

자연 친화적 하천계획 기법

○여홍구*, 김규호**, 우효섭***, 박재현****

1. 서론

과거 하천사업은 치수·이수 등 주로 인간의 관점에서 제어하고 이용하는 방향으로 시행되어 왔다. 그러나 국민들의 환경에 대한 의식이 높아지고 1999년 하천법 전면 개정과 함께 하천의 환경기능이 명시되는 등 사회적 제도적 분위기가 조성됨에 따라 하천사업도 치수·이수·환경 기능이 조화를 이루도록 시행방향이 설정되었으며, 이에 따라 하천환경을 충분히 고려할 수 있는 자연 친화적 하천계획이 필요하게 되었다.

최근 자연형 공법개발 등 하천을 자연 친화적으로 조성하기 위한 많은 시도들이 있었으나 대부분 세부적인 설계를 위한 공법을 주 대상으로 하는 경향이 있어 하천계획을 담당하는 실무자들이 자연 친화적인 하천계획을 수립하는데 많은 어려움이 있다. 이러한 어려움을 해결하고자 건설교통부에서는 2000년부터 “자연 친화적 하천정비기법 개발”사업을 시작하여 자연 친화적인 하천사업을 위한 수변조사, 모니터링, 계획, 설계 및 시공 등에 관하여 연차별로 연구사업을 진행하고 있다.

자연 친화적인 하천정비계획이란 정비필요성이 대두된 하천에서 홍수피해 저감을 위한 정비목적은 달성하면서 가능한 한 자연에 가깝도록 계획하는 것이다. 이를 위해서는 하천에 대한 인간위주의 관점에서 하천을 자연으로서 인식하고 그에 순응하는 방향으로 발상의 전환이 이루어져야 하며, 기본방향으로서 자연 하천의 특성인 연속성, 다양성, 역동성, 개성을 고려할 수 있는 하천계획을 수립해야 한다. 본 연구에서는 자연 친화적인 하천계획수립의 절차 및 계획수립시 주요 사항을 정립하기 위하여 하천의 자연성은 생태계구조로 지표를 삼았고 이러한 생태서식처가 충분히 보전·개선될 수 있는 방법을 모색하였다.

2. 자연친화적 하천계획의 기본방향

자연 친화적인 하천계획이란 하천을 좀더 자연에 가깝도록 계획하는 것이다. 하천의 자연환경을 보전하기 위해서는 손대지 않고 그대로 보호하는 것이 가장 좋은 방법이나, 인간이 하천과 더불어 생활하고 있는 한 모든 하천을 단어 뜻 그대로 완전히 보호하는 것은 사실상 불가능하다. 실제로 하천계획을 수립한다는 자체가 하천에 대하여 일종의 변화를 가한다는 의미를 내포한다고 볼 수 있다. 필요에 따라 하천에 어떠한 변화

* 한국건설기술연구원 수자원환경연구부 선임연구원
** 한국건설기술연구원 수자원환경연구부 수석연구원
*** 한국건설기술연구원 수자원환경연구부 연구위원
**** 건설교통부 수자원국 하천계획과 사무관

를 가할 때 다시 말해 하천정비를 계획할 경우 “어떻게 정비목표를 달성하면서 자연에 가깝도록 조성할 것인가?” 하는 것이 자연 친화적 하천계획의 기본 과제이다. 어느 정도의 변화가 불가피한 경우에 대해서는 그로 인해 자연하천이 갖고 있는 특성들이 소실되지 않도록 최대한 보장하는 방향으로 하천을 조성해야 한다. 따라서 자연 친화적인 하천계획은 하천사업의 목표를 달성하는데 있어 자연하천이 갖는 다음과 같은 대표적 특징을 충분히 고려하여 수립되어야 한다.

(1) 하천이 갖는 역동성을 존중

하천은 유량과 토사량, 식생 그리고 외부로부터 가해지는 영향 등 시간과 상황에 따라 변화하며 자체적으로 모습을 형성해 나간다. 따라서 자연 친화적 하천정비계획은 이러한 형성원인과 그에 따른 장래의 상태를 정확히 예측하는 것이 중요하며 자연 생태계 서식지 제공을 위해 가능한 고착화를 피하고 하천 스스로가 자연스럽게 형성해 나가도록 유도하는 것이 중요하다.

(2) 하천이 갖는 연속성을 보장

하천은 발원지에서 바다에 이르기까지 긴 띠의 형식으로 연결되어 있다. 하천을 흐르는 물과 유사는 이러한 연속성을 갖고 있으며 또한 이러한 연속된 공간에서 수생생물들은 이동하면서 생활을 영위한다. 그리고 횡적으로도 수역에서 수계역, 홍수터, 제방, 하천인근의 토지로 연결되어 영향을 받으면서 하나의 커다란 생태계를 이루며 존재한다. 따라서 하천계획의 기본 구상은 하천의 연속성을 고려하여 수계단위를 바탕으로 종합적으로 수립되어야 한다.

(3) 하천이 갖는 다양성을 보장

하천은 다양한 모습을 갖고 있다. 하도 내에는 여울과 소, 사행, 사주 등의 형태가 자주 변하고 국부적인 작은 구간 안에서도 흐름의 완급과 수심의 고저가 존재하는 등 다양한 변화를 갖고 있다. 이러한 다양한 조건들에 맞추어 생물들은 자신들에게 알맞은 서식처를 찾아 생활을 영위해 간다. 표준단면과 하도의 직강화 등 정형화된 방법으로 하천계획을 수립하는 것은 결국 이러한 다양성을 잃게 되며, 그에 따라 서식처를 잃은 생물들의 소멸로 이어져 결국 자연을 빈약하게 만드는 결과를 초래한다.

(4) 하천 개개의 개성을 존중

하천은 오랜 세월을 두고 스스로가 위치한 곳에서 주변 조건에 맞게 형성되어온 자연의 일부이다. 같은 입력이 주어져도 그 입력에 대응하는 기구가 다르면 당연히 출력은 서로 상이한 결과로서 나타난다. 따라서 한 하천에 적절한 계획도 다른 하천에 적용하였을 경우 적절하지 않을 수 있다. 자연 친화적 하천계획은 반드시 대상 하천에 대한 철저한 조사·분석 등을 통하여 대상 하천에 적절한 계획이 수립되어야 한다.

3. 자연 친화적 하천계획의 수립 절차

하천계획은 수자원 개발 및 이용, 하천으로 인한 각종 피해방지 및 저감, 하천의 환경기능의 회복, 하천과 인간생활의 바람직한 조화 등을 기대하기 위하여 수립된다. 하천은 시간적·공간적 변화특성을 갖고 있으며, 하천 주변을 생활 터전으로 삼고 있는 인간의 활동 등 지역의 인문·사회적인 상황과 밀접한 관계를 갖는다. 따라서 적절한 하천계획을 수립하기 위해서는 하천 유역전체에 대한 체계적인 검토를 통한 계획수립이 필수

적이다. 자연적, 사회적 조건에 따라 유역의 바람직한 모습을 설정하고 유역전체에 대한 유출계획, 유사계획이 수립되어야 한다. 그리고 하천 및 유역보전을 위한 계획으로서 자연환경보전, 친수성 증대 및 하천수질·수량을 유지 개선할 수 있는 기본방침과 대책을 내용으로 하는 유역환경계획이 수립되어야 한다. 하천유역에 대한 종합적인 계획이 선행되지 않는다면 하류 특정지역에서 아무리 적절한 계획이 수립되었다고 할 지라도 상류의 상황변화에 따라 대폭적인 계획수정이 불가피하다.

하천과 관련된 각종 계획들은 각각의 필요성에 의해 세워지며 각 계획들간에 일관성을 가져야 실효성을 거둘 수 있다. 일반적인 계획수립은 그림 1과 같은 절차를 통하여 수립된다. 각종 하천계획을 자연 친화적으로 수립하기 위해서는 계획의 준비에서 확정까지 그림 1의 흐름도에서 보이는 각각의 단계에서 환경요소를 고려할 수 있는 구조적 장치가 필요하다.

(1) 조직구성

하천이 보유하고 있는 환경요소의 가치를 평가하고 보호할 수 있는 구체적 방법을 찾기 위해서는 해당분야 전문가의 도움이 필요하다. 자연 친화적인 하천계획을 수립하기 위해서는 해당하천에 대한 현지조사가 필수적이며, 또한 계획수립자가 현장에서 판단을 내려야 할 경우가 많이 발생한다. 따라서 각 분야전문가가 직접 소속되어 처음부터 끝까지 하천기술자와 공동으로 계획을 수립하는 것이 바람직하다.

전체 사업진행 과정에서 지역주민과의 협조관계를 유지할 수 있는 방안이 모색되어야 하며, 하천계획수립자는 사업시작단계에서 이와 같은 대국민 홍보 및 교육을 통하여 공익을 실현시킬 수 있는 방안을 모색하여야 한다.

자연 친화적인 하천계획을 수립하는 과정은 전체가 각각의 단계로 나누어져 단계적으로 수행되며 각각의 단계에는 많은 현장판단과정이 포함될 수 있다. 하천계획이 바람직한 결과를 얻으려면 각 단계의 사업이 일관성을 갖고 진행되어야 한다. 따라서 하나의 팀이 전체 계획수립과정을 진행하는 것이 가장 바람직하다. 그렇지 못할 경우에는 각 단계를 연계시킬 수 있는 인원의 보장 등 각 단계의 일관성을 보장할 수 있는 대안이 필요하다.

(2) 자료의 조사 및 분석

물리, 환경, 생태의 수변조사, 현장 계측 및 주민들에 대한 탐문 조사·분석으로 현재 하천상황 파악하는 과정으로 반드시 현장 답사를 수행하여 문제점과 대안을 모색한다. 기존자료와 조사 결과를 함께 분석하여 현재 상황을 파악하고 보전할 환경요소 설정하여 사업방향과 세부목표 설정한다.

(3) 문제의 파악 및 원인의 분석

자연 친화적인 하천정비를 위해서는 발생하는 문제에 대한 근본적인 원인규명이 필요하다. 우선 문제의 발생이 인위적인 영향에 의한 것이 아닌지 검토되어야 한다. 상당수의 정비사업이 유역 전체에 대한 체계적인 계획 없이 다양한 기관의 주도아래 산발적으로 구간별로 이루어져 왔다. 이로 인하여 과거에 자연하천상태에서 정비 필요성이 없던 구간도 다른 구간의 인위적인 정비에 의해 문제가 발생하는 경우도 생기게 된다. 문제발생의 원인은 해당 구간뿐만 아니라 전체 하천의 관점에서 분석되어야 한다.

(4) 문제의 해결을 위한 사업방향 설정

하천사업의 필요성을 야기하는 문제의 원인이 규명되면 원인에 따라 적절한 해결방안을 모색하게 되며 정비목표와 환경요인들이 서로 상충되는 경우 대안별 환경조건에 보전정도를 조정(보호, 완화, 대체 등)하여

환경피해를 최소화한다.

(5) 사업 시행할 경우에 따른 결과 예측

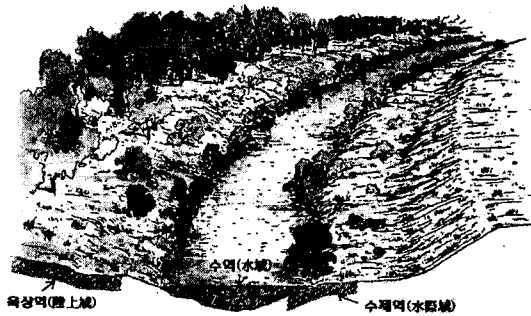
정비사업의 시행이란 하천의 원상태를 교란한다는 의미를 내포하고 있으므로 이러한 교란이 주변에 미치는 영향을 예측해야 한다. 선형이나 하폭 등이 변화되면 이에 따라 흐름도 변화되며, 이는 다시 원래의 흐름 상태에서 유지되던 여울, 사주, 침식·퇴적 정도, 소류력 등 하도 제반 특성의 변화를 가져오게 된다. 이러한 변화는 또한 기존의 하천시설물 및 하천의 이용현황과 하천 동·식물 서식처에 영향을 준다. 따라서 사업시행에 따라 발생하는 변화와 이에 따른 영향을 전체적인 시각으로 가능한 한 상세하게 예측하여야 한다.

(6) 평가 및 대안설정

평가는 사업시행 결과에 대한 예측이 원래의 계획에서 추구하던 모습과 일치하는 가를 검토하는 과정이다. 즉 야기된 문제를 해결하면서 동시에 환경조건을 만족하는가 하는 것이다. 이 과정에서 문제의 해결 혹은 환경고려에 미흡한 점이 있는 경우 문제의 해결을 위한 방향설정 단계로 되돌아가 새로운 방법을 모색하게 된다. 이러한 과정을 반복하여 문제해결 및 환경조건 모두를 만족할 경우 사업은 확정되게 된다.

4. 하도계획의 유의사항

자연 친화적 하천계획은 현장 상황판단이 매우 중요하다. 계획수립시 실무자들은 현장상황에 따라 그에 적절한 여러 가지 판단과 결정을 내리게 된다. 을 위와 같은 단계를 통하여 계획을 수립할 때 장소와 여건에 따라 실무자들의 판단이 필요하게 된다. 이때 다음과 같은 사항들을 유의해야 한다.



(1) 수역(평상시 물이 흐르는 구역)

- 해당하천의 원래 저수로 폭을 유지, 조성시에도 하천의 역동성고려 자연의 힘에 의해 조성
- 현재의 횡단형을 존중하고 저수로는 가능한 한 보전, 불가피한 확대시에도 횡단형태 유지
- 하천의 원래 사행형태 최대한 보존
- 하상유지공은 최대한 배제 원칙, 설치가 불가피한 경우는 수생생물의 이동방안 확보
- 여울과 소는 보전 및 재생함이 원칙
- 지천 및 수로의 합류부분은 수면과 하상의 연속성을 확보

(2) 수제역(평상시 물의 영향을 받는 하도 구역)

- 다양한 형상을 보전, 가능한 한 고착화 지양, 외력을 감당하는 최소의 방어 원칙

(3) 육역(평상시 물의 영향을 받지 않으나 홍수 등에 영향을 받는 구역)

- 고수부지 셋강, 웅덩이, 하도습지 등은 최대한 보존
- 제방 선형은 하천구역을 최대화, 하천 주변의 자연상황과의 인위적인 단절 지양
- 제방법선은 하천구역을 규정하는 구분선이 아니라 자연재해에 대한 방어를 위해 관리정도를 결정하는 제

- 해방어선(계획홍수위 구역 등)으로 인식전환
- 치수경제성과 수계전체에 대한 홍수량 배분계획을 충분히 고려하여 축제구간을 최소화, 놀둑(霞堤, open levee)을 적극 활용
- 구제방이 존재하는 구간에서 제내지의 과거 하도를 포함할 수 있는 제방후퇴(setback levee) 적극 고려
- 가능한 한 완만한 제방경사 원칙, 하천형태 존중하여 무리한 완경사는 지양하고 수계역의 다양성을 확보
- 하천변 숲의 보전·복원원칙, 보전시 홍수의 유하능력 확보계획을 수립
- 제외지에 하천변 숲을 보전·복원하는 경우에는 제내지의 수립과의 횡적 연결성의 확보

5. 결론

하천을 정비하는 주요 목적중의 하나는 홍수피해 저감이었다. 자연 친화적 하천사업은 치수 안전을 보장하면서 환경을 적극적으로 고려하는 즉 조화를 이루는 하천을 목표로 한다. 이의 성공을 위해서는 하천에 대한 충분한 조사자료구축, 생태서식처의 수리학적 영향해석, 2차원적인 수리해석기술 향상 등 많은 선행과제들이 충족되어야 한다. 불행히도 국내 여건은 이를 충족시키기 어려운 실정이다. 각 분야의 지속적인 조사를 통한 자료구축과 연구사업이 시급히 확대 시행되어야 할 것이다. 그러나 하천사업은 항상 시행되고 있으므로 모든 제반 여건이 갖추어지길 기다린다면 향후 정비된 하천을 다시 복원시켜야 하는 상황이 대두될 가능성이 높다. 따라서 국가재원의 낭비를 최소화하기 위해서는 현 상황에서 가능한 최대한의 고려를 통하여 효율적인 방법으로 연구조사와 정비사업시행을 병행하여 나가야 할 것이다.

6. 참고문헌

- 건설부 (1993). 1993년도 하천환경관리기법개발연구·조사보고서 하도환경정비 기초 조사·연구, 한국건설기술연구원
- 건설부 (1994). 1994년도 하천환경관리기법개발연구·조사 보고서, 자연형 하천계획기법 및 하천유량과 수질의 상관성 조사·연구, 한국건설기술연구원
- 건설성 토목연구소 (1996). 중소하천의 개수와 하천의 자연환경
- 건설성 하천국 치수과 (1996). 하도계획책정의 안내지침(안)
- 중소하천에서의 다자연형 강 조성 연구회 (1998). 중소하천의 다자연형 강만들기-하도계획의 기초기술-, 리버프론트정비센터.
- 하천복원연구회 (2001). 하천복원 관련 미국 농무부 NSL 연구 논문 모음집 -F. D. Shields, Jr. 박사 논문을 중심으로-
- National Rivers Authority. (1992). *River Corridor Surveys. Methods and Procedures. Conservation Technical Handbook No. 1.* NRA, Bristol.
- Peter C. Klingeman (1998). 자연의 복원과 재생을 위한 하천공학, 리버프론트 정비센터
- US Army Corps of Engineers (1989). *Environmental Engineering for Local Flood Control Channels*, EM 1110-1205

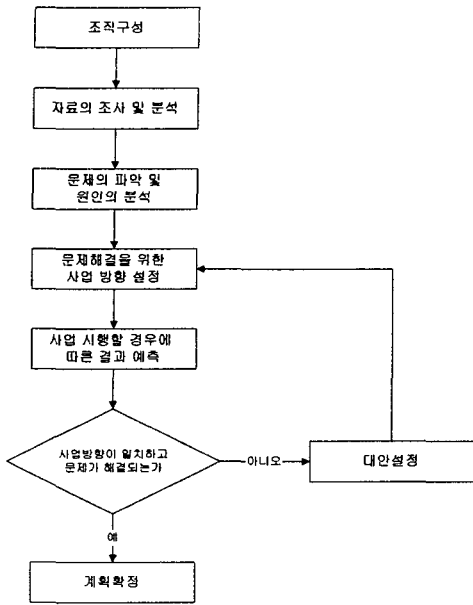


그림 1 계획수립의 흐름도

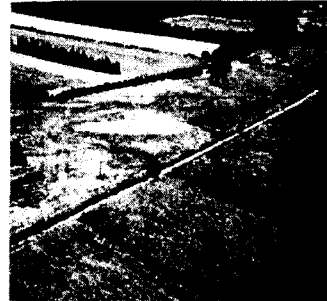


그림 2 직선화된 모습



그림 2 사행을 복원한 모습

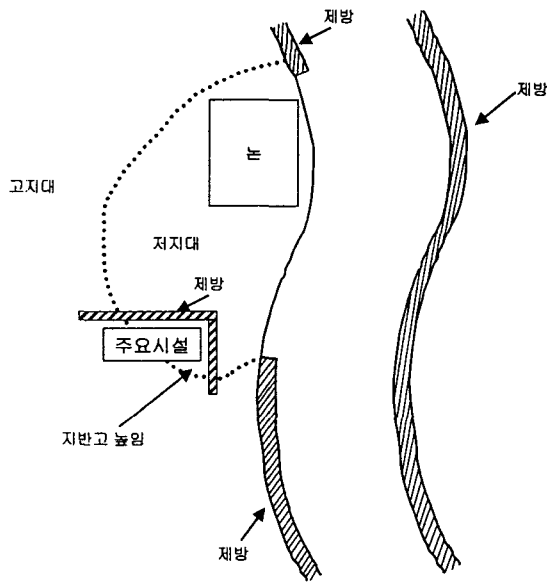


그림 4 저류지 확보 및 주요시설에 대한 부분 보호 개념도



그림 3 사행하천 저지대의 홍수저류 효과