

大型気球放球にむけた跳ね上げローラーの改良

ISAS/JAXA : 飯嶋一征、井筒直樹、梯 友哉、加藤洋一、斎藤芳隆、佐藤崇俊、荘司泰弘、濱田 要、福家英之、松坂幸彦、吉田哲也

1. はじめに

近年、観測器の大型化に伴い気球もより大型化の傾向にある。現在の放球システムは気球実験場が大樹町に移転した際に大重量の観測器の放球を想定して開発・製作されたものである。放球システムは観測器の吊下げと放球を行う親台車と気球を放球直前に立て上げる子台車で構成される。子台車に設置した跳ね上げローラーは三陸時代のものをそのまま流用しており、B500 や圧力气球といったように気球サイズが大きくなるとローラー幅に余裕がなくなり、場合によっては気球フィルムへのダメージへつながる。今回、より大型の気球にも対応するように跳ね上げローラー改良を行い、平成 24 年度 9 月の第 2 次気球実験において実証地上試験を B500 気球を用いて実施した。本稿では改良した跳ね上げローラー及び実証地上試験の結果を報告する。



図 1. スライダー式セミダイナミック放球システム

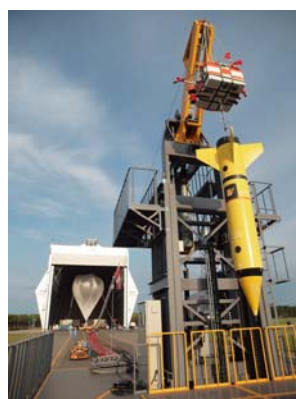


図 2. 親台車



図 3. 子台車

2. 大樹町での放球システム

大樹航空宇宙実験場での放球システムは巨大格納庫(建物高さ 35m、長さ 83m)を利用したスライダー式セミダイナミック放球法である。この格納庫により風の影響を受けることなく He ガスの充填が可能である。システムは親台車と子台車で構成されており、フィールド上に埋設したレール上を、独自・同時走行できる。親台車は 2ton の吊下げ能力を有し、観測器を地面から 13m の高さにセット可能であり、放球の風の状態に合わせてアーム角度、放球方向を調整できる。子台車は気球を放球直前に立て上げるための跳ね上げローラー機構を備えている。図 1～図 3 に放球システム外観図を示す。

近年、観測器の大型に伴い、気球サイズも大型化の傾向にある。親台車は実験場の大樹町移転時に開発・製作したもので大型の観測器・気球に対応している。一方、子台車上に設置した跳ね上げローラーは三陸時代のものをそのまま流用していた。この跳ね上げローラーを用いても B300 まででは問題なく放球が可能であるが、今後、気球サイズが更に大きくなると気球セット時の気球とローラー端のマーヅンに余裕がなくなり、気球セットからカラー取り付けまでの気球ハンドリングが困難になり、ローラー端接触によるフィルムへのダメージも懸念される。図 4～図 9 に三陸跳ね上げローラー幅と気球サイズの関係を示す。今回、より大型気球でも放球できるよう跳ね上げローラーの改良を実施した。

気球サイズと三陸ローラー幅の関係

B100: ローラー端までのマーヅンには余裕があり、気球ハンドリングもひとりで問題無し(図 4、図 5 参照)

B100 諸元:

容積: 100,000m³、全長: 88.6m

重量: 296.0kg、パネル数: 73



図 4. B100 気球セット



図 5. B100 カラーセット

B300: ローラー幅マージンが少ない状態。気球セットに数人が必要(図6、図7参照)

B300 諸元:

容積:300,000m³、全長:127.8m

重量:633.8kg、パネル数:101



図 6. B300 気球セット



図 7. B300 カラーセット

PB60(圧力气球):

ローラー端までのマージンがほとんどない状態。数人でも気球根元を絞り込むのが困難(図8、図9参照)

PB60 諸元:

容積:60,000m³、全長:77.4m

重量:453.5kg、パネル数:192



図 8. PB60 気球セット



図 9. PB60 カラーセット

3. 跳ね上げローラーの改良

大樹町においてはB300までの放球実績がある。今回の改良はB1000クラス(気球折りたたみ幅が1000mm以下)の気球を想定して跳ね上げローラーの改良を実施した。跳ね上げ機構およびローラー受け機構は十分な実績があり、運用上問題がないので、機構自体を変えることなく気球大型化に伴うスペックアップを実施した。以下に主な改良点を示す。

- 気球フィルムとローラー端までのマージン(20~30cm以上)を確保すべく、ローラー幅を長くする。
- ローラードラムは軽量化構造とし、三陸ローラードラム重量以下とする。最小跳ね上げ荷重が同程度以下(300kg)にする。
- ローラー機構及びローラー受け機構は浮力4tonまで耐える設計にする。
- 運用性、作業性において、台車同期走行時の気球頭部と格納庫シャッターの干渉を避けるためローラー高さを可能な限り低くする。
- 子台車上での大型(重量)気球の送り出し作業及びローラー周りの作業性を向上する。

平成24年4月、模擬気球を用いてローラー単体での性能評価試験を実施した。各ステップに分けて最大荷重4tonまで跳ね上げローラー開放を行い、跳ね上げローラー動作及びローラー受け機構が正常に動作することを確認した(図10、12)。当初懸念されたローラー開放時におけるローラー端部と気球フィルムとの接触については試験荷重を100~700kgと変えてローラー開放試験を行った。ローラーにはパウダーを塗布し(図11、13)、跳ね上げ時のローラーと気球フィルムの擦れ長さを測定した。表1に跳ね上げ時の気球フィルム擦れ距離の結果を示す。その結果、浮力が小さく気球フィルムがローラーに擦れる可能性がある場合でも、気球端までは十分にマージンがあり、気球フィルムに影響がないことを確認した。表2に新跳ね上げローラーの諸元を、図15、16に新跳ね上げローラー設置後の子台車を示す。



図 10. 性能評価試験

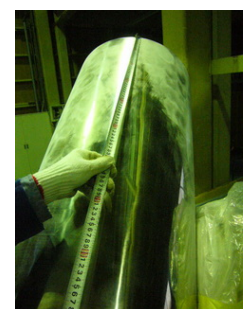


図 11. ローラー
(パウダーを塗布)

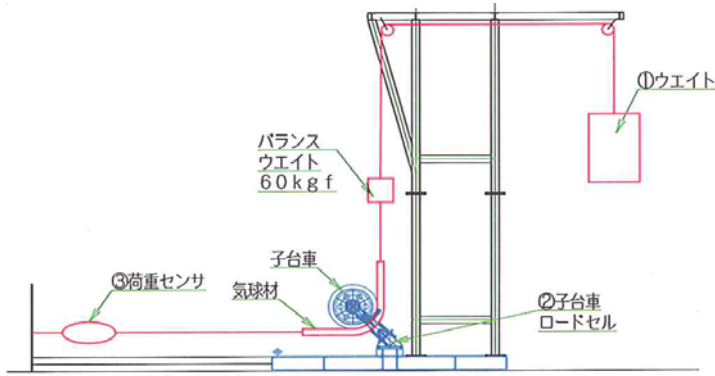


図 12 性能試験構成

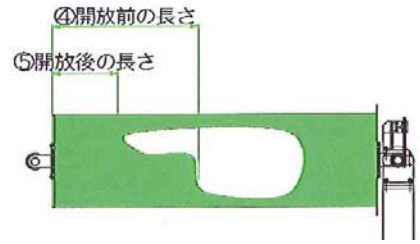


図 13. パウダーによる擦れ長さ測定

表 1. 跳ね上げ時の気球フィルムの擦れ距離結果(工場試験)

No	①ウエイト [kg]	②子台車ロードセル値 [kgf]	③荷重値 [kgf]	④開放前長 [mm]	⑤開放後長 [mm]	④-⑤滑り寸法 [mm]
1	700	95.7	502	573	410	163
2	700	102.5	600	605	320	285
3	500	70.0	358	640	350	290
4	300	42.8	192	590	140	450
5	400	60.1	312	575	170	405
6	200	26.7	112	580	140	440
7	100	12.2	16	600	600	0
8	200	27.4	115	570	230	340
9	300	41.5	192	600	300	300
10	400	57.2	280	620	190	430
11	400	61.0	306	620	280	340
12	500	72.5	395	630	400	230

4. 実証試験

2012年9月、大樹航空宇宙実験場において、子台車に設置した新跳ね上げローラーの実証地上試験を実施した。日本での最大サイズとなる B500 気球を実際に用いて、放球本番と同じオペレーションを行った。気球セットからカラーセットまでの気球のハンドリング、跳ね上げ機構及びローラー受け機構の動作確認、跳ね上げ時のローラーと気球フィルムとの擦れ具合の確認を目的とした。跳ね上げローラーには単体性能試験と同じくフィルムの擦れ長さが分かるようにローラーにパウダーを塗布した。跳ね上げローラーを開放し気球を立て上げた後は、排気弁操作により He ガスを気球から抜き、気球を地面に引きずり下ろした。荷姿構成を図 14、跳ね上げ時の様子を図 17、気球立上げ後の様子を図 18 に示す。

地上試験の結果、B500(総浮力 1.85ton)の大型気球でも改良した跳ね上げローラーは正常に動作することが確認できた。跳ね上げ時に気球フィルムからローラー端までのマージンも十分にあり、気球ハンドリングも問題なかった。足場のバリアフリー化により作業性も大幅に向上した。心配されたローラーと気球フィルムとの擦れについては、ローラーに塗布したパウダーにフィルムの擦れ跡が無く、跳ね上げの際のフィルムとローラーとの擦れ及

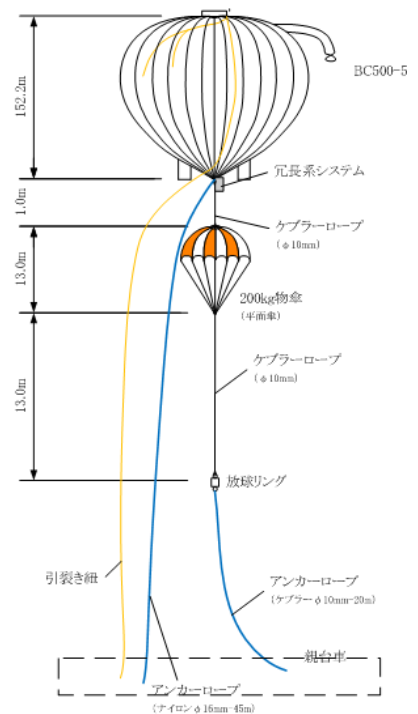


図 14. 新子台車

びフィルムのローラー端との接触は全く無かったことが確認できた。B500 気球をフィルムにダメージを与えることなく安全、確実に放球することが実証できた。これにより、B1000 クラスまでの気球放球が可能となったと言える。今回改良した新跳ね上げローラーは 2013 年の気球実験から実際に使用する予定である。

今後の課題として、跳ね上げ後のローラー跳ね返りが当初の想定よりも大きく、跳ね返ったローラーが気球と接触するケースも懸念されるので、跳ね上げローラーの衝撃をより吸収するようにローラー受け機構の改善を検討中である。またローラーロック機構についてもリミッタースイッチ追加による誤動作防止の改善を進行中である。

表 2. 跳ね上げローラー諸元

項目	旧跳ね上げローラー	新跳ね上げローラー
ローラー寸法	Φ700×1200mm	Φ480×1600mm
ローラー重量	90kg	85kg
ローラー仕様	SUS 薄板構造、外周表面バフ仕上げ 自由回転 開放設定角度 45°	
跳ね上げ方式	気球浮力+ねじりコイルバネ力	
耐荷重	約 2000kg~3000 kg	4000kg
ローラーリリース機構操作方式	有線リモコンによる油圧方式	
ローラーロック機構	油圧式リリースロックピン	
ローラー受け機構	油圧クッション(ショックアブソーバー)方式 引張りバネ機械式ロック式	
計測機器	気球浮力計測用ロードセル	
作業性・運用性	-	ローラー周りのバリアフリー化(図 15)
	-	子台車前面に気球送りローラーの設置
	-	地面からのローラー設置高-5cm低減



図 15. 新跳ね上げローラー車



図 16. 新子台車

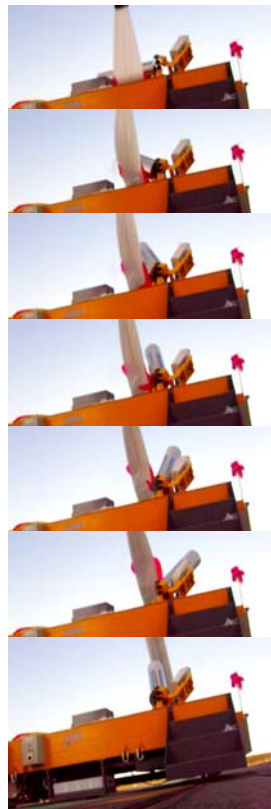


図 17. 跳ね上げの様子



図 18. 実証地上試験(気球立上げ後)