

急しゅん波測定系のレスポンス時間の検討

Investigation on the Response Time of the Measuring System for Impulse Voltages with the Steep Front

河村達雄*・大平矩史*

Tatsuo KAWAMURA and Norihumi OHIRA

1. 緒言

近年電力回路において急しゅんな立ち上りを有するサージによるフラッシュオーバー事故が問題となり、その解析を行なうための測定回路に用いる分圧器のレスポンス時間に速い応答が要求されるようになってきた。かような分圧器について測定系の応答波形からレスポンス時間を決定する際の理論的考察と実験結果とを合わせ考え、実験上注意すべき問題点について検討を行なった。

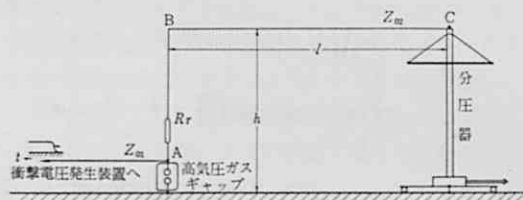


図1 測定系の回路構成

2. 理論

図1のような有限線路を有する測定系においてステップ電圧発生器としての高気圧ガスギャップの寸法と分圧器の寸法との相異によってこの両者を均一の高さの伝送線路で結ぶことはできず、不均一の線路によって結合する必要がある。この場合ステップ電圧の伝搬に伴って線路のサージインピーダンスが変化し、終端回路で得られる測定波形に歪が生ずる。これは真のレスポンス時間をもとめる際の障害となるが、ここで測定系のレスポンス時間 (T_s) と分圧器の真のレスポンス時間 (T) との間には次のような関係式が成立することが明らかにされている¹⁾²⁾³⁾。

$$T = T_s \frac{(l+h) - \sqrt{l^2 + h^2}}{c} + \frac{R_r - Z_{02}}{R_r} \frac{h}{c} \quad (R_r = 0 \text{ の場合}) \quad (1)$$

$$T = T_s \frac{(l+h) - \sqrt{l^2 + h^2}}{c} \quad (R_r = Z_{01} \text{ の場合}) \quad (2)$$

ここで、 c : 光速、 R_r : 分圧器の直流抵抗、サージインピーダンス Z_{02} は次式で表わされる。

$$Z_{02} = 138 \log \frac{2h}{r} \quad (3)$$



図2 高気圧ガスギャップおよび同期用コイル

h : 線路の高さ、 r : リード線の半径

この関係式を利用すれば、図1の測定系によって得られたレスポンス時間 T_s から分圧器の真のレスポンス時間 T を決定することが可能である。

この方法によって、分圧器のレスポンス時間の校正を行なう際に問題となる諸点について、以下の実験を行なった⁴⁾。

3. 実験

今回の実験に用いた高気圧ガスギャップは直径 6 cm、長さ 14 cm のプラスチック容器に封入した約 10 気圧の窒素ガス中にギャップ長 2.1 mm の放電間隙を設けたもので、波高値約 63 kV、ns の桁の立ち上り時間を有するステップ電圧波を発生し得るものである(図2)。

分圧器としては耐電圧、電力容量の点を考慮して、巻線型構造とし、0.04 mmφ (785.2 Ω/m) のニクロム線を長さ 125 cm、直径 3 mmφ のベークライト棒に無誘導巻きし、その上にクラフト紙とシリコンワニスで処理を行なった直流抵抗値 10.19 kΩ のものを利用した。分圧器の特性を向上させるために、対地容量補償用しゃへい電極(直径 62.4 mmφ)を設け、また支持台には低圧側抵抗およびケーブル引き出し用のしゃへい箱が設けてある。

レスポンス時間測定のための回路構成は図1に示すように衝撃電圧発生器によって波頭長 1 μs のインパルス電圧を高気圧ガスギャップ上端に印加し、ここで発生するさい断波をステップ電圧として利用した。この電圧は制動抵抗、リード線を経て終端回路の分圧器に印加され、その出力電圧を 1000 MC シンクロスコープで測定した。ここで得られたオシログラフより T_s をもとめることができる。比較のために低電圧のパルス発生器として波高

* 東京大学生産技術研究所 第3部

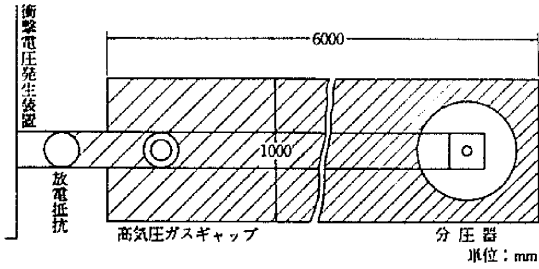


図 3 接地板の構成

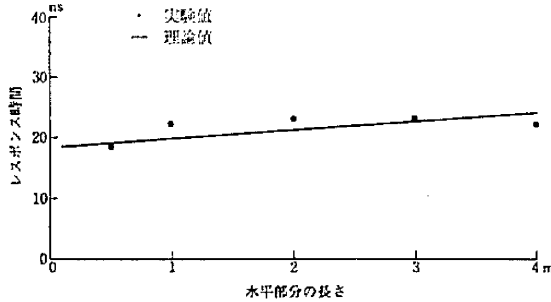


図 4 リード線の水平部分の長さ とレスポンス時間との関係

値 50 V, 立上り時間 0.3 ns のステップ電圧を発生し得る水銀リレーパルス発生器を用いて実験を行なった。なお完全な同期を達成するために直径 8 cmφ の 1 ターンコイルで 1 ns 程度の遅延操作を行なった。

4. 実験結果

測定に当たり応答波形を求めたところステップの波頭にかんがりの歪を生じた。これは測定系の接地板が結果のレスポンス時間にかんがり影響を与えることを示し、種々の接地板について検討を加えた結果、図 3 の接地板構成で歪みが無視できる程度に小さくさせることができたので以後この状態で実験を行なった。

図 4 にリード線の水平距離 l を変えた場合のレスポンス時間の変化を示す。距離が長くなるにしたがってレスポンス時間は増大する傾向にある。(2)式よりもとめた理論結果もあわせて記してあるが、両者はきわめてよく一致している。水平距離 l を 3 m 一定とし制動抵抗

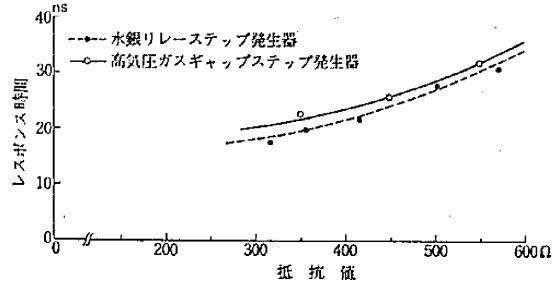


図 5 制動抵抗とレスポンス時間との関係

を変化させた場合のレスポンス時間の変化を図 5 に示す。この実験では水銀リレーパルス発生器と高気圧ガスギャップが用いられているが、両者の測定結果はきわめて良く一致し、実際にレスポンス時間の校正を行なう際にはあまり差異はないものと考えられる。測定上注意すべき点として制動抵抗を変化させた場合のレスポンス時間にかんがりの変化が見られることで、特に A 点のサージインピーダンスに対して制動抵抗値が小さい場合には出力波形に振動が見られ、測定上誤差の原因となる。抵抗値が Z_{01} にほぼ等しい 350 Ω の場合には波形は最良の状態となったがこれは理論的にも妥当な結果と考えられる。

5. 結 言

急しゅん波衝撃電圧測定系のレスポンス時間についてはすでに筆者による理論解析が行なわれているが、有限線路測定系について上記理論の妥当なことを確かめるとともに波形歪みが特に問題となる接地板の構成やリード線の長さ、制動抵抗等のレスポンス時間に与える影響を明らかにし、分圧器の校正上有用な資料を得ることができた。(1969年8月8日受理)

参 考 文 献

- 1) F. C. Creed, T. Kawamura, G. Newi, Trans. IEEE Vol. PAS-86 (Nov. 1967) p. 1408
- 2) 河村, 昭和42年電気四学会連大論文集 1014
- 3) 河村, 昭和42年電気学会東京支部大会論文集 247
- 4) 河村, 大平, 昭和44年電気四学会連大論文集 1172

