

沿岸域の地下水障害に対する効率的な地下水調査のための 電磁探査システムの開発（その3）

Development of Electeromagnetic Survey System for efficient groundwater investigation to groundwater troubles in coastal area (Part 3)

○中里裕臣*・竹内睦雄**・今里武彦**・石田聡*・白旗克志*・土原健雄*・吉本周平*
Hiroomi NAKAZATO, Mutsuo TAKEUCHI, Takehiko IMASATO, Satoshi ISHIDA,
Katsushi SHIRAHATA, Takeo TSUCHIHARA and Shuhei YOSHIMOTO

1 はじめに

本研究は、過剰揚水や高潮・津波災害等により沿岸域の浅層地下水に塩水化が生じた場合に必要となる、効率的な深層地下水探査手法の開発を目的としている。これまで、電磁探査法のうち1カ所の送信源に対し、数10km²の受信範囲を設定できるCSMT（人工送信源地磁気地電流）法に着目し、接続センサの多チャンネル化と複数装置展開による高能率化および周波数高分解能信号処理（城森ら，2010）による受信精度向上を図った送受信システムを試作し、人工ノイズ源が多い市街地でも適用可能であることを確認した（中里ら，2013；2014）。本発表では、仙台平野南部における現地実証試験結果を基に、開発システムの実用性について報告する。なお、本発表は平成26年度農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「沿岸域における効率的な深層地下水探査手法の開発」の成果の一部である。

2 試作システムの概要（中里ら，2014）

CSMT法電磁探査についてはノイズ源の多い沿岸農村地域で耐ノイズ性を向上させるため、GPS時刻信号による高精度同期送受信と受信信号のフーリエ変換による周波数高分解能処理を採用し、入力5チャンネルで24bit、32kHz高分解能・高速サンプリングAD変換を行う多チャンネル受信器2式と既存の送信器を時刻同期させる制御装置を試作した。これにより、従来装置では探査が困難であった千葉県鎌ヶ谷市の市街地においても有意な探査を可能にした。

3 現地実証試験結果

仙台平野南部における現地実証試験は、平成26年6/28～7/5（早稲田大学開発のTEM法電磁探査と送信源設備を共用）と平成26年10/23～10/25に実施した。送信源は坂元川沿いに電線を敷設し約1.7km間隔で設置した2箇所電極群であり、CSMT法の受信範囲は送信源距離7～9kmの範囲とした（図1）。受信に際しては、場所による磁場の応答の変化が小さいことを利用し、受信器の1chを磁場測定とし、残る4chのうち3chを電場測定として100m間隔で配置し、受信器2台により同時6点受信体制とした（図2）。これにより、1日当たり最大30点受信の探査能率を確認した。送受信周波数は1,2,4,5,8,10,16,20,32,40,64,80,128,160,256,320,512,640,1024,1280,2048,2560,4096,5120,8192Hzである。本システムでは、既存送信機を外部制御しているため、送信周波数と送信時間はプログラムできるが、送信電圧制御ができない。一方、送信電流は定電圧では高周波数ほど小さくなるため、送信プログラムと送信電圧は1～1280Hzと2048～8192Hzの2段階に分け、8.5A（1Hz）～4.3A（1280Hz）、4.9A（2048Hz）～1A（8192Hz）を送信した。全周波数の総送信時間は約1時間である。

*農研機構（NARO）**株式会社日本地下探査（Nihonchikatansa Co., Ltd.） キーワード：地下水障害，深層地下水，電磁探査法，CSMT法

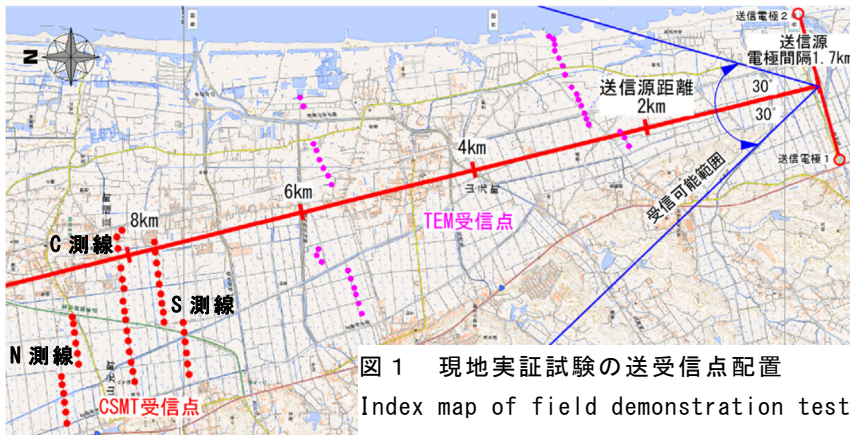


図1 現地実証試験の送受信点配置
Index map of field demonstration test

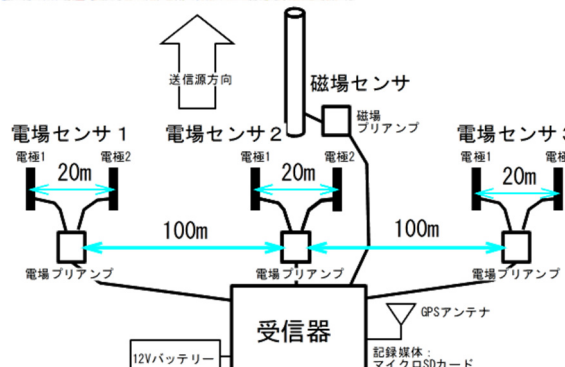


図2 受信システム構成図
Receiver configuration

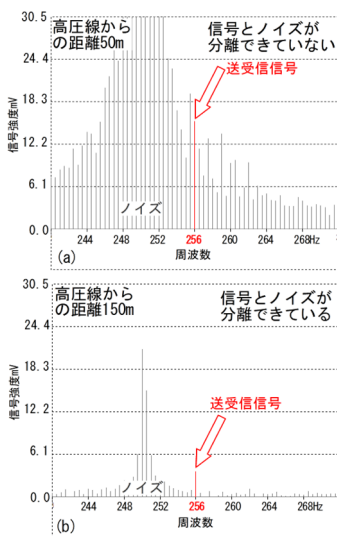


図3 信号とノイズの分離
Separation of signal and noise

図3には、N 測線西端における高圧線からの距離に応じた周波数高分解能処理によるノイズと信号の分離効果例を示す。高圧線からの距離 50m では信号とノイズレベルが同等で分離できていないが、距離 150m ではノイズレベルに対し信号が有意に大きく、悪条件下での探査を可能にしている。

42 点の受信点のうち高圧線等によりノイズの大きかった 2 点を除き、ニアフィールドの影響が見られる 20Hz 以下とばらつきの大きい 2048Hz 以上のデータを除いた 32~1280Hz の見かけ比抵抗と位相を観測値として、スタティックシフトを考慮した 3 次元逆解析プログラム (竹内ら, 2013) を用いて、順計算は $76 \times 64 \times 30$ の有限差分グリッドを用い、逆解析では $20 \times 6 \times 6$ ブロックの比抵抗をパラメータとし、探査範囲の比抵抗構造を求めた。その結果、深度 300m までの比抵抗構造が得られ、探査範囲の東側では塩水化地下水の影響と考えられる低比抵抗部が把握できた (図4)。この結果は既存の比抵抗調査データ (森ら, 2013 など) と調和するもので、開発システムの実用性が確認できたと考えている。

今後は高周波数の送受信を追加し、地下浅部の分解能を高め、CSMT 法のみで浅層~深層地下水の調査を可能にするさらに実用的な探査システムへの改良を検討する予定である。

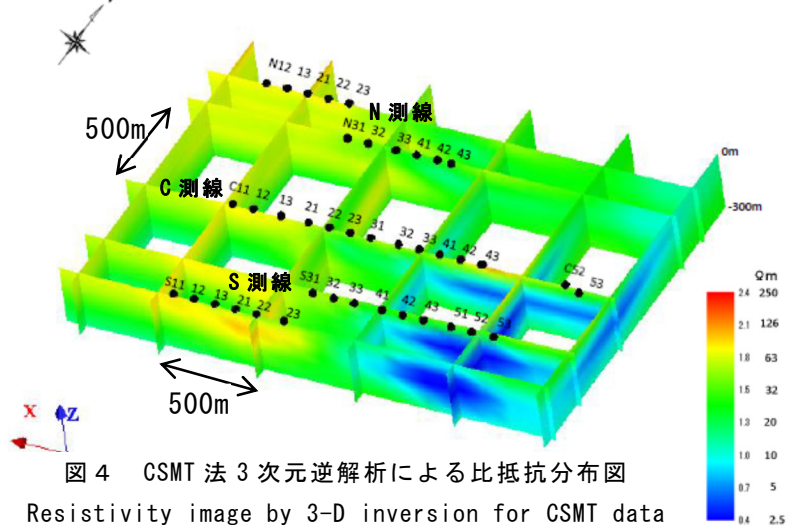


図4 CSMT 法 3次元逆解析による比抵抗分布図

Resistivity image by 3-D inversion for CSMT data

文献: 城森ら(2010): 応用地質, Vol.51, 62-72; 中里ら(2013): 平成 25 年度農業農村工学会大会講演会要旨集, 538-539; 中里ら(2014)平成 26 年度農業農村工学会大会講演会要旨集, 620-621; 竹内ら(2014): 平成 26 年度農業農村工学会大会講演会要旨集, 628-629; 森ら(2013)応用地質, Vol.54, 197-203.