

용수로 분수문 개폐장치 개발

Development of Devices of the Diversion Gate in Irrigation Canal

전종길*·김경원·이인복(농기계연)·천만복(농어촌연구원)
Jeon, Jong-Gil·Kim, Kyung-Won·Lee, In-Bok·chun, Man-bok

Abstract

Devices of diversion gate used at irrigation canal, as a irrigation structures of agriculture, have shown serious problems such as corrosion, defect, inconvenience of operation, etc. Accordingly, handy devices of diversion gate have been developed and then tested in the laboratory.

The operating types of the prototype were a rack-and-pinion type, an improved screw type that only gate plate was moved up and down while the screw axis was unmoved, and a remote control type which can be controlled from 50m away using a remote control system. Those 3 types were developed, and the improved screw type was shown the best operation through the laboratory tests.

I. 서론

용수로 물관리를 위해 설치된 분수문은 대부분 철재로 제작되었으며, 부식으로 인한 작동 불능으로 적기의 물공급에 지장을 초래할 뿐만 아니라 누수로 인한 물손실이 야기되고 있는 실정이다. 그리고 부식으로 인한 농업 수리시설물의 노후화는 교체에 많은 비용을 투입시키게 하며, 분수문 개폐장치가 부식되지 않고 제 기능을 유지시키기 위해 많은 인력이 기름칠 등으로 시간과 노동력이 투입되고 있다.

분수문 장치의 개폐방식에 있어서는 스크류식과 웜기어식이 주종을 이루고 있으며, 개폐축 구조가 나사산 구조로 되어 있어 문비 1m 정도 개방에 조작부의 핸들을 스크류식인 경우에는 약 150회, 웜기어식은 약 400회 이상 회전시켜야 하므로 취급이 매우 불편하고 개폐소요 시간이 오래 걸리는 문제점이 있다. 또한, 분수문을 열고 닫을 때 중심축 역할을 하는 개폐축이 문틀상부로 1m 이상 돌출되어 있어 개폐핸들 삽입하기가 곤란하고, 개폐축 자체가 외부에 노출되어 있어 개폐축의 나사산이 비·바람에 부식되거나 외부인의 파손 원인이 되고 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위해서는 기존 분수문 개폐축 구조와 개폐방식을 변경할 필요성이 절실히 요구되고 있다.

II. 재료 및 방법

1. 분수문 실태조사

용수로 분수문 현황 및 문제점 등을 파악하기 위하여 지역, 분수문 형태, 개폐방식 등을 고려하여 조사를 실시하였으며, 조사내용 중 분수문의 종류, 규격, 재질 및 개폐방식 등은 현지에서 실측 조사하였고, 분수문의 관리실태, 설치비, 사용상 문제점 등은 농업기반공사 내 시·군 물관리 지소의 수로 관리인들을 대상으로 면접조사 하였다.

조사시기는 2000년 8월부터 2003년 7월까지 필요시기에 현장에서 조사하였으며, 조사장소는 경기도 강화군 등 33개소를 대상으로 분수문의 종류, 규격, 재질, 개폐소요력, 문제점 등을 조사하였다.

2. 분수문 소재특성조사

분수문에 적합한 소재를 선정하기 위하여 MC 나일론 등 10여종에 대하여 재료의 비중, 인장강도, 가격 등을 중심으로 공인된 시험성적, 물가자료 등을 종합하여 소재특성 조사를 하였으며, 적용 가능 소재에 대하여는 만능재료시험기(PYMV-30TC)에 의한 소재 강도시험을 실시하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 분수문 실태조사

분수문은 용수로의 물을 소정의 지구로 그 필요량에 따라 조정·배분하기 위하여 설치되는 수리시설물로서 그 이용실태 및 문제점은 다음과 같이 조사되었다.

가. 분수문의 종류

분수문은 개폐방식에 따라 개폐축이 스크류 형태로 되어 개폐핸들에 의해 상·하로 개폐되는 스크류식과 웜기어에 의해 문비가 상·하로 개폐되는 웜기어식, 재크의 왕복운동에 의해 문비와 연결된 편이 상·하 운동하면서 개폐되는 편재크방식이 사용되고 있었다.

나. 분수문의 규격

분수문 규격에 있어서 문비의 크기는 50~180cm, 두께 5~10mm, 개폐거리는 70~230cm로 다양하였으나 주로 문비의 크기는 50~70cm가 주종을 이루었다. 그리고 편재크식이 스크류식과 웜기어식에 비해 약간 큰 것으로 나타났다.

다. 재질 및 개폐토크

분수문의 재질은 대부분 일반 철재로 설치되어 있었으며, 일부 설치가 오래된 것 중에는 목재로 되어 있는 것도 있었다. 실제 분수문 개폐시 개폐토크는 스크류식이 8~24N·m, 웜기어식이 6~37N·m, 편재크식이 10~22N·m로 나타났으며, 웜기어식의 소요력이 크게 나타난 것은 부식이 주된 원인이었다.

라. 관리실태 및 문제점

수문의 관리는 2~4월경에 동절기때 사용하지 않았던 분수문을 일제히 점검하여 고장난 부위를 수리하고, 여름철에는 물관리를 위해 거의 매일 관리하며, 가을철에는 녹슬지 않도록 그리스유 등을 발라 겨울철에 대비하고 있었다.

조사지역의 경우 소재의 부식, 문비와 문틀사이에 누수현상, 개폐축과 문비의 중심선 불일치에 의한 시공상의 문제점 등으로 나타났다.

특히, 철재로 된 거양기 축이 나사산 구조로 되어 있어 통상 개폐 조작부의 핸들을 문비 50cm 개방에 스크류식인 경우에는 80~100회, 웜기어식은 200회 이상 회전시켜야 하므로 취급이 매우 불편하며 개폐에 많은 시간이 소요되는 것으로 나타났다.

2. 소재특성 조사

분수문에 적합한 소재를 선정하기 위하여 MC 나일론 등 10여종 소재에 대하여 비중, 인장강도, 가격 등을 중심으로 소재특성을 조사하였으며, 분수문 개폐장치의 가장 큰 문제

점 중의 하나인 부식성 등을 고려하여 내식성이 강한 재질인 MC 나일론 등 엔지니어링 플라스틱(Engineering plastics) 제품과 내식성과 고강도를 가진 스텔레스 등을 주소재로 선정하였다. MC 나일론은 Engineering plastics의 일종으로 비중이 철의 약 7분의 1정도로 가벼우면서 낮은 마찰계수와 뛰어난 내마모성, 기계적 강도 등으로 각종 기어, 선반, 토목, 건설분야 등에 광범위하게 사용되고 있다.

가장 널리 사용되는 스텔레스 강으로 내식성, 내열성, 저온 강도를 지닌 STS 304의 경우 항복강도가 2,100kg/cm²이상, 인장강도가 5,300kg/cm²이상으로 기계적 강도가 우수한 것으로 나타났지만 가격이 다소 비싼 것이 단점으로 나타났다.

3. 시작기 설계·제작

기존 분수문의 재질 및 취급상 문제점 등을 고려하여 랙앤피니언방식, 개량 스크류식, 리모콘제어식을 설계·제작하였는데, 랙앤피니언식은 구조가 복잡하고 제작 단가가 높아지는 점과 리모콘제어식은 농경지에서 배터리 또는 전기 사용의 불편성, 기후변동에 따른 고장우려 등의 문제가 있어 여기서는 개량 스크류식 시작기에 대해서만 설명하고자 한다.

가. 개량 스크류식(Screw type) 시작기의 구조 및 작동원리

시작기의 구조는 그림 1에서 보는 바와 같이 분수문의 기본 프레임인 문틀 및 문비, 문비의 상·하 이동시 안내 역할을 하는 가이드 홈, 나사산 구조의 개폐축, 물의 누수를 위한 조임장치 등으로 구성되어 있다.

분수문의 작동원리는 문틀상부의 핸들을 돌리면 나사산 구조로 된 개폐축이 회전함에 따라 문비와 일체로 조합되어 있는 개폐축 하단의 너트케이스가 상·하로 이동하면서 문비가 개폐되도록 설계되어 있다.

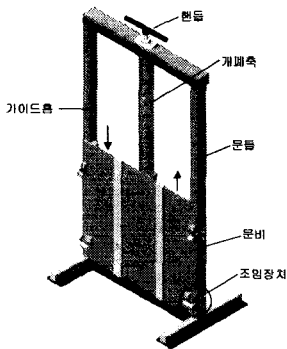


Fig 1. Structure of prototype

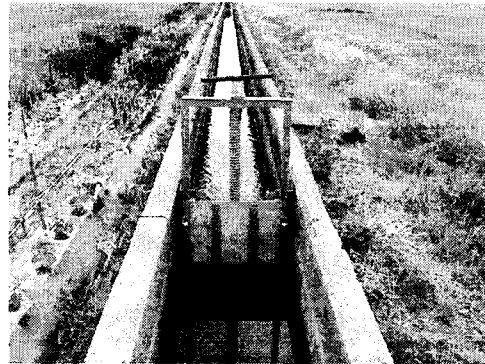


Fig 2. Prototype installed in the field.

나. 시작기의 특징

시작기는 작동시 개폐스크류축이 제자리에서 회전하고 문비만 상·하로 이동하는 방식을 적용함으로써 기존 분수문의 개폐축 자체가 상·하로 이동되는 방식에 비해 안전성과 내구성이 증대되도록 고안되었다. 그리고 문비와 문틀사이로 누수되는 것을 줄이기 위하여 조임장치를 문비에 부착하여 문비를 닫을 때 자동으로 문비가 문틀에 밀착되게 설계되

어 있으며, 개폐 스크류축의 구조를 이중 나선형 구조로 하여 개폐에 소요되는 힘은 적게 하고 회전당 개폐 이동거리가 커지도록 설계되었다. 또한, 기존 분수문의 경우 소재가 철재로 되어 있어 부식으로 인한 고장이 잦았으나 본 고안장치는 부식되지 않는 플라스틱, 스텐레스 소재를 사용한 것이 특징이다.

다. 실내시험

1) 시험방법

내부식성 소재를 이용하여 개량 스크류식 시작분수문을 설계·제작하여 실내에서 수동 개폐핸들을 이용하여 문비를 50cm 개방하였을 때 소요되는 토크와 개폐회전수 등을 조사하였다. 소요력 측정에는 디지털 건인력계(Digital Dynamometer, Japan Tekei社 1269모델)를 이용하였으며, 개폐시간은 초시계(HS-30W)를 사용하였다.

2) 시험결과

개폐토크의 경우, 시작기의 랙엔피니언식이 8~10N·m, 개량 스크류식이 3~4N·m로 기존 분수문의 8~24N·m에 비해 상당히 감소되는 것으로 나타났다.

개폐회전수의 경우, 기존 스크류식 분수문은 스크류축의 직경에 따라 차이가 있으나 대략 80회로 나타났으며, 시작기의 랙엔피니언식은 5회, 개량스크류식은 24회로 나타났다.

개폐시간은 기존 스크류식 분수문이 약 150sec로 나타났으며, 시작기의 랙엔피니언식이 5sec, 개량스크류식이 28sec로 나타나 개폐회전수와 개폐시간을 줄일 수 있는 것으로 나타났다.

IV. 결론

농업용 관개시설로 이용되는 수리시설물중 용수로의 분수문 개폐장치가 부식, 고장, 취급 불편 등의 문제점이 있어 취급이 용이하고 내부식성을 갖춘 용수로 분수문 개폐장치의 시작기를 개발하였다.

1. 시작기의 개폐방식을 랙과 피니언에 의해 작동되는 랙엔피니언식과 개폐스크류축이 제자리에서 회전하고 문비만 상·하로 이동되는 개량 스크류식, 리모콘에 의해 약 50m 정도 떨어진 곳에서도 제어가 가능하게 한 리모콘제어식의 3종 시작기를 설계·제작하였다.
2. 랙엔피니언 방식은 개폐회전수와 개폐시간을 줄일 수 있어 취급이 용이하나 다소 구조가 복잡하고 가격이 고가인 것이 단점으로 나타났으며, 리모콘제어식은 사용하기에는 용이하나 농경지에서 밧데리 또는 전기사용의 불편성, 기후변동에 따른 고장우려 등으로 실용화를 위해서는 더 보완되어야 할 것으로 판단되었다.
3. 실내시험 결과, 개량 스크류식의 경우 개폐토크가 3~4N·m, 개폐회전수는 24회, 개폐시간은 28sec로 나타나 기존 스크류식에 비하여 개폐회전수는 약 70%, 개폐시간은 약 81%로 감소되는 것으로 나타났다.

“본 연구는 농림부 농림기술개발사업의 연구비지원에 의해 수행되었음”

참고문헌

1. 한국플라스틱기술정보센터. 플라스틱 사이언스. 2000. 2-5월호.
2. 정재천 외3. 2001. 종합 기계설계. 청문각.
3. 緒形博之 외4. 農業水利學. 文永堂. 1978.