

지하매설배관의 위험성평가 프로그램 개발

김 태 옥 · 성 준 식 · 조 용 현

(주) 삼천리 기술연구소

(2000년 4월 4일 접수, 2000년 6월 20일 채택)

Risk Assessment Program of underground buried Pipeline Development

Tae Wook Kim · Jun Sik Sung · Yong Hyun Cho.

Technical Research Institute, Samchully. Co., LTD., Kyoungki-Do, 420-130, Korea

(Received 4 April 2000 ; Accepted 20 June 2000)

요 약

지하에 매설되어 있는 도시가스배관은 부식성 없는 유체이기 때문에 화학플랜트배관보다는 상대적으로 안전하다. 그러나, 도시가스는 일반적으로 도심지역에 공급됨으로 공급지역의 여러 간섭시설물과 환경에 의한 부식과 시설물의 굴착공사로 야기되는 제 3자 사고 등으로 큰 사고를 야기할 수 있다. 특히 지하매설된 배관이므로, 배관의 손상여부를 파악하고 검사하는 것이 상당히 난해하다. 따라서, 본 고에서는 지하매설배관의 위험성 개념을 도입하여, 위험지역 배관을 선정하여 관리하는 것으로 접근하였다. 여기서 위험성은 부식요인, 설계 및 시공요인, 유지관리요인으로 파악하여 나타내었고, 배관의 정성적인 위험성을 점수로 표현하여, 정량적인 숫자로 표현하였다. 또한 Key 인자 개념과 비용에 대한 손상보완대책 개념을 프로그램에 도입하여, 신뢰성과 안전경영에 도움이 되리라 생각된다. 본 위험성 평가 프로그램은 비주얼 베이직을 사용하여 개발하였고, GIS와 연계하였다.

Abstract - The underground buried pipelines of Natural gas are relatively safer than any other pipelines of chemical plants, because Natural gas is non-corrosive fluid. But Natural gas is supplied normally the downtown area. So, it may be a disaster because of corrosion which is caused interference facilities, environment and third party accident which is caused facilities construction. Especially, it is very difficult to find out and inspect damages of pipeline because of buried pipelines. Therefore this paper approached to select and manage risk region pipelines according to introduction of underground buried pipeline's risk concept. Risk was indicated three parts - corrosion factor, design and construction factor, maintence and management factor - in this paper. Therefore qualitative risk of pipelines showed score as quantitative number. Also it was thought to be helpful in confidence and safety management that the concept of key index and failure supplementation measures to cost introduces this program. We developed this risk assessment program using visual basic tool and interfaced GIS.

Key words : Pipeline risk assessment , Failure risk assessment, Failure risk factor, Failure supplementation measures, GIS.

1. 서 론

배관은 물질을 수송하는 가장 뛰어난 수단 중에 하나이며, 일반적으로 용도 및 적용기준에 따라 여러 가지로 분류할 수가 있으나, 산업플랜트의 배관과 운송용 장거리 배관으로 나눌 수 있다. 가스관이나 송유관과 같은 운송용 장거리 배관은 주로 매설배관으로 지하에 매설되어 있으며, 비 매설배관의 경우는 여러 장치 산업 현장에서 주로 지상에 노출된 상태로 설치되어 있다. 운송용 배관은 그 기능에 따라서 수송용 배관과 분배용 배관으로 구별되며, 특히, 가스산업에 있어서는 고압으로 수송되는 한국가스공사배관과 일반도시가스사업자인 도시가스회사가 중압(4kg/cm²이하)이하로 소유하고 있는 분배용 배관으로 나눌 수 있다. 도시가스 배관의 경우는 일반적인 화학플랜트 배관에 비해서, 운송유체가 부식성이 없으나, 지중에 매설되어 있어서, 배관검사 및 진단이 어려운 것이 사실이다. 무엇보다 도심지역에 공급됨으로 인해서, 도심의 전철 및 전력선등과 같은 여러 시설물의 굴착공사 및 간섭과 자연적인 부식, 차량하중 및 응력 등으로 인한 사고 시 큰 사고피해를 가져올 수 있다. 실제로 가스배관의 경우는 지하매설 배관의 파손으로 인하여 가스가 누출하였을 경우 대구 지하철 공사현장 가스폭발사고등과 같은 물적인 피해뿐만 아니라 소중한 인명을 앗아가는 대형 재난으로 발전할 수 있게 되므로 신뢰성 있게 안전성을 유지하는 방법이 개발되어야 한다.⁽¹⁾

대체적으로, 매설배관에 대한 문제의식을 갖게 된 국가들은 매설배관을 장기간 사용한 나라일수록 안전관리 시스템들이 잘 구축되어 있는데, 미국이나 캐나다를 들 수가 있다. 그러나, 배관의 관리시스템과 토양 및 주변환경의 차이로 인해서, 이런 국가들의 시스템들을 그대로 모방하여 사용해도 효과적인 성과를 거두기가 어려운 실정이다. 따라서, 본 연구에서는 국내의 실정에 맞는 매설배관의 위험성 평가 알고리즘을 개발하여 국내 도시가스업계의 안전관리에 활용하는 것이다. 실질적인 프로그램의 활용을 위해서 도시가스회사인 (주)삼천리 GIS/MIS 시스템 환경에 맞게 개발하였다.

2. 이론적 배경

2.1. 일반적인 위험성평가

일반적으로 위험성 평가를 처음으로 도입한 산업은 항공우주, 원자력산업이었으며, 이것이 1980년대에 화학플랜트부분에 적용하기 시작하였고, 1990년대에는 산업시설의 각 분야에 적용되기에 이르렀다.

2.2. 위험성의 개념⁽²⁾

위험이란 용어는 국어사전에 “좋지 않은 일이 생길 우려가 있어 위태롭고 험악함”이라고 정의되어 있다. 좀더 자세히 설명하면, “생길 우려”라는 불확실성이며, 이는 또한 손상의 요인으로 나타낼 수 있고, “좋지 않은 일”, 곧 손상의 결과에 따른 손실(damage)이라는 두 개념의 조합이며, 이를 수식으로 나타낸다면, 아래와 같다.

$$\text{위험성} = (\text{손상요인}, \text{손상결과})$$

따라서, 이 두 가지 요소중 하나만 해결되어도, 우리는 위험성이 있다고 말하지 않는다.

또한, 위험성에는 절대(abosolute)위험성과 인식된(perceived)위험성으로 나눌 수 있다. 어느 대상도 절대위험성은 정해져 있다. 하지만, 관찰하는 사람이 그 대상에 대한 지식과 경험에 따라 상대적으로 다르게 인식된다. 대상에 대한 정확한 이해가 부족할 경우, 관찰자의 위험인식도는 주관적이어서 실제보다 큰 위험으로 받아들여지거나 또는 반대로 낙관적일 수 있다. 위험성평가의 목적 중의 하나는 객관적인 증거와 지식을 사용하여 인식된 위험도를 절대위험도에 되도록 근접시키려는 데에 있다.

이를 위해서, 인자들에 대한 자료의 구축이 반드시 필요하며, 확률적인 분석데이터도 필요하다. 여기에 근거하여 위험은 빈도와 손실의 정도로 표현할 수도 있다.

$$\text{위험성} = (\text{사고의 빈도}, \text{정도})$$

여기서 사고의 빈도는 연간 일어날 확률이며, 결과는 일반적으로 사망에 이르는 인명의 수로 나타내고 있다. 따라서 사고로 인한 피해가 적다고 해도 발생빈도가 높을 경우와 반대로 빈도는 적다고 해도 피해가 극심할 경우 특별한 안전대처가 필요한 부분이 된다. 도시가스산업의 특징은 후자의 경우로서 발생빈도와 가능성은 적지만 피해가 대단히 큰 산업으로서 분류할 수 있다.

2.3. 위험성 평가 기법^{(2),(3)}

앞에서 언급된 위험성의 속성을 고려한다면, 위험성의 분석이란 다음의 3개의 질문에 대한 대답을 하는 것이라고 설명할 수 있다.

- 무엇이 잘못될 수 있는가? (손상요인)
- 그러한 손상으로 인한 손상결과는? (손상결과)
- 잘못될 사건의 발생 가능성은? (사고발생확률)

또한, 위험성을 평가하는 개략적인 절차는 아래와 같이 나타낼 수도 있다.

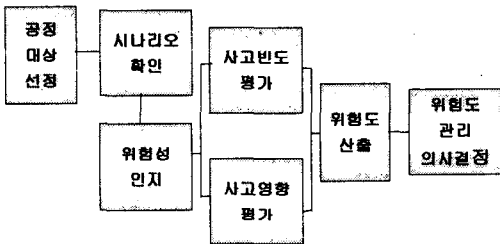
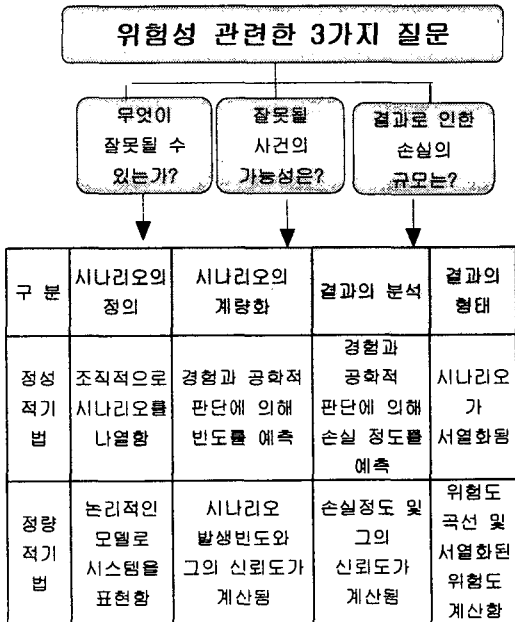


Table 1. The Comparison of qualitative and quantitative risk analysis.



현재까지, 발표된 10여 가지 위험성평가기법은 크게 정성적, 정량적으로 구별된다. 정성적, 정량적 기법에 대한 위의 3개의 질문에 대한 대답은 Table 1에서와 같이 한다.

Table 2. Representative risk assessment method and speciality

기법	분류	특징
What-If	정성적 기법	1. 1~2명이 수행 2. 대부분의 설계, 3. 적절한 경험으로 수행 가능 4. 단일사건,중대 위험성 관련 분석 5. 위험성평가 사전교육 요청됨 6. Key Word를 활용한 자유토론을 이용한 질문형식
Hazard and Operability (HAZOP)	정성적 기법	1. 구조적이며 자유토론 방식 2. 일반적으로 5~7명의 팀이 수행 3. 명확히 준비된 설계, 절차서에 적용 가능 4. 리더와 서기의 역할이 중요 5. 팀 멤버의 경험, 지식이 분석 결과에 영향 6. 단일사건에 대한 분석
Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)	정성적 기법	1. 부품/장치 등 hardware적인 것이 주관심 2. 개인, 소수의 팀이 수행 가능 3. 명확히 정의된 대상에 적용가능 4. Component의 failure mode에 대한 지식요구
Fault Tree Analysis (FTA)	정성, 정량적	1. 연역적 접근 방법 2. 기법에 숙련된 개인이 수행 3. 부울대수 이용 4. 명확히 정의된 대상의 상세분석에 유리 5. 시나리오(진후단계)가 불가능시적 6. 정적인 표현 7. 인적오류, 공통원인 고장 포함 8. 다중사건의 분석에 유리
Event Tree Analysis (ETA)	정성, 정량적	1. 귀납적 접근 방법 2. 성공/실패 경위의 동시 취급이 가능 3. 분석담당자가 모든 논리를 선택할 수 있음 4. 명확히 정의된 대상에 적용 가능 5. 시나리오가 가시적 6. 시간대 표현 7. 인적오류 포함이 가능 8. 초기사건에 따른 사고추이 분석

어느 분석도 마찬가지로이지만, 위험성분석에도 한계성과 제약성이 각 기법에 따라 있다. 특히 물리적, 화학적 측면이 복합적으로 공존하는 석유화학, 가스 시설물의 경우 경제적인 이유

등으로 한정된 안전대책을 갖고 있다. 따라서 Single point failure가 대형사고의 원인이 되는 경우가 많다. 또한 위험의 가능성이 산재하여 있다는 것이 화공, 가스시설물의 특성이다. 이러한 배경으로 한가지 분석기법을 도입해서 모든 위험요소와 그의 원인을 완전하게 찾아내는 것은 불가능에 가깝다. 또한 같은 대상을 동일한 기법을 활용하여 분석할지라도 그것을 수행하는 개인 또는 조직의 경험과 지식의 정도에 따라 결과가 달라진다는 주관성이 있다. 또한 특정 기법을 분석담당자가 자신의 경험 또는 상식에만 근거하여 선택하는 것이 일반적이다.

여러 기법 중 대표적인 정성, 정량적인 기법과 그의 특징에 대한 간단한 소개는 Table 2와 같다. 이 중에서, 복잡한 장치, 운전자의 작업이 요구되는 시설물에 대해서는 Hazard and Operability(HAZOP)이, 전기설비와 같은 유틸리티 시스템에 대해서는 Failure Mode and Effect Analysis(FMEA)가 가장 활발하게 사용되고 있다.

2.4. 매설배관의 위험성평가

앞에서 언급한 HAZOP, FMEA, What-If/Checklist 등과 같이 일반적으로 널리 사용되고 있는 위험성평가 방법들은 제조공정설비의 분석에 주로 적용된다. 제조공정 설비는 일반적으로, 여러 기기들이 상호 연결되어 있으며 공정조건이 변화될 가능성이 항상 존재하기 때문에 다양한 변화가 발생할 수 있다.

그러나, 공정조건 변화가 거의 없고 시설이 지극히 단순한 배관계에 대해서 기존의 위험성평가 기법을 적용하는 것은 적절하지 않다. 이러한 배관자체의 특성과 적절한 위험성평가 방법의 미비로, 대부분의 위험성평가에서 모든 배관은 단위 길이당 위험도가 동일하다고 가정하고 있다.

그러나, 실제로 배관의 부식환경, 운전조건, 배관의 두께, 용접개소 등과 같은 구조적인 차이로 인해서 당연히 위험성이 다르게 존재할 뿐만 아니라, 국내의 경우에는 도심지역의 잦은 굴착공사로 인한 사고도 빈번하므로, 이를 고려한 위험성평가 접근방법이 필요하다.

Table 3은 현재까지 알려져 있는 위험성 평가기법을 세 가지로 구분하고 있다. Table 3에서와 같이 국외의 경우는 보다 다양한 프로그램의 개발 및 관리가 이루어지고 있는 실정

이나, 국내의 경우는 이제 막 도입단계라 할 수 있다.

Table 3. Risk assessment classification and application example for pipelines

구분	내용	국외 프로그램 모델 및 주관사 ⁽⁴⁾	국내 프로그램 모델 및 주관사
Scoring Model	배관위험성에 대한 여러 인자별로 상대적인 점수를 부여하여 위험성을 평가하는 방법이며, 정성적인 성격과 정량적인 성격을 띤다.	<ul style="list-style-type: none"> ■ IAP(Bass-Trigon社(美))⁽⁵⁾ ■ Pipeline Risk Model (TransCanada Pipeline Co.) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ SPC(한국가스안전공사)⁽⁷⁾ ■ PRIME(개발중, 한국가스공사)⁽⁸⁾
사고영향 평가모델	위험성을 정량적으로 표현하는 방법이며, 가스사고 발생후의 가스의 확산 및 폭발에 대한 해석을 수행하여 위험성을 평가하는 방법으로 여러 가지 기법들이 개발되어 있다.	<ul style="list-style-type: none"> ■ PIPESAFE (BG社(英))⁽⁶⁾ ■ TRANSPIRE (BG社(英)) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ TRiMS(한국가스안전공사)⁽⁹⁾
손상확률 자료모델	배관의 위험요인과 배관손상확률을 복합적으로 적용하여, 배관의 위험성을 나타내는 방법이다.	<ul style="list-style-type: none"> ■ PIMOS(GRI &Wood ward Clyde社(美)) ■ Corrosion Model (BG社(英)) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ TRiMS(한국가스안전공사)⁽⁹⁾

3. 매설배관 위험성 평가 프로그램 개발

3.1. 위험성 평가의 접근

위험성 평가를 수행하는 국내외 기관들의 현황을 살펴볼 때, 사고 이후 영향평가모델과 같은 기법은 도시가스사와 같이 인구 밀집지역에 배관이 대부분 매설되어 있는 현실을 감안할 때, 적합한 방법은 아니다. 또한 손상확률모델을 사용할 경우, 우리나라의 실정상, 가스사고에 대한 충분한 조사 및 자료가 미흡하고, 외국의 사례를 적용하는 것은 환경적 차이로 인해서, 적절하지 않다.

따라서, 도시가스사에 적합한 위험성평가 방법은 Scoring model과 유사하게 배관의 위험성 평가로 접근한다. 따라서, 위험성은 다음과 같이 표현할 수 있다.

위험성 = (손상위험요인, 손상결과)

여기서, 사고발생빈도, 즉 사고확률을 포함시키지는 않았지만, 위험성을 나타내는 손상요인들안에 여러 인자들 사이의 가중치를 두어서, 사고가 일어나게 되는 원인별 기여도를 표시하여, 이 부분들을 어느 정도 보완하고자 하였다.

이 적용기법은 배관에 위험을 미치는 요인들의 정성적인 위험성을 정량적인 점수로 표시하여, 배관별로 위험성을 나타내고, 유지관리 및 보수시 차별적으로 대처하고자 하는 데 목적을 두었다.

또한 기존의 Scoring model에서 한 단계 진전하기 위해서, 배관의 위험을 주는 요소들을 세분화하고, 도시가스사의 특성상 다양한 도심지역의 간섭시설물의 영향을 나타내고자 하였다. 그리고, 도시가스사에 구축되어 있거나, 진행중에 있는 GIS(Geographic Information System)의 정보를 최대한 이용하여, 위험성 평가기법을 수행할 생각이며, 추후 N-GIS의 구축시 기타 도심지역내의 시설물과 연계하는 방향도 고려하고자 한다.

3.2. 평가절차의 구분

Scoring model을 사용하여 배관의 위험성을 평가할 때, 일반적으로 Table 4의 네 가지 단계를 통해서 진행한다.

Table 4. The step of risk assessment⁽¹⁰⁾

단계	내용	설명
1단계	배관의 구분	압력, 환경, 매설년도 등과 같은 조건 및 환경의 변화로 구분함
2단계	일반화단계	각 요인들을 설정하고, 요인별 상대적 중요성, 즉 가중치를 결정하는 단계(현장 경험자들의 경험과 국내외 자료들을 통해 결정)
3단계	자료입수 단계	배관구분별 평가를 위한 요인별 자료를 수집하는 단계
4단계	유지관리	평가결과에 대한 유지관리 계획을 선정하고, 추후 요인들의 변화에 대한 데이터 베이스를 구축하는 단계

위의 2,3단계는 많은 시간과 비용이 필요하며, 이 단계에서는 시간을 많이 소비할 뿐만 아니라, 이 부분이 가장 중요한 부분으로 작용

한다. 또한 이 단계들에 대한 투자는 효과적인 배관위험성 평가를 위해서 중요한 단계이기도 하다.

본 기법을 적용함에 있어서, 제 1단계인 배관의 구분은 (주)삼천리의 GIS 및 MIS에서 사용하는 배관번호를 기본으로 하였다. 이 번호는 배관시공시 압력별 관경별 구분되어 있기에 이를 이용하였고, 대상배관은 강관이다.

3.3. 매설배관 주위 인자들의 구성

매설배관의 대략적인 구성인자들과, 주위환경을 간략히 Fig. 1에 나타내었다.

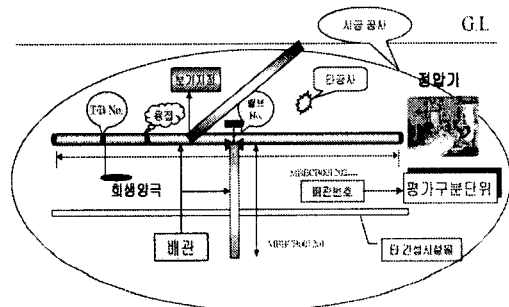


Fig. 1. The facilities of buried pipeline.

Fig. 1와 같이 배관내 일반적으로 존재할 수 있는 시설물들로서, 공급유량과 압력을 조절하는 정압기, 배관의 개폐를 담당하는 밸브, 배관 부식방지를 위한 전기방식T/B등을 나타내었다. 그리고, 주변에서 발생할 수 있는 요소들은 기매설되어 있는 지중전력선 및 전철과 같은 간섭시설물과 시설물의 굴착공사인 타공사로 구성되어 있다. 이들 구성요소를 기초로 하여서, 배관의 상황 및 주변인자의 상황을 파악하여, 프로그램을 구성하였다.

3.4. 위험성 평가 알고리즘

위험성 평가를 위하여서는 앞에서 말한 것과 같이 배관의 손상위험요인과 손상결과로 구분하였다. 손상위험요인 및 손상결과 요인의 구성은 Fig. 2와 같다.

손상위험요인을 크게 부식요인, 설계 및 시공요인, 제 3자 요인의 세 가지로 구분하였는데, 이는 1993 ~ 1997년도의 도시가스 사고⁽⁵⁾를 살펴볼 때, 배관의 부식과 제3자요인과 같은 타공사 등으로 전체의 63%에 가까운 사고가 발생하기 때문이다. 여기서, 배관에서 일어나는

사고의 경우는 제3자에 인한 요인이 부식요인보다는 많지만, 제3자는 효과적인 관리시스템을 통해서 부식보다 더 쉽게 위험성을 감소할 수 있는 부분인데 반해서, 부식요인은 보다 철저한 조사와 원인해석이 필요하므로, 큰 차이를 두지 않았다. 또한 배관의 초기 시공시의 결함은 배관이 손상될 수 있는 요인으로 작용하므로, 설계 및 시공요인을 두어서, 배관시공 초기부터 위험성 평가의 기본개념을 도입하였다.

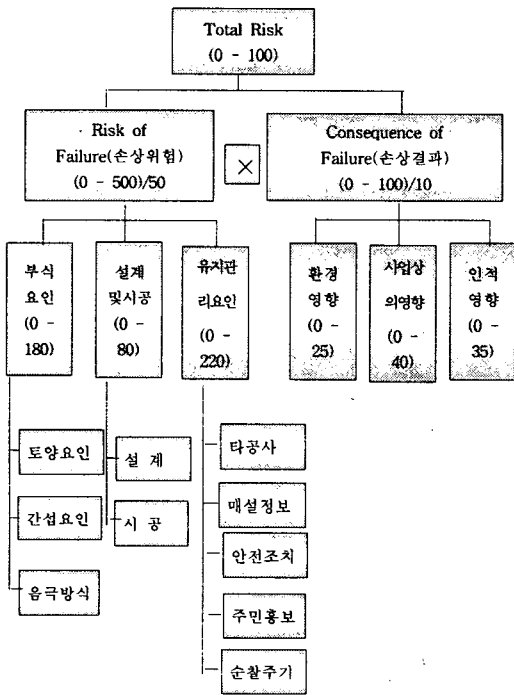


Fig. 2. The basic concept of risk assessment algorithm.

또한, 손상위험요인인 부식, 설계 및 시공, 유지관리요인 안에는 10개의 세부영역으로 나뉘게 된다. 각각의 구성성분들을 검토해 볼 때, 배관의 부식요인은 토양의 환경과 간접시설물 등에 의한 간접에 영향을 받게되고, 음극방식 등이 나타나기 때문에 세 가지 세부영역으로 구분하였다. 유지관리요인에 있어서는 가장 크게 영향을 미치는 부분이 타공사이고, 유지관리를 효율적으로 진행하기 위한 순찰주기, 주민홍보요소가 추가되었고, 매설정보 및 안전조치들은 매설된 배관 또는 타공사 지역 배관에

대한 현재상태를 나타내는 요소가 된다. 마지막으로 설계 및 시공부분의 설계, 시공요소로 나누어서 평가요소들을 구성하였다. 배관손상 위험에 대한 결과를 손상결과로 표현하며, 여기서는 주위환경과 사업상, 인명 등과 같은 인적영향에 미치는 세 가지로 구분하였으나, 도시가스의 경우는 배관손상의 결과는 아주 작은 사고를 제외하고는 거의 동일한 파급효과를 미치기 때문에 도시가스사에 적용될 위험성 평가 기법에서는 사고손상결과 부분은 생략하였다.

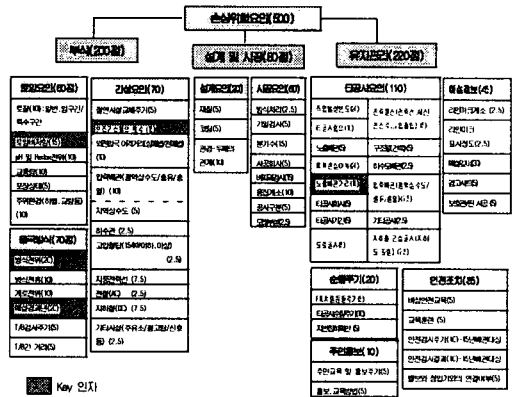


Fig. 3. The composition of factors.

3.5. 위험점수의 계산 및 가중치 결정

위의 Algorithm에 의해서, 정성적인 배관의 위험성을 정량적인 점수 값으로 나타낸다. 먼저, 기본적인 개념으로 이 위험성 평가기법에서는 점수가 높아질수록 위험성이 증가하는 것으로 정의한다. 그리고, 손상결과에 대한 영향을 생략하여 적용한다면, 손상요인의 점수는 인자별 판정값과 인자별 가중치 곱들의 합으로 나타낼 수 있고, 수식은 다음과 같다.

$$\text{손상위험요인점수} = \sum (\text{인자별판정값}_i \times \text{인자별가중치}_i) \quad (1)$$

3.5.1 Key 인자의 도입

본 기법이 다양한 개별인자들의 합으로 위험성을 판단하기 때문에, 자칫 위험상태임에도 불구하고, 점수가 위험Level이하일 경우, 위험지역으로 관리가 안 될 수 있기 때문에, 부식을 야기할 수 있는 상황 및 유지관리 위험지역에 관련된 일부인자(5가지)에 대하여 Key 인

자 개념을 도입하였다. 따라서, 손상위험요인점수와 Key인자의 위험상태로 위험을 파악하도록 하였다.

구성인자의 수는 총 63개인자(부식 - 23, 설계 및 시공 - 11, 유지관리 - 29)로 구성되어 있으며, 점수는 위험차이를 세분하기 위해 500점으로 하였다.

3.5.2 프로그램 Flow Chart

이 기법에 따라 프로그램을 구성할 때의 간단한 프로그램 순서도는 Fig 4.에 나타내었다.

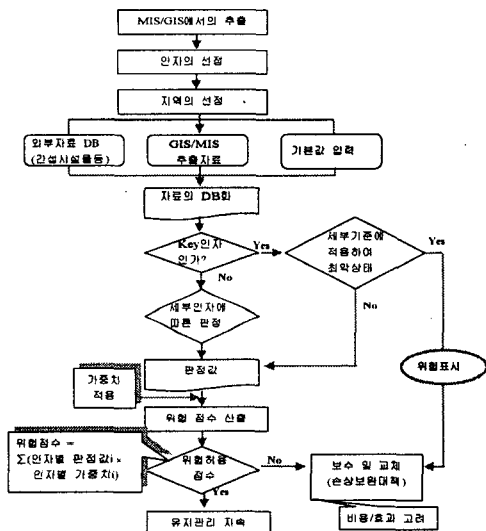


Fig. 4. Program flow chart.

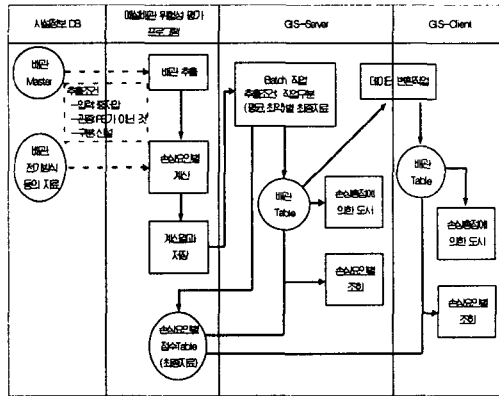
프로그램 Flow chart에 따라 작성될 프로그램은 운영자가 각 지역별 특성에 따라, 인자들의 추가 및 삭제가 가능하도록 구성되어 있으며, Key인자, 가중치, 판정값, 위험허용점수 등의 변화가 가능하도록 하였다. 특히 손상보완대책은 비용/효과(Benefit/Cost)개념을 도입하여 작성하였다.

3.6. GIS와의 연계

개발된 프로그램은 GIS와 연계하여 관리하도록 작성되어 있다. 여기서 GIS란, 인간의 의사결정능력을 향상시켜주고 그에 따른 자료의 관찰과 수집에서부터 보존과 분석, 발생된 정보의 사용에 이르기까지 일련의 조작을 정보시스템(Information System)이라고 한다면, 이를 기초로 하여 지표의 공간참조 데이터

(Geo-reference data) 및 지리적인 좌표값에 대한 자료를 취급하기 위해 설계된 정보시스템 및 데이터베이스 시스템을 지리정보 시스템(Geographic Information System)이라 한다.

Table 5. The data flow between buried pipeline risk assessment program and GIS.



(주) 삼천리는 설치된 배관과 도로 및 시설물, 주변건물 등에 대한 정보 등을 GIS로 관리하고 있다. 따라서, 이 GIS 시스템에 본 매설배관 위험성 평가 프로그램을 연계하여, 효율적인 배관관리를 시도하였다. Table 5는 매설배관 위험성 평가 프로그램과 GIS와의 관계를 나타내고 있다.

3.7. 위험성평가 프로그램

본 연구팀이 개발한 위험성 평가 프로그램의 주요화면을 Fig. 5에서 Fig. 10까지 보여주고 있다. 본 프로그램의 특징은 손상위험요인의 편집이 가능하며, 프로그램의 변화를 용이하게 하였으며, 지역별 조회를 통해서 해당지역(최소단위는 "동")의 상황을 파악할 수 있다. 또한 손상보완 대책은 비용을 고려하여 유지보수 대책의 순위를 결정할 수 있게 구성하여 비용적인 측면을 강조하여, 안전경영관리에도 도움이 될 것이다. 특히 이 부분도 대책별 운영자가 새롭게 추가입력할 수 있도록 구성하였다.

본 위험성 평가 프로그램의 적용배관은 폴리 에틸렌 피복강관에 적용가능하며, Visual Basic으로 구성되어 있다. 본 위험성 평가 프로그램의 이름은 "매설배관 수명예측"이다.



Fig. 5. The initial screen of program.

Fig. 11은 본 프로그램과 (주) 삼천리 GIS와의 연계되어 있는 상태를 나타낸 것으로, 해당 배관에 대한 위험손상점수의 상세내역을 GIS 상에서 확인할 수 있도록 구성되어 있다.

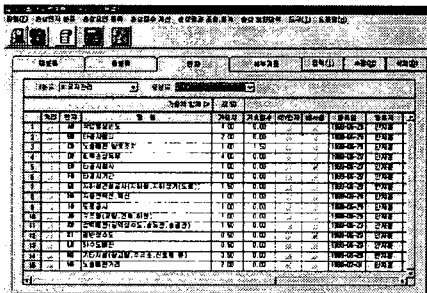


Fig. 6. The registration screen of failure risk factors.

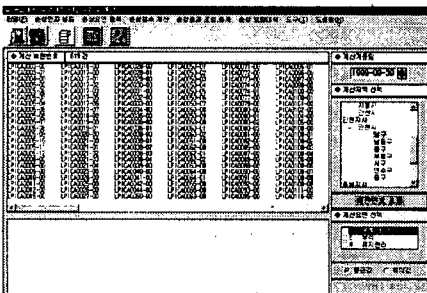


Fig. 7. The screen of failure risk score calculation.

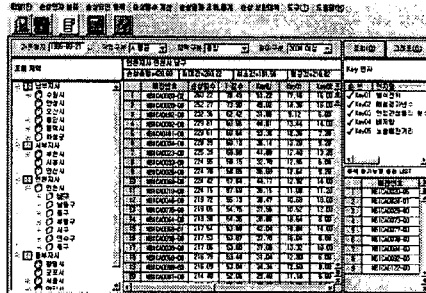


Fig. 8. The screen of failure risk score reference.

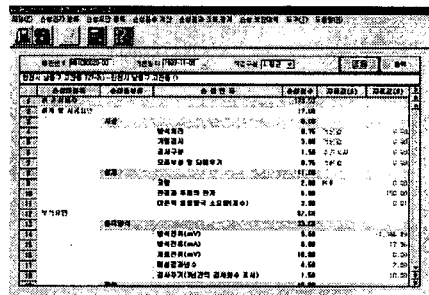


Fig. 9. The screen of failure risk score as pipeline number.

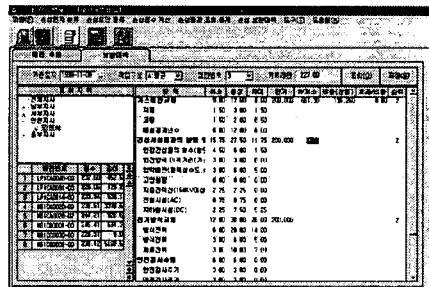


Fig. 10. The screen of failure supplementation measures.

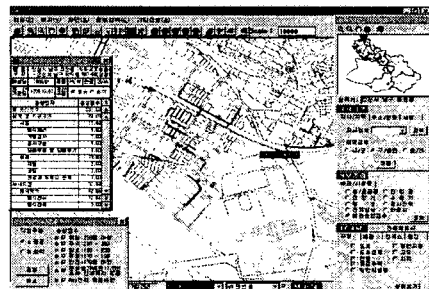


Fig 11. The screen of between program and GIS interface.

4. 결 론

1. 매설배관의 안전을 확보하기 위해서, 여러 가지 세부적인 검사 및 유지방법이 필요한 것이 사실이다. 그러나 우리는 배관위험을 줄이는데 사용되는 재원이 한정되어 있다는 사실을 인식하고 있다. 그러기에, 한계적인 자원을 효율적으로 활용하기 위해서 본 연구팀은 국내 도시가스업계에 맞는 매설배관 위험성 평가 프로그램을 개발하였다.

2. 개발된 프로그램은 기존의 국내외에서 개발된 프로그램에 비해서, 국내 도시가스사의 현장실제 자료들을 토대로 개발하여, 현장적용성을 한 차원 높였으며, GIS와 연계하여 손쉽게 위험지역을 파악할 수 있었다.

3. 이 프로그램을 이용하여, 위험지역을 파악하여 비용에 따른 위험의 감소효과를 비교한 후, 효과적인 유지관리 대책을 선정하여 자원을 투입하는 것이 올바른 방법이며, 본 프로그램이 매설배관에 대한 안전경영의 도구가 될 수 있을 것으로 생각된다.

감 사

본 연구는 과학기술부 인위재해방재기술과제 지원에 의한 것입니다.

참 고 문 헌

1. 이억섭, "산업설비의 수명평가기술", 성균관대학교 산업설비 안전성 평가 연구센터기술 분석 보고서, SAFE 97-3, p99, 1997.

2. 김연중, 안상현, 조현춘, "가스시설의 위험성평가 기법 및 적절한 기법의 선택을 위한 고려사항", 화학공업과 기술, Vol. 14, No. 4, 1996.
3. 조은구, "가스안전확보와 정량적평가방법", 한국가스신문 제 430호, 1999.
4. GRI, "Natural Gas Pipeline Risk Management, Volume IV-Indentification of Risk Management Methodologies" GRI Report-95/0228. 4, 1995.
5. Bruce D. Beighle and Mike P. Gloven, "Relative Risk Assessment The Competitive Advantage", Bass-Trigon Software, www.bass-trigon.com., 1998.
6. Michael R. A, "The Development of The Pipe safe Risk Assessment Package For Gas Transmission Pipelines", Proceedings of the International Pipeline Conference, 1998.
7. 한국가스안전공사, "도시가스배관 안전성 평가기법(SPC) 개정판", 한국가스안전공사, 1998.
8. 홍성경, "가스배관의 안전성 판단 기준(위험성평가 기술)", 배관안전진단 기술 분석 토론회, pp. 36-41, 1999.
9. 엄성인, "가스시설의 위험관리 모델", 한국가스안전공사 TRiMS설명회, 2000. 1.
10. W. Kent Mulhlbauer, "Pipeline Risk Management Manual", 2nd, Gulf Publishing Company, Houston TX 1996.