

川崎製鉄 ○ 正会員 原 健二郎
同 上 同 上 植木 八寿彦

1. はじめに

近年、市街地を流れる都市河川において、わすかは降雨でも浸水被害が出やすくなってきている。これは、都市への人口集中により都市やその周辺地域で宅地造成や住宅建設がさかんに行われ、それまで田畑や山林であったところに建物のため、舗装道路ができ、排水施設が整備された事などによって、従来の山林草地の保水能力、地下への浸透または凹地の貯留効果等が減少し、洪水の到達時間が著しく短縮され、大量の流出が一時に集中するようになったためである。このような都市河川の被害を解消するため河川改修が各都市でさかんに行われている。一般に、都市河川は川幅の狭いところが多く、住宅密集地の間を縫って流れているので拡幅も困難である。この河川改修に剛性が大きく施工が容易な鋼矢板が護岸や仮締切として多く使用されているが、矢板壁の凹凸によって流水がどのような影響を受けるか、河道の流水能はどう変化するかなどについて、これまで実験研究の報告はなされていない。一般に、河川および水路の流水抵抗を評価する尺度として粗度係数が用いられており、これは水理計算における重要な基本値の一つである。本報告は、鋼矢板を打設した河道について水理模型実験を実施し、矢板壁の凹凸が河道の粗度係数に与える影響を調べ、鋼矢板の粗度係数を求めたものである。

2. 水理模型実験

2.1 実験条件 実験は表-1に示す3種類の鋼矢板を使用し、河道断面2形状、水理条件として流量2種類、水深2種類について実施した。実験ケースを表-2に示す。実験(1)は、河道内に打設した鋼矢板が河道粗度に与える影響を調べるために矢板壁の前背面に流水がある場合、実験(2)は壁背面だけに流水する場合で鋼矢板の粗度を調べるものである。模型は縮尺 $1/5$ とし、水理諸量はフルードの相似則に従うものとする。実験水路は長さ15m幅1.5mのモルタル仕上直線水路で、水路勾配 $1/100$ である。鋼矢板模型は幅と高さを縮尺にあわせて塩化ビニル平板と壁体状に加工したもので、実験水路のほぼ中央部の実験道長5で105m区間に連続して設置した。以下実験河道に換算した数値で表す。

表-1 鋼矢板

形 式	寸 法 (mm)			A/W
	W	h	b	
KSP-IA	400	85	8.0	0.213
KSP-III	400	130	13.0	0.325
KSP-IVA	400	180	16.2	0.450

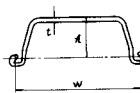


表-2 実験ケース

実験	河道状態	流量×水深	河道幅	ケース数
(1)	矢板打設前の河道	2種類×2種類	2種類	8
	矢板打設後 IA	2×1	2	4
	IV A	2×2	2	8
	矢板打設前の河道	2×1	1	2
(2)	矢板打設後 IA	2×1	1	2
	III	2×1	1	2
	IV A	2×1	1	2
	合 計			28

2.2 実験方法 流量測定は、量水槽の刃形堰を越流する水深をポイントゲージで読み取り、板谷、手島公式により流量に換算した。水位は、上研式水面測定器およびレベルを用いて測定し、流速測定は、カウンター式プロペラ流速計を用い、10秒間のプロペラの回転数を読み取り流速に換算した。水位および流速の測定位置を図-1に示す。

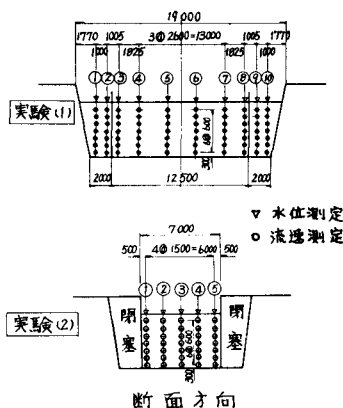


図-1 水位・流速測定位置

3. 実験結果および考察

3.1 フルード数と粗度係数

本実験は、直線区間を対象とした一様断面の水路であるが、鋼矢板を設置した場合の水面変動が著しいほどのため不等流の差分計算法によって粗度係数を算出した。実験より得られた各断面の水位および流速分布から求めたマンニングの粗度係数 n とフルード数 Fr との相関の一例を図-2に示す。実験で設定した水理量の範囲でフルード数は $Fr=0.3\sim0.5$ であるが、図-2と同様に各ケースとも一定の河道状態においては、水理量の変化による粗度係数への影響はほとんどみられない。

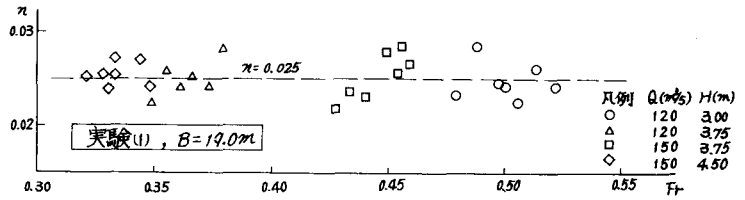


図-2 フルード数と粗度係数 (KSP-ⅣA)

3.2 鋼矢板が河道係数に及ぼす影響について

実験(1)で求めた粗度係数と河道幅 B に対して矢板の高さ h が占める割合との関係を図-3に示す。型の大きい矢板ほど河道断面積を減じるため流れ抵抗が大きくなり、 $n=0.021\sim0.022$ の河道では鋼矢板ⅠA～ⅣAを設置することにより $n=0.023\sim0.027$ になる。また、この範囲の河道幅の大小と n との相関は明瞭ではない。

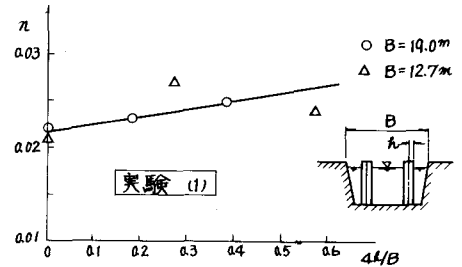


図-3 河道粗度係数

3.3 鋼矢板壁を有する河道の粗度係数について

実験(2)による粗度係数について鋼矢板の種類で比較したのが図-4であり、矢板の高さ h と幅 W の比が増大すると共に n は増大する。その増加の度合いは n/W が大きくなるに従い小さくなる傾向にあり、 n/W がある限度に達すれば n は一定値に収束する事の推定できる。

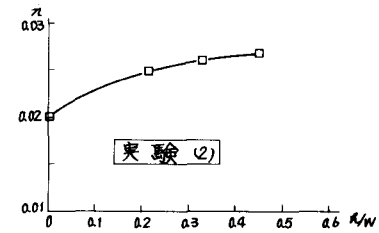


図-4 河道粗度係数

3.4 鋼矢板の粗度係数について

実験で得られた河道粗度係数を分離して鋼矢板壁の粗度係数を求め図-5に示す。なお、実験(1)は中央流路について求めた矢板壁の n である。鋼矢板の粗度係数は実験値で $n=0.029\sim0.034$ の間にあるが、矢板の高さと幅に着目すれば h/W の増加に伴って増加し、本実験の範囲では、 $n=0.020+0.0146(\frac{h}{W})^{\frac{1}{4}}$ の関係式で表わされ、この式で算出した鋼矢板の粗度係数を表-3に示す。

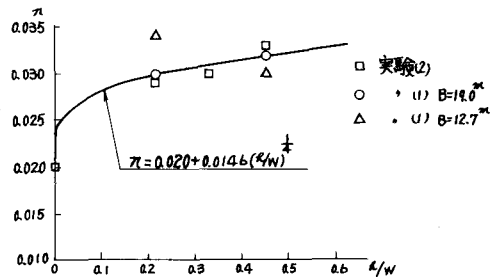


図-5 鋼矢板の粗度係数

表-3 鋼矢板の粗度係数

	ⅠA	Ⅱ	ⅡA	Ⅲ	ⅢA	Ⅳ	ⅣA	ⅤL	ⅤL
W(mm)	400	400	400	400	400	400	400	500	500
h(mm)	85	100	120	130	150	170	180	200	225
n	0.030	0.030	0.031	0.031	0.031	0.032	0.032	0.032	0.032

4. おわりに

以上、河川の流量を算出する上で基本的な要素である粗度係数について、従来あいまいであった鋼矢板壁に関して水理模型実験を実施し、鋼矢板の型と粗度係数の関係を明らかにした。

ここで取扱った鋼矢板は、高さ h と幅 W の比で全種類を代表するものであるが、数少ないパラメータのもとでの結果であり、その精度については問題が残る。今後、さらに広範囲の条件下および h/W のより広い領域での粗度係数を把握することによって、その精度を確認する必要がある。最後に、実験計画にあたりご助言をいただいた東京都土木技術研究所山本氏、実験を担当された建設技術研究所川越試験所のオカク謝意を表します。