

Ⅱ-81 コンクリートケーシング水理模型試験について。

東北電力株式会社揚川発電所建設所。正会員。沖村賢次郎。

1. 緒言 此の水理模型試験は、当社の阿賀野川筋最下流に、昨年7月完成された揚川発電所の、左右対称な調圧水槽とこれに連なる渦巻方向の同一な2台のコンクリートケーシングも含めた水理系の、縮尺 $\frac{1}{10}$ の模型について、種々の運転条件の下で起る、水槽内に於ける流速分布と流向変化及びケーシング各口部ピヤール管末端に於ける偏流の状態、流量分配の割合等を測定し、併せて部分的に生ずる渦流生成の状況を観察し、写真撮影其の他の結果から、水車に於て最も均衡のとれた流入状態を得るための、水槽内のガイドウォール（以下延長ピヤール管と称す）の形状寸法を決定するために、当社が日立製作所に依頼して行った試験である。

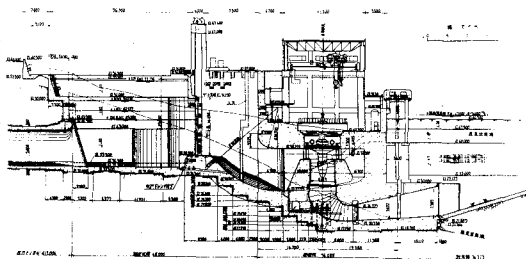
2. 試験設備 第3図は試験設備の概要を示すもので、隧道及水槽部分は木製であるがケーシング及びドラフトチューブ部分は内部透視可能なアクリル製である。実物隧道高さ900m、巾11.6m、水槽巾51.5m、長480m、ケーシング各口巾23.5m、2台、各口高10.5m、（其他は第1、2図に示す通り）、縮尺 $\frac{1}{10}$ に相似に製作した。流速及流量はフルードの相似律を適用した。従つて、例えば2台運転時隧道内流速 $V_p=2.547\text{ m/s}$ 、流量 $Q_p=460\text{ m}^3/\text{s}$ は夫々 $V_m=0.036\text{ m/s}$ 、 $Q_m=0.026\text{ m}^3/\text{s}$ となる。

3. ピヤール管延長前の流況観測、実施した実験項目は第1表の通りであるが、第4図の①②③断面について流速分布測定、流向観察の結果、2台運転時に於けるC、D、E、F各流路の流入量比は次の様であった。

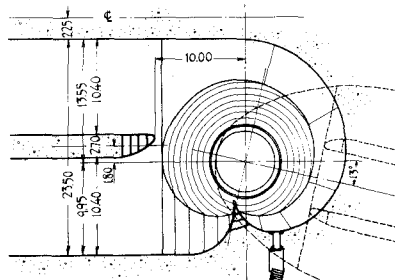
$$Q_c : Q_b : Q_e : Q_f = 0.63 : 1.43 : 1.06 : 1.0 \cdots \cdots (1)$$

入口の条件が同一であれば $Q_c = Q_b$ と $Q_e = Q_f$ は当然同一となるべき筈であるが、実際には Q_c と Q_b の用きが極度に大きく Q_e と Q_f が殆んど同じである。これは明

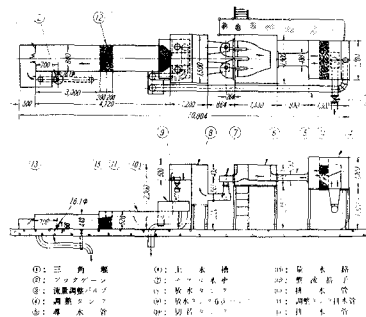
第1図 水槽発電所縦断面図



第2図 ケーシング寸法図



第3図 試験設備配道図



第1表 模型ケーシング水理試験実施項目一覧表

試験項目	種 類	ピヤール延長前	ピヤール延長後	ピヤール延長後	ピヤール延長後
上水槽内の流速分布測定	○	○	○	○	○
上水槽内の流線方向測定	○	○	○	○	○
ケーシング入口渦流状況測定	○	○	○	○	○
ケーシング入口渦流状況	○	○	○	○	○
上水槽内渦流状況	○	○	○	○	○
上水槽内流線方向測定状況	○	○	○	○	○

（表中○印は実施項目を示す）
なお ピヤール延長後①形：E.L. 41,000 相当の高さを持ったピヤール延長後②形：E.L. 45,565 相当の高さを持ったピヤール延長後③形：E.L. 47,564 (L.W.L) 相当の高さを持ったピヤール延長後④形：E.L. 47,564 (L.W.L) 相当の高さを持ったピヤール延長後⑤形：E.L. 47,564 (L.W.L) 相当の高さを持ったピヤール延長後⑥形：E.L. 47,564 (L.W.L) 相当の高さを持ったピヤール延長後⑦形：E.L. 47,564 (L.W.L) 相当の高さを持ったピヤール延長後⑧形：E.L. 47,564 (L.W.L) 相当の高さを持ったピヤール延長後⑨形：E.L. 47,564 (L.W.L) 相当の高さを持ったピヤール延長後⑩形：E.L. 47,564 (L.W.L) 相当の高さを持ったピヤール延長後⑪形：E.L. 47,564 (L.W.L) 相当の高さを持ったピヤール延長後⑫形：E.L. 47,564 (L.W.L) 相当の高さを持ったピヤール延長後⑬形：E.L. 47,564 (L.W.L) 相当の高さを持ったピヤール延長後⑭形：E.L. 47,564 (L.W.L) 相当の高さを持ったピヤール延長後⑮形：E.L. 47,564 (L.W.L) 相当の高さを持ったピヤール延長後⑯形：E.L. 47,564 (L.W.L) 相当の高さを持ったピヤール延長後⑰形：E.L. 47,564 (L.W.L) 相当の高さを持ったピヤール延長後⑱形：E.L. 47,564 (L.W.L) 相当の高さを持ったピヤール延長後⑲形：E.L. 47,564 (L.W.L) 相当の高さを持ったピヤール延長後⑳形：E.L. 47,564 (L.W.L) 相当の高さを持ったピヤール延長後㉑形：E.L. 47,564 (L.W.L) 相当の高さを持ったピヤール延長後㉒形：E.L. 47,564 (L.W.L) 相当の高さを持ったピヤール延長後㉓形：E.L. 47,564 (L.W.L) 相当の高さを持ったピヤール延長後㉔形：E.L. 47,564 (L.W.L) 相当の高さを持ったピヤール延長後㉕形：E.L. 47,564 (L.W.L) 相当の高さを持ったピヤール延長後㉖形：E.L. 47,564 (L.W.L) 相当の高さを持ったピヤール延長後㉗形：E.L. 47,564 (L.W.L) 相当の高さを持ったピヤール延長後㉘形：E.L. 47,564 (L.W.L) 相当の高さを持ったピヤール延長後㉙形：E.L. 47,564 (L.W.L) 相当の高さを持ったピヤール延長後㉚形：E.L. 47,564 (L.W.L) 相当の高さを持ったピヤール延長後㉛形：E.L. 47,564 (L.W.L) 相当の高さを持ったピヤール延長後㉜形：E.L. 47,564 (L.W.L) 相当の高さを持ったピヤール延長後㉝形：E.L. 47,564 (L.W.L) 相当の高さを持ったピヤール延長後㉞形：E.L. 47,564 (L.W.L) 相当の高さを持ったピヤール延長後㉟形：E.L. 47,564 (L.W.L) 相当の高さを持ったピヤール延長後㊱形：E.L. 47,564 (L.W.L) 相当の高さを持ったピヤール延長後㊲形：E.L. 47,564 (L.W.L) 相当の高さを持ったピヤール延長後㊳形：E.L. 47,564 (L.W.L) 相当の高さを持ったピヤール延長後㊴形：E.L. 47,564 (L.W.L) 相当の高さを持ったピヤール延長後㊵形：E.L. 47,564 (L.W.L) 相当の高さを持ったピヤール延長後㊶形：E.L. 47,564 (L.W.L) 相当の高さを持ったピヤール延長後㊷形：E.L. 47,564 (L.W.L) 相当の高さを持ったピヤール延長後㊸形：E.L. 47,564 (L.W.L) 相当の高さを持ったピヤール延長後㊹形：E.L. 47,564 (L.W.L) 相当の高さを持ったピヤール延長後㊺形：E.L. 47,564 (L.W.L) 相当の高さを持ったピヤール延長後㊻形：E.L. 47,564 (L.W.L) 相当の高さを持ったピヤール延長後㊼形：E.L. 47,564 (L.W.L) 相当の高さを持ったピヤール延長後㊽形：E.L. 47,564 (L.W.L) 相当の高さを持ったピヤール延長後㊾形：E.L. 47,564 (L.W.L) 相当の高さを持ったピヤール延長後㊿形：E.L. 47,564 (L.W.L) 相当の高さを持ったピヤール延長後

かに圧力隧道からの流 第4図 模型設計図

出水が水槽内で充分拡散出来ずに、中央隔壁寄りのD.E流路に強制流入する結果、 $Q_c < Q_d$ 、 $Q_E < Q_F$ なる正常な状態が2号機側では其差が助長せられ、1号機側では其関係が逆転しているものと苦へられる。

そこで正常な流量配分の状態とはどのような形か、えその式を基にして次の様な推定をした。

即ちケーシング上流側の拘束なしに流入した場合の巻始側(C.E)と巻終側(D.F)への流入比を $\alpha:1$ と考へ、中央部D.Eに対する水槽形状の影響係数を R とするとい式は

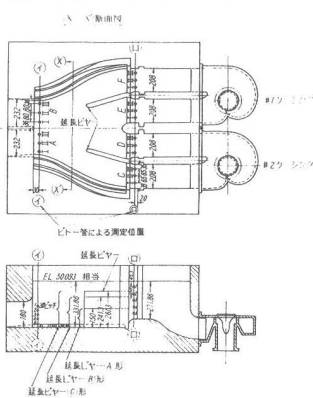
$$\alpha = (1.0 \times R) : (\alpha \times R) : 1.0 = 0.63 : 1.43 : 1.0 \dots (2)$$

(2)式より近似的に $\alpha = 0.68$, $R = 1.43$ がえられる。

更に此の場合に Q_c, Q_d 或は Q_E, Q_F のステイベン入口の領有範囲も $Q_c : Q_d = Q_E : Q_F = 0.68 : 1.0$ となっているものと考へられるので此の両者の境界面流線がステイベンを通過する位置は第4図のA点から時計廻りに数へて $4.85/12$ であることが推察出来る。(ステイベンの全周隔は12である。)

4. 渦流観測試験及検討 3節で推定した正常な流量分配を目標として、第1表(下欄)第4図に示したようなA,B,C三種の延長ピヤーを用ひて、ケーシングのセンターピヤー終端部よりの流線をケーシング上面、中央部底面の3点につき、ステイベンの入口を追跡し上記の境界面の位置形態を観測調査したものが第2表及第5図であり、第3表は延長ピヤの効果を量的に捕へられるように整理したもので表中分散とは、 $\text{分散} = \frac{1}{3} \{ \sum (SVR(\text{平均値}) - SVR)^2 \dots (3)$

5. 結語 上記の結果により、ピヤー(A)形では効果が不充分で(B)形であれば実用上差支へない実効があるものと考へられる。右図は採用せる(B)形実物写真である。



第2表 渦流観測結果

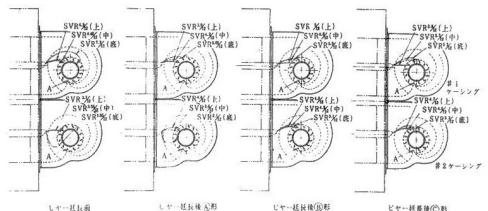
運転 ケーシング 測点	SVR (1/12)	ピヤー延長前		ピヤー延長後 (A)形		ピヤー延長後 (B)形		ピヤー延長後 (C)形	
		#1	#2	#1	#2	#1	#2	#1	#2
上	4.2	3.7	3.9	4.4	3.8	4.8	3.8	4.7	4.7
中	4.45	3.55	4.2	3.6	4.6	4.8	5.3	4.5	4.5
底	7.2	1.55	5.05	2.1	5.0	5.1	5.5	5.3	5.3
上	3.8	4.4	3.8	3.4	4.0	3.7	4.0	3.7	3.7
中	4.15	3.8	4.2	3.45	5.3	4.2	5.1	4.2	4.2
底	5.7	3.25	4.85	4.1	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5

注：表中のSVRの値は境界面流線がステイベン外周と交る位置を、ケーシング巻終り部からステイベン間隔を単位として表わしたものである。

第3表 渦流観測計算結果

運転 ケーシング	SVR (1/12)	ピヤー延長前		ピヤー延長後 (A)形		ピヤー延長後 (B)形		ピヤー延長後 (C)形	
		#1	#2	#1	#2	#1	#2	#1	#2
整理方法	SVRの平均値	5.25	2.98	4.38	3.37	4.47	4.9	4.87	4.83
分散	4.85/12 からの分散	2.78	1.44	0.35	1.36	0.37	0.03	0.86	0.17
分散係数	4.85/12 からの分散より	0.43	1.92	0.47	1.48	0.38	0.05	0.02	0.02
整理方法	SVRの平均値	4.55	3.82	4.28	3.65	4.93	4.47	4.87	4.47
分散	4.85/12 からの分散	1.02	0.33	0.28	0.15	0.66	0.86	0.60	0.86
分散係数	4.85/12 からの分散より	0.30	1.03	0.57	1.20	0.08	0.38	0.02	0.38

第5図 2台運転時渦流観測図



注：SVRはAを基準としたステイベン間隔範囲上、中、底はケーシング上面、中央、下周流線を示す。

第4表 流量分配比率表

運転 ケーシング	運転 測点	2 台 運 転 時		
		ピア-延長前	ピア-延長后 ① 型	ピア-延長后 ② 型
# 2	C/D	0.44 / 1.00	0.57 / 1.00	0.65 / 1.00
# 1	F/F	1.06 / 1.00	0.93 / 1.00	0.80 / 1.00

運転 ケーシング	運転 測点	1 台 運 転 時			
		ピア-延長前	ピア-延長后 ① 型		
		#1ケーシング	#2ケーシング	#1ケーシング	#2ケーシング
# 2	C/D		0.65 / 1.00		0.64 / 1.00
# 1	F/F	1.15 / 1.00		1.03 / 1.00	

第6図 ガイドウォール全景。

