

하수도시설물도 자동 검수 방안 연구

김창환¹ · 옥원수^{2*} · 유재용³

A Study on the Automatic Inspection of Sewer Facility Map

Chang-Hwan KIM¹ · Won-Soo OHK^{2*} · Jae-Yong YOO³

요 약

국가GIS구축사업의 일환으로 상·하수도를 비롯한 지하시설물도가 수치지도로 구축되어 왔으며 이렇게 구축된 지하시설물 수치지도를 지자체에서 관련 업무에 효율적으로 활용하기 위해서는 그 정확도를 신뢰할 수 있어야 한다. 본 연구의 목적은 지방자치단체에서 하수시설물에 대한 고품질의 DB를 구축하는데 필요한 효율적인 검수방안을 제시하여 공공측량 성과심사 품질기준에 적합하도록 할 뿐만 아니라 지하시설물도를 지방자치단체의 관련분야에서 활용될 경우 분석 상 오류에 대한 원인을 제거함으로써 부정확한 의사결정을 방지할 수 있도록 하고자 한다. 이를 위해 공공측량 성과심사기관에서 요구하는 지하시설물도의 품질기준과 검수현황을 살펴보고, 지하시설물에서 발생하는 오류유형을 분석하였다. 또한 이러한 오류유형을 바탕으로 기존 현장 검수 방법의 한계점을 파악하였으며, 하수관거의 속성을 기준으로 정확도를 향상시키기 위한 논리적 일관성, 기하구조의 적합성을 분석하는 관망분석 검수 방안을 제시하였다.

주요어 : 지하시설물도, 하수도시설물도, 지리정보시스템, 검수, 데이터 품질

Abstract

Local governments began to construct geographic information system to improve government productivity and performance. In support, central government organized a national commission for GIS. The master plan by NGIS has been the base for local government to participate in the construction of GIS at the local level in the under ground facilities management including water and sewers.

The challenge faced by sewer facility managers includes controlling 'data accuracy'. The input for sewer data handling for efficient performance in local government requires accurate data. However

2006년 2월 27일 접수 Received on February 27, 2006 / 2006년 4월 25일 심사완료 Accepted on April 25, 2006

1 강원대학교 지리교육과 Department of Geography Education, Kangwon National University

2 강원대학교 대학원 Interdisciplinary Program of Geographic Information System, Kangwon National University
(주)티지더블유 기업부설연구소 책임연구원 Research Institute, Total GIS Wok Group Co., Ltd.

3 (주)티지더블유 기업부설연구소 소장 Research Institute, Total GIS Wok Group Co., Ltd.

* 연락처 E-mail: wayne5k@hanmail.net

data manipulation to get the 'good quality' data can be burdensome. Thus, the aim of this research is to provide the appropriate tool to guarantee the high quality of digital data in sewer facility management. It is helpful to pass the data examination by government as well as to insure confidence of decision and data analysis works in local government. In this research, error types of sewer data were classified and pointed the limitation of traditional examination methods. Thus this research suggested more improved method for finding and correcting errors in data input using sewer volume analysis and prediction model as immigrating sewer facility management work to Geographic Information System.

KEYWORDS : *Underground Facility Map, Sewer Facility Map, Geographic Information System Inspection, Data Accuracy*

연구의 배경 및 목적

지하시설물은 시설물의 종류가 다양하고 매설상태가 복잡하며 대장자료의 정비가 미흡하고, 상수도, 가스 등의 폭발사고를 계기로 지하시설물 전산화의 필요성이 크게 부각되어 왔다. 이러한 중요성을 감안하여 정부에서는 국가 GIS기본계획을 수립하여 1995년부터 지하시설물 전산화 사업을 추진하고 있다.

국가GIS사업을 통하여 84개 지자체의 지하시설물도 전산화 사업이 진행되었다. 특히 지하시설물 중에서 지자체에서 관리하는 하수도 시설은 주민 생활과 밀접한 관계가 있는 시설물로서, 2004년 12월 기준 대상물량(63,914km)의 76.6%에 해당하는 48,972km가 하수도시설물도로 제작되었다(건설교통부, 2005).

이렇게 구축된 하수도시설물 수치지도는 하수발생량분석, 도시재개발 영향 평가, 강우유출 패턴 시뮬레이션, 오염원 추정 및 관리, 침수지역 예보에 대한 시민재산보호 및 대시민 서비스 지원 업무 등의 기능을 지자체에서 활용시스템을 개발하여 관련 업무에 적용할 수 있도록 하고 있다(Peterson, 2002).

그러나 구축된 하수도시설물도가 그 활용 목적에 부적합하거나 정확성이 떨어질 경우 막대한 예산을 낭비하는 결과를 가져올 수 있다.

또한 이를 바탕으로 개발된 활용시스템에서 분석된 결과 역시 부정확한 정보가 되므로 잘못된 계획을 수립하거나 업무에 심각한 착오를 가져올 것이 예상된다. 이것은 그 자체만으로 막대한 경제적 손실을 가져오게 되고 관련 업무에서 잘못된 판단을 사용자가 내리게 함으로써 예상하지 못한 손실을 가져올 수도 있다(조윤숙 등, 2000).

따라서 하수도시설물도를 효율적으로 활용하기 위해서는 데이터의 품질이 신뢰성이 있어야 하겠다. 데이터의 품질을 높이고 신뢰할 수 있는 정확한 하수도시설물도를 구축하기 위해서는 하수도시설물도의 품질에 대한 정밀한 고찰이 필요하고, 합리적인 검수방안을 마련하는 것이 필요하다.

본 연구는 현재 지자체에서 구축하고 있는 하수도시설물도의 품질 향상 방안을 연구하는데 그 목적이 있다. 현재 지자체에서 제작하고 있는 하수도시설물도의 제작방법 및 품질에 대한 기준을 제고하고 관망해석을 위한 데이터 검증 및 기존 검수프로그램에서 검증할 수 없는 오류를 수정하기 위한 프로그램을 개발함으로써 좀 더 신뢰할 수 있는 하수도 시설물도를 사용자에게 제공할 수 있는 기틀을 제공하고자 한다.

하수도시설물 데이터베이스 조사 및 분석

1. 하수도시설물도의 개념

하수도는 오수·우수를 배제 또는 처리하기 위하여 설치되는 도관 및 기타의 공작물과 시설의 총체를 말한다. 하수도시설물도는 하수도시설물을 효율적이고, 체계적으로 유지·관리하기 위하여 수치지도도를 기초로 하여 하수도시설물을 일정한 기호와 축척으로 표시한 도면(수치 자료화된 도면 포함)을 말한다. 건설교통부 「공공측량작업기준」 제295조에 의하면 “지하시설물 측량이란 지하에 설치·매설된 시설물을 효율적이고 체계적으로 유지·관리하기 위하여 지하시설물에 대한 조사, 탐사 및 위치 측량과 이에 따르는 도면 제작 및 데이터베이스 구축까지를 말한다”라고 정의하고 있다.

2. 하수도시설물도의 제작방법

하수도시설물 DB구축 조사의 대상은 오수관거, 우수관거, 하수맨홀, 차집관거, 우수토실, 배수관거, 배수펌프장, 하수처리장, 배수장 등이다. 그림 1은 하수도시설물도 제작 공정을 나타낸 것이다.

시설물 속성은 하수관망도, 대장조서, 설계도, 준공도 등을 참조하여 입력하고, 현장 조사를 실시하여 하수도시설물과 관련된 지상 노출물 및 맨홀 등을 직접 확인하여 자료제원 및 속성을 확인한다(김영표와 신동빈, 2002).

현장에서 하수도시설물의 제원과 위치를 조사·탐사를 하게 되는데, 하수관거의 경우에는 맨홀을 개방하여 재질, 관경, 심도를 현장에서 조사하여 지하시설물 기도에 기록한다.

하수도시설물의 위치를 측량하는 방법에는 지형·지물을 이용하거나 경계석으로부터 이격거리에 의하여 상대적인 위치를 결정하는 지거 측량과 국가측량기준점을 이용하거나 일정거리 또는 도엽별로 기준 표석점(X,Y,Z)을 설치하여 이를 기준으로 하수도시설물의 관거 및 맨홀 등의 위치를 결정하는 직접 측량법으

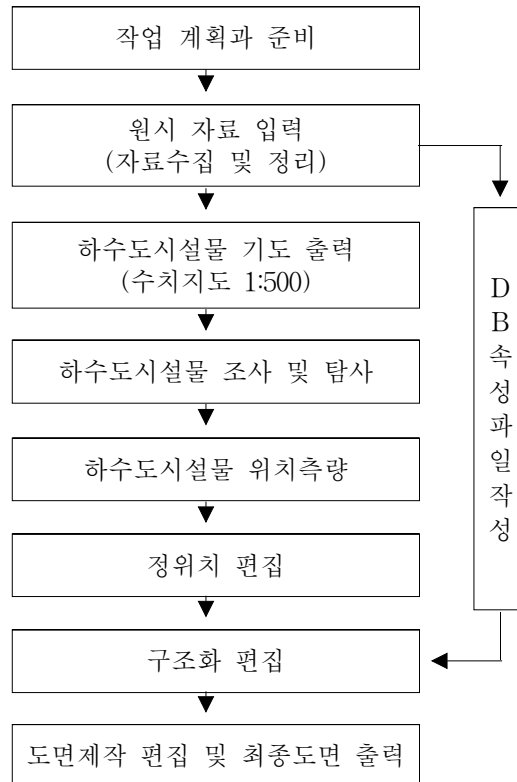


FIGURE 1. 하수도시설물도 제작 공정

로 나눌 수 있다. 직접측량법이 하수도시설물의 위치의 높은 정확도에 대한 장점이 있다고 하겠다(최윤수, 2000).

정위치편집은 하수도시설물도의 위치측량의 성과를 입력하고 표준코드 및 심볼을 사용하게 된다. 구조화 편집은 정위치 편집된 지하시설물도의 필요한 대상을 속성과일과 연결하고, 점, 선, 면 및 이를 조합한 기하모델로 편집하여야 한다.

3. 오류유형 분석

하수도시설물도 제작 시 발생하는 오류 발생 유형은 크게 현장 작업 오류와 실내 전산 작업오류로 분류할 수 있다. 현장 작업 오류에는 하수관거의 관중, 관경, 심도, 우수방향 조사 오류, 하수시설물 조사 누락, 맨홀, 물받이, 측

구 등의 위치 측량 오류 등이 있다. 하수도시설물의 현장 조사 오류는 작업자의 판단 미숙과 하수도시설물도 기도에 표기 시 오류가 발생할 수 있다.

실내 전산 작업오류는 정위치 편집 시에는 시설물 누락 및 심볼 불일치, 제원 입력 오류 및 누락, 인접 도엽 간 연결 상태 오류 및 속성 정보 오류, 관로의 분기점에서 노드 미 생성 등이 있다. 구조화 편집 오류는 설계서와 입력데이터 형식의 불일치, 속성데이터 입력 오류 등이 있다. 실내 전산 작업 오류는 조사·탐사 작업자와 입력 작업자가 다르기 때문에 서로 인식을 잘못해 발생하는 경우가 많다. 하수도 시설물 원도와 대장조서는 수기로 작성하기 때문에 부분적으로 인식하기 어려운

부분과 입력하면서 오기가 발생할 수 있다. 인접 도엽 같은 경우는 인접도엽의 연결 상태를 확인하지 않고 도엽 내에서의 데이터만 입력하고 종료하는 경우 연결되지 않은 데이터가 있거나 데이터가 있어도 도엽 간 하수 관거 제원 정보가 다르게 입력되는 경우가 있다. 그림 3은 정위치 편집 시에 발생하는 오류를 나타낸 것이다.

이러한 오류를 검수하기 위해서 작업 기관에서는 오류유형별로 검수 항목표를 작성하여 공공측량작업세부기준에 의거하여 현장검수방법과 실내검수방법을 실시한다.

현장 검수 방법은 샘플 도엽을 선정하여 맨홀을 열고 관경, 관중, 심도, 유수방향이 정확하게 조사되었는지를 검사하는데, 위치 측정은

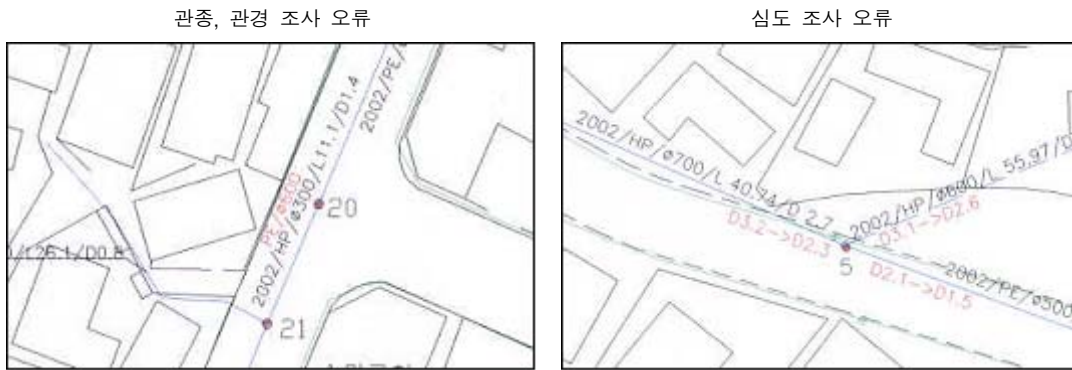


FIGURE 2. 하수도시설물도 현장 조사 작업 오류



FIGURE 3. 하수도시설물도 실내 전산 작업 오류

측량장비를 이용하여 맨홀, 물받이 등에 대하여 정확하게 측량이 되었는지 검사를 하게 된다.

실내 검수 방법은 화면검수를 실시한 정위치 편집 데이터를 트레이싱지에 출력하여 하수도 시설물원도와 중첩하여 육안으로 검수를 수행한다. 육안검수에서는 관로 및 시설물의 위치 정확성, 제원의 표기형식 및 내용, 인접 도엽에 연결되는 데이터의 적정성 여부, 제원 속성의 원도와 일치 여부, 제원 및 시설물 누락 등을 검수한다. 하수도시설물 원도와 정위치편집 데이터를 트레이싱지에 출력한 도면을 중첩하여 육안으로 검수를 수행하고, 검수프로그램을 이용하여 전산 검수를 수행한다. 전산 검수의 검수항목에는 관로의 연장, 인접 도곽의 관로 연결성, 관로의 방향성, 대장조서와 속성데이터의 일치 여부 등이 있다(김영표와 신동빈, 2002).

4. 공공측량 성과심사 현황 및 한계

측량 작업기관에서 공공측량작업규정에 따라

하수도시설물 조사 · 탐사를 실시하고, 성과품을 작성, 납품하게 되면 측량계획기관에서는 납품한 측량성과를 최종 검수하고 성과심사를 의뢰하게 된다. 성과심사대행기관인 대한측량협회에서는 전산심사, 현장심사를 하여 하수시설물도의 정확성 여부를 판정하고, 계획기관과 국토지리정보원에 알림으로서 공공측량성과가 고시되게 된다. 이렇게 고시된 성과를 지자체에서는 비로소 실제 업무에 활용할 수 있다.

성과심사는 건설교통부 「공공측량성과심사 업무처리규정」에 의거 표본추출방법에 의하여 심사하며, 실내심사는 성과의 20%, 현지심사는 2%이내를 표본 추출하여 실시한다. 성과심사기관에서 실시하는 주요한 성과심사항목과 판정기준은 표 1과 같다.

앞에서 살펴본 것과 같이 하수도시설물도를 제작한 후에 작업기관, 계획기관, 성과심사기관에서 성과의 품질을 높이기 위해서 검수를 실시하고 있다. 검수방법은 작업기관에서는 현

TABLE 1. 성과심사 항목 및 기준

공정	검사 항목	심사 방법	판정 기준
조사 측량	위치 정확도 (관로기준)	현지에서 직접 탐사 및 측량(±30cm)	표준편차 (80% 적용)
	속성의 정확도	주로 하수에 적용, 현지에서 맨홀을 개방하여 육안 및 줄자 측량	
정위치 편집	인접오류	화면상에서 관로 및 제원이 인접 도엽 간에 일치여부 확인	규정이내 (90%이상)
	시설물 누락	도면에 기입된 시설물이 정위치 편집파일에 누락없이 입력 여부	
	제원누락 및 오기	도면에 표기된 제원이 정위치 편집파일에 오기나 누락없이 입력 여부	
구조화 편집	입력방향 오류(하수)	하수의 흐름과 관로의 입력방향이 일치하는지 여부	
	속성정보의 정확성	도면에 기재된 시설물의 속성이 오기없이 입력되었는지 여부 확인	
	시설물 누락 및 오기, 위치오류	도면에 기재된 시설물의 속성이 누락 및 오기, 위치오차 없이 입력 여부	

장 검수를 표본검수를 하고, 실내 검수는 전수 검수를 하고 있다. 성과심사기관에서는 현장과 실내 검수를 표본 검수를 하고 있다. 실내검수의 경우는 육안 검수와 전산 검수를 실시한다.

육안 검수와 전산 검수에서는 현장에서 조사·탐사한 성과를 정확하게 정위치편집과 구조화 편집에 입력하고 편집했는지를 확인하기 때문에 하수관거의 속성이 부정확하게 조사된 경우는 확인할 수 없다.

그리고 표본 검수를 실시하는 현장 작업 성과에 대해서는 입력된 전체 자료에 대한 정확성을 확신할 수 없다. 시간과 비용이 많이 소요되므로 방대한 양의 하수시설물에 대해서 검수를 위하여 전수검수를 하는 것은 불가능하다. 따라서 작업자의 측정 오차와 원도 표기 오류에 의한 하수관거의 제원 오류가 성과심사 판정기준 이내일 경우에는 부정확한 속성이 수정되지 않고 사용자의 활용시스템에 그대로 적용될 수 있다.

검수프로그램 구축

1. 검수방법

육안 검수는 원도 검수와 대장조서 검수로 구분된다. 원도검수는 현장에서 조사한 하수도시설물에 대해서 정확하게 입력했는지를 하수도시설물 조사원도와 정위치편집 출력도면과 비교해서 확인하는 것이며, 대장조서 검수는 하수도시설물 조사 원도에 기록된 하수도시설물의 속성을 대장조서에 정확하게 이기하였는지 확인하는 것이다(신동빈 등, 2002).

전산 검수는 화면검수와 자동프로그램 검수를 통하여 관로의 연결성, 방향성 등 육안검수로 발견되지 않는 오류를 검출해낼 수 있다. 이러한 기존의 검수 방법으로 정위치편집, 구조화 편집에 해당하는 하수시설물도의 품질을 높일 수 있다(조운숙 등, 2002).

기존 검수 방법에서 검출해내지 못하는 오류를 수정하기 위해서는 육안검수와 전산검수를

실시하고 GIS를 활용한 하수도 관망분석을 통하여 의심스러운 하수관거의 속성을 현장에서 확인하는 검수를 병행하는 것이 필요하다. 육안검수, 전산검수, 관망분석검수라는 3단계의 체계적인 검수절차를 통하여 궁극적으로 하수시설물 조사와 입력오류를 최소화한 양질의 하수시설물도를 생산할 수 있다.

2. 검수절차

하수도시설물도 작성 단계별로 육안 검수, 전산 검수, 관망분석 검수의 3단계 중복 검수 과정이 필요하다. 하수도시설물도는 현장작업과정과 실내작업과정으로 구분될 수 있으며, 각 과정별로 효율적인 검수과정을 통해서 하수도시설물도의 품질을 높일 수 있다.

정위치편집 작업을 한 후에 육안 검수 및 전산 검수를 실시하여 입력 누락, 오기 오류 및 도곽 인접, 방향성 오류 등을 수정한다. 그리고 구조화편집 작업을 하고 속성의 논리적 오류를 확인하는 전산검수를 실시한다.

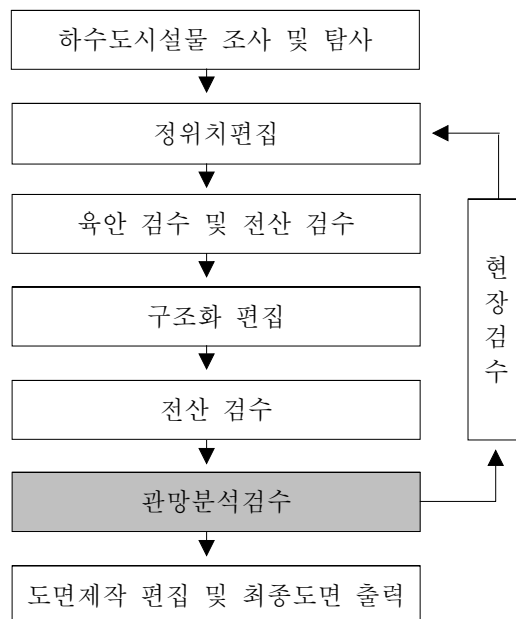


FIGURE 4. 하수도시설물도 검수 절차

마지막으로 관망분석 검수를 통하여 현장 검수를 실시하여 하수도시설물도의 정확도를 향상시킬 수 있도록 한다.

3. 관망 해석을 통한 데이터 검수

본 연구에서 개발한 검수 프로그램으로 검색할 수 있는 하수도시설물도의 오류의 내용을

정리하면 다음과 같다.

첫째, 관경 오류에 대한 검색이다. 하수관거는 배수지역의 하수량을 효과적으로 배수할 수 있도록 계획하수량에 따라 적절한 관경으로 설치되어 있어야 한다. GIS 기반으로 관망 해석기능을 개발하여 조사된 하수관거의 관경에 오류가 있는 부분을 검색할 수 있다.

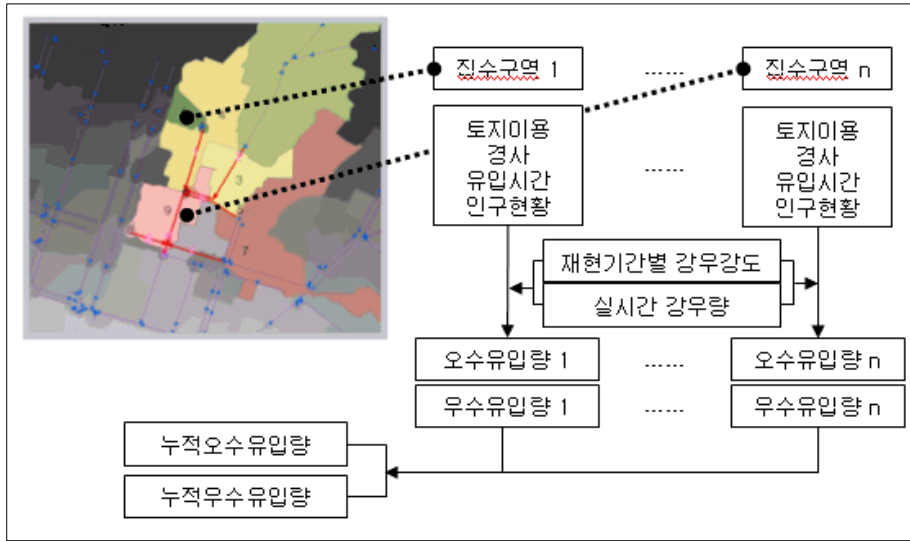


FIGURE 5. 하수발생량 분석 및 예측을 위한 표면유출 분석

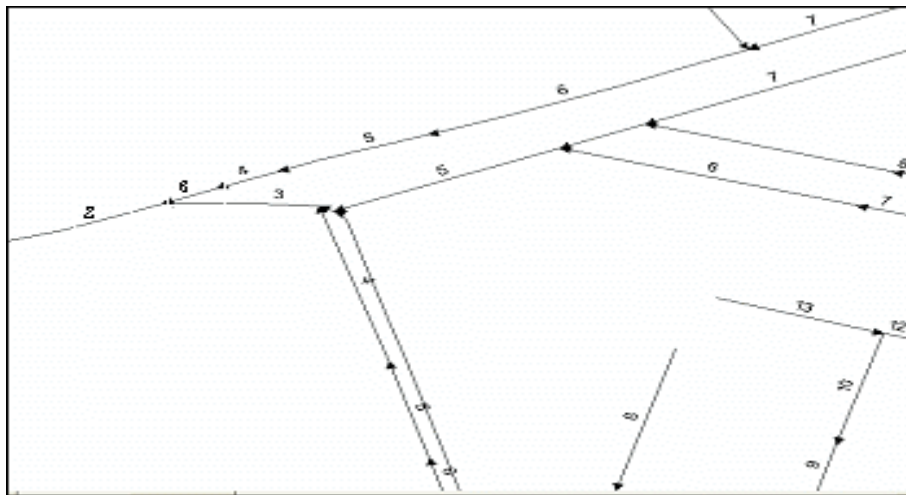


FIGURE 6. 관망해석을 위한 체인 토폴로지 구성

둘째, 경사 오류에 대한 검색이다. 일반적으로 하수관거는 자연유하식이기 때문에 적당한 경사를 유지하여야 한다. 하수관거의 경사를 분석하여 유수의 방향이나 속도가 적당하지 않을 경우에는 오류로 검색된다.

셋째, 역구배에 대한 검색이다. 하수관거의 시점은 종점보다 표고가 높아야 한다.

넷째, 맨홀에 연결되는 관거 심도 오류에 대한 검색이다. 맨홀에 연결되어 있는 하수관거는 유출구가 유입구보다 낮게 설치되어 있어야 한다.

다섯째, 연결성 오류에 대한 검색이다. 맨홀과 하수관거는 접합지점에서 정확하게 연결되어 있어야 한다. 검색된 연결성 오류는 자동으로 수정되어 진다.

본 연구에서 구축된 관망분석 검수 프로그램은 먼저 지표면 유출분석을 위해서 DEM과 하수관망을 이용하여 관별 집수구역 DB를 생성하는 것이다. 그림 5는 관별 집수구역 설정 현황 및 공간자료를 활용한 하수관망 분석 과정을 설명한 것이다.

하수관망 분석을 위해서는 배수분구내 하수관거의 체인 토폴로지를 구성함으로써 가능하며, 체인 토폴로지를 통해 하수관거에서의 누적유출량 분석이 가능하다. 본 연구에서 제안된 하수관거의 토폴로지 구조는 그림 6과 같다. 그림 7, 표 2는 하수발생량 분석 결과와 조서를 나타낸 것이다.

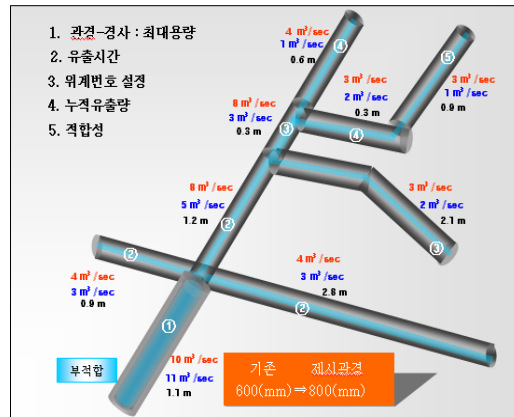


FIGURE 7. 관거별 하수발생량 분석

TABLE 2. 관거부적합 조서(통수능 및 재현기간별 예측 하수 발생량 비교표)

배수분구	관번호	구경 (mm)	가로 (m)	세로 (m)	경사 (%)	합계 유량 (m³/sec)	재현기간					
							5년		10년		20년	
							하수유량 (m³/sec)		하수유량 (m³/sec)		하수유량 (m³/sec)	
							우수	제시관경 mm(m)	우수	제시관경 mm(m)	우수	제시관경 mm(m)
소배수분구 1	SY-280	600	0.00	0.00	1.54	0.52	0.5431	820	0.6323	870	0.7178	910
	SY-642	0	0.40	0.30	0.62	0.04	0.0575	0.5+0.4	0.0670	0.5+0.4	0.0760	0.5+0.4
	SY-568	0	0.40	0.30	0.62	0.04	0.0562	0.5+0.4	0.0655	0.5+0.4	0.0743	0.5+0.4
	SY-700	0	0.40	0.40	7.44	0.21	0.4023	0.6+0.6	0.4684	0.6+0.6	0.5318	0.6+0.6
	SY-36	0	2.50	2.00	0.55	13.39			13.7210	3.4+2.9	15.5759	3.6+3.1
	SY-47	0	2.50	2.00	0.55	13.39			13.6574	3.4+2.9	15.5038	3.6+3.1
	SY-55	0	2.50	2.00	0.55	13.39					14.5696	3.5+3.0
	SY-76	0	2.50	2.00	0.55	13.39					14.5051	3.5+3.0
	SY-64	300	0.00	0.00	2.60	0.3404					0.3434	630
	SY-87	0	2.50	2.00	0.55	13.39					13.8623	3.4+2.9
	SY-102	0	2.50	2.00	0.55	13.39					13.7524	3.4+2.9
SY-120	0	2.50	2.00	0.55	13.39					13.6556	3.4+2.9	
2	JA-206	0	1.00	1.00	2.02	1.27	2.3447	1.3+1.3	2.7300	1.4+1.4	3.0991	1.4+1.4
	JA-179	800	0.00	0.00	6.86	1.47			1.4982	900	1.7008	950

(춘천시 하수발생량 분석 및 예측 시스템, 2005)

4. 검수 프로그램 개발

기존 검수 방법의 문제점을 해결하기 위하여 그림 8과 같이 하수관거 분석을 통한 검수 프로그램을 개발하였다. 검수프로그램은 크게 GIS 엔진(GeoMEX, (주)티지더블유)과 그 상부에 관망분석용 모듈들로 구성되어 있다.

검수프로그램은 기본적으로 벡터 데이터 처리 기능을 가지고 있고, 하수관거 네트워크를 구성하고, 관거별 유출량을 분석하여 오류를 검출하여 사용자에게 보여준다. 오류에 대한 명세와 공간데이터를 연결해서 확인함으로써 실제로 속성 입력 오류와 현장 조사 오류로

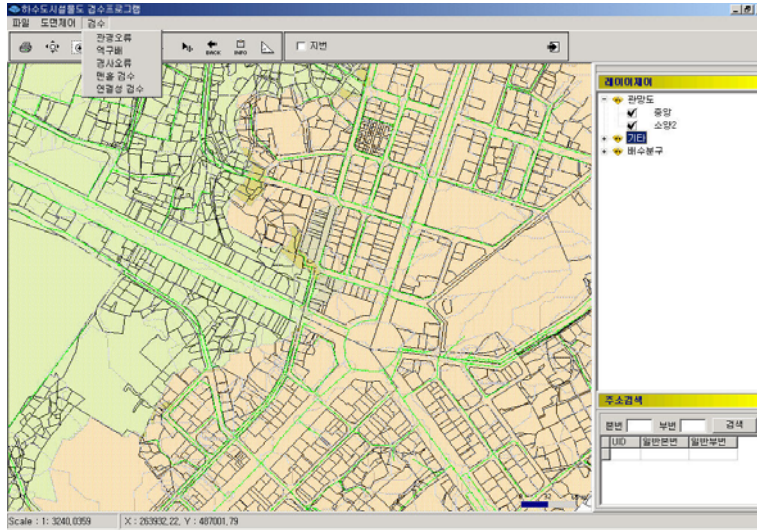


FIGURE 8. 하수도시설물도 검수프로그램

TABLE 3. 검수 방법 비교

항 목	오류 내용	기존검수방법	자동검수방법	비 고
관경 오류	• 450→400(450)→800 • 600→300(600)→600	육안으로 하수도조사 원도와 정위치편집 도면을 비교해서 정확하게 이기했는지 확인하고 통과	하수관거 네트워크를 구성하고 관거별 유출량을 분석하여	현장 검수
경사오류	지형에 비해 상대적으로 높거나 낮은 경사	없음	관경, 구배 및 연결 상태가 적절한지	현장 검수
역구배	관거의 시작보다 끝이 높은 경우	없음	판단하여 현장에서	현장 검수
맨홀 검수	맨홀의 유입구보다 유출구나 높게 표시된 경우	없음	재확인하거나 자동으로 수정	현장 검수
연결성 오류	관거와 맨홀의 연결성 오류	전산검수		자동 수정

구분하여 확인할 수 있다. 공간데이터에 대한 검수기능과 비공간 데이터에 대한 검수기능으로 구성되어 있다. 일부 오류에 대해서는 자동 편집 기능을 가지고 있다.

본 연구에서 구축한 관망분석 검수프로그램의 기능 및 구조는 표 4와 같다.

적용 및 평가

본 연구에서 구축한 관망분석 검수프로그램을 춘천시 도로와 지하시설물(상·하수도)도 공동구축 사업 시 구축된 하수도시설물도에 적용한 결과는 다음과 같다.

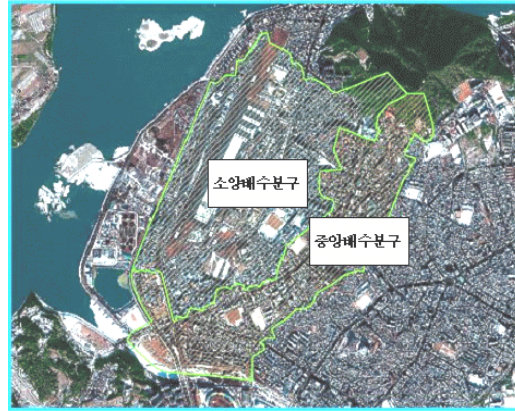


FIGURE 9. 대상지역: 강원도 춘천시 중앙배수분구

TABLE 4. 검수프로그램의 기능

검수 기능	기능 설명	구현 방법	비고
환경오류	전산검수에서 발견되지 않은 환경오류로서 통수 능력 분석을 통해 검수	각 관거의 통수능력 (Q = VA)를 산출하고 상위 및 하위관거와 비교함으로써 이상 관거를 검수	Q: 관거 한계통수능 V: 유속 A: 유적 (춘천시, 2002)
연결성	미세한 언더슈트 또는 오버슈트를 검수	체인토폴로지를 구축함으로써 관과 관 또는 관과 맨홀이 물리적으로 연결되지 않은 하수시설물 검수	자동수정
경사	- 전산검수에서는 발견되지 않는 관거 경사의 이상유무를 검수 - 지형에 비교하여 관거의 경사가 너무 급격하거나 완만한 관거 검색	각관거의 속도를 산출하고 일정기준 이상 또는 이하의 관거를 검색, 또는 지형경사에 비교하여 특이하게 높은 경사나 완만한 경사의 관거를 검색 ($V = 1/n * R^{2/3} * S^{1/2}$)	V = 관거 유속 S = 관거 경사 n = 조도계수 R = 경심
역구배	관거의 하단 해발고도가 상단 고도보다 높은 관거의 검색	역류 검색	
맨홀 in-out	맨홀에서 하수의 유입구보다 유출구가 높은경우의 검색	체인 토폴로지를 구성한 하수관거 네트워크 분석을 통하여 검색	

관경오류검색은 중앙배수분구 총 762개 관거 중 26개에 대하여 검색되어졌으며, 26개의 오류 중 현장조사에 의하여 21개 관거의 오류가 수정되어졌다. 그림 10은 관경오류검색의 예를 보여주며, 실제 현장조사를 통하여 관경 400mm로 수정되어졌다.

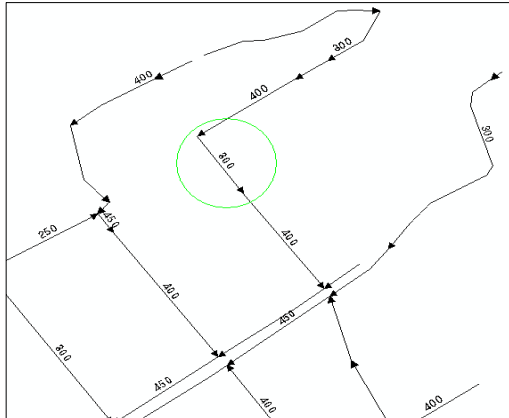


FIGURE 10. 관경오류 검수

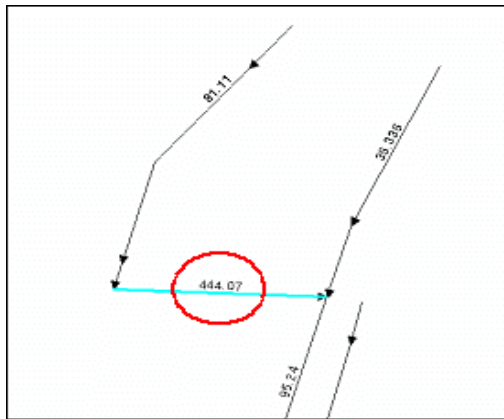


FIGURE 11. 경사오류 검수

경사오류는 중앙배수분구에서 16개의 관거가 검수프로그램에 의하여 검색되어졌으며, 현장 조사를 통하여 9개의 관거에서 경사가 수정되어졌다.

역구배는 8개의 관거에서 발견되어졌으며, 2개

는 현장조사를 통하여 수정되어졌다. 나머지 6개의 관거는 탐사가 불가능한 지역에 해당함으로써 상, 하위 관거와 비교하여 추정치로 수정되어졌다.

하수관거와 하수관거를 연결하는 맨홀에서 유입구보다 높은 유출구는 3개 맨홀에서 발견되었으며, 모두 현장조사를 통하여 수정되어졌다.

관거의 연결성 검색에서 오버슈트는 4곳, 언더슈트는 17곳에서 발견되었으며, 모두 자동으로 수정되어졌다.

그림 11~14는 검수프로그램에서 검색된 오류의 유형을 보여주고 있다.

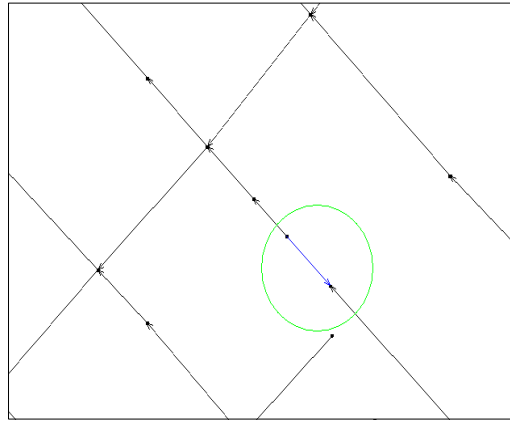


FIGURE 12. 역구배 검수

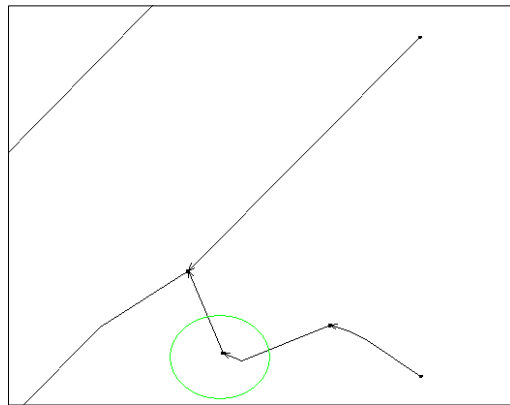


FIGURE 13. 맨홀 유입-유출문제

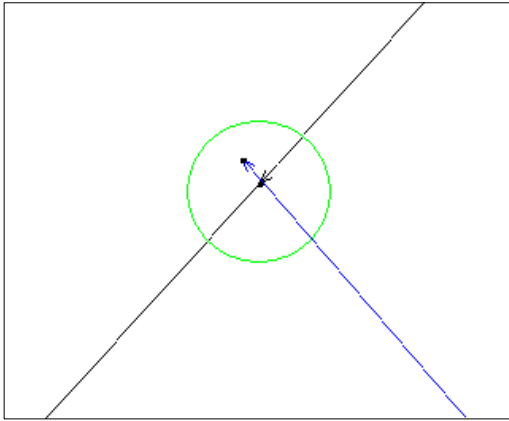


FIGURE 14. 연결성 오류 검수

결론

하수도시설물도 구축은 현장 조사·탐사 작업과 실내 전산 입력 작업 등 여러 단계의 작업 절차를 포함하고 있으며, 이러한 작업 과정에서 발생될 수 있는 오류들을 효율적인 검수방법을 적용하여 제거함으로써 품질을 높일 수 있다.

본 연구에서는 작업 기관과 성과심사기관에서 실시하고 있는 하수도시설물도의 제작 과정과 검수 현황을 분석하고, 기존 검수 방법의 한계점을 파악하였으며, 이것을 극복하고 하수도시설물도의 품질을 향상시킬 수 있는 추가적인 검수방안을 제시하였다.

GIS를 기반으로 하수도 관망분석을 통하여 적당하지 않은 속성이 입력된 하수관거를 검색하는 검수 프로그램을 개발하였고, 실제로 2004년 춘천시 도로와 지하시설물(상하수도)도 공동구축 사업에 활용하였다. 그 결과 기존 검수 과정에서 찾아내지 못한 하수관거 속성에 대한 오류를 검색해내는 결과를 나타냈다.

이와 같이 오류를 줄일 수 있는 검수 방법을

도입하고, 하수도시설물도 구축 이후 관로의 신설, 교체 등 변동사항이 발생할 경우에 이를 적시에 변경할 수 있는 관리체계를 도입하는 등의 뒷받침을 통해 하수도시설물도의 품질은 향상될 수 있을 것으로 기대된다. **KAGIS**

참고 문헌

- 건설교통부. 2005. 지하시설물 GIS 구축현황. 3쪽
- 김기홍. 2004. 도시정보시스템(UIS) DB구축 실무. 신지사원. 307-312쪽.
- 김영표, 신동빈. 2002. 지하시설물전산화사업 감리사례 연구. 국토연구원. 48-58쪽.
- 신동빈, 박경호, 김지홍, 2002, 지하시설물(상·하수도)도 데이터베이스의 품질향상에 관한 연구. 국토연구원 국토연구 제34권. 129-148쪽.
- 조우석, 박경렬, 박창택. 1997. 수치지도 검수 프로그램 개발, 국토연구원. 3-4쪽.
- 조윤숙, 박인만, 정필구. 2002. GIS데이터구축 관리와 검수 프로그램. 대한원격탐사학회, 한국지형공간정보학회, 개방형지리정보시스템학회, 한국GIS학회 2002 공동 춘계 학술대회 논문집. 12-25쪽.
- 조윤숙, 이종용, 김명진, 최현욱. 2000. 수치지도 검수방안에 관한 연구. 한국GIS학회지 8(1):31-50.
- 최윤수, 박흥기, 박병욱, 이강원, 서용운, 위광재. 2000. 지하시설물도 전산화사업 성과분석연구(기술부문중심으로). 국토연구원. 40-56쪽.
- 춘천시. 2002. 춘천시하수도정비기본계획변경보고서(관거계획편, '설계기준', 79-92쪽).
- Peterson, J.A, 김창환, 유재용. 2002. 지방자치단체에서의 GIS 활용에 대한 제언 -한국과 호주에서의 사례연구를 중심으로 -. 한국지리정보학회지 5(3):107-117. **KAGIS**