

용수로 분수문 개폐장치 포장성능시험

Test in the Field of Devices of the Diversion Gate in Irrigation Canal

전종길^{*}·김경원·이인복(농업기계화연구소)·정광근(농어촌연구원)

Jeon, Jong-Gil·Kim, Kyung-Won·Lee, In-Bok·Chung, Kwang-Keun

Abstract

The results of the field tests with the prototype of the improved screw type show that the opening torque was 5N·m, 64% decreased compared to 14N·m of the existed diversion gates. Moreover, there were no any rust as well as physical changes with various weather condition.

While the operating times of the conventional screw and worm gear typed diversion gates were 233sec and 495sec, respectively, the operating time of the improved screw type was only 32sec, only 13.7% and 6.5%, respectively, of them.

The amount of leakage was 0.4 liter per minute for the improved screw typed diversion gate while the conventional gate was shown 1.5liter per minute according to gap, corrosion, defect, etc.

I. 서 론

개발된 시작기를 경기도 평택, 안산지역과 충청남도 천안지역의 용수지선 수로에 각각 설치하여 현장 성능시험을 실시하였다. 그리고 분수문을 현장에서 사용하는 수로관리들과 농민들을 대상으로 현장 연시를 통한 그들의 의견을 청취한 후 시작기를 개량·보완하여 실용성있는 제품이 개발될 수 있도록 하였는데 그 결과는 다음과 같다.

II. 재료 및 방법

1. 하절기 포장 성능시험(1차)

하절기 현장 성능시험의 경우 경기도 안산, 평택지역의 농업용 지선수로에 시작기를 설치하여 2002년 6월 27일부터 9월 30일까지 약 3개월 동안 현장 성능시험을 실시하였으며, 이때 분수문 문비의 저수위는 50cm로 하였으며, 주요조사내용은 문비를 50cm 개방시 토크, 개폐회전수, 수밀성 등을 조사하였다.

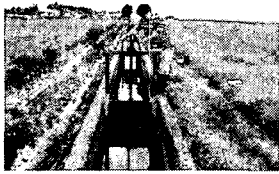
2. 동절기 포장 성능시험

겨울철 현장 성능시험은 경기도 안산, 평택지역의 농업용 지선수로에 시작기를 설치하여 2002년 11월 25일부터 이듬해 2월 28일까지 약 3개월 동안 포장성능시험을 실시하였다. 이때 성능시험시 주요조사내용은 추위와 눈·비에 대한 재질의 변형 여부, 개폐동작의 원활성, 소재의 부식부위, 각종 부품의 온도변화에 대한 조임상태의 풀림정도 등을 점검하였다. 참고로 2002년 7월부터 2003년 2월까지 평택 및 안산지역의 기상현황은 최고온도는 35.4℃, 최저온도는 -19.5℃였으며, 습도는 60~85%, 강수량은 약 900mm, 폭설이 2회 정도 내린 상태였다.

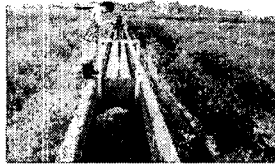
3. 하절기 현장 성능시험(2차)

동절기 성능시험 결과 문제점으로 지적된 너트 케이스를 보완 제작한 후 규격이 같은 시작기 1대와 기존 형식인 스크류식과 웜기어식 분수문 각각 1대씩 총 3대를 제작하여 천안 지역 용수 지선수로에 설치하여 시험을 실시하였다.

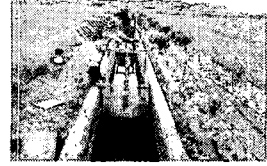
지선수로의 규격은 폭이 800mm, 높이가 800mm이며, 포장에 설치된 시작기와 기존 형식의 분수문 규격은 폭이 800mm, 높이가 1500mm의 동일 크기로 제작하여 2003년 5월 10일부터 8월 30일까지 약 4개월간 실시하였다. 포장의 분수문 시험조건은 문비의 저수위를 50cm로 하고 문비를 50cm 개방시 개폐토크, 개폐시간, 누수량, 재질변형 등을 조사하였다.



Screw type(convention)



Worm-gear type(convention)



Prototype

Fig 1. Test in the field (Cheonan)

III. 결과 및 고찰

1. 하절기 포장 성능시험(1차)

시작기 제작후 1차 포장성능시험은 안산과 평택의 용수지선 수로에서 실시하였는데, 개폐토크의 경우 기존 스크류식 분수문이 평균 14Nm, 시작기는 5Nm로 기존 분수문에 비해 약 64% 감소되는 것으로 나타났다. 개폐회전수의 경우 문비 50cm 개방시 기존 스크류식 분수문은 스크류축의 직경에 따라 차이가 있으나 대략 70~90회, 시작기는 24회로 나타났다. 개폐시간은 기존 스크류식 분수문이 약 153sec로 나타났으며, 시작기는 약 32sec로 기존 분수문에 비해 개폐시간이 상당히 단축되는 것으로 나타났다.

다만, 개량 보완할 사항으로는 개폐축 덮개의 나선형 판스프링이 시간이 경과함에 따라 부식으로 작동이 원활하지 않는 문제점과 개폐축 상·하단의 지지 구름베어링이 녹스는 현상이 나타났다



Fig. 2 Test(Ansan)

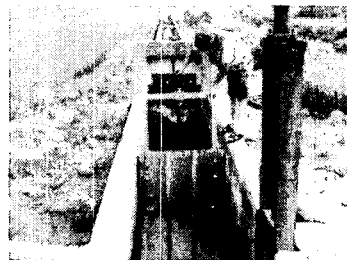


Fig. 3 Test(Pyungtaek)

2. 동절기 포장 성능시험

동절기 시험결과 시작기의 평균 개폐토크는 5Nm, 개폐회전수는 24회, 개폐시간은 약 30초로 나타났으며, 기후변동에 따른 재질변형 정도를 알아보기 위하여 문비와 문틀사이의 틈새를 초기와 6개월 후 값을 측정하여 통계검정(t검정)을 실시한 결과 5% 유의수준에서 부재의 변형은 없는 것으로 나타났으며 개폐동작 또한 원활하였다.

다만, 너트케이스 조립위치가 위쪽으로 다소 치우친 점이 있어 5~10cm 정도 하부로 내리고, 두께를 현재 35mm에서 약 50mm로 크게 하는 것이 더 안전할 것으로 판단되었다.

3. 하절기 현장 성능시험(2차)

가. 개폐토크

현장 성능시험에서 개폐토크는 기존 분수문의 스크류식이 평균 14Nm, 워기어식이 12Nm 시작기는 5Nm로 나타나 개폐토크가 기존에 비하여 상당히 감소되었다. 기존 분수문의 경우, 성인들도 개폐핸들을 작동하기가 용이하지 않았으나 개량 분수문은 초등학교 1학년생도 작동 가능한 것으로 나타났다. 시간이 경과할 수록 기존 분수문은 부식에 의해 작동이 곤란해지나 시작기는 부식되지 않으므로 기존 분수문과의 개폐토크 차이는 점점 커질 것으로 생각된다.

나. 개폐회전수

개폐회전수는 천안지역에 설치된 동일 규격 분수문을 대상으로 하였을 때, 문비 50cm 개방시 기존 스크류식 분수문은 80회, 기존 워기어식은 598회, 시작기는 24회로 나타나 기존 워기어식에 비하여 약 25배 개폐회전수를 감소시킬 수 있는 것으로 나타났다.

다. 개폐시간

개폐시간은 동일 규격 분수문에서 기존 스크류식 분수문이 233sec, 기존 워기어식은 495초, 시작분수문인 개량 스크류식은 32sec로 기존 분수문에 비해 개폐시간이 상당히 단축되는 것으로 나타나 기존 스크류식에 비해 7.3배, 워기어식에 비해서는 15.5배 개폐시간을 단축시킬 수 있는 것으로 나타났다.

라. 재질변형

재질변형 정도를 알아보기 위하여 문비와 문틀사이의 틈새를 초기와 1년후 값을 틈새개이저로 측정하여 t검정을 실시한 결과 5% 유의수준에서 검정통계량 $t_0=1.000 < t_{(0.05/2,4)}=2.776$ 으로 나타나 초기와 1년후 부재의 변형에는 차이가 없는 것으로 나타났으며, 개폐동작은 원활하였다.

마. 누수량

기존 분수문의 경우 문비와 문틀 사이에 틈, 부식 등으로 분당 약 1.5ℓ의 물이 누수되었으나 개량된 분수문은 0.4ℓ로 기존에 비해 약 74% 누수량을 줄일 수 있는 것으로 나타났다. 이는 한 달 기준으로 약 50톤 가량의 물이 누수되는 것을 막을 수 있는 것으로 판단되었다.

바. 부식성 조사

기존 분수문의 경우 설치 3개월후부터 개폐축이 녹스는 현상을 확연히 확인할 수 있었으나 시작기의 경우 1년이 경과한 후에도 개폐축 등에 대한 부식현상은 없었다.

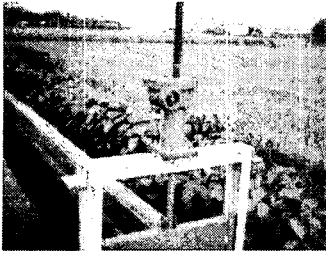


Fig. 4 Conventional type (corrosion, after 3 months)

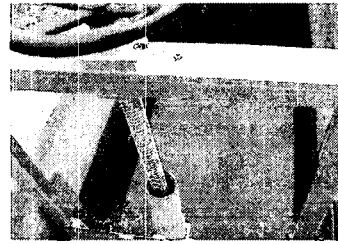


Fig. 5 Prototype(good, after 1 year)

4. 수로관리인(농민)들의 의견조사

실용성있는 제품개발을 위하여 용수로 분수문 주 사용자인 농업기반공사 산하 물관리지소의 수로관리인들과 농민 30여명을 대상으로 2002년 7~11월, 2003년 7~8월 기간중에 시작분수문의 사용편리성, 개폐안전성, 실용성, 보급성, 개량 보완할 사항에 대하여 설문조사한 결과 사용편리성은 '좋다'가 91%(29명), 개폐안전성은 '작동이 원활하다'가 81%(26명), 실용성 측면에서는 '실용성이 있다'가 87.5%(28명), 보급성 측면에서는 '보급성이 있다'가 78%(25명)로 좋은 반응을 보였다.

개량 보완할 사항으로는 개량된 분수문을 아무나 사용할 수 없도록 잠금장치 기능이 부착되었으면 좋겠다는 것과 분수문 작동시 사용되는 수동 개폐핸들의 규격을 지역별, 분수문 크기별로 차이가 나 취급이 불편하므로 표준화하였으면 좋겠다는 의견이 있었다.

IV. 결론

농업용 관개시설로 이용되는 수리시설물중 용수로의 분수문 개폐장치가 부식, 고장, 취급 불편 등의 문제점이 있어 취급이 용이하고 내부식성을 갖춘 용수로 분수문 개폐장치의 시작기를 개발하여 안산, 평택, 천안지역의 용수지선 수로에 포장성능시험을 실시하였는데 그 결과는 다음과 같다.

1. 개량 스크류식 시작기를 동절기 및 하절기 현장 성능시험을 실시한 결과, 평택지역의 경우 시작기의 평균 개폐토크는 4N·m, 안산이 6N·m로 나타나 기존 분수문의 평균 토크 14N·m에 비해 감소되었으며, 기후변동에 따른 소재의 변형, 부식은 나타나지 않았다.
2. 개폐회전수는 천안지역에 설치된 동일 규격 분수문을 대상으로 하였을 때, 문비 50cm 개방시 기존 스크류식 분수문은 80회, 기존 웜기어식은 598회, 시작기인 개량 스크류식은 24회로 나타나 기존 웜기어식에 비하여 약 25배 개폐회전수를 감소시킬 수 있는 것으로 나타났다.
3. 누수량조사에서 기존 분수문의 경우 문비와 문틀 사이에 틈, 부식 등으로 분당 약 1.5ℓ의 물이 누수되었으나 개량된 분수문은 0.4ℓ로 약 74% 절감되는 것으로 나타났다.

“본 연구는 농림부 농림기술개발사업의 연구비지원에 의해 수행되었음”