

蓄電池設備に係る検証実験

1 実験目的

アルカリ蓄電池設備の規制対象を検討するにあたり、ニッケル・水素蓄電池及びニッケル・カドミウム蓄電池について、電気的出火危険、蓄電池間の延焼危険、キュービクル外部への延焼危険を検証することを目的とする。

2 実験場所、実施日、実験実施者

- (1) 場 所：消防研究センター
- (2) 実施日：平成 28 年 2 月 16 日、17 日
- (3) 実施者：消防庁予防課

3 実験方法等

(1) 実験方法

本検証実験では、構造上負極に水素を吸蔵する特徴を有し、予備実験の結果からニッケル・カドミウム蓄電池と比べて火災危険性が高いと考えられるニッケル・水素蓄電池を用いた。

18kWh 相当のニッケル・水素蓄電池設備は、埃対策等の維持管理上の理由から、一般的にキュービクルに収納し設置されている。このため、蓄電池をキュービクル内に収納するとともに、温風暖房機によりキュービクル内の温度をメーカーが推奨する使用環境温度の上限となる 40℃まで加温した。

また、酸素欠乏が燃焼を妨げないように、背面の上部及び下部に自然給排気口が設けられたキュービクルを用いた。



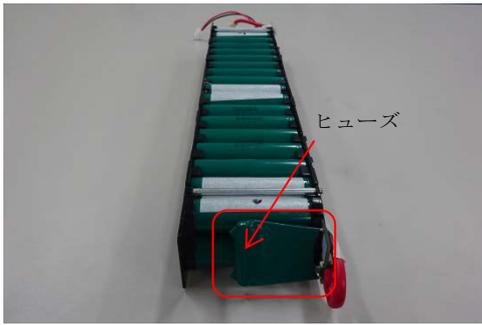
【キュービクル内の加温状況】



【キュービクル背面の給排気口】

ア 蓄電池の構成

一般的な蓄電池には、過充電等を防ぐための保護装置（ヒューズ、配線用遮断器等）が多重に設けられているが、規格等が存在しないため、保護装置が設けられていない蓄電池で検証した。

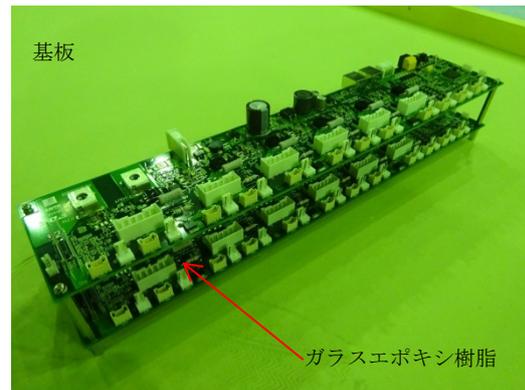
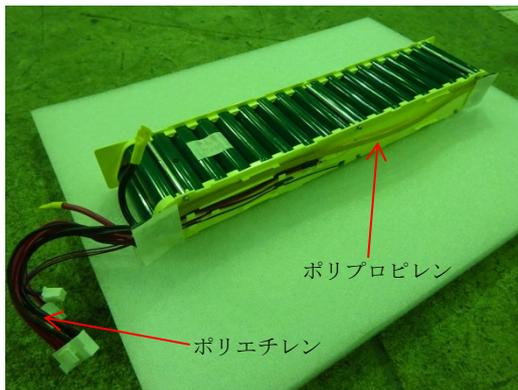


【保護装置あり】



【保護装置なし】

また、本検証実験で用いた既製品のニッケル・水素蓄電池は、端子カバーに難燃性の高いポリカーボネートを使用しているが、構成部材に関する規格等が存在しないため、危険側を想定し、前年度に実施した鉛蓄電池の検証実験と同等の難燃性を有するポリプロピレン製の端子カバーを用いることとし、配線（ポリエチレン）、基板（ガラスエポキシ樹脂）などのその他の構成部材については、既製品を用いた。



【構成部材】

イ キュービクル内への蓄電池の配置

本検証実験で用いた既製品のニッケル・水素蓄電池をキュービクル内に配置する場合、数モジュール単位で金属製ケースに収納しているが、配置方法の規格等が存在しないため、120モジュール（18kWh相当）をキュービクル内で5段に分け、金属製ケースに収納しない状態で、各段に縦4モジュール、横6列の配置とした（1段あたり24モジュール）。

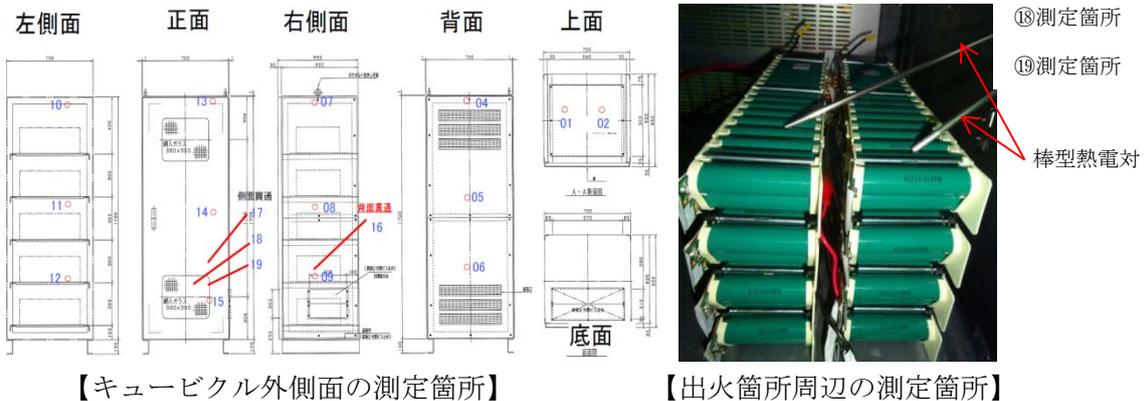
また、蓄電池間の延焼危険を検証するため、蓄電池は、最低限のメンテナンススペースを確保した上でキュービクル内側面に寄せて配置するとともに、各列の間隔を1cmとした。



【配置状況】

ウ 温度測定

キュービクル外側面及び出火箇所周辺の温度を測定するため、以下のとおり熱電対を配置した。



(2) 着火方法

過去の火災事例では、アルカリ蓄電池に過多の電流が流れたことが原因で火災に至っているケースが確認されているため、予備実験1の結果を踏まえ、危険側と考えられる過充電によって発火させる想定とした。

検証実験では、急速充電の条件（最大充電電流3C相当）で、蓄電池を満充電の状態からさらに充電し、過充電の状態とした。（前年度に実施した鉛蓄電池の検証実験では、何らかの原因により大電流が配線に流れて発火させる想定とし、3C相当の放電電流を用いている。）

また、通常、ニッケル・水素蓄電池設備の充電システムは、蓄電池設備全体を同時に充電することなく、ブロック（数モジュール単位）ごとに順次充電するように構成されているため、最小ブロック単位を想定し、最下段右側に配置した8モジュール（2列）を充電した。



【8モジュールに充電器を接続した状況】

(3) 使用資機材

○実験用キュービクル

幅	700mm
高さ	1700mm
奥行き	650mm
板厚 (正面板)	1.6mm
板厚 (その他)	1mm

○蓄電池

ニッケル・水素蓄電池 3.7Ah×120 モジュール (1 モジュール 36 セル)

○充電器

直流安定化電源 PAS60-12 × 4 台

直流安定化電源 PAS60-18 × 4 台

(4) 実験手順

- ①キュービクル内にニッケル・水素蓄電池 120 モジュールを設置
- ②最下段右側の 8 モジュールに直流安定化電源を接続
- ③キュービクル外側面及び出火箇所の周辺温度を測定するため熱電対を配置
- ④直流安定化電源を起動し、8 モジュールを過充電
- ⑤熱電対で温度を測定

(5) 実験環境

外気温 約 10℃

キュービクル内温度 約 40℃

4 実験結果

(1) 実験状況

検証実験では、過多の電流が流れた場合に蓄電池設備から発火することが確認された。また、発火から約 11 分後にキュービクル右外側面の温度が 400℃まで上昇し、約 13 分後にキュービクル内壁と電池モジュールを支えている金属板の隙間から上段に火炎が到達することが確認された。

検証実験では、キュービクル外側面の温度が、木材や紙等の近接する可燃物を発火させる危険温度域まで上昇したこと、上段に火炎が到達したことをもって終了した。



① 設定状況



② 発火状況



③ キュービクル温度 491℃ (最高温度)



④ 2段目に火炎が到達



⑤ 実験後



(2) キュービクル外側面及び出火箇所周辺の最高温度

測定箇所	正面	右側面	上面	背面	左側面	出火箇所
最高温度	301.1℃	491.4℃	126.1℃	179.4℃	76.1℃	876.2℃

※実験のデータは参考資料 2-1 参照

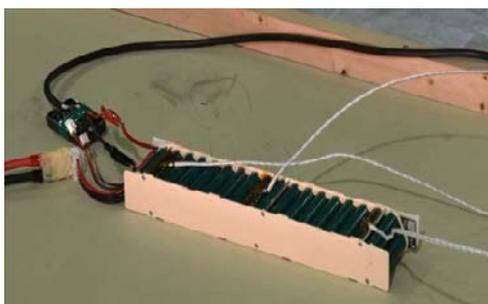
予備実験1 過充電及び過放電による火災危険性の検証について

過去の火災事例では、アルカリ蓄電池に過多の電流が流れたことが原因で火災に至っているケースが確認されているため、ニッケル・水素蓄電池及びニッケル・カドミウム蓄電池について、過充電及び過放電が蓄電池に与える影響及び発火の再現性を検証した。

1 ニッケル・水素蓄電池

(1) 過充電

急速充電の条件で、未充電の蓄電池1モジュール(0.16kwh)に充電を続けた。



①設定状況



②排出弁が作動



③端子カバーが溶融(赤熱あり)



④表面温度 153.7℃ (最高温度)



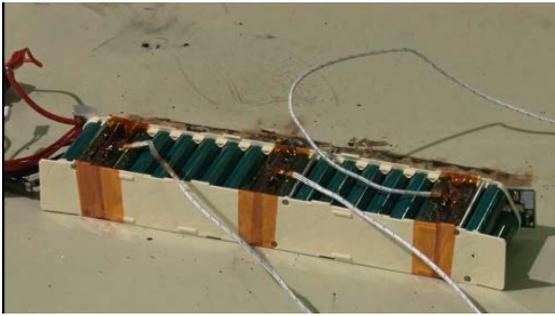
⑤実験後



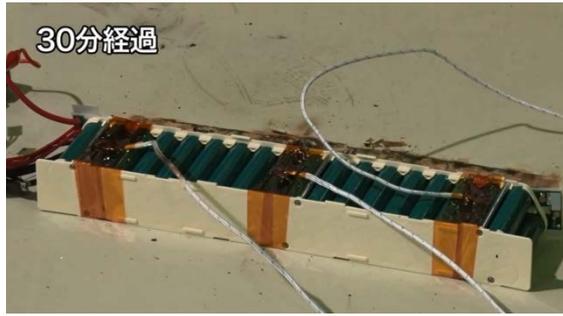
⑥実験後(裏面に電解液が付着)

(2) 過放電

急速放電の条件で、満充電の蓄電池1モジュール(0.16kwh)から放電を続けた。



①設定状況



②表面温度 68.2℃ (最高温度)



③実験後

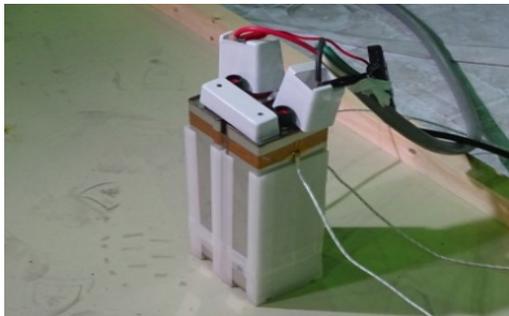


④蓄電池裏面 (実験後)

2 ニッケル・カドミウム蓄電池

(1) 過充電

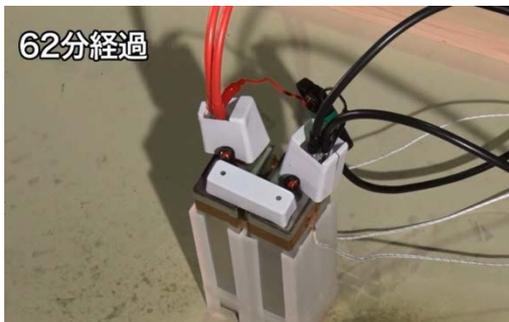
急速充電の条件で、未充電の蓄電池2セル (0.14kwh) に充電を続けた。



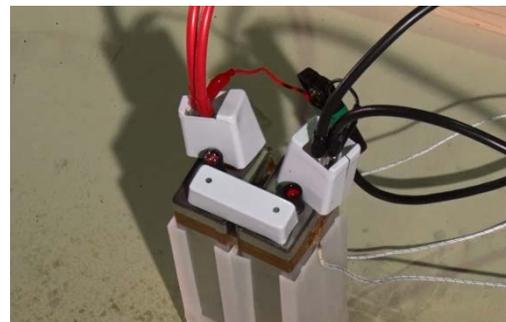
①設定状況



②排出弁作動



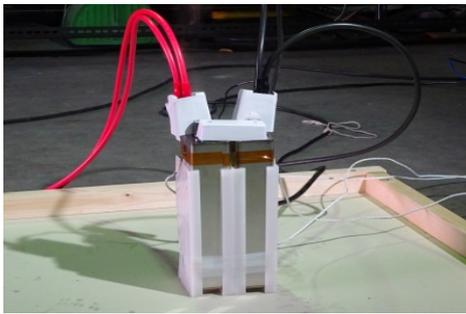
③表面温度 96.9℃ (最高温度)



④実験後

(2) 過放電

急速放電の条件で、満充電の蓄電池2セル（0.14kwh）から放電を続けた。



①設定状況



②表面温度 55.2℃（最高温度）



③実験後

3 考察

ニッケル・水素蓄電池及びニッケル・カドミウム蓄電池ともに、蓄電池表面の温度上昇が確認されたが発火には至らなかった。

いずれの蓄電池も過充電でより高温となり、ニッケル・カドミウム蓄電池と比べニッケル・水素蓄電池の方がより高温となった。

また、過充電時のニッケル・水素蓄電池で、端子カバーの溶融など外観に最も大きな変化が確認された。

蓄電池の最高温度

電池種別	充放電別	最高温度
ニッケル・水素蓄電池	過充電	153.7℃
	過放電	68.2℃
ニッケル・カドミウム蓄電池	過充電	96.9℃
	過放電	55.2℃

(参考) 使用資器材

○蓄電池

- ・ニッケル・水素蓄電池 (円筒形) 3.7Ah 1 モジュール
- ・ニッケル・カドミウム蓄電池 (角形) AHHE60Ah 2 セル

○充電器

- ・直流安定化電源 PAS60-12 (ニッケル・水素蓄電池)
- ・直流安定化電源 PAT20-200T (ニッケル・カドミウム蓄電池)

○放電器

- ・電子負荷装置 PLZ1004W、PLZ2004WB

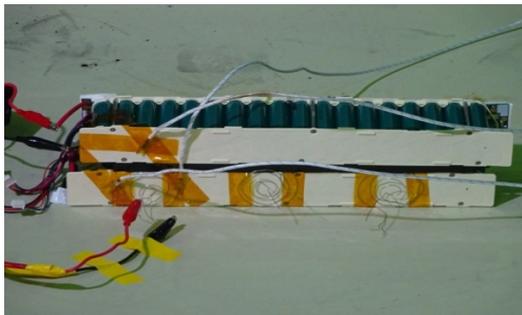
予備実験2 ニクロム線による燃焼性状等の検証について

予備実験1において、過充電及び過放電による発火が再現できなかつたことから、ニクロム線によって蓄電池種別による燃焼性状を検証した。

なお、予備実験1の結果から、より危険側と考えられる満充電の蓄電池を用いた。

1 ニッケル・水素蓄電池

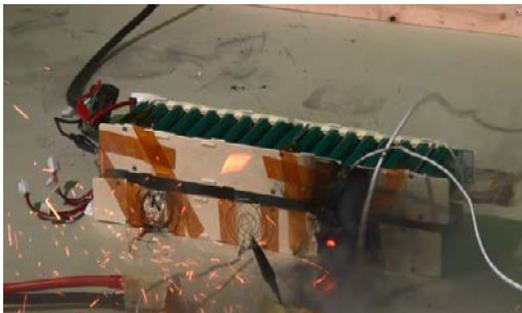
端子カバーにニクロム線を貼り付け、電流を流して赤熱させた。



①設定状況



②端子カバーに着火



③排出弁作動 (風圧により消火)



④実験後 (排出弁の破損状況)

2 ニッケル・カドミウム蓄電池

端子カバーにニクロム線を貼り付け、電流を流して赤熱させた。



①設定状況



②端子カバーに着火



③実験後

3 考察

ニッケル・水素蓄電池及びニッケル・カドミウム蓄電池ともに、端子カバーに着火し、継続的に燃焼しており、燃焼性状に差は認められなかった。

なお、ニッケル・水素蓄電池では、蓄電池の温度上昇に伴い排出弁が作動し、電池内部のガスが放出される際の風圧で自己消火に至った。

(参考) 使用資器材

○蓄電池

- ・ニッケル・水素蓄電池 (円筒形) 3.7Ah 2 モジュール
- ・ニッケル・カドミウム蓄電池 (角形) AHHE60Ah 2 セル

○充電器

- ・直流安定化電源 PAT20-200T (ニクロム線の赤熱用)