

MOUSE 및 MIKE21 통합모형을 이용한 도시유역의 침수분석

Urban Inundation Analysis using the Integrated Model of MOUSE and MIKE21

최 계 운* / 이 호 선** / 이 소 영***
Choi, Gye Woon / Lee, Ho Sun / Lee, So Young

Abstract

Urbanized area has complex terrain with many flow paths. Almost stormwater is drained through pipe network because most area is impervious. And overland flow from the pipe network reform the surface flow. Therefore, it should be considered the drainage system and surface runoff both in urban inundation analysis. It is analyzed by using MIKE FLOOD integrated 1 dimension - 2 dimension model about Incheon Gyo urbanized watershed and compared with the results of 1 dimension model and 2 dimension model. At the result this approach linking of 2 dimension and 1 dimension pipe hydraulic model in MIKE FLOOD give accuracy that offers substantial improvement over earlier approach and more information about inundation such as water daphn, velocity or risk of flood, because it is possible to present storage of overland flow and topographical characteristic of area.

key words : Inundation, MIKE FLOOD, MOUSE, Incheon Gyo

요 지

도시화된 유역은 복잡한 지형으로 인해 많은 유출경로를 갖게되며, 대부분 불투수 면적이 차지하고 있어 강우시 배수관거를 통해 우수가 배제되는데, 용량을 초과한 관거에서는 범람이 발생하여 다시 지표수를 형성하게 된다. 이처럼 도시유역에서 배수관망과 지표면 유출은 서로 연계되어 있으므로 침수해석 시 이를 고려해야 한다. 본 논문에서는 전형적인 도시지역의 특징을 보이는 인천교 부근의 매립된 유역을 대상으로 1차원-2차원 통합모형인 MIKE FLOOD 모형을 이용하여 수치해석하고, 그 해석결과를 기존의 1차원 모형인 MOUSE의 배수관망 해석결과와 비교 분석하였다. 분석 결과 1차원-2차원 통합모형은 1차원 배수관망에 2차원 지형도를 적용시킴으로서 지표면 저류현상 및 지체현상 등 지형적 특성을 반영한 유출해석결과를 나타내었으며, 기존의 1차원 해석시 파악 불가능한 유량상승 및 수위상승 등의 현실적인 모의가 가능함을 알 수 있었다.

핵심용어 : 침수분석, 통합모형, 도시유역, MOUSE, MIKE21

* 정회원 · 인천대학교 토목환경시스템공학과 교수 (E-mail : gyewoon@incheon.ac.kr)

** 정회원 · 인천대학교 토목환경시스템공학과 박사과정

*** 인천대학교 토목환경시스템공학과 석사과정

1. 서 론

최근 GIS가 발달함에 따라 댐 붕괴 및 하천범람 후 유출을 모의하기 위해 1차원-2차원 통합모형을 이용한 수치모델링에 대한 연구가 꾸준히 진행되고 있다. 그러나 자산이 집중된 도시구역의 침수에 관한 연구는 그동안 1차원 배수관망 모델이 적용되어 왔으며, 배수 시스템에서 월류 후 유출 모의에 대한 연구는 아직 미진한 실정이다. 이러한 1차원 모델에서는 구역에 대한 유출해석이 별도의 수리학적 틀로 해석되며, 하나의 소유역에 적용되는 강우가 소유역과 연결된 해당 맨홀에 모두 유입되는 것을 가정하고 있어 복잡한 지형으로 인해 다양한 유출경로를 갖는 도시 구역의 특성을 제대로 반영하지 못하는 단점이 있다. 또한 해당 맨홀에서의 범람 유무는 알 수 있으나 범람 후 침수되는 범위 및 흐름 경로 등은 파악할 수 없다.

도시구역에서 1차원-2차원 통합모형을 이용한 침수해석은 배수관망과 상세한 지형을 결합시킴으로서 1차원 모델의 제약을 피하고, 지형으로부터 관거로의 배수 및 관거 범람 후 다른 관거로의 재유입이 가능도록 해석함으로써 관망해석 결과의 정확성을 기할 수 있고, 2차원 유출해석 결과를 통해 홍수에 의해 피해가 발생할 수 있는 지역적 범위와 침수심, 유속, 침수 도달시간, 침수지속시간 등을 파악할 수 있다.

우리나라의 침수에 관련한 연구는 주로 하천을 중심으로 한 연구가 대부분이었다. 한건연등(1985)이 댐의 파괴로 인한 유출수문곡선 및 홍수파를 예측하였고, 한건연(1987)은 하천에서의 홍수파 해석을 위한 수치모델 개발에 관한 연구를, 이종태(1989)는 하천 제방의 붕괴로 인한 제내지의 침수예측 모델에 관한 연구를 수행하는 등 한건연, 이종태를 중심으로 댐 파괴 및 제내지 침수해석에 관련한 연구가 수행되었다.

최경록(2005)은 우이천 유역을 중심으로 MIKE FLOOD 모델을 이용하여 MIKE 11 모델과 MIKE 21 모델의 결합을 통한 하천의 홍수범람해석을 연구한 바 있으며, 장수형 등(2006)은 구역 홍수추적 모델인 HEC-HMS와 하도추적 모델인 HEC-RAS를 DSS file로 연결하여 홍수량 산정과 하도홍수추적이 연계될 수 있도록 모델을 구축하여 모의하는 등 최근 1차원과 2차원 모델의 연결을 통한 침수해석이 연구되고 있으나 주로 댐 및 제방의 붕괴, 제내지 침수해석 등 하천을 포함한 유역을 중심으로 연구되고 있으며, 도시지역에서 관거로부터의 범람으로 인한 침수지역의 설정에 대한 적용 및 연구는 미흡한 상태이다.

2003년 우리나라에서는 도시홍수재해관리기술연구사업단을 구성하고 재해 해석 기술, 홍수예경보 및 실용개발에 대한 연구, 1차원-2차원 통합형 모델 개발에 관한 연구 등 국내에서 도시홍수에 관한 연구가 활발히 진행되고 있으나 여전히 수계를 중심으로 한 연구에 집중되어 있으며, 개발중인 1차원-2차원 통합형 모델의 경우 아직 실용화되지 못하고 있는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 도시지역의 특성을 잘 나타내는 대상유역을 선정하고, 1차원-2차원 통합모형을 이용하여 복잡한 도시지역의 지형도와 배수관망을 연결하여 해석하며, 그 해석결과를 기존의 1차원 해석결과와 비교함으로써 보다 정확한 관망해석정보를 제공함에 목적이 있다.

2. 모델의 선정 및 개요

2.1 모델의 선정

본 연구대상지역은 전형적 도시구역인 인천교매립지 구역으로서 하류부 우수지의 역류에 의한 영향과 도시구역의 특성을 효과적으로 분석하기 위하여 1차원 해석모델로 MOUSE 모델을 적용하였고, 2차원 해석모델은 복잡한 지표면의 유출 흐름 해석이 가능한 MIKE 21모델을 사용하였다. 1,2차원의 효율적인 연계와 분석을 위해 동일 개발회사에서 개발된 1차원-2차원 통합모형인 MIKE FLOOD 모델을 이용하여 도시구역의 침수해석을 수행하였다.

1차원-2차원 통합모델에서 배수관거에 대해서는 1차원 해석, 침수구역에 대해서는 2차원 해석에 의한 수치해석 모델이 각각 적용되며, 이들 1차원 모델과 2차원 모델을 연결하여 해석함으로써 월류된 유량의 배수시스템으로의 재유입 및 재유입된 유량이 배수시스템 흐름에 반영되는 등 보다 사실에 근사한 모의가 가능하다. 또한 이를 기초로 하여 침수 예상구역과 침수 범위, 침수 지속시간, 침수심 등의 정보를 추출할 수 있다. 도시홍수 연구에 있어서 이러한 접근은 과거 1차원 모델로만 해석했을 때와는 달리, 맨홀을 월류한 후 지표면에서의 유출경로 모의와 침수범위 및 침수심 산정이 가능하다는 장점이 있다.

2.2 모델의 개요

2.2.1 MOUSE 모델

MOUSE 모델은 덴마크 DHI사에서 개발한 1차원 하수관거 부정류 해석모델로서 강우에 의한 영향을 고려하여 지표면 유출해석을 수행하고 이를 관망해석

과 연계하여 각종 관거내 수리구조물을 고려할 수 있는 모델로서 도시지역내 하수관망 해석에 적합한 모델이다.

MOUSE는 기본 프로그램인 하수관로 해석프로그램(MOUSE-Standard, PFM)과 지표면 유출해석 프로그램(MOUSE-Standard, SRM)으로 구성되어 있으며, 확장프로그램인 연속강우 유출해석 프로그램(MOUSE-RDI), 장기간 수문해석 프로그램(MOUSE-LTS), 실시간 운영 프로그램(MOUSE-RTC), 유사 및 수질해석 프로그램(MOUSE-TRAP)등의 확장 모듈을 통하여 다양한 형태의 해석을 가능하게 한다.

관망해석은 1차원 유한차분 해석을 실시하는 모형이고 상류 및 하류조건에 적용할 수 있으며 배수효과와 중력 및 압력흐름 해석이 가능하도록 구성되어 있다. 또한 중력 및 압력 흐름 해석이 가능하고 맨홀, 펌프, 저류지등의 내부경계조건고려가 가능하고 다양한 형태의 횡단면 입력이 가능하다. 지표면유출해석은 시간-면적 곡선해석, 비선형 저류지 해석, 선형 저류지 해석, 수문단위도 해석이 가능하도록 되어 있다.

2.2.2 MIKE21 모델

MIKE21 모델은 4개의 서브모듈로 구성된 자유표면 흐름에 대한 2차원의 포괄적인 모델링 시스템이다. 이 모델은 크게 흐름, 이송 및 확산, 파랑분야에 적용할 수 있으며, 흐름분야에서는 조석과 파랑에 의한 유속장 분포, 저기압성 해일, 홍수와 등에 대한 모의를 수행할 수 있고, 이송 및 확산분야에 있어서는 보존물질의 이류확산부터 화학반응 등을 포함한 수질 모델을 모의할 수 있다. MIKE 21에서 강우 시계열자료가 직접 유역의 지표면을 나타내는 2차원 격자망에 적용됨으로써 격자망 정보를 이용하여 물리학적인 강우 유출 및 축적이 해석되고, 지표 유량은 지형의 고도차에 의해서 전파되면서 맨홀이 있는 격자를 추적하게 되므로 1차원 모델과 연결이 가능하며, 전파된 유량이 과부하가 발생하지 않는 맨홀을 통해 관망내로 유입이 되도록 구성되어 있어 관망 내 흐름에 반영이 될 수 있도록 되어있다.

2.2.3 MOUSE 및 MIKE21의 통합모델

DHI에서 개발한 MIKE FLOOD는 1차원 개수로 해석 모델과 2차원 유출해석모델을 동력학적으로 연결하여 모의해석을 수행하는 1차원-2차원 통합모델이다. 이는 1차원 모델과 2차원 모델의 장점들을 결합함으로써 모델의 제약을 피할 수 있고, 더 사실에 근사한 정확한 모의가 가능하다고 할 수 있다. 또한 2차원 지형도를 적용함으로써 기존 1차원 모델을 이용해

서는 얻을 수 없었던 침수범위, 침수심 등에 관한 정보를 해석결과로부터 얻을 수 있으며, 모의해석 결과 파일에 직접 GIS Interface를 사용하여 홍수지도를 제작할 수 있어 모의해석결과를 보다 간단한 방법으로 알기 쉽게 표현할 수 있는 장점이 있다. 통합모델에서 1차원 모델과 2차원 모델을 연결시키는 방법에는 Standard Links, Lateral Links, Structure Links, Zero Flow Links, Urban Links의 5가지 방법이 있으며, 본 연구에서는 도시지역의 관망과 지표면유출모델을 연결하는 것이므로 Urban Links를 사용하였다. Urban Links에서 지표면과 관망의 연결은 MOUSE의 맨홀을 위어나 오리피스로 가정하여 연결이 가능하며, 2차원 지표면 유출모델과 1차원 관망모델은 동력학적으로 연결되어 동일한 시간간격으로 동시에 해석되어있어, 관거로부터 지표면으로의 범람 및 범람 후 관망으로의 재유입 등의 해석이 가능한 형태로 구성되어 있다.

그림 1과 같이 지표면 유출 후 관거내 흐름은 MOUSE로 해석하게 되며 Rainfall Runoff은 MOUSE에서 해석된 지표면 유출량이 맨홀로 들어가는 모습을 나타내고 그림 2와 같이 용량이 초과된 관거에서 유출된 유량은 MIKE 21에서 맨홀의 유입구를 통해 1차원 관망시스템 내로 유입되어 다시 MOUSE로 해석된다. 또한 1차원 관망모델에서 관거의 용량이 초과되면 여분의 관내 유량이 지표면으로 유출되고, 2차원 유출모델에서는 수심이 flooding depth 이상이 되면 이를 범람이라고 해석하여 그림 3과 같이 다시 지표면 유출을 모의 수행하게 된다. 지표면과 연결된 맨홀의 유입구 형태를 오리피스로 가정하여 해석을 하게 되는데, 오리피스를 사용할 경우에는 식 1과 같은 방정식으로 유수의 이동량을 계산하게 된다.

$$Q_{UM21} = \text{sign}(H_U - H_{M21}) C \text{Min}(A_m, A_f) \sqrt{2g |H_U - H_{M21}|} \quad (1)$$

여기서,

- Q_{UM21} : 1차원 맨홀에서 MIKE 21의 그리드로 유입되는 유량 (m³/sec)
- H_U : 하수관망 내의 수위 (m),
- H_{M21} : 지표면의 수위 (m)
- H_{loss} : 형상, 마찰 등에 의한 손실수두(m),
- A_m : 맨홀의 단면적(m²)
- A_f : 유입구(맨홀 뚜껑)의 단면적(m²),
- C : 조도계수

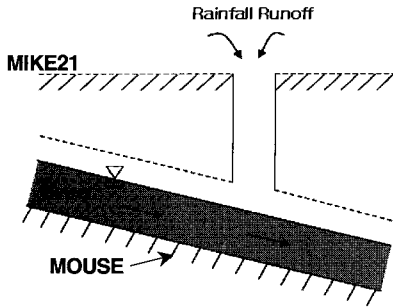


그림 1. 지표면 유출 후 관거로의 유입

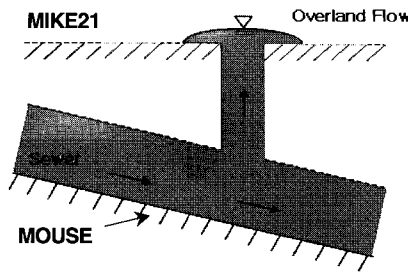


그림 2. 용량이 초과된 관거로부터의 범람

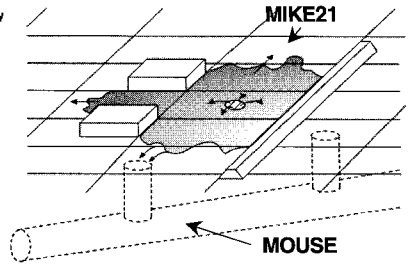


그림 3. 범람 후 배수시스템으로의 재유입

3. 대상지역의 선정 및 입력자료

유역의 송현동 중앙시장 주변이다.

3.1 대상지역의 선정

인천교매립지는 총 유역면적이 3,394.5ha이고, 산지가 거의 없는 평탄한 지형이며, 불투수면적의 비율이 81% 정도로 포장율이 높고 충분히 도시화된 유역이다. 2000년도를 제외한 1997년부터 2001년까지 홍수 범람 발생 기록이 있는 등 지난 몇 년간 지속적인 자료를 축적하고 있어 도시침수해석을 실시하기에 타당한 지역으로 판단된다. 그림 4는 대상지역의 유역도를 나타낸 것이고 표 1은 배수분구별 토지이용 현황을 나타낸 것이다. 대상유역에 침수피해가 크게 나타난 해는 1997년과 2001년 여름철 호우 때이며, 피해지역은 인천교매립지 간선관거 유입유역의 도화1,2동 경인전철 주변과 주안 5동 주안역 주변, 십정동, 간석동 일대와 가좌4동 가정여중 주변, 석남수로 유역의 석남주공아파트 및 효성아파트 주변, 화수유수지

3.2 경계조건 구성

본 연구의 1, 2차원 해석시 상류경계조건 구성을 위해 강우강도를 적용하였으며, 인천지방의 최근 기상 조건 반영을 위해 최계운 등(2006)이 수자원학회지에 제시한 인천지방 확률강우강도식을 이용하여 강우량을 산정하였으며, 20년빈도의 강우강도를 그림 4의 대상유역내에 그림 5와 같이 강우량을 적용하였다.

그림 4의 우측은 대상유역의 상류를 나타내고 좌측은 하류부를 나타내며 유역내 선으로 표시한 부분은 하수관망을 나타낸 것이다.

본 연구의 대상지역은 그림 4에서 좌측 최하단(원으로 표시한 지점)의 유수지를 통하여 바다로 방류되기 때문에 조위변화에 따른 유수지 운영고려가 중요한 지역이다. 그림 6은 홍수와 만조위가 일치하여 유수지내의 수문에 의한 유량 배제가 불가능하여 그림 5

표 1. 배수분구별 토지이용현황

(단위 : ha)

구분		계	주거	상업	공업	녹지
인천교 복개 암거	좌안	1,183.6	734.3	145.9	226.3	77.1
	우안	997.2	364.8	47.8	353.3	231.3
석남수로		910.9	204.4	38.4	357.9	310.2
화수유수지 유역		302.8	161.6	67.4	61.7	12.1
합계		3,394.5 (100%)	1,465.1 (43.2%)	299.5 (8.8%)	999.2 (29.4%)	630.7 (18.6%)

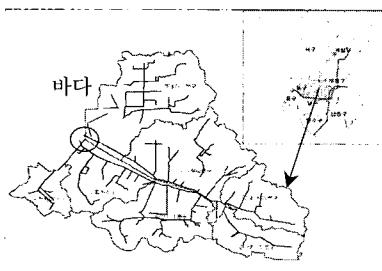


그림 4. 대상유역의 위치

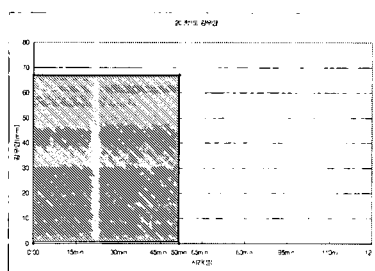


그림 5. 적용된 강우강도

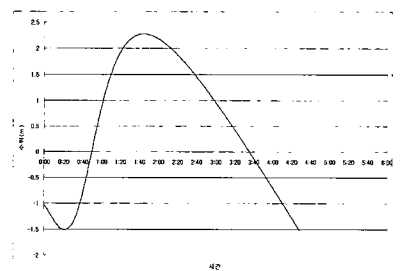


그림 6. 적용된 유수지 수위

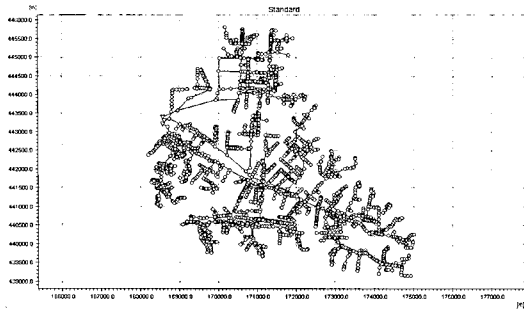


그림 7. MOUSE 관망 구성

의 강우에 증가된 강우와 우수지내 펌프토출에 의한 수위저감이 반영된 우수지 수위 그래프이다. 본 연구에서는 홍수에 대한 침수피해를 검토하기위해 그림 6에서 나타난 우수지 수위를 하류경계조건으로 적용하였는데 홍수와 만조위가 일치하여 수문에 의한 우수지(2,332,620m³) 배제가 불가능하고 펌프(총 토출용량; 95m³/sec, 12대)에 의해서만 유량배제가 되는 상황에 대해서 적용하였다.

3.3 1차원 모델(MOUSE)의 입력자료

1차원 관망을 모의해석 하기 위해서는 맨홀, 관, 하류조건에 관한 자료들이 필요하다. 관 및 맨홀에 관련된 자료는 인천광역시로부터 받은 GIS 및 CAD도면을 이용하여 입력자료를 구축하고, 하류조건 중 조위 자료는 국립해양조사원의 자료를 이용하였으며, 인천 교매립지 빗물펌프장으로부터 받은 우수지 제원 및 펌프, 수문자료를 입력자료로 구성하였다. 그림 7은 MOUSE모델에서 관망을 구성한 그림이다.

MOUSE 내의 지표면 유출 산정을 위한 소유역 구분은 관로의 형상, 관경 변화, 밸브 등의 시설물 설치에 대하여 절점을 설정하고, 각 지점의 지반고를 바탕으로 이 절점에 유입되는 지표면 유출량을 산정할 소유역을 구분하였다. 구분된 소유역의 유출계수는 하수도 시설기준(2005.11, 한국상하수도협회)에서 제시

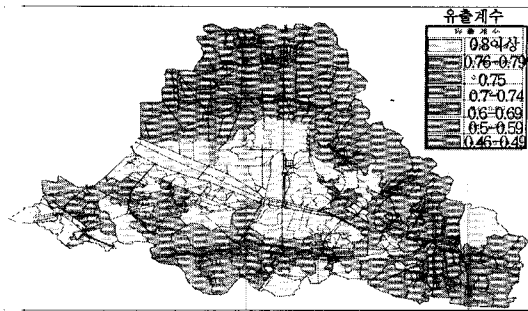


그림 8. 소유역별 유출계수

한 토지이용도별 유출계수를 적용하였다. 그림 8은 소유역별 구분과 유출계수를 나타낸 그림이다.

3.4 2차원 모델(MIKE 21)의 입력자료

MIKE 21의 흐름 및 홍수과를 해석할 수 있는 HD 모듈을 활용하였으며 HD 모듈을 진행하기 위해 외점성계수는 0.5, 조도계수는 0.032로 설정하였으며 바람의 영향은 없는 것으로 가정하여 해석하였다.

지형도(bathymetry)는 등고선과 지반고를 나타내는 대상지역의 GIS 자료를 TIN (Triangle irregular network)을 구성하였다 이용하여 그림 9와 같이 Arc GIS 상에서, 생성된 TIN을 Arc Toolbox를 이용하여 DEM(Digital Elevation Model)으로 변환하고, 그림 10과 같이 10m 간격의 대상지역의 지형도를 구성하였다. 표 2는 사용된 각모델의 기초 입력자료를 정리한 것이다.

3.5 1,2차원 통합모델의 구성(MIKE FLOOD)

통합모델은 구축된 MOUSE 모델과 MIKE 21 모델을 불러온 후, Link의 선택사항들을 점검하고 모의를 실시하였다. MOUSE는 도시의 배수관망 모델이므로 MIKE 21 모델과의 연결은 Urban Links를 사용하였고 MOUSE의 맨홀을 MIKE 21 지형도의 격자에 연결시킬 때, 해당 맨홀과 격자에서의 지반고를 일치하

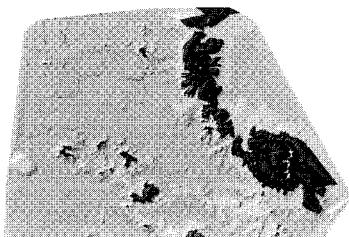


그림 9. GIS 자료를 이용한 TIN 작성

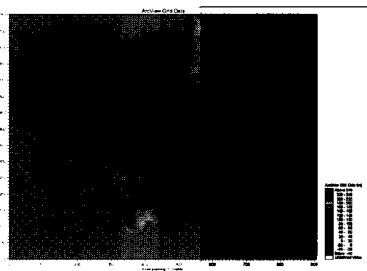


그림 10. MIKE 21의 지형도 구성

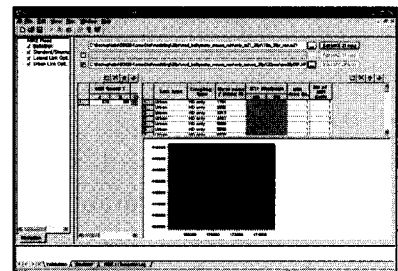


그림 11. MIKE FLOOD 모델의 구성

표 2. 모델의 기초 입력자료

모델의종류	입력자료
MOUSE	소유역별 면적, 소유역별 유출계수, 관로정보(관길이, 관경사, 지반고, 관재질, 관형태,관저고), 펌프시설, 맨홀의 좌표
MIKE21	대상구역의 10m 간격의 그리드 데이터, 외점성계수(0.5), 조도계수
MIKE FLOOD	유입구 면적, 유입구로 들어가는 유량의 최대치(본 연구에서는 1CMS로 가정)

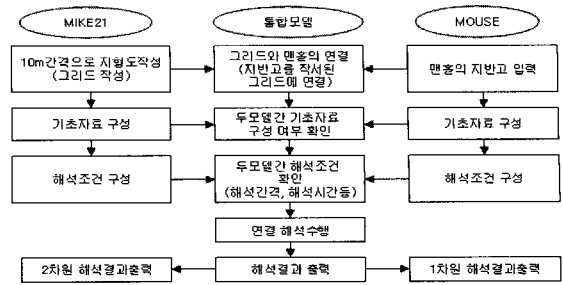


그림 12. 통합모델의 구성도

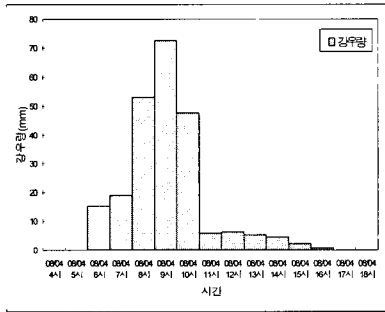


그림 13. 모델검증에 사용된 강우사상



그림 14. 실제 보고된 침수지역 현황

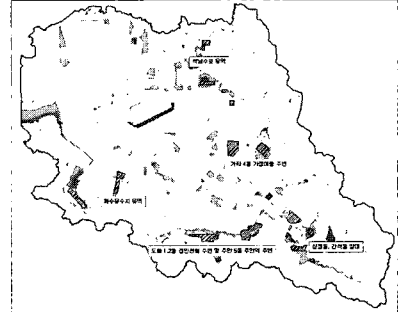


그림 15. 통합 모델을 이용한 해석결과

도록 연결하였으며, 모의 시간 간격이 동일해야 하므로 2차원 모델인 MIKE 21에서 C_R 을 이용하여 산정한 시간간격(Δt) 1초를 MOUSE 모델에도 동일하게 적용하였다. 그림 11은 통합모델에서 연결이 완료된 화면을 나타내고 그림 12는 통합모델의 구성도를 나타낸 그림이다.

3.6 모델의 검증

해당구역에서 1차원 MOUSE 모델 및 1차원-2차원 통합 모델의 검증을 위해서 1997년 8월 4일 내린 실제 홍수 시 인천 기상대 강우자료를 이용하여 모형 검증을 수행하였다. 그림 13은 검증에 사용된 1997년 8월4일 실제 강우자료를 나타내며 그림 15는 1, 2차원 통합모델인 MIKE FLOOD를 이용한 해석결과로, 침수심의 깊이에 따라 두 가지 색의 농도로 나타내었는데, 침수심이 2m 이하는 열게, 2m 이상일 경우는 짙은 색으로 나타내었다. 또한 빗금으로 나타낸 부분은 당시에 건물 10개동 이상의 침수피해가 발생한 지역을 나타내 인천광역시로부터 받은 GIS 자료를 표현한 그림 14와 중첩하여 표현한 것이다. 따라서 통합 모델을 이용한 해석결과의 침수지역이 조금 더 넓게 나타났지만 대체로 모델링 결과의 침수심이 깊게 나타난 지역은 침수지역과 실제 보고된 침수지역과 일치하는 것을 볼 수 있다.

4. 해석결과의 분석 및 고찰

그림 16은 1, 2차원 결과의 수리특성비교를 위해 선택된 4개 지점을 나타내고 있으며 상류지점1, 하류지점1, 중류부에 2개 지점을 선정하여 비교하였다.

상류지점에서 유량, 수위, 유속은 그림 17에서 그림 22와 표 3에 언급한 것처럼 MOUSE해석결과와 통합 모델 해석결과는 동일하게 분석되었고 하류지점에서는 MOUSE 해석결과가 최대유량이 2.54CMS 높게 나타났으며 최대유속 차이(0.02m/s)에서도 볼 수 있듯이 중류부의 압력관 형성으로 인한 압력상승으로 통합모델 보다 유속이 빨라져 동일 수위임에도 불구하고 최대유량이 증가한 것으로 보이며 마찬가지로 1차원 해석시 만관상태가 되면 압력증가로 인해 유속이 빨라져 최대유량이 증가하는 현상이 발생할 수 있는 것으로 나타났다.

중류지점에서는 그림 23부터 그림 26에서 볼 수 있듯이 두 가지 특성이 나타났다. 먼저 중류1지점의 경우 통합모델 해석결과가 MOUSE 해석결과보다 최대유량은 0.14CMS 최대수위는 0.16m 최대유속은 0.05m/s 더 높은 것으로 나타났다. 중류2지점의 범람에 따라 범람된 유출량과 중류1지점 상류지점의 범람에 따른 유출량이 지표면을 따라 흐르다가 해당지점에서 유량이 합류된 것으로 보이며 1차원 해석으로는 파악 불가능한 범람유량에 의한 유량증가로 인한 수

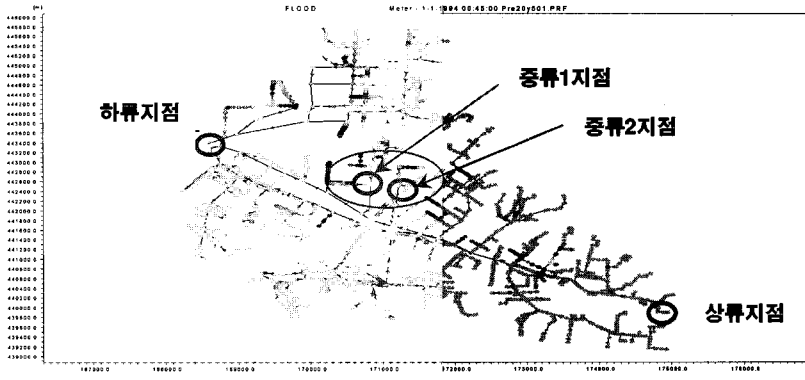


그림 16. 해석결과 수리특성 비교지점

표 3. 지점별 수리특성 비교

지점	최대유량(CMS)			최대수위(m)			최대유속(m/s)			
	MOUSE	FLOOD	차이	MOUSE	FLOOD	차이	MOUSE	FLOOD	차이	
상류지점	0.14	0.14	0	33.54	33.54	0	1.00	1.00	0	
중류지점	1지점	0.81	0.95	-0.14	5.18	5.34	-0.16	2.18	2.23	-0.05
	2지점	3.408	3.407	0.001	5.85	5.68	0.17	1.55	1.17	0.39
하류지점	156.56	154.02	2.54	2.31	2.31	0	3.97	3.95	0.02	

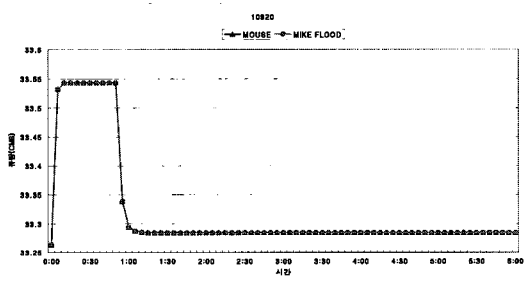


그림 17. 상류지점 유량비교

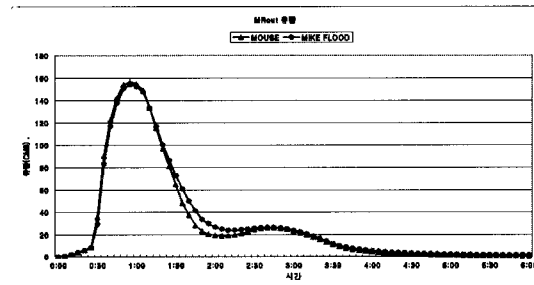


그림 18. 하류지점 유량비교

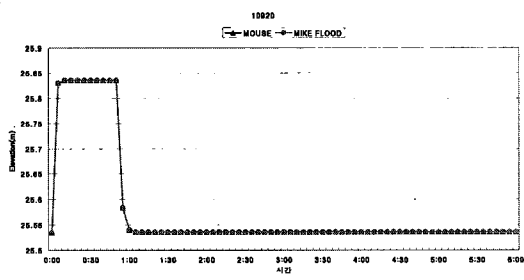


그림 19. 상류지점 수위비교

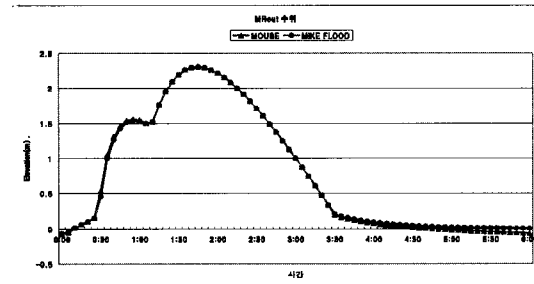


그림 20. 하류지점 수위비교

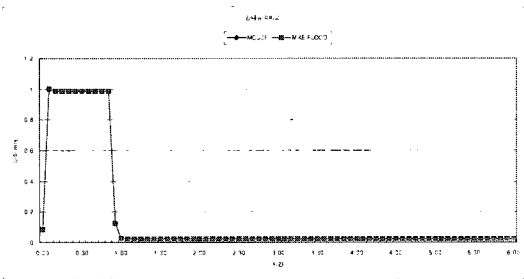


그림 21. 상류지점 유속비교

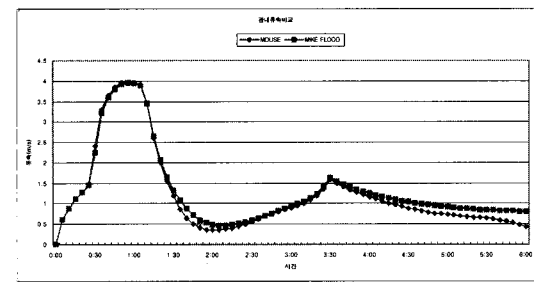


그림 22. 하류지점 유속비교

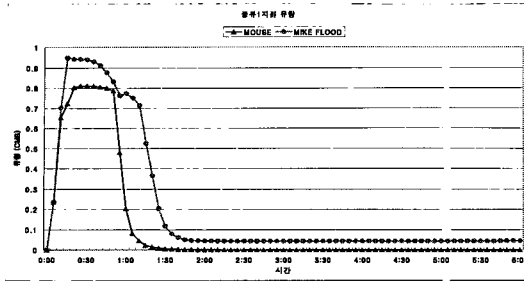


그림 23. 중류1지점 유량비교

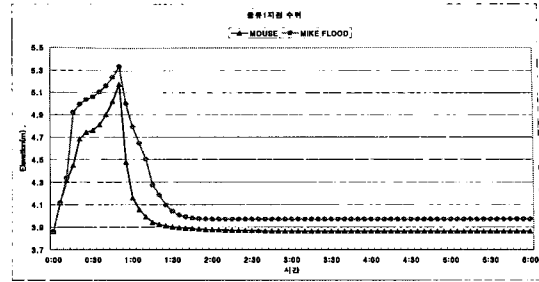


그림 24. 중류1지점 수위비교

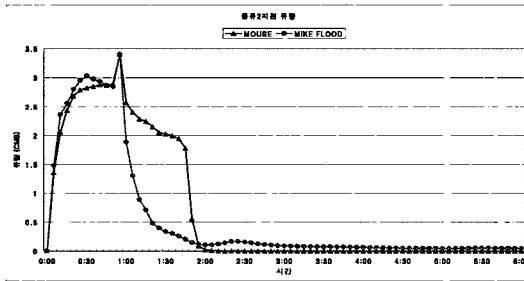


그림 25. 중류2지점 유량비교

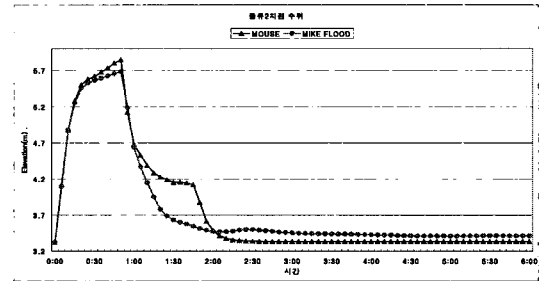


그림 26. 중류2지점 수위비교

위상승을 나타내고 있다. 둘째로 중류2지점의 경우 MOUSE 해석결과가 통합모델 결과보다 최대유량은 0.001CMS, 최대수위는 0.17m, 최대유속은 0.39m/s 더 높은 것으로 나타났는데 이는 중류2지점의 범람된 유량이 지표면을 따라 중류1지점으로 이동되어 유량이 적어지고 범람수위가 지표면 저류에 의해 낮아짐으로서 최대유량이 적어진 것으로 볼 수 있으며 마찬가지로 1차원 해석으로는 파악 불가능한 범람유량에 의해 특정지점의 수위가 낮아지는 것을 잘 나타내고 있다.

이와 같은 중류지점 특성을 2차원 해석결과로 확인하였다. 그림 27부터 그림 28은 중류지점의 MOUSE 침수지역과 MIKE21 시간대별 지표면 흐름을 나타내고 있다.

먼저, MOUSE의 경우 그림 27에서처럼 중류1, 중

류2지점의 상류부분의 침수여부는 표시되나 단순한 위치표시와 침수위 표시로 국한되어 침수경로 및 대피현황을 산정하기위한 데이터로 활용하기에는 부족하나 통합모델을 활용한 MIKE 21의 해석결과의 경우 그림 28에서처럼 침수범위 뿐만 아니라 중류1지점의 상류와 중류2지점의 상류부분이 범람하여 중류1지점으로 지표면 흐름이 발생하여 이동하는 경로와 지형을 고려한 침수범위까지 확인할 수 있다.

이렇듯 1차원 해석결과가 만관이상이 되어 지표면으로 범람할 경우 해당지점이외에 지점에서 유량함류로 인한 유량증가와 수위상승 혹은 유량감소와 수위감소를 유발할 수 있어 왜곡된 해석이 될 경우가 발생하며 또한 범람이 되지 않아도 만관 시 1차원해석은 압력상태를 가정하여 해석하게 되므로 압력증가에 의한 유속증가로 인해 하류부에 유량이 빨리 도착하고

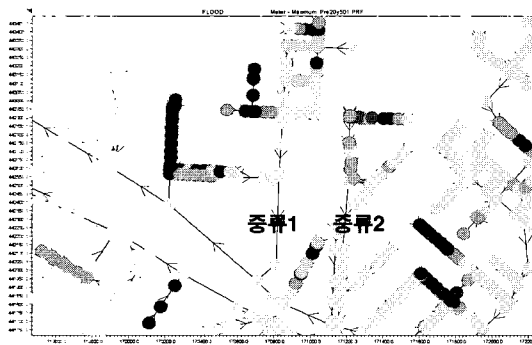


그림 27. MOUSE에서 중류지점 침수지도 작성

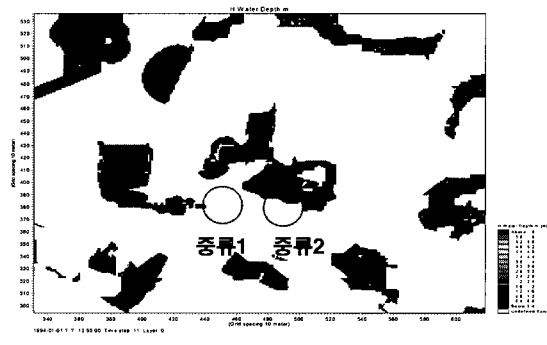


그림 28. 최대유량발생시 중류지점 지표면 현황

이것이 고수위를 발생시킬 수 있는 것으로 나타났다. 따라서 1차원 해석만으로는 위 두 가지 경우에 의한 왜곡이 나타나 홍수 시 피해가 가중될 수 있으므로 설계 시 1, 2차원 통합모델에 의한 수리특성 확인이 필요할 것으로 사료된다.

7. 결 론

본 연구에서는 인천교매립지 유역을 대상으로 1차원 모델은 MOUSE, 2차원 모델은 MIKE 21을 사용하여 1차원-2차원 통합모델인 MIKE FLOOD를 이용하여 연계시켜 관망 및 유출해석을 실시하였으며, 해석결과를 기존의 1차원 모델을 이용하여 해석하였을 때의 결과와 비교하여 분석하여, 아래와 같은 결론을 도출하였다.

첫째, 통합모델의 적용한 결과 1,2차원 통합모델을 활용하면 1차원 해석결과 중 범람되는 경우에 있어서 범람지점의 지표면유출상황과 이동을 고려할 수 있기 때문에 지표면 유량이동에 의한 임의의 지점에서 수위, 유량증가와 지표면 저류와 유량이동에 의한 수위, 유량 감소상황을 고려할 수 있는 것으로 나타나 연결된 관들의 유량해석만이 가능한 1차원 해석보다 보다 정확한 관내 유량, 수위 등의 수리특성을 재현할 수 있는 것으로 분석되었다.

둘째, 1차원 해석은 만관 시 관내 유량이 증가하여 압력상태가 되므로 압력증가에 의한 유속증가로 인해 하류부에 유량이 빨리 도착하고 이것이 중·하류부에서 고수위를 발생시키는 왜곡상황을 나타낼 수 있으므로 설계 시 1, 2차원 통합모델에 의한 수리특성 확인을 수행하여 합리적인 해석에 의한 설계를 수행할 필요가 있는 것으로 나타났다.

셋째, 침수범위와 이동경로를 나타내는 데 있어서 1차원 해석결과에서는 단순한 위치표시는 가능하나 정확한 침수범위와 침수경로를 표시할 수 없었지만 통합모델 적용결과에서는 지표면 형태를 고려할 수 있어 침수범위와 침수경로, 침수심등이 보다 명확히 표현가능 함으로서 합리적인 대피경로와 정확한 홍수지도 작성이 가능한 것으로 분석되었다.

참 고 문 헌

- 이종태 (1989) 하천제방의 붕괴로 인한 제내지의 침수예측 모형. 한국수문학회지, 한국수자원학회, 제22권, 제2호, pp. 223-231.
- 장수형 (2006) 제내지와 하도를 연계한 하천유역의 홍수유출해석: 1. 제내지 침수해석에의 적용. 대한토목학회논문집, 대한토목학회, 제26권, 제1B호, pp. 79-88.
- 최경록 (2005) MIKE FLOOD를 이용한 홍수범람 해석-우이천 유역을 중심으로, 공학석사학위논문, 서울시립대학교.
- 한건연 (1987) 홍수과 해석을 위한 수치모형의 개발. 한국수문학회지, 한국수자원학회, 제20권, 제4호, pp. 285-294.
- 한건연, 이종태, 이원환 (1985) Earth Dam 파괴로 인한 유출수문곡선의 유도. 대한토목학회 논문집, 대한토목학회, 제5권, 제2호, pp. 41-50.

◎ 논문접수일 : 2007년 06월 28일

◎ 심사의뢰일 : 2007년 06월 29일

◎ 심사완료일 : 2007년 07월 27일