

自動 分水工의 開發

Development of the Automatic Turnout

鄭 夏 禹* · 李 南 鎬** · 金 成 俊***
Chung, Ha Woo · Lee, Nam Ho · Kim, Seong Joon
崔 鎭 鎔**** · 韓 炯 根**** · 金 大 植****
Choi, Jin Yong · Han, Hyung Geun · Kim, Dae Sik

Summary

Floating-type automatic turnout was developed for the purpose of reducing labor cost and labor-working hours related to turnout management. The point of automation is to use a flexible-float within the turnout. The weight of float is changed by emptying and filling with water at the beginning and ending of irrigation. The turnout is controlled to open and close small hole on the float bottom using electromagnets. With the weight control of float, the gate of turnout is opened by the empty float to begin irrigation and is closed by the filled float to stop irrigation. The turnout was designed to be operated by the main computer and to minimize electric power consumption by sending an electric current at the beginning and ending of irrigation. The functional experiment was successfully carried out and the rating curves for both free overflow condition and submerged flow condition were derived.

I. 緒 論

分水工은 用水路로 흐르는 물을 원하는 灌
漑區域으로 필요한 量만큼 조정·분배하기 위

하여 설치하는 水利構造物로서, 용수로의 흐
름상태와 물이용형태의 변화에 적합하며, 水
理的으로 안정하고 확실한 구조와 기능이 발
휘되도록 하여야 한다. 적정한 分水計劃은 분

* 서울大學校 農業生命科學大學

** 安城産業大學

*** 서울大學校 農業開發研究所

**** 서울大學校 大學院

키워드: 自動分水工, 浮子式, 電磁石, 自由越流흐
름, 潛水흐름

수공의 위치, 분수량, 분수방법 및 관리방법 등을 어떻게 결정하는가에 달려 있다.

규모가 큰 분수공을 주제어장치로 부터 遠隔制御하는 기술은 널리 알려져 있다. 본 연구에서의 분수공은 用水支渠에서 小用水路로 分岐되는 지점에 위치하는 비교적 소규모에 해당하는 것으로서, 분수방법으로는 定量分水가 되도록 전자석과 浮子를 이용한 분수량 조절장치를 고안하고 분수공의 개폐는 전기신호에 의하여 작동되도록 하되, 가능한 한 所要動力을 최소화하고 構造의 단순화를 통하여 경제성을 높이는 데 주안점을 두어 개발하였다.

자동분수공은 시스템의 주제어장치로 부터 灌溉가 필요하다고 판단되는 경우에 전기신호에 의하여 분수공을 열어 관개용수가 공급되도록 하고, 논배미의 담수심이 적정 湛水深에 도달한 것으로 감지되면 분수공을 닫아 灌溉用水가 차단되도록 한다. 分水工 설치장소의 지형적인 특성에 따라 용수로에서 소용수로로의 흐름이 自由越流形態 또는 潛水形態가 되므로 이를 모두 만족할 수 있는 분수공의 개발에 그 목적을 두었다.

II. 自動分水工의 開發

自動分水工은 Fig. 1과 같이 管體部와 浮子式 水門體部로 구성되어 있다. 소용수로로의 관개수 유입조절은 부자의 부력을 이용하여 유입공을 개폐하도록 하였으며, 부자의 부력 자체를 조절할 수 있도록 부자내부에 전자석을 장치하였다.

분수공은 用水支線과 小用水路의 水頭差에 따라 自由越流 흐름狀態(free overflow)인 경우(Fig. 2 참조)와 潛水 흐름狀態(submerged flow)인 경우(Fig. 3 참조)로 나누어 개발하였으며, 각각의 경우에 대한 분수공 작동은 다음과 같다.

한편, 自由越流 흐름상태에서의 浮子は 潛

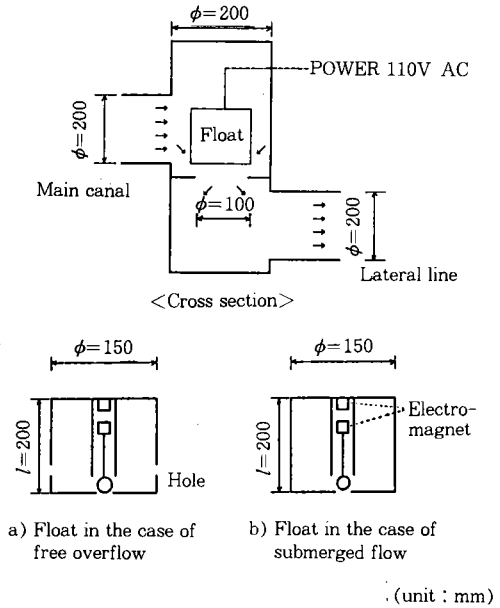


Fig. 1. Structure and dimension of the float-type turnout

水흐름상태의 浮子에서 보는 것과 같이 부자 밀판에만 구멍을 뚫은 것과는 달리 부자의 하단측벽에도 구멍을 뚫은 차이점이 있다. 이는 潛水흐름의 경우에는 관체부내의 부자가 완전히 潛水되는 상태가 되고, 부자밀판의 구멍이 열릴 때 부자내부와 小用水路와의 水頭差에 의하여 부자내의 물이 빠져 나가므로서 충분한 부력을 받아 부자가 원활히 뜨게 된다. 이에 반하여 자유유통흐름의 경우에는 관체부내의 부자가 물에 완전히 잠기지 않게 되어 부자의 자체무게가 부자의 부력을 상쇄시키는 상태가 되고, 또한 浮子밀판의 구멍이 열렸을 때 부자 아래에서의 공기유동이 부자내부의 물이 배제되는 것을 방해하게 되므로 부자의 하단측벽에도 구멍을 뚫어 부자내의 물이 원활하게 배제될 수 있도록 하였다.

1. 自由越流 흐름狀態(free overflow)

① 제 1단계 : 관체부내의 부자식 수문체내에 물이 채워져 자체무게로 流入孔을 막아 用

自動 分水工의 開發

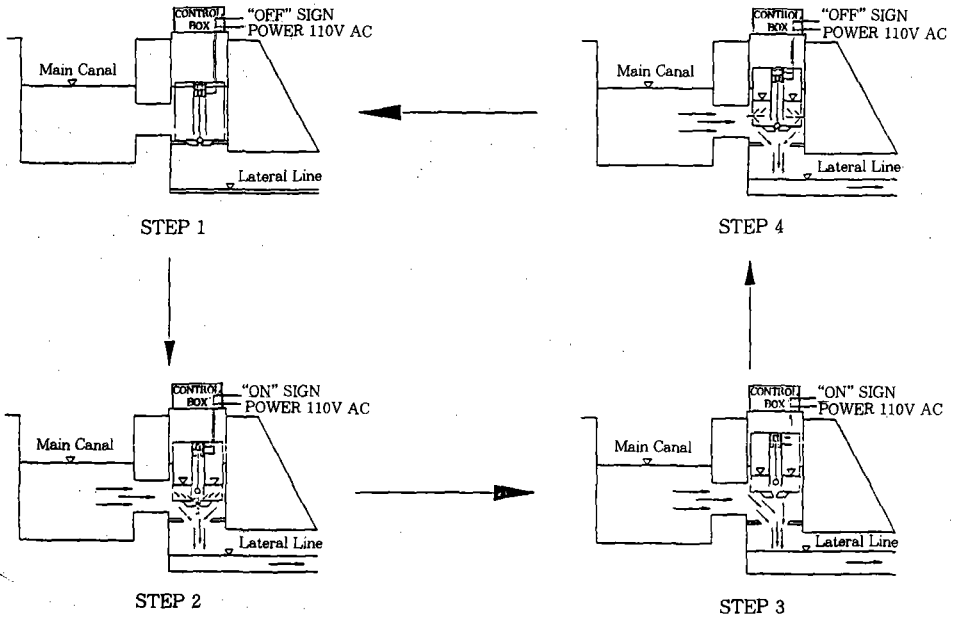


Fig. 2. Diversion work of the floating-type turnout(free overflow)

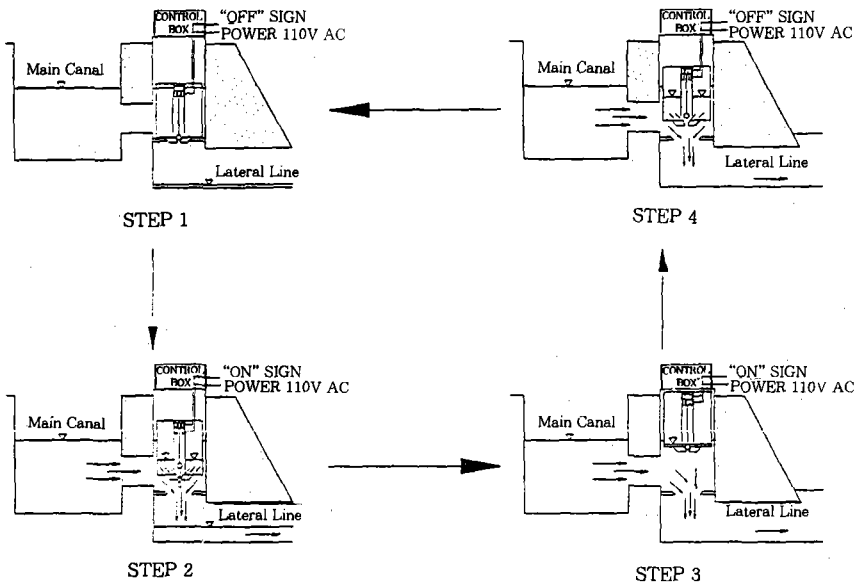


Fig. 3. Diversion work of the floating-type turnout(submerged flow)

水支線에서 小用水路에 물이 흐르는 것을 차단하고 있는 단계이다.

② 제 2단계 : 컴퓨터 주제어부의 電氣信號에 따라 부자식 수문체에 하단부를 막고 있는

마개를 전자식 방식으로 끌어 올리면 부자식 수문체에 채워졌던 물이 빠져나가면서 부자식 수문체는 서서히 위로 뜨게 되어 小用水路로 흐름이 시작되는 단계이다.

③ 제 3단계 : 부자식 수문체가 浮力에 의하여 떠 있는 단계로서 소용수로에 물이 원활하게 흐르는 상태이다.

④ 제 4단계 : 컴퓨터에 주제어부가 다시 전기신호를 보내어 부자식 수문체내의 하단부의 구멍을 마개로 막으면 水門體는 물로 채워지게 되어 아래로 가라앉아 관체부의 流入孔을 막는 단계이다.

2. 潛水 흐름狀態(submerged flow)

① 제 1단계 : 관체부내의 부자식 수문체내에 물이 채워져 자체무게로 流入孔을 막아 用水支線에서 小用水路에 물이 흐르는 것을 차단하고 있는 단계이다.

② 제 2단계 : 컴퓨터 주제어부의 電氣信號에 따라 부자식 수문체에 하단부를 막고 있는 마개를 전자식 방식으로 열어서 부자식 水門體에 채워져 있던 물을 배제하여 자체 무게가 가벼워지면 부자식 수문체는 서서히 위로 뜨게 되어 小用水路로 흐름이 시작되는 단계를 나타내고 있으며, 수문체의 물이 완전히 배제되어 관체부의 流入孔이 완전히 열리면 수문체의 하단구멍을 막아주게 된다.

③ 제 3단계 : 제 2단계의 동작으로 부자식 수문체내의 물이 모두 배제되어 완전히 떠 있는 단계로서 小用水路에 물이 원활하게 흐르는 상태이다.

④ 제 4단계 : 컴퓨터의 주제어부가 다시 전기신호를 보내어 부자식 수문체 하단부의 마개를 열어서 水門體內가 물로 채워지고 있는 단계를 나타내고 있으며, 수문체에 물을 완전히 채워서 관체부의 流入孔이 막히게 되면 수문체의 하단구멍을 막아주게 된다.

III. 自動分水工의 機能試驗

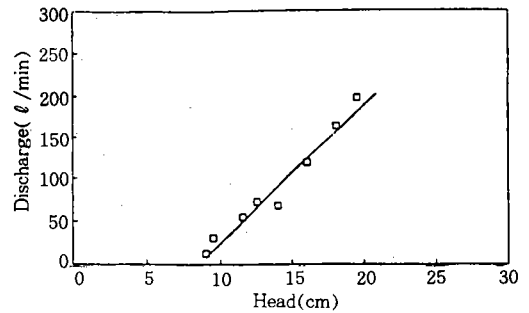
開發된 자동분수공의 정상작동여부를 檢討하기 위하여 용수지선에서의 수위변화에 따른 소용수로로의 분수량을 실험적으로 고찰하였고, 圃場 模擬試驗을 통하여 자동분수공의 제

어 여부를 검토하였다.

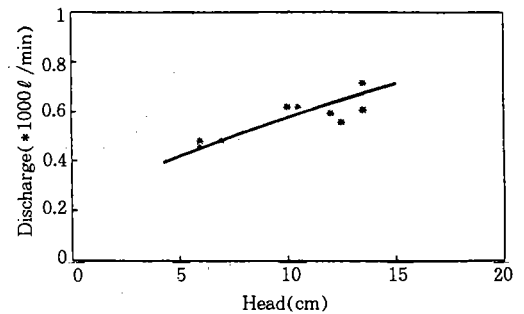
1. 機能試驗

自動分水工을 통한 分水量을 파악하기 위하여 자유유통흐름에서는 bucketting방법을 적용하고, 잠수흐름에서 Price식 소형유속계를 사용하여 用水支線에서의 水位를 變化시키면서 분수량을 측정하였다. 이들 각각에 대한 水位-流量 曲線(rating curve)을 Fig. 4와 같으며, 관계식은 식(1)-식(2)와 같다.

수위-유량 관계를 보면, 自由越流 흐름의 경우는 식(1)과 같이 1차 선형관계를 보였으며, 潛水 흐름의 경우는 오리피스 형태를 보였다. 여기서 잠수형태의 흐름이 자유유통의 흐름에 비해 분수공을 통한 通過流量이 많은 것으로 나타났는데, 잠수 흐름에서는 流入孔의 全面的에 대하여 流量이 통과하고, 자유유통



a) free overflow



b) submerged flow

Fig. 4. Rating curve of the floating-type turnout

류 흐름에서는 流入孔의 一部面積으로 流量이 통과하기 때문이다.

$$Q_1 = 16.4H - 139.4 \quad 9 \leq H \leq 20 \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$Q_2 = 183.68\sqrt{2gH} \quad 6 \leq H \leq 14 \quad \dots\dots\dots (2)$$

여기서, Q_1 : 小用水路로의 分水量(자유일류 흐름) (ℓ/min)

Q_2 : 小用水路로의 分水量(잠수 흐름) (ℓ/min)

H : 用水支線 水位(cm)

2. 模擬實驗

컴퓨터를 통한 分水土工의 자동개폐 여부를 검토하기 위하여 농촌진흥청 수도재배 시험포장에 Fig. 5와 같이 소용수로의 입구에 自動分水土工을 設置하고 최하단 논배미(#3)에 湛水深 水位測定裝置(OPTOMUX)를 設置하고 각 논배미의 중앙에는 물꼬를 설치하여 모의실험을 실시하였다.

실험의 세부과정을 살펴보면 다음과 같다. 우선 湛水深 수위측정센서(①)에서 측정된 아날로그 신호가 OPTOMUX의 Brain Board를 통해 A/D converter에 의하여 디지털 신호로 변환되어 시험포장에서 약 50m거리에서 설치된 컴퓨터 中央演算機에 전송된다. 전송되는 담수심자료는 GW-BASIC으로 구성된 자료수집 및 전송 프로그램에 의하여 제어된다.

다음으로 분수공을 制御하기 위해서 湛水深의 下限水位와 上限水位를 미리 결정하여 이들의 수위에 도달하면 分水土工이 작동되도록 하는 분수공 제어 프로그램을 GW-BASIC으로 작성하였다.

湛水深이 하한수위에 도달하게 되면 프로그램의 실행으로 110V의 펄스신호(+)가 分水土工에 전달된다. 이 전기신호는 부자내부의 磁石을 서로 붙게 하여 마개로 막혀 있던 浮子 하단부의 구멍이 열리도록 해 준다. 이로써 浮子 내부에 있던 물이 빠져나가고 부자식 수문체가 뜨게 되는데, 약 5초(부자내부의 물이 거의 빠져나갈 때까지의 소요시간)후에 다시 110V의 펄스신호(-)를 分水土工에 전달하여 부자내부의 물이 빠져나간 상태에서 浮子 하단부의 구멍을 막아 준다. 浮子式 水門體는 용수로의 수위에 의한 부력으로 완전히 뜨게 되므로 수문체의 하단구멍을 통하여 소용수로로 물이 원활하게 흐르게 된다. 담수심 측정장치에 의하여 湛水深이 上限水位에 도달하였다고 감지되면, 프로그램의 실행으로 110V의 펄스신호(+)가 분수공에 전달된다. 이 전기신호는 부자내부의 자석을 서로 붙게 하여 마개로 막혀 있던 부자하단부의 구멍이 열리도록 해 준다. 이는 비어 있던 부자내부에 물을 채워주게 되는데, 약 5초(부자내부에 물이 거의 채워질 때까지의 소요시간)후에 다시 110V의 펄스신호(-)를 분수공에 전달하여 부자내부에 물이 채워진 상태에서 부자하단부의 구멍을 막아 준다. 부자식 수문체는 內部 물의 무게와 自體무게에 의하여 완전히 가라앉게 되고 수문체의 下端구멍을 막아 주므로써 소용수로의 灌溉는 차단된다.

본 연구에서 개발된 自動分水土工은 부자식 수문체내에서의 물이 원활하게 流出되어 浮力에 의하여 수문체가 뜨고, 또한 수문체내로 물이 원활하게 流入되어 물의 무게와 자체무게로 水門體가 가라앉는 기능을 제대로 발휘하여야 한다. 따라서 이와 같은 기능이 제대로 작동되는지에 주력하여 실험을 하였는바,

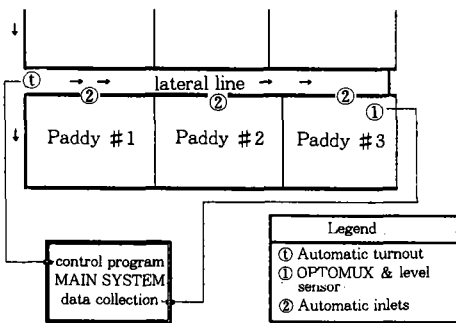


Fig. 5. Layout of the tested block

분수공의 작동시에 2段階의 電氣信號를 주면 원하는 결과를 얻을 수 있는 것으로 나타났다.

본 연구는 농촌진흥청의 특정연구과제 연구비의 일부지원을 받아 수행되었음.

IV. 要 約

기존의 分水工 管理에 소요되던 勞動力, 時間 및 灌溉用水의 관리손실수량을 줄이기 위하여 부력을 이용한 부자식 자동분수공을 개발하였다. 浮子式 自動分水工은 컴퓨터 제어 어부의 전기신호에 의하여 작동되도록 하고 流入孔의 開閉時에만 전류가 흐르도록 하여 전력소모를 최소화하도록 설계하였다.

개발된 분수공의 작동기능시험을 위하여 유입측의 개수로 수위변화에 따른 분수량의 변화를 실험적으로 고찰하였다. 또한 포장 모의 실험을 통하여 자동제어 여부를 검토하였다.

參 考 文 獻

1. 鄭夏禹 외 6人, 1991-1993, 논 물관리체계의 자동화 연구, 농촌진흥청.
2. 廣瀨慎一, 1991, 圃場における水口取水方式の検討, 農業土木學會誌, pp. 19-25.
3. 竹山光一, 南勳, 土井義暢, 趙炳辰, 1987, 浮力を利用した定量分水施設の理シミュレーション, 農業土木學會誌, pp. 71-79.
4. Fischbach, P. E., T. L. Thompson and L. E. Stetson, 1970, Electric controls for automatic surface irrigation system with reuse system, Trans. of the ASAE, 13 (2) : 286-288.
5. Ven Te Chow, 1959, Open Channel Hydraulics, McGraw-Hill Book Company.