

雷による低圧電子式電力量計の故障要因とその対策

—電磁障害の防止法に関する一検討—

背景

検針業務の省力化等の観点から今後低圧電子式電力量計（以下：計器）の施設率の増加が見込まれる。計器は内部に電子回路を搭載していることから、雷等の外乱に対して脆弱であることが予想され、それに対する動作性能を確保することが重要である。また、JIS C 1210^(注1)には雷に関する計器の試験法があるが、その中では絶縁破壊に関する試験規定はなされているものの電磁耐性に関する試験規格は定められていない。そのため、雷に対する計器の新たな試験規格、基準の導入が必要である。

目的

JIS C 1210 に準拠した低圧電子式電力量計（図 1）を対象に雷インパルス試験を行い、雷による故障^(注2)の発生要因を把握するとともにその対策法を実験的に検討する。

主な成果

当所塩原実験場の 12MV インパルス発生装置を用いて計器に負極性雷インパルス電流（波形：0.5/11 μ s もしくは 2/11 μ s，最大波高値：約 18kA^(注3)）を印加し、その故障の様相から発生要因と対策法の検討を行った。主な結果は以下の通りである。

1. 計器の故障の発生要因

雷による計器の故障は主に以下の 2 つの事象で発生すると考えられる。

(1) 誘導電圧が演算処理部に与える影響

計器内部の母線（1s-1L：図 1①）を通過する雷電流に起因する磁界によって演算処理部に過渡誘導電圧が発生することにより故障する。今回使用した供試器では誘導電圧が 100kV/m²^(注4)程度になると故障が発生した（図 2）。

(2) 演算処理部への電源供給線の断線

雷電流の侵入により計器内部の避雷素子が動作すると、演算処理部への電源回路（図 1②）に過電流が通過するために、電源供給線が熔断し故障する。今回使用した供試器では電源供給線を通過する雷電流のエネルギーが 130 A²·s^(注5)程度になると故障が発生した（図 3）。

2. 計器の雷害対策

(1) 誘導電圧が演算処理部に与える影響の軽減対策

演算処理部を覆うように磁気遮蔽層を設置することで、磁界による影響は軽減され、耐雷性能は向上する。また、磁気遮蔽層として、銅・アルミ・鉄を比較した結果、透磁率の高い鉄の利用が効果的である（図 4）。

(2) 演算処理部への電源供給線の断線対策

回路構成の見直しにより、雷電流を計器内部に侵入させないようにすることで

断線対策が可能となる。例えば、今回使用した供試器では避雷素子を計器内部から計器端子に配置変更を行うことで約 18kA^(注3)の雷電流を印加しても故障は発生しなかった(図5)。

(注1) JIS C 1210 とは電力量計類通則である。

(注2) 故障とは JIS C 61000-4-5 に基づき、機器又はソフトウェアの損傷等により回復不能な機能の劣化のことをいう。

(注3) 当所塩原実験場の 12MV インパルス発生装置の最大出力値

(注4) 単位面積当たりの誘導電圧は $-dB/dt$ で計算 (B : 磁束密度 ($T=Wb/m^2=V\cdot s/m^2$))

(注5) エネルギーは $\int I^2 dt (A^2\cdot s)$ で計算 (I : 通過インパルス電流 (A))

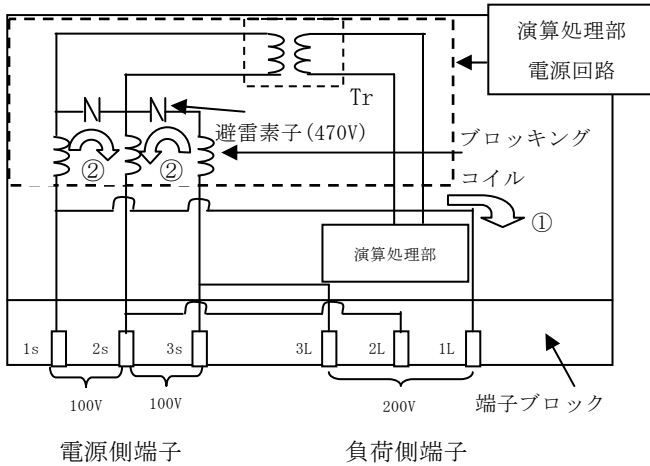


図1 計器の内部構造 (单相3線式計器)

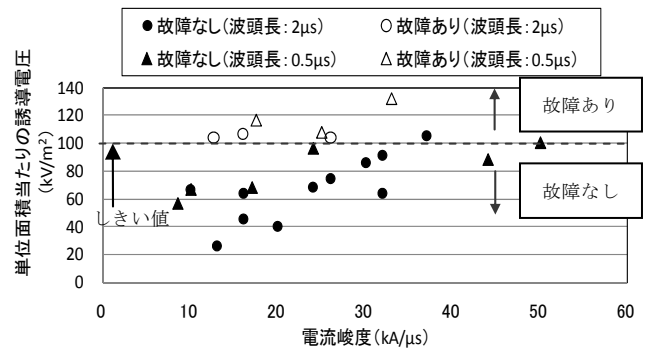


図2 故障と演算処理部に生じる誘導電圧との関係

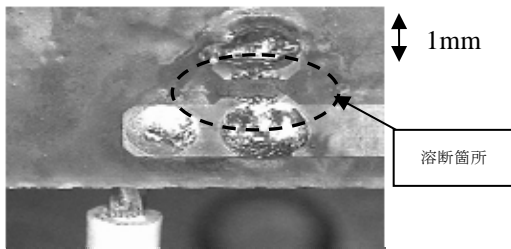


図3 演算処理部電源回路の溶断状況

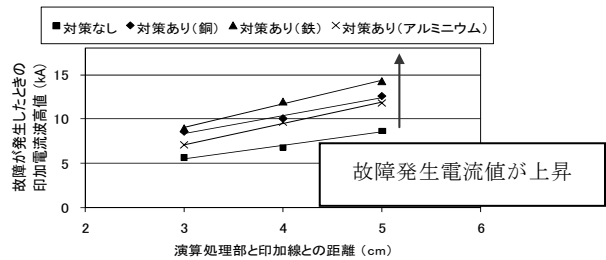


図4 磁気遮蔽層適用時の故障発生電流値の比較 (磁気遮蔽層の大きさ : 14cm×14cm, 厚さ : 1mm)

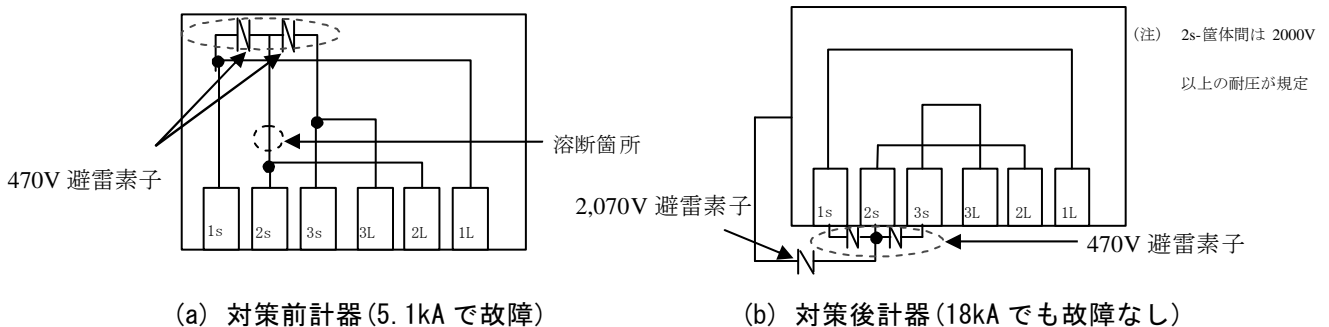


図5 避雷素子配置替えの効果確認試験結果

研究報告 H10001	キーワード : 雷, 低圧電子式電力量計, 故障, 磁界
担当者	古河 征二 (電力技術研究所 雷・電磁環境領域)
連絡先	(財) 電力中央研究所 電力技術研究所 Tel. 046-856-2121 (代) E-mail : eperl-rr-ml@criepi.denken.or.jp