

가스저장탱크의 안전거리에 관한 지적 결정 시스템 개발

임사환*, 허용정**, 최성주***

*한국기술교육대학교 대학원 기계공학과

**한국기술교육대학교 메카트로닉스공학부

***한국기술교육대학교 기계공학부

e-mail : gentle@kgs.or.kr

A Development of Intelligent Decision System by Safety distance of Gas Storage Tank

Sa-Hwan Leem*, Yong-Jeong Huh**, Seong-Joo Choi***

*Department of Mechanical Engineering KUT,

**School of Mechatronics Engineering KUT,

***School of Mechanical Engineering KUT

요 약

본 논문에서는 가스저장탱크의 안전거리에 관한 지적결정시스템을 개발하였다. 이는 가스 관계법에서 규정한 안전거리를 저장탱크의 크기, 형상 및 설치위치 등의 자료를 지적결정에 의하여 선택할 수 있는 사용자 친화적 지적결정시스템으로 비전문가도 쉽게 안전거리를 파악할 수 있다. 또한 Hopkinson의 삼승근법으로 관심거리를 파악하여 법정안전거리와 과압 피해영향거리를 비교할 수 있는 자료를 생성토록 구현하였다.

1. 서론

가스는 친환경적인 에너지원으로서 산업 및 일반 가정 등에서 활용도가 급속도로 증가하여 국내 에너지 산업의 중추적인 역할로 대두되고 있다.^[1] 또한 산업이 발전함과 동시에 인간의 안전에 대한 욕구도 날로 급증하고 있는 실정이다. 하지만 가스 사고는 다양한 원인과 형태에 의해 발생하고 있고 일선현장과 가정 등에서 잠재적인 위험요소는 항상 내재하고 있으며, 반복적으로 동일유형의 사고가 발생하고 있는 실정이다.^[2]

특히 가스저장탱크의 사고는 사회적으로 막대한 손실을 초래하고 있다. 따라서 가스 사고를 미연에 예방하기 위하여 대규모 사업장에는 안전관리자를 선임하여 배치함으로써 가스 사고를 감소시키는데 기여하고 있다. 하지만 안전관리자라도 법에서 규정한 안전거리를 정확하게 숙지하지 못하는 경우가 많

으며, 과압의 피해영향거리는 더욱더 알기 어렵다.

따라서 본 논문에서는 가스저장시설에 상주하는 안전관리자 및 예비안전관리자가 법에서 규정한 안전거리를 법, 고시, 지침 등을 일일이 보지 않고도 쉽게 파악 할 수 있도록, Visual Basic을 이용하여 기본자료와 비교자료를 생성하는 사용자 친화적 지적결정 시스템(IDSG)^[3,4]을 제안하고자 한다.

2. 시스템의 구성

가스저장탱크의 안전거리에 관한 지적결정시스템은 Fig.1에서 보듯이 크게 입력자료, 수치, 결과값 3가지 그룹으로 나누어지며, Hopkinson의 삼승근법을 이용한 관심거리는 Fig.2에서 보듯이 저장용량을 TNT상당량으로 환산하여 계산^[5,6]하고, 법에서 규정한 안전거리와 비교 평가할 수 있는 자료의 생성과 법정안전거리를 파악하는 시스템이다.

본 지적결정 시스템은 마이크로소프트사의 Visual

Basic을 이용하였다.

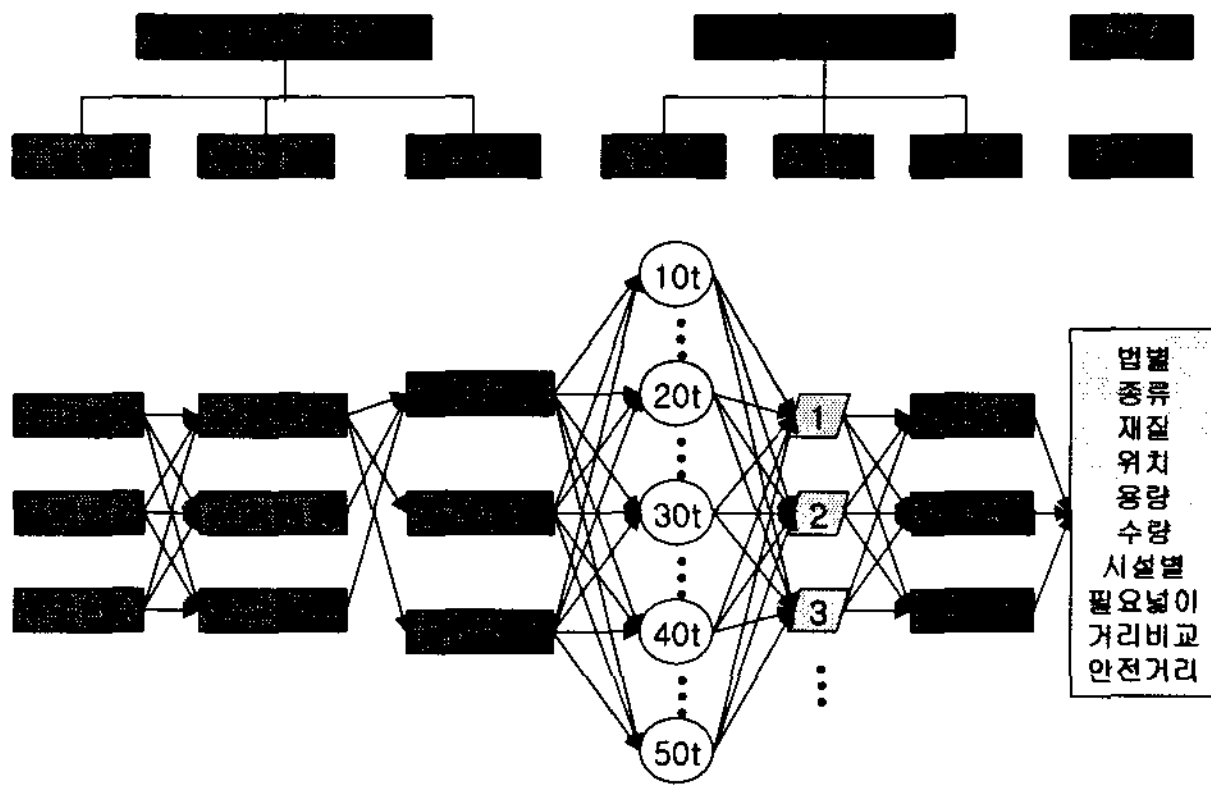


Fig 1. Intelligent Decision System of Safety Distance

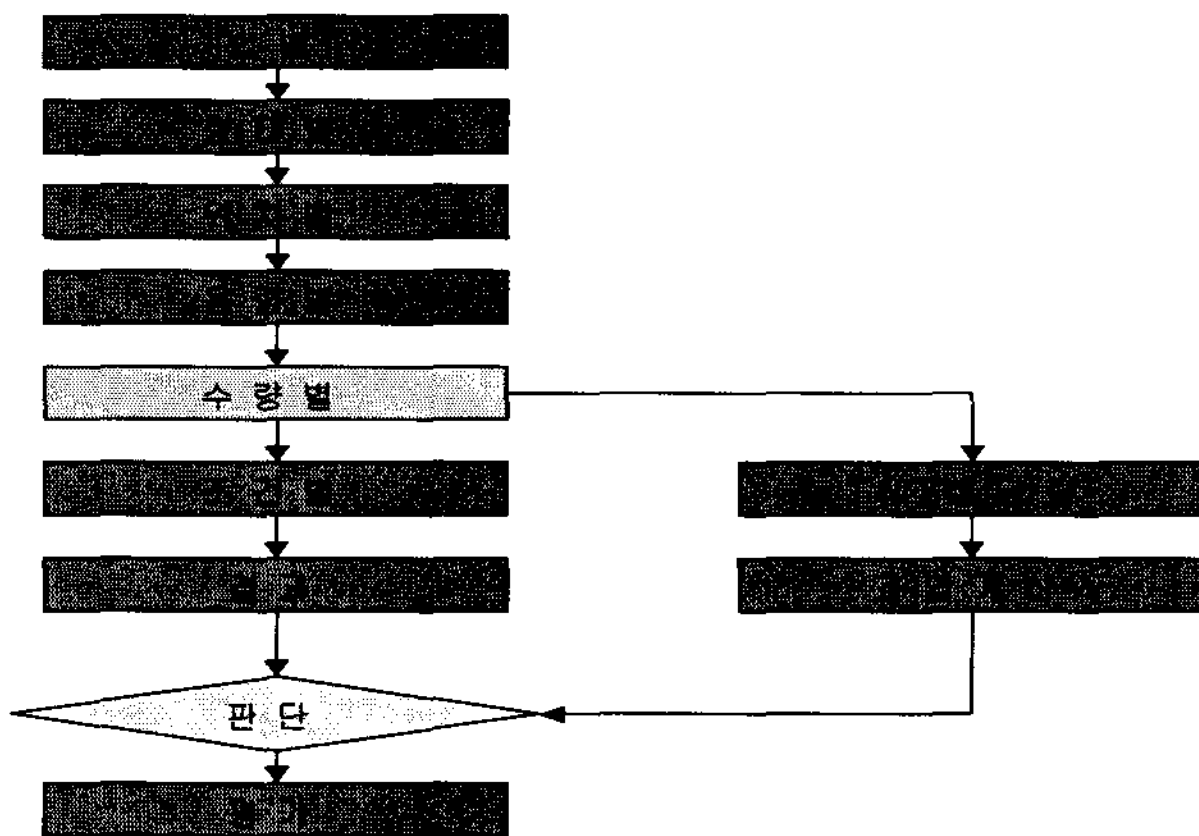


Fig 2. Flow Chart of System

2.1 입력자료(Input Data)

Input data에서 가스의 법별 분류는 사용처 및 용도 등을 고려하여 고법, 액법, 도법으로 분류하였다. 그리고 형태는 일반적으로 사용하는 수평원통, 수직원통, 구형으로 파열사고의 피해에 중요한 인자이다. 마지막으로, 설치 위치에 따른 정보를 입력하는 것으로 지상형, 지하격납식, 지하매몰식으로 분류하였다.

2.2 수치자료(Numerical Data)

일반적으로 저장탱크는 10톤부터 50톤까지 10톤 단위로 제작되며, 여기서는 우리주변의 LPG 충전시설에서 운용되는 저장용량과 수량을 가지고 보호시설 등의 조건만을 고려하였다.

2.3 결과값(Result)

지적결정 시스템의 결과에서 추출된 용량, 수량, 저장위치 등의 값들을 가지고 TNT상당량을 구하고 Hopkinson의 삼승근법을 이용하여 과압에서의 환산

거리를 계산하여 과압의 피해영향거리를 산출하기 위한 기본자료를 생성한다. 또한, 법에서 규정한 안전거리를 출력해준다.

TNT상당량 몇 %가 실제의 가스폭발사고에 기여하는지를 폭발효율(η)로서 주어지는데, 실험과 많은 증기운 폭발사고에서 유도되는 폭발효율은 누출된 연료 전량의 연소열에 기초하여 1%~10% 정도로 추정한다. 하지만 CCPS 자료에서는 보편적인 연료용 가스인 프로판, 부탄, 메탄은 0.03을 적용한다.^[7,8]

$$\eta = \frac{\text{실제로 방출된 에너지}}{\text{이론적인 폭발 에너지}} \times 100 \quad (1)$$

$$W_{TNT} = \frac{\eta \times H_C \times W_C}{H_{TNT}} \quad (2)$$

W_{TNT} : TNT 상당량(kg)

W_C : 가연성가스의 질량(kg)

H_C : 가연성가스의 연소열(kcal/kg)

H_{TNT} : TNT의 연소열(1000kcal/kg)

η : 폭발효율

$$Z = \frac{R}{W_{TNT}^{1/3}} \quad (3)$$

Z : 과압에서의 환산거리(m/kg^{1/3})

R : 폭발중심으로부터의 관심거리(m)

식(2)에 폭발효율을 적용하여 W_{TNT} 당량을 구하고, 그 수치를 식(3)에 적용하여 환산거리 Z 를 구한다.

3. 지적결정사례 연구

Fig. 3~6은 가스저장탱크 안전거리의 지적결정 시스템(IDSG)을 이용하여 실제로 안전거리를 결정하는 예를 나타내었다.

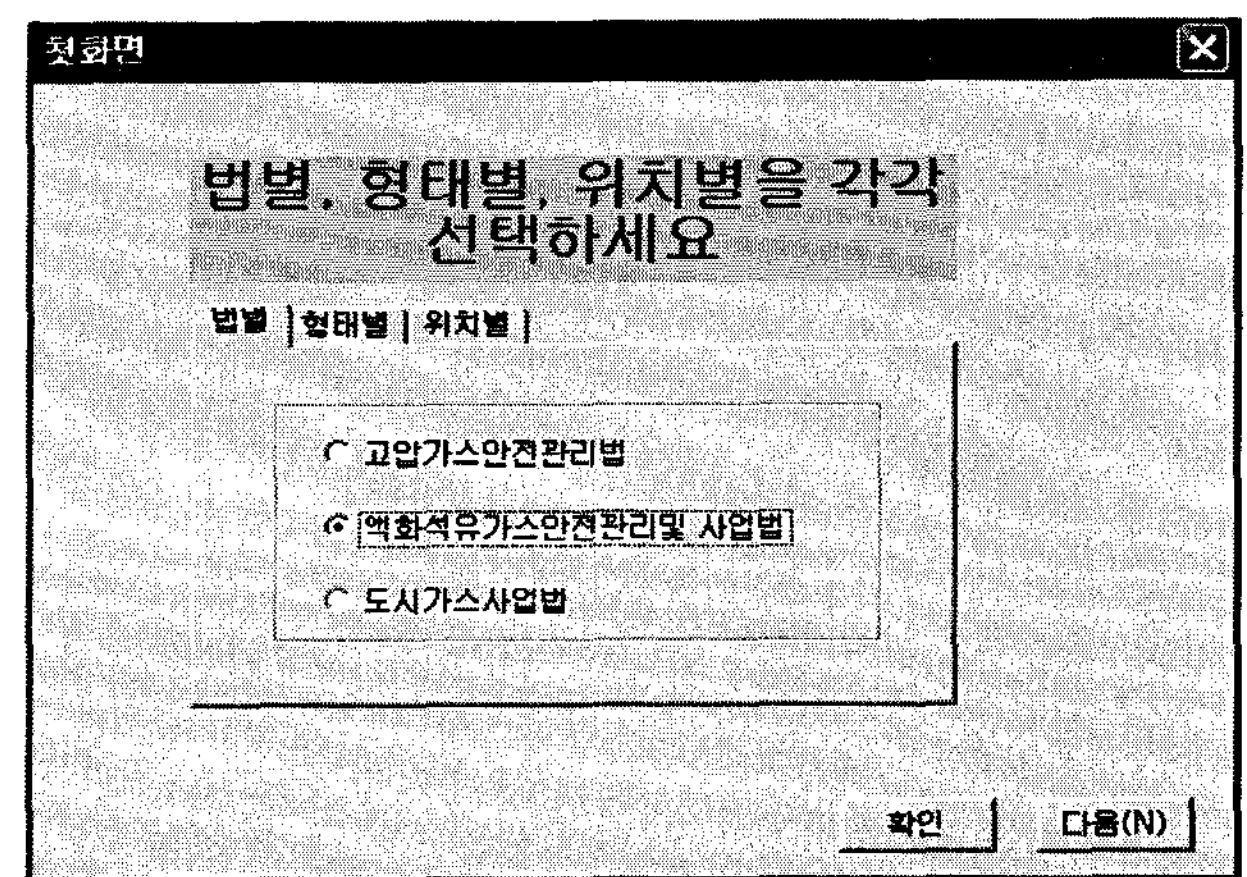


Fig 3. Form type, Kind of Low and Location

Fig. 3과 Fig.4는 Fig.1의 블록다이어그램의 전개 방식과 같이 첫 번째 단계의 선택창에서 가스별, 형태별 및 설치위치에 대하여 지정하며, 두 번째 단계인 수치자료의 선택창에서 용량, 수량, 조건에 대하여 지정한다. 또한 확인을 더블클릭하면 화면에서의 지정유무를 확인토록 하는 메시지 창이 활성화되어 오류를 검토할 수 있도록 하였다.

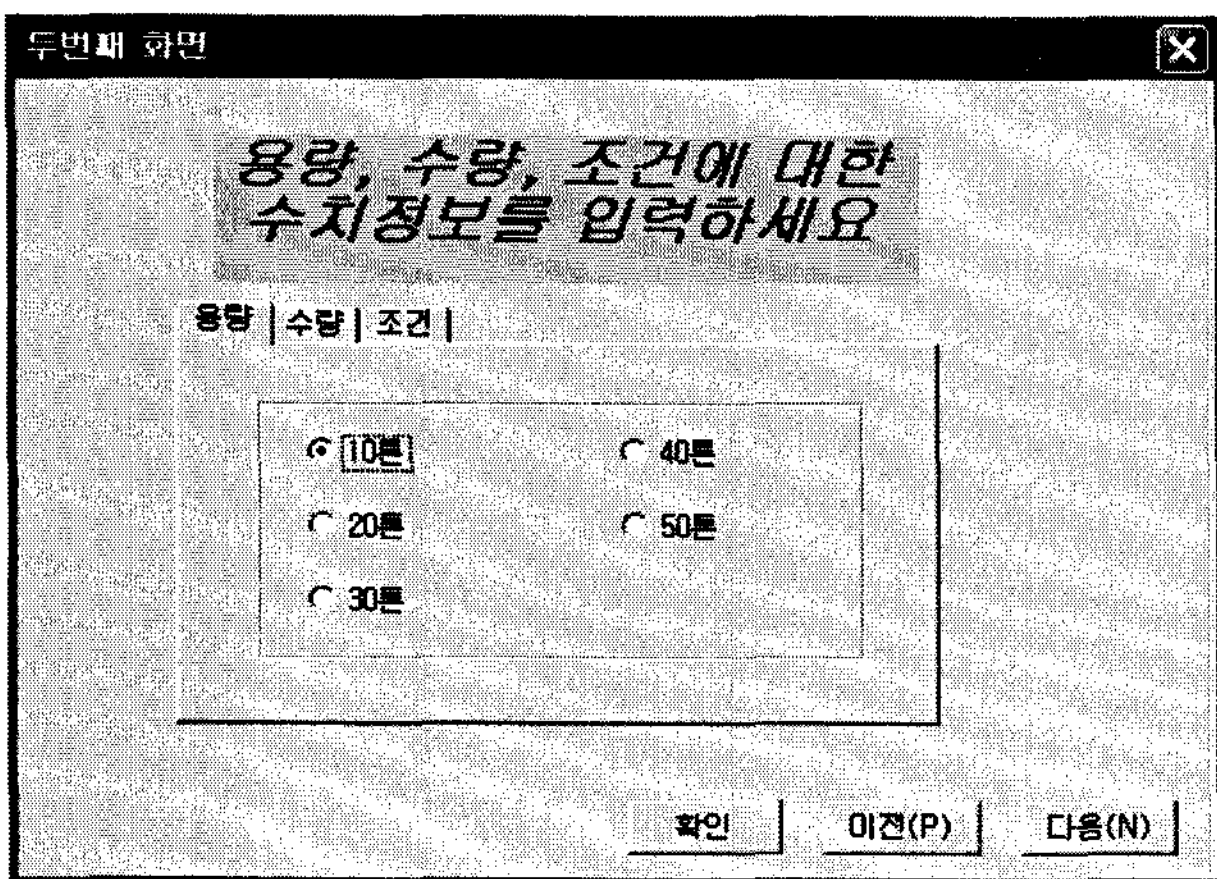


Fig 4. Volume and Qualification

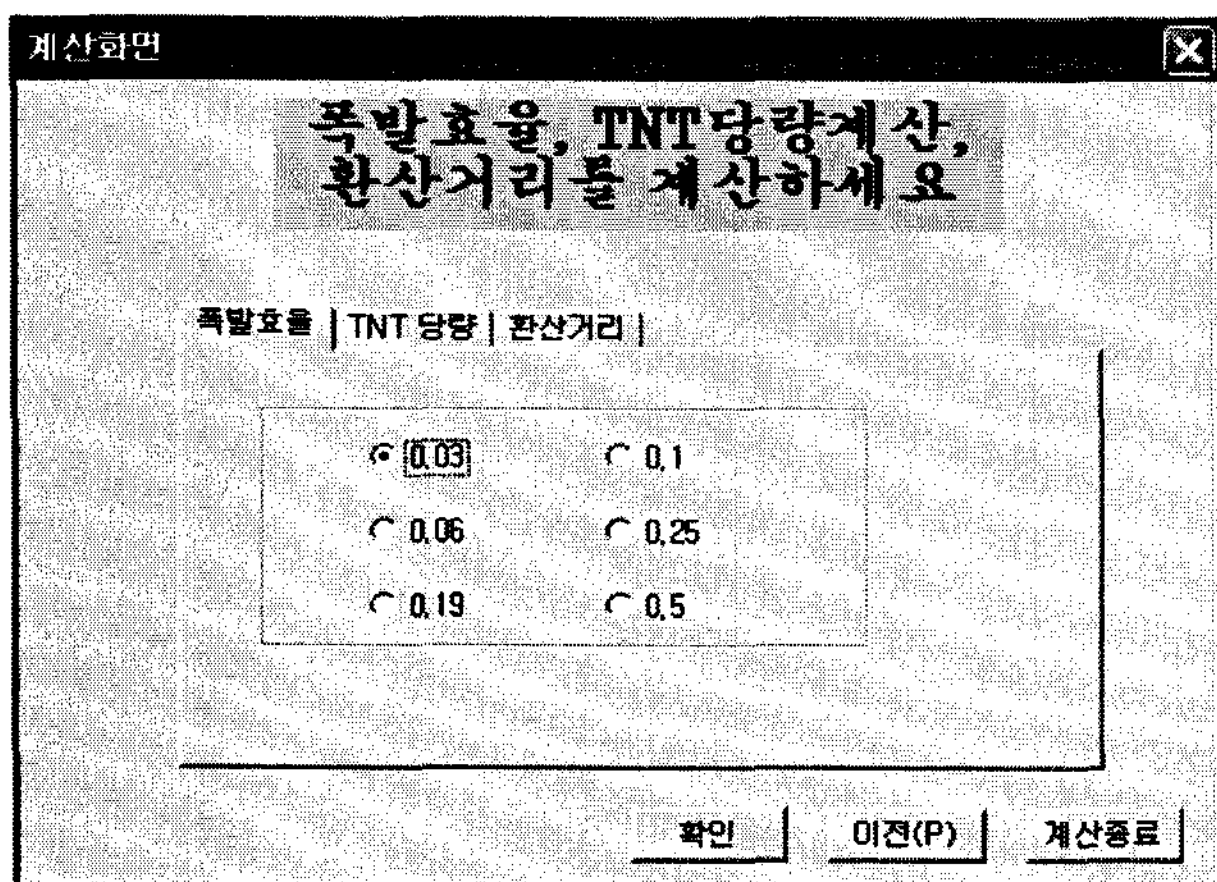


Fig 5. Efficiency, Effect distance of Overpressure

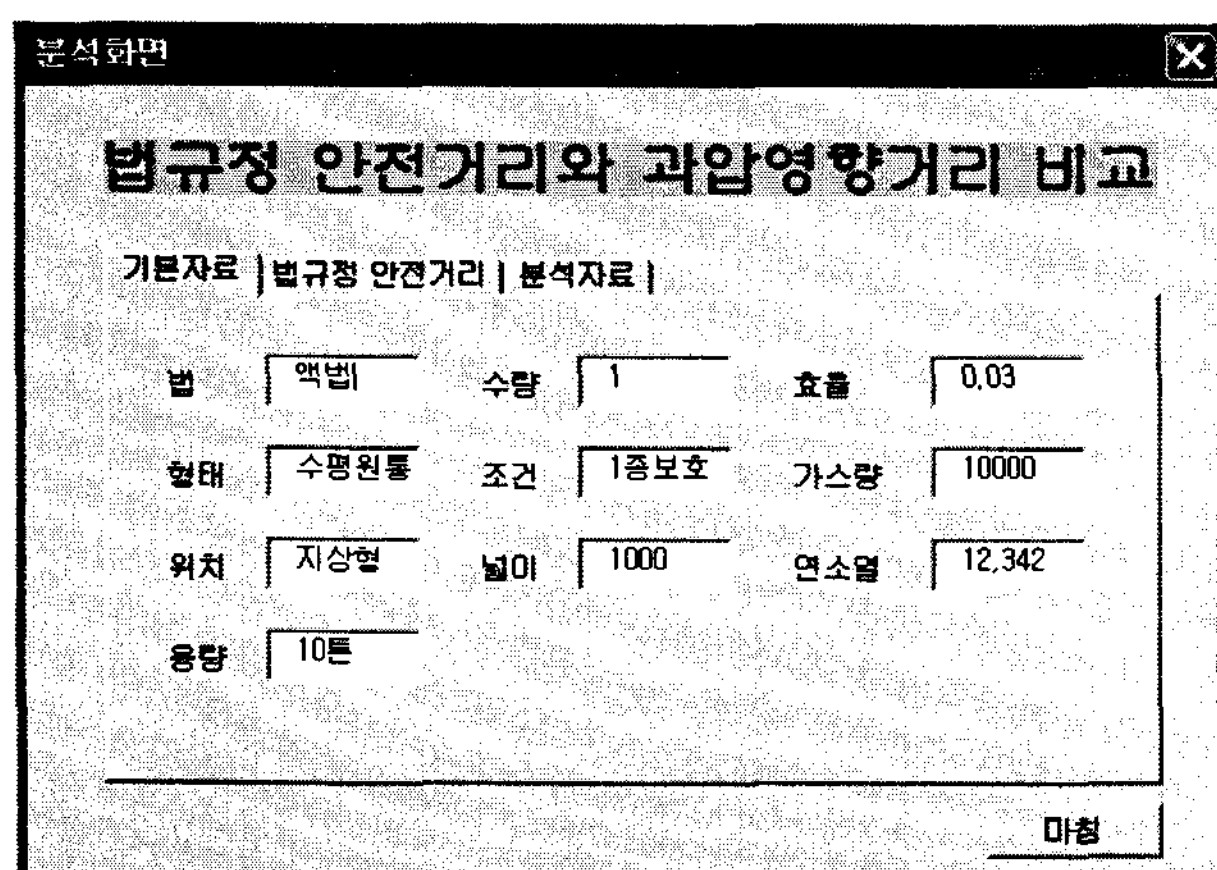


Fig 6. Basic data and Analysis data

Fig. 5는 계산화면으로서 수치자료의 결과에 대한 계산창으로 가스종류에 따른 폭발효율에 의하여 TNT 상당량을 구하고, Hopkinson의 삼승근법을 이용하여 관심거리에 대한 환산거리를 구할 수 있다.

마지막으로 Fig.6은 최종자료를 한눈에 파악할 수 있는 창으로, IDSG를 활용하여 법에서 규정한 안전거리와 TNT당량에 따른 환산거리를 비교평가를 할 수 있는 자료를 획득할 수 있다.

4. 결론

본 논문에서는 가스를 대규모로 저장하는 탱크의 안전거리 설정에 대한 일반적인 사항들을 고찰하고, 안전거리를 결정해주는 사용자 친화적 지적결정프로그램(IDSG)을 개발하였다. 본 논문에서 구축된 가스 저장탱크의 안전거리에 관한 지적결정 시스템을 이용하면 다음과 같은 효과가 기대된다.

- 1) 안전관리자 및 예비안전관리자가 쉽게 안전거리를 결정할 수 있으며, 안전거리 설정에 필요한 시간적, 경제적 효과가 기대된다.
- 2) Hopkinson의 삼승근법에 의한 환산거리와의 비교값을 찾아낼 수 있어 현장 및 교육자료로 활용효율이 높을 것이다.

그리고, 연구를 진전시켜 Ejsenberg의 실험치를 DB로 추가 구축한다면 폭발장소로부터 과압의 피해 영향거리를 구할 수 있는 프로그램으로까지 확장할 수 있을 것이다. 또한 Probit 분석도 가능할 것이다.

참고문헌

- [1] <http://kosis.nso.go.kr>
- [2] Korea Gas Safety Corporation, 2005 Gas Accident Yearbook, Sun Jin company, pp87~172, 2006.
- [3] Jung-Yeol Oh and Yong-Jeong Huh, "A Development of Intelligent Decision System in Injection Molding", 2004 Journal of the Korea Academic Industrial Society, pp73~76, 2004.
- [4] Hyeon-Gyo Park and Yong-Jeong Huh, "A Knowledge-based Material Selector for LS-DYNA and Hypermesh User", 2005 Journal of the Korea Academic Industrial Society, pp51~54, 2005.
- [5] W. E. Baker. P. A. Cox. P. S. Westine. J. J. Kulesz. R. A. Strehlow, "Explosion hazards evaluation", Elsevier

Science, 1983.

[6] KOSHA CODE P-09-1999

[7] Truax, Barry (ed), *A Handbook for Acoustic Ecology*,
Vancouver, A. R. C. Publication, p1261, 1978.

[8] CCPS, "Guidelines for Evaluating the Characteristics of
Vapor Cloud Explosion, Flash Fire and BLEVE",
AIChE, New york, 1994.