

제주도 성읍지구 농촌용수개발사업

심 좌 근

농어촌진흥공사 농어촌용수사업처 계획과장



1. 머리말

제주도 최초의 중규모 지표수개발사업인 성읍지구 농촌용수개발사업은 신생대 화산활동에 의해 생성된 다공질 현무암과 화산회토로 구성된 지질 특성으로 인한 토질, 수문, 수질, 환경 등의 제약조건에도 불구하고 각 분야별 전문 연구 검토를 거쳐 저수지 설치를 위한 기본계획을 수립하게 되었다.

제주도의 용수개발과 이용의 역사는 빗물이용과 물허벅에서 암반지하수 개발로 커다란 전환점이 마련되었지만 한정된 지하수자원 고갈에 대한 우려는 일부 해안지대의 염수혼입 등으로 더욱 더 전 도민의 관심사항으로 확산되어가고 있다. 이러한 제주도지표수개발사업의 열망속에 추진되는 성읍지구 농촌용수개발계획은 저수지 축조방법, 내용적 지수대책, 수질오염 방지대책,

수문 처리방법 등 여러 면에서 지금까지 기술 축적된 육지부의 저수지 설치계획과는 전혀 다른 새로운 응용기술분야라고 할 수 있다.

성읍지구 개발계획은 총 저수량 135만 m^3 의 저수지 1개소와 남제주군 표선면 지역 400ha의 발관개용 관수로 17조 28km를 신설함으로써 농·축산용수 공급과 기존농업용 관정의 생활용수 대체를 가능케 하고 제주관광지역 내륙 담수호수의 개발로 관광자원 확보는 물론, 홍수피해방지 등 지역균형 발전과 토지이용률 증대를 통한 농업생산성 증대와 주민생활 수준 향상에 기여하는 중요한 사업이다.

2. 사업개요

가. 사업명

성읍지구 중규모 농촌용수개발사업(시험사업)

나. 사업구역

제주도 남제주군 표선면 성읍리외 2개리(1군, 1면, 3리)

다. 사업목적

관개개선, 농·축산, 관광용수 확보, 홍수피해 방지

라. 사업추진경위

- 1996. 3 : 기본조사 건의(제주도)
- 1996. 6 : 기본조사 지시(농림부)
- 1997. 4 : 각계 전문가 기술검토회 개최 (북제주 군청)
- 1997. 9 : 기본계획 수립 착수 (농어촌진흥공사)
- 1997. 11 : 토목, 수문, 재료, 토양, 지질, 농업경제 현장조사 완료
- 1998. 2 : 사업개발규모 결정을 위한 전문 분야별 연구시행 결과 반영 지시(농림부)
- 1998. 4 : 전문분야별 연구시행(수문, 기초지반, 수질·환경, 발판개 필요수량 산정등)
- 1998. 7 : 중간평가회의 (전문연구, 용역분야별)
- 1998. 12 : 전문분야 연구용역 완료
- 1999. 6 : 기본계획 확정 및 세부설계 지시 (농림부)

마. 개발내용

- 수혜면적 : 발판개 400ha

- 홍수위 : EL: +168.20m
- 만수위 : EL: +165.70m
- 사수위 : EL: +160.00m
- 제정고 : EL: +170.20m
- 만수면적 : 20.24ha
- 총저수량 : 134.60만^m
- 유효저수량 : 103.70만^m
- 댐높이 : H=17.20m
- 최대수심 : H=7.70m

바. 공사개요

1) 저수지

- 저수지1개소 : 중력식 콘크리트댐 (L=168.00m, H=17.20m)

2) 용수로(관수로) : 17조 27.630km

- 용수간선 : 1조 8.200km

- 용수지선 : 16조 19.430km

3) 방수제순환도로 : 1조 2,094m(B=6.0m)

4) 진입도로 : 2조 1,048m(B=7.5m)

5) 퇴사제거용도로 : 4조 272m(B=5.0m)

6) 물관리자동화시스템(TC/TM) 구축

7) 수질정화시설

- 가) 수질정화용 비상관정 2개소 개발

- 나) 저층수 배제용 수문설치

- 다) 성읍2리 및 성읍목장 오폐수처리장 1개 설치

8) 향후개발

- 가) 인공섬, Bio Park

- 나) 퇴적물 및 물이끼준설선 도입

- 다) 인공순환 수중 폭기시설 등

사. 추정사업비

- 총 사업비 : 38,783백만원
- ha당사업비 : 96,958천원

아. 사업기간 : 사업 착공후 8개년

자. 사업효율분석결과

- B / C : 1.26
- I R R : 6.8%
- 증수량 : 1,520ton

3. 사업지구 현황

성읍지구는 수혜 구역이 천미천을 따라 제주도 남제주군 표선면 성읍리에서 표선리까지 약 10km 정도로 길게 펼쳐 있다.

지형은 한라산을 중심으로 서고 동저형의 형태로 넓은 범위의 평탄한 화산암층이 분포하고 있다. 이 지역의 흐름은 약 60여개 정도의 다양한 높이로 형성되어 있으며, 천미천은 한라산 기슭의 흙불은오름에서 발원하여 조천읍, 구좌읍, 성산읍 등 총연장 37.5km, 유역면적 9,939ha의 넓은 유역을 가지고 있는 제주도의 최대 건천이다.

기후는 제주도 동부지역으로 년평균 강수량이 1,851mm로 전국 평균 1,274mm 보다 많은 다우지역에 속하며, 수문기상 자료는 무계측 지역으로 본 지구내에서 관측되고 있는 재해예방용 4개소의 우량전문관측소(성읍, 교래, 송당, 성판악)와 인근 제주, 성산포, 서귀포 관측소의 자료를 수집, 분석하였다.

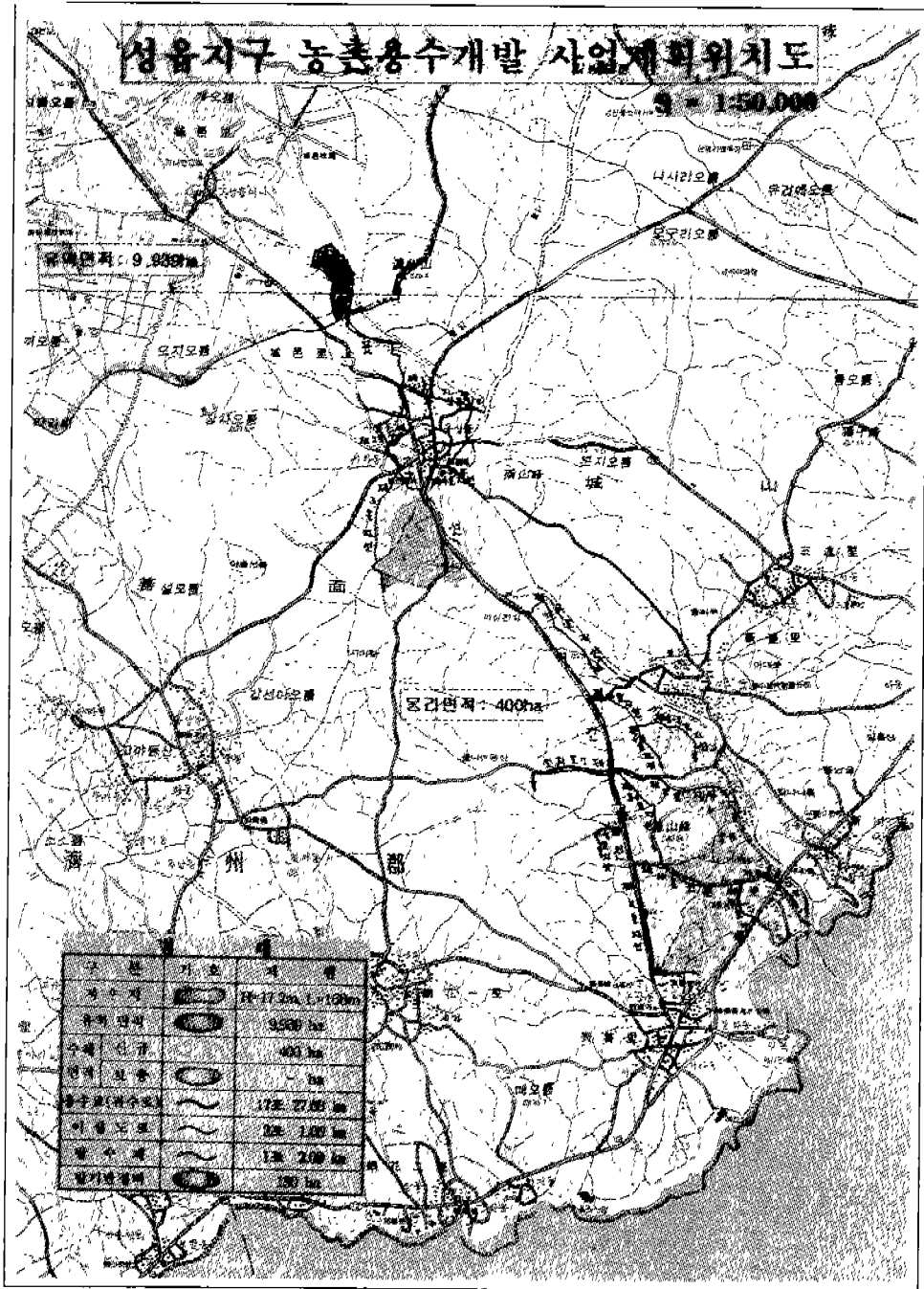
지질 및 토양분포는 신생대 화산활동에 의해

생성된 화산섬으로 토층은 다공질 송이토로 구성되어 있고, 암반층은 다공질 현무암으로 암석 표면에는 주상절리가 잘 발달되어 있어 매우 다공질이고 기공이 크며, 투수성이 양호한 암질로서 곳에 따라 매우 다양한 변화를 보이고 있다. 이중 성읍지구 댐 예정지점은 장석 갑랍석 현무암과 비현정질 현무암으로 지표지질을 형성하고 있다.

본 지구 수혜구역의 토지이용은 대부분 밭작물과 과수작물로 구성되어 있고, 밭작물은 감자와 콩, 그 외 당근이 주류를 이루며, 과수작물은 주종이 감귤이다.

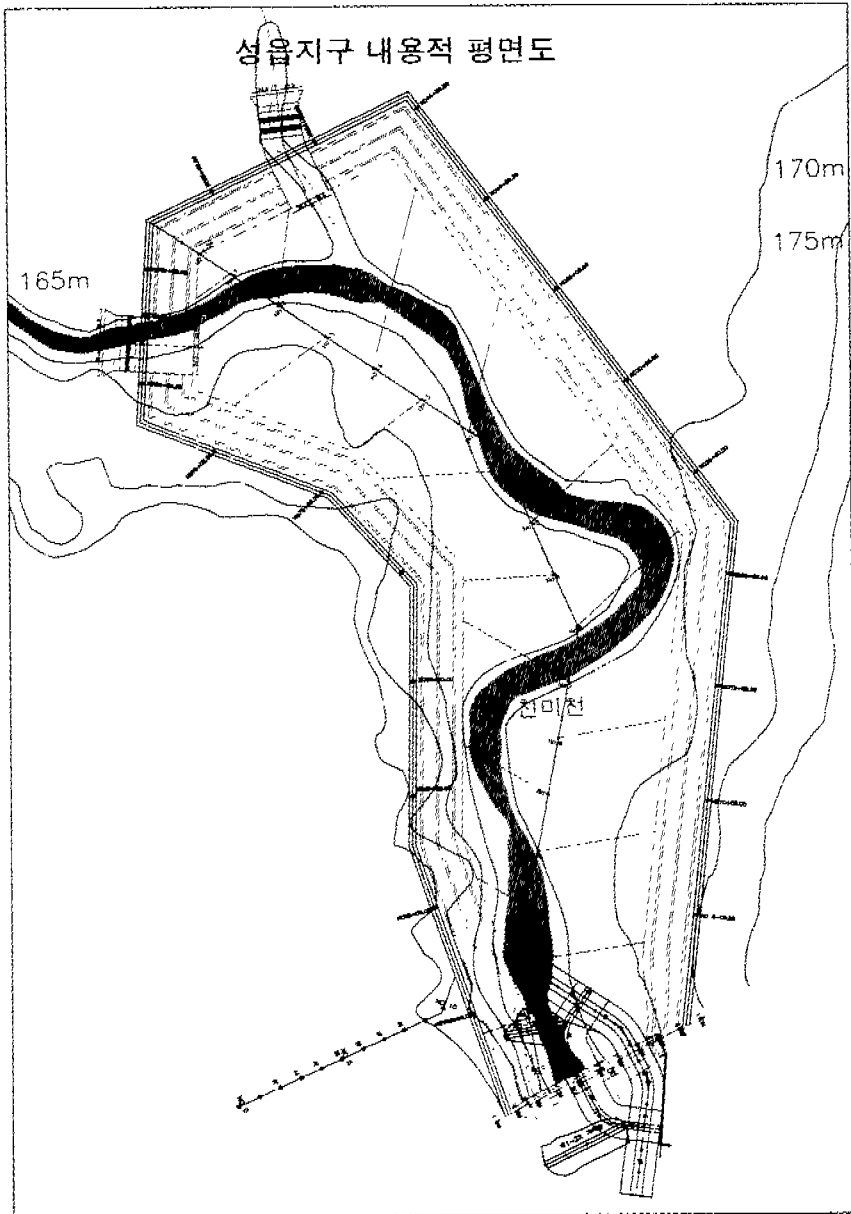
용수이용은 대부분 자연강우에 의존하거나 지하수를 개발하여 용수를 공급하고 있는 실정으로 한발이나 갈수기에는 극심한 물 부족으로 영농에 곤란을 겪고 있다. 따라서 이 지역의 지표수 개발은 지역주민들의 숙원사업일 뿐 아니라 바다로 흘러가는 물을 이용하는 유망한 사업으로 전 도민의 커다란 관심사업이다.

하지만 성읍지구 사업추진에서 가장 중요한 문제는 저수지 내용적의 지수대책과 수질오염 방지대책으로서, 저수지 내용적 지수대책으로는 점토 다짐이나 콘크리트, 아스팔트차수 등의 여러 공법이 검토됐으나 경제성, 시공성, 지수성 등 여러 면에서 우수한 차수재공법을 채택하였으며, 차수재중에도 H·D·P·E계 차수재보다 비용이 35% 가량 비싸지만 고무계 차수재(E. P. D. M sheet)를 사용하여 지수처리대책을 수립하였으며, 증수위 이상의 사면이 햇빛에 자주 노출되어 파손우려가 있는 부위는 블록시공으로 차수재를 보호할 수 있도록 보완하였다. 수질환경 대책으로는 유역 내에 존재하고 있는 환경오염



원에 대한 대책과 저수지 내에서의 대책 등 여러가지 연구내용이 제안되어 계획에 반영되었으

나, 향후 더 많은 기술적인 연구와 환경 친화적인 대책마련이 계속되어야 할 것이다.

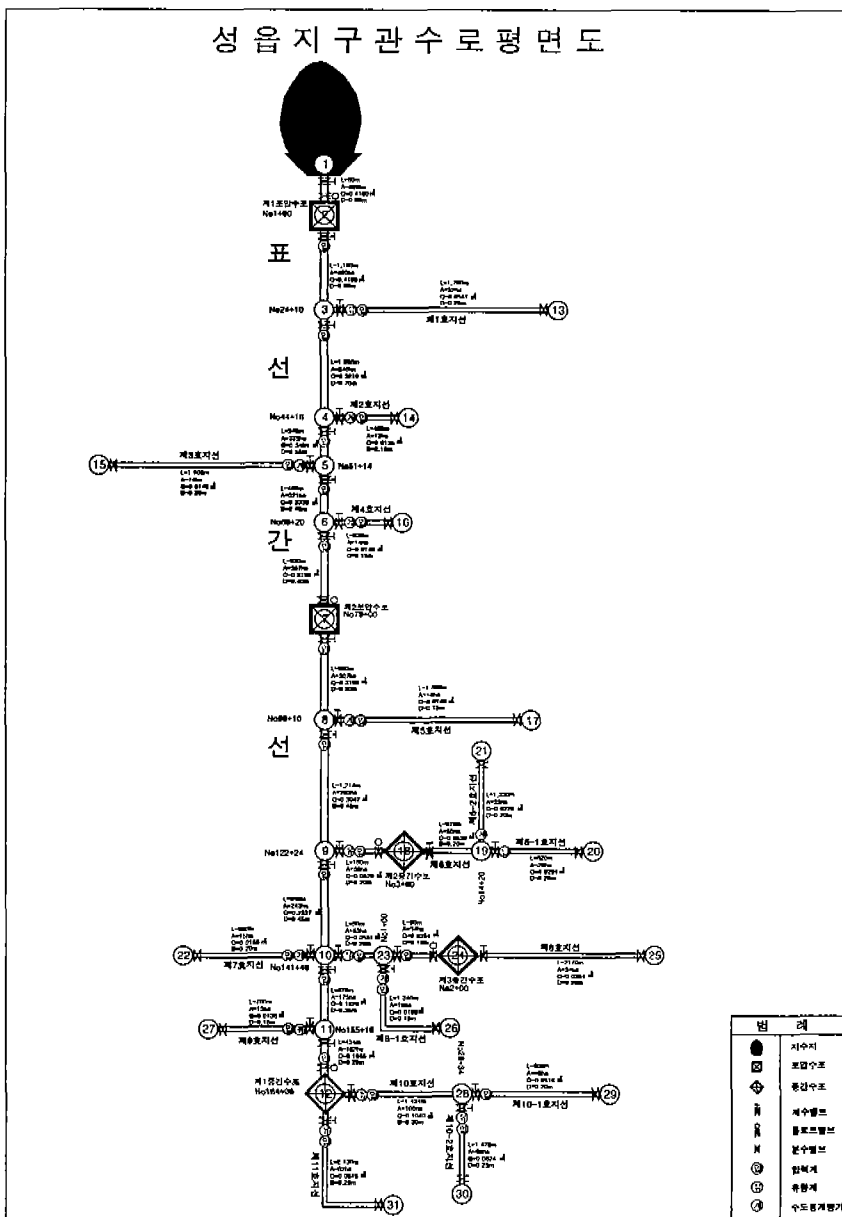


4. 저수지 설치계획

성읍지구의 수원공은 중력식 콘크리트 댐으로 계획하였으며, 이러한 수원공을 계획하기 위하여 유역내의 강우량 실측 및 성산포 관측소의 기존

강우자료와 성읍교, 평화교의 유량 실측자료를 토대로 홍수 유출량을 추정하였으며, 또한 저수지 유입 가능한 저류량을 물수지 분석하여 유효저수량 및 총저수량을 정하여 댐의 규모를 결정하였다.

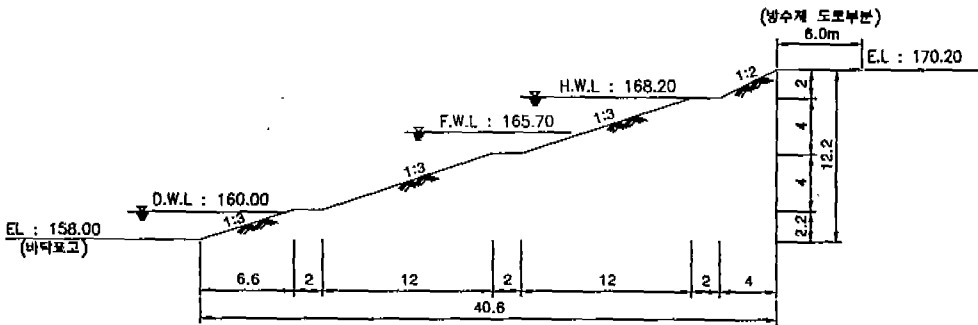
성읍지구관수로평면도



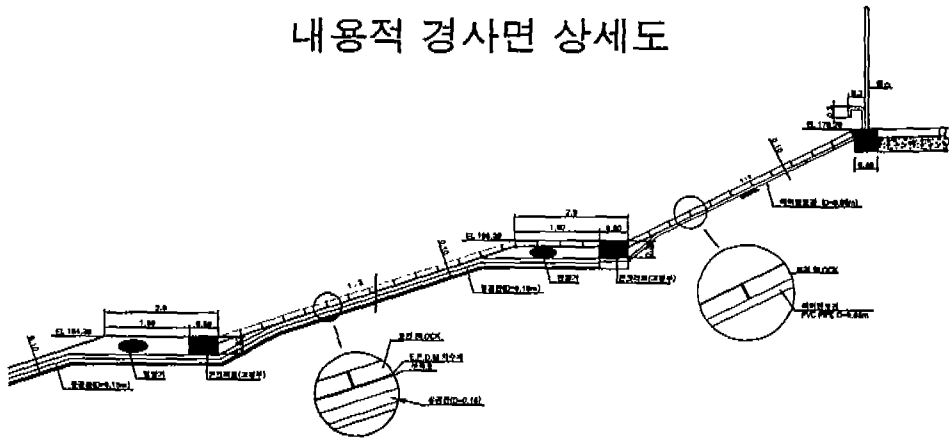
본 지구는 유역면적이 크다고 할 수 있지만 다공질 화산암의 특성상 일일 100mm 강우이하에서는 유출이 거의 없다가 지면에 물이 포화되어 더 이상 지하침투가 적어지면 강우량은 곧바로 홍수 유출로 변하므로 다른 형식의 댐으로는

축조재료의 구득난과 유역면적 9,939ha의 순간 홍수량에 의한 여수토 길이가 너무 길게 되어 물넘이 시설은 콘크리트댐의 특성을 살려 Shute 식 월류형으로 계획하였다. 또한 수리특성분석에 의한 홍수침수면적 등을 고려하여 언장 및 월류

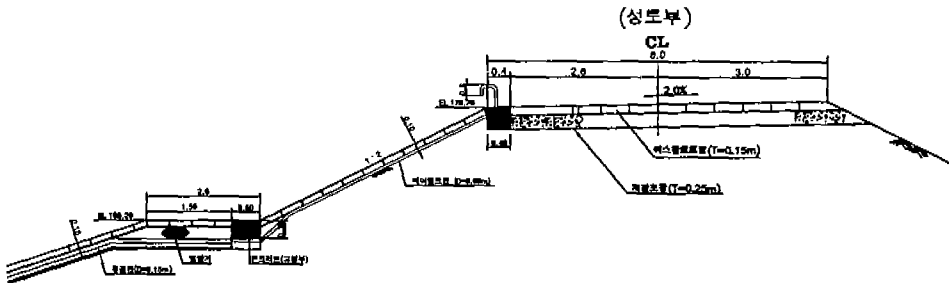
내용적 경사면 표준단면도



내용적 경사면 상세도



방수제 표준단면도



수심을 결정하였으며 하류하천의 지형과 특성을 고려하여 감세공은 정수지형을 채택하였다.

지질 및 토질특성상 내용적은 인위적인 굴착 공법으로 저수량 확보계획을 수립하였으며, 이에 대한 방수제는 지역여건을 고려하여 자연친화적이 될 수 있도록 환경블록으로 사면처리 하였으며, 방수제의 내측 경사는 안전성과 차수시트의 시공성 등을 고려하여 1:3정도의 기울기와 2m폭의 소단을 여러 군데 설치하여 안전하게 계획하였다.

또한 용출수에 의한 양압력 우려와 공기부력에 의한 차수재의 활동 등을 방지할 수 있도록 배수용 맹암거와 Air vent 시설을 계획하였고 저수지 유입부는 홍수시의 충격과 부유물, 돌 등의 유입에 의한 차수재 보호를 위해 유입부 대책을 특별히 수립하였다.

댐의 시공 중 콘크리트 타설 및 양생 등을 위한 건조작업(dry work)이 될 수 있도록 가물막이와 가배수로를 설치하여 하천을 유수, 전환하였고 취수시설은 홍수위와 사수위, 바닥표고 등을 고려하여 결정하였다.

콘크리트댐체와 일체로 계획한 반원형 취수탑은 온수취수 및 관개의 원활을 기할 목적으로 유효수심에 따라 3개의 취수공을 계획하였다.

도로는 영주산 하류 쪽으로부터 수원공 우안으로 향하는 제1 진입도로와 지방도 1113호선에서 연결되어 수원공의 좌안으로 향하는 제2 진입도로를 아스팔트포장 2차선 도로로 계획하였으며, 저수지 방수제의 순환도로는 동물과 사람의 침입을 막도록 보호 울타리를 설치하였고 내용적 굴착 및 차수재 공사, 퇴사제거용 도로는 콘크리트 포장도로를 계획하였다.

5. 평야부 개발계획

본 지구의 평야부는 상류부와 하류부가 100m 정도의 표고차가 있고 전반적으로 굴곡이 완만한 지형을 이루고 있으며, 관개대상구역이 대부분 발관개지역으로 지형 여건상 용수로 계획은 개수로 보다는 관수로로 계획함으로써 스프링클러 등에 필요한 수압조건을 만족 시키기 위한 간선 1조 8.2km, 지선 16조 19.43km, 총 17조 27.63km를 신설하여 저수지와 수익지의 수두차를 이용한 자연압력식 관수로 시스템을 구축하여 관개계획을 수립하였다.

노선은 지형, 지질 등의 자연적인 조건과 시공 여건, 관리상의 용이성, 부대관리비, 토지이용이나 주요작물 등 사회적인 조건을 고려하여 수혜 지역 전체에 용수가 골고루 급수되도록 하였으며 기본계획에는 간선, 지선까지만 계획하였고 지저이하의 수혜지까지의 인입수로는 농민들이 직접 급수시설을 설치할 수 있도록 하였다.

관수로의 송수방식은 자연압력식송수 형태를 취했고, 형식은 감압수조를 배치하는 반폐쇄형으로 farm pond를 겸하도록 계획하였으며, 배관방식은 수지형으로 주로 도로변에 설치하여 용지 매수비 절감 등을 꾀하였다. 물관리 형식은 자동물관리시스템(TC/TM)을 적용 수요지중심의 자동물관리가 가능하도록 하였으며, 관종은 압력관로에 적합한 강관(도복장 강관)을 계획하였다.

6. 수질정화 계획

성읍지구 구역에서 발생하는 오염물질의 대부분은 저수지 상류부 목장에서 사육 또는 방목하

고 있는 가축의 축산폐수에 의한 것이다. 축사에서 사육하는 가축의 경우는 통제하기가 훨씬 쉽지만 방목하는 가축의 경우는 통제하기가 어려울 뿐만 아니라 수질오염의 주요원인이 되고 있다. 하지만 본 지구는 유역면적이 넓고 이에 따라 초지면적 또한 넓어 사육두수와 초지면적간의 적절한 면적비율로 오염물질이 어느 정도 자연적으로 정화되는 것으로 조사되었다. 그러나 수원공 상류에 위치한 성읍2리 마을에서 발생하는 생활오수는 수원공의 수질에 직접적으로 영향을 미치므로 이에 대한 대책을 마련해야 한다. 따라서 성읍2리 마을에서 발생하는 마을하수 처리를 위해 성읍2리 및 목장에 오폐수처리장을 설치토록 계획하였다.

또한, 갈수시 저수지 수량의 감소에 의해 저수지의 오염도 증가 및 조류의 대량번식을 방지하기 위해 저수지 회석수로 활용할 수 있도록 저수지 인근에 비상수원인 지하수 암반 관정 2개소를 계획하였다.

그리고 저수지내의 사수위 아래에 침전되는 퇴적물(저니)과 함께 저층수를 배제할 수 있도록 취수탑에 저층수 배제시설을 계획하였으며, 유역내 홍수 유출시 저층수의 효율적 배제를 위

하여 저수지 관리지침을 마련하였다.

향후 저수지 수질오염의 정도가 높아질 것에 대비하여 인공식물섬, Bio park 설치와 조류 번성을 억제하고 제거하기 위한 조류준설선을 도입 운영토록 하였다. 그래도 심각한 부영양화가 우려될 경우 저수지내의 산소공급과 상하 물순환을 통한 식물성 플랑크톤의 성장억제 및 제거를 위해 압축공기를 이용한 인공순환식 수중폭기의 방법도 적용토록 향후계획에 반영하였다.

7. 맺는말

제주도 성읍지구 중규모 농촌용수개발사업은 제주도 최초의 대규모 지표수개발 모델사업으로서 기본계획 단계에서부터 많은 기간과 특수전문분야별 연구검토가 이루어졌지만, 향후 세부설계는 물론, 공사착공에서 준공, 유지관리시까지 지속적으로 전문분야별 연구검토가 이루어져야 할 것이며, 특히 관광특구인 지역여전에 맞는 친환경적인 지표수개발 모델 정립으로 제주도 농촌용수개발사업의 새로운 전기가 될 것으로 기대된다.