

관수로 시스템 수리진단 기법 개발

Development of the Hydraulic Inspection Method for Irrigation Pipeline Systems

김영화* · 박지성 · 정병호(농업기반공사 농어촌연구원)

Kim, Young-Hwa* · Park, Ji-Sung · Cheong, Byong-Ho

Abstract

For improving the flow capacity of pipeline system the hydraulic inspection method was developed conducting on-site with survey of pipeline facility such as diversion work, air vent, etc. and pipe network analysis. The pipe network analysis method determine pipe diameter with trial and error. The validity of the hydraulic inspection method proved adapting on S-district pipeline system.

I. 서론

'80년도 말부터 경지정리, 간척개발 등의 논관개에 관수로가 도입되기 시작하여 '94년부터는 발관개에 관수로가 본격적으로 이용되기 시작하였다. 관수로는 관개효율이 높고, 지형에 제약을 받지 않고, 경관, 수질 등 환경보전에 유리하며 유지관리 비용을 절감할 수 있는 등 다양한 장점을 가지고 있어 차세대 용수로로 주목을 받고 있다. 한편으로 일부 관수로 지구에서 통수불량, 관로파손 등 문제가 발생되고 있어, 현장조사 및 관망해석 기법을 활용한 관수로 진단기술 개발이 필요한 실정이다. 본고는 '95년도에 설계된 S지구 관수로의 시험영농구간에서 발생한 통수불량 현상에 대하여 수리진단을 실시하여 통수능력을 개선한 결과를 요약한 내용이다.

II. S지구 관수로 시스템

Fig. 1의 S지구는 간척개발사업에 의하여 조성된 1,954ha의 대규모 간척농지에 전장 76km의 용수로가 계획되어 있다.

용수공급은 전양정 22m, 430HP 짜리 양수기 2대와 전양정 13m, 260HP짜리 양수기 2대 등 양수기 4대로 최대 4.393m³/s까지 가능하다. 용수간선(16,720m)은 콘크리트 개거(Open Channel)이며, 용수지선(13,088m) 및 지거(46,091m)는 관수로(Pipeline)인 복합형 용수로 체계로 이루어져 있다.

이 지구는 용수로가 복합형인 관계로 용수간선과 용수지선(지거)의 연결부에 분수량 관리를 위한 분수시설(Diversion Work)이 설치되어 있는 것이 특징이다.

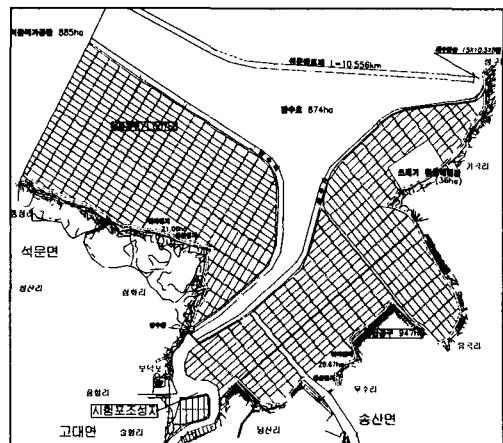


Fig.1 S지구 개요도

III. 관수로 시스템 수리진단 방법

S지구의 수리진단은 시험영농구간에서 발생한 통수불량 문제를 해결하기 위하여 검토되었으며, 검토항목은 관수로 조직, 분수시설, 통기시설, 급수관의 연결구조 조사·분석 및 관망해석에 의한 통수능력에 대하여 문제점을 도출하고 개선방안을 검토하는 순서로 실시하였다.

IV. 진단결과 및 개선대책

1. 분수시설 진단

(1) 시설구조

A공구의 분수공은 Fig. 2에 제시된 형태로 용수간선과 지거관로의 연결부에 설치되어 있다. 시설은 스크린, 침사지, 분수문, 조정수조로 구성되어 있다.

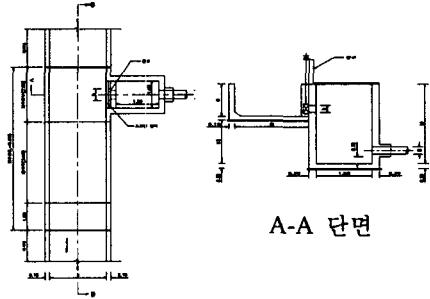


Fig.2 분수공 상세도

(2) 진단결과 및 고찰

Fig. 3의 분수공은 분수문이 용수간선측에 설치되어 있어 용수간선에서 유입하는 수량은 조절이 가능하나 지거관로로 유출되는 통수량 조절이 곤란한 구조로 되어 있다. 그리고, 용수간선과 조정수조의 수위차가 크고 조정수조 수위가 설계수위에 미치지 못하게 나타났으며, Fig. 4와 같이 조정수조의 수위가 충분하지 못하면 지거관내 수압이 부족하여 급수불량상태가 발생한다. 이를 방지하기 위해서는 조정수조의 유입유출량을 조절할 수 있도록 지거관로 유입부에 분수문 혹은 제수밸브를 설치해야 한다. 이 경우 용수간선에서 조정수조로 유입되는 수량과 지거관로를 통하여 유출되는 수량이 동등하면 조정수조의 수위는 일정하게 유지되고 조정수조에서의 공기발생도 억제할 수 있다. 따라서, 이를 개선하기 위해서는 조정수조에서 공기가 발생하지 않도록 하거나 발생된 공기가 지거관로에 유입된 이후에 지거관로에서 자동배기 되도록 하는 배기장치(통기공)를 설치해야 한다.



Fig.3 분수시설

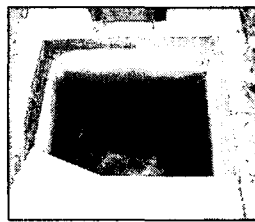


Fig.4 조정수조 내부

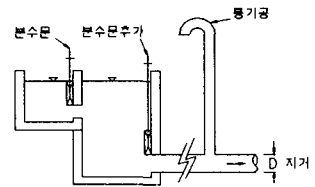


Fig.5 분수공 개선안

2. 통기시설 진단

(1) 설치목적

통기시설은 취입부에서 들어온 공기 또는 수중에 용해된 공기가 관내에 집적되지 않도록 관내의 공기를 배제하거나 관내에 공기를 공급할 목적으로 관로 도중 혹은 분수시설, 제수밸브 등에 설치한다.

(2) 진단결과 및 고찰

개수로와 관수로 복합수로 조직인 경우에는 사용량에 따라 조정수조의 수위가 변동하므로 수위저하시 공기가 유입되어 통수에 지장을 초래하기 때문에 유입공기를 배제하기 위한 통기시설 설치가 필수적이다. 이 지구에 설치되어 있는 통기시설은 I 형이 설치되어 있으나 적정위치(7~10D)에 설치되어 있지 않고 통기공의 상부가 개방되어 있어 부유물이 들어갈 우려가 있어 구조변경이 필요하다.

① 개선1안 (통기시설 I 형) : 동수경사선에서 0.5~1.0m의 높이의 여유고를 확보하고, 관경 75mm를 설계지침에 제시되어 있는 150mm로 변경하고 상부가 직관형태로 되어 있으나 부유물이 들어가지 못하도록 U자형 엘보를 부착하는 구조로 한다.

② 개선2안 (통기시설 II 형) : 통기시설 1안은 통기공이 지거관로보다 적어 공기배제능력이 떨어지므로 공기를 모을 수 있는 구조인 통기시설 II형을 제시하였다. 이 구조는 지거관로 상부가 원형으로 되어있어 공기차집이 용이한 구조이다.

③ 개선3안 (통기시설 III형) : 통기시설 III형은 지거관과 동일한 구경으로 통기공을 설치하므로 공기배제 능력이 뛰어나고 시공이 용이한 점이 특징이다.

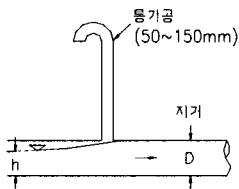


Fig.6 통기시설 I형

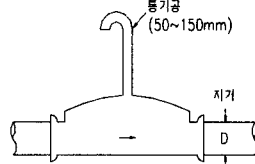


Fig.7 통기시설 II형

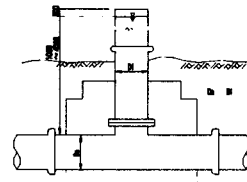


Fig.8 통기시설 III형

통기시설은 I 형보다 II,III형이 공기배제가 용이한 구조이나 II형은 제작이 어렵고, III형은 지거관이 동일구경이므로 III형이 적절하다.

3. 급수관 연결상태 진단

(1) 급수관 구조

급수관 연결구조는 지거관로(350mm)에서 급수관(200mm)이 횡방향으로 분기되는 구조를 하고 있고 끝단에 급수공이 설치되는 구조이다.

(2) 진단결과 및 고찰

Fig. 9와 같은 급수관 연결방식은 관로내에 유입된 공기가 배출되기 어려운 구조로 유입 공기에 의하여 통수장애를 일으킬 우려가 있다. 따라서, 급수관 연결방법을 관로내의 공기를 배출하기 용이한 구조로 개선해야한다.

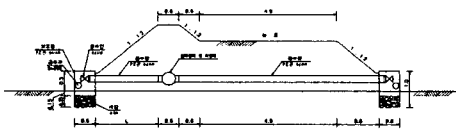


Fig.9 A공구 급수공

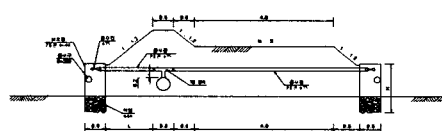


Fig.10 A공구 급수공(개선안)

Fig. 10은 유입된 공기를 용이하게 배제하기 위하여 급수관을 지거관로 상부에 연결한 구조이다. 이 연결구조는 관로내의 공기를 급수관으로 배제할 수 있어 공기에 의한 통수장애에 대한 염려가 없는 구조이다.

4. 통수능력 평가

(1) 평가개요

S지구의 관수로의 지거연장은 1.0~1.2km로 연장이 상당하나 지거관이 동일한 관경으로 설계되어 있어 관로의 통수능력 검토가 필요한 실정이었다. 검토순서는 1차적으로 설계관경에 대한 지거관로의 통수능력을 검토하고, 2차적으로 시행착오법에 의하여 조정한 변경관경에 대한 통수능력을 검토하였다. 통수능력 평가는 통수량을 4단계로 분리하여 평가하였다.

Table 1. 평가기준

구분	세부설명
◎	설계용수량 100%이상 통수가능
○	설계용수량 50~100% 통수가능
△	설계용수량 0~ 50% 통수가능
×	물 나오지 않음

(2) 검토결과 및 고찰

관수로의 통수량 평가는 관수로 조직에 대하여 설계조건 및 개선조건에 대하여 관수로 수리해석 기법인 관망해석법을 이용하여 검토하였다. 통수능력 검토를 위한 지거관로 관경 조정은 3단계, 4단계로 조정하고, 급수관 관경을 200mm에서 75mm로 조정하였다. 관경조정에 의한 통수량 분석한 결과 지거관로가 동일한 관경인 당초설계에 비하여 통수능력이 향상되어 조정관경을 개선안으로 제시하였다.

관수로 관경은 설계유량 및 계획고 등에 의하여 적정수압·설계유속 범위내에서 결정되어 지나, 설계 중에 통수량을 산정하는 것은 아니다. 본고에서는 설계시 혹은 설계완료후의 관수로 통수능력을 검토하여 평가하는 방법을 검토하였다.

V. 종합결론

관수로 설계지구 중 급수불량 지구인 S지구를 대상으로 관수로 시스템 수리진단을 실시하여 분수시설, 통기시설, 급수관 연결방법을 개선하고 관망해석법을 응용하여 적정 관경을 결정하여 관수로의 통수능력을 향상시켰다. 이와 같은 수리진단 방법은 설계 중 혹은 설계완료 지구의 관수로 통수능력 검토에 활용할 수 있다.

참고문헌

1. 농업기반공사 농어촌연구원, 1989, 농업용 관수로 설계지침
2. 농업기반공사 농어촌연구원, 2001, 논관개용 관수로의 분수량 관리시스템 및 자동급수장치 개발에 관한 연구