

一定速度で昇圧可能な耐電圧試験器の開発

研究期間：令和5年度

研究目的

耐電圧(絶縁破壊)試験とは、電気製品等が規定の電圧条件下で安全に稼働するか確認するために高電圧を規定時間印加し、漏れ電流を測定して試験物の異常や破壊の有無を確認する試験である。近年のJIS規格には、電圧印加時に昇圧速度を設定して試験を行う記載がある。昇圧しながら印加することで、瞬間的に高電圧を印加する方法に比べ、試験物へのダメージを防いでいる。しかし、センターが保有する装置には昇圧機能が付いていない。そこで本研究は現在使用している耐電圧試験器を、新しい規格に準拠した試験方法に対応できるように、ステッピングモーターとArduinoを用いた昇圧制御機構を開発した。

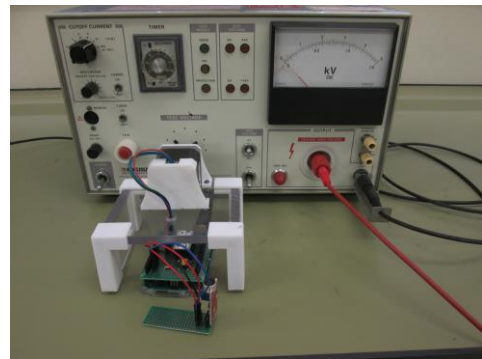
研究内容

絶縁破壊試験規格(JIS C2110-1)を参照し複数の昇圧速度で再現可能か検討した。試験規格に記載されている段階的に昇圧する試験方法も実施できるか検討した。

試験器の印加電圧変更ツマミのシャフトとステッピングモーターをカップリングで固定して、回転させて制御する仕様とした。

昇圧速度 [V/s]	1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000	
試験方法	短時間試験	0から絶縁破壊発生まで一定速度で昇圧。材料破壊まで10~20秒の範囲での速度が理想。
	20秒段階昇圧試験	短時間試験での絶縁破壊電圧値の40%を印加。20秒耐えたと、規定昇圧ステップで各段階の電圧を連続的に印加。
	低速昇圧試験	短時間試験の電圧値の40%から一定速度で昇圧。120~240秒で絶縁破壊が理想。

再現を検討する昇圧速度・試験方法



保有する耐電圧試験器と昇圧機構

研究成果

昇圧速度はモーターの回転速度で制御させることで、式1を基に、規格に準拠した昇圧速度 (V/s) を算出することが可能とした。

また、モーター回転速度のパラメータ設定により自由に昇圧速度を変更でき、複雑な昇圧試験方法にも対応可能である。昇圧速度の目標値とモーターの回転による実際の昇圧速度の誤差は、使用する範囲内では最大1%であった。このことから実測にて十分な精度で試験の実施が可能となった。

$$\begin{aligned} \text{昇圧速度(V/s)} &= \frac{\text{到達電圧(V)}}{\text{秒数(s)}} \\ &= \text{到達電圧} \times \frac{\text{モーター回転速度}}{60 \times \text{回転角}} \quad \dots \text{(式1)} \end{aligned}$$

回転角：指定の角度分、回転するのに必要なステップ
180° 回転させるには、800ステップ必要

到達電圧：指定の角度分、回転した際に到達する印加電圧値
・右の表は回転角：800 到達電圧：3400V で試験を行った結果

目標速度	モーター回転速度	秒数(s)	結果速度(V/s)
1V/s	14	3,429	0.99
2V/s	28	1,714	1.98
5V/s	70	686	4.96
10V/s	141	340	9.99
20V/s	282	170.2	19.98
50V/s	705	68.1	49.94
100V/s	1,410	34	99.88
200V/s	2,821	17	199.82
500V/s	7,056	6.8	499.80
1,000V/s	14,110	3.4	999.46
2,000V/s	28,240	1.7	2,000.33

昇圧速度の算出式と目標の昇圧速度にするためのパラメータ