

## 명세서

### 발명의 명칭: 자기장과 토네이도 와류 기술을 이용한 장거리 준설토 운송 시스템 및 그 제어방법

#### 기술분야

- [1] 본 발명은 자기장과 토네이도 와류 기술을 이용한 장거리 준설토 운송 시스템 및 그 제어방법에 관한 것이며, 구체적으로 플러그류를 생성하고, 전자기장을 이용하여 준설토 운송 압력을 감소시켜서 준설토 이송 효율이 증가될 수 있는 준설토 운송 시스템 및 그 제어방법에 관한 것이다.

#### 배경기술

- [2] 준설토는 건설현장에서 필요한 흙, 모래를 확보하기 위해 하천이나 바다에 퇴적된 토양으로서, 하천의 준설토는 양질이지만 제한된 량과 준설토 하천오염 또는 생태계 파괴의 우려로 인해, 바다에서 준설토를 채취하는 기술이 주목되고 있다.
- [3] 이러한 준설토를 채취하여 목적지까지 운송하는 방법은 크게 배송관을 이용한 운송방법, 컨베이어(conveyor)를 이용한 운송방법 및 덤프트럭을 이용한 운송방법으로 대별될 수 있다.
- [4] 여기서, 컨베이어를 이용한 운송방법은 준설토의 원거리 운송에 적합한 면이 있으나, 운송 장비 및 설치 가격이 고가이고, 유지, 보수가 용이하지 않는 단점이 있다.
- [5] 덤프트럭을 이용하는 방법이 주로 많이 이용되지만, 장거리 운반거리가 요구되면 운반시 소음, 분진 등을 유발하고 경제적으로 유리하지 않다.
- [6] 현재 펌프를 이용한 운송방법이 보편적으로 이용되고 있으나, 현재 준설토를 30Km 이상 장거리 운반하는 경우에는 기술적으로 해결해야 할 많은 문제점이 존재하고 있다.
- [7] 이러한 준설토의 장거리 운반시 부스터(booster) 선을 이용한 중계 펌프방식, 사이펀(siphon) 원리를 이용한 운송방식 등이 고려되고 있으나, 이러한 장치를 설치하는 방식들 또한 준설토 비용이 증가되는 문제점이 있다.
- [8] 구체적으로, 준설토의 장거리 운반시 많은 스테이션, 즉, 운송 중간 중간에 유체를 가압하여 유속을 확보하는 장소마다 고성능 펌프를 요하기 때문에 펌프의 설치비용 및 펌프에 사용할 연료비가 기하 급수적으로 증가한다.
- [9] 또한, 배송관 내의 압력이 고압이므로 배사관의 자재비 및 부설 비용이 크게 증가한다. 현재 통용되고 있는 배송관은 주철관으로서, 이는 고압에 효율적이지 못하기 때문이다.
- [10] 또한, 고압이 요구되므로, 펌프를 포함한 부설 기계장치의 손상이나 배송관의 마모에 따른 교체주기가 빨라지므로, 제반 비용이 증가한다.
- [11] 또한, 장거리 운송시 배송관에서 준설토로 인하여 배송관이 막힌 경우, 막힌

배송관의 위치를 찾기가 어렵고, 특히 지면에 매설된 배송관의 경우에는 파공이 생기거나 막혔을 때 수리가 더 곤란해지게 된다.

- [12] 따라서, 준설토 운송에 대한 효율적인 운송 시스템의 개발이 시급한 실정이다.

## 발명의 상세한 설명

### 기술적 과제

- [13] 본 발명은 상기와 같은 여러 문제점을 해결하기 위해 안출한 것으로서, 본 발명의 목적은 준설토 운송 시 유동 상황을 파악하고, 플러그류를 생성하여 현장 상황에 맞는 파형을 가지는 전자기장을 배송관에 인가함으로써, 배송관 내 준설토의 유동 흐름에 대한 저항력을 감소시켜 효율적인 준설토 운송을 도모하는 준설토 운송 시스템 및 그 제어방법을 제공함에 있다.

### 과제 해결 수단

- [14] 상기 목적을 달성하기 위해서 본 발명은, 압축공기를 생성하기 위한 펌프를 포함하며, 배송관의 일측면에 연통되어 상기 생성된 압축공기를 상기 배송관 내부로 유입시켜 상기 배송관 내부의 상태를 기상부와 액상부로 나뉘어 유동하는 플러그류를 발생시키는 펌프모듈과, 상기 액상부에 전자기파를 인가하는 코일이 권선되며, 다수 개의 배송관을 포함하는 배관모듈과, 액상부의 물성에 따른 유속 및 파형에 대한 유동 정보가 저장되어 있는 데이터베이스와, 상기 배관모듈, 펌프모듈 및 데이터베이스와 유, 무선으로 통신하며, 상기 배송관 내 운송되는 액상부의 유동 파형과 일치하는 파형의 전류를 상기 코일에 인가하는 제어모듈을 포함하는 자기장과 토네이도 와류 기술을 이용한 장거리 준설토 운송 시스템을 제공한다.
- [15] 바람직하게, 상기 펌프모듈은 상기 펌프의 행정주기를 파악하여, 파악된 펌프의 행정주기를 전압신호로 변환시키는 펌프압력센서부를 포함하고, 상기 배관모듈은 배송관 내에서 운송되는 액상부의 유속 및 파형을 파악하여, 파악된 액상부의 유속 및 파형을 전압신호로 변환시키는 배관압력센서부를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [16] 바람직하게, 상기 배관압력센서부는 각각의 배송관에 상호 이격되어 설치된 제1 압력센서와 제2 압력센서인 것을 특징으로 한다.
- [17] 바람직하게, 상기 제어모듈은 상기 데이터베이스로부터 수신받은 액상부의 물성에 따른 유속 및 파형과, 상기 배송관 내 운송되는 액상부의 실제 유속 및 파형을 비교하여, 액상부의 운송을 제어하기 위한 유동신호를 생성하는 중앙연산부와, 상기 중앙연산부로부터 유동신호를 수신받아, 상기 유동신호를 함수로서 변환하는 함수발생부와, 상기 배관압력센서부로부터 전압신호를 수신받고 상기 함수발생부로부터 함수를 수신받아, 상기 배관압력센서부로부터 수신된 전압신호를 상기 함수로써 펄스신호로 변환하는 펄스생성부와, 상기 펄스생성부로부터 펄스신호를 수신받아, 외부로부터 공급받는 전류를 상기 펄스신호를 가진 전류로 변환하여 상기 코일로 인가하는 브릿지회로부를

포함하는 것을 특징으로 한다.

- [18] 바람직하게, 상기 펄스생성부는 상기 배관압력센서부로부터 전압신호를 수신받아, 상기 전압신호의 펄스의 진폭 및 주기를 검출하는 펄스검출유닛과, 상기 펄스검출유닛에서 검출된 펄스의 진폭 및 크기를 수신받아, 펄스 파형 주기에 비례하는 압력 파형 에너지를 전압신호로 변환하는 적분회로유닛과, 상기 적분회로유닛으로부터 전압신호를 수신받아, 펄스 파형 주기에 따른 PWM 주기 펄스를 발생시키는 PWM발생유닛과, 상기 함수발생부로부터 수신받은 함수로써 상기 PWM발생유닛으로부터 수신받은 PWM 주기 펄스를 변환하고, 변환된 PWM 주기 펄스를 상기 브릿지회로부의 게이트전압으로 변형시키는 펄스발생유닛을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [19] 바람직하게, 상기 배송관 내의 액상부 유동의 유속 및 압력 변화를 모니터링하기 위한 상태계측유닛을 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [20] 바람직하게, 상기 상태계측유닛은 다음과 같은 산정식을 가지고 액상부 유동의 유속 및 압력 변화를 모니터링하는 것을 특징으로 한다.
- [21] <산정식>
- [22] 
$$\nabla p = f * \frac{L}{D} * \frac{\rho}{2} * v^2$$
- [23] 여기서, f는 마찰계수, L은 제1 압력센서와 제2 압력센서 사이의 거리, D는 배송관 직경, ρ는 액상부의 밀도, v는 펌프압력센서를 통해 얻은 유속이다.
- [24] 바람직하게, 상기 데이터베이스에 저장된 액상부의 유동 정보는 갱신, 추가, 변경 또는 삭제 가능한 것을 특징으로 한다.
- [25] 한편, 본 발명은 준설토를 운송하기 위하여 배관모듈, 펌프모듈, 데이터베이스 및 제어모듈을 포함하는 준설토 운송 시스템의 제어방법에 있어서, 상기 펌프모듈에 의해 생성된 기상부와 액상부로 나뉘어 유동하는 플러그류의 액상부에 대하여, 상기 배관모듈 및 펌프모듈에 구비된 압력센서로써 상기 액상부의 유속 및 파형이 검출되는 제1 단계와, 이 후, 상기 제1 단계에서 검출된 액상부의 유속 및 파형과 상기 데이터베이스로부터 액상부 물성에 따른 유속 및 파형이 제어모듈에 수신되는 제2 단계와, 이 후, 상기 데이터베이스로부터 수신된 액상부 물성에 따른 유속 및 파형과 상기 제1 단계에서 검출된 액상부의 유속 및 파형을 비교하여, 상기 배송관 내 운송되는 액상부의 유동 파형과 일치하는 파형의 전류가 생성되는 제3 단계와, 이 후, 상기 생성된 전류를 상기 배관모듈의 배송관에 권선된 코일에 인가하는 제4 단계를 포함하는 준설토 운송 시스템 제어방법을 제공한다.
- [26] 바람직하게, 상기 제3 단계는 상기 제1 단계에서 검출된 액상부의 실제 유속 및 파형을 기초로 액상부 운송을 제어하기 위한 유동신호가 생성되는 제3-1단계와, 이 후, 상기 데이터베이스로부터 수신받은 액상부의 물성에 따른 유속 및 파형을 기초로 함수가 생성되는 제3-2 단계와, 이 후, 상기 함수로써 유동신호가 펄스신호로 변환되는 제3-3 단계와, 이 후, 외부로부터 공급받는 전류가 상기

펄스신호를 가진 전류로 변환되는 제3-4 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

### 발명의 효과

- [27] 본 발명은 준설토의 장거리 운송시 비교적 작은 규모의 펌프 용량으로 운송할 수 있어, 운송 비용이 절감되는 효과가 있다.
- [28] 또한, 본 발명은 배송관 내의 운송 압력이 비교적 낮은 환경에서 운송할 수 있기 때문에, 배송관 교체주기가 길어지고, 압력 강하에 따른 각종 준설 기기들의 손상을 저감시킬 수 있다.
- [29] 따라서, 준설토 운송 시스템의 전반적인 비용이 절감되는 효과가 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [30] 도 1은 배송관 내의 준설토의 유동을 개략적으로 도시한 도면.
- [31] 도 2는 유체 혼합물의 물성에 따른 파형의 개략적인 형태를 도시한 도면.
- [32] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 준설토 운송 시스템으로 인한 준설토 유동의 변화를 개략적으로 도시한 도면.
- [33] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 준설토 운송 시스템을 개략적으로 도시한 도면.
- [34] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 자기장과 토네이도 와류 기술을 이용한 장거리 준설토 운송 시스템의 제어모듈을 개략적으로 도시한 도면.
- [35] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 자기장과 토네이도 와류 기술을 이용한 장거리 준설토 운송 시스템의 전자기장 인가를 위한 전체적인 동작 흐름을 도시한 도면.
- [36] 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 자기장과 토네이도 와류 기술을 이용한 장거리 준설토 운송 시스템의 상태계측을 위한 전체적인 동작 흐름을 도시한 도면.
- [37] 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 자기장과 토네이도 와류 기술을 이용한 장거리 준설토 운송 시스템의 제어방법에 대한 개략적인 플로우차트.
- [38] 도 9는 도 8의 단계 S300에 대한 구체적인 플로우차트.
- [39]

### 발명의 실시를 위한 형태

- [40] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예는 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [41] 특별한 정의가 없는 한 본 명세서의 모든 용어는 당업자가 이해하는 용어의 일반적인 의미와 동일하고, 만약 본 명세서에서 사용된 용어가 당해 용어의 일반적인 의미와 충돌하는 경우에는 본 명세서에 사용된 정의에 따른다.
- [42] 다만, 이하에 기술될 발명은 본 발명의 실시예를 설명하기 위한 것일 뿐 본 발명의 권리범위를 한정하기 위한 것을 아니며, 명세서 전반에 걸쳐서 동일하게 사용된 참조번호들은 동일한 구성요소들을 나타낸다.
- [43] 도 1은 배송관 내의 준설토의 유동을 개략적으로 도시한 도면이며, 도 2는 유체

혼합물의 물성에 따른 파형의 개략적인 형태를 도시한 도면이며, 도 3은 준설토의 유속 대비 파형 변화의 개략적인 형태를 도시한 도면이다.

- [44] 배송관 내 유동에서 점성의 지배를 받는 뉴턴 유체는 배송관의 벽면에서 점성이 지배적인 힘이 되고, 배송관의 중심으로 갈수록 관성력이 지배적인 힘이 된다. 이 때, 유속은 배송관의 반경에 따른 함수로 발달하게 된다.
- [45] 그러나, 준설토의 경우 뉴턴 유체가 아닌 비뉴턴 유체의 거동을 보이며, 이 경우, 유체의 점성과 함께 유동 흐름을 형성하기 위한 항복응력이 중요한 요소가 된다.
- [46] 도 2는 이러한 뉴턴 유체에서 비뉴턴 유체의 파형 변화를 도시하며, (a)는 점도가 낮은 순수한 물의 파형, (c)는 준설토 또는 모르타르의 파형, (b)는 (a)와 (c)의 중간의 점성을 가지는 유체의 파형, (d)는 콘크리트와 같은 고점도 유체의 파형을 나타낸다.
- [47] 이러한 항복응력과 점성의 작용으로 인해 유동에 있어서 유속의 형태는 뉴턴 유체와는 다른 형태를 띄게 되며, 특히 준설토와 같은 혼합물의 경우 그 유속특성은 도 1과 같은 형태로 나타나게 된다.
- [48] 도 1을 참조하면, 배송관의 내표면은 점성의 영향으로 인하여 유동이 발생하는 미끄럼층이나 윤활층(slip layer zone)이 존재하게 되며, 배송관의 중심층으로 갈수록 강체 거동과 유사한 유속형태를 나타낸다(Plug flow zone).
- [49] 준설토와 같은 혼합물의 경우 관성과 점성의 영향으로 인하여 압력이 가해져 유동할 경우, 질량이 큰 성분들은 배송관의 중심으로 유동하게 되고 배송관 표면의 윤활층에는 물과 진흙 등 비교적 질량이 작은 입자들이 유동하게 된다.
- [50] 이러한 유동 특성으로 인해 배송관에서의 마찰은 크게 3 부분으로 작용하게 된다. 배송관과 유체의 마찰과, 혼합층에서의 점성 마찰과, 윤활층과 중심층의 마찰로 이루어지며, 이러한 마찰들을 제어하게 되면 배송관의 마찰을 전체적으로 감소시킬 수 있다.
- [51] 이러한, 배송관 내의 마찰력을 감소시킬 수 있는 방법은, 상기 윤활층의 유속을 증가시키거나, 상기 윤활층 형성 성분의 점도를 저하시키거나, 또는 상기 윤활층의 두께를 증가시키는 것을 고려할 수 있다.
- [52] 배송관의 마찰을 감소시킬 경우 배송관 내에서 유체의 압력강하량을 줄여서 유동 속도가 증가될 수 있고, 이러한 압력강하량 감소에 따른 유동 속도 증가로 인하여 압송을 위한 압력을 발생시키는 동력 소모를 줄일 수 있는 것이다.
- [53] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 자기장과 토네이도 와류 기술을 이용한 장거리 준설토 운송 시스템으로 인한 준설토 유동의 변화를 개략적으로 도시한 도면이다.
- [54] 본 발명은 배송관(205) 내에 펌프모듈(100)로써 압축공기를 주입하여 유체에 액상부(10)와 기상부(20)로 나뉘어 유동하는 플러그류(Plug Flow)를 형성시킨 뒤, 전자기장(206)을 배송관(205)에 인가하여 상기 플러그 형태의 유체에 토네이도를 형성시킴으로써 유동 마찰 저항력을 감소시켜 준설토의 유동을

제어하는 것이다.

[55] 즉, 본 발명에서 가장 중요한 핵심 기술은 다음과 같다.

[56] 일반적인 압축공기를 이용한 운송방법은 물을 부가하면서 운송해야 하는 불편함이 있으나, 본 발명에서는 플러그류(Plug-Flow)를 생성하여 기상부와 액상부로 배송관 내의 환경을 조성하고, 상기 액상부에 전자기장을 인가하여 토네이도를 생성한다.

[57] 즉, 본 발명은 단순히 전자기장을 인가하는 것이 아니라, 운송되는 유체를 액상부(10)와 기상부(20)로 나누어 유회층에 유체 필름(fluid film)을 형성하여 유동 가이드 라인을 생성할 수 있다. 또한, 상기 액상부(10)의 성분과 유동파라미터(유량/유속, 압력)등의 정보를 적용한 전자기파를 발생시켜 액상부가 토네이도 형태로 발현되어 유체 마찰력이 현저하게 감소되어 준설토가 이송될 수 있도록 하는 제어 기술이다.

[58] 이러한 본 발명의 준설토 운송 시스템에 의한 준설토 유동은 액상부(10)의 유동 상황에 따라 적절한 전자기장이 인가되어, 도 3의 맨 오른쪽의 파형과 같은 토네이도 유동(tornado flow)이 생기게 되는 것이다.

[59] 따라서, 이러한 본 발명의 기술적 사상을 구현하기 위한 자기장과 토네이도 와류 기술을 이용한 장거리 준설토 운송 시스템을 상세하게 설명하자면 다음과 같다.

[60] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 자기장과 토네이도 와류 기술을 이용한 장거리 준설토 운송 시스템을 개략적으로 도시한 도면, 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 자기장과 토네이도 와류 기술을 이용한 장거리 준설토 운송 시스템의 제어모듈(300)을 개략적으로 도시한 도면, 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 자기장과 토네이도 와류 기술을 이용한 장거리 준설토 운송 시스템의 전자기장 인가를 위한 전체적인 동작 흐름을 도시한 도면이다.

[61] 도 5를 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 준설토 운송 시스템은 크게, 펌프모듈(100), 배관모듈(200), 제어모듈(300), 데이터베이스(400) 및 상태계측유닛(500)을 포함한다.

[62] 도 3 및 도 5를 참조하면, 상기 펌프모듈(100)은 압축공기를 생성하기 위한 펌프(미도시)를 포함하며, 배송관의 일측면에 연통되어 상기 생성된 압축공기를 상기 배송관 내부로 유입시켜 상기 배송관 내부의 상태를 기상부(20)와 액상부(10)로 나누어 유동하는 플러그류를 발생시킨다. 즉, 상기 펌프모듈(100)은 상기 배관모듈(200)에 액상부(10) 운송을 위한 운송압력을 제공한다. 이러한 펌프모듈(100)은 배관모듈(200)의 배송관에 소정간격으로 구비되어 각 구간에서 유체를 가압하여 유속을 확보하는 것이 바람직하다.

[63] 또한, 도 7을 참조하면, 상기 펌프모듈(100)은 펌프의 행정주기를 파악하여, 파악된 펌프의 행정주기를 전압신호로 변환시키는 펌프압력센서부(110)를 포함할 수 있다.

[64] 상기 배관모듈(200)은 상기 액상부(10)에 전자기파를 인가하는 코일(206, 도 3

- 참조)이 권선되며, 다수 개의 배송관(205)을 포함한다.
- [65] 구체적으로, 상기 코일(206)은 구리와 같은 도전성 재질로 형성되며, 패러데이의 오른속 법칙을 고려하여 배송관(205)에 액상부(10)의 유동 방향으로 권선된다.
- [66] 상기 배송관(205)은 준설토의 장거리 운송을 고려하여 다수의 배송관(205)이 연결되어 있으며, 효율적인 준설토 운송을 위해서는 배송관(205)의 직경이 0.5m인 것이 바람직하나, 그 직경은 준설토량과 공사기간 등에 따라 변경될 수 있음은 자명하다.
- [67] 또한, 도 7을 참조하면, 상기 배관모듈(200)은 배송관(205) 내에서 운송되는 액상부(10)의 유속 및 파형을 파악하여, 파악된 액상부(10)의 유속 및 파형을 전압 신호로 변환시키는 배관압력센서부(210)를 포함할 수 있다. 이러한 배관압력센서부(210)는 각각의 배송관(205)에 상호 이격되어 설치된 제1 압력센서(210a)와 제2 압력센서(210b)일 수 있다.
- [68] 상기 데이터베이스(400)는 액상부(10)의 물성에 따른 유속 및 파형에 대한 유동 정보가 저장되어 있다. 이러한 데이터베이스(400)는 사용자가 유선 또는 무선으로 접속하여 저장된 액상부(10)의 유동 정보를 갱신, 추가, 변경 또는 삭제 가능한 것이 바람직하다.
- [69] 상기 제어모듈(300)은 상기 배관모듈(200), 펌프모듈(100) 및 데이터베이스(400)와 유, 무선으로 통신하며, 상기 배송관(205) 내 운송되는 액상부(10)의 유동 파형과 일치하는 파형의 전류를 상기 코일(206, 도 3 참조)에 인가한다.
- [70] 구체적으로, 도 6을 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 제어모듈(300)은, 중앙연산부(310), 함수발생부(320), 펄스생성부(330) 및 브릿지회로부(340)를 포함한다.
- [71] 상기 중앙연산부(310)는 상기 데이터베이스(400)로부터 수신받은 액상부(10)의 물성에 따른 유속 및 파형과, 상기 배송관(205) 내 운송되는 액상부(10)의 실제 유속 및 파형을 비교하여, 액상부(10) 운송을 제어하기 위한 유동신호를 생성한다.
- [72] 상기 함수발생부(320)는 상기 중앙연산부(310)로부터 유동신호를 수신받아, 상기 유동신호를 함수로서 변환한다.
- [73] 상기 펄스생성부(330)는 상기 배관압력센서부(210)로부터 전압신호를 수신받고 상기 함수발생부(320)로부터 함수를 수신받아, 상기 배관압력센서부(210)로부터 수신된 전압신호를 상기 함수로써 펄스신호로 변환한다.
- [74] 구체적으로, 도 6을 참조하면, 상기 펄스생성부(330)는 상기 배관압력센서부(210)로부터 전압신호를 수신받아 상기 전압신호의 펄스의 진폭 및 주기를 검출하는 펄스검출유닛(331)과, 상기 펄스검출유닛(331)에서 검출된 펄스의 진폭 및 크기를 수신받아 펄스 파형 주기에 비례하는 압력 파형 에너지를

전압신호로 변환하는 적분회로유닛(332)과, 상기 적분회로유닛(332)으로부터 전압신호를 수신받아 펄스 파형 주기에 따른 PWM 주기 펄스를 발생시키는 PWM발생유닛(334)과, 상기 함수발생부(320)로부터 수신받은 함수로써 상기 PWM발생유닛(334)으로부터 수신받은 PWM 주기 펄스를 변환하고 변환된 PWM 주기 펄스를 상기 브릿지회로부(340)의 게이트전압으로 변형시키는 펄스발생유닛(335)을 포함한다.

- [75] 상기 브릿지회로부(340)는 상기 펄스생성부(330)로부터 펄스신호를 수신받아, 외부로부터 공급받는 전류를 상기 펄스신호를 가진 전류로 변환하여 상기 코일(206, 도 3 참조)로 인가한다.
- [76] 도 7을 참조하여 이러한 본 발명의 일실시예에 따른 준설토 운송시스템의 동작을 살펴보자면 다음과 같다.
- [77] 본 발명의 일실시예에 따른 준설토 운송 시스템은 펌프모듈(100)에 의해 생성된 기상부(20)와 액상부(10)로 나뉘어 유동하는 플러그류의 액상부(10)에 대하여, 펌프모듈(100)에 구비된 펌프압력센서부(110)로 검출된 행정주기로부터 액상부(10)의 유속을 파악하고, 배관모듈(200)에 구비된 배관압력센서부(210)로부터 실제 유동 중인 액상부(10)의 파형 및 주기를 검출하여 전압신호로 변환한다.
- [78] 제어모듈(300)에서는 이러한 액상부(10)의 실제 유동 정보와 데이터베이스(400)로부터 수신받은 액상부(10) 물성에 따른 정보를 가지고 효율적인 유동을 위한 최적의 전자기장을 생성하여 배송관(205)에 권선된 코일(206, 도 3 참조)에 상황에 따라 가변하는 특수한 형태의 파형을 인가하게 되는 것이다.
- [79] 한편, 본 발명의 준설토 운송 시스템은 제어모듈(300)과 펌핑모듈을 제어하며, 상기 배송관(205) 내의 준설토 유동의 유속 및 압력 변화를 모니터링하기 위한 상태계측유닛(500)을 더 포함할 수 있다.
- [80] 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 자기장과 토네이도 와류 기술을 이용한 장거리 준설토 운송 시스템의 상태계측을 위한 전체적인 동작 흐름을 도시한 도면이다.
- [81] 도 8을 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 상태계측유닛(500)은 제어모듈(300)의 중앙연산부(310)에 포함될 수 있다.
- [82] 이러한 상태계측유닛(500)은 다음과 같은 산정식을 가지고 액상부(10) 유동의 유속 및 압력 변화를 모니터링할 수 있다.
- [83] <산정식>
- [84] 
$$\nabla p = f * \frac{L}{D} * \frac{\rho}{2} * v^2$$
- [85] 여기서, f는 마찰계수, L은 제1 압력센서(210a)와 제2 압력센서(210b) 사이의 거리, D는 배송관(205) 직경, ρ는 액상부(10)의 밀도, v는 펌프압력센서를 통해 얻은 유속이다.

- [86] 상기 상태계측유닛(500)은 이러한 방식으로 압력변화를 계측하며, 중앙연산부(310)는 계측된 상태를 고려하여 상기 펌프모듈(100)과 배관모듈(200)을 제어할 수 있다. 즉, 중앙연산부(310)는 펌프의 행정을 제어하고, 배송관(205)에 권선된 코일(206, 도 3 참조)에 전자기장을 제어할 수 있는 것이다.
- [87] 이러한 본 발명의 일실시예에 따른 준설토 운송 시스템의 제어방법은 다음과 같다.
- [88] 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 준설토 운송 시스템의 제어방법에 대한 개략적인 플로우차트이며, 도 9는 도 8의 단계 S300에 대한 구체적인 플로우차트.
- [89] 도 9를 참조하면, 먼저 상기 펌프모듈(100)에 의해 생성된 기상부(20)와 액상부(10)로 나뉘어 유동하는 플러그류의 액상부(10)에 대하여, 상기 배관모듈(200) 및 펌프모듈(100)에 구비된 압력센서(110, 210a, 210b)로부터 운송되는 액상부(10)의 유속 및 파형이 검출된다(S100).
- [90] 이 후, 상기 제1 단계에서 검출된 액상부(10)의 유속 및 파형과 상기 데이터베이스(400)로부터 액상부(10) 물성에 따른 유속 및 파형이 제어모듈(300)에 수신된다(S200).
- [91] 이 후, 상기 데이터베이스(400)로부터 수신된 액상부(10) 물성에 따른 유속 및 파형과 상기 제1 단계에서 검출된 액상부(10)의 유속 및 파형을 비교하여, 상기 배송관(205) 내 운송되는 액상부(10)의 유동 파형과 일치하는 파형의 전류가 생성된다(S300).
- [92] 이 후, 상기 생성된 전류는 상기 배관모듈(200)의 배송관(205)에 권선된 코일(206, 도 3 참조)에 인가된다(S400).
- [93] 구체적으로, 상기 단계 S300은 다음과 같은 흐름으로 제어된다.
- [94] 액상부(10)의 실제 유속 및 파형을 기초로 액상부(10) 운송을 제어하기 위한 유동신호가 생성된다(S310).
- [95] 이 후, 상기 데이터베이스(400)로부터 수신받은 액상부(10)의 물성에 따른 유속 및 파형을 기초로 함수가 생성된다(S320).
- [96] 이 후, 상기 함수로써 유동신호가 펄스신호로 변환된다(S330).
- [97] 이 후, 외부로부터 공급받는 전류가 상기 펄스신호를 가진 전류로 변환된다(S340).
- [98] 요컨대, 본 발명은 먼저 상기 펌프모듈(100)에 의해 생성된 기상부(20)와 액상부(10)로 나뉘어 유동하는 플러그류를 생성하고, 실제 배송관(205)에서 유동하는 액상부(10)의 유속 및 파형을 실시간으로 검출하고, 데이터베이스(400)에 저장된 물성에 따른 정보와 비교하여 준설토 운송을 제어함으로써, 적은 에너지를 가지고 준설토를 효율적으로 운송할 수 있으며, 이러한 효율적인 운송에 의해 부대시설의 내구성이 향상될 수 있다.
- [99] 이상, 상기 설명에 의해 당업자라면 본 발명의 기술적 사상을 일탈하지

아니하는 범위에서 다양한 변경 및 수정이 가능함을 알 수 있을 것이며, 본 발명의 기술적 범위는 실시예에 기재된 내용으로 한정되는 것이 아니라 특허청구범위 및 그와 균등한 범위에 의하여 정해져야 한다.

## 청구범위

### [청구항 1]

압축공기를 생성하기 위한 펌프를 포함하며, 배송관의 일측면에 연통되어 상기 생성된 압축공기를 상기 배송관 내부로 유입시켜 상기 배송관 내부의 상태를 기상부와 액상부로 나뉘어 유동하는 플러그류를 발생시키는 펌프모듈;  
상기 액상부에 전자기파를 인가하는 코일이 권선되며, 다수 개의 배송관을 포함하는 배관모듈;  
액상부의 물성에 따른 유속 및 파형에 대한 유동 정보가 저장되어 있는 데이터베이스; 및  
상기 배관모듈, 펌프모듈 및 데이터베이스와 유, 무선으로 통신하며, 상기 배송관 내 운송되는 액상부의 유동 파형과 일치하는 파형의 전류를 상기 코일에 인가하는 제어모듈;을 포함하는 자기장과 토네이도 와류 기술을 이용한 장거리 준설토 운송 시스템.

### [청구항 2]

제1항에 있어서,  
상기 펌프모듈은 상기 펌프의 행정주기를 파악하여, 파악된 펌프의 행정주기를 전압신호로 변환시키는 펌프압력센서부를 포함하고,  
상기 배관모듈은 배송관 내에서 운송되는 액상부의 유속 및 파형을 파악하여, 파악된 액상부의 유속 및 파형을 전압신호로 변환시키는 배관압력센서부를 포함하는 것을 특징으로 하는 자기장과 토네이도 와류 기술을 이용한 장거리 준설토 운송 시스템.

### [청구항 3]

제2항에 있어서,  
상기 배관압력센서부는,  
각각의 배송관에 상호 이격되어 설치된 제1 압력센서와 제2 압력센서인 것을 특징으로 하는 자기장과 토네이도 와류 기술을 이용한 장거리 준설토 운송 시스템.

### [청구항 4]

제2항에 있어서,  
상기 제어모듈은,  
상기 데이터베이스로부터 수신받은 액상부의 물성에 따른 유속 및 파형과, 상기 배송관 내 운송되는 액상부의 실제 유속 및 파형을 비교하여, 액상부의 운송을 제어하기 위한 유동신호를 생성하는 중앙연산부;  
상기 중앙연산부로부터 유동신호를 수신받아, 상기 유동신호를 함수로서 변환하는 함수발생부;  
상기 배관압력센서부로부터 전압신호를 수신받고 상기

함수발생부로부터 함수를 수신받아, 상기 배관압력센서부로부터 수신된 전압신호를 상기 함수로써 펄스신호로 변환하는 펄스생성부; 및  
상기 펄스생성부로부터 펄스신호를 수신받아, 외부로부터 공급받는 전류를 상기 펄스신호를 가진 전류로 변환하여 상기 코일로 인가하는 브릿지회로부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 자기장과 토네이도 와류 기술을 이용한 장거리 준설토 운송 시스템.

[청구항 5]

제4항에 있어서,  
상기 펄스생성부는,  
상기 배관압력센서부로부터 전압신호를 수신받아, 상기 전압신호의 펄스의 진폭 및 주기를 검출하는 펄스검출유닛;  
상기 펄스검출유닛에서 검출된 펄스의 진폭 및 크기를 수신받아, 펄스 파형 주기에 비례하는 압력 파형 에너지를 전압신호로 변환하는 적분회로유닛;  
상기 적분회로유닛으로부터 전압신호를 수신받아, 펄스 파형 주기에 따른 PWM 주기 펄스를 발생시키는 PWM발생유닛; 및  
상기 함수발생부로부터 수신받은 함수로써 상기 PWM발생유닛으로부터 수신받은 PWM 주기 펄스를 변환하고, 변환된 PWM 주기 펄스를 상기 브릿지회로부의 게이트전압으로 변형시키는 펄스발생유닛;을 포함하는 것을 특징으로 하는 자기장과 토네이도 와류 기술을 이용한 장거리 준설토 운송 시스템.

[청구항 6]

제3항에 있어서,  
상기 배송관 내의 액상부 유동의 유속 및 압력 변화를 모니터링하기 위한 상태계측유닛을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 자기장과 토네이도 와류 기술을 이용한 장거리 준설토 운송 시스템.

[청구항 7]

제6항에 있어서,  
상기 상태계측유닛은 다음과 같은 산정식을 가지고 액상부 유동의 유속 및 압력 변화를 모니터링하는 것을 특징으로 하는 자기장과 토네이도 와류 기술을 이용한 장거리 준설토 운송 시스템.

<산정식>

$$\nabla p = f * \frac{L}{D} * \frac{\rho}{2} * v^2$$

여기서, f는 마찰계수, L은 제1 압력센서와 제2 압력센서 사이의 거리, D는 배송관 직경, ρ는 액상부의 밀도, v는 펌프압력센서를 통해 얻은 유속이다.

[청구항 8]

제1항에 있어서,  
상기 데이터베이스에 저장된 액상부의 유동 정보는 갱신, 추가,  
변경 또는 삭제 가능한 것을 특징으로 하는 자기장과 토네이도  
와류 기술을 이용한 장거리 준설토 운송 시스템.

[청구항 9]

준설토를 운송하기 위하여 배관모듈, 펌프모듈, 데이터베이스 및  
제어모듈을 포함하는 준설토 운송 시스템의 제어방법에 있어서,  
상기 펌프모듈에 의해 생성된 기상부와 액상부로 나뉘어 유동하는  
플러그류의 액상부에 대하여, 상기 배관모듈 및 펌프모듈에  
구비된 압력센서로써 상기 액상부의 유속 및 파형이 검출되는 제1  
단계;

이 후, 상기 제1 단계에서 검출된 액상부의 유속 및 파형과 상기  
데이터베이스로부터 액상부 물성에 따른 유속 및 파형이  
제어모듈에 수신되는 제2 단계;

이 후, 상기 데이터베이스로부터 수신된 액상부 물성에 따른 유속  
및 파형과 상기 제1 단계에서 검출된 액상부의 유속 및 파형을  
비교하여, 상기 배관관 내 운송되는 액상부의 유동 파형과  
일치하는 파형의 전류가 생성되는 제3 단계;

이 후, 상기 생성된 전류를 상기 배관모듈의 배관관에 권선된  
코일에 인가하는 제4 단계;를 포함하는 자기장과 토네이도 와류  
기술을 이용한 장거리 준설토 운송 시스템 제어방법.

[청구항 10]

제9항에 있어서,

상기 제3 단계는,

상기 제1 단계에서 검출된 액상부의 실제 유속 및 파형을 기초로  
액상부 운송을 제어하기 위한 유동신호가 생성되는 제3-1단계;

이 후, 상기 데이터베이스로부터 수신받은 액상부의 물성에 따른  
유속 및 파형을 기초로 함수가 생성되는 제3-2 단계;

이 후, 상기 함수로써 유동신호가 펄스신호로 변환되는 제3-3  
단계;

이 후, 외부로부터 공급받는 전류가 상기 펄스신호를 가진 전류로  
변환되는 제3-4 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 자기장과  
토네이도 와류 기술을 이용한 장거리 준설토 운송 시스템  
제어방법.