

表 6-2 河川や水路の状況と粗度係数の範囲

河川や水路の状況		マニングの n の範囲
人工水路・改修河川	コンクリート人工水路	0.014~0.020
	スパイラル半管水路	0.021~0.030
	両岸石張小水路 (泥土床)	0.025 (平均値)
	岩盤掘放し	0.035~0.05
	岩盤整正	0.025~0.04
	粘土性河床, 洗掘のない程度の流速	0.016~0.022
	砂質ローム, 粘土質ローム	0.020 (平均値)
	ドラグライン掘しゅんせつ, 雑草少	0.025~0.033
自然河川	平野の小水路, 雑草なし	0.025~0.033
	平野の小水路, 雑草, 灌木有	0.030~0.040
	平野の小水路, 雑草多, 礫河床	0.040~0.055
	山地流路, 砂利, 玉石	0.030~0.050
	山地流路, 玉石, 大玉石	0.040 以上
	大流路, 粘土, 砂質床, 蛇行少	0.018~0.035
	大流路, 礫河床	0.025~0.040

〔参考 6.22〕 河床材料を用いた低水路粗度係数の推定

河川の低水路 (高水敷以外の場所) は一般に移動床の条件にある。移動床に洪水が作用すると、小規模河床波の消長により粗度係数が大きく変化することが珍しくない。この傾向は砂床河川で特に顕著であるが、礫床河川でも無視できない場合が少なくない。小規模河床波の影響を受ける流れについては、河床材料の粒径 d を粗度係数と直接対応づけるという考え方を基本にした粗度係数予測は、適切な結果をもたらさない。

小規模河床形態を考慮した低水路の粗度係数予測については、少なくとも実用的観点からは、理論的予測はまだ困難で、次元解析や土砂水理学の知見を用いつつ実験や河川の観測データからなんらかの法則性を導き出すというアプローチが依然として主流である。これには主として実験結果に基づき小規模河床形態の領域区分ごとに抵抗則を示した岸・黒木の方法、実験結果に河川の観測データを加え、河川に生じうる幅広い水理条件、河床材料粒径範囲について流速係数 ψ ~ 無次元掃流力 τ_* ~ 水深粒径比 h/d 関係を図化した山本の方法がある。以下これら2つを簡単に紹介する。

1. 岸・黒木の方法

岸・黒木の方法は、エンゲルンドの研究を母体とし、重要なパラメータ R/d を追加して修正したものである。ここで R は径深。その方法は、まず河床材料の大きさと水理量とから河床の領域区分 (砂堆河床、遷移河床、平坦河床及び反砂堆河床の区分) を行い、それぞれの区分内での抵抗法則を多くの実験結果から求めたものである。

領域区分は図 6-17 のガルデ・ラジュの図を用い、各領域の境界線を次のように定量化した。

砂堆河床と遷移河床との境界線は、

$$I_b/s = 0.02(R/d)^{-1/2} \quad \text{あるいは} \quad \tau_{*a} = 0.02(R/d)^{1/2}$$

両式は、同じ意味の別表現である。

また、遷移河床と反砂堆河床 (antidunes) との境界線は、

$$I_b/s = 0.07(R/d)^{-3/5} \quad \text{あるいは} \quad \tau_{*b} = 0.07(R/d)^{2/5}$$

このとき各領域における抵抗法則は、

$$(A) \text{ 砂堆河床 I } \psi = 2.4(R/d)^{1/6} \tau_*^{-1/3}$$

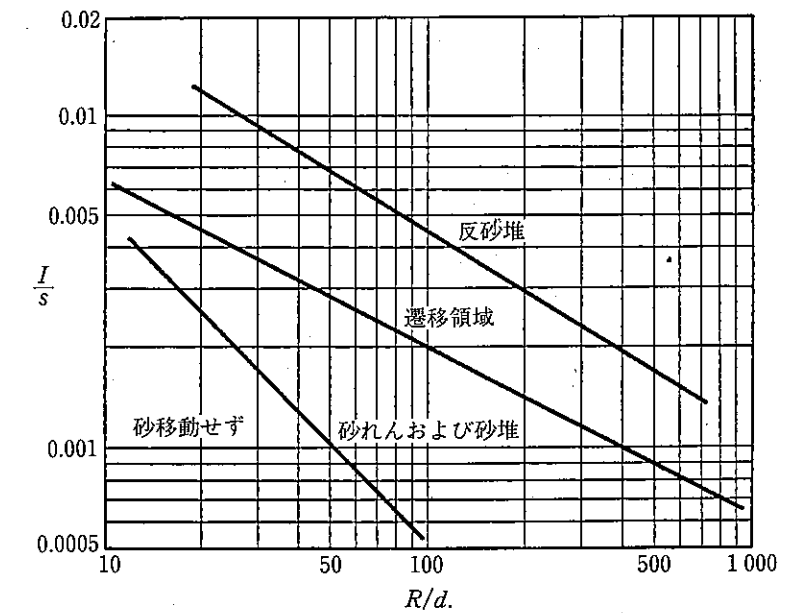
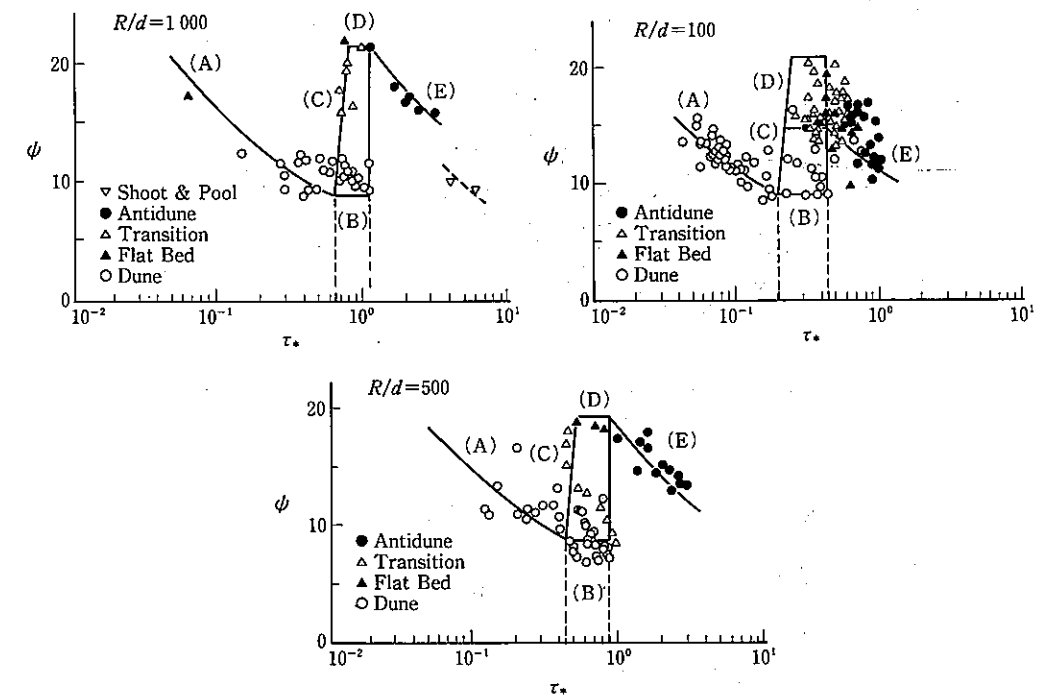


図 6-17 ガルデ・ラジュの図

図 6-18 流速係数 ψ の計算値と実験値の比較 (岸・黒木の方法) (A), (B), …… (E) は各領域を示す

$$(B) \text{ 砂堆河床 II } \psi = 8.9$$

$$(C) \text{ 遷移河床 I } \psi = 1.1 \times 10^6 (R/d)^{-3/2} \tau_*^3$$

$$(D) \text{ 平坦河床 } \psi = 6.9 (k_0/k)^{1/2} (R/d)^{1/6}$$

$$(E) \text{ 反砂堆河床 } \psi = 2.8 (R/d)^{3/10} \tau_*^{-1/3}$$

であり、これを図化すると図 6-18 (R/d がパラメータとなっている) のようになる。ここに、 I_b : 河床勾配、 d : 平均粒径あるいは 50 % 粒径の大きさ、 s : 河床材料の水中比重で通常 1.65 程度、 R : 径深、 $\tau_* = U_*^2/sgd$