

国鉄・鉄道技術研究所 正会員 中村 豊
 国鉄・鉄道技術研究所 正会員 齊藤明夫
 沖電気工業(株) 正会員 堀井宜房

1. はじめに 地震観測は、構造物や地盤の動きを多面的に捉えようとするため、測定成分数が多くなる傾向がある。従来この種の観測に用いられて来た多チャンネルデータレコーダは、精度、チャンネル数、などの点で満足すべきものではないので、家庭用VTRを利用した高精度、多チャンネルのデジタルデータレコーダを試作した。これについて報告する。

2. レコーダ試作の方針 現在の計測用データレコーダは、テープ駆動部分(記録部分)とアンプセアダプタ一部分が一体に作られているが、駆動部分の故障で使用できなくなる場合が多い。そこで試作データレコーダではこれらを分割することとし、故障しやすい記録部分に家庭用VTRを利用することとした。家庭用VTRは従来の記録器に比べはるかに多い情報量を記録することができ、計測用でないために入りやすいという利点を有している。このためVTRが故障しても直ぐに取替えて使用可能にすることができ、この作業には専門技術者を必要としない。もちろん、このためにはVTRを改造せずに使用する必要がある。記録精度を向上させるためデジタル方式とすることを考え、PCM方式によるパルス列を標準テレビ信号に重畳することを考えた。このとき記録量子化精度は当面16ビットとするが、将来的には16ビットに拡大したり、指数部分を4ビット程付加したりできるように記録データは20ビット構成とした。また記録と再生は分離し、別の装置で行なうこととした。

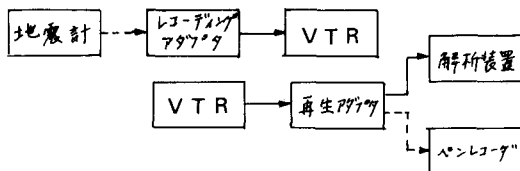


図-1に記録と再生ブロック図を示す。

図-1 記録、再生ブロック図

3. 記録フォーマットと記録チャンネル数 家庭用VTRにはヘッド切替による不連続欠が存在すること、ワウフラッターによる画面のゆらぎ(ジッター)やドリフト、ドロップアウトが多いことなどの問題点がある。ワウフラッターはPCMパルス列のゆらぎを発生させるため記録密度(伝送レート)に限界を与える。図-2は家庭用VTRを用いたPCM録音機の場合の伝送レートと誤り率の関係(文献1)から引用したものだが、これによると2Mビット/秒程度以上では誤り率が急激に増大する。これに対し試作機では伝送レートを614.25kビット/秒とかなり小さな値に設定した。このとき、1水準走査時間(64Msec)に重畳できるビット数は39ビットである。図-3は1水準走査線上の記録フォーマットを示したもので、波形データ20ビットの他パリティビット4ビット、テレビ信号同期、クロック再生用パルスなどを合せ29ビットとしている。サンプル周波数は装置を簡略化するため、テレビフィールド周波数 $f_v(=60\text{Hz})$ を基準にとり30Hzほどの波形信号を精度よく記録するように、その4倍の240Hzとした。テレビ1画面の水準走査線数は525本で1秒間に30枚の画面が映れ出される。1水準走査線に1つのデータを重畳するのであるから1秒間に525×30個のデータが記録できる。サンプル周波数は240Hzであるから記録チャンネル数としては525×30/240チャンネル確保できることになるが、実際にはフィールド同期区間やヘッド切替上の巾などを差し引かなければならず、本試作器の場合には56チャンネルとした。図-4に8チャンネルだけのデータを入れた場合のテレビ画像としての再生列を示す。

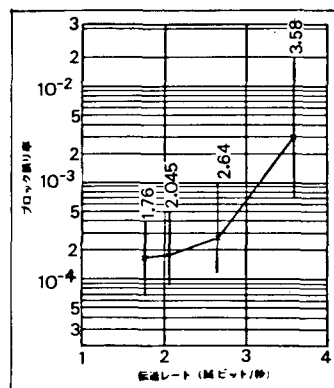


図-2 PCM録音機における伝送レートとブロック誤り率の関係図

図-3は1水準走査線上の記録フォーマットを示したもので、波形データ20ビットの他パリティビット4ビット、テレビ信号同期、クロック再生用パルスなどを合せ29ビットとしている。サンプル周波数は装置を簡略化するため、テレビフィールド周波数 $f_v(=60\text{Hz})$ を基準にとり30Hzほどの波形信号を精度よく記録するように、その4倍の240Hzとした。テレビ1画面の水準走査線数は525本で1秒間に30枚の画面が映れ出される。1水準走査線に1つのデータを重畳するのであるから1秒間に525×30個のデータが記録できる。サンプル周波数は240Hzであるから記録チャンネル数としては525×30/240チャンネル確保できることになるが、実際にはフィールド同期区間やヘッド切替上の巾などを差し引かなければならず、本試作器の場合には56チャンネルとした。図-4に8チャンネルだけのデータを入れた場合のテレビ画像としての再生列を示す。

4. 再生時のエラーに対する処置

家庭用VTRを使用した場合のエラーは主として、テープ傷、ゴミの付着等によるドロップアウトに起因するものが多く、これによって1〜2個の水平走査線が欠落するのが通例である。本器にはエラー訂正機能をつけていないがエラーが再生信号に与える影響を少なくするために同一チャンネルの連続するサンプルデータは、56本の水平走査線を隔てて記録するようにしている。こうして同一チャンネルの連続するサンプルが同時にエラーとなる確率を低下させている。またエラーの発生は次のメソッドの方法で検出し、検出された誤りデータは直前のサンプル値で置換している。

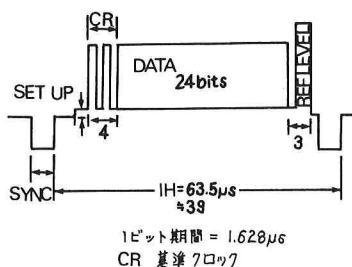


図-3 記録フォーマット

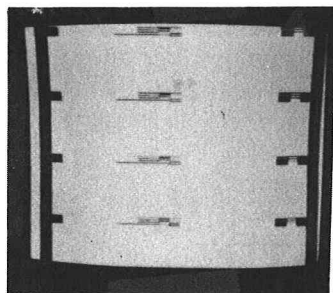


図-4 TV再生画像(8ch)

1). 20ビットのデータビットを4つのサブブロックに分割し、各サブブロックに1個のパリティビットを附加し、これら4つのパリティビットでエラーを検出する。
2). 予測法による検出。前のデータを使ってデータの存在範囲を予測し、この中に入らない場合をエラーとして検出する。(30Hz以上の信号が対象であるので、1/240秒程度ではそれほど急激な値の変動がないことを前提としている。)

試作器による再生テストでは平均的に数分間に1個の割増パルス的なノイズが混入した。ほとんどパルスノイズがない再生例もあり、パルスノイズの発生が再生状態により影響されることがわかった。また2)の方法によるエラー検出がうまくいっていないことも示しているが、これらの点については改善する予定である。

試作器による再生テストでは平均的に数分間に1個の割増パルス的なノイズが混入した。ほとんどパルスノイズがない再生例もあり、パルスノイズの発生が再生状態により影響されることがわかった。また2)の方法によるエラー検出がうまくいっていないことも示しているが、これらの点については改善する予定である。

5. 地震波形の記録例

図-5は試作器の外観図である。図-6は、1980年6月29日伊豆半島東方沖の地震を東京都区内の5階建ビルのみ階で観測した例がある。使用したVTRが起動から記録開始まで6秒程度を要するため、途中からの記録になっている。

6. あとがき 本試作器を試験した結果、基本的には充分実用可能なものであることが判明したが、改善すべき問題点もいくつか認められた。今後はそれらに対する改善を行な

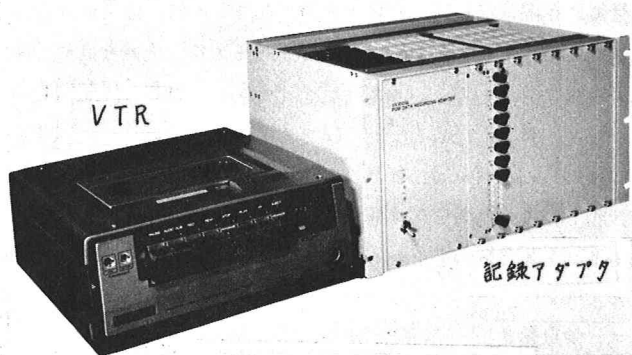


図-5 PCM記録装置

つて、より完全に近いものとし、定常的な地震観測に使っていきたいと考えている。

謝辞: 試作器の評価テストに関しましては東大生研、田村研究室の御指導を仰ぎました。心からの謝意を表します。

文献: 日経エレクトロニクス 1979. 8. 20

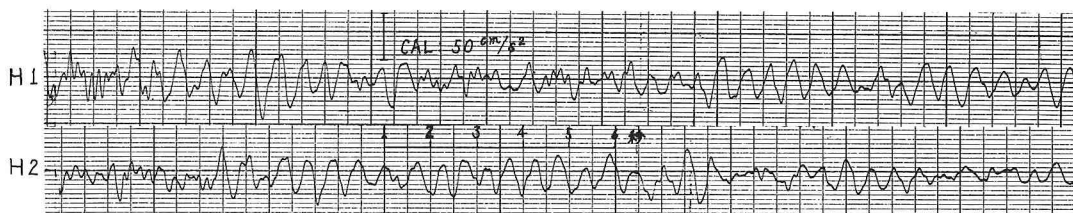


図-6 記録波形 (1980年6月29日 伊豆半島東方沖地震 M=6.7)