

神戸港外火薬船爆發ノ地響

ニ就キテ

委員 理學博士 大森房吉

明治四十三年四月七日午前六時三十八分十三秒頃神戸港外ニ於テ「ニッケル」商會ノ火薬船ガ爆發シタル椿事アリ、火薬船ハ約六百噸積ノ達磨船ニシテ火薬約三萬二千貫、雷管約百萬發、ダイナマイト三千九十四函、セリグナイト二千二百五函、デトネイター五十函ヲ積載シ脇ノ濱海岸ヨリ南々東千五百メートル、敏馬濱ヨリ南々西千六百「メートル」ノ位置ニ假泊中突然發火シタルモノナリ、同處ノ水深ハ約六尋ニシテ海底ハ泥土ヨリ成ル、此ノ大爆發ノ爲ニ附近ノ陸岸一里ニ亘ル區域ハ甚シキ被害ヲ蒙リ、多少破壊セル家屋ノ數ハ千四百戸ニ達シ、負傷者ハ百四十名ニ及ベリ、爆發ノ鳴響ヲ聞キタル區域ハ甚ダ廣ク北ハ六甲山ニ止マリシモ、西方ハ岡山近傍ヨリ讃岐東部ニ及ビ南ハ阿波徳島ヨリ紀伊和歌山地方ニ達シ、大阪灣ノ西岸一帯ヨリ、東方ハ奈良縣管内ヨリ遠ク伊勢國、津、附近ニ至ル東西ノ長徑ハ約二百六十一「キロメートル」、南北ノ延長ハ約百「キロメートル」ニ達セリ。(以上神戸測候所報告書ヨリ抄出)

神戸測候所据付ケノ東西動地動計(描針ノ倍率二十倍)ハ明瞭ニ此ノ爆發ノ地響キヲ記録シタリ、同測候所ハ爆發ノ場所ヨリ北八十二度西ニ當リ三千五百六十「メートル」ノ距離ニアレドモ、地動ハ〇、九四「ミリメートル」ニ達セリ、第一圖ハ原記象ヲ寫真ニ由リテ更ニ八、二五倍ニ擴大シ、結局實動ノ百六十五倍トナセルモノナルガ、震動ノ盛ナリシハ十一秒ニシテ、順次三時期ニ區別スルヲ得、即チ第一期ハ二、五秒間繼續シ、振動期約〇、四八秒ナル極メテ急激ナル振動ヨリ成ル、而シテ此ノ期ノ最大動ハ〇、五八「ミリメートル」ニシテ最初ニ現ハレタリ。第二期ハ五、三秒間繼續シ震動ハ左ノ如シ。

(甲)最初ニ稍々緩慢ナル一回半ノ振動アリ……………

振動期一、三四秒

(乙)次ニ四回ノ顯著ナル急激振動アリ……………

同 〇、七一秒

此ノ内第二回目ガ最大ナリ……………全振幅〇、七三「ミリメートル」第三期ハ三、三秒間繼續シ振動ハ左ノ如シ

振動期……………〇、七三秒

最大動第二回目ノ振動……………〇、九四「ミリメートル」

爾後ノ震動ハ微ニシテ最大實動〇、〇七「ミリメートル」トナリ振動ハ急速ニ減少セリ、全體ノ繼續時間ハ約四十三秒間ナ

リキ

第一期、第二期ノ振動ハ地ノ震動ヲ示スモノナルベキガ、第三期ニ入り其ノ第三回目ノ振動ニ及ビテ描針ニ衝撃ヲ與ヘテ微シク前後ニ動カシメタルハ空氣波ノ結果ナルベシ、而シテ其ノ現出セルハ初發ヨリ八、七秒後ニシテ、即チ地波ト空氣波ガ神戸測候所ニ到着セル時差ヲ示スモノナルベシ、今マ同測候所ト火薬爆發地點トノ距離ハ約三千五百六十「メートル」ナレハ(V)ヲ空氣波即チ音響ノ速度トシ(V)ヲ地震縦波ノ速度トスレバ次ノ關係アリ

$$\frac{3560 \times 1.83}{V} = \frac{3560 \times 1.83}{8.7} \quad (1)$$

爆發當時ニ於ケル神戸測候所ノ氣温ハ攝氏四、二度ナリキ、同温度ニ對スル普通音響波ノ速度ハ一秒ニ付キ三百三十四、三「メートル」ナルガ今此ノ價値ヲ以テ(V)ニ等シキモノト假定スレバ

$$V = 1.83 \times 334 \quad (2)$$

地動縦波ノ速度(V)ハ一秒ニ付キ一、八三「キロメートル」トナル、若シ(V)ナル價値ガ實際ニハ今少シク小ニシテ、例之バ一秒ニ付キ二百二十「メートル」ナリト假定スレバ(V)ハ一秒ニ付キ一、七八「キロメートル」トナル、要スルニ地動ノ速度

(V)ハ一秒ニ付キ約一、八「キロメートル」ヨリ格別ニ異ナラザルモノナルベシ、暫ク(2)式ノ結果ヲ以テ正シキ價値ト見做スベシ。參照ノ爲メ攝氏零度、十度、及ビ四、二度(爆發當時ノ神戸ノ氣温)ニ對スル空氣、水、及ビ鋼ノ音響速度ヲ示セバ次ノ如シ

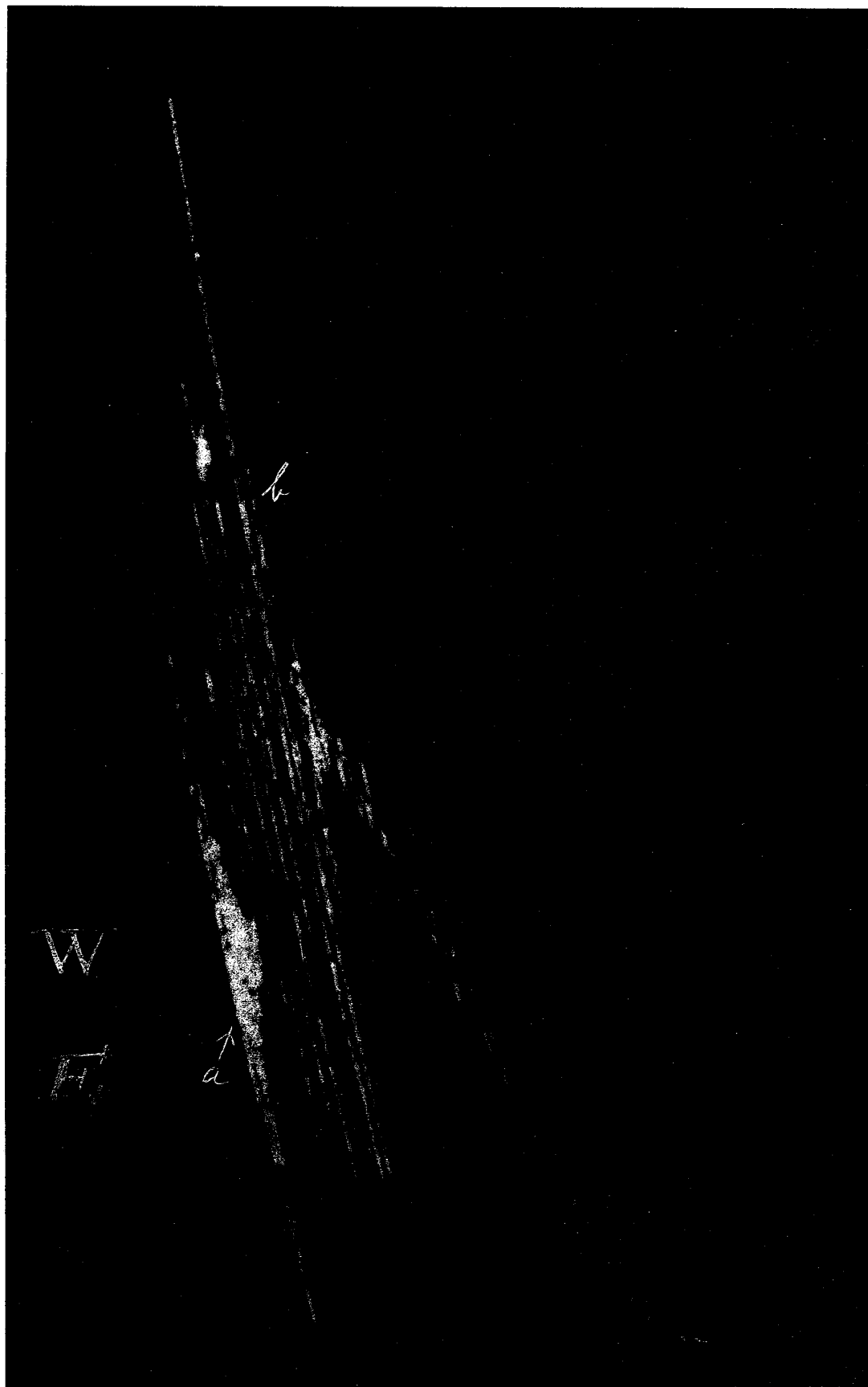
温度(攝氏)	零度	一〇度	四度・二
音響速度	三三一、八 米/秒	三三七、八 米/秒	三三四、三 米/秒
空氣	一三九九、	一四二五、	一四一〇、
水	五〇一二、	五一〇三、	五〇五〇、
鋼			

即チ今回爆發ノ地響ガ全ク地ニ傳ハリ來レルモノトシテ計算セル(V)ハ約三「キロメートル」半ノ距離内ニ於テ水ノ音響速度ヨリ大ナルコト一秒ニ付キ約四百「メートル」ニシテ其ノ比ハ一三ト一〇トノ割ニ當ル、而シテ該地動ノ速度ハ鋼ノ音響速度ニ比スレバ約三分一ニ相當ス。

火薬船爆發ノ狀況ヲ考フルニ第二圖(0)ヲ火薬船ノ位置トシ(b)ヲ神戸測候所トスレバ、爆發ノ爲ニ其ノ直下ノ海水ト共ニ海底面(a)ハ強キ壓力ヲ受ケテ一時(a')迄テ低下スベシ、故ニ(b)ナル個所ニテハ地動ヲ感ジテ先ヅ起原點(0)ニ向ツテ東ニ動キ次ギテ反動トシテ外方ニ向ツテ西ヘ動クベキナリ、(但シ地動計

第一圖 神戸港外ニ於ケル火薬船爆發ノ震動

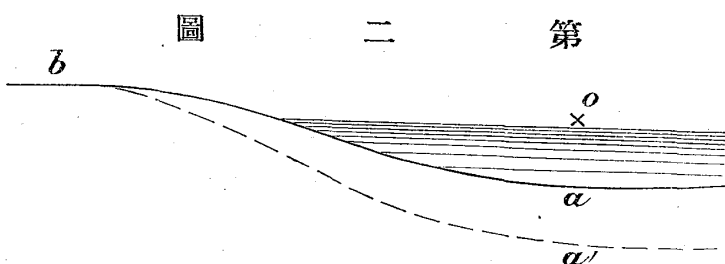
神戸測候所地動計(東西)記象ヲ擴大シテ實動ノ百六十五倍トセルモノ



0 10 20 30 40 50秒 1分

時ノ割

東



西

ニ由リテ傾斜角(θトス)ヲ算出スルヲ得

$$\theta = \frac{r}{r_1} \times \frac{T_0^2}{T_1^2} \quad (3)$$

(n)ハ描針ノ倍數(L)ハ水平振子ノ長サ、即チ其ノ重錘ノ中心ト其ノ支點トノ水平距離、又タ(T)ハ水平振子ヲ實地ニ据ヘ付ケ

ノ煤烟紙圓筒ノ廻轉ノ速度ハ充分大ナラザリシヲ以テ記象ハ此ノ特點ヲ明示セズ)而シテ海底(a)ガ(a')迄一時下壓セラ

ル、ノ結果トシテ(ba)ナル地面ハ幾分ノ傾斜ヲ受クベキナリ、第一圖ニ由ルニ地動計ノ描針ハ震動ノ初發ヨリ先ツ次第西

方ニ移動シタルガ地動計重錘ノ動キハ描針ノ動キトハ其ノ方向ヲ反對ニスルモノニシテ重錘ノ位置ガ漸次ニ移動スルハ地ノ傾下スル方ニ從ヒ動クモノナルヲ以テ結局第一圖ハ震動ノ始マリト共ニ東方ヘノ傾下ヲ伴ヒ來レルモノト見做シ得ベシ、而シテ此ノ假定傾下ニ因レル描針ノ變化(アトス)ハ原記録紙上約三、三ミリメートルニシテ、地動計定數ヨリ次式

タルトキノ振動期ニシテ、(T₀)ハ(L)ナル長サヲ有スル普通振子ノ振動期ナリ、今マ神戸測候所ノ地動計ニ關シテハ

n …… 二十倍 T₀ …… 一、七四秒

L …… 七十五センチメートル T …… 二十五秒

ナレバ、傾斜角(θ)ハ約〇・二二秒トナル。

(參照) 東京砲兵工廠及ビ大阪西成郡福村火藥爆發ノ觀測ニ就キテハ既ニ本會報告第五十七號ニ述ベタルガ、次ニ概要ヲ鈔出スベシ。

東京砲兵工廠内ノ爆發 明治卅八年五月二十九日午前八時頃東京小石川ナル砲兵工廠内ニ爆發アリ、甚ナカラザル死傷者ヲ出ダシ、空氣ノ激動ヲ生ジテ附近ノ家屋ニテハ窓ノ硝子板ヲ破壊セラレタルモアリシガ、此ノ爆發ノ響キハ本郷ナル東京帝國大學構内ニ裝置セル微動計其ノ他ノ器械ニ依リテ記錄セラレタリ、第三圖ニ示スハ實動ヲ百二十倍ニ増大セル微動計東西記錄ヲ更ニ擴大シテ約八百十倍トナセルモノナルガ、初メ一、五秒間ハ震動極少ニシテ恰モ地震ノ初期微動ナルガ如キノ觀アリ、次ギテ震動ノ盛ナリシハ五秒時間ニシテ平均振動期ハ〇・三乃至〇・四秒最大動ハ一「ミリメートル」ノ二十分ノ一ナリキ但シ此ノ時期ノ最初ノ一、四秒間ハ震動比較的小ナリキ、次ノ四秒間震動次第ニ減少シ、爾後ハ二層微トナ

リ、全體ニテ三十三秒間繼續セリ、砲兵工廠ト耐震家屋トノ距離ハ約千三百五十「メートル」ニシテ同工廠ハ本郷ヨリハ約西南ニ當ル。

大阪府下福村火薬庫ノ爆発 大阪府下西成郡福村火薬庫ハ明治三十九年四月十七日二回爆発シ家屋ノ損壞、人命ノ損失ヲ生ジタルガ第一回ハ午前九時十九分三十秒ニシテ俄然爆発ヲ發シ家屋震動セリ、第二回ハ午前九時五十三分四十二秒ニシテ前者ニ比スレバ一層大ナリキ、爆発セル倉庫ハ三棟ニテ土手ヲ以テ四方ヲ圍ミ方十間頗ル堅固ニ構造セルモノナリ第一回ノ爆聲ハ即チ此三棟中ノ一ニシテ第二回目ニハ殘餘ノ二棟同時ニ爆發シタリ。

爆發地ヨリ東方へ五「キロメートル」ヲ距ツル大阪測候所ニ据へ附ケノ地動計ハ東西動即チ地動ノ縦波ヲ記録シ實動ヲ二十倍ニ増大ス、爆發ノ地動ヲ分明ニ記録シタルガ、更ニ寫眞ニ依リテ擴大シ、實動ノ約百三十倍トナシタルモノヲ第四圖ニ示ス、地動計記象ニ依ルニ初メ五、七秒間ハ極微ニシテ恰モ地震動ノ第一初期微動ニ當ルノ觀アリ、次ノ五、八秒間ハ震動小ナレドモ判明ニシテ第二初期微動ニ相當シ振動ハ左ノ如シ

最大動〇、〇六「ミリメートル」、振動期一、四五秒

此ノ緩動ノ上ニ重ナレル小波動ノ痕跡モアリ

主要部ハ不意ニ東ニ向ヘル〇、一七「ミリメートル」ナル運動ヲ以テ始ム其ノ反動ハ〇、二二「ミリメートル」ニシテ西ニ向ヒ、主要部ノ初メノ六、五秒間ハ震動最盛ニシテ左ノ如クナリキ

最大動〇、三「ミリメートル」振動期〇、八二秒

此ノ最大動ハ主要部ノ初メヨリ四、四秒目ニ起レリ次ノ五、六秒間ハ震動減少シタレドモ尙ホ盛ニシテ振動ハ左ノ如シ

最大動〇、一八「ミリメートル」振動期〇、九三秒

次ノ二、九秒間ハ振動急ニ減少シ、其ノ後ノ十三、四秒間ハ震動急ニ微小トナリシガ其ノ間ダ大體ニ於テ等一ニシテ振動ハ左ノ如クナリキ

最大動〇、〇五「ミリメートル」振動期〇、八四秒

爾後ハ震動極微トナル

繼續時間ハ四十三秒ニ及ベリ

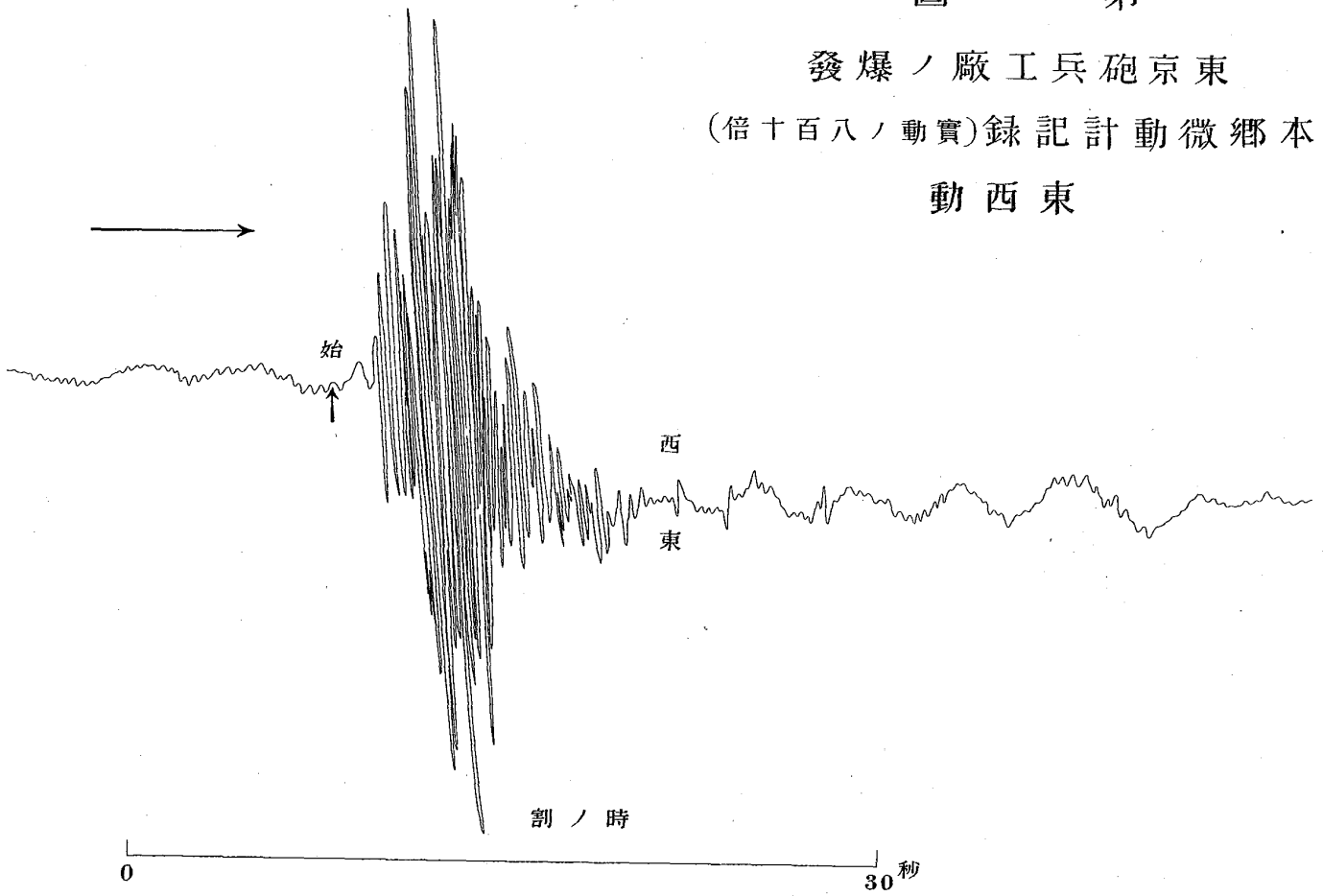
獨逸國ポツダム附近ニ於ケル驗測 明治三十年五月六日「ポツダム」附近ノ地ニ於テ軍事上ノ試験ノ爲メ「ダイナマイト」千五百「キログラム」ノ爆裂アリタルニ際シ、爆裂地ヨリ六、二「キロメートル」ノ所ニ於テ觀測點ヲ定メ地波ト空氣波ノ到達

圖 一 第

發爆ノ廠工兵砲京東

(倍十百八ノ動實)録記計動微鄉本

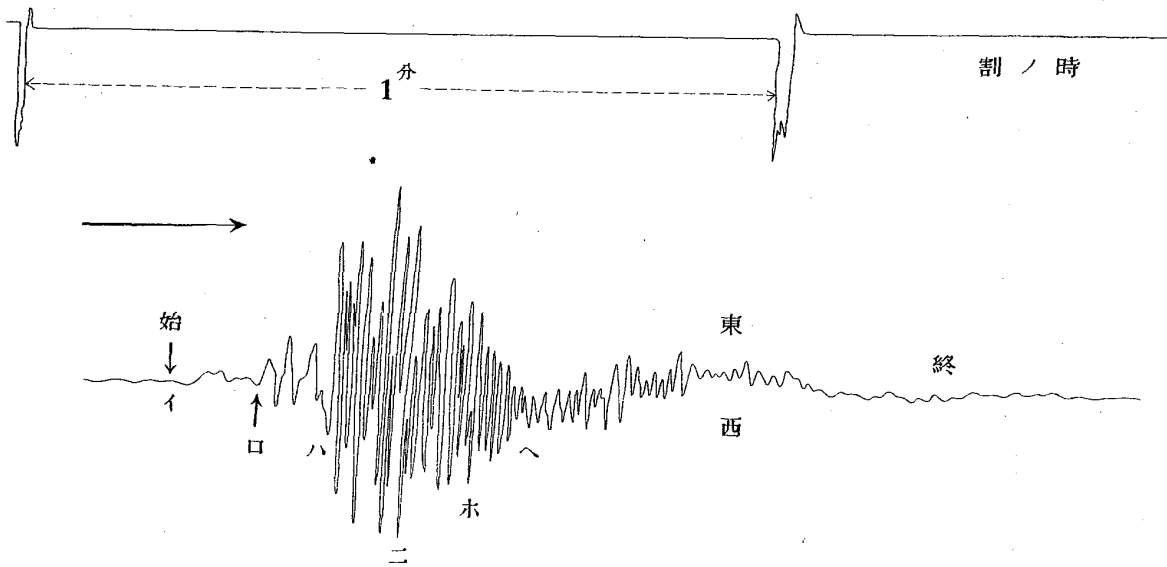
動西東



發爆棟二庫藥火 村福郡成西下府阪大 圖二第

録記(動西東)計動地阪大

(倍十三百約ノ動實)



ノ時差ヲ計リテ地波ノ速度ヲ算出スルコトナセリ觀測ノ方法ハ地上ニ安置セル容器ニ水銀ヲ入レ、其水銀面ニ微動ノ現ハル、時刻ヲ「クロノメートル」ニ依リテ測ルニアリテ之ニ使用セル望遠鏡ノ視力ハ二倍ナリシガ先ヅ水銀面上ニ微動ヲ認メ其レヨリ十四、二秒時間ハ斷エス連續シテ水銀面ノ動搖ヲ示シタルガ地ノ震動ハ直接ニ身體ニハ少シモ感ズルコトヲ得ザリキ而シテ此十四、二秒時間ヲ經過シタル後ニ至リテ轟然タル一音響ヲ來シ同時ニ水銀面ハ非常ニ動搖セラレ即チ地波ト空氣波トノ到達時ノ差ハ十四、二秒ナルヲ認メ得タリ。

摘要 東京及ビ大阪爆發ノ記象中初期微動ハ地動ノ縱波ニシテ、其レニ次グル主要振動ハ音響ト共ニ傳達シ來レル振動ナリト見做シ、音響ノ速度(Vトス)ヲ假定シテ計算スレバ、地波ノ速度(Vトス)ノ價值ハ前記東京爆發ニテハ一秒ニ付キ一、二三「キロメートル」、大阪爆發ニテハ一、三五「キロメートル」トナリ「ポツダム」驗測ノ場合ニハ一秒ニ付キ一、四七トナル但シ「ポツダム」驗測ニ於テハ土地ハ砂地ナレドモ爆發點ヨリ六、二「キロメートル」ナル距離ニ於テ觀測シ、東京ト大阪トニテハ土地ハ柔軟土若クハ赤土ナレドモ爆發點ヨリノ距離ハ一、三五乃至五、〇「キロメートル」ニシテ前者ヨリハ短ナリキ、今回ノ神戸爆發ガ大阪及ビ「ポツダム」附近爆發ノトキト

共ニ五乃至六「キロメートル」ノ距離内ニ於テ、觀測セラレシガ其ノ地波ノ速度ハ一秒ニ付キ一、八三「キロメートル」ニシテ著ルシク他ノ場合ヨリモ大ナリシハ、蓋シ神戸港ノ底ノ地盤ハ神戸背後ノ山岳及ビ淡路島ト同ジク元來岩石層ヨリ成ルモノナルヲ指示スルニ似タリ。