상가천 자연형 소하천정비 시범사업

Pilot Project for Improvement of Sangga Stream in Nature-friendly Way

박 승 기*
Park, Seung Ki

1. 머리말

자연형 소하천 정비 시범사업은 국내 소하천 특성에 적합한 치수 안정성을 갖추면서 소하천의 환경기능을 향상시킬 수 있는 소하천 정비공법을 개발하기 위하여 지속적이고 일관성 있는 수리·수문 자료의 축적과 하천환경 개선을 위한 기초자료 확보하기위한 목적으로 충남 예산군 상가천을 비롯하여 전국 8개 소하천을 대상으로 수행중이다.

2. 자연형 소하천 시범사업

가. 추진 배경 및 목적

(1) 국내의 자연형 하천정비 기법의 실무 적용성 검증 미흡

1) 지형적, 수리, 수문학적 특성을 고려한 적용사례 부족
2) 다양한 공법 적용 미흡
3) 국가 및 지방하천에 적용결과의 직접적용 미흡

(2) 하천설계 및 관리를 위한 적용성 검토자료 확보 필요

(3) 시범적용을 통한 기존공법의 실무 적용성 검토

1) 시범지역 선정 및 시범하천 설치 운영
2) 하천 특성변화에 따른 지속적인 자료수집 분석

(4) 치수안정성을 갖는 자연형 소하천정비 가이드라인 제시

나. 사업추진절차

(1) 사 업 기 간 : 2002. 1~2006. 12(예정)
(2) 사업비 재원 : 지방 양여금 + 지방비

다. 대상소하천 선정

대상 소하천의 선정은 해당 시·군별로 기술적 고려사항을 참고로 하여 해당 시·군에서 2~3곳의 후보지를 물색하여 유역여건이 대상하천 및 본류에 크게 영향을 미칠 수 있다는 것을 염두에 두고 적지를 표 1과 같이 선정하였다.

*공주대학교 산업과학대학(skpark@kongju.ac.kr)

표 1. 대상 소하천 선정을 위한 기술적 고려사항

구 분	해당 시·군 특성	대상 소하천의 추천 유형	선정하천
안성시 예산군	농경지가 많으므로 농경지 소하천 특성에 알맞은 유형 고려	- 농경지 소하천 중심 - 하상재료고려 (암돌출, 자갈, 모래)	당왕천(안성시) 상가천(예산군)
괴산군 장수군	급변하는 경사지역이 많으므로 하상경사에 알맞은 유형고려	- 급경사, 준경사, 완경사 소하천 등	이동천(괴산군) 상동천(장수군)
강진군 함안군	남해안의 서로 다른 기상특성과 완만한 유역을 고려하여 유로형태의 유형 배려	- 직선형, 준만곡형, 만곡형 소하천 등	봉황천(강진군) 영담천(함안군)
상주시	도시 하천 특성에 알맞은 유형 고려	- 도시소하천 - 청정, 준청정, 오염소하천 등	남장천
평창군	강원도의 지형특성과 기상 상태에 알맞은 유형을 고려	- 하폭규모(세천, 중천, 대천) - 수량상태(풍부, 미량, 건천)	큰골천

3. 상가천 자연형 소하천정비 시범 사업

가. 대상하천의 유역 개황

본 과업의 대상하천은 충남 예산군 덕산면 상가리의 상가천이며 덕산면 소재지에서 북서쪽에 위치하고 있다. 상가천의 유역경계는 해발 약 678m의 가야산을 중심으로 석문봉(635m), 옥양봉, 일낙산, 원효봉이 있어 비교적 험준한 산지 지형을 이루고 있으며, 북쪽으로는 예산군 봉산면과 서산시 운산면이, 서쪽으로는 서산시 해미면이, 남쪽으로는 예산군 덕산면 대치리가 위치하며 유역도는 그림 1과 같다.

옥계저수지 상류 상가천 유역은 유역면적이 10.969㎢, 유로연장이 2.88㎞로 덕산천 총 유역면적 84.76㎢의 약 11%에 해당된다. 상가천의 하천폭은 15m~24m이며 상가리와 옥계리 경계에 있는 그림 2의 석문담(石門潭)을 기준으로 하천의 특성이 크게 변화된다.

대상하천 상류부의 가야산은 1973년 3월 6일에 도립공원으로 지정되었으며 풍광이 수려한

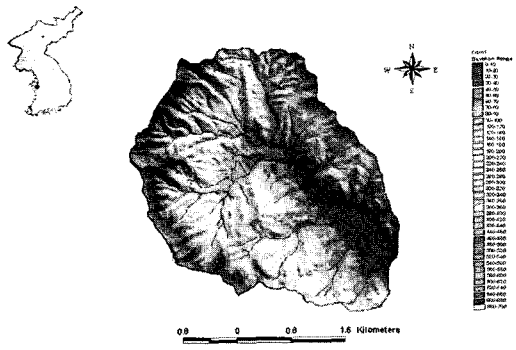


그림 1. 대상하천의 유역도

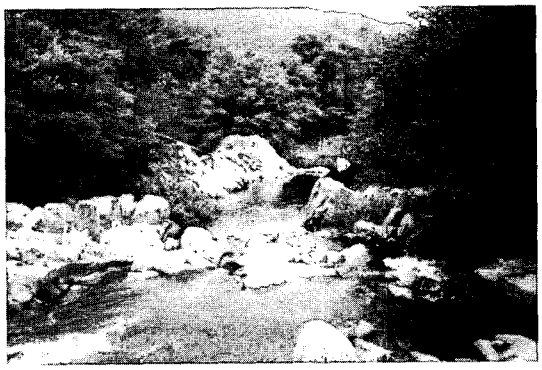


그림 2. 석문담

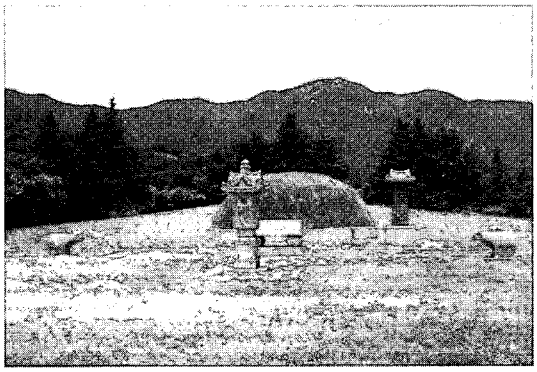


그림 3. 남연군의 묘

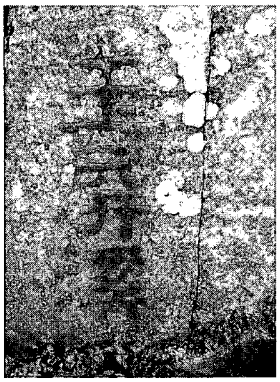


그림 4. 옥병계

가야산, 원효봉, 석문봉 등의 이름난 명산으로 이루어져 있으며 상가저수지가 위치해 있다. 중류부는 남연군묘(南延君墓 : 그림 3), 상가리 미륵상, 보덕사 등의 유적지가 산재해 있고, 하류부는 석문담, 옥병계(玉屛溪 : 그림 4) 등의 소(沼)가 있어 다수의 관광객과 등산객이 방문하는 곳으로 잠재적인 관광가치가 매우 높은 지역이다.

나. 자연형 소하천정비 사업구간 소개

대상하천의 시범사업구간은 보덕사 입구를 기준으로 하류 1공구 566m와 상류 2공구 400m로 나누어 총 966m이며 1, 2공구에 대한 공사개요는 표 2와 같다.

계획평면도는 그림 5, 그림 6과 같으며 대상하천의 소하천정비공사는 2003년 10월에 착공하여 2004년 6월에 완공하였고 산지와 접해 있는 보덕교 상류의 좌안 약 120m 구간은 자연상태로 보존하였다.

다. 적용호안공법과 시공

(1) 전석 및 자연석 쌓기

전석과 자연석쌓기는 도로에 인접한 구간과 수충부 구간에 1,178m를 시공하였다. 특히 2공구는 하상의 표토가 매우 얕기 때문에 침수방틀, 환경블럭 A형으로 계획했던 구간까지 모두 전석쌓기로 시공하였으며 시공 및 완공사진은 그림 7, 그림 8과 같다.

전석 및 자연석쌓기는 주위환경과 잘 조화되며 빠른 유속에도 적용이 가능하고 어류의 서식

표 2. 상가천 소하천정비 시범사업 공사개요

축제연장	L = 966m		
토 공	흙쌓기 7,938㎥, 흙깎기 17,511㎥		
배 수 공	흄관 D600 = 39본, D1,000 = 11본		
호 안 공	적용공법	계획(m)	실시(m)
	전석쌓기	802	1,072
	P.E. 침수방틀	327	207
	환경블럭 A형	310	160
	게비온	215	215
교 량 공 (라멘교)	보덕교	B = 5.0m, L = 29m	
	가야1교	B = 4.7m, L = 17m	
구조물공	낙차공 (H = 1.0m, B = 22m) 3개소		
부 대 공	1 식		

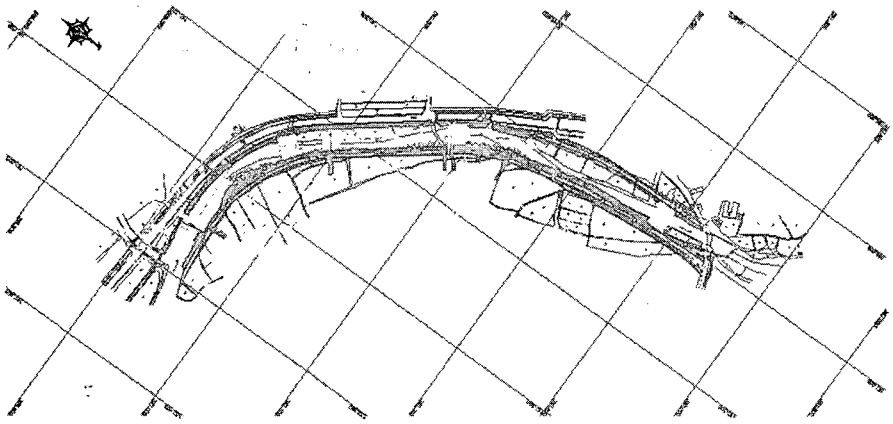


그림 5. 1공구 계획평면도

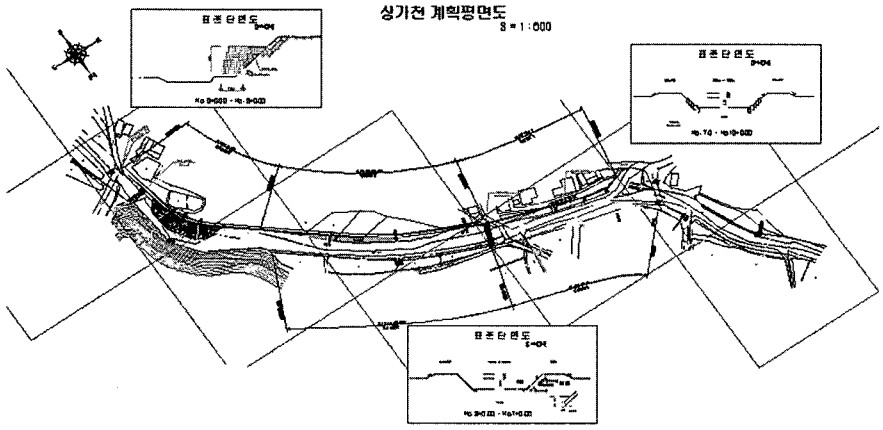


그림 6. 2공구 계획평면도

그림 7. 전석 쌓기 시공

그림 8. 전석 쌓기 완공

처 및 자연스러운 육상 식생 활착을 유도할 수 있는 장점이 있다.

(2) 게비온

게비온(Gabion)은 지반상태가 견고하지 않아도 시공이 가능하며 시공후 자연 친화성이 높으며 시공이 간편하고 자연배수가 이루어지고 지지력을 동시에 지니고 있는 구조체로 215m가 시공되었으며 시공 및 완공사진은 그림 9, 그림 10과 같다.

(3) 침수방틀

침수방틀은 폐합성수지 PE를 주재료로 하고 석분 등을 첨가한 플라스틱 콘크리트(Prastic Concrete)로 제조한 PE 생태방틀과 PE 고정봉으로 현장에서 조립 설치하였다. PE 생태방틀의 규격은 1300mm×150mm×150mm이며 PE 고정봉의 규격은 지름이 40mm, 길이는 300~1,000mm이다. 침수방틀은 수충부와 같이 유속이 빠른 구간에도 적용이 가능하여 호안의 안정성을 확보할 수 있으며 어족자원의 서식처를 제공하고 자연스런 수변식생을 유도할 수 있다. 상가천에는 207m가 시공되었으며 시공 및 완공사진은 그림 11, 그림 12와 같다.

(4) 환경블럭 A형

환경블럭 A형은 자연석에 가까운 외형을 가지며 생물서식 공간확보와 녹화 등을 유도하여 자연적인 경관을 유도하면서 호박돌형 돌기로 조도계수를 증가시켜 유속감소 효과를 발휘할 수 있다. 상가천에는 160m가 시공되었으며 시공 및 완공사진은 그림 13, 그림 14와 같다.

(5) 그린매트

그린매트는 호안법면의 침식방지와 식생대 조성을 용이하게 하기위하여 게비온, 침수방틀 및 환경블럭 상단에 부분적으로 포설하였다. 그린매트의 두께는 18mm로 하였으며 복토후 거적을 덮어 자연적인 식생을 유도하였다.

라. 수리구조물과 시공

어류의 이동을 원활하게 유도하고 관개용수를 확보 및 하상을 보호하기 위하여 2개소의 어도식보와 1개소의 어도식 낙차공을 설치하였다. 어도식보는 중앙에 퇴적된 토사를 배출하기 위한 배사토와 우안에 농업용수용 취수문을 설치하였고 시공 및 완공사진은 그림 15, 그림 16과 같다.

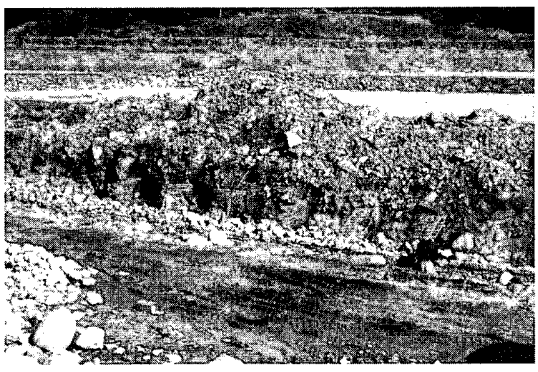


그림 9. 게비온 시공

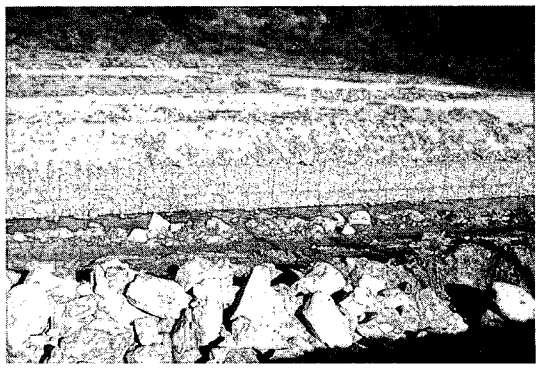


그림 10. 게비온 완공

그림 11. 침수방틀 시공

그림 12. 침수방틀 완공

마. 친수공간 부대시설

자연형 소하천정비 시범사업의 효과를 홍보하고 지역주민 및 관광객들의 휴식공간을 확보하기 위하여 그림 17, 그림 18과 같이 가로공원을 조성하였다.

4. 상가천 자연형 소하천정비 시범사업 모니터링 체계 구축

가. 유량 및 수질 조사 분석

(1) 조사지점의 선정기준

대상 하천의 유량과 수질 조사지점 선정은 하천시설기준(건설교통부, 2002), 접근성, 안전성, 지속측정 가능지역 및 오염원 발생량 등을 고려하여 상류 1개소, 공사구간 3개소, 하류 1개소를 선정하였으며 조사지점 위치도는 그림 19와 같다.

(2) 유량 및 수질조사항목

강우량 조사는 덕산면사무소에 설치된 자기우량자료를 사용하였으며 수위조사는 2개소에 자기수위계를 설치하여 10분 단위로 관측하였고 3개 지점은 수위표를 설치하여 조사하였다. 수질조사는 수위조사지점에서 대기온도, 수온,

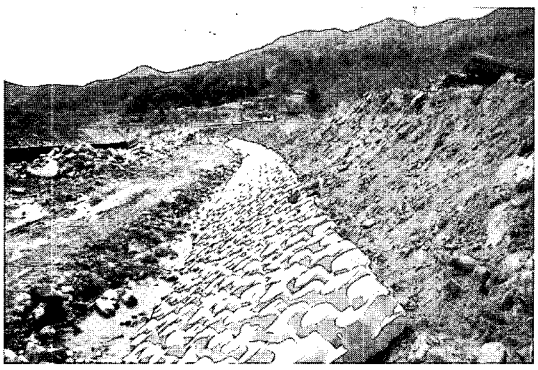


그림 13. 환경블럭 시공

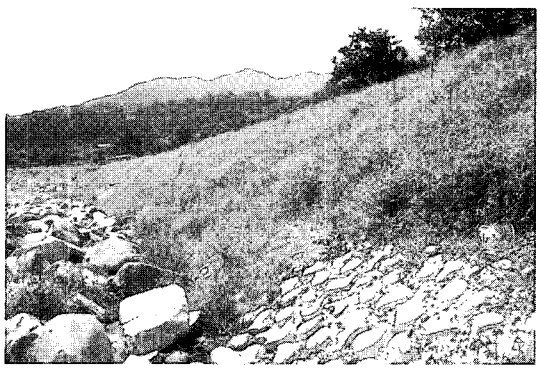


그림 14. 환경블럭 완공

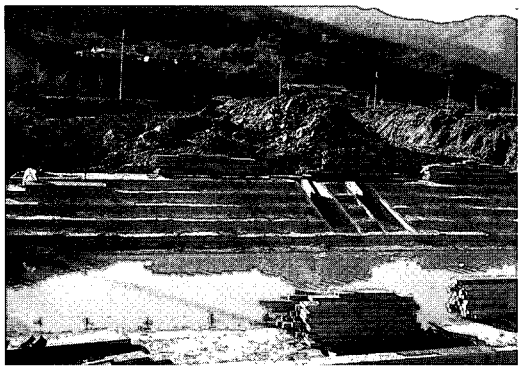


그림 15. 어도식보 시공

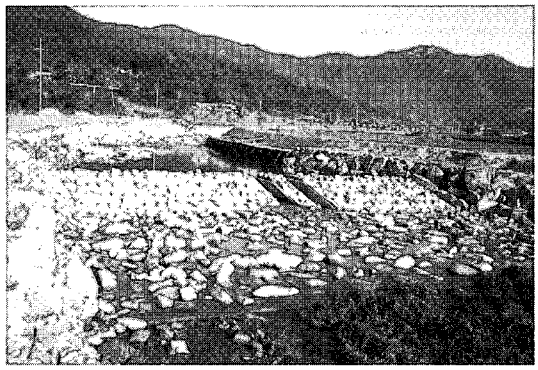


그림 16. 어도식보 완공

pH, Do는 현장에서 채수와 동시에 측정하였고, BOD, SS, T-N, T-P 및 클로로필(Chlorophyll-a)은 시료를 실험실로 신속히 운반하여 공해공정시험법에 의거하여 실시하였으며, 농약성분인 말라티온, 파라티온, 톨루엔, 벤젠은 농어촌연구원에 의뢰하여 분석하였다.

나. 생태계 모니터링

(1) 식물상 조사

1) 조사지점의 선정

하천 식물상 조사지점은 하천시설기준(건설교통부, 2002), 현지 지형, 토지이용특성 및 적용된 자연형 하천공법 등을 고려하여 그림 20과 같이 정하였으며 횡적 조사구역은 하천식생에 직접 영향을 줄 수 있는 주변 구역을 포함하였다. 선정된 조사지점은 총 19개소이며 공사구간 상류지역 3개소, 공사구간 10개소 및 공사 하류지역 6개소이며 공사시점부터 하류 150m 구간은 폭포(석문폭)가 있어 조사가 불가능한 구간이다.

2) 조사방법 및 조사시기

식물상 조사는 그림 21와 같이 대상법중 띠대상법(Belt transect)을 적용하였고, 군도와 피도 등을 조사하기 위하여 그림 22와 같이 띠대상법 조사구간중 1m×1m 방형구를 이용한 측구법을

그림 17. 공사시점의 가로공원

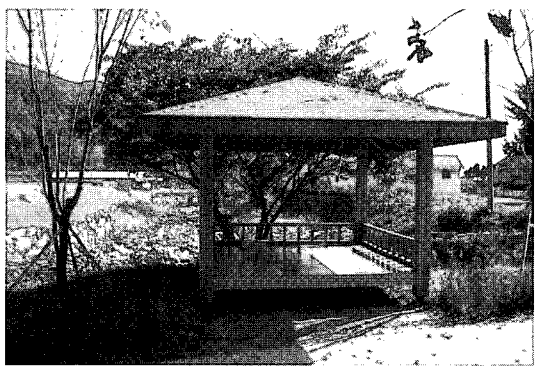


그림 18. 공사종점의 가로공원

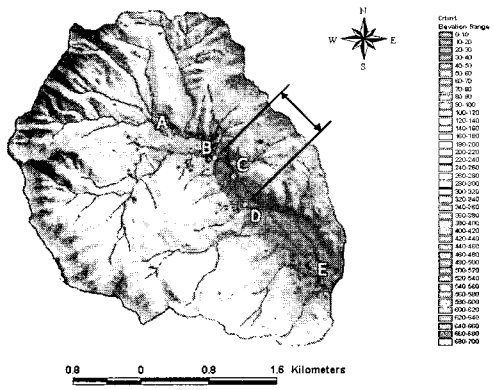


그림 19. 유량 및 수질 조사지점의 위치도

병용하여 실시하였으며 식생분포도를 작성하기 위해서 조사구간에 대해 하천단면측량을 실시하였다.

(2) 동물상 조사

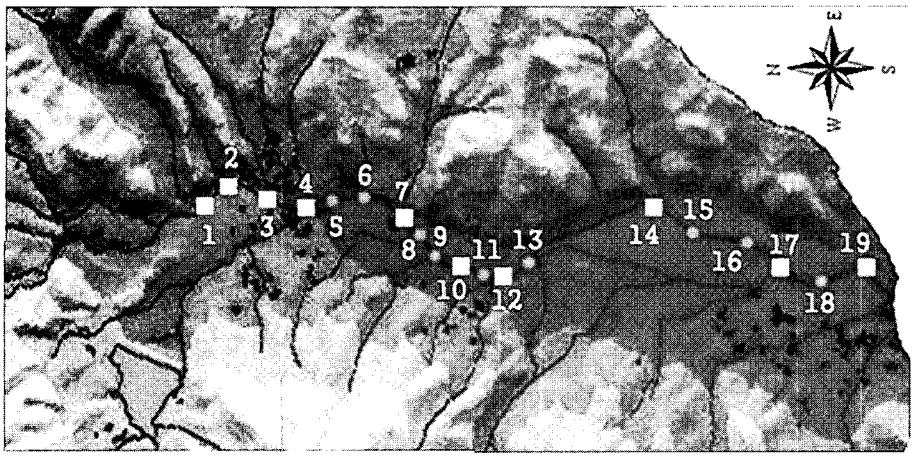
대상하천 구역의 표유류 조사는 현지조사와 탐문조사를 병행한다. 일반적으로 포유류의 경우 다람쥐, 청솔모 등을 제외하고는 낮에 발견하기는 어려우나 식생조사, 현황측량 및 유량조사 중 다수의 종을 발견할 수 있었으며, 먹이흔적, 배설물 및 논두렁에 나타난 족적에 의하여 확정할 수 있다.

(3) 조류상 조사

대상하천 구역의 조류상 조사는 제방을 따라 시속 2㎞ 정도로 보행하면서 하천과 주변 농경지 및 산에서 관찰되는 조류를 육안과 쌍안경 (8×10)을 이용하여 관찰했으며 시각으로 확인되지 않는 종은 소리에 의해서 확인한다. 유량, 수질조사 및 식생 조사시 관찰되는 조류를 정리하였으며, 야행성 조류는 유량 및 수질조사지점에서 울음소리에 의해서 확인한다.

(4) 어류 및 수서 곤충상 조사

대상하천 구역의 어류상 조사를 위한 어류의 채집은 족대(5×5㎜)를 사용하며 가능한 한 정량적 조사를 실시하며, 채집된 어류는 현장에서 즉시



● : 식물상 조사지점 , ■ : 식물상 및 어류 조사지점

그림 20. 식물상 및 어류 조사지점 위치도

그림 21. 식물상 조사

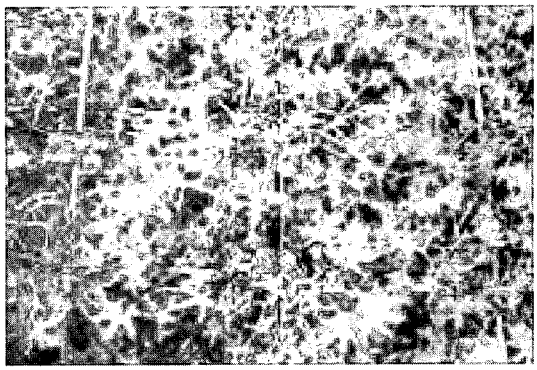


그림 22. 식물 피복도 조사

10% 포르말린 고정한다. 수서 곤충의 채집은 방형구(50×50㎝)를 이용하여 방형구 내에 있는 돌과 모래 등을 지점 당 3회씩 채집하여 수서 곤충의 동정하고 목록을 작성한다.

다. 하천수리 모니터링

(1) 하천수리 모니터링의 목적

하천수리 모니터링은 자연형 소하천 정비사업으로 인한 하천수리인자의 변화를 관찰하고 하천 수리의 변화와 생태계의 관계를 규명하며 예측하여 향후의 하천환경 정비사업의 지침으로 활용하기 위하여 실시한다.

(2) 하천수리 모니터링의 대상

하천수리 모니터링은 적용공법과 시공으로 인한 수리적 대응도를 관찰하고, 주요 구조물의 수리적 영향을 조사하며, 호안 및 각종 환경시설물의 수리적 대응도와 하안침식 및 퇴적사항 등을 조사 · 분석한다.

(3) 상가천의 하천수리 모니터링

상가천의 시범공사 구간에서 호안공법에 따라 홍수로 인한 퇴적과 침식 변화를 조사하기 위하여 그림 23과 같이 10~30m 간격으로 총 65단면의 기준점과 TM좌표와 레벨의 CP 측점을 5개소에 확보하였다.

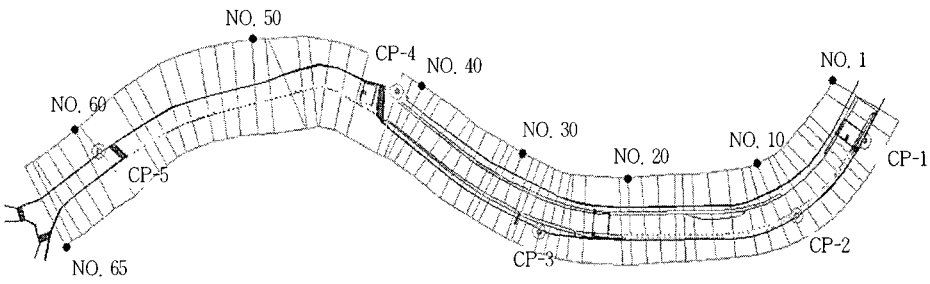


그림 23. 상가천 수리모니터링을 위한 기준점 현황

5. 맺는말

상가천 자연형 하천정비 시범사업은 1차년도인 2003년 6월부터 공사전 모니터링사업을 시작하였고, 2003년 10월에 하천정비 사업을 착공하여 2004년 준공되었다. 2003년에는 공사전, 공사중 모니터링사업을 수행하였으며 2004년에는 공사중, 공사후 모니터링 사업을 수행하였다.

상가천 자연형 하천정비 사업이후 계획홍수위 이상의 홍수가 발생되지 않아 적용된 호안공법과 자연형 하천정비 사업으로 인한 하상의 변화 등은 파악하기 어려웠다. 그러나 식물상의 활착과 어류상의 복원이 빠르게 진행되고 있으며 자연형 하천정비 사업에 대한 주민 및 관광객의 호응은 매우 크게 나타나고 있다.

자연형 소하천 정비사업 전, 중, 후 소하천의 제반 특성변화에 대한 지속적인 자료 구축 및 분석을 통하여 우리나라 소하천 정비사업을 위한 하천공학 및 환경학적인 기준을 제시할 수 있을 것으로 기대한다.