

関西電力(株)	総合技術研究所	正会員	仲津	直之
関西電力(株)	総合技術研究所	正会員	清田	治男
関電興業(株)	土木部	正会員	岩崎	重一
関電興業(株)	土木部		鉢嶺	勉

1. はじめに

水力発電所で、既設取水口を用い取水量を増大させる場合、取水量の増加に伴い導水路へ空気が混入することがある。空気の混入により、発電能力の低下、エアハンマーによる構造物への損傷等が懸念される。今回、空気混入渦の防止対策工の効果を検証するため、渦のフルード則に対する縮尺効果を考慮²⁾に入れて水理模型実験を実施し、その最適形状を検討した。

2. 実験内容

(1)取水口諸元および実験装置

検討対象取水口（図－１，２）の諸元は次のように設定した。

- ・最大使用水量 現 在:138m³/s
拡充後:176m³/s
- ・取水口呑口断面 幅:4.572m 8門
- ・利用水深 H=11.73m～16.73m
- ・導水路トンネル ϕ 6.553m

模型は、写真-1に示すように縮尺1/20で透明塩ビ材を用いて製作し、水槽(4.8m×4.0m)内に設置した。

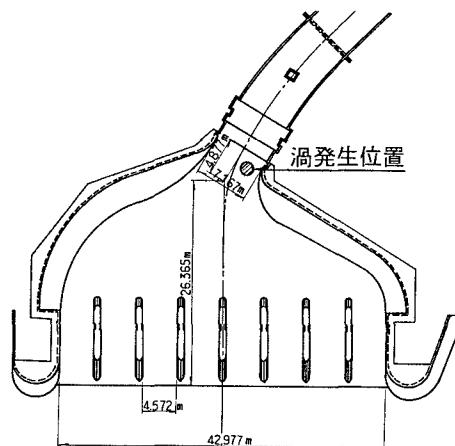


图-1 平面图

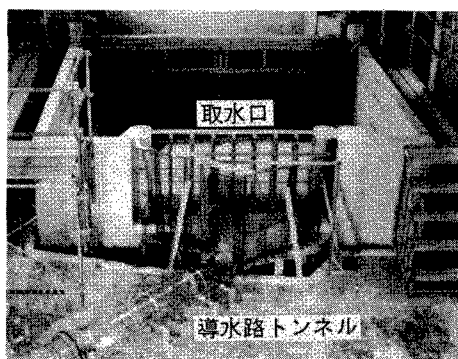


写真-1 実験装置

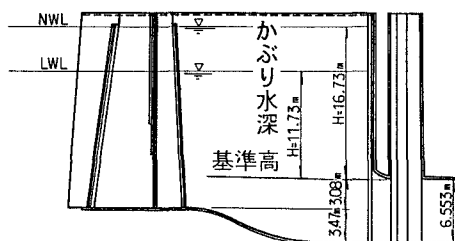


图-2 断面图

(2)相似則および渦の縮尺効果

渦の現象には、重力および表面張力・粘性が影響すると言われている。

今回の模型では、地形を再現しており、渦および流れ場全体には重力の影響が卓越していると考え、フルードの相似則を用いた。

ただし、渦についてはフルード則換算流量の2倍²⁾の流量にて評価した。

(3)実験方法

実験は、電磁流量計を用いてトンネル流量を検量しながらポンプにて取水し、水槽水位が一定になった後、

取水口内の流況・取水渦の発生状況を計測した。

3. 実験結果

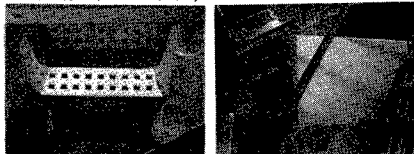
かぶり水深13mにおいて、現取水量138 m³/sで50%の空気混入頻度が見られるのに対し、拡充取水量176 m³/sでは80%へと空気混入頻度が増加するため、何らかの対策が必要であると判断した。

渦防止対策方法は、取水口およびメンテナンス面から「渦防止桁設置法」、「旋回流防止法」に属する5タイプについて検討した。タイプ形状は写真-2に示し、それぞれの渦発生状況を渦の規模に着目して表-1に示す。

□型桁（Aタイプ） H鋼桁（Bタイプ）



格子桁（Cタイプ） 遮断壁（Dタイプ）



導流壁（Eタイプ）



写真-2 タイプ形状

表-1 渦発生状況一覧表

タイプ	渦防止対策形状	拡充取水量(176 m ³ /s)での渦発生状況 (H:かぶり水深)					空気混入最小流量	評価
		H=16.73m	H=14.73m	H=13.73m	H=12.73m	H=11.73m		
A	□型桁	中渦	小渦	小渦	小渦	小渦	—	○
B	H鋼桁	小渦	小渦	小渦	小渦	小渦	—	○
C	格子桁	小渦	小渦	小渦	小渦	小渦	—	○
D	遮断壁	空気混入	空気混入	空気混入	空気混入	空気混入	69d/s	×
E	導流壁	中渦	中渦	空気混入	空気混入	空気混入	104d/s	×

表-2 Bタイプの各ケース結果一覧表

ケース	設置位置		拡充取水量(176 m ³ /s)渦発生状況 (H:かぶり水深)			空気混入最小流量	評価
	設置本数	角より上へ 基準より上へ	H=16.73m	H=14.23m	H=11.73m		
B1	1本	0.60m	10.73m 中渦	空気混入 50%	空気混入 7%	83d/s	×
B2		1.40m	11.23m 小渦	小渦	中渦	—	○
B3			10.73m 中渦	小渦	小渦	—	○
B4			10.23m 大渦	中渦	中渦	160d/s	△
B5	2本	2.20m	10.73m 空気混入 6%	空気混入 9%	大渦	97d/s	×
B6		1.40m	10.73m 小渦	小渦	小渦	—	◎
B7	3本	0.60m	小渦	小渦	小渦	—	◎

表-1に示すようにA、B、Cタイプが良好な結果となった。この中から施工しやすいBタイプを選定し、設置位置および本数が渦の抑止に及ぼす効果について詳細検討を実施した。

表-2に示すように、角落しから桁までの距離を変えた3ケース（B1、B3、B5）と、基準高を変えた3ケース（B2、B3、B4）を実施した結果、ケースB3が良好であった。

そこで、ケースB3の位置にて、設置本数を2、3本（ケースB6、B7）と増やした結果、小渦の発生程度におさえられた。

ケースB6、B7とも渦の発生状況にあまり差がないので本数の少ないケースB6を最適と判断した。図-3にケースB6の断面図を示す。

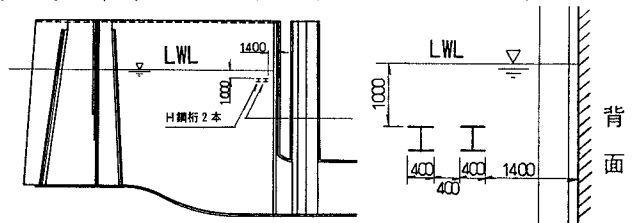


図-3 ケースB6断面図

流れ込み式の取水口において、空気混入渦の発生頻度が50%程度の取水口の取水量を3割程度増加させても、H鋼桁を2本設置するという簡単な対策で、渦の発生を防止できる。

引用文献 1). 福原華一 : 揚水発電所取・放水口の水利設計、電力土木No161. S54. 7

2). 岩崎重一他 : 取水口の空気混入渦に関する実験的研究（その1－縮尺効果）