

B₃₀ 型 大 型 ラ ン チ ャ

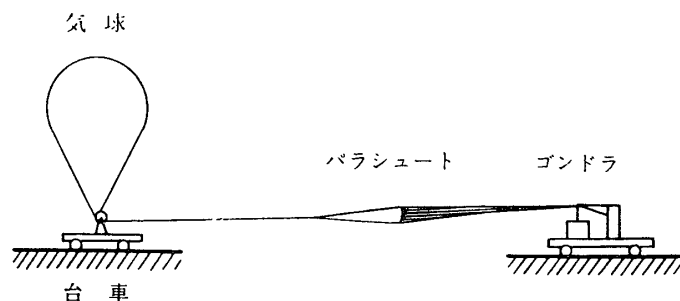
西 村 純 ・ 石 井 千 尋*
関 和 市 ・ 藤 井 正 美

気球を保持し、放球を行なう気球ランチャは昭和 41 年度、宇宙航空研究所で気球事業を実施することになった時点でまず一台整備された。これは現在小型ランチャと呼ばれるもので、その詳細は文献 [1] に詳しいが、浮力 100 kg 程度までの比較的小型の気球の放球に対して十分その機能をはたしてきたものである。

昭和 42 年度にいたって、大型気球開発計画にそって B₂₀, B₃₀ と呼ばれる容積 2 万立方メートルおよび 3 万立方メートルの気球が出現することによって浮力を増加し、新たに大型気球放球用のランチャを新設する必要にせまられた。このような大型気球では浮力も増大し 500 kg 程度の浮力にたえるランチャが必要となる。

大型気球放球用ランチャとしては大きくわけて二通りの考え方があることを述べておきたい。そのおもな違いは気球の浮力測定の機能をランチャにもたせるかいなかと言う点である。もし浮力測定を注入ガス量で推算するならば、ランチャは気球を保持し、放球する機能をもつだけで十分であり、ランチャの構造は比較的簡単になる。気球をローラーでささえるような形で十分であり、大浮力の場合でも保持するために気球皮膜に損傷を与えるようなことは少ない。一方浮力の測定機能をもつランチャの場合には文献 [1] および以下述べるようにランチャに気球をとりつける必要があり、保持の方式に特別な注意を払わぬと気球皮膜に損傷をあたえることとなる。

この様な理由から大浮力の気球用ランチャとしては世界的にローラー方式が採用されている傾向にある。B₃₀ 型気球用ランチャとして我々はまずローラー型のランチャについて検討した。すでに述べたようにローラー型ランチャは大浮力の気球をささえる場合気球皮膜に傷をつけにくいと言う利点はある。しかし気球の浮力に対抗して気球を保持するためには第 1



第 1 図 ローラー型ランチャ

* 青山学院大学

図に示すように気球全体をひきのばし、下端を保持する必要がある。このため放球場はかなり大面積を要することとなる。また浮力については、注入ガス量から推定するので、気温の影響を受けやすく、万一もれがある場合には浮力不十分のため放球が不首尾に終る可能性を生ずることになる。

現在宇宙研で放球を行なっている実験場は 100 m×100 m 程度の面積であるところから、以上の欠点はかなり本質的であり、あらためて、浮力精密測定機能をもつランチャの検討を行なうこととなった。このような形の典型は文献 [1] に示したものであるが、大浮力用ランチャとして考慮すべきことは気球をランチャに取付ける部分の面積を大にして気球皮膜に大きなひずみをかけないようにすることである。このため文献 [1] のランチャではゴムで保護した管で気球を保持していたが、浮力が数百 kg の場合はこの方式は不十分であり、ある曲率をもった台に気球をとりつけ幅広いナイロンバンドで押さえることとした。その設計の詳細については付録 1 に示した。この様な方式はすでにイギリスおよび神戸大学でその有効性がたしかめられていたものである。

気球の浮力測定には約 1 % の精度が要求されるが [2]、その測定方式としては原理的に小型ランチャに用いた方式と同じものを採用することとした。すなわち、気球を保持する部分と浮力測定部はダブルレバーで結合され、浮力測定としてはストレンゲージのひずみを電氣的に自記記録させることとした。この様式は小型ランチャの際はじめて採用したものであるが、気球取付けによるレバー長の変化がないこと、また浮力測定誤差の原因となる地上風の影響は自記記録により十分推定でき、数十個の気球放球実施の結果満足すべきものであることがたしかめられていたものである。

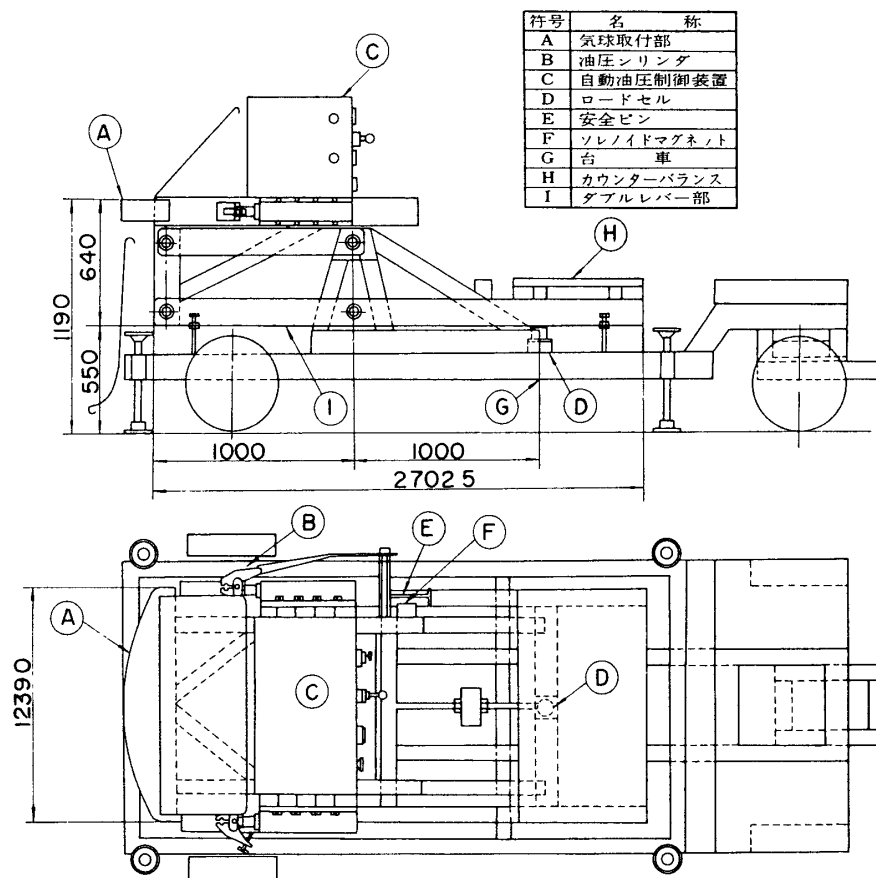
以上のような検討ののちに、具体的な構造としては、幅 10 cm のナイロンバンドの両端を油圧シリンダにとりつけ、自動油圧コントロール装置により所定の圧力に加圧し、ナイロンバンドを引張り気球を保持することとした。油圧による最高張力は約 4 トンでこれは約 800 kg の浮力の気球を保持することが可能である。気球の取付などの操作が容易にできるようランチャ全体の高さを 1200 mm 以下にし、ランチャ全体はトレーラの上にとりつけ移動ができるようにした。

この種のランチャは形はアンバランスでよくないが、性能の点では全く問題はなかった。しかし大きな張力で引張るために、これに耐えるようなバンドを選定するのに苦慮した。本ランチャに使用されているバンドは藤倉航装の落下傘用のもので 420 デニールのナイロン糸で織っており 1 cm² あたりの抗張力は約 2000 kg のものである。

以上具体的にその構造と機能、使用結果について述べ、設計方針について付録 1 にまとめて述べることにした。

2. 構造と機能

第 2 図は B₃₀ 大型ランチャの構造図である。気球取付部 A で気球をナイロンバンドでおさえて両側を油圧シリンダ B にはさみ込んでから C の自動油圧コントロール装置によって必要な引張り圧力を加圧し気球を締め付ける。この状態で気球の浮力に応じた必要な引張り圧力を保ち、気球を保持している。一方浮力の測定は D のワイヤースtrenゲージ式のロードセ



第2図 B₃₀型大型ランチャ構造図

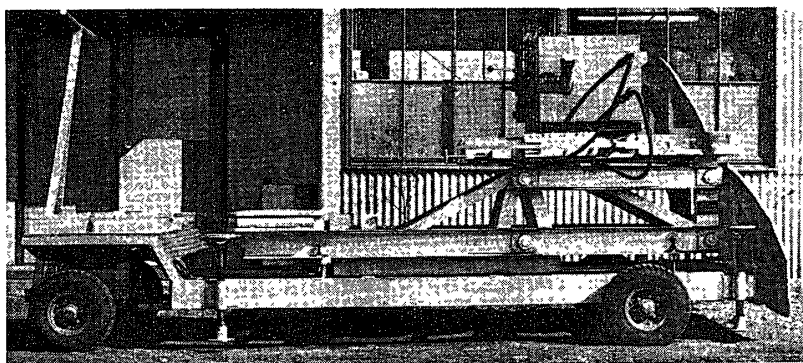
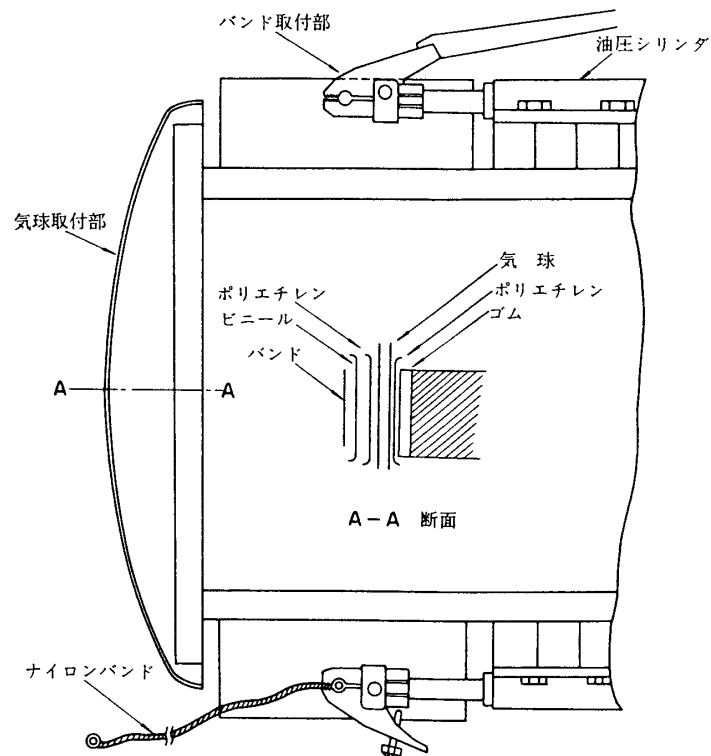
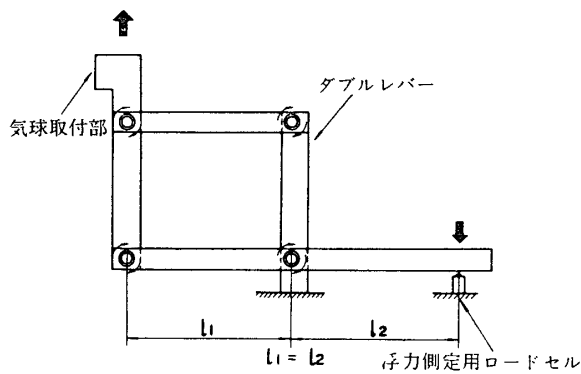


写真1



第3図 気球取付部



第4図 浮力測定機構

ルによって遠隔操作により，中央指令室でチェックされる．放球のときは，安全ピンEを抜き，Fのソレノイドマグネットによって自動操作でバンドの片側がはずれて放球される．写真1にランチャに気球をとりつけた状態を示した．これら各部の機構について以下に述べよう．

1) 気球取付部とダブルレバー

気球取付部は第3図のようになっている．気球を損傷しないように内側はゴム引きでその上にポリエチレンでおおいをしてから気球をはさみ，その上からまたポリエチレンとビニールで保護しナイロンバンドでおさえて，油圧シリンダのバンド取付部にクランプし締めつける．この気球取付部は，ダブルレバーの一端に取りつけてあり，浮力の垂直成分だけが測定できるよう第4図のような機構になっている．これらは自重を大きくして安定にするため各フレームは， $125 \times 65 \times 6$ のような大きなチャンネルを使用し，全体に低くし，重心を下げてある．支点部はベヤリングを使って回転部の性能をよくし，1 ton 程度の浮力をもつ気球でも十分耐え得る強度と機構を有する設計になっている．

2) 自動油圧コントロール装置

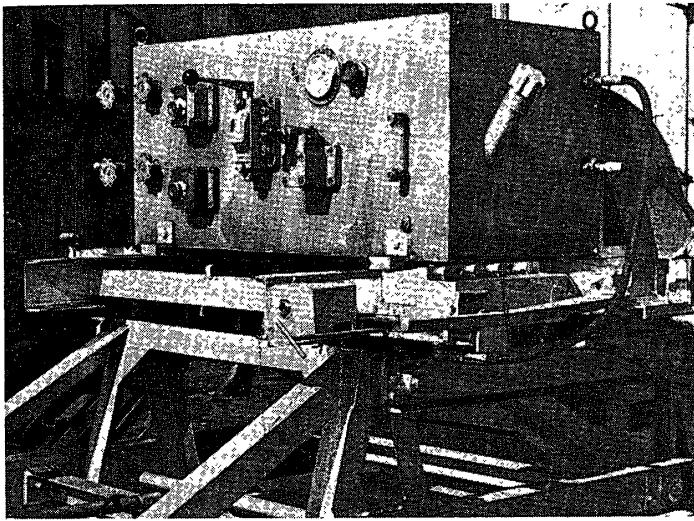
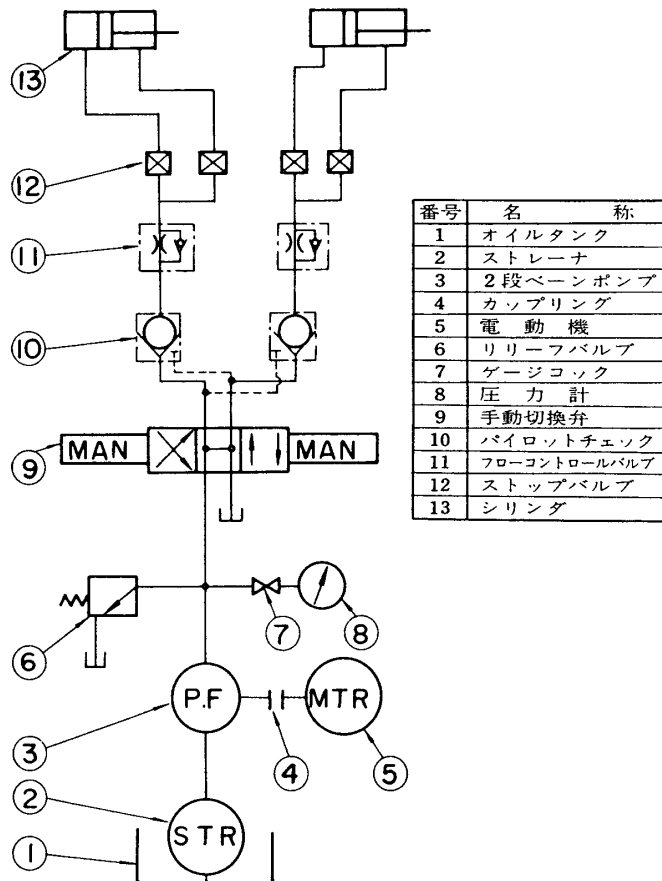
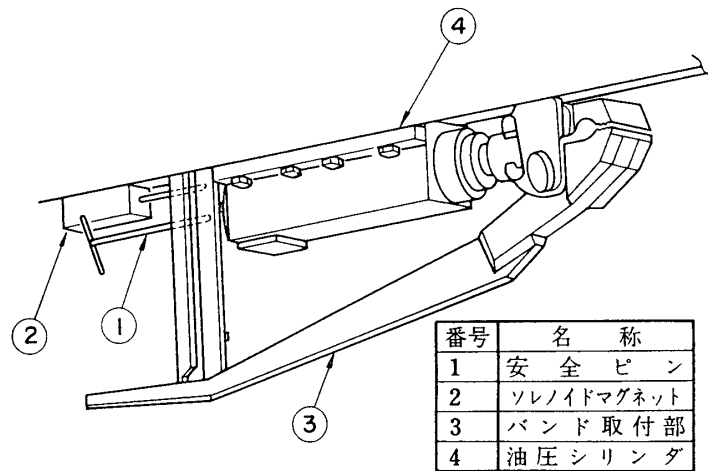


写真2



第5図 油圧制御装置系統図

バンドを締め付け保持する力としては、付録1の設計方針の項で述べたように、最高4 ton のものを考えた。油圧シリンダの仕様は油圧による自動圧力制御装置を写真2に、これ



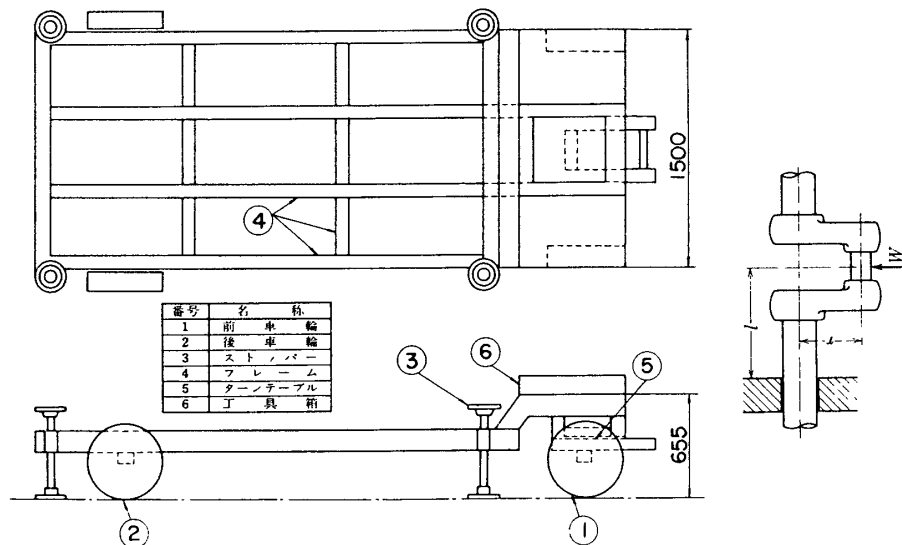
第 6 図 バンド取付部

らの系統図を第 5 図に示した。油圧シリンダのストロークは 300mm であるので、これらの移動速度は⑩のフローコントロールバルブによって自由に可変できる。気球には水素を充填することを考慮し、火花などによる引火を防ぐためモータなどはすべて耐圧防爆型が使用されている。バンドの締め上げは制御盤にある圧力計をみながら⑨の切替えコックによって適宜調整を行なうことができる。

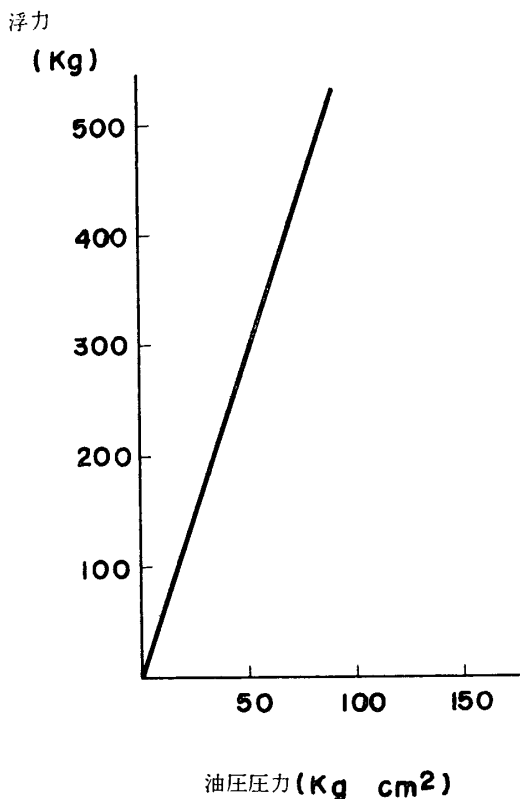
3) 浮力の測定と気球の放球

浮力の測定はロードセルによって測定されるが、このロードセルは BLH 社製で、最大 1000kg まで測定可能であり、測定精度約 ± 1 kg である。温度係数は ± 0.004 FS/ $^{\circ}$ C であり事実上問題にならない。

第 6 図は、気球をバンドで保持しこれをクランプしておく部分である。これは①で安全ピンを取り②のソレノイドマグネットを自動ではずすと③がはずされて大きな圧力で引張られていたナイロンバンドは一瞬のうちに左側に飛んで気球は放球される。



第 7 図 台車の構造図



第8図 気球がずりはじめる油圧圧力

4) 台車 (トレーラ)

ランチャ本体を固定し移動可能にするため第7図のような台車を製作した。これは通常の車輛と異なり全体の安全に重点をおき非常に低くなっている。車輪は500φのBS製500-8-8pを使い、1ton用のターンテーブルを使用している。また気球の取付け操作上の工具類をこの台車に常備してある。

3. 使用結果

気球の損傷や浮力の保持についての試験を行なった結果を第8図に示した。この結果浮力500kgをもつ気球の引張り油圧は100kg/cm²程度以上あれば十分であることが確認された。この状態での気球の損傷はナイロンバンドの織目が残るのが第3図のような保護をすれば全く異状がないことがわかった。また一番心配されたおさえ部分のずれは急激なショックのような浮力増加がなければ問題はない。油圧装置の圧力もれも全くなく安定して

いる。

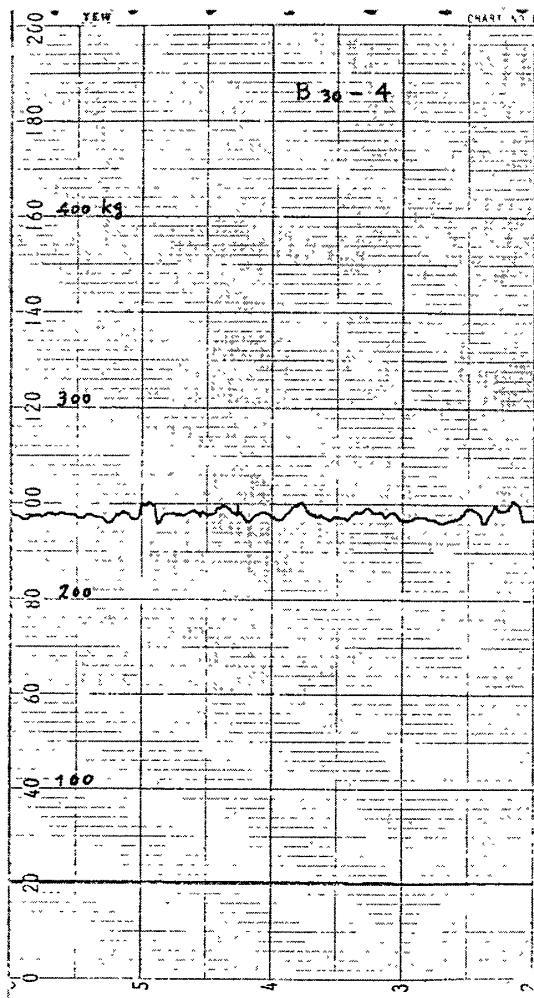
気球をランチャにとりつける操作でナイロンバンド締上げのスピードは送油量によって幾分異なるが10秒程度で完了しきわめて簡潔に行なうことができた。

実際にこのランチャにとりつけて放球した気球のリストは第1表に示したが、浮力測定、放球はすべて中央指令室から操作され、ランチャ班は水素の充填などに専念でき、放球準備完了とともに安全ピンをはずすだけでよく、きわめて満足すべき結果が得られた。なお地上

第1表 放球表

放球月日	気球	ランチャ浮力* (kg)	油圧圧力 kg/cm ²
昭和42. 10. 23	B ₅ -7	48	65
10. 24	B ₃₀ -1	283	60
昭和43. 9. 28	B ₂₀ -3	247	60
9. 12	B ₂₀ -4	282	60
9. 23	B ₂₀ -5	233	60
8. 27	B ₃₀ -2	207	60
9. 16	B ₃₀ -3	242	55
9. 19	B ₃₀ -4	246	60

* 全浮力からランチャより上部の気球重量を差引いたもので、実際にランチャにかかる浮力



第9図 浮力測定データ (地上風のある場合)

風による測定浮力の変動状況については第9図にその測定結果を示した。

今後改善すべき点としては、ランチャの重量が2 ton程度あるため、風向の変化にともなうランチャ移動がなかなかむつかしい点である。自走式に改善する必要があるものと考えられる。

4. 結 論

大型気球放球用に新設されたB₃₀用大型気球用ランチャの構造および機能について、実験テストの結果浮力100kg~500kgの範囲で気球の保持、浮力測定、操作が非常に容易であることが確認できた。実際にB₂₀、B₃₀型気球の放球状況も良好であることがわかった。

以上を総合してB₃₀大型気球用ランチャは初期の設計の目標を達成し、十分所期の目的に合致するものであると言う結論に達した。

終りにあたりB₃₀大型気球用ランチャの製作を担当された佐野屋鉄工所の塩沢岩根氏、ランチャの試験に全面的に協力された奈良禧徳、平井利明両氏に厚く御礼申し上げる。

1969年1月30日 宇宙工学

参 考 文 献

[1] 石井千尋, 小林 正. 気球ランチャ宇宙研報告, 3巻2号 (B) p. 410.

[2] 西村 純, 気球概論, 宇宙研報告, 2巻1号 (C) p. 364.

付録1 気球取付け部の設計方針

気球取付け部 (第3図) 設計にあたっては、次の様な方針で検討を行なった。

いまランチャに関係する諸量を

気球浮力	: F kg	気球幅	: W cm
取付け台曲率半径	: R cm	気球に加わる圧力	: P kg/cm ²
バンド張力	: T kg/cm	ポリエチレン動摩擦係数	: μ
バンド幅	: ω cm		

とおくことにする。

気球が浮力により取付けバンドからずれないためには

$$F < \mu P \omega W \quad (\text{A} \cdot 1)$$

と言う条件が必要であり、また、

$$PR = T \quad (\text{A} \cdot 2)$$

と言う関係式が成立つので、(A・1)式は

$$F < \mu \frac{T}{R} \cdot \omega W \quad (\text{A} \cdot 3)$$

となる。

一方気球皮膜のポリエチレンは一定圧力 (P_0) 以上では挫滅し気球は損傷をうけることになる。この条件は $P < P_0$ であり (A・2) 式の関係から

$$\frac{T}{R} < P_0 \quad (\text{A} \cdot 4)$$

を得る。

ここで具体的な数値として、 $F=500 \text{ kg}$ 、 $W=100 \text{ cm}$ 、 $R=150 \text{ cm}$ 、 $P_0=100 \text{ kg/cm}^2$ ととれば (A・3)、(A・4) の条件は

$$\mu T \omega > 750 \text{ kg} \quad (\text{A} \cdot 3')$$

$$T < 15 \text{ ton/cm} \quad (\text{A} \cdot 4')$$

となる。

ポリエチレンの動摩擦係数は材質によって 0.1~0.3 程度であるが、現在実際に使用されている材質については 0.3 程度であるので (A・3') より

$$T \omega > 2.5 \text{ ton} \quad (\text{A} \cdot 3'')$$

となる。これはナイロンバンドを引く油圧装置の出力に対応するもので、油圧装置としては将来材質の変ることも考慮して安全率 2 を見こんで約 4 ton の出力のものとした。

バンドとしてはナイロン材質のものを考えると 4 ton の出力に耐えるためには断面積は 5 cm^2 必要であり、具体的には厚さ 5 mm 幅 10 cm 程度のもので実際のものがある。 ω として 10 cm をとると、ポリエチレンが損傷しないための条件 (A・4') は十分の安全率をもってみたされていることがわかる。

以上の方針をもって製作された取付部のテスト結果については第 2 表に示したが、予測値と実際のデータはかなりのよい一致を示していた。

第 2 表

出力 (t)	戻し (kg/cm ²)	引き (kg/cm ²)	
1	19.024	34.7287	
2	38.058	69.4574	ピストン有効断面積 戻し行程 52.5529 cm ²
3	57.082	104.1861	ピストン有効断面積 引き行程 28.7946 "
4	76.116	138.9048	