

實用新案 運送 및 貯藏容器的 實用化를 爲한 Expert System의 開發研究

(An Expert System for the Practical Use of the
Newly Designed Freight/Storage Containers)

金 仁 政*

.....
Abstract

This work presents an expert system for the classification of a given substance and thus enabling one to select the proper container in consultation with the computer. The system consists of 34 rules and uses Micro Expert as a shell program based on backward chaining method. The prototype system will have to be under extensive test. However, its use is bound to have advantages over conventional methods, e.g. looking up in a reference book or using conventional programs with a database. Since the expert system determines the group of the given substance not by its name but by its physical and chemical properties, it is not necessary to add data items even for newly synthesized substances. The system also provides reasoning for its determination and therefore it can be used as a good package for the training of unskilled operators.

.....

1. 서 론

1.1 액체 위험물의 출현과정

우리나라가 농경 사회에서 공업 사회로 이전하게 되어감에 따라 소량의 공업 원·부자재와 수입 석유류가 도입되면서 액체 위험물을 취급하게 되었고 1958년 3월 11일에 비로소 소방법이 제정되어 위험물 취급에 대한 법적인 제도가 마련되었으나 본격적인 액체 위험물을 취급하게 된 것은 1964년 초에 대한 석유 공사가 일산 35,000bbl의 울산 정유 공장을 가동하기 시작하면서 부터이

다.

급속한 경제성장에 따라 소재 산업인 석유화학 공업은 급신장되어 현재는 년산 1,150,000톤(Ethylene 기준)의 양적 증대가 이루어졌고 1992년말까지 삼성종합화학, 현대석유화학, 럭키석유화학, 대한유화, 호남석유화학, 한양화학 등의 신·증설이 완공되면 년산 3,150,000톤(Ethylend 기준)의 생산규모가 될 예정이므로 이 분야에 관계되는 종사자들은 위험물에 대한 정확한 지식과 재해 방지 대책의 강화가 요구되며 더욱 효율적인 액체 위험물의 유통체제를 확립하여야 될 것이다.

* 탱크터미널 대표

1.2 운송 및 저장용기의 개발 목적

액체위험물은 대부분 소방법상 위험물이면서 유해화학물질관리법상 유독물로 분류되는 물질들이기 때문에 화재예방을 위하여 제반시설기준에 맞는 설비를 갖추어 규정된 예방규정에 따라 취급하여야 하고 보관 또는 취급과정에서 환경오염과 인명피해를 방지하는데 역점을 두어야 한다. 또한 화물의 특성에 따라 재질을 선택하고 특수장치를 부착하여 품질을 보전하여야 되므로 안전하고 용이하게 운송할 수 있는 기능과 장기간 저장할 수 있는 기능을 겸하게 할 수 있는 운송 및 저장용기를 고안하여 부록으로 첨부된 바와같이 1988년 2월 1일에 실용신안특허를 제출한 바, 1991년 5월 15일자에 실용신안등록 제56680호로 등록되었다. 본 용기를 실용화하여 날로 증가추세에 있는 소량 다품종의 액체위험물의 원활한 유통체제를 확립하는데 기여하고자 한다.

1.3 운송 및 저장용기의 실용화

앞으로 본 용기를 실제로 취급하게 될 탱크터미널업체와 위험물 창고업체에 종사하고 있는 위험물 취급주임들에게 본 용기의 사용상의 문제점에 대한 의견을 조사한 결과 액체위험물의 특성에 맞는 용기를 선택하는 것이 어렵겠다는 의견이 많았기 때문에 이를 해소하여 관련업체에서 본 용기를 쉽게 사용할 수 있도록 하기 위하여 용기 선택에 기준이 되는 액체 위험물의 분류를 위한 Exper System을 연구 개발하게 된 것이다.

2. 운송 및 저장용기의 고안

2.1 운송 및 저장용기의 개요

본 용기는 액체 위험물을 안전하게 운송하는데 요구되는 제반 기능과 운송 및 저장기간중에 화재의 예방과 품질 보존을 위한 제반 기능을 집합시킴과 동시에 화물의 누출이나 화물증기의 대기중 확산을 억제시키는 구조로 제작하여 환경오염과 인체에 악 영향을 미치지 아니하도록 하였으며 각 용기를 팔레트화(Palletization)하여 액체화물을 주입, 상차, 운송, 하차, 저장등의 작업을 물류기기에 의하여 일괄처리하므로 물적유통관리(PDM)가¹⁾ 합리화되어 물류비용을 절감할 수 있도록

고안된 용기이다.

2.2 취급하고자 하는 액체 위험물의 범위

소방법 제2조 제5항에 대통령령으로 정한 위험물은 6가지 종류의 위험물이 있으며 그중에서 액체상태의 위험물은 제1류 위험물에 속하는 과산화수소(Hydrogen peroxide)같은 무기과산화물과 제6류 위험물에 속하는 강산류(Concentrated acid)가 있으나 본 용기로 취급하고자 하는 액체 위험물은 주로 제4류 위험물로서 상온, 상압에서 액상인 가연성 액체와 20℃이상 40℃ 미만에서 액상이 되는 가연성의 고상물질을 대상으로 한다.

2.3 용기의 크기

본 용기의 크기는 일반 화물의 물적유통 합리화를 위한 단위 화물 적재체계(Unit Load System)의²⁾ 실현과 보조를 맞추기 위하여 KS규격(KSA2155)인 1,100mm*1,100mm을 기준으로 표준화시켜 Cargo Truck의 적재대, 운반기구, 보관대등의 일원화된 물류기기에 잘 적응하도록 하며 현재 사용빈도가 가장 높은 8톤 및 11톤 Cargo Truck위에 적재할 수 있는 용기의 크기는 Table 1과 같다.

Table 1. 운송 및 저장용기의 크기

Cargo Truck	적재대 크기	용기 크기	적재 수량
8톤 (표준형)	7,000L*2,350W	1,100H*1,100W*1,100L	12
		1,100H*1,100W*2,200L	6
11톤 (단축형)	7,700L*2,350W	1,100H*1,100W*1,100L	14
		1,100H*1,100W*2,200L	7

2.4 용기의 종류

화물의 공통된 화재의 위험성과 품질보전등의 특성에 따라 분류한 5개군의 화물을 안전하게 운송 및 보관하는데 알맞은 제반 안전장치를 부착한 용기에 따라 5개 종류의 “운송 및 저장용기”(Chemical container)를 개발하고자 하며 편의상 “CHEMICON”이라 명명한다.(Table 2 참조)

2.5 용기의 구조

본 용기의 외부구조는 정육면체 또는 직육면체로서 내부용기 및 화물의 중량을 지지하면서 운송 및 상, 하차시 외부의 충격에 견딜 수 있도록

Table 2. 운송 및 저장용기의 종류

용기의 종류	화물의 분류	안 전 장 치					
		안전 변	소화 장치	질소 충전 장치	냉각 및 온수 순환	증기 순환	보온
CHEMICON A	제1군 화물	0		0	0		0
CHEMICON B	제2군 화물	0	0		0		0
CHEMICON C	제3군 화물	0			0		0
CHEMICON D	제4군 화물	0			0		0
CHEMICON E	제5군 화물	0				0	0

구조형강으로 Frame을 제작하고 각 면은 1.8m/m 철판(Steel plate)으로 용접조립한다. 내부 용기의 구조는 정육면체 용기인 경우 수직 원통형으로 상하는 반구형 경판으로 용접하고 직육면체 용기의 경우 수평 원통형으로 양단은 반구형 경판으로 용접 조립한다. 외부구조와 내부용기 사이는 화물의 온도를 유지시키고 외부의 충격을 흡수하기 위하여 "CHEMICON" A, B, C는 Polyurethane foam으로 "CHEMICON" D는 Glass Wool fiber로 충전한다.

2.6 용기의 제작

2.6.1 용기의 재질

제1군으로 분류된 Acetaldehyde나 Propylene oxide와 같은 화물은 용기 및 부속자재의 재질중 은, 수은, 동, 마그네슘 또는 은과 수은을 성분으로 하는 합금을 사용할 경우 급격히 중합하면서 화재나 폭발등의 원인이 될 수 있는 화물도 있으므로 용기 및 부속품 재질을 선택할 때 신중을 기하여야 한다. "CHEMICON" A, B, C, E의 용기 재질은 3.2mm이상의 철판(일반 구조용 연강재 SS41)을 사용하며 "CHEMICON" D는 Stainless steel plate(SUS 316)을 사용하나 용기의 중량을 줄이기 위하여 Aluminum plate, High density polyethylene, F.R.P등을 사용할 수도 있다. 내부면 처리는 "CHEMICON" A, B, C, E는 Zinc coating을 하나 품목에 따라서 Epoxy resin이나 특수 합성수지로 Coating할 수도 있다.

2.6.2 용기의 내압

용기의 내압은 "CHEMICON" A, B는 1.3 Kg/cm²의 압력, "CHEMICON" C, D, E는 0.7Kg/cm²압력으로 10분간 행하는 수압시험에서

Table 3. 운송 및 저장용기의 재질 및 내압

용기의 종류	재 질	Coating	수압 시험 압력
CHEMICON A	SS 41	Zinc Coating	1.3 Kg/cm ²
CHEMICON B	SS 41	Zinc Coating	1.3 Kg/cm ²
CHEMICON C	SS 41	Zinc Coating	0.7 Kg/cm ²
CHEMICON D	SUS 316		0.7 Kg/cm ²
CHEMICON E	SS 41	Zinc Coating	0.7 Kg/cm ²

새거나 변형되지 아니하도록 한다.(Table 3 참조)

2.7 입출고 시설

2.7.1 주입구

Manhole plate는 용기 본체와 동일한 3.2mm 철판으로 제작하여 중앙에 주입구 Hatch를 설치하고 주입구 입구에서 용기 저면까지 125mm ϕ SUS 304 SCH 5S 재질로 제작한 비산 방지 장치를 설치하여 화물 주입시 송출 압력으로 화물이 비산되어 악취가 발생되거나 정전기가 발생되지 않도록 한다. 화물이 Over flow될 경우를 대비하여 Manhole plate 주변에 정사각형의 방호틀을 설치하고 8mm ϕ SUS 304 SCH 5S 재질로 배관 연결하여 외부로 받아낼 수 있는 장치를 설치한다.

2.7.2 출 구

출구의 위치는 용기 내부에 화물의 잔유물이 남지 않도록 하기 위하여 용기 저면 중앙 위치에 32mm ϕ SUS 304 SCH 5S 재질로 배관하며 배관의 중간위치에 Metal flexible joint(SUS304)를 삽입하여 운송중이나 차량사고시 충격에 의한 손상을 방지할 수 있도록 한다. 출구 말브는 32mm ϕ Ball Valve(SUS304)를 부착하고 호오스와 연결하는 결합금구는 Nonsparking재질의 Quick coupling을 사용하도록 하며 화물을 배출하지 아니할 때는 Dust cap으로 막아놓아 청결을 유지하도록 한다. 단지, Acetaldehyde, Propylene oxide, Hydrogen peroxide나 제6류 위험물의 강산류를 취급하는 경우 낫쇠로된 Nonsparking 재질의 결합금구는 사용할 수 없다.

2.8 순환시설

저장기간중 화물을 냉각시키거나 가온시키기 위하여 용기의부에 냉각수 및 온수와 증기를 순환

할 수 있는 배관시설을 설치한다.

2.8.1 냉각수 및 온수 순환 장치

저장기간중 휘발성이 강하여 내부 증기압이 상승되는 제1군과 제2군 화물이나 화물의 온도가 상승되어 자연 중합이 형성될 우려가 있는 모노머(Monomer) 계열의 화물은 냉각수를 순환시키고 용점(Melting point)이 20℃ 이상 40℃ 미만인 화물은 온수를 순환시켜야 되므로 용기외부에 20 mm ϕ 의 백관(White pipe)을 Coil형으로 감아 순환 장치를 설치한다. 용기의 무게를 줄이기 위하여 Polyethylene 등의 재질로된 배관을 사용해도 무방하며 가온만 요구되는 화물을 전용으로 사용하는 용기일 경우 전기가온방식을 채택할 수 있다.

2.8.2 증기 순환 장치

제5군 화물을 운송 및 저장하고자 하는 “CHEMICON” E의 경우는 40℃ 이상에서 액상이 되는 화물을 대상으로 하는 용기이므로 용기 외부에 증기순환장치를 설치하여 저장기간중 가온하며 경우에 따라서는 전기가온방식을 채택할 수도 있다.

2.9 안전시설

운송 및 저장용기에는 위험물의 운송과정에서 발생될 수 있는 제반 위험성을 극소화하기 위한 안전장치와 화재예방을 위한 장치를 부착한다.

2.9.1 질소 봉입 장치

“CHEMICON” A는 가장 화재 위험성이 높은 특수인화물과 공기중에 포함된 수분에 의하여 화물의 품질이 저하되거나 변질되는 화물을 운송 및 저장하는데 사용되므로 상시 공기와 접촉을 차단하기 위하여 액화질소가스(Liquid nitrogen gas) 봄베를 본체내에 내장하여 항상 용기내가 질소 가스로 봉입되어 있도록 한다.

2.9.2 소화장치

“CHEMICON” B는 제4류 위험물중 제1석유류와 제2석유류로서 비교적 인화점이 낮은 화물들을 운송, 보관하는데 사용하게 되어 있으므로 소형하론 1301 소화기를 용기 본체내에 내장하고 자동화재탐지설비에 의하여 자동적으로 하론가스가 용기내에 방출되도록 장치한다. 하론 1301소화기는 소화약재를 방출할 때 가스상태이므로 화물의

품질에 악영향을 주지 아니하는 장점이 있고 사용하고 난 후 재 충전이 가능하다.

2.9.3 안전변

용기의 이송에 수반된 위험물 동요와 외부 온도 변화에 따른 증기압의 증감과 화물출고시 공기 흡입에 의하여 발생하는 호흡작용을 원활하게 하기 위하여 용기 주입구 Hatch옆에 안전변을 설치한다. 안전장치의 작동압력은 상용압력이 0.2Kg/cm²이하의 용기에는 0.2Kg/cm²이상 0.24 Kg/cm²이하의 압력으로 작동하는 안전변을 부착하고 상용압력이 0.2Kg/cm²이상의 탱크의 경우에는 상용압력의 1.1배 이하에서 작동하는 안전변을 부착한다. 압력용기에 사용하는 안전변의 기능, 구조, 재료에 대하여서는 증기보일러의 바네안전변을, 배출량에 대하여서는 압력용기구조규격에 의한다.

2.10 계장시설

2.10.1 압력계

용기 Manhole plate에 부착된 안전변은 모노머(Monomer)종류의 화물의 Mist가 안전변을 통과하면서 중합되거나 빙점(Freezing point)이 높은 화물의 경우 안전변을 통과하던 Mist가 결빙되어 안전변이 막히면 용기내의 이상 압력으로 인하여 용기가 변형되거나 파손될 우려가 있으므로 압력계를 부착하고 Record는 용기 본체 전면에 설치한다.

2.10.2 온도계

용기내의 화물의 온도를 측정할 수 있는 Bimetal 형의 온도계를 부착하고 Recorder는 본체 전면에 설치하여 온도 변화에 따라 냉각, 온수, 증기의 순환을 조절할 수 있도록 한다.

2.11 물류관리시설

2.11.1 팔레트(Pallet)

운송 및 저장용기를 상차, 운송, 하역을 Fork lift로 기계화시키기 위하여 KS표준 규격의 팔레트를 본체와 일체형으로 제작한다.

2.11.2 접합장치

용기를 운송하거나 보관기간중 적재할 필요가 있을 경우 안정성을 향상시키기 위하여 네모서리에 접합장치를 설치하여 고정시키도록 한다.

2.12 계량장치

용기상부 Manhole plate에서 부터 저면에 당도 록 놋쇠(Brass) 재질의 계량봉을 설치하며 정전기에 의한 화재를 방지하기 위하여 계량봉 주위에 금속제 원통을 설치하고 그 원통에 적당히 구멍을 뚫어 정확한 계량이 될 수 있게 한다.

3. 위험물 분류를 위한 Expert System의 개발

3.1 Expert System의 개요

Expert System(전문가 시스템)이란 어떤 특정 전문분야에 대하여 이용자의 질문에 응하여 가능한 해답을 제공하는 Computer Program을 지칭한다. 이때 이용자는 Expert System이 요구하는 질문에 응답하여야 하며 Expert System은 이용자의 응답을 토대로 System 내부에서의 추론을 통하여 이용자가 제시한 질문에 대한 해답을 제공하는 것이다.

이러한 Expert System의 사용영역은 가장 간단하게는 분류의 문제 또는 장비나 재료의 선택의 문제에서 부터 복잡한 설계나 계획에 이르기까지 다양하며 흔히 최초의 Expert System이라 일컬어지는 MYCIN(1976, Shortliffe, Stanford University)은 환자의 증세로부터 진단을 구하는데 이용하기 위하여 개발되었다고 한다. Expert System 이 재래의 Computer Program과 구별되는 세가지 특징을 들면 아래와 같다.³⁾

- (1) Expert System의 핵심부분은 어떤 특정 분야에 대한 전문가의 지식의 사람에게나 Computer에게나 간에 쉽게 이해될 수 있는 형태로의 표현이라는 점
- (2) 이용자의 문제에 대한 해답을 찾기 위하여 고도로 정교한 방법으로 지식을 검색한다는 점
- (3) 이용자는 자기가 구한 해답이 어떻게 유도되었는지에 대한 설명을 들을 수 있다는 점

3.2 Expert System에 의한 액체 위험물의 분류
위험물의 분류작업을 재래식 Computer Program에 의하여 전산화하는 경우 아래와 같이 몇가지 문제점이 있음을 지적할 수 있다.

- (1) 방대한 자료를 입력하여 Computer File에 기록 보관해야 한다.
- (2) 새로운 위험물이 합성될 때마다 자료를 추가해야 한다.
- (3) Computer에 품명을 입력하여 검색해야 하므로 품명이 완전히 표준화되어 있지 않거나 File내의 자료에 오자가 있는 경우 검색에 실패할 경우가 많아진다.
- (4) 이 경우 품명대신 Code를 이용할 수 있겠으나 위험물 취급자가 수많은 Code를 다 기억한다거나 Code를 표에서 찾는 작업을 한다는 것은 Computer를 이용하는 의미가 전혀 없음을 뜻한다.
- (5) 이 경우도 전철에서 기술한 바와 마찬가지로 위험물의 성질을 전혀 모르는 상태에서 그 소방법상의 분류만을 알 따름이다.

따라서 재래식 Computer Program에 의한 위험물 분류 작업의 전산화는 전혀 도움이 될 수 없다는 결론에 도달하게 된다.

Expert System이란 전문가의 분류 방법을 체계적으로 표현하여 비전문가도 전문가의 방법을 이용하여 그 분류를 찾아낼 수 있도록 하는 것이다. 사실 위험물 분류의 경우는 위험물 취급자가 주어진 물질의 물리적 및 화학적 성질을 파악하면 이를 전문가에게 문의하거나 소방관계 법령을 검색하여 분류를 알아내게 되므로 전문가나 소방관계 법령집을 대신할 Expert System을 구축하는 일이란 매우 바람직하고 실용적인 일일 것이며 분류가 그리 많지 않고 파악해야 할 물질의 성질에 관해서도 폭발, 인화, 발열등 상당히 제한적이므로 큰 어려움없이 이루어질 수 있다고 판단된다.

3.3 Expert System의 구축

3.3.1 Shell Program

Shell Program은 Knowledge Pro, 1st Class, KEE등 다양한 종류가 시중에 나와 있으나 본 논문에서 취급하는 위험물 분류 작업은 크게 복잡한 문제가 아니므로 가장 간단한 MicroExpert⁴⁾를 사용하였다. MicroExpert는 IBM PC용으로 Pascal로 쓰여졌으며 Rule-Based Expert System에 한정되며 Backward Chaining방법을 채택하고 있다.

3.3.2 Knowledge Base의 구축작업

첫째 단계로서 Decision Tree를 작성하였다. 물질의 분류를 전체물질을 대상으로 하였으나 위험물이 아닌 부류, 위험물 제1류, 위험물 제6류는 별도로 가려내고 위험물 제4류에 대하여 특수인화물, 제1석유류, 초산에 스테르류, 의산에 스테르류, 메틸에틸케톤, 알코올류, 피리딘, 클로로벤젠, 제2석유류, 제3석유류, 제4석유류, 동식물유등 12가지로 분류한다.

둘째, 이 Decision Tree를 토대로 Rule Base를 작성하였으며 34개의 Rule로 구성되어 있다.

셋째, Rule Base에서의 Attribute는 가급적 짧고 간결하게 표현함으로써 기억 공간을 감소할 뿐 아니라 추론에 요하는 시간을 줄일 수 있는 이점이 있다. 그러나 비전문가로서는 이 간결하게 표현된 Attribute를 이해하는데 어려움이 따르므로 Attribute에 Translation을 부여하여 이용자의 이해에 도움이 되도록 한다. Prompt는 관련된 Attribute에 관한 정보를 이용자에게서 구하고자 할 때 화면에 나타나게 되는 질문서이다. 따라서 한 Attribute는 단 하나의 Prompt밖에 가지지 않으며, 이용자가 제공하는 정보에 의해서가 아니라 Rule의 추론에 의하여 그 Value를 얻을 수 있는 Attribute는 Prompt를 가지지 않는다.

이상에서 기술한 바와 같이 34개의 Rule과 Translation 및 Prompt로 Knowledge Base를 완성하였으며 이를 핵으로 하여 Shell Program인 MicroExpert를 실행하여 우리가 원하는 분류작업을 할 수 있다.

3.3.3 Knowledge Base의 Debugging

이상에서 구축한 Knowledge Base를 Debugging하기 위하여 MicroExpert의 System Disk에 포함되어 있는 CROSSREF Utility를 사용하였다. 이로부터 Cross-Referenced Listing을 얻을 수 있으며 여기에는 알파벳 순에 따른 Attribute와 이에 수반하는 Translation, Prompt 및 모든 Value 와 그 Value가 나타나는 Rule No.가 열거되어 있다. 이 List로부터 Knowledge Base의 논리적 오류나 오식등을 찾아낼 수 있다.

4. 결 론

최근 우리나라의 기업은 대외적으로는 선진국의 자국 경제의 보호주의 강화에 따른 국내시장 개방요구가 날로 거세어지고 있는 가운데 국내적으로도 고임금에 따른 생산성 향상이 이루어지지 않으므로 인하여 제품의 가격 경쟁력이 떨어지는 어려움을 겪고 있다. 이러한 상황에서 상품의 수송, 보관, 하역, 포장 및 이와 관련된 정보활동을 포괄하는 물적유통은 비용절감을 위한 최후의 미개척 분야로서 판매액의 10% 이상을 점유하는 불류비를 절감하려는 노력이 진행되고 있다. 그러나 액체 위험물의 경우에는 대부분 소방법상 위험물로 지정되어 제반화재 예방 규정에 따라 운송, 보관하여야 될 뿐만 아니라 거의가 유해 화학 물질 관리법상 유독물이기 때문에 대기 및 수질오염방지에 역점을 두어야 되는 어려움과 정밀 석유화학 관련제품의 원·부 자재가 되는 액체 위험물은 품질보전을 위하여 적절한 용기와 재질을 선택하여야 하고 화물의 특성에 따라 특수장치를 보완하여야 되는 등의 이유로 현재까지 효과적인 물류관리를 구상하지 못하고 있는 실정으로서 이에 대한 연구가 미개척 분야로 남아 있다. 따라서 현재 운송하고 있는 탱크로리의 운송기능과 지상 탱크의 저장기능을 접합시킴과 동시에 액체 위험물을 주입, 상차, 운송, 하차, 저장등의 유통과정을 일괄처리할 수 있도록 팔레트화(Palletization)한 운송 및 저장 용기를 고안하였으며 본 용기가 실용화되면 물류비용의 절감과 자연증발이나 취급 손실이 억제되는 등의 경제적인 효과가 있을 뿐만 아니라 현재의 운송수단인 탱크로리와 드럼운송에 따른 위험성이 해소되고 효과적인 보관관리가 이루어지므로 더욱 안전하고 공해를 최소한도로 억제할 수 있는 액체 위험물의 유통체제가 확립될 것으로 기대된다. 그리고 본 고안품이 액체 위험물을 취급관리하는 관련업체에서 널리 사용되게 하기 위하여 액체 위험물의 특성에 맞는 용기를 선택할 때 가장 기준이 되는 액체 위험물의 분류를 Expert System에 의하여 전산화함으로써 본 용기가 실용화될 수 있도록 하였다.

본 연구에서는 특히 수련의 정도가 미진한 위험물 취급자들로 하여금 위험물 분류를 정확하게 하고 그 분류방법을 숙지할 수 있도록 하기 위한 Expert System을 개발하였다.

본 Expert System은 유조선을 보유한 선박회사, 탱크터미널 업체, 액체 위험물 운송업체, 위험물 창고 업체의 위험물 취급 주임이나 항만청, 소방서의 소방관련 실무자에게도 유용하게 활용되어 국가 재산의 보호와 인명 피해를 줄이는데 기여할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. 차상필, 물류관리편람, 대한상공회의소, 1990.
2. 김동기, 한국의 물류산업, 매일경제신문사, 1987.
3. R.J. Allwood, Techniques And Applications of Expert Systems in The Construction Industry, Ellis Horwood, 1989.
4. B. Thompson and W. Thompson, MicroExpert, McGraw-Hill, 1985.