



원 관 유동을 이용한 물총설계



S.Es [Smart Engineers]

이원기

김상우

김보경





설 계 과 정



- ❖ Assume Turbulent Flow In Water Gun.
- ❖ Comparing to
Using Excel & Matlab Program.
- ❖ Comparing to
Optimum Value for Laminar &
Turbulent Flow.





Data & Information Collection



Assumption

- ❖ 원관 내 유동은
Turbulent Flow
- ❖ 손실수두 (H_L) = 0.03(m)
이하
- ❖ 물총의 길이 $L =$
0.15(m)
- ❖ 유체는 20°C 물
 $\rho = 998.21(\text{Kg/m}^3)$
 $\mu = 0.001002(\text{Ns/m}^2)$
 $g = 9.806(\text{m/s}^2)$
 $(N_{RE})_{\text{MIN}} = 2000$

레이놀즈수: $\frac{\rho V D}{\mu} = N_{\text{Re}}$

손실수두: $H_L = f \frac{D V^2}{L 2g}$



Data & Information Collection

❖ Blasius의 식

$$h_L = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}, \quad f = \frac{0.3164}{\text{Re}^{\frac{1}{4}}}$$

$$\text{Re} \leq 10^5$$





Definition of Design Variables



- ❖ D = 원관의 지름 [m]
- ❖ V = 유체의 출구 속도 [m/s]

Identification of a Criterion

$$Q = AV = \frac{\pi D^2 V}{4}, f = \pi DL$$





Identification of Constraints



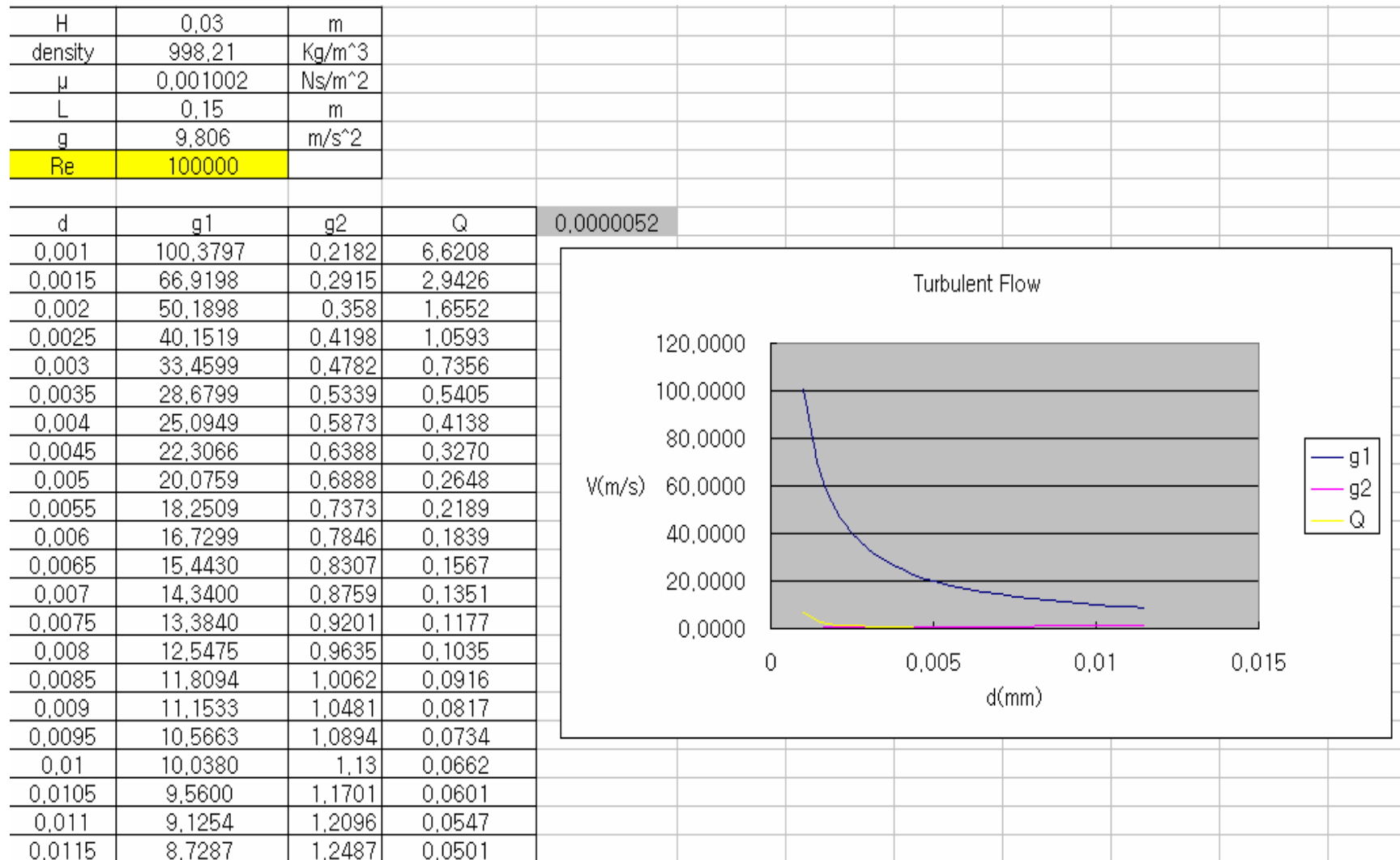
$$g_1 = \frac{\rho V D}{\mu} \leq \text{Re}$$

$$g_2 = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \leq H_L$$

$$g_3 = -D \leq 0$$

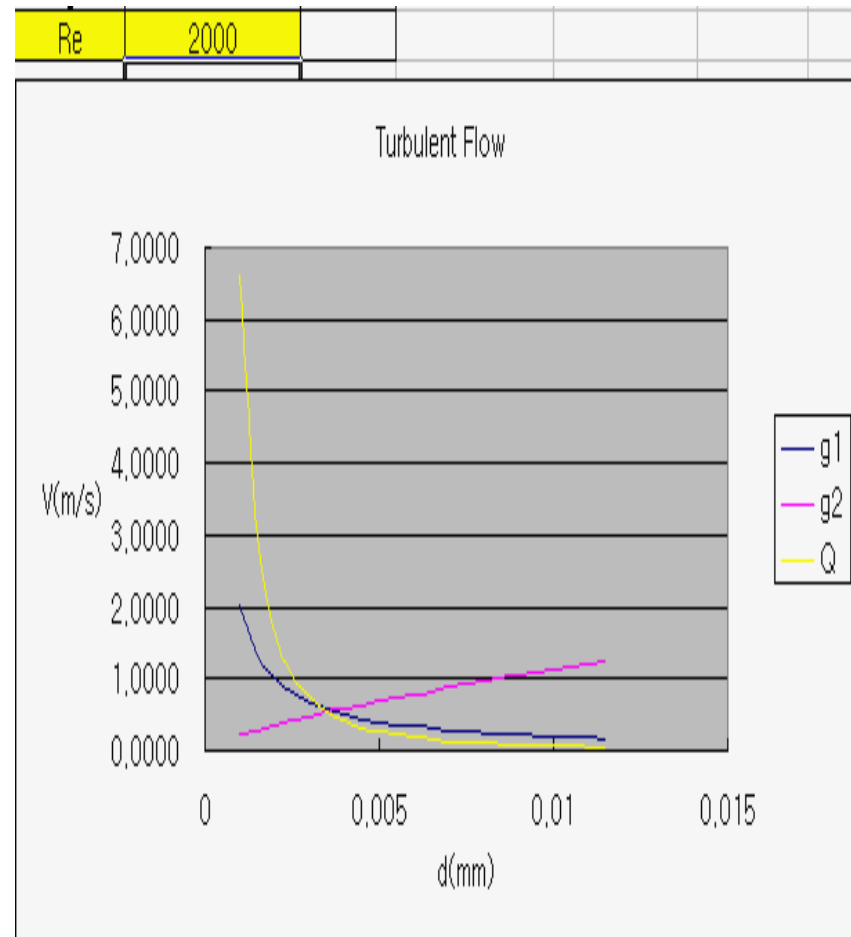
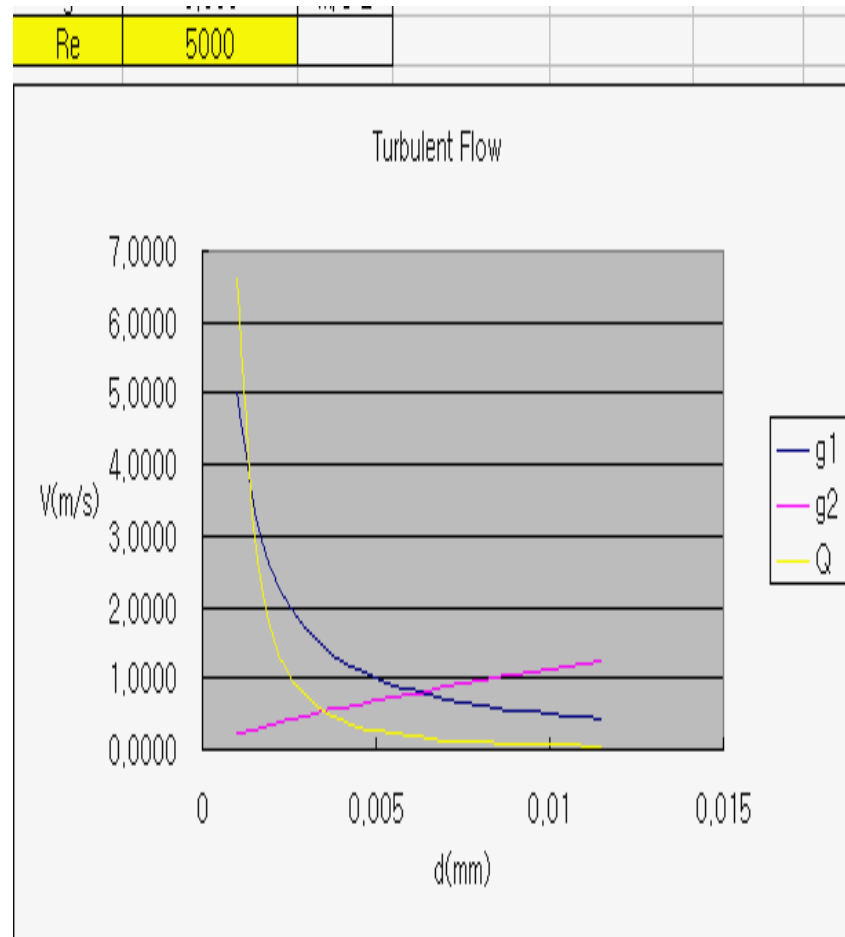
$$g_4 = -V \leq 0$$







Iteration





Using Matlab (fmincon)



```
Editor - C:\Program Files\MATLAB704\work\wf.m
File Edit Text Cell Tools Debug Desktop Window Help
[Icons] Stack: Base
1 function f=f(x)
2 - f=-(pi*x(1)^2*x(2))/4
3 function [c,ceq]=confun(x)
4 - c(1)=2000-998.21*x(1)+x(2)
5 - c(2)=0.3164*((998.21*x(1)+x(2)/0.001002)^(-1/4))*(0.15/x(1))*(x(2)^2/(2+9.806))
6 - c(3)=-x(1)
7 - c(4)=-x(2)
8 - ceq=[]
```

```
Command Window
>> x0=[0.003,0.6]

x0 =

    0.0030    0.6000

>> x=fmincon('f',x0,[],[],[],[],[],[],'confun')
Warning: Large-scale (trust region) method does not currently solve this type of problem;
switching to medium-scale (line search).
> In fmincon at 271

f =

-4.2412e-006

f =

-4.2412e-006

f =

-7.2708e+016

Maximum number of function evaluations exceeded;
increase OPTIONS.MaxFunEvals.

x =

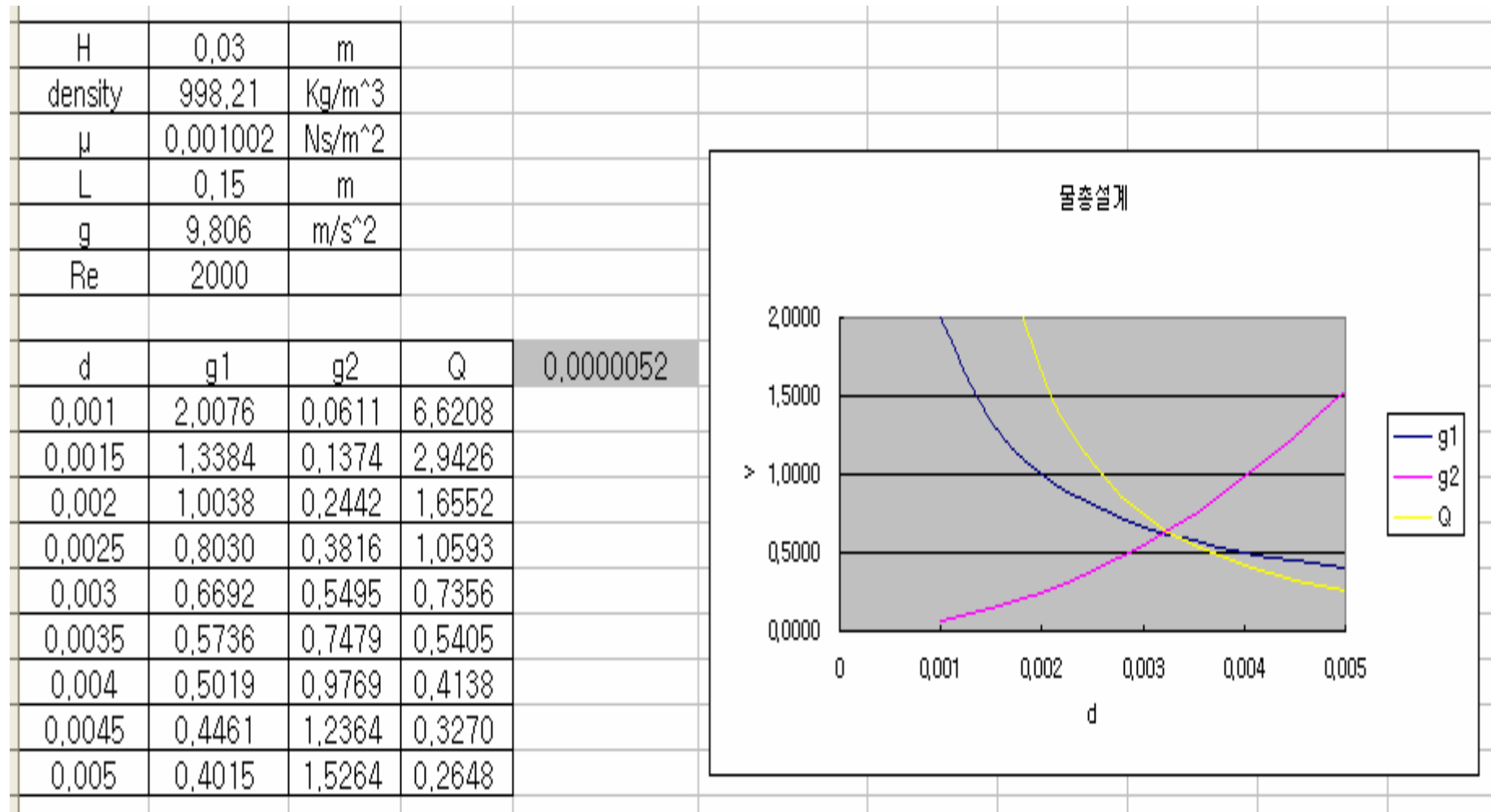
1.0e+008 *

    7.1685    0.0000
```





Laminar Flow Result





Optimum Solution



해 찾기 결과 [X]

모든 제한 조건과 최적 조건을 만족시키는 해를 구했습니다.

보고서(R):

☒ (무한) 해로 바꾸기(K)
☐ 초기값 유지(O)

해답도
한계값

확인 취소 시나리오 저장(S)... 도움말(H)

	해 찾기	초기값
d	0.00334597	0.033
v	0.6000043	0.6
Q	5.2758E-06	0.000513
g1	1.0497E-05	17725.11
g2	-0.0036666	-0.02973
sum	1.3444E-05	1.34E-05

$$f = \pi DL = 0.0016 \text{ (m}^2\text{)}$$





고 찰



- ❖ 난류유동으로는 최적해를 도출할 수 없었다.
- ❖ 층류유동으로 설계해도 무방하다는 것을 확인할 수 있었다.
- ❖ 실제물총과 비교해 보았을 때 치수의 오차는 크지 않았다.





감사합니다 *^^*

