

ボアホール孔を利用する多連式水晶温度計の開発

Development of Multichain Quartz Thermometer for temperature measurement in deep borehole.

山内 常生[1]

tsuneo yamauchi[1]

[1] 名大・環境・地震火山・防災研究センター

[1] RCSVDM

多連式水晶温度計を開発し、和歌山県新宮市の深さ500mのボアホール孔に80mの間隔で縦列設置した。サブミリド(0.1m度)の分解能で長期間観測を行う予定である。通常は、ボアホール孔の孔径が狭く、多数の温度計を入れることができない。今回開発した多連式的水晶温度計は、電源線と信号線を共用しており最大8個まで数珠繋ぎにして同じボアホール孔に設置できる。

水晶温度センサは、温度係数が大きな方向にカットされた水晶振動子であり、温度変化に対応して発振周波数が変化する。この発振周波数の変化を温度変化に変換する。多連式水晶温度計の場合も同様の原理に基づき、ボアホール孔内に設置したセンサ部で地下水温の変化を周波数変化として検出する。具体的には、水晶温度センサの周波数出力を分周した温度情報を持つ信号を地表の受信部に伝送し、地表の受信部で温度に変換し、RS232C規格のインターフェイスを介して出力する。その温度を現地でディスクに保存すると共に、テレメータ装置を介して名古屋大学環境学研究科の地震火山防災研究センターに伝送する。

複数のセンサ部は信号線を共用しており、センサ部から信号を伝送する場合は相互に混信しないようにしなければならない。相互の混信を避ける目的で、センサ部はリセット信号を受け取ると10秒単位の固有の時間だけ遅延後に信号の伝送を開始するように設定してある。また、同じセンサ部が信号の伝送を開始する時間は約80秒間隔で繰り返すように設定してある。つまり、センサ部はリセット信号を受信すると、最初のセンサ部から信号の伝送が開始され、その後10秒遅延して第2のセンサ部から信号の伝送が開始される。同様にして順次10秒の単位で遅延しつつ信号の伝送が順次行われ、70秒遅延後に第8のセンサ部から信号の伝送が開始される。その後、最初の状態に戻り、80秒後に第1のセンサ部から2回目の信号が伝送される。以降は、この繰り返しにより信号が切れ目無く10秒単位で地表の受信部に伝送されてくる。

今回開発した多連式的水晶温度計では、消費電流を節約するためにデータ伝送間隔の制御を水晶温度センサで行っている。このため、信号伝送時間の間隔はセンサ部周辺の温度に依存して変化する。したがって、長い時間が経過すると、隣り合う時間帯に信号伝送が設定されているセンサ部の信号が混信する場合が生じる。この混信を避けるため、信号を受信した時間が接近しすぎた場合、各センサにリセット信号を送り、遅延時間を調整する。新宮の場合は1日に1回リセット信号を送り遅延時間を調整するようにプログラムしてある。

先に述べたように、水晶温度計を用いる場合、温度変化を周波数の変化として検出する。したがって、周波数を測定するゲート時間が長くなれば分解能が向上する。ゲート時間は必要に応じて変更することが可能で、現在は、ゲート時間を80秒に設定してあり、温度の分解能は0.00417度である。ゲート時間を6分程度に設定すれば0.001度の分解能が得られる。同様にして、1時間のゲート時間にすれば0.0001度程度の分解能が得られる。

新宮で試みるボアホール孔内における地下水温の観測は、縦列の等間隔測定であり、長期間の観測を続けられれば、ボアホール内で異常な温度変化が生じた場合、その深さを推定できる。また、ボアホール内の地熱勾配が分かるし、地熱勾配の季節変化や長周期変動等が検出できる可能性がある。