

## 円筒を用いた水路式魚道の遮へい率と粗度係数の関係

建設省土木研究所 正会員 野仲 典理

同上 正会員 Gurram Sampath Kumar

同上 正会員 柏井 条介

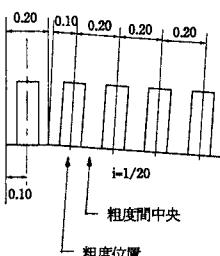
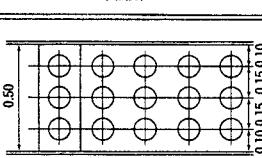
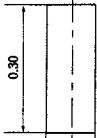
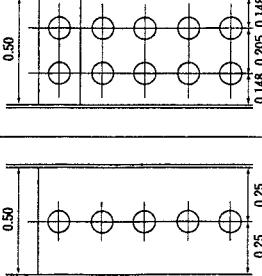
## 1.はじめに

ダムや堰など河川横断構造物により魚類等の移動が妨げられる場合、魚道を設けることにより魚類等の移動を確保することが求められている。魚道には大きく分けて2つの形式があり、1つは水路内に越流部やオリフィスを有する隔壁とそれによって区切られたプールによって構成されるプール式魚道、もう1つは水路内に粗度を設けることにより流速低減を図る水路式魚道である。水路式魚道は、近年、水路に粗石を配したり、横断勾配を持たせるものが見られるようになっており、多様な流れや景観を創出できる魚道として期待されている。本研究<sup>1)</sup>は、水路式魚道の粗度と流速の関係を把握し、水路式魚道の設計手法を確立することを目的としている。

## 2.実験概要

実験は幅50cm×高さ60cm×長さ15m、勾配1/20の水路に、表-1に示す直径11.4cm、高さ30cmの円筒による粗度を設置して行った。円筒の配置については、3列、2列および1列配置とし、流下方向の間隔は20cmを基本としたが、3列配置に関してはその間隔を15cm、20cm、25cm、30cmと変化させた。計測項目である水深、流速、流量は、それぞれポイントゲージ、直径5mmのプロペラ流速計、電磁流量計により計測し、水深は円筒列間の粗度位置および粗度間中央について流下方向に1mピッチで20点、流速

表-1 粗度形状と配置

ケース	粗度形状	配置	
		縦断図	平面図
1	円筒  平面図		
2	 侧面図		
3	 側面図	<p>3列配置に関しては流下方向間隔を0.15, 0.20, 0.25, 0.30mと変化させた</p>	

は粗度位置において水深を鉛直方向に11分割し10点計測した。

## 3.実験結果

表-2に各ケースの水深hとマニングの粗度係数nを示す。ここで、水深は等流とみなせる水路入口から5m付近の粗度間中央の値を用い、マニングの粗度係数nは次式により算定した。

$$n = (R^{2/3}I^{1/2})/v$$

ここに、R:粗度間中央断面の径深、I:水路勾配、v:粗度間中央断面の平均流速である。

円筒の流下方向の間隔が20cmの場合、3列配置では水深によらずnは0.22以上の値であり、水深hが大きい30cmであっても粗度間中央の平均流速vは27cm/s、粗度位置は82cm/sと十分流速が低減されている。2列配置ではnは

キーワード:水路式魚道、マニングの粗度係数、遮へい率

〒305-0804 茨城県つくば市大字旭1番地 TEL0298-64-2211(内線7020) FAX0298-64-0164

0.1程度にまで低下し、 $h$ が30cmで粗度間中央は54cm/s、粗度位置は95cm/sである。1列配置では $n$ は0.05まで低下し、 $h$ が小さい10cmであっても粗度間中央は90cm/s、粗度位置は117cm/sとなり、かなり流速が増大する。水路の抵抗は、横断面積に対する粗度の占める面積の影響が大きいものと考えられ、次に示す遮へい率 $\alpha$ を用いて粗度係数 $n$ との関係を調べた。

$$\alpha = Ar/At$$

ここに、 $Ar$ :粗度の流下方向の投影面積、 $At$ :水路全断面積である。

図-1に遮へい率 $\alpha$ と粗度係数 $n$ の関係を示すが、 $\alpha$ が大きくなるに従って、粗度係数 $n$ も大きくなることが分かり、流下方向間隔20cm(ケース1-2,2,3)におけるその関係は図中の近似式で表すことができる。また、この近似式は例えば球による粗度を設けた場合でも良い近似を与えることが当研究室の実験によつて確認されている。ここで、遮へい率 $\alpha$ による考え方には円筒の流下方向の間隔を考慮していないという欠点がある。しかし、表-2のケース1-1～1-4より、水深 $h$ によって多少の違いはあるものの、流下方向間隔が15cm～25cmまでは $n$ の値はほぼ一致しており、流下方向間隔が30cmの場合には $n$ は0.2以下となることが分かり、従って、上記の近似式は円筒粗度の流下方向間隔が円筒直径 $\phi$ の2.5倍程度までは適用可能である。

#### 4.まとめ

円筒を用いた水路式魚道において、

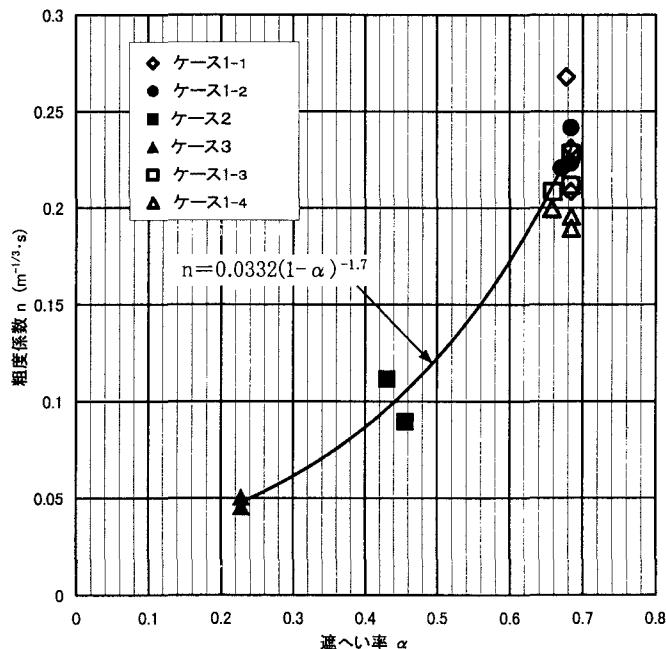
- (1)粗度係数 $n$ は遮へい率 $\alpha$ を用いて図-1に示す近似式によって与えられる。
- (2)上記近似式は円筒粗度の流下方向間隔が円筒直径 $\phi$ の2.5倍程度まで適用可能である。

#### 参考文献

- 1)柏井条介、野仲典理:水路式魚道の粗度とアユの遡上に関する調査、土木研究所資料、第3601号、1998.12
- 2)柏井条介、菅原崇之:円筒を抵抗とした水路式魚道のアユの遡上実験、土木技術資料、Vol.39、No.5、1997

表-2 実験結果(水深 $h$ 、流速 $v$ 、粗度係数 $n$ 、遮へい率 $\alpha$ )

ケース	列数	流下方向間隔(m)	水深(5m付近)(m)	平均流速		粗度係数 $n(m^{-1/3}\cdot s)$	遮へい率 $\alpha$
				粗度間中央(m/s)	粗度位置(m/s)		
1-1	3列	0.15	0.0985	0.1833	0.5801	0.208	0.684
			0.1554	0.2028	0.6418	0.231	0.684
			0.3029	0.2218	0.6876	0.268	0.677
1-2 <sup>2)</sup>		0.20	0.1150	0.1700	0.5380	0.242	0.684
			0.1560	0.2100	0.6646	0.223	0.684
			0.3060	0.2700	0.8196	0.221	0.671
2	2列	0.20	0.1050	0.4400	0.8088	0.090	0.456
			0.3180	0.5400	0.9477	0.112	0.430
3	1列	0.20	0.1140	0.9000	1.1658	0.045	0.228
			0.2950	1.1700	1.5155	0.050	0.228
1-3	3列	0.25	0.0994	0.1814	0.5741	0.212	0.684
			0.1485	0.2014	0.6373	0.228	0.684
			0.3115	0.2873	0.8419	0.209	0.659
1-4		0.30	0.0994	0.2027	0.6415	0.189	0.684
			0.1492	0.2354	0.7449	0.196	0.684
			0.3122	0.3005	0.8768	0.200	0.657

図-1 遮へい率 $\alpha$ と粗度係数 $n$ の関係