

## 친환경 정비공법 선정 지원을 위한 웹기반 정보시스템 구축

### Development for Eco-Design of Hydraulic Structures based on Web-based Information System

조영권\* · 김관호\* · 김한중\*\*† · 최수명\*\*\*

Young Kweon Cho\* · Kwan Ho Kim\* · Han Joong Kim\*\*† · Soo Myung Choi\*\*\*

#### Abstract

Eco-friendly material and implementation methods have become important along with the existing standardized maintenance concept for the irrigation and flood control. However, the intrinsic function of the hydraulic structure is water supply and disaster prevention. Therefore, the material and work methods should be considered both eco-friendliness, durability and safety which are prerequisite elements to maintain the engineering function. In this study eco-friendly material and work methods would be classified into the vegetation based system, eco-friendly concrete system and stone-material system according to the characteristics of material. The quality standard for durability followed KS specification and related regulations. The quality standard for safety and eco-friendliness was set after literature review, and the database was developed using the standard.

The structure applicable to onsite - the eco-friendly material and work method were classified based on the function and material of the hydraulic structure. Finally, database has been established for convenient management and selection of the proper material and work method. The eco-friendly material and work method could be searched easily for the convenience of the users, and the web-based data system has been developed for continuous registration of the material and work methods to be developed in the future.

*Keywords : Eco-friendly material and work method, Web based data system*

## 1. 서 론

1960년대부터 시작된 급속한 산업화, 도시화, 기능 위주의 국토개발 과정에서 우리나라 하천구조물과 농업수리구조물은 수자원의 확보와 재해방지, 즉 이수 및 치수라는 기능적 측면에 중점을 두어 정비되

어 왔다. 그러나 최근에는 인구밀집 지역에 인접한 소하천 중심으로 친환경적이면서 인간 활동의 편의성과 삶의 질 향상을 도모할 수 있는 복합 또는 다목적 기능성(Multi-functionality)을 갖춘 시설물을 원하고 있다<sup>1)</sup>. 이러한 다기능성 구조물의 설치의 전제조건으로 수리구조물 본연의 목적이라 할 수 있는 이수 및 치수뿐만 아니라 환경친화적인 소재를 사용한 공법을 전제로 한 안전한 수리구조물의 설치를 위한 사용자 요구분석과 설계를 위한 사전·사후의 적절한 평가가 요구된다.

최근 친환경적이라고 연구 개발된 도시 소규모 친

\* 한국농촌공사 농어촌연구원

\*\* 환경대학교 농업생명과학대학

\*\*\* 전남대학교 농업생명과학대학

† Corresponding author. Tel.: +82-31-670-5235

Fax: +82-31-674-4119

E-mail address: hanjoong@hknu.ac.kr

환경 하천 구조물은 수리적, 생물적 특성이 일반 소하천과는 상이한 서울 주변의 한강 유입하천에 대한 성과로 볼 수 있으며, 이런 결과는 선진국에서 개발한 기술을 도입하여 시범적으로 시행하는 걸음마 단계에 있으므로 그대로 농촌지역의 수리구조물에 사용되는 친환경적 소재와 공법에 대한 기준으로 채택하기에는 한계가 있다<sup>2)</sup>.

현재 사용되고 있는 친환경적 소재와 공법은 도시 지역뿐만 아니라 농업생산기반정비사업 현장에서 친환경 정비에 사용되어 향후 기존의 정비방법보다 품질이 미흡하여 준공 후 일어날 수 있는 다양한 문제에 대한 불안감 때문에 최근까지도 친환경 정비를 꺼리는 경우가 빈번히 발생하고 있다<sup>3)</sup>. 따라서 국내에서 개발되고 있는 소재·공법에 대한 지속적인 자료수집과 함께 친환경적 설계를 위한 지침서 등이 마련되어야 하고 지역별 모델개발과 실측자료의 데이터베이스화 작업이 필요하다. 또한, 친환경 정비 전후 생태계 변화나 재료 및 시설에 대한 친환경 소재·공법의 적용은 자연환경 훼손의 최소화와 자원의 효율성을 최대화 할 수 있는 개발방향 선정, 자연과 인공 구조물이 조화를 이루는 아름다운 경관조성, 국민이 아끼고 쉽게 접근하여 이용할 수 있는 휴식공간의 제공, 자연훼손 및 환경오염을 예방하기 위한 대책 수립, 생태계 유지와 보존이 농촌지역의 발전과 어메니티를 고려하는 방향으로 친환경 정비방안이 계획 되어야한다<sup>4)</sup>.

친환경 개발에 대하여 설계자들은 친환경 소재나 공법 특성에 대해 국가공인 기관의 검증자료를 바탕으로 설계를 진행하여야 하나, 친환경 소재·공법 기술이 기존의 방법보다 다소 많은 비용을 소요로 하기 때문에 도시 또는 주변 지역 위주로 시공되고 있다. 그러나 그동안 관행적으로 대규모 시설물의 유지보수 과정의 일부로 시행되는 경우가 많았기 때문에 공사비 단가가 비교적 낮게 책정될 수밖에 없었으며, 이로 인한 농촌지역의 어메니티에 많은 영향을 주고 있음에도 불구하고 적합한 내구성, 안정성, 환경성 등을 통합적으로 고려하여 반영할 수 있는 설계기법과 공법의 개발에 소극적일 수밖에 없었으며, 적절한 친환경 소재·공법의 소개와 효과 등에 대하여 설계 및

품질기준에 대한 정보 또한 체계적으로 제공되지 못하였다고 판단된다. 그러므로 농촌지역 수리시설물의 설계와 유지보수 현장 설계자들이 친환경 수리구조물 설계에서 겪고 있는 문제 해결을 위하여 친환경 소재·공법에 대한 자료수집·특성의 평가 등에 대한 친환경 소재·공법 정보의 접근상의 제약을 해결할 수 있어야하며, 이를 위해 본 연구에서는 기존자료들을 체계적으로 분석·평가하고 현장 적용실태를 분석하여 일관적이고 체계화된 친환경 소재·공법자료와 표준적인 설계기준 범위의 기초 자료를 구축하고, 이를 활용할 수 있는 웹기반 정보지원시스템을 개발하고자 한다.

## II. 친환경 소재·공법 정보의 현황

농업수리구조물의 유지관리 및 진단자료의 구축, 설계정보의 데이터베이스 구축을 위한 검토가 이루어진 바 있다. 특히 수리구조물을 대상으로 친환경 소재 및 공법의 적용기준이나 데이터베이스 구축에 관련한 연구는 약 10년 전부터 시작되었으나 아직까지 연구 성과는 기초 또는 초보적인 수준을 벗어나지 못하고 있다.

공공기관이 주도하여 친환경 소재 및 공법에 대한 데이터베이스를 구축한 사례로는 환경부와 건설기술연구원에서 운영하는 시스템에서 찾아 볼 수 있다. 환경부/친환경상품 진흥원에서는 “친환경 상품정보 시스템”<sup>5)</sup>을 통해 각 분야별 친환경 제품에 대하여 친환경마크 및 GR마크를 부여·인증하는 제도를 운영하고 있다. 토목 및 건축분야 친환경 제품에 대하여는 상품정보, 환경정보, 품질정보로 나누어 정보를 제공하고 있으나 환경정보에서는 폐자재 사용여부, 중금속 검출여부 등의 판단 기준을 제시하고 있으며, 품질정보는 품질검사전문기관의 시험성적서 확인으로 같음하고 있으나, 구조물의 사용 환경에 따른 품질기준을 판단하여 선택하기에는 미흡한 점이 있다. 한편 건설기술연구원에서 운영하고 있는 “자연형 하천 길라잡이(<http://www.river.re.kr>)”<sup>6)</sup>에서는 친환경 하천 공법에 대한 데이터베이스를 제공하고 있다. 주로 하천에 사용되는 친환경 공법을 하도 내, 저수호안, 고

수호안, 수질정화 등 4가지 공법으로 크게 나누고 각 공법별로 세부내용을 소개하고 있다. 각 공법별로는 도면, 사진, 특성, 적용지침, 효능 등이 수록되고 있으나, 특성의 경우에는 수리적 안정성을 평균유속으로만 판단하고 있을 뿐이며, 내구성이나 환경성에 대한 기준은 명확히 제시하지 않고 있다.

농업수리구조물 정비에 있어서 “친환경 수리구조물”이란 기존 수리구조물이 농촌지역 특유의 환경과 경관 및 생태적 요소를 배려한 친환경 소재·공법이 적용된 수리구조물을 의미 하지만, 농촌지역에 설치되는 수리구조물의 친환경 소재 및 공법에 대한 자료나 정보는 매우 제약되어 있다. 따라서 기존 연구결과로부터 제시된 수집 자료를 Fig.1과 같이 분류해보고 이 결과를 토대로 데이터베이스화 하여 친환경 소재·공법 자료를 공유·확산시키는 것이 우선적으로 요구된다. 또한, 기왕에 사용되고 있는 국내의 친환경 소재·공법과 관련한 데이터베이스는 농업 수리구조물 개발사업의 특성을 고려하지 않고 구성되어 있으므로 수리구조물에 적합한 내구성, 안전성, 환경성 등을 고려하고 특성, 품질이 검증된 친환경 소재·공법의 데이터베이스 구축방안을 제시하는 일은 친환경적 수리구조물 정비 분야의 설계의 신뢰성 향상과 친환경정비 소재·공법의 개발에 있어 매우 필요하며 시의적절하다고 판단된다.

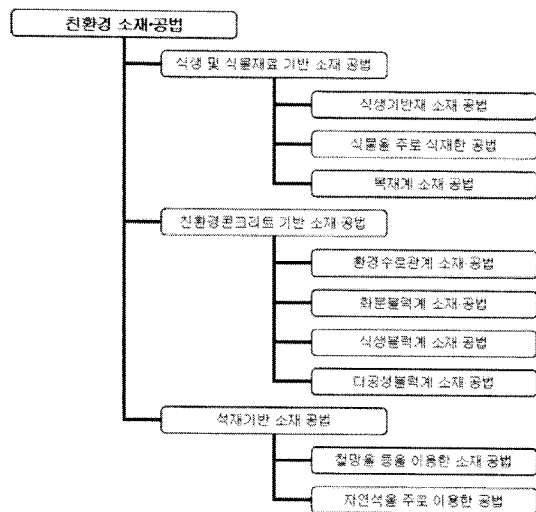


Fig. 1 Classification of hydro-structures for eco-material and systems

### III. 친환경 정비공법의 설계지원 시스템 개발

#### 1. 친환경 소재·공법 자료의 조사 및 분류

수리구조물 정비에 사용되는 친환경 소재·공법의 자료는 김관호 등<sup>7)</sup>에 의해서 소개한 소재·공법과 최수명<sup>8)</sup>의 연구에 소개한 소재·공법, 그리고 제품 생산업체에서 제공한 홍보자료 등을 중심으로 약 70여종의 소재·공법을 대상으로 하였다. 수집된 자료는 향후 수리구조물에 대한 분류 결과는 형태적 분류와 기능적 분류를 토대로 하여 Table 1, 2에 구조물과 친환경정비 분야에서의 적용을 위하여 전문가 조사를 통해서 도출된 상대적 중요도를 참고로 사용하였다<sup>3)</sup>.

수리구조물 정비에 사용될 수 있는 친환경 소재·공법은 매우 다양하고 각각의 공법은 조합을 이루어 사용될 수 있기 때문에 명확하게 구분하기에 어려움이 많다. 본 연구에서는 각 공법에서 사용하고 있는 재료를 Fig. 1에서 요약한 바와 같이 크게 식생 및 식물재료 기반의 소재·공법, 친환경콘크리트 기반의 소재·공법, 석재기반의 소재·공법으로 1차 분류하였다. 1차 분류 결과로부터 식생과 식물재료 기반의 소재·공법은 식생기반 소재·공법과 식물을 주로 식재한 공법과 식물용 벽재계 소재·공법으로 세분화하였으며, 친환경콘크리트기반의 소재·공법은 환경수로관계, 화분블럭계, 식생블럭계, 다공성블럭계 소재·공법으로, 석재계는 철망 등을 이용한 공법 및 자연석을 주로 이용한 공법 등으로 2차적인 분류체계를 구성하였다.

친환경 소재·공법별 회사 제품명, 용도, 구조물 종별, 제품형태, 표준단면도, 적용사진, 제품개요, 제품규격, 일위대가, 시방서(제작시방서, 시공시방서), 구조제원 및 내구성 관련 시험성적서 및 안정성, 환경성 등으로 내용을 분류·정리하였으며, 수집된 자료는 각 재료별 특성에 따라 식생과 식물재료 기반, 친환경콘크리트 기반, 석재기반의 소재·공법으로 구분하여 정리한 결과, 약 70여종의 소재·공법을 수집하였다.

조사된 자료 중에서 평가기준 자료를 제시한 공법을 대상으로 품질기준과 등급화 과정에서 객관적이고, 공인된 시험성적서를 토대로 객관성의 입증이 가능한 소재·공법을 선정하여 데이터베이스에 등록하

Table 1 Classification and relative importance of hydro-structures for eco-systems

Class name		Relative importance	
First class	Second class	Rate of Enduring and Safety	capability of eco-systems
Reservoir	Embankment	Very high	Low(Except down slope high)
	Intake	High	Not related
	Spillway	Very high	Low(Except stilling basin)
Pumping and drainage station	Machinery	Midium	Not related
	Architecture	Midium	Low(Required scenic view)
	Structures	Midium	Low(Stilling bath and conjoining channel)
Tube well culvert	Machinery	Low	Not related
	Architecture	Low	Low(Required scenic view)
Diversion dam		Midium	Midium
Irrigation channel		Midium	Midium
Drainage channel		Midium	Very high
Rural road		Midium	Low

Table 2 Classification of hydro-structures for function

Function		Structures	Typical eco-shield method(example)		
			Planting base	Eco-concrete base	Rock base
Shor protection wall	Slope protection	Irrigation and drainage	Biomatt	Eco-block	Wire mesh rock
	Scouring protection	Drainage	Sandbank	Eco-retaining block	Riprap mount
Floor protection		Drainage, diversion	Woodwork bed	Fish space block	Wire mesh rock
Ecosystem protection	Fish breeding gr.	Drainage	wood crib	Fish space block	Stone matt
	Eco-bridge	Irrigation and drainage	Planting base	Eco-channel	Riprap stair
Planting protection		Reservoir, irrigation and drainage	Turfs	Porous eco-block	Rock collar
Retaining wall		All type structures	Rating wood crib	Eco-retaining block	Gabion wall

Table 3. Eco-material and construction methods

Company	Method	Characteristics
(자)대청인더스트리	환경친화형수로관	콘크리트 유해물질 중독에서 벗어날 수 있다. 수류 양생 동물들이 손쉽게 탈출할 수 있다. 어소에 의한 서식처를 제공한다. 간이 교량 역할을 한다. 작업이 용이하다.
삼오포레콘크리트	폴라카블(POROUS CONCRETE COBBLE)	포라콘크리트의 하천호안공법은 콘크리트 호안의 구조체에 식생기능을 부가할 수 있는 다공질(포라스)의 소재를 사용한 하천호안공법이며 치수뿐만 아니라 미생물을 포함한 동식물의 생식과 생육 장소로서의 기능이 주목되어 자연 생태계의 보전 하천경관 향상 등을 지향
주식회사 시내&들	나무 방틀	①방부각재를 우물 정(井)자 형태로 적층하고 볼트로 체결 ② 내부에 사석을 속 채움하고 수생식물을 식재 ③하천이나 소호의 하안부 세굴방지과 수질정화 기능 및 수중생물의 서식환경을 향상
주식회사 시내&들	섬유 돌망태	형상·섬유돌망태는 고 강력 특수 섬유를 이용하며 포대 형상의 그물망을 제작하고 그 속에 속채움 골재를 채운 다공질의 구조체 특성·굴요성(유연성), 집지력, 수질정화
주식회사 시내&들	식생 매트	천연야자 섬유로포를 이용 외부 망체를 구성하고 내부에 코코칩이나 사탕수수등 식생 기반체를 속 채움하여 매트를 형성한다. 적용처 및 기능에 따라 각종 식물( 갈대 부들
동산콘크리트산업	바이오식생블록	바이오식생블록(다공성)은 식재 고기능 식생블록으로 인위적으로 연속공극을 형성시켜배면의 수압을 경감함으로써 법면의 유실과 침식을 방지하는, 안정을 도모하며 미생물의 생육 공간 제공
동산콘크리트산업	황토식생블록	비소성 무독성으로 제폭화 하여 블록 자체가 자연친화적인 제품이며 인위적 하천을 하천본래의 특성을 살려 자연하천과 유사하도록 하고, 블록내부에 식생공간을 주었고 인력시공이 가능하도록 제작된 제품 생태계의 안정을 도모할 수 있다.
동산콘크리트산업	친환경 식생축조 블록	하상폭을 최대한 확보할 뿐만 아니라 홍수시 유속저항을 크게 하여 하천의 유속을 느리게 하여 호안성과 취수안정에 크게 기여 할 수 있다. 안정성이 높으며 사면보호 기능과 설치 후 초본류 식생으로 자연경관이 아름답다.
동산콘크리트산업	포카라블록	경량성토공법, 수중성토공법, 식재용벽공법
신강하이텍(주)	아이스버서이도블럭	전원월류형 계단식 어도의 문제점을 보완하여 개발된 월류부와 비월류부의 조합으로 이루어진 제품이다

였다. 이 자료는 향후 제공업체가 신청한 공법등록 정보의 평가 결과에 따라서 공인과정을 거친 후 추가될 수 있기 때문에 설계자들에게 소재 · 공법의 선택의 폭을 넓혀주어 친환경 수리구조물 설계가 보다 효율적으로 이루어질 수 있을 것으로 사료된다. 현재 등록된 공법 정보 일부는 다음 Table 3과 같다.

## 2. 데이터베이스 구축을 위한 자료구조 설계 및 분석

### 가. 자료구조 개념적 분석

친환경 소재 · 공법 정보의 표준자료로 선정된 내용은 향후 설계과정에서 현장의 적용조건과 수리구조물의 설계조건을 충족시킬 수 있는지 여부를 판단하는데 필요한 품질 기준 정보가 필요하다. 따라서 설계 지원 시스템에서는 구조물, 소재 · 공법, 품질기준, 현장의 적용범위를 체계적으로 분석하여 데이터베이스 설계의 필수 요소를 구하였으며, 그 밖의 공법제공 회사, 사용자 조회 정보와 구조물과 소재 · 공법의 자료관리용 표를 이용하여 자료구조 분석에 사용하였다.

### 나. 품질기준 정보 분석

토목분야 친환경 소재 · 공법의 품질기준을 별도로 지정 운영하지는 않고 있으며, 앞장에서 언급한 바와 같이 친환경상품진흥원이 운영하는 “친환경 상품정보 시스템”에서 친환경 마크 및 GR마크 인증제를 운영하여 친환경성을, 품질검사전문기관 시험성적서를 확인하는 수준에서 내구성을 평가하고 있다. 친환경 상품은 “친환경상품 구매촉진에 관한 법률”에 따라 친환경상품을 공공기관 등에서 의무적으로 구매토록 정하고 있으며, 친환경 제품의 내구성 및 안정성에 대한 구체적인 품질기준은 제시되지 않고 있으나, “환경기술개발 및 지원에 관한 법률 제20조”에 의해 친환경상품진흥원에서 호안블럭 등 건설자재와 사무기기 120개 품목에 대하여 “환경마크 상품”을 인증하고, 그 인증은 “국가 공인시험·검사기관” 또는 “ISO/IEC 17011의 규정에 적합한 해외 공인시험·검사기관”에서 인증에 관한 시험을 실시토록 규정하고 있으나, 주로 친환경성만을 평가하는 경향이 있어 실제 적용에 많은 어려움을 겪고 있는 실정이다.

이에 따라 본 연구에서는 친환경 소재 · 공법의 품질기준을 농촌유역의 하천, 수리구조물의 친환경적 설계과정에 채택하기 위하여 재료별로 대분류한 식생 및 식물재료 기반재, 친환경콘크리트 기반재, 석재 기반재를 사용하는 소재 · 공법의 내구성, 안정성, 환경성을 기준의 범위를 아래와 같이 제한하여 사용하였다.

- 내구성 : 친환경 소재를 객관적으로 검증하기 위하여 KS 기준 및 관련 규정을 사용하여 품질기준을 설정
- 안정성 : 물의 흐름에 영향이 가장 큰 조도계수와 세굴과 관련한 허용유속을 품질기준으로 설정
- 환경성 : 객관적인 기준설정에 어려움이 많아 식물의 생육상태, 즉 활착도 및 pH 지수 등으로 판단할 수 있도록 품질기준을 설정

내구성, 안정성, 환경성에 대한 품질기준은 상 · 중 · 하 3단계 척도를 사용하였으며, 김관호<sup>7)</sup>와 김채수<sup>9)</sup>의 연구결과를 이용하여 품질기준을 다음 Table 4과 같이 설정하였다. 다만, 같은 소재 · 공법이라도 구조물의 기능별 사용용도에 따라 관리자가 품질등급을 달리 평가할 수 있도록 하였다.

Table 4에서 제안된 재료별 세부적인 품질기준은 각 항목별로 데이터베이스에 구축하여 설계자가 구조물에 적합한 소재를 포함한 공법을 찾는 기준으로 참조할 수 있도록 제공하였으며, 이 기준과 각 소재 · 공법의 시방서 내용, 현장 적용 전 · 후 결과를 전문가들에 제시하여 공법의 등급 평가시 참조하도록 하였다. 각 품질기준은 소재별로 표준적인 시험방법과 평가방법을 토대로 공법개발 회사의 제품 품질검사에 활용하고 있는 표준시험방법을 근거로 하는 것이 타당할 것으로 판단되어 내구성, 안전성, 환경성에 대하여 상 · 중 · 하 3등급으로 평가할 수 있도록 제시하였다.

세부적인 품질기준은 대표적인 예로 식생 및 식물재료기반 소재 · 공법의 내구성 품질기준을 다음 Table 5와 같이 제시하였다. 식생기반재는 주로 지오텍스타일, 식물섬유 등을 소재로 한 식생기반재와 목재, 그리고 식물을 주로 식재한 공법으로 분류하였으나, 식

Table 4 Items of Specifications for quality control

First class	Second class	Specification class		
		Durability	Safety	Eco-environment
Planting based method	Planting method	Tension strength	Flow friction coeff. allowable velocity	Rootage ratio
	Planting major method	Rooting		
	Wood based method	Absorptance and saturation of antiseptic,		
		Compression strength		
Eco-concrete based method	Eco-friendly irrigation channel	Bending momen	Flow friction coeff. allowable velocity	pH meter, Rootage ratio
		Curing history		
	Flowerpot block, Planting block, Porous block	Compression strength		
		Freezing& Thawing		
Rock based method	Wire meshed rock	Thick of Zinc coating	Flow friction coeff. allowable velocity	Rootage ratio
	Natural rock	Compression strength, absorbing ratio, specific gravity		

생기반재의 경우 대부분이 수입되는 재료로서 품질기준을 정하기 위한 자료가 상당히 미흡한 편이다. 따라서 식생기반재는 대부분 토목섬유와 비슷한 재료적 특성을 가지므로 내구성은 인장강도로 판정토록 하였으며, 강도기준은 다양한 제품을 각각 규정할 수 없었으므로 생산업체에서 제시한 강도를 기준으로 설정하였고, 시험방법은 KSK ISO10319에 따라 실시토록 기준을 설정하였다. 또한 목재의 경우, 강도측정을 위한 KSF 2206(목재의 압축강도시험 방법)과 KSF 2208(목재의 휨강도 시험방법)을 사용하되 야외 시설용 목재로 야외에서 눈비를 맞거나, 땅에 묻히거나, 땅 또는 담수·해수에 접하는 곳에 사용하는 경우 KSF 3028(야외시설용 가압식 방부처리 목재)기준을, 토대용 가압식 방부처리목재나 바닥테크용 가

압식 방부처리 목재는 각각 KSF 3025, KSF3026기준에 의한 방부처리 흡수량과 침윤도를 기준으로 설정하였다. 식물재료를 주로 식재한 경우에는 내구성이 물리적으로 측정하기 보다는 식물의 뿌리 활착도에 따라 내구성이 결정되므로 활착도를 1년간 모니터링하여 내구성을 판단하는 것으로 하였으며, 그 결과 값에 따라 상·중·하로 구분하도록 품질판정 기준을 설정하여 친환경 소재·공법별 품질기준 자료를 구축하였다. 이 기준에 사용된 수치와 범위는 각 소재별로 KS 기준시험법과 구조물이 설치되는 환경조건을 고려하여 설정한 결과이기 때문에 모니터링과 사후 평가자료가 더 수집 및 보완된다면 더 정확한 평가기준을 데이터베이스에 구축하여 제공할 수 있을 것으로 판단된다.

Table 5 Quality criteria fir durability of planting based method

Class	Test items	Test Information	Quality criteria(QC)	Class of QC for durability			References
				High	Midium	Low	
Planting method	Tension strength	KSKISO 10319	Strength proposed by make	More than QC	QC	Under QC	Kim <sup>7)</sup>
Planting major method	Rootage	Monitoring	1 year	Rooting and dividing	All rootage	Partly rooting	Proposed
Wood based method	Absorptance and saturation of antiseptic	KSF 3208 또는 KSF 3025,3026	KS	More than crietria	QC	Under QC	Proposed
	Axial compressive strength	KSF2206	170 kgf/cm <sup>2</sup>	> 190	170~190	< 170	Kim <sup>7)</sup>
	Flexural strength	KSF2208	40 kgf/cm <sup>2</sup>	> 50	40~50	< 40	"

그 외에도 각 재료별로 대분류된 식생 및 식물재료 기반재, 친환경콘크리트 기반재, 석재 기반재에 대하여도 내구성 및 안정성, 환경성에 대한 세부 품질기준을 각각 조사하여 구조물별로 적용가능한 한 소재를 선택할 품질기준으로 데이터를 구축하였다.

### 3. 친환경 소재 · 공법 정보시스템 개발

수리구조물 정비 사업에서는 많은 종류의 소재 · 공법이 사용되고 있기 때문에 이에 대한 합리적 품질기준을 관리하는 일은 물론이고 적용대상 소재 · 공법의 안전성과 내구성, 환경성 등을 종합적으로 평가하여 설계에 반영하기 쉽도록 하였다. 이를 위하여 범용적인 데이터베이스 구축방법인 관계형 데이터베이스 모델을 채택하여 자료를 구축하고, 사용자 환경 구축 및 지속적인 업그레이드를 위하여 웹기반 시스템으로 구축 하였다. 본 연구에서는 데이터베이스 개발 환경에는 기술정보 데이터베이스의 구축과 윈도 서버 환경에서 많이 사용되고 있는 MS-SQL Server 2000™과 웹서버 환경의 MicroSoft 사의 Windows 2000 Server-IIS™과 ASP 웹개발언어를 사용하였다. 관계형 데이터베이스 모델의 설계개념은 문제공간에서 선택된 개체(Entity)간의 관계를 독립적으로 판단할 수 있도록 하고 사용자는 임의의 관계를 사용하여 정보의 생성, 삭제, 수정 목적에 쉽게 적용할 수 있기 때문에 공학 분야에서 많이 이용하고 있다. 최근에 구축되는 대부분의 데이터베이스가 관계형 모형으로 개발되고 있는 것은 이러한 설계개념이 갖는 보편적인 적용성 때문인 것으로 판단된다. 또한 시스템 설계가 사용자와 관리자의 실수를 방지할 수 있는 프로그램장치 도입의 편의성을 제공하기 위해서 데이터베이스에서 사전에 반영해야 하기 때문에 자료구조가 복잡해질수록 일반 프로그램 방식보다 자료처리 과정을 코딩하는 과정이 프로그램에서 오류처리에 대한 데이터베이스관리시스템(DBMS)의 오류메시지를 확인하는 절차만으로 축소될 수 있는 장점을 고려하였다.

데이터베이스 구축의 첫 번째 단계로는 수집된 자료를 동일한 영역 기준으로 분류하고 항목을 표준화하였으며, 자료항목은 향후 친환경 수리구조물의 설계

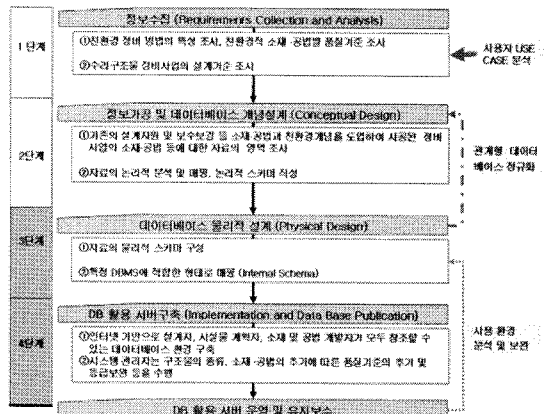


Fig. 2 Design process for database

과정을 지원할 수 있도록 하기 위해서 소재 · 공법의 특성을 제공하는 부분과 시공사례 실적정보, 구조물의 종류 · 대상에 따라서 필요한 소재 · 공법을 제시하는 부분 등을 나누어 단계적으로 선정하였다. 1단계에서 작성된 결과는 현실세계의 정보전달 과정을 개발자와 관리자가 쉽게 이해할 수 있는 형태로 설명하는 Use Case 형태로 제시되고 개발자가 향후 데이터베이스 설계, 프로그램 개발, 유지보수 과정에서 사용자의 요구사항과 프로그램의 구현내용, 작업의 일관성 유지에 활용할 수 있도록 작성하였다. 데이터베이스 설계절차는 다음 Fig. 2와 같이 수행토록 하였다.

본 연구에서는 친환경소재공법에 대한 설계방법, 특성, 소재와 공법 간의 적용 범위 및 시방서의 기술적 분석결과에 의한 현실세계의 관계를 이용하여 모델링 하였다. 공법정보와 공법상세정보가 별도의 조사표에 등록되어 나타나게 된다. 이 정보는 공법정보 내에 시공에 필요한 품질기준에 대한 정보가 중첩되어 나타나기 때문에 이러한 조사표는 제1 정규화 품으로 변환하고 단계적으로 정규화에 필요한 주요항목(Primary key)과 보조항목(Foreign key), Fig 3과 같은 참조관계, 속성항목의 영역에 대한 일치, 초기값 등에 대한 정의과정을 통하여 데이터베이스 설계를 하였다.

다양한 구조물의 어메니티 향상과 내구성, 안전성, 친환경성, 시공성 등의 개선을 위한 노력이 진행되고 있으나 관련 설계 · 시공 업무는 소재와 공법에 대한 특성과 기술정보 등을 위주로 관리한다는 점을 정보

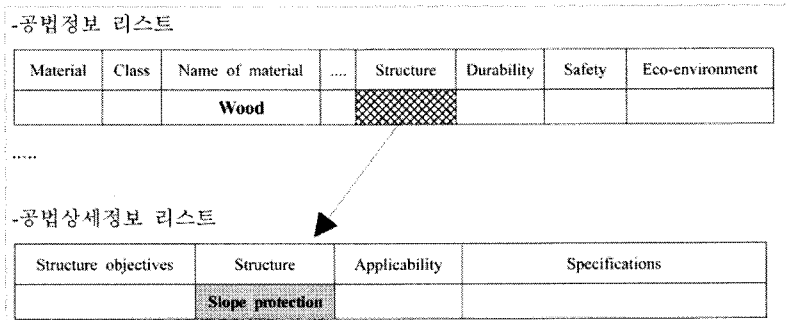


Fig. 3 Normalization processing for data sheets of structures and method

전달 및 운영의 기본 개념으로 채용할 수 있다. 이 과정을 효과적으로 관리하기 위하여 설계자와 감독자의 의견을 감안하여 본 연구에서는 먼저 수리구조물의 친환경 설계에서 다루어지고 있는 구조물의 유형분류 정보, 현장적용에 관한 사진 정보, 시방서 정보, 친환경 소재 정보 등을 대상으로 사용가능한 데이터베이스 검색엔진에 적합한 형태로 자료를 구성하였다. 친환경 소재 · 공법자료 특성 및 자료관리 기능, 공법등록 및 시방서 설계기준, 사용자별 현장조건 및 검색이력 정보, 사용자 인증정보를 대상으로 정규화분

석 결과를 통하여 자료 관리의 효율성과 자료의 무결성 등에 대한 분석 결과를 토대로 사용자가 원하는 구조물과 소재 · 공법 선정을 지원할 수 있도록 해당 공법정보를 Fig. 4와 같이 구축하였다.

품질기준 정보의 구현과정에서는 초기에는 공법선정 및 자료의 단순화를 위하여 설계기준을 내구성, 안전성, 환경성으로 단순화 하여 계획하였으나, 더욱더 정확한 등급판정에 대한 요구가 있을 경우 이 분류체계를 보완하여야 하기 때문에 자료구조 설계에 유연성을 부여할 수 있도록 하는 것이 필요하였다.

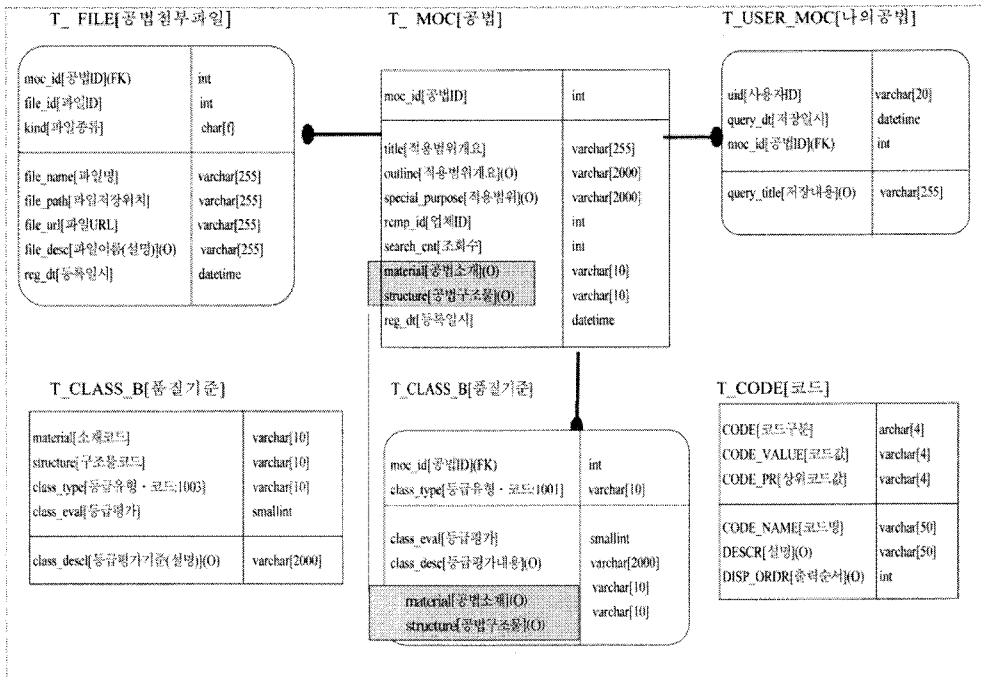


Fig. 4 Schema of material/production method



이를 반영할 수 있도록 하기 위하여 Fig. 4에서와 같이 T\_CLASS와 T\_CLASS\_B 테이블을 도입하여 T\_CODE 테이블에서 이 자료체계를 관리하도록 하였다. T\_MOC[공법] 정보는 한 가지의 등록공법이 동일한 소재를 이용하여 다른 종류의 구조물에 적용하는 경우에 서로 다른 설계 및 품질기준이 필요하게 된다. 이는 사용자가 검색엔진을 이용할 때 접근 경로를 설계하는 과정에서 시나리오를 설계하는 과정에서 단계적 검색방법을 선택하도록 하여 검색수단을 단순화하기 위하여 제시되었다. 먼저 친환경적 수리구조물의 선택하고 사용하고자 하는 소재를 선택하였을 때 적용 가능한 공법 및 공법별 시방서와 해당 공법의 품질기준에 대한 등급을 확인할 수 있도록 하였다. 이를 구현하기 위하여 일반적으로 공법정보와 같은 종류의 테이블에 공법의 특성중 중요한 요소가 되는 소재와 구조물 정보를 저장하는 위치를 T\_MOC에서 T\_CLASS로 변경하여 관리하도록 하였다.

사용자별로 검색결과는 [나의공법] 테이블에 저장하여 주기적으로 공법의 변화정보와 품질기준 정보를 통상적인 검색절차 없이 확인할 수 있는 기능을 통하여 사용자 편의성을 제고할 수 있도록 하였다.

#### 4. 친환경 공법 선정 지원을 위한 웹기반 시스템

##### 가. 시스템의 구성요소

본 연구에서 설계하여 구축한 데이터베이스를 설계자 등이 손쉽게 접근하여 이용할 수 있도록 웹기반 시스템으로 개발하였으며, 시스템은 데이터베이스 환경과 사용자 지원(UI) 통합 환경 하에서 친환경정비 공법과 공법에 적용된 소재 등을 이용하여 농촌개발과 어메니티 증진을 목적으로 수리구조물의 개보수 과정에서 설계정보 제공을 목적으로 활용할 수 있는 서비스시스템으로 제안하였다. 검토할 대상의 검색 엔진을 데이터베이스와 웹개발 언어인 ASP를 활용하였으며, 설계과정의 검토에서 필요한 설계기준과 부합된 품질기준 내용을 검색엔진의 주요 내용으로 선정하였으며, 향후 자신이 검색한 결과에 대한 적용성평가 시 이용정보를 재검색할 수 있도록 아이디별로

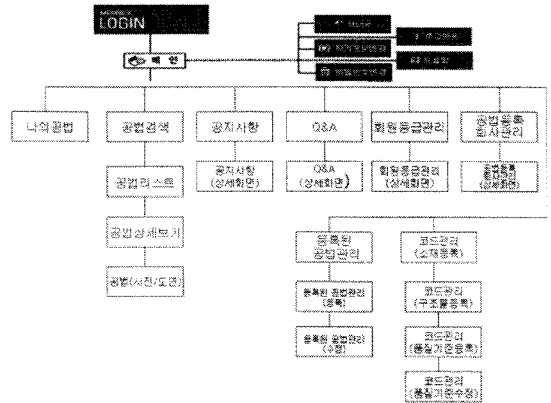


Fig. 5 A menu constitution for supporting eco-environmental construction

검색이력 관리 과정을 지원하도록 하였다. 웹 시스템 구성도는 Fig. 5와 같다.

##### 나. 시스템의 개발 내역

Fig. 5에 제시한 시스템의 주요 기능은 일반사용자 및 관리자 관점을 두 개의 층으로 구분하여 개발하였다. 각 내용을 요약하면 다음과 같다.

- 공법검색 : 구조물선정 -> 친환경소재 선정-> 품질등급 선택 단계를 통하여 공법 목록을 생성하여 공법별 시방서를 비교검토 할 수 있는 기능
- 나의공법 : 사용자별로 검색한 공법 목록 중에서 시방서를 검토한 바 있는 공법 목록을 따로 저장하는 서비스 기능
- 등록된공법관리(관리자) : 공법별 시방서 내용, 시공정보, 품질기준 등급에 대한 정보를 개별목록별로 조회하고 관리하는 기능
- 공법등록회사(관리자) : 신규 공법을 신청하고 등록된 공법자료의 관리할 수 있는 회사목록 및 일반정보 제공기능
- 소재/구조물 관리(관리자) : 새로운 소재의 개발과 환경친화적 구조물의 신규등록 및 수정 관리기능
- 소재/구조물별로 품질기준 : 소재 및 구조물에 대한 설계조건을 제시하기 위하여 공법관리 책임자가 평가기준을 등록, 수정 및 관리 하는 기능

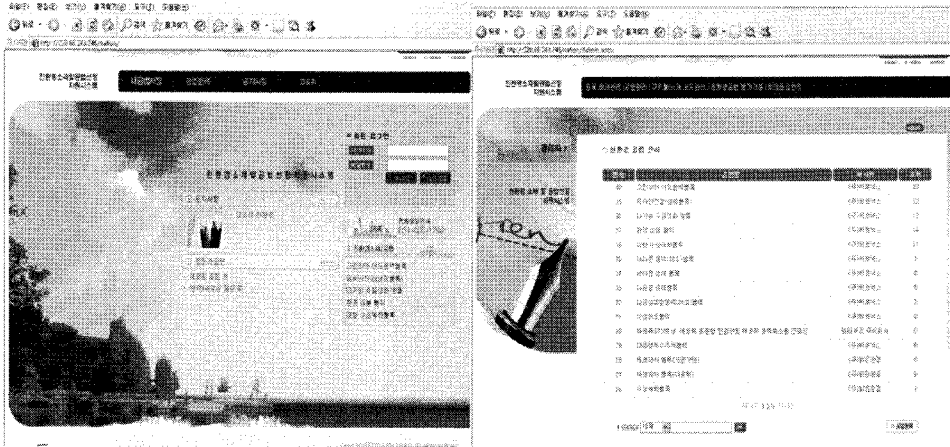


Fig. 6 Initial user's and administrator's menu

#### IV. 적용 및 고찰

##### 1. 시스템 활용 예

‘초기화면’창에서는 일반사용자가 로그인을 통하여 시스템 관리자로부터 ID를 부여받을 수 있도록 하였으며 기존의 Ver. 1보다 사용자 환경을 개선하여 새롭게 Fig. 6과 같이 구성하였다.

사용자가 프로그래머의 의도된 검색과정을 따라서 검색을 수행해가는 QBE(Query by example) 방법을 채택하여 ‘[공법검색]’ 메뉴의 검색엔진을 개발하였다. 가장 보편적으로 선택할 수 있는 검색과정을 모델링하기 위하여

- o 구조물을 선택하고 소재를 선정하여 공법 선정조건으로 품질기준을 제시하여 결과를 찾는 방법,
- o 품질기준(내구성, 안정성, 환경성) 선택한 연후에 적용 가능한 구조물, 소재를 단계적으로 제시하는 방법,
- o 친환경구조물에 필요한 소재를 선정하고 사용자가 원하는 구조물 목록과 이에 적합한 품질기준에 적합한 공법목록을 찾는 방법

중에서 설계지원, 기술자 등이 선호하는 방법인 1안을 대상으로 검토하였다. Fig. 7은 1안의 QBE에 의하여 실행된 검색과정을 보여주고 있다. 품질기준은 상, 중, 하로 나타나지만 실제 공법의 등급산정 과정에 이용된 품질기준을 제시하도록 하여 사용자가 현장조건에 적합한지 여부를 판단하는 기초자료로 이

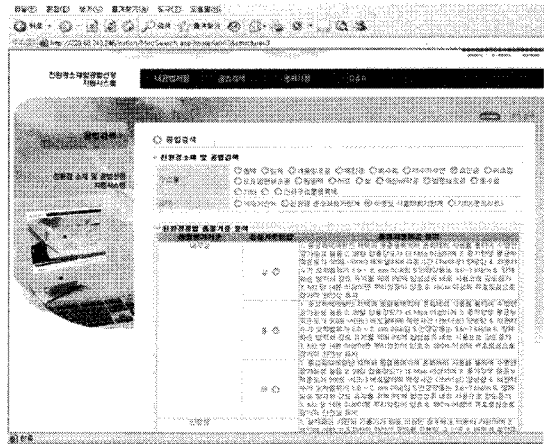


Fig. 7 Processing for QBE[query by example] search method

용될 수 있도록 시방서의 세부내역을 간단히 요약하여 제시되도록 하였다.

검색된 공법목록별로 공법의 상세정보에는 시공실적에 따라서 시공 전·후의 사진을 계속 추가할 수 있기 때문에 시공에 따른 효과를 지속적으로 나타내기 위해 검색결과를 나의공법에 저장한다면 별도의 URL를 통하여 농촌지역의 친환경 소재·공법의 홍보와 보급에 기여할 수 있을 것이다. Fig. 8에서 보여주는 것처럼 현장의 조건을 통하여 구조물-소재의 종류에 적합한 공법별로 상세화면을 통하여 공법의 전후 현장 사진과 시방서, 공법별로 개요와 개략사업비용 등을 조회 분석할 수 있다.

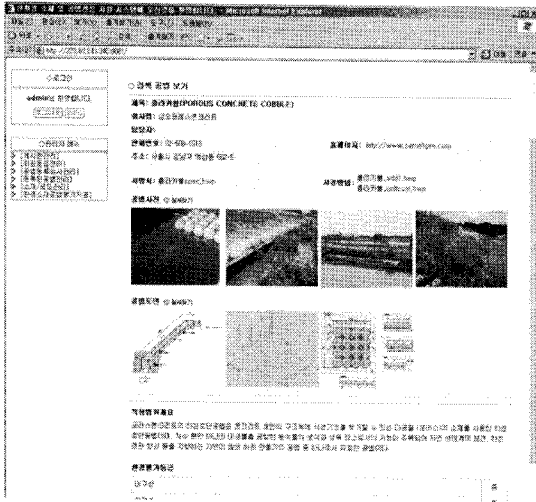


Fig. 8 Detail informations of a method selected previous step

## 2. 활용방안 및 고찰

현재까지 수집된 친환경 소재·공법자료는 최근 친환경 개발에 대한 사업 주체별의 적극적인 정책반영에 따라 많은 설계자들이 도입하고자 노력하고 있다. 그러나 단순히 식생의 식재환경의 제공이라는 소극적인 친환경적인 공법이 가지는 한계를 극복하고 적극적인 친환경 설계가 가능하기 위해서는 보다 많은 공법정보와 시공사례에 따른 문제점의 진단이 선행되지 않을 경우 미래시점의 안전성, 내구성에 대하여 담보할 수 없게 될 것이다. 이러한 점은 친환경 소재·공법 정보의 소개와 공법별로 현장 적합도에 따라서 시공된 많은 사례, 시공전후 기간에 대하여 수명기간 동안의 사례분석과 이 결과정보가 상시 제공되는 환경을 필요로 하게 될 것으로 판단된다. 이를 위하여 사용자별로 '나의 공법' 메뉴를 통하여 선정한 공법에 대하여 지속적으로 다른 지구의 사례를 비교·분석할 수 있도록 하는 추가적인 시스템의 보완이 필요하며, 농촌개발사업을 추진하는 사업주체나 친환경 소재·공법 데이터베이스시스템을 운영하는 기관에서는 지속적인 소재·공법의 신규 등록, 모니터링 및 평가, 기 등록 자료의 업그레이드, 시스템의 유지관리 등 정보축적 과정을 지속적으로 유지하고 최신 정보를 제공할 수 있도록 인력 및 조직이 운영되어

야 할 것으로 판단된다.

## V. 요약 및 결론

농촌 어메니티에 대한 사회적 관심이 높아지면서 그 간 농업용수 공급 및 배제라는 단순한 농업생산기반 기능에 머물렀던 수리구조물의 친환경화가 설계·시공과정에서 중요한 이슈가 되고 있다. 그럼에도 불구하고 현장의 설계·시공기술자 들에게 친환경 소재·공법 관련 자료가 체계적으로 제공되지 못하여 명분과 현실사이에서 괴리가 발생하고 있다. 수리구조물은 이·치수라는 공학적 기능과 어메니티 발휘라는 환경적 기능이 조화·병행되어야 한다는 측면에서 본 연구에서는 광범위하게 수집된 친환경 소재·공법을 현장조건에 적합토록 내구성, 안정성, 환경성을 평가하고, 평가된 친환경공법 정보를 데이터베이스로 구축하였다. 또한, 이를 필요로 하는 기술자들에게 효율적으로 공개, 제공하기 위하여 웹기반 데이터베이스 시스템을 개발하였는데 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

농업용 수리구조물의 본래적 또는 제1차적 기능은 용수공급 또는 방제에 있음에 유의하여 공학적 기능 유지에 필수 조건인 내구성 및 안정성 확보를 담보한 후 친환경성의 조화적·병행적 도입이 가능한 소재·공법으로 수집·분석 범위를 제한하였다.

수리구조물의 친환경 소재·공법을 식생기반재(천연재로 포함), 친환경 콘크리트 기반재, 석재기반재로 세 가지 유형으로 구분하고, 다시 유형별로 2~4개씩 세분류 한 후 세 분류별로 약 70여개의 관련 소재·공법 자료를 수집하였으며, 그 중 품질이 공인된 20여개의 소재·공법에 대하여 데이터베이스 기초자료를 구축하였다.

품질기준은 KS 및 관련규격, 기존 연구자료, 참고 문헌 등을 종합하여 기준항목과 항목별 품질기준의 허용범위를 정한 후 상·중·하 3단계 판정등급을 설정하였다.

설계실무자가 다양한 시설물 입지 및 설계조건에 따라 소재·공법 기초자료와 품질 기준, 시공사례 등을 바탕으로 적합성을 판단할 수 있는 정보를 효율적

으로 제공하기 위하여 관계형 데이터베이스 모델을 채용하였으며 사용자 편의 및 지속적인 업그레이드를 위해 웹기반으로 시스템을 구축하였다.

소재·공법 자료테이블은 제품생산업체 및 시공업체 자료를 수집하여 제품명, 용도, 구조물 종별, 제품형태, 표준단면도, 적용사진, 제품 개요 및 규격, 일위대가, 첨부물(시방서 및 시험성적서), 구조재원 및 안정성 등의 내용으로 표준화 하였다.

수리구조물의 친환경 정비부분은 아직은 도입단계로 소재 개발, 설계 및 시공 부문 모두 차후 많은 연구·기술 개발이 요구되고 있다. 본 연구에서는 품질평가를 기존자료를 이용하여 상·중·하로 간이 평가하는 방법을 채용 하였는데 각 소재·공법별로 보다 정교하게 세분된 등급기준이 설정 되어야 하며, 특히 환경성 부문 평가의 정량화를 위한 연구가 심도 있게 진행 되어야 할 것 이다.

본 연구는 농림부의 2005~2006년 농촌개발 연구사업 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

## References

1. 최경영, 2005, 용배수로의 환경친화적 개보수 방안, 농어촌과 환경, No.86, pp.29-37
2. 김선주, 2001, 수리시설의 환경친화적 정비방안, 농어촌과 환경, No.70, pp.26-38
3. 황한철, 2006, 국토공간의 환경친화적 보전을 위한 농업생산기반정비 제도개선연구, 한국농촌공사
4. 김화수, 1996, 환경친화적 설계도입, 대한토목학회지, Vol.44, No.4, pp. 83-86
5. 친환경상품진흥원 <http://www.ecoproducts.or.kr/> 친환경상품정보
6. 건설기술연구원, <http://www.river.re.kr/> 자연형 하천길라잡이
7. 김관호, 2006, 농촌종합 개발을 위한 친환경 소재·공법의 품질,내구성 및 안정성에 관한 연구, 한국농촌공사
8. 최수명, 2004, 새만금 간척지의 방수제 기능설정 및 조성 방안 연구, 농업기반공사
9. 김채수, 2004, 친환경적 공법을 이용한 용배수로 개보수 기술 개발, 농림부
10. 조영권, 2007.