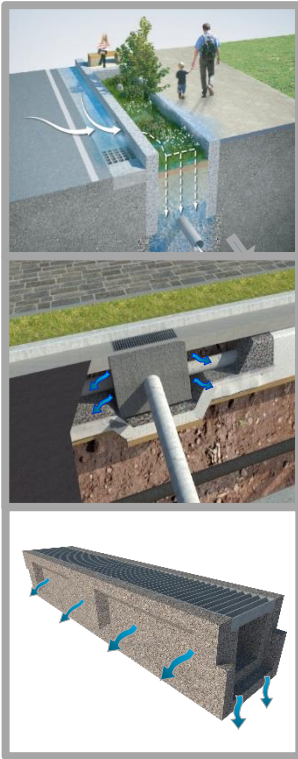




분산식 빗물관리 시스템 구축 Urban Solutions for LID



Infiltration Chamber / Infiltration Channel / Porous Infiltration Pipe / Infiltration Block / Infiltration Block
Infiltration Planter / Vegetated Swale / Green Roof / Bioretention Basin / Tree Box Filter / RainGarden



What LID ?

Urban solutions for LID

도시의 팽창과 산업화의 진행으로 녹지면적의 감소, 불투수층 증가 등으로 자연 물순환 체계의 파괴, 하천 유량 감소, 수질 악화, 홍수 등의 문제를 발생시키고 있다.

당사는 물순환 체계를 회복함과 동시에 저영향개발(LID)의 최적관리기법(BMPs: Best Management Practice)개발과 물순환 분석모델(SWMM-LID 5.1)에 의한 LID 요소기술의 적용성과 효과 검증을 제시하고자 한다.

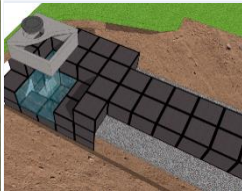
빗물유출과 비점오염저감을 종합적으로 계획·설계, 도시 물순환 시스템을 최적관리하는 Urban Solutions for LID

완충녹지구간



식생수로

학교·공원구간



빗물저류조

단독·공동주택구간



침투형 빗물받이

수변완충녹지구간



인공습지(비오톱)

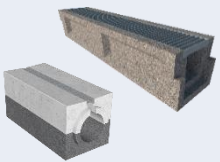
도로·보도구간



식물재배화분



교차로구간



원형침투수로(측구)

도로, 주차장구간



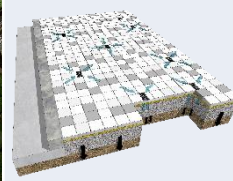
나무여과상자

학교, 공원구간



빗물정원, 식생체류지

도로, 보도구간



틈새투수블록

도로, 보도구간

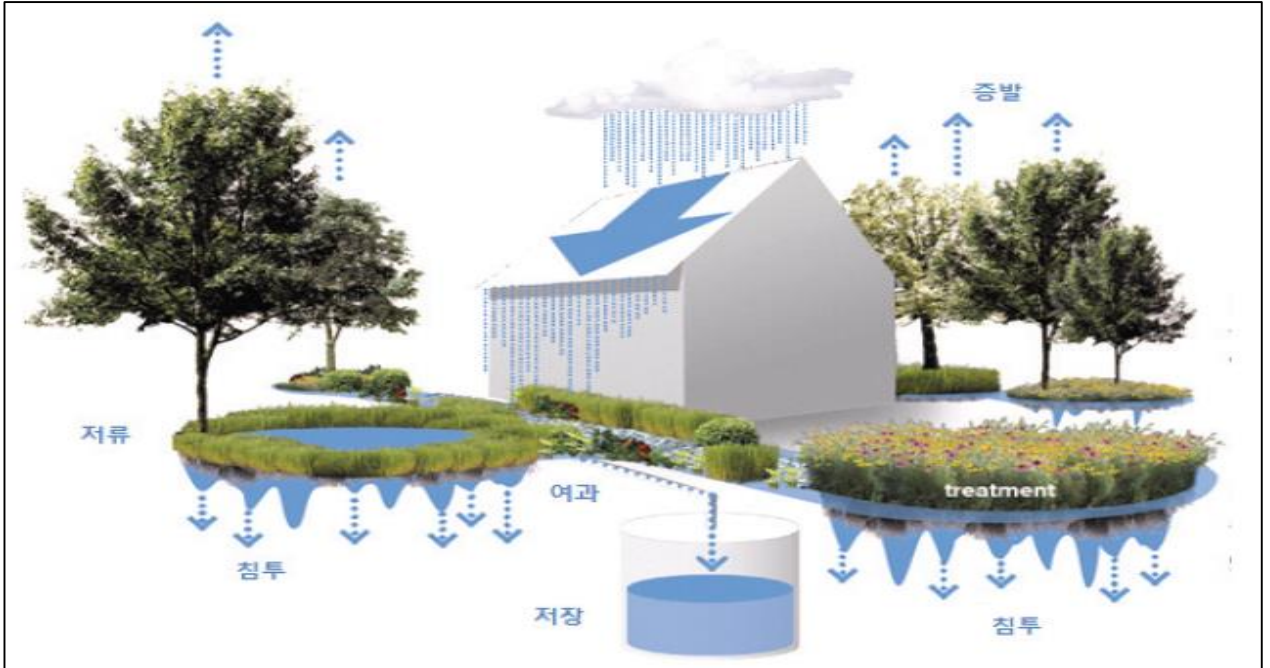


침투도랑-쇄석저류조

How LID ?

물순환 모식도 / SWMM-LID 5.1 개요 및 구성

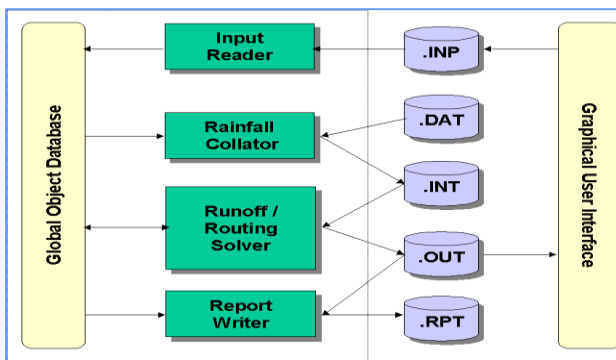
▶ 물순환 모식도



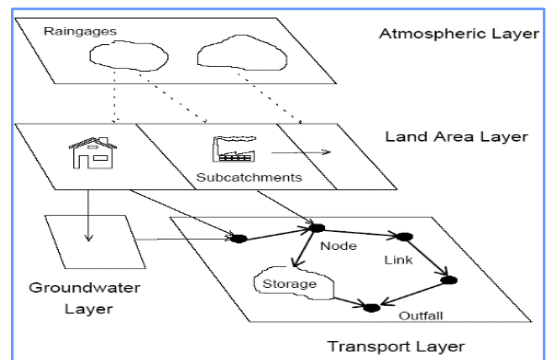
(출처: L.I.D a design manual for urban areas, 2010)

▶ SWMM LID 5.1 개요 및 구성

- 도시 구역 내 강우에 따른 유출 및 수질을 모의할 수 있는 가장 종합적인 모형
- 강우사상에 의해 발생하는 유출수량, 배수관망에서의 유출량추정, 저류량 산정, 오염물질처리모의
- 도표식 사용자 편의환경 구축, LID기법 모듈 내장
- 수문학적 매개변수 : 투수 및 불투수 구역의 Manning 계수, 하도 및 관망 Manning 계수 등
- 입출력 제어 자료군 : 프로그램의 수행과 결과의 출력형태를 결정하는 자료

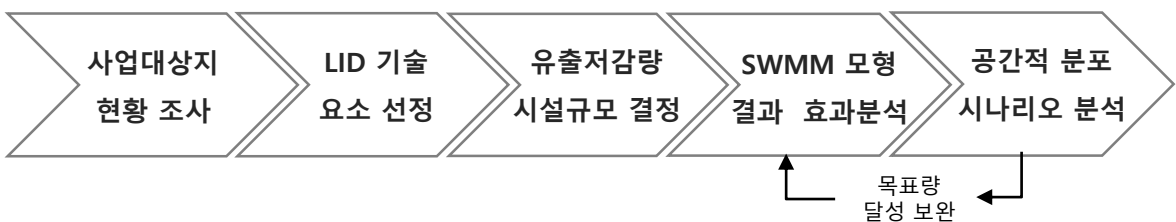


[SWMM 5.1 구성]



[SWMM 구역 배수개념도]

▶ SWMM LID 흐름도



김해 장유도서관 그린빗물인프라현장 - 토질조사/강우.수질.수문분석

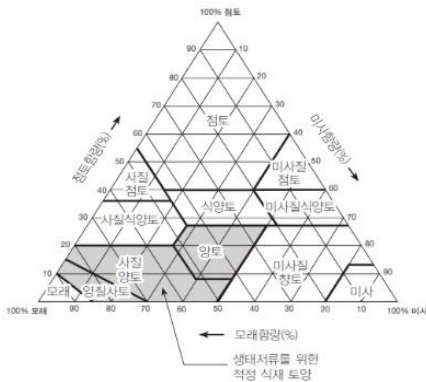
▶ 사업대상지 조사 및 사업구상



[지질도]



[토지이용도]

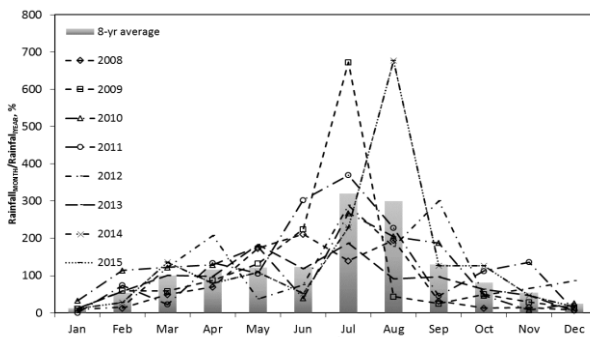


[모래,미사, 점토 비율에 따른 토성분류]

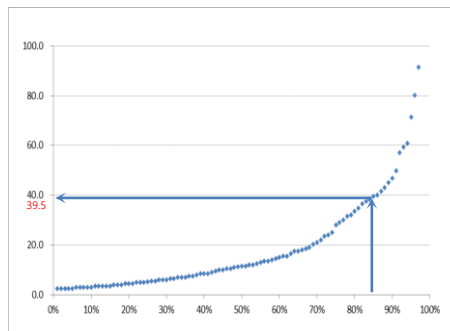
토양그룹	토양의 특성	침투속도(mm/h)
Type A	유출이 가장 적음. 침투율이 가장 큼 실트와 점토를 약간 포함한 모래층으로 배수 양호함	7.62-11.43
Type B	비교적 낮은 유출율, 비교적 높은 침투율. 자갈이 섞인 사질토로 배수가 대체로 양호함	3.61-7.62
Type C	비교적 높은 유출율, 비교적 낮은 침투율. 상당수의 점토와 콜로이드 물질을 포함, 배수 불량함	1.27-3.81
Type D	유출율이 가장 큼, 침투율이 가장 낮음. 대부분이 점토질로 이루어져 배수가 대단히 불량함	0-1.27

[NRCS 수문학적 토양그룹]

▶ 수질 및 강우특성 분석



[연도별 강우량]



[빈도별 강우분포]

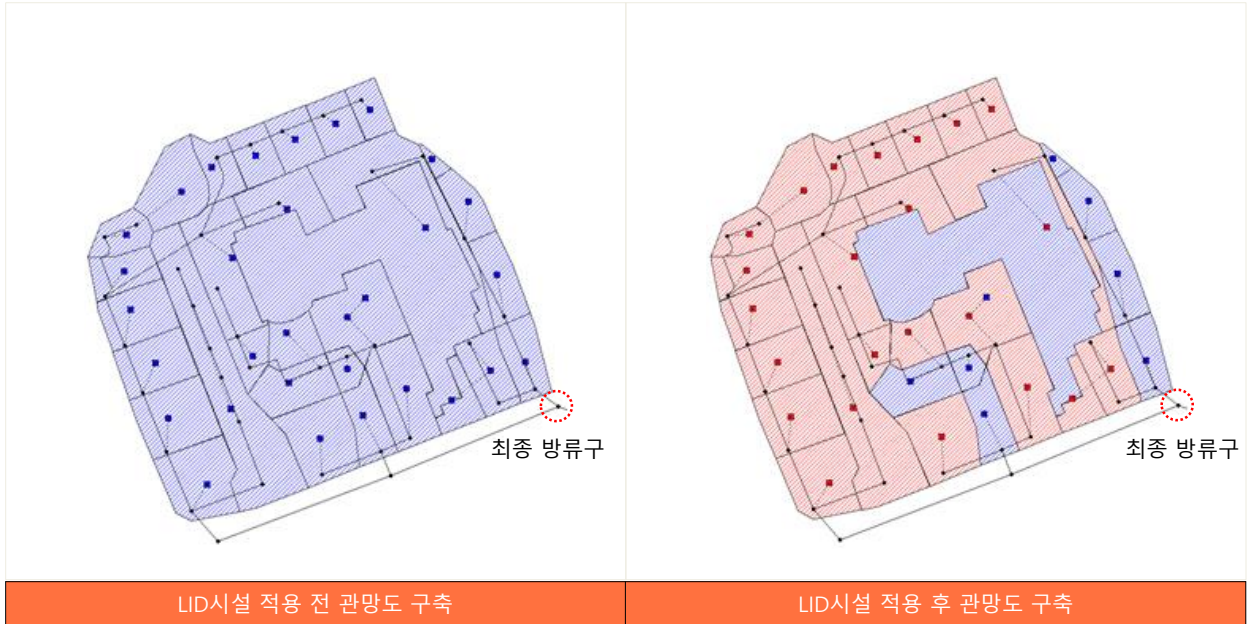
퍼센타일	일강우 (mm)
75	28.0
80	33.5
85	39.5
90	46.8
95	71.4

수 질 및 유 량 모 니 터 링						
시간(min)	유량(m3)	BOD(kg)	TSS(kg)	TN(kg)	TP(kg)	pH(kg)
0	14.9	37.100	121.500	11.400	1.490	6.980
5	12.7	40.200	107.000	7.800	0.807	7.010
10	10.8	24.700	55.500	7.700	0.677	7.030
15	62.0	18.600	28.500	2.500	0.180	7.260
30	39.3	2.500	6.800	0.700	0.044	7.300

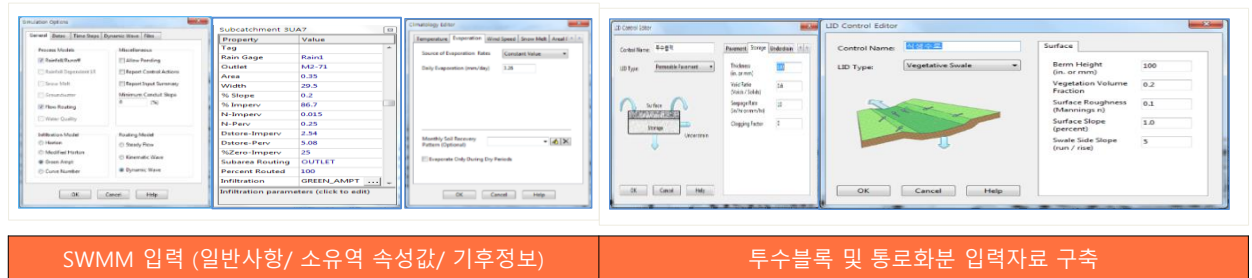
How LID ?

김해 장유도서관 그린빗물인프라현장 - 관망구축/입력자료/검보정

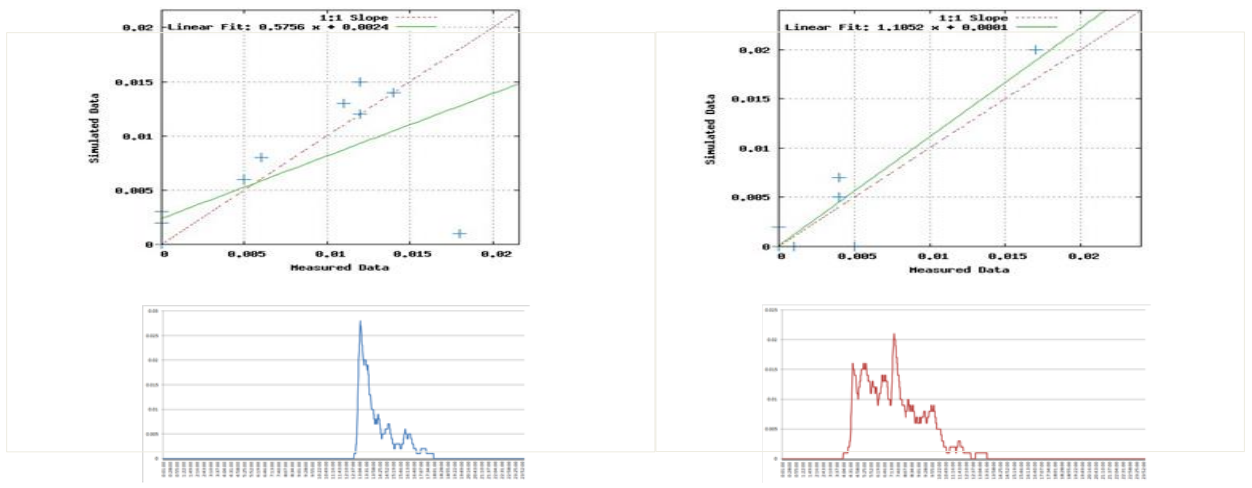
▶ SWMM 유역 관망 구축



▶ SWMM 입력자료 구축



▶ SWMM 모형 검보정



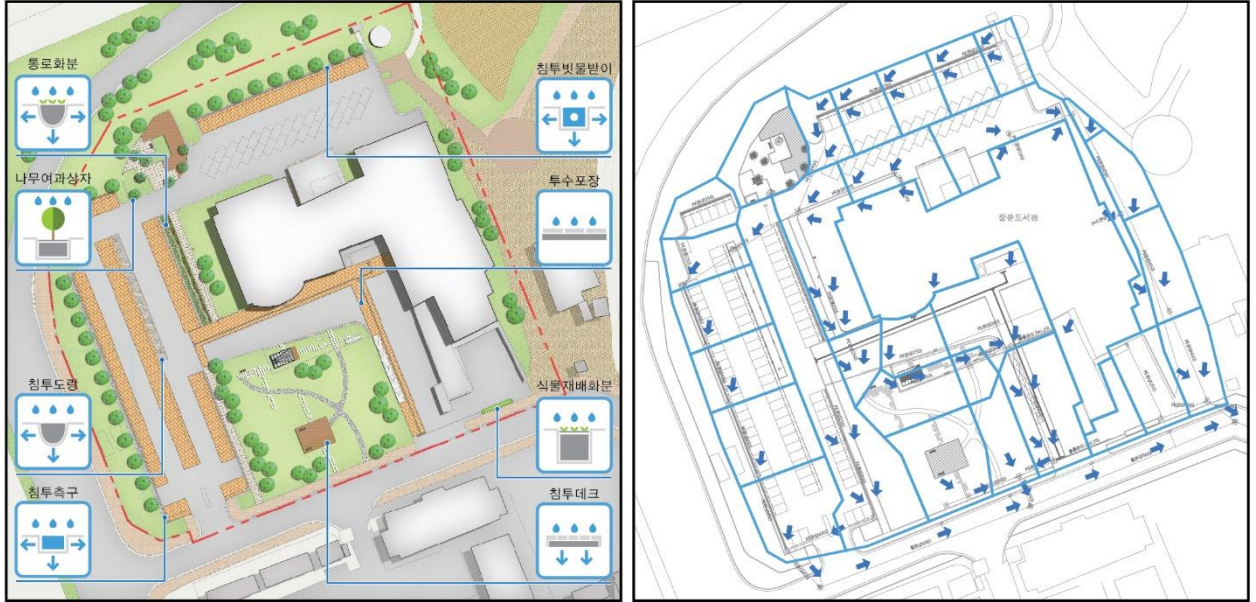
시행착오법을 이용한 매개변수 보정 (1차 모니터링)

실측자료와 검정 실시 (2차 모니터링)

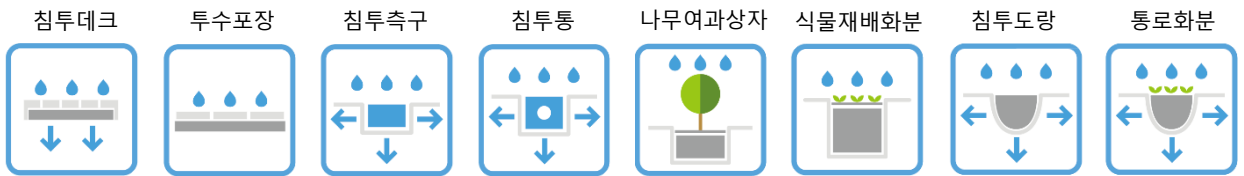
How LID ?

김해 장유도서관 그린빗물인프라현장 - 시설배치/우수유역도/적용시설.수량표

▶ LID시설배치도 및 우수유역도



▶ 적용된 LID시설



▶ 집수면적 산정

구분	배수면적(m ²)	불투수면적(m ²)	불투수율(%)	집수면적(m ²)	집수면적비(%)
장유도서관	15,170.00	9,450.91	62.3	4,531.61	47.95
전체	55,390.00	31,893.64	59.82	15,354.19	48.14

▶ LID 수량표

공종	규격	단위	수량
침투화분	98.0m ²	개소	1
식물재배화분	15.0m ²	개소	1
나무여과상자	2300x1200	개소	1
침투데크	T30	M2	196.5
침투도랑	W500xL31500	개소	3
투수블록 (T80)	200x200xT80	m ²	1,838.0
투수블록 (T60)	200x200xT60	m ²	391.5
침투빗물받이	300x400	개소	14
침투측구	W200	m	216.0

How LID ?

김해 장유도서관 그린빗물인프라현장 - 유출.비점 저감효과

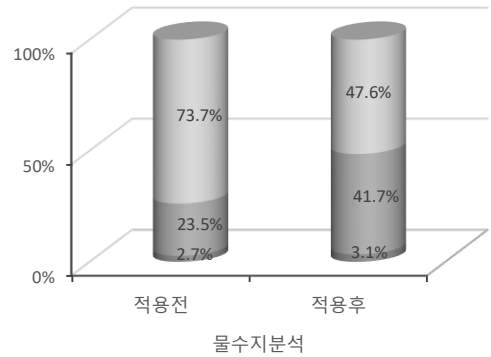
▶ 단기 강우에 의한 유출 및 비점저감효율 (목표강우량 : 85%ile ⇒ 39.5mm)

유출구	첨두유량(m³/sec)		저감효과	유출총량(m³)		저감효과
	적용전	적용후		적용전	적용후	
OUT	6.38	4.91	23.0%	441	292	33.8%

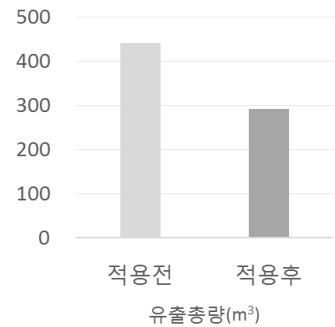
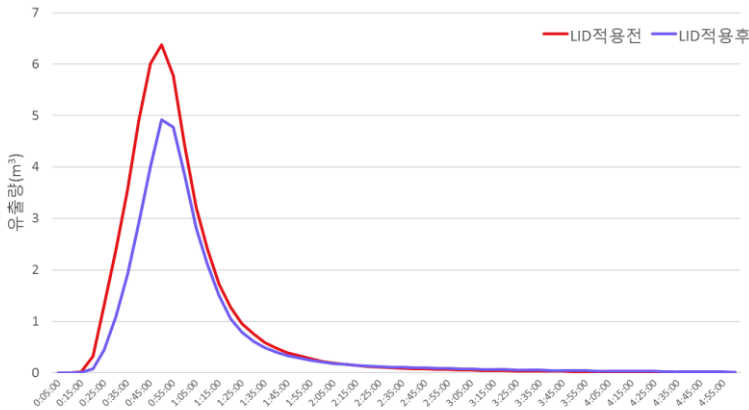
유출구	BOD(kg)		저감효과	T-N(kg)		저감효과	T-P(kg)		저감효과
	적용전	적용후		적용전	적용후		적용전	적용후	
OUT	42.29	27.62	34.7%	5.03	3.28	34.8%	0.66	0.43	34.9%

▶ 물수지 분석

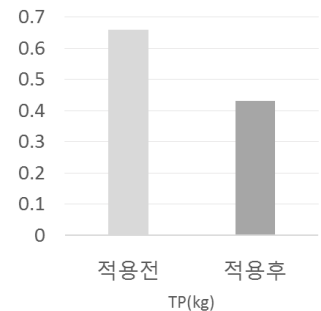
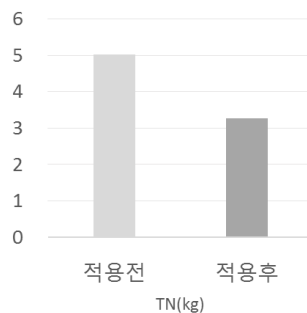
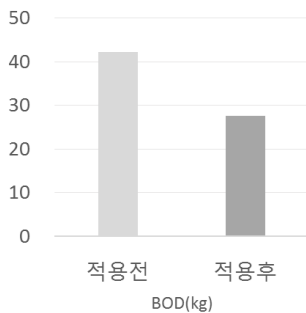
구분	적용전	적용후
강우	39.5mm/7hr	39.5mm/7hr
증발	6.8	7.9
	2.7%	3.1%
침투	59.5	105.6
	23.5%	41.7%
유출	186.6	120.5
	73.7%	47.6%



▶ LID적용 전·후 유출곡선



▶ 비점오염물질 저감효과



김해 장유도서관 그린빗물인프라현장 - 유출.비점 저감효과

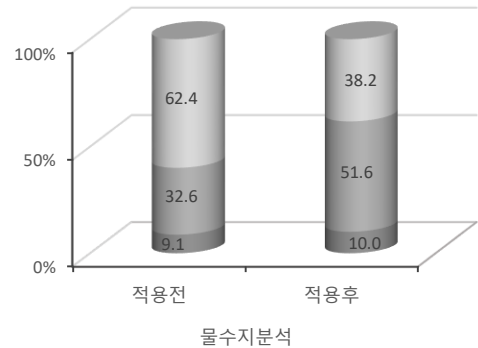
▶ 장기 강우에 의한 유출 및 비점저감효율 (대표 연강우(2008~2015) ⇒ 2013)

유출구	첨두유량(m³/sec)		저감효과	유출총량(m³)		저감효과
	적용전	적용후		적용전	적용후	
OUT	3.88	2.57	33.9%	10,159	6,415	36.9%

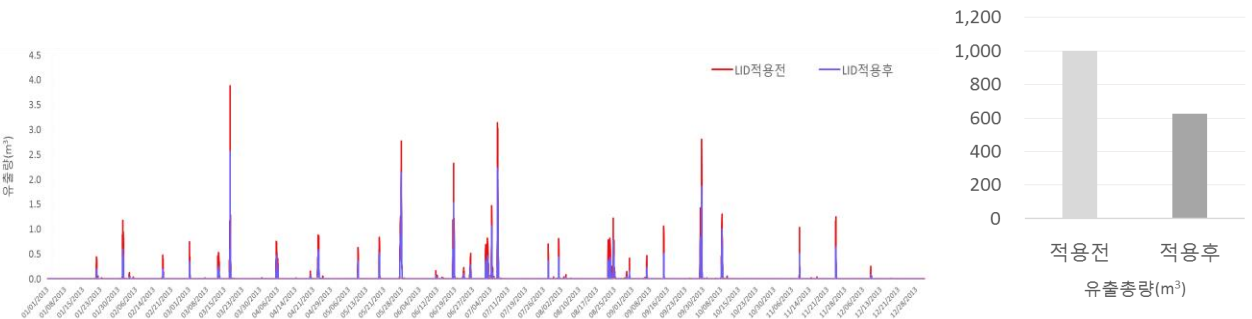
유출구	BOD(kg)		저감효과	T-N(kg)		저감효과	T-P(kg)		저감효과
	적용전	적용후		적용전	적용후		적용전	적용후	
OUT	971.72	602.57	38.0%	115.51	71.63	38.0%	15.10	9.36	38.0%

▶ 물수지 분석

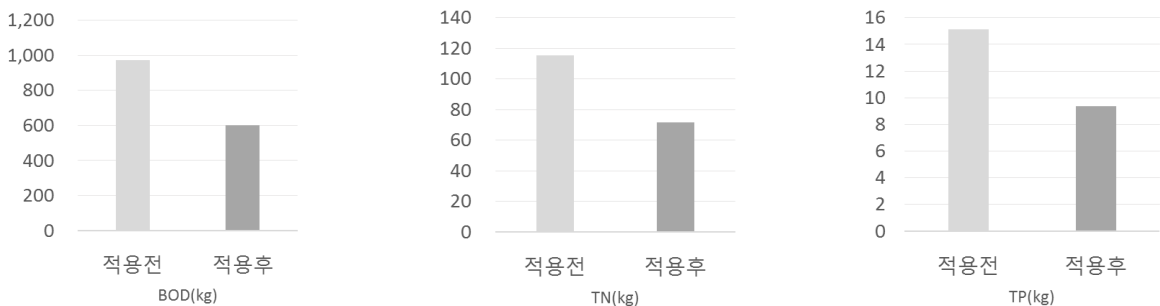
구분	적용전	적용후
강우	1,057.2mm/yr	1,057.2mm/yr
증발	95.9	106.2
	9.1%	10.0%
침투	334.0	545.1
	32.6%	51.6%
유출	669.7	404.0
	62.4%	38.2%



▶ LID적용 전·후 유출곡선



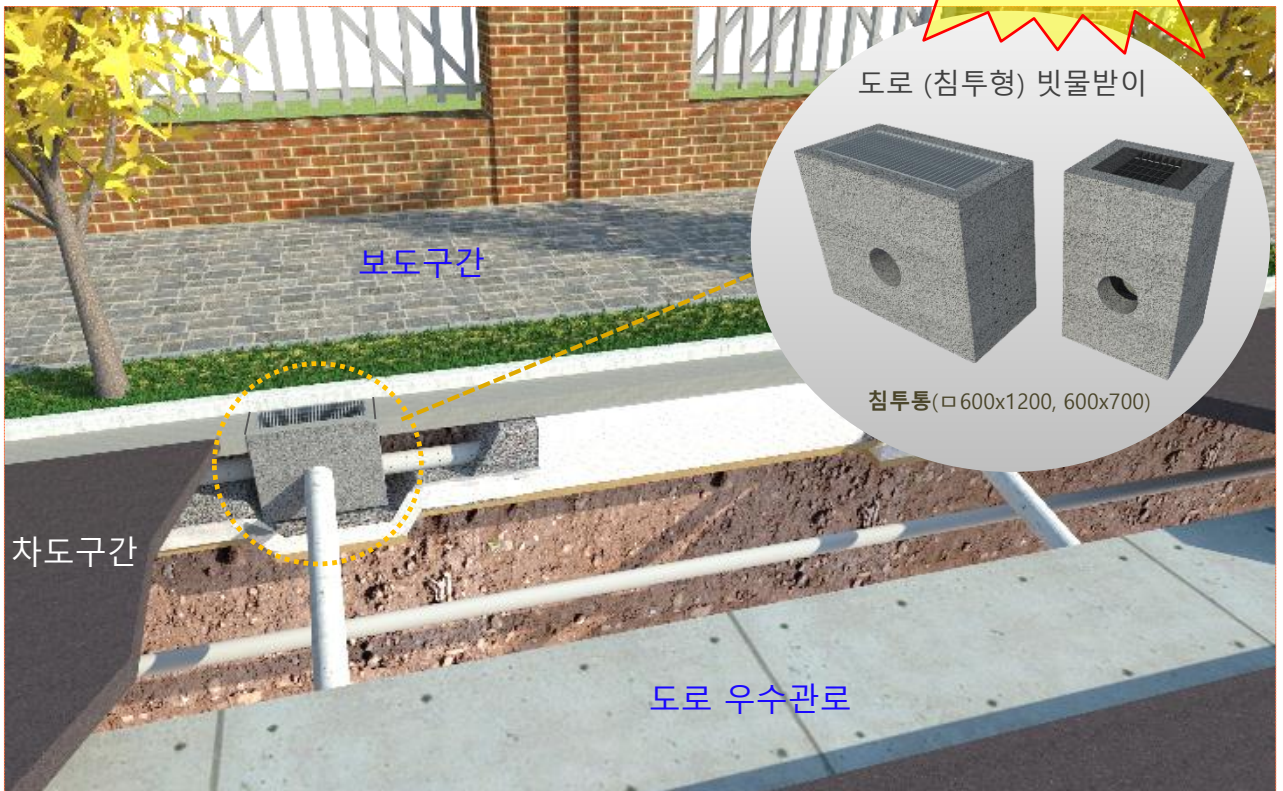
▶ 비점오염물질 저감효과



LID 기술요소 — 빗물침투시설

침투형 빗물받이 (Infiltration Wells)

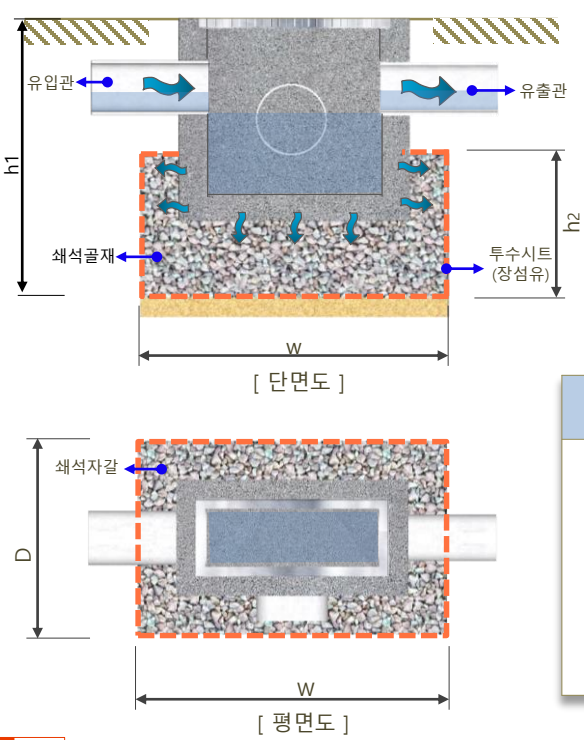
기존 빗물받이
대체 시설



■ 침투통은 투수성을 가지는 통 본체와 주변을 쇠석으로 충전하여 집수한 빗물을 측면 및 바닥에서 지중으로 침투시키는 시설.

■ 침투통은 통본체, 충전쇄석, 모래, 투수시트, 연결관, 관입구 필터로 구성된다.

▶ 침투형 빗물받이 규격도



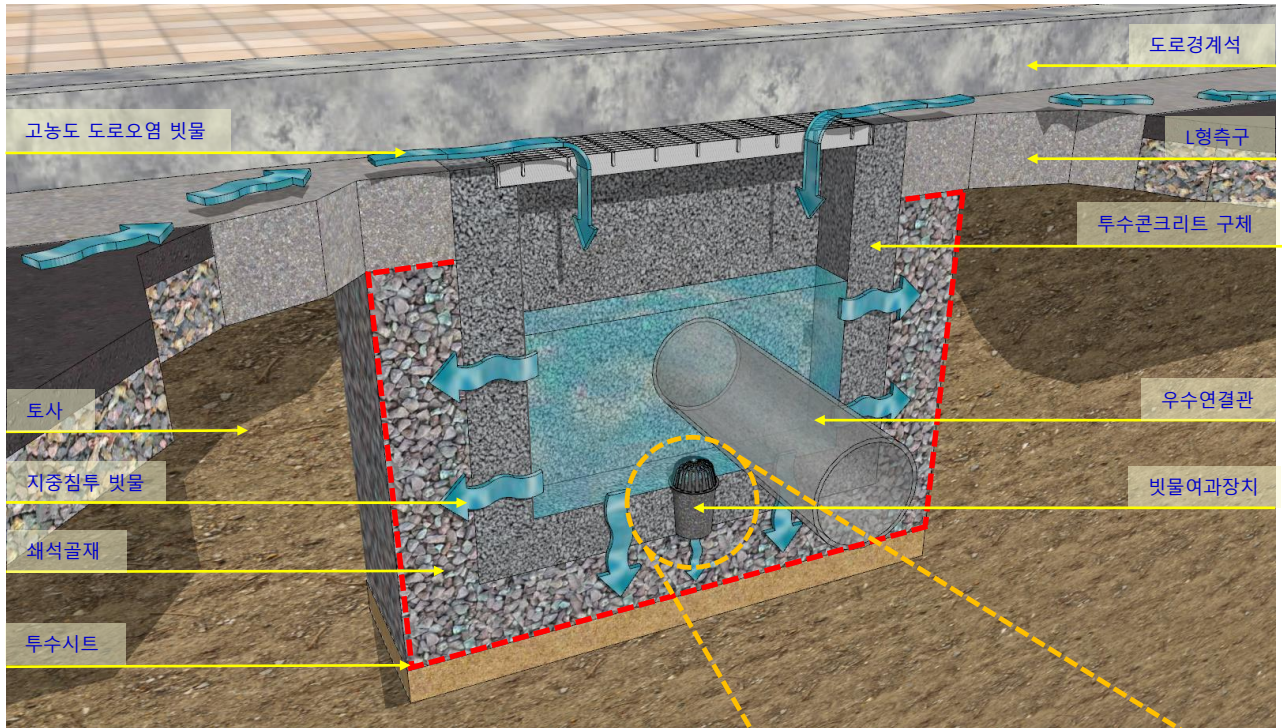
▶ 침투형 빗물받이 구성품



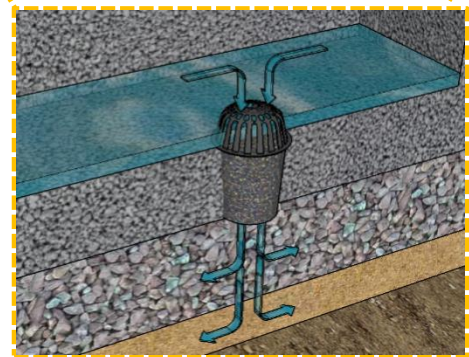
▶ 침투형 빗물받이 제원

구분	명칭	규격	D	W	h1	h2
침투형 빗물받이	1-A	300x400 X900	1000	1100	1450	750
	1-B	300x400 X750	1000	1100	1450	750
	2-A	300x900 X900	1000	1600	1450	750
	2-B	300x900 X750	1000	1600	1450	750

▶ 침투시설 빗물침투 경로 도해



▶ 빗물여과장치



▶ 침투형 빗물받이 종류

명칭 : 침투형 빗물받이1, 2호 명칭 : 침투형 빗물받이 1, 2호
 - A타입 - B타입
 용도 : 녹지구간, 보도구간 용도 : 도로구간(L형측구)



▶ 투수콘크리트 빗물받이 재료성분

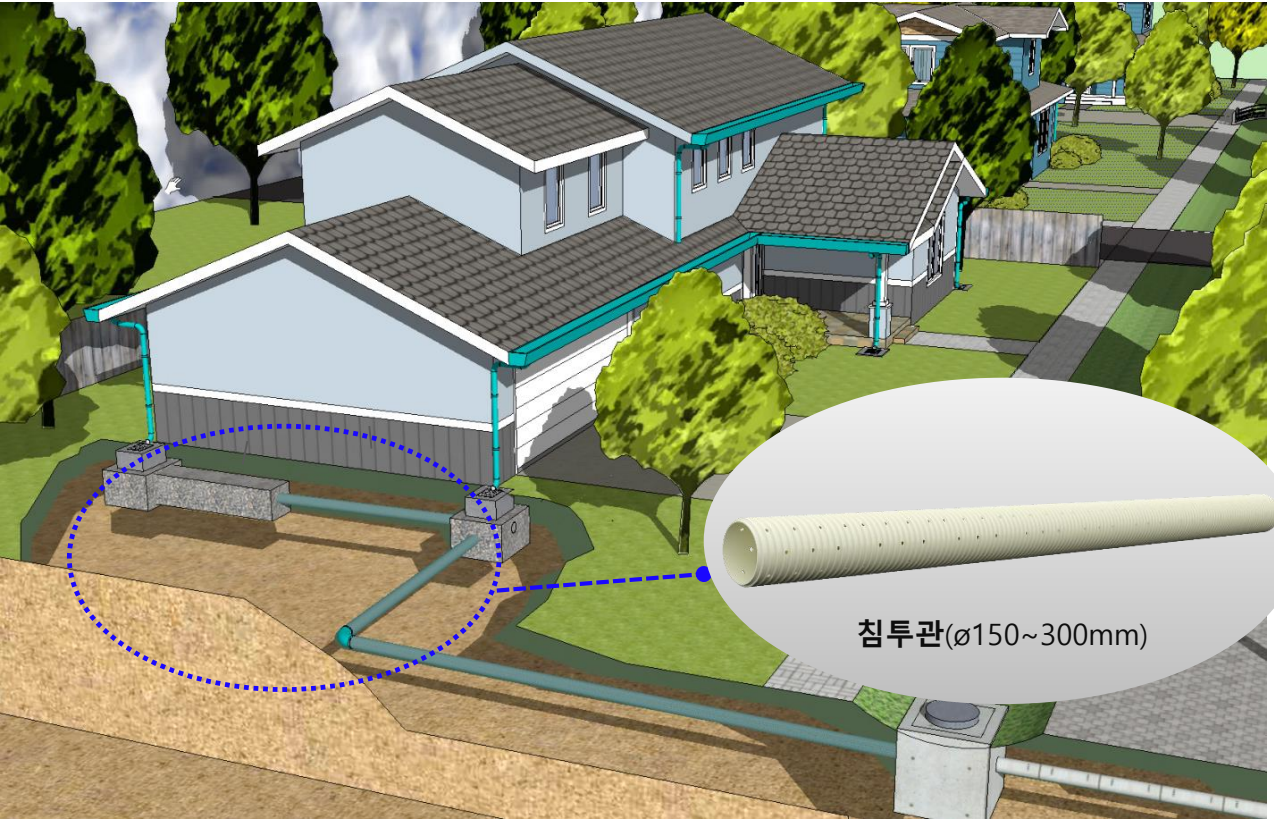
침투통 재질 : 인공경량골재(여재) + 골재(5mm) + 시멘트 혼합 ...

▶ 침투시설 여과성능 수질 비교



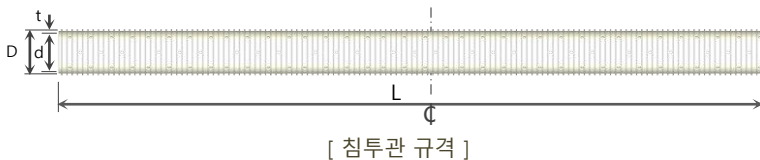
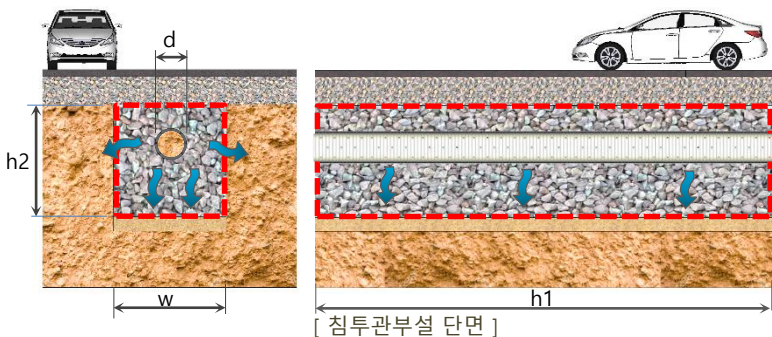
LID 기술요소 — 빗물침투시설

침투관 (Infiltration Pipe : 침투트렌치)



- 침투관은 길게 굴착한 도랑에 쇠석을 충전하고 그 중심에 침투통과 연결되는 유공관을 설치하여 빗물을 통하게 하며, 쇠석의 측면 및 바닥을 통하여 땅속으로 침투시키는 시설로서 하수관거 대체시설로 활용할 수 있다.
- 침투관은 투수유공관, 충전쇄석골재, 모래, 투수시트, 관입구 필터, 관열결 소켓 등으로 구성된다.
- 침투관은 유입 토사 등의 청소가 어려우므로 전후에 침투통을 조합 설치하여 토사 등의 유입을 방지할 수 있다.

▶ 침투시설 규격도



▶ 침투관 부설 규격

규격	d	h1	h2	W
150	160	15,000~20,000	550	550
200	225	15,000~20,000	600	600
250	280	15,000~20,000	650	650
300	335	15,000~20,000	700	700

▶ 침투관 규격

규격	D	d	t	L
150	168.2	150	9.1	6,000
200	226.2	200	13.1	6,000
250	286.8	250	17.5	6,000
300	340.4	300	18.5	6,000

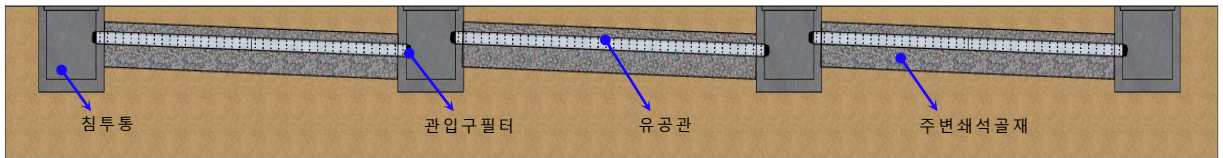
▶ 침투시설 빗물침투 경로 도해

< 침투트렌치 관경별 비침투량 >

단위 : m

NO	규격	침투면	단위	비침투량	회귀식 계수		설계 수두 (m)	시설폭 (m)	외경	좌우폭	상부	하부
					a	b						
1	W150	측면 및 저면	m ² /m	3.002	3.093	1.146	0.6	0.35	0.15	0.10	0.15	0.30
2	W200	측면 및 저면	m ² /m	3.378	3.093	1.213	0.7	0.40	0.20	0.10	0.20	0.30
3	W250	측면 및 저면	m ² /m	3.888	3.093	1.414	0.8	0.55	0.25	0.15	0.20	0.35
4	W300	측면 및 저면	m ² /m	4.265	3.093	1.481	0.9	0.60	0.30	0.15	0.20	0.40

▶ 침투시설 설치 모식도



▶ 침투시설 처리효율

NO	시설	침투면	COD(%)	SS(%)	T-N(%)	T-P(%)	비고
1	W150	측면 및 저면	21.9~64.3	35.4~90.4	10.7~48.6	13.4~31.6	

침투트렌치시설이 초기우수 유출수에 미치는 영향분석(석민수 2008)

▶ 침투시설 설치기준 및 장.단점

Ⅰ 설치기준

- 적용대상 침투관은 우수관거로 이용되는 직경 300mm 이하의 유공관을 대상으로 선정
- 관로는 관내 침전을 방지하기 위하여 계획 우수량에 대하여 최소 0.8m/sec, 최대 3.0m/sec의 유속을 유지
- 경사구간 하류부에서 침투수가 분출하는 현상을 방지해야 함
- 침투트렌치의 최대 연장은 청소 등의 유지관리를 고려하여 관경의 120배 이하, 투수관의 종단경사는 1~2% 정도를 표준으로 함

Ⅱ 장점

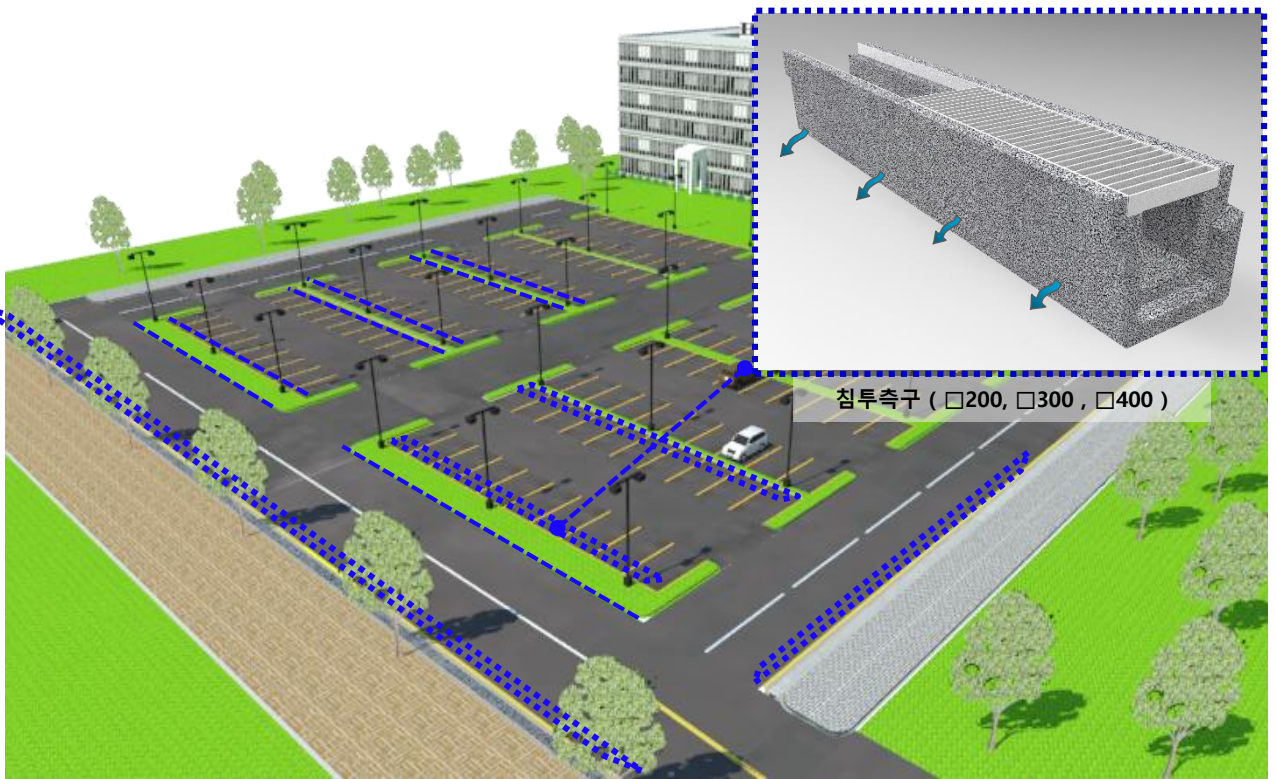
- 침투시설을 강우유출수 하수관거 시스템 설계로 적용 가능
- 지역의 우수 범람 감소
- 자연적 배수시스템 이용
- 공간이 제한된 지역에 적용 가능
- 지하수 재충진 기능

Ⅲ 단점

- 부적절한 설계, 비점오염물질 과부하에 의한 유지관리에 소홀로 기능상실 가능성이 높음
- 누수는 노상에 공동 등을 발생시켜 함몰사고의 원인이 되므로 우수 연결관이나 침투관이 하중이나 지반침하에 의해 파손되지 않도록 주의함
- 침전물에 의한 막힐 우려 있어 사전에 침투통, 침투측구 등으로 사전 침전시설이 연계할 필요가 있음
- 2차 지하수 오염 우려가 있어 타 시설과 연계해서 사용할 것

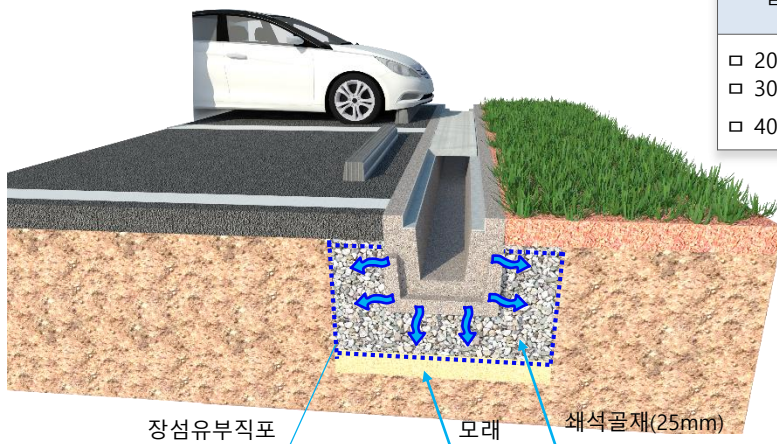
LID 기술요소 — 빗물침투시설

침투측구 (Infiltration Gutter)



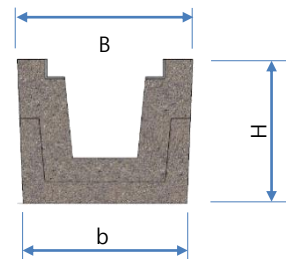
- 투수 콘크리트구체를 이용하여, 침투측구 저면 및 측면을 쇠석골재로 충전, 집수된 유출수를 저면 및 측면으로 유출수를 침투시키는 침투시설임
- 침투측구는 측구, 충전쇄석, 모래, 투수시트로 구성된다.

▶ 침투측구 모식도

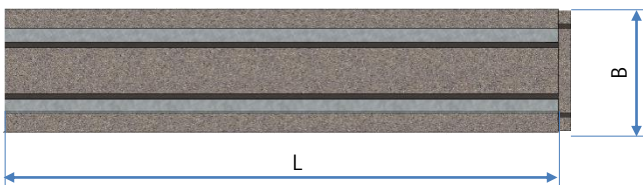


▶ 침투측구 규격 결정

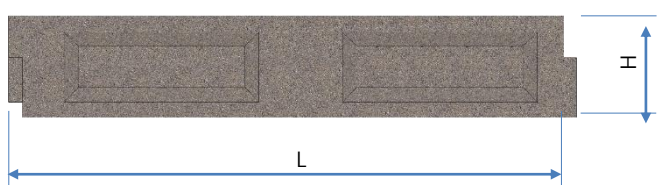
품명	침투측구 규격(mm)				
	길이(L)	높이(H)	상단폭(B)	하단폭(b)	쇄석골재폭(T)
□ 200 x 200	2,000	365	445	415	200~300
□ 300 x 300	2,000	465	545	515	200~300
□ 400 x 400	2,000	565	645	615	200~300



[침투측구 단면도]



[침투측구 평면도(□200x200, 300x300, 400x400)]



[침투측구 측면도(□200x200, 300x300, 400x400)]

▶ 침투시설 설계침투량 산정

- 침투측구의 설계침투량 산정방법은 침투통, 침투관의 내용과 동일함
- 기준침투량(Q_f)산정 방법은 침투통, 침투관에서의 내용과 같으며, 침투시설의 비침투량은 단위침투량표에 따라 산정할수 있음
- 침투시설의 설계침투량은 단위 설계침투량에 그 설치 수량(길이)를 곱한 것을 합산하여 산정
 - » 설계침투량(m³/hr) = 단위 설계침투량(m³/hr/m) × 침투시설의 수량(길이)(m,개소)
- 단위 설계침투량 산정 방법은 침투통, 침투관의 내용과 동일하나, 침투시설의 단위 설계침투량(Q)은 단위 길이당 단위시간당 침투량(m³/hr/m)임
- 다른 침투시설을 조합하여 설치하는 경우 설계침투량은 각 침투시설의 설계침투량을 합산하여 산정

▶ 침투시설 설치 규모결정

- 최소 설계 침투강도 10mm/hr를 만족하도록 설치
- 설계침투량 및 설계 침투강도 산정
 - » 설계침투량(m³/hr) = 단위설계침투량 × 시설설치수량

$$\gg \text{설계침투강도(mm/hr)} = \frac{\text{설계침투량(m}^3\text{/hr)}}{\text{집수면적(ha)} \times 10}$$

▶ 침투측구 처리효율

시 설	침 투 면	BOD(%)	T-N(%)	T-P(%)	비고
W200~400	측면및저면	53	72	46	

수질오염총량관리 기술지침(2010) 중 침투측구 인용

▶ 침투시설 설치기준 및 장.단점

Ⅰ 설치기준

- 적용대상 침투측구 내부 폭은 통수능력과 청소 등의 유지관리를 고려하여 200~400mm를 표준으로 함
- 투수구조는 측면이나 저면부를 다공성으로 하며 투수계수는 1×10⁻²cm/s 이상으로 함
- 건물주택, 주차장, 운동장, 도로 등의 가장자리 설치하며 통상 침투통과 함께 연계설치를 원칙으로함
- 종단경사는 경사지의 경우 도로의 종단경사와 동일하게 적용하며, 평지의 경우에는 두 침투통 사이의 중앙점에서 양쪽으로 0.25% 이상 경사를 두어 배수가 원활히 되도록 해야 함

Ⅰ 장점

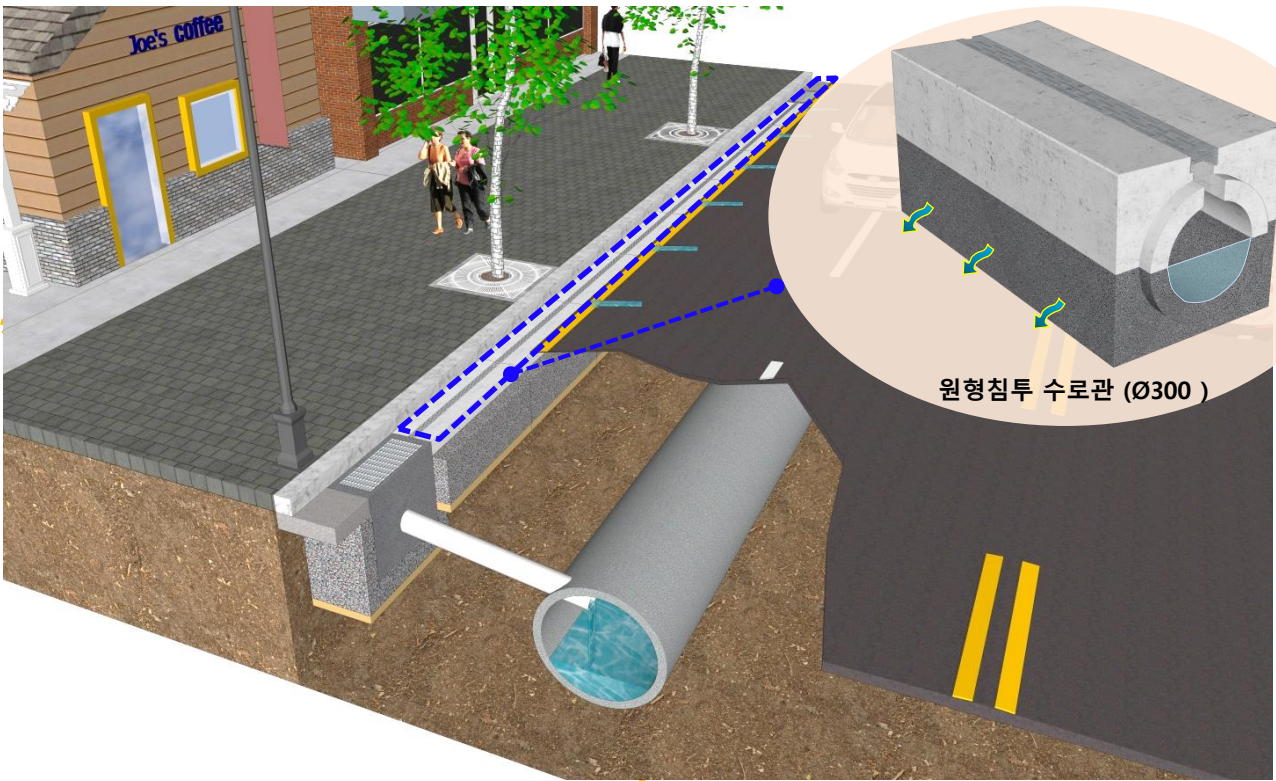
- 침투시설을 강우우출수 하수관거 시스템 설계로 적용 가능
- 지역의 우수 범람 감소 및 지하수 재충진 기능
- 자연적 배수시스템 이용

Ⅰ 단점

- 안전 확보를 위하여 외경상 덮개의 엇갈림, 시설의 파손·변형상황, 지표면의 침하, 함몰상황 등을 점검함
- 누수는 노상에 공동 등을 발생시켜 함몰사고의 원인이 되므로 연결관이나 배수관이 하중이나 지반침하에 의해 파손되지 않도록 주의함
- 인력청소를 하거나 흡인세정차 등을 이용하여 청소
- 측구의 뚜껑이나 연석의 파손 등은 교통사고의 원인이 되므로 조속히 교체하거나 보수함

LID 기술요소 — 빗물침투시설

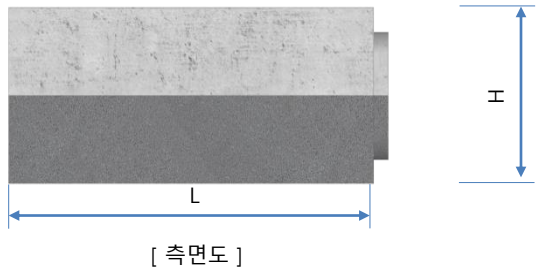
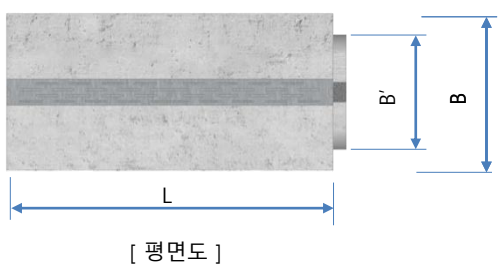
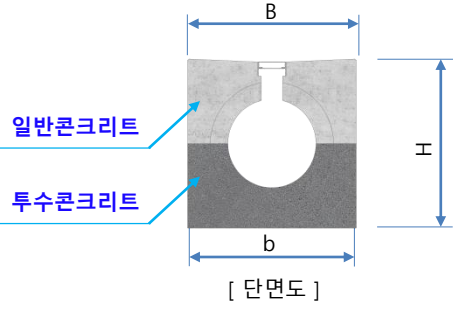
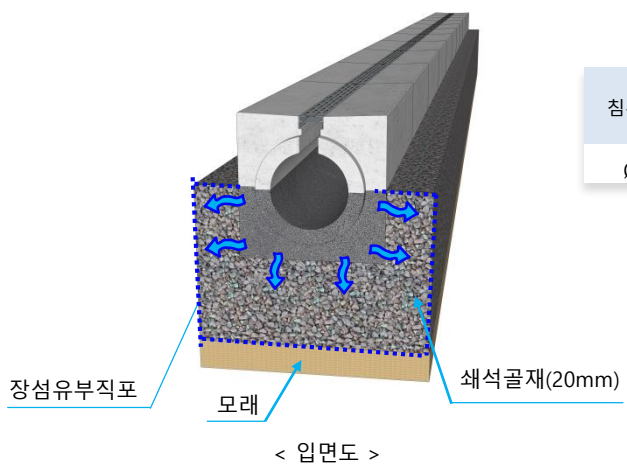
원형 침투수로관 (Infiltration Gutter)



- 원형침투수로관은 원형수로관 주변을 쇠석으로 충전하고 측면 및 바닥을 통하여 빗물을 지중으로 침투시키는 구조를 말한다.
- 원형침투수로관은 원형침투수로관, 충전쇄석, 모래, 투수시트로 구성된다.

▶ 원형침투수로관 규격 결정

침투수로관	원형침투수로관 규격(mm)					
	길이(L)	높이(H)	상단폭(B)	하단폭(b)	외경폭(b)	쇄석골재폭(T)
Ø 300	1,000	480	480	480	400	150~300



▶ 원형수로관 적용사례



▶ 침투시설 설치기준 및 장.단점

Ⅰ 설치기준

- 적용대상 원형침투수로관 내부 폭은 통수능력과 청소 등의 유지관리를 고려하여 200~300mm를 표준으로 함
- 투수구조는 측면이나 저면부를 다공성으로 하며 투수계수는 $1 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ 이상으로 함
- 건물주택, 주차장, 운동장, 도로 등의 가장자리 설치하며 통상 침투통과 함께 연계설치를 원칙으로 함
- 종단경사는 경사지의 경우 도로의 종단경사와 동일하게 적용하며, 평지의 경우에는 두 침투통 사이의 중앙점에서 양쪽으로 0.25% 이상 경사를 두어 배수가 원활히 되도록 해야 함

Ⅰ 장점

- 침투측구 대비 빗물 유입부가 좁아 오염물질 유입에 유리하며 하이힐 등 보행 시 안전 함
- 침투시설을 하수관거 배수시스템 설계로 적용 가능, 지역의 우수 범람 감소 및 지하수 재 충전 가능

Ⅰ 단점

- 안전 확보를 위하여 외견상 덮개의 엇갈림, 시설의 파손.변형상황, 지표면의 침하, 함몰상황 등을 점검함
- 누수는 노상에 공동 등을 발생시켜 함몰사고의 원인이 되므로 연결관이나 배수관이 하중이나 지반침하에 의해 파손되지 않도록 주의함
- 인력청소를 하거나 흡입 세정차 등을 이용하여 청소

▶ 침투시설 설계침투량 산정

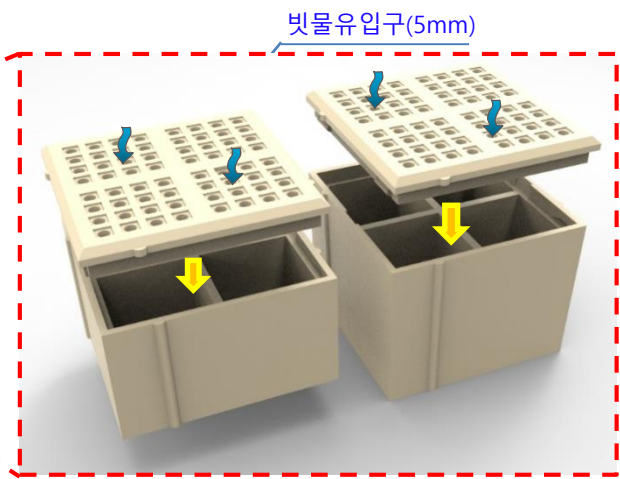
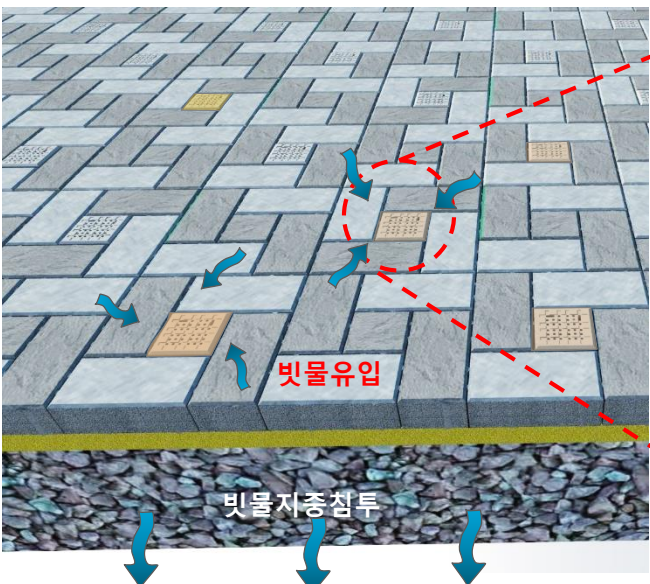
- 원형침투 수로관의 설계침투량 산정방법은 침투통, 침투관, 침투측구의 내용과 동일함
- 기준침투량(Q_i)산정 방법은 일반 침투시설과 같으며, 침투시설의 비침투량은 단위 침투량표에 따라 산정
- 침투시설의 설계침투량은 단위 설계침투량에 그 설치 수량(길이)를 곱한 것을 합산하여 산정
 - » 설계침투량(m^3/hr) = 단위 설계침투량($\text{m}^3/\text{hr}/\text{m}$) × 침투시설의 수량(길이)(m ,개소)
- 단위 설계침투량 산정 방법은 침투통, 침투관, 침투측구의 내용과 동일하나, 침투시설의 단위 설계침투량(Q)은 단위 길이당 단위시간당 침투량($\text{m}^3/\text{hr}/\text{m}$)임
- 다른 침투시설을 조합하여 설치하는 경우 설계침투량은 각 침투시설의 설계침투량을 합산하여 산정

▶ 침투시설 설치 용량결정

- 최소 설계 침투강도 $10\text{mm}/\text{hr}$ 를 만족하도록 설치
- 설계침투량 및 설계 침투강도의 산정
 - » 설계침투량(m^3/hr) = 단위설계침투량 × 시설설치수량

LID 기술요소 — 빗물침투시설

틈새 투수 블록(Infiltration Paverment : Rain Spacer)



Rain Spacer
(□100x100x60, 100x100x80)

다공성 투수블록 설치 1~2년 후 투수기능 상실을 보완하기 위해 틈새투수블록을 사용 함으로서 투수지속성을 오랜기간 동안 유지시키는 장점이 있음

▶ **규격표**



▶ **적용수량**

품 명	m ² 당 수량	높이	m ² 당 중량
(불)투수 블록	47개	6~8cm	130Kg
틈새 블록	2~3개	6~8cm	250g

▶ **투수포장 구조설계**

구분	노상투수계수 1.0×10 ⁻³ mm/sec 이상	노상투수계수 1.0×10 ⁻³ mm/sec 미만
보도	<p>블록(60) 모래(30) 투수시트 쇄석골재(150) 투수시트 노상</p>	<p>블록(60) 모래(30) 투수시트 쇄석골재(150) 투수시트 노상</p>
차도	<p>블록(80) 모래(30) 투수시트 쇄석골재(200이상) 투수시트 노상</p>	<p>블록(80) 모래(30) 투수시트 쇄석골재(200이상) 투수시트 노상</p>

▶ 침투시설 설치기준 및 장.단점

Ⅰ 설치기준

- 투수 블록포장이 적용 가능한 최대 종단 경사는 4 % 이상 15% 이하로 한다.
- 틈새블록은 틈새형성 소재 등에 따라 투수성능이 달라지므로 투수성능 지속성 검증시험을 시행하지 않는다
- 자체 투수블록의 경우 투수성능 지속성 검증시험을 통과한 제품만 사용이 가능하며, 3등급 이상의 제품을 사용

Ⅱ 장점

- 자체 투수블록이 가지고 있는 투수기능을 저하를 보완하여 투수지속성을 유지시키는 장점이 있다.

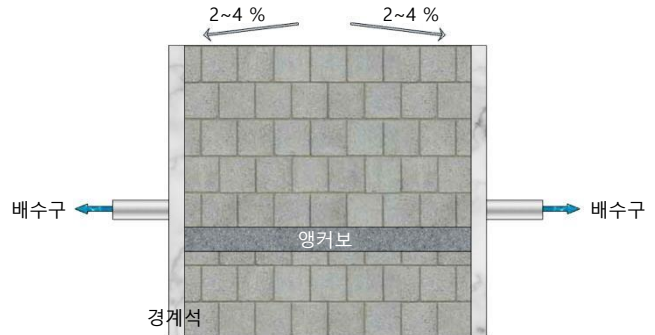
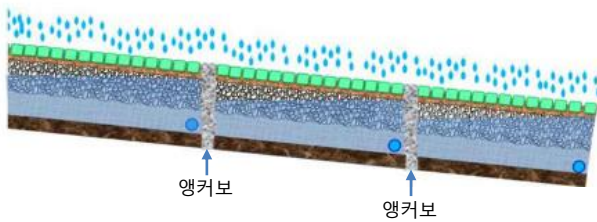
Ⅲ 단점

- 인력청소를 하거나 흡인 세정차 등을 이용하여 유지관리를 하여야 함

▶ 침투시설 설계침투량 산정

종단경사	노상투수계수(mm/sec)	시공방안	구분
4% < s ≤ 8%	1.0×10 ⁻³ 이상	배수관 설치	대안 1
	1.0×10 ⁻³ 미만	배수관 및 앵커보 설치	대안 2
8% < s ≤ 15%	-	배수관 및 앵커보 설치	대안 3

▶ 투수포장 경사지 설치방안



▶ 앵커보 설치간격

종단경사	5~8%	9~10%	11~15%
앵커보 설치 간격	40m	30m	20m

▶ 투수블록 물성

블록종류	용도	휨강도(Mpa)	압축강도(Mpa)	투수계수(mm/sec)	줄눈 폭(mm)
자체투수블록	보도	4 이상	16 이상	0.1 이상	2 ~ 3
	차도	5 이상	20 이상		

▶ 투수지속성 기준

구분	1등급	2등급	3등급	4등급	5등급
투수계수(mm/sec)	1.0 이상	0.5 ~1.0 미만	0.1~0.5 미만	0.05~0.1 미만	0.05 미만

▶ 투수시트 물성

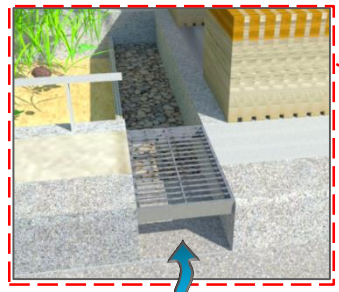
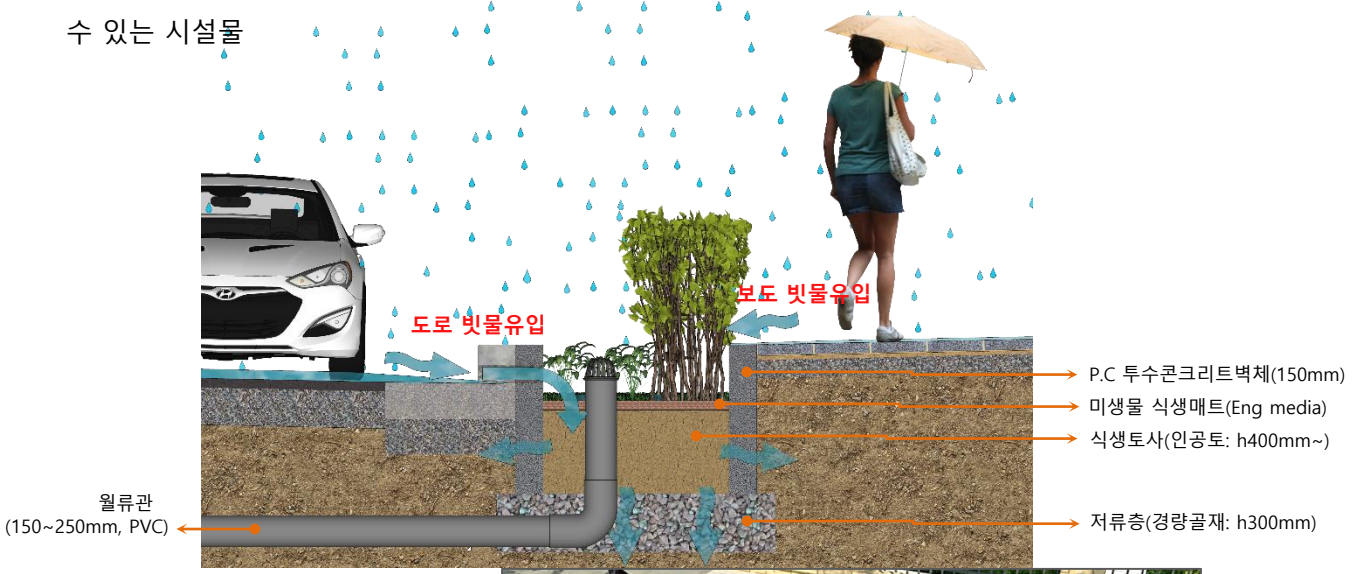
무게(g/m ²)	인장강도(N)	신도(%)	봉합강도(N)	투수계수(cm/sec)
300이상	500 이상	50 이상	500 이상	A x 10 ⁻¹

LID 기술요소 — 빗물여과시설

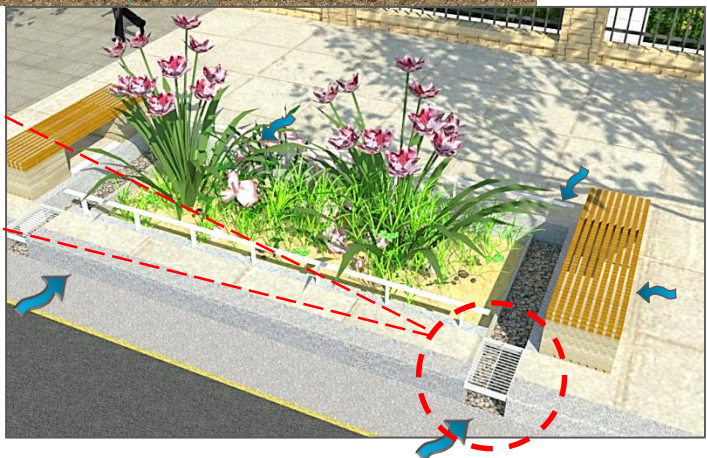
식물재배화분 (Planter Box)



- 식물재배화분은 식물이 식재된 토양층과 그 하부를 자갈로 충전하여 채운 구조의 시설로, 강우 유출수를 식재 토양층으로 침투시킨 후 우수 배수시스템으로 배수시키는 시설
- 식물재배화분은 도심 녹지공간이나 기존 가로수가 식재된 사이 공간을 활용하여 우수를 저류, 체류할 수 있는 시설물



빗물유입



식물재배화분 (Planter Box)

▶ 오창과학산업단지, 전주 서곡지구 적용사례



▶ 침투시설 설치기준 및 장.단점

Ⅰ 설치기준

- 보도 및 연석과 어울리는 자재로 시공하며, 식물의 성장을 위해 쉽게 막히지 않는 토양층이 적절히 확보되어야 함
- 식물재배화분의 형상은 현장에 따라 다양하게 계획할 수 있으나, 단회로(short circuiting)를 방지하도록 설계
- 강우량이 많아 설계유입량을 초과할 경우에는 월류시설을 설치하여 월류수를 기존 우수관로로 배수시켜야 함
- 관목은 가뭄, 침수, 염분에 내성이 있는 수종으로 선정하여야 하며 뿌리가 지나치게 빨리 성장하는 종은 피해야 함
- 강우 후 최대 3일(72시간) 이내에 전체 수질처리용량을 모두 배제하도록 설계되어야 함

Ⅱ 장점

- 도시경관 향상 등 심미적 부가가치 제공
- 도시 강우 유출수 지중 침투 유도로 비점오염원 및 우수유출량 저감 효과
- 도시 강우 유출수 침투유량 감소 및 침투시간 지연

Ⅲ 단점

- 수시로 쓰레기, 협잡물 등을 제거하며, 강우 종료 후 물 빠짐에 대한 점검, 고사식물에 대한 교체 등이 이루어져야 함

▶ 식물재배화분 용량 결정

Ⅰ 설치용량

- 식물재배화분은 처리된 유출수가 전량 유공관으로 유출되는 경우와 유공관과 하부토양으로 침투되는 경우로 구분할 수 있음
- 후자의 경우에는 식생체류시설의 산정식을 이용할 수 있으며, 전자의 경우에는 아래식으로 시설의 규모를 산정

$$A_f = \frac{WQv}{d_1 + n_1 \times d_2 + T_f (k_1 + k_2) \times 10^{-3}}$$

∴ A_f = 식물재배화분의 표면적(m^2) WQv = 수질처리용량(m^3) d_1 = 담수심 깊이(m) n_1 = 식재토양층의 공극율

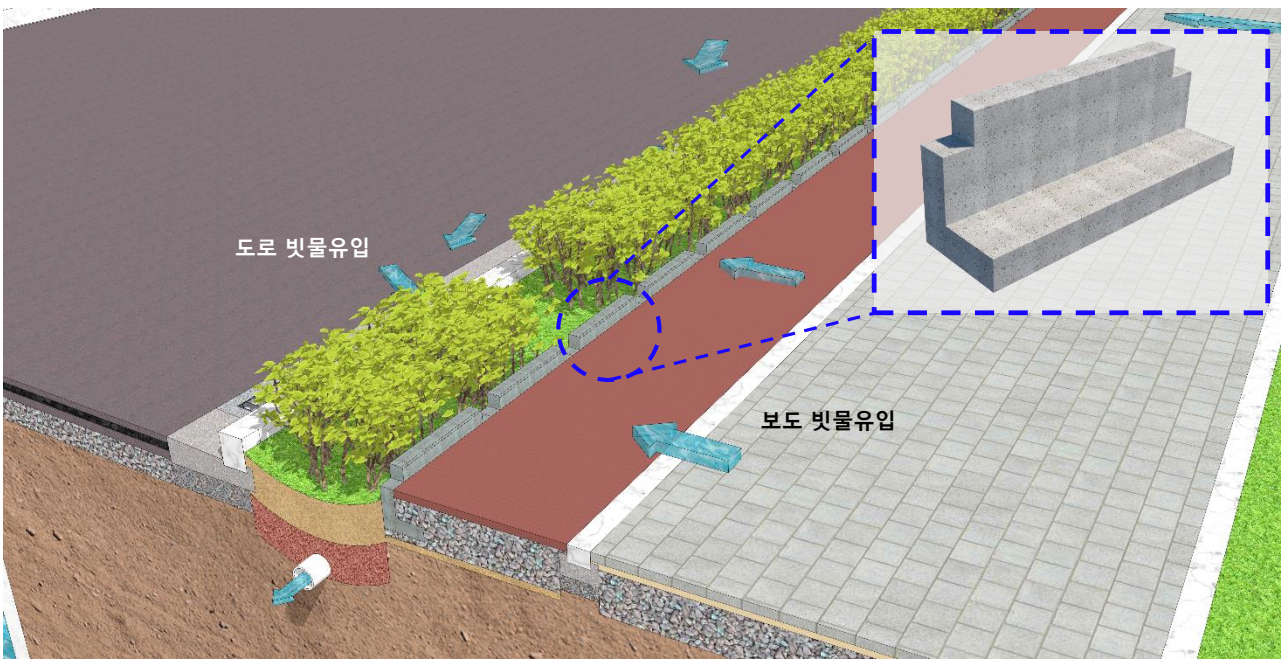
⊙ d_2 = 식재토양층의 깊이(m) k_1 = 식재토양층의 투수속도(mm/h) k_2 = 하부토양의 침투속도(mm/h) T_f = 유입시간(h , 2시간 적용)

▶ 식물재배화분 처리효율

유출저감량	BOD(%)	T-N(%)	T-P(%)	TSS(%)	오일, 그리스
40	54	49	65	67	98

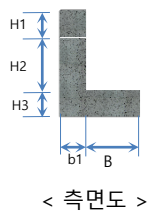
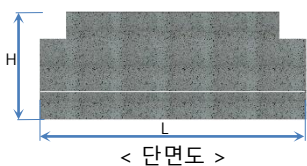
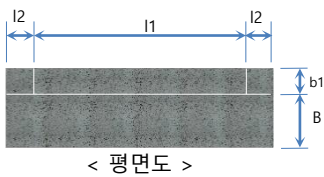
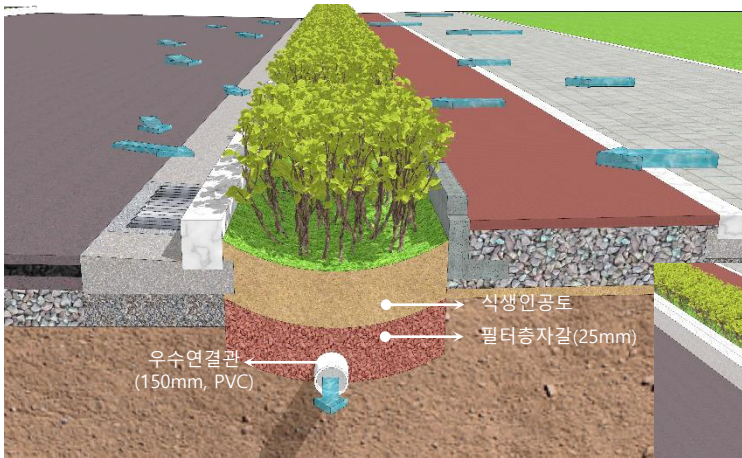
LID 기술요소 — 빗물여과시설

식생도랑 (Vegetated Trench)



■ 강우유출수를 처리하기 위해 폭과 깊이 0.9~1.0m로 굴착한 도랑에 식생류, 식생토와 쇠석자갈을 충전하여 조성한 일종의 침투도랑으로서 차집된 강우 유출수는 도랑의 바닥을 통하여 하부 토양층을 침투해서 지하수면에 도달을 유도하는 시설물

■ 식생도랑은 도심 녹지공간이나 기존 가로수가 주변공간을 활용하여 우수를 저류, 체류할 수 있는 시설물



▶ 식생도랑 규격

단위 : m

규격	L	l1	l2	H	H1	H2	H3
1,0	1,0	0.8	0.1	0.4	0.1	0.2	0.1
	B	b1	비고				
	0.2	0.1	L형 경계블록, 압축강도(Mpa)=500kg/cm2 이상				

▶ 침투시설 설치기준 및 장.단점

I 설치기준

- 주거지역 또는 상업지역의 강우 유출수 처리에 적합하며 새로운 지역이나 기존지역 모두 적용 가능
- 적용대상 식생도랑 내부 폭은 통수능력과 청소 등의 유지관리를 고려하여 900~1,200mm를 표준으로 함
- 폭이 좁은 긴 도랑형태이므로 식물재배화분을 설치할 수 없는 폭이 좁은 보도나 작은 부지에서 배수구역 가장자리 및 자투리땅에 설치 가능
- 도랑의 바닥은 유량의 균일한 분포와 균일한 침투가 이루어져 막힘 위험을 줄일 수 있도록 평탄하게 조성
- 강우강도가 작은 유량 및 오염물질의 농도가 높은 초기강우 대응에 적합
- 도로유역 또는 오염 발생 지역의 오염원을 침투 및 여과 기작을 통해 제거하고, 지하수 충진을 목적으로 설치

I 장점

- 침투시설을 강우유출수 하수관거 시스템 설계로 적용 가능
- 지역의 우수 범람 감소 및 지하수 재충진 기능
- 자연적 배수시스템 이용

I 단점

- 수시로 쓰레기, 협잡물 등을 제거하며, 강우 종료 후 물 빠짐에 대한 점검, 고사식물에 대한 교체 등이 이루어져야 함

▶ 침투시설 설치 규모결정

- 최소 설계 침투강도 10mm/hr를 만족하도록 설치
- 설계침투량 및 설계 침투강도의 산정
 > 설계침투량(m³/hr) = 단위설계침투량 × 시설설치수량

▶ 침투시설 설계용량 산정

- 식생도랑의 설계용량은 수질처리용량을 일시 저류 및 적정 시간 내에 하부토양을 통해 침투·배제시키기 위해 필요한 용량
- 식생도랑의 식생층, 쇄석층전층 깊이 및 공극율, 하부토양의 침투속도 등을 고려하여 식생도랑의 깊이를 결정하고, 해당 조건에서 수질처리용량을 일시 저류할 수 있는 도랑 규모가 되도록 도랑의 표면적을 결정
- 수질처리용량(WQV) 산정

$$WQV = 10^{-3} \times P \times A \times Rv$$

∴ WQV: 수질처리용량(), A: 유역면적(), P: 설계강우량(mm), Rv: 체적유출계수(=0.05+0.009xl, l=불투수율(%))

- 식생도랑 면적(A_t) 산정

$$A_t = \frac{WQV}{p_g \times d + 10^{-3} K_t}$$

∴ A_t: 식생도랑 표면적, d: 식생도랑 두께(m), P_g: 충전물의 공극율, t: 충전시간(hr, 통상 2시간)

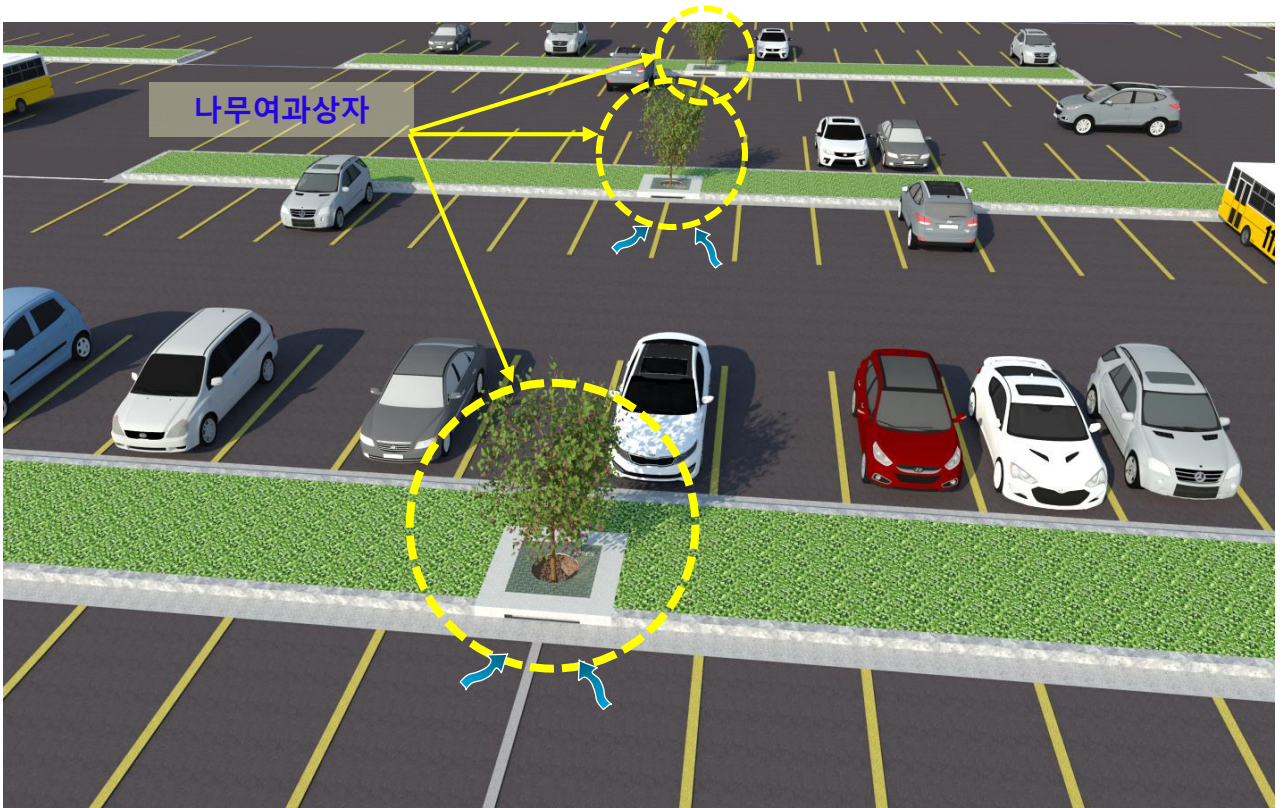
▶ 식생도랑 처리효율

시설	침투면	BOD(%)	T-N(%)	T-P(%)	비고
W200~400	측면 및 저면	53	72	46	

수질오염총량관리 기술지침(2010) 중 침투측구 인용

LID 기술요소 — 빗물여과시설

나무여과상자 (Tree Box Filter)



- 나무여과상자는 관.교목이 식재 된 콘크리트 박스로 식재 토양층의 여과 기작을 통해 강우 유출수에 포함된 오염물질을 저감시키는 시설
- 나무여과상자는 우수 맨홀 등의 시설로 유입되기 전 강우 유출수를 처리하므로 도로 주변에 많이 설치되며, 여러 개로 설치될 수 있다.
- 가뭄, 침수, 염분에 내성이 있는 토착의 수목을 선정하며, 수목의 뿌리가 지나치게 빨리 성장하는 수목은 피한다.





▶ 침투시설 설치기준

Ⅰ 설치기준

- 나무여과상자의 사양은 제조업체가 제안하는 제품의 권장사항을 기반으로 배수구역의 특성 및 비용을 고려하여 수질처리 용량을 처리할 수 있는 나무여과상자의 개수를 결정
- 도로 중금속 오염수 및 중차량 비산먼지에 대응하기 위해 전처리 장치로 맨홀과 조합하여 설치하여 별도의 침전여과장치가 필요하며 침전물이 식생부로 월류 하지 않도록 시설이 필요함
- 강우량이 많아 설계유입량을 초과할 경우에는 월류시설을 설치하여 월류수를 기존 우수관로로 배수시켜야 함

▶ 나무여과상자 설계용량 산정

Ⅰ 설계용량

- 나무여과상자는 처리된 유출수가 전량 유공관으로 유출되는 경우와 유공관과 하부토양으로 침투되는 경우로 구분
- 후자의 경우에는 식생체류시설의 산정식을 이용할 수 있으며, 전자는 아래 식으로 식물재배화분의 규모를 산정

$$A_f = \frac{WQv}{d_1 + n_1 \times d_2 + T_f(k_1 + k_2) \times 10^{-3}}$$

∴ A_f = 식물재배화분의 표면적(m^2), WQv = 수질처리용량(m^3), d_1 = 담수심 깊이(m), n_1 = 식재토양층의 공극률

© d_2 = 식재토양층의 깊이(m), k_1 = 식재토양층의 투수속도(mm/h), k_2 = 하부토양의 침투속도(mm/h), T_f = 유입시간(hr , 2시간 적용)

▶ 나무여과상자 기능 프로세스 :

- 침강 • 여과 • 흡착 • 흡수 • 미생물 작용 (유산소/무산소) • 분해 • 탈질 • 영양소 공급 순환
- 탄소, 중금속 분해 • 미생물 유지 • 증.발산

▶ 나무여과상자 Bioretention Systems 여과효율 :

- TSS - 95% • Heavy Metals - 99% • Oil and Grease - 95% • Total Phosphorous - 80%
- Total Nitrogen - 40% • Coliform - 80%

< Source : Larry Coffman >

▶ 수목여과박스 유지관리



수목보호판 열기

이물질 내부 청소

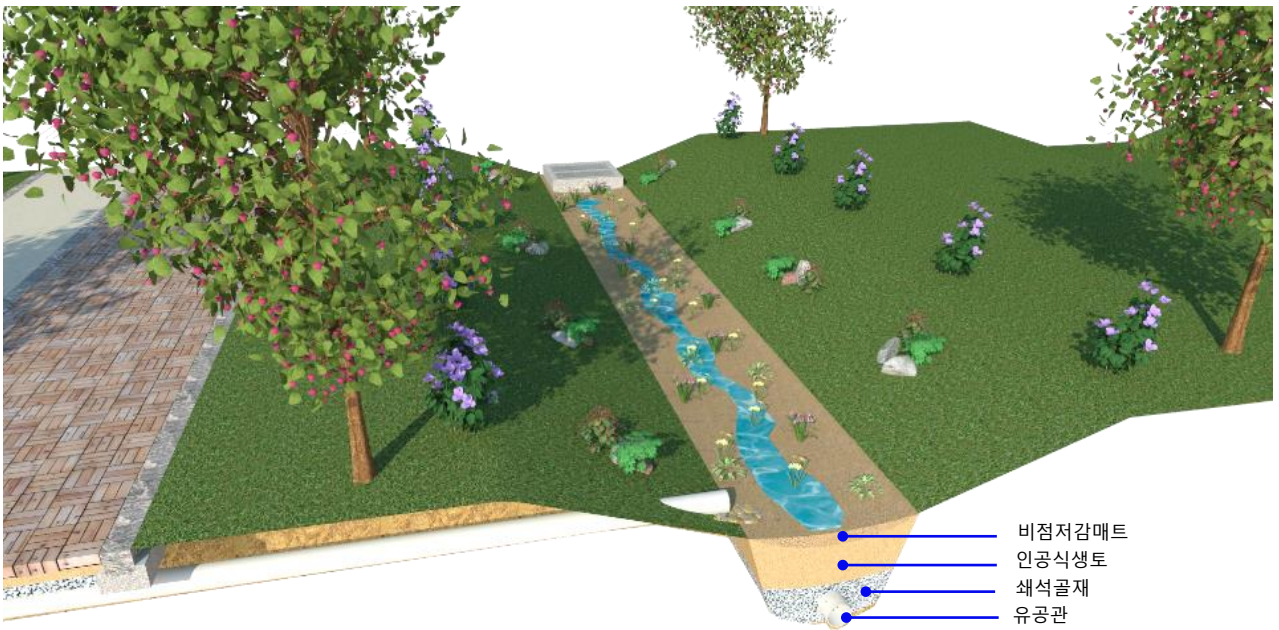
멀칭재 교체

점검구 및 주변 청소

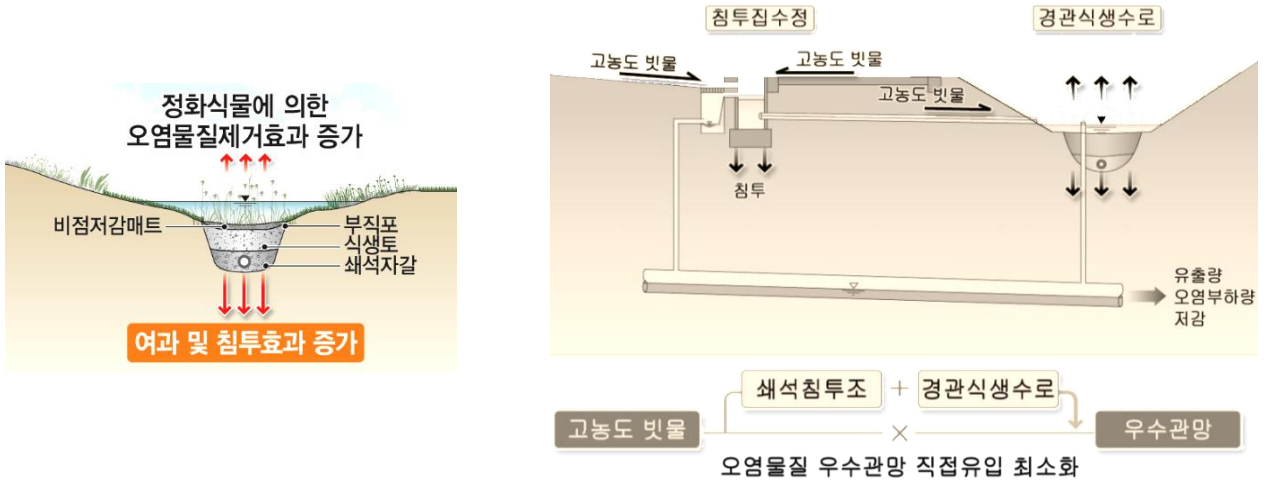
유지관리 기록작성

LID 기술요소 — 빗물여과시설

식생수로 (Vegetated Swale)



- 식생수로는 식생으로 덮인 개수로를 통하여 강우유출수를 이송 시키는 시설로 식생에 의한 여과, 토양으로 침투 등의 기작으로 강우유출수의 오염물질을 제거하는 시설이다.
- 일반적으로 강우 유출수를 주요 수질처리시설로 유입시키기 전의 전처리 및 이송 목적으로 설치된다.
- 식생수로에서 발생하는 흐름은 **얕은 흐름(shallow flow)**이다.



▶ 침투시설 설치기준

Ⅰ 설치기준

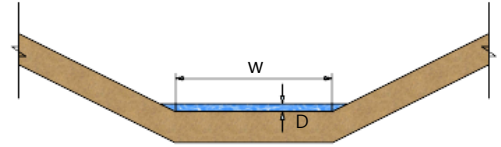
- 식생수로는 식생에 의한 여과, 토양으로 침투 등의 기작으로 강우유출수의 오염물질을 제거하는 시설임
- 식생수를 흐르면서 강우유출수의 오염물질을 저감시키기 위하여, 강우유출수는 식생수로의 측면이 아니라 유입구에서 유입되도록 함
- 건식 식생수로는 하부배수시스템 상부에 위치한 투수성 여과부와 유출수를 운송하는 개수로로 구성.
- 오염물질은 수로의 토양 여과층을 통과하면서 처리되며 강우유출수는 여과상 하부에 위치한 자갈배수층과 유공관로를 통하여 집수 된 후 우수관로로 유출됨
- 수로 시스템은 10년 빈도 강우에 대해 안전하도록 최소 15cm의 여유폭을 갖도록 설계하며 법면경사가 1 : 3 이하의 완만한 경사가 되도록 함
- 흐름방향의 경사는 체크댐이 없다면 0.5~2.0%, 있다면 2.0~5.0%로 설치
- 수질처리용량에 대한 침투유량 통수 시 수리학적 체류시간은 최소 9분 이상 유지, 유속은 0.8m/s 이하로 유지
- 강우유출수의 흐름 확보, 안전과 심미적 목적 등으로 초화류 잔디의 높이를 7~10cm로 유지

▶ 식생수로 설계용량 산정

Ⅰ 설치용량

- 식생수로 바닥폭 산정
 - 식생수로의 종단경사, 적정 수심 등의 기하구조를 결정한 후 바닥폭을 설계하며, 바닥폭이 2m 이내가 되는지 확인

$$W = \frac{n \times WQ_f}{S^{1/2} \times D^{5/3}}$$



∴ W = 바닥폭(m), n = 조도계수, WQ_f = 수질처리용량(m³/s),
D = 수질처리용량의 통수가능 깊이(m, 최대 0.1m), S = 식생수로 종단경사(m/m)

- 식생수로 유속 산정 : 평균유속(V) < 허용유속(0.8m/s) 이면 O.K.

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{WQ_f}{W \times D} < 0.8 \text{ m/s}$$

- 식생수로 길이 산정
 - 수질처리용량의 체류시간이 최소 9분 이상이 되도록 식생수로의 흐름방향 길이를 설계
 - L = V x Tr
 - √여기서, L = 식생수로의 길이(m, 최소 30m 이상), V = 평균유속(m/s), Tr = 수리학적 체류시간(s)

- 식생수로 안정성 확인
 - 대규모 강우사상에 대한 유량이 범람하지 않도록 설계
 - 대규모 강우사상을 선정한 후 이에 대한 유량을 강우-유출 분석으로 산정

- 식생수로 수심 결정

$$H = y + \text{여유고}$$

여기서, H = 설계수심(m), y = 대규모 강우사상에 대한 유량을 통수시키기 위하여 필요한 수심(m)

▶ 식생수로 처리효율

시설	BOD(%)	TSS(%)	COD(%)	비고
식생수로	49.5 ~ 62.3	87.7 ~ 89.6	57.8 ~ 89.5	

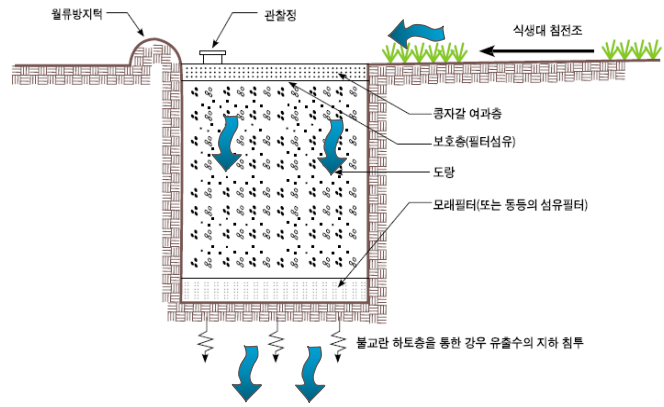
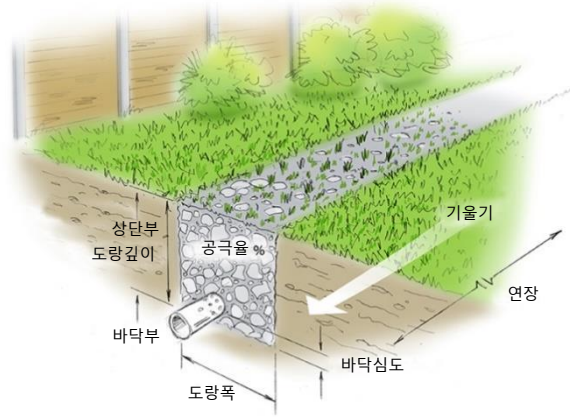
한국물환경학회, 2009

LID 기술요소 — 빗물여과시설

침투도랑 (Infiltration Trench)



■ 침투도랑은 강우유출수를 처리하기 위하여 1~2.5m 깊이로 굴착한 도랑에 쇠석자갈을 충전하여 조성한 시설로서 일종의 지하 저수조로서 차집된 강우유출수는 도랑의 바닥을 서서히 통하여 하부 토양층을 침투해서 지하 수면에 도달을 유도하는 시설임



▶ 침투시설 설치기준

I 설치기준

- 폭이 좁은 긴 도랑형태로서 저류지를 설치할 수 없는 작은 부지나 배수구역 가장자리 및 자투리땅에 설치 가능
- 주거지역 또는 상업지역의 강우유출수 처리에 적합하며 새로운 지역이나 기존지역 모두 적용 가능
- 침전물을 제거하기 위해 반드시 침전조와 함께 설계되거나 다른 전처리 시설을 설치해 강우 유출수에 의한 퇴적토 부하와 다른 용존성 고형물의 막힘 현상을 방지해야 함
- 강우강도가 작은 유량 및 오염물질의 농도가 높은 초기강우에 대응할 수 있는 시설임
- 침투도랑의 벽면과 상층부는 토목필터섬유(geotextile filter fabric)로 주변부를 둘러 싸는 형태로 설치하여 파이핑(soil piping) 현상을 방지하고 원래의 토양보다 훨씬 큰 공극을 갖도록 한다.
- 상층부 필터섬유는 도랑 상부로부터 5~15cm아래 부분에 위치하도록 하여 토사가 자갈 충전부에 유입되지 않도록 함
- 기능의 양부를 확인하기 위하여 침투도랑의 토사, 쓰레기, 낙엽 등의 퇴적상황, 쓰레기제거 필터의 폐색 상황, 침수상황, 주변의 상황 등을 점검해야 함

▶ 침투도랑 설계용량 산정

- 침투도랑의 설계용량은 수질처리용량을 일시 저류 및 적정 시간 내에 하부토양을 통해 침투·배제시키기 위해 필요한 용량
- 침투도랑의 쇄석충진층 깊이 및 공극율, 하부토양의 침투속도 등을 고려하여 식생도랑의 깊이를 결정하고, 해당 조건에서 수질처리용량을 일시 저류 할 수 있는 도랑 규모가 되도록 도랑의 표면적을 결정
- 수질처리용량(WQV) 산정

$$WQV = 10^{-3} \times P \times A \times Rv$$

∴ WQV: 수질처리용량(m³), A: 유역면적(m²), P: 설계강우량(mm), Rv: 체적유출계수(=0.05+0.009I, I=불투수율(%))

- 침투도랑 최대깊이(d_{max}) 산정

$$d_{max} = \frac{10^{-3} \times K \times T}{p_g}$$

◎ ∴ d_{max} = 침투도랑의 최대 깊이(m), p_g = 충전물의 공극율(자갈의 경우 0.32 적용),

K = 하부토양의 종기침투속도(mm/hr), T = 배수시간(hr, 일반적으로 48시간)

※침투도랑의 깊이(d)는 지하수위 및 d_{max} 를 고려하여 설치기준(1.0~2.5m)에 적합하도록 결정

- 침투도랑 면적(A_t) 산정

$$A_t = \frac{WQV}{p_g \times d + 10^{-3} K_t t}$$

∴ A_t: 식생도랑 표면적, d: 식생도랑 두께(m), t: 충전시간(hr, 통상 2시간)

▶ 식생수로 처리효율

시설	BOD(%)	TSS(%)	COD(%)	비고
침투도랑	59.2 ~ 86.9	79.8 ~ 92.1	61.0 ~ 88.3	

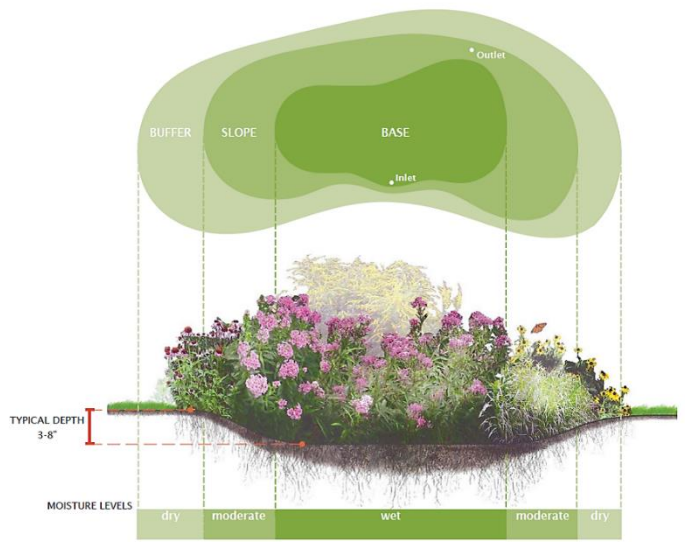
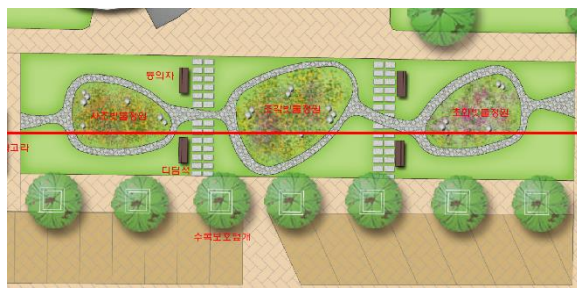
한국물환경학회, 2009

LID 기술요소 — 빗물침투시설

빗물정원 (Rain Garden)



- 빗물정원은 풀, 초본식물, 나무 등 다양한 식물들을 식재하여 조성한 정원으로 생태저류시설 (Bioretention)로 기능하며, 강우유출수를 침투 및 여과시켜 수질개선에 기여할 뿐만 아니라 심미적으로도 효과적인 시설이다.
- 빗물정원은 옥상, 차도, 가로변 등에 좁고 오목한 지역을 조성하여 깊은 뿌리의 토착 식생등을 식재하여 조성한다.



▶ 빗물정원 저감효율

BOD	T-N	T-P	TSS	유출저감량(Q)	Zn	Pb
23 ~ 54	22 ~ 49	17 ~ 81	80 %	40 %	99 %	99 %

(출처 : 저영향개발 기술요소별 설치 및 유지관리 가이드라인)

▶ 침투시설 설치기준

I 설치기준

- 수질을 개선하기 위해 조경적 방법으로 만든 인공적 웅덩이 형태의 생물적 체류지(Bio Retention)임
- 단순한 녹지공간 이상으로 비오톱을 확충하고 도시기온을 낮추어 에너지 절감에 기여하며 쾌적한 도시경관을 조성하는 효과를 가짐
- 식물과 토양을 이용해 흡수, 여과, 침전, 휘발, 이온교환, 생물학적 분해 과정을 통해 빗물 유출수의 오염물질을 효과적으로 제거하고 투수율을 높임
- 강우유출수 발생원에 가깝고 강우 유출수를 집수할 수 있는 위치에 여러 곳에 분산시키는 것이 더 효과적임
- 일반적으로 길이에 대한 폭의 비율은 약 2:1이며, 바닥은 가능한 평평하게 함
- 규칙적으로 잔디깎기 등을 실시할 필요 없으며 다년생 식물은 성장기가 끝난 후 가지치기를 함
- 토양의 침투능을 개선 및 유지시키고, 토양침식을 방지하기 위해 뿌리가 깊은 식생을 설치함
- 식생의 성장에 필요한 환경이 유지되고, 토양의 침투 및 여과기능이 정상적으로 유지되도록 식생의 건강상태, 토양의 침식 및 퇴적 등을 정기적으로 점검해야 함

▶ 빗물정원 설계용량 산정

- 빗물정원의 설계를 위해서는 담수심의 용량, 토양층에 저류되는 용량, 차집시간 동안 유공관으로 나가는 용량, 하부원지반으로 침투되는 용량의 합이 수질처리용량(WQV)보다 크도록 설계

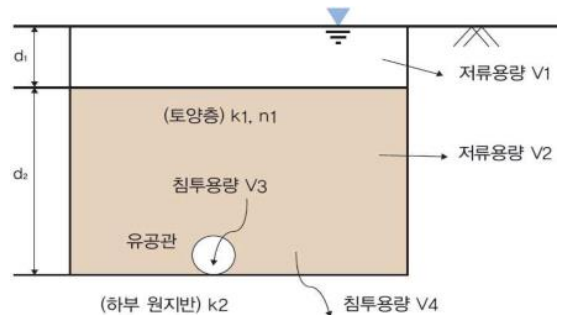
- 수질처리용량(WQV) 산정

$$WQV = 10^{-3} \times P \times A \times Rv$$

- ∴ WQV: 수질처리용량(m³), A: 유역면적(m²), P: 설계강우량(mm),
Rv: 체적유출계수(=0.05+0.009xl, l=불투수율(%))

- 빗물정원 면적(A_f) 산정

$$A_f = \frac{WQV}{d_1 + n_1 \times d_2 + T_f(k_1 + k_2) \times 10^{-3}}$$



∴ A_f = 식물재배화분의 표면적(m²) WQV = 수질처리용량(m³) ⊙ d₁ = 담수심 깊이(m) ⊙ n₁ = 식재토양층의 공극율

⊙ d₂ = 식재토양층의 깊이(m), k₁ = 식재토양층의 투수속도(mm/h), k₂ = 하부토양의 침투속도(mm/h), T_f = 유입시간(hr, 2시간)

▶ 식재 가능 식물

구분	식물명	과명	개화기	구분	식물명	과명	개화기	구분	식물명	과명	개화기
	숙부쟁이	국화과	7~10월		원주리	백합과	5~6월		붓꽃	붓꽃과	5~6월
	벨개미취	국화과	7~10월		골풀	골풀과	9~10월		갈대	벼과	9월
	구절초	국화과	9~10월		노란꽃창포	붓꽃과	5~6월		수크령	벼과	8~9월
	달뿌리풀	벼과	8~9월		부들	부들과	6~7월		참억새	벼과	9월

LID 기술요소 — 빗물경관시설

옥상녹화 (Green Roof Garden)

▶ 옥상녹화 Master Plan



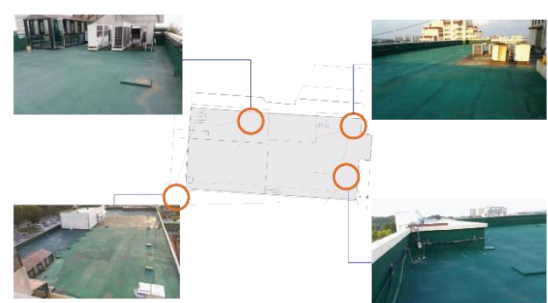
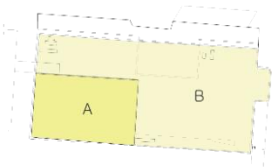
- 식생 지붕으로도 알려진 옥상녹화는 강우유출수를 옥상에서 차집하여 여과, 증발, 저류함으로써 도시화된 지역의 유출을 저감
- 도심의 녹지 확보 및 경관 향상, 냉·난방 에너지 절약 이외에도 생물서식공간(Bio-tope)을 조성하여 지속적으로 안전한 환경교육의 장으로 활용될 수 있음



▶ 현황

- 위치 : OO시청 본관옥상
- 조성면적 : 1,200㎡

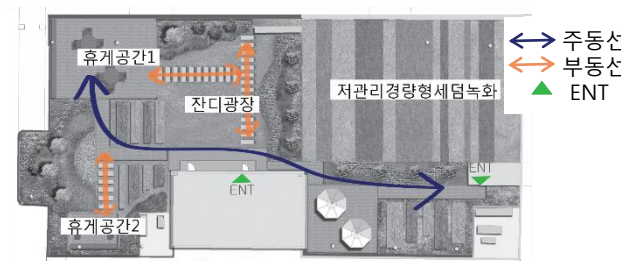
- A 경량형 옥상녹화 : 420㎡
- B 혼합형 옥상녹화 : 780㎡



▶ 공간계획



▶ 동선계획



▶ 옥상녹화 설계기준

Ⅰ 안전성 확보

- 기존 건축물에 설치된 안전난간의 경우 옥상녹화시스템 설치로 인해 난간 규정높이(1.2m) 확보가 어려울 수가 있으므로 옥상녹화 후 안전난간의 규정높이가 확보되도록 시설물 설치에 유의하여야 함

Ⅰ 적용하중

- 식생하중을 포함한 최대 함수상태에서 지붕 전체층의 하중은 저수층이 포함된 녹화시스템 하중은 저장된 물의 하중을 추가적으로 계산에 포함

Ⅰ 풍압에 대한 대비

- 건축물은 바람의 영향에 의해 압력, 흡인력 및 마찰저항력 등의 하중을 받는데, 건축물 녹화 설계단계에서 『건축구조설계기준(KBC2005)』에 따른 풍하중에 대응할 수 있는 방안을 마련하여야 함
- 바람에 의한 수목의 전도방지 및 그늘막 또는 트렐리스 등 시설물 피해방지를 위한 고정방안을 고려하여야 함

Ⅰ 토양층의 습윤상태 유지

- 반입된 토양은 일반적으로 수분량이 적어 토양입자 상호간의 결속이 약해 식재공사 전에 물을 사용하여 토양의 수분량을 확보함과 동시에 토양입자 상호간의 결속을 도모할 필요가 있음
- 식재층 토피가 얇아서 쉽게 토양이 쉽게 건조하여 식물고사 원인이 될 수 있으므로 적절한 관수설비를 하여야 함

Ⅰ 방수/방근층 손상 주의

- 뿌리가 방근층을 관통할 경우 방수층을 손상시킬 위험성이 있으므로 설계단계에서 세심한 검토가 필요함
- 옥상녹화시공 과정에서 자재의 반입, 소운반, 식재작업, 기반조성 등의 작업 중 방수/방근층을 손상할 수 있으므로 주의가 필요하며 특히 방수/방근층 상부에 집중하중이 작용하는 시설물에는 하부에 별도의 보호설비가 필요

▶ 프로그램

- 빗물이용공간 배치 및 빗물 흐름을 고려한 디자인 및 시설물 배치
- 친환경 소재인 데크 보도포장과 휴게시설공간 계획
- 옥상내 오픈스페이스로서 잔디광장 조성
- 향기나는 허브화원과 사계절 가든으로 힐링 휴게공간 조성

▶ 시설물 및 포장계획



① 세덤파고라



② 파라솔/테이블



③ 목재트렐리스



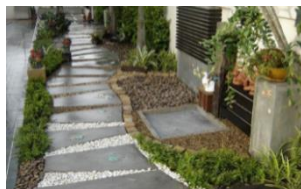
④ 조명설비



⑤ 목재 데크



⑥ 빗물저금통



⑦ 디딤석



⑧ 수공간 조성

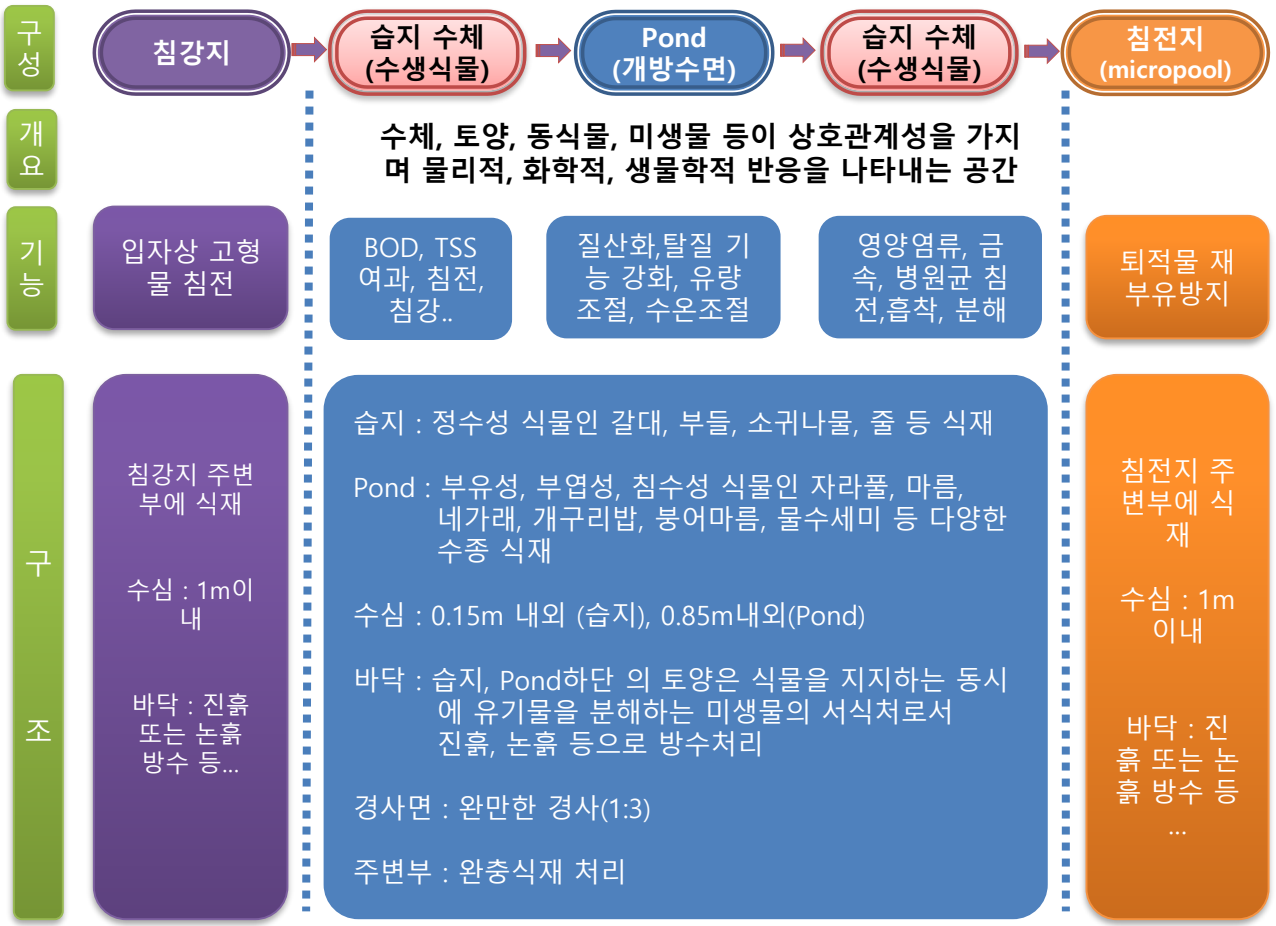
LID 기술요소 — 빗물여과시설

인공습지 (Constructed Wetland : Bio-Top)



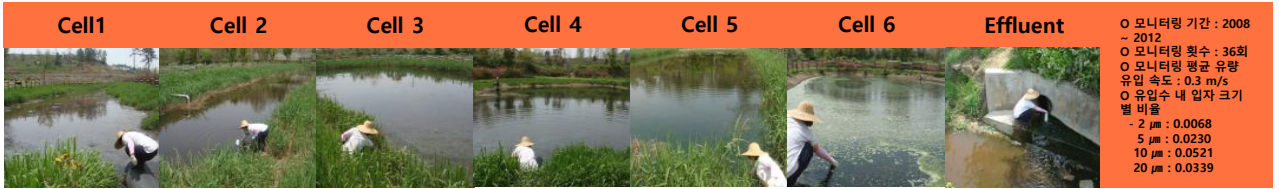
■ 침전, 여과, 흡착, 미생물 분해, 식생 식물에 의한 정화 등 자연상태의 습지가 보유하고 있는 정화능력을 인위적으로 향상시켜 비점오염물질을 줄이는 시설

습지의 수질을 결정하는 생태시스템 원리

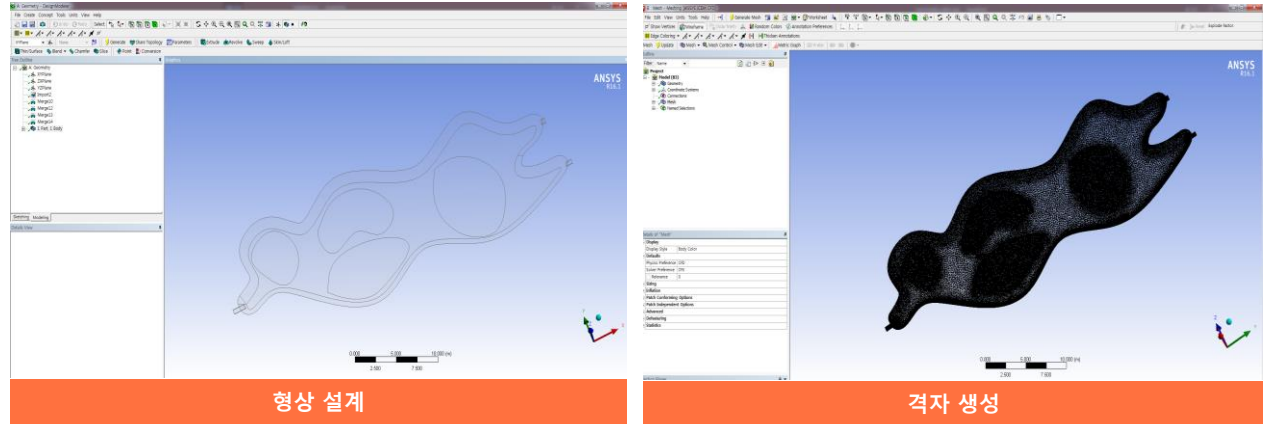


C.F.D (전산유체역학) 인공습지형상 구축/ 격자생성/ 경계조건입력

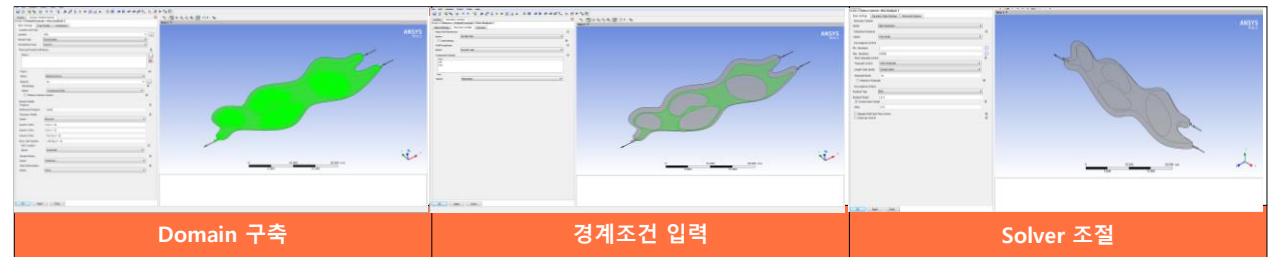
▶ 모니터링 실시



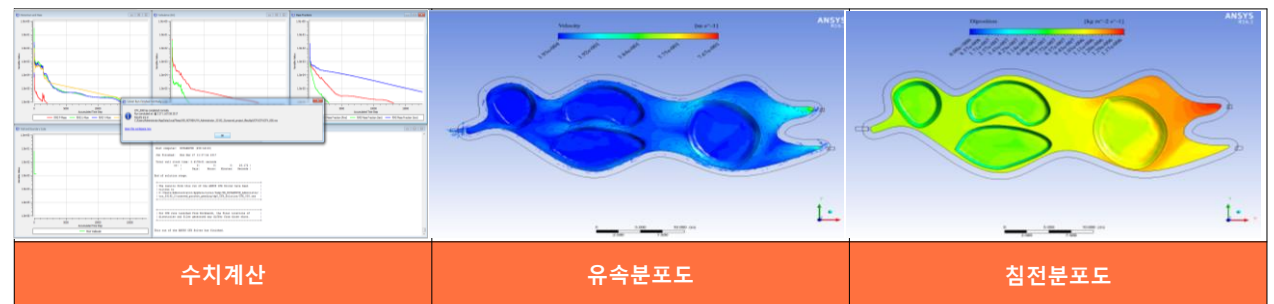
▶ C.F-X - 형상구축 및 격자생성



▶ C.F-X - 초기조건 및 경계조건 입력



▶ C.F-X - 수치계산 및 결과



구 분	평균 유속	침전량
인공습지	0.01 m/s	0.08 kg/m ² (day)

▶ C.F-X - 결론

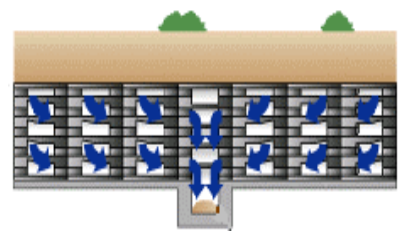
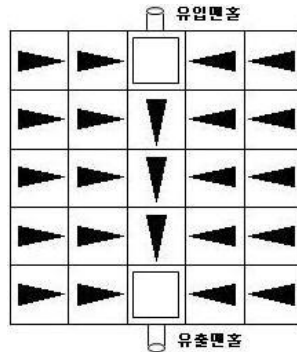
- 강우시 유출되는 많은 입자상 물질의 유입은 인공습지의 기능을 저하시키고 유지관리를 어렵게 함
- 입자의 농도가 증가할수록 입자의 충돌과 응결이 늘어나 침강효율이 향상되는 것으로 평가
- 인공습지 내 baffle의 설치, 섬의 조성 및 유로폭을 다양화 시키는 다양한 FWS는 유속을 변화시켜 입자간의 충돌기회를 증가시키고 침강효율을 향상시킴

LID 기술요소 — 빗물저류시설

빗물저류조 (Storage Tank)

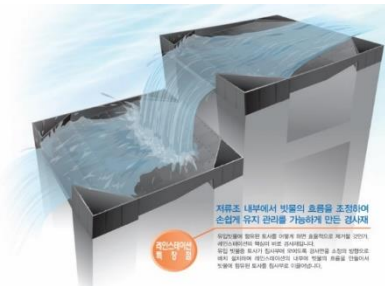


▶ 형상



(단면도)

(평면도)



▶ 시공순서



3.경사재의 설치



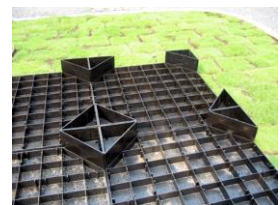
1.하부판재에 의한 위치 결정



4.상부 판재의 설치



2.각재로 조립 및 높이 조정



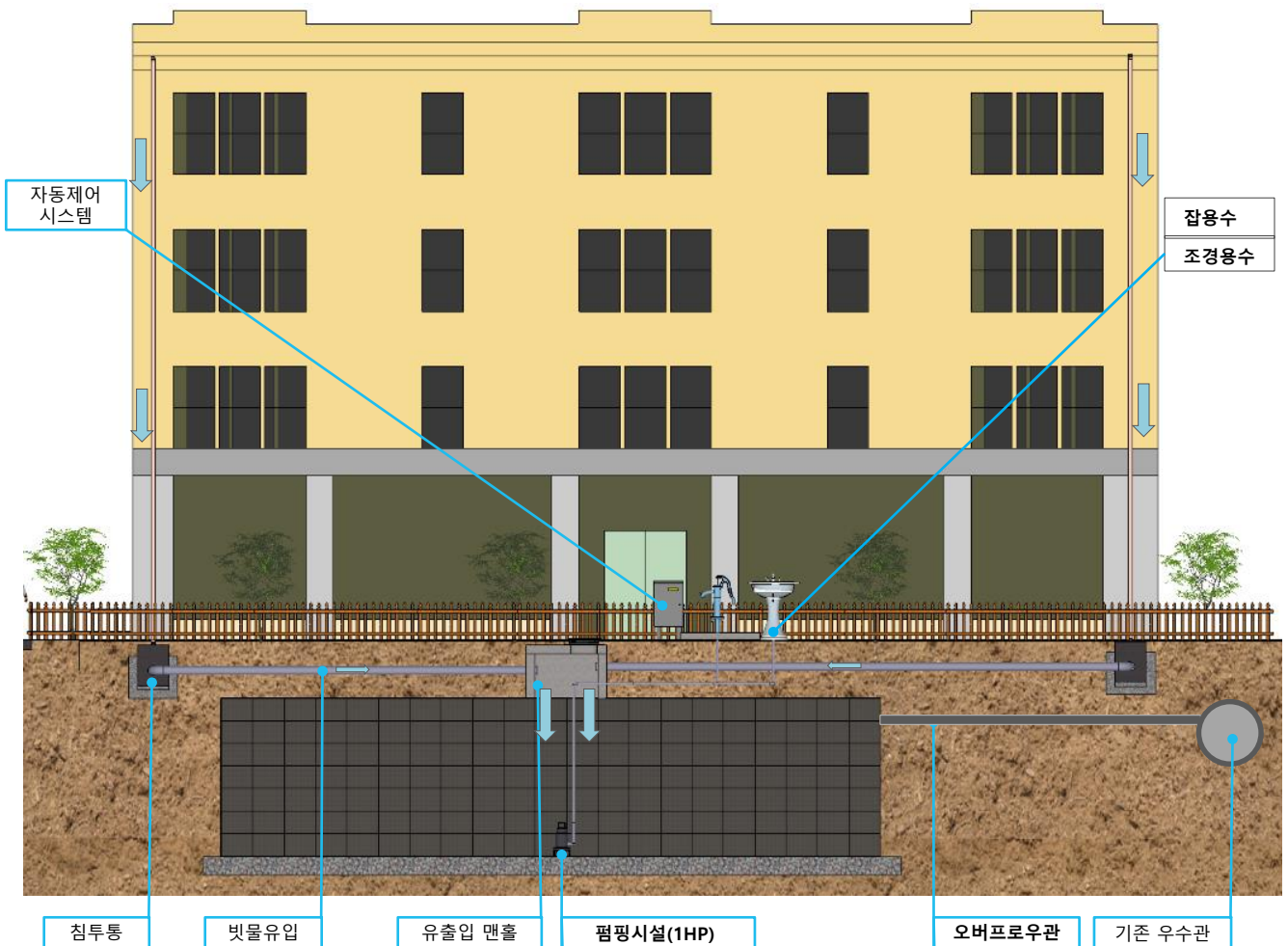
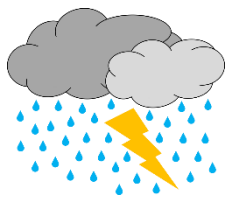
5.조립 완료상태





빗물 이용 시스템 - 자동제어시스템

- ▶ 각 공동주택 운전상태 실시간 원격 감시/제어
- ▶ 원격 무인감시 및 자동제어를 위한 의사결정 시스템 구축
- ▶ 공동주택 운영효율 향상 및 운영관리 비용절감 방안수립
- ▶ 안정적인 빗물 수질확보를 위한 종합 수질관리 시스템의 구축
- ▶ 이상상황 발생 시 정상화를 위한 운영조건 데이터베이스 구축



LID 기술요소

LID 적용기준

▶ 녹색건축 인증심사 기준

I 4. 물순환관리 > 수순환체계 구축 > 우수부하절감대책의 타당성 (4점)

구분	우수유출 저감시설 연계면적 비율	가중치
1급	우수유출 저감시설을 설치하고 그 시설로 우수가 유입될 수 있는 면적(집수면)이 대지 전체면적의 50% 이상인 경우	1.0
2급	우수유출 저감시설을 설치하고 그 시설로 우수가 유입될 수 있는 면적(집수면)이 대지 전체면적의 40% 이상인 경우	0.8
3급	우수유출 저감시설을 설치하고 그 시설로 우수가 유입될 수 있는 면적(집수면)이 대지 전체면적의 30% 이상인 경우	0.6
4급	우수유출 저감시설로 우수가 유입될 수 있는 면적(집수면)이 대지 전체면적의 20% 이상인 경우	0.4

I 4. 물순환관리 > 수자원 절약 > 우수이용 (4점)

구분	우수 저수조 용량(m ³)	가중치
1급	건축면적(m ²) × 0.05 또는 대지면적(m ²) × 0.02 이상의 우수 저수조 또는 저류지를 설치	1.0
2급	건축면적(m ²) × 0.03 또는 대지면적(m ²) × 0.01 이상의 우수 저수조 또는 저류지를 설치	0.7
3급	건축면적(m ²) × 0.01 또는 대지면적(m ²) × 0.005 이상의 우수 저수조 또는 저류지를 설치	0.4

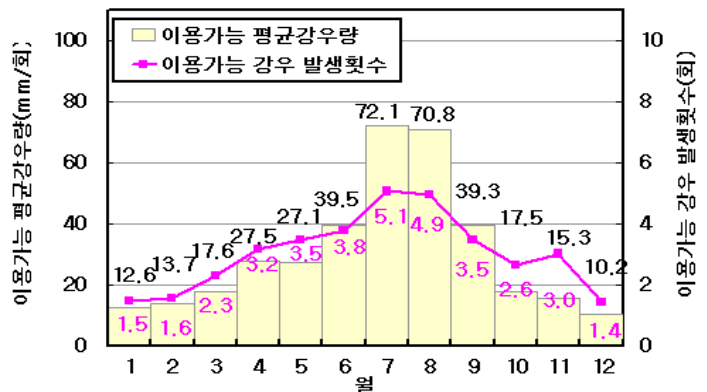
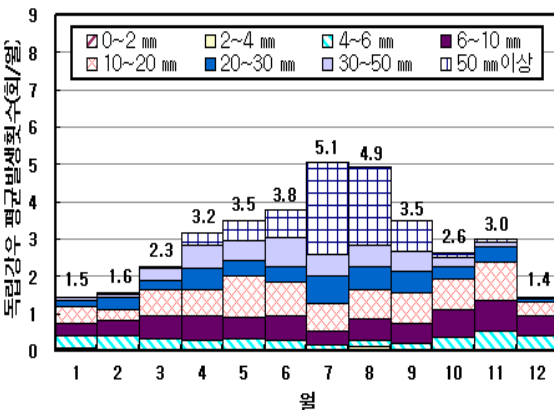
▶ 빗물이용 및 침투시설의 활용빈도

- **이용가능 강우** : 평균강우량 113.8mm/월, 평균강우발생횟수 3.0회/월
- **활용 빈도 및 계획** : 월평균 1~5회정도 활용, 강우량 15~364mm 활용.

▶ 빗물이용 및 침투시설의 무강우일수

- **월별 선행무강우일수** : 범위 4.7~19.9일/회, 평균 9.0일/회
- **월별 무강우일수** : 범위 4.4~22.3일/회, 평균 9.0일/회

평균강우량 : 113.8mm/월
 발생 횟수 : 3.0회/월



LID 생태면적률

▶ 생태면적률 정의

- 전체 개발면적 중 생태적 기능 및 자연순환기능이 있는 토양 면적이 차지하는 비율로서 개발공간의 생태적 기능 지표로 활용
 - 현재 상태 생태면적률이란 개발을 하기 전 토지피복유형을 기준으로 측정한 생태면적률을 의미
 - 목표생태면적률이란 사전환경성검토시 개발 후 목표로 하는 생태면적률을 의미
 - 계획생태면적률이란 환경영향평가시 목표생태면적률을 근거로, 구역별로 설정한 생태면적률을 의미

▶ 생태면적률 산정방법

$$\text{생태면적률} = \frac{\text{자연지반 녹지면적} + \sum(\text{인공화 지역 공간유형별 면적} \times \text{가중치})}{\text{전체 대상지 면적}} \times 100(\%)$$

▶ 공간유형별 가중치

공간유형	가중치	설 명	사 례
 자연지반녹지	1.0	- 자연지반이 손상되지 않은 녹지 - 식물상과 동물상의 발생 잠재력 내재 온전한 토양 및 지하수 함양 기능	- 자연지반에 자생한 녹지 - 자연지반과 연속성을 가지는 절성토 지반에 조성된 녹지
 수공간 (투수기능)	1.0	- 자연지반과 연속성을 가지며 지하수 함양 기능을 가지는 수공간	- 하천, 연못, 호수 등 자연상태의 수공간 및 공유수면 - 지하수 함양 기능을 가지는 인공연못
 수공간 (차수)	0.7	- 지하수 함양 기능이 없는 수공간	- 자연지반 위 차수 처리된 수공간 - 인공지반 위 차수 처리된 수공간
 인공지반녹지 ≥ 토심 90cm	0.7	- 토심이 90cm 이상인 인공지반 상부 녹지	- 지하주차장 상부 녹지, - 지하구조물 상부 녹지
 옥상녹화 ≥ 토심 20cm	0.6	- 토심이 20cm 이상인 녹화옥상시스템이 적용된 공간	- 혼합형 녹화옥상시스템 - 중량형 녹화옥상시스템
 인공지반녹지 < 토심 90cm	0.5	- 토심이 90cm 미만인 인공지반 상부 녹지	- 지하주차장 상부 녹지, - 지하구조물 상부 녹지
 옥상녹화 < 토심 20cm	0.5	- 토심이 20cm 미만인 녹화옥상시스템이 적용된 공간	- 저관리 경량형 녹화옥상시스템
 부분포장	0.5	- 자연지반과 연속성을 가지며 공기와 물이 투과되는 포장면, 50% 이상 식재면적	- 잔디블록, 식생블록 등 - 녹지 위에 목판 또는 판석으로 표면 일부만 포장한 경우
 벽면녹화	0.4	- 벽면이나 옹벽(담장)의 녹화, 등반형의 경우 최대 10m 높이까지만 산정	- 벽면이나 옹벽녹화 공간 - 녹화벽면시스템을 적용한 공간
 전면 투수포장	0.3	- 공기와 물이 투과되는 전면투수 포장면, 식물생장 불가능	- 자연지반위에 시공된 마사토, 자갈, 모래포장 등
 틈새 투수포장	0.2	- 포장재의 틈새를 통해 공기와 물이 투과되는 포장면	- 틈새를 시공한 바닥 포장 - 사교석 틈새포장 등
 저류, 침투시설 연계면	0.2	- 지하수 함양을 위한 우수침투시설 또는 저류시설과 연계된 포장면	- 침투, 저류시설과 연계된 옥상면 - 침투, 저류시설과 연계된 도로면
 포장면	0.0	- 공기와 물이 투과되지 않는 포장, 식물생장이 없음	- 인터락킹 블록, 콘크리트스플릿포장 - 불투수 기반에 시공된 투수 포장

▶ 생태면적률 적용대상

- ▮ 사전환경성검토대상 : 택지개발예정지구지정(10만 m²이상), 도시개발구역의 지정
- ▮ 환경영향평가대상 : 도시개발사업(25만 m²이상), 도시및주거환경정비(30만 m²이상), 대지조성사업(30만 m²이상), 택지개발사업(30만 m²이상), 국민임대주택단지조성사업(30만 m²이상)

LID 시공사례(국내)



➢ 한국환경공단 공사 전.후 사례





LID 기술요소

유지 관리 방안

▶ 유지관리 계획수립

- LID시설의 적절한 기능유지를 위한 유지관리방안 수립
- 사업 계획 초기부터 시설의 유지관리 예산 및 기관 결정
- LID시설의 적절한 점검을 실시하고 유기적이고 효과적인 운영이 되도록 함



<유지관리 흐름도>

▶ 시설의 유지관리

- 빗물 관리시설의 현황, 수질, 수량 등을 점검하여 시설 상황파악 주기에 따라 **체크리스트** 및 관리대장 작성

구 분	점 검	비 고
점검항목	<ul style="list-style-type: none"> • 토사, 쓰레기, 낙엽의 퇴적상황 • 강우 종료 후 완전배수여부 • 처리 배수구역의 토사침식 여부 • 바닥 및 측벽의 침식여부 (구조물의 경우) • 전처리시설의 유입 및 유출수로 등 손상·파손여부 • 씨앗 파종 후와 공사 완료 후 첫 번째 대형호우 후 식생상태, 바닥의 피해여부 점검 	
점검시기	(정기점검) <ul style="list-style-type: none"> • 년 1회 이상을 원칙 (비 정기점검) <ul style="list-style-type: none"> • 우기, 태풍시기 등 강우량이 많은 시기 • 시설 주변에서 토공사 등의 종료 후 • 이용자들에게 통보가 이루어진 경우 	

모 니 터 링

▶ 모니터링 계획수립

I 모니터링 개요

- 저감시설을 설치한 후 저감시설 상류나 하류지점 등을 선정하여 시설의 처리효과 확인
- 수질오염물질의 유입량 및 유출량, 제거율 등을 조사하기 위한 유량 및 수질조사 수행

I 모니터링 효과

- 수집된 수질자료의 경향분석에 의해 운영상태, 관리의 적정성, 오염물질의 삭감 정도 등 파악
- 유역의 수질개선 기여 정도 파악
- 목표수질을 달성할 수 있는지 여부 예측하는데 기초자료로 활용

I 목적에 따른 모니터링 계획수립

- 비점오염원설치신고에 따른 모니터링
- 수질오염총량관리계획 이행평가를 위한 모니터링
- 연구목적을 위한 모니터링

I 모니터링 방법 결정

- 육안검사방법 : 강우유출수질 및 시설의 관리상태 등
- 분석에 의한 방법 : 모니터링 위치, 모니터링 주기, 시료채취방법, 조사항목 등을 결정
시료를 채취하여 수질농도를 측정하는 방법

I 강우 조사 방법 (시료채취 조건 및 주기)

- 최소 3일 (72시간)의 선행건기일수 만족, 강우량이 10mm이상의 강우사상 대상

항목	내 용
선행건기일수	3일 이상
시료채취횟수	<ul style="list-style-type: none"> • 강우 시 2주기 이상 (1주기당 10~12회) • 강우초기(강우발생~1시간) : 유출직전, 5분, 10분, 15분, 30분, 60분(6회) • 강우중기(종료 시까지) : 적정시간간격(4~6회)
조사지점	<ul style="list-style-type: none"> • 배수관망체계에서 말단 또는 분할된 구역

I 조사항목의 결정

항목	도시지역	농촌지역
공통항목	TSS, BOD, COD, T-N, T-P, Ph, Turbidity	
선택항목	Conductivity, Oil, Grease, TOC, 중금속 (Cd,Pb,Zn)	TKN, NO2-N, NO3-N, NH4-N, PO4-P, TOC

저영향개발 사전협의제도(서울시)

▶ LID 사전협의제도 도입배경

Ⅰ 도시화의 불투수층 급증에 따른 물순환 왜곡

- 불투수층 증가에 의한 침수 피해 대책
- 기후변화와 도시화로 인한 열섬 현상
- 빗물 유출증가에 따른 오염부하증가,수질악화
- 빗물 침투량 저하로 지하수위 하락 및 하천의 건천화 등

▶ LID 사전협의제도 관련법규

Ⅰ 『서울특별시 빗물관리에 관한 조례』 전부개정조례 공포 (2014.1.9)

⇒ 『서울특별시 물순환 회복 및 저영향개발 기본조례』 시행 (2014.2.9)

▶ LID 사전협의제도 내용

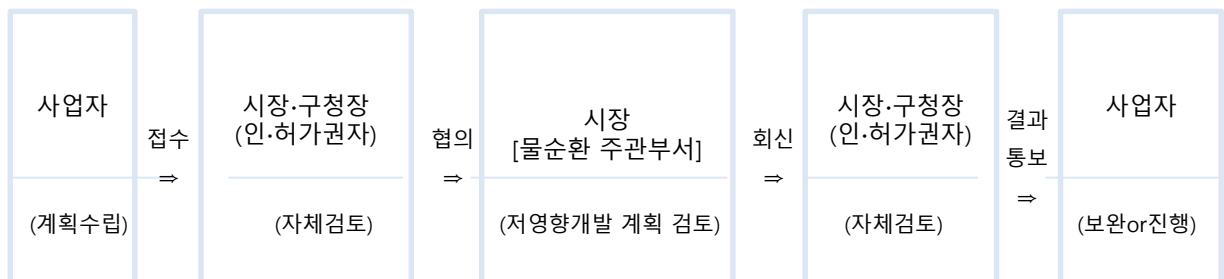
Ⅰ 사전협의 제도란 ?

- 각종 개발사업 등에 대하여 빗물의 표면유출이 최소화될 수 있도록 저영향개발 계획을 수립하여 시 주관부서와 사전에 협의토록 한 제도

Ⅰ 사전협의 사항

- 사업개요, 목적, 필요성, 배경 및 절차 등 사업의 일반현황
- 사업구역내의 빗물분담량을 적용한 빗물관리시설 도입의 계획 및 적정성
- 사업대상지의 빗물관리시설의 제원, 수량, 상세도면 및 배치도
- 사업대상지에 적용한 빗물관리대책량 및 적용근거
- 협의기간 : 사전협의 요청을 받은 날부터 30일 이내

Ⅰ 협의절차 <인·허가시>





▶ LID 사전협의 대상 및 시기

I 사전협의 대상

- 사전협의 주체 : 개발사업의 시행자 또는 사용승인 및 인·허가권자
- 사전협의 대상 : 물순환 및 저영향개발 기본조례 제11조에 따른 빗물관리시설 설치 대상사업 (광장, 녹지, 공공청사, 공원, 운동장, 주차장, 도시개발사업, 주택재개발사업, 도시환경 정비사업, 학교, 하수도, 도로, 보도, 건축물 등) 그 밖에 빗물관리가 필요한 시설로서 시장이 정하는 시설
- 공공건물 :
 2. 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제2조제6호에 따른 기반시설 중 자동차정류장, 자동차 및 건설기계검사시설, 자동차 및 건설기계운전학원, 광장, 녹지, 공공공지, 방송·통신시설, 공공청사, 공공직업훈련시설, 화장시설, 봉안시설, 장례식장, 종합의료시설 사업, 유원지, **공원**, 운동장, 유통업무설비, 우수지 또는 주차장의 **도시·군계획시설사업**
 12. 「도시 및 주거환경정비법」 제2조제2호나목 및 라목에 따른 **주택재개발사업 및 도시환경정비사업**
 13. 「도시공원 및 녹지 등에 관한 법률」 제2조제3호에 따른 **도시공원의 조성사업**
 29. 「건축법」 제2조제1항제2호에 따른 건축물 중 **대지면적이 2천제곱미터 이상이거나 건축연면적이 3천제곱미터 이상인 건축(신축·증축·개축·재축 또는 이전을 포함한다)**
 31. 「영유아보육법」 제7조 및 제10조의 제1호에 따른 보육정보센터와 국공립어린이집을 설립하는 경우의 건축공사
 32. 「유아교육법」 제2조제2호의 규정에 의한 유치원을 설립하는 경우의 건축공사
 33. 「초·중등교육법」 제2조에 따른 학교를 설립하는 경우의 건축공사
 39. 「체육시설의 설치·이용에 관한 법률」 제2조제1호에 따른 **체육시설의 설치공사**
- 공공, 민간개발 :
 - 별도자문 : **사업면적 (대지면적, 공원시설 부지면적 등) 10,000㎡ 이상 각종 개발사업**
* **서면 : 대지면적 1 ~ 5만㎡, 대면 : 대지면적 5만㎡ 이상, 공원시설부지면적 1만㎡ 이상**
 - 사전협의의 : 「건축법」 제2조제1항제2호에 따른 건축물 **대지면적 1,000㎡ 이상이거나 연면적이 1,500㎡ 이상인 건축물**

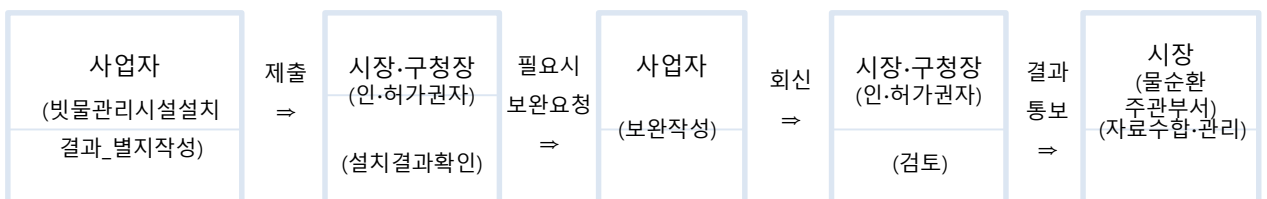
I 사전협의 시기

- 각종 개발사업의 인·허가 전
- 빗물분담량을 적용한 빗물관리시설 도입을 계획하여 사전협의
- 관계기관(부서) 협의 시, 서울시 물관리정책과

I 준공(사용승인)시 조치사항

- 준공검사 또는 사용 승인한 날부터 10일 이내 빗물관리시설 설치결과 통보

I 협의절차 <준공 시>



▶ 관련법령 및 주요내용

법령 (시행시기)	해당 조문	주요내용
<ul style="list-style-type: none"> • 자연재해대책법 시행령 (국민안전처, 2014. 8. 7~) 	<ul style="list-style-type: none"> • 제16조 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 제16조 (우수유출저감시설 수립, 시설종류 등) (수립대상)「건축법」…대지면적이 2천제곱미터 이상이거나 건축연면적이 3천제곱미터 이상인 건축(신축·증축·개축·재축 또는 이전을 포함한다) (시설종류) 침투통, 침투측구, 침투트렌치… 2. 저류시설 아. 유지(溜池), 습지 등 자연형 저류시설 ② 제1항제1호에 따른 침투시설은 단위설계 침투량, 시설의 배치계획 등을 충분히 검토한 후 침투시설의 설치 수량을 설정하여야 하며, 제1항제2호에 따른 저류시설은 해당 지역내에서 개발 등으로 인하여 증가되는 유출량을 저류할 수 있도록 계획…
<ul style="list-style-type: none"> • 친수구역조성 지침 (국토부, 2014. 7. 1~) 	<ul style="list-style-type: none"> • 제4조 제15조 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 제4조 (친수구역 조성계획의 기본방향) ▶ 제15조 (물순환계획) 토지이용계획에 저영향개발 기법(LID)을 적용하여야~ 물순환 시스템을 구축하는 등… ~분산식 빗물관리시스템을 도입하고 우수의 저류 및 수자원 재이용이 가능하도록 계획하여야 ~ 친수구역으로부터 우수의 직접배출을 저감하기 위하여 투수성 포장, 비점오염원 저감시설을 확대하고, 초기우수 저장시설, 수질 저감형 생태하천 및 ~도로변 녹지는 저영향개발 기법(LID)을 적용하여 우수의 침투 및 저류가 가능하도록 계획하여야~
<ul style="list-style-type: none"> • 택지개발업무 지침 (국토부, 2014. 5.20~) 	<ul style="list-style-type: none"> • 제17조 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 제17조 (블록형 단독주택용지 조성) 블록형 단독주택용지는 수변공간을 활용한 친수공간의 창출 및 다양하고 체계적인 녹지계획으로 인간과 생물이 공존할 수 있는 환경친화적인 주거환경을 조성하기 ~ 단지내 발생 우수량을 일시적으로 저류할 수 있는 기능~
<ul style="list-style-type: none"> • 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 시행규칙 (환경부, 시행규칙 개정 2014.12.31) 	<ul style="list-style-type: none"> • 제74조 	<ul style="list-style-type: none"> ▶(비점오염저감계획서의 작성방법) 법 제 53조제2항에 따른 비점오염저감계획서 2. 저영향개발기법 등을 포함한 비점오염원 저감방안 3. 저영향개발기법 등을 적용한 비점오염저감시설 설치계획 4. 비점오염저감시설 유지관리 및 모니터링 방안
<ul style="list-style-type: none"> • 녹색건축인증 기준 (국토부 & 환경부 고시, 2013. 8. 7~) 	<ul style="list-style-type: none"> • 제7조 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 제7조(녹색건축인증의 취득의무) (별표1) 공동주택 인증심사기준(제4조관련)~4. 물순환관리 /4.1수순환체계 구축/ 4.1.1우수부하~저감시설로의 연계면적의 비율로 평가/ 4.2.2 우수 이용(세부평가기준:우수를 빗물이용시설의 시설기준 및 중수도 수질기준에 의한 살수용수, 조경용수 등으로 이용하는 시설의 설치여부에 따라 평가~
<ul style="list-style-type: none"> • “환경영향평가지 저영향개발(LID) 기법 적용 매뉴얼 (환경부 국토환경평가과 2013.7.17) 	<ul style="list-style-type: none"> • 제7조 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 매뉴얼의 개요 <ul style="list-style-type: none"> ◦작성의 배경 및 목적 - (배경) 도시지역의 비점오염원 관리 및 건전한 물순환 체계확보를 위해 저영향개발(LID) 기법이 적극 검토되고 있으나, 개발사업에 대한 적용을 확산하기 위한 제도적 기반이 미비한 실정임 - (목적) 개발사업에 대한 환경영향평가 협의시 저영향개발(LID)기법 적용을 유도하여 도시지역에서의 물순환 기능을 개선함과 아울러 비점오염물질을 줄이고자 함

LID 프로젝트 참여실적

▶ 최근 참여실적 (2014~)

사 업 명	발 주 처	과업참여분야	과업기간
아산탕정 택지조성사업(3공구)	LH공사/동일기술공사	LID 실시설계	2015.08
도봉구 주민참여형 새동네 조성사업	서울시청	LID 설계	2014.07
대전갑천지구 수변구역 조성공사	대전도시공사	LID 기본설계	2015.05
부산에코델타 조성사업 3구간 2공구기술제안	수자원공사/건화/ 진흥기업	기술제안, 실시설계	2015.02
부산에코델타 조성사업 3구간 3공구기술제안	수자원공사/동일기술공사/ 한화건설	기술제안, 실시설계	2014.12
부산에코델타 조성사업 3구간 4공구기술제안	수자원공사/수성/고려개발	기술제안, 실시설계	2015.1~4
김해시청 그린빗물인프라사업	환경공단/삼영기술	기본및실시설계	2015.06
김해도서관 그린빗물인프라사업	환경공단/진화기술	기본및실시설계	2016.03
세종시 국립수목원 조성공사 기술제안	산림청/대림산업	기술제안	2015.07
세종시 물순환 LID세부설계 및 홍보방안 연구용역	환경부/LH공사	연구용역	2015.09
김제시청 그린빗물인프라사업	환경공단/세화ENG	기본및실시설계	2015.07
전북발전연구원 그린빗물인프라사업	환경공단/한가람	기본및실시설계	2015.07
덕진공원유역 그린빗물인프라사업	환경공단/전주시/이산/건 화/동일	LID기본계획/ 실시설계	2015.11
세종시 1-5 생활권 H5 주상복합 현상공모	LH공사/ 나우동인	현상공모제안	2016.10
화진포관광지 비점오염설치신고서(보완)	고성군	설치신고 보완	2016.10
세종시 2-4 생활권 주상복합 현상공모	LH공사/ 희림건축	현상공모제안	2016.11
아산탕정 택지조성사업(4공구)	LH공사/동일기술공사	LID 실시설계	2016.12
부산에코델타 조성사업 2구간 2공구	수자원공사/대림산업	기술제안	2016.10
세종시 2-4생활권 공동주택 현상공모	LH공사/ 희림건축사	현상공모제안	2016.11
정읍 제2청사 그린빗물인프라사업	환경부/정읍시청	수문분석/모니터링/설계	2016.11
한강 주차장 불투수포장개선 사업 건	서울시한강사업본부	기본및실시설계	2016.11
구)캠핑페이지 유역 춘천 그린빗물인프라사업	환경부/춘천시청/정동	수문분석/기본및실시설 계	2017.06
세종시 2-4 생활권 HO3 / HC3 BL 주상복합 신축공사	LH공사/ 해안건축	건축심의, 실시설계	2017.06
세종시 1-1 생활권 B12-1,2 BL 단독주택 신축공사	LH공사/ 포스코A&C	건축심의, 실시설계	2017.06
전주 빗물이용 시범마을 조성공사 건	전주시청/어반엘아یدی	컨설팅및 설계용역	2017.09
울산 물순환 선도도시 실시설계용역	울산시청/도화eng	LID실시설계	2017.12~
수원 그린빗물인프라사업(물순환도시)	수원시청/삼안ENG	LID기본및실시설계	2017.10~
송산그린시티 서측지구 1단계 실시설계	수자원공사/한중/삼안	LID실시설계	2018.07~
부산 에코델타 2-5공구조성사업 기술제안	수자원공사/진흥/한중	LID제안설계	2018.08~
국립종자원 충북지원 종자정선시설 신축공사	제천시/국립종자원/선진	우수유출저감대책 수립	2018.08~
완주군 과학산단 비점오염저감사업 건	환경부/완주군/건일	비점오염처리시설	2018.08~
그외...			

▶ 최근 참여실적 (2015~)

사 업 명	발 주 처	과업참여분야	과업기간
서초 도심형주택 신축공사	서초구청	컨설팅 및 설계	2015.2
서초구 진영산업 양재동사옥 신축공사	서초구청	컨설팅 및 설계	2015.3
광진구 배드민턴장 신축공사	광진구청	컨설팅 및 설계	2015.7
동대문경찰서 민원실 신축공사	동대문구청	"	2015.9
광장동 단지형 다세대주택 신축공사	광진구청	"	2015.7
위더스 웨딩홀 신축공사	영등포구청	"	2015.8
마곡지구 C2-1 근린생활시설 및 업무시설	강서구청	"	2015.10
마곡지구 C2-1 복합시설 신축공사	강서구청	"	2015.7
천왕동 산성교회 신축공사	구로구청	"	2015.7
서빙고동 도시형생활주택 및 오피스텔 신축	용산구청	"	2015.9
서초동1591-5번지 오피스텔 및 근린생활시설	서초구청	"	2015.9
관악구 중앙동 국공립 어린이집 신축공사	관악구청	"	2015.10
가칭)서울 구심초등학교 신축공사	서울 남부교육지원청	"	2015.9
상계동 근린생활시설 증축공사	노원구청	"	2015.11
성수별관 신축공사	광진구청	"	2015.11
신반포 재 건축 공동주택 신축공사	서초구청	"	2016.7
서울 경찰청 리 모델링 공사	서울경찰청	"	2016.9
강서 마곡지구 업무시설 및 근린생활 신축	강서구청	"	2016.10
양천교회 신축공사	양천구청	"	2016.12
국회 스마트워크 및 프레스센터 신축	국회사무처	"	2016.10
서초동 꽃마을 조성공사	서초구청	"	2016.10
성동구 자양동 빌라현장	성동구청	"	2016.10
신길3구역 공동주택 재 건축	영등포구청	"	2016.05
서초구 방배6구역 재건축	서초구청	"	2016.08
동대문구 장안동 업무시설 신축	동대문구청	"	2016.09
마곡지구 C5-4 근린생활시설 신축	강서구청	"	2017.01
중곡동 종합의료복합단지 조성공사	광진구청	"	2017.02
올림픽 스포츠콤플렉스 신축공사	강남구청	"	2017.02
KT송파지사 호텔복합시설 신축공사	송파구청	"	2017.06
가산동 LG전자부지 지식산업센터	(주)비에스타	"	2017.09
신정 1-1 재정비촉진지구 주택재개발사업	주택재개발사업조합	"	2017.09
강남 역삼동 산돌빌딩 신축공사	아키드림건축사	"	2018.03
신도림동 328-4 도시형생활주택 및 근린시설 신축	다원건축	"	2018.04
용산구 효창동 2-17 외 4필지	다우건축	"	2018.05
마곡2중학교 신축공사	토우지오	"	2018.05
신라호텔 본관 주차장 신축공사	(주)호텔신라	"	2018.08
그외...			



**Water is our most
valuable natural
resource on Earth**

..... SO,

The First Mover

Urban LID, 적정기술을 만나다 !!