

상하수도 관련 컴퓨터 프로그램 조사연구

책임연구원 : 안 창 진

(수자원공사 수자원연구소, 부장)

연 구 원 : 최 계 운

(시립인천대학교 토목공학과, 교수)

윤 주 환

(고려대학교 환경공학과, 교수)

1. 서 론

컴퓨터와 이를 이용한 수치해석 기법의 발달로 상수도와 하수도의 설계 및 운영관리와 관련한 프로그램들이 많이 개발되어 있을 것으로 생각되나, 상하수도분야는 수리 및 수문 분야와 같이 개발된 컴퓨터 프로그램들이 일반에 잘 알려져 있지 않은 실정이다.

국내에서 상하수도와 관련한 프로그램의 보유 및 이용 현황을 보면 학계 및 연구계에서 일부 보유하고 있거나, 용역업체에서 구입하여 기본설계 및 실시설계에 활용하고 있는 것으로 알고 있다. 그러나 이렇게 확보되어 있는 몇 안되는 프로그램도 서로 정보가 공유되지 않아 폭 넓게 활용되고 있지 못한 실정이다.

따라서, 대부분의 상하수도분야에 종사하는 연구자 및 기술자들은 어떤 프로그램들이 개발되어 있으며 어떤 특징을 갖고 있는지, 또한 어디서 구입할 수 있는지를 모르고 있는 실정이다. 국내에서도 최근 상하수도와 관련된 프로그램들이 일부 개발되어 실용화되고 있으며 앞으로 많은 발전이 있을 것으로 기대되나, 국내에서 개발된 프로그램들 조차도 잘 알려지지 않는 실정이다.

상하수도분과위원회에서는 이와 같은 실정을 감안하여 1996년도 연구과제를 “상하수도 관련 컴퓨터 프로그램 조사 연구”로 채택하여 모델명칭, 구입처, 개발자, 해석방법, 주요특징 등에 관하여 연구를 수행하였다. 연구방법은 각 위원들이 알고 있는 정보와 그 동안 국내·외의 논문 및 학술발표회때 전시된 정보를 활용하여 조사하였다.

이 연구과업 보고서에 실리지 않은 프로그램들도 있을 것으로 알고 있으나 향후 보완할 기회가 있을 것이라 생각하며, 이 연구결과가 상하수도분야 종사자들에게 잘 활용되어 올바른 정보에 따라 보다 과학적이고 체계적인 상하수도 설계와 운영관리에 기여할 수 있기를 기대한다.

2. 연구결과

본 연구에서는 상하수도 관련 프로그램 31개에 대하여 조사 및 분석되었다. 조사된 프로그램들은 국내에서 개발된 것이 10개, 외국에서 개발된 것이 21개였으며, 상수도분야가 21개, 하수도분야가 10개였다.

상수도분야에서는 관로분야의 유량·압력 등의 흐름해석, 수충격해석, 관로내 수질변화 모의 등 상수도관과 관련된 프로그램들이 15개로 가장 많았고, 그 외에 GIS를 이용한 상수도 기본설계, 인공지능을 이용한 응집제 주입, 노후 수도관 최적 교체시기를 결정하는 프로그램 등 현실적으로 유용하게 쓰일 수 있는 프로그램들이 조사되었다.

하수도분야에서는 처리장에서 유기물의 제거, 생물학적 질소·인 제거, 기계적 공정설계, 경제성분석 등 각 처리시설별로 설계와 관련된 프로그램들이 많이 조사되었으나, 관망해석, 운영관리를 위한 프로그램들은 충분히 조사되지 못하였다.

본 연구를 통하여 조사 및 분석된 각 프로그램들의 구체적인 내용은 다음과 같다. 보다 상세한 정보를 얻고자 할 경우에는 조사한 각 위원들이 보유하고 있으므로 제공될 수 있을 것으로 생각된다.

분 야	상수도관로분야	이용구분	공공용
모 델 명	KYPIPE 1.0	구 입 처	
사 용 환 경	DOS		
개 발 자 (소속 및 성명)	USA, Univ. of Kentucky Don J. Wood		
해석방법 요약	관망시스템에서 초기유량값을 가정하지 않고, 관망을 구성하고있는 각각의 관로에 대한 절점유량방정식과 에너지방정식을 만들어 이를 전체 관망에 대한 행렬의 형태로 만들고, 이를 수치해석하기 위하여 linear method인 Gaussian-Elimination 방법으로 선형연립방정식을 해석함으로써 전체관로의 유량과 수두를 계산함.		
주요특징 및 장, 단점	<ul style="list-style-type: none"> - 관망시스템의 정상류에 대하여 유량 및 수압 계산을 위한 프로그램으로 1980년에 개발되었음 - 초기 절점유량값 또는 압력값을 가정할 필요가 없음. - 저수조, 펌프, 밸브 등의 관로부속물을 고려하여 모든 형태의 관망을 해석할 수 있음 - 解에 대한 수렴성이 좋음 - 장래 수요량의 변화에 따른 배수지의 수위변화를 예측할 수 있는 확장기간모의(Extended Period Simulation)기능을 가지고 있음 - CFS, GPM, MGD, SI unit의 유량단위를 선택하여 사용할 수 있음 		
실 적용실적			
관 련 논 문	- H, S. Rao, Don. W. Bree, Jr, "Extended Period Simulation of Water Distribution System - Part A, Part B", Journal of the Hydraulic Division ASCE, 1977		
참 고 사 항			

분 야	상수도관로분야	이용구분	상업용
모 델 명	KYPIPE 2.0	구 입 처	Haestad Methods Inc. USA
사 용 환 경	DOS		
개 발 자 (소속 및 성명)	Haestad Methods Inc.		
해석방법 요약	Don J. Wood가 개발한 KYPIPE 1.0을 Haestad Methods Inc.에서 일부 모듈을 추가함으로써 사용자의 편의를 향상시킨 상업용 통합시스템으로 이를 관리하는 PISSET.EXE와 FRIEND.EXE을 추가한 관망해석용 프로그램임.		
주요특징 및 장, 단점	<ul style="list-style-type: none"> - 계산 알고리즘 및 주요 특징이 KYPIPE 1.0과 유사하며 1993년에 개발되었음 - GUI에 의한 입출력 및 자료 관리 기능이 추가되었음. - AutoCAD를 기본으로 KYPIPE 2.0과 연결하여 상용화한 Cybernet라는 Software가 개발되어 있음 		
실 적용실적	- 한국수자원공사 수자원연구소에서 대청시범자동화 연구의 관망해석용 프로그램으로 사용중		
관 련 논 문	- 한건연, 박재홍, "Frontal 기법을 이용한 상수관망의 흐름 해석 모형", 한국수자원학회, 1996		
참 고 사 항			

분 야	상수도관로분야	이용구분	상업용
모 델 명	KYPIPE 3.0	구 입 처	Univ. of Kentucky Civil Eng. Center, USA
사 용 환 경	DOS(WINDOWS)		
개 발 자 (소속 및 성명)	USA, Univ. of Kentucky, Don J. Wood		
해석방법 요약	폐회로방정식과 질점방정식이 이루는 비선형 연립방정식을 Linear Theory의 일종인 SP(Simultaneous Path) Method를 이용하여 선형연립방정식으로 만들어 해를 구함.		
주요특징 및 장, 단점	<ul style="list-style-type: none"> - 대규모의 관망시스템을 신속히 해석할 수 있음. - 펌프는 물론 여러가지 밸브들과 압력조절 스위치 등도 포함하여 해석이 가능함. - 다양한 Post Processor가 있으며, CAD시스템도 가능함 (KYCAD는 옵션 구입) 		
실 적용실적	- 한국수자원공사 관할의 시화지구 관로시스템의 문제점 진단		
관 련 논 문	- Don J. Wood and A. Rayes, "Reliability of Algorithms for pipe Network Analysis", J. of the Hydraulic Division, ASCE, Vol. 107, No. HY10, OCT. 1981, pp1145-1161		
참 고 사 항	- 약간의 최적설계도 가능함		

분 야	상수도관로분야	이용구분	상업용
모 델 명	WADISO	구 입 처	
사 용 환 경	DOS		
개 발 자 (소속 및 성명)	USACE Waterways Experiment Station Thomas M. Walski, Johannes Gessler, John W. Sjostrom		
해석방법 요약	관로시스템에서 각 관로에 대한 유량과 에너지방정식을 비선형방정식으로 구성하고, 이를 수치해석함으로써 수두를 결정하는 다음, 각 절점에서의 유량을 환산함. 관로의 손실수두는 Hazen-Williams식을 사용함		
주요특징 및 장, 단점	<ul style="list-style-type: none"> - 관로시스템의 정상류에 대하여 유량 및 압력을 계산하는 관망해석 프로그램으로 1980년대초 개발되었음 - 초기 절점유량값 또는 압력값을 가정할 필요가 없음 - 관망설계시 압력, 유량의 변화에 따른 관경에 대한 모의기능이 있음 - 펌프운영에 따른 유량과 압력값의 모의가 가능함 - 확장기간 모의기능을 가지고 있음 		
실 적용실적			
관 련 논 문	<ul style="list-style-type: none"> - Goulter I, "Systems Analysis in Water Distribution Network Design", Civil Eng. Sysem, Vol. 4, No. 4, 1992 - Pei-yu Huang, J.E. Diekmann, S.M. Fenis, "Pipeline Planning System", J. of Compting in Civil Eng., Vol. 9, No 2, 1995 		
참 고 사 항			

분 야	상수도관로분야	이용구분	상업용
모 델 명	WLM-Net	구 입 처	한국수자원공사
사 용 환 경	UNIX		
개 발 자 (소속 및 성명)	한국수자원공사 수자원연구소 안창진, 김주환, 최두용 시립인천대학교 토목공학과 최계운, 이무욱		
해석방법 요약	관로시스템의 계측기기가 설치된 지점으로 부터는 유량 또는 압력을 실시간으로 입력받고, 설치되지 않은 지점은 관망도에 의한 자료를 입력하여 대상관로의 수리해석을 수행하고, 실제 자료와 계산결과를 비교함으로써 관로의 파손·누수 등 이상유무를 감시하는 프로그램임. 관로해석은 연속방정식과 에너지방정식을 이용하여 구성된 방정식을 선형화하여 수치해석함으로써 해를 구할 수 있을 뿐만 아니라, 관로내에서 발생할 수 있는 개수로구간에 대해서도 해당구간의 관로위치와 제원을 입력함으로써 유한차분법에 의한 수리해석을 함		
주요특징 및 장, 단점	<ul style="list-style-type: none"> - Solaris 2.xx계열의 UNIX시스템하에서 Motif 라이브러리를 이용하여 C언어로 작성된 Workstation용 프로그램 - 실시간으로 계측된 Telemetrying 자료를 입력받아 수리해석 수행하며, 관로별 TM자료 및 수리해석결과를 Motif의 GUI를 이용한 다중 그래픽 출력 기능을 갖음 - 일정 시간간격을 두고 상시 실행하여 상수관로의 수리적 이상유무를 확인하여 관로의 파손이나 누수 등을 감시할 수 있음 		
실 적용실적	- 울산공업용수도 관로 누수감시용으로 적용하고 있음		
관 련 논 문	- 김주환, 최두용 “실시간 입력자료를 이용한 울산공업용수도 관망 관리시스템”, 한국수자원학회 학술발표회논문집, 1996		
참 고 사 항			

분 야	상수도관로분야	이용구분	상업용
모 델 명	SAPID 2.0	구 입 처	한국수자원공사
사 용 환 경	DOS		
개 발 자 (소속 및 성명)	한국수자원공사 수자원연구소 최계운, 김성한		
해석방법 요약	KYPIPE 1.0을 기본이론으로 사용자 편의를 위하여 C언어로 작성된 관망해석 프로그램임. 따라서 해석방법은 KYPIPE 1.0과 유사하며 프로그램의 운영을 편리하게 하기 위하여 자료 입출력 및 편집 기능 등을 추가하여 이를 각각 메뉴로 선택 할 수 있도록 하였음		
주요특징 및 장, 단점	<ul style="list-style-type: none"> - 사용자의 편의를 위한 메뉴식 프로그램으로 운영됨 - 사용자 메뉴는 File, Edit, Run, Graph, Help로 구성되며 동수 구배선이 그래프로 제공됨. - 폐합 LOOP의 설정 및 초기 절점유량값 또는 압력값을 가정할 필요가 없음 - 저수조, 펌프, 밸브 등의 관로부속물을 고려하여 모든 형태의 관망을 해석할수 있으며, 장래 수요량의 변화에 따른 배수지의 수위변화를 예측할 수 있는 확장기간모의(Extended Period Simulation) 기능을 갖음 - CFS, GPM, MGD, unit의 유량단위를 선택하여 사용할 수 있음 		
실 적용실적			
관 련 논 문	- 최계운, 김성한, "배수지 수위를 고려한 관로내 흐름해석", 수도협회지, 1992.		
참 고 사 항			

분 야	상수도관로분야	이용구분	상업용
모 델 명	CyberNet	구 입 처	Haestad Methods Inc, USA
사 용 환 경	DOS		
개 발 자 (소속 및 성명)	Haestad Method Inc.		
해석방법 요약	Hardy-Cross 및 Linear Method에 의하여 관망의 수리해석을 하는 프로그램으로서, AutoCAD를 이용하여 전체 관망을 쉽게 구성할 수 있고, 관망내의 각 요소를 손쉽게 편집할 수 있으며, 관망 자료를 Spreadsheet를 사용하여 관리할 수 있도록 하였음		
주요특징 및 장, 단점	<ul style="list-style-type: none"> - 최소 압력의 소방수를 결정할 수 있도록하여 등압도를 나타낼 수 있음. - 관경, flowrate, 유속, 흐름방향, junction pressure 등을 그래픽으로 보여줌. 		
실 적용실적	- 대구시 상수도 5차 확장사업 기본설계시 사용		
관 련 논 문			
참 고 사 항	- 한국종합기술개발공사에서 구입 사용중		

분 야	상수도관로분야	이용구분	상업용
모 델 명	WaterCAD	구 입 처	Haestad Method Inc. USA
사 용 환 경	WINTDOWS, WINDOWS95 and NT		
개 발 자 (소속 및 성명)	Haestad Method Inc.		
해석방법 요약	CyberNet, KYPIPE 1,2,3 또는 EPAnet 등의 기존 데이터를 import할 수 있으며, windows환경하에서 작동하는 graphical edition을 이용하여 손쉽게 modelling이 가능함		
주요특징 및 장, 단점	<ul style="list-style-type: none"> - AutoCAD, Microstation 등과 연결하여 자료 구축이 용이하며 Worksheet 및 그래프를 이용한 자료의 처리과정이 계산결과의 해석을 용이하게 함 - 정류해석 및 시간변화에 따른 일부 해석이 가능하며, 수질 modelling을 할 수 있도록 지원함 		
실 적용실적			
관 련 논 문			
참 고 사 항	- 서울대학교에서 구입 사용중		

분 야	상수도관로분야	이용구분	공공용
모 델 명	UNDP	구 입 처	
사 용 환 경	DOS		
개 발 자 (소속 및 성명)	North Carolina Univ.		
해석방법 요약			
주요특징 및 장, 단점	<ul style="list-style-type: none"> - 급수관 및 하수관망의 계획, 설계, 단가 등을 산정할 수 있음 - UN에서 프로그램의 개발능력이 부족한 저개발국 및 개발도상국의 지원을 위하여 세계은행으로부터 지원받아 개발하였음. - 공공용으로 source code가 제공되며 BASIC에 의하여 쓰여졌음. - 10개의 모듈로 구성되어 사용자가 목적에 따라 조합하여 구성할 수 있음 		
실 적용실적			
관 련 논 문			
참 고 사 항			

분 야	상수도관로분야	이용구분	공공용
모 델 명	EPAnet	구 입 처	
사 용 환 경	DOS(WINDOW)		
개 발 자 (소속 및 성명)	U.S. EPA의 Drinking Water Research Div.		
해석방법 요약	<p>Kenntucky model을 기본 수리해석 프로그램으로 한 것으로, 관망의 물리적 특성인 관경, 관길이, 조도계수, 용수사용량을 이용하여 절점별, 시간별 수리적 특성인 유량과 압력을 계산하고, 계산된 수리학적 조건에 따른 수질 변화를 모의함. 즉 수리해석은KYPIPE와 같으며 수질변화를 모의하기 위해 수질예측함수식의 매개변수를 구하고 이를 이용하여 대상관로의 말단지점에서의 오염물 농도를 추적함.</p>		
주요특징 및 장, 단점	<ul style="list-style-type: none"> - 상수 관망시스템의 정상류에 대한 수리 및 수질변화를 모의할 수 있는 프로그램임. - 관망도의 입력은 절점의 좌표값을 입력하여 변환함 - 보존성 물질과 비보존성 물질을 이용하여 관내 수리 및 수질을 추적할 수 있음. - 모의 결과를 graphic으로 출력함으로써 관망전체에 대한 수리 및 수질변화를 쉽게 알 수 있음. 		
실 적용실적			
관 련 논 문	<ul style="list-style-type: none"> - R.M. Clark et al., "Water Quality Changes in a Simulated Distribution System", J. Water SRT-Aqua, Vol. 43, No. 6, 1994 - L.A. Rossman et al., "Modeling Chroline Residuals in Drinking Water Distribution Systems", J. Environmental Eng., Vol. 120, No. 4, 1994 		
참 고 사 항			

분 야	상수도관로분야	이용구분	상업용
모 델 명	RTW model	구 입 처	AWWA, USA
사 용 환 경	DOS		
개 발 자 (소속 및 성명)	Rothberg, Tamburini, Winsor		
해석방법 요약	관로시스템에서 온도, pH, TDS, alkalinity, Ca 농도 등을 입력자료로 관로의 수질변화 예측 및 부식관련 침전물 등 화학방정식의 매개변수를 최소자승법에 의해 추정함으로써 관계식을 유도하고, 이를 이용하여 관로의 초기지점과 대상 말단지점에서 수질변화를 모의 할 수 있도록 하는 프로그램임.		
주요특징 및 장, 단점	<ul style="list-style-type: none"> - 관로시스템의 부식 및 수질변화 추정을 위해 1993년에 개발되었음 - 관말단부에서 pH, alkalinity, CCPP 등의 수질변화에 대한 추정치 계산 가능함 - 관로내에서 발생하는 부식관련 침전물의 농도변화 추정이 됨 - 부식관련 지표로 사용되고 있는 LSI, RSI, AI 값을 추정할 수 있음 		
실 적용실적			
관 련 논 문			
참 고 사 항			

분 야	상수도관로분야	이용구분	상업용
모 델 명	WHAPPL	구 입 처	한국수자원공사
사 용 환 경	DOS		
개 발 자 (소속 및 성명)	한국수자원공사 수자원연구소 오석영		
해석방법 요약	운동량방정식과 연속방정식을 관로시스템내의 유체에 적용시키되, 운동량방정식과 연속방정식을 특성법에 의한 매개변수를 적용시켜서 합성시킨 수격해석방정식을 구하고, 수격해석방정식을 유한차분법(FDM)에 의해 유량, 양정, 압력의 상관관계를 구한 프로그램임		
주요특징 및 장, 단점	<ul style="list-style-type: none"> - 상수도시설의 펌프, 관로시스템에서 발생하는 수충격 해석을 하는 프로그램으로 1995년에 개발 되었음 - 기존의 수충격해석 프로그램은 Workstation급(중형컴퓨터)이상에서 구동되나 본 프로그램은 PC에서 실행함 - 절점별 압력 및 유량계산이 가능함 - 단일관로의 수충격 해석만 가능하고 수지형 또는 Network형 관로시스템 에서 적용할 수 없음 		
실 적용실적	<ul style="list-style-type: none"> - 주암광역상수도, 창원공업용수도, 군산공업용수도, 아산공업 용수도, 영천댐도수로, 수도권광역상수도 용인가압장 수충격해석 		
관 련 논 문	<ul style="list-style-type: none"> - 오석영, "에어챔버가 설치된 송수관로에서의 수격현상," 대한상수도학회 춘계학술발표문집, 1996 		
참 고 사 항			

분 야	상수도관로분야	이용구분	상업용
모 델 명	SIMDRU	구 입 처	Canada
사 용 환 경	MAIN COMPUTER		
개 발 자 (소속 및 성명)	Zielke		
해석방법 요약	연속방정식, 운동량방정식 및 콜리브룩방정식을 이용하여 관로시스템의 절점별 유량 및 압력 등 유체의 흐름 해석을 하는프로그램임		
주요특징 및 장, 단점	<ul style="list-style-type: none"> - 복합관로의 수충격을 비롯한 정상 및 비정상 흐름해석 가능 - 수지형 및 Network형 관로시스템의 해석이 가능 		
실 적용실적	- 국내 상수도 관로의 수충격 해석에 다수 사용 되었음		
관 련 논 문	- "Simulation of Unsteady Pipe Flows", 1980		
참 고 사 항			

분 야	상수도관로분야	이용구분	상업용
모 델 명	LIQT 6.0	구 입 처	Stoner Associates Inc.
사 용 환 경	DOS		
개 발 자 (소속 및 성명)	Stoner Associates Inc.		
해석방법 요약	관로내 연속방정식 및 에너지방정식을 사용하여 관로내 해석을 실시하며, 관로내 정상류 흐름해석뿐만 아니라 Pump Data와 관로형상을 입력하여 수치해석에 의한 관로의 상승압 및 부압상태를 해석할 수 있음.		
주요특징 및 장, 단점	<ul style="list-style-type: none"> - 관로내에 발생하는 수충압 해석후 Data를 그래프로 출력함 - LIQT 모델을 최적관로계획을 위한 보조 프로그램으로 활용이 가능하도록 제작된 프로그램임. 		
실 적용실적	- 수도권 6단계 송수관로, 대구 상수도 5차 확장사업		
관 련 논 문			
참 고 사 항	- LIQT Manual		

분 야	상수도관로분야	이용구분	공공용
모 델 명	LOSS	구 입 처	
사 용 환 경	DOS		
개 발 자 (소속 및 성명)			
해석방법 요약	관로시스템에서 손실수도에 영향을 미치는 인자인 관마찰, 굴곡 손실, 조도계수, 수도길이, 단면형상, 내경 등을 고려하여 총 손실낙차를 계산하는 프로그램임		
주요특징 및 장, 단점			
실 적용실적			
관 련 논 문			
참 고 사 항			

분 야	상수도관로분야	이용구분	상업용
모 델 명	수도관개량을 위한 의사결정 지원시스템	구 입 처	한국수자원공사
사 용 환 경	DOS		
개 발 자 (소속 및 성명)	한국수자원공사		
해석방법 요약	경제성 분석에 의한 관망내 각 관로에 대한 최적 교체시기를 결정하고 관로의 노후도를 평가하여 이에따른 C값을 변화시켜 수리학적 타당성을 검토하는 프로그램으로서, 평가후 보관으로 선정된 수도관의 현장점검자료를 점수화하여 종합적인 노후도를 평가하고 이를 근거로 수도관의 교체와 갱생을 결정하는 모형 1과 점수평가법을 고려하지 않고 수도관의 파손을 함수와 수도관의 내부 노후도의 시간에 따른 변화를 고려하여 최적 교체시기를 결정하는 모형 2로 구성됨		
주요특징 및 장, 단점	<ul style="list-style-type: none"> - 기능이 저하된 관을 새로운 관으로 교체하여 기능을 향상시키는 교체공법과 기능저하의 종류 및 정도에 맞도록 이미 설치된 관의 기능을 회복시키는 갱생공법을 대상으로 모형을 구성하였음 - 모형 1과 모형 2에서 수리학적 타당성을 검토하기 위한 모형은 KYPIPE모형이 사용되었고, 이를 주프로그램과 효율적으로 연결하기 위하여 부프로그램이 추가로 사용됨 		
실 적용실적			
관 련 논 문			
참 고 사 항			

분 야	상수도설계분야	이용구분	상업용
모 델 명	PROSSEL	구 입 처	한국수자원공사
사 용 환 경	DOS, UNIX		
개 발 자 (소속 및 성명)	한국수자원공사 수자원연구소 안창진, 김주환, 최두용 충북대학교 도시공학과 하성룡, 성노성, 배명순, 이은실		
해석방법 요약	상수도 기본설계시 필요한 지형공간정보를 종합관리하기 위한GIS D/B, 적지분석에 의한 계획관로 및 시설물에 대한 수리학적 안정성 및 경제성의 평가를 위하여 PC 및 Workstation용 ARC/INFO, AVENUE, EXCEED, NFS 등의 소프트웨어와 FORTRAN, C 및 Visual C 등의 언어로 구성된 통합시스템이며, 세부적인 기능별 메뉴에 의하여 PC 및 Workstation간 자료의 전달 및 공유가 이루어지며 해석결과는 사용자의 편의를 위하여 GUI에 의해 구동됨		
주요특징 및 장, 단점	<ul style="list-style-type: none"> - 상수도 기본설계에 GIS를 도입함으로써 관로노선 선정에 지형정보를 효과적으로 사용할 수 있음 - 상수도 기본계획의 경제성평가 프로그램과 수리해석을 위해서는 기 개발된 SAPID 2.0의 입출력루틴을 수정하여 본 시스템에 통합하였음 - 토지보상비의 추정은 표준지공시지가를 확률분포해석을 통한 확률지가 개념에 의해 산정되는 기법으로 개발되었음 - 전체 기능을 통합하여 하나의 의사결정 지원시스템으로 구성되었으며, 사용자의 의사결정을 돕기위해 각 기능별로 GUI에 의한 입출력 기능이 제공됨 		
실 적용실적	- 시범 대상지역으로 포항권광역상수도 기본설계에 적용하여 검증하였음		
관 련 논 문	<ul style="list-style-type: none"> - 하성룡, 김주환, "GIS를 이용한 상수도계획 의사결정 지원시스템연구", 지형공간정보학회지, 1995. 12 - 김주환, 하성룡, 최두용, 성노성, "광역상수도 관로노선 및 수도시설의 적지선정 시스템 구축", 한국수자원학회 학술발표논문집, 1996 		
참 고 사 항			

분 야	상수도설계분야	이용구분	사업용
모 델 명	ECOVEL	구 입 처	한국수자원공사
사 용 환 경	DOS(WINDOW)		
개 발 자 (소속 및 성명)	한국수자원공사 수자원연구소 안창진, 김주환, 최두용 충북대 도시공학과 하성룡, 성노성, 배명순, 이은실		
해석방법 요약	상수도 사업의 경제성평가에 있어 공사비는 건교부가 정하여 용역업체가 활용하고 있는 자료를 프로그램화 하였으며, 특히 수도시설은 회귀식을 이용 해석하였음. 보상비는 표준지 공시지가를 이용하여 대수정규분포 확률분석으로 산정되며, 경제성 평가는 편입비용분석(B/C Analysis)을 통하여 해석됨		
주요특징 및 장, 단점	<ul style="list-style-type: none"> - 상수도사업 기본설계단계에서 고려되는 경제성평가를 하는 프로그램으로 1996년에 개발되었음 - 비용과 편익을 동시에 고려하므로써 상수도 사업의 타당성 조사 가능 - 여러 가지 노선들에 대한 비용분석을 통해 경제적 최적대안 선정 - 자료의 입력과 수정이 사용자 편의성 제공 		
실 적용실적	- 시범 대상지역으로 포항권광역상수도 기본설계에 적용하여 검증하였음		
관 련 논 문	- 김주환, 최두용, 배명순, “광역상수도 노선계획시 수리적 안정성을 고려한 경제성 평가”, 한국수자원학회 학술 발표논문집, 1996.		
참 고 사 항			

분 야	상수도설계분야	이용구분	상업용
모 델 명	COMES	구 입 처	한국수자원공사
사 용 환 경	DOS		
개 발 자 (소속 및 성명)	한국수자원공사 수자원연구소 안창진, 김주환, 최두용 충북대학교 도시공학과 하성룡, 성노성, 배명순, 이은실		
해석방법 요약	건설사업의 여러 대안 검토시 보상비 산정의 과도한 시간 및 인력소모를 줄이기 위해 표준지공시지가 자료를 이용하여 대표적 확률분포모형인 대수정규분포를 구하고, 산출된 확률지가 행렬을 지형정보인 토지이용도와 결합하여 개략보상비를 구하게 됨		
주요특징 및 장, 단점	- 건설사업의 기본설계 단계에서 경제성평가지 개략보상비를 산정하는 프로그램으로 1996년에 개발되었음		
실 적용실적	- 시범 대상지역으로 포항권 광역상수도 기본설계에 적용하여 검증하였음		
관 련 논 문			
참 고 사 항			

분 야	상수도수처리분야	이용구분	사업용
모 델 명	AUTO-COAGU	구 입 처	한국수자원공사
사 용 환 경	DOS(WINDOW)		
개 발 자 (소속 및 성명)	한국수자원공사 수자원연구소 정우섭, 오석영		
해석방법 요약	과거의 수질자료와 응집제투입률 실적을 Fuzzy Neural Network으로 학습한 후 실제 수질신호에 의하여 응집제 투입율을 실시간으로 결정할 수 있는 프로그램임		
주요특징 및 장, 단점	<ul style="list-style-type: none"> - 인공지능 알고리즘을 이용하여 응집제 투입률을 자동 결정하는 프로그램으로 1996년에 개발되었음 - 퍼지추론의 논리성과 신경회로망의 학습기능을 융합하여 수처리에 응용하였음 - 기존의 방식과 같이 jar-test를 하지 않아도 되므로 인력절감효과가 있음 - 처리수량과 수질의 변동에 실시간(real time)으로 대응하여 응집제 투입률을 결정해 주므로 정량투입이 가능하고 수처리 효율이 향상됨 		
실 적용실적	- 대청수도 대덕정수장		
관 련 논 문	<ul style="list-style-type: none"> - "Fuzzy-Neural Network에 의한 멤버십함수 및 추론률의 습득수법", T.IEE. Japan, Vol 114c, No. 11, 1994 - 정우섭, 오석영, "인공지능에 의한 응집제 투입률 자동 결정에 관에 연구", 대한환경공학회 추계학술발표문집, 1996 		
참 고 사 항			

분 야	상수도수처리분야	이용구분	공공용
모 델 명	CAROL-700(일반용) CAROL-800(해수용)	구 입 처	
사 용 환 경	DOS(WINDOW)		
개 발 자 (소속 및 성명)	K.Kallenberg, Ropur AG, Basel-Switzerland		
해석방법 요약	<p>수온, 전용해고형분(TDS), 입구압력, 여수량, 압력용기, Fouling Index 등을 입력하여 입구압력과 회수율을 고정하는 경우, 투과수량과 회수율을 고정하는 경우, 입구압력과 투과수량을 고정하는 경우를 선택하여 운영하면 RO의 배열 및 운전방식의 적합성 등을 판별할 수 있는 결과를 제시하고 정확한 수질 분석 자료가 있는 경우는 개별 자료입력을 시킨후 전술과 같은 선택을하여 결과를 판별할 수 있고 전처리공정에 대한 입력 및 처리후의 결과를 미리 예측할 수 있음.</p>		
주요특징 및 장, 단점	<ul style="list-style-type: none"> - 담수 및 해수용으로 폭넓은 적용이 가능 - 운용체계가 간단 - 입력자료체계 및 결과치 판별정도가 간단 - 오작 및 입력오류에 대한 대응력이 탁월함 - 각종 박막에 대해 적절한 대응성이 탁월함 - 정확도가 높음(현장적용후 검증결과) 		
실 적용실적	<ul style="list-style-type: none"> - 일본 : 오키나와 해수 담수화 80,000ton/일의 다수 - 한국 : 현대석유화학(주) 공업용수 70,000ton/일 현대정유(주) 공업용수 16,000ton/일 삼성종합화학(주) 공업용수 30,000ton/일 - 그외 외국에 다수의 실적이 있음 		
관 련 논 문			
참 고 사 항			

분 야	하수도설계분야	이용구분	상업용
모 델 명	SuperPro Designer	구 입 처	Intelligen, Inc. USA
사 용 환 경	DOS(WINDOW)		
개 발 자 (소속 및 성명)			
해석방법 요약	Monod 방정식을 이용하여 유기물의 제거 등을 계산해 내며, 생물학적 질소, 인 제거 방정식 등을 이용하여 질소, 인농도의 거동도 계산할 수 있음. 특히 하수뿐 아니라 축산폐수, 공장폐수의 처리도 예측할 수 있으며, 공장폐수 중에서도 특히 화학종(예: Benzene)들의 세부 농도변화도 계산할 수 있음		
주요특징 및 장, 단점	<ul style="list-style-type: none"> - 각 처리장치들을 마음대로 배열하여 처리능력 등을 파악할 수 있으므로 공정설계 및 개선·개발에 효과적임. - 유해한 물질(예:중금속)의 처리 예측가능 - 중수도 시스템 예측가능 - 동적모델이 아닌 시스템이 안정화된 이후의 결과만이 계산 되는 정적모델을 이용하므로 안정화되어가는 과정을 예측할 수 없음 		
실 적용실적			
관 련 논 문	<ul style="list-style-type: none"> - U.S. EPA, "Process Design Manual for Nitrogen Control", 1975 - Tchobanoglous G. and F. L. Burton, "Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Revse", Third Edition, Metcalf & Eddy, Inc, Mc Graw-Hill, 1991 		
참 고 사 항	<ul style="list-style-type: none"> - 1년간 사용권 : US\$ 3,895 - 1Copy 구입시 : US\$ 9,950 		

분 야	하수도설계분야	이용구분	상업용
모 델 명	EnviroPro Designer	구 입 처	Intelligen Inc. USA:Tel(201)622-1212 Fax:(908)654-3866
사 용 환 경	DOS(WINDOWS)		
개 발 자 (소속 및 성명)	Intelligen Inc.		
해석방법 요약	다양한 단위공정을 포함하므로 프로그램상 해석방법을 단순 비교하기 어려우며, 주어진 설계식(주로 경험식)을 수치 해석한 것으로 평가됨		
주요특징 및 장, 단점	<ul style="list-style-type: none"> - 공정설계(process design) 및 평가를 위한 software임 - 70종류 정도의 단위조작(unit operation) 설계 가능 - 반응조 크기, 가격 등 산출 가능 - 물질수지 및 에너지 수지 가능 - N,P 등 하수고도처리 관련 설계 지침이 다소 미흡하고 비교적 복잡하나, 계속 update될 것으로 추정됨 		
실 적용실적	- 100개 이상 기업 및 150개 정도 대학에서 사용중이라 함(제작자claim)		
관 련 논 문			
참 고 사 항	- \$950(1년간 사용권), \$2,450(1copy 구입시)		

분 야	하수도설계분야	이용구분	상업용
모 델 명	ASIM 3.0	구 입 처	Willi Gujer, Switzerland
사 용 환 경	DOS		
개 발 자 (소속 및 성명)	Willi Gujer, Swiss Federal Institute for Water Resources & Water Pollution Control, EAWAG, 8600 D bendorf, Switzerland		
해석방법 요약	IAWQ(International Association of Water Quality)의 활성슬러지 및 영양소 제거 소위원회가 개발한 ASM2(Activated Sludge Mole No 2, 1995)의 biokinetic model에 의거하여 프로그램화함.		
주요특징 및 장, 단점	<ul style="list-style-type: none"> - ASIM(Activated Sludge Simulation Model)은 주로 대학원 학생들에게 영양소(N, P)제거 하수처리장 설계를 위한 훈련 program으로 고안되었음 - Biokinetic model → Flow scheme과 관련된 Transport process → 운전 방안에 의하여 simulation 함 - 영양소 제거분야에서 호기성 탈질가능성 및 concurrent 제거를 포함하는 동역학적 특성이 완전히 규명되지 않아 지속적으로 보완되어야 함 - ASM2에 대한 기본적인 지식이 없이 program의 이해가 난이하므로 고급 사용자에게 적합. 		
실 적용실적	<ul style="list-style-type: none"> - 영양소 제거 부문에서 가격이 비교적 저렴하고 교육용으로 개발된 software로서 석사과정 이상 대학원생들에게 많이 이용됨 		
관 련 논 문	<ul style="list-style-type: none"> - Gujer, W. & T. A. Larson, "The implemetation of biokinetics and conservation principles in ASIM", - Activated sludge Model No. 2, IAWQ Activated sludge Task Committee, 1995, 단행본 £ 20.00 		
참 고 사 항	<ul style="list-style-type: none"> - 가격: Sfr 50.00(학생용). - 연구용 및 상용 가격 미확인 		

분 야	하수도설계분야	이용구분	상업용
모 델 명	GPS-X	구 입 처	Hydromantis Inc. Canada
사 용 환 경	Unix, Windows NT		
개 발 자 (소속 및 성명)	Hydromantis Inc.		
해석방법 요약	하수처리장의 공정에 대한 Dynamic simulation이 가능하도록 처리장의 모든 사양과 유입수 정상 및 유량변화, 온도 변화 등과 관련된 자료를 입력하고 CAD도면 입력하며, 현재의 상태, 대안별 처리상황 모사 가능함		
주요특징 및 장, 단점	<ul style="list-style-type: none"> - General Purpose Simulator(GPS-X)로 처리장과 관련된 모든 공정의 dynamic simulation 가능 - 각 처리장 별로 subprogram으로 만들어지는 Simworks에 의해 처리장 운영 상황을 on-line monitoring할 수 있음. - 최근 PC용(Windows NT) version이 나왔으나 개인 연구용 보다는 기업의 대규모 용역용으로 적합함 		
실 적용실적	- 캐나다, 미국, 영국의 15개 하수처리장에서 사용중		
관 련 논 문			
참 고 사 항	- Project 1회당 약 1000만원으로 비교적 고가임		

분 야	하수도설계분야	이용구분	상업용
모 델 명	Simworks V.2.1.0	구 입 처	Hydromantis Inc. Canada
사 용 환 경	WINDOWS		
개 발 자 (소속 및 성명)	Hydromantis Inc.		
해석방법 요약	Module화 되어 있는 하수처리장 flow scheme에 맞추어 유입수 성상 및 공정 인자들을 설정하면 원하는 시간 및 간격에 따라 하수처리장 각 요소의 dynamic simulation이 가능함		
주요특징 및 장, 단점	<ul style="list-style-type: none"> - 하수처리장의 특징에 따른 다양한 Module의 추가 구입 가능 - GPS-X Program에 의해 특정 하수처리장에 맞게 조작하여 운영관리 프로그램으로 활용 가능 - 인공지능(AI), CAD, Graphics 기능 내장 		
실 적용실적	<ul style="list-style-type: none"> - 하수처리장 운영 및 진단을 위해 국내 일부 처리장에서 이용 중 - 상하수도 관련 국내외 용역회사에서 사용중 		
관 련 논 문			
참 고 사 항	- Http:\www.hydomantis.com 에서 구체적 설명과 demo version을 구하거나 주문할 수 있음		

분 야	하수도설계분야	이용구분	상업용
모 델 명	CAPDET-PC	구 입 처	Hydromantis Inc Canada
사 용 환 경	WINDOWS		
개 발 자 (소속 및 성명)	U.S Army Corps of Engineers & U.S. EPA		
해석방법 요약	하수처리장의 유입수 성상 및 기초자료 입력으로 기본적인 설계와 비용분석이 가능함		
주요특징 및 장 , 단점	<ul style="list-style-type: none"> - U.S Army Corps of Engineers & U.S. EPA(1985)에서 하수처리장 기초설계 및 비용분석용 프로그램으로 개발하였음 - Hydromantis Inc.에서 PC용으로 바꿔 보급 - 하수처리장 공정 설계시의 대안 분석과 의사 결정에 응용 가능 - ENR수치에 의하여 개략적인 비용분석 가능 		
실 적용실적			
관 련 논 문			
참 고 사 항	<ul style="list-style-type: none"> - 가장 오래된 설계용 Software중의 하나임 - Black box형 프로그램임 		

분 야	하수도설계분야	이용구분	상업용
모 델 명	Influent Advisor	구 입 처	Hydromantis Inc Canada
사 용 환 경	WINDOWS		
개 발 자 (소속 및 성명)	Hydromantis Inc.		
해석방법 요약	하수처리장의 유입수 성상 등을 입력하면 모델링에 필요한 유입수의 각 성분들과 동역학적 상수 등을 결정해주며 이를 이용하여 ASIM 3.0, Simwork 및 GPS-X에 이용할 수 있음		
주요특징 및 장, 단점	<ul style="list-style-type: none"> - 간단한 유입수 성상 입력으로 복잡한 반응상수를 일목요연하게 정리하여 얻을 수 있음 - PC용의 프로그램으로 연구 및 설계를 위한 기초자료 제공 		
실 적용실적			
관 련 논 문			
참 고 사 항	- Hydromantis의 여타 설계용 Software와 연계하여 사용함		

분 야	하수도관로분야	이용구분	공공용
모 델 명	SWMM	구 입 처	U.S. EPA
사 용 환 경	DOS(WINDOWS)		
개 발 자 (소속 및 성명)	Metcalf & Eddy Inc., University of Florida, Water Resources Engineers Inc.		
해석방법 요약	SWMM 많은 블록중에서 Extran블록과 Transport블록을 사용하여 하수시스템을 해석할 수 있는데, Transport블록은 연속방정식과 Manning방정식을 사용하여 구성되었고, Extran블록은 Transport블록을 보완하기 위하여 1981년에 SWMM모형에 포함시켰으며, 기본방정식으로 1차원 부정류 점변류방정식인 Dynamic방정식을 사용하며, 전진법인 양해법을 사용하여 흐름을 추적함		
주요특징 및 장, 단점	<ul style="list-style-type: none"> - Transport블록은 지표면, 지표하유출을 추적하는 RUNOFF 블록의 결과를 사용하여 강우 및 건기시 하수시스템내에서 유량과 오염물질을 추적함 - 하수시스템으로의 침투를 계산하며, Extran블록은 Runoff블록에서의 계산 결과치를 이용함 - 배수시스템을 LINK와 NODE로 구성하여 기존의 유출모형이 관망형태를 수지상 형태로 한정점을 보완할 뿐만 아니라, Loop형 배수관망, 웨어,오리피스, 펌프 등의 수리구조물로 인한 측방류 유입, 부분적인 압력류 등을 계산할 수 있음 		
실 적용실적	- 서울시의 하수관로 유량계산		
관 련 논 문			
참 고 사 항			

분 야	하수도수처리분야	이용구분	상업용
모 델 명	SIMNON 2.0	구 입 처	SSPA Maritime Consulting, Sweden
사 용 환 경	DOS(WINDOW)		
개 발 자 (소속 및 성명)	Hilding Elmgrist and tommy Essebo		
해석방법 요약	SIMNON(Simulation language for non-linear system) 프로그램을 동적시뮬레이션 언어로 일반적인 예측프로그램들이 수치만을 대입하여 결과가 나오게끔 프로그래밍되어 있는데 반하여 어떤 수식이던 운전자가 적절히 프로그래밍할 수 있는 Fortran과 같은 시뮬레이션 언어임		
주요특징 및 장, 단점	<ul style="list-style-type: none"> - 오염물 저감에 대한 수식만 나와있으며, 어떤 프로그래밍도 가능 - 처리장치의 배열에 따른 처리능력 등을 파악할 수 있으므로 공정설계· 개선 및 개발에 효과적임 - 동적시뮬레이션 언어이므로 프로그래밍을 할 수 있는 약간의 기술이 필요함 		
실 적용실적			
관 련 논 문	<ul style="list-style-type: none"> - 김창원, 김병균, 정미경, "활성슬러지 공정에서 온라인 호흡을 측정과 그 활용에 대한 타당성 입증, 대한환경공학회지, 16(6), 1994 - Spanjer. H., "Respirometry in activated sludge, Ph. D. Thesis, Wageningen, Agricultural University, the Nether - lands. 1993. 		
참 고 사 항			

분 야	하수도유지관리분야	이용구분	공공용
모 델 명	KICT STP	구 입 처	
사 용 환 경	DOS		
개 발 자 (소속 및 성명)	박상진, 한국건설기술연구원		
해석방법 요약	기존 하수처리장 설계 및 운전자료 입력→자료해석→Mckineey 등 설계식을 이용한 물질수지 계산→Graphic출력의 단계를 거치며, 기본적으로 운전중인 우리나라의 기존 하수처리장을 대상으로 운전 및 유지관리상의 문제점을 파악하고 개선안을 제시하기 위한 방안으로 개발된 IBM PC용 프로그램임		
주요특징 및 장, 단점	<ul style="list-style-type: none"> - 처리공정별 운전지침 도출이 가능하며, 교육 및 운전 보조 자료로 활용 가능 - 기타 단위공정은 단순화된 설계식에 의거하여 각 단위공정을 분석하여 총괄적인 처리장 기능에 대한 파악이 다소 난이 - Window환경으로 update 및 세부적인 설계식의 적용이 필요할 것으로 판단됨 		
실 적용실적	- 기존 하수처리장에 적용중일 것으로 추정		
관 련 논 문	- 박상진, "하수도시설의 유지관리 개선방안에 관한 연구(하수처리장을 중심으로)", 연구보고서, 한국건설기술연구원, 90-EE-111(1990)		
참 고 사 항	<ul style="list-style-type: none"> - Public domain이므로 대학 및 설계분야에서 참고자료로 활용 가능 - 한국건설기술연구원 보유 		