



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl.

G01P 15/09 (2006.01)

G01H 5/00 (2006.01)

(11) 공개번호

10-2007-0075125

(43) 공개일자

2007년07월18일

(21) 출원번호 10-2006-0003535

(22) 출원일자 2006년01월12일

심사청구일자 2006년01월12일

(71) 출원인 고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내

(72) 발명자 이종섭
서울특별시 성북구 안암동5가 고려대학교 사회환경시스템공학과

(74) 대리인 현종철

전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 날개관입식 탄성파속도 측정장치 및 그를 이용한 측정방법

(57) 요약

본 발명은 관입장비 선단부에 설치하여 관입시 지반의 교란을 최소화하며 미소변형의 탄성파를 측정할 수 있는 날개관입형 탄성파 속도 측정장치와 그를 이용한 측정방법에 관한 것으로서, 시추공에 관입되는 관입봉의 선단부와 연결되는 원통형의 로드; 상기 로드의 외부면에 종방향 상하로 결합되는 다수 쌍의 날개부재; 및 상기 각 쌍의 날개부재 첨단부에 서로 대향하도록 설치되는 다수 쌍의 압전소자로 이루어지는 것을 특징으로 하므로, 수상 또는 지반에서 시험이 가능하고 비교란(非攪亂) 상태에서 지반조사를 수행할 수 있으며, 현재 이용되고 있는 현장탐사 시험방법인 표준관입시험(Standard Penetration Test: SPT), 콘관입시험(Cone Penetration Test: CPT), 피에조콘시험(piezcone: CPTu), 딜라토미터시험(Dilatometer test: DMT), 프레스미터시험(Pressuremeter test: PMT), 베인시험(Vane Test) 등의 관입시험을 수행할 때 상기의 관입시험을 중단할 필요 없이 관입도중에도 탄성파를 측정할 수 있다.

대표도

도 5

특허청구의 범위

청구항 1.

시추공에 관입되는 관입봉의 선단부와 연결되는 원통형의 로드;

상기 로드의 외부면에 종방향 상하로 결합되는 다수 쌍의 날개부재; 및

상기 각 쌍의 날개부재 첨단부에 서로 대향하도록 설치되는 다수 쌍의 압전소자로 이루어지는 것을 특징으로 하는 날개관입식 탄성과 속도 측정장치.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 원통형의 로드는

시추공에 관입되는 관입봉의 선단부와 동일한 직경으로 형성되어 있으며, 상기 관입봉의 선단부와 결합되도록 상단부 및 하단부에 연결수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 날개관입식 탄성과 속도 측정장치.

청구항 3.

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 로드의 양단부에 구비되는 연결수단은 볼트로 형성되고 관입봉의 선단부에는 너트가 형성되어 상호 나사결합되는 것을 특징으로 하는 날개관입식 탄성과 속도 측정장치.

청구항 4.

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 로드와, 상하부 연결수단과, 각 쌍의 날개부재는 상하 대칭으로 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 날개관입식 탄성과 속도 측정장치.

청구항 5.

제1항에 있어서, 상기 다수 쌍의 날개부재는

상기 로드의 외부면에 종방향 상하로 결합되도록 형성된 결합부와, 관입시 관입저항을 최소화하도록 상기 결합부로부터 종방향으로 돌출형성된 유선형의 날개와, 상기 날개의 첨단부에 형성된 홀과, 관입시 상기 날개를 지지하도록 상기 날개의 반대쪽으로 형성된 지지대를 구비하고 있는 것을 특징으로 하는 날개관입식 탄성과 속도 측정장치.

청구항 6.

제5항에 있어서, 상기 각 쌍의 날개부재는

날개가 외향으로 배치되고 지지대가 내향으로 배치되는 것을 특징으로 하는 날개관입식 탄성과 속도 측정장치.

청구항 7.

제1항, 제5항 또는 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 각 쌍의 날개부재는

로드의 외주상에 180°간격으로 2개소 또는 90°간격으로 4개소 설치하는 것 중 어느 하나를 선택하는 것을 특징으로 하는 날개관입식 탄성과 속도 측정장치.

청구항 8.

제1항에 있어서, 상기 각 쌍의 압전소자는

상하로 설치된 날개부재 중 일측 날개부재에서 탄성파를 발신하고 타측 날개부재에서 상기 발신된 탄성파를 수신하도록 상기 날개부재의 첨단부 내향측에 형성된 홀에 삽입설치되는 것을 특징으로 하는 날개관입식 탄성파 속도 측정장치.

청구항 9.

제8항에 있어서, 상기 각 쌍의 압전소자는

일측이 송신하고 타측이 수신하거나 또는 타측이 송신하고 일측이 수신할 수 있도록 탄성파의 송신 또는 수신이 가능하게 동작하는 것을 특징으로 하는 날개관입식 탄성파 속도 측정장치.

청구항 10.

관입봉에 제1항의 날개관입식 탄성파속도 측정장치를 결합하고 상기 결합된 관입봉을 지반내로 관입시키는 제1 단계;

상기 상하로 설치된 날개부재 중 일측 날개부재의 단부에 삽입설치된 압전소자에서 탄성파를 발신하고 대향위치에 설치된 날개부재의 단부에 삽입설치된 압전소자에서 상기 신호를 수신하여 도달시간(t)을 산출하는 제2 단계;

상기 도달시간(t)과 압전소자간의 거리(L)를 이용하여 탄성파의 속도(V_p, V_s)를 하기 수학적 식 1에 의하여 산출하는 제3 단계; 및

상기 탄성파 속도(V_p, V_s)를 이용하여 하기 수학적 식 2와 수학적 식 3에 의하여 지반의 토질정수(M, G)를 산출하는 제4 단계;로 이루어지는 것을 특징으로 하는 날개관입식 탄성파속도 측정방법.

[수학적 식 1]

$$V = \frac{L}{t}$$

[수학적 식 2]

$$V_p = \sqrt{\frac{M}{\rho}}$$

[수학적 식 3]

$$V_s = \sqrt{\frac{G}{\rho}}$$

(여기서, L은 발신기와 수신기 사이의 거리, t는 탄성파의 도달거리, V는 탄성파의 속도, V_p 는 압축파 속도, M은 구속탄성계수, ρ 는 지반의 밀도, V_s 는 전단파 속도이고, G는 전단탄성계수임)

청구항 11.

제10항에 있어서, 상기 날개부재를 로드의 원주상에 180°간격으로 2개소 설치한 경우 양쪽의 평균값을 탄성과속도 (V_p, V_s)로 산출하고, 상기 날개부재를 로드의 원주상에 90°간격으로 4개소에 설치한 경우 상기 4개소의 평균값을 탄성과속도(V_p, V_s)로 산출하는 것을 특징으로 하는 날개관입식 탄성과속도 측정방법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 탄성파를 이용한 날개관입형 탄성과 속도 측정장치 및 측정방법에 관한 것으로서, 더욱 자세하게는 관입장비 선단부에 설치하여 관입시 지반의 교란을 최소화하며 미소변형의 탄성파를 측정할 수 있는 날개관입형 탄성과 속도 측정장치와 그를 이용한 측정방법에 관한 것이다.

모든 건설 건조물의 안정성확보에 있어서 가장 중요한 요소는 지반구조물에서의 안정성확보이다. 지반의 안정성 확보를 위해서 여러 가지 지반조사시험이 수행되고 있다. 따라서, 각종 토목시공에 있어서 지반의 안정성 평가를 위하여 파쇄대와 같은 연약지반의 공간적인 분포와 지반의 동적특성에 대한 분석이 사전에 필수적으로 이루어져야 한다.

특히, 반도체 등 아주 미소한 변형에서도 결함율이 급속히 증가하는 IT 관련 산업체에서는 기초지반의 중요성은 날로 높아 가고 있으며 이와 같은 구조물에서 미소변형에서의 지반조사는 필수적이라고 할 수 있다.

또한, 최근 전세계적으로 지진의 회수와 진도가 크게 증가하면서 지반 구조물에 대한 내진설계가 중요하게 인식되고 있으며 이 또한 미소변형에서의 지반조사는 내진설계에서 가장 중요한 요소 중 하나라고 할 수 있다.

이와 같이 진동에 민감한 구조물 또는 내진설계에 있어서는 동전단계수(G_d), 동탄성계수(E_d), 동포아송비(ν) 등과 같은 지반의 동적 물성치가 필요한데, 일반적으로 지진응답해석에 필요한 동적 지반물성은 현장 탐사시험 또는 현장 불교란 시료에 대한 동적 실내시험으로부터 구할 수 있다. 상기의 시험방법 중 현장시험은 채취한 시료를 대상으로 하는 실내시험에 비하여 지반의 교란이나 응력상태 변화에 의한 영향을 적게 받아 그 결과의 신뢰성이 상대적으로 높고 비교적 신속하게 수행할 수 있다는 장점이 있다.

상기 현장 탐사시험을 위한 방법에는 미소변형에서의 탄성파를 측정할 수 있는 하향 탄성과 탐사법(Downhole Seismic Survey method)이나 물리 음파 검층법(borehole logging or Acoustic logging method) 등의 방법이 수행되고 있다. 상기의 탐사법들을 구체적으로 설명하면 다음과 같다.

우선, 도 1과 같은 하향 탄성과 탐사법(Downhole Seismic Survey method)의 경우 탄성파의 발신기(4)는 지표면에 있고 수신기(5)는 관입장치(3)의 선단부에 설치되어 있다. 즉, 지표면(2)에서 발신된 탄성파(6)가 지표면 아래로 전파되면 선단부의 수신기(5)에서 탄성파(6)를 측정하고 수신기(5)사이의 길이(Δz)와 수신기(5)사이의 탄성파 측정시간 차이(Δt)로부터 하기 수식식 1을 이용하여 지반(1)의 탄성과 속도(V)를 산정하고 있다.

$$V = \frac{\Delta z}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta z}{\Delta t}$$

그러나, 하향 탄성과 탐사법을 육상이 아닌 수상에서 수행할 경우 전단파는 물과 같은 액체에서 전혀 전파되지 않으므로 시험 자체가 불가능하다는 문제점이 있었다.

또한, 도 2와 같이 관입시험이 불가능한 곳에서 널리 사용되고 있는 물리 음파 검층법(borehole logging or Acoustic logging methods)은 암반에서의 탄성파를 산정할 수 있다. 이는 시추공(7)을 대상으로 실시되는 현장 탐사 시험방법으로서 발신기(9)와 수신기(5)가 일체화된 탐봉(Probe)(8)을 시추공(7)내에 삽입하여 상기 시추공(7)내에서 발신기(9)와 수신기(5)를 이용하여 발신과 수신을 실시함으로써 각 지층별 P파(primary wave)와 S파(Secondary wave) 2종류의 탄성파

(6)에 대한 전파속도를 구하고 지반(1)의 물리적 성질을 조사하는 기법이다. 상기 2종류의 탄성파는 P파와 S파를 가리키는데, P파는 종파 또는 소밀파라고 하고 파동의 진행 방향으로 진동하면서 전파하는 파동이며, S파는 횡파라고 하고 파동의 진행방향으로 진동하면서 전파하는 파동이다.

속도검층의 결과인 탄성과 속도(V_p , V_s)를 이용하여 지반강도 등의 역학적 성질 및 간극비, 포화도, 습윤 밀도 등의 물리적 성질과 관련된 동탄성정수(동포아송비, 동전단계수, 동체적계수 및 동탄성계수)를 산출할 수 있으며, 측정된 파형기록으로부터 지반 중에 있어서 탄성파(V_p , V_s)의 감쇠 특성을 파악하는 것도 가능하다. 또한, 검층 결과로 얻어진 P파와 S파의 속도값(V_p , V_s)은 암반의 각종 지질적, 역학적 특성이 반영되어 있으며, 다른 검층 결과와 함께 풍화대, 약층 판정, 지층구분의 검토 등 지반구조의 추정에 사용될 수 있다.

그러나, 상기의 방법은 점토나 모래지반에서 시험을 행할 경우 가이드튜브 등을 통한 스톤리 파(stonely wave)의 영향때문에 산정된 탄성파가 전혀 불합리하게 나타나고 있어서 음파 검층의 적용이 불가능하다는 문제점이 있었다.

또한, 현재까지 이용되고 있는 현장탐사 시험방법들로서 표준관입시험(Standard Penetration Test: SPT), 콘관입시험(Cone Penetration Test: CPT), 피에조콘시험(piezcone: CPTu), 딜라토미터시험(Dilatometer test: DMT), 프레스미터시험(Pressuremeter test: PMT), 베인시험(Vane Test) 등을 수행하는 경우에는 탄성파를 측정하기 위하여 상기의 관입시험을 중단한 상태에서 탄성파를 측정해야 하는 문제점이 있었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 본 발명의 기술적 과제는 상기에서와 같은 하향 탄성과 탐사법(Downhole Seismic Survey)의 단점과 음파 검층(borehole logging methods or Acoustic logging methods)의 단점을 극복하여 수상 또는 지반에서 시험할 수 있는 날개관입식 탄성과 속도 측정장치 및 그를 이용한 측정방법을 제공하는 데 있다.

또한, 본 발명의 다른 기술적 과제는 현재 이용되고 있는 현장탐사 시험방법인 표준관입시험(Standard Penetration Test: SPT), 콘관입시험(Cone Penetration Test: CPT), 피에조콘시험(piezcone: CPTu), 딜라토미터시험(Dilatometer test: DMT), 프레스미터시험(Pressuremeter test: PMT), 베인시험(Vane Test) 등의 관입시험을 수행할 때 상기의 관입시험을 중단할 필요 없이 관입도중에도 탄성파를 측정할 수 있는 날개관입식 탄성과 속도 측정장치 및 그를 이용한 측정방법을 제공하는 데 있다.

발명의 구성

상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 날개관입식 탄성과 속도 측정장치는, 시추공에 관입되는 관입봉의 선단부와 연결되는 원통형의 로드; 상기 로드의 외부면에 종방향 상하로 결합되는 다수 쌍의 날개부재; 및 상기 각 쌍의 날개부재 첨단부에 서로 대향하도록 설치되는 다수 쌍의 압전소자로 이루어지는 것을 특징으로 한다.

상기 원통형의 로드는 시추공에 관입되는 관입봉의 선단부와 동일한 직경으로 형성되어 있으며, 상기 관입봉의 선단부와 결합되도록 상단부 및 하단부에 연결수단을 구비하는 것이 바람직하다.

상기 로드의 양단부에 구비되는 연결수단은 볼트로 형성되고 관입봉의 선단부에는 너트를 형성함으로써 상호 나사결합될 수 있다.

상기 로드와, 상하부 연결수단과, 각 쌍의 날개부재는 상하 대칭으로 형성하여 상단부 또는 하단부 어느 한쪽으로 관입봉과 연결되어도 동일하게 작동될 수 있도록 하는 것이 바람직하다.

상기 다수 쌍의 날개부재는 상기 로드의 외부면에 종방향 상하로 결합되도록 형성된 결합부; 관입시 관입저항을 최소화하도록 상기 결합부로부터 종방향으로 돌출형성된 유선형의 날개; 상기 날개의 첨단부에 형성된 홀; 및 관입시 상기 날개를 지지하도록 상기 날개의 반대측으로 형성된 지지대를 구비하고 있는 것이 바람직하다.

또한, 상기 상하로 설치된 각 쌍의 날개부재는 날개가 외향으로 배치되고 지지대가 내향으로 배치되는 것이 바람직하며, 상기 각 쌍의 날개부재는 로드의 외주상에 180°간격으로 2개소 또는 90°간격으로 4개소에 설치할 수 있다.

상기 각 쌍의 압전소자는 상하로 설치된 날개부재 중 일측 날개부재에서 탄성파를 발신하고 타측 날개부재에서 상기 발신된 탄성파를 수신하도록 상기 날개부재의 첨단부 내향측에 형성된 홀에 삽입설치되는 것이 바람직하다.

상기 각 쌍의 압전소자는 일측이 송신하고 타측이 수신하거나 또는 타측이 송신하고 일측이 수신할 수 있도록 탄성파의 송신 또는 수신이 가능하게 동작하는 것이 바람직하다.

또한, 본 발명의 날개관입식 탄성파 속도 측정방법은, 관입봉에 본 발명의 날개관입식 탄성파속도 측정장치를 결합하고 상기 결합된 관입봉을 지반내로 관입시키는 제1 단계;

상기 상하로 설치된 날개부재 중 일측 날개부재의 단부에 삽입설치된 압전소자에서 탄성파를 발신하고 대향위치에 설치된 날개부재의 단부에 삽입설치된 압전소자에서 상기 신호를 수신하여 도달시간(t)을 산출하는 제2 단계;

상기 도달시간(t)과 압전소자간의 거리(L)를 이용하여 탄성파의 속도(V_p, V_s)를 하기 수학적 식 2에 의하여 산출하는 제3 단계; 및

상기 탄성파 속도(V_p, V_s)를 이용하여 하기 수학적 식 3과 수학적 식 4에 의하여 지반의 토질정수(M, G)를 산출하는 제4 단계; 로 이루어지는 것을 특징으로 한다.

$$V = \frac{L}{t}$$

$$V_p = \sqrt{\frac{M}{\rho}}$$

$$V_s = \sqrt{\frac{G}{\rho}}$$

여기서, L은 발신기와 수신기 사이의 거리, t는 탄성파의 도달거리, V는 탄성파의 속도, V_p 는 압축파 속도, M은 구속탄성계수, ρ 는 지반의 밀도, V_s 는 전단파 속도이고, G는 전단탄성계수이다.

이하 본 발명에 의한 날개관입식 탄성파속도 측정장치의 일실시예에 의한 구성을 예시도면에 의거하여 상세히 설명하면 다음과 같다.

도 3은 본 발명에 의한 날개관입식 탄성파속도 측정장치의 일실시예에 대한 정단면도이고, 도 4는 본 발명의 일실시예에 대한 날개부재의 구조를 보여주기 위하여 도 1의 A-A선을 따라 절단한 절단단면도이고, 도 5는 본 발명의 일실시예에 의한 탄성파속도 측정장치의 사시도이고, 도 6은 본 발명의 일실시예에서 대향하는 한쌍의 압전소자가 동작하여 탄성파를 송수신하는 상태를 개략적으로 보여주는 작동도이며, 도 7은 본 발명의 일실시예에 의한 날개관입식 탄성파속도 측정장치를 이용한 측정방법을 개략적으로 보여주는 신호흐름도이다.

도 3 내지 도 5에 도시한 바와 같이 본 발명의 날개관입식 탄성파 속도 측정장치(100)는, 원통형의 로드(10)와, 상기 로드(10) 외부면에 종방향 상하로 결합되는 다수 쌍의 날개부재(20)와, 상기 각 쌍의 날개부재(20) 첨단부에 서로 대향하도록 설치되는 압전소자(30)로 이루어진다.

상기 원통형의 로드(10)는 도 3과 도 5에서 알 수 있는 바와 같이 시추공에 관입되는 일반적인 관입장비의 관입봉(200) 선단부와 동일한 직경으로 형성되어 있어서, 상기 관입봉(200)의 단부와 일치하여 연결되도록 상단부(11) 및 하단부(12)에 연결수단(13, 14)을 구비한다. 위와 같이 로드(10)의 직경은 관입시험의 종류나 방법에 따라 달라질 수 있는 관입봉의 직경에 맞추어 형성할 수 있다.

상기 로드(10)의 양단부에 구비된 연결수단(13,14)은 볼트로 형성하고, 관입봉(200)에는 너트를 형성하는 경우, 본 발명의 측정장치(100)를 관입봉(200)에 나사결합할 수 있다.

또한, 본 발명의 측정장치(100)는 상하 대칭으로 형성되어 있고 상단부(11) 및 하단부(12)가 동일한 연결수단(13,14)을 형성하고 있어서, 상단부(11) 또는 하단부(12) 어느쪽으로도 관입봉(200)과 결합될 수 있다.

상기 다수 쌍의 날개부재(20,20')는 도 3과 도 4에 도시된 바와 같이 상기 로드(10)의 외부면에 종방향 상하로 결합되도록 형성된 결합부(21,21')와, 관입시 관입저항을 최소화하도록 상기 결합부(21,21')로부터 종방향으로 돌출형성된 유선형의 날개(22,22')와, 상기 날개(22,22')의 첨단하부에 형성된 홀(23,23')과, 관입시 상기 날개(20,20')를 지지하도록 상기 날개(20,20')의 반대쪽으로 형성된 지지대(24,24')를 구비한다.

또한, 상기 각 쌍의 날개부재(20,20')는 날개(22,22')가 외향으로 배치되고 지지대(24,24')가 내향으로 배치되도록 상기 로드(10) 외부면에 종방향 상하로 결합된다.

상기 각각의 날개부재(20,20')는 모두 동일하게 형성되어 있어서 상기 로드(10)의 상하에 교호설치할 수 있다. 또한, 도 3과 도 5에서와 같이 상기 상하로 설치된 각 쌍의 날개부재(20,20')는 로드(10)의 외주상에 180°간격으로 2개소에 설치될 수도 있으나, 상기 로드(10)의 외주상에 90°간격으로 4개소에 설치할 수도 있다.

상기에서와 같이 날개부재(20,20')를 2개소 또는 4개소에 설치한 경우 각 쌍의 탄성과 속도를 산정하고 그 평균값을 취함으로써 보다 신뢰성 있는 탄성과 속도를 산정할 수 있다.

상기 압전소자(30,30')는 상하로 설치된 날개부재(20,20') 중 일측 날개부재(20)에서 탄성파를 발신하고 타측 날개부재(20')에서 상기 발신된 탄성파를 수신하도록 상기 날개부재(20,20')의 첨단부에 형성된 홀(23,23')에 삽입설치된다. 그리고, 상기 압전소자(30,30')는 로드(10)내부를 통과하는 배선에 의하여 외부의 탄성과 발생장치와 탄성과 측정장치에 연결된다(도시되지 않음). 상기 탄성과 발생장치는 시그널 제너레이터(signal generator), 탄성과 측정장치는 오실로스코프(oscilloscope) 등 일반적으로 이용되는 계측장치를 이용할 수 있다.

또한, 도 6에 도시된 바와 같이 상기 압전소자(30,30')는 탄성파의 송신 또는 수신이 가능하므로 일측이 송신하고 타측이 수신하거나 타측이 송신하고 일측이 수신하도록 동작시킬 수 있다.

위에서 설명한 바와 같이 구성된 본 발명의 날개관입식 탄성과속도 측정장치는 모든 관입시험장비, 즉 표준관입시험(SPT), 콘관입시험(CPT), 피에조콘시험(CPTu), 델타토미터시험(DMT), 프래셔미터시험(PMT), 현장베인시험(FVT) 장비의 관입봉이나 베인의 날개에 설치할 수 있어서, 여러 가지 관입시험과 동시에 미소변형 상태에서의 탄성파를 측정함으로써 지반특성을 종합적으로 분석할 수 있다.

상기와 같이 구성된 본 발명의 일 실시예에 의한 날개관입식 탄성과속도 측정장치를 이용한 측정방법을 도 7을 참조하여 설명하면, 관입봉(200)에 본 발명의 날개관입식 탄성과속도 측정장치(100)를 결합하고 상기 결합된 관입봉(200)을 지반 내로 관입시키는 제1 단계(S1)와, 상기 상하로 설치된 날개부재(20,20') 중 일측 날개부재(20)의 단부에 삽입설치된 압전소자(30)에서 탄성파를 발신하고 대향위치에 설치된 날개부재(20')의 단부에 삽입설치된 압전소자(30')에서 상기 신호를 수신하여 도달시간(t)을 산출하는 제2 단계(S2)와, 상기 도달시간(t)과 압전소자(30,30')간의 거리(L)를 이용하여 탄성파의 속도(V_p, V_s)를 하기 수학식 2에 의하여 산출하는 제3 단계(S3)와, 상기 탄성파 속도(V_p, V_s)를 이용하여 하기 수학식 3과 수학식 4에 의하여 지반의 토질정수(M,G)를 산출하는 제4 단계(S4)로 이루어진다.

이를 더욱 자세하게 설명하면 다음과 같다.

먼저, 관입봉(10)에 본 발명의 날개관입식 탄성과속도 측정장치(100)를 결합하고, 압전소자(30,30')와 외부의 탄성과 발생 및 측정장치(도시되지 않음)를 로드(10)내를 통과하는 배선을 이용하여 연결한 다음, 상기 결합된 관입봉(200)을 지반 내로 관입시킨다(S1). 즉, 지상이나 수상에 있는 관입장비를 이용하여 필요한 깊이까지 장치를 관입시킨다.

다음으로, 상기 상하로 설치된 날개부재(20,20') 중 일측 날개부재(20)의 단부에 설치된 압전소자(30)에서 탄성파를 발신하고 대향측 날개부재(20')의 단부에 설치된 압전소자(30')에서 상기 신호를 수신하여 도달시간(t)을 산출한다.

상기 일측 및 대향측의 압전소자(30,30')는 도면에서 알 수 있는 바와 같이 지반내에 관입될 경우 흙을 개재하여 서로 마주 보게 되므로, 일측 압전소자(30)에서 탄성파를 송신하면 개재된 흙을 통과하여 대향측의 압전소자(30')에 직선상으로 수신되고, 상기에서 언급한 계측장치에 의해 일측에서 타측으로 전달되는 시간차이(t)를 측정할 수 있다.

상기 날개부재(20,20') 및 거기에 설치된 압전소자(30,30')는 동일한 형상 및 구조를 가지고 대칭으로 설치되어 있으므로, 설치시 양측 압전소자(30,30')의 동작을 반대로 설정할 수도 있다. 또한, 상기 탄성파는 압축파와 전단파를 포함하고 있어서 각 파의 도달시간을 각각 별도로 측정할 수 있다.

다음으로, 상기 도달시간(t)과 탄성파가 송수신되는 압전소자(30,30')간의 거리(L)를 이용하여 탄성파의 속도(V_p, V_s)를 하기 수학식 2에 의하여 산출한다(S3). 여기서, V_p 는 압축파 속도, V_s 는 전단파 속도, L은 발신기와 수신기 사이의 거리인 탄성파의 도달거리로서 고정된 측정값, t는 상기 제2 단계(S2)에서 측정한 탄성파 도달시간이다.

상기 상하로 설치된 각 쌍의 날개부재(20,20')를 로드(10)의 원주상에 180°간격으로 2개소 설치한 경우에는 양쪽 산출값의 평균값을 탄성파속도(V_p, V_s)로 산출할 수 있고, 상기 각 쌍의 날개부재(20,20')를 로드(10)상에 90°간격으로 4개소 설치한 경우에는 상기 4개소의 산출값에 대한 평균값을 탄성파속도(V_p, V_s)로 산출할 수 있으며, 이러한 경우에는 해당 지반에 대한 보다 신뢰성 있는 탄성파 속도값이 산정될 수 있다.

마지막으로, 상기 탄성파 속도(V_p, V_s)를 이용하여 하기 수학식 3과 수학식 4에 의하여 지반의 토질정수(M,G)를 산출한다(S4). 여기서, M은 구속탄성계수, G는 전단탄성계수, ρ 는 지반의 밀도이다. 상기의 토질정수(M,G)는 다른 검층 결과들과 함께 풍화대, 약층 판정, 지층 구분의 검토 등 지반구조의 추정에도 사용될 수 있다.

발명의 효과

상술한 바와 같이 본 발명의 날개관입식 탄성파속도 측정장치 및 그에 의한 측정방법에 의하면, 수상 또는 지반에서 시험이 가능하고 비교란(非攪亂) 상태에서 지반조사를 수행할 수 있다.

또한, 본 발명에 의하면, 현재 이용되고 있는 현장탐사 시험방법인 표준관입시험(Standard Penetration Test: SPT), 콘관입시험(Cone Penetration Test: CPT), 피에조콘시험(piezcone: CPTu), 딜라토미터시험(Dilatometer test: DMT), 프레스미터시험(Pressuremeter test: PMT), 베인시험(Vane Test) 등의 관입시험을 수행할 때 상기의 관입시험을 중단할 필요 없이 관입도중에도 탄성파를 측정할 수 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 종래의 하향 탄성파 탐사법의 구성 및 작동을 개략적으로 보여주는 구성도.

도 2는 관입시험이 불가능한 곳에서 널리 사용되고 있는 종래의 물리 음파 검층법의 구성 및 작동을 개략적으로 보여주는 구성도.

도 3은 본 발명에 의한 날개관입식 탄성파속도 측정장치의 일실시예에 대한 정단면도.

도 4는 본 발명의 일실시예에 대한 날개부재의 구조를 보여주기 위하여 도 1의 A-A선을 따라 절단한 절단단면도.

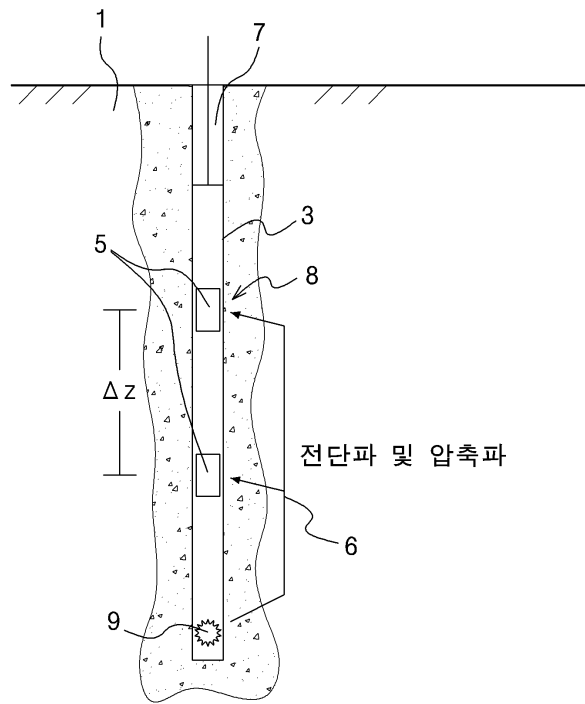
도 5는 본 발명의 일실시예에 의한 탄성파속도 측정장치의 사시도.

도 6은 본 발명의 일실시예에서 대향하는 한쌍의 압전소자가 동작하여 탄성파를 송수신하는 상태를 개략적으로 보여주는 작동도.

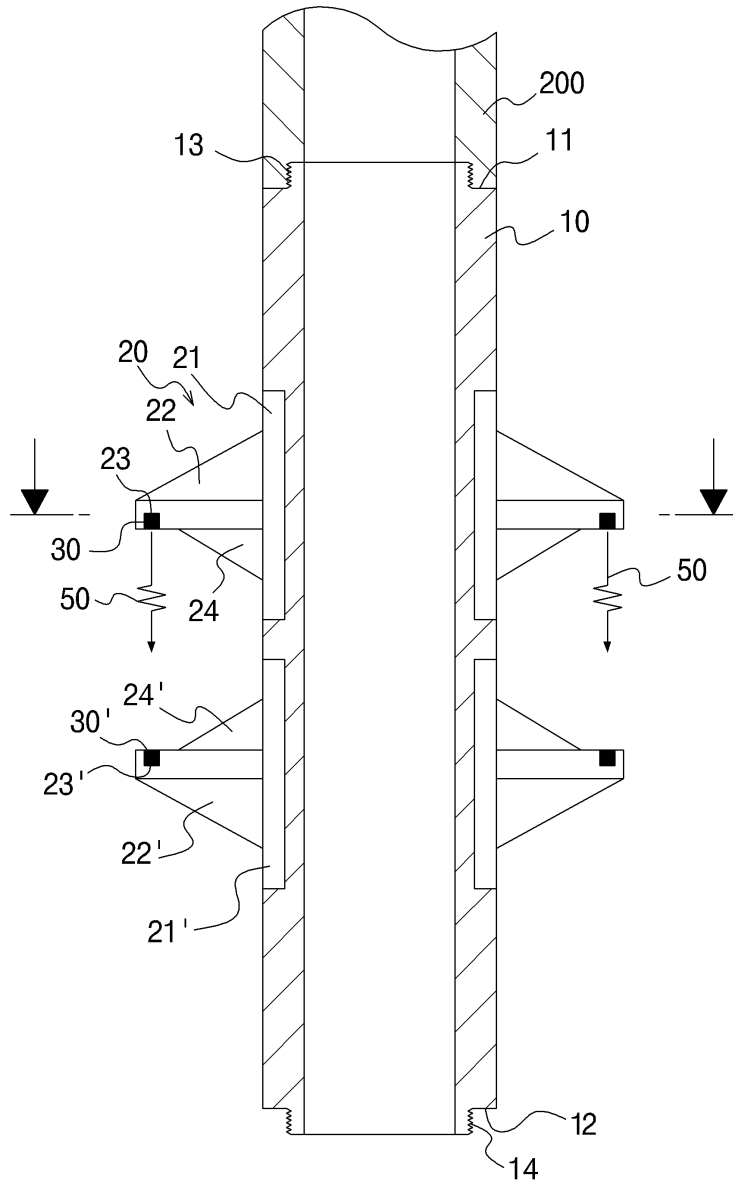
도 7은 본 발명의 일실시예에 의한 날개관입식 탄성파속도 측정장치를 이용한 측정방법을 개략적으로 보여주는 신호흐름도.

<도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

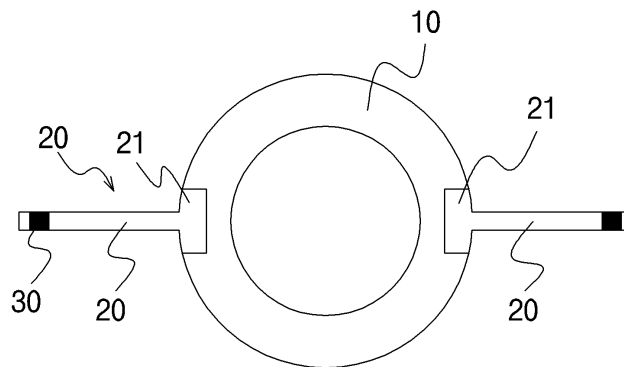
도면2



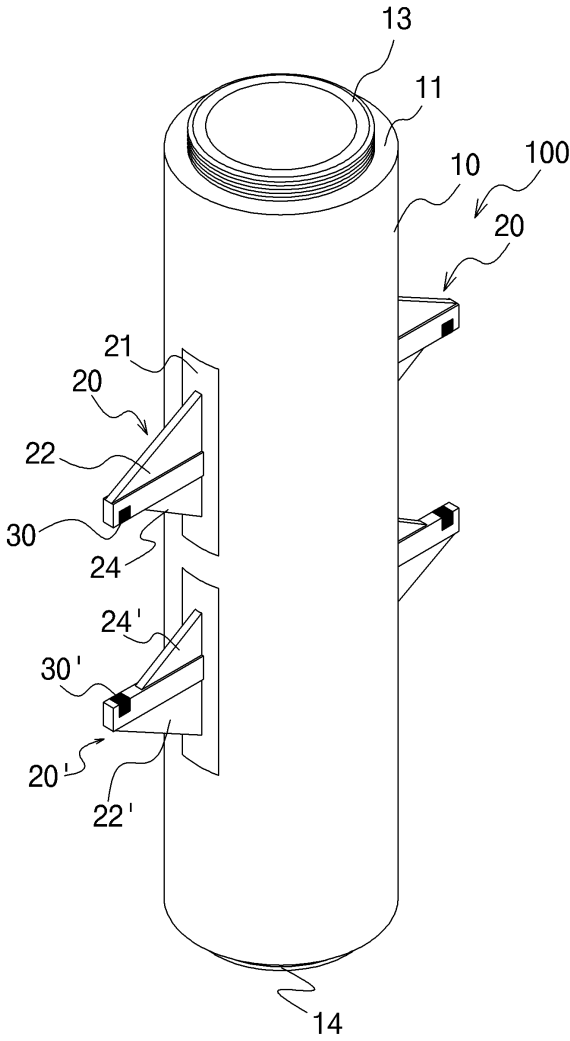
도면3



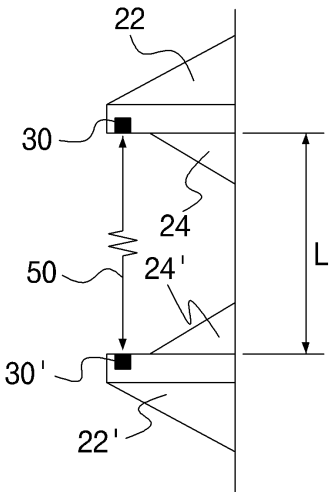
도면4



도면5



도면6



도면7

