

歪計の増幅, 判別部

### 3. 抵抗線歪計 (ロケット搭載用)

森 大吉郎・荏 司 教

#### 1. まえがき

今回のロケットに搭載する抵抗線歪計に対して要求された要目は下記のようなものである。

- (1) 測定装置は小型・軽量で、70gの衝撃に耐えること。
- (2) ゲージ周辺の温度は約200°C、リード線の一部の周辺温度は約250°Cに達する可能性がある。
- (3) 総合感度は軟鋼応力に換算して約5 (Volt)/20 (kg/mm<sup>2</sup>)、静的応力のみならず、150 cpsまでの振動も測り得ること。
- (4) 電源電池の容量は、少なくとも約20分間の安定な作動の能力のあること。
- (5) 実験回数は2回であり、やり直しはできない。

(1)の要求を満たすためにサブミニチュア管を中心とした小型部品を用い、(3)の要求を満たすために回路は発振、増増、判別器よりなる正規の歪計回路を採用した。

(2)の対策としてはベークライト・ゲージおよびフロン・チューブを用意した。

次に各部の概略の説明を記す。

#### 2. 回路

ロケット用歪計回路についての文献はほとんど手に入らず、はじめての試作でもあったので、作動の確実性を重視して第1図のように正規の回路方式を採用した。そのためやや複雑であって、小型に組上げるのに苦心した。

発振部は5678, 5672によるウィーン・ブリッジで周波数は約950 cps、ゲージへの供給電圧は約0.7 voltで

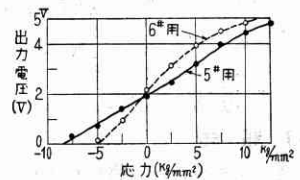
ある。

増幅部は5678, 5678, 5672よりなる3段増幅で出力トランスに接合している。0.1 mVの入力電圧を10 voltまで増幅するのであるから誘導と初段管の衝撃の際のマイクロフォニック・ノイズを落すのに考慮を払う必要があった。

1N34 2本の判別器により歪の正負の値も判るが、周波数特性は150 cpsでは静的感度の約65%に減少している。断線等の事故の際にも出力電圧が0~5Vの割当範囲を逸脱することがないように上限は飽和特性を持たし、下限にはリミッターを用いた。割当範囲を大きく超えると漏話のため他のチャンネルにも害をおよぼすからである。

歪ゲージの零点調整は小型の100Ωポテンショを用いたが、衝撃でポテンショの調整位置の狂うことがないように検討を加えた。

総合感度特性を第2図に示す。5号機の実験の結果より、6号機用のは感度を向上させた。感度変更は増幅器の負キカン調整により容易に行われる。5 volt付近で特性が曲っているのは、前述の5 voltを大きく起させないという目的のためにわざと飽和特性を持たしたためで、スペースが許せば特性は直線にさし、上限も2極管リミッターで切落すのが常道で



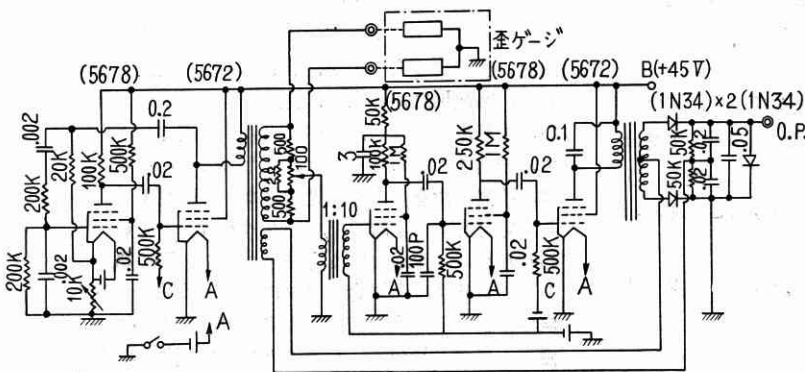
第2図 応力, 出力電圧特性感度; 5号機用: 0.24V/kg/mm<sup>2</sup> (4.2 kg/mm<sup>2</sup>/V)

6号機用: 0.4 V/kg/mm<sup>2</sup> (2.5 kg/mm<sup>2</sup>/V)

ただし応力は軟鋼の応力の場合を示す。

あろう。

電源は45 volt (BL-030), と1.5 volt (UM-2+UM-3×2) ほかバイアス用として小型の3 voltを使用した。スイッチ投入後約20分間は、各電源電圧、感度、零点変動に大きな変化が無く、使用に耐えることが確認された。はじめ



第1図 抵抗線歪計回路 (ロケット用)

はB電源は 65 volt で設計したが、予定容量の電池を使ったのでは時間的特性変化が大きくなり、45 volt でも所要感度を得られるように各部の性能を向上させることができたので 45 volt に決定した。

各部の小型トランスは試作してもらったが、その性能が優れていたため、全体の製作が非常に楽になった。

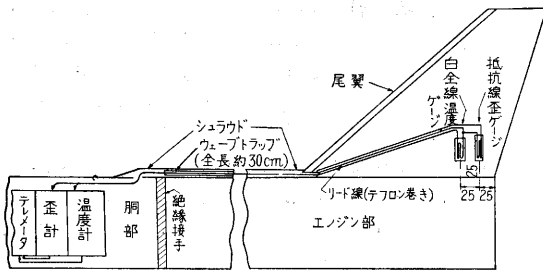
装置は外径 100 mm φ、高さ 62 mm の円筒に収め、総重量は約 420 gr、この中電池重量は約 280 gr である。

装置は回転式加速度試験機で約 60 g まで試験し、なお一部は落下衝撃試験を行った。

電池重量・耐衝撃性等を考慮すると、近い将来はトランジスタを用いるのが得策と思われる。

3. 歪ゲージとリード線

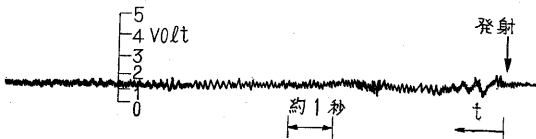
歪ゲージ・リード線・歪計の配置を第3図に示す。歪ゲージはサンドウィッチ構造の尾翼の鋼板製表皮(厚さ0.5 mm)の裏側に対称に貼付した。エンジン部よりの熱伝導で約 200°C に温度上昇の可能性があるのでベークライト・ゲージを用いた。リード線は桐のコア材の中を通り、エンジン部外側をシュラウドに包まれて胴体中央まで走るが、この間の周辺温度も 200~250°C になることが予想されたのでテフロン・チューブで2重に包んだ。なお胴体絶縁接手付近にウェーブトラップが設けられている。



第3図 歪計取付要図(5, 6号機)

4. 試験結果

この歪計は 31 年 12 月の秋田における飛しょう試験においてカップ5号および6号機に搭載された。テレメータによる記録は別稿のごとくであるが、6号機における発射直後の歪計の記録のみを別に第4図に示す。



第4図 テレメータによる歪計の記録(6号機)

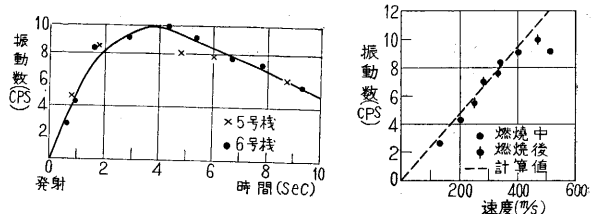
これらの記録を他の加速度・横加速度・温度などの記録と総合して検討すると多くの貴重な資料がえられるが、また他方ではこれらは初めてのただ1, 2回の記録

でしかないので、判然とした結論を出すのが危険と思われる点も多々ある。ここでは歪計の記録のみについての若干の考察を述べるに止める。

(1) 一般に発射後約 10 秒間および落下直前に静的でないし振動応力が生じている。

(2) 静的応力の最大は約 3 kg/mm<sup>2</sup>、振動応力の最大は約 ±1.5 kg/mm<sup>2</sup> である。応力の模様は一般に静的と振動応力とが重畳しており、5号と6号とは差異がある。

(3) 6号機では発射直後に横風を受けて大きな応力が生じている。



(a) 振動数, 時間特性 (b) 振動数, 速度特性

第5図 縦揺運動の振動数

(4) 振動応力で記録できたものは主としてロケットの縦揺運動に対応したものである。その振動数は第5図に示すように 2~10 cps であるが、図のように 5, 6号機とも同一の傾向であり、速度に関して整理すると同図(b)のようになる。玉木研究室での風洞試験結果、糸川研究室での慣性モーメント測定結果等より簡単に計算した値を点線で示す。

(5) もし上記の縦揺の振動応力の消長が機体のスピンに伴ったものであるならば、そのスピンの周期は大約 2 秒である。

(6) 記録にはリップルがあり5号機では殊に目障りになったが、これは温度計と歪計のゲージのアース回路を細い線に共通に使ったためと思われる(野村助教授の解釈)。もっと太い線を使うか、別々の線を用いるべきであったらう。

5. むすび

今回の歪計はゲージの装着、リード線の耐熱処置等も手数を要したが、何んといっても歪計回路の組上げが難関であった。結果から見れば単なる「小型の発振・増幅器」に過ぎないと言われるであろうが、限られた容積・重量内で初めての部品を集めて、所要感度を持った衝撃に強い回路を一応組み上げることができたことは当事者として誠に有難いことであった。

本試作に当っては池田健教授のご指導を受け、富永五郎・野村民也両助教授、富田文治君、岡田繁君よりは多くの助言と助力を得た。また山水電機の金井繁治氏、小沢無線の小沢達吉氏よりは部品の入手について貴重な助力を得た。これらの方々の芳名を特記して感謝の意を表したい。(1957. 3. 26)