

II-100 護岸法覆工の粗さについて

北海道開発局土木試験所 正員 小川 茅昭

竹本 成行

旭川建設部 村端 克己

要旨 従来、護岸工事における法覆工工種の選別は、河川形状、予算規模、使用材料取得の難易など考慮して経験的、慣習的の決められた場合が多かった。しかし、護岸法覆工の水理学的機能が明らかになるなら、より合理的な設計が可能になる。このため、著者は主として護岸法覆工の減速効果について現地調査と模型実験を行なってきたが、本文では、著者および他のいくつかの実験結果をまとめ、護岸法覆工の幾何学的形状から水理学的粗さ（相当粗さおよび粗さ係数）を求める方法を述べ、さらに、現在採用されているいくつかの法覆工種・ブロックなどについて試算を行なった。

1. 護岸法覆工の水理学的粗さ（相当粗さ率）

浮泥を含む粗な水路の流速

分布は

$$\frac{U}{U_*} = 8.5 + 5.75 \log \frac{z}{k_s} \quad (1)$$

で表わされるが、これは護岸法面でも成立する筈であるから、これを護岸法覆工の実際の粗さで表わすと

$$\frac{U}{U_*} = A + 5.75 \log \frac{z}{k} \quad (2)$$

(1)式と(2)式から

$$\frac{8.5 - A}{5.75} = \log \frac{k_s}{k}$$

$$k_s = \alpha \cdot k \quad (3)$$

を得る。 α は護岸法覆工の実際の粗さと砂相当粗さの関係を表わす値で、相当粗さ率と呼ぶ。

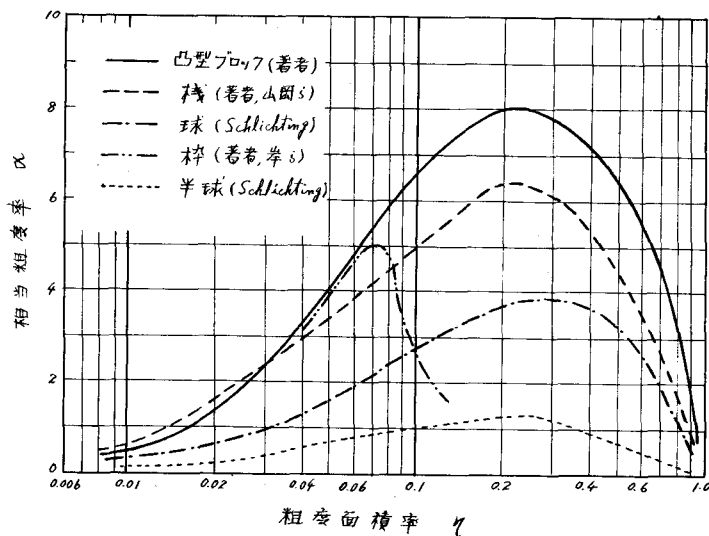


図 - 1

図-1は、著者が行なった実験結果と他のいくつかの実験結果から得る種々の法覆工種についての粗さ面積率 γ （粗さ要素が設けられている全面積と粗さ要素の流れに直面する面積和との比）と α との関係を示したものである。

2. 相当粗さ率の合成

実際の護岸法覆工は2種以上の粗さをそれぞれからなっていることが多い。このような場合、合成したものをその工種の粗さとしなければならない。それには次のように計算する。今、 n 種の粗さ要素からなる法覆工があるとき、2.の方法で求めた砂相当粗さ $k_{s1}, k_{s2}, \dots, k_{sn}$ を用いて、各粗さ要素の α （添字1）に変換する。すなわち、 $\alpha_1 = \frac{k_{s1}}{k_1}, \alpha_2 = \frac{k_{s2}}{k_2}, \dots, \alpha_n = \frac{k_{sn}}{k_n}$ から、それぞれの α に相当する各粗さの曲線上の γ を読み、それを加えたものから合成された α を求め、すなわち、 $\gamma = \gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 + \dots + \gamma_n$ に対応する合成 α を求める。したがって、合成され

大砂相当粗度は $k_s = \alpha \cdot k_1$ となる。

3. 護岸法覆工の影響範囲

A_1 (水面) の領域と A_2 (法面) の領域でそれぞれ対数分布則が成立するなら

$$\frac{U_{s1}}{U_{s2}} = \frac{\log \frac{30 \cdot Z}{k_{s1}}}{\log \frac{30 \cdot Y}{k_{s2}}} \quad (4)$$

を得る。ここで $\frac{30}{k_{s1}} = M_1, \frac{30}{k_{s2}} = M_2, \frac{U_{s1}}{U_{s2}} = \gamma,$

$\frac{M_1}{M_2} = \beta$ とおくと、法面の勾配が $1:n$ の台

形断面の法面に関して

$$A_2 = \frac{\sqrt{1+m^2}}{1+\gamma} \cdot \beta \cdot h^{2+1} \quad (5)$$

$$R_2 = \frac{\beta \cdot h^2}{1+\gamma} \quad (6)$$

$$U_{s2} = \sqrt{g I} \cdot \sqrt{\frac{\beta \cdot h^2}{1+\gamma}} \quad (7)$$

$$\gamma^2 = \frac{(1+n) M_2 \beta}{(M_1 h)^2} \cdot (1 + \frac{m}{2B}) - \sqrt{1+m^2} \cdot \frac{h}{B} \quad (8)$$

(8)式を満足する γ を試算で求めると、流水断面を右面および法面の影響範囲に分けることができる。

4. 護岸法覆工の粗度係数

1.~3.によって、施工する法覆工の砂相当粗度と影響範囲など

の物理条件が既知となるので、次式に代入して粗度係数を求めることができる。

$$n = R^{1/2} / \sqrt{g} \cdot (6.0 + 5.75 \log \frac{B}{k_s}) \quad (9)$$

表-1は、現在実用されているいくつかの法覆工について試算したものである。

表-1 各種護岸の相当粗度,粗度係数

護岸工種		整理番号	相当高さ h m	相当面積率 γ	相当粗度率 α	相当粗度 k _s m	粗度係数 n				適用曲線
名称	型式組合せ						影響範囲の長さ R (m)				
							1.0	2.0	3.0	5.0	
紙格子コンクリート張		1	0.25	0.100	5.3	1.325	0.060	0.051	0.048	0.045	橋型
H式分型面模式法覆工		2	0.10	0.079	4.95	0.595	0.041	0.038	0.037	0.035	橋型半床成
T型単床ブロック		3	0.06	0.069	5.5	0.330	0.026	0.024	0.023	0.023	凸型
M型ブロック	A 1 : B 0	4	0.10	0.149	7.6	0.760	0.048	0.043	0.041	0.039	凸型
	1 : 1	5	0.10	0.074	5.7	0.570	0.039	0.038	0.038	0.037	
	1 : 3	6	0.10	0.037	2.9	0.290	0.025	0.023	0.022	0.022	
T型ブロック ヤ1種	A 1 : B 0	7	0.09	0.090	6.5	0.585	0.044	0.040	0.038	0.037	凸型
	1 : 1	8	0.09	0.045	3.6	0.324	0.036	0.034	0.033	0.033	
	1 : 3	9	0.09	0.022	1.6	0.144	0.029	0.029	0.028	0.028	
K型ブロック	A 1 : B 0	10	0.10	0.137	7.5	0.750	0.048	0.042	0.041	0.039	凸型
	1 : 1	11	0.10	0.068	5.4	0.540	0.042	0.039	0.037	0.036	
	0 : 1	12	0.04	0.025	0.3	0.012	0.019	0.019	0.019	0.020	
I型ブロック 十字型		13	0.040	0.056	4.3	0.206	0.032	0.031	0.030	0.030	十字型
R型ブロック I種	A 1 : B 0	14	0.09	0.146	7.6	0.684	0.046	0.041	0.040	0.038	凸型
	2 : 1	15	0.09	0.097	6.7	0.603	0.044	0.040	0.038	0.037	
	1 : 1	16	0.09	0.073	5.7	0.513	0.042	0.038	0.037	0.036	
	1 : 2	17	0.09	0.049	4.0	0.360	0.037	0.035	0.034	0.033	
	0 : 1	18	0.02	0.023	0.25	0.005	0.017	0.017	0.017	0.018	
R型ブロック II種	A 1 : B 0	19	0.06	0.085	6.3	0.378	0.038	0.035	0.034	0.034	凸型
	2 : 1	20	0.06	0.056	4.5	0.270	0.034	0.033	0.032	0.031	
	1 : 1	21	0.06	0.042	3.4	0.204	0.031	0.031	0.030	0.030	
	1 : 2	22	0.06	0.028	2.0	0.120	0.028	0.028	0.027	0.027	

5. あとがき
コレタリート残工、豆板工、アスファルトマット工などを除くと、市販のブロック工や橋、枠工などによる法覆工の粗度係数は大体 0.03 以上であって、河川の中下流部においては法覆工による法面付近の減速効果が十分期待できることがわかった。今後、護岸工法やブロックの採択の際の参考になれば幸いである。
(参考文献 省略)