

自動물꼬의 開發

Development of the Automatic Inlet

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

Three types of floating-type automatic inlet were developed for the purpose of reducing farmer's working hours required for water management and saving irrigation water. The point of automation is to use a float within the inlet which is floated and sunk by the ponding depth of paddy field, thus opens and closes the control gate of irrigation. Suitability of each inlet may depend on production cost, applicability to paddy field conditions, and feasibility to farmers, etc.

The first model was composed of three parts : chamber for irrigation control gate, chamber for float controlled by ponding depth, and connection bar between the two parts. It was designed to open and close the control gate gradually as the ponding depth drops and rises to a certain level. The second model was designed to improve the weak point of the first model which is the imperfect-closing of gate when it approaches to the end of irrigation. A switch-spring was equipped above the connection bar for perfect opening and closing of gate when the ponding depth reaches to a certain level. The third model was designed by combining the two chambers, that is, cut in halves the inlet volume of the above two models. Magnets were equipped above the float for perfect opening and closing gate. The functional experiment for three developed inlets was successfully carried out and the rating curves were derived.

* 서울大 農業生命科學大學

키워드 : 自動물꼬, 浮子式, 無動力

** 安城產業大學校

*** 서울大 農業開發研究所

**** 서울大 大學院

I. 緒 論

논벼의 물꼬管理는 벼의 生育期別로 栽培에 필요한 用水量을 확보하기 위한 것으로서, 적절한 물꼬의 관리는 벼의 정상적인 생육을 도모하여 收穫量을 증대시키고 品質을 향상시키는 것으로 알려져 있다. 한편 一般벼의 栽培 期間동안 물꼬관리에 소요되는 農民의 勞動日數는 15.2일/인/ha¹)로서, 耕耘, 移秧, 防除, 收穫, 脫穀 등의 전체 작업시간에 대한 구성비는 약 11.7%에 해당된다. 물꼬관리의 自動化는 물관리를 합리화하고 용이하게 하는 동시에 노동시간의 절감을 통하여 논 물관리의 省力化에 크게 기여할 것으로 기대된다.

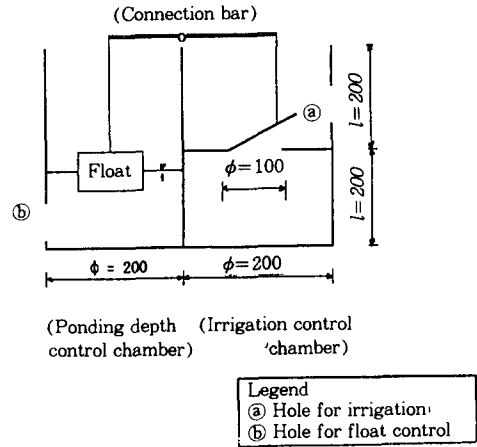
자동물꼬는 논배미의 流入部에 설치하여 논에서의 담수심이 정해진 담수심 이하가 되면 小用水路에 흐르는 灌溉水를 논배미로 유입시키고 정해진 湛水深에 도달하면 관개수가 차단되도록 하되, 農民에게 저렴한 가격으로 공급할 수 있도록 經濟性을 고려한 물꼬의 개발에 그 목적을 두었다.

II. 自動물꼬의 開發

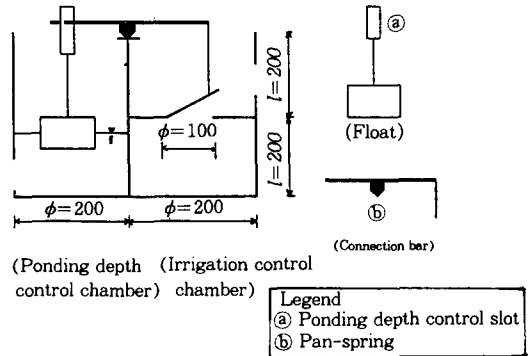
논에서의 湛水深을 無動力으로 조절하기 위해서는 관개수의 유입과 차단시에 湛水深에 따른 浮力을 이용하여 물꼬를 開閉시킬 수 있을 것이라는 점에 착안하여 다음 3가지 형태의 浮子式 自動물꼬를 개발하였다.

1. 모델 I

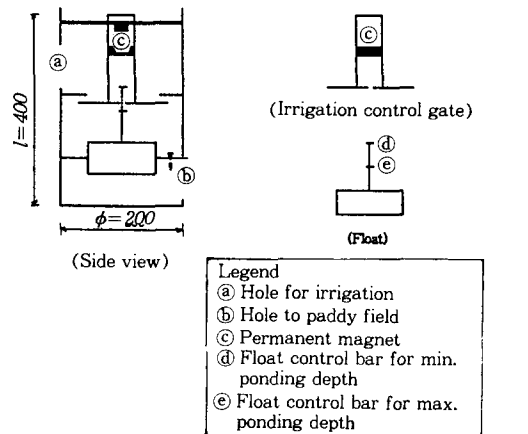
본 모델은 Fig. 1(a)와 같이 ① 灌溉水を 통과시키는 유입공과 이를 차단시키는 유입공 덮개로 이루어진 灌溉水 流入部, ② 담수심에 따라 부자가 상승, 하강되는 水位 調節部, ③ 이 둘을 힌지에 의하여 연결시킨 連結部로 구성하였다. 作動은 2단계로 이루어지는데, 제 1단계는 小用水路에서 물꼬를 통하여 논으로 물이 흘러 들어와서 수위조절부의 부자가 상



(a) Model I



(b) Model II



(c) Model III (unit : mm)

Fig. 1. Side view of three automated float-type inlets

승하면 流入部의 流入孔 덮개가 내려지면서 유입공을 막는 단계이다. 제 2단계는 논의 담수위가 낮아지면 水位調節部의 부자가 하강하여 유입부의 유입공 덮개가 열려 小水路의 물이 논으로 흘러 들어가는 단계이다.

2. 모델 II

본 모델은 모델 I이 구조상으로는 간단한 반면, 湛水深이 상한수위에 근접함에 따라 유입공이 완전히 열리지 않아 관개시간이 많이 소요되는 단점을 보완한 모델이다. Fig. 1(b)와 같이 連結部의 힌지부분에 판스프링 장치를 하므로서 담수심이 상하한수위에 도달하면 流入孔이 완전히 열리도록 하였으며, 담수심의 상하한 수위를 조절할 수 있도록 부자의 상부에 담수심 조절장치를 고안하였다.

본 모델의 작동상황은 Fig. 2와 같이 6단계로 이루어지며, 이를 설명하면 다음과 같다.

제 1단계는 논배미의 湛水深이 하한수위에

있어 灌溉水 유입공이 완전히 열려 있는 초기 단계이다. 제 2단계는 관개수 유입으로 浮子가 상승하면서 부자상부의 담수심 조절장치가 연결부를 밀어올리는 단계이다. 제 3단계는 담수심이 上限水位에 도달하면서 판스프링에 의하여 灌溉水 流入部가 닫히려는 단계이다. 제 4단계는 판스프링이 관개수 유입부 쪽으로 넘어가 유입공을 완전히 닫아 관개가 완료된 단계이다. 제 5단계는 부자가 하강하면서 浮子上部의 담수심 조절장치가 연결부를 다시 끌어내리는 단계이다. 제 6단계는 담수심이 下限水位에 도달하면 판스프링에 의하여 유입공이 열려 초기단계로 된다.

3. 모델 III

본 모델은 모델 I, II에서의 灌溉水 유입부와 수위조절부로 분리되었던 구조를 하나로 통합하므로서 물꼬의 전체 부피를 축소하여 제작비용을 절감시켰다. 모델 III의 구조는 Fig. 1(c)와 같이 물꼬 본체내에 ① 湛水深에 따라 상승, 하강하는 부자, ② 부자의 상승하강 범위를 제어할 수 있는 부자조절장치, ③ 부자의 상승하강에 따라 관개수의 유입유출을 제어하는 부자판, ④ 부자판의 上部에 판의 완전한 開度を 위한 자석장치로 구성하였다.

본 모델의 작동상황은 Fig. 3과 같이 6단계로 이루어지며, 이를 설명하면 다음과 같다.

제 1단계는 논배미의 湛水深이 下限水位에 있어 관개수 유입공이 완전히 열려 있는 초기 단계이다. 제 2단계는 관개수 유입으로 부자가 상승하면서 부자상부의 담수심 조절장치가 부자판을 밀어올리는 단계이다. 제 3단계는 담수심이 上限水位에 도달하면서 부자판이 관개수 유입부를 닫으려는 단계이다. 제 4단계는 부자판내의 아래자석이 윗자석과 붙으면서 유입공을 완전히 닫아 관개가 완료된 단계이다. 제 5단계는 浮子が 하강하면서 부자상부의 담수심 조절장치가 부자판을 다시 끌어내

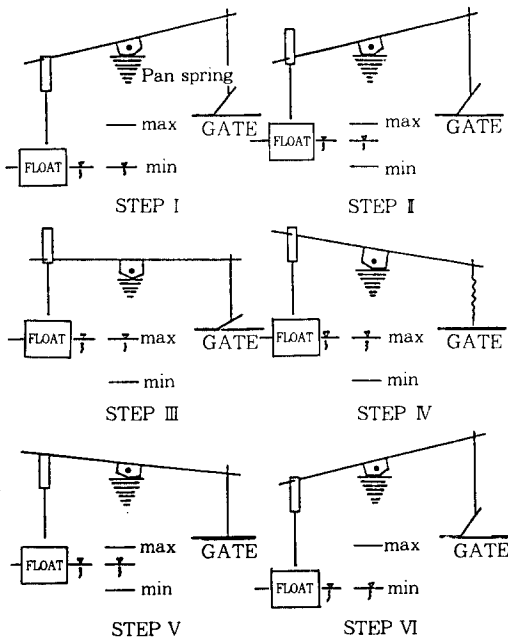


Fig. 2. Working principles of the floating-type inlets (Model II)

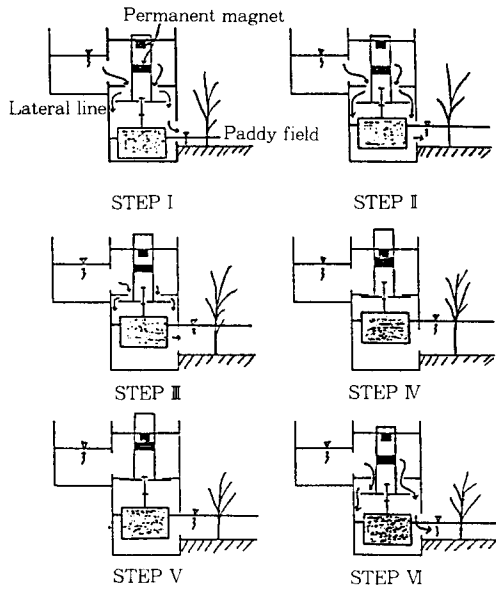


Fig. 3. Working principles of the floating-type inlets (Model III)

리려는 단계이다. 제 6단계는 담수심이 하한 수위에 도달하면 부자와 물꼬내의 관개수 무게로 인하여 자석이 떨어지면서 流入孔이 열려 初期段階로 된다.

III. 自動물꼬의 機能試驗

개발된 세가지 자동물꼬들의 기능을 검토하기 위하여 농촌진흥청 수도재배 시험포장에 각각 1개씩 설치하여 作動機能試驗을 實施하였는 바, 원활하게 작동되었다.

세가지 모델의 자동물꼬를 통하여 논배미로 流入되는 灌溉水量을 파악하기 위하여 소용수로의 수위(유입공부터의 수위)를 변화시키면서 관개수 유입량을 측정하였다. 모델 I의 경우(Fig. 4)는 유입공 덮개의 開度에 따라 관개수 유입량이 변화하므로, 소용수로의 수위에 따른 담수심별 관개수 유입량은 식(1)-식(3)과 같이 선형적인 관계를 보였다. 소용수로 수위(H_1)는 관개수 유입부에서 수평으로 설

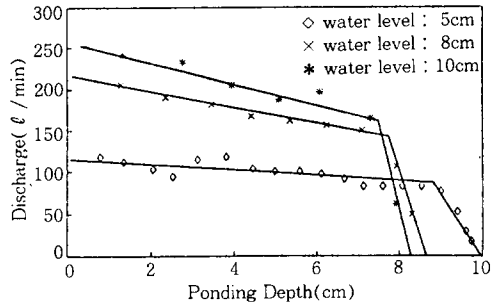


Fig. 4. Rating curve of the automated inlet (Model I)

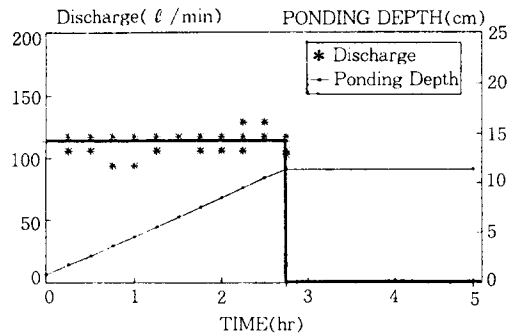


Fig. 5. Discharge rate with the variation of ponding depth of paddy field (Model II, water level of lateral ditch : 5cm)

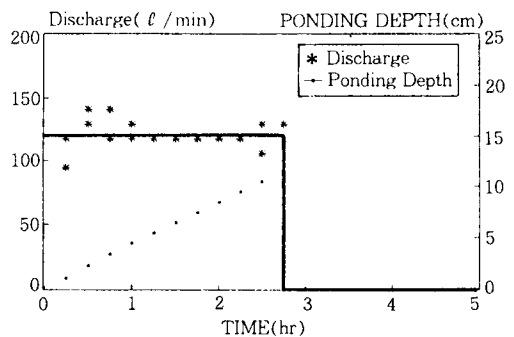


Fig. 6. Discharge rate with the variation of ponding depth of paddy field (Model III, water level of lateral ditch : 5cm)

치된 유입공으로 부터의 수위이며, 논 담수심(H_2)은 논 바닥으로 부터의 수위를 말한다. 한편 모델 II와 모델 III은 Fig. 5~Fig. 6과 같

이 는 담수심의 변화에 관계없이 관개수가 유입되는 기간중에는 유입공 덮개의 열림정도가 일정하므로, 소용수로의 수위 5, 8, 10cm에 대하여 관개 유입량은 각각 120, 220, 250 ℓ/min으로 일정한 값을 보였다.

$$Q_5 = -4.55 H_2 + 120.4$$

$$H_1 = 5, 0 < H_2 < 9.0 \dots\dots\dots (1)$$

$$Q_8 = -9.56 H_2 + 214.6$$

$$H_1 = 8, 0 < H_2 < 7.5 \dots\dots\dots (2)$$

$$Q_{10} = -12.20 H_2 + 258.5$$

$$H_1 = 10, 0 < H_2 < 7.5 \dots\dots\dots (3)$$

여기서, Q : 논의 유입량 (ℓ/min)
 H₁ : 소용수로 수위(cm)
 H₂ : 논 담수심(cm)

모델 I의 경우 灌溉中の 浸透量이 없다고 가정하고 100m×30m 크기의 논배미에 소용수로의 수위별로 논 담수심을 0cm에서 2cm씩 10cm까지 채우기 위해 소요되는 시간을 계산하면 Table-1과 같다.

Table -1. Requird time and its inflow rate to fill the paddy field(100m×30m) from 0cm to 10cm ponding depth with varing farm ditch water level (Model I)

| Farm ditch water level (cm) | Paddy ponding depth(cm) | | | | |
|-----------------------------|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | 0→2 | 2→4 | 4→6 | 6→8 | 8→10 |
| 5 | 115.9 8.63 | 106.8 9.36 | 97.7 10.24 | 88.6 11.29 | 79.5 12.58 |
| 8 | 205.1 4.88 | 186.0 5.38 | 166.8 6.00 | 147.7 7.24 | 128.6 7.78 |
| 10 | 246.3 4.06 | 221.9 4.51 | 197.5 5.06 | 173.1 5.78 | 148.7 6.72 |

Note) $\frac{\text{Inflow rate } (\ell/\text{min})}{\text{Time}(\text{hr})}$

小用水路 水位가 5cm인 경우, 담수심을 0cm에서 2cm씩 10cm까지 증가시키는데 소요되는 時間은 각각 8.6, 9.4, 10.2, 11.3, 12.6hr로서, 담수심을 0cm에서 10cm까지 채우는 總 所要時間은 52.1hr로 나타났다. 소용수로의 수위가 8cm 및 10cm인 경우는 湛水深을 10cm까지 채우는데 필요한 소요시간이 각각 31.3hr, 26.1hr로 나타났다.

모델 II, III의 경우에는 소용수로의 수위 5, 8, 10cm에 대하여 담수심을 10cm 까지 채우는데 소요되는 시간은 각각 41.7, 22.7, 20.0hr이다. 한편 모델 II 또는 III로 小用水路의 수위가 8cm이고 담수심을 채우는 범위가 2cm에서 8cm라고 가정하면 소요시간은 12.0hr로서, 2대를 설치하면 6.0hr가 소요된다. 筆地別 자동물꼬 설치갯수를 결정하기 위해서는 첫째로 지형적인 조건으로서 소용수로에 흐르는 水位의 범위를 알아야 하며, 둘째로 灌溉方式에 따라 관개시간이 달라지므로 이들의 파악이 先行條件이다. 또한 논으로의 유입량은 유입공의 크기에 따라 좌우되므로 筆地의 크기에 따라 流入孔의 크기를 調整하는 과정이 필요할 것으로 판단된다.

IV. 要 約

小用水路에서 논배미로 논의 湛水深을 요구되는 水位까지 無動力으로 관개할 수 있는 세 가지 유형의 자동물꼬를 개발하였다. 물꼬를 통한 관개수의 조절은 담수심의 변화에 따른 浮子の 浮力을 이용하므로써 灌溉水 流入部가 개폐되도록 하였다. 개발된 모델들의 作動機能試驗을 통하여 물꼬로서의 활용성을 검토하였다. 개발된 자동물꼬들의 특징을 요약하면 다음과 같다.

모델 I은 소용수로에서 灌溉水 流入部를 통하여 관개수가 유입되면 유입부와 연결된 논배미의 부자가 상승하여 유입부를 차단하고

담수심이 하강하면 유입부가 열리는 형태이다.

모델 II은 연결부의 힌지에 관스프링 장치를 하여 담수심이 상한수위에 접근할 때까지 유입공이 완전히 열리도록 첫째 모델을 개선하였다.

모델 III은 관개수 유입부와 수위조절부로 분리된 구조를 하나로 통합하므로써 물꼬의 전체 부피를 축소하여 제작비용을 절감시켰다.

본 연구는 농촌진흥청의 특정연구과제 연구비의 일부지원을 받아 수행되었음.

參 考 文 獻

1. 文八龍, 林栽換, 1986, 農業投資分析論, 韓國開發研究院.
2. 鄭夏禹의 6人, 1991-1993, 논 물관리체계의 자동화 연구, 농촌진흥청.
3. 南勳, 喜多威知郎, 尹昊燮, 徐榮濟, 1990, フロートをを用いた潛りオリフイス型自動定量分水装置の水利特性, 農業土木學會誌, pp. 43-49.
4. Ven Te Chow, 1959, Open Channel Hydraulics, McGraw-Hill Book Company.