



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0104941
(43) 공개일자 2010년09월29일

(51) Int. Cl.

C04B 14/10 (2006.01) C09K 17/00 (2006.01)
E02D 3/12 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0023688

(22) 출원일자 2009년03월19일

심사청구일자 2009년03월19일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가 1

(72) 발명자

최항석

서울 노원구 공릉동 743 한보아파트 101동 801호

최효범

경기도 용인시 수지구 상현1동 금호베스트빌
273-2004

(74) 대리인

특허법인충현

전체 청구항 수 : 총 3 항

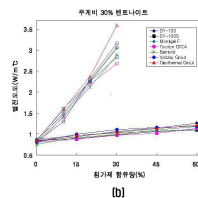
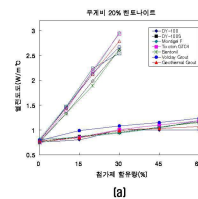
(54) 지중 열교환기용 그라우트재

(57) 요약

지중 열교환기용 그라우트재를 제공한다.

본 발명에 따른 지중 열교환기용 그라우트재는 물과 벤토나이트를 포함하는 그라우트재에 흑연이 첨가된 것을 특징으로 하며, 이를 통해 지반과 비슷한 열전도도를 제공하여 유체와 지반간의 열전달을 극대화함으로써 지중 열교환기의 효율을 더욱 향상시킬 수 있다.

대표도 - 도5



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 C106A100002808A070000420

부처명 한국건설교통기술평가원

연구관리전문기관

연구사업명 건설기술혁신사업

연구과제명 격자형 HDPE 파이프 단면의 적합성과 전열성 그라우트의 물리.화학적 특성 평가

기여율

주관기관 (주)건화엔지니어링

연구기간 2008년 06월 17일 ~ 2009년 12월 16일

특허청구의 범위

청구항 1

물과 벤토나이트를 포함하는 그라우트재에 흑연이 첨가된 것을 특징으로 하는 지중 열교환기용 그라우트재.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 흑연은 상기 물과 상기 벤토나이트를 포함하는 그라우트재의 중량 대비 10%~20%의 중량비로 첨가되는 것을 특징으로 하는 지중 열교환기용 그라우트재.

청구항 3

벤토나이트 20%~30%, 물 70%~80%의 중량비로 배합하고, 이 배합물과 흑연을 중량비가 1:0.1 ~ 1:0.2가 되도록 혼합하여 얻어지는 지중 열교환기용 그라우트재.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 지중 열교환기용 그라우트재에 관한 것으로, 보다 상세하게는 지중 열교환기가 매설되는 지반의 보어홀에 뒤채움용으로 사용되는 지중 열교환기용 그라우트재에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 우리나라는 에너지 자원 보유량이 부족하여 화석연료의 97%를 수입에 의존하고 있으며, 고유가 시대를 대비하기 위한 대체 에너지 개발의 필요성이 증대되고 있다. 교토 의정서와 최근의 발리 로드맵에 의한 온실가스 배출량 제한과 신에너지 및 재생 에너지 개발, 이용, 보급 촉진법 제11조를 통해 대체 에너지의 사용이 의무화 되어가고 있는 실정이다. 대체 에너지 중 지열원을 이용하는 지열 냉난방 시스템은 친환경적이며 비고갈성으로 알려져 있다. 국내에도 2000년대에 들어서면서 지열 냉난방 시스템의 보급이 점차 증가하는 추세를 보임에 따라 시스템의 효율을 결정하는 지중 열교환기(ground heat exchanger)에 대한 특성을 파악하고 그 효율을 높이는 것은 매우 중요한 일이다.

[0003] 열펌프(heat pump)를 이용하는 지열 냉난방 시스템은, 냉방의 경우 건물에서 발생한 열을 지중으로 내보내고 난방의 경우 지중의 열을 건물로 공급하여 냉난방을 구현하게 된다. 이런 냉난방 시스템에서 열원으로 작용하는 지열은 공기보다 안정적인 열원의 역할을 하게 된다. 국내에서는 주로 수직 밀폐형 지중 열교환기를 이용한 지열 냉난방 시스템이 시공되고 있다. 도 1은 수직 밀폐형 지중 열교환기를 적용한 지열 시스템의 구성과 역할을 개략적으로 도시한 도면이다. 여기서, 지중 열교환기는 지중 150m 내지 200m 까지 천공한 대략 15cm 직경의 보어홀(bore hole)에 U자관(U-loop)으로 연결된 두 가닥의 HDPE(High Density PolyEthylene) 파이프를 설치하여 물 또는 부동액을 순환시켜 주변 지반과 직접적으로 열교환을 하도록 한다. 열교환을 위한 HDPE 파이프는 지상의 열펌프와 연결되어 부동액을 순환하도록 한다.

[0004] 도 2(a) 및 2(b)는 지중 열교환기의 여름철 냉방모드의 열전달 메커니즘을 개략적으로 도시한 도면으로서, 건물의 냉방을 위해 더워진 순환 유체가 열교환 파이프로 순환하면서 열을 지중으로 전달하는 과정을 보여주고 있다. 물론, 겨울철 난방의 경우는 이와 반대로 난방을 위해 차가워진 순환 유체가 열교환 파이프로 순환하면서 지중으로부터 열을 흡수하여 상부 열펌프의 열원으로 사용된다. 또한, 그라우트재는 도 2(a) 및 2(b)에 도시된 바와 같이 지상의 오염물질이 보어홀로 유입되어 지하수를 오염시키는 것을 방지하고 보어홀 주변의 지하수가 지상으로 유출되는 것을 차단하는 역할 이외에도, 근본적으로 지중을 순환하는 유체와 지반간의 열교환 매개체 역할을 하게 된다. 따라서, 그라우트재의 열전도도는 지반과 비슷한 열전도도를 가진 재료를 사용할 때 지중 열교환기의 효율을 극대화시킬 수 있다.

[0005] 지중 열교환기용 그라우트재로 현재 주로 사용하는 재료는 시멘트류와 벤토나이트류로 나눌 수 있다. 시멘트 그라우트의 경우 보통 모래를 섞어 열전도 성능을 높이며 시멘트-모래 그라우트의 경우, 순수 시멘트나 벤토나

이트보다 열전도도가 높고 높은 부착력과 낮은 투수계수를 갖는다고 알려져 있다. 하지만, 유동화제(superplasticizer)를 사용한 낮은 물/시멘트 비를 갖는 시멘트-모래 그라우트의 경우 열전도도는 높으나 시공 후 갭(gap)이 발생하여 열전달 효율에 큰 영향을 줄 수 있다. 또한 시멘트 계열 그라우트는 시간이 지날수록 수축이 되어 지중 열교환기 파이프 재료인 플라스틱에 대한 접착력이 다소 감소하는 경향이 있다. 그라우트의 접착력이 감소하면 파이프와 접촉면에 틈이 발생하며 이는 지중 열교환기의 열전달 효율의 저하를 초래하게 된다. 국내에서는 이러한 시멘트계 그라우트에 대한 물리적 특성 규명이 명확하지 않아 실무에서는 주로 벤토나이트계열의 그라우트를 사용한다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0006] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 벤토나이트계 그라우트로서 지반과 비슷한 열전도도를 가진 지중 열교환기용 그라우트재를 제공하는 것이다.

과제 해결수단

- [0007] 상기 과제를 해결하기 위해서 본 발명의 일 측면에 따른 지중 열교환기용 그라우트재는,
- [0008] 물과 벤토나이트를 포함하는 그라우트재에 흑연이 첨가된 것을 특징으로 한다.
- [0009] 여기서, 상기 흑연은 상기 물과 상기 벤토나이트를 포함하는 그라우트재의 중량 대비 10%~20%의 중량비로 첨가되는 것이 바람직하다.
- [0010] 본 발명의 다른 측면에 따른 지중 열교환기용 그라우트재는,
- [0011] 벤토나이트 20%~30%, 물 70%~80%의 중량비로 배합하고, 이 배합물과 흑연을 중량비가 1:0.1 ~ 1:0.2가 되도록 혼합하여 얻어지는 것을 특징으로 한다.

효과

- [0012] 지중 열교환기용 그라우트재의 열전도도는 지반과 비슷한 열전도도를 가진 재료를 사용할 때 지중 열교환기의 효율을 극대화시킬 수 있다. 열전도도를 높이기 위한 첨가제로서 종래에 많이 사용되었던 천연규사 대신에 흑연을 사용함으로써 지반과 비슷한 열전도도를 얻을 수 있었다. 아울러, 천연규사에 비해 월등히 적은 양의 흑연을 첨가하고도 보다 향상된 열전도도를 얻을 수 있고, 지중을 순환하는 유체와 지반간의 열전달을 극대화하여 지중 열교환기의 효율을 더욱 향상시킬 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0013] 이하에서는 첨부된 도면을 참조로 하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 더욱 상세하게 설명하지만, 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니다. 또한, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 발명자가 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절히 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.

[0014] 비교예

- [0015] 일반적으로 지중 열교환기에 사용되는 벤토나이트 그라우트의 열전도도는 0.7~0.9 W/m℃의 범위로 나타나며, 열전도도를 높이기 위해 종래에는 첨가제로 천연규사를 사용하여 왔다. 도 3(a) 및 3(b)는 국내의 지중 열교환기의 시공에 사용되는 7종류의 벤토나이트 그라우트의 천연규사 함유량에 따른 열전도도를 실내 실험을 통해 얻어낸 결과이다. 도 3(a)는 벤토나이트와 물의 중량비를 각각 20% 및 80%로 하여 얻어진 그라우트재의 중량 대비 0~60%의 중량비로 천연규사를 첨가하여 얻어진 그라우트재의 열전도도를 나타낸 그래프이다. 예를 들면, 200g의 벤토나이트와 800g의 물을 혼합하여 얻어진 1kg의 벤토나이트 그라우트재에 0g, 150g, 300g, 450g, 600g의 천연규사를 첨가하여 얻어진 그라우트재의 열전도도를 실험을 통해 구한 것이다. 한편, 도 3(b)는 벤토나이트와 물의 중량비를 각각 30% 및 70%로 하여 얻어진 그라우트재의 중량 대비 0~60%의 중량비로 천연규사를 첨가하여 얻어진 그라우트재의 열전도도를 나타낸 그래프이다. 도 3에서 알 수 있듯이 천연규사를 벤토나이트와 물의 혼합물 중량의 60% 까지 첨가하여도 열전도도는 지반의 열전도도인 1.7~2.1 W/m℃ 보다 매우 낮은 약 1.3 W/m℃

를 나타냄을 알 수 있다.

[0016] 실시예

[0017] 본 발명에서는 벤토나이트 그래우트가 좀더 높은 열전도도를 갖도록 흑연이라는 새로운 그래우트재용 첨가제를 고안해 내었다. 종래의 천연규사를 첨가제로 사용했을 경우와 본 발명에 따른 흑연을 첨가제로 사용했을 경우의 열전도도의 비교를 위해, 흑연을 벤토나이트 그래우트의 중량대비 10%, 20%, 30%의 중량비로 첨가하여 열전도도를 측정하였다. 도 4는 비교예 1에 사용된 7종류의 벤토나이트 그래우트재에 흑연을 첨가제로 사용한 경우의 열전도도를 나타낸 그래프이다. 도 4(a)는 벤토나이트와 물을 각각 20% 및 80%의 중량비로 혼합한 그래우트재의 중량대비 0~30%의 중량비로 흑연을 첨가하여 얻어진 그래우트재의 열전도도를 나타낸 그래프이고, 도 4(b)는 벤토나이트와 물을 각각 30% 및 70%의 중량비로 혼합한 그래우트재의 중량대비 0~30%의 중량비로 흑연을 첨가하여 얻어진 그래우트재의 열전도도를 나타낸 그래프이다. 도 4에 도시된 바와 같이, 흑연을 벤토나이트 그래우트의 중량대비 30%의 중량비로 첨가하였을 때 열전도도가 최대 2.93~3.59 W/m℃로 매우 높게 측정되었다.

[0018] 도 5는 종래의 천연규사와 본 발명에 따른 흑연을 각각 첨가제로 사용한 경우에 측정된 그래우트재의 열전도도를 비교한 그래프이다. 전술한 바와 같이, 흑연은 중량비 30% 일 때 매우 높은 열전도도를 가지므로 천연규사의 경우에서처럼 중량비 60%까지 첨가할 필요가 없다. 흑연의 중량비 10% 일 때의 열전도도는 1.32~1.59 W/m℃이고, 20% 일 때는 1.44~2.36W/m℃ 으로 지반의 열전도도인 1.7~2.1 W/m℃의 범위에 매우 근접함을 알 수 있다.

[0019] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 하여 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며 당해 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 실시예의 변형이 가능하다는 점을 이해해야 할 것이다. 그러므로, 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 상술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 균등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 수직형 냉난방 시스템의 개략도이다.

[0021] 도 2는 냉방시의 지중 열교환기의 열전달 메커니즘을 도시한 도면으로서, (a)는 지중, (b)는 보어홀에서의 열전달 메커니즘을 나타낸다.

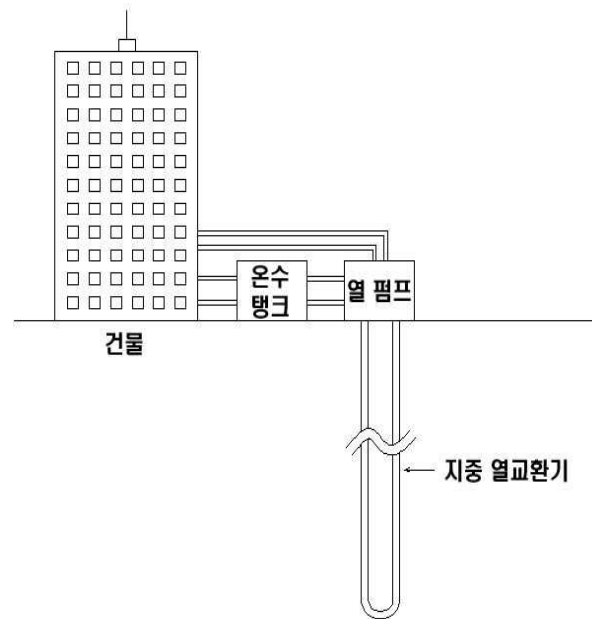
[0022] 도 3은 천연규사 함유량에 따른 열전도도를 나타낸 그래프로서, (a)는 중량비 20%인 벤토나이트, (b) 중량비 30%인 벤토나이트를 나타낸다.

[0023] 도 4는 흑연 함유량에 따른 열전도도를 나타낸 그래프로서, (a)는 중량비 20%인 벤토나이트, (b)는 중량비 30%인 벤토나이트를 나타낸다.

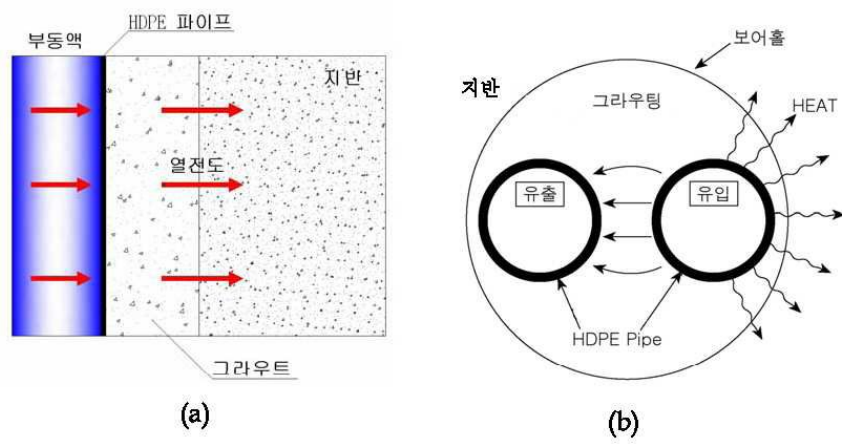
[0024] 도 5는 천연규사와 흑연을 각각 첨가했을 때의 그래우트재의 열전도도를 나타낸 그래프로서, (a)는 중량비 20%인 벤토나이트, (b)는 중량비 30%인 벤토나이트를 나타낸다.

도면

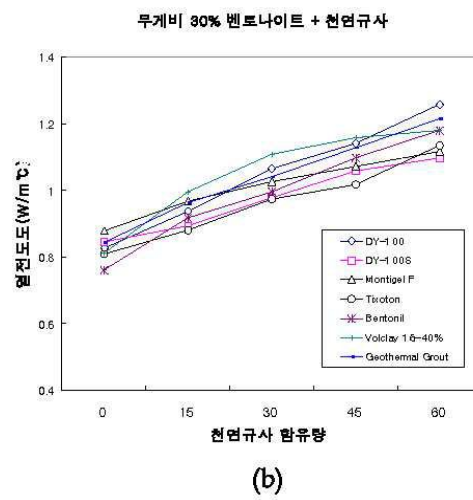
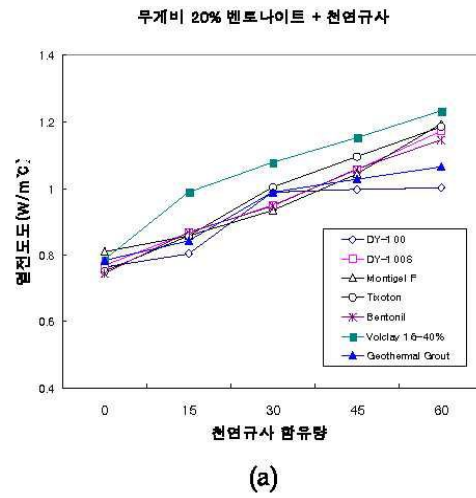
도면1



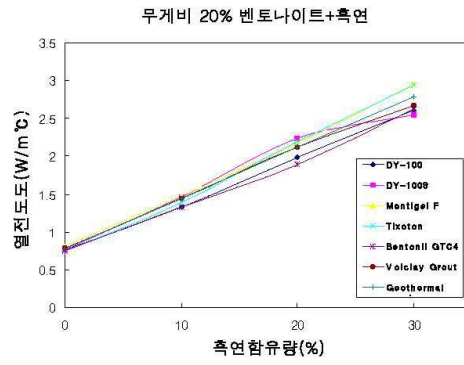
도면2



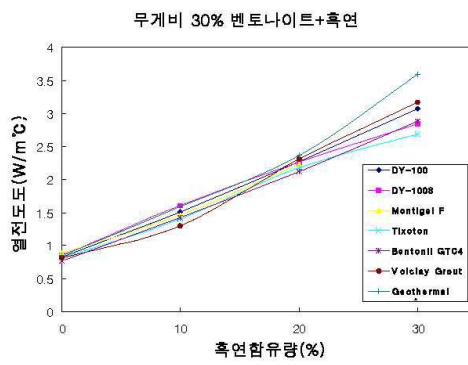
도면3



도면4



(a)



(b)

도면5

