

豪州放球設備の改良

ISAS/JAXA : 飯嶋 一征, 池田 忠作, 井筒 直樹, 梯 友哉, 小財 正義, 斎藤 芳隆,
佐々木 彩奈, 田村 誠, 濱田 要, 福家 英之, 松坂 幸彦, 吉田 哲也

1. はじめに

宇宙科学研究所大気球実験グループは跳ね上げローラー台車および放球装置から構成される豪州気球実験用放球設備を2012年から2015年にかけて開発・製作した。2015年の第1回豪州気球実験では開発した豪州放球設備を使用しGRAINE実験にてB300の放球に成功し、その有効性を確認した。また現地で実際に放球装置を使用してみると当初想定していなかった様々な改良・改善点が浮き彫りになった。日本に帰国後、現地で豪州放球設備の構築から放球までを踏まえて問題点を洗い出し、2018年の第2回豪州気球実験に向けて、より安全・確実に放球が実施できるよう放球設備の改良を実施した。本稿では現地で抽出した問題点に対する改良の実施およびその結果について報告する。放球装置及び跳ね上げローラー装置自体については今回の改良では手を加えず仕様・機構に変更がない為、詳細については過去の大気球シンポジウム(平成25年度、26年度)「オーストラリア実験放球設備の開発」を参照のこと。第1回豪州実験での放球設備の様子を図1, 2に示す。

2. 第1回オーストラリア気球実験(2015年4月～5月)

跳ね上げローラー台車、放球装置はともに分解された状態で輸送される為、現地の限られた重機で組立構築する必要がある。跳ね上げローラー台車は日本で実施した構築・油圧系統セットアップ訓練のかがあり、現地ではスムーズに構築することができた(図3)。放球装置は現地の100tクレーン先端アタッチメントにアダプターを介して取り付ける構造である。アダプターは様々な現地のクレーンの先端形状に合わせて、ピン結合部である脚が上下左右にスライドし結合幅が任意に調整可能な構造であった。その為構造が複雑で本体自体の重量・形状も巨大となり、各パーツ単体でも大重量になりハンドリングが大変であった。またパーツ結合ピンのはめあいが高精度すぎて数mmの組立誤差が大きく影響しパーツ同士の組合せがうまくいかず、構築作業が非常に困難であった。結果、放球装置をクレーン先端に取りつけるまでに5日を要した(図4, 5)。

跳ね上げローラー台車はHeガストレーラーで荒れ地上をけん引される。第1回豪州実験の中で台車けん引確認、放球訓練の実施の際にけん引バー部に想定以上の荷重が加わりけん引部の溶接箇所が破壊に至った(図6, 7)。破損は幸い現場で修理可能な範疇であったので破損箇所を強化溶接し実験を再開した(図8)。破損の原因はけん引時に台車の小回りが効きにくく、トレーラーから生じる横荷重がけん引バーに集中したこと。またけん引時に使用する設計であった台車ステアリング機構(2輪駆動)が実際は逆に台車がブレすぎて制御不能となった為、ステアリングを固定し想定外の状態での台車けん引をしたことであった。



図1. 跳ね上げローラー台車(改良前)



図2. 放球装置(改良前)



図3. 跳ね上げローラー台車構築



図4. 放球装置構築1



図5. 放球装置構築2

2015年5月、各班の作業を確認するため構築した跳ね上げローラー台車・放球装置を用いて2度のGRAINE 実験放球リハーサルを行った後、B100 気球を使用した放球訓練を実施し、実際の放球オペレーション(気球立ち上げまで)での豪州放球装置の有効性を確認した。5月12日、GRAINE 観測器(B300)の放球に成功した。

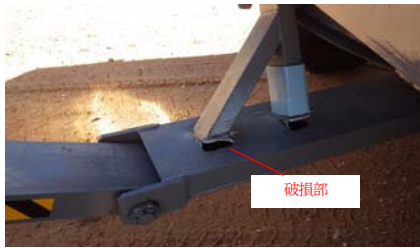


図6. けん引部破断1

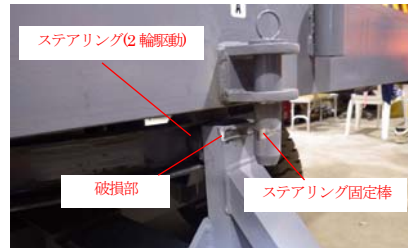


図7. けん引部破断2

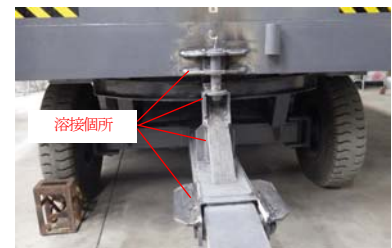


図8. けん引部現地溶接

3. 改良の実施

3.1 改良内容

表1. 改良内容

改良点	改良内容	確認方法
跳ね上げローラー台車		
けん引性能の向上	<ul style="list-style-type: none"> ・小回りが効くよう4隅4輪型からタイヤ中央型に変更(跳ね上げローラー装置は変更無し) ・けん引時の台車の安定、ガス充填時のけん引部にかかる荷重軽減の為、中央タイヤを支点にしたシーソー型に変更。台車両端に加わる荷重はダミーウェイトにより調整可能に 	<ul style="list-style-type: none"> ・走行試験(台車積載無し@工場) ・走行試験(台車積載全て搭載@TARF)
けん引部強化	<ul style="list-style-type: none"> ・ステアリング機能を不要とし、けん引部を台車に固定するとともにけん引部筐体の耐力を増強 	<ul style="list-style-type: none"> ・荷重検証試験(@TARF)
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・自立するようにけん引部側面にスタンディングギアを取付け ・けん引先端部はトレーラーと結合しやすいよう、けん引ピンの回転、けん引ピン取付け位置の変更及びスタンディングギアによりトレーラーとの結合高さを調整可能に ・サイドステップ(20 kg/個)の取付けをより安全に実施できるようにステップをダボ付きに加工し、取付箇所につっ掛けながらボルト固定可能に変更(従来は人力で支えていた) 	<ul style="list-style-type: none"> ・納品時組立確認(@TARF)
放球装置		
構築作業	<ul style="list-style-type: none"> ・アダプターの脚スライド機構を撤去し軽量化。アダプターの軽量化にともない荷姿に干渉しないようパワーシリンダ Box 位置を変更(放球装置機構は変更なし) ・結合が楽にできるよう各結合ピンのはめあいにマージン確保 	<ul style="list-style-type: none"> ・結合確認(@工場) ・放球機構動作試験(@工場、TARF)
クレーン結合	<ul style="list-style-type: none"> ・輸送パレットに積載状態から5t 床上クレーン(現地唯一の吊下げ重機)で放球装置アダプターを吊り上げ縦横に回転させることなくクレーン先端アタッチメントに結合できるようにパレットへの積載方法、吊点箇所(重心調整)を改良 	<ul style="list-style-type: none"> ・垂直吊り上げ試験(@工場、TARF)
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・放球装置アダプターの軽量化にともない輸送パレットも軽量化 	

3.2 検証試験

2017年2月、放球装置の改良が終了し工場から大樹航空宇宙実験場に輸送し、けん引部にかかる荷重検証試験を実施した。クレーンを用いて跳ね上げローラーにかかる気球浮力を模擬し、段階的に模擬浮力を100~1000 kgに変化させ、けん引部先端にかかる荷重をロードセルで測定した(図9、10)。その結果、浮力が変化してもけん引部への荷重は設計通りほぼ一定であった



図9. 検証試験の様子

(表2)。ガス充填時には跳ね上げローラー周りに人が乗る為、台車が常にトレーラー側に傾くように、ダミーウェイトで前後の重量バランスを調整する。本試験ではけん引側のダミーウェイトポケットに左右合計 140 kgのダミーウェイトを積載した。試験結果を表2に示す。

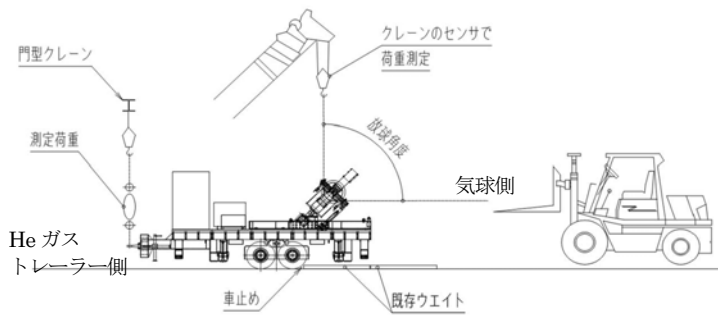


図 10. 検証試験構成

表 2. 気球浮力とけん引部先端荷重

クレーン荷重 (模擬浮力) [kg]	けん引部先端荷重 [kg]
100	81
300	77
500	78
700	78
1000	80

※台車けん引側に積載したダミーウェイト：総量 140 kg

4. まとめ

2012年～2015年に開発した豪州放球設備を第1回オーストラリア気球実験(2015年)にて初使用した。現地での放球訓練、リハーサルを経て豪州放球装置を用いた GRAINE 観測器(B300)の放球に成功した(図11)。しかし、実際に現地で放球設備を使用してみると構築から放球まで当初想定していなかった様々な問題点が顕在化した。帰国後、問題点を整理し放球設備の改良・改善を実施した。

跳ね上げ台車については台車タイヤ位置を両端から中央に移動させ、台車のけん引性能を向上させるとともにけん引部筐体の強化も実施した。台車を中央に寄せたタイヤを支点にしたシーソー機構にし、重心、跳ね上げローラー位置を調整することにより、けん引時の台車安定、Heガス充填前後でのけん引部先端(トレーラー結合部)にかかる荷重が一定になるよう改良した。また台車の傾き(台車端に加わる荷重)は台車前後下部にダミーウェイトを取付けることにより調整可能とした(図21)。台車自立用にけん引部側面にスタンディングギア(図20)を設置した。けん引ピンは自由回転型・着脱式であり、結合ピンの取付け位置の変更、スタンディングギアによりトレーラーとの結合高さの変更可能である(図12～15)。

放球装置アダプターはシンプルな構造とし構築し易いよう軽量化した。その結果、放球装置アダプター総重量は 2250 kg→1130 kg(放球装置/アダプター：800kg/1450 kg→から 850kg/280kg)と 1/2 の軽量化となった。また結合ピンははめあいに余裕をとり簡潔に結合できるようにした(図14)。現地での限られた重機で安全にクレーン先端に放球装置アダプターを取り付けられるよう、輸送パレットからクレーン先端まで放球装置アダプターを垂直に吊りあげ回転させることなく吊り下げクレーン先端アタッチメントに結合できるようにした(図16～21)。

放球設備は2017年12月に大樹町より実験機材とともにオーストラリア・アリススプリングスに輸出予定である。2018年3月～5月に計画される第2回豪州気球実験において改良した放球設備を使用し大型気球3基(FITE: B500、SMILE: B500、GRAINE: B300)を放球する。



図 11. GRAINE 観測器放球(B300使用、2015/05/12実施)

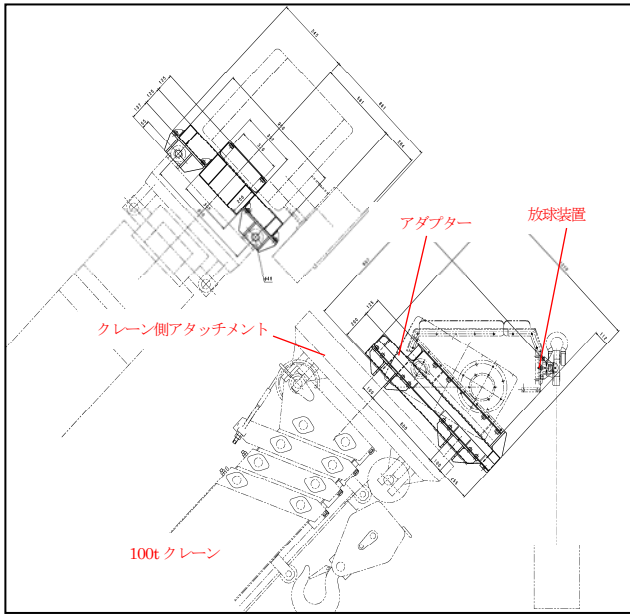


図 12. 放球装置(改良後)

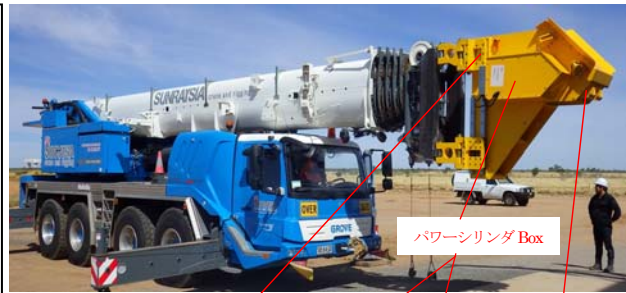


図 13. 放球装置結合状態(改良前)

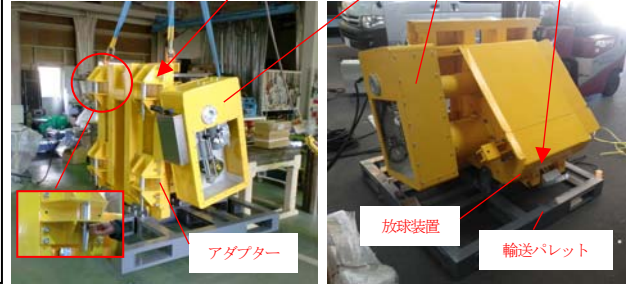


図 14. 放球装置(改良後)

図 15. 放球装置(改良後)

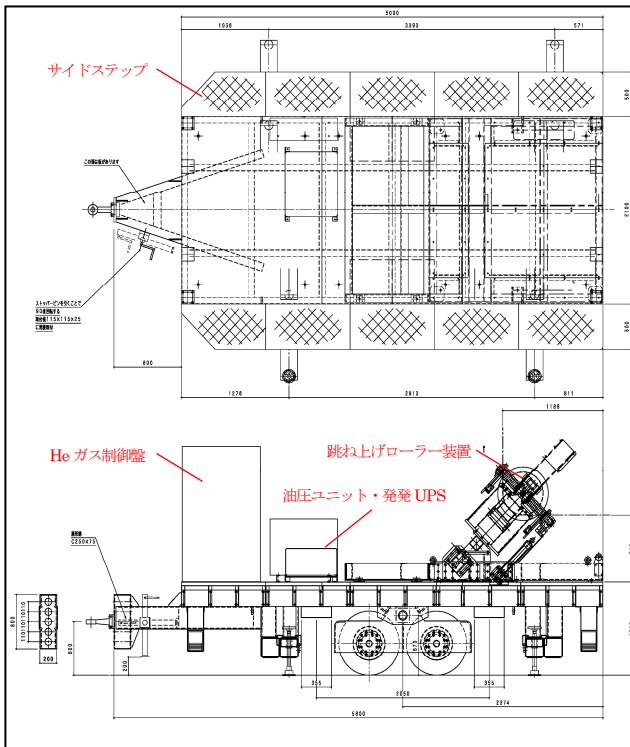


図 16. 跳ね上げローラー台車(改良後)



図 17. 跳ね上げローラー台車(改良前)



図 18. 跳ね上げローラー台車(改良後)



図 19. けん引部(改良後)

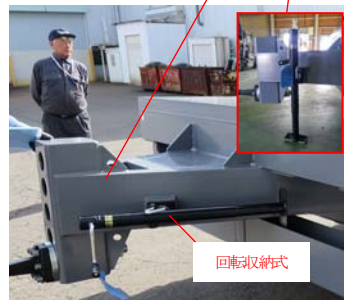


図 20. スタンディングギア(改良後)



図 21. ダミーウェイトポケット(改良後)

参考文献

- [1] 平成 25 年度大気球シンポジウム「オーストリア実験用放球設備の開発」
- [2] 平成 26 年度大気球シンポジウム「オーストリア実験用放球設備の開発」