

지하시설물 통합관리를 위한 모니터링 항목 분류에 관한 연구

Research on Classification of Monitoring Items for the Integrated Management of the Underground Facilities

김정훈* 민경주** 이미숙*** 임시영****

Jung Hoon Kim Kyung Ju Min Mi Sook Lee Si Yeong Lim

요약 지하시설물은 도시민의 편의 및 안전과 직결되어 있으므로 효율적인 관리가 필요하다. 그러나 관리주체가 상이함으로 인해 정보의 공동 활용도가 낮으며 업무 생산성이 높지 않은 것이 현실이다. 이에 정부에서는 도로기반 지하시설물에 대한 전산화 사업 등의 노력을 통해 이를 해결하고자 하고 있다. 특히 센서 및 무선통신 등의 유비쿼터스 기술을 활용한 지하시설물의 통합관리는 지하시설물 관리의 지향점으로 제시하고 있다. 센서 및 무선통신 등을 활용한 지하시설물 통합관리는 유비쿼터스 도시의 핵심인 도시통합운영센터의 주요 역할이 될 것이다. 그러나 유비쿼터스 도시를 표방하며 건설이 진행 중인 도시에서조차도 아직까지 도시통합운영센터의 역할에 대한 정의와 그 범위에 대한 합의가 이루어지지 않고 있다. 지하시설물에 대한 관리는 기존 지자체 및 유관기관에 해당 역할이 부여되어 있기 때문에 도시통합센터에서의 관재에 대한 근거가 미약하다. 더불어 유비쿼터스도시 서비스의 실현을 위해서는 관련된 기술에 대한 효율적인 개발이 필요하다. 유비쿼터스도시 서비스는 그 종류가 많고 융·복합적이기 때문에 관련 기술의 개발시 우선순위를 고려하거나 공동으로 개발해야 효율적이다. 이에 본 연구에서는 기존에 시설물별로 이루어졌던 지능형 모니터링 항목에 대한 수요조사를 바탕으로 지하시설물 통합관리를 위한 모니터링 항목의 분류안을 제시함으로써 도시통합운영센터의 역할에 대한 조명과 효율적 기술 개발을 위한 근거를 제공하고자 한다.

키워드 : 지하시설물 통합 관리, 모니터링 항목 분류안, 도시통합운영센터

Abstract It is important to manage the underground facilities efficiently because they are directly related to the convenience and safety of citizens. But the fact that the different agencies take on a role of managing the underground facilities respectively makes it impossible. So Korean government has exerted great efforts to solve this problem through several projects. Korean government expects that the ubiquitous technologies such as sensor and wireless communication in the domain of the underground facilities management will be useful. It is main duty of u-City Management Center to monitor several situations about the underground facilities using ubiquitous technologies. But there is no consensus about what concrete situations it has to monitor even though u-cities under construction. Because local governments or related companies are in charge of carrying out these roles yet, there is no legal basis on which to do these tasks by the center. And it is needed to develop new technologies for u-services efficiently. Because technologies for u-service are vast, various and converged, so it necessary to develop them according to priority or in cooperation with other developers. In this paper, we classify the monitoring items for each facility which were investigated by a recent research. It is expected to make use of defining the role of the center and developing technologies with u-service.

Keywords : integration of underground facilities, classification of monitoring items, u-City Management Center

⁺ 이 논문은 국토해양부 첨단도시기술개발사업 - 지능형국토정보기술혁신사업 과제의 연구비 지원(06국토정보C01)에 의해 수행된 연구임

* 영남대학교 지역 및 복지행정학과 조교수, junghkim@ynu.ac.kr

** 국토연구원 국토인프라GIS연구본부 연구원, kjmin@krihs.re.kr

*** 국토연구원 국토인프라GIS연구본부 책임연구원, mslee@krihs.re.kr

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

1. 서론

2008년 「유비쿼터스도시의건설등에관한법률」의 제정을 필두로 유비쿼터스도시(이하 u-City)에 대한 개발이 본격적인 궤도에 진입하였다. 지난 2009년 11월에 공표된 '제1차 유비쿼터스도시종합계획(2009~2013)'¹⁾에서는 편리하고 안전하며 쾌적한 시민생활환경 조성 및 삶의 질 향상을 목표로 11대 u-City 분야별 서비스²⁾를 제시하고 있으며, 이 중 「u-시설물 관리」는 도로·건물 시설물 관리, 하천 시설물 관리, 부대 시설물 관리, 지하 공급 시설물 관리, 데이터 관리 및 제공 서비스 등을 포함하고 있다(국토해양부, 2009).

현재 지하시설물의 관리는 지자체 및 유관기관별로 추진되고 있다. 결과적으로 도로, 상하수도 시설물과 같이 공간정보 수요가 높은 업무 분야만을 선택하여 정보화사업을 추진하여 왔으며, 단지 일부 지하시설물에 대한 공간정보관리 중심의 시스템 개발에 치중하였다. 따라서 개별업무단위 기반의 정보화 추진에 따른 정보 공동 활용도가 낮으며, 이로 인해 업무생산성 및 활용의 시너지 효과가 미흡한 실정이다(한재일, 2008). 국토해양부는 지하시설물에 대한 체계적 관리를 위하여 전국 84개 시(市)급 지자체의 도로기반 7대 지하시설물 전산화 사업을 추진해 왔으나, 관련 기관의 협력 및 데이터 통합 등에 대한 문제를 해결하고 전국단위의 활용을 위해 2008년 지하시설물 통합관리를 위한 정보화 전략계획을 수행하였다(국토해양부, 2008). 전략계획에서는 지하시설물 통합관리는 결국 센서 및 무선 통신을 통한 지능화 형태로 고도화 될 것이라고 판단하고 있으며, 이는 곧 u-City의 「u-시설물 관리」로 진화할 것이다.

u-City 내 고도화된 지하시설물 관리서비스의 실현을 위해서는 도시통합운영센터와 기존의 관리 기관간의 역할 정립이 중요하다. u-City 도시통합운영센터는 u-City 내 통신망, 교통망, 시설물 등의 각종 센서로부터 도시정보를 수집하고 이를 통합적으로 분석하여 도시를 효과적으로 운영·관리하고, 거주민이나 관련 기관에 분석된 도시정보를 실시간

으로 배포·제공하는 u-City의 핵심 부분이다(김영수·박석천, 2008). 도시통합운영센터는 시설물 관리라는 측면에서 시설물의 상대나 주변 환경에 대한 관재를 수행할 것으로 판단된다. 그러나 현재 해당 업무는 지자체 및 관련 유관기관에서 개별적으로 수행하고 있기 때문에 도시통합운영센터의 역할 및 기능에 대한 논의가 선행되어야 한다(조춘만·김정훈, 2009). 또한 유비쿼터스 기술 기반의 지하시설물 관리를 위한 모니터링 항목 등도 지자체의 실무 기반 수요보다는 일부 센서 네트워크 기술의 실용화 가능여부에 따른 제한적 모니터링 항목에 대해서만 지능화의 모색이 이루어지고 있다(김정훈·이미숙 외, 2008; 김정훈·조춘만 외, 2008).

이에 본 연구에서는 도시통합운영센터의 역할 정립 등을 위하여 기존의 지하시설물에 대한 관재 상황 및 수요조사로부터 센서 및 무선 통신을 통한 모니터링 수요를 파악한 기존의 연구를 바탕으로 통합 모니터링이 수행될 수 있도록 모니터링 항목에 대한 분류안을 제안하고자 한다.

본 연구는 다음과 같이 구성되어 있다. 2장에서는 통합 모니터링을 위한 분류 기준의 설정 및 대상에 관하여 기술한다. 그리고 3장에서는 분류 기준들을 통해 기 도출된 모니터링 항목들을 분류하고, 각 분류에 의한 시사점을 파악한다. 그리고 마지막으로 4장에서는 결론 및 추후 연구에 대하여 살펴보고자 한다.

2. 분류 기준 설정 및 대상

2.1 분류 기준의 설정

지하시설물 관리는 앞서 언급한 바와 같이 관련된 주체별로 추진됨으로써 각종 안전사고의 발생 및 중복투자 등에 노출되어 있는 것이 사실이다. 이에 지하시설물 관리의 연계기반 확보와 기관간 상호협력이 중요한 이슈이다. 따라서 통합이라는 관점에서 모니터링 항목에 대한 분류기준을 설정하고, 그에 따라 기 도출된 항목들을 분류하고자 하였다.

기존 지하시설물 관리에 대해서는 지하에 매설된 각종 시설물들에 대한 정보공유체계가 구축되어 있지 않아, 도로굴착 업무 수행에 필요한 타 기관과 지하시설물 정보의 상호참조가 이루어지지 않았다. 이에 따른 각종 안전사고의 발생 및 중복 투자가 발생함에 따라 지하시설물 관리의 연계기반 확보와

1) 국토해양부 공고 제 2009-950호

2) 11대 서비스는 u-행정, u-행정, u-교통, u-보건·의료·복지, u-환경, u-방범·방재, u-시설물관리, u-교육, u-문화·관광·스포츠, u-물류, u-근로·교통, u-기타임

정보공유 및 활용의 필요성이 제기되었다. 이에 따라, 지하시설물 통합관리는 그 동안 개별적으로 관리되어온 지하시설물을 통합관리하기 위하여 지하시설물간의 상호참조체계를 구현함으로써, 지하시설물 관리주체간의 지하시설물 정보를 공유하여 업무효율성을 향상시키고, 각종 굴착공사로 인한 불의의 재난, 재해 사고를 예방하는 것을 골자로 한다. 또한, 지하시설물 관련 정보시스템 및 기 구축된 기타 관리시스템과의 연계를 통하여 통합운영기반을 마련하는 것을 목적으로 한다.

이러한 배경 하에 통합관리를 위한 항목 분류의 기준의 설정은 통합관리 시 주요하게 고려되어야 하는 사항을 관리적, 경제적, 기술적 측면으로 구분하여 살펴보고자 하였다. 이와 같이 세 가지 측면에서의 고려를 시도한 이유는 기존 지하시설물 관리의 업무체계, 통합의 경제성, 통합을 위한 기술개발의 가능성 등이 통합관리의 제약 요건으로 작용할 수 있기 때문이다. 따라서 이러한 측면을 바탕으로 전문가들의 의견을 수렴하여 항목 분류의 기준이 가져야할 성격과 이를 달성하기 위한 분류기준의 목표를 다음과 같이 설정하였다.

분류의 기준은 첫째, 관리적 측면에서는 법·제도적 지원과 유관기관 간의 역할 관계 확립을 통하여 시민생활의 안전을 도모하고, 업무의 효율성을 증진할 수 있어야 한다. 둘째, 경제적 측면에서는 업무·관리·운영 등에 대한 경제적 효율성을 통해 경제적 이익, 즉 중복투자 및 중복 개발 방지와 행정력 강화 등을 달성할 수 있어야 한다. 마지막으로 기술적 측면에서는 기술 개발 및 상호 활용 가능성을 고려하여 기술의 융복합화 실현과 집적/집중 기술의 발전을 기대하는 것이다.

이러한 특성을 지닌 분류의 기준을 설정하기 위해 전문가들의 의견을 수렴하여 현실적으로 실현 가능한 목표를 1) 지하 공간의 공동 활용, 2) 계측기기의 재사용성 향상, 3) 필수적 아이템 우선개발로 설정하였으며, 이를 달성할 수 있도록 세 가지의 분류 기준을 도출하였다(그림 1) 참조).

모니터링 항목의 물리적 특성을 기준으로 '항목 특성별 분류'를, 시설물의 주요 상태를 직접적으로 모니터링 하는지 여부를 기준으로 '관리 목적별 분류'를, 그리고 주요 시설물 사고영향 여부를 기준으로 '파급력별 분류'를 수행하고자 한다.

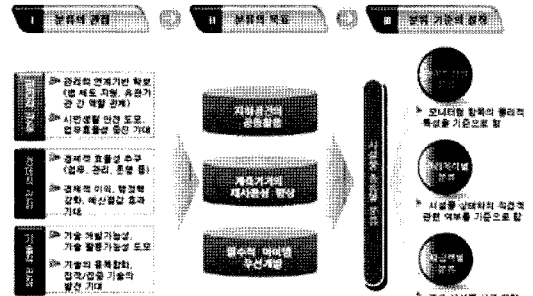


그림 1. 항목 특성 분류 기준의 설정

2.2 분류의 대상

본 연구에서 분류 대상으로 선정한 모니터링 항목은 기존 국토연구원(2009)에서 수행한 지능형 지하시설물 관리를 위한 모니터링 항목(80개)과 한국정보통신기술협회(2008)의 지하공동구 서비스를 위한 모니터링 항목(6개)으로, 총 86개 항목이다(<표 1> 참조). 지능형 지하시설물 관리를 위한 모니터링 항목은 2009년 시설물별 수요조사를 통해 도출된 항목이며(국토연구원, 2009), 6개의 공동구 서비스를 위한 모니터링 항목은 '지하공동구 관리 서비스를 위한 응용 요구사항 프로파일'에서 다루고 있는 모니터링 항목이다(한국정보통신기술협회, 2008). 이 두 그룹을 선택한 이유는 지능형 지하시설물 관리를 위한 모니터링 항목만을 도출한 연구가 없으며, 두 그룹의 모니터링 항목은 실제 현장의 수요를 반영하고 있기 때문이다.

3. 모니터링 항목 분류(안)

본 장에서는 2장에서 제시된 분류기준의 목표에 부합하도록 '항목 특성', '관리목적', '파급력'을 분류의 기준으로 선정하여 모니터링 항목을 분류하였다.

3.1 항목 특성별 분류

기 도출된 86개 모니터링 항목의 물리적 특성을 기준으로 분류하였다. 여기서의 물리적 특성이라 함은 '온도', '압력', '유량', '이상 여부' 등 시설물별 모니터링 항목들의 특성을 말한다. 이와 같은 분류는 지하시설물의 물성 특성에 따라 공동으로 사용 가능한 계측기기를 파악할 수 있으며, 이로 인해 계측

표 1. 분류 대상 모니터링 항목

구분	모니터링 항목	항목 수
상수도	상수관로 압력, 유량계 유량, 가압펌프 유량, 가압펌프 압력, 급수 수질, 정수장 유량, 상수관로 누수/균열, 상수 수질, 급수전 계량기 온도, 급수전 계량기 이상유무, 급수전 계량기 사용량, 상수관로 연결부 이상/오점합, 저수조 수질, 유량계 파손/누수/부식, 상수관로 부식, 정수장 압력, 수원지/취수장 압력, 수원지/취수장 유량	18
하수도	하수관거 토사퇴적량, 하수관거 유량, 물받이 토사 유무, 하수관거 침입수/유입수 유무, 하수관거 누수/균열, 맨홀 침하/함몰, 역사이편 부유물 유무, 역사이편 수위차, 맨홀 균열, 맨홀 유실/도난, 유입수/방류수 수질, 물받이 침하/함몰, 물받이 균열/파손, 맨홀 마모/부식, 계량기, 물받이 유실/도난, 하수관거 악취, 하수관거 가스, 하수관거 압력	19
전기	지상개폐기 가스압력 정상 여부, 지상변압기 과부하 과열 여부, 지중케이블 케이블접속재 절연상태, 지중케이블 케이블접속재 과열발생 여부, 지중케이블 외피손상 여부, 지상변압기 전압/전류, 저압접속함 전류누설 여부, 지중케이블 과부하, 지상개폐기 국부과열 발생 여부, 관로 굴착 여부, 지상변압기 순간압력저감장치 작동여부, 지상변압기 누유 여부	12
통신	케이블 단선 및 접속 불량, 케이블 유도전압 발생 여부, 전원설비 과전압 발생 여부, 통신관로 파손 여부, 전원설비 절연 상태, 케이블 접속점 침수 여부, 통신관로 굴착공사 여부, 케이블 기지국 단선 및 접속 불량, 통신구 침수 및 누수 여부, 통신구 양수기 작동 여부	10
가스	정압기 가스 누출 여부, 본관 및 공급관 가스누출 여부, 사용자 공급관 균열 여부, 본관 및 공급관 균열 여부, 정압기 균열 및 파손 여부, 본관 및 공급관 부식 상태, 정압기 가스차단 장치 상태, 본관 및 공급관 피복손상 여부, 정압기 부식 및 변형 여부, 사용자 공급관 부식 상태, 정압기 압력 상태	11
지역난방	열배관 난방수 누출, 에어벤트 누수 여부, 밸브 누수 여부, 열배관 부식 여부, 바이패스 부식 상태, 에어벤트 부식상태, 밸브 부식상태, 관로 지표온도 상승 여부, 열배관 외관 손상, 열배관 수분 침투	10
공동구	화재, 불꽃, 연기, 출입자, 수위, 작업자 위치	6
총 계		86

[자료 : 국토연구원(2009), p.90, p.92, p.247; 한국정보통신기술협회(2008)를 참조하여 재구성.]

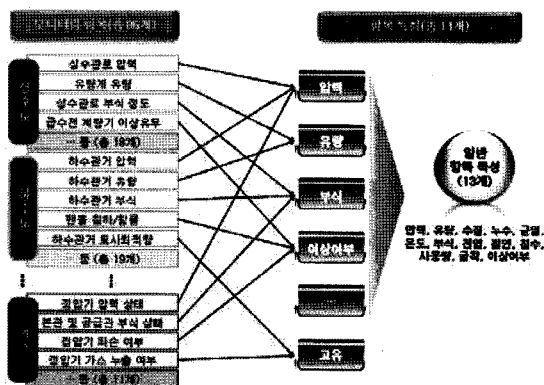


그림 2. 항목 특성 도출

기기의 중복 개발을 방지할 수 있는 효과가 있을 것으로 기대된다. 예를 들면 상수도, 하수도, 지역난방의 경우는 동일한 압력계를 통해 각 시설물의 ‘압력’ 항목에 대한 모니터링이 가능할 것이다.

분류를 위해서는 먼저 분류의 기준이 되는 항목 특성을 기존의 모니터링 항목에서 추출해야 한다.

본 연구에서는 다음과 같이 모니터링 항목들의 물리적 특성을 중심으로 항목 특성을 추출하였다. 항목 특성은 시설물에 걸쳐 공통된 특성도 있으며, 하나의 시설물에만 해당되는 항목들도 존재한다. 따라서 단일 시설물에만 해당되는 항목들에 대해서는 “고유 특성”으로 구분하여 관리한다([그림 2] 참고).

위와 같이 항목 특성을 분류하고 이에 대하여 기존의 모니터링 항목들을 분류하면, 다음 <표 2>와 같다.

위의 분류를 통해서 다음과 같은 사실을 파악할 수 있다. 먼저 ‘상수도-하수도-지역난방-가스’와 ‘전력-통신’간에는 매체의 특성에 큰 차이가 나기 때문에 모니터링 항목의 특성에도 뚜렷한 차이가 존재한다. 이는 두 그룹에 대해서는 계측기기의 공동

3) 항목특성에 의한 분류를 위하여 결합되어 있는 모니터링 항목에 대해서는 수정하여 분류하였으므로 전체 항목수가 증가하였음. 예를 들면 상수도관 누수/균열의 경우, 상수도관 누수와 상수도관 균열로 나누어 분류함

표 2. 항목 특성별 분류(안)

항목 특성	모니터링 항목	항목 수
압력	상수관로 압력, 가압펌프 압력, 정수장 압력, 수원지/취수장 압력(이상 상수도), 하수관거 압력(이상 하수도), 지상개폐기 가스압력 정상여부, 정압기 압력 상태(이상 가스)	7
유량	유량계 유량, 가압펌프 유량, 정수장 유량, 수원지/취수장 유량(이상 상수도), 하수관거 유량(이상 하수도)	5
수질	급수 수질, 상수 수질, 저수조 수질(이상 상수도), 유입수/방류수 수질(이상 하수도)	4
누수	상수관로 누수, 유량계 누수(이상 상수도), 하수관거 누수(이상 하수도), 열배관 난방수 누출, 에어벤트 누수 여부, 밸브 누수 여부(이상 난방)	6
균열	상수관로 균열(이상 상수도), 하수관거 균열, 맨홀 균열, 물받이 균열(이상 하수도), 사용자 공급관 균열 여부, 본관 및 공급관 균열 여부, 정압기 균열 여부(이상 가스)	7
온도	급수전 계량기 온도(이상 상수도), 지상변압기 과열 여부, 지중케이블 케이블접속재 과열 발생 여부, 지상개폐기 국부과열 발생 여부(이상 전기)	4
부식	유량계 부식, 상수관로 부식 정도(이상 상수도), 맨홀 마모/부식, 하수관거 부식(이상 하수도), 본관 및 공급관 부식 상태, 정압기 부식 여부, 사용자 공급관 부식 상태(이상 가스), 열배관 부식 여부, 바이패스 부식 상태, 에어벤트 부식 상태, 밸브 부식 상태(이상 난방)	11
전압	지상변압기 전압(이상 전기), 전원설비 과전압 발생 여부, 케이블 유도전압(전력선 등) 발생 여부(이상 통신)	3
절연	지중케이블 케이블접속재 절연 상태(이상 전기), 전원설비 절연 상태(이상 통신)	2
침수	케이블 접속점 침수 여부, 통신구 침수 및 누수 여부(이상 통신구), 공동구 수위	3
사용량	급수전계량기 사용량(이상 상수도), 계량기(이상 하수도)	2
굴착	관로 굴착 여부(이상 전기), 통신관로 굴착공사 여부(이상 통신), 열배관 외관 손상(이상 난방)	3
이상여부	급수전 계량기 이상 유무, 상수관로 연결부 이상/오접합, 유량계 파손(이상 상수도), 맨홀 침하/함몰, 맨홀 유실/도난, 물받이 침하/함몰, 물받이 파손, 물받이 유실/도난(이상 하수도), 지중케이블 외피손상 여부, 지상변압기 순간압력저감장치 작동여부, 지상변압기 누유 여부(이상 전기), 케이블 단선 및 접속 불량, 통신관로 파손 여부, 케이블 기지국 단선 및 접속 불량, 통신구 양수기 작동 여부(이상 통신), 정압기 파손 여부, 정압기 가스차단장치 상태, 정압기 변형 여부(이상 가스), 공동구 화재, 공동구 불꽃, 공동구 연기(이상 공동구)	21
고유	하수관거 토사퇴적량, 물받이 토사 유무, 하수관거 침입수/유입수 유무, 역사이편 부유물 유무, 역사이편 수위차, 하수관거 악취, 하수관거 가스(이상 하수도), 지상변압기 과부하 여부, 저압접속함 전류 누설 여부, 지중케이블 과부하, 지상변압기 전류(이상 전기), 정압기 가스 누출 여부, 본관 및 공급관 가스 누출 여부, 본관 및 공급관 피복손상 여부(이상 가스), 관로 지표온도 상승 여부, 열배관 수분 침투(이상 난방), 공동구 출입자, 공동구 작업자 위치(이상 공동구)	18

표 3. 관리목적별 분류(안)

분류 기준	모니터링 항목
상태모니터링	환경모니터링 항목을 제외한 70개 항목
환경모니터링	맨홀 침하/함몰, 맨홀 균열, 맨홀 유실/도난, 맨홀 마모/부식, 계량기, 케이블 접속점 침수 여부, 통신관로 굴착공사 여부, 통신구 침수 및 누수 여부, 관로 굴착 여부, 관로 지표온도 상승 여부, 화재, 불꽃, 연기, 출입자, 수위, 작업자 위치

활용이 구분되어야 함을 의미하고 있다. 또한 하수도의 '토사퇴적량', 전기의 '과부하', 가스의 '가스 누

출', 난방의 '관로 지표온도' 등은 시설물별로 고유한 모니터링 항목임이 파악되었다. '사용량' 및 '굴

착' 항목은 수요조사에서 각 2, 3개의 시설물에서만 도출되었으나 모든 시설물에 공동적으로 적용 가능한 항목이다.

3.2 관리목적별 분류

시설물의 상태와의 직접적인 관련성 여부를 기준으로 분류하였다. 즉, 시설물의 상태를 직접적으로 모니터링 해야 하는 항목(예를 들면 상수도관의 압력)과 시설물이 매설 또는 배치된 공간에 대한 주변 환경과 관련된 항목(예를 들면 공동구내 화재)으로 분류하였다. 본 연구에서는 전자를 상태모니터링이라 하고, 후자를 환경모니터링이라 정한다. 이와 같은 분류는 시설물의 매설 또는 배치된 공간에 대한 모니터링 항목을 파악해 봄으로써 공간의 공동 활용 가능성을 파악할 수 있으며, 공통된 환경모니터링 항목에 대해서는 중복 개발을 미연에 방지할 수 있는 효과가 있을 것으로 기대된다.

구체적인 분류는 다음 <표 3>과 같다. 환경모니터링 항목은 지하시설물에 공통적으로 적용이 가능한 항목들에 초점을 두었다. 현재의 수준에서는 맨홀, 계량기, 굴착, 매설 공간(공동구 또는 통신구, 전력구 등)에 대한 모니터링이 현실적인 방안으로 판단된다. 추후 기술이 안정화되어 관로 상태에 대한 모니터링이 보편화 된다면 보다 구체적인 환경모니터링이 수행될 수 있을 것으로 판단된다.

위의 분류는 현재 u-City에서 추구하고 있는 도시통합운영센터 중심의 통합관리 방안으로 활용가능하다. 즉, 상태모니터링 부분은 기존의 관리 기관 또는 업체에서 수집 및 관리를 하며 필요한 데이터만을 도시통합운영센터로 전송을 하는 것이 가능하다. 이러한 점은 현재의 지하시설물 통합관리 사업의 걸림돌이 되는 유관기관의 협조를 이끌어내기 위한 최소한의 가이드로써 유관기관 및 도시통합운영센터의 역할을 명확히 정립하는 효과가 있을 것이다. 또한 환경모니터링 부분은 도시통합운영센터에서 종합적으로 관리(직접 또는 위탁 관리)함으로써 시설물 관리 비용의 중복투자 문제를 해결할 수 있을 것이며, 시설물별 위치 정보에 대한 표준화된 형식을 쉽게 수용할 수 있는 기반을 마련함으로써 현재 시설물 사고의 가장 큰 부분을 차지하고 있는 굴착에 의한 사고를 줄이는데 도움을 줄 수 있을 것이다. 또한 시설물의 위탁 관리를 활성화시키는 효과도 발생할 수 있을 것이다. 그리고 도시통합운

영센터에서 지하시설물에 대한 환경모니터링을 수행해 줌으로써 공간의 공동 활용에 대한 기존 업체 또는 유관기관의 자발적인 참여를 이끌어낼 수 있을 것이다.

3.3 파급력별 분류

시설물의 사고에 대하여 주요한 원인이 되는 항목들을 추출함으로써 필수적으로 모니터링 되어야 할 항목들을 제시하고자 하였다. 시설물 모니터링 및 관리의 1차적인 목적이 사고의 방지라는 점에 초점을 맞추어 각 시설물별로 주요한 사고와 관련이 있는 모니터링 항목을 파악함으로써 관련 기기의 개발에 선택과 집중 또는 개발의 우선순위를 제시할 수 있는 효과가 있을 것으로 파악된다.

이 분류를 위해서 먼저 각 시설물별로 주요한 사고 또는 그 원인을 파악해야 한다. 각 시설물별 주요한 사고는 각 시설물별 대표 관리기관을 대상으로 한 전문가 면담을 통하여 도출된 것으로, 아래와 같은 사고로 인하여 인적·물적 피해를 입히는 경우를 대형사고, 중대사고 등으로 정의하는 것으로 파악되었다. 따라서 본 연구에서는 지하시설물별 주요한 사고의 원인을 다음 <표 4>와 같이 설정하였다. 앞의 사고 원인에 대하여 시설물별 모니터링 항목을 추출하여 1차 모니터링 항목(사고 발생 가능성을 기준으로 기술개발의 우선순위가 높고 필수적인 항목)과 2차 모니터링 항목(사고발생 가능성을 기준으로 기술개발의 우선순위가 낮은 항목)으로 나누어 보면, 다음 <표 5>와 같다.

1차 모니터링 항목은 사고와 직접적인 관련이 있는 항목들로 구성하였다. 그러나 사고의 예방이라는 측면에서는 사고의 원인을 다각도로 분석하여 사고의 징후를 판단할 수 있는 항목들 역시 1차 모니터링 항목으로의 추가가 필요하다. 예를 들면, 상수도의 누수는 단순히 누수만을 모니터링 하는 방법 외에도 압력 및 부식 등에 대한 모니터링이 필요하다. 그러나 아직 압력 및 부식 등에 대한 모니터링 기술이 안정화 되어 있지 않기 때문에 우선적으로는 사고 상황에 대한 모니터링에 초점을 맞추고자 하였다.

위 분류에서 1차 모니터링 항목은 집중적이고 필수적으로 모니터링이 수행되어야 함을 의미하고 있으며, u-City 도시통합운영센터의 관점에서 필수적으로 관리되어야 하는 항목들을 의미한다. 2차 모니

터링 항목에 대해서는 기존 지자체 또는 유관기관에 그 역할을 넘기는 것이 가능할 것이다. 특이사항으로 굴착공사는 모든 시설물에서 사고와 관련성이 높은 부분으로 파악되기 때문에 시설물의 매설 위치에 대한 공유가 절실함을 파악할 수 있다.

4. 결론 및 추후연구과제

본 연구에서는 기존의 지능형 지하시설물 관리를 위한 모니터링 항목들에 대하여 통합관리를 위한 분류(안)를 제시하였다. ‘항목특성, 관리목적, 파급력’을 분류의 기준으로 제시하고, 이에 따라 기존의 모니터링 항목들을 재분류하였다.

분류 결과는 아래와 같은 3가지 측면에서 활용 가능할 것으로 판단된다. 첫째, u-City의 중추인 도시통합운영센터에서 실질적으로 지하시설물에 대한 모니터링이 이루어지면 무엇을 중심으로 모니터링을 수행해야 하는지를 보여주고 있다. 둘째, 기존 지하시설물을 관리하고 있는 업체 및 유관기관과 도시통합운영센터의 역할 정립을 위한 기초자료로 활용이 가능할 것이다. 마지막으로 기술 개발의 관

점에서는 실시간 모니터링의 수요를 만족시키기 위해 우선적으로 개발되어야 하는 모니터링 기술을 확인할 수 있다.

이러한 측면에서 통합관리를 위한 모니터링 항목(안)은 센서기술 위주의 모니터링 항목만을 도출·관리하거나, 기관별로 시스템의 목적 및 용도에 따라 분리되어 개별적으로 관리되는 현재의 시설물 관리상의 문제에 대하여 표준정보로 제공하여 향후 기관별 연계 및 상호운용성 증대에 기여할 것으로 기대된다. 또한 이를 통한 관리 비용 절감, 기관별 시스템 및 데이터의 상호운용성 확보, 안전사고 예방 및 효율적인 시설물 관리체계 구축 기반 마련 등의 측면에서 그 효과를 기대할 수 있다.

그러나 본 연구는 각 시설물 관리자들의 수요조사를 바탕으로 이루어졌다는 한계점이 있다. 이 점은 아직까지 기술적으로 실현이 가능하지 않는 모니터링 항목이 포함될 수도 있음을 의미한다. 이는 분류체계를 현실에 적용하기 위해서는 현재 관리하고 있는 항목(기술 적용중인 항목)과 기술적 실현가능성이 있는 항목으로 나누어 이를 도시통합운영센터에 순차적으로 적용하는 방안의 마련이 필요하다.

표 4. 시설물별 주요한 사고 원인

시설물	면담기관	사고
상수도	한국수자원공사 수도권지역본부, 한국 상하수도 협회 등	누수, 수질
하수도	안양시청, 한국 상하수도 협회 등	범람, 악취
전기	한국전력공사 서울본부, 한전KDN 등	정전, 화재
통신	KT 자산운용센터, KT 안양지사 등	통신 두절
가스	한국가스공사, 삼천리 도시가스, 서울도시가스 등	가스 누출
지역난방	한국지역난방공사, GS파워 등	난방수 누출
공통사항	-	굴착공사에 의한 관 파열 또는 단선

표 5. 파급력별 분류(안)

분류 기준	모니터링 항목
1차 모니터링	급수 수질, 상수관로 누수/균열, 상수 수질, 저수조 수질, 하수관거 토사퇴적량, 물받이 토사 유무, 하수관거 침입수/유입수 유무, 역사이편 부유물 유무, 역사이편 수위차, 하수관거 악취, 하수관거 가스, 지상개폐기 가스압력 정상 여부, 지상변압기 과부하 과열 여부, 케이블 단선 및 접촉 불량, 케이블 기지국 단선 및 접촉 불량, 정압기 가스 누출 여부, 본관 및 공급관 가스 누출 여부, 열매관 난방수 누출, 에어벤트 누수 여부, 밸브 누수 여부
2차 모니터링	1차 모니터링 항목을 제외한 66개 항목

참 고 문 헌

- [1] 국토해양부, 2008, “지하시설물 통합관리를 위한 정보화전략계획(ISP) 완료보고서”
- [2] 국토해양부, 2009, “제1차 유비쿼터스도시종합계획 (2009~2013)”
- [3] 국토연구원, 2009, “u-GIS 기반 도시 지하시설물 관리체계 구축 및 표준화 연구 1단계 연구보고서”, 지능형국토정보기술혁신사업단 단계보고서
- [4] 김영수·박석천, 2008, “u-City 통합운영센터의 현황 및 주요 이슈 분석”, 정보과학회지 제26권 제8호, pp.32-41.
- [5] 김정훈·이미숙·한재일, 2008, “지능형 지하시설물 관리를 위한 상수도 모니터링 기술개발의 우선순위 평가에 관한 연구”, 한국GIS학회지 제16권 제2호, pp. 263-278.
- [6] 김정훈, 조춘만, 한재일, 이미숙, 오효경, 2008, “지능형 상수도 센서설치를 위한 연구방법론 수립에 관한 연구”, GIS공동추계학술대회, pp.209-216.
- [7] 조춘만·김정훈, 2009, “u-City 통합운영센터의 제도적 정착방안에 관한 연구: 기능 및 입지를 중심으로”, 한국GIS학회지 제17권 제3호, pp. 269-276.
- [8] 한국정보통신기술협회, 2008, “USN기반 지하공동구 관리 서비스 응용 요구사항 프로파일(TTAR-06.0034)”
- [9] 한재일, 2008, “u-City 도입에 따른 도로기반시설물 관리 환경변화와 USN 기술 동향”, 국토연구원, 「국토」 통권318호, pp.140-147.

논문접수 : 2010.01.21
수정일 : 1차 2010.02.22
심사완료 : 2010.02.26



김 정 훈

1984년 영남대학교 건축공학과 졸업 (학사)
1991년 서울대학교 도시계획학과 졸업 (석사)
2001년 Newcastle Upon Tyne 도시계획학과 졸업(박사)
1990년~2010 국토연구원 연구위원
2010년~현재 영남대학교 지역 및 복지행정학과 조교수
관심분야는 u-City 정책, GIS 활용, 도시계획 등



민 경 주

2007년 안양대학교 도시정보공학과 졸업(학사)
2009년 안양대학교 도시정보공학과 졸업(석사)
2009년~현재 국토연구원 연구원
관심분야는 도시계획, 도시설계, 공간분석, GIS 등



이 미 숙

1998년 숙명여자대학교 행정학과 졸업(학사)
2000년 숙명여자대학교 행정학과 졸업(석사)
2005년 숙명여자대학교 행정학과 졸업(박사)

2007년~2008년 ETRI Post Doc.
2008년~현재 국토연구원 책임연구원
관심분야는 U-City 정책 및 법제도, 시스템다이나믹스



임 시 영

1997년 한양대학교 산업공학과 졸업 (학사)
2000년 한양대학교 산업공학과 졸업 (석사)
2006년 한양대학교 산업공학과 졸업 (박사)

2008년~현재 국토연구원 책임연구원
관심분야는 u-City 전략 및 정책, 확률과정론 등