

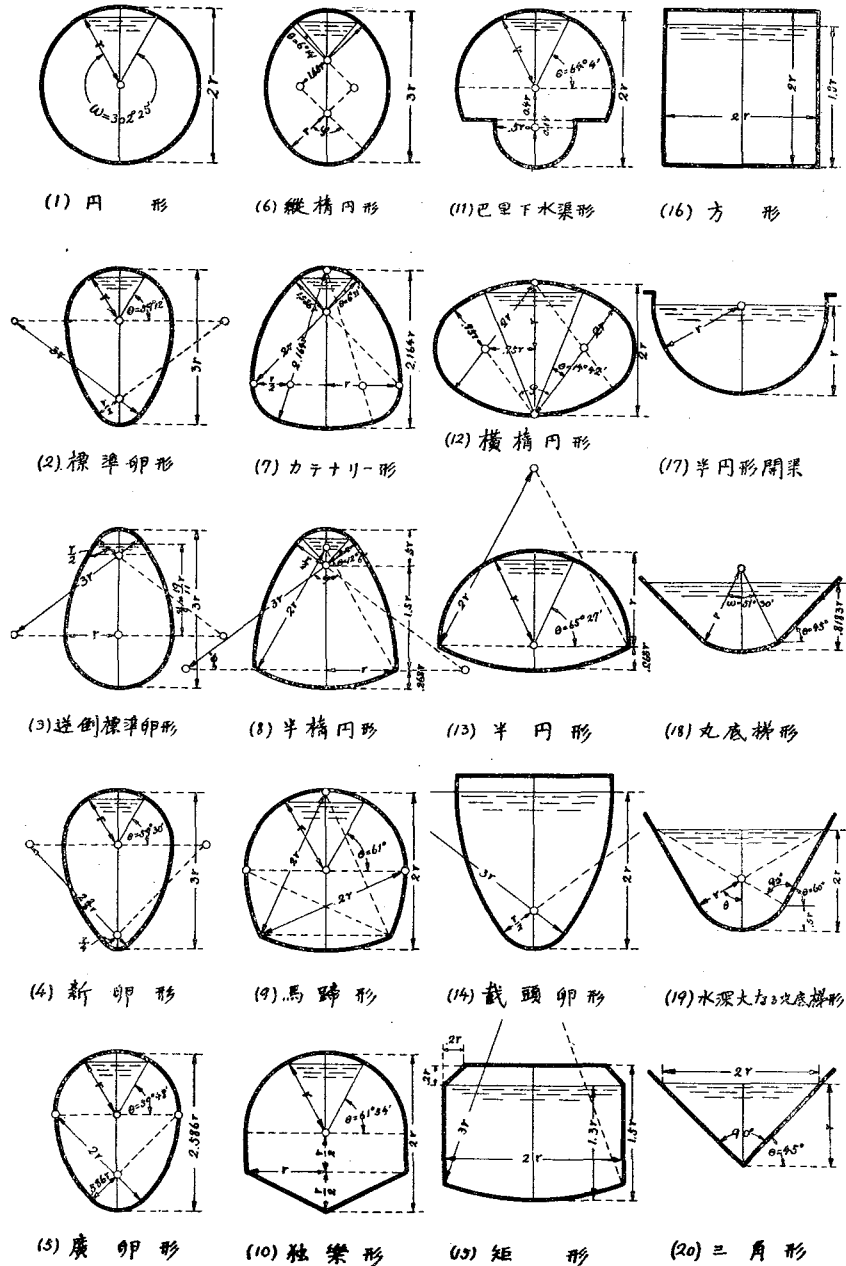
各種断面形状下水渠の共通勾配式に就て

會員 北澤 貞吉\*

著者は曩に円形渠の勾配式を作製發表したが、更に歩を進めて之を凡ゆる断面形状渠に擴張して見たところ、曩に發表した円形渠用勾配式をも抱括した各種共通の勾配式を作製するの可能なるを知り次の行程を経て之を作製した。

採用断面は(1)円形、(2)標準卵形、(3)逆倒標準卵形、(4)新卵形、(5)廣卵形、(6)縦楕円形、(7)カタナリー形、(8)半楕円形、(9)馬蹄形、(10)獨樂形、(11)巴里下水渠形、(12)横楕円形、(13)半円形、(14)截頭卵形、(15)矩形、及(16)方形、等の各種暗渠と、(17)半円形、(18)丸底梯形、(19)水深大なる丸底梯形、及(20)三角形、等の開渠の合計 20 種の形状渠にして図-1 の如くである。

図-1. 採用断面形状と最大流量時の角度又は水深



\* 熊本高等工業学校教授 工学士 (昭和12年4月10日講演)

而して暗渠に於ては自然流下の場合流量最大となる水深を定め、開渠に於ては特別の場合を除く限り最も経済的断面、即ち径深=水深/2 なる条件を得る如き水深を定め、之等の水深に於て渠内流速をして標準流速  $v_s=1$  m/sec, 最大流速  $v_{max}=2.5$  m/sec, 最小流速  $v_{min}=0.6$  m/sec として、渠内に沈澱乃至磨損の生ずることなからしめる爲の勾配を算定した。勾配算定には、マンニングの流速公式  $v=1/n \cdot R^{2/3} i^{1/2}$  を応用して次式を作り、

$$i = v^2 n^2 / R^{4/3} \dots\dots\dots (1)$$

茲に  $i$ : 勾配,  $v$ : 流速 (m/sec),  $R$ : 径深 (m),

$n$ : 管渠内面の粗度係数 (コンクリート渠を用ひて 0.013 とした)。

之に上記流量最大の場合の径深を求めて代入すれば、 $n$  は 0.013 にて定数、 $v$  は 1, 2.5, 0.6 m/sec にて之亦定数なるを以て、勾配は單に変数  $R$  のみの函数となる。然るに  $R=cr$  なる形に表し得て渠径  $r$  の函数ならば、勾配式は、次の如き形となし得る理である。

$$i = v^2 n^2 / (cr)^{4/3} = 1 / (C^4 r^{4/3}) \dots\dots\dots (2)$$

茲に  $C$ : 定数にして  $C^4 = v^2 n^2 / r^{4/3}$

而して  $Q_{max}$  なる場合の径深の値を計算し、之に對する (2) 式の  $C$  の値を算定して表示すれば表-1 の如くである。但し管渠半径  $r$  は cm にて表すを便とするを以て、次表の  $C$  の値は m 單位に化する爲に  $(0.01)^{4/3} = 0.0021544$  を乘じてある。

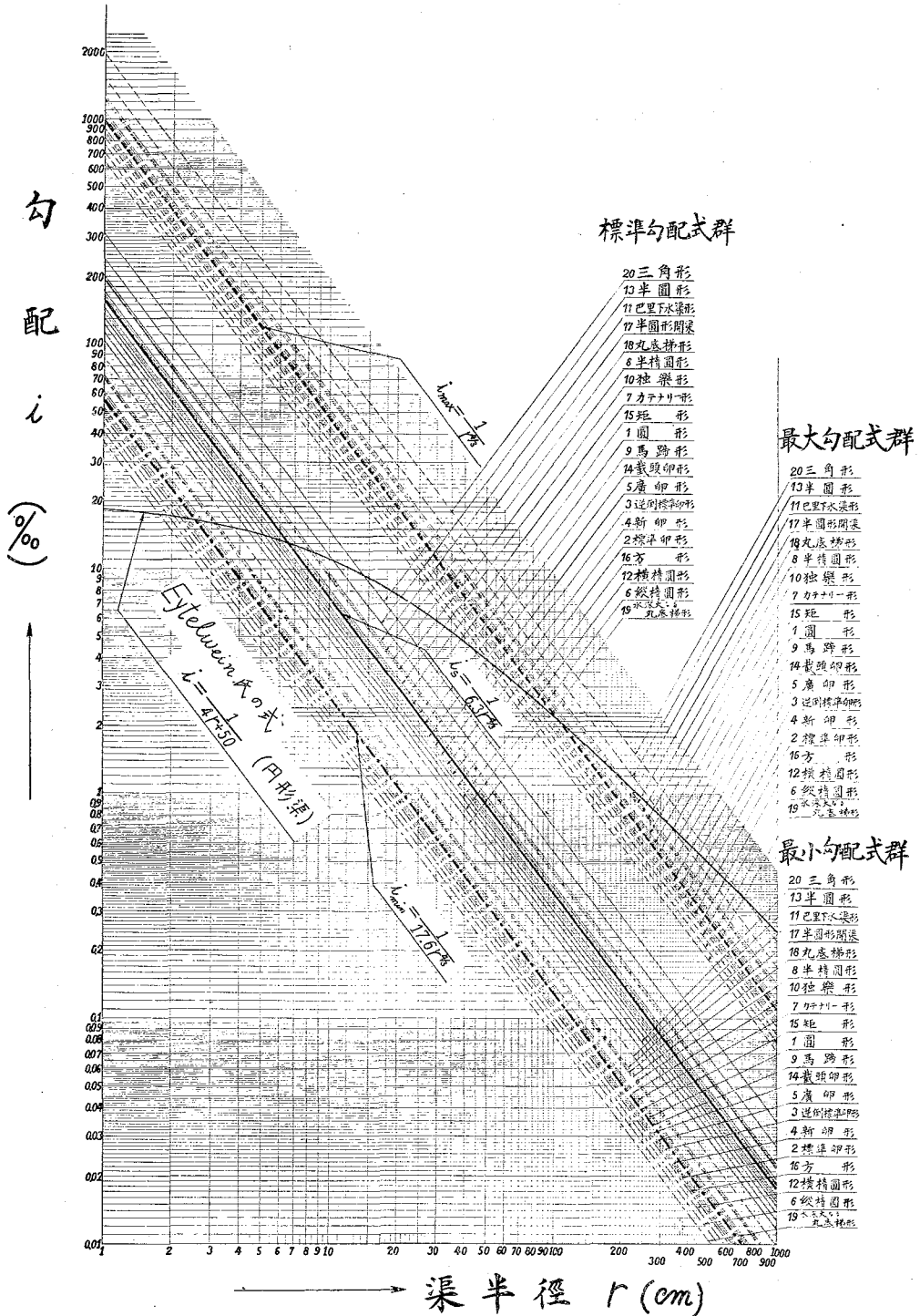
表-1.

管渠の断面形状	$Q_{max}$ を與へる場合の角度 $\theta$ , 又は水深 $y$ , 或は $H$	同左の場合の径深 $R=ar$ , 但し $r$ =渠半径 (cm)	$i = \frac{1}{C^4 r^{4/3}} \times \frac{1}{(0.01)^{4/3}} = \frac{1}{C^4 r^{4/3}}$		
			$C_s$ ( $v_s=1$ m/sec に對し)	$C_{max}$ ( $v_{max}=2.5$ m/sec に對し)	$C_{min}$ ( $v_{min}=0.6$ m/sec に對し)
(1) 円形	$\omega = 3.2^{\circ}25'$	0.5800 $r$	6.166	0.987	17.128
(2) 標準卵形	$\theta = 59^{\circ}12'$	0.6560 $r$	7.266	1.163	20.184
(3) 逆倒標準卵形	$y = (19/11)r$	0.6479 $r$	7.080	1.125	19.629
(4) 新卵形	$\theta = 59^{\circ}30'$	0.6437 $r$	7.085	1.134	19.681
(5) 廣卵形	$\theta = 59^{\circ}48'$	0.6325 $r$	6.921	1.107	19.226
(6) 縦橋円形	$\theta = 6^{\circ}14'$	0.7606 $r$	8.851	1.416	24.586
(7) カテナリー形	$\theta = 6^{\circ}31'$	0.5673 $r$	5.986	0.958	16.629
(8) 半橋円形	$\theta = 12^{\circ}06'$	0.5401 $r$	5.607	0.897	15.575
(9) 馬蹄形	$\theta = 61^{\circ}00'$	0.5881 $r$	6.281	1.005	17.448
(10) 獨樂形	$\theta = 61^{\circ}54'$	0.5551 $r$	5.816	0.931	16.155
(11) 巴里下水渠形	$\theta = 64^{\circ}04'$	0.4893 $r$	4.915	0.786	13.654
(12) 横橋円形	$\theta = 14^{\circ}42'$	0.7116 $r$	8.112	1.298	22.533
(13) 半円形	$\theta = 65^{\circ}27'$	0.4299 $r$	4.136	0.662	11.490
(14) 截頭卵形	$H=2r$	0.6314 $r$	6.905	1.105	19.182
(15) 矩形	$H=1.3r$	0.5789 $r$	6.151	0.984	17.085
(16) 方形	$H=1.8r$	0.6429 $r$	7.579	1.213	21.054
(17) 半円形開渠	$H=r$	0.5 $r$	5.059	0.809	14.053
(18) 丸底梯形	$H=0.8163r$	0.4091 $r$	3.872	0.619	10.754
(19) 水深大なる丸底梯形	$H=2r$	0.8116 $r$	9.651	1.544	26.808
(20) 三角形	$H=r$	0.3536 $r$	3.188	0.510	8.854
暗渠のみの平均			6.550	1.048	18.196
全体の平均			6.380	1.013	17.580

之を図示すれば図-2 となる。

即ち渠半径  $r$  の指數は何れも  $-4/3$  なるを以て、各線は同傾斜をなして皆平行し、係数  $C$  のみを Y 軸の Intercept に對數目盛にて取りさへすればよい。但し  $1/C$  を % にて表はすこととする。然らば本図は横距に  $r$  を cm 單位にて示し、縦距に勾配を % にて表はしたることとなりて、渠半径を與ふれば図より直ちに勾配を出すことが出来る。例へば半径 100 cm の管渠は一般に

図-2. 各種断面形状下水渠の勾配式一覽図



$$i_s = 0.36\text{‰}, \quad i_{\max} = 2.28\text{‰}, \quad i_{\min} = 0.13\text{‰}$$

の勾配範囲内に納まる様に設置すればよいことになる。

上記の結果を総合判断して  $C$  を小さ目にとるとすれば、流速は寧ろ安全側に大となるを以て、著者は次の如く各種断面形状の管渠に共通な勾配式を提唱せんとするものである。

$$\text{標準勾配式: } i_s = \frac{1}{6.3r^{4/3}} \dots\dots\dots(3)$$

$$\text{最大勾配式: } i_{\max} = \frac{1}{r^{4/3}} \dots\dots\dots(4)$$

$$\text{最小勾配式: } i_{\min} = \frac{1}{17.5r^{4/3}} \dots\dots\dots(5)$$

茲に  $r$ : 各種断面の渠半径 (cm)

或は (3)~(5) 式を合して、

$$\text{共通勾配式: } i = \frac{1}{Cr^{4/3}}, \quad C = 1 \sim 17.5 \dots\dots\dots(6)$$

としても可い。

又若し或 1 断面のみの管渠に的確に好適な勾配式を得んとすれば、上表より該断面に相當する  $C_s, C_{\max}, C_{\min}$  を摘出して、

$$\text{標準勾配式: } i_s = \frac{1}{C_s r^{4/3}} \dots\dots\dots(7)$$

$$\text{最大勾配式: } i_{\max} = \frac{1}{C_{\max} r^{4/3}} \dots\dots\dots(8)$$

$$\text{最小勾配式: } i_{\min} = \frac{1}{C_{\min} r^{4/3}} \dots\dots\dots(9)$$

とすればよい。例へば円形渠には、

$$i_s = \frac{1}{6r^{4/3}} \dots\dots\dots(7')$$

$$i_{\max} = \frac{1}{r^{4/3}} \dots\dots\dots(8')$$

$$i_{\min} = \frac{1}{17r^{4/3}} \dots\dots\dots(9')$$

とすれば可いであらう。

上記の理論は獨り下水渠のみならず、沈澱物を帶行する水管水路にて自然流下をなすものには、總べて応用することが出来る。灌漑用管渠の如き其の例である。