

용수로의 자연친화적 정비 및 설계

김 선 주 · 양 용 석 · 안 민 우

* 건국대학교 지역건설환경공학전공 · ** 건국대학교 대학원

Consolidation and Design of Naturally Favorable Irrigation Canals

Kim, Sun Joo* · Yang, Yong Seok** · An, Min Woo**

* Dept. of Rural Engineering, Konkuk Univ.

** Dept. of Rural Engineering, Graduate School, Konkuk Univ.

Abstract

In 1980s, studies on the river environment and the management techniques to maintain the quality of water achieved actively. From the beginning of 1990s, the concept considering the river ecology and conservation in urban area have been introduced in Korea. Recently, some environment friendly projects on the rivers have been executed and some are under way. Many small rivers in rural areas have been maintained considering landscape and partly ecology. However until the pilot project named Songsam drainage channel project started in 1998, there were no studies and projects on the irrigation and drainage channels considering environment friendly maintenance.

Korea Agricultural and Rural Infrastructure Corporation (KARICO) is going to introduce environment friendly and naturally favorable maintenance technique when the new projects to reform the irrigation and drainage channels are planned. Irrigation channel in O-dong project site in Yeomsan-myeon, Younggwang-gun was designed considering environment friendly consolidation and maintenance.

I. 서론

인간생활은 물의 존재에 의해 지배되어 왔으며

문명이 발달된 현대에 이르러서도 이러한 사실은 크게 변치 않고 있다. 물이라는 대상에는 그 시대의 사람들이 가지고 있는 물에 대한 생각과 태도, 이를 결

정하는 문화적, 사회적, 정신적, 시대적 의미가 내포되어 있다.

우리 나라의 수로는 역사적으로 볼 때 생활용수나 농경을 위한 용수공급의 이수기능과 홍수나 가뭄 등의 위험에 대비한 치수기능으로서 생활과 불가분의 관계에 있었다. 이는 삶에 있어서 물이 곧 생활의 기본적인 요소로 작용했다는 것을 의미하는 것이다. 과학문명이 발달한 현재에도 물의 중요성은 변함이 없으며, 대부분의 수로들은 인간의 생활에 편리하도록 정비되고 있다.

1970년대까지만 하여도 공사비를 절약하기 위하여 대부분의 용수로가 흙수로 계획 시공되었다. 그러나 1980년대 들어서면서 일부 구간에 대해서 구조물화하고 1990년대부터는 용수간선 구간을 구조물화하기 시작하였다. 한때는 플룸(Flume) 수로를 계획하기도 하였으나, 1990년도 초반부터 여러 가지 사정으로 용수간선은 대부분 콘크리트 개거로 계획시공하고 있다. 이와 같이 콘크리트 개거나 플룸으로 정비된 수로는 삼투로 인한 용수손실은 물론 수로의 붕괴 및 유지관리에는 큰 문제점이 없으나, 콘크리트를 사용한 직로화된 수로가 됨에 따라 자연수로의 자정능력 상실과 생태계 파괴라는 문제점이 발생하고 있다.

우리 나라의 경우 하천의 친환경적인 정비는 1990년대에 들어와서 활발하게 진행되고 있으며 많은 연구^{1,9)}가 이루어지고 있다. 그러나 용·배수로의 친환경적인 정비는 이제 시작단계에 머물고 있고, 1999년 농업기반공사에서 경기도 여주군 가남면 삼승리 제2호배수지선의 환경친화적 정비^{24,7)}를 시작으로 하여 그 중요성이 점차 인식되고 있다.

농업기반공사에서는 전라남도 영광군 염산면 상계리에 위치한 제2호 용수간선을 친환경 정비대상으로 선정하였으며, 본 연구에서는 지역주민들의 의견 수렴 과정을 거쳐 용수로 본연의 기능을 만족시키면서, 친환경적인 기능을 할 수 있는 자연친화적인 수로를 설계하였다.

II. 정비대상수로의 선정 및 설계

1. 정비대상수로의 선정 및 현황

자연친화적 공법을 적용하여 정비할 수로를 선정하기 위하여 농업기반공사에서 관리하고 있는 전국 8개 도의 용·배수로 중 2001년도 개·보수사업에 해당되는 68곳의 수로를 조사대상으로 하여 자료를 수집하였다. 자료수집은 연구목적에 따라 4개 부분의 24개 항목으로 구성된 현장조사용 조사양식을 작성하여 2000년 5월에 전국의 농업기반공사 지부에 발송하여 현지에서 수로의 관리를 담당하고 있는 실무자들에 의해 해당수로의 현장방문조사를 통하여 항목별 조사를 실시하였다.

조사된 자료들은 발송된 조사자료와 현장사진, 조사수로가 표시된 1/5000도와 함께 회수되었다. 대상지역의 선정 조건으로는 ① 수원공이 있어 용수원의 확보가 용이한 곳, ② 현장접근이 용이한 곳, ③ 일반주거지역과 접하고 있는 곳(초등학교, 마을) ④ 주변산지의 경관과 함께 이용효율성이 높은 곳, ⑤ 상류지역에 대규모 개발이나 공장이 없는 곳 ⑥ 수로의 저폭이 2m 이상인 곳 ⑦ 주민들과 관청의 협동이 잘 되는 곳 등을 고려하여 68개의 수로 중 앞에서 제시된 조건을 만족하는 5군데의 수로를 선정하였다. 이렇게 선정된 수로들에 대해서 전문가들의 현장방문조사를 통하여 전남 영광군 염산면 상계리 일원의 '오동지구 관내 제2호 용수간선'을 대상수로로 선정하였다.

제2호 용수간선은 상류의 오동제가 수원으로서, 수로의 폭은 상폭 6m, 저폭 2m 정도로 비교적 규모가 큰 용수로에 속하며, 총 길이는 850m로서 중류부에 이르러 배수로의 역할을 겸하다가 바다로 유출된다. 수로의 수혜 면적은 502ha에 이르며 주변은 전형적인 농촌으로 수로의 중류부 주변에는 취락이, 저수지로부터 유입되는 수로 상류와 말단부 주변에는 농경지가 자리 잡고 있다.

현재 수로는 토공으로 되어 있으며 수로의 사면에는 각종 초본과 목본이 성장하여 통수에 장애가 있을 것으로 생각된다. 또한 수로의 중류부에는 각종

생활하수가 유입되어 수질이 좋지 않으며, 강우 시 토사가 유입되어 정기적으로 준설작업이 이루어지고 있다. 수로의 하류부에는 갈대, 달뿌리풀 등이 자라고 있어 자연적인 정취를 느낄 수 있기도 하다.

형성하여 폭기현상이 일어나므로 물고기의 서식처를 제공하고 자연정화를 촉진시키는 기능도 기대할 수 있다. 또한 현재 주민들의 휴식공간으로 사용되고 있는 마을 정자 주변에 잔디 등의 식재가 가능한 에코



a. 상류



b. 하류

그림 1. 대상수로(오동지구 제2호 용수간선) 전경

2. 구간별 설계공법

가. 1구간(치수안정구간)

1구간은 수로연장 272m이며 저수지에서 유입되는 유입수로 인해 수로바닥이 쇄굴되는 것을 방지하기 위하여 스톤바스켓(1×1×0.4m)을 설계하였으며, 물고기들의 휴식과 산란을 위해서 어스박스Ⅲ형(1×0.5×0.2m)을 설계하였다. 사면은 통수능력이 우수하며 블록내부에 식생을 도입할 수 있는 환경블록을 사용하여 경관적으로 아름답고, 용수손실 및 치수적인 측면에서도 안전한 수로사면을 조성한다. 식생을 도입한 환경블록 내부의 공간은 곤충이나 미생물의 서식공간으로서의 기능도 겸하도록 설계하였다.

나. 2구간(친수시설구간)

2구간은 수로연장 378m이며 취락과 인접해 있는 구간이다. 주민들의 친수활동이 기대되는 지역(2개소)과 주민들의 편의를 고려한 지역(1개소)에 징검다리를 설치하도록 설계하였다. 징검다리는 여울을

블록 포장을 하며 주위에는 꼬리조팝나무를 식재하여 경관적인 기능을 향상시키도록 설계하였다.

그리고 정자 앞 약 20m 구간을 복개함으로써 주민들이 보다 넓은 공간을 이용할 수 있도록 배려했다. 수로의 사면에는 환경블록과 반딧불이 블록을 적절히 배치하고, 반딧불이 블록은 수로의 통수단면을 최대한 확보하면서 경관적인 기능까지 향상시킬 수 있어 주민들의 친수활동이 기대되는 구간에 시공하도록 설계하였다. 반딧불이 블록의 상부는 반딧불 등 곤충들의 서식공간으로 활용될 수도 있다. 용수로 내에 다량의 토사가 유입되는 지점에 소규모 침전조를 설치하여 장마철에 수로의 통수능이 충분히 확보되도록 설계하였다. 침전조는 연1회 준설함을 원칙으로 하여 수로 본연의 통수 기능이 저하되지 않도록 배려했다.

다. 3구간(자연친화구간)

3구간은 수로의 하류부분으로 수로연장이 200m이며 치수 상에 문제가 없는 구간이므로 자연친화적

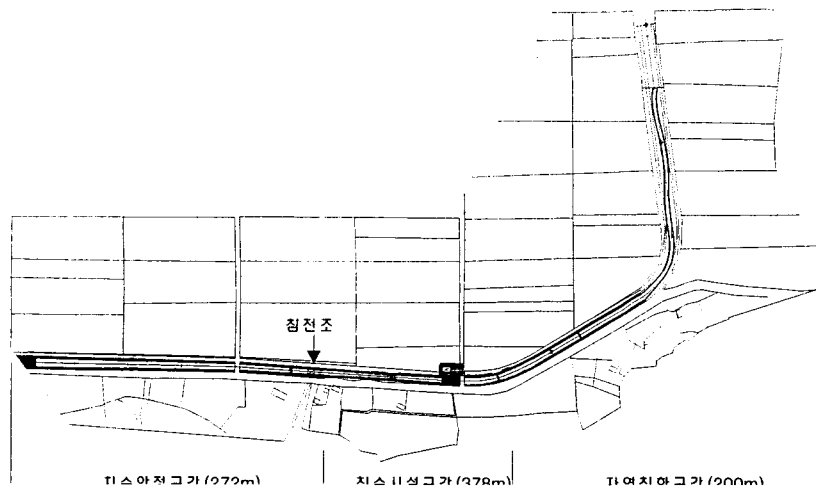


그림 2. 대상수로 설계도

식생공법을 사용하여 최대한 자연에 가깝게 수로를 조성하도록 설계하였다. 식생호안은 수생식물의 군락을 유도하며 그늘을 형성하여 어류 및 저서곤충의 서식공간을 제공하는 기능도 가지고 있다.

Ⅲ. 자연친화적 정비

1. 수로의 사행 조성

자연친화적 공법을 적용하기 전의 용수로의 정비는 유수의 배제만을 고려하여 직선형으로 정비하였다. 그러나 직선형으로 정비된 수로는 생태학적 측면

에서 보면, 흐름과 수로 내외의 공간 배치가 단순하여 다양한 수로의 생물을 위한 서식처를 제공할 수 없으며 다양한 경관을 창출하지 못한다는 단점을 가지고 있다. 그러므로 이러한 문제점을 개선하기 위하여 3구간에 기존 자연수로의 형태와 세굴, 퇴적 흔적 등을 조사하였으며, 이를 기초로하여 기존 수로의 사행을 최대한 살려 설계하였다.

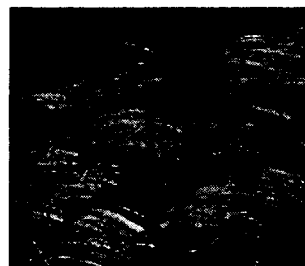
2. 식재 식물의 선정

가. 1구간(치수안정구간)

저수지로부터의 유입이 있는 상류지역이라는 특성 때문에 하천기능 중 치수기능에 초점을 둔 치수



a. 달뿌리풀



b. 억새



c. 갈대

그림 3. 치수안정구간 식재 가능 식물종

안정구간으로 식재시 쇄굴방지를 위한 하천 사면의 안정 기능이 요구되는 구간이다. 뿌리가 강건하여 유속에 의한 토사의 유출을 방지할 수 있어야 하며 수위의 정도에 따라 습지와 건조지가 상존하는 지역이므로 내습성, 내건성을 동시에 지닌 강건한 화종을 선택해야 한다. 따라서 본 구간에는 사면의 안정에 유리하고, 토착종이며, 식재가 용이한 달뿌리풀, 참억새, 갈대, 부들, 갯버들 등을 식재하도록 하였다.

나. 2구간(친수시설구간)

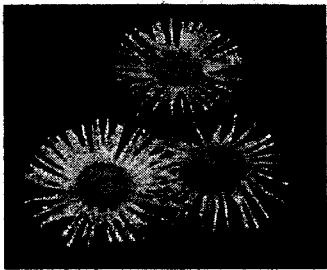
취락과 인접해 있는 지역적 특성을 고려하여 물과 접촉할 수 있는 공간의 조성을 목표로 하는 친수시설구간으로 이용자들에게 쾌적한 공간을 제공하여야 하는 곳이다. 현재 주민들의 휴식공간으로 사용되는 마을 정자 주변에 경관적인 기능을 향상시키도록 하기 위해 토착종이면서, 식재가 용이하고, 계절마다 꽃을 피울 수 있는 식물인 금불초, 구절초, 노랑어리연꽃, 노랑꽃창포, 솔채꽃, 솔패랭이 등을 선정하여 식재하도록 하였다.

다. 3구간(자연친화구간)

3구간 식재설계의 목적은 수로의 자연성을 최대한 살려서 하천 생물의 다양성을 높일 수 있는 서식공간을 마련하는데 있다. 치수상의 문제가 없는 구간이므로 최대한 자연에 가깝게 수로를 조성하였으며 수생식물의 군락을 유도하며 그늘을 형성하여 어류 및 저서곤충의 서식공간을 제공하는 기능을 가지고 있다. 본 구간에서는 토착종이면서, 수생군락을 유도하여 그늘을 형성할 수 있고, 어류 및 저서곤충의 서식공간을 제공하는 식물로 갈대와 수크령, 속새, 고마리, 미나리 등을 식재하도록 하였다.

3. 저수로 호안 공법

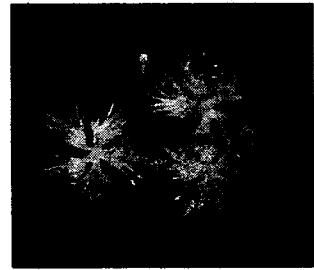
자연친화적 저수로 호안 공법은 유로(流路)를 고정하고 제방과 같은 수로시설물을 세굴로부터 보호하기 위하여 설치하고 있다. 기존의 저수로 호안은 대부분 콘크리트 옹벽이나 석축을 축조하는 것이 일반적이었으나 이들 공법은 안정성 위주의 밀폐형으



a. 금불초

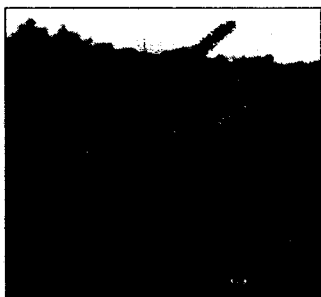


b. 구절초

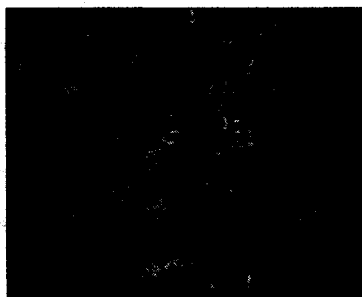


c. 솔패랭이

그림 4. 친수시설구간 식재 가능 식물종



a. 수크령



b. 고마리



c. 미나리

그림 5. 자연친화구간 식재 가능 식물종

표 1. 수로의 자연친화적 저수로 호안 공법

6호 안 공 법	특 징
환경블록과 어소블록을 이용한 공법(1구간)	유속이 빨라 세굴이 다소 우려되는 지점에 적용
반딧불이 블록을 이용한 공법(2구간)	호안 침식 및 세굴방지 효과와 수로 생태계 재생의 역할
잔말뚝과 쇠단을 이용한 공법(3구간)	침식 및 토양유실을 완화하고 호안을 보호하고 안정된 자연 식생을 조성
돌망태와 호박들을 이용한 공법(3구간)	곡류부분에 침식방지와 곤충이 서식하기 에 최적의 조건을 마련하여 곤충류의 보 전 및 회귀를 유도하는 효과

로 작은 동물의 서식 및 식물의 생육이 거의 불가능하다. 따라서 연구대상수로의 저수로 호안은 생태계 부양기능을 회복시켜 주기 위해서 콘크리트 호안공법을 대체할 수 있는 자연친화적 공법을 적용하였고, 하안의 추이대(推移帶) 기능의 복원에 유리한 다공질성 호안의 재료와 식생을 도입하였다. 또한 수로 생태계의 역동성을 회복하고, 물가에 식생 여과대의 역할을 하며 오염원의 차단 및 생태계 구성요소의 발생 기반으로서 정수식물(挺水植物) 군락을 형성하도록 유도하여 육상 생태계와 수중 생태계의 경계부에서 양쪽 생태계 모든 구간에 걸쳐 동식물의 서식처 확보가 촉진될 수 있도록 조성하였다. 표 1과 같이 수로를 3구간으로 나누어 총 4가지의 공법을 적용하였다. 사용된 재료는 돌, 나무, 야자섬유망, 반딧불이 블록 등인데, 홍수시 유속이 비교적 강한 곳은 돌이나 나무, 콘크리트 블록 또는 바구니를 사용하여 수로의 안전성을 고려하여 설계하였다.

IV. 결 론

우리 나라의 경우 하천의 친환경적인 정비는 1990년대에 들어와서 활발하게 진행되고 있으며 많은 연구가 이루어지고 있다. 그러나 용·배수로의 친환경적인 정비는 이제 시작단계에 머물고 있고, 1999년 농업기반공사에서 경기도 여주군 가남면 삼승리 제2

호배수지선의 환경친화적 정비를 시작으로 하여 그 중요성이 점차 인식되고 있다. 농업기반공사에서는 전라남도 영광군 염산면 상계리에 위치한 제2호 용수간선을 친환경 정비대상으로 선정하였으며, 본 연구에서는 지역주민들의 의견수렴 과정을 거쳐 용수로 본연의 기능을 만족시키면서, 친환경적인 기능을 할 수 있는 자연친화적인 수로를 설계하였다.

설계 대상 수로는 주민들의 의견수렴을 통하여 치수안정형, 친수시설형, 자연친화형의 3개구간으로 설계하였다. 수로의 1구간은 치수안정구간으로서 저수지에서 유입되는 유입수로 인해 수로바닥 쇄굴을 방지하기 위하여 스톤바스켓(1×1×0.4m)을, 그리고 물고기들의 휴식과 산란을 위해 어스박스Ⅲ형(1×0.5×0.2m)를 설계하였다. 수로의 2구간은 친수시설구간으로서 주민들의 편의를 위해서 징검다리를 설계하였으며, 마을 정자 앞 20m 구간을 복개함으로써 주민들이 보다 넓은 공간을 이용할 수 있도록 배려하였다. 또한 수로 내에 다량의 토사가 유입되는 지점에 침전조를 설치하여 장마철에 수로의 통수능이 충분히 확보하도록 설계하였다. 수로의 3구간은 자연친화구간으로서 치수 상에 특별한 문제가 없으므로 자연친화적 식생호안 공법을 사용하여 최대한 자연에 가까운 수로를 조성하도록 설계하였다. 그리고 식재의 기본적인 방향은 현지 자생 식물을 이용하는 것이며, 대상지역의 환경을 최대한 반영하여 수로의 조성목적에 맞는 식물이 식재되도록 설계하였다.

본 연구에서는 용수로 한 곳만을 선정해서 설계를 했기 때문에 많은 제약이 있으나, 지역특성과 지역주민들의 의견수렴 과정을 거쳐 수로를 설계했다는 것에 의미가 있다고 하겠다. 앞으로 본 연구의 결과를 기초로 하여 다른 지역의 자연친화적 용수로 설계에서도 이러한 내용을 참고하여 미흡한 점을 수정 보완하여야 할 것이다. 또한 앞으로의 용수로 정비는 수로주변의 다양한 환경조건이 충분히 반영될 수 있도록 넓게 확대함으로서 수로 본래의 이수 및 치수기능을 유지함과 동시에 수변경관 및 생태환경에 대한 연구사업의 병행이 필요 할 것이다.

이 논문은 2000학년도 전국대학교 학술연구비 지원에 의한 논문임

참고 문헌

1. 건설교통부, 2001, 자연친화적 하천정비기법 개발 보고서
2. 김선주, 2000, 친환경적 경지정리기법 개발연구사업 최종보고서, 농림부, 농업기반공사
3. 농림부, 2000, 농촌환경정비의 과학(번역본)
4. 농업기반공사, 2000, 환경친화적 경지정리 계획설계지침연구
5. 서울시정개발연구원, 1999, 도시하천의 생태관리를 위한 기초조사 연구
6. 김선주, 이광야, 박성삼, 윤경섭, 1998, 하천경관을 고려한 환경친화적 수변공간 정비기법, 한국 농공학회지 제40권 6호, pp.57~69.
7. 농어촌진흥공사, 1998, 여주 송삼지구 경지정리사업 기본조사 계획서
8. 고려대학교, 1997, 농촌지역 생물서식공간 조성 정책 및 기법
9. 건설교통부, 1996, 농어촌지역 소하천 환경정비 사례 및 기술자료집
10. 水環境工學編集委員會, 1996, 人と自然の水環境をめざして, (社)農業土木學會
11. 리버프론트整備センター, 1997, 多自然型川作りの取組みとポイント, 山海堂
12. 地域環境政策研究會, 1997, 地域環境計劃實務必携(計劃編), (株)ぎょうせい
13. 水質環境學編集委員會, 1998, 清らかな水のためのサイエンス,
14. (財)日本生態系協會, 1999, ビオトープネットワーク(都市・農村・自然の新秩序), (株)ぎょうせい