

정부간행물발간등록번호

11-1611000-000982-01

자연친화적 하천관리에 관한 통합지침

2009. 12.



국토해양부

Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs

일러두기

1. 본 지침은 자연 친화적 하천사업을 추진하는데 필요한 시행절차와 고려사항을 제시함으로써 자연 친화적 하천사업이 올바른 방향으로 추진되도록 하는데 목적이 있다.
2. 본 지침은 하천법에 따라 자연친화적 하천관리를 목적으로 시행하는 모든 하천사업에 적용한다.
3. 본 지침은 자연친화적 하천관리와 관련된 기존의 지침을 보완한다.

목 차

표 목차	iv
그림 목차	v
1. 총칙	1
1.1 관련 법과 규정	1
1.2 활용방안	2
1.3 대상 및 범위	3
1.4 적용상 유의점	3
2. 기본 방향	4
2.1 배경	4
2.2 정의	6
2.3 목적	7
2.4 기본 방향	8
2.5 고려 사항	11
3. 주체 및 절차	14
3.1 사업 주체	14
3.2 시행 절차	15
3.3 자연친화적 하천사업 협의체 구성	17
4. 하천환경조사 및 평가	19
4.1 정의 및 목적	19
4.2 적용 방안	20
4.3 수행 절차	21
4.4 하천환경조사 계획	22
4.5 하천환경조사 실시	23

4.6 하천환경평가	26
4.7 조사 결과의 정리 및 활용	39
5. 계획	43
5.1 정의	43
5.2 고려사항	44
5.3 수립 범위	45
5.4 지구 지정	47
5.5 계획 수준 설정	54
5.6 홍수량 산정	56
5.7 하도계획	57
5.8 친수공간 계획	62
5.9 하천유지유량 계획	63
5.10 수질 개선 계획	66
6. 설계	68
6.1 기본 방향	68
6.2 설계 유량	68
6.3 지구에 따른 설계 방향	69
6.4 제방 설계	71
6.5 호안 설계	72
6.6 하도 안정화 설계	73
6.7 식재 설계	75
6.8 서식처 설계	76
7. 시공	82
7.1 정의	82
7.2 설계 취지와 현장 상황에 부합하는 시공	82
7.3 현장에서의 적절한 대책 및 관리	84
7.4 재료에 대한 사항	86
7.5 주민 참여	88
8. 모니터링 및 적응관리	89

8.1 정의 및 목적	89
8.2 적용 범위	89
8.3 계획 수립	90
8.4 절차 및 방법	91
8.5 결과 정리	92
8.6 평가	93
8.7 적응관리	95
9. 유지관리	96
9.1 유지관리 대상 선정	96
9.2 유지관리 방안	97

표 목 차

<표 4.1> 사전 자료조사의 수집자료 목록(사업성격에 따라 조사 항목 설정)	23
<표 4.2> 하천환경조사 항목 및 시행사례(조사항목 설정시 참고자료)	24
<표 4.3> 생물지표 선정근거 및 수행내용	27
<표 4.4> 하천환경의 평가항목과 배점기준 선정 사례	30
<표 4.5> 종합판정 기준과 배점	32
<표 4.6> 수생생물의 평가등급 및 평가 요소(이하 참고자료)	33
<표 4.7> 하천생태지도 작성을 위한 참고자료	41
<표 5.1> 지구 지정 판별기준(예시)	49
<표 5.2> 지구 지정 기준에 따른 조사 항목	51
<표 5.3> 지구 지정 기준에 따른 평가 및 계획	52
<표 5.4> 보전 및 복원지구 기본시설(예시)	53
<표 5.5> 친수지구 도입시설(예시)	53
<표 5.6> 홍수방어수준 차별화에 따른 계획기법의 수준 설정방안	55
<표 5.7> 통수단면 확보 방안과 그에 따르는 영향	59
<표 5.8> 상수취수원 상류지역 유입하천	66
<표 5.9> 농촌지역 구간	66
<표 5.10> 도시관류 하천	67
<표 5.11> 공단하천구간	67
<표 5.12> 제외지에 여유가 없는 수로형 하천구간	67
<표 6.1> 하도 안정화 기법	74
<표 7.1> 대체 재료 사례	87
<표 7.2> 하천사업의 건설부산물 활용 사례	88
<표 8.1> 모니터링 조사항목(사례)	90
<표 8.2> 사업의 목표에 따른 모니터링 평가항목(Kondolf와 Micheli, 1995)	93
<표 8.3> 평가 후 실행대안	93

그림 목 차

<그림 1.1> 지침과 각종 법 및 규정과의 관계	2
<그림 2.1> 우리나라 하천 관리의 변화(『자연 친화적 하천관리기법』, 건설교통부, 2002) ...	5
<그림 2.2> 자연 친화적 하천정비 사례 (경안천 습지, 국토해양부)	6
<그림 2.3> 다양한 서식환경을 제공하는 하천	7
<그림 2.4> 친수기능을 가지는 하천	7
<그림 2.5> 지역 역사·문화와 조화된 하천	8
<그림 2.6> 건전한 생태구조를 가지는 하천	8
<그림 2.7> 하천이 갖는 제반 기능의 조화	9
<그림 2.8> 자연 하도 습지 내 생태계 보전 및 홍수 저류 공간(섬진강 본류) ...	9
<그림 2.9> 친수성 회복(서울 양재천)	10
<그림 3.1> 자연친화적 하천관리 사업 표준 절차	16
<그림 3.2> 협의체 운영(예시)	18
<그림 4.1> 하천공간의 구분	19
<그림 4.2> 하천환경조사의 공간적 위계 구분	22
<그림 4.3> 생물조사 전경	25
<그림 4.4> 하천환경 평가항목과 절차 사례	29
<그림 4.5> 하천환경평가의 항목별 점수 구조	33
<그림 4.6> 하천 물리구조 조사 야장	37
<그림 4.7> 물리구조 항목별 평가 결과(차탄천)	38
<그림 4.8> 하천환경정보도 (사례)	40
<그림 4.9> 하천환경정보도 작성 절차	41
<그림 4.10> 하천생태지도 작성예(섬진강)	42
<그림 5.1> 하천의 역동성 복원 사례(경안천)	45
<그림 5.2> 하천의 다양성 보장 사례(오산천)	45
<그림 5.3> 하천의 개성 존중 사례(일본 多摩川)	45
<그림 5.4> 유역단위 자연친화적 하천계획 수립 모식도	46
<그림 5.5> 자연친화적 치수 단위구역 분할	54
<그림 5.6> 제방의 종류(하천설계기준, 2005)	60
<그림 5.7> 하천유지유량의 결정 및 고시 절차(건설교통부, 2007)	65
<그림 6.1> 제방단면 결정 과정	71

<그림 6.2> 하도내 서식처구조물의 기법 선정 절차와 대상 구조물	77
<그림 6.3> 여울 개요도와 사례(오산천)	78
<그림 6.4> 어도 개요도와 사례(오산천)	78
<그림 6.5> 수제 개요도와 사례(영산강)	79
<그림 6.6> 하도습지 개요도와 사례(경천)	80
<그림 6.7> 거석 개요도와 사례(달천)	80
<그림 6.8> 돌보 개요도와 사례(한강 충주시 달천)	81
<그림 8.1> 모니터링 절차도	91

자연친화적 하천관리에 관한 통합지침

1. 총칙
2. 기본 방향
3. 주체 및 절차
4. 하천환경조사 및 평가
5. 계획
6. 설계
7. 시공
8. 모니터링 및 적응관리
9. 유지관리



1. 총칙

1.1 관련 법과 규정

본 통합지침과 관련된 법과 규정은 다음과 같다.

(1) 하천법(법률 제8976호, 2008.3.21), 동법 시행령 및 시행규칙

(2) 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률(법률 제9697호, 2009.5.21), 동법 시행령 및 시행규칙, 환경정책기본법(법률 제9037호, 2008.3.28), 자연환경보전법(법률 제9037호, 2208.3.28)

(3) 하천설계기준·해설(한국수자원학회, 2005)

(4) 하천공사표준시방서(한국수자원학회, 2007)

(5) 자연 친화적 하천관리지침(건설교통부 하계 13900-54, 2002)

(6) 하천정비기본계획수립 및 하천대장작성 지침(건설교통부, 2005)

(7) 하천에서 나무심기 및 관리에 관한 기준 (건설교통부, 2007)

(8) 수자원장기종합계획(건설교통부, 2006)의 '치수종합계획'과 '하천환경계획'

(9) 물환경관리기본계획(환경부, 2006)

(10) 5대 수계 물관리종합대책(정부 합동, 1998, 1999) 등

(1) 하천의 환경기능 훼손을 막고, 제도적으로 자연친화적 하천관리를 추진하기 위해서는 위의 법과 규정의 지원 이외에 하천 조사, 계획, 설계, 시공, 그리고 유지관리 등 일련의 구체적인 절차에 관한 지침이 필요하다.

(2) 본 지침은 하천법 제43조제2항의 규정에 따라 자연친화적 하천관리를 위해 시행되는 모든 사업에 적용하기 위한 통합지침을 제시한다.

(3) 본 지침은 자연친화적 하천사업을 추진할 때 필요한 절차와 고려사항을 정리한 것으로, 특히 『하천설계기준·해설(2005)』과 『하천정비기본계획수립 및 하천대장작성 지침(2005)』에서 제시되지 않은 자연 친화적 하천관리에 관한 사항을 보완한다.

(4) 본 지침은 하천 관련 법령이 정하는 바에 따라 하천관리를 시행하는데 있어 미비점을 보완 개선하는데 적용한다. 또한, 기존 하천기본계획의 수립 및 보완, 새로운 하천기본

계획의 수립 및 실시 등에 하천의 환경, 문화, 역사, 경관적 기능을 최대한 반영하기 위해 본 지침을 적용할 수 있다.

(5) 하천법 등 본 지침의 상위 법령이 개정된 경우에는 개정된 법령을 적용한다.

1.2 활용방안

(1) 본 지침은 실무 담당자들에게 자연친화적 하천사업에 대한 시행절차와 내용을 소개한다.

(2) 하천사업은 『하천정비기본계획수립 및 하천대장작성 지침(2005)』과 『하천설계기준·해설(2005)』 등에 따라 하천기본계획을 기본으로 수행하도록 하며, 본 지침은 자연친화적 하천관리에 대한 사항을 보완한다.

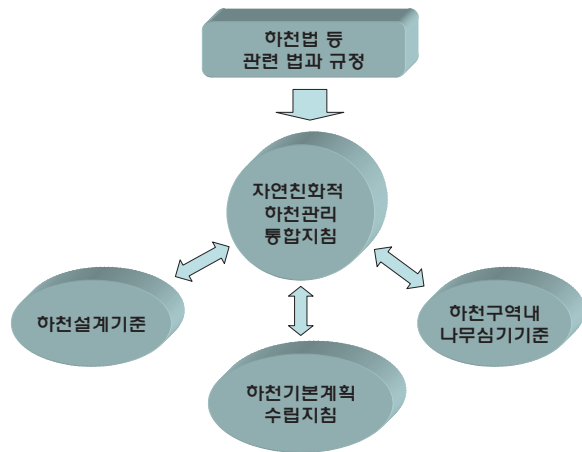
(3) 본 지침의 절차와 고려사항을 검토함으로써 자연 친화적 하천사업이 올바르게 추진되고 있는지 확인 및 점검할 수도 있다.

(4) 본 지침은 2002년 국토해양부가 발행한 자연 친화적 하천관리지침(건설교통부 하계 13900-54, 2002)의 내용을 대신한다.

(1) 현재 진행되는 하천사업은 긴급성이 요구되는 일부 사업(수해복구사업 등)을 제외하고는 하천의 다양한 기능의 조화를 목표로 자연친화적 하천사업을 시행할 필요가 있다.

(2) 본 지침은 실무 담당자들이 자연친화적 하천사업을 추진하는데 있어 필요한 시행절차와 고려사항을 제시함으로써 진행되고 있는 자연친화적 하천사업이 올바른 방향으로 추진되고 있는지 확인 및 점검할 수 있다.

(3) 본 지침은 『하천설계기준·해설(2005)』과 『하천정비기본계획수립 및 하천대장작성 지침(2005)』의 내용에 따라 기술되었다. 자연친화적 하천사업을 추진함에 있어 본 지침이 제시하는 절차와 고려사항을 검토하며, 각 항목별 세부 사항은 관련 지침을 참조하여 하천사업을 추진한다.



<그림 1.1> 지침과 각종 법 및 규정과의 관계

1.3 대상 및 범위

본 지침은 자연친화적 하천관리를 목적으로 시행하는 하천사업에 적용한다.

(1) 하천법에 따라 시행하는 하천의 정비 및 복원, 또는 이에 준하는 하천관리사업(즉, 하천기본계획 수립 및 보완, 실시설계 등)과 개량복구와 같이 시급성이 요구되지 않는 수해복구사업 등에 적용할 수 있다.

(2) 『하천설계기준·해설(2005)』, 『하천공사표준시방서(2007)』 등 하천관련 기준과 시방서의 미비점을 보완하거나 개선하는데 활용할 수 있다.

(3) 기타 하천에서 자연친화적 하천관리를 목적으로 시행하는 하천사업에 적용한다.

1.4 적용상 유의점

본 지침을 적용함에 있어 유의점은 다음과 같다.

(1) 본 지침은 특정 하천에 적합한 모든 기술이나 기법을 제시하기보다는 통상적으로 하천의 이용 또는 목적에 맞는 기법과 기술을 소개한 것으로서, 하천 현장 상황과 추후 연구 결과 등에 따라 개선된 기술을 적용할 수 있다.

(2) 본 지침을 활용함에 있어 특정 기술을 획일적으로 적용하기 보다는 객관적인 검증 결과나 적용 과정을 통해 다양한 기법의 적용성을 향상시킬 수 있도록 한다.

(1) 본 지침은 하천 사업에 필요한 자연친화적 하천관리에 관한 사항을 정한 것으로서 하천사업에 관계되는 기술과 방법을 체계화하고 새로운 기술수준의 보급과 향상에 기여하는 것을 목적으로 한다.

(2) 본 지침은 해당 하천에 적합한 특정 기술이나 기법을 정하여 제시한 것이 아니고, 통상적으로 하천에 이용할 수 있거나 목적에 맞는 기법과 기술을 안내한 것이다. 따라서, 지침에서 정한 기술이나 기법이 하천 현장에 맞지 않아 개선이 요구되면 책임기술자나 관리자가 개선된 기술을 적용할 수 있다. 또한, 추후 연구개발에 의하여 조사, 계획, 설계 기술 등이 마련되고 이를 바탕으로 계획이 추진될 경우는 지침을 따르지 않을 수 있다. 다만, 이러한 경우에는 그 근거를 명확히 하여야 한다.

(3) 신 기법이나 기술, 공법의 개발 등 기술수준의 향상으로 본 지침을 따르는 것이 적합하지 않을 경우에는 지침에 표시된 기술 수준을 손상하지 않는 범위 내에서 본 지침을 벗어날 수 있다.

2. 기본 방향

2.1 배경

(1) 치수 및 이수 위주의 하천관리에 환경, 문화, 역사, 경관 등 다양한 기능의 보전과 개선 필요성이 증대되었다.

(2) 관련 법 및 제도 개정으로 자연친화적 하천관리사업의 시행이 요구된다.

(1) 1960~1970년대는 흔히 산업화와 도시화로 대변되는 국토 개발의 시작이다. 이 시기에는 사회기반시설이 집중적으로 개발되었고, 특히 하천에서는 홍수피해 경감과 이수 목적의 대규모 다목적댐 개발 등을 시행하였다. 이러한 치수 및 이수 위주의 사업은 하천의 인공화라는 바람직하지 못한 결과를 유발하였다. 그러나 홍수 소통을 위한 치수 위주의 하천 정비(channelization)는 우리 사회가 산업화, 도시화, 현대화하는 과정에서 불가피하였다고 말할 수 있다. 실제로 제한된 토지에서 최대한의 사회·경제 활동을 보장하기 위해서는 유역에서 발생한 홍수를 하천으로 시급히 배출할 필요가 있었다.

(2) 1980년대 말부터 일부 하천 관리청 사이에 하천의 자연적 기능, 즉 환경 기능의 보전과 개선의 필요성에 대한 공감대가 형성되기 시작하였다. 이러한 변화는 경제 개발의 진전과 국민 생활의 향상에 따라 우리 주변의 환경을 돌아볼 필요가 있다는 환경 보전에 대한 사회적 분위기의 증대에 따른 것이다.

(3) 1990년대 중반부터 하천환경에 대한 연구가 본격적으로 시작되었으며 1990년대 후반에는 연구 사업에 의한 시험시공과 시범사업 등이 시작되어 자연친화적 하천관리에 대한 사회적 관심이 고조되었다. 이에 따라 1999년 개정 하천법에서는 처음으로 하천환경의 개념이 도입되었으며 하천법 개정 이후 2000년대에는 국토해양부(구 건설교통부), 지차체 등을 중심으로 본격적인 자연친화적 하천사업 시행되었으며 사업 시행에 필요한 지침과 가이드라인이 제시된 바 있다.

(4) 특히 국토해양부(구 건설교통부)는 2000년부터 하천 관리청과 생태전문가, 하천설계 전문가, 환경단체 관계자, 그리고 전문 연구진 등이 협력하여 국내 하천에 적합한 ‘자연친화적 하천관리 지침(2002)’을 개발하여 적용하였다.

(5) 2007년 개정된 하천법에서는 자연친화적 하천 사업 및 관리가 한층 강화되었으며 현재 대부분의 하천 관련 사업은 자연친화적 요소를 고려하여 추진되고 있다. 그러나 하천관리사업을 시행함에 있어 치수, 이수, 환경, 문화, 역사, 경관 등 하천의 다양한 기능을 종합적으로 고려하지 못하고, 단편적으로 시행함으로써 사업 시행의 효율성이 저하되거나, 특정 기능의 보강에 편중된 사업시행으로 하천의 다른 기능이 훼손되는 등 일부

부족한 점이 제시되었다.

(6) 따라서 본 지침은 하천의 다양한 기능을 종합적으로 고려하고, 서로 연계될 수 있는 통합지침을 제시하여 효율적이고 일관성 있는 하천관리사업의 시행을 제고하고자 한다.



<그림 2.1> 우리나라 하천 관리의 변화(『자연 친화적 하천관리기법』, 건설교통부, 2002)

2.2 정의

(1) 자연친화적 하천관리는 치수 및 이수 능력을 고려함과 동시에 풍요로운 하천환경의 보전, 재생 및 복원을 위한 다양한 하천관리 노력으로 정의 된다.

(2) 하천에는 이수, 치수, 환경, 문화, 역사, 경관 등 다양한 기능 등이 있으므로, 하천관리 사업시 하천의 다양한 기능을 종합적으로 고려하여야 한다.

(3) 자연친화적 하천관리의 기본 모델은 실제 자연하천 또는 자연도가 높은 하천이다.

(1) 자연 친화적 하천관리는 하천이 본래 가지고 있는 생물에게 양호한 생육환경을 배려함은 물론 아름다운 자연경관을 보전 및 개선하는 것이라 할 수 있다. 이러한 자연 친화적 하천관리는 치수 및 이수 능력을 고려함과 동시에 풍요로운 하천환경의 보전, 재생 및 복원을 위한 다양한 노력을 바탕으로 한다.

(2) 하천은 이수 가치와 치수 관리대상 이외에 환경, 문화, 역사, 경관 등 다양한 기능을 가지고 있다. 이수는 하천과 물이 주는 가치를 말하며, 치수는 하천의 고유 기능이라기보다는 엄밀한 의미에서 인간 활동을 보장하기 위한 관리 대상이다. 하천은 이외에 하천 생물서식처, 수질자정, 자연 경관 조성, 그리고 역사·문화 활동 제공 등의 기능을 하고 있다.

(3) 치수 및 이수 측면에서 하천정비가 필요한 지역에 현재의 하천환경을 가급적 훼손하지 않도록 유의하며, 본래의 하천환경 모습에 가깝게 유지되도록 노력하여야 한다. 또한 이미 정비되었거나 정비가 진행 중인 하천의 경우에도 치수 관리상 허용하는 범위 내에서 하천환경을 복원시킬 수 있도록 유도한다. 이러한 노력을 통하여 치수 및 이수 측면을 고려할 뿐만 아니라 인간에게 친숙한 자연으로서 하천을 본래의 아름다운 모습으로 다음 세대에게 물려주어야 할 것이다.

(4) 자연 친화적 하천의 기본 모델은 실제의 자연하천이다. 그러므로 자연하천으로 보전 또는 복원하기 위해서는 하천을 자연하천에 가깝게 계획하고 설계해야 한다. 그러나, 자연하천만을 지나치게 강조해서는 하천 본래의 기능과 역할을 상실할 수 있다는 것을 명심해 할 필요가 있다.



<그림 2.2> 자연 친화적 하천정비 사례 (경안천 습지, 국토해양부)

2.3 목적

- (1) 홍수피해 저감과 함께 하천과 주변 지역의 자연 생태계를 보전 또는 복원
- (2) 자연 생태 공간인 하천 안팎에 다양한 생물 서식 공간 확보
- (3) 하천에 친수 기능을 부여함으로써 국민의 삶의 질 향상
- (4) 지역사회와 연계된 하천변의 역사·문화 등을 고려한 하천관리

(1) 하천에는 여러 동·식물이 함께 살아갈 수 있도록 다양한 환경이 형성되어 있다. 이러한 하천환경에는 여울·소(沼) 등과 같이 유속과 수심을 변화시키는 환경, 모래와 자갈 등의 하상재료, 수역에서 고수부지까지 다양한 지형변화, 홍수에 의한 하천환경의 파괴와 재생의 반복 등 하천 특유의 요소들이 있다.

(2) 하천은 단순히 동·식물만의 공간이 아니라 인간에게도 매우 중요한 의미를 갖는다. 하천이라는 대상은 지역주민이 일상생활 속에서 물놀이, 낚시, 산책 등의 활동 공간을 제공하는 것은 물론 생활양식, 역사, 예술, 문학, 나아가서는 신앙에 이르기까지 지역사회 형성과 깊은 관계를 가지고 있다.

(3) 인간과 동·식물 모두에게 중요한 의미를 가지는 하천관리는 자연재해로부터 안전하며 자연자원으로서 쾌적함과 윤택함을 함께 줄 수 있는 방향으로 설정되어야 하며, 동시에 하천 본래의 환경이 최대한 유지될 수 있도록 한다.

(4) 하천관리청은 하천관리를 수행함에 있어 하천생태계의 보전을 위해 목표종의 선정 등도 고려하여 다양한 서식 환경을 조성하고, 하천변 식생과 하천경관의 보전·향상을 위한 하천환경 및 관리가 되도록 한다.

(5) 자연 친화적 하천관리는 해당 하천의 생태계, 역사, 문화 등을 고려하고 지역사회가 바라는 방향과 목적에 맞추어 추진되어야 한다. 이를 위해서는 해당 하천 지역 주민과 합의된 관리 방향을 모색하는 것이 좋다.



<그림 2.3> 다양한 서식환경을 제공하는 하천



<그림 2.4> 친수기능을 가지는 하천

(6) 이러한 노력을 통해 국토 환경의 개선과 종 다양성 증대, 지역 인근 주민의 삶의 질 향상 등을 이끌어 내고, 인간에게 친숙한 자연 하천 본래의 아름다운 모습을 다음 세대에 물려주도록 끊임없이 노력하여야 한다.



<그림 2.5> 지역 역사·문화와 조화된 하천



<그림 2.6> 건전한 생태구조를 가지는 하천

2.4 기본 방향

- (1) 하천의 제반 기능이 조화된 체계적인 하천관리
- (2) 하천이 갖는 자연성 유지와 하천생태계의 보전 및 복원
- (3) 수환경과 연계된 하천공간의 종합적 관리
- (4) 주민과 지역사회의 요구에 부응하는 하천환경정비
- (5) 지역 주민의 친수성 증진을 위한 역사 및 문화의 복원
- (6) 하천 유역을 고려하는 거시적인 안목과 지속적인 유지관리

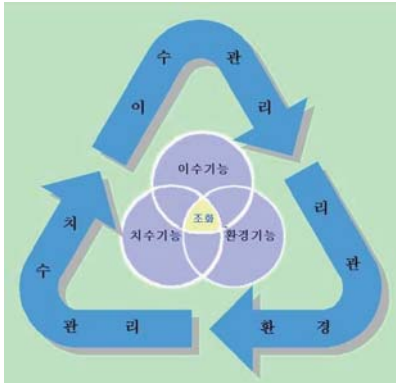
(1) 하천의 제반 기능이 조화된 체계적인 하천관리

하천은 치수, 이수 및 환경 등 제반 기능을 가지고 있으며, 이들은 모두 인간생활 환경에 직접 영향을 미친다. 따라서 이들 기능은 충분히 조화되도록 관리되어야 한다. 하천이 갖는 이수, 치수기능까지 저해하면서 하천환경을 개선하는 것은 물론이고, 치수와 이수 기능만을 고려하여 하천환경을 저해하는 것도 바람직하지 않다. 즉, 치수, 이수 기능에 하천환경 기능이 서로 조화를 이루도록 최대한 주민들과의 합의 속에 관리되도록 한다.

(2) 하천이 갖는 자연성 유지와 하천생태계의 보전 및 복원

인간은 하천 유역에서 문명이 시작되었으며, 현재도 하천을 따라 인간생활이 유지되고

있다. 하천은 인간과 가장 가까이 있는 친숙한 자연의 하나이며, 인간과 하천과의 관계는 지속될 수밖에 없다. 이 같은 하천의 성격을 감안할 때 자연 친화적 하천관리는 하천이 갖는 자연성을 최대한 살리면서 그 본래의 역할 또는 기능이 상실되지 않도록 이루어져야 한다. 특히 자연 친화적 하천관리는 <그림 2.7>에서 보는 바와 같이 우각호, 늪지, 배후습지, 홍수터 공간의 하도습지 등을 수생물 서식지 및 홍수 저류 공간으로 보전하고 복원하여 다양한 생물이 서식할 수 있도록 한다.



<그림 2.7> 하천이 갖는 제반 기능의 조화



<그림 2.8> 자연 하도 습지 내 생태계 보전 및 홍수 저류 공간(섬진강 본류)

(3) 수환경과 연계된 하천공간의 종합적 관리

하천은 물과 그 주변공간으로 구성된다. 물과 공간을 분리하여 별도로 정비·관리할 수도 있겠지만, 물이 깨끗하지 못한 하천공간이나 주변공간에서 하천수(河川水)는 그 가치가 반감된다. 따라서 하천관리는 수환경과 하천공간을 연계하여 종합적으로 관리하여야 한다.

(4) 주민과 지역사회의 요구에 부응하는 하천환경정비

하천환경은 지역사회의 생활환경, 역사, 문화 등과 밀접한 관련을 가지고 있다. 하천 유역의 토지이용과 생산활동 등이 변하면 하천환경도 변하고 이에 따른 지역주민의 요구도 달라지게 된다. 하천환경의 혜택은 유역 전반에 미치며 동시에 현 시대의 특정인만을 위한 것이 아니고, 후세의 지역주민들에게도 계승된다는 점에서 유역 전반의 장기적, 광역적인 관점에서 주민과 지역여건을 고려한 하천환경 관리가 이루어지도록 한다.

(5) 지역 주민의 친수성 증진을 위한 역사 및 문화의 복원

하천은 인간의 생활환경 가운데서 가장 살아있는 자연환경으로서 밀폐되고 적막한 도시 환경 속에서도 쾌적하고 시원한 휴식공간을 제공할 수 있어야 한다. 따라서 일례로 완경사 제방과 접근로 설치 등을 통해 하천변으로의 접근성, 활동성 및 안전성 등 하천의 이용촉

면에 보다 많은 배려가 있어야 한다. 또한 인간의 정신 생활면에서 하천 공간계획을 고려하여 다양한 형태의 문화예술의 장과 건강을 위한 휴식공간을 제공하는 생활속의 하천으로 활성화가 이루어지도록 한다.

(6) 하천 유역을 고려하는 거시적인 안목과 지속적인 유지관리

현재 하천이 갖고 있는 문제점의 주된 원인은 한정된 구간에만 국한되지 않는다. 하천관리는 일정한 하천구간만을 대상으로 하지 않고 해당 하천의 유역 전반에 걸친 거시적인 안목이 필요하며, 충분한 검토와 계획을 거쳐 장기적인 기능의 유지가 가능하도록 한다.



<그림 2.9> 친수성 회복(서울 양재천)

2.5 고려 사항

- (1) 하천의 환경 특성을 고려한다.
- (2) 하천 유역 전체를 고려한다.
- (3) 하천에 적합한 기법을 도입한다.
- (4) 일련의 정비과정에 필요한 전문 인력을 체계적 및 조직적으로 구성한다.
- (5) 현지 여건을 고려한다.
- (6) 하천의 시간적 변화와 역동성을 고려한다.
- (7) 인위적 교란을 최소화 한다.
- (8) 경제성과 2차 환경 훼손을 최소화한다.
- (9) 시민의 이해 및 참여를 유도한다.

- (1) 하천의 환경 특성을 고려한다.

자연 친화적 하천관리를 시행하는 경우, 하천의 자연환경 특성을 이해하고 대상 하천의 특징에 대해서도 충분히 고려하도록 한다.

- (2) 하천 유역 전체를 고려한다.

자연 친화적 하천관리는 해당 하천만을 관리하는 것이 아니라, 유역 전체를 고려한 계획을 수립하는 것이 바람직하다. 대상 하천의 자연 환경은 하천이 속해있는 상하류 및 주변 환경과 연속되어 있으므로 일련의 정비과정에 있어 연속성을 고려하여 자연 친화적 하천관리를 수행하도록 한다.

- (3) 하천에 적합한 기법을 도입한다.

모든 관련자(감독관, 현장 책임자, 전문가, 시민 등)는 대상 하천에 대해 치수 안정성을 확보하고 하천환경을 배려할 수 있는 기법을 모색하여 자연 친화적 하천관리를 추진하여야 하며, 기존의 하천정비에서 사용한 기법만을 적용할 것이 아니라, 대상 하천에 적합한 새로운 기법을 적용하는데 노력하여야 한다. 그러나 새로운 기법의 적용 여부는 '현지 여건', '하천의 역동성', '인위적 교란 최소화', 그리고 '예비 시공' 등을 고려하여 결정하는 것이 바람직하다.

(4) 일련의 정비과정에 필요한 전문 인력을 체계적 및 조직적으로 구성한다.

자연 친화적 하천관리를 위해서는 주제 및 방향설정, 수변조사, 계획, 설계, 시공, 유지 관리 등 일련의 과정에 다양한 전문 인력이 관여할 필요가 있으며, 특히 계획 및 설계자의 의도를 명확하게 시공 담당자에게 전달할 필요가 있다.

따라서 일련의 과정에 필요한 인력을 체계적 및 조직적으로 구성한다. 구성된 조직은 하천관리의 목표와 기술 등을 충분히 공유하여 자연 친화적 하천관리가 바람직한 방향으로 시행될 수 있도록 지속적으로 협의한다.

(5) 현지 여건을 고려한다.

자연 친화적 하천관리에 관한 기법은 명확히 정립되어 있지 않다. 따라서 아무리 완벽한 계획과 설계라 할지라도 현지 여건에 따라 어떠한 방향으로 반응할지 예측하는 것은 매우 어려운 일이다. 이러한 이유로 자연 친화적 하천관리를 시행할 때에는 기존 하천정비사업보다 현지 여건을 중시할 필요가 있으며, 현장에서의 적절한 판단과 대책이 해당 하천 사업의 성패를 좌우할 수도 있다.

자연 친화적 하천관리를 추진함에 있어 계획 및 설계단계에서 예측하지 못했던 사항에 대하여 현장에서 적절하게 대응하고, 경우에 따라서는 여러 전문가의 자문과 협의를 통해 설계내용을 변경하는 등 현지에서의 유연한 대응이 요구된다.

(6) 하천의 시간적 변화와 역동성을 고려한다.

자연 친화적 하천관리는 기본적으로 치수적으로 안정하면서 자연 하천의 모습을 바탕으로 다양한 수생물의 서식 및 생육이 가능하도록 하는 것이다. 자연 하천은 자연적 교란(홍수 등)이 상시 존재하는 불안정한 환경이다. 이러한 불안정한 환경을 인간이 모두 고려하여 조성하는 것은 바람직하지 않다.

따라서 홍수에 대한 흐름작용과 식생 및 생태계의 회복과 천이 등의 자연 순응 및 조정 작용을 인정하는 것이 필요하다. 이에 따라 자연 스스로 복원될 수 있도록 과도한 정비를 시행하지 않고 자연친화적 하천관리사업 완료 몇 년 후의 밑그림과 모습을 상상하며 사업을 추진하도록 한다.

(7) 인위적 교란을 최소화 한다.

하천환경을 최대한 배려한 자연 친화적 하천사업이라 할지라도 실제 시공에 있어 주변 환경에 어느 정도 영향을 미치는 것을 피할 수는 없으며, 이러한 영향은 교란의 크기, 시기, 기간 등에 따라 차이가 있을 수 있다. 따라서 인위적 교란이 최소화 될 수 있는 방향으로 계획단계부터 고려하며, 특히 시공 시 하천생태계에 미치는 영향을 가능한

최소화하려는 노력이 필요하다.

(8) 경제성과 2차 환경 훼손을 최소화 한다.

자연 친화적 하천관리는 기존 하천정비사업에 비해 사업비가 많이 소요되는 것으로 생각될 수 있으나, 반드시 그렇지는 않다. 시공기법과 재료의 선정 및 기존 재료의 재활용 등 다양한 연구를 통하여 경제성을 높일 수 있도록 노력할 필요가 있다.

대상하천에 필요한 재료를 확보하기 위해 다른 지역의 환경을 파괴한다면 자연 친화적 하천사업을 성공하였다고 할 수 없다. 즉 대상하천의 환경만을 배려하는 것이 아니라, 재료의 확보와 시공에 의한 부산물의 처리 등 환경에 대한 의식을 가지고 사업에 임하도록 한다.

(9) 시민의 이해 및 참여를 유도한다.

자연 친화적 하천관리는 이수, 치수와 환경을 고려하는 사업으로 궁극적으로는 조성된 하천을 이용하는 지역 주민의 의견이 매우 중요하다. 따라서 지역 주민을 대상으로 설명회 등을 통해 하천환경사업의 방향 등을 설명하고 지역 주민의 이해와 참여를 유도하는 것이 필요하다. 이를 통해 지역 주민의 자연환경에 대한 이해가 향상되고 환경의식을 고취함으로써 향후 하천의 유지관리에 시민의 자발적 참여를 유도할 수 있다.

3. 주체 및 절차

3.1 사업 주체

(1) 하천법에 따라 하천에서 시행하는 자연친화적 하천사업은 하천관리청(국토해양부 및 시·도지사)이 주체가 된다.

(2) 국토해양부 및 환경부가 지방하천의 자연친화적 하천사업에 국고를 지원하는 경우 지원 주체 등은 국토해양부와 환경부간 합의된 “지방하천관리사업 추진관련 합의서”(2009.4.23)에 따른다.

※ 지방하천관리사업 추진관련 합의사항(2009. 4. 23)

① 하천관리사업 이원화 추진 관련 국토부·환경부간 합의서('07.5월 작성)의 원칙을 준수한다.

② '09.5월 수립예정인 4대강 살리기 1단계 마스터플랜의 본류에 직접 유입하는 지방하천 정비사업은 현재와 같이 국토부가 중심이 되어 추진되고, 환경부는 수질·수생태계 보전방안을 마련하여 국토부에 제출, 마스터플랜 수립 시 반영토록 한다.

③ 기타 지방하천 정비사업 시 사업목적(하천정비 위주사업은 국토부, 수질개선 위주사업은 환경부)이 불분명한 경우 국토부와 환경부가 지자체의 의견을 들어 주관부처를 확정한다.

④ '10년 수립예정인 4대강 살리기 2단계 마스터플랜의 기타 지방하천에 대한 정비는 제③항에서 제시한 원칙하에 사업을 추진한다.

※ 국토부·환경부간 합의서(2007. 5) 주요내용

○ 양부처 소관 하천관리사업 내용을 구체적으로 구분하여 시행

■ 건교부 : 토공, 호안공(식생 등 포함), 제방, 하천시설물 철거, 하도준설, 어도설치 등 하천정비와 관련한 공종

■ 환경부 : 수질개선사업(하상여과시설, 퇴적오니 준설), 수생동식물 정착 및 육성을 위한 연구 및 시범사업, 수생태계 모니터링 및 생태지도 작성

※ 열거되지 아니한 공종과 수질개선사업은 협의에 의해 조정하여 통합지침(안)에 반영한 후 시행

○ 건교부와 환경부는 상호 협의하여 하천법 시행령 및 시행규칙이 정하는 바에 따라 하천관리에 대한 통합지침(안)을 마련

○ 건교부는 위 지침에 따라 자연친화적으로 하천을 정비하고, 환경부는 위 지침에 따라 건교부의 하천관리사업이 시행된 국가 및 지방하천에 대하여 하천정화사업을 시행

3.2 시행 절차

(1) 자연친화적 하천관리는 하천기본계획 및 기타 하천관련계획에 따르거나 필요한 사항을 보완·개선하여 시행한다.

(2) 자연친화적 하천관리사업은 대상 설정, 조사, 정비 주제 및 방향 설정, 계획 및 설계, 시공, 유지관리, 모니터링 등 일련의 표준 절차에 따라 시행하는 것이 바람직하다.

(1) 자연 친화적 하천관리는 하천 생태계와 지역사회 모두를 고려한 정비주제와 방향을 바람직하게 설정하는 것으로부터 시작한다.

(2) 이러한 주제와 방향으로부터 자연 친화적 하천관리에 필요한 기초적인 물리, 화학, 생물, 공간 등의 자료를 구축하는 것이 조사이다.

(3) 유역 전반에 대한 체계적인 검토를 통해 하천에 적합한 자연 친화적 하천관리를 시행하며, 적용된 계획, 설계 및 시공이 하천환경에 미치는 영향을 평가 한다.

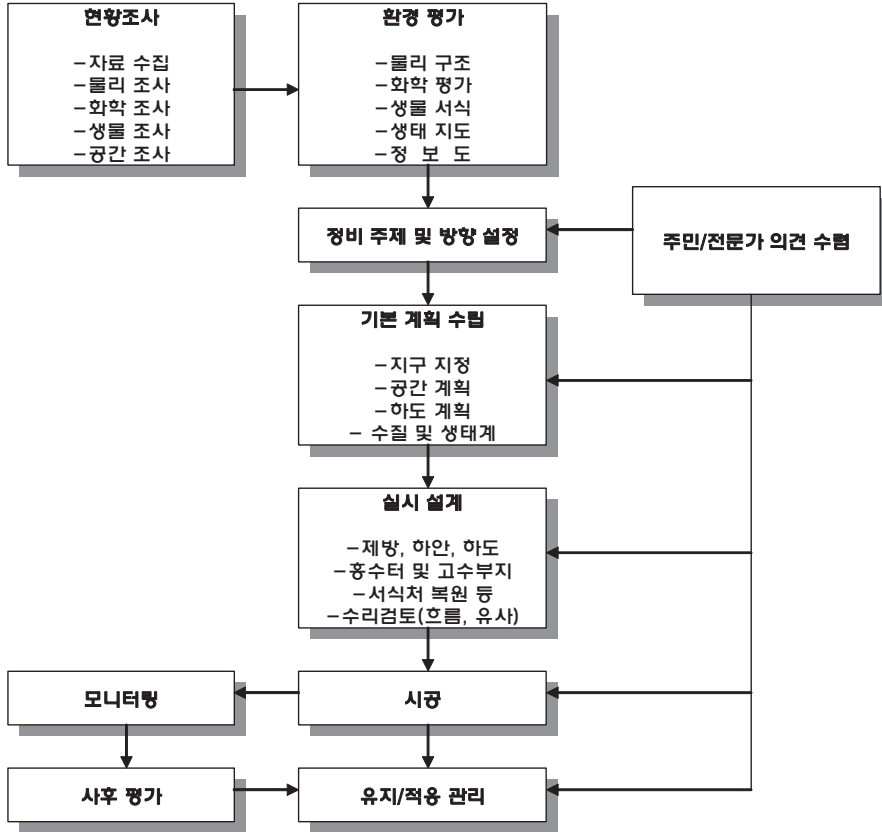
(4) 모니터링이란 자연 친화적 하천관리에 사용된 기법들이 하천환경에 미치는 영향을 체계적인 조사를 통해 수집 정리한 기초 정보이며, 이러한 모니터링 정보를 이용하여 성공사례는 전파하고 실패사례는 수집하여 그 원인을 분석하여 보완한다.

(5) 또한 사업완료 후 유지관리에 관한 구체적인 방향을 설정하여 개선된 하천환경이 또 다시 훼손되는 일이 없도록 하여 자연 친화적 하천관리를 완성한다.

(6) 사업의 각 추진단계에서 공청회 또는 협의체 등을 통하여 주민의 의견을 충분히 수렴하여 사업을 추진한다.

(7) 사업의 추진 절차는 <그림 3.1>에서 제시한 자연친화적 하천관리사업 표준 절차를 따르는 것이 바람직하다.

(8) 하천기본계획 등의 변경이 필요한 경우에는 변경절차를 거쳐 시행한다.



<그림 3.1> 자연친화적 하천관리 사업 표준 절차

3.3 자연친화적 하천사업 협의체 구성

(1) 하천관리청은 사업을 계획 또는 시행할 경우 특별한 사정이 없는 한 대상하천에 대하여 설명회, 공청회 등 주민의견 수렴 절차를 거치도록 하고, 필요한 경우 “자연친화적 하천사업 협의체”와 같은 의견수렴 기구를 설치할 수 있다.

(2) 의견수렴을 위하여 협의체를 설치할 경우 협의체의 구성 및 운영 방법 등은 사업 특성을 고려하여 정하도록 하되, 하천관리청 및 관계기관 공무원, 관련 전문가 집단, 지역주민 및 민간단체 등이 참여할 수 있다.

(3) 협의체에서는 사업의 기본방향, 계획, 설계, 시공 등의 과정에서 의사결정을 할 수 있으며, 하천관리청은 협의체의 의견을 존중하여 사업을 추진하도록 한다.

(1) 협의체 구성·운영

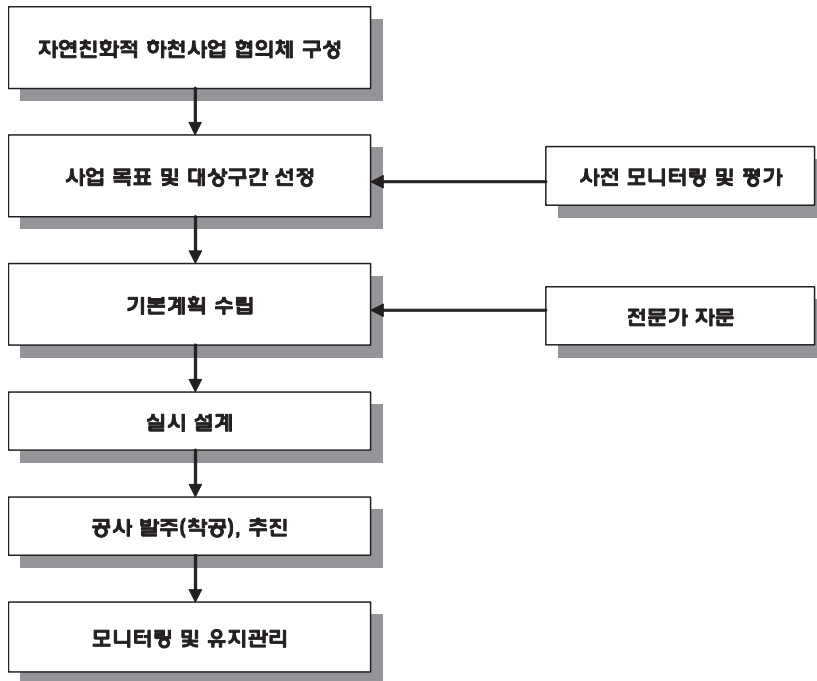
- 사업 시행 대상하천별로 하천관리청, 관련 공무원, 지역주민, 민간단체, 관련 전문가 및 기타 관련자들의 참여를 검토하여 협의체를 구성한다.

- 대상구간 선정 및 사업 방향 등을 설정하기 위해 포럼, 토론회 등을 운영할 수 있다.

- 이 경우 포럼, 토론회 등의 운영은 전문가들이 주제발표를 주관하여 지역주민에게 설명하고 의견을 수렴하는 방식으로 진행할 수 있다.

- 협의체의 의사결정 수준은 당해 사업의 특성을 고려하여 결정한다.

- 하천관리청, 전문가, 지역주민 등은 사업 시행 방향에서 상이한 의견을 가질 수 있으므로, 협의체 구성원들은 자연친화적 요소, 친수성 요소, 하천 상하류 관리의 일관성 등을 종합적으로 고려하여 합리적인 의사결정이 이루어지도록 노력한다.



<그림 3.2> 협의체 운영(예시)

4. 하천환경조사 및 평가

4.1 정의 및 목적

(1) 하천환경조사는 하천의 환경기능을 하천사업에 반영하기 위하여 하천의 물리, 화학, 생물, 공간 특성 등을 조사·분석하는 것을 말한다.

(2) 하천환경조사를 통해 하천 환경을 개선시킬 가능성과 필요성을 인식하고 대상하천의 보전과 복원에 대한 주제 및 방향을 설정한다.

(3) 하천환경조사는 공간적으로는 하천구역 내에서 시행을 원칙으로 하되, 하천과 경관 생태적으로 연결되어 있는 수변을 포함할 수 있다.

(1) 하천사업에서 하천의 치수, 이수, 환경, 문화, 역사, 경관 등 다양한 기능의 조화로운 관리를 위해 하천의 다양한 특성(물리, 화학, 생물, 공간이용 등)을 조사 및 분석하는 것을 하천환경조사라 한다.

(2) 장기적인 관점에서 이용 가능한 자료를 체계적으로 수집·정리하여 향후 이루어질 수 있는 하천사업에 직간접적으로 활용 가능하도록 한다.

(3) 하천공간을 종횡적으로 구분하면 저수로와 강기슭, 고수부지, 제방 등으로 구분할 수 있으며, 하천환경조사는 이러한 하천공간에서 일어나는 인문, 사회 및 물리, 화학, 생물 등에 대한 전반적인 조사이다. 특히, 하천환경조사는 기존의 물리 및 화학 위주의 조사에 생물 및 공간 특성에 대한 조사를 보완하여 시행하는 것이다.



<그림 4.1>. 하천공간의 구분

4.2 적용 방안

- (1) 하천환경조사는 실제 사업계획이 수립되는 하천을 대상으로 실시함을 원칙으로 한다.
- (2) 단기적으로는 사업계획이 수립된 하천을 대상으로 부정기조사를 실시하도록 하며, 시급성이 요구되는 사업이나 기초사가 수행된 경우에는 기존의 자료를 활용하며 정리·분석할 수 있다.
- (3) 장기적으로는 전국의 법정하천을 대상으로 일정한 주기로 정기조사를 시행할 수 있는 여건을 조성한다.

(1) 정기 하천환경조사는 전국의 법정하천을 대상으로 순차적으로 실시하는 하천환경조사이다. 이는 국가적으로 하천환경에 대한 자료를 구축하여 자연 생태 환경평가 및 향후 하천사업의 우선순위와 하천지구의 설정 등에 활용하도록 하기 위함이다. 정기 하천환경조사를 시행하기 위한 계획과 방법을 구체화하여, 향후 하천환경조사를 전국으로 확대하기 위한 여건을 조성하도록 한다. 또한, 정기조사는 하천법에 의해 실시하는 유역조사(제16조) 및 하천기본계획(제25조) 등 다른 정기조사와 병행하여 실시하거나, 대체할 수 있다.

(2) 부정기 하천환경조사는 하천공사나 하천환경사업 등과 같은 하천사업이 예정되었을 경우에 실시하는 하천환경조사이다. 이는 하천의 여러 가지 특성을 파악하여 해당 사업의 목표와 방향성을 설정하기 위한 것으로서 계획 수립 및 설계단계 이전에 사전조사의 성격으로 실시하며, 이후 모니터링을 위한 기초자료가 된다.

(3) 시급성이 요구되거나 조사기간이 충분하지 못한 사업의 경우에는 기존 자료, 지역 주민 탐문 청취, 그리고 현장 개략 조사 등에 의해 하천환경조사 자료를 정리 및 분석한다. 이러한 자료를 바탕으로 바람직한 주제와 방향을 설정한다.

4.3 수행 절차

하천환경조사는 사업기간, 사업규모, 대상하천의 특징 등을 종합적으로 고려하여 조사 계획을 수립한다.

하천환경조사는 계획수립, 조사 실시(현장 또는 문헌), 자료 정리 및 분석, 자료 평가 등의 단계를 거쳐 수행할 수 있다.

(1) 하천환경조사는 사업기간(수개월 또는 수년), 사업규모(구간 단위, 지구 단위, 하천 단위, 유역 단위), 대상하천의 특징(유역면적, 하폭, 하상경사, 공간 이용 현황), 기 조사 데이터의 활용여부를 종합적으로 검토하여 조사계획을 수립한다.

(2) 사전자료 조사를 최대한 활용하도록 하며, 동시에 해당 하천의 특징과 사업성격을 고려하여 전문가그룹(수리·수문전문가, 생물·생태전문가, 수질전문가 등)을 구성하고 자문 또는 조사를 수행한다.

(3) 조사 항목 및 분석은 『하천설계기준·해설(2005)』의 ‘하천환경조사’를 참고하여 수행할 수 있으며 분석결과를 종합하여 사업의 목표 및 내용을 설정하는데 활용할 수가 있다.

4.4 하천환경조사 계획

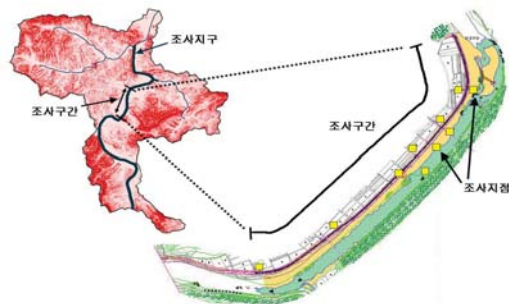
- (1) 하천환경조사는 사업의 목적을 고려하여 효과적으로 조사가 진행되도록 계획을 수립한다.
- (2) 하천환경조사 계획에는 사전자료 조사, 기초 조사, 조사지구 및 구간선정, 그리고 조사항목 및 일정계획 단계로 구성된다.
- (3) 사전조사를 통한 대상하천 및 조사구간의 특성을 파악한다.
- (4) 사업의 목적을 고려한 조사항목과 일정 계획을 수립한다.

(1) 사전 자료조사는 사업성격과 해당 하천의 특성을 고려하여 <표 4.1> 중에서 필요한 조사 항목을 선정하여 전체적인 대상하천의 특성을 파악하도록 한다. 이는 기초조사에서 현장답사를 수행하는 데 기본자료 및 방향성을 제공하며, 향후 하천환경조사 결과를 보완하고 검증하는데 사용한다.

(2) 수리·수문전문가, 생물·생태전문가, 수질, 문화, 역사 등 다양한 분야의 자문을 최대한 활용한다.

(3) 기초조사는 대상하천 전 구간을 대상으로 현지조사를 수행하여 대상하천의 개략적인 특성을 파악하는 것이다.

(4) 일반적으로 대상하천은 공간적 위계에 따라 <그림 4.2>와 같이 조사지구, 조사구간, 조사지점으로 구분하는 것이 바람직하다. 조사지구는 유역의 전반적인 특성을 파악하는 범위이고, 조사구간은 각 생물의 서식·생육 상황을 파악하는 범위이며, 조사지점은 조사지구 안에 수질측정, 투방, 방형구 설치 등 실제 조사행위를 실시하는 지점을 말한다.



<그림 4.2> 하천환경조사의 공간적 위계 구분

<표 4.1> 사전 자료조사의 수집자료 목록(사업성격에 따라 조사 항목 설정)

분 류	자 료	발행기관
기초자료	지형도 및 수치지도 항공사진(과거 ~ 현재)	국토지리정보원
	토지이용도, 지질도	국토해양부 환경부 한국지질자원연구원
	유역도 및 수계도	국토해양부 한국수자원공사
유황 및 수질에 관한 자료	강수량, 풍속, 평균기온, 상대습도, 일조시간 기존 최대, 최소, 풍수, 평수, 저수, 갈수량 수질관측망 자료, 유량 측정망 자료	국토해양부(홍수통 제소) 기상청, 환경부 지방자치단체
측량자료	하도특성자료(종, 횡단면도 등)	하천 관리청(국토해 양부, 시도지사)
생물에 관한 자료	유역조사사업 및 하천기본계획의 생물편	국토해양부 지방자치단체
	멸종위기 야생동식물 및 환경부 보호종 자료 전국자연환경조사 자료 수생태계건강성 조사 자료 하구역생태계정밀조사 자료	환경부
	학술조사자료	대학, 기타연구기관
인문, 사회자료	하천의 문화, 역사, 지형지물, 문화재 등을 담은 지방 의 도감, 향토자료 등	지방자치단체 등

4.5 하천환경조사 실시

(1) 조사항목과 방법 등 일련의 하천환경조사 내용은 『하천설계기준·해설(2005)(한국수자원학회)』을 따르되, 『하천설계기준』의 내용을 고려하여 각 하천사업의 목적과 특성을 고려하여 하천환경조사 방법과 조사항목을 결정한다.

(2) 하천환경조사의 조사항목은 크게 물리조사, 화학조사, 생물조사, 그리고 공간조사로 구분한다.

(3) 하천환경조사의 일정을 계획할 때는 조사항목의 특성을 고려하여 결정한다.

(1) 하천환경조사의 조사항목과 항목별 조사양식, 분석방향 등은 사업의 목적과 특성 및 지역적 특성을 고려하여 결정한다. 일반적으로 <표 4.2>를 참고하여 물리조사, 화학조사, 생물조사, 공간조사로 구분하고 조사 항목을 선정한다.

<표 4.2> 하천환경조사 항목 및 시행사례(조사항목 설정시 참고자료)

조사항목		세부항목	방법	조사시기
물리 조사	수리	수온, 유속, 수심, 유량, 홍수기조사	기상청 및 유량관 측소 자료 이용 하천설계기준 5, 6, 7장 적용	월별 및 홍 수기 조사
	수문	기온, 강수량, 증발산량		일 별·월 별 및 홍수기 조사
	형태	횡단, 평면, 종단형	측량 및 측량도	-
	하도	여울과 소, 사주, 수제 하도의 침식과 퇴적 기타특성(저수로와 고수부지 특성 등)	사진촬영 RCS지도 작성	계절별 및 홍수기 후 조사
	하상재료	측량, 입경분포, 기타특성(유사분포)	설계기준 9장 적 용	계절별 및 홍수 후 조 사
화학 조사	수질	BOD, COD, DO, SS, pH, TN, TP, 전도도, As, Cd, Cr, Hg, Pb, 총황, (TOC) 등	채수 및 화학분석	월별조사
	저니질	COD, 강열감량, pH, TN, TP, As, Cd, Cr, Hg, Pb, 총황	채니 및 화학분석	계절별 및 홍수기 조사
	토양	수분함량, 유기물함량, TN, TP, pH, 토양온도, 토성(입경분석), (TOC) 등	채토 및 화학분석	계절별 및 홍수기 조사
생물 조사	식물	식물상, 식생도, 군집구조, 식생단면	정성 및 정량채집	계절별 및 홍수기 조사
	저서무척추동물	저서무척추동물상, 서식상황	정성 및 정량채집	
	육상곤충	육상곤충상, 서식상황	정성 및 정량채집	
	어패류	어류상, 패류상, 서식상황	정성 및 정량채집	
	양서파충류	양서류상, 파충류상, 서식상황	채집, 목견, 흔적 조사	
	조류	조류상, 번식상황, 집단분포지	선 및 정점조사법	
	포유류	포유류상, 서식상황	채집, 목견, 흔적 조사	
공간 조사	경관	문화, 사회, 역사적 가치를 갖는 지형지물, 장소	자료수집 및 현장 조사	-
	이용자	이용자수 및 목적 및 개선사항	선 및 면적 조사 설문조사	이 용 자 가 많은 날
	시설물	수리구조물, 수문, 기타 시설	도면 및 실측조사	-

(2) 물리조사에는 하도조사, 수리조사, 수문조사, 형태조사, 하상재료조사 등이 있다. 하도조사는 여울과 소, 사주, 수제, 침식과 퇴적, 저수로와 고수부지 등 하도의 특성을 파악하기 위한 것으로 사진촬영과 RCS 지도를 작성하는 것이 바람직하다. 수리조사는 유속, 수심, 유량 등 대상구간의 흐름 파악을 목적으로 월별조사를 기본으로 하며 홍수, 가뭄이나 태풍 등 특별상황에는 추가 실시한다. 수문조사는 대상구간과 유역에 대한 기상자료 및 수위자료를 조사한다. 형태조사는 대상구간의 지형변화를 파악하는 과정으로 평면형은 현황측량과 위성사진, 종횡단형은 종횡단측량을 이용하여 조사한다. 하상재료조사는 하상재료의 구성 분포와 변화양상을 파악할 목적으로 홍수기 전후 조사를 포함하여 실시한다.

(3) 화학조사에는 수질조사, 저니질조사, 오염발생원 및 부하량 조사, 수질예측조사 등이 있다. 수질조사는 공공 수역에서 하천수의 오염과 관련된 환경기준의 유지 여부와 달성기준을 파악하고 하천관리에 필요한 자료를 얻기 위하여 실시한다. 각 수역 내 기준지점과 필요시 추가지점을 선정하여 수질 및 유량을 동시에 관측함을 원칙으로 한다. 저니질 조사는 하천 및 호소의 적정한 관리, 저니의 준설 필요성 및 준설방법, 준설토의 처분방법 등을 검토하기 위하여 실시한다. 오염발생원 및 부하량 조사는 공공수역의 수질 악화와 밀접한 관계가 있는 오염발생원의 파악과 그에 따른 발생 오염부하량, 유입 오염부하량, 배출 오염부하량, 그리고 유달률 조사를 의미한다.

(4) 생물조사에는 식생조사, 미소동물조사(저서무척추동물, 육상곤충), 조수류조사(조류, 포유류), 어패류조사, 양서파충류조사 등이 있다. 또한 호소환경이나 오염원분석을 위하여 미소동물조사에 플랑크톤과 부착조류를 추가할 수 있다.

(5) 공간조사는 하천의 인문, 지리적인 특성 및 지역사회를 반영하기 위한 조사로 경관조사, 이용자조사, 시설물조사로 구분된다.



<그림 4.3> 생물조사 전경

4.6 하천환경평가

(1) 하천환경평가 기법 선정시에는 사업성격 및 하천특성을 고려하여 본 지침에 제시된 평가 기법 사례, 외국의 평가 사례, 기타 국내 시험 적용 사례 등을 참고한다.

(2) 하천환경평가 기법은 관련 전문가의 자문을 통해 해당 하천에 적합한 평가 기법을 선정한다.

(3) 하천환경조사는 물리조사, 화학조사, 공간조사, 생물조사 등으로 구성되며 개별 조사 항목별 조사자료를 바탕으로 검증된 정성 및 정량분석법을 활용하여 교란 및 오염의 정도, 생태자연도 등 하천환경을 평가할 수 있다.

(4) 하천환경평가를 종합하여 하천사업의 바람직한 주제 및 방향 설정, 사업 효과의 체계적 진단, 향후 관리 계획 수립 등에 활용한다.

(1) 하천환경평가는 조사결과를 평가하여 해당 하천사업의 바람직한 주제 및 방향을 설정하고 구체적인 사업 내용을 설정하는데 활용할 수 있는 중요한 절차이나 국내에서 하천의 물리, 생태, 환경 특성을 고려하여 실무에 적용될 수 있도록 검증된 평가 기법이 확립되지 않은 상황으로 검증된 평가기법의 개발이 요구된다.

(2) 하천 사업의 주제 및 방향 설정에서 하천환경평가를 활용하고자 하는 경우에는 외국에서 개발된 다양한 평가 기법과 국내에서 시험 적용된 평가 기법에 대한 사례를 참고하여 하천사업의 성격에 맞는 평가기법을 선정할 필요가 있다.

(3) 물리조사의 평가는 계절별 하도의 변화, 수리 및 수문현상의 변동량 등을 파악하는 것이며 특히 홍수기 전후의 변화를 중점적으로 평가한다.

(4) 화학조사의 평가는 하천의 오염여부와 생물부양능력을 판단하도록 진행되어야 한다. 수질은 수질환경평가기준을 적용하여 환경부에서 설정한 대상하천의 목표수질과 비교한다. 또한 제내지 토지이용을 고려하여 중금속을 포함한 세부항목의 계절적인 변이를 추적한다. 특히 갈수기의 수질오염 정도를 파악하는 것이 중요하다.

(5) 공간조사의 평가는 지역주민의 하천이용 상황 및 요구사항 그리고 불필요한 시설물 및 유해시설을 평가한다.

(6) 생물조사의 평가는 하천환경의 보전, 복원 또는 범위를 결정하고 사업의 목적과 목표를 설정하는데 매우 중요하다. 즉 하천생태계의 종과 개체수는 하천환경을 직접적으로 반영하는 지표이므로 주제 및 방향 설정에 있어 고려한다.

(7) <표 4.3>은 각 분류군별로 중요종, 지표종, 복원종, 관리종 등과 같은 생물지표를 선정하여 하천환경을 평가할 수 있는 사례를 보여주며, 하천사업의 계획, 설계, 시공, 유지관리 등에 이와 같은 평가 결과를 고려할 수 있다.

<표 4.3> 생물지표 선정근거 및 수행내용

분류	선정근거	수행내용
중요종	멸종위기의 야생동식물, 천연기념물, 환경부 보호종, 지역 고유종 등	종의 보호 및 서식처의 보전 및 개선을 위한 대책 마련
지표종	환경변화에 민감하고 현재의 오염수준을 나타내는 종	하천환경의 변화 모니터링
복원종	현재는 일부 또는 발견되지 않으나 양호한 하천환경에서 나타나는 대상하천의 고유종	하천사업의 목표종으로 선정하여 복원종이 출현할 수 있는 환경을 계획 및 설계에 반영
관리종	고유종과 생태계를 위협하는 외래종이나 위해종	위해정도 및 종 특성 파악을 통한 적극적 관리

(8) 하천환경평가는 사업계획 및 관리 계획 수립에 다음과 같이 활용한다.

- 평가 지표에 의한 평가결과를 통해서 해당구간 환경의 건강성 및 부족한 환경 요소를 도출하고 환경적으로 열악한 구간을 중심으로 사업의 우선 순위를 결정하고, 부족한 환경 요소를 개선하는 사업계획을 수립한다.
- 사업 전·후의 평가를 실시할 경우에는 평가지표의 개선을 정량적으로 확인할 수 있어 사업의 효과를 정량화하여 진단할 수 있다.
- 평가결과에 의해 도출된 부족한 환경요소의 개선을 내용으로 하는 지속적 유지관리 계획에 활용할 수 있다.

4.6.1 생물조사를 이용한 하천환경 평가기법(평가 기법 사례 1)

- (1) 생물조사를 이용한 하천환경 평가기법이란 생물종의 종류 및 풍부도에 의하여 하천생태계의 자연성, 안정성, 다양성 등의 자연환경을 정량화하여 평가하는 기법을 말한다.
- (2) 본 기준에 제시된 평가기법은 추가적으로 『자연 친화적 하천정비기법 개발(3차) (건설교통부, 2004)』에서 제시한 평가기법을 참고할 수 있다.
- (3) 생물조사를 이용한 하천환경 평가기법은 일반적으로 생물학적 수질, 종 다양성, 생태계 구조, 그리고 서식처 다양성의 4개의 평가항목에 의해 이루어진다.
- (4) 평가기법의 선정 및 향후 평가기법 개발 시에 본 기준에서 제시된 평가기법의 구체적인 항목 및 배점은 본 지침에서 제시한 사례를 참고하여 하천의 특성을 고려하여 선정할 수 있다.

(1) 하천환경조사의 생물조사에 의하여 하천에서 생물의 종다양성 및 풍부도에 대한 자료가 축적된다. 하천에서 생물의 종다양성과 풍부도는 하천환경의 상황을 나타내는 기초자료로서 활용이 가능하고 하천환경의 지표가 된다. 하천환경조사에 의한 생물자료를 활용하여 하천환경을 평가하는 하천환경평가 목적은 ① 하천 환경의 분석 및 평가, ② 하천 관리에 기초자료 제공, ③ 하천 관리의 공간 구분에 근거 제시, ④ 하천 사업의 방향 제시, ⑤ 하천 사업의 영향 평가, 그리고 ⑥ 하천 사업의 효과 분석 등이다.

(2) 적용범위

① 평가 대상 생물 : 하천환경조사에 조사되고 있는 생물군 중에서 식물, 저서무척추 동물, 어류, 양서파충류, 조류 등의 생물군을 대상으로 하천환경평가를 적용한다. 즉, 제시된 평가기법에서는 상대적으로 제내지와 관련된성이 높은 육상곤충과 상대적으로 종의 출현률이 낮은 포유류는 포함하지 않을 수도 있다.

② 평가 대상 공간 : 하천의 종적 평가 단위는 하천환경조사에서 설정한 조사구간으로 한다. 하천의 횡적 범위는 저수로 쪽의 제방사면을 포함한 제외지로 한다. 저서동물과 어류는 하천의 수역인 부분에 한정하여 평가한다.

(3) 참고로 하천환경 평가기법은 생물학적 수질, 종 다양성, 생태계 구조, 그리고 서식처 다양성의 4개의 평가항목에 의해 이루어지며, <그림 4.6>은 하천환경 평가 절차의 사례를 보여준다.

① 생물학적 수질 : 하천의 수중생물이 서식하는데 있어서 물의 오염도는 매우 중요한 환경요인이다. 저서동물의 생물지표에 의하여 하천수의 오염도를 간접적으로 파악할 수 있다.

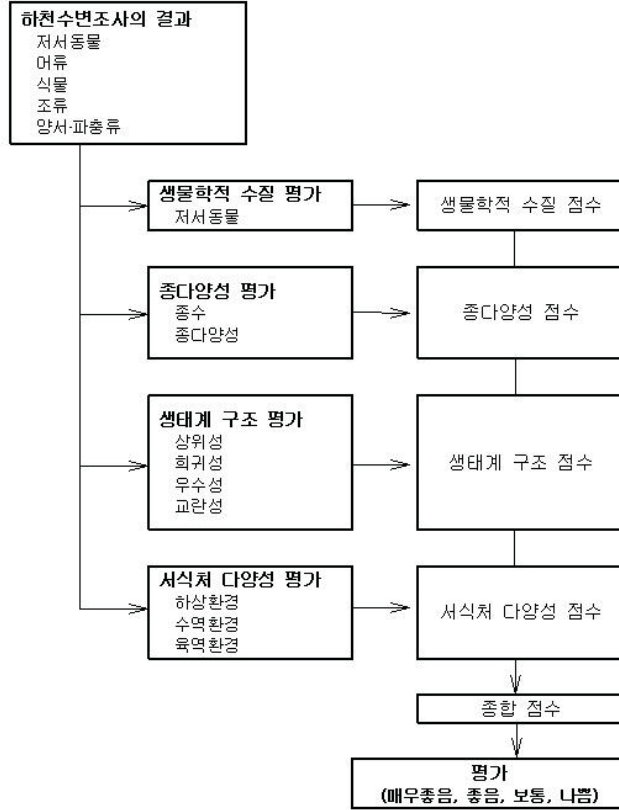
② 종다양성 : 생물종의 다양성이 높다는 것은 각 생물종이 서로 연관되어 균형을 이루고 있음을 나타낸다.

③ 생태계 구조: 희귀성, 이동성, 먹이사슬의 상위성 등은 생태계 구조가 안정되어 있는지를 나타낸다. 반면에 외래종 등은 생태계가 교란되었다는 것을 나타내므로 마이너스 평가한다.

④ 서식처 다양성: 다양한 생물의 서식처가 존재하여 생물상이 다양할 수 있음을 나타낸다.

(4) 평가내용은 생물학적 수질, 종다양성, 생태계구조, 서식처다양성 등의 평가항목을 바탕으로 전문가 검토를 통하여 세부 항목 및 정량적 평가기준과 배점을 산정하며 <표 4.5>는 평가기준 및 배점표의 사례를 보여준다. 평가방안에 대한 자세한 사항은

『자연 친화적 하천정비기법 개발(3차) (건설교통부, 2004)』을 참고할 수 있다.



<그림 4.4> 하천 환경 평가항목과 절차 사례

<표 4.4> 하천환경의 평가항목과 배점기준 선정 사례

평가항목 (배점)	지표 (배점)	생물군 (배점)	배점 기준 혹은 지표종		점수
생물학적 수질 (50점)	수질 (50점)	저서동물 (50)	ESB 지수	81 이상	50점
				61 이상	40점
				41 이상	30점
				26 이상	20점
				13 이상	10점
				13 미만	0점
종다양성 (50점)	종류수 (30점)	저서동물 (5점)	종수	60종 이상	5점
				20종 이상	3점
				20종 미만	0점
		어류 (5점)	종수	20종 이상	5점
				10종 이상	3점
				10종 미만	0점
		식물 (10점)	종수	160종 이상	10점
				120종 이상	7점
				80종 이상	3점
				80종 미만	0점
		조류 (5점)	종수	20종 이상	5점
				10종 이상	3점
				10종 미만	0점
		양서·파충류 (5점)	종수	11종 이상	5점
				6종 이상	3점
				6종 미만	0점
	다양도지수 (20점)	저서동물 (5)	샤논 지수	6.0이상	5점
				3.0이상	3점
				3.0미만	0점
		어류 (5점)	샤논 지수	2.0 이상	5점
				1.0 이상	3점
				1.0 미만	0점
		조류 (5)	샤논 지수	2.0 이상	5점
				1.0 이상	3점
1.0 미만				0점	
양서·파충류 (5)		샤논 지수	2.0 이상	5점	
			1.0 이상	3점	
			1.0 미만	0점	
생태계 구조 (50점)	상위성 (20점)	어류 (10점)	어식성 어류 개체수 비율	5~12%	10점
				0~5% 미만 혹은 12~17% 미 만	5점
				17%이상	0점
		조류 (10점)	어식성 조류 또는 맹금류	8종 이상 또는 40마리 이상	10점
	4종 이상 또는 10마리 이상			5점	
	희귀성 (20점)	저서동물 (4점)	희귀종수	멸종위기종, 천연기념물, 보호 종,	각2점 최고4점
					각2점 최고4점
		어류 (4점)	희귀종수	멸종위기종, 천연기념물, 보호 종	각2점 최고4점
각2점 최고4점					
식물 (4점)	희귀종수	멸종위기종, 천연기념물, 보호 종	각2점 최고4점		
			각2점 최고4점		

평가항목 (배점)	지표 (배점)	생물군 (배점)	배점 기준 혹은 지표종		점수	
		조류 (4점)	희귀종수	멸종위기종, 천연기념물, 보호종	각2점 최고4점	
		양서·파충류 (4점)	희귀종수	멸종위기종, 천연기념물, 보호종	각2점 최고4점	
	우수성 (20점)	어류 (10점)	이동성(5점)	회유성어류	각2점 최고5점	
			우수환경지표성(5점)	산천어, 버들개, 버들치, 금강모치, 자가사리, 통가리, 어름치	각2점 최고5점	
		식물 (5점)	우수환경지표성	물봉선, 노란물봉선, 나사말, 오리나무, 대가래, 꽃창포	각2점 최고5점	
		조류 (5점)	번식가능종	덤불해오라기, 물총새, 꼬마물떼새, 쇠뿔부기사촌, 개개비	각2점 최고5점	
	교란성 (-10점)	어류 (-3점)	외래교란종	블루길, 베스	각 -1.5점	
		식물 (-4점)	외래종 비율	20% 미만	0점	
				20% 이상 25% 이상	-2점 -4점	
	양서·파충류 (-3점)	외래교란종	황소개구리, 붉은귀거북	각 -1.5점		
서식처 다양성 (50점)	하상 환경 (10점)	자갈·바위 (4점)	저서동물 (2점)	민하루살이, 네점하루살이, 나비날도래	각1점 최고2점	
			어류 (2점)	감돌고기, 금강모치, 종개, 열목어, 밀어, 왜매치, 돌마자, 참종개	각1점 최고2점	
		모래·진흙 (4점)	저서동물 (2점)	멧모기과, 황나각다귀	각1점 최고2점	
			어류 (2점)	모래무지, 미꾸리, 미꾸라지, 드렁허리, 기름종개, 다목장어, 메기, 가물치	각1점 최고2점	
		낙엽·낙지 (2점)	저서동물 (2점)	진강도래, 띠무늬우묵날도래, 무늬하루살이	각1점 최고2점	
	수역 환경 (20점)	소 (4점)	어류 (4점)	갈겨니, 돌고기, 잉어, 동사리, 격지, 얼룩동사리	각1점 최고4점	
			급여울 (3점)	어류 (3점)	피라미, 갈겨니, 종개, 산천어, 쉬리	각1점 최고3점
			평여울 (3점)	어류 (3점)	끄리, 참마자, 산천어, 돌마자, 종고기, 누치, 밀어	각1점 최고3점
		정수역 (8점)	저서동물 (2점)	물자라, 밀잠자리, 소금쟁이	각1점 최고2점	
			어류 (2점)	붕어, 돌마자, 납자루, 각시붕어	각1점 최고2점	
			식물 (2점)	검정말, 매자기, 마름, 흑삼릉, 가래, 이삭물수세미, 노랑어리연꽃	각1점 최고2점	
			조류 (2점)	쇠뿔부기사촌, 쇠물닭, 덩불해오라기	각1점 최고2점	
	부수로 (2점)	저서생물 (2점)	별날도래, 네모집날도래 우묵날도래	각1점 최고2점		

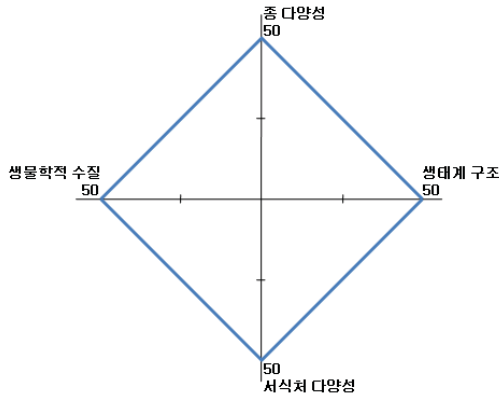
평가항목 (배점)	지표 (배점)		생물군 (배점)	배점 기준 혹은 지표종	점수
육역 환경 (20점)	수제부 (8점)		저서동물 (2점)	장구애비, 방울실잠자리, 검은 물잠자리	각1점 최고2점
			식물 (2점)	갈대, 줄, 개구리자리, 물칭개 나물	각1점 최고2점
			조류 (2점)	붉은머리오목눈이, 개개비, 덩 불해오라기, 개개비사촌	각1점 최고2점
			양서·파충류 (2점)	아무르산개구리, 도롱뇽, 자라, 두꺼비	각1점 최고2점
	사주(나지포함) (4점)		식물 (2점)	달뿌리풀, 갯버들	각1점 최고2점
			조류 (2점)	꼬마물떼새, 흰목물떼새, 깡작 도요, 알락할미새, 노랑할미새, 검은등할미새, 백할미새	각1점 최고2점
	웅덩이(2점)		저서생물 (2점)	식충범잠자리, 베치레잠자리, 송장해엄치게.	각1점 최고2점
	하안림 (4점)		조류 (2점)	청호반새, 호반새, 물총새	각1점 최고2점
			식물 (2점)	오리나무, 신나무, 팽나무, 버 드나무, 물푸레나무, 신갈나무	각1점 최고2점
	암석지 (2점)		식물 (2점)	사위질빵, 짚레꽃, 돌단풍	각1점 최고2점

(5) 생물영역 전체의 평가항목별로 획득한 점수를 합산하여 총점을 구하여, <표 4.6>을 기준으로 하천환경의 종합적 판정을 내린다. 또한 각 평가항목별 점수를 <그림 4.7>과 같이 그래프로 표시하여 항목별 점수를 종합적으로 나타낸다. 그러나 현 단계에서 총점의 기준은 단순 총합의 의미이며, 하천환경평가의 전체적인 등급을 결정하는 것은 아니다. 향후 지속적인 연구와 적용을 통하여 항목간의 형평성과 가중치를 부여하여 배점과 판정기준을 보완할 필요가 있다.

(6) 종합판정 결과 '아주 좋음'과 '좋음'의 경우 <그림 4.7>의 항목별 점수 구조를 참고하여 점수가 낮은 항목을 개선할 수 있는 보전 위주의 관리계획을 수립한다. 종합판정 결과 '보통' 또는 '나쁨'의 경우에는 항목별 점수 구조를 참고하여 점수가 낮은 항목에 대하여 우선적으로 사업 계획을 수립한다.

<표 4.5> 종합판정 기준과 배점

종합점수	판정
125점 이상	아주 좋음
100 ~ 125 미만	좋음
75 ~ 100 미만	보통
75 미만	나쁨



<그림 4.5> 하천환경평가의 항목별 점수 구조

4.6.2 수생생물에 의한 하천생태계 건강성 평가(평가 기법 사례 2)

(1) 하천의 훼손 정도를 정량적으로 평가하여 활용하고자 할 경우에는 수생생물에 대한 정량적 평가 결과로 “수생태계 건강성 조사 및 평가결과(환경부, 2007)”를 참고하여 활용할 수도 있다.

(2) 부착조류, 저서성 무척추동물, 어류 등의 수생 생물에 대한 조사 및 평가 결과를 이용하여 해당 구간의 하천생태계의 건강성을 정량적으로 평가하여 사업의 우선 순위 및 사업 내용 수립 시에 활용할 수 있다.

<표 4.6> 수생생물의 평가등급 및 평가 요소(이하 참고자료)

구 분		평 가 등 급	평 가 요 소
수생 생물	부착조류	<ul style="list-style-type: none"> 유기물지수(DAIpo) 영양염지수(TDI) : A(최적), B(양호), C(보통), D(불량)	오염 민감종, 내성종의 풍부도, 조류밀도 등
	저서성 무척추동물	<ul style="list-style-type: none"> 한국오수생물지수(KSI) : A(최적), B(양호), C(보통), D(불량)	개체수, 지표가중치, 군집지수 등
	어 류	<ul style="list-style-type: none"> 어류생물지수(IFI) : A(최적), B(양호), C(보통), D(불량)	국내종 종수 및 개체수, 지표종, 생태적 특성 등

(1) 하천생태계 건강성 등급구분 - 부착조류

생물지수 등급	생물등급	환경상태	영양염지수 (TDI)	유기물지수 (DAI _{po})
	A	최적	0~40	100~85
	B	양호	40~55	85~60
	C	보통	55~70	60~40
D	불량	불량	70~100	40~0

부착조류 질적상태 및 지수

영양염지수(TDI)

- TDI = (WMS*25)-25
- WMS: weighted mean sensitivity
- WMS = $\frac{\sum A_j \cdot S_j \cdot V_j}{\sum A_j \cdot V_j}$

유기물지수(DAI_{po})

- DAI_{po} = 50 + 0.5(∑Xi - ∑Sj)
- ∑Xi: 민감종의 % 상대풍부도 합
- ∑Sj: 내성종의 % 상대풍부도 합



A



C



B



D

(2) 하천생태계 건강성 등급구분 - 저서성 대형무척추동물

KSI = $\frac{\sum S_i \cdot A_i \cdot G_i}{\sum A_i \cdot G_i}$

KSI 한국오수생물지수(korean saprobic index)

i 지정된 지표생물군의 일련번호(number assigned to the taxon)

n 출현한 지표생물군의 총수(number of taxa)

S_i i 지표생물군의 오타계급치(saprobic value of the ith taxon)

A_i i 지표생물군의 출현개체수(abundance index of the ith taxon)

G_i i 지표생물군의 지표가중치(weighting factor of the ith taxon)

등급	KSI 범위	생태 지표종				
A (최적)	0.00 ~ ≤1.00	 강도래류	 물날도래류	 가재	 우물날도래류	 연새우류
B (양호)	1.00 ~ ≤2.40	 물삿갓벌레류	 통줄하루살이	 넓적거머리류	 다슬기류	 강하루살이
C (보통)	2.40 ~ ≤3.60	 물벌레류	 밀잠자리류	 물달팽이	 턱거머리류	
D (불량)	3.60 ~ ≤5.00	 붉은갈다구류	 실지렁이	 나방파리류	 꽃등예류	 흰물이물달팽이

(3) 하천생태계 건강성 등급구분 - 어류

총 국내 종수 (M1)			
하천 자수	모 델 값		
	1	3	5
1	0-1	2	>2
2	0-2	3-5	>5
3	0-4	5-8	>8
4	0-5	6-11	>11
5	0-7	8-14	>14
6	0-9	10-18	>18

면적 종수 (M3)			
하천 자수	모 델 값		
	1	3	5
1	0	1	>1
2	0-1	2	>2
3	0-2	3-4	>4
4	0-3	4-5	>5
5	0-3	4-7	>7
6	0-4	5-8	>8

어울성 저서 종수 (M2)			
하천 자수	모 델 값		
	1	3	5
1	0	1	>1
2	0-1	2	>2
3	0-1	2-3	>3
4	0-2	3-4	>4
5	0-2	3-5	>5
6	0-3	4-6	>6

채집된 국내종의 총 개체수 (M7)			
하천 자수	모 델 값		
	1	3	5
1	0-20	21-42	>42
2	0-58	59-108	>108
3	0-95	96-182	>182
4	0-115	116-228	>228
5	0-160	161-320	>320
6	0-200	201-395	>395















내성종의 개체수 비율 (M4)			
	모 델 값		
	1	3	5
	>20	5-20	<5

국내종의 중식종 개체수 비율 (M6)			
	모 델 값		
	1	3	5
	<20	20-45	>45

잡식종의 개체수 비율 (M5)			
	모 델 값		
	1	3	5
	>45	20-45	<20

내성상종의 개체수 비율 (M8)			
	모 델 값		
	1	3	5
	>1	0-1	0

생물등급	환경상태	모델값	등급별 특성
A	최적	36 - 40	어류서식의 최적 상태. 어류 군집의 건강성이 최적상태
B	양호	26 - 35	중풍부도 감소. 민감종이 존재하고, 내성종이 일부 출현
C	보통	16 - 25	내성에 약한 민감성 어종이 사라진다. 영양단계의 불균형이 나타남
D	불량	≤ 15	개체수 및 종수가 현저하게 감소. 잡식성 및 내성종이 대부분을 차지함

등급	생태 지표 어종			
A	 미유기	 금강모치	 산천어	 열목어
B	 갈겨니	 은어	 쉬리	 쏘가리
C	 피라미	 모래무	 끼리	 참붕어
D	 붕어	 메기	 잉어	 미꾸라지

4.6.3 하천 물리 구조 조사 및 평가 기법(평가 기법 사례 3)

(1) 하천의 훼손 정도를 정량적으로 평가하여 활용하고자 할 경우에는 본 지침에서 소개하는 LAWA(독일연장물연구관리청)의 하천 물리 구조 조사 및 평가 기법을 참고할 수 있으나, 국내에서 적용시에는 하천의 물리적, 생태적 특성을 고려하여 전문가 자문에 의하여 적용한다.

(2) LAWA 기법은 하천의 물리구조(중단형 특성, 중단 흐름의 다양성, 횡단면 특성, 하상구조, 하안 구조, 하천변 토지이용 상황 등)에 대한 조사 및 평가를 통하여 하천의 훼손 정도를 하천 물리 구조의 등급으로 표시할 것이다.

(3) 평가 결과에 의해 조사 하천이 자연 상태의 하천에 비해서 구조적으로 부족한 부분을 파악할 수 있으며 이를 통하여 자연친화적 하천 사업의 방향을 설정할 수 있다.

(4) LAWA 기법의 구체적인 조사 및 평가 방법은 “다기능 하천실험사업보고서(한국건설기술연구원, 2005~2007)을 참고할 수 있다.

(1) “하천 물리구조 등급”이란 하천구조와 하천구조에서 나타난 하천의 다이내믹한 프로세스의 생태적 질을 가리키는 척도이다. 즉 하천 물리구조로 나타난 하천의 생태적 기능을 평가하는 것이며 평가기준이 되는 것은 “현재잠재자연하천”(“the present-day potential natural state of water”)이다. 현재잠재자연하천은 특정 하천이 인위적 교란이 없을 경우, 하천의 이상적인 형태 즉, 자연상태의 하천을 나타내며 이는 구조 등급으로 1등급에 해당된다. 그러나 현재잠재자연하천은 하천유형별로 다르므로 하천유형별 평가를 필요로 한다. LAWA 기법은 독일의 31개 현재잠재자연하천 모델에 대한 평가를 기반으로 개발되었으며 국내에 적용해 본 결과(다기능 하천실험사업, 한국건설기술연구원, 2005, 2006, 2007) 국내 하천의 물리 특성을 평가할 수가 있는 것으로 나타났다.

(2) 하천 물리 구조 등급은 다음과 같이 활용이 가능하다.

- 하천물리구조 현황을 도면으로 정리하여 자연친화적 하천관리의 기본 자료로 이용
- 하천구조의 목표를 정리하여 세부적인 목표 또는 하천구조의 보전에 이용
- 기 계획된 하천공사, 하천관리, 보상공사에 대한 평가
- 실시된 하천공사와 복원공사의 효과를 검증하는데 이용

(3) 물리구조 조사 및 평가는 종적특성, 중단면 특성, 횡단면 특성, 하상구조, 하안구조, 하천변 토지이용 등의 6개 항목에 총 25개의 세부항목에 대해서 실시한다.

중 및 소규모 하천 구조 평가서

하천번호

하천구역

조사구

하천명

평가서/지도 NO.

일시

이 수

해운

수력

홍수방어

주거지

위와 무관

유로 연장(위치)

도시 내

도시 밖

하천 유형

V자형 저수로 K

U자형 저수로 S

납작한 저수로(사행) M

웅덩이형 저수로(일반형) A

웅덩이 및 자갈 하상 AK

평지형 하천 F

하천 규모

하폭 구간길이

<1m 50m

1~5m 100m

5~10m 200m

>10m 500m

특이형

복개

1. 종적특성

1.1 하도사행

100% 심한사행 AF S K

~80% 보통사행 2 1 X

~50% 약간사행 3 2

~30% 미미한사행 4 3

~10% 미미한사행 5 4

>10% 직선형 6 5

0% 직강화 7 7

사행
사행부

1.2 사행침식

사행	SAF	K
자주 크게	2	2
드물게 크게	2	3
자주 약하게	1	4
드물게 약하게	1	5
없음	1	7

1.3 종적사주

많은 1

>80% 여러개 2

~50% 2개 3

~30% 1개 4

~10% 반사주 5

없음 7

하안사주

사행사주

하중도

하구사주

1.4 특이한 종적구조

많은 1

여러개 2

2개 3

1개 4

1/2개 5

없음 7

고목결침

생나무 쓰러짐

하중도

종단확대

종단축소

종단분리

기능적 평가

급은정도

움직임 정도

s

평가치

등급분류

2. 횡단면

2.1 횡단구조물

GS X

낙차공 및 수로 3

기진경사식 램프 3

낙차공 및 부분램프 3

낮은 낙차공 3

낙차공 및 이도 4

매끄럽고 완만한 램프 6

높은 낙차공 6

매우 높은 낙차공 7

횡단구조물 없음 X

2.2 정 체

약간 정체 X

보통 정체 5

강한 정체 7

정체 없음 X

2.3 복개

외벽	외벽부
5% 이하	X
5~20%	5
>20%	6
없음	X

2.4 횡단사주

많은 1

여러개 2

2개 3

1개 4

1/2개 5

없음 7

매우 크다

크다

보통

작다

없음

2.5 파랑의 다양성

SAR	F
매우 크다	1 1
크다	2 1
보통	4 3
작다	5 5
없음	7 7

2.6 깊이 다양성

SAR	F
매우 크다	1 1
크다	2 1
보통	4 3
작다	5 5
없음	7 7

자연적 종단면 구조

인위적 횡단 방해 구조물

s

평가치

등급분류

3. 횡단면

3.1 횡단 타입

<1:10 자연 횡단 1

1:10까지 자연형 횡단 2

1:6까지 침식횡단, 다양함 3

1:5까지 무관리 횡단 4

1:3, 4까지 침식횡단, 깊음 6

1:2까지 사다리꼴, 복단면 7

V 사형, 적각형 횡단면 7

3.2 횡단 깊이

매우 납작 1

납작 2

보통 깊이 4

깊음 6

매우 깊음 7

정체되어짐(이수용 조성) X

3.3 횡단 침식

SAF	K
침식깊이	1
강	3 3
약	5 1
없음	7 1

3.4 횡단 폭의 변화

SAT	F
매우 크다	1 1
크다	2 1
보통	4 2
작다	6 4
없다	7 7

3.5 BOX

BOX 영양부 X

하도 축소 6

하안 불연속 6

외벽 부 7

없음 X

횡단 길이

횡단 특성

횡단형

s

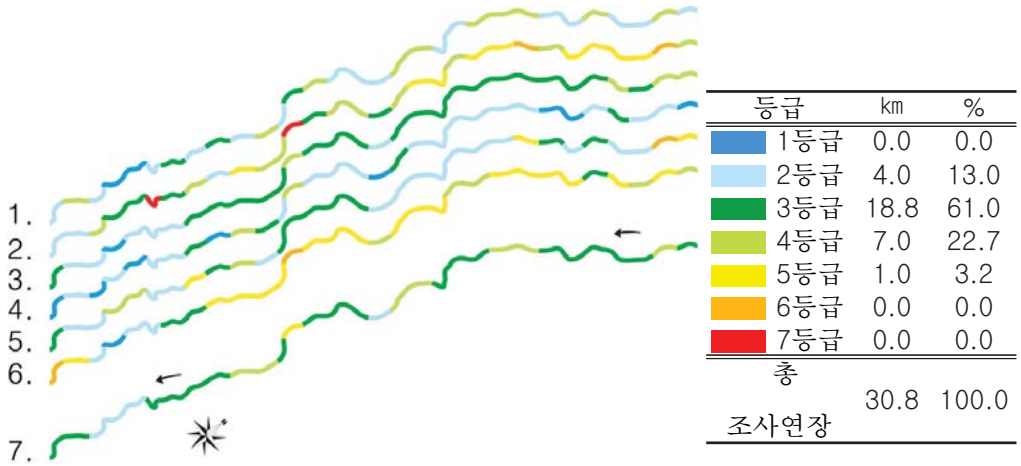
평가치

등급분류

등급	1	2	3	4	5	6	7
지수값	1 ~ 1.7	1.8 ~ 2.6	2.7 ~ 3.5	3.6 ~ 4.4	4.5 ~ 5.3	5.4 ~ 6.2	6.3 ~ 7

<그림 4.6> 하천 물리구조 조사 야장

(4) 조사가 완료되면 각 항목에 대한 점수를 이용하여 평가가 이루어지며 평가결과는 물리구조의 항목별로 또는 종합 결과로 제시된다. 평가결과를 이용하여 물리구조에서 훼손이 심각한 구역에 대한 관리를 통해 자연친화적 하천관리가 가능하다.



<그림 4.7> 물리구조 항목별 평가 결과(차탄천)

4.7 조사 결과의 정리 및 활용

(1) 하천환경 조사 결과를 활용하여 대상 구간의 현황 파악, 하천환경관리, 사업 성과 파악, 홍보 등의 목적으로 사용하고자 할 경우에는 하천환경정보도 또는 하천생태지도 등을 작성하여 활용할 수 있다.

(2) 하천환경정보도 또는 하천생태지도는 사업의 성격, 활용방향, 조사 항목 등을 고려하여 작성한다.

(1) 하천환경정보도 및 하천생태지도 작성의 자세한 사항은 다음을 참고한다.

4.7.1 하천환경정보도

(1) 하천관리를 수행하는 과정에서 필요로 하는 하천(물리, 화학, 생물, 공간이용 등)에 관한 정보를 적절히 파악하기 위해서 하천환경정보도를 활용할 수 있다.

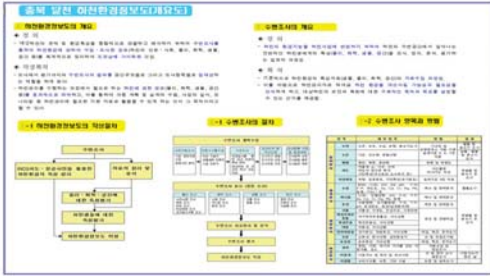
(2) 하천환경정보도는 하천환경조사가 완료되고 조사 자료가 체계적으로 정리·분석된 상태에서 작성한다.

(3) 하천환경정보도 작성시에는 하천사업의 목적과 범위를 고려하여 하천환경조사를 전체적으로 설명하는 개요도를 먼저 작성하고, 대상구역의 특성을 정리한 구역도와 하천환경조사 구간을 정리한 구간도를 작성한다.

(1) 하천환경정보도는 하천관하천의 구역 및 환경특성을 종합적으로 관찰하고 해석하기 위하여 하천환경조사에서 수집된 정보와 평가내용을 도면상에 체계적으로 정리하여 가시화하는 것이다.

(2) 하천환경정보도는 하천환경조사의 자료와 분석결과를 집대성하는 역할을 하게 되어 각종 계획 및 설계의 수립, 사업의 실시, 모니터링 등 하천관리에 필요한 기본 자료로 활용할 수 있다.

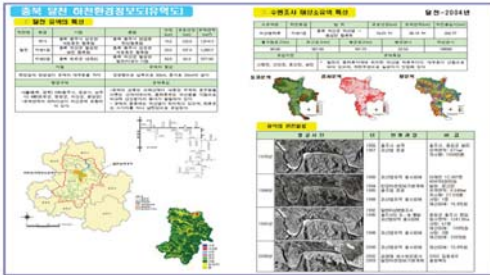
(3) 하천환경정보도 작성과 사례는 『수변조사 및 모니터링 매뉴얼』(건설교통부,2003)을 참고할 수 있으며, 일반적인 작성절차는 <그림 4.7>과 같다.



(a) 개요도 #1



(b) 개요도 #2



(c) 유역도



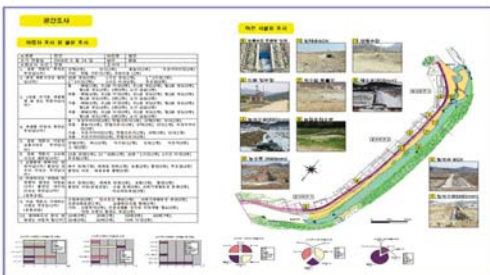
(d) 구간도(물리 및 화학조사)



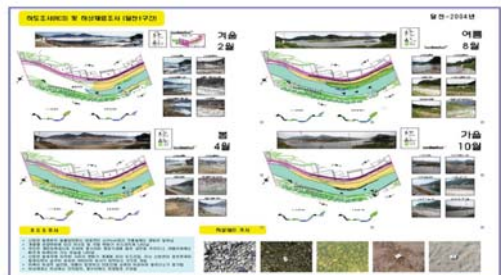
(e) 구간도(식물조사)



(f) 구간도(동물조사)

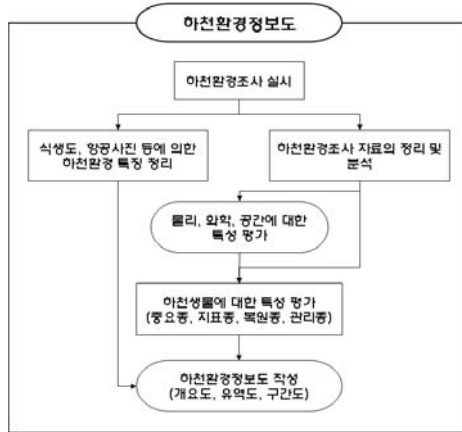


(g) 구간도(공간조사)



(h) 구간도(하도 및 RCS)

<그림 4.8> 하천환경정보도 (사례)



<그림 4.9> 하천환경정보도 작성 절차

4.7.2 하천생태지도 작성

- (1) 사업의 우선구간 선정 및 사업 후 성과평가에 활용할 목적으로 하천생태지도를 작성하여 활용할 수 있다.
- (2) 하천생태지도는 하천생물(부착조류, 어류, 저서성대형무척추동물 등), 수변환경, 서식환경, 수변식생 등 하천생태계에 대한 모니터링 결과를 토대로 제작한다.
- (3) 하천생태지도 제작방법은 환경부의 수생태 건강성 조사계획 수립 및 지침(환경부, '07) 및 '생태·자연도 작성지침(환경부, '09)' 등을 참고한다.

- (1) 하천생태지도를 제작에는 다음의 자료를 활용할 수 있다.

<표 4.7> 하천생태지도 작성을 위한 참고자료

자료	축척	년도	출처	자료내용
수치지형도	1:25,000 1:5,000	2000년대	환경부 국토지리정보원	570여개 레이어
용도지역 지구도	-	2005	국토해양부	용도지역, 지구
행정구역도	-	매년 갱신	통계청	행정구역 경계 및 코드
토지피복도	1:25,000	2006 ~ 2007	환경부	중분류 23개 항목
국토환경성지도	1:25,000	2000년대	환경부	국토환경성 평가(5등급)
생태자연도	1:25,000	2000년대	환경부	생태자연도 평가(4등급)
동식물 분포도	1:25,000	2000년대	환경부	식물, 곤충, 양서류 등
단위유역도 또는 공통유역도	-	2000년대	환경부/ 국토해양부	총량관리 단위유역
습지분포도	1:25,000	2000년대	습지사업단	내륙습지, 하구습지
정밀토양도	1:25,000	-	농업과학기술원	토양도 등
항공사진, 위성영상	-	-	환경부, 국토지리정보원	항공사진, 위성영상



<그림 4.10> 하천생태지도 작성예(섬진강)

5. 계획

5.1 정의

(1) 자연 친화적 하천계획이란 치수 안전성을 전제로 하천을 자연에 가깝게 계획하는 것이다.

(2) 원칙적으로 자연 친화적 하천계획은 하천기본계획에서 반영함을 원칙으로 하되, 별도 수립시에는 하천기본계획 변경 절차를 선행하여야 한다.

(3) 자연 친화적 하천계획은 정비주제 및 방향을 실현할 수 있는 다양한 방안을 제시하고 설계에 필요한 인자를 설정하는 것이다.

(4) 계획의 기본 사항은 『하천설계기준·해설(2005)』 과 『하천정비기본계획수립 및 하천대장작성 지침(건설교통부, 2005)』 에 따른다.

(1) 계획은 하천환경조사를 통해 설정된 주제 및 방향을 실현할 수 있는 다양한 방안을 제시하는 것이다. 특히, 본 지침에서 언급하는 계획은 치수 안전성을 전제로 하여 이수, 환경, 문화, 역사, 경관 등 다양한 기능을 강화하는 것이다. 이러한 하천 기능에는 물 이용, 서식처 조성, 친수공간 조성, 문화, 역사, 경관적 복원기법 등 다양한 방안이 포함될 수 있으며, 이러한 방안은 각 구간의 특성에 맞추어 계획한다.

(2) 하천사업은 기본적으로 어느 정도의 교란을 내포하고 있다. 따라서 계획을 수립할 때는 발생할 수 있는 문제들을 사전에 인지하여, 자연하천이 가지고 있는 특성들이 소실되지 않고 최대한 보장될 수 있도록 한다.

(3) 자연 친화적 하천관리계획은 기본적으로 법정계획인 하천기본계획에서 다루어져야 하며, 계획 수립시 지역주민의 의견을 반영하도록 한다. 법정하천의 기본계획 수립은 『하천정비기본계획수립 및 하천대장작성 지침(2005)』 을 참고하며, 본 지침은 이 지침을 보완한다.

5.2 고려사항

- (1) 하천이 갖는 역동성을 존중한다.
- (2) 하천이 갖는 연속성을 보장한다.
- (3) 하천이 갖는 다양성을 보장한다.
- (4) 하천 개개의 개성을 존중한다.

(1) 하천은 시간과 상황에 따라 변화하며 스스로를 형성해 나간다. 하천에서는 형성된 지형에 맞춰 물과 토사가 흐르고 동시에 유량과 토사량, 식생 그리고 외부로부터 가해지는 영향에 따라 자체적으로 모습을 형성해 나간다. 따라서 자연 친화적 하천계획은 이러한 형성원인과 그에 따른 장래의 상태를 예측하는 것이 중요하며, 생물 서식처 제공을 위해 가능한 고착화를 피하고, 하천 스스로가 자연스럽게 다양하게 형성해 나갈 수 있도록 유도한다.

(2) 하천계획의 기본 구상은 유역단위를 바탕으로 종합적으로 수립되어야 하며 하천의 연속성을 파괴하는 것은 결국 국부적인 환경변화로 인해 하천이 원래 갖고 있던 자연을 파괴하는 결과를 낳게 된다. 부분적인 하천구간에 대하여 이상적인 계획이 수립되었다 할지라도 상류의 상황이 변하면 해당구간으로의 입력 특성들이 변하게 되어 그 출력이 달라지므로 결국 이전에 수립된 계획은 부적절한 계획이 될 수도 있음에 유념할 필요가 있다.

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

(4) 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 적절하게 수립하는 것이 중요하다.



(a) 습지 복원 전



(b) 습지 복원 후

<그림 5.1> 하천의 역동성 복원 사례(경안천)



<그림 5.2> 하천의 다양성 보장 사례(오산천)



<그림 5.3> 하천의 개성 존중 사례(일본 多摩川)

5.3 수립 범위

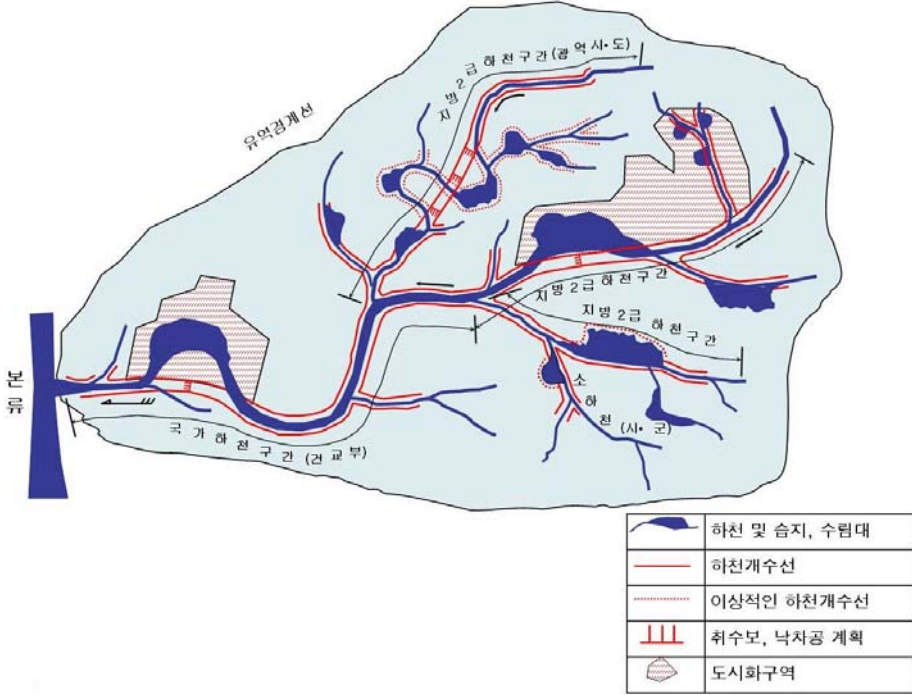
계획은 『하천법』과 『하천기본계획』에 따라 수립하며, 수립 범위는 가급적 구간단위가 아니라 유역단위로 하며, 부득이 구간단위의 계획을 수립하는 경우에도 유역의 이수, 치수, 환경, 문화, 경관 등의 기능과 조화되도록 계획해야 한다.

(1) 적절한 하천계획을 수립하기 위해서는 지역단위 또는 하도내에 국한하여 계획을 수립하는 것이 아니라, 유역단위 계획을 수립하여 상하 및 좌우 하천에 대해 일관성을 보장할 필요가 있다.

(2) 하천유역에 대한 종합적인 계획이 선행되지 않는다면 하류 특정지역에서 아무리 적절한 계획이 수립되었다고 할지라도 상류의 상황변화에 따라 대폭적인 계획수정이 불가피하다. 따라서 피해의 원인과 특징을 결정하고 문제해결을 위해 시도되는 각종 자연친화적 하천계획과 기법의 실행가능성 등을 판단하기 위해 유역특성에 대한 충분한 사전조사와 평가가 선행되는 것이 중요하다.

(3) 각 계획의 단계별 세부사항의 결정은 전체사업과정에서 일관되게 반영되어야 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.



<그림 5.4> 유역단위 자연친화적 하천계획 수립 모식도

5.4 지구 지정

5.4.1 지구 지정의 기본 방향

(1) 자연환경, 용수공급, 경관, 역사·문화, 생태 등 특별한 보전·복원이 필요한 구역과 하천공간의 이용 정도가 높아 공공이익을 위하여 지정할 필요가 있는 지역, 이 밖에도 하천관리청이 필요하다고 인정되는 지역을 보전지구, 복원지구 및 친수지구로 지정할 수 있다.

(2) 보전지구는 하천법시행령 제49조에 명시된 하천 고유의 가치가 비교적 건전한 상태로 잘 유지되고 있는 구역에 대하여 지정하고, 복원지구는 하천 고유의 가치가 자연적·인위적 요인으로 일부 훼손되었지만, 건전한 상태로의 회복이 가능한 구역에 대하여 지정하고, 친수지구는 공공의 이익을 위하여 하천의 고유 가치를 훼손하지 않는 범위 내에서 친수활동이 이루어지고 있거나 필요한 구역에 대하여 지정한다.

(3) 보전지구 및 복원지구는 하천 고유의 가치를 유지하기 위하여 필요한 주변 지역이 포함되도록 종적·횡적 공간적 범위를 고려하여 지정하여야 하며, 친수지구는 하천환경 보전에 지장을 주지 않는 범위 내에서 최소로 지정한다.

(4) 지구지정을 위해서는 하천 고유특성에 대한 평가기법이 필요하나 활용할 수 있는 객관적 평가기법이 정립되는 않은 실정이므로 전문가 자문 등을 활용한다.

(1) 하천법 제44조 및 동법 시행령 제49조에 의한 보전지구 등의 지정은 하천공간정비계획시 적용되어 온 구역구분과는 그 개념과 의미가 다르다. 기존의 구역구분은 하천공간과 배후지 특성을 감안한 공간정비계획을 수립하기 위해 설정하는 행위로 대상하천 모두에 적용되지만, 지구지정은 대상 지구의 고유특성(치수, 이수, 환경, 경관, 친수, 역사, 문화 등의 기능)의 보전 및 복원이나 하천공간의 활용을 목적으로 한다. 또한 하천 구역의 공공의 이익을 위하여 하천의 이용이 필요한 지역 및 기타 하천관리청이 하천관리 및 이용에 필요성이 인정되는 지역에 한하여 지구 지정을 할 수 있다.

(2) 보전지구, 복원지구, 친수지구 등의 지구 지정 기본요건은 하천법 시행령 제49조에 명시되어 있으며, 하천법 제45조 및 시행규칙 제25조에 따라 해당지구에 대하여 하천환경 보전 및 복원 사업을 수행할 수 있다.

(3) 하천법 시행령 제49조의 보전지구의 지구 지정 기본요건은 하천의 생태계 유지를 위하여 보전가치가 큰 하천구역, 용수공급 및 주민의 건강에 미치는 영향 큰 하천구역, 특이한 경관·지형 또는 지질을 가진 하천구역, 다양한 하천생태계를 대표하거나 표본이 될 수 있는 하천구역, 역사적·문화적 가치가 높은 하천구역, 기타 하천관리청이 보전할 필요가 있다고 인정하는 하천구역 등으로 총 6가지 요건을 제시하고 있으며 본 지침에

서는 하천 고유의 가치로 명명한다.

(4) 보전지구 및 복원지구는 하천 전체의 물리적·생태적 가치의 보전 및 복원을 목적으로 하므로 하천 물리구조 및 생태계의 상하류 및 횡적 연속성을 고려하여 폭 넓게 지정할 필요가 있으며, 친수지구는 하천점용허가를 득하여 직·간접적인 친수활동을 행하고 있는 지역이나 지역의 고유특성을 갖고, 대표할 수 있는 역사, 문화적 친수활동이 활발하게 이루어지고 있는 지역으로 지정한다.

(5) 지구지정을 위해서는 하천고유 특성에 대한 객관적 항목 설정, 조사, 평가 기법의 정립이 요구되나 현재는 활용할 수 있는 기법의 제시되지 않은 실정이므로 지구 지정이 시급히 요구되는 경우에는 전문가 자문 등을 통해서 참고할 수 있으며, 향후에는 객관적인 기법의 개발이 요구된다.

5.4.2 지구 지정 기준 및 예시

(1) 지구 지정은 보전, 복원, 친수의 대상이 되는 하천 고유 가치가 다양하고, 하천의 규모, 지형적 특성(크게 수역, 수제역, 육역의 횡적 구역) 및 토지이용 상황 등이 다양하므로 사전 조사 및 평가를 수행하여 현장 특성을 고려하여 지정한다.

(2) 지구의 범위는 하천규모와 현장 특성을 고려하여 지정하며 완충지대를 포함하여 지정할 수 있다.

(3) 지구는 보전가치, 복원가치 그리고 친수가치의 요소를 평가하여 지정한다.

(1) 하천의 보전, 복원, 친수의 대상이 다양하여 지구지정 기법이나 평가방법 등을 획일적으로 정하여 적용할 경우 하천별 고유성을 훼손할 수 있다. 하천은 고유 특성이 중요하므로 보전 및 복원의 가치를 판단하기 위하여 해당 전문가가 포함되는 사전 조사 및 평가를 수행하는 것이 바람직하다.

(2) 하천규모에 따른 지구의 범위는 현장 특성에 따라 다양하게 설정할 수 있으며 보전 지구 및 복원 지구는 대상 지구의 보호를 위해 완충지대를 설정할 수 있으며 친수지구는 공간의 활용성을 고려하여 완충지대를 설정할 수 있다.

(3) <표 5.1>은 지구 지정을 위한 각 가치의 요소 및 판별기준의 사례를 보여준다.

<표 5.1> 지구 지정 판별기준(예시)

지구별 가치구분	판별기준	요소구분
① 보전가치	<ul style="list-style-type: none"> 자연성평가 결과와 현지 상태의 고려 결과 	<ul style="list-style-type: none"> 생태: 법적 보호종, 서식 대상지 등 생태적 건강성, 수환경 양호지역, 건천 생태나 자연성의 우수지역 등 경관: 자연경관, 시·문화적 우수 경관, 도시경관 역사: 고유한 역사공간(예: 하남 위례성과 관련한 하천역사, 군사적 요충지였던 여울목, 강변성곽, 주요진지 등) 문화: 고유한 하천문화(예: 한강의 황포 돛대와 한강수타령 등 고유 문화 가치가 커 주로 문화 특성에 맞게 하천을 관리하여야 할 가치)
② 복원가치	<ul style="list-style-type: none"> 원 하천(구하도 포함) 지형의 복원 필요시 자연성 평가 결과와 현지 상태의 고려 	<ul style="list-style-type: none"> 지형: 사행하천, 우각호, 해자, 다지하천, 수변습지 및 수림이 존재하였던 원 지형 수환경: 자정능력의 저하정도 생태: 법적 보호종 서식지 고유의 생태건전성, 종다양성, 중요 서식처, 중요 생태통로(Eco-corridor) 경관: 단일 계절 또는 다계절 자연경관, 정서적인 경관, 도시에서의 고유경관(예 : 스카이라인, 바람길 등) 역사: 고유한 역사공간(보전가치요소 구분과 동일) 문화: 고유한 하천문화 (보전가치 요소구분과 동일)
③ 친수가치	<ul style="list-style-type: none"> 자연하천에서 과거에 이루어졌던 서정적 또는 정서적인 요소의 평가(예: 물놀이, 산책, 독서, 탐방, 학습, 정서적 문화행사)결과에 현지 상태의 고려결과 도시 및 주민 유입 정도 친수관리를 위한 관리능력 	<ul style="list-style-type: none"> 도시: 친수활동을 위한 도시규모 공간: 친수활동에 필요한 하도조건 및 쉼터, 경관 수환경: 생태건강성 유지 및 친수활동에 적합한 수질 및 수량(정도: 수영, 발 담그기, 산책) 생태적 기본요소: 중요종의 서식처와 완충범위 및 생태 통로 확보 학습요소: 자연 체험을 할 수 있는 중요한 자연 학습 요소 관리요소: 홍수위험, 익사위험, 독성 및 위해성 등의 관리가 필요한 친수지역

(4) 수환경 보전이나, 복원이 필요한 지정 지구는 상·하류의 수환경 특성에 따라 그 범위가 다양할 수 있고, 여러 가지 요소가 복합된 지정지구도 존재할 수 있다. 보전지구는 완충구역을 포함하여 설정하되 그 경계는 현지 특성과 보전성을 고려하여 정한다. 핵심 지역이 다양하게 분포할 경우의 어느 안(岸)지정이나, 양안 지정 또는 주변에 친수 시설 지역이나 친수지구 지정 예정 지역, 복원 대상지역이 존재할 경우 이 지역의 전체적인 지구지정은 별도로 지정할 수 있다. 소규모 하천은 하천 구간에 따라 종적 경계를 정하고 횡적 경계는 보전 특성에 따라 정한다.

(5) 복원지구는 본래 보전가치가 있는 지역이 훼손이 발생하여 복원을 통해 최종적으로 보전지구로 관리하고자 하는 지역의 범위를 대상으로 설정하는 바, 복원지구 주변에는 보전지구의 경우와 같이 복원대상 범위를 보호할 수 있는 일정범위의 완충지대를 설정한다.

(6) 친수지구는 도시하천에서와 같이 주변의 환경 상황이 산지나 주변 서식지로의 연계성이 없고, 생태적 단절이 발생하는 하천 내 이용이 빈번한 지역을 대상으로 검토하며 최소한의 범위로 설정한다.

5.4.3 지구 지정 절차

- (1) 하천관리청은 지구를 지정하고자 할 때는 전문가위원회, 주민 및 이해관계인 등의 의견을 수렴하여 하천기본계획에 반영한다.
- (2) 지구 지정을 위한 사전 조사 및 평가는 해당 분야의 전문가에 의뢰하여 해당 분야 전문가 및 수자원 전문가가 참여하는 전문가위원회를 구성하여 지구 지정 계획을 검토한다.
- (3) 전문가위원회 검토 후에는 주민, 이해당사자, 관련기관의 협의를 거쳐 하천기본계획에 반영한다.
- (4) 지구 설정 시에는 상하류 연계성, 인근 토지의 이용 상황 및 계획, 민원 등을 고려하여 설정한다.

(1) 지구 지정 계획서에는 지구 위치, 지구 구분(보전, 복원, 친수), 지정 사유 및 목적, 지정면적 및 범위, 지정 사유에 해당하는 조사 및 평가 결과, 토지이용 현황, 지구 관리방안 등과 같은 내용을 포함한다.

(2) 지정 사유는 지구 지정 기준에 의하여 제시하며 사전 조사 및 평가는 기준의 항목에 대한 전문가에 의뢰하여 수행하고, 조사 및 평가 결과는 다음과 같이 구성된 전문가 위원회에서 검토한다. 기준 이상의 전문가가 포함된 하천기본계획 자문위원이 구성된 경우에는 하천기본계획 자문회의로 대신할 수 있다.

(3) 지정 사유에 해당하는 조사 및 평가/계획 항목은 각각 다음 <표 5.2>와 <표 5.3>을 참고하여 수행한다.

<표 5.2> 지구 지정 기준에 따른 조사 항목

지구 지정 기준	조사 항목
하천 구조 및 생태계 보전 및 복원	- 지형현황, 수변조사, 생물상조사, 서식구조 조사, 수질, 유량, 저니질, 토양 등
수환경(수질, 수량) 보전 및 복원	- 지형현황, 수질 및 유량, 유수인용 허가 등 물이용, 생물상, 오염원 및 오염경로 등
경관, 지형, 지질 보전 및 복원	- 지형현황, 경관, 지질구조 등
대표·표본 생태계	- 지형현황, 수변조사, 생물상조사, 서식구조 조사, 수질, 유량, 저니질, 토양 등
역사 및 문화의 보전 및 복원	- 지형현황, 문화재 지표조사, 주변 경관 등
친수지구	- 지형현황, 이용도 및 동선, 주변 생태환경, 필요시설문 또는 청문 조사 등

<표 5.3> 지구 지정 기준에 따른 평가 및 계획

지구 지정 기준	평가 및 계획 항목
하천 구조 및 생태계 보전 및 복원	- 하천 자연도, 생태계 건전성, 치수 안전도, 완충범위 공간계획 등
수환경(수질, 수량) 보전 및 복원	- 수환경 평가, 수생태계 평가, 유역 청정도 평가, 치수 안전도 평가, 유수사용 평가 등
경관, 지형, 지질 보전 및 복원	- 경관평가, 치수안전도 평가, 완충범위 공간계획 등
대표·표본 생태계	- 하천 자연도, 생태계 건전성, 치수 안정도, 완충범위 공간계획 등
역사 및 문화의 보전 및 복원	- 문화재 가치 평가, 경관 평가, 치수안전도 평가, 완충범위 공간계획 등
친수지구	- 경관 및 생태환경 평가, 주변 생태에 미치는 영향, 치수안전도 평가, 친수지구 및 완충범위 등

(4) 지구 지정 시에는 다음의 사항을 유의하여 설정한다.

- 보전지구 중 생태계 보전지구는 지정하여야 할 지역적 범위와 연결되는 생태계의 생태통로, 인접 생태거점 등 연속성을 중시하여야 한다.
- 하천과 인접한 사유지역을 보전, 복원 지구에 부득이 포함할 때에는 하천 예정지로의 우선 지정을 통하여 민원 등의 사전예방을 기하는 것이 바람직하다.
- 역사성이 깊은 하천 보전지구 대상지 중 하천 구역을 벗어난 연계 지역의 범위는 보전지구 지정의 효과가 훼손되지 않도록 하천 예정지 또는 기타의 방안(예; 문화재청, 문화관광부의 관광사업 대상지 등의 협의)을 강구하여야 한다.
- 하천 친수지구는 대부분의 도시하천 또는 유원지, 기타의 구간에서 지자체 또는 주민 등에 의해 지구지정 요구가 빈번할 가능성이 많으므로 이에 대한 하천 관리상 민원 반영 시 유의하여야 한다.

5.4.4 지구 관리 방안

(1) 보전 및 복원지구에는 주기적으로 모니터링을 실시하여 그 가치를 평가하고 지속적인 관리에 임할 필요가 있다.

(2) 보전 및 복원지구에서 설치 가능한 시설은 되도록 하천관리에 필요한 기본 시설로 제한하고 설치시에는 하천 고유 기능에 영향을 미치지 않는 위치를 선정하여 설치한다.

(3) 친수지구에는 생태보호시설, 교육시설, 관찰시설, 안내시설, 경관시설, 체육시설 등 하천공간의 활용성을 고려한 시설의 설치가 가능하나 치수 안정성 확보가 가능하고 주변 생태계에 미치는 영향을 최소화하도록 설치한다.

(1) 보전 및 복원 지구에 설치되는 기본시설은 다음을 참고하여 검토한다.

<표 5.4> 보전 및 복원지구 기본시설(예시)

기 본 시 설	시 설 목 적
• 하천구역 경계표식 및 하천 거리표 (표지말뚝, 경계안내판, 경계석, 거리표)	• 하천관리의 실질적 경계(시민참여 지역의 구간 경계)와 하천구간 정보, 해발표고 정보 등
• CCTV system	• 하천방재기록, 모니터링 기록, 홍보, 계도용
• 종합안내 표지판, 설명판, 해설판, 안전간판 등	• 하천정보제공, 위험표시 등
• 관리용 통로	• 하천 유지보수, 순찰
• 모니터링에 필요한 시설	• 모니터링용 가수위표, 표석, 표식, 모니터링 효과 분석 홍보 안내판 등

(2) 친수지구에는 다음과 같은 시설의 도입을 검토할 수 있으며, 설치시에는 우수흐름을 고려한다.

<표 5.5> 친수지구 도입시설(예시)

구 분	도 입 가 능 시 설
생태보호시설	헛대, 야생동물 이동통로, 어도, 야생동물 서식처 등
교육시설	체험학습장, 홍보시설, 물문화시설, 역사시설 등
관찰시설	탐조대, 관찰오두막, 관찰벽, 탐방로, 관찰테크 등
안내시설	안내판, 해설판, 구역경계표지 등
휴식시설	산책로, 파고라, 벤치, 야영시설 등
경관시설	바람길, 시경관 시설, 소리경관 시설 등
체육 및 위생시설	체력단련시설, 화장실 등

5.5 계획 수준 설정

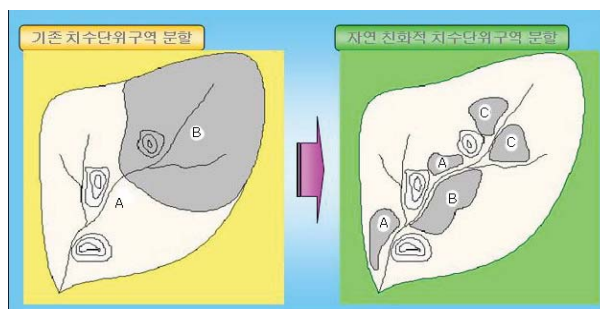
- (1) 계획 수준 설정은 『하천설계기준·해설(2005)』의 홍수방어계획을 따른다.
- (2) 인위적 구조물을 통하여 홍수를 배제시키되 하천 지형을 고려한 홍수피해 저감방법을 모색한다.
- (3) 일률적인 홍수방어가 아닌 필요한 부분만을 정비하는 치수 단위구역 분할과 치수 안전성 차별화 방안을 모색한다.
- (4) 치수 중요도가 낮은 구간은 가능한 지형학적 복원을 추진하여 유역의 홍수류 완화 및 피해 저감을 도모한다.
- (5) 하천유지유량 산정 및 확보에 대한 계획 수준을 수립한다.

(1) 자연 친화적 하천관리계획 수준은 대상 하천의 지형학적 형태와 하천 생태계 시스템을 최대한 교란시키지 않고 설계홍수량을 소통시킬 수 있는 방향으로 설정하는 것이 바람직 하다.

(2) 기존 치수단위구역은 하도에 따라 선개념으로 하천규모에 따라 설정되고 이에 따라 일률적인 홍수방어대책이 수립되어 왔다(<그림 5.8> 참조). 자연 친화적 하도계획은 현장상황과 비용-효과적인 측면을 고려하여 해당 지역의 홍수방어수준 및 환경보전수준 등이 적절한 조화를 이룰 수 있도록 수립한다. 하천의 이수·치수·환경기능이 조화를 이룬다는 것은 반드시 세 기능이 같은 수준을 의미하지는 않는다.

(3) 목적하는 치수 안전도를 보장하기 위해서 적용되는 자연 친화적 하천계획 및 설계 기법들은 목표로 하는 홍수방어수준에 따라 차별화될 필요가 있다. 같은 홍수방어수준이라 할지라도 하천 현장 상황, 즉 토지이용과 가용 공간 등에 따라 다른 기법이 적용된다.

(4) 하천이 자연적으로 거동할 수 있는 시스템을 유지한다는 견지에서 자연 친화적 하천정비 기법의 한계와 환경피해 저감정도의 우선순위는 다음 <표 5.6>과 같은 것을 들 수 있다.



<그림 5.5> 자연친화적 치수 단위구역 분할
(A~C: 치수 수준)

<표 5.6> 홍수방어수준 차별화에 따른 계획기법의 수준 설정방안

단계	기법 수준	특 징	유의점
1	지형학적 보전 및 복원	- 홍수터에서 인위적 구조물 제거 - 하도의 자연형상 보전 재현 - 자유로운 사행 유도, 강변 습지 범람허용	- 대부분의 도시지역에서는 현실적으로 어려움
2	제방 후퇴 (Set-back levee)	- 위와 같음. 단 사행대를 잠식하지 않으면서 하천 구역을 제방으로만 제한	- 위와 같음
3	복단면 하도	- 홍수소통 하도(홍수소통, 위락시설, 생태환경 개선, 또는 습지 서식처 제공)+저수로(서식처 강화, 유사이송 능력 개선) - 정적상태이지만 지형학적으로 안정 상태 유지	- 불규칙 복단면으로 조성. 제방방어선 설정 필요
4	방수로	- 원래 형상을 보전·복원한 하도(서식처 보호)+홍수소통능력을 위한 배수하도 또는 방수로(습지 또는 저지대 서식처 제공을 위해 또는 위락지 설계, 분리된 범람원 기능)	- 건설비용 문제 - 우회하도로 유입 및 원하도로 회귀시 퇴적, 하상저하 문제
5	하도내 서식처	- 저수로와 하안 보전 및 복원(실제 중소하천) - 식물, 동물(어류, 곤충, 양서류, 조류, 무척추동물 등) - 홍수피해저감 설계에 따라 거석, 수제, 돌 보(stone weir), 서식처 설치 등 - 생태 이동통로 보전 및 복원	- 홍수 내력 및 홍수 후 관리요구, 서식처 구조물이 미치는 영향 고려 필요
6	강터 식재 및 안정화	- 저지대 서식처, 하도내 피난·휴식처, 심미적 효과 제공 등 - 최소한의 변화를 수반하므로 가장 쉬운 수단	- 식생이 홍수에 미치는 영향평가 및 유송 잡물로 인한 막힘 고려 요구

(6) 계획시 폐천부지가 발생하지 않도록 하고 불가피하게 발생하는 폐천부지는 유수지 및 생태환경을 위한 하천부지로 보전하는 것은 물론 치수경제성이 낮은 지역은 가능한 하천범람원으로 복원하여 하천의 지체·저류효과를 증대함으로써 유역 홍수류 완화 및 하류지역 피해 저감을 도모한다.

(7) 『하천법(제51조제1항)』에 따르면 하천유지유량은 생활·공업·농업·환경개선·발전·주운 등의 하천수 사용을 고려하여 하천의 정상적인 기능 및 상태를 유지하기 위하여 필요한 최소한의 유량으로 정의된다. 특히 자연친화적 하천정비에 있어서는 환경개선에 필요한 유량을 산정 및 확보하기 위한 계획이 필요하다. 하천유지유량에 관련된 내용은 『하천유지유량 산정요령(국토해양부, 2008)』을 참고한다.

5.6 홍수량 산정

- (1) 홍수량 산정은 기본적으로 『하천설계기준·해설(2005)』의 설계수문량과 『홍수량 산정기법 가이드라인(건설교통부, 2007)』의 홍수량 및 홍수위 산정을 따른다.
- (2) 홍수량 산정은 하천법 제24조의2규정에 따라 유역종합치수계획이 수립되어있는 경우 유역종합치수계획의 홍수량산정 결과를 이용한다.
- (3) 홍수량 산정시에는 장래의 기후변화와 도시화 진행정도 등에 대한 고려가 필요하다.

- (1) 홍수량은 강우, 유량 등의 수문자료를 활용하여 수문, 수리학적 방법에 의하여 20년, 30년, 50년, 80년, 100년, 200년 빈도를 기본으로 하고, 필요에 따라 추가할 수 있다.
- (2) 기본홍수 및 홍수배분계획의 산출 및 검토과정의 자료는 상세히 수록 한다.
- (3) 홍수량은 기본홍수량을 사업비와 사회적 판단에 의거 기술적인 면과 경제적인 면에서 서로 조화가 될 수 있도록 하도 및 홍수조절댐에 합리적으로 배분한 후 각 지점의 하도계획에 적합하게 결정한다.
- (4) 홍수량도는 지류의 분류 및 합류, 하도 등을 고려하여 작성한다.
- (5) 약 30년 이상의 신뢰할만한 홍수량 자료가 가용한 경우에는 빈도해석기법을 이용하여 확률홍수량을 산정하고 이를 홍수량으로 정한다.
- (6) 홍수량에 대한 실적자료가 없는 경우에는 설계 강우-유출 방법을 이용한 합성단위 유량도 방법 중 유역의 특성을 반영할 수 있는 3개 이상의 방법을 이용하여 홍수량을 산정하고, 비교 검토한 후 홍수량을 산정한다.

5.7 하도계획

- (1) 하도계획은 기본적으로 『하천설계기준·해설(2005)』의 하도계획과 『하천정비기본계획수립 및 하천대장작성 지침(건설교통부, 2005)』의 하도계획을 따른다.
- (2) 현재 상태 하도의 특성을 존중하고 유지관리가 용이한 하도계획을 수립한다.
- (3) 표준단면에 의한 획일적인 하도계획 수립을 지양하고, 하안과 하상의 침식·세굴·퇴적이라는 자연의 변동을 일정 부분 허용할 수 있는 하도계획을 추진한다.
- (4) 하도특성에 따른 하도 안정성을 근거하여 하도용량을 설정함으로써 지속가능한 통수능력을 확보한다.
- (5) 하천 저수로 형태를 정형화 시킬 수 있는 개념인 저수로 법선 설정 이외에 저수로 형태의 변화를 일정부분 허용하는 관리 개념인 하안방어선을 설정한다.

(1) 하천이 본래 가지고 있는 기능 중 어떠한 기능을 보전하거나 혹은 향상시킬 것인가를 충분히 검토한 후에 하도계획을 수립한다.

(2) 자연 친화적 하도계획은 대상 하도특성에 적합하고 하도안정성 유지가 용이하도록 수립한다. 현재 상태 하도를 형성하고 있는 다양한 요인과 기본적 특성을 파악해서 이러한 하도특성에 적합한 하도계획을 수립한다.

(3) 하류 홍수유출 증대를 야기하는 기존의 직강화 및 표준단면 등과 같은 획일적 하도계획을 개선하도록 한다. 또한 사수역, 사행, 사주 등을 계획에 도입하여 자연하도의 선형과 공간 특성을 반영할 수 있는 하도계획을 수립한다.

(4) 현 상황을 초과하는 홍수량에 대해서 무조건적인 제방의 증고계획은 가급적 지양하도록 한다. 초과 홍수량을 부담하기 위해서 하도정비, 준설, 강변저류지, 홍수조절지, 제방후퇴 등의 대안을 검토한다.

(5) 하도단면 설정에 있어서는 유지용량이 안정적으로 확보될 수 있는 저수로 폭을 기초로 계획홍수량이 계획홍수위 이하로 유하할 수 있는 하도계획을 수립한다.

(6) 하안방어선이란 제방의 안정성과 저수로 안정성을 확보하기 위해서 하안침식방지 조치를 강구할 필요가 있는 선을 말한다. 이 선은 기존의 계획 저수로 법선처럼 절대 침해되어서는 안되는 의미를 가지는 것이 아니라, 하도 변화에 따라서 이 선이 침해되거나 침해될 가능성이 생겼을 때에 보호조치가 필요하게 된다는 의미를 가진다. 따라서 기존의 법선계획에 더불어 제방보호와 저수로 안정화 필요성을 종합적으로 검토하여 관리 개념의 하안방어선을 설정한다. 하안방어선에 적용될 수 있는 기법으로는 은제(감춤 호안)나 기타 세굴에 저항할 수 있는 재료를 이용하여 구축할 수 있다.

5.7.1 통수단면 확보 계획

(1) 수변조사를 토대로 치수 안전도와 하천환경 등을 고려할 수 있는 다양한 통수단면 확보 계획을 수립한다.

(2) 대상 하천의 특성에 적합한 통수단면 확보 우선순위를 설정한다.

(1) 검토방법은 현재 하천특성을 파악한 결과(수변조사 등)를 토대로 하천환경의 보전과 복원을 고려할 수 있는 실현 가능하고 다양한 통수단면 확보 계획을 제시한다. 또한 통수 안전도, 하도 특성 변화, 비용, 하천환경을 검토하여 최적의 방안을 설정한다.

(2) 통수단면 산정을 위한 검토사항은 하구부 기점수위, 지천 기점수위, 저수로 조도계수, 고수부지 조도계수, 혼합조도계수, 사수역, 그리고 수위상승 영향 등이다.

(3) 계획홍수량에 따른 하구부 기점수위는 중횡단적인 하상 및 하도변화, 조류(潮流) 영향, 염수침입, 과거 홍수시 하구부 최고수위를 검토하고, 지천 기점수위는 계획홍수량 유하시 분류와 지류의 수위차를 검토하여 설정한다.

(4) 다양한 조도계수를 고려하기 위해서는 실험실증연구 및 현장자료가 바탕이 되어야 하나 현재 이러한 검증 결과가 미흡하므로, 국내여건에 적합한 조도계수를 산정하기 위해서는 현장 자료 등을 지속적으로 검토하여야 한다.

(5) 하도 평면형에 의한 사수역(급확, 급축에 의한 사수역)과 종단형에 의한 사수역을 설정하고, 식생에 의한 사수역은 식생 유지관리 내용을 검토하여 설정한다.

(6) 마지막으로 수위상승에 영향을 미칠 대상(지천합류, 구조물, 만곡, 사주 등의 영향)을 모두 검토하여 통수단면을 산정한다.

(7) 통수단면 확보를 위한 우선순위는 하천특성과 환경에 따라 상이하며, 각각의 특성에 적합한 통수단면 확보 우선순위를 설정한다. <표 5.7>은 일반적인 통수단면 확보 방안과 그에 따르는 영향을 나타낸 것으로 통수단면 확보 우선순위를 설정할 때 참고할 수 있다.

<표 5.7> 통수단면 확보 방안과 그에 따르는 영향

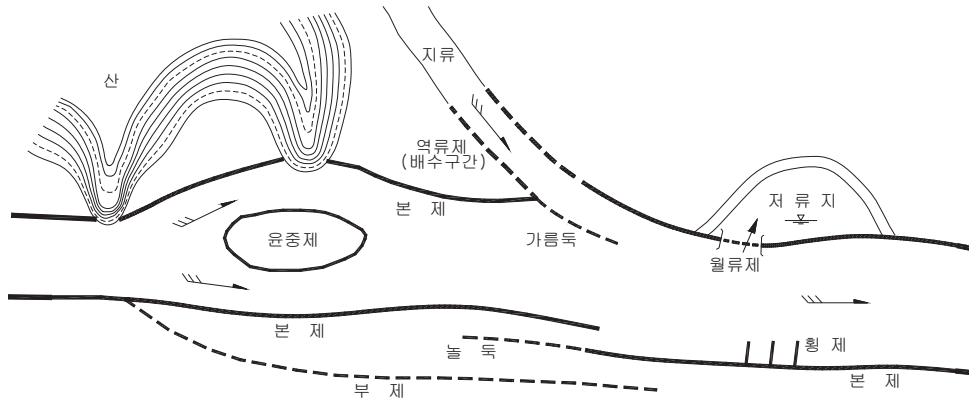
통수단면 확보방안	정비에 따른 영향
저수로내 하상굴착	<ul style="list-style-type: none"> · 저수로내에 흐름 집중 · 하안침식을 야기하는 외력 증가 · 저수로 하안의 상승으로 인한 하안침식 유발 · 부분적 하상굴착의 경우, 저수로 종단형상 변화에 의한 하상 불안정 유발 · 하천환경 교란(서식처 제거 등)
저수로 확폭	<ul style="list-style-type: none"> · 저수로내의 수리적 상황 변화에 따른 하상평형 손상 · 하천환경 교란(역동성 및 유지유량 부족 등)
고수부지 식생제거	<ul style="list-style-type: none"> · 일괄적 식생제거가 아닌 지속적인 하천 유지관리 필요 · 하천환경 교란(연속성 및 서식처 파괴)
고수부지 굴착	<ul style="list-style-type: none"> · 하천환경 교란(연속성 및 서식처 파괴) · 지속적인 유지관리 필요

5.7.2 평면계획

- (1) 평면계획은 저수로 법선, 제방 법선, 합류점 형상, 침수로 등을 대상으로 한다.
- (2) 최대한 과거 하도를 포함하여 하천구역 추가확보를 통해 하천환경과 계획홍수량을 안전하게 소통할 수 있는 평면계획을 수립한다.
- (3) 평면형은 치수 안전성과 과거 및 현 하도형상을 고려하여 계획하는 것을 원칙으로 한다.
- (4) 처음부터 저수로 법선을 설정하지 않고 자연 상태 저수로 평면형, 제방보호를 위해 필요한 고수부지 폭, 저수로 안정도 등을 종합적으로 고려하여 설정한다.
- (5) 침식을 받기 쉬운 구간과 그렇지 않은 구간을 구분하여 평면계획을 수립한다.
- (6) 수충부, 습지, 사수역, 폐천부지 등은 최대한 보전·복원 한다.

(1) 하도 평면형의 주요사항은 중형단형에서 결정한 통수단면을 고려하여 제방 및 저수로 법선을 검토하는 것이다. 검토방법은 1) 하천시설물 안정성, 2) 비용, 3) 하천환경을 고려하여 최적의 방안을 모색한다. 이 외에 계획홍수량을 안전하게 소통하기 위한 다양한 평면계획(합류점 형상, 침수로 등)이 있다.

(2) 하천환경과 계획홍수량을 안전하게 소통할 수 있는 평면계획을 수립한다. 제방의 증고, 법선의 변경, 그리고 합류점 형상 처리만으로 계획홍수량을 소통시키는 계획을 지양하고, 침수로나 강변저류지, 놀둑(霞提, open levee) 등과 같은 다양한 평면계획을 수립한다.



<그림 5.6> 제방의 종류(하천설계기준, 2005)

(3) 평면계획 설정에 있어 치수 안전도와 과거 및 현 하도 형상을 고려하여야 한다. 치수 안전도는 안전한 홍수소통을 도모하기 위한 기초적 지식으로 하도의 수리특성(홍수기 흐름양상과 하안 침식 및 퇴적양상 등), 과거 홍수기 수문특성, 그리고 제방, 보, 교각 등 하천시설물의 안정성 파악 등이 포함된다. 또한 현 하도 형상(자연 하도 형상)을 고려함으로써 하천 스스로의 역동성을 최대한 보장하고, 인위적 정비로 인한 치수적 불안정성 해결과 불필요한 경제적 비용 낭비를 최소화한다.

(4) 치수 안전성이 확보된 구간에서는 처음부터 저수로 법선을 설정하여 인위적으로 고착시키는 계획을 지양하고, 하천 스스로의 저수로 형상을 조성할 수 있도록 유도한다. 또한 치수 안전성이 확보되지 않은 구간에 대해서 저수로 법선을 설정할 때에는 1) 하천의 원래 형태를 최대한 보전하여 자유롭게 사행하도록 유도하고, 2) 다양한 생물 서식처와 자연 저류 및 지체공간(하도습지, 놀둑 등)을 조성하며, 3) 수충부와 침식부에 대한 안전도를 확보 한다.

(5) 수충부, 사수역, 사주 등 하천형태를 고려하여 홍수시 침식을 받기 쉬운 구간과 그렇지 않은 구간을 파악하여 평면계획을 수립한다. 이러한 평면계획을 바탕으로 필요한 구간에만 침식방어 대책을 수립하고, 그렇지 않은 구간에는 보전계획을 수립함으로써 하천사업에 소요되는 비용을 저감하도록 한다.

(6) 수충부, 습지, 사수역 부분 등 폐천 가능성이 있을 경우에는 가급적 그 기능을 보전 또는 복원하는 계획이어야 하며, 불가피하게 발생한 폐천부지는 하천구역으로 보전하도록 한다.

5.7.3 종단계획

- (1) 종단계획은 계획하상경사, 계획하상고 등을 대상으로 한다.
- (4) 평형하천(平衡河川)이 조성될 수 있는 종단계획을 수립한다.
- (2) 계획하상경사는 하상안정과 통수능력 확보를 위한 하상경사로 설정한다.
- (3) 하상 침식 및 퇴적 등 하상변동문제가 심각히 우려되는 하천에서는 하천구조물에 미치는 영향 등을 고려하여 관리상의 계획하상고 설정 등을 고려할 수도 있다.

(1) 계획하상경사는 계획하상고와 관련시켜 하상안정, 통수능 확보, 하상유지, 공사비 등을 고려하여 결정한다.

(2) 평형하천(안정하도)은 한 하천구간의 상류에서 유입되는 유사량과 하류로 유출되는 유사량이 평형하여 그 하천구간에서 퇴적이나 침식이 어느 한 방향으로 계속되지 않는 하천이다. 평형하천 설정을 위해서는 1) 대상하천의 종횡단 및 지형측량, 2) 안정하상 설계 위한 지배유량의 결정, 3) 하상의 종횡단 및 평면변화 조사·분석과 어느 기간 동안의 하상변동량 추정, 4) 유사량 추정, 5) 평형하상경사(고)의 추정, 그리고 6) 하천구조물 안정성 등을 파악한다. 종단계획에는 이러한 검토 내용이 반영되도록 한다.

(2) 비록 계획하상고 개념을 고려하지 않는다 하더라도, 하상 침식 및 퇴적 등 하상변동문제가 심각히 고려되는 하천에서는 하천구조물에 미치는 영향 등을 고려하여 관리상의 계획하상고를 설정할 수 있다.

(3) 계획하상고는 계획하상경사, 계획횡단형, 제내지 지반고 등을 고려하며, 하도 주변의 지하수위, 취수위, 지류 하상고, 암반도출지점 하상고, 구조물의 하상고, 하상유속 등이 충분히 검토 한다.

5.7.4 횡단 계획

- (1) 횡단계획은 계획횡단면, 계획하폭, 저수로 폭 등을 대상으로 한다.
- (2) 계획횡단면은 안정하도 계획, 홍수량, 하천부지 이용계획 등과 비교 검토하여 설정한다.
- (3) 계획하폭은 기존 하도범위를 우선적으로 고려하여 설정한다.
- (4) 저수로 폭과 홍수터 높이는 하천부지 이용계획과 하천환경을 고려하여 설정한다.

(1) 계획횡단면은 계획홍수위의 각 구간에 대해 안정하도 계획(중단계획), 계획홍수량의 소통능력, 하도 상황, 하천부지 이용계획, 그리고 유지관리의 난이도 등을 고려하여 결정한다. 또한 치수, 이수, 환경측면을 고려해 홍수 및 비홍수시 유량의 계획횡단면을 검토하며, 본 지침 '5.4 지구지정'에 따른 구역특성을 감안하여 계획한다.

(2) 계획하폭은 현재의 하천부지 및 하도와 하천이용계획 등을 고려하여 설정한다. 또한 기존 하폭이 부족하면 넓히며, 기존 하폭이 충분한 경우라도 일부러 좁히지 않도록 한다. 그러나 불가피하게 하폭을 축소하는 경우에는 하류측의 유속 및 소류력을 충분히 검토한다.

(3) 저수로 폭은 현재의 하도상태(경사, 유속, 유량 등)를 고려하여 설정하고, 홍수터(고수부지) 높이는 침수빈도가 연 2~3회가 되는 홍수량을 소통할 수 있도록 설정하되, 최근 관심이 증가되고 있는 하천 홍수터 이용에 대한 욕구와 하천환경보전에 대한 필요성도 감안하여야 한다.

5.8 친수공간 계획

(1) 친수공간 계획에 대한 내용은 각종 국내외 문헌을 참조하도록 하며, 본 지침에서는 친수공간 계획에 있어 필요한 일반적인 고려사항을 정리한다.

(2) 친수공간이란 인간이 하천과 물에 대해 친밀감을 가질 수 있도록 조성한 공간으로 생태보호시설, 교육시설, 관찰시설, 안내시설, 휴식시설, 경관시설, 체육 및 위생시설 등이 포함된다.

(3) 친수공간은 지역 주민의 요구에 의해 검토 되도록 하며, 계획시에는 치수, 수질 및 생태계에 미치는 영향이 최소화 되도록 한다.

(1) 지역 주민이 요구하는 친수공간을 최소화하여 조성하도록 한다. 이러한 지역 주민의 요구사항은 수변조사의 공간조사 결과를 이용하여 추진할 수 있다. 수변조사 결과가 미약할 때에는 사업초기에 주민 간담회 등을 개최하여 지역 주민의 의견을 반영한다. 이러한 단계를 통하여 지역 주민에게 적합한 친수공간 주제를 확정하여 집중적으로 설계한다. 예를 들면 대규모 도시의 경우 산책로와 체육시설이 주요한 주제가 될 것이며, 소규모 도시의 경우에는 인근 대도시의 주민이 방문함으로써 부가가치를 창출할 수 있는 여가시설과 생태교육장이 주요한 주제가 될 것이다.

(2) 친수공간에는 '5.4.4 지구 관리 방안'에서 제시된 생태보호시설, 교육시설, 관찰시설, 안내시설, 휴식시설, 경관시설, 체육 및 위생시설 등의 도입을 고려할 수 있으며, 물오염을 유발하거나 생물서식처를 훼손하는 시설의 도입은 최대한 제한한다.

(3) 친수공간은 하천 전반에 걸쳐 설치하는 것이 아니라, 인간 활동이 많은 도시구간에 국한하여 설치하는 것을 원칙으로 하나, 일부 지역 주민의 요구에 따라 친수공간 위치는 유동적일 수 있다.

(4) 이러한 친수공간 및 시설물은 홍수소통에 영향을 주지 않도록 설계하며, 특히 홍수 상황에 따라 일시 철거할 수 있는 구조물을 도입한다. 또한 치수적 영향을 배제하는 것 이외에 중형단으로 하천생태 보전 측면을 동시에 생각하도록 한다. 즉, 친수 공간이 도입됨으로 하천환경에 악영향을 초래하지 않도록 하나, 불가피하게 훼손된 하천 서식처는 복원하여 유사한 하천환경이 유지되도록 노력한다.

(5) 친수공간 시설물 유지관리 대책을 계획 및 설계단계에서 수립하도록 한다. 유지관리에 대한 관리자를 선정하고, 특히 홍수기 관리 대책 및 노후에 따른 교체 대책 등 친수공간 시설물에 대한 전반적인 내용을 정리한다.

5.9 하천유지유량 계획

(1) 하천유지유량 계획은 『하천법』 제51조 및 하천법시행령 제59조에 따라 수립하여야 하며, 『하천설계기준·해설(2005)』 및 『하천유지유량 산정요령(국토해양부, 2008)』에 따른다.

(2) 하천유지유량은 생활·공업·농업·환경개선·발전·주운 등의 하천수 사용을 고려하여 하천의 정상적인 기능 및 상태를 유지하기 위하여 필요한 최소한의 유량이다.

(3) 하천유지유량은 ① 하천유역 특성파악, ② 하도 구분 및 기준지점 선정, ③ 항목별 필요유량 산정, ④ 하천유지유량 산정 등의 절차를 거쳐 산정한다.

(1) 하천유지유량의 산정방향과 기준지점을 결정하기 위해 유역개황, 하천유황, 하도상황, 하천 유입량 및 하천수사용량, 하천 자연 및 사회환경 등에 대하여 필요항목을 조사하고 그 특성을 파악한다.

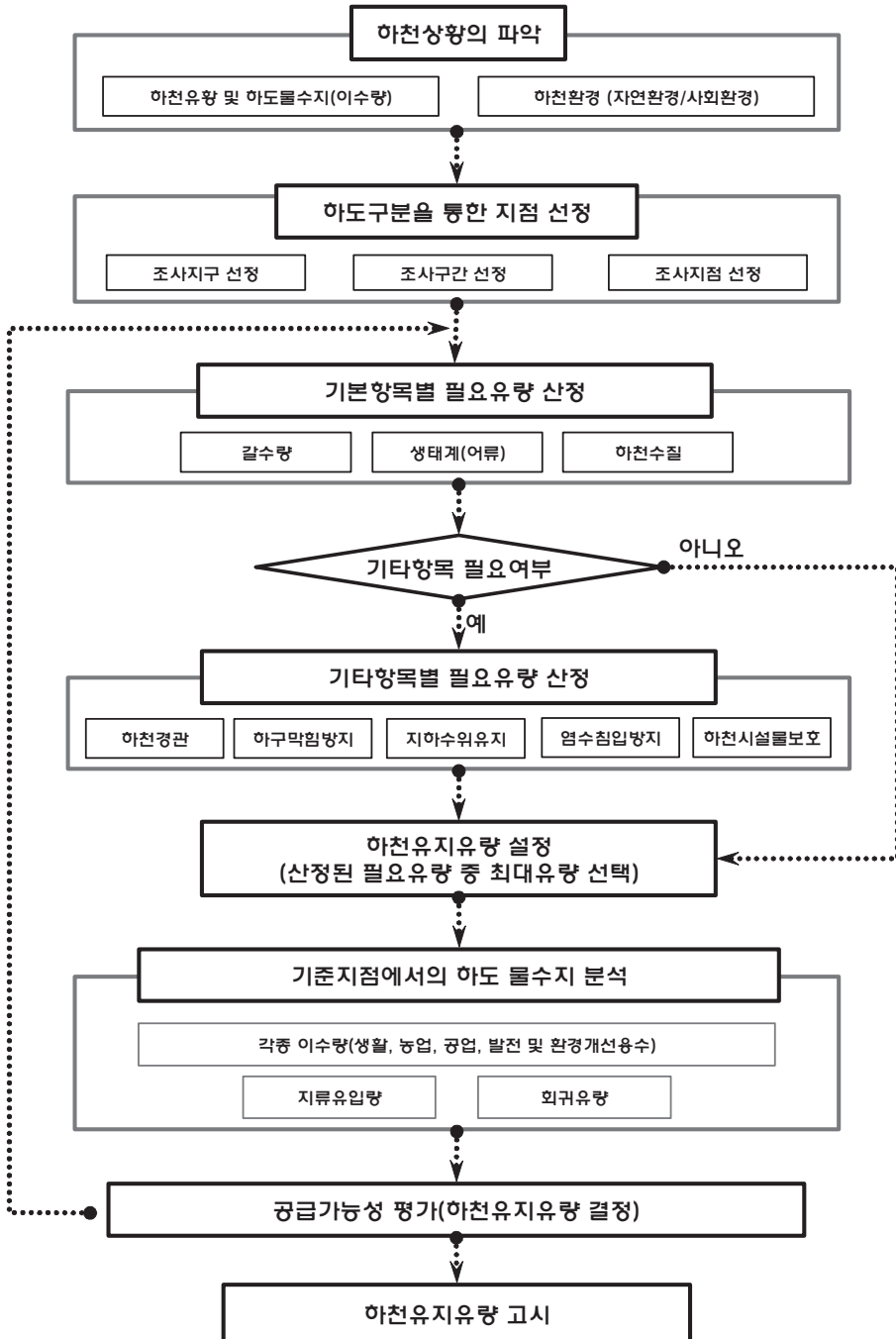
(2) 하천 구간 전체에 대해 하도를 몇 개의 구간으로 구분하고 구간 상황을 대표하는 기준지점을 선정한다. 하도구분 시에는 유황, 하도 특성, 이·취수지점, 갈수기 유량관리 구간, 수위관측소, 항목별 필요유량 산정 기준 등을 고려하여 결정하며, 기준지점은 하천법시행령 제59조 제2항의 규정을 고려하여 결정한다.

(3) 항목별 필요유량 중 하천 수질 보전을 위한 필요유량과 하천 생태계를 고려한 필요유량은 모든 기준 지점에 대해 산정하며, 하천경관보전, 지하수위의 유지, 염수침입 방지, 하구막힘 방지, 하천시설물의 보호 등을 위한 필요유량은 하천과 구간에 따라 필요

한 경우에만 산정하며 산정 기법은 『하천유지유량 산정요령(국토해양부, 2008)』에 따른다.

(4) 하천유지유량은 각 구간별로 산정된 항목별 필요유량을 모두 만족시키는 유량으로 하되, 지역의 자연·사회환경 특성 등을 고려하여 결정한다. 또한, 결정된 하천유지유량은 기존 하천수사용자의 권리 등을 고려한 공급가능성을 평가하여 현재 확보가 가능한 유량과 새로 확보가 필요한 유량으로 구분한다.

(4) 설정된 하천유지유량을 대상으로 기준지점에 대해 지류유입량, 회귀유량 및 기존 수리권에 따른 각종 이수량(생활, 농업, 공업, 발전 및 환경개선용수)을 고려하여 물수지 분석을 실시하고 설정된 하천유지유량의 공급능력을 파악하여 공급가능한 유량을 하천유지유량으로 결정한 후 이를 고시한다. <그림 5.9>는 『자연·사회환경 개선을 위한 하천유지유량 산정방안(건설교통부,2007)』에서 제시한 하천유지유량의 결정 및 고시 절차를 참고할 수 있다.



<그림 5.7> 하천유지유량의 결정 및 고시 절차(건설교통부, 2007)

5.10 수질 개선 계획

(1) 하천의 수질개선사업은 하천 내에 유역관리 차원에서 검토할 수 있으며, 하수, 산업폐수, 축산폐수 등 점오염원 관리사업, 도로, 임야, 농경지 등 비점오염원 관리사업 및 오염된 하천수를 직접 정화하는 사업 등을 종합적으로 검토하여 계획을 수립한다.

(2) 하천내의 수질개선계획은 『하천설계기준·해설(2005)』의 37.2 하천정화기법과 시설에 의거하여 설계한다.

(1) 해당 하천의 특성에 따른 오염원 특성을 고려하여 계획을 수립하며 다음의 사업추진 방향을 참고할 수 있다.

<표 5.8> 상수취수원 상류지역 유입하천

하천의 특성	<ul style="list-style-type: none"> - 점오염원 보다 비점오염원에 의한 수질오염이 크다. - 축산폐수 및 위락시설로부터의 오염가능성이 높음 - 비점오염원의 수질에 대한 영향은 갈수기에 가장 적고 강우기에 가장 크다. - 유해화학물질 및 중금속에 의한 노출은 타 지역에 비해 작다.
사업추진 방향	<ul style="list-style-type: none"> - 하천에 유입되는 오수 및 생활하수는 최대한 분리시켜 처리한다. - 하수도가 미정비된 오염심화하천은 하천수 직접정화시설을 적극 도입하며, 이때 연계수원으로의 오염부하 삭감율을 최대로 할 수 있는 정화공법을 선정한다. - 하천수 직접정화시설을 설치할 경우 처리유량이 만족되는 한도내에서 오염이 가장 심한 하류부로 위치를 선정하여 연계수원 유입 부하량을 최대한 삭감할 수 있도록 한다.

<표 5.9> 농촌지역 구간

하천의 특성	<ul style="list-style-type: none"> - 지정학적 위치, 인구 및 산업, 수계와의 거리, 토질조건 등에 따라 발생하는 오염물질의 양, 운반과정, 수계로 유입되는 양 및 수질에 미치는 영향은 달라지나 대체적으로, - 점오염원 보다 비점오염원에 의한 수질오염이 크다. - 축산폐수에 의한 오염가속 및 관개용수 회귀에 의한 부유물질이 유입된다. - 관거미정비구역이 상대적으로 많다. - 농업용수 확보를 위한 보 설치로 자정능력이 저하된다. - 비점오염원의 수질에 대한 영향은 갈수기에 가장 적고 강우기에 가장 크다. - 비교적 부지의 여유가 있어, 토양침투법, 식생정화, 산화지 등의 적용에 유리하다.
사업추진 방향	<ul style="list-style-type: none"> - 자연의 자정능력을 최대한 이용한 정화기법의 적용이 바람직하다. - 관개용수 회귀에 의한 부유물질 유입 삭감방안을 모색한다. - 소규모 마을의 생활하수 및 축산시설로부터 발생하는 오폐수 처리방안을 모색한다.

<표 5.10> 도시관류 하천

하천의 특성	<ul style="list-style-type: none"> - 생활하수에 의한 오염부하가 크다. - 불투수층의 증대로 하천 고유유량은 감소한 반면 생활하수 유입으로 오염이 심화된다. - 강우 직후에 수질이 가장 좋고, 갈수기의 수질이 가장 나쁘다. - 하수도정비상황에 따라 수질이 크게 좌우된다. - 초기우수에 의한 관거내 퇴적물 및 지표면에 축적된 오염물질 유입으로 오염이 심화된다. - 단순한 저급생태계이다.
사업추진 방향	<ul style="list-style-type: none"> - 인구밀집지역 및 시설이용구간의 수질개선을 목표로 한다. - 생활하수 유입의 차단이나, 오·우수 분리시설의 설치를 우선적으로 고려한다. - 초기우수에 의한 오염물 제어방안을 강구한다. - 하천단면의 단순화로 인하여 훼손된 생태계 복원방안을 강구한다 - 자연형 하천공법을 적극 도입한다. - 정화용수도입등 생태적 측면에서의 하천자류량을 회복방안을 강구한다. - 하수도정비가 요원한 취락지구에서는 오수배수로 및 간이처리시설의 설치방안을 강구한다.

<표 5.11> 공단하천구간

하천의 특성	<ul style="list-style-type: none"> - 유해화학물질 및 중금속으로 하천수의 독성화 초래한다. - 유해물질의 유출로 연계하천의 오염사고를 초래한다. - 생물서식이 곤란하다.
사업추진 방향	<ul style="list-style-type: none"> - 연계하천 및 수계로의 오염물질 유출을 최소화 할 수 있는 방안중 중점을 두어 사업을 추진한다. - 오염물질을 총량적으로 삭감할 수 없는 정화용수 도입과 같은 방법은 가급적 배려하지 않는다. - 용존성 오염물질의 비율이 높아 생물학적 분해능 향상을 위해 포기식접촉산화법 등 고효율의 시설을 계획하여야 사업효과가 나타난다.

<표 5.12> 제외지에 여유가 없는 수로형 하천구간

특 성	<ul style="list-style-type: none"> - 오수분리시설이나 차집관로를 제외지에 설치할 수 없다. - 차량통행로 확보를 위해 복개요구도가 크다. - 하수도와 같은 배수로로 이용되어 생활하수 유입으로 수질오염이 심화된다. - 제외지를 이용하는 하천수 정화공법을 적용할 수 없다.
사업추진 방향	<ul style="list-style-type: none"> - 수로내에서 정화할 수 있는 정화공법 모색한다.

6. 설계

6.1 기본 방향

- (1) 설계는 기본적으로 『하천설계기준·해설(2005)』에 따라 결정하도록 하며, 본 지침의 내용은 자연 친화적 하천설계의 관점에서 일부 보완한다.
- (2) 설계는 수립된 계획을 구체적으로 구현하는 방법론이라 할 수 있다.
- (3) 계획에서 수립된 다양한 인자와 대안을 검토하여 대상하천에 적합한 호안, 제방, 횡단구조물, 서식처 등 하천시설물에 대한 형태를 결정한다.
- (4) 향후 지속적인 현장 및 실험실증 자료를 토대로 국내여건에 적합한 설계기법을 축적하도록 한다.

(1) 설계는 대상하천에 대해 수립된 계획을 구체적으로 구현하는 방법론이라 할 수 있다. 특히 본 지침에서 언급하는 설계기법은 해당하천에 대한 상세한 정보 및 하천의 자연 역학구조와 연결된 기술을 바탕으로 수립된다.

(2) 외국의 경우 대부분 수십 년의 시행착오 끝에 그 나라 하천 특성에 적합한 설계기법을 개발하고 있으나, 국내의 경우 더 이상의 하천환경 훼손을 막기 위해 국내하천에 대한 충분한 조사나 하천해석기술이 부족함에도 불구하고 가용한 범위 내에서 자연 친화적 하천설계기법의 윤곽을 수립해 나가는 것이 좋다.

(3) 본 지침에 제시된 설계기법은 전술한 바와 같이 사안의 시급성으로 인해 충분한 검토과정을 거치지 못함으로써 발생할 수 있는 문제점을 내포할 수 있다. 이러한 한계를 극복하기 위해 향후 지속적인 하천조사 및 기술개발과 개발된 기술의 국내 하천에 대한 현장 및 실험 검증사업을 통해 보다 구체적이고 적합한 설계기법을 보완 및 수립해 나아가 할 것이다.

6.2 설계 유량

- (1) 설계홍수량과 치수 안전도는 계획된 기준을 중심으로 설정한다.
- (2) 계획빈도홍수량만을 고려하지 않고 해당구간 및 설계대상의 특성에 따라 적절한 유량을 적용할 수 있다.
- (3) 저수로 설계에는 하도형성유량(channel-forming discharge)을 적용할 수 있으며, 어류 등 생물 서식처 및 수질관련 시설물에는 갈수량이나 평수량을 설계유량으로 설정할 수 있다.

(1) 자연 친화적 하천사업에서는 다양한 목적에 부합되는 몇 가지의 설계유량이 검토되어야 한다. 설계유량은 설계대상에 따라 설정되며, 이에 따르는 설계 사항들은 해당하천에 적용되는 대상유량에 대해서 검토한다.

(2) 빈도홍수량은 하천의 해당구간의 설계유량으로서 하천유역전체에 대한 유역계획을 전제로 설정된다. 이렇게 설정된 계획빈도홍수량은 치수목표 달성을 위해 설정된 유량으로서 특히 제방 및 호안의 설계에 있어서는 중요한 의미를 갖는다. 그러나 계획빈도홍수량을 해당구간의 설계에 일률적으로 적용하지 않고, 해당구간의 지역특성 및 치수경제성에 따라 방어선 개념으로서 차별적으로 설정하거나 설계대상 시설물의 특성에 따라 다양한 유량을 적용할 수 있다. 계획홍수량 이외에 다양한 유량을 적용할 때에는 치수 안전도 등 관련 근거를 명확히 제시하여야 한다.

(3) 갈수량이나 평수량은 이수측면이나 어류생태계, 수질측면 등에서 중요한 설계유량이다. 특히 국내의 경우처럼 많은 하천이 갈수기에 건천화 되는 경우 특히 적절한 유지용수확보는 하천생태계에 중요한 영향을 미친다. 이때 설계유량은 연중 생태학적으로 중요한 기간 동안 물고기의 산란장 또는 통로로서 필요한 수심과 유속을 제공해야 한다. 적절한 유량 또는 유량의 범위는 분야 전문가와 긴밀한 협조 하에 설정한다.

6.3 지구에 따른 설계 방향

- (1) 설정된 지구에 적용 가능한 설계기법을 설정한다.
- (2) 보전지구에 대하여는 생태계, 역사, 문화, 경관 등이 보전될 수 있는 설계기법을 도입한다.
- (3) 복원지구 및 친수지구에 대하여는 하천의 생태환경복원 및 친수기능의 확보를 위한 다양한 설계기법을 도입한다.
- (4) 각 구역에 대해 치수 안전도를 확보할 수 있는 설계기법을 도입한다.

(1) 계획에서 하천의 3대 기능(치수, 이수, 환경)의 비중 정도와 하천의 중횡단 물리구조(수역, 수제역, 육역 등)에 따라 보전지구, 복원지구, 친수지구와 같이 3가지로 구분하여 적합한 설계기법을 설정한다. 1개의 구역으로 설정된 구역 내에서도 설정된 구역과 상이한 특성이 나타나는 지점의 경우에는 지점 특성을 고려하여 설계하는 것이 바람직하다. 즉, 보전구역의 경우라도 치수적으로 문제가 발생될 것으로 예상되는 지점의 경우에는 치수 안전도를 향상시킬 수 있는 설계기법을 도입한다.

(2) 보전지구는 생태계, 역사, 문화, 경관이 우수하여 인위적인 정비 없이 보전이 필요

한 지구이므로 과도한 설계기법을 도입하기 보다는 최소한의 설계기법과 유지관리 대책을 수립한다. 이러한 보전지구는 일반적으로 인적이 적은 구간, 경관이 우수한 구간, 그리고 상류 산지 구간 등이 포함될 수 있으며, 적용 가능한 설계기법으로는 제방, 호안, 서식처 설계기법 등이 고려될 수 있다.

(3) 복원지구는 직강화, 불투수성 호안, 복개 등 하천정비로 인해 파괴된 하천생태계의 복원 또는 개선이 필요한 구간으로 인위적 정비와 같은 구조물 대책을 최소화하고 하천구역확보, 환경개선 등과 같은 비구조물 설계를 시행한다. 이러한 복원지구는 일반적으로 난개발이 발생한 구간, 도시 인근 구간, 그리고 과거 중요 생물이 관찰된 구간 등이 포함될 수 있으며, 적용 가능한 설계기법으로는 제방, 호안, 수제, 서식처, 식재 설계기법 등이 고려될 수 있다.

(4) 친수지구는 인구 밀집지역 및 도심지에 인접한 구간으로 자연을 일정부분 배려하면서 인간이 하천부지를 이용할 수 있는 설계를 시행한다. 이러한 친수구간은 여가활동공간이 부족한 지역 주민에게 공원기능을 제공하는 순기능이 있으나, 과도한 친수시설물의 도입은 건전한 하천생태계와 이용하는 지역 주민의 심미적 기능을 저해할 우려가 있으므로 지양하도록 한다. 적용 가능한 설계기법으로는 제방, 호안, 수제, 서식처, 식재, 친수공간 설계기법 등이 고려될 수 있다.

(5) 상기 지구구분은 기본적으로 치수 안정성을 전제로 시행한다. 각 지구에 있어 계획홍수량 소통 등과 같은 치수 문제가 있는 지점에는 제방의 신설, 보수 및 보강, 하도준설 등 인위적 시설물 도입을 통해 치수 안전도를 향상시킬 수 있는 설계를 시행한다. 이러한 치수정비지점은 상기 3개 지구와 중복될 수 있으며, 치수 안전도가 허용하는 범위 내에서 최대한 하천환경을 배려하는 것이 바람직하다. 적용 가능한 설계기법으로는 제방, 호안, 하도안정화, 서식처 설계기법 등이 고려될 수 있다.

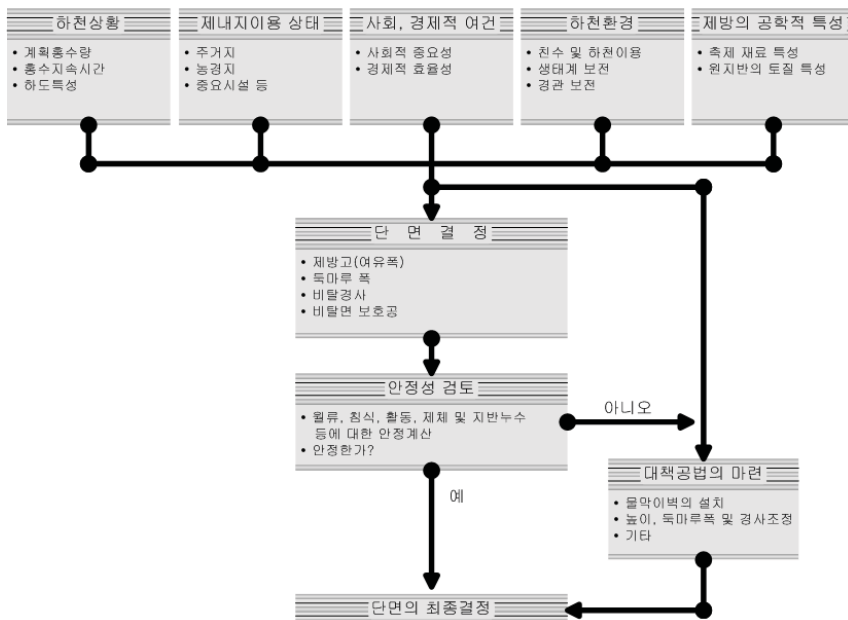
6.4 제방 설계

(1) 제방 설계는 기본적으로 『하천설계기준·해설(2005)』의 제방편을 따른다.

(2) 하도와 제내지 상황, 사회·경제적 여건, 하천환경, 축제재료 및 원지반 상태 등을 종합적으로 고려하여 제방단면을 결정한 후 결정된 단면에 대해 안정계산을 실시하여 필요한 안정율을 확보할 수 있도록 최종단면을 결정한다.

(3) 하상재료 사용과 같이 안정성이 확보되지 못할 경우에는 그 대책을 마련하거나 제방 단면의 제원을 수정하여 필요한 안정성이 확보될 수 있도록 해야 한다. 이때 제방의 설계는 일반 구조물과 같이 수리학적 또는 토질공학적 안정성 검토를 통하여 제방의 침식, 제체의 침투 및 활동에 대한 제방강화 형태 및 구간 등을 선정한다.

(1) 기존의 설계는 일률적인 표준단면도를 적용하였다. 그러나 표준단면에 의한 설계법은 유량에 맞춰서 일률적으로 형상을 규정하고 있기 때문에 일반적인 하천특성을 따르지 않을 경우 제방의 안정성이 불명확하게 된다. 따라서 기존 설계의 문제점을 보완하고자 수리학적 및 토질공학적 안정성을 바탕으로 외력과 내력의 비교를 기본으로 하는 설계방식으로 전환하도록 한다. 통상적으로 적용되는 제방단면 결정 과정은 <그림 6.1>과 같다.



<그림 6.1> 제방단면 결정 과정

(2) 제방의 단면형상 및 구조는 단순히 구조적 안정성뿐만 아니라, 지역 주민의 친수공간 확보, 생태계 보전 등 하천환경을 고려하여 설계하도록 한다.

(3) 제방법선은 축제선이 아니라 해당지역의 홍수방어수준을 나타내는 선으로 간주되어야 한다. 지형학적인 하천구역을 최대한 포함하도록 설정하여 하천 스스로의 지체 저류 효과를 활용하고 축제구간을 최소화하여 하도내 자연성보장은 물론 제방으로 인한 생태계 연속성 단절을 피하도록 설계한다.

(4) 제방 경사는 가능한 한 완경사로 조성하여 하천으로의 접근성을 보장하고 제내지와 고수부지 또는 수계역 간의 생물의 이동이 차단되지 않도록 설계한다. 고수부지폭이 충분히 넓어 공간적으로 여유가 있는 경우에는 완경사로 제방을 설계한다. 그러나 하폭이 충분하지 않은 경우 무리하게 완경사로 조성하는 것은 자유로운 사행을 제약하게 되므로 바람직하지 않다.

6.5 호안 설계

(1) 호안 설계는 기본적으로 『하천설계기준·해설(2005)』의 호안편을 따른다.

(2) 호안은 최소 경비로 최대 목적을 달성할 수 있도록 비탈덮기, 기초, 비탈멈춤, 밀다짐의 네 부분 중 일부 또는 전부를 조합하여 설치한다.

(3) 호안을 설치해야 하는 경우 소류력 또는 유속에 따라 호안기법을 선정한다.

(4) 호안법선은 개수계획에 의해 미리 정해져 있는 경우가 많지만, 설치시 인근 하천과 하상 상태를 고려하여 계획법선의 타당성을 다시 검토해야 한다.

(5) 비탈덮기는 하천환경의 보전 및 정비와 밀접하게 관련되므로 생태계나 경관 등을 충분히 고려하여 적합한 기법을 설계한다.

(1) 호안은 제방 또는 하안을 유수에 의한 파괴와 침식으로부터 직접 보호하기 위해 설치하는 구조물이다. 이론적 계산에만 의하여 호안을 설계하는 것은 현재의 기술수준으로는 어려우며 이론의 한계를 감안하여 경험과 이론의 양면에서 고찰하여 설계한다.

(2) 호안의 설계시에는 1) 사용재료의 확보 용이성, 2) 공사비의 절감, 3) 시공상의 용이성, 4) 공사기간의 단축, 5) 조도, 6) 세굴에 대한 굴요성(掘撓性, flexibility), 7) 내마모성, 8) 내구성 등을 고려하여 호안의 형태, 시공방법 등을 고려하여 결정한다.

(3) 자연형 호안은 치수뿐만 아니라 환경적 측면도 고려하여 설계한 호안을 말하며, 자연 친화적 하천사업에 있어서는 자연형 호안을 설계에 적극 도입하도록 한다. 그러나 치

수 안정성이 확보되지 않는 경우에 대해서는 자연형 호안 이외에 다양한 기법을 비교 검토하여 설계에 반영하도록 한다.

(4) 비탈덧기는 유수의 소류력, 경사, 내구성, 수위변화, 생태환경, 기초지반 등을 고려하여 선택한다. 현재 비탈덧기의 허용유속에 대한 국내 기준은 특별히 제시되어 있지 않다. 따라서 국내 및 일본에서 경험적으로 제시된 허용유속기준을 참조하도록 하며, 실제 적용에 있어서는 각각의 설계유속에 대해 수리 및 수치실험을 수행하여 안정성을 검토한 후 적용하는 것이 바람직하다.

6.6 하도 안정화 설계

(1) 하도 안정화 설계는 기본적으로 『하천설계기준·해설(2005)』의 하상유지시설을 따른다.

(2) 하도특성에 대한 충분한 조사 및 검토로 현재 하도의 안정요인 및 불안정 요인을 정확히 파악하여 정리한다.

(3) 현재 하도를 안정하게 유지하는 요인을 훼손하지 않도록 설계한다. 특히, 기존 시설물 철거시 상하류 하도 안정과 인접 구조물에 미치는 영향을 최소화하여야 한다.

(4) 불안정한 하도의 경우, 불안정요인을 근본적으로 제거할 수 있도록 설계하고 안정화기법 적용시 환경충격을 최소화하도록 설계한다.

(1) 현재의 하도가 안정되어 있는 경우에는 하도를 안정하게 유지하는 요인을 훼손하지 않도록 설계하며, 불안정한 경우에는 하도를 불안정하게 하는 요인을 근원적으로 제거할 수 있도록 설계하여야 한다. 이를 위해서 하도특성에 관한 충분한 조사 및 검토·분석이 필요하다. 이러한 과정을 통하여 각종 하도 특성치(하상경사, 대표입경, 저수로내 평균수심, 에너지 경사, 마찰속도, 소류력 등)를 반영한 하도단면이 설정되도록 한다.

(2) 하상상승구간과 저하구간들을 규명하기 위해 적용될 수 있는 가시적인 증거나 예측을 통하여 하도 안정성에 의해 불리한 영향을 받을 수 있는 기법, 필요한 개선 방법 또는 보전 방법을 도출하여 하도안정화 설계에 반영한다.

(3) 치수상 하도 안정화 조치가 불가피하여 <표 6.1>과 같은 안정화 기법이 적용되는 경우 안정성 측면뿐만 아니라, 환경적 측면에 대해서도 세심한 고려 후 환경충격을 최소화하도록 설계한다.

<표 6.1> 하도 안정화 기법

불안정 형태		안정화 기법	주 의 점
하상 침식	상류방향 진행	• 턱(sill)	- 감입단면의 상류에 위치, 두부침식방지와 하상고 유지 - 구조물 측면을 포위하는 강턱침식주의 - 효과 미미함
		• 하상고 조절	- 경사급변점(nick-point)에 위치 - 두부침식방지
	하류방향 진행	• 낙차보	- 수면경사감소와 하상재료 이동 방지 - 만일 침식의 위험성이 있다면 하류에 낙차보가 더 필요할 수도 있음
		• 하상 장갑화	- 굵은 재료로 하상을 인공적으로 장갑화 - 자연적으로 될 수도 있음
하상 퇴적	상류방향 진행	• 준설	- 퇴적구간 준설 - 장기적 불안정성은 여전히 존재
		• 유사공급 조절	- 유사공급 조절을 통해 즉각적인 상류구간 안정화
	하류방향 진행	• 사방시설	- 안정치를 위해 하류구간으로 이송되는 소류사를 줄임 - 사방구조물은 정기적인 관리필요
		• 유사공급 조절	- 상류지역에서 세굴방지를 통해 하도안정화 - 유역침식조절
하도 이동	만곡도 증가 (침식)	• 낙차공	- 여울구간에 경사를 낮추기 위해 낙차공 설치 - 각 구조물에 에너지 감쇄와 강턱보호 필요
		• 호안	- 제방파괴방지와 감입이 있을 경우 사행방지
	만곡도 감소 (퇴적)	• 유사공급 조절	- 상류지역에서 침식방지를 통한 하도안정화 - 유역침식조절
	다지형 하도 (퇴적)	• 폭축소 및 깊이 증가	- 상류에서 이송능력증가를 통해 하나의 물줄기 또는 만곡하도 조성
	사행이동 (안정)	• 호안	- 식생을 포함하는 생물공학적인 방법을 이용할 수 있음
		• 수중 수제(vane)	- 사행 외측강턱 부근의 끝단 세굴방지를 위한 수중 흐름조절 구조물

6.7 식재 설계

(1) 식재 설계 중 나무심기에 관한 사항은 『하천에서 나무심기 및 관리에 관한 기준(건설교통부, 2007)』에 따른다.

(2) 하천에서 나무의 관리는 나무가 치수기능에 미치는 영향이나 나무의 생태적 특성을 충분히 평가하여 검토 하고, 하천구역내 나무를 심을 때에는 공익목적에 한하되 치수상 지장이 없도록 한다.

(3) 초본의 식재가 곤란한 구간에서도 다양한 기법을 검토하여 식재할 수 있는 방안을 모색한다.

(4) 식재 설계와 동시에 유지관리 계획을 수립하도록 한다.

(1) 하천에서 나무를 심고자 하는 하천관리청은 계획을 수립하여 설계도서를 다음과 같이 작성하도록 한다.

① 위치지형도(축척 1/25,000)

② 지적이 표시된 평면도

③ 나무심기 계획도(수목의 배치도가 포함된 하천의 평면도, 횡단면도, 나무관리 목표 연도의 나무 형상도)

④ 수목의 전도 계산서

⑤ 이해관계인의 동의서

⑥ 나무심기 전·후의 수리계산서(단, 『하천에서 나무심기 및 관리에 관한 기준(건설교통부, 2007)』에서 제시한 “2.2 수리계산이 필요 없는 나무심기”에 해당되지 않으며, “2.3 나무심기 특례”에 해당될 경우에만 작성)

(2) 나무심기 전·후의 수리계산서에 대한 적정여부를 공학적으로 입증하기 위하여 충분한 검토가 필요하다.

(3) 하천에서 식재된 나무와 자생하고 있는 나무의 벌채 등과 같은 관리에 있어서도 『하천에서 나무심기 및 관리에 관한 기준(건설교통부, 2007)』을 따르도록 한다.

(4) 목본의 식재 이외에 초본의 식재를 위해서는 제방 및 호안 단면에 복토가 필수적이다. 그러나 하도 단면적이 작거나 호안 경사가 급한 지역 등에서는 복토의 안정성 때문에 식재가 곤란한 경우가 있다. 이러한 경우에도 다양한 기법(미끄럼 방지 기법, 토양균 살포 기법, 다공성 콘크리트 기법 등)을 검토하여 식재할 수 있는 방안을 모색한다.

(5) 식재 설계와 동시에 치수상 저해요인이 발생하지 않도록 유지관리 계획을 수립하여야 한다. 이러한 유지관리 계획에는 식생관리, 벌채 등이 포함될 수 있다.

6.8 서식처 설계

(1) 서식처 설계에 대한 내용은 각종 국내외 문헌을 참조하도록 하며, 본 지침에서는 서식처 설계에 있어 필요한 일반적인 고려사항과 사례를 제시한다.

(2) 서식처란 생물적, 무생물적 환경을 포함하는 주변으로 일반적으로는 생물의 먹이, 산란, 피난이나 은신처 등 생식조건을 포함한다.

(3) 서식처 기법은 기존의 하천정비에 의해 서식처가 파괴되었거나, 단조로운 하도로 변하는 등 생물이 서식하기 곤란한 여건을 가진 하천에 적용한다.

(4) 대표적으로 적용되는 서식처 기법에는 여울, 어도, 수제, 하중도, 하도습지, 거석, 돌보 등이 있으며, 이러한 기법을 적용할 경우는 생태 및 수리 전문가의 자문을 거쳐 위치나 형태를 결정하는 것이 바람직하다.

(5) 홍수소통능력을 감소시키지 않는 범위에서 적절한 서식처 구조물을 도입하여 환경 충격을 최소화하도록 서식처를 설계한다.

(6) 서식처 적용 후 지속적으로 유지관리 및 모니터링을 수행하는 것이 바람직하다.

(1) 자연 친화적 하천관리에 있어 우선적으로 고려할 사항은 자연이 만든 하천공간을 제방후퇴나 저류지 활용 등의 방안으로 확대 및 복원하는 것이다. 그러나 현재 도시화의 진행 등 사회, 경제적인 이유로 인하여 이러한 관리기법을 도입하는 것이 현실적으로 어려울 경우, 최소한의 하천환경을 보전하기 위해 서식처 기법을 도입한다.

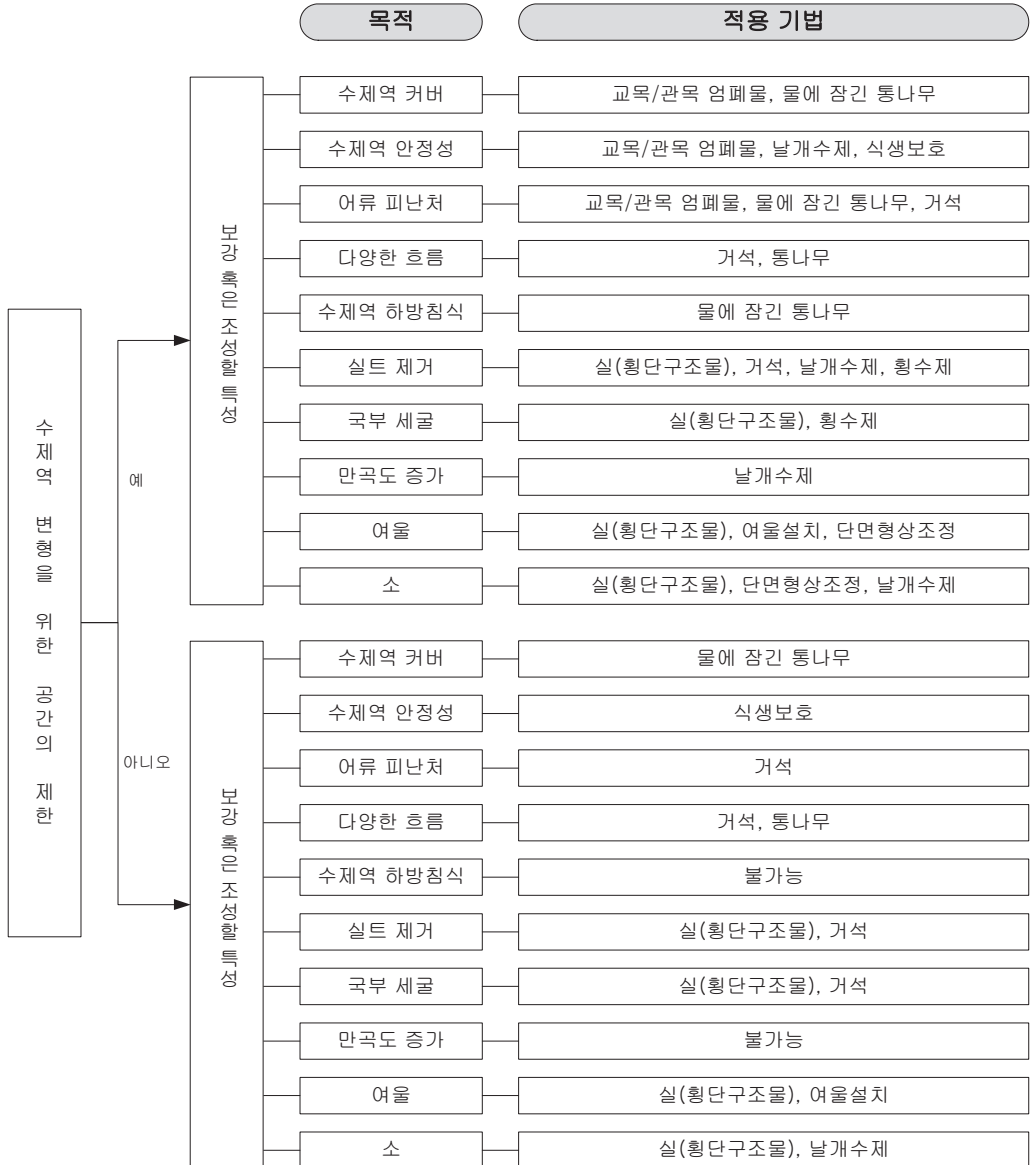
(2) 하천환경 개선을 위한 서식처는 하천 통수기능을 저해하지 않는 범위에서 적절한 구조물을 도입하도록 한다.

(3) 각 서식처 기법들은 구조물의 모양과 사용재료에 따라 각각 다양한 형태를 갖는다. 서식처 기능을 보강해 줄 수 있는 기법으로는 여울 설치 및 단면형상 조정(channel reshaping) 등의 방법이 있다. 단 여기서 단면형상 조정이란 하폭 확장(의미가 아니라 횡단면 형상의 형태변화를 의미한다. 이러한 기법들은 각각 하천의 제한요소와 의도하는 목적에 따라 적절하게 선택될 수 있다. 하폭 조정(확대)이 불가능한 경우 수제부 변화를 위한 공간적 제한 여부에 따라 의도하는 목적에 맞는 적당한 방법은 <그림 6.2>와 같다.

(4) 그림에 제시되어 기법은 대표적으로 사용되고 있는 서식처 기법을 정리한 것이다.

여기서 제시한 서식처 기법은 일부분의 사례일 뿐이므로, 현장에서는 이러한 서식처 기법 이외에 대상 하천에 적합한 서식처 기법을 다양하게 적용하도록 한다.

(5) 서식처 기법은 적용하고 끝내는 것이 아니라, 시공 후 지속적으로 유지관리 및 모니터링을 수행하여 기법의 적합성을 판단하여 향후 유사한 하천사업에 활용하도록 한다.

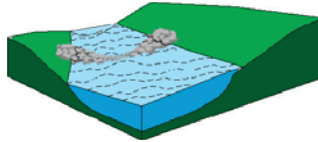


<그림 6.2> 하도내 서식처구조물의 기법 선정 절차와 대상 구조물

6.8.1 여울

(1) 여울은 하상재료 대표값(D₅₀)이 3 mm 이하인 하도에서는 나타나지 않는다.

(2) 모래 하상을 가지는 하천 구간에서는 홍수시 여울이 매몰될 우려가 있으므로 적용하지 않는 것이 바람직하며, 설치시에는 유사 문제에 대해 고려하도록 한다.



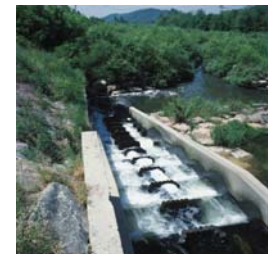
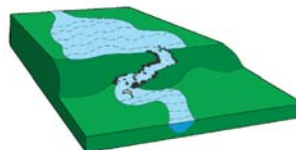
<그림 6.3> 여울 개요도와 사례(오산천)

- (3) 여울을 거석만으로 조성하는 것은 지양하도록 한다.
- (4) 여울의 위치는 수심이 낮은 지역에 설치하도록 하며 사행 구간에서는 만곡부 사이의 변곡점 또는 수층접근부에 위치시킨다.
- (5) 바람직한 여울 간격은 하폭의 5-7배 정도이나 하도 경사를 고려하여 조정하도록 한다.
- (6) 자연스러운 여울을 재생하기 위해서 선정 지점의 하폭을 약간 늘리는 것이 필요할 수도 있다.
- (7) 보 상류의 배수역에 위치한 구간에 여울을 조성하는 것은 적합하지 않다.
- (8) 복원된 여울 자체가 상류에 대한 저류 역할을 갖게 하고 종단 수면 경사에서 계단을 형성토록 한다.

6.8.2 어도

(1) 대상 하천의 목표 어류 특성에 적합한 형태의 어도를 설치하여야 한다.

(2) 어도에 유입된 부유물은 즉시 청소하여 어도가 항상 청결을 유지할 수 있도록 하여야 한다.



<그림 6.4> 어도 개요도와 사례(오산천)

- (3) 어도의 하단부는 홍수시 유수력에 의해 하상이 보전되도록 크고 작은 돌의 적절한

혼합으로 견고히 배치하되 어류 접근이 용이하도록 하여야 한다.

(4) 어도와 보 하단부의 거석은 상호 수중 통로가 연결되도록 하여야 하며 어도는 어류 생태통로 기능을 유지하여야 한다.

(5) 어도는 어류 생태계의 생태 통로를 확보하기 위한 공사이므로 이를 고려하여 정밀 시공이 되어야 한다.

(6) 어도 내 최심부는 적정 최심부를 형성하여 적은 유량에서도 어류이동이 가능하도록 하여야 한다.

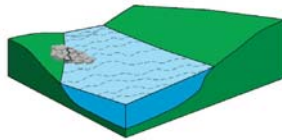
(7) 어도 내의 어류 쉼터(pool)는 적정한 수심을 유지하도록 한다.

(8) 토사 등에 의한 허용범위 내의 퇴적은 오히려 각종 생물 서식으로 어류에게 좋은 조건을 줄 수 있으므로 수질에 영향을 주지 않는한 제거하지 않으나, 이물질(유송잡물, 오니 등)은 반드시 제거하여야 한다.

(9) 보와의 접합부는 일치되도록 정밀 시공을 요한다.

6.8.3 수제

(1) 한쪽 제방으로부터 하도 전체에 걸쳐 있지 않고, 일정 범위까지 돌출 되어 있는 구조물이다. 수제는 다양한 흐름을 형성하고, 유속을 제어하여 하안 또는 제방을 유수에 의한 침식작용으로부터 보호하기 위해 설치하며, 경관 및 생태적 장점을 함께 갖고 있다.



<그림 6.5> 수제 개요도와 사례(영산강)

(2) 수제는 여울을 잠기게 하는 배수영향과 다양한 형태의 악영향을 억제하기 위해 여울 지역으로부터 충분히 떨어진 하류지역에 설치하여야 한다.

(3) 수제는 유수에 대한 저항, 하상의 변화 등을 고려하여 크기를 결정하여야 한다.

(4) 유심선의 사행 조성과 구조물의 다양성을 고려하기 위해서 제방에 번갈아 가며 설치할 수 있다.

(5) 거석이나 자갈을 채운 통나무 방틀 수제가 일반적으로 사용된다.

(6) 서식처 다양성이 부족한 하천에 사용되어질 수 있다.

6.8.4 하도습지

(1) 소생물권의 집합군으로 형성되는 하도습지는 가급적 모래질 토사를 사용 하지 말고 일반 실트질이나 점성질 토사를 사용하여 식물 성육 및 자생에 유리하도록 하여야 한다.



<그림 6.6> 하도습지 개요도와 사례(경천)

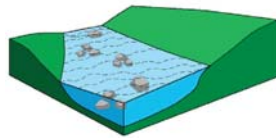
(2) 성토하여야 할 부분이 실트질 또는 점성질 토사일 경우에는 원지반을 유지하여 절토하도록 한다.

(3) 성토다짐 후 일정기간(1~2년) 경과 후에는 홍수 등에 의한 변화를 모니터링하고 이를 향후 사업에 반영하는 것이 바람직하다.

(4) 식생의 도입은 모니터링 경과 과정을 거친 후에 도입하되 세부 배치구간 및 방법, 식물종의 선택은 전문가의 자문에 의한다.

6.8.5 거석

(1) 여울과 소를 포함하는 다양한 하천 서식처를 조성한다.



<그림 6.7> 거석 개요도와 사례(달천)

(2) 하도내 유속이 0.6 m/sec 이상 되는 구간에 적용하는 것이 적합하다.

(3) 거석은 군집의 형태로 시공하는 것이 바람직하며, 독립 거석은 매우 작은 하천에서 효과적일 수 있다.

(4) 자갈 하상을 가지며 하폭이 넓고 수심이 얇은 하천에서 매우 효과적이다.

(5) 하천에 커버를 제공하고 하상기질(substrate)을 개선함으로써 수생생태계에 매우 유용하다.

(6) 모래 하천에서는 거석이 매몰될 우려가 있으므로, 설치시에는 세굴에 대해 고려한다.

(7) 거석설치에 따라 하도와 제방 침식될 수 있으므로 유의한다.

(8) 하상 저하나 상승이 발생하는 하천에 대해서는 적합하지 않다.

(9) 유사량이 많은 하천에서는 사주형성을 증가시키기도 한다.

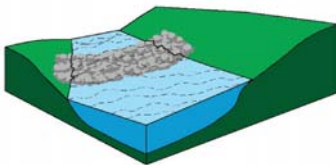
6.8.6 돌보

(1) 거석 또는 파쇄석을 이용한 구조물로 하도를 가로질러 설치하는 것이다. 돌보는 기존 보를 개량하거나 신규로 조성함으로써 생태계 유지유량, 하천연속성, 서식처, 다양성 등을 확보할 수 있다.

(2) 모래하천에 적용시 세굴과 퇴적에 유의한다.

(3) 홍수기간 동안 돌보의 안정성을 유지하기 위해서 하상에 분포하는 하상재료보다 상대적으로 크고 각진 돌을 사용한다.

(4) 양쪽 측면보다 중앙을 낮게 조성하면 중앙부로 유량을 집중시키므로 유량이 적은 하천에서 유량 확보에 효과적이다.



<그림 6.8> 돌보 개요도와 사례(한강 충주시 달천)

7. 시공

7.1 정의

(1) 자연 친화적 시공기법은 계획 및 설계에서 구체화된 사업내용을 실제 하천에 실행하는 것이다.

(2) 현장 시공으로 인해 하천환경이 교란되지 않도록 유의하며, 시공관련자에 대해서는 철저한 교육을 실시한다.

(1) 자연 친화적 시공기법은 치수, 이수, 환경기능을 고려하여 설정된 구체화된 사업내용을 실제 하천에 실행하는 것이다.

(2) 자연 친화적 하천관리를 위해 충분한 사전조사를 시행하여 대상하천에 적합한 계획과 설계를 실행하였다 하더라도, 시공 시 대상하천의 풍요로운 자연환경을 바꾸어 버리면 자연 친화적 하천사업을 성공하였다고 할 수 없다.

(3) 시공 시에 변형된 하천의 자연생태계가 다시 원상태로 돌아오기 위해서는 긴 시간이 필요하거나, 경우에 따라서는 복원되지 않을 수 있다. 아무리 좋은 기법도 시공시 유의사항을 고려하지 않으면 결국 생물이 살기 어려운 하천이 된다.

(3) 각 대상 하천별로 특성을 파악하여 현장 시공으로 인해 하천환경이 교란되지 않도록 유의하며, 시공현장의 기술자 및 노무자에게 자연 친화적 하천사업의 취지 및 주의사항 등을 충분히 교육한다.

7.2 설계 취지와 현장 상황에 부합하는 시공

(1) 자연 친화적 하천시공은 계획과 설계의 취지를 면밀히 검토하여 시행한다.

(2) 자연 친화적 하천시공은 적용 기법의 타당성과 영향을 확인하도록 하며, 현장 상황에 적합한 시공 기법을 꾸준히 검토하여 적용한다.

(3) 여울과 소, 사주, 하도습지 등 하천내 생물서식처는 최대한 보전하면서 시공을 추진한다.

(1) 서식처

현재 존재하는 하천내 생물서식처를 최대한 보전한다. 자연 하천은 유수의 침식과 퇴적에 의해 그 하천만이 가지고 있는 독특한 여울과 소, 사주, 하도습지 등 다양한 서식

처를 형성한다. 하천생태계는 이와 같은 다양한 서식처 환경에 적응하여 살아가고 있으며, 일반적으로 다양한 서식처가 존재하는 구간이 생물서식에 적합하다.

서식처를 구성하는 재료에 있어서도 대상 하천에 적합한 재료를 적용하여야 한다. 대상 하천에 적합하지 않은 재료로 서식처를 조성하게 되면 얼마 되지 않아 매몰되거나 침식되어 서식처의 기능을 할 수 없을 경우가 발생한다. 즉, 하천시공에 있어 고유 지형을 고려하여 하천의 서식처를 최대한 보전하도록 하고, 서식처를 조성할 때에도 재료 및 형태 등 다양한 시공인자를 고려하여야 한다.

(2) 우수 작용의 활용

자연이 만들어 내는 지형을 인위적인 시공만으로 만들어내는 것에는 한계가 있다. 따라서 자연 친화적 하천시공은 적용 기법을 한번에 고착시켜 완성하는 것이 아니라, 홍수 등 자연적 교란에 의해 어느 정도의 지형적 변화를 허용하는 것이 필요하다.

(3) 다공질 공간 확보

하천생태계에 있어 다공질 공간은 서식처로서 중요한 환경이다. 따라서 하천사업에 사용되는 재료는 가능한 돌이나 나무 등 자연재료를 이용하도록 하여 다공질 공간을 확보한다. 또한 호안 등의 구조에 있어서도 다공질 공간이 확보될 수 있도록 고려한다. 그러나 다공질 공간 확보를 위해 주변 하천환경과 맞지 않는 과도한 석재의 적용은 지양한다.

(4) 투수성 확보

하천의 육역(陸域)과 수역(水域)사이에는 일반적으로 우수의 흐름이 존재한다. 수제역(水際域)으로 스며 나오는 용수는 하천의 수질을 양호하게 유지하고 수온을 유지시키는 등 다양한 작용을 한다. 따라서 호안을 적용할 때에는 투수성이 양호한 재료나 구조를 우선적으로 적용하도록 한다. 또한 투수성이 없는 구조나 재료를 사용할 경우에도 일부 구간에 공동을 도입하여 투수성을 확보하는 것이 바람직하다. 그러나 인위적인 공동을 도입할 경우에는 호안의 구조적 검토 및 지하수 거동에 따른 제내지의 침수 영향, 그리고 토사의 유출 문제 등에 대하여 고려한다.

7.3 현장에서의 적절한 대책 및 관리

(1) 시공은 설계도면을 기본으로 진행하도록 하며, 현장 상황이 변화하거나 전문가의 자문 등에 의해 기존의 설계기법이 적용되기 어려울 때에는 이러한 상황을 고려하기 위해 현장에서 적절한 대책 및 관리기법을 수립하여 추진하도록 한다.

(2) 자연 친화적 하천관리에 있어서는 기존의 하천사업보다 현장을 중시한 시공관리가 필요하다. 즉, 경우에 따라서는 현장의 변화된 상황에 적합한 새로운 설계기법을 도입하고 공정을 변경 하는 등 다양한 현장에서의 적절한 대책방안이 요구된다.

(1) 현장에서의 지도 및 관리

자연 친화적 하천관리의 시공에 있어서는 변화된 상황에 대한 현장에서의 즉각적이고 적절한 판단이 요구되어진다. 따라서 기존의 시공관리보다 더욱 세심한 현장의 지도 및 관리가 필요하다. 또한 계획 및 설계자가 의도한 방향으로 사업을 진행시키기 위해 설계자는 시공자가 시공의 방향을 바람직하게 설정할 수 있을 때까지 현장에서 지도 및 관리 한다.

(2) 현장의 자연환경 사전 확인

시공을 시행하기 이전에 사전 현장답사를 통하여 현장의 자연환경을 확인하도록 한다. 사전 현장답사의 경우 생태학에 관련한 지식이 요구되므로 관련 전문가와 동행하는 것이 바람직하다. 확인된 자료에 대해서는 지형도 등 위치를 파악할 수 있는 자료와 함께 정리하도록 한다.

(3) 시험 시공 실시

본격적인 시공을 착수하기 이전에 부분적으로 시험 시공을 시행함으로써 대상구간에 적합한 자연 친화적 하천시공기법을 파악할 수 있다. 예를 들면 미지형을 조성하거나 제방에 호안을 적용할 때 형태나 크기 등의 설정을 위해 부분적으로 시험 시공을 함으로써 그 효과를 확인할 수 있을 뿐만 아니라, 시공에 있어서의 문제점을 사전에 예측할 수 있다.

(4) 설계내용 변경

재료나 형태, 적용기법 등의 설계내용에 대한 변경을 가능한 유연하게 한다. 자연 친화적 하천시공의 경우에는 현장에서 적절하게 판단하여야 하는 일이 빈번이 발생할 수 있다. 이에 따라 설계에서 정해놓은 대로 시공을 진행하지 않고, 현장 상황에 적합하게 설계를 유연하게 변경할 수 있는 장치가 필요하다. 그러나 이러한 설계의 변경을 위해서

는 현장상황과 전문가의 자문에 의하는 등 변경을 하기 위해 필요한 요건을 구비하는 것도 필요하다. 또한 현장에서 설계변경을 시행하기 위해서는 반드시 발주처와 협의를 진행하여야 하며, 그에 대한 확인 및 결정내용에 관하여 문서로 보관 한다.

(5) 시공 중 모니터링

시공에 따른 영향을 파악하기 위해 시공 중에 정기적인 모니터링이 필요하다. 대규모 하천사업의 경우 생태학 및 지형학 등 관련 지식을 가진 전문가를 하천현장에 가능한 상주시키도록 한다. 그러나 전문가가 상주할 수 있는 여건이 마련되지 않을 경우에는 전문가의 지속적인 조사나 자문을 확보하도록 한다. 이와는 별도로 현장 노무자 교육을 통해 시공 중에 발생한 문제점이나 악영향에 대해 보고할 수 있는 체계를 구축하도록 한다.

(6) 현장 상황 변화에 대한 대처

자연 친화적 하천시공에 있어 다음과 같이 현장 상황 변화 등 시공 변경할 요인이 발생할 경우 상황에 따라 유연하고 적절하게 대처한다.

- 현장 하천환경 상황이 설계내용에 부적합하여 시공이 불가능 할 경우
- 예측하지 못한 현장의 상황 변화(지하수위 변화 및 복류수 영향 등)
- 특정종 및 보호종 등의 발견
- 하천생태계, 생물서식 및 생육환경에 급격한 영향(주변 식생 고사, 어류 대량 패사 등)
- 지역주민의 민원 등

다양한 현장 상황 변화에 대한 판단 및 대응이 어려운 경우에는 계획 및 설계자와 다양한 분야 전문가의 조언을 요구하여 대책을 수립하도록 하며, 경우에 따라서는 시공을 일시 중단하고 대책을 수립하도록 한다.

(7) 자료 정리

시공진행에 따른 사진 및 도면 등 시공에 필요한 자료를 체계적으로 정리한다. 자연 친화적 하천시공에 있어서는 현장 상황 변화에 따라 적절한 대응이 필요하다. 따라서 설계 변경에 있어서는 반드시 변경한 기법이나 일정 등에 관한 자료를 기록 한다. 또한 각 시공단계별 사진촬영을 시행하고 시공완료 후에는 시공일정 및 관련 자료를 체계적으로 정리 한다.

7.4 재료에 대한 사항

- (1) 자연 친화적 하천정비에 있어 자연재료를 도입할 경우에는 도입할 재료에 대한 채취장소와 방법에 대하여 고려한다.
- (2) 자연재료의 경우 형태와 치수, 성분 등이 제각각인 경우가 많으며, 필요로 하는 재료를 확보할 수 없는 경우도 발생할 수 있다.
- (3) 시공단계에서 발생하는 잔토, 사토, 사석, 목재 등의 부산물은 재활용할 수 있는 방안을 최대한 강구하도록 한다.

(1) 재료 확보

시공현장에 도입하기 위한 자연재료의 확보에 있어 채취장소와 방법 등을 확인하여, 대상 재료가 계획 및 설계에서 설정한 재료인가 판단하여야 한다. 여기서 필요한 고려사항은 여러 가지가 있겠지만, 그 중에서 다음에 제시한 사항은 검토하도록 한다.

- 대상하천 인근 또는 동일하천, 동일유역 내의 재료인가?
- 적용하려는 식재종이 대상하천에 존재하였던 재래종인가?
- 재료의 형태, 치수, 성분 등이 설계조건에서 검토한 재료에 부합하는가?
- 재료 채취에 있어 채취장소 부근에 2차 환경훼손을 야기하지 않는가?

(2) 확보 불가능 재료의 대체

계획 및 설계에서 설정한 재료를 확보할 수 없는 경우에는 대체 재료를 검토하도록 한다. 이러한 경우 계획 및 설계자와 협의를 하여야 한다. <표 7.1>은 재료 확보가 불가능할 경우 대체 재료를 활용하는 사례이다.

대체 재료가 설계 목적에 부합하지 않는 경우나 대체 재료의 확보도 곤란한 경우에는 설계를 재검토하여 적합한 재료 및 구조를 선정한다.

<표 7.1> 대체 재료 사례

계획 재료		대체 재료
표토		<ul style="list-style-type: none"> 현장 자연환경과 유사한 환경을 가지는 동일하천이나 동일유역 내의 재료 활용
식물재료	대상지 고유 초본	<ul style="list-style-type: none"> 일시적으로 잔디나 부근에 자생하는 초본을 채취하여 대상지에 적용한 후 자연적인 천이에 의한 고유 식생의 회복 기대
	대상지 고유 교목 및 관목	<ul style="list-style-type: none"> 대상지의 환경조건을 고려하여 수종을 선택하거나 주변 자생지에 생육하는 수목을 이식 종류에 따라 종자를 파종해서 묘목을 번식시키거나 꺾꽂이의 방법 등으로 식재
석재		<ul style="list-style-type: none"> 유사한 형태, 치수, 성분을 가진 석재로 대체 기존에 적용된 재료의 재활용 검토
목재		<ul style="list-style-type: none"> 유사한 품종의 목재 검토 주변에서 쉽게 구할 수 있는 목재 검토 및 재활용

(3) 채취장소의 환경 고려

시공에 필요한 재료의 채취에 있어서 가능한 현장주변에서 가까운 곳에서 공급하는 것이 환경 및 경제성 측면에서 바람직하다. 이러한 경우에도 채취장소의 환경에 악영향이 미치지 않도록 하여야 한다. 즉, 채취방법, 채취량, 그리고 채취 후의 복원 및 관리 등에 대해 고려하여야 하고, 특히 채취장소의 생태계 보전 대책을 수립 한다.

(4) 부산물의 재활용

하천사업에서 발생한 건설부산물에 대해서 “재활용 계획서”를 작성하여 활용계획에 대하여 구체적으로 검토하여 적절한 재이용 방안을 모색한다. 하천정비사업의 경우 준설 및 굴착을 시행하는 경우가 많으므로 건설발생토가 발생할 수 있다. 이와 같은 건설발생토에 대한 효과적인 재이용 방안을 검토하고, 또한 재이용이 불가능할 경우에 발생하는 처리 및 운반 등에 관한 대책을 마련한다. 다음은 건설발생토의 재이용 사례를 언급한 것이다.

- 제방 성토재료로 이용
- 하천구조물의 매립재료로 이용
- 도로 및 택지 등의 성토재료로 이용

- 식재 기반재료로 이용
- 농지 개량재료로 이용

하천사업에서는 건설발생토 외에 다양한 건설부산물이 발생한다. 기존의 호안을 개량 및 해체함으로 발생하는 콘크리트 블록 및 석재와 벌채작업 등에 의해 발생하는 벌채목이 있다. 주변환경에 악영향을 미치지 않는 범위 안에서 가능한 건설부산물을 재이용하는 것이 바람직하다.

<표 7.2> 하천사업의 건설부산물 활용 사례

건설부산물	활용 사례
콘크리트 블록 등	호안 및 각종 방틀의 채움재료, 도로 노반재료, 침투 시설재료, 재생골재 등
석재	호안 및 사석재료, 각종 방틀의 채움재료, 도로 노상재료, 골재 등
벌채목	나무 말뚝재료, 방틀재료, 이식 및 보식재료, 가설재료 등

7.5 주민 참여

- (1) 시공 상황을 시민에게 이해시키며 진행하도록 한다.
- (2) 대상지역의 하천에 관심을 가지는 주민 및 단체와 협력하여 하천사업을 추진한다.

(1) 하천에 관심을 가지고 있는 주민 및 단체 등과 지속적으로 정보를 교환하고 설명회와 하천활동 지원을 통하여 시민이 참여할 수 있는 하천정비사업을 시행하도록 한다.

(2) 시공에 대한 주민의 이해와 협력을 얻기 위해 공사착수 이전에 공사에 관한 정보를 정보매체(공사간판, 유인물, 설명회, 지역신문, 반상회지, 인터넷 홈페이지 등)를 통해서 시민에게 공개하는 것이 바람직하다.

(3) 자연 친화적 하천시공의 취지, 목적 및 내용 등을 기재한 공사간판을 제작하고 공사기간 중에 현장 주변에 설치한다. 이러한 공사간판은 지역주민에게 공사정보를 제공할 수 있을 뿐만 아니라, 시공관계자에게 하천사업의 목적을 다시 상기시키는 역할을 수행할 수 있다.

(4) 하천 시공 중에 시민과 시공관계자가 함께 참여할 수 있는 이벤트(식재 관련사업, 소규모 조경사업, 소규모 돌쌓기 공사 등)를 마련하여 시민의 참여를 유도한다.

8. 모니터링 및 적응관리

8.1 정의 및 목적

(1) 모니터링이란 자연 친화적 하천정비 사업에 도입된 기법들이 하천환경에 미치는 영향에 관한 정보를 수집·분석하여 사업 및 적용기법의 성과를 평가하는 과정이다.

(2) 이를 통해 기법 적용에 따른 예상치 못한 문제점을 파악하고 이에 대한 적절한 유지관리 기법을 개발하는 적응관리를 수행하는 것이 바람직하므로 필요한 경우 이를 고려할 수도 있다.

(1) 자연 친화적 하천사업은 하천생태계에 대한 체계적인 조사와 평가를 바탕으로 계획과 설계 및 시공이 이루어지고, 지속적인 모니터링을 통하여 적절한 유지 및 적응관리가 수행되는 단계를 거치게 된다. 그러나 최적의 계획과 설계를 수행하더라도 시공중에 가해지는 인위적 교란과 홍수와 같은 자연적 교란은 하천지형과 생태계에 미치는 영향이 크므로, 과학적이고 체계적인 모니터링을 통해 이를 최소화하고 사업의 효과를 검증할 필요가 있다.

(2) 모니터링은 사업의 평가와 적응관리를 위해 반드시 필요한 과정이다. 모니터링을 통하여 사업이 계획대로 기능을 하고 있는지, 또는 그 사업의 목적과 목표가 달성되었는지를 알 수 있다. 필요한 경우 설계나 관리방법을 변경하는 적응 관리도 가능케 한다.

(3) 외국이나 국내 다른 하천에서 적용되어 성공한 기법이라도 대상 하천이 가진 고유한 특성을 반영하지 못하면 효과를 기대할 수 없게 된다. 따라서 모니터링을 통해 자연 친화적 하천정비와 기법의 적용에 따른 예상치 못한 문제점을 파악하여 이의 개선 및 대응방안을 구축하는 것이 필요하다.

8.2 적용 범위

(1) 모니터링 대상하천은 하천사업이 완료되었거나 진행 중인 구간으로 한다.

(2) 기간은 공사전, 공사중, 공사후 일련의 단계에 따라 시행한다.

(1) 하천사업 후에 실시되는 모니터링은 하천사업으로 인한 하천환경의 변화 및 생태계의 천이과정을 조사하는 것이 바람직하다. 그 이후의 모니터링은 모니터링 결과에 따라 판단한다.

(2) 하천사업 중에 실시되는 모니터링은 공사에 의한 영향을 파악하여, 설계를 변경하고자 할 때 반영한다(피드백).

8.3 계획 수립

- (1) 적용대상에 따라 사업구간 모니터링과 적용기법 모니터링으로 구분한다.
- (2) 월별 및 계절별 조사항목으로 구분하며, 홍수기에는 수리 안정성 모니터링을 추가 조사한다.
- (3) 모니터링은 다양한 항목을 조사하여 종합적으로 평가해야 하므로 각 학술분야를 유기적으로 연계할 수 있는 전문가그룹을 구성하여 수행한다.

(1) 모니터링의 방법 및 일정은 확일적이고 정형화된 것이 아니라 사업의 목적과 범위를 고려하여 계획단계에서 수변조사와 하천계획을 바탕으로 사업실무자, 설계자를 비롯한 관련분야의 전문가가 참여하여 전반적인 모니터링 시행방안을 수립한다.

(2) 사업구간 모니터링은 하천사업을 실시한 구간에서 사업의 효과를 평가하는 것으로 주요 항목은 대상하천의 특성에 맞게 선정한다. 일반적으로 물리모니터링, 화학모니터링, 생물모니터링 등을 실시하며, 세부조사항목 및 조사지점의 선정은 수변조사에 준한다.

(3) 적용기법 모니터링은 하천사업에 도입한 개별 기법들의 효과를 평가하는 것으로 설계 및 위치의 적합성, 홍수에 의한 안정성, 생물 서식처 기능, 수질개선효과 등을 조사한다.

<표 8.1> 모니터링 조사항목(사례)

항 목			내 용
사 업 구 간 모 니 터 링	물리	수리	• 홍수 전후의 평·중·횡단면 조사와 하도내의 여울·소, 사주, 하중도 등의 침식과 퇴적과 하도특성을 조사
		형태	• 사업구간의 수리적 대응도 및 안정성
		하도	• 입경분석 및 평수기와 홍수후의 하상재료 변화 조사 • 하도 지형 및 종횡단(평·홍수시)변화와 상·하류 수리적 영향 분석 • 하천 시설에 대한 퇴적, 침식, 세굴조사
	화학	수질	• 사업구간의 수질 및 저니질의 자정작용을 비롯한 개선 사항을 조사
		저니질	• 조사항목 및 지점은 대상하천의 특성을 고려하여 설정함
	생물	식물	• 식물상 및 식생의 정착 및 천이과정 조사
동물		• 저서무척추동물, 육상곤충, 어류, 양서파충류, 조류, 포유류의 생물상 및 천이과정 조사	
항공촬영		• 사업 대상하천 전체의 가시적인 변화과정 파악 • 식생 및 주요서식처의 상황파악	
적용기법 모니터링			• 적용기법의 수리적 대응도 및 안정성 분석 • 하천환경에 미치는 영향 분석 • 적용기법이 설계의도와 부합하는지 여부의 평가 및 검증 • 향후 유사한 기법적용시 대안 제시

8.4 절차 및 방법

모니터링은 준비단계를 거쳐 항목별로 실시하고, 모니터링 결과를 바탕으로 분야별 평가와 종합평가를 통해 대안을 제시하는 절차로 진행된다.

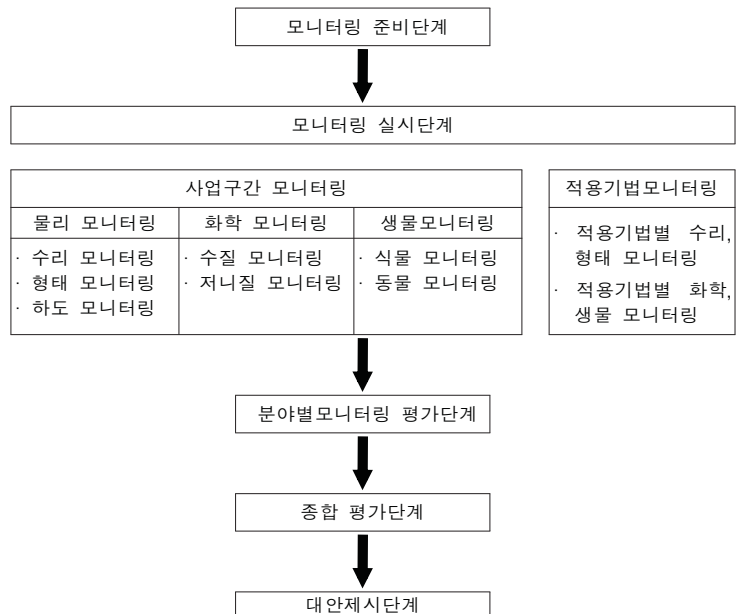
(1) 모니터링의 사전 준비단계에서는 해당사업의 설계 자료, 공사자료, 대상하천의 항공사진을 입수하고 하천관리부서와 협조체제를 구축한다.

(2) 모니터링의 실시단계에서는 조사항목별로 각 분야의 전문가가 참여하여 수행하며, 세부 항목과 대표지점은 대상하천의 특성을 고려하여 선정한다. 세부 항목의 조사방법 및 지점의 선정은 수변조사를 참조한다.

(3) 분야별 모니터링 평가단계에서는 수집한 모니터링 결과를 바탕으로 항목별로 하천사업의 효과와 기법의 효과를 평가한다. 특히 홍수 전후의 모니터링을 통하여 기법의 수리안정성을 평가하며, 화학모니터링을 통하여 사업후의 자정능력을 평가한다. 생물모니터링을 통하여 구간내 생물서식처 개선여부와 수변조사에서 설정한 지표종과 복원종의 변화과정을 평가한다.

(4) 하천환경정비사업의 효과는 개별 분야가 독립된 것이 아니라 여러 분야가 상호관계를 통하여 나타나는 결과이다. 일례로 환경사호안을 도입하여 하천의 자정작용이 높아져서 물 오염도가 감소하고, 생물이동이 활발해져 복원대상종이 출현하였다면 수질과 생물, 기법의 관계를 종합적으로 고려하여 평가해야 한다. 따라서 종합평가단계에서는 여러 항목들을 고려하여 사업의 효과를 평가 한다.

(5) 모니터링 평가를 통해 성공사례와 실패사례를 파악하여 성공사례는 향후 유



<그림 8.1> 모니터링 절차도

사한 하천사업에 적극 도입하고, 실패사례는 그 원인을 분석·보완하며 대안을 제시 한다.

8.5 결과 정리

(1) 물리, 화학, 생물분야 모니터링은 항목별로 수집자료를 정리·분석한다.

(2) 적용기법 모니터링의 결과는 기법을 적용하기 전의 기대효과와 적용후에 나타난 긍정적인 요소와 개선사항을 함께 정리하여 평가의 기초자료가 되게 한다.

(1) 모니터링은 시간의 경과에 따른 사업 및 적용기법의 효과를 평가하는 것이 주된 목적으로, 이를 위하여 모니터링 항목별로 시간에 따른 변화과정을 정리해야 한다. 이를 위하여 수변조사의 항목별 자료 정리방법을 참조한다.

(2) 적용기법 모니터링은 시간에 따른 기법의 변화과정을 사진으로 기록한다. 특히 홍수전후의 물리적인 교란에 의한 수리 안정성 평가는 사업의 성과를 좌우하는 중요한 요소로서 수리 모니터링과 하상재료 및 하도특성 모니터링을 통하여 그 상호관계를 분석하도록 한다.

8.6 평가

8.6.1 사업의 목표에 따른 평가

(1) 자연 친화적 하천사업을 평가하기 위해서는 하천 스스로 자연의 모습으로 적응할 수 있는 긴 시간을 필요로 한다.

(2) 모니터링을 통한 평가를 위해서는 사업의 목표에 따른 평가항목을 선정하여 목표의 달성도를 평가하고, 이를 통해 합리적인 대안을 제시한다.

(1) 사업후 평가는 통상 긴 시간을 요하므로 소홀히 다루어지는 경향이 있다. 그러나 사업후 모니터링 결과의 평가는 사업의 성과를 검증할 수 있으며 향후 진행될 관련 사업에 많은 도움을 줄 수 있다.

(2) 따라서 <표 8.2>와 같은 사업의 목표에 따른 평가항목을 선정하여 평가한 후 합리적인 실행대안을 <표 8.3>을 참고로 하여 제시한다.

<표 8.2> 사업의 목표에 따른 모니터링 평가항목(Kondolf와 Micheli, 1995)

통수능력과 하도안정성	수생서식처 개선	수변서식처 개선	수질 개선	친수성 개선
<ul style="list-style-type: none"> • 하도단면형 • 홍수위 • 폭/수심 비 • 종단면형 • 항공사진 	<ul style="list-style-type: none"> • 수심/유속/수온 • 어류서식처/은신처 • 여울과 소 • 하상재료 • 생물상 	<ul style="list-style-type: none"> • 식생의 천이 • 동물 종 변화 • 동물의 번식상황 • 항공사진 	<ul style="list-style-type: none"> • 부수성 • 부영양성 • 독성 • 병원성 • 혼탁성 	<ul style="list-style-type: none"> • 경관 특성 • 이용형태 및 수 • 주민 참여도

<표 8.3> 평가 후 실행대안

대안 1	대안 2	대안 3	대안 4
방치 보존	유지 관리	후속적 보완 또는 포기	사업 목적의 수정
<ul style="list-style-type: none"> • 사업의 진행이 계획 의도보다 더디게 진행되고 달성시까지 보다 긴 기간이 요구 될 경우 	<ul style="list-style-type: none"> • 사업목표를 달성하기 위해서 물리적 관리를 필요로 하는 경우 	<ul style="list-style-type: none"> • 사업전에 예상치 못한 현상이 발생하여 후속적인 보완을 요하거나 후속적인 보완으로도 목표달성이 불가능할 경우 	<ul style="list-style-type: none"> • 원래 의도한 목적대로 사업이 진행되지 않을 경우

8.6.2 사업의 적합성 및 기법 평가

모니터링은 하천사업과 적용기법의 목적 및 목표의 달성도를 평가하여 성공사례는 전파하고 실패사례는 보완 및 대안을 제시하는 것으로서 아래와 같은 평가항목을 가진다.

- (1) 사업시행의 적합성 평가
- (2) 설계기법의 적합성 평가
- (3) 모니터링에 의한 종합 평가

(1) 사업시행의 적합성 평가항목

- 사업목표 달성도의 평가
- 하도 위주가 아닌 유역을 고려한 하천계획이 수립되었는지의 평가
- 사전 모니터링에 의해 사업이 시행되었는지의 평가

(2) 설계기법의 적합성 평가

- 수계 또는 유역에 대한 정보를 토대로 치수·이수·환경을 고려한 설계가 되었는지의 평가
- 하도의 복원개념에 근거하여 사주의 변화과정, 서식처, 하도습지 및 자연형 기법의 도입은 제대로 되었는지의 평가

(3) 모니터링에 의한 종합평가

- 수질, 저니질, 하상재료 분야에 대한 종합적인 평가
- 생물분야에 대한 종합적인 평가
- 자연형 기법들의 수리 안정성에 대한 평가

(4) 이러한 평가단계를 통해 사업의 효과 및 영향을 평가하고 기법적용에 따른 예상치 못한 문제점을 파악하여 대상하천의 특성에 맞는 능동적이고 적극적인 유지 및 적응관리기법을 개발한다.

8.7 적응관리

자연 친화적 하천관리는 생태계를 대상으로 하는 사업으로 많은 시행착오를 거치게 된다. 적응관리란 모니터링 후 인위적인 관리를 통하여 바람직한 변화과정을 촉진시키고 생물종 다양성을 증진시키기 위한 관리방안이다.

- (1) 적응관리의 대상은 사업이 이루어진 곳으로 생태계의 천이과정을 모니터링 한 후 퇴행적 진행 과정을 보이는 곳을 대상으로 한다.
- (2) 역동적인 하천 생태계를 대상으로 하는 분야이므로 많은 시행착오를 거치게 된다. 이에 효율적으로 대처하기 위해서는 모니터링 등을 통해 새로운 정보가 들어오면 필요 시 사업중에도 목표와 방법론을 수정하는 것이 바람직하다.
- (3) 사업의 부분적, 또는 전반적인 실패를 숨기거나 공표하지 않을 경우에는 차후 다시 재발될 수 있다. 자연 친화적 하천사업에서는 실패도 하나의 사업성과일 수 있다는 인식이 중요하다.

9. 유지관리

(1) 유지관리는 재해 발생 방지, 하천의 적절한 이용, 유수의 정상적 소통 기능 유지 및 하천 환경의 보전 관점에서 시행한다.

(2) 주민의 자발적인 활동 및 이해와 관심을 향상시키고, 하천관리 시설의 기능이 최대한 발휘될 수 있도록 지속적으로 점검 및 관리한다.

(1) 자연 친화적 하천관리의 최종목표는 하천이 스스로 발전할 수 있도록 하여 하천 본연의 기능을 갖게 하는데 있다. 그러나 인위적으로 조성된 자연형 하천이 본연의 기능을 수행할 수 있을 때까지는 일정기간이 필요하며, 그 기간 안에 발생한 여러 가지 장애물은 적절히 제거하고 훼손된 곳은 보수하여야 한다. 이와 같은 유지관리 계획은 하천 계획 및 설계에 반영하도록 한다.

(2) 유지 관리는 재해 발생 방지, 하천의 적절한 이용, 유수의 정상적인 소통 기능 유지 및 하천 환경의 보전 관점에서 하천관리 시설의 기능이 최대한 발휘될 수 있도록 지속적으로 시설을 점검 및 관리한다.

(3) 주민의 자발적인 유지관리 활동을 지속적으로 추진할 수 있게 도와주고, 동시에 주민의 이해와 관심을 향상시킴으로서 지역사회가 스스로 하천을 가꿀 수 있는 여건을 조성하도록 한다.

9.1 유지관리 대상 선정

(1) 유지관리 대상은 하천 관리시설, 허가 하천구조물, 하천수변 등으로 한다.

(1) 하천 관리시설에는 제방 및 호안과 그 이외의 시설(수문, 보, 관측시설, 정화시설) 등이 있다.

- 제방 및 호안과 같은 하천 관리시설의 경우 기능이 유지될 수 있도록 관리하며, 홍수 및 자연 재난 발생의 방지나 복구를 도모한다.

- 제방 및 호안 이외의 관리시설의 경우 기능이 유지될 수 있도록 관리하며, 특히 기계설비 등은 언제나 작동 가능한 상태로 유지될 수 있도록 일상 점검을 수행하고 필요한 경우 보수를 한다.

(2) 허가 하천구조물에는 교량, 제방도로 등이 있다.

- 허가 하천구조물에 대해서는 하천 관리시설에 준한 점검 및 대책을 수행하도록 시설 관리자에게 지시함과 동시에 이용되지 않는 시설에 대해서는 시설관리자에게 철거하도록 지시한다.

(3) 하천 홍수터 관리

- 하천 홍수터 관리에는 수목관리, 홍수터 토사관리, 친수공간 안전관리, 하천내 오물 투기 방지관리, 환경보전 관리 등이 있다.

- 수목관리 및 홍수터 토사관리에 있어 재해방지와 환경보전 측면을 동시에 고려하여 유지관리를 수행한다.

- 친수공간 안전관리에 있어 지역주민이 안심하고 하천공간을 이용할 수 있도록 도모하며, 이와 함께 본래 자연하천 모습에 관한 정보를 제공하는 등 지역 주민을 대상으로 홍보와 계몽사업을 시행한다.

- 하천내 오물 투기 방지와 환경보전 관리에 있어 계몽활동과 더불어 감시를 수행한다.

9.2 유지관리 방안

선정된 유지관리 대상에 대하여 유지관리를 실시하도록 한다.

(1) 제방 및 호안

- 지속적으로 조사를 시행하여 손상정도에 따라 순차적으로 보수한다.

- 예초는 식생의 성장속도 등을 고려하여 순차적으로 시행하도록 하며, 특히 장마나 태풍이 오기 전에 식생에 대한 관리를 시행한다.

- 제방사면 식생제거에 따라 남은 식생은 재자원화 방안을 강구하도록 한다.

- 지역주민과 긴밀한 연락체계를 구축하여 제방 및 호안의 유지관리에 활용한다.

(2) 제방 및 호안 이외의 하천 관리시설

- 노후 시설의 기능유지를 위해 정기적인 점검과 유지보수, 설비개량 등을 실시한다.

- 현재 이용되지 않으나 역사적 가치가 있는 시설에 대해서는 지역 주민과 협의하여 보전하도록 한다.

- 관측시설은 지속적으로 점검을 실시하며, 이상치 발생시 신속하게 복구한다.

- 하천정화시설은 시설 관리비용의 감축을 도모함과 동시에 시설의 목적, 효과, 필요성 등을 검토하여 시설을 재평가 한다.

(3) 허가 하천구조물

- 시설관리자에게 정기적인 점검과 관리를 지시한다.
- 이용되지 않는 시설이나 치수에 악영향을 미치는 구조물에 대해서는 시설관리자에게 철거하도록 지시한다.

(4) 수목관리

- 하천관리에 있어 유해요소가 되는 수목에 대해서는 벌채 및 제초를 실시한다.
- 실시에 있어 지역주민, 시민단체, 전문가의 의견을 구하도록 한다.
- 환경을 고려하기 위하여 전문가로부터 벌채 시기나 방법 등을 자문 받는다.

(5) 유사 및 토사관리

- 정기적으로 하도 형상을 조사하여, 홍수 시 문제가 될 수 있는 구간의 유사 및 토사를 제거한다.
- 유사 및 토사 제거를 위해서는 수리적, 환경적 및 생태적 검토가 반드시 수행되도록 한다.
- 골재로 이용 가능한 경우에는 수리적, 환경적 및 생태적 검토 이외에 반드시 관련 부서로부터 허가를 받도록 한다.

(6) 친수공간 안전관리

- 지역주민들로 하여금 하천공간을 안전하게 이용할 수 있도록 도입한 시설물(자동차 및 오토바이 차단막, 위험지역 알림판 등)을 주기적으로 관리한다.

(7) 하천내 오물 투기 방지

- 하천 이용자 및 지역주민에게 “강은 지역주민의 공공 재산”이란 인식을 확립시킨다.
- 시민자율감시단과 CCTV 등을 설치하여 지속적으로 계몽 및 감시한다.

자연친화적 하천관리에 관한 통합지침

인쇄일 : 2009년 12월

발행일 : 2009년 12월

발행처 : 국토해양부 하천계획과

연락처 : (02) 2110-6321

(02) 2110-8424

인쇄처 : 명문인쇄공사

(02) 2275-5373~6

* 표지 사진은 평창강 영월군 선돌 지점임