



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년02월24일
 (11) 등록번호 10-0944096
 (24) 등록일자 2010년02월17일

(51) Int. Cl.
 G01V 1/00 (2006.01) G01V 3/00 (2006.01)
 B63C 11/48 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2008-0007073
 (22) 출원일자 2008년01월23일
 심사청구일자 2008년01월23일
 (65) 공개번호 10-2009-0081146
 (43) 공개일자 2009년07월28일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR200422330 Y1*
 KR100660563 B1
 JP2003019999 A
 KR1020040092508 A
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 한국지질자원연구원
 대전 유성구 가정동 30번지
 (72) 발명자
 조성준
 대전 유성구 전민동 엑스포아파트 107동 1405호
 김정호
 대전 서구 관저동 대자연마을아파트 103동 1404호
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 정상규

전체 청구항 수 : 총 8 항

심사관 : 박재우

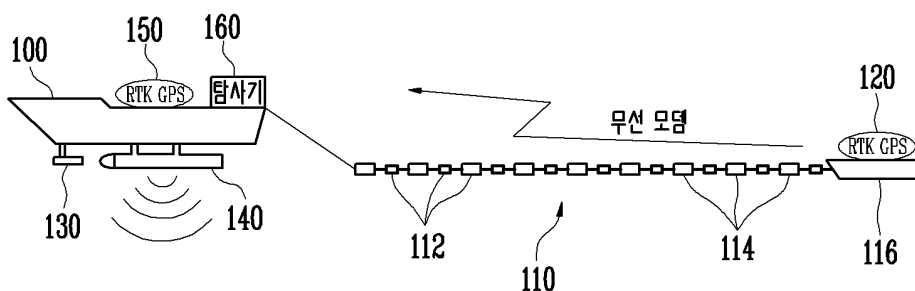
(54) 스트리머 전기비저항 탐사 시스템 및 이를 이용한 하저지반구조 해석 방법

(57) 요약

본 발명에서는 빠른 시간 내에 강이나 호수 하저의 퇴적층의 두께와 기반암 경계를 확인할 수 있는 스트리머 전기비저항 탐사 장치 및 이를 이용한 하저(河底) 지반 구조 해석 방법이 제공된다.

본 발명의 스트리머 전기비저항 탐사 시스템은, 탐사선을 이용하여 수중 지반의 구조를 탐사하는 전기비저항 탐사 시스템에 있어서; 상기 탐사선에 연결되고 복수의 전극이 부착된 스트리머 케이블; 상기 탐사선에 탑재되고, 상기 스트리머 케이블에 부착된 복수의 전극으로부터 전기비저항을 측정하는 다채널 전기비저항 탐사기; 상기 탐사선에 탑재되고 상기 탐사선의 위치를 실시간으로 측정하는 제 1 RTK GPS(Real Time Kinematic GPS); 및 상기 스트리머 케이블의 말단에 설치되고, 상기 스트리머 케이블 말단의 위치를 실시간으로 측정하는 제 2 RTK GPS;를 포함하여 이루어진다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

이명중

대전 유성구 가정동 과기대학교수아파트 12동 106호

손정술

대전 서구 복수동 초록마을아파트 1단지 106동 70
2호

특허청구의 범위

청구항 1

탐사선을 이용하여 수중 지반의 구조를 탐사하는 전기비저항 탐사 시스템에 있어서,
 상기 탐사선에 연결되고 복수의 전극이 부착된 스트리머 케이블;
 상기 탐사선에 탑재되고 상기 스트리머 케이블에 부착된 복수의 전극으로부터 전기비저항을 측정하는 다채널 전기비저항 탐사기;
 상기 탐사선에 탑재되고 상기 탐사선의 위치를 실시간으로 측정하는 제 1 RTK GPS(Real Time Kinematic GPS);
 상기 스트리머 케이블의 말단에 설치되고 상기 스트리머 케이블 말단의 위치를 실시간으로 측정하는 제 2 RTK GPS;
 상기 탐사선의 하부에 장착된 전기전도도 측정기와 사이드 스캔 소나(Side Scan Sonar); 및
 전기비저항 역산을 통해 하저 지반구조를 영상화하는 연산장치;
 를 포함하여 이루어지며,
 상기 연산 장치는,
 상기 전기전도도 측정기에서 측정된 물의 전기전도도 데이터와 상기 사이드 스캔 소나에서 측정된 수심 데이터를 상기 제 1 RTK GPS에서 측정된 위치 데이터를 이용하여 GIS(Geographic Information System) 데이터로 생성하며,
 상기 제 1 RTK GPS에서 측정된 위치 데이터 및 상기 제 2 RTK GPS에서 측정된 위치 데이터를 통하여 정밀한 측정 위치의 GPS 데이터를 계산하고,
 상기 측정 위치의 GPS 데이터를 기초로 상기 다채널 전기비저항 탐사기에서 측정된 전기비저항 데이터에 대해 2차원 역산을 수행하고 역산결과를 이용하여 하저 지반구조를 영상화하는 연산을 수행하는 것을 특징으로 하는 스트리머 전기비저항 탐사 시스템.

청구항 2

탐사선을 이용하여 수중 지반의 구조를 탐사하는 전기비저항 탐사 시스템에 있어서,
 상기 탐사선에 연결되고 복수의 전극이 부착된 스트리머 케이블;
 상기 탐사선에 탑재되고 상기 스트리머 케이블에 부착된 복수의 전극으로부터 전기비저항을 측정하는 다채널 전기비저항 탐사기;
 상기 탐사선에 탑재되고 상기 탐사선의 위치를 실시간으로 측정하는 제 1 RTK GPS(Real Time Kinematic GPS);
 상기 스트리머 케이블의 말단에 설치되고 상기 스트리머 케이블 말단의 위치를 실시간으로 측정하는 제 2 RTK GPS; 및
 전기비저항 역산을 통해 하저 지반구조를 영상화하는 연산장치;
 를 포함하여 이루어지며,
 상기 연산 장치는,
 상기 제 1 RTK GPS에서 측정된 위치 데이터 및 상기 제 2 RTK GPS에서 측정된 위치 데이터를 통하여 정밀한 측정 위치의 GPS 데이터를 계산하고,
 상기 측정 위치의 GPS 데이터를 기초로 상기 다채널 전기비저항 탐사기에서 측정된 전기비저항 데이터에 대해 2차원 역산을 수행하되, 탐사지역의 수심 데이터 및 물의 전기전도도 데이터가 제한조건으로 입력되어 수행된 역산결과를 이용하여 하저 지반구조를 영상화하는 연산을 수행하는 것을 특징으로 하는 스트리머 전기비저항 탐사 시스템.

청구항 3

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 스트리머 케이블은,

그 말단에 말단부표(tail buoy)를 연결하여 스트리머 케이블이 직선을 유지하도록 하는 것을 특징으로 하는 스트리머 전기비저항 탐사 시스템.

청구항 4

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 스트리머 케이블에는,

상기 복수의 전극 사이에 부표(buoy)가 설치되어 상기 전극이 물과 접촉을 유지하며 떠 있을 수 있도록 하는 것을 특징으로 하는 스트리머 전기비저항 탐사 시스템.

청구항 5

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 제 2 RTK GPS는,

라디오 모뎀을 구비하고, 이를 통하여 상기 스트리머 케이블 말단의 위치정보를 상기 탐사선으로 전달하는 것을 특징으로 하는 스트리머 전기비저항 탐사 시스템.

청구항 6

삭제

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 연산장치에서,

2차원 역산을 수행함에 있어, 상기 수심 데이터 및 상기 물의 전기전도도 데이터가 제한조건으로 입력되는 것을 특징으로 하는 스트리머 전기비저항 탐사 시스템.

청구항 8

(a) 탐사선에 연결되고 복수의 전극이 부착된 스트리머 케이블, 상기 탐사선에 탑재되고 상기 스트리머 케이블에 부착된 복수의 전극으로부터 전기비저항을 측정하는 다채널 전기비저항 탐사기, 상기 탐사선에 탑재되고 상기 탐사선의 위치를 실시간으로 측정하는 제 1 RTK GPS(Real Time Kinematic GPS), 상기 스트리머 케이블의 말단에 설치되고 상기 스트리머 케이블 말단의 위치를 실시간으로 측정하는 제 2 RTK GPS를 포함하는 스트리머 전기비저항 탐사 시스템에서, 전기비저항 및 위치 데이터를 측정하는 단계;

(b) 메모리, 데이터 연산부, 지하구조 해석부 및 제어부를 포함하는 연산장치에서,

(b-1) 상기 데이터 연산부에서 상기 메모리로부터 탐사선 위치 데이터와 스트리머 케이블 말단 위치 데이터를 입력받아 정밀 측정 위치 데이터를 생성하는 단계;

(b-2) 상기 지하구조 해석부에서 상기 정밀 위치 데이터에 따라 전기비저항 측정 데이터에 대해 2차원 역산을 수행하는 단계; 및

(b-3) 상기 지하구조 해석부에서 상기 역산 결과를 이용하여 하저 지반구조를 영상화하는 단계;

를 포함하며,

상기 (b-2) 단계에서, 탐사지역의 수심 및 물의 전기전도도가 제한 조건으로 입력되는 것을 특징으로 하는 스트리머 전기비저항 탐사 시스템을 이용한 하저 지반구조 해석 방법.

청구항 9

(c) 탐사선과, 이에 연결되고 복수의 전극이 부착된 스트리머 케이블, 상기 탐사선에 탑재되고 상기 스트리머

케이블에 부착된 복수의 전극으로부터 전기비저항을 측정하는 다채널 전기비저항 탐사기, 상기 탐사선에 탑재되고 상기 탐사선의 위치를 실시간으로 측정하는 제 1 RTK GPS(Real Time Kinematic GPS), 상기 스트리머 케이블의 말단에 설치되고 상기 스트리머 케이블 말단의 위치를 실시간으로 측정하는 제 2 RTK GPS, 상기 탐사선의 하부에 장착된 전기전도도 측정기와 사이드 스캔 소나(Side Scan Sonar)를 포함하는 스트리머 전기비저항 탐사 시스템에서, 전기비저항, 위치, 물의 전기전도도 및 수심 데이터를 측정하는 단계;

(d) 메모리, 데이터 연산부, 지하구조 해석부 및 제어부를 포함하는 연산장치에서,

(d-1) 상기 데이터 연산부에서 상기 메모리로부터 물의 전기전도도 데이터와 탐사선의 위치 데이터를 입력받아 위치에 따른 물의 전기전도도 지도를 생성하는 단계;

(d-2) 상기 데이터 연산부에서 상기 메모리로부터 수심 데이터와 탐사선의 위치 데이터를 입력받아 위치에 따른 수심 지도를 생성하는 단계;

(d-3) 상기 데이터 연산부에서 상기 메모리로부터 탐사선 위치 데이터와 스트리머 케이블 말단 위치 데이터를 입력받아 정밀 측정 위치 데이터를 생성하는 단계;

(d-4) 상기 지하구조 해석부에서 상기 정밀 위치 데이터에 따라 전기비저항 측정 데이터에 대해 2차원 역산을 수행하는 단계; 및

(d-5) 상기 지하구조 해석부에서 상기 역산 결과를 이용하여 하저 지반구조를 영상화하는 단계;

를 포함하며,

상기 (d-4) 단계에서, 상기 (d-1) 단계에서 얻어진 위치에 따른 물의 전기전도도 데이터 및 상기 (d-2) 단계에서 얻어진 위치에 따른 수심 데이터가 제한 조건으로 입력되는 것을 특징으로 하는 스트리머 전기비저항 탐사 시스템을 이용한 하저 지반구조 해석 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 전기비저항 탐사 시스템 및 이를 이용한 하저(河底) 지반 구조 해석 방법에 관한 것으로서, 상세하게는 강이나 호수 하저의 퇴적층의 두께나 기반암 경계를 확인하기 위하여 수상에서 전기비저항을 측정하는 시스템과 측정된 전기비저항을 역산 알고리즘을 통하여 모델링 하여 지하 구조를 해석하는 전기비저항 탐사 시스템 및 이를 이용한 하저 지반구조 해석 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 강이나 호수 하저의 퇴적층의 두께와 기반암 경계를 확인하는 것은 하저 준설을 위한 토사량의 산출, 교량 설계의 안정성 확보, 운하설계를 위한 굴착방법 최적화를 위해 필수적이다.

[0003] 기반암 경계를 확인하는 일반적인 방법은 시추를 하는 것인데, 이는 가장 정확하게 토사층과 풍화층, 기반암의 경계를 알 수 있는 방법이지만 시추지점에 한정된 깊이 정보만을 주고, 시추 비용이 매우 비싸며 시간이 많이 걸리는 단점이 있다.

[0004] 그 외의 방법으로는 GPR(Ground Penetrating Radar) 탐사나 천부 탄성과 탐사를 적용할 수 있으나 다음과 같은 문제가 있다. 먼저, GPR 탐사는 강이나 호수의 전기전도도에 따라 가탐심도가 제한되며, 특히 토사 퇴적층의 전기비저항이 낮을 경우 레이더 파의 투과가 매우 제한된다. 다음으로, 천부 탄성과 탐사는 적합한 송신원의 개발이 필요하며 이에 따른 수신기 센서 개발 또한 필요한 문제가 있다.

[0005] 이러한 문제로 인하여, 본 발명에서는 수상 전기비저항 탐사를 적용하려 한다. 일반적으로, 전기비저항 탐사는 도체에 일정한 전류를 흘려주고 일정한 두 지점의 전위차를 측정함으로써 두 지점 사이의 저항을 계산하는 방식으로 이루어진다. 즉, 전기비저항 탐사는 불균질한 매질로 복잡하게 형성된 지층구조를 영상화하기 위해 지하 내에 인위적으로 전류를 투과하여 전위차를 측정된 후 지하 매질의 전기적 물성 분포를 구해 지질구조나 이상대를 파악하는 지구물리학적 방법이다.

[0006] 그런데, 이러한 전기비저항 탐사는 지표면을 따라 탐사를 수행하여 지표 하부의 지질 구조를 파악하는데 이용되

는데, 본 발명에서와 같이 수상 전기비저항 탐사시에는 수상에서의 전극의 위치변화에 따른 전기비저항의 측정 문제를 해결해야 하며, 보다 정확한 해석을 위하여 역산시 원하지 않는 강물 부분을 제외하고 하저 지반구조에 대해서만 해석할 수 있도록 측정위치에 따른 강물에 대한 전기비저항 데이터가 추가로 필요한 문제가 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0007] 본 발명은 이와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 수상에서의 전극의 위치 변화에 따른 전기비저항뿐만 아니라 및 강물의 전기전도도도 실시간으로 측정하여, 빠른 시간 내에 매우 높은 정확도를 가지고 강이나 호수 아래의 퇴적층의 두께와 기반암 경계를 확인할 수 있는 전기비저항 탐사 시스템 및 이를 이용한 하저 지반구조 해석 방법을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

과제 해결수단

[0008] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 스트리머 전기비저항 탐사 시스템은, 탐사선을 이용하여 수중 지반의 구조를 탐사하는 전기비저항 탐사 시스템에 있어서; 상기 탐사선에 연결되고 복수의 전극이 부착된 스트리머 케이블과; 상기 탐사선에 탑재되고, 상기 스트리머 케이블에 부착된 복수의 전극으로부터 전기비저항을 측정하는 다채널 전기비저항 탐사기와; 상기 탐사선에 탑재되고 상기 탐사선의 위치를 실시간으로 측정하는 제 1 RTK GPS(Real Time Kinematic GPS); 및 상기 스트리머 케이블의 말단에 설치되고, 상기 스트리머 케이블 말단의 위치를 실시간으로 측정하는 제 2 RTK GPS;를 포함하여 이루어진다.

[0009] 또한, 상기 탐사선은, 상기 탐사선의 하부에 장착되고 수온 및 물의 전기전도도를 측정하는 전기전도도 측정기; 및 상기 탐사선의 하부에 장착되고 수중 심도를 측정하는 사이드 스캔 소나(Side Scan Sonar);을 더 포함하여 이루어질 수 있다.

[0010] 이러한 본 발명에 의하여, 변화하는 위치에 따라 하저의 전기비저항 및 강물의 제한조건 데이터(수심, 수온, 물의 전기전도도)를 RTK GPS를 통한 위치정보를 활용하여 실시간으로 측정하여 빠른 시간 내에 하저 지반구조를 해석할 수 있는 새로운 탐사 시스템을 제공할 수 있다.

[0011] 또한, 전술한 본 발명에서, 상기 스트리머 케이블은, 그 말단에 말단부표(tail buoy)를 연결하여 스트리머 케이블이 직선을 유지하도록 하는 것이 바람직하며, 상기 복수의 전극 사이에 부표(buoy)를 설치하여 상기 복수의 전극이 물과 접촉을 유지하며 떠 있을 수 있도록 하는 것이 바람직하다.

[0012] 또한, 상기 제 2 RTK GPS는, 라디오 모뎀을 구비하여, 상기 스트리머 케이블 말단의 위치정보를 상기 탐사선으로 전달할 수 있도록 하는 것이 바람직하며, 전달된 스트리머 케이블 말단의 위치 정보는 제 1 RTK GPS 에서 측정된 탐사선의 위치 정보와 함께 계산되어 정밀한 측정 위치를 제공하게 된다.

[0013] 또한 본 발명의 스트리머 전기비저항 탐사 시스템은, 측정 데이터가 입력되어 전기비저항 역산을 통해 하저 지반구조를 영상화하는 연산장치를 더 포함하여 이루어지며;

[0014] 상기 연산 장치는, 상기 전기전도도 측정기에서 측정된 물의 전기전도도 데이터와 상기 사이드 스캔 소나에서 측정된 수심 데이터를 상기 제 1 RTK GPS에서 측정된 위치 데이터를 이용하여 GIS(Geographic Information System) 데이터로 생성하며; 상기 제 1 RTK GPS에서 측정된 위치 데이터 및 상기 제 2 RTK GPS에서 측정된 위치 데이터를 통하여 정밀한 측정 위치의 GPS 데이터를 계산하고,; 상기 측정 위치의 GPS 데이터를 기초로 상기 다채널 전기비저항 탐사기에서 측정된 전기비저항 데이터에 대해 2차원 역산을 수행하고 역산결과를 이용하여 하저 지반구조를 영상화하는 연산을 수행한다.

[0015] 이때, 측정된 전기비저항 데이터에 대해 2차원 역산을 수행함에 있어, 상기 수심 데이터 및 상기 물의 전기전도도 데이터가 제한조건으로 입력되는 것을 특징으로 한다.

[0016] 이러한 연산장치를 이용하여 하저 지반구조를 영상화할 수 있으며, 이를 통해 하저의 퇴적층의 두께와 기반암 경계를 손쉽게 확인할 수 있게 된다.

[0017] 또한, 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 스트리머 전기비저항 탐사 시스템을 이용한 하저 지반구조 해석 방법은,

[0018] 메모리, 데이터 연산부, 지하구조 해석부 및 제어부를 포함하는 연산장치에서 측정된 데이터를 이용하여 하저

(河底) 지반구조를 해석하는 방법에 있어서; (c) 상기 데이터 연산부에서 상기 메모리로부터 탐사선 위치 데이터와 스트리머 케이블 말단 위치 데이터를 입력받아 정밀 측정 위치 데이터를 생성하는 단계; (d) 상기 지하구조 해석부에서 상기 정밀 위치 데이터에 따라 전기비저항 측정 데이터에 대해 2차원 역산을 수행하는 단계; 및 (e) 상기 지하구조 해석부에서 상기 역산 결과를 이용하여 하저 지반구조를 영상화하는 단계;를 포함하며, 상기 (d) 단계에서, 수심 및 물의 전기전도도가 제한 조건으로 입력되는 것을 특징으로 한다.

[0019] 또한, 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 또 다른 스트리머 전기비저항 탐사 시스템을 이용한 하저 지반구조 해석 방법은,

[0020] 메모리, 데이터 연산부, 지하구조 해석부 및 제어부를 포함하는 연산장치에서 측정된 데이터를 이용하여 하저 (河底) 지반구조를 해석하는 방법에 있어서; (a) 상기 데이터 연산부에서 상기 메모리로부터 물의 전기전도도 데이터와 탐사선의 위치 데이터를 입력받아 위치에 따른 물의 전기전도도 지도를 생성하는 단계; (b) 상기 데이터 연산부에서 상기 메모리로부터 수심 데이터와 탐사선의 위치 데이터를 입력받아 위치에 따른 수심 지도를 생성하는 단계; (c) 상기 데이터 연산부에서 상기 메모리로부터 탐사선 위치 데이터와 스트리머 케이블 말단 위치 데이터를 입력받아 정밀 측정 위치 데이터를 생성하는 단계; (d) 상기 지하구조 해석부에서 상기 정밀 위치 데이터에 따라 전기비저항 측정 데이터에 대해 2차원 역산을 수행하는 단계; 및 (e) 상기 지하구조 해석부에서 상기 역산 결과를 이용하여 하저 지반구조를 영상화하는 단계;를 포함하며,

[0021] 상기 (d) 단계에서, 상기 (a) 단계에서 얻어진 위치에 따른 물의 전기전도도 데이터 및 상기 (b) 단계에서 얻어진 위치에 따른 수심 데이터가 제한 조건으로 입력되는 것을 특징으로 한다.

[0022] 이러한 방법에 의하여, 위치에 따른 수심 및 물의 전기전도도에 대한 데이터를 역산시 제한 조건으로 삼입함으로써, 강 하부의 지하 구조에 대해서만 역산을 수행할 수 있어 강을 포함한 역산에 비해 매우 높은 정확도를 얻을 수 있게 된다.

효 과

[0023] 이상에서 설명한 본 발명에 의해, 전기비저항을 측정결과를 기본으로 하저구조를 해석함에 있어서, 먼저 RTK GPS를 통한 실시간 위치정보를 이용하여 변동되는 위치에서의 전기비저항 및 강물에 대한 데이터를 동시에 빠르게 측정할 수 있고, 역산시 제한 조건으로 위치별 수심 및 전기전도도를 입력하여 오차를 줄여 정확한 해석 결과를 얻을 수 있는 장점이 있다.

[0024] 즉, 본 발명에 의해 빠른 시간 내에 강이나 호수 하저의 퇴적층의 두께와 기반암 경계를 정확하게 확인할 수 있게 된다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0025] 이하, 첨부된 도면에 의하여 본 발명의 바람직한 실시 예를 상세하게 설명한다.

[0026] 본 발명은 여기서 설명되는 실시예에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시예는 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다.

[0027] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 스트리머 전기비저항 탐사 시스템의 블록도이며, 도 2는 본 발명의 시스템의 장치 구성을 나타내는 도면이다.

[0028] 본 발명에 따른 스트리머 전기비저항 탐사 시스템은 각종 측정장치가 탑재된 탐사선(100)과 복수의 전극이 부착된 스트리머 케이블(110)로 이루어진다.

[0029] 탐사선(100)에는 다채널 전기비저항 탐사기(160), 제 1 RTK GPS(Real Time Kinematic GPS, 150)가 탑재되며, 그 하부에는 전기 전도도 측정기(130), 사이드 스캔 소나(Side Scan Sonar, 140)가 설치될 수 있다.

[0030] 다채널 전기비저항 탐사기(160)는 스트리머 케이블(110)에 부착된 복수의 전극으로부터 전기비저항을 다채널로 동시에 측정하며, 제 1 RTK GPS(150)는 탐사선의 위치를 cm 수준에서 실시간으로 측정하게 된다.

[0031] 탐사선 하부 수중에 장착된 전기 전도도 측정기(130)는 물의 전기전도도를 측정하고, 사이드 스캔 소나(140)는 초음파를 이용하여 강이나 호수의 수심을 측정하게 되며, 여기서 측정된 수심 및 전기전도도는 역산시 제한조건으로 이용된다.

- [0032] 일반적으로 전기비저항 탐사를 한 후 역산을 통해 지하구조를 파악하는 경우 측정 전극 하부 전체를 대상으로 하게 되는데, 본 발명에서와 같이 강 위에 떠있는 전극을 통해 탐사를 하게 되면 강과 강의 하부 지층 전체를 역산 대상으로 하게 된다. 그런데, 강과 강의 하부 지층 전체를 역산 대상으로 할 경우, 목적으로 하는 강의 하부 지층 구조 해석에 오차가 크게 발생하게 된다. 따라서, 역산 모형에서 강물의 심도와 전기비저항(전기전도도의 역수)을 고정값으로 넣어 주고 강 하부의 지층에 대해서만 전기비저항 측정결과를 가지고 역산을 수행하게 되면 강물을 포함하여 역산을 수행하는 경우에 비해 정확도가 매우 높아지게 된다.
- [0033] 그러므로, 이를 위해서는 역산과정에 제한조건으로 사용할 강물의 심도 및 전기전도도(전기비저항의 역수)에 대한 데이터가 필요하게 되는데, 본 발명에서는 탐사선(100) 하부에 전기전도도 측정기(130) 및 사이드 스캔 소나(140)를 장착하여, 역산의 제한조건으로 사용될 물의 수심 및 전기전도도를 동시에 측정하여 하저 지반구조를 보다 빠르고 정확하게 해석하게 된다.
- [0034] 이러한 강물의 전기전도도 및 수심 데이터는 본 발명의 탐사 시스템과 별개로 측정된 데이터를 이용할 수도 있는데, 이러한 경우에는 본 발명의 탐사 시스템에서 전기전도도 측정기 및 사이드 스캔 소나는 장착되지 않을 수도 있다.
- [0035] 탐사선(100)에 연결된 스트리머 케이블(110)에는 전기비저항 측정을 위한 복수의 금속 전극(112)이 부착되며, 복수의 전극 사이에는 소형 부표(buoy)가 설치되어 전극(112)이 물과의 접촉을 유지하며 떠 있게 한다. 스트리머 케이블(110)의 말단에는 말단부표(Tail buoy, 116)가 연결되어 스트리머 케이블이 직선을 유지하게 해 주고, 말단부표(116)에는 제 2 RTK GPS(120)가 설치되어 스트리머 케이블 말단의 정확한 위치를 실시간으로 측정하게 된다. 또한, 제 2 RTK GPS(120)는 라디오 모뎀을 구비하고 이를 통하여 위치 정보를 탐사선(110)으로 전달하고, 제 1 RTK GPS(150)에서 측정된 탐사선(110)의 위치와 함께 기록되게 된다.
- [0036] 또한 본 발명의 스트리머 전기비저항 탐사 시스템은, 측정 데이터가 입력되어 전기비저항 역산을 통해 하저 지반구조를 영상화하는 연산장치(200)를 더 포함하여 이루어지게 된다. 이러한 연산장치(200)는 탐사선(100)에 직접 탑재되어 탐사 데이터에 따라 실시간으로 하저 지반구조의 영상을 보여줄 수도 있으며, 탐사선(100)에 탑재되지 않고 저장된 측정 데이터를 기초로 육상에서 별도로 하저 지반구조를 영상화할 수도 있다.
- [0037] 이러한 연산장치(200)는 메모리(210), 데이터 연산부(220), 지하 구조 해석부(230) 및 제어부(240)를 포함하여 이루어질 수 있다. 메모리(210)는 각종 측정 데이터를 저장하게 되며, 데이터 연산부(220)는 측정된 데이터들을 지하구조 해석에 적용될 수 있는 위치별 데이터로 재구성하고, 지하 구조 해석부(230)는 전기비저항 데이터를 기초로 2차원 역산을 수행하고 최종 지하 전기비저항 모델의 해석 결과를 바탕으로 지하 구조를 영상화하며, 상기 제어부(240)는 상기 연산과정을 제어하게 된다.
- [0038] 연산 장치(200)에서는 도 3에 도시된 알고리즘을 이용하여 다음 단계들을 수행함으로써 하저 지반구조를 영상화한다.
- [0039] 먼저, 데이터 연산부(220)에서, 전기전도도 측정기(130)에서 측정된 물의 전기전도도 데이터와 사이드 스캔 소나(140)에서 측정된 수심 데이터를 상기 GPS 데이터를 이용하여 GIS(Geographic Information System) 데이터로 생성한다. 즉, (a) 데이터 연산부(220)에서 메모리(210)로부터 물의 전기전도도 데이터와 탐사선 위치 데이터를 입력받아 위치에 따른 물의 전기전도도 지도를 생성하는 단계(S312)와, (b) 데이터 연산부(220)에서 메모리(210)로부터 수심 데이터와 탐사선 위치 데이터를 이용하여 위치에 따른 수심 지도를 생성하는 단계(S314)가 수행된다.
- [0040] 다음으로, 제 1 RTK GPS(150)에서 측정된 위치 데이터 및 제 2 RTK GPS(120)에서 측정된 위치 데이터를 통하여 정밀한 측정 위치의 GPS 데이터를 계산한다. 즉, (c) 데이터 연산부(220)에서 메모리(210)로부터 탐사선 위치 데이터와 스트리머 케이블 말단 위치 데이터를 입력받아 정밀 측정 위치 데이터를 생성하는 단계(S316)가 수행된다. 이로써, 제 1 RTK GPS의 위치 데이터 및 제 2 RTK GPS의 위치 데이터를 기초로 각 전극의 측정 위치에 대한 정밀한 위치 데이터가 계산될 수 있다.
- [0041] 다음으로, 측정 위치의 GPS 데이터를 기초로 다채널 전기비저항 탐사기(160)에서 측정된 전기비저항 데이터에 대해 2차원 역산을 수행하고 역산결과를 이용하여 하저 지반구조를 영상화하는 연산을 수행한다. 즉, (d) 지하구조 해석부(230)에서 상기 정밀 위치 데이터에 따라 전기비저항 측정 데이터에 대해 2차원 역산을 수행하는 단계(S320) 및 (e) 지하구조 해석부(230)에서 상기 역산 결과를 이용하여 하저 지반구조를 영상화하는 단계(S322)가 수행된다.

- [0042] 이때, 상기 (d) 단계에서, 상기 (a) 단계에서 얻어진 위치에 따른 물의 전기전도도 데이터 및 상기 (b) 단계에서 얻어진 위치에 따른 수심 데이터가 제한 조건으로 삽입된다.
- [0043] 이렇게 역산 단계(S320)를 통하여 최종 지하 전기비저항 모델의 해석 결과가 도출되고, 이를 이용하여 하저 지반구조를 영상화하게 되며, 이러한 영상을 분석하여 하저의 퇴적층의 두께와 기반암 경계를 손쉽게 확인할 수 있게 된다. 특히, 역산 단계(S320)에서, 위치에 따른 수심 및 물의 전기전도도에 대한 데이터를 제한 조건으로 삽입함으로써, 강 하부의 지하 구조에 대해서만 역산을 수행할 수 있어 강을 포함한 역산에 비해 매우 높은 정확도를 얻을 수 있게 된다.
- [0044] 전기비저항 탐사자료 해석에 있어서 역산은, 가정한 지하 전기비저항 모형에 대하여 각 측정에서의 이론 전위 또는 걸보기 비저항을 계산하고 이론값이 현장 탐사 자료에 근접하도록 지하 전기비저항 모형을 수정하며, 이를 반복 수행하게 된다. 이론값과 측정값과의 차이가 충분히 작아지면 역산이 수렴되었다고 할 수 있으며 최종 지하 전기비저항 모형의 해석 결과를 바탕으로 지하 구조를 영상화한다. 이러한 역산 수행 및 영상화 과정은 상기 알고리즘을 바탕으로 구성된 해석 소프트웨어에 의하여 수행되게 된다.
- [0045] 상기와 같이 역산 단계(S320)에서 삽입되는 물의 전기전도도 및 수온은 본 발명의 탐사 시스템과는 별도로 측정되어 GIS 형태로 저장된 데이터가 사용될 수도 있으며, 이러한 경우에는 전술한 단계 중 (a) 단계(S312) 및 (b) 단계(S314)는 생략될 수도 있다.
- [0046] 이하에서는 전술한 바와 같이 구성된 본 발명에 따른 스트리머 전기비저항 탐사 시스템의 작용에 대하여 설명한다.
- [0047] 탐사선(100)은 탐사 목적지로 이동하여, 스트리머 케이블(110)을 물 위에 부상시키고, 스트리머 케이블(110)에 부착되어 물에 접촉하고 있는 탐사 전극(112)들에 전류를 인가시킨다. 이 전류는 탐사 전극(112)들을 통해 수중으로 인가되며, 이 전류는 전류 경로를 통해 다른 탐사전극(112)으로 흘러간다.
- [0048] 이때, 전류경로에 수직하게 얻은 값의 전위를 갖는 등전위선이 형성되는데 이 등전위선은 수면까지 이어지게 되어, 탐사전극(112)들간의 등전위선의 차이, 즉 전위차가 측정되어 그 데이터가 역으로 다채널 전기비저항 탐사기(160)로 입력된다. 따라서, 탐사 전극들(112)에 흘러준 전류량과 측정된 전위차를 이용하면 균질한 지하 매질의 정확한 실제 비저항값을 알 수 있게 된다.
- [0049] 또한, 전기비저항이 다른 물질이 지하에 존재하게 되면, 전류는 전기비저항이 낮은 물질쪽으로 더 많이 흐르게 되어 결국 경로에 수직인 등전위선에 변형을 일으키고 수면에서 측정되는 전위차에도 영향을 미치게 되는데, 이로부터 수면에서 측정된 전위차를 이용하여 지하 매질의 전기적인 이상대에 관한 정보를 가지고 있는 걸보기 전기비저항을 얻을 수 있으며, 이러한 데이터를 통해 지하의 전기비저항 구조를 획득할 수 있게 된다.
- [0050] 또한, 전술한 바와 같이, 하저 지반구조에 대한 정확한 해석을 위해서는 역산시 강물에 대한 전기비저항 데이터를 제한 조건으로 삽입할 필요가 있으며, 이를 위해서 탐사선 하부에 장착된 전기전도도 측정기(130) 및 사이드 스캔 소나(140)에서 물의 전기전도도 및 수심을 측정하게 된다.
- [0051] 전기전도도 측정기(130)에는 수온센서가 부착되어 물의 전기전도도와 함께 수온이 함께 측정되는데, 이는 물의 수온에 따라 물 이온의 활동도가 달라져 전기전도도가 달라지기 때문이다.
- [0052] 사이드 스캔 소나(140)는 초음파를 수중으로 송출한 후 하저에서 반사된 초음파를 수신하여 수심을 측정하게 된다.
- [0053] 이렇게 측정된 물의 전기전도도 및 수심 데이터는 탐사선의 GPS 데이터와 합쳐져 GIS 데이터로 저장되어 측정 위치에 따른 전기비저항 역산시 제한 조건으로 입력되게 된다.
- [0054] 이와 같이, 본 발명에서는 물의 수심 및 전기전도도를 동시에 측정하고, 이를 역산의 제한조건으로 삽입함으로써, 하저 지반구조에 대한 빠르고도 정확한 해석을 가능하게 한다.
- [0055] 이상과 같이 도면과 명세서에서 실시예가 개시되었다. 여기서 특정한 용어들이 사용되었으나, 이는 단지 본 발명을 설명하기 위한 목적에서 사용된 것이지 의미 한정이나 특허청구범위에 기재된 본 발명의 범위를 제한하기 위하여 사용된 것은 아니다. 그러므로 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

산업이용 가능성

[0056] 본 발명에 따른 스트리머 전기비저항 탐사 시스템 및 이를 이용한 하저 지반구조 해석 방법은 하저 기반암 경계 등의 지하 구조 해석에 적용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0057] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 스트리머 전기비저항 탐사 시스템을 나타내는 블록도이다.

[0058] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 스트리머 전기비저항 탐사 시스템의 장치구성을 나타내는 도면이다.

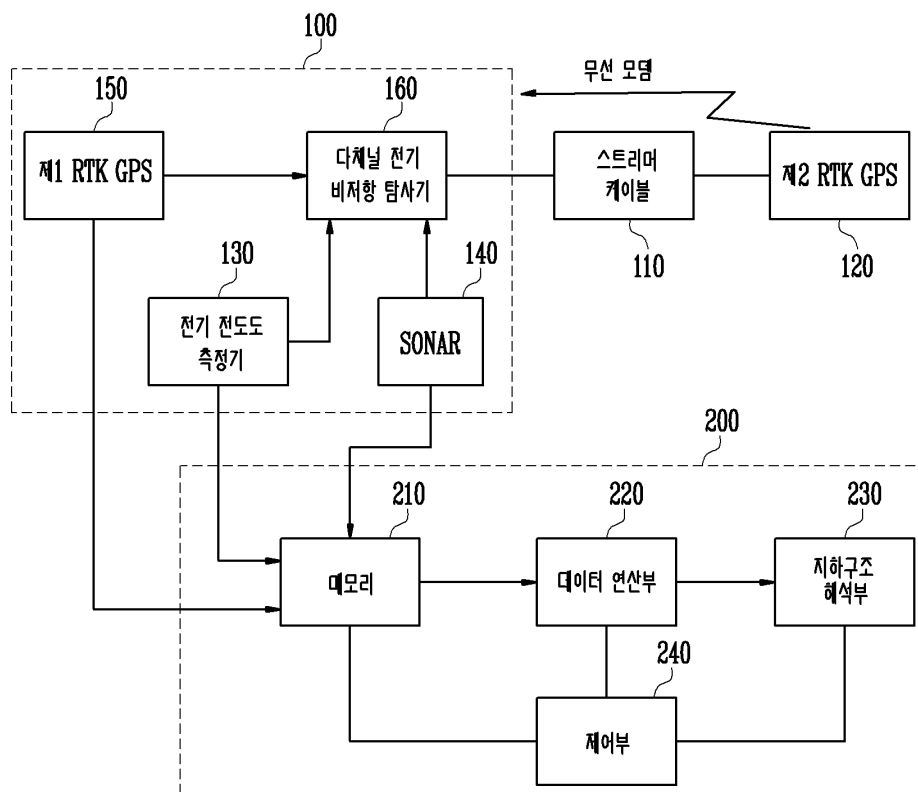
[0059] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 스트리머 전기비저항 탐사 시스템을 이용하여 하저 지반구조를 해석하는 알고리즘을 나타내는 도면이다.

[0060] <도면의 주요 부분에 대한 부호와 설명>

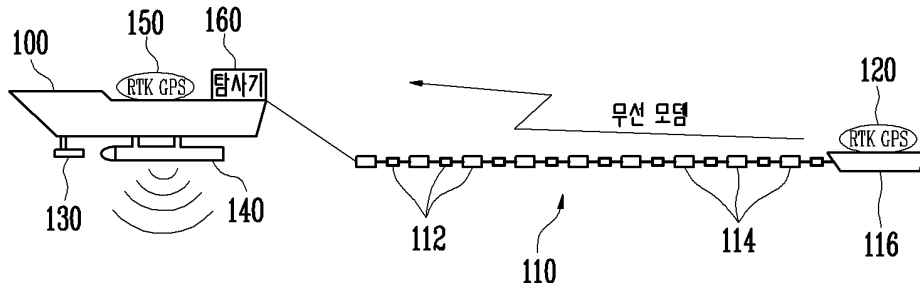
- | | |
|-------------------------|--------------------|
| [0061] 100: 탐사선 | 110: 스트리머 케이블 |
| [0062] 112: 전극 | 114: 부표 |
| [0063] 116: 말단 부표 | 120: 제 2 RTK GPS |
| [0064] 130: 전기 전도도 측정기 | 140: 사이드 스캔 소나 |
| [0065] 150: 제 1 RTK GPS | 160: 다채널 전기비저항 탐사기 |
| [0066] 200: 연산장치 | 210: 메모리 |
| [0067] 220: 제어부 | 230: 지하 구조 해석부 |

도면

도면1



도면2



도면3

