

上下動及水平動の初動發現時の遅れに就いて

高 谷 靜 馬

地震計の水平動及び上下動に現れる初動の振幅の相對的大きさは震源から發した震波の地表面に於ける射出角(震波線と地表面とのなす角)に依る事は容易に考へられる事で波の來た方向に於ける振幅の水平及び上下の分振幅に分つ事が出来る。今若し兩地震計の感度が全く相等しいものと見做せば其の記象紙上に現れて來る振幅に依つて射出角を決定する事が出來又其角が四十五度であれば兩地震計の初動の振幅は等しくなければならぬ。又假りに兩地震計が理想的に感度極めて良いものとすれば射出角が九十度或は0度となるときの外は幾分の振幅の相違はあるにしても必ず双方の地震計は同時刻に初動が現れる筈である。然し實際に斯かる地震計は望む事が出來ないのであつて其角が九十度と0度との間に在る所に於ても水平動及び上下動の何れかに初動を記象しない場合が起つて來る。今假りに射出角が可成り小さくなつたときを考へて見ると、水平動は上下動に於けるよりも振幅が大きく而も水平動の初動の振幅が又小さいときは、上下動にはこれに相當する初動は現れずに宛も初動が或る時刻遅れて到着したかの様に考へられる事があり、これと逆に水平動の遅れる場合も起つて來る譯である。

年月日	水平動 發震時	上下動 發震時	初發 震動時	初微 動繼續 期	震距 央離	年月日	水平動 發震時	上下動 發震時	初發 震動時	初微 動繼續 期	震距 央離
	h m s	h m s					h m s	h m s			
13 8 6	03.45.33.3	03.45.33.7	+0.4	9.6	85.0	22	12.28.41.9	12.28.42.8	+0.9	5.2	37.5
〃	23.22.46.9	23.22.44.4	-2.5	10.9	97.5	29	21.44.44.3	21.44.46.2	+1.9	9.2	82.5
13	03.20.11.0	03.20.13.0	+2.0	60.0	437.5	14 1 6	04.01.00.0	04.00.58.6	-1.4	38.4	302.5
15	03.33.00.5	03.32.59.4	-1.1	49.2	369.0	9	13.35.27.2	13.35.26.1	-1.1	10.7	95.0
〃	10.46.15.0	10.46.15.3	+0.3	22.1	198.0	20	11.47.49.0	11.47.46.4	-2.6	8.3	73.0
16	02.07.53.0	02.07.49.6	-3.4	39.5	309.0	22	19.17.55.0	19.17.58.2	+3.2	16.0	148.0
〃	23.21.26.0	23.21.25.9	-0.1	36.0	286.0	14 1 24	17.26.56.7	17.26.57.6	+0.9	7.1	60.0
17	10.46.21.1	10.46.18.3	-2.8	41.2	319.5	2 13	16.13.11.0	16.13.10.2	-0.8	8.1	67.5
〃	11.10.23.4	11.10.21.7	-1.7	32.9	267.5	14	09.42.21.8	09.42.22.8	+1.0	8.3	73.0
25	23.32.29.3	23.32.24.8	-4.5	28.1	237.5	20	00.05.26.6	00.05.27.7	+1.1	9.5	85.0
29	20.33.20.4	20.33.17.1	-3.3	35.7	285.0	3 6	22.31.46.3	22.31.45.7	-0.6	9.1	80.0
9 3	07.59.03.4	07.59.01.9	-1.5	7.0	57.5	10	04.51.19.8	04.51.17.7	-2.1	23.8	210.0
4	15.24.12.8	15.24.14.9	+2.1	8.5	73.5	27	13.18.21.6	13.18.20.4	-1.2	74.9	532.5
14	13.32.43.8	13.32.41.2	-2.6	32.6	265.0	4 13	17.05.30.1	17.05.30.7	+0.6	6.9	60.0
〃	20.25.59.4	20.25.58.7	-0.7	23.3	207.5	20	00.47.38.0	00.47.37.1	-0.9	44.2	337.5
18	11.54.10.2	11.54.10.1	-0.1	11.5	105.0	5 19	01.04.00.0	01.04.00.8	+0.2	8.2	70.0
25	02.41.37.0	02.41.36.9	-0.1	36.9	292.5	〃	02.29.06.3	02.29.07.6	+1.3	13.6	120.0
27	13.23.31.6	13.23.36.6	+5.0	5.2	37.5	23	12.03.37.2	12.03.41.6	+4.4	56.0	412.5
10 3	14.44.49.4	14.44.51.8	+2.4	15.2	137.2	26	01.23.26.3	10.23.29.8	+3.5	60.0	437.5
23	21.47.39.0	21.47.39.5	+0.5	17.6	160.0	27	11.31.12.5	11.31.11.4	-1.1	64.8	467.5
12 5	08.22.45.4	08.22.44.8	-0.6	18.4	167.0	6 10	07.04.30.2	07.04.30.0	-0.2	8.8	77.5
12	13.44.20.9	13.44.19.5	-1.4	9.2	82.5	12	08.02.37.1	08.02.38.1	+1.0	13.3	120.0
21	19.09.17.0	19.09.16.0	-1.0	25.1	217.5	17	02.09.32.2	02.09.33.0	+0.8	24.6	215.0

斯くの如く考へるときは地震計記象紙上に現れる初動の發震時は水平及び上下動に或る相違を示さなければならぬ。

其れ故著者は此關係の有無を決定するために大正十三年八月から大正十四年六月迄約一年間に亘つて東京に於いて觀測したるウキーヘルト記象紙を調査し水平動及上下動の發震時と同時に水平動の初期微動繼續時間を讀取つたのである。其結果は次ぎの表に示すやうになる。

此表で震央距離と云ふのは初期微動繼續時間から私が以前に作つた平均のPL曲線から圖形の上で讀取つた位である。茲で兩初動發現時の差の欄に於て(十)は水平動が先に表はれた場合であつて(一)は上下動の早く表はれた事を示すものである。此の時間の差を縦軸とし横軸に震央距離を取つて圖に示すと第一圖のやうになり同時に時間差に無關係に地表上に畫いて見たのが第二圖である。

今若し兩初動發震時の差が或る觀測地點に於て其處の射出角に依るものであると考へれば其角が大きいつときは上下動、小さいときは水平動が先に現はれて來なければならぬ。又或る角に對しては時間差の(十)及び(一)が同じ割合で起る所がある譯である。

第二圖は地球表面に時間差を畫いたものでこれを見れば分る如く震央から約百軒附近迄は水平動及び上下動の何れの場合も起るが百軒から百六十軒迄は水平動が最初の初動を作り之れから二百二十軒迄再び水平及び上下動が現はれる。二百二十軒以上四百軒以下に於ては上下動、更に四百五十軒迄は水平動

水平動と上下動の初動發現時

の差と震央距離との關係

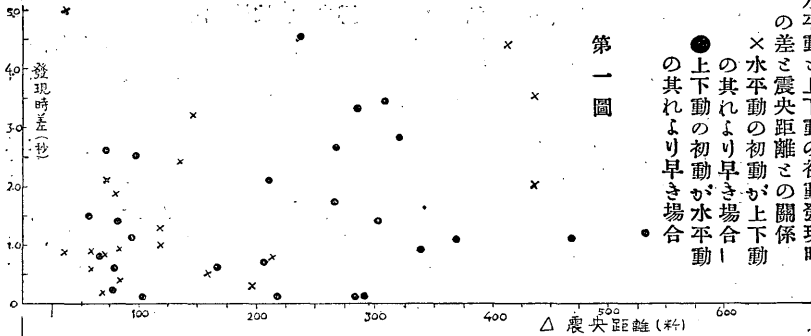
× 水平動の初動が上下動

の其れより早き場合

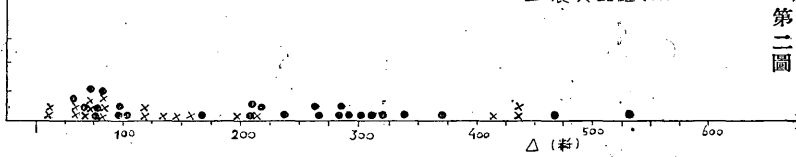
● 上下動の初動が水平動

の其れより早き場合

第一圖



第二圖



となり其れより先は上下動が初動の最初のを構成する。
 上下及び水平動が射出角の變化に依り初動の發震時が移り
 變るものであると云ふ事は最も至當な考へ方であらうと思
 ふ。それ故震央近くに於ては上下の方向の分力は従つて、大
 く上下動が第一の初動の發震時をつくらなければならぬ。
 然し震央に於ての材料が不充分のために圖上に表はれて居な
 い事を残念に思ふのである。震央から遠ざかるに従ひ第一初
 動は上下動から水平動に移るもので圖で大體六七十軒が其中
 心地點になつて居る。即ち此點は上下及び水平動が同じ割合に
 起る所で同一感度を示すのである。それ故に其中心と思はれ
 る點を取り震源の深さを知るとき上下及び水平動の感度の比
 を求むる事が出來之れが射出角の正切に相當する。更に震央
 距離を増すときは水平の方向の分力は次第に大きくなるため
 に水平動が先に現はれるのである。今若し震源から直接に達
 する波ばかりであるとすれば震央を増すと共に水平の分力は

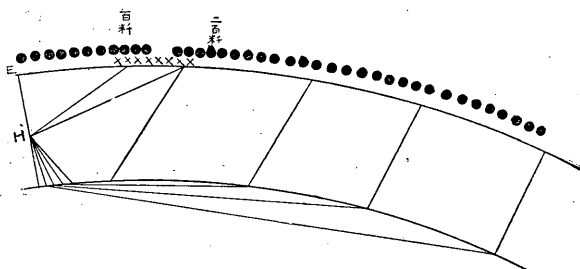
増すのみで上下動の發震時は必ず水平動のそれよりも遅れて來るに違ひない。處が百六十籽以上には再び上下動の發震時が最初の初動となつて現はれて來たのである。此地點に於ても震央近くで上下動の發

震時が先になるに必要な射出角が必要になつて來るのである。

此條件を満足するものとして震源から地球中心に向つて彎曲して達する波を考へる事が出来る。而も表面からの深さを増すと共に速度は次第に大きくなるのであるから或る震央距離以上では直接に來る波よりも速やかに達する事は容易に肯首し得るのである。モホロビチックの説を引用すれば此波は大體六十籽の不連續層に屈折して來る波と同じ考になる。これから先は再び水平動の初動が大體四百籽以上に於て表はれ四百五十籽から上下動に變つて行くのである。

次にモホロビチックの説に従つて波の通路を畫いて見ると第三圖の如く兩層に於ての震波の通路は直線となるのである。何となればフェルマーの法則に依り $m \cos \theta = \text{const.}$ の式で速度一定とすればこれは $\cos \theta = \text{const.}$ にな

第三圖 地殼上層を傳播する震波線の圖



り直線の方程式となるからである。第三圖を見ると震央から約四百籽の點迄は今迄述べて來た事と全く一致する事が直ちに分るのであつて水平及び上下動の最初の初動の分布は第二圖と同じやうになる。然

しながら其れ以上の震央距離に對してもホロピチックの説を取れば上下動の發震時は第一の初動となつて水平動は決して最初の初動を構成する事が出来ないのである。何となれば不連續面に屈折して達する波Pは、震央距離を増すに従つて震源から出る波の不連續面への入射角はいよ／＼小さくなり表面に於ける射出角が益大きくならなければならぬからである。然し實際觀測から得た材料に依れば其れより先の震央距離の地點に於ても水平及び上下動が交互に第一初動を構成して居るのである。其れ故にモホロピチックの不連續面の考へでは此等を全部説明し盡す事が出来ない。或は地下の構造はもつと複雑なものであるらしく之等をもつと深く研究して見る價値がある。而して一般に上下動の振動のエネルギーは水平動の其れよりもより多く地殻に依り吸收されるから、此の現象も或は地殻皮層の物理的性質に依つて説明し得るかも知れない。

然しウキーヘルト上下動を据付けて日が淺く充分な材料を得る事が出来なかつたゝめに斷定するに躊躇するのである。又若し此論文が正しいものとするれば初動の上下及び水平動に現はれる時間の遅速に依つて震波の來た方向通路を正確に決定し得ると思ふが此事に就いては更に論じて見たいと思ふ。終りに臨み絶えず有益な御助言を賜はり御激勵下さつた國富先生に深く感謝する次第である。