

# 지하시설물 유지관리 업무프로세스 개선 방향에 관한 연구 ; 지역난방 시설을 중심으로

김 정 훈\* · 임 시 영\*\*

## Improvement in Underground Facilities Management Process ; Focused on the District Heating Facility

Jung-hoon Kim\* · Si-yeong Lim\*\*

### 요 약

센서 및 무선통신 기술의 발달로 인해 사물의 상태에 대한 실시간 모니터링이 가능해지고 있다. 이에 다양한 분야에서 실시간 모니터링을 활용하고자 하는 시도가 진행되고 있으며, 특히 시설물 관리 분야에서도 이를 활용하여 시설물 관리의 지능화를 추진하고 있다. 그러나 센서 기술, 통신 기술, 공간정보 등 핵심 요소기술을 바로 현장에 적용하기에는 다소 무리가 있다. 현장에서는 새로운 기술이 적용되기 이전의 업무프로세스를 통해 시설물 관리가 이루어지고 있기 때문이다. 즉, 새로운 기술을 현장에 적용하기 위해서는 필연적으로 업무프로세스의 개선을 병행하여 기술과 현장의 간극을 최소화함으로써 기술의 현장 적응력을 높일 필요성이 존재한다. 이에 본 연구에서는 기존의 지하시설물 유지관리 프로세스를 살펴보고, 실시간 모니터링이 가능하다는 가정 하에 지하시설물 유지관리 업무프로세스의 개선 방향을 제시하고자 한다. 본 연구에서는 지역난방 업무프로세스를 대상으로 하였다.

**주요어** : 실시간모니터링, 지하시설물 통합, 업무프로세스, 지역난방 시설

**ABSTRACT** : The growth of sensor and wireless communication technology enable us to monitor the status of things in real-time. There are many attempts to apply the real-time monitoring in various fields. Especially, the real-time monitoring in facility management fields has attracted much attentions recently. But it is difficult to apply recent technologies including sensor, wireless communication and Geospatial information technologies, etc, to the real situation directly. One of the reasons is that facility managers who are familiar with existing processes may resist the change induced by new technologies. So it is necessary to close the gap between new technologies and existing processes by improving the existing processes prior to putting them in the field. In this paper, we suggest the management process improvement focused on the district heating facilities.

**Keywords** : Real time monitoring, Integration for underground facilities, Process improvement, District heating

### 1. 서 론

실시간 모니터링을 활용한 지하시설물 관리는 공간 정보의 활용이라는 시대적인 요구와 지하시설물 사고 예방이라는 국민의 안전 욕구, RFID/센서 등 관련 유비쿼터스 기술의 발전으로 인해 우선적으로 구축 가능한

환경이 조성되고 있다. 특히 국토해양부(2008)에서는 ‘지하시설물 통합관리를 위한 정보화전략계획(ISP)’의 수행을 통해, 추후 국가차원에서 지하시설물 통합 관리가 완료된 이후 유비쿼터스 기술을 활용하여 이를 더욱 고도화해야 한다는 의지를 보이고 있다.

통상 지하시설물 통합의 대상은 7대 지하시설물로 상수도, 하수도, 전기, 통신, 가스, 지역난방, 송유를 지

\*국토연구원 국토인프라GIS연구본부 연구위원(junghkim@krihs.re.kr)

\*\*교신저자, 국토연구원 국토인프라GIS연구본부 책임연구원(limsy@krihs.re.kr)

<표 1> 기존 연구의 검토

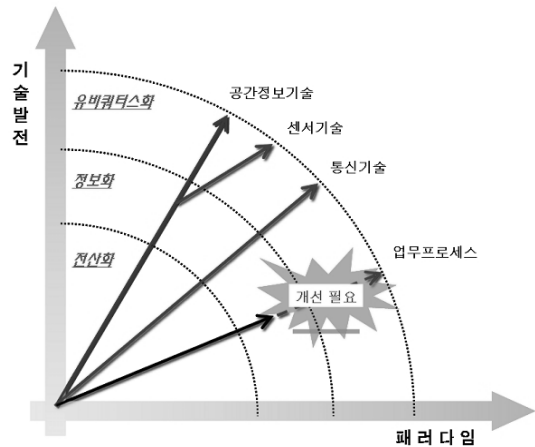
연구자	연구내용
한국지역난방공사 (2007)	- 민간 업체들이 집단 에너지 사업에 끼어들어 따라 경쟁이 불가피한 상황으로 몰리게 되었고 이에 경쟁력을 높일 수 있는 방안이 필요하게 됨 - 컨설팅 업체를 통해 운영, 전략적 집중, 신속성 및 유연성의 3S 조직 설계라는 팀제 중심의 조직 재설계를 수행함
신성일·이광훈 (2008)	- 도로시설물 유지관리의 중요성을 인식하고 이의 해결책으로 자산관리시스템을 구축, 시설물의 생애주기 동안 자산가치를 극대화 할 수 있는 유지관리 방안을 제시함
강병모 (2004)	- 지하시설물 분야 중에서 상수도 관망관리에 적용한 누수 탐지 모니터링 시스템을 제안하고 누수 측정 장비인 RTD-1000의 누수탐지 프로그램을 사용하여 상수도 관망에서 누수 지점을 GIS상에서 정확하게 검출할 수 있게 시스템에 적용
정선용·김진일 (2003)	- 지하시설물에 대한 기존의 점검 및 감시시스템에서 이루어지던 수기 및 부가적인 관리 데이터 입력 시간을 줄이기 위하여 현장에서 무선으로 데이터베이스에 연동이 가능한 모바일 PDA 관리 시스템을 제안함
이기욱·성창규 (2006)	- 무선 노드의 센싱기술을 활용하여 지정영역의 사용자 신원 정보 및 조도를 센싱하여 관리자에게 정보를 제공하는 시스템을 설계 및 구현함
본 연구의 의의	- 센서를 활용한 상시 모니터링이 가능할 경우 개선 가능한 업무프로세스를 제시함으로써 추후 센서를 활용한 모니터링 시스템의 도입을 위한 근거를 마련하는데 의의가 있음

칭한다. 이중 상하수도를 제외한 나머지의 지하시설물은 해당 업체에서 관리하기 때문에 통합을 위해서는 다양한 정책적인 접근이 우선적으로 이루어져야 한다. 실제 지자체별로 수행되었던 지하시설물 통합 관리체계 구축사업을 살펴보면, 시설물별로 개별적으로 통합하는 현재의 방식은 중복관리, 예산중복투자 등 불필요한 낭비를 초래하여 업무효율성을 떨어뜨리고 성과 측면에서도 결과물의 품질차이가 발생하고 있다(김은형, 2009). 즉, 구축보다는 추후의 자발적인 참여를 통한 관리·운영에서 더욱 큰 어려움이 있음을 알 수 있다. 따라서 지하시설물의 통합관리를 위해서는 유비쿼터스 기술을 활용하여 기존 관리시스템의 성능을 향상시키는 것이 유관기관에 이득을 발생시켜 줄 수 있음을 보여 줄 필요가 있다.

이에 본 연구에서는 지역난방의 관리 업무를 대상으로 RFID/센서 등을 활용하여 상시적인 실시간 모니터링이 가능하다는 가정 하에 기존 업무프로세스가 어떤 방향으로 변화할 수 있을 것인가를 유추해 보고자한다. 이를 통해 지하시설물 통합 관리에 대한 유관기관의 자발적인 협조를 이끌어낼 수 있는 근거를 마련하고자 한다.

본 연구와 관련된 지역난방의 업무프로세스 개선에 관한 연구는 찾아보기 힘들다. 따라서 기존 연구는 다음 <표 1>과 같이 타 지하시설물의 관리에 대한 연구를 중심으로 살펴보았다.

기존 연구들의 특징은 시스템의 구축에만 초점을 맞추고 있다는 것이다. 그러나 시스템이 효과적으로 운영되기 위해서는 이와 관련된 업무프로세스의 개선이 병



[그림 1] 기술발전과 업무프로세스의 변화

행되어야만 한다([그림 1] 참고). 즉, 신기술을 도입하여 시스템을 향상시키기 위해서는 업무프로세스의 개선이 선행 또는 병행되어야만 효과적이다. 또한 업무프로세스를 변경한다는 것은 기존 업무에 익숙한 사람들의 반발을 가져올 수 있기 때문에 충분한 논의를 거쳐야 할 것이다.

## 2. 실시간 모니터링 환경

최근 지방자치단체들은 유비쿼터스 기술(Ubiquitous

Computing Technology) 기반의 센서네트워크(USN)를 활용한 시설물 관리를 시도하고 있다(김정훈 외, 2008). 이에 본 장에서는 실시간 모니터링이 가능하게 해주는 센서 기술, 통신 기술, 공간정보 등의 발전에 대하여 살펴해보도록 한다.

먼저 센서와 RFID 기술이 발전함에 따라 시설물의 상태 및 속성에 대한 정보를 실시간으로 획득할 수 있는 환경이 구축되었다. 센서는 현상에 대한 정보를 정량적으로 측정하는 것이다. 센서의 응용 영역이 다양해짐에 따라 조도, 열, 습도, 가속도/지진강도, 음향, 지자기, 위치(GPS)등의 센서를 선택적으로 장착하며 크기, 저전력, 다중 이중 센서를 집적할 수 있는 기술이 요구된다. 센서노드에 적용되는 저전력 MCU는 Atmel, ARM, Motorola, Microchip, TI 등에서 개발하고 있다.

RFID는 사물에 부착된 태그로부터 전파를 이용하여 사물의 정보 및 환경을 인식할 수 있도록 하는 것이다(이창오 외, 2007). 관련 기술현황은 다음 <표 2>와 같다.

통신기술 중 유비쿼터스 센서네트워크 기술<sup>1)</sup>은 인간과 사물, 컴퓨터간의 유기적인 관계 및 통신을 위한 기술로 다양한 분야에서 응용 및 기술 개발이 이루어지고 있다(김지은 외, 2007). USN은 어느 곳이나 부착된 태그와 센서로부터 사물 및 환경 정보를 감지, 저장, 가공하여 인터넷을 통해 전달하는 기술로 거의 모든 인간 생활에 활용하는 것을 목적으로 한다. 센서노드는 최적의 네트워크 구성 및 기존의 유무선 통신 기술을 이용하여 사용자가 원하는 네트워크 구성이 가능하다는 것이 가장 큰 장점이며, 관련 기술동향은 <표 3>과 같다. 전통적인 공간정보 기술인 GIS는 ITS, LBS, 텔레매

<표 2> RFID 기술의 특징 및 현황

종류	특징 및 현황
수동형 RFID	- 태그와 리더로 구성 - 밀집모드 지원리더 상용 제품 개발, 5센트 이하의 저가격을 위하여 태그에 부착되는 칩 소형화, 물류에서 상자나 파렛에 붙이는 스마트라벨의 생산이 주류를 이루고 있음 - 무침태그, organic 태그, printed 태그에 대한 연구도 이루어지고 있음
능동형 RFID	- 자체 내부 배터리 및 송신 장치 내장 - 단일 주파수 대역 FSK 신호를 활용하여 hlaf-duplexing 방식으로 통신하며 UHF 대역의 컨테이너 보관/관리 태그와 전자봉인 태그로 구분 - 국내에서는 2005년 6월 기술 기준안 확정
모바일 RFID	- 리더에 이동성을 부여하여 offline 사물을 online에서 가능하도록 함 - 리더 SoC 기술, 응용서비스를 위한 소프트웨어 및 시스템 통합기술(SI)이 동시에 발전

<표 3> USN 센서노드 기술

구분	내용	향후 연구개발 방향	
전송기술	물리계층(PHY) 기술	- 안테나, RF와 Modem을 포함	· 효율적인 방법의 배터리 관리 기술이 요구됨 · 라디오 전파(propagation) 환경에 따른 수신신호의 품질저하 문제 해결
	MAC 계층 기술	- duty cycle을 통한 전송 에너지 효율 향상 기능 지원 - 센서네트워크에 사용되는 주요 MAC은 S-MAC/S-MAC with Adaptive Listening/T-MAC/DSMAC/DMAC/B-MAC/WiseMAC/TRAMA/SMACSPAMAS 등임	· 저전력을 위한 기술
기술발전전망	- 사용 가능한 에너지원이 극히 제한된 센서네트워크에서는 효율적인 배터리 사용 - 계산에 의한 에너지 소비보다 신호의 전송에 소요되는 에너지가 월등히 큰 센서네트워크에서는 효율적인 전송방법의 설계 - 만족할 만한 네트워크 성능을 제공하기 위해 물리계층과 상호 협조적으로 작동 - 프로토콜의 효율을 높이기 위하여 cross-layer를 이용한 통신 프로토콜 설계 - 외부 네트워크와 연결되어 확장성을 갖는 센서네트워크 운용 - 다른 규격과의 연동에 대한 투명한 인터페이스 정의		

1) USN(Ubiquitous Sensor Network) : 센싱, 프로세싱, 통신의 기능을 갖춘 센서디바이스로 이루어진 분산 네트워크 시스템으로 센서 디바이스간 데이터 통신이 언제, 어디서든 가능해야 한다.

틱스 등의 IT 분야로 발전해 왔으며, 이제는 첨단 정보통신기술과의 융복합을 통해 새로운 유비쿼터스 환경을 구축하기 위한 u-GIS 공간정보 기술로 진화하고 있다(이충호 외, 2007). u-GIS 공간정보 기술을 구성하는 핵심기술로는 GeoSensor<sup>2)</sup>와 GIS 데이터 처리 기술, u-GIS 통합정보 처리 기술과 모바일 GeoSensing 기술이

있다(<표 4> 참조).

위와 같은 기술의 발전으로 실시간 모니터링이 가능한 환경이 구축되고 있음은 다음 <표 5>와 같이 한국정보통신기술협회에서 제정한 표준에서도 확인할 수 있다(한국정보통신기술협회, 2008; 한국정보통신기술협회, 2009a; 한국정보통신기술협회, 2009b)

<표 4> u-GIS 공간정보 기술

핵심기술	세부기술	기술 내용	향후 연구개발 방향
GeoSensor 및 GIS 데이터 처리	3D/4D Spatial DBMS	- 차원의 확장/시간 개념의 추가	· 토지대장 관리 시스템, 도시계획 시스템 등 이력정보가 필요한 분야에 다양한 응용
		- 실내 공간으로 확장	· 실내 공간에 맞는 새로운 데이터 모델링 및 관리기법이 필요
		- 메인메모리 기반/하이브리드 기반 시스템	· 실시간, 대용량의 데이터 저장관리, 시간 개념 및 실내 공간으로 확장과 함께 적용
	MODB	- 시공간데이터베이스의 특화된 형태 - 이동체의 과거 궤적을 효율적으로 처리하기 위한 구조와 현재 및 근접미래의 위치를 효율적으로 처리하기 위한 모델링 기법	· 실내 위치 데이터에 대한 모델링 및 질의어, 이를 효율적으로 처리하기 위한 색인 등의 개발
GeoDSMS	- 시간에 따라 지속적으로 입력되는 GeoSensor 데이터 스트림에 대해 실시간으로 연속질의(continuous query)를 처리하여 그 결과를 스트림의 형태로 되돌려주는 처리기	· 시공간 관련 연산자 및 기능에 대한 기술 개발	
u-GIS 통합정보 처리	센서 웹 (Sensor Web)	- u-GIS 데이터를 통합하여 처리하기 위한 대표적인 플랫폼 기술 - SensorML, O&M Schema, TransducerML, SOS, SAS, SPS, WNS, Registry 등으로 구성	· 센서웹을 도시 전체에 연결하여 u-City를 구축 · 지구적 네트워크로 연결하여 전자 센서망(electronic skin)을 가진 지능적 지구 공간 환경 구현
	u-GIS 데이터 마이닝 및 상황인식	- 실시간 수집되는 GeoSensor 데이터와 기존의 GIS 데이터를 결합함으로써, 유용한 정보를 생성하여 전문가의 의사결정에 반영되도록 하는 기술 - 유비쿼터스 센서 네트워크 환경에서 수집되는 대규모 Geosensor 및 GIS데이터를 기반으로 GeoContext <sup>3)</sup> 를 생성하여 사용자의 상황에 적절한 u-GIS 서비스를 실시간으로 제공해 주는 기술	· u-GIS에서 필요한 GeoContext를 완벽하게 지원, 처리하는 시스템이 거의 없는 실정으로 추가적인 기술 개발이 요구됨
	GIS/CAD 데이터 통합 및 연계	- 처리수준이 다른 두 개의 공간정보를 하나로 통합 처리함으로써 새로운 u-GIS 서비스를 제공	-
	GeoDRM	- 지리정보에 대한 저작권 보호 기술	· 건전한 지리정보 유통 환경
모바일 GeoSensing	-	- GPS 및 다른 위치 인식 기능을 가진 센서를 통해 광범위한 영역의 시공간 정보를 수집, 관리 및 분석에 필요한 기술	· 넓게 분포된 다양한 기종의 센서들을 일시적 또는 간헐적으로 이용하고자 할 때, 이동성을 고려한 분산된 구조를 지원하는 Geosensor 네트워크 기술이 요구됨

2) RFID 리더, 모바일 RFID 리더, 센서 노드, 텔레메틱스 단말, CCTV 등과 같이 직접 또는 간접적으로 위치를 획득할 수 있으면서, 해당 위치와 연관된 다양한 형태의 값들을 스트림의 형태로 생성하는 장치를 말한다.

3) Geosensor 데이터로 수집된 상황정보(온도, 습도, 조도 등)와 사용자 자체의 상황정보(사용자 특성, 위치, 방향), 그리고 GIS 데이터(주변 지리공간 정보)가 하나로 통합되어 만들어지는 상황정보를 말한다.

<표 5> 관련 표준화 제정 현황

표준 제목	주요 내용
센서 네트워크 공통 인터페이스	- 이기종 센서 네트워크와 이를 이용하는 호스트간 통신 프로토콜을 정의 - 통신 프로토콜에 이용되는 메시지를 정의 - 센서 데이터의 유형별 표준 타입을 정의 - 동일한 센싱 유형에 대한 표준 단위 및 데이터 타입을 정의 - 표준에 정의된 통신 프로토콜, 메시지 포맷, 표준 센싱 타입 값을 통해서 센서 네트워크 추상화
USN 서비스 미들웨어 플랫폼 참조 모델	- USN 응용서비스 모델을 기반으로 서비스 미들웨어 플랫폼에 대한 요구사항 정의 - USN 서비스 미들웨어 플랫폼 아키텍처를 정의 - USN 서비스 미들웨어 아키텍처를 구성하는 센서네트워크 추상화 계층, USN 서비스 지능화 계층, USN 서비스 통합 계층에 대한 기능 규격을 정의
USN기반 지하공동구 관리 서비스 응용 요구사항 프로파일	- 지하공동구에 대한 효율적인 관리 및 운영을 위한 목적으로 서비스 구축 시 필요한 요소를 정의 - 서비스에 필요한 기술적 사항에 대한 요구 사항과 구성 내용을 기술

이 중 지하 공동구관리 관리 서비스에 대한 표준에서는 불꽃감시 센서, 연기 감시 센서, 온도 감시 센서, 적외선 센서, 레이더 수위 센서, 영상감시 등을 포함하여 공동구 내 화재감시 서비스, IP camera, USN 기반의 적외선 센서를 이용한 출입자 감시 서비스, USN 기반의 수위센서를 이용한 상수관 누수 및 균열 감시 서비스, RFID 기술을 이용한 시설물/작업자 위치 확인 서비스 등을 제시하고 있다. 이 서비스들은 지하 공동구 뿐 아니라 통신구/전력구 등 시설물별로 구축·운영되고 있는 매설 공간에 대하여 공동적으로 적용이 가능하리라 판단된다.

마지막으로 2009년 8월 국가공간정보에관한법률 및 공간정보산업진흥법이 시행됨에 따라 실시간 모니터링과 관련하여 정부의 제도적 지원이 가능한 상황이 되었다.

### 3. 기존의 업무프로세스

지역난방의 관리 업무는 1991년 제정된 집단에너지사업법 및 시행령을 필두로 하여 한국지역난방공사의 열공급규정, 열사용시설기준을 중심으로 각 업체에서 자체적으로 규정화하여 사용하고 있다. 따라서 업체 간의 업무프로세스는 크게 차이가 나지 않으며 유사한 과정으로 관리 업무가 진행되고 있다.

지역난방의 관리 업무프로세스는 크게 유지관리와 사고처리로 나누어 살펴볼 수 있으며, 주요내용은 <표 6>과 같다(지역난방공사, 2005; 지역난방공사, 2006a; 지역난방공사, 2006b; GS파워, 2004; GS파워, 2008a; GS

파워, 2008b; GS파워, 2008c).

유지관리 세부 업무에 대한 자세한 절차는 다음 [그림 2]와 같다.

유지관리 업무는 시설 점검 지침에 따라 시설물의 해당 점검주기를 준수하며 지침에 기술된 점검사항에 따라 수행된다. 예를 들어 공동구내 열배관의 경우 월 1회 열배관 외관 및 보온부 손상여부, 각종 지지물 설치상태 및 부식 여부, 신축이음관 누수 여부, 열배관 침수 여부, 출입 안전장치 등에 대한 점검을 수행해야 한다. 점검은 2인 1조를 기본으로 차량 또는 도보로 수행한다. 차량에는 관로 도면, 밸브 개폐용 키, 맨홀뚜껑 개폐 도구, 위험안내 표지판, 경광등, 송풍기 등 점검에 필요한 준비물들을 지참하여야 한다. 또한 점검에 앞서 도면을 이용하여 해당 시설물을 숙지하고, 이력관리대장을 통해 이전 상태를 확인해야만 한다. 점검의 결과는 점검양식에 의거하여 항상 기록 관리되도록 한다.

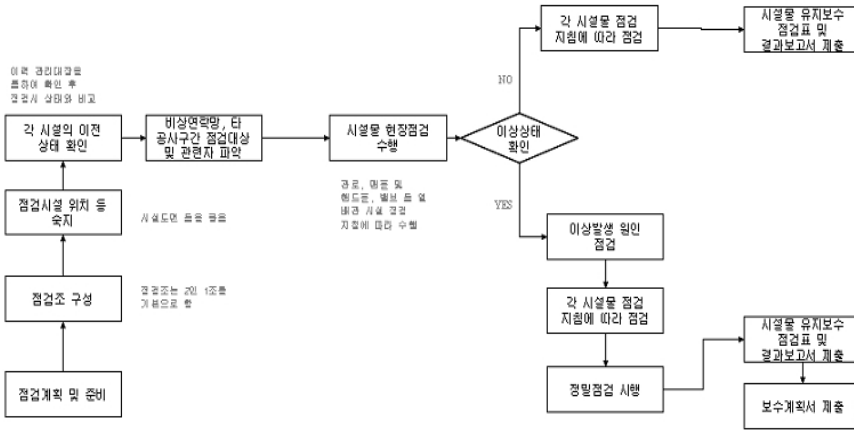
열배관 시설의 갑작스런 사고로 인하여 열공급이 불가능할 경우 [그림 3]과 같은 절차를 통하여 사고처리를 수행한다. 사고접수 후 사고현장에 대한 상황을 파악하고, 유지보수 업체와 신속한 보수작업을 실시하고 열공급 중단사용자와 각 부문 책임자에게 통보하는 것이 주요 흐름이다.

사고발생시 현장대책본부를 구성하고 사고지원팀과 보수작업팀으로 나누어 실제적인 보수 업무와 대외 또는 민원 업무를 분리함으로써 신속하고 체계적인 처리가 가능하도록 하고 있다. 또한 사고발생을 대비하여 미리 업무분장을 문서화하고 있으며, 항시 연락이 가능한 비상연락망을 구축하고 있다. 또한 가상사고 상황을

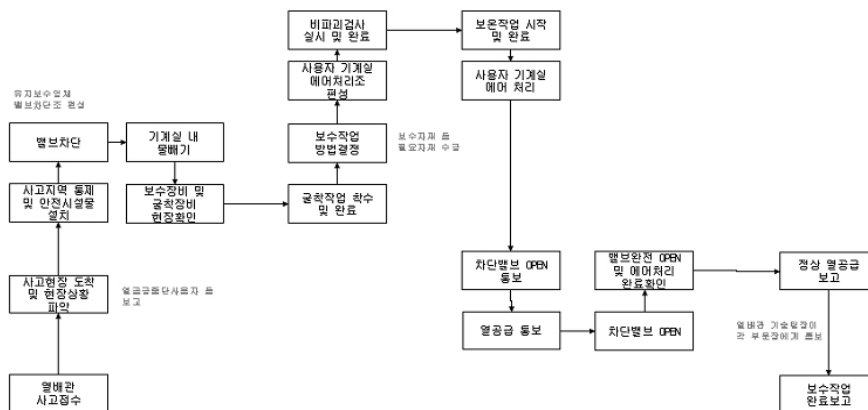
4) 그러나 열배관 감시시스템에 대한 점검은 현장에서보다 중앙 관제실에서 선행되어 이루어지므로 본 연구에서는 제외한다.

<표 6> 지역난방 업무프로세스의 주요내용

구분	주요업무	내용	점검대상
유지관리	정기점검	- 관로점검을 기본으로 점검주기에 따라 모든 열배관 시설을 점검하는 것	관로, 밸브, AIR VENT, Drain, 맨홀, 핸드홀, By-Pass, 공동구내 열배관, 노출배관, 타공사구간, 나대지구간 등
	수시점검	- 타공사, 관로 및 열배관 시설에 이상 상태 발견시 집중적으로 관리해야 하는 시설에 대한 점검	
	시스템감시	- 열배관 감시시스템은 보온재의 건조상태 및 감지선의 단락 등을 이용해 열배관의 상태를 파악하는 것으로 시스템 자체에 대한 추가적인 점검이 필요4)	
	보수	- 정기점검, 수시점검, 시스템감시를 바탕으로 한 보수	
사고처리	-	- 시설의 갑작스런 사고에 대하여 최대한 빠른 시간에 긴급복구 공사를 함으로써 사용자의 직접적인 피해를 줄이기 위하여 팀간/부서간 원활한 협조 및 공동 대응의 절차로 이루어짐	-



[그림 2] 시설물 유지관리 업무프로세스



[그림 3] 열배관 사고관리 업무프로세스

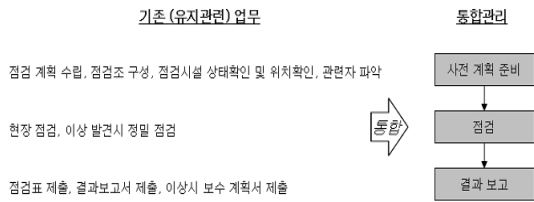
설정하여 초기 대응 및 비상 대응 조치 능력을 제고하고 조직간 유기적 구성 체계를 평가한다. 가상훈련의 구체적 목표는 메시지 부여 후 1시간 이후에 응급조치가 완

료되도록 하고, 2시간 이내에 현장 본부를 구성하고 긴급복구반이 현장에 출동할 수 있도록 하는 것이다.

#### 4. 통합관리 관점의 업무프로세스 제안

기존의 업무프로세스로부터 개선방향을 도출하기 위해서는 먼저 필수적인 업무들을 분리하고 이를 재배치해야만 한다. 이 부분에서 추후 지하시설물 통합이 수행될 것이며, RFID/센서 등을 통해 실시간으로 시설물의 상태 모니터링이 가능할 것이라는 점을 염두에 두고 진행하였다.

기존의 유지관련 업무는 점검 계획 수립, 점검조 구성, 점검시설 상태 확인 및 위치 파악, 관련자 파악, 점검 지침에 따른 시설물 현장점검, 정밀 점검, 점검표 제출, 결과보고서 제출, 보수계획서 제출로 구성되어 있다. 추후 지하시설물 통합관리가 진행될 것이라는 점에 착안하여 통합 관점에서의 업무 분류를 위해 크게 사전 계획 준비, 점검, 결과 보고의 3단계로 나누어 볼 수 있다(그림 4 참조). 이와 같은 분류는 다른 지하시설물에서도 통용이 가능한 수준이다. 즉, 이와 같은 분류를 통해서



[그림 4] 업무기능 분해 및 단위프로세스 도출 1

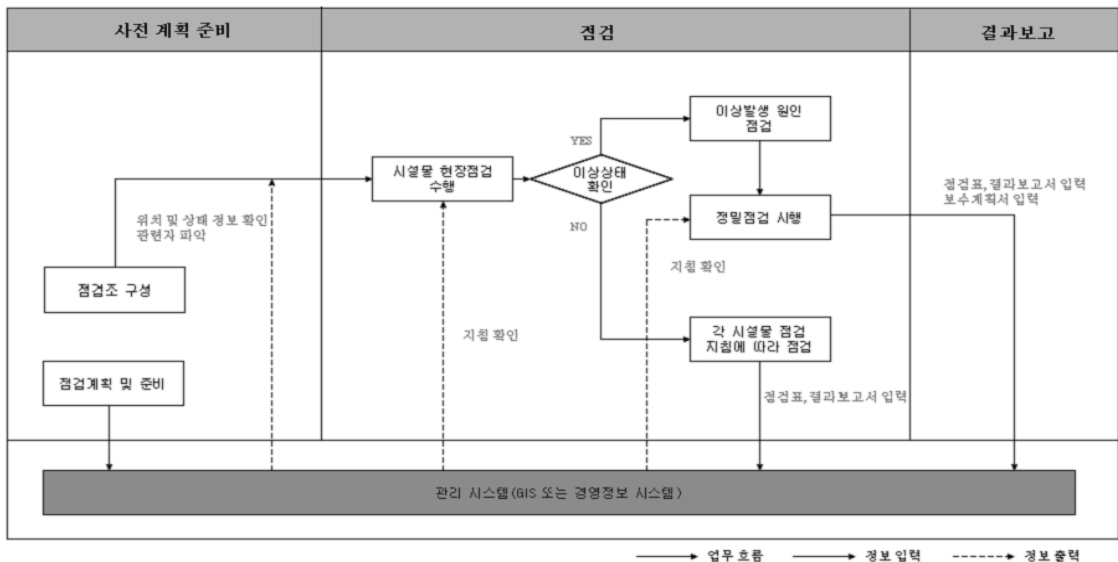
추후 지하시설물 통합관리를 수행하기 위한 업무를 추출할 때 공통된 부분과 특화된 부분으로 나누어서 접근할 수 있다.

각 단계에 포함된 기능 중 실제적인 점검은 대상 시설물에 따라 더 세분화 될 수 있으나 이는 지침에 규정되어 있는 항목에 따라 수행되므로 본 연구에서는 더 이상 세분화하지 않는다.

위 기능들은 현장에서 수행되는 업무와 현장 외에서 수행되는 업무로 크게 나눌 수 있다. 현장에서 수행되는 업무는 3단계 분류 중 점검에 해당되는 업무이고, 현장 외에서 수행되는 업무는 사전 계획 준비 및 결과 보고이다.

이 중 현장업무는 타 업무로 대체가 불가능하며 모니터링 기술이 뒷받침되지 않는 이상 기존의 방법과 동일하게 작업자가 직접 점검을 수행해야만 한다. 이에 반해 현장 외 업무 기능은 시스템 도입과 PDA 등의 이동단말을 활용함으로써 프로세스를 단축할 수 있으리라 기대된다. 즉, 기존에 오프라인에서 문서화되어 이루어졌던 업무들을 시스템 도입과 PDA 등의 이동단말 활용을 통해 온라인에서 수행함으로써 업무 시간의 단축을 기대할 수 있다. 또한 기존의 시설물 상태나 점검항목들에 대한 정보를 이동단말을 통해 현장에서 시스템으로부터 직접 얻을 수 있다면 보다 원활하고 신속한 업무처리가 가능할 것이다.

이러한 측면에서 시스템(GIS 시스템, 경영정보시스템, 웹기반 정보지원시스템, 모바일 지원시스템 등)이 도입된다면 실수행 업무프로세스를 단축할 수 있을 것이다(그림 5 참조). 결국 문서화되어 진행되던 사전



[그림 5] 시스템 도입을 통한 프로세스 단축안

계획 준비 및 결과 보고를 시스템을 통해 운영하고, 각종 지침 등을 시스템에서 지원한다면 기존의 업무 시간을 단축하는 효과를 기대할 수 있다.

사고처리 관련 업무는 사고접수, 현장상황 파악, 사고지역 통제 및 안전시설물 설치, 밸브차단, 기계실 물빼기, 보수장비 및 굴착장비 확인, 굴착작업 착수 및 완료, 보수작업 결정, 사용자 기계실 에어처리조 편성, 비파괴 검사 실시 및 완료, 보온작업 시작 및 완료, 기계실 에어처리, 차단밸브 OPEN통보, 열공급 통보, 차단밸브 OPEN, 밸브완전 OPEN 및 에어처리 완료 확인, 정상열 공급 보고, 보수작업 완료보고로 구성되어 있다. 이 업무들은 사고 접수, 보수작업, 완료/보고의 3단계로 나누어 볼 수 있다(그림 6 참조).

유지관리 업무와 마찬가지로 ‘사고 접수, 보수작업, 완료/보고’의 3단계로 업무가 구분된다면 추후 지하시설물 통합 관리의 관점에서 통합 사고 접수 또는 유사

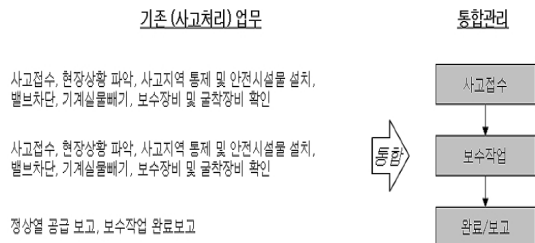
포맷의 완료/보고를 우선적으로 일치시킬 수 있을 것으로 판단된다.

그러나 이 기능들은 사고 처리를 위한 필수적인 기능들이므로 더 세분화 하지 않는다. 또한 이 기능들은 기술개발을 통해 단위 업무 수행 시간을 단축하지 않고서는 프로세스 자체의 개선을 통해 얻을 수 있는 효과는 크지 않다.

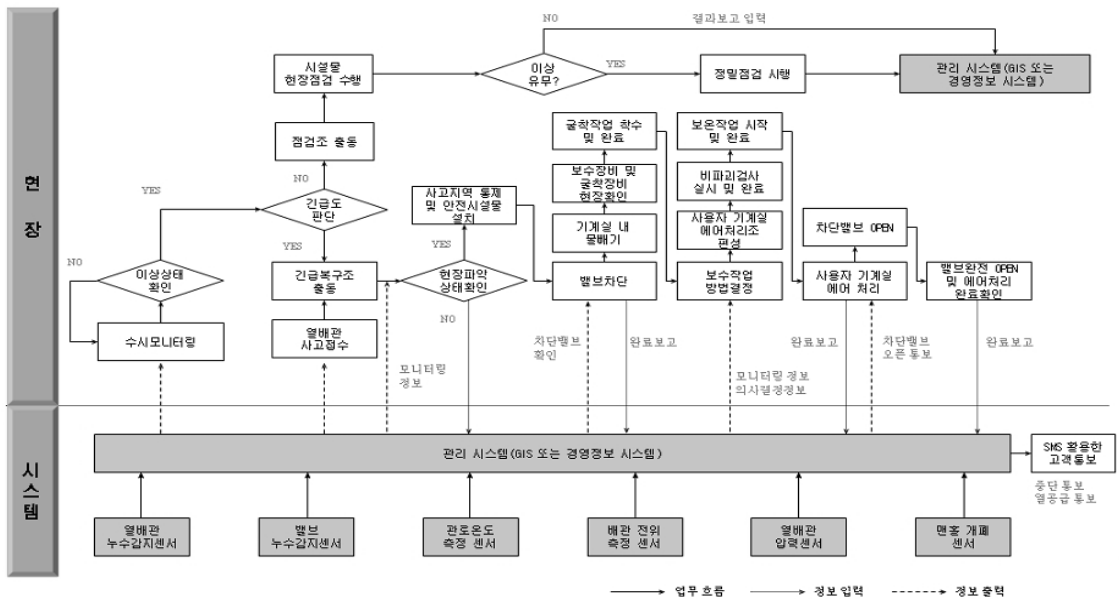
### 5. 모니터링을 반영한 업무프로세스 제안

현재의 업무프로세스를 살펴보면, 유지관리 프로세스와 사고관리 프로세스로 분리되어 운영되고 있다. 그러나 시스템적으로 실시간 시설물 상태를 모니터링하게 된다면 특정 부분에서 두 프로세스가 상호 연결되는 것이 보다 효율적이다. 유지관리란 사고를 미연에 방지하기 위한 조치이기 때문에 철저한 유지관리를 통한 사고의 방지라는 점을 생각한다면 두 프로세스를 독립적으로 운영함으로 발생할 수 있는 책임 전가 또는 업무 불충실의 문제 등을 하나의 프로세스로 바꾸어감으로써 해결하는 것이 보다 효율적이다. 따라서 본 절에서는 두 프로세스를 동시에 고려하여 모니터링 항목을 반영할 수 있는 업무프로세스를 제안하고자 한다.

모니터링을 반영할 수 있는 업무프로세스는 다음과 같다(그림 7 참조). 기본적인 시설물에 대한 상황은



[그림 6] 업무기능 분해 및 단위프로세스 도출II



[그림 7] 모니터링을 반영한 업무프로세스 제안



상시 모니터링 체계에서 이루어지도록 하며, 상황의 변동이 있을 시에 현장의 업무가 시작하도록 한다. 물론 정기점검은 모니터링 체계와 별개로 지속적으로 수행하는 것이 좋다. 단, 이전의 점검주기는 모니터링 시스템의 도입을 통해 완화할 수 있다.

먼저, 열배관/밸브 누수감지센서, 관로온도 측정센서, 배관 전위 측정센서, 열배관 압력센서, 맨홀 개폐센서 등의 센서를 통해 시설물의 상태를 실시간으로 지속적인 모니터링을 수행한다. 상시모니터링 과정에서 만약 이상 상태가 확인이 된다면 긴급성 여부를 판단한다.

만약 긴급하지 않다고 판단되면 점검조를 편성하여 시설물 현장점검을 수행한다. 현장점검에서 특별한 이상이 없으면 점검결과를 시스템에 보고하고, 이상이 있을 시에는 정밀점검을 수행한다. 정밀점검의 결과도 마찬가지로 시스템에 기록한다. 이 기록들은 시설물에 대한 이력 정보로 추후 사고나 시설물 노후에 대한 기초 자료로 재활용이 가능하다.

긴급성 여부 판단에서 긴급하다고 판단된다면 긴급복구조를 출동한다. 긴급복구조는 현장 출동을 하며 시스템에서 위치/상태 정보 및 모니터링 정보를 점검한다. 데이터를 토대로 현장 상태 확인을 마친 후 특별한 문제가 없으면 관리 시스템에 기록한다. 그러나 문제가 발생한다면 즉시 사고처리 절차를 따라 처리를 하도록 한다. 긴급복구조의 사고처리 절차는 기존의 사고처리 절차에 모니터링 정보 및 축적된 데이터를 통해 나온 의사결정 정보를 활용할 수 있는 체계로 이루어진다.

사고지역의 통제 및 안전시설물을 설치하고, 시스템을 통해 해당 기관에 통보를 한다. 이후 시스템을 통해 공급 중단 피해를 최소화할 수 있는 밸브를 확인하여 밸브를 차단하고 굴착작업을 수행한다. 시스템에서는 SMS 등을 통해 관련 고객들에게 열공급 중단을 통보한다.

이후 굴착작업을 마치고 시설물의 상태를 파악한 후 모니터링 정보와 의사결정 정보를 활용하여 보수 방법을 결정한다. 검사 및 보운을 완료하고 기계실 에어처리를 완료하면 시스템에 기록한다.

시스템에서는 절차가 완벽하게 진행되었다고 판단되면 차단된 밸브를 오픈하도록 통보하고 밸브의 완전 오픈 및 에어처리의 완료를 현장에서 확인하면 시스템에서는 모니터링 정보의 변화를 통해 작업이 완료되었음을 재확인 한 후 SMS 등을 통해 고객에게 열공급 재개 통보를 한다.

이상에서 제안된 업무프로세스는 일차적으로 모니터링을 위한 센서의 설치를 통해 단순한 모니터링 정보의 활용만으로도 수행이 가능하다. 나아가 시설물에 대한 다양한 모니터링 정보를 얻을 수 있다면 시설물의 현 상황에 대해 보다 정확한 정보를 얻을 수 있을 것이

며 이에 따라 업무 처리의 정확도가 향상될 것이다. 또한 점검 등을 통해 이루어진 시설물의 이력정보들을 축적한다면 이는 추후 시설물의 상태변화에 대한 예측을 통해 예방 교체와 같은 과학적인 유지관리 방안을 적용하기 위한 중요한 자료가 될 것이다.

## 6. 결론 및 추후 연구 과제

본 연구에서는 지하시설물 통합관리와 실시간 상태 모니터링이라는 두 가지 관점에서 기존 난방 업무프로세스에 대한 개선안을 제시하였다. 지하시설물 통합이라는 관점에서는 기존의 업무를 크게 사전 계획 준비, 점검, 결과 보고로 분류해보았다. 이는 다른 지하시설물에도 동일하게 적용 가능하기 때문에 통합이 수행될 때는 각 부문에 해당되는 업무를 순차적으로 통합해 나가는 것이 효율적이다. 또한 실시간 상태의 모니터링이 가능하다면 기존에 분리 운영되던 유지관리 및 사고처리 업무를 동일한 프로세스 선상에서 처리할 수 있으리라 기대되며 이를 반영할 수 있는 프로세스안을 제시하였다.

그러나 본 연구에서는 개별 프로세스에 대하여 실제 소요되는 시간을 반영할 수 없었기 때문에 프로세스 개선안으로부터 나오는 정량적인 효과를 파악할 수 없는 한계점을 가지고 있다. 또한 대체 또는 병합 가능한 업무나 병렬 진행이 가능한 업무들에 대한 파악이 없기 때문에 추후 현장의 의견을 반영한 프로세스 개선을 수행할 필요가 있다. 그리고 실시간 모니터링을 통해 얻을 수 있는 정보의 신뢰성을 가정한 상태에서의 제안이기 때문에 신뢰성을 확보하지 못한 상태에서 프로세스의 수정이 이루어진다면 그 효과를 기대할 수 없다.

## 참고문헌

- 강병모, 2004, "GIS 기반의 지하시설물 관리 시스템 구축에 관한 연구", 순천향대학교 박사학위논문.
- 국토해양부, 2008, "지하시설물 통합관리를 위한 정보화전략계획(ISP) 완료보고서".
- 김은형, 2009, "센서기반 도시시설물 관리를 위한 정보모델-지상지하시설물을 중심으로", 한국GIS학회지 제17권 제1호, pp.79-87.
- 김정훈·이미숙·한재일, 2008, "지능형 지하시설물관리를 위한 상수도 모니터링 기술개발의 우선순위 평가에 관한 연구", 한국GIS학회지 제16권 제2호, pp.263-278.
- 김지은·김세한·정운철·김내수, 2007, "USN 센서노드 기술 동향", 전자통신동향분석 제22권 제3호, pp.90-103.

신성일 · 이광훈, 2008, “SDI 정책리포트 - 자산관리시스템을 통한 서울시 도시시설물 관리 전략”, 서울시정개발연구원.

이기욱 · 성창규, 2006, “유비쿼터스 센서 네트워크 기반의 상황정보 모니터링 시스템 구현” 한국컴퓨터정보학회 제11권 제5호, pp.259-265.

이충호 · 안경환 · 이문수 · 김주완, 2007, “u-GIS 공간기술 동향”, 전자통신동향분석 제22권 제3호, pp.110-123.

정선웅 · 김진일, 2003, “시설물 관리를 위한 모바일 서버/클라이언트 시스템의 구현”, 한국정보과학회 가을 학술발표 논문집 제30권 제2호, pp.454-456.

최길영 · 성낙선 · 모희숙 · 박차원 · 권성호, 2007, “RFID 기술 및 표준화 동향”, 전자통신동향분석 제22권 제3호, pp.29-37.

한국지역난방공사, 2005, “유지관리 업무지침서”.

한국지역난방공사, 2006a, “열사용 시설 기준”.

한국지역난방공사, 2006b, “냉방 열사용 시설 기준”.

한국지역난방공사, 2007, “제 4편 - 부드럽고 유연한 조직으로 더 강하게”, 한국지역난방공사 혁신사례집 1부, pp.76-89.

한국정보통신기술협회. 2008, “USN기반 지하공동구 관리 서비스 응용 요구사항 프로파일(TTAR-06.0034)”.

한국정보통신기술협회, 2009a, “센서 네트워크 공통 인터페이스(TTAK.KO-06.0169/R1)”.

한국정보통신기술협회, 2009b, “USN 서비스 미들웨어 플랫폼 참조 모델(TTAK.KO-06.0170/R1)”.

GS파워, 2004, “사용자 지침서 「GS Power 지리정보시스템(GIS)구축」 ”.

GS파워, 2008a, “열배관 시설점검 지침서”.

GS파워, 2008b, “열공급 중단사태 발생시 대응절차”.

GS파워, 2008c, “열배관 유지보수공사 지침서”.

접수일	(2009년 8월 21일)
최종수정일	(2009년 11월 11일)
계재확정일	(2009년 11월 13일)