

促進耐候 (光) 性試験の歴史と発展 (11)

前号より続く

須賀 茂雄
木村 哲也

・サンシャインカーボンアークの放電電流・電圧

サンシャインカーボンを放電させるためには、リーケージトランス (磁気漏れ変圧器) と呼ばれる特殊なトランスを用いる。リーケージトランスは、2 次側に電流が流れると、2 次電圧が急激に低下して、大きな 2 次電流が流れないような構造を持つトランスで、交流アーク溶接機やネオン灯の点灯などに使用されるものと同じような構造を持つ。図 21 にリーケージトランスの構造図を示す。リーケージトランスは一般のトランスと異なり、リーケージバス (バスと略称) と呼ばれる磁気回路のバイパスが 1 次コイルと 2 次コイルの間にある。バスは鉄芯中芯・外芯間をブリッジするように置かれ、中芯・ギャップ・バス・ギャップ・外芯の経路になる。ギャップの寸法により、漏れ磁束の生じやすさが決まり、一般にギャップが小さいほど、漏れ磁束が生じやすい。トランスの性能はバスの構造・ギャップにより決まるので、負荷に適合した設計をする必要がある。無負荷時には、1 次コイルで発生した磁束は図 22 のようにほぼ全てが 2 次コイルに鎖交する。この時 2 次コイルにはほぼ巻き数比とおりの電圧が発生する。カーボン放電時には、2 次コイルの電流により、主磁束の流れに抵抗を受け漏れ磁束の発生により急激に 2 次電圧が低下する。この時、2 次コイルを通らないでバイパスできるような磁気回路 (バス) があれば主磁束の大部分または一部が図 23 のようにバスを通るようになる。リーケージトランスは漏れ磁束を意図的に利用したものである。リーケージトランスの特性例を図 24 に示す。リーケージトランスを用いた点灯回路は電気的には電源にインダクタンスを直列に入れた回路と等価である。図 25 にその等価回路・波形図を示す。交流点灯であるので、アーク電圧・電流波形は電源電圧に対して若干遅れ、サイクルごとにアークの点滅を行うので、点灯時に電圧値が上昇する傾向がある。

図 21 リーケージトランスの構造図

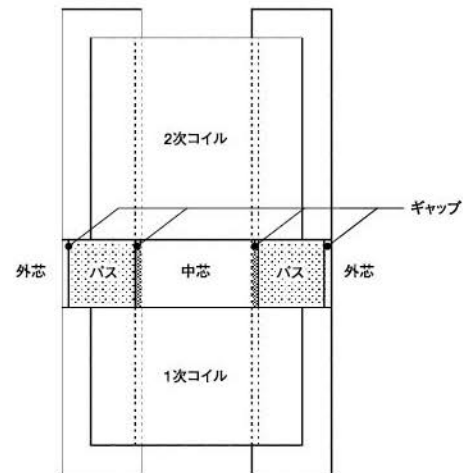


図 22 無負荷時の磁束の流れ

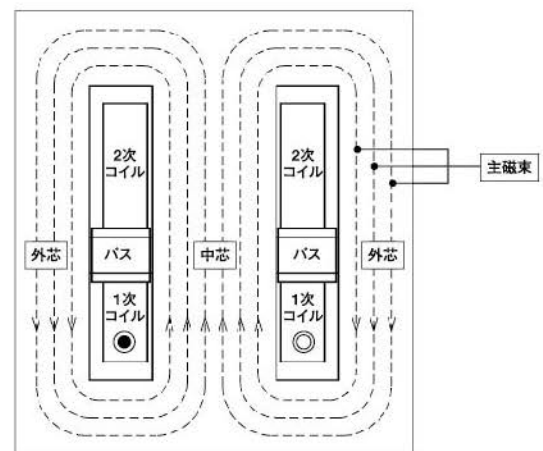


図 23 負荷時の磁束の流れ

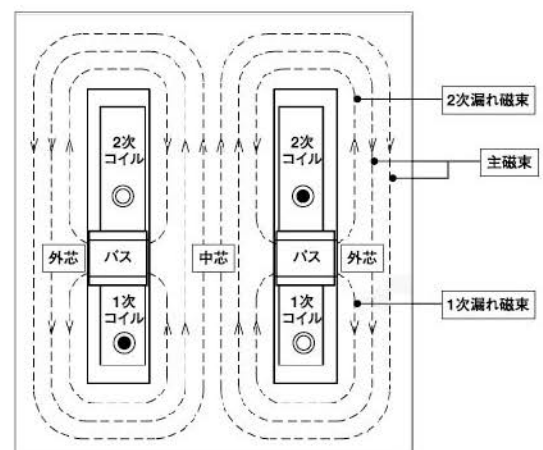


図24 リークージトランスの特性例

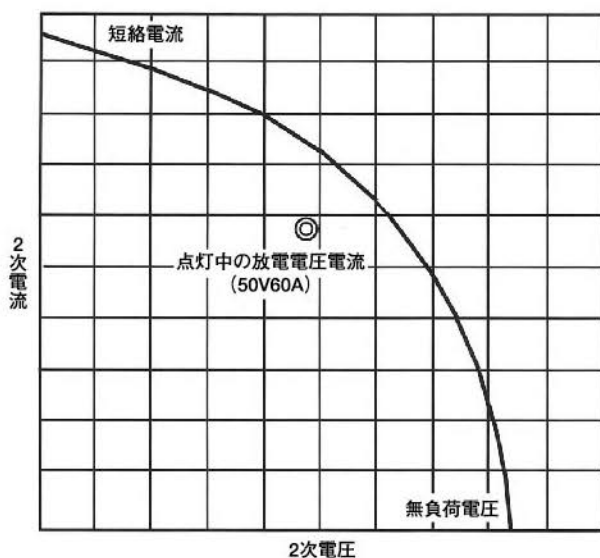
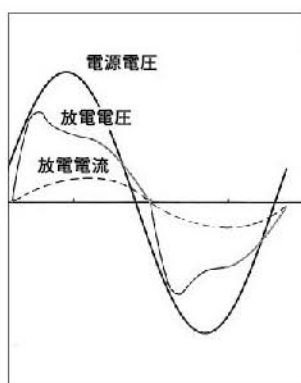
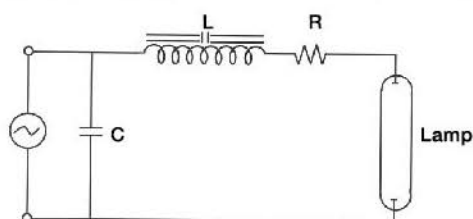


図25 リークージトランス使用時の等価回路図
及び波形図等価回路図 (インダクタンス直列と等価)



リークージトランスは、直接カーボンアーク等に接続可能なトランスで、回路構成が簡単で、電力損失が少なく、アークのちらつきも少ない点灯トランスである。サンシャインカーボンアークは放電電圧50V、放電電流60Aで制御される。放電中放電電流60Aになるように、放電電流を検出し、サーボモータを用いた制御回路でアークカーボンの間隔を一定に保ち、60A一定になるように制御する。入力電源電圧が規定値の場合、放電電圧はカーボンアークの放電電流が60A時に50Vになるようにリークージトランスの設計で決められている。入力電源電圧を一定にし、放電電流を60Aに調整した時、放電電圧・放射照度はどのように変化するかを測定した。表13・図26に示す。入力電源電圧200Vを一定にしてトランスの1次端子を190, 200, 210Vに接続して放電電流を60Aに調整する。190V端子に接続した場合は、見掛け上入力の電源電圧は約210Vに高くなった状況と同じで、放電電圧・放射照度も高くなる。電源電圧が約10V変化すると、放電電流を60Aに調節しても、放電電圧で約4~5V、放射照度で約30~40W/m²変化するので、放電電流・電圧の管理には注意しなくてはならない。又、微小電圧調整器の1タップで約2V放電電圧は変化する。サンシャインカーボンアークの放電電圧・電流・放射照度は、供給する電源電圧により変化するので、入力の電源電圧が安定していることが重要である。又、やむを得ず電源電圧が変化する場合は、放電電流を60Aに調整することは勿論のこと、電源トランスの1次端子の位置、微小電圧調整器の位置を合わせ、放電電流・電圧を60A50Vに合わせることで、試料の受けるエネルギーが一定になり、促進耐候性試験機の試験の再現性を高めることになる。

表13 入力電源電圧と微小電圧調整器の位置の違いによる放電電圧/放射照度の関係

試験方法：入力電源電圧を200.0Vに調節し、電源トランスの1次端子位置を変更、さらに微小電圧調整器の位置を変えた後放電電流を60Aに調整して測定

電源トランス1次端子位置	190V (入力電源電圧:210Vに相当)			200V (入力電源電圧:200Vに相当)			210V (入力電源電圧:190Vに相当)		
微小電圧調整器位置	放電電圧	放電電流	放射照度	放電電圧	放電電流	放射照度	放電電圧	放電電流	放射照度
	(端子位置 190V)			(端子位置 200V)			(端子位置 210V)		
2	59.5	60.0	318	54.0	60.0	288	48.5	60.0	239
1	57.0	60.0	310	51.8	60.0	273	46.0	59.5	227
0	55.3	60.0	294	50.4	60.0	260	45.1	59.9	218
-1	52.0	60.0	274	48.5	60.0	247	43.9	59.5	205
-2	49.0	60.0	243	46.5	60.0	231	42.5	59.8	197

(放射照度の測定範囲は300~700nm)

図26-1 微小電圧調整器の位置と放電電圧

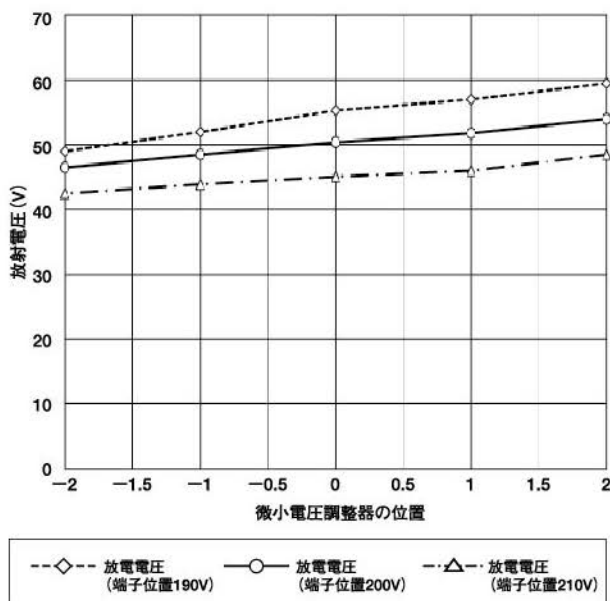
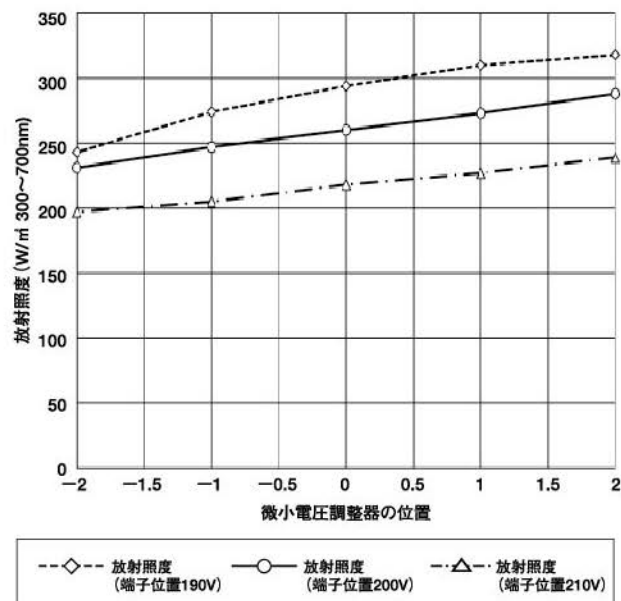


図26-2 微小電圧調整器の位置と放射照度



・カーボンの長寿命化

1959年にサンシャインウェザーメーターが国内で製造された時点では、サンシャインカーボンアークの連続点灯時間は18時間であった。その後、カーボン・点灯装置の改良により、1965年には4対で連続点灯時間24時間まで延ばすことに成功した。この時のカーボンは上部・下部カーボンの外径がそれぞれφ23mm・φ13mm、長さ305mmであった。時代の要求は、試験機のメンテナンスの省力化を目的に、カーボンアークの連続点灯時間の延長が望まれ、1974年には50時間、1975年には連続点灯時間60時間のカーボンが完成し、このため、上部・下部のカーボンの外径はそれぞれφ36.5mm、φ23mm、長さ350mmに改良されている。更に、1986年には連続点灯時間78時間のウルトラロングライフカーボンが開発され、ランプハウス・カーボンホルダも含めて年々改良され現在に至っている。カーボンの写真を写真6に示す。

・試料面放射照度の均斉度

開発初期の試料ホルダは光源に対して平行に、試料枠に垂直に取り付けられていた。サンシャインカーボンアークは、点光源に近いアークなので、試料ホルダが垂直型の場合、光源からの距離が遠くなるほど、さらに光源からの光が試料面に斜めに当たるほど、試料の受けるエネルギーは少なくなる。

このため、試料ホルダの形状の改造を行い、1982年より傾斜型試料ホルダが標準となっている。図27に垂直型試料ホルダの試料面放射照度分布を、図28に傾斜型試料ホルダの試料面放射照度分布を示す。垂直型ホルダから傾斜型ホルダに改造することにより、試料面の放射照度の分布は格段に改善された。JIS L 0841に規定のブルースケール4級とSAE J 2527に規定のポリスチレン標準試験片を、傾斜型ホルダを用いて、20時間連続照射試験を行った結果を、下段-上を基準にして比較した結果を図29に示す。

写真6. サンシャインカーボンの種類



ウルトラロングライフカーボン 連続点灯時間78時間



スーパーロングライフカーボン 連続点灯時間60時間



レギュラーライフカーボン 連続点灯時間24時間

図27 垂直型試料ホルダの試料面放射照度の均斉度

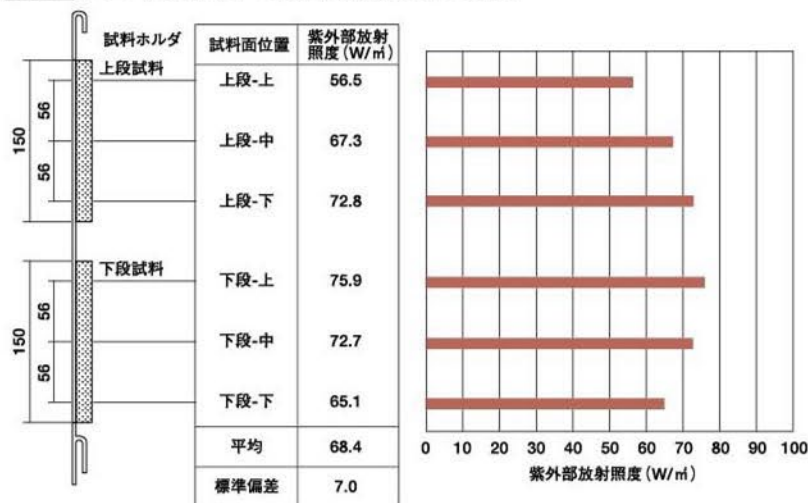


図28 傾斜型試料ホルダの試料面放射照度の均斉度

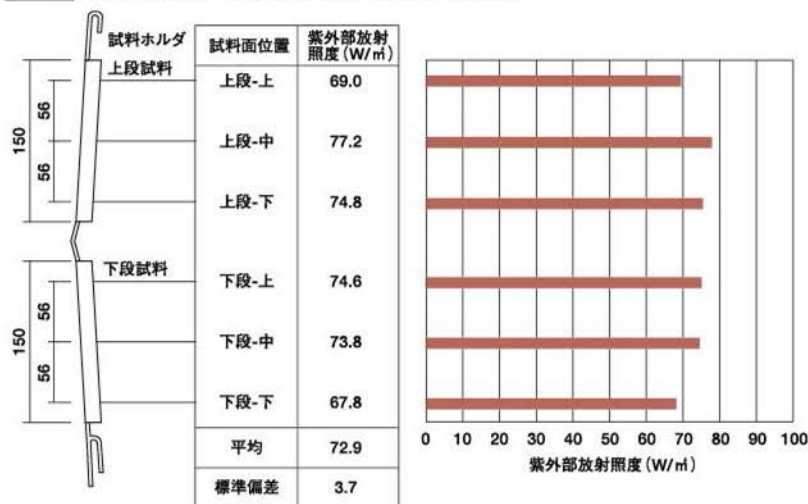


図29 傾斜型試料ホルダのブルースケール・ポリスチレン標準試験片 照射試験結果

ブルースケール4級：連続照射試験20時間後の色差の平均に対する各位置との比
ポリスチレン標準試験片：連続照射試験20時間後の退色標準時間のホルダ下段-上に対する比



【参考文献】

光源 原田常雄 著(共立出版株式会社)
放電燈 原田常雄 著(株式会社 オーム社)
スガテクニカルニュース スガ試験機株式会社