다.

[0075] 예를 들어, 위해성 평가부(150)는 하기 수학식 1에 기반하여 발암 위해성을 산출할 수 있다.

[0077] [수학식 1]

[0078]
$$Risk = \frac{IUR \times EF \times ED \times ET \times C_{ia}}{AT_c \times (365\ days/yr) \times (24hrs/day)}$$

[0080] 수학식 1에서, Risk는 향상된 위험(incremental risk)으로 발암 위해성을 나타낼 수 있고, IUR은 단위 위험 향상도를 나타낼 수 있으며, EF는 노출 빈도를 나타낼 수 있고, ED는 노출 기간을 나타낼 수 있으며, ET는 노출 시간을 나타낼 수 있고, C_{ia}는 증기침입에 따른 실내 공기 농축도를 나타낼 수 있으며, A_{TC}는 발암에 대한 평균 시간을 나타낼 수 있다.

[0081] 본 발명의 일실시예에 따르면 위해성 평가부(150)는 노출 빈도, 노출 기간 및 노출 시간에 대한 증기침입에 따른 실내 공기 농축도의 비율과 비발암에 대한 평균 시간(averaging time for carcinogens, AT_{NC})과 기준 농축도

(reference concentration, R_{fc})의 결합 간의 비율에 따라 상기 비발암 위해성을 산출할 수 있다.

[0082] 예를 들어, 위해성 평가부(150)는 하기 수학식 2에 기반하여 비발암 위해성을 산출할 수 있다.

[0084] [수학식 2]

[0085]
$$HQ = \frac{EF \times ED \times ET/24hrs \times C_{ia}}{RfC \times AT_{NC} \times 365\ days/yr}$$

[0087] 수학식 2에서, HQ는 비발암 위해성을 나타낼 수 있고, EF는 노출 빈도를 나타낼 수 있으며, ED는 노출 기간을 나타낼 수 있고, ET는 노출 시간을 나타낼 수 있으며, C_{ia}는 증기침입에 따른 실내 공기 농축도를 나타낼 수 있고, R_{fC}는 기준 농축도를 나타낼 수 있으며, AT_{NC}는 비발암에 대한 평균 시간을 나타낼 수 있다.

[0088] 본 발명의 일실시예에 따르면 위해도맵 생성부(160)는 기준 위해도에 기반하여 상기 평가된 위해성을 지도 상에 도시함에 따라 상기 평가된 위해성의 공간적 분포를 시각화하는 위해도맵을 생성할 수 있다.

[0089] 일례로, 위해도맵 생성부(160)는 발암 위해성을 상기 기준 위해도 중 발암 위해도 기준치와 비교하여 발암 위해도 맵을 위해도맵으로 생성할 수 있다.

[0090] 또한, 위해도맵 생성부(160)는 비발암 위해성을 기준 위해도 중 비발암 위해도 기준치와 비교하여 비발암 위해도 맵을 위해도맵으로 생성할 수 있다.

[0091] 다시 말해, 위해도맵 생성부(160)는 2차원 지도 상에 위해성 평가 결과를 도시하여 위해성의 공간적 분포를 시각화한 위해도맵을 생성 및 제공할 수 있다.

[0092] 예를 들어, 위해도 맵은 다점의 증기침입에 대한 위해성 평가 결과를 나타내고, 해상도 조정이 가능하며, 3차원 지도로서 보정 가능하고, 입체 지도 상에 매핑 처리 가능하여 가시성 확장이 가능하다.

[0093] 따라서, 본 발명은 오염부지의 부지개념모델을 구축하고, 구축된 부지개념모델에 기반하여 증기침입의 위해성을 평가하여 위해성의 공간적 분포를 시각화한 증기침입 위해도맵을 생성하는 증기침입 위해도맵 생성 장치를 제공할 수 있다.

[0094] 또한, 본 발명은 지점별로 상이한 지중매체, 지중환경 오염, 지중시설, 수용체 노출 특성을 동시에 고려한 공간적 위해도 차이를 분석하기 위한 도구로서 증기침입 위해도맵을 생성 및 제공할 수 있다.

[0096] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 부지개념모델의 구축 결과를 설명하는 도면이다.

[0097] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 부지개념모델의 구축에 따른 부지개념모델의 구성을 예시한다.

[0098] 도 2를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 부지개념모델(200)은 오염원(210), 경로(220) 및 수용체(230)로 구분하여 구성될 수 있다.

[0099] 오염원(210)은 오염물질, 오염매체, 오염 농도 및 범위를 나타낼 수 있다.

[0100] 오염물질로는 트리클로로에틸렌을 포함한 다양한 오염물질이 제시가능하고, 조사 결과에 따라 측정된 다양한 오염물질이 포함 가능하다.

[0101] 오염매체로는 지하수, 토양 등과 같이 다양한 매체들이 적용될 수 있다.

[0102] 오염 농도 및 범위와 관련하여 양수 처리 시설의 하류 오염 유출 지역을 예시로 적용할 수 있다.

[0103] 경로(220)는 지질매체로 불포화대를 예로 들수 있고, 오염 심도를 나타낼 수 있는데 오염 심도는 지표로부터 지하 수위까지의 깊이와 대수층의 두께를 나타낼 수 있다.

[0104] 또한, 경로(220)는 건물 슬래브 내 크랙(crack)을 통해 실내공간으로 이동한 증기 상 오염물질의 이동 경로를 나타낼 수 있다.

[0105] 수용체(230)는 오염 부지 내 건물의 실내 공가 내에 거주하는 사람과 관련하여 사람의 수, 성별, 나이 등의 정보를 나타낼 수 있다.

[0106] 오염원(210)은 오염 토양 및 지하수의 분포 및 오염수준에 대한 공간적 자료를 나타낼 수 있다.

[0107] 경로(220)는 증기침입 경로, 지하수위, 건축물 심도 및 지질매체 등의 공간적 정보를 나타낼 수 있다.

[0108] 수용체(230)는 건축물의 용도, 거주자 및 작업자의 체류 시간 특성 등을 반영한 공간적 자료를 나타낼 수 있다.

[0110] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 정량적 자료의 구축 결과를 설명하는 도면이다.

[0111] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 정량적 자료의 구축 결과로서 공간적 데이터의 이미지를 예시한다.

[0112] 도 3을 참고하면, 부지개념모델에 대한 정량적 자료로서 이미지(300)를 나타내고, 이미지(300)에서 특정 부분을 확대 표시한 이미지(301)로 제시할 수 있다.

[0113] 이미지(301)는 증기침입이 발생한 지역에 대하여 색상의 변화를 통해서 농도 표시를 나타내고 있다.

[0115] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 증기침입 위해도맵의 구성을 설명하는 도면이다.

[0116] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 증기침입 위해도맵의 구성을 예시한다.

[0117] 도 4를 참고하면, 전처리 단계(S401)와 위해성 평가(S402)단계를 통해서 증기침입 위해도맵을 생성 및 구성한다.

[0118] 전처리 단계(S401)는 오염 지역에 대한 데이터를 수집 및 누적하고, GIS(Geographic Information System) 데이터로서 오염 농도, 지표 고도, 지하 수위, 지질매체특성, 건물특성 및 노출 특성을 수집 및 저장한 후, 스프레드 시트(spreadsheet) 입력 자료 처리한다.

[0119] 위해성 평가(S402)단계는 위해도와 위해도 기준치를 비교하여 위해성 평가를 수행하고, 위해성 평가 결과에 따라 다양한 색상으로 위해성 평가 결과가 반영된 위해도맵을 생성한다.

[0120] 예를 들어, 위해도와 위해도 기준치를 비교하는 과정을 스크리닝 절차로 볼 수 있다.

[0121] 따라서, 본 발명은 오염부지의 전주기적 관리에 활용되는 부지개념모델을 반영한 위해성 평가와 위해도의 공간적인 분포를 시각적으로 도시함에 따른 지점별 특성이 반영된 위해성 평가를 수행하도록 지원할 수 있다.

[0123] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 증기침입 위해도맵의 표시 내용을 설명하는 도면이다.

[0124] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 증기침입 위해도맵의 표시 내용을 예시한다.

[0125] 도 5를 참고하면, 도 3에서 설명된 이미지(301)에 해당하는 정량적 자료(500)에 대한 위해성 평가를 반영하여 발암 위해도맵(510)과 비발암 위해도맵(520)의 생성 결과를 예시한다.

[0126] 발암 위해도맵(510)은 발암 위해성과 발암 위해도 기준치의 비교 결과에 따라 다양한 색상으로 위해도를 나타낸 결과를 예시한다.

[0127] 비발암 위해도맵(520)은 비발암 위해성과 비발암 위해도 기준치의 비교 결과에 따라 다양한 색상으로 위해도를 나타낸 결과를 예시한다.

[0128] 발암 위해도맵(510)과 비발암 위해도맵(520)에서 각 점 부분을 나타내는 색상은 제1 표시(530) 내지 제6 표시(535)로 구분될 수 있다.

[0129] 제1 표시(530)는 목표 위해도 10배 이상인 경우를 나타낼 수 있다.

[0130] 제2 표시(531)는 목표 위해도 2배 이상이고 10배 미만인 경우를 나타낼 수 있다.

[0131] 제3 표시(532)는 목표 위해도 1배 이상이고 2배 미만인 경우를 나타낼 수 있다.

[0132] 제4 표시(533)는 목표 위해도 1/2 배 이상 1배 미만인 경우를 나타낼 수 있다.

[0133] 제5 표시(534)는 목표 위해도 1/10배 이상 1/2배 미만인 경우를 나타낼 수 있다.

[0134] 제6 표시(535)는 목표 위해도 1/10배 미만인 경우를 나타낼 수 있다.

[0135] 발암 위해도 기준치는 1.0e-6일 수 있고,, 비발암 위해도 기준치는 1일 수 있다.

[0136] 따라서, 본 발명은 부지특성을 반영하여 얻어낸 증기침입 위해도맵이 지중환경 내 오염의 위해성 평가와 초기 단계의 오염 관리 의사결정(조사 지점 선정 및 정화 계획 수립)을 지원할 수 있다.

[0138] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 증기침입 위해도맵 생성 방법을 설명하는 도면이다.

[0139] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 증기침입 위해도맵 생성 방법에 따라 증기침입 위해도맵 생성 절차를 예시한다.

[0140] 도 6을 참고하면, 단계(S601)에서 본 발명의 일실시예에 따른 증기침입 위해도맵 생성 방법은 부지개념모델을 구축한다.

[0141] 즉, 증기침입 위해도맵 생성 방법은 오염부지에 대한 부지 조사 결과를 요소 데이터로 하는 부지개념모델을 구축할 수 있다.

[0142] 단계(S602)에서 본 발명의 일실시예에 따른 증기침입 위해도맵 생성 방법은 정량적 자료를 구축한다.

[0143] 즉, 증기침입 위해도맵 생성 방법은 단계(S602)에서 구축된 부지개념모델을 기반으로 상기 부지 조사 결과에 대한 정량적 결과를 정량적 자료 데이터로 구축하는

[0144] 단계(S603)에서 본 발명의 일실시예에 따른 증기침입 위해도맵 생성 방법은 오염에 따른 반응을 유해도로 산출해 오염에 대한 반응을 평가한다.

[0145] 즉, 증기침입 위해도맵 생성 방법은 단계(S602)에서 구축된 정량적 자료 데이터에 기반하여 실내공기 오염 농도 및 오염물질의 단위농도의 노출에 따른 반응을 유해도로 산출할 수 있다.

[0146] 단계(S604)에서 본 발명의 일실시예에 따른 증기침입 위해도맵 생성 방법은 수용체의 노출량을 산출해 노출을 평가한다.

[0147] 즉, 증기침입 위해도맵 생성 방법은 단계(S602)에서 구축된 정량적 자료 데이터에 기반하여 수용체에 대한 오염물질의 노출량을 산출할 수 있다.

[0148] 단계(S605)에서 본 발명의 일실시예에 따른 증기침입 위해도맵 생성 방법은 유해도 및 노출량에 기반한 위해성을 평가한다.

[0149] 즉, 증기침입 위해도맵 생성 방법은 단계(S603)에서 산출된 유해도 및 단계(S604)에서 산출된 노출량에 기반하여 수용체의 위해성을 산출하고, 산출된 위해성을 통해 부지개념모델 내 부지의 지점 별 위해성을 평가할 수 있다.

[0150] 단계(S606)에서 본 발명의 일실시예에 따른 증기침입 위해도맵 생성 방법은 위해성의 공간적 분포를 시각화하여 위해도맵을 생성한다.

[0151] 즉, 증기침입 위해도맵 생성 방법은 기준 위해도에 기반하여 단계(S605)에서 평가된 위해성을 지도 상에 도시함에 따라 평가된 위해성의 공간적 분포를 시각화하는 위해도맵을 생성할 수 있다.

[0152] 따라서, 본 발명은 오염부지의 부지개념모델을 구축하고, 구축된 부지개념모델에 기반하여 증기침입의 위해성을 평가하여 위해성의 공간적 분포를 시각화한 증기침입 위해도맵을 생성하는 증기침입 위해도맵 생성 방법을 제공할 수 있다.

[0154] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPA(field programmable array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적

컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0155] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

[0156] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

[0157] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

부호의 설명

[0158] 100: 증기침입 위해도맵 생성 장치

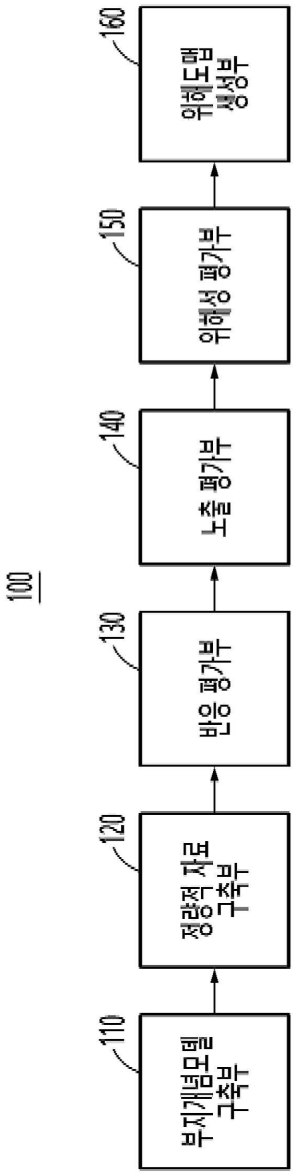
110: 부지개념모델 구축부 120: 정량적 자료 구축부

130: 반응 평가부 140: 노출 평가부

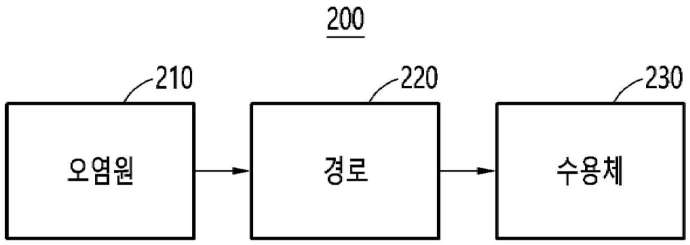
150: 위해성 평가부 160: 위해도맵 생성부

도면

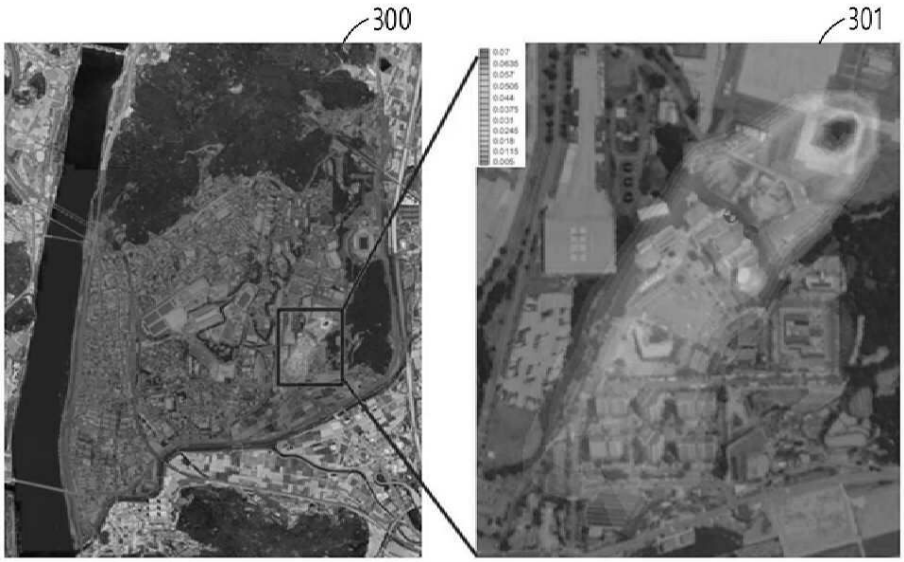
도면1


100
110
부지개념모델 구축부
120
정량적 자료 구축부
130
반응 평가부
140
노출 평가부
150
위해성 평가부
160
위해도맵 생성부

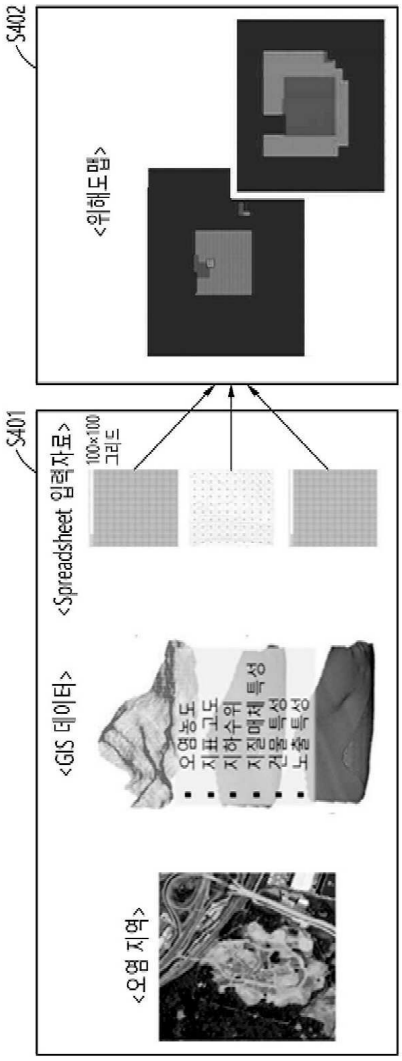
도면2


200
210
오염원
220
경로
230
수용체

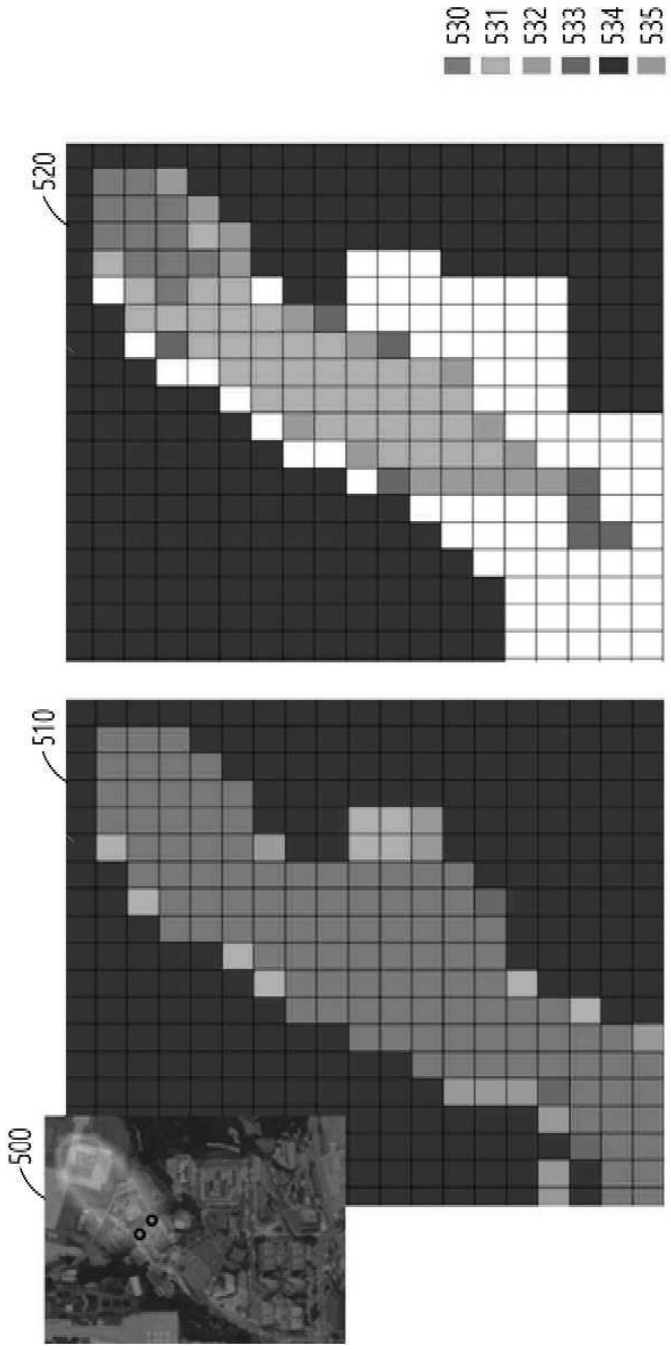
도면3


300
301

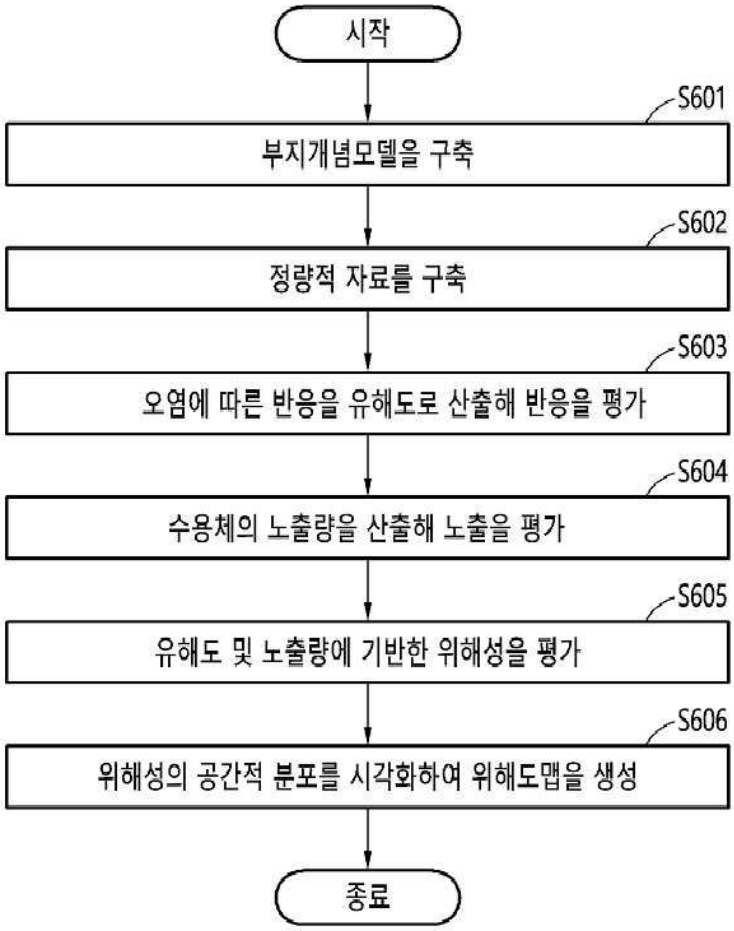
도면4


S402
<위험도맵>
S401
<Spreadsheet 입력자료>
100×100
그리드
<GIS 데이터>
오염농도
지표고도
지하수위
지질매체특성
건물특성
노출특성
<오염지역>

도면5



도면6


시작
S601
부지개념모델을 구축
S602
정량적 자료를 구축
S603
오염에 따른 반응을 유해도로 산출해 반응을 평가
S604
수용체의 노출량을 산출해 노출을 평가
S605
유해도 및 노출량에 기반한 위해성을 평가
S606
위해성의 공간적 분포를 시각화하여 위해도맵을 생성
종료