

# 자연형 하천 관련 신기술 분석을 통한 개선방안

김지연\* · 김송아\* · 심우경\*\*

\*고려대학교 대학원 · \*\*고려대학교 조경학연구소

## I. 서론

국내 주요 도시의 하천들은 한강개발의 사례를 그대로 모방하여 천편일률적인 하천 개수 작업이 시행되었으며, 그에 따라 하천 훼손은 전국적인 현상으로 확산되어 문제의 심각성이 가중되어 왔다. 따라서 하천에 대한 실용적 차원의 이·치수 기능뿐만 아니라 생태성 회복에 따른 친수공간 조성까지 연계되는 다면적 관리가 필요한 시점이다.

자연형 하천 분야에 관한 전반적인 연구로 건설교통부(1994)에서 자연형 하천 공법이 최초로 소개되었고, 건설교통부(1995)의 “도시하천의 하천환경 정비기법의 개발”에서 국내 최초 서울시 양재천 학여울 구간에 실제공법이 시험 적용되었으며, 환경부(2004)의 “국내여건에 맞는 자연형 하천공법의 개발”은 저수로 호안, 자연형 고수부지와 제방의 조성, 비오름, 어도 등의 내용을 다루고 있다.

자연형 하천 복원 및 호안공법에 관한 연구가 활발히 진행되어 다양한 공법들이 소개되고 특허나 신기술형태로 실용화되면서 구체적인 하천 복원 방안 및 공법에 관련한 연구사례가 있었으나(심영욱, 1997; 심우경과 백경중, 2000; 우효섭, 2001; 이광우, 2001), 자연형 하천 관련 신기술의 동향 및 활용성 분석에 관한 연구는 전무한 상태로 신기술을 추진하고자 하는 기업과 연구기관에 있어 기존사례 분석을 통한 시행착오를 최소화하기 위한 기초 자료가 부족한 실정이다.

본 연구의 목적은 기존 신기술 공법의 검증에 있어 자연형 하천 조성사례 중 신기술공법을 도입한 구간의 하천평가, 모니터링 결과 등을 통해 신기술의 기술적 한계와 활용 확대를 위한 방안을 제시하고자 하였다.

## II. 연구범위 및 방법

신기술 개선방안을 제시하기 위하여, 신기술 동향 분석으로 한국특허정보원 검색자료를 이용하여 2000년부터 2006년까지의 자연형 하천 특허공법의 국내·외 출원빈도 및 유형에 관하여 분석하였고, 한국건설교통기술평가원과 한국건설신기술협회 자료를 이용하여 신기술 개발 공법유형, 개발 주체, 문제점 및 활용 실적, 적용이후의 모니터링 결과 등 관련 공법의 검증

자료를 대상으로 분석하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 자연형 하천 관련 신기술 분석

206건의 건설신기술 중 약 71%인 146건의 기술이 2,983개 현장에 적용되었고, 공사금액 총 4,440억원으로 그 중 환경분야는 공사 건수 대비 14%, 공사비 12%에 불과하여 토목, 건축 분야에 비해 매우 저조하였으며, 자연형 하천 및 환경복원에 관한 기술 분야의 별도 구분은 없는 것으로 나타났다(표 1 참조).

자연형 하천 관련분야는 총 12건 중 보호기간이 유효한 공법은 6건에 불과하여 활용 가능한 신기술이 매우 한정적인 것으로 나타났다. 건설신기술 보유주체 분석에서 보유 업체별로 전문건설업이 가장 높게 나타났고, 자연형 하천 관련 기술에서도 같은 결과를 보이고 있으나, 현장에 적용된 것은 148건으로 그 활용 면에서는 매우 저조하여 자연형 하천 관련 신기술은 초기 도입시점의 필요성과 중요성에 비해 기대에 못 미치는 결과를 보여주었다(표 2 참조).

표 1. 건설 신기술 활용 실적

구분 기술	발주기관					
	공공분야		민간분야		계	
	적용 공사건수	공사비 (백만원)	적용 공사건수	공사비 (천원)	적용 공사건수	공사비 (천원)
건축	929	74,894	319	45,718	1,248 (41.84)	120,613
토목	1,047	243,547	192	20,395	1,239 (41.53)	263,943
환경	215	35,846	218	16,696	433 (14.52)	52,542
조경	40	6,058	11	775	51 (1.71)	6,834
기타	3	74	9	28	12 (0.40)	102
합계 (%)	2,234	360,421	749	83,614	2,983 (100)	444,036

자료: www.kcnet.or.kr. 필자 재작성

표 2. 자연형 하천 관련 신기술 공법 분석

NO	인증 기관	검증 기관	분야	가명칭	기술 협력	보호 기간	만료 여부	적용 건수
1	건설교통부	한국건설교통기술평가원	토목 구조	콘크리트 계단식 호안공법	일반 건설사	'97~'03	3년 만료	1건
2				섬유대 호안공법	공공 기관	'99~'04	3년 만료	42건
3			상하수도	사석방틀 공법	전문 건설 + 전문 건설	'02~'05	3년 만료	9건
4			건축 구조	인공식물섬	전문 건설	'03~'11	8년 연장	40건
5			토목 시공	식생기반토체 사면보수공법	일반 건설	'04~'07	유효	22건
6			토목 구조	콘크리트하천식 생호안 축조공법	전문 건설 + 건축사	'05~'08	유효	34건
7	환경부	평가전문기관	생태 복원	어도	공공 기관 + 전문 건설	'05~'08	유효	자료 부재
8	과학기술부	한국산업기술진흥협회	환경	식생블록	전문 건설	'01~'03	2년 만료	자료 부재
9			건설 환경	어소	전문 건설	'02~'04	2년 만료	자료 부재
10			환경	결합형 어도	전문 건설	'03~'05	2년 만료	자료 부재
11			건축 토목	식생구가 형성된 개수로	전문 건설	'05~'07	유효	자료 부재
12			건설 재료	다공성 식생블록	전문 건설	'06~'09	3년 연장	자료 부재

자료: www.kictep.re.kr; www.netmark.or.kr. 필자 제작성

2. 신기술 개발의 한계

1) 기술적 측면

자연형 하천 관련 신기술 적용사례 분석을 위해 공법을 유형별로 구분하고, 생물다양성, 자연친화성, 수리적 안정성, 수질정화, 친수경관창출 분야의 모니터링 자료를 종합한 결과, 대체적으로 생태환경 측면을 고려한 공법의 경우에는 수리적 안정성 측면이 결여된 결과를 보였으며, 반대로 수리적 안정성을 고려한 공법의 경우 생태적 측면이 결여되는 것으로 나타났다(표 3 참조).

2) 관리적 측면

신기술 인증 동향을 살펴보면 특허 출원에 비해 그 과정이 매

표 3. 자연형 하천 신기술의 적용 사례 분석

NO	공법 유형	모니터링 결과					분석 내용
		생물 다양성	자연 친화성	수리 안정성	수질 개선	친수성	
1	식생 블록	▲	△	◎	-	▲	긍정적 · 식생 활착 가능 · 구조적 안정성 큼
							부정적 · 기초 콘크리트 필요 · 높이 4m 이상 보강재 필요 · 수중 설치 불가
2	섬유대 공법	△	△	◎	-	▲	긍정적 · 구조적 안정성 큼 · 공기 짧고 비용 저렴
							부정적 · 채움용 콘크리트 사용 · 식생 활착률 저조
3	방틀 공법	◎	◎	▲	▲	◎	긍정적 · 식생 활착도 높음 · 친수 경관 조성
							부정적 · 홍수시 유실 가능성 · 정화능력 저조
4	인공 식물섬	◎	◎	△	◎	◎	긍정적 · 수질정화 능력 우수 · 생물다양성 증진
							부정적 · 유속의 영향이 큼 · 지속적 관리 요구됨
5	어도	▲	X	◎	▲	▲	긍정적 · 수생생물 연결 통로 · 수질정화능력 · 구조적 안정성 큼
							부정적 · 주재료로 콘크리트 사용

범례: ◎ 매우 우수 ○ 우수 ▲ 중간 △ 저조 X 매우저조 - 자료부재

우 복잡하고 까다로워 시간적, 경제적, 기술적 측면 등의 제약으로 인해 특허 출원 대비 약 7%만이 신기술로 등재되는 결과를 나타냈고, 개발 주체가 개인사업자이거나 전문면허업체로서 신기술 인증을 위한 전담 인력구축이 어려운 여건으로, 특허 기술 개발을 완료하였지만 신기술 등재를 하지 못하는 경우가 대부분이었다.

이에 환경부는 신기술 발전의 제약요소로 작용하는 인증절차와 기간을 축소해 인증과 검증의 단계로 분리 시행하는 제도적 변화를 통해 신기술 발전을 장려하고 있으나, 아직까지 환경 분야에만 국한되고 있어 건설 분야로의 확대시행이 바람직하며, 신기술 개발 시 다양한 기업, 연구기관, 자금조달 분야의 공동 참여를 통해 각 단계별 업무특성에 맞는 역할 분담과 기술 개발의 책임을 분담하는 조직력의 구축이 필요하다고 하겠다.

3) 인식과 홍보의 부재

신기술 개발에 참여한 업체는 초기 개발 비용과 홍보 비용이 과다하여 신기술 인증 이후 그로 인한 실적이 발생하였다고 할지라도 흑자로 돌아서는 시점이 장기간 소요되었다. 이는 신기술 최초 보호 기간이 3년인 점을 감안할 때 초기의 적극적이고

활발한 대외활동 여부가 성공의 관건이며, 실적의 직접적 요인은 기술력의 차이보다 조직력과 경제력을 바탕으로 하는 초기홍보력과 밀접한 관계가 있는 것으로 나타났다.

### 3. 자연형 하천관련 신기술 개선 방안

#### 1) 하천 환경의 고려

자연형 하천 조성 시 하천 조사 단계부터 내부 공간을 제외한 하천유역, 하천환경에 대한 기초 자료가 부족하여 하천의 특성에 따른 유형별 세부 적용지침이나 별도의 기준이 없이 관리자의 경험이나 공사비 차원에서 선정된 공법이 적용되어지고 있는 실정으로, 조성되어진 대부분의 자연형 하천에서 검증되지 않은 공법도입으로 인한 여러 문제점들을 발견할 수 있었다.

#### 2) 하천 규모와 특성에 따른 적용 방안

건설기술연구원에서 발표한 자연형 하천 조성 표준 단면은 횡단면 필수 구성 요소인 저수로, 저수호안, 고수호안, 고수부지, 제방의 구조를 갖추는 복단면 형태로, 하천 규모와 차수에 관계없이 일괄 적용되어져 왔다. 그 결과, 하도 폭이 충분히 확보되는 중·대하천은 자연성 회복에 큰 문제가 없었지만, 소규모하천의 경우 통수 단면 확보를 위한 깊은 하도와 급한 호안 경사로 인하여 구조, 기능의 회복성을 비롯 하천 고유 자정능 회복 및 친수공간 형성 등에 많은 문제점을 초래하고 있었다.

따라서 하천 규모와 특성에 따른 적용 기준을 세분화 하기 위하여 건교부 하폭 기준에 의거 대·중·소하천으로 구분, 이를 다시 환경부 저수로폭 기준에 따라 재분류, 상·중·하류 종단특성과 하천차수를 고려하여 유형을 세분화 하여 하천 특성별로 5단계로 임의 분류하였다(표 4 참조).

건설기술연구원의 자연형 하천 조성 표준 단면에 의하여 복단면 또는 복복단면 형태로 하천 규모와 차수에 관계 없이 일괄 적용되어 여러 문제점을 초래하였으므로 하천 특성별 5단계 세부 분류 기준에 적합한 표준 단면을 표 5에서와 같이 제안하였다.

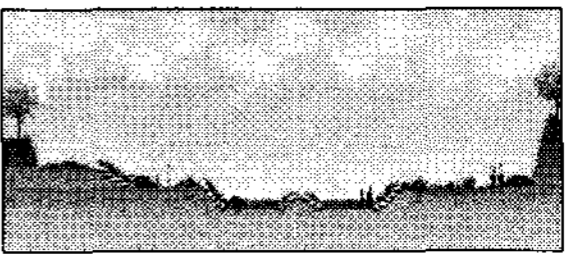
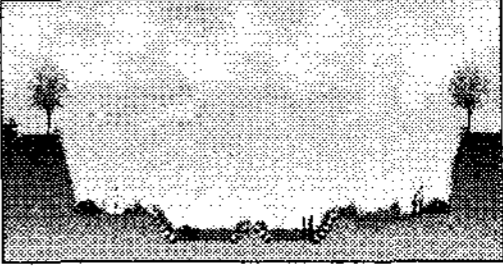
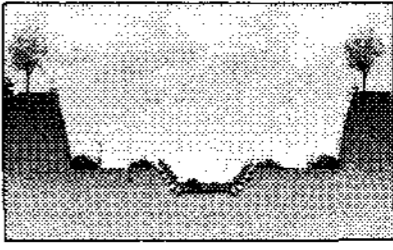
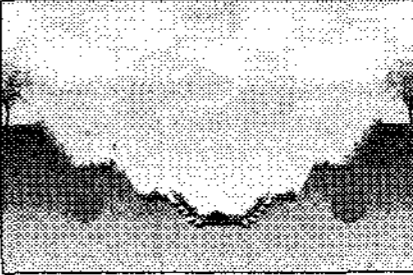
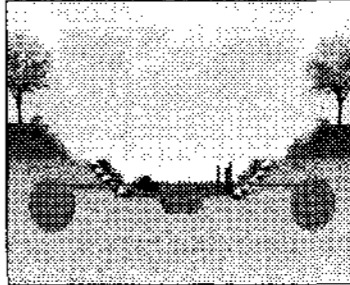
#### 3) 기술 협력체계 구축

신기술의 개발에 있어 분야별로 역할을 분담하는 협력체계

표 4. 규모와 특성에 따른 하천의 분류

규모별 구분	특성별 유형 분류				
	하폭(m)	저수로폭(m)	종단 특성	차수	분류 기호
대하천 I	500 이상	100 이상	하류 a	6차 이상	I- a
중하천 II	100~500	100 이상	하류 a	4~5차	II- a
		20~100	중류 b	3~4차	II- b
		20m 이하	상류 c	2~3차	II- c
소하천 III	100 이하	20m 이하	상류 c	1~2차	III- c

표 5. 하천 분류 기준별 표준 단면

분류	내용	표준 단면 예시
I-a	-기존 복복단면 유지 -중도 조성 -천변 습지조성 -다양한 친수공간 활용	
II-a	-기존 복복단면 유지 -중도 조성 -천변 습지조성 학습공간 활용	
II-b	-기존 복단면 유지 -보전, 완충, 이용 단계별 제한적 활용 가능	
II-c	-하폭에 따라 기존 복단면과 신규 단면 혼용 -통수 단면 확보를 위한 우수 배수관 접목	
III-c	-신규 단면 개발 -복합 단면 적용 -통수 단면 확보를 위한 우수 배수관 접목	

구축을 위하여 연구는 전문 업체와 연구기관, 전문가 집단 등을 활용하고, 경제적 자금력 확보는 대기업 및 지자체의 지원, 공법의 활용 측면에서는 전문 업체와 대기업이 함께 적극적인 초기홍보를 통한 물량확보에 나서야 할 것이며, 학계의 홍보 및 지역 주민의 참여를 통한 유지관리 또한 신기술의 발전을 위한 중요한 요소로 작용할 것이다. 기술개발의 유형은 초기부터 공동 분담 체계로 진행하는 것이 바람직하며, 이는 하나의 공법개발에서 그치는 것이 아니라 신기술개발 참여 확대를 통한 자연형 하천 복원 기술 발전의 기틀을 다지는데 의의가 있다고 하겠다. 이는 결과적으로 신기술 공법의 활용가치를 높일 수 있는 방안이 될 것이다.

## IV. 결론

본 연구는 자연형 하천 관련 신기술분석을 통해 신기술 개발의 문제점을 살펴 발전 방향을 제시하고자 하였으며, 연구결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 자연형 하천 관련 신기술 개발사례 분석에서 자연형 하천 관련 신기술의 세부 분류기준이 없어 토목, 건축, 상하수도 분야 등 자연친화적인 내용과 매우 상반된 분야로 분류되고 있는 실정으로 수리적 안정성을 위주로한 하천공법의 경우 생태적 측면이 결여되는 결과를 가져오는 것으로 분석되었다. 따

라서 신기술 개발에 앞서 자연형 하천과 관련된 세부 분류기준이 반드시 수립되어 자연성을 결부시킨 하천분야는 배제되어야 함을 파악할 수 있었다.

둘째, 자연형 하천 관련 신기술 개선방안으로 기존의 공법의 경우, 하천의 특성, 규모와 상관없이 일괄적인 표면상의 친자연 공법으로 적용한 결과, 하천의 기능 회복이라는 근본적인 문제의 해결책을 제시하지 못하는 한계에 부딪혔다. 또한, 건설기술 연구원이 제시한 자연형 하천 표준 단면을 별다른 기술적 검토 없이 모든 자연형 하천에 일괄 적용한 결과, 특히 소규모하천에 있어 통수단면 확보를 위한 깊은 하도로 인하여 하천 고유 자정능 회복 및 친수공간 형성 등에 많은 문제점을 초래하고 있었다. 따라서 구조적 보완을 통한 기능의 회복을 위해 고수부지 지하부에 우수관을 매설하는 방식의 복합단면을 제시하였고, 이·치수 또는 생태적 측면만을 강조한 단편적 기술의 문제점을 보완하기 위하여 하천 규모, 차수, 종단 특성에 맞는 5개 유형으로 구분하였다.

셋째, 신기술 개발의 기술적 측면 외에 관리적 측면, 시간과 경제적 측면, 인식과 홍보의 부재 등이 문제점으로 파악되었으며, 개발 초기부터 다양한 기업, 연구기관, 자금조달 분야의 공동 참여를 통해 각 단계별 업무특성에 맞는 역할분담과 초기 홍보 효과를 최대화하기 위한 조직력 구축의 필요성을 제시하였다.

이상과 같이 자연형 하천 관련 신기술 분석을 통해 기존의 단편적인 기술개발의 한계와 자연형 하천 조성에 대한 기술적·관리적 문제점 등을 통한 몇 가지 개선방안에 대한 결론을 얻을 수 있었다.

향후 보다 구체적인 방안 제시와 특히 복합단면의 개발에 있어 하천특성을 감안한 객관적 유형 분류 기준 마련 및 단면 제시에 보다 발전된 내용의 연구가 이루어져야 할 것이다.

## 인용문헌

1. 건설교통부(1994) 자연형 하도계획 기법 및 하천 유량과 수질의 상관성 조사·연구.
2. 건설교통부(1995) 도시하천의 하천환경 정비 기법의 개발.
3. 백경중(1999) 하천 저수로호안의 친환경적 조성기법의 개발. 고려대학교 생명환경대학원 석사학위 논문.
4. 심영욱(1997) 자연형 하천 개발 공법의 국내 적용에 관한 연구. 동국대학교 산업기술환경대학원 석사학위 논문.
5. 심우경, 백경중(2000) 하천 저수로 호안의 친환경적 조성기법의 개발. 한국조경학회지 28(1): 83-91.
6. 우효섭(2001) 하천수리학. 서울: 청문각.
7. 이광우(2001) 하천호안의 생태적 복원을 위한 식물선정 모델 개발 -한강 수계를 중심으로-. 고려대학교 대학원 박사학위 논문.
8. 환경부(2004) 국내여건에 맞는 자연형 하천공법의 개발.
9. <http://www.kcnet.or.kr/>
10. <http://www.kicttep.re.kr/>
11. <http://www.netmark.or.kr/>