

電設技術

Electrical Construction Engineering

電気設備の総合誌

No.707

平成23年(2011)

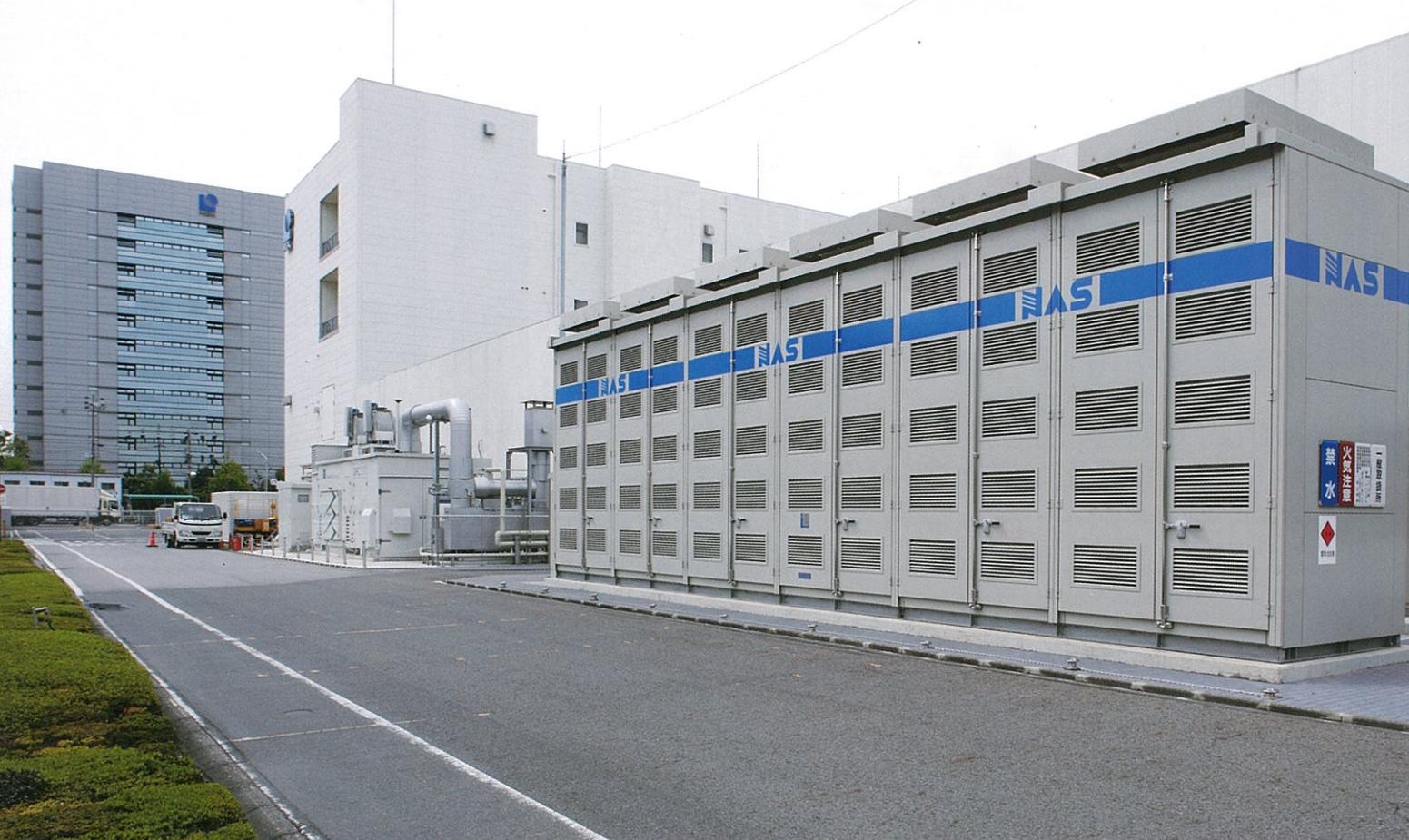
第57巻

10

●特 集●

注目される蓄電池技術

「公共工事の入札及び契約の適正化を図るための措置に関する指針」
の一部変更
電気用品安全法施行令の改正について



NAS 電池設備



一般社団法人 日本電設工業協会
Japan Electrical Construction Association

建築電気設備に使用される発電機始動用蓄電池

Generator Starter Batteries Used for Building Electrical Installation

いわさきりゅうじ*

蓄電池の計画に当たっては、(財)日本内燃力発電設備協会(略称:NEGA)が防災用自家発電装置の性能について規定した技術基準に準拠して設計し、これを満足する蓄電池容量を算定する。

この蓄電池容量については、各社独自の算出法があり、始動時(ピーク電流の流れる時点)と、クラン킹時の両面から検討する必要があるが、クランキング時の負荷電流については各エンジンメーカーのセルモータの実測値が必要となる。このため、簡便法として(社)電池工業会がまとめた「据置蓄電池の容量算出法 SBA S 0601」を使って解説した。

なお、蓄電池の寿命は温度によって大きく影響されるので、熱帯型気候に対するキュービカルの設計基準を非公式に制定した。そのほか、近年インバータの普及により、ラインから流れ込む高周波で蓄電池寿命が短くなるという報告も寄せられているが、因果関係が検証されていないので割愛した。

1. 蓄電池の計画および容量算定時の注意点

1.1 始動性能

エンジンが暖機運転がされていない状態で、常用電源が停電してから、電圧確立および投入までの時間が次のとおりであること。

- (1) 10秒以内(即時形)
- (2) 40秒以内(即時形以外)

1.2 始動用蓄電池装置

1.2.1 蓄電池の容量

蓄電池は、各始動間に5秒の間隔を置いて、10秒の駆動を連続して3回以上行うことができる容量のものであること。

なお、ガスタービンにあっては、連続して3回以上始動を行うことができる容量のものであること。

1.2.2 蓄電池の選定

消防法の「蓄電池設備の基準」に適合する蓄電池のうち、下記の①から④の高率放電用のもの、または⑤の高率放電用と同等以上の構造および性能を有するものなかから選定する。

- ①ベント形高率放電用ペースト式蓄電池(HS)
(減液警報装置付き)

*和光技術株式会社代表取締役社長

- ②触媒栓式シール形高率放電用ペースト式蓄電池
(HS-E)
- ③制御弁式据置鉛蓄電池(HSEおよびMSE)
- ④ベント形アルカリ蓄電池(AH-P, AH-SおよびAHH-S)および触媒栓式シール形ニッケルカドミウムアルカリ蓄電池(AH-PE, AH-SEおよびAHH-SE)(減液警報装置付き)
- ⑤小型シール鉛蓄電池(P, C)

1.3 蓄電池容量の算出

エンジン始動時には、同じ負荷特性が反復するので、一般的には下記の式が用いられる。

$$C = [K_1 I_m + K_n (I - I_m)] / L \quad \dots \dots \dots (1)$$

C : 25°Cにおける定格放電率換算容量(Ah)

L : 保守率

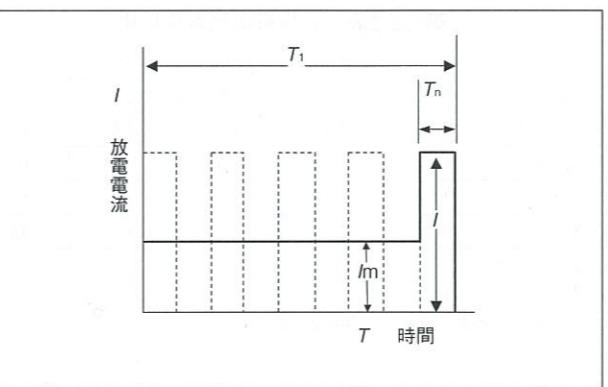
[蓄電池は、使用期間、周囲温度、前回放電量、充電電流、浮動充電の定電圧精度などの使用条件により容量が左右されるため、通常0.8を採用するが、前項⑤については0.5の場合あり]

K : 容量換算時間(時)

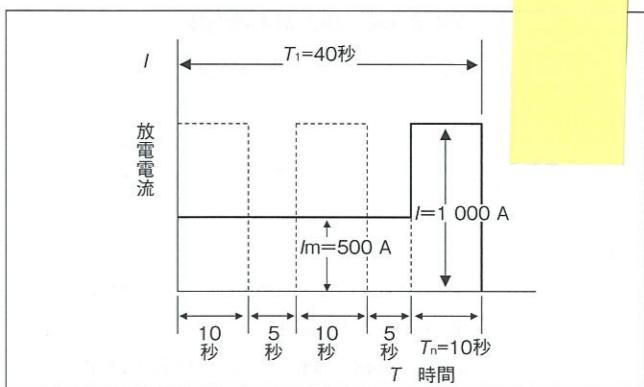
[放電時間 T 、蓄電池の最低温度および許容できる最低電圧によって決まる数値。一例、第4.2.3図]

T : 放電時間

エンジンまたはセルモータメーカーより推奨の値とするが、資料の入手困難のときは余裕率を考慮して、15秒駆動、15秒休止を最大で6サイクルとする。



第4.2.1図 エンジン始動・間欠放電パターン



第4.2.2図 NEGA規定のエンジン始動パターン

I : 放電電流(A)

I_m : 最終放電電流を除いた全放電電流の平均値

T_1 : 初回のエンジン始動から最後の駆動終了まで、途中の休止時間も含めた累積時間

T_n : 最終回のエンジン駆動時間

第4.2.1図参照。

1.4 蓄電池容量の算出例

エンジン始動負荷の条件を以下のように仮定する。

- (1) 使用蓄電池: HS形鉛蓄電池(12セル)

- (2) 負荷特性:

- ①始動に必要な電流: 1000 A

- ②放電パターン: NEGA規定のエンジン始動パターンに従い、10秒放電、5秒休止を連続3回繰り返す。

- (3) 保守率: $L = 0.8$

- (4) 最低蓄電池温度: 5°C

前項の第4.2.1図に当てはめると、第4.2.2図のようになる。

$$L = 0.8$$

$$T_1 = 40 \text{ (10秒} \times 3\text{回} + 5\text{秒} \times 2\text{回})$$

$$T_n = 10$$

$$I_m = 500$$

$$I = 1000$$

$$(5) 許容最低電圧: V_b = 18 V$$

$$(6) セル当たりの許容最低電圧: V_d = 1.5 V (18 V / 12セル)$$

第4.2.3図参照。

第4.2.3図の1.5 V / セルの曲線から内挿して、

$$K_1 = 0.37$$

$$K_n = 0.36$$

を得る。

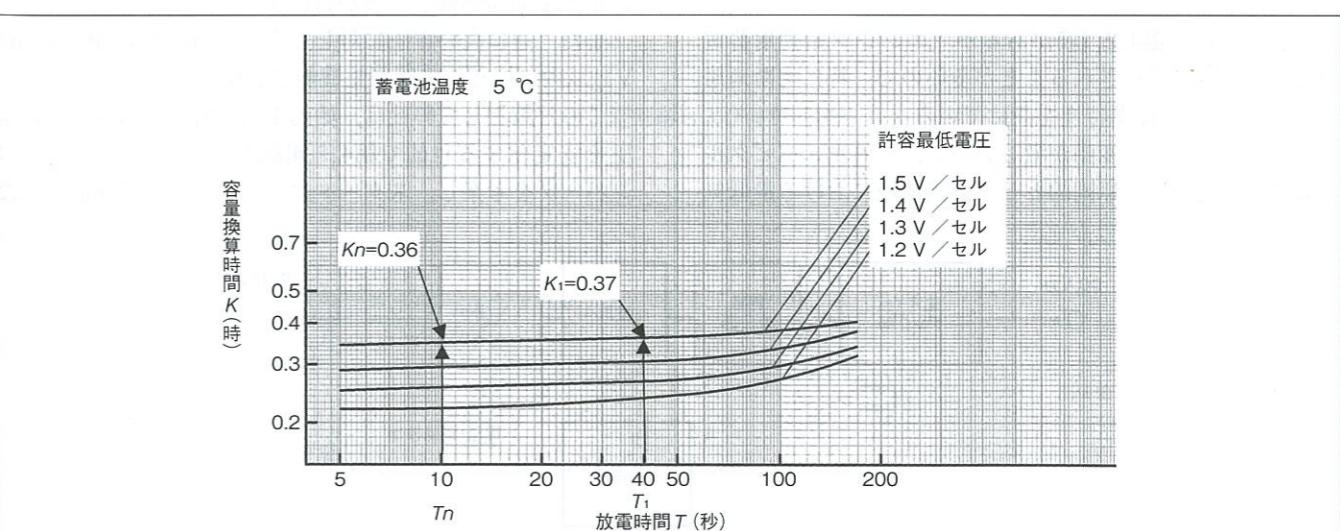
前項の一般式(1)で計算すると、

$$C = [K_1 I_m + K_n (I - I_m)] / L = [0.37 \times 500 + 0.36 \times (1000 - 500)] / 0.8 = 456$$

456 Ah / 10 hr 以上の容量が必要なので、HS-500形(500 Ah / 10 hr)の鉛蓄電池が該当する。

1.5 許容最低電圧

前項の容量計算で使用した許容最低電圧は、セルモータや制御盤など実際に使用する機器や接続の影響を受けるので、負荷側機器が必要とする最低電圧のうち最も大きい値(V_a)に蓄電池と負荷の間の接続線による電圧降下(V_c)を加えたものとする。



第4.2.3図 容量換算時間

第4.2.1表 最低蓄電池温度

蓄電池の設置場所	最低蓄電池温度	
	一般	寒冷地
室内に設置される場合	5 ℃	-5 ℃
屋外キュービクルに収納される場合	-5 ℃	-15 ℃

$$V_d = (V_a + V_c) / n$$

なお、 V_d ：セル当たりの許容最低電圧 (V/セル)

V_a ：負荷の許容最低電圧 (V)

V_c ：蓄電池と負荷の間の接続線の電圧降下 (V)

n ：直列に接続されたセル数

(1) セルモータ単独の許容最低電圧は、蓄電池の無負荷電圧の1/2でも可能であるが、現実的には始動回路の制御機器の許容最低電圧のほうが高く、実績では3/4近辺が多いので、無負荷で24 Vの場合、18 Vとなる。

また、制御回路と操作回路が同一の電源に接続されている場合には、定格電圧に対し75~110 %が一般に動作電圧とされており、この点でも18 Vと一致する。

(2) 蓄電池と負荷の間の接続線の電圧降下は、それぞれの放電電流、電線の太さおよび配線距離から算出するのが原則である。

しかし、簡便法として、蓄電池とセルモータ間の電圧降下を約1~2 Vとしているのが一般的である。

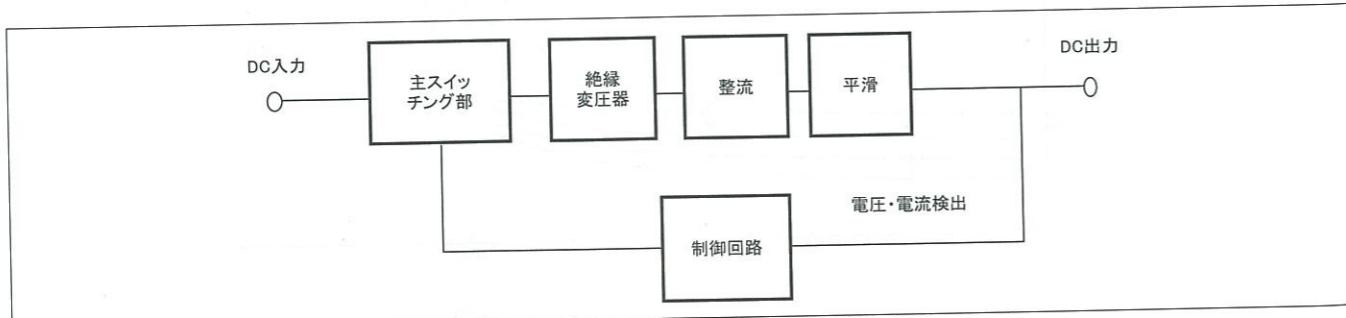
(3) 直列単電池個数は、負荷の最高電圧、最低電圧を考慮して決定する。単電池個数を少なくすれば、負荷の最高電圧に対し安全であるが大容量の蓄電池を必要とし、逆に、単電池個数を増やすと蓄電池容量が少なくてすむ代わりに、充放電時の過大電圧を避けるために適当な電圧調整手段を必要とするので、経済性も加味して総合的に判断すべきである。

なお、始動用として公称24 Vのときは、鉛蓄電池では12セル、アルカリ蓄電池では20セルを直列に使用するのが一般的である。

1.6 最低蓄電池温度

一般的には、第4.2.1表があるが、エンジン始動用蓄電池設備は屋外に設置されることが多いので、特に寒冷地用として-15 ℃の標準特性を設けている。

なお、近年気候の変動が激しいので、屋外キュービクルに収納する場合は、原則的として該当地域における最低気



第4.2.4図 スタータコンバータ基本構成図

第4.2.2表 各種蓄電池の容量比

	AHH形	AH形	HS形	MSE形	FVH形
AHH形	1.0	2.1	3.5	2.8	1.7
AHH形	0.5	1.0	1.7	1.4	0.8
HS形	0.3	0.6	1.0	0.8	0.5
MSE形	0.4	0.8	1.3	1.0	0.6
FVH形	0.6	1.3	2.2	1.7	1.0

蓄電池温度: 5 ℃

終止電圧: ①鉛 1.5 V/セル ②アルカリ 0.9 V/セル

NEGA規定の始動パターン (第4.2.2図)

温の実績を調査のうえ、5から10 ℃を上乗せするほうがよい。

また、屋内設置において、空調設備によって室内温度が確実に管理されている場合はその設定温度を採用してもよいが、長時間停電による室温低下を織り込んでおくこと。

1.7 蓄電池の変更による注意点

蓄電池の種類を変更するときには、容量の見直しだけでなく充電器電圧の再調整や改造が発生することがあるので注意を要する。

NEGA規定のパターン (第4.2.2図) でエンジンを始動する場合の各種蓄電池の容量比を第4.2.2表に示す。

なお、条件は電池温度5 ℃、終止電圧を鉛蓄電池1.5 V/セル、アルカリ蓄電池0.9 V/セルである。

2. スタータコンバータの適用でコストダウン

このようにして求めた蓄電池容量は、必要最小の容量でピーク電流の流れる時点では蓄電池端子電圧は8 V程度下がり、クランキング時において17 Vの電圧となる場合がある。

各社が採用している制御回路より算出した最低電圧の大略値は、16~19.2 Vであった。

したがって、自動始動の場合、制御回路電圧がこのように下がっても影響を受けない方策を考えるか、制御回路用に電源を別途準備しておかねばならない。

また、逆に高い電圧に対しても、定格電圧の110 % (26.4 V) 以内に抑える電圧調整機能が必要とされる。

この対策として弊社は、始動用制御盤に供給する直流電圧を安定化する目的で第4.2.4図に示す一種のDC/DCコンバータを考案し、スタータコンバータとして製品化した

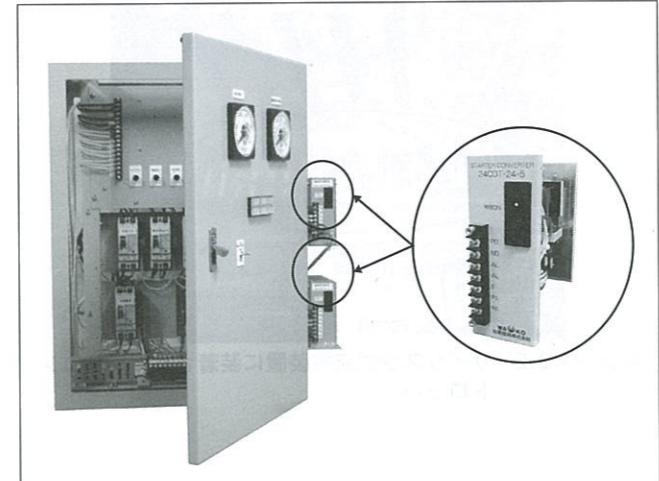
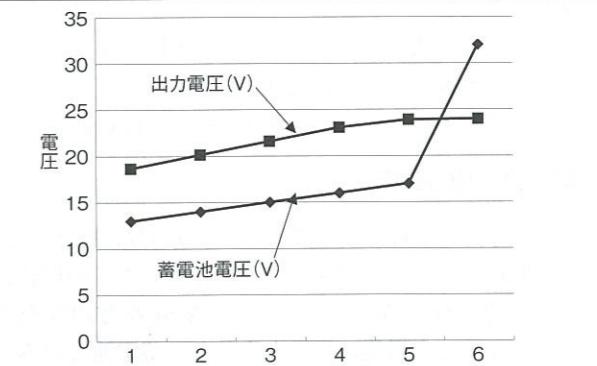


写真-4.2.1 サイリスタ式充電装置とスタータコンバータ



第4.2.5図 スタータコンバータ出力特性

器と、整流器から供給される直流電源を蓄える蓄電池およびその他の付属装置よりなる (第4.2.6図、第4.2.7図)。

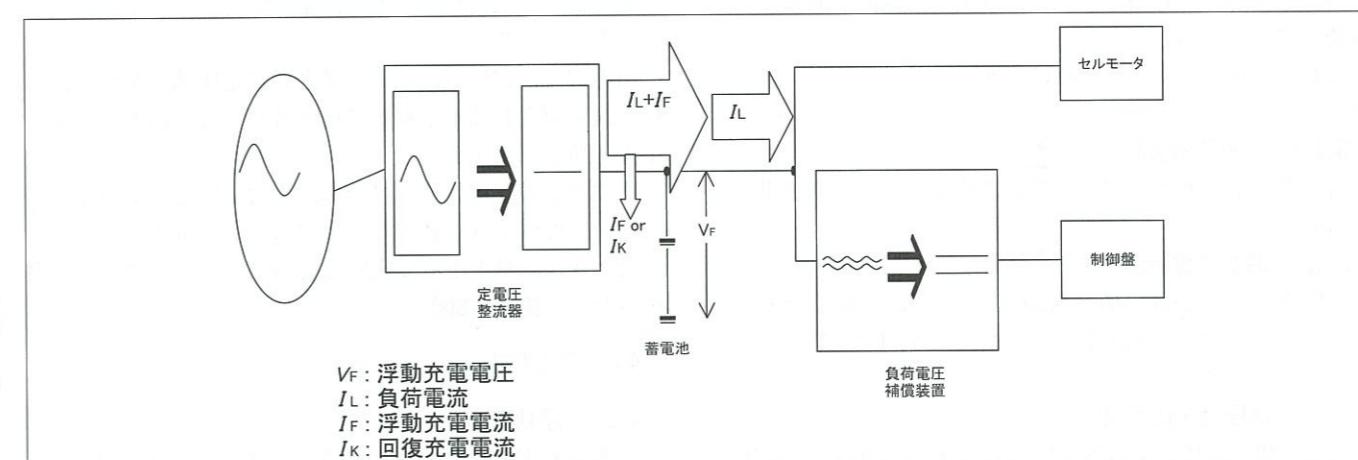
3.1 充電装置の容量計画

充電装置は、連続して3回以上駆動を行った後の蓄電池消費電力量を24時間以内に充電でき、充電完了後1時間放置した状態で再び連続して3回以上駆動できる容量であること。

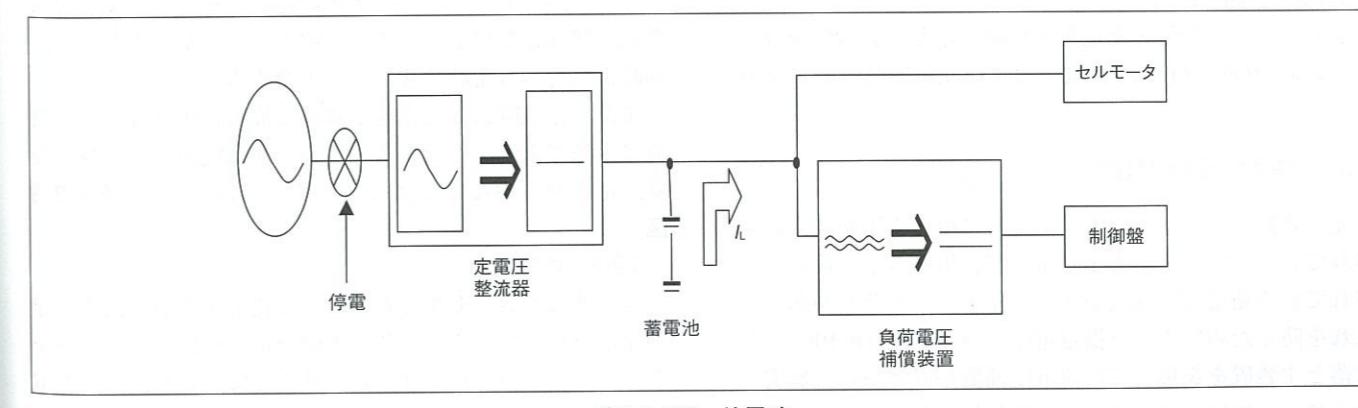
3.2 充電装置の性能

定格出力電流は、次の値であること。

なお、制御電源と共に用する場合は、これの常時負荷電流



第4.2.6図 定常時および停電回復時



第4.2.7図 停電時

を付加すること。

- (1) 鉛式: $C \times 1/50$ (A) 以上
- (2) アルカリ式: $C \times 1/20$ (A) 以上
(C: 蓄電池の公称または定格容量)

3.3 充電切替動作

- (1) 均等充電: 自動または手動により容易に行えること。
- (2) 回復充電からトリクルまたは浮動充電への切替えは自動的に行えること。ただし、MSEなど均等充電を行わなくても機能に異常を生じない蓄電池と組み合わせる充電装置にあっては、この限りではない。

3.4 充電装置の保護

3.4.1 配線用遮断器

開閉機能と過電流遮断機能を持っており、充電装置の場合、交流入力、整流回路の出力、および負荷回路に使用されている。

- (1) 交流入力の遮断器: 変圧器、スイッチング電源などの故障による過電流から交流回路を保護する。
- (2) 出力遮断器: 整流回路の故障が蓄電池と負荷回路に波及しないように回路を遮断する。
- (3) 負荷遮断器: 負荷側における過負荷または短絡事故から充電装置や蓄電池を保護する。

3.4.2 整流素子保護用速断ヒューズ

整流ダイオードおよびサイリスタは、過度熱容量が小さいので、出力側の短絡等で規定値以上の過電流が流れると瞬間に破損する場合がある。

これを防止するために、特に高速で溶断するヒューズを選定する。

3.4.3 減液警報装置

蓄電池の電解液が規定液面以下に低下した場合に警報で知らせる。

3.4.4 温度警報装置

蓄電池の温度が既定値(約50°C)以上に上昇した場合に警報で知らせると同時に、充電電圧を約4%ダウンさせる。

3.4.5 電圧計・電流計

整流器出力電圧と蓄電池電圧を表示するための直流電圧計と、整流器出力電流を表示する直流電流計を設置する。

3.4.6 盤面表示灯

盤面には、電源灯・充電灯・故障灯などの表示灯を設置し、電源のON/OFF、充電中および充電器故障表示を行う。

3.5 負荷電圧補償装置

充電装置は蓄電池に充電するために出力電圧が高く設定されているので、そのままの電圧で使用すると負荷に接続されている使用電圧範囲が狭い機器を壊すおそれがある。これを防ぐために電圧を指定電圧(DC24V, DC100V等)に落とす装置を総称して負荷電圧補償装置といい、個別にはドロッパやDC-DCコンバータなどがある。

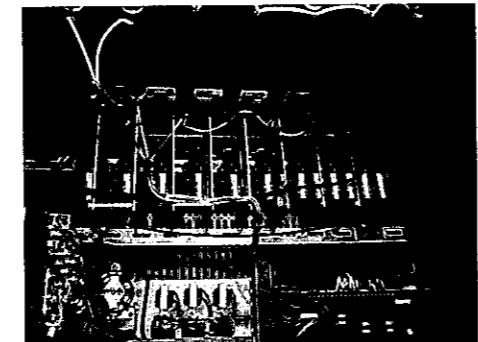
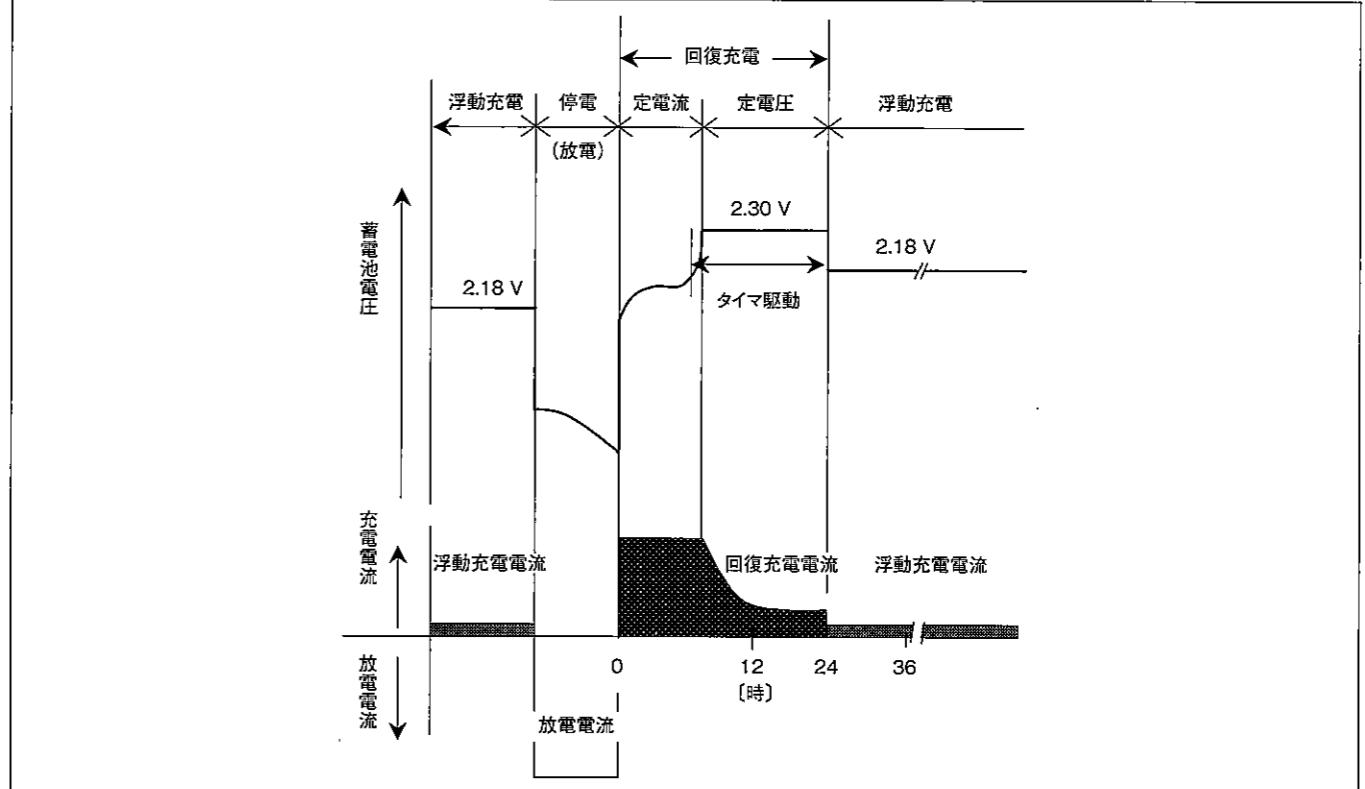
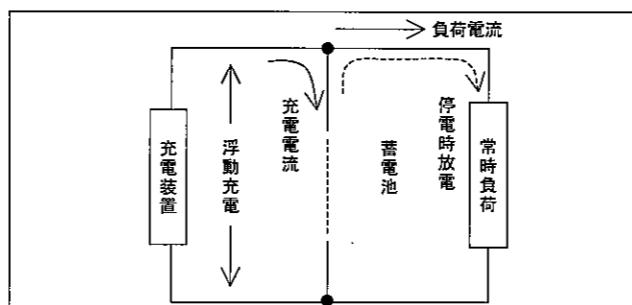


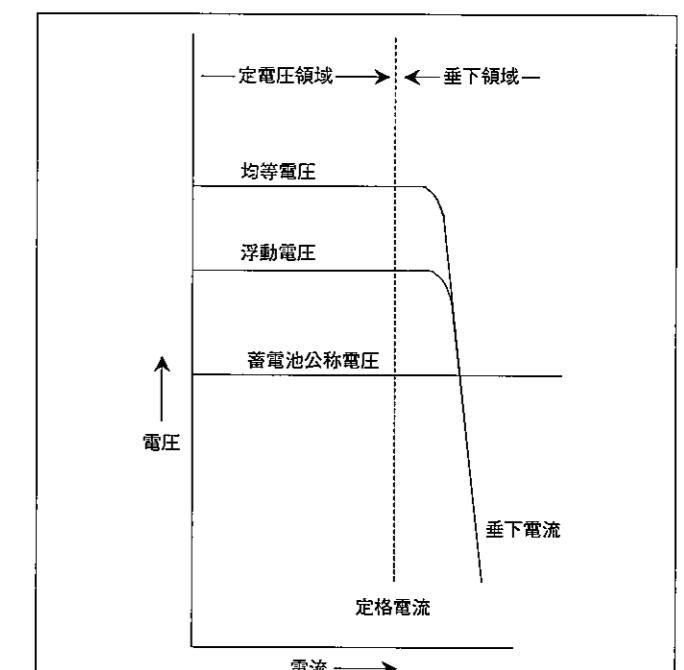
写真-4.2.2 サイリスタ式充電装置に装着されたシリコンドロッパ



第4.2.8図 自動回復充電のパターン (鉛蓄電池の例)



第4.2.9図 トリクル充電回路



第4.2.10図 充電器垂下特性

ので容量の大きな充電装置が必要である。

4.2.4 最大垂下電流

停電回復時、過負荷時にも過大な電流が流れ充電器を壊さないように、垂下特性を充電器に持たせている。この制限電流の最大値を最大垂下電流といい、通常、蓄電池最低電圧において、定格出力電流の120%以下を弊社では規定している。

第4.2.3表 充電電圧

蓄電池種別	蓄電池形式	浮動電圧	均等電圧		均等充電時間
			ペント型	シール型	
鉛蓄電池	CS/CS-E	2.15	2.3	2.3	24
	HS/HS-E	2.18	2.3	2.3	24
アルカリ蓄電池	MSE/HSE	2.23	—	—	—
	AM-P	1.45	1.65	1.6	8~12
アルカリ蓄電池	AMH-P	1.45	1.6	1.6	8~12
	AH-P	1.43	1.6	1.6	8~12
アルカリ蓄電池	AH-S	1.36	1.5	1.47	8~12
	AHH-S	1.36	1.5	1.47	8~12

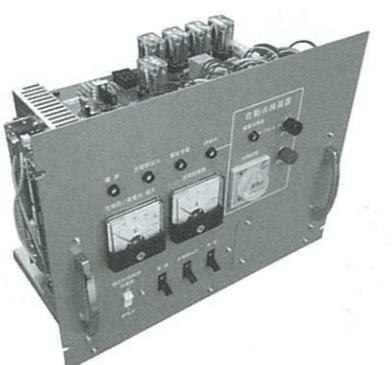


写真-4.2.3 ダイオード方式充電器

4.2.5 電池の種類と充電方式

第4.2.3表を参照されたい。

4.3 充電器の選択

充電器としては、大別してダイオード（ドロッパ）、サイリスタ、スイッチングの3方式がある。

4.3.1 ダイオード方式

商用電源をトランスで所定の電圧に変圧した後、整流器で直流に整流し、ダイオードで安定化した電圧を負荷に供給する。リップル、ノイズが小さいが、トランスが大きいため、装置が大きくて重く、電力効率も悪い（写真-4.2.3）。

4.3.2 サイリスタ方式

サイリスタのゲートを位相制御して、出力の交流電圧実効値をゼロから電源電圧に等しい値に至るまで自在に制御する方式で、1素子で大電力を取り出せるようになった。

制御回路部品が少なくプリント基板化され、故障につながる要因が少ないとえ、全体的に小型、軽量で安価なために多く採用されている回路である（写真-4.2.2参照）。

4.3.3 スイッチング方式

交流電源を直流に変換した後、半導体スイッチで高速スイッチングしてパルス状の矩形波に変えたうえで、トランスを介して2次側に出力された交流を整流して直流電圧を得る。高周波でスイッチングすることでトランスを小さくでき、高効率で軽いが、スイッチング動作によるノイズが大きい（写真-4.2.4）。

5. 屋外盤の改善

近年、ゲリラ豪雨の頻発や猛暑日の増加など、環境面が大きく変化してきている。キュービクルの構造は、現行の消防庁告示による仕様を満足していれば規定上は問題ないが、実際には設置場所の温度に大きく影響されて、蓄電池の容量や寿命が計算から外れることも危惧される。このため、キュービクル内の気流の挙動を実験により把握し、「熱帶型天候対策キュービクル」設計基準を制定し、実用に供している。

(1) 防水対策：換気口の位置変更や構造の改善により気密性の向上を図った。

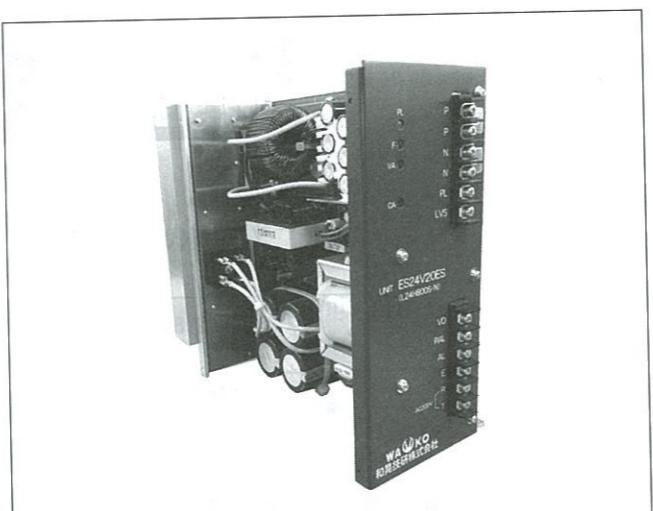


写真-4.2.4 スイッチング方式充電器

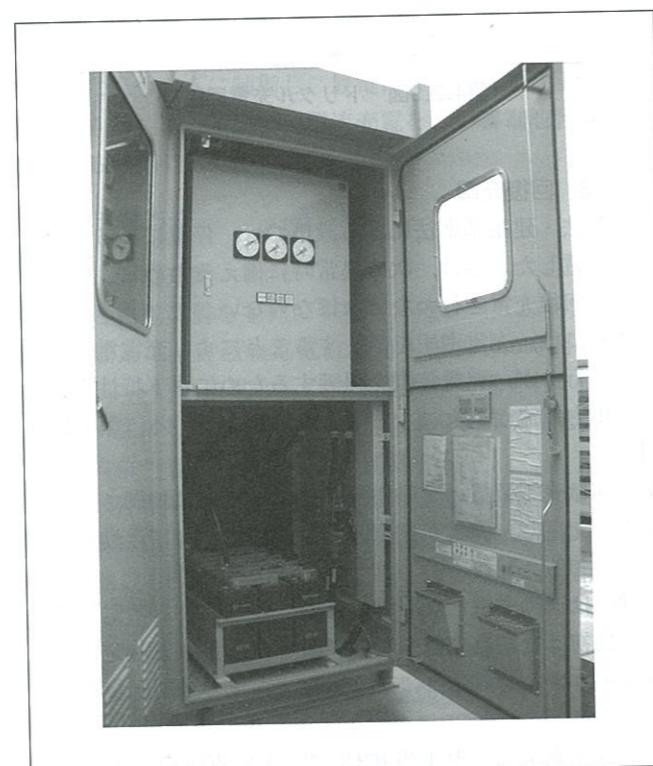


写真-4.2.5 エンジン始動用充電装置屋外盤



写真-4.2.6 屋外盤・防噴流試験

果を上げた（写真-4.2.5、写真-4.2.6）。

おわりに

本稿では、公的機関でまとめた手法を基に一般的な蓄電池の容量算定法を紹介したが、3月の大震災以降に経験した停電の頻発に対しては、回復充電を行うだけの時間が確保できないという問題も浮上している。

一方、今のところ消防法では認められていないが、リチウムイオン電池は電気密度が高いため瞬発力があり、かつ回復充電に必要な時間も短いという利点があるので、各セル間のバラツキを正確にコントロールするバッテリー・マネジメント・システム（BMS）の精度アップと普遍化により、近々認定されて有力な選択肢の一つになると思われる。

参考文献

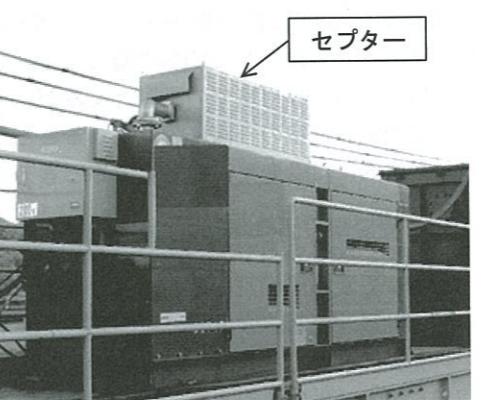
- 1) (社)日本内燃機器設備協会：防災用自家発電装置技術基準
- 2) (社)電池工業会：据置蓄電池の容量算出法 SBA S 0601

自家発電装置のコンビニ！ 和晃技研株式会社

始動用電源装置から排ガス処理装置まで
フルセットでも単品でも対応いたします。

NOx・黒煙の除去装置「セプター」
都心でも常用ディーゼル発電機の運転OK！

- ☆大都市での上乗せ排ガス規制値をクリア
- ☆連続運転可能、長期間メンテナンスフリー
- ☆尿素水使用でコンパクト化と低価格実現



和晃技研株式会社

〒601-8448 京都市南区西九条豊田町26
TEL(075) 681-6291、FAX(075) 681-6297
関東事業部：東京都千代田区神田松永町22
たか庄ビル2階 TEL(03) 5294-6223~4
営業部長：齊藤 090-2635-5919
(E-mail) saitoh-pe@wako-kyoto.com
(URL) http://www.wako-kyoto.com