

方に問題があるので b に示したものは脈動を混じた遠地型の地震であつたが、一應同じ相をとつたと思はれるものは中 1.1 耗の間に分布してゐる。この l について四回 x について iP , eP とりまぜて四回測つて頂いた結果を前の圖で示したのだが eP の b の場合はあまり散らばるので四捨五入して桁を一つあげたグラフを示した、黒點が生の讀取値である。又縦軸は人数である。

さて通常は $t=60x/l$ で秒の値を出すから l, x の誤差 $\Delta l, \Delta x$ は $l \approx 30$ として $\Delta t = 2\Delta x + t\Delta l/30$ となつてきていく。例へば iP の場合だと $0.3 \sim 0.6$ 秒, eP では $0.9 \sim 1.2$ 著しい場合では $6 \sim 7$ 秒もちがつてくることになる。だから種々な機械的誤差に比べて讀取には非常に大きな誤が入つてくる。讀取が慎重ならねばらぬ大きな理由である。

§ 5 結 び 以上を綜合して考へるに夫々起り得る誤差を總和すれば iP について 1 秒前後, P について 2 乃至 7 秒となりこれが誤差の限界と一應考へられる。器械的誤差中最大と考へられるドラム歪及びギヤの不齊によるものが 0.3 秒程度であるのに讀取の誤差は非常に大きな割合を占めてしまう。讀取さえ慎重にやれば十分とゆかずともかなりの精度が出る筈であるし現在の測器で免れ得ない點については種々研究がなされてゐるから精度が秒の十分位百分位に分ぶのも遠い未來ではなからう。

地震計刻時用電磁石の改良

酒 井 乙 彦*

まえがき

地震計刻時用電磁石は普通 200~300mA の電流の強さで使はれて居る。筆者の知る限りでは、中には初め 150~180mA 位で動作したものが、種々の都合で電流を強くしなければ動作しなくなり、甚だしきは数百 mA の電流となつて居るものすらある。この次第を考察して見るのに電源、残留磁氣、動鐵片を戻す力等に關聯する様である。

電源：地震計用電磁石の設計には電源に考慮が拂はれて居ないのか乾電池を使ふと 1 個では不足 2 個 (3V) では多過ぎるとか、2 個でも僅に不足等の實状となり、蓄電池 (6V) の場合も地震計 2 台直列では強過ぎるが 3 台では僅に不足等となり易い。斯様な場合抵抗器を直列に入れて適當な電流にしないと過剰な電流となり、此の儘で長期間使ふと終には規定の働作電流では働作しなくなるものが多い。

残留磁氣：規定の電流で使ふ限り最初からは殆ど現はれないものであるが、一度異常な電流を通

* 中央氣象台地震課

すとか長時間過剩氣味の電流を通じて居ると忽ち表面化して了ふ。之は鐵核及び動鐵片の素材が適切でない爲であるが、紙とか雲母片乃至アルミニウムとか眞鍮の薄い板を動鐵片に附加させる、或は磁極に眞鍮の小凸起を植えて防ぐのが普通である。此の結果磁極と動鐵片の間隙が増すので電磁石の力を相應に増さねばならず、電流を増すことになる。注意しないと残留磁氣及び電流の値が巡廻して極端なものに達する虞がある。蛇足であるが良策としては、インピーダンスの關係を考慮して（ラジオ用電源變壓器の低壓部とかスライダック等を用ふ）交流電氣を異常電流程度に動鐵片を附けて電磁石へ流し、（流して居る時間は問題でない）直列に入れた可變抵抗器で極く僅かづつ電流を遞減して電氣を斷つと既在の残留磁氣は消失するから、こゝで規定の電流にすることが考へられる。この場合オート・トランス類では電磁石の電線を大地に對し完全に絶縁して置くことが肝要である。

動鐵片を戻す力：動鐵片本來の動きが極度に滑らかな状態での必要な範囲に止め、不自然な摩擦とか残留磁氣に對抗しての戻す力とすると電流を異常に強く要し而も動作は不確實となる虞が多い。殊に残留磁氣の對抗策に用ひると前述の対策の結果として増した値より餘程大きな電流となる。

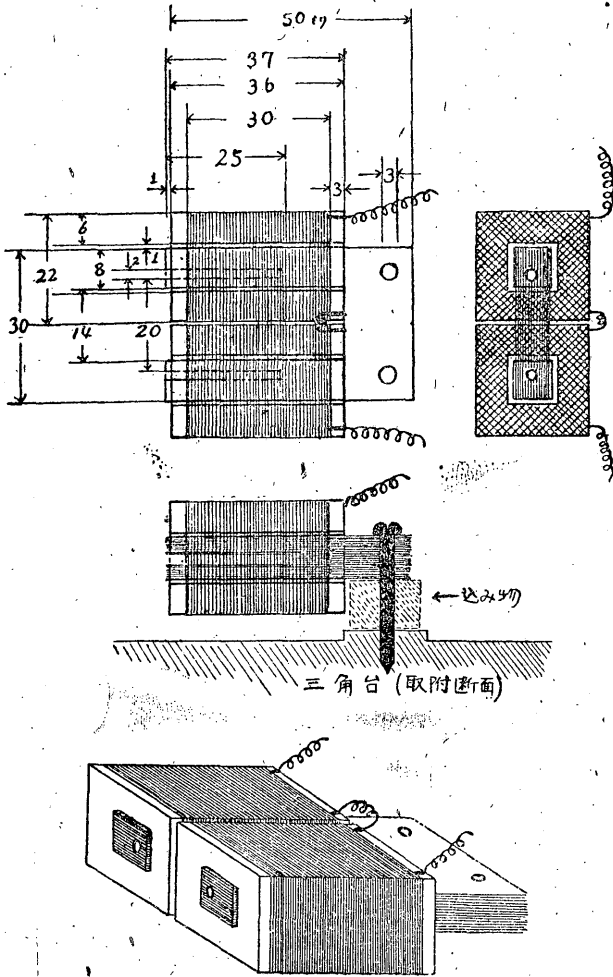
茲で電流の強さに就いて検討する。常識上當然電流は弱いのに越したことはないが、經濟的な面、火花、接點の消耗、残留磁氣、繼電器の都合等に就いて具體的にすれば；

經濟的な面：電氣の消費量だけに觸れると、刻時は毎分1秒間毎時5秒間として1日に大約0.5時間、電流の強さが各電路合計1Aとして1日の消費量0.5A.H. 1ヶ月15A.H.となる（インダクタンス電路なのでrush currentは起らない）。電源に乾電池を用ひる場合は使ひ方が問題となるので割愛し、一般に蓄電池が使はれて居ようから蓄電池を對象にすれば6V, 30A.H.位の小型なものでも毎月1回の充電で充分であらう。元來蓄電池は使用中でなくとも月1回の充電を適策とすることと對照してこの程度の電氣の消費は問題にならない様に思ふ。月2回の充電を必要とする消費量でも苦にならないであらう。

火花：火花の發生する爲の二次電壓は電流の變化に比例し、火花の規模も電流の強さに比例するから火花發生の好ましくないこの場合動作電流は弱い程都合がよい。尤も關係電路で1A位迄ならば殆ど完全に火花は消去出来る様になつたから問題でないとも云へる。

残留磁氣：前に述べた次第で弱いことが望ましいが、元來適切な素材を用ふべきもので問題外とも云へよう。

接點の消耗：火花の發生して居る接點の消耗は格段に酷いので別問題として、火花の認められない接點に於いても尙電氣的に消耗の行はれる所謂移轉現象は不可避である。この消耗は矢張り電流に相關するから弱い方がよい譯である。然しこの消耗は火花に因るものに較べて何分微々たるものであるから心配はいらないかも知れないが、長い間には相當な荒れが接點に起り、接觸が不確實に



なると共に銀以外の接点では分泌物が電気の高抵抗の爲に电路へこの抵抗が直列に入ることになる譯で、電流を亂し動作が不確實となる原因になる。

繼電器：一般に使はれて居る有極繼電器は比較的鋭敏である反面、斷續電流の強弱により鋭敏さが異なり強い程感度が劣化した如く動作し、time-lag も不定になる。それ故斷續電流は弱い程望ましく、火花さへ消去してやれば接点の動きは一般に輕快となり、time-lag は小さく且つ一定であり地震観測上甚だ好都合である。

以上の諸點から矢張り動作電流は弱い程好ましく、此度充分ではないが 100mA (1.5V) 位で動作し且つ残留磁氣も少ないウキーヘルト式及びマインカ式兩地震計の電磁石を製作し、實際に使用して大體満足する結果を得たので報告する次第である。

製作條件

この改良電磁石は電磁石のみの改良で動鐵片部分其他には觸れて居ない。從而電磁石の形や大きさは制限を受け、一見同一物の様で能率丈け擧げたことになる。材料に理想的なものが得られれば兎に角、大體何處でも容易に得られる物を用ひ、拙述に依れば誰にでも製作出来る様にした。

電氣の關係。1. 動作電流の強さ：形を大きく出来れば 50mA 位迄出来、可動線輪型の高能率の物は動鐵片の戻る力に最小限度がある爲使へそうもない。それ故前述の次第より 100mA と抑えた。之でも約 0.2 ワットに過ぎない。

2. 電源：蓄電池を用ひ 6V の電壓で使ふならば至極容易であるが數臺の地震計の場合接点にかかる電流は數倍となり改良にならない。他面、一二臺の地震計ならば蓄電池より乾電池の方が有利になることがあるから乾電池 1 個で動作するものを適當とした。斯くすれば蓄電池の場合 4 臺迄

直列に入れて 100mA で使ふことも出来る。

3. 抵抗: 上述電源と電流から決定されるが、茲で注文があるのは、乾電池が老衰しても 1.4V 迄は使へ、接点の接觸抵抗が 0.5Ω 迄許され、導線抵抗が 0.5Ω (約 10 米の距離を 0.8 耗導線で結ぶ) 迄充分とすれば、100mA の電流を得るには 13Ω 以上あつてはならない都合になる。

巻 き 數

電磁石の力は鐵核を同一とすれば巻き數と電流の強さとの積 (アンペア・ターン) に應ずるから、この積を幾何に踏めばよいかの問題となる。今迄のものは本來幾何であつたか不明、鐵核が違ひ、外部にも参考となる資料は無し勝手に 150~200 と踏んだ。従而巻き數は 2000、巻棒が 2 個であるから 1 箇に 1000 回である。

B. S. 番 號	近 似 直 徑 (耗)	1 米 當 り 近 似 値			1 種 當 り の 巻 數		
		抵 抗 (オーム)	重 量 (瓦)	安全電流 (アンペ ア)	エナメル 線	二重絹卷 線	二重綿卷 線
15	1.45	0.01	14.67	4.0	—	—	—
18	1.01	0.02	7.32	2.0	—	—	—
20	0.81	0.03	4.60	1.3	—	—	—
24	0.51	0.08	1.82	0.5	18	17	14
25	0.45	0.11	1.44	0.35	20	18	15
26	0.40	0.14	1.15	0.30	22	20	16
27	0.36	0.17	0.91	0.25	25	22	17
28	0.32	0.21	0.72	0.20	27	23	19
29	0.29	0.27	0.57	0.17	29	25	20
30	0.25	0.34	0.45	0.14	34	28	22

巻 き 線 の 太 さ

所要の巻き數に因る長さで最大許容抵抗値とから定まる。別表の様な参考資料から B.S. 27 番位と推定し 0.35 耗エナメル線を用いたが結果は 15~16 Ω となり僅乍ら巻棒に餘裕が出たから B.S. 26 番の方が良かったのではないかと思ふ。別表は關係のあるものを抜萃したもので巻き數以外は標準裸軟銅線で普通のエナメル線 (太い方は屋内配線の類) に適用出来よう。近頃のエナメル線は多少細目の出来上りでエナメル被覆の厚さは 5μ 位、直徑にして 0.01 耗増しの様である。1 種當りの巻き數も示したから巻棒の大きさから總巻き數及び平均一周から巻線の總長も推定出来よう。

鐵 核 の 關 係

直流であるから殘留磁氣、磁氣抵抗、形狀に就いて考慮すれば充分と思ふ。

1. 殘留磁氣: 殘留磁氣の全くない素材はないであらうが、炭素を可及的含まないもの (例へば純鐵=瑞典チャーコール鐵) とか 30% コバルト鋼が理想の模様である。然し入手困難なので比較的小さいと稱はれる珪素鋼を用ひることにした。これにも専門的には種類が多い様であるが注上變壓器の焼けた鐵核 (0.35 耗珪素鋼板) を使つた。渦流損は起らないから板である必要はないが入手

容易なものはラジオ等の變壓器用鐵核に限定されて了ふ。

2. 磁氣抵抗： 素材が決つたから鐵核の磁氣飽和と鐵核が繼いである場合は繼目の間隙乃至 Narrow path に就いて考慮すれば足りる。斷面積は所要の磁氣で飽和しなければよい譯であるが許せる限り大きい程よく、動鐵片に對し磁極が大き過ぎる場合は角を取る様に60度以内の角度で絞ればよい。繼目は密着せさ或は Narrow path にならない様注意すること。若し間隙とか Narrow path が出來るとその距離丈け動鐵片と磁極の間が増したのに相應し（大體鐵の1000倍、珪素鋼なら約6000倍の）磁氣抵抗となる。

3. 形状： 圖の如きもので斷面を正方形にした處に特徴がある。正方形斷面は同斷面積中最も能率が良いそうである。斷面積は何分0.2~0.5ワット程の小さいもので參考資料なく實驗も出來ず、結局在來の値に準じ多少大きくしたに過ぎない。在來の電磁石の連絡部は比較的薄い板で單なる連絡物の如く磁氣飽和の處があるが、今度は此の部分を大きくし電磁石取附枠を兼ねさせた。この爲取附けが在來のと異なり相應な込み物を要し、且つ在來のネジでは短かくて使へないから新に長いもの（2.5 糧位）を用意しなくてはならぬ。

製作に就いて

1. 鐵核の平面型を厚紙で造り、之で珪素鋼板をけがき鐵鉄で所要の枚數を切抜き、斷面が正方形になる枚數を一諸にして鑢で化粧仕上げする。取附け用ネジ穴と動鐵片のガイド用穴も穿つ。

2. この核を元にして丈夫な紙を三重位巻き、間をセメンダインの如きをもつて張合せる様に核から抜いて固化するを持つ。厚さ3耗位のベークライト板で適當に縁を作り兩縁が可及的平行狀に前者へセメンダイン附けする。片方の縁の兩隅へ小穴を穿ち巻線の端子を造る様にすると具合がよい。

3. 線を捲くにはバラ巻より整然と而も成層狀に捲上げ、亂れた時は稍々厚い紙を挟む。これを鐵核へ差込み磁極の性質を間違はない様に兩線輪を連絡する（同じ巻き方ならば巻き初めと巻き初め、或は終りと終りを連絡すればよい）。

何分素人の工作なので出來上りは極くまずいが性能は大體計畫の物が得られ、1.5V 80mA 位から働き初め 100~120 mA で確實となる。本臺では9臺の地震計を3群に分ち3臺づつ直列にして刻時し、電流は合計 400mA 以下である。3~4 臺ならば全部直列に入れ、地震計用として特別に電源を用意せず氣象觀測用の物と一緒にすればよい。

（昭和 24 年 4 月 15 日）