

# Inductance 型撓度計の試作について

川 崎 寛 司

従来土木構造物、特に橋梁の比較的大きな静的、および動的撓みの測定は主として機械的な田辺式撓度計によって行われていた。この計器は振子を用いず、第1図に示すような方法で静止点を得ている。

すなわち直径 0.5mm 程度の Piano 線と長さ 35cm 針金径 1.5mm, coil 径 10mm の spring を用いて一端を橋桁に、一端を河床に固定する。

いま, spring が十分張られている状態を考えてみる。

$\delta_1$ ; 橋梁の撓みによって生ずる a 点の変位

$\delta_2$ ; b 点の変位

$P_2$ ; a 点の変位にともなって減少すべきスプリングの力

$k$ ; 使用バネ常数

$E_2$ ; Piano 線の弾性係数

$A_2$ ; Piano 線の断面積

$l_2$ ; Piano 線の長さ

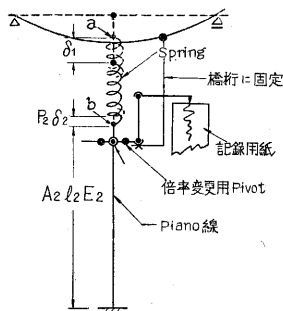
$$\delta_2 = \frac{P_2 l_2}{A_2 E_2} \dots\dots\dots (1)$$

$$P_2 = k (\delta_1 - \delta_2) \dots\dots\dots (2)$$

(1), (2)より  $\delta_1$  と  $\delta_2$  の関係を求めてみると(3)のようになる。

$$\delta_2 = \frac{\delta_1}{\frac{A_2 E_2}{k l_2} + 1} \dots\dots\dots (3)$$

つまり,  $k \ll \frac{A_2 E_2}{l_2}$  なる如くすれば, 比較的大きな  $\delta_1$  に対して  $\delta_2$  は非常に小さく, b 点を静止点と見做し得る。



第 1 図

の場合を考えてみると,  $\frac{\delta_1}{\delta_2} = 29.3$   $\delta_1 = 3 \sim 5\text{mm}$  が普通であるので, この場合 ( $\delta_1 = 5\text{mm}$ ) には  $\delta_2 = 0.17\text{mm}$  で無視し得る程度である。ただし  $l_2$  が余り長くなると補正しなければならなくなる。

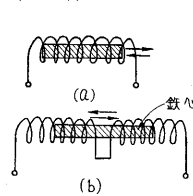
計器の本体を橋梁の任意の member に固定し, lever

の一端を spring の下端点に取付ければ静的撓み, および振動によって生ずる橋梁の地面に対する変位を田辺式撓度計にあっては 1~10 倍に機械的に増幅して pen によって直接記録紙上に記録する。

このような機械的増幅, および記録法は長所もあるが, また次のような欠点もまぬかれない。

すなわち振動を測定するには拡大用 lever の慣性の影響 (優腕と劣腕の比の自乗できく), lever の回転軸における固体摩擦, および記録用 pen 先と記録紙間の固体摩擦が生ずるために摩擦の大きい計器の記録しかえられなくさらにこれは静的の場合にも考えられることであるが回転軸の pivot の調整にも相当の注意と熟練を要する。

われわれは最近しばしば行った橋梁の測定に際して考えていた上記のような機械的計器のもつ難点にわずらわされないために, 電気的な Inductance 型の撓度計を試作してみた。この型のものは出力が大きく, したがって増幅の必要がなく, 商用電源が使用でき, 安定であり, 多数点の遠隔測定も可能で, かつこれらの現象を同一紙上に記録して比較研究ができる等の利点を有し, 前記機械的計器のような短所もない。



第 2 図

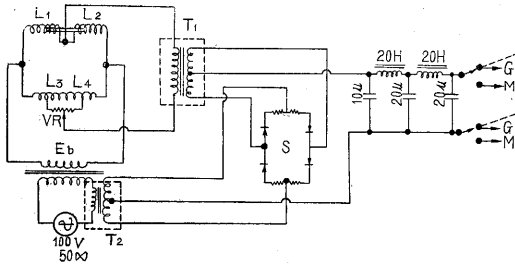
原理は改めて説明するまでもないが, 第2図(a)に示すように空心 coil の中を測定すべき機械量に応じて導磁率  $\mu$  なる鉄心が移動した場合, coil の L が変化することを応用したもので (鉄心をもって閉路された solenoid の inductance は  $L' = \mu L$  となる)

L の接続は第2図(b)の如く Push-pull として使用すると感度も倍加し, 直線性も向上するばかりでなく温度その他の悪影響も除くことができる。

$L_1 \cdot L_2$  を交流 bridge の二辺とし, 鉄心の移動によって生ずる bridge の不平衡電圧で搬送波を振幅変調し, これを整流して直接 meter でよむか, または oscillograph で記録させる。

試作されたものは搬送波に 50cycle を用いているので静的撓み, および橋梁の一次振動数を計る場合には差支えないが, さらに高次の振動を吟味する場合には不十分であり, 今後改良してゆく予定である。感度は 10 倍, 5 倍, 2 倍, 1 倍, の 4 つの range に分かれている。結線図を第3図に示す。これが1つの element であって 3ヶ所の変位を同一記録紙上に撮り比較研究するため

研究速報に3つの element を同一パネルに組込んである。

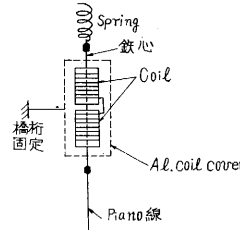


- $L_1, L_2$  0.5mmφ 1000T
- $L_3, L_4$  0.5mmφ 1500T
- $E_b$  20V
- $V, R,$  10Ω
- $S$  5mA セレン

第 3 図

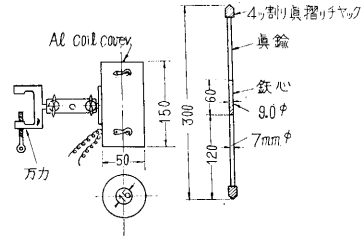
第4図にみられるように電気的撓度計においても機械的撓度計の場合と同じ方法で空間に対する静止点を得ている。すなわち coil は小型の万力をもって橋梁の適当な member に固定しておけば荷重によって橋が撓んだ場合に前記の理由によって鉄心は依然として元の位置に止まり、coil が橋と同様の移動をする。

変換器部分および使用した鉄心は第5図に示してある。coil cover には厚さ1mmのAl板を使っているがこれは振動測定の場合の慣性の影響を考慮して重量をなるべく小さくするというためである。静的撓みのみ測定す



第 4 図

る場合は考える必要はなく、また coil の性質から考えれば鉄板を使用して coil の flux の回帰回路を作った方が有効であり、鉄心も現在は軟鋼を使用しているが permalloy などを用いればさらに能率がよい、等々何分試作第1号であるため不備の点が多いが



第 5 図

引続き改善してゆくつもりである。先輩各位のご教示を頂ければ幸である。(1957. 1. 16)

文 献

- 1) M. Hetényi, Handbook of Experimental Stress Analysis
- 2) P. M. Pflizer, Elektrische Messung mechanischer Grossen.
- 3) 応力測定技術研究会, 応力測定法

## 写真レンズの Response Function の直読装置

小 瀬 輝 次

光学系の写像能力を表わすのに最近、従来の分解能に代って Response Function (1) が用いられようとしている。この Response Function と言うのは点光源の像の強度分布  $f(x, y)$  のフーリエ変換で定義されるものであるが、いま一次元物体の強度分布を  $B(x)$  とすると、この光学像の強度分布は

$$B'(x_0) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(x) B(x_0 - x) dx \quad (1)$$

で与えられる。強度分布が正弦波的に変化する物体

$$B(x) = a_0 + a_1 \cos \omega x = a_0 + a_1 \operatorname{Re} e^{i\omega x}$$

をレンズ系で写像する時はその像の強度分布は上式から

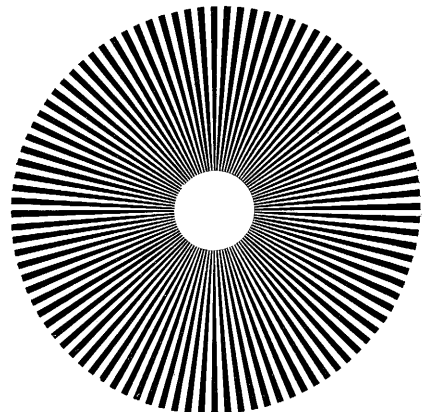
$$B'(x_0) = a_0 F_0 + a_1 F(\omega) \operatorname{Re} e^{i\omega x_0} \quad (2)$$

となり物体と同様に正弦波的な強度分布を示すが、そのコントラストは物体とは異なってくる。ここで

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(x) e^{i\omega x} dx, \quad F_0 = \int_{-\infty}^{+\infty} f(x) dx$$

でこの比がコントラストを与える。この前者を Respo-

nse Function と呼び空間周波数  $\omega$  に対する光学系の attenuation を示すものである。したがって Response Function は正弦波チャートをレンズで撮影し、その像のコントラストを測定すれば実験的に求められるが、ま



第1図 Siemens' Star