

自動電圧調整回路とその温度係数

平田安廣*・中尾 茂*

Automatic Voltage Adjustment Circuit and its Temperature Coefficient

Yasuhiro HIRATA* and Shigeru NAKAO*

はじめに

歪計・傾斜計を用いた地殻変動連続観測では歪・傾斜の微小変動(たとえば 10^{-9} の変化)を検出可能な感度で観測を行っている。歪計・傾斜計の出力が高感度に設定されているため、経年変化が一方向に進行したり、降雨に伴うドリフトや有感地震によるステップなどで観測計器の出力電圧が大きく変化した場合には記録計の観測可能範囲を超えるという事態が発生する。しかし、この時ただちに観測点へ調整に行くことができるとは限らない。

そこで、われわれは自動的に出力電圧を調整する回路(地殻変動連続観測標準観測方式)を作成し、1977年頃より使用してきた。しかし、その後無人観測点の増設などに伴い、さらに自動電圧調整回路の必要性が高まったので、1989年に新たに自動電圧調整回路を作成し、各観測点に設置した。

ここではその回路について説明する。また、この回路の出力が周囲の温度変化の影響を受け変化したのでは実際の地殻変動観測に擾乱を与えることになるので、室内において温度特性実験を行い、温度係数を求めた。その結果についても報告する。

自動電圧調整回路

製作した自動電圧調整回路は、しきい値(10mV刻みで設定可能)を設定するコントロール部と実際に電位を変化させる電子回路部よりなる。コントロール部は株式会社シンキー社製RX2408(あるいはRX2501)を採用した。このコントロール部ではRX2408にあるキーを使用して設定を行い、ゼロ調整電圧やヒステリシスなどを設定する。設定されたしきい値を超える電圧値が検出されると電子回

路部分のゼロ調整回路にパルスを送る。

電子回路部分はゼロ調整回路であるXEBEC社製AUTO ZERO-AMP XE-7052BPとバッファアンプ、抵抗、コンデンサにより構成されている。ゼロ調整回路ではコントロール部からのパルス出力を受け、入力電圧にオフセットをかけて出力する。この出力はコントロール部で監視される。回路図を図1に示す。

自動電圧調整回路は2チャンネルと3チャンネルの2種類作成をしており、主に前者を水管傾斜計用、後者を伸縮計用で使用している。概観を図2に示す。上面には入力表示用のパネルがあり、スイッチで表示チャンネルを切り替えるようになっている。

室内実験

自動電位調整回路の出力が温度変化によってどのような影響を受けるかを把握することは地殻変動観測データに擾乱を加えないために重要である。そこで、われわれは冬期の研究室において実験を行った。

まず、2チャンネル用自動電圧調整回路の入力を短絡し、その出力を白山工業社製DATAMARK LS-3000 Ptv(記録分解能 $100\mu\text{V}$)を使用して10分間隔で記録した。同時にICモジュール温度センサー(測定感度 $100\text{mV}/^\circ\text{C}$)を用いて室内温度の計測を行った。

実験は1999年1月12日から3月11日まで約2ヶ月にわたって行った。図3に観測期間中の自動電圧調整回路出力の時間変化と室内温度変化をあわせて示す。温度変化は1週間で約10度程度の振幅をもつ変化をしている。平日は暖房を入れているため大抵の日で20度を超えているが、土曜、日曜は10度近くまで温度が低下している。

調整回路の出力はこのような室内の温度変化と非常によく対応している。図4に1週間の実験記録を示す。調整回路の出力変化は小さいので記録装置の最高分解能を下回ったため、ぎざぎざが見えているが、調整回路の出力は温度変化によく対応している。

2000年9月28日受付, 2000年10月6日受理.

*東京大学地震研究所地震地殻変動観測センター.

*Earthquake Observation Center, Earthquake Research Institute, University of Tokyo.

図5に自動電圧調整回路の出力の変化と温度変化の相関図を示す。調整回路の出力は記録装置の分解能のためとびとびの値にはなっているが、両出力とも温度変化と高い相関が認められ、それぞれ0.97, 0.96である。

また、一次式を仮定して求めた温度係数はそれぞれ $89 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$, $90 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ であり、非常に小さい。地殻変動連続観測が行われている横坑内の温度変化（例えば旧鋸山観測所）は年間でも 0.3°C であるので（柳沢, 1973; 立花, 1993）、温度変化による出力の変化は $30 \mu\text{V}$ 程度である。

これはLS-3000 Ptvの上位機種であるLP-3300 Ptvの分解能 ($61 \mu\text{V}$) よりも小さい。したがって、横坑のように温度変化が小さいところではこの調整回路を使って観測記録に擾乱を与えることなく、自動電圧調整を行うことができる。

なお、この実験に際して、LS-3000 Ptvは温度変化 10°C 程度では最高分解能 $100 \mu\text{V}$ まで安定していることを確かめたうえで行った。

ま と め

われわれは記録計の観測範囲を歪計・傾斜計の出力が超えることなく観測を継続するために、自動電圧調整回路を製作した。新たに作成した自動電圧調整回路は当初使用していた調整回路に比べ部品点数が少なく、回路が簡単であるので製作が容易である。また、ゼロ調整電圧を 10 mV 刻みで設定することができるので、観測機器センサー→フィルターおよび増幅器→自動電圧調整回路→増幅器→記録計器のような系で使用することにより高感度の地殻変動連続観測を実現できる。

この調整回路の温度係数は室内実験から $90 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ であることが解った。この結果から、自動電圧調整回路の出力の温度による影響は、温度変化の小さい横坑内においては記録計の分解能を下回ることが明らかとなり、実際の地殻変動観測で十分使用できることが確認できた。

文 献

- 立花憲司, 1993, 黒沢尻観測点における歪変化と坑内温度, 地震火山観測技術研究報告, 東北大学理学部, 23, 50-59.
柳沢道夫, 1973, 鋸山地殻変動観測所における坑内温度の年変化の計測, 測地学会誌, 10, 225-232.

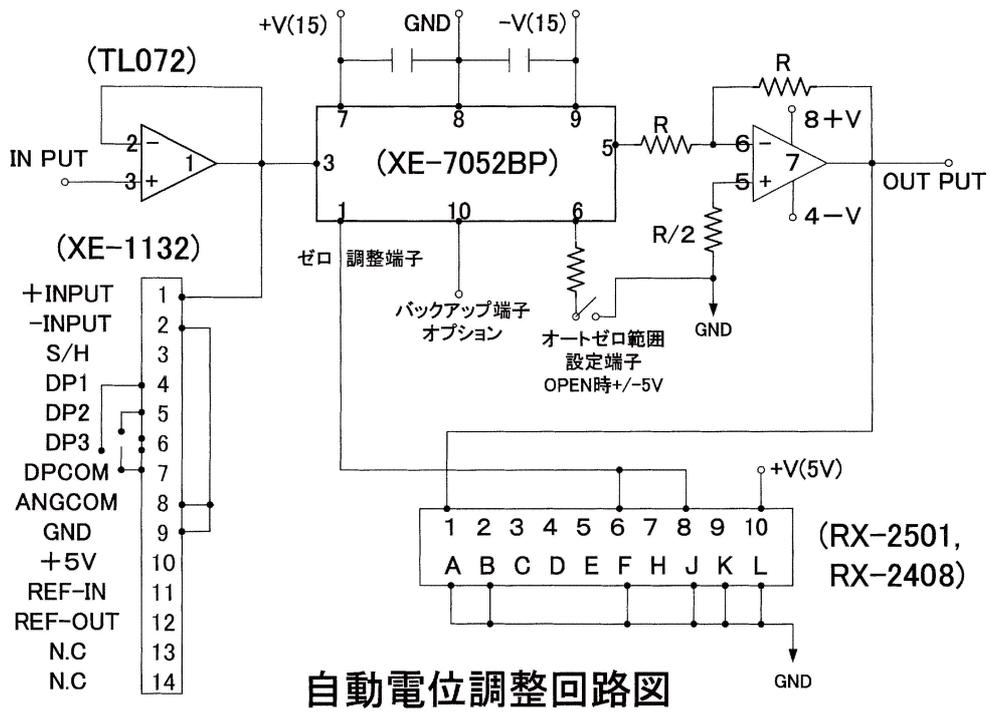


図 1. 自動電圧調整回路の回路図



図 2. 自動電圧調整回路 (2チャンネル仕様) の概観. 上は本体で, しきい値設定部 (RX 2408 または RX 2501) と入力モニター (XE-1132) および入力端子. 下はゼロ調整部 (XE-7052BP とオペアンプなど) の基板.

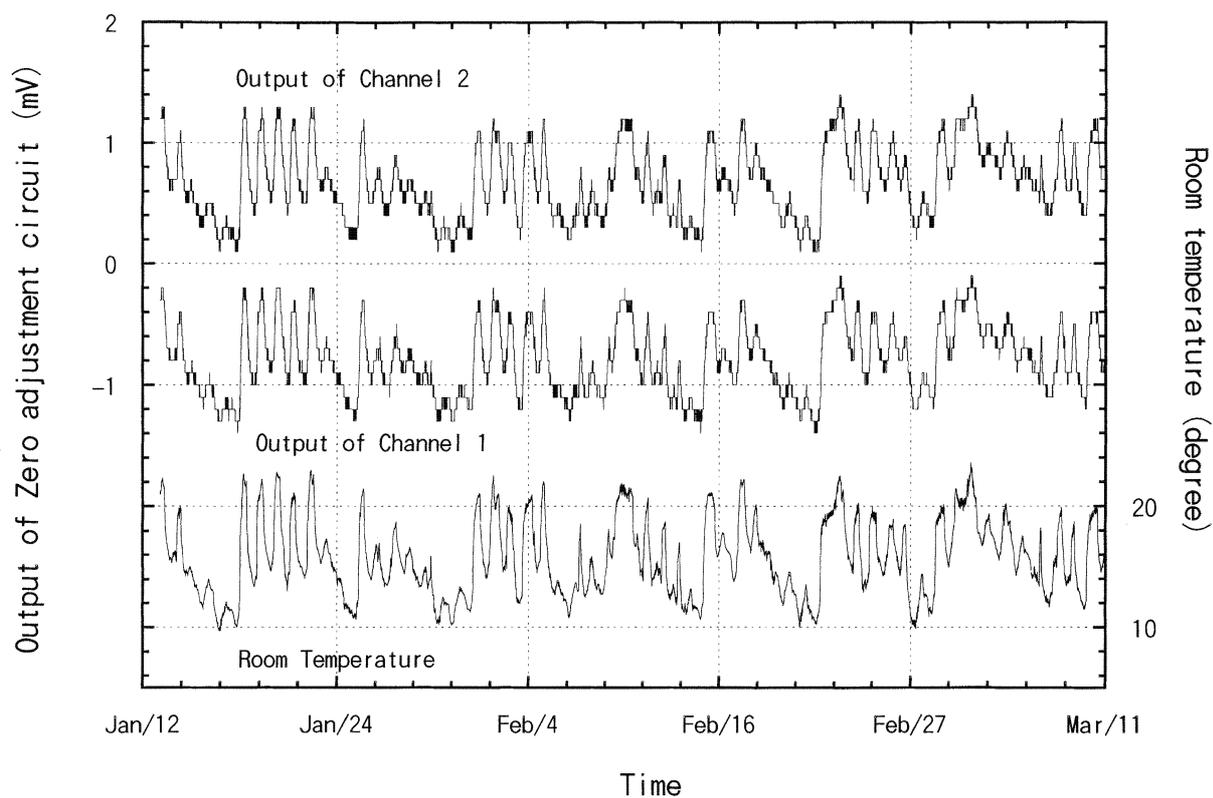


図 3. 自動電圧調整回路 (2チャンネル仕様) の出力の時間変化. 上からチャンネル 2 の出力, チャンネル 1 の出力, 温度変化を示す. 観測期間は 1999 年 1 月 12 日から 3 月 11 日まで, 10 分サンプリング.

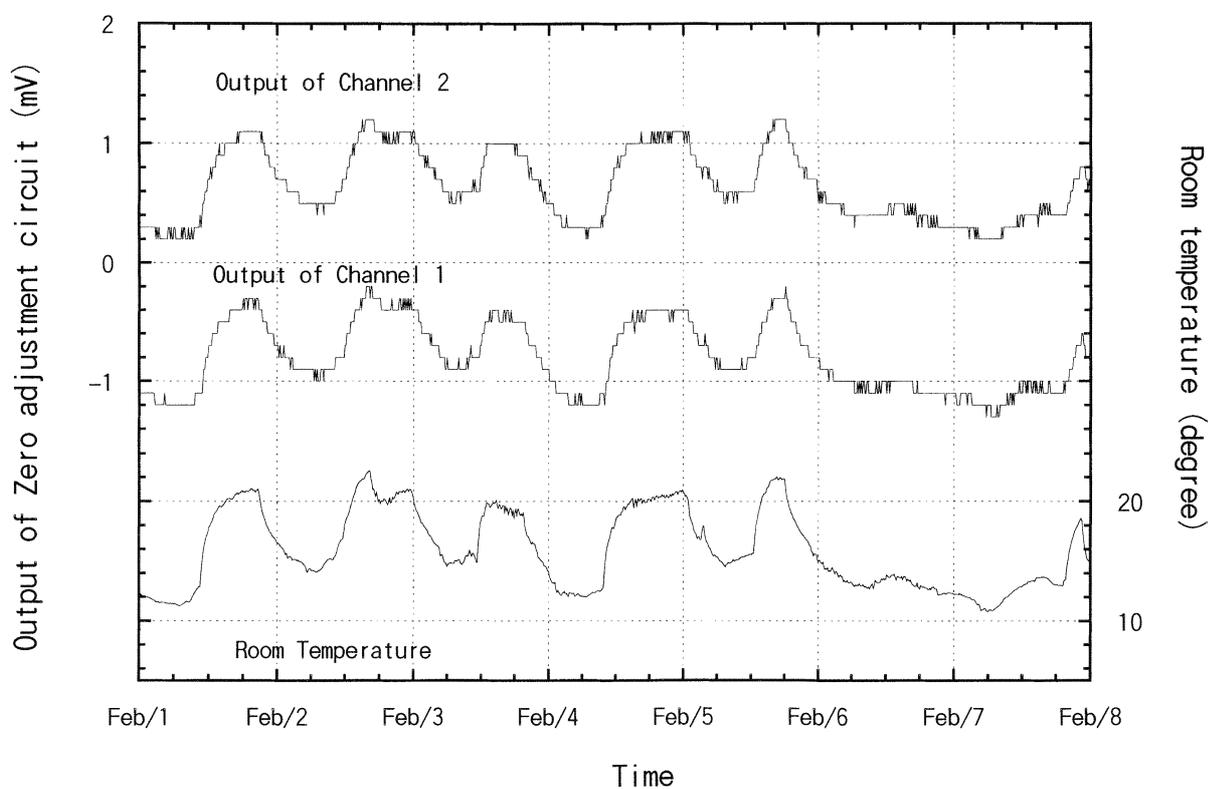


図 4. 自動電圧調整回路 (2チャンネル仕様) の出力の時間変化. 上からチャンネル 2 の出力, チャンネル 1 の出力, 温度変化を示す. 観測期間は 1999 年 2 月 1 日から 2 月 7 日まで.

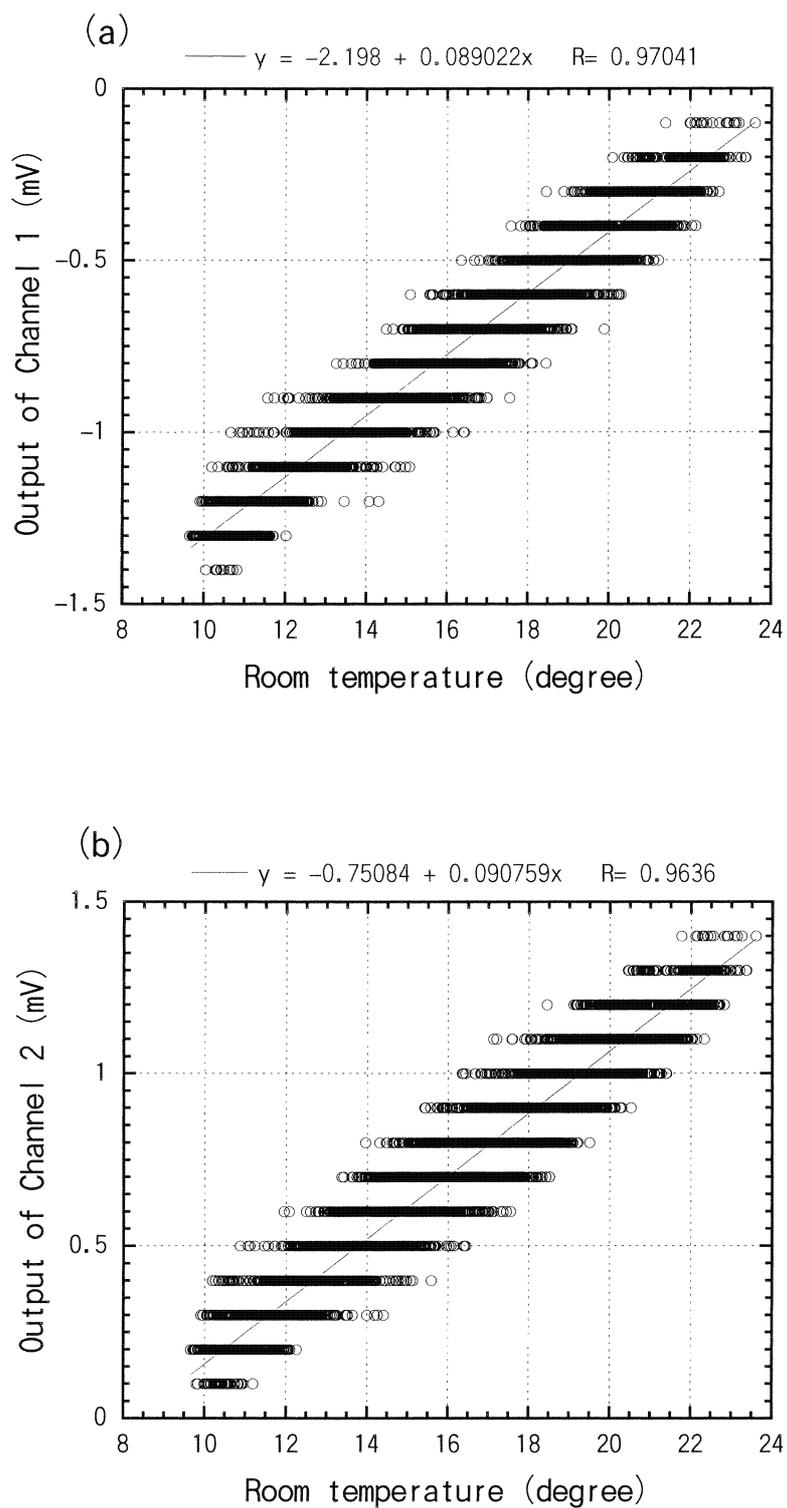


図 5. 自動電圧調整回路(2チャンネル仕様)の出力の変化と温度変化の相関図. (a) チャンネル 1 の出力. (b) チャンネル 2 出力