



생태복원공학

- 하천복원 -

1. 하천의 정의

○ 하천법

- 지표면에 내린 빗물 등이 모여 흐르는 물길로서 공공의 이해에 밀접한 관계가 있어 국가하천 또는 지방하천으로 지정된 것을 말하며, 하천구역과 하천시설을 포함(하천법 제2조1항)

- 국가하천, 지방하천, 소하천

○ 자연하천 형태는 하도, 홍수터 또는 범람원, 자연제방, 배후습지로 구성

○ 하도는 코리더, 홍수터나 배후습지는 매트릭스, 지형변화 지역은 패치

○ 하도, 홍수터, 배후습지 등을 망라해 수변이라 칭함

○ 하천의 기능은 생물 서식처 기능, 수질의 자정기능, 심미적 기능(친수)

○ 이수(수)는 가치, 치수(수)는 관리, 환경(생태계)은 기능으로 서로 상충된 의미를 가짐



2. 하천의 구조

○ 상류역

- 급경사(1/100)이며, 자갈이 많고 수온이 낮고 용존산소량이 많음
- 침식에 의해 관목 및 초본류 군집이 형성됨
- 갯버들, 달뿌리풀 군락 형성

○ 중류역

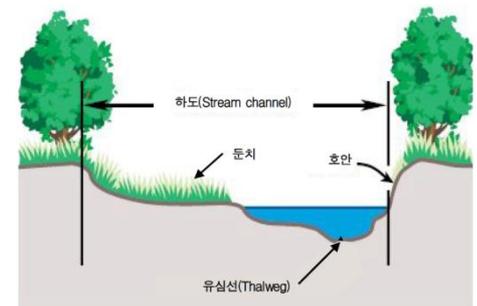
- 1/100-1/500의 구배이며, 자갈이나 모래로 구성
- 사행형태의 수로가 형성되며, 생물다양성이 높고 건조 적응식물 출현
- 버드나무, 오리나무 등의 교목류, 물억새, 달뿌리풀, 덩굴식물 등 출현
- 수중의 일조량이 풍부하고 소, 여울 등의 미소 지형 형성

○ 하류역

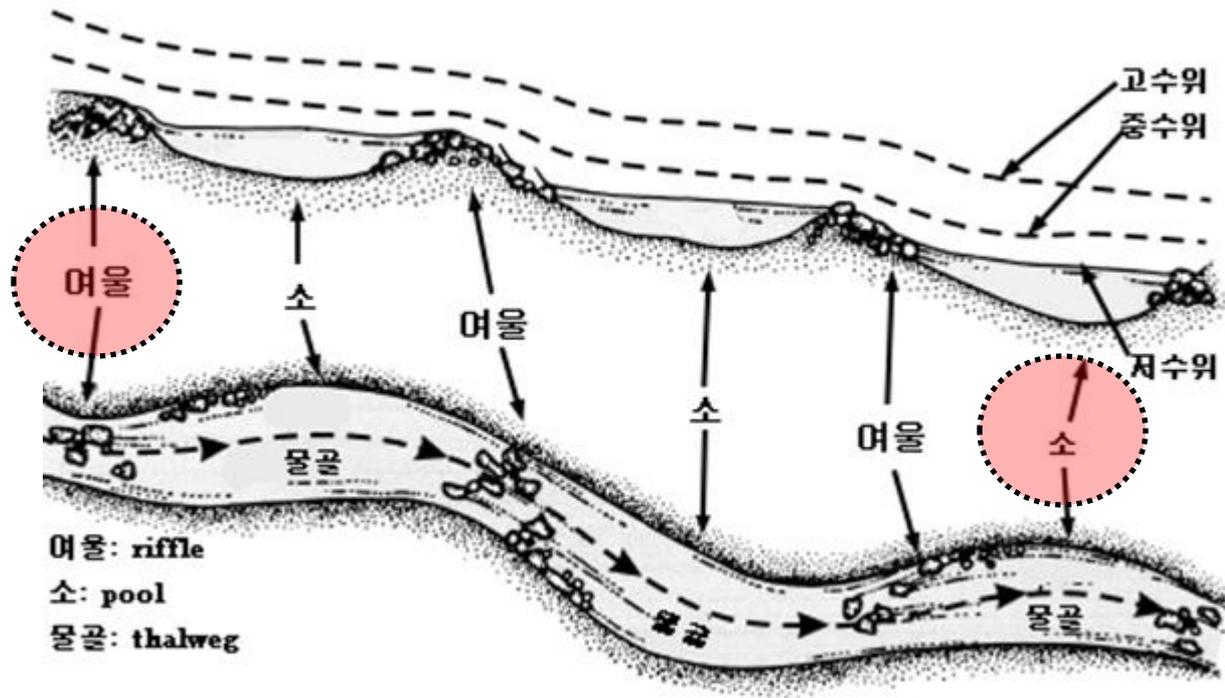
- 1/500 이하 구배이며, 유속이 느리고 모래와 점토질로 구성
- 습지가 형성되기도 하며, 유속 및 하폭 변화가 거의 없음
- 갈대, 줄, 매자기, 부들, 고마리 등의 식물 출현

○ 하구역

- 염습지 식생대, 갯벌 및 기수역으로 구분됨
- 해홍나물, 천일사초, 갈대, 모새달 등 염생식물의 출현



3. 하천의 종적 생물서식처



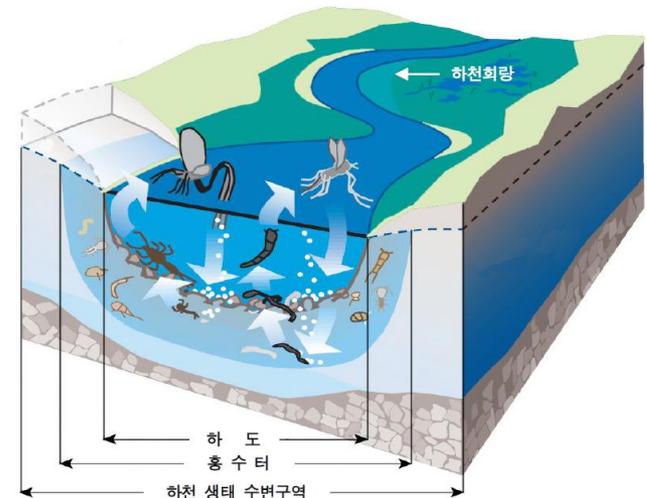
4. 하천의 횡적 생물서식처

○ 홍수터

- 평시에는 건조하나 주기적 유량 발생으로 침수되는 지역
- 주기적인 침식으로 다양한 식물군집 모자이크를 형성

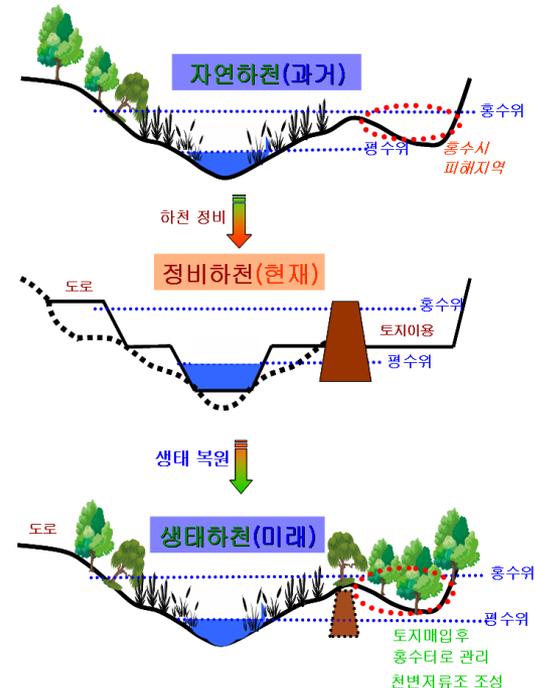
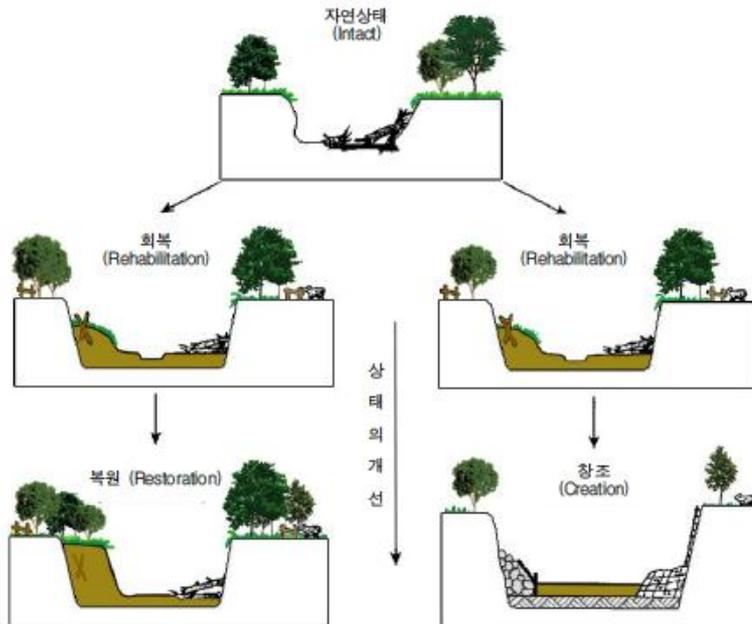
○ 하천회랑(코리더)

- 서식처의 연결을 통한 복합적 서식처를 형성하며, 하천과 인접 식생대의 폭



5. 하천복원의 개념

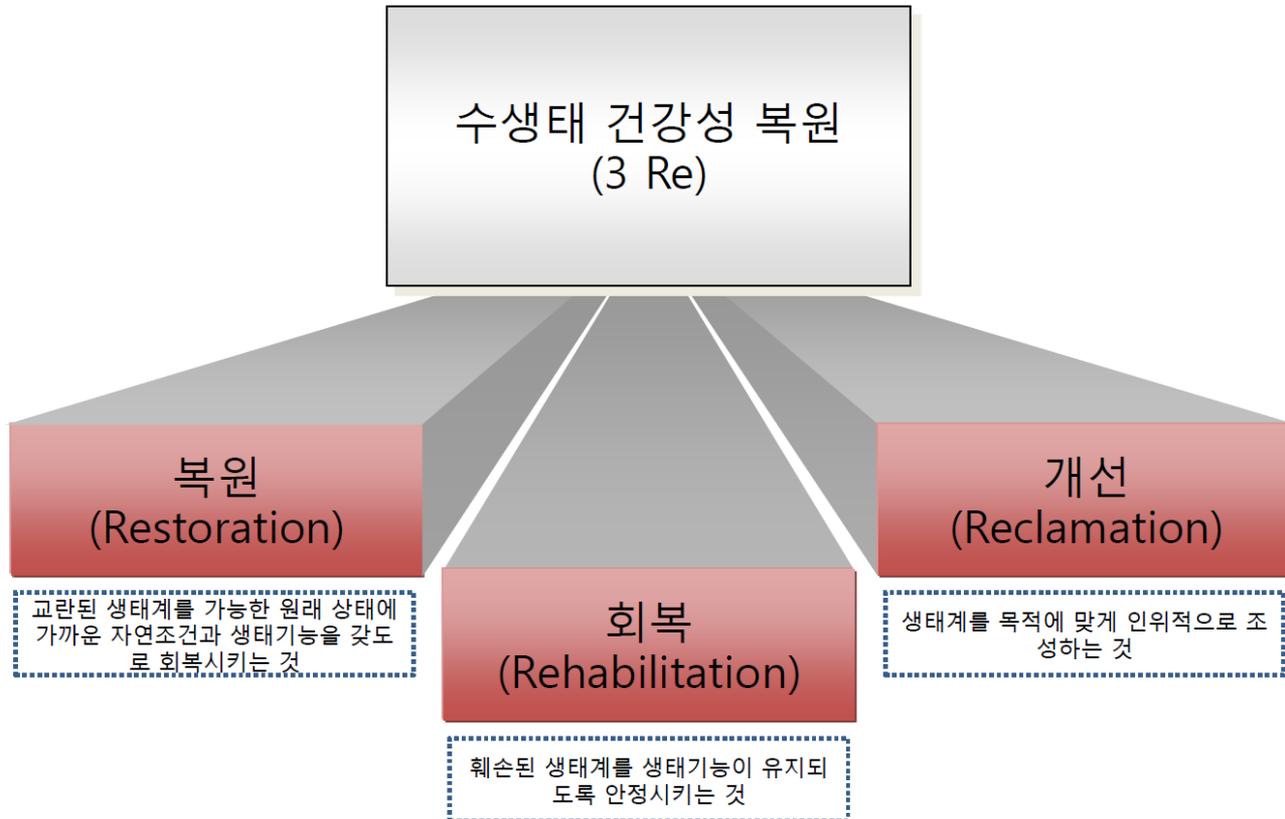
- 훼손된 하천의 물리적 형태 및 생태적 기능을 회복시키는 과정
 - '어떠한 형태로든 훼손된 하천의 구조와 자연적 기능을 회복하는 것으로 생물 서식지, 자정작용, 경관과 친수성 등 하천이 지닌 성질을 되살리기 위한 과정'
- 대상 : 하도, 호안, 둔치 등을 포함하는 연속적 수변부, 수질, 수량, 생물
- 목표 : 홍수조절, 식수제공, 친수성 회복, 수질개선, 생태성 회복 등



6. 수생태의 건강성 복원

○ 수생태계

- '생태학적으로 온전한 교란되지 않은 상태를 건강한 수체(水體)로 표현하며, 수체의 건강성을 가장 직접, 종합적으로 표현하는 지표는 생물학적 상태'



7. 하천복원 관련 용어

○ 하천복원

- '인공적인 하천 또는 기능이 상실된 하천을 자연에 가깝게 하천 본래의 기능과 형태로 회복시켜주는 것을 의미하며, 주로 생태서식지의 보전, 복원에 중점을 둠'

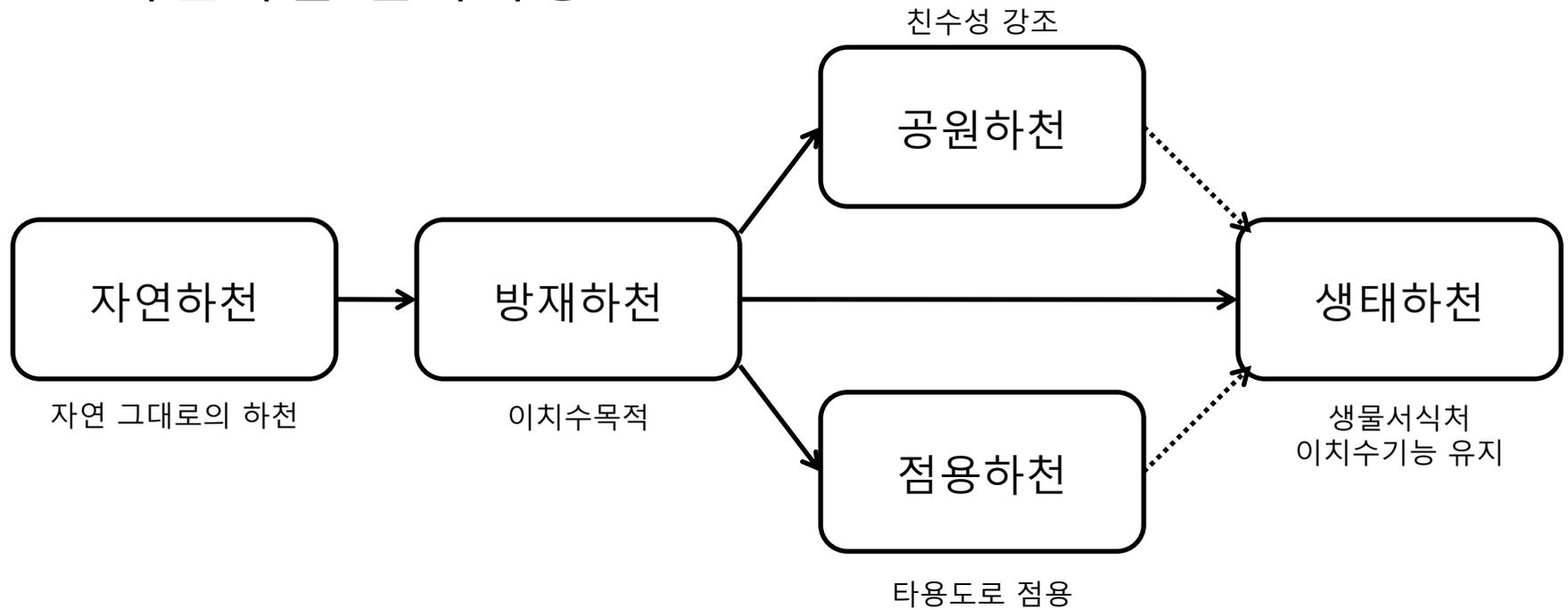
○ 자연형 하천복원

- '하천복원은 본래 의미 상 자연상태의 하천 모습에 가깝게 유지 혹은 회복하도록 하는 계획을 의미하는 것임. 이 때 자연에 가깝거나 근접한 하천의 형태와 기능을 복원한다는 의미가 강조된 것'

○ 생태하천 복원

- '자연적 하천형태를 조성하여 다양한 생태적 구성요소와 기능이 작동할 수 있도록 하고 하천이 생태계의 구성요소로 지닌 기능에 초점을 두는 개념. 인간과 자연의 조화의 개념'

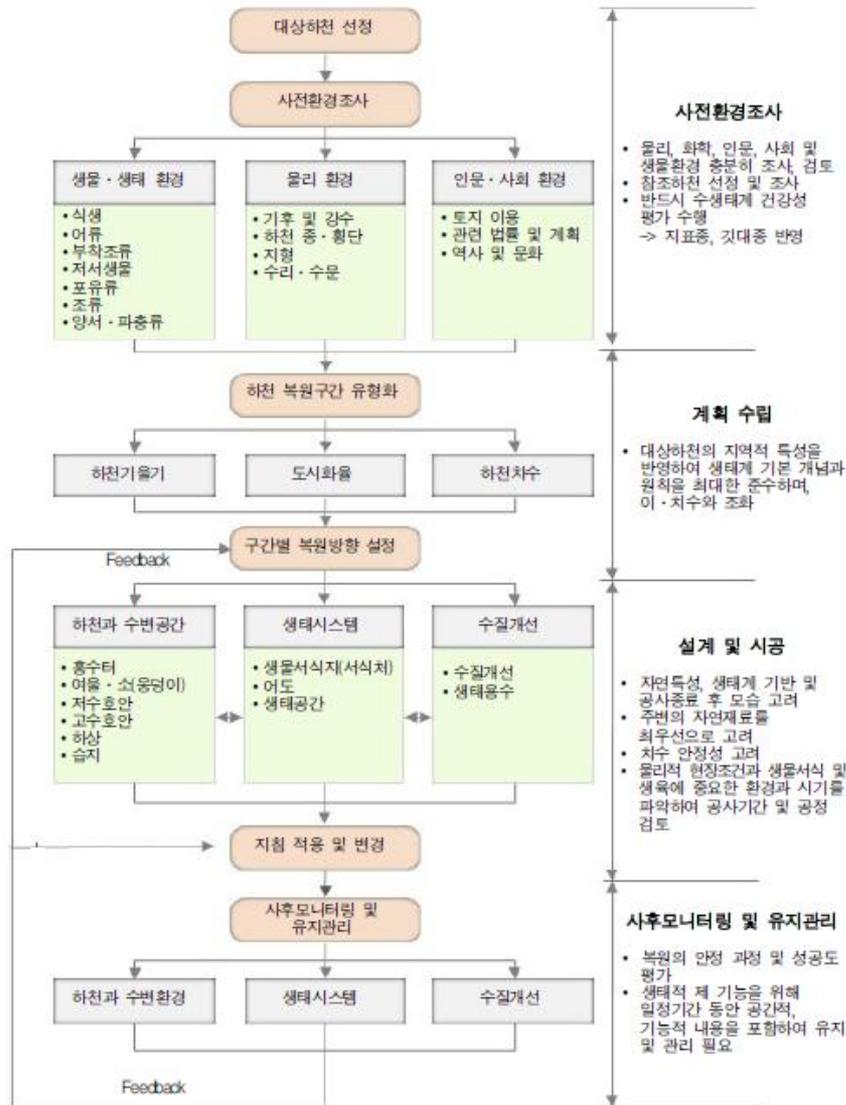
8. 하천사업 변화과정



9. 생태하천의 복원방향

- 하천 중심의 종, 횡적 생태네트워크 구축
- 건전한 물 순환 체계 구축
- 하천 생태계의 건강성 회복
- 깃대종 등 생물종 복원 중심의 하천사업 추진
- 도심 복개하천 철거 및 풍부한 물환경 조성
- 하천별 특성 살리기
- 협의체 중심의 사업 추진
- 주민 참여형 사후관리 (1사 1하천 운동)

10. 생태하천 복원의 기본원칙과 과정



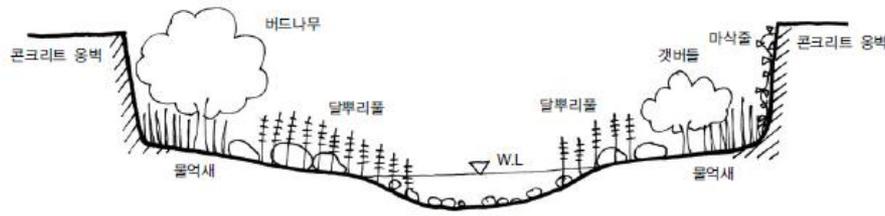
10. 생태하천 복원의 기본원칙과 과정

○ 1단계 : 사전환경조사

□ 하천 생물종 분포, 서식환경, 수변식생 등 수생태계 건강성 조사

□ 생태적 환경, 물리적 환경, 인문사회적 환경 조사 후 복원목표 선정

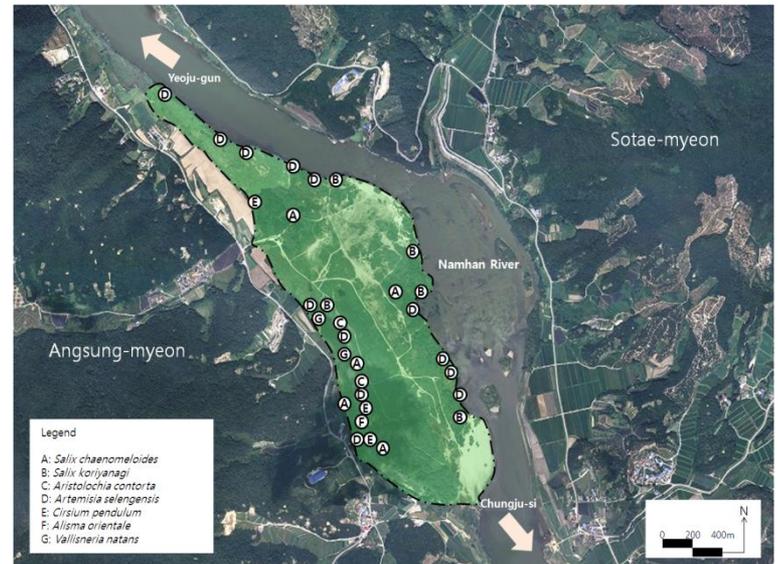
- 유사한 환경을 가진 참조하천을 선정하여 특성
- 수생태계 건강성 평가를 통한 깃대종 선정



(a) 현지 작성 식생 단면도



(b) 현지 조사 후 식생 단면도 결과 정리



10. 생태하천 복원의 기본원칙과 과정

○ 2단계 : 계획수립

□ 하천복원 이미지 표현



□ 하천의 구조, 기능, 이치수와의 조화 고려

- 생태적 구조 기능 회복을 우선으로 하되 이수과 치수를 고려함

□ 하천의 물리, 생태, 지역적 특성 반영

- 하천이 가진 공간의 회복, 서식지 조성
- 인공구조물의 설치 지양

□ 지천 및 수로와의 생태적 연속성 확보

- 분절된 지류는 본류와 연결하고 유로 연장을 축소되지 않도록 함
- 낙차공 보다는 완경사의 낙차하도를 설치

10. 생태하천 복원의 기본원칙과 과정

○ 3단계 : 기본 설계

□ 하천의 자연환경 특성을 고려한 설계

- 갈수와 홍수, 수위와 유속 변동, 토사의 이동, 다양한 흐름 형태

□ 하천생태계 기반을 고려한 설계

- 생태적 구조 기능 회복을 우선으로 하되 이수와 치수를 고려함

□ 서식지 기능

- 상, 중, 하류에 생물종을 고려한 설계

□ 운반 통로 기능

- 연속된 수로와 강둑 식생의 단절은 하천의 연속성 차단

□ 차단, 공급 기능

- 오염물질의 차단(수질오염 방지), 용수공급(용존산소 유지)

□ 소멸, 여과기능

- 오염물질의 침전(제거), 모래나 토사를 통과하여 필터 기능

10. 생태하천 복원의 기본원칙과 과정

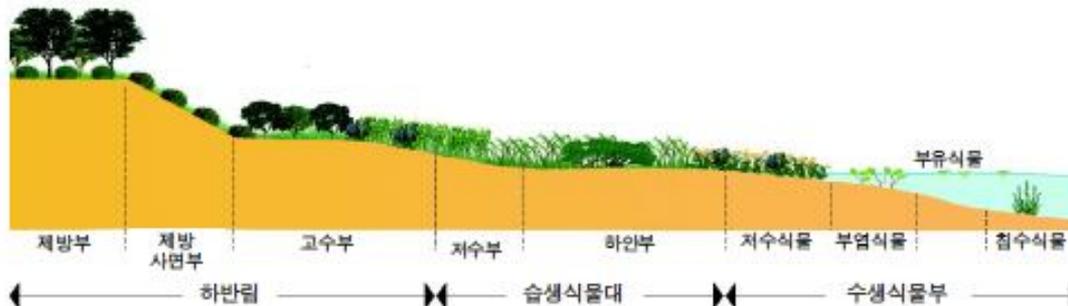
○ 4단계 : 실시 설계

□ 공법적용 기본 전략

- 구조적 안정성 확보(하안을 안정적으로 보호)
- 식물생육공간 및 다양성 확보(생물서식지 및 통로 기능 수행)
- 수서생물의 서식, 피난 및 산란 장소 제공
- 수서생물의 건전한 생육환경 제공(물리적 환경, 수질 확보)

□ 수변식생 도입방안

- 외래종 도입을 배제하고 하천과 어울리는 자생종의 적극적인 도입
- 하천식생의 배열을 참고한 식물도입(교목, 관목, 초본, 수생식물)
- 하천의 흐름에 영향을 적게 미치는 수종 도입 (관목류)
- 수질정화 기능 및 생물서식지 기능 확보



10. 생태하천 복원의 기본원칙과 과정

○ 5단계 : 사후모니터링 및 유지관리

□ 사후모니터링

- 생태계와 개체군의 관리 및 효율적 보전을 위해 중요한 과정
- 토지이용과 경관자원의 효율적인 활용
- 역동적인 하천생태계에 대한 지속적인 자료 축적
- 복원 후 생태계 변화의 파악과 예측의 도구

□ 유지관리

- 깃대종 : 성공적인 정착과 서식과정의 감독
- 저수로 : 유속 방해 개체 제거
- 하안 및 둔치 : 식재종의 활착을 위한 유지관리 (개척식물 감시)
- 제방 : 치수안전



11. 생태하천 복원의 범위와 대상

○ 복원 범위

- 하천생태계 생물다양성과 건강성 회복에 관련된 모든 공간, 수질, 수량 및 깃대종

○ 복원 대상

- 하천의 물리적 구조, 하천수, 생물, 서식지와 함께 교육과 홍보에 이용되는 친환경적 구조물

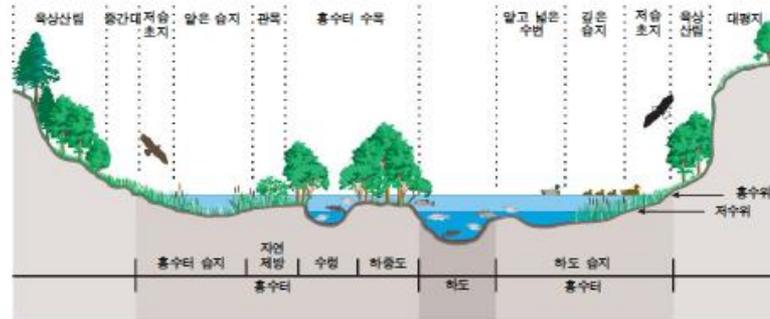
구분	주요대상	비고
수질개선	여과시설, 퇴적오니준설, 수생식물식재, 인공습지, 하천자연정화시설, 생태유지용수공급* 등	하천
	인공습지, 수변생태벨트, 둠벙, 생태저류지 등 비점오염저감시설 설치, 지하수 함양, 하수처리시설 설치, 하수처리체계 개선 등	수변
생태복원	하도습지, 하중도, 수중서식지(여울, 소), 경계서식지, 수생식물식재, 어류서식지, 생태호안, 하천사행화, 생물이동통로, 야서류 및 수서곤충 비오톱 조성	하천
	하천코리더(자연제방), 홍수터, 수변생태벨트, 생태탐방로, 탐조시설 설치, 조류 및 포유류 비오톱 조성	수변

12. 생태하천 복원의 대상유형

대분류	중분류	세분류
하천과 수변공간	홍수터	자연상태 홍수터
		생태공간 활용 홍수터
		기타
	여울, 소(웅덩이)	경사여울
		평여울
	저수호안	수충부 호안
		비수충부 호안
	고수호안	자연호안
		인공호안
		조합호안
	하상	점착성 하상유지시설
		비점착성 하상유지시설
	습지	식생정화형 습지
		저류형 습지
생태시스템	생물서식지	유수역 서식지
		정수역 서식지
		비오톱
	어도	풀형식
		수로형식
		조작형식
	생태공간	보전공간
		향상(이용)공간
		복원공간
수질개선	수질개선	직접정화시설(하천정화시설)
		비점오염저감시설
	생태용수	하수처리장 방류수 활용기법
		하류 하천수 유인기법
		상류 저수지 이용 기법
		기타

12. 하천과 수변공간

1) 홍수터



○ 개념 및 정의

- 평상시 건조한 지역으로 자연적으로 발생하는 유량에 의해 침수가 쉬운 지역

○ 역할 및 필요성

- 주기적인 침수에 따라 자연발생적 서식지 형성 및 하천생태의 재생
- 자연하천경관 연출을 통한 생태공간으로 복원 추진

○ 종류

- 자연상태 홍수터 : 수중구역과 수제구역(초지, 하중도)으로 구분
- 생태공간 활용 홍수터 : 인공습지, 천변저류지, 생태학습장 등
- 기타 : 농경지 활용, 체육시설 활용



12. 하천과 수변공간

2) 여울과 소(웅덩이)



○ 개념 및 정의

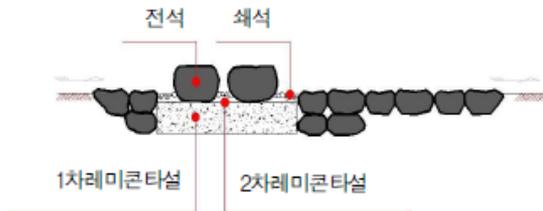
- 여울 : 하천바닥이 급경사를 이루며, 수심이 얇고 유속이 빠름
- 소 : 하도의 종 방향으로 여울을 지나 수심이 깊어짐, 유속이 약함

○ 역할 및 필요성

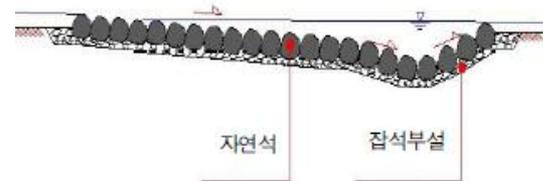
- 여울은 폭기작용으로 통해 용존산소량을 증가시키고 하상안정에 기여
- 소는 부유물 및 오염물의 침전, 흡착작용, 수생생물의 서식지, 피난처 제공

○ 종류

- 경사여울
- 평여울



<평여울>



<경사여울>

12. 하천과 수변공간

3) 저수호안



○ 개념 및 정의

- 저수로 : 불투수층 토양을 기반으로 연중 얇은 물이 있음(전이대)
- 저수호안 : 저수로에서 발생하는 난류와 둔치의 세굴 방지를 위한 구조물

○ 역할 및 필요성

- 수질개선 및 식생복원 : 생태적 전이대 기능, 식생여과대(수질정화)
- 치수적 안정성 : 호안공법은 유수 특성 반영(침식과 세굴 방지)

○ 종류

- 수충부 호안 : 물이 부딪히는 곳 (방틀계, 망태계, 석재계, 블록계, 식생계)
- 비수충부 호안 : 유수 충격이 적은 곳 (방틀계, 블럭계, 식생계)
- 방틀계 : 격자틀을 만들어 내부에 골재 투입 (삼각, 사각, 목재, 세굴방지틀)
- 망태계 : 철선 등을 사용한 망태를 짜서 그 속에 골재 투입 (주머니형, 매트형 등)
- 석재계 : 일반적 공법으로 유속저항력 높음 (사석부설, 자연석쌓기, 돌붙임 등)
- 블럭계 : 제방과 하천간의 소통가능 (식생블럭, 다공성생태블럭, 콘크리트호안)
- 식생계 : 비수충부 구간 사용 (평떼, 식생매트 등)



삼각방틀



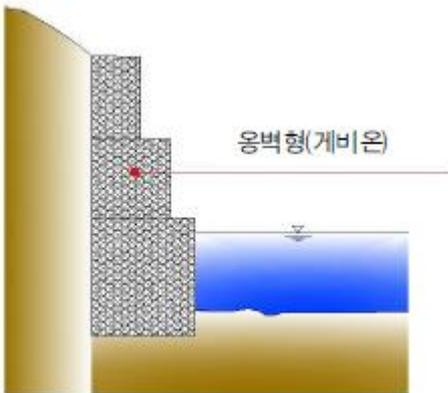
<삼각방틀>



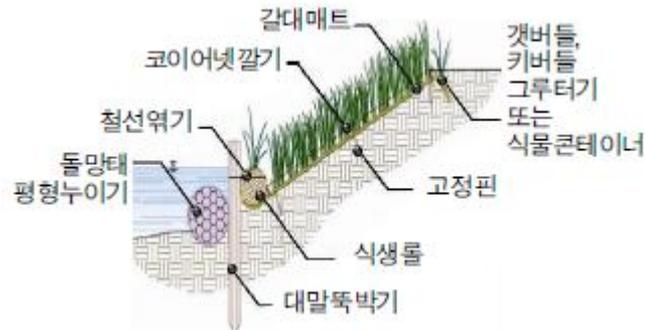
식생방틀(TYPE-A)



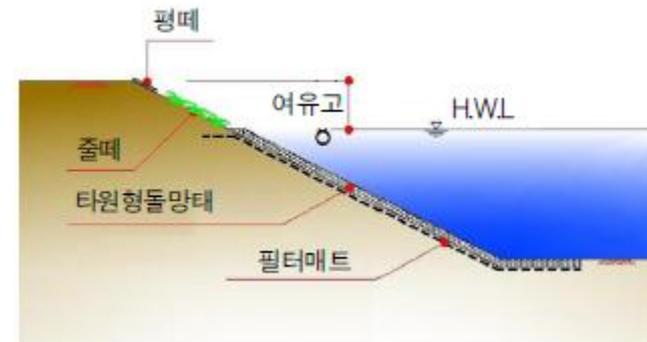
<사각방틀>



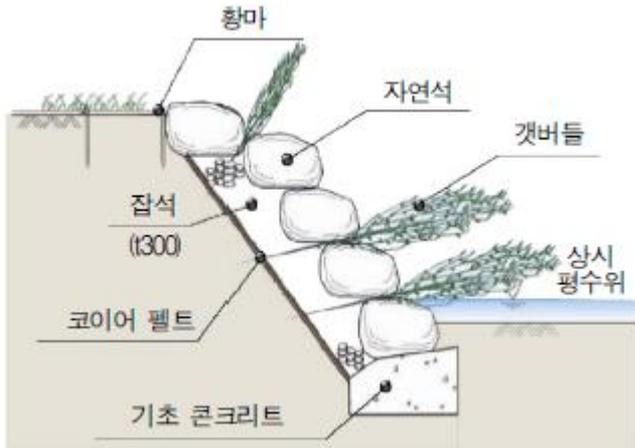
<옹벽형>



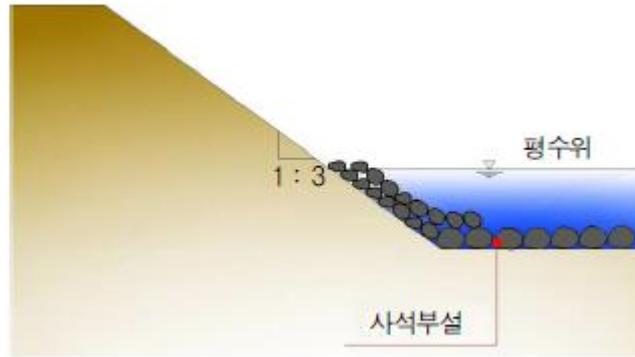
<주머니형 돌망태>



<타원형 돌망태>



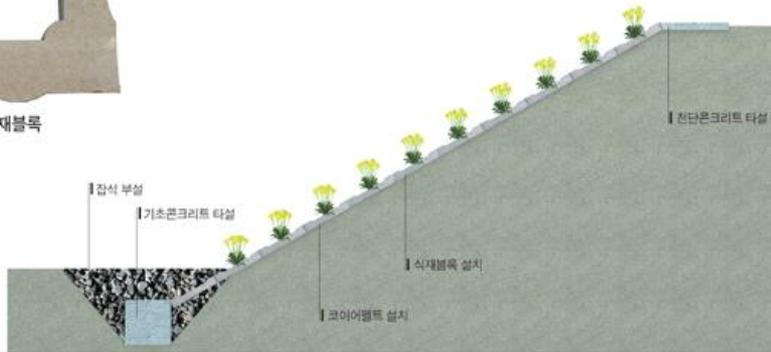
<자연석쌓기>



<사석부설>



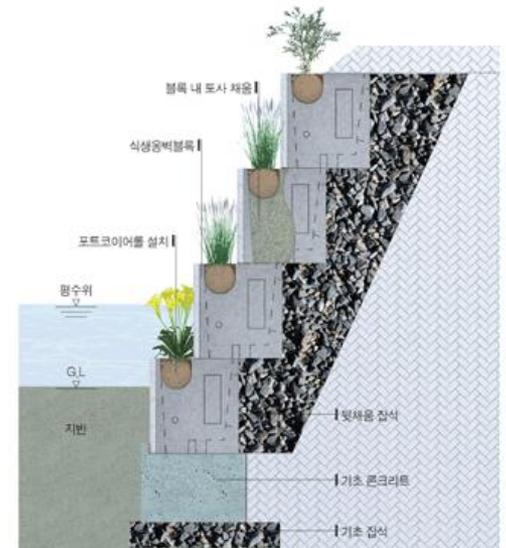
식재블럭



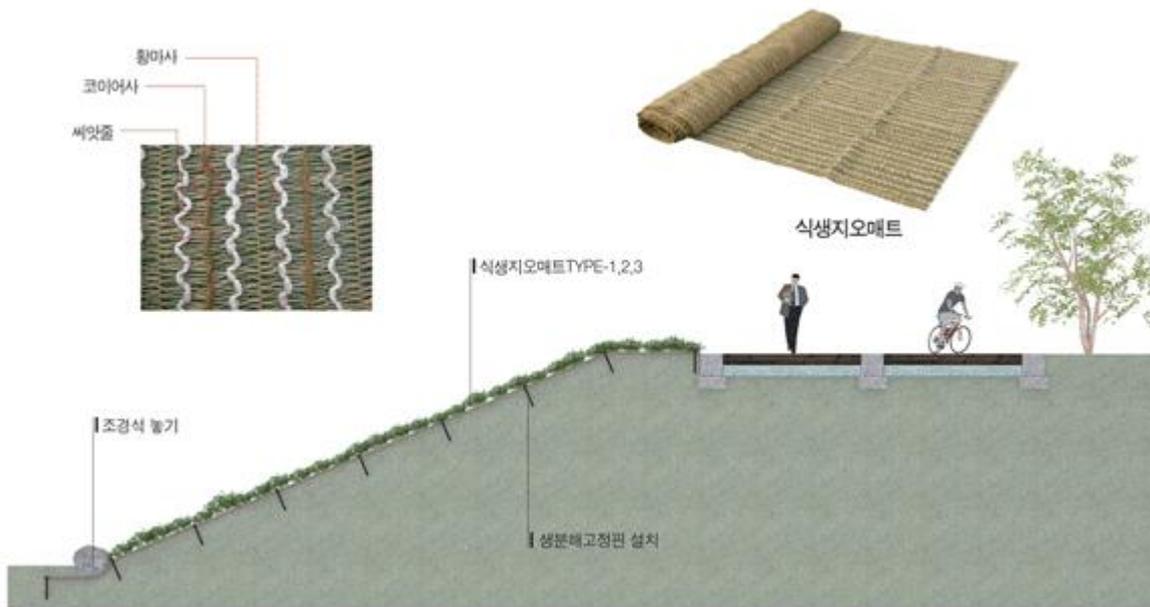
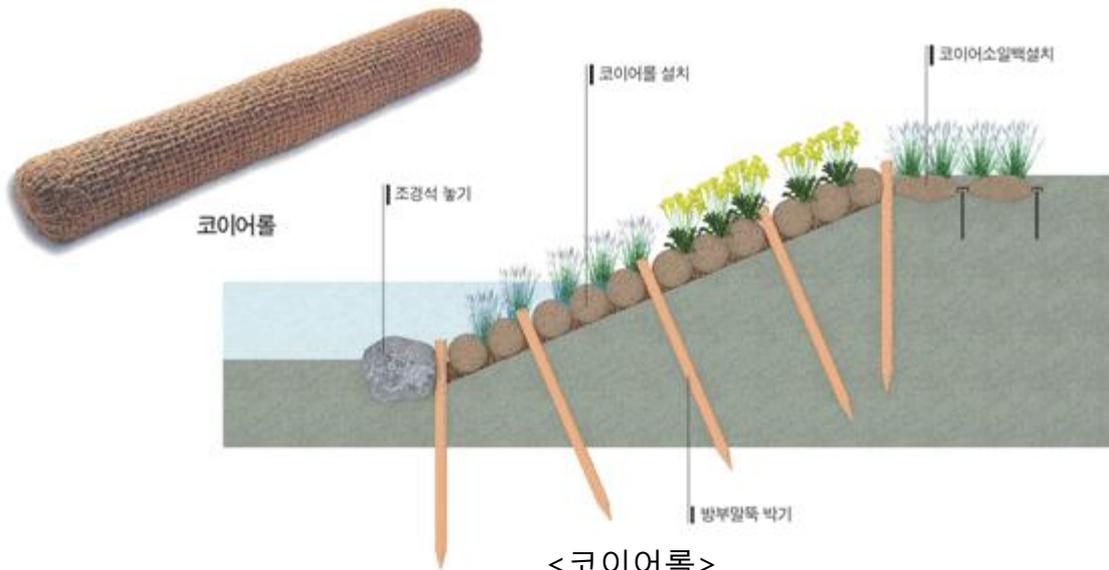
<식재블럭>



식생옹벽블럭



<식생옹벽블럭>



12. 하천과 수변공간

4) 고수호안

○ 개념 및 정의

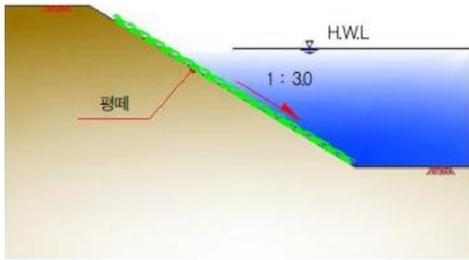
- 치수안정성을 고려한 공법이 적용되는 지역
- 제방 법면에 식생녹화공법을 적용하여, 제방보호, 제외지의 생태적 연결성 확보

○ 역할 및 필요성

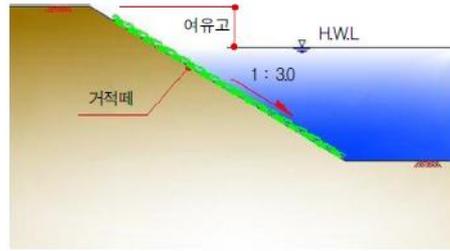
- 홍수 등 급격한 유량 증가에 안정성 제공
- 하천 고유의 경관미 훼손과 수생태계 건강성에 부정적 영향

○ 종류

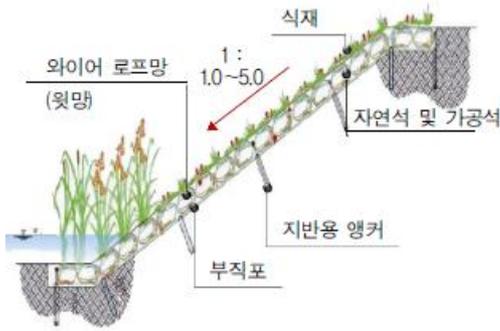
- 자연호안 : 완경사 호안 (줄떼, 평떼, Seed spray)
- 인공호안 : 제방 침식이 예상되는 구간에 제한적 사용 (식생, 석재, 블록, 망태계)
- 조합호안 : 자연호안+인공호안 (사석계, 방틀계, 망태계)



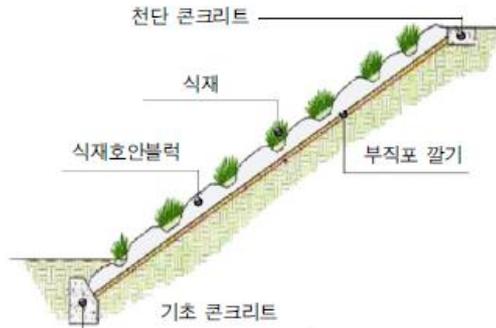
<평떼>



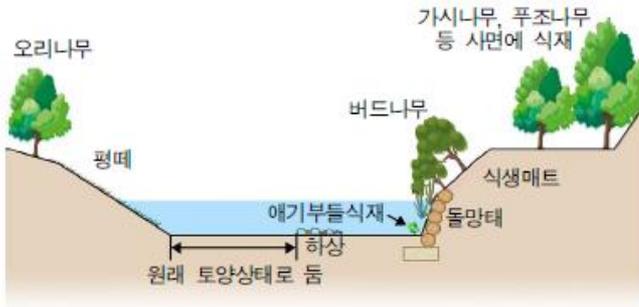
<Seed spray>



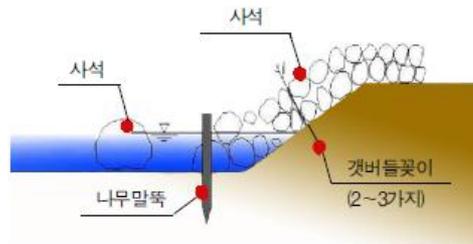
<스톤매트리스>



<생태옹벽블럭>



<돌망태+식생매트>



<돌망태+거석>



12. 하천과 수변공간

5) 하상



○ 개념 및 정의

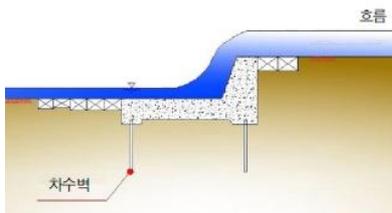
- 하도를 따라 흐르는 하수(河水)에 수평적으로 접하는 부분(하천바닥)
- 점착성 하상(암반, 뿔), 비점착성 하상(모래, 자갈, 모래+자갈)

○ 역할 및 필요성

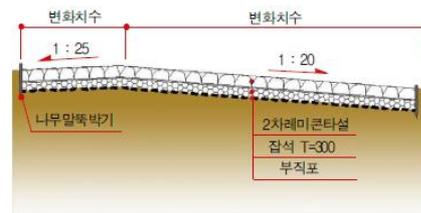
- 하천 지형 발달의 산물으로써 수서곤충의 활동, 휴식 및 은식처 역할
- 오염하상퇴적물은 정비가 필요하나 과도한 정비는 서식지 훼손이 발생

○ 종류

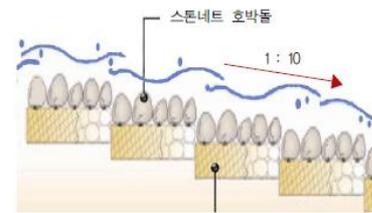
- 점착성 하상유지시설 : 낙차고 50cm이상인 구간에 시설물 설치
- 비점착성 하상유지시설 : 낙차고 50cm미만인 구간에 자연소재 사용



<콘크리트형>



<전면어도형>



<블럭형>

13. 생태시스템

1) 생물서식지



○ 개념 및 정의

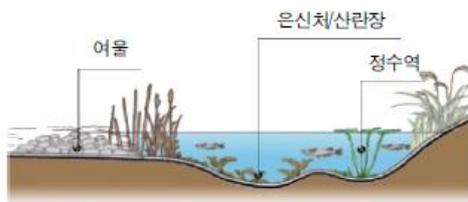
- 일정한 형태를 가진 장소 중 생물의 생활사에 이용되는 공간

○ 역할 및 필요성

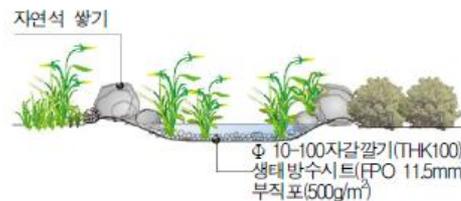
- 하천구조물 설치는 생물서식지 확보
- 과도한 토목구조물은 생물서식지 파괴와 훼손

○ 종류

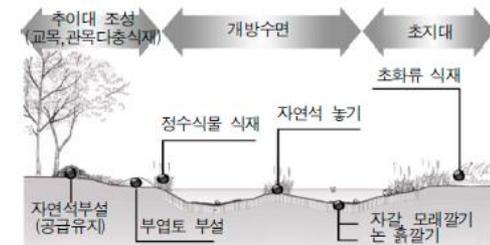
- 유수역 서식지 : 여울, 웅덩이, 샅강, 하도습지, 호안부 등
- 정수역 서식지 : 웅덩이, 연못, 호수, 저수지, 습지 등
- 비오톱 : 수변, 건천, 습지, 논, 둠벙 등 (하천 비오톱은 선적 생태네트워크)



<웅덩이형>



<생태연못>



<비오톱형>

13. 생태시스템

2) 어도



○ 개념 및 정의

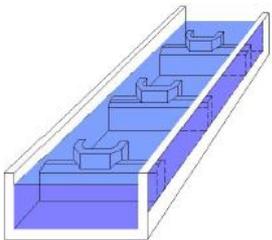
- 수리구조물에 의해 차단된 어류 등의 생물이 소상 및 강하를 할 수 있는 시설물

○ 역할 및 필요성

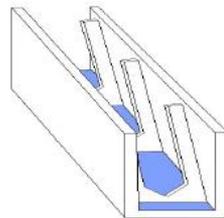
- 어류의 이동이 단절된 종적 연속성을 회복시킴

○ 종류

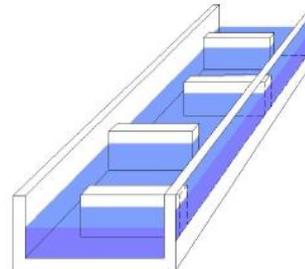
- 풀형식 : 풀이 계단처럼 연속적으로 연결 (계단식, 아이스하버식, 버티칼슬롯식)
- 수로형식 : 낙차가 없이 연속적으로 연결 (데널식, 도벽식, 인공하도식)
- 조작형식 : 자력으로 소상이 어려운 경우 인위적으로 작동 (갑문식, 리프트식)



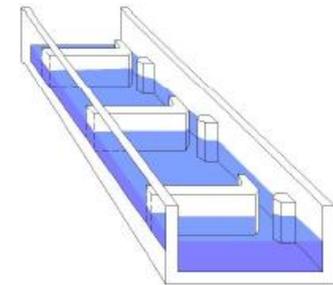
<아이스하버식>



<데널식>

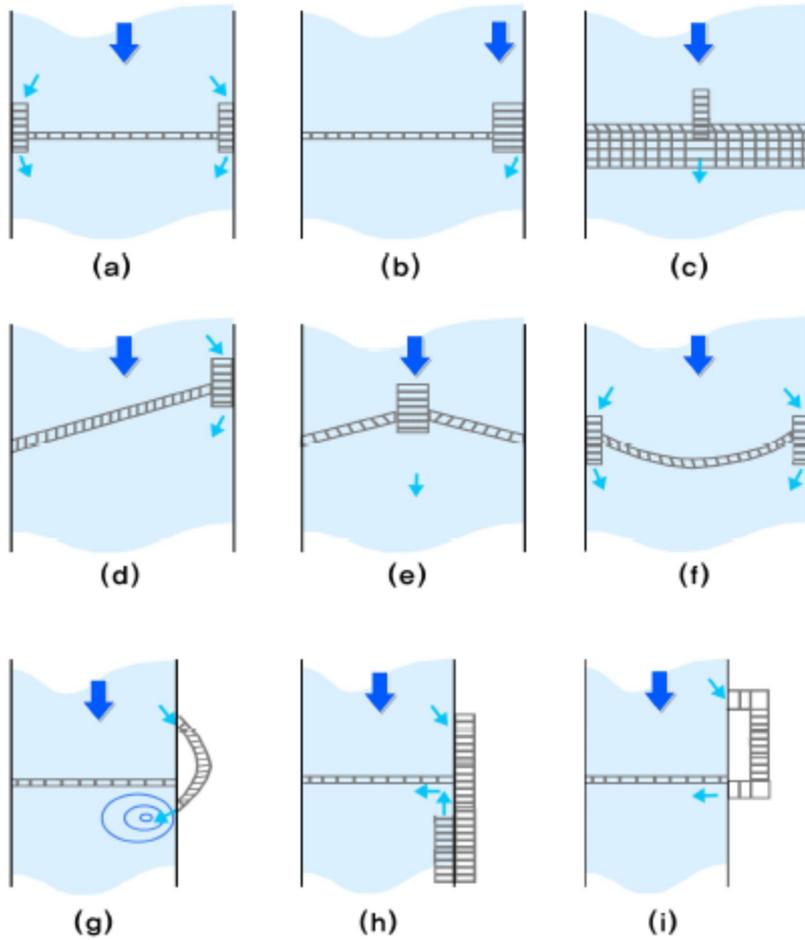


<도벽식>

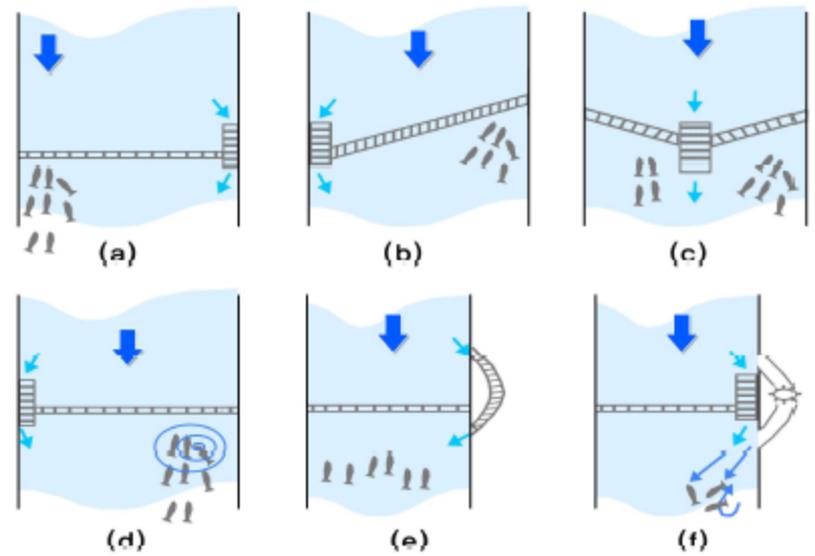


<버티칼슬롯식>

적절한 어도의 배치



부적절한 어도의 배치



13. 생태시스템

3) 생태공간

○ 개념 및 정의

- 수변공간의 활용, 경관증진, 정서함양 등의 생태기능을 수행하는 지역
- 인간중심이 아닌 자연과의 조화를 우선시하는 수변공간의 조성

○ 역할 및 필요성

- 이치수에 대한 안정성 확보 및 쾌적한 생활환경 조성
- 하천의 환경기능 향상 및 자연과 인간의 공생 지역 조성

○ 종류

- 보전공간 : 하천생태계와 하천경관의 보전이 필요한 공간 (하중도, 서식지 등)
- 향상공간 : 생태계를 배려하면서 인간생활에 이용 (생태학습장, 데크 탐방로 등)
- 복원공간 : 하천생태계의 훼손, 오염지역 등 복원이 필요한 공간

14. 수질개선

1) 수질개선

○ 개념 및 정의

- 오염으로 인해 생태공간의 기능이 약화, 상실된 하천의 생태적 회복
- 점오염원, 비점오염원의 관리를 중요함

○ 역할 및 필요성

- 수질개선과 함께 환경기능도 함께 개선시킴

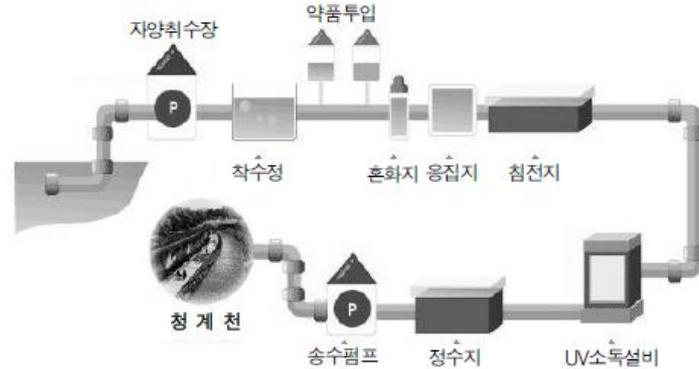
○ 종류

- 직접정화시설 : 인공식물섬, 인공습지, 토양여과공법
- 비점오염저감시설 : 자연형 시설, 장치형 시설



14. 수질개선

2) 생태용수



○ 개념 및 정의

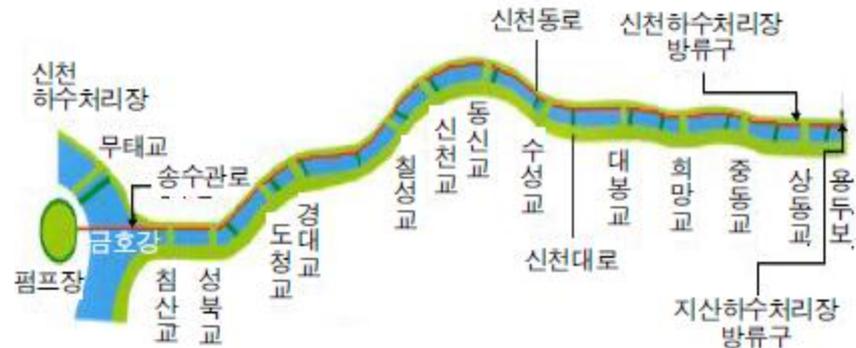
- 하천의 보전 및 복원, 수질 및 생태계의 기능발휘를 위해 필요한 최소 유량

○ 역할 및 필요성

- 하천 생태계의 최소한 기능을 유지할 수 있도록 유지 유량 확보 (유량 산정)
- 수자원의 이용, 하수의 재이용, 빗물의 재이용

○ 종류

- 하수처리장 방류수 활용기법
- 하류 하천수 유인 기법
- 상류 저류지 이용 기법
- 기타 (빗물 재이용 기법)



■ 보가 설치된 곳(14개소)