

II-68 高圧ゲートの給気に関する実機試験

水資源開発公団 正員 藤田乾一
 正員 千田泰成
 日立造船 正員 与口正敏

1. はじめに

大規模フィルダムの建設にともない、仮排水路トンネルを転用した大規模放流設備が設置され、これらはトンネル内放流となることが多い。この場合、トンネル内の圧力降下を許容値以内に保ち、キャビテーション等の発生を防ぐためには給気が必須の条件となる。しかし、トンネル内への給気の問題は、トンネル内が水と空気のと二相流となり、また高速流のため大量の空気混入が生じるなど複雑な挙動を示すため、設計に必要な十分な資料が得られていないのが実態である。ここでは、水資源開発公団で建設した阿木川ダムにおいて実施した貯水位低下用放流設備のトンネル内放流に関する実機試験の結果について報告するとともに、その機構について簡単な考察を加えるものである。

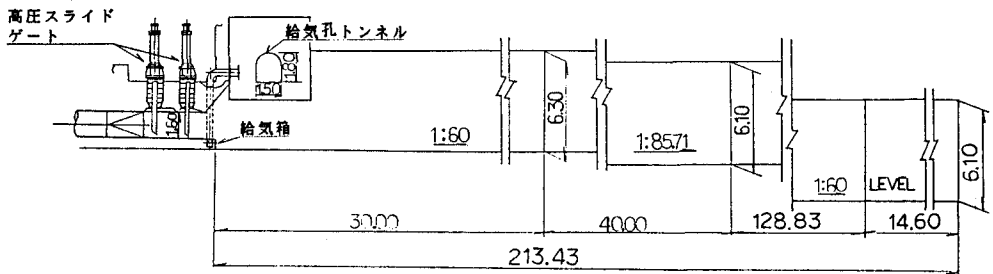


図-1 阿木川ダム貯水位低下用放流設備の概要

2. 放流試験の概要

阿木川ダムは、水資源開発公団が岐阜県恵那市の木曽川水系阿木川に建設したロックフィルダムであり、洪水調節、流水の正常な機能の維持ならびに水道用水及び工業用水の供給を目的とする多目的ダムである。ダムの規模は、堤高102m堤頂長430m及び堤体積4,500千 m^3 である。また、貯水位低下用放流設備の概要は図-1に示すとおりであり、1.6 $\times$ 1.25mの高圧スライドゲートが設置され、その放流能力は60 m^3/s である。

放流試験は、貯水頭約88mについて、25 m^3/s 程度までの放流を行い、給気量、トンネル内の圧力、風速分布、水面形等の測定を行った。

3. 給気量

トンネル内のような閉じた空間での高速な流れに対する給気量については、空気の吸い込みの原因を跳水に求め、実験結果から流量 Q_w と給気量 Q_a との比 $\beta (=Q_a/Q_w)$ を水脈のフルード数 F_r によって整理し、図-2のように表されている。今回の放流試験の結果を、トンネル内平均水深から求めた F_r について整理し、この図にプロットしてみると、従来の実験式はかなり過少の値を与えることがわかり、また F_r がほぼ一定であるにもかかわらず β は大きく異なり、 F_r のみでは

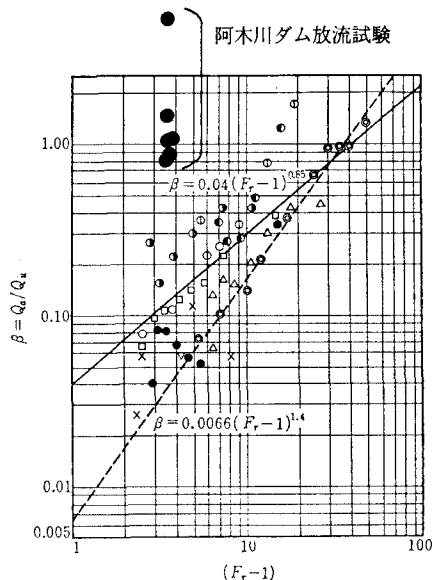


図-2 給気量の測定結果

(出典：土木学会水理公式集(昭和46年版)、一部加筆)

この現象を十分表すことが出来ないことがわかった。このため、流れの機構を再度見直し、モデル化する必要があると考えられた。

4. トンネル内の水と空気の流れ

今回対象としたような放流設備の特徴は、トンネルが比較的緩勾配であり流下にともない流れが減速されること、水面上に大きな空間があるため空気の逆流等複雑な動きを示すことである。図-3にトンネル内の諸量の測定の一例を示す。なお a はゲート開度、 a_0 はゲート高である。

水面形の測定結果によれば、100m程度下流で水深が最大となり、それより下流では減少する。これは、空気の混入により100m付近までは水面がふくれ上がるのに対して、それ以降は脱気が卓越し逆に水面が低下する。また、150m付近より下流では空気混入が定常状態となり、減速により再び徐々に水面が上昇するものと推定される。

トンネル内の圧力降下については、20～50mで最大を示し、100m以降は小さな値となっており、空気の混入がトンネルの上流側で卓越していることを示している。

さらに、風速分布を見ると84m では順流逆流ともかなり大きい値であるのに対して、それより下流では小さな値となっておりトンネル内で循環する空気の流れがあることを示している。

トンネル内の空気連行現象について、中島・巻幡¹⁾は放流水面に発達する水滴境界層によるとして、渦動粘性係数 K を導入して検討を行い、 $K = \alpha D^{3/4}$ としたとき α が8 となるとした。ここに D はトンネルの径である。トンネル内の流れをモデル化し、数値シミュレーションを行ってこの α を推定したものが図-4であり、 a/a_0 が小さい場合は8 より大きい値となっているが、それ以外は1.5 程度となっており、トンネルが長くなると α が小さくなることが確かめられた。

5. おわりに

今後実験的検討も加えて、トンネルの諸量と給気量との関係について明らかにしたい。なお数値シミュレーションの詳細については別途報告したい。本検討にあたり、水資源開発公団試験所の亀尾佳宏、永井洋樹両氏の、また放流試験に当たっては阿木川ダム管理所の協力を得た。ここに記して謝意を表します。

〔参考文献〕 1. 中島・巻幡；ゲートの空気吸込みに関する一考察、土木学会論文集第 104号

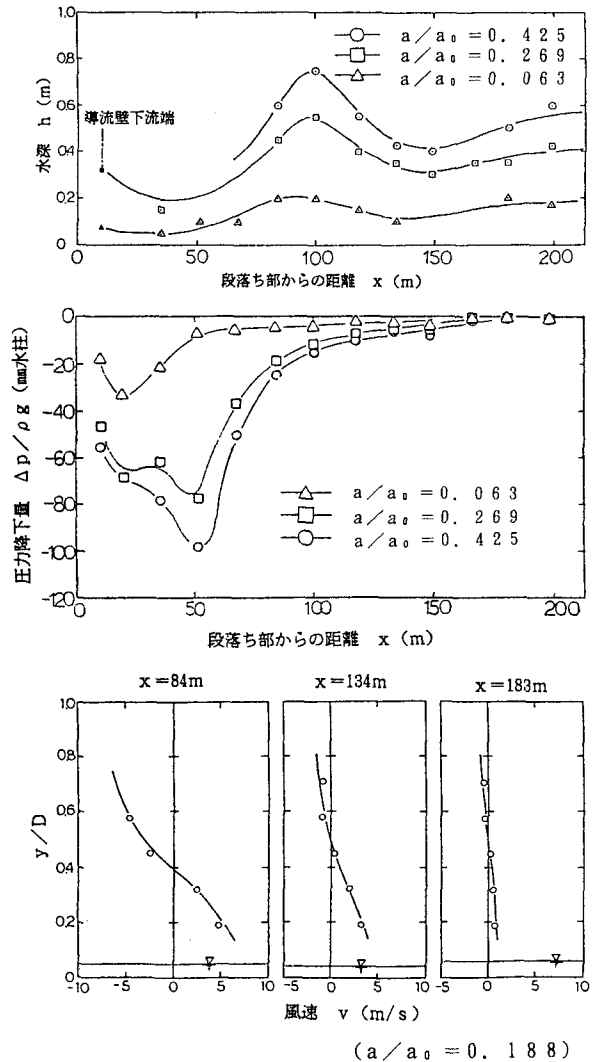


図-3 トンネル内の諸量の測定結果

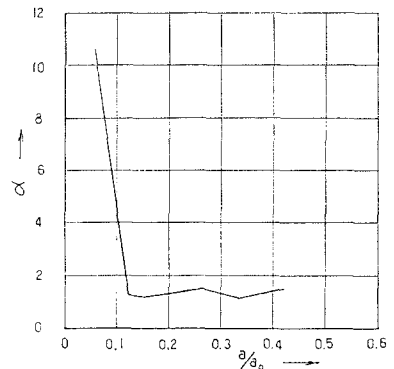


図-4 $\alpha \sim a/a_0$