

出水後の大規模湛水池内の貯水の流動状況と水質変化に関する現地調査

中部電力(株) 正会員 土山茂希
正会員 ○後藤孝臣

1.はじめに

当社の〇純揚水発電所下部湛水池内での現地調査から、発電放水流は湛水池の中で周辺の貯水を巻き込みながら平面的に漸縮していく状況が観測された¹⁾。しかし、この観測は個々の放水口から単独で放水された時に実施されたものであり、並列された2本の放水口から同時に放水された放水流の挙動や、それに伴う湛水池内の密度成層の変化と貯水の水質変化に対しては観測も不十分で不明な点があった。このため本研究では、〇純揚水発電所下池にて、超音波ドップラー流速計(Acoustic doppler current profiler;以下 ADCP と省略)を用い並列された放水口から同時に放水された時の放水流動を計測するとともに水質調査を行い、密度成層が形成された湛水池内での放流水の流動形態と濁水低減状況の経時変化について、検討と考察を加えた。

2.流動調査の概要と結果

平成9年6月28日に台風8号は、九州に上陸した後、本州を東進し29日には東北地方から太平洋に通過した。この台風の通過とともに、中部地方の河川では出水が起り、検討対象の湛水池には多量の河川水と濁質成分が流入した。現地観測は台風通過後、1日経過した7月1日と2日に実施した。観測内容は、規定の発電が開始される前の静水状態で貯水の水質調査を計測し、続いて規定の発電運転が始まり発電放水流による湛水池内の流動が安定した段階にて、流速測定を実施し水質調査を行った。流速測定は発電運転中に船上から ADCP を湛水池内に沈降させて行った。水質調査は、同じく船上からクロロテック(アレック電子製)を用いて、水深別の水温、濁度を計測した。観測概要と観測時の発電状況を表1に示す。

図1に1、2号放水口からそれぞれ約55m³/secの発電放水が行われた時の湛水池内の平面流速分布を示す。

この結果より並列した2つの放水口からの放水流は、対岸に近づくに従い平面的に漸縮していく。この流れは、個々の放水口から単独で放水された場合の流動状況と同様であるが、今回の観測結果から、並列して同時放流された放流水は、周辺貯水を巻き込みつつ、放水口近くでは2本の主流であったものが放水口から離れるにつれて一本化し、漸縮していく状況が観測された。

図2に鉛直流速分布を示す。ここで下部湛水池内の水温分布は、表層で17℃程度、放水口の位置する深さでは14℃程度であった。発電により上部湛水池の貯水(観測時の水温は約13℃)が流入した場合、放水口から低層に向かう流れが観測された。今回の観測において貯水の流動は、発電開始直後では、湛水池内の放水口より深い個所での流れが主体であり、この個所で貯水と放水との混合がまず行われた後に発電の継続に伴い表層部の貯水との混合へと展開していくことが考えられた。

3.水質調査の結果

台風の通過の後、快晴が6月29日と30日の2日間続いたため、観測を開始した時には表層水温が高く水温成層が見られた。これが発電の継続に

表1 調査概要と発電状況

月・日	発電状況	調査時間と項目
1997.7.1	1号放水口(25万kW)	08:29~09:08(水質調査1回目)
	1,2号放水口(50万kW)	09:41~11:30(流動調査1回目)
	12:09 発電停止	11:59~12:27(水質調査2回目)
	1,2号放水口(50万kW)	13:47~15:40(流動調査2回目)
	1,2号放水口(50万kW)	16:02~16:28(水質調査3回目)
1997.7.2	発電停止中	07:53~08:16(水質調査1回目)
	1号放水口(25万kW)	09:16~10:18(流動調査1回目)
	発電停止中	12:06~12:21(水質調査2回目)
	1,2号放水口(50万kW)	13:53~14:40(流動調査2回目)
	2号放水口(25万kW)	15:11~15:37(水質調査3回目)

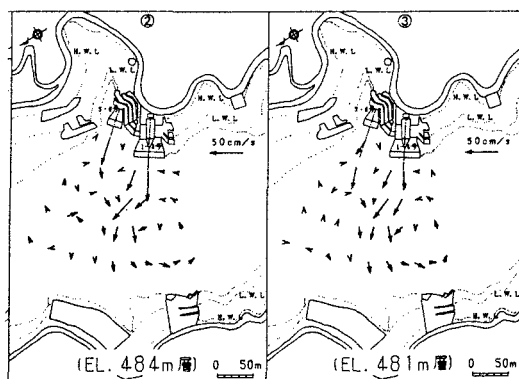


図1 平面流速分布(1997.7.1.pm、Q=110m³/sec)

伴い上部湛水池からの冷たい流入貯水との混合のため、特に表層水温が低下し、徐々に均一な水温分布となっていく状態が観測された(図3参照)。

一方、水深方向の濁度分布にも同様な結果が得られた。ここで当発電所の上部湛水池は集水面積が2.5km²であり濁水の流入の恐れがほとんど無い。発電によりこの上部湛水池からの清水が下部湛水池に流入し、発電の継続により徐々に下部湛水池の濁水は希釈される状況が図3からうかがえる。

4.まとめと今後の課題

並列された放水口から同時に放水された場合の湛水池内における流動状況を台風が通過した直後に調査をした結果、以下のことがわかった。

- ①並列する2つの放水口から同時放流された放水流は、放水口から離れるに従い、平面的に寄り添う様に漸縮し一本化していく。
- ②放流水は対岸に達した後上流側と下流側に別れ、平面的な大きな旋回流となって湛水池内を流動する。
- ③放流水は、同程度の密度の貯水と混合する状況が見られた。本調査においては上部湛水池の水が冷たく、下部湛水池では温度成層状態となっていたので下層を中心とした混合が行われた。
- ④湛水池に形成された密度成層は、発電の継続とともに破壊され、ほぼ均一な温度と密度の分布となる。
- ⑤濁水が流入した湛水池は、発電に伴う上部湛水池からの清水の流入によって、徐々に希釈されていく。

今回、本調査においては台風に起因する出水によって湛水池内に濁水が流入したが、その密度が貯水池のそれよりも軽いものであったため、流入濁水は貯水と大きく混合することなく湛水池の表層に滞留した。しかし、出水によって湛水池に流入した濁水が湛水池の貯水よりも重い場合(冷濁水)は、低層に濁水が流入する。そのため、

今後はその場合の湛水池内の流動状況と下層濁水の巻き上がりや混合を観測し、揚水発電所湛水池内における濁水挙動のメカニズムを把握する必要がある。

参考文献

1)後藤孝臣・土山茂希:大規模湛水池における発電取放水の流動特性の現地調査と考察、水工学論文集第41巻、pp.1023-1028 1997.2

2)後藤孝臣・土山茂希:純揚水発電所取放水流による湛水池内流動状況、電力土木

No.270 pp.40-45、1997.7

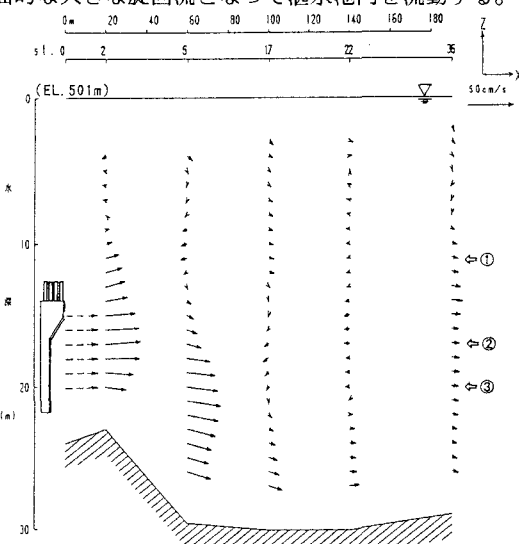


図2 放水流動の鉛直分布 (1997.7.1.pm)

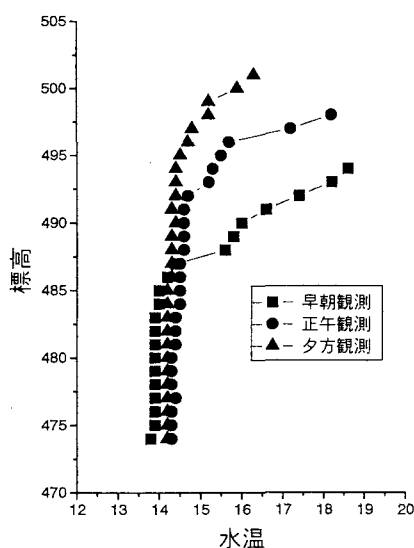


図3 観測前後の水温変化 (7月1日)

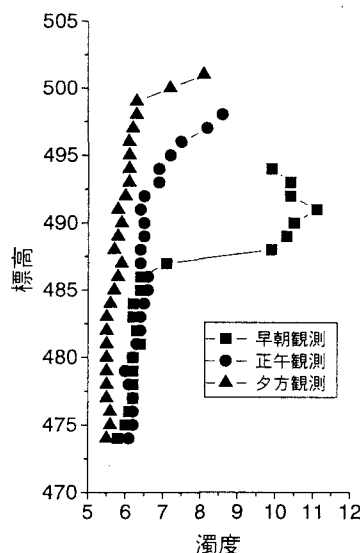


図4 観測前後の濁度の変化 (7月1日)