

# 자연형 소하천 정비기법

정재욱 (국립방재연구소 연구관, 공학박사)

김양수 (국립방재연구소 연구관, 공학박사)

심기오 (국립방재연구소 연구관, 공학박사)

## 1. 개요

소하천은 하천의 발원이 되는 원천으로써 마을 주변에 분포되어 각종 용수를 제공하고 용·배수로 등으로 사용되는 등 국민생활과 밀접한 관계를 맺고 있다. 그러나 국가의 제도적 관리대상에서 제외되고 체계적인 투자없이 방치되어 매년 수해발생의 주요원인으로 작용하고 있을 뿐만 아니라 각종 쓰레기의 투기 및 오폐수 등의 유입으로 인하여 하천 환경오염 등 날로 황폐화되어 가는 추세에 있다. '95년 1월 5일 소하천정비법의 제정으로 소하천 정비 및 관리를 위한 제도적 기틀이 마련되었고 여러 가지 자연형 하천공법들이 계획·시공되고 있다. 하지만 이러한 사업을 진행하는데 있어서 종합적인 자료와 시공경험이 부족하여 업무를 직접 담당하고 있는 실무자들은 많은 어려움을 느끼고 있다.

국내의 자연형 하천정비 기법에 관한 연구는 외국의 공법을 도입하여 시험유역에 적용하고, 이에 대한 범용성을 확인하고 있는 수준에 와 있지만, 현재까지 자연형 하천공법을 적용한 소하천 정비는 초기 단계로써 실무의 적용성 검토가 요구되고 있다. 최근 자연형 하천공법을 개발, 적용하기 위하여

여러 기관에서 각각의 연구목적에 맞게 시험유역을 운영하고 있으나, 소하천은 지역적인 특성이 두드러지고 공간적 분포와 그 기능 및 기후적 특성 또한 매우 다양하기 때문에 국가 및 지방하천에서 축적된 자료를 소하천에 직접 적용하기에는 무리가 있다.

본 고에서는 먼저 국내 소하천의 수해특성을 살펴보고 자연형으로 정비된 소하천 정비의 문제점을 검토한 후, 행자부에서 추진하고 있는 자연형 소하천 시범사업의 내용을 간략히 소개함으로써 방재적 관점의 자연형 소하천 정비기법의 적응성을 고찰해 보고자 한다.

## 2. 국내 소하천의 수해특성

전국의 소하천은 현재 약 22,838개로써 총연장은 36,055km에 해당하며 대부분의 소하천은 농경지나 택지보다는 산지로 구성된 유역면적이 대부분이다. 소하천 정비율은 총 유로연장에 비해 약 30% 정도이며, 도시유역의 소하천 정비율이 크게 나타나고 있다. 하천법에 속한 하천(약 30,316km)보다 하천길이가 긴 소하천의 정비사업은 상당한 기간과

표 1. 전국의 소하천 피해현황(2002. 8.4~8.11)

(8.24일 기준)

시·도	합계	광주	강원	경기	경남	경북	서울	울산	인천	전북	전남	제주	충남	충북
개 소	3,377	2	1,246	301	327	537	2	26	1	81	155	1	140	558
피해액 (백만원)	143,091	146	60,748	9,277	13,841	11,237	200	1,109	3	3,275	5,378	8	6,465	31,405
기 타 (공공시설 피해순위)	총 14,457 개소 666,430 백만원 피해액 순위 ① 소 하 천 : 143,091 백만원 ② 하 천 : 142,464 백만원 ③ 수리 시설 : 86,995 백만원 ④ 도 로 : 75,875 백만원 ⑤ 소규모시설 : 75,517 백만원													



그림 1. '02. 8월 피해(안성시)

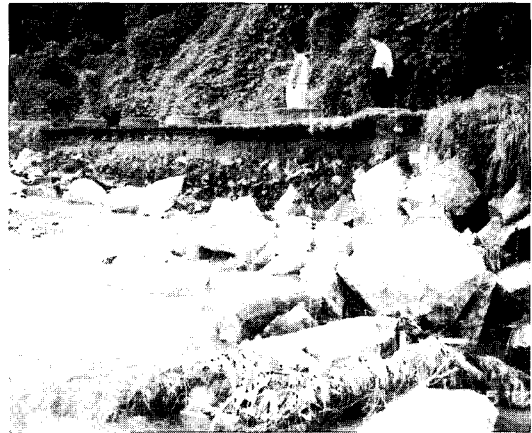


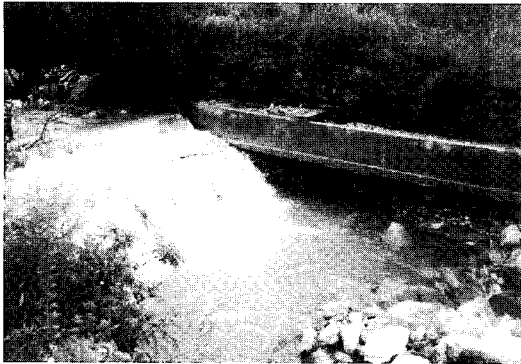
그림 2. '02. 8월 피해(진천군)

비용이 소요될 것으로 예상된다. 소하천이 또 다시 과거의 치수 위주로 하천정비를 답습한다면 추후에 상상을 초월하는 복원비용을 지불해야 하거나 생태계의 복원이 거의 불가능하게 될 수 있으므로 소하천 정비는 신중하게 자연생태계를 고려하여 이루어져야 한다.

최근에 발생한 집중호우는 소하천에 많은 양의 피해를 주고 있다. 특히, 2002년 8월 4일~11일의 집중호우로 인한 공공시설의 피해만 보더라도 소하천이 차지하는 비율이 3,377개소, 143,091백만원으로 가장 크게 나타났는데, 집중호우로 불어난 홍

수량이 계곡을 급하게 내려오면서 하류의 하천시설물을 파괴하고 농경지를 매몰시킨 사례가 많이 발생하였다(표 1).

소하천은 국지적 산악형 강우와 유로만곡부의 형상이 두드러지기 때문에 만곡 및 유수수충부로 인한 피해가 크게 발생하고 있다. 소하천이 사행을 이루면서 통수능을 초과하는 급한 홍수로 제방이 붕괴된 곳이 많았으며, 사행하천의 수충부에서 제방 붕괴가 발생하거나 또는 하폭이 작은 소하천의 특성 때문에 수충부에서 흐름이 지체되면서 반대쪽 제방을 월류시킨 사례도 나타났다(그림 1, 2).



(a)



(b)

그림3. '02. 8월 피해(평창군)

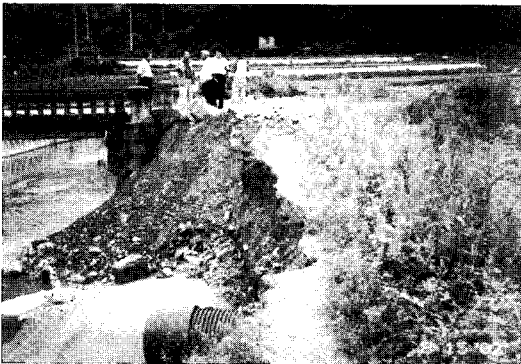


그림4. 교량 접속부 유실('02.8)



그림5. 부유물에 의한 소하천범람('02.8)

그림 3은 '02. 8월의 집중호우로 소하천 피해가 비교적 심했던 강원도 지역의 피해모습을 나타낸 것이다. 자연적으로 시공된 하상기초부가 심하게 세굴되어 있는 것을 알 수 있다. 소하천의 하상경사는 대·중규모의 하천에 비해 매우 급하기 때문에 홍수시 빠른 유속 및 소류력이 치수측면에서 대단히 불리하게 작용하여 홍수피해의 원인이 되고 있다.

최근 들어 자연형하천에 대한 개념이 보급되면서 소하천의 홍수피해는 자연형 하천이라도 결코 치수를 기본으로 앉고서는 그 유지관리에 한계가 있음을 보여주었다. 하도의 수층부에 벤치 등 친수공간

을 설치한 예는 홍수류의 특성을 무시한 단순한 조경개념에서 설계된 것으로써, 만곡부는 수층작용을 견딜 수 있는 호안공의 설치, 하천 횡단구조물이 위치한 곳은 흐름특성의 변화를 감안하여 제방 접속부의 보강시설 등이 설치되어야 할 것이다.

특히, 피해유형이 과거 '98년 지리산과 송추, 우이동 계곡에서의 집중호우, '01년 홍천피해와 유사하게, 산악형 강우의 특성을 보여 단시간의 집중호우로 계곡류가 모여서 급한 홍수를 형성하여 제방을 파괴하면서 피해가 집중되는 양상을 보인 것이 특징이기도 하다.

소하천의 경우 사행성 유로, 하폭의 부족 그리고

하상의 급경사로 인한 바닥의 세굴 등으로 인해 피해가 발생하기 때문에, 강우시 유량이 급증하는 소하천에 대한 정비계획을 통하여 피해를 줄여감과 동시에 과거 홍수시 재해를 당한 지역에 대해서는 항구적인 복구로 정비가 진행되어야 할 것이다. 또한, 소하천에서 집중되는 돌발홍수는 홍수량 자체뿐만 아니라 토석류를 동반하므로 수충작용이 발생하는 하안은 심각한 침식피해를 입힌다. 상류로부터 빠른 유속으로 운반된 호박돌, 자갈 등의 토사는 인근 가옥과 제방을 손쉽게 무너뜨린다. 이러한 토석류에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

### 3. 자연형 소하천 정비기법의 적용성 검토

'93년 전국의 소하천 실태조사가 실시되면서 치수기능상 안전성을 확보하고 소하천이 본래 가지고 있는 생태계의 양호한 서식환경을 고려하며, 아름다운 소하천 본래의 경관을 보전·향상시키는 소하천정비가 되도록 하는 자연형 소하천정비의 기본이념이 확정, 추진되고 있다.

표 2. 자연형 소하천 정비공법의 종류 및 특성

구 분	내 용
제방 및 고수호안	홍수시 붕괴나 국부세굴이 적은 내구성 확보
둔치(고수부지)	다양한 식생의 서식환경 제공
저수호안 및 비탈면출공	치수상 안전하고 자연생태계에 유리한 공법 적용
보 및 낙차공	하천경관이나 하천생태계의 서식환경 및 어류의 이동을 배려하여 시설물을 배치하고 적절한 구조와 재질을 선택
수제	하천생태계에 유리한 유로사행 및 여울과 웅덩이 조성
저수로	치수상 큰 제약을 받지 않고 어류의 서식환경인 여울과 웅덩이의 조성이 가능하고 다양한 자연경관의 창출이 가능한 중요한 공간으로 하천의 유출특성이나 치수상의 기능을 파악하여 흐름방향, 유속 등을 고려하고 수제, 하상 유지공, 저수로 호안 등과 조합하여 계획.

현재 국내에서 시행되고 있는 자연형 소하천 정비의 대다수는 호안, 낙차공, 하도내 식재, 수변경관 등으로 구성되어 있고 호안공법의 종류 역시, 잘 쌓기, 메쌓기, 들망대, 자연석 쌓기, 인공석 쌓기, 격자형 나무블럭, 계비언공법 등이 대다수를 차지하고 있다. 소하천의 계획홍수량의 설계빈도는 20~50년 정도이고 하상재료는 토사, 조약돌, 호박돌 등으로 구성되어 있다. 또한 하폭의 제약으로 소하천내 고수부지에 의한 공간시설 이용 등은 사실상 어려운 상태이다.

국내의 경우, 자연형 소하천 정비시 나타나는 현안 문제점들을 정리하면 다음과 같다.

첫째, 전국에 걸친 일관된 소하천의 정비보다는 지역특성에 맞는 정비가 요구된다. 지역특성에 맞는 적절한 재료를 활용하는 것도 좋은 방법이 될 것이다. 자연석이 전무한 지역에서 굳이 자연석만을 고집한다면 경제적인 부담이 가중될 것이므로 그 지역에 맞는 적절한 재료를 활용하는 지혜도 필요하다.

둘째, 치수의 안정성 및 초기단계의 자연형 소하천 사업추진에 있어 시행착오를 우려한 실무자들의 추진력 결여도 문제점으로 제기되고 있다. 자연형 소하천 정비사업이 좋은 호응을 받고 있는 지역도 있지만 대다수 주민들은 자연형 하천에 대해 불안감을 느끼고 있으며 기존의 콘크리트 석축을 선호하고 있는 실정이다.

셋째, 제방 및 호안에 식생을 조성할 경우, 식생 호안 도입시 식물성장에 동반하여 안정성은 강해지지만 성장하기까지의 위험부담이 수반된다. 식생효과를 극대화시키기 위해서 식생변화과정의 지속적인 유지관리 및 모니터링이 요구된다.

넷째, 자연형 하천공법에 대한 필요성은 인식되고 있지만 자연형 하천공법에 대한 기초적인 자료가 부족하여 적절한 소하천 정비 기준이 없는 실정이다. 공사 시기의 부적절, 검증되지 않은 식생공법

적용의 불안감, 급경사 지역에 치수를 고려하지 않는 자연형 하천 공법 도입, 계절에 따른 유출량의 변화, 식생에 따른 홍수위 변화의 예측 불안 등이 현재 국내의 하천 실무자들이 겪고 있는 문제이다.

이보다 더 자세한 생태계에 관한 자료를 기본으로 하여 방재적 관점의 자연형 하천정비를 해야 하지만 위에서 언급된 예는 우리나라 실정에서 시급히 해결되어야 할 과제이다. 자연형 하천공법을 적용하여 소하천 정비를 개척할 때 완벽하고 종합적인 생태계의 자료가 없다고 포기하거나 무시해서는 안되며, 현재까지 국내에서 연구된 결과를 최대한 활용하여야 한다.

또한, 산지 소하천의 상류부 등은 치수위험성이 상대적으로 작을 경우(수질, 경관 등 하천환경이 양호한 경우 포함), 인공적인 개수나 정비가 가능한한 지양될 수 있도록 하는 등 소하천별 적절한 구역구분에 따른 정비계획을 수립할 필요가 있으며, 상류부에서 집중된 유출량이 제방을 따라 하류부 수해에 가장요인으로 작용되지 않도록, 유역종합 치수 개념을 반영하여 소하천의 종합적인 정비방향을 설정할 수 있도록 검토되어야 할 것이다.

#### 4. 자연형 소하천 시범사업의 운영

본 장에서는 현재 행정자치부에서 추진하고 있는 자연형 소하천 시범사업의 운영에 대해 간략히 소개하고자 한다. 이 사업은 장기적으로 계획된 시범사업의 운영중 1차년도(2002년) 사업으로써 궁극적으로는 종합적인 자료분석을 통한 소하천정비의 제도적 개선 방안을 도출하고, 향후 소하천 정비개념을 개선하고 정립하는데 그 목적이 있다.

##### 4.1 사업기간 및 추진절차

- 사업 기간 : 2002. 1 ~ 2006. 12 (예정)
- 사업추진 절차

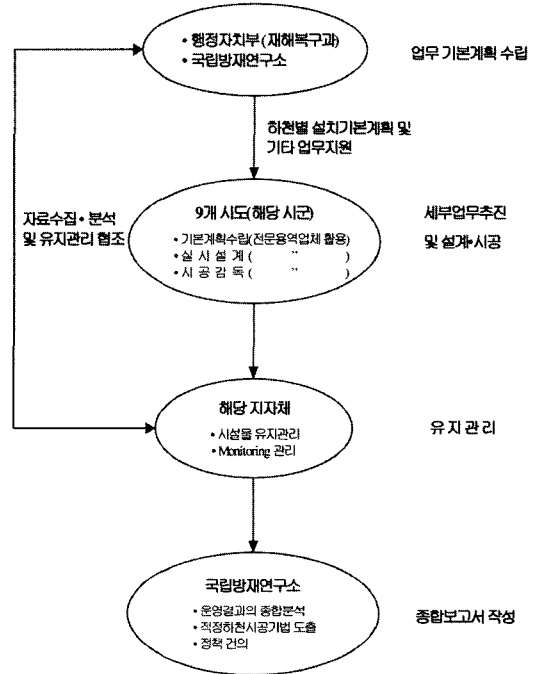


그림 6. 사업추진 절차

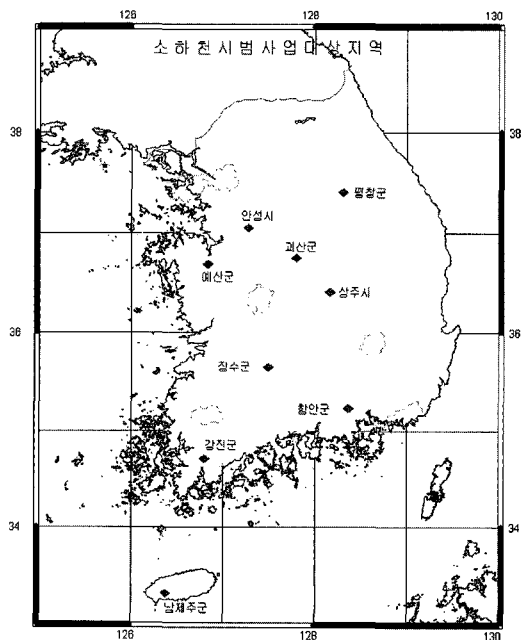


그림 7. 전국 시·도별 대상지구 현황

표 3. 전국 시·도별 대상지구

번호	시·군	지역 특성
1	경기 (안성시)	- 농경지가 많이 분포되어 있어서 농경지 소하천의 특성이 큼
2	강원 (평창군)	- 하상이 호박돌, 암반 등으로 많이 구성되며, 기상상태 불규칙
3	충북 (괴산군)	- 하상경사의 변화특성이 큼 - 급변하는 하상경사 지역 많음
4	충남 (예산군)	- 농경지가 많이 분포되어 있어서 농경지 소하천의 특성이 큼
5	경북 (상주시)	- 도시 소하천의 특성이 두드러진 곳이 많음
6	경남 (합안군)	- 비교적 경사가 완만하여 유로형태의 평면적 고려가 가능함
7	전북 (장수군)	- 하상경사의 변화특성이 큼 - 급변하는 하상경사 지역이 많음
8	전남 (강진군)	- 비교적 경사가 완만하여 유로형태의 평면적 고려가 가능함
9	제주 (남제주군)	- 관광지 소하천을 포함한 특수유형의 소하천이 고려 가능

#### 4.2 대상 시·군 현황

시범사업 대상지역의 선정은 ① 치수연혁에 따른 수해특성과 ② 소하천 유역의 지역별 지형 및 수문 특성, ③ 소하천의 유형별 특성 등이 고려되었다. 전국 시·도별 대상지구현황은 그림 7 및 표 2에 나타내었다.

대상소하천의 선정은 먼저 해당 시·군에서 1차로 추천된 2~3개의 소하천을 중심으로 지자체별로 선정위원회를 구성하고 3개 권역으로 구분하여 현지합동조사를 실시함으로써 최종 선정한다.

#### 4.3 기본계획에 포함되어야 할 사항

시범사업의 적용 및 평가를 통하여 국내 소하천 특성에 적합한 치수구조와 안정성을 갖추면서 생태계와 조화를 이루고, 친수성과 경관 등 소하천의 환경기능을 향상시킬 수 있는 자연형 소하천 정비공법의 개발에 필요한 기본계획이 수립되어야 한다. 기본계획 수립시 주요내용을 살펴보면 표 3과 같다.

표 4. 기본계획 수립시 주요내용

하천환경관리 기본계획 수립	하천환경정비 실시설계
· 작업계획수립	· 구간 선정(보존, 복원, 정비 구간 등)
· 현지답사	· 구간별 세부 생태환경 조사
· 기초자료조사	· 조사측량, 토질조사, 용지보상 조사, 지장물 조사
· 유역의 특성분석	· 환경정비 대안 설정
· 상위 및 관련계획 검토	· 환경정비 대안 설정
· 생물상 조사	· 세부 실시설계, 공법 검토
· 수준 측량	· 설계예산서, 시방서, 수량, 단가
· 하천 종·횡단 측	· 공사계획 및 감리계획
· 소하천환경의 종합적인 정비방향 설정	· 모니터링 계획
· 수환경 계획	· 소하천 환경보전계획 및 유지관리
· 공간환경 계획	· 하천환경 관리지침
· 하도계획 계획수립	

#### 4.4 모니터링(MONITORING)

자연형 소하천 정비공법의 수리적 변화 및 대응도를 기록하여 수리 특성에 알맞는 공법의 근거자료를 축적하고, 각종 공법의 생태환경 기능을 기록하여 생태적으로 우수한 공법의 개발 근거를 축적함으로써 소하천 대안제시 정비사업에 대한 장래의 기술적, 경제적, 환경적 가치가 큰 공법과 계획기법의 대안을 제시할 수 있다.

그간 추진된 모니터링 사례로는 양재권 G7 사업 모니터링(환경부), 경천 하천 환경정비사업(건교부), 오산천 하천 환경정비사업(건교부), 경안천 하천 환경정비사업(건교부) 등을 들 수 있으며, 현재도 각 지자체별로 모니터링의 시행계획이 수립중에 있다. 외국의 경우 각 하천사업이 기관 또는 민간업체로 하여금 모니터링의 추진이 활성화되어 있다.

모니터링의 내용을 분석함으로써 1) 적용공법에 따른 수리적 특성 및 변화, 2) 적용 구조물의 수리적 영향 3) 하천수리변화와 수계 생태계와의 관계 규명 4) 각 구간에서의 적용공법의 적정성 평가 5) 분야별 공법 및 사업전반에 대한 평가 6) 향후 하천 환경 정비공법에 대한 대안제시 등의 결과를 기대

할 수 있다.

#### 4.5 기대효과 및 활용방안

- 자연형 소하천 정비공법 개발을 위한 기초자료 구축
- 소하천 정비의 제도적 개선
  - 종합적인 자료분석을 통한 제도적 개선 방안 도출
  - 향후 소하천 정비개념의 개선 정립
  - 소하천 시설기준 보완
- 시범사업의 홍보
  - 실무공무원 교육장소로 활용
  - 홍보용책자 작성 발간
- 무분별한 소하천 정비공법 도입에 따른 경제적 손실 절감

### 5. 맺음말

최근 도시화와 인구의 증가로 소하천 부근에서

홍수피해가 빈번히 발생되고 있으며, 소하천 주위에 오염원이 있을 경우에는 수질, 생태계 등의 보존 문제가 대두되고 있다. 치수방재에 주된 요인으로 작용하는 유출량 추정도 병행되어야 하지만 소하천 유역은 지역적 특성이 두드러지고 계절에 따른 유량변화가 심하여 이러한 자료는 미흡한 실정이다.

소하천 정비시 하천생태계를 보전 혹은 복원하면서도 치수방재적인 측면에서 불리하지 않은 정비기법에 대한 가이드라인이 제시되어야 하며, 주민들의 의견, 문화적인 배경 등을 고려하여 소하천을 종합적으로 판단하여 정비하여야 할 것이다. 또한, 소하천 정비후의 성과를 정확히 분석하고 현재까지 국내에서 연구된 결과를 최대한 활용하여, 전국에 걸친 일괄된 소하천 정비기법보다는 지역의 지형적, 문화적 배경에 알맞는 자연형 소하천 정비가 추진되어야 할 것이다.

금번에 수행되는 시범사업은 이러한 취지에서 자연형 소하천 정비공법의 합리적인 가이드라인 제시에 소중한 계기가 될 것이다.

### 참 고 문 헌

- |   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| 1. 국가전문행정연수원(2002), 소하천살리기 실무                 | 실시설계 보고서                            |
| 2. 국립방재연구소(1999), 자연형 하천공법의 재해특성 분석에 관한 연구(Ⅰ) | 5. 환경부(2002), 국내여건에 맞는 자연형 하천공법의 개발 |
| 3. 국립방재연구소(2000), 자연형 하천공법의 재해특성 분석에 관한 연구(Ⅱ) | 6. 행정자치부(2002), 소하천 담당공무원 직무교육교재    |
| 4. 건설교통부(2001), 오산천 하천환경 정비사업                 | 7. 행정자치부(1999), 소하천 시설기준            |
|   | 8. 행정자치부(1998), 소하천정비 실무지침서         |