

# 드립灌溉施設の 理論과 設計

黃 慶 九\* · 辛 逸 善\*

- ..... 本資料는 하와이大學 農業試驗研究所에서 發刊된 Design of Drip.....
- .....Irrigation line을 根據로 하여 드립 灌溉의 基本理論과 간단한 設.....
- .....計法를 紹介하는 바이다. ....

## 1. 序 論

드립 灌溉라 함은 作物生長에 必要한 물을 管施設를 通하여 作物生長에 影響을 미치는 局限된 領域에만 供給하게 하여 가장 農業用水를 節約할수 있는 灌溉方法이다. 管의 組織은 幹線管, 支線管, 末端管 및 누적구로 되어 있는데 支線管 및 末端管內의 흐름狀態는 一定하고 安定性있게 考慮되어야 하며 이는 가끔 末端管의 吐出水流에 따라 차이가 있다. 또 管內의 흐름은 水壓分布에 따라 左右된다. 水壓의 分布는 管內마찰 損失 및 管傾斜에 따라 다르며 萬一 末端管의 水壓分布가 決定되어지면 Myers와 Bucks氏가 提示한 바와같이 가는 有孔管의 길이와 지름을 調整하며 卽 Kenworthy氏가 使用한 특수형의 누적기 및 누적기間의 간격을 약간 調整하는 등 누적기의 斷面調整으로 均一한 灌溉가 이루어질수 있게 한다. 萬一 누적기로 調整하지 않고 末端의 크기로 누적기의 流量을 變更시킬수 있도록 設計되었다면 같은 크기의 누적기를 使用할수 있다 누적기의 流量의 差異는 Christiansen에 의한 均一係數式을 使用하므로써 찾을수 있다. 末端管에 붙어 있는 누적기의 流量의 差異는 管의 全體길이 始點의 水壓, 누적구의 間隔 및 流量에 左右된다. 이러한 問題는 所期의 目的을 達成하기 위해서 管의 延長과 水壓選擇을 잘 해야 한다. 여기서는 간단한 方法에 의한 管內 마찰損失, 水壓分配 누적구 流量 등을 算出하는 方法을 紹介하려는 것이며 設計圖表를 使用하여 末端管 및 支線管의 길이와 水壓를 決定할수 있게 된다.

## 2. 摩擦損失水頭

가. 小型管內의 느린 흐름

드립灌溉의 特性中의 하나는 給水量이 적게 드는

것이고 1/2 inch 정도의 소형관內의 흐름은 수리학 HAND Book에서 찾을 수 없으며 드립관은 매끄러운 관이라는 생각에서 마찰손실수두를 決定하는데 있어서는 다음 2個의 公式를 使用할 수 있다.

(가) Williams & Harzen 公式

$$\Delta H = \frac{3.023}{C^{1.852}} \frac{V^{1.852}}{D^{1.167}} L \dots\dots\dots(1)$$

이때의 C는 매끄러운 관일경우 150이므로

$$\Delta H = 2.77 \times 10^{-4} \frac{V^{1.852}}{D^{1.167}} L \dots\dots\dots(2)$$

여기서  $\Delta H$  총마찰손실수두(ft)

V : 平均流速 (ft/sec)

D : 管經 (ft)

L : 管長 (ft)이다.

(나) Blasius 公式

$$f = \frac{0.3164}{(N_R)^{0.25}} \dots\dots\dots(3)$$

여기서 f : 마찰손실계수

$N_R$  : Reynold 數

마찰손실수두 公式이

$$\Delta H = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \dots\dots\dots(4)$$

이므로 上式을 代入하여 간단히 하면

$$\Delta H = 2.79 \times 10^{-4} \frac{V^{1.75}}{D^{1.55}} L \dots\dots\dots(5)$$

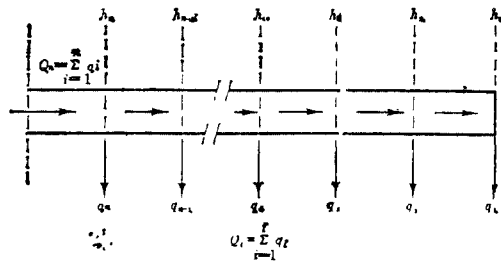


그림 1. 드립관개시설관에 連한유량分布와 水壓

\* 農業振興公社 事業部

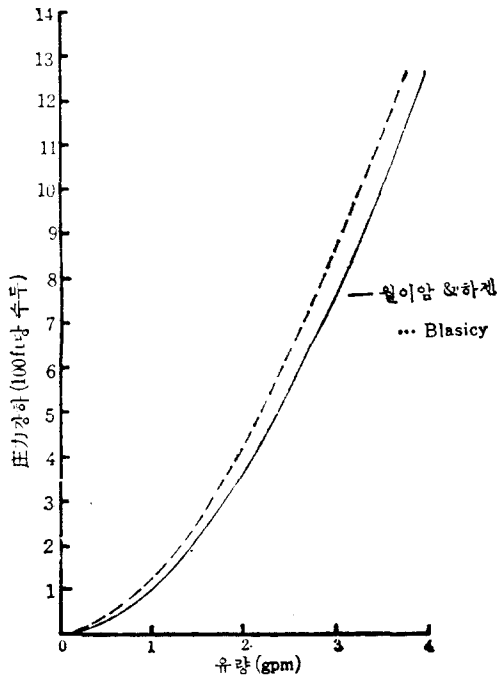


그림 2. 관경 1/2inch 末端管의 마찰에 의한 水壓강하

그림 2 1/2 inch 프라스틱 末端管內의 마찰손실 (2)式과 (5)式은 若干差異가 있으나 거의 비슷하며 末端管이 언제나 1/2 inch일때 (2)式과 (5)式에 依據 損失水頭를 圖化한것이 그림 2이다. 이도표를 使用하면 1/2inch 末端管의 마찰損失을 計算할수 있다.

나. 末端管에 對하여

末端管內의 흐름狀態는 安定되고 流量이 減少됨에 따라 部分的으로 달라진다. n個의 斷面에 對한 流速를 末端으로 부터  $q_1, q_2, q_3, \dots, q_n$ 로 가정하고 期待水壓를  $h_1, h_2, h_3, \dots, h_n$ 라 한다면 斷面 1部分에서의 流量은  $q_1$ 이고 斷面 2에서의 流量은  $q_1 + q_2$ 이다. 任意斷面의 流量은

$$Q_i = \sum_1^i q_i \dots\dots\dots (6)$$

$i=1, 2, 3, \dots, n$ 로 表示할 수 있겠다. 水源工에서 보내야 할 總流量은

$$Q_n = \sum_1^n q_i \dots\dots\dots (7)$$

또는

$$Q_n = q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_n \dots\dots\dots (8)$$

各斷面間의 마찰水頭는 公式 (4)와 같이

$$\Delta H = f \frac{\Delta L}{D} \frac{V^3}{2g} \dots\dots\dots (9) \text{이다.}$$

여기서

$\Delta h$  : 주어진 단면의 마찰손실수두

$\Delta L$  : 斷面間의 길이

管內가 매끄럽다고 가정한다면 Blasius의 Empirical 公式이 使用되며 公式 (3)과 (9)를 간단히 하면

$$\Delta h = KQ^{1.75} \Delta L \dots\dots\dots (10)$$

여기서

$$K = \frac{2.53(v)^{0.25} (A)^{0.25}}{g\pi^2 D^{5.25}}$$

여기서  $v$ 는 점성係數이다. 萬一 各斷面에 一定한 流量이 分布되어 있다면 各斷面間의 損失은 다음과 같이 算出할 수 있다.

$$\Delta h_n = K(nq)^{1.75} \Delta L$$

$$\Delta h_{n-1} = K[(n-1)q]^{1.75} \Delta L$$

$$\vdots$$

$$\Delta h_2 = K[2q]^{1.75} \Delta L$$

$$\Delta h_1 = K[q]^{1.75} \Delta L \dots\dots\dots (11)$$

총에너지 損失은

$$\Delta H = Kq^{1.75} [n^{1.75} + (n-1)^{1.75} + \dots + 2^{1.75} + 1^{1.75}]$$

$$\frac{L}{n} \dots\dots\dots (12)$$

총연장의 처음 1/4부분에 對한 총에너지 손실은

$$\Delta H_{0.25} = Kq^{1.75} [n^{1.75} + (n-1)^{1.75} + (0.75n)^{1.75}] \dots\dots\dots (13)$$

총연장의 절반까지의 총에너지 손실은

$$\Delta H_{0.5} = Kq^{1.75} [n^{1.75} + (n-1)^{1.75} + (0.5n)^{1.75}] \dots\dots\dots (14)$$

임의地點에 對한 總마찰 損失의 一般의인 公式은

$$\Delta H_i = Kq^{1.75} [n^{1.75} + (n-1)^{1.75} + \dots + [(1-i)n]^{1.75}] \dots\dots\dots (15)$$

$$i = 0.1, 0.2, 0.3, \dots, 1.0$$

$i$  : 市단으로 부터 임의 지점의 총길이에 對한 比式 (15)와 式 (12)를 比較하면 에너지 구배를 결정할 수 있고 마찰손실比  $\Delta H_i / \Delta H$  ( $i = 0.1, 0.2, \dots, 0.9$ )를 전산처리 산출하였다. 그것은 各種  $n$ 의 값에 對하여 (50, 100, 200,  $\dots$ , 1,000) 마찰손실比가 大略 같음이 발견되었다.  $\Delta H_i / \Delta H$ 인 마찰손실比와 總길이에 對한 區間거리의 比를 나타낸 무차원 곡선은 그림 3과 같이 도표화 시킬수 있다.

드립관內의 流量이 적고 等류상태라면 마찰손실 계수는

$$f = \frac{64}{N_R} \dots\dots\dots (16)$$

式 16을 式 9에 代入하여 整理하면

$$\Delta h = K_1 Q \Delta L \dots\dots\dots (17)$$

여기서

$$K_1 = \frac{512A_v}{g\pi D^5}$$

그리고 管内의 유량이 크고 그 흐름이 완전히 부동류 상태이고 마찰손실계수가 일정할 때는 마찰손실은 式 9에서 다음과 같이 표시 할 수 있다.

$$\Delta h = K_1 Q^2 \Delta L \dots \dots \dots (18)$$

여기서

$$K_1 = \frac{f}{DA^5 2g}$$

式 17과 式 18은 정류와 不定流狀態일때의 마찰손실 결정에 사용할 수 있다. 이 두식과 10式이 다른 것은 다만 유량이 다른 것이다. 마찰손실을 나타내는 일반식은 다음과 같다.

$$\Delta h = aQ^m \dots \dots \dots (19)$$

여기서 a : 定數

m : 등류시 1

매끄러운 管에서의 난류시 : 1.75

윌리엄하젠公式使用時의 난류 : 1.85

완전난류 : 2

매끄러운 管内의 난류시 마찰손실(m=1.75)과 등류(m=1) 및 완전난류(m=2)시의 마찰손실 결정은 같은 방법으로 行한다.

그림 3은 등류와 난류에 대하여 길이의 비에 대

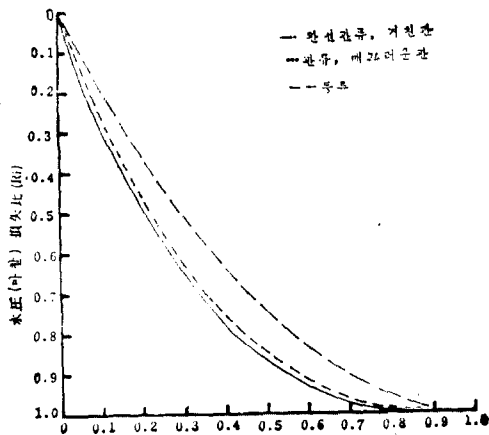


그림 3. 매끄러운 관내의 정류 및 난류와 말단관의 완전난류로 인한 마찰손실 커브

### 3. 水壓 分布

#### 가. 管傾斜와 水壓關係

드립관이 상향 또는 하향으로 설치됨에 따라 水壓에 영향을 준다.

드립관이 상향일때는 水壓이 줄어들고 하향일때는 水壓이 增加된다. 水壓의 增減은 管長과 傾斜에

한 마찰손실의 상관관계를 나타낸 곡선이다. 그것은 매끄러운 파이프내의 (m=1.75) 난류나 완전난류와에 대한(m=2) 곡선으로써 서로 근사한 모양을 나타내고 있다. 만일 윌리엄하젠식(m=1.85)을 사용한다면 상기 두 곡선 사이에 놓이게 된다. 各種 壓力과 相異한 누적구 間隔에 對한 마찰손실 試驗 結果에 依하면 마찰損失은 매끄러운 파이프내의 난류 상태와 대단히 비슷하다. 특히 유속이 적은 부분은 그림 4와 같이 등류와 비슷하다. 등류상태의 흐름으로 유속이 적다고 가정할때는 매끄러운 관내의 난류시의 마찰손실수두를 드립 관개시설에 代表的으로 使用할 수 있다. 각 누적구에서 나오는 流量이 一定하다면 무차원 곡선을 얻을수 있다. 그러나 마찰손실수두는 실제적으로 관에 따라 일정하지 않게 분포된다. 이들 두가지 에너지 損失 狀態는 어느 斷面에서나 각 누적구를 기대 壓力에 맞췄끔 일정한 유량으로 調整할 수 없는한 비교할 수가 없다. 그러나 만일 각 단면의 누적량의 차를 적도록 한다면 그림 3에 있는 마찰손실수두 산출 방법은 드립 관개 시설에서 使用할수 있다.

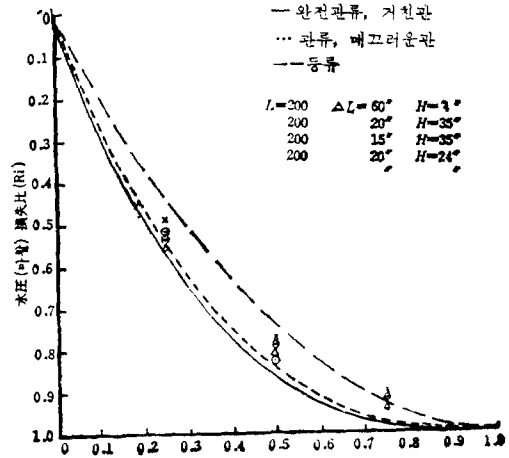


그림 4. 말단관의 水壓分布 시험 值

正比例한다.

#### 나. 드립관에 對하여

드립관의 어느 지점에서나 총 에너지는 다음식으로 表現할 수 있다.

$$H = z + h + \frac{V^2}{2g} \dots \dots \dots (20)$$

여기서 H : 총에너지 (ft)

z: 위치수두 (ft)

h: 壓力水頭 (ft)

$\frac{V^2}{2g}$ : 速度水頭 (ft)

관장에 따른 Energy 變化는

$$\frac{dH}{dl} = \frac{dz}{dl} + \frac{dh}{dl} + \frac{d\left(\frac{V^2}{2g}\right)}{dl} \dots\dots(21)$$

누적구의 流量이 적다면 길이에 關係되는 速度水頭의 變化는 적어서 無視할 수 있다. 그때 Energy 方程式은 다음과 같이 간소화 된다.

$$\frac{dH}{dl} = \frac{dz}{dl} + \frac{dh}{dl} \dots\dots(22)$$

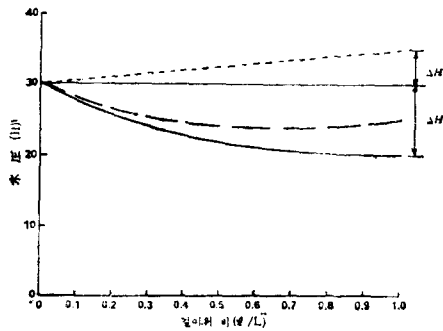
여기서  $\frac{dH}{dl}$ 는 에너지선의 경사나 에너지 경사에

$$\text{고 그때의 } \frac{dH}{dl} = -S_f \dots\dots(23)$$

(-)는 길이에 따른 마찰손실을 의미한다.

$\frac{dz}{dl}$ 는 관의 傾斜를 나타낸다.

$$\frac{dz}{dl} = -S_0. \text{ (하향)} \dots\dots(24)$$



— 마찰손실수두  
 ..... 경사에 따른 수압증감  
 -·- 최종 수壓分布

그림 5a. 드립관에 따른 水壓分布(하향)

$$\frac{dz}{dl} = S_0. \text{ (상향)} \dots\dots(25)$$

드립관이 하향일때의 水壓分布는

$$\frac{dh}{dl} = S_0 - S_f \dots\dots(26)$$

드립관이 상향일때의 水壓分布는

$$\frac{dh}{dl} = -S_0 - S_f \dots\dots(27)$$

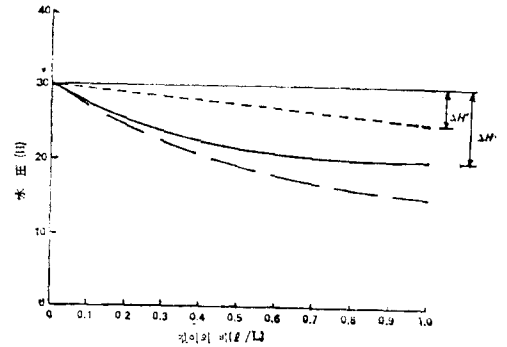
그림 3의 무차원 곡선을 사용한다면 어느 지점에서 마찰손실은 총에너지 손실을 알고 있을때 미리 알 수 있다.

만일 관장과 경사를 알고 있다면 어느 지점에서의 壓力損失水頭를 計算할 수 있다. 萬一 始點의 壓力이 決定되면 드립관에 의한 壓力分布를 그림 5a 및 5b와 같이 式 26과 式 27에 의하여 決定 할 수가 있다.

#### 4. 누적구 流量

가. 末端管에 對하여

드립관의 어느 지점에서의 누적량은 그지점의 壓



— 마찰손실수두  
 ..... 경사에 따른 수압증감  
 -·- 최종 수壓分布

그림 5b. 드립관에 따른 水壓分布(상향)

력에 左右된다. 누적구의 流量은 水理學의 水壓의 제곱근으로 나타난다.

$$qi = C_1 \sqrt{Hi} \dots\dots(28)$$

여기서  $C_1$ 은 계수로써 一定하고  $qi$ 는  $i$ 지점에서의 분출수량이며  $Hi$ 는  $i$ 지점에서의 壓力이다.

入口에서 총壓力이  $H$ 라면 주어진 길이의 어느 지점에서의 마찰 損失은  $\Delta Hi$ 이고 관 末端部 에서의 最大마찰 損失은  $\Delta H$ 이며 壓力의 상승 또는 低下는  $\Delta H'i$ 이고 流量은(下向일 時)

$$qi = C_1 \sqrt{H - \Delta Hi + \Delta H'i} \dots\dots(29)$$

$i=1, 2, 3, \dots, n$ 로 表示된다.

最大流量과 어느 지점에서의 流量과의 比는

$$\frac{qi}{q} = \sqrt{\frac{H - \Delta Hi + \Delta H'i}{H}} = \sqrt{1 - \frac{\Delta Hi}{H} + \frac{\Delta H'i}{H}} \dots\dots(30)$$

으로 表示된다. 만일  $\Delta H$ 와  $\Delta Hi$ 의 比가 그림 3과 같이 매끄러운 파이프內의 난류로 생각해서 예견할 수 있다면

$$Ri = \frac{\Delta Hi}{\Delta H} \dots\dots(31)$$

이다. 그때 관경사에 의한 壓力의 增減은

$$R'i = \frac{\Delta H'i}{\Delta H'} \text{ 이고} \dots\dots\dots (32)$$

式 30은

$$\frac{qi}{q} = \sqrt{1 - Ri \frac{\Delta H}{H} + R'i \frac{\Delta H'}{H}} \dots\dots (33) \text{이다.}$$

관장의比  $l/L$ 에 대하여 마찰損失比  $Ri$ 는 그림 3에서 求할 수 있겠고 壓力 상승  $\Delta R'i$ 는 거리비  $l/L$ 와 같다. 만일  $H$ ,  $\Delta H$  및  $\Delta H'$ 를 안다면 流量分布는 쉽게 決定할 수 있다.

나. 均一係數

유량分配가 決定되었을 때 均一性은 Christianson의 均一係數公式로 나타낼 수 있다.

$$\frac{Cu}{q} = 1 - \frac{\Delta qi}{q} \dots\dots\dots (34)$$

$q$ 는 流量이고  $\Delta qi$ 는 平均된 차다.

### 5. 設計編

가. 末端管設計

$\frac{qi}{q}$ 를 算出하기 爲하여 各種  $\Delta H/H$ 와  $\Delta H'/H$ 를 함께 고려한 式 33을 轉산처리 하였다.

드립관의 총연장을 10개의 부분으로 수학적으로 나눈다고 가정 한다면  $l/L$ 의 比는 0.1, 0.2, 0.3..... 0.9 및 1.0으로 하여 계산을 할 수 있으며 그림 3의 마찰 손실비  $Ri$ 는 매끄러운관내의 난류속선을 찾아 각종길이의 비로써 0.25, 0.46, 0.63, 0.75, 0.85...1.0등으로 구할 수 있다. 傾斜에 따라 일어나는 수압의 增減은 거리에 正比例한다. 水壓比  $R'i$ 는  $\Delta H/H$ 와  $\Delta H'/H$ 를 정하므로써 0.1~1.0이고 이에 따라 10개의  $qi/q$  比를 計算할 수 있다. 流量分布(10개部分의 吐出水에 根據한)에 對한 均一係數는 式 34을 使用하여 定한다.

0.1에서 1.0까지 10개의  $\Delta H/H$ 와 0.1에서 1.5까지의 15개에 對한  $\Delta H'/H$  전부가 轉산처리 되어 있다. 150개의 均一係數를 計算할 수 있으며  $\Delta H/H$  및  $\Delta H'/H$ 의 各조에 對한 均一係數는 同一 pipe에 대하여 그림 6의 1상한에 도표화 되어있다. II상한에서는 주어진 크기의 파이프내의 총유량, 총길이, 총에너지 손실  $\Delta H$  등의 연관관계가 들어있다. 만일 매끄러운 파이프내의 흐름이 난류이고 누적수가 정류라고 가정한다면 총마찰손실은 式 12로써 定해질수 있다.

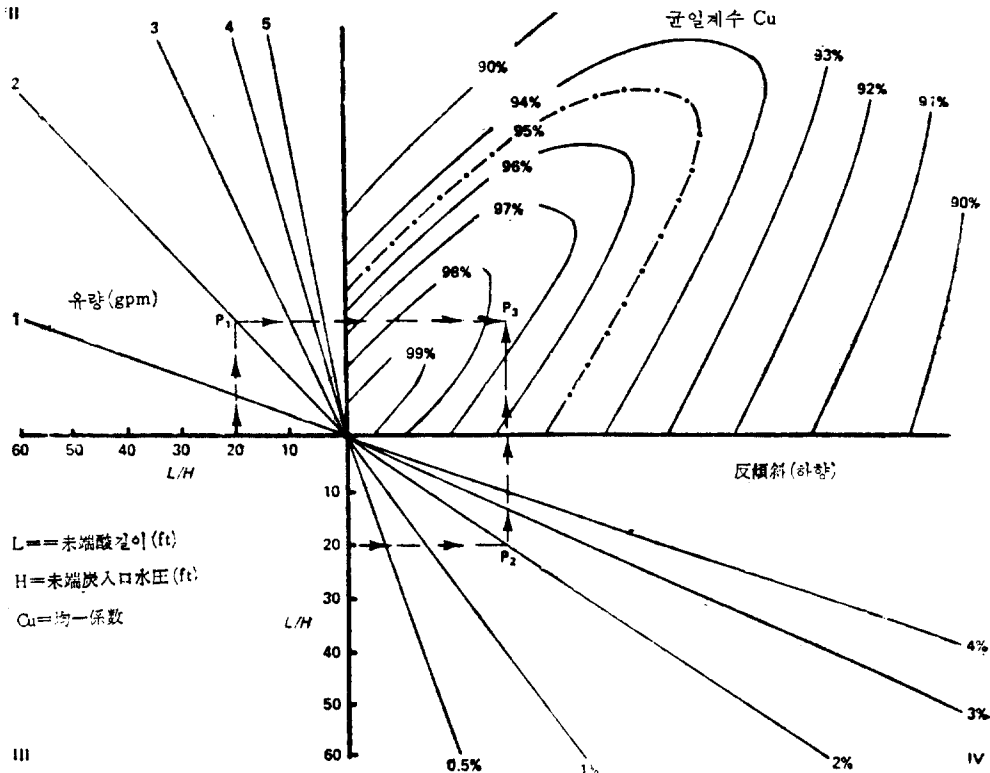


그림 6. 관경 1/2 inch 末端管에 對한 設計圖表

$$\Delta H = kq^{1.75} (n^{1.75} (n-1)^{1.75} + \dots + 2^{1.75} + 1^{1.75}) \frac{L}{n}$$

반면에 만일 마찰손실을 계산하기 위하여 平均流量을 使用하였다면 총마찰손실  $\Delta H_m$ 는

$$\Delta H_m = kq^{1.75} \left[ \frac{n+1}{2} \right]^{1.75} L \dots \dots \dots (35)$$

만일 式35가 총마찰손실을 산출하는데 使用된다면  $\Delta H$ 에 의하여 나누어지는  $(\Delta H - \Delta H_m)$ 의 차는 오차의 백분율을 나타낼 것이다. 오차의 백분율은

$$\frac{\Delta H - \Delta H_m}{\Delta H} = 1 - \frac{\Delta H_m}{\Delta H} = 1 - \frac{n \left[ \frac{n+1}{2} \right]^{1.75}}{(n^{1.75} + (n-1)^{1.75} + \dots + 2^{1.75} + 1^{1.75})}$$

가 되며 式 36에서 各種의  $n$ 值에 따라 增加한다. 그러나  $n=100$  이상에서 오차의 백분율은 적고 최종적으로 約 18%이다. 만일 18%의 오차를 사용한다면 그때는

$$1 - \frac{\Delta H_m}{\Delta H} = 18\% \text{ 또는 } \frac{\Delta H_m}{\Delta H} = 82\% \dots (37)$$

式 37의  $\Delta H$ 는 관내의 平均流量을 基準으로 한  $\Delta H_m$  值을 利用하여 계산할 수 있도록 되어 있다.

드림관 100ft당  $\Delta H_m$ 의 값은 그림 2의 곡선에서 구할수 있고,  $\Delta H$ 는 式 37에서 決定할 수 있다. 주어진 平均流量에 對하여 마찰損失水頭  $\Delta H_m$ (또는  $\Delta H$ )는 관장에 經비례한다. 그러므로 各種유량에 對한 도표는 그림 6의 II상한에 있고 거기서는 總流量이 算出되었다.

IV상한은 경사수두  $\Delta H'$ 와 관장과의 상관 관계를 나타내며

$$\frac{\Delta H'}{L} = S_0 \text{ 또는 } \Delta H' = S_0 L \dots \dots \dots (38)$$

IV상한에서 (38)式을 代表化 하므로써 各種 傾斜에 對한 유사한 직선을 얻을 수 있다. III상한은 다만  $L/H$ 의 눈금을 表示하며 그것은 設計에 必要한 變數로 考慮되어 있다. 그림 6은 설계물 爲한 도표이며  $L_s$ 와  $H_s$ 에 對한 均일계수를 示한점도 해야한다.

상향관에 대한 설계도표를 구하기 위하여는 式 (33)을 간단히 變更하여 다음식을 求한다.

$$\frac{q_i}{q} = \sqrt{1 - R_i \frac{\Delta H}{H} - R'_i \frac{\Delta H}{H}} \dots (39)$$

사용 방법은 그림 6의 경우와 동일하며 상향관 일시의 설계도표는 그림 7이다. 그림 6과 그림 7에는 各種 均一係數를 나타냈으며 그림 6은 그림 5보다 均

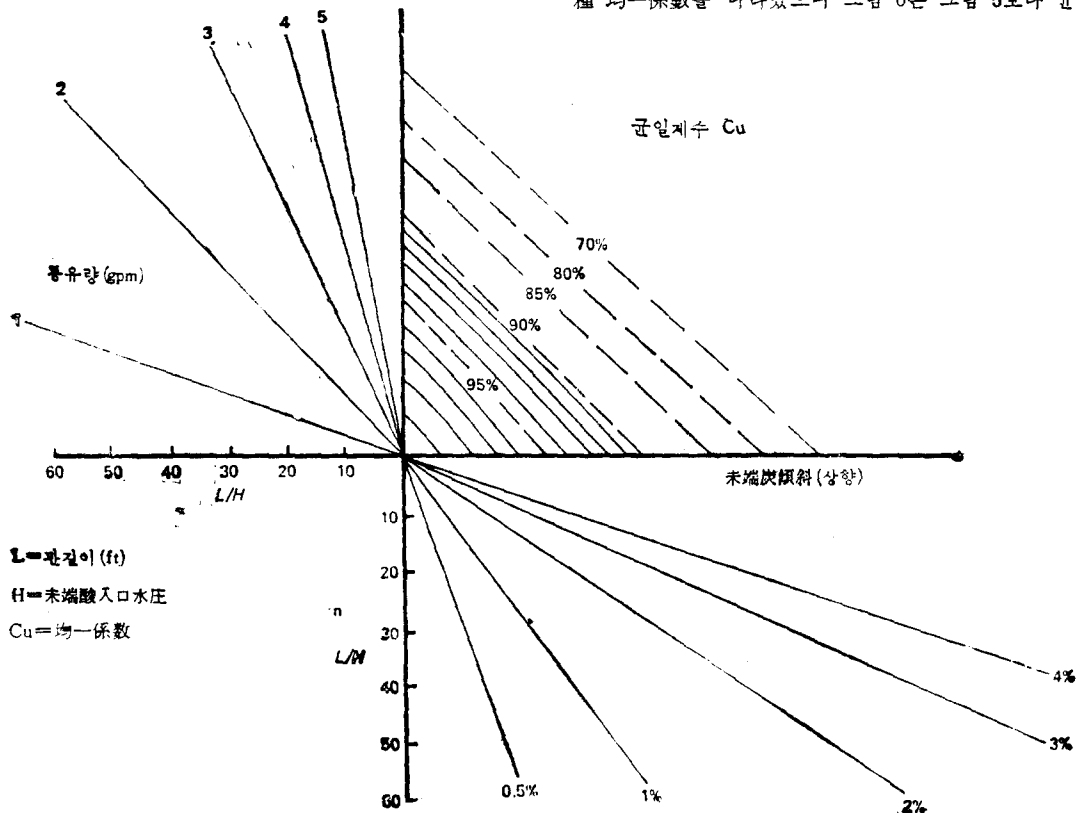


그림 7. 管徑 1/2 inch 인 末端管의 설계도표(상향)

일精度가 높게 나타난다. 마찰손실과 하향관에 따라 상승하는 에너지와는 서로 상쇄되므로 균일정도가 높아지는 것은 當然하다. 반면에 그림 7에서는 마찰손실에다 상향으로 인한 에너지 손실이 더해지는 것이다. 설계기준은 사용해야 하는 均一係數를 定해야 한다. 여기서 均一係數의 개념은 정의와 공식이 같다고 하더라도 스프링클러 설계시 使用하는 均一關係와는 다르게 생각해야 한다. 스프링클러에서 均一係數가 80%에서 90%인것은 充分하다고 생각되겠으나 드립관계 설계에서는 받아들일 수 없다.

스프링클러 施設은 전던적에 관계하며 물은 관계 후 전던적에 퍼질수 있다. 반면에 드립관계는 작물 생육에 영향을 미치는 최소한의 제한된 구역에만 관계하므로 관계수의 불규칙한 점과 均一係數와의 연관관계가 연구되었고  $g^{max}/g_{min}$ 의 유량비가 균일계수와 밀접한 관계가 있음이 발견되었다. 그림 8은 最大流量이 最小流量보다 40%가 클때 均一係數는 90%임을 보이고 있으며 最大流量이 最小流量보다 85%가 클때는 均一係數는 80%가 된다. 유량의 變化를 考慮하여 設計基準의 均一係數는 98% 이상으로 하였고 그때의 最小流量 對 最大流量의 比는 20% 以下이다. 95% 以下の 流量係數는 전의 할수 없다.

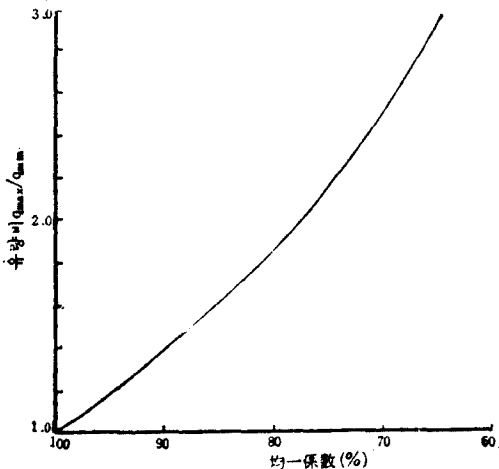


그림 8. 유량비  $g^{max}/g_{min}$ 와 均一係數와의 관계곡선

나 適用方法

그림 6과 그림 7의 도표는 드립시설의 末端管의 설계에 使用될수 있으며 設計에 基本이 되는 入口 壓力(H), 延長(L) 총유량(Q) 드립관경사( $S_0$ ) 均一係數(Cu)의 要素로 되어있다. 누적구의 流量과 누적구 間의 間隔이 주어지면 시산법으로 도표에서 현장 조건에 맞는 壓力 및 길이를 定하여 기대하는 均一係數를 求한다.

設計例

入口壓力: 6.5psi 即 15feet이고 그때의 管長  $L = 300ft$  總流量  $Q = 2gpm$  末端管의 傾斜(하향)  $S_0 = 2\%$  管徑 =  $\frac{1}{2}$  inch라면 均一係數는 그림 6에서 다음과 같은 方法으로 찾을수 있다.

a)  $L/H = 20$

b) II 상한에서  $L/H$ 가 20되는 점에서 수직으로 그어 流量이 2gpm 되는 線과 만나는 점  $P_1$ 를 찾는다.

c) IV 상한의  $L/H = 20$  되는 地點에: 수평으로 선을그어 관경사가 2% 되는 선과 만나는 점  $P_2$ 를 찾는다.

d)  $P_1$ 에서 水平線  $P_2$ 에서 수직선을 그어 그 交叉點을  $P_3$ 로 하면 그때의 均一係數가 97%으로 이설계는 채용할수 있다. 同一한 조건에서 관의 경사가 상향이라면 동일 方法으로 그림 7을 使用하여 얻은 均일係數는 85%로서 이는 채용할수 없다.

다. 支線管에 對하여

支線管에 對한 유량은 同一한 圖表를 만들어서 II 상한에서 各種 크기의 管을 使用하므로써 求할수 있다. 관경 3/4에서  $1\frac{1}{2}$  inch까지의 支線管의 설계도표는 그림 9, 그림 16에 나타낸다.

드립관계시설에서의 마찰손실은 매끄러운 관내에서의 흐름이 난류라고 가정하여 결정한다. Blasius 式이나 Williams과 Hazen 式을 쓸수 있으며 드립관계의 특성 때문에 관내 유량은 관이 길수록 줄어지고 마찰손실은 길이에 정비례하지는 않는다.

마찰손실 형태는 흐름상태에 따라 左右되켜 그림 3에 주어진 매끄러운 관내의 난류에 대한 도표는 드립관의 마찰손실수두를 구하는데 使用할수 있다. 만일 총마찰손실  $\Delta H$ 와 길이  $L$ 을 알고 있다면 드립관의 어느 지점에서의 마찰손실은 측정할수 있다.

마찰손실수두가 관의상·하향에 對한 水壓의 增減과 함께 考慮되어 있는 도표는 관내의 壓力分布를 決定할수 있다. 누적구 流量을 水壓에 依據調節되므로 萬一 水壓分布를 알고 있다면 누적구의 유량은 쉽게 결정할수 있다. 균일계수는 流量分布로써 決定할수 있으며, 도표에 의하여 水壓, 관장, 총유량 관경사, 균일계수등의 관계가 밝혀지고 있다. 設計者는 現場條件에 맞고 均一性을 얻을때 까지 여러가지 水壓과 관장의 조합에 의해 시산결정할수 있으며 상향관에 對하여도 同一한 도표를 만들어 쓰는데, 길이가 길수록 水壓이 떨어진다. 支線管 처한 各種크기의 管에 對해서도 使用할수 있다.

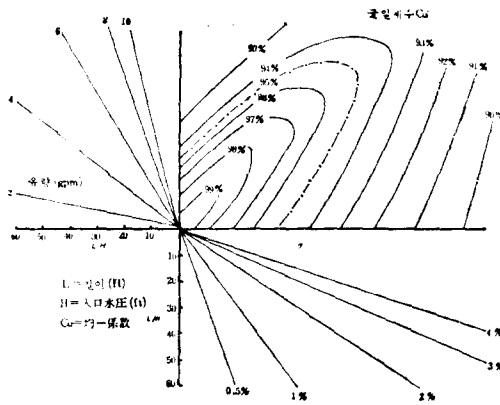


그림 9. 관경  $\frac{3}{4}$  inch관의 설계도표(하향)

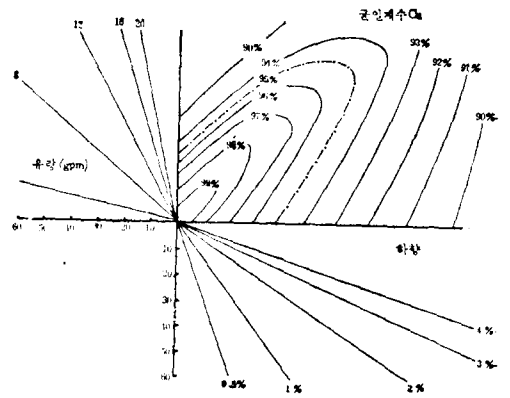


그림 10. 관경 1 inch관의 설계도표(하향)

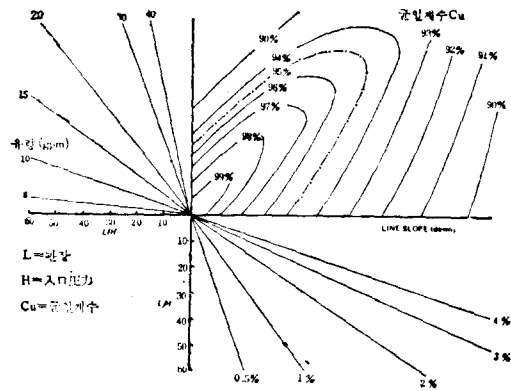


그림 11. 관경  $1\frac{1}{4}$  inch관의 설계도표(하향)

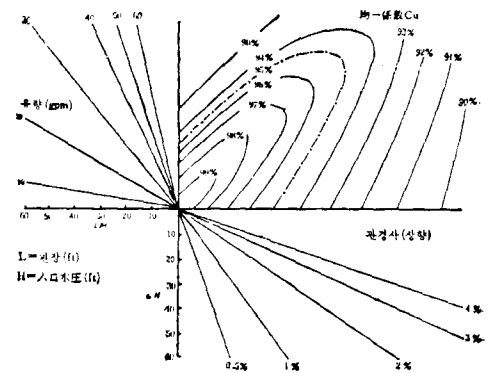


그림 12.  $1\frac{1}{2}$  inch관의 설계도표(하향)

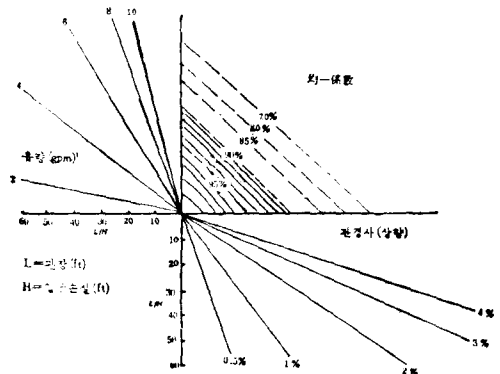


그림 13. 관경  $\frac{3}{4}$  inch관의 설계도표(상향)

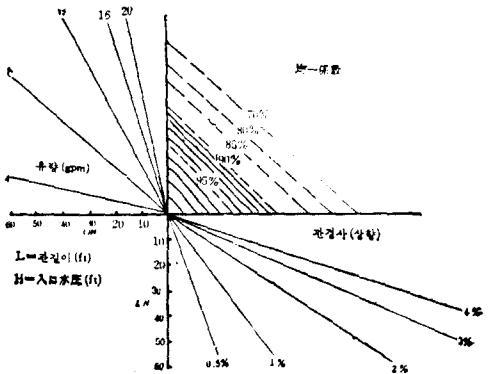


그림 14. 관경  $1\frac{1}{4}$  inch관의 설계도표(상향)



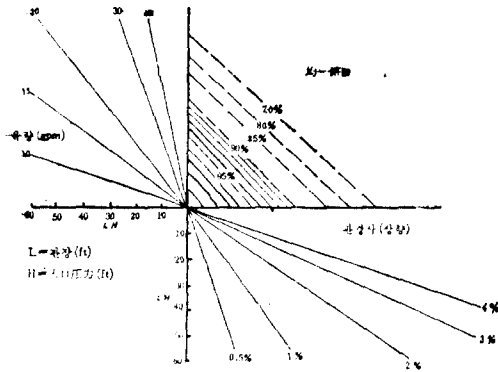


그림 15. 관경  $1\frac{1}{4}$  inch관의 설계도표(상향)

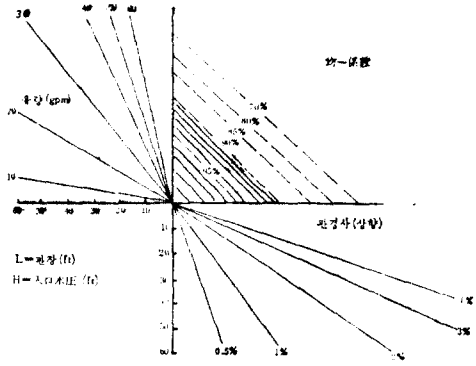


그림 16.  $1\frac{1}{2}$  inch관의 설계도표(상향)

### 原稿依賴

韓國農工學會誌의 原稿를 아래 와 같이 依賴 하오니 會員 여러분께서는 本學會를 育成하는 뜻에서 많이 投稿하여 주시기 바랍니다.

#### 아 래

- |       |  |
|-------|--|
| 種 類   | 論說, 論文, 研究報告(工事施工, 設計計算) 討議事項 農工技術行政, 技術經營, 技術相談 等 農業工學 技術에 關한 全般임 |
| 期 日   | 隨時로 接受함.   |
| 送 附 處 | 서울特別市 鍾路區 通仁洞 10番地<br>社團法人 韓國 農工 學會                                |