論 説 報 告

第23巻第11號 昭和12年11月

# 渠内の磨損乃至沈澱を生ぜざる勾配に設置したる各種断面形狀渠の流量式に就て

會員 北 澤 貞 吉*

## On Discharge Formula for Conduits of Various Shape of Cross-Section layed under such Gradient that neither Scouring nor Deposition occurs in the Conduits

By Teikiti Kitasawa, C. E., Member.

**要 旨** 20 種の断面形狀渠を選び，之をして渠内に沈澱乃至磨損を生ぜしめざる流速，即ち 0.6～2.5 m/sec の範圍内に在らしめる如き勾配に設置する場合，流量 $Q$ は單に半徑 $r$ のみの函數式で表はし得ることを示し，進んで $Q$ と $r$ との相關圖を作製して實用に供したものである。

**目 次** 頁

1. 概 說 ……1205
2. 流下量最大なる場合に於ける各種断面形狀渠の流水断面積の算定 ……1206
3. 流量式の作製並に流量—渠徑相關圖 ……1210
4. 結 び ……1213

## 1. 概 說

下水道の設計に於て最も厄介なるは，下水量の算定と之を流下すべき下水渠の大いさを決定する事である。而して下水量は汚水量及雨水量として夫々算定される。一度其の量が定まれば，管渠をして沈澱乃至磨損を生ぜざる範圍の勾配に地勢に應じて設置するを要するのであるが，其の勾配に關しては既に著者の論じたところである。[1] 斯くて勾配定まれば流速が限定されるを以て，流量は流水断面積延いては渠徑を決定することゝなる。

下水渠又は灌漑用管渠の如く自然流下をなすものに於ては，其の最も經濟的断面は，暗渠には，流水断面積を $A$，流速を $v$，水面の挾む中心角を $\theta$ とすれば，$A\times v$ の最大となる如き $\theta$ を選ぶことによつて與へられる。即ち $\dfrac{\partial(Av)}{\partial\theta}=0$ より所要の角度 $\theta$ を定められ，此の場合の流水断面積を定むればよい。

又開渠に於ては，流量 $Q=Av=Ac\sqrt{RJ}$ にて，$A$ 並に水面勾配 $J$ を一定とすれば，流速式係數 $C$ も問題の管渠には定數なるを以て，單に徑深 $R$ の最大なる如き断面を選べばよい。而して其の水深を $H$ とすれば，$\dfrac{\partial R}{\partial H}=0$ より經濟的断面たるべき水深 $H$ が定められる。

斯の如き經濟的断面の断面積 $A$ を算出すれば，何れも渠半徑 $r$ の函數となる。即ち

$$A=\beta r^2 \quad \cdots\cdots(1)$$

茲に $\beta$ は各種断面形狀により異る定數

* 熊本高等工業學校教授 工學士

(1) 拙著：—各種断面形狀下水渠の共通勾配式に就て（土木學會誌 第 23 巻第 10 號，p. 1071）

故に流量 $Q$ は，上述の如き流速 0.6～2.5 m/sec を以て流すとすれば

$$Q=Av=(0.6\sim2.5)\beta r^2 \cdots\cdots(2)$$

となり，單に $r$ のみの函數となる。從つて此の相關図を作製して置けば，流量を與へて渠徑を求め得るし，反對に渠徑を與ふれば之を以て流下し得る流量を一見して求め得る。而も此の相關図は比較的容易に作製することが出來る。

## 2. 流下量最大なる場合に於ける各種断面形狀渠の流水断面積の算定

著者は前記の論文に於て，図-1 の如き 20 種の断面形狀渠を選び，マンニング，フォルヒハイマー，ヘーズン・ウォリアムス及タットンの 4 流速公式を用ひて，各流下量の最大となるべき水面の挾む中心角 $\omega$ 又は $\theta$ 或は水深 $H$ を定めた。今其等を応用して，共の際の流水断面積 $A$ を求めることゝする。

**(1) 円 形 渠**

$$A=1/2\cdot r^2(\omega-\sin\omega) \cdots\cdots(3\cdot1)$$

マンニング式を用ふる場合，　$\omega_M=302°25'$

$$\therefore\ A_M=1/2\cdot r^2(5.2782+0.8442)=3.0612r^2$$

フォルヒハイマー式を用ふる場合，　$\omega_F=301°27'$

$$\therefore\ A_F=1/2\cdot r^2(5.2616+0.8531)=3.0574r^2$$

ヘーズン・ウォリアムス式を用ふる場合，　$\omega_{H-W}=303°27'$

$$\therefore\ A_{H-W}=1/2\cdot r^2(5.2962+0.8344)=3.0653r^2$$

タットン式を応用する場合，　$\omega_T=302°37'$

$$\therefore\ A_T=1/2\cdot r^2(5.2817+0.8423)=3.0620r^2$$

**(2) 標準卵形渠**

$$A=r^2(\theta+1/2\sin2\theta+3.0233) \cdots\cdots(3.2)$$

$\theta_M=59°11'$,　$A_M=4.4962r^2$,　　$\theta_F=58°40'$,　$A_F=4.4919r^2$

$\theta_{H-W}=59°48'$,　$A_{H-W}=4.5017r^2$,　　$\theta_T=59°18'$,　$A_T=4.4973r^2$

**(3) 倒卵形渠**

$$A=r^2[1/4\theta+1/8\sin(\varphi-2\theta)+4.3623],\quad \varphi=2\arctan\frac{2}{1.5}=106°15'36'' \cdots\cdots(3.3)$$

$\theta_M=7°44'$,　$A_M=4.5210r^2$,　　$\theta_F=6°51'$,　$A_F=4.5171r^2$

$\theta_{H-W}=8°46'$,　$A_{H-W}=4.5255r^2$,　　$\theta_T=7°55'$,　$A_T=4.5217r^2$

**(4) 新卵形渠**

$$A=r^2(\theta+1/2\sin2\theta+2.8832) \cdots\cdots(3.4)$$

$\theta_M=59°30'$,　$A_M=4.3590r^2$,　　$\theta_F=58°58'$,　$A_F=4.3541r^2$

$\theta_{H-W}=60°6'$,　$A_{H-W}=4.3642r^2$,　　$\theta_T=59°37'$,　$A_T=4.3600r^2$

**(5) 廣卵形渠**

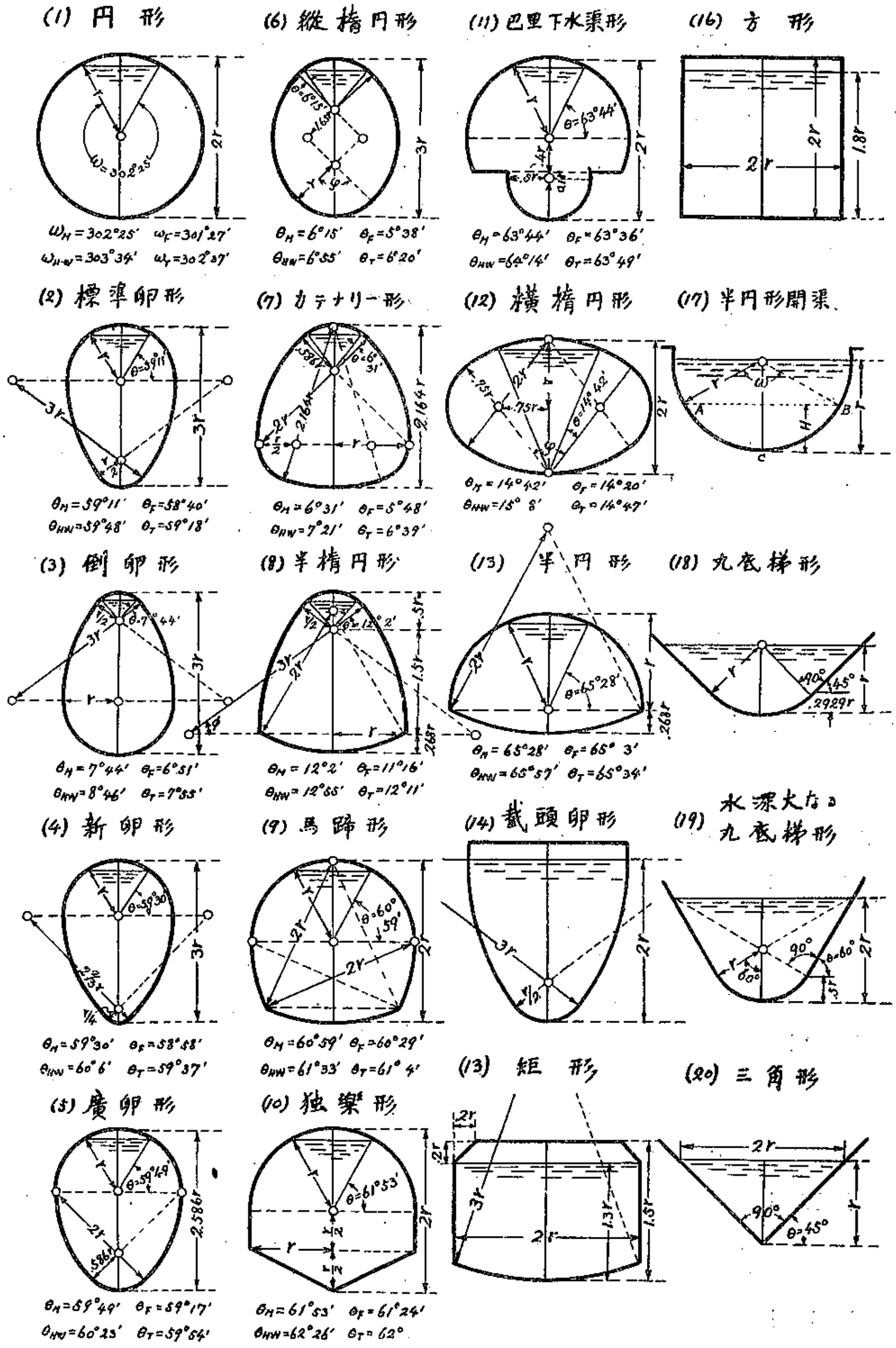
$$A=r^2(\theta+1/2\sin2\theta+2.4113) \cdots\cdots(3.5)$$

$\theta_M=59°49'$,　$A_M=3.8899r^2$,　　$\theta_F=59°17'$,　$A_F=3.8851r^2$

$\theta_{H-W}=60°23'$,　$A_{H-W}=3.8948r^2$,　　$\theta_T=59°54'$,　$A_T=3.8907r^2$

**(6) 縦楕円形渠**

図-1. 採用断面形狀渠


(1) 円形
ωH=302°25′ ωF=301°27′
ωH-W=303°34′ ωT=302°37′
(6) 縦楕円形
θH=6°15′ θF=5°38′
θHW=6°55′ θT=6°20′
(11) 巴里下水渠形
θH=63°44′ θF=63°36′
θHW=64°14′ θT=63°49′
(16) 方形
(2) 標準卵形
θH=59°11′ θF=58°40′
θHW=59°48′ θT=59°18′
(7) カテナリー形
θH=6°31′ θF=5°48′
θHW=7°21′ θT=6°39′
(12) 横楕円形
θH=14°42′ θF=14°20′
θHW=15° 8′ θT=14°47′
(17) 半円形開渠
(3) 倒卵形
θH=7°44′ θF=6°51′
θHW=8°46′ θT=7°53′
(8) 半楕円形
θH=12°2′ θF=11°16′
θHW=12°55′ θT=12°11′
(13) 半円形
θH=65°28′ θF=65° 3′
θHW=65°57′ θT=65°34′
(18) 丸底梯形
(4) 新卵形
θH=59°30′ θF=58°58′
θHW=60°6′ θT=59°37′
(9) 馬蹄形
θH=60°59′ θF=60°29′
θHW=61°33′ θT=61° 4′
(14) 截頭卵形
(19) 水深大なる丸底梯形
(5) 廣卵形
θH=59°49′ θF=59°17′
θHW=60°23′ θT=59°54′
(10) 独楽形
θH=61°53′ θF=61°24′
θHW=62°26′ θT=62°
(15) 矩形
(20) 三角形

$$A=r^2[\theta+1/2\cdot\sin(\varphi-2\theta)+5.0566],\quad \varphi=2\arccos\frac{0.5}{0.65}=79°26'10'' \qquad (3.6)$$

$\theta_M=6°15'$, $A_M=5.6257r^2$, $\theta_F=5°38'$, $A_F=5.6191r^2$

$\theta_{H-W}=6°55'$, $A_{H-W}=5.6327r^2$, $\theta_T=6°20'$, $A_T=5.6266r^2$

**(7) カテナリー形渠**

$$A=r^2(0.586^2\theta+1/2\times0.586^2\cos2\theta+3.1356) \qquad (3.7)$$

$\theta_M=6°31'$, $A_M=3.3420r^2$, $\theta_F=5°48'$, $A_F=3.3386r^2$

$\theta_{H-W}=7°21'$, $A_{H-W}=3.3458r^2$, $\theta_T=6°39'$, $A_T=3.3426r^2$

**(8) 半楕円形渠**

$$A=r^2[1/4\,\theta+1/8\sin2(\phi+\theta)+3.1539],\quad \phi=\arctan\frac{1.5}{2}=36°52'11.6'' \qquad (3.8)$$

$\theta_M=12°2'$, $A_M=3.3302r^2$, $\theta_F=11°16'$, $A_F=3.3273r^2$

$\theta_{H-W}=12°55'$, $A_{H-W}=3.3335r^2$, $\theta_T=12°11'$, $A_T=3.3308r^2$

**(9) 馬蹄形渠**

$$A=r^2(\theta+1/2\sin2\theta+1.7732) \qquad (3.9)$$

$\theta_M=60°59'$, $A_M=3.2618r^2$, $\theta_F=60°29'$, $A_F=3.2575r^2$

$\theta_{H-W}=61°33'$, $A_{H-W}=3.2664r^2$, $\theta_T=61°4'$, $A_T=3.2624r^2$

**(10) 獨樂形渠**

$$A=r^2(\theta+1/2\sin2\theta+1.5) \qquad (3.10)$$

$\theta_M=61°53'$, $A_M=2.9958r^2$, $\theta_F=61°24'$, $A_F=2.9919r^2$

$\theta_{H-W}=62°26'$, $A_{H-W}=3.0002r^2$, $\theta_T=62°$, $A_T=2.9966r^2$

**(11) 巴里下水渠形渠**

$$A=r^2(\theta+1/2\sin2\theta+1.2701) \qquad (3.11)$$

$\theta_M=63°44'$, $A_M=2.7794r^2$, $\theta_F=63°36'$, $A_F=2.7784r^2$

$\theta_{H-W}=64°14'$, $A_{H-W}=2.7827r^2$, $\theta_T=63°49'$, $A_T=2.7799r^2$

**(12) 横楕円形渠**

$$A=r^2[4\theta+2\sin(\varphi-2\theta)+2.1172],\quad \varphi=2\arctan0.75=73°44'23'' \qquad (3.12)$$

$\theta_M=14°42'$, $A_M=4.5413r^2$, $\theta_F=14°20'$, $A_F=4.5421r^2$

$\theta_{H-W}=15°8'$, $A_{H-W}=4.5497r^2$, $\theta_T=14°47'$, $A_T=4.5429r^2$

**(13) 半円形渠**

$$A=r^2(\theta+1/2\sin2\theta+0.3623) \qquad (3.13)$$

$\theta_M=65°28'$, $A_M=1.8826r^2$, $\theta_F=65°3'$, $A_F=1.8801r^2$

$\theta_{H-W}=65°57'$, $A_{H-W}=1.8855r^2$, $\theta_T=65°34'$, $A_T=1.8831r^2$

**(14) 截頭卵形渠**

$$A=r^2(1/8\varphi+9\phi-3),\quad \varphi=2\arctan\frac{2}{1.5}=106°15'36'',\quad \phi=\arctan\frac{1.5}{2}=36°52'11.6'' \qquad (3.14)$$

$A_M=A_F=A_{H-W}=A_T=3.0233r^2$

**(15) 矩 形 渠**

$$A=r^2[4.5\,\omega-3\cos\omega/2+2(3\cos\omega/2-1.7)],\quad \omega=2\arcsin1/3=38°56'12'' \qquad (3.15)$$

$$A_M = A_F = A_{H-W} = A_T = 2.4866 r^2$$

**(16) 方 形 渠**

$$A_M = A_F = A_{H-W} = A_T = 3.6 r^2 \quad \cdots\cdots (3.16)$$

**(17) 半円形開渠**

$$A_M = A_F = A_{H-W} = A_T = 1.5708 r^2 \quad \cdots\cdots (3.17)$$

**(18) 丸底梯形渠**

$$A = (B^2/4)(\sin\theta\cos\theta + \theta\sin^2\theta), \quad \theta = 45°, \quad B = 2r\,\mathrm{cosec}\,\theta \quad \cdots\cdots (3.18)$$

$$A_M = A_F = A_{H-W} = A_T = 1.7854 r^2$$

**(19) 水深大なる丸底梯形渠**

$$A = (B^2/4)\tan\theta - r^2(\tan\theta - \theta), \quad \theta = 60°, \quad B = 6r\cot\theta \quad \cdots\cdots (3.19)$$

$$A_M = A_F = A_{H-W} = A_T = r^2(9\cot\theta - \tan\theta + \theta) = 4.5113 r^2$$

**(20) 三角形渠**

$$A_M = A_F = A_{H-W} = A_T = r^2 \quad \cdots\cdots (3.20)$$

以上の結果を纏め，且つ上記 4 種の流速公式に共通するために，之等の結果の平均を出して表示すれば表-1 の如くなる。

**表-1. 流下量最大なる水理狀態に於ける流水断面積**

| 管渠の断面形狀 | マンニング式応用 | | フォルヒハイマー式応用 | | ヘーズン•ウィリアムス式応用 | | タットン式応用 | | 共通値 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 角度 | 流積 | 角度 | 流積 | 角度 | 流積 | 角度 | 流積 | 角度又は水深 | 流積 |
| (1) 円形 | 302°25′ | $3.0612r^2$ | 301°27′ | $3.0574r^2$ | 303°34′ | $3.0653r^2$ | 302°37′ | $3.0620r^2$ | 302°31′ | $3.0615r^2$ |
| (2) 標準卵形 | 59°11′ | 4.4962 〃 | 58°40′ | 4.4919 〃 | 59°48′ | 4.5017 〃 | 59°18′ | 4.4973 〃 | 59°14′ | 4.4968 〃 |
| (3) 倒卵形 | 7°44′ | 4.5210 〃 | 6°51′ | 4.5171 〃 | 8°46′ | 4.5255 〃 | 7°55′ | 4.5217 〃 | 7°49′ | 4.5213 〃 |
| (4) 新卵形 | 59°30′ | 4.3590 〃 | 58°58′ | 4.3541 〃 | 60° 6′ | 4.3642 〃 | 59°37′ | 4.3600 〃 | 59°33′ | 4.3593 〃 |
| (5) 廣卵形 | 59°49′ | 3.8899 〃 | 59°17′ | 3.8851 〃 | 60°23′ | 3.8948 〃 | 59°54′ | 3.8907 〃 | 59°51′ | 3.8901 〃 |
| (6) 縦楕円形 | 6°15′ | 5.6257 〃 | 5°38′ | 5.6191 〃 | 6°55′ | 5.6327 〃 | 6°20′ | 5.6266 〃 | 6°17′ | 5.6260 〃 |
| (7) カテナリー形 | 6°31′ | 3.3420 〃 | 5°48′ | 3.3386 〃 | 7°21′ | 3.3458 〃 | 6°39′ | 3.3426 〃 | 6°35′ | 3.3423 〃 |
| (8) 半楕円形 | 12° 2′ | 3.3302 〃 | 11°16′ | 3.3273 〃 | 12°55′ | 3.3335 〃 | 12°11′ | 3.3308 〃 | 12° 6′ | 3.3305 〃 |
| (9) 馬蹄形 | 60°59′ | 3.2618 〃 | 60°29′ | 3.2575 〃 | 61°33′ | 3.2664 〃 | 61° 4′ | 3.2624 〃 | 61° 1′ | 3.2620 〃 |
| (10) 獨樂形 | 61°53′ | 2.9958 〃 | 61°24′ | 2.9919 〃 | 62°26′ | 3.0002 〃 | 62° | 2.9966 〃 | 61′56′ | 2.9961 〃 |
| (11) 巴里下水渠形 | 63°44′ | 2.7794 〃 | 63°36′ | 2.7784 〃 | 64°14′ | 2.7827 〃 | 63°49′ | 2.7799 〃 | 63°51′ | 2.7801 〃 |
| (12) 横楕円形 | 14°42′ | 4.5413 〃 | 14°20′ | 4.5421 〃 | 15° 8′ | 4.5497 〃 | 14°47′ | 4.5429 〃 | 14°44′ | 4.5440 〃 |
| (13) 半円形 | 65°28′ | 1.8826 〃 | 65° 3′ | 1.8801 〃 | 65°57′ | 1.8855 〃 | 65°34′ | 1.8831 〃 | 65°31′ | 1.8828 〃 |
| (14) 截頭卵形 | | | | | | | | | $2.0r$ | 3.0233 〃 |
| (15) 矩形 | | | | | | | | | $1.3r$ | 2.4866 〃 |
| (16) 方形 | | | | | | | | | $1.8r$ | 3.6000 〃 |
| (17) 半円形開渠 | | | | | | | | | $1.0r$ | 1.5708 〃 |
| (18) 丸底梯形 | | | | | | | | | $1.0r$ | 1.7854 〃 |
| (19) 水深大なる丸底梯形 | | | | | | | | | $2.0r$ | 4.5113 〃 |
| (20) 三角形 | | | | | | | | | $1.0r$ | 1.0000 〃 |

## 3. 流量式の作製並に流量-渠徑相關圖

前節の如くして，流下量最大なる場合の流水断面積の定數 $\beta$ を算出し得たれば，渠內に沈澱乃至磨損の起らざる流速を以て流す際の流量式は，次の如くして得られる。

標準流速 $v_s=1$ m/sec を以て流す場合は

$$Q_s=1\times\beta r^2 \tag{4}$$

最大流速 $v_{max}=2.5$ m/sec を以て流す場合は

$$Q_{max}=2.5\times\beta r^2 \tag{5}$$

最小流速 $v_{min}=0.6$ m/sec を以て流す場合は

$$Q_{min}=0.6\times\beta r^2 \tag{6}$$

上式に於て　$Q$：流量 (m³/sec),　$r$：渠半徑 (m)

之等 (4)～(6) 式を以て算定した各種断面形狀渠に適用すべき流量式は**表-2** の如くなる。

**表-2.　渠內に沈澱乃至磨損の生ぜざる如く設置された管渠の流量式一覽表**

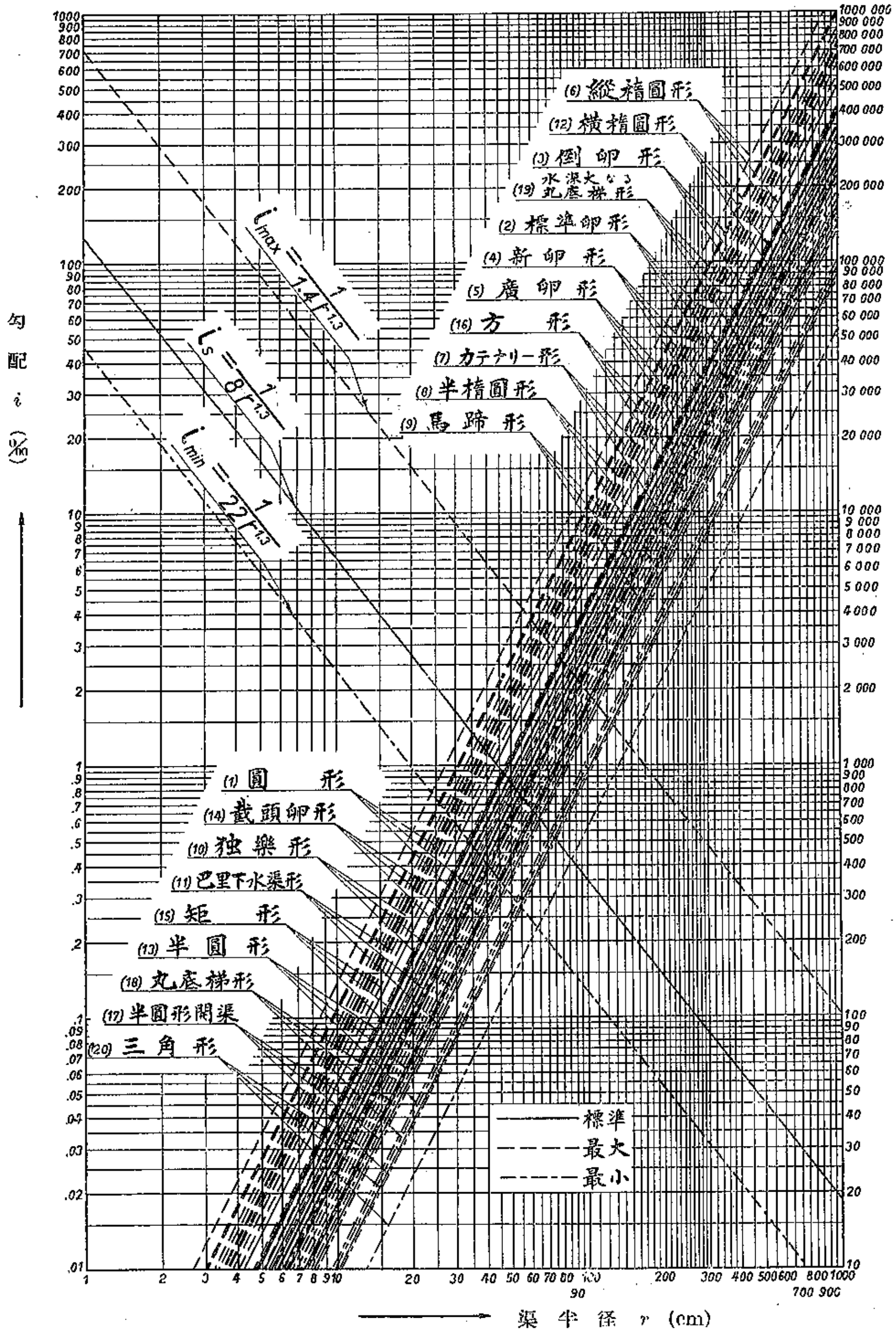
| 管渠の断面形狀 | 流水断面積 $A$ の定數 $\beta$ | 流量式 ($Q$ は m³/sec, $r$ は m) 標準勾配の場合 $Q_s=1\times\beta r^2=K_s r^2$ | 最大勾配の場合 $Q_{max}=2.5\times\beta r^2=K_{max}r^2$ | 最小勾配の場合 $Q_{min}=0.6\times\beta r^2=K_{min}r^2$ | 式の番號 |
|---|---|---|---|---|---|
| (1) 円形 | 3.0615 | $Q_s=3.062r^2$ | $Q_{max}=7.654r^2$ | $Q_{min}=1.837r^2$ | (7.1) |
| (2) 標準卵形 | 4.4968 | 4.497 〃 | 11.242 〃 | 2.698 〃 | (7.2) |
| (3) 倒卵形 | 4.5213 | 4.521 〃 | 11.303 〃 | 2.713 〃 | (7.3) |
| (4) 新卵形 | 4.3593 | 4.359 〃 | 10.898 〃 | 2.616 〃 | (7.4) |
| (5) 廣卵形 | 3.8901 | 3.890 〃 | 9.725 〃 | 2.334 〃 | (7.5) |
| (6) 縱楕円形 | 5.6260 | 5.626 〃 | 14.065 〃 | 3.376 〃 | (7.6) |
| (7) カテナリー形 | 3.3423 | 3.342 〃 | 8.356 〃 | 2.005 〃 | (7.7) |
| (8) 半楕円形 | 3.3305 | 3.331 〃 | 8.326 〃 | 1.998 〃 | (7.8) |
| (9) 馬蹄形 | 3.2620 | 3.262 〃 | 8.155 〃 | 1.957 〃 | (7.9) |
| (10) 獨樂形 | 2.9961 | 2.996 〃 | 7.490 〃 | 1.798 〃 | (7.10) |
| (11) 巴里下水渠形 | 2.7801 | 9.780 〃 | 6.950 〃 | 1.668 〃 | (7.11) |
| (12) 横楕円形 | 4 5440 | 4.544 〃 | 11.360 〃 | 2.726 〃 | (7.12) |
| (13) 半円形 | 1.8828 | 1.883 〃 | 4.707 〃 | 1.130 〃 | (7.13) |
| (14) 截頭卵形 | 3.0233 | 3.023 〃 | 7.558 〃 | 1.814 〃 | (7.14) |
| (15) 矩形 | 2.4866 | 2.487 〃 | 6.217 〃 | 1.492 〃 | (7.15) |
| (16) 方形 | 3.6000 | 3.600 〃 | 9.000 〃 | 2.160 〃 | (7.16) |
| (17) 半円形開渠 | 1.5708 | 1.571 〃 | 3.927 〃 | 0.943 〃 | (7.17) |
| (18) 丸底梯形 | 1.7854 | 1.785 〃 | 4.464 〃 | 1.071 〃 | (7.18) |
| (19) 水深大なる丸底梯形 | 4.5113 | 4.511 〃 | 11.278 〃 | 2.707 〃 | (7.19) |
| (20) 三角形 | 1.0000 | 1.000 〃 | 2.500 〃 | 0.600 〃 | (7.20) |

之等の流量式を見るに，何れも

$$Q=Kr^2,\quad K=\text{定數} \tag{8}$$

なる形をなし，直角座標上に畫けば水平軸に接する拋物線なるを示して居る。依つて之を對數方眼紙上に畫けば

圖-2.　渠内に磨損乃至沈澱を生ぜざる勾配に設置したる管渠の流量-渠徑相關図



直線となる。即ち之等の直線は水平 1:垂直 2 の勾配で右方へ上る方向をなし，其の起點は垂直軸上に對數目盛で $K$ だけに取つた平行線群となる。図-2 の右上りの直線群がそれである。而して實地には安全の爲に其の定數 $K$ は小さ目に取るがよい。

尚ほ図上には前記論文に於て定めた各種断面形狀渠に共通する勾配式

標準勾配式:　$i_s=\frac{1}{8}r^{1.3}$ ……(9)

最大勾配式:　$i_{max}=\frac{1}{1.4}r^{1.3}$ ……(10)

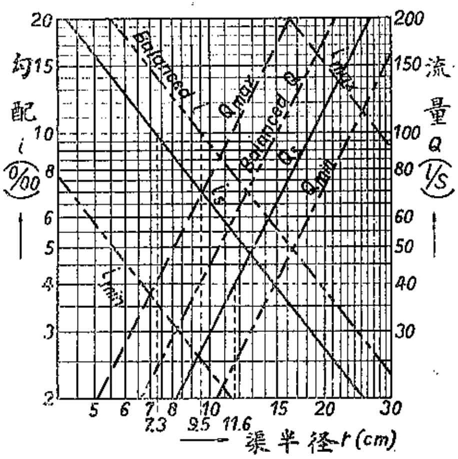
最小勾配式:　$i_{min}=\frac{1}{22}r^{1.3}$ ……(11)

但し $r$：渠半径 (cm)

を，右下りの 3 平行線で表はしてある。故に図-2 を用ふれば，流量と渠径との相關々係のみならず，進んで勾配まで入れた 3 者の相關々係を見出し得るわけである。即ち勾配が與へられたりとすれば，之を標準勾配として之に對する渠径 $r$ を定め得，更に之に對する流量をも決定し得る。又其の逆も可能である。或は又渠径を與へて之に相當する勾配並に流量を定めることも出來る。併し地勢の關係上，勾配は標準値となすことが出來ないのに，流量は所定量を流下しなくてはならない場合がある。斯の如き際は，與へられた勾配に對する標準勾配式の線 (9) を用ひて標準渠径 $r_i$ と，流量に對する標準流量式の線 ($7_s$) より標準渠径 $r_Q$ とを求めて兩者の中間 $(r_i+r_Q)/2$ を出せば所要の渠径となる。之は勿論標準流量及標準勾配より上又は下に，それだけ偏倚した値を示すものであつて，勾配式 $i=1/Cr^{1.3}$ の係數 $C$ 及流量式 $Q=Kr^2$ の定數 $K$ が，夫々標準値より大又は小となつたことを示すものである。

**図-3. 流量-渠径-勾配相關図使用例の 1**

(円形渠)




例へば，円形渠に於て流量 40 l/sec，勾配 10 ‰ の場合，所要渠径を求むるには，図-2 を利用して（此處には解り易くする爲に図-3 を挿入して置いた），40 l/sec に對する標準渠径は流量式図線から 11.6 cm を得，10 ‰ の勾配に對する夫れは勾配式図線から 7.3 cm を得る。依て所要渠径は $(11.6+7.3)\div 2=9.45$ 或は 9.5 cm を得る。之は流量式の定數 $K$ を

$$K=Q/r^2=0.04/0.095^2=4.43<K_{max}=7.654$$

に，勾配式の係數 $C$ を

$$C=1/(i\times r^{1.3})=1/(0.01\times 9.5^{1.3})=5.36>C_{max}=1.4$$

に変じた場合なるを示し，図-3 の two dot 線が之を表はし何れも最大値の方へそれだけ倚つた場合である。

又若し，流量 6 000 l/sec，勾配 0.15‰ が與へられた際は，同様にして 6 000 l/sec に對する標準渠径は 146 cm，0.15‰ なる勾配に對する夫れは 194 cm で，兩者の平均 170 cm の渠径を與ふれば可い。之は

$$K=6/1.7^2=2.076\quad >K_{min}=1.837$$

$$C=1/(0.00015\times 170^{1.3})=8.40\quad <C_{min}=22$$

と変更した場合なるを示し，それ丈最小値の方へ近づいた狀態である。図-4 は其の解明図である。

斯くの如くにして算定した値が餘りに偏倚し過ぎて，最大又は最小の $C$ 又は $K$ の値を超過する場合は，磨損

又は沈澱を生ずるを以て，設計を變更しなくてはならぬ。

## 4. 結　び

本文は前記の拙著「各種斷面形狀下水渠の共通勾配式に就て」の續編とも稱すべきもので，要するに管渠をして其の內部に沈澱乃至磨損を生ぜざらしめる樣に流速を限定すれば，流量は單に渠徑のみの函數となるを以て，斯の如き狀況下に於ける管渠の流量式は

$$Q=Kr^2,\quad \text{但し } r \text{ は m 單位}$$

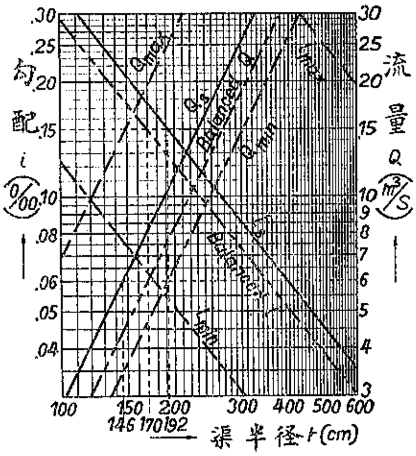
なる形式で表はし得ることを示したものである。而して之は普通拋物線の方程式なるが故に，之を對數方眼紙に畫けば單純な直線となる。是れ著者が作図を試みて流量-渠徑の相關図となした所以である。更に之に著者の作製した勾配式

$$i=1/Cr^{1.3},\quad \text{但し } r \text{ は cm 單位}$$

を加ふれば，之は一種の双曲線をなすを以て，之亦對數方眼紙を用ふれば一直線となる。之等兩式の相關図を同一図面に畫けば，流量-渠徑-勾配の相關々係を示すを得て，實用上便益が少くない。本図には各種斷面形狀渠を皆記入したが，實地に當つては實際使用する種類のものゝみの，例へば円形渠と卵形渠或は更に半円形渠の如き 2～3 種のみの相關図を畫けば，図面が鮮明となつて使用に便すると思ふ。**図-3** 及 **図 4** は其の例である。

**図-4.　流量-渠徑-勾配相關図使用例の 2**

(円形渠)




尙ほ特定の流速公式，例へばマンニング式を用ひる場合には，其れに對する勾配式を前記著者の論文より抽出されて，之と流量式とを結合すれば，所望の相關々係を図示することが出來る。要は實地使用者が自己に最も使ひよい流速公式を選んで，著者の主旨を活用して戴ければ幸甚之に過ぎたるはない。