

7.3 HIDランプと安定器

7-106

7.3.1 各種HIDランプの特性

(1) 点灯姿勢と光束

高圧ナトリウムランプは点灯姿勢による光束の影響はほとんどありません。水銀ランプは鉛直点灯に対して、水平点灯の場合約5~7%程度低下します。

メタルハライドランプは点灯姿勢によって発光管の最冷部の温度が変わり、その温度に応じた金属蒸気に変化するため、図3.1に示すように著しい影響を受けます。

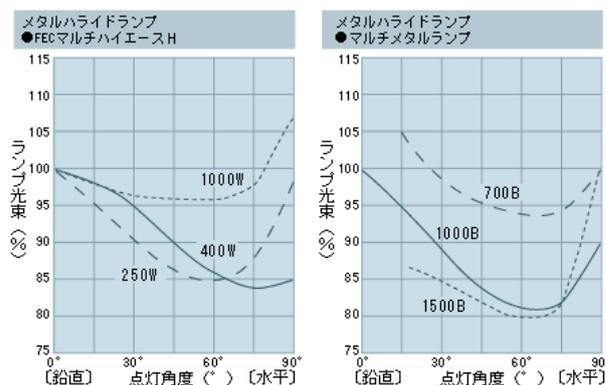


図3.1 点灯姿勢とランプ光束

(2) 始動、再始動時間

HIDランプの諸特性は、発光管内の蒸気圧によって定まるため、点灯してから明るさが安定するまで時間(始動時間)がかかります。始動時には各種定義がありますが、ここでは「光束が安定状態の80%に達する時間」で比較します。また、消灯直後のランプは高温で、発光管内の金属蒸気圧も高いため、点灯しにくい状態になっています。それ故、発光管温度が下がって放電開始が可能な状態になるまで時間(再始動時間)がかかります。これらの時間はランプの種類、使用している安定器や器具によって差異があります。各種HIDランプの始動、再始動時間は、表3.1の通りです。

表3.1 各種HIDランプの始動、再始動時間(裸点灯時:ランプ単体)

| ランプの種類 | 項目 | |
|--------------------------|-------------------|---------|
| | 始動時間 [80%光束到達] | 再始動時間 |
| ハイラックス2500 | 約6分 | 約1分 |
| ハイラックス(MT) | 約4分 | 約10分 |
| FECマルチハイエースH | 約4分 | 約13分 |
| マルチメタルランプ | 約4分 | 約12分 |
| クリーンエース | 約4分 | 約12分 |
| FECサンルクスエース | 約3分 | 約13分 |
| サンルクスエース60 | 約3分 | 約12分 |
| スペシャルクス | 約6分 | 約8分 |
| 両口金形サンルクス | 約4分 | 約30秒(※) |
| 高圧水銀ランプ | 約4分 | 約5分 |
| セルフバラスト水銀ランプ | 約2分 | 約5分 |
| ツインアーク(HF/NH) | 約4分/3分 | 約12分 |
| HIDカラーランプ(ブルー・グリーン/オレンジ) | 約4分/3分 | 約12分 |
| 低圧ナトリウムランプ | 約8分 | 瞬時 |

※瞬時再始動形安定器も使用できます。

(3) 立消特性

1) 立消電圧

HIDランプは交流電源の半サイクルごとに再点弧と消弧を繰り返しています。ランプ電圧が諸原因によって上昇するか、電源電圧が降下すると、チラツキを生じたり、立消えと再点灯を繰り返すことがあります。図3.2に瞬時電圧降下と立消えの関係を示します。

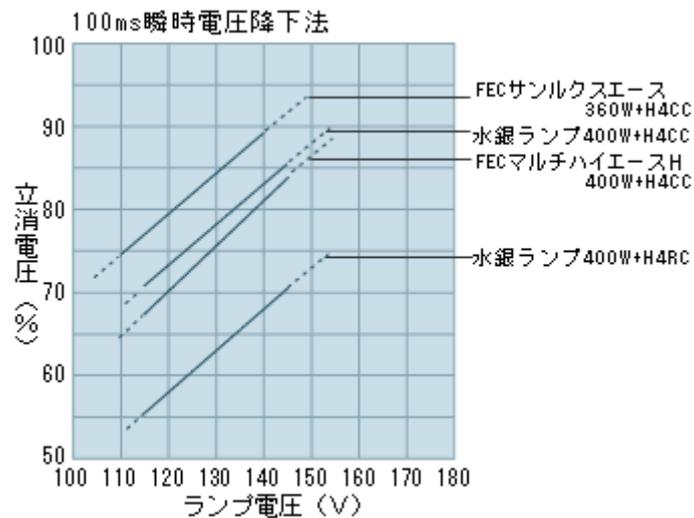


図3.2 瞬時電圧降下と立消え

2) 電源切替え時間と立消え

常用電源から予備電源への切替え速度や瞬時停電から、電源切替え時間とHIDランプの立消えについて問題となることがあります。

ランプ立消えは半サイクルが分岐点となっており、半サイクル以上の電源オフ状態ではほとんどのランプが立消えします。定電力形安定器使用の場合とランプ電圧が低い場合には、ランプが若干立消えしにくい傾向にあります。図3.3に50Hz電源における電源切替え時間と不点灯率の関係を示します。

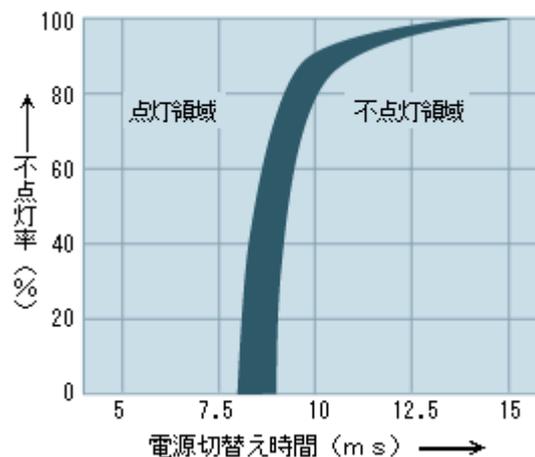


図3.3 電源切替え時間と不点灯率(50Hz電源)

(4) ランプ電圧とランプ電力

HIDランプのランプ電力は、電源電圧・安定器・ランプの種類によって変化し、図3.4～図3.7に示すように、ランプ特性曲線と安定器特性曲線の交点として動作点が定まります。

ランプを始動させると、発光管に封入された金属が蒸発し、その蒸気圧が徐々に上昇するとともに、ランプのインピーダンスが大きくなり、ランプ電極間の電圧降下(ランプ電圧)も大きくなるため、ランプ電圧が次第に上昇して動作点で安定します。

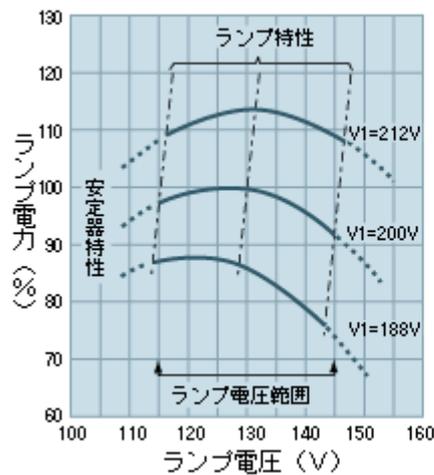


図3.4 水銀ランプ400W
(安定器:H4CC2A)

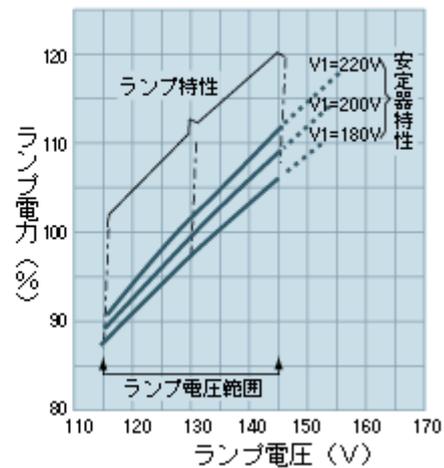


図3.5 水銀ランプ400W
(安定器:H4RC2A)

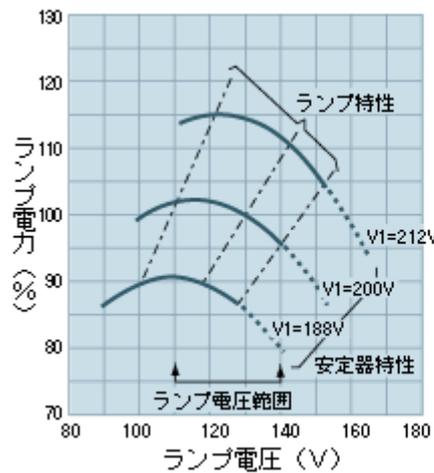


図3.6 FECサンルクスエース360W
(安定器:H4CC2A)

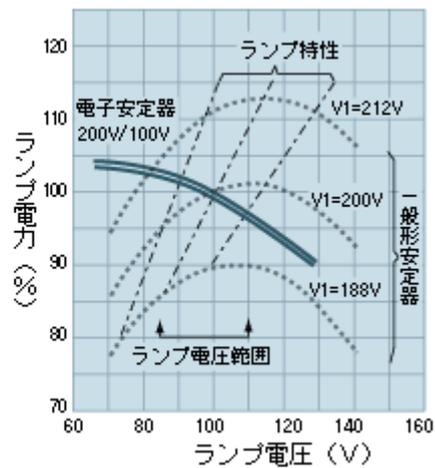


図3.7 ハイラックス2500 150W
(安定器:NHS1.5CCP2A & HX1.5ESH1/2)

(5) 点灯条件とランプ寿命

1) 電源電圧変動とランプ寿命(残存率)

HIDランプや安定器は、適正な使用条件で最高の性能を発揮するように設計されており、電源電圧が高すぎても低すぎてもランプは短寿命になります。電源電圧が高すぎる場合は、過負荷点灯となり電極の損耗や発光管の劣化が促進されます。反対に低すぎると、始動、立消性能などが最適設計から外れるため電極の損耗が促進し、また使用中に始動電圧が上昇するため、低い電圧で点灯できなくなり、結果的に短寿命になります。図3.8～図3.11に電源電圧変動とランプ寿命の関係を示します。また、図3.12に電源電圧変動と残存率の関係を示します。

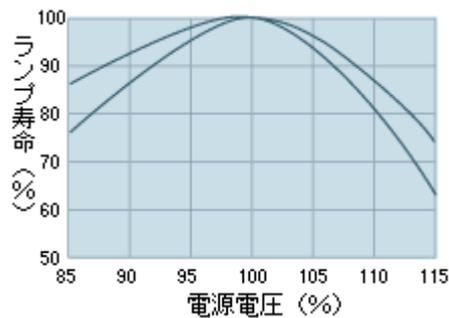


図3.8 高圧水銀ランプ
(一般安定器組合わせ)

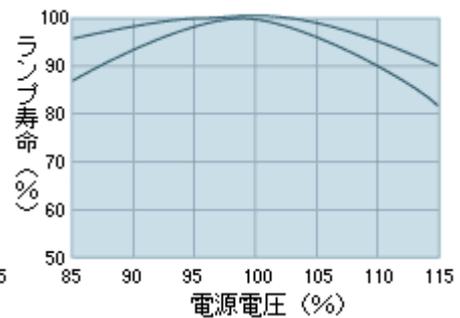


図3.9 高圧水銀ランプ
(定電力形安定器組合わせ)

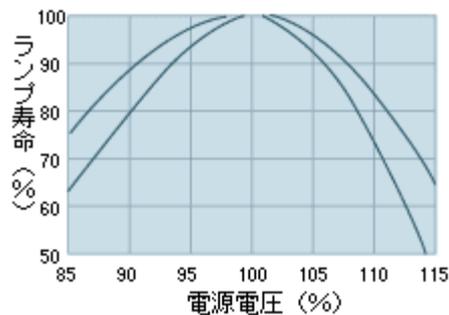


図3.10 FECマルチハイエースH
(水銀灯一般形安定器組合わせ)

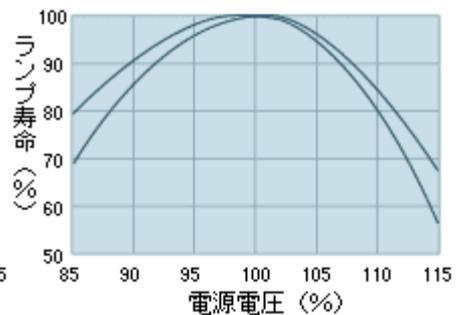


図3.11 サンルクスエース
(水銀灯一般形安定器組合わせ)

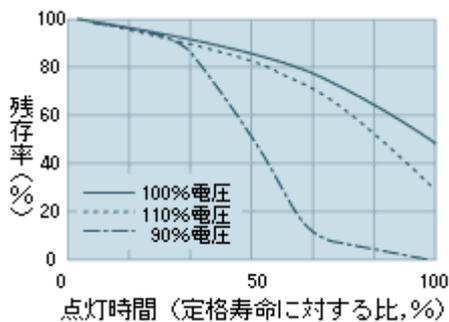


図3.12 電源電圧変動と残存率
(低圧ナトリウムランプ)

2)点滅頻度とランプ寿命(残存率)

HIDランプ(高輝度放電ランプ)は、点灯してから安定するまで時間がかかり、このとき(以下“始動時”という)の負担が最も大きいため、点滅頻度が多い場合にはランプ寿命が短くなります。点滅頻度とランプ寿命の間には一定の関係があり、点滅頻度が2倍となり1回当たりの点灯時間が半分になると、ランプの寿命は75%に短縮します。

この関係を、1回当たりの点灯時間を10時間とした場合の寿命時間を100%として、相対寿命との関係をグラフ化しますと、図3.13のようになります。

図3.14に低圧ナトリウムランプの点滅頻度とランプ寿命の関係を示します。

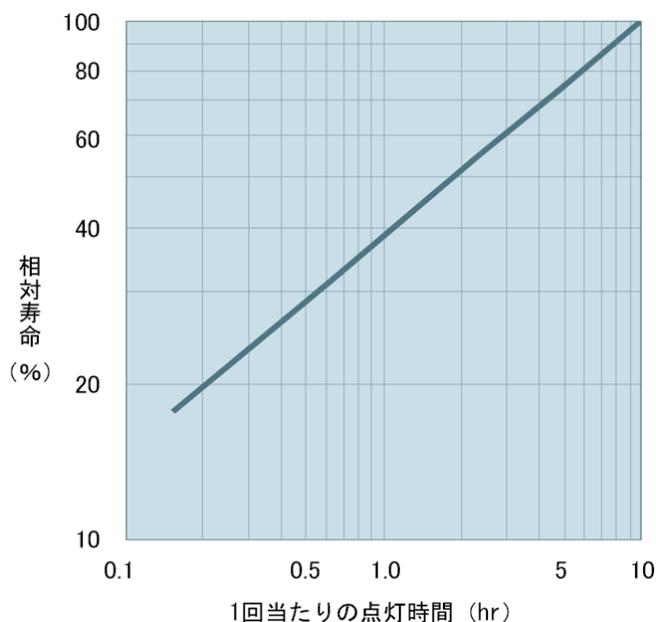


図3.13 点滅頻度とランプ寿命

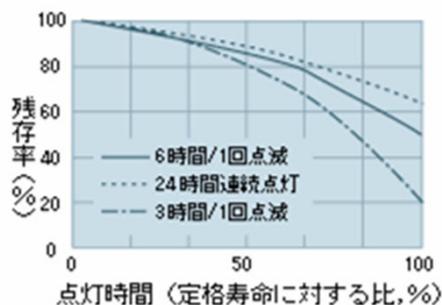


図3.14 低圧ナトリウムランプの点滅頻度とランプ寿命

(6) 周囲温度の影響

高圧放電ランプの光束は外球内に設けている発光管の管壁温度が500～800℃と非常に高温であり、特に高圧ナトリウムランプは外球内が真空で発光管が外気と熱的に絶縁された構造であることなどから周囲温度の影響をほとんど受けません。

しかし、水銀ランプとマルチメタルランプは図3.15に示すように周囲温度が低くなるにつれて始動電圧が高くなり点灯しにくくなります。高圧ナトリウムランプは外球内が真空であるため、低温域でも常温と同様に始動点灯します。また、表3.2は低温領域における各種光源の使用温度範囲を示したものです。

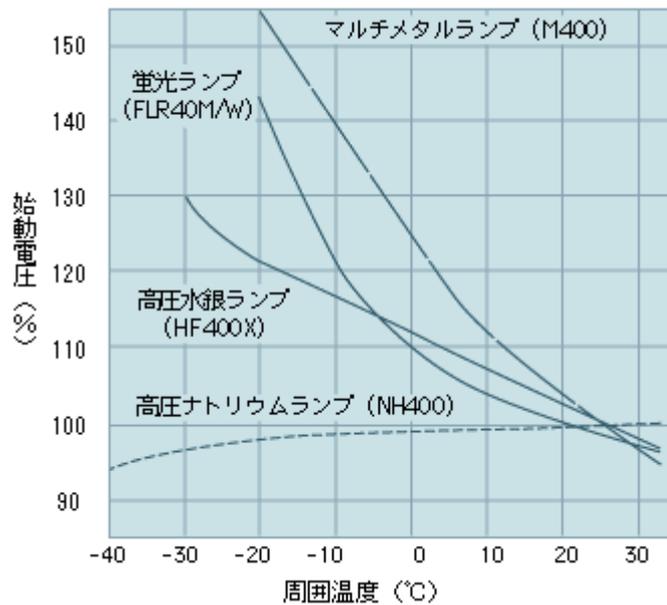
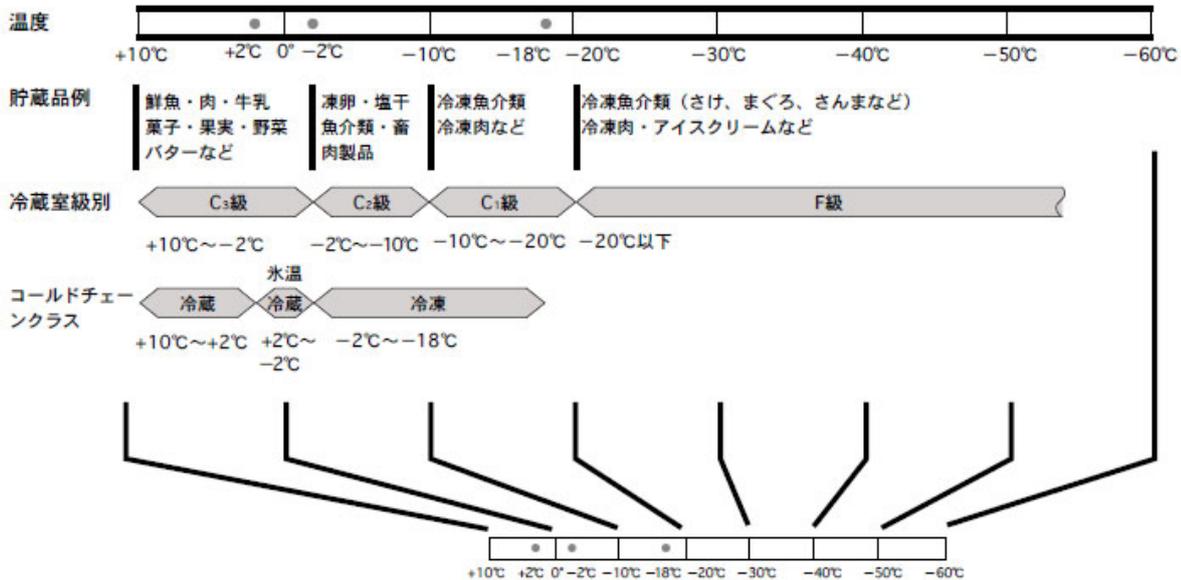


図3.15 周囲温度と始動特性

表3.2 低温領域における各種光源の使用温度範囲



| ランプ名称 | ランプ形式 | 組合わせ安定器 | 電源電圧(V) | 備考 特記事項 | 常温初特性 | | |
|--------------|-------------|---------|------------|--|-----------------|-----------------|--------|
| | | | | | ランプ効率 [lm/W] | 定格寿命 [hr] | |
| 白熱電球 | RF,RS | | 100/200 | 裸点灯 | 10~14 | 1,500~2,000 | |
| 蛍光ランプ | FLR | RH,RS | 100/200 | 裸点灯 | — | 12,000 | |
| | | RL | 100/200 | 冷凍庫用器具使用 (FRQ4101,4201) 冷凍庫用器具使用 (FRQ7101,7201) | 70~90 63 | 12,000 5,000 | |
| 水銀ランプ | 一般用 | HF-X | TC,CC | 100/200 | 裸点灯 | 50~60 | 12,000 |
| | 寒冷地用 | KHF-X | TC,CC | 100/200 | 裸点灯 | 50~60 | 12,000 |
| セルフバラスト水銀ランプ | 一般用 | BHF | 100 | 裸点灯 | 17~27 | 8,000~9,000 | |
| | | | 200 | 裸点灯 | 17~27 | 8,000~9,000 | |
| メタルハライドランプ | M | CAP | 100/200 | 裸点灯 | 65~100 | 9,000 | |
| 高圧ナトリウムランプ | 標準型 | NH | TCP CCP | 100/200 | 裸点灯 | 71.5~130 | 12,000 |
| | 始動器内蔵形 (L形) | NH-L | TC,CC | 100/200 | 裸点灯 (安定器庫外設置) | 80~155 | 12,000 |

7.3.2 HIDランプ用 安定器

(1)安定器の基礎知識

1)安定器の役割

一般に放電ランプは負特性のため、直接電源に接続し、一旦ランプ電流が流れ始めると急に電流が増大して、瞬時にランプの電極シール部等が破壊されてしまいます。したがって、電源とランプの間に安定器を設けて、ランプ電流を適正に制御する必要があります。安定器は電流制限の他に次のような働きをしています。

- ①ランプが必要とする始動電圧(二次無負荷電圧)を印加する。
- ②適正なランプ電流波形を供給し、安定した点灯を維持する。
- ③一次力率を高力率に改善する(高効率形安定器)。

すべてのHIDランプは安定器を使用して点灯する必要があります。

2)安定器の構造

安定器の主要部分はチョーク、漏れ変圧器、コンデンサからなりたっています。チョーク及び漏れ変圧器の構造はけい素鋼板を積み重ねた鉄心にコイルが巻き回してあります。HIDランプ安定器のコイル導線としてはA種絶縁の場合ホルマール線を使用しています。

力率改善用や進相用のコンデンサには保安機構付メタライズドポリエステルフィルムのもので用いられています。

一般に安定器は上記の部品を組み立てた後鉄板ケース内に入れ、放熱を良くするためにけい砂を混入した不飽和ポリエステル樹脂を充填しています。

3)点灯回路の基礎

一般に交流で点灯する放電ランプに流れる電流を制限する方法としては、抵抗、チョーク、コンデンサが考えられます。

抵抗を用いた場合は、電力損が大きい欠点があるため安定器としてほとんど用いられず、フィラメントを内蔵したセルフバラスト水銀ランプに応用される程度です。

チョークを用いた場合は、電源電圧に対してランプ電流が遅れ位相となり、一次力率が低くなります。高力率にするため、電源に並列にコンデンサを入れています。

コンデンサを用いた場合は、直列にチョークを入れて使用されます。チョークとコンデンサの直列共振周波数を電源周波数より少し高くすると、ランプ電流が電源電圧に対して進み位相となり、コンデンサ単体よりもランプ電流波形が大幅に改善されます。

4)ランプ電流の波高率

ランプ電流の波高率はピーク電流と実効電流の比として表されます。ランプ電流の波高率が高い安定器はランプの電極損傷、光束低下及び寿命短縮の原因となります。波高率の値は安定器の性能を評価する重要な要素となります。図3.16に蛍光ランプと水銀ランプの波高率と寿命の関係を示します。

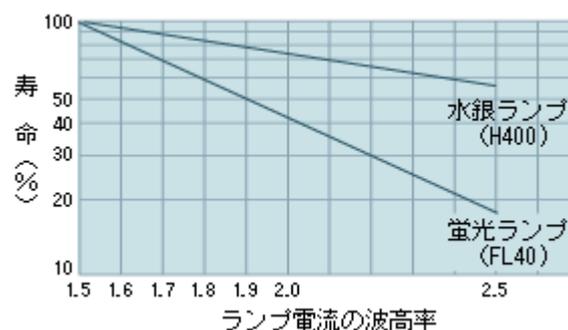


図3.16 ランプ電流波高率とランプ寿命の関係

表3.3に各種HIDランプと許容最大波高率を示します。

表3.3 各種HIDランプと許容最大波高率

| HIDランプの種類 | 許容最大波高率 |
|------------|---------|
| 水銀ランプ | 2.0 |
| メタルハライドランプ | 1.8 |
| 高圧ナトリウムランプ | 1.8 |

5) 各種HIDランプと安定器の組合わせ

HIDランプと適合安定器の組合わせを表3.4、表3.5に示します。適合しない安定器を使用すると、ランプの不点、短寿命、安定器の故障の原因となり、また、まれに発熱、発煙に至ることがあるため注意が必要です。

表3.4 低温領域における各種光源の使用温度範囲(その1)

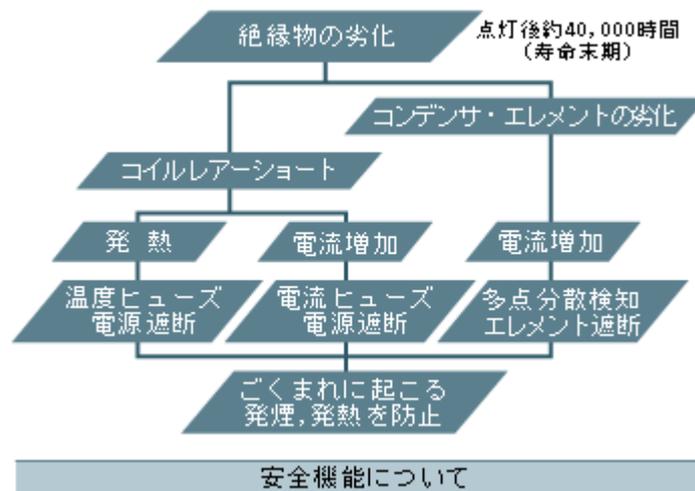
| ランプ | ランプ電力 | 安定器種類 | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|-----------------------------------|----------|----------|----------------------------|------|-------|--------|------------|------------------|------------------|-------------------|--------------|--------|-----|--|
| | | 専用 | | | | 兼用 | | 専用 | | | | | | | |
| | | ハイラックス | | | | 水銀安定器 | | マルチメタル用安定器 | | | TPOサンプルクスエース専用安定器 | スペシャルクス専用安定器 | 水銀灯安定器 | | |
| | | パルス始動一般形 | パルス始動一般形 | 電子式 | 電子式 | 一般形 | 低始動電流形 | パルス始動一般形 | イグナイタ別置パルス始動形 | パルス始動進相形 | | | 定電力形 | 調光形 | |
| NHS- | MS- | NHS- | HX | H-C H-CC H-T H-TC | H-CL | M-TCP | M-CC | M-CAP | NHL-CC NHL-TC | NHX-CC NHX-TC | H-RC WH-RC | C-CD H-RD | | | |
| ハイラックス | ハイラックス2500 | 50~150W | ● | | ● | ● | | | | | | | | | |
| | ハイラックス 3000,3500, 4500,6500 | 70~150W | | ● | | ● | | | | | | | | | |
| メタルハライドランプ | クウォーツアーク | 2000W | | | | | | ● | | | | | | | |
| | | 2000BW | | | | | | | ● | | | | | | |
| | | 1500W | | | | | | | ● | | | | | | |
| | | 1500BW | | | | | | | | | ● | | | | |
| | FEC マルチハイエースH | 100W | | | | | ● | | | | | | | | |
| | | 250~400W | | | | | ● | ● | | | | | | | |
| | クリーンエース | 250,400W | | | | | ● | ● | | | | | | | |
| ハイラックス <両口口金> | 70,150W | | ● | | ● | | | ● | | | | | | | |
| マルチメタルランプ | 700BW~ 2000BW | | | | | | | | | ● | | | | | |

表3.5 低温領域における各種光源の使用温度範囲(その2)

| ランプ | | ランプ電力 | 安定器種類 | | | | | | | | | | | | |
|------------|-------------|-----------------------------|----------|----------|------|-----|----------------------------|--------|------------|---------------|----------|------------------|------------------|---------------|--------------|
| | | | 専用 | | | | 兼用 | | 専用 | | | | | | |
| | | | ハイラックス | | | | 水銀安定器 | | マルチメタル用安定器 | | | FECサンルクスエース専用安定器 | スペシャルクス専用安定器 | 水銀灯安定器 | |
| | | | パルス始動一般形 | パルス始動一般形 | 電子式 | 電子式 | 一般形 | 低始動電流形 | パルス始動一般形 | イグナイタ別置パルス始動形 | パルス始動進相形 | | | 定電力形 | 調光形 |
| | | | NHS- | MS- | NHS- | HX | H-C H-CC H-T H-TC | H-CL | M-TCP | M-CC | M-CAP | NHL-CC NHL-TC | NHX-CC NHX-TC | H-RC WH-RC | C-CD H-RD |
| 高圧ナトリウムランプ | FECサンルクスエース | 70,110W | | | | | | | | | ● | | | | |
| | | 180,220,270 360,660,940W | | | | | ● | ● | | | | | | | |
| | サンルクスエース60 | 220~660W | | | | | ● | ● | | | | | | | |
| | スペシャルクス | 150,250,400W | | | | | | | | | | | | | |
| 水銀ランプ | | 40,80W | | | | | ● | | | | | | | | |
| | | 100W | | | | | ● | | | | | | ● | | |
| | | 200W | | | | | ● | ● | | | | | ● | | |
| | | 250~1000W | | | | | ● | ● | | | | | ● | ● | |

(2)アイトリプルエースバラスト

従来の一般形水銀灯安定器に、より安全性／省施工性／耐久性を配慮したHID安定器です。なかでも、水銀ランプに代わるFECマルチハイエースH、クリーンエース、FECサンルクスエースといった新しいHID光源に、今まで以上に適したセーフティ機能を装備しています。まれに発生する寿命末期の発熱、発煙にも保護機能が働き、安全性を確保することができます。保護機能の原理は図3.17の通りです。



- 電源ヒューズ、温度ヒューズの装着は安定器の電源側に2素子を直列に接続していますので、いずれか作動しても電源が遮断されるようになっています。
- 電流ヒューズ、温度ヒューズは、ともに溶断型ですので、一度作動しますと、安全の確保を優することはありません。また、両ヒューズとも、安定器内部に装着していますので取替えることはできません。

図3.17 アイトリプルエースバラスト保護機能の原理

(3)水銀灯安定器

1)チョーク形安定器(C,CC,CL形)

点灯回路としては図3.18、図3.19に示すように最も単純であり、ランプにとって動作が確実で、小形軽量・安価であるため、広く使われています。水銀ランプの始動電圧は、180V以下ですので、電源電圧の定格は200V以上に限定され、ランプ電圧が電源電圧の約65%以下のときに用いられます。力率は65%程度の低力率(C形)になります。

高力率形安定器(CC形)は、電源と並列に適当な容量のコンデンサを接続して、力率が90%程度に設計されています。また、低始動電流形安定器(CL形)は始動時入力電流が安定時入力電流の1.2~1.3倍以下になるようにし、力率は、95%程度となります。

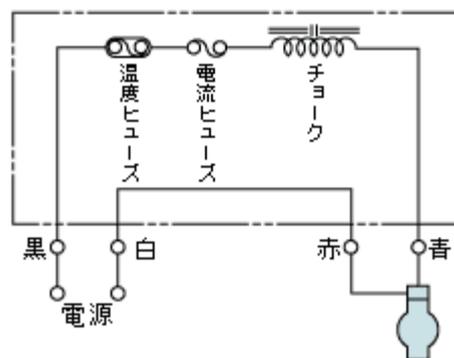


図3.18 チョーク形安定器の回路(200V用)
H2C2A(B)352、H3C2A(B)352、H2C2A(B)352
H7CA(B)51、H10CA(B)51タイプ

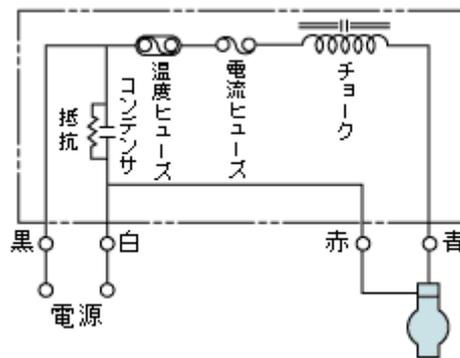


図3.19 チョーク形安定器の回路(200V用)
H1CC2A(B)41、H2CC2A(B)41、H2.5CC2A(B)41
H7CC2A(B)51、H10CC2A(B)51タイプ

2)漏れ変圧器形安定器(T,TC形)

水銀ランプの始動電圧(180V)より低い電源電圧の場合はランプを始動させ、放電を維持できる電圧まで昇圧する必要があります。この場合、図3.20、図3.21に示す単巻漏れ変圧器を使用すると、安定器が安価、小形になる利点があるため、100V用水銀灯安定器に広く用いられています。

漏れ変圧器を使用する場合も電源と並列にコンデンサを接続して力率を改善することは可能ですが、一定の力率を得るためのコンデンサの容量はそれに印加される電圧の2乗に逆比例するため容量が大きくなり、価格、寸法等も大となるので、図3.22、図3.23のように3次巻線により昇圧した回路にコンデンサを接続しています。

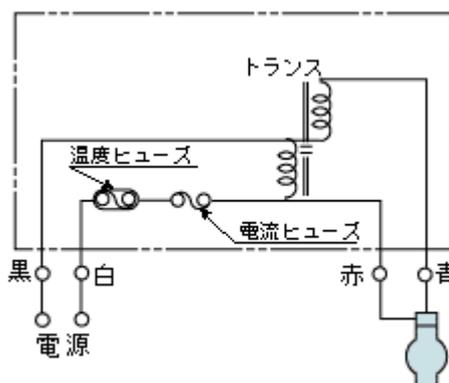


図3.20 漏れ変圧器形安定器の回路(100V)
H4T1A(B)51タイプ

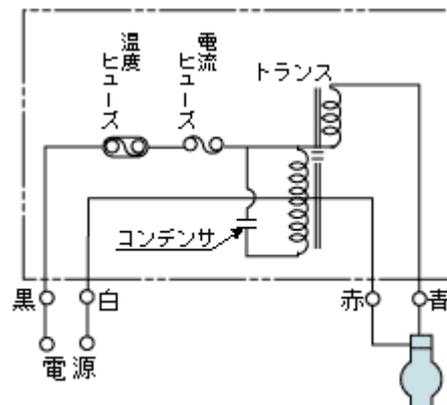


図3.21 漏れ変圧器形安定器の回路(100V)
H1TC1A(B)351、H2TC1A(B)41
H2.5TC1A(B)41、H3TC1A(B)51
H4TC1A(B)51

3) 定電力形安定器 (RC形)

この安定器は電源電圧が変動した場合のランプ電力とランプ光束の変動を極力小さくしようとするものです。図3.22に示すように変圧器の2次側にコンデンサをランプと直列に接続してLC共振回路をつくってあります。電源の高調波の影響を受けにくく、始動時と無負荷時の入力電流は安定器の入力電流よりも少ない特徴を持っています。

ランプ電力の変化は電源電圧変動10%に対して3~5%と少なくなります。定電力形安定器は電源電圧が70%位まで降下しても立消しません。したがって、定電力形安定器は電圧変動の大きい場所、特に大容量の装置を動かしたときに、大幅に電圧降下を起こす工場などに最適です。

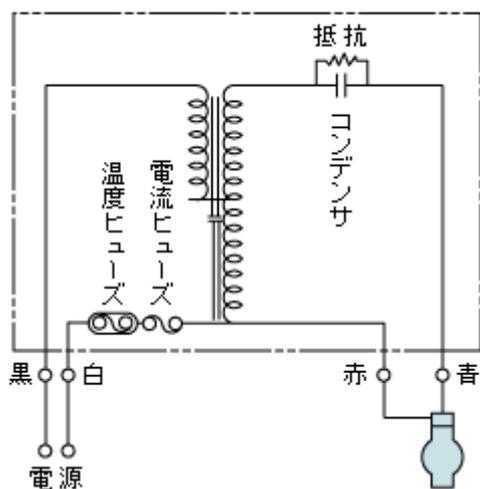


図3.22 定電力形安定器の回路
H1RC2A(B)41、H2RC2A(B)41、H2.5RC2A(B)41
H3RC2A(B)51、H4RC2A(B)51タイプ

4) 直列2灯用定電力形安定器 (WH-RC形)

図3.23に示すように単巻漏れ変圧器式定電力形安定器と始動用コンデンサ C_s からなり、2個のランプが直列に接続され、1個のランプに並列に始動用コンデンサ C_s が接続されています。この安定器は電源電圧が変動した場合のランプ電力とランプ光束の変動を極力小さくしようとするものであり、1台の安定器で、ランプ2灯を点灯するものです。

電源電圧10%変動に対するランプ電力の変化は約7%と少ないのですが、1本のランプが寿命などで消灯すると他のランプも消えてしまうという欠点があります。

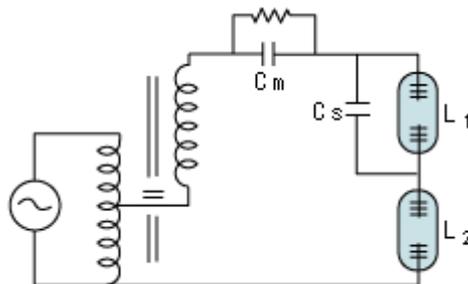


図3.23 2灯用安定器の回路
200V直列2灯用定電力形(WH-RC)

5) 調光用安定器 (CD, RD形)

調光用安定器には図3.24、図3.25に示すように一般調光形 (CD形) と定電力調光形 (RD形) の2種類があり、光束減少率50%、ランプ電力減少率55~60%に段調光するように設計されています。両方の調光用安定器とも、調光時にリレーの切替で安定器のインピーダンスを増加させることにより調光します。

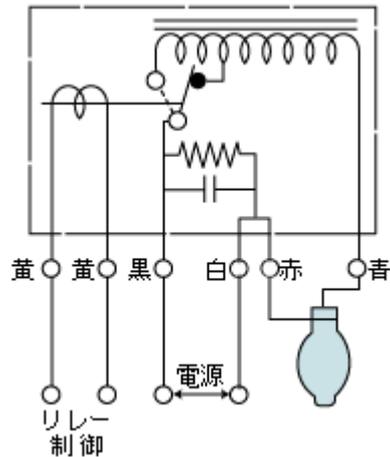


図3.24 調光用安定器の回路
(一般調光形(CD形))

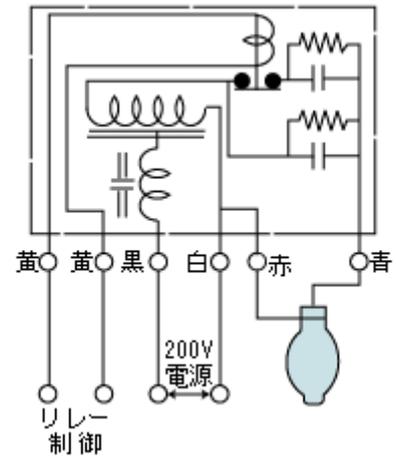


図3.25 調光用安定器の回路
(定電力調光形(RD形))

6) 自動調光形安定器 (CDT, RDT形)

自動調光形安定器には図3.26、図3.27に示すように一般自動調光形 (CDT形) と定電力自動調光形 (RDT形) の2種類があります。調光用安定器 (CD, RD形) と異なる点は、安定器にデジタルスイッチ付電子タイマーを内蔵しており、調光開始時間を8段階 (1~8時間) と非調光の9段階に変更できますので、季節または交通事情により自由に調光時間を設定できます。調光用制御線を配線する必要がないのが大きな特徴です。

その他の動作は調光用安定器 (CD, RD形) と同じです。

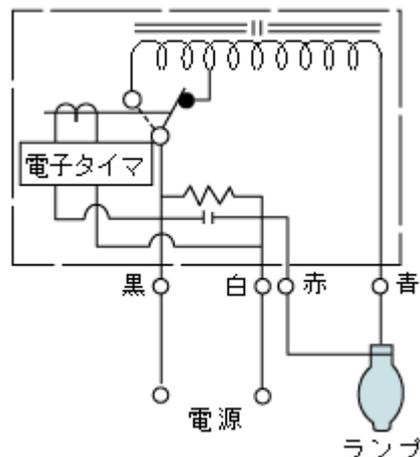


図3.26 自動調光用安定器の回路(CDT形)

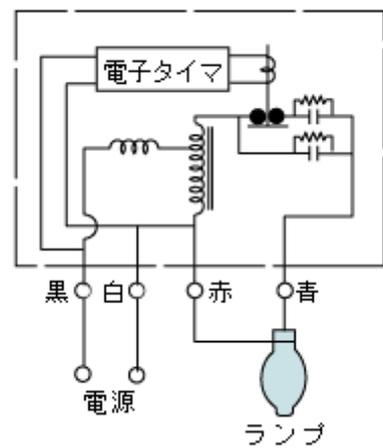


図3.27 自動調光用安定器の回路(RDT形)

(4)ハイラックス電子安定器

1)回路構成

ハイラックス電子安定器は図3.28の回路ブロックで構成されています。

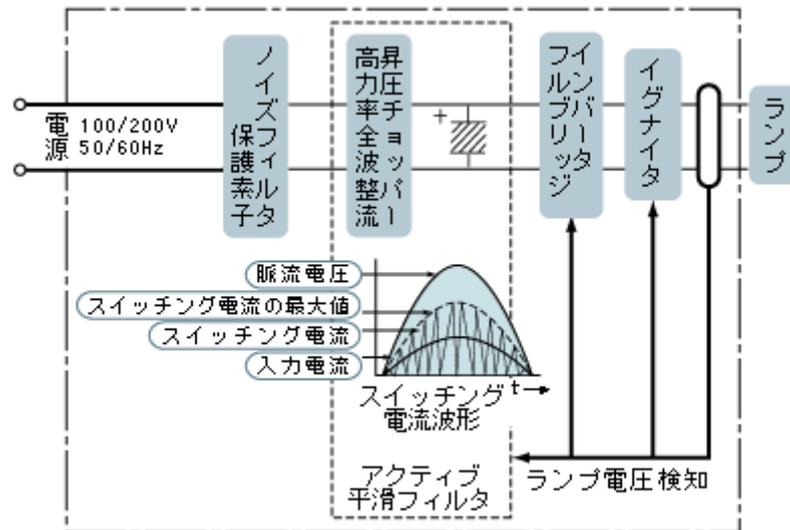


図3.28 ハイラックス電子安定器の回路ブロック

図3.28において、ランプ電圧の検知よりランプの不点が確認されると、パルス停止機能が働き、パルスが停止するなど、表3.6のようにさまざまな安全対策が取られています。

表3.6 ハイラックス電子安定器の安全対策とその役割

| 安全対策の名称 | | 安全上の役割 |
|-------------|--------|--|
| 保護素子 | 電流ヒューズ | 過電流や異常温度上昇の発生時に、電源を遮断して安定器焼損による火災発生を防ぐ。また過電流での同一回路開閉器遮断による2次事故発生を防ぐ。 |
| | 温度スイッチ | |
| アクティブ平滑フィルタ | | 高調波を低減し、他の機器の故障、誤動作による2次災害の発生を防ぐ。 |
| パルス停止機能 | | ランプ交換、器具清掃時にパルスによる誘起電圧で感電するのを防ぐ。ランプ不点時、未装着時にパルスが連続発生して、器具、配線、安定器を損傷して火災に至ることを防ぐ。 |

2) ハイラックス電子安定器の特長

①5種類の光色のランプに対応

矩形波点灯方式により、音響共鳴現象と呼ばれる点灯不安定や立消えなどを回避し、光色の異なる5種のハイラックス(M系、NH系)の点灯が可能です。図3.29に矩形点灯方式の説明図を示します。

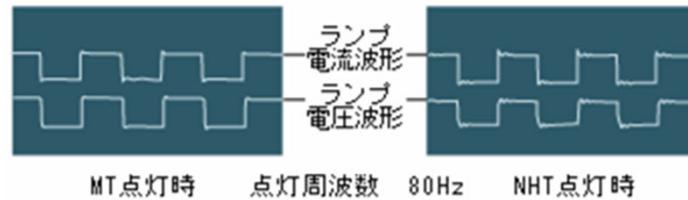


図3.29 矩形点灯方式の説明図

②光出力が平坦でちらつきがない

点灯周波数が80Hz(150W用安定器)と高く、また光出力のリプル(波状に変動する成分)が図3.30に示すように小さいので、人の目に感じるちらつきはありません。

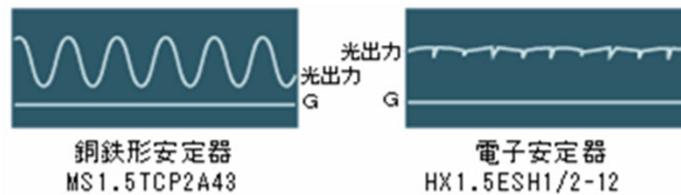


図3.30 銅鉄形安定器と電子安定器の光出力波形比較(ランプ: MT150FSW)

③適応電流電圧範囲が広く、光出力の変動がない

回路構成図に示したアクティブ平滑フィルタの働きで、直流出力を定電圧化するため、入力電圧の変動と関係なく一定のランプ電力を維持し、図3.31に示すように90~220Vの範囲で光出力にほとんど変動がありません。

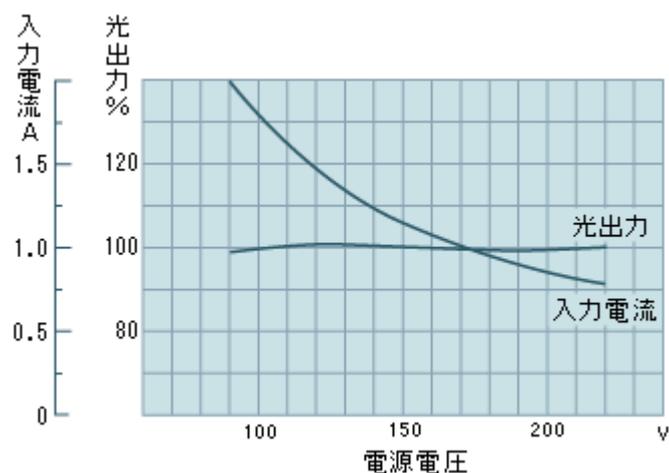


図3.31 電源電圧変動に対する光出力と入力電流

④高調波電流が少ない

アクティブ平滑フィルタの働きにより、入力電流波形は図3.32に示すように、ほぼ正弦波状になり、高調波電流は大幅に低減されます。

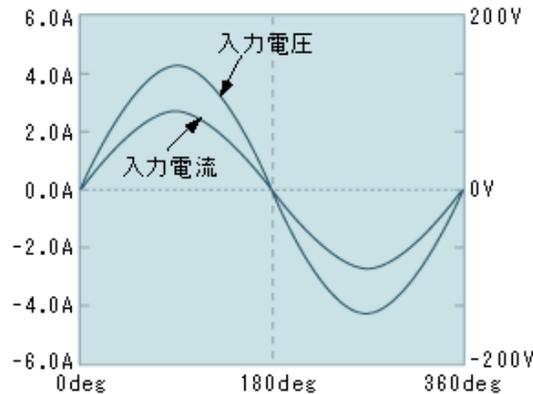


図3.32 ハイラックス電子安定器の入力波形C

また、表3.7に示すようにJIS C 61000-3-2の限度値を、余裕をもってクリアしています。

表3.7 ハイラックス電子安定器の入力電流の高調波含有率

| 高調波の次数 | 高調波含有率(%) | | |
|--------|-----------|---------|---------------------|
| | 100V入力時 | 200V入力時 | JIS記載の限度値 |
| 2 | 1.6 | 1.1 | 2 |
| 3 | 1.9 | 15.6 | $30 \times \lambda$ |
| 5 | 1.0 | 1.3 | 10 |
| 7 | 1.0 | 1.7 | 7 |
| 9 | 0.9 | 0.6 | 5 |
| 11~39 | 0.8 | 1.4 | 3 |
| 総合 | 3.0 | 16.0 | — |

(参考文献: JIS-C-61000-3-2(2005))

⑤ランプ電圧の差異による光色のばらつきが少ない

ハイラックス電子安定器はランプ電圧を検知してランプ電力を適正値に制御するため、パルス始動一般形安定器に比較して、初期から寿命末期まで色温度のばらつきを小さくできます。図3.33、図3.34にランプ電圧変化による色温度の変化例を示します。

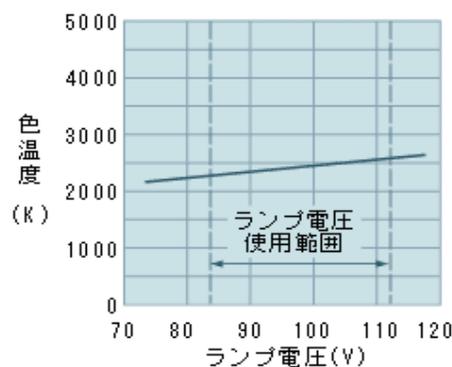


図3.33 ランプ電圧変化による色温の変化例 (ハイラックス2500: NHT150SDX)

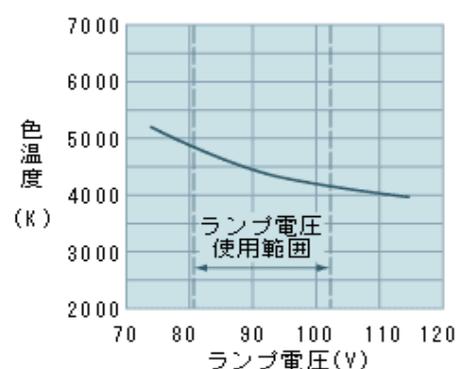


図3.34 ランプ電圧変化による色温の変化例 (ハイラックス4500: MT150SW)

図3.35に光色(色温度)のばらつきと変化の例を示します。

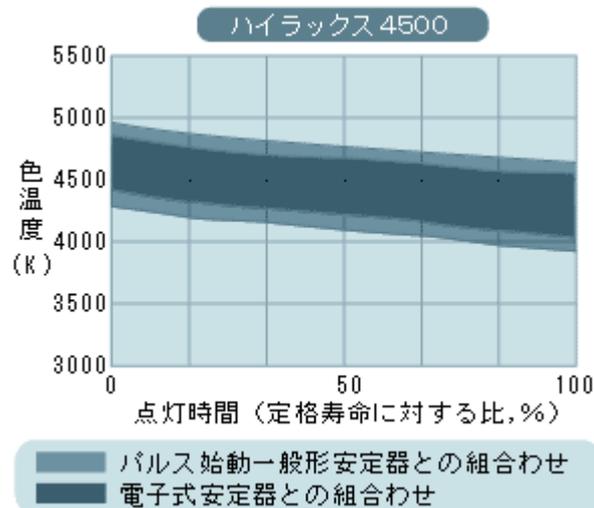


図3.35 光色(色温度)のばらつきと変化の例

⑥力率が高い

④で示したように、入力電流波形の位相は電圧と電流との間にほとんどずれがなく、高力率であることが分かります。

これはアクティブ平滑フィルタの採用によるもので力率は100%近くまで改善されています。

(5)メタルハライドランプ安定器

1)メタルハライドランプの種類と安定器

メタルハライドランプは、一般形水銀灯(T,TC,C,CC,CL形)で点灯できるランプ(FECマルチハイエースH、クリーンエース等)が主流ですが、一部のスポーツ施設や工場にはマルチメタルランプが使用されています。マルチメタルランプには、以下のパルス始動進相安定器が適合します。

2)パルス始動進相安定器(CAP形)

定格2次無負荷電圧を300V以下とした単巻トランス2次側を進相回路とし、電源電圧が変動した場合のランプ電力と光束の変動を少なくしたものです。

その他の機能として、人および設備の安全のために、パルス停止機能が付いています。

図3.36に回路図、図3.37に動作原理、図3.38にタイムチャートを示します。なおパルス停止時間はランプの種類により変わります。

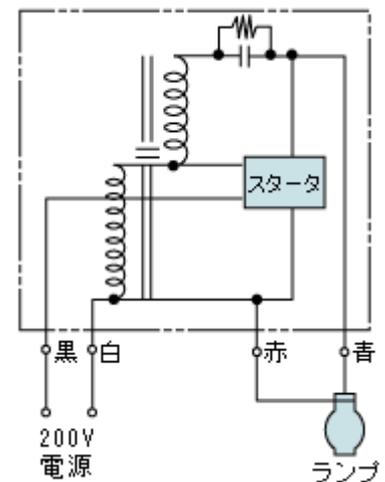


図3.36 メタルハライドランプ安定器の回路 (パルス始動進相形)

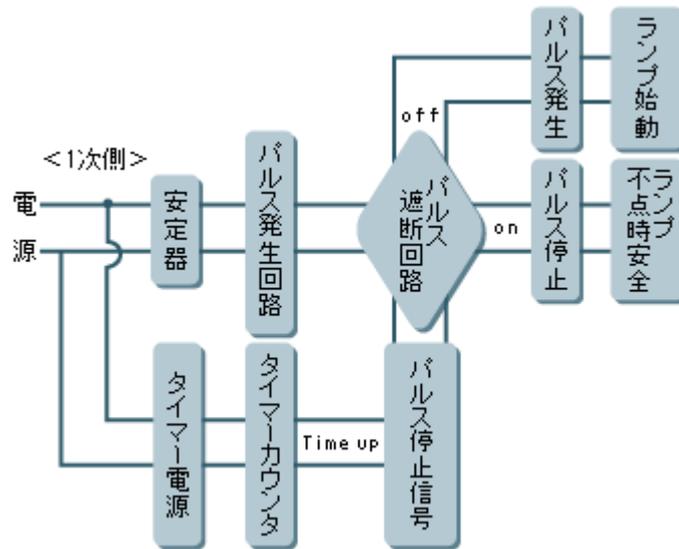
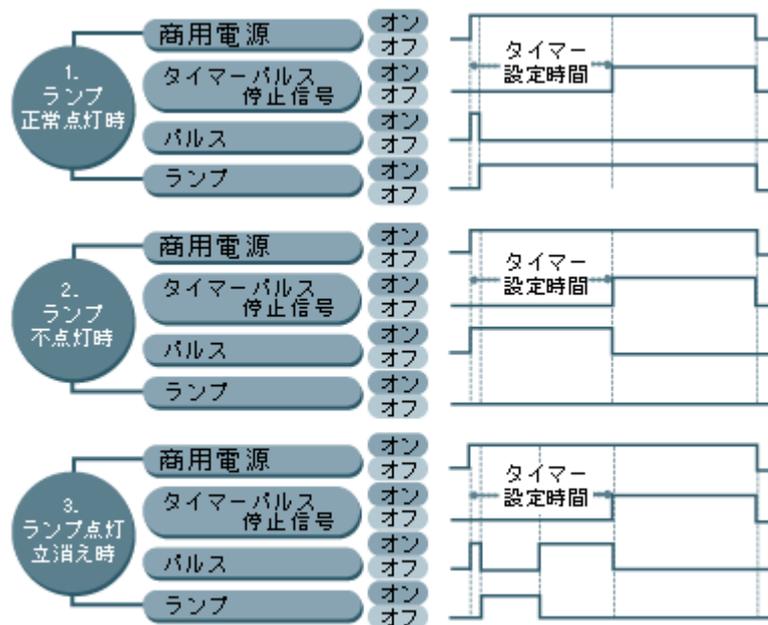


図3.37 パルス停止回路動作の原理



(注) 設定時間は、ランプの品種等によって差異があります。

図3.38 パルス停止回路タイムチャート

(6) 安定器損失

コンデンサの損失は無視できますが、チョークや変圧器は相当な損失となります。各種HID安定器の定格ランプ電力と安定器損失(電力損)の関係を表したのが図3.39です。

図3.41から分かるように、高ワットになるにつれて安定器損失は増加しますが、定格ランプ電力に対する割合は減少し、ランプ効率もよくなるので、照明条件が許すならば、なるべく高ワットランプを使用する方が経済的です。

安定器損失を定格ランプ電力に対する百分率で表すと、100W用で14～23%、400W用で7.5～15%、1000W用で5～10%になります。

照明施設における光源選定にはランプ効率のみでなく、安定器損失を含めた総合効率(全光束/入力電力)の面からも経済性を検討する必要があります。

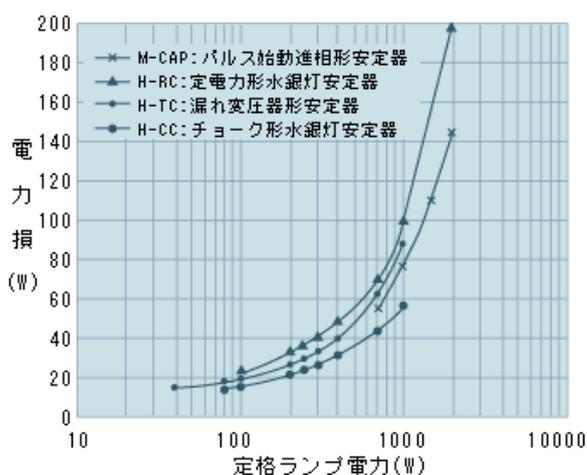


図3.39 各種HID安定器の電力損

(7) 安定器の温度上昇

安定器損失が安定器の温度を上昇させるわけですが、安定器巻線の温度上昇はランプ電流が増加するとともに急激に上昇します。チョーク形水銀灯安定器の温度上昇は図3.39に示すようにランプ電流の2乗に比例して増加します。

温度が上がったときに絶縁物が劣化することは他の電気機器の場合と同様で、安定器を標準条件(電源電圧:定格値、周囲温度:40℃以下、ランプ電流:定格値付近)で使用したときの寿命は8～10年と考えられています。実際の絶縁物の耐熱寿命は材料により異なりますが、使用温度が8～10℃上がるごとにほぼ半減するとされています。安定器の巻線温度と寿命の関係を図3.40に示します。

一般に絶縁物の寿命は4万時間をベースとして算定されます。

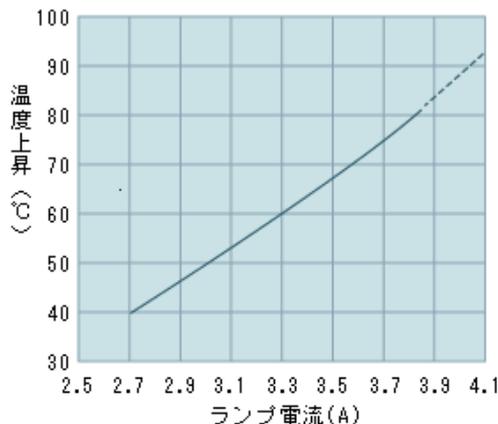


図3.40 ランプ電流と安定器巻線の温度上昇

(8) 安定器の寿命

水銀灯安定器の寿命について以下の文章に示します。

1) 安定器の寿命

安定器の寿命は、他の電気機器と同様に、巻線、コンデンサ及び口出線などに用いられている絶縁物及び構造材の寿命によって決定される。

絶縁物の絶縁性能は、特に高い電圧や湿気にさらされない限り、そのさらされている温度が高いほど減耗が早くなる。例えばA種絶縁物を用いた安定器の巻線の最高許容温度は105℃であり、この安定器を標準条件（電源電圧が定格値、安定器の周囲温度が40℃以下、ランプ電流が定格値を著しく超過しないで安定器の巻線の温度が105℃以下に保たれること。）で使用した場合の平均寿命は、一般的な使用状態で8～10年間と考えられる。ここで、“平均”とは、この年数を経つまでに半数の安定器は寿命が尽きていることを意味し、絶縁材料が元来もっている性能のばらつき、及び安定器の製造工程中に絶縁材料が受ける各種の影響により生ずる絶縁性能のばらつきによって生ずる結果であって、現在の技術をもってしては避けられぬところである。

絶縁物は、その温度が8～10℃高くなると寿命が半分になるといわれているので、その絶縁物の最高許容温度で、仮に10年であるものは、8～10℃高い温度で使用すれば5年に短縮されてしまう。安定器を過熱させないで、その本来の寿命を保たせるためには、電源電圧の定格電圧の近傍で使用し、安定器の周囲温度を高くしないように、通風、冷却をよくすること、寿命末期のランプは早く交換して、いわゆる異常温度上昇の状態の継続時間をできるだけ短くすること、特に器具内に取付けるものは、ランプの熱の影響を少なくすることなどの注意が必要である。

なお、前述したように、安定器が高い電圧や湿気にさらされると寿命が短くなるので、前者に対しては点滅回数を著しく多くすることや、サージ電圧を高く発生するような開閉器の使用を避け、後者に対しては高湿の場所・水気のある場所（水抜きが悪いボール内、屋内プールの周辺）に一般形安定器を使用することや、長期間の消灯放置を避けるなどの注意が必要である。

コンデンサの最高許容温度は、JIS C 4908でM表示のものは70℃、H表示のものは80℃、Z表示のものは85℃と規定されており、異常に高い温度が長時間続く場合には、コンデンサが破損するおそれがあるので注意する必要がある。構造材の寿命はさびや腐食による寿命をいい、使用雰囲気によっては、絶縁物の寿命より短くなることもある。図3.41に巻線温度と安定器寿命の関係を示します。

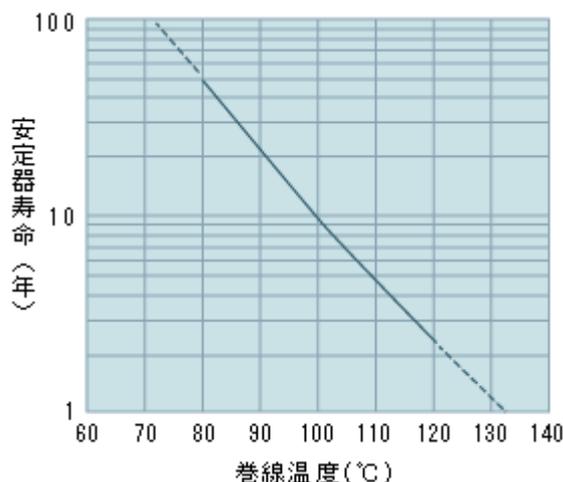


図3.41 巻線温度と安定器寿命

(参考文献: JIS-C-8110(2008))

7.3.3 HIDランプの故障 診断

HIDランプの不具合をチェックするには、すべての動作状態をチェックする必要があります。特に故障診断をする場合、安定器を含めた回路を総合的にチェックし、無負荷時、短絡時、点灯時の各状態を検査することが大切です。

HIDランプは、点灯時間とともに徐々に、電極が消耗したり、発光管の封入物の反応により、ランプ特性が変化していきます。主な故障とその対策は、表3.8、表3.9のとおりです。(修理や安定器交換、電源電圧適正化などの処理は電気工事士の資格が必要です。お買い上げの販売店(工事店)へご依頼ください。)

表3.8 HIDランプの主な故障とその対策(その1)

| 症状 | 原因 | チェック方法 | 処理 |
|--------------|--|---|---|
| ランプが点灯しない | <ul style="list-style-type: none"> ・ランプのねじ込み不完全 ・ランプ自体の不良 ・器具、ソケット、配線不良 | <ul style="list-style-type: none"> ・ランプをソケットに充分ねじ込む ・ランプを交換してみる ・ソケット部の配線やリード線の劣化の有無を調べる | <ul style="list-style-type: none"> ・ランプ交換 ・不具合部分をチェック |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・発光管リーク、溶接外れなどのランプ不良 | <ul style="list-style-type: none"> ・正常な安定器で点灯しないことを確認する | <ul style="list-style-type: none"> ・ランプ交換 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・安定器の不適合、または不良 | <ul style="list-style-type: none"> ・安定器の二次無負荷電圧、二次短絡電流が正常かチェックする(電子式を除く) | <ul style="list-style-type: none"> ・安定器交換 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・安定器の寿命 | <ul style="list-style-type: none"> ・安定器の設置時期を確認する(標準使用状況で8~10年が寿命) | <ul style="list-style-type: none"> ・安定器交換 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・安定器周囲の湿度が高い | <ul style="list-style-type: none"> ・器具、安定器の絶縁抵抗をチェックする | <ul style="list-style-type: none"> ・防湿形安定器に交換する |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・電源(無電圧、スイッチ外れ、ヒューズ切れ等)の不良 ・ブレーカーの動作不良 | <ul style="list-style-type: none"> ・電源全般について調べる | <ul style="list-style-type: none"> ・故障箇所を修理 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・誤配線※ | <ul style="list-style-type: none"> ・電源からランプまでの配線を調べる | <ul style="list-style-type: none"> ・誤配線箇所を修理※ |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・ヒューズ、ブレーカーの容量不足 | <ul style="list-style-type: none"> ・安定器の始動時、無負荷時の入力電流と容量が適合しているのか確認する | <ul style="list-style-type: none"> ・適容量のヒューズ、ブレーカーに交換 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・電源電圧が低過ぎ | <ul style="list-style-type: none"> ・電源電圧を調べる | <ul style="list-style-type: none"> ・電源電圧を適正する |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・管灯回路長が長すぎる | <ul style="list-style-type: none"> ・指定された管灯回路長の範囲内であるか調べる | <ul style="list-style-type: none"> ・取付場所の再検討 |
| ちらつきや点滅をくり返す | <ul style="list-style-type: none"> ・ランプ電圧が高い | <ul style="list-style-type: none"> ・ランプ電圧をチェックする ・特に高圧ナトリウムランプは器具との不適合が考えられる | <ul style="list-style-type: none"> ・ランプか器具のどちらかを交換する |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・電源電圧あるいは安定器の二次電圧が低過ぎる | <ul style="list-style-type: none"> ・電源電圧、安定器二次電圧が適正範囲か調べる | <ul style="list-style-type: none"> ・電源電圧を適正にするか、安定器を交換する |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・電源電圧の変動が激しい | <ul style="list-style-type: none"> ・瞬時的に電圧が低下するとランプのちらつきや点滅が生じる | <ul style="list-style-type: none"> ・電源変動を少なくするか、適正安定器に交換する |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・安定器不良、安定器不適合 | <ul style="list-style-type: none"> ・安定器の二次電圧低下または二次短絡電流を調べる | <ul style="list-style-type: none"> ・安定器交換 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・自動点滅器の取付位置が悪い | <ul style="list-style-type: none"> ・不必要な外部光を受けていないか点滅器の位置を | <ul style="list-style-type: none"> ・点滅器を移動するか、カバーを設ける |

(参考文献 社団法人 日本電球工業会 HIDランプガイドブック[代4版より])

表3.9 HIDランプの主な故障とその対策(その2)

| 症状 | 原因 | チェック方法 | 処理 |
|----------------|----------------|-------------------------------------|-----------------------|
| 点灯はするが、明るくならない | ・電源電圧が低い | ・電源電圧が定格の94～106%の範囲にあるか調べる | ・電源変動を少なくする |
| | ・安定器の不適合 | ・ランプの種類と安定器の適合性を調べる | ・適合安定器に交換する |
| | ・器具、ランプの汚れがひどい | ・使用環境を調べる | ・ランプ、器具の清掃 |
| | ・ランプの点灯方向が不適合 | ・指定された点灯方向以外で使用されないか調べる | ・ランプ交換 |
| 短時間で点灯する | ・ランプ、発光管不良 | ・取扱いや輸送時の外管リークや破損がないか調べる | ・ランプ交換 |
| | ・電源電圧が低い、また高い | ・電源電圧を調べる | ・電源電圧を適正する |
| | ・安定器の電圧違い | ・使用安定器の電圧が正規のものか調べる | ・安定器交換 |
| | ・安定器不良 | ・安定器の適合性を調べる ・二次電圧と二次短絡電流が正常か調べる | ・安定器交換 |
| | ・周囲温度が高すぎる | ・周囲の温度を調べる | ・取付場所の再検討 ・通風をよくする |
| | ・ランプの点灯方向が不適合 | ・指定された点灯方向以外で使用されていないか調べる | ・ランプ交換 |
| | ・管灯回路長が長すぎる | ・指定された管灯回路長の範囲内であるか調べる | ・取付場所の再検討 |

(参考文献 社団法人 日本電球工業会 HIDランプガイドブック[代4版より])