

放水路における空気制動サージタンクについて (その2)

中部電力(株) 正員 大野 定利
 “ 〃 〃 〃 〃 大田 敏

1. 概要

放水路サージタンクの設計に際し、空気制動サージタンクを採用する場合、即ち従来の一般サージタンクの構造は、水槽水面が常に自由水面であったが、この頂部を密閉して、小さな空気孔を設け、サージタンク内の空気クッション作用を利用して発電所の負荷変換時に生じるサージタンク水位の変動を抑制して、サージタンク容量を縮小すると共に、減衰性、安定性を高めようとする空気制動サージタンクによって、その空気容積および空気孔断面積の変化による制動効果ならびに単動および制水ロサージタンクとの性能比較の検討結果については、才28回年次学術講演会の報告において述べた。

今回の報告では、前回に引続き放水路サージタンクを例にとり、サージタンクの断面積を変化させた場合、および空気孔の大きさとのサージングの関係によって、比較検討したのでこれによって報告する。

2 制動効果の検討

前回報告した計算条件に基づき、サージタンクの全容積を一定として、サージタンク断面積 F を、1, 1.5, 2倍とした場合に対するサージタンク水位の変化状況を図-1に示す。表-1は図-1にも併記したが、各種計算結果の一例であり、空気制動効果によって比較したものである。

空気孔の大きさによって、空気圧と水位の変動周期は、複雑に変化し、制動力を小さくするに従って水位変動は低下するが、これに反して空気圧は増大する傾向を示す。またサージタンクの断面積を大きくすることは、空気容積を減少させる結果となり、空気孔を縮小させたと同じ効果があることを示す。

図-2は、サージタンクの断面積を2倍とした場合における単動サージタンクおよび制水ロサージタンク(制水ロ断面積 4.0 m^2 、流量係数 0.85 流入、 0.98 流出)に対する比較であるが、水位上昇

図-1 空気制動サージタンク性能比較図

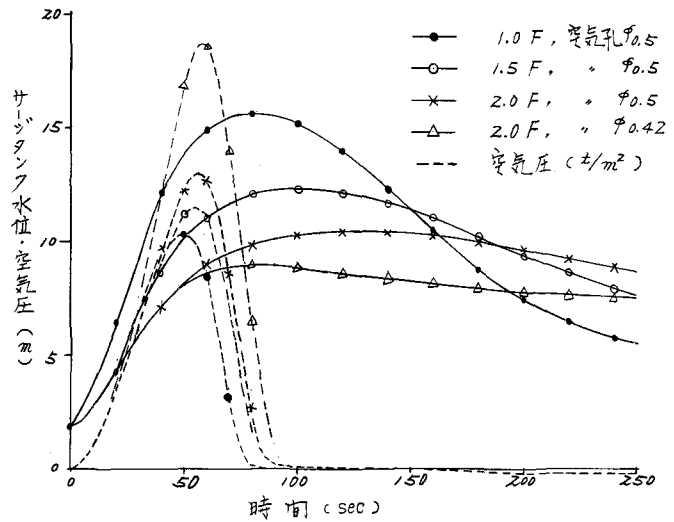
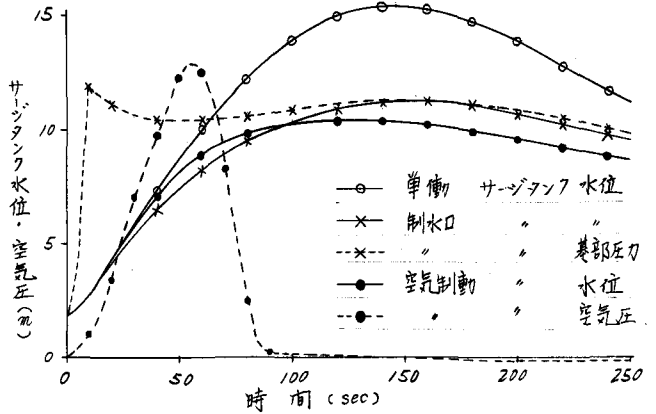


表-1 空気制動サージタンク比較表

サージタンク断面積 $F \text{ (m}^2\text{)}$	空気孔径 $\phi \text{ (m)}$	最高水位 $Z_{\text{max}} \text{ (m)}$	最低水位 $Z_{\text{min}} \text{ (m)}$	$V = F \times (Z_{\text{max}} - Z_{\text{min}})$	減衰比 $Z_{\text{min}}/Z_{\text{max}}$	空気圧 $P_a \text{ (kg/cm}^2\text{)}$
$F = 176.7$	0.42	14.725	6.123	1520	0.416	14.725
	0.50	15.628	5.395	1808	0.345	10.275
$1.5F = 265.1$	0.42	11.160	7.017	1098	0.629	16.510
	0.50	12.337	6.626	1514	0.537	11.524
$2F = 353.4$	0.42	9.096	7.501	564	0.825	18.653
	0.50	10.464	7.233	1142	0.691	13.005

図-2 空気制動サージタンクと他形式の比較

の際には、空気孔の制動効果によって、水位変動が抑圧されるため、単動および制水口サージタンクに比べて、減衰性に卓越している反面、サージタンク基部に作用する最大圧力は、水压と空気圧の合成値であるため、制水口サージタンクとの比較では、効果の薄いことを示す。



3 考察

サージタンクの経済設計のために長大な放水路サージタンクに空気制動方式と適用した場合について、前回報告した検討結果、ここに今回補った検討を行った結果、次の通りの結論を得た。

(1) サージタンク容積の節減について

サージタンク内の上昇水位は、空気制動によって抑えられるためサージタンク容積を縮小させることは可能であるが、タンク内の空気圧の上昇と水位上昇とのピーク時期が多少ずれる程度（空気孔の大きさによる）であるため、トンネルに加わる圧力（空気圧+水压）の最大値は、空気圧あるいは、水位の最大時ではなく、空気制動の強さによってずれる。従ってトンネルに加わる圧力を通常のサージタンクを用いた場合と同様の値に抑えるためには、サージタンク容量、空気孔の大きさおよび負荷急変の条件によって複雑である、この場合は、空気制動と余りすぎることが出来ないため、水压上昇の軽減もわずかなであり、この実、空気制動式が、制水口あるいは差動式に比べて効果の薄い最大の難点である。

(2) サージタンクの構造

長大な放水路サージタンクに空気制動方式と適用する場合は、水位の下降によりトンネル内に空気楔が進入する場合は殆んどであり、この場合、空気の吸入量が不足して、タンク内の空気圧は大気圧に比べて、 $-5 \sim -8 \text{ cmHg}$ となる。従って、サージタンクの構造は、天端を含めて内圧に勿論外圧に対しても検討する必要がある。

(3) 減衰性および周期

サージタンクの減衰性に対しては、可成の効果が期待できる。特に、負荷遮断時の減衰性は、通常の放水路サージタンクにおいて、周期が非常に長く、減衰性が悪いため、再起動条件が難かろうが、空気制動と比べた場合、周期は約半分となり、減衰性も良好であるため、再起動条件が緩和される。

以上これらの結果を総合すれば、空気制動サージタンクは、トンネルに加わる圧力が増大しても、サージタンク水位上昇を抑える必要がある場合あるいは、放水路サージタンクに於てその減衰性を利用して再起動条件を緩和することが必要である場合などの特殊な条件以外即ち、サージタンク基部に加わる圧力を考慮した、通常の放水路サージタンク設計に対しては、構造の複雑性を考えると、その効果は、薄いものと考えられる。

尚、本研究は、電力中央研究所 秋元 保氏ら及び中日本建設コンサルタント 山本 広次氏の援助によるものであることを附記する。

文献 高畑政信、空気制動サージタンクの厳密解、発電水力 No. 73, 1964

大野定利、" " の特性についての考察、才28回年次講演会講演集、昭48年