

친환경적 설계인자를 적용한 생태복원공사의 시공성 평가

- 거제시 구천천 생태하천 조성공사를 중심으로 -

안 병 철

K-water

The Constructability Evaluation of Ecological Restoration Construction Using Environment-friendly Design Factor

- In the case of Construction of Gucheon Eco-River in Geogje City -

An, Byung-chul

Environment & Eco-Engineering Services Team, K-water.

ABSTRACT

In this study, constructability of ecological stream restoration process was evaluated and improved approaches for habitat were suggested.

The study site is Gucheon River in Geogje city where conducted ecological restoration work within maintaining its flood control function. Application of ecological design factors and constructability in the process from planning to construction was analyzed and its results are as follows :

In the process of planning and designing, it was focused more on the naturality of Gucheon River rather than the human convenience and ecological design factors were applied within the ecological capacity of the site.

First, the indexes for constructability evaluation is selected. It was classified into three major categories as construction quality, design quality and construction administration system. Each index has details, so there are twenty sub indexes for contractibility evaluation.

Second, the evaluation results shows that the index most in need of improvement was plumbing

First author : An, Byung Chul, Environment & Eco-Engineering Services Team, K-water,
Tel : +82-42-487-7487, E-mail : abc100@kwater.or.kr

Corresponding author : An, Byung Chul, Environment & Eco-Engineering Services Team, K-water,
Tel : +82-42-487-7487, E-mail : abc100@kwater.or.kr

Received : 23 May, 2012. **Revised** : 24 July, 2013. **Accepted** : 16 August, 2013.

construction, followed by Stone construction and pavement construction. design concept was evaluated as appropriate in entire categories.

Finally it is suggested that it can be improved in both process of design to enhance the technology and process of construction to enhance the quality management.

The constructability of ecological stream needs adaptive management and it must be discussed with its designing which is at the stage before construction. Also it needs discussion with its designer constantly and feed-back process.

Key Words : *Gucheon river, Preservation, A Riverside vegetation belt, A habitat of otter, Abandoned paddy field, Adaptive management.*

I. 서 론

도시민의 편의시설인 근린공원, 도심광장, 완충녹지 등 그 동안 축적되어온 조경기술적 방법론을 통한 조경공사는 그 이론과 실제의 차이가 그렇게 크지 않으며, 설계품질에 따른 시공성은 과거에 비해 이용자의 요구수준에 근접해져간다고 할 수 있다. 그러나 다변성의 자연생태계를 대상으로 하는 생태복원공사의 경우에는 이론적 가치의 중요성이 실제에 미치지 못하는 사례가 적지 않으며, 설계이론이 현장에서 실현되는 과정과 최종 결과물에 대한 만족도가 낮게 나타나는 경우가 종종 발생하고 있다. 이는 그동안 동 분야의 계획 및 설계에 대한 연구는 지속적으로 제시되고 있지만, 그 성과물인 시공에 관한 연구가 상대적으로 저조한 탓이라고 말할 수도 있다. 생태복원공사의 경우 일반적 조경공사에 비해 전문성이 더욱 요구되어지는 까닭에 기술적 노하우의 축적이 단시일에 해결될 수 있는 사항이 아니며, 다변성의 자연생태계를 대상으로 하는 분야의 속성상 더욱 정밀하고 지속적인 데이터 축적과 기술적 관리체계가 필요하다고 할 수 있다.

본 연구에서는 구천천을 중심으로 생태복원공사의 설계이후 시공과정에서의 문제점과 이론의 실재를 평가해보고 그 결과에 의한 개선방

안을 제시해보고자 한다. 동 분야의 연구사례는 시공성 평가와 생태하천 시공관련 분야로 나누어 살펴볼 수 있다. 먼저 시공성 평가에 관한 연구를 살펴보면, 생태복원의 계획과 공법이론에 대한 연구는 지속적으로 제시되고 있지만, 시공성에 대한 연구는 상대적으로 미미하다고 할 수 있다. 그 중 선행연구로서 Lee and Choi (1997)의 조경시설공사의 시공품질 분석을 통한 품질관리항목의 중요도 연구는 각 시설의 소재별로 시공품질의 문제점과 원인을 분석하고 품질관리항목의 중요성을 제시하였다. Koo, et. al. (1999)는 자연석 사용개선을 위한 설계 및 시공기준 설정에 관한 연구에서 선호도 분석을 통한 자연석 쌓기 등 석재공사의 시공기준을 제시한 바 있으며 Shin(2000)은 조경시설물의 시공관리상태를 중심으로 어린이 놀이시설의 안정성을 평가하였다. Lee, et. al.(2000)는 조경공사의 설계와 시공 일치를 위한 최적 모형 연구에서 도시근린공원을 대상으로 실시설계와 세부 공종별 시공의 일체화를 위한 모형제시 및 시공자와 발주자의 시공관리를 위한 역할을 제시하였으며, Cho(2003)는 시공분야의 연구경향에서 시공분야 논문은 다른 분야에 비하여 양적인 면에서 상대적으로 많이 부족한 양상을 보이고 있다고 밝혔다. 생태복원의 시공기술에 대한 연구로는 Han(2004)의 환경친화적 블록식 보강토 옹벽

의 설계 및 시공사례연구가 있으며, Yeo, *et. al.* (2005)는 자연표토공법과 원지반 식생정착공법 시공지역을 중심으로 난지도 쓰레기 매립지 비탈면 생태복원 특성에 관한 연구를 하였다. 시공성에 대한 연구는 타 분야인 토목, 건축분야에 비해 매우 적은 편이며, 그 중에서도 조경공사의 품질관리항목의 중요도 연구를 제외하고는 대부분의 연구가 시공지침과 기준 등을 중심으로 이루어져 온 것을 알 수 있다. 또한 생태복원공사의 경우는 공사에 사용되는 소재의 기술공법에 대한 연구가 거의 대부분이며, 실제 현장에서 적용되어지는 생태복원공사의 시공성에 대한 연구는 거의 전무한 실정이다.

생태하천의 유사연구를 살펴보면, Lee and Choi(2007)는 안양천 도시하천 복원의 실행과 평가에 관한 연구에서 어류서식지로서의 생태적 건전성, 치수적 안정성, 여가휴식의 기능을 목표로 조성된 도시하천의 관리주체로서 지자체, 지역사회의 참여를 언급하였으며, 양재천을 대상으로 한 Kim, *et. al.*(2004)의 도시 자연형 하천 공사후의 경관개선 방안연구는 하천의 횡적 연결성과 생태학적 하안공법 도입, 횡단구조물과 고수호안의 과도한 이용자 구조물 제거를 경관개선의 중요한 지표로 제시하고 있다. 또한 소하천 자연형 하천정비사업에 따른 교란 및 적응평가에서 Kim and Lee(2007)는 자연스러운 저수로 형성을 통해 다양한 하천경관을 창출하기 위해 가급적 현재의 저수로를 보전하고 하상교란을 최소화하여야 하며, 생태계 회복에는 최소 3년정도의 기간이 소요된다고 하였다. 중랑천을 대상으로 한 자연형 하천 생태계를 위한 식생개선 방안연구에서 Ahn and Lee(2000)는 자연하천의 식생을 단계적으로 식재계획에 적용과 자연적인 호안을 최대한 활용하는 식재패턴에 대해 언급하였다. 남강과 영천강을 대상으로 한 하천정비에 의한 하천의 물리적 교란평가 연구에서 Kim(2009)은 물리적 하천교란 평가방법의 지표인 하상 서식환경, 하상재료, 유속, 수

심, 유사퇴적, 식생피복, 하반림 등의 10개 항목으로 평가한 결과 제방축조와 하상준설 등의 의한 하도지형변동이 핵심적 교란원인이며 하상재료, 하상경사 등 다양한 하도특성을 반영한 하천교란 평가기준의 개발이 중요한 과제라고 하였다. 이상에서 살펴본 바와 같이 하천을 대상으로 한 생태복원공사의 시공에 관한 연구는 하천구조, 식생 및 하천경관의 변화에 대한 이론적 연구의 성격이 짙다고 할 수 있다.

최근 하천과 호소 등 수생태계를 중심으로 생태복원을 전제로 한 공사가 지속적으로 진행되고 있다. 산책로에서부터 생태관찰, 생물서식처 보전에 이르기까지 다양한 테마의 복합적 공간에 대한 사회적 요구와 제공되어지는 완성품에 대한 기대치는 갈수록 높아지고 있으나, 이에 대한 시공성 품질향상을 위한 연구는 그리 많지 않다. 이론적 계획이 실제 현장에서 적용되는 과정에서 문제점과 개선방안에 대한 연구가 필요한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 국내 생태복원공사 중 경남 거제시 구천천을 대상으로 실제 적용된 계획·설계 이후 시공과정에서의 문제점과 설계이론의 실재를 평가해 보고자 한다. 하천생태의 건전성을 중심으로 설계, 시공된 거제시 구천천을 대상으로, 설계에서부터 시공에 이르는 전 과정을 고찰해 보고, 생태하천 조성공사에서 공통적으로 적용될 수 있는 친환경적 설계인자들의 시공과정과 그 결과물에 대한 시공성 평가지표 선정과 평가결과에 의한 개선방안을 제시하여, 동 분야의 시공성 개선과 품질관리의 효율성 향상을 위한 사례적 역할이 되기를 기대한다.

II. 연구범위 및 방법

1. 연구대상지 개황

본 연구의 대상지는 경상남도 거제시 동부면 구천리, 연담리 일원에 위치하며 구천저수지에 서부터 동부저수지까지 흐르는 지방 소하천인

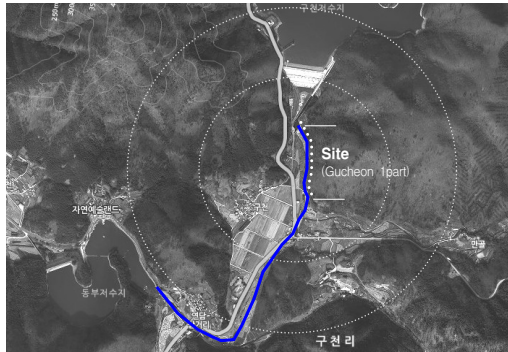


Figure 1. The site location.

구천천 구간 중 0.6km에 해당하는 구천1지구가 그 대상이다. K-water에서 댐 직하류 하천정비 사업 기본계획에 의해 거제시의 관광자원화 추진의지를 반영하고, 구천댐 치수능력증대사업에서 생태·환경 기반을 구축하기 위해 본 대상지를 수달서식처와 수변식생대를 조성하는 것으로 계획하였다(K-water, 2008). 하천정비계획에 의한 구천댐은 여수로 200년빈도 계획방류량이 203m³/s로 설계되어 있으나, 태풍 예위니아(2006.7월) 상류시 자연월류로 최대 86m³/s가 방류되었음에도 하류하천 수위는 침수피해가 발생할 위험상황까지 거의 도달했었다. 또한, 하천 정비율도 37%에 그쳐 적정홍수량에 대한 하천정비 필요성이 제기되었으며, 이에 따른 하천정비계획 수립과 생태하천 조성공사를 시행하게 되었다. 구천댐 하류하천 정비사업으로 진행된 생태하천조성공사는 2010년 6월에 착수하여 2011년 12월에 공사를 완료하였으며 구천천 구천1지구의 수질은 BOD 1.0, COD 1.7 이하의 비교적 양호한 상태를 유지하고 있으며, 수질등급현황은 Table 1과 같다.

하천의 생태환경은 비교적 양호한 하천고유

의 자연성을 유지하고 있으며, 망골천과 서당골천에서 흘러드는 합수부 주변을 포함한 일부구간의 인공적 제방을 제외하고는 대부분 자연스러운 하천경관을 유지하고 있다. 하천 내 유수의 흐름상태는 전형적인 산지하천의 특성으로 하도 및 저수로를 따라 흐르는 유수의 사행정도가 양호하고, 농경지 및 제내지를 보호하기 위해 하천정비를 통하여 제방을 쌓은 유체부 구간이 일정구간을 형성하고 있다. 2만m² 가량의 홍수터에는 묵논 4필지와 농수로가 존치되어 있으며, 천연기념물 제330호로 지정된 수달이 서식하는 것으로 현장조사시 확인되었다. 본 연구대상지는 구천천 하류의 동부저수지와 구천저수지에 서식하는 수달의 생태통로(Corridor) 역할을 하고 있으며 조사된 개체수는 4~5마리(2~3가족) 정도로 파악되고 있다(환경운동연합 김일환 국장 인터뷰, 2008.4월). 2008년 1월과 6월, 그리고 2012년 3월 등, 3차례의 현장조사시 발견된 수달 배설물을 통해 서식지를 확인할 수 있었다.

2. 연구방법

본 연구의 방법은 생태복원공사의 시공성 평가를 위해 우선 공사에 최종적으로 적용된 설계인자를 확인하고 시공성에 대한 평가항목, 평가자, 평가방법 선정, 그리고 현장조사 후 평가방법의 적용을 통해 시공성 결과를 도출하는 방식이다.

설계인자 적용과정을 고찰하는 것은 본 연구가 시공 자체의 품질성 뿐만 아니라 생태복원의 이론적 과정이라고 할 수 있는 설계내용과 최종 성과물의 적합성 여부의 확인, 즉 시공결과에서 나타나는 설계오류 등이 확인가능하기 때문이

Table 1. Gucheon down stream water quality.

Article	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)
Gucheon 1part	10.3	1.0	1.7	2.0	1.128	0.008

Data : <http://water.nier.go.kr/>, 2006, Re-creating data by author.

다. 시공성 평가항목은 연구대상지인 구천천 하천생태 조성공사의 공사특성에 맞도록 선정하였는데, 기존의 조경공사 표준시방서를 중심으로 세부 공종별 공사품질 항목과 국내 대표적 발주기관 3개소(서울시, LH공사, 한국수자원공사)의 품질검사 항목을 문헌조사 후, 생태복원공사에서 공통적으로 적용가능한 항목과 연구대상지의 특성을 고려한 평가항목을 고려하여, 20개 항목으로 선정하였다.

항목별 평가는 전문가 설문조사 방식으로 진행하였는데, 자연형 하천시공을 중심으로 설계에서 시공에 이르기까지의 관련분야 전문가 45명을 대상으로 하였다. 설문대상자 구성은 실제 구천천 생태하천공사에 직접 참여한 발주처, 지자체, 시공사 관계자들을 중심으로 시공관계자 및 감독자를 포함한 16명의 공사관계자와 설계관계자 및 감독자 9명 그리고 동 분야 전문가 20명의 설문조사 방식으로서 2012년 2월 10일부터 4월 30일까지 진행하였다. 설계과정과 시공상의 문제점을 구분하여 조사하였으며, 설계과정에서 참여한 전문가 집단은 현장방문과 시공이후의 현장사진 자료를 통해 설문조사를 진행하였다. 특히 조사내용의 명확성을 높이기 위해 시공과정에 참여한 시공업체 현장대리인, 작업반장 등 직접적인 시공관계자들의 인터뷰를 포함하여 진행하였으며, 관련분야 전문가 20명은 설문지 조사로만 진행하였다.

본 연구의 결과물인 시공성 평가결과는 조사된 평가항목별 데이터를 평가항목별 데이터를 집계한 후 산술평균하여 평가등급으로 분류하는 것이며, 분류된 등급에 따라 시공성의 문제점을 확인하고 개선방안 연구에 활용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 친환경 설계인자 적용

구천천 하천정비에 대한 기본방향은 치수적 안정을 전제로 하천생태의 건전성을 최대한 확보하는 것이다. 도시하천과 달리 하천 고유의 자연성이 매우 높은 하천이며 일반적 하천정비에서 나타나는 Zoning Plan의 영역구분에서도 친수지역 또는 완충지역보다는 보전지구에 가깝다고 할 수 있다. 따라서 인간 간섭의 최소화와 자연환경을 보존하고 하천생태계의 건전성을 지속시키는 것을 최우선의 과제로 두었다.

1) 하천생태 건전성을 위한 전제

하천 유지유량은 하천에서의 유수의 정상적인 기능 및 상태를 유지하기 위해 필요한 유량으로서 자연상태의 하천에서 갈수시에도 흘렀다고 볼 수 있는 유량이며, 하천의 건전화 방지, 하천 생태계의 유지 등 자연하천이 가지고 있는 최소한의 기능을 유지하도록 보장해 주어야 할 최소유량이라고 할 수 있다. 유지유량

Table 2. Estimated standard of river maintenance flow.

Estimated standard		River flow (m ³ /sec)	Note
Minimum flow		0.01	Very imp
Environmental flows	Ecosystem	0.1	Normal
	River landscape	0.1	Important
	Riverside action	0.18	

Table 3. Estimated minimum flow.

Name	Basin area	Standard minimum flow ¹⁾	Mean droughty flow ²⁾
Gucheon	20.16km ²	0.006m ³ /sec	0.080m ³ /sec

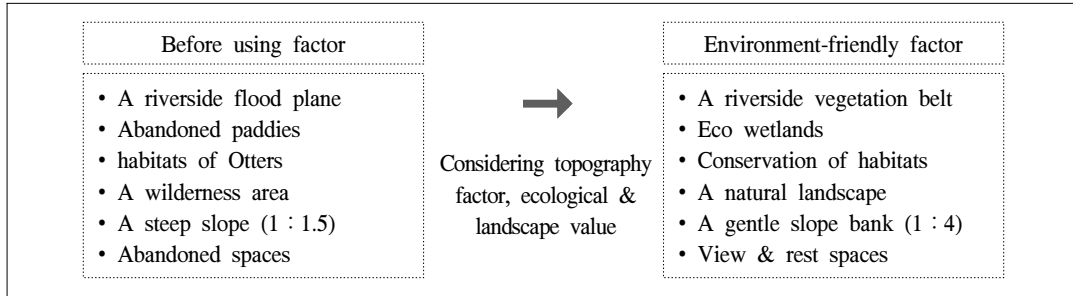


Figure 2. Selection of environment-friendly design factor.

산정은 정량적으로 정확한 기준에 의해 산정하기는 어려움이 있으므로 본 연구에서는 생태적 기능, 경관적 기능, 친수적 기능 등 주요 기능을 충족시키기 위한 필요유량을 산정하였다. 동부저수지까지 약 1.7km의 구간으로 현재 다양한 동식물이 서식하고 있으며 이를 지속적으로 유지·보존할 수 있도록 목표유량을 설정하였다. 따라서, 산정한 하천유지유량은 하천생태계 및 하천경관을 고려한 0.1m³/sec로 선정하였다.

생태하천에 있어서 저수호안면은 생태계의 전이지대로서, 하천과 육상생태의 완충역할을 하는 매우 중요한 설계요소이다. 연구대상지인 구천1지구의 호안은 당초 찰쌓기 수직옹벽으로 이루어져 있으며 옹벽상단 홍수터 일부구간은 농경지로 이용되어왔으나, 옹벽을 제거하고 약 1 : 5 이상의 완만한 경사호안으로 계획하였다. 구천천은 일부구간의 하상이 급하고 유속이 빨라 사류가 발생하므로 호안세굴에 대한 안정적 측면에서 사류시에 대해 소류력을 산정하였으며, 산정된 결과를 호안공법 결정에 적용하였다. 구천1지구의 V_{max}는 5.46m/s, T_{max}는 9.09kg/m²로 산정되었다.

$$T = W \times R \times I = \left(\frac{W}{C^2} V^2 \right)$$

- T : Critical tractive force(kg/m²),
- W : unit weight(1,000 kg/m³),
- R : hydraulic radius (m),
- I : water slope, V : velocity average(m/sec),
- C : Chezy Coefficient($V = \sqrt{RI}$)

호안공법은 그 동안 국내의 하천공사에 적용되어 왔던 저수호안의 공법들을 비교 검토하여 선정하였으며, 방류시 호안 안정성을 고려한 필요 소류력에 의해 8가지 이상의 공법들을 비교 분석하였다. 허용유속과 허용소류력을 포함하는 안정성, 단위 m²당 시공비를 기준으로 하는 경제성, 시공성, 소재의 친환경성, 경관성, 유지관리, 지형성 등의 평가항목으로 비교분석한 결과 식생매트를 시공하는 것으로 계획하였다. 그러나 이 구간에서의 유속 및 단위소류력이 최대 5.46m/s, 9.09kgf/m²인 구간도 있어 호안보호 및 바닥세굴방지를 위해 호안 하부에 자연석쌓기(2단)를 시공하는 것으로 계획하였다.

2) 친환경적 하천으로서의 설계인자 적용

본 연구는 댐 직하류의 제약사항 해소를 위한 하천정비계획의 세부 실행계획으로서, 이·치수 기능에 영향을 미치지 않는 범위 내에서 하천이 갖고 있는 불합리적 요소의 개선을 전제로 하고 있다. 개선 가능한 물리적 환경 요소들

1) Standard minimum flow : Value of 10years low flow by frequency analysis of low flow series.
 2) Mean droughty flow : Mean value of low flow series which is 355 days maintaining per year.

을 지형적 특성, 하천생태 및 경관적 가치를 고려하여 친환경적 설계인자로 변환시키는 것이다. 친환경 설계인자는 하천환경 개선을 위해 동 분야에서 그 동안 진행되거나 실제 적용되었던 설계요소와 본 연구 대상지가 갖는 특수한 환경적 여건을 충족시킬 수 있는 요소로서, 실제 구현에 적용 가능하며 주변 환경에 부합되는 과정을 거쳐 선정되었다. 홍수터에서 경작중인 농경지, 불규칙적인 하천제방(직벽제방과 1 : 1.5 경사제방 혼재), 교란된 하상, 하천 코리더의 연결성을 단절시키는 콘크리트 보 등을 하천의 환경기능에 순응할 수 있는 친환경적 설계인자로 바꾸는 과정을 진행하였다.

하천생태의 건전성 확보를 위한 친환경적 설계요소는 천변수림대 조성, 수달서식처 보전, 묵논습지, 하천의 자연경관 보전, 완경사 저수호안 등으로 구분할 수 있다. 특히, 구천댐저수지~동부저수지를 연결하는 수달 이동통로 및 서식처로서의 생태복원 설계에 주안점을 두며 생물서식처의 보완적 기능을 유지하도록 하였다. 하천변 도로와 홍수터 농경지의 비점오염원 저감을 위한 천변수림대와 농경지로 사용되고 있는 홍수터를 자연 학습과 체험이 가능한 묵논습지로 계획하여 수생식물과 양서류의 서식처가 되도록 하였으며 설계인자별 주요내용은 Table 4와 같다.

Table 4. Main contents of enviroment-friendly design factor.

Article	Main contents of Design factor	Section plan
A riverside vegetation belt	<ul style="list-style-type: none"> The filter layer of nonpoint pollution source on the road Corridor of amphibian and reptile connected with flood plane and water way Length 480m, wide 20m / Salix, Maple, Ilex crenata, etc. 	
Eco-wetland using abandoned paddy field	<ul style="list-style-type: none"> Use of 4 rice paddies, eco-wetland plan for ecological observation Supply water on four wetlands using agricultural waterway Area : 3,395m²/agri-waterway 230m/water plants 31,800 	
Conservation of habitats of Otters	<ul style="list-style-type: none"> Function of Corridor to avoid outside interference Exchange con'c for natural stone weir, preserve foundation Depth 0.5~2.0m, area 3,340m²/ bamboo colony 3,200 	
Preservation of natural landscape	<ul style="list-style-type: none"> Conservation natural vegetation in flood plane for landscape Ground cover area : 3,700m² Wide and gentle slope wet grassland planted Phragmites, Miscanthus sacchariflorus etc. 	<p>Natural landscape</p> <ul style="list-style-type: none"> 갈대 세모고랭이 갈들 등 물억새 <p>Honey plants</p> <ul style="list-style-type: none"> 부지꽃 물리나물 솔매명이 금물초
A gentle slope bank	<ul style="list-style-type: none"> Transition area from river to terrestrial ecosystems Gentle slope bank as an ecotone with high biodiversity, river corridor(habitat for Amphibian and Reptile) Area 3,340m² / length 335m / slope more than 1/4 	

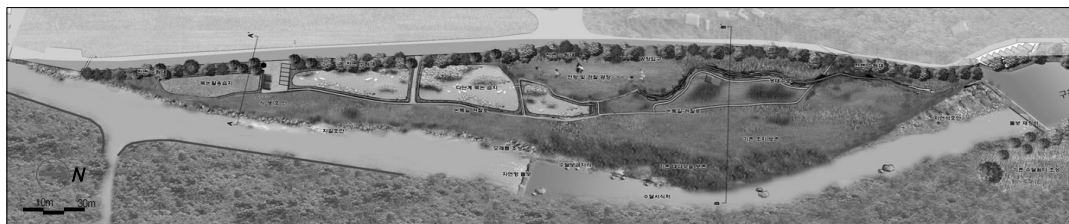


Figure 3. Gucheon river restoration master plan.

2. 시공성 분석

구천천 생태하천 조성공사는 2010년 6월에 착수하여 2011년 12월에 완료한 공사이다. 동절기 공사중지 일수를 감안한 절대 공사일수는 450일이며, 작업인원이 투입된 실 공사일수는 약 330일에 해당된다. 시공현장 공사기록에 의하면 공사에 투입된 총인원은 약 6,000명 정도이며, 건설장비로는 토공과 호안공, 돌쌓기공에 투입된 백호우와 자재운반을 위한 덤프트럭이 대부분을 차지하였다. 전체면적은 저수면적을 포함하여 약 37,700m²에 해당되며, 평상시 홍수터가 21,500m²로서 전체면적에 약 57%를 차지하고 있다. 인간의 간섭을 최소화하고 자연성을 최대한 살리도록 계획된 본 공사의 기본방향에 따라 주요 공간별 규모를 살펴보면, 수달서식처 보존구간이 5,540m²(14.7%)로서 가장 많은 비중을 차지하고 있으며 이용객을 위한 전망 및 휴게공간이 전체면적 대비 약 4.0%로서 가장 적은 규모에 해당된다. 전 구역의 포장재는 지피류 식생과 논흙, 투수블럭으로서 친환경 소재로 시공하였다.

1) 현장 분석

시공에 대한 의견은 공사현장의 조사와 사전에 작성된 설문지를 참고하여 작성하되, 건설참여자의 인터뷰 의견을 부가하였다. 시공성 평가는 각 공간별, 항목별로 설계이론의 실제적 표출과정에 대한 평가지표를 설정하여 평가하였으며, 시공성 분석은 시공성 평가를 위한 사전 자료로서 시공과정에서 참여자들의 서술적 의견을 중심으로 하되, 문제점 위주의 주요의견을 정리하였다. 생태하천 조성공사에서 유사사례를 쉽게 찾아볼 수 있는 공종으로는 환경사 저수호안공과 자연경관 보존, 전망과 휴게시설, 친변수림대 조성공 등이며, 수달서식처 보존과 목논 습지공사는 유사한 공사의 시공사례를 찾기 어려운 공종에 해당되었다. 각 공종별로 분석된 내용은 아래 Table 6과 같다.

2) 평가항목선정 및 평가등급

시공성 평가를 위한 유사 선행연구로서 Lee and Choi(1997)의 조경시설공사의 시공 품질분석을 통한 품질관리항목의 중요도 연구사례를

Table 5. Overview of construction.

Article	Period	Inputperson	Used main method construction	Area (m ²)	Rate (%)	Planting			Paving
						Tree	Shrub	G-cover	
A riverside vegetation belt	'11.3~'11.6	900	• Tree 8 species, shrub 5 species planting	4,800	12.7	355	17,202	9,500	Ground cover
Eco-wetland	'10.9~'11.12	2,300	• Bank protection : rock work • Paving : cohesive • Ecological observation trail : foundation hardening • Planting : Acorus calamus L. etc. 12 species	3,395	9.0	20	3,500	39,280	Cohesive soil
Habitats of Otters	'10.9~'11.12	600	• Conservation foundation • Natural rock-fill weir	5,540	14.7	8,000	7,500	25,000	Ground cover
Natural landscape	'10.3~'11.12	300	• Biotop method : heap up stones, brush-piles • Conservation vegetation-Salix, Phragmites etc.	3,700	9.8	200	35,000	120,000	Ground cover
A gentle slope bank	'10.3~'10.6	1,000	• A gentle slope cover : plant-matting method • Bank protection : rock work (Diam 300~400mm)	3,340	8.9	-	-	matting	Ground cover
View & rest spaces	'11.9~'12.2	900	• A riverside park for residents • A direction & guide board, parking, pavilion etc.	1,500	4.0	55	14,500	-	Permeable block
etc.			• Water area except habitats of otters etc.	15,425	40.9	-	-	-	-
Sum		6,000		37,700	100.0	8,630	77,702	193,780	

Table 6. Opinions of construction participants.

Article	Investigated main opinions	Landscape after construction		
A riverside vegetation belt	<ul style="list-style-type: none"> • Less tree, shrub, ground cover grow naturally in the region (enlarge the regional species rate) • Narrow of vegetation belt, planting vitality is a little low at first year finished construction 			
Eco-wetland using abandoned paddy field	<ul style="list-style-type: none"> • Concerning about water leak of wetland because of much sand soil in ground • Need of enough soil and site research with design • Concerning about bad walking condition of observation trail and steps after raining 			
Conservation of habitats of Otters	<ul style="list-style-type: none"> • Need of extra monitoring after flood • Moderate water flow is needed for corridor function performance for fishes and otter. • Need of continuous monitoring when it rains 			
Preservation of natural landscape	<ul style="list-style-type: none"> • Heavy machinery had destroyed some part of natural landscape view • Size of stone and wood piles was small • function and effect of landscape view is not clear 			
A gentle slope bank	<ul style="list-style-type: none"> • Native seed mat method is good for construction speed but germination speed and rate is not verified. • More than two times alignment pins for mat method was used than design plan, and many pins were missing because of wind. 			
View & rest spaces	<ul style="list-style-type: none"> • There had not been any benches on design plan, so bench integrated pergola was adopted as an alternative. • Information sign plan had not proper for site condition, so some more installation spots were added. 			

Data : Photograph by author (primary : '12. 2. 25, secondary '12. 4. 28)

살펴보면, 시공 중 품질 문제점 조사방법으로 관련기술자에 대한 설문조사와 전문가 조사방법을 택하였으며, 시공품질 항목선정에 있어서는 조경공사 표준시방서(1996년 제정)의 구분방식에 따라 목재시설, 철재시설, 수경시설, 포장시설, 기반구조시설, 기타시설 등 6가지로 구분하고 시설유형에 따른 문제점은 24개의 유형으로 설정하였으며 단위작업을 기준으로 56개의 세부항목으로 구분하여 진행하였다. 이는 조경시설공사 전반에 대한 시공품질 및 문제점의 총괄적 해석이라고 할 수 있다. 조경시설공사

현장에 발생되어지는 시공상의 품질 문제점에 대한 원인분석 및 품질관리항목의 중요도 분석에 대한 연구로서 식재공사를 제외하고 있지만, 조경공사 시설물 시공품질에 대한 최초의 연구라고 할 수 있다.

본 연구에서 제시하는 생태적 보전과 복원을 목표로 하는 공사는 하천관련 공사뿐만 아니라 생태적 건전성을 향상시키려는 모든 공사 부분에서 일반적인 조경공사에 비해 그 전문성이 더욱 요구되어진다고 할 수 있다. 또한 복원과정의 피드백과 이후의 모니터링이 수반되

어려야만 실효성이 검증되어질 수 있다. 하지만 건설행정 측면에서 보면 기존의 조경공사로 발주되어 시공되거나, 하천공사에 포함된 토목공사로 발주된 경우 조경공사의 성격을 띠는 식재공사와 조경 시설물공사를 하도급 형태로 수행하고 있는 경우가 거의 대부분이다. 따라서 건설현장에서의 축적된 기술적 노하우나 시공효율성이 검증된 생태복원공법들이 그다지 많지 않은 실정이며, 조경공사의 범주와 틀에서 크게 벗어나지 않고 있다. 동 분야의 시공성 논제는 시공이전 단계인 설계단계와 별도로 논의 될 수 없는 문제이며, 진행과정에서 설계자와 지속적인 논의와 피드백 과정이 필요한 공사라고 판단된다. 생태계의 동적인 성질에 입각한 유연성 있는 관리기법인 순응적 관리(adaptive management)(龜山 章, 2004)를 전제로 설계와 시공의 피드백 과정을 반복해야만 계획의 실효성을 높일 수 있는 공사이다. 본 연구의 시공성 평가는 위 선행연구와 마찬가지로 현장 건설참여자 및 관련분야 전문가들의 설문조사에 의한 방법으로 진행하였으며, 생태복원공사 특성을 고려한 평가지표 선정과 평가를 진행하였다.

① 평가항목 선정

시공성 평가를 위한 평가항목 선정은 국내의 생태복원공사에서 적용되는 품질점검 항목과 조경공사 표준시방서의 내용을 중심으로 설정하였다. 또한 공사참여자 및 전문가의 의견을 반영하여 시공품질에 직접적인 영향을 미치는 설계품질의 주요내용과 발주기관의 건설행정 사항 중 생태복원공사의 시공성 평가에 영향을 미친다고 판단되는 내용을 선별하여 평가지표를 작성하였다. 공사의 품질관리를 위한 품질점검 항목은 국내 대표적 발주기관인 서울시, LH공사, 한국수자원공사의 조경공사 품질점검 항목을 비교·분석하여 공통적으로 적용되는 항목을 추출하였으나, 3개 기관 모두 시공성 평가

또는 품질관리를 위해 별도의 평가지표를 미리 선정하여 관리하는 시스템이 아니었으며, 해당 공사의 설계도서와 공사계약 특수조건인 기술시방서의 내용을 위주로 시공평가를 진행하는 시스템이었다. 또한, 건설기술관리법 제36조와 동법시행령 120조에 의해 100억 이상의 공사를 대상으로 건설공사 시공평가를 시행하도록 되어 있지만 시공평가를 위한 지침과 평가표 항목 구성을 살펴보면 품질관리(22%), 공정관리(6%), 시공관리(45%), 안전관리(18%), 환경관리(7%), 공사완성도(2%) 등으로 이루어져 있으며, 본 연구의 시공성 평가에 해당되는 품질관리 및 시공관리 분야에서는 구체적인 평가항목의 제시가 아니라 계획수립의 적정성과 공사비절감, 시공상세도 작성여부 등을 점검하는 건설관리를 위한 평가항목으로 구성되어 있다는 것을 알 수 있다. 이용훈(200) 등은 조경공사의 설계와 시공 일치를 위한 최적모형 연구에서 충분한 설계기간과 공사기간, 설계의도의 정확한 파악에 대해 제안한 바가 있다.

따라서 본 연구에서는 조경공사 표준시방서를 위주로 생태복원공사의 시공품질을 평가할 수 있는 항목을 선별하고, 현장종사자 및 관련분야 전문가들의 의견을 종합하여, 시공성에 직접적인 영향을 미치는 건설행정상의 지표를 부가하였다. 본 연구에서 제시하는 평가항목은 생태복원공사에 획일적으로 적용되는 업무 매뉴얼상의 항목이 아니라, 해당공사의 특성에 따라 유연성을 가지는, 조정이 가능한 항목이다. 따라서 평가항목은 일반적인 시공평가의 공사품질 평가항목에 설계품질과 건설행정부문을 더하여 설정하였으며, 작성된 항목에 해당공사인 생태하천 조성공사의 주요공간을 대입하여 평가하였다. 평가항목은 크게 대분류로 공사품질, 설계품질, 건설행정으로 나누었는데 이는 건설기술관리법의 건설공사 시공평가 지침에서 제시하는 건설행정상 관리항목과 실제공사 및 품질관리에서 확인될 수 있는 평가지

표를 혼합하여 선정할 수 있다. 공사현장에서의 공사품질과 설계단계에서 발생할 수 있는 설계상의 문제점, 그리고 건설행정에 관련된 사항으로 구분하였다. 중분류는 식재공사, 시설물공사, 포장공사, 급배수공사, 설계전문성, 설계도서, 공사시방서, 공사기간, 적정비용, 참여자인식 등 시공성에 관련되는 10개의 유형으로 다시 분류하였는데, 포장공사와 급배수공사를 시설물공사에서 별도로 분류한 것은 본 연구대상지의 특성으로서 하천복원공사에서 중요하게 다루어지는 공종이기 때문이다. 설계도서와 시방서, 공사기간에 대한 항목은 건설공사 시공평가 지침에서 제시하는 것과 마찬가지로 설계 및 건설행정의 적정성을 판단할 수 있는 항목이다. 설계전문성과 참여자인식에 대한 항목은 동 분야의 시공성에 국한되는 항목으로서 본 연구에서는 일반적인 조경공사와는 차별성을 갖는 평가항목이라고 할 수 있다.

실제 시공품질의 수준을 평가하게 될 소분류의 평가항목은 총 20항목으로써, 구천천 생태하천 조성공사의 시공품질을 평가할 수 있는 항목을 선정하였으며, 소분류의 평가항목에 대한 적정성 판단여부를 가름하는 설문조사표의 문항은 총 32문항으로 정하였다. 이 중에서 수목선정과 포장재 선정의 적정성은 시공단계에서도 평가할 수 있도록 하였는데 이는 두 개의 항목이 시공과정에서 가장 높은 빈도를 보이는 대표적인 변경가능 항목으로서, 다양한 변경사유가 있겠지만 우선적으로 현장여건을 충분히 반영하지 못한 설계단계의 오류 확률이 높다고 판단된다. 하지만 공사품질에서의 수목선정과 포장재 선정의 적정성이라 함은 시공전 설계품질의 검증과정으로서, 생태하천 조성공사에 있어서 수목과 포장재는 재검증 과정(설계자와의 논의를 통해 피드백할 수 있는 과정)을 거칠 수 있는 최소한의 항목으로 분류하여 그 적정성을 판단해보고자 하는 것이다.

② 평가항목 내용

시공성 평가를 위한 설문조사표를 각 공간별로 작성하였으며 문항작성은 각 선정된 평가항목의 시공상태와 효율성에 대한 우열을 분석할 수 있도록 소분류 항목별로 작성하였고, 체크리스트에 의한 설문지에 서술적 평가의견을 추가하였다. 평가표의 배점등급은 총 10등급으로 나누었으며 설문항목 좌우로 매우적합(10점)과 부적합(1점)두어 평가자의 의사를 등급별로 체크하는 방식으로 진행하였다. 또한 평가항목 소분류의 각 항목을 각 공간의 특성에 맞게 적용할 수 있도록 세부 평가항목의 평가결과를 시공성 평가표에 반영하였다. 천변수림대의 경우, 식재공사의 수종선정의 적합성 항목의 설문조사표는 하천변 수종의 적합성과 수목배식의 적합성으로 나누어 평가하도록 하였으며, 식재공사 품질은 수형의 적정성, 식재밀도의 적합성, 식재수목의 활력정도, 지주목 상태로 구분하였다. 설계품질의 전문성분야 설계개념 항목에서는 천변수림대의 역할이 가능한지의 의견을 조사했으며, 규모산정에서는 폭과 길이의 적합성, 수중부분에서는 설계당시의 수목수종의 적합성을 조사하였다. 묵논습지 수종선정의 적정성에서는 습지수종의 적합성과 배식의 적합성에 대해 조사하였고, 식재공사 품질에서는 식재밀도와 수목 활력정도를 확인하였다. 석재공사품질에서는 석재 재질상태와 돌쌓기 시공상태를 조사하였으며, 포장재선정과 포장재 품질, 포장면의 시공품질을 조사하였다. 급수와 배수공사 품질에서는 자재의 품질과 자재연결 상태를 설문하였다. 설계개념에서는 묵논습지의 역할을, 규모적정성에서는 습지개수와 폭, 길이의 적정성을 조사하였다. 설계수종의 적정성과 기술시방의 품질, 공기의 적정성, 사업비의 적정성, 참여자의 인식정도는 모든 공간별 평가표에 공통으로 포함하였다. 수달서식처는 돌보조성에 대한 시공성과 대나무 차폐림의 보존 및 정비에 대한 시공성을 조사하였다. 돌보조성을 위한 석재공

사 품질에서는 석재 재질상태와 돌쌓기 시공상태를 확인하였고, 설계개념에서는 수달서식처의 역할을, 규모적정성에서는 돌보의 폭, 길이의 적정성을 조사하였으며 수달서식처 보전을 위한 하천유지유량의 적정성에 대한 의견을 조회하였다. 환경사 호안 시공성은 석재공사 품질 확인을 위한 석재재질상태, 돌쌓기 시공상태를 조사하였고, 식재매트의 품질 및 시공품질을 조사하였다. 설계규모 적정성에서는 돌보의 폭, 길이의 적정성을 조사하였다. 자연경관보전은 식재공사 품질확인을 위한 식재밀도와 수목활력정도를 확인하였고, 비오톱 조성을 위한 돌쌓기 시공상태를 설문하였다. 규모적정성에서는 자연경관보전 지역의 폭과 너비 등을 조사하였다. 전망 및 휴게시설에서는 수목선정의 적정성 평가를 위한 휴게시설 주변 수종의 적합성과 배식의 적합성을 조사하였고, 식재공사 품질을 위한 식재밀도와 식재수목의 활력도를 조사하였다. 포장공사의 시공성 확인을 위해 포장재 선정과 포장재질, 시공품질을 조사하였고, 규모의 적정성 평가를 위해 휴게시설의 면적, 크기에 대한 의견을 확인하였다.

③ 평가등급

시공성 평가 결과는 각 항목별로 조사된 설문결과를 점수로 환산하여 정량화하였다. 1점에서 10점까지 나열된 등급을 설문조사 결과를 토대로 총점으로 환산한 후 평균값을 산정하였다. 산정된 평균값의 범위를 4단계로 분류하였으며, 각 등급별 점수범위는 ‘우수’는 10~7.0점, ‘적정’은 5.0~6.9점, ‘보완’은 3.6~4.9점,

‘개선’은 1.0~3.5점으로 분류하였다.

‘우수’에 대한 결과해석은 설계상의 목적이 충분한 시공결과로 나타난 경우와 당초 계획이나 설계보다 더 나은 시공상의 변경을 통해 목적물의 결과가 도출된 경우로 판단되며, ‘적정’의 경우는 설계와 시공의 과정은 적정하나, 특정부분의 보완을 통해 더 나은 시공결과물이 기대되는 경우이며, ‘보완’은 설계 또는 시공성의 문제점이 노출되어 반드시 재시공하거나 보완 시공해야 하는 경우로 판단된다. ‘개선’은 당초 설계부터 다시 피드백해야 하는 경우로서, 근본적인 개선대책이 필요한 경우라고 판단된다.

3. 평가결과

각 공간별로 평가항목에 의한 점수를 집계하여 산술평균한 평점과 등급 결과는 아래 표7과 같다. 평가항목으로는 급배수공사, 석재공사, 포장공사, 식재공사 순으로 낮은 등급을 나타냈으며, 공기의 적정성과 설계개념 적정성에서는 비교적 높은 평가를 받은 것으로 나타났다. 평가 대상으로 보면 묵논습지와 환경사 호안공사에서 개선의 필요성이 가장 많이 제기되었으며, 천변수림대는 잠재적 문제점을 갖고 있는 것으로 분석되었으며, 자연경관보전과 수달서식지에서는 비교적 양호한 평가를 받은 것으로 나타났다.

세부 항목별로는 묵논습지의 급수공사와 배수공사의 품질이 가장 낮은 평가를 받은 것으로 나타났으며, 묵논 습지간의 연결관 처리의 시공성과 제3지의 유입량과 유출량 조절의 미흡한 점이 문제점으로 나타났다. 묵논습지의 석재공

Table 7. Evaluation grades.

Average grade	Evaluation judgment	Contents of evaluation result
10~7.0	‘Excellent’	Case of very good constructability
5.0~6.9	‘Suitable’	Comparatively proper constructability but need to supplement partly
3.6~4.9	‘Improvement’	Surely need to supplement because of problems with constructability
1.0~3.5	‘Reexamine’	Case of reexamination about contents of design and construction

Table 8. The tabulation of constructability evaluation (○Excellent, △Suitable, ◎Improvement, ●Reexamine, • Non-evaluation).

Evaluation Article				Evaluation target											
Big class	Middle class	Final article	Ave	Part1		Part2		Part3		Part4		Part5		Part6	
				Grade	Ave	Grade	Ave	Grade	Ave	Grade	Ave	Grade	Ave	Grade	Ave
Construction quality	1) Planting	Tree selection suitability	5.5	◎	4.9	○	7.2	•	•	•	•	•	•	◎	4.5
		Planting quality	5.9	△	5.3	◎	4.9	△	6.2	○	7.1	○	7.0	◎	4.8
	2) Facilities works	Wood working quality	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		Rock working quality	5.5	•	•	◎	4.0	○	7.0	○	7.3	●	3.8	•	•
		Facilities quality	6.5	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	△	6.5
	3) Paving	Paving selection	7.6	•	•	○	8.0	•	•	•	•	•	•	○	7.1
		Paving quality	5.0	•	•	◎	4.9	•	•	•	•	•	•	△	5.0
	4) Drainage & water supply	Drainage quality	3.7	•	•	●	3.7	•	•	•	•	•	•	•	•
		Water supply quality	3.6	•	•	●	3.6	•	•	•	•	•	•	•	•
	Design quality	5) Specialty	Design concept	7.3	○	7.4	○	8.3	○	7.0	○	8.1	○	7.9	△
River maintenance flow			4.7	•	•	•	•	◎	4.7	•	•	•	•	•	•
Bank protection method			7.8	•	•	•	•	•	•	•	•	○	7.8	•	•
Scale suitability			6.1	●	3.9	○	8.3	△	6.7	○	8.1	◎	4.5	△	5.1
Tree selection suitability			6.7	◎	4.8	○	8.5	•	•	•	•	•	•	•	•
Paving selection			5.5	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	△	5.5
6) Document		Design document	5.4	•	•	●	3.5	◎	4.7	△	5.5	○	7.6	△	5.5
7) Specification	Specification quality	5.8	○	7.6	◎	4.0	◎	4.6	△	5.4	○	7.5	△	5.4	
Administration	8) Period	Period suitability	7.6	○	7.6	○	8.3	○	7.5	○	7.9	○	7.7	○	6.6
	9) Expenses	Working expenses	5.6	△	5.7	△	5.8	◎	4.5	△	5.8	△	5.5	△	6.5
	10) Awareness	Participant awareness	5.8	△	5.7	△	5.6	△	5.6	△	5.7	△	5.6	○	6.7

part1 : A riverside vegetation belt, part2 : Eco-wetland using abandoned paddy field, part3 : Conservation of habitats of Otters, part4 : Preservation of natural landscape, part5 : A gentle slope bank, part6 : View & rest spaces.

사에서는 농수로에서 분기되어 제1습지로 연결되는 수로는 돌쌓기로 시공되어 있는데 돌쌓기 마감부분과 바닥과의 접합부분은 개선되어야 한다는 의견이며, 제2지의 관찰로 디딤돌의 일부가 침하되어 있었다. 천변수립대의 경우 수중 선정에 있어서 남부수종이 비율이 적다는 평가가 있었으며, 특히 규모의 적정성 부문에서 천변수립대의 기능과 역할을 고려할 때 수립대 폭원이 충분하지 못하다는 의견이 많았으며, 낮은 시공성 평가를 받았다. 또한 시공을 위한 설계도서와 기술시방서에 대해서는 전체적으로 낮은 평가를 받은 것으로 분석되었다. 이는 설계도서와 시방서의 기술적 수준과 정확성에 대한

의견으로 생태계 복원과 보존을 대상으로 하는 생태복원공사에서 나타나는 전반적인 현황으로 지속적으로 발전시키고 향상시켜야 할 문제점으로 판단된다.

반면, 논 흙을 재 활용한 묵논습지의 포장재 선정의 적정성과 수달서식처의 돌보, 주차장의 잔디블럭 시공성은 높은 평가를 받은 것으로 나타났다. 또한 자연경관보전의 식재공사 품질분야는 기존 식생의 보전에 대한 내용으로서 높은 평가를 받았으며, 완경사 호안의 식생매트 시공성도 적정 평가를 받았다. 또한 설계개념의 적정성은 전 분야에 걸쳐 좋은 평가를 받은 것으로 나타났다.

Table 9. The analysis of problem & improvement plan.

Article	The analysis of problem	The improvement plan
Improvement of Construction quality	<ul style="list-style-type: none"> • Insufficiency of drain piping work for wetlands • Subsidence of the stone for observation trail • Lack of design document & specification skills 	<ul style="list-style-type: none"> • Making a clean finish drain piping through quality control • Improvement possibility of constructability through quality control • Necessity of technique supplementation of document & specification
Necessity of technical skills study	<ul style="list-style-type: none"> • Insufficiency and bad view of the rock work • Scale suitability of the vegetation belt (wide etc.) • Lack of contents of otters habits conservation 	<ul style="list-style-type: none"> • Necessity of construction method considering eco corridor, landscape • Study of the scale (wide) suitability of riverside vegetation belt • Necessity of monitoring for conversation that main wildlife habits

평가결과에 따른 문제점들의 개선방안은 크게 두가지로 구분할 수 있다. 단순한 시공상의 문제로 품질관리에 의해 향상될 수 있는 사항과 설계단계에서부터 기술적 향상을 전제로한 개선방안으로 구분할 수 있다. 우선 첫 번째로 공사현장에서의 품질관리 시스템 개선에 의해 향상될 수 있는 문제점으로는 무논 습지조성에서의 유입수, 유출수 연결관의 마감처리, 하천에서의 저수호안 돌쌓기 공사의 시공성이 이에 해당된다고 할 수 있다. 시공기술의 문제라기 보다는 공사의 품질관리 문제에 더 가깝다고 할 수 있으며 개선방안은 시공성 개선을 위한 공사현장의 품질관리 시스템 개선을 통해 목적달성이 가능하다고 판단된다. 설계단계에서부터 생태복원 공사의 기술력 향상을 위해 연구되어야 할 부분은 농수로에서 분기되어 제1습지로 연결되는 수로의 돌쌓기 이음새 부분의 콘크리트 몰탈 처리 부분과 천변수림대의 폭원에 대한 문제이다. 묵논습지로 공급되는 첫 번째 수로는 오픈된 개수로이며 바닥면과 돌쌓기 이음부분이 콘크리트 몰탈로 설계, 시공되어 있다. 생태수로의 기능을 전제로 한 보편적 대안이 필요하며, 비용과 시공효율성을 감안한 경관생태 설계와 시공성 개선이 필요한 것이다. 하천 코리더의 생태적 역할을 수반하는 천변수림대의 폭원 및 식

생에 대한 연구 또한 생태복원공사의 시공성을 향상시키는 근본적 해결방안이 될 수 있다.

IV. 결 론

본 연구에서는 경남 거제시 구천천을 대상으로 생태하천 조성공사의 시공성을 분석하고 평가하였으며 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 구천천 생태하천 조성공사의 시공성 평가를 위한 평가지표를 설정하였다. 일반적인 공사품질 평가항목에 본 연구대상지의 공사특성을 감안하여 설계품질과 건설행정부문을 더하여 평가지표를 설정하였다. 크게 대부분류로 공사품질, 설계품질, 건설행정으로 나누었으며, 중분류로는 식재, 시설물, 포장, 급배수공사, 설계전문성, 설계도서, 기술시방서, 공사기간, 적정비용, 참여자인식 등 10개 유형으로 구분하고 소분류의 평가항목은 해당공사의 세부적 내용으로 구성된 총 20가지로 구성하였다.

둘째, 시공성 평가결과, 평가항목별로는 급배수공사, 석재공사, 포장공사, 식재공사 순으로 시공성 개선의 필요성이 제기되었으며, 평가대상으로는 묵논습지 조성공사와 완경사 저수호안공사에서 시공성이 낮게 평가되었고 수달서

식처와 자연경관보전 구간은 비교적 적정한 것으로 평가되었다. 설계도면의 누락과 기술시방의 문제, 시공참여자의 인식문제에 대해서는 개선필요성이 다소 있는 것으로 나타났으나, 설계 개념의 적정성 부문은 참여기술자의 대부분이 적정한 것으로 평가하였다.

셋째, 문제점에 따른 개선방안 제시로서, 품질관리에 의해 개선될 수 있는 사항으로 무논습지조성에서의 유입수, 유출수 연결관의 마감처리, 논흙처리에 대한 방안과 하천에서의 저수호안 돌쌓기 시공성과 석재공사의 마감처리 등이 있으며, 동 분야의 기술적 한계점으로서 연구가 필요한 부분으로는 생태수로의 돌쌓기 이음새 부분의 콘크리트 몰탈처리와 천변수립대의 폭원 설정 등을 들 수 있다. 하천 코리더의 생태적 역할을 수반하는 천변수립대의 폭원 및 식생의 기능에 대한 연구는 향후 하천변 생태복원공사의 기술력 향상을 위한 현실적 대안이 될 수 있을 것이라 판단된다. 그 이외에도 시공 과정에서 설계자와 지속적인 논의와 피드백 과정이 필요한 속성을 가진 공사라고 판단되며 향후 생태복원공사의 전반에 걸친 시공성 평가의 기법이 지속적으로 개발되어야 하겠다.

인 용 문 헌

- Ahn, G. Y. · Lee, E. H. 2000. A study on the plan of plant state for improvement of stream ecosystem - In case of chungrang stream. Journal of the Korea Institute of Landscape Architecture 3(2) : 35-46.
- Association of River restoration. 2006. River Restoration Casebook.
- Cho, D. K. 2011. Ecological restoration plan · design. Nexus environment design.
- Cho, S. H. 2003. Research trends concerning landscape materials and construction in the journal of the Korean institute of landscape architecture. Journal of the Korea Institute of Landscape Architecture 31(5) : 139-145.
- Han, J. G. 2004. Case study of environmental segmental retaining wall(SRW) using greenstone block. Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology 7(6) : 19-28.
- Kim, K. H. 2009. Assessment of physical stream disturbances by river improvement - Case studies of Nam River and Youngcheon River. Journal of the Korea Institute of Landscape Architecture 12(3) : 83-97.
- Kim, K. H. · Lee, H. R. 2007. Evaluation on disturbance and adjustment of close to nature river improvement for creek. Journal of the Korea Institute of Landscape Architecture 10(3) : 71-87.
- Kim, S. K. et. al. 2004. Urban stream landscape improvement afetr natural-style stream restoration - Case study of Yangjae stream Seoul. Journal of the Korea Institute of Landscape Architecture 7(5) : 66-74.
- Koo, B. H. · Kim, Y. K. and Ahn, T. M. 1999. A study on the establishment of guidances for natural stone arrangements. Journal of the Korea Institute of Landscape Architecture 27(4) : 94-100.
- Korea water resources association. 2000. River standard of a design.
- K-water. 2008. Gu-cheon Dam river restoration construction Detail Design Report.
- K-water. 2008. Gu-cheon Dam river restoration construction prior environmental review system report.
- Lee, S. H. and Choi, J. K. 2007. A study on the application and assessment of urban river restoration in the Anyang River. Journal of the Korea Institute of Landscape Architecture

- 10(1) : 1-8.
- Lee, S. S. and Choi, K. S. 1997. A study on the relative importance of quality management items through the defect analysis in the landscape construction process. Journal of the Korea Institute of Landscape Architecture 25(3) : 1-11.
- Lee, Y. H. · Lee, K. E. and Seo, O. H. 2000. An optimization model for concurring landscape detailed design with final products. Journal of the Korea Institute of Landscape Architecture 28(4) : 105-116.
- Ministry of Environment. 2007. Development of river-improvement model for the rehabilitation of otter habitats.
- Ministry of Environment. 2003. Wildlife corridor management guideline for ecosystem restoration.
- Ministry of Environment. 2002. Stream Restoration Guideline.
- Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs. 2007. Landscape Construction Standard Specification.
- Shin, B. C. 2000. A safety evaluation on play facilities for children - In terms of construction work and maintenance. Journal of the Korea Institute of Landscape Architecture 27(5) : 120-129.
- Yeo, H. J. · Lee, S. P. · Paek, N. Y. and Lee, J. K. 2005. A study on ecological restoration characteristics of nongido landfill slope. - Focused on region constructed by SF and CODRA. Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology 8(3) : 1-12.
- 龜山 章. 2004. Ecological engineering. bomoondang. <http://water.nier.go.kr/water> environment information system.