

# Natural Gas Line의 폭발위험범위 위험성검토서

## 차 순 철\*

### 1. Case Summary

구 분		Case 1	Case 2	Case 3	비 고
계산 기준		KOSHA, IEC 60079-10-1, Global Project 실행	KOSHA, IEC 60079-10-1, Global Project 실행	KOSHA, IEC 60079-10-1, Global Project 실행	계산기준 동일
Input	Hole Area	0.05 mm <sup>2</sup>	1.0 mm <sup>2</sup>	2.5 mm <sup>2</sup>	
	Hole Dia.	0.252 mm	1.129 mm	1.785 mm	
Output	환기	고환기	고환기	고환기	
	폭발위험반경	0.122 m(12.2 cm)	0.33 m(33 cm)	0.965 m(96.5cm)	
	폭발위험 지속시간	42.6 second	42.6 second	42.6 second	
	폭발위험장소 (Zone)	비폭발위험장소 IEC-60079-10-1 Table B.1, KOSHA Code E-17-2003 <표2.1> 및 CA 프로그램 PHAST 수행을 기준하여 결정함.			

\* 기술사사무소 차스텍이앤씨(주)

## 2. Case 1: 누출면적 0.05mm<sup>2</sup>기준

### 2.1 계산 적용 Code

- 1) IEC 60079-10-1
- 2) KOSHA Code E-17-2003

### 2.2 Input 조건

Calculation Basis: IEC 및 KOSHA Code 기준

	구 분	상 태	비 고
누출 특성	가연성 가스	Methane 가스	
	메탄의 분자량	16.05 kg/kmol	
	누출원	배관 플랜지, 밸브 packing	
	배관 내 압력	5000mmAq (0.5kg/cm <sup>2</sup> g)	
	폭발 하한(LELm)	0.0254 kg/m <sup>3</sup> (3.8 % vol.)	MSDS 기준 LELm=0.416x10 <sup>-3</sup> xMxLEL
	누출 등급	2차 (정상작동 중에는 가연성 물질의 누출이 예상되지 않는 플랜지 연결부위, 파이프 피팅류 기밀부)	
	안전계수, k	0.5	1차: 0.25, 2차: 0.5
	누출속도, (dG/dt) <sub>max</sub>	8.4721 x 10 <sup>-6</sup> kg/s	정량평가 프로그램 PHAST 6.54 이용 2.3의 1) 참조
환기 특성	조건	옥외	
	옥외크기, V <sub>o</sub>	3,400 m <sup>3</sup>	한변 15m로 가정
	풍속	1.4 m/s	OOO 지역 평균 풍속
	환기횟수, C	0.093 /s	풍속(1.4m/s)/옥외한변(15m )
	Quality factor, f	1	f=1~5 중 옥외이므로 공기흐름장애를 최소 적용
	주위온도, T	35.1 °C(308.1 K)	OOO 지역 최고온도 적용
	온도계수, (T/293K)	1.05	

### 2.3 계산 결과

1) 신선한 공기 최소유량체적(Minimum volumetric flow rate of fresh air):

$$(dV/dt)_{\min} = [ (dG/dt)_{\max} / (k \times LEL_m) ] \times (T / 293)$$

$(dV/dt)_{\min}$  : 신선한 공기의 최소 유량( $m^3/s$ ),

$(dG/dt)_{\max}$  : 누출원에서의 최대 누출량( $kg/s$ )

$LEL_m$  : 폭발하한 ( $kg/m^3$ )

$k$  :  $LEL_m$ 로 표시되는 안전계수(연속 및 1차 누출 등급 : 0.25,  
2차 누출 등급 : 0.5)

$T$  : 외기 온도(켈빈, K)

LELm: 0.0254

k: 0.5

T: 308.1

$(dG/dt)_{\max}$ (누출속도):  $8.4721 \times 10^{-6}$ (정량평가 프로그램 PHAST 6.54 의거)

**DISCHARGE SUMMARY** Unique Audit Number: 8,667 

Study Folder: □□□□□□ NG □□ Phast Micro 6.54 

---

□□□□□□ NG □□

Study  
NG Pipe(0.05mm2 Hole)

Base Case

Data

Weather: Global Weather Category 1.5/F

Speed: 1.50 m/s Stability: F

Full Case Path: \□□□□□□ NG □□\Study\NG Pipe(0.05mm2 Hole)

User-Defined Quantities

Material	METHANE
Temperature	25.00 degC
Pressure	1.51 bar
Inventory	1,000.00 kg
Scenario	Leak

Calculated Quantities

Mass Flow of Air (Vent from Vapor Space only)	n/a	kg/s
Average Value for Segment Number:	<b>1</b>	
Liquid Fraction	0.00	fraction
Final Temperature	-2.03	degC
Final Velocity	343.47	m/s
Droplet Diameter	0.00	um

Continuous Release Data:

Mass Flowrate	8.47217E-006	kg/s
Release Duration	3,600.00	s
Orifice Velocity	343.47	m/s
Exit Pressure	1.01	bar
Exit Temperature	-2.03	degC
Discharge Coefficient	0.68	
Expanded Radius	0.00	m

---

Date: 2018-03-09 1 of 4

$$\begin{aligned} \text{그러므로 } (dV/dt)_{\min} &= [ (dG/dt)_{\max} / (k \times \text{LEL}_m) ] \times (T / 293) \\ &= 8.4721 \times 10^{-6} / (0.5 \times 0.0254) \times (308.1 / 293) \\ &= 0.0007 \text{ (m}^3/\text{s)} \end{aligned}$$

2) 가상체적(Evaluation of hypothetical volume):

$$\begin{aligned} V_z &= [ f \times (dV/dt)_{\min} ] / C \\ &= 1 \times 0.0007 / 0.093 \\ &= 0.00753 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

3) 폭발위험반경: 환기특성을 고려한 누출원으로부터 폭발위험범위

$$\begin{aligned} V_z &= 4\pi R^3 / 3 \\ R &= (V_z \times 3/4 \times \pi)^{1/3} \\ &= (0.00753 \times 3/4 \times \pi)^{1/3} \\ R &= 0.122 \text{ m (12.2 cm)} \end{aligned}$$

4) 지속시간(Time of persistence): 누출이 정지된 후에 평균농도를 초기 값인 X0(100%)에서 LEL의 k배로 떨어 뜨리는데 소요되는 시간

$$\begin{aligned} t &= -f / C \times \ln [ ( \text{LEL} \times k ) / X_0 ] \\ &= -1 / 0.093 \times \ln [ (3.8 \times 0.5) / 100 ] \\ &= 42.6 \text{ second} \end{aligned}$$

## 2.4 폭발위험장소 결정

IEC 60079-10-1 및 KOSHA Code E-17-2003 기준에 의거

- (1)  $V_z = 0.00753 \text{ m}^3 < 0.1 \text{ m}^3$ 이므로 → 고회기(KOSHA Code E-17-2003의 <부록2> 5.3.2 참조)
- (2) 환기유효성: 우수
- (3) 2차 누출원

따라서 IEC-60079-10-1 Table B.1와 KOSHA Code E-17-2003 <표2.1>에 의하여 Zone 2 NE로 산정함.

Influence of independent ventilation on type of zone

(Ref.: IEC-60079-10-1 Table B.1, KOSHA Code E-17-2003 <표2.1>)

Grade of release (누출등급)	Ventilation						
	Degree						
	High(고)			Medium(중)		Low(저)	
Grade of release (누출등급)	Availability(환기의 유효성)						
	Good(우수)	Fair(양호)	Poor(미흡)	Good(우수)	Fair(양호)	Poor(미흡)	Good, fair or poor
Continuou s (연속)	(Zone 0 NE) Non-hazardo us	(Zone 0 NE) Zone 2	(Zone 0 NE) Zone 1	Zone 0	Zone 0 + Zone 2	Zone 0 + Zone 2	Zone 0
Primary (1차)	(Zone 1 NE) Non-hazardo us	(Zone 1 NE) Zone 2	(Zone 1 NE) Zone 2	Zone 1	Zone 1 + Zone 2	Zone 1 + Zone 2	Zone 1 or zone 0
Secondary (2차)	(Zone 2 NE) Non-hazardo us	(Zone 2 NE) Non-haza rdous	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 1 and even zone 0

### 2.5 Case 1 폭발위험장소 선정여부

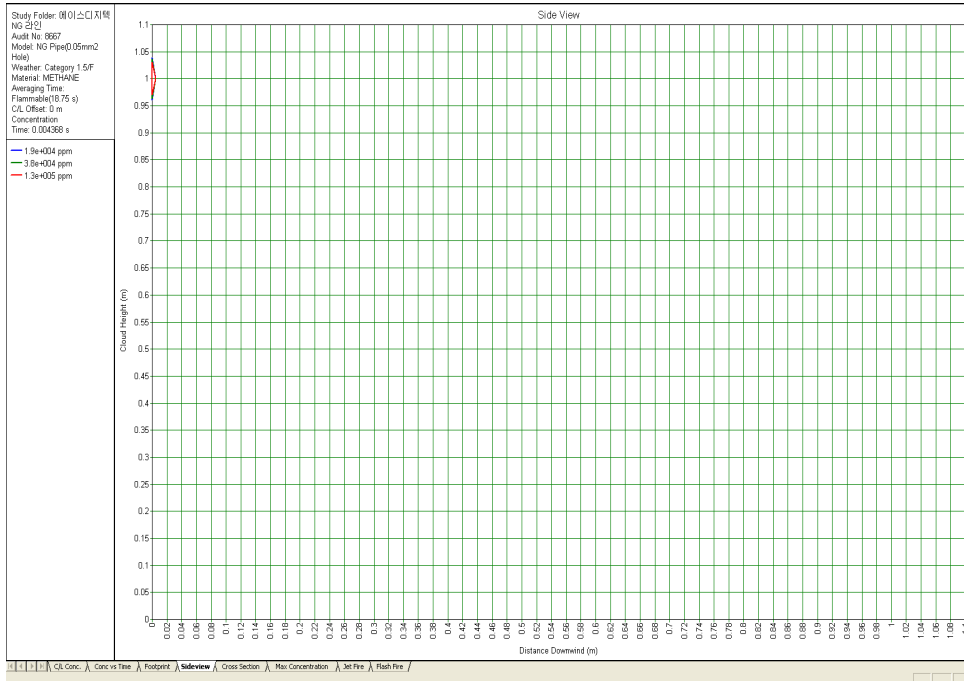
- 1) 환기: 고회환기
- 2) 위험장소반경: 누출원으로부터 0.122m(12.2 cm)
- 3) 지속시간: 42.6 second
- 4) 위험장소: Zone 2 NE(비폭발위험장소)

정상작동 중에는 폭발분위기가 생성될 가능성이 없으며, 만약 플랜지 연결부위, 파이프 피팅류 등의 기밀부의 누출 hole로부터 위험분위기가 생성될 경우에도 고회환기와 짧은 누출거리 및 짧은 지속시간을 고려하여 비폭발위험장소로 선정함.

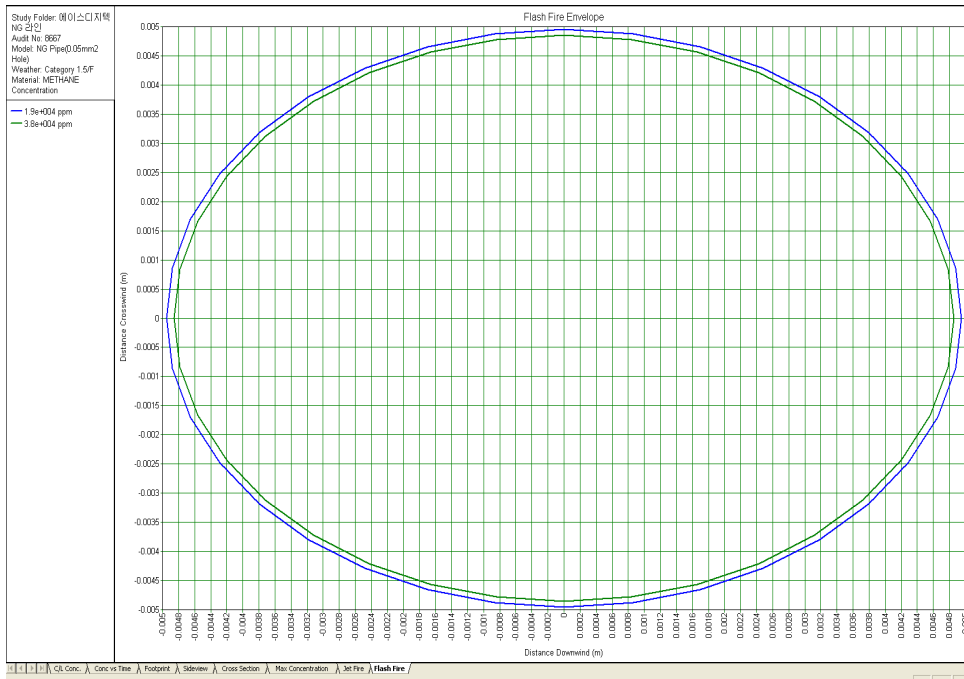
### 2.6 프로그램에 의한 검증

PHAST version 6.54(latest version 6.54 as January 2009; 제작사 Det Norske Veritas)을 사용한 Consequence Analysis의 수행에 의한 검증:  
LEL(3.8%) 도달거리 à 0.5cm 이하

누출면적 0.05mm2기준 Side View



누출면적 0.05mm2기준 Flash Fir Envelope



### 3. Case 2: 누출면적 1.0 mm<sup>2</sup>기준

#### 3.1 계산 적용 Code

- 1) IEC 60079-10-1
- 2) KOSHA Code E-17-2003

#### 3.2 Input 조건

Calculation Basis: IEC 및 KOSHA Code 기준

	구 분	상 태	비 고
누출 특성	가연성 가스	Methane 가스	
	메탄의 분자량	16.05 kg/kmol	
	누출원	배관 플랜지, 밸브 packing	
	배관 내 압력	5000mmAq (0.5kg/cm <sup>2</sup> g)	
	폭발 하한(LELm)	0.0254 kg/m <sup>3</sup> (3.8 % vol.)	MSDS 기준 LELm=0.416x10 <sup>-3</sup> xMx LEL
	누출 등급	2차 (정상작동 중에는 가연성 물질의 누출이 예상되지 않는 플랜지 연결부위, 파이프 피팅류 기밀부)	
	안전계수, k	0.5	1차: 0.25, 2차: 0.5
	누출속도, (dG/dt) <sub>max</sub>	1.7 x 10 <sup>-4</sup> kg/s	정량평가 프로그램 PHAST 6.54 이용 3.3의 1) 참조
환기 특성	조건	옥외	
	옥외크기, V <sub>o</sub>	3,400 m <sup>3</sup>	한변 15m로 가정
	풍속	1.4 m/s	OOO 지역 평균 풍속
	환기횟수, C	0.093 /s	풍속(1.4m/s)/옥외한변( 15m)
	Quality factor, f	1	f=1~5 중 옥외이므로 공기흐름장애를 최소 적용
	주위온도, T	35.1 °C(308.1 K)	OOO 지역 최고온도 적용
	온도계수, (T/293K)	1.05	

### 3.3 계산 결과

1) 신선한 공기 최소유량체적(Minimum volumetric flow rate of fresh air):

$$(dV/dt)_{\min} = [ (dG/dt)_{\max} / (k \times LEL_m) ] \times (T / 293)$$

$(dV/dt)_{\min}$  : 신선한 공기의 최소 유량( $m^3/s$ ),

$(dG/dt)_{\max}$  : 누출원에서의 최대 누출량( $kg/s$ )

$LEL_m$  : 폭발하한 ( $kg/m^3$ )

$k$  :  $LEL_m$ 로 표시되는 안전계수(연속 및 1차 누출 등급 : 0.25,  
2차 누출 등급 : 0.5)

$T$  : 외기 온도(켈빈, K)

LELm: 0.0254

k: 0.5

T: 308.1

$(dG/dt)_{\max}$ (누출속도):  $1.7 \times 10^{-4}$ (정량평가 프로그램 PHAST 6.54 의거)

**DISCHARGE SUMMARY** Unique Audit Number: 8,667 Phast Micro 6.54

Study Folder: 000000 NG 00

---

000000 NG 00

Study  
NG Pipe(1.0mm2 Hole)  
Base Case

Data  
Weather: Global Weathers\Category L5/F  
Speed: 1.50 m/s Stability:  
Full Case Path: \000000 NG 00\Study\NG Pipe(1.0mm2 Hole)

User-Defined Quantities

Material	METHANE
Temperature	25.00 degC
Pressure	1.51 bar
Inventory	1,000.00 kg
Scenario	Leak

Calculated Quantities

Mass Flow of Air (Vent from Vapor Space only)	n/a	kg/s
Average Values for Segment Number	1	
Liquid Fraction	0.00	fraction
Final Temperature	-2.03	degC
Final Velocity	343.47	m/s
Droplet Diameter	0.00	um

Continuous Release Data:

Mass Flowrate	1.70052E-004	kg/s
Release Duration	3,600.00	s
Orifice Velocity	343.47	m/s
Exit Pressure	1.01	bar
Exit Temperature	-2.03	degC
Discharge Coefficient	0.68	
Expanded Radius	0.00	m

Date: 2010-02-10 1 of 4



$$\begin{aligned} \text{그러므로 } (dV/dt)_{\min} &= [ (dG/dt)_{\max} / (k \times LEL_m) ] \times (T / 293) \\ &= 1.7 \times 10^{-4} / (0.5 \times 0.0254) \times (308.1 / 293) \\ &= 0.014 \text{ (m}^3/\text{s)} \end{aligned}$$

2) 가상체적(Evaluation of hypothetical volume):

$$\begin{aligned} V_z &= [ f \times (dV/dt)_{\min} ] / C \\ &= 1 \times 0.014 / 0.093 \\ &= 0.1505 \text{m}^3 \end{aligned}$$

3) 폭발위험반경: 환기특성을 고려한 누출원으로부터 폭발위험범위

$$\begin{aligned} V_z &= 4\pi R^3 / 3 \\ R &= (V_z \times 3/4 \times \pi)^{1/3} \\ &= (0.1505 \times 3/4 \times \pi)^{1/3} \\ R &= 0.33 \text{ m (33.0 cm)} \end{aligned}$$

4) 지속시간(Time of persistence): 누출이 정지된 후에 평균농도를 초기 값인 X0(100%)에서 LEL의 k배로 떨어 뜨리는데 소요되는 시간

$$\begin{aligned} t &= -f / C \times \ln [ (LEL \times k) / X_0 ] \\ &= -1 / 0.093 \times \ln [ (3.8 \times 0.5) / 100 ] \\ &= 42.6 \text{second} \end{aligned}$$

### 3.4 폭발위험장소 결정

IEC 60079-10-1 및 KOSHA Code E-17-2003 기준에 의거

- (1)  $V_z = 0.1505 \text{m}^3 < V_{o1}\% (34 \text{m}^3)$  이므로 → 고회환기(IEC 60079-10-1의 B.5.3.2 참조)
- (2) 환기유효성: 우수
- (3) 2차 누출원

따라서 IEC-60079-10-1 Table B.1와 KOSHA Code E-17-2003 <표2.1>에 의하여 Zone 2 NE로 산정함.

Influence of independent ventilation on type of zone

(Ref.: IEC-60079-10-1 Table B.1, KOSHA Code E-17-2003 <표2.1>)

Grade of release (누출등급)	Ventilation						
	Degree						
	High(고)			Medium(중)		Low(저)	
Grade of release (누출등급)	Availability(환기의 유효성)						
	Good(우수)	Fair(양호)	Poor(미흡)	Good(우수)	Fair(양호)	Poor(미흡)	Good, fair or poor
Continuou s (연속)	(Zone 0 NE) Non-hazardo us	(Zone 0 NE) Zone 2	(Zone 0 NE) Zone 1	Zone 0	Zone 0 + Zone 2	Zone 0 + Zone 2	Zone 0
Primary (1차)	(Zone 1 NE) Non-hazardo us	(Zone 1 NE) Zone 2	(Zone 1 NE) Zone 2	Zone 1	Zone 1 + Zone 2	Zone 1 + Zone 2	Zone 1 or zone 0
Secondary (2차)	(Zone 2 NE) Non-hazardo us	(Zone 2 NE) Non-haza rdous	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 1 and even zone 0

### 3.5 Case 2 폭발위험장소 선정여부

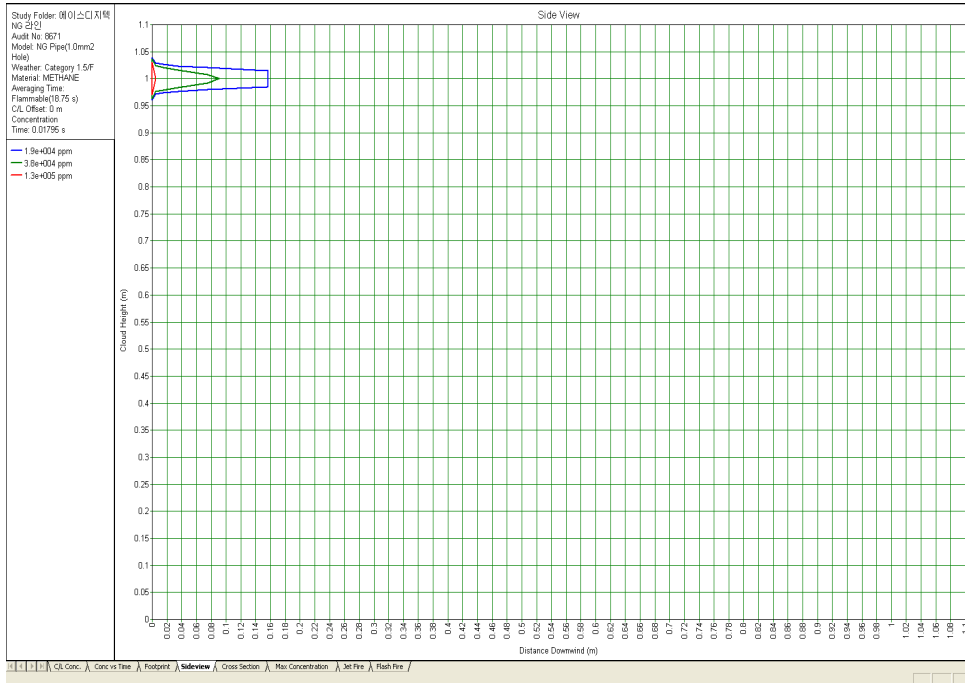
- 1) 환기: 고회환기
- 2) 위험장소반경: 누출원으로부터 0.33m(33.0 cm)
- 3) 지속시간: 42.6 second
- 4) 위험장소: Zone 2 NE(비폭발위험장소)

정상작동 중에는 폭발분위기가 생성될 가능성이 없으며, 만약 플랜지 연결부위, 파이프 피팅류 등의 기밀부의 누출 hole로부터 위험분위기가 생성될 경우에도 고회환기와 짧은 누출거리 및 짧은 지속시간을 고려하여 비폭발위험장소로 선정함.

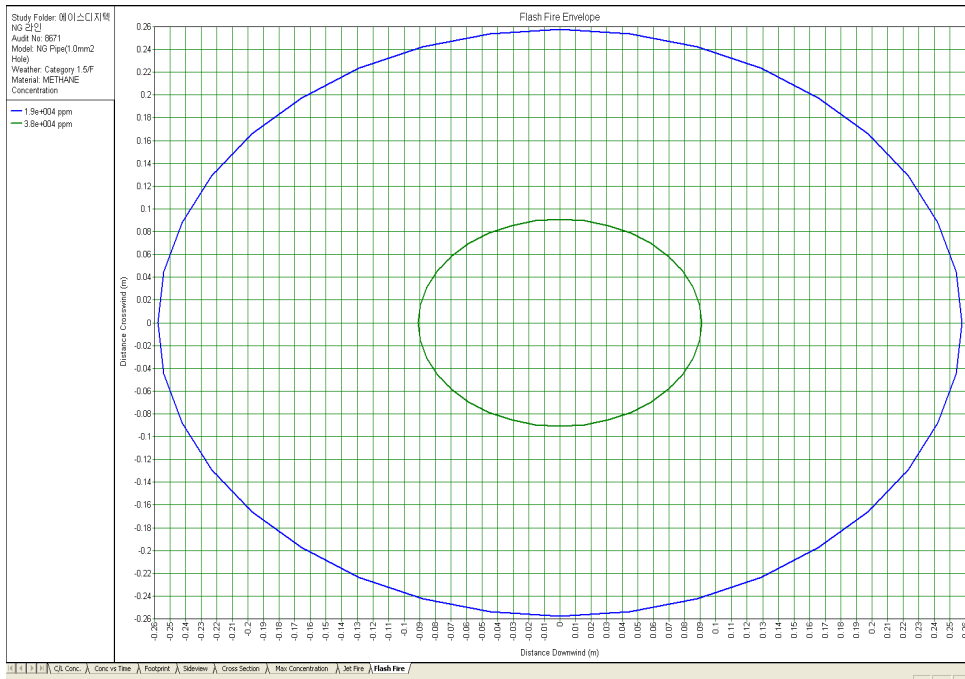
### 3.6 프로그램에 의한 검증

PHAST version 6.54(latest version 6.54 as January 2009; 제작사 Det Norske Veritas)을 사용한 Consequence Analysis의 수행에 의한 검증:  
LEL(3.8%) 도달거리 à 10cm 이하

누출면적 1.0mm2기준 Side View



누출면적 1.0mm2기준 Flash Fir Envelope



### 4. Case 3: 누출면적 2.5 mm<sup>2</sup>기준

#### 4.1 계산 적용 Code

- 1) IEC 60079-10-1
- 2) KOSHA Code E-17-2003

#### 4.2 Input 조건

Calculation Basis: IEC 및 KOSHA Code 기준

구 분		상 태	비 고
누출 특성	가연성 가스	Methane 가스	
	메탄의 분자량	16.05 kg/kmol	
	누출원	배관 플랜지, 밸브 packing	
	배관 내 압력	5000mmAq (0.5kg/cm <sup>2</sup> g)	
	폭발 하한(LELm)	0.0254 kg/m <sup>3</sup> (3.8 % vol.)	MSDS 기준 LELm=0.416x10 <sup>-3</sup> xMx LEL
	누출 등급	2차 (정상작동 중에는 가연성 물질의 누출이 예상되지 않는 플랜지 연결부위, 파이프 피팅류 기밀부)	
	안전계수, k	0.5	1차: 0.25, 2차: 0.5
	누출속도, (dG/dt)max	4.25 x 10 <sup>-4</sup> kg/s	정량평가 프로그램 PHAST 6.54 이용 4.3의 1) 참조
환기 특성	조건	옥외	
	옥외크기, V <sub>o</sub>	3,400 m <sup>3</sup>	한변 15m로 가정
	풍속	1.4 m/s	OOO 지역 평균 풍속
	환기횟수, C	0.093 /s	풍속(1.4m/s)/옥외한변( 15m)
	Quality factor, f	1	f=1~5 중 옥외이므로 공기흐름장애를 최소 적용
	주위온도, T	35.1 °C(308.1 K)	OOO 지역 최고온도 적용
	온도계수, (T/293K)	1.05	

### 4.3 계산 결과

1) 신선한 공기 최소유량체적(Minimum volumetric flow rate of fresh air):

$$(dV/dt)_{\min} = [ (dG/dt)_{\max} / (k \times LEL_m) ] \times (T / 293)$$

$(dV/dt)_{\min}$  : 신선한 공기의 최소 유량( $m^3/s$ ),

$(dG/dt)_{\max}$  : 누출원에서의 최대 누출량( $kg/s$ )

$LEL_m$  : 폭발하한 ( $kg/m^3$ )

$k$  :  $LEL_m$ 로 표시되는 안전계수(연속 및 1차 누출 등급 : 0.25,  
2차 누출 등급 : 0.5)

$T$  : 외기 온도(켈빈, K)

LELm: 0.0254

k: 0.5

T: 308.1

$(dG/dt)_{\max}$ (누출속도):  $4.25 \times 10^{-4}$ (정량평가 프로그램 PHAST 6.54 의거)

**DISCHARGE SUMMARY** Unique Audit Number: 0,667 Phast Micro 6.54

Study Folder: \000000 NG 00

000000 NG 00

Study  
NG Pipe(1.0mm2 Hole)

Base Case  
Data  
Weather: Global Weathers(Category L5/F)  
Speed: 1.50 m/s Stability:  
Full Case Path: \000000 NG 00\Study\NG Pipe(1.0mm2 Hole)

User-Defined Quantities

Material	METHANE
Temperature	25.00 degC
Pressure	1.51 bar
Inventory	1,000.00 kg
Scenario	Leak

Calculated Quantities

Mass Flow of Air (Vent from Vapor Space only)	1	kg/s
Average Values for Segment Number	1	
Liquid Fraction	0.00	fraction
Final Temperature	-2.03	degC
Final Velocity	343.47	m/s
Droplet Diameter	0.00	um

Continuous Release Data:

Mass Flowrate	1.70052E-004	kg/s
Release Duration	3,600.00	s
Orifice Velocity	343.47	m/s
Exit Pressure	1.01	bar
Exit Temperature	-2.03	degC
Discharge Coefficient	0.618	
Expanded Radius	0.00	m

Date: 2010-02-10 1 of 4

$$\begin{aligned} \text{그러므로 } (dV/dt)_{\min} &= [ (dG/dt)_{\max} / (k \times \text{LEL}_m) ] \times (T / 293) \\ &= 4.25 \times 10^{-4} / (0.5 \times 0.0254) \times (308.1 / 293) \\ &= 0.035 \text{ (m}^3/\text{s)} \end{aligned}$$

2) 가상체적(Evaluation of hypothetical volume):

$$\begin{aligned} V_z &= [ f \times (dV/dt)_{\min} ] / C \\ &= 1 \times 0.035 / 0.093 \\ &= 3.7634 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

3) 폭발위험반경: 환기특성을 고려한 누출원으로부터 폭발위험범위

$$\begin{aligned} V_z &= 4\pi R^3 / 3 \\ R &= (V_z \times 3/4 \times \pi)^{1/3} \\ &= (3.7634 \times 3/4 \times \pi)^{1/3} \\ R &= 0.965 \text{ m (96.5 cm)} \end{aligned}$$

4) 지속시간(Time of persistence): 누출이 정지된 후에 평균농도를 초기 값인 X0(100%)에서 LEL의 k배로 떨어 뜨리는데 소요되는 시간

$$\begin{aligned} t &= -f / C \times \ln [ (LEL \times k) / X_0 ] \\ &= -1 / 0.093 \times \ln [ (3.8 \times 0.5) / 100 ] \\ &= 42.6 \text{ second} \end{aligned}$$

#### 4.4 폭발위험장소 결정

IEC 60079-10-1 및 KOSHA Code E-17-2003 기준에 의거

- (1)  $V_z = 3.7634 \text{ m}^3 < V_{01\%} (34 \text{ m}^3)$  이므로 → 고환기(IEC 60079-10-1의 B.5.3.2 참조)
- (2) 환기유효성: 우수
- (3) 2차 누출원

따라서 IEC-60079-10-1 Table B.1와 KOSHA Code E-17-2003 <표2.1>에 의하여 Zone 2 NE로 산정함.

Influence of independent ventilation on type of zone

(Ref.: IEC-60079-10-1 Table B.1, KOSHA Code E-17-2003 <표2.1>)

		Ventilation					
		Degree					
		High(고)		Medium(중)		Low(저)	
Grade of release (누출등급)	Availability(환기의 유효성)						
	Good(우수)	Fair(양호)	Poor(미흡)	Good(우수)	Fair(양호)	Poor(미흡)	Good, fair or poor
Continuou s (연속)	(Zone 0 NE) Non-hazardous	(Zone 0 NE) Zone 2	(Zone 0 NE) Zone 1	Zone 0	Zone 0 + Zone 2	Zone 0 + Zone 2	Zone 0
Primary (1차)	(Zone 1 NE) Non-hazardous	(Zone 1 NE) Zone 2	(Zone 1 NE) Zone 2	Zone 1	Zone 1 + Zone 2	Zone 1 + Zone 2	Zone 1 or zone 0
Secondary (2차)	(Zone 2 NE) Non-hazardous	(Zone 2 NE) Non-hazardous	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 1 and even zone 0

#### 4.5 Case 3 폭발위험장소 선정여부

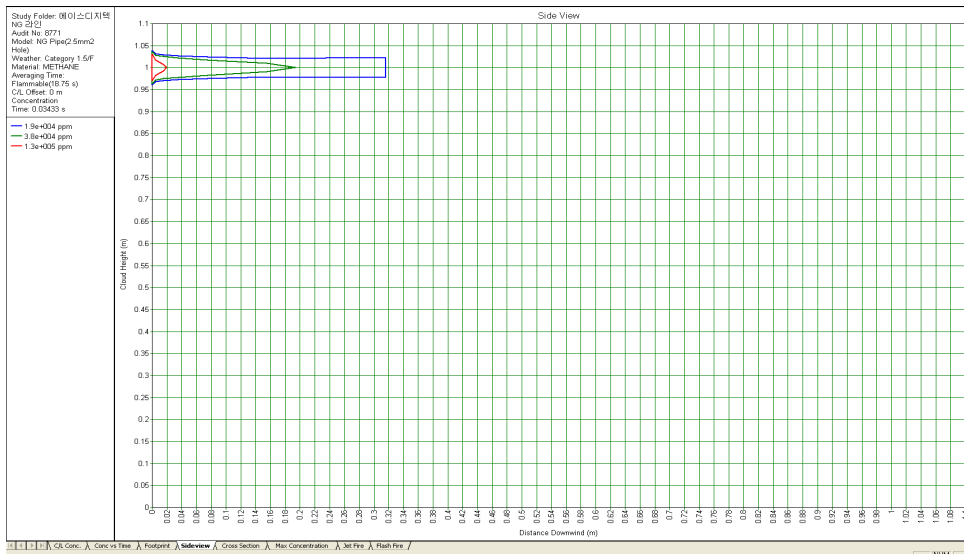
- 1) 환기: 고효환기
- 2) 위험장소반경: 누출원으로부터 0.965m(96.5 cm)
- 3) 지속시간: 42.6 second
- 4) 위험장소: Zone 2 NE(비폭발위험장소)

정상작동 중에는 폭발분위기가 생성될 가능성이 없으며, 만약 플랜지 연결부위, 파이프 피팅류 등의 기밀부의 누출 hole로부터 위험분위기가 생성될 경우에도 고효환기와 짧은 누출거리 및 짧은 지속시간을 고려하여 비폭발위험장소로 선정함.

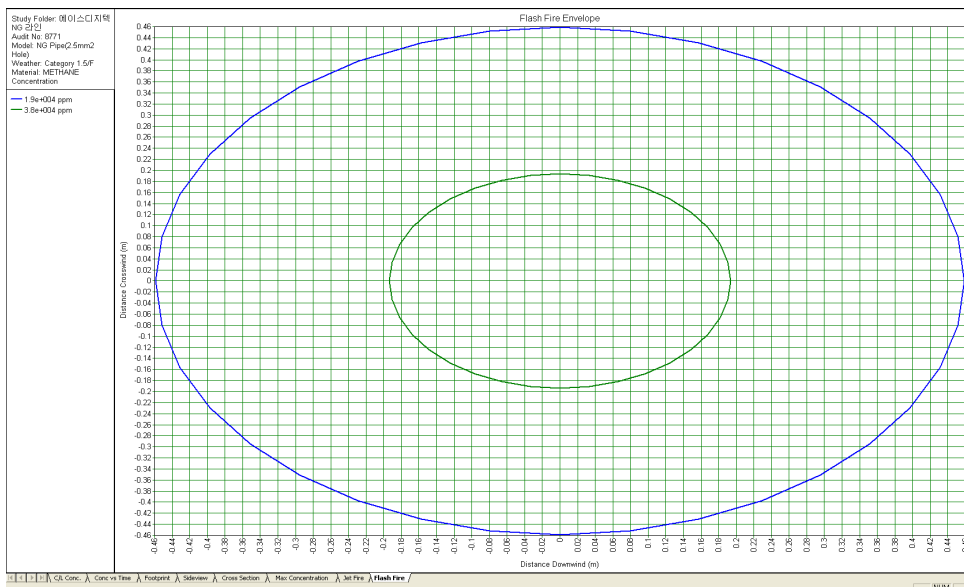
### 4.6 프로그램에 의한 검증

PHAST version 6.54(latest version 6.54 as January 2009; 제작사 Det Norske Veritas)을 사용한 Consequence Analysis의 수행에 의한 검증:  
LEL(3.8%) 도달거리 à 20 cm 이하

누출면적 2.5mm2기준 Side View



누출면적 2.5mm2기준 Flash Fir Envelope





## 5. 결 론

IEC-60079-10-1, KOSHA Code E-17-2003 및 Global Project 실행을 기준으로 수행한 Case 1, Case 2, Case 3을 통한 case study 결과와 CA 프로그램 PHAST를 통한 검증은 검증에 의해 아래와 같은 결과를 도출함.

- 1) 누출원의 압력이 낮음: 0.5kg/cm<sup>2</sup>g
- 2) 누출물질의 비중이 공기보다 작음: 0.55(air=1)
- 2) 옥외지역으로서 환기가 고환기: 가상체적( $V_z$ )이 무시할 정도로 미미함.
- 3) 누출 시 폭발위험반경이 매우 짧음.
- 4) 누출 후 LEL의 50%로 되는 지속시간이 매우 짧음.
- 5) CA 프로그램 PHAST 수행 결과 폭발위험반경이 매우 협소함.
- 6) 각 Case 별 평가 참조.

결과적으로, 정상작동 중에는 폭발분위기가 생성될 가능성이 없으며, 만약 플랜지 연결부위, 파이프 피팅류 등의 기밀부의 누출 hole로부터 위험분위기가 생성될 경우에도 위와 같은 평가 결과에 따라 RTO 관련 Natural Gas Line 부근을 비폭발위험장소로 선정함.