

密度可変固体トレーサを用いた流向流速計の開発

1. プロトタイプ的设计・試作

鹿島建設(株)	正会員	○戸井田 克	鹿島建設(株)	正会員	田中 真弓
(株) 東 芝	非会員	長井 敏	(株) 東 芝	非会員	佐藤 光吉
岡 山 大 学	正会員	西垣 誠	東 海 大 学	非会員	大江 俊昭

1. はじめに

筆者らは、極低流速の地下水の流向流速を計測可能な機器の開発を実施中である。すでに、計測装置(プロトタイプ)の要素技術開発や詳細設計・製作を実施し、次年度の原位置でのボーリング孔内での試験準備もできており、これらの状況について以下に報告する。なお、本研究は(財)エネルギー総合工学研究所の「平成16年度革新的実用原子力技術開発公募事業」の成果の一部である。

2. 原位置試験装置(プロトタイプ)の詳細設計・製作

2.1 小型超音波マトリックスセンサ

開発中の流向・流速計測装置(図1参照)は地下1000m程度でも性能発揮できることを想定しており、その環境下(水圧10MPa, 水温50℃)で使用可能な原位置計測装置(プロトタイプ)用の小型超音波マトリックスセンサを製作した(図2参照)。図3はボーリング孔内計測部の構成であり、計測位置に90度直交するよう超音波マトリックスセンサを2個配置し、そのセンサから発振した波動の反射状況からトレーサを検出する。アンプユニットには、超音波発受信用基板(32ch×4枚)、及び、超音波受信信号を地上に伝送する信号伝送用基板(2ch×1枚)を収めた。なお、アンプユニットに設置する超音波発受信器はマトリックスセンサの素子数と同じ16ch×2系統が必要であるが、基板の小型化を図ることで信号伝送用基板、及び、電源を含めて直径70mm×長さ650mmの空間に収めることができた。

2.2 機構/パッカ部

原位置試験装置は、地下深部(1,000m)での計測に可能な機構部、及び、パッカの機能を具備しており、地上部・中継部・孔内部の3つから構成され、各部の特徴は以下のとおりである。

地上部；地上部は、通信ユニット、圧力制御ユニット、及び、分離タンクユニットにより構成される。

通信ユニットは、計測装置、データ解析装置、無停電電源、及び、通信ケーブルドラムから構成され、試験中の超音波センサデータ、及び、圧力・温度・方位のデータをPC内に取り込み、データ解析を行う。圧力制御ユニットは、孔内部に圧力を供給するためのユニットで、ピストン駆動圧、パッカ拡張圧、及び、トレーサ液の送水圧力をコントロールするための圧力制御盤、圧力チューブドラム、及び、圧力源から構成される。分離タンクユニットでは、あらかじめ採水した計測区間深度の地下水とトレーサカクテルを混合し、計測深度付近の地下水環境で浮遊するのに最適な密度分布のトレーサを分離・抽出し、低温恒温循環装置、循環水槽、及び、トレーサ液を密閉する加圧タンクから構成される(図4参照)。

中継部；中継部は、スイベル、ロッド、ロッドホルダ、及び、ロッドレジューサから構成され、データ通信、電磁バルブ制御用の通信ケーブル、及び、パッカ圧制御用チューブが備わっている。

孔内部；孔内部はアンプユニット、上部パッカユニット、計測部、及び、下部パッカユニットから構成され、本開発での要素技術成果の主要部分が反映される。最大外径85mm、孔内部全長(ロッドレジューサ含む)は約6.2mである。アンプユニットは、超音波センサの受信を行う32chの超音波発受信用基板、超音波信号を地上部の計測装置に送る信号伝送用基板、計測部の圧力値の伝送・電磁バルブを作

キーワード 流向流速計測, ボーリング孔, プロトタイプ

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株) 技術研究所 TEL0424-89-7081

動させるための伝送用基板、電源、及び、方位計を収納している。計測部は、超音波センサ、トレーサ吐出口、支柱、及び、圧力計測フィルタから構成され、超音波センサは、トレーサ吐出口を中心に直角に配置した。計測区間長は 0.6m である。

2.3 トレーサ投入部

計測区間へのトレーサの投入は、地上からの制御し易さを考慮して、地上からトレーサ溶液を送水する方式で設計・製作した。平成 15 年度までに開発したトレーサカクテルは、広範囲の密度分布を有しており、様々な密度を示す地下水中の計測に対応していると考えられる。さらにトレーサ浮遊確率を高めるため、計測区間の温度、圧力状態とほぼ同等と考えられる上部パッカ内にトレーサタンク（約 160cc）を設け、分離タンクユニットから送水されたトレーサ溶液を上記タンク内に一時貯蔵し、タンク中央部に浮遊したトレーサのみを選択的に計測区間内に吐出させる機構とした。図 5 にトレーサ溶液の投入方法を示す。トレーサ溶液の投入手順は、ピストン準備ラインを加圧しピストンを駆動させ①から②にトレーサ吐出口を移動する。③トレーサ送水ラインを加圧し、トレーサ吐出用の電磁バルブを開閉させ、トレーサ吐出口にトレーサ溶液を充填する。④トレーサ測定ラインを加圧しピストンを駆動させ、トレーサ溶液の水柱が形成され、トレーサ投入が完了する。

3. おわりに

平成 17 年度(最終年度)も現時点での計画通り技術開発を継続する。具体的には、本年度までに開発・確認した技術は室内環境での性能確認、及び、机上検討であり、予測し得ない不確定要因、たとえば現地ボーリング孔内の複雑な流れ場などが賦存する原位置での性能確認が不可欠であり、これを実施することによって本システムの性能をさらに向上させたい。

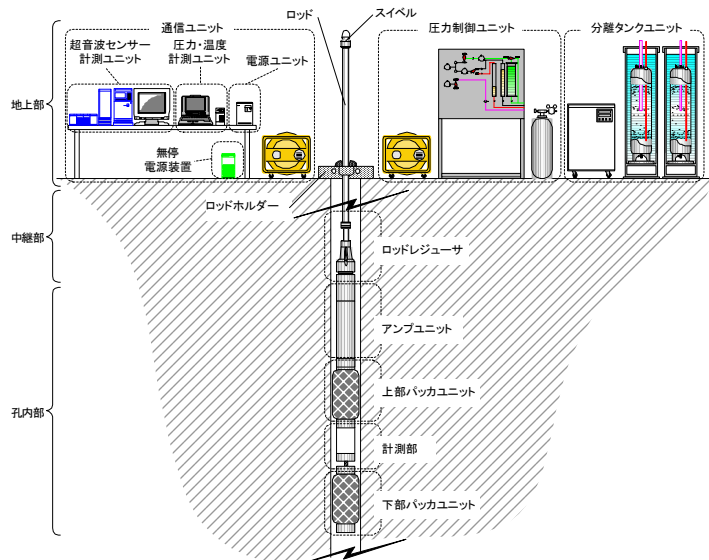


図 1 原位置試験装置概念図

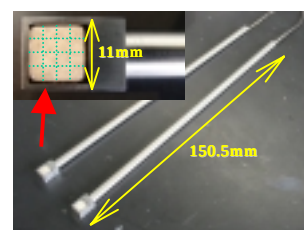


図 2 超音波マトリックスセンサ外観

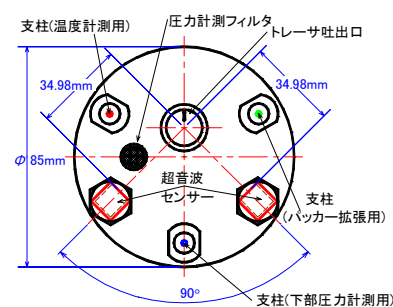


図 3 計測部断面図(平面図)

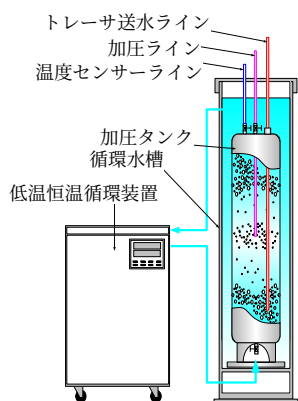


図 4 分離タンクユニット概要

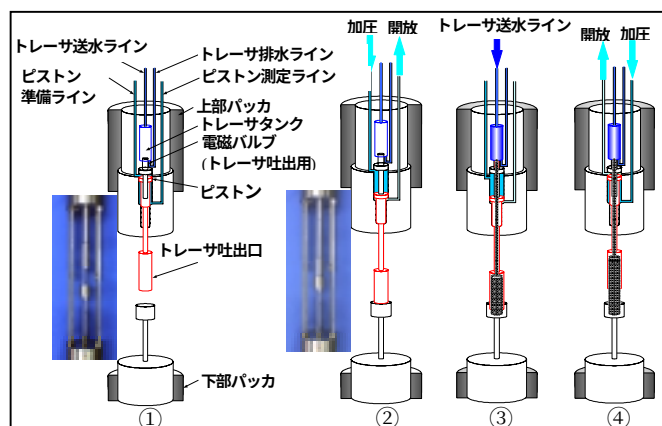


図 5 トレーサ投入部概要図