

# 振動技研製地震計メンテナンス講習会の開催

西 本 太 郎<sup>\*†</sup>

## Holding a maintenance lecture on the seismometer

Taro NISHIMOTO<sup>\*†</sup>

### はじめに

振動技研製地震計は微小地震観測, 火山観測で数十年に渡り多く使用されている。微小地震観測においては, 関東地域で7観測点, 信越地域で12観測点, 西日本地域で15観測点使用されている。また, この先も同じ地震計を用いて長期的・継続的に観測データを取得することが予想される。長期的・継続的な観測を行うためには技術職員自身で地震計の仕組みを理解し, メンテナンス・検定ができることが望ましい。そこで振動技研製地震計の開発者の方に地震計の仕組みの講義及びメンテナンス方法, 検定方法の実演を依頼し, 2014年3月14日に講習会を開催した。講習会には12名の技術職員が参加した。そこでは長期における観測を継続して行うために, 技術職員のメンテナンス技能習得を目標とした。本報告ではその時の講義内容及びメ

ンテナンス方法について報告する。

講習会では振動技研製地震計に関して次の講義を受講した(図1)。まずは制御常数と外部制御抵抗の関係について説明があった。次に製作時の慣性モーメント・振り子の質量について仕様書の値の説明及び計算方法について講義を受けた(表1)。その後, 静的な検定方法に関して原理・計算式の説明を受けた(松本・高橋, 1976)。また, 工場で行っている振動台を用いた検定方法に関して, 写真及び振動台の設計図を基に説明を受けた(図2)。

### メンテナンス方法の講習

メンテナンス方法について以下に記述する。メンテナンスは地震計の分解を行い, その後可動部の清掃を行う。劣化した部品等を交換し, 再度地震計を組み立てる行程となっている。また, 組立後は感度検定を行う。



図 1. 座学の様子

表 1. 振動技研製地震計の仕様

	MTDH-1C	MTDV-1C
検出成分	水平動	上下動
固有周期(Sec)		1.0
感度(V/kine)		約 3
振り子重心M(gr)	2500	2300
重心距離H(cm)	7.21	7.84
慣性能率K(gr-cm <sup>2</sup> )		1.84 × 10 <sup>5</sup>
質点振り子長L(cm <sup>2</sup> )		10.2
コイル抵抗(Ω)		
出力側		約 1000
入力側		約 100
制動抵抗(Ω)		約 5000
測定周波数(Hz)		1~50
測定振幅(μm)		0.005~3000
錘-回転軸距離(L')		18.11
出力コネクタ		RB19P-5F
出力ケーブル		クロロプレン4芯シールド
外形寸法(cm)		約 31 × 25.5 × 21
重量(kg)		約 13

2014年11月12日受付, 2015年1月15日受理。

<sup>†</sup> taro-n@eri.u-tokyo.ac.jp

\* 東京大学地震研究所技術部総合観測室

\* Technical Supporting Section for Observational Research, Earthquake Research Institute, University of Tokyo.

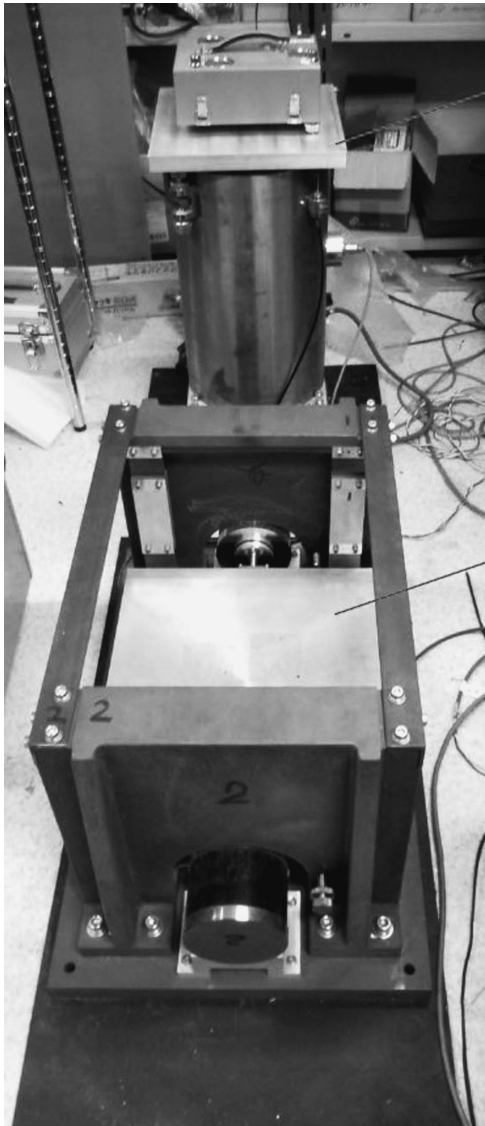


図 2. 工場で使用している振動台

まずは地震計の分解を行うため、半田ごてを使用してコイルと出力ケーブルを繋いでいる4本のいもバネを丁寧に外していく。その際いもバネはピンセットで挟みながら作業をすると外しやすい(図3)。いもバネを取り外した後の様子を図4に示す。

いもバネを取り外した後に振子を取り外す。この際地震計を横にして作業を行うと良い(図5)。取り外した振子は脇に除けておく(図6)。

その後、磁石の中をキムワイプ、エアブローを使用して清掃する。ここはコイルの可動部であるため、鉄粉などが残っていると地震計の出力に影響するため丁寧に清掃する(図7)。板バネの接触部は錆びていることがあるため、錆がなくなるまで鑢を用いて清掃する(図8)。

清掃後は板バネの交換を行う(図9)。その後、振子を取り付ける。振子を取り付ける際は厚さ2mmの金属板をかませる(図10)。

地震計を立てて振子を自由振動させ固有周期を調べる。10回振れる時間を計り固有周期を計算する。固有周期が



図 4. いもバネの取り外し



図 3. 半田こてを用いたいもバネ外し

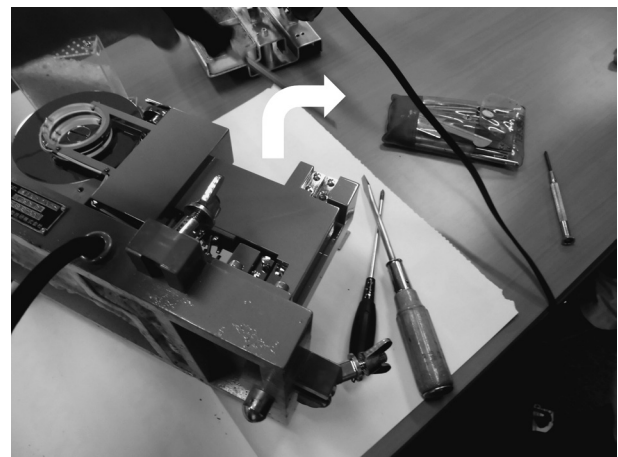


図 5. 振子の取り外し

短い場合は鑿で板バネを削る。この時両方の板バネの上下を均等に削っていく。

固有周期調整後にコイルといもバネを半田ごてで繋ぎなおす。いもバネの長さが足りない場合はボール盤を使用し

てもバネを作成する。いもバネは太さ0.1mmのエナメルポリウレタンを回転するボール盤のドリル部に巻きつけて作成する(図11)。作成後、いもバネのはじを伸ばし、先端をカッター等を用いて傷つける。これは表面のコー

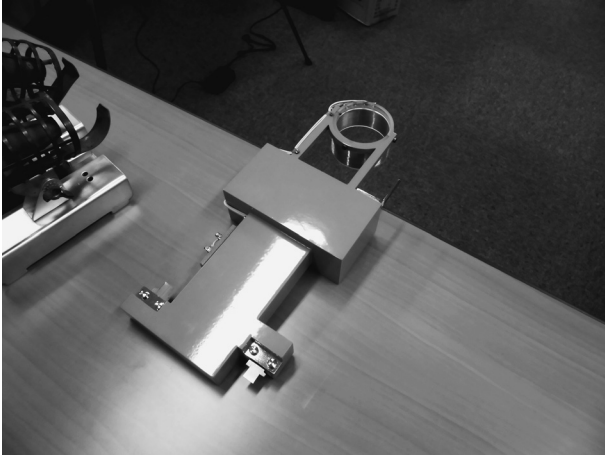


図 6. 取り外した振子



図 9. 板バネ交換

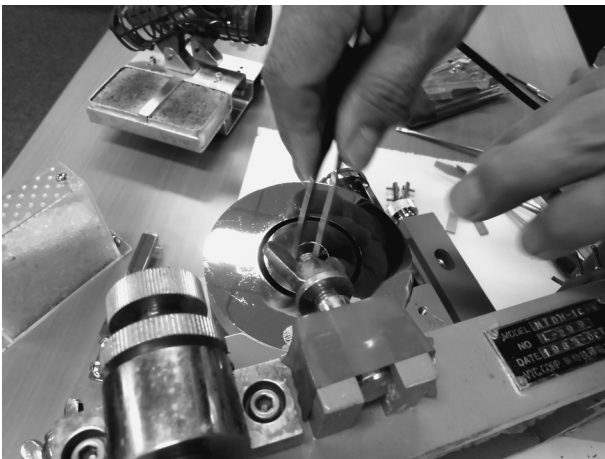


図 7. 磁石の中の清掃

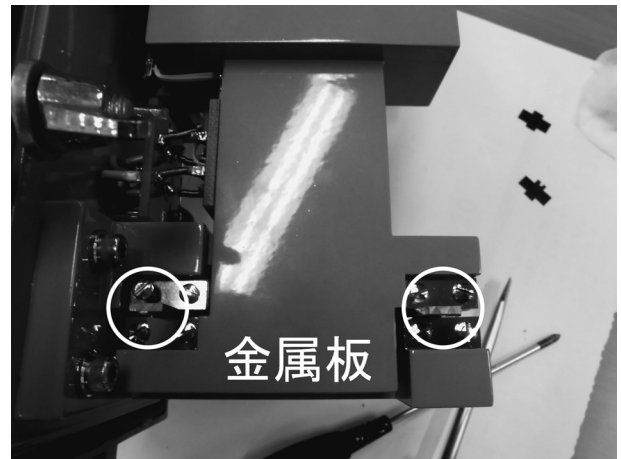


図 10. 振子の取付け



図 8. 板バネ部の清掃



図 11. ボール盤を用いたいもバネの製作



図 12. 作成したいもバネ

テイングを取るために行う (図 12)。

組立後にシリカゲルの交換を行う。また、防水仕様のものは O-リングに信越グリスを塗り、溝にはめる。

### 検定方法の講習

分解・清掃メンテナンス作業の実習後に工場で行っている重錘法を用いた静的感度試験の方法を実演していただきながら説明を受けた (図 13)。重錘法はコイルの上部に錘を載せていき、コイルに直流電流を流し振子が中点に戻るための電流値を測定し感度を計算する手法である。コイルの上部に載せる錘は 1, 2, 3, 4, 5, 10 g である。検定を行う際はそれぞれの錘を同じ位置に載せる必要がある。また、測定後は錘 1g とつりあう電流値として計算し、その電流値を  $I_w$  とする。感度の計算方法は以下の式を用いる。

$$G = \frac{g \times L'}{10 \times I_w}$$

$$S_v = \frac{G}{L}$$

ここで  $G$  は動電感度 ( $V \times \text{sec}$ )、 $g$  は重力加速度 ( $\text{cm}/\text{sec}^2$ )、 $L'$  は錘位置と回転軸の距離 (cm)、 $L$  は相当単振子の長さ (cm)、 $S_v$  は電圧感度 ( $V/\text{kine}$ ) を表す。 $L'$  の算出について記述する。回転軸は板バネの中心とし、錘の重心は振子をまる棒の上に置き水平となる位置として測定し、10 回以上の平均をとり 0.01 cm の桁まで算出する。これにより算出された値は 18.11 cm となる (表 1)。振子の重さは 2.5 kg であり (表 1) コイル上部に載せる錘よりも十分重いため、検定を行う際の  $L'$  の長さへの影響は無視できる。次に  $L$

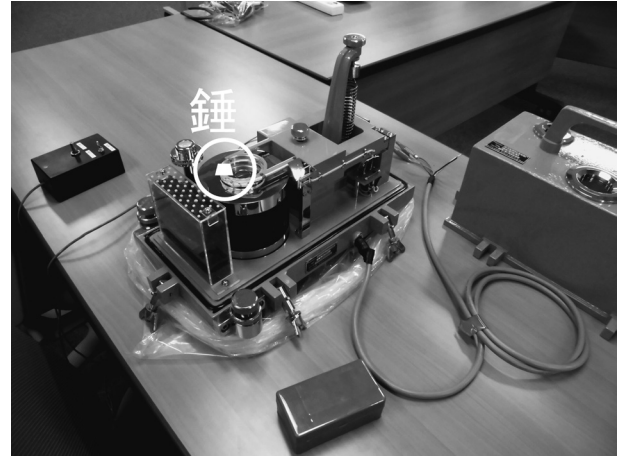


図 13. 重錘法での感度試験

の算出方法については、まず振り子の周期 ( $T_g$ ) を測定する。ストップウォッチを使用して 100 回以上の周期の平均をとり有効数字 3 桁で測定する。その後、以下の式を使用して  $L$  を算出する。

$$L = \frac{g}{(2\pi)^2} \times (T_g)^2$$

これにより算出された値は水平動では 7.21 cm となる (表 1)。また、感度の誤差については錘を 1, 2, 3, 4, 5, 10 g として平均感度を算出する。それを製作時の感度と比較して誤差 3% 以内であればその値を使用し、誤差 3% より大きければコイルの巻きなおしを行う。

### おわりに

今回の講習会では地震計の仕組み及び地震計を分解してのメンテナンス方法を学んだ。また、重錘法を用いた静的感度試験の方法を学んだ。これは所内での地震計のメンテナンス、稼動試験に役立つと考えられる。今後は所内の振動台を用いた動的な試験方法の確立及び観測点での簡易的なメンテナンス、感度試験に関しても手法を確立していきたいと考えている。

謝辞：振動技研製地震計のメンテナンス講習会開催に於いては佐藤商事株式会社佐藤克己様、加納義勝様に多大なご協力を頂きました。ここに記して感謝申し上げます。

### 文 献

松本英照・高橋道夫、1976、地震計電磁変換機の検定方法とその精度について、気象研究所研究報告、27、129-140。