

【명세서】

【발명의 명칭】

지하수 수위의 관리방법{A Method of Groundwater Level Management}

【기술분야】

<0001>

본 발명은 지하수의 수위 관리방법에 관한 것이고, 더욱 상세하게는 자연상태의 지하수위 부존 특성이 반영되는 관리기준수위를 설정할 수 있을 뿐만 아니라, 시설 운영 중 비상감시 상태에서 단계별로 정밀감시, 정밀조사 및 원인분석, 그리고 비상조치에 이르는 관리기준을 제시함으로써 현장 기술자들이 적시에 비상상황에 대처할 수 있는 기준이 마련될 수 있는 지하수의 수위 관리방법에 관한 것이다.

【발명의 배경이 되는 기술】

<0002>

지하유류비축시설은 저유공동의 내부 최대 압력보다 주변 암반의 지하수압력을 인공적으로 더 높게 유지하도록 하여 개스나 유류의 누출을 방지함으로써 그 안전성을 확보할 수 있다. 자연상태의 지하수만으로는 저유공동 주변의 압력을 항상 높게 유지하기 어려우므로 저유공동 상부에 가압상태의 수막시스템을 설치하게 된다. 비축시설의 운영 중에는 지하수위 관측공에서 계측하는 지하수위로서 공동 주변의 지하수 압력이 제대로 작용하고 있는지를 점검하고 이를 근거로 시설 운영 중의 안전성을 가늠하게 된다. 즉, 시설의 안전한 운영을 위한 다수의 지하수위 관측공 별로 관리기준수위를 설정하여 관리해 오고 있는데, 이때의 관리기준수위는 지하수유동 수치모델링에서 추정하는 지하수위 또는 이론적인 해석식에 의하여 설정되고 있다. 현재까지 적용되고 있는 이러한 지하수 관리기준수위 추정방법의 문제

점으로는 지하수유동 수치모델링과 해석식의 전제조건이 저유공동 주변의 단열 암반을 다공성 연속체 매질로 가정하여 계산하기 때문에 지하의 탐지되지 않은 민감한 투수성 구조에 의한 지하수위 영향을 반영하기 어렵다는 점이다. 이러한 지하지질의 불확실성에 기인하여 기존의 방법을 통하여 산정된 관측공의 관리기준수위와 실제 현장에서 측정되는 수위와 큰 차이를 보일 수 있고, 결과적으로 안전관리를 위한 기준수위 결정에 혼란을 줄 수 있다.

【발명의 내용】

【해결하고자 하는 과제】

<0003> 따라서, 본 발명의 목적은 자연상태의 지하수위 부존 특성이 반영되는 관리기준수위를 설정할 수 있는 방법을 제공하는 것에 있다.

<0004> 본 발명의 또 다른 목적은 비상감시 상태에서 단계별로 정밀감시, 정밀조사 및 원인분석, 그리고 비상조치에 이르는 관리기준을 제시함으로써 현장 기술자들이 적시에 비상상황에 대처할 수 있는 관리방법을 제공하는데 있다.

【과제의 해결 수단】

<0005> 본 발명에 의한 각 관측공의 관리기준수위 ϕ_m 은 다음의 식으로 정의할 수 있다.

<0006>
$$\phi_m = \gamma_2 \text{ (단, } \gamma_2 > \alpha \text{)}$$

<0007> 이때, γ_2 는 해당 관측공에서 측정되는 최저 지하수 수위이고, α 는 안전성을 보장할 수 있는 최저 한계 수위이다. 관리기준수위보다 높은 수위를 유지할 때

는 시설의 안전성을 향상시켜 주는 것이므로 별도의 관리방법이 필요치 않다. 이와 반대의 경우로서, 관측공의 지하수 수위가 관리기준수위보다 강하하는 때의 지하수 수위 강하량 ϕ_d 는 다음의 식으로 계산한다.

<0008>
$$\phi_d = d(\phi_m - a) + a$$

<0009> 여기에서, d는 지하수 수위 관리계수로서 제1 특정값을 기준으로 정상감시와 비상감시 단계로 구분한다. 지하수 수위 강하량이 d가 제1 특정값보다 이상인 상태로 유지되면 정상감시 상태이고, d가 제1 특정값보다 미만인 상태로 강하되면 비상감시 상태인 것으로 구분할 수 있다. 여기서, 제1 특정값은 0.9일 수 있다.

<0010> 지하수 수위 강하량이 d가 제1 특정값 미만인 상태로 강하되면 비상감시 상태의 행위가 필요하다. 비상감시 단계에서는 d가 제1 특정값 미만이고 제2 특정값 이상으로 지하수 수위가 강하하게 되면 정밀감시를 실시한다. d가 제2 특정값 미만이고 제3 특정값 이상으로 지하수 수위가 강하하게 되면 정밀조사 및 원인 분석을 실시하는 것이 바람직하다. d가 제3 특정값 미만으로 지하수 수위가 강하하게 되면 안전성에 심각한 위해 요소로 작용할 수 있으므로 즉각적인 비상조치를 취해야 한다. 여기서, 제2 특정값은 0.7, 제3 특정값은 0.5일 수 있다.

<0011> 이와 같이 구성하여, 비상감시 상태에서 단계별로 정밀감시, 정밀조사 및 원인분석, 그리고 비상조치에 이르는 관리기준을 제시함으로써 현장 기술자들이 적시에 비상상황에 대처할 수 있는 기준이 마련될 수 있다.

【발명의 효과】

<0012> 본 발명에 의하면, 자연상태의 지하수위 부존 특성이 반영되는 관리기준수위를 설정할 수 있는 효과가 있다.

<0013> 또한, 비상감시 상태에서 단계별로 정밀감시, 정밀조사 및 원인분석, 그리고 비상조치에 이르는 관리기준을 제시함으로써 현장 기술자들이 적시에 비상상황에 대처할 수 있는 기준이 마련될 수 있다.

【도면의 간단한 설명】

<0014> 도 1은 지하수의 단계별 수위 패턴을 기재한 도표이다.

도 2는 본 발명의 지하수 수위 관리기준과 관리방법을 나타낸 플로우차트이다.

【발명을 실시하기 위한 구체적인 내용】

<0015> 이하에서, 본 발명에 따른 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 다만, 본 발명이 실시예들에 의하여 제한되거나 한정되는 것은 아니다.

각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다. 또한, 본 발명에서는 지하유류비축시설에 대해 예를 들어 설명하지만, 지하수의 수위를 결정하고 관리하는 다양한 분야에서 변형 적용될 수 있다.

<0016> 지하유류비축시설의 운영단계에서 지하수위 관측공의 관리기준수위를 설정하기 위하여, 먼저 지하수의 수위의 패턴을 설명한다.

<0017> 도 1은 지하수의 단계별 수위 패턴을 기재한 도표로서, x 축은 시간에 따른

각 단계를 나타내고, y 측은 지하수의 수위를 나타낸다. 여기서, y_1 은 지하 공동 굴착 전 지하수 수위 장기간 변화의 최저치, y_2 는 해당 관측공에서 지하 공동 굴착이 종료된 이후 계측되는 지하수 수위의 장기간 변화의 최저치, a 는 비축시설 운영 안전성을 보장할 수 있는 최저 한계 수위로서 이것은 수막시스템이 없는 조건에서의 설계 최저 지하수 수위 D_L 과 수막시스템에 작용하는 과압 ϕ_{wcs} 의 합에 해당한다.

<0018> 이를 살펴보면, 부지조사 및 설계 단계, 수막시스템 굴착 단계, 저유공동 굴착 단계를 거치면서 자연 상태의 지하수 수위인 y_1 은 지속적으로 감소하게 되나, 시설 운영 단계에서는 지하수 수위가 정상 변화하는 때에는 지하수 수위 y_2 는 유지되게 되나, 지하수 수위가 비정상 변화하는 때에는 y_2 는 강하하게 된다.

<0019> 시설 운용단계에서 지하수 수위 y_2 의 변화 양상에 따른 지하수 수위의 관리 기준과 관리방법을 살펴보기로 한다.

<0020> 도 2는 본 발명의 지하수 수위 관리기준과 관리방법을 나타낸 플로우차트이다. 이에 도시된 바와 같이, 먼저 지하 공동 굴착 전 상태에서 지하수의 장기간 변화의 최저치(y_1)(S10)를 얻을 수 있으며, 그 후 지하 공동 굴착 상태 동안에는 지하수 수위의 강하가 발생한다(S20).

<0021> 다음, 지하 공동 굴착이 끝난 이후의 장기간의 지하수 변화의 최저치 (y

2)(S30) 를 얻을 수 있다. 시설 운영단계에서 각 관측공의 관리기준수위 ϕ_m (S40)은 다음과 같다.

<0022>
$$\phi_m = \gamma_2 \text{ (단, } \gamma_2 > \alpha \text{)} \quad \text{(식1)}$$

<0023> 이때 만약 $\gamma_2 > \alpha$ 이면 $\phi_m = \gamma_2$ 가 될 수 있다. 즉, 다른 말로 표시하면, 시설운영 중 각 관측공의 기준수위는 $\gamma_2 > \alpha$ 일 경우에는 $\phi_m = \gamma_2$ 로 관리기준수위가 되는 것이다.

<0024> 비축시설 운영 중 각 관측공의 관리기준수위를 참고하여 실제 계측되는 지하수 수위를 관리하는 행위는 시설의 안전성을 보장하기 위함이다. 관리기준수위보다 높은 수위를 유지할 때는 시설의 안전성을 향상시켜 주는 것이므로 별도의 관리방법이 필요치 않다. 이와 반대의 경우로서, 관측공의 지하수 수위가 관리기준수위보다 강하하는 때의 지하수 수위 강하량 ϕ_d 는 다음의 식으로 계산한다(S50).

<0025>
$$\phi_d = d(\phi_m - \alpha) + \alpha \quad \text{(식2)}$$

<0026> 여기에서, d는 지하수 수위 관리계수로서 제1 특정값을 기준으로 정상감시와 비상감시 단계로 구분한다. 지하수 수위 강하량이 d가 0.9 이상인 상태로 유지되면 정상감시 상태로 판단(S90)하며, 0.9 미만인 상태로 강하되면 비상감시 상태인 것으로 판단한다(S60).

<0027> 관측공의 지하수 수위가 비정상적 변화라고 판단된 경우에는, 비상감시 상태의 행위가 필요하다. 비상감시 단계에서는 d가 0.9 미만이고 0.7 이상(S71)으로 지

하수 수위가 강하하게 되면 정밀감시를 실시한다(S81). d 가 0.7 미만이고 0.5 이상(S72)으로 지하수 수위가 강하하게 되면 정밀조사 및 원인 분석을 실시하는 것이 바람직하다(S82). d 가 0.5 미만(S73)으로 지하수 수위가 강하하게 되면 안전성에 심각한 위해 요소로 작용할 수 있으므로 즉각적인 비상조치를 취해야 한다(S83).

<0028> 비상조치를 통하여 관측공의 지하수 수위를 관리기준수위 범위로 회복한 때에는 다시 S50 단계로 돌아가서 지하수 수위 강하량(ϕ_d)를 측정하게 되어, 이 루트를 반복하게 된다.

<0029> 지금까지 단열암반을 다공성 연속체 매질로 가정한 지하수유동 수치 모델링과 해석식을 이용하여 지하수위 기준수위를 설정함으로써 지하지질의 불확실성에 기인하는 불균질한 지하수위 관리기준 설정에 어려움을 겪었으나, 이 기술을 적용함으로써 자연상태의 지하수위 부존 특성이 반영되는 기준수위를 설정할 수 있게 된다.

<0030> 더욱이 운영 중 비상감시 상태에서 단계별로 정밀감시, 정밀조사 및 원인분석, 그리고 비상조치에 이르는 관리기준을 제시함으로써 현장 기술자들이 적시에 비상상황에 대처할 수 있는 기준이 마련될 수 있다.

【부호의 설명】

<0031> S10 ~ S90 : 본 발명의 관리방법의 절차

【특허청구범위】

【청구항 1】

시설 운영단계에서 각 관측공의 관리기준수위(ϕ_m)를 다음의 식으로 결정하는 방법.

$$\phi_m = \gamma_2 \text{ (단, } \gamma_2 > \alpha \text{)}$$

(여기서, γ_2 는 해당 관측공에서 지하 공동 굴착이 종료된 이후 측정되는 지하수 수위의 장기간 변화의 최저치, α 는 비축시설 운영 안전성을 보장할 수 있는 최저 한계 수위로서 수막시스템이 없는 조건에서의 설계 최저 지하수 수위(D_L)와 수막시스템에 작용하는 과압(ϕ_{wcs})의 합에 해당하는 수위)

【청구항 2】

시설 운영 중 관측공의 관리기준수위를 참조하여 이를 관리하는 방법에 있어서,

지하수의 수위의 강하량(ϕ_d)은 다음의 식으로 측정하며,

$$\phi_d = d(\phi_m - \alpha) + \alpha$$

지하수 수위 강하량이 d 가 제1의 특정값보다 이상인 상태로 유지되면 정상감시 상태이고, d 가 제1의 특정값보다 미만인 상태로 강하되면 비상감시 상태인 것으로 판단하는 지하수 수위의 관리방법.

(여기서, d 는 지하수 수위 관리계수, ϕ_m 은 지하수 관리기준수위, α 는 최저

한계 수위)

【청구항 3】

제2항에 있어서,

상기 제1 특정값은 0.9인 것을 특징으로 하는 지하수 수위의 관리방법.

【청구항 4】

제2항에 있어서,

상기 지하수 수위의 비상감시 상태라고 판단하는 단계에서는 d가 제2 특정값 미만이고 제2 특정값 이상으로 지하수 수위가 강하할 경우에는 정밀감시를 실시하는 것을 특징으로 하는 지하수 수위의 관리방법.

【청구항 5】

제4항에 있어서,

상기 제2 특정값은 0.7인 것을 특징으로 하는 지하수 수위의 관리방법.

【청구항 6】

제2항에 있어서,

상기 지하수 수위의 비상감시 상태라고 판단하는 단계에서는 d가 제2 특정값 미만이고 제3 특정값 이상으로 지하수 수위가 강하하게 되면 정밀조사 및 원인 분석을 실시하는 것을 실시하는 것을 특징으로 하는 지하수 수위의 관리방법.

【청구항 7】

제6항에 있어서,

상기 제3 특정값은 0.5인 것을 특징으로 하는 지하수 수위의 관리방법.

【청구항 8】

제2항에 있어서,

상기 지하수 수위의 비상감시 상태라고 판단하는 단계에서는 d가 제3 특정값 미만으로 지하수 수위가 강하하게 되면 안전성에 심각한 위해 요소로 작용할 수 있다고 판단하고 즉각적인 비상조치를 실시하는 것을 특징으로 하는 지하수 수위의 관리방법.

【요약서】

【요약】

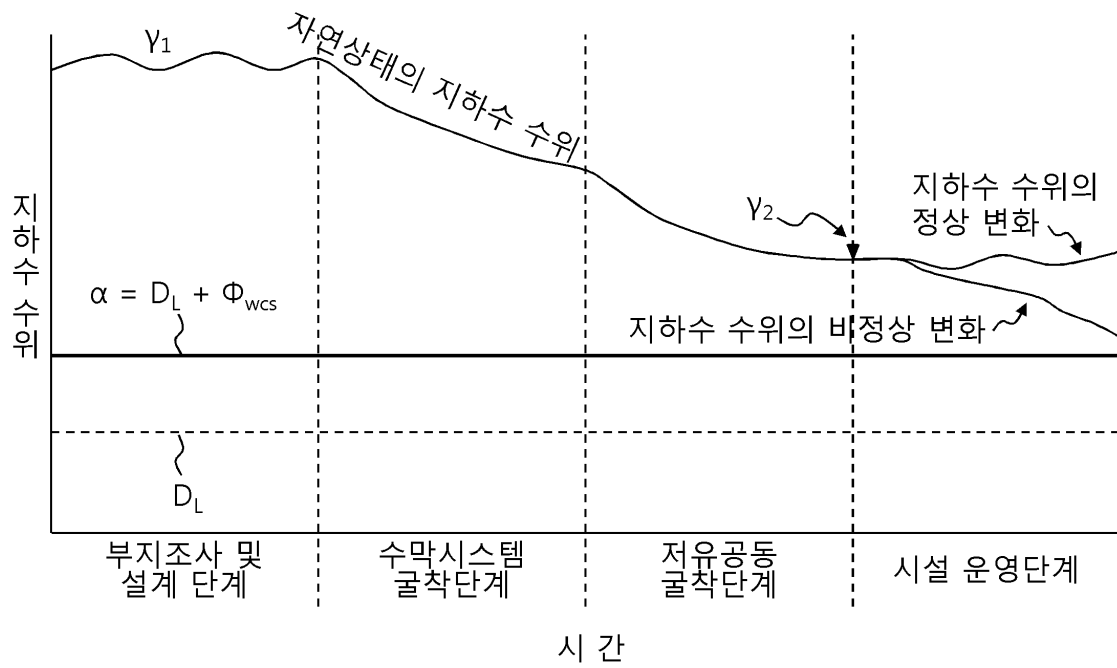
지하수의 수위 관리방법이 제시된다. 지하수 수위의 관리방법은 관리기준수위 참조하여 이를 관리하는 방법에 있어서, 지하수의 수위의 수위 강하량은 $\phi_d = d(\phi_m - a) + a$ 의 식으로 계산하며, 지하수 수위 강하량이 d 가 특정값보다 이상인 상태로 유지되면 정상감시 상태이고, d 가 특정값보다 미만인 상태로 강하되면 비상감시 상태인 것으로 판단한다. 여기서, ϕ_d 는 운영 중 지하수 수위 강하량, d 는 지하수 수위 관리계수, ϕ_m 은 관측공의 지하수 관리기준수위, a 는 최저 한계 수위이다. 이에 따라, 자연상태의 지하수위 부존 특성이 반영되는 관리기준수위를 설정할 수 있을 뿐만 아니라, 운영 중 비상감시 상태에서 단계별로 정밀감시, 정밀조사 및 원인분석, 그리고 비상조치에 이르는 관리기준을 제시함으로써 현장 기술자들이 적시에 비상상황에 대처할 수 있는 기준이 마련될 수 있다.

【대표도】

도 2

【도면】

【도 1】



【도 2】

