

# 가스설계지침

- 2015.10.14 제정 -

한국가스안전공사 제공

## 1. 가스 물성정보

TOE 환산표 (KOGAS 자료)

구 분	에너지원	단위	총발열량			순발열량			
			MJ	kcal	석유환산톤( $10^{-3}$ toe)	MJ	kcal	석유환산톤( $10^{-3}$ toe)	
석유(17종)	원유	kg	44.9	10,730	1.073	42.2	10,080	1.008	
	휘발유	ℓ	32.6	7,780	0.778	30.3	7,230	0.723	
	등유	ℓ	36.8	8,790	0.879	34.3	8,200	0.82	
	경유	ℓ	37.7	9,010	0.901	35.3	8,420	0.842	
	B-A유	ℓ	38.9	9,290	0.929	36.4	8,700	0.87	
	B-B유	ℓ	40.5	9,670	0.967	38	9,080	0.908	
	B-C유	ℓ	41.6	9,950	0.995	39.2	9,360	0.936	
	프로판	kg	50.4	12,050	1.205	46.3	11,050	1.105	
	부탄	kg	49.6	11,850	1.185	45.6	10,900	1.09	
	나프타	ℓ	32.3	7,710	0.771	30	7,160	0.716	
	용제	ℓ	33.3	7,950	0.795	31	7,410	0.741	
	항공유	ℓ	36.5	8,730	0.873	34.1	8,140	0.814	
	아스팔트	kg	41.5	9,910	0.991	39.2	9,360	0.936	
	윤활유	ℓ	39.8	9,500	0.95	37	8,830	0.883	
	석유코크스	kg	33.5	8,000	0.8	31.6	7,550	0.755	
	부생연료유(2종)	부생연료유1호	ℓ	36.9	8,800	0.88	34.3	8,200	0.82
		부생연료유2호	ℓ	40	9,550	0.955	37.9	9,050	0.905
천연가스(LNG)		kg	54.6	13,040	1.304	49.3	11,780	1.178	
도시가스(2종)	도시가스(LNG)	Nm <sup>3</sup>	43.6	10,430	1.043	39.4	9,420	0.942	
	도시가스(LPG)	Nm <sup>3</sup>	62.8	15,000	1.5	57.7	13,780	1.378	
석탄(7종)	국내무연탄	Nm <sup>3</sup>	18.9	4,500	10.45	18.6	4,450	0.445	
	연료용 수입무연탄	kg	21	5,020	20.6	20.6	4,920	0.492	
	연료용 수입무연탄	kg	24.7	5,900	0.59	24.4	5,820	0.582	
	연료용 유연탄(역청탄)	kg	25.8	6,160	0.616	24.7	5,890	0.589	
	연료용 유연탄(역청탄)	kg	29.3	7,000	0.7	28.2	6,740	0.674	
	아역청탄	kg	22.7	5,420	0.542	21.4	5,100	0.51	
	코크스	kg	29.1	6,960	6.960	28.9	6,900	0.69	

구분	에너지원	단위	총발열량			순발열량		
			MJ	kcal	석유환산톤(10 <sup>-3</sup> toe)	MJ	kcal	석유환산톤(10 <sup>-3</sup> toe)
전기 등 (3종)	전기(발전기준)	kWh	8.8	2,110	0.211	8.8	2,110	0.211
	전기(소비기준)	kWh	9.6	2,300	0.23	9.6	2,300	0.23
	신탄	kg	18.8	4,500	0.45	-	-	-

- “총발열량”이란 연료의 연소과정에서 발생하는 수증기의 잠열을 포함한 발열량을 말한다.
- “순발열량”이란 연료의 연소과정에서 발생하는 수증기의 잠열을 제외한 발열량을 말한다.
- “석유환산톤”(toe: ton of oil equivalent)이란 원유 1톤이 갖는 열량으로 107kcal를 말한다.
- 석탄의 발열량은 인수식을 기준으로 한다.
- 최종에너지사용자가 사용하는 전기에너지를 열에너지로 환산할 경우에는 1kWh=860kcal를 적용한다.
- 1cal=4.1868J, Nm<sup>3</sup>은 0℃ 1기압 상태의 단위체적(세제곱미터)을 말한다.
- 에너지원별 발열량(MJ)은 소수점 아래 둘째 자리에서 반올림한 값이며, 발열량(kcal)은 발열량(MJ)으로부터 환산한후 1의 자리에서 반올림한 값이다. 두 단위 간 상충될 경우 발열량(MJ)이 우선한다.TOE 환산표 (총 발열량 기준)

### LNG 환산표 (KOGAS 자료)

43.12 MJ/Nm <sup>3</sup> (10,300 kcal/Nm <sup>3</sup> ) ※ 평택 도입LNG DATA(*11.6.1) 적용	42.70 MJ/Nm <sup>3</sup> (10,200 kcal/Nm <sup>3</sup> ) ※ 평택 도입LNG DATA(*10.7.30) 적용
450 kg/m <sup>3</sup> (LNG 밀도)(-160℃, 101,325 kPa)	447 kg/m <sup>3</sup> (LNG 밀도)(-160℃, 101,325 kPa)
0.7861 kg/Nm <sup>3</sup> (NG 밀도)(0℃, 101,325 kPa)	0.7767 kg/Nm <sup>3</sup> (NG 밀도)(0℃, 101,325 kPa)
1,092 BTU/SCF	1,081 BTU/SCF
54.86 MJ/kg (13,103 kcal/kg)	54.98 MJ/kg (13,132 kcal/kg)
1 BCF = 22,260 t	1 BCF = 21,994 t
1 BCM = 786,118 t	1 BCM = 776,701 t
LNG 1 t = 2.22m <sup>3</sup> (액체부피) = 1,272 Nm <sup>3</sup> (기체부피) = 44,923 ft <sup>3</sup> (기체부피) = 51,994 MMBTU = 54,858 MJ = 15,236 kWh	LNG 1 t = 2.24m <sup>3</sup> (액체부피) = 1,287 Nm <sup>3</sup> (기체부피) = 45,468 ft <sup>3</sup> (기체부피) = 52,111 MMBTU = 54,980 MJ = 15,270 kWh
LNG선 1척 = 135,000m <sup>3</sup> (액체부피) = 60,750 t = 3,159,636 MMBTU	LNG선 1척 = 135,000m <sup>3</sup> (액체부피) = 60,345 t = 3,144,638 MMBTU
LNG 저장탱크 1기(10만k l) = 100,000m <sup>3</sup> (액체부피) = 45,000 t = 2,339,730 MMBTU	LNG 저장탱크 1기(10만k l) = 100,000m <sup>3</sup> (액체부피) = 44,700 t = 2,329,362 MMBTU

- BCF : billion cubic feet (109 ft<sup>3</sup>) / BCM : billion cubic meter (109 m<sup>3</sup>)
- 1 kWh = 860 kcal = 3.6 MJLNG환산표

### 국내 가스기기 연소 호환성 기준(웨버지수) (KOGAS 자료)

국내 가스기기의 가스호환성을 판단하는 기준은 웨버지수로서, 기존에 사용하던 연료를 타 연료로 교체시 가스기기의 성능이나 효율, 안전성은 물론 환경에 부정적인 영향을 미치는 배출가스를 증가시키지 않으면서 기존 가스를 대체하여 사용될 수 있는지 여부를 판단하는 지수를 말합니다. (웨버지수 = 열량/√비중)

– 웨버지수 범위

국가 기준(KS B8101)	천연가스 공급규정
51.49~56.58 MJ/Nm <sup>3</sup> (12,300~13,500 kcal/Nm <sup>3</sup> )	54.0~56.1 MJ/Nm <sup>3</sup> (12,900~13,400 kcal/Nm <sup>3</sup> )

• 국내 가스기기 연소 호환성 기준(웨버지수)

순수가스의 물리화학적 성질 (KOGAS 자료)

성분	화학식	분자량	비점(°C)		비중	임계온도(°C)	임계압력(Mpa)	발화온도(°C)	연소범위(%)	총발열량MJ/m <sup>3</sup> (kcal/m <sup>3</sup> )
			액상	기상						
메탄	CH <sub>4</sub>	16.04	-161.5	0.42	0.55	-82.6	4.60	537	5.0~15.0	39.87(9,523)
에탄	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	30.07	-88.6	0.54	1.04	32.3	4.87	472	2.9~13.0	70.40(16,814)
프로탄	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	44.09	-42.1	0.58	1.52	96.6	4.24	450	2.0~9.5	101.23(24,179)
i-부탄	i-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	58.12	-11.6	0.59	2.01	134.7	3.64	460	1.8~8.5	133.68(31,930)
n-부탄	n-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	58.12	-0.5	0.60	2.01	152.0	3.80	287	1.5~9.0	134.26(32,059)
i-펜탄	i-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	72.15	27.8	0.64	2.49	187.2	3.38	420	1.3~8.0	168.16(40,164)
n-펜탄	n-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	72.15	36.1	0.64	2.49	196.5	3.37	260	1.4~8.3	171.98(41,077)
n-헥산	n-C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	86.18	68.7	0.68	2.98	233.3	3.03	225	1.1~7.7	261.08(50,152)
n-헵탄	n-C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	100.20	98.4	0.70	3.46	266.1	2.74	204	1.0~7.0	261.08(62,359)
질소	N <sub>2</sub>	28.01	-195.8	0.81	0.97	-146.9	3.40	N/A	N/A	0.00(0)
이산화탄소	CO <sub>2</sub>	44.01	-78.5	1.25	1.52	31.0	7.37	N/A	N/A	0.00(0)
물	H <sub>2</sub> O	18.02	100	1.00	0.62	374.2	22.09	N/A	N/A	2.13(508)
공기	N <sub>2</sub> +O <sub>2</sub>	28.97	-194.2	0.88	1.00	-140.7	37.20	N/A	N/A	N/A

• 연소범위는 GPA2145, 발화온도는 NFPA325 자료, 총발열량은 기준온도가 15°C, 부피기준온도는 0°C이며 실제기체 열량임.  
• N/A(Not Available)순수가스의 물리화학적 성질

단위환산 (한국LPG산업협회 자료)

※ LPG(부피, m<sup>3</sup>)변환

LPG (액체, kg)	LPG (기체, m <sup>3</sup> )
1	0.509

※참고사항

• 0°C 1기압에서  
44g : 22.4 l = 1000g : A  
A = 22.4 l / 44g × 1000g = 509 l = 0.509m<sup>3</sup>  
• 온도압력보정시  
부피(m<sup>3</sup>) = A × 1.0332 / (1.0332 + X) × (273 + Y) / 273  
A = 0.509m<sup>3</sup>, X : 압력( kg/cm<sup>2</sup>), Y : 온도(°C)

※LNG/LPG 열량변환

구 분	표준열량(kcal)
LNG (기체, m <sup>3</sup> )	10,500
LPG (기체, m <sup>3</sup> )	24,000
LPG ( 액체, kg)	12,000

※LNG/LPG의 열량변환

LNG (기체, m <sup>3</sup> )	LPG (기체, m <sup>3</sup> )
1	0.4375

## 2. 가스기초 자료(한국가스안전공사 자료)

### 가스의 분류

#### (1) 물리적 상태에 따른 분류

가스는 통상적으로 취급하는 상태, 즉 물리적인 상태에 따라서 압축가스·액화가스·용해가스의 3가지 종류로 분류되기도 하고, 가스의 성질에 따라서 가연성가스·조연성가스·불연성가스로 분류되기도 하며, 인체에 유해한 위험성 여부에 따른 독성·비독성가스로 분류되기도 합니다.

#### 가. 압축가스

압축가스는 상용의 온도에서 게이지 압력이 1MPa 이상이 되는 가스가 실제로 1MPa 이상이거나, 35°C에서의 압력이 1MPa 이상이 되는 가스로, 수소(H<sub>2</sub>), 산소(O<sub>2</sub>), 질소(N<sub>2</sub>), 메탄(CH<sub>4</sub>)과 같이 비점(끓는점)이 낮기 때문에 상온에서 압축하여 액화하기 어려운 가스를 단지 상태변화 없이 압축한 것을 말합니다. 압축가스를 판매할 목적으로 용기에 충전할 때, 이들 압축가스의 압력은 약 12MPa 이상입니다.

#### 나. 액화가스

액화가스는 상용의 온도 또는 섭씨 35도의 온도에서 0.2MPa 이상이 되는 가스가 실제로 그 압력이 0.2MPa 이상이거나 0.2MPa 이상이 되는 경우의 온도가 35°C 이하인 가스로, 프로판(C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>), 염소(Cl<sub>2</sub>), 암모니아(NH<sub>3</sub>), 탄산가스(CO<sub>2</sub>), 산화에틸렌(C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O) 등과 같이 상온에서 압축하면 비점(끓는점)이 다른 가스에 비해 높아 압력을 가하면 쉽게 액화되는 가스입니다. 액화가스는 액화시켜 용기에 충전한 것을 말하며, 용기 내에서는 액체 상태로 저장되어 있습니다. (단, 액화가스중 액화시아산화수소, 액화브롬화메탄 및 액화산화에틸렌은 35°C에서의 압력이 0MPa를 초과함)

#### 다. 용해가스

용해가스는 15°C에서의 압력이 0Pa를 초과하는 가스로, 아세틸렌(C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>)을 예로 들 수 있으며, 매우 특별한 경우로서 압축하면 분해폭발하는 성질 때문에 단독으로 압축하지 못하고, 용기에 다공물질의 고체를 충전한 다음, 아세톤과 같은 용제를 주입하여 이것에 아세틸렌을 기체상태로 압축한 것을 말합니다.

※ 용기 내의 압력은 충전된 가스의 종류와 온도에 따라서 다르지만, 가스의 종류나 온도가 변하지 않는다면, 용기 내부에 충전된 액량에 관계없이 일정하게 유지됩니다. 따라서 압축가스 및 액화가스는 가스의 고유 성질에 따라서 분류한 것이 아니고 저장되어 취급되는 상태에 따라서 분류한 것입니다.

#### (2) 가스의 성질에 따른 분류

가연성 가스란 공기(산소)와 일정량 혼합되어 있는 경우 점화원에 의해 점화되어 연소 및 폭발이 일어나는 가스입니다.

가. 가연성가스

- 가연성 가스의 종류에는 아크릴로니트릴 · 아크릴알데히드 · 아세트알데히드 · 아세틸렌 · 암모니아 · 수소 · 황화수소 · 일산화탄소 · 이황화탄소 · 메탄 · 염화메탄 · 브롬화메탄 · 에탄 · 염화에탄 · 염화비닐 · 에틸렌 · 산화에틸렌 · 프로판 · 싸이프로프로판 · 프로필렌 · 산화프로필렌 · 부탄 · 부타디엔 · 부틸렌 · 메틸에테르 · 모노메틸아민 · 디메틸아민 · 트리메틸아민 · 에틸아민 · 벤젠 · 에틸벤젠 등이 있으며, 폭발한계(공기와 혼합된 경우 연소를 일으킬 수 있는 공기 중 가스농도의 한계를 말함)의 하한이 10% 이하인 것과 폭발한계의 상한과 하한의 차가 20% 이상의 것을 말합니다. 따라서 하한이 낮을수록 상한과 하한의 폭이 클수록 위험한 가스라 할 수 있습니다.
- 가연성 가스는 산소와 같은 조연성가스가 있어야 연소나 폭발로 이어질 수 있습니다. 따라서, 순수한 천연가스나 LPG는 점화원이 있어도 연소나 폭발이 일어나지 않습니다. 그러나, 이러한 가연성 가스가 조연성 가스와 적당히 혼합되면 연소, 폭발이 일어날 수 있는데, 이 범위를 연소범위, 연소한계, 폭발범위라고 합니다.
- 이 범위(한계)는 공기와 가연성 가스의 혼합물 중의 가연성 가스의 부피(용량)%로 표시되며, 연소할 수 있는 가장 높은 농도 범위를 상한이라하며, 최저 농도를 하한이라 합니다. 우리가 주로 사용하는 천연가스와 액화석유가스의 주성분의 폭발범위를 보면, 메탄의 경우 5~15%, 프로판은 2.1~9.5%, 부탄은 1.8~8.4%입니다. 이 경우 연소범위를 보면, 메탄의 경우 하한이 다른 가스와 비교하면 높은쪽에 속하고, 반면에 프로판과 부탄의 경우는 하한이 낮은 쪽에 속합니다. 하한이 낮을 경우 가스가 조금만 누출되어도 연소나 폭발이 쉽게 일어날 수 있으며, 하한이 높을 경우 많은 양의 가스가 누출되어야 연소나 폭발이 일어날 수 있습니다.
- 가연성가스의 연소범위를 보면 다음과 같습니다.

가스명	연소범위(용량%)		가스명	연소범위(용량%)	
	하한	상한		하한	상한
프로판	2.1	9.5	메탄	5	15
부탄	1.8	8.4	일산화탄소	12.5	74
수소	4	75	황화수소	4.3	45
아세틸렌	2.5	81	시아나화수소	6	41
암모니아	15	28	산화에틸렌	3.0	80

- 우리가 주로 사용하는 천연가스와 액화석유가스의 주성분의 폭발범위를 보면, 메탄의 경우 5~15%, 프로판은 2.1~9.5%, 부탄은 1.8~8.4%입니다. 이 경우 연소범위를 보면, 메탄의 경우 하한이 다른 가스와 비교하면 높은쪽에 속하고, 반면에 프로판과 부탄의 경우는 하한이 낮은 쪽에 속합니다.



- 하한이 낮을 경우 가스가 조금만 누출되어도 연소나 폭발이 쉽게 일어날 수 있으며, 하한이 높을 경우 많은 양의 가스가 누출되어야 연소나 폭발이 일어날 수 있습니다.

#### 나. 조연성 가스

조연성가스는 산소, 공기 등과 같이 다른 가연성물질과 혼합되었을 때 폭발이나 연소가 일어날 수 있도록 도움을 주는 가스를 말합니다.

#### 다. 불연성가스

불연성가스는 질소, 아르곤, 탄산가스 등이며, 그 특징을 보면 스스로 연소하지 못하며, 다른 물질을 연소시키는 성질도 갖지 않는 가스, 즉 연소와 무관한 가스입니다.

#### 라. 독성가스

- 독성가스는 인체에 유해성이 있는 가스를 말하며, 법적으로 허용농도가 100만분의 5000(5000ppm) 이하인 가스입니다.
- 예로는 아크릴로니트릴 · 아크릴알데히드 · 아황산가스 · 암모니아 · 일산화탄소 · 이황화탄소 · 불소 · 염소 · 브롬화메탄 · 염화메탄 · 염화프렌 · 산화에틸렌 · 시안화수소 · 황화수소 · 모노메틸아민 · 디메틸아민 · 트리메틸아민 · 벤젠 · 포스겐 등이 있습니다.

※ 허용농도 : 해당 가스를 성숙한 흰쥐 집단에게 대기 중에서 1시간 동안 계속하여 노출시킨 경우 14일 이내에 그 흰쥐의 2분의 1 이상이 죽게 되는 가스의 농도가스명과 연소범위 설명

### (3) 온도 · 압력 · 비중 · 증기압

#### 가. 온도

- 뜨겁고 차가운 정도를 나타내는 척도로써 일반적으로 사용되는 온도는 섭씨온도(°C)와 화씨온도(°F)가 사용 됩니다.
- 섭씨온도의 경우는 물의 끓은 점과 어는 점을 100등분하여 끓은 점을 100°C, 어는 점을 0°C로 정해 사용하는 온도이고, 화씨 온도의 경우는 물의 끓은 점과 어는 점을 180등분하여 끓은 점을 212°F 어는점을 32°F로 정해 사용하는 온도입니다. 🔄