

# ファンボロ指圧計の電気回路について

On the Electric Circuits of Farnborough Indicator

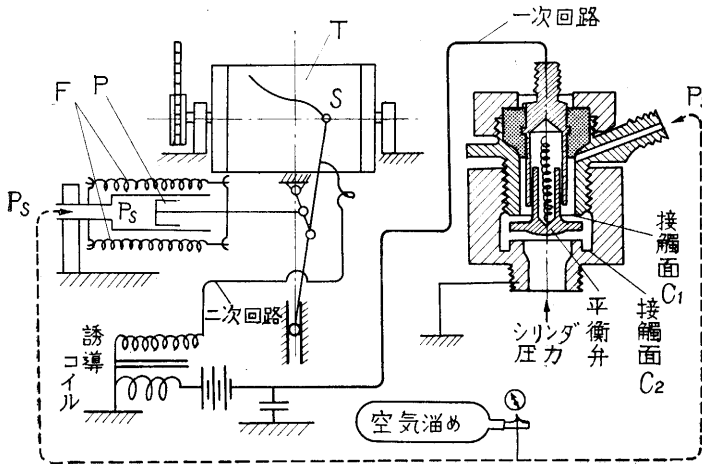
平尾 収・小高 庄二

## 1. 緒言

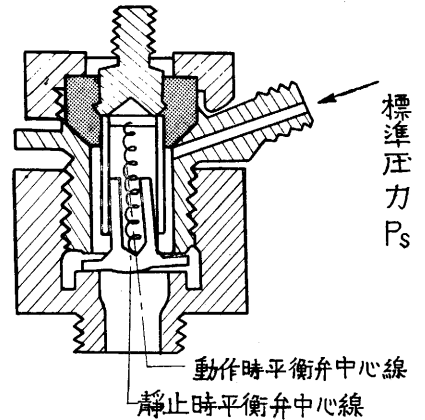
ファンボロ指圧計は第1図に示すように、受圧部の平衡弁の下側に測定せんとする変動圧力を受け、その上方には、空気溜めからの標準圧力  $P_s$  を加える。こうするとシリンダの圧力が標準圧力  $P_s$  より低い圧力からこれに近づき、 $P_s$  より大になる瞬間および、この逆に高い方から低い値に  $P_s$  を通過する時に平衡弁はそれぞれ弁座から一度ずつ離れる。この時誘導コイルの1次回路が断たれて、2次回路中にある放電電極  $S$  に火花を生ずる。この放電電極  $S$  は図のプランジヤ  $P$  によって標準圧力  $P_s$  に比例して左右に移動するようになっており、また記録紙を巻いたドラム  $T$  はクランク軸と同調して回転するようになっているので、火花の位置は  $P_s$  の値と、その時のクランク角の関係を示すことになるから、標準圧力  $P_s$  を適当な範囲で徐々に変化してやれば記録紙上には、このようなシリンダ内の圧力とクランク角の対応を示す連続した多くの点が得られ、多くのサイクルを重

平衡弁の接触面の片側 ( $C_2$ ) の座は直接燃焼室に連なっているため、動作時には燃焼ガスにさらされるために、平衡弁との接触面はカーボンや、ラッカー状のものが付着して電気抵抗が大になり動作しにくくなって来る。

座 ( $C_1, C_2$ ) と平衡弁の遊隙も重要な意義を有する。通常は  $0.15 \sim 0.20 \text{ mm}$  位が適当であって、大きすぎると平衡弁が一方の座からはなれて、まだ他の座に達しないうちに再び初めの座におしもどされるという現象が、比較的低周波数の圧力変動の場合にも生ずるようになり、完全な記録が得られなくなる。しかしながら高周波数に対してもよく追いつくように遊隙を小さくしすぎると、第2図に示すように平衡弁のガイドの多少のガタのために中心軸が傾いて、平衡弁は常に座と接触したままの状態となり、圧力平衡の瞬間でも1次回路が切れなくなり、2次回路の火花が飛ばなくなる。これらの障害を



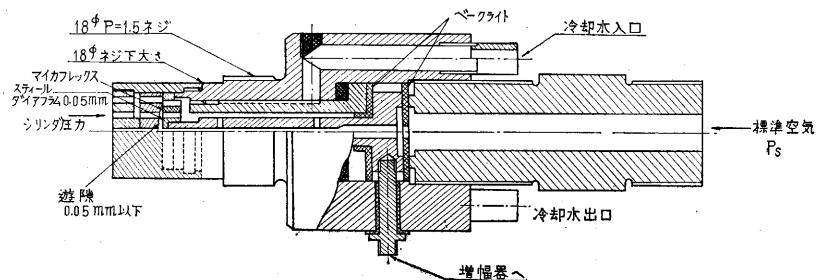
第1図 Farnborough 指圧計



遊隙が小さい時、平衡弁のガイドのガタのために弁は、中心軸が傾いてついたままの状態となる。

第2図

ね合わせた指圧線図が得られる。この場合第1図に示す電気回路は1次側の回路のインピーダンスが低いので、平衡弁の接触面に動作時に大電流が流れ、アークのために座 ( $C_1, C_2$ ) と平衡弁との接触面があばたになったり、汚れたりして遂には動作が不確実になる。またこの平



第3図 改良型ファンボロ指圧計受圧部略図

除くために次のように考えた。

a) 電気回路については平衡弁の1次回路の電流を少なくして接触面を保護することを考えた。このために真空管回路を使用して平衡弁を含む回路のインピーダンスを高くし電流を小にし、これに放電管を有する出力回路を結合して、誘導コイルの1次回路に大電流を流すことにした。

b) 受圧部については第3図のようにした。接点は片側(C<sub>1</sub>)だけにして平衡弁としては0.05mmのステールのダイヤフラムを用いた。遊隙は0.05mm以下にできるようにした。この受圧部の構造についても種々の問題があるが、これについては別の機会にゆずることにして、ここでは電気回路について説明することにする。

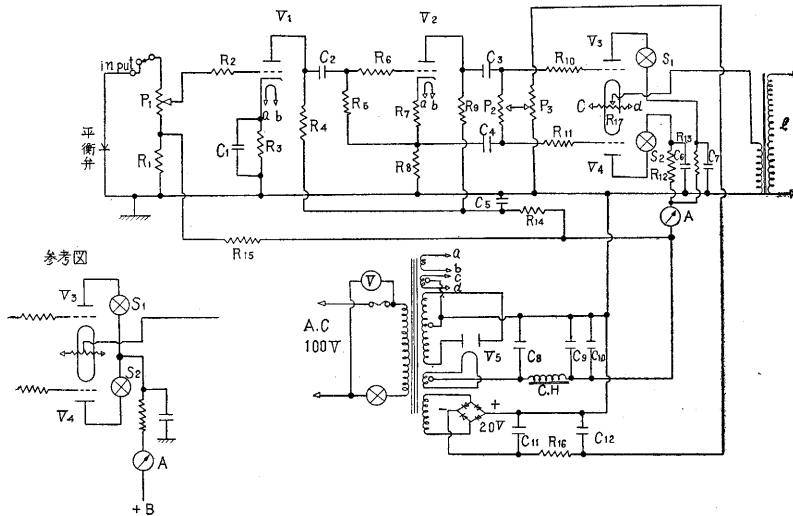
2. 試作回路

(1) サイラトロン制御回路

まず第4図に示す回路を試作した。測定せんとするシリンダ内の圧力が、標準圧力 P<sub>s</sub> より低い値から高い値に変化するときに、平衡弁の所の接点は開いていたのがその瞬間に閉じることになる。すなわちこのとき図の増幅管 V<sub>1</sub> (6SL7) のグリッドに加わっていた電圧が急に減ずることになる。これを負の信号と呼ぶことにすると、これが V<sub>1</sub> で増幅され同時に位相が反転して正の信号となって V<sub>2</sub> (6SL7) と V<sub>4</sub> (3G94) のグリッドに入る。

V<sub>2</sub> に入ったものは増幅されずに位相だけ反転して再び負の信号となって V<sub>3</sub> (3G94) のグリッドに入る。すなわち平衡弁によって生じた負の信号は結局サイラトロン V<sub>3</sub> のグリッドには増幅された負の信号となって入ると同時に、今一つのサイラトロン V<sub>4</sub> のグリッドには増幅された正の信号となって入ることになる。この場合サイラトロン V<sub>4</sub> で放電が起り、コンデンサにより大きな電流が誘導コイルの1次側に流れる。しかしこの放電が始まるとすぐにサイラトロンのプレート電圧が低下するからすぐに放電が停止する。このときに誘導コイルの2次側に高電圧が発生し記録紙に火花が飛び記録される。

測定せんとするシリンダの圧力が標準圧力 P<sub>s</sub> より高い値から低い方へ変化するときには、平衡弁の接点は閉じた状態からその瞬間に開くことになり、上述の場合とは逆に正の信号が出ることになり、サイラトロン V<sub>3</sub> には増幅された正の信号が入り、V<sub>4</sub> には負の信号が入ることになり、今度は V<sub>3</sub> が作動して放電が起ることになる。しかし平衡弁から出される信号は必ず正負が交互になっており、同符号の信号が相ついで出されることはないから、サイラトロンは V<sub>3</sub>, V<sub>4</sub> が交互に作動することになる。これによって極めて短い時間を隔てた二つの信号に対して確実に応ずることができるはずであると考えた(内燃機関の指圧線図の場合には同符号の信号の間隔は 3,000 rpm の場合で  $\frac{1}{50}$  秒以上となり、サイラトロンの作動には差支えない)。



- V<sub>1</sub>: 1/6 6SL7 V<sub>2</sub>: 1/6 6SL7 V<sub>3</sub>: 3G94 V<sub>4</sub>: 3G94 V<sub>5</sub>: 5U4G
- P<sub>1</sub>: 10kΩ P<sub>2</sub>: 500kΩ P<sub>3</sub>: 10kΩ R<sub>1</sub>: 5kΩ R<sub>2</sub>: 30kΩ R<sub>3</sub>: 2kΩ R<sub>4</sub>: 50kΩ R<sub>5</sub>: 500kΩ R<sub>6</sub>: 15kΩ R<sub>7</sub>: 2kΩ R<sub>8</sub>: 50kΩ R<sub>9</sub>: 60kΩ R<sub>10</sub>: 2kΩ R<sub>11</sub>: 2kΩ R<sub>12</sub>: 1kΩ (50W) R<sub>13</sub>: 1kΩ (50W) R<sub>14</sub>: 20kΩ R<sub>15</sub>: 125kΩ R<sub>16</sub>: 100kΩ C<sub>1</sub>: 1μF C<sub>2</sub>: 0.02μF C<sub>3</sub>: 0.02μF C<sub>4</sub>: 0.02μF C<sub>5</sub>: 10μF C<sub>6</sub>: 2μF (オイルコン) C<sub>7</sub>: 2μF (オイルコン) C<sub>8</sub>: 8μF C<sub>9</sub>: 8μF C<sub>10</sub>: 4μF C<sub>11</sub>: 100μF C<sub>12</sub>: 100μF C.H.: 15H, 250mA
- A: mA, 150mA R<sub>17</sub>: ハムバランサー e: 誘導コイル

第4図 サイラトロン制御回路

しかし始め参考図に示すようにサイラトロン V<sub>3</sub>, V<sub>4</sub> のプレートに加える電圧の電源を共通にしたため、一つのサイラトロンが作動すると、プレート電圧が復元するまではもう一方のサイラトロンが作動しない結果になり、せつかく V<sub>3</sub>, V<sub>4</sub> の2箇のサイラトロンを使用した効果が発揮できなかったが、これは第4図に示すように V<sub>3</sub>, V<sub>4</sub> に対しておのおのに独立のコンデンサと抵抗を結合することにより解決できるはずである(後出のストロトン回路ではこのようにした)。また S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> のスイッチはこれの操作によって V<sub>3</sub>, または V<sub>4</sub> の一方だけを作動させるようにすることができるようにしたものである。

この回路はほぼ満足な作動を示したが、作動時にサイラトロンの

研究速報  
電流がその容量に対して過大になるので、その寿命が短かく、じきに回路が不安定になるので、サイラトロン管の代りにストロボトンを使用した回路を試作した。

反転、検波された負の信号となって入ると同時に、今一つのストロボトン  $V_3$  のグリッドには、検波されて信号は入らないことになる。この場合ストロボトン  $V_4$  で放

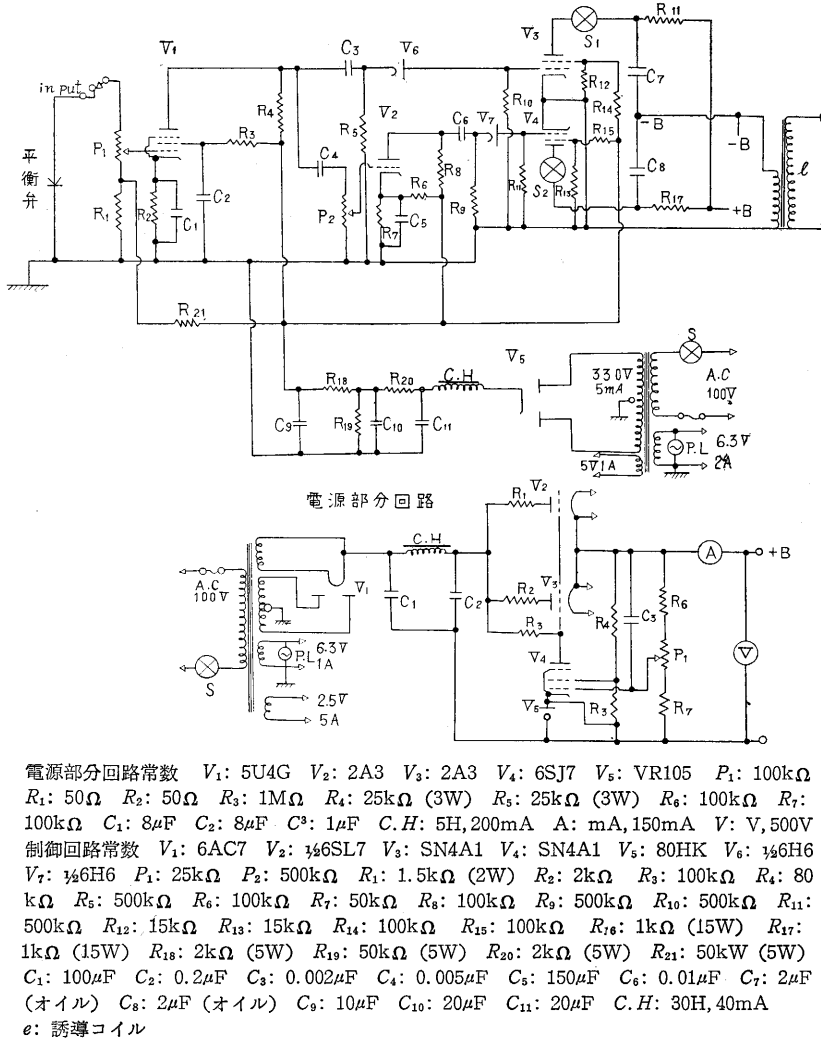
電が起り、コンデンサにより大きな電流が誘導コイルの1次側に流れる。しかしこの放電が始まると、すぐにストロボトンのプレート電圧が低下するから放電が停止する。このときに誘導コイルの2次側に高電圧が発生して記録紙に火花が飛び記録される。

また測定せんとするシリンダ内の圧力が、標準圧力  $P_0$  より高い値から低い方へ変化するときには正の信号が出ることになるから、ストロボトン  $V_3$  には増幅され検波された負の信号が入り、今度は  $V_4$  に入るパルスは  $V_7$  で検波されて  $V_4$  には入らないから、 $V_3$  が作動して放電が起ることになる。しかして前述したように平衡弁から出される信号は必ず正負が交互になっており、同符号の信号が相ついで出されることはないからストロボトン  $V_3, V_4$  は交互に作動することになる。これによって極めて短い時間を隔てた二つの信号に対して確実に応ずることができた。

なおこの回路で  $V_3, V_4$  のグリッドに入るパルスを検波管

により一方向の負パルスにしたのは、ストロボトン管は正負いずれのパルスでも動作する特性を有するからである。また始めはストロボトン回路と増幅部との電源を共通にしていたが、平衡弁からの信号が入って一方のストロボトンが作動すると、その影響が増幅回路に入り他のストロボトンも引きつづいて作動してしまう結果になったが、図に示すように電源をおのおの独立のものとしアースもそれぞれ別に取りることによって、一方のストロボトンの作動により他のストロボトンの作動が誘発されるのを防ぐことができた。平衡弁で信号が出されてから誘導コイルの2次側で火花が飛びまでの時間遅れは、実測

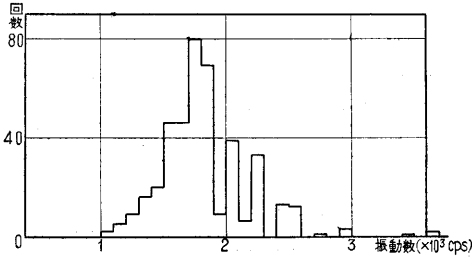
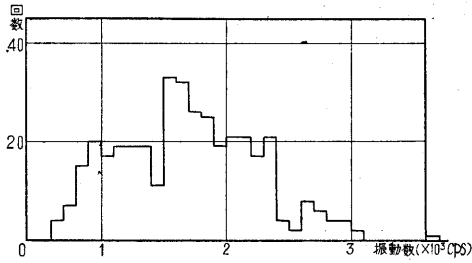
(24ページへ続く)



第5図 ストロボトン制御回路

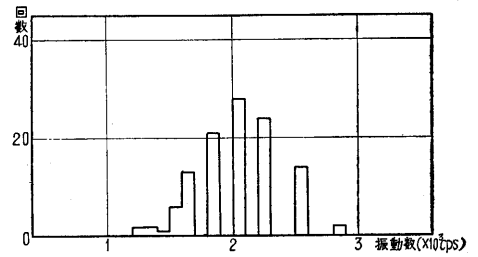
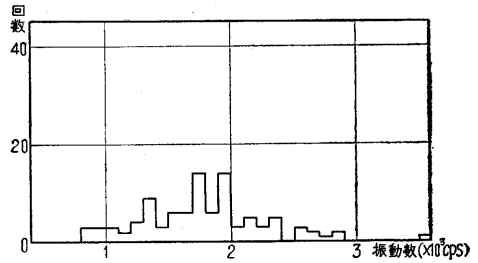
(2) ストロボトン制御回路

ストロボトン回路は第5図に示す通りで、この回路で平衡弁と図の  $V_1$  (6AC7) の第1グリッドの間で圧力平衡の瞬間に出来るパルスは、サイラトロン回路の場合と全く同じである。測定せんとするシリンダ内の圧力が、標準圧力  $P_0$  より低い値から高い値に変化する時には負の信号となる。これが増幅管  $V_1$  で増幅され  $V_2$  (1/2 6SL7) で位相の反転をし、 $V_7$  (1/2 6H6) で検波され負パルスとなって  $V_4$  (SN4A1) の第1グリッドに入る。  $V_6$  (1/2 6H6) に入ったものは検波されて  $V_3$  (SN4A1) の第1グリッドには入らない。すなわち平衡弁によって生じた負の信号は結局ストロボトン  $V_4$  のグリッドには増幅、位相



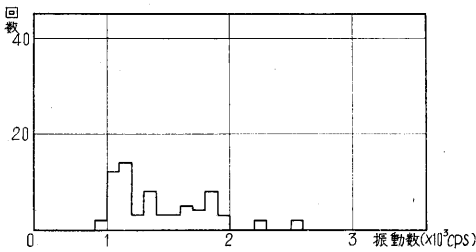
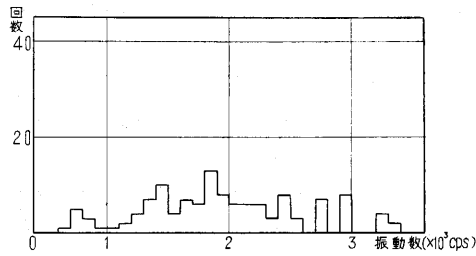
その1 A-101

上：列車荷重によるもの、下：重錘落下によるもの



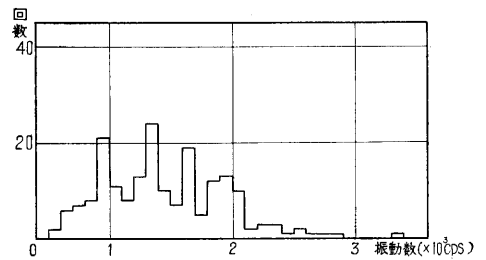
その2 B-101

上：列車荷重によるもの、下：重錘落下によるもの



その3 A-15

上：列車荷重によるもの、下：重錘落下によるもの



その4 B-5

列車荷重によるもの  
第3図 高次振動歪の頻度分布

文献

- 1) 佐藤裕；軌道強さに及ぼす列車速度の影響 業研資 9-13, 1952.
- 2) 佐藤裕；軌道の車軸落下実験 業研資 14-14, 1958.
- 3) M.R. Sonnevile ; Contribution a la Modernisation des Voies Ferris, Conference faite a Bruxelles, le 19 avril. 1951.
- 4) 岡本舜三・佐藤吉彦；チタン酸バリウム歪計, 生産研究 10-8 1958. (1958. 10. 29)

(20 ページより続く)  
の結果大体  $23\mu s$ , 時定数にして  $1/60,000$  秒位であって, 数百サイクル程度の現象の記録には実用上補正の必要がない値であった。

3. 結 び

このような電気回路を用いることにより, 受圧部の平衡弁の接点の汚損, 焼損による不具合を除くことができ, さらに第1図に示す  $C_1$ ,  $C_2$  の2個の接点が必要で

あったのが,  $C_1$  の接点のみで足りるようになったので, 平衡弁にうすいダイヤフラムを使用することができるようになり, 受圧部の機械的性能を非常に改善することができた。

終りにこの回路の設計, 調整に当り第3部の沢井教授, 稲葉助手, 第2部の増淵研究員にそれぞれ一方ならぬご指導, ご援助をいただいたことに対し厚く御礼申し上げる次第である。 (1959. 1. 8)