

1. はしがき 自流水発電所においては一般に河川から取水した水をヘッドタンク（水槽）に導びかれ、この水槽を通して発電されている。（図1）この水槽を設ける目的の一つは水路より流入する水量と水車への流下水量との過不足を調節することであるが、この外に発電所が負荷を遮断した場合におこる水位上昇を水槽の一部から越流させることにより導水路内の水位上昇を防ぐことにあった。そのため自流水発電では河川の自流量によって発電量が支配されることになっている。しかし最近の電力需給上の必要から自流水発電所においても調整運転を行なわせる機運にあり、また水力発電の建設費削減を要望される折から、とくに導水路が無圧隧道であるようなときに、自流水発電所を図2のような非越流ヘッドタンクの水槽構造物とした場合について考察して見た。ヘッドタンクを非越流式とすれば発電所の負荷遮断時に水槽から越流がないため余水路を建設する必要がなく、建設費が大巾に軽減される。またヘッドタンクがサージタンクのような働きをするため調整運転を行なうような時に調整範囲が広くなり非常に能率がよくなる。しかし一方では導水路に圧力がかかるためにこれに対する施工が必要であり、また、水路が管水路または開水路となるため水理的に複雑な現象がおこりその解析が面倒となる。ここでは、非越流式ヘッドタンク二、三の実験から水理現象について説明し非越流ヘッドタンクの設計に必要な問題点について説明したものである。

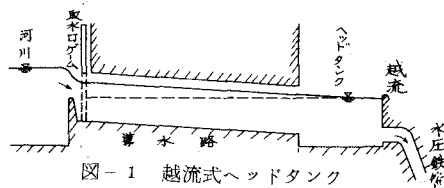


図-1 越流式ヘッドタンク

2. 負荷遮断による上昇サージの解析 負荷遮断時の上昇サージは、始め図2の状態から水槽内の水位が上昇し、導水路終点の天端以上になると導水路内に段波が進入する。

（図3）この段波は一般に云われる段波とは違って、導水路の天端に波頭がつかえたいわゆる押込み段波となる。この押込み段波が水路内を進むと同時に水槽水位は上昇して最高水位を示し段波が取水口に達すると河川水位と水槽との間でU字管振動をおこす。この段波が取水口に達したあ

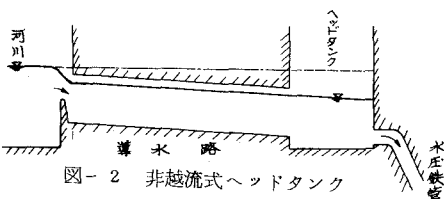


図-2 非越流式ヘッドタンク

とのサージングを計算するには、従来から放水路サージタングのサージング計算に用いられる方法すなわち、河川水位と水槽水位をむすぶ動水勾配線が常に直線であると仮定

する中大林泰造教授が提案された計算方法によって計算することが出来る。しかし、この押込み段波が水路を進む状

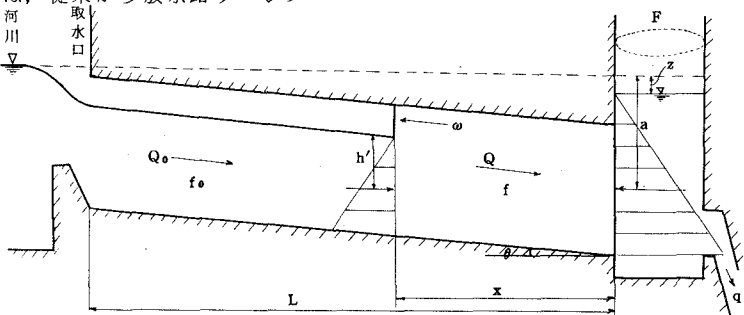


図-3 負荷遮断時の上昇サージ

他の計算やとくに段波が取水口に到達しないうちに水槽水位が最高水位となる場合の計算は、さきの計算では求めることが出来ない。この押込み段波について行なった二、三の実験によれば押込み段波の進行時に、水路には大きな抵抗力が働くことがわかった。これについては、なお詳細な実験を行なっているが、この場合の水槽水位 z 、水路流量 Q 、段波速度 ω 、の基本式は次のようになる。(記号は図3参照)

$$F \frac{dz}{dt} = q - Q \dots\dots\dots (1) \quad \frac{1}{gf} \left(x \frac{dQ}{dt} - Q\omega \right) = -a + z + h' \frac{f_0}{f} + x\theta - \frac{x}{L} CQ^2 + Y \dots\dots\dots (2)$$

$$\omega = \frac{dx}{dt} = \frac{Q - Q_0}{f - f_0} \dots\dots\dots (3)$$

1, 2, 3) 式を解けば、水槽水位、流量、段波の伝播速度が求まる。これらの式を図式計算で計算する方法を新しく考案し簡単に計算することが出来る。

2. 負荷増加による下降サージの解析

下降サージの計算は、さきに述べた放水路サージタンクの場合の方法と同様に軸水勾配線を直線でむすんだ状態で算するが、水槽水位が降下して導水路終点の天端より下すると水路内に負の段波が進入し同じく上流へ向う負の波が流下するため導水路は開水路となる。水路が開水路となると水路の不定流として計算しなくてはならない。開水路の不定流の計算方法としてさきに提案した時速曲線による不定流の図式計算法によって計算することが出来る。

3. 非越流ヘッドタンクの設計例

非越流ヘッドタンク

設計例として表1に示すような諸量をもつ発電所に、負荷増減を考えた場合の水槽内の最上昇水位、最下降水位を調整運動によって検討し、その結果を図4に示した。なお利用水位が高く導水路が管水路となり水槽がサージタンクとして働くような場合の最上昇水位、最

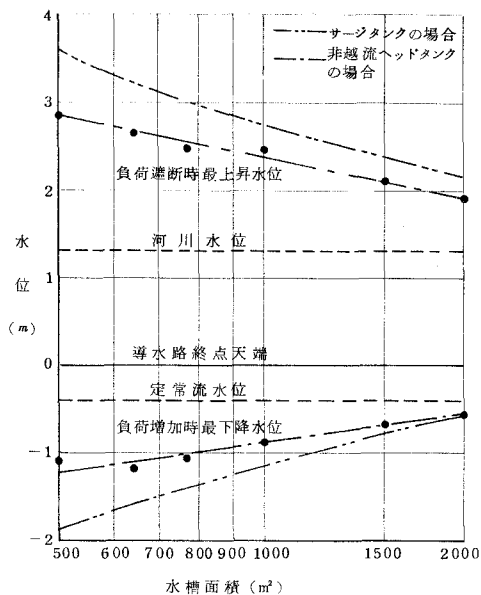


図-4 非越流ヘッドタンク実験結果

表 1

流 量	20 m³/s	水槽面積	
		I	II
導水路長	1,000 m	500	650
導水路断面	93 m²	770	1,000
水路粗度係数	n = 0.014	1,500	2,000
水路勾配	1/1,000		

下降水位は表1の右欄に示すのと同時に示して比較した。非越流ヘッドタンクの場合は水槽がサージタンクとして働く場合よりも上昇水位、下降水位ともに値は小さい。とくに水槽面積が小さく河川水位に近い場合は、これは導水路内の水面が水槽面積として加わるためである。また、図4のサージタンクの場合と比較して負荷増加が急速に行なえば下降水位も小さくなることは調整運動が行なうような場合には有り得る。また従来の自流式発電所が河川の自流量によって発電されているものが調整運動を必要とすることによって多少河川流量を貯留することが出来ピーク運転を行うことが可能となる。これらの点について深く配合するような現象は何等おこらず、十分実用になることが出来ることも証明された。従ってこの実験が自流式発電所における非越流式ヘッドタンクがサージタンクとして働く場合の十分な検討に役立っている。