

ウ井ヘルト地震計据付及び取扱方に就て (其の二)

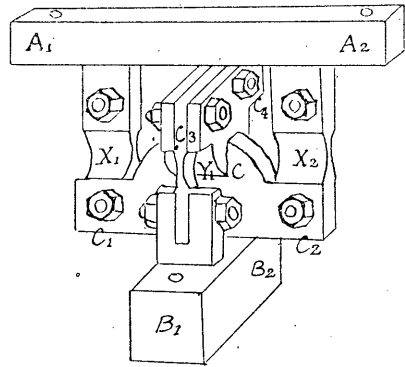
國 富 信 一
佐 藤 秀 雄

一、重錘承臺下部の構造 重錘承臺の下部のスプリングは二枚づゝ一組となり、其の二組が重錘承臺とフレームトとを連鎖し、而して各は東西、南北の各分動の運動を分擔する様に構造されたものである。

此の構造は第九圖の如く X_1 — X_2 、 Y_1 — Y_2 の二組が互に直交する垂直面中に存在する様に作られて居る。圖の A_1 、 A_2 はフレームのU字型上に固定され其の A_1 、 A_2 より X_1 、 X_2 のスプリングが下方に下り更に此の X_1 、 X_2 のスプリングの下部をC盤の兩端にて C_1 、 C_2 を以て固定してある。又C盤には之れに直交する他の盤 C_3 、 C_4 が固定してあつて、其れの兩端 C_3 、 C_4 には他の二枚のスプリング Y_1 、 Y_2 が小ボールにて固着されて居る。斯くの如き構造に依つて X_1 、 X_2 と Y_1 、 Y_2 の二組のスプリングは何れも各々一平面に含まれ且此の二平面は互に直交することとなる譯である。又 Y_1 、 Y_2 のスプリングの下部はB盤の兩端 B_1 、 B_2 に固着する様になる、 B_1 、 B_2 は重錘承臺の下部の南向きのU字型にネヂ込むのである。

而して A_1 、 A_2 、 C_1 、 C_2 、 C_3 、 C_4 、 B_1 、 B_2 は何れも水平の位置を保つて居る。

第九圖



斯かる構造に依つて倒立振子を承け東西及南北の分動を X 、 Y 二組のスプリングに分擔せしむるには、次の如き力の作用が生ずる譯である、先づ此の部分に於て上部の重錘を B_1 、 B_2 にて全部受ける。此の力は Y_1 、 Y_2 なるスプリングを通じて C_3 、 C_4 に作用し、其れを下方へ引下げんとする、然るに C_3 、 C_4 は C と密着せしめられて居る故に C が同時に、下方へ引下げられて力の作用を受ける結果として C の兩端なる X_1 、 X_2 を通じて A か下方へ向ふ力の作用を受け、之れが重錘承臺の U 字型に作用し、全體が釣合の状態に置かれる事となるのである。

斯くの如くして重錘は四枚のベンデング・スプリング X_1 、 X_2 及 Y_1 、 Y_2 に依り、倒立状態の下に支へて居らるゝわけとなる。斯かる状態の下にあつては重錘が B_1 、 B_2 の方向(即ち Y_1 、 Y_2 の兩スプリングを含む面内)に力の作用を受けた時には Y_1 、 Y_2 は全々運動を受ける事なく X_1 、 X_2 の兩者が此の力の下に對し振動し、又 A_1 、 A_2 の方向の力を受けた時には X_1 、 X_2 は全く振動をせずに Y_1 、 Y_2 の兩者が此れに對し振動する。若し此の中間に當る任意の方向から重錘に力が作用する時は X_1 、 X_2 、 Y_1 、 Y_2 の兩者は力の平行四邊形の法則に依つて夫々の分力を分擔して振動する譯となる。而して恰も上部の重錘を一つのピボットにて支へた場合と同等な状態と

なるのである。(ヅキヘルト地震計の如き重錘の重量が大なるものにあつてはピボットにて其の全體を支へる事は壓力の大なる爲め寸時にして其の尖端の破損を來し到底完全なる觀測することは不可能であるが、斯く壓力を張力に換へるならば此の缺點を補ひ得るのである。)

然し此の場合に單に南北だけの振動に對しても東西動はスラスト・アームの長さが一定せる結果として、僅少ではあるが振動を爲す恐れがある。然し元來ヅキヘルト式地震計は微動計として用ひらるゝもので極微なる地動は對して有效なるのであるから。斯かる缺點は器械の性質より考へると度外視し得べきものであらう。

一、描針承臺の構造 描針承臺はアルミニウム、レーバVAの先端の運動(振動)を更に第十圖なる回轉装置にて擴大して倍率を増さしめ記録せしむる装置と刻時装置とを備ふるものである。其の構造はD盤の前面に直立せるB(第十圖)なる枠にAなる他の枠が二つの坐 W_U 及 W_D とスプリングSに因つて支へられて居る。

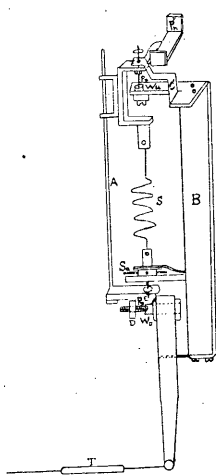
此れを据付くるには先づ W_U 及 W_D に P_U 、 P_D なりピボットを圖の如くに嵌める。此の時A枠がB枠と P_U 、 P_D 及びSの三箇所以外には接觸せぬ様に注意せねばならない。

此の際特に注意す可きは下部のピボット P_D か杵aを着けたる後に外れ易くなつて居る事にて其れはスプリングSが歪める爲めに起るのであるから、一度Sを取り外した上其の歪を直さねばならない。又 P_U

の上部及Eなる棒は夫々B棒の上端及びA棒の下端に穿つた孔を通つて居る故其れが、正しく孔の中心にあつて棒に接觸せぬ様に注意を要する。

次にA棒の下部Dに附したピホットとアルミニウムレバーVAとを連鎖するため此の兩者の間に棒aを挟むのである。此れにはVAとDとを平行になしSなるスプリングの捩力にて軽く挟むのである。而して此のスプリングSの力を加減せんにはS₁なる腕を廻轉せしむれば宜しい。又棒aは伸縮自在に作ら

第十圖



れて居る故VAとDとの距離に應じて適當な長さに加減することを要する。如斯く調整を爲し終れば描針をP_hなる溝に置き上部より軽くクランプする、此の際豫め描針支點の前後の重さを略ぼ等しくなる様指間に挟み尾部の小重錘を移動せしめて調整する事を要す。此れは描針と煤紙との間の

摩擦を減するためである。

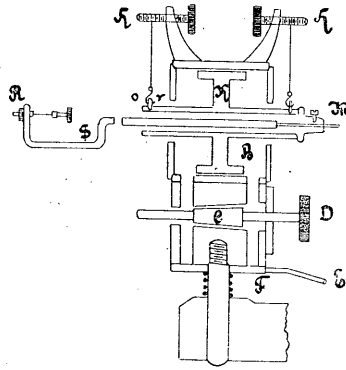
タイムチック(刻時装置)はTなる針金の尖端に固定した軟鐵板が電磁石の引力に因つて動く爲めにAを動かし、従つて描針の尖端を動かして刻時されるのである。而して此の刻時マークの長短は電磁石の前方の螺子に因つて軟鐵板と電磁石間の距離を加減して調節し得るものである。

一、制振装置 制振器は自己振動を殺滅する装置である。其の種類には現在使用中のものに空氣を利用

するもの液體を利用するもの及び磁石を利用するもの、三種の存在する事は既に知る所であるが、ウヰヘルト地震計は其の内の空氣を使用して居る。

今其の構造を圖に依つて説明する。第十一圖は即ち其の横斷面である。

第十圖



今地震の震動に因つて重錘が動き(地面に對して)其の動きがアルミニウムレバーに遷りRなるスプリングの連絡に因つてSなるアームを前後に動かす。Sが前後に動くと共にBなる眞鍮製圓筒の中間に吊されたるKなるアルミニウム圓板が前後に動く。Kは中央に圓筒を有して其の一端MにてRSなるスラストアームに固定され其の中間にてHなる鉤により細き金屬系を以てHに吊されて居るものである。

斯くの如きKの動きが何故制振の役をなすと云ふに若しKが前後に動く時は左側の空氣は壓塞され右側の空氣は體積を増す爲此の兩側の空氣がKの左方に動くを妨げると同時に内部の空氣の擾亂に依つて生ずる小氣渦が又振動を妨げて制振の役をなすのである。

故に斯くの如き制振器を完全に働かせしむるにはKの振動の多少に關はらずKがBなる圓筒に接觸せぬ事が第一要件である。而して此の調整には四つの釣糸の長さを適當に加減してKを圓筒の中央に置く

ことである。然し此の調整は極めて面倒である故相當な熟練を要する。

制振度を多少加減せんにはBなる圓筒の下部のCなる圓錐型穴をD(ネヂ頭)にて開閉することに因つてなし得ると共に又下部の平板FをEなる腕に因つて廻轉せしむる時はB内の空氣が其の下底部に穿つた孔を通して外氣を流通することとなり全く制振作用をなさざる程度にも爲さしめ得るのである。故に特別の場合に於て制振なしに地震計の固有振動を畫かしめんとする時にはE Fを充分廻轉せしめてB内の空氣を外氣と流通せしむる事を要する。斯くして固有振動を記象せしめた時描針が二三回にして靜止し充分満足なる振動を畫かなかつたならば其の故障の多くは制振器の調整不良なるに依るものである故に再び調整せねばならない。

一、週期の調節　ヅキヘルト地震計の週期は(一)重錘の重さ(二)重錘承臺下部のスプリングの彈性力(三)重錘重心の高さ(四)制振器の固有週期(五)アルミニウムレバーの固有週期(六)ペン承臺の固有週期等の諸要素が相關係し其等の組合せに依つて一つの合成週期を構成した結果として生じたものである。然るに(一)より(四)迄の要素は地震計固有のものであるから此れに因つて調節をなす事は出來ない。故に此の地震計の週期を調節せんには是非共(五)及(六)の要素に因らねばならない。

(五)はアルミニウムレバーの週期であるが、此のものは夫れ自身單獨なものとしては一定の週期を有するが、之れにスラストアームを附する時は其の固定點と廻轉軸との距離に因つて地震計の週期を變へ

得る。即ちアルミニウムレバーの中央のスプリング(第一圖のGS)とスラストアームの固定點BFとの距離を遠ざくる時は週期長く、近づくる時は週期短くなる。

又(六)即ちベン承臺のスプリングの強さ(杵を押す力)に因つて固有週期が變化するが此の場合にはスプリングを強むる時は週期が短くなり弱むる時は週期が長くなる。

依つて週期を調節せんには(五)及(六)の兩者に因つて變化せしめ得るが一般に(五)に因るよりも(六)に因る方が適當である。如何となれば(五)に由る場合にはスラストアームの固定點とアルミニウムレバーの廻轉軸との距離の變化が直接倍率に影響する事とスラストアームが正東西又は南北より變位する爲再びG盤(第一圖)の調整をし直さねばならぬ事等の不都合を生ずる。従つて週期の調整は主として(六)の方法に依るを便利とする。而してゲキヘルト水平動地震計の週期は大略四秒より八秒迄の間に變化せしめ得るが有効週期は六秒である。

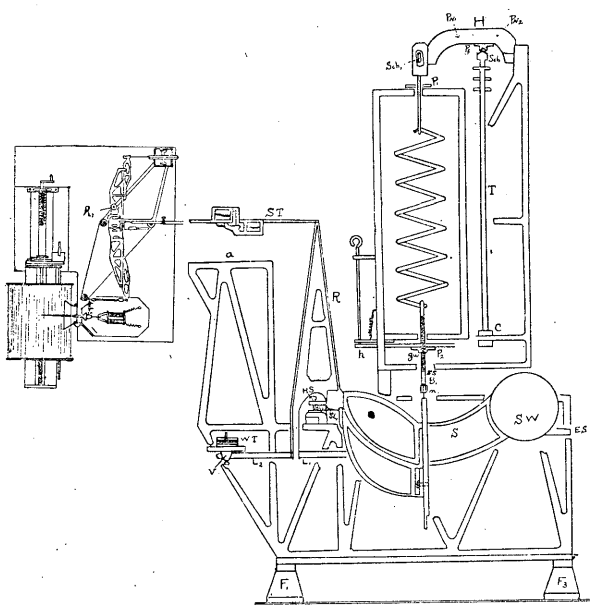
最後に第一圖に於てH A及びαがアルミニウムレバーAに直角に且つ水平となる様に注意せねばならない。此の調整はVAをづらす事制振器を上下する事及びD盤G盤のレベルを加減する事等に依つて調整し得るものである。

一、上下動地震計据付方法

上下動地震計は水平動地震計と異なり温度の影響を受くること大なれば温度の變化少なき室を選択す

べきであるが一方据付方向を任意になすも観測に關係しないと云ふ便利がある故室内で温度の影響が最も少なかる可き中央部を選んで据付くる方が適當であらうと思はれる。斯くして適宜に据付くる可き位置を選定せば先づ第一フレームと第二フレームとを圖(第十二圖)の如く上下に組合せ四つのネヂにて恰も一箇の枠の如く固く固定せしめる。而して四つの脚臺 F_1, F_2, F_3, F_4 の上へ水平に置く。

第二十圖



次に重錘の枠 S の先端 ES を背後の四角の枠中に入れ靜かに前部を下し HS_1, HS_2 なる螺子にて前面の枠に支へしめる。然る後 HS_1 及 HS_2 の螺子にて高さを加減しつゝ SL_1, SL_2, SL_3, SL_4 を漸次枠にネヂ込み續いて背部にある S_1, S_2 なる二つのネヂに S の一端 ES を枠の中央に固定する。(此の時の注意す可きは四枚のスプリング SL_1, SL_2, SL_3, SL_4 に至る ES と與へぬ様無理をせざる事を要する。

茲に於て SW の部分に重錘を兩側より嵌込みナットにて固定する。

次に上方のフレームの下部 C の上へ温度補正

器(T)を直立せしめ。其の上部にHなる腕を乗せ其の一端のナイフ、エツヂを杵の上部の溝に入る。其の際(PF)は其の前後を押へたる螺子にて適當の位置に置きTの上端のナイフ、エツヂSCHがPFの溝に入る様になす可し。

此の際最も注意を要するは溫度補正器を正しく垂直に立つ可き事にて、若し之れが垂直ならざる時は補正器の亞鉛棒を屈曲せしむる恐れがある。

次でSCH₁なるナイフ、エツヂにスプリングの箱を懸けるが此の場合にはSCH₁なるナイフ、エツヂが水平になる様に箱を垂下せしめねばならない。斯くして次に箱を杵へ四本の螺を以て固定するのであるが、之れより先きスプリングの未端gwへSSを箆め上下よりナットにて軽く固定して置く事を要する。

然る後L₁なる棒をSの前端にネチ込み更にRなる杵をSの前上部二本の螺子とL₂なる棒に因つて第十二圖の如く固定しVなる皿をL₂に箆め込む。

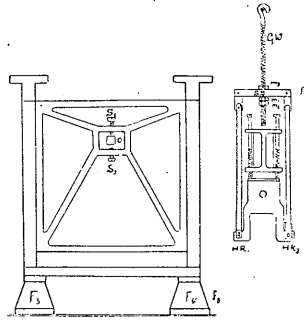
斯くの如くして一切の部分品を取りつけた後重錘SWをスプリングにて吊上ぐるのであるが、其のためには先づS₁の螺子を充分に弛め然る後(第十三圖)SSの下部にしたHR₁及HR₂なる二枚のベンディング、スプリングをSの下部なる鉤にかけ靜かにm₁なるナットをネチ上げるのである。

而してナットを一二回締め上げた後Sを支ふる前方の螺子HSを充分に弛める。此の時HSは指先きにて軽くネチり得る様になるまでm₁のナットを締め上げる事を要する。此の場合ナットを締め上くるには充分

注意してSSに附した四枚のペンディング、スプリングが絶対に歪まざる様細心の注意を加へねばならぬ。

扱重錘の杵Sの前部のHSのネヂを弛めたる後 m_1 なるネヂを相當までネヂ上げる時は箱の上下を支ふる鐵板 P_1 及 P_2 が自然に箱と離れるに至る(萬一箱と鐵板 P_1 とがペンキ等にて密着せる様なれば豫め箱の上下兩面を木槌にて軽く叩いてペンキを剝して置く事が必要である。

第三十圖



斯かる状態となりたる時は既にSWなる重錘が全く自由にスプリングのみに由つて吊下げられたる状態となるのであるから、上下の鐵板 P_1 、 P_2 は夫々上下へネヂ上げ常に箱と約五耗の間の距離を距つる様にす。次で重錘の釣合の位置を求めねばならない。

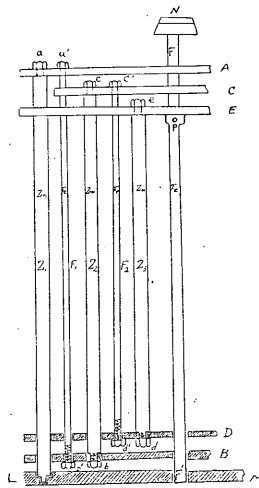
重錘の釣合の位置を求めためには更には更に m_1 のナットを締上げるが此の時は常にSの後端ESに注意し之れが S_1 、 S_2 の中央に於て極めて不安定なる釣合を保つ様になる迄ナットを締めぬばならない。斯くしてESが S_1 、 S_2 の間にて不安定を見出す様になればSSを上下兩方より m_2 及 m_3 なるナットにて堅く押へるが是れより先Sの前方にあるVなる皿には環状の重錘を四五枚を豫め載せて置く必要がある。茲に於て重錘の不安定な位置を見出すのであるが之れには少しくコツを要する。即ちESの部分下方より極めて靜かに押し上げると其れが不安定の位置を越

へた瞬間に突然上方へ跳ぬ上つて仕舞ふ。而して此位置を充分正確に求め得たならば其處でESを螺子S₁にて固く格蘭プする。

次に前面の臺上へアルミニウム、フレーム、描針承臺、製振器及びドラムを据付けけるが之れは全く水平動に於けると同様である。而して斯かる部分が若し充分調整されたならば其等の釣合の位置に於てラストアームSTを連結し、後部の螺子S₁S₂を弛めれば重錘は不安定の位置に靜止し茲に始めて地震計は全部の据付を了した事となる。但し此の際に描針が一方に偏し過ぎる様な事があらば其れは重錘の不安定な釣合の位置を求めるのが充分でなかつたのであるから前面V皿上の環狀重錘を加減して其の位置を補正す可きである。又スプリングは温度の影響を受ける事が大であるから温度の日變化約三度を越える室内では假令補正器が働いて居ても多少の伸縮をなすものである。今若し温度が上昇したとすればスプリングは伸びて重錘は下方へ移動する。従つて杵SはLSなるペンディング、スプリングを中心として回轉し杵Rは圖に於て右方へ動く。斯くの如きRの移動はラスト、アームによりアルミニウム、レバーを回轉せしめ描針は圖に於て下方へ動く譯である。故に温度の影響により描針の靜止の位置は常に移動するが此の點は如何に充分なる調整をしても絶對には避け得られぬ、上下動地震計の大缺點である。然して温度變化を生ずる室内にては時々描針の位置を檢して、若し其れが偏れる状態にあるならば前面V皿上の環狀重錘を加減して描針を常に正位置に保たしむる様注意を怠つてはならないのである。

次に温度補器の構造に就て一言する。此の構造は第十四圖に示すが如きもので Z_1, Z_2, Z_3 は亞鉛の棒、 F_1, F_2, F_3 は鐵の棒である。之等の棒は圖の如くA B C D Eなる鐵板にナットを以て固定されて居る。而して亞鉛棒は壓力に對し有効になる様又鐵棒は張力に對し有効な働きをする様に装置されて居る。扱亞鉛の線膨張係數は 0.0000297 で鐵のが 0.000012 であるから大略或る温度上昇に對して亞鉛は鐵の三倍だけ伸びる譯である。

第 十 四 圖



所で第十四圖に於てNはナイフ、エツヂを表はし第十二圖の m_2 に相當するもので其れに F, F' なる鐵棒を附し中部はPにて鐵板Eに楔を以て固定し下端 F' は全く自由に吊下せしめてあるから P, F' の部分は全く何等の働きも無く只體

裁の爲めに附せられてあるに過ぎない。之れで此の補正器は兩端Oにて地震計杵に立てられ中央上部のNにて腕Hを押し上げて居る。

今若し或る温度上昇に對して鐵の延びを1とすれば外方の亞鉛棒 Z_1 は3だけ延びA板をLM面より3だけ上方へ押し上げる然し一方鐵棒 F_1 は1だけ延びる故其の結果としてB板はLM面より2だけ上昇した事となる。然るに同時に Z_2 は矢張り3だけ延長して居るのでC板は5だけ上昇し、其れに連れて鐵棒 F のためD板が4だけLM面より高められた譯である。所でD板に固定された亞鉛棒 Z_3 は同様に3だけ

延びる故鐵板Eを押し上げて結局NはLM面より7だけ高められた事となり、補正器全體としては同じ長さの鐵棒七本を連結したものが温度上昇のため延びたのと同効果を呈するのである。

扱第十二圖に於てスプリングの延びにより重錘Sが下る場合には同時に補正器も延び之れは腕Hを押し上げ其の結果スプリングの支點Gを高めて重錘の下降するのを防ぐ作用をするものである。而して重錘の下降した距離とGの押し上げられた距離とが等しければ重錘の位置は一定となる譯で其の時の補正が充分に行はれて居るから温度上昇に對して描針が偏ることは無い。而してGの上昇する量はHの點の位置により一定の温度上昇に對しても多少の變化をなさしめ得る故若し補正が充分に行はれぬ様ならばPEの位置を適當に加減する事に依て可なり満足な程度迄補正を完全に行はしめ得るものである。

但しPEの位置を變化せしむる際にはCの位置も之れに應じて動かし補正器は常に垂直の位置に保たしめる事を忘れてはならない。如何となれば亞鉛棒には極めて大なる壓力が作用せる故其れが充分垂直ならざる時は水平の方向の分力を生じて亞鉛棒を屈曲せしむる故である。

以上はグキーヘルト地震計据付方及調整法の大要であつて取扱者諸氏の參考ともならば幸甚である。而して此上の事は只諸氏の體驗に俟つ外はないと考へる次第である。