

ACROSS-地震計アレイ観測のためのデータロガー LS7000-AC の特性評価とプリアンプ作製

Performance evaluation of a data logger LS-7000-AC and preamplifier fabrication -for observation with ACROSS and Seismic arrays-

生田 領野[1], 見須 裕美[1], 藤井 巖[2], 山岡 耕春[3]

Ryoya Ikuta[1], Hiromi Misu[2], Iwao Hujii[3], Koshun Yamaoka[4]

[1] 名大・環境, [2] 名大高山地震観, [3] 名大・環境・地震火山センター

[1] Environment,Nagoya Univ., [2] Environment,Ngoya Univ., [3] Takayama OBS,Nagoya Univ., [4] RC. Seis. & Volc., Nagoya University

<http://epp.eps.nagoya-u.ac.jp/across/index.html>

・はじめに

2003年2月より6月までの予定で淡路島野島断層近傍のACROSSサイトにおいてACROSS震源と地表地震計アレイを用いた地下構造の連続モニターを行っている[本大会ポスター発表;見須]。

この実験では地震計アレイによるACROSS信号のAD変換,記録装置として,白山工業製の地震計測用データロガーLS-7000に,ACROSS用ファームウェアを搭載したものをを用いている。今回観測を行う上で,このLS-7000の特性評価を行った。またその結果LS-7000のAD分解能を補うために専用のプリアンプを製作したので報告する。

・LS7000の特性評価

LS-7000は白山工業による機動観測用の地震観測用データロガーである。6Ch平衡入力で24bit型ADを備えている。

まず始めに,入力ショートの状態でのロガーの自己ノイズを調べた。白山工業提供のカタログスペックは「AD精度17bit保証(100Hzサンプリング)」であった。入力レンジは $\pm 10V$, $\pm 1V$ が切り替え可能である。 $\pm 10V(0dB)$ 時,100Hzサンプリングでのノイズレベルは $10^{-4}V/\text{Hz}$ であった。これは入力レンジの $1/17bit$ に相当し,カタログスペックと一致する妥当な値であるが,その振幅スペクトルを見ると,20-30Hzの間に $10^{-2}V$ 程度のピークが認められる。ACROSS観測ではこの帯域の正弦波を用いているため,これは信号のS-N比を著しく損なう。他方入力レンジ $\pm 1V(20dB)$ の時にはこのようなピークは全く見られず,ノイズレベルは $10^{-5}V/\text{Hz}$ 程度で妥当な値であった。

比較的人為ノイズ源が少なく静穏な淡路島の観測サイトでは,地動ノイズは,数十 $\mu\text{kine}/\text{Hz}$ である。これに対し,観測に用いる地震計は固有周期0.22秒のMark Products社製L-28LBで,その感度は $0.3V/\text{kine}$ である。よって観測される地動のノイズレベルは,LS7000の $\pm 1V$ レンジで観測した場合の自己ノイズ $10\mu V/\text{Hz}$ と同等かそれ以下となる。

このため,最大限のS-N比を得るために, $\pm 1V$ レンジでも十倍程度のプリアンプが必要となった。この製作については後に詳しく述べる。

次に地表に地震計アレイを設置するため,LS7000の温度特性を調べた。方法はGPS時計の1Mpps信号に同期したファンクションジェネレータ(FG)を用い,振幅100mV,周波数1.01のリファレンス信号を入力して記録するものである。このときFGは温度変化が比較的少ない観測壕内に置きLS7000はインキュベータに入れ-5から40まで温度を変化させた。記録された信号振幅の変化はFGとLS7000の温度変化の一次結合として表現でき,これらを最小二乗フィッティングで分離してLS7000の振幅変化率の温度係数を求めたところ,この温度範囲では $0.18\text{ppm}/^\circ\text{C}$ であった。また時刻精度としては,原因がFGによるものかLS7000によるものか不明な数 μ 秒程度のばらつきはあったものの,温度依存性は認められなかった。

・LS7000用プリアンプの製作

震源挙動とサンプリングの同期が正確に行われている場合には,走時分解能は信号周波数成分のS-N比のみに拠る。ACROSS用ファームウェアでは,GPS時計による時刻較正を1秒毎に行っており,その時刻精度は 10^{-7} 秒である。また震源の挙動も 10^{-7} 秒の精度のGPS時計によって精密に制御されている。よって今回の観測ではより走時分解能を高めるため,LS7000の自己ノイズのレベルを地動のノイズレベルより下げ,最大限のS-N比を獲得することが重要であった。そこでLS7000専用の0,20,40dB可変の6Chのプリアンプを製作した。このプリアンプは,+12Vから $\pm 12V$ を作る絶縁型非整流DC-DCコンバータを電源とし,LS7000付属のD-Subケーブルから+12Vの電源電圧供給を受けて動作する。アンプ部はBurr-Brown社製のインスツルメンテーションアンプ「INA118」を用いている。LS7000付属の入力端子と同じ配列の端子盤を入力端子とし,出力はD-SubケーブルでLS7000と繋ぐだけで良い。このアンプの特性としては,40dBでの入力換算ノイズが約 $0.3\mu V/\text{Hz}$,これは観測サイトの

地動ノイズレベル $10 \mu\text{V}/\text{Hz}$ より十分小さく、地動ノイズの大きさで決まる最大限の S-N 比を獲得できた。また入力換算のゼロオフセットは $10 \mu\text{V}$ 程度であり安定している。静穏な場所での観測では、自然地震観測においても有用なアンプであると言える。