

管きよの設計について

中日本建設コンサルタント(株) 正員 企画部 ○ 辻 喜磯
 “ 電算室 並井 豊
 “ 正員 “ 成田 裕

1. はじめに

雨水排水計画は、流出量の算定を行ない、与えられた流出量から排水施設を定める。この決定過程には種々の制約があるが、例えば、下水道施設を決定する場合には、流速 v 、管径 D 、勾配 I の間には、

$$\left. \begin{aligned} v_i &\geq v_{i-1}, & 3.0 \geq v &\geq 0.6 \text{ (m}^3 \text{ sec}^{-1}\text{)} \\ D_i &\geq D_{i-1}, \\ I_i &\leq I_{i-1} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (1)$$

の条件を満足するように定めるものとしている。しかしながら、式(1)の条件をすべての拡大された「面」について満足させるためには、かなりの経験を要し、正確な記憶装置を併っていなければならないことになり、事實上、拡大された「面」では式(1)を満足させることは不可能に近いものであるといえよう。

ここでは、式(1)の条件を満足するように、標準化を行なったが、ある程度の成果が得られたので報告するものである。

2. 計算手順

今、管径の変化を、 0.1 m 、 0.2 m および、管定規に従うものとする。管定規は次のように変化している(単位、 m)。

0.30, 0.35, 0.40, 0.45, 0.50	(0.05 ステップ)
0.60, 0.70, 0.80, 0.90, 1.00, 1.10, 1.20	(0.10 ステップ)
1.35, 1.50, 1.65, 1.80	(0.15 ステップ)
2.00, 2.20, 2.40, 2.60, 2.80, 3.00	(0.20 ステップ)
3.25, 3.50, 3.75, 4.00, 4.25, 4.50, 4.75, 5.00	(0.25 ステップ)

式(1)において、式(2)の条件で計算を行ない、 $\sum_k \sum_i (v_i, D_i, I_i)$ 表を求める。

$$\left. \begin{aligned} v_i &= \alpha v_{i-1} \\ v &= \frac{1}{n} I^{\frac{1}{2}} R^{\frac{2}{3}}, & n = 0.018 \\ I_0 &= K D_0^{-1} \text{ (初期値の設定)} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (2)$$

ここで、 α : 変化率

K : 定数

$\sum_k \sum_i (\mu_i, D_i, I_i)$ 表のうち、 $\alpha = 1.03$ の場合を図示すると図-1 になる。図-1 から、管径 D と勾配 I との間には式 (3) の関係が成り立つと仮定する。

$$I = \gamma K D^\beta \quad \text{-----} \quad (3)$$

ここで、 γ, β : 定数

求めた $\sum_k \sum_i (\mu_i, D_i, I_i)$ 表を用い、式 (3) の γ, β を最小二乗法を求めると表-1 を得る。粗度係数を種々変化させても表-1 と同じ結果を得る。又、図-2 のような形状の場合においても、粗度係数を変化させても、やはり表-1 と同様の結果を得る。

次に、変化率 α と、 γ, β との関係を検討する。

表-1 から、 α, γ および α, β の関係を図示すると、図-3, 図-4 を得る。図-3, 図-4 から、 α, γ, β の間には式 (4) の関係が成り立つと仮定する。

$$\left. \begin{aligned} \gamma &= A \alpha^B \\ \beta &= C + D \gamma \end{aligned} \right\} \quad \text{-----} \quad (4)$$

ここで、 A, B, C, D : 定数

表-1 を用い、各々の場合について、定数を最小二乗法で求めると表-2 のようになる。

以上の結果より、式 (5) を求めることができる。

0.1 ステップの場合

$$I = 0.00084340 \alpha^{4.8323} K D^{44.0753 - 45.4610 \alpha}$$

0.2 ステップの場合

$$I = 0.00084345 \alpha^{-2.4539} K D^{31.0055 - 32.3759 \alpha}$$

管定規に従う場合

$$I = 0.00066941 \alpha^{20.2477} K D^{20.3815 - 21.7391 \alpha}$$

$$\left. \begin{aligned} & \\ & \\ & \end{aligned} \right\} \quad \text{-----} \quad (5)$$

3 考察

以上の計算結果より、次のことがわかる。

(1) 管径と勾配の間には、変化率 α で表現される。

(2) 変化率 α を用いた場合、粗度係数、管きよ、水路の形状に規定されるのではなく、形状の変化する状態で一義的に定められる。

又、式 (1) を満足する条件式は、式 (5) におきかえられるが、変化率 α および定数 K を定めることにより一義的に定まる。限界掃除力⁽¹⁾の検討を加え、これらの定数を決定すれば、面整備の合理的な設計を行なうことが可能となるものと考えられる。

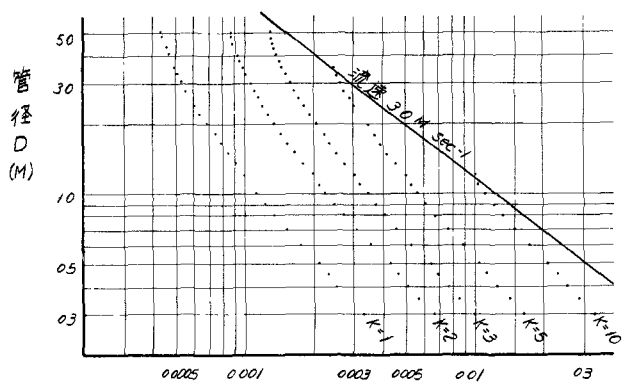
参考文献 (1) 土木学会編 水理公式集 昭和46年度改訂版 P.386

表-1 α, β, γ 係数表

α	01 ステップの場合		02 ステップの場合		管定規に従う場合	
	γ	β	γ	β	γ	β
0.90	5.0690×10^{-4}	-5.96740	1.0923×10^{-3}	-4.59242	7.9287×10^{-5}	-3.47570
0.95	6.5824×10^{-4}	-3.58937	9.5656×10^{-4}	-2.92001	2.3694×10^{-4}	-2.37630
0.96	6.9240×10^{-4}	-3.12881	9.3231×10^{-4}	-2.59611	2.9298×10^{-4}	-2.16340
0.97	7.2798×10^{-4}	-2.67305	9.0889×10^{-4}	-2.27555	3.6129×10^{-4}	-1.95270
0.98	7.6494×10^{-4}	-2.22192	8.8630×10^{-4}	-1.95830	4.4468×10^{-4}	-1.74410
0.99	8.0341×10^{-4}	-1.77540	8.6456×10^{-4}	-1.64431	5.4616×10^{-4}	-1.53770
1.00	8.4340×10^{-4}	-1.33335	8.4344×10^{-4}	-1.33338	6.6943×10^{-4}	-1.33330
1.01	8.8496×10^{-4}	-0.89576	8.2310×10^{-4}	-1.02562	8.1883×10^{-4}	-1.13100
1.02	9.2810×10^{-4}	-0.46242	8.0344×10^{-4}	-0.72085	9.9961×10^{-4}	-0.93067
1.03	9.7290×10^{-4}	-0.03330	7.8447×10^{-4}	-0.41911	1.2179×10^{-3}	-0.73299
1.04	1.0194×10^{-3}	0.39169	7.6608×10^{-4}	-0.12022	1.4811×10^{-3}	-0.53582
1.05	1.0677×10^{-3}	0.81252	7.4833×10^{-4}	0.17575	1.7978×10^{-3}	-0.34125
1.10	1.3368×10^{-3}	2.85858	6.6756×10^{-4}	1.61477	4.6111×10^{-3}	0.60470

表-2 係数総括表

	01 ステップの場合	02 ステップの場合	管定規に従う場合
A	0.00084340	0.00084345	0.00066941
B	4.8323	-2.4539	20.2477
C	44.0753	31.0055	20.3815
D	-45.4610	-32.3759	-21.7391



勾配 I

図-1 管径勾配相関図
(変化率 $\alpha=103$, 管定規に従う場合)

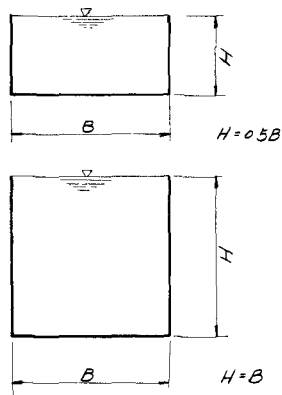


図-2 形状説明図
(矩形渠)

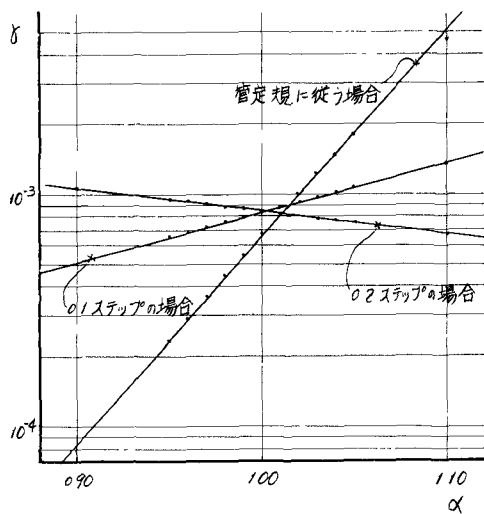


図-3 α, δ 相関図

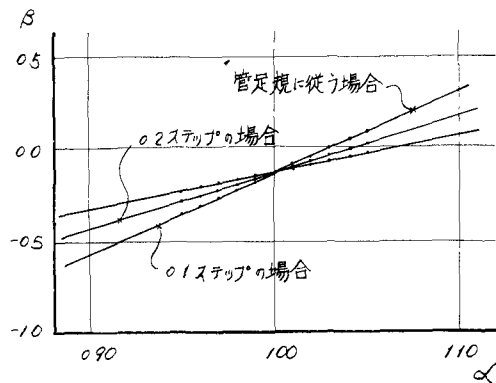


図-4 α, β 相関図