

## 4. 열신축

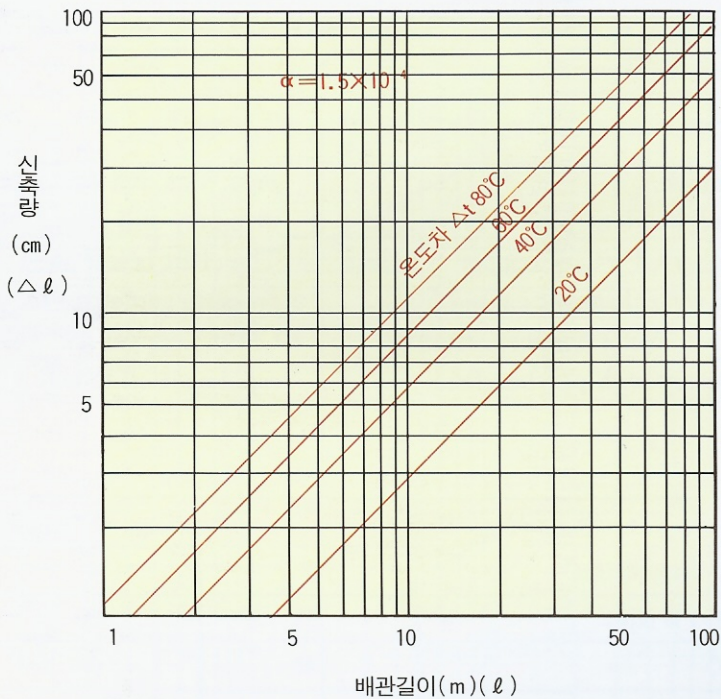
### (1) 노출배관의 신축량

PB 파이프의 열신축량은 아래 식으로 계산합니다.

$$\Delta l = \alpha \cdot l \cdot \Delta t$$

여기서	$\Delta l$ : 신축량	m
	$\alpha$ : 선팽창율	$^{\circ}\text{C}^{-1} (1.3 \times 10^{-4} ^{\circ}\text{C}^{-1})$
	$l$ : 파이프 길이	m
	$\Delta t$ : 온도차	$^{\circ}\text{C}$

아래의 그림은 위의 식에 따라 산출한 PB 파이프의 온도차에 따른 신축량을 나타냅니다.



〈PB 파이프의 온도차별신축량〉

### (2) 노출배관의 열신축력

PB 파이프를 직선배관하여 축방향의 이동을 막고 온도변화를 주면 온도상승에 대하여는 압축력이, 온도저하에 대하여는 인장력이 발생합니다.

이 열응력과 열신축력은 다음 식으로 구하여집니다.

(열응력)  $\sigma = \alpha \cdot E \cdot \Delta t$

여기에  $\sigma$  : 열응력 kgf/cm<sup>2</sup>  
 $\alpha$  : 선팽창계수 °C<sup>-1</sup>(1.3×10<sup>-4</sup>°C<sup>-1</sup>)  
 $E$  : 파이프의 인장탄성율 kgf/cm<sup>2</sup>  
 $\Delta t$  : 온도차 °C

(열신축력)  $F = \sigma \cdot A$

여기에  $F$  : 열신축력 kgf/cm<sup>2</sup>  
 $\sigma$  : 열응력 kgf/cm<sup>2</sup>  
 $A$  : 파이프 두께 단면적 cm<sup>2</sup>

〈열신축력의 비교〉

PB 파이프 내열염화 비닐 파이프와 수도용아연관이 0°C에서 80°C까지 온도변화한 경우에 발생하는 열신축력을 구한 결과를 아래의 표에 나타냅니다.

열신축력 비교(0°C → 80°C)

〈단위 : kgf〉

관 재	호칭경	호칭경(20)
P B 파 이 프		37
내 열 염 화 비 닐 관		164
수 도 용 아 연 도 금 강 관		3,973

위표에 표시한대로 PB 파이프의 열신축력은 예시 호칭경 20으로 비교하면 같은 호칭경의 강관의 약 1/107로 적으며 관의 신축은 고정지지를 함으로써 방지할 수가 있습니다.

(3) 매설배관의 열신축

PB 파이프를 매설배관한 경우, 관의 신축은 흙과의 마찰에 따라 결정됩니다. 즉, 관과 흙과의 마찰저항을 F', 신축력을 F로 하면

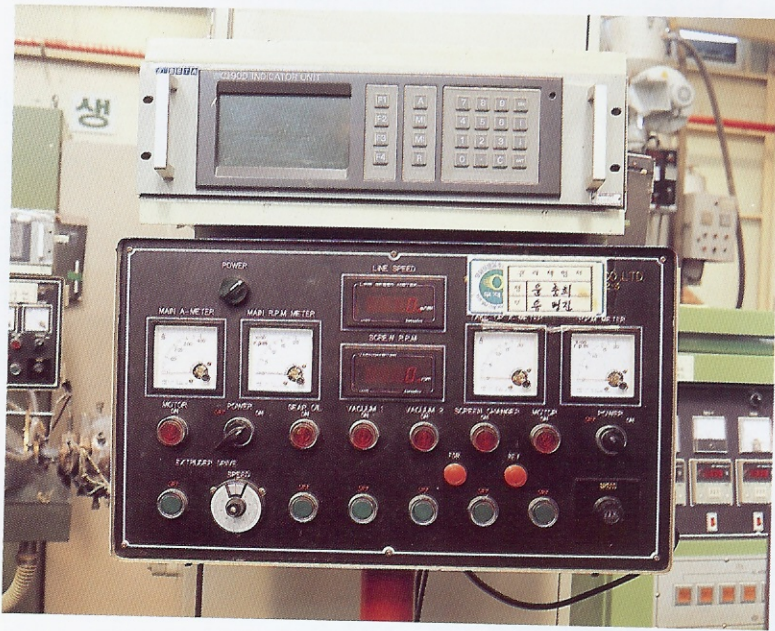
F' > F면 관의 신축은 일어나지 않는다.

F' < F면 관이 신축합니다.

관과 흙과의 마찰저항 F'는 아래식으로 표시됩니다.

$$F' = \frac{\pi}{2} \cdot \mu \cdot D \cdot L$$

여기에  $F'$  : 마찰저항 kgf  
 $\mu$  : 마찰계수(=0.1~0.3) kgf/cm<sup>2</sup>  
 $D$  : 파이프 외경 cm  
 $L$  : 매설된 파이프 길이 cm



아래의 표는, 온도차가 80℃때의 관의 신축력, 1m당의 마찰저항과 매설에 따라 결정된 길이를 (매설될 파이프 길이) 계산으로 한 것입니다.

이표에서 흙에 의한 길이방향의 구속력이 비교적 짧아도 관의 신축을 충분히 저지 하는 것을 알 수 있습니다. 다만 실제 배관에서는 다소간 여유를 두는 것이 좋겠습니다.

### 마찰저항과 신축력

호칭경 mm	1m당의 온도차 80℃ (0 → 80℃)		
	마찰저항 F(kgf/m)	신축력 F(kgf)	필요매설길이 F/F(m)
12	26.7	19	0.7
18	34.6	29	0.8
20	42.4	37	0.9
30	66.0	79	1.2
40	75.4	104	1.4
50	94.2	162	1.7
65	119.4	261	2.2
80	139.8	357	2.6
100	179.0	588	3.3

비고 : 마찰계수는  $\mu=0.1$ 로하여 계산함.

#### 4. 화학적 특징

PB 파이프는 산·알카리·염류·알콜류에 대하여 고온에서도 뛰어난 내약품성을 나타냅니다. 단, 방향족 탄화수소등 특정의 유기약품에 대하여는 용해할 수 있으므로 주의를 요합니다. 다음의 표는 PB 파이프의 내약품성을 표시합니다.

#### PB의 내약품성

POLYBUT YLENE	23℃	60℃	POLYBUT YLENE	23℃	60℃
Acetate Solvents-Crude	E	L	Bromic Acid	E	E
Acetate Solvents-Pure	E	L	Butanol-Primary	E	—
Acetic Acid 0-10%	E	E	Butanol-Secondary	E	—
Acetic Acid 10-20%	E	E	Butyl Alcohol	E	E
Acetic Acid 20-30%	E	G	Butyric Acid 20%	E	L
Acetic Acid 30-60%	E	L	Calcium Bisulfate	E	E
Acetic Acid 80%	E	L	Calcium Carbonate	E	E
Acetic Acid Vapors	E	L	Calcium Chlorate	E	E
Acetone	E	G	Calcium Chloride	E	E
Adipic Acid	E	L	Calcium Hydroxide	E	E
Allyl Alcohol 96%	E	G	Calcium Hypochlorite	E	E
Allyl Chloride	G	G	Calcium Nitrate	E	E
Aluminum Chloride	E	E	Calcium Sulfate	E	E
Aluminum Floride	E	E	Cane Sugar Liquors	E	E
Aluminum Hydroxide	E	E	Carbon Dioxide(Aqueous Solution)	E	E
Aluminum Oxychloride	E	E	Carbon Dioxide Gas(Wet)	E	E
Aluminum Nitrate	E	E	Carbon Monoxide	E	E
Ammonia-Dry Gas	E	E	Carbonic Acid	E	E
Ammonia-Liquid	G	L	Casein	E	E
Ammonium Bifluoride	E	E	Castor Oil	E	E
Ammonium Carbonate	E	E	Caustic Potaxh	G	L
Ammonium Chloride	E	F	Caustic Soda	G	L
Ammonium Fluoride 25%	E	E	Cellosolve	E	G
Ammonium Hydroxide 28%	E	E	Chrome Alum	E	E
Ammonium Metaphosphate	E	E	Chromic Acid 10%	E	E
Ammonium Nitrate	E	E	Chromic Acid 25%	E	E
Ammonium Persulfate	E	E	Chromic Acid 30%	E	E
Ammonium Phosphate	E	E	Chromic Acid 40%	E	—
(Ammoniacal)			Chromic Acid 50%	G	—
Ammonium Phosphate	E	E	Citric Acid	E	E
Neutral Neutral			Coconut Oil	G	G
Ammonium Sulfate	E	E	Copper Chlonid	E	E
Ammonium Sulfide	E	E	Copper Cyanide	E	E
Barium Carbonate	E	E	Copper Fluoride 2%	E	E
Barium Chloride	E	E	Demineralized Water	E	E
Barium Hydroxide	E	E	Dextrin	E	E
Barium Sulfate	E	E	Dextrose	E	E
Barium Sulfide	E	E	Diazo Salts	E	E
Beer	E	E	Disodium Phospahte	E	E
Beet-Sugar Liquid	E	E	Distilled Water	E	E
Benzoic Acid	E	E	Ethyl Alcohol 0-50%	E	E
Black Liquor(Paper Industry)	E	E	Ethyl Alcohol 50-98%	E	E
Bleach-12.5% Active CL	G	G	Ethylene Dichloride	G	G
Borax	E	E	Ethylene Glycol	E	E
Boric Acid	E	E	Fatty Acids	E	G
Boron Trifluoride	E	E	Ferric Chloride	E	E
Breeder Pellets-Deriv Fish	E	E	Ferric Nitrate	E	E
Brine	E	E	Ferric Sulfate	E	E

「주의」 위의 자료는 국제적으로 공인된 것이기는 하나 실제 사용시에는 당사 품질 관리실로 상  
 담하여 주십시오.

E:우수 G:양호 L:불가

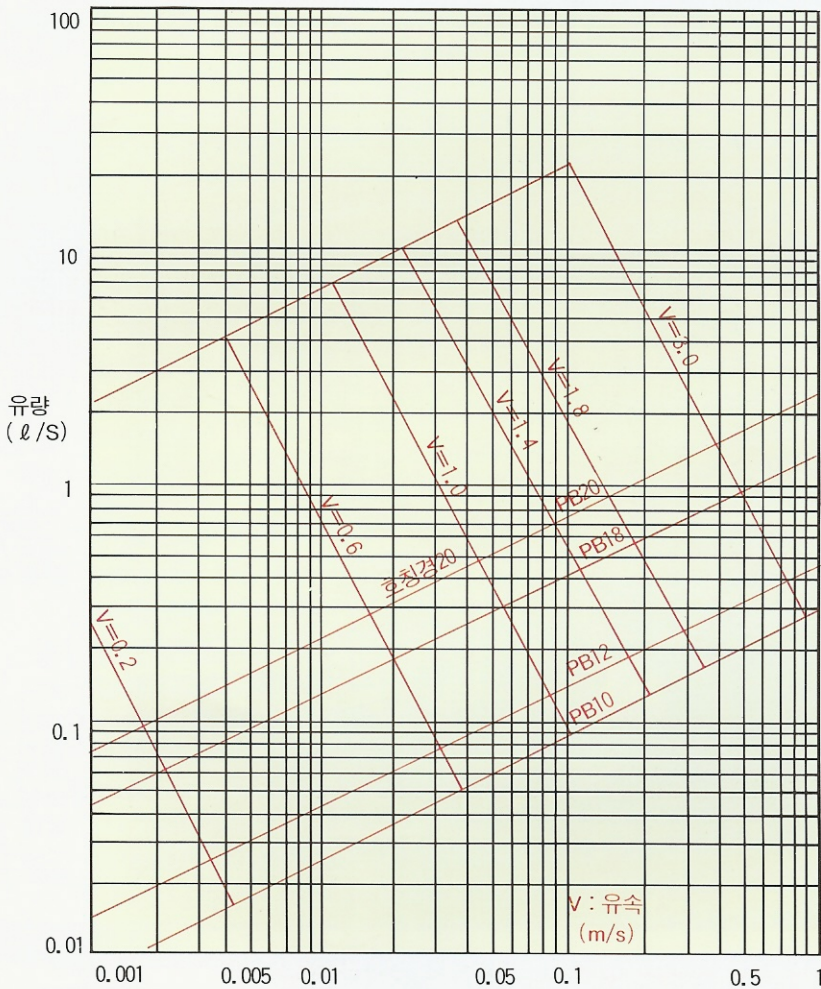
### PB의 내약품성

POLYBUTYLENE	23℃	60℃	POLYBUTYLENE	23℃	60℃
Ferrous Sulfate	E	E	Methyl Ethyl Ketone	E	L
Fish Solubles	E	E	Methyl Sulfuric Acid	E	E
Fluoroboric Acid	E	E	Methylene Chloride	G	L
Fluorosilicic Acid	E	E	Milk	E	E
Food Products such as Milk.	E	E	Molasses	E	E
Buttermilk, Molasses,			Naphthalene	G	U
Salad Oils, Fruits			Nickel Acetate	E	E
Formaldehyde	E	E	Nickel Chloride	E	E
Formic Acid	E	E	Nickel Nitrate	E	E
Freon-12	E	G	Nickel Sulphate	E	E
Fructose	E	E	Nicotine	E	E
Fruit Pulp and Juices	E	E	Nicotine Acid	E	E
Gallic Acid	E	E	Oils and Fats	E	E
Gas-Coke Oven	E	L	Oxalic Acid	E	G
Gas-Manufactured	E	L	Phenol	E	L
Gas-Natural(Dry)	E	L	Phosphoric Acid 0-25%	E	L
Gas-Natural(Wet)	E	E	Phosphoric Acid 25-50%	E	E
Gelatine	E	E	Phosphoric Acid 50-75%	G	L
Glucose	E	E	Photographic Chemicals	E	E
Glycerine(Glycerol)	E	E	Picric Acid Plating Solutions	E	L
Citric Acid 30%	E	E	Polating Acid Sulfate	E	E
Green Liquor	E	E	Potassium Bicarbonate	E	E
(Paper Industry)			Potassium Borate 1%	E	E
Hexanol Tertiary	E	G	Potassium Bromate 10%	E	E
Hydrobromic Acid 20%	E	E	Potassium Bromide	E	E
Hydrochloric Acid 0-25%	E	E	Potassium Carbonate	E	E
Hydrochloric Acid 25-40%	E	E	Potassium Chlorate	E	E
Hydrocyanic Acid	E	E	Potassium Chloride	E	E
Hydrogen Cyanide			Potassium Chromate 40%	E	E
Hydrofluoric Acid 10%	E	E	Potassium Cuprocyanide	E	E
Hydrofluoric Acid 48%	E	E	Potassium Cyanide	E	E
Hydrofluoric Acid 60%	E	E	Potassium Dichromate 40%	E	E
Hydrogen	E	E	Potassium Ferricyanide	E	E
Hydrogen Peroxide 30%	E	G	Potassium Fluoride	E	E
Hydrogen Phosphide	E	E	Potassium Hydroxide 10%	E	E
Isopropylalcohol	E	E	Potassium Hydroxide 20%	E	E
Kraft Liquor(Paper Industry)	E	E	Potassium Nitrate	E	E
Lactic Acid 28%	E	E	Potassium Perborate	E	E
Lard Oil	G	L	Propane	E	—
Lauryl Chloride	G	L	Propargyl Alcohol	—	—
Lead Acetate	E	E	Propyl Alcohol	E	E
Lime Sulfur	E	E	Propylene Dichloride	—	—
Linoleic Acid	E	L	Propylene Glycol	E	E
Linseed Oil	E	E	Rayon Coagulating Bath	E	E
Liquors	E	E	Salt Water	E	E
Lubricating Oils	E	E	Selenic Acid	E	G
Magnesium Carbonate	E	E	Silicic Acid	E	E
Magnesium Chloride	E	E	Silver Cyanide	E	E





$f_s=0.02(Re=63,000)$ 로 계산한 유량선도를 아래에 표시합니다. PB 파이프의 내면은 대단히 미끄럽기 때문에 스케일등이 붙기 어려워, 사용년도 증가에 따른 유량의 저하를 고려할 필요는 없습니다.





### 3. 급수급탕 설비

#### 〈수격 압력 처리법〉

유수중의 파이프의 밸브를 급격히 개폐할 경우, 소리를 내고 파이프가 진동하여 그 진동이 관의 지지물에도 영향을 주어 배관 전체에 파급되던가, 또는 펌프로 유체를 높은 곳으로 올릴 경우 펌프의 정지등으로 CHECK VALVE가 폐쇄되는 순간에 파손되는 경우가 있다. 이것을 수격압(WATER HAMMER)이라고 부른다. PB 파이프는 CPVC 또는 COPPER 파이프 보다 휨성이 좋기 때문에 갑자기 잠금으로써 나타나는 WATER HAMMER는 거의 발생되지 않습니다. (아래도표 참조)

Water Hammer  
 Because polybutylene pipe is more flexible than either CPVC or copper, it is less affected by water hammer caused by rapid shut off. Water hammer arrestors are unnecessary with polybutylene pipe, although some local code authorities may still require their installation. The chart below shows the calculated pressure surge(psi) for polybutylene, CPVC, copper and galvanized pipe in a rapid shut off. (Shell p. 13 자료집)

Velocity(fps)	Pressure Surge(psi)		
	2	4	8
에이콘 PB pipe	14	30	59
CPVC	45	90	180
Copper	106	212	422
Galvanized Iron(강관)	110	225	464

#### ※ 수격 압력 처리법

급격한 유량의 변동이 예상되는 밸브류의 급격한 개폐를 피한다.  
 WATER HAMMER 방지용 당사의 Airchamber cap을 사용한다.