

# 電子計算機による強震記録の読み取り

渡辺一郎・勝山ヨシ子・尾崎睿子・福井隆文

国立防災科学技術センター第3研究部

## Digitizing of Strong-Motion Earthquake Records by Computer

By

I. Watanabe, Y. Katsuyama, E. Ozaki and T. Fukui

*National Research Center for Disaster Prevention, Tokyo*

### Abstract

Recently, there are the increased demands for digitizing the strong-motion earthquake records, because Japan is confronted with the danger of large earthquakes, especially in South Kanto area. Although some efforts for the digitization with a SMAC reader have been made at many places, this reader is not convenient when the records are very large in number. And so it has been planned to digitize the strong-motion earthquake records as automatically as possible with an input device of figures which was developed in the NRCDP by modifying the Toshafax, a popular business machine which produces a facsimile on stencil paper.

The film copied from waxed paper of a seismogram is set on this device. Then, the figures, namely, all parts of the earthquake wave are scanned and digitized photoelectrically in the form of light and shade figures, and stored on the magnetic tape of the computer. Next, these light and shade figures are, after being processed by various treatments, such as the transformation of coordinates, the circular modification, etc., converted into the curves composed of many linear segments. And relatively good results are obtained for the cases of films without stains and blurs. But, as it is difficult to get such good films, other methods and devices have to be developed, and the authors are planning to use a new tablet-type input device of figures.

### 1. 目 的

現在、全国各地に約600台以上のSMAC型強震計が設置され、多くの強震記録がとられており、今後さらにSMAC型強震計を2,000台以上に増加しようという計画もある。これらの強震記録は、“Strong-Motion Earthquake Records in Japan”としてまとめられ出版されて使用の便に供されている。

しかし、強震動地震の性質を調べるためにも、構造物の耐震設計のための解析などに用いるときにも、記録紙上に描かれているだけでは不便であって、どうしても数値化する必要がある。特に南関東での大型の地震発生のおそれが増大していることもあり、強震記録を用いての各種解析の要求が多くなり、強震記録を大量に数値化する必要性が増大してきている。

そこで、いわゆる SMAC リーダが開発され使用されている。しかし、このリーダーでは横送り、すなわち時間軸の送りは自動的になされるが、縦方向の指示は人間が行なわなければならない、人間の労力は非常なものであり、大量の読み取り、数値化には適していない。

また、強震計そのものを電気式とし、数値化されたデータをデータレコーダを用いて磁気テープに記録しようという試みもなされているが、これはまだ試作の段階であり、さらにデータレコーダを用いるためにどうしても現在のものより高価となり、すべての SMAC 強震計を電気式に置きかえるまでには相当の日時を要するであろう。

このような状況をすこしでも改善するために、われわれは電子計算機とそれに接続した各種の入出力装置を用いて、できるだけ少ない人間の労力で数値化、デジタル化を行なうことを考え、昭和47年3月ごろより研究に着手した。

## 2. 読み取り方法の概略と結果

すでに報告したように(大村, 1971), われわれはトーシャファックスを改造した図形読取装置を試作し、われわれの電子計算機 TOSBAC-3400 に接続している。強震記録の読み取りもこの図形読取装置を用いることにした。すなわち図1のように原図を回転ドラムに装着し、光学系で走査してアナログ信号となった濃度差を AD 変換器によってデジタル信号に変換して、電子計算機に入れようというわけである。全体の使用機器とその接続状況を図2に示す。

このようにデジタル化された信号は、単に記録紙全面の濃度差をあらわしているにすぎないから、この後に地震波を一連の波としてつなげること、それに伴う記録のカスレやノイズ的なシミに対する処置な

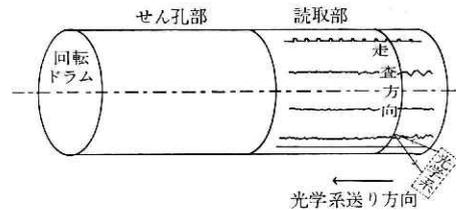


図1 図形読取装置の方式

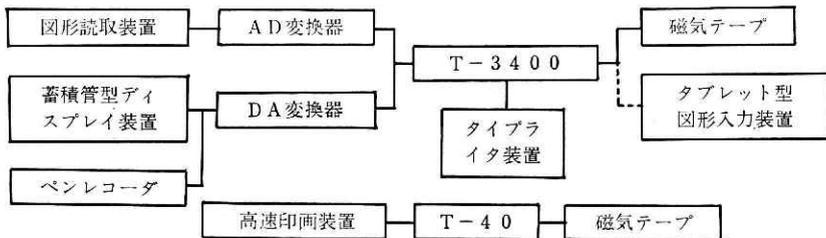


図2 使用機器の接続状況



図 3 概略の手順

具合があればもう一度読み直す。

### (3) 座標変換・円弧修正

フィルムを図形読取装置に装着するときに、地震波が水平ではなく少し斜になることがある。この修正のための座標変換をしなければならない。また、強震記録計は円弧書きになっているので、記録紙に書かれている円弧印によって修正する。ただし、地震記録の振幅が小さい場合には、誤差は非常に少ないので処理時間を少なくするために円弧修正を行わないことがある。

### (4) 曲線化

強震記録紙にはタイムパルス、EW、UD、NS が記録されており、さらに回転ムラ修正用の直線が加えられ、結局五つの線が記録されている。これらの線を一連の線としてつなぐ。すなわち、これまでは記録紙全体の濃度差として二次元的なデータが磁気テープに記録されているのを、五つの一次元のデータ列とする。ノイズ的シミをのぞき、カスレている部分をつなぐわけである。

ど、多くの処理を行わなければならない。この処理の系列を示したのが図 3 である。各段階のくわしい説明は 3 項で述べることにし、ここでは概略の説明と現在得られている結果についてふれることとする。

### (1) 準備

強震記録紙はほとんどがろう紙であり、これをそのまま図形読取装置に装着できないのでフィルム状にする。このとき図形読取装置の大きさの制限から一つの強震記録を何枚かのフィルムに分ける必要がある。この場合、つなげるときのため若干重ならせておく。

ついで (5) で述べる図形読取装置の回転ムラ修正に用いるため、適当な所 (現在はタイムパルスの線から 22cm の所) に直線を書きこんでおく。

### (2) 読み取り・記録・チェック

フィルムを図形読取装置に装着し、濃度差を読み取りデジタル化して電子計算機の磁気テープに記録する。ついで、正しく読まれているか、黒と白のバランスはどうか、全体の位置関係はよいか、必要なものがすべて読まれているかなどをチェックするために、読み取ったものを、そのまま蓄積管型ディスプレイ装置あるいはファクシミリ方式の高速印画装置を用いて出力する。もし不

### (5) 水平修正

(3) で述べた座標変換は、二次元的なデータを取り扱うので非常にやりにくい。そこで、これを省略し、そのかわり一連の線にした後、タイマの線の最初と最後をみて、それが水平になるように修正する便法も考慮した。

また図形読取装置のドラムには、どうしても回転ムラがあるので、これを修正しなければならない。(1) の段階でフィルムに引いた直線が水平になるように補正値をだし各曲線を修正する。

### (6) 分割された記録のつなぎ

分割された各フィルムについて、それぞれ以上の処理を行なった後、これをつなげる。これには、重ならせておいたタイマパルスの部分を手がかりにする。

もしフィルムにしたときに伸びがでているなら、ここで修正をする。

### (7) 時間軸修正と平滑化

強震記録計の記録紙の送りムラ、図形読取装置の読み取りヘッドの送りムラから、時間軸方向にも誤差が生ずる。この誤差は強震記録のタイマパルス(1秒ごと)をみて修正できる。この補正をした後、補間により0.01秒ごとのデータにする。

この後、必要に応じ、重みつき移動平均をとって平滑化する。

### (8) 零点補正

強震記録計では円弧印の中央が零点であるということになっているが、どうしてもズレが生ずるので零点補正をしなければならない。その方法には種々のものがあるが、われわれは地震記録そのものからほぼ中央と思われる所をさがし、ここを零点とすることとした。

代表的な二つの強震記録を処理した結果を次に示そう。使用した強震記録のフィルムは図4.1、図4.2である。これを読み取り、そのまま高速印画装置により印画したものが図5.1、図5.2である。

この場合、座標変換と円弧修正を行なわず、ただちに一連の波としての曲線に直した。図4.1に対する結果をペンレコーダによって出力したものが図6(1)である。図4.2の場合は、あまりにもノイズ的なシミが多すぎて完全には曲線化できなかつた。結果を図6(2)に示す。結果が非常にみだれている。

図6(1)(2)では、タイマパルスは水平でなく、フィルムに書かれた直線は回転ムラのためにうねっている。これを修正した結果が図7(1)(2)である。図7に対して時間軸修正を行なって、0.01秒ごとのデータにしたものを図示したのが図8(1)(2)である。

平滑化と零点補正、分割したもののつなぎについては図示を省略する。

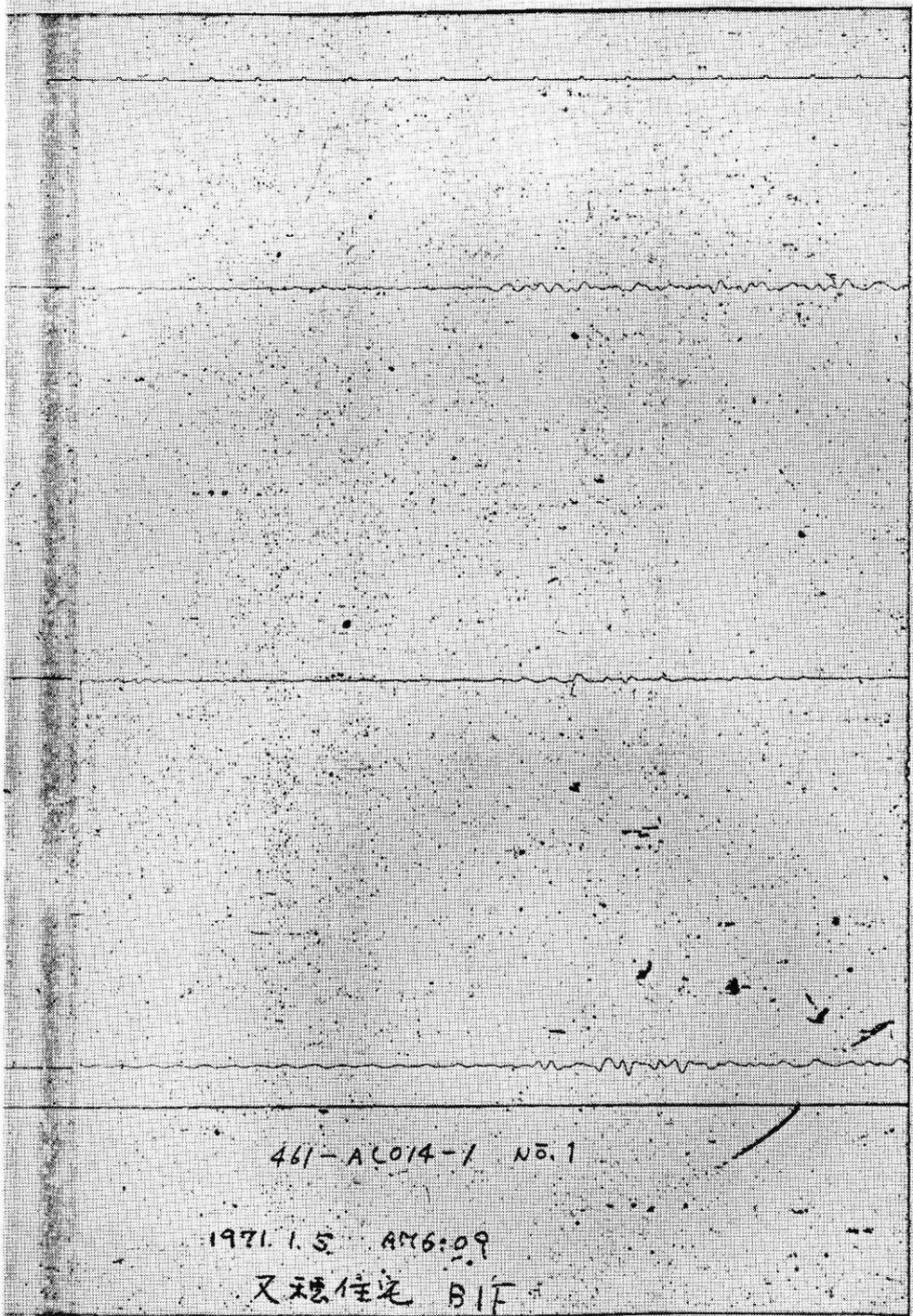
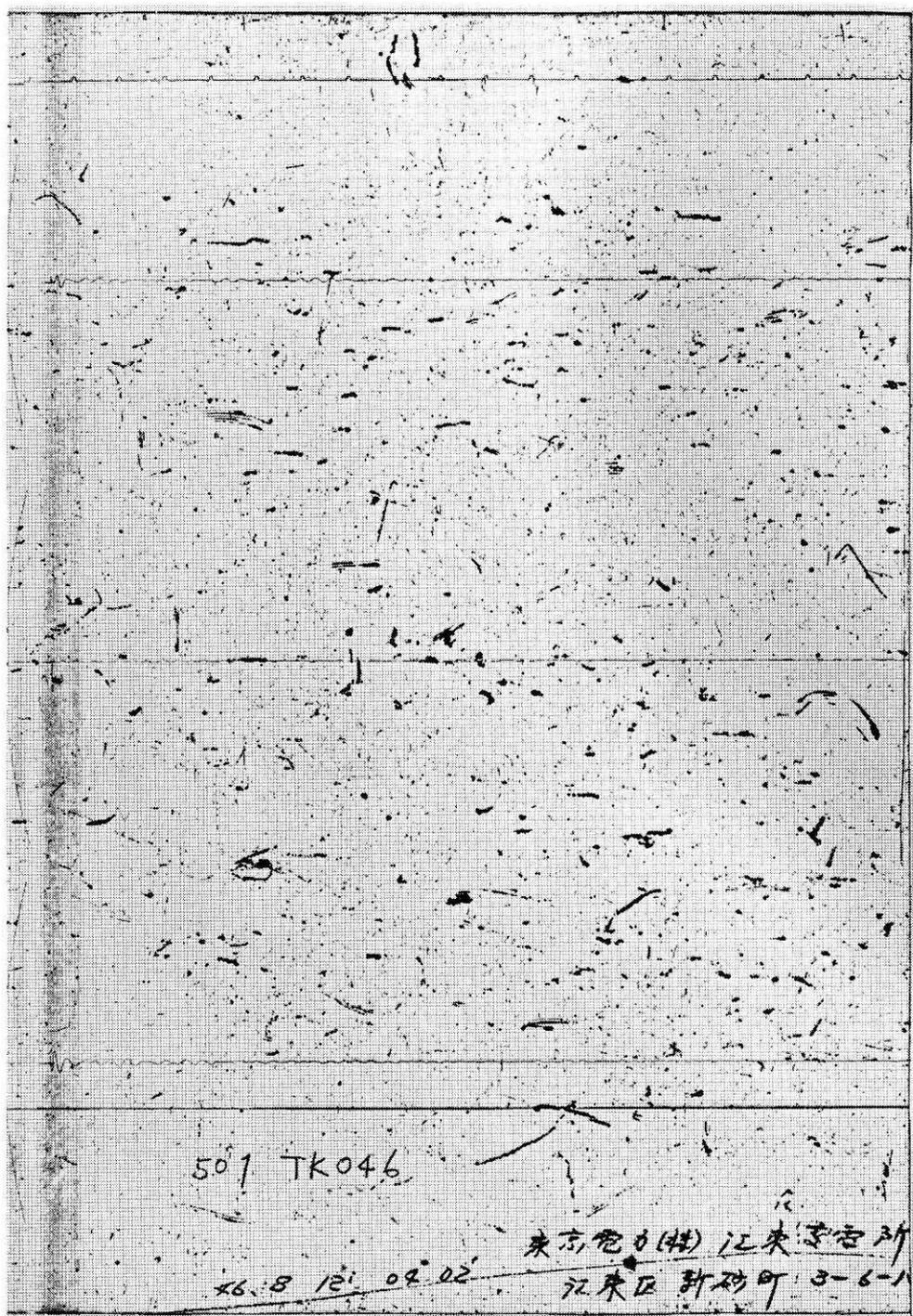


図 4.1 原図 (フィルム)



501 TK046

46.8 12:04.02

東京電力(株) 江東区新砂  
江東区新砂町 3-6-1

図 4.2 原図 (フィルム)

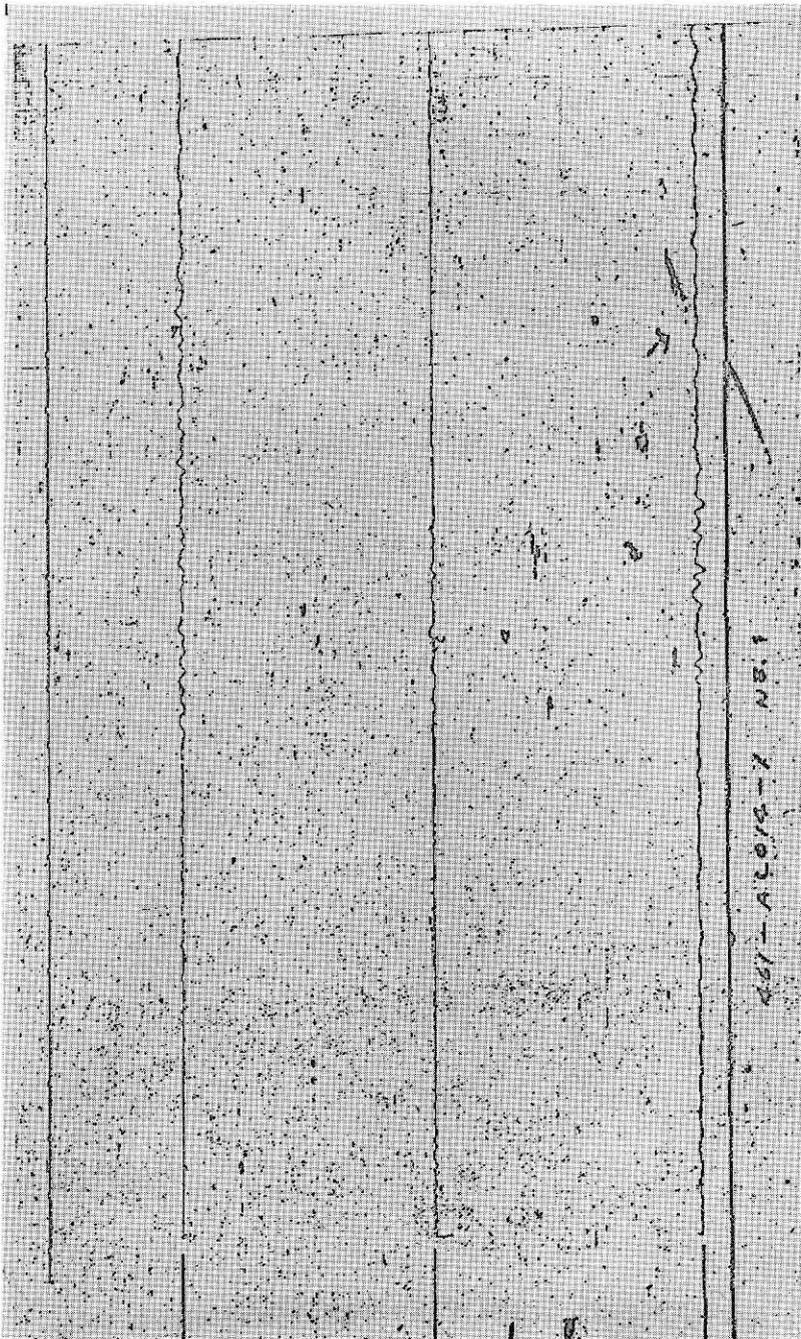


図 5.1 高速印画装置による印画例

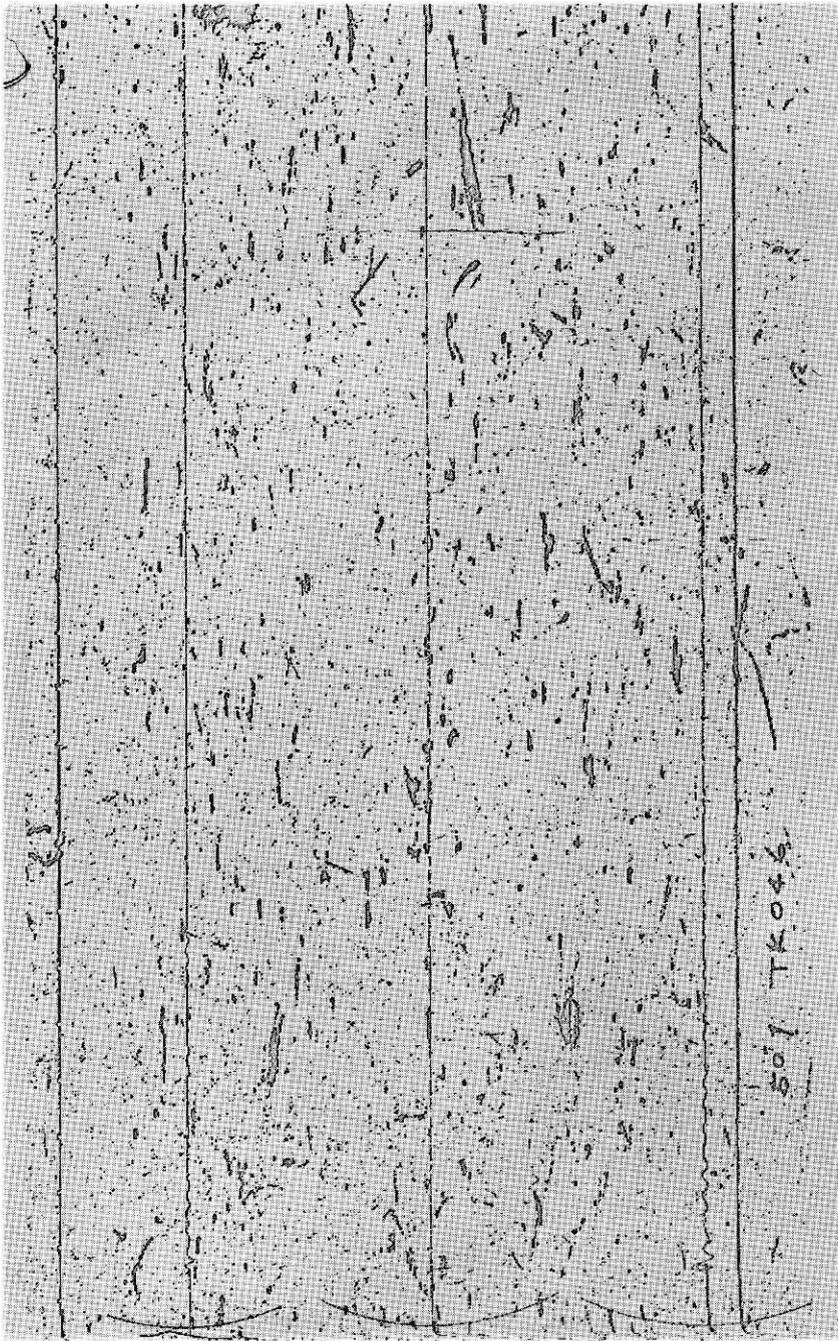


図 5.2 高速印画装置による印画例

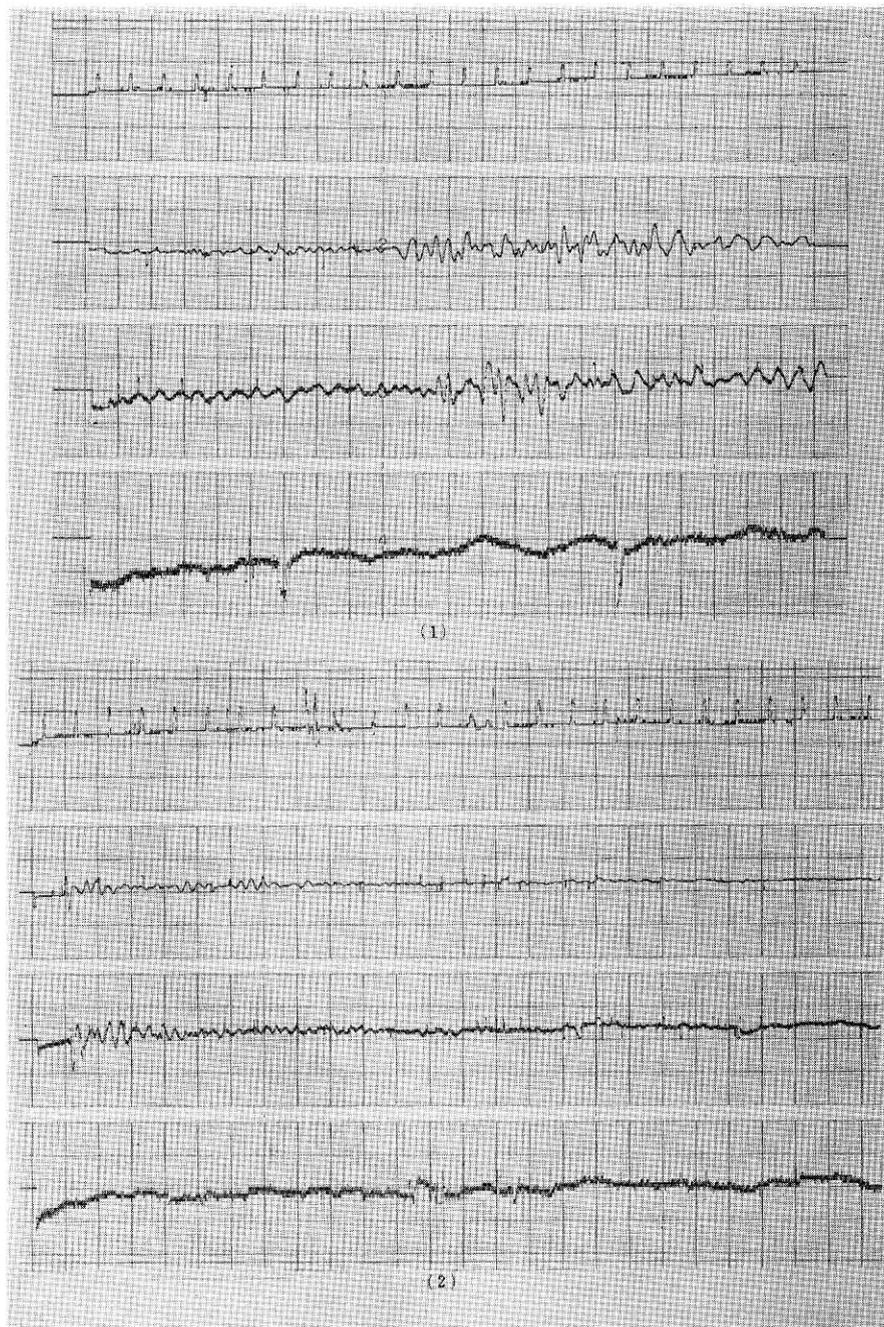


図 6 曲線化後

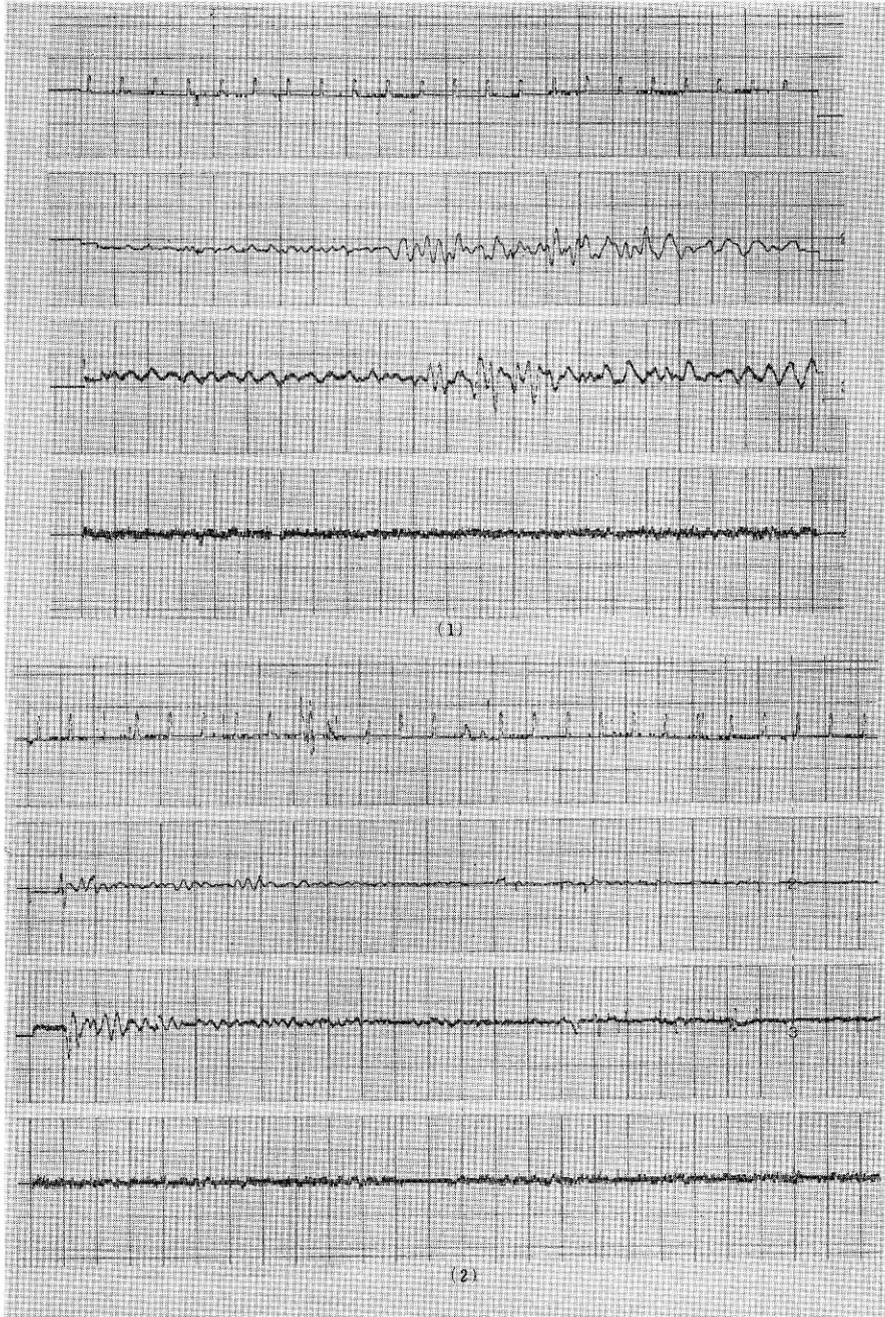


図 7 水平修正後

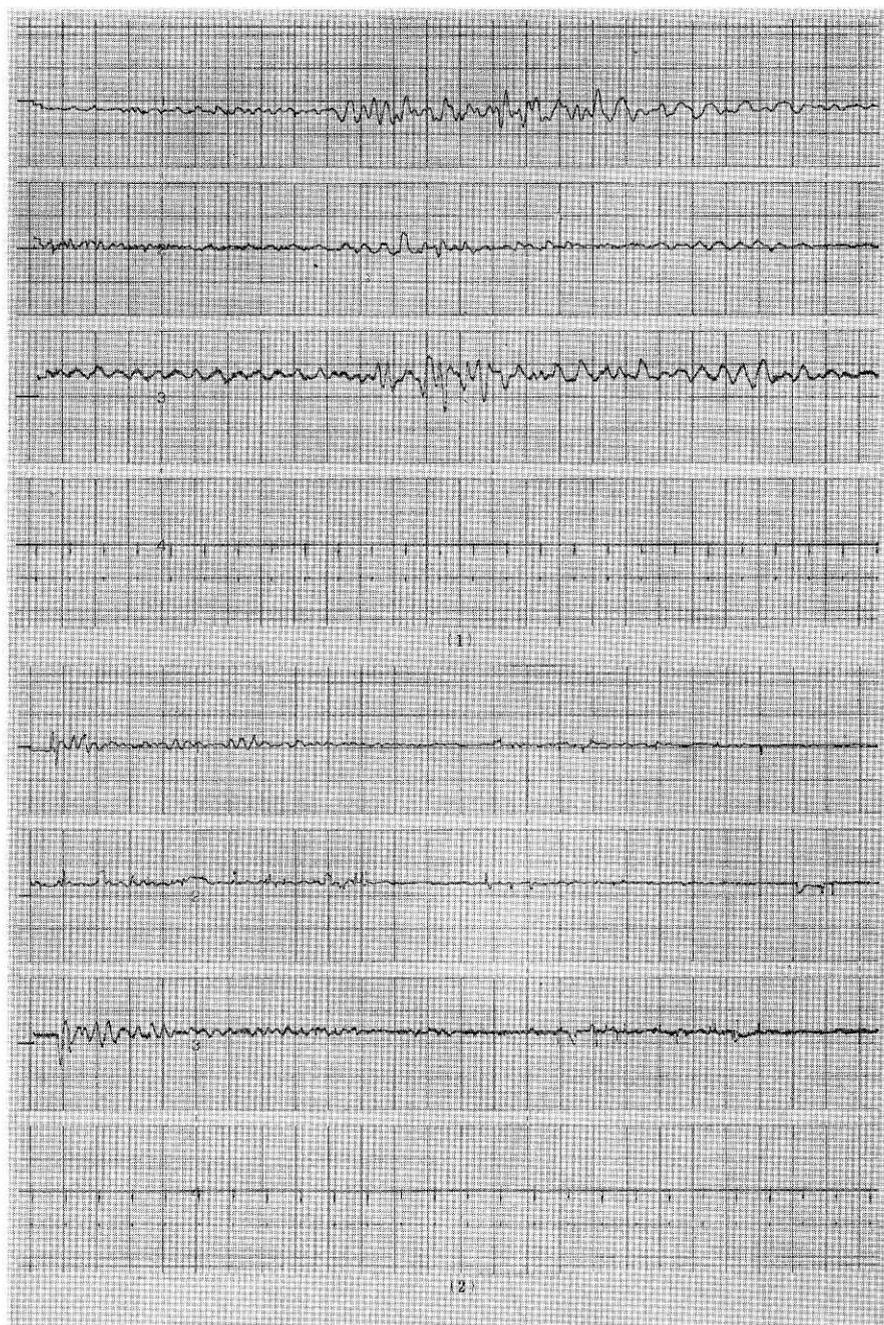


図 8 時間軸修正後

### 3. 処理の詳細と考察

#### (1) 準備

図形読取装置に装着するものとしてフィルムを選んだのは、ひずみなどの誤差が少ないと思われたからである。しかし、これも注意深くしなければだめで、実際に記録を分割して二つ以上のフィルムにしたとき、地震記録の相対関係が1mmもずれたということもあるので注意しなければならない。

もっとも、記録を分割しなければならないのは、現在の図形読取装置の大きさからくる制限であるので、図形読取装置を改良する必要はあるであろう。現在の図形読取装置の有効面積は、図9のように26cm×35cmである。

分割したものをつなぐために、次のような準備をする。図10のような記録において、*a*線で切ったときには次のフィルムは*b*線からにする。すなわちタイマパルスが少なくとも一つ重なるようにする。また適当な所に図10のようにトンボ印を各フィルムの対応する所につけるのもよい。

また図形読取装置のドラムの回転ムラ修正のため、図10のようにタイマパルスから22cmあるいは23cmの所に直線を書いておく。これも図形読取装置を改良すれば良くなる点ではあるが、この回転ムラをなくすのは原理的に非常に大変であるので、将来ともこの直線は必要なものであろう。

#### (2) 読み取り・記録

図形読取装置のドラムの回転速度は300rpmであり、走査線密度すなわち読み取りヘッドの移動精度は0.1mmと0.05mmの二通りであるが、われわれは0.05mmを選び、1回転おきに読み取ることとした。移動精度を0.1mmとし毎回転ごと読み取ってもよいのであるが、図形読取装置の機構はラセン状読み取りなので、移動精度0.05mmの方が精度が良いことになる。(ただし、0.05mmの場合には読み取りに時間がかかるので、実際のプログラムは、どちらでも読めるようになっている。)

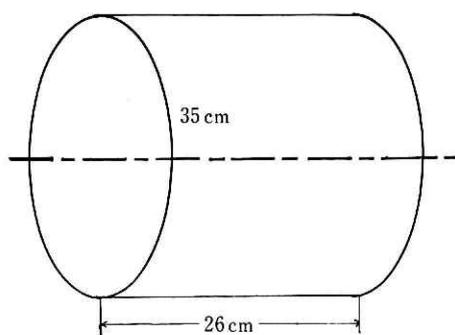


図9 図形読取装置の有効面積

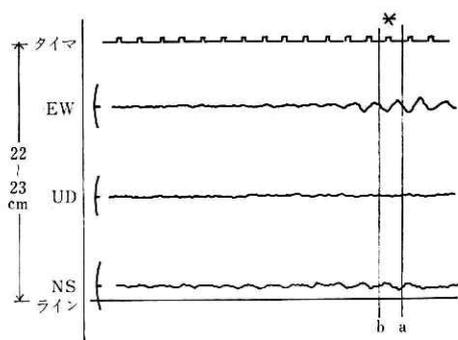


図10 記録の分割

また、0.05 mm で毎回転読み取ることのできるものであるが、われわれの電子計算機に接続されている磁気テープ装置の入出力速度が遅く、せっかく早い速度で読み取ってもそれをすべて磁気テープに記録できないので、一回転おきにしたのである。

回転方向の読み取りは約 0.1mm で、2 回転分の読み取りデータを 1 レコードとして磁気テープに記録する。タイマパルスはパルスとしてではなく、パルス状をした一つの波として、他のものと同じように読み取る。

なお、260 mm を 0.05 mm の移動精度で動かすのであるから、1 枚分を読み取るのに、 $60s \cdot 260 \text{ mm} / (300 \text{ rpm} \cdot 0.05 \text{ mm}) = 1040 \text{ s}$ 、すなわち約 17 分かかることになる。

### (3) 読み取りのチェック

読み取ったものをチェックするための出力装置として、現在われわれはファクシミリ方式の高速印画装置と蓄積管型ディスプレイ装置の二つを持っている。

蓄積管型ディスプレイ装置は DA 変換器を介して TOSBAC-3400 に接続されており、画面の必要な所の輝度を上げることにより、たとえば磁気テープに記録されている波を表示することができる。高速印画装置はミニコンピュータ TOSBAC-40 に接続されていて、TOSBAC-3400 の磁気テープ装置により記録された磁気テープを TOSBAC-40 に装着して印画する。

高速印画装置は印画されたものを保存しておきたいときに用い、蓄積管型ディスプレイ装置はモニタ的に表示してチェックするとき用いる。いずれの装置に対しても、一部だけを拡大して印画、表示するプログラムが用意されている。

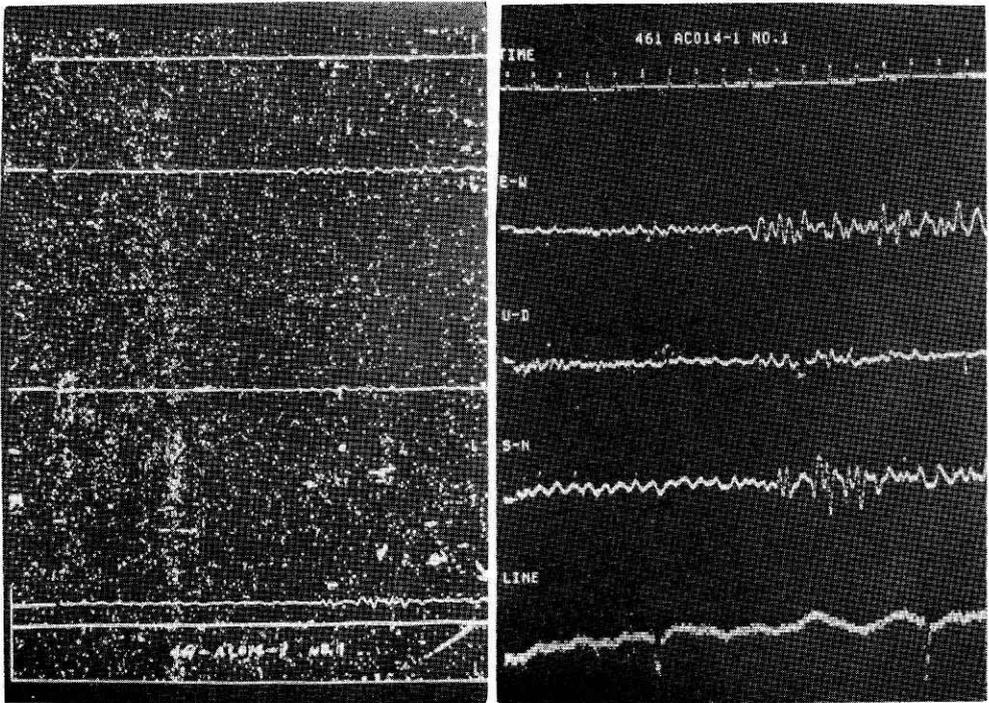
後述するように、曲線化の出発点を求めるとき、あるいはノイズ的なシミのため線がみだれているとき、蓄積管型ディスプレイ装置に一部を出力してみてもその場所をさがすことを行なう。このように人間が行なえば非常に容易であるのに電子計算機にとっては非常に負担がかかるものは人間が行ない、電子計算機はその得意とすることだけを行なう、という考え方は非常に大切な考え方であり、このために蓄積管型ディスプレイ装置は重要な役割をはたす。

高速印画装置による印画例は図 5.1、図 5.2 に示した。蓄積管型ディスプレイ装置による出力例を図 11 に示す。(1) は読み取ったものをそのまま (ただし縮尺して) 出力したもので、(2) は曲線化したものである。

### (4) 座標変換、円弧修正

磁気テープに記録されているものから最初の方と最後の方を取り出し、そのタイマパルスの部分を調べ、図 12 のように距離を求め、その差から  $\theta$  を出し、 $t = t' \cos \theta - y' \sin \theta$ 、 $y = t' \sin \theta + y' \cos \theta$ 、という式を用いて座標変換をする。 $t$  は時間軸 (横軸)、 $y$  は回転方向 (縦軸) である。

次に記録の最初にある円弧状の線の部分 (図 13) を取り出し、これが垂直線になるように  $t$  座標の補正値を求め、その量だけ読み取りの各点の  $t$  座標を修正する。(  $y$  座標はそのまま



(1)

(2)

図 11 蓄積管型ディスプレイ装置による表示例

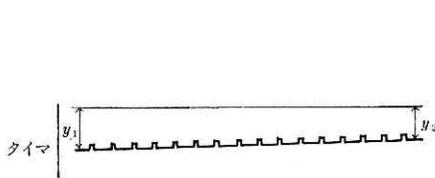


図 12 座標変換

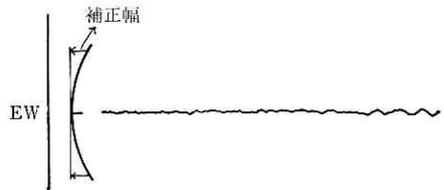


図 13 円弧修正

で変えない.)

この段階で磁気テープに記録されているものは、単に二次元的な濃淡のデータであるので、タイムパルスや円弧図形を取り出したり、その位置を定めたりするのは非常にむずかしい。そこで、できるだけこれらの処理をしないですむように工夫すべきである。

まず、ここでの座標変換は円弧修正を行なうために必要なのである。なぜなら図形読取装置で読み取る時の送り方向と強震記録紙の送り方向とが平行でなければ正しい円弧修正ができないからである。

また、円弧修正は強震記録が円弧書きであるために行なうものである。したがって、記録の振幅が大きくなければ修正の必要はないことになる。われわれは円弧図形の中心からみて5mm以内に波がはいつているときには円弧修正を行なわないことにした。(したがって、こ

のときには座標変換もしない。) なお、円弧修正をこの段階で行わなければならない理由については後述する。

### (5) 曲線化

いま一つの曲線上の二つの点  $\{y(t), t\}$ ,  $\{y(t-1), (t-1)\}$  がわかっているとき、これに続く曲線上の点  $\{y(t+1), (t+1)\}$  を求めるには次のようにする。

磁気テープに記録してある時間  $(t+1)$  のデータをみて、そのうち  $y(t)+\{y(t)-y(t-1)\}-\epsilon$  と  $y(t)+\{y(t)-y(t-1)\}+\epsilon$  の間の点の濃度を調べ、その中でもっとも濃度の大きい点を新しい点  $\{y(t+1), (t+1)\}$  とする。

ただし、このときの最大の濃度がある値  $\delta$  以下であれば、 $\epsilon$  より大きい  $\epsilon'$  をとり、 $y(t)+\{y(t)-y(t-1)\}-\epsilon'$  と  $y(t)+\{y(t)-y(t-1)\}+\epsilon'$  の間を調べ濃度のもっとも大きい点をさがし、その点を  $\{y(t+1), (t+1)\}$  とする。

このようにしても最大の濃度が  $\delta$  以下であれば、線が繋がっていないと判定し (すなわちカスレがあるとし)、 $y(t+1)=y(t)$  としてしまう。

なお、 $\epsilon$ ,  $\epsilon'$ ,  $\delta$  などの値はフィルムや、曲線の状態、図形読取装置で読み取ったときのレベルなどを考慮し、曲線化のプログラムのパラメータとして与える。またタイマパルスも連続した一つの波として処理する。

$\{y(t), t\}$  の二つの出発値をプログラムによりさがすこともできないわけではないが非常に大変なので、われわれは次の二つの方法をとることにした。

(i) フィルム上で出発の  $y$  の値を測って、曲線化のプログラムのパラメータとして与える。

(ii) 磁気テープに記録されている各波の最初の部分を蓄積管型ディスプレイ装置に拡大して表示し、タイプライタ装置からマーカ位置を指定しながらマーカを出発値の所へ持ってゆくことによって出発値を定める。(このやり方でマーカが出発値の所へ位置した状態を示したのが図 14 である。輝度が少し大であるものがマーカである。)

ここで円弧修正についてふれる必要がある。実は、われわれが曲線化の方法として上記の方法を選んだので、円弧修正を先に行わなければならないなくなったのである。円弧書きということは、極端に書けば図 15 のようになっていることである。したがって円弧修正をしないと、われわれの方法では、 $t=t_2$  において  $C$  ではなく  $D$  を選ぶ可能性が強いのである。

さて、この曲線化の処理が強震記録デジタル化の心臓部である。とにかく曲線化してしまえば、電子計算機によっていろいろな便利な処理を行なうことができるからである。そして、前の処理も、後の処理も、この曲線化処理をスムーズにするためのものと言ってもよいくらいである。

そこで、この曲線化のためのプログラム、方法を上記のものよりもっと複雑にして、よく読めるようにしようという考え方がでてくる。しかし、問題はシミやカスレにあるのであ

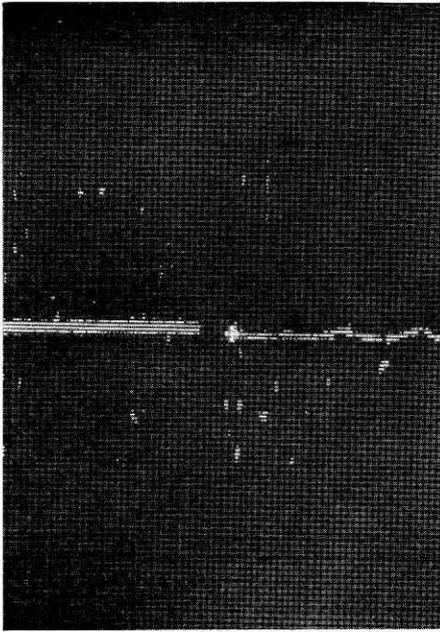


図 14 マーカによる出発値の指定

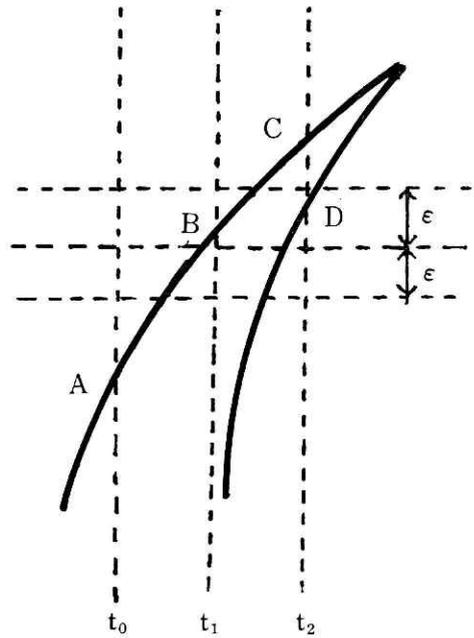


図 15 円弧書き

る。われわれの方法においても、 $\delta, \epsilon, \epsilon'$  を大きくすればシミをひろってしまい、小さくすればカスレが多くなってしまう。どんなに曲線化のプログラムや方法を複雑に、精密にしても、このようなシミやカスレの事情は変わらないのである。

#### (6) 水平修正

ここではフィルムが図形読取装置に斜に装着された場合の修正と、図形読取装置の回転ムラの修正を行なう。

斜に装着されると図 16 のような状態になる。したがって (4) の座標変換のときと同じように、

$$t' = t \cos \theta + y \sin \theta,$$

$$y' = -t \sin \theta + y \cos \theta,$$

という変換をすればよい。しかし  $\theta$  は非常に小さいし、 $y = \bar{y} + y_0$  で各波に影響するのは  $\bar{y}$  であり、しかも  $\bar{y}$  は小さいから、 $\cos \theta \approx 1$ 、 $\bar{y} \sin \theta \approx 0$  としてよく、したがって、

$$t' = t + y_0 \sin \theta,$$

$$y' = y - t \sin \theta,$$

という変換で近似することにした。 $\theta$  はタイマパルスの記録の最初と最後をみて、その差 (図 16 の  $a-b$ ) から求めればよい。(もちろん、この修正は (4) の座標変換を行なったときには必要ない。)

回転ムラの修正のためには、タイマパルスから 22 cm あるいは 23 cm の所にひいた直線

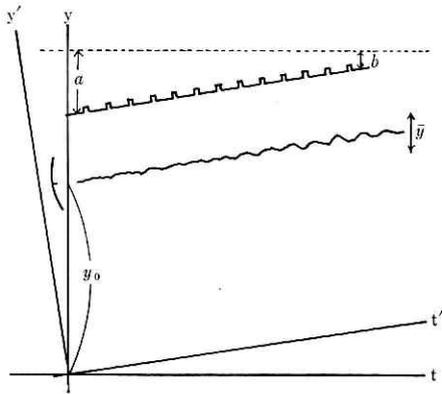


図 16 水平修正

移動平均をとっている。

(7) 分割された記録のつなぎ

地震記録を2枚以上のフィルムに分割したとき、取り扱いが悪いと、各フィルムの地震の相対位置がずれてしまうことが、まれではあるがある。この修正は現在のところつなぎの所が一致するように定数を加えることよって行なっている。

(8) タイマパルスの検出

これまでタイマパルスは一つの波として取り扱われていた。時間軸修正のためには、タイマパルスを検出しなければならない。その方法は次のようにした。

タイマの記録を  $T(i)$  とする。  $T(i)$  の  $M$  個の移動平均をとりこれを  $T'(i)$  とする。  $M$  はパルスの幅より大きくする (現在 30 個)。  $T(i)$  の値の標準偏差を  $\delta_T$  としたとき、次の三つの条件のすべてを満足すれば、その  $i$  番目の所はタイマパルスであるとする。

(i)  $T(i) - T'(i) > N \cdot \delta_T$ ,

(ii)  $\sum_{j=1}^S T(i+j) - \sum_{j=1}^S T(i-j) > K \cdot \delta_T$ ,

(iii)  $\prod_{j=1}^L \{T(i+j) - T'(i) - N \cdot \delta_T\} > 0$ .

ここで  $N, S, K$  などは、あらかじめ定めておく (現在  $S, K$  は 10 程度、  $N$  は 1 程度としている)。  $L$  はパルス幅程度で、現在は 7 としている。

なお、どんなに時間軸方向にずれがでてでも 1 割も変化することはないであろうから、パルスがみつければ、その後 0.8 秒は上記の操作を行わずパルスをさがさないことにした。

(9) 時間軸の修正

検出された秒単位のタイマパルスを用い、線形補間で 0.01 秒ごとのデータを求めた。ただし、強震記録計が動き始める最初の所は、強震計の紙送りが遅れることがあるので二次補間を行なった。

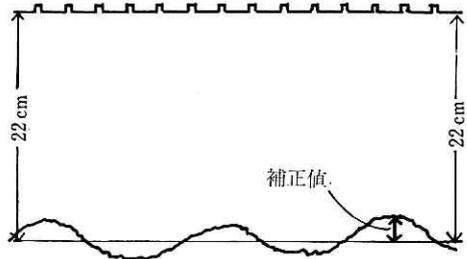


図 17 回転ムラ修正

の読み取り記録の移動平均をとり、その移動平均値から図 17 のような補正値を求め、各地震波記録の  $y$  座標を補正する。現在 63 個の

#### (10) 平滑化

必要があれば重みつき移動平均をとって平滑化を行なうのであるが、どのような重みで、どのように平均をとるかは、その結果をどのような目的に用いるかで異なるべきものである。したがって、通常はこのような平滑化は行なわない方がよいと思われる。(もとにもどすことはできないのであるから。)

#### (11) 零点補正

この補正も結果のデジタル記録をどのような目的に使うかによって、やり方が異なるべきものである。たとえば最大振幅を知りたいのであれば零点補正は必要でない。われわれは記録の中央と思われる所をさがす方法をとっているが、もし地震が片振れしているならば、この方法はよくないことになる。したがって、通常はこの零点補正も行なわない方がよいと思われる。

### 4. 問題点と対策

#### (1) シミ、カスレ

なんといってもこれが最大の問題点である。フィルムなどにするとき、現在のろう紙を使っているかぎり、どんなに注意しても、少なくとも図4.1程度のシミがでると考えなければならない。これに対する処置は前述したように現在の道具、機器を使っているかぎり非常に困難である。

われわれが行なうとしていることは、いわゆる「パターン認識」であって、現在の電子計算機のもっとも不得意とする所である。一方、人間はこのような認識をもっとも得意とする。そこで、不得意とする所で苦勞するのをやめて、その部分を人間に判断させようという考え方がでてくる。

われわれは近い将来、タブレット型図形入力装置を TOSBAC-3400 に接続する計画を持っている。この図形入力装置は多重にループが通ったタブレット状のもので、図18のようにペンの先端から磁力線をだし、その磁力線とループが交差する方向により、ペンが指示している X 座標、Y 座標を読み取ろうというものである。

このタブレット型図形入力装置を使うことにより、シミやカスレに対して、たとえば次のように処置できる。

- (i) まず図形読取装置により、濃淡図形として電子計算機に入れる。
- (ii) フィルムを図形入力装置のタブレット上に置き、その地震記録を蓄積管型ディスプレイ装置に表示し、ペンでシミやカスレの部分を指示して、電子計算機に入れる。
- (iii) 入れられた情報を用いて濃淡図形を修正し、結果を蓄積管型ディスプレイ装置に表示して確認する。

このような操作を一つの連続した曲線になった後においても行なうことができ、さらによ

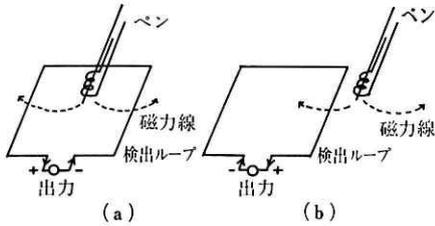


図 18 図形入力装置の原理



図 19 シミの問題

りよい結果を得ることができるであろう。

もちろん、このような方法は人間の労力を増大させる。われわれは実際にタブレット型

図形入力装置を使用して見て、その労力の増大がどの程度であるか、労力を軽減する工夫がないかなどを今後考えてゆきたい。

## (2) 波形の定着化

現在の強震記録計の記録紙はほとんどろう紙であり、SMACリーダにしろ、われわれの図形読取装置にしろ、そのままでは使えないので、なんらかの定着化を行なわなければならない。

この処理は忘れられがちであるが本質的に重要な問題である。ここで大きな誤差があれば、後の処理をいかに精密に行なってもほとんど意味がないからである。

また、シミやカスレが多ければ、SMACリーダで読むときにも非常に苦勞しなければならぬ。図 19 のようなシミがあれば、どのようにしても誤差少なく読むことはできないであろう。シミやカスレが少なく、しかも伸びやひずみの少ない定着化の方法の開発が望まれるのである。

## (3) 図形読取装置

われわれが使用している図形読取装置は、第一次試作品というべきものである。したがって、すでに述べたように次のような問題点を持っている。

- (i) 有効面が小さい。
- (ii) 回転ムラがある。
- (iii) 読み取りヘッドの動きにムラがある。
- (iv) フィルムを装着するとき斜になる。

われわれは、これらの欠点をできるだけ解決すべく、新しい図形読取装置を製作したいと考えている。

しかし、上記の問題点を完全になくすことはできないということに注意しなければならない。3項に述べた諸手続は今後も必要なことである。そして、このような手続によって、これらの問題点に十分に対処できるということも忘れてはならない。したがって、(1)や(2)の問題にくらべて、図形読取装置の問題点の比重は小さい。

ただ、回転ムラがあまりに大きいと、円弧修正や水平修正などに大きな誤差をもたらすので、回転ムラはできるだけ小さくしなければならない。回転ムラが大きいときには、その補

正を濃淡図形のまま、まず最初に行なわなければならない非常に大変である。われわれは回転ムラがそれほど大きくないという想定で、簡便な方法をとったのである。

## 5. 標準化

強震記録をデジタル化して記録する目的の一つは、それをいろいろな機関が相互に使えるようにすることである。そのためには記録が標準化されていなければならない。しかし標準化してしまうと新しい発展を阻害する面もあり、特に開発の進んでいない分野では、「標準化」は「両刃の剣」である。

強震記録のデジタル化は問題も多く、今後その方法など開発の余地を多く残しているの  
で、標準化の必要性が大きいにもかかわらず安易に標準化について論ずることはできない。  
そこで、ここでは現段階で標準化について特に注意する点だけを述べることにする。

(i) デジタル記録はできるだけ加工しないで生の形にする。

デジタル記録を相互にいろいろな目的に利用しあうといっても、まだその使用目的が完全  
に確立しているとはいえない。しかも、その使用目的によって記録の加工の仕方も異なる  
であろう。したがって現段階では、できるだけ生の形で記録しておき、利用する人が目的に  
応じて加工するというのがよいと思われる。電子計算機の磁気テープなどにデジタル記録  
してあれば、それをいろいろと加工するのは比較的容易であるし、一方ある加工をしてしま  
うと、もとにもどすことができなくなってしまうからである。

われわれの方法についていえば、すでに述べたように、少なくとも平滑化と零点補正は、  
この観点から行なわない方がよいことになる。

(ii) 各種の加工のために必要な情報を、もらさずに付記しておく。

生の形で記録しておくのであるから、加工するための情報がなければならない。われわれ  
の方法についていえば、 $y$  の座標と記録紙の幅、長さとの関係、記録紙の幅と Gal との関  
係、記録紙上の円弧図形の中心の座標などである。これらの情報は、たとえば磁気テープの  
はじめに記録しておけばよい。

(iii) できるだけ多くの電子計算機で処理できる形にする。

電子計算機で処理することを前提とするならば、磁気テープの記録方式の標準化は現段階  
での重要な問題である。IRG (記録 (レコード) と記録の間のギャップ) の長さや記録の終  
わり (end of record, EOR; end of file, EOF), パリティチェックの方式を定めるのはもち  
ろんであり、記録密度も特殊なものは避けたい。一方、記録のコードを標準化する必要はほ  
とんどない。電子計算機のプログラムを用いてどのようにも変換できるからである。(ただ  
し、あまり特殊な記号、 $\yen$  など、を用いるのは避けたい。)

忘れられがちであるが重要なのは、記録の長さ、すなわち IRG と IRG の間の長さであ  
る。これを安易に標準化すべきでない。もし、あまりに長すぎると主記憶容量の非常に小さ

い電子計算機では処理できなくなる。逆に、短くすると一巻の磁気テープに収納できる情報の量が極端にすくなくなってしまうからである。

われわれは、この長さを 8,000 としているが、記憶容量が 16,384 語 (24 bit/1 語) であるわれわれの電子計算機で十分に処理できる。現状では短くなるのを恐れるべきであろう。たとえば FORTRAN のようなコンパイラ言語を用いて記録すると、この長さは 80 程度になってしまうのである。

## 6. あとがき

図形読取装置、蓄積管型ディスプレイ装置、高速印画装置などの入出力装置を効果的に使用して、強震記録をデジタル的に読み取り記録することについての、われわれの開発と経験は緒についたばかりであるが、ひとくぎりの、それなりの成果を得たので、ここに第一報として報告するものである。

今までの地道に積み上げられた経験から、タブレット型図形入力装置を使用しようというアイデアが生まれた。今後この入力装置を加えて、その使用経験を積み、強震記録のより効果的な読み取り方法を開発してゆきたい。この過程で、さらに別種の入出力装置のアイデアが生まれるものと思う。

この研究について終始懇切な御指導をいただいた当国立防災科学技術センター菅原正巳所長、また強震記録のフィルムなどの資料を用意して下さった当センター企画課資料調査室に深く感謝したい。

## 参 考 文 献

- 1) 大村一夫 (1971): 図形読取装置の試作および応用例。国立防災科学技術センター研究報告, 第 7 号, 23-34.

(1973年 4月13日 原稿受理)