要な余盛りの量は，供試体の直径 15cm 及び 20cmの両場合を通じ，スランプのないコンクリートでは大約35%，スランプのあるコンクリートでは大約20%であることが判つた。これを余盛りを含めた突固め前の層の厚サで示すと表―5 の様になる。

表―5

供試体の直径（cm）	突固め前の層の厚サ(cm)	
15	フランプのないとき	14
	スランプのあるとき	12
20	スランプのないとき	18
	スランプのあるとき	16

突固めるときには，突棒は鉛直に落下させ，落下の高サは 10cm とし，圖―2 に示した順序でまず型の内側面に沿つて突固めたのち，円壔の中心を突固め，7度の突固めをもつて1回の突固め作業とすることゝした。

毎層で突固め作業を繰返えす回数は，コンクリート 1 m³ 当りの水量に應じて適正に決定すべきで，前記(2) 式によつて近似的にこれを算定することが出來る。そしてその値は表―6 の様である。

なお，第2層及び第3層の突固めは，底板を取りはずした別の型の頂面に重ねて，これを行うことゝした。これはコンクリートの飛散を防ぎ，突棒を型の内側面に沿つて落すのに便利なためである。

表―6

水量（コンクリート1m³当り）(kg)	毎層におい突固め作業を繰返えす回数
160	5
150	10
140	15
130	25
120	40
110 以下	60

1) 粗骨材として，砕石を用いたコンクリートでは表の値の2倍の回数とする

2) 供試体の直径にかゝわらず　この表の値を用いる

6. 結　語

労力に比べて資材の價格が依然として高い今日，カタ練りコンクリート使用の効果は顯著なものがあると考える。近時 air entrained concrete の研究が盛んで，よいコンクリートを樂に打てる時代も遠くないかとも考えるが，vibrator を用いて打つカタ練りコンクリートの用途はまだ当分絶えないものと思う。この標準方法の制定が，これ等カタ練りコンクリート施工技術の進歩に少しでも御役に立てば幸いである。この研究に当り，御指導を賜つた吉田徳次郎博士，実験を手傳つて下さつた鉄研コンクリート研究室の各位に厚く御礼を申上げる。また，昭和 16～18 年には，日本学術振興会から，研究費の援助を載いたこをせこゝに附記する。

累　進　個　人　誤　差

正員　安　東　　功*

PROGRESSIVE PERSONAL ERROR

(JSCE Feb. 1950)

Isuo Ando, C. E. Memoer

Synopsis In a experiment on personal error by using microscope, the auther accidentally found a kind of special personal error—the progressive personal error. On the principle of the progressive personal error, he tried to work out a solution for determining mysterious personal error of hitherto unknown cause which often found in leveling and other field of surveying.

要　旨

測徴鏡を以て個人誤差の実験を行つた際，偶然にも累進個人誤差なる特種の個人誤差を発見した。而してこの累進個人誤差なる原理により，従來水準測量その他に於ける原因不明の不可解なる個人誤差に關し，これが解決法を究明した。

* 攻玉社測量実習教師

1 前書き

君島測量学 247ページ個人誤差の項に

"反対の方向ニ往復水準測量ヲ行フトキハ必ズ同一ノ符号ヲ有スル差ヲ生ジ，而カモ距離ノ増加スルヲ常トス，此ノ問題ハ久シク人ノ研究スル所トナリシモ，尙ホ未ダ滿足ナル解決ヲ得ズ，云々[1]

と云ふ節がある。これは明かに償差でなく累差である。

然も普通の累差でないことが読みとられる。

筆者は実験により，或は測量の實習により，個人誤差について多年研究した結果，この誤差は特種の個人誤差即ち累進個人誤差の爲に起る現象であることを確めた。而して之が解決法を得たのである。

先づ個人誤差の分類法を述べ，次にその理論並に實驗方法等を說述し，最後に應用例の項でこの問題を解く。

2 個人誤差の分類

個人誤差を種別によつて分類すると，(1) 正誤差，(2) 負誤差である。又人間の頭脳の素質によつて分類すると，(1) 第1誤差，(2) 第2誤差[2] である。更に誤差の量或は性質が時間的に変化することによつて分類すると，次の4種類となる。之は筆者独自の分類法である。

個人誤差　(1) 累進個人誤差
　　　　　(2) 固定個人誤差
　　　　　(3) 疲労個人誤差
　　　　　(4) 錯綜個人誤差

累進個人誤差は第2誤差であると同時に時間的にこの第2誤差の量が増加累進する性質のものを云う。固定個人誤差[3] は前と同じく第2誤差であるが，時間的に変化せず一定不変のものに対して分類した。但し嚴密に云へば凡ての第2誤差に属する誤差は必ず累進性のもののみである様に思はれる。然れども茲で固定個人誤差と名づけたのは其の累進量が僅少で計量し難いものに対して区別した。

疲労個人誤差並に錯綜個人誤差は本論に関係が薄いから解說を省略する。

3 個人誤差の實驗

前記時間的変化による個人誤差の類別法は主として茲に述べる実驗によつたものである。

実驗は，1秒読みのセオドライト[4] の水平分度円に附随して居る測微鏡 (micrometer microscope) により，平行糸による1目盛の切半は，端数を目測によつて求めた場合と，之をドラムによつて求めた値とを比べ，幾何の差異を生ずるかを検査したものである。而してこの実驗は次の事柄を研究するのが目的であつた。

吾人の観測値に対する誤差は，身心の疲労に伴なつて如何なる程度に增減するか，即ち長時間同一作業を繰り返すときは疲労の爲に誤差は大となる筈である，と云う前提のもとに行つたものである。而して本実驗は測微鏡で測定した多数の観測値を，実驗した時間の順序に，各々ⅠよりⅫまでのブロックに分割し，各ブロック毎に標準誤差[5] (mean Error) を計算し，之によつて標準誤差対時間の関係式を求め，更に進んで吾々の仕事，特に測量に於ける能率曲線を創案する積りで行つたものである。

然るに各ブロックに就て，算術平均値を丹念に計算した結果，偶然にも累進個人誤差 (Progressive Personal Error) なる現象を発見した。即ち 圖—1 に示す如く，算術平均値A (各ブロックに対するヒストグラムの重心迄の距離) を縦軸にとり，時間Tを横軸にとり各ブロックの値をプロットすると，広範囲に散布して居るが，一定の法則に従い，時間によつて変化して居ることが認められた。それでこの曲線を累進個人誤差曲線と名づけた。

圖—1 を検討するに，最初の内は累差に属する個人誤差即ち第2誤差は認められないが，時間の経過につれ次第に (+) の方に偏倚することが知られる。而かも各回の実驗表を詳細に調べたところ，大小の差こそあれ例外なく，凡ての実驗が必ず (+) の方に偏倚することが認められた。

又別途に各ブロックに就て，之がヒストグラムを画き調べたところ，モードもメヂアンも共に算術平均と同様に次第に (+) の方向に偏倚して居ることが認められた。

以上の事実の結果から，平行糸によつて，1つの目盛を切半すること，即ち2等分する操作に対しては，筆者は次第に左に偏するところの前記累進個人誤差の保持者であることが立証されたのである。

この実驗或はこの種の実驗は，之を他の多数の人々によつて立証されたものではない。然れども前記実驗に於て，及び次項に記す「実驗方法並に解說」と照し合せて，之が筆者一人に限られた現象であると云う論拠は何処にも見出すことが出來ない様に思はれる。

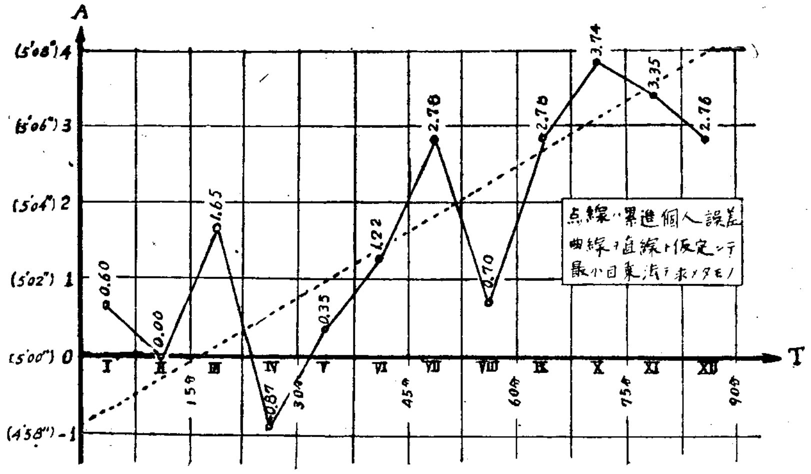
次に何故に普通に有りふれて居らぬ測微鏡を実驗用に供したかと云う点は，前記標準誤差対時間の関係式を作る爲の必要條件としては，(a) 1回の操作に相当

1) Baker: Engineer's Surveying Instrument, P.277 参照

2) 第1誤差は個人誤差の中で償差に属するものを称し，第2誤差は同じく累差に属するものゝ呼び方である。この術語は元陸軍方面で多く用いられたもので術語としては適当でない様に思う。然れども土木方面では從來之を区別してないから其のまゝ用いて置く。

3) 固定個人誤差の著しい例は筆者か聞にして余り例を見ない。かつて某工業学校の生徒である某者に，スタヂヤコンスタント決定法の実習をさせた。その際普通の函尺で 5mm の区劃割りの中央に，トランシットの下方視距線を夾むことを命じた。然るに何回繰り返へしても殆ど 7，3 の上方に調節する。余りに不思議に感じた爲，他の生徒をして，これが眞僞を確めさせた程であつた。

圖—1



の時間を要すること，(b) 間違もなく，誤差も少なく操作する爲には相当に疲労を與えること，(c) この機械には累差が殆ど起らない，と同時に目測と実測との差異が細密に読み取り得られた，などが必要であつたからである。

表—1 實驗誤差の表　(Table I. Experimental Error)

A	−5	−7	−3	−5	+7	+6	+1	−2	+2	+2	0	−3
B	0	0	+3	+7	+1	−1	+4	+3	+5	+3	+4	−6
C	+1	+1	−6	−4	−3	+3	+7	+8	+3	0	0	+8
D	+6	+2	+1	−2	−1	+4	0	+3	+2	+3	+6	+10
E	−1	+3	+1	+2	+4	+3	−3	+3	+4	+8	0	+7
F	+3	+2	+5	+6	+12	+8	+5	+1	−2	+12	+10	+1
G	0	+3	+7	+5	+6	+6	+5	+6	+5	+7	+8	+2

玆に一つの実驗例を表記し，且つ箇條書にして実驗方法を解説して置く。他の実驗も之と大同小異である。

実驗方法並に解説

(1) 表—1 の数値は観測誤差の値であつて，之が單位は測微鏡の構造上2秒となる。而して0なる値は1目盛（10分）の切半であるから，ドラムの矢印が正しく5なる目盛を指した場合であつて，之は5分であると同時に，誤差は0である。又誤差+1 は5分2秒で −1 は4分 58 秒等である。

(2) 表—1 は観測した時間の順序に並べたものである。而してA行，B行等の如く 12 づゝに区分したのは，目盛盤の機械誤差を除去する目的で各行毎に必要角度丈け目盛盤をシフトした。

(3) 表—1 の実驗に要した時間は1時間 35 分である。他の実驗も凡て一時間半を目標として実驗した。而して実驗中は外界とは完全に遮断されたところの実驗室（窓も締め切り，單独にて）に於て行い，勿論煙草，休憩等なく，実驗は必ず日を異にして午前中に実施した。

(4) 一回の実驗をXIIのブロックに配分した方法は，各観測は等速度で爲されたと見なし，全観測度数を12等分したものである。表—1 では順次に7個づゝの観測度数を1つのブロックとした。而して算術平均値 A の計算には，多くの実驗のそれ等ブロックを合計したものに就て計算したので，凡ての観測値にウエイトをつけたものはない。

(5) ドラムに於ける1目盛を 1/10 まで目測で推読した場合の機械誤差，個人誤差，及び其他の誤差も考えられるが，機械の誤差は0と見て宜しく，又目測誤差は第二次的のものとなり，算術平均値 A の計算には影響が割合少ない。但し目測により 1/20 まで推読したものに対しては，一部修正を行つた。

(6) 実驗中，錯誤（例えば水平分度円のシフト，又はドラムの読み誤り等）は 100回に1回位あつた様に記憶する。但し之は表中からオミットした。

(7) 第2個人誤差に属する実驗は，心理学的に甚だデリケートな点がある。本実驗も累進個人誤差なる現象を既に感知した以上，それに或る潜在意識が働いて其の後の実驗には時に從來と異る結果を生ずる。そこ

で本実験も之を感知した以後は，その実験を打ち切つた。乃ち圖—1に記載した数値は，無意識の間に行つたもののみによつて計算した値である。

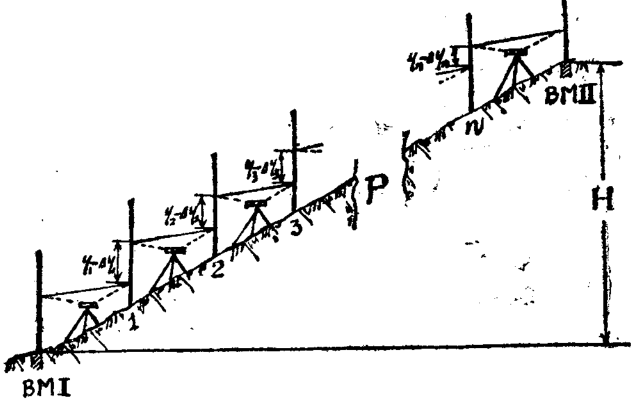
(8) 表—1 の実験年月日は，昭和 17 年7月 23 日午前 10 時 30 分〜午後 0 時5分のものである。

4 累進個人誤差の應用例

其（1）水準測量

前記 1．前書きに記した不可解なる問題は，累進個人誤差の理によつて容易に解くことが出來る。

圖—2



圖—2 で測者は上方を視準する習癖の個人誤差の場合とする。今水準機は前視後視の，正しく中央に据えるから，固定個人誤差に対しては，BM Ⅰ及びⅡの高低差 H は $\Sigma\eta$ として誤差の生じない値が観測される。然るに累進個人誤差に対しては，前視は後視より常に時間的に遅れるから第2誤差は毎回毎に前視の方が大即ち上方となる。故に前，後両視準点を結ぶ直線は水平でない。されば両 BM・間の高低差 H は $\Sigma(\eta-\Delta\eta)$として観測される。又往復水準測量でBMⅠに戻つた時の閉合誤差の中には約2倍の $-2\Sigma\Delta\eta$ なる累差が含まれて來ることになる。

実際の水準測量で，この誤差が表はれて來るのは，充分精密に施行されたものでなければならぬ。如何となれば大抵の場合は償差の爲に，この累進個人誤差がカヴァーされることが多い。元陸地測量部（建設省地理調査所）の水準測量規定[6]では斯かる場合を明瞭に区別して居る。即ち精度の低い視標水準測量では，累進個人誤差は之を無視し，往復水準測量すること無しと規定して居る。

誤差の消去法につき新測法を考案したから，序に記す。

第1法—圖—2 で P 点を全移器点の中央とする。P 点よりBMⅠ及びⅡに向つて測量をなし，之を繋いで往路とす。次に逆に両 BM より P 点に向つて測量をなし，之を繋いで復路の測量とする。

第2法—BMⅠ より BMⅡ に向つて測量し，次に BMⅠ に戻るのである。

但しこの場合凡ての移器点に対し，前視と後視とを1回毎に交互に，相前後して規準する方法。

其（2）直線の延長法

トランシットを以て復視法により直線を延長するとき，一定の方向に曲線を形成し，一直線とならぬのである。この問題も疑問であつて，その誤差の原因が不明であると称へられて居る。

この測量で，望遠鏡は正及び倒の2回の測定値を2等分するのであるが，前視と後視とには常に時間的のズレが存在する。そこで固定個人誤差の場合であらば一直線となるが，累進個人誤差が働くとすれば曲線となる。之が理由も前例と同樣にして，容易に証明が出來る。

其（3）歩側

広漠たる平野に於て前方に1点のみを視つめつゝ一直線に進行するとき，足跡は必ず一定方向の円を画いて居る。スキーで滑り歩くとき，特に之が顯著に表はれる。筆者は必ず右廻りである。この場合，固定個人誤差であれば円であるが，累進個人誤差であればスパイラルとなる。

5. 結び

本研究並に実験の目標は，前にも述べた樣に，吾人の観測誤差に関連して，標準誤差対時間の関係式，疲労と個人誤差との関係式即ち疲労曲線，仕事特に測量に於ける能率曲線，並にガウス氏の誤差曲線の補正法などの探究である。而して本稿は之等に対する傍系のものであつて，中間報告とも称すべきである。故に解

---

4) 実験に供したセオドライはドイツ製，反轉式の経緯儀で水平，鉛直共に測微鏡が附随して居る。而して水平分度円は 10 分毎に目盛があり，ドラムの円周は10等分され，之に0より9迄の目盛がある。尙ほこの分割は更に3つに細分され，之に 10 秒，20 秒の目盛がある。さてドラムの1回轉に対して，平行糸は水平分度円に於て，1目盛即ち 10 分丈け移動する構造である。さればドラムに於ける細分した1目盛即ち 20 秒間を，更に目測によつて 1/10 迄を推読するとすれば，2秒が得られる。之が反轉式であるから正，反2回を平均して1秒読みの測微鏡と称する。

5) 標準誤差公式：$\sigma=\{\Sigma(l-A)^2f/N\}^{1/2}$，但し A：算術平均$(=\Sigma lf/\Sigma f=\Sigma lf/N)$，$l$：観測値，$f$：観測度数，$N$：観測度数の合計。

6) 陸地測量部，水準測量法式第3款第4参照

説中盡し得ない点が多々あることゝ思ふ。御判読御叱正を乞う。さて吾々エンジニヤは一土木に限らず一諸外國に比し，科学研究に於ける基礎研究を最近余りにも蔑にする嫌がある。本論の如き極めて基礎的研究の方面には殆ど顧みる者がない。强ち應用研究乃至は生産研究のみが日本工学者の使命ではあるまいと思ふ。敢て後輩者，新進諸君に訴える次第である。

地震動を受ける桁の强制振動並に其の震度への直交函数系の應用

准員 安部清孝*

FORCED VIBRATION OF A BEAM AFFECTED BY SEISMIC MOVEMENT AND APPLICATION OF THE ORTHOGONAL FUNCTION GROUP TO SOLVING ITS SEISMIC COEFFICIENT

(JSCE Feb. 1950)

Kiyotaka Abe., C.E.Assoc Member

Synopsis The author has tried to apply various orthogonal function groups which satisfy every boundary condition of a beam to the problem of determining the forced vibration and seismic coefficient of the beam forced by sinusoidal vibration. This article is aimed to show that those vibration or coefficient are not determined by a single element but by various factors suchas dimension of the structure, quality of the material, time duration of the seismici force, etc.

要　旨

桁の各種の境界條件を満足する各種の直交函数系を正弦的地震動を受ける桁の强制振動並に其の震度を求める問題に應用し，構造物の震度は地震々度以外に構造物の寸法，材質，更に地震動の作用時間等に依り決定されるものであつて，決して一意的に決定されるものではない事を示す一端としようとするのが本稿の要旨である。

I 桁の境界條件を満足する直交函数系

桁の長サを l とし，桁の一端に座標原点を取り，位置の変数を x とし，$\xi=\frac{x}{l}$ とし，直交函数系を η_n とする。

（1）單　桁

$$\eta_n=\sin\gamma_n\xi,\quad \gamma_n=n\pi\ (n=1,2,3\cdots\cdots\infty)\quad\cdots\cdots\cdots(1)$$

（2）片持桁[1]

a) 固定端に原点を取ると

$$\left.\begin{aligned}\eta_n&=M_n(\cosh\gamma_n\xi-\cos\gamma_n\xi)\\&\quad-N_n(\sinh\gamma_n\xi-\sin\gamma_n\xi)\\M_n&=\frac{1}{\cosh\gamma_n+\cos\gamma_n},\ N_n=\frac{1}{\sinh\gamma_n+\sin\gamma_n}\end{aligned}\right\}\cdots(2)$$

b) 自由端に原点を取ると

$$\left.\begin{aligned}\eta_n&=M_n(\cosh\gamma_n\xi+\cos\gamma_n\xi)\\&\quad-N_n(\sinh\gamma_n\xi+\sin\gamma_n\xi)\\M_n&=\frac{1}{\cosh\gamma_n+\cos\gamma_n}\ N_n=\frac{1}{\sinh\gamma_n+\sin\gamma_n}\end{aligned}\right\}\cdots(2)'$$

茲に γ_n は

$$\cosh\gamma_n\cdot\cos\gamma_n=-1\quad\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(2)''$$

を満足する正の第 n 根とする。

（3）固定桁[2]

$$\left.\begin{aligned}\eta_n&=M_n(\cosh\gamma_n\xi-\cos\gamma_n\xi)\\&\quad-N_n(\sinh\gamma_n\xi-\sin\gamma_n\xi)\\M_n&=\frac{1}{\cosh\gamma_n-\cos\gamma_n},\ N_n=\frac{1}{\sinh\gamma_n-\sin\gamma_n}\end{aligned}\right\}\cdots(3)$$

茲に γ_n は

$$\cosh\gamma_n\cdot\cos\gamma_n=1\quad\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(3)'$$

を満足する正の第 n 根とする。

（4）自由桁[3]

$$\left.\begin{aligned}\eta_n&=M_n(\cosh\gamma_n\xi+\cos\gamma_n\xi)\\&\quad-N_n(\sinh\gamma_n\xi+\sin\gamma_n\xi)\\M_n&=\frac{1}{\cosh\gamma n-\cos\gamma_n}\cdot N_n=\frac{1}{\sinh\gamma_n-\sin\gamma_n}\end{aligned}\right\}\cdots(4)$$

茲に γ_n は

$$\cosh\gamma_n\cdot\cos\gamma_n=1\quad\cdots\cdots\cdots(4)'$$

を満足する正の第 n 根とする。

II 正弦的地震動を受ける桁の强制振動[4]

（1）一般論

先づ正弦的に時間に依り変る强制力を受ける桁の强制振動を考へよう。

今桁の断面に2次率，彈性係数，單位長当りの質量

1) 方持梁の事である　2) 両端固定桁の事である
3) 両端自由桁の事であつて，之は普通彈性床上に置かれた桁を意味する。
4) 桁は等断面と仮定する。

* 建設省土木研究所技官