

降下魚対策としてのルーバースクリーンに関する実験的研究

豊橋技術科学大学 正会員 中村俊六
同上・修士(英語コース) Junaidi

1. 緒言 ダムや堰の取水口における「降下魚迷入問題」への対策のひとつとして「ルーバースクリーンで降下魚バイパスに誘導する方法」をとりあげ、誘導効率改善のための室内実験を試みた。第1段階では「15度スクリーン」(スクリーンが取水方向に対して15°の角度で設置されたスクリーン)と「30度スクリーン」について、スクリーン近傍の水力特性と降下魚(体長約4cmのキンギョ)の挙動とを対比する実験を行い、第2段階では、新たに開発した改善型15度スクリーンおよびクロソイド線形スクリーンを用いて、より詳細な観察等を行った。ここではその概要を報告する。
2. 第1段階実験 ルーバースクリーンの水力特性やスクリーン周辺での降下魚の挙動など、基礎的情報を得るために実施した。用いた15度スクリーンを図-1に、実験水路全体を図-2および写真-1に、また、実験条件を表-1に示す。

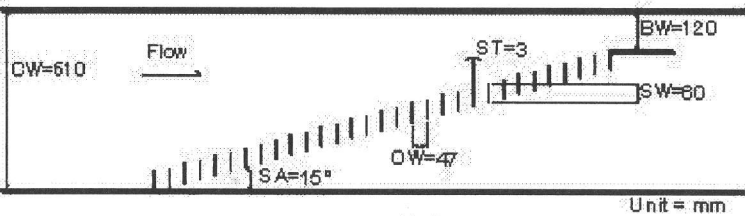


図-1 15度スクリーン
(CW=水路幅, SA=設置角, OW=スラット間隔, ST=スラット板厚, BW=バース幅, SW=スラット幅)

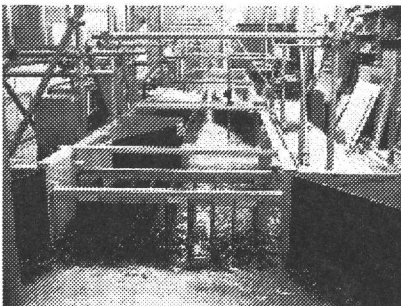
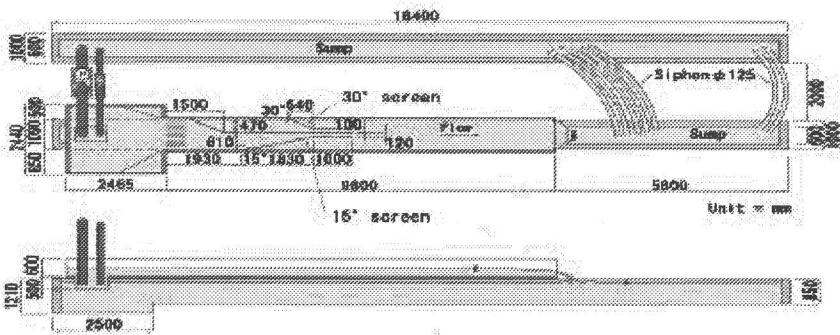


図-2 実験水路 (15度スクリーンの実験中)

写真-1 実験水路 (上流から)

Case	Discharge (l/s)	AV (cm/s)	WT (°C)	Number of fish tested	Total time (minutes)	FBR (%)	
						1st trial	2nd trial
15°_15Hz	23.5	19.7	13	30	15	63.3	61.9
15°_20Hz	34.0	25.6	13	30	15	67.9	60.0
15°_25Hz	44.4	31.6	13	30	15	79.2	78.9
30°_15Hz	23.5	25.6	14	30	15	78.9	-
30°_20Hz	35.1	31.7	14	30	15	85.7	-
30°_25Hz	45.3	35.3	14	30	15	77.8	-

AV=Approach Velocity WT=Water Temperature FBR=Fish Bypass Ratio

表-1 第1段階実験での実験条件
(最右列のFBRはバース通過率(=バース通過尾数/(バース通過尾数+スクリーン通過尾数)))

結果の一部として、図-3に30度スクリーン近傍の水深分布を、図-4に降下魚の挙動の一例を示す。これらの結果からうかがわれるように、1) 流況はバイパス入り口に近づく流速等が急速に増加する、2) このため、バイパス入り口近くで上流へと引き返す魚が多い、3) また、特に15度スクリーンでは、上流部においてスラット(ルーバー板)の隙間を抜ける魚が多い、などが明らかになった。

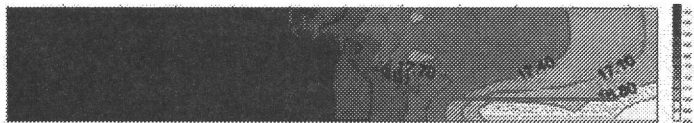


図-3 30度スクリーン近傍での水深変化



図-4 同じく、降下魚の挙動の一例

3. 第2段階実験 こうした結果を受けて、1) 流況の変化がより滑らかに行われる「クロソイド線形スクリーン(図-5)」と、2) 上流部のスラット間隔を狭くした「改良型15度スクリーン(図-6)」とを開発して第1段階実験と同様な実験を行った。設置状況を写真-2、実験条件を表-2に示す。

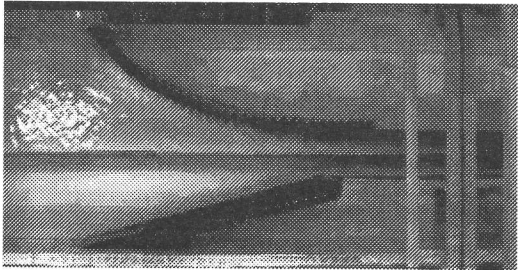
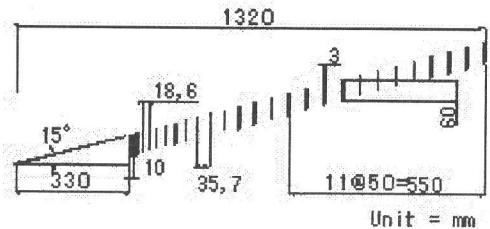
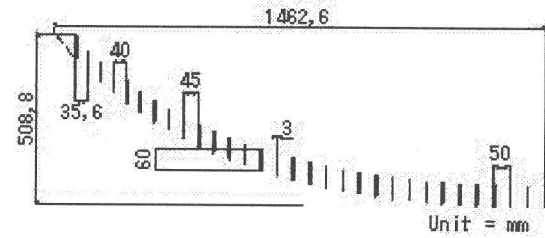


図-5(左上) クロソイド線形スクリーン
図-6(上) 改良型15度スクリーン

写真-2(左) 両スクリーンを設置した状況

Case	Discharge (l/s)	AV (cm/s)	WT (°C)	Number of fish tested	Total time (hours)		FBR (%)	
					1st trial	2nd trial	1st trial	2nd trial
Clo-15Hz	24.5	21.4	18.5	50	2:20	2:00	84.2	89.2
Clo-20Hz	35.3	25.8	18.5	50	2:00	1:00	89.2	86.4
Clo-25Hz	45.0	29.1	18.5	50	2:12	2:22	84.8	81.0
M15*-11.5Hz	15.8	21.3	19.0	50	3:00	2:27	68.2	47.4
M15*-14Hz	22.6	26.3	19.0	50	2:15	2:35	86.8	50.0
M15*-16.5Hz	27.8	29.9	19.0	50	3:26	12:41	65.8	62.5

AV=Approach Velocity WT=Water Temperature FBR=Fish Bypass Ratio

表-2 第2段階実験での実験条件

結果は、表-2の最右列に示したバイパス通過率からうかがわれるように、クロソイド線形スクリーンが高い改良効果を示した。この主要な原因としては、1) クロソイドスクリーンにおいては、スクリーン上流部に、降下魚を側壁側へ送流する比較的強い流れが生じて、降下魚がスクリーンから離れる傾向が強いこと(この結果、図-7のように、引返す場合にもその位置は側壁近くなる)、および、2) スラット間の隙間に生じる渦が、改良型15度スクリーンよりも強いこと、のふたつが考えられた。降下魚がクロソイドスクリーンを通過する位置を図-8に、スラットの隙間に25mm径の回転翼を挿入して回転数を計測した結果を図-9に、それぞれ示す。両者の比較から、回転数の高い位置での通過が少ないことがわかり、この結果は上記2)の考察の妥当性を示すものと言えよう。なお、更なる改良を数値

実験によって実施すべく、その準備として第2段階実験における流況のFEM解析を試みたが、その結果、種々の状況は良く再現できるものの、図-9のようなスラット間隙渦の強さの分布までは再現できず、不調に終わった。

〔謝辞〕 実験に参加してくれた多くの学生諸君やインドネシアと台湾の教官、及び種々のご支援を賜った四国電力㈱及び㈱四電技術コンサルタントに対して深く感謝申し上げます。

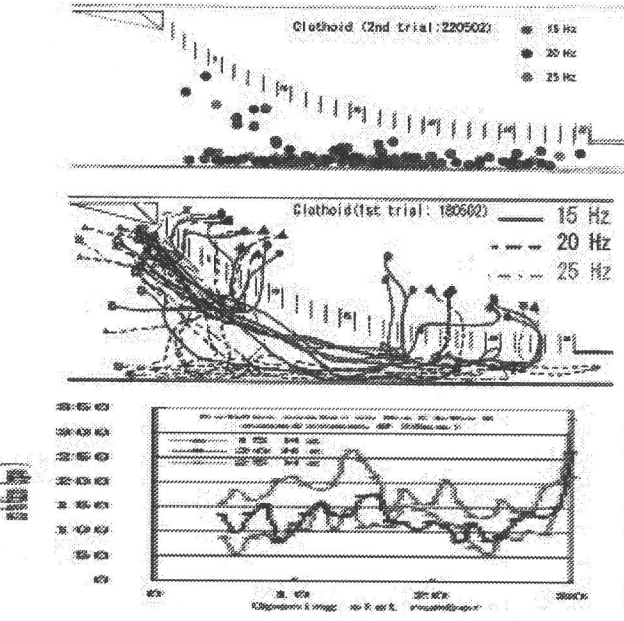


図-7(左上) クロソイドスクリーン実験での引返し点

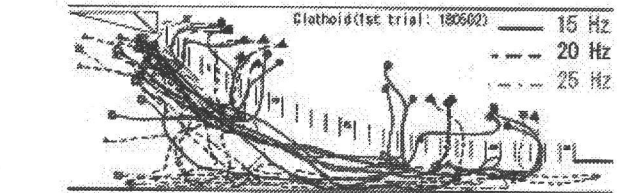


図-8(左中) 同じく通過位置

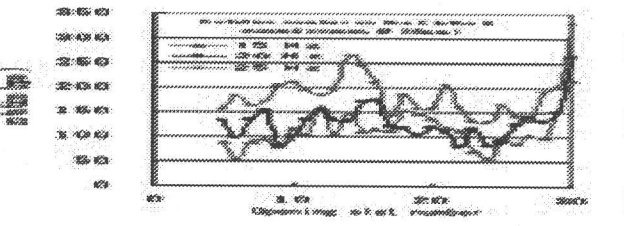


図-9(左下) 同じくスラット間隙渦による回転数