

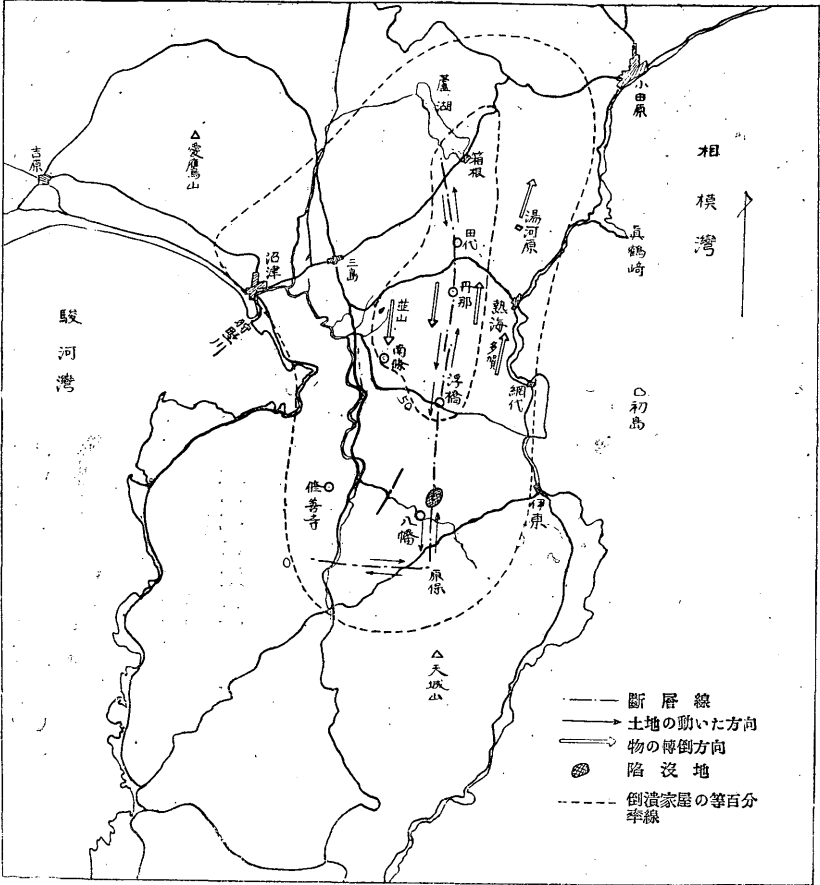
北伊豆烈震の震源の運動に就いて

鷺 坂 清 信

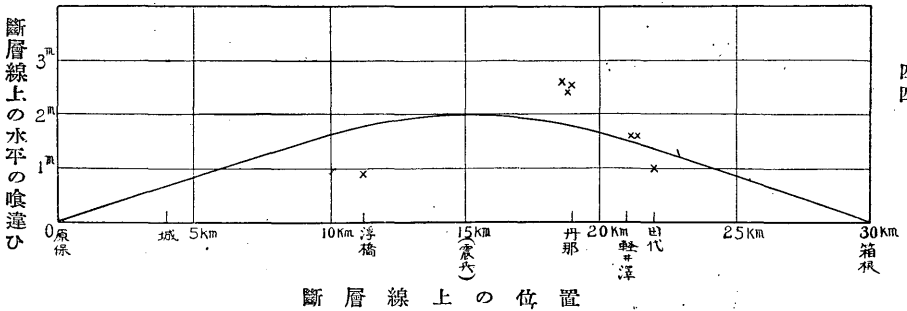
一、緒言 昭和五年十一月二十六日午前四時三分頃に發現した北伊豆烈震は北伊豆全體に大被害を及ぼしたものであつた。而して此の地震は南北に走る斷層を境界として其の東側は北方へ、西側は南方へ水平移動をなし、其の中央部の喰違ひは二米餘に及んで居つた事は實地踏査に依つてよく知られて居る（中央氣象臺、北伊豆烈震報告第一、第二參照）。然しながら其の移動の速さに關しては瞬間的に移動が行はれると見るものが多く、稀には徐々に行はれると考へて居るものもある。著者は此處に此の莫然たる速度の概念に關して考察しやうとするものである。尙序に不完全ながら震源の振動的運動をも論述しやうと思ふ。

二、斷層線 北伊豆烈震に際し地表に現出した斷層線を圖示すれば第一圖の如くなる。此の中の主斷層線は原保より箱根に至る長さ三十軒に亘るものである。而して此の主斷層線は山嶽地方を走るものなれば其の各部分の喰違ひの測定は困難であるが、今其の知られたものにつき圖表を作れば第二圖の如くなる。此の圖に於いて縦坐標は喰違ひの大いさを示し横坐標は斷層線上の位置を示すものである。是等の點を連ねる線を描けば大體正弦波形をなすと見做す事が出來やう。又斷層線の兩側に於ける地殻の變

第一圖



第二圖 主断層線上に於ける地變圖



四四

断層線上の位置

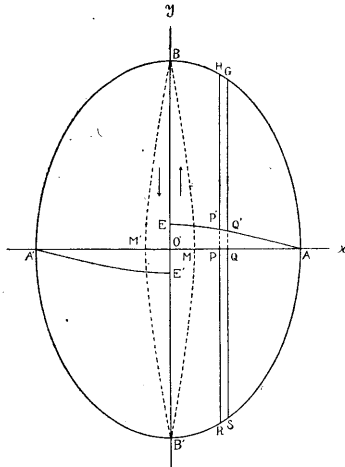
位は喰違ひの二分の一と見做し得る事が出来やう。然れば中央に於ける一側の變位は約一米である。

地殻は可なり完全なる弾性體と考へ得るであらう故に之等の變位は單に斷層に極めて近い兩側にのみ行はれるものでなくて斷層線を直徑とする略圓内に行はれるものと考へ得るものであらう。

偕斯様な變位が行はれるためには、歪力として北伊豆地方に於いては北西、南東の方向に壓力、北

東、南西の方向に張力が作用してゐたものと考へなければならぬ。

第三圖



シ軸上の各質點の變位は正弦波型をなすと見做し得るが故に次の式で與へられる。

$$\xi_y = \xi_1 \sin\left(\frac{\pi}{2} + \frac{\pi y}{2b}\right) - b \ll y \ll +b \dots \dots \dots (1)$$

但し b は斷層線の長さの半分即ち十五軒に取る。圖の點線は y 軸上の變位の大きさを x の方向を假りて

示したもので、矢は變位した方向を示してゐる。

次に y 軸に垂直なる x 軸の變位も第三圖の $E'P'Q'A$ なる線の如く正弦波型と見做し得るであらう。即ち地震前に於いて $A'O A$ なる土地に固定した線が地震後には $A'E'$ 及び $E'P'Q'A$ なる線の位置に移動したと考へる事が至當であらう。然るときは x 軸上の點の變位 ξ_x は次の式で與へられる。

$$\xi_x = \xi_1 \sin\left(\frac{\pi}{2} + \frac{\pi x}{2a}\right) - a \ll \alpha \ll + a \dots \dots \dots (2)$$

此處に a の値を如何に定むべきかは問題であるが著者は此の地方に於ける縦波の速度と横波の速度との比一・六八にりの a に對する比が等しくなる様に定めた、然るときは約九籽である。次に簡單のために比の楕圓内の任意の點に於ける變位は此の二つの變位から次の如く置く

$$\xi = \xi_1 \sin\left(\frac{\pi}{2} + \frac{\pi x}{2a}\right) \sin\left(\frac{\pi}{2} + \frac{\pi y}{2b} \frac{1}{\sqrt{a^2 - \alpha^2}}\right) \dots \dots \dots (3)$$

(1)(2)の式の假定が是認されても、各部の壓縮或は延長に際して、それと直角の方向にも擴張或は縮小する事を考へれば(3)式は嚴密には正しくない。

偕(3)式の假定の下に地震のために、地殻の體積素片 dV の中で消費される位置のエネルギーは

$$dW_p = \frac{1}{2} \left\{ E \left(\frac{\partial \xi}{\partial y} \right)^2 + n \left(\frac{\partial \xi}{\partial x} \right)^2 \right\} dV \dots \dots \dots (4)$$

式中Eは延長の弾性率でnは剛性率である。

今W_pを北伊豆烈震に依つて消費された全エネルギーとすれば

$$\begin{aligned}
 W_p &= \int_0^2 \int_0^2 \left\{ E \left(\frac{\partial \xi}{\partial y} \right)^2 + n \left(\frac{\partial \xi}{\partial x} \right)^2 \right\} dV \\
 &\quad + \frac{b}{a} \sqrt{a^2 - y^2} \\
 &= 4 \int_0^h dz \int_0^a dx \int_0^2 \frac{1}{2} E \left\{ \frac{\partial \xi}{\partial y} \sin \left(\frac{\pi}{2} + \frac{\pi x}{2a} \right) \sin \left(\frac{\pi}{2} + \frac{\pi y}{2a} \sqrt{a^2 - x^2} \right) \right\}^2 dy \\
 &\quad + \frac{a}{b} \sqrt{b^2 - y^2} \\
 &\quad + 4 \int_0^h dz \int_0^b dy \int_0^2 \frac{1}{2} n \left\{ \frac{\partial \xi}{\partial x} \sin \left(\frac{\pi}{2} + \frac{\pi y}{2b} \right) \sin \left(\frac{\pi}{2} + \frac{\pi x}{2a} \sqrt{b^2 - y^2} \right) \right\}^2 dx \\
 &= \frac{1}{2} \times 0.0875 \pi^3 h \left(\frac{a}{b} E + \frac{b}{a} n \right) \xi_1^2 \dots \dots \dots (5)
 \end{aligned}$$

- | | |
|-----------------------|---|
| $\xi_1 = 1 \text{ m}$ | } |
| $b = 15 \text{ km}$ | |
| $a = 9 \text{ km}$ | |
| $h = 5 \text{ km}$ | |

此處に於いて土地の運動が深さに従ひ如何なる模様で行はれるかを顧慮する必要がある。然しそれを決定すべき材料は極めて、寡少であつて只次に述ぶる如き條件による外はないのである。其の第一は丹那隧道内に於ける喰違ひが二三米であつて其の地表に於けるものと殆んど同一である事。次は走時曲線から考へて深さは極めて淺いもので數籽を越へる事は有り得ない。然し三十籽にも亘る斷層線が現出して居る所から見て、深さが一籽以内であるいふ事は考へにくい。然れば深さを約五籽と推定する事に依つて、此の地震で消費されたポテンシャルエネルギーのオーダーを定める事が出來やう。

次にE及び n は深さの函數であつて、此の地方に於ける縦波及び横波の速度から其の値を算出し表示すれば次の如くなる（驗震時報第五卷第一號參照）。

第一表

深 n (籽)	〇	一〇	二〇	三〇	四〇
$E \times 10^{-11} \text{ C. G. S.}$	三、三〇	七、五六	九、八二	一、一八〇	一、三、五〇
$n \times 10^{-11} \text{ C. G. S.}$	一、三三五	三、〇三八	四、〇〇〇	四、八二二	五、五〇〇

尙日下部博士の伊豆地方を構成する安山岩のE及び n の測定値は本表の地表の値に略等しい。今本表から深さ五籽迄のE及び n の平均の値を求めれば夫々

$$4.60 \times 10^{11} \text{ C. G. S.}$$

$$1.88 \times 10^{11} \text{ C. G. S.}$$

となる之を(5)式に代入して

$$W_2 = 4 \times 10^{21} \text{ C. G. S. } \dots\dots\dots (6)$$

此の値は北伊豆烈震にて消費れたエネルギーのオーダーを與へるものである。

次に北伊豆烈震の際土地の各部分が略どの位の速度で移動したかを定むるために運動のエネルギー W_k を計算する必要がある。今地殻の體積素片 dV の速度を v とすれば其の運動のエネルギーは次の式で與へられる。

$$dW_k = \frac{1}{2} \rho dV v^2 \dots\dots\dots (7)$$

今或る瞬間に於ける原点の變位を ξ_1 とすれば各點の變位は前と同様(3)式で與へられる。従つて或る瞬間に於ける運動のエネルギーの總和は次の如くして計算される。

$$\begin{aligned} W_k &= \int \frac{1}{2} \rho v^2 dV \\ &= 4 \int_0^b dz \int_0^a dx \int_0^a \frac{1}{2} \rho \left\{ \frac{d\xi_1}{dt} \sin\left(\frac{\pi}{2} + \frac{\pi x}{2a}\right) \sin\left(\frac{\pi}{2} + \frac{\pi y}{2b\sqrt{a^2 - x^2}}\right) \right\}^2 dy \\ &= \frac{1}{2} \frac{\pi a b h \rho}{3.390} \left(\frac{d\xi_1}{dt} \right)^2 \dots\dots\dots (8) \end{aligned}$$

$$W_k + W_n = \frac{1}{2} \frac{\pi a b h \rho}{3.390} \left(\frac{d\xi}{dt} \right)^2 + \frac{1}{2} \times 0.0875 \pi^3 h \left(\frac{a}{b} E + \frac{b}{a} n \right) \xi^2 = \text{常數} \dots \dots \dots (9)$$

依つて此の振動の週期は

$$T = 3.671 a^2 h \sqrt{\frac{\rho}{a^2 E + b^2 n}} \dots \dots \dots (10)$$

此の結果によれば地震の震源の運動の週期は其の地震の規模が大きい程大となるのである。今 a b h E n 等は前記の値を用ひ ρ を二・七として、週期を求むれば左の如くなる。又(9)式は震央に於いては單弦振動をなす事を示すが故に其の最大速度、及び最大加速度を求むる事が出来る。

$$T = 7.5 \text{ 秒} \quad \alpha = 72 \text{ 厘/秒}^2 \quad \eta = 85 \text{ 厘/秒} \dots \dots \dots (11)$$

此の週期をもつて、第三圖の周邊を節とする定常振動が如何様に地震計対象の上に示されるかを吟味するは興味ある問題であるが今暫くそれをさけて次節の事柄を研究する。但し斷層の喰違ひは此の週期の四分の一の間に爲されるものと考へらる。又最大加速度は豫期に反して小さい、この事は次節の簡單なる實驗によつて更に明かにされる。

三、轉倒物 此處に調査の對象に選んだ轉倒物は墓石並びに石燈籠を主としたのであつて、第一圖に示すが如く震央から數軒以内の村落に於いては規則正しく地面の動いた方向に轉倒して居る。而して丹那附近に於ける墓石、石燈籠等が一律に地面の動いた方向に轉倒して居つた事は地震當時實地踏査され

た本多氏並びに石川氏より著者が直接に聞いたものであつて、多賀村葦山村等に於けるものは著者の踏査に依るものである（中央氣象臺、北伊豆地震報告第一報参照）。

尙他の轉倒物につき概要を記せば國富技師の説明によれば丹那畑部落の斷層の兩側に建てられた家は、前記の報告の第六十八圖の寫真に示される如く、土地の動いた方向に何れも倒れてゐる。又同報告中の本多氏の踏査報告によれば丹那附近の家は概して、土地の動いた方向に倒れてゐる。葦山等に於いても多くの家は南方に倒れ、又東西に長い家が南北に長い家より多く倒れて居つた。石垣、壁、堤等も斷層に垂直の方向に長いものが、震央から數軒以内に於てはより多く崩壞して居つた。之等は何れも前記の報告中に記されて居る事である。

今便宜上轉倒物が地面の移動した方向と同一方向に倒れることを順轉倒と名づけ、反對の方向に倒れることを逆轉倒と名づける。而して地面の運動により物體が順轉倒或は逆轉倒の何れかをなすのは其の運動の初加速度の小大に依つて定まるものである。

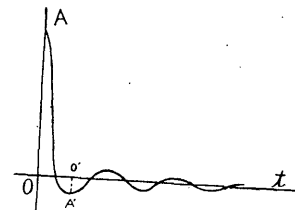
扱北伊豆地震の際に震央地附近では順轉倒が行はれた程度の運動であつて、逆轉倒をなし得る程度の初加速度はなかつたといふ事が考へられる。此處に着目して丹那附近に於ける土地の運動の速さを次の如き簡單なる實驗から考察して見やうと思ふ。

實驗に先だちて著者は地震後に殘存する斷層線上の喰違ひは最初の一動にて行はれ、其の後は第一動

に比して極めて小さい振幅の運動が行はれるものと假定する。其の振幅と週期との有様を圖示すれば第四圖の如くなる。然れば物體は地面の運動の最初の四分一週期の間に得た運動量のために倒れるのであると考へられる。

前節の(9)式は次の如く簡単に記すことが出来る、式中 μ は常數である。

$$\frac{d^2\xi_1}{dt^2} = -\mu^2\xi_1 \dots\dots\dots(12)$$

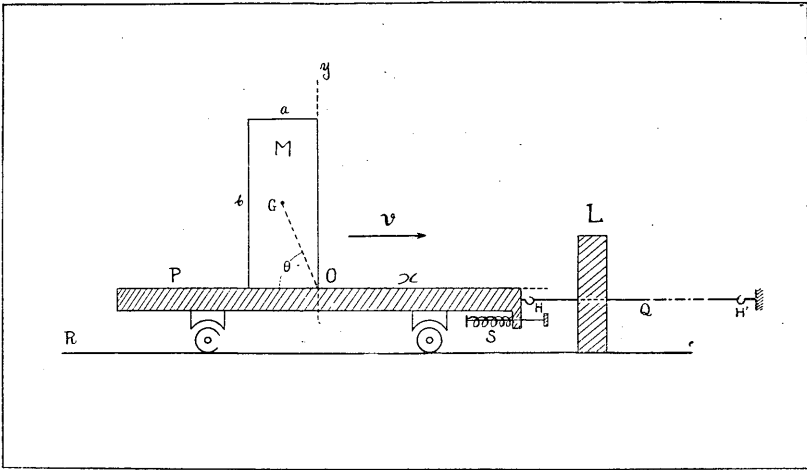


第四圖

即ち上述の假定即ち第二圖の曲線が正弦波形なすといふ假定の下に導かれた震央に於ける單振動の式である。然れば單振動をなす如き加速度を轉倒物を載せた臺に與へ最大の速度の處で臺車を止めて轉倒の有様を検すればよいことになる。

實驗装置は第五圖に示すが如きものであつて、レールRの上を移動する臺車P(二〇六六瓦)の上に轉倒物を載せてゴム糸Qの力に依つて運動せしめるのである。臺車が臺車受Lに接觸して居るときには、ゴム糸の張力は略轉倒物を載せたときの臺車の摩擦力に等しくなる様に調整する。而して此處に取扱つた物體は第二表に示すが如き邊の長さを有する木片の角柱三個である。便宜のために此の三個の角柱を M_1 、 M_2 、 M_3 と夫々に命名する。

始め臺車を僅に引張つて放つても臺上の物體は倒れないであらう。次第に引張る距離を増すときは、遂



第五圖 實驗裝置

に臺車が臺車受に衝突する際に順轉倒(運動の方向に倒れる)をするに至るであらう。此の順轉をなす最小のゴムの延びの長さA、及び其の衝突する迄の時間(T-4)を測定する、然るときは順轉倒する爲に必要にして且充分なる衝突の速度が算出される。此の實驗に際して物體Mは殆んど滑らなかつたが尙之を防ぐために物體Mと臺車、Pとの間に新聞紙に濕氣を含ませたものを入れた。

扱最初與へた變位Aとゴム糸の最初の張力を測定して置けば、最大加速度 α 、衝突の際の速度 v 及び週期Tは(12)式により算出される、又ゴム糸の張力の代りに、衝突に要する時間T-4を測定するも同じ目的を達することが出来る。今此の實驗の結果を表示すれば次の如くである。

第二表 順轉 倒

M ₃			M ₂			M ₁			初變位	運動の時間	最大加速度	最大速度											
									A	T/4	α	v											
									(T/4)	(α)		(v)											
四、〇	八、〇	一一、五	一三、五	三五、二	五、〇	一〇、七	二五、〇	五四、〇	八、五	一七、〇	五二、〇	六二、〇	九五、〇	二、〇五	一、四七	七二	五六	七三	二、四〇	四一	六一	六二	
〇、一一	〇、二一	〇、四二	〇、五九	一、二三	〇、一二	〇、二四	〇、七八	一、五八	〇、一八	〇、三五	一、二七	一、四七	二、〇五	二、〇五	一、四七	七二	五六	七三	二、四〇	四一	六一	六二	
八八六	四四〇	一六五	九九	四五	八三八	四四一	一〇二	五三	六五六	三二七	八八	七二	五六	五六	八八	七二	五六	七三	二、四〇	四一	六一	六二	
平均の値					平均の値			平均の値	平均の値														
四七	六〇	五九	四四	三五	六〇	六五	六九	五一	五六	七一	七五	七三	六七	六七	七一	七三	七一	七一	七一	七一	七一	七一	七一

初變位とゴムの張力から算出せる値

(T/4)は臺車が放された時より衝突迄の時間

轉倒せしむる物體の形

P	高さ		横×	物質	質量	密度
	標	標				
M ₁	三〇、三	一一、一	一三、五	木材	三〇五瓦	〇、六七
M ₂	二一、一	七、五	七、四	〃	五四四	〇、四七
M ₃	一一、二	三、六	三、六	〃	七八	〇、五三
					二〇六六	

×運動の方向に直角なる面の横幅

此の第二表の同じ最初の距離に對して、ゴム糸の張力から計算した場合と、衝突までに要する時間から計算したものとは一二割の違ひがある。之はゴムの張力が完全に其の延長に比例しないこと、時間の嚴密なる測定が困難のためである。但し此の衝突に要する時間はクロノグラフを用ひ其の運動の始め及び衝突の際を電接せしめたのである。

此の第二表に於いて注目すべきことは最初の變位Aの如何に係はらず、衝突の際の速度が略等しい事である。斯の事につき少しく考へて見る。物體Mを第五圖の如く臺車の上に載せた臺車が速度vを以つて、臺車受Lに衝突した場合Mの廻轉を考へて見る。此の場合の廻轉運動の式は次の如く與へられる。

$$I\dot{\theta} = -mg \overline{OG} \cos\theta \dots\dots\dots (13)$$

此處にθは重心Gと廻轉軸Oを結ぶ線と水平線との角度である。此の式を積分して

$$I\theta^2 = -mg \overline{OG} \sin\theta + C$$

今初角速度を ω とし初角度を θ_0 とすれば

$$I\dot{\theta}^2 = \omega^2 I + 2 mg l (\sin \theta_0 - \sin \theta)$$

但し

$$C = I\omega^2 + 2 mg \overline{OG} \sin \theta_0$$

$$\overline{OG} = l$$

更に $\theta = \frac{\pi}{2}$, $\dot{\theta} = 0$ と置けば

$$\frac{1}{2} I\omega^2 = mg l (1 - \sin \theta_0) \dots\dots\dots (14)$$

此の式の右邊は物體Mを重力に逆つて廻轉し、其の重心Gをして廻轉軸の鉛直上まで持ち來たすに要する仕事に等しい。又左邊は物體が廻轉運動を初めた瞬間に於ける廻轉運動のエネルギーに等しい。之等は何れも物體Mが衝突の際有する運動のエネルギー $\frac{1}{2} Mv^2$ よりも小さい事は勿論である。臺車の衝突の際、物體MのOなる軸の周りの廻轉のエネルギーは $\frac{1}{2} M(v \sin \theta_0)^2$ である故に

$$\frac{1}{2} I\omega^2 = \frac{1}{2} M(\sin \theta_0)^2 \dots\dots\dots (15)$$

従つて

$$\omega = \left(\frac{v \sin \theta_0}{l} \right) \dots\dots\dots (16)$$

$$I^2 = \frac{a^2 + b^2}{12} + l^2$$

(14) 及び (16) 式から v を求むれば

$$v = \frac{\sqrt{2gl(1 - \sin\theta)}}{\sin\theta} = \frac{\sqrt{g(a^2 + b^2)}(\sqrt{a^2 + b^2 - b})}{b} \dots\dots\dots (17)$$

即ち物體が轉倒に要する速度は其の物體の形にのみ依つて定まるものである。今我々が實驗に用ひた三つの物體につきて此の速度の値を算出すれば

M_1	M_2	M_3
0	48 糎/秒	38 糎/秒
		25 糎/秒

之等の値は實驗で求めた値の八割乃至五割である。實驗で求めた値が大き過ぎることは臺車に S なるスプリングを用ひ最後の速度を緩和したのが主な原因となつて居るやうである。又廻轉を初める瞬間に物體 M と臺車との接面に於いて消失されるエネルギーも考慮する必要があらう。兎も角も順轉倒に關しての最大加速度、最大速度及び週期の四分の一の値等の大體の値を求むることが出來たわけである。

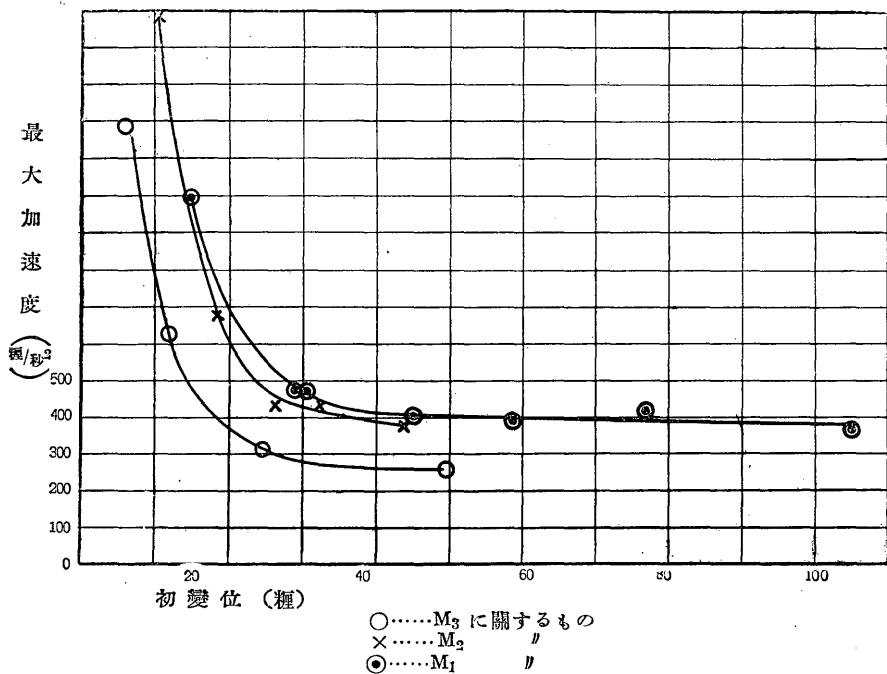
再び實驗を行ふ、順轉倒の場合の實驗に於いて、或る初變位及びゴム糸の強さに對して、辛うじて順轉倒をなしたとする然るとき更に僅か初變位を増加するも尙順轉倒をなすのみであるが次第に初變位を増すときは、遂に逆轉倒(臺車を放つ際に物體 M が臺車の運動に對して逆の方向に轉倒)をなすに至る。斯様な實驗を種々の場合につきて行ひ、其の初變位、ゴム糸の張力、及び四分の一週期等を測定して第三

表の結果を得る。

第三表 逆 轉 倒

	M_3	M_2	M_1	初 變 位	初變位とゴム糸の張力から算出せる値		
					運動の時間 $T/4$	最大加速度 α	最大速度
	一〇五、〇			秒			
	七、七、〇			〇、六八	三六四 $\frac{\text{綱}}{\text{秒}^2}$	一八四 $\frac{\text{綱}}{\text{秒}}$	
	五八、五			〇、六一	四一六	一七九	
	四五、〇			〇、五三	四〇二	一五二	
	三〇、五			〇、四〇	四七〇	一三四	
	二九、〇			〇、三九	四七六	一三〇	
	一五、〇			〇、一九	九九五	一二〇	
	四四、〇			〇、六一	三八一	一四九	
	三二、五			〇、四三	四三三	一一九	
	二六、五			〇、三九	四三七	一〇八	
	一八、五			〇、二六	六七七	一一二	
	一〇、五			〇、一三	一四八五	一二五	
	四九、五			〇、六八	二六一	一一三	
	二五、〇			〇、四五	三〇二	八七	
	一二、〇			〇、二二	六二六	八七	
	六、〇			〇、一一	一八五	八四	

第六圖 逆轉倒の場合



第三表に於いて注目すべき事は初變位 A が物體の底邊に比して相當大なる時は物體が轉倒するに要する初加速度(最大加速度)は初變位に無關係に一定であるといふ事である。此の事は第六圖の如く示すことにより一層明瞭になる。此の事を少しく考へて見やう。此の場合の廻轉運動は臺車を放した瞬間に始まるべきもので其の式は

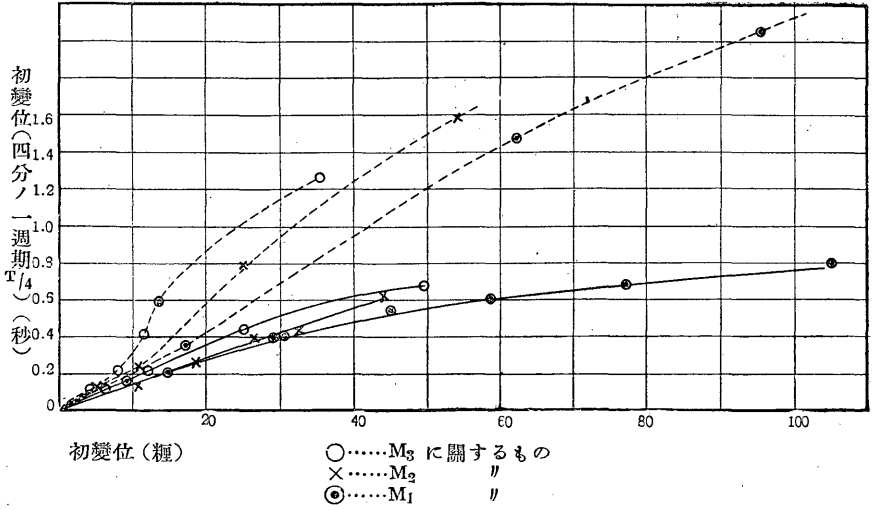
$$I \frac{d^2 \theta}{dt^2} = m \alpha \overline{OG} \sin \theta - m g \overline{OG} \cos \theta \dots (18)$$

但し α は臺車の加速度であつて(12)式の $\frac{d^2 \xi_1}{dt^2}$ に相當するものである。此の式より物體が轉倒を始めるための要件は

$$\alpha \tan \theta = \alpha \frac{b}{a} < g \dots (19)$$

$$\alpha > g \frac{a}{b} = \alpha_0 \dots (20)$$

第七圖 點線は順轉倒，實線は逆轉倒の場合



今此の α_0 なる轉倒に要する最小の初加速度を計算すれば
 夫々次の如くである。

M_1 M_2 M_3
 α_0 359 cm./sec.² 349 cm./sec.² 315 cm./sec.²

之等は第六圖の横軸に平行なる部分の値に略等しい。此の事は初變位Aが充分に大きい時は一度倒れかゝる時は再び元の位置に返らない事を意味する。而して此の α_0 も物體の形のみによつて定まるものである。初變位が小さい時は一度倒れかゝつて起き返へらないためには初加速度が充分に大きい事を必要とする。

然し M_3 なる物體は實驗に用ひた三つの物體の中最も小さいものである。故に此處に求めた α_0 の値三一五は實驗から求めた値二六〇に比して大きく。其の割合は他の物體 M_1 、 M_2 等よりも著しい。此の事は小振動を伴ひつゝ移動するときには小さいもの程倒れ易い事を意味するものであらう。

次に第一表及び第二表よりAとT₄との關係を圖示すれば第七圖の如くなる。而して點線は順轉倒に關するもので實線は逆轉倒に關するものである。此の最も長い二線は物體M₁に關するものであつて此の二線の間の區域に於いてM₁なる物體は順轉倒をするものである。

物體M₁を用ひた際、初變位一米に對する逆轉倒及び順轉倒の兩者の場合に於けるT₄を此の圖より讀み取れば夫々0・七七秒と二・一三秒とである。此の二つのT₄間に於いて物體Mは順轉倒をする筈である。而して普通の墓石の高さと幅との比は二倍乃至三倍であるが故に物體M₁の轉倒は墓石の轉倒を代表する者と考へる事が出來やう。然らば丹那附近に於ける土地の最大加速度は第一表及び第二表より約四八^糶/_{秒²}と四〇〇^糶/_{秒²}との間にある。又最大速度は六〇^糶/_秒と一九五^糶/_秒との間にある事が解る。而して前節に於て理論的に求めた結果は此の値の範圍に含まれてゐる。

今土地の運動の週期及び丹那に於ける最大加速度及び最大速度等に關し理論的結果と實驗的結果とを對照して表示すれば次の如くなる。

第四表

	理論的の値	實驗的の値
四分の一週期 T ₄	一秒八七	自〇・七七秒 至二・一二秒
最大加速度 α	七二 ^糶 / _{秒²}	自四八 ^糶 / _{秒²} 至四〇〇 ^糶 / _{秒²}
最大速度 v	八五 ^糶 / _秒	自六〇 ^糶 / _秒 至一九五 ^糶 / _秒

斯の結果よりして我々は大地震の際の土地の運動の週期は案外大きいものであつて、加速度、速度等は亦案外小さいものである事を是認しなければならぬ。只最初の第一動の終りに於ける運動量の變化は可なり急激であつて此の爲に建物の被害は大きいものであると考へられる。然れば著者は斷層線の東側の北部に箱根、斷層線の西側の南部に梅木、原保、佐野等の山崩があつて共に特に被害の多かつた事は斷層の兩側に於ける土地の運動量を急激に消費せしめるとき生じたものと考へられる。尙第一圖の點線の内部にのみ倒潰家屋のあつた所から見て震源範圍以外の單に地震波のみによる場所では案外被害は少ないものであり、之地殻が含み得る震波のエネルギーに制限があることを意味するものであらう。

四、震源の運動と記象型 大地震の際の地震記象の最初の部分に長週期の波が出て、其の中に幾つもの短週期の波を含んで居る事はよく知られた事柄である。而して初動としては通常此の短週期の波の方向を取つて居るのであるが、此の長週期の波の方向も此の短週期のものと全く同一である事もよく知られたる事實である。然れば此の長週期の波の初動方向を取つても震源の運動の機巧は短週期の初動を取つたものと全く同様に論ぜられる。之等の事から考へて此の長週期波は震源の運動の機巧と直接關係してゐるものと考へなければならぬ。

又著者の想定した第三圖の楕圓内の定常波の週期七・五秒は北伊豆烈震の初動の長週期の平均六秒乃至七秒と合致してゐる（北伊豆烈震報告、石川氏報文參照）。

以上の事實から見て此の長週期波は震源の定常波に直接基因するものであつて、此の震源の一震動の中に幾つもの短週期の波を出すものである事が認められる。此の事に關する調査は趣味多きことであるが、著者は最初に論ぜんとすることを既に盡したる故に他日にゆづることとする。

五、結論 北伊豆烈震で生じた斷層線の水平の喰違ひを縦軸に取り、斷層線に沿ふて測つた距離を横軸に取れば、其の喰違ひの大きさを示す曲線は大體に於いて正弦波型と見做し得られる。而して地殻は完全な彈性體として震央附近の運動状態を概算した、其の最大加速度は七二糶秒²、最大速度は八五糶秒及び地震後に残存する龜裂が成されるまでに要する時間、即ち四分の一週期、一、八七秒を得た、尙此の計算に於いて北伊豆烈震で消費されたポテンシャルエネルギーを求むることが出來た、其の値は

$$4 \times 10^{21} \text{ C.G.S.U.}$$

である。

次に此地震の際轉倒した物體、特に墓石、石燈籠等に注意して其の轉倒の條件を吟味し、此の方からも震央附近に於ける最大加速度、最大速度及び四分の一週期等を決定することが出來た。而して之等によりて決定された値の範圍は案外小さく、其の範圍内に前述の理論的の計算値は含まれてゐた。其れ等の結果は第四節の第四表に示した。

最後に震源の運動の週期は約七、五秒であつて、各地の觀測に於いて之に近い週期の初動が現出して

居り、其の方向は震源の最初の移動方向に矛盾しない所から見て、震源の動きが直接地震波となると見られる。但し之より小さい週期の波も同時に出る。

終りに臨んで此の報文の作成に關して種々御指導下された岡田臺長閣下並びに國富、本多兩技師に深謝する次第である。尙挿圖については三浦秀正氏、實驗については岡四四亥、田村昌進及び越村宗作氏を煩した其の御親切に對し厚く御禮を申述べる。(昭和六年十一月中央氣象臺にて)

文 献

- 一、驗震時報、第四卷第三號及び第五卷第一號