

LID 적용 설계기준 설정 및 WWHM-SWMM 기반 한국형 LID-해석모형 개발

K- LIDM User's Manual

2017. 01.

국토교통부 도시물순환인프라-저영향개발 연구단
주관연구기관: 부산대학교, 위탁연구기관: 헥코리아

-목차-

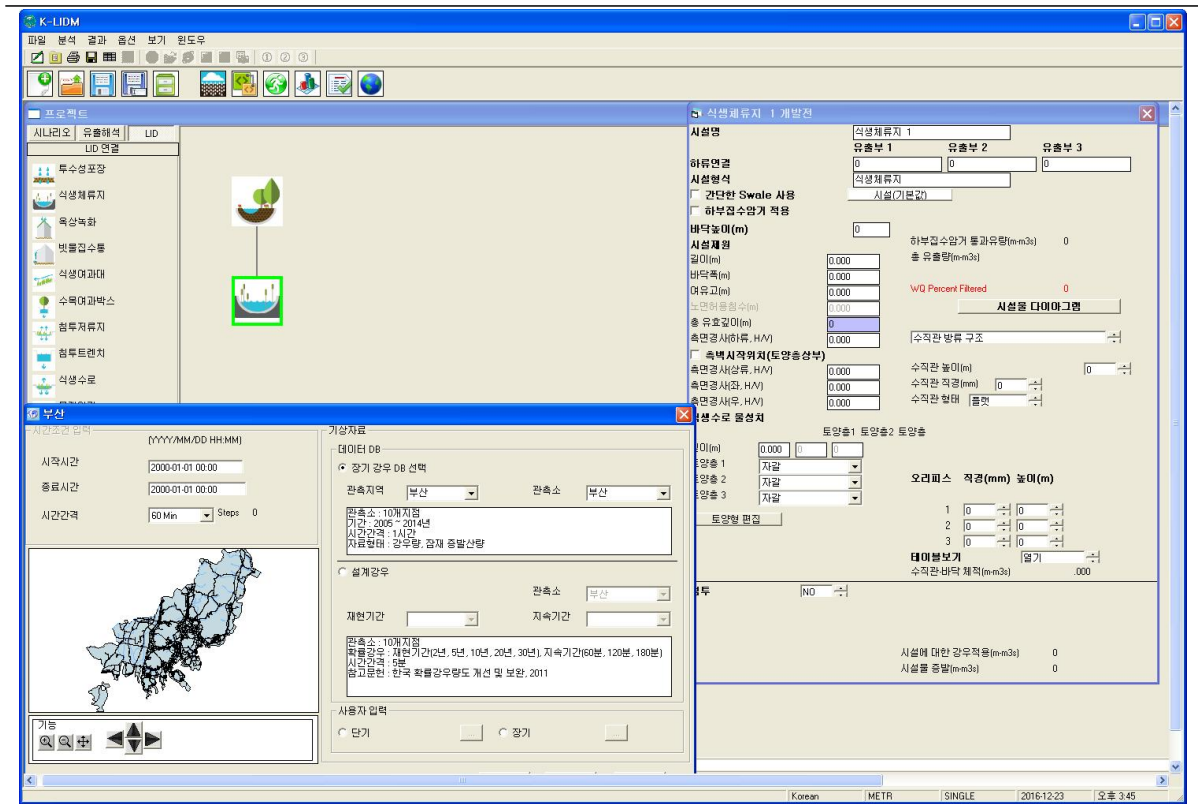
| | |
|-------------------------------|-----------|
| 1. K-LIDM 개요 | 1 |
| 1.1 개발 개요 | 1 |
| 1.2 프로그램 특징 | 2 |
| 2. K-LIDM 구성 | 3 |
| 2.1 전체구성 | 3 |
| 2.2 메뉴 | 4 |
| 2.3 프로그램 툴바 | 5 |
| 2.3.1 Element 툴바 | 5 |
| 2.3.2 편집 툴바 | 5 |
| 2.3.3 프로젝트 툴바 | 6 |
| 3. 글로벌 옵션 및 매개변수 | 11 |
| 3.1 글로벌 옵션 | 11 |
| 3.1.1 시간간격(모의기간) | 11 |
| 3.1.2 지하수함양 | 12 |
| 3.1.3 지속기간 분석조건 | 12 |
| 3.1.4 스케일인자 | 13 |
| 3.2 도구 | 13 |
| 3.2.1 개발전 데이터 가져오기 | 14 |
| 3.2.2 기상자료 가져오기 | 14 |
| 3.2.3 DATASET 내보내기 | 15 |
| 3.2.4 DATASET 가져오기 | 15 |
| 3.2.5 WDM 파일 관리 | 16 |
| 3.2.6 GIS 가져오기 | 16 |
| 3.2.7 SSD 가져오기 | 17 |
| 3.2.8 연결파일 가져오기 | 17 |
| 3.2.9 관측소 편집 | 18 |
| 3.3 매개변수 | 18 |
| 3.3.1 투수유역 편집 | 19 |
| 3.3.2 불투수유역 편집 | 19 |
| 3.3.3 토양특성인자 | 20 |
| 4. 기상자료 설정 | 21 |

| | |
|----------------------------|-----------|
| 4.1 기상자료 설정 개요 | 21 |
| 4.2 기상자료기간 설정 | 21 |
| 4.3 맵 네비게이션 | 22 |
| 4.4 강우 및 증발 데이터 DB | 22 |
| 4.5 사용자 강우 입력 | 23 |
| 5. 유출해석을 위한 프로젝트 작업 | 25 |
| 5.1 프로젝트 작업창 도구 | 25 |
| 5.2. 프로젝트 구성 요소 | 26 |
| 5.2.1 시나리오 | 26 |
| 5.2.2 유출해석 | 27 |
| 5.2.3 수리계산 | 31 |
| 5.2.4 저영향개발(LID) 요소 | 43 |
| 5.2.5 SWMM 연계 요소 | 66 |
| 6. K-LIDM 결과분석 | 72 |
| 6.1 결과분석창 구성 | 72 |
| 6.2 초과확률계산 | 73 |
| 6.3 빈도해석 | 73 |
| 6.4 유출수문곡선 | 74 |
| 6.5 지하수함양 | 75 |
| 6.7 WQ-F/W 모듈 | 77 |
| 6.8 WQ-Loading 모듈 | 78 |

1 K-LIDM 개요

1.1 개발 개요

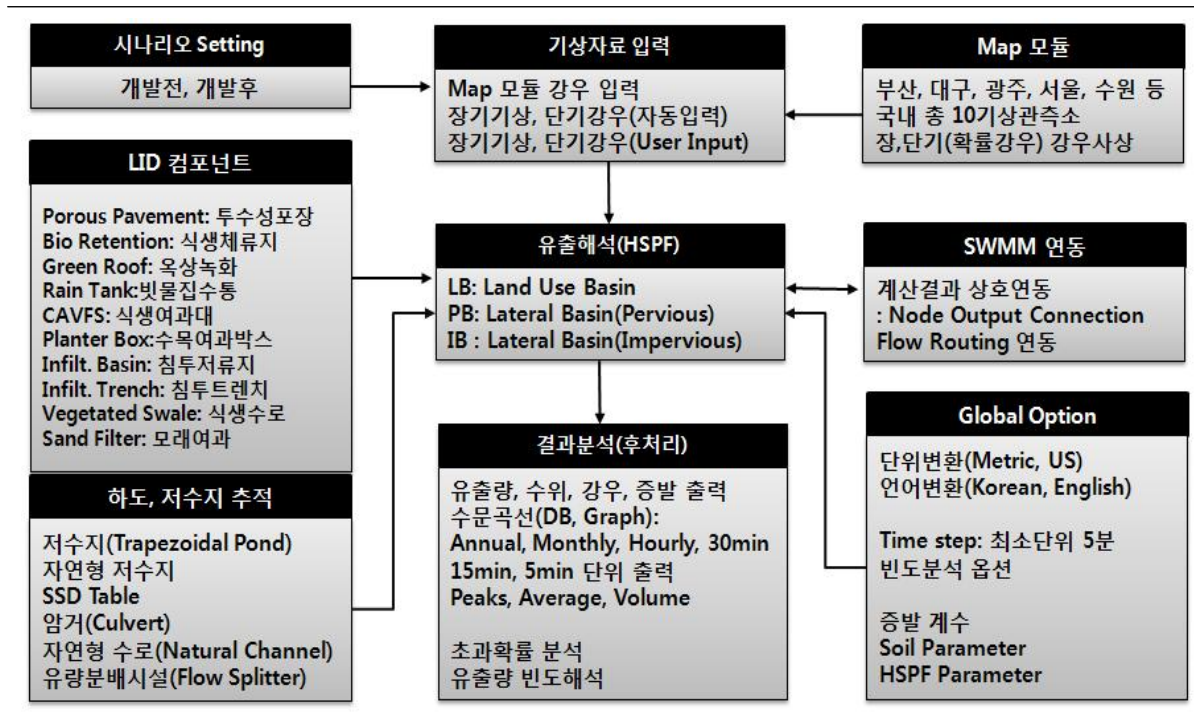
- LID 시설 도입에 따른 호우시 유출, 물순환 변화를 모델링할 수 있는 모형에 대한 요구 증가
- 국외 모형에 의존하고 있는 LID 물순환 모형의 국산화를 통하여 저영향 개발 시설물의 계획, 설계시 물순환 회복효과를 정밀하게 분석하여 Green-Infrastructure 사업의 기술력 향상
- 국외에서 개발된 LID 분석가능 모형의 현황, 상세기능, 계산방법 등에 대한 조사 및 상세분석을 수행하고 벤치마킹을 통한 연구활용, LID 계산로직 분석을 통해 WWHM-SWMM 기반 한국형 LID-해석모형 개발
- 기존에 검증된 도시유출모형 및 유역유출모형의 장점을 최대한 활용하고 LID 효과 분석 기능을 향상시키는 방향으로 개발
- 단위 LID 시설을 세부적으로 구성하여 다양한 시설물의 우수유출저감량 및 물순환효과 분석효과분석이 가능하도록 지원
- LID 계획입안자, 설계자, 연구자 등 다양한 수요층의 니즈(Needs)를 고려한 개발
- 한국형 LID-해석모형의 국내 적용성 확보를 위한 파라미터/최적설계인자 계획



[K-LIDM 화면]

1.2 프로그램 특징

- K-LIDM은 시나리오에서 개발전, 후 수행과정 선택이 가능하며 강우자료 입력은 단, 장 기강우를 자동입력(모형탐재) 또는 사용자 입력 가능
- WWHM의 유출해석모형 HSPF 및 수리학적 하도추적(SWMM) 연동모듈 적용
- 강우유출계산의 기본유출계산의 경우 HSPF의 투수지형(pervious land)에서의 수문 및 수질을 모의하는 PERLND 모듈과 불투수지형(impervious land)의 수문 및 수질을 모의 하는 IMPLND 모듈이 적용
- SWMM은 현재 국내에서 LID 설계시 가장 많이 활용되고 있으나 국내 적용성에 대한 검증이 부족하고 다양한 LID 시설의 수리학적 거동을 엄밀하게 해석할 수 없다는 단점이 있으나 도시 우수관거의 하도추적 계산모듈은 우수함
- LID 시설은 투수성포장, 식생체류지, 옥상녹화, 빗물집수통, 식생여과대, 수목여과박스, 침투저류지, 침투트렌치, 식생수로, 모래여과가 있으며 각 시설물의 재원을 입력하여 분석
- LID 시설은 유입계산(HSPF), 저류계산(Reservoir), 침투계산(침투율, Green-Ampt, Darcy' s and Van Genuchten' s equation), 방류계산(Orifice, Weir equation)으로 분석
- 10개의 기상관측소 강우 및 증발산량 장기자료와 2년, 5년, 10년, 20년, 50년, 100년 빈도 지속기간 1, 2, 3시간 강우 DB를 모형에 탑재하여 유출량 계산
- 다양한 계획목표와 비용을 고려한 파레토 최적해(Pareto Optimal Solution) 선정을 위해 다목적최적화 알고리즘을 구현하여 LID 시설의 최적배치와 용량 산정



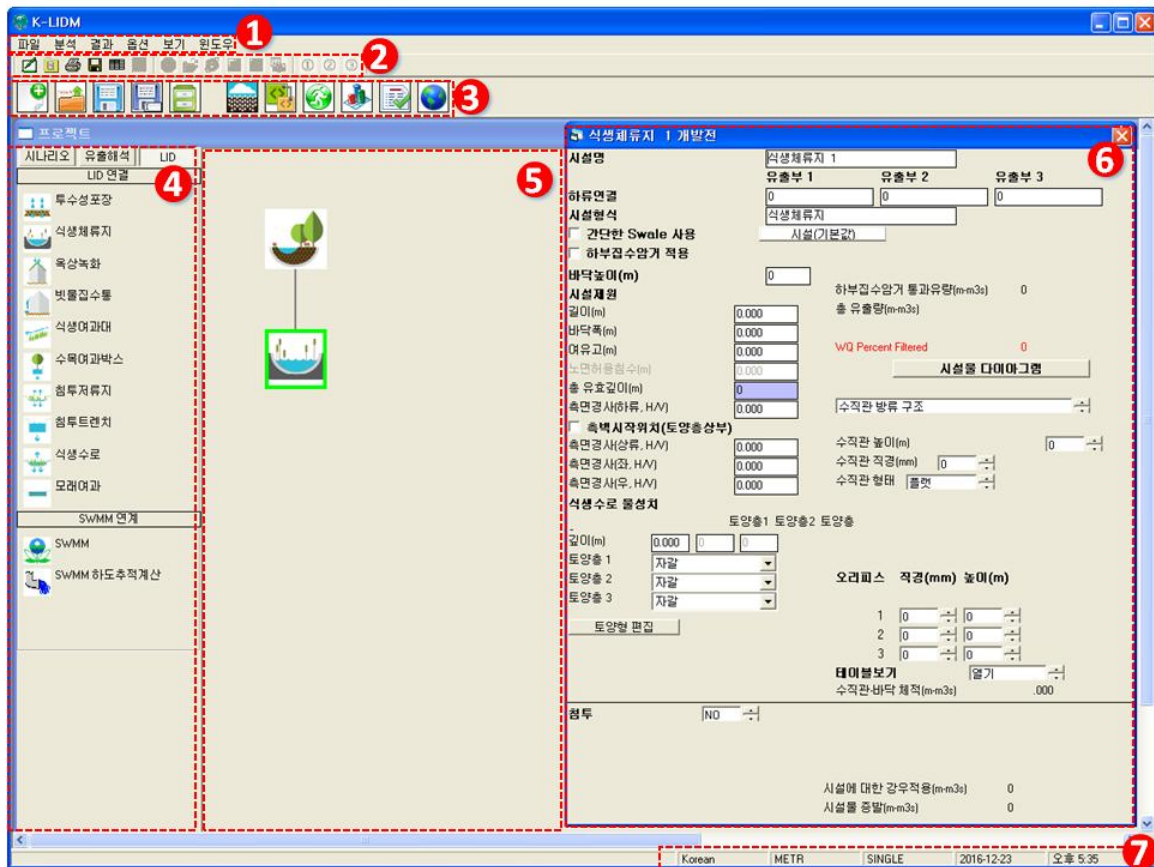
[K-LIDM 구성]

2 K-LIDM 구성

2.1 전체구성

- 장단기 강우유출해석(HSPF)을 기반으로 단위, 복합 LID 시설효과 분석
- Drag&Drop 방식으로 인터페이스(GUI) 제공하여 사용자 편의성을 확보할 수 있음
- 개발전(Predeveloped)과 개발후(Matigated) 시나리오로 구분하여 유역특성 입력, 강우자료입력, 수리해석, LID 시설의 효과분석, SWMM 연계분석 등의 기능 수행

[K-LIDM 구성]



| 인덱스 | 항목 | 속성 |
|-----|--------------|----------------------------------|
| 1 | 메인메뉴 | 파일, 분석, 결과, 보기, 윈도우, 도움말 항목으로 구성 |
| 2 | Element 편집툴바 | Element 편집 도구 바로 가기 제공 |
| 3 | 프로젝트 아이콘 | 편집 및 프로젝트 분석/결과 기능에 대한 바로 가기 제공 |
| 4 | 프로젝트 탭 | 강우-유출, LID 물순환 분석을 위한 요소 모음 |
| 5 | 작업 윈도우 | 유역 및 시설물 입력에 대한 모식화면 제공 |
| 6 | 제원입력 윈도우 | 유역 및 시설물 제원 입력 창 제공 |
| 7 | 프로젝트 상태창 | 언어, 단위에 대한 상태 표시창 |

2.2 메뉴

파일 분석 결과 옵션 보기 윈도우

- 파일 : 파일관리(파일 열기, 저장, 저장위치 지정, 인쇄, 삭제)의 기본기능
- 분석 : 분석에 필요한 설정(모의시간, 매개변수, 수질, 모의실행)을 수행
- 결과 : 분석된 결과를 시계열 또는 레포트 형식으로 볼 수 있음
- 옵션 : 언어 및 단위에 대한 설정을 수행
- 보기, 윈도우 : GUI 화면창을 조정할 수 있는 편의 기능

[K-LIDM 메뉴별 기능]

| 구분 | 기능 | 상세설명 | 비고 |
|-----|------------|---------------------------------|----|
| 파일 | 새로 만들기 | 프로젝트 생성 | |
| | 열기 | 프로젝트 불러오기 | |
| | 최근 파일 열기 | 최근 프로젝트 파일 목록 및 불러오기 | |
| | 저장 | 현재 프로젝트 저장 | |
| | 다른 이름으로 저장 | 다른 이름으로 프로젝트 저장 | |
| | 출판 | 프로젝트 저장 경로 표시 | |
| | 인쇄 | 화면 출력 | |
| | 나가기 | 프로그램 나가기 | |
| 분석 | 글로벌 옵션 | 일반설정, 모의시간 설정 등 | |
| | 도구 | 파일 가져오기(GIS, SSD, Element 연결) 등 | |
| | 매개변수 | 토양, HSPF 매개변수 옵션 및 입력 | |
| | 모의 | 강우-유출 모의 실행 | |
| 결과 | 분석 | 통계분석 및 시계열 수문곡선 결과 보기 | |
| | 리포트 | 결과를 리포트 형식으로 보기 | |
| | 프로젝트 요약 | 프로젝트 입력 자료에 대한 요약 | |
| 옵션 | 언어 | 언어설정 변경(한국어, English) | |
| | 단위 | 단위설정 변경(Metric, English) | |
| 보기 | 도구 | 편집메뉴 보기/숨김 | |
| | 상태바 | 언어, 단위 옵션 보기/숨김 | |
| | 네비게이션 | 작업창 전체화면 보기 | |
| | 배경화면 | 작업창에 배경화면 설정(*.jpg ...) | |
| 윈도우 | 계단식 배열 | 활성 윈도우 계단식으로 배열 | |
| | 수평 배열 | 활성 윈도우 수평으로 배열 | |
| | 모두 닫기 | 활성 윈도우 전체 닫기 | |
| | 축소/확대 | 작업창 확대/축소 | |
| | 바로 가기 | 활성창 바로 가기 | |


2.3 프로그램 툴바

2.3.1 Element 툴바



- 프로젝트 기본설정 및 결과보기/관련자료/사용자설정 자동 팝업 기능 제공

[K-LIDM Element 툴바 구성]

| 아이콘 | 항목 | 설명 |
|-----|------------|---|
| | 프로젝트 노트 | 프로젝트 부연설명 작성 및 프로젝트 관련 문서 및 프로그램 바로 가기 경로 설정  |
| | 관련자료 바로 가기 | 프로그램 노트에서 설정한 경로의 바로 가기 아이콘 제공 |
| | 사용자 바로 가기 | 프로그램 노트에서 설정한 사용자 설정 경로의 바로 가기 아이콘 제공 |

2.3.2 편집 툴바









- 프로젝트 생성/열기/저장 등과 같은 기본적인 바로 가기 제공

| 아이콘 | 항목 | 설명 |
|-----|-------------|---------------|
| | 새로 만들기 | 새로운 프로젝트 생성 |
| | 불러오기 | 새로운 프로젝트 열기 |
| | 저장 | 현재 프로젝트 저장 |
| | 다른이름으로 저장하기 | 현재화면 출력 |
| | 출판하기 | 프로젝트 저장 경로 표시 |

2.3.3 프로젝트 툴바

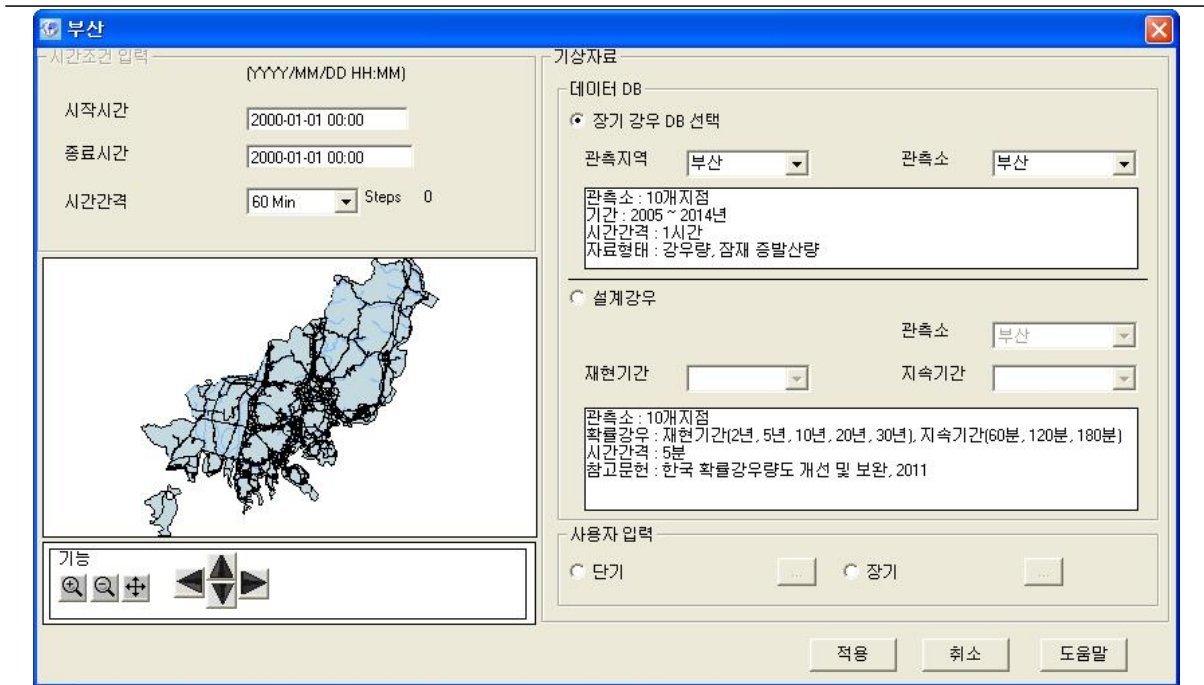


- 기상자료 입력창, 프로젝트 창, 모의 실행, 분석, 레포트 보기 기능을 아이콘을 통하여 쉽게 접근할 수 있는 장점이 있음
- K-LIDM 모형의 주요 기능을 집약하여 도구상자에 아이콘으로 표출시킴

| 아이콘 | 항목 | 설명 |
|---|------|--|
|  | 기상자료 | 기상자료 선택 및 입력 팝업 생성 K-LIDM을 수행하고자 하는 지역을 선택할 수 있으며 선택한 지역의 강우자료 DB와 연동 |
|  | 작업화면 | Predeveloped, Mitigated로 구분되며 Drainage, Flow Elements 및 LID tool box elements를 이용하여 프로젝트를 작성 |
|  | 모의실행 | Predeveloped와 Mitigated의 분석을 실행시키는 버튼으로 각 입력자료 구축 후 모의 실행 모의 실행 후 분석 결과 파일 생성 |
|  | 분석결과 | 분석결과 팝업창 생성 분석결과는 지속기간별 유출량 산정 결과 및 수문곡선이며 수문곡선은 월, 일, 시간별 유출수문곡선을 제공 |
|  | 리포트 | 분석된 결과를 Reports 파일로 제공 Text Report, PDF Report 형태로 제공 가능 |
|  | 배경화면 | 배경화면(Background) 설정 팝업 생성 |

1) 기상자료 입력()

- 맵 정보를 입력하는 도구로 주요 지역의 지도와 기상관측소 강우량이 탑재되어 있음
- 기상 관측소: 서울, 인천, 수원, 청주, 춘천, 대전, 대구, 전주, 광주, 부산
- 선택한 지역의 강우자료 DB와 연동되어 강우 유출 분석
- 홍수유출해석을 위한 강우조건: 장기 강우 및 2년, 5년, 10년, 20년, 30년 빈도 강우 DB탑재
- 프로젝트 시작시 선행작업으로 탑재된 지역을 선정하고 분석 지점을 선택



[K-LIDM 기상자료 입력창]

2) 프로젝트 (📁)

- 프로젝트 창은 크게 시나리오, 유출해석, 수리계산, LID연결, SWMM연계 탭으로 구성
- 단일, 복합 시설물의 설치 효과 분석을 위한 개발전/개발후 시나리오 설정 기능 제공
- 유출해석 및 LID시설은 Drag & Drop 방식의 인터페이스(GUI) 구성으로 사용자 편의 제공

[프로젝트 창 구성]

| 항목 | 하부 메뉴 |
|-----------|--|
| 시나리오 | 개발전 개발후 |
| 유출해석 | 유역유출 계산 기본입력 투수유역, 불투수유역 자료 입력 |
| 수리분석 | 저수지(사다리꼴, 자연형), 수위-저류-방류(SSD)테이블, 암거, 자연 하천, 유량분배시설 |
| LID 시설 입력 | 투수성포장, 식생체류지, 옥상녹화, 식생여과대, 수목여과박스, 침투저류지, 침투트렌치, 식생수로, 습식연못, 모래여과 |
| SWMM 연계 | SWMM 연계 수리 계산 Extran블록, 수리학적 하도추적 |

| 시나리오 | | | 유출 수리계산 | | | 저영향개발(LID) | | |
|---|------|-----|--|------|-----|---|------|-----|
| 시나리오 | 유출해석 | LID | 시나리오 | 유출해석 | LID | 시나리오 | 유출해석 | LID |
| 시나리오 | | | 유출해석 | | | LID 연결 | | |
|  <input checked="" type="checkbox"/> 개발전 | | |  토지이용별 유역 | | |  투수성포장 | | |
|  <input type="checkbox"/> 개발후 | | |  축방유입(투수유역) | | |  식생체류지 | | |
| | | |  축방유입(불투수유역) | | |  옥상녹화 | | |
| | | | 수리계산 | | |  빗물집수통 | | |
| | | |  저수지(사다리꼴) | | |  식생여과대 | | |
| | | |  자연형 연못(CAD) | | |  수목여과박스 | | |
| | | |  수위-저류-방류 테이블 | | |  침투저류지 | | |
| | | |  암거 | | |  침투트렌치 | | |
| | | |  자연형수로 | | |  식생수로 | | |
| | | |  유량분배시설 | | |  모래여과 | | |
| | | | | | | SWMM 연계 | | |
| | | | | | |  SWMM | | |
| | | | | | |  SWMM 하도추적계산 | | |

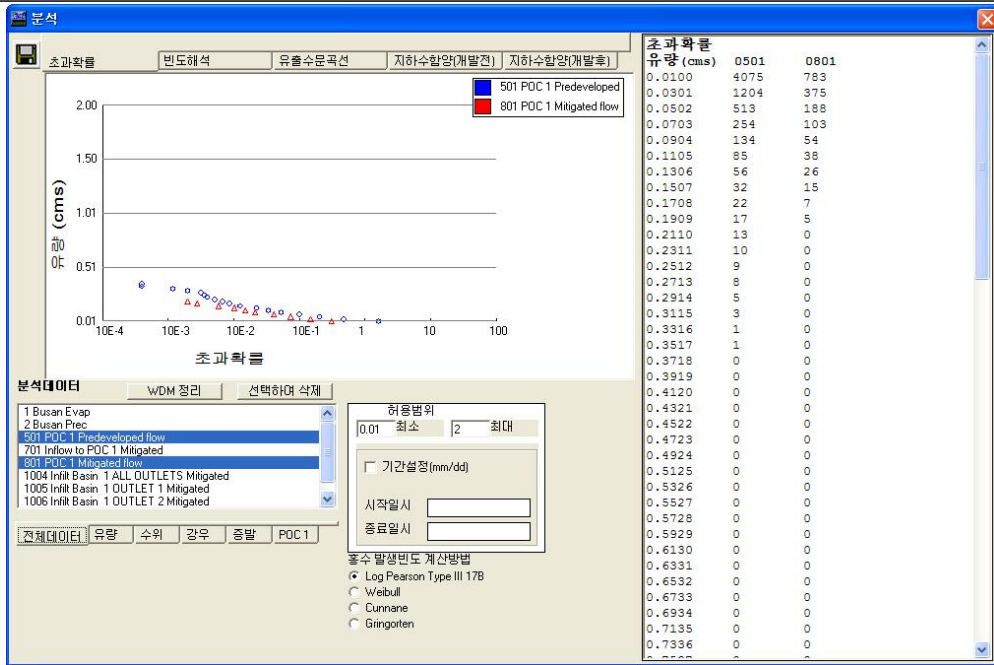
[프로젝트 창]

3) 모의실행(🌍)

- 개발전(Predeveloped)과 개발후(Mitigated) 입력자료를 구축한 뒤 모의를 실행하여 분석결과를 도출할 수 있음
- 개발전(Predeveloped)과 개발후(Mitigated)의 개별 분석이 가능하며 모의 실행 후 분석 결과 파일이 생성됨

4) 분석(📊)

- 개발 전/후 모의 실행 후 분석결과를 표출하는 창으로 유량, 수위, 강우, 증발, POC(사용자가 지정한 유출점)에 대한 결과 분석 가능
- 초과확률계산 및 빈도해석에 대한 통계 분석
- 지속기간별 유출량 산정 결과 및 수문곡선이 도출되며 수문곡선은 월, 일, 시간별 유출 수문곡선을 제공



[K-LIDM 분석 결과 창]

5) 레포트 (📄)

- 유출에 대한 분석 입력자료를 텍스트, PDF 형태로 출력가능
- 분석 지점에 대한 토지이용 및 토양 형태, 면적을 요약해서 표출 가능
- 유출량 분석시 사용된 파라미터(soil parameter, HSPF parameter)를 정리하여 표출 가능

원본 Text 메모장으로 리포트.

PDF형식으로 리포트(PDF 뷰어로 열기)

PDF로 결과보기

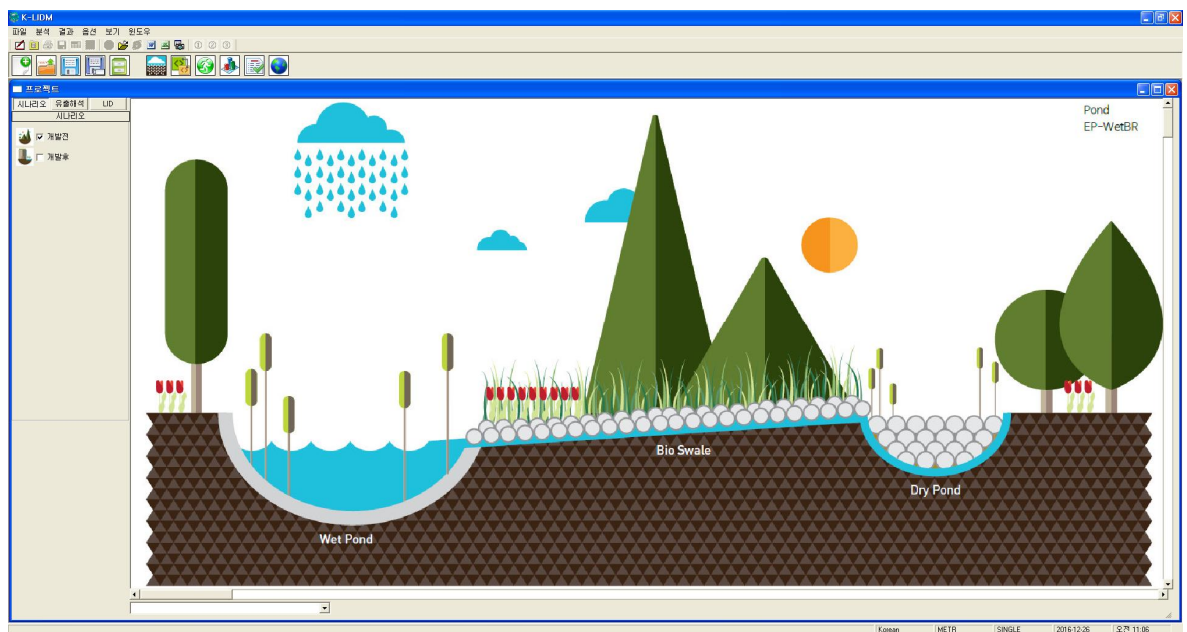
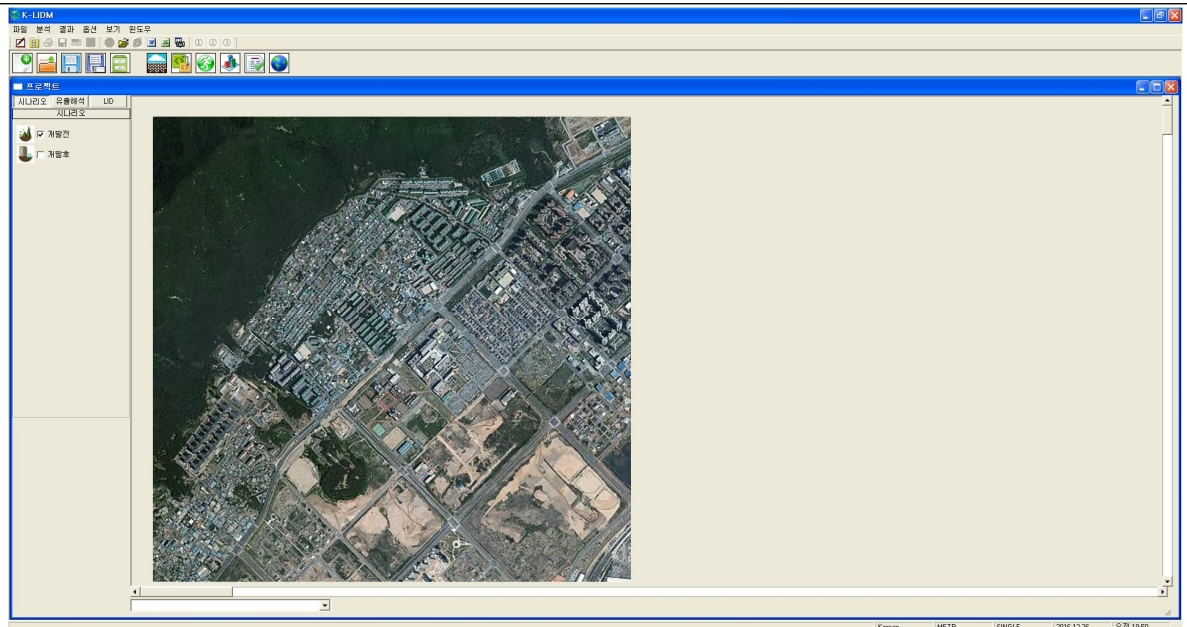
원본 텍스트 리포트.

원본 텍스트 리포트.

[K-LIDM 레포트 창]

6) 배경화면 입력창

- Map이나 LID 시설 그림을 배경화면으로 불러올 수 있음
- 배경화면으로 불러올 수 있는 이미지 파일 : jpg, png, gif, tif, bmp, wmf, emf



[K-LIDM 배경화면 입력]

3 글로벌 옵션 및 매개변수

3.1 글로벌 옵션

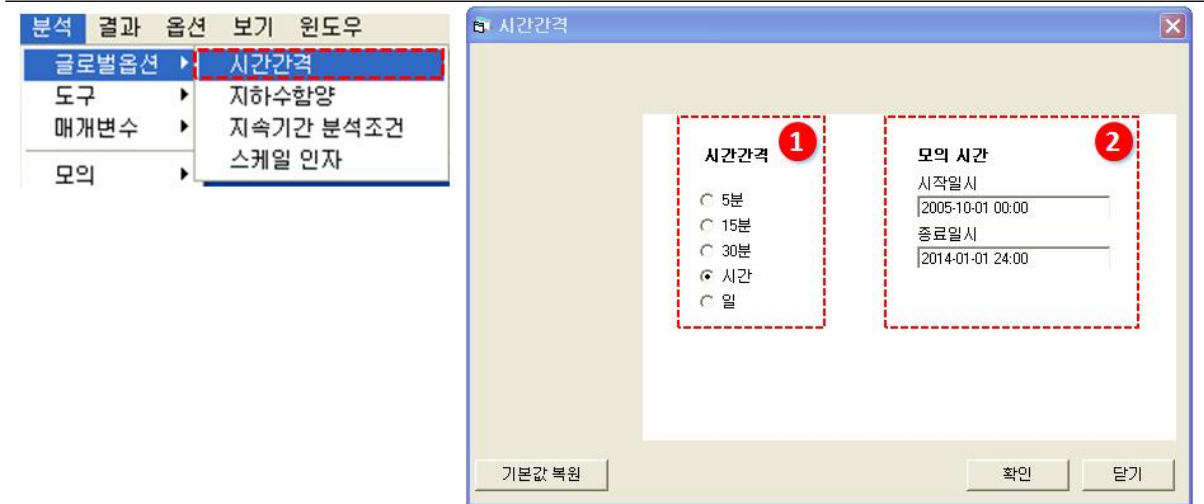
- 메뉴에서 분석 > 글로벌 옵션을 선택하여 모의시간, 시간간격, 빈도범위, 스케일인자를 설정할 수 있음
- 모형에서 개발전 및 개발후 유출량 분석을 위한 자료를 입력하기 전에 글로벌 옵션에서 모의 조건을 입력

[글로벌 옵션 구성]

| 항목 | 설명 |
|-----------------|---------------------------|
| 시간간격(모의기간) | 프로젝트 모의기간 및 시간간격 설정 |
| 지하수 함양 | 지하수 함양 계산 선택 및 연결 |
| 지속기간 분석조건(빈도범위) | 빈도해석의 분석 조건 설정 |
| 스케일 인자 | 강우 및 증발산량, 수질처리율의 허용범위 설정 |

3.1.1 시간간격(모의기간)

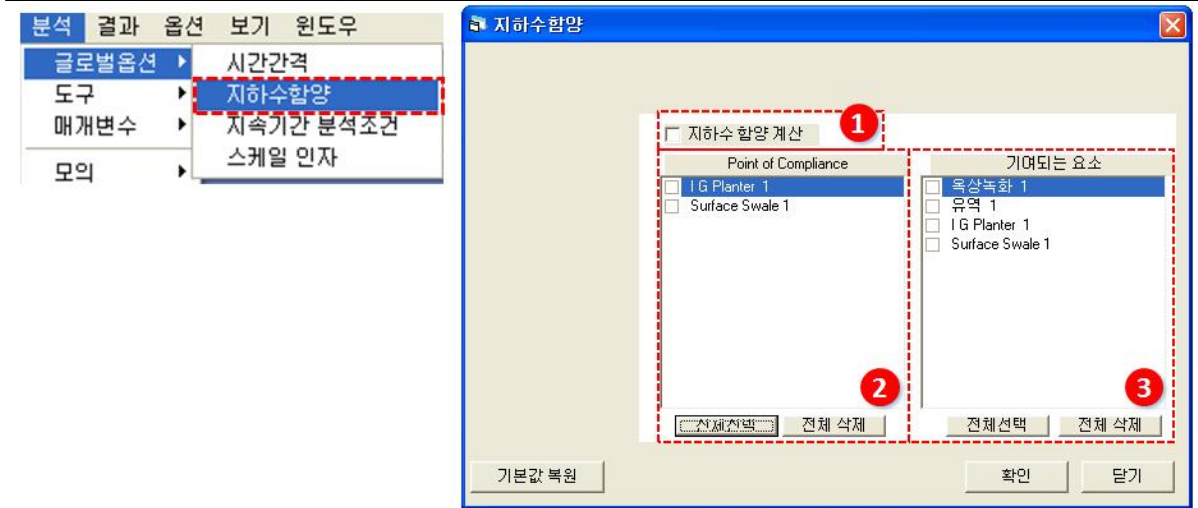
- 모의기간 및 시간간격 설정
 - 모의기간: 시작/종료 년/월/일/시(인덱스 ①)
 - 시간간격: 5분, 15분, 30분, 시간, 일(인덱스 ②)
- 원하는 이벤트 기간을 설정하여 모의 결과를 확인할 수 있음
- 시간간격을 변경하면 모의 결과도 다른 양상이 나타날 수 있음



[모의기간 및 시간간격 입력]

3.1.2 지하수함양

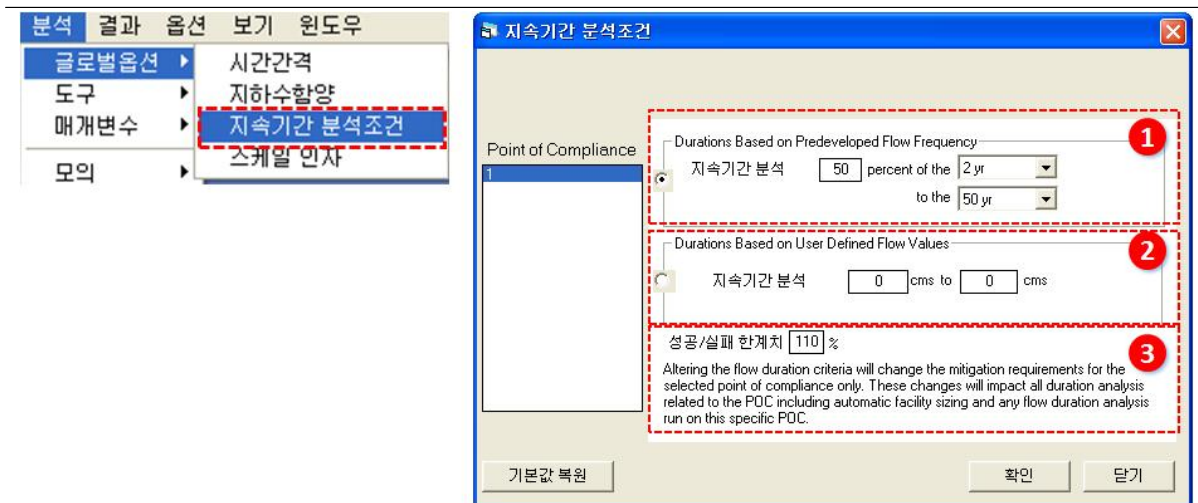
- 지하수함양 계산 모의 설정 기능(인덱스 ①)
- 지하수함양을 계산할 POC 및 요소를 선택하여 적용 가능(인덱스 ②, ③)
- 글로벌 옵션에서 지하수함양 계산을 설정하게 되면 결과보기 화면에서 지하수 계산 결과가 표출



[지하수함양 입력]

3.1.3 지속기간 분석조건

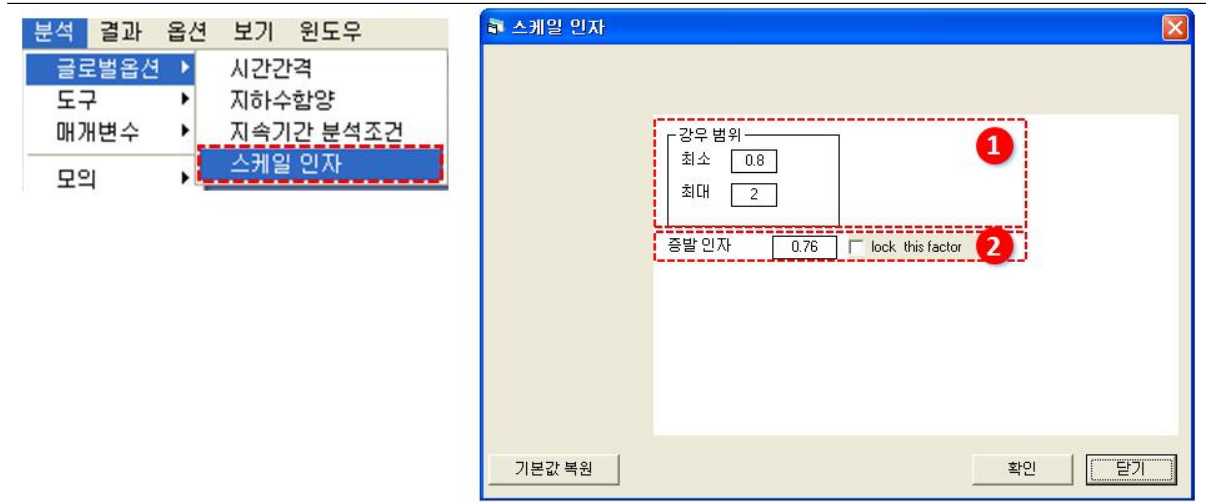
- 빈도해석의 대상빈도를 선정(2년, 5년, 10년, 25년, 50년, 100년) (인덱스 ①)
- 설정한 빈도 범위 중 가장 작은 빈도에서는 감소율(%) 적용 가능
- 통계분석을 위한 최소/최대 유량 값의 사용자 입력(인덱스 ②)
- pass/fail 기본값은 110%이며 사용자가 지정할 수 있음 (인덱스 ③)



[지속기간 분석조건 입력]

3.1.4 스케일인자

- 강우 및 잠재증발산량, 수질처리율의 허용범위 및 인자값 지정
- 인자 기본값: 강우 0.8-2.0 / 증발 0.76(인덱스 ①, ②)
- 수정후 초기 기본값으로 돌아가기 위해 기본값 복원을 클릭



[스케일인자 입력]

3.2 도구

- 다른 포맷으로 구축되어 있는 유역정보 및 기상자료를 불러올 수 있는 편의성 제공
- 유역 유출 자료를 UCI, INP 확장자 명을 가지는 파일에서 불러올 수 있음
- 사용자가 WDM 파일로 구성된 기상자료를 불러오거나 내보낼 수 있으며 편집이 가능

[도구 구성]

| 항목 | 설명 |
|--------------|------------------------------------|
| 개발전 데이터 가져오기 | 유역 유출 입력자료 가져오기(HSPF input, *.uci) |
| 기상자료 가져오기 | WDM에서 기상자료 가져오기 |
| 데이터 내보내기 | WDM 데이터를 다른 형식으로 내보내기 |
| 데이터 가져오기 | TEXT형태의 데이터를 WDM으로 가져오기 |
| WDM 관리 | WDM 파일 관리(복사, 수정 등) |
| GIS DB가져오기 | GIS DB 가져오기(*.dbf > *.cvs...) |
| SSD 가져오기 | SSD 테이블 가져오기(개발전 □후) |
| 요소 연결관계 가져오기 | 요소간 연결관계 정의 및 편집 |
| 지도정보 수정 | 프로그램 탑재된 지도DB의 속성정보 수정 |

3.2.1 개발전 데이터 가져오기

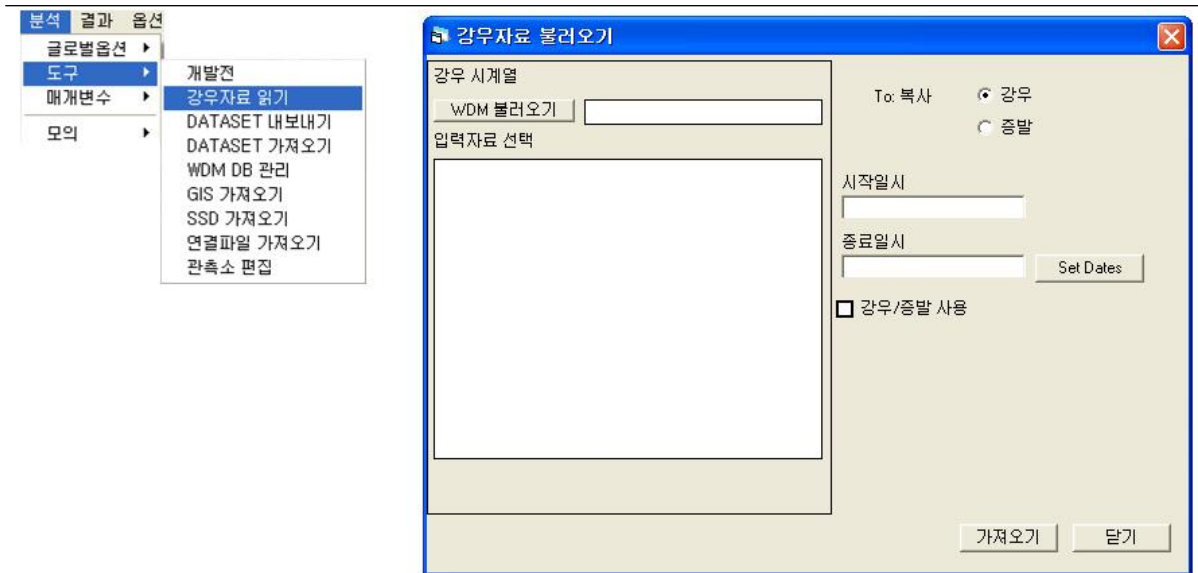
- HSPF(*.uci), SWMM(*.inp) 파일에서 유역정보를 가져와서 개발전 유역 데이터로 변환



[개발전 데이터 가져오기]

3.2.2 기상자료 가져오기

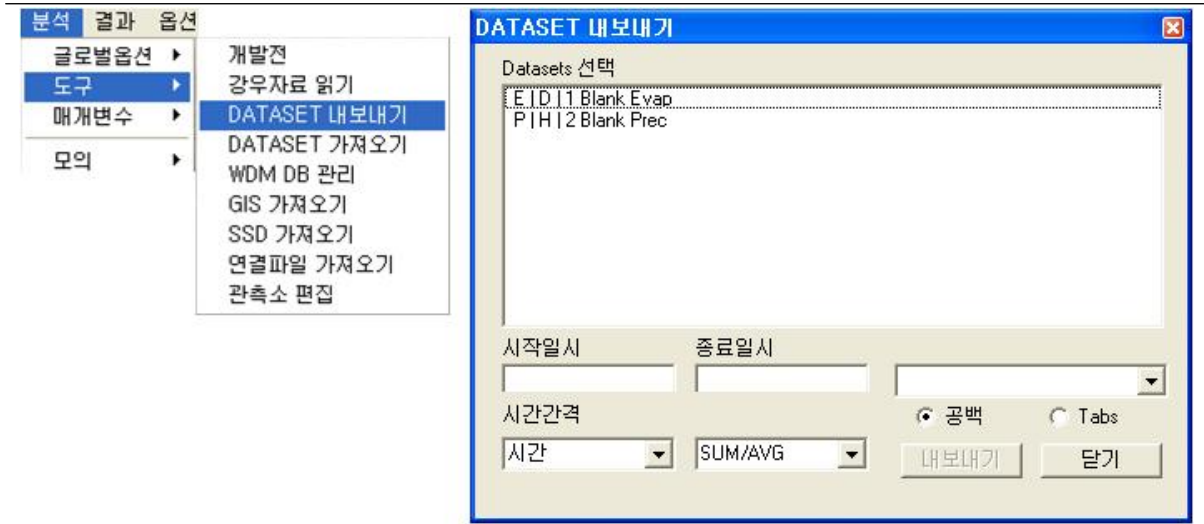
- WDM 확장자로 되어 있는 경우, 증발 자료를 가져오기(*.wdm)
- 강우 및 잠재증발량 자료의 시작/종료일시를 지정하면 해당 기간에 대해 모형 입력



[기상자료 불러오기]

3.2.3 DATASET 내보내기

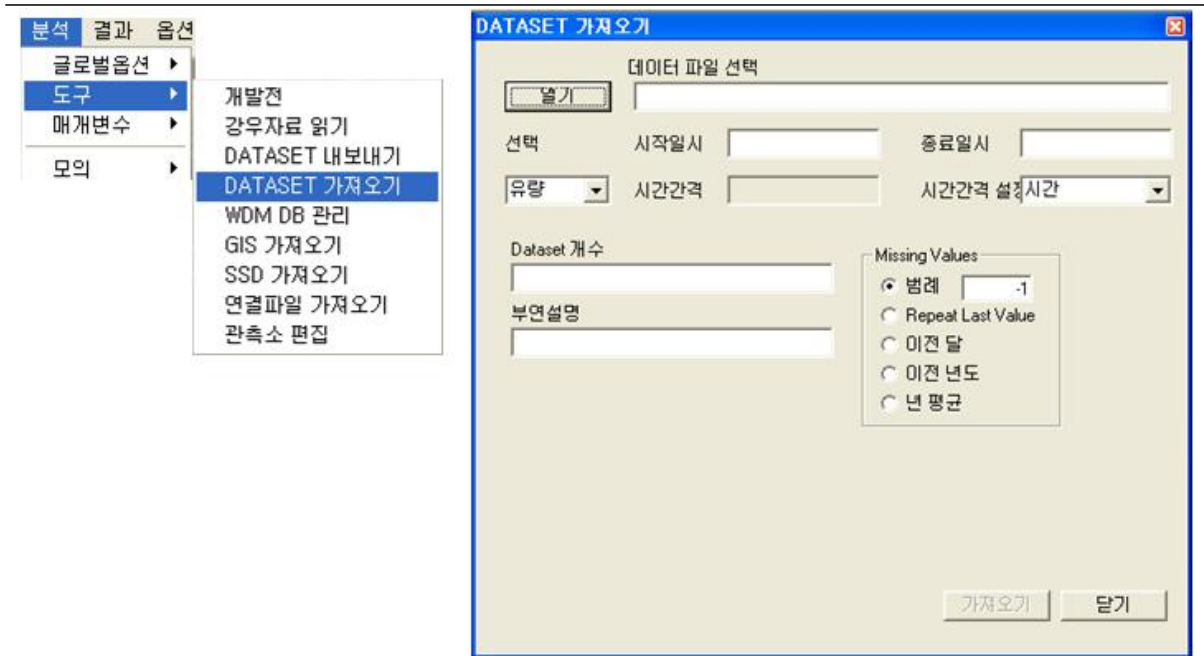
- 프로젝트의 WDM 데이터를 다른 형식으로 내보내기
- 내보내기 가능 확장자: *.txt, *.tx4, *.csv, *.css, *.mdb, *.rcg, *.swm, *.zwm



[DATASET 내보내기]

3.2.4 DATASET 가져오기

- TEXT와 형식의 데이터를 가져와서 WDM 파일로 생성하기
- 강우, 증발산량, 유량, 수위에 대한 시계열 데이터를 가져오기
- 자료속성에 따라 시간간격 자동생성되며, 사용자가 원하는 시간간격으로 변경 가능



[DATASET 가져오기]

3.2.5 WDM 파일 관리

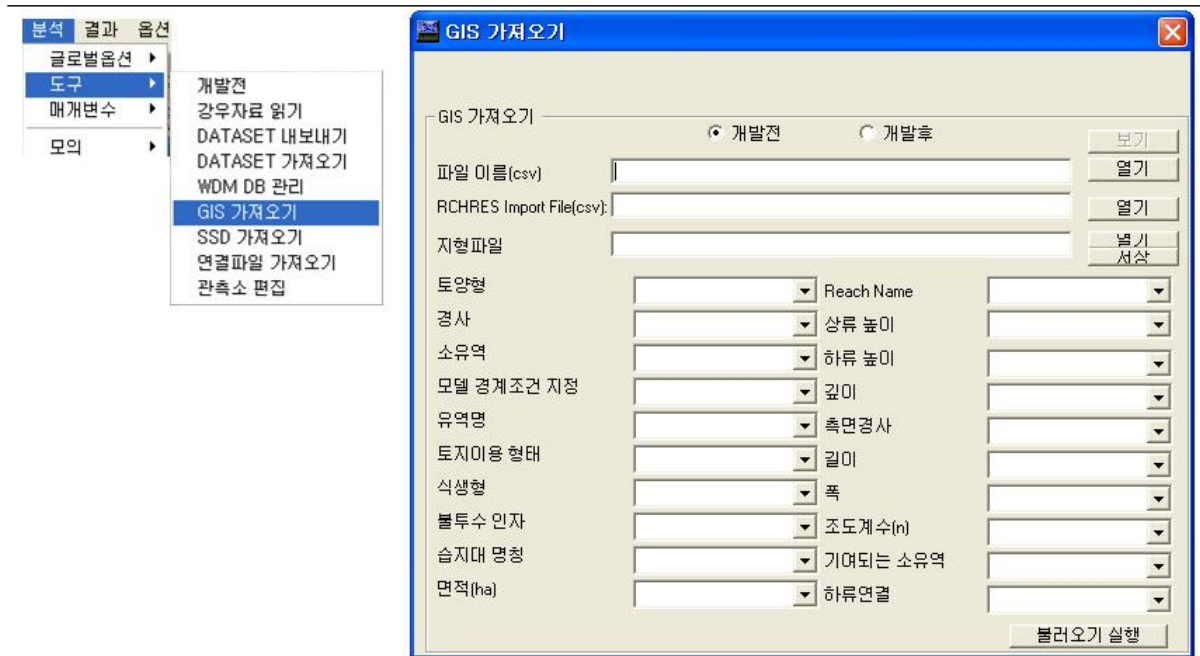
- WDM 파일로부터 시계열 데이터 복사 및 데이터 세트 변경



[WDM DB 관리]

3.2.6 GIS 가져오기

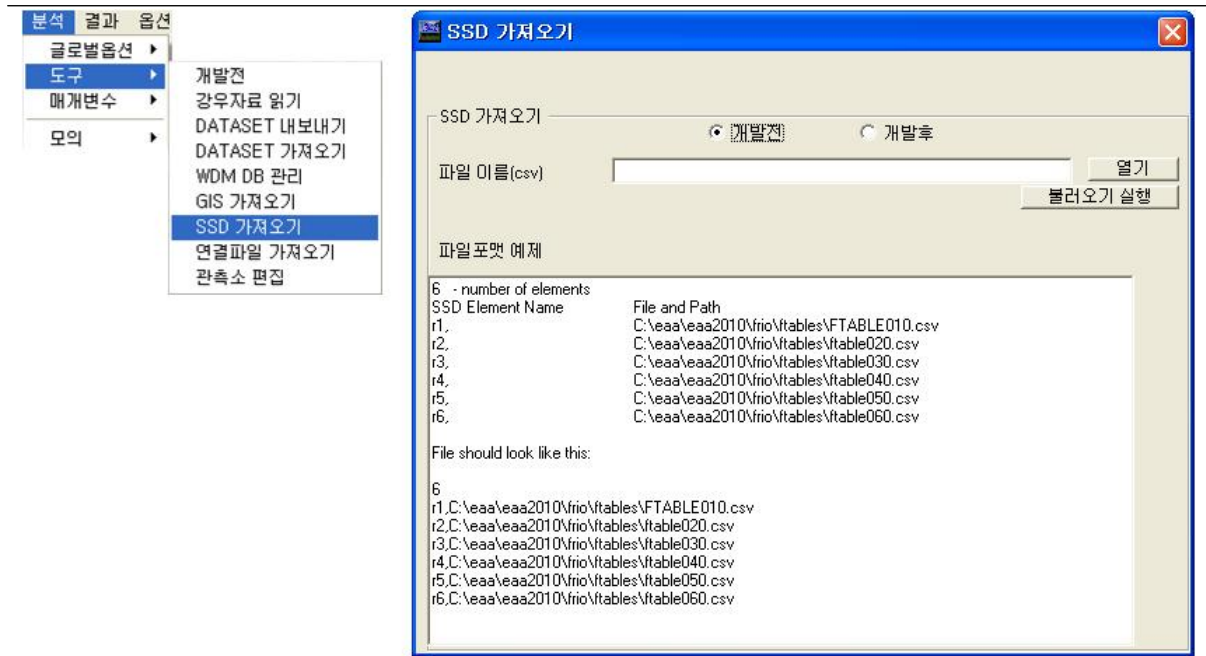
- GIS DB 파일을 모형의 유역 입력정보로 가져오기(*.csv)
- 유역정보: 토양형, 경사, 하류유역명, 경계조건, 토지이용, 식생타입, 불투수인자, 면적 등
- 하도정보: 하도명, 상하류 고도, 깊이, 측면경사, 연장, 폭, 조도계수 등



[GIS 유역정보 가져오기]

3.2.7 SSD 가져오기

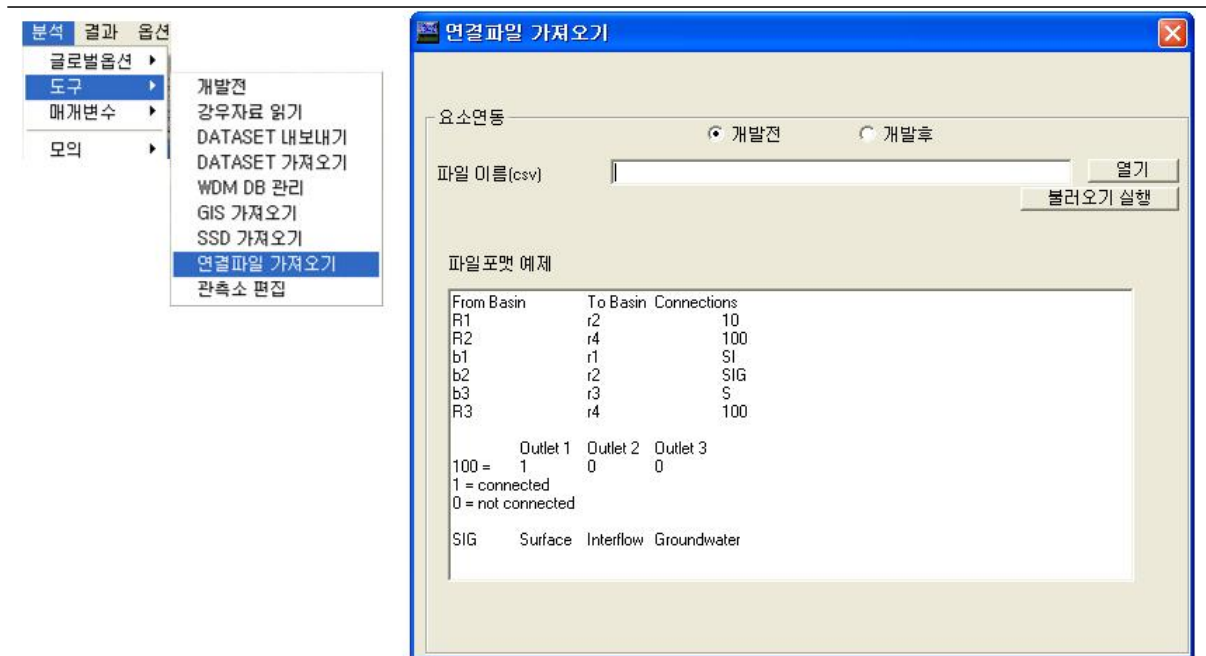
- 개발전 이후에 대한 텍스트 형태의 SSD 테이블(수위-방류-저류)을 가져오기



[SSD 테이블 가져오기]

3.2.8 연결파일 가져오기

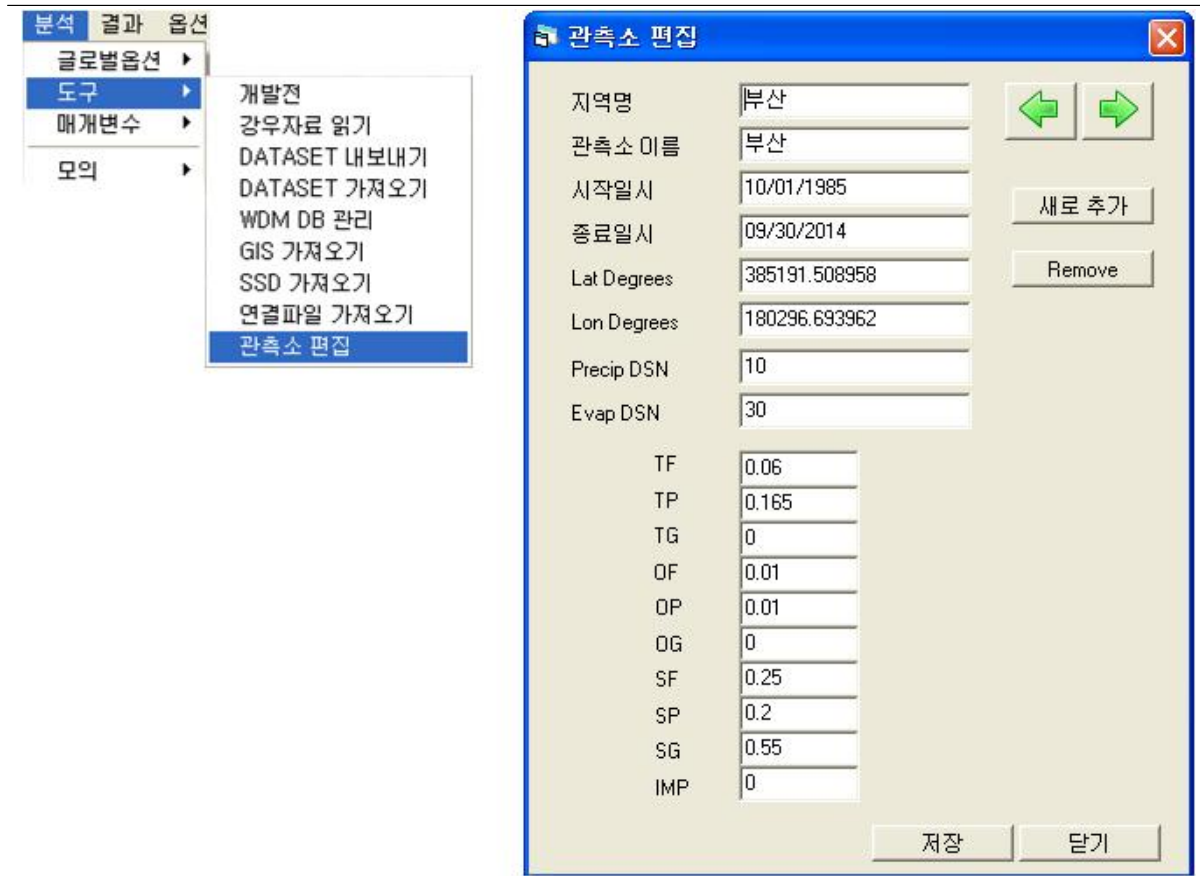
- 요소간의 연결정보 및 유출구 정보를 외부파일에서 가져오기
- 복잡하고 다양한 요소 연결시 활용하게 되면 모형구축 시간이 단축



[연결정보 가져오기]

3.2.9 관측소 편집

- 프로그램 내에 탑재된 지도DB의 속성정보 수정
 - 지도명, 위치정보, 고유코드(DSN) 등을 편집
- 지형 MAP과 기상관측소 정보가 자동 연계됨



[지도정보 DB 편집]

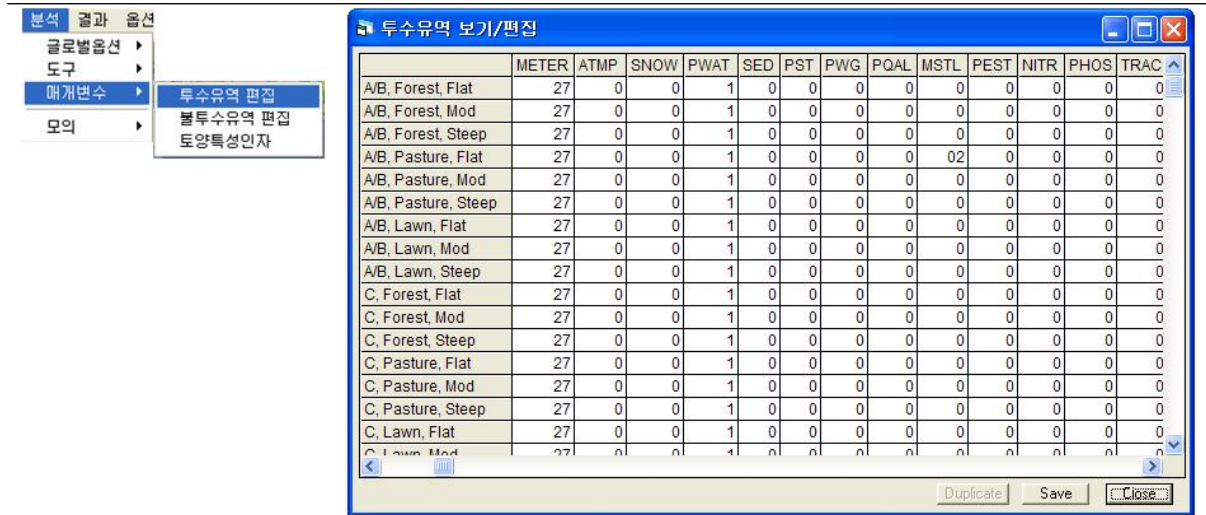
3.3 매개변수

[HSPF 파라미터]

| 구 분 | 내 용 |
|----------|------------------------|
| 투수유역 편집 | PERLND 매개변수 보기 및 편집 |
| 불투수유역 편집 | IMPLND 매개변수 보기 및 편집 |
| 토양특성인자 | 토양 특성에 관한 매개변수 입력 및 편집 |

3.3.1 투수유역 편집

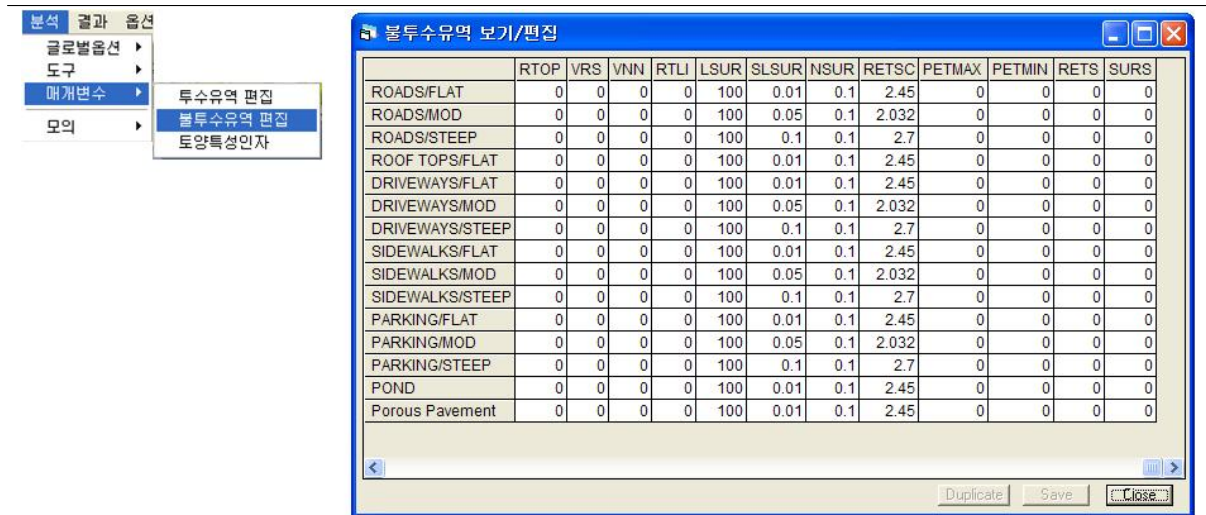
- 투수유역(PERLND)에 포함되는 매개변수를 보거나 편집할 수 있음
- 편집한 뒤 저장한 매개변수 정보를 다시 불러올 수 있음



[투수유역 매개변수 보기 및 편집]

3.3.2 불투수유역 편집

- 불투수유역(IMPLND)에 포함되는 매개변수를 보거나 편집할 수 있음
- 편집한 뒤 저장한 매개변수 정보를 다시 불러올 수 있음



[불투수유역 매개변수 보기 및 편집]

3.3.3 토양특성인자

- 기본값 사용, 파일 불러오기, 사용자 정의로 구분되어 토양 매개변수 입력
- 토양 그룹별(A, B, C, D) 침투율, 깊이를 설정할 수 있으며 식생 성장시기와 지하수위 및 초기수위 사용 여부를 선택할 수 있음

토양특성인자

기본값 사용
 파라미터 파일 불러오기
 사용자정의

| 토양 그룹 | A | B | C | D |
|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 침투율 | Select Rate | Select Rate | Select Rate | Select Rate |
| 토양 깊이 | Select Depth | Select Depth | Select Depth | Select Depth |

식생

성장 시기: Start End
 뿌리깊이: Access to Groundwater Access to base flow

Do not show this window.

[토양특성인자 보기 및 편집]

4 기상자료 설정

4.1 기상자료 설정 개요

- 맵 정보를 입력하는 도구로 주요 지역의 지도와 기상관측소 강우량이 탑재되어 있음
 - 기상관측소 DB정보: 서울, 인천, 수원, 청주, 춘천, 대전, 대구, 전주, 광주, 부산(10개소)
 - 확률강우량 DB정보: 재현기간 2, 5, 10, 20, 30년 빈도, 강우 지속기간 1, 2, 3 시간
- 사용자 입력 탭을 통해 단기/장기 강우 및 증발자료 사용자 입력 도구 제공

[K-LIDM 구성]

| 인덱스 | 항목 | 속성 |
|-----|------------|------------------------------------|
| 1 | 기상자료기간 설정 | 기상자료기간(강우, 증발) 기간 로드 및 입력 |
| 2 | 맵 네비게이션 | 지도정보 보기 및 맵 화면 클릭으로 지역 및 관측소 DB 로드 |
| 3 | 강우/증발 DB선택 | 지역 및 관측소 선택으로 기상 데이터 DB 로드 |
| 4 | 사용자 입력 | 단기/장기 기상자료의 사용자 입력 도구 |

4.2 기상자료기간 설정

- 기상자료(강우, 증발)의 시작/종료 일시 및 시간간격을 설정 및 확인(인덱스 ①, ②, ③)
- Data DB는 DB 자료의 기간 및 간격을 로드 하여 자동 설정
- 사용자 입력 기상자료는 사용자가 시작/종류 일시 및 시간간격을 입력
- 설정된 기상자료의 자료개수 자동계산 및 표기(인덱스 ④)

시간조건 입력 (YYYY/MM/DD HH:MM)

시작시간 ① 2000-01-01 00:00

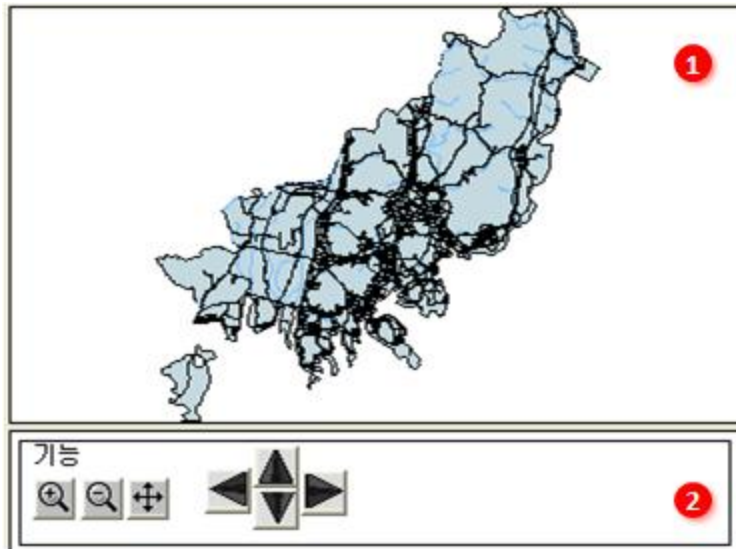
종료시간 ② 2000-01-01 00:00

시간간격 ③ 60 Min Steps 0 ④

[기상자료 시간조건 입력]

4.3 맵 네비게이션

- 지역 및 관측소의 지도정보 제공(인덱스 ①)
 - 지도정보: 행정구역 경계, 도로 선형, 하천 선형
 - 지도정보 DB 내역(2016 ver. 기준): 서울, 인천, 수원, 청주, 춘천, 대전, 대구, 전주, 광주, 부산(10개소)
- 사용자가 대상지점을 클릭하게 되면 해당지점의 지역 및 기상관측소 자료 자동 로드
- 지도정보에 대해 줌인/줌아웃/이동 기능이 있는 컨트롤 패널 제공(인덱스 ②)



[기상자료 시간조건 입력]

4.4 강우 및 증발 데이터 DB

- 지역 및 관측소를 콤보상자에서 선택하게 되면 해당 관측소의 기상자료 자동 로드
- 관측소별 강우/증발 관측자료 및 확률강우에 대한 DB 제공
- 기상자료 DB형태에 따라 시간설정화면이 자동으로 갱신

[관측 기상자료 DB 내역(2016 ver. 기준)]

| 항목 | 자료기간 | 시간간격 | 설명 |
|----|-------------------|------|-----------------|
| 강우 | 1985-2014년(총30개년) | 시간단위 | 관측소별시간강우(mm) |
| 증발 | 2005-2014년(총10개년) | 일단위 | 관측소별 잠재증발산량(mm) |

[확률강우 DB 내역(2016 ver. 기준)]

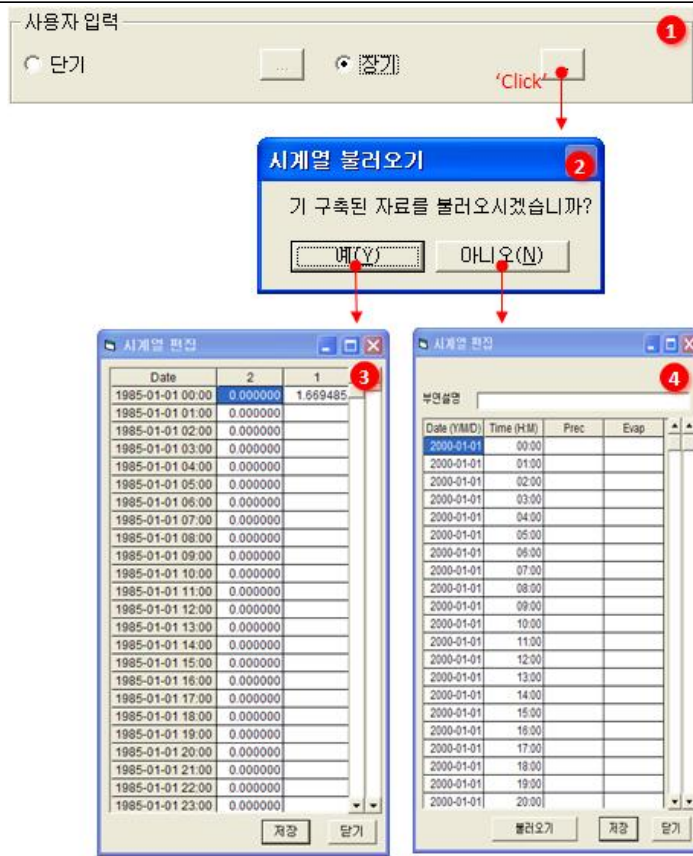
| 항목 | 재현기간 | 지속기간 | 시간분포 |
|------|----------------------|-----------|------------------|
| 확률강우 | 2, 5, 10, 20, 30년 빈도 | 1, 2, 3시간 | Huff 3분위 5분단위 간격 |

출처) 확률강우량도 개선 및 보완 연구, 2011, 국토교통부

[강우 및 증발 데이터 DB 설정]

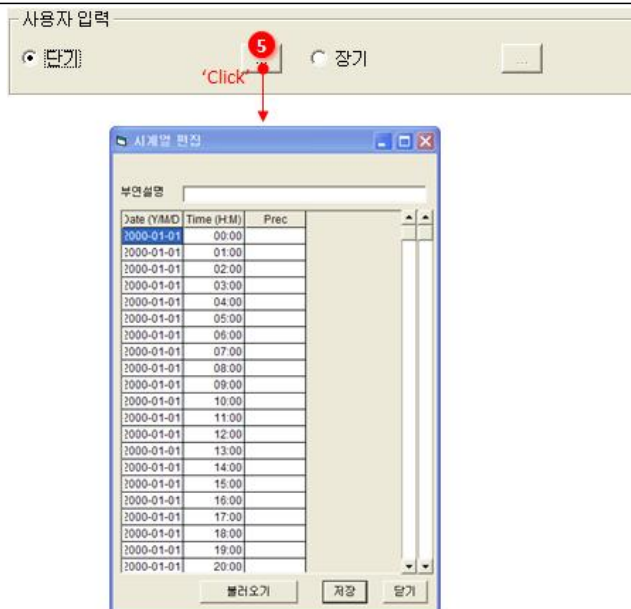
4.5 사용자 강우 입력

- 단기/장기로 구분하여 강우 및 증발의 기상자료 입력 도구 제공(인덱스: ①)
- 단기/장기 항목을 클릭하게 되면 모형에 탑재되어 있는 자료와 사용자 입력 선택 팝업창 활성화됨(인덱스: ②)
- 모형에 탑재되어 있는 자료를 불러오면 1985년부터 2014년까지의 강우 및 증발 자료 불러올 수 있음(인덱스: ③)
- 사용자 입력을 선택하면 기상자료를 직접 입력하거나 텍스트 형태로 저장되어 있는 자료 가져오기 기능 제공(인덱스: ④)



[사용자 강우 입력(장기)]

- 사용자 입력에서 장기를 선택하면 강우 및 증발 자료를 입력하거나 불러와야 하지만 단기를 선택할 경우 강우자료만 입력할 수 있음(인덱스: ⑤)



[사용자 강우 입력(단기)]

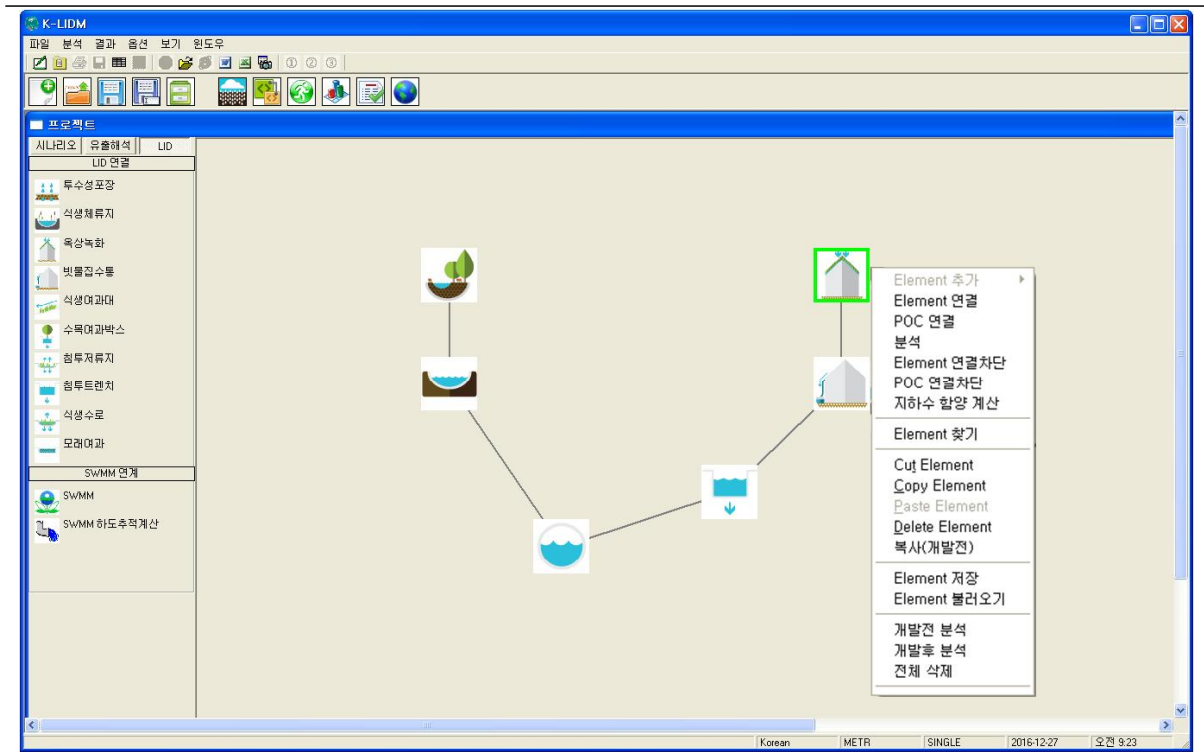
5 유출해석을 위한 프로젝트 작업

5.1 프로젝트 작업창 도구

- 프로젝트 탭에서 선택한 객체를 작업 윈도우에 Drag & Drop 하면 모식화면 제공
- 프로젝트 작업창에서는 기본적으로 Predeveloped 및 Mitigated에 대한 시나리오를 수행하고 선택한 Element에 대한 상세 입력정보(시설물 제원, 침투 입력자료, 유출부 제원, 토양층 제원)를 요구함
- 유역 Element과 수리계산을 위한 Element 및 LID Element를 연결하여 유출결과 분석
- 사용자가 원하는 유출점에 POC를 선택하여 유출점에 대한 유출결과 비교

[요소 작업 도구 설명]

| 메뉴 | 설명 |
|----------|--|
| 요소 추가 | 유역유출, 저수지, 관로(하천), LID 시설 리스트 및 불러오기 |
| 요소 연결 | 요소간 연결 정의 마우스로 상류 Element를 선택(좌클릭)한 후 우클릭하고 Connet to Element 선택 후 하류 Element 좌클릭하면 연결 지정(연결선 표시) |
| POC 연결 | 지정한 출구점에 POC 기능 설정 지정한 출구점의 해석 결과 WDM 생성이 되어 그래프 및 표 보기 및 출력 가능 |
| 요소 연결차단 | 요소간 연결 정의 삭제 |
| POC 연결차단 | 지정한 출구점 POC 기능 설정 해제 |
| 지하수함양 계산 | 유역과 시설에서의 침투를 통해 지하수로 전환되는 양 계산 |
| 요소 찾기 | 프로젝트 구성시 많은 Element를 구성한 경우 Element의 이름을 클릭하면 해당 Element가 활성화되는 기능 |
| 요소 자르기 | 프로젝트 작업창에서 선택한 Element를 잘라내는 기능 수행시 붙여넣기 Element 기능이 활성화 되며 붙여넣기 가능 |
| 요소복사 | 프로젝트 작업창에서 선택한 Element를 복사하는 기능 붙여넣기 Element 기능 활성화, 복사한 Element 붙여넣기 가능 |
| 요소붙여넣기 | 자르기, 복사 Element 기능 수행시 활성화되고 붙여넣는 기능 |
| 요소삭제 | 선택한 Element를 삭제하는 기능 |
| 복사(개발전) | Predeveloped 프로젝트 작업창에서 작업한 Element 전체를 복사하여 Mitigated 프로젝트 작업창에 저장하는 기능 |
| 요소저장 | 선택한 Element를 파일 형식으로 저장하는 기능 폴더 지정가능 |
| 요소불러오기 | 저장된 Element를 불러오는 기능 |
| 개발전 분석 | 개발전 시나리오 모의 |
| 개발후 분석 | 개발후 시나리오 모의 |
| 전체 삭제 | 프로젝트 작업창에서 작업한 모든 내용을 삭제하는 기능 |





[프로젝트 작업창 화면]

5.2 프로젝트 구성 요소

5.2.1 시나리오

- 개발전(Predeveloped)과 개발후(Mitigated) 시나리오로 구분되어지며 개발전 시나리오를 개발후 시나리오로 복사가 가능
- 개발전 시나리오와 개발후 시나리오를 분석하고 결과를 비교할 수 있음


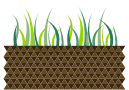

[시나리오 요소]

| 구분 | 요소명 | 상세설명 |
|---|---------------------|--|
|  | 개발전 Predeveloped | 개발전 시나리오를 활성화 하는 버튼 투수/불투수 토지이용, 수리수문 시설, LID 시설 설치, SWMM 연계 분석 |
|  | 개발후 Mitigated | 개발후 시나리오를 활성화 하는 버튼 투수/불투수 토지이용, 수리수문 시설, LID 시설 설치, SWMM 연계 분석 |

5.2.2 유출해석

- 강우-유출모의에 필요한 유역정보를 입력
- 투수유역, 불투수유역으로 구분하여 토지이용별 형태, 경사, 면적을 고려하여 유역 유출을 계산하는 요소로 구성되어 있음
- HSPF를 기반으로 PERLNDs, IMPLNDs 모듈과 연계되어 수리수문 및 LID 요소와 연결하여 유출량 산정 가능

[유출해석 요소]

| 구분 | 요소명 | 상세설명 |
|--|-----------|--|
|  | 토지이용별 유역 | ☑HSPF의 PERLNDs, IMPLNDs 모듈과 연계하여 유역유출을 계산하는 Element로 유역의 토지이용, 경사를 선택하고 면적을 입력 |
|  | 측방유입(투수) | ☑모든 투수유역을 포함하고 있으며 투수유역의 토지이용 형태를 한가지 선택하여 면적을 입력 |
|  | 측방유입(불투수) | ☑모든 불투수유역을 포함하고 있으며 불투수유역의 토지이용 형태를 한가지 선택하여 면적을 입력 |

1) 토지이용별 유역

- 단일배수지점을 가지는 전체유역에 적용되며 하나 또는 여러 개의 토양 특성을 가지는 유역들로 구분하여 면적을 입력

[구성]

1 소유역명:

2 유출 형태 :

3 토지이용별 유역면적 선택된 항목 보기

| 투수지역 | | Hectares | 불투수지역 | | Hectares |
|--------------------------|---------------------|--------------------------------|--------------------------|----------------|--------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | A/B, Forest, Flat | <input type="text" value="0"/> | <input type="checkbox"/> | ROADS/FLAT | <input type="text" value="0"/> |
| <input type="checkbox"/> | A/B, Forest, Mod | <input type="text" value="0"/> | <input type="checkbox"/> | ROADS/MOD | <input type="text" value="0"/> |
| <input type="checkbox"/> | A/B, Forest, Steep | <input type="text" value="0"/> | <input type="checkbox"/> | ROADS/STEEP | <input type="text" value="0"/> |
| <input type="checkbox"/> | A/B, Pasture, Flat | <input type="text" value="0"/> | <input type="checkbox"/> | ROOF TOPS/FLAT | <input type="text" value="0"/> |
| <input type="checkbox"/> | A/B, Pasture, Mod | <input type="text" value="0"/> | <input type="checkbox"/> | DRIVEWAYS/FLAT | <input type="text" value="0"/> |
| <input type="checkbox"/> | A/B, Pasture, Steep | <input type="text" value="0"/> | <input type="checkbox"/> | DRIVEWAYS/MOD | <input type="text" value="0"/> |

| 인덱스 | 항목 | 속성 |
|-----|------------|---------------------------------|
| 1 | 소유역명입력 | 소유역 이름을 사용자가 입력 |
| 2 | 유출형태 구분 | 표면유출, 중간유출, 지하수유출로 구분하여 입력가능 |
| 3 | 토지이용별 유역면적 | 토양/식생/경사가 구분되어진 토지이용을 선택하고 면적입력 |

- 유역면적은 0이상으로 입력해야 함
- 측방유입(투수/불투수)과 직접적으로 연결할 수 없음
- K-LIDM에서 HSPF 매개 변수 값은 사용자에게 의해 수정 가능
- 표면유출, 중간유출, 지하수유출로 구분하여 입력 가능

[유출형태 구분]

| 구분 | 특징 |
|-------|-----------------------------------|
| 표면유출 | 흐르는 지표류의 유출을 말하며 주로 불투수지역에서 나타남 |
| 중간유출 | 불포화 토양에서 나타남 |
| 지하수유출 | 배수유역에서 기본적인 흐름이 관찰되지 않았다면 입력하지 않음 |

- 토양형, 식생유형 및 경사가 구분 되어진 유역의 토지이용을 선택할 수 있음

[모형에 탑재된 토양 특성]

| 구분 | | 특성 | |
|------|------|---------------------|--|
| 투수층 | 토양형 | A/ B | well infiltrating soils/ moderate infiltrating soils |
| | | C | poor infiltrating soils |
| | | D | typically wetland soils |
| | | SAT | 습식토양(saturated/ wetland/hydric soils) |
| | 식생 | 숲(forest) | 전나무로 이루어진 산림 |
| | | 목초지(pasture) | 숲을 제외한 목초지로 구성된 농촌 지역 |
| | | 잔디(lawn) | 잔디와 풀 그리고 도시경관에 이용되는 식생을 포함 |
| | 경사 | Flat | 경사가 0~5%인 평평한 지형 |
| | | Mod | 경사가 5~15%인 지형 |
| | | Steep | 경사가 15% 이상인 가파른 지형 |
| 불투수층 | 토지이용 | 도로, 지붕, 차도, 보도, 주차장 | |
| | 경사 | 투수층과 동일하게 적용 | |

[GIS에서 사용되는 토지이용 종류와 K-LIDM 모형에서의 식생종류의 상관관계]

| GIS Land Use/Cover | K-LIDM Vegetation Category |
|------------------------------|----------------------------|
| Cultivated Crops | Pasture |
| Deciduous Forest | Forest |
| Developed, Low Intensity | Lawn |
| Developed, Medium Intensity | Lawn |
| Developed, High Intensity | Lawn |
| Developed, Open Space | Lawn |
| Emergent Herbaceous Wetlands | Pasture (D soil) |
| Evergreen Forest | Forest |
| Hay/Pasture | Pasture |
| Herbaceous | Pasture |
| Mixed Forest | Forest |
| Shrub/Scrub | Pasture |
| Woody Wetlands | Pasture (D soil) |

2) 측방유입(투수유역)

- 측방유입(투수유역)의 주요 입력항목은 투수유역에 대한 토지이용, 면적이 있음
- 토양/식생/경사가 구분되어 있는 토지이용은 하나의 형태만 선택할 수 있고 변경도 가능
- 측방유입(투수유역) 사용 가능 요소: 측방유입(투수/불투수), 옥상녹화, 투수포장층

[구성]

| 인덱스 | 항목 | 속성 |
|-----|---------|---------------------------------|
| ① | 소유역명입력 | 소유역 이름을 사용자가 입력 |
| ② | 유출형태 구분 | 표면유출, 중간유출, 지하수유출로 구분하여 입력가능 |
| ③ | 투수유역 면적 | 토양/식생/경사가 구분되어진 토지이용을 선택하고 면적입력 |

- 유역면적은 0이상으로 입력하여야 하며 토지이용별 유역 요소에 연결할 수 없음
- 사용자는 토양 유형 도구 화면에서 사용 가능한 토지 유형을 선택
- 토지 유형을 선택하면 토양형 박스안에 자동으로 표시되며 변경이 가능
- 측방유입(투수유역) 토지 유형을 추가할 경우 측방유입(투수유역) 요소 아이콘을 드래그해서 추가

3) 측방유입(불투수유역)

- 측방유입(불투수유역)의 주요 입력항목은 불투수유역에 대한 토지이용, 면적이 있음
- 토양/식생/경사가 구분되어 있는 토지이용은 하나의 형태만 선택할 수 있고 변경도 가능
- 측방유입(불투수유역) 사용 가능 요소: 측방유입(투수/불투수), 옥상녹화, 투수포장층

[구성]







| 인덱스 | 항목 | 속성 |
|-----|----------|---------------------------------|
| ① | 소유역명입력 | 소유역 이름을 사용자가 입력 |
| ② | 유출형태 구분 | 표면유출, 중간유출, 지하수유출로 구분하여 입력가능 |
| ③ | 불투수유역 면적 | 토양/식생/경사가 구분되어진 토지이용을 선택하고 면적입력 |

- 유역면적은 0이상으로 입력하여야 하며 토지이용별 유역 요소에 연결할 수 없음
- 사용자는 토양 유형 도구 화면에서 사용 가능한 토지 유형을 선택하며 변경이 가능
- 측방유입(불투수유역) 토지 유형을 추가할 경우 측방유입(불투수유역) 요소 아이콘을 드래그해서 추가
- 지붕에서의 유출, 주차장 유출, 식생 유역에서 경사진 보도의 배수 시설 계산 가능

5.2.3 수리계산

- 수문학적 하도추적 계산을 위한 시설물에 대한 제원 입력
- 저수지(사다리꼴), 자연형 연못, 수위-저류-방류 테이블에 의한 계산, 암거, 자연형 수로, 유량분배시설이 있음
- 각 시설별 방류부 유출량, 침투율, 수위-저류-방류 관계 등을 분석할 수 있음

[수리계산 요소]

| 구분 | 요소명 | 상세설명 |
|---|-----------------|--|
|  | 저수지 (사다리꼴) | 저수지는 사각형 형태로 구성 저수지 제원, 유출부 제원, 침투관련 매개변수를 입력 |
|  | 자연형연못 (CAD) | 불규칙 형상을 가지는 저수지이며 사용자에게 의해 저수지의 형상이 정의됨 저수지 제원, 유출부 제원, 침투관련 매개변수를 입력 |
|  | 수위-저류-방류 테이블 | 저수지, 수로 등의 시설의 유출해석시 분석되는 수위-저류-방류 테이블과 형식이 동일 입력자료로는 수위, 면적, 저류, 유출량이 있음 |
|  | 암거 | 암거로 통과하는 유역의 유출량을 계산 암거 제원으로 직경, 길이, 조도계수, 경사를 입력 |
|  | 자연형수로 | 개수로 형태의 구형수로를 입력할 수 있도록 모형구성 하천의 제원, 침투관련 매개변수를 입력 |
|  | 유량분배시설 | 유역 및 시설의 유출을 각각 다른 시설로 분배하는 역할 기본 유출부와 추가 유출부로 구분 구조물에 의한 분배와 한계 유량에 의한 분배로 구분 |

1) 저수지(사다리꼴)

- 저수지를 이용하여 강우유출량을 저감하는 기능을 함
- 저수지의 이름을 변경할 수 있으며 하류 연결 유출부를 지정할 수 있음
- 저수지의 제원은 바닥길이, 바닥폭, 바닥높이, 측면경사, 바닥경사, 표면경사로 구성
- 유출부는 하나의 수직관과 하나 또는 여러 개의 오리피스로 구성되어 있음
- 충분한 지하수위와 적당한 토양이 있는 경우 침투 유출 조건 입력 가능

[구성]

The screenshot shows a software interface for dam design with the following sections:

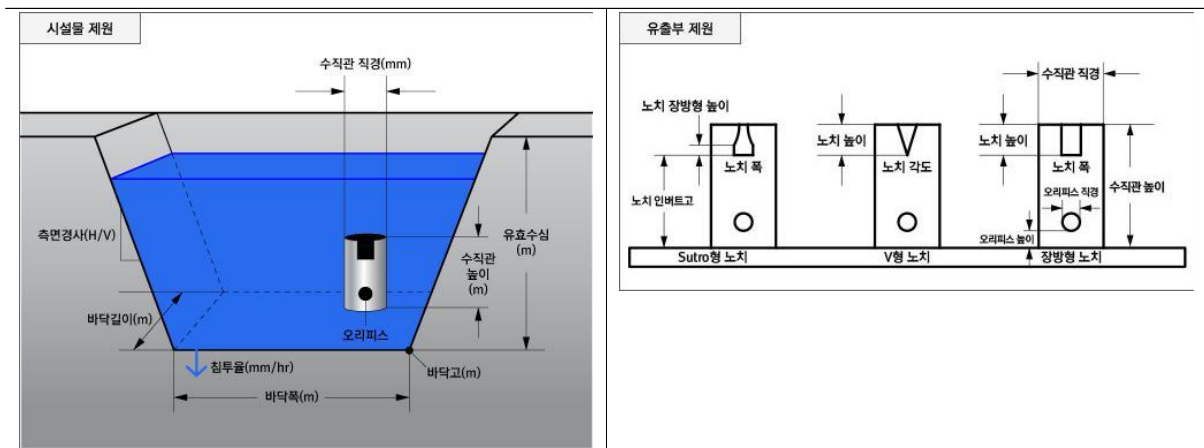
- 1 시설명 (Facility Name):** Includes fields for '시설명' (Facility Name), '시설형식' (Facility Type), and '유출부 1, 2, 3' (Outlet 1, 2, 3).
- 2 시설물 제원 (Facility Specifications):** Includes fields for '바닥고' (Bottom Elevation), '바닥 길이' (Bottom Length), '바닥폭' (Bottom Width), '유효수심' (Effective Water Depth), and various '측면경사' (Side Slopes).
- 3 수직관 높이 (Vertical Pipe Height):** Includes fields for '수직관 높이' (Vertical Pipe Height), '수직관 직경' (Vertical Pipe Diameter), and '수직관 형태' (Vertical Pipe Shape).
- 4 오리피스 직경 (mm) 높이 (m) (Orifice Diameter and Height):** Includes fields for '오리피스 직경' (Orifice Diameter) and '오리피스 높이' (Orifice Height).
- 5 침투 (Seepage):** Includes fields for '침투율' (Seepage Rate), '저감인자' (Reduction Factor), '침투허용' (Seepage Allowance), and '총 침투체적' (Total Seepage Volume).
- 6 방조수문 (Spillway Gate):** Includes fields for '방조수문' (Spillway Gate), '방조수문 입력' (Spillway Gate Input), '방조수문 사용' (Spillway Gate Use), '방조수문 높이' (Spillway Gate Height), and '철류고' (Flow Height).

| 인덱스 | 항목 | 속성 |
|-----|-----------|---------------------------------|
| ① | 시설정보 | 시설물 이름 및 형태, 하류 연결 상태 입력 |
| ② | 제원입력 | 바닥고, 높이, 폭, 유효수심, 경사등을 입력 |
| ③ | 유출부 제원 | 수직관 형태, 높이, 직경을 입력 |
| ④ | 오리피스 제원 | 오리피스 직경 및 높이를 입력, 오리피스 추가 가능 |
| ⑤ | 침투관련 | 침투관련 매개변수 입력 및 자동계산 |
| ⑥ | 유출부 조건 설정 | 수문 제원, 시계열 유량 등을 입력하여 유출부 조건 설정 |

- 자동설정 기능: 유역면적 및 토양조건을 고려하여 적정 유출량 조건에 만족하는 시설물의 크기를 자동설정. 개발후 조건에서만 적용 가능
- 기본값 설정: 시설물 제원 기본값을 자동으로 입력하여 시설물 적정 크기 및 유출량을 신속하게 분석 가능. 기본값 설정 버튼을 반복적으로 누르면 시설물 크기 증가
- 강우 및 증발 적용 여부: 강우 및 증발 조건을 시설물에 적용할 수 있으며 초기 조건은 강우 및 증발 조건이 적용되지 않고 저수지 표면이 불투수성으로 간주됨
- 모든 연못 수위는 바닥고를 기준으로 하고 바닥은 평평한 것으로 간주
- 시설물 모의 결과의 유출량이 적정치 못한 경우, 오리피스 직경, 수직관 Notch폭, 시설물 크기 등을 변화시키면서 반복적으로 모의하여 최적화시킴
- 침투 매개변수로는 침투율, 저감인자, 측면경사를 통한 침투허용 유량이 있으며 유출 모의분석 후 총 침투체적, 수직관 총 통과체적, 시설물 총 통과체적, 침투율이 자동 산정됨
- 유출부 제원을 입력한 후 모의 전 수위-저류-방류관계를 테이블 형태로 볼 수 있음

[입력 제원]

| 구분 | 항목 | 단위 | 적용범위 |
|-----|------------|-------|----------------------------------|
| 시설 | 바닥길이 | m | 시설물 면적 고려하여 입력 |
| | 바닥폭 | m | 시설물 면적 고려하여 입력 |
| | 유효수심 | m | 바닥에서 수직관 높이+0.15m이상 여유고 |
| | 바닥고 | m | >0, 표고를 적용하지 않을 경우 0을 입력 |
| | 측면경사(좌) | (H/V) | 측면이 수직일 경우 0을 입력 |
| | 바닥측면경사 | (H/V) | 측면이 수직일 경우 0을 입력 |
| | 측면경사(우) | (H/V) | 측면이 수직일 경우 0을 입력 |
| | 상부측면경사 | (H/V) | 측면이 수직일 경우 0을 입력 |
| 유출부 | 수직관 높이 | m | < 유효수심, 바닥에서 관 상부까지의 높이 |
| | 수직관 직경 | mm | 월류되는 수직관의 직경 |
| | 수직관 형태 | - | Notch, 평면 형태가 있음 |
| | Notch 형태 | - | 직사각형, V형 Notch, Sutro 형태가 있음 |
| | Notch 높이 | m | < Riser Height, 수직관 높이의 1/30이 적정 |
| | Notch 폭 | m | < Riser Diameter, 초기조건: 0.03m이상 |
| 침투 | 침투 | - | Yes/No 선택 |
| | 침투율 | mm/hr | 면적 □ 침투율 = 침투량 |
| | 저감인자 | - | <1, 1/토양 침투율 안전계수 |
| | 침투허용(측면경사) | | Yes/No 선택, 측면경사를 통한 침투 허용 선택 |



[시설물 모식도: 저수지(사다리꼴)]

2) 자연형 연못

- 자연형 연못은 불규칙 형상을 가지는 저수지로 저수지(사다리꼴) 요소와 동일
- 시설물 이름을 수정할 수 있으며 하류 연결 유출부를 지정할 수 있음
- 저수지의 제원은 바닥고, 유효수심으로 구성
- 사용자가 PondPad 열기를 눌러서 연못형상을 직접 설계
- 유출부는 하나의 수직관과 하나 또는 여러 개의 오리피스로 구성되어 있음
- 저수지(사다리꼴)의 유출부 제원을 참고하여 입력
- 충분한 지하수위와 적당한 토양이 있는 경우 침투 유출 조건 입력 가능

[구성]

The screenshot shows the following configuration panels:

- 1 시설명**: Facility Name (자연형 연못 1), Facility Type (자연형 연못), Outlet 1 (0), Outlet 2 (0), Outlet 3 (0).
- 2 시설물 제원**: Bottom Elevation (바닥고) 0, Effective Water Depth (유효수심) 6.
- 4 유출부 제원자료**: Outlet Pipe Height (수직관 높이) 0, Outlet Pipe Diameter (수직관 직경) 0, Outlet Pipe Type (수직관 형태) 플랫폼, Notch Type (Notch 형태).
- 5 오리피스**: Orifice Diameter (mm) and Height (m) for 1, 2, and 3 outlets.
- 6 침투**: Infiltration (Yes/No), Infiltration Rate (mm/hr) 0, Infiltration Factor (저감인자) 1, Infiltration Type (침투허용) NO, Total Infiltration Capacity (침투체적) 0, Outlet Pipe Capacity (수직관-바닥 체적) 0.

| 인덱스 | 항목 | 속성 |
|-----|-----------|------------------------------|
| ① | 시설정보 | 시설물이름및형태, 하류 연결 상태 입력 |
| ② | 제원입력 | 바닥고, 높이, 폭, 유효수심, 경사등을 입력 |
| ③ | 저수지 형상 설계 | 사용자가 직접 저수지 형상 설계 가능 |
| ④ | 유출부 제원 | 수직관 형태, 높이, 직경을 입력 |
| ⑤ | 오리피스 제원 | 오리피스 직경 및 높이를 입력, 오리피스 추가 가능 |
| ⑥ | 침투관련 | 침투관련 매개변수 입력 및 자동계산 |

- 자연형 연못은 저수지 크기 자동설정기능 및 기본값 설정 기능이 없음
- 시설물 모의 결과의 유출량이 적정치 못한 경우, 오리피스 직경, 수직관 Notch폭, 시설물 크기 등을 변화시키면서 반복적으로 모의하여 최적화시킴
- 강우 및 증발 적용 여부: 강우 및 증발 조건을 시설물에 적용할 수 있으며 초기 조건은 강우 및 증발 조건이 적용되지 않고 저수지 표면이 불투수성으로 간주됨
- 침투 매개변수로는 침투율, 저감인자, 측면경사를 통한 침투허용 유량이 있으며 유출 모의분석 후 총 침투체적, 수직관 총 통과체적, 시설물 총 통과체적, 침투율이 자동 산정됨
- PondPad 기능 설명
 - PondPad 화면에서 그리드 크기를 조절하고 저수지 윤곽 및 경사 입력을 통해 설계
 - 기본적으로 연못의 형상은 시계방향으로 그리며 포인트를 선택하여 수정 가능
 - 경사 기본값은 3이며 각 경계선별로 개별적으로 경사값 입력 가능

[PondPad 구성]

| 기능 | 특징 |
|------------|---------------------------|
| Clear | 그리드 위의 저수지 윤곽선을 지움 |
| Line | 마우스를 이용하여 새로운 윤곽선 생성 |
| Point | 윤곽선 사이의 점 선택하여 수정가능 |
| Sq Ft | 단위환산 기능 |
| Grid Scale | 윤곽선 라인 길이 변경. 기본값은 60.96m |
| Grid X | 그리드 가로축 위치 |
| Grid Y | 그리드 세로축 위치 |
| Area | 저수지 면적 |
| Slope | 선택된 윤곽선의 경사 |

3) 수위-저류-방류 테이블

- 수위-저류-방류 테이블은 K-LIDM 모형의 저수지, 수로 등의 시설의 유출 해석시 분석 되는 수위-저류-방류 테이블과 형식이 동일함
- 입력자료로는 수위, 표면적, 저류, 유출량이 있으며 텍스트 파일로 불러올 수 있음
- 침투 또는 공백으로 분리된 스프레드시트 파일이나 텍스트 파일로 저장가능

[구성]

| 인덱스 | 항목 | 속성 |
|-----|------------|------------------------------------|
| ① | 시설정보 | 시설물 이름 및 형태, 하류 연결 상태 입력 |
| ② | SSD 테이블 입력 | 수위, 표면적, 저류, 유출량, 침투 입력 |
| ③ | 제원입력 | Layer 깊이, 바닥폭등의 제원을 입력하면 테이블 자동 생성 |

◦ SSD Table 구성

- 저류값이 입력된 열의 오른쪽 열이 공백이면 열 이름을 “ Not Used” 로 설정하고 방류값이 외부 스프레드 시트에 포함된 경우 “ Manual” 로 설정
- 저류값이 입력된 열의 오른쪽 열에 “ Outlet Structure” 로 설정할 경우 오리피스와 수직관의 제원을 입력

[SSD Table 구성]

| 구분 | 단위 | 특징 | |
|----|------------|------|---------------------------------|
| 1열 | 수위 | m | 0부터 시작되며 균등하게 증가하지 않아도 됨 |
| 2열 | 면적 | Ha | 시설물 면적은 동일 |
| 3열 | 저류 | Ha-m | 0부터 시작되며 깊이와 면적에 기초하여 산정 |
| 4열 | 방류조건 | cms | 0부터 시작하며 유출부 제원에 기초하여 산정 |
| 5열 | 방류 또는 침투조건 | cms | 침투 매개변수 조건 설정 및 유출부 제원에 기초하여 산정 |

4) 암거

- K-LIDM의 암거는 두가지 계산방법을 포함하고 있으며 수위-저류-방류 테이블 생성 가능
- 암거 이름을 변경할 수 있으며 하류 연결 유출부를 지정할 수 있음
- 일반적인 계산의 경우 암거의 제원은 직경, 길이, 조도계수, 암거경사로 구성

[구성]

1 시설명

유출부 1 유출부 2 유출부 3

하류연결

시설형식 활동 0.011

2 제원

암거 데이터

직경(m)

길이(m)

조도계수(n)

암거경사(m/m)

시설물 다이어그램

테이블보기 열기

3 방조수문 | 시계열 | 유량시계열

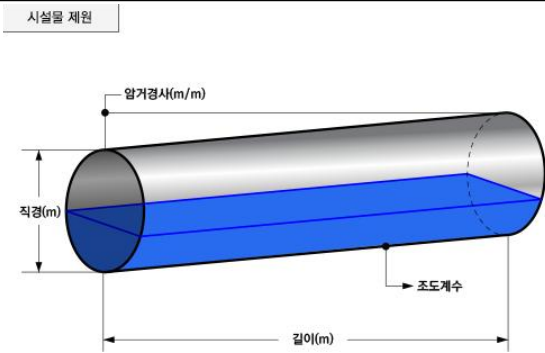
방조수문 입력

방조수문

방조수문 높이(m) 하류연결

월류고(m) 계산반복

| 인덱스 | 항목 | 속성 |
|-----|-----------|-----------------------------------|
| ① | 시설정보 | 시설물 이름 및 형태, 하류 연결 상태 입력, 조도계수 선택 |
| ② | 제원입력 | 직경, 길이, 조도계수, 경사 입력 |
| ③ | 유출부 조건 설정 | 수문 제원, 시계열 유량 등을 입력하여 유출부 조건 설정 |



[시설물 모식도: 암거]

- 암거 유출 계산시 관은 원형이며 하나의 련수만 있다고 가정
- 역류와 월류 계산이 안됨
- 만관시 불안정 라우팅이 발생하여 유출량이 제대로 산정되지 않는 경우가 있음
- 라우팅 불안정시 에러 메세지와 함께 모의가 중단되며 해결하기 위해서 시간 간격을 조정하거나 암거 부피를 증가시켜야 함

[입력 제원]

| 구분 | 항목 | 단위 | 적용범위 |
|----|------|-----|-------------------------|
| 시설 | 직경 | m | 시설물 면적 고려하여 입력 |
| | 길이 | m | 시설물 면적 고려하여 입력 |
| | 조도계수 | m | 관 종류에 따른 조도계수 모형에 탑재 |
| | 암거경사 | m/m | >0, 시작과 끝의 바닥고 차이/암거 길이 |

[관 종류에 따른 조도계수]

| 암거 종류 | 조도계수 |
|-------------------------|-------|
| 황동 | 0.011 |
| 부드러운 강판 | 0.012 |
| 주철 | 0.013 |
| 피형 강판 | 0.022 |
| 부드러운 내부 벽면 골형 경질 폴리에틸렌 | 0.012 |
| 골이 있는 내부 벽면 골형 경질 폴리에틸렌 | 0.022 |
| 부드러운 내부 벽면 폴리 염화비닐 | 0.01 |
| 잔디 | 0.01 |
| 치장 콘크리트 | 0.012 |
| 점토 타일 | 0.014 |
| 치기 콘크리트 | 0.014 |
| 벽돌 | 0.015 |
| 자갈 | 0.029 |
| 아스팔트 | 0.016 |
| 흙 | 0.025 |
| 돌쌓기 | 0.025 |
| 목재 | 0.012 |
| 거친목재 | 0.013 |
| 사용자정의 | - |

5) 자연형수로

- 개수로 형태인 자연형수로를 이용하여 유역 또는 시설에서의 유출량을 분석
- 단면은 사다리꼴을 기본으로 하며 Manning식을 이용하여 유출 계산
- 자연형수로의 제원으로 바닥폭, 수로길이, 조도계수, 수로경사, 측면경사(좌, 우), 최대수로깊이를 입력
- 수로 특성에 따른 조도계수가 고정되어 있으며 사용자 입력도 가능
- 충분한 지하수위와 적당한 토양이 있는 경우 침투 유출 조건 입력 가능

[구성]

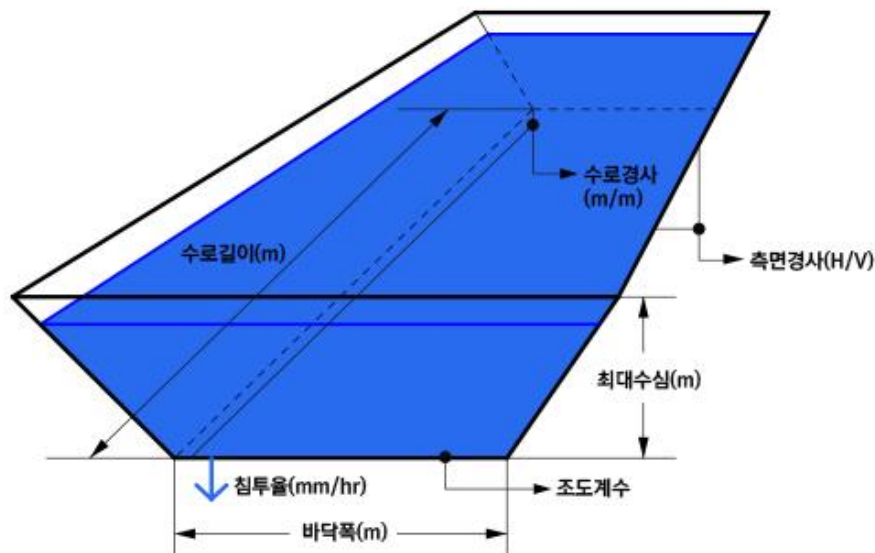
| 인덱스 | 항목 | 속성 |
|-----|------|-----------------------------|
| ① | 시설정보 | 시설물 이름 및 형태, 하류 연결 상태 입력 |
| ② | 조도계수 | 수로 특성에 맞는 조도계수 선택 |
| ③ | 제원입력 | 바닥폭, 수로길이, 조도계수, 경사, 최대수로깊이 |
| ④ | 침투관련 | 침투관련 매개변수 입력 및 자동계산 |

- 사용자가 수로의 유형을 선택하면 그 유형에 맞는 조도계수가 자동으로 입력되며 사용자가 원하는 값으로 입력 가능
- 침투 매개변수로는 침투율, 저감인자, 측면경사를 통한 침투허용 유닛이 있으며 유출 모의분석 후 총 침투체적, 수직관 총 통과체적, 시설물 총 통과체적, 침투율이 자동 산정됨

[입력 제원]

| 구분 | 항목 | 단위 | 적용범위 |
|----|------------|-------|------------------------------|
| 시설 | 바닥길이 | m | 시설물 면적 고려하여 입력 |
| | 바닥폭 | m | 시설물 면적 고려하여 입력 |
| | 조도계수 | - | 수로특성에 따라 사용자가 선택하여 입력 |
| | 측면경사(좌) | (H/V) | 측면이 수직일 경우 0을 입력 |
| | 수로경사 | (H/V) | 흐름방향으로의 바닥경사 |
| | 측면경사(우) | (H/V) | 측면이 수직일 경우 0을 입력 |
| | 최대 수로깊이 | m | 수로바닥에서 제방상부까지의 높이 |
| 침투 | 침투 | - | Yes/No 선택 |
| | 침투율 | mm/hr | 면적 X 침투율 = 침투량 |
| | 저감인자 | - | <1, 1/도양 침투율 안전계수 |
| | 침투허용(측면경사) | - | Yes/No 선택, 측면경사를 통한 침투 허용 선택 |

시설물 제원



[시설물 모식도: 자연형 수로]

6) 유량분배시설

- 유량분배시설은 유역 및 시설의 유출을 각각 다른 시설로 분배하는 역할을 함
- 시설물 기본 제원으로 상류 저류유역 길이와 최대연못깊이를 입력
- 기본 유출부와 추가 유출부가 있으며 유량분배방법을 선택할 수 있음

[구성]

| | | | |
|----------|----------------------------------|--------------------------|--------|
| 1 | 시설명 | 유량분배시설 1 | |
| | 하류연결 | | |
| | 유출부 연결 | 기본 유출부 | 추가 유출부 |
| | | 0 | 0 |
| 2 | 상류 저류유역 길이(m) | 10 | |
| | 최대저류깊이(m) | 10 | |
| 3 | 기본 유출부 형태 | 추가 유출부 형태 | |
| | 유량 분배 시설 | 유량 분배 시설 | |
| | 수직관 높이(m) | 0 | 0 |
| | 수직관 직경(mm) | 0 | 0 |
| | 수직관 형태 | 플랫 | 플랫 |
| 4 | 오리피스 직경(mm) 높이(m) | 오리피스 직경(mm) 높이(m) | |
| | 1 | 0 | 0 |
| | 2 | 0 | 0 |
| | 3 | 0 | 0 |
| | 저류조-바닥 체적(m³s) | .000 | |
| | 테이블보기 | 열기 | |
| | 초기 수위(m) | 0 | |

| 인덱스 | 항목 | 속성 |
|-----|---------|-----------------------------|
| ① | 시설정보 | 시설물이름 및 형태, 하류 연결 상태 입력 |
| ② | 제원입력 | 상류 저류유역 길이, 최대연못깊이 |
| ③ | 유출부 제원 | 분배방법 선택, 수직관 형태, 높이, 직경을 입력 |
| ④ | 오리피스 제원 | 오리피스 직경 및 높이를 입력 |

◦ 유량분배방법은 구조물 제어에 의한 분배와 한계 유량에 의한 분배가 있음

[유량분배방법]

| 구분 | 내용 |
|---------------|---|
| 구조물 제어에 의한 분배 | <input type="checkbox"/> 수직관과 오리피스 구조물을 이용하여 유량을 분배 <input type="checkbox"/> 수직관 웨어 형태를 선택하고 수직관의 높이와 직경을 입력 <input type="checkbox"/> 오리피스 직경과 높이를 입력 |
| 한계유량에 의한 분배 | <input type="checkbox"/> 기본 유출부의 한계유량을 설정하여 한계유량을 초과하면 추가 유출부로 유량이 분배됨 <input type="checkbox"/> 수직관과 오리피스 구조물이 필요없음 |

| 오리피스 직경(mm) 높이(m) | | 오리피스 직경(mm) 높이(m) | |
|-------------------|---|-------------------|---|
| 1 | <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="0"/> | 1 | <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="0"/> |
| 2 | <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="0"/> | 2 | <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="0"/> |
| 3 | <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="0"/> | 3 | <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="0"/> |

| 기본 유출부 형태 | 추가 유출부 형태 |
|---|---|
| 유량 분배 시설 <input type="text"/> | 유량 분배 시설 <input type="text"/> |
| 수직관 높이(m) <input type="text" value="0"/> | 수직관 높이(m) <input type="text" value="0"/> |
| 수직관 직경(mm) <input type="text" value="0"/> | 수직관 직경(mm) <input type="text" value="0"/> |
| 수직관 형태 <input type="text" value="플랫"/> | 수직관 형태 <input type="text" value="플랫"/> |

[구조물 제어에 의한 분배]

| 기본 유출부 형태 | 추가 유출부 형태 |
|---|-----------|
| 유량 한계 <input type="text"/> | |
| 유량 한계(cms) <input type="text" value="0"/> | |

[한계유량에 의한 분배]

5.2.4 저영향개발(LID) 요소

- LID시설 컴포넌트 구성: 투수성포장, 식생체류지, 옥상녹화, 빗물집수통, 식생여과대, 수목여과박스, 침투저류지, 침투트렌치, 식생수로, 모래여과
- 개별 LID 시설의 유입, 저류, 침투, 방류량(지체) 계산결과는 유출모의모형(HSPF)와 연동하여 계산
- 수리계수 시설과 연계하여 유출 모의가 가능하며 여러개의 LID 시설물을 연계하여 계산이 가능

[저영향개발(LID) 요소]

| 구분 | 요소명 | 상세설명 |
|---|--------|--|
|  | 투수성포장 | <ul style="list-style-type: none"> ▶ 불투수성 유역에서 투과성을 가지며 1~3개의 포장층으로 구분 ▶ 포장층의 제원 및 하부토양의 침투관련 매개변수를 입력 |
|  | 식생체류지 | <ul style="list-style-type: none"> ▶ 1~3개의 토양층으로 구성되며 유역특성에 맞는 토양층 적용 ▶ 깊이, 바닥폭, 여유고, 홍수 체적, 총 유효깊이, 바닥경사, 측면경사 토양형 및 깊이를 입력 |
|  | 옥상녹화 | <ul style="list-style-type: none"> ▶ 불투수성 지붕에 토양과 식생으로 구성되어 지면으로의 유출량을 저감시키는 시설 ▶ 식생종류 및 Roof의 높이, 경사, 식생수로 면적, 깊이를 입력 |
|  | 빗물집수통 | <ul style="list-style-type: none"> ▶ 빗물집수통을 이용하여 특정유역의 유출량을 저감 ▶ 시설물 제원으로는 바닥고, 형태, 직경, 폭, 길이를 입력 |
|  | 식생여과대 | <ul style="list-style-type: none"> ▶ 식생여과대는 식생체류지의 원리와 비슷하지만 도로의 수질처리 기능을 제공하고 있는 특성이 있음 ▶ 식생여과대의 토양을 통해서 표면 유출과 침투가 일어남 |
|  | 수목여과박스 | <ul style="list-style-type: none"> ▶ 나무 또는 큰 관목이 식재된 콘크리트 박스로 유출량을 저감시킴 ▶ 박스의 제원 및 토양층의 종류와 깊이를 입력 |
|  | 침투저류지 | <ul style="list-style-type: none"> ▶ 얇은 수심의 저수지에 차집하여 저류 및 침투를 통해 유출량 저감 ▶ 침투저류지 제원 및 침투관련 매개변수를 입력 |
|  | 침투트렌치 | <ul style="list-style-type: none"> ▶ 깊게 굴착한 도랑에서 쇄석을 충전하고 침투를 통해 유출량 저감 ▶ 침투트렌치의 제원, 유출부 제원, 침투관련 매개변수를 입력 |
|  | 식생수로 | <ul style="list-style-type: none"> ▶ 광우유출수가 식생으로 덮인 개수로로 통과하면서 유출량 저감 ▶ 식생수로의 제원, 토양층 종류와 깊이, 침투관련 매개변수 입력 |
|  | 모래여과 | <ul style="list-style-type: none"> ▶ 여과에 의해 유체가 이동하며 수질 정화 기능이 있음 ▶ 모래여과지 제원, 여과재에서의 침투 매개변수 입력 |

1) 투수성포장

- 투수성 포장은 불투수성 유역에서 투과성을 가지는 포장면 층으로 자갈 트렌치와 유사
- 투수성 포장은 투수성 아스팔트, 투수성 콘크리트, 투수성 블록 등을 포함
- K-LIDM의 투수포장층 적용시 다음과 같은 조건을 만족해야 함
 - 강우강도 최대치보다 투수성 포장의 침투율이 커야 함
 - 자연 토양에서의 침투율보다 투수성 포장의 침투율이 커야 함
 - 투수포장층과 자연토양 사이의 자갈이나 돌로 이루어진 노상층이 있어야 함

[구성]

| 인덱스 | 항목 | 속성 |
|-----|--------|-----------------------------------|
| ① | 시설정보 | 시설물 이름 및 형태, 하류 연결 상태 입력 |
| ② | 자원입력 | 포장면 자원, 유효체적계수, 투수포장층 두께 및 공극율 입력 |
| ③ | 유출부 자원 | 포장면 상부 저류깊이, 암거 직경 및 높이 입력 |
| ④ | 침투관련 | 침투관련 매개변수 입력 및 자동계산 |

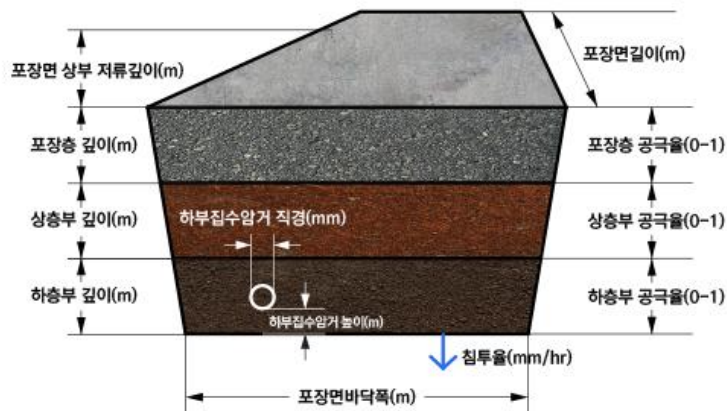
- 기본값 설정: 시설물 자원 기본값을 자동으로 입력하여 시설물 적정 크기 및 유출량을 신속하게 분석 가능
- 투과성 포장 노면은 자동으로 강우량이 적용되며 증발산이 발생. 투수포장층 면적은 모형에 적용된 유역 전체 면적에서 제외되어야 함

- 다이어그램: 시설물 형상을 이해하기 쉽도록 삼도로 표현
- 유효 체적 계수: 자갈층 깊이와 최대 수심의 비(예를 들어 최대 수심이 9m이고 자갈 깊이가 6m이면 유효 체적 계수는 0.67이 됨)
- 하부집수암거의 사용: 투수포장층에서 하부집수암거의 제원을 입력하여 유출량 계산이 가능
- 포장층 저류: 암거나 토양으로 침투되기 전에 포장층에서 저류가 발생
- 침투 매개변수: 침투율, 저감인자, 측면경사를 통한 침투허용 유량이 있으며 유출 모의분석 후 총 침투체적, 수직관 총 통과체적, 시설물 총 통과체적, 침투율이 자동 산정됨

[입력 제원]

| 구분 | 항목 | 단위 | 적용범위 |
|-----|------------|-------|--|
| 시설 | 포장층 길이 | m | 시설물 면적 고려하여 입력 |
| | 포장층 폭 | m | 시설물 면적 고려하여 입력 |
| | 유효깊이 | m | 투수포장층 + 0.15m 이상의 여유고 |
| | 바닥경사 | (H/V) | >0, 유체 흐름방향으로의 경사 |
| | 투수포장층 깊이 | m | >유효깊이, 포장층, 상층부, 하층부의 두께 |
| | 투수포장층 공극율 | - | 0~1, 포장층, 상층부, 하층부의 공극율 |
| | 유효체적계수 | - | 0~1, 바닥경사가 2% 이상일때 적용 |
| | 유출부 | | |
| 유출부 | 상층부 저류 깊이 | m | =0(포장층 상부에서 저류가 없는 경우) >0(포장층 상부에서 저류가 있는 경우) |
| | 암거 직경 | mm | =0(암거가 없는 경우), >0(암거가 있는 경우) |
| | 암거 높이 | m | 바닥에서부터 암거까지의 높이 |
| | 침투 | | |
| 침투 | 침투 | - | Yes/No 선택 |
| | 침투율 | mm/hr | 침투속도, 면적 X 침투율 = 침투량 |
| | 저감인자 | - | 기본값=1, 1/토양 침투율 안전계수 |
| | 침투허용(측면경사) | | Yes/No 선택, 측면경사를 통한 침투 허용 선택 |

시설물 제원



[시설물 모식도: 투수성 포장]

2) 식생체류지

- 1~3개의 토양층으로 구성되어 있으며 HSPF 모형을 기반으로 유출량 계산
- 저류지 제원, 토양층으로의 침투 매개변수, 유출부 제원을 입력

[구성]

1 시설명 식생체류지 1

유출부 1 유출부 2 유출부 3

하류연결 0 0 0

시설형식 식생체류지

간단한 Swale 사용 시설(기본값)

하부집수암거 적용

2 바닥높이(m) 0

시설제원

길이(m) 0.000

바닥폭(m) 0.000

여유고(m) 0.000

노면허용침수(m) 0.000

총 유효깊이(m) 0

측면경사(하류, H/W) 0.000

측벽시작위치(토양층상부)

측면경사(상류, H/W) 0.000

측면경사(좌, H/W) 0.000

측면경사(우, H/W) 0.000

하부집수암거 통과유량(m-m3s) 0

총 유출량(m-m3s)

WQ Percent Filtered 0

시설물 다이어그램

3 식생수로 물성치

| | 토양층1 | 토양층2 | 토양층3 |
|-------|-------|------|------|
| 깊이(m) | 0.000 | 0 | 0 |
| 토양층 1 | 자갈 | | |
| 토양층 2 | 자갈 | | |
| 토양층 3 | 자갈 | | |

토양형 편집

4 수직관 방류 구조

수직관 높이(m) 0

수직관 직경(mm) 0

수직관 형태 플랫폼

5 오리피스 직경(mm) 높이(m)

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 |

테이블보기 열기

수직관-바닥 체적(m-m3s) .000

6 침투 Yes

침투율 (mm/hr) 0

저감인자(infilt*factor) 1

침투허용(측면경사) NO

총 침투체적(m-m3s) 0

수직관 총 통과체적(m-m3s) 0

시설물 총 통과체적(m-m3s) 0

침투율 0

시설에 대한 강우적용(m-m3s) 0

시설물 증발(m-m3s) 0

| 인덱스 | 항목 | 속성 |
|-----|---------|------------------------------|
| ① | 시설정보 | 시설물 이름 및 형태, 하류 연결 상태 입력 |
| ② | 제원입력 | 바닥고, 높이, 폭, 유효수심, 경사등을 입력 |
| ③ | 토양형 | 상층부, 중층부, 하층부 토양형 및 깊이 입력 |
| ④ | 유출부 제원 | 수직관 형태, 높이, 직경을 입력 |
| ⑤ | 오리피스 제원 | 오리피스 직경 및 높이를 입력, 오리피스 추가 가능 |
| ⑥ | 침투관련 | 침투관련 매개변수 입력 및 자동계산 |

- 하류부 연결관계
 - 유출부1: 수직관으로부터의 표면 유출량
 - 유출부1: 자연 침투가 활성화되어 있는 경우의 침투량
 - 유출부3: 습윤 표면적의 침투
- 식생체류지 표면 면적은 자동으로 강우량이 적용되며 증발산을 생산. 식생체류지 표면 면적은 모형에 적용된 유역 전체 면적에서 제외되어야 함
- 시설형식: 기본값은 “ 식생체류지” 되 되어 있으며 이름을 변경하고 저장하지 않으면 다시 기본값이 불러와짐
- 기본값 설정: 시설물 제원 기본값을 자동으로 입력하여 시설물 적정 크기 및 유출량을 신속하게 분석 가능
- 하부집수암거의 사용: 식생체류지에서 하부집수암거의 제원을 입력하여 유출량 계산이 가능. 하부집수암거의 하단에는 직경을 다르게 적용할 수 있으며 오리피스 직경에 입력. 식생체류지로부터 관저고까지의 높이 입력(0이면 하부 토양층 바닥에 있음을 의미)
- 다이어그램: 시설물 형상을 이해하기 쉽도록 삼도로 표현
- 시설물 모의 결과의 유출량이 적정치 못한 경우, 오리피스 직경, 수직관 Notch폭, 시설물 크기 등을 변화시키면서 반복적으로 모의하여 최적화시킴
- 침투 매개변수로는 침투율, 저감인자, 측면경사를 통한 침투허용 유도가 있으며 유출 모의분석 후 총 침투체적, 수직관 총 통과체적, 시설물 총 통과체적, 침투율이 자동 산정됨
- 유출부 제원을 입력한 후 모의 전 수위-저류-방류관계를 테이블 형태로 볼 수 있음

· 식생체류지 토양층 하부에서부터 측정

| Stage (m) | Area (hectars) | Storage (m-m3s) | Dschrge (m3s) | Infiltration (m3s) |
|-------------------|----------------|-----------------|---------------|--------------------|
| Sub-surface Table | | | | Native |
| 0.000000 | 1.000000 | 0.00000000 | 0.000000 | 0.000000 |
| 0.015073 | 1.000000 | 0.00006893 | 0.000000 | 0.000000 |
| 0.030145 | 1.000000 | 0.00013785 | 0.000000 | 0.000000 |
| 0.045218 | 1.000000 | 0.00020678 | 0.000000 | 0.000000 |
| 0.060290 | 1.000000 | 0.00027571 | 0.000000 | 0.000000 |

[토양층 내의 수위-저류-방류관계 테이블]

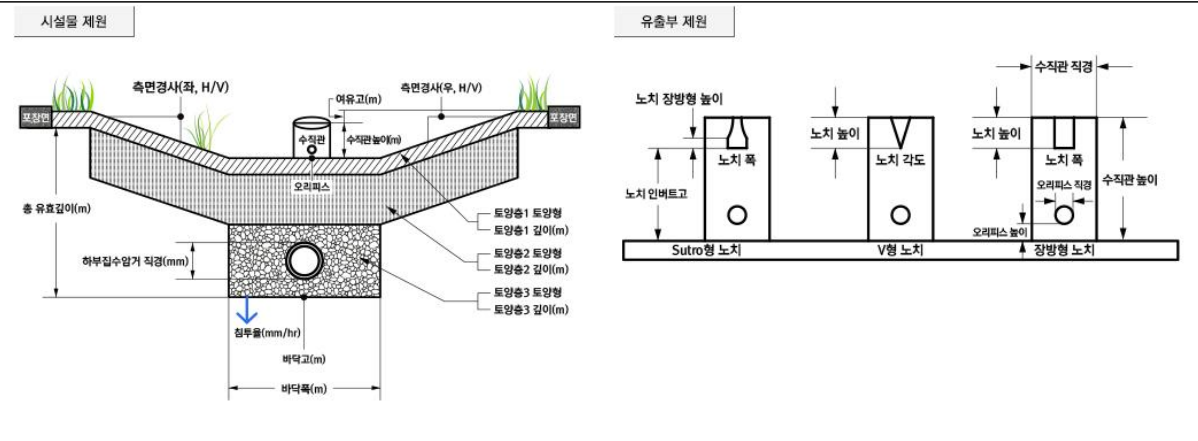
· 식생체류지 바닥부터 측정

| Surface Table | To Amended | | Native(wetted surface) | | |
|---------------|------------|------------|------------------------|----------|----------|
| 0.914000 | 1.000000 | 0.00000000 | 0.000000 | 0.665237 | 0.000000 |
| 0.929073 | 1.000000 | 0.004066 | 0.000000 | 0.665237 | 0.000000 |
| 0.944145 | 1.000000 | 0.004217 | 0.000000 | 0.676030 | 0.000000 |
| 0.959218 | 1.000000 | 0.004367 | 0.000000 | 0.686822 | 0.000000 |
| 0.974290 | 1.000000 | 0.004518 | 0.000000 | 0.697614 | 0.000000 |

[식생체류지 표면 수위-저류-방류관계 테이블]

[입력 제원]

| 구분 | 항목 | 단위 | 적용범위 |
|-----|---------------|-------|----------------------------------|
| 시설 | 바닥고 | m | >0, 표고를 적용하지 않을 경우 0을 입력 |
| | 바닥길이 | m | 시설물 면적 고려하여 입력 |
| | 바닥폭 | m | 시설물 면적 고려하여 입력 |
| | 유효수심 | m | 바닥에서 수직관 높이 + 여유고 + 토양층 높이 |
| | 여유고 | m | 수직관 상단에서 식생체류지 상부까지의 높이 |
| | 측면경사(하류) | (H/V) | >0, 유체 흐름방향으로의 경사 |
| | 측벽시작위치(토양상층부) | - | 선택사항 |
| | * 측면경사(좌) | (H/V) | 측면이 수직일 경우 0을 입력 |
| | * 측면경사(우) | (H/V) | 측면이 수직일 경우 0을 입력 |
| | * 바닥경사(상류) | (H/V) | 측면이 수직일 경우 0을 입력 |
| 토양층 | 토양형 | - | 상층부, 중층부, 하층부 토양형 모형 탑재 |
| | 토양 깊이 | m | 각 층의 깊이를 입력 |
| | 토양형 편집 | - | 사용자가 토양형 매개변수를 수정할 수 있음 |
| 유출부 | 수직관 높이 | m | < 유효수심, 바닥에서 수직관 상부까지의 높이 |
| | 수직관 직경 | mm | 월류되는 수직관의 직경 |
| | 수직관 형태 | - | Notch, 평면 형태가 있음 |
| | Notch 형태 | - | 직사각형, V형 Notch, Sutro 형태가 있음 |
| | Notch 높이 | m | < Riser Height, 수직관 높이의 1/30이 적정 |
| | Notch 폭 | m | < Riser Diameter, 초기조건: 0.03m이상 |
| 침투 | 침투 | - | Yes/No 선택 |
| | 침투율 | mm/hr | 침투속도, 면적 X 침투율 = 침투량 |
| | 저감인자 | - | 기본값=1, 1/토양 침투율 안전계수 |
| | 침투허용(측면경사) | - | Yes/No 선택, 측면경사를 통한 침투 허용 선택 |



[시설물 모식도: 식생체류지]

- 토양형 편집기능: 토양형에 따른 매개변수가 모형에 탑재. 사용자 수정이 가능
- 매개변수: 흡습점, 투수계수 최소값, 포화 투수계수, Van Genuchten 수, 압력수두, 상수

[토양형에 따른 매개변수 편집창]

| 매개변수 | 설명 | 토양형 보기/편집 |
|---------|-----------------|--|
| Wilting | 흡습점(0 ~ 1) | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <div style="text-align: right; border-bottom: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"> x </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 복사 GRAVEL </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> 저장 이름: GRAVEL </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> 삭제 Wilting : 0.005 </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> 공극: 0.42 </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> K Sat : (cm-hr) 1260 </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> VG n : 10 </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> A 0.5 </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> L 1.19 </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> BPH (cm) 0.200000006 </div> <div style="text-align: right; margin-top: 10px;"> 기본값 복원 </div> </div> |
| K min | 투수계수 최소값(cm/hr) | |
| K sat | 포화 투수계수(cm/hr) | |
| VG n | Van Genuchten 수 | |
| A | 상수 | |
| L | 상수 | |
| BPH | 압력수두(cm) | |

- 혼합 토양에 대한 매개변수를 정리하여 표로 나타냄(Schaap and Leij, 1998)

[토양 매개변수]

| 토양형 | Wilting Point | K min (cm/hr) | VG n | K sat (cm/hr) | A | L | BPH |
|-------------------|---------------|---------------|-------|---------------|-------|-------|-------|
| GRAVEL | 0.005 | 0.42 | 10.00 | 1260.00 | 0.50 | 1.190 | 0.20 |
| Sand | 0.020 | 0.42 | 3.00 | 23.56 | 6.00 | 0.694 | 7.26 |
| Gravel Loamy Sand | 0.100 | 0.45 | 3.50 | 570.97 | 4.00 | 2.500 | 5.00 |
| Medium fine sand | 0.097 | 0.35 | 2.76 | 11.00 | 7.00 | 1.755 | 8.00 |
| Loamy fine sand | 0.060 | 0.44 | 1.74 | 2.18 | 7.69 | 0.738 | 8.69 |
| Loam | 0.056 | 0.50 | 1.48 | 1.32 | 10.15 | 0.479 | 11.15 |
| Sandy loam | 0.035 | 0.44 | 1.45 | 5.98 | 7.69 | 0.553 | 8.69 |
| Fine sandy loam | 0.056 | 0.50 | 1.66 | 1.10 | 15.00 | 0.660 | 16.00 |
| Clay loam | 0.088 | 0.45 | 1.41 | 0.20 | 24.89 | 0.413 | 25.89 |
| Sandy clay loam | 0.067 | 0.43 | 1.32 | 0.30 | 27.08 | 0.318 | 28.08 |
| Silty clay loam | 0.077 | 0.48 | 1.51 | 0.20 | 31.56 | 0.514 | 32.56 |
| Silty clay | 0.098 | 0.51 | 1.32 | 0.10 | 33.19 | 0.318 | 34.19 |
| Clay | 0.098 | 0.51 | 1.32 | 0.06 | 33.19 | 0.318 | 34.19 |

3) 옥상녹화

- 불투수성 지붕에 토양과 식생으로 구성되어 지면으로의 유출량을 저감시키는 시설
- 식생을 통과하면서 유출속도가 감소하고 침투유출량을 저감

[구성]

| | | | | |
|---|------------|----------------|------|-----|
| 1 | 시설명 | 옥상녹화 1 | | |
| | 유출형태 | 표면유출 | 중간유출 | 지하수 |
| | 하류연결 | 0 | 0 | 0 |
| | 형식 | 옥상녹화 | | |
| 2 | 도양형 | Green/ECO/ROOF | | |
| | 시설면적(ha) | 0 | | |
| | 도양층깊이(mm) | 101.6 | | |
| | 지붕경사(m/m) | 0.001 | | |
| | 식생피복 | 지피식물 | | |
| | 옥상녹화 길이(m) | 15.24 | | |

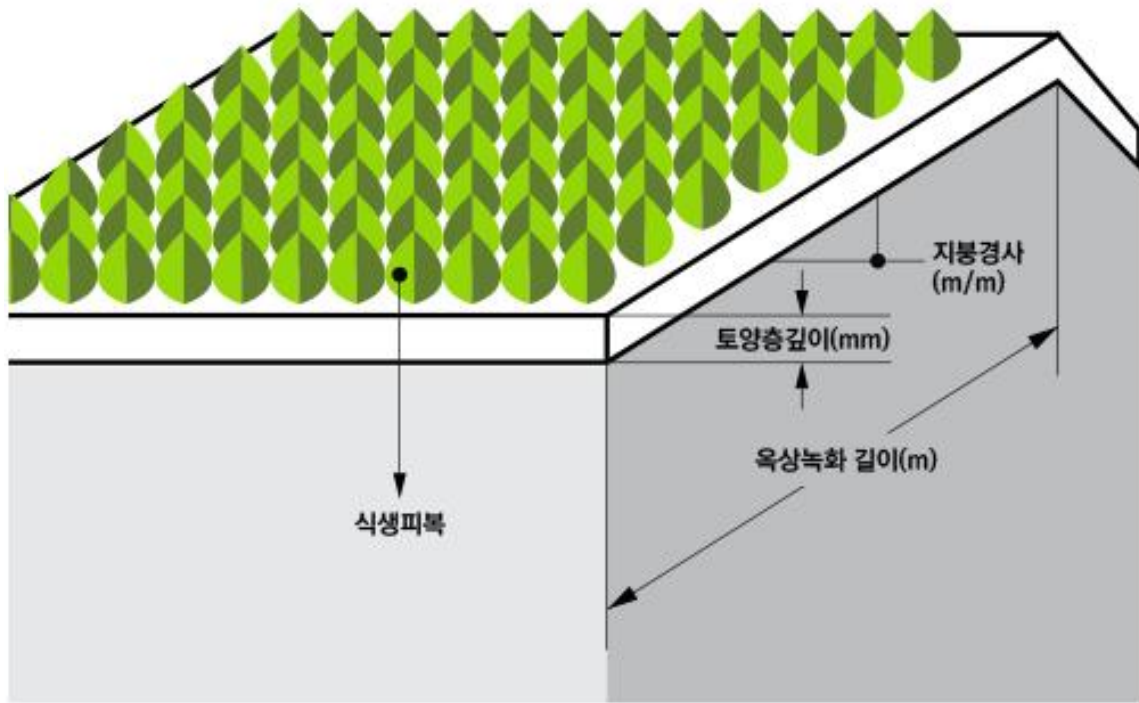
시설물 다이어그램

| 인덱스 | 항목 | 속성 |
|-----|------|---------------------------------|
| ① | 시설정보 | 시설물 이름 및 형태, 하류 연결 상태 입력 |
| ② | 제원입력 | 시설면적, 길이, 깊이, 지붕경사, 식생피복 종류를 입력 |

- 기본값 설정: 기본값이 자동으로 반영되어 있으며 사용자가 원하는 제원으로 변경 가능
- 옥상녹화 표면 면적은 자동으로 강우량이 적용되며 증발산을 생산. 옥상녹화 표면 면적은 모형에 적용된 유역 전체 면적에서 제외되어야 함
- 옥상녹화가 출구점 또는 유출결과 비교점으로 선택되면 지하수 유출이 포함되어 있는지 확인해야 함
- 다른 시설물과 달리 옥상녹화에서의 지하수는 전체 유출량에 기여

[입력 제원]

| 구분 | 항목 | 단위 | 적용범위 |
|----|---------|-----|------------------|
| 시설 | 시설면적 | ha | 옥상녹화의 면적 |
| | 깊이 | m | 식생피복 깊이 |
| | 지붕경사 | m/m | >0 |
| | 식생피복 | m | 지피식물, 관목, 나무로 구분 |
| | 옥상녹화 길이 | m | 지붕에서 배수방향으로의 길이 |



[시설물 모식도: 옥상녹화]

4) 빗물집수통

- 빗물집수통을 이용하여 특정구역의 유출량을 저감
- 빗물집수통의 이름을 변경할 수 있으며 하류 연결 유출부를 지정할 수 있음
- 시설물 제원으로는 바닥고, 형태, 직경, 폭, 길이를 입력
- 유출부는 하나의 수직관과 하나 또는 여러 개의 오리피스로 구성되어 있음
- 침투가 발생하는 경우에는 침투조건을 선택하여 침투율 및 침투 저하인자를 입력

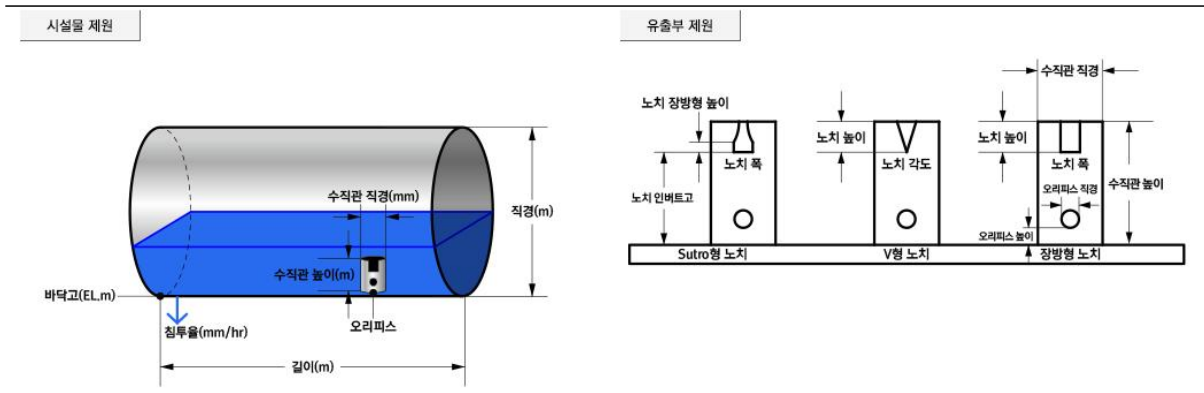
[구성]

| 인덱스 | 항목 | 속성 |
|-----|-----------|---------------------------------|
| ① | 시설정보 | 시설물이름 및 형태, 하류 연결 상태 입력 |
| ② | 제원입력 | 바닥고, 형태, 직경, 폭, 길이를 입력 |
| ③ | 유출부 제원 | 수직관 형태, 높이, 직경을 입력 |
| ④ | 오리피스 제원 | 오리피스 직경 및 높이를 입력, 오리피스 추가 가능 |
| ⑤ | 침투관련 | 침투관련 매개변수 입력 및 자동계산 |
| ⑥ | 유출부 조건 설정 | 수문 제원, 시계열 유량 등을 입력하여 유출부 조건 설정 |

- 기본값 설정: 시설물 제원 기본값을 자동으로 입력하여 시설물 적정 크기 및 유출량을 신속하게 분석 가능
- 강우 및 증발 적용: 강우 및 증발 조건을 적용할 경우 빗물집수통 표면 면적은 모형에 적용된 배수유역 전체 면적에서 제외되어야 함
- 빗물집수통의 형태는 원형과 아치형으로 구분되며 원형일 경우에는 직경과 길이를 입력하고 아치형일 경우에는 높이, 폭, 길이를 입력
- 침투 매개변수로는 침투율, 저감인자가 있으며 유출 모의분석 후 총 침투체적, 수직관 총 통과체적, 시설물 총 통과체적, 침투율이 자동 산정됨
- 유출부 제원을 입력한 후 모의 전 수위-저류-방류관계를 테이블 형태로 볼 수 있음

[입력 제원]

| 구분 | 항목 | 단위 | 적용범위 |
|-----|----------|-------|----------------------------------|
| 시설 | 바닥고 | m | >0, 표고를 적용하지 않을 경우 0을 입력 |
| | 형태 | - | 원형과 아치형이 있음 |
| | 길이 | m | 원형과 아치형 모두 입력 |
| | 직경 | m | 원형일 때 입력 |
| | 높이 | m | 아치형일 때 입력 |
| | 폭 | m | 아치형일 때 입력 |
| 유출부 | 수직관 높이 | m | < 시설물 직경, 바닥에서 관 상부까지의 높이 |
| | 수직관 직경 | mm | 월류되는 수직관의 직경 |
| | 수직관 형태 | - | Notch, 평면 형태가 있음 |
| | Notch 형태 | - | 직사각형, V형 Notch, Sutro 형태가 있음 |
| | Notch 높이 | m | < Riser Height, 수직관 높이의 1/30이 적정 |
| | Notch 폭 | m | < Riser Diameter, 초기조건: 0.03m이상 |
| 침투 | 침투 | - | Yes/No 선택 |
| | 침투율 | mm/hr | 면적 X 침투율 = 침투량 |
| | 저감인자 | - | <1, 1/토양 침투율 안전계수 |



[시설물 모식도: 빗물집수통]

5) 식생여과대

- 식생여과대는 식생체류지의 원리와 비슷하지만 도로의 수질처리 기능을 제공하고 있는 특성이 있음
- 불투수성 도로의 유출이 식생여과대로 유입됨
- 시설물 제원, 토양형 및 깊이, 침투 매개변수를 입력

[구성]

| | | | | |
|----------|--|--|-----------------------------------|-------|
| 1 | 시설명 | 식생여과대 3 | | |
| | | 유출부 1 | 유출부 2 | 유출부 3 |
| | 하류연결 | 0 | 0 | 0 |
| | 시설형식 | 식생여과대 | | |
| | <input checked="" type="checkbox"/> 간단한 Swale 사용 | <input type="button" value="식생여과대 기본값"/> | | |
| 2 | 바닥고(m) | 0 | | |
| | 시설물 제원 | CAVFS 통과유량(m-m3s) | 0 | |
| | 폭(m) | 0.000 | 총 유출량(m-m3s) | 0 |
| | 길이(m) | 0.000 | CAVFS 통과율 | 0 |
| | 표면 저류 깊이(m) | 0.000 | 총 여과체적 | 0 |
| | | <input type="button" value="시설물 다이어그램"/> | | |
| 3 | CAVFS 물성치 | Gravel CAVFS | | |
| | 깊이(m) | 0.000 | 0.000 | |
| | 유입부 | 자갈 | | |
| | 식생여과대 | 자갈 | | |
| | <input type="button" value="토양형 편집"/> | | | |
| | 제방 높이(m) | 0.000 | | |
| | | 테이블보기 | <input type="button" value="열기"/> | |
| 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 침투 | 월류체적(m-m3s) | .000 | |
| | 침투율 (mm/hr) | 0 | 총 침투체적(m-m3s) | 0 |
| | 저감인자(infilt*factor) | 1 | 총 월류체적(m-m3s) | 0 |
| | 침투허용(측면경사) | NO | 총 체적(m-m3s) | 0 |
| | | | 침투율 | 0 |

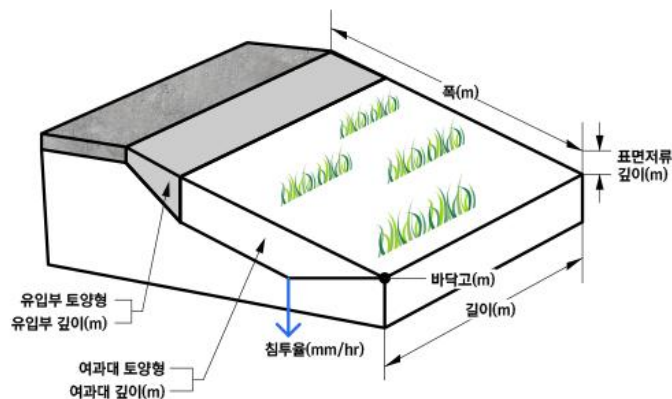
| 인덱스 | 항목 | 속성 |
|-----|-----------|--------------------------|
| ① | 시설정보 | 시설물 이름 및 형태, 하류 연결 상태 입력 |
| ② | 제원입력 | 바닥고, 폭, 길이, 표면저류를 입력 |
| ③ | 식생여과대 토양형 | 여과대 구조에 따른 토양형과 깊이를 입력 |
| ④ | 침투관련 | 침투관련 매개변수 입력 및 자동계산 |

- 기본값 설정: 시설물 제원 기본값을 자동으로 입력하여 시설물 적정 크기 및 유출량을 신속하게 분석 가능
- 식생여과대 표면 면적은 자동으로 강우량이 적용되며 증발산을 생산. 식생여과대 표면 면적은 모형에 적용된 유역 전체 면적에서 제외되어야 함
- 식생여과대는 도로 가장자리 자갈로 된 층(Gravel Spreader)과 여과가 발생하는 토양층이 있으며 두께와 토양형을 선택할 수 있음
- 토양형 편집: 식생체류지와 같이 토양형에 따른 매개변수를 불러올 수 있으며 사용자가 직접 수정할 수 있음
- 침투 매개변수로는 침투율, 저감인자, 측면경사를 통한 침투허용 유무가 있으며 유출 모의분석 후 총 침투체적, 수직관 총 통과체적, 시설물 총 통과체적, 침투율이 자동 산정됨
- 토양에서 침투되어 이동되는 유량은 The modified Green Ampt 방정식을 적용

[입력 제원]

| 구분 | 항목 | 단위 | 적용범위 |
|-----|------------|-------|--|
| 시설 | 바닥고 | m | >0, 표고를 적용하지 않을 경우 0을 입력 |
| | 폭 | - | 시설물 면적 고려하여 입력 |
| | 길이 | m | 시설물 면적 고려하여 입력 |
| | 직경 | m | 원형일 때 입력 |
| | 표면저류 | m | =0(여과대 표면에서의 저류가 없음) >0(여과대 표면에서의 저류가 있음) |
| 토양층 | 토양형 | - | Gravel Spreader, 식생여과대 토양형 모형 탑재 |
| | 토양 깊이 | m | 각 층의 깊이를 입력 |
| | 토양형 편집 | - | 사용자가 토양형 매개변수를 수정할 수 있음 |
| 침투 | 침투 | - | Yes/No 선택 |
| | 침투율 | mm/hr | 면적 X 침투율 = 침투량 |
| | 저감인자 | - | <1, 1/토양 침투율 안전계수 |
| | 침투허용(측면경사) | - | Yes/No 선택, 측면경사를 통한 침투 허용 선택 |

시설물 제원



[시설물 모식도: 식생여과대]

6) 수목여과박스

- 나무 또는 큰 관목이 식재된 콘크리트 박스로 식재토양층의 여과기작을 통해 강우유출수에 포함된 오염물질을 저감시키는 시설
- 주로 맨홀 등의 시설로 유입되기 전 강우유출수를 처리하므로 도로 주변에 많이 설치
- 땅 위의 빗물이 시설물을 통과하여 유출부로 배출되는 구조

[구성]

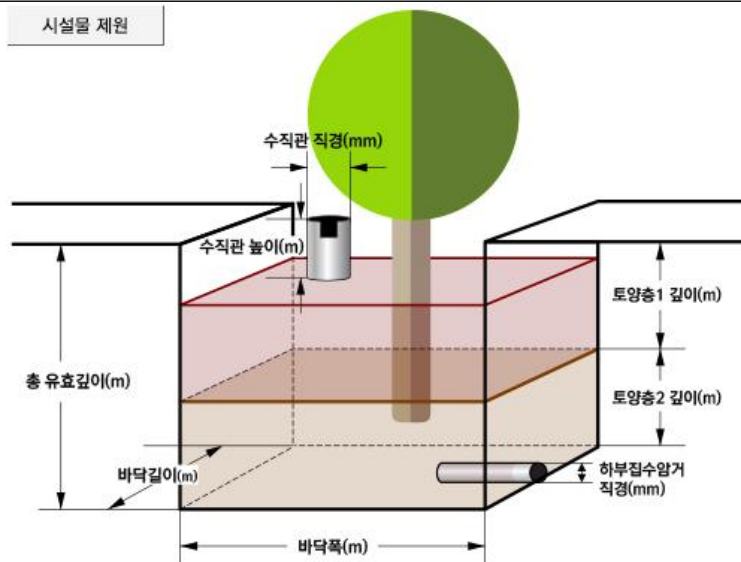
| | | | | |
|---|--------------------|------------------|-------------------|-------|
| 1 | 시설명 | IG Planter 4 | | |
| | 하류연결 | 유출부 1 | 유출부 2 | 유출부 3 |
| | 시설형식 | Planter Box 통과유량 | | |
| | | 시설(기본값) | | |
| 2 | 하부집수암거 직경(m) | 0 | | |
| | 오리피스 직경(mm) | 0 | | |
| | 제원 | 시설물 다이어그램 | | |
| | 길이(m) | 0.000 | | |
| | 바닥폭(m) | 0.000 | | |
| | 여유고(m) | 0.000 | | |
| 3 | 수목여과박스 물성치 | 깊이(m) | | |
| | 토양층 1 | 자갈 | 0.000 | |
| | 토양층 2 | 자갈 | 0.000 | |
| | 총 유효깊이(m) | 0 | | |
| 4 | 유출부 제원자료 | | | |
| | 수직관 높이(m) | 0 | | |
| | 수직관 직경(mm) | 0 | | |
| 5 | 침투 | Yes | 총 침투체적(m-m3s) | 0 |
| | 침투율(mm/hr) | 0 | 수직관 총 통과체적(m-m3s) | 0 |
| | 침투 저하인자 | 1 | 시설물 총 통과체적(m-m3s) | 0 |
| | 침투허용(측면경사) | NO | 침투율 | 0 |
| | 하부집수암거 통과유량(m-m3s) | 0 | | |
| | 총 유출량(m-m3s) | 0 | | |
| | 하부집수암거 통과율 | 0 | | |
| | 수질여과율(%) | 0 | | |
| | 테이블보기 | 열기 | | |
| | 수직관바닥 체적(m-m3s) | .000 | | |

| 인덱스 | 항목 | 속성 |
|-----|--------|----------------------------|
| ① | 시설정보 | 시설물 이름 및 형태, 하류 연결 상태 입력 |
| ② | 제원입력 | 수목여과박스 제원과 암거 및 오리피스 제원 입력 |
| ③ | 토양형 | 상층부, 중층부 토양형과 깊이를 입력 |
| ④ | 유출부 제원 | 수직관 높이, 직경을 입력 |
| ⑤ | 침투관련 | 침투관련 매개변수 입력 및 자동계산 |

- 기본값 설정: 시설물 제원 기본값을 자동으로 입력하여 시설물 적정 크기 및 유출량을 신속하게 분석 가능
- 수목여과박스 표면 면적은 자동으로 강우량이 적용되며 증발산을 생산. 수목여과박스 표면 면적은 모형에 적용된 유역 전체 면적에서 제외되어야 함
- 시설물 이름: 출력파일에 사용되는 이름을 설정하며 변경이 가능
- 하부집수암거: 토양층을 통해 유입된 유량은 하부집수암거로 유입
- 토양층: 두가지로 구분되어 있으며 설계조건에 맞는 토양형과 깊이를 설정
- 유출부 제원을 입력한 후 모의 전 수위-저류-방류관계를 테이블 형태로 볼 수 있음

[입력 제원]

| 구분 | 항목 | 단위 | 적용범위 |
|-----|------------|-------|------------------------------|
| 시설 | 시설면적 | ha | 침투저류지 적용 면적 입력 |
| | 암거 직경 | m | 수목여과박스의 토양층 하부 암거 직경 |
| | 암거 오리피스 직경 | mm | 암거 끝 축소된 암거 직경(오리피스 형식) |
| | 길이 | m | 시설물 면적 고려하여 입력 |
| | 폭 | m | 시설물 면적 고려하여 입력 |
| | 여유고 | m | 수직관 상단에서 수목여과박스 상부까지의 높이 |
| | 총유효깊이 | m | 바닥에서 수직관 높이 + 여유고 + 토양층 높이 |
| 토양층 | 토양형 | - | 중층부, 상층부 토양형 모형에 탑재 |
| | 토양 깊이 | m | 각 층의 깊이를 입력 |
| 유출부 | 수직관 높이 | m | 토양층 상부에서 관 상부까지의 높이 |
| | 수직관 직경 | mm | 월류되는 수직관의 직경 |
| 침투 | 침투 | - | Yes/No 선택 |
| | 침투율 | mm/hr | 면적 X 침투율 = 침투량 |
| | 저감인자 | - | <1, 1/토양 침투율 안전계수 |
| | 침투허용(측면경사) | - | Yes/No 선택, 측면경사를 통한 침투 허용 선택 |



[시설물 모식도: 수목여과박스]

7) 침투저류지

- 침투저류지는 굴착이나 독을 쌓아 형성한 저수지로 강우유출수를 얇은 수심의 저류지에 차집하여 임시 저장 및 침투를 통해 빗물의 직접유출을 저감하는 동시에 오염물질이 제거되도록 설계된 시설
- 침투저류지의 이름을 변경할 수 있으며 하류 연결 유출부를 지정할 수 있음
- 침투저류지 시설물 제원, 유출부(수직관)의 제원, 침투관련 매개변수 입력
- 침투저류지 표면은 투수층으로 형성되어 있으며 침투관련 입력창이 활성화되어 있음

[구성]

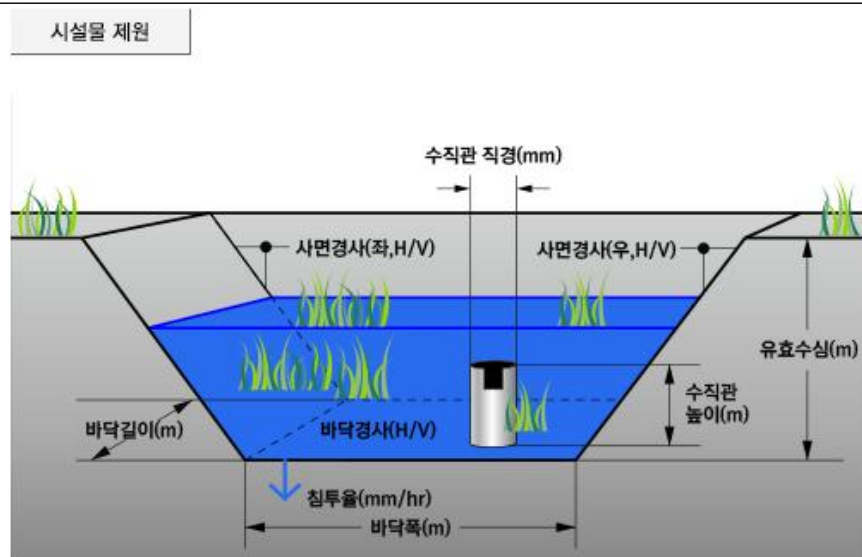
| | | | | |
|-------|--|-----------------|-------|-------|
| 1 | 시설명 | Infiltr Basin 1 | | |
| | 하류연결 | 유출부 1 | 유출부 2 | 유출부 3 |
| | 시설형식 | 0 | 0 | 0 |
| | | 투수유역 | | |
| 2 | 시설물 제원 | 시설(기본값) | | |
| | 바닥 길이(m) | 0 | | |
| | 바닥폭(m) | 0 | | |
| | 유효수심 (m) | 0 | | |
| | 측면경사(좌, H/V) | 0 | | |
| | 측면경사(하류, H/V) | 0 | | |
| | 측면경사(우, H/V) | 0 | | |
| | 측면경사(상류, H/V) | 0 | | |
| 3 | 유출부 제원자료 | 시설물 다이어그램 | | |
| | 수직관 높이(m) | 0 | | |
| | 수직관 직경(mm) | 0 | | |
| 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 침투 | | | |
| | 침투율 (mm/hr) | 0 | | |
| | 침투허용(측면경사) | NO | | |
| | 총 침투체적(m-m3s) | 0 | | |
| | 수직관 총 통과체적(m-m3s) | 0 | | |
| | 시설물 총 통과체적(m-m3s) | 0.00 | | |
| | 침투율 | 0 | | |
| | 수직관-바닥 체적(m-m3s) | 0 | | |
| 테이블보기 | 열기 | | | |

| 인덱스 | 항목 | 속성 |
|-----|--------|-------------------------|
| ① | 시설정보 | 시설물이름 및 형태, 하류 연결 상태 입력 |
| ② | 제원입력 | 길이, 폭, 유효수심, 경사를 입력 |
| ③ | 유출부 제원 | 수직관 형태, 높이, 직경을 입력 |
| ④ | 침투관련 | 침투관련 매개변수 입력 및 자동계산 |

- 기본값 설정: 시설물 제원 기본값을 자동으로 입력하여 시설물 적정 크기 및 유출량을 신속하게 분석 가능
- 침투저류지 표면 면적은 자동으로 강우량이 적용되며 증발산을 생산. 침투저류지 표면 면적은 모형에 적용된 유역 전체 면적에서 제외되어야 함
- 침투저류지의 사면경사는 1:3을 넘지 않는 것이 좋으며 저류지 바닥은 경사가 거의 없도록 수심을 균일하게 설계하여 저류지내 모든 지역에서 균일한 침투가 이루어질 수 있도록 함
- 침투 매개변수로는 침투율, 측면경사를 통한 침투허용 유량이 있으며 유출 모의분석 후 총 침투체적, 수직관 총 통과체적, 시설물 총 통과체적, 침투율이 자동 산정됨
- 유출부 제원을 입력한 후 모의 전 수위-저류-방류관계를 테이블 형태로 볼 수 있음

[입력 제원]

| 구분 | 항목 | 단위 | 적용범위 |
|-----|------------|-------|------------------------------|
| 시설 | 시설면적 | ha | 침투저류지 적용 면적 입력 |
| | 바닥길이 | m | 시설물 면적 고려하여 입력 |
| | 바닥폭 | m | 시설물 면적 고려하여 입력 |
| | 유효수심 | m | 바닥에서 수직관 높이+0.15m이상 여유고 |
| | 바닥고 | m | >0, 표고를 적용하지 않을 경우 0을 입력 |
| | 측면경사(좌) | (H/V) | 측면이 수직일 경우 0을 입력 |
| | 바닥측면경사 | (H/V) | 측면이 수직일 경우 0을 입력 |
| | 측면경사(우) | (H/V) | 측면이 수직일 경우 0을 입력 |
| 유출부 | 상부측면경사 | (H/V) | 측면이 수직일 경우 0을 입력 |
| | 수직관 높이 | m | < 유효수심, 바닥에서 관 상부까지의 높이 |
| 침투 | 수직관 직경 | mm | 월류되는 수직관의 직경 |
| | 침투 | - | YES, 침투가 항상 발생하는 시설물 |
| | 침투율 | mm/hr | 침투율 = 침투량/면적 |
| | 침투허용(측면경사) | - | Yes/No 선택, 측면경사를 통한 침투 허용 선택 |



[시설물 모식도: 침투저류지]

8) 침투트렌치

- 길게 굴착한 도랑에 쇄석을 충전하고 침투를 통하여 유출량을 저감시키는 시설
- 설계조건에 맞는 트렌치의 두께와 공극율을 설정하여 유출량을 산정
- 침투트렌치 시설물 제원, 침투율, 유출부 제원을 입력
- 유출량은 유출부(수직관)를 통과하는 유량과 침투량으로 구분되어짐

[구성]

| | | | |
|---------------|--|-------|-------|
| 1 시설명 | Infiltration Trench 1 | | |
| | 유출부 1 | 유출부 2 | 유출부 3 |
| | 0 | 0 | 0 |
| 하류연결 | | | |
| 시설형식 | 침투트렌치 | | |
| 시설(기본값) | | | |
| 2 시설물 제원 | 트렌치길이(m) | 0 | |
| | 트렌치바닥폭(m) | 0 | |
| | 둔턱높이(m) | 0 | |
| | 트렌치 물성치 | | |
| | 토양층1 깊이(m) | 0 | |
| 토양층1 공극율(0-1) | 0 | | |
| 시설물 다이어그램 | | | |
| 3 침투 | <input checked="" type="checkbox"/> 침투 | | |
| | 침투율(mm/hr) | 0 | |
| | 총 침투체적(m-m3s) | 0 | |
| | 수직관 총 통과체적(m-m3s) | 0 | |
| | 시설물 총 통과체적(m-m3s) | 0 | |
| | 침투율 | 0 | |
| 4 유출부 제원자료 | 수직관 높이(m) | 0 | |
| | 수직관 직경(mm) | 0 | |
| | 수직관-바닥 체적(m-m3s) | .000 | |
| 테이블보기 | 열기 | | |

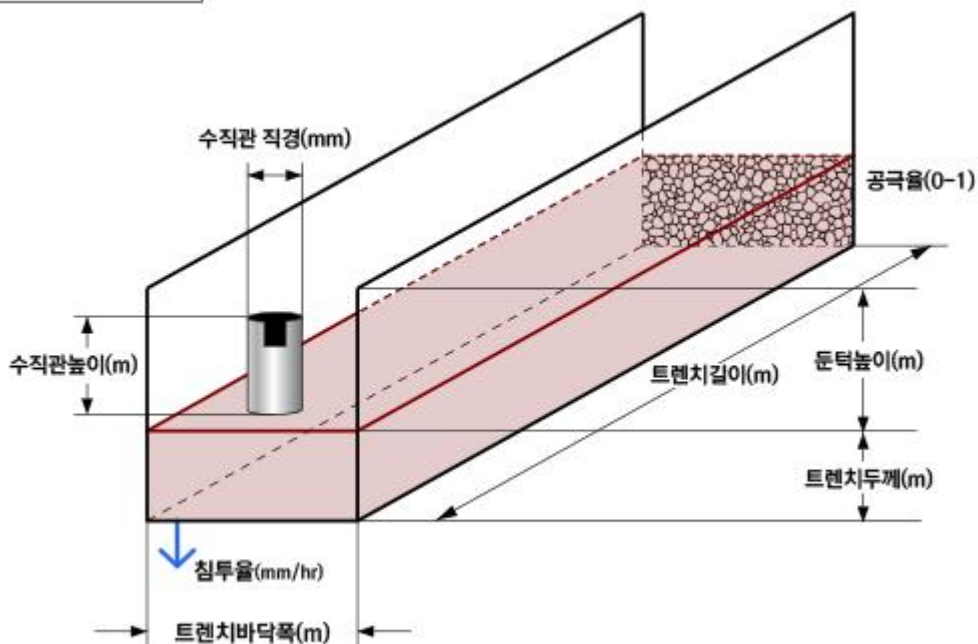
| 인덱스 | 항목 | 속성 |
|-----|--------|-------------------------------------|
| ① | 시설정보 | 시설물이름및형태, 하류 연결 상태 입력 |
| ② | 제원입력 | 트렌치 길이, 트렌치 폭, 둔턱높이, 트렌치 두께, 공극률 입력 |
| ③ | 침투관련 | 침투관련 매개변수 입력 및 자동계산 |
| ④ | 유출부 제원 | 수직관 형태, 높이, 직경을 입력 |

- 기본값 설정: 시설물 제원 기본값을 자동으로 입력하여 시설물 적정 크기 및 유출량을 신속하게 분석 가능
- 침투트렌치 표면 면적은 자동으로 강우량이 적용되며 증발산을 생산. 침투트렌치 표면 면적은 모형에 적용된 유역 전체 면적에서 제외되어야 함
- 침투 매개변수로는 침투율이 있으며 유출 모의분석 후 총 침투체적, 수직관 총 통과체적, 시설물 총 통과체적, 침투율이 자동 산정됨
- 유출부 제원을 입력한 후 모의 전 수위-저류-방류관계를 테이블 형태로 볼 수 있음

[입력 제원]

| 구분 | 항목 | 단위 | 적용범위 |
|-----|---------|-------|-------------------------|
| 시설 | 시설면적 | ha | 침투트렌치 적용 면적 입력 |
| | 바닥길이 | m | 시설물 면적 고려하여 입력 |
| | 바닥폭 | m | 시설물 면적 고려하여 입력 |
| | 둔턱높이 | m | 바닥에서 수직관 높이+0.15m이상 여유고 |
| | 트렌치 두께 | m | 둔턱높이와 별개로 쇄석재료 깊이 |
| | 트렌치 공극율 | - | 0~1사이의 값 입력 |
| 침투 | 침투 | - | YES, 침투가 항상 발생하는 시설물 |
| | 침투율 | mm/hr | 침투율 = 침투량/면적 |
| 유출부 | 수직관 높이 | m | < 유효수심, 바닥에서 관 상부까지의 높이 |
| | 수직관 직경 | mm | 월류되는 수직관의 직경 |

시설물 제원



[시설물 모식도: 침투트렌치]

9) 식생수로

- 식생으로 덮인 개수로를 통하여 강우유출수를 이송시키는 시설
- 식생수로의 시설물 제원, 토양형과 깊이, 유출부 제원, 침투율을 입력

[구성]

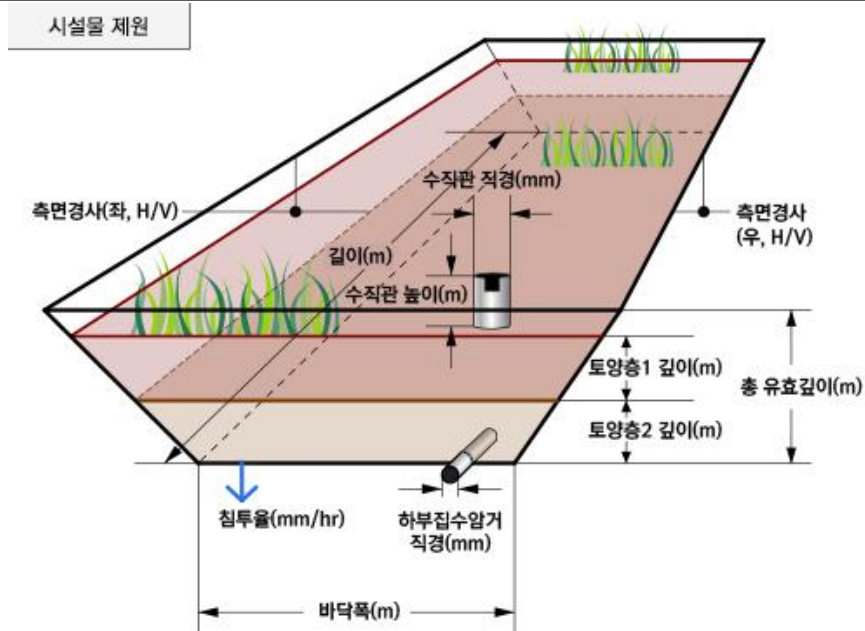
| | | | | |
|--------------|-------------------------------|-------------------|-------|-------|
| 1 | 시설명 | Vegetated Swale 1 | | |
| | 하류연결 | 유출부 1 | 유출부 2 | 유출부 3 |
| | 시설형식 | 식생수로 | | |
| 시설(기본값) | | | | |
| 2 | 하부집수암거 직경(m) | 0 | | |
| | 오리피스 직경(mm) | 0 | | |
| | 시설제원 | | | |
| | 길이(m) | 0.000 | | |
| | 바닥폭(m) | 0.000 | | |
| | 여유고(m) | 0.000 | | |
| | 총 유효깊이(m) | 0 | | |
| | 측면경사(좌, m/m) | 0.000 | | |
| 측면경사(우, m/m) | 0.000 | | | |
| 3 | 식생수로 물성치 | 깊이(m) | | |
| | 토양층 1 | 자갈 | 0.000 | |
| | 토양층 2 | 사양토 | 0.000 | |
| | 하부집수암거 통과유량(m ³ s) | 0 | | |
| | 총 유출량(m ³ s) | 0 | | |
| | 하부집수암거 통과율 | 0 | | |
| 4 | 수직관 방류 구조 | 수직관 방류 구조 | | |
| | 유출부 제원자료 | | | |
| | 수직관 높이(m) | 0 | | |
| | 수직관 직경(mm) | 0 | | |
| 시설물 다이어그램 | | | | |
| 5 | 침투 | 침투율(mm/hr) | | |
| | | 0 | | |
| | 총 침투체적(m ³ s) | 0 | | |
| | 수직관 총 통과체적(m ³ s) | 0 | | |
| | 시설물 총 통과체적(m ³ s) | 0 | | |
| | 침투율 | 0 | | |

| 인덱스 | 항목 | 속성 |
|-----|--------|--------------------------------------|
| ① | 시설정보 | 시설물이름및형태, 하류 연결 상태 입력 |
| ② | 제원입력 | 면적, 암거직경, 길이, 폭, 여유고, 총 유효깊이, 경사를 입력 |
| ③ | 토양형 | 토양층1(상층)과 토양층2(하층)의 토양형과 깊이를 입력 |
| ④ | 유출부 제원 | 수직관 형태, 높이, 직경을 입력 |
| ⑤ | 침투관련 | 침투관련 매개변수 입력 및 자동계산 |

- 침투트렌치 표면 면적은 자동으로 강우량이 적용되며 증발산을 생산. 침투트렌치 표면 면적은 모형에 적용된 유역 전체 면적에서 제외되어야 함
- 하부집수암거: 토양층을 통해 유입된 유량은 하부집수암거로 유입
- 토양층: 두가지로 구분되어 있으며 설계조건에 맞는 토양형과 깊이를 설정
- 침투 매개변수로는 침투율이 있으며 유출 모의분석 후 총 침투체적, 수직관 총 통과체적, 시설물 총 통과체적, 침투율이 자동 산정됨
- 유출부 제원을 입력한 후 모의 전 수위-저류-방류관계를 테이블 형태로 볼 수 있음

[입력 제원]

| 구분 | 항목 | 단위 | 적용범위 |
|---------|----------------|------------------|------------------------------|
| 시설 | 시설면적 | ha | 식생수로 적용 면적 입력 |
| | 하부집수암거 직경 | m | 식생수로의 토양층 하부 암거 직경 |
| | 하부집수암거 오리피스 직경 | mm | 암거 끝 축소된 암거 직경(오리피스 형식) |
| | 길이 | m | 시설물 면적 고려하여 입력 |
| | 폭 | m | 시설물 면적 고려하여 입력 |
| | 여유고 | m | 수직관 상단에서 식생수로 상부까지의 높이 |
| | 총유효깊이 | m | 바닥에서 수직관 높이 + 여유고 + 토양층 높이 |
| | 측면경사(좌) | m/m | 측면이 수직일 경우 0을 입력 |
| 측면경사(우) | m/m | 측면이 수직일 경우 0을 입력 | |
| 토양층 | 토양형 | - | 토양층1(상층), 토양층2(하층) 토양형 모형 탑재 |
| | 토양 깊이 | m | 각 층의 깊이를 입력 |
| 유출부 | 수직관 높이 | m | 토양층 상부에서 관 상부까지의 높이 |
| | 수직관 직경 | mm | 월류되는 수직관의 직경 |
| 침투 | 침투 선택 | - | YES, 침투가 항상 발생하는 시설물 |
| | 침투율 | mm/hr | 침투율 = 침투량/면적 |



[시설물 모식도: 식생수로]

10) 모래여과

- 모래여과는 수질 정화 기능이 있으며 여과에 의한 유체 이동이 가능
- 저수지의 이름을 변경할 수 있으며 하류 연결 유출부를 지정할 수 있음
- 모래여과 시설의 제원과 수직관 및 오리피스의 유출부 제원, 침투 매개변수 입력
- 사용되는 여과재에 따른 적절한 투수계수 입력하여 침투 계산

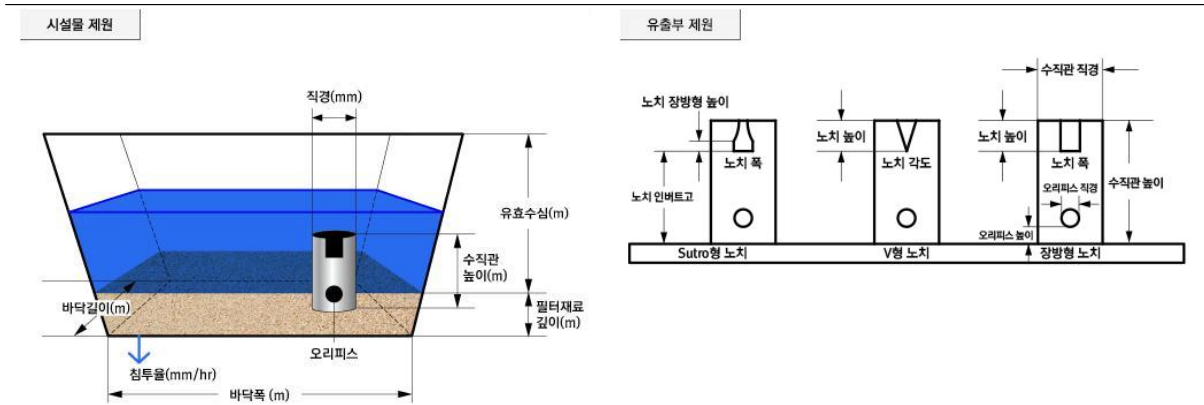
[구성]

| 인덱스 | 항목 | 속성 |
|-----|---------|------------------------------|
| ① | 시설정보 | 시설물 이름 및 형태, 하류 연결 상태 입력 |
| ② | 제원입력 | 길이, 폭, 유효수심, 경사를 입력 |
| ③ | 유출부 제원 | 수직관 형태, 높이, 직경을 입력 |
| ④ | 오리피스 제원 | 오리피스 직경 및 높이를 입력, 오리피스 추가 가능 |
| ⑤ | 침투관련 | 침투관련 매개변수 및 필터재료 깊이 입력 |

- 기본값 설정: 시설물 제원 기본값을 자동으로 입력하여 시설물 적정 크기 및 유출량을 신속하게 분석 가능
- 시설물 이름: 출력파일에 사용되는 이름을 설정하며 변경이 가능
- 강우 및 증발 적용 여부: 강우 및 증발 조건을 적용할 경우 모래여과 표면 면적은 모형에 적용된 유역 전체 면적에서 제외되어야 함
- 여과: 투수계수와 필터 재료 깊이를 입력해야 하며 필터 재료 깊이는 1.5~2.0m가 기본값
- 총 유출체적의 91%(기본값)의 여과율을 목표로 함
- 여과되는 유출량은 $Q = K \square \square A$ 로 계산되며 K는 투수계수(m/hr)를 나타냄
- 여과 처리율이 91%(기본값) 이상이면 체적계산을 점검하며 이하인 경우 필터 사이즈를 조절하거나 유출 구조를 수정
- 유출부 제원을 입력한 후 모의 전 수위-저류-방류관계를 테이블 형태로 볼 수 있음

[입력 제원]

| 구분 | 항목 | 단위 | 적용범위 |
|-----|----------|-------|----------------------------------|
| 시설 | 바닥길이 | m | 시설물 면적 고려하여 입력 |
| | 바닥폭 | m | 시설물 면적 고려하여 입력 |
| | 유효수심 | m | 바닥에서 수직관 높이+0.15m이상 여유고 |
| | 측면경사(좌) | (H/V) | 측면이 수직일 경우 0을 입력 |
| | 측면경사(하류) | (H/V) | 측면이 수직일 경우 0을 입력 |
| | 측면경사(우) | (H/V) | 측면이 수직일 경우 0을 입력 |
| | 측면경사(상류) | (H/V) | 측면이 수직일 경우 0을 입력 |
| 유출부 | 수직관 높이 | m | < 유효수심, 바닥에서 관 상부까지의 높이 |
| | 수직관 직경 | mm | 월류되는 수직관의 직경 |
| | 수직관 형태 | - | Notch, 평면 형태가 있음 |
| | Notch 형태 | - | 직사각형, V형 Notch, Suro 형태가 있음 |
| | Notch 높이 | m | < Riser Height, 수직관 높이의 1/30이 적정 |
| | Notch 폭 | m | < Riser Diameter, 초기조건: 0.03m이상 |
| 침투 | 침투 | - | Yes 선택되어져 있음 |
| | 투수계수 | mm/hr | 여과재료를 통과하는 여과속도 |
| | 재료깊이 | m | 기본값 = 1.5~2.0, 여과재료에 대한 깊이 |





[시설물 모식도: 모래여과]

5.2.5 SWMM 연계 요소

- 한국형 LID-해석모형(K-LIDM)의 우수관로 하도추적 계산한계를 극복하고자 도시유역의 하수관망 하도추적계산 기능이 탁월한 EPA SWMM(Freeware)모형 연계
- HSPF기반 라우팅 계산에서 SWMM 모형의 라우팅 계산을 연계하는 것으로 복잡한 수리계산에 효율적
- 복잡한 하도추적 계산 및 배수위 영향, 조위 영향에 의한 유출량 계산시 효율적 방법이 될 수 있음

[SWMM 연계 요소]

| 구분 | 요소명 | 상세설명 |
|---|-------------|--|
|  | SWMM 연계 | SWMM 유역유출 연계 기능은 SWMM의 Input data에서 소유역 재원을 불러올 수 있음 SWMM 호환: EPA SWMM(ver. 4.4, 5, 5.1), PCSWMM, XP-SWMM |
|  | SWMM 하도추적계산 | SWMM 하도추적 연계 기능은 도시유역의 하수관망에 대한 하도추적 계산이 우수한 모형인 EPA-SWMM의 하도추적 계산을 활용하는 기능 |



SWMM 요소 이름: SWMM 1

SWMM 파일: []

인터페이스 파일 이름: []

출력파일 이름: []

SWMM 모형: SWMM 5.1

SWMM 해석
Runoff Type Connections From K-LIDM to SWMM for import of swmm file.
 표면유출 중간유출 지하수 EIA%: 100

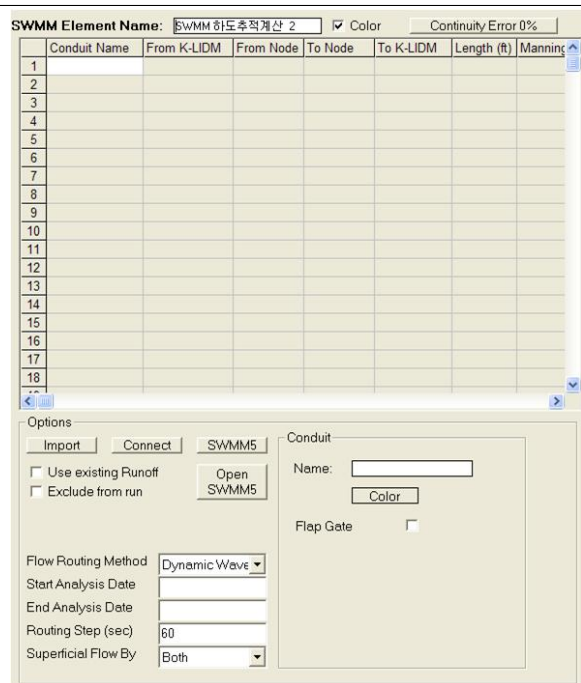
시간 조건
 시작일시: 1999-12-01
 종료일시: 1999-12-31
 시간간격(sec): 3

SWMM Run Control
 K-LIDM에서 생성된 인터페이스 파일 사용
 K-LIDM 파일만 모의
 SWMM 링크 자동 조절
 인터페이스 파일 생성(from WWHM runoff)

SWMM 파일만 모의 SWMM 연계파일 저장 SWMM연결 파일 불러오기

K-LIDM Connections to SWMM | SWMM Connections to K-LIDM | SWMM 불러오기 옵션

SWMM 연계



SWMM Element Name: SWMM 하도추적계산 2 Color Continuity Error 0%

| Conduit Name | From K-LIDM | From Node | To Node | To K-LIDM | Length (ft) | Manning |
|--------------|-------------|-----------|---------|-----------|-------------|---------|
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | | | | |
| 3 | | | | | | |
| 4 | | | | | | |
| 5 | | | | | | |
| 6 | | | | | | |
| 7 | | | | | | |
| 8 | | | | | | |
| 9 | | | | | | |
| 10 | | | | | | |
| 11 | | | | | | |
| 12 | | | | | | |
| 13 | | | | | | |
| 14 | | | | | | |
| 15 | | | | | | |
| 16 | | | | | | |
| 17 | | | | | | |
| 18 | | | | | | |

Options
 Use existing Runoff Exclude from run

Conduit
 Name: []

Flap Gate

Flow Routing Method: Dynamic Wave
 Start Analysis Date: []
 End Analysis Date: []
 Routing Step (sec): 60
 Superficial Flow By: Both

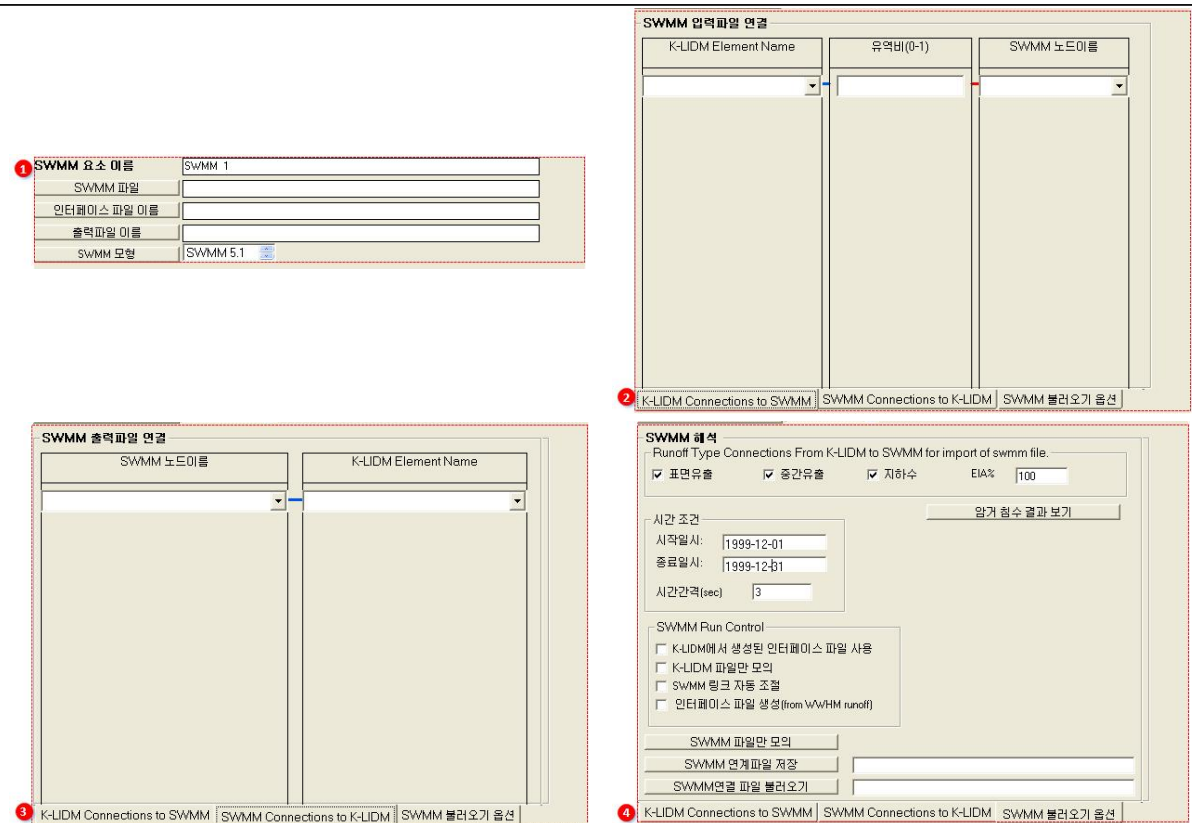
SWMM 하도추적계산

[SWMM 유역유출 연계창]

1) SWMM 연계

- 수리계산요소와 LID요소와 동일하게 프로젝트창에서 아이콘을 드래그하여 작업을 수행
- 프로젝트 창에서 모든 요소는 상단에서 하단으로 유출이 형성되는 것을 기본으로 함
- K-LIDM Connections to SWMM, SWMM Connections to K-LIDM, SWMM 불러오기 옵션을 탭을 이용하여 선택할 수 있으며 SWMM과 K-LIDM 연결 요소 확인 가능
- 실행가능한 SWMM 모형(EPA SWMM(ver. 4.4, 5, 5.1), PCSWMM, XP-SWMM)을 확인하여 Input 파일 생성 및 불러오기
- SWMM 실행제어 옵션을 통하여 모형 시간간격, 시작 및 종료시간, SWMM 실행 제어, 연결 파일 불러오기 및 저장하기 가능

[구성]



| 인덱스 | 항목 | 속성 |
|-----|----------------------------|---------------------------------------|
| ① | SWMM 파일 불러오기 | SWMM Input 파일 및 Output 지정, SWMM 모형 선택 |
| ② | K-LIDM Connections to SWMM | KLIDM 요소와 연결된 SWMM 노드 확인 |
| ③ | SWMM Connections to K-LIDM | SWMM 노드 유출과 K-LIDM 요소 연결을 정의 |
| ④ | SWMM 불러오기 옵션 | 유출 유형, 시간, SWMM 실행 제어 작업 가능 |

(가) SWMM 파일 불러오기

- SWMM 파일 불러오기 : SWMM 모형 실행에 필요한 Input 파일 불러오기, XPSWMM 또는 PCSWMM모형이나 텍스트편집기를 통해 만들어진 파일
- SWMM 파일에 SWMM 라우팅 데이터외에 유역 특성 데이터가 포함된 경우 모두 불러올 것인지 선택할 수 있음
- 인터페이스 파일 : K-LIDM과 SWMM간의 연결에 필요한 모든 시계열 자료가 포함. 파일이름을 사용자가 입력하여 자동으로 생성
- 출력 파일 : SWMM에서의 Output 데이터가 포함되어 있음. K-LIDM에서는 경로와 Output 파일 이름을 지정할 수 있고 출력파일은 연결된 요소에 자동으로 적용됨
- SWMM 모형 : 사용자는 SWMM 파일을 실행할 모형을 선택할 수 있음

| | |
|-------------------|----------|
| SWMM 요소 이름 | SWMM 1 |
| SWMM 파일 | |
| 인터페이스 파일 이름 | |
| 출력파일 이름 | |
| SWMM 모형 | SWMM 5.1 |

[SWMM 불러오기]

(나) KLIDM 요소와 연결된 SWMM 노드 확인(K-LIDM Connections to SWMM)

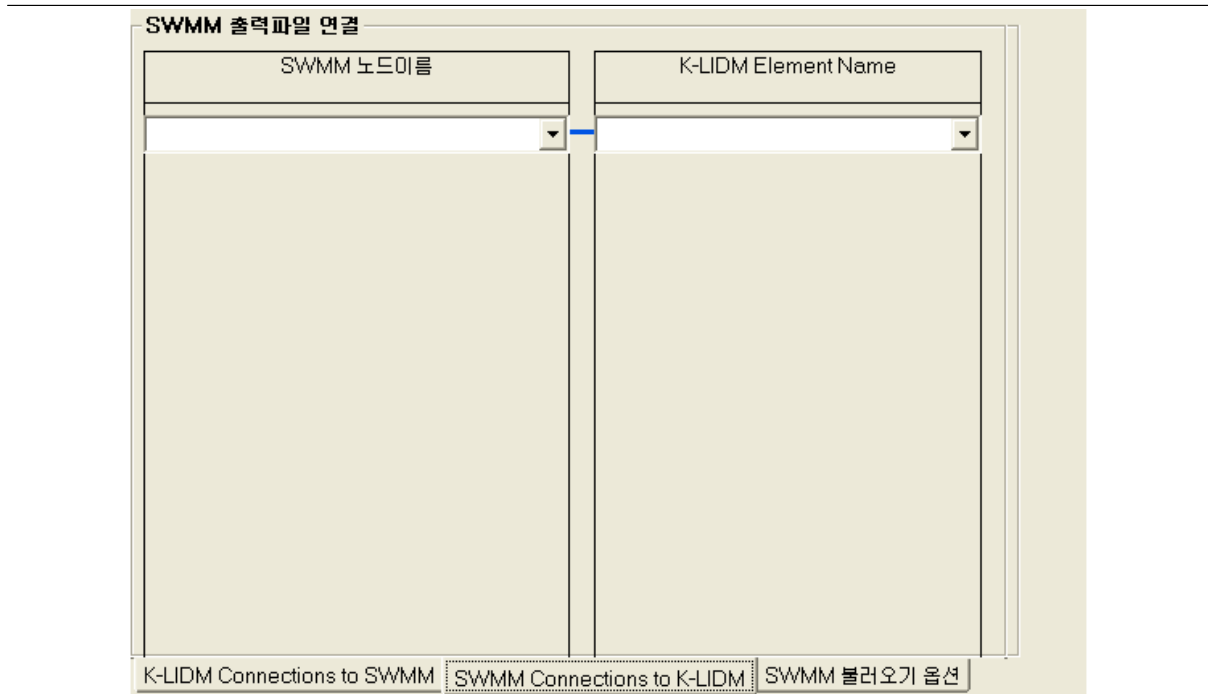
- K-LIDM 요소이름(K-LIDM Element Name) : Node가 연결된 K-LIDM 요소명
- 유역비(Fraction Connected to SWMM Node) : 요소에서 해당 노드가 차지하는 유출비율을 의미. 0~1의 값을 가짐
- SWMM 노드 이름(SWMM Node Name) : 요소에 연결된 SWMM 노드명

| K-LIDM Element Name | 유역비(0-1) | SWMM 노드이름 |
|----------------------|----------------------|----------------------|
| <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |

[K-LIDM Connections to SWMM]

(다) SWMM 노드 유출과 K-LIDM 요소 연결을 정의(SWMM Connections to K-LIDM)

- SWMM과 K-LIDM의 출력 연결을 확인
- SWMM Node Name : SWMM 노드명 표시
- K-LIDM Element Name : SWMM 노드가 연결된 K-LIDM 요소의 이름



[SWMM Connections to K-LIDM]

(라) SWMM 불러오기 옵션(Global SWMM Preferences)

- 유출 유형, 시간, SWMM 실행 제어 작업 가능
- SWMM 파일을 가져오기 위한 K-LIDM에서 SWMM으로의 유출 유형 연결 : SWMM 모형에서 불러올 유역 자료가 있을 경우 사용. 불투수성 표면은 표면유출, 투수성 표면에 의해 형성된 지표하 유출, 투수성 표면에 의한 지하수 유출로 구분. 우수유출은 대부분 지표면 및 지표하 유출로 이루어져 있으며 하천, 호수, 습지로 유출될 때 지하수 흐름이 형성됨.
- EIA % : 불투수성 유역의 비율. SWMM에서는 전형적으로 불투수층 유역으로 가정하고 분석함(EIA % = 100). 불투수성 유역의 비율을 조절하여 효과적인 유출계산 가능
- 시작 및 종료 시간, 시간간격을 설정하여 모형 실행. SWMM 시간간격은 HSPF 시간간격보다 크면 안됨
- SWMM 실행 제어: K-LIDM에서 생성된 기존 인터페이스 파일 사용, SWMM과 별도로 K-LIDM 파일만 모의, SWMM 관 자동 조절, 기존 K-LIDM에서 인터페이스 파일 만들기로 구분
 - K-LIDM에서 생성된 기존 인터페이스 파일 사용 : 인터페이스 생성시 시간이 걸리므로 K-LIDM에서 생성된 인터페이스 파일을 사용

- SWMM과 별도로 K-LIDM 파일만 모의 : 새 인터페이스를 만드는 목적을 가지지만 SWMM 모형은 실행하지 않음
- SWMM 관 자동 조절 : 관 크기 자동 조절 기능을 생성하는 이송 모듈
- 기존 K-LIDM에서 인터페이스 파일 만들기 : SWMM 모형을 동시에 실행하지 않고 인터페이스를 생성할 목적으로 K-LIDM 실행
- 기타 SWMM 옵션
 - Run SWMM file only : K-LIDM 경로를 바로가기로 생성하고 최근에 사용한 인터페이스를 적용해 SWMM Input파일을 간단히 실행. 여러개의 SWMM 요소가 특정 SWMM 모형 하나만 실행하려는 경우에 가장 유용
 - SWMM 연계파일 저장(Save SWMM Connection File) : 연결 파일을 저장/편집/로드 할 수 있음. 연결 파일에는 SWMM 노드와 K-LIDM 요소 연결 정보가 포함(노드명, 소유 역명, 요소에서 해당 노드가 차지하는 유출비율, 유출유형)
 - SWMM 연계파일 불러오기(SWMM Connection File) : 저장된 SWMM 연계파일을 수동으로 편집하여 불러올 수 있음. K-LIDM Connections to SWMM 탭을 대체 할 수 있음. 연결관계가 많거나 복잡한 경우 사용하기 편함

SWMM 해석

Runoff Type Connections From K-LIDM to SWMM for import of swmm file.

표면유출
 중간유출
 지하수
 EIA%

시간 조건

시작일시:
 종료일시:
 시간간격(sec)

SWMM Run Control

K-LIDM에서 생성된 인터페이스 파일 사용
 K-LIDM 파일만 모의
 SWMM 링크 자동 조절
 인터페이스 파일 생성(from WWHM runoff)

[SWMM 불러오기 옵션]

2) SWMM 하도추적계산

- EPA-SWMM의 하도추적 계산을 활용하여 K-LIDM 모형에 적용
- 관 형태(원형, 박스형 등), 노드 연결 관계, 관길이, 조도계수, 손실계수, 관저고 등의 정보를 입력
- SWMM 모형의 종류를 선택하고 유역 유출 형태 및 불투수 면적 비율을 입력할수 있음
- 라우팅 방법을 선택할 수 있으며 라우팅 시간간격 조정 가능

SWMM Element Name: Color

| | Conduit Name | From K-LIDM | From Node | To Node | To K-LIDM | Length (ft) | Manning |
|----|--------------|-------------|-----------|---------|-----------|-------------|---------|
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | |

Options

Use existing Runoff
 Exclude from run

Flow Routing Method:

Start Analysis Date:

End Analysis Date:

Routing Step (sec):

Superficial Flow By:

Conduit

Name:


Color:

Flap Gate:

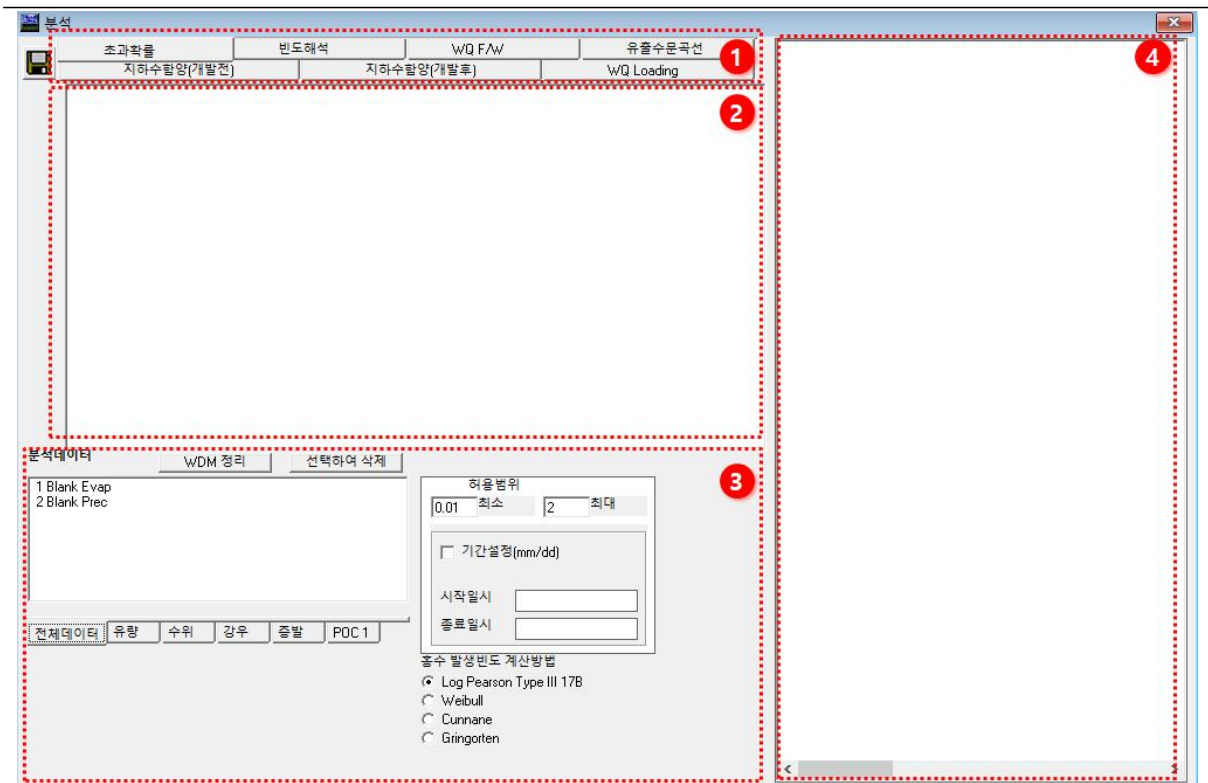
[SWMM 불러오기 옵션]

6 K-LIDM 결과분석

6.1 결과분석창 구성

- 분석 버튼()으로 유출량 결과 비교 분석
- 분석조건인 입력 강우와 증발 프로파일과 모의결과인 유출수문곡선 및 통계분석, 수질 분석 결과에 대한 프로파일을 그래프 및 테이블 형태로 제공
- 분석결과를 테이블 및 그래프로 보기, 수정이 가능하며 데이터 복사, 저장 기능을 제공
- 결과항목: 유출수문곡선, 초과확률계산, 빈도해석, 수질분석, 지하수함량
- 유출수문곡선의 경우 출력 시간간격을 사용자가 원하는 단위를 선정하여 출력 가능
- 설정한 시간간격에 대한 시계열 결과를 최대, 평균, 체적으로 선택하여 출력 가능
- 분석결과를 도출할 필요가 있는 유역, 수리계산, LID 요소들을 분석 또는 Connect to point of compliance를 체크하여 결과 확인

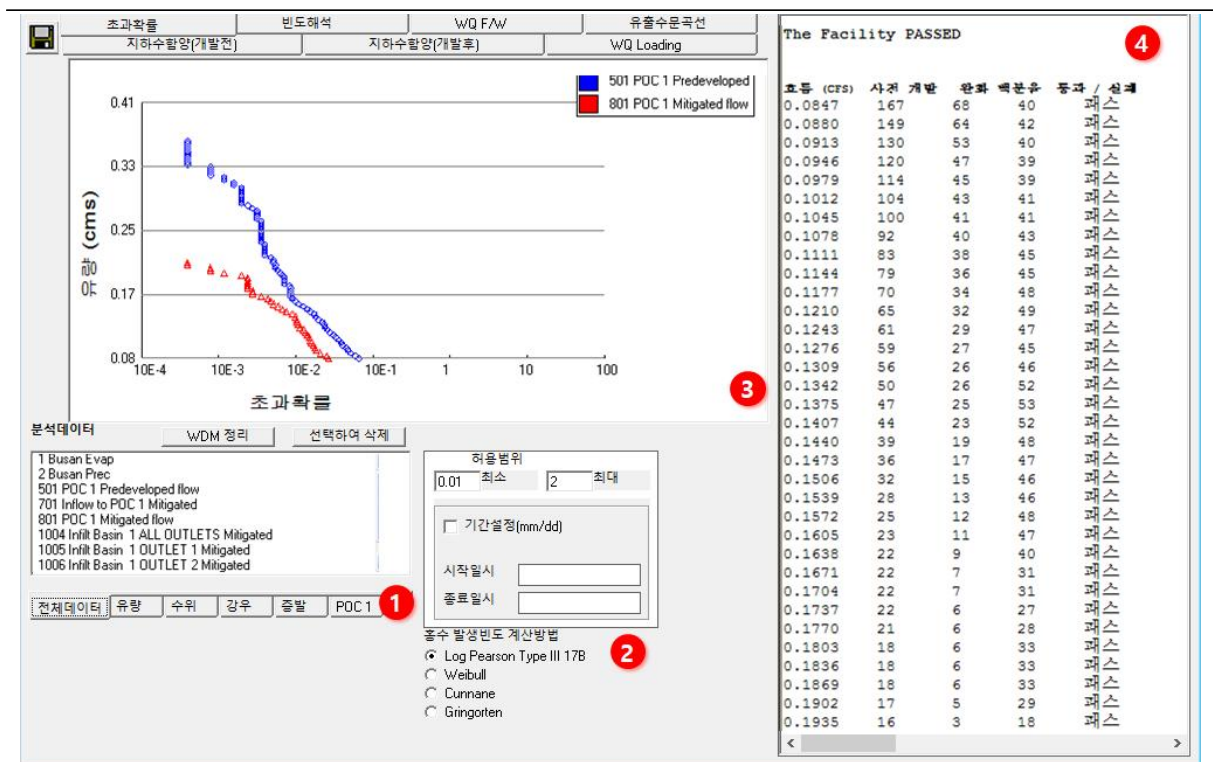
[구성]



| 인덱스 | 항목 | 속성 |
|-----|----------|---------------------------|
| ① | 결과항목 | 결과항목 선택 |
| ② | 그래프 출력화면 | 시계열 수문곡선 표출 및 저장 |
| ③ | 프로파일 탭 | 출력하고자 하는 프로파일(WDM 파일)을 선택 |
| ④ | 테이블 출력화면 | 모의결과를 테이블 표출 및 저장 |

6.2 초과확률계산

- 우수관리 시설의 유량제어 및 우수관리기준에 적정성을 유지를 판단하기 위한 분석도구
- 출력하고자 하는 프로파일을 선택할 수 있음(인덱스 ①). 개발전(Predeveloped)과 개발후(Mitigated)에 대한 요소별 유출 결과 및 유출점(POC1)를 비교
- 결과분석 기간 및 허용범위 등 분석 조건 설정(인덱스 ②)
- 초과확률 결과 비교를 그래프로 도출할 수 있음(인덱스 ③)
- 개발전과 개발후의 비가 100%를 초과하면 Fail로 표기가 되고 100%이하면 Pass로 표기(인덱스 ④)

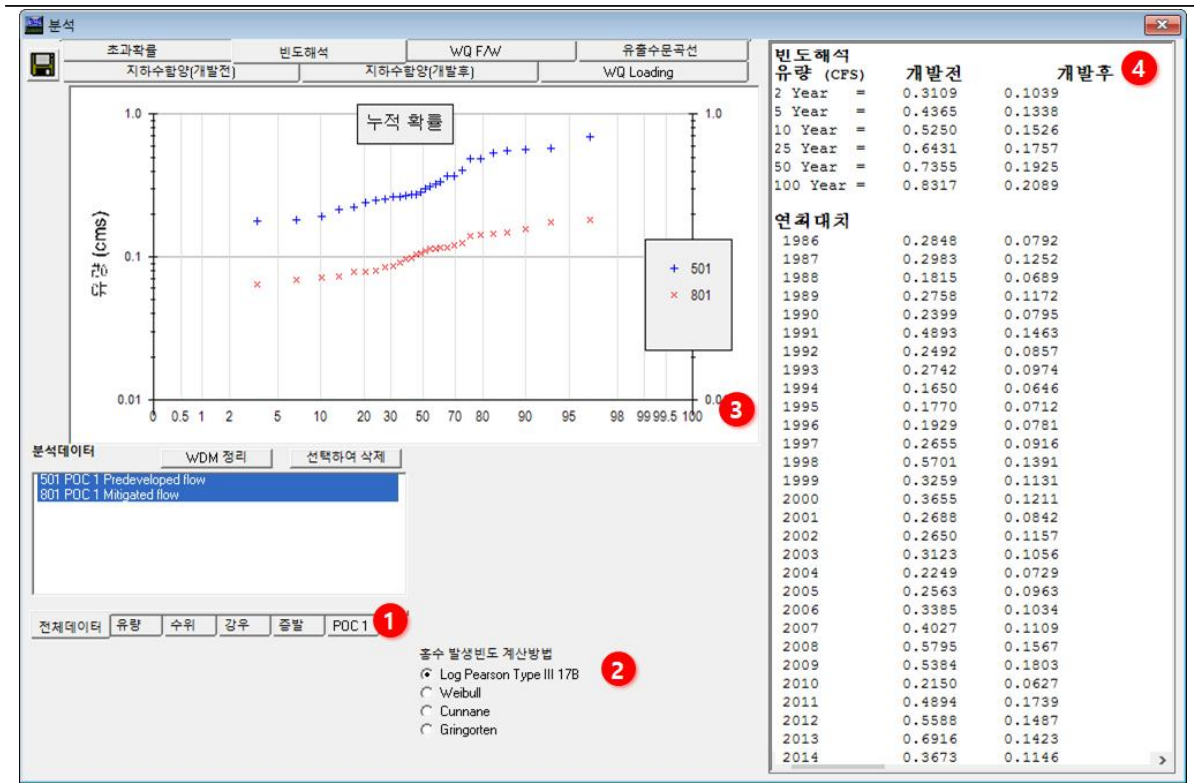


[초과확률 결과분석]

6.3 빈도해석

- 유량 빈도해석은 빈도유량 및 년 최대 유출량 결과를 도출
 - 빈도해석: 2년, 5년, 10년, 25년, 50년, 100년 분석
 - 연최대 유량: 자료기간에 대한 년 단위 분석
- 출력하고자 하는 프로파일을 선택할 수 있음(인덱스 ①). 개발전(Predeveloped)과 개발후(Mitigated)에 대한 요소별 유출 결과 및 유출점(POC1)를 비교
- 홍수 발생빈도 계산방법은 Log Pearson Type III 17B, Weibull, Cunnane, Gringorten이 있음(인덱스 ②)
- Log Pearson Type III 17B 계산법은 평균, 표준편차, 최대 유량 로그 계산을 위해 연 최대 통계값을 사용

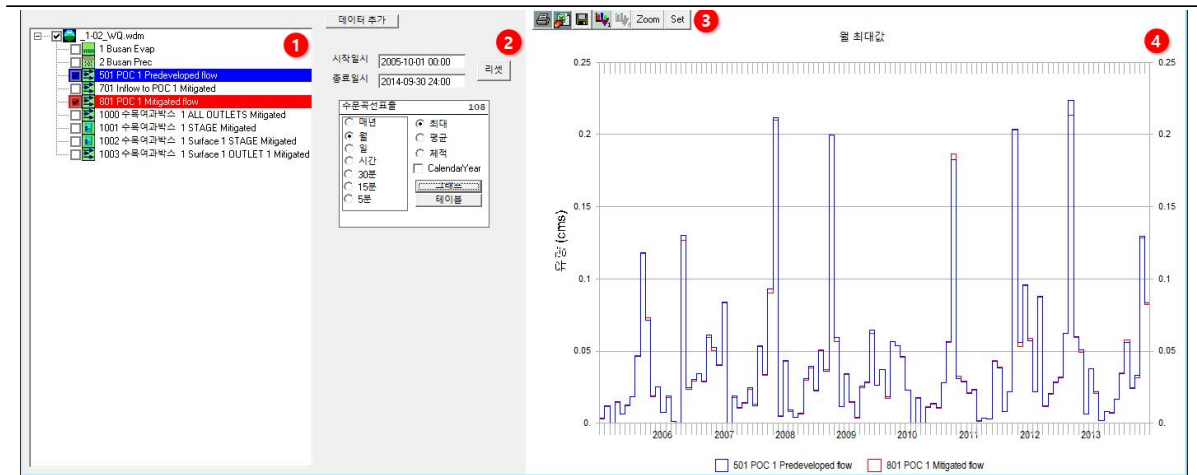
- 빈도해석 결과 비교를 그래프로 도출할 수 있음(인덱스 ③)
- 빈도유량 및 년 최대 유출량 결과를 텍스트로 도출 (인덱스 ④)



[빈도해석 결과분석]

6.4 유출수문곡선

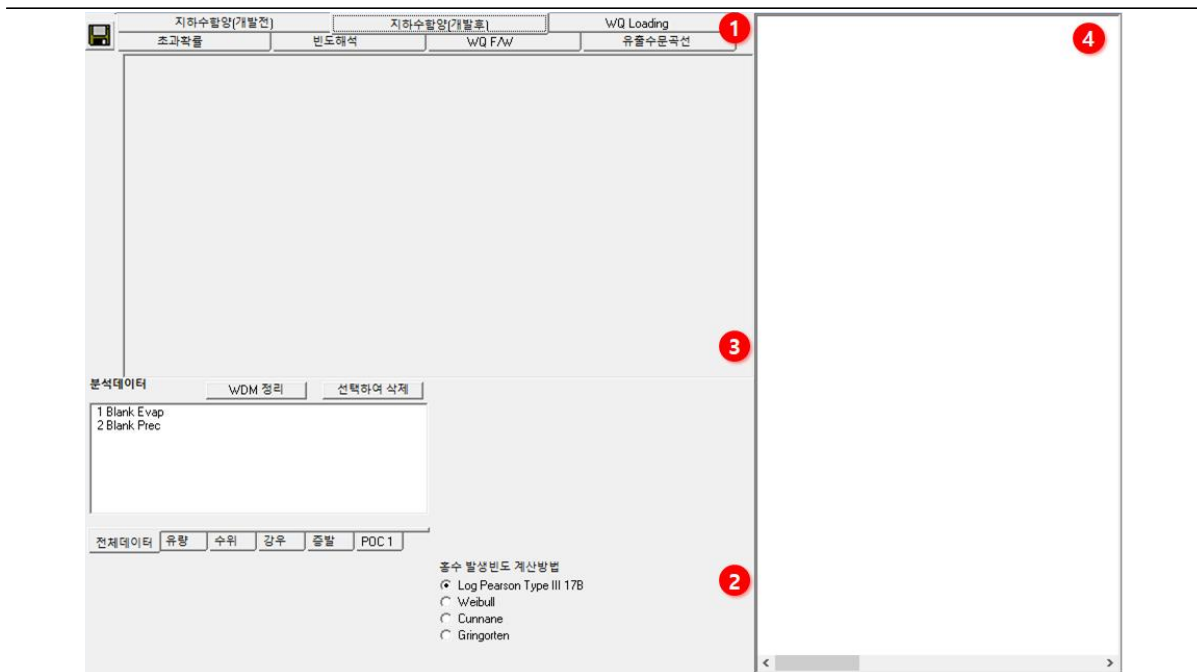
- 유출수문곡선에서 분석결과에 대한 시계열 그래프를 확인할 수 있음
- 장기 및 단기 강우에 대한 각 요소별(수리 시설, LID 시설) 유출량 결과를 개발전 이후로 비교
- 출력하고자 하는 프로파일을 선택할 수 있음(인덱스 ①)
- 데이터 추가를 통하여 프로파일(WDM 파일)을 추가하여 비교 분석이 가능
- 여러개의 프로파일을 선택하여 그래프 도출 가능
- 사용자가 필요로 하는 결과와 시간주기(년, 월, 일, 시간, 30분, 15분, 5분), 데이터 유형(최대, 평균, 체적)을 선택하여 그래프를 생성(인덱스 ②)
- 사용자가 원하는 시간주기 및 데이터유형을 선택하여 테이블로 출력이 되며 복사가 가능
- 강우 및 증발산 자료와 유출량이 그래프에 함께 도출이 가능
- 그래프는 엑셀로 저장이 되며 인쇄 출력이 가능(인덱스 ③)
- 시간별 유량 및 강우, 증발에 대한 결과를 수문곡선으로 표출할 수 있음(인덱스 ④)



[유출수문곡선 결과분석]

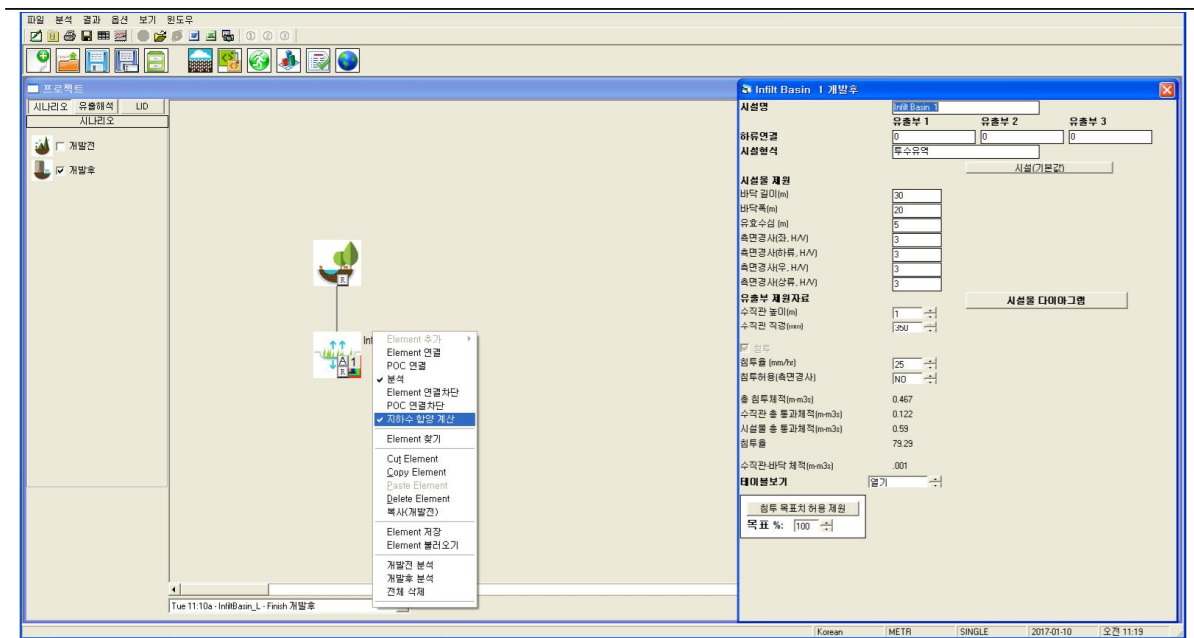
6.5 지하수함양

- 지하수함양은 유역 및 시설물에서 침투를 통해 지하수로 전환되는 양을 계산
- 개발전(Predeveloped)과 개발후(Mitigated)에 대한 지하수함양 분석 가능(인덱스 ①)
- 개발전 이후 유출점(POC1)를 선택하여(인덱스 ②) 그래프(인덱스 ③)와 텍스트(인덱스 ④)로 도출
- 지하수함양의 초과확률 계산은 유역 및 시설물 유출해석에서의 초과확률과 비슷하지만 개발전 지하수함양보다 개발후의 지하수함양이 더 높은 값이 나타나도록 목표 설정을 해야 함



[지하수함양 결과분석]

- 지하수함양 계산을 위해 사용자가 적용한 유역 및 시설물에 “ 지하수함양 계산” 활성화
- 유역 및 시설물 요소에 “ R” 이 표기되면 지하수함양 계산이 가능하다는 의미
- 사용자가 적용한 모든 유역 및 시설물 요소에 지하수함양 계산 기능이 활성화 되어야 지하수함양 계산 가능
- 지하수함양 계산 기능을 활성화하기 전에 시나리오 모의 실행이 된 상태는 재실행해야 지하수함양 계산값 출력이 가능
- 개발전(Predeveloped)과 개발후(Mitigated) 시나리오에 대해 각각 모의해야 함
- 지하수함양을 계산하기 전에 옵션 기능에서 “ 지하수함양 계산” 체크 유무를 확인해야 함



[지하수함양 계산 활성화]

6.6 WQ-F/W 모듈

- 빗물관리 목표설정에 따른 수질처리용량을 탐색하고 개별시설물의 수질처리가능한 용량을 계산
- 계획된 시설물들의 수질처리 가능 용량을 제시하고 적정 용량을 산정하기 위해 모듈을 개발
- 유역의 특성(급경사, 완경사 지형), LID 시설물의 특성(On, Off-line)이 반영된 LID 시설의 수문학적 수질관리유을 정량적으로 제시
- WQV, WQF 기준으로 수질처리용량을 계산

[유출량 기반 수질처리용량 적용 사례]

| Region | Volume control requirement | 비고 |
|------------|--|-----------|
| Georgia | Treat runoff from 85% of storm | |
| Kentucky | Manage 80th percentile precipitation event runoff | |
| Nevada | 80% annual runoff volume treatment | |
| Washington | Volume predicted from 6 month 24 hr storm OR 91st percentile 24 hr runoff volume indicated by continuous runoff model. | 장기유출모의 적용 |

The screenshot displays the WQ-F/W software interface. At the top, there are tabs for '조과확률', '빈도해석', 'WQ F/W', and '유출수문곡선'. Below these are sub-tabs for '지하수할양(개발전)', '지하수할양(개발후)', and 'W/Q Loading'. The main area is titled '수질 분석' and is divided into '온라인 BMP' and '오프라인 BMP' sections. Each section has input fields for '일단위 제적(m-m3s)', '기준 유량 (cms)', and '15분 유량(cms)'. Below the input fields is a '분석데이터' section with a list of items: '1 Busan Evap', '2 Busan Prec', '501 POC 1 Predeveloped flow', '701 Inflow to POC 1 Mitigated', '801 POC 1 Mitigated flow', '1000 수목여과박스 1 ALL OUTLETS Mitigated', '1001 수목여과박스 1 STAGE Mitigated', and '1002 수목여과박스 1 Surface 1 STAGE Mitigated'. At the bottom, there are '전체데이터' tabs for '유량', '수위', '강우', '증발', and 'POC 1'. On the right side, there are radio buttons for '홍수 발생빈도 계산방법' with options: 'Log Pearson Type III 17B' (selected), 'Weibull', 'Cunnane', and 'Gringorten'.

[WQ-F/W 결과창]

6.7 WQ-Loading 모듈

- 수질오염총량관리기술지침에 근거한 원단위 삭감부하량, 삭감대상부하량 계산값을 표출
- 하부토양으로 침투되어 처리된 유량과 Bypass 되어 유출되는 유량을 명확하게 구분하여 수질개선효과를 분석할 수 있음
- 수질항목별(BOD, TN, TP) 수질저감효과를 정량적으로 제시하고 지점별 수질저감효과(개발전, 개발후) 분석결과를 비교

A. Reduced target loading (RTL)

"Reduced target loading=㉓ Pollutant loading×㉔ Reduced target loading ratio"

㉓ Pollutant loading is calculated by the following formula:

Pollutant loading=Basin area×Unit loading of pollutants+Effluent loading (Upstream)

- Basin area uses the area of landuse basin, Lateral pervious basin and Lateral impervious basin.
- Unit Loading of Pollutants parameter is the Value decided by Land-use

㉔ Reduced target loading ratio is calculated by the following formula:

Reduced target loading ratio= $\exp [a \times \{\ln(\text{Rain treated ratio})\}^2 + b \times \ln(\text{Rain treated ratio})]$

- Rain treated ratio is calculated by the following formula:
"Rain treated ratio"= $a \times \ln(\text{Design rain}) + b$

B. Reduced loading (RTL)

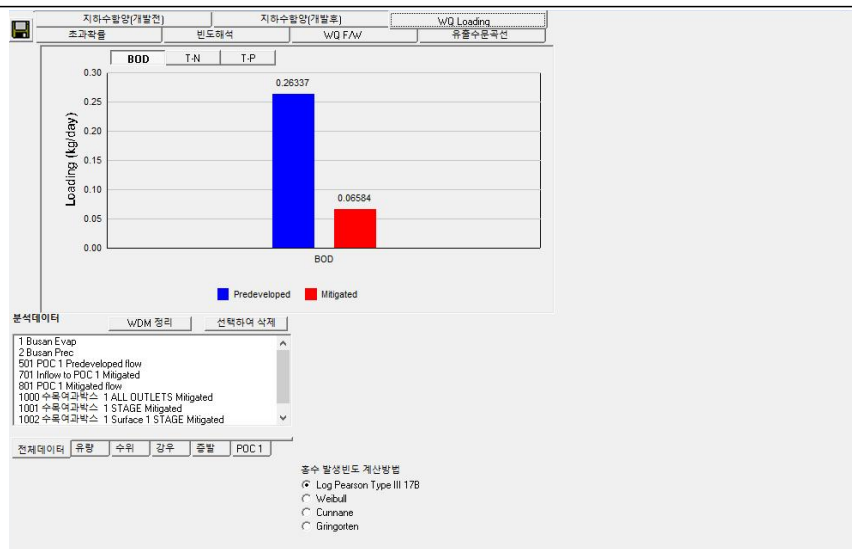
Reduced loading=Reduced target loading(RTL)×Facility efficiency×infiltration rate

- Facility efficiency is the value decided by LID facilities type of the K-LIDM
- Infiltration rate is the treated rate of the LID facilities calculated by the K-LIDM.

C. Effluent loading (EL)

Effluent loading=Reduced target loading(RTL)-Reduced loading(RL)

[WQ-Loading 모듈의 계산기작]



[WQ-Loading 모듈 결과창]