

# 관계형 데이터베이스를 이용한 농업구조물의 안전진단 지원시스템의 개발

Development of the System for Supporting Safe Appraisal  
on the Agricultural Structures using Relational Database

김한중(서울대 대학원)\* · 이정재(서울대) · 김종옥 · 고만기(공주대)

Kim, Han Joong · Lee, Jeong Jae · Kim, Jong Ok · Ko, Man Ki

## Abstract

Most of the irrigation structures are shortage of feasible facility management. The surveyed data to irrigation structures related to maintenance record were built and interface program between GIS and database were developed. It was conducted to develop a system for safe appraisal and repair works on agricultural irrigation structures. The system assisting onsite field investigation and determining the typical rehabilitation method of typical agricultural structural problems such as fractures and cracks of members was developed.

## 1. 서 론

농촌지역의 주요 구조물은 저수지의 여수토, 방수로, 사통, 복통 등과 양수장, 수로교, 압거, 잠관 등의 농업수리시설물이며, 기존의 농업용수 위주의 용수체계에서 생활용수를 포함한 공업용수와 축산용수를 공급하는 다목적 시설물로 전환해가고 있다. 현재 이러한 시설물들은 크게 농지개량조합(이하, 농조) 관리시설과 시/군 또는 국가관리 시설로 구분되어 있다. 이 중에서 농조 관리시설의 73%가 저수지이고 양수장 24%, 보와 기타시설이 3%의 비중을 보이고 있다. 이외에도 농촌에서 교량, 옹벽 등의 구조물이 있으며, 수리구조물들과 함께 시/군 단위로 유지·관리되고 있다. 그러나 국가적으로 볼 때 막대한 인력과 경비를 들여 시공한 구조물에 대한 효율적인 유지관리를 하기 힘들며, 1종이나 2종의 대규모 시설물이 아닌 경우에는 현행의 관리규정과 보고체계, 그리고 사후 관리가 미흡한 실정이다.

현재 전국에는 18,000 여 개의 저수지와 부속시설물, 양수장 등으로 구성된 용수공급 시스템이 있다. 따라서 농업기반 시설물에 대해서 전문가들에 의하여 일시적으로 모든 시설물을 조사하고 재정비한다는 것은 경제적으로 어려움이 있다. 현재 농지개량조합에서 관리하고 있는 시설물로서 주수원공이 저수지인 경우가 1,824개소, 주수원공이 양수장인 경우가 588개소, 조합내의 보 168개소만 하더라도 현실적으로 일선기관에 의존하여 노후도 조사를 실시하고 있기 때문에 전체 시설물에 대해서 투자우선순위 판별절차나, 유지관리와 개·보수의 수준을 결정하기가 어렵다. 따라서 농업수리시설물에 대한 현장조사는 조사만으로 끝나는 것이 아니라, 향후 예산지원과 보수, 보강에 이르기까지 구조물간에 물리적 성능과 기능적인 성능을 차별적으로 평가할 수 있도록 하고, 지속적인 조사와 그 성과를 토대로 시설물의 유지관리와 개·보수 방안을 지원하는 체계적 관리 체계가 요구된다.

국내의 다목적 댐과 하구둑과 같은 대형구조물에 대하여 1983년부터, 1994년까지 유지보수 기준과 지침을 제정하여 운영해오고 있다. 그런데 농업용 저수지의 경우를 보면 70% 정도가 1970년 이전에 완공되어 대부분 노후 되었을 것으로 판단되지만, 농업기반시설의 경우는 1994년 '농업기반시설관리규정'을 제정하여 대형시설물 위주로 규정과 지침을 운영하는 관계로 중·소규모의 농업용 시설물에는 거의 관심이 미치지 않고 있다. 최근에 농업수리시설물에 관련하여 김과 고, 장 등이 농업수리시설물의 노후도 조사와 시설물관리시스템 등을 개발한 바 있다. 시설물의 규모, 관리시설의 정비수준, 시설의 노후도와 시설의 공적 기여도 등에 따라서 자료를 구축하고 관리기준을 표준화하여 최적 시설물관리 대책을 수립할 수 있도록 하는 시스템으로서 현재까지는 자료관리와 시설물의 실태파악을 위하여 GIS/DB와 Internet 기술의 접목을 시도하고있다. 따라서 시설물의 현재 상태와 향후 보수·보강에 따른 실적관리, 효과적으로 현장의 시설관리자들이 노후도와 안전진단을 내릴 수 있도록 시설물관리 데이터베이스 시스템을 통합하고, 시설물의 보수, 보강 사업계획서 작성과정에서 적절한 공법의 선정과정을 통하여 사업비의 책정 과정을 지원할 수 있는 시스템이 필요하다.

본 연구는 전국적으로 산재한 농업수리시설물에서 반복적인 피해가 발생하고, 경우에 따라서는 항구적인 대책의 수립이 필요한 시설물들을 평가하고, 향후에는 대상 구조물에 대한 효과적인 관리지침 작성을 지원하고, 용수의 공급능력과 재해방지능력 등의 기능을 평가하며, 노후 시설물들에 대한 평가지표를 통하여 보수보강 공법에 대한 지원방안과 제시할 수 있는 농업수리시설물에 대한 종합적인 관리시스템의 개발을 목적으로 하였다.

## II. 농업용 수리시설물관리 시스템 개발

### 1. 수리시설물의 안전진단 조사기준 및 방법

농어촌정비법과 농업기반시설관리규정의 시행요령에 따라 시설의 안전점검일지를 작성하고 법정 보고기간 내에 이 사실을 중앙기관에 보고하도록 되어있는 현행의 농업시설물에 대한 안전관리에 대한 기준은 토목, 건축물에 비해서 재해 발생시에 큰 인명이나 재산에 피해가 없다는 이유로 다소 완화된 규정을 적용하여 관리하고 있다. 따라서 농업생산기반시설의 관리에 필요한 유지관리 기준은 시설물의 물리적 노후도와 시설물 관리자가 판단하는 범위에서 본연의 기능을 유지하고 있는 정도로부터 시설물의 실태를 정확히 파악할 수 있는 자료를 조사하고, 평가하도록 하여야 한다.

### 2. 수리시설물 이력관리 DB 시스템 개발

현황조사 결과를 기초로 농로교, 터널, 수로교, 암거, 잠관, 개거, 낙차공, 취수탑 등에 대한 이력관리 자료를 구축하고, 시설물의 기능을 합리적으로 평가하기 위한 시스템을 객체지향-관계형 데이터베이스 시스템을 개발하였다. 각종 농업수리시설의 특성분류로부터 관리기준을 정립하기 위한 김<sup>6)</sup> 등의 연구결과를 토대로 하여 시설물의 이력관리 테이블을 설계하였다.

#### 가. 시설물 D/B 및 이력 D/B 구축

기존 GIS (RGIS, 농어촌진흥공사)와 데이터베이스의 통합운영을 위하여 시설물의 속성자료



도 특성을 파악하기 위한 조사항목과 방법을 정리하였으며, 시설물의 이력관리 테이블은 시설물의 안전진단을 위한 현장조사표 작성에 이용되며, 보수·보강에 관한 결과를 관리한다.

#### 나. 농업시설물의 관리 지원 호환 시스템

통합환경 하에서 데이터베이스와 안전진단 자료의 입출력 관리 및 분석, GIS를 이용한 이력관리, 데이터베이스의 자료관리 등을 지원하는 시스템을 개발하였다. 시설물관리 시스템은 농지개량조합 및 시/군 단위의 시설관리자가 사용 가능한 시스템을 기본 사양으로 정하였다.

일선 시설관리 기관에서 시설물의 이력관리와 시설물 조사보고서 작성을 위한 시스템의 사용화면은 Fig. 2와 같다. 이 시스템은 객체지향 기법을 이용하여 농조지구의 물관리 시스템으로 개발되어 적용된 바 있는 지원시스템을 바탕으로 시설물의 이력관리를 동시에 수행할 수 있도록 보완 개발하고 있다.

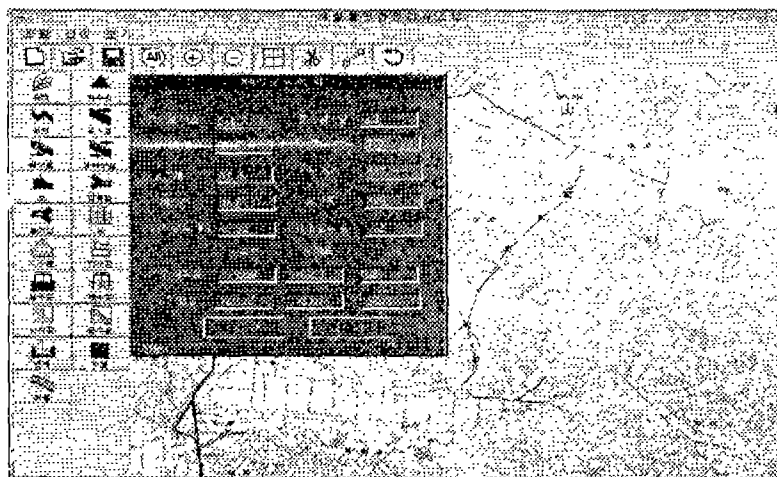


Fig. 2 농조지구 시설물관리 시스템 초기화면

#### 다. 농업시설물의 안전진단 평가지원 시스템 개발

농업시설물에 대한 안전진단 방법과 평가기법을 조사하여, 중·소형 구조물에 대한 간편한 안전진단을 위한 조사방법과 평가기법(판정 Rule)을 개발하였다.

각 시설물의 상태를 부위별로 조사하여 재료와 노후도 종류별로 평가기준 테이블로부터 부재별 노후도 판정과 전체구조물의 노후도 판정 Rule에 따라서 상태를 판정한 후 필요한 대책을 선정하고 그 결과와 향후 필요한 개·보수 사업비를 작성하도록 시스템을 개발하였다. 현재까지는 소규모의 농업시설물에 대한 안전진단결과와 개·보수 사업비의 상관관계가 조사된 바가 없기 때문에 이 분야에 관한 데이터베이스는 지속적으로 보완하여야 한다. 부분적으로 규모가 일반 토목구조물에 비하여 작고 요소부재의 종류가 적기 때문에 농업구조물의 규모에 맞게 조정하여 사용하는 방법을 채택하였다.

이 결과를 바탕으로 농업생산기반 중에서 시설물의 안전진단과 유지관리를 위해서 필수적으로 시설물의 이력관리를 시행할 수 있으며, 시설물의 상태를 관리자가 합리적으로 판단할 수 있는 의사결정 과정을 지원할 수 기반 시스템으로 사용이 가능할 것이다.

1) 조사자료 분석, 내하력 판정, 내구성 판정 Rule개발

농로교, 수로교, 터널, 취수탑 등에 대하여 교량을 중심으로 한 조사기법을 농업구조물에 맞게 정리하여 조사항목, 조사양식을 재조정하였다. 그러나 농업시설물의 유지관리 면에서는 내구성 뿐 만 아니라 시설물의 본래의 기능을 유지하는 지에 관한 조사가 포함되어야 할 것으로 판단된다. 본 연구에서는 부분별 SCORING 및 구조물 전체의 RATING REPORTING기법을 개발하였다.

2) 판정지표 테이블

전체 구조물을 부분별로 나누어 조사하고, 부분별 판정지표를 적용한다. 그리고 전체 구조물은 부분별 중요도에 따라서 가중치를 사용하여 전체 구조물의 노후도를 판정하도록 하였다.

현장에서 구조물의 부위별 조사는 구조물의 종류에 따라서 준비된 조사표를 기준으로 외관 노후도를 블록단위로 조사한다.

Table 2 교량 상부 구조 외관조사 총괄표 예

| 내 용        | W'ted POINT | 대표등급 | POINT |
|------------|-------------|------|-------|
| ① 교면포장     | 5           | A    | 5     |
| ② 배수시설     | 5           | B    | 4     |
| ③ 난간연석     | 5           | B    | 4     |
| ④ 바닥판 하면   | 20          | C    | 12    |
| ⑤ 콘크리트 주형  | 60          | A    | 60    |
| ⑥ 콘크리트 가로보 | 5           | B    | 4     |
| 합 계        | 100         | B급   | 89    |

□전체교량 등급판정 : 전체등급 B

- A : 100 ~ 90
- B : 90 ~ 70
- C : 70 ~ 50
- D : 50 ~ 35
- E : 35 ~ 0

Table 3 전체등급판정에 이용된 부위별 등급별 SCORING 예

| 부 위 \ 동 급  | A  | B  | C  | D  | E  |
|------------|----|----|----|----|----|
| ① 교면포장     | 5  | 4  | 3  | 2  | 1  |
| ② 배수시설     | 5  | 4  | 3  | 2  | 1  |
| ③ 난간연석     | 5  | 4  | 3  | 2  | 1  |
| ④ 바닥판 하면   | 20 | 16 | 12 | 8  | 4  |
| ⑤ 콘크리트 주형  | 60 | 48 | 36 | 24 | 12 |
| ⑥ 콘크리트 가로보 | 5  | 4  | 3  | 2  | 1  |

3) 최적 보수·보강 공법 선정 체계도 설계

최적 보수·보강 공법의 선정은 농업 구조물을 대상으로 열화 원인 분석과 보강공법의 적용성에 관한 연구를 토대로 농업구조물에 적절한 보수·보강 공법을 선정 지원 체계를 개발하였다.

4) 시스템 개발결과

농조 지구별 시설물관리 시스템에서 입력한 시설물 단위의 안전진단 및 보수·보강공법

선정 데이터베이스 운영 시스템은 Fig. 4와 같다. 본 시스템은 개인별 데이터베이스를 이용하여 진단결과와 현장에서 촬영한 각종 사진자료를 안전진단 기술자가 추후 확인하거나, 증빙자료로 제출할 보고서 작성을 지원할 수 있도록 하였다.

자료관리의 기본환경은 농조지구의 시설물을 관리할 때 객체 단위로 이루어지므로 시설물 관리에서 구조물을 입력하는 순간, 조사표 입력 화면폼과 구조물의 성능계산, 지구전체 수자원 시스템의 기능성 평가 등을 동시에 확인할 수 있는 시스템안전진단을 위한 기초시스템으로 사용될 수 있을 것이다.

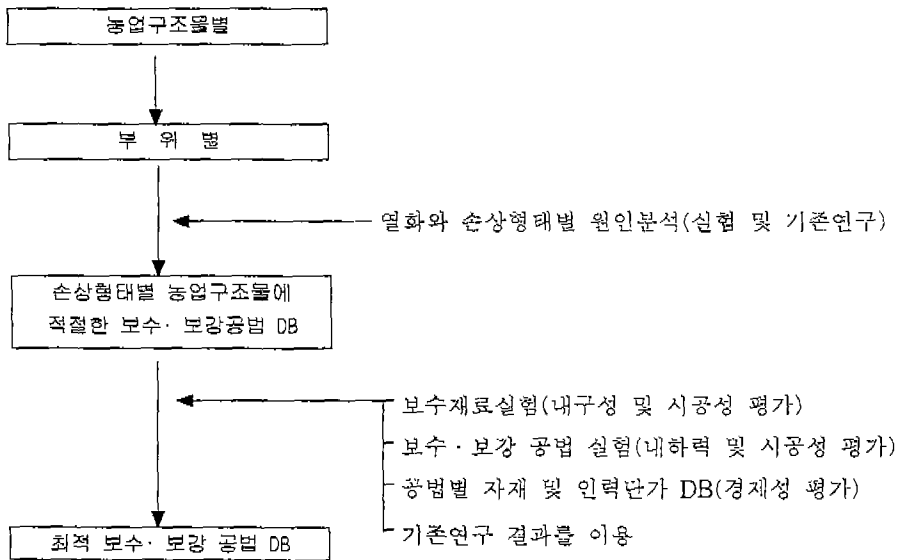


Fig. 3 최적 보수·보강 공법 선정절차

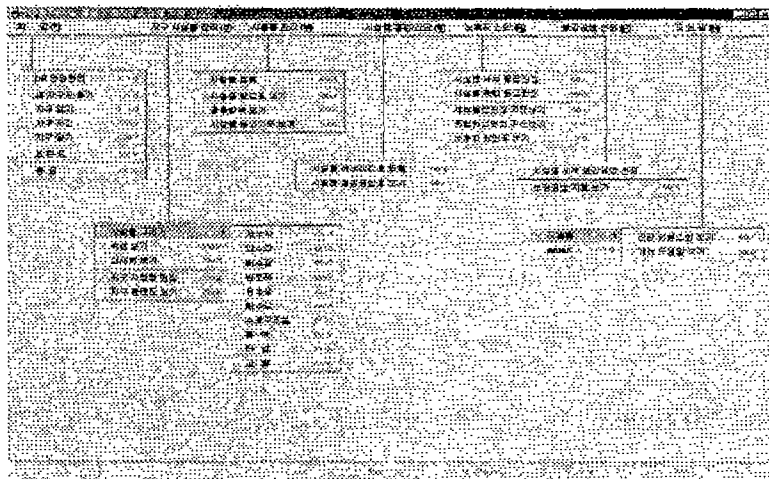


Fig. 4 전체 시스템 전체 사용자 메뉴

### III. 적용 및 고찰

예산농조에서 관리하는 수리시설물에 대한 노후도 조사를 실시하고 그 결과를 바탕으로 시설물의 노후도를 진단평가 하였다.

방산지구 농업용수 개발사업내 용수가동(수로교), 방산지구 농업용수 개발사업 방산저수지 내 여수도에 대하여 외관 조사표를 작성한 결과는 다음과 같다.

Table 5 교면포장 등급 산정의 예

| 균 열 (AP-502)             |                           |          |     | 요청, 단차 (AP-501)  |             |          |     | 함 물 (AP-504)S    |                         |                            |     | Σ<br>(Score × Q'ty) | 백분율<br>(%) |     |
|--------------------------|---------------------------|----------|-----|------------------|-------------|----------|-----|------------------|-------------------------|----------------------------|-----|---------------------|------------|-----|
| 진단변수명<br>(Score)         | Description               | Quantity |     | 진단변수명<br>(Score) | Description | Quantity |     | 진단변수명<br>(Score) | Description             | Quantity                   |     |                     |            |     |
| a(25)                    | 없음,<br>미세균열               | 134/144  | 93% | a(25)            | 없음          | 136/144  | 94% | a(50)            | 없음                      | 138/144                    | 96% | 94.75**             | 97         |     |
| b(15)                    | 일방향,<br>균열을<br>20%미만      | 6/(8×18) | 4%  | a(25)            | 없음          | 0        | 0   | a(50)            | 없음                      | 0                          | 0   | 0.6                 | 1          |     |
| c(10)                    | 균열을<br>20%~30%            | 4/(8×18) | 3%  | b(20)            | 경미          | 8/(8×18) | 6%  | b(40)            | 부분적<br>얕은함몰             | 0                          | 0   | 1.5                 | 1          |     |
| d(5)                     | 거북등<br>균열<br>균열을<br>30%이상 | 0        | 0   | c(15)            | 주행성저하       | 0        | 0   | c(30)            | 깊이<br>30mm<br>이상<br>함 물 | 6/144                      | 4%  | 1.2                 | 1          |     |
| d(5)                     | 거북등<br>균열<br>균열을<br>30%이상 | 0        | 0   | d(10)            | 심한종각        | 0        | 0   | d(20)            | 전반적인<br>함몰, 단락          | 0                          | 0   | 0                   | 0          |     |
| - 전체교면포장 A급 - 파손종류 등급별물량 |                           |          |     |                  |             |          |     |                  |                         | ** 25×0.93+25×0.94+50×0.96 |     | Total               | Σ 98.05    | 100 |

조사결과는 현재 상태가 진단항목별로 평가된 후 부분별 평가는 전체 A등급으로 97 %, B,C,D 등급으로 1%가 나왔다. 이 결과는 Table 2에서 제시한 전체 구조물에서 부분별 가중치를 기준으로 평가하였다.

#### IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 현행의 농업시설물에 대한 안전관리에 대한 기준을 검토하고 현장의 시설관리자들이 노후도와 안전진단을 내릴 수 있도록 시설물관리 통합 데이터베이스 시스템을 개발하고, 농조지구의 수리시설물에 대한 노후도 평가에 적용한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 현재까지 농업시설물관리에 사용되어온 안전관리 시행요령을 보완할 수 있는 데이터베이스 시스템을 개발하였다.
2. 농업시설물의 보수, 보강 사업계획서 작성과정에서 적절한 공법의 선정과정을 통하여 사업비의 책정 과정의 의사결정을 지원할 수 있었다.
3. 농업구조물의 노후화 특성과 부위별로 새로운 보강공법을 개발할 경우, 최적의 사업비 책정과 공법선택을 지원하며, 사후에도 지속적으로 시설물을 관리할 수 있는 통합시스템으로 적용이 가능하였다.

향후에는 농업시설물에 대한 용수의 공급능력과 재해방지능력 등의 기능을 평가하고, 노후 시설물들에 대한 평가지표를 보완하면 보수보강 공법에 대한 지원과 농업수리조직에 대한 중

합적인 관리시스템으로 적용이 가능할 것으로 사료된다.

### 참고문헌

1. 건교부, 시설안전기술공단, 1996, 교량 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침.
2. 건설부, 1995, 교량구조물의 보수·보강공법 편람.
3. 건설부, 1988, 일반 실무자를 위한 교량유지 보수요령.
4. 김도경, 이창화, 김성욱, 1997, RC구조물 보수·보강재에 관한 조사연구, 한국건설 기술연구원, 연구보고서 건기연 97-079.
5. 김선주, 이광양, 박재홍, 1997, 수리시설물의 특성조사연구, Vol.39, No.6, pp41-53.
6. 김선주, 윤춘경, 박성열, 이광야, 1997, 수리시설물 최적관리 시스템 개발, Vol.39 No.2, pp86-94.
7. 농림부, 1998, 농업수리시설물 관리를 위한 정보시스템 개발, 전북대학교, pp94-123.
8. 농어촌진흥공사, 1995, 영상강배수갑문 정밀안전진단 보고서.
9. 장병욱, 송창섭, 박영곤, 우철웅, 원정윤, 1997, 경기도내 농업용 저수지의 제체 및 구조물의 노후도 조사연구, 한국농공학회지, Vol.39, No.4, pp 90-97.