

W a t e r s o l u t i o n

매 뉴얼



2026. 10.

W
a
t
e
r

S
o
l
u
t
i
o
n

매
뉴
얼

2
0
2
6
·
1
0

제1장 개요

1.1 WaterSolution	1
1.2 주요기능	26

제2장 하천기본계획

2.1 강우빈도 해석	2
2.1.1 기상·강우자료	3
2.1.2 확률강우량	6
2.1.3 강우강도식	23
2.2 홍수 매개변수	28
2.2.1 강우 시간분포	28
2.2.2 도달시간	31
2.2.3 저류상수	33
2.3 홍수량 산정	35
2.3.1 HEC-1 입력	35
2.3.2 HEC-1 출력 정리	42
2.3.3 HEC-1 결과 집계 및 수문곡선	43
2.4 측량 야장	45
2.4.1 야장 서식	45
2.4.2 종단 야장	45
2.5 HEC-RAS	47
2.5.1 HEC-RAS 입력	47
2.5.2 HEC-RAS 결과 정리	53
2.6 계획 도면	61
2.6.1 횡단면 입력	61
2.6.2 횡단면도 작성	62
2.6.3 계획 종단 입력	65
2.6.4 계획 종단면도	65
2.7 지번조서	68
2.7.1 제출용 지번조서	75

제3장 하천설계

3.1 토공 수량	1
3.1.1 CAD 표 가져오기	1
3.1.2 토적표 작성	2
3.2 설계 도면	5
3.2.1 선형자료 입력	5
3.2.2 좌표전개도 작성	5

제4장 기타 도구

4.1 AutoCAD	1
4.1.1 CAD 선형 → 엑셀	1
4.2 현장사진첩	3
4.2.1 현장사진첩 만들기	3

제5장 WaterLisp

5.1 lisp등록방법	1
5.2 하천기본계획	3
5.3 하천설계	7
5.4 문자 작업	13
5.5 기타 도구	15

제 1 장

개요

1.1 WaterSolution**이란?**

1.2 **주요기능**

제1장 개요

1.1 프로그램 개요

WaterSolution은 Excel VBA 및 VSTO 기반으로 개발된 수자원 설계 자동화 시스템으로서, 강우자료 분석부터 홍수량 산정, 수리분석 및 도면 작성까지의 전 과정을 통합 수행하는 프로그램이다.

기존의 수문설계는 강우분석, 빈도해석, 홍수량 산정, 수리분석 등을 각각 별도의 프로그램과 수작업으로 수행해야 하는 비효율성이 존재하였으나, 본 시스템은 이를 하나의 플랫폼으로 통합하여 설계 효율성과 정확성을 향상시키는 것을 목적으로 한다.

1.2 주요기능

- (1) 강우 빈도분석 (강우빈도 해석): 기상청 API 연동, 연 최대치·확률강우량 (Fard2006) 산정
- (2) 홍수량산정 매개변수 (홍수 매개변수): IDF, Huff 분포, 도달시간, 저류상수 계산
- (3) 홍수 모델링 (Flood Modeling): HEC-1 입력·출력 파일 생성 및 요약표 작성
- (4) HEC-RAS 연동 (HEC-RAS Integration): G0/BAT/DAT/SCR 파일 자동 작성
- (5) 도면 지원 (측량 야장 & Diagram): 측량 야장 양식, 횡·종단면 입력파일 생성
- (6) CAD LISP (WaterLisp): 면적·선길이 산출, 교차점 제원, 철근 배열, 제방 단면 그리기
- (7) 기타 유틸리티 (기타 도구): AutoCAD-Excel 연계, 사진 삽입, Excel 편집 매크로(행 삽입, 셀 병합, 이름 삭제)

1.3 프로그램 특징

- (1) 수문설계 전 과정 자동화
- (2) 입력 → 결과까지 One-Click 처리
- (3) 엑셀 기반으로 사용자 접근성 우수
- (4) CAD 및 HEC-RAS 연계 지원

1.4 설치 및 환경설정

1.4.1 실행 환경

64비트 Windows와 데스크톱 Microsoft Excel, .NET Framework 4.8이 필요합니다. .NET Framework 4.8이 없으면 먼저 설치한 뒤 다시 실행합니다. 설치 파일에는 Microsoft VSTO Runtime이 포함되어 있으며, 미설치 PC에서는 제품 파일 복사 전에 자동 설치합니다. 이미 설치된 경우 이 단계를 건너뛵니다. AutoCAD 및 HEC-RAS 기능은 해당 프로그램의 별도 설치와 설정이 필요합니다.

1.4.2 설치 및 업데이트

- (1) 작업 중인 Excel 문서를 저장한 뒤 모든 Excel 창을 닫습니다
- (2) WaterSolution_Setup_v0.0.0.exe를 실행하고 관리자 권한 요청을 확인합니다. 기본 경로는 C:\WaterSolution이며 기존 설치 경로를 유지합니다.
- (3) VSTO Runtime이 없으면 자동 설치가 끝날 때까지 기다립니다. 재시작 안내가 나오면 Windows를 재시작하고 설치 파일을 다시 실행합니다. 실패 시 화면의 종료 코드와 설치 로그를 관리자에게 전달합니다.
- (4) 다른 관리자 계정으로 설치했다면 실제 사용할 Windows 계정의 애드인 등록과 리본 표시를 확인합니다.
- (5) 등록 프로그램에서 체험판 또는 발급받은 CD-KEY를 등록하고 WaterSolution.xlsm을 엽니다.

1.4.3 실행 및 서명 확인

정상 인증 후 WaterSolution 리본이 표시됩니다. 배포본은 갱신된 자체 서명 VSTO 인증서를 사용합니다. 새 PC에서 신뢰 경고가 나오면 배포자에게 파일 출처와 인증서를 확인한 뒤 안내받으십시오. Excel 전체의 매크로 보안을 낮추지 마십시오. 리본이 없으면 Excel의 COM 추가 기능·사용할 수 없는 항목과 필수 런타임을 확인합니다.

1.5 인증 · 업데이트 문제 해결

1.5.1 온라인 및 오프라인 인증

최초 등록과 최초 인증에는 인터넷 연결이 필요합니다. 정상 온라인 인증 이후에는 같은 Windows 사용자와 같은 라이선스에서 마지막 성공 시각부터 최대 24시간 까지 오프라인 사용이 허용됩니다. 온라인 조회가 서버에서 명시적으로 거절되면 오프라인 사용도 해제됩니다. 캐시가 없거나 기한이 지났다면 인터넷 연결 후 다시 인증합니다.

1.5.2 인증 실패 시 동작

인증 실패 시 프로그램은 인증이 필요한 리본 기능을 숨기고 실행을 제한합니다. 인증 처리 때문에 열려 있는 통합문서를 강제로 닫지 않습니다. 다른 문서로 전환한 뒤 늦게 도착한 인증 결과는 이전 문서의 결과로 처리합니다. PC·Windows 계정이 바뀌거나 라이선스가 사용 중지된 경우 관리자에게 등록 상태를 확인하십시오.

1.5.3 자료 보존과 재설치

설치·업데이트 전에 중요한 프로젝트 자료를 별도 백업하십시오. 새 설치 프로그램은 설치 폴더와 라이선스 데이터 폴더 전체를 삭제하지 않습니다. 제거 시 사용자가 추가한 자료를 보존하도록 구성했습니다. 설치 프로그램이 관리하는 동명 파일은 교체될 수 있으므로 사용자 작업 파일은 별도 프로젝트 폴더에 저장하는 것이 좋습니다.

1.5.4 확인 순서

- (1) Excel을 모두 종료한 상태에서 설치했는지 확인합니다.
- (2) .NET Framework 4.8 및 VSTO Runtime을 확인합니다.
- (3) 실제 사용할 Windows 계정으로 Excel을 열고 COM 추가 기능 상태를 확인합니다.
- (4) 인터넷 연결과 라이선스 등록 상태를 확인합니다.

(5) 문제가 계속되면 오류 문구, Windows/Excel 버전, 발생 작업을 관리자에게 전달합니다. CD-KEY 전체나 비밀번호를 공개 게시판에 올리지 마십시오.

1.5.5 실행 시 업데이트

3.0.8 이상은 WaterSolution 실행 시 최신 버전을 확인하고 설치를 안내합니다. 설치 전 모든 Excel 문서를 직접 저장하고 종료합니다. 3.0.7 이하는 공식 홈페이지에서 최신 설치파일을 한 번 직접 받아 설치하세요. 이번 수정은 설치 EXE에 포함되며 HWP 편집 원본도 함께 개정했습니다.

제 2 장

하천기본계획

2.1 강우빈도 해석

2.2 홍수 매개변수

2.3 홍수량 산정

2.4 측량 야장

2.5 HEC-RAS

2.6 계획 도면

2.7 지번조서

제2장 하천기본계획

시작 시트의 달력과 한글 기능 안내를 확인한 뒤 상단 리본에서 기능을 실행합니다. 엑셀 기본 메뉴는 유지됩니다. 접힌 리본은 탭을 누르거나 Ctrl+F1로 펼칩니다.

WaterSolution v3.1.2

2026년 10월 6일

기능 실행은 상단 메뉴를 이용하세요.

하천기본계획

- 강우빈도 해석
- 홍수량 분석
- 홍수 매개변수
- 홍수량 산정
- 폭랑 야장
- HEC-RAS
- 계획 도면
- 지반조서

하천설계

- 토공 수량
- 설계 도면
- 설계 중단면도

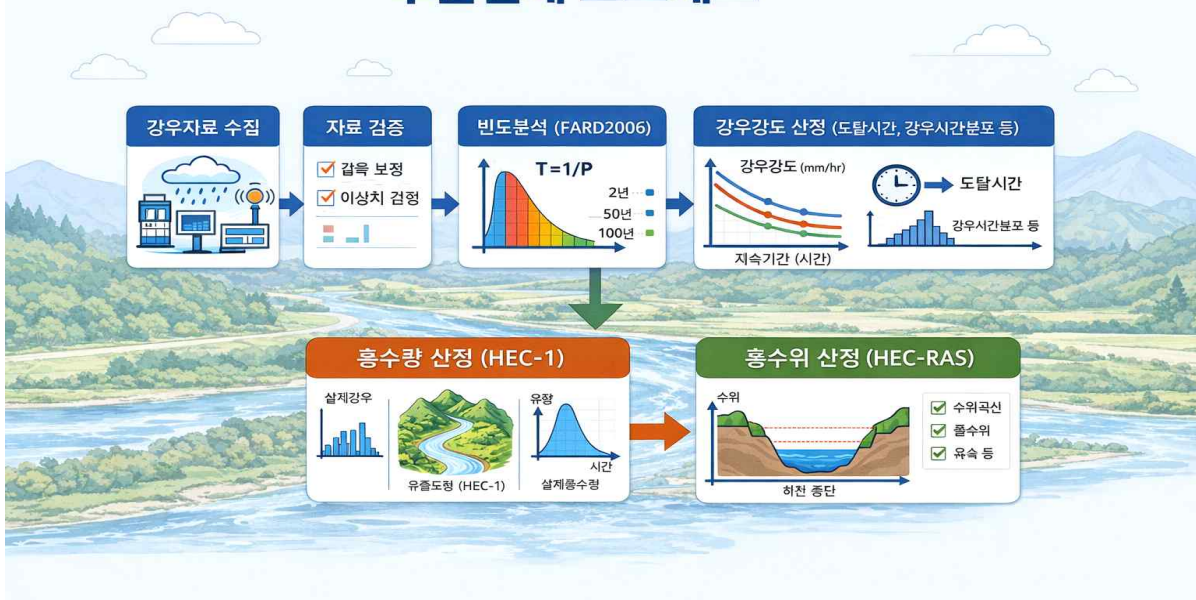
기타 도구

- AutoCAD
- 현장사진첩
- 설계변경
- 엑셀 도구

연도와 월을 선택하면 달력이 바뀝니다.

WaterSolution 도움말 메뉴에서 사용설명서를 확인하세요.

수문설계 프로세스



2.1 강우빈도 해석

수문학적 설계(수문설계)는 어떤 수자원 시스템에 수문사상이 미치는 영향을 평가하고 시스템이 적절히 실행될 수 있도록 시스템을 지배하는 주요변수들의 기준치를 선택하는 과정으로서 주요변수들은 설계강수량, 설계홍수량, 기본홍수량 및 계획홍수량 등이 있다.

수자원 시스템이라 함은 강수로 인해 하천의 임의 단면에 위치한 단일 출구지점에 유출이 발생시키는 지역의 범위 내에서 이루어지는 물순환에 영향을 미치는 구성요소의 집합이다.

가) 설계홍수량 : 홍수특성, 홍수빈도 그리고 홍수피해 가능성과 사회 경제적요인을 함께 고려한 후 최종적으로 어떤 수공구조물의 설계기준으로 채택하는 홍수량

나) 기본홍수량 : 어떤 하천이나 유역에서 인위적인 유역개발이나 유량조절시스템에 의해 조절되지 않고 자연상태에서 흘러 내려오는 홍수량 중에서 홍수조절이나 유역개발의 기본이 되는 홍수량

다) 계획홍수량 : 하천 유역개발, 홍수조절 계획 등 각종계획에 맞추어 이미 산정된 기본홍수를 종합적으로 분석하여 합리적으로 배분하거나 조절할 수 있도록 각 계획 기준점에서 책정된 홍수량

수공구조물의 설계홍수량을 결정하기 위해서 과거에 발생한 호우기록을 기초로 하여 적정크기의 강우량을 선택하여 강우-유출관계가 필요하며, 적정크기의 강우량 산정은 특정크기의 강우의 발생빈도를 확률론적으로 예측하는 방법인 강우의 빈도해석에 의해 이루어진다.

본 WaterSolution은 강우자료 수집·정리, 연최대치 산정, FARD 지점빈도 및 RFAHD 지역빈도 입·출력자료 정리와 결과비교를 지원한다.

2.1.1 기상·강우자료

가. 기상자료 가져오기

(1) 하천기본계획 > 기상·강우자료 선택



(2) 기상관측소와 기상관측 요소를 선택 후 확인 클릭



(3) 아래 같은 형태의 엑셀파일이 관측소번호_년도_관측요소번호.xls의 파일명으로 저장된다.

관측소는 기상청관측소이고 기상관측요소는 최대풍속, 최대순간풍향, 최대순간풍속 (m/S), 일평균풍속 (m/S), 일평균기온(℃), 일최고기온(℃), 일최저기온(℃), 일평균습도(%), 최소습도(%), 일강수량 (mm), 최심신적설 (cm), 최심적설 (cm), 일조시간 (hr), 일평균운량 (할), 일기현상으로 총 15개의 값을 프로그램 실행년도부터 10년 치자료를 정리하여 저장한다.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	[최대풍속(m/s)] 100 대관령 / 2011년														
2		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월		
3	1일	6.9	7.2	6.9	9.8	13.2	5.7								
4	2일	3.7	7.2	9	4.9	6.5	4.8								
5	3일	4.1	9	6.3	4.7	8.8	8.5								
6	4일	7.2	7.9	6.9	4.6	4.9	10.2								
7	5일	11.7	5.4	7.5	4.6	6.3	5.4								
8	6일	8.4	9.9	7.5	8.6	8.3									
9	7일	7.5	5.3	7.6	9	11.5									
10	8일	15	5.6	11.6	6	8.2									
11	9일	9.3	6.2	10.2	8.3	9.7									
12	10일	7	4.6	10	13.3	12.2									
13	11일	10.9	4.2	11.3	5.9	5.7									
14	12일	9.3	5.5	11.2	11.4	11.8									
15	13일	6.6	4.1	10.3	9.4	13.5									
16	14일	10.2	4.5	7.2	8.4	12									
17	15일	11	8	12.3	12.5	12									
18	16일	9.2	6.2	9.2	5.7	8.1									
19	17일	7.8	4.8	7.1	5.5	6.2									
20	18일	8.3	4.3	10.4	6.4	9.1									
21	19일	9.7	7.3	13.7	8.3	12.2									
22	20일	6.7	5	6.7	9.7	8.5									
23	21일	6.3	4.4	6.8	6.3	5.5									
24	22일	8.6	4.2	8	4.3	4.7									
25	23일	6	6.3	9.7	10.7	3.2									
26	24일	6.4	11.2	10.6	12.5	5.7									
27	25일	7.1	8.4	7.9	13.8	5.1									
28	26일	8	5.3	6.5	8.7	4.8									
29	27일	8.4	6	7.9	4.2	4									
30	28일	6.3	6.5	6.4	6.5	5.6									
31	29일	12		7.8	10.8	4.5									
32	30일	9.7		9	10.6	6.4									
33	31일	12.1		6.2		4.9									
34	최대	15	11.2	13.7	12.8	12.5	10.2								
	2011년	2010년	2009년	2008년	2007년	2006년	2005년	2004년	2003년	2002년					

나. 우량자료 가져오기

- (1) 하천기본계획 > 기상·강우자료 > 우량자료에서 관측소를 선택한다.

이름 뒤의 [8자리 코드]로 같은 이름의 관측소를 구분하고, 시간강우량을 선택한다.

- (2) 시작일·종료일을 yyyymmdd 형식으로 입력하고 확인을 누른 뒤 저장 위치를 지정한다. 완료된 자료는 어제까지 조회한다. 상태표시줄에서 진행 상황을 확인하며 Esc로 취소할 수 있다.
- (3) 관측소 목록은 771개이며 AWS 원자료는 617개이다. PC에 받은 자료를 재사용하고 AWS에 없는 기간은 공식 사이트에서 보충한다. 보유 원자료는 2017년까지이며 관측소별 보유 기간은 다르다.
- (4) 결과의 RainfallData는 A열 날짜, B~Y열 1~24시 강우량(mm)이며 첫 행부터 자료가 입력된다. 자료출처 시트에서 날짜별 출처, 릴리스와 미확보 시간 수를 확인한다.
- (5) AWS 자료는 파일 검증과 최근 강우 3일의 공식 값·시간 표본 대조 후 사용한다. 대조 불가·불일치, 중복 날짜·음수·잘못된 행은 공식 자료로 보충한다. 표본 대조가 전체 자료의 품질을 보증하지는 않는다.
- (6) 강우량이 빈칸으로 표시되면 해당 관측소와 기간의 원자료를 확인한 후 분석한다. 빈칸은 비가 오지 않았음을 의미하는 0과 구분해야 한다. 10분 최다강우량은 기존 기상청 자료 조회 방식을 유지한다.

다운로드한 강우자료는 설치 폴더의 RainfallData에 자동 보관되며, 같은 자료를 요청하면 확인 후 재사용한다.

2.1.2 확률강우량

가. 통합 화면과 작업 순서

하천기본계획 > 강우빈도 해석 > 확률강우량을 선택합니다. 확률강우량 산정 창에서 시강우자료·연최대치·강우량정리·지점빈도·지역빈도·결과비교의 6개 탭을 사용합니다. 작업을 선택한 뒤 실행을 누릅니다.

상단 관측소와 조회 연도는 시강우자료 및 연최대치의 서버 조회에 사용합니다. 조회 범위는 1900~2025년이며 실제 보유기간은 관측소마다 다릅니다. 내 파일 작업은 파일의 기간을, 지역빈도는 해당 탭의 분석 연도를 사용합니다.

서버 자료 또는 내 시강우자료 준비 → 연최대치·자료검토 → 지점빈도(FARD) 또는 지역빈도(RFAHD) → 결과비교 순서로 진행합니다. 빈도해석 계산은 각 외부 프로그램에서 별도로 실행합니다.

서버 조회 결과는 Excel에서 검토한 뒤 저장합니다. 실행 후 다시 작업하려면 리본에서 확률강우량을 엽니다. 닫기는 작업 없이 창을 종료합니다.

나. 시강우자료

(1) 서버 조회와 파일 변환

서버 조회: 상단에서 관측소 이름과 [8자리 코드], 시작·종료 연도를 확인합니다. 시강우자료 탭에서 서버 시강우자료 조회를 선택하고 실행합니다. 서버 연최대치는 연최대치 탭에서 가져옵니다.

결과의 RainfallData는 A열 날짜, B~Y열 1~24시 강우량(mm)입니다. 자료출처와 결측을 확인하고 필요한 위치에 저장합니다. 자료가 없는 시간과 강우량 0은 구분합니다.

내 파일 변환: 같은 탭의 작업 목록에서 기존 파일 변환을 선택합니다. 과거 기상청, 기상청, PCHISS, 기상자료포털 SURFACE_ASOS 중 실제 파일에 맞는 형식을 선택합니다. 화면 아래에 열 구성·단위·예시가 표시됩니다.

실행 후 원자료 파일을 선택합니다. 기존 변환 방식에 따라 원본 폴더에 엑셀 결과가 저장될 수 있으므로 같은 이름의 기존 결과를 확인합니다. 원자료와 변환본의 날짜·시간·단위를 대조합니다.

(2) 지원 형식과 단위 확인

과거 기상청 (0.1 mm): 머리글 없는 | 구분 자료입니다. 지점 | 년 | 월 | 일 | 1시 | ... | 24시 순서이며 강우값을 10으로 나누어 mm로 바꿉니다. 예를 들어 15는 1.5 mm입니다.

기상청 (1.0 mm): 첫 행에 머리글이 있는 | 구분 자료입니다. 지점 | 날짜 | 1시 | ... | 24시 | 끝 열 순서이며 끝 열은 제외합니다. 강우값은 mm 단위로 읽습니다.

PCHISS (0.1 mm): 고정폭 텍스트입니다. 날짜는 12~19번째 문자 (YYYYMMDD), 시간 강우값은 27번째 문자부터 읽습니다. 원본의 공백과 열 폭을 유지해야 합니다. 강우값은 10으로 나누어 mm로 바꿉니다.

기상자료포털 SURFACE_ASOS: CSV 파일의 A열 지점, B열 일시, C열 기타 항목, D열 강우량(mm)을 기준으로 3행부터 읽습니다. 내려받은 CSV의 열 순서가 이 구성과 같은지 확인합니다. 여러 CSV를 선택할 수 있습니다.

화면 예시의 ...는 중간 시간 열을 생략했다는 표시입니다. 실제 입력 파일에는 24개 시간 열이 모두 필요합니다. 이름이 CSV이거나 기상자료라는 이유만으로 형식을 선택하지 말고 열 구성까지 확인합니다.

변환 후 RainfallData의 날짜, 강우가 있었던 날의 값, 시간 열 위치를 원자료와 대조합니다. 결측을 임의로 0으로 바꾸거나 0.1 mm 자료에 단위 환산을 두 번 적용하지 않습니다.

다. 연최대치

(1) 서버 자료 가져오기

상단의 관측소·조회 연도를 지정하고 연최대치 탭에서 서버 연최대치 가져오기를 선택한 뒤 실행합니다. 서버 값은 각 역년 안의 유효한 연속 시간값으로 계산한 1~72시간 이동합의 연최대치이며 환산 전 자료입니다.

자료검토에는 연도별 결측시간, 완전연도 여부와 선정·제외 사유가 표시됩니다. 서버연최대치는 불완전연도의 잠정값도 포함할 수 있습니다. 분석용 시트에 사용할 연도와 구분하여 검토합니다.

고정시간에는 선정 연도의 환산 전 값, 임의시간에는 환산계수를 적용한 값, 임의시간(보정)에는 지속기간별 단조증가 보정값이 작성됩니다. 선정 연도가 없으면 분석용 시트가 생성되지 않을 수 있습니다.

불완전연도는 분석용에서 제외되며 자료 충실도 통과가 수문학적 검토 완료를 뜻하지는 않습니다. 이상값·관측소 이력·인근 관측소·월 및 연 합계를 검토한 뒤 저장합니다.

(2) 내 시강우자료로 계산·보정

연최대치 탭의 작업 목록에서 내 시강우자료로 계산·보정을 선택합니다. 직접 계산에는 상단 조회 연도 대신 선택한 파일의 자료기간이 사용됩니다. 원본을 보관하고 작업용 사본으로 진행합니다.

① 시간 정렬 (Sorting Data): RainfallData가 있는 엑셀 파일을 선택합니다. 날짜별 정렬과 빠진 날짜 정리 결과가 Sorting Rainfall 시트에 생성됩니다. 날짜의 연속성, 중복과 시간별 결측을 확인합니다.

② 연최대치 계산 (1~72시간): 시간 정렬을 마친 엑셀 파일을 선택합니다. 고정 시간 및 임의시간 시트를 확인합니다. 강우사상 추출이 필요한 경우 해당 선택 항목을 사용합니다.

③ 강우량 역전 보정: 임의시간 자료가 있는 엑셀 파일을 선택합니다. 결과는 임의시간(보정) 시트에서 확인합니다. 지속기간이 늘어나는데 강우량이 감소하는 구간과 수정된 값을 검토합니다.

고정시간 → 임의시간 환산계수는 1~48시간에 $0.1346 \times \text{지속시간}^{(-1.417)} + 1.0014$ 를 적용하고 49~72시간에는 계수 1을 적용합니다. 서버 임의시간 계열은 소수 첫째 자리 반올림 후 단조증가를 보정합니다.

10분·60분 등 별도 관측값을 추가하는 경우 시간 기준과 출처를 확인합니다. 이미 환산·보정된 값을 다시 환산하지 않습니다. 지점빈도 입력에는 고정시간 또는 임의시간(보정) 중 프로젝트 기준에 맞는 시트를 선택합니다.

라. 강우량정리

강우량정리 탭에서 시간우량 → 월평균강우량, MEAN 기상자료, MAX 기상자료, MIN 기상자료 중 필요한 작업을 선택하고 실행합니다. 입력은 선택한 엑셀 파일이며 상단 서버 조회 연도는 이 작업에 적용되지 않습니다.

시간우량 → 월평균강우량은 RainfallData 또는 Sorting Rainfall의 시간자료를 사용합니다. 해당 월의 시간자료가 완전한 월만 월평균 산정에 포함합니다.

부분월과 결측이 있는 월은 월 합계·유효시간 등을 검토표에서 확인합니다. 누락된 월을 강우량 0으로 간주하거나 완전월의 결과와 섞어 평균하지 않습니다.

MEAN / MAX / MIN은 기존 기상자료 정리 기능입니다. 각 작업에 맞는 기상자료 파일을 선택하고 결과의 관측요소, 날짜, 단위를 확인한 뒤 저장합니다.

마. 지점빈도

(1) FARD 입력자료 작성

지점빈도 탭에서 FARD 입력자료 작성을 선택합니다. EXCEL 자료와 사용할 연최대치 시트(고정시간 또는 임의시간(보정))를 선택하고 실행합니다. CSV 입력은 미지원입니다.

고정시간 시트가 있는 연최대치 엑셀 파일을 선택합니다. 임의시간(보정)을 선택했다면 해당 시트도 필요합니다. 기존 입력 형식은 A5의 머리글과 그 아래 연도별 자료를 사용합니다.

번호·년도·지속기간별 값으로 정리된 FARD 입력파일의 저장 위치를 지정합니다. FARD2006에서 파일을 불러와 빈도해석을 실행합니다. 72시간 전체 열을 사용할 때에는 FARD의 지속기간 수 제한에 맞게 입력을 구성합니다.

자료기간, 결측 제외, 추정방법과 분포형의 적합성을 확인합니다. WaterSolution의 입력자료 작성은 빈도해석 계산 자체를 실행하는 기능이 아닙니다.

(2) FARD 출력결과 정리

FARD2006 해석을 마친 뒤 하천기본계획 > 확률강우량 > 지점빈도를 엽니다. 작업 목록에서 FARD 출력결과 정리를 선택합니다. 예전의 Fard Input·Fard Output 별도 탭은 지점빈도 탭으로 통합되었습니다.

현재 출력 정리는 PROBABILITY WEIGHTED MOMENTS(PWM, 확률가중모멘트법) / GUM(Gumbel) 기준입니다. 화면에 다른 추정방법과 분포형 목록이 있더라도 현재 선택 항목은 비활성화되어 있습니다.

FARD result 폴더의 FARD 1% RESULT.OUT 또는 FARD 5% RESULT.OUT 등 해당 출력파일을 선택합니다. 정리 결과의 원 출력 시트와 확률강우량 시트에서 지속기간·재현기간별 강우량을 확인하고 저장합니다.

출력 강우량에 환산계수 적용은 아직 환산하지 않은 결과에만 사용합니다. 임의 시간(보정)으로 입력하여 해석한 결과에 환산계수를 다시 적용하지 않습니다.

지점·지역 결과비교에 사용할 때에는 첫 행을 지속기간(시간), 첫 열을 재현기간(년), 값을 강우량(mm)으로 맞춥니다. 다른 기능용 결과표의 지속기간 단위가 분이면 시간으로 바꾼 비교용 표를 따로 준비합니다.

빈도해석 결과는 자료기간과 사용 자료, 분포형, 추정방법, 환산·보정 여부를 함께 기록합니다. 이 조건이 다른 결과의 차이를 곧바로 오류로 해석하지 않습니다.

바. 지역빈도

(1) RFAHD 입력자료 작성

지역빈도 탭에서 지역별 RFAHD 입력 엑셀 작성을 선택합니다. 지역구분, 분석 연도와 최소 자료년수를 입력합니다. 상단 조회 연도가 아닌 이 탭의 분석 연도를 사용합니다.

최소 자료년수는 기본 20년이며 변경할 수 있습니다. 이는 프로그램의 관측소 선정 조건이고 지침의 모든 적합성 요건을 대신하지 않습니다. 선정 가능한 연도가 부족한 관측소는 제외 사유가 기록됩니다.

기존 환산계수 및 단조증가 보정 적용 여부를 선택하고 실행합니다. 보정이 선택되면 기존 환산식, 소수 첫째 자리 반올림 및 단조증가 보정을 적용합니다. 지역 미지정 관측소는 자동으로 포함하지 않습니다.

저장 위치를 지정하면 지역별 RFAHD 입력 엑셀과 별도 자료검토 엑셀이 저장됩니다. 제외 관측소·연도의 사유를 검토합니다. 빈도해석 계산은 RFAHD에서 별도로 실행합니다.

(2) 입력 구조와 결과파일 불러오기

RFAHD 입력은 지역별 엑셀 파일 하나에 관측소 코드별 시트를 작성합니다. 첫 행 A열은 Year, B열부터는 1~72시간 지속기간이며 다음 행부터 연도별 강우량(mm)이 들어갑니다.

자료검토표는 별도 파일로 저장되므로 RFAHD 입력 시트에 섞이지 않습니다. 분석 연도, 유효 자료년수, 지역구분, 환산 여부와 제외 사유를 함께 보관합니다. 선정 관측소가 없으면 자료검토표의 사유를 먼저 확인합니다.

RFAHD에서 자료기간·지속기간을 확인하고 지역의 동질성, 이질성 및 적합성을 검토하여 해석합니다. WaterSolution의 자동 선정만으로 지역빈도 해석 조건이 모두 충족되는 것은 아닙니다.

해석 후 지역빈도 탭에서 RFAHD 결과파일 불러오기를 선택하고 실행합니다. .dat 또는 .csv 결과파일을 선택하면 Excel 시트로 불러오며 결과목록에서 파일을 확인할 수 있습니다.

불러온 표가 무차원 성장계수인지 강우량(mm)인지 확인합니다. 무차원 결과는 해당 관측소의 mm 결과로 환산한 뒤 지점·지역 비교에 사용합니다. 단순 불러오기가 이 환산을 자동 수행하는 것은 아닙니다.

결과비교용 표는 첫 행 지속기간(시간), 첫 열 재현기간(년), 내부 값 mm로 준비합니다. 머리글은 숫자로 작성하고 빈칸·오류·중복 항목을 확인합니다.

사. 지점·지역 결과비교

동일 관측소의 지점 및 지역 결과를 Excel에 준비합니다. 결과비교 탭의 비교 조건 메모에 관측소, 자료기간, 분포형·추정방법과 보정 여부를 기록한 뒤 실행합니다.

먼저 지점빈도 표, 다음으로 지역빈도 표를 머리글까지 포함하여 선택합니다. 첫 행은 지속기간(시간), 첫 열은 재현기간(년), 값은 mm이어야 합니다. 무차원 성장계수를 그대로 선택하지 않습니다.

일치하는 유효 항목의 차이(mm), 차이율 및 재현기간별 비교 그래프가 작성됩니다. 차이 = 지역 - 지점, 차이율 = (지역 - 지점) / 지점이며 지점값이 0이면 차이율은 공란입니다.

결측·오류·음수와 불일치 항목은 제외되므로 제외 개수를 확인합니다. 관측소·기간·해석 조건의 동일성은 자동 검증하지 않습니다. 메모와 원 결과를 대조한 후 비교 통합문서를 저장합니다.

아. 참고

(1) 강우관측소와 자료 선정

관측소 목록에서 설계대상 유역 내 혹은 인근에 위치한 관측소를 대상으로 선정하며, 설계대상 유역내에 우량관측소가 많이 분포되어 있는 대규모 유역의 경우에는 관측소의 밀도 및 분포상태를 추가적으로 고려하여 가급적 많은 관측소를 선정하는 것이 좋으며, 중규모이하 유역의 경우는 유역내에 관측소가 없는 경우가 많으므로 대표성을 가지는 유역내 혹은 유역 바깥의 인근 관측소 한 개 혹은 여러개를 채택한다.

구조물 수문설계에 사용되는 강우자료 기록년수에 따른 표본의 수가 충분히 많아 모집단을 대표할 수 있다고 할 수 있다. 따라서 시간우량 자료의 관측년수가 최소 30년 이상인 관측소를 선정하는 것이 바람직하다.

과거에는 대표지속기간을 하나로 결정하여 구조물 설계에 적용하였으나 최근에는 침투홍수량이 최대 혹은 저류용량(침투저수위 혹은 침투방류량)이 최대가 되는 강우 지속기간인 임계지속기간에 해당하는 홍수량을 설계홍수량으로 채택하고 있으므로 최대한 많은 지속기간의 강우량 자료를 수집하여야 한다.

기본적으로 10분, 60분, 1시간~24시간까지는 1시간 간격으로 시우량 자료를 수집하여야 하며, 임계지속기간이 24시간을 초과할 것으로 예상되는 경우에는 48시간 또는 72시간까지도 1시간 간격으로 수집하여야 한다.

「하천설계기준(2009), 한국수자원학회」에 따르면 수집한 수문자료에 대하여 관측이나 기록상의 착오여부, 자료의 동질성, 일관성 및 적합성 등을 검정하고 결측치에 대해서는 보완하며, 강우량 결측치의 추정에는 인근 관측지점의 기록이 동질성이 있고 정확히 관측되었다고 판단되면 산술평균법, 정상 연강수량 비율법, 등우선법, 회귀분석법 및 거리가중법등으로 산정한다라고 명시되어 있지만 결측지점 강우보완은 신중해야되며, 명확한 근거제시가 필요한 것으로 판단된다.

본 WaterSolution은 원시자료를 보완하지 않고 그대로 가져오게 프로그램되었다.

(2) 연최대치 계열과 임의시간 환산

일반적으로 수문자료치 계열은 전기간치 계열, 부분기간치 계열, 극치 계열으로 대별된다. 전기간치 계열은 어떤 기간 동안의 자료를 총망라한 자료계열을 뜻하며, 실제의 설계목적을 위한 자료는 수문학적으로 위험한 조건을 유발시키는 극단적인 값이므로 이 계열이 빈도해석을 위해 사용되는 일은 거의 없다.

부분기간치 계열은 어떤 기준치보다도 큰 값을 (혹은 작은 값을) 가진 모든 자료로서 구성되면 이 계열에 속하는 자료의 숫자가 기록연수와 같게 되도록 기준값이 선정되었을 때 이 계열을 연 초과치 계열이라 부르고 그렇지 않은 경우는 비연 초과치 계열이라 부른다.

극치 계열은 해당 자료가 존재하는 기록기간을 일정기간 단위로 나누어 그 기간 내에 발생한 최대치(혹은 최소치)만으로 구성된 계열을 말한다. 통상 사용되는 기간 단위는 연이며, 매년의 최대치(혹은 최소치)만으로 구성된 계열을 각각 연 최고치 계열 및 연 최저치 계열이라 부른다.

설계홍수량 산정에 필요한 강우의 빈도해석을 할 경우 자기우량 기록지를 판독하여야 하나 현실적으로 불가능하며, 강우관측소에서 제공하는 1시간 또는 1일 자료는 고정시간으로 분단위의 연속되는 지속기간 강우량과는 상당한 차이가 난다.

따라서 고정시간 간격의 시우량이나 일우량만을 가지고 연최대치 계열을 구성하여 수문학적 의미의 지속기간별 자료로 빈도해석을 할 수 있도록 하기 위해서는 고정시간 간격의 최대강우량과 지속기간별 최대강우량간의 관계(임의시간 환산계수)가 필요하다.

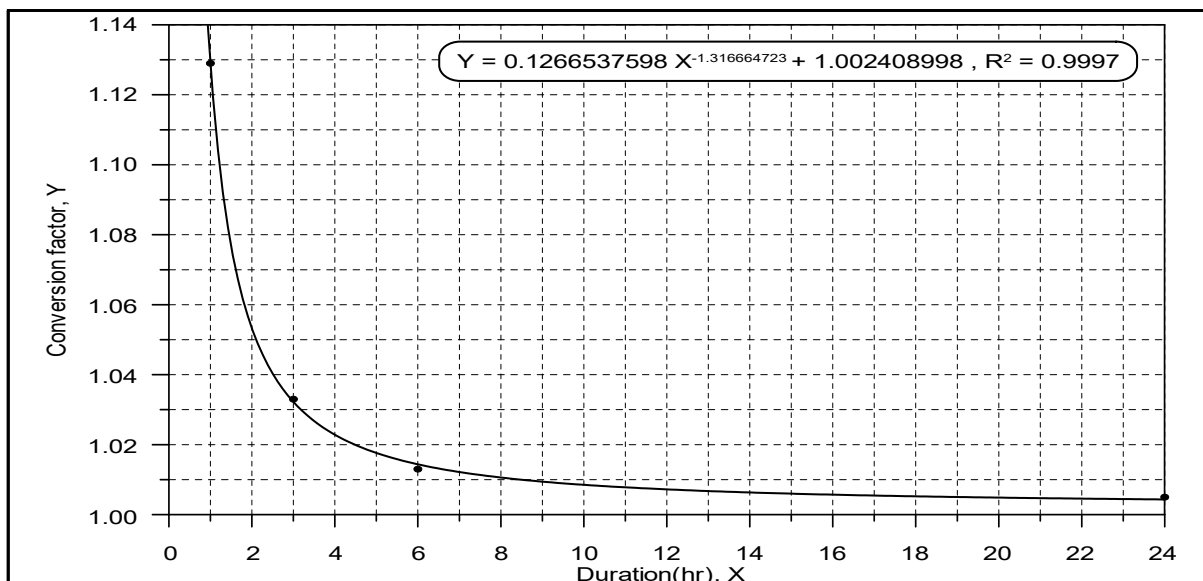
한국 확률강우량도 작성(2000, 건교부)에서 제시한 임의시간 환산계수와 환산계수의 회귀곡선식은 다음과 같다.

<국내 강우자료의 지속기간별 관계>

고 정 기 간	임 의 기 간	환 산 계 수
1시간	60분	1.129(1.13)
3시간	180분	1.033
6시간	360분	1.013(1.02)
24시간	1440분	1.005(1.01)
1일	1440분	1.161(1.13)

주) 자료 : 「1999년도 수자원관리기법 개발연구조사보고서(2000, 건설교통부)」

(3) 기존 환산계수 검토자료



고정시간 - 임의시간 환산계수 곡선

최근에 발간된 확률강우량도 개선 및 보완연구(2011.11, 국토해양부)에서는 지속기간별 재현기간별로 환산계수는 다음과 같으며, 원자료를 이용한 환산계수와 확률강우량을 이용한 환산계수를 모두 제시하고 있음.

<국내 강우자료의 지속기간별 관계>

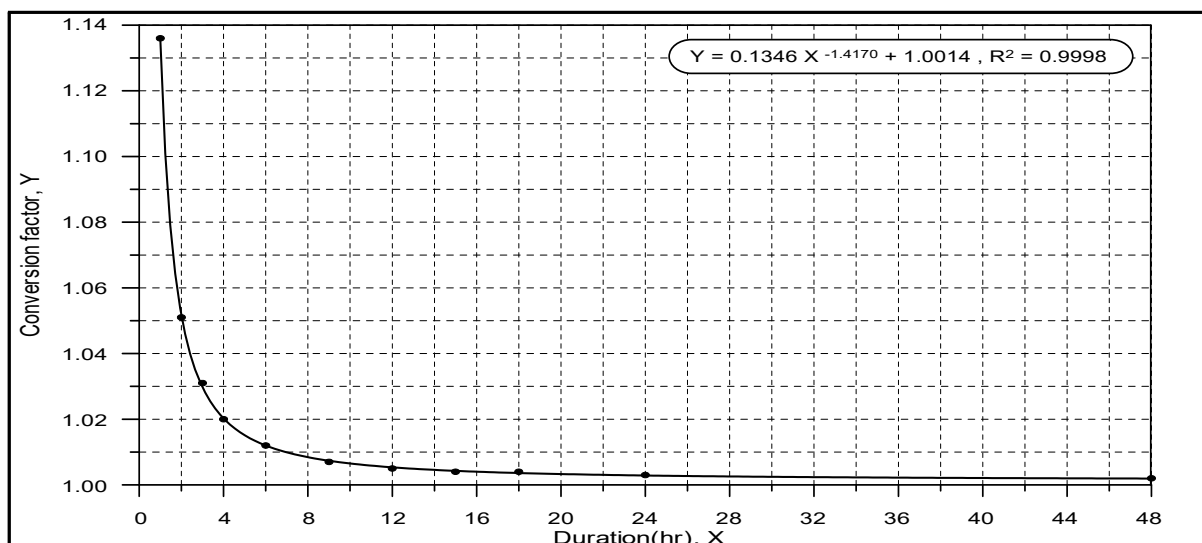
Return (year)	Duration(hour)											
	1	2	3	4	6	9	12	15	18	24	48	72
2	1.112	1.044	1.027	1.017	1.011	1.006	1.004	1.004	1.004	1.003	0.999	1.003
3	1.107	1.045	1.029	1.017	1.012	1.007	1.005	1.004	1.004	1.003	0.999	1.002
5	1.104	1.045	1.031	1.017	1.012	1.007	1.005	1.004	1.005	1.004	0.999	1.002
10	1.102	1.046	1.032	1.017	1.013	1.008	1.005	1.004	1.005	1.004	0.999	1.001
20	1.101	1.047	1.032	1.017	1.013	1.008	1.005	1.004	1.005	1.004	0.998	1.001
30	1.101	1.047	1.033	1.017	1.013	1.008	1.006	1.004	1.005	1.004	0.998	1.001
50	1.100	1.047	1.033	1.017	1.013	1.008	1.006	1.004	1.005	1.004	0.998	1.001
70	1.100	1.047	1.033	1.017	1.013	1.008	1.006	1.005	1.005	1.004	0.998	1.001
80	1.100	1.047	1.033	1.017	1.013	1.008	1.006	1.005	1.005	1.004	0.998	1.001
100	1.100	1.047	1.033	1.017	1.013	1.008	1.006	1.005	1.005	1.004	0.998	1.000
200	1.099	1.048	1.034	1.017	1.014	1.008	1.006	1.005	1.005	1.004	0.998	1.000
300	1.099	1.048	1.034	1.017	1.014	1.008	1.006	1.005	1.005	1.004	0.998	1.000
500	1.099	1.048	1.034	1.017	1.014	1.008	1.006	1.005	1.005	1.004	0.999	1.000
mean	1.102	1.047	1.032	1.017	1.013	1.008	1.005	1.004	1.004	1.003	0.999	1.004
Obs	1.136	1.051	1.031	1.020	1.012	1.007	1.005	1.004	1.004	1.003	0.999	1.004
1988	1.129		1.033		1.013					1.005		
US W.B	1.130				1.012					1.010		

지속기간 48시간의 환산계수로 「확률강우량도 개선 및 보완 연구(국토해양부, 2011)」에서는 0.999로 제시하고 있으나, 이는 물리적으로 불가능한 것으로 판단되어 24시간까지의 환산계수 및 회귀식 등을 고려하여 1.002로 조정하였다.

(4) 적용 환산식

<고정시간-임의시간 환산계수>

고정시간(시간)	1	2	3	4	6	9	12	18	24	48
임의시간(분)	60	120	180	240	360	540	720	1080	1440	2880
환산계수	1.136	1.051	1.031	1.020	1.012	1.007	1.005	1.004	1.003	1.002



<그림 2.1> 고정시간-임의시간 환산계수 회귀곡선

본 WaterSolution에서 임의시간 환산계수는 오류를 수정한 회귀식을 적용하여 산정하였다.

(5) FARD 빈도해석 절차

특정 크기의 강우나 홍수 혹은 갈수의 발생빈도를 확률론적으로 예측하는 방법을 빈도해석이라 하며, 연 최대치강우량을 실무에서 많이 사용하고 있는 Fard2006에 의해 빈도해석하여 확률강우량을 산정한다.

「하천설계기준(2009,한국수자원학회)」에 따르면 한 집단의 수문량 발생확률에 관한 해석은 자료의 선택, 확률도시, 적용 확률 분포형의 선정 및 매개변수 추정, 추정된 매개변수의 적합성 검토, 적용 확률분포형의 적합도 검정, 최적확률분포형의 선정 및 재현기간별 확률수문량의 추정 등의 항목에 따라 실시하는 것으로 명시하고 있다.

수문자료의 빈도해석에는 같은 기록에서 추출된 것이라도 기간의 취급방법, 기간의 길이에 따라 해석결과가 크게 다르게 될 수 있으므로 기술자의 신중한 판단이 필요하다.

빈도해석은 최근 실무에서는 국립방재연구소의 Fard2006 프로그램에 의해 실시하며, Fard2006 프로그램내의 빈도해석 절차는

- (가) 연최대 강우량자료 입력
- (나) 표본자료의 기본 통계값 계산(평균값, 표준편차, 변동계수, 왜도계수)
- (다) 표본자료 계열에 대한 예비적 해석
- (라) (Anderson의 correlogram test, Run test, Speaman의 rank correlation coefficient test, Turning point test)
- (마) 확률분포형 별 매개변수의 산정(모멘트법, 최우도법, 확률가중모멘트법)
- (바) 매개변수의 적합도 검정
- (사) (x²-test, Kolmogorov-Smirnov test, Cramer Von Mises test, Probability Plot Correlation test)
- (아) 적용 확률강우량의 산정
- (자) (Gamma, GEV, Gumbel, Log_Gumbel, Lognormal, Log-Pearson type III, Weibull, Wakeby분포형)
- (차) 계산결과의 출력 과 같다.

(6) 추정방법·분포형과 적용 전 확인

매개변수 추정법별로 살펴보면 모멘트법은 상대오차가 크고, 자료개수가 적을 경우 확률가중모멘트법이 최우도법보다 매개변수 추정에 적합하다고 알려져 있다. 따라서 매개변수 추정법별로 적합도의 차이가 명확하지 않는 경우 확률가중모멘트법에 의하여 추정된 분포형을 적정확률분포형으로 선정하게 『확률강우량도 개선 및 보완 연구(2011.11, 국토해양부)』에서 제시하고 있다.

또한 자료연수가 부족한 경우 모수가 2개인 Gumbel분포형이 GEV형보다 지속기간별로 더 매끄러운 결과를 보여줄 것이며, 자료가 충분치 못한 경우 모수가 3개인 GEV분포의 경우는 적합도가 떨어져 지속기간과 재현기간에 따라 불안정한 강우강도-지속기간-빈도 곡선을 가질 것이다. 따라서 정상적인 형태의 확률강우량도 작성과 식을 제시하기 위해서는 지점별 확률분포형보다는 다수 분포를 갖는 Gumbel분포로 단일화하여 확률분포형을 채택하는 것이 적합한 것으로 『확률강우량도 개선 및 보완 연구(2011.11, 국토해양부)』에서 제시하고 있다.

따라서 본 WaterSolution에서는 매개변수 추정은 확률가중모멘트법으로 확률분포형은 Gumbel 분포를 정리하도록 프로그래밍 하였다.

위 내용은 기존 매뉴얼의 해석 배경 설명입니다. 실제 작업은 앞의 통합 화면과 현재 프로젝트의 적용 기준에 따라 수행합니다. 현재 WaterSolution의 FARD 출력 정리는 PWM / GUM 기준이며, 지역빈도 해석과 결과 검토는 별도로 수행합니다.

서버 분석용 시트의 선정 연도, 입력 시트, 단위, 환산 여부를 확인합니다. 과거 자료는 현재 API 값과 다르다는 이유만으로 임의 배율을 적용하거나 덮어쓰지 않습니다.

기상청 강수량 공란은 일괄 0으로 대체하지 않으며, 겨울철 3시간 관측값을 시간별로 임의 배분하지 않습니다. 결측과 불완전연도로 인해 자료가 있어도 분석용에서 제외될 수 있습니다.

자료 충실도, 지역 동질성, 이상값과 해석 조건을 검토한 후 설계에 적용합니다. 결과비교는 수치 비교를 지원하며 조건의 동일성을 자동 판정하지 않습니다.

2.1.3 강우강도식

임계지속시간의 홍수유출분석을 위해서는 10분 또는 15분 단위의 지속시간별 확률강우량 자료가 필요하다. 또한 홍수도달시간이 아주 짧은 소유역에서의 유출분석을 실시할 경우에 더 짧은 지속시간의 확률강우량이 있어야 한다.

그러나 강우관측소의 강우기록은 1시간 단위로 강우기록을 관리하고 있기 때문에 이 자료를 이용하여 보다 더 세분된 지속시간별 확률강우량으로의 변환이 필요하다. 이를 위하여 강우관측소의 지속시간별 확률강우량 자료를 이용하여 강우강도식을 유도하여 분석에 활용하여야 한다.

강우강도식의 형태로는 기존에는 Talbot형, Sherman형, Japanese형, Semi-Log형 등과 같은 2변수 강우강도식 또는 3변수 General형, 최근 ‘확률강우량도 개선 및 보완 연구(2011, 국토부)’에서 제시된 6차 전대수 다항식이 있으며 강우강도식의 6가지 형태를 살펴보면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{Talbot형} & : I = \frac{a}{t+b} & \text{Sherman형} & : I = \frac{a}{t^b} \\ \text{Japanese형} & : I = \frac{a}{\sqrt{t+b}} & \text{General형} & : I = \frac{a}{t^n+b} \\ \text{Semi-Log형} & : I = a + b \cdot \log(t) \end{aligned}$$

6차 전대수 다항식

$$\ln(I) = a + b \ln(t) + c(\ln(t))^2 + d(\ln(t))^3 + e(\ln(t))^4 + f(\ln(t))^5 + g(\ln(t))^6$$

여기서 $I(t)$ 는 강우강도(mm/hr), a, b, c, d, e, f, g, n 은 지역상수, t 는 강우지속기간(min)이다. 강우강도식의 채택은 전기간 강우지속기간, 단·중·장기간 강우지속기간, 단·장기간 강우지속기간에 대한 강우강도-지속기간-재현기간(IDF)곡선을 작성하여, 재현기간별 편차 및 상관계수를 비교한 결과 모든 재현기간에서 상관도가 큰 것 강우강도식을 채택한다.

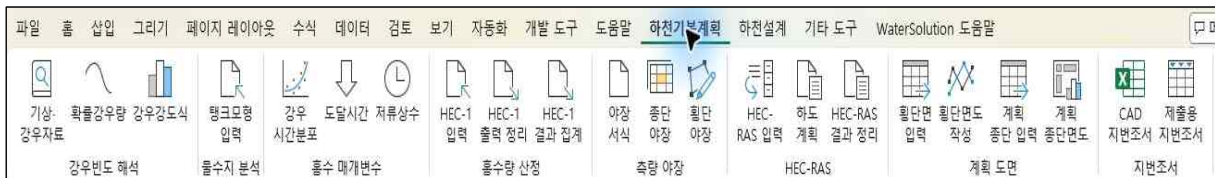
이와 같은 여러 공식중 상관계수가 높게 나타나는 형을 채택하는 것이 원칙이며, 회귀상수의 개수가 많은 General형이나 전대수 다항식형의 상관계수가 상대적으로 높으므로 이들 두 가지 중에서 채택하는 것이 바람직하다.

본 Watersolution에서는 위의 5가지 형태 강우강도식(Talbot, Sherman, Japanese, General형, 전대수 다항식형)을 산출하게 프로그래밍 되었다.

가. 강우강도

전기간과 단/장기간을 구분하여 산정할 수 있게 하였으며, 단/장기간 선택시 시간구분이 활성화 되어 구분시간을 선택할 수 있게 하였다.

(1) 하천기본계획 > 강우강도식 선택



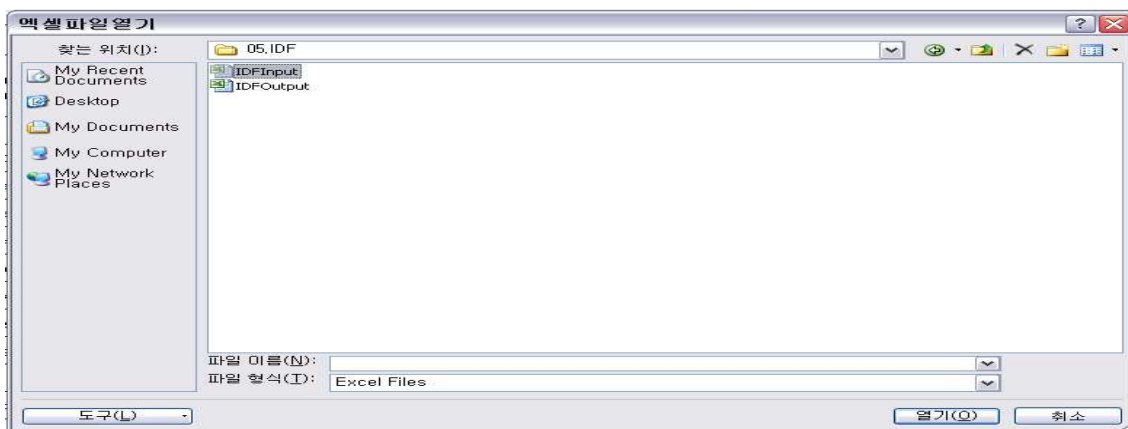
(2) IDF Window에서 강우강도 선택 > 확인 클릭



(3) 아래와 같은 형태의 엑셀파일 선택 > 확인 클릭

Sheet(“확률강우량”)가 존재해야 Watersolution이 실행되며, 시간단위는 분이다.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	구분	60	120	180	240	300	360	420	480	540	600	660	720	780	840	900
2	2	47.8	69.3	83.9	92.5	100.5	109.6	116.2	121.9	126.5	129.9	133.4	136.6	139.3	141.5	143.6
3	3	55.7	80.8	98.9	109.1	118.4	128.6	135.5	141.8	147.1	151	155.4	159.8	163.4	166.4	169.5
4	5	64.6	93.6	115.6	127.7	138.4	149.7	157	163.8	170	174.4	179.9	185.7	190.2	194	198.2
5	10	75.8	109.6	136.6	151.1	163.5	176.3	184	191.6	198.8	203.9	210.8	218.2	223.9	228.8	234.4
6	20	86.6	125.1	156.8	173.5	187.6	201.8	209.9	218.2	226.5	232.2	240.3	249.4	256.1	262.2	269
7	30	92.7	133.9	168.4	186.4	201.4	216.4	224.9	233.5	242.4	248.5	257.3	267.4	274.7	281.4	289
8	50	100.4	145	182.9	202.5	218.8	234.7	243.5	252.7	262.2	268.9	278.6	289.8	298	305.3	313.9
9	70	105.5	152.3	192.4	213	230.1	246.8	255.7	265.2	275.3	282.2	292.5	304.5	313.2	321.1	330.2
10	80	107.5	155.2	196.1	217.2	234.6	251.5	260.5	270.2	280.4	287.5	298	310.3	319.2	327.3	336.7
11	100	110.9	160	202.4	224.2	242.1	259.5	268.6	278.5	289.1	296.3	307.2	320.1	329.3	337.7	347.5
12	150	116.9	168.7	213.8	236.9	255.8	273.9	283.3	293.5	304.7	312.3	324	337.7	347.5	356.6	367.1
13	200	121.2	174.9	221.9	245.8	265.4	284.1	293.7	304.2	315.6	323.6	335.8	350.2	360.5	369.9	381
14	300	127.3	183.6	233.3	259.5	279	298.5	308.3	319.2	331.4	339.6	352.5	367.8	378.7	388.8	400.6
15	500	134.9	194.6	247.6	274.4	296.1	316.6	326.7	338.1	351	359.7	373.5	390	401.7	412.5	425.2
16																
17																
18																
19																
20																
21																
22																
23																
24																
25																
26																
27																
28																
29																
30																
31																
32																
33																
34																
35																
36																
37																

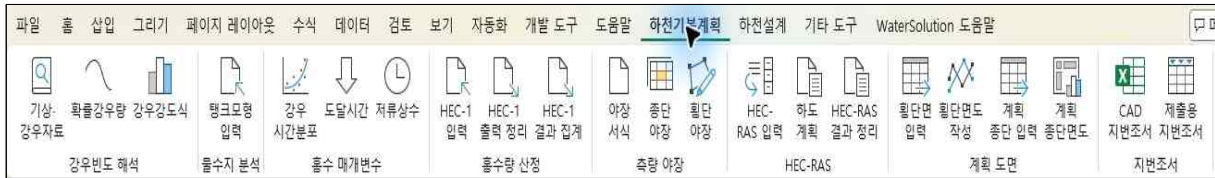


위의 그 결과는 엑셀파일에 새로운Sheet("전체") 또는 Sheet("단기"), Sheet("장기")에 생성되면 다음과 같다.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Rainfall Density Formula Analysis									
2										
3	For Frequency of 2 yr									
4	Duration (MIN)	Given Dat	Talbot Type	Sherman Type	Japanese Type	Semi-Leg Type	6차다항식			
5	10	83.4	67.78	97.67	101.77	61.65				
6	60	33.2	43.18	31.81	27.36	40.23				
7	120	21.85	30.08	20.61	18.1	31.94				
8	180	16.97	23.08	15.99	14.37	27.09				
9	360	10.98	13.59	10.36	9.8	18.81				
10	540	8.52	9.63	8.04	7.88	13.96				
11	720	6.96	7.46	6.71	6.76	10.52				
12	900	6.03	6.08	5.84	6.01	7.85				
13	1080	5.28	5.14	5.21	5.46	5.67				
14	1260	4.75	4.45	4.73	5.04	3.83				
15	1440	4.34	3.92	4.35	4.7	2.23				
16	2880	2.64	2.01	2.82	3.29	-6.06				
17	4320	1.91	1.35	2.19	2.67	-10.91				
18	Region Contant A	5948.49	412.96	171.52	89.19	8693.322	476.9433	1.297541	0.000131	
19	Region Contant B	77.762	0.6261	-1.4769	-11.9571	-3161.76	-35.1517	-0.02218		
20	표준편차		6.18	4.17	5.74	9.48				
21	상관계수		0.9956	0.998	0.9962	0.9896				
22										
23	For Frequency of 3 yr									
24	Duration (MIN)	Given Dat	Talbot Type	Sherman Type	Japanese Type	Semi-Leg Type	6차다항식			
25	120	24.65	22.13	25.68	27.25	20.76				
26	180	19.2	19.15	19.59	19.27	18.28				
27	360	12.4	13.65	12.33	11.6	14.05				

나. 지역상수

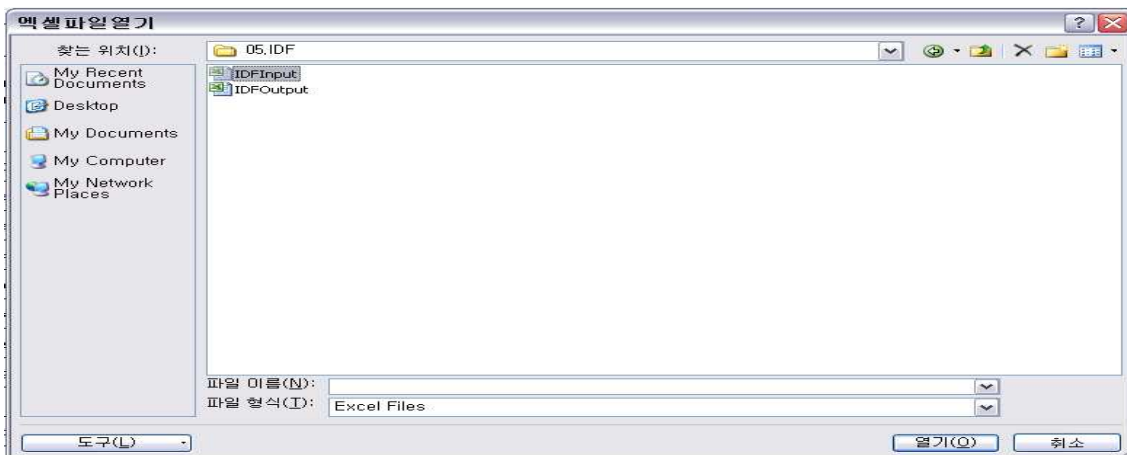
(1) 하천기본계획 > 강우강도식 선택



(2) IDF Window에서 지역상수 선택 > 확인 클릭



(3) IDF곡선식을 산정한 엑셀파일 선택 > 확인 클릭



위의 그 결과는 새로운Sheet("지역상수")에 생성되며 다음과 같다.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	전기기간	전대수													
2	지역상수	2	3	5	10	20	30	50	70	80	100	150	200	300	500
3	6차다항식	8693.322	8791.341	8888.768	9000.747	9058.113	9104.079	9137.581	9154.676	9171.29	9187.903	9209.343	9216.674	9235.662	9257.916
4	6차다항식	-3161.76	-2806.44	-2499.08	-2201.88	-1967.9	-1860.13	-1736.06	-1662.23	-1637.27	-1595.26	-1522.16	-1472.95	-1410.58	-1339.84
5	6차다항식	476.9433	371.5305	291.2941	223.2701	177.196	157.4994	136.6796	125.0631	121.1031	114.7508	104.233	97.53394	89.27329	80.33458
6	6차다항식	-35.1517	-24.0418	-16.6011	-11.075	-7.80784	-6.52654	-5.26746	-4.60652	-4.38528	-4.04095	-3.49493	-3.16285	-2.76754	-2.35922
7	6차다항식	1.297541	0.778603	0.473222	0.274705	0.171976	0.135162	0.101449	0.084786	0.079346	0.071096	0.05855	0.051244	0.042869	0.034609
8	6차다항식	-0.02218	-0.01164	-0.00621	-0.00313	-0.00174	-0.00128	-0.0009	-0.00071	-0.00066	-0.00057	-0.00045	-0.00038	-0.0003	-0.00023
9	6차다항식	0.000131	5.96E-05	2.77E-05	1.21E-05	5.91E-06	4.09E-06	2.65E-06	2.02E-06	1.82E-06	1.54E-06	1.15E-06	9.38E-07	7.16E-07	5.17E-07
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															
21															
22															
23															
24															
25															
26															
27															

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	단기기간	Japanese	장기기간	Sherman											
2	지역상수	2	3	5	10	20	30	50	70	80	100	150	200	300	500
3	AS	238.85	265.92	297.14	336.63	374.19	396	423.79	442	448.89	460.51	482.53	497.41	519.45	546.39
4	BS	-0.3157	-0.4592	-0.5582	-0.6396	-0.713	-0.7425	-0.7675	-0.7862	-0.7952	-0.809	-0.8199	-0.8362	-0.8443	-0.8667
5	AL	579.14	627.75	683.36	753.87	823.06	862.71	913.22	947.24	960.57	981.61	1021.24	1049.79	1089.98	1139.92
6	BL	0.6753	0.6676	0.6611	0.6547	0.65	0.6477	0.6453	0.644	0.6435	0.6425	0.6411	0.6402	0.639	0.6376
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															
21															
22															
23															
24															
25															
26															
27															

2.2 홍수 매개변수

2.2.1 강우 시간분포

특정한 재현기간과 지속기간을 갖는 확률강우량은 총강우량으로, 유출수문곡선을 작성하기 위해서는 설계우량주상도를 결정하여야 한다. 설계강우의 시간분포를 결정할 수 있는 방법은 여러 가지가 있으나 국내에서 많이 이용되고 있는 방법은 다음과 같다.

① Huff의 4분위법 : 강우기록의 통계학적 분석을 통해 제시된 무차원 누가곡선을 이용하여 강우를 분포시키는 방법.

② 교호블럭방법(Alternating block method) : 강우강도-지속기간 곡선을 이용하여 일정 구간별로 강우량을 산정하여 시간분포 시키는 방법. (Keifer & Chu 방법, Chicago 방법과 유사)

상기한 방법 중 교호블럭방법은 첨두강우의 위치가 중앙에 고정되어 있고 강우주상도의 배열이 인위적으로 이루어지게 되며, 특히 전 강우 지속기간에 대해 특정 재현기간의 최대조건으로 강우가 분포되어 소규모 유역에서 첨두 홍수량이 과다하게 산정되는 문제점이 있다.

Huff의 4분위법은 첨두 강우의 발생위치에 따라 4개 그룹으로 분류된 호우사상을 대상으로 통계학적 분석을 통해 도출한 강우량의 시간적 분포를 나타내는 무차원 누가우량곡선을 사용하므로 기왕 호우사상의 특성을 반영할 수 있는 장점이 있지만, 강우지속기간에 관계없이 동일한 무차원 누가우량곡선을 사용함으로써 장기간의 강우를 분포시킬수록 강우주상도가 평활해져 소규모 유역의 첨두 홍수량이 과소평가되는 단점이 있다. 실무에서는 『확률강우량도 개선 및 보완 연구, (2011, 국토해양부)』 등에서도 추천하고 있는 Huff 4분위법을 주로 적용하고 있다.

가. 강우시간분포

(1) 하천기본계획 > 강우 시간분포선택



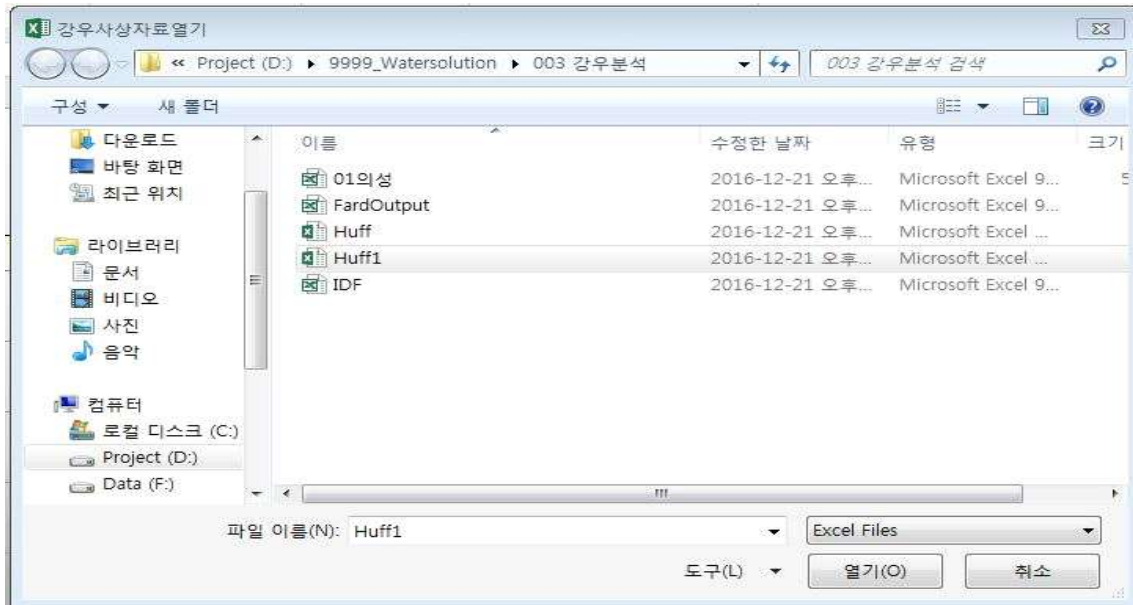
(2) 강우사상을 추출한 엑셀파일 생성

강우사상을 추출한 엑셀파일은 AnnualMaxSeries 선택시 강우사상 추출을 체크하면 생성되고, 그 형식은 아래와 같다.

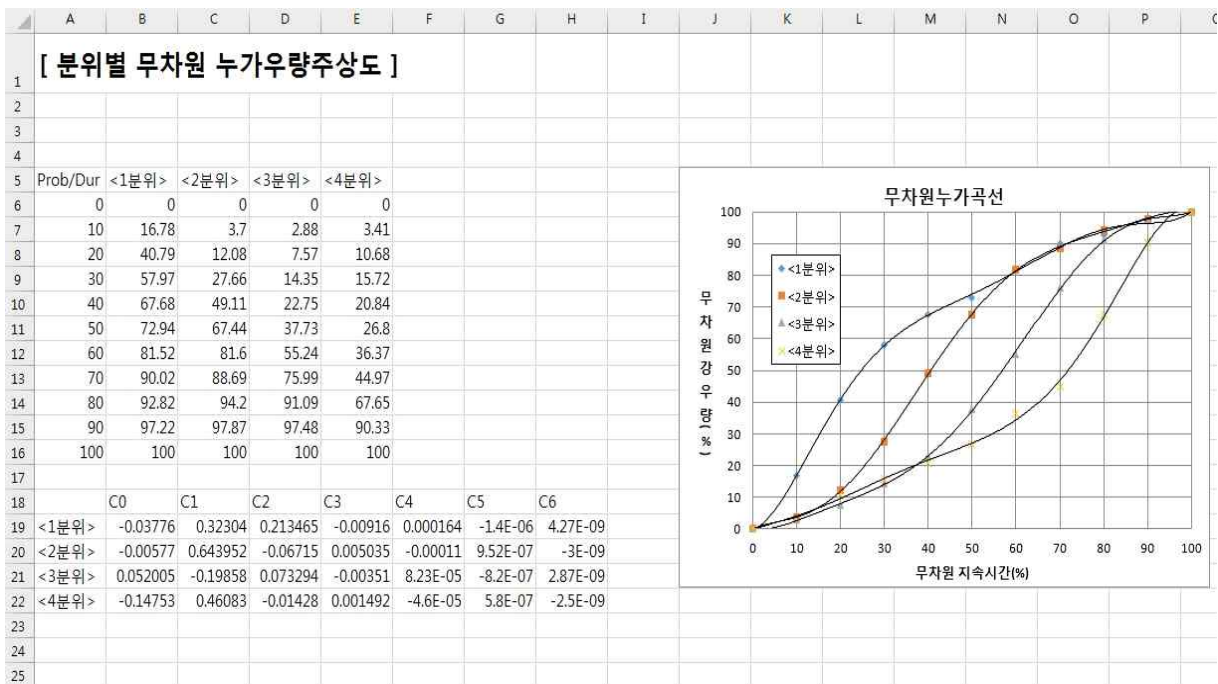


	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
	[강 우 사 상]																							
1																								
2	사상 기준 최소 지속시간 => 4 hrs																							
3	사상 분리 무강우 최대 지속시간 => 6 hrs																							
4																								
5	Storm_No	Begin_date	End_date	Duration	Sum_Rainfall	강우량																		
6	1	1973-01-07	1973-01-07 4:00	5	7.5	1	3	0.5	1.5	1.5														
7	2	1973-01-07 17:00	1973-01-07 22:00	6	9.5	6.5	0.5	1	0.5	0	1													
8	3	1973-04-11 13:00	1973-04-12 8:00	20	19.5	0.5	0.5	1	0	2.5	3.5	2	2.5	1	1.5	0	0.5	0	0.5	0.5	1	1	0.5	0
9	4	1973-04-14 20:00	1973-04-15 11:00	16	23	0.5	0	0.5	0	1.5	1	2	0.5	0	3.5	3	4	1	2	2.5	1			
10	5	1973-04-16 13:00	1973-04-17 1:00	13	25.5	2	3	2	1.5	2.5	5.5	3.5	2.5	0.5	1	0.5	0.5	0.5						
11	6	1973-04-23 23:00	1973-04-24 12:00	14	28	0.5	0.5	0	0	3.5	6.5	4	3	9	0	0	0	0.5	0.5					
12	7	1973-05-01 14:00	1973-05-01 22:00	9	24.5	1	1.5	3	3	7	6.5	1.5	0.5	0.5										
13	8	1973-05-07 14:00	1973-05-08 5:00	16	12.9	2	2	2.5	1	1	1.5	1	0	0.5	1	0	0	0	0	0	0	0.4		
14	9	1973-05-16	1973-05-16 14:00	15	19	2	0.5	1	1.5	2.5	2.5	1.5	1	0.5	1	1	1	0	0.5					
15	10	1973-05-28 8:00	1973-05-28 18:00	11	20	2	3	1	1	6	3.5	1.5	1.5	0	0	0.5								
16	11	1973-06-02 19:00	1973-06-02 22:00	4	6.3	4.5	0	1.3	0.5															
17	12	1973-06-06 12:00	1973-06-06 20:00	9	3.2	0.1	1	0.5	0	0	0.5	0.5	0.1	0.5										
18	13	1973-06-07 15:00	1973-06-07 21:00	7	1.6	0.3	0.3	0	0	0	0.5	0.5												
19	14	1973-06-16 19:00	1973-06-16 22:00	4	3.8	3	0	0	0.8															
20	15	1973-06-26 6:00	1973-06-27 1:00	20	11.6	0.1	0.1	0.1	1	0	0	0	0	0.3	3	0	0.5	2	0.5	1	0.1	1	0.4	1
21	16	1973-06-27 19:00	1973-06-28 3:00	9	4	1	0	0.3	1.7	0	0	0	0	1										
22	17	1973-06-28 23:00	1973-06-29 3:00	5	0.5	0.3	0	0	0	0.2														
23	18	1973-06-29 13:00	1973-06-30 3:00	15	12.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0	0.5	1	3	3.5	0	1.6	0	0.5	0.1	1.5				
24	19	1973-07-08 18:00	1973-07-08 22:00	5	1.6	1.2	0	0	0	0.4														
25	20	1973-07-19 2:00	1973-07-19 8:00	7	6.3	3.5	1	1.1	0	0	0.1	0.6												

(3) 강우사상을 추출한 엑셀파일 선택 > 확인 클릭

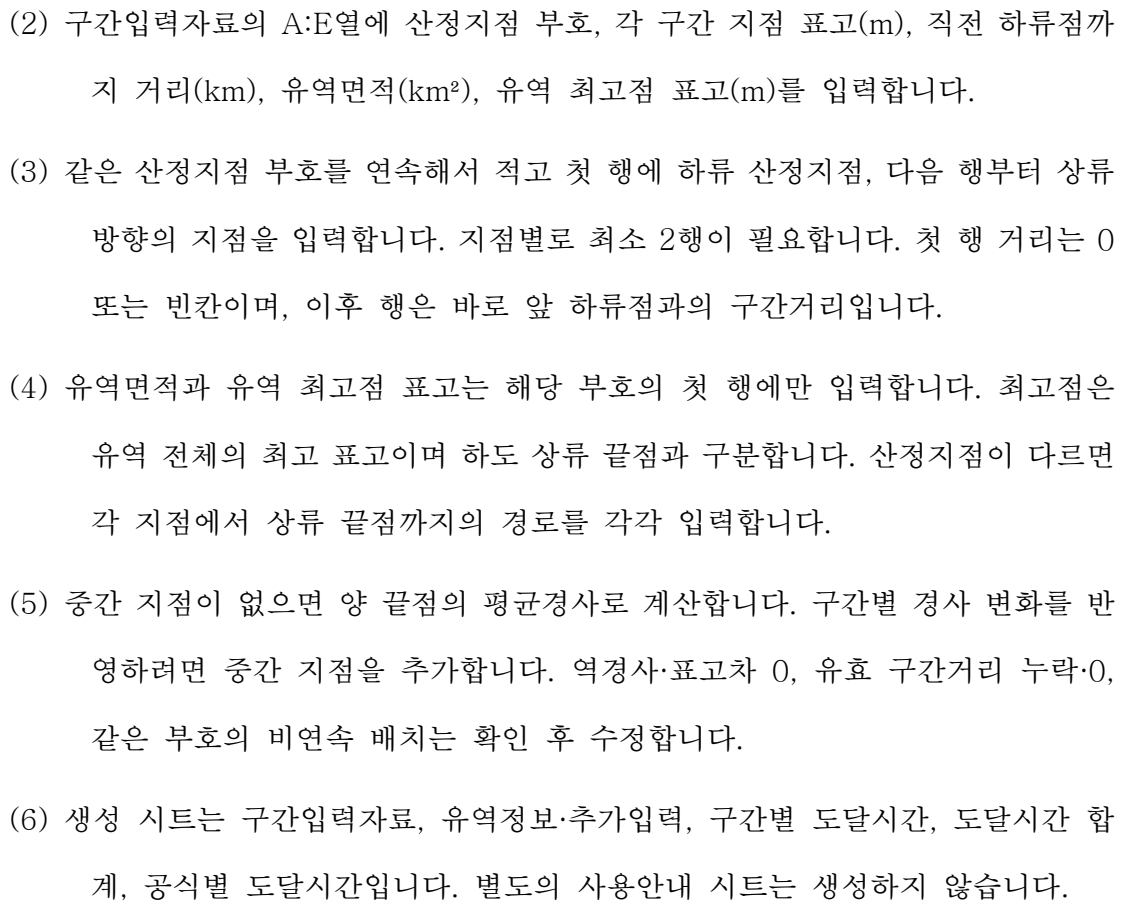


위의 그 결과는 새로운 Sheet("25.4mm이상 강우사상"), Sheet("강우사상별분위결정"), Sheet("분위별 지속시간별 사상 도수"), Sheet("분위별 무차원 확률 누가우량도"), Sheet("초과확률-지속시간별 무차원 누가우량주상도"), Sheet("분위별 무차원 누가우량주상도")에 생성되며 다음과 같다.



산정지점별 구간자료를 입력하여 구간별·전체 구역의 도달시간을 비교합니다. 적용 공식은 하도·지표면 흐름, 경사, 토지이용 및 공식별 적용 조건을 검토하여 사용자가 결정합니다.

(1) 하천기본계획 > 도달시간을 선택합니다. “예”는 기존 입력자료를 불러오고, “아니요”는 구간입력자료 양식을 만듭니다. 입력 원본은 자동 저장하지 않으며 계산 결과는 새 통합문서로 생성됩니다.



나. 유역정보·추가입력 및 결과 확인

구간자료에서 생성한 유역정보·추가입력의 A:E열(부호, A, L, H, 하도 S)은 회색 잠금 영역입니다. H는 유역 최고점과 산정지점의 표고차이며, 유로연장과 하도경사는 구간자료에서 계산합니다.

파란색 F:K열에는 Kerby 지표 유로연장(km)·지표 경사(m/m)·N, Johnstone r, SCS CN·유역 평균경사(m/m)를 추가 입력합니다. SCS 유역 평균경사는 하도경사와 구분합니다.

공식별 도달시간은 서경대, Kirpich, Kerby, Johnstone-Cross, Kraven I, Kraven II, 연속형 Kraven, Rziha, California culvert, SCS lag의 10개 공식을 비교합니다. 계산값과 검토 상태·적용 조건을 함께 확인합니다.

구간별 도달시간과 도달시간 합계에서는 Kirpich, Kraven I, Rziha, Kraven II, 연속형 Kraven의 구간 계산과 합계를 비교합니다. 면적·최고점이 없어 전체 유역 공식 일부가 비어 있어도 구간 계산이 가능한 항목은 확인할 수 있습니다.

SCS lag 결과에는 $T_c = 1.67 \times T_{lag}$ 관계가 이미 반영되어 있습니다. 결과 T_c 에 1.67을 다시 곱하지 않습니다. 최종 시간 및 합계는 소수 둘째 자리로 반올림하며 중간값은 계산 정밀도를 유지합니다.

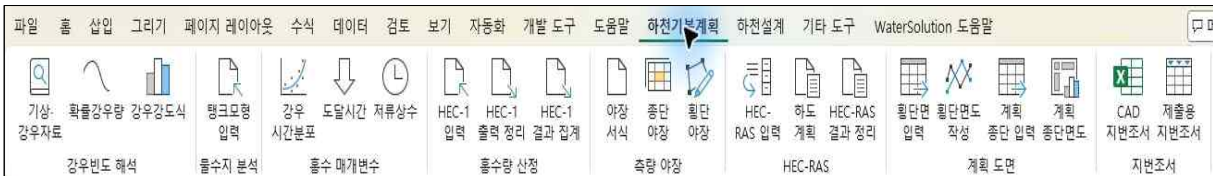
구간·면적·최고점 또는 행을 수정했다면 저장 후 같은 메뉴에서 다시 불러옵니다. F:K의 추가 계수는 부호별로 유지되며 엑셀 수식으로 재계산됩니다. 결과 3개 시트는 보호되어 있으므로 입력 시트에서 수정합니다.

기존 경사별도달시간·도달시간입력 이름도 읽을 수 있습니다. 같은 역할의 구·신 시트가 함께 있으면 중복을 정리합니다. 공식 자동 채택이나 HEC-1 자동 전달은 하지 않으므로 검토한 $T_c(\text{hr})$ 를 홍수량 입력에 적용하고 결과 파일을 저장합니다.

2.2.3 저류상수

가. 입력자료

- (1) 하천기본계획 > 저류상수를 선택합니다. “예”로 기존 자료를 불러오거나 “아니오”로 입력 양식을 만듭니다. 입력 원본은 자동 저장하지 않으므로 결과 통합 문서를 검토 후 저장합니다.



- (2) 저류상수입력 A:I열은 부호, A(km²), L(km), Tc(hr), 서경대 alpha, Russel alpha, Russel 유역유형, 보정시간(min), 적용 보정시간(hr)입니다. A:H는 입력 영역이고 I는 자동 계산·보호 영역입니다.
- (3) 유역면적 A, 유로연장 L, 검토한 도달시간 Tc를 입력하고 공식별 계수와 유역 유형을 확인합니다. H열 보정시간은 분 단위로 직접 입력합니다. 자연유역 10분·도시유역 7분은 참고값이며 자동 선택하지 않습니다.
- (4) 이전 양식의 ts(hr)는 H열로 자동 승계하지 않습니다. 단위를 확인하여 보정시간(분)을 다시 입력합니다. H가 빈칸·문자·음수이면 Sabol 계열은 산정하지 않으며, 보정하지 않으려면 0을 명시합니다.
- (5) 결과는 저류상수입력, 저류상수 비교, 공식별 저류상수의 3개 시트입니다. 비교 시트에서 서경대(2019), Russel(1994), Sabol, 수정 Sabol의 K(hr)·K(min), 검토 상태와 계산 조건을 확인합니다.
- (6) 공식별 저류상수는 부호별 4개 공식의 K(hr)를 나란히 표시합니다. 입력값을 변경하면 연결 수식이 다시 계산됩니다. 빈 결과는 0이 아니라 입력 부족·적용 조건 미충족일 수 있으므로 사유를 확인합니다.

나. Sabol 계열의 보정시간 및 적용 조건

보정시간은 도달시간 T_c 를 바꾸는 값이 아니라 계산된 저류상수 K 에 더하는 값입니다. H열 입력값을 $t_u(\text{min})$, I열 적용 보정시간을 $\Delta t(\text{hr})$ 라 하면 다음과 같습니다.

- $A \leq 5 \text{ km}^2$: $\Delta t = t_u / 60$
- $5 < A \leq 25 \text{ km}^2$: $\Delta t = (t_u / 60) \times \{1 - (A - 5) / 20\}$
- $A > 25 \text{ km}^2$: 구현된 보정 적용범위 밖이므로 Sabol 계열 결과를 산정하지 않고 검토 대상으로 표시합니다.

$$\text{Sabol: } K' = T_c / (1.46 - 0.0867 \times L^2/A) + \Delta t$$

$$\text{수정 Sabol: } K' = T_c / [97.28 / \{(A/L^2)^{-2.88} + 128.19\} + 0.59] + \Delta t$$

$A \cdot L \cdot T_c$ 는 양수여야 하며 Sabol 분모가 0 이하이면 계산할 수 없습니다. 분모가 0.1 미만이면 민감도 경고를 확인합니다. $H = 0$ 이면 보정시간을 가산하지 않습니다.

서경대: $K(\text{hr}) = \alpha \times (A/L^2)^{0.02} \times T_c$. α 1.20·1.45·1.70의 적용 근거리와 유역 조건을 검토하며 $A > 250 \text{ km}^2$ 는 조건 검토가 필요합니다.

Russel: $K = \alpha \times T_c$. 도시 1.1~2.1, 자연 1.5~2.8, 산림 8~12의 유역유형별 계수 범위를 확인합니다. 두 공식에는 Sabol 계열의 보정시간을 더하지 않습니다.

최종 $K(\text{hr})$ 와 $K(\text{min})$ 은 반올림 전 계산값에서 각각 환산하여 소수 둘째 자리로 반올림합니다. 적합한 공식을 검토·채택한 뒤 $K(\text{hr})$ 를 홍수량 산정 입력에 적용합니다.

2.3 홍수량 산정

5개 입력 시트를 준비하면 여러 재현기간의 HEC-1 입력 작성·자동 계산·결과 정리를 일괄 처리할 수 있습니다.

- (1) Control sheet - 유역현황
- (2) Intensity sheet - 강우자료
- (3) Huff sheet - 강우의 시간분포
- (4) ARF sheet - 면적감소계수
- (5) RES sheet - 저수지 현황

2.3.1 HEC-1 입력

하천기본계획 > 홍수량 산정 > HEC-1 입력을 선택하고, 5개 입력 시트가 있는 작업용 엑셀 사본을 엽니다.

작업 순서: 입력 시트 준비 → 재현기간·지속시간·계산 방법 선택 → 일괄 작성 → 자동 계산·결과 가져오기 → 요약 및 수문곡선 확인

현재 입력 화면과 실행 옵션은 뒤의 「일괄 입력파일 작성과 자동 계산」을 참고합니다. 아래의 입력 시트 형식과 계수 설명은 기존 작업 파일에도 동일하게 적용됩니다.

자동 계산을 사용하면 HEC1.EXE 복사와 계산 실행을 프로그램이 처리합니다. 입력만 작성하거나 기존 OUT만 가져오는 작업도 선택할 수 있습니다.

가. 입력자료

다음은 엑셀파일에 들어가는 sheet파일명과 내용이다.

(가) CONTROL Sheet: 유역현황

① 유역추적 매개변수

㉠ 셀("B2") : 유역갯수, 셀("E3") : 관측소갯수

㉡ A열 : 유역번호(NUM), B열 : 유역부호(Station_Name)

㉢ C열 : 홍수량 산정방법 구분(BRO)

- B(유역추적), BR(유역추적 및 하도추적), O(저수지추적)

㉣ E열, F열 : 유역면적(AREA, km), G열 : 유출곡선지수(CN)

㉤ H열 : SCS 지체시간(LAG1, hr)

㉥ I열 : Snyder 지체시간(LAG2, hr), J열 : Snyder의 첨두계수(CPEAK),

㉦ K열 : 도달시간(TC, hr), L열 : Clark의 저류상수(K, hr)

② 하도추적 매개변수

㉧ M열 : Muskingum의 K계수(MUSK, hr)

㉨ N열 : Muskingum의 무차원 가중계수 X(MUSX)

㉩ O열 : Muskingum추적을 위한 단계수(NSTPS)

㉪ P열 : 하도길이(CUNGE_L, m), Q열 : 하도경사(CUNGE_S),

㉫ R열 : 하도조도계수(CUNGE_N), S열 : 하도바닥 폭 혹은 직경(CUNGE_WD, m)

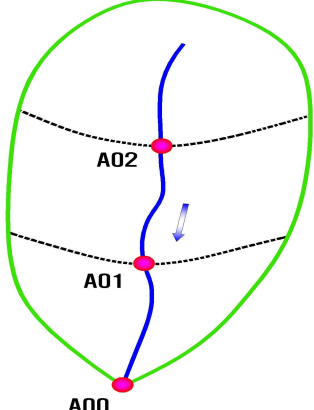
㉬ T열 ~ : 관측소 Thissen비율(WT01~)

유역갯수	67		관측소	3		Scs 지체시간	Snyder 지체시간	Snyder 첨두계수	도달시간	저류상수								관측소 지배면적	
유역번호	유역기호	BRO	유역명칭	소유면적	누적면적	CN	LAG1	LAG2	CPEAK	TC	K	MUSK	MUSX	NSTPS	CUNGE_L	CUNGE_S	CUNGE_N	CUNGE_WD	us
1	d900	BR	과업종점	35.19	63.82	91	0.00	5.27	0.68	0.91	0.82	0.61	0.20	1.00	0	0	0.000	0.000	0.025
2	RES22	O	금봉저수지	0.00	27.45	93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0	0	0.000	0.000	0.003
3	12_22	B	과업시점(금봉저수지)	27.45	27.45	93	0.00	3.84	0.66	0.44	0.33	0.29	0.20	1.00	0	0	0.000	0.000	0.003
4	d901'	BR	수봉일천 합류후	34.81	63.43	91	0.00	5.16	0.68	0.84	0.73	0.56	0.20	1.00	0	0	0.000	0.000	0.025
5	RES21	O	금봉저수지	0.00	27.45	93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0	0	0.000	0.000	0.003
6	12_21	B	과업시점(금봉저수지)	27.45	27.45	93	0.00	3.84	0.66	0.44	0.33	0.29	0.20	1.00	0	0	0.000	0.000	0.003
7	d901	BR	수봉일천 합류전	33.69	62.32	91	0.00	5.16	0.68	0.84	0.73	0.56	0.20	1.00	0	0	0.000	0.000	0.026
8	RES20	O	금봉저수지	0.00	27.45	93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0	0	0.000	0.000	0.003
9	12_20	B	과업시점(금봉저수지)	27.45	27.45	93	0.00	3.84	0.66	0.44	0.33	0.29	0.20	1.00	0	0	0.000	0.000	0.003
10	d902'	BR	달곡천 합류후	33.63	62.26	91	0.00	5.10	0.68	0.81	0.70	0.54	0.20	1.00	0	0	0.000	0.000	0.026
11	RES19	O	금봉저수지	0.00	27.45	93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0	0	0.000	0.000	0.003
12	12_19	B	과업시점(금봉저수지)	27.45	27.45	93	0.00	3.84	0.66	0.44	0.33	0.29	0.20	1.00	0	0	0.000	0.000	0.003
13	d902	BR	달곡천 합류전	32.72	61.34	91	0.00	5.03	0.68	0.81	0.70	0.54	0.20	1.00	0	0	0.000	0.000	0.026
14	RES18	O	금봉저수지	0.00	27.45	93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0	0	0.000	0.000	0.003
15	12_18	B	과업시점(금봉저수지)	27.45	27.45	93	0.00	3.84	0.66	0.44	0.33	0.29	0.20	1.00	0	0	0.000	0.000	0.003
16	d903'	BR	국골천 합류후	32.27	60.89	91	0.00	4.89	0.67	0.73	0.61	0.49	0.20	1.00	0	0	0.000	0.000	0.027
17	RES17	O	금봉저수지	0.00	27.45	93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0	0	0.000	0.000	0.003
18	12_17	B	과업시점(금봉저수지)	27.45	27.45	93	0.00	3.84	0.66	0.44	0.33	0.29	0.20	1.00	0	0	0.000	0.000	0.003
19	d903	BR	국골천 합류전	27.58	56.20	91	0.00	4.49	0.67	0.73	0.63	0.49	0.20	1.00	0	0	0.000	0.000	0.031
20	RES16	O	금봉저수지	0.00	27.45	93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0	0	0.000	0.000	0.003
21	12_16	B	과업시점(금봉저수지)	27.45	27.45	93	0.00	3.84	0.66	0.44	0.33	0.29	0.20	1.00	0	0	0.000	0.000	0.003
22	d904'	BR	공시골천 합류후	27.39	56.01	91	0.00	4.43	0.67	0.69	0.58	0.46	0.20	1.00	0	0	0.000	0.000	0.032
23	RES15	O	금봉저수지	0.00	27.45	93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0	0	0.000	0.000	0.003
24	12_15	B	과업시점(금봉저수지)	27.45	27.45	93	0.00	3.84	0.66	0.44	0.33	0.29	0.20	1.00	0	0	0.000	0.000	0.003
25	d904	BR	공시골천 합류전	25.04	53.67	92	0.00	4.40	0.67	0.69	0.60	0.46	0.20	1.00	0	0	0.000	0.000	0.035
26	RES14	O	금봉저수지	0.00	27.45	93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0	0	0.000	0.000	0.003
27	12_14	B	과업시점(금봉저수지)	27.45	27.45	93	0.00	3.84	0.66	0.44	0.33	0.29	0.20	1.00	0	0	0.000	0.000	0.003
28	d905'	BR	삼시골천 합류후	24.40	53.02	92	0.00	4.24	0.67	0.61	0.51	0.41	0.20	1.00	0	0	0.000	0.000	0.035
29	RES13	O	금봉저수지	0.00	27.45	93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0	0	0.000	0.000	0.003
30	12_13	B	과업시점(금봉저수지)	27.45	27.45	93	0.00	3.84	0.66	0.44	0.33	0.29	0.20	1.00	0	0	0.000	0.000	0.003
31	CONTROL		INTENSITY	HUFF	ARF	RES	+												

③ Control 입력자료 구축: 산정지점별로 상류유역을 단일유역으로 홍수량

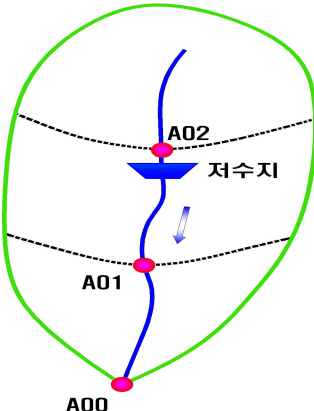
㉠ 전체유역면적 250km^2 이하의 경우

- 저수지 미포함: 유역추적

	유역기호	BRO
	A00	B
	A01	B
	A02	B

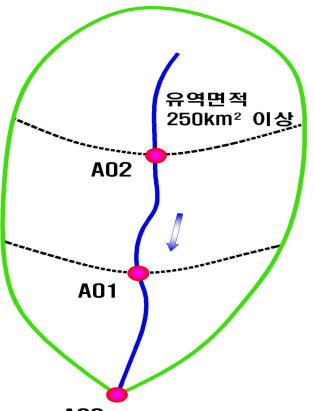
- 저수지 포함: 유역추적+ 하도추적+ 저수지추적

⇒ 산정지점별로 별도의 Network구축, RES sheet 작성필요(유역기호 동일)

	유역기호	BRO
	A00	BR
	RES0_2(저수지)	O
	A02_2	B
	A01	BR
	RES0_1(저수지)	O
	A02_1	B
	A02	B

㉡ 전체유역면적 250km^2 이상의 경우: 유역추적+ 하도추적

⇒ 산정지점별로 별도의 Network구축

	유역기호	BRO
	A00	BR
	A02_2(250km^2 이상)	B
	A01	BR
	A02_1(250km^2 이상)	B

(나) INTENSITY Sheet: 강우자료 - 관측소 개수 만큼 행방향으로 작성

① 2행 : 계획빈도(열방향으로 작성)

② 3행 : 관측소 번호, 셀("D3") : 장·단기 구분시간(구분시간, 미구분:0)

셀("F3") : 단기 강우강도식 번호, 셀("H3") : 장기 강우강도식 번호

㉠ 1 : Tabolt 강우강도식 $I = \frac{a}{t^b + c} : (b = 1)$

㉡ 2 : Sherman 강우강도식 $I = \frac{a}{t^b + c} : (c = 0)$

㉢ 3 : Japaness 강우강도식 $I = \frac{a}{t^b + c} : (b = 0.5)$

㉣ 4 : General 강우강도식 $I = \frac{a}{t^b + c}$

㉤ 5 : 6차 전대수 다항식

$$\ln(I) = a + b\ln(t) + c(\ln(t))^2 + d(\ln(t))^3 + e(\ln(t))^4 + f(\ln(t))^5 + g(\ln(t))^6$$

③ 4행~9행 : 장·단기 기존강우강도식 계수

㉦ 4행 : 단기a계수, 5행은 : 단기b계수, 6행 : 단기c계수

㉧ 7행 : 장기a계수, 8행은 : 장기b계수, 9행 : 장기c계수

④ 10행~16행 : 6차 전대수 다항식계수

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	[강우강도]											
2	재원기간(년)	30	50	80	100	200						
3	관측소번호	1	장단기구분	0	단기 강우강도	5	장기 강우강도	5				
4	단기 지역상수(a)											
5	단기 지역상수(b)											
6	단기 지역상수(c)											
7	단기 지역상수(a)											
8	단기 지역상수(b)											
9	단기 지역상수(c)											
10	6차다항식(a)	4.071034	4.143114	4.204476	4.232239	4.314111						
11	6차다항식(b)	-0.61658	-0.61673	-0.61627	-0.61553	-0.61763						
12	6차다항식(c)	-0.03274	-0.03685	-0.04114	-0.04255	-0.04402						
13	6차다항식(d)	0.014615	0.015709	0.016255	0.016661	0.017665						
14	6차다항식(e)	0.003889	0.005191	0.005569	0.007052	0.0077						
15	6차다항식(f)	-0.00288	-0.00344	-0.00401	-0.00423	-0.00458						
16	6차다항식(g)	0.000347	0.000409	0.00047	0.000494	0.000536						
17	관측소번호	2	장단기구분	0	단기 강우강도	5	장기 강우강도	5				
18	단기 지역상수(a)											
19	단기 지역상수(b)											
20	단기 지역상수(c)						4					
21	단기 지역상수(a)											

(다) Huff Sheet: 강우의 시간분포 - 관측소 개수 만큼 행방향으로 작성

① 셀("B3") : 관측소 번호, 셀("D3") : 채택분위

② 4행~7행 : Huff 계수

㉠ 4행 : 1분위 Huff 계수, 5행 : 2분위 Huff 계수, 6행 : 3분위 Huff 계수

㉡ 7행 : 4분위 Huff 계수

$$\text{Huff 회귀식 계수 } Y = a + bx + cx^2 + dx^3 + ex^4 + fx^5 + gx^6$$

여기서, Y : 무차원누가강우량(%), x : 무차원누가지속시간(%), $a \sim g$: Huff 계수

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	[Huff 시간분포]							
2	구분	a	b	c	d	e	f	g
3	관측소번호	1	선택분위	3				
4	1분위	0	0	0	0	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
5	2분위	0	0	0	0	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
6	3분위	16.50333395	-3.698438599	0.281106089	-0.008917713	1.42E-04	-1.05E-06	2.91E-09
7	4분위	0	0	0	0	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
8	관측소번호	2	선택분위	3				
9	1분위	0	0	0	0	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
10	2분위	0	0	0	0	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
11	3분위	0.082702662	0.109075653	0.080225133	-0.004597793	1.09E-04	-1.08E-06	3.78E-09
12	4분위	0	0	0	0	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
13	관측소번호	3	선택분위	3				
14	1분위	0	0	0	0	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
15	2분위	0	0	0	0	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
16	3분위	0.114418006	0.199299292	0.060883711	-0.00351195	8.58E-05	-8.65E-07	3.05E-09
17	4분위	0	0	0	0	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								

(라) ARF Sheet: 면적감소계수 - 횡방향으로 재현기간, 열방향으로 지속기간 작성

$$\text{면적 환산계수: } ARF = 1 - M \cdot \exp^{-[a \cdot A^b]^{-1}}$$

여기서 A 는 유역면적(km²), M , a , b 는 회귀상수이다.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	[ARF]									
2	재현기간	매개변수	60	120	240	360	540	720	1080	1440
3	30	M	1.0390	1.0375	1.3700	1.4900	1.6500	0.9624	0.8350	1.5238
4		a	0.1500	0.1500	0.1454	0.1494	0.1500	0.1488	0.1470	0.1491
5		b	0.2927	0.2625	0.2000	0.1774	0.1625	0.1991	0.1980	0.1443
6	50	M	1.0450	1.0233	1.3594	1.5000	1.5500	0.9705	0.8450	1.4241
7		a	0.1500	0.1500	0.1492	0.1494	0.1490	0.1492	0.1450	0.1487
8		b	0.2927	0.2663	0.1990	0.1774	0.1690	0.2000	0.2010	0.1500
9	80	M	1.0480	1.0290	1.3502	1.5080	1.5630	0.9892	0.8530	1.4100
10		a	0.1500	0.1500	0.1499	0.1494	0.1490	0.1498	0.1450	0.1487
11		b	0.2939	0.2663	0.1998	0.1774	0.1690	0.1989	0.2010	0.1515
12	100	M	1.0550	1.0320	1.3502	1.3460	1.5520	0.9880	0.8580	1.4150
13		a	0.1500	0.1500	0.1500	0.1499	0.1490	0.1500	0.1450	0.1487
14		b	0.2939	0.2663	0.2000	0.1880	0.1700	0.1994	0.2010	0.1515
15	200	M	1.0463	1.0300	1.3686	1.3100	1.5550	0.9880	0.8630	1.4250
16		a	0.1500	0.1500	0.1500	0.1499	0.1490	0.1500	0.1450	0.1487
17		b	0.2974	0.2670	0.2000	0.1911	0.1700	0.2000	0.2010	0.1515
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										

(마) RES Sheet: 저수지 현황 - 저수지 개수만큼 열방향으로 작성

① 3행: 저수지 개수(Control sheet 저수지 개수와 유역기호 동일 작성)

② 4행: 저수지 분석방법

㉠ 1: 여수로제원(D열) 작성

㉡ 2: 방류량(G열), 저수지(H열) 작성

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
저수지 추적 방법	Type 1	여수로제원을 이용하여 웨어공식을 이용한 수위별 방류량 산정(웨어계수가 동일함)													
저수지 수	Type 2	수위별 방류량을 알 경우 내삽을 통한 수위별 방류량 산정													
저수지 분석 방법	22														
저수지 이름	1	저류량	저수위	방류량	저수위	저수지 분석 방법	1	저류량	저수위	방류량	저수위				
초기조건	RES01	여수로 천단표고	319.90	1.04	287.00	저수지 이름	RES02	여수로 천단표고	319.90	1.04	287.00				
	ELEV	여수로 웨어 폭	90.00	8.73	289.00	초기조건	ELEV	여수로 웨어 폭	90.00	8.73	289.00				
	319.90	여수로 웨어계수	0.75	37.83	291.00		319.90	여수로 웨어계수	0.75	37.83	291.00				
STOR : 초기저류량		방류구 모의여부	0	100.45	293.00	STOR : 초기저류량		방류구 모의여부	0	100.45	293.00				
FLOW : 초기방류량		방류구 바닥표고	218.16	295.00		FLOW : 초기방류량		방류구 바닥표고	218.16	295.00					
ELEV : 초기저수위		방류구 단면적	375.52	297.00		ELEV : 초기저수위		방류구 단면적	375.52	297.00					
		오리피스 계수	582.29	299.00				오리피스 계수	582.29	299.00					
			837.58	301.00					837.58	301.00					
		유량 소수점	0	1155.97	303.00			유량 소수점	0	1155.97	303.00				
		수위 소수점	1	1535.98	305.00			수위 소수점	1	1535.98	305.00				
			1995.72	307.00					1995.72	307.00					
			2543.18	309.00					2543.18	309.00					
			3183.30	311.00					3183.30	311.00					
			3926.90	313.00					3926.90	313.00					
			4762.76	315.00					4762.76	315.00					
			5233.41	316.00					5233.41	316.00					
			6288.81	318.00					6288.81	318.00					
			7416.12	319.90					7416.12	319.90					
			7478.53	320.00					7478.53	320.00					
		20개 입력	⇒	8651.46	321.80				20개 입력	⇒	8651.46	321.80			

나. 일괄 입력파일 작성과 자동 계산

Hec-1

Hec1 Input

Select Method

Time

10

1440

10

Start

End

Step

Unit hydrograph

Clark

Routing hydrograph

Muskingum

재현기간 (다중선택)

☒ 2yr
 ☐ 5yr
 ☐ 10yr
 ☐ 20yr
 ☐ 30yr
 ☐ 50yr

전체 선택

전체 해제

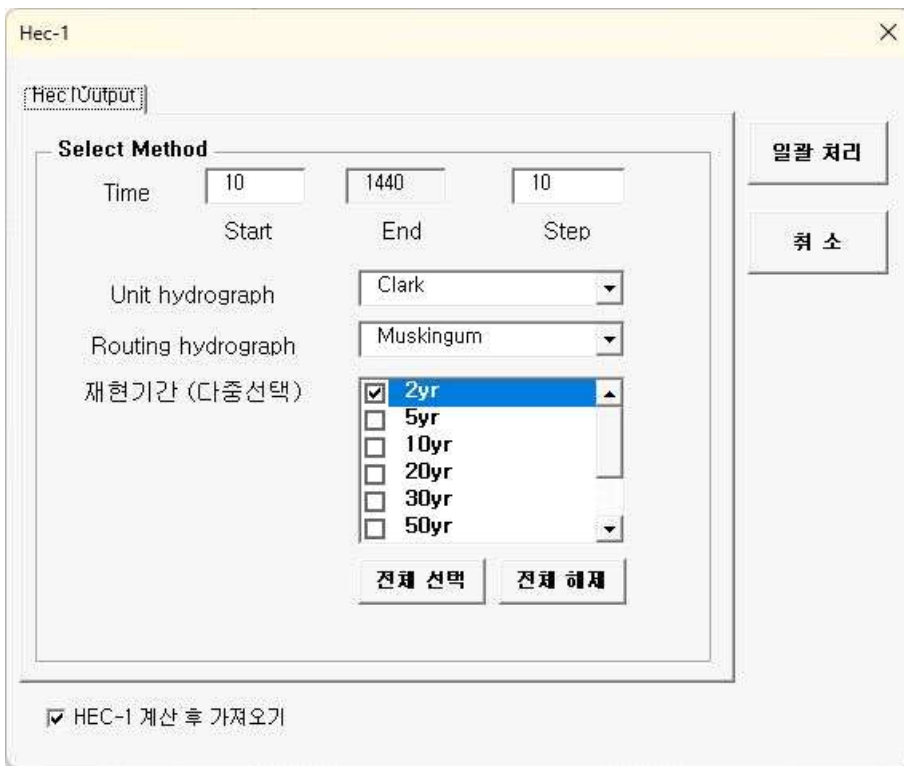
일괄 작성

취 소

☒ 작성 후 계산결과 가져오기

- (1) Time의 Start(시작)와 Step(간격)은 5~1440분 범위의 5분 배수로 입력합니다. End(종료)는 1440분으로 고정됩니다. 기본값은 시작 10분·간격 10분입니다.
- (2) 시작시간부터 지정 간격으로 1440분 이하의 지속시간을 계산합니다. 예: 시작 10분·간격 30분은 10, 40, ..., 1420분입니다. 시작 또는 간격이 10분의 배수가 아니면 내부 계산간격은 5분, 둘 다 10분의 배수이면 10분입니다.
- (3) Unit hydrograph에서 Clark·SCS·SNYDER, Routing hydrograph에서 Muskingum·Muskingum cunge를 선택합니다. CONTROL 시트의 해당 매개변수를 먼저 확인합니다.
- (4) 재현기간 목록에서 필요한 빈도를 하나 이상 선택합니다. 전체 선택·전체 해제를 사용할 수 있으며, 목록은 INTENSITY 시트의 계획빈도를 따릅니다.
- (5) 작성 후 계산·결과 가져오기를 체크하고 일괄 작성을 누르면 입력 작성→HEC-1 계산→결과 정리를 이어서 수행합니다. 체크를 해제하면 입력파일만 작성합니다.
- (6) 입력 엑셀 폴더 아래에 재현기간별 날짜·시각 폴더를 만들고 HEC1.EXE를 자동 복사합니다. DAT, HEC1_ND.BAT, 작업조건 파일 WaterSolution_HEC1.txt가 생성되며, 계산 후 OUT이 생성됩니다. D번호는 내부 계산간격에 대한 순번이며, 5분 계산 파일에는 _T005가 붙습니다.

2.3.2 HEC-1 출력 정리



하천기본계획 > 홍수량 산정 > HEC-1 출력 정리를 선택하고 결과를 기록할 입력 엑셀 파일을 엽니다. 입력 작성에 사용한 유역·강우 조건과 같은 파일인지 확인합니다.

- (1) 재현기간을 여러 개 선택하고 시작·간격·단위도를 입력 작성 때와 맞춥니다.
종료는 1440분입니다. 같은 실행 세션에서 작성한 동일 파일은 최근 선택 조건과 결과 폴더를 재사용할 수 있습니다.
- (2) HEC-1 계산 후 가져오기를 체크하면 DAT를 계산한 뒤 OUT을 읽습니다. 이미 계산된 OUT만 정리하려면 체크를 해제합니다. 일괄 처리를 누릅니다.
- (3) 폴더 선택창이 나오면 결과 폴더 또는 재현기간별 하위 폴더를 포함하는 상위 폴더를 선택합니다. 자동으로 찾지 못한 빈도는 해당 폴더를 별도로 선택합니다. 선택한 시작 지속시간·단위도에 맞는 파일이 있어야 합니다.
- (4) 프로그램은 OUT의 정상 종료, 산정지점, 내부 계산간격과 침투값을 확인합니다. 오류 또는 파일 누락 시 안내된 파일을 확인합니다. 계산 경고는 지속시간별 결과의 계산 경고 열과 원본 OUT에서 검토합니다.
- (5) 재계산할 기존 OUT은 .OUT.previous로 보관합니다. 결과 반영 전 입력 엑셀

의 _HEC1백업_ 사본을 만들고, 결과를 입력 엑셀에 저장합니다. 같은 재현 기간을 다시 처리하면 해당 빈도 결과가 갱신되므로 필요한 지속시간 범위를 모두 선택합니다.

2.3.3 HEC-1 결과 집계 및 수문곡선

홍수량 요약

첨두홍수량: m³/s | 임계지속시간: 분 | 동일 첨두값은 가장 긴 지속시간을 표시합니다.

산정지점	10년 첨두홍수량	10년 임계지속시간	20년 첨두홍수량	20년 임계지속시간	30년 첨두홍수량	30년 임계지속시간
SDJE0	5.96	1430	16.25	200	17.52	200
SDJE1	4.19	1430	11.32	200	12.22	200
SDJE2	1.61	1435	4.41	200	4.75	200

그림은 기능 확인용 예제 결과입니다. 일부 지속시간만 계산한 값이므로 설계값으로 사용하지 않습니다.

홍수량 요약: 산정지점별로 재현기간마다 첨두홍수량(m³/s)과 임계지속시간(분)을 함께 표시합니다. 처리된 지속시간 중 최대 첨두값을 선택하며, 동일한 첨두값이 여러 개이면 가장 긴 지속시간을 표시합니다.

지속시간별 결과: 재현기간, 산정지점, 지속시간, 첨두홍수량, 단위도, 원본 OUT 경로, 내부 시간간격, 계산 경고를 한 표에 정리합니다. 필터로 빈도와 지점을 선택하고 원본 OUT과 대조합니다.

하천기본계획 > 홍수량 산정 > HEC-1 결과 집계에서 결과 엑셀을 선택하면 지속시간별 결과를 바탕으로 홍수량 요약을 다시 작성하고 저장합니다. 이 작업은 HEC-1을 재계산하지 않습니다.

현재 집계는 각 지점의 실제 첨두값과 임계지속시간을 유지합니다. 5단위 올림이나 다른 지점의 큰 값으로 덮어쓰는 처리는 하지 않습니다. 표시 자릿수와 저장된 수치의 정밀도는 구분하여 확인합니다.

이전 형식의 결과 시트는 통합 처리 후 숨겨질 수 있습니다. 기존 형식만 있는 파일의 결과 집계는 빈도별첨두홍수량을 작성합니다. 신규 작업은 통합된 세 결과 시트로 검토합니다.

가. 수문곡선 조회와 결과 확인

수문곡선 조회

재현기간(년)

100

산정지점

SDJE0

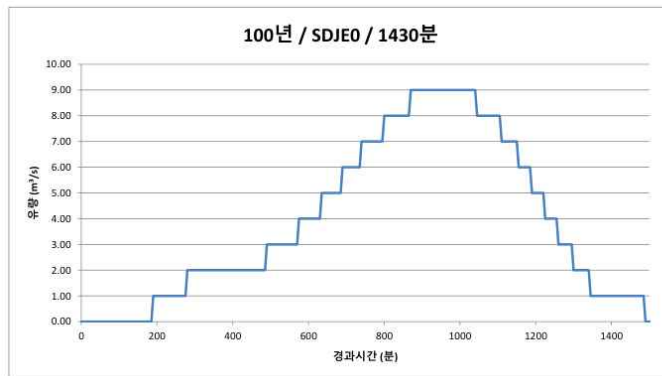
지속시간(분)

1430

수문곡선 조회

값을 선택한 뒤 [수문곡선 조회]를 누르세요. OUT 표에 표시된 유량을 사용하여 침투값과 표시 정밀도가 다를 수 있습니다.

경과시간(분)	유량(m ³ /s)
0	0.00
5	0.00
10	0.00
15	0.00
20	0.00
25	0.00
30	0.00
35	0.00
40	0.00
45	0.00
50	0.00
55	0.00
60	0.00
65	0.00
70	0.00
75	0.00
80	0.00
85	0.00
90	0.00
95	0.00
100	0.00
105	0.00
110	0.00
115	0.00



수문곡선 시트에서 B2 재현기간(년), B3 산정지점, B4 지속시간(분)을 선택하고 수문곡선 조회를 누릅니다. 선택한 조합의 OUT에서 시간별 유량을 읽어 표와 그래프를 표시합니다.

원본 OUT 경로가 필요하므로 결과 엑셀과 함께 계산 폴더를 보관합니다. 해당 조합의 파일이 없으면 폴더를 확인하고 다시 가져옵니다. 이전 OUT에 시간별 유량 표가 없으면 새 입력 작성 후 계산해야 수문곡선을 표시할 수 있습니다.

수문곡선은 OUT의 시간별 유량 표를 사용합니다. OUT 침투값과 표의 표시 정밀도가 달라 그래프 최대값과 요약 침투값이 다를 수 있습니다.

결과 확인: 선택한 재현기간·산정지점·지속시간이 모두 포함되었는지, 내부 계산 간격이 입력 조건과 같은지, OUT의 정상 종료와 경고를 확인합니다. 임계지속시간은 실제 계산한 범위 안에서 정해지므로 필요한 범위를 충분히 계산합니다.

입력 시트의 유역면적·CN·도달시간·저류상수·하도 및 저수지 조건, 강우강도식 계수·Huff 분위·ARF를 검토합니다. 입력 5개 시트는 유지되며 결과 파일의 수치와 원본 OUT을 대조한 후 적용합니다.

2.4 측량 야장

본 Water Solution은 아래와 같은 엑셀형식으로 야장을 작성하면 손쉽게 종횡단 및 HEC-RAS 구축할 수 있게 프로그래밍 되었다.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2											
3	하천명	소양천									
4	점간거리	: 100 m									
5		단면번호			거리	단면별누가	EL.m	제방	구조물		
6	No.	0			0.00	0.00	43.89				
7					30.00	30.00	43.89				
8					40.00	40.00	43.19	1			
9					83.30	83.30	34.29				
10					89.00	89.00	34.59				
11					91.40	91.40	35.29				
12					96.00	96.00	35.29				
13					99.30	99.30	35.29				
14					102.00	102.00	36.29				
15					118.00	118.00	37.59				
16					137.80	137.80	43.59				
17					139.50	139.50	44.59	2			
18					190.00	플러스 축점 기	40.69				
19	No.	0	+	42	0.00	0.00	42.24				
20					31.00	31.00	42.44				
21					34.00	34.00	45.24				
22					42.00	42.00	45.54	1			
23					100.70	100.70	44.34				
24					102.00	102.00	44.34				
25					102.00	102.00	45.54	2			
26					106.00	106.00	45.34				
27					110.00	110.00	44.94				
28					116.50	116.50	44.94				
29					126.50	126.50	44.94				
30	END										
31											
32											
33											

2.4.1 야장 서식

위와 같은 엑셀파일이 생성된다.

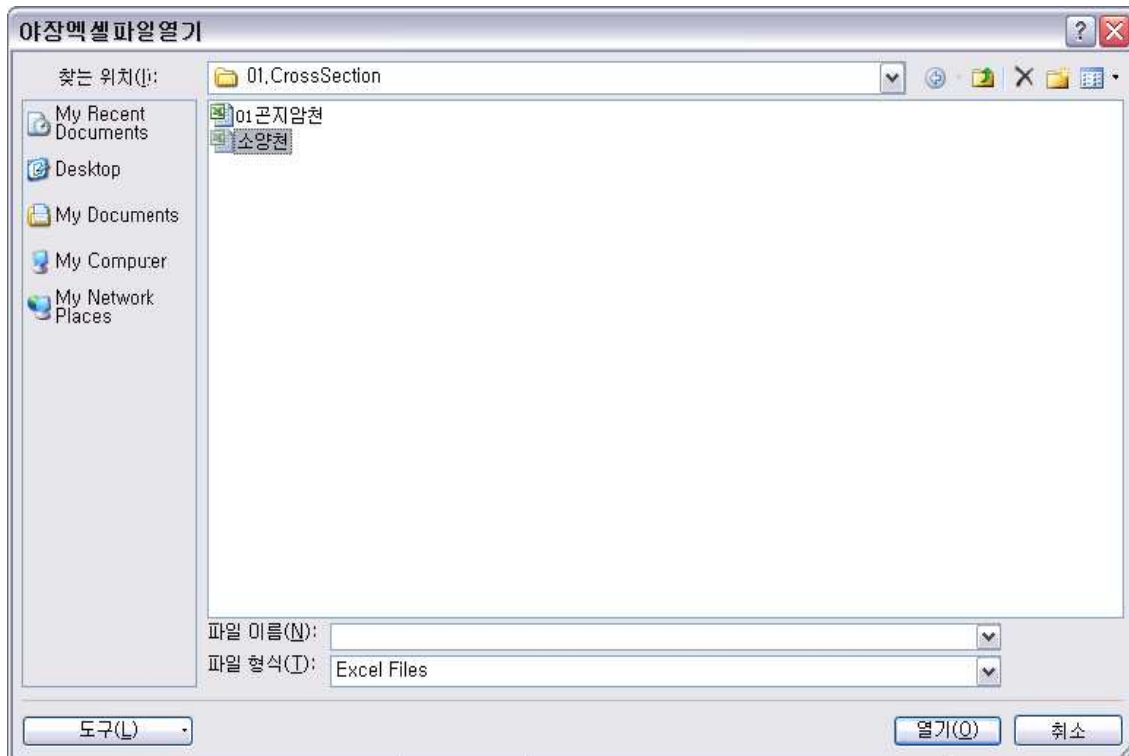
2.4.2 종단 야장

종횡단, Ras 구축에 필요한 과정이며, Sheet("야장")의 값을 기본으로 Sheet("종단")값을 결정한다. 점간거리와 누가거리는 Sheet("종단")에서 임의로 수정하여 종·횡단 HEC-RAS 구축할 수 있으며, 일제관측수위와, 계획홍수위를 수록하면 종·횡단 수위 표현이 가능하다.

(1) 하천기본계획 > 종단 야장선택



야장형식의 엑셀파일 선택 > 확인 클릭

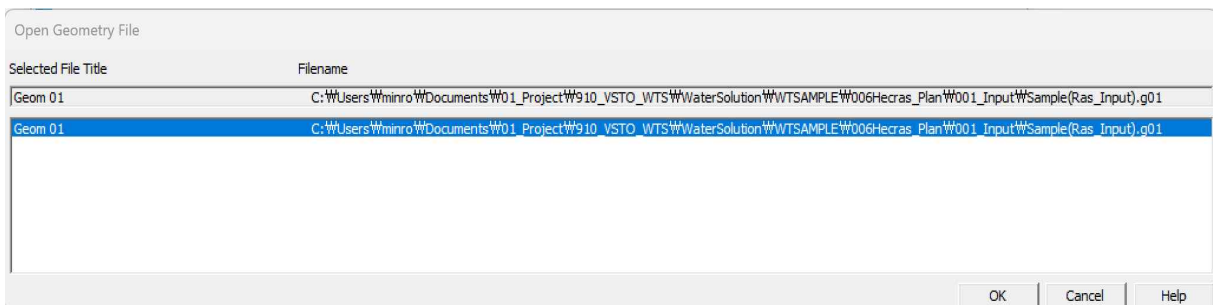
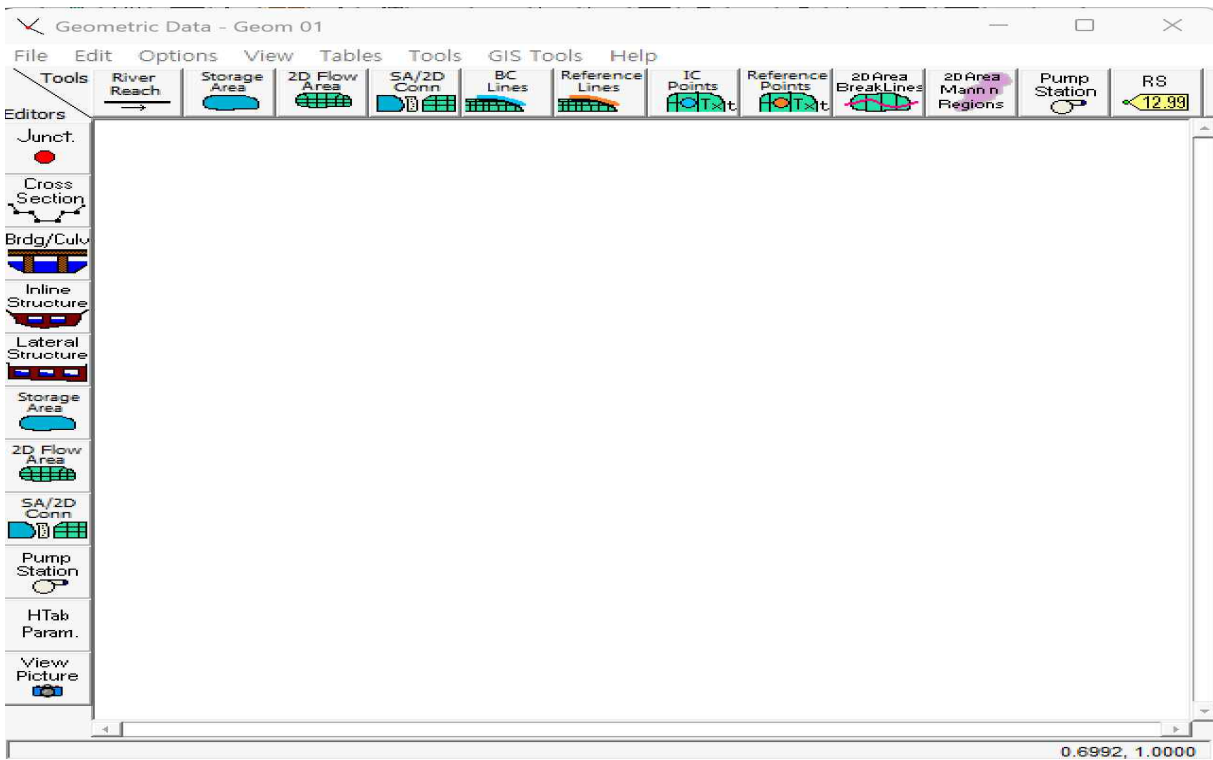
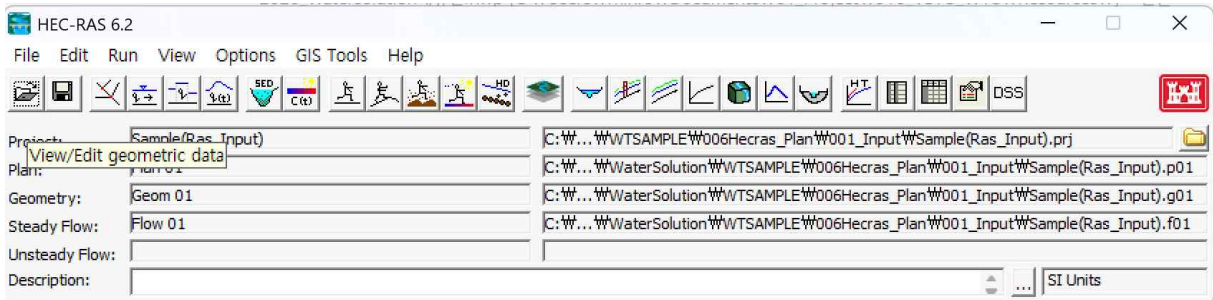


위의 그 결과는 엑셀파일에 새로운Sheet("종단")에 생성되며 다음과 같다.

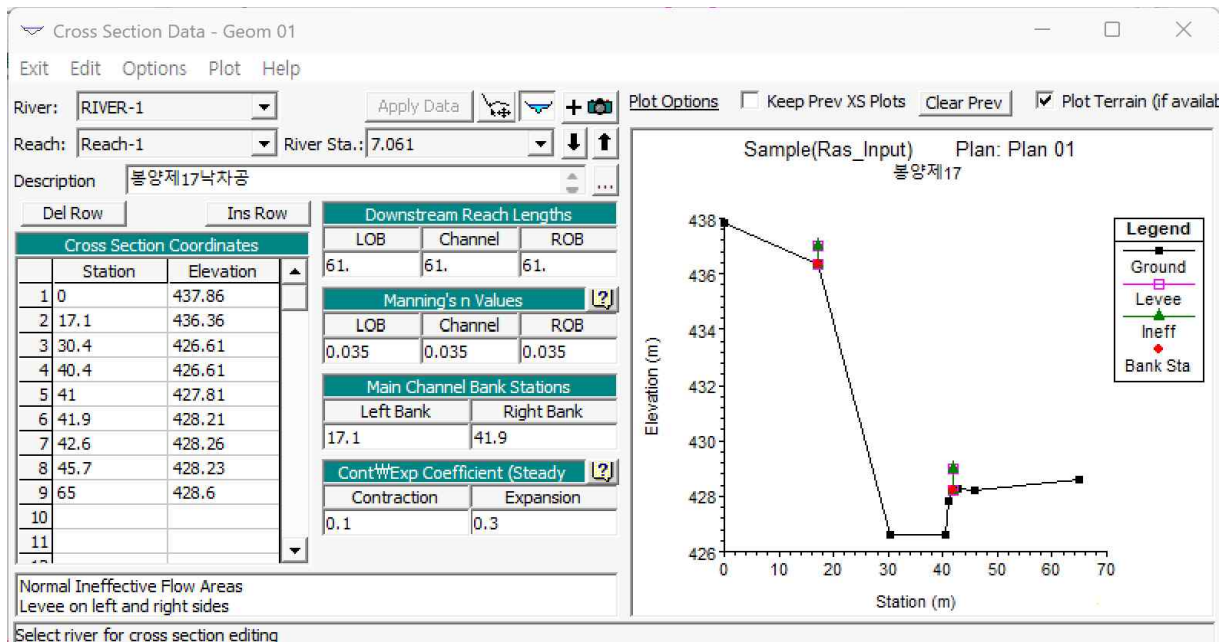
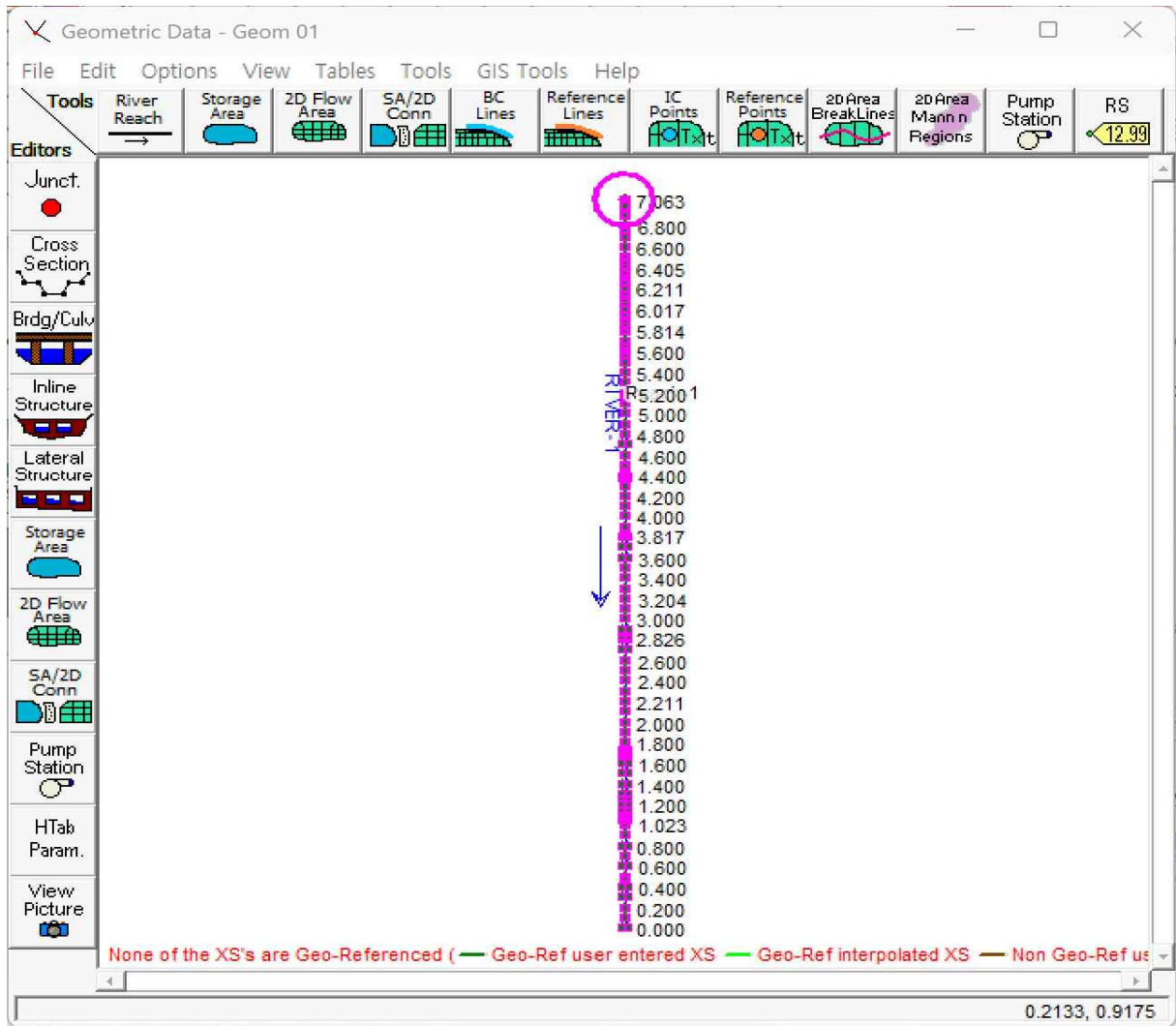
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2															
3															
4	단면번호				점간거리	누가거리	최심고	좌제방고	우제방고	하천폭	측점수	일제관측수위	계획홍수위	구조물명	교폭
5		0 +		0	0	0	63.56	70.68	69.36	81.23	44				
6		0 +		60	60	60	64.66	69.8	69.35	56.28	37			제1낙차공 하단	
7		0 +		74	14	74	65.86	69.8	69.35	56.28	36			제1낙차공 상단	
8		0 +		95	21	95	65.36	70.04	70.04	45	43			신촌교	7
9		0 +		100	5	100	65.45	69.87	70.04	46.64	40				
10		0 +		200	100	200	65.31	70.84	70.82	46.79	38				
11		0 +		300	100	300	66.42	70.17	71.53	55.68	43				
12		0 +		400	100	400	68.55	71.57	72.32	54.04	49				
13		0 +		500	100	500	69.05	72.53	73.46	59.15	53				
14		0 +		600	100	600	69.3	73.6	74.54	56.68	42				
15		0 +		700	100	700	70	76.24	73.34	40.73	46				
16		0 +		774	74	774	69.95	76.64	76.64	40.8	66			산주교	6.5
17		0 +		800	26	800	70	87.94	76.96	70.58	33				
18		0 +		815	15	815	70.38	87.69	77.21	75.17	23			제2낙차공 하단	
19		0 +		817	2	817	72.08	87.69	77.21	75.17	22			제2낙차공 상단	
20		0 +		900	83	900	72.6	87.25	82.08	116.44	48				
21		1 +		0	100	1000	72.99	76.15	81.76	50.53	33				
22		1 +		100	100	1100	74.66	79.02	77.03	83.49	33				
23		1 +		200	100	1200	76.14	81.97	79.53	120.85	35				
24		1 +		300	100	1300	76.14	81.99	81.88	92.57	42				
25		1 +		400	100	1400	75.17	97.76	81.72	99.66	26				
26		1 +		500	100	1500	75.66	100.75	81.18	66.21	28				
27		1 +		600	100	1600	78.66	84.21	83.45	74.3	41				
28		1 +		604	4	1604	79.69	84.3	83.45	72.57	21			제3낙차공 하단	
29		1 +		606	2	1606	79.89	84.3	83.45	72.57	21	100	100	제3낙차공 상단	
30		1 +		700	94	1700	79.12	85.02	85.02	71.93	37	100	100		
31		1 +		800	100	1800	81.18	85.92	85.92	70.18	38	100	100		
32		1 +		900	100	1900	81.95	87.12	87.12	82.52	35	100	100		
33		1 +		985	85	1985	83.81	88.53	88.53	66.07	35	100	100	제1여울보 하단	

Sample(Ras_Input).p01.computeMsgs	txt	119	2026-04-05 10:24 -a--
Sample(Ras_Input).g01	hdf	9,184	2026-04-05 10:24 -a--
Sample(Ras_Input)	xlsx	67,166	2023-10-19 16:44 -a--
Sample(Ras_Input)	prj	554	2026-04-05 10:24 -a--
Sample(Ras_Input)	p01	5,847	2026-04-05 10:24 -a--
Sample(Ras_Input)	g01	113,470	2026-04-05 10:24 -a--
Sample(Ras_Input)	f01	275	2026-04-05 10:24 -a--

(4) HEC-RAS에서 View/Edit geometric data> File >open geometry data > 해당파일 선택



(5) HEC-RAS에서 Cross section data이 생성

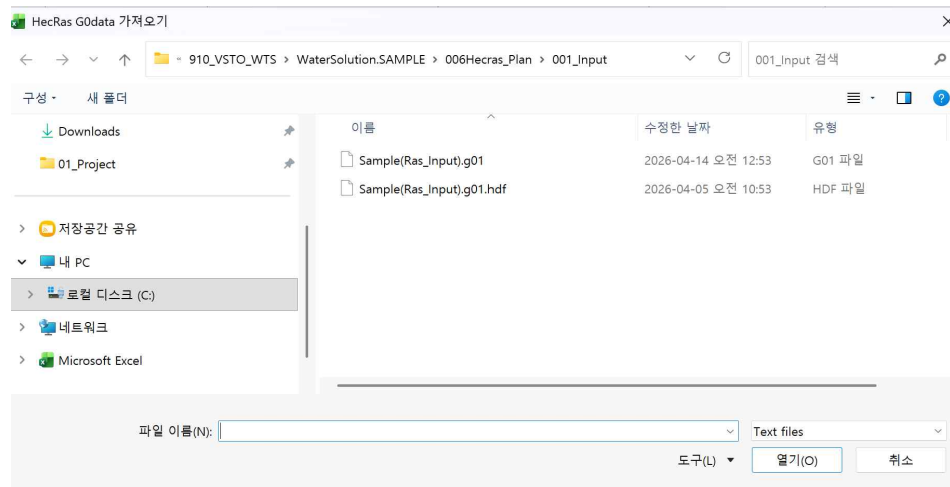


측량 횡단면도를 기준으로 앞서 구축한 HEC-RAS로 개수전 홍수위를 산정한 후 개수계획을 수립하기 위하여 계획횡단면도 기준으로 HEC-RAS를 구축하여 개수후 홍수위를 산정한다. 개수후 홍수위는 첫번째가 교량의 상판을 올려 제방능력검토를 실시하고 통수단면이 부족한 구간에 대하여 두 번째로 측량 횡단면도를 계획횡단면도 변경하여 산정한다.

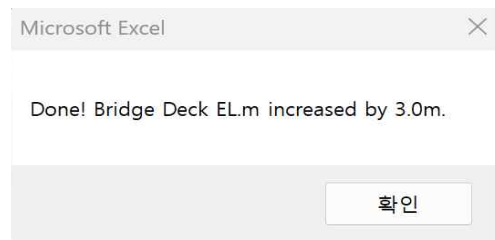
이러한 과정을 비교적 간단하게 적용할 수 있도록 WaterSolution을 프로그래밍 하였다.

The screenshot shows the Hec-Ras software window. The 'Channel_Planning' tab is active, and the 'Output_Data' sub-tab is selected. In the 'Select Method' section, the 'Lifting Bridge' option is chosen with a radio button. Below it, the 'Change Geometry' option is available. To the right of the window, there are two buttons: '확인' (Confirm) and '취소' (Cancel).

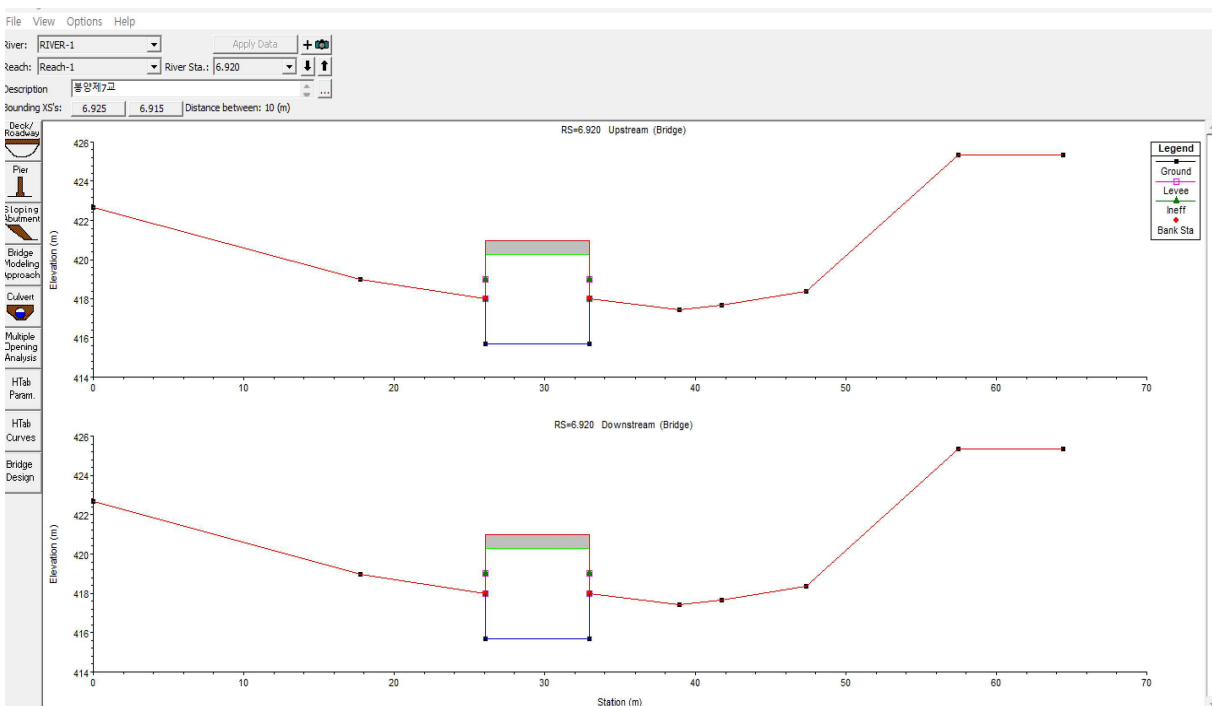
(3) 확장자 G0data 선택



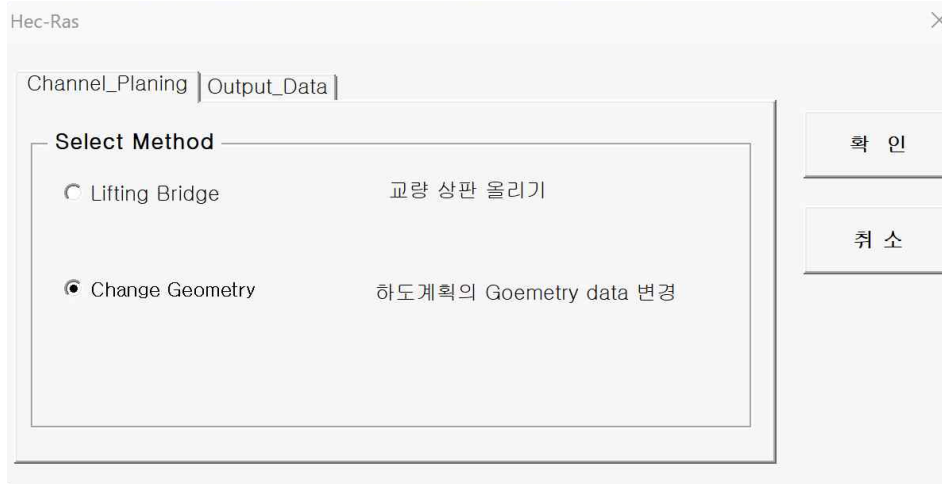
(4) 교량 상판 3.0m 들어올린 완료창 활성화



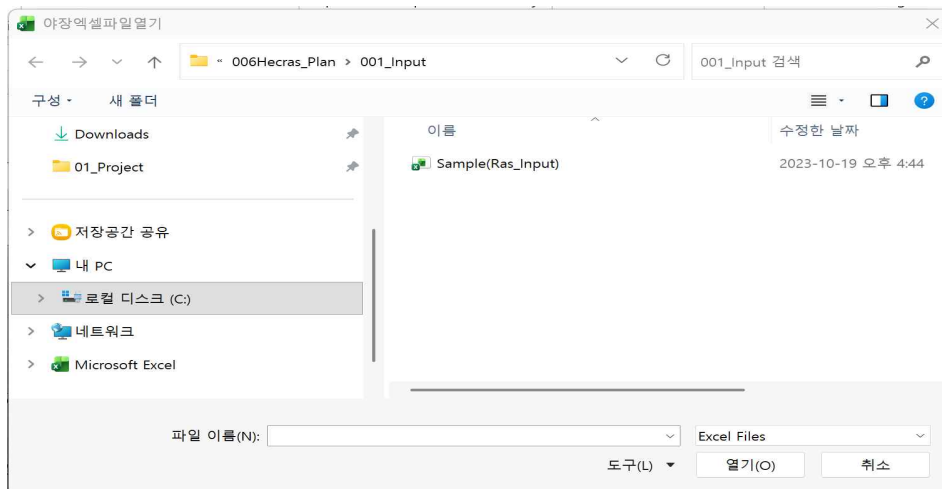
(5) 교량 지점의 슬래브 3.0m 들어올린 결과 확인



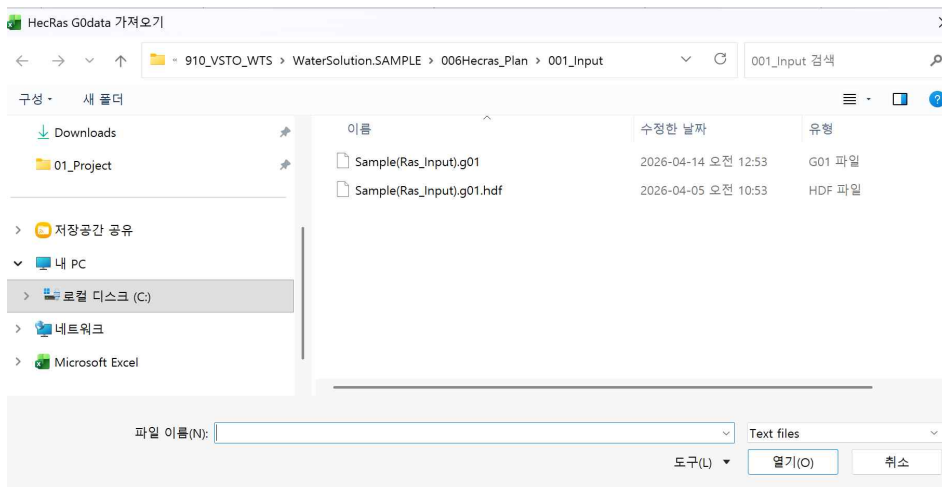
(6) Change Geometry선택 > 확인 버튼 클릭



(7) 개수계획의 횡단야장 선택 > 열기선택



(8) 확장자 G0data 선택 후 라스실행 홍수위 산정



2.5.3 HEC-RAS 결과 정리

하천기본계획 수립지침(2025.12, 환경부)에 따르면 "하도의 특성 등으로 인하여 상류 계산홍수위(A 단면)가 하류 계산홍수위(B단면)보다 낮게 산정되는 경우에는 일정구간의 홍수위 수변경사(A+1 단면과 B-1 단면)의 계산홍수위 수면경사를 기준으로 상류 계산홍수위를 보정한다."라고 명시하고 있어 본 WaterSolution에서는 하천 구조물인 교량과 보 및 낙차공의 각각의 측점에서 가장 수위가 높은 것을 구조물의 수위로 채택하고 상류의 수위가 낮은 측점은 선형보간 하였다.

이를 위해 하천구조물인 교량과 보 및 낙차공을 아래와 같이 HEC-RAS의 Cross Section Data, Bridge Culvert data 및 Inline Structure data의 Description란에 구조물명을 명시하여야 하고, 다른 측점에 위치한 구조물명은 중복되지 않도록 유의해야 한다.

또한 교량의 세굴평가를 위한 기초자료를 HEC-RAS에서 가져올 수 있도록 프로그래밍 하였다.

하천설계기준에 따르면 조석의 영향이 없는 경우 홍수사상의 선정기준은 다음과 같다.

- 100년 빈도 홍수량이 $200\text{m}^3/\text{s}$ 미만의 경우 50년 빈도 이상의 홍수사상
- 100년 빈도 홍수량이 $200\text{m}^3/\text{s}$ 이상 ~ $2,000\text{m}^3/\text{s}$ 미만의 경우 100년 빈도 이상의 홍수사상
- 100년 빈도 홍수량이나 기왕최대 홍수량이 $2,000\text{m}^3/\text{s}$ 이상일 경우에는 500년 빈도의 홍수량

홍수사상 선정 시 500년 빈도 홍수량을 결정하기 어려운 경우에는 100년 빈도 홍수량의 1.7배 유량을 500년 빈도 홍수량으로 사용할 수 있다.

따라서 교량세굴검토 자료를 위해서는 100년 빈도 홍수량이 $200\text{m}^3/\text{s}$ 미만일 경우 50년 빈도 홍수량, $2,000\text{m}^3/\text{s}$ 이상일 경우 500년 빈도 홍수량이 HEC-RAS에 입력되어 있어야 된다.



가. HEC-RAS Output data 가져오기

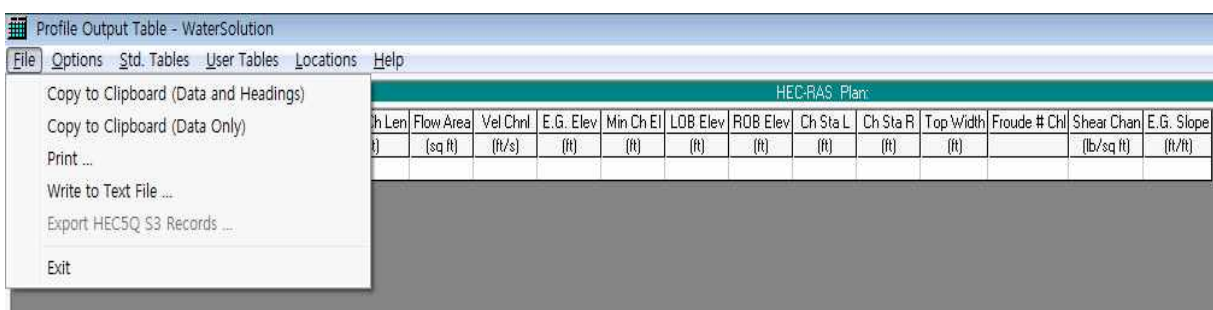
(1) 아래와 같이 HEC-RAS 상에서 Profile Output Table 작성(Profile은 1개 이상)

-Table Column Heading

:Q Total, W.S.Elev, Cum Ch Len, Flow Area, Vel Chnl, E.G.Elev, Min Ch El, LOB Elev, ROB Elev, Ch Sta L, Ch, Sta R, Top Width, Froude#Chl, Shear Chan, E.G.Slope으로 순서 일치

File Options Std. Tables User Tables Locations Help																	
HEC-RAS Plan																	
Reach	River Sta	Profile	Q Total	W.S. Elev	Cum Ch Len	Flow Area	Vel Chnl	E.G. Elev	Min Ch El	LOB Elev	ROB Elev	Ch Sta L	Ch Sta R	Top Width	Froude # Chl	Shear Chan	E.G. Slope
			(cfs)	(ft)	(ft)	(sq ft)	(ft/s)	(ft)	(ft)	(ft)	(ft)	(ft)	(ft)	(ft)		(lb/sq ft)	(ft/ft)

(2) 아래와 같이 HEC-RAS 상에서 Text File 생성



Profile Output Table - WaterSolution																
HEC-RAS Plan: Plan 01 River: ks_river Reach: Reach-1																
# Rivers = 1																
# Hydraulic Reaches = 1																
# River Stations = 399																
# Plans = 6																
# Profiles = 6																
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	W.S. Elev (m)	Cum Ch Len (m)	Flow Area (m2)	Vel (m/s)	Chnl E.G. Elev (m)	Min Ch El (m)	LOB Elev (m)	ROB Elev (m)	Ch Sta L (m)	Ch Sta R (m)	Top Width (m)	Froude	Chl She
Reach-1	0.000	30yr	395.00	60.90		187.66	2.10	61.13	57.30	72.92	67.09	50.09	165.48	69.80		0.41
Reach-1	0.000	50yr	435.00	61.08		199.91	2.18	61.32	57.30	72.92	67.09	50.09	165.48	70.71		0.41
Reach-1	0.000	80yr	465.00	61.29		209.00	2.22	61.58	57.30	72.92	67.09	50.09	165.48	71.03		0.42
Reach-1	0.000	100yr	465.00	61.27		213.43	2.25	61.52	57.30	72.92	67.09	50.09	165.48	71.70		0.42
Reach-1	0.000	200yr	530.00	61.47		227.88	2.33	61.74	57.30	72.92	67.09	50.09	165.48	72.75		0.42
Reach-1	0.000	plan	465.00	61.20		209.00	2.22	61.46	57.30	72.92	67.09	50.09	165.48	71.38		0.42
Reach-1	1.000	30yr	395.00	60.98	100.00	169.48	2.33	61.26	58.31	70.72	67.31	49.13	162.60	75.50		0.50
Reach-1	1.000	50yr	435.00	61.16	100.00	182.76	2.39	61.45	58.31	70.72	67.31	49.13	162.60	76.38		0.49
Reach-1	1.000	80yr	465.00	61.29	100.00	192.59	2.41	61.58	58.31	70.72	67.31	49.13	162.60	77.02		0.45
Reach-1	1.000	100yr	465.00	61.35	100.00	197.38	2.43	61.65	58.31	70.72	67.31	49.13	162.60	77.33		0.49
Reach-1	1.000	200yr	530.00	61.55	100.00	213.01	2.49	61.86	58.31	70.72	67.31	49.13	162.60	78.34		0.48
Reach-1	1.000	plan	465.00	61.29	100.00	192.59	2.41	61.58	58.31	70.72	67.31	49.13	162.60	77.02		0.49
Reach-1	2.000	30yr	395.00	61.21	200.00	214.34	1.84	61.38	58.35	67.79	67.65	53.75	179.16	93.24		0.39
Reach-1	2.000	50yr	435.00	61.38	200.00	230.69	1.89	61.57	58.35	67.79	67.65	53.75	179.16	94.12		0.38
Reach-1	2.000	80yr	465.00	61.51	200.00	242.79	1.92	61.70	58.35	67.79	67.65	53.75	179.16	94.77		0.38
Reach-1	2.000	100yr	460.00	61.57	200.00	248.70	1.93	61.76	58.35	67.79	67.65	53.75	179.16	95.09		0.38
Reach-1	2.000	200yr	530.00	61.78	200.00	268.04	1.98	61.98	58.35	67.79	67.65	53.75	179.16	96.11		0.38
Reach-1	2.000	plan	465.00	61.51	200.00	242.79	1.92	61.70	58.35	67.79	67.65	53.75	179.16	94.77		0.38
Reach-1	3.000	30yr	395.00	61.28	300.00	188.02	2.10	61.50	57.98	67.67	67.16	52.36	176.41	88.20		0.46
Reach-1	3.000	50yr	435.00	61.45	300.00	203.05	2.14	61.68	57.98	67.67	67.16	52.36	176.41	89.17		0.45
Reach-1	3.000	80yr	465.00	61.51	300.00	214.21	2.17	61.81	57.98	67.67	67.16	52.36	176.41	89.88		0.45
Reach-1	3.000	100yr	460.00	61.63	300.00	219.69	2.18	61.88	57.98	67.67	67.16	52.36	176.41	90.23		0.45
Reach-1	3.000	200yr	530.00	61.83	300.00	237.65	2.23	62.09	57.98	67.67	67.16	52.36	176.41	91.36		0.44
Reach-1	3.000	plan	465.00	61.57	300.00	214.21	2.17	61.81	57.98	67.67	67.16	52.36	176.41	89.88		0.45
Reach-1	4.000	30yr	395.00	61.41	400.00	192.21	2.06	61.63	58.22	67.53	67.21	52.01	173.58	86.85		0.44
Reach-1	4.000	50yr	435.00	61.57	400.00	206.39	2.11	61.80	58.22	67.53	67.21	52.01	173.58	87.79		0.44
Reach-1	4.000	80yr	465.00	61.69	400.00	216.95	2.14	61.93	58.22	67.53	67.21	52.01	173.58	88.48		0.44
Reach-1	4.000	100yr	460.00	61.75	400.00	222.15	2.16	61.99	58.22	67.53	67.21	52.01	173.58	88.82		0.44
Reach-1	4.000	200yr	530.00	61.94	400.00	239.25	2.22	62.19	58.22	67.53	67.21	52.01	173.58	89.92		0.43
Reach-1	4.000	plan	465.00	61.69	400.00	216.95	2.14	61.93	58.22	67.53	67.21	52.01	173.58	88.48		0.44
Reach-1	5.000	30yr	395.00	61.55	500.00	213.02	1.85	61.73	58.81	67.30	67.09	88.38	208.42	87.85		0.38
Reach-1	5.000	50yr	435.00	61.71	500.00	227.17	1.91	61.90	58.81	67.30	67.09	88.38	208.42	88.75		0.38
Reach-1	5.000	80yr	465.00	61.83	500.00	237.88	1.93	62.03	58.81	67.30	67.09	88.38	208.42	89.41		0.38
Reach-1	5.000	100yr	460.00	61.89	500.00	242.86	1.98	62.09	58.81	67.30	67.09	88.38	208.42	89.73		0.38
Reach-1	5.000	200yr	530.00	62.08	500.00	259.88	2.04	62.29	58.81	67.30	67.09	88.38	208.42	90.79		0.38
Reach-1	5.000	plan	465.00	61.83	500.00	237.88	1.96	62.03	58.81	67.30	67.09	88.38	208.42	89.41		0.38
Reach-1	6.000	30yr	395.00	61.59	600.00	164.00	2.41	61.88	59.01	68.26	66.76	43.85	164.29	80.06		0.54
Reach-1	6.000	50yr	435.00	61.74	600.00	176.57	2.46	62.05	59.01	68.26	66.76	43.85	164.29	80.72		0.53
Reach-1	6.000	80yr	465.00	61.85	600.00	185.30	2.48	62.18	59.01	68.26	66.76	43.85	164.29	81.20		0.53
Reach-1	6.000	100yr	460.00	61.92	600.00	190.49	2.52	62.24	59.01	68.26	66.76	43.85	164.29	81.44		0.53
Reach-1	6.000	200yr	530.00	62.10	600.00	205.58	2.58	62.44	59.01	68.26	66.76	43.85	164.29	82.22		0.52
Reach-1	6.000	plan	465.00	61.86	600.00	185.90	2.50	62.18	59.01	68.26	66.76	43.85	164.29	81.21		0.53

위의 그 결과는 Text file 생성되며 다음과 같다.

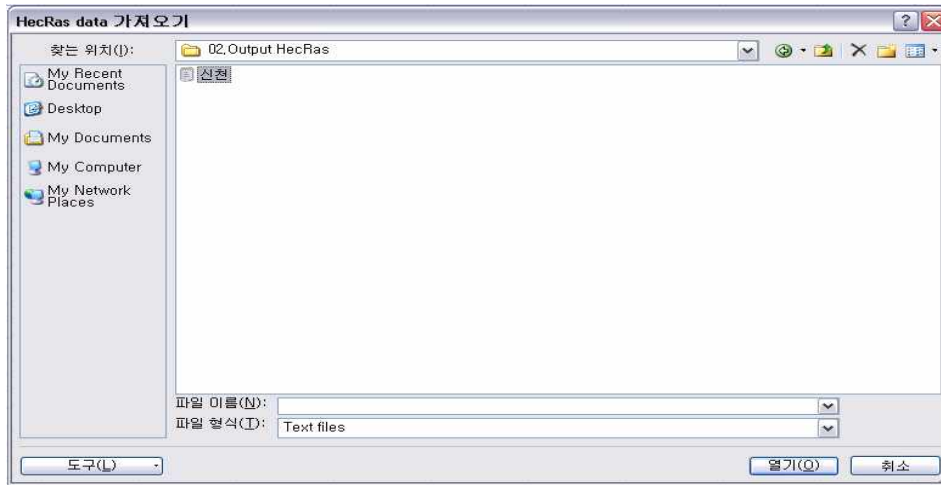
(3) 하천기본계획 > HEC-RAS 결과 정리선택



(4) HEC-RAS Window에 Output Data 선택 > 확인 클릭



(5) HEC-RAS에서 상기 방법으로 만들어진 Text File 선택 > 확인 클릭



위의 그 결과는 새로운 엑셀파일에 "ImportingHecras“, "Frequency Flood Level“, "제방능력검토", "하도수리량", "교량세굴기초조사" 5개의 sheet가 생성되며 그 시트파일 내용은 다음과 같다.

[illegible]

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	[빈도별 홍수위]								
2	River Sta	30yr	50yr	80yr	100yr	200yr	plan	구조물명	
3	0	30.26	30.26	30.26	30.26	30.26	30.26	1낙차	
4	0.058	30.35	30.35	30.35	30.35	30.35	30.35		
5	1	30.42	30.42	30.42	30.42	30.42	30.42		
6	2	30.50	30.50	30.50	30.50	30.50	30.5		
7	2.019	30.90	30.90	30.90	30.90	30.90	30.9		
8	3	31.01	31.01	31.01	31.01	31.01	31.01	2낙차공	
9	4	31.27	31.27	31.27	31.27	31.27	31.27		
10	5	31.57	31.57	31.57	31.57	31.57	31.57		
11	5.027	31.93	31.93	31.93	31.93	31.93	31.93		
12	5.069	32.18	32.18	32.18	32.18	32.18	32.18		
13	6	32.19	32.19	32.19	32.19	32.19	32.19	징검다리1	
14	7	32.31	32.31	32.31	32.31	32.31	32.31		
15	8	32.49	32.49	32.49	32.49	32.49	32.49		
16	9	32.65	32.65	32.65	32.65	32.65	32.65		
17	9.059	32.78	32.78	32.78	32.78	32.78	32.78		
18	10	32.78	32.78	32.78	32.78	32.78	32.78	징검다리1	
19	11	33.01	33.01	33.01	33.01	33.01	33.01		
20	12	33.14	33.14	33.14	33.14	33.14	33.14		
21	13	33.26	33.26	33.26	33.26	33.26	33.26		
22	14	33.36	33.36	33.36	33.36	33.36	33.36		
23	15	33.47	33.47	33.47	33.47	33.47	33.47		
24	16	33.65	33.65	33.65	33.65	33.65	33.65	징검다리1	
25	16.057	33.95	33.95	33.95	33.95	33.95	33.95		
26	17	34.02	34.02	34.02	34.02	34.02	34.02		
27	17.093	34.04	34.04	34.04	34.04	34.04	34.04		
28	18	34.04	34.04	34.04	34.04	34.04	34.04		
29	18.047	34.04	34.04	34.04	34.04	34.04	34.04		
30	19	34.04	34.04	34.04	34.04	34.04	34.04	징검다리1	
31	19.07	34.07	34.07	34.07	34.07	34.07	34.07		
32	20	34.07	34.07	34.07	34.07	34.07	34.07		
< > ImportingHecras Frequency Flood Level 제방능력검토 하도수리량 교량세굴기초자료									

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	[제방능력검토]											
2	측점	누가거리	계획홍수량	최심하상	계획하폭	좌안제방고	우안제방고	기준여유고	계획홍수위	좌안과부족	우안과부족	구조물명
3	0	0.00	240.00	23.07	82.00	33.69	33.12	0.80	30.26	2.63	2.06	1낙차
4	0.058	54.00	240.00	25.45	68.00	35.05	34.22	0.80	30.35	3.90	3.07	
5	1	100.00	240.00	27.07	63.00	35.28	34.68	0.80	30.42	4.06	3.46	
6	2	200.00	240.00	27.46	51.00	35.50	35.23	0.80	30.50	4.20	3.93	
7	2.019	226.99	240.00	27.00	40.00	35.30	35.30	0.80	30.90	3.60	3.60	
8	3	300.00	240.00	27.70	45.00	34.49	34.52	0.80	31.01	2.68	2.71	2낙차공
9	4	400.00	240.00	27.79	46.00	34.69	34.48	0.80	31.27	2.62	2.41	
10	5	500.00	240.00	27.80	45.00	35.04	34.73	0.80	31.57	2.67	2.36	
11	5.027	528.00	240.00	28.05	45.00	35.64	35.44	0.80	31.93	2.91	2.71	
12	5.069	586.98	240.00	28.05	40.00	35.85	35.85	0.80	32.18	2.87	2.87	
13	6	600.00	240.00	28.05	45.00	36.00	35.68	0.80	32.19	3.01	2.69	징검다리1
14	7	700.00	240.00	28.05	37.00	34.88	34.71	0.80	32.31	1.77	1.60	
15	8	800.00	240.00	28.05	37.00	34.81	34.88	0.80	32.49	1.52	1.59	
16	9	900.00	240.00	28.05	44.00	35.99	35.75	0.80	32.65	2.54	2.30	
17	9.059	971.99	240.00	28.05	40.00	36.52	36.52	0.80	32.78	2.94	2.94	
18	10	1,000.00	240.00	28.05	44.00	36.01	35.92	0.80	32.78	2.43	2.34	징검다리1
19	11	1,100.00	240.00	28.05	38.00	35.22	35.18	0.80	33.01	1.41	1.37	
20	12	1,200.00	240.00	28.05	39.00	35.53	35.26	0.80	33.14	1.59	1.32	
21	13	1,300.00	240.00	28.05	39.00	35.71	35.38	0.80	33.26	1.65	1.32	
22	14	1,400.00	240.00	28.05	39.00	35.76	35.55	0.80	33.36	1.60	1.39	
23	15	1,500.00	240.00	28.05	39.00	36.31	36.03	0.80	33.47	2.04	1.76	징검다리1
24	16	1,617.98	240.00	28.05	40.00	37.45	37.45	0.80	33.65	3.00	3.00	
25	16.057	1,658.00	240.00	28.05	43.00	35.39	36.10	0.80	33.95	0.64	1.35	
26	17	1,700.00	240.00	27.05	41.00	35.37	35.34	0.80	34.02	0.55	0.52	
27	17.093	1,798.00	190.00	28.05	31.00	36.38	36.38	0.60	34.04	1.74	1.74	
28	18	1,800.00	190.00	28.05	26.00	36.38	36.38	0.60	34.04	1.74	1.74	징검다리1
29	18.047	1,847.00	190.00	28.05	21.00	35.04	35.04	0.60	34.04	0.40	0.40	
30	19	1,900.00	190.00	28.05	21.00	35.04	35.04	0.60	34.04	0.40	0.40	
31	19.07	1,970.00	190.00	28.05	21.00	35.04	35.04	0.60	34.07	0.37	0.37	
32	20	2,000.00	190.00	28.88	21.00	35.28	35.28	0.60	34.07	0.61	0.61	
제방능력검토 하도수리량 교량세굴기초자료												

제2장 하천기본계획

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	[하도수리량]														
2	River Sta	Q Total	CUM LEN	LOB Elev	ROB Elev	EG_Elev	Vel_Chnl	Shear_Ch	Top_Width	Flow_Area	Eg_Slope	Froude_Ch	Cro_Width	Min Elev	구조물명
3	0	240.00	0.00	33.69	33.12	30.28	0.70	2.54	68.91	344.60	0.10	0.1	82	23.07	
4	0.058	240.00	54.00	35.05	34.22	30.30	1.00	5.56	54.17	240.92	0.15	0.1	68	25.45	1낙차
5	1	240.00	100.00	35.28	34.68	30.72	2.39	39.95	48.48	100.36	0.53	0.5	63	27.07	
6	2	240.00	200.00	35.50	35.23	31.10	3.42	83.54	35.97	70.14	0.78	0.7	51	27.46	
7	2.019	240.00	226.99	35.30	35.30	31.26	2.66	45.88	33.27	90.12	0.52	0.5	40	27	
8	3	240.00	300.00	34.49	34.52	31.46	2.97	60.99	36.63	80.70	0.64	0.6	45	27.7	
9	4	240.00	400.00	34.69	34.48	31.78	3.15	66.96	32.88	76.26	0.66	0.6	46	27.79	
10	5	240.00	500.00	35.04	34.73	32.09	3.20	68.73	31.15	74.92	0.66	0.6	45	27.8	
11	5.027	240.00	528.00	35.64	35.44	32.30	2.71	49.86	36.00	88.71	0.55	0.5	45	28.05	2낙차공
12	5.069	240.00	586.98	35.85	35.85	32.44	2.26	32.49	35.46	106.04	0.42	0.4	40	28.05	
13	6	240.00	600.00	36.00	35.68	32.47	2.35	35.27	35.33	101.98	0.44	0.4	45	28.05	
14	7	240.00	700.00	34.88	34.71	32.62	2.48	39.23	33.14	96.96	0.46	0.4	37	28.05	
15	8	240.00	800.00	34.81	34.88	32.76	2.33	34.19	33.40	103.13	0.42	0.4	37	28.05	
16	9	240.00	900.00	35.99	35.75	32.87	2.10	26.60	33.07	114.30	0.36	0.3	44	28.05	
17	9.059	240.00	971.99	36.52	36.52	33.05	2.31	33.95	34.73	103.84	0.43	0.4	40	28.05	
18	10	240.00	1,000.00	36.01	35.92	33.11	2.52	40.69	32.47	95.05	0.47	0.4	44	28.05	
19	11	240.00	1,100.00	35.22	35.18	33.25	2.18	30.56	37.94	110.15	0.41	0.4	38	28.05	
20	12	240.00	1,200.00	35.53	35.26	33.37	2.11	28.49	37.98	113.59	0.39	0.3	39	28.05	
21	13	240.00	1,300.00	35.71	35.38	33.48	2.07	27.31	38.30	115.73	0.38	0.3	39	28.05	
22	14	240.00	1,400.00	35.76	35.55	33.58	2.07	27.27	38.07	115.75	0.38	0.3	39	28.05	
23	15	240.00	1,500.00	36.31	36.03	33.68	2.01	25.33	37.97	119.47	0.36	0.3	39	28.05	
24	16	240.00	1,617.98	37.45	37.45	33.84	1.95	23.05	35.28	123.22	0.33	0.3	40	28.05	
25	16.057	240.00	1,658.00	35.39	36.10	34.08	1.59	15.48	42.95	150.64	0.27	0.2	43	28.05	징검다리1
26	17	240.00	1,700.00	35.37	35.34	34.10	1.20	7.98	41.25	199.73	0.17	0.1	41	27.05	
27	17.093	190.00	1,798.00	36.38	36.38	34.12	1.25	8.60	30.70	152.60	0.18	0.1	31	28.05	인동교
28	18	190.00	1,800.00	36.38	36.38	34.13	1.51	12.85	26.06	126.18	0.22	0.2	26	28.05	
29	18.047	190.00	1,847.00	35.04	35.04	34.14	1.51	11.28	21.00	125.54	0.20	0.2	21	28.05	
30	19	190.00	1,900.00	35.04	35.04	34.16	1.51	11.21	21.00	125.89	0.20	0.2	21	28.05	
31	19.07	190.00	1,970.00	35.04	35.04	34.18	1.50	11.12	21.00	126.34	0.20	0.2	21	28.05	
32	20	190.00	2,000.00	35.28	35.28	34.22	2.04	21.30	20.24	93.25	0.30	0.3	21	28.88	

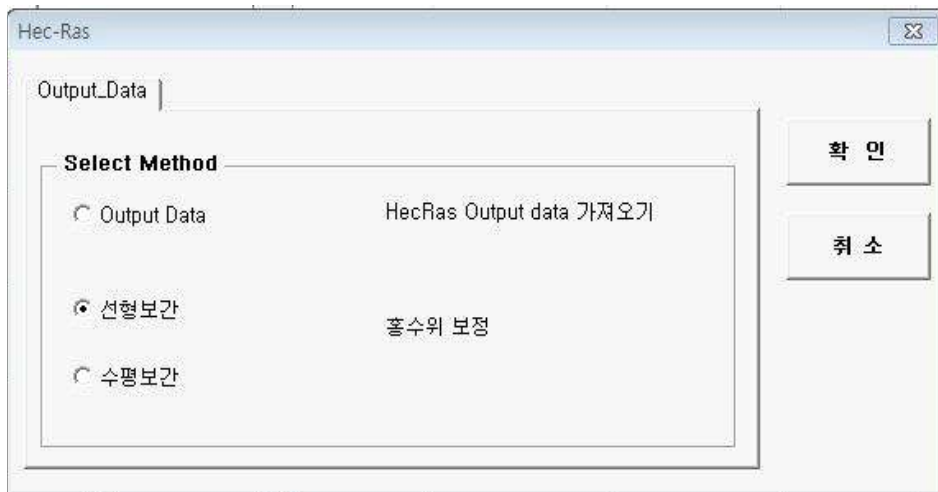
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	[교량세굴기초자료]								
2	River Sta	Q Total	평균수심	Flow_Area	Top_Width	Shear_Ch	Froude_Ch	Vel_Chnl	
3	0	240	5	344.6	68.91	2.54	0.1	0.7	
4	0.058	240	4.45	240.92	54.17	5.56	0.1	1	
5	1	240	2.07	100.36	48.48	39.95	0.5	2.39	
6	2	240	1.95	70.14	35.97	83.54	0.7	3.42	
7	2.019	240	2.71	90.12	33.27	45.88	0.5	2.66	
8	3	240	2.2	80.7	36.63	60.99	0.6	2.97	
9	4	240	2.32	76.26	32.88	66.96	0.6	3.15	
10	5	240	2.41	74.92	31.15	68.73	0.6	3.2	
11	5.027	240	2.46	88.71	36	49.86	0.5	2.71	
12	5.069	240	2.99	106.04	35.46	32.49	0.4	2.26	
13	6	240	2.89	101.98	35.33	35.27	0.4	2.35	
14	7	240	2.93	96.96	33.14	39.23	0.4	2.48	
15	8	240	3.09	103.13	33.4	34.19	0.4	2.33	
16	9	240	3.46	114.3	33.07	26.6	0.3	2.1	
17	9.059	240	2.99	103.84	34.73	33.95	0.4	2.31	
18	10	240	2.93	95.05	32.47	40.69	0.4	2.52	
19	11	240	2.9	110.15	37.94	30.56	0.4	2.18	
20	12	240	2.99	113.59	37.98	28.49	0.3	2.11	
21	13	240	3.02	115.73	38.3	27.31	0.3	2.07	
22	14	240	3.04	115.75	38.07	27.27	0.3	2.07	
23	15	240	3.15	119.47	37.97	25.33	0.3	2.01	
24	16	240	3.49	123.22	35.28	23.05	0.3	1.95	
25	16.057	240	3.51	150.64	42.95	15.48	0.2	1.59	
26	17	240	4.84	199.73	41.25	7.98	0.1	1.2	
27	17.093	190	4.97	152.6	30.7	8.6	0.1	1.25	
28	18	190	4.84	126.18	26.06	12.85	0.2	1.51	
29	18.047	190	5.98	125.54	21	11.28	0.2	1.51	
30	19	190	5.99	125.89	21	11.21	0.2	1.51	
31	19.07	190	6.02	126.34	21	11.12	0.2	1.5	
32	20	190	4.61	93.25	20.24	21.3	0.3	2.04	

나. 홍수위 보정

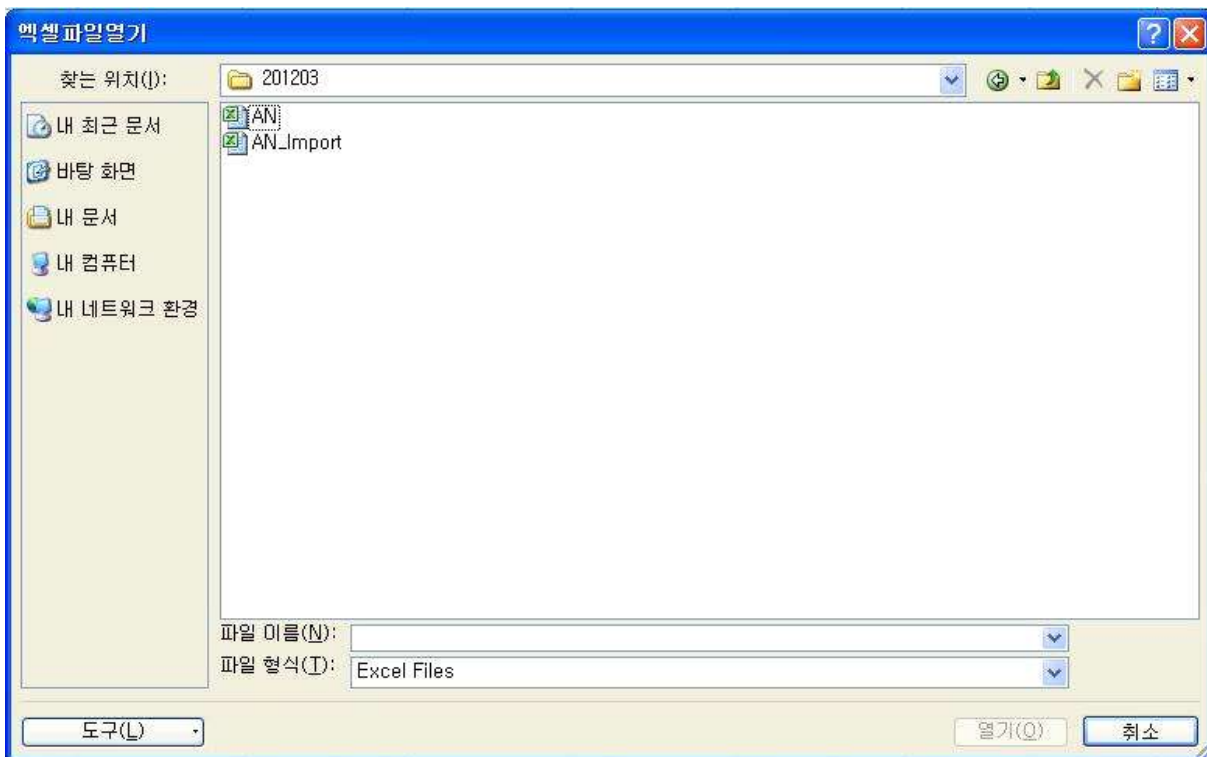
(1) 하천기본계획 > HEC-RAS 결과 정리선택



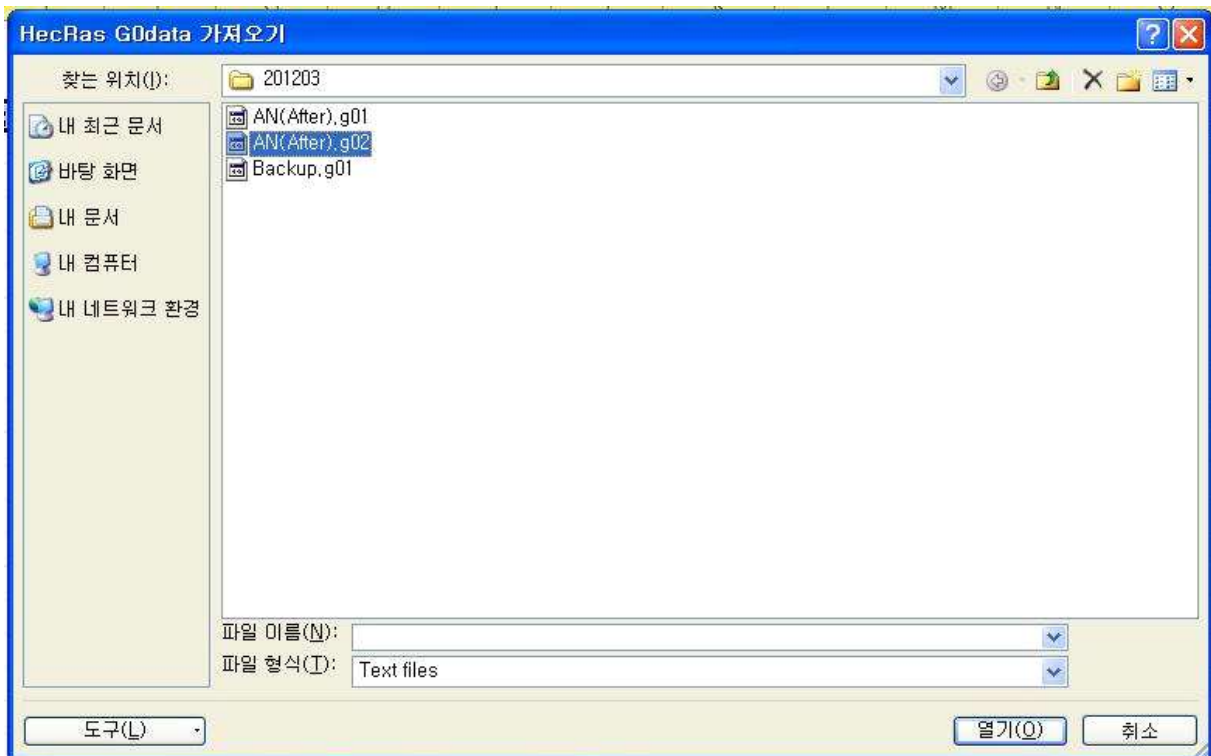
(2) HEC-RAS Window에 Output Data 선택 > 확인 클릭



(3) HEC-RAS Output data 가져오기 상기 방법으로 만들어진 엑셀 File 선택 > 확인 클릭



(4) HEC-RAS에서 상기 방법으로 만들어진 GO data 선택 > 확인 클릭

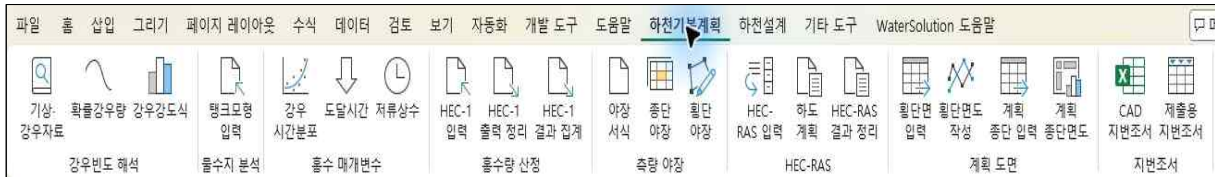


위의 그 결과는 새로운 엑셀파일(파일명_Import)에 "Frequency Flood Level"과 "제방 능력검토" sheet에 수위보간(선형/수평)된다.

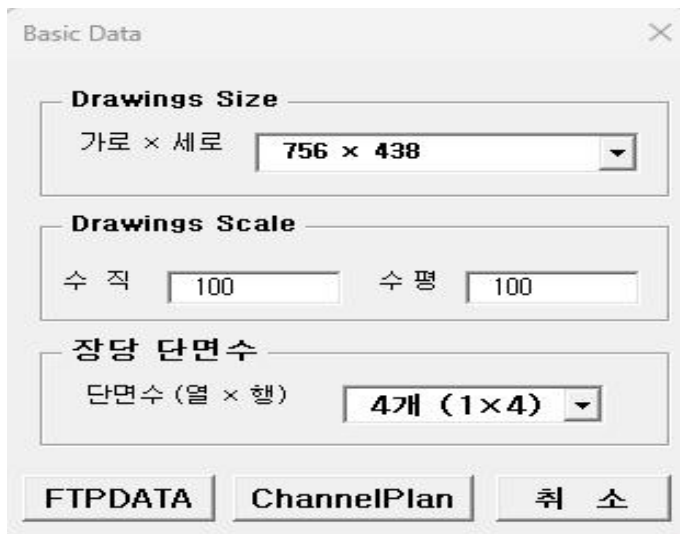
2.6 계획 도면

2.6.1 횡단면 입력

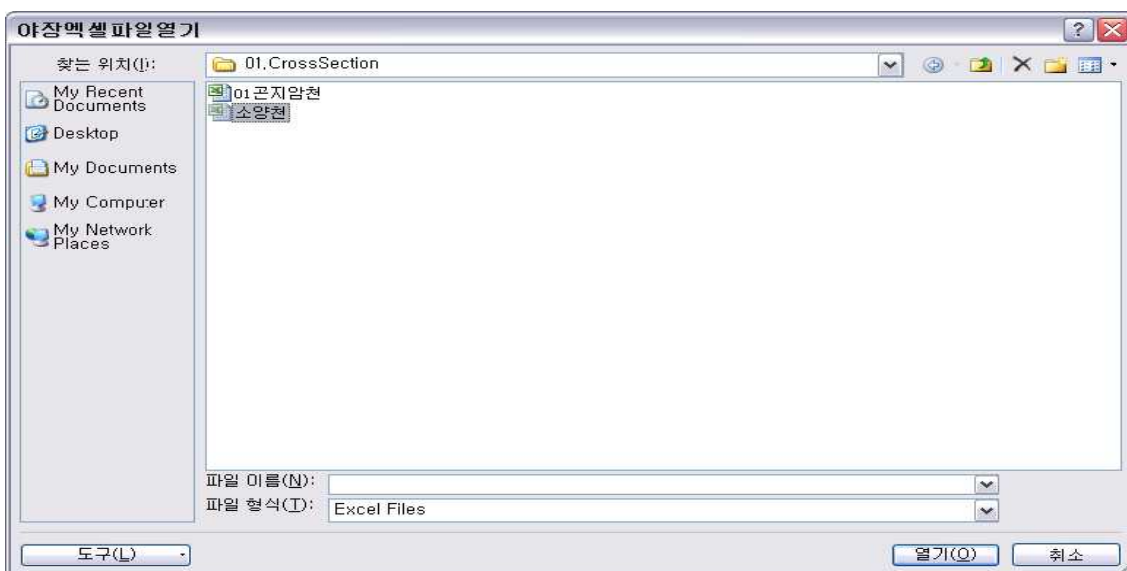
(1) 하천기본계획 > 횡단면 입력선택



(2) Basic Data Window에 각각의 옵션을 선택 > FTPDATA 클릭



(3) Sheet("종단")가 포함된 야장엑셀 선택 > 확인 클릭

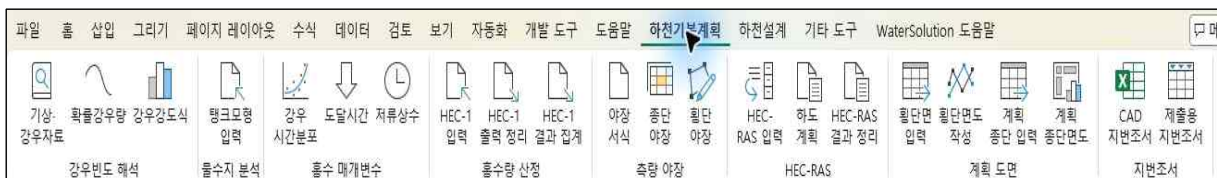


위의 그 결과는 새로운 엑셀파일명_cro.dat 파일이 생성되며 다음과 같다.

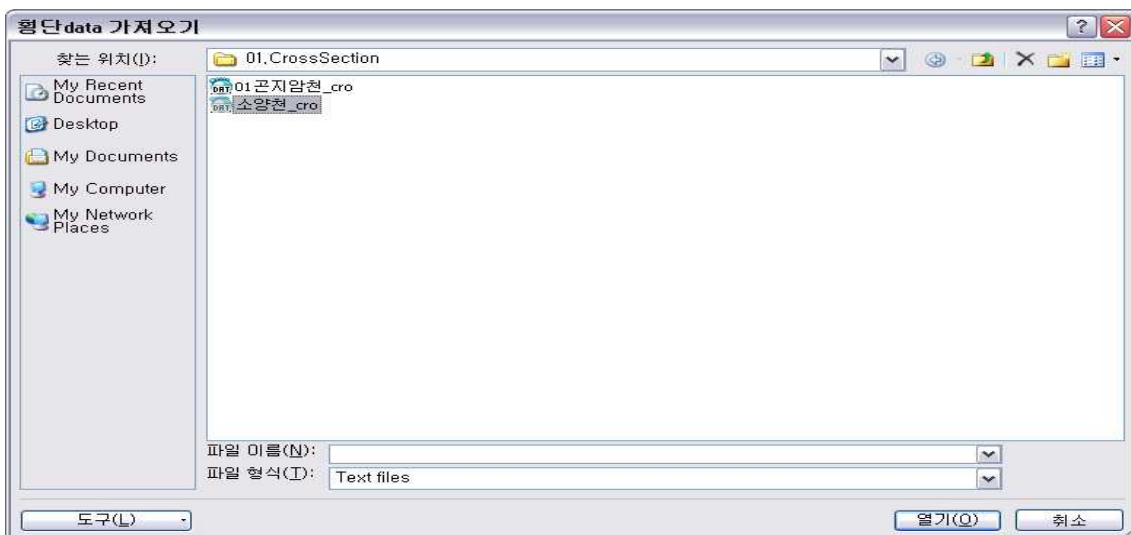
	0	10	20	30	40	50	60	70	80
1	TN소양천								
2	INSERT WONDO NO C:\JD-HD\WONDO								
3	HS	55	700	30					
4	VS	25	550	25					
5	SN	1	4	30					
6	VH	100	100						
7	X1	0	0	40.00	139.50	38	0		
8	GR	43.89	0.00	43.89	30.00	43.29	31.70	43.09	32.20
9	GR	43.19	40.00	42.49	41.00	42.19	52.00	38.79	57.00
10	GR	35.09	63.00	35.09	65.20	34.99	65.40	34.99	67.00
11	GR	34.79	80.00	34.59	82.00	34.29	83.30	34.59	89.00
12	GR	35.29	96.00	35.29	99.30	36.29	102.00	37.59	118.00
13	GR	44.59	139.50	44.59	140.00	44.59	143.00	45.09	143.50
14	GR	44.69	145.20	44.69	147.20	44.69	153.20	44.69	154.20
15	GR	41.89	159.20	40.69	160.70	40.69	190.00		
16	X1	0	42	42.00	102.00	31	0		
17	GR	42.24	0.00	42.24	30.00	41.74	30.00	41.74	30.50
18	GR	42.44	31.00	45.24	34.00	45.54	42.00	44.24	42.00
19	GR	42.74	43.30	38.14	51.50	37.94	55.70	37.94	56.00
20	GR	34.34	69.00	34.14	71.50	34.04	73.10	34.04	76.70
21	GR	37.94	76.70	37.94	77.00	37.94	83.00	43.64	100.70
22	GR	44.34	102.00	45.54	102.00	45.34	106.00	44.94	110.00
23	GR	44.94	126.50						

2.6.2 횡단면도 작성

(1) 하천기본계획 > 횡단면도 작성선택



(2) 상기 방법으로 생성된 엑셀파일명_cro.dat 파일 선택



위의 그 결과는 새로운 엑셀파일명_cro.scr 파일이 생성되며 다음과 같다.

2

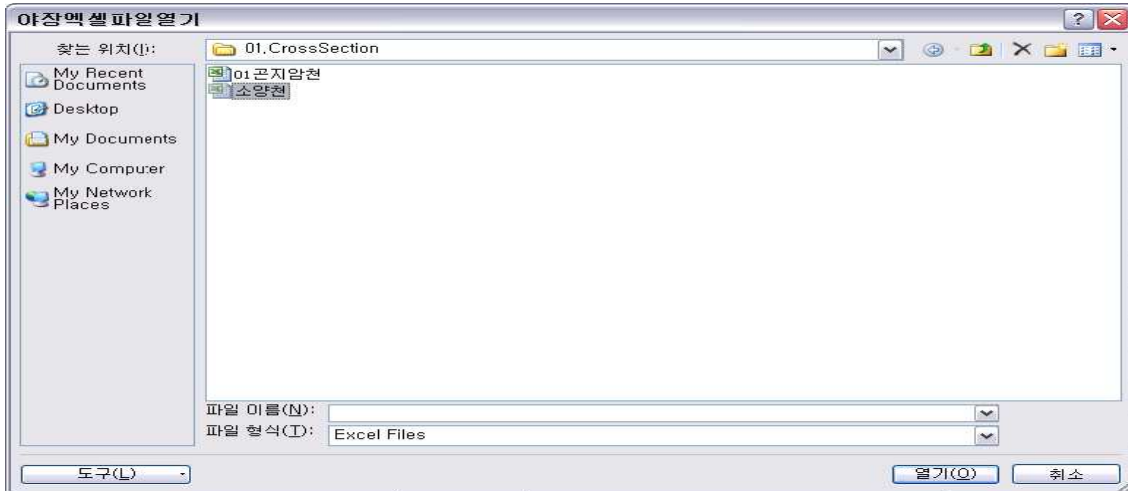
2

2.6.3 계획 종단 입력

(1) 하천기본계획 > 계획 종단 입력선택



(2) Sheet("종단")가 포함된 야장엑셀 선택 > 확인 클릭



위의 그 결과는 새로운 엑셀파일명_Longi.dat 파일이 생성되며 다음과 같다.

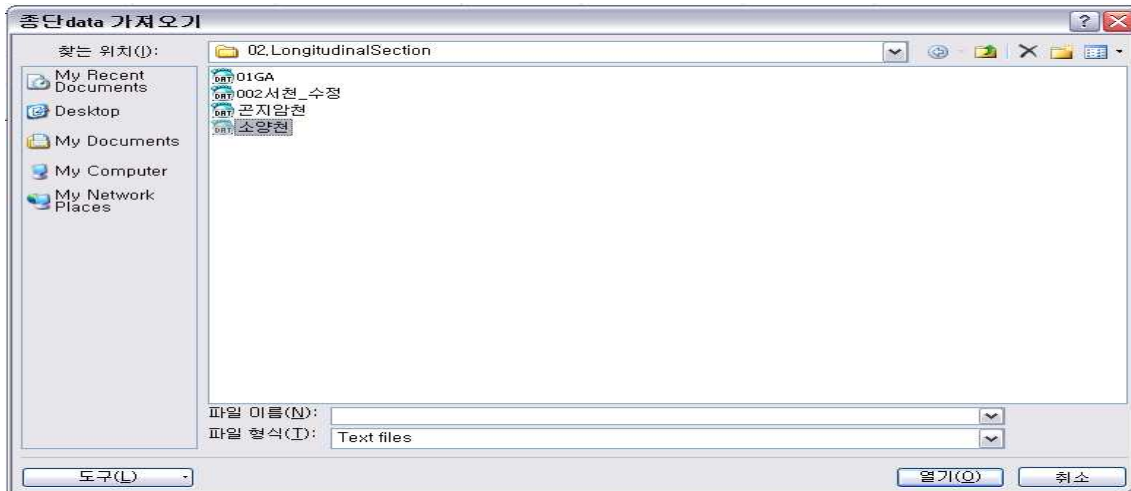
소양천.dat									
1	title 1	:소양천							
2	length(m)	:7800							
3	scale h	:4000	scale v	:200					
4	h1 (cm)	:5.0	v1 (cm)	:4.2					
5	h2 (cm)	:3.0	v2 (cm)	:1.0					
6	h3 (cm)	:1.5	v3 (cm)	:0.5					
7	h4 (cm)	:1.5	v4 (cm)	:25.0					
8	h5 (cm)	:1.3	v5 (cm)	:4.1					
9	h6 (cm)	:2.7	v6 (cm)	:2.0					
10	h7 (cm)	:3.3	v7 (cm)	:3.0					
11	hd (m)	:100	vd (cm)	:1.5					
12	hn(EA)	:25	vn(EA)	: 81111121					
13	th1 (mm)	:2.5	tw1 (%)	:100	font1 (shx)	:standard			
14	th2 (mm)	:2.5	tw2 (%)	:100	font2 (shx)	:돋움			
15									
16	측 점	거 리	추 가	좌 상고	일제관	제 방 고	계 획	비	고
17			거 리	하상고	측수위	좌 안	우 안	홍수위	
18									
19	CHAIN	DIST	SDIST	GROUND	LINE	LINE	LINE	LINE	REMARK
20				COLOR7	COLOR5	COLOR2	COLOR3	COLOR1	COLOR1
21				LTYPE0	LTYPE5	LTYPE7	LTYPE4	LTYPE0	LTYPE0
22	NO.	0	0.0	34.29	0.00	43.19	44.59	0.00	
23	+	42.0	42.0	34.04	0.00	45.54	45.54	0.00	
24	+	47.0	5.0	34.04	0.00	45.54	45.54	0.00	
25	+	48.0	1.0	35.32	0.00	44.62	44.62	0.00	
26	+	55.0	7.0	36.32	0.00	44.62	44.62	0.00	
27	+	56.0	1.0	36.32	0.00	44.62	44.62	0.00	
28	+	57.0	1.0	35.92	0.00	44.62	44.62	0.00	
29	NO.	1	43.0	35.52	0.00	44.08	43.79	0.00	
30	NO.	2	100.0	36.03	0.00	43.87	44.49	0.00	
31	+	67.0	67.0	36.27	0.00	43.97	43.97	0.00	
32	+	83.0	16.0	36.27	0.00	43.97	43.97	0.00	
33									

2.6.4 계획 종단면도

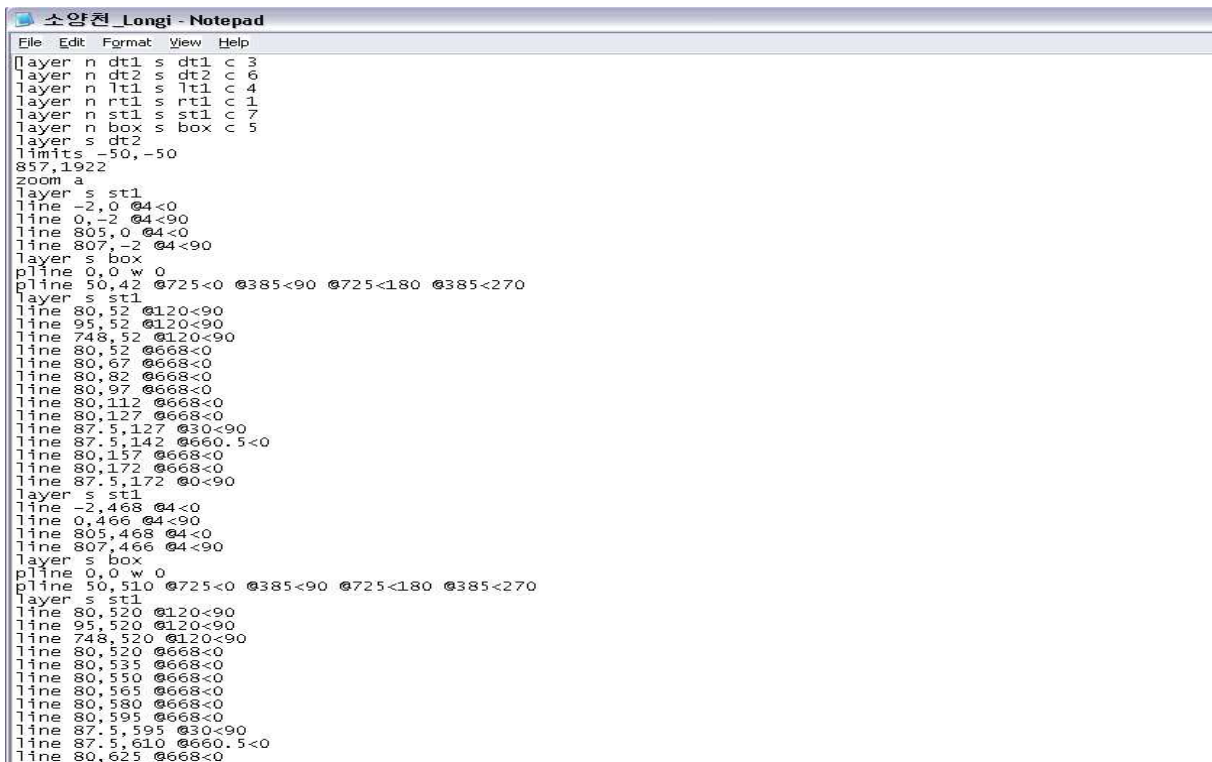
(1) 하천기본계획 > 계획 종단면도선택



(2) 상기 방법으로 생성된 엑셀파일명.dat 파일 선택



위의 그 결과는 새로운 엑셀파일명_longi.scr 파일이 생성되며 다음과 같다.



2.7 지번조서

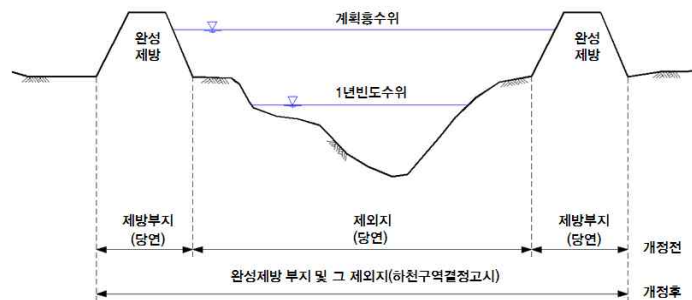
① 하천구역

하천구역은 하천을 구성하는 토지구역으로 하천의 종적길이인 하천구간에 대하여 하천의 횡적인 폭을 말한다. 하천구역의 결정은 현지의 지형, 식물이 자라는 상황, 침식 및 퇴적 등의 토지변동상황, 인근 주민들의 구전, 토지이용상태, 작물수확 상황 등을 조사하여 하천법 제10조에 해당하는 구역의 경계를 하천구역으로 결정하고 이를 지형평면도에 표기하고 당해 토지세목조서와 함께 고시함으로써 법적 효력을 갖도록 규정하고 있다. 하천구역 결정의 기준은 다음과 같다.

○ 하천법 제10조 제①항

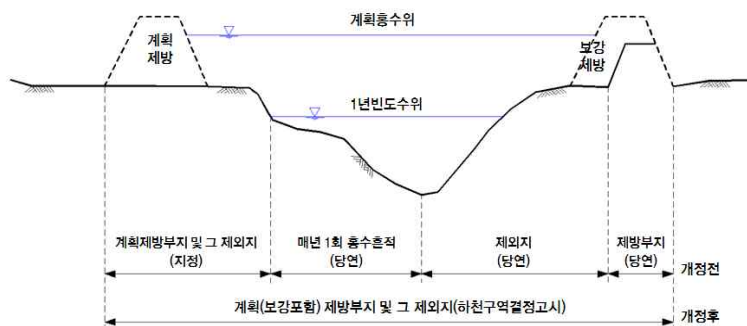
제1호 : 하천기본계획에 완성제방이 있는 곳

⇒ 완성제방의 부지 및 완성제방으로부터 하심측의 토지



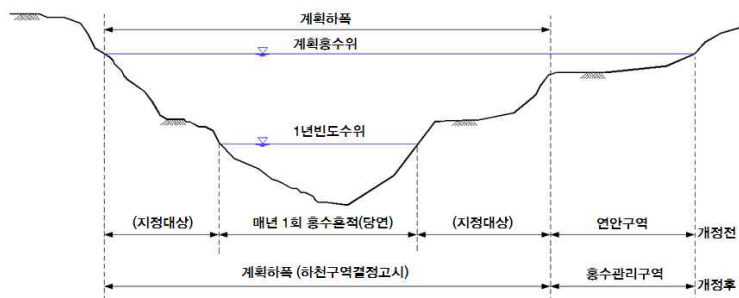
제2호 : 하천기본계획에 계획제방이 있는 곳

⇒ 계획제방의 부지 및 계획제방으로부터 하심측의 토지

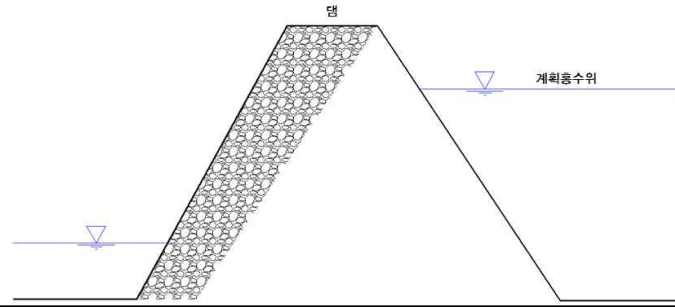


제3호 : 하천기본계획에 제방의 설치계획이 없는 구간

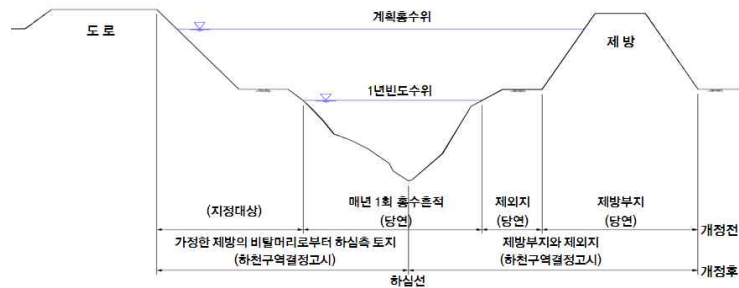
⇒ 계획하폭에 해당하는 토지



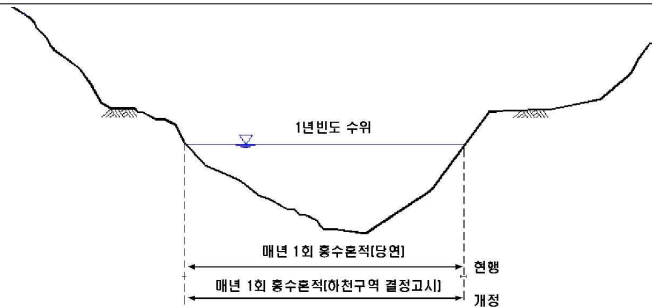
제4호 : 댐, 하구둑, 홍수조절지, 저류지
⇒ 계획홍수위 아래에 해당하는 토지



제5호 : 철도, 도로 등 선형공작물이 제방의 역할을 하는 곳
⇒ 선형공작물의 하천측 비탈머리 부터 하심측에 해당하는 토지



제6호 : 하천기본계획 이 수립되지 않은 하천
⇒ 매년 1회 이상 물이 흐를 것으로 판단되는 수면 아래에 있는 토지(10년동안)



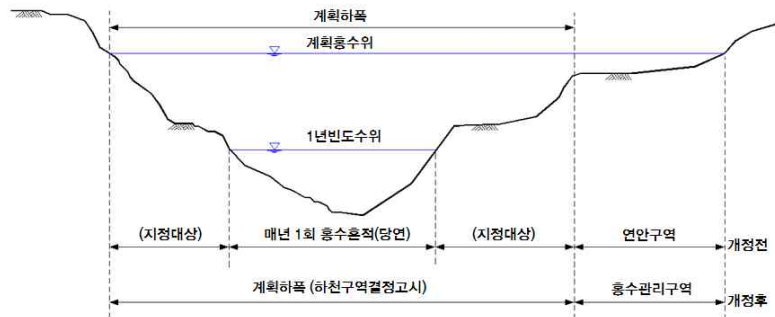
② 홍수관리구역

홍수관리구역은 무제부 구간에서 홍수가 범람하는 구역 또는 토사의 유출을 저감해야 할 지역 내에서 홍수로 인한 피해를 최소화 하고 하천환경을 보전하기 위하여 하천구역을 제외한 계획홍수위 이하의 구역으로 주로 배후지 면적이 협소하여 경제성 측면에서 제방이 불필요한 구간을 주로 지정하며 홍수관리구역 결정기준은 다음과 같다.

○ 하천법 제12조 제①항

제1호 : 하천기본계획이 수립된 하천

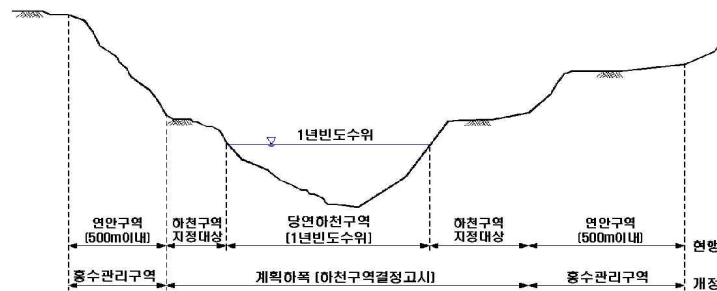
⇒ 계획홍수위 아래에 있는 토지로서 하천구역을 제외한 지역



제2호 : 하천기본계획 이 수립되지 않은 하천

⇒ 홍수범람의 우려가 있는 지역 중 하천구역의 경계부터

- ① 직선거리로 500미터를 초과하지 않는 지역으로 통상 홍수가 미치는 지역, 하천과 하천시설물을 보전하기 위하여 필요한 최소한도의 지역
- ② 직선거리로 500미터 초과하는 지역으로 통상의 홍수가 미치는 지역(유역종합치수계획에 저류지가 포함된 경우)



홍수관리구역을 지정함에 따라 하천관리자는 홍수시 신속한 관리 및 예상 홍수위 피해를 예방할 수 있고 하천변의 무분별한 건축물 난립을 제한하며, 토지보상에 따른 과도한 보상비 지급 최소화 및 주민민원을 예방하는 동시에 사권제한을 최소화하여 주민의 생계터전을 유지할 수 있는 장점이 있다.

그러나 홍수시 침수되는 지역에서 경작하므로 이에 따른 하천오염이 예상되고, 민원 및 토지보상비과다 우려에 따라 하천구역을 축소하고 홍수관리구역을 과다하게 확대할 경우 토지소유자가 홍수관리구역내 경작을 위해 성토를 함에 따라 홍수터 축소에 따른 치수적 안정성 저하가 우려되는 문제점이 있다. 또한 구역지정에 따른 지가하락 및 정서적 반감 등에 따른 민원의 소지가 예상된다.

③ 하천예정지

하천의 시설, 그 밖의 하천공사로 인하여 새로이 하천구역으로 편입될 토지를 하천 예정지로 지정하며, 하천예정지에 대해 지정·고시된 날부터 3년 이내에 그 하천에 관한 사업이 착수되지 아니하는 때에는 그 지정의 효력을 잃게 된다. 또한 하천예정지로 지정·고시된 토지에 대하여 하천공사가 준공된 때에는 하천구역을 결정하여 고시하여야 한다.

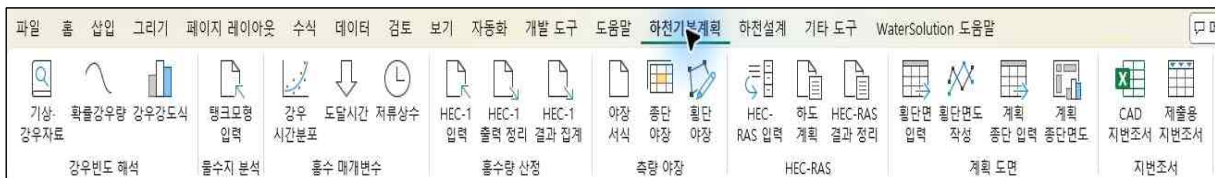
Water Solution은 상기와 같이 결정한 구역을 아래와 같은 형식으로 작성하면 하천시설관리대장 부록에 수록할 수 있도록 프로그래밍 하였다.

2.7.1 CAD 지번조서

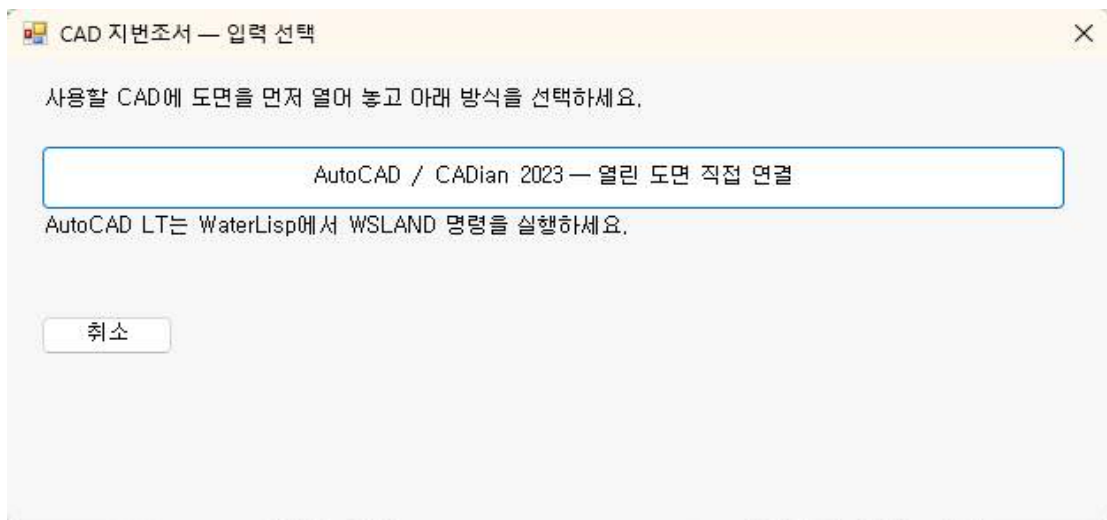
AutoCAD에서 선택한 구역과 지적 필지를 겹쳐 지번, 도형 전체면적, 편입면적, 잔여면적과 전부/일부편입을 새 Excel 파일에 작성합니다.

AutoCAD 또는 CADian을 먼저 실행하여 작업 도면과 외부참조를 열어 둡니다. 해당 도면을 활성화한 뒤 Excel의 CAD 지번조서 버튼을 누릅니다.

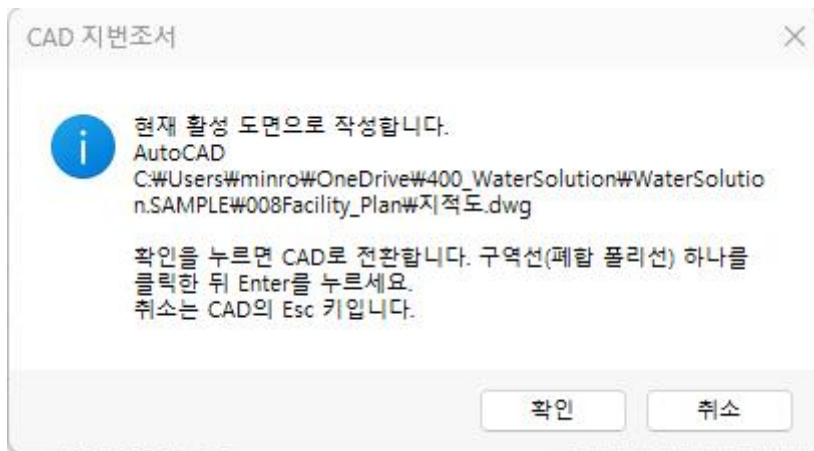
(1) 하천기본계획 > CAD 지번조서 클릭



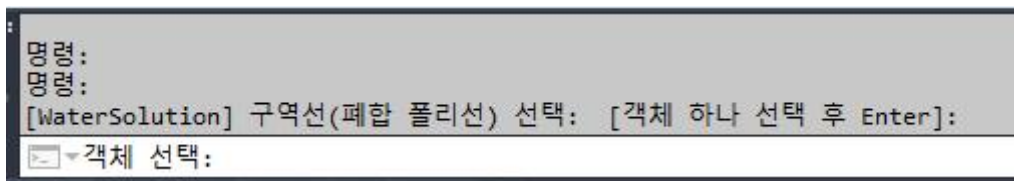
(2) CAD 지번조서 - 입력선택에서 AutoCAD/CADian 2023-열린 도면 직접연결클릭



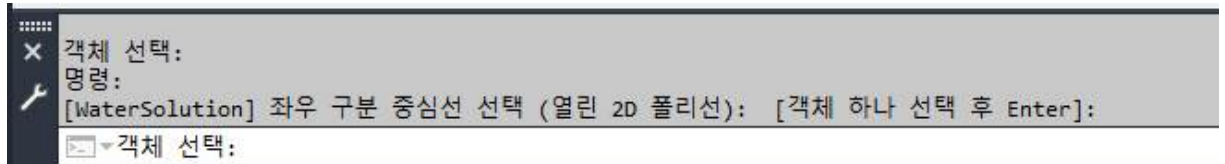
(3) 확인 클릭시 CAD로 전환



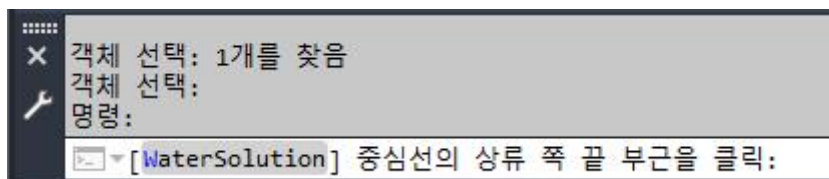
(4) CAD 구역선 선택 후 엔터



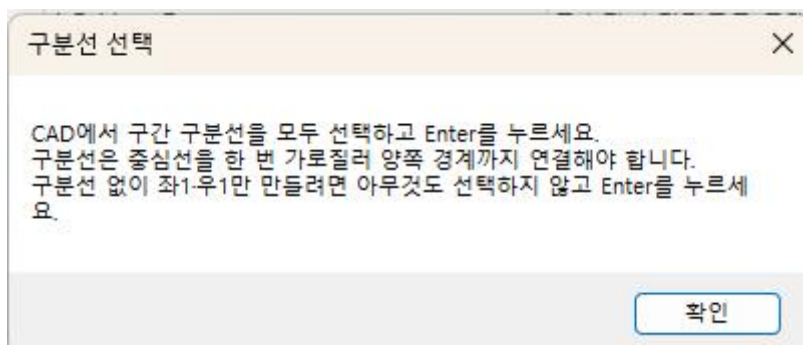
(5) 좌우 구분 중심선 선택 후 엔터



(6) 중심선의 상류 끝지점 선택 후 엔터



(7) 엑셀에서 구분선 선택창 확인 후 CAD에서 좌1, 좌2, 좌3 구분선 다중 선택 후 엔터



(8) CAD 지번조서 설정 - 구역종류 및 행정구역 설정 후 조서 작성 클릭

CAD 지번조서 설정

필지 경계 레이어: xr_연속지적도|연속지적도

지번 문자 레이어: xr_연속지적도|연속지적도

구역 종류: 하천구역

도면 단위 확인: 미터 (1단위 = 1m)

시,군:

구,면:

동,리:

구분 (예: 우1): 좌우-구간 자동 배정

기존 목록 (선택):

입력한 한 개 동·리를 전체 필지에 적용합니다. 행정구역이 섞이면 나누어 실행하세요.
공부면적/소유자는 기존 목록과 행정구역·지번·지목이 유일하게 일치할 때만 가져옵니다.
직선·원호 폐합 폴리선과 하나의 외곽 경계를 지원합니다. 결과는 검토용 초안입니다.

(9) 조서파일 저장 폴더 지정

새 CAD 지번조서 저장

« 사용자 » minro » OneDrive » 400_WaterSolution » WaterSolution.SAMPLE » 008Facility_Plan

008Facility_Plan 검색

구성 새 폴더

이름	상태	수정된 날짜	유형	크기
지번조서목록		2025-04-20 오전 12:28	Microsoft Excel 워크...	22KB

파일 이름(N): 지적도_CAD지번조서_20260930

파일 형식(T): Excel 통합문서 (*.xlsx)

폴더 숨기기

(10) 조서작성

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	CAD 추출 조안 - 공부면적/소유자/행정구역을 확인 후 LandLot에 사용													
2	구분	시·군	구·면	동·리	번지	지목	지적	하천구역	예정지	폐천	홍수관리	주요	성질	소유구분
3	좌1	00군	00면	00리	1038	도			11					
4	좌2	00군	00면	00리	172	답			58					
5	좌2	00군	00면	00리	173	천			89					
6	좌2	00군	00면	00리	424	천			372					
7	좌2	00군	00면	00리	586	답			76					
8	좌2	00군	00면	00리	587	답			185					
9	좌2	00군	00면	00리	588	답			86					
10	좌2	00군	00면	00리	589	답			105					
11	좌2	00군	00면	00리	590	답			99					
12	좌2	00군	00면	00리	591	창			0					
13	좌2	00군	00면	00리	594-16	답			25					
14	좌2	00군	00면	00리	594-17	답			30					
15	좌2	00군	00면	00리	594-18	답			39					
16	좌2	00군	00면	00리	595	구			20					
17	좌2	00군	00면	00리	615	구			399					
18	좌2	00군	00면	00리	718	도			1982					
19	좌3	00군	00면	00리	463	천			88					
20	좌3	00군	00면	00리	464-1	답			704					
21	좌3	00군	00면	00리	464-2	답			321					
22	좌3	00군	00면	00리	464-3	답			262					
23	좌3	00군	00면	00리	464-4	답			124					
24	좌3	00군	00면	00리	464-5	답			98					
25	좌3	00군	00면	00리	464-6	답			217					
26	좌3	00군	00면	00리	464-7	답			364					
27	좌3	00군	00면	00리	464-8	답			544					
28	좌3	00군	00면	00리	467-3	답			419					
29	좌3	00군	00면	00리	470	답			129					
30	좌3	00군	00면	00리	471	답			86					
31	좌3	00군	00면	00리	472	답			168					
32	좌3	00군	00면	00리	579-1	답			30					
33	좌3	00군	00면	00리	580	답			176					
34	좌3	00군	00면	00리	581	답			276					

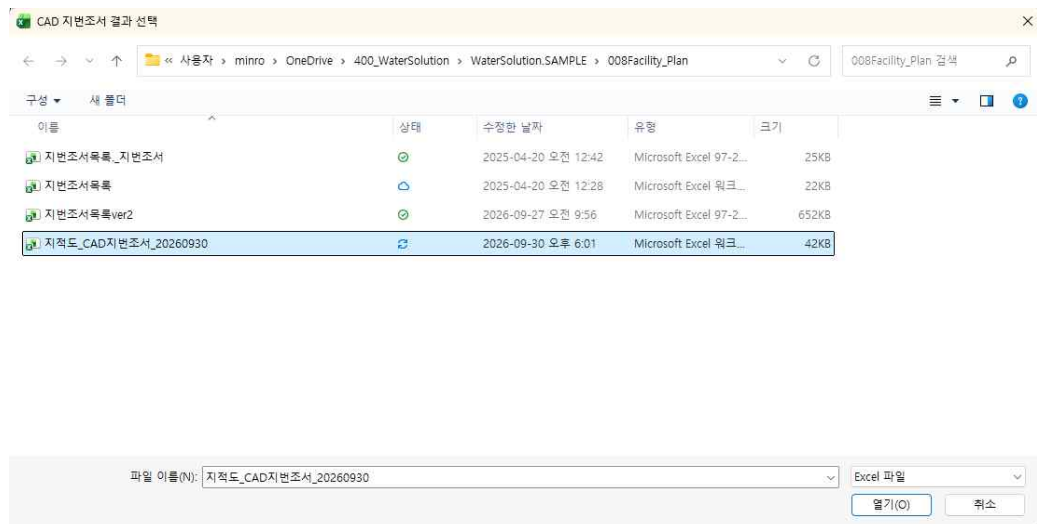
2.7.2 제출용 지번조사

(1) 하천기본계획 > 제출용 지번조사 선택

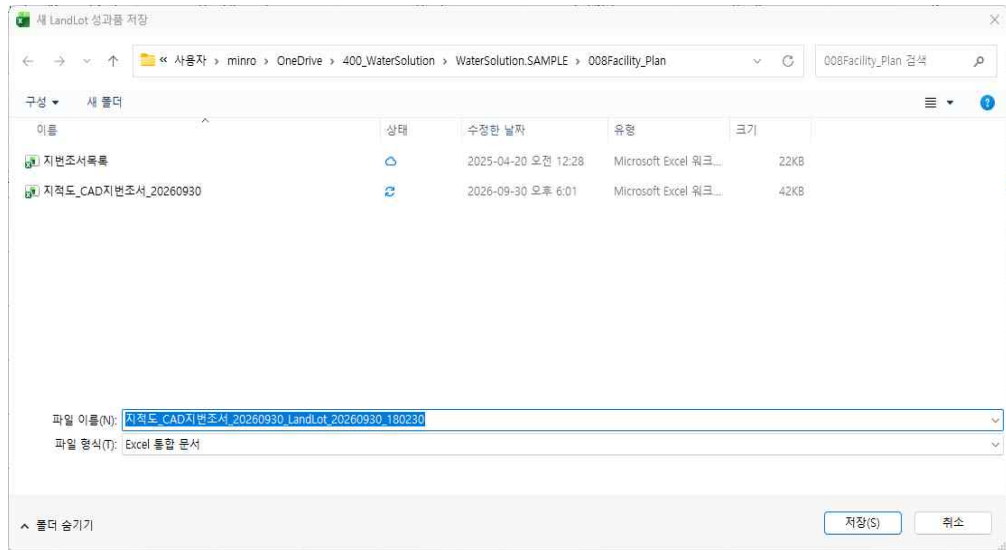
The screenshot shows the WaterSolution software interface. The '하천기본계획' (River Basic Plan) menu is highlighted. Below it, a table displays land parcel data. The table has columns for '구분' (Category), '시군구' (City/Gun/Gu), '동리' (Dong/Li), '번지' (Banzhi), '지목' (Jimok), '지적' (Jichik), '하천구역' (River Area), '예정지' (Planned Land), '폐차' (Closed), '용수관리' (Water Management), '주식' (Share), '성명' (Name), and '소유구분' (Ownership Category).

구분	시군구	동리	번지	지목	지적	하천구역	예정지	폐차	용수관리	주식	성명	소유구분
좌1	00군	00면	00리	1038	도		11					국유지
좌2	00군	00면	00리	172	답		58					국유지
좌2	00군	00면	00리	173	천		89					국유지
좌2	00군	00면	00리	424	전		372					국유지
좌2	00군	00면	00리	586	답		76					국유지
좌2	00군	00면	00리	587	답		185					국유지
좌2	00군	00면	00리	588	답		86					국유지
좌2	00군	00면	00리	589	답		105					국유지
좌2	00군	00면	00리	590	답		99					국유지
좌2	00군	00면	00리	591	창		0					국유지
좌2	00군	00면	00리	594-16	답		25					국유지
좌2	00군	00면	00리	594-17	답		30					국유지
좌2	00군	00면	00리	594-18	답		39					국유지
좌2	00군	00면	00리	595	구		20					국유지
좌2	00군	00면	00리	615	구		399					국유지
좌2	00군	00면	00리	718	도		1982					국유지
좌3	00군	00면	00리	463	전		88					국유지
좌3	00군	00면	00리	464-1	답		704					국유지
좌3	00군	00면	00리	464-2	답		321					국유지
좌3	00군	00면	00리	464-3	답		262					국유지
좌3	00군	00면	00리	464-4	답		124					국유지
좌3	00군	00면	00리	464-5	답		98					국유지
좌3	00군	00면	00리	464-6	답		217					국유지
좌3	00군	00면	00리	464-7	답		364					국유지
좌3	00군	00면	00리	464-8	답		544					국유지
좌3	00군	00면	00리	467-3	답		419					국유지
좌3	00군	00면	00리	470	답		129					국유지
좌3	00군	00면	00리	471	답		86					국유지
좌3	00군	00면	00리	472	답		168					국유지
좌3	00군	00면	00리	579-1	답		30					국유지
좌3	00군	00면	00리	580	답		176					국유지

(2) 상기 형태의 엑셀파일 선택 > 확인 클릭



(3) 용지조서 저장 폴더지정



(4) 용지조서 작성완료

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	하천구역 용지조서 총괄표																
2																	
3	지목																
4	시군	읍면	동리	구분	과	구	답	□	도	목	전	광	천	계			
5	0000	0000	0000	변적	100	606	10,096	606	8,421	29	1,669	0	16,662	32,633			
6	0000	0000	0000	필지수	2	6	66	14	20	1	12	1	6	116			
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19	합계			변적	100	606	10,096	606	8,421	29	1,669	0	16,662	32,633			
20				필지수	2	6	66	14	20	1	12	1	6	116			
21																	
22	소유구분 미입력 0																
23	미분류 필지는 국유지·시유지 검색에 포함하지 않습니다. 검토목록을 확인하세요.																
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	
31																	
32																	
33																	
34																	
35																	
36																	
37																	
38																	
39																	
40																	
41																	
42																	
43																	
44																	
45																	
46																	
47																	
48																	
49																	
50																	
51																	
52																	
53																	
54																	
55																	
56																	
57																	
58																	
59																	
60																	
61																	
62																	
63																	
64																	
65																	
66																	
67																	
68																	
69																	
70																	
71																	
72																	
73																	
74																	
75																	
76																	
77																	
78																	
79																	
80																	
81																	
82																	
83																	
84																	
85																	
86																	
87																	
88																	
89																	
90																	
91																	
92																	
93																	
94																	
95																	
96																	
97																	
98																	
99																	
100																	

제 3 장

하천설계

3.1 토공 수량

3.2 설계 도면

제3장 하천설계

하천공사를 위한 수량산출서, 설계도면 등 설계도서 작성에 필요한 작업을 자동화 및 단순화를 위해 프로그래밍 하였다.

3.1 토공 수량

3.1.1 CAD 표 가져오기

AutoCAD·CADian에서 여러 측정의 수량표를 읽어 제공된 토적표 양식에 작성합니다.

- (1) 하천설계 > CAD 표 가져오기에서 “AutoCAD · CADian에서 바로 가져오기”를 선택합니다. 실행 중인 도면을 고르고 “이 도면에서 표 선택”을 누릅니다. 진행 중인 CAD 명령은 먼저 종료합니다.



- (2) 측정 제목과 수량표 전체가 포함되도록 선택하고 Enter로 완료합니다. 외부참조 내부의 수량표는 제외되므로 해당 원본 도면을 열어 가져옵니다.
- (3) 측정 번호 1당 거리(m)를 입력합니다. 예를 들어 0+0에서 1+0까지 40m이면 40을 입력합니다. 새 표의 첫 행 거리는 0이며 이후 거리는 측정 차이로 계산합니다.
- (4) “기존 토적표에 추가” 또는 “새 토적표 작성”을 선택합니다. 좌·우안이 함께 있으면 한 번에 입력할 한 안을 선택하고 다른 안은 별도 토적표로 가져옵니다.
- (5) 기존 표는 토적(단면적) 시트의 셀 하나를 선택합니다. 선택 셀 위치가 아닌 마지막 측정 다음 행부터 추가하며 이전 마지막 측정에서의 거리를 계산합니다. 기존 마지막 측정 이하의 중복·이전 측정은 추가할 수 없으므로 새 표로 가져와 검토합니다.

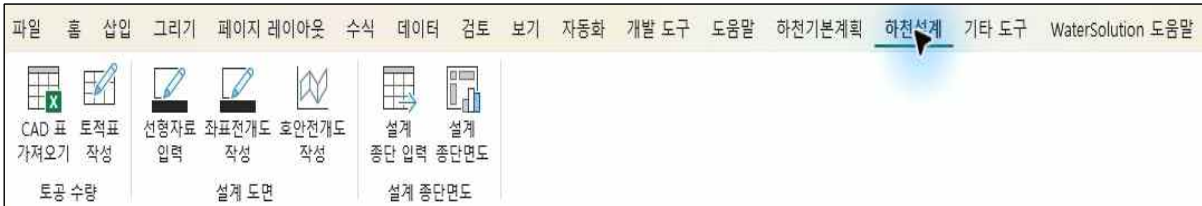
- (6) 새 표는 지경우1토적표 양식의 새 통합문서에 작성합니다. 미리보기에서 대상, 측점 간격, 측점·수량 및 경고를 확인한 후 입력합니다.
- (7) 측점은 A:C열에 번호·“+”·추가거리로 나누어 기록합니다(예: NO.3+ 10 → 3 / + / 10). 토사는 모두 DZ로 입력하므로 토사 DZ·DT 구분을 검토합니다.
- (8) 가져온 수량은 원도면과 대조하여 저장합니다. 이어서 “토적표 작성”에서 기존 WaterSolution의 토적 계산을 수행합니다.

3.1.2 토적표 작성

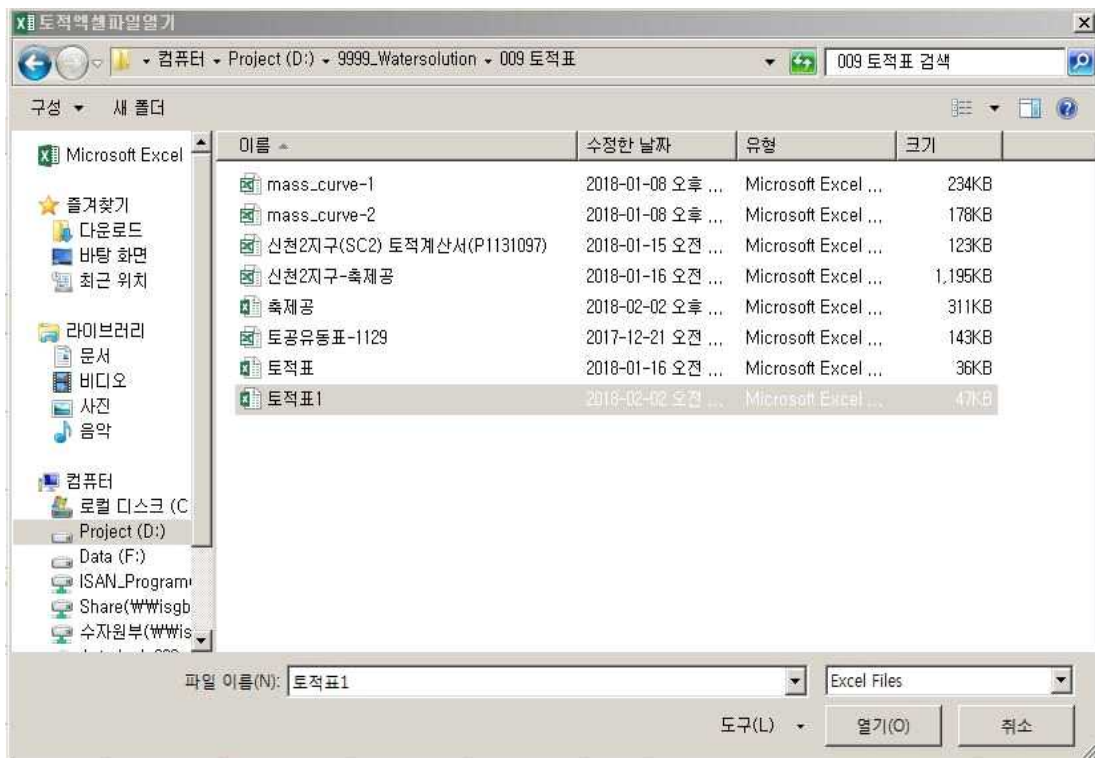
토공에 대한 중·횡단의 운반량 및 운반거리를 자동하여 작성된다.

가. 토적표 가져오기

(1) 하천설계 > 토적표 작성 선택



(2) 토적표 가져오기



측점, 거리, 흙쌓기, 흙깎기(토사DZ, 토사DT, 리핑암, 발파암), 표토제거(답, 답외), 면고르기(성토부, 절토부), 비탈면 보호공(줄페, 거적페), 층파기, 범면다짐, 벌목, 벌 개재근, 측구(터파기, 되메우기, 독쌓기), 호안길이, 사석부설, 필터매트 순으로 작성한 엑셀파일을 선택

제3장 하천설계

측점 (No.)	거리 (m)	홍량기 (m^3)	홍량기 토사DT(m^3)	홍량기 리필양(m^3)	홍량기 발파양(m^3)	표도제거 당(m)	면고제거 당외(m)	면고제거 성도부(m)	면고제거 절도부(m)	비탈면보호공 줄타(m)	총타기 거격타(m)	법면다짐 (m^3)	법면다짐 (m)	법면 (m)	법면 (m)	측구 당외기(m^3)	측구 당외기(m^3)	측구 당외기(m^3)	측구 (m)	측구 (m^3)	측구 (m)	비고
0	+	0	0.00	0.00				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	+	20.00	20.00	0.10	0.04			2.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.28		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1	+	0	20.00	0.48	0.19			0.79	0.00	0.00	2.88	0.00	0.00	2.99		0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	
2	+	0	40.00	2.07	2.99			0.00	1.97	2.92	2.97	0.00	0.00	4.94		0.00	0.00	0.00	5.90	1.41	0.00	
3	+	0	40.00	0.99	8.42			2.79	0.00	3.44	3.00	0.21	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	5.90	1.41	0.00	
4	+	0	40.00	0.00	27.98			0.00	0.00	3.91	3.93	0.00	0.00	0.00		1.18	0.70	0.00	5.90	1.41	0.00	
5	+	0	40.00	0.00	42.95			0.00	0.00	3.92	3.92	0.00	0.00	0.00		1.30	0.77	0.00	5.90	1.41	0.00	
6	+	0	40.00	0.00	49.99			0.00	0.00	3.99	3.99	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	5.90	1.41	0.00	
7	+	0	40.00	0.00	51.79			0.00	0.00	3.92	4.02	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	5.90	1.41	0.00	
8	+	0	40.00	0.00	49.08			0.00	0.00	3.91	4.07	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	5.90	1.41	0.00	
9	+	0	40.00	0.00	38.34			0.00	0.00	3.90	4.32	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	5.90	1.41	0.00	
10	+	0	40.00	0.00	28.79			0.00	0.00	3.99	4.27	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	5.90	1.41	0.00	
11	+	0	40.00	0.00	19.20			0.00	0.00	3.15	4.23	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	4.90	1.41	0.00	
12	+	0	40.00	0.41	10.17			2.92	0.00	3.92	3.99	0.21	0.00	0.21		0.00	0.00	0.00	7.00	1.41	0.00	
13	+	0	40.00	0.00	8.99			0.00	0.00	3.71	3.98	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	5.90	1.41	0.00	
14	+	0	40.00	0.00	9.92			0.00	0.00	3.97	3.97	0.00	0.00	1.99		0.00	0.00	0.00	5.90	1.41	0.00	
15	+	0	40.00	0.08	3.99			0.00	0.00	4.07	3.40	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	5.90	1.99	0.00	
16	+	0	40.00	0.01	10.91			0.00	0.00	4.99	3.99	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	5.90	1.41	0.00	
17	+	0	40.00	0.00	21.92			0.00	0.00	4.99	3.91	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	5.90	1.41	0.00	
18	+	0	40.00	0.34	32.99			3.99	0.00	5.99	3.00	0.04	0.00	0.28		0.00	0.00	0.00	5.90	1.41	0.00	
19	+	0	40.00	0.03	31.75			3.92	0.00	4.99	3.11	0.03	0.00	0.03		0.00	0.00	0.00	5.90	1.41	0.00	
20	+	0	40.00	0.44	38.33			3.94	0.00	5.92	3.99	0.11	0.00	0.39		0.00	0.00	0.00	7.00	1.41	0.00	
21	+	0	40.00	0.02	39.49			3.01	0.00	4.99	3.94	0.02	0.00	0.02		0.00	0.00	0.00	5.90	1.41	0.00	
22	+	0	40.00	0.91	37.41			3.99	0.00	4.72	2.99	0.44	0.00	0.79		0.00	0.00	0.00	5.90	1.41	0.00	
23	+	0	40.00	5.71	35.33			3.41	0.00	4.99	2.99	1.91	0.00	3.91		0.00	0.00	0.00	5.90	1.41	0.00	

(3) 토적표(체적), 중형단 운반거리 및 운반량

토적표(체적), Mass(토공운반), Cross_move(횡방향), Prof_Move(종방향)의 시트 생성

측점 (NO.)	거리 (m)	홍량기 (m^3)	홍량기 토사DT(m^3)	홍량기 토사DT(m^3)	리필양(m^3)	발파양(m^3)	당(m^3)	당외(m^3)	성도부(m^3)	절도부(m^3)	줄타(m^3)	거격타(m^3)	총타기 (m^3)	법면다짐 (m^3)	법면 (m^3)	법면 (m^3)	법면 (m^3)	타파기(m^3)
0.0	+	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	+	20.0	20.0	1.0	0.4	0.0	0.0	0.0	4.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0
1.0	+	0.0	20.0	5.9	2.3	0.0	0.0	0.0	6.4	0.0	0.0	26.8	0.0	0.0	32.7	0.0	0.0	0.0
2.0	+	0.0	40.0	51.2	51.4	0.0	0.0	0.0	2.9	27.4	50.4	113.0	0.0	0.0	146.6	0.0	0.0	0.0
3.0	+	0.0	40.0	48.0	176.0	0.0	0.0	0.0	15.2	27.4	119.2	123.4	4.2	0.0	86.8	0.0	0.0	0.0
4.0	+	0.0	40.0	6.6	695.6	0.0	0.0	0.0	15.2	0.0	147.0	134.6	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	23.2
5.0	+	0.0	40.0	0.0	1,414.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	154.6	143.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	49.2
6.0	+	0.0	40.0	0.0	1,848.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	182.0	147.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.0
7.0	+	0.0	40.0	0.0	2,027.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	212.0	155.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8.0	+	0.0	40.0	0.0	1,936.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	176.6	161.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9.0	+	0.0	40.0	0.0	1,628.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	146.2	167.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10.0	+	0.0	40.0	0.0	1,301.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	147.2	171.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11.0	+	0.0	40.0	0.0	938.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	134.2	170.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12.0	+	0.0	40.0	8.2	567.4	0.0	0.0	0.0	15.3	0.0	169.4	155.8	6.2	0.0	6.2	0.0	0.0	0.0
13.0	+	0.0	40.0	8.2	343.2	0.0	0.0	0.0	15.3	0.0	180.6	136.4	6.2	0.0	6.2	0.0	0.0	0.0
14.0	+	0.0	40.0	0.0	250.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	151.6	131.4	0.0	0.0	39.2	0.0	0.0	0.0

측점	누가거리	흙깎기	표토제거	흙따기	소계	흙쌓기	토량	흙쌓기	흙방향유용	흙방향유용	종방향	부족토량	누가토량
(NO.)	(m)	토사DZ(m²)	토사DT(m²)	(m²)	(m²)	(m²)	다짐(m²)	변화율	자연(m²)	L<60(m²)	L>60(m²)	유용도(m²)	(m²)
0.0	+	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	+	20.0	20.0	0.4	0.0	4.4	1.0	0.9	1.1	0.0	0.0	3.3	0.0
1.0	+	0.0	40.0	2.3	0.0	5.1	0.0	7.4	5.9	0.9	6.6	0.0	0.0
2.0	+	0.0	80.0	5.1	0.0	2.3	0.0	53.7	51.2	0.9	56.9	53.7	0.0
3.0	+	0.0	120.0	176.0	0.0	12.1	0.0	188.1	48.0	0.9	53.3	0.0	0.0
4.0	+	0.0	160.0	685.6	0.0	12.1	0.0	697.7	6.6	0.9	7.3	0.0	0.0
5.0	+	0.0	200.0	1,414.2	0.0	0.0	0.0	1,414.2	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0
6.0	+	0.0	240.0	1,848.8	0.0	0.0	0.0	1,848.8	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0
7.0	+	0.0	280.0	2,027.4	0.0	0.0	0.0	2,027.4	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0
8.0	+	0.0	320.0	1,936.8	0.0	0.0	0.0	1,936.8	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0
9.0	+	0.0	360.0	1,628.0	0.0	0.0	0.0	1,628.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0
10.0	+	0.0	400.0	1,301.4	0.0	0.0	0.0	1,301.4	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0
11.0	+	0.0	440.0	938.6	0.0	0.0	0.0	938.6	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0
12.0	+	0.0	480.0	567.4	0.0	12.2	0.0	579.6	8.2	0.9	9.1	0.0	0.0
13.0	+	0.0	520.0	343.2	0.0	12.2	0.0	355.4	8.2	0.9	9.1	0.0	0.0
14.0	+	0.0	560.0	250.2	0.0	0.0	0.0	250.2	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0

측점	거리	흙방향유용	Moment	측점	거리	흙방향유용	Moment	From측점	종방향유용	To측점	부족토	운반거리	운반량	Moment
(NO.)	(m)	L<60(m²)	(m4)	(NO.)	(m)	L>60(m²)	(m4)	(NO.)	(m²)	(NO.)	(m²)	(m)	(m²)	(m4)
0.0	+	0.0	0.0	0.0	+	0.0	0.0	1.0	+	0.0	0.8	2.0	+	0.0
0.0	+	20.0	20.0	0.0	+	20.0	20.0	3.0	+	0.0	134.8	2.0	+	0.0
1.0	+	0.0	0.0	1.0	+	0.0	0.0	41.0	+	0.0	112.0	42.0	+	0.0
2.0	+	0.0	53.7	2.0	+	0.0	0.0	56.0	+	0.0	22.1	55.0	+	0.0
3.0	+	0.0	0.0	3.0	+	0.0	0.0	60.0	+	0.0	72.1	61.0	+	0.0
4.0	+	0.0	0.0	4.0	+	0.0	0.0	41.0	+	0.0	59.4	43.0	+	0.0
5.0	+	0.0	0.0	5.0	+	0.0	0.0	56.0	+	0.0	10.6	54.0	+	0.0
6.0	+	0.0	0.0	6.0	+	0.0	0.0	59.0	+	0.0	107.8	61.0	+	0.0
7.0	+	0.0	0.0	7.0	+	0.0	0.0	41.0	+	0.0	1.5	44.0	+	0.0
8.0	+	0.0	0.0	8.0	+	0.0	0.0	57.0	+	0.0	19.3	54.0	+	0.0
9.0	+	0.0	0.0	9.0	+	0.0	0.0	59.0	+	0.0	73.0	62.0	+	0.0
10.0	+	0.0	0.0	10.0	+	0.0	0.0	40.0	+	0.0	207.5	44.0	+	0.0
11.0	+	0.0	0.0	11.0	+	0.0	0.0	58.0	+	0.0	17.8	54.0	+	0.0
12.0	+	0.0	0.0	12.0	+	0.0	0.0	40.0	+	0.0	64.1	45.0	+	0.0
13.0	+	0.0	0.0	13.0	+	0.0	0.0	39.0	+	0.0	151.5	45.0	+	0.0
14.0	+	0.0	0.0	14.0	+	0.0	0.0	39.0	+	0.0	6.2	46.0	+	0.0

3.2 설계 도면

3.2.1 선형자료 입력

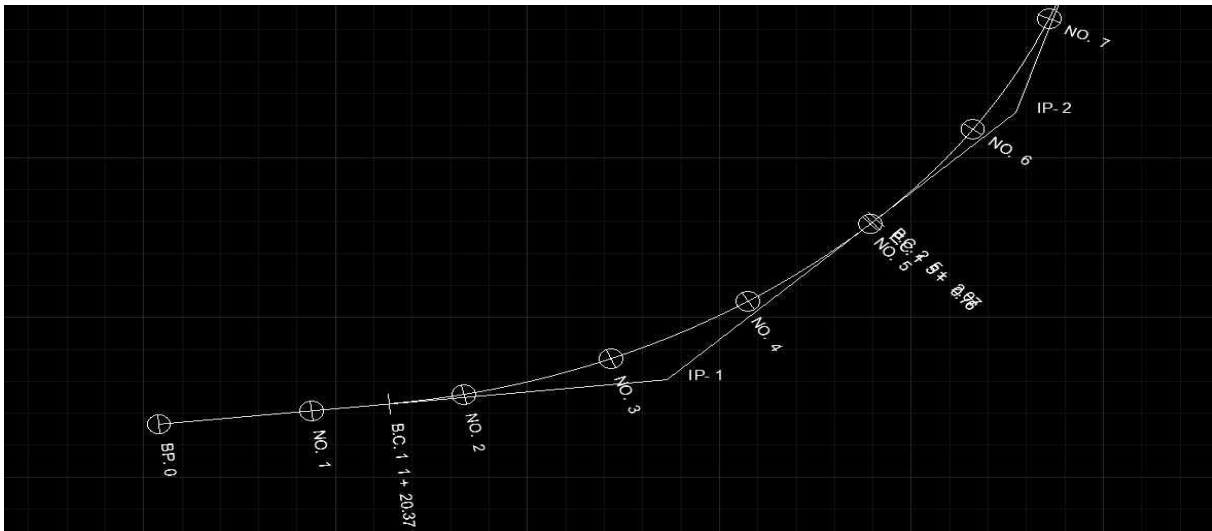
시점, 종점 및 IP점의 X,Y좌표의 선형계산부 입력파일이 파일 생성된다.

가. 자료 가져오기

(1) 하천설계 > 선형자료 입력선택



(2) 캐드상의 B.P(시점)과 I.P점을 선택하고 최종 I.P점 선택하고 엔터실행 후에 E.P(종점)을 선택



(3) 선형계산부 입력파일(엑셀)이 생성

3.2.2 좌표전개도 작성

시점, 종점 및 IP점의 X,Y좌표로 선형계산부(Out파일)와 Scrip파일 생성된다.

가. 자료 가져오기

(1) 하천설계 > 좌표전개도 작성선택



(2) 엑셀파일 가져오기

지구갯수-Range("A1"), 지구명-Range("A2"), 측점거리-Range("B2"), IP 개수-Range("C2"), 각지점의 좌표와 곡선반경으로 작성한 아래형식의 엑셀파일을 선택

	A	B	C	D	E
1	1				
2	쌍림2지구	40	10		
3	X좌표	Y좌표	반경	비고	
4	133004.0095	344016.5262	0	B.P	
5	133136.3196	344030.5272	220		
6	133227.1274	344114.0383	190		
7	133293.4515	344315.0746	550		
8	133302.1168	344424.7708	1000		
9	133337.6444	344656.3543	150		
10	133335.7036	344688.7577	50		
11	133324.3491	344712.5763	100		
12	133150.501	344962.703	400		
13	132882.556	345172.356	1000		
14	132766.722	345269.457	500		
15	132738.692	345301.962	0	E.P	
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					

(3) 아래의 선형계산부(out)파일과 Scrip파일 생성

```

***** CURVE SETTING (DEFLECTION ANGLE METHOD) *****
계방명 : 쌍림2지구

***** DATA OF I.P. *****

I.P. NO. =1      X = 133136.3196      Y = 344030.5272
ANGLE OF I.P. = 도분 45.19초 ( 0.6381 RAD)
R = 220.0000      T.L. = 72.6783      C.L. = 140.3901      S.L. = 11.6941
B.C. : X = 133064.0448      Y = 344022.8791
E.C. : X = 133189.8152      Y = 344079.7243
O.C. : X = 133040.8938      Y = 344241.6576
I.P. = ->      ANGLE OF LINE = 도분 25.93초      DIST. = 133.0488
I.P. = ->      ANGLE OF LINE = 도분 11.13초      DIST. = 123.3700

I.P. NO. =2      X = 133227.1274      Y = 344114.0383
ANGLE OF I.P. = 도분 19.00초 ( 0.5086 RAD)
R = 190.0000      T.L. = 49.3826      C.L. = 96.6273      S.L. = 6.3126
B.C. : X = 133190.7788      Y = 344080.6104
E.C. : X = 133242.5990      Y = 344160.9347
O.C. : X = 133062.1648      Y = 344220.4619
I.P. = ->      ANGLE OF LINE = 도분 11.13초      DIST. = 123.3700
I.P. = ->      ANGLE OF LINE = 도분 30.13초      DIST. = 211.6943

I.P. NO. =3      X = 133293.4515      Y = 344315.0746
ANGLE OF I.P. = 도분 30.02초 ( 0.2398 RAD)
R = 550.0000      T.L. = 66.2733      C.L. = 131.9106      S.L. = 3.9785
B.C. : X = 133272.6880      Y = 344252.1379
E.C. : X = 133298.6704      Y = 344381.1421

```



제 4 장

기타 도구

4.1 AutoCAD

4.2 현장사진첩

제4장 기타 도구

수자원개발 계획 수행시 필요한 기타 프로그램이다.

4.1 AutoCAD

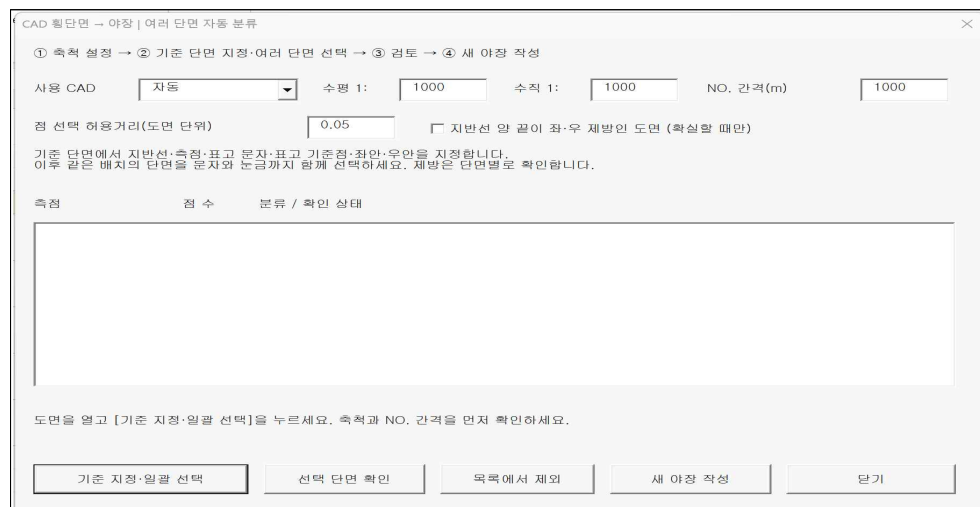
4.1.1 CAD 선행 → 엑셀 | CAD 횡단면을 새 야장으로

기타 도구 > CAD 선행 → 엑셀에서 CAD 종류·측척·NO. 간격을 지정합니다. 기준 단면의 지반선, 측점, 기준 표고 문자, 기준점, 좌우 제방점을 지정한 다음 여러 단면을 함께 선택합니다. 도면층과 상대 위치로 분류하며 불명확한 단면은 검토 대상으로 남깁니다.



가. 측척과 측점 간격 설정

사용 CAD를 선택합니다. 두 CAD가 동시에 실행 중이면 제품을 직접 지정하세요. 수평·수직 측척은 분모를 입력합니다(1:1000 → 1000). NO. 간격은 번호 1의 실제 거리입니다. NO.1+ 200이 1,200m이면 1000, NO.1이 20m이면 20입니다. 기본 허용거리는 도면 단위 0.05입니다.



나. 기준 단면 지정

[기준 지정·일괄 선택]을 누르고 다음 순서로 지정합니다.

1. 지반 폴리선
2. 측점 문자(예: NO.12+ 3.5)
3. 기준 표고 문자(눈금 숫자 또는 EL=100.25 등)
4. 선택한 표고 값에 정확히 해당하는 눈금/기준선 위 점
5. 지반선 위 좌안 제방점
6. 지반선 위 우안 제방점

다. 여러 단면 함께 선택

측점 문자와 표고 눈금까지 포함하여 여러 단면을 선택하고 Enter를 누릅니다. 기준 단면과의 상대 위치·도면층을 이용해 연결합니다. 중복 측점, 후보가 여러 개인 단면, 잘못된 형상은 검토 대상으로 표시합니다. 새 선택이 성공하면 이전 목록을 교체하며, 선택을 취소하면 기존 목록을 유지합니다.

제방은 확인 후 출력

자동 연결된 단면도 좌안·우안 제방 두 점을 확인합니다. 지반선 끝점이 실제 제방인 도면에만 양 끝=제방 옵션을 켜세요. 중복 측점, 수평으로 되돌아가는 지반선, 원호·비평면·단한 선 등은 검토 후 정리합니다. 서로 다른 축척이나 배치는 별도 묶음으로 처리합니다.

라. 검토 후 새 야장 작성

하천명, 점간거리, 단면번호, 거리, 단면별누가, EL.m, 제방, 구조물 열을 사용합니다. 노란 입력칸·빨간 글씨와 흰색 단면별누가 열을 적용하고 6행부터 데이터를 기록합니다. 하천명은 직접 입력하고 결과는 새 통합문서로 저장합니다. 외부 양식 파일은 필요하지 않습니다.

4.2 현장사진첩

4.2.1 현장사진첩 만들기

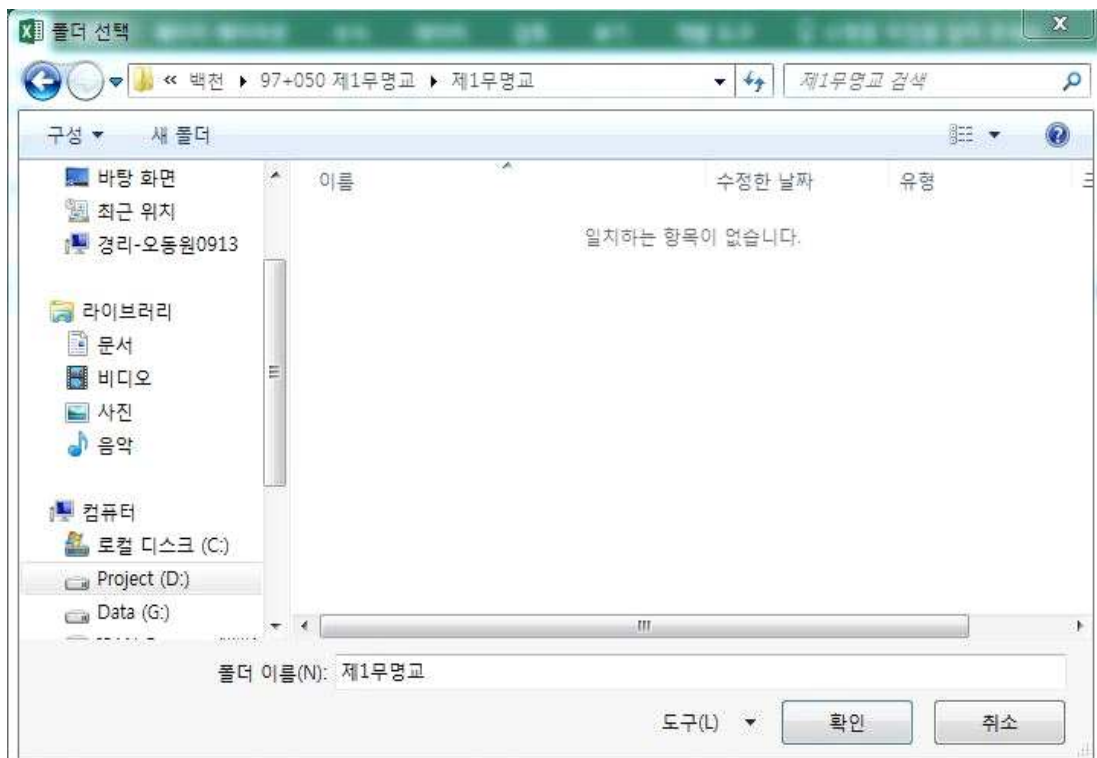
가. 현장사진 가져오기

(1) 기타 도구 > 현장사진첩 만들기 선택



(2) 현장사진 폴더 선택

- 현장사진은 위치를 확인이 가능한 파일명으로 작성



(3) 현장사진첩 작성

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11	20170329_115250 상류부 전경					20170329_115301 하류부 전경				
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22	20170329_115326 좌안 상류부 제방 전경					20170329_115334 좌안 하류부 제방 전경				
23										
24										
25										
26										
27										
	Sheet1									

제 5 장

WaterLisp

5.1 Lisp등록방법

5.2 하천기본계획

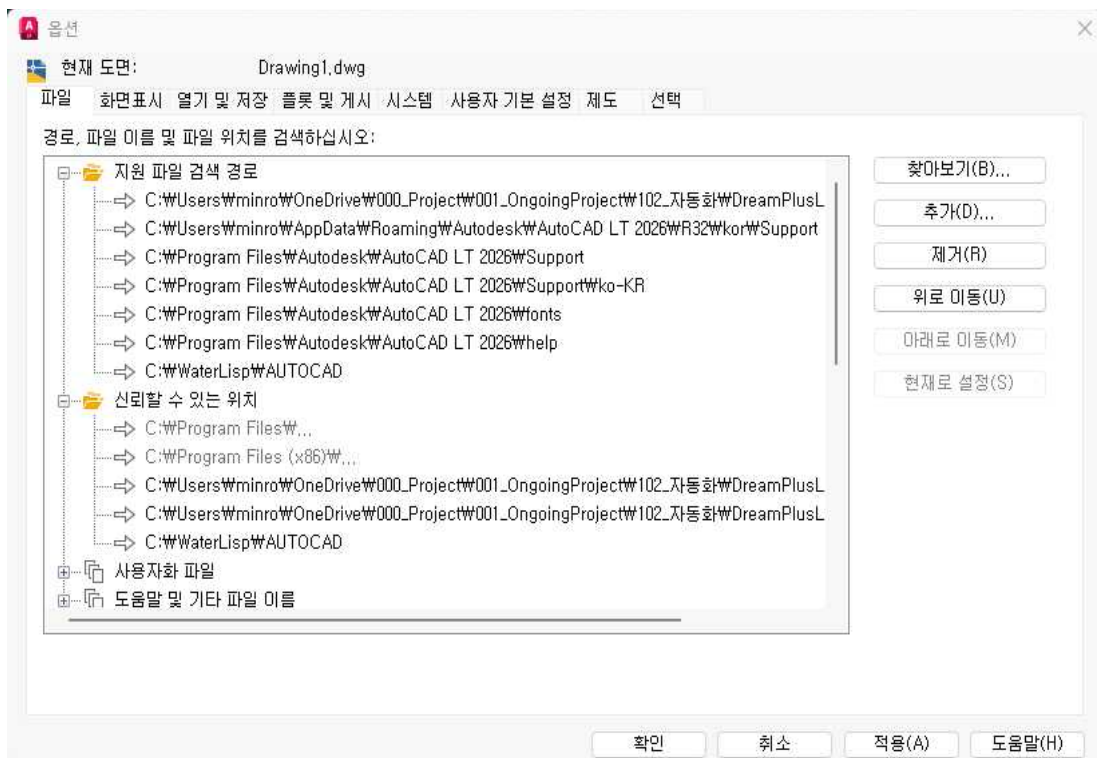
5.3 하천설계

제5장 WaterLisp

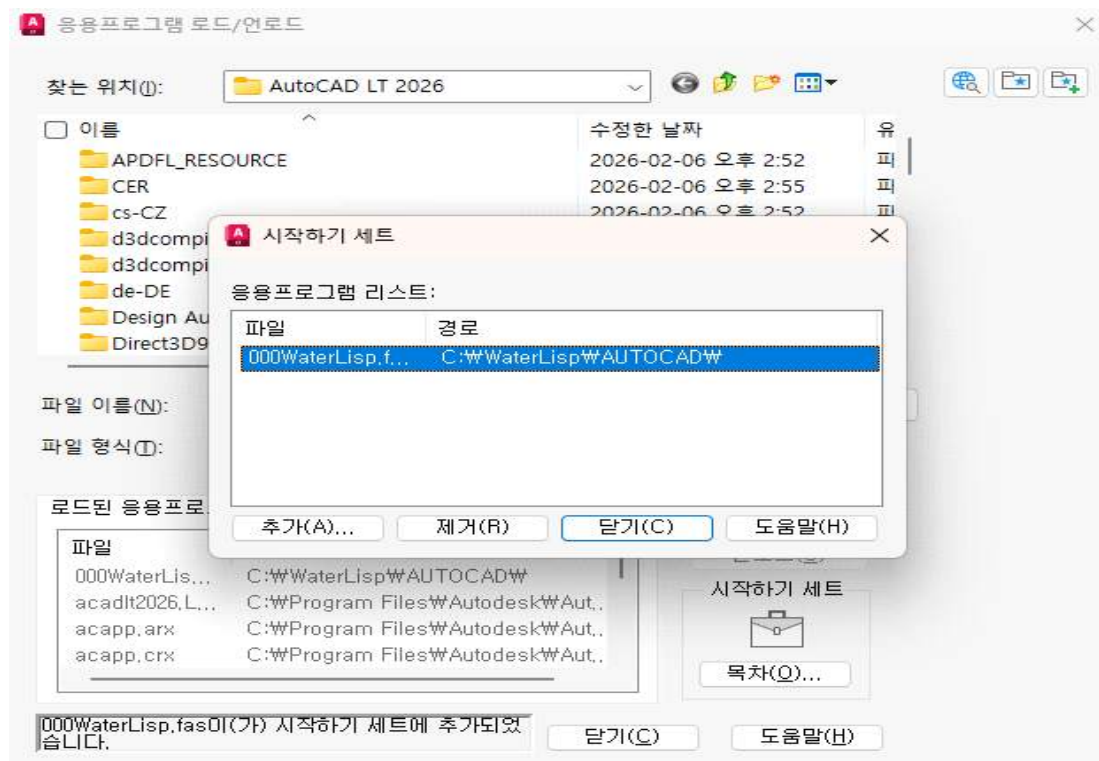
수자원개발 계획 및 설계에 수행시 필요한 캐드리스프로그래밍이다.

5.1 Lisp등록방법

- 리스파일 폴더를 캐드에 등록
- Command: Option 
- 지원 파일 검색 경로에 추가(D)하고 찾아보기(B)로 등록폴더를 지정
- 신뢰할 수 있는 위치에 추가(D)하고 찾아보기(B)로 등록폴더를 지정



- Command: Appload 
- 시작하기 세트의 목차 클릭하여 시작하기 세트 활성화
- 추가(A)클릭하여 000WaterLisp.fas 등록



- 전체 명령 안내

- B1 | 면적 산정 | 3
- B2 | 선 분할 | 4
- B3 | 선 길이 합산 및 문자 표시 | 4
- B4 | 제방단면 그리기 | 4-5
- B5 | 계획선 및 하천구역 CSV 내보내기 | 5-6
- D1 | 면적 수량 | 7
- D2 | 비탈면 길이 수량 | 7
- D3 | 수평길이 수량 | 8
- D4 | 경사 쓰기 | 8-9
- D5 | 시작점·끝점 좌표 쓰기 | 9
- D6 | 교차점(I.P) 제원 | 9-10
- D7 | 철근 배열 | 10-11
- D9 | 중심선 체인 쓰기 | 13
- D10 | 비탈 기호 그리기 | 13
- T1 | 기준 표고로 높이 문자 쓰기 | 14
- T2 | 문자 위치와 내용 내보내기 | 14
- T3 | 문자 방향 맞추기 | 15
- E1 | DT1 레이어 정리 | 15

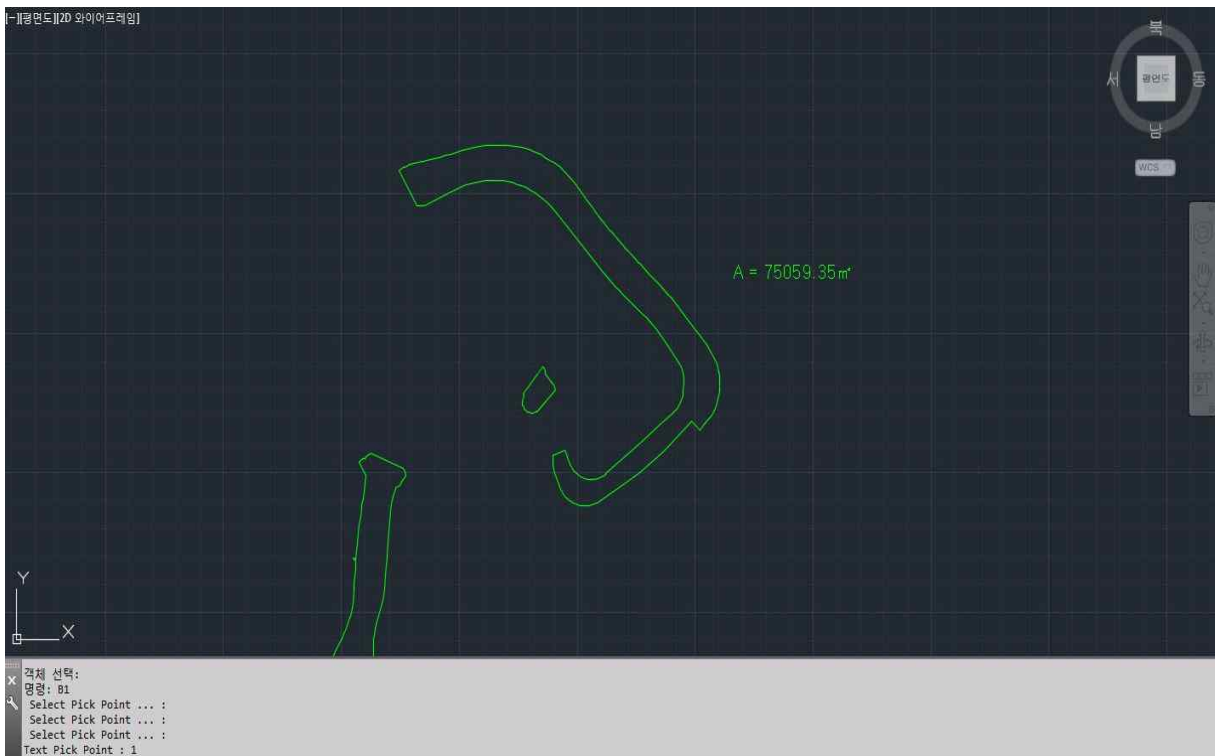
5.2 하천기본계획

5.2.1 Area[면적 산정]

- 폐합된 연속도형의 면적을 산출하여 합계면적은 도면상에 표기
- Command : B1 



- Select Pick Point ... : 폐합된 부분 짚기
- Text Pick Point ... : 합계면적 위치 짚기

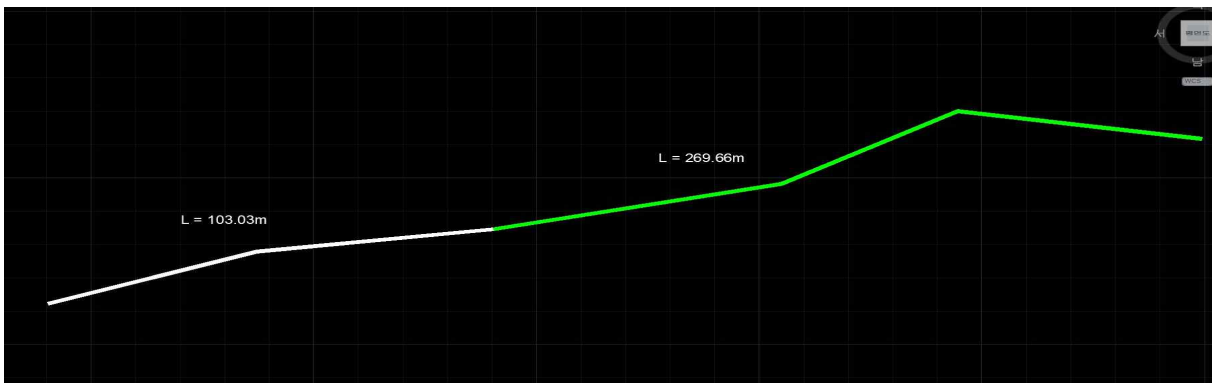


5.2.2 선분할

- 라인, 폴리선, 호 등의 객체를 사용자가 Point Pick 한부분을 나눔
- Command : B2 

5.2.3 선길이

- 라인, 폴리선, 호 등의 객체를 사용자가 순차적으로 모두선택 길이를 누적하여 도면에 표시
- Command : B3 
- 문자높이 <2.500> : 합산된 길이의 문자 높이 설정 
- 객체선택 : 산정할 모든 객체선택 
- Text a Point : 누적 길이를 표시할 지점 선택 



5.2.4 제방단면 그리기

가. 좌·우안선형, 계획홍수위, 계획하상을 고려하여 제방 그리기

나. Command : B4 

B4 제방단면그리기

스케일	비탈경사
SCA 100	제외측(Out) 2.0
	제내측(In) 2
독마루폭	여유고
4.0	0.6
☐ 호안 고려(HWL까지, 수평 0.5m) ☐ 제방고 승상(지반고 미만이면)	
확인 취소	

(1) 옵션 : 스케일, 비탈경사, 독마루폭, 여유고, 호안고려, 제방고 상승 선택

(가) 호안고려: 호안두께(0.5m)를 고려하여 제방선작성

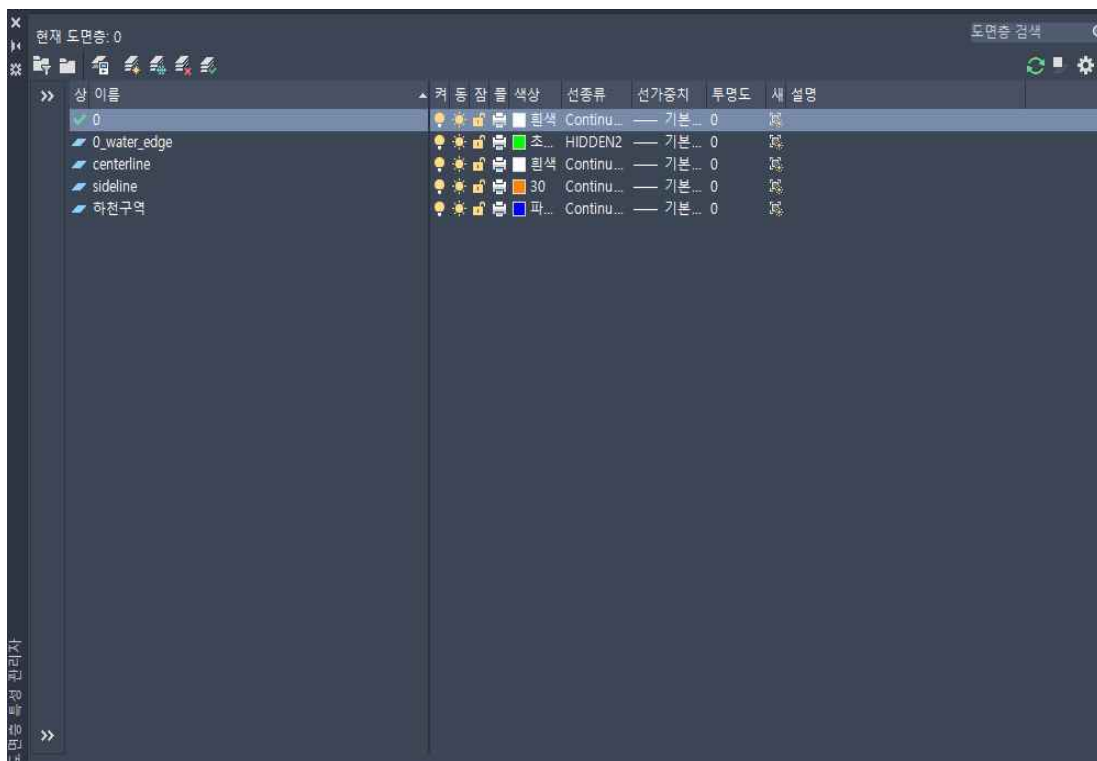
(나) 제방고 상승: 계획고가 지반고 보다 낮은 경우 지반고까지 상승

- 좌안선형지점... : 계획제방 비탈머리 선택 
- 우안안선형지점... : 계획제방 비탈머리 선택 
- 계획홍수위 지점... : 계획홍수위점 선택 
- 계획하상고 지점... : 계획하상고 선택 
- Select 지반선 line : 현재 지반고선 선택 

5.2.5 계획선 및 하천구역 CSV 내보내기

가. 중심선, 측선, 현하폭선, 계획선(or 하천구역) 확인 CSV 파일작성

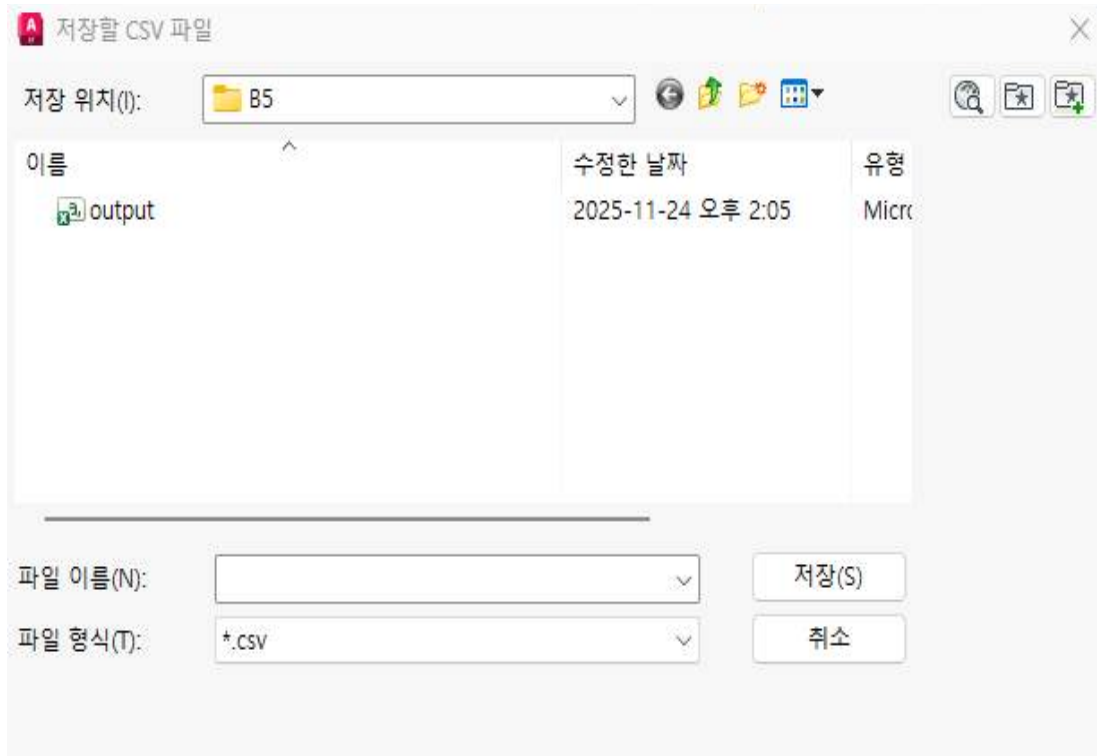
나. layer명(필수): centerline-중심선, sideline-측선(횡단측점)



다. Command : B5 

(1) 좌측 현하폭선(좌), 좌측 계획하폭선(좌), 우측 현하폭선(우), 우측 계획하폭선(좌) 선택

(2) output 파일 저장위치 설정



(3) output 파일 생성

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	측점	거리	제방								
2		0	-8.09	1							
3			6.97	2							
4			-8.09								
5			6.97								
6	12		-8.26	1							
7			7.16	2							
8			-8.26								
9			7.16								
10	50		-8.42	1							
11			9.88	2							
12			-8.42								
13			11.38								
14	100		-7.94	1							
15			9.05	2							
16			-6.84								
17			10.22								
18	150		-15.78	1							
19			8.6	2							
20			-12.94								
21			10.78								
22	200		-10.2	1							
23			8.6	2							
24			-20.9								
25			19.61								
26	221		-6.43	1							
27			8.63	2							
28			-12.85								
29			18.06								
30	250		-6.06	1							
31			5.52	2							
32			-11.01								
33			16.69								

(4) output 파일로 watersolution>계획 도면>횡단면 입력(횡단동일옵션)>횡단작성

(5) 횡단면도 중첩으로 계획횡단면 작성 또는 하천구역 표시

5.2.6 B6 · 하천구역조서 작성

하천기본계획 메뉴 AutoCAD와 CADian의 WaterLisp > 하천기본계획 > 하천구역조서 작성 (B6)에서 실행합니다. 기존 WSLAND 기능을 B6로 연결했으며 WSLAND 명령과 .wsland 전송 형식은 유지합니다.

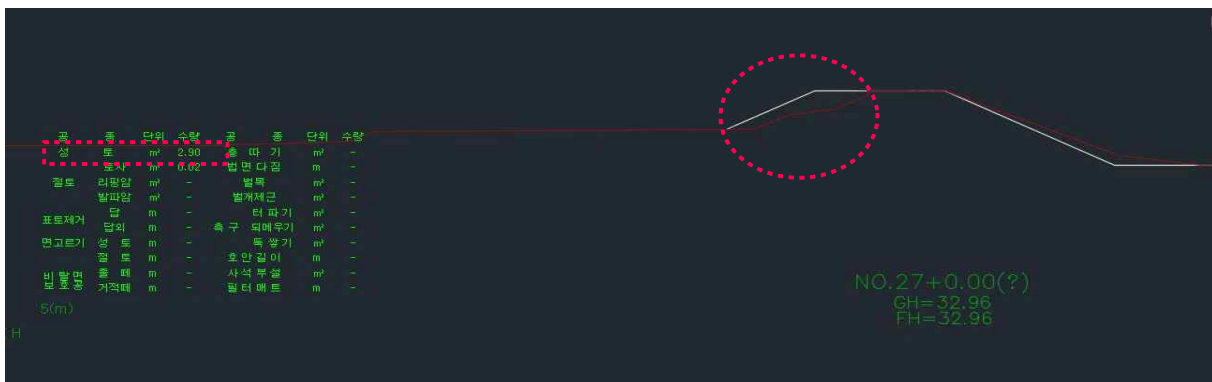
작업 순서

1. 닫힌 2D 폴리선 하천구역 외곽 경계를 선택합니다.
2. 열린 중심선을 선택하고 상류 쪽 끝 부근을 클릭합니다.
3. 구간 분할선을 선택하고 Enter를 누릅니다. 선택 없이 Enter를 누르면 좌우 각 1구간으로 처리합니다. WaterLisp B6의 구간번호는 하류부터 시작합니다.
4. 새 이름의 .wsland 파일을 저장합니다. 기존 파일은 덮어쓰지 않습니다.

5.3 하천설계

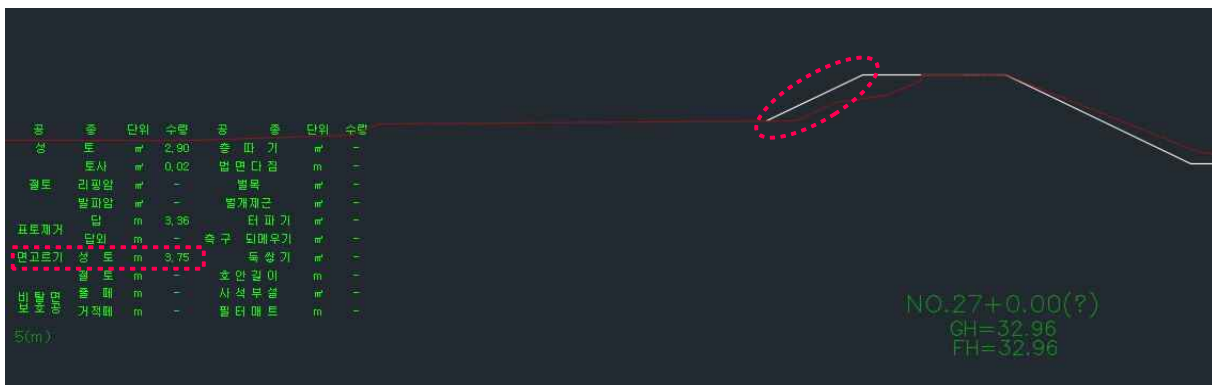
5.3.1 면적 수량

- 폐합된 성토/절토 등의 연속된 면적을 산출하여 합계면적을 도면상의 문자선택 수정
- Command : D1 
- Scale ... 1/: 도면 스케일 입력
- Selcet Pick Point ... : 성토/절토 부분 찍기
- Selcet Pick Point ... :  (연속된 면적 선택가능 ⇒ 합계산출)
- Select change Text : 성토수량 선택



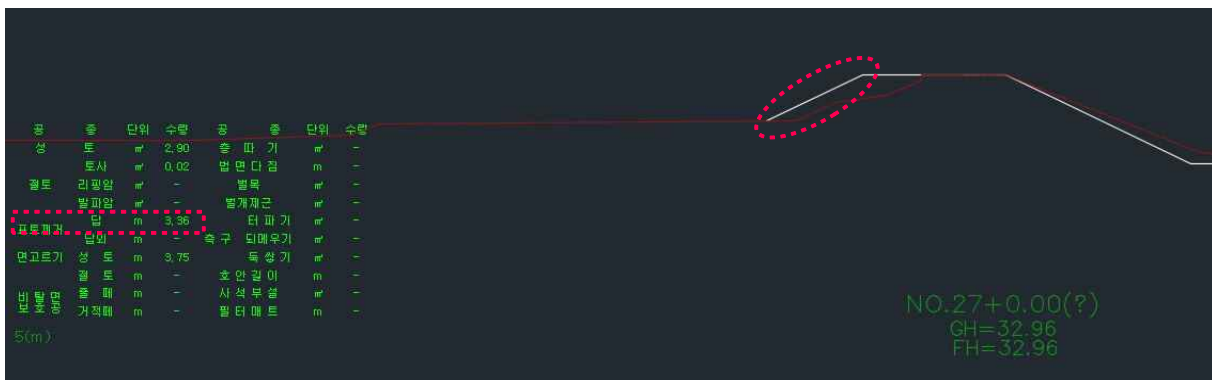
5.3.2 비탈면 길이 수량

- 면고르기, 비탈면보호공, 법면다짐, 호안길이, 필터매트 등 길이수량을 산출하여 합계길이를 도면상의 문자선택 수정
- Command : D2 
- Scale ... 1/: 도면 스케일 입력
- Start point... : 길이산출을 위한 시작점 선택
- End point...: 길이산출을 위한 끝점 선택
- Start point... :  (연속된 길이 선택가능 ⇒ 합계산출)
- Select change Text : 길이수량 선택



5.3.3 수평길이 수량

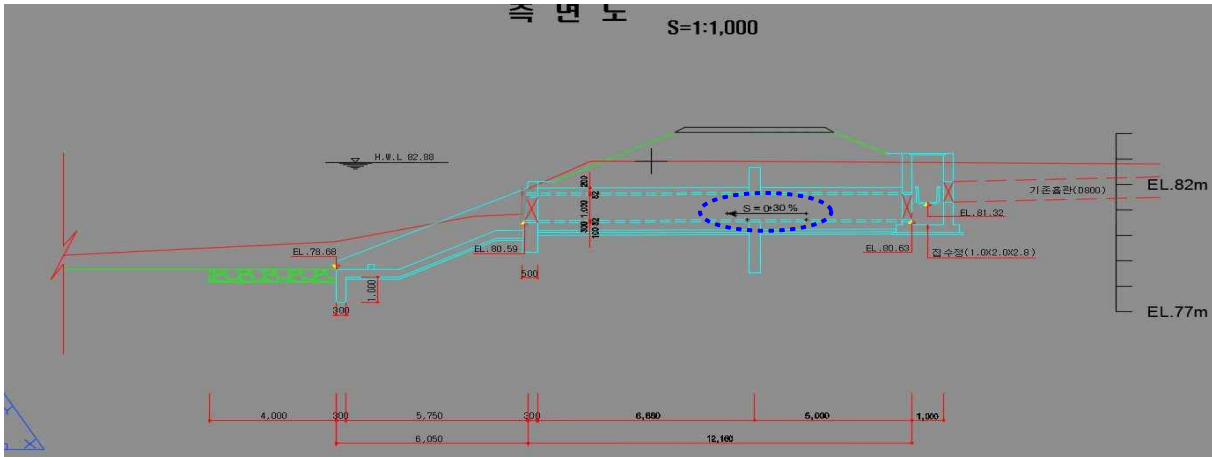
- 표토제거 등 길이수량을 산출하여 합계길이를 도면상의 문자선택 수정
- Command : D3 
- Scale ... 1/: 도면 스케일 입력
- Start point... : 길이산출을 위한 시작점 선택
- End point...: 길이산출을 위한 끝점 선택
- Start point... :  (연속된 길이 선택가능 ⇒ 합계산출)
- Select change Text : 길이수량 선택



5.3.4 경사쓰기

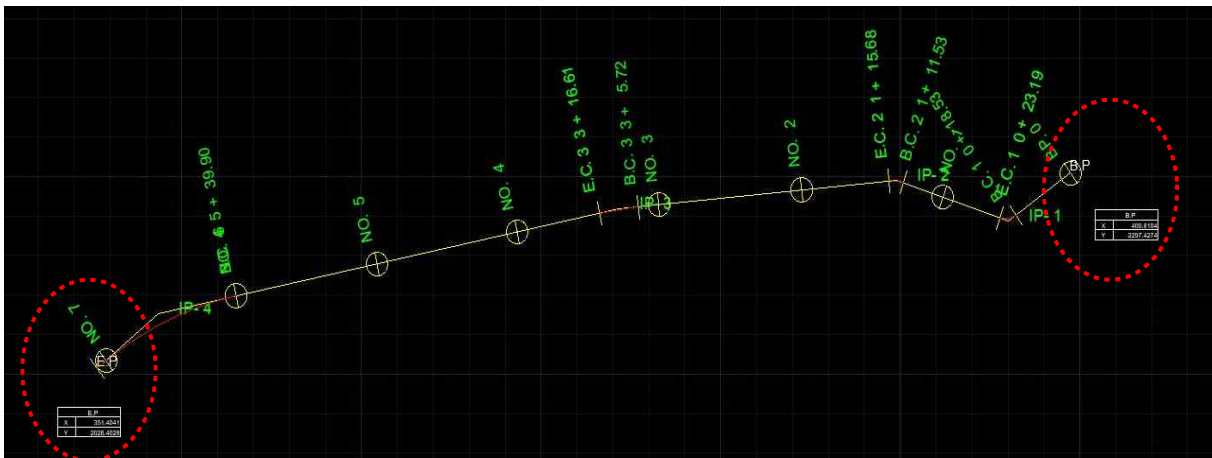
- 독마루표면마루리, 배수시설내 경사 등을 도면에 표시(%)
- Command : D4 
- 문자높이 <2.5>: 경사가 표시될 문자높이 입력 
- Start point... : 경사를 산정할 시작점 선택

- End point...: 경사를 산정할 끝점 선택
- Start point... : ☐ (연속적인 경사 표시 가능)



5.3.5 좌표쓰기

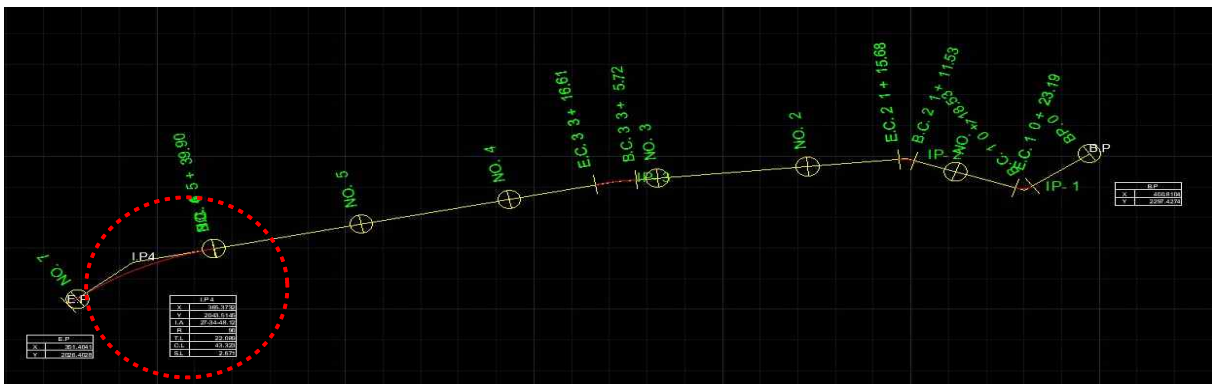
- 선형의 시·종점 좌표 쓰기
- Command : D5 ☐
- 문자높이 <2.5>: 표시될 문자높이 입력 ☐
- 좌표점 선택 : ☐
- 시작점(B)/끝점(E) : 시점, 종점 선택 ☐
- Draw start point : 문자 표시될 지점 선택 ☐



5.3.6 교차점(IP) 제원

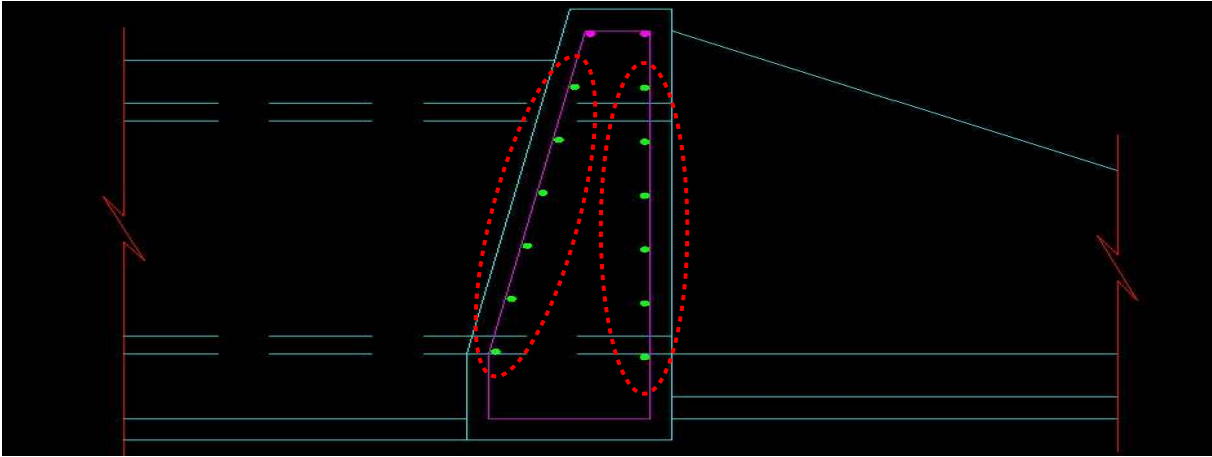
- 교차점 번호 및 제원 계산

- Command : D6 ☐
- 1=>그리기, 2=> R 선택 디폴트 < 1 >: 호선택 ☐
- 문자높이 <0.2> : 교차점제원 표시될 문자높이 입력 ☐
- 교차점 : 교차점(I.P) 선택 ☐
- I.P점 번호입력 : 교차점 번호 입력 ☐
- 첫번째 라인 선택 : 교차점 이전 선 선택 ☐
- 두번째 라인 선택 : 교차점 이후 선 선택 ☐
- $TL=1.744CL=2.868SL=0.653$
- Draw start point: 제원이 표시된 좌표 선택 ☐



5.3.7 철근 배열

- 시적점과 끝점 선택에 따라 수직, 수평, 경사면의 등간격 철근 배열
- Command : D7 ☐
- 객체 선택 : 배열할 철근 선택 ☐
- Base point : 배열할 철근 시작점 선택 ☐
- Second point : 배열할 철근 끝점 선택 ☐
- Lengh of divide : 철근 배열간격 입력 ☐



5.3.8 D9 | 중심선 체인 쓰기

선 또는 호를 따라 선택한 구간의 길이를 누적하고 NO.번호+ 추가거리 형식의 문자를 표시합니다. 하천설계

→ 중심선 체인 쓰기(D9)를 클릭합니다.

실행 순서

- ① 시작점의 추가거리, 문자 높이, 한 체인당 거리를 입력합니다.
- ② 선 또는 호를 선택하고 첫 번째 점과 두 번째 점을 지정합니다.
- ③ 다음 점을 연속 지정하면 거리를 누적합니다. 점 입력에서 Enter로 구간 입력을 끝낸 뒤 다음 객체를 선택

하거나 종료합니다.

현재 구현의 계산 주의점

기본 한 체인 거리는 40이지만 잔여거리 보정 기준은 소스에 19.995로 고정되어 있습니다. 따라서 기본값을 포함해 체인 간격에 따른 표기 오류 가능성이 있으므로 산출값을 검산해야 합니다.

5.3.9 D10 | 비탈 기호 그리기

두 경계 LWPOLYLINE 사이에 긴 선과 짧은 선으로 비탈 기호를 작성합니다. 선

사이 거리, 긴 선 사이의 선 개수, 짧은 선 길이에 각각 양수를 입력합니다.

객체 선택과 결과 기준 경계와 반대편 경계를 한 쌍으로 선택합니다. 선택 집합의 인접 두 객체가 한 쌍으로 처리되므로, 먼저 두개만 개별 선택하여 결과 방향을 확인하는 것이 좋습니다. 홀수 개 선택 시 마지막 객체는 처리되지 않습니다. 교차점이 없으면 작성이 중단될 수 있습니다. ActiveX와 곡선 처리 함수 지원이 필요합니다.

5.4 문자 작업 T1 · T2 · T3

5.4.1 T1 | 기준 표고로 높이 문자 쓰기

기지점의 지반고 또는 계획고 문자와 두 지점의 Y좌표 차를 이용해 미지점 표고를 계산하고 문자를 작성합니다.

실행 순서

- ① 문자 크기, 접두어(기본 EL=), 축척을 입력합니다.
- ② 높이를 구할 미지점, 표고를 알고 있는 기지점을 차례로 선택합니다.
- ③ 기지점의 지반고 또는 계획고 문자를 선택합니다.
- ④ 계산된 표고 문자가 미지점 부근에 작성됩니다. 다음 미지점을 선택하거나 Enter로 끝냅니다.

계산 방식

표고 차는 |미지점 Y - 기지점 Y| ÷ 입력 축척입니다. 미지점이 위쪽이면 기지점 표고에 더하고 아래쪽이면 뺍니다. 선택 문자에서 = 뒤 숫자를 읽고, =가 없으면 문자열 앞부분을 숫자로 읽습니다. 도면의 실제 세로 축척과 숫자 형식을 확인하세요.

5.4.2 T2 | 문자 위치와 내용 내보내기

파일 저장 위치를 선택한 다음 TEXT 또는 MTEXT 객체를 선택합니다. 각 문자의 삽입점 X, Y와 문자 내용을덱표로 구분하여 파일에 기록합니다.

파일 형식과 주의점

출력 형식은 X,Y,문자내용이며 X와 Y는 소수점 네 자리입니다. 세 번째 값은 객체의 Z좌표가 아니라 문자 내용입니다. 기존 파일을 선택하면 뒤에 추가합니다. 쉽표·줄바꿈·MTEXT 서식 코드가 있는 문자는 정식 CSV 인용 처리를 하지 않으므로 출력 후 정리가 필요합니다. 반복 내보내기는 새 파일을 선택하면 중복을 피할 수 있습니다.

5.4.3 T3 | 문자 방향 맞추기

선택한 단일행 TEXT의 회전각을 두 점이 이루는 방향으로 변경합니다. 문자 작업 → 문자 방향 맞추기(T3)를 클릭하고 문자를 선택한 다음 시작점과 끝점을 지정합니다.

대상과 변경 사항

TEXT 객체만 수정하며 MTEXT는 변경하지 않습니다. 문자 내용과 위치는 그대로 두고 회전각을 바꿉니다. 읽기 방향을 위한 각도 보정이 포함되어 있으므로 기존 방향을 바꾸어 사용할 때 결과를 확인하세요.

5.5 기타 도구

5.5.1 E1 | DT1 레이어 정리

도면 전체의 DT1 레이어 객체를 정리합니다. CS-DIMT 레이어가 있으면 DT1 객체를 옮기고 기존 레이어를 정리합니다. CS-DIMT가 없으면 DT1 레이어 이름을 CS-DIMT로 변경하고 선종류를 Continuous로 설정합니다.

도면에 미치는 영향

명령이 끝나면 전체 선종류 축척 LTSCALE을 6으로 설정합니다. DT1 레이어가 없는 경우에도 이 설정은 실행됩니다. 선택한 객체에만 적용되는 명령이 아니므로 실행 전 도면 전체의 레이어 구성과 선종류 축척을 확인하세요.