

正員 中央大学教授工博 林 泰 造

正員 同 助教授工修 服部昌太郎

§ 1 諸 言

小矢部川オ2発電所の放水路に設けられたサージタンバーは、その容量とできるだけ小さく、又サージングの安定度を高いものとするために、水室を密閉し、その頂部に1本の小さな空気孔を設けた形式のもの、すなわち空気制動式と称されるところのものになっている。

このような形式の本格的なサージタンクが実現されたのは世界でこれが初めてのことであり、昭和40年7月同発電所の運転開始以来、このサージタンバーは極めて満足すべき状態で、その機能を果たしている。そこで、適当な機会に、同発電所として、このサージタンバーの実際の機能と十分な資料として把握し、また、この新しい形式のサージタンクの作動特性について実際の資料を得ておくことが極めて望ましいことであると考えられて、昭和41年5月、現地において富山県による実測試験が行われた。この試験には県の依頼により、中央大学水理実験室も参加し、その計測面に協力した。本講演はそのときの測定結果の中の特に一般的と思われる事柄らについての報告である。

§ 2 小矢部川オ2発電所サージタンク関係基本諸

数値

型式：空気制動式制水口型、高さ：8,000m、断面積：51,980 m^2 (4,600m X 11,300m)、制水口直径：1,600m、制気孔直径：0.200m、放水路断面型状：半径3.00m標準馬蹄形、使用水量：最大12.00 m^3/s 、常時3.74 m^3/s

§ 3 実測方法

サージタンバー内のサージング測定はサージタンバー監査孔に取付けた測定孔より挿入した電気抵抗式ステップ水位計2基を用いて行った。

サージタンバー内の気圧変動は、監査孔に取りつけられたブルドン管式圧力計(正圧用、負圧用各1ヶづつ)と実験室で製作した直径80mmの燐青銅板(0.8mm厚)に抵抗線式歪ゲージを貼付した圧力計1ヶつを使用して行った。

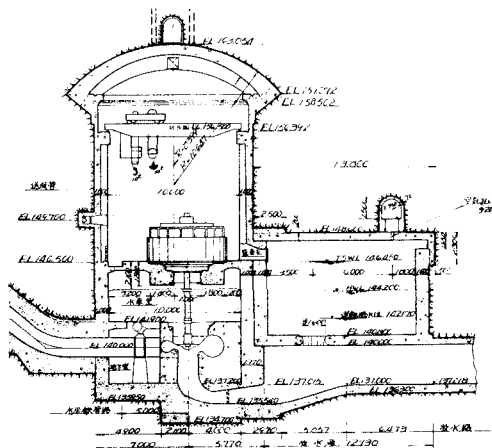


図 - 1.

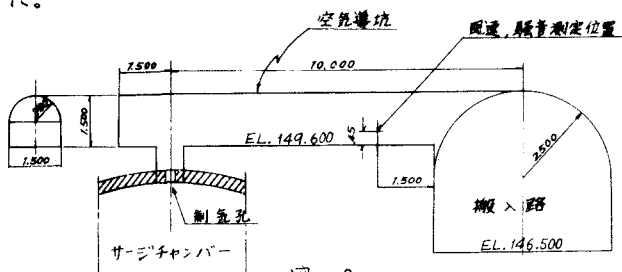


図 - 2.

空気導坑の断面形状ならびに風速および騒音測定位置は、図-2に示される。測定位置は導坑中心線上で、導坑入口より1.50m入った奥の導坑床面上0.45mの個所で、そこに風速計および騒音計を設置した。

写真-1は空気導坑内に設置した指示騒音計と風速計を示す。風速計はビラム式風車型風程式風速計(大田計器製作所製)であり、本機の風速測定可能範囲は1%~15m/s、携帯用のものである。騒音計は指示騒音計(日本電子測器株式会社 Model SL-23型)である。

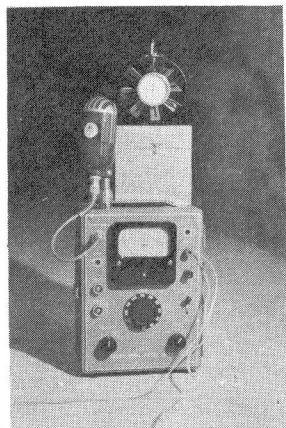


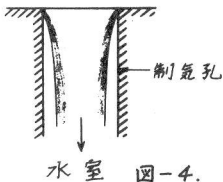
写真-1.

§4 実測結果の1例

実測結果の1例として全負荷遮断の場合のものを図-3に示す。同図(b)に見られるように、負荷遮断後30secから放水口水位は急激に低下し、以後サージチャンバーと放水口間でU字管振動を行っている。このケースの数値計算結果は、放水口水位が一定の間、すなわち $t=30$ secまでだけ行った。その計算結果は同図(b),(c)および(d)中に細い実線をもって示される。実測結果と計算結果は、サージング水位についてはもとより、サージチャンバー内気圧、空気導坑内風速についても大体よく合っている。

負荷遮断に伴い、サージチャンバー水位は下降し、空気管より空気を吸込むことは同図からわかる通りである。この場合、空気管を通過する空気の最大流速(風速)は計算上222m/sである。しかし、これのアプローチとしての空気導坑の中では、空気管への吸込み量が同導坑断面内に比較的一様化されて入ってくるから、導坑内風速は最高3%程度であって、この点についても実測値と理論値とはよく合っている。

負荷遮断後、サージチャンバー内の気圧は直ちに大気圧以下に下



水室 図-4.

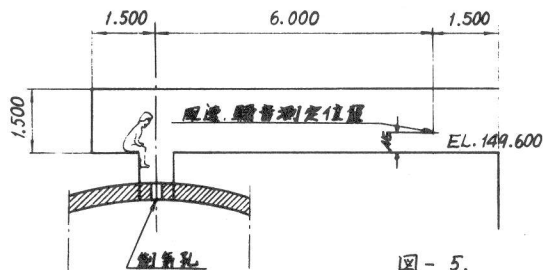


図-5.

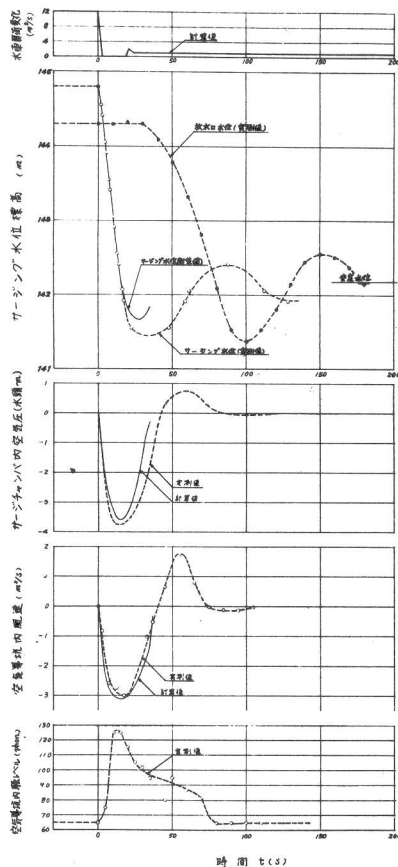


図-3.

がるから、サージチャンバー内の空気の湿分が凝集してサージチャンバー内の空気は白く煙り、監視孔の窓からは見えなくなる。空気管の入口から下を覗いてみると、空気の吸込み期間中は吸込み空気の中の湿分が矢張り白く煙って、図-4 のような空気の噴流の形状を肉眼で見ることができる。

空気導坑内の騒音レベルは最高126 phonで、通常の騒音レベルの具体例と比較すると、一見非常に大きな音のように思われる。しかし、実際には、決してそのような感じはない。筆者は、このテスト中、図-5 のような位置でこの騒音を聴いた。その結果を記すと、まず、負荷遮断に伴う吸込みはじめの時、ゴーという音がはじまる。吸込みはじめると吸込みの空気脈が既述のように白くなり、下方に見えていた水面が途中の水蒸気のため見えなくなる。音はやわらかい感じで、呼び子笛のピッというそばにいると耳が痛くなるような感じの音質はこの場合全然ない。音は底力がどこか抜けたような感じの、何かもう一息刀の足りない、鼓膜に余り圧力を感じないような音であった。

このように、騒音レベルは随分大きいものであるのに、音としての圧力ないし鋭さを感覚としては感じなかったのは次のような理由によると思われる。

指示騒音計による騒音レベル測定は音の大きさのレベルを測るもので、音源より発する音の周波数には通常無関係に実測を行うものである。周知のように音の3要素として、音の大きさ、高さ、および音色があげられる。騒音の不快感は当然この3要素相互の関係によるが、この中とくに音の高さ、すなわち音の周波数と音色すなわち音の周波数分布とが空気導坑内の騒音に大きな影響をもたらすと思われる。制気孔より発する音は比較的低音で100～500 c/sと想定され、また一定した音(すなわち周波数分布の中が狭い音)であるための騒音レベルが125 phonとなっても、通常の具体例のものより、はるかにしのぎやすい音となっている。水車が定常運転を行っている発電所内の平均的な騒音レベル、すなわち暗騒音レベルは70～75 phonであり、通常の作業環境と比較すると騒音レベルは高く、このため聴覚はこの暗騒音に慣れさせられている。したがって静かな所で一挙に騒音レベルが、125 phonとなる場合とこの場合環境が異なっていることも理由の一つである。

5 結 び

本実測においてわれわれは水車水量変化、サージング水位、放水口水位、サージチャンバー内空気圧、空気導坑内風速および空気導坑内騒音を測定した。しかし、下部放水口水位が低かったため、放水口に角落しを入れて水位を維持することになっていたことから、下流側の条件が不正確で、この結果本試験はサージング水位の検討のためには十分なものではなかった。しかし、サージチャンバー内の空気圧、空気導坑内風速、同導坑内騒音などについて新しい貴重な資料を得ることができた点で、このテストは非常に意義があったものと思われる。

空気制動型サージチャンバーとして、一部の人から若干の懸念を寄せられていた点として空気オリフィスから発する騒音の問題があったが、これは既述のように計測してみると phon 数こそ大きな計測値を示すが、そこで直接聴く人間の耳にとっては大した苦にはならない音であった。また、空気導坑内の風速も高々数 m/s 程度のもので、うまくすれば、そこでマッチで煙草の火をつけることもできるといった程度のものであった。

この実測により、空気オリフィスから吹き出す(または吸込む)噴流の風速が音速の何割という程

度の時であっても、空気オリフィスが発生する音は、耳をつんざくようなジェット機の音や、撃笛のようなピーという音、あるいは低空を飛ぶ地面をおしつけるような飛行機の編隊の音、といったようなもののいずれからも全くへだたった苦にならない音であることが確認された。

サージチャンバー水位の変化を監視窓から覗いて観察していると、水位の変化、気圧の変化その他一切の状況にも特異な点を認めず、今後注意すべき点は殆どなく問題のない構造であると思われた。この形式のサージチャンバーは、小さな1つのランチ・ボックスのように地下に収められることができ、地下発電所放水路サージチャンバーの形式としては確か1つの非常に優れた形式であると思われる。

附 記 本講演内容は富山県電気局に提出した報告書 富山県小矢部川オ2発電所放水路空気制動調圧水槽水理模型実験の現地実測報告書 昭和41年 の内容の一部をなすものであります。