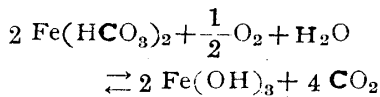


第 6 図
坑内水中の炭酸の定量

の場合もこれであろう。重炭酸第一鉄を例にとれば、この場合は空中酸素による酸化も同時に行はれ



の如く $\text{Fe}(\text{OH})_3$ が沈澱する。この平衡を概略 $[\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2] = K [\text{Fe}(\text{OH})_3] [\text{CO}_2]^2 / [\text{O}_2]^{1/4}$ と考へれば $[\text{Fe}(\text{OH})_3]$, $[\text{O}_2]$ は夫々一定温度において一定と考へられるから

$$[\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2] = K' [\text{CO}_2]^2$$

となり、 CO_2 が零となれば $[\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2]$ も零となる。又途中に炭酸鉄を生ずる変化も考へられるが、鉄の炭酸塩は殆ど完全に加水分解するものであるから、 CO_2 が逸出すれば

重炭酸塩 → 炭酸塩 → 加水分解生成物

の変化は速かに進行し鉄は完全に近く析出する。Ca、Mg も一部は重炭酸塩として存在すると考へられるが、之等も CO_2 逸出により炭酸塩として析出する。又これ等の沈澱生成に際し坑内水中に存在する浮遊物も一部は包含されて共

洗すると考へられる。この様な析出物は最初は膠状であり、比較的速かに凝集して沈澱生成に至ると見るのが妥当で、従つて電氣的附着を示すのは膠状状態の期間と言う事になる。この膠状状態の電荷は吾々の実験結果から見れば正であるが、その由来の究明は膠質全般に共通する困難事故只今は考へぬ事とする。

Scale 防止の方法として吾々は電氣的反撥、捕捉と CO_2 除去による Scale 成分の予備沈澱を考へる事が出来る。然し前者は只今の如く多量の塩類を含み、電導度高き水に対しては種々不都合を生じ、例へば電解を起す如きである。従つて後者によるのが良策と思へる。吾々の経験では一度沈澱した Scale 成分は、攪拌や、振盪で分散させても速かに再沈澱し、器壁に附着する傾向は殆どない。

この事から、ポンプに吸収する以前に空気吹込みによつて CO_2 を除去し、Scale 成分を沈澱させて置けば其後は単なる泥状物として排出し得るものと予想される。水 1 m^3 につき Scale 成分 120 g 、含有 $\text{CO}_2 30\%$ の程度であり、沈澱速度は大きく数分にして完了するものであるからその実施は左程困難はないものと予想される。

終りに本研究に対し研究費と実験の便を与へられた松浜炭坑並びに御指導や御幹旋を賜つた本学樋口教授に深謝の意を表する。

地震探鉱圖式解析に於ける誤差に就いて

宮 崎 健 三

I. 緒 論

現在地震探鉱法に於てその解析に図式解法が用いられて居る。この図式解析法を行うに當つて屈折角或は入射角は分度器により一度単位程度の精度に於て計られ、又層の厚さは 0.1 mm

程度の正確さに於て作図する事は困難な事であるので、この程度の誤差は常時生じ居るものと考へなければならぬ。そこでこれらの誤差がどの程度走時に影響を及して居るかを調べる事の必要性が痛感され此処に発表に及んだ次第で

ある。

II. 誤差方程式の誘導

(1) 平行二層 第一層の厚さを h 、震央距離を x 、上層の縦波の速度を v_1 、下層の縦波の速度を v_2 、臨界角 (屈折角或は入射角) を i 、厚

$$\Delta T = \left[\left\{ \frac{1}{\cos(i+\Delta i)} - \frac{1}{\cos i} \right\} - \sin i \left\{ \tan(i+\Delta i) - \tan i \right\} \right] \frac{h}{v_1}$$

(a) 第一層の厚さ h に Δh なる誤差生じたる場合 $\Delta T = \frac{2 \cos i}{v_1} \Delta h$

(b) 屈折角 (或は入射角) i に Δi 、第一層の厚さ h に Δh なる誤差を生じたる場合

$$\Delta T = \left[\left\{ \frac{1}{\cos(i+\Delta i)} - \frac{1}{\cos i} \right\} - \sin i \left\{ \tan(i+\Delta i) + \tan i \right\} \right] \frac{h}{v_1} + \frac{\Delta h}{v_1} \left\{ \frac{1}{\cos(i+\Delta i)} - \sin i \tan(i+\Delta i) \right\} + \frac{\cos i \Delta h}{v_1}$$

II. 傾斜二層

この場合は昇射と降射の場合が考へられる。昇射の場合は観測点に於ける基盤までの鉛直の深さを h_+ 、発破点に於ける基盤までの鉛直の深さを h_- 、降射の場合は観測点に於ける基盤までの鉛直の深さを h_- 、発破点に於ける基盤までの

さ及び臨界角の誤差をそれぞれ Δh 、 Δi とすれば走時誤差 ΔT は次の如くなる。

(i) 臨界角 (屈折角又は入射角) i に Δi なる誤差生じたる場合

鉛直の深さを h_+ とし、又震央距離を x 、上層の速度を v_1 、下層の速度を v_2 、入射角或は屈折角の誤差を Δi 、又上述の如く定めた h_+ 及び h_- の誤差を各々 Δh_+ 、 Δh_- とすれば、走時誤差 ΔT は次の如くなる。

(イ) 爆破点側の i に Δi なる誤差生じたる場合

昇射の時

$$\Delta T = \frac{h_+ \cos \omega}{v_1} \left[\left\{ -\frac{1}{\cos(i+\Delta i)} - \frac{1}{\cos i} \right\} - \sin i \left\{ \tan(i+\Delta i) - \tan i \right\} \right]$$

降射の時

$$\Delta T = -\frac{h_- \cos \omega}{v_1} \left[\left\{ \frac{1}{\cos(i+\Delta i)} - \frac{1}{\cos i} \right\} - \sin i \left\{ \tan(i+\Delta i) - \tan i \right\} \right]$$

(ロ) 爆破点側の i に i なる誤差を生じたる場合

昇射の時

$$\Delta T = \frac{(h_+ - x \tan \omega) \cos \omega}{v_1} \left[\left\{ \frac{1}{\cos(i+\Delta i)} - \frac{1}{\cos i} \right\} - \sin i \left\{ \tan(i+\Delta i) - \tan i \right\} \right]$$

降射の時

$$\Delta T = \frac{(h_- + x \tan \omega) \cos \omega}{v_1} \left[\left\{ \frac{1}{\cos(i+\Delta i)} - \frac{1}{\cos i} \right\} - \sin i \left\{ \tan(i+\Delta i) - \tan i \right\} \right]$$

(ハ) 深さ Δh_+ に Δh 、 h_- に $-\Delta h$ なる誤差を生じたる場合

$$\Delta T = \frac{1}{v_1 \cos i} \left[-\cos \omega \cdot \Delta h + \cos \omega \cos 2i \Delta h + 2 \left\{ -h_- \sin \omega + x \sin(i-\omega) \sin i - h_+ \sin \omega \cos 2i \right\} \frac{\cos^2 \omega}{x} \Delta h \right]$$

(ニ) 深さ h_+ に $-\Delta h$ 、 h_- に Δh なる誤差を生じたる場合

$$\Delta T = \frac{1}{v_1 \cos i} \left[\cos \omega \cdot \Delta h - \cos \omega \cos 2i \cdot \Delta h - 2 \left\{ -h_- \sin \omega + x \sin(i-\omega) \sin i - h_+ \sin \omega \cos 2i \right\} \frac{\cos^2 \omega}{x} \Delta h \right]$$

(ホ) 深さ h_+ のみに Δh の誤差生じたる場合

$$\Delta T = \frac{1}{v_1 \cos i} \left[\cos \omega \cos 2i \Delta h + \left\{ -h_- \sin \omega + x \sin(i-\omega) \sin i - h_+ \sin \omega \cos 2i \right\} \frac{\cos^2 \omega}{x} \Delta h \right]$$

(へ) 深さ h_- のみに Δh の誤差生じたる場合

$$\Delta T = \frac{1}{v_1 \cos i} \left[\cos \omega \Delta h - \{ -h_- \sin \omega + x \sin(i - \omega) \sin i - h_+ \sin \omega \cos 2i \} \frac{\cos^2 \omega}{x} \Delta h \right]$$

(ト) 深さ h_+ に Δh 、 h_- に Δh の誤差生じたる場合

$$\Delta T = \frac{2 \cos i \cos \omega}{v_1} \Delta h$$

3. 平行三層

第一層の厚さを h_1 、第二層の厚さを h_2 、震央距離を x 、第一層の縦波の速度を v_1 、第二層の縦波の速度を v_2 、基盤の縦波の速度を v_3 、第一層、第二層間の入射角或は屈折角を i_1 、第二層、基盤間の屈折角或は入射角を i_2 とし深さ及び屈折角或は入射角の誤差をそれぞれ Δh_1 、 Δh_2 、 Δi_1 、 Δi_2 とすれば、走時誤差 ΔT は次の如くなる。

(イ) 第一層より第二層への入射角 (或は屈折角) i_1 に Δi_1 なる誤差生じたる場合

$$\Delta T = \left[\left\{ \frac{1}{\cos(i_1 + \Delta i_1)} - \frac{1}{\cos i_1} \right\} \sin i_1 \{ \tan(i_1 + \Delta i_1) \tan i_1 \} \right] \frac{h_1}{v_1}$$

(ロ) 第二層より基盤への入射角 (或は屈折角) i_2 に Δi_2 なる誤差を生じたる場合

$$\Delta T = \left[\left\{ \frac{1}{\cos(i_2 + \Delta i_2)} - \frac{1}{\cos i_2} \right\} - \sin i_2 \{ \tan(i_2 + \Delta i_2) - \tan i_2 \} \right] \frac{h_2}{v_2}$$

(ハ) i_1 に Δi_1 、 i_2 に Δi_2 なる誤差を生じたる場合

$$\Delta T = \left[\left\{ \frac{1}{\cos(i_1 + \Delta i_1)} - \frac{1}{\cos i_1} \right\} - \sin i_1 \{ \tan(i_1 + \Delta i_1) - \tan i_1 \} \frac{h_1}{v_1} + \left\{ \frac{1}{\cos(i_2 + \Delta i_2)} - \frac{1}{\cos i_2} \right\} - \sin i_2 \{ \tan(i_2 + \Delta i_2) - \tan i_2 \} \frac{h_2}{v_2} \right]$$

(ニ) 第一層の厚さ h_1 に Δh_1 なる誤差生じたる場合

$$\Delta T = \frac{2 \Delta h_1 \cos i_1}{v_1}$$

(ホ) 第二層の厚さ h_2 に Δh_2 なる誤差生じたる場合

$$\Delta T = \frac{2 \Delta h_2 \cos i_2}{v_2}$$

(ヘ) 第一層の厚さ h_1 に Δh_1 、第二層の厚さ h_2 に Δh_2 なる誤差生じたる場合

$$\Delta T = 2 \left(\frac{\Delta h_1 \cos i_1}{v_1} + \frac{\Delta h_2 \cos i_2}{v_2} \right)$$

Ⅲ. 計算例

1. 平行二層

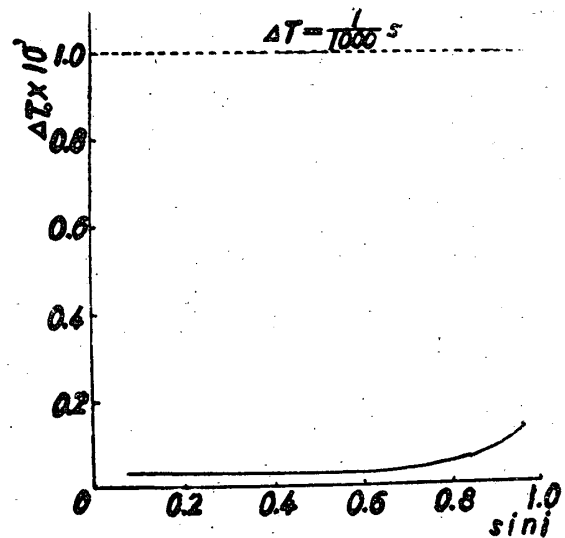
(1) 入射角 (或は屈折角) に誤差ある場合
この場合はⅡに於て述べた如く

$\Delta T = \left[\left\{ \frac{1}{\cos(i + \Delta i)} - \frac{1}{\cos i} \right\} - \sin i \{ \tan(i + \Delta i) - \tan i \} \right] \frac{h}{v_1}$ となる。実際問題として第一層の縦波の速度は 500m/sec ~ 3500m/sec、第二層の速度 v_2 は 1500m/sec ~ 6000m/sec、第一層の厚さ h は 10m ~ 100m なる場合が普通である。故に $\sin i = \frac{v_1}{v_2}$ の範囲は 500/6000 ~ 3500/3600 即ち 0.08333 ~ 0.97222。即ち i は $4^\circ 47' \sim 76^\circ 28'$

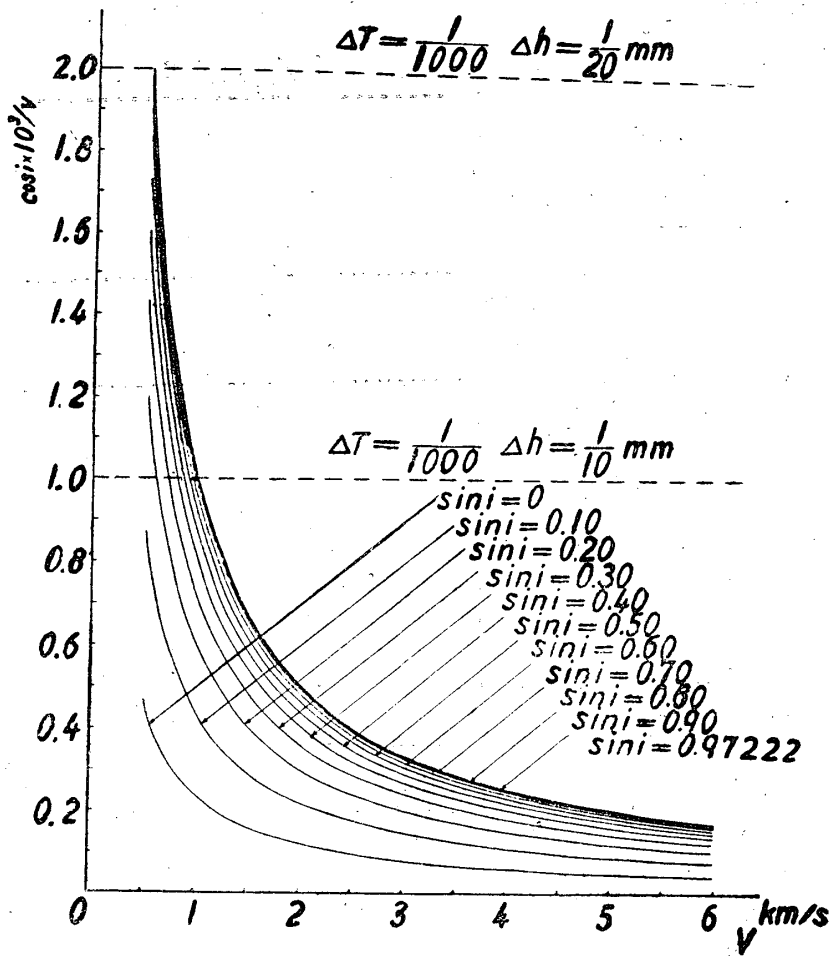
層、基盤間の屈折角或は入射角を i_2 とし深さ及び屈折角或は入射角の誤差をそれぞれ Δh_1 、 Δh_2 、 Δi_1 、 Δi_2 とすれば、走時誤差 ΔT は次の如くなる。

となる。 $\sin i$ の上限を 3500/3600 としたのは二層の速度差が 100m/sec 位になれば屈折波を明瞭に認める事困難と思考せられる爲である。

式より明かな如く ΔT は h 大なる程又 v_1 小なる程大となる。故に $h=100m$ 、 $v_1=500m/sec$ とすれば $h/v_1 \leq 1/5$ となる。 $h/v_1=1/5$ とした時の ΔT を ΔT_0 とし、 $\sin i$ の 0.08333 ~ 0.97222 の範囲に於て $\Delta T_0 \times 10^3$ を計算したのが第1図である。即ち ΔT_0 は 10^{-4} 級で $\Delta T = -1/1000sec$ に対して殆んど無視出来る。



(第 1 図)



(第 2 図)

あり、この場合 1/1000 秒まで正確に読む爲には Δh を 2 倍位に引上げ 1/20mm 単位で読まなければならぬ。

実際問題としては鉛筆の芯の太さでも 1 mm 以上有り、1/20mm 単位にて読む事は不可能である。この場合は ΔT は 1/500 秒単位とせざるを得ない。しかし $v_1 = 600$ m/sec より次第に増せば ΔT は急激に減少するので実際上の問題として 1/10 mm の精度で作図すれば $\Delta T = 1/1000$ sec 以下と考へてよい。

(3) 入射角 i 、層の厚さ h 共に誤差ある場合

Ⅱ より明かな如く、近似的に入射角 i のみに誤差ある場合と厚さ h に誤差ある場合の和に等しくなる。即ち大部分 $\Delta T = 1/1000$ 秒に関し問題にならない。

2. 傾斜二層

(1) 入射角 i に誤差ある場合

この場合は Ⅱ に於て述べた如く 4 つの場合が存在する。 $h_+ > h_-$ より (イ) に於ては昇射の場合

(2) 高さ h に誤差ある場合
この場合は第二章で述べた如く $\Delta T = 2 \frac{\cos i}{v_1} \Delta h \frac{\Delta T}{2 \Delta h} = \frac{\cos i}{v_1}$

横軸に v_1 、縦軸に $\frac{\cos i}{v_1} \times 10^3 = \frac{\Delta T}{2 \Delta h} \times 10^3$ をとつて計算したのが第 2 図である。

ΔT の値は縦軸の値に $2 \Delta h \times 10^{-3}$ を乗じた数である。

図式解析に於ては普通 100 m を 2 cm に縮尺して書込むので 1/10 mm まで読むとすれば $\Delta h = \frac{0.0001 \times 100}{0.02} = 0.5$ m となる

この時 $\Delta T = 1/1000$ 秒はグラフ上で $\frac{\cos i}{v_1} \times 10^3 = 1.0$ を表す事になる。即ち第 2 図に示した横線が $\Delta T = 1/1000$ 秒の誤差を表はす。

誤差の最大値は $\sin i = 500/6000$ 即ち $\cos i = 0.99652$ の時でその値は 1.99304×10^{-3} で

が走時誤差大となる。

一般に地震探鉦屈折法に於ける解析例は h_+ は 500m を出ない。即ち $h_+/v_1 = 500/500 = 1$ の時最大誤差を生ず $\cos \omega < 1$ 故 $\cos \omega = 1$ とした値より走時誤差大なる事は起り得ない。

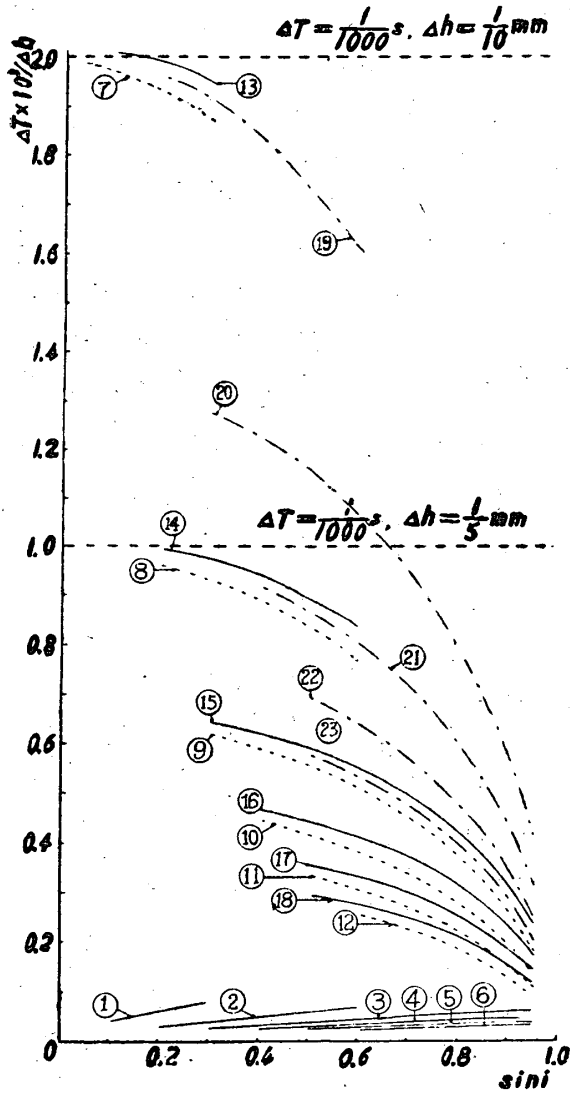
第 3 図は、横軸に $\sin i$ を縦軸に $\Delta T \times \frac{v_1}{h_+ \cos \omega} \times 10^3$ をとり計算した結果である。これにより総て $\Delta T = 1/1000$ sec の走時誤差に対しては問題でない事が分る。即ち精密に作図する必要はない。

(2) 高る h に誤差ある場合

この場合 Ⅱ で述べた如く (ハ) (=) (ホ) (ヘ) (ト) の 5 つの場合が存在する。この誤差を区別する爲 $\Delta T_1, \Delta T_2, \Delta T_3, \Delta T_4, \Delta T_5$ としその誤差最大なるものを適用せば総て許容範囲内に有る事になる。先づ特別なる 2 つの場合に就き考へ後は推定する事にする。

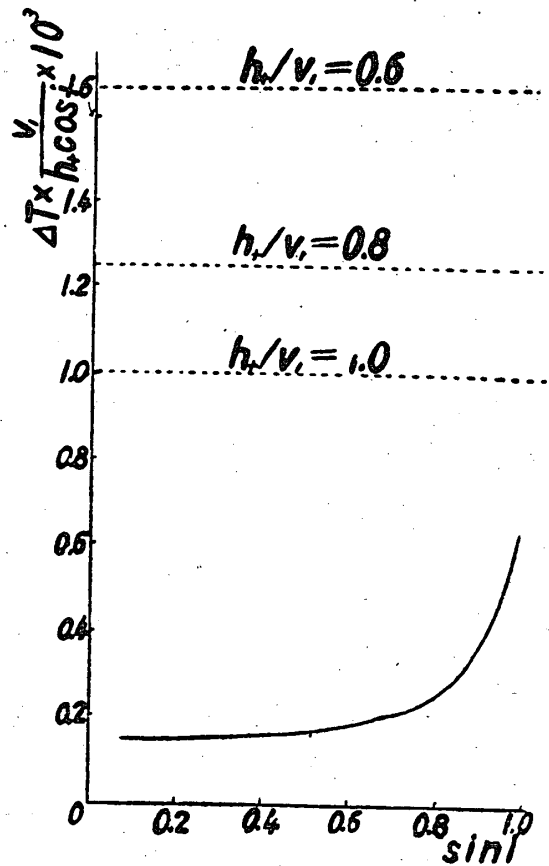
イ、 $h_+ = 100$ m $h_-/h_+ = 0.5$ $x = 1000$ m の場合

□、 $h_- = 100\text{m}$ $h_-/h_+ = 0$ $x = 1000\text{m}$ の場合
 1、の場合を計算より求めたのが第4図であ
 る。これより見れば同一条件では $\Delta T_5 > \Delta T_4$
 $> \Delta T_3 > \Delta T_1$ なる事が分り、平行二層の時の ΔT



(第 4 図)

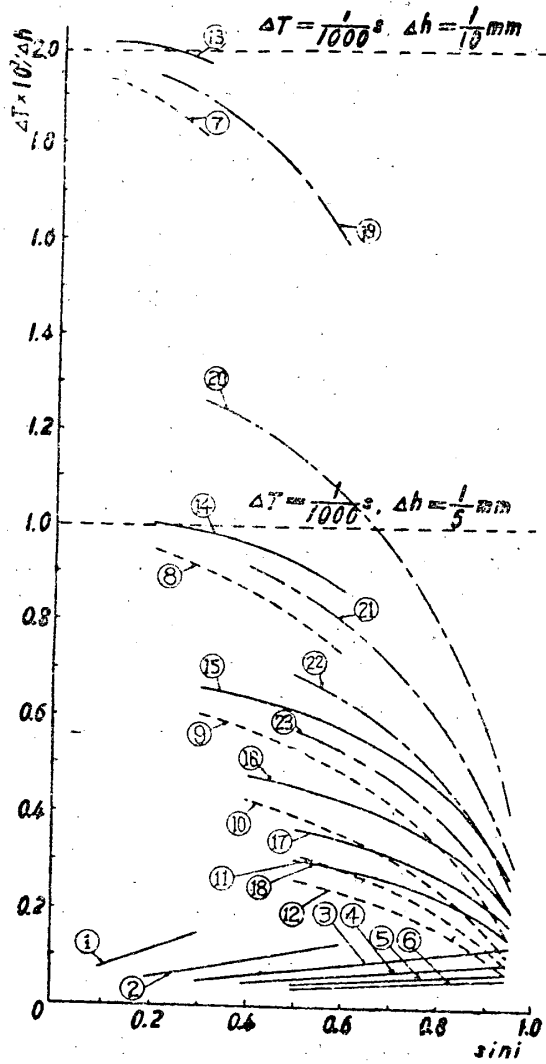
- | | |
|--|--|
| (1) ΔT_1 ($v_1 = 500\text{m/sec}$) | (13) ΔT_4 ($v_1 = 500\text{m/sec}$) |
| (2) ΔT_1 ($v_1 = 1000\text{m/sec}$) | (14) ΔT_4 ($v_1 = 1000\text{m/sec}$) |
| (3) ΔT_1 ($v_1 = 1500\text{m/sec}$) | (15) ΔT_4 ($v_1 = 1500\text{m/sec}$) |
| (4) ΔT_1 ($v_1 = 2000\text{m/sec}$) | (16) ΔT_4 ($v_1 = 2000\text{m/sec}$) |
| (5) ΔT_1 ($v_1 = 2500\text{m/sec}$) | (17) ΔT_4 ($v_1 = 2500\text{m/sec}$) |
| (6) ΔT_1 ($v_1 = 3000\text{m/sec}$) | (18) ΔT_4 ($v_1 = 3000\text{m/sec}$) |
| (7) ΔT_3 ($v_1 = 500\text{m/sec}$) | (19) ΔT_5 ($v_1 = 1000\text{m/sec}$) |
| (8) ΔT_3 ($v_1 = 1000\text{m/sec}$) | (20) ΔT_5 ($v_1 = 1500\text{m/sec}$) |
| (9) ΔT_3 ($v_1 = 1500\text{m/sec}$) | (21) ΔT_5 ($v_1 = 2000\text{m/sec}$) |
| (10) ΔT_3 ($v_1 = 2000\text{m/sec}$) | (22) ΔT_5 ($v_1 = 2500\text{m/sec}$) |
| (11) ΔT_3 ($v_1 = 2500\text{m/sec}$) | (23) ΔT_5 ($v_1 = 3000\text{m/sec}$) |
| (12) ΔT_3 ($v_1 = 3000\text{m/sec}$) | |



(第 3 図)

$= \Delta T_H$ とすれば $\Delta T_5 = \Delta T_H \cos \omega$ 故に $\Delta T_H > \Delta T_5$
 即ち ΔT_5 も ΔT_H より少く ΔT_H を調べる事により
 総ての場合充分なる事が分る。図に於て $T = 1$
 $/1000\text{sec}$ (各 $\Delta h = 0.5$ 1.0m 即ち 100m を 2cm に縮
 した図式解析紙上に於て $1/10\text{mm}$ $1/5\text{mm}$ の誤差
 の線を示した。 ΔT_5 ($v_1 = 500\text{m/sec}$)は $\Delta T \times 10^4 /$
 Δh の値が 4.0 附近に来る。(図面上には表はし
 てない。)

故に $v_1 = 500\text{m/sec}$ の時は常に $\frac{1}{20}\text{mm}$ (縮尺図
 上の Δh) まで読まねばならぬ事が分るが、実
 際問題としては無理である。 $v_1 = 1000\text{m/sec}$ の
 時 $\sin i = 0.7$ 以上ならば $1/5\text{mm}$ 読みで良いし、
 $v_1 = 1500\text{m/sec}$ 以上では総て $1/5\text{mm}$ 読みで充
 分。



第 5 図

(2) の場合も (1) の場合と同様計算すれば第 5 図の如くなる。

同一条件では $\Delta T_5 > \Delta T_4 > \Delta T_3$, ω 大になれば ΔT_1 は大きくなる傾向はあるが $h_+ = 100\text{m}$ 以内では ΔT_1 が最も少なく問題でない。

図より明かな如く $v_1 = 500\text{m}$ の時は常に $1/20\text{mm}$ 読みで読まねばならぬ。 $v_2 = 1000\text{m/sec}$ 以上になれば $1/10\text{mm}$ 読みならば充分、 $v_1 = 1000\text{m/sec}$ の時 $\sin i = 0.7$ 以上の時は総て $1/5\text{mm}$ 読みで良い。

3. 平行三層

この場合は II の項で述べた如く平行二層の場合の誤差式に相当する式が 2 つ組合されわけで第 1 図、第 2 図を用いて二項を加へ合せて居るが良い。即ち二層の誤差より一般に大きくなる。

IV 結 論

図式解析に於ける誤差は多くの場合は走時誤差に大きく影響は及ぼさないが III に述べた若干の条件下に於ては $\Delta T = 1/500\text{sec}$ になる故精密作図を必要とする。

錦川流域の地学的研究

鈴木 倉 次

目 次

1. 緒 言 2. 流 域 3. 水系網 4. 河床の断面 5. 河系と地質
6. 侵 蝕 度 7. 近代に於ける地殻運動 8. 錦川流域と台風 9. 結 言
 五万分ノ一地形図 大竹、岩国、鹿野、徳山、津田、津和野参照

1. 緒 言

錦川は山口県の東北筋ヶ岳 (高度 1004m) に発源して東に流れ、岩国市の東端に於て瀬戸内海に注ぐ県下第 1 の長流で、111.2km に達する。古来しばしば洪水を引起して惨害を呈し、

殊に昭和 25 年のキジャ台風及び 26 年のルース台風に際して被害は甚大であつた。

2. 流 域

東西の長さ 50km、南北の幅 35km、面積約 9,663 方 km を有し、本流はこれを対角線状に西