

コンクリート製農業用開水路の粗度係数を求めるための 現地観測について —とくに水面が緩勾配な場合—

Study on the observation of the water surface slope to calculate for Manning's roughness coefficient

○加藤 敬・本間新哉・北村浩二
Takashi KATO, Shinya HONMA, Koji KITAMURA

1 はじめに

水路の計画においてマンシングの粗度係数（以下粗度係数という）は水路の規模を決める設計上の重要なパラメーターである。開水路の設計基準等では、Chow等の資料がもとなる値を用いている。設計基準における値は多くの観測と経験の積み重ねの結果である。また、水路の水理機能評価、性能照査においても粗度係数は重要な指標となる。照査のような場合の粗度係数は現場水路において流量、水深、水面勾配等を計測して算定される。このとき、水面が緩勾配な場合の水路における観測の粗度係数が十分な信頼性を有するかという疑問が現地観測を行なって生じた。これに関して観測誤差の検討と観測を行った報告を行う。

2 観測誤差の影響検討

筆者らは、2007年に水路の2区間の流量観測と水位観測を行って粗度係数を算定した。この水路壁表面の凹凸状態は上流区間（全面改修済み区間）と下流区間（未改修区間）で目視的に明らかに差があるのに算定した粗度係数には差が見られなかった。観測した凹凸状態とマンシングストリクラー（Manning-Strickler）の式における相当粗度が同等といえないが、この式を用いて粗度係数を推定すれば0.002程度の差があると判断される。S用水路の上流区間と下流区間は500mほどの間の上下流の位置関係にあり同じ流量が流れる。このため、粗度係数に差がない原因は水面形の測定と推測された。

そこで、粗度係数に差が見られない原因を観測誤差から検討した。平均流速公式をもとに、理想的に観測して得られる粗度係数に対して、観測に誤差が生じたときの水位や流量で得られる粗度係数の変動量を（式1）で推定した。

$$\frac{\Delta n}{n} = \frac{5}{3} \frac{\Delta h}{h} + \frac{1}{2} \frac{\Delta I}{I} - \frac{\Delta q}{q} \quad (1)$$

ここに、 n : 粗度係数、 Δn : 粗度係数の変動量、 h : 平均水深、 Δh : 水深の誤差、 q : 単位幅流量、 Δq : 流量の誤差、 I : 勾配、 ΔI : 勾配の誤差。

粗度係数を求める場合の観測誤差による影響は、

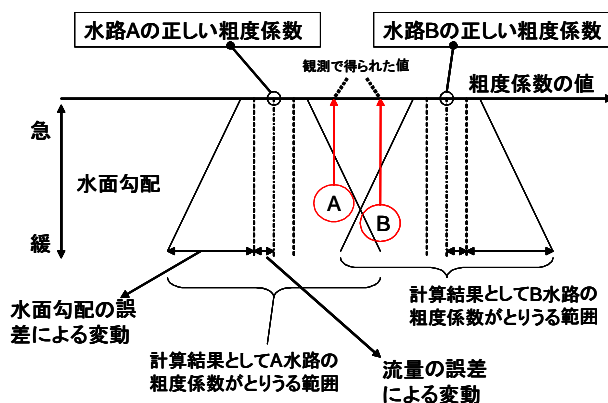


図-1 観測の誤差の影響（水深の誤差は無視）

The influence of the observation error

(a)水深がある程度の大きさを持つば
水深の観測誤差の影響は小さい。

(b)現場での流速計による測定は堰の
場合(数%)より大きいと考えられる。
観測対象の水路は上下流で同じ観測結果
を用いるので条件が同じ。

(c)水面勾配の影響として、水位差の誤
差誤差が同じでも勾配が緩やかになれ
ば影響は大きくなる。

これらを考慮し 2008 年に再度観測を実
施した。観測現場での水位の読み取り単
位(誤差)の影響割合を表-1に示す。

表-1 水面勾配の影響割合

The influence of the observation error

水路規模	勾配 I	1/I	観測区間 長さ L m	水位の 読み取り 単位 m	区間での 水位差 I m	読み取り単位 の大きさの誤 差があるとき の水位差 m	$12/L-1/I/L$ ΔI	$0.5 \times \Delta / I$
現地水路 規模	0.00200	500	70	0.001	0.1400	0.1410	0.00001	0.004
	0.00200	500	70	0.010	0.1400	0.1500	0.00014	0.036
	0.00100	1000	70	0.010	0.0700	0.0800	0.00014	0.071
	0.00050	2000	70	0.010	0.0350	0.0450	0.00014	0.143
	0.00025	4000	70	0.001	0.0175	0.0185	0.00001	0.029
	0.00025	4000	70	0.010	0.0175	0.0275	0.00014	0.286
	0.00100	1000	140	0.001	0.1400	0.1410	0.00001	0.004
	0.00100	1000	140	0.010	0.1400	0.1500	0.00007	0.036
	0.00050	2000	140	0.001	0.0700	0.0710	0.00001	0.007
	0.00050	2000	140	0.010	0.0700	0.0800	0.00007	0.071
	0.00025	4000	140	0.001	0.0350	0.0360	0.00001	0.014
	0.00025	4000	140	0.005	0.0350	0.0400	0.00004	0.071
	0.00025	4000	140	0.010	0.0350	0.0450	0.00007	0.143
	0.00050	2000	300	0.001	0.1500	0.1510	0.00000	0.003
	0.00050	2000	300	0.005	0.1500	0.1550	0.00002	0.017
	0.00050	2000	300	0.010	0.1500	0.1600	0.00003	0.033
実験室 水路規模	0.00200	500	10	0.001	0.0200	0.0210	0.00010	0.025
	0.00100	1000	10	0.001	0.0100	0.0110	0.00010	0.050
	0.00050	2000	10	0.001	0.0050	0.0060	0.00010	0.100

ΔI はプラスとマイナスがあるがプラス側での検討のみ。

3. 観測結果

観測の水面勾配については上
流区間が約 1/2000、下流区間が
約 1/4000 ~ 1/6000 と下流区間が
緩やかである(図-2)。

観測結果においては、2007 年
を含む 3 ケースの観測結果は上
流区間ではケースによる粗度係
数の値に差が小さく、下流区間
は粗度係数の値にバラツキが見
られた(表-2)。

同じ観測方法で上流区間の粗度係数は
バラツキが小さい結果を得、一方、下流
区間では粗度係数の値がバラツキが大きい結果
となった。観測回数が少なく観測技量の問題と
も考えられるが、水面勾配が緩やかになれば観
測誤差による粗度係数の変動量が大きくなるこ
との表れと考えられる。

4 おわりに

観測値と設計値との比較といった性能を照査
する場合、観測誤差の考察が重要となるであろ
う。水面勾配が緩やかな水路においては、粗度係数の現地観測では、水面勾配の観測誤差
による影響が大きいことに留意しておくことが必要である。

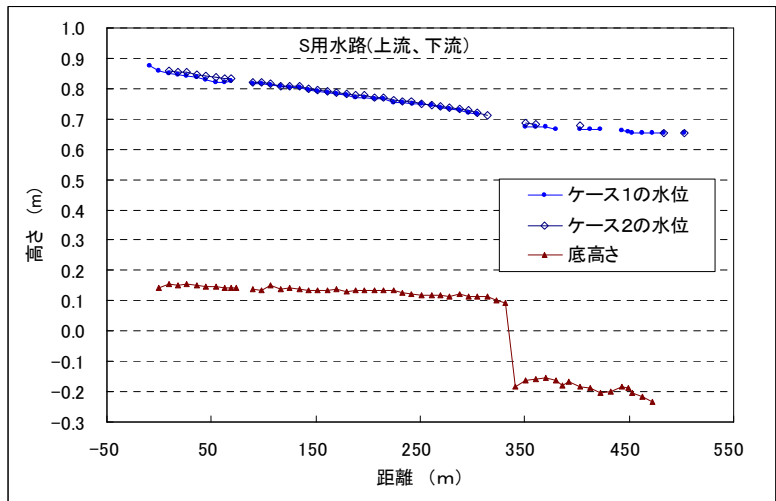


図-2 観測水位と水路底高さ

The observed water level and the bottom elevation

表-2 粗度係数の観測値
Observed Manning's roughness coefficient

観測 ケース	粗度係数	
	S用水路 上流区間	S用水路 下流区間
2007年	0.0160	0.0164
ケース1	0.0165	0.0143
ケース2	0.0171	0.0180

参考文献

加藤ら：開水路における壁面の凹凸と水路の粗度係数に関する考察、2008-3、農村工学研究所技報(資料)