การออกแบบระบบกวนเร็วแบบ Static Mixer(Noritake)
สำหรับน้ำประปาขนาด 1,200 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

โดย นายพรศักดิ์ สมรไกรสรกิจ

ส่วนวิเคราะห์จัดการสิ่งแวดล้อม กองจัดการสิ่งแวดล้อมและมลพิษ
ฝ่ายควบคุมคุณภาพน้ำ

Static Mixer Design

การคำนวณค่า Pressure Drop

สูตร

สูตรที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณค่า Pressure drop มี 2 สูตร คือ

$$Re.No = \frac{D\,\bar{u}\,\rho}{\mu} \quad (1)$$

Re.No : Reynold's Number

D : เส้นผ่านศูนย์กลางด้านในของท่อ (mm)

$\bar{u}$: ความเร็วในการเคลื่อนที่ของของเหลว (m/s)

ρ : ความหนาแน่นของของเหลว (Kg/m^3)

μ : ความหนืดของของเหลว (Kg/m.s)

ถ้า Re.No. < 2300 ⇨ Laminar flow

ถ้า Re.No. > 2300 ⇨ Turbulent flow

$$\Delta P = 3.061 \times 10^{-6} f_{NSM} \rho (\bar{u})^2 E \quad \rightarrow \quad 2$$

ΔP : Pressure drop (Kg/cm^2)

f_{NSM} : สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานของ Noritake Static Mixer เป็นค่าที่อ่านได้จากตาราง

ถ้าค่า Re.No ต่ำกว่า 0.1 ค่า f_{NSM} จะหาได้จากสูตร

$$f_{NSM} = \frac{16 \times 6}{Re.No}$$

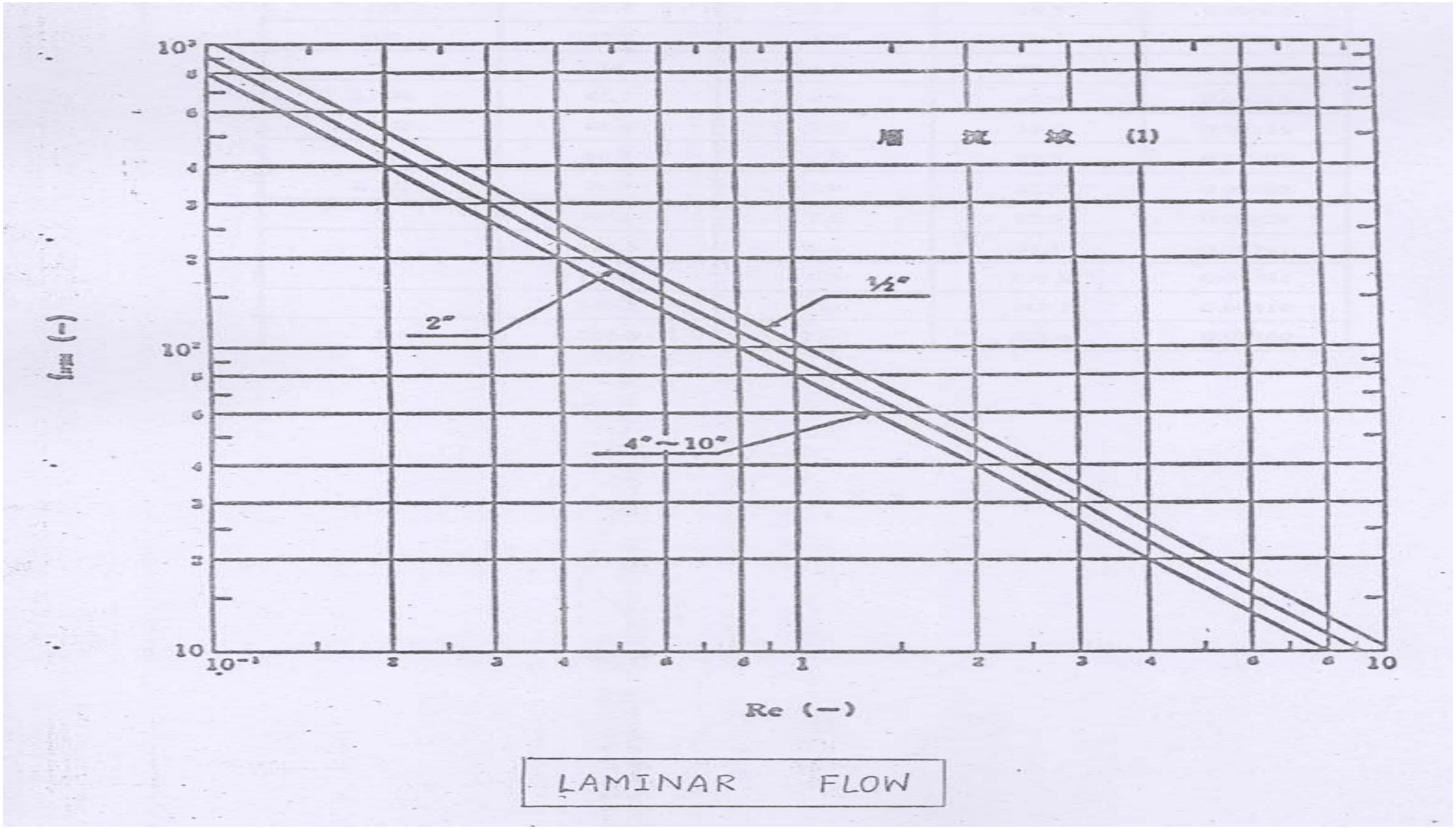
ρ : ความหนาแน่นของของเหลว (g/cm^3)

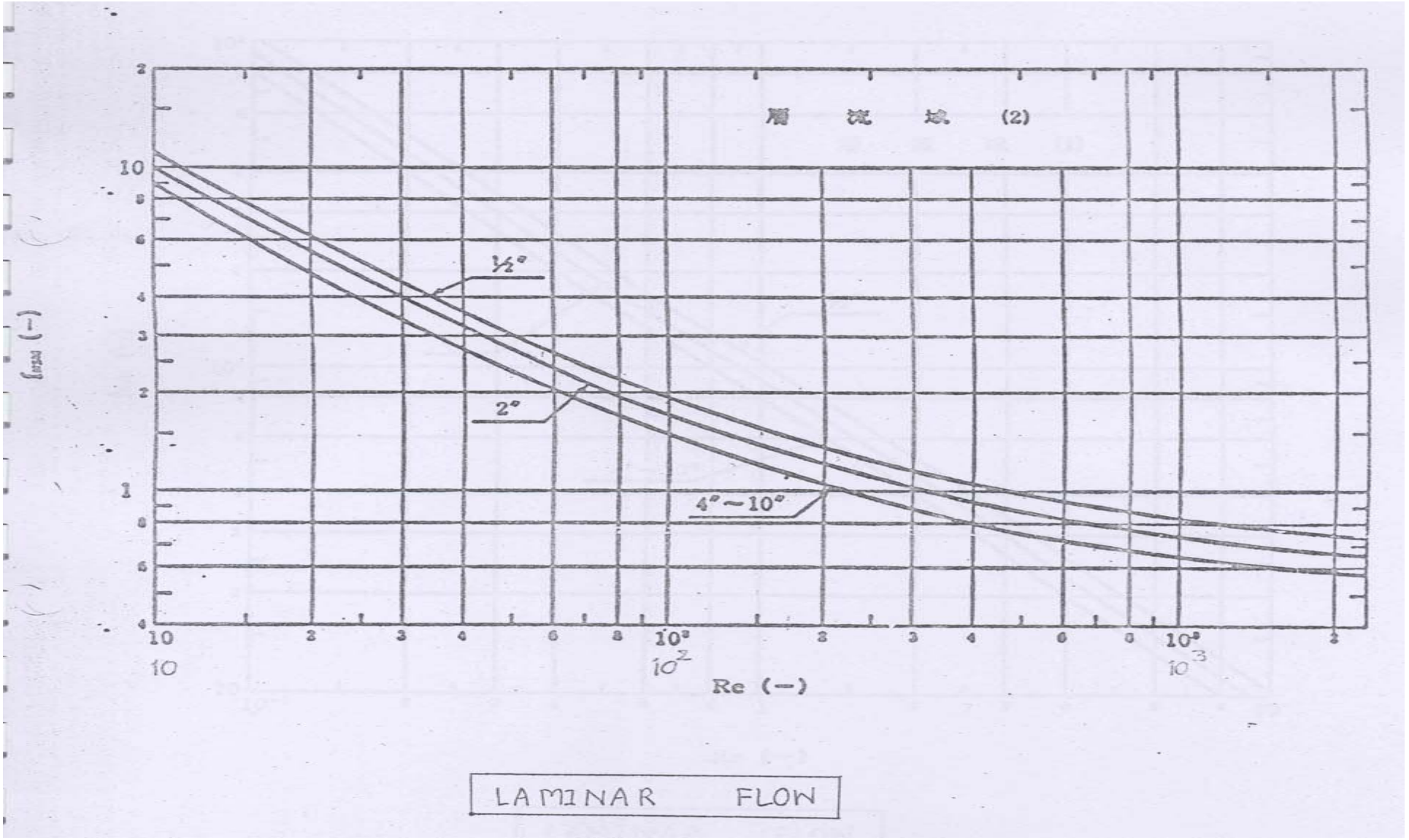
$\bar{u}$: ความเร็วในการเคลื่อนที่ของของเหลว (cm/s)

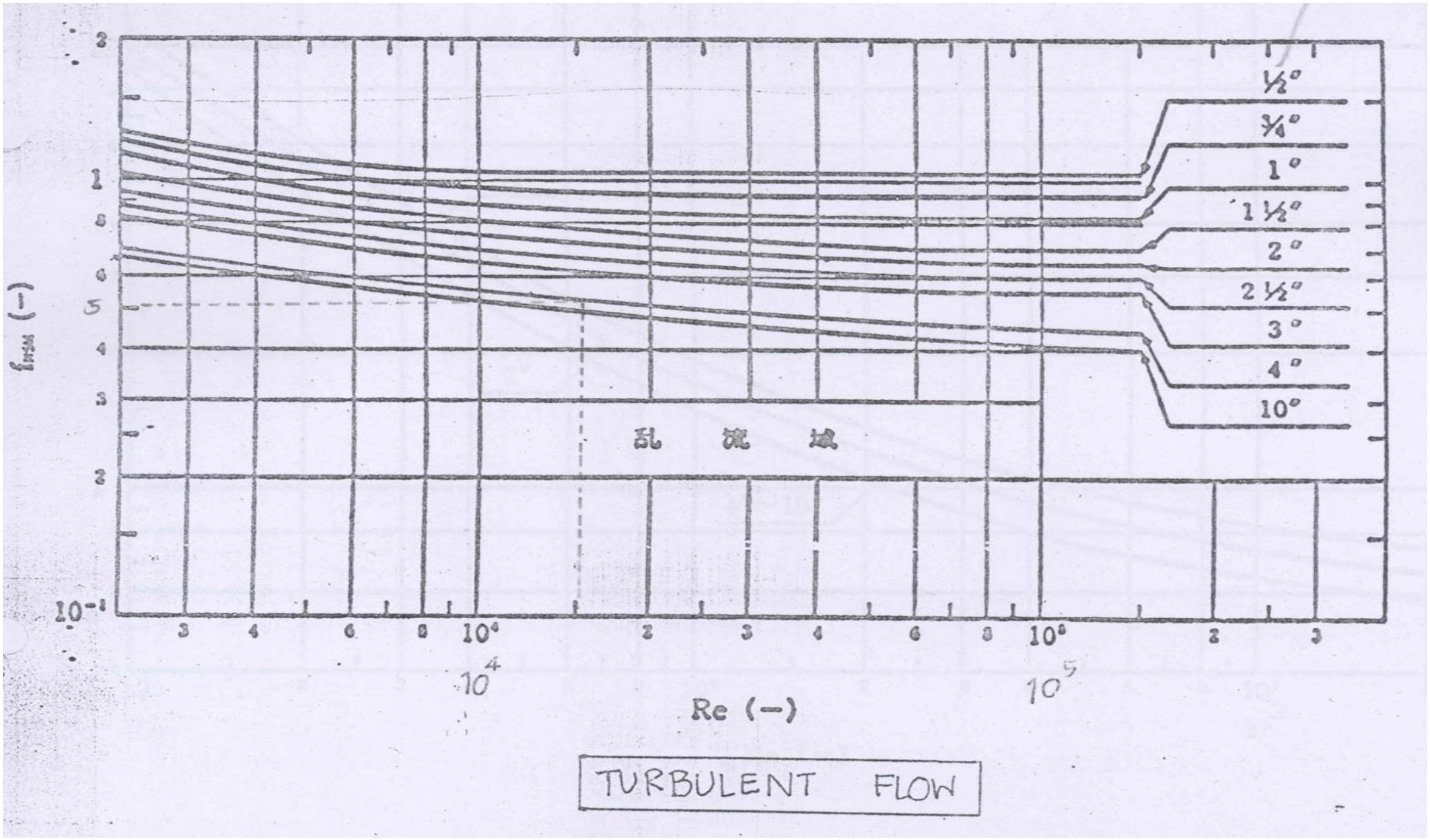
E : จำนวน elements

The quantity of the elements required depend upon the Re.No. , see below for details

	Re	$\geq$	100,000	4 elements
1,000	$\leq$ Re	$\leq$	100,000	6 elements
100	$\leq$ Re	$\leq$	1,000	12 elements
10	$\leq$ Re	$\leq$	100	18 elements
	Re	$\leq$	10	24 - 30 elements


層 流 域 (1)
2"
1½"
4°~10°
Re (—)
LAMINAR FLOW


層 流 域 (2)
½°
2°
4°～10°
10
1
10
10²
10³
Re (—)
LAMINAR FLOW


1½°
¾°
1°
1½°
2°
2½°
3°
4°
10°
10⁻¹
10⁴
10⁵
Re (−)
TURBULENT FLOW

Calculation

Pipe Diameter = 200 mm. = 8 in

Flow Rate (Q) = 1200 m^3/day = 50 m^3/hr

= 0.013889 m^3/s

∴ Acture Velocity = $\frac{Q}{A}$

= 0.442 m/s (Design criteria 1 - 2 m/s)

= 44.20971 cm/s

∴ Check *Renolds Number*(R_e) = $\frac{D_p \rho_L v_s}{\mu}$

R_e = 98506.14

ρ_L	=	997.1 kg/m^3 at 25 °C
μ	=	0.000895 kg/m.s (N.s/m^2) at 25 oC
ρ_L	=	0.9971 g/cm^3 at 25°C

= Turbulent Flow find f_{NSM}

∴ Number of Element = 4

Check f_{NSM} from Graph = 0.5

∴ Check Static Mixer Length = 1.86 m. (MODEL N10 - N60 for Water)

∴ Detention Time (t) = $\frac{Static\ \ Mixer\ \ Length\ (m)}{v(m/s)}$

= 4.207221 sec

Theory

$$\Delta P = 3.061x10^{-6} x f_{NSM} x \rho x v^2 x Element$$

Where :

ΔP = $Pressure\ drop\ (kg/cm^2)$

f_{NSM} = $Friction\ Coefficient\ of\ \ static\ mixer$

v = $water\ velocity(cm/s)$

ρ = $density\ \ of\ \ water\ (g/cm^3)$

$Element$ = $No.\ of\ \ Element$

∴ ΔP = 0.011931 Kg/cm^2

Theory

1 kg/cm^2 = 1 bar = 10 m.(head water)

$\therefore$ $\Delta P = h_f =$ 0.119307 m.

Theory

$$G = \sqrt{\frac{h_f x g x \rho}{\mu x t}}$$

$$= 556.7091 \quad sec^{-1}$$

$$Gxt = 2342.198$$

Design Criteria $350 < Gxt < 1{,}700$ $(Kawamura)$

$1S < t < 5S$