

도시가스사고 데이터베이스의 확률분석결과를 통한 사회적 위험기준 설정에 관한 연구

고재선*, 김 효
 서울시립대학교 화학공학과
 (119kjs@hanmail.net*)

Study on Societal Risk Criteria Determined from the Probability Analysis based on Urban Gas Accident Database

Ko Jae-Sun*, Kim Hyo
 Department of Chemical Engineering, The University of Seoul
 (119kjs@hanmail.net*)

1. Poisson 분포를 적용한 가스사고의 정량적 예측**1-1. Poisson 분포**

Poisson분포에 의해 분포된 확률변수에 대하여 사건의 발생건수 평균이 λ 일 때 특정횟수 (X)의 성공적인 사상이 발생할 확률은 다음과 같은 공식으로 구할 수 있다.

$$P(X = x|\lambda) = \frac{\lambda^x e^{-\lambda}}{X!} \quad (1-1)$$

1-2. 국내 도시가스사고에 대한 Poisson분포 해석결과

Table 1은 도시가스사고사례에서 Poisson분포에 적용하기 위해서 검색된 16개 항목을 발생건수, intensity, MTBF, PDF별로 정량화하고 t=5에서 PDF와 R의 상관관계를 비교하여 Fig 1에 나타내었다.

평균고장(사고)간격인 MTBF값이 작아질수록 동종사고의 발생확률인 PDF의 값이 커지며, 반대로 발생횟수인 R 값은 작아짐을 볼 수 있었다.

1-3. 국내 도시가스사고사례 중 NG와 LPG의 Poisson 분포 분석

Fig 2와 3을 살펴보면 NG 및 LPG는 PDF 0.18부터 0.08까지 R은 6회부터 30회 까지 같은 영역대에 골고루 분포되어 있어 국내 가스사례 중 NG 및 LPG의 사고발생은 유사함을 보여주고 있다.

2. 도시가스 사고의 사회적 위험성 평가**2-1 이론적 배경**

본 연구에 관하여 수학적 기초는 빈도-결과 곡선에 의해 표시된 D.O.Hagon의 방정식 $f_N^a = r$ 을 사용하였다. 여기서 a 와 γ 은 각각 혐오지수(risk aversion index)와 위험에 대한 상수(constant)를 나타낸다.

$$f_N^a = r \quad (2-1)$$

$$F_1^N = rS(N, a) \quad (2-2)$$

여기서

$$S(k, a) = \sum_{N=1}^{N=k} \frac{1}{N^a} \quad (2-3)$$

이므로

$$F_{N_1}^{N_2} = r[S(N_2, a) - S(N_1 - 1, a)] \quad (2-4)$$

2-2 Hagon 방정식($f_N^a = r$)을 적용한 분석결과

Table 2에서 국내에서 LPG 관련사고 경우에 있어서 사회적 안전성 평가를 가스사고 발생 시 사망자의 발생 숫자를 누적시켜 분석하였고 이를 Fig 4와 5에 나타내었다. 평균분포 기울기는 최소 자승법에 의한 직선 회기분석방법에 의해 계산하였다. 이 방법으로 구한 식을 기준으로 허용 가능 영역과 허용 불가능한 영역을 구했으며. 이 경우 최소값과 최대값 사이에 해당되는 영역을 중간 완충 영역으로 고려하여 위험기준은 Rectilinear 함수로 표현 하였다.

3. 결론

본 논문에서는 도시가스설비들을 효과적으로 관리함으로써 설비를 안정적으로 운영하고 또 이 설비들이 내포한 위험성 및 사고로 인한 공급중단의 가능성과 치명적인 화재 및 폭발의 피해예방을 위하여 체계적이고 종합적인 평가기법의 도입을 시도하였다. 특히, 도시가스 시설에서 발생한 가스누출사고를 데이터베이스화하여 향후 유사한 사고의 발생을 미리 예측할 수 있는 프로그램을 제안하여 가스안전사고의 안전성확보방안을 구체화 하였다. 이를 위하여 최근 가스사고 데이터의 정리 및 분석과, 이를 근거로 가스사고의 사건유형에 관한 통계적 확률분포 해석을 위한 Poisson공정을 이용하여 향후 사고가 발생할 예상 빈도 값을 도출하였다. 아울러 가스사고 발생률을 효율적으로 예측하기 위하여 Poisson분포에서의 확률밀도함수(Probability Density Function: PDF) 및 이에 대한 누적밀도함수(Cumulative Density Function: CDF)를 계산하였으며, D. O. Hagon의 사회적 위험성 평가법을 구축된 가스사고 데이터베이스에 적용하여 도시가스의 사회적 위험성에 관한 기준을 제시하였다.

4. 참고문헌

1. 가스안전공사, 2001, “고압가스통계”, 가스안전공사 검사지원처.
2. Rebert L. Winkler and William L. Hays, 1970, "Statistics Second Edition

Probability, inference, and decision", Holt, Rinehart and Winston, New York.
 3. D. O. Hagon, 1984, "Use of Frequency-Consequence Curves to Exmamin the Conclusions of Published Risk Analysis and to define Broad Criteria for Major Hazard Installations", Chem Eng Res., Vol. 62, Nov, pp381-386.

Table 1. Summary of Poisson Distribution calculations for the urban gas accidents.

Ran king	event	No.	Intensity (event/yr)	MTBF (yr/event)	Step	R_M	PDF_M
1	Careless work-Explosion-Pipeline	7	0.6363	1.57142	Under Constructing	3	0.222858
2	Joint Losening and corrosion-Fire-Pipeline	8	0.7272	1.375	operating	3	0.211153
3	Joint Losening and corrosion-Explosion-Hose	9	0.818	1.2222		4	0.195168
4	Bad finishing-Fire-Hose	11	1	1		4	0.175467
5	Subway construction-Release-Pipeline	11	1	1		4	0.175467
6	Joint Losening and corrosion-Explosion-Pipeline	13	1.181	0.8461		5	0.162981
7	Ground sink-Release-Pipeline	14	1.272	0.7857		6	0.158931
8	Road construction-Release-Pipeline	16	1.454	0.6875		7	0.148233
9	Careless work-Fire-Pipeline	19	1.727	0.5789		8	0.13627
10	Careless work-Release-Pipeline	20	1.818	0.55		9	0.131696
11	Bad finishing-Explosion-Pipeline	22	2	0.5		9	0.12511
12	Tap water construction-Release-Pipeline	27	2.454	0.4074	Under Constructing	12	0.114019
13	Waste water construction -Release-Pipeline	45	4.090	0.24444		20	0.088384
14	Bad finishing-Explosion-Hose	58	5.272	0.1896		26	0.077792
15	Construction-Release-Pipeline	56	5.090	0.1964		24	0.077785
16	Joint Losening and corrosion-Release-Pipeline	197	17.909	0.0558		90	0.041965

Table 2. Cumulative frequencies of all events with consequences of 1 to N.

Year	F_1^N	F_2^N	F_3^N	F_4^N	F_5^N	F_6^N	F_{12}^N	F_{13}^N	F_{101}^N
1991	2.33	1.06	0.53	0.11	-	-	-	-	-
1992	2.75	1.48	0.63	0.42	0.21				-
1993	2.24	0.43	0.22	0.22	0.22	0.11	-	-	-
1994	2.47	0.82	0.51	0.41	0.22	0.10	0.10		
1995	3.50	1.07	0.22	0.11	0.1	0.11	0.11	0.11	0.11
1996	4.25	1.42	0.33	0.22	0.1	0.11	0.11	0.11	-
1997	6.13	1.54	0.83	0.12	-	-	-	-	-
1998	4.62	0.43	-	-	-	-	-	-	-
1999	2.83	0.49	0.12	-	-	-	-	-	-
2000	2.66	0.58	0.12	-	-	-	-	-	-
Total	33.53	9.07	3.26	1.61	0.7	0.43	0.32	0.22	0.11

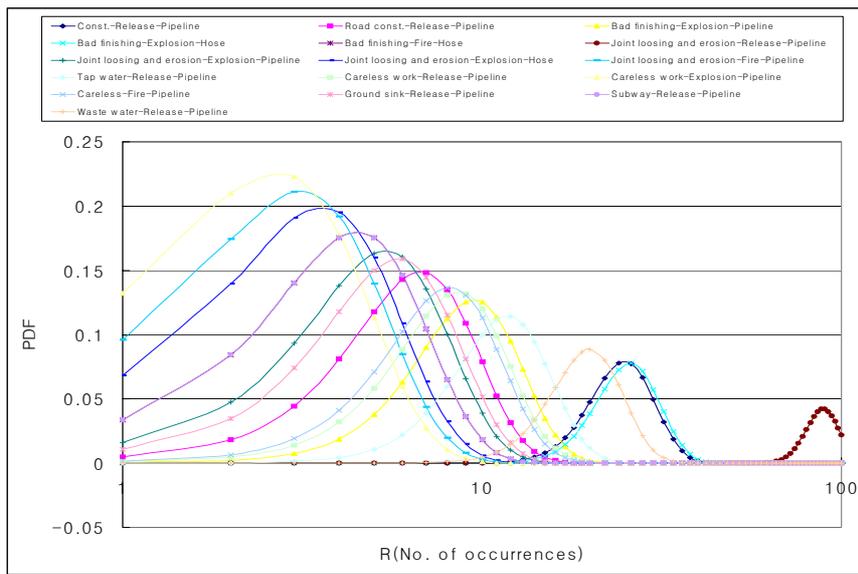


Figure 1. Series of Poisson distributions for the urban gas accidents.

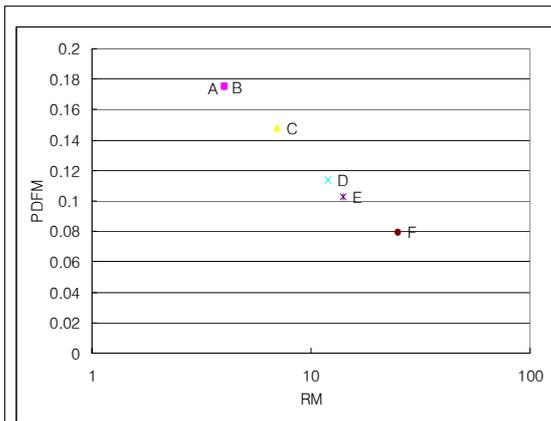


Figure 2. Diagram of the accidents resulted from the process in the NG.

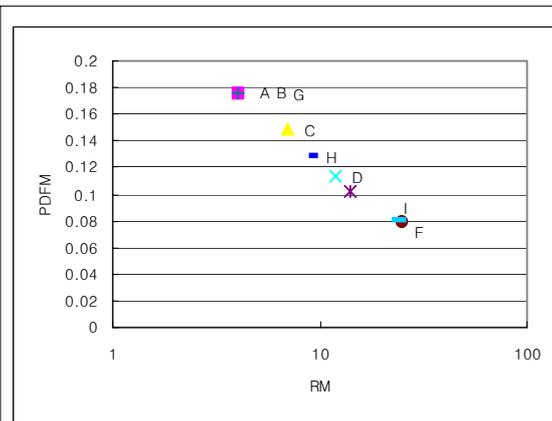


Figure 3. The accidents of the domestic urban gas(NG/LPG).

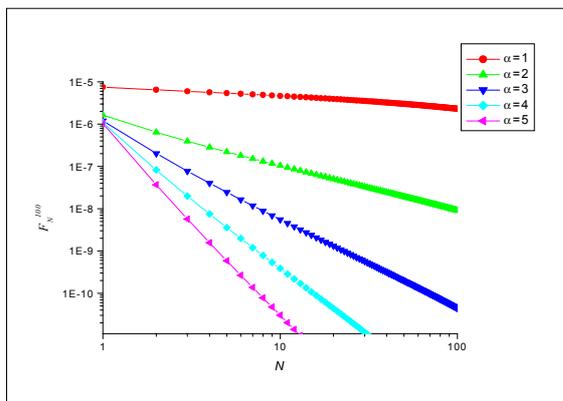


Figure 4. Cumulative frequency curves with various aversion value for LPG accidents occurred in Korea during 1991 - 2000.

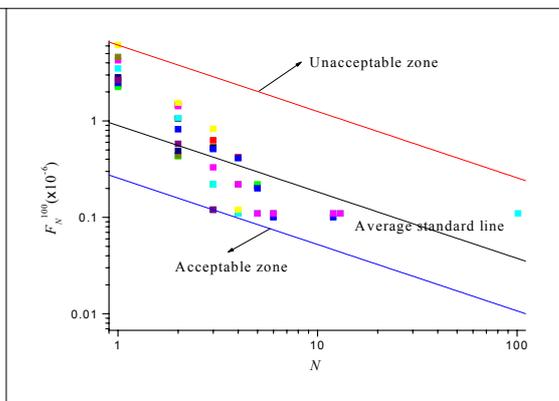


Figure 5. Risk criteria zones evaluated from the accidental.