

LNG 산업의 프로세스 통합 정보망 시스템에 관한 연구

† 김 청 균

홍익대학교 기계·시스템디자인공학과
(2002년 2월 17일 접수, 2002년 3월 18일 채택)

A Study on Process Integrated Innovation System for a LNG Industry

Chung Kyun Kim

Dept. of Mechanical and Design Engineering, Hongik University
(Received 17 February 2002 ; Accepted 18 March 2002)

요 약

본 연구는 가스 산업체에서 안전관리, 건설공정, 운영관리 등을 통합할 수 있는 새로운 정보화 모델, 즉 PIIS 모델을 제안하고자 한다. 여기서 개발된 PIIS 모델을 기반으로 가스 설비를 통합관리 한다면 안전 및 위험관리를 극대화 할 수 있고, 동시에 생산성과 원가절감 효과를 증대시킬 수 있는 장점이 있다. 따라서 PIIS 시스템의 도입은 동기화와 통합화를 안정적으로 가져갈 수 있다는 측면에서 가스 공급자와 소비자 상호간에 이윤을 공유하게 된다. 결국, PIIS 운영체계는 인수기지의 건설단계에서 도입하는 것이 보다 효과적이지만, 천연가스의 탐사 단계부터 최종 소비자에게 공급되는 전체 라인에 적용하는 것이 가스 업체의 생산성, 안전성, 경제성에 분명한 이익을 제공할 것이다.

Abstract : This paper presents new IT model, PIIS that integrates the safety control, construction, and operation managements in a conventional gas industry. The systemic approach based on the PIIS model may reduce or increase the parameters as maximizing the safety, risk and crisis management, and increasing the cost-effective productivity. The rapid synchronization and integration of the process using the PIIS model may produce more profits and satisfactions between customer and gas supplier. Thus, the PIIS model should quickly be introduced to gas industry at the beginning stage of engineering design and construction processes for maximizing production, effectiveness, and safety of the system from the exploration of a natural gas to a final consumption.

Key words : Information technology(IT), Process Integrated Innovation System(PIIS), CBMS, RBMS, KBMS

1. 서 론

국내외적으로 LNG 산업은 급성장을 하고 있으며, 청정 에너지 자원으로써 가장 주목받고 있는 향후 신에너지 자원이다. 기존의 에너지 자원으로 널리 사용중인 석유, 광산, 원

자력과 수력, 풍력, 태양열 등의 대체 에너지와 비교 우위성을 확보하기 위해서 LNG는 안전성과 효율성을 반드시 확보해야 한다.

특히 가스산업에서 가장 대표적인 LNG 산업은 거대한 장치산업으로 안전성에서는 원자력 발전소를 능가하고, 효율성에서는 기존 프

로세스 산업체처럼 정보화를 점차로 따라가야 한다. 그러나, 이들 두 분야의 상반된 측면을 동시에 접목시키기 위해서는 통합 정보화(Integrated IT)라는 새로운 기술 발전의 혜택을 보다 적극적으로 접목시켜야 경쟁력을 확보할 수 있다.

가스설비 업체는 LNG의 도입에서 저장, 운반, 분배라는 과정을 통하여 최종 수요자에게 안전하고, 효율적으로 저렴한 가스를 공급한다. 여기에는 LNG의 도입에서 공급이라는 체계를 어떻게 구축하느냐에 따라서 단일 라인 또는 복수 라인이 성립하게 된다. 우리나라의 경우는 LNG의 도입과 저장, 중간 분배는 단일 기업이 담당하고, 권역별 분배는 복수 기업군이 분담하는 복수 라인으로 효율성과 안전성, 경제성을 추구해 왔다. 이러한 전통적인 프로세스 가스제품의 공급체계에서 새로운 정보화 기술의 발전은 기존의 시스템 운영체계나 관리체계 등을 바꿔놓고 있다. 향후에는 새로이 건설되는 모든 가스설비 시스템의 설계를 초기 단계부터 정보화 기술을 전통 가스장치 기술에 접목하여 설계함으로써 가스설비 시스템의 안전성과 효율성을 확보한다면 여타 에너지원 대비 경쟁력은 크게 향상될 것이다.

따라서, 본 연구에서는 가스산업에서 필요한 정보화 기술을 접목한 새로운 프로세스 통합 정보화 모델을 개발하여 제시하고자 한다. 이러한 통합 정보화 기술은 기존의 가스설비와 새로이 건설할 인수기지에 적용함으로써 가스설비 시스템의 안전성, 효율성, 위기관리, 설비관리, 생산성 등을 획기적으로 개선할 수 있을 것이다.

2. LNG 생산 및 공급체계

가스전의 천연가스는 곧바로 액화과정을 거쳐서 초저온 탱크에 저장되거나, 또는 LNG선의 저장탱크에 채워진 후 인수기지로 운반되어 육상의 저장탱크에 채워진다. 탱크에 저장된 -162℃의 LNG는 다시 기화과정을 통하여 파이프를 따라서 최종 수요자에게 공급하게 된다. 즉, LNG는 LNG선, 인수기지의 저장탱크, 공급배관망을 따라서 공급되기 때문에 가스설비의 안전성과 효율성을 특히 중요하게 다루게 된다.

가스전의 천연가스는 액화와 동시에 LNG선에 저장되기 때문에 액화설비를 제외하고는 인수기지처럼 거대한 저장탱크를 필요로 하지

않지만, 수요처에서는 LNG의 안전관리, 효율성, 작업성, 건설비 및 운영비 등의 측면에서 저장탱크의 대용량화를 추구하는 추세에 있다. 따라서, 최근에 건설되는 저장탱크는 보통 100,000~200,000kl의 저장용량을 선호하는 추세에 있고, 이들 초대형 탱크에 대한 안전성과 경제성은 우수한 것으로 나타나고 있다. 이러한 저장탱크의 초대형화 경향은 한국을 비롯한 일본, 중국 등에서 두드러진다.

우리나라는 3개의 인수기지에 10만~20만kl의 초대형 저장탱크[1]가 주류를 이루고 있으며, 멤브레인 저장탱크와 9% Ni강재식 저장탱크를 모두 갖고 있는 다양한 저장탱크 모델을 보유하고 있다. 또한, LNG 저장탱크 건설과 운영 및 가스 공급체계는 세계에서 유래를 찾아보기 힘들 정도로 급진장한 가스 소비국이다.

일반적으로 천연가스가 발견되어도 이윤을 창출할 수 있는 단계까지는 많은 시간을 필요로 하고, 여타 에너지와의 가격 경쟁력을 충분히 확보할 수 있는 대안이 필요하다. 여기에 천연가스 생산국과 소비국간의 유대관계 및 정치적 안정성, 마케팅 전략 등에 의해 실질적으로 가스거래가 이루어지고 있다.

3. 정보화 현황 및 발전방향

국내의 가스설비 회사들이 독자적으로 구축하고 운영해온 정보화 시스템[2]은 인터넷 기반으로 통합되고, 공급자와 수요자, 주주 등이 함께 공유하는 추세로 발전하고 있다. 기업체는 정보화 시스템을 적극 활용하여 설비 시스템의 효율성을 추구하고, 동시에 경영, 설비, 관리 시스템에 관련된 정보화를 통하여 새로운 가치창출과 코스트 다운의 극대화에 많은 노력을 기울이고 있는 것이 일반적인 정보화 경향이다.

국내의 정보화는 대기업을 중심으로 추진되었고, 특히 2000년을 기점으로 B2B, G2B, B2P 등으로 표현되는 포괄적 IT는 공급자와 구매자 사이의 마켓플레이스 연계 시스템(marketplace chain system: MCS)에 SRM(supplier relationship management), SCM(supply chain management), CRM(customer relationship management)과 같은 상위 솔루션을 활용하여 물류와 정보 유통망을 구축·관리하고, 최적의 의사결정을 신속하게 내릴 수 있기 때문에 동적가치 체인 시스템(dynamic value chain system)

을 신속하게 구축하여 상대적인 경쟁력을 보완하려 하였다[3].

이러한 전통적인 정보화는 1세대라 할 수 있는 제조업 중심의 IT 기술이지만, 기존 제조업 대비 안전성을 보다 중시해야 하는 LNG 산업은 새로운 통합 시스템을 도입해야 한다. 즉, 현장의 LNG 설비와 파이프 라인은 안전성과 효율성을 중심으로 구축된 경제적인 운영체계를 인력과 축적된 개별 노하우 중심에서 통합되고 동시성을 갖는 운영체제로 바뀌어야 한다. 결국 가스설비를 다루는 현장에서 센서와 지침을 기반으로 획득한 각종 데이터는 기존에 구축·보관하고 있는 노하우 데이터와 통합되어 중간 관리자나 외부 전문가 그룹에 의해 비교 분석하여 새로운 최적의 결정값을 찾아내고, 여기에 회사의 경영전략과 대외적 환경변화 변수를 고려한 결론을 다시 현장에 반영하는 피드백 루프 시스템을 구축하고자 한다. 이러한 프로세스를 효과적으로 체계화 시킨 IT 모델이 본 연구에서 제안하고자 하는 프로세스 통합 혁신 시스템(process integrated innovation system; PIIS)에 대하여 논의하고자 한다.

4. 프로세스 통합 혁신 시스템 모델의 개발

가스설비의 안전과 위험요소, 공급과 수요 예측, 인력, 자원 시스템에 대한 통합적 정보 관리 시스템을 전사적으로 구축하여 작업이나 공정의 각 프로세스 단계에서 실질적인 통합적 관리와 운영을 연계 주체(collaboration partner)간에 양방향, 동시적으로 수행토록 한다. 결국, 가스설비 시스템에서 가장 중요한 안전성(safety)과 운영·관리체계의 안정성(stability), 원가절감, 공급과 수요예측, 신속성, 투명성 등을 동시에 확보하여 생산성과 원가절감, 의사결정의 신속성을 위해 전사적으로 추진해야 하는 정보화 혁신 시스템이 프로세스 통합 혁신 시스템(PIIS)이라 할 수 있다.

PIIS는 회사의 작업 프로세스 단계에서 발생하는 모든 디지털 정보를 1차적으로 현장(설비 현장이나 사무실을 모두 포함)의 실제 데이터에 센서나 작업자의 측정 관리치에 기초하여 수집하고, 여기에 테크노 경영 관리자 그룹의 전문성을 가미한다. 마지막으로 회사의 지식기반 디지털 경영철학과 가스기업의

문화를 양방향 통합적으로 구축, 관리할 수 있는 PIIS는 업무 프로세스 효율성의 극대화, 신속한 의사결정의 안정성 확보, 설비 시스템의 안전성, 원가절감, 경영 예측성 등을 충분히 확보할 수 있게 되므로 가스회사에 국제 경쟁력 확보는 물론 최적의 디지털 경영환경을 제공하게 된다.

가스산업 현장에 PIIS의 구축으로 회사의 모니터링 시스템, 경영, 관리체계에 관련된 구성원들의 전사적 참여로 결정되고 운영될 수 있다는 측면에서 PIIS는 가장 바람직한 프로세스 통합 시스템이고, 프로세스별 통합 시스템을 크게 3단계로 나누어 구축하여야 효과적인 전사적 통합 시스템이 될 수 있다.

4.1. 상태기준 모니터링 시스템의 구축

회사에 관련된 모든 작업/공정 데이터의 수집, 정리, 저장·보관하는 기반작업은 모든 설비에 체계적으로 설치된 다양한 센서를 포함하여, 구성원들이 디지털 마인드로 적극 참여하는 프로세스를 상태기준 모니터링 시스템(condition-based monitoring system; CBMS)이라 한다. Fig. 1은 가스설비에서 CBMS 모델의 적용범위를 보여주고 있다.

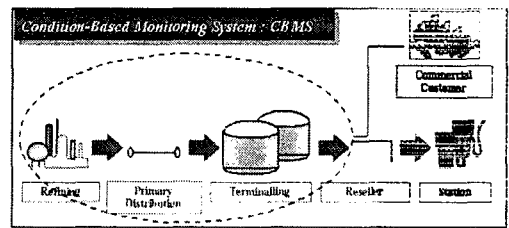


Fig. 1. Condition-based monitoring system.

CBMS는 PIIS의 제1단계로 신뢰성 높은 데이터를 효과적으로 확보해야 하는 가장 중요한 초기작업이며, 회사의 구성원은 통합적 마인드로 전사적 참여와 구성원 상호간의 이해와 조화가 필수적이다. CBMS가 정상적으로 가동되기 위해서는 최소한 다음과 같은 프로세스 통합 시스템이 구축되어야 한다.

- 설비 시스템에 관련된 운전, 안전 및 위험, 용량, 품질, 수명, 효율, 진단, 정비 등의 직접 정보를 실시간으로 수집하는 모니터링 시스템의 구축
- 지원 시스템에 관련된 자재, 구매, 공급,

재고, 유통, 교육 등의 정보를 실시간으로 수집하는 모니터링 시스템의 구축

- 회사의 비전과 세계화 전략, 선행기획, 투자, 재무, 회계, 고객만족, 기술개발, 인사 등에 관련된 시스템을 효율적으로 신속하게 수집하는 모니터링 시스템의 구축

4.2. 신뢰기반 관리 시스템의 구축

CBMS의 제1단계에서 수집된 대규모 기반 데이터를 분석, 수정, 관리하는 중간 전문가 그룹이 보유하고 있는 관리·운영 노하우를 가미하여 정리된 축약 데이터를 생산하는 신뢰성 높은 프로세스 혁신 시스템이 신뢰기반 관리 시스템(reliability-based management system; RBMS)이다. Fig. 2는 가스설비에서 RBMS 모델의 적용범위를 보여주고 있다.

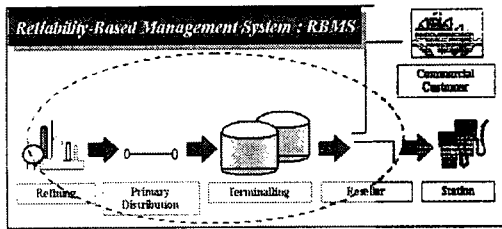


Fig. 2. Reliability-based management system.

RBMS는 PIIS의 제2단계로 실시간으로 수집된 다양한 데이터를 전문가 시스템으로 분석, 수정, 관리하기 위해서는 테크노 경영관리 중간그룹의 전문성을 가미한 통합적 관리 마인드가 구축되어야 PIIS 관리체계의 안정성, 효율성, 신속성, 가치창출이 확보된다. 이것을 위해서는 외부의 전문가 시스템을 활용하기 위해 다음과 같은 시스템을 최소한 구축되어야 한다.

- 설비 시스템에 관련된 저장탱크와 주변설비의 안전관리, 설비관리, 운전관리, 용량관리, 품질관리, CBM, RCM, 보고관리 등의 현장 데이터를 분석하고 관리하는 테크노 전문가 시스템의 구축
- 지원 시스템에 관련된 자재관리, 재고관리, 구매관리, 공급관리, 유통관리, 자원관리, 작업관리, 작업표준관리, 작업자관리, 교육관리 등의 정보를 실시간으로 분석하고 수정 관리하는 테크노 전문가 시스템의 구축
- 회사의 비전과 세계화 전략, 공급과 수요

의 예측관리, 재무관리, 회계관리, 고객관리, 기술정보관리, 인사관리 등에 관련된 정보를 실시간으로 분석하고 관리하는 테크노 전문가 시스템의 구축

4.3. 지식기반 경영관리 시스템의 구축

CBMS 단계에서 현장의 운영자 집단에 의해 수집된 현장의 기반 데이터와 RBMS 단계에서 테크노 경영 전문가 집단에 의한 분석, 축약된 데이터에 회사의 경영 마인드, 고객만족, 재무관리, 기업문화를 가미한 최적의 예측 가능한 결정 (optimized forecast)에 도달하여 모두가 만족할 수 있는 프로세스 결정 단계부터 양방향으로 통로가 열려있는 통합 혁신 시스템이 지식기반 경영관리 시스템(knowledge-based management system; KBMS)이다. Fig. 3은 가스설비에서 KBMS 모델의 적용범위를 보여주고 있다.

KBMS는 PIIS의 제3단계로 CBMS와 RBMS에서 공급된 데이터와 축약된 최적의 데이터에 전문 경영 관리자 그룹에 의해 회사의 경영철학과 디지털 정보화 마인드를 동시에 고려한 통합적 경영혁신 시스템을 구축해야 PIIS 관리체계의 효율성과 신속성, 생산성이 충분히 확보된다. 회사의 통합적 운영체계가 안정적으로 운영되기 위해서는 다음과 같은 경영관리, 설비관리, 고객만족을 위한 시스템이 동시적으로 구축되어야 한다.

- 지식기반 SRM, SCM, CRM 체계망의 구축
- CBMS에 기초하고, RBMS의 테크노 경영관리 데이터에 KBMS의 디지털 경영철학을 반영한 지식기반 경영전략 시스템의 구축
- 자원관리, 고객관리, 주주만족, 가치창출, 설비관리 시스템의 구축
- 안전 시스템의 통합적 관리 및 신속한 대응체계의 구축

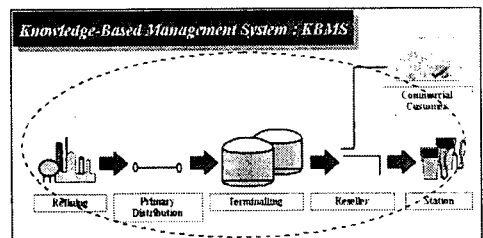
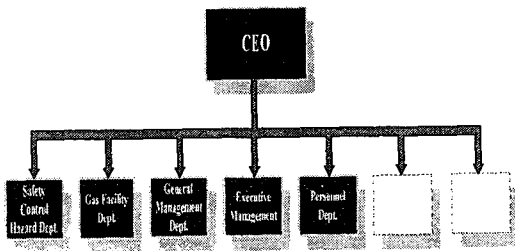


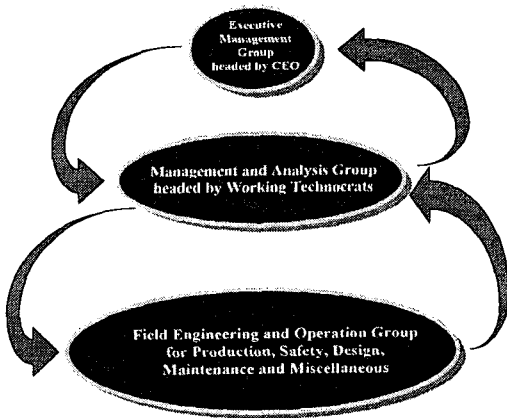
Fig. 3. Knowledge-based management system.

5. 모델 개발 결과 및 토론

전통적으로 제조업체에서는 Fig. 4(a)에서 제시한 것처럼 CEO를 중심으로 모든 작업단위가 획일화 된 하양식 집행 위주의 단선적 의사소통이 진행되었으나, 최근의 정보화 기술의 도입은 Fig. 4(b)에서 보여주는 것처럼 생산, 안전, 설계, 설비관리 등을 주도 다루는 현장 그룹과 허리에 해당하는 중간 관리 전문가 그룹, 그리고 회사의 최고 경영자를 포함한 임원급 그룹이 상호간에 유기적으로 움직이는 형태의 정보화 초창기 패턴이다. 이러한 IT 구축은 결국 전문성은 부족하고, 분리된 독자적 통합 프로세스 형태를 유지하고 있으며, 아직도 현장의 실질적 데이터가 크게 결여된 IT 모델이다.



(a) Traditional top-down working flow pattern of a gas industry



(b) One channel up and down working flow model based on the IT application

Fig. 4. Management system in a gas industry.

그러나, Fig. 5에서는 기존의 전통적 제조업이나 제1세대 정보화 기술에서 생각하지 못했던 센서와 계측장치에 의한 현장 중심의 데이터 축적과 저장, 지식기반의 기업문화, 경영환경, 국내외 정세를 포함한 예측 가능한 요소를 산입하여 회사에 가장 적합한 예측과 이윤 추구를 위한 결과를 효율적으로 도출하고자 다방향(multi-direction)으로 데이터의 교류를 시도한 동시적, 전사적 프로세스 설계 모델이다.

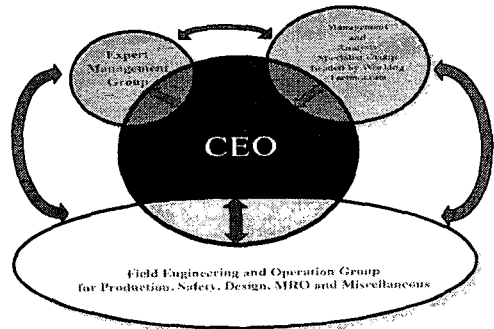


Fig. 5. Advanced multi-channel working flow model based on the PIIS concept.

가스산업에서 IT 기술의 도입에 따른 안전성과 효율성을 극대화 하기 위해서는 현재의 독립적인 정보화 체계를 통합하고 동기화하여 정보의 공유와 고압축과 최적화 기술로 효율성과 생산성을 추구하는 이익 중심의 운영체계를 구축하여 고객과 주주를 만족시켜주고, 구성원도 이윤을 공유하는 관리체계를 구축하고자 개발한 것이 PIIS 정보화 모델이다.

PIIS가 효과적으로 가동되기 위해서는 모든 작업 현장에서 발생하는 정보의 수집, 정리, 저장·보관할 수 있도록 구축된 하드웨어 중심의 상태기준 모니터링 시스템(CBMS) 단계에서 수집된 대규모 기반 데이터를 분석, 수정, 관리할 수 있는 신뢰기반 정량화 분석 시스템인 신뢰기반 관리 시스템(RBMS), CBMS와 RBMS 단계에서 수집되고, 정량화 된 축약 데이터에 현재의 지식기반 전략적 경영관리와 최적으로 예측 가능한 경영관리 시스템인 지식기반 경영관리 시스템(KBMS)이 동시적으로 구축되어야 한다.

Fig. 6은 가스업체에서 구축해야 하는 PIIS 정보화 모델의 일반체계를 보여주고 있다. 이러한 정보화 모델은 가스설비 시스템의 안전성, 생산성, 프로세스 시스템의 효율성을 충분히 제공한다는 측면에서 중요한 통합 정보화를 위한 데이터의 수집과 생산, 분석과 통합, 기획과 최적화 등의 체계 구축은 IT 기술과 센싱·측정 기술의 동시적 접목을 통합적으로 관리함으로써 새로운 PIIS 정보화 모델이 개발될 수 있다.

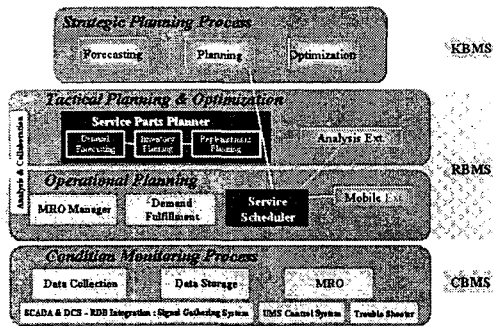


Fig. 6. Process integrated innovation system architecture.

기존의 인수기지를 비롯한 가스 공급망에 대한 프로세스 통합 정보화 작업은 독립적인 고유 환경설정에 많은 노력을 하였고, 구축된 데이터의 수집과 공유라는 전통적 방식에서 벗어나지 못하였다. 여기에 정보화라는 체계망 구축에 많은 투자를 하였지만, 사용자 측면의 교육과 편의성, 체계망의 국제화 등은 소홀히 취급된 측면이 강하였다. 따라서, 많은 사업체의 정보화 결과에 대한 효용도는 초기에 제시된 예상효과에 크게 못미치는 것으로 나타났다.

이러한 문제점을 극복하고 정보화에 대한 막연한 불안정성을 극복하기 위해서는 PIIS에서 제안한 것처럼 데이터의 수집과 저장, 분석과 공유 등을 가스현장에 설치된 각종 센서와 계측장치로 자동 입력과 저장, 전문가 프로그램에 의한 분석과 예측, 통합 시스템의 활용도를 극대화시키기 위한 교육과 편의성을 편리하게 제공해야 한다. 결국 PIIS 모델의 적용은 인수기지를 비롯한 파이프라인의 설계 단계부터 도입해야 생산성, 효율성, 안전성 등을 충분히 확보할 수 있다. PIIS 정보화 모델은 천연가스의 생산 단계부터 최종 수요처에

공급하는 전 프로세스의 안전성과 경제성을 동시에 확보할 수 있다. 따라서, PIIS와 같은 새로운 운영체계의 도입은 프로세스 가스산업의 발전에 큰 영향을 미칠 것으로 생각된다.

국내에서 LNG 산업을 주도하고 있는 한국 가스공사에 PIIS 모델의 적용한다고 설정한다면, PIIS 정보화 모델은 본사, 지사, 3개의 인수기지를 중심으로 모든 가스 현장이 전사적으로 참여해야 한다. 여기에, 국내외적으로 제공되고 있는 가스 정보망과 정부의 가스정책 등이 고려되어 한다. 구축된 PIIS 모델이 정상적으로 기능성을 발휘할 수 있도록 하기 위해서는 다음과 같은 테크노 경영관리 체계가 모든 프로세스 단계에서 전사적·동시적·통합적으로 구축, 관리, 운영되어야 한다.

5.1. PIIS 구축으로 예상되는 변화 임팩트

- 수요자, 현장중심의 경영, 관리 마인드의 정착
- 안전, 위기관리 중심의 설비관리 체계의 완성
- PIIS 구축으로 효율성, 신속성, 원가절감 마인드의 급속한 저변 확대
- 조직의 효율성, 신속성, 안전성, 위험성에 기반한 예측 가능한 경영혁신의 합리화, 이윤의 최적화로 사회 구성원으로써의 책임과 의무를 다하는 기업상의 달성
- 조직의 탄력성, 유연성, 전문성이 확보된 테크노 경영자 그룹의 형성
- LNG 가스설비 산업에서 세계 최초로 구축된 PIIS를 기반으로 해외 가스설비 운영사에 대한 컨설팅 사업 추진

5.2. 기대효과 및 활용방안

가스업체에 PIIS 정보화 체계를 구축한다면, 고객과 주주, 사회를 만족시키는 신가치 창출과 안전관리 경영체계의 안정성 확보에 기여함으로써 다음과 같은 효과를 기대할 수 있다. 즉,

- 회사 가치의 극대화
- 주주, 고객, 사회의 만족도 향상
- LNG 산업의 선두주자로 국내외 최고의 경쟁력 확보
- LNG 저장탱크의 국산화 기술과 통합운영체계 구축으로 시너지 효과 기대
- 저장탱크 설계기술과 프로세스 통합정보 기술(PIIS)의 동시 확보로 독자적인 해외 가스시장 진출 기대

6. 결 론

본 연구는 기존의 가스업체에서 PIIS 정보화 모델을 도입할 경우 생산성, 안전성, 경제성 등의 측면에서 많은 경쟁력을 확보할 수 있다는 것을 제시하고 있다. 즉, PIIS 모델의 적용으로 프로세스의 신속성, 통합성, 신뢰성, 동시성을 추구한다는 측면에서 설비 시스템은 안전성과 내구성, 설비의 효율성과 생산성을 보장하기 때문에 기존의 단편적이고 분할된 정보화 구축에서 CBMS, RBMS, KBMS이라는 단계별 모델과 이들을 연계한 시스템적 정보화인 다채널 PIIS를 도입하는 것이 좋다. 특히 이러한 통합 정보화는 인수기지 저장탱크 설비의 엔지니어링 설계 단계부터 적용하는 것이 경비절감과 효율성, 안전성 확보라는 측면이 더욱 강조될 수 있으므로 향후에는 정보화 기술을 건설단계부터 도입하는 것이 바람직하다.

참 고 문 헌

1. Final report on the system safety and design standard of tank system structures in full containment LNG storage tank. The Korean Institute of Gas, December 2001
2. Final report on the IT strategic planning in Korean gas industry. KOGAS, December 1999.
3. e-DAY 2001 Korea Symposium: Delivering on the promise of e-business. I2 Technologies Co., June 2001.