

수치지형정보를 활용한 농업용수개발 사업의 계획 및 설계 The Planning and Design of Agricultural Water Resources Development Project using Digital Topographic Data

이재기* · 이현직** · 최석근***

Lee, Jae-Kee · Lee, Hyun-Jik · Choi, Suk-Keun

요 旨

본 연구는 농업용수 개발사업의 기초조사와 기본계획 및 실시설계 과정에 수치지형정보를 활용함으로써 농업용수 개발사업의 경제적이고 합리적인 추진에 기여함을 목적으로 한다. 본 연구에서는 대상지역의 수치지형정보를 취득하기 위해 항공사진을 이용하였으며, 이를 보간하여 대상계획에 적합한 수치표고모형을 생성함은 물론, 관련도형정보 및 속성자료를 이용하여 농업용수 개발사업의 기초조사용 데이터베이스를 설계하였다. 본 연구의 수행결과, 본 연구에서 정립한 방법이 농업용수 개발사업의 효율적인 수행에 기여함을 알 수 있었다.

ABSTRACT

This thesis is purposed to economical and rational accomplishment of the agricultural water resources development project as to utilize digital topographic information in basic investigation, preliminary planning and detail design process of the agricultural water resources development. In this study, the digital topographic data is acquired to stereo aerial photography of test field and the digital elevation model(DEM) is generated by interpolation of acquired data. Also, the database of basic investigation which is constituted to graphic and attribute data is designed. As the results of this study, the method that is determined to this study makes a contribution to effective accomplishment of the agricultural water resources development project.

1. 서 론

최근 농촌사회의 환경은 각종 요인에 의해 많은 문제점이 야기되고 있으며, 이와같은 문제점을 해결하고 살기좋은 농촌사회 환경을 조성하기 위해 범국가적인 각종 계획 및 사업이 입안되어 추진되고 있는 실정으로 이와같은 계획 및 사업은 지리적 상관성이 높은 특성을 나타냄에 따라 계획의 합리적인 입안 및 추진을 위해서는 계획 및 사업에 연관되는 지형 관련 정보의 효율적인 제공 및 활용이 이루어져야 한다.

일반적으로 농업환경에 영향을 미치는 요인에는 여러가지가 있으나, 최근 계속되고 있는 지구 이상 기상현상 등에 의해 특히 농업용수의 안정적인 공급이 가장

중요한 요소로 대두되고 있음에 따라 전국에 산재된 수리불완전담을 해소하고 농업환경을 개선할 목적으로 농림수산부 주관으로 농지개량조합 및 농어촌진흥공사에서 농업용수개발 사업이 활발히 추진되고 있다.

농업용수개발 사업의 추진과정은 사업의 타당성을 파악하는 기초조사(basic investigation) 과정과 사업의 각종 계획을 입안하는 기본계획(preliminary planning) 과정 및 각종 계획 사항을 세부적으로 설계하는 실시설계(detail design)과정으로 대별되며, 각 과정에 지형도와 주제도 등의 지형정보와 대상지역의 기초자료를 효율적으로 제공하여야 합리적인 사업 추진이 가능한 특성을 나타내고 있다.

그러나, 기존의 농업용수개발 사업은 전근대적이고 수동적인 방법으로 추진되고 지형정보 및 기초자료의 효율적인 활용이 이루어지지 않아 사업수행에 따른 인력 및 경제력의 손실을 초래함은 물론, 장래 이용계획

*충북대학교 토목공학과 교수

**연세대학교 산업기술연구소 선임연구원

***경북실전 지적과 조교수

의 정확한 예측이 어려워 중복투자를 초래할 위험성이 많은 문제점을 갖고 있다.

따라서, 본 연구에서는 전국적으로 빈번히 추진되고 있는 농업용수개발 사업의 기초조사와 기본계획 및 상세설계 과정에 지형정보와 연관된 부분을 수치지형정보를 이용하여 효율적으로 수행할 수 있는 방법을 정립함으로써 농업용수개발 사업의 경제적이고 합리적인 추진에 기여하는데 목적이 있다.

본 연구에서는 충북 보은군 보은읍 노티리를 비롯한 인근 4개리의 관개 개선과 지목변환 및 배수개선을 목적으로 1981년 이래 사업계획이 수립되어 현재 공사가 진행중인 노티지구 농업용수개발 사업을 대상으로 기초조사와 기본계획 및 실시설계 과정에서 지리적 상관성이 큰 항목을 수치지형정보를 통해 정립함으로써 보다 경제적이고 합리적인 농업용수개발 사업의 추진에 기여하고자 하였다.

이를 위해 본 연구에서는 대상지역의 항공사진을 이용하여 해석도화기를 통해 10m×10m 간격의 정규격자형 수치정보를 취득하였으며 이를 보간하여 대상 계획의 소요정확도에 적합한 수치표고모형을 형성하여 지형분석, 지형도 제작, 저수량 계산 등 조사, 계획, 설계과정에 활용하였다.

2. 농업용수개발 사업의 추진과정

농업용수개발의 사업은 한발지역에 대한 분석 및 민원을 통해 대상지역을 선정하여 추진되며, 대상지역이 선정되면 다음 과정으로 대상지역에 대한 사업 타당성을 분석하고 계획 및 설계과정에 필수적인 자료를 수집하는 기초조사과정을 수행하고, 사업의 목적과 각종 사업계획을 입안하는 기본계획 과정 및 기초조사와 기본계획과정에서 결정된 항목을 통해 상세한 설계 및 계산을 수행하는 실시설계 과정으로 계획 및 설계를 수행한다.

이와같은 대상지역의 조사, 계획 및 설계가 추진되면 이를 이용하여 실질적인 시공(construction)을 수행하며, 추진된 시공과정을 평가(accessment)하고 유지관리(management)하는 과정으로 사업이 추진된다. 일반적인 농업용수 개발사업의 추진과정은 그림 1과 같다.

일반적으로 농업용수개발 사업의 성패를 좌우하는 요소는 기초조사에 의한 타당성분석과 저수지 및 댐의 형식을 결정하는 기본계획 및 실시설계과정으로 세 과

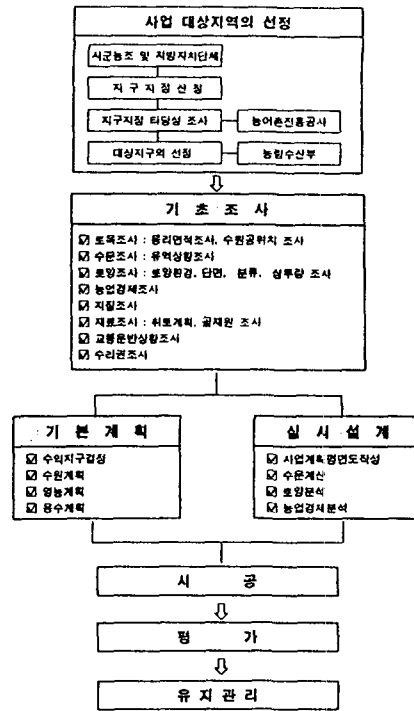


그림 1. 농업용수개발 사업의 흐름도

정 모두 대상지역의 정확한 지형자료 및 관련정보의 효율적인 제공이 이루어져야 효율적인 추진이 가능한 특성을 나타낸다.

특히, 사업의 첫번째 과정인 기초조사는 사업의 타당성을 분석하여 사업추진의 여부를 결정함은 물론, 다음 과정인 계획 및 설계과정의 효율적인 수행에 기본적인 자료를 제공하는 과정으로 대상지역의 모든 지리자료와 지형자료 및 조사항목을 정확히 수행하여야 한다.

농업용수개발의 가장 일반적인 형태인 저수지(small dam)는 비관개기나 홍수시에 물을 저류해 두었다가 관개기에 물을 이용할 수 있도록 하는 시설물로서 하천, 계곡, 요지 등을 횡단하여 유수를 저류 또는 취수할 목적으로 저수지 및 물넘이, 취수장치 등의 공작물을 축조하는 과정이 포함된다.

일반적으로 저수지는 저수지터(dam site)와 저수역(basin)으로 분류되며, 저수지의 위치결정시 적지조건은 농업용수 개발에 따라 변화하는 물리면적에 이용할 용수량을 충분히 집수할 수 있어야 하며 구조물이 안전해야 하고 공사비가 저렴하여야 한다. 도상검토에 의한 저수지의 적지조건은 표 1과 같다.

표 1. 저수지 적지선정시 고려사항

적지조건	고려사항
○용수량의 집수 가능성	▷유역면적이 몽리면적의 4-5배가 가장 적합하며, 최소 2배인 지역
○경제적인 건설 가능성	▷유역면적 대 몽리면적의 비가 5배이상인 지역은 여수로를 통해 배제해야 할 물의 양이 많아져 물넘이 공사비가 많이 소요되 부적합
	▷계곡이 좁아 저수지 길이를 짧게 할수 있는 지역
	▷물의 저류부가 평탄하거나 비탈면 강사가 느려 필요한 물을 저류하는데 유리한 지형
	▷관계지역에 가까운 지역
	▷저수부지의 토지이용 상황이 양호하여 침수로 인한 토지보상이 적은 지역
	▷공사용 자재의 확보 및 운반이 양호한 지역
○안정성 높은 설계 가능성	▷지질 및 토질의 적당한 지형 ▷주제도 및 현지답사 병행
○유지관리의 용이성	▷부락이나 민가에서 너무 많이 떨어져 있지 않은 지역

3. 수치지형정보를 활용한 농업용수개발 사업의 계획 및 설계

본 연구에서는 농업용수개발 사업의 추진과정에 수치지형정보의 활용 타당성을 파악하기 위해 실질적으로 사업이 계획되어 추진중인 대상지역을 선정하여 항공사진에 의한 수치지형정보를 취득하고 자료를 보간하여 수치표고모형을 형성한 후, 지형정보와 연관된 기초조사와 기본계획 및 실시설계과정을 수행하였다. 본 연구를 통해 수행한 각 과정의 결과분석 흐름도는 그림 2과 같다.

본 연구의 결과분석 과정은 그림 2에 나타난 바와 같이 선정된 대상지역에 대한 수치지형정보를 입체 항공사진에 의해 취득한 후, 활용목적에 적합한 등고선 간격으로 표고자료를 보간하여 대상지역의 수치표고모형을 생성하였다.

대상지역의 기초조사 과정에서는 먼저 생성된 수치

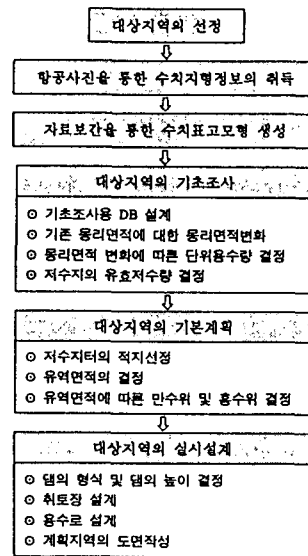


그림 2. 대상지역의 계획 및 설계 과정

표고모형과 국가기본도로 구성되는 지형자료와 대상지역의 기초조사 과정에 필수적인 지질, 토양, 식생 등으로 구성되는 주제도 자료 및 경제, 기상, 수문, 현장조사, 현장실험 등을 통해 취득된 속성자료를 일원화 하여 효율적으로 관리 하기 위한 농업용수 개발사업 기초조사용 데이터베이스를 설계하고, 이를 통해 사업의 가장 중요한 요소 중에 하나인 개발에 따른 물리면적의 변화와 물리면적에 따른 단위용수량 결정 및 저수지의 유효저수량을 결정하였다.

또한, 대상지역의 기본계획에서는 기초조사 과정에서 결정된 저수지의 유효저수량을 만족할 수 있는 저수지의 적지를 지형분석을 통해 결정하고, 저수지의 위치에 따른 유역면적과 저수지 적정수위를 결정하여 저수지의 단면을 결정하였다.

대상지역의 실시설계에서는 기본계획을 통해 결정된 저수지의 위치 및 저수지 수위를 만족하는 댐의 높이를 결정하여 댐의 형상을 설계하고 댐 설계에 따른 필요 토공량을 공급하기 위한 취토장을 설계함은 물론, 물리면적에 관계용수를 원활히 공급하기 위한 용수로를 설계하였으며, 마지막으로 시공과정에 필수적으로 이용되는 대상지역의 도면을 작성하였다.

3.1 대상지역의 선정 및 특성

본 연구의 대상지역은 충청북도 보은군 보은읍 노리의 4개리에 걸쳐 금강수계의 소지천인 불노천을 따

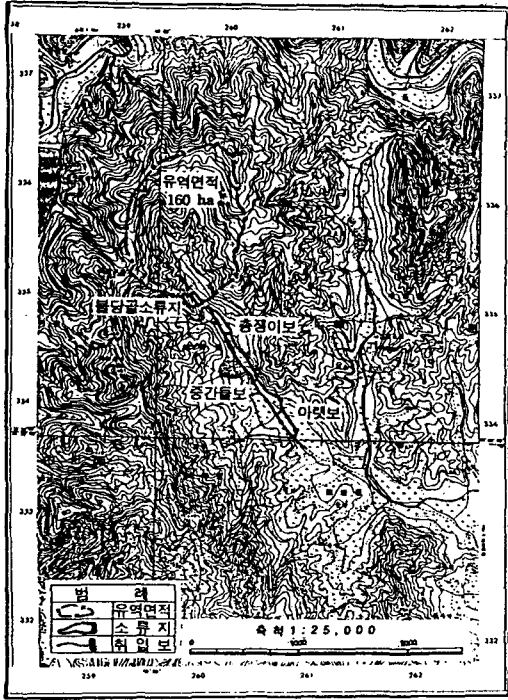


그림 3. 대상지역의 주요현황(s=1:25,000)

라 위치하고 있는 구역으로 기존 수리시설이 미비하여 매년 영농에 어려움을 겪고 있는 한해 상습지이다. 기초조사를 통해 파악된 연구대상지역의 주요 현황은 다음과 같다.

본 연구 대상지역은 충북 보은군 보은읍 서북방 약 5 km 지점에 위치하고 있으며, 대상지역 서부에 해발 487 m의 가지목재와 해발 489 m인 노티고개 등 해발 표고 490 m 내외의 비교적 험준한 고봉이 위치함에 따라 이들로 부터 분기하여 남북방향의 소규모 산릉이 본 대상지역의 양측을 감싸고 있는 지형지세를 나타내고 있다. 대상지역의 주요현황은 그림 3와 같다.

본 연구 대상지역의 토양은 일부 한성 평야지로 되어 있으며 대부분 곡간지로 이루어져 있고 토양의 종류는 사재통, 석선통, 은곡통, 고천통 및 상주통의 7개층으로 구분되어 있다. 대상지역의 계획 및 설계에 이용된 가중평균 삼투량은 5.2 mm/일 이다. 또한, 대상지역의 토질은 모래 사질토와 역질토로 분포되어 있으며 용수로 설치에 장애가 되는 연약지반은 포함되어 있지 않다. 또한, 본 연구 대상지역의 지질은 윤회상 장년기 말에 해당되어 쥐라기의 보은화강암과 섬록암이 주를 이루

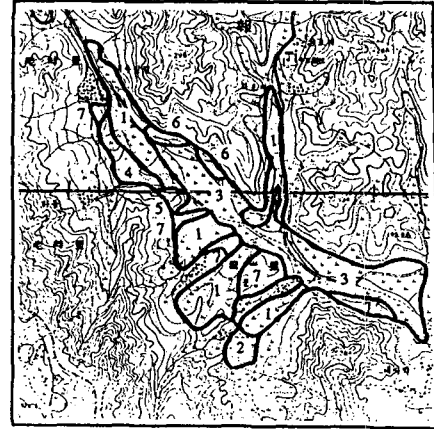


그림 4. 대상지역의 지질도(S=125,000)

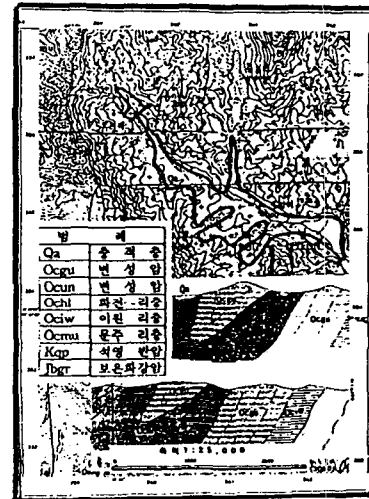


그림 5. 대상지역의 토양도(S=1:25,000)

며 구성광물로 석영, 장석, 운모 등이 있다. 본 연구 대상지역의 지질도 및 토양도는 그림 4 및 5와 같다.

대상지역에 대한 기상자료는 청주측후소의 장기 관측기록을 참고하여 월별 평균기온과 평균증발량 및 강우량을 조사하였으며, 대상지역의 농업 및 경제현황은 보은군 자료를 참고하여 농가호수 및 노동력현황과 대상지역의 토지이용현황 및 경지면적현황을 파악하고 농업현황 조사에서는 농업용수의 주 사용대상인 논의 이용현황과 기존 수리시설현황을 조사하였으며, 조사 결과 호당 경지면적은 논의 0.63 ha, 밭이 0.48 ha 로 총 1.11 ha로 나타났다.

기타현황에서는 대상지역의 사업추진시 파악되어야

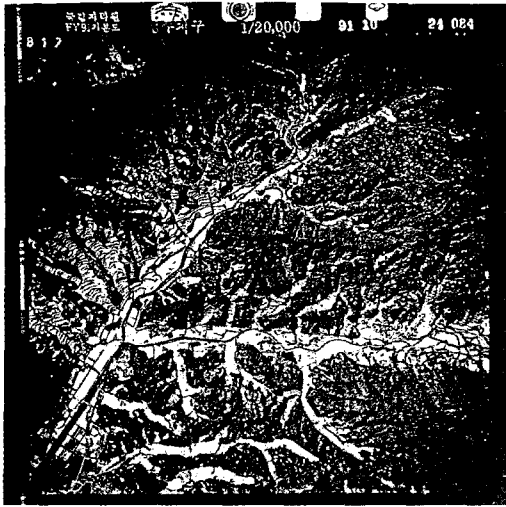


그림 6. 수치지형정보 취득에 이용된 대상지역의 항공사진(S=1:20,000).

할 항목으로 대상지역의 교통현황과 시공상의 여건에 대하여 조사하였다. 대상지역의 교통현황은 중앙으로부터 동남쪽 5 km에 위치한 보은읍과 연결된 농로가 지구 중심부내를 관통하고 있으며 청주시까지 54 km에 위치하여 교통상황은 양호하였다.

또한, 대상지역의 시공상의 여건은 댐의 축제 성토재로 수몰지구와 각 공중에서 발생하는 잔토를 유용하게 사용할 수 있고 때와 골재는 현장 인근에서의 채취가 어려운 상황이며, 수원공의 깎기 및 터파기 공중에서는 내제 사면보호공과 외제 사면보호 잡석 쌓기에 유용한 암이 발생할 것으로 분석되었다. 본 대상지역의 평야부 용수로설계에서는 도로횡단 구간이 2개소가 있어 사업 시행시는 보은군청과 사전협의하에 시공계획이 수립되어야 한다.

3.2 항공사진을 이용한 수치표고모형의 생성

본 연구에서는 대상지역이 포함된 입체항공사진과 Zeiss P2 정밀해석도화를 이용하여 대상지역에 대한 수치지형정보를 취득하였다. 연구대상지역의 수치지형정보 취득에 이용된 항공사진(좌측사진)은 그림 6와 같다.

대상지역의 수치지형정보는 10 m×10 m 간격으로 1569점의 정규격자형 표고자료를 추출하였으며, 취득된 표고자료는 저수지의 적지선정과 댐의 형상 결정 및 저수지의 저수량 결정에 이용하기 위해 최소등고선 간격인 1m×1m로 자료보간의 수행하여 55×68(3740점)

크기의 정규격자형 수치표고모형을 생성하였다.

대상지역의 수치표고모형 생성에 이용된 보간방법은 대상지역의 지형분류를 통해 계곡형태인 지형에 적합한 kriging보간을 일차적으로 수행한 후, spline보간을 통해 자료평활화를 수행하였으며, 자료탐색방법으로는 보간된 자료점을 4등분하여 각 사면에서 가장 인접한 자료를 탐색하는 quadrant탐색방법을 이용하였다.⁴⁾ 본 연구를 통해 생성된 수치표고모형을 이용한 저수지의 2차원 등고선도 및 3차원 투시도는 그림 7과 같다.

3.3 대상지역의 기초조사

본 연구에서는 선정된 대상지역에 대해 항공사진을 통해 생성된 수치지형정보와 각종 주제정보 및 속성정보로 구성되는 기초조사용 지형데이터베이스를 설계하고, 이를 통해 농업용수 개발에 따른 물리면적의 변화를 결정한다.

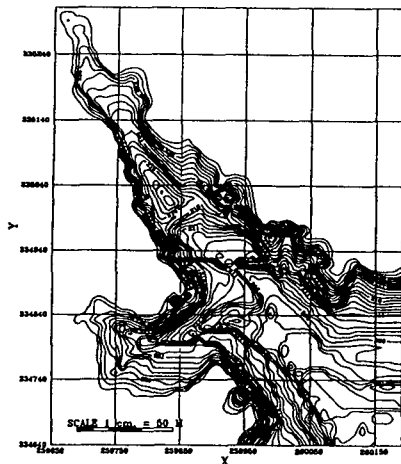
또한, 기초조사 과정에서는 저수지의 용량결정에 중요한 척도가 되는 물리면적 변화에 따른 단위용수량 및 저수지의 유효저수량을 결정한다.

3.3.1 농업용수개발 사업 기초조사용 데이터베이스 설계

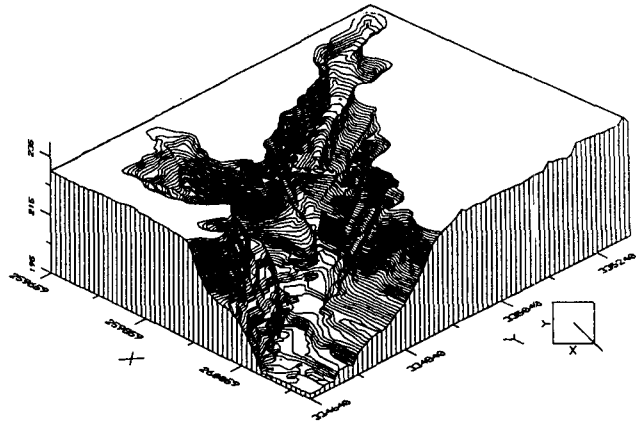
농업용수 개발사업 과정중 기초조사 과정은 사업의 타당성을 파악하고 기본계획 및 실시설계 과정에 필요한 기초자료를 제공하는 중요한 부분으로 철저히 준비하여야 한다.

기초조사 과정에 이용되는 자료에는 다양한 축척의 지형도와 주제도로 구성되는 도형자료(graphic data) 및 대상지역의 사회, 경제, 자연 등에 대한 특성을 포함하는 속성자료(attribute data)로 분류되며 특히, 도형자료는 전체자료의 70%이상을 차지할 뿐만아니라 계획 및 설계의 전 과정에 항상 이용되는 정보로 효율적으로 관리되어야 합리적이고 경제적인 사업추진이 가능하다.

현행 기초조사 과정에서는 복잡한 각종 자료를 효율적으로 관리하기 위한 자료관리체계가 확립되어 있지 않아 실질적인 계획 및 설계과정에 중요한 부분을 차지하는 신속하고 정확한 자료제공이 어려운 실정임에 따라 본 연구에서는 이와같은 문제점을 해결하기 위해 기초조사 과정에 이용되는 복잡한 각종 자료를 일원화된 자료관리체계로 구성하기 위한 기초조사용 데이터베이스



(a) 2차원 등고선도(등고선간격 : 1m)



(b) 3차원 투시도(등고선간격 : 1m)

그림 7. 대상지역의 수치표고모형(격자크기 : 55×66)

스(database)를 설계하였다.

기초조사에 이용되는 도형자료에는 사업계획의 현황 파악에 이용되는 축척 1:50,000 및 1:25,000 국가기본도와 저수지터의 적지선정, 저수량 결정, 수원공설계 등에 가장 광범위하게 활용되는 등고선간격 1-2m의 수치표고모형으로 구성되는 지형정보와 지질도, 토양도, 토지이용도, 지적도, 수맥도 등과 같이 대상지역의 현황파악 및 계획과 설계의 기초자료를 제공하는 주제 정보로 분류된다.

또한, 기초조사에 이용되는 속성자료에는 대상지역의 기상, 농업, 수문자료 및 현장실험을 통해 얻어진 조사자료 등이 있으며, 자료의 특성상 속성자료는 대상지역의 도형자료와 깊은 연관성을 나타낸다.

전반적으로 효율적인 자료관리를 위한 데이터베이스를 설계하기 위해서는 대상업무에 대한 업무현황분석을 통해 데이터베이스 설계의 기본방향을 정립하고 자료의 활용도에 따른 자료 서열화를 수행하여 자료의 표준화 방안을 설정하여야 한다.

본 연구에서는 농업용수 개발사업의 기초조사에 대한 현황분석을 통해 다양한 도형 및 속성자료의 자료분석을 수행하여 활용도에 따라 자료를 서열화하고 자료 표준화 방안을 설정하였다. 데이터베이스 설계를 위한 축척은 계획의 현황에 이용되고 주제도의 축척 등을 고려하여 축척 1:25,000의 현황레이어와 저수지의 주요 기본계획 및 실시설계에 활용하기 위한 축척 1:2,500의 계획 및 설계레이어로 규정하였다.

또한, 데이터베이스의 좌표체계는 국가기본도의 좌표체계와 동일한 TM좌표체계로 결정하였으며, 도곽 및 도엽코드는 1986년 법률 제3898호로 규정된 수치지도 작업규정안을 따르도록 설정하였다.

초조사용 데이터베이스 모델 및 구성요소 결정에서는 자료분석 및 표준화방안을 고려하여 기초조사에 이용되는 도형자료의 레이어(layer)를 분류하고 이와 관련된 속성자료의 연계방안을 규정하였다. 본 연구에서 설계된 데이터베이스의 모델은 표 2 및 그림 8과 같다.

3.3.2 공업추진에 따른 물리면적 변화 및 유효저수량 결정

공업용수 개발사업의 추진에 가장 기본이 되는 사업추진에 따른 물리면적의 변화는 상습한발지역인 대상지역의 토지생산성을 향상하고 식량증산을 목적으로 대상지역에 대한 도형 및 속성정보로 구성되는 기초조사용 데이터베이스를 통해 한발지역에 대한 분석과 대상지역내에 포함되어 있는 천수담과 수리불안전담 및 전에 대한 수원공 및 평야부의 용수계통을 분석하여 기존 불당골소류지에 의한 10.6 ha의 물리면적을 100 ha로 변화하도록 결정하였다.

이와같은 물리면적 변화의 결정에서는 도형자료로 대상지역의 1:25,000 국가기본도와 토지이용도가 이용되며, 속성자료로는 한발상습지역을 조사한 기상자료와 농업자료가 활용되며, 이를 통해 상습 한발지역

표 2. 자료종류 및 데이터베이스 구성 모델

분류	축척	자 료 명	자 료 내 용	활 용 분 야
도 형 자 료	1:25,000	○국가기본도	○지름및 지모	○계획현황파악
		○지 질 도	○대상지역의 지질	○수원공설계
		○토 양 도	○대상지역의 토양	○단위용수량 결정
		○수 맥 도	○지하수 흐름	○관정개발
	1:2,5000	○토지이용도	○토지이용현황	○용리면적결정
		○지 적 도	○지번 및 경계	○용지매수 및 보상
속 성 자 료		○수치표고모형	○정규격자 표고	○저수지터 위치선정 ○저수량 결정 ○저수지수위 및 댐고 결정 ○용수로 및 취토장 설계 ○도면적성
		○지 상 현 상	○월별평균기온 ○월별 평균증발량	○홍수량결정 ○용수계획
		○수 문 현 황	○하천현황	○홍수량 결정
		○농 업 현 황	○농가호수 및 연구 ○작목체계 ○전답이용현황	○단위용수량 결정 ○영농계획
		○지질조사자료	○지반지지력 조사 ○암질조사	○댐 지반의 안전도 평가
		○토양조사자료 ○경제분석자료	○삼투량자료 ○B/C 비	○단위용수량결정 ○사업 타당성분석

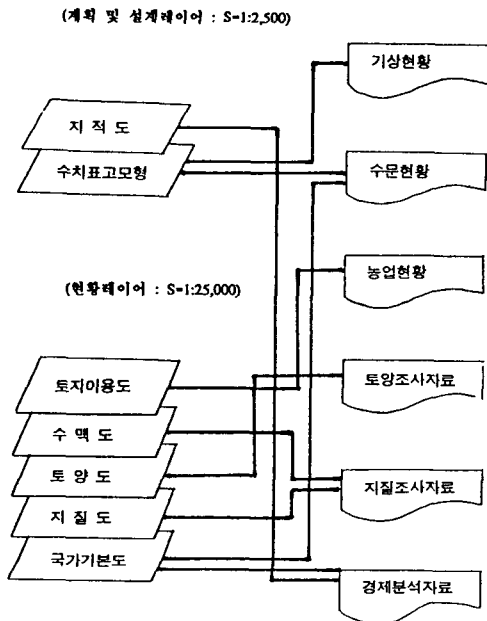


그림 8. 데이터베이스 모델 및 자료연계방법

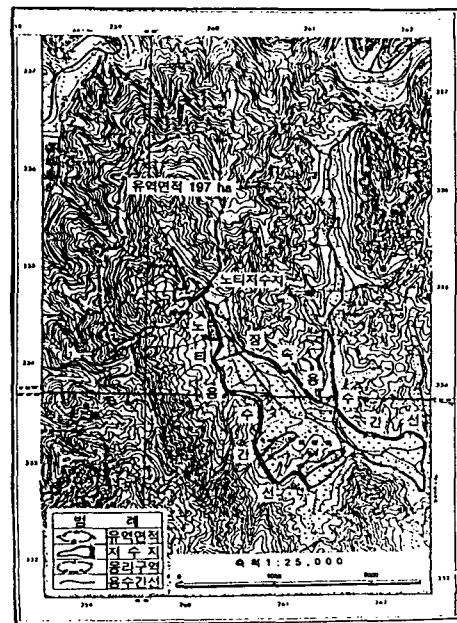


그림 9. 개발에 따른 물리면적의 변화

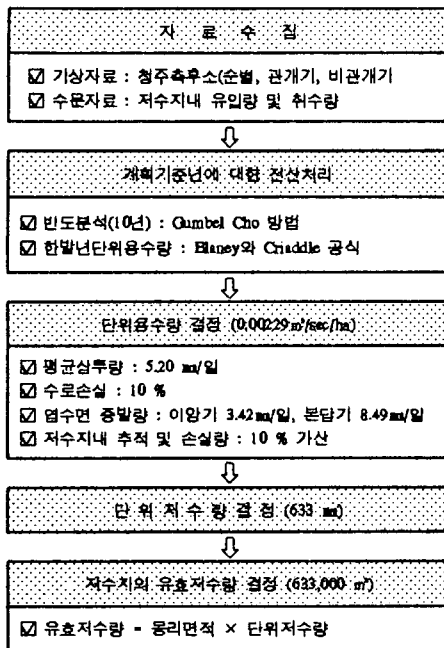


그림 10. 저수지의 유효저수량 결정과정

및 용수계통에 대한 공간분석을 수행하여 개발후의 물리면적 변화를 결정하였다. 대상지역의 물리면적변화는 그림 9과 같다.

물리면적 변화에 따른 유효저수량의 결정은 저수지의 적지선정에 이용되는 중요한 자료로 본 연구에서는 물리면적 변화에 따른 유효저수량을 결정하기 위해 기초조사용 데이터베이스의 청주축후소 기상자료와 각종 현장실험자료를 활용하여 단위용수량 및 단위저수량을 결정한 후, 이를 개발후의 물리면적에 곱하여 저수지의 유효저수량인 633,000 m³를 결정하였다. 본 연구에서 이용한 유효저수량 결정과정 및 각 과정에서 결정된 값은 그림 10와 같다.

3.4 대상지역의 기본 계획

연구대상지역에 대한 기본계획에서는 기초조사과정에서 결정된 저수지의 소요용수량인 유효저수량을 이용하여 저수지의 적지를 선정하고 저수지의 위치에 따른 유역면적 및 저수지의 만수위 및 홍수위를 결정하였다.

3.4.1 저수지 제방의 적지선정

저수지 제방의 적지선정은 농업용수 개발사업의 주

표 3. 저수지 제방의 적지선정 분석 CASE

CASE	격자크기	등고선간격	표고분포(m)
1	55×68	1 m	212.6-230.3
2	55×68	1 m	208.0-230.3
3	55×68	1 m	208.0-230.8

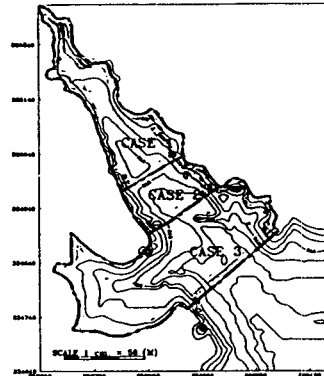


그림 11. 저수지터의 적지선정 분석 CASE

공정이 되는 저수지의 형상을 결정함은 물론, 공사규모 및 각종 계획 및 설계의 기본이 중요한 과정이다.

본 연구에서는 대상지역에 대한 저수지 제방의 적지선정을 위해 등고선간격 1 m로 보간된 수치표고모형을 통해 저수지 제방의 위치로 가능한 3 case를 설정하여 각 case에 따른 저수량을 계산하고 이를 기초조사과정에서 결정된 유효저수량과 비교분석하여 최적 저수지 제방의 위치를 선정하였다. 저수지 제방의 적지선정을 위해 선정된 case는 표 3 및 그림 11과 같다.

표 3 및 그림 11에서 나타난 바와 같이 case 1은 기존 불당골 소류지의 위치와 동일하며, case 2 및 case 3은 지형분석을 통해 댐공사의 난이도와 경제성을 고려하여 선정하였다.

저수지제방의 적지선정에 이용한 대상지역의 수치표고모형은 등고선간격 1 m인 55×68 크기의 정규격자 형태로 대상지역의 지형분석을 통해 계곡부와 적합한 kriging보간과 spline보간을 혼합하여 자료보간을 수행하였으며, 자료탐색방법으로는 quadrant 탐색방법을 이용하였다. 각 case별 대상지역의 등고선도 및 3차원 투시도는 그림 12과 같다.

각 case의 저수량 결정은 생성된 수치표고모형을 통해 표고 230 m를 기준으로 면적공식으로는 불규칙한

표 4. 각 CASE 별 저수량

CASE	저수량(m ³)	비 고
1	202,248	○기준 표 : 230 m ○유효저수량 : 633,000 m ³
2	383,679	
3	1,057,230	

단면에 가장 적합한 심프슨 제 2 법칙을 이용하였으며, ⁸⁾ 체적공식으로는 양단면평균법을 이용하였다. 본 연구에서 형성된 수치표고모형에 의해 결정된 각 case별 저수량은 표 4과 같다.

표 4에 나타난 바와 같이 3 case에 대한 저수량을 결정하여 기초조사 과정에서 결정된 저수지의 유효저수량 633,000 m³와 비교분석한 결과, case 1 및 case 2의 저수지터 위치는 유효저수량 보다 작게 나타나 적합치 않으며, case 3만이 1,057,230 m³로 결정되어 저수지의 유효저수량을 만족함은 물론, 퇴사에 의한 사수량을 포함하여 변화된 물리면적에 관개용수를 원활하게 공급할 수 있는 저수지 제방의 최적위치 임을 알 수 있었다.

3.4.2 유역면적 및 저수지 수위의 결정

저수지 제방의 위치가 결정되면 대상지역의 지형분석을 통해 유역면적을 결정하여 저수지의 만수위 및 홍수위를 결정하여야 한다.

본 연구에서는 대상지역에 대한 지형분석을 통해 그림 9에 나타난 바와 같이 유역면적으로 197 ha로 결정되어 유역면적이 물리면적의 1.97배로 개발면적에 비해 유역면적이 다소 적은 양상을 나타냄을 알 수 있었다.

저수지의 수위결정은 저수지터의 적지선정에 이용된 case 3의 수치표고모형을 이용하여 저수지부 내의 표고에 대응하는 저수지 용적을 산정하여 수위 대 용적(H-V곡선)을 구하여 결정하였다.

따라서, 저수지의 유효저수량 633,000 m³에 대응하는 저수지의 만수위는 수위 대 용적곡선을 통해 226.1 m로 결정되었으며, 1 m의 익류수심을 고려하여 홍수위는 227.1 m로 결정하였다. 본 연구를 통해 결정된 저수지의 수위는 및 저에 따른 저수량은 표 5와 같다.

표 5에 나타나 바와 같이 저수지의 만수위에 대한 저수지의 저수량을 적지선정 과정의 저수량 결정방법으로 계산한 결과, 675,878 m³로 결정되어 저수지의 유효저수량을 만족함을 알 수 있었다.

표 5. 저수지의 수위 및 수위에 따른 저수량

항 목	높이(m)	저수량(m)
저수지수위	○만수위	22.61
	○홍수위	227.1

표 6. 댐의 형식 및 주요 제원

구 조	제당연장	최고제고	총성토량	만수면상 여유고	정 폭
토언제	220 m	28.1 m	180.325 m ³	3.0 m	6 m
사면경사		수 위(m)			
내 측	외 측	댐	홍 수 위	만 수 위	사 수 위
1:22	1:20	229.1	227.1	226.1	209.0
1:25	1:23				

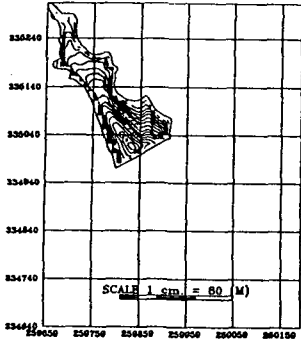
3.5 대상지역의 실시설계

본 연구의 실시설계에서는 농업용수 개발사업의 주요공정에 해당되는 댐의 높이 및 형상을 설계하고 댐의 성토량에 의한 대상지역의 취토장 설계 및 물리면적에 원활한 용수공급을 위한 용수로를 설계하였다.

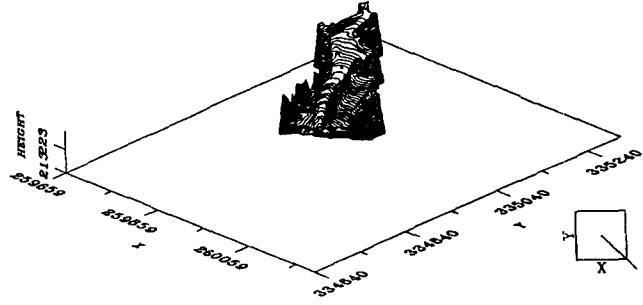
댐의 높이는 기본계획 과정에서 결정된 저수지터의 위치와 저수지의 만수위를 기준으로 풍속 30 m/초의 바람에 의한 파랑의 저수지 수면으로 부터의 높이(hw)와 지진에 의한 파랑의 저수지 수면으로 부터의 높이(he)의 합이 1보다 작을 경우 댐의 높이는 설계홍수위(227.1 m)에 2.0을 더하여 결정한다는 법칙을 이용하여 229.1 m로 결정하였다.

또한, 댐의 형상 결정에서는 댐의 활동 등에 의한 안전과 이설도로로 활용할 목적으로 댐의 정폭을 6.0 m로 하였으며, 저수지터의 위치에 대한 수치표고모형을 통해 댐의 성토량을 180,325 m³로 결정하였다. 본 연구를 통해 설계된 댐의 주요 제원은 표 6와 같다.

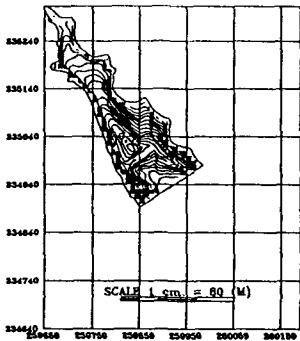
대상지역의 취토장설계는 사업의 경제성을 좌우하는 중요한 요소로 토언제인 댐의 성토량을 대상지역 내에서 취토하기 위해 수치표고모형을 이용하여 지형분석과 토공량 결정을 수행하여 그림 13와 같이 두개 지점을 선정하였다. 그러나, 댐의 중심점토에 대한 취토는 대상지역에 지질조사결과 대상지역내에 점토가 분포하지 않아 대상지역 밖의 가장 가까운 지점에서 취토하도록 설계하였다.



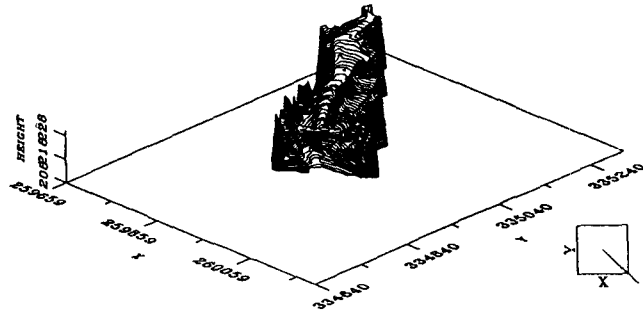
(a) CASE 1의 2차원 등고선도



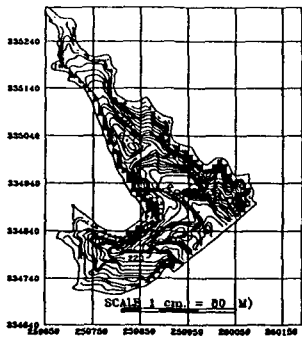
(b) CASE 1의 3차원 투시도



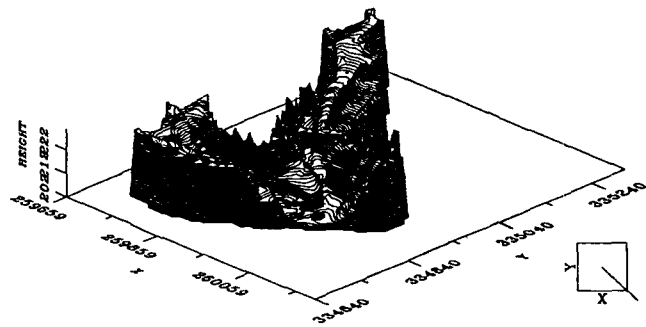
(c) CASE 2의 2차원 등고선도



(d) CASE 2의 3차원 투시도



(e) CASE 3의 2차원 등고선도



(f) CASE 3의 3차원 투시도

그림 12. 각 CASE별 저수지의 2차원 등고선도 및 3차원 투시도

대상지역의 용수로설계는 개발에 따른 물리구역이 평탄지와 상류부 및 고지대로 구성되어 경지의 표고가 크기 때문에 용수로 대부분이 산간 비탈면으로 설계하였다.

또한, 대상지역의 용수로는 지형, 지질, 수로손실 및 유지관리를 고려하여 전 구간을 콘크리트 구조물로 설

계하였으며, 통수량이 적은 구간은 조립식 구조물로 물리면적의 좌측에 노티용수간선(2,950 m)과 우측의 장속용수간선(3,857 m)으로 양분되도록 총 6,807 m의 용수로를 설계하였다. 본 연구를 통해 설계된 용수로의 형상 및 주요제원은 그림 9 및 표 6과 같다.

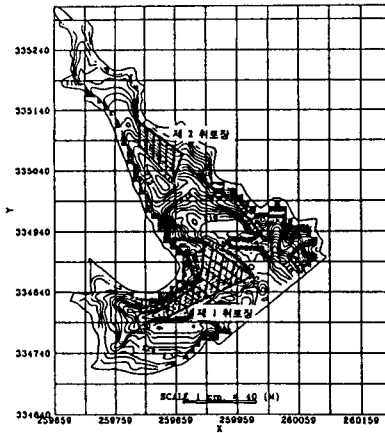


그림 13. 대상지역의 취토장 설계

4. 결 론

본 연구는 농업용수 개발사업의 합리적이고 경제적인 추진을 위해 기초조사와 기본계획 및 실시설계 과정에 항공사진을 이용하여 취득된 수치지형정보의 활용성을 타진한 연구로 선정된 대상지역에 대해 본 연구를 수행한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

(1) 농업용수개발 사업의 기초조사에 이용되는 도형 및 속성정보를 효율적으로 관리하기 위한 기초조사용 데이터베이스의 설계하였으며, 이를 대상지역에 적용한 결과 농업용수개발의 계획 및 설계에 유용함을 알 수 있었다.

(2) 항공사진을 이용하여 생성된 수치표고모형을 통해 저수 제방의 적지선정을 수행한 결과 저수지의 유효저수량을 만족하는 저수지 제방의 최적위치를 합리적으로 결정할 수 있었다.

(3) 농업용수개발 사업의 실시설계 과정인 댐의 형상과 취토장 및 용수로설계에 본 연구에 정립한 데이터베이스 및 수치표고모형을 활용한 결과 대상지역의 효율적인 설계에 기여함을 알 수 있었다.

이상과 같이 대상지역의 수치지형정보를 이용하여 연구대상지역에 대한 농업용수 개발사업의 기초조사와 기본계획 및 실시설계를 수행한 결과 본 연구를 통해 정립된 방법이 농업용수 개발사업의 합리적이고 경제적인 추진에 기여할 수 있음을 알 수 있었다.

參考文獻

1. 김시원, 김철기, 이기춘, 농공학총서 제 2부, 신고 농업수리학, 향문사, 1986.
2. 농수산부, 농지개발사업계획설계기준(댐편), 농수산부, 1982.
3. 유복모, 사진측정학, 문음당, 1991, pp. 269-279.
4. 권 현, "수치지형모델에 있어서 지형의 분류에 따른 보간법 적용에 관한 연구", 연세대학교 박사학위논문, 1988.
5. 이재기, 이현직, "중합레저시설의 합리적인 계획을 위한 수치지형모형의 활용에 관한 연구", 충북대학교 산업기술연구소 논문집, 제 5 권, 제 1 호, 1991.
6. 유복모, 지형공간정보론, 동명사, 1994, pp. 77-82.
7. Demie, L.E., Fornaro, R.J., and McAllister, D.F., "Techniques for Computerized Lake and River Fill in Digital Terrain Models", PE & RS, Vol. 48, No. 9, 1982, pp. 1431-1436.
8. El-Hassan, and Ismat, M., "Irregular Boundary Area Computation by Simpson's 3/8 Rule", ASCE, Journal of Surveying Engineering, Vol. 113, No. 3, 1987, pp. 127-132.