

各種 送出 호오스의 口徑 및 길이가 農用揚水機의 所要動力에 미치는 影響

Influence of Flowing Velocity and Length of Delivery Hoses on Power Requirement of Agricultural pump.

金 基 大* · 金 聲 來* · 李 漢 萬*
Kim, Ki Dae · Kim, Soung Rai · Lee, Han Man

Summary

The water delivery hose for agricultural pump is getting popular in rural areas in Korea.

Friction head loss, discharge, and power requirements were measured in various discharge for different material and diameter of hose to get basic data for economical use in agricultural pump.

The results attained in this study were as follows;

1. Friction head loss increased significantly as the velocity increased, and the difference of velocity between the different diameter of hose was bigger than that between materials, which was resulted in the increase of the friction head loss.

2. Friction head loss in the case of that the velocity with 2m/sec was constant was about 3.53 to 4.01 m/100m in the diameter 3" and about 2.30 to 3.10m/100m in the diameter 4".

Material A of diameter 3" showed the maximum value 8.4m/100m in Reynolds number 2.0×10^5 , 4" got the minimum value 2.24m/100m, the difference between these values was bigger than 6m per 100 meters in the friction head loss.

3. Darcy-Weisbach formular with friction coefficient [f] calculated by Nikuradse formular in the smooth pipe or with friction coefficient [f] calculated on the base of C value 125 in Hazen-Williams formular was available in friction head loss of the water discharge hose in rural areas.

4. Total head increased as friction head loss increased, meanwhile total discharge decreased, and 20 percents of energy was more saved in Material C 4" pipe than Material A 3" pipe in the view point from the discharge per unit power requirement, this phenomenon suggested that long distance pipe would be advantage in larer diameter pipe for save of energy.

* 忠南大學校 農科大學 農業機械學科

** 本 研究는 文教部, 學術研究造成費에 依하여 遂行된 것임.

1. 緒 論

政府에서는 災害對策用으로 農用揚水機를 1960年以後 農村에 重點事業으로 供給하였으며, '78年末 現在 農用揚水機의 農家保有臺數는 180,660臺에 達하고 農用揚水機는 '85년까지의 農業機械化 長期計劃에도 普及機種으로 選定되어 있어 農村供給臺數는 續續增加될 것이다. 또한 利用技術과 利用範圍도 供給臺數의 增加에 따라 發達, 擴大되고 있으며 特히 移秧時期에는 用水源으로부터 1~2km의 遠距離까지 送水 호오스를 利用하여 移秧用水를 揚水하므로써 水稻의 適期移秧을 實施하며 旱害를 克服하고 있다.

早魃時는 送水用 호오스를 農協을 通하여 農民에게 供給하고 있으나 大部分의 農民은 吸入호오스의 直徑과 同一한 直徑의 送水호오스를 揚水機에 連結하여 使用하고 있다.

送水 호오스內의 摩擦損失은 送水 호오스內의 流速에 따라 크게 變化하나 農村에서는 이와같은 動力損失은 전혀 考慮되지 않고 있다.

本 試驗에서는 國內에서 普及된 材質이 다른 送水 호오스로 호오스內의 流速을 變化시키기 爲하여 80mm의 揚水機에 直徑이 다른 送水호오스를 使用하여 摩擦損失水頭, 揚水量 및 揚水 所要動力 등을 測定하였으며 送水 호오스 出口에서의 吐出量을 一定하게 調節하며 揚水時 所要動力을 對比하였다.

2. 文獻概要

오랜동안 摩擦損失을 求하는데 Scobey의 公式 $H_f = K \frac{L \cdot V^{1.9}}{1,000 D^{1.1}}$ 의 式을 使用하였지만 Gray⁽¹⁾ 등은 3 in Aluminum pipe에 對한 摩擦損失 實驗에서 1000ft의 pipe에 對하여 換算한 結果 損失水頭는 $V^{1.74}$ 에 比例하며 $H_f = 0.30 \frac{L \cdot V^{1.74}}{1000 \cdot D^{1.26}}$ 의 公式를 發表하여 Aluminum pipe에 對한 管摩擦係數는 0.30 이었으며 Scobey의 公式이 Aluminum Pipe에 對해서는 맞지 않는다고 報告하였다.

Darcy 등은 摩擦損失水頭に 關한 公式으로 $H_L = f \frac{l}{D} \frac{V^2}{2g}$ 을 發表하여 損失水頭는 호오스의 長이에 比例하여 流速의 自乘에 比例한다고 하였다.

또한 Nikuradse는 管摩擦係數에 關한 式으로 $f = 0.0032 + 0.221 Re^{-0.287}$ 의 式을 發表하여 레이놀드數 (Re)가 增加할수록 即 流速(V) 또는 直徑(D)가 增

加 할수록 管摩擦係數(f)가 減少한다고 하였다.

Hazen은 管摩擦係數에 關한 式으로

$f = \frac{98.784}{D^{0.167} C^{1.485} V^{0.16}}$ 의 式을 發表, 內面 고무塗裝한 소방호오스에 對한 常數 C 의 값을 110~140으로 定하였다.

Gray⁽²⁾ 등은 Coupler에 對한 實驗에서 Coupler를 使用하는 것이 Coupler없이 하나의 호오스로 使用하는 것 보다 20~25%의 損失水頭의 增加를 가져왔고 극히 매끈한 管에 對한 摩擦損失의 式으로

$H_f = f \frac{L \cdot V^{1.76}}{1000 \cdot D^{1.26}}$ 의 式을 發表하였다.

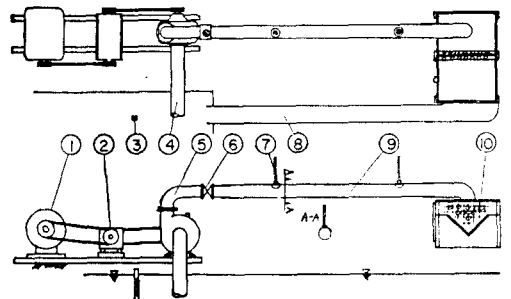
Howland⁽³⁾에 따르면 가장 經濟的인 파이프의 長이와 直徑을 決定하기 爲하여 a . 流量 b . 灌溉할 圃場의 長이 c . 파이프內의 全損失水頭 d . 파이프의 粗度係數 등의 資料가 必要하다고 報告한 바 있다.

現在 農村에서 많이 使用되고 있는 簡易送水 호오스에 對한 實驗은 國內에서 報告된 바 없으며 外國의 文獻에서도 本 試驗에 使用한 호오스에 對한 研究는 찾기 못하였다.

3. 實驗裝置 및 方法

가. 實驗裝置

本 實驗의 測定裝置는 Fig. 1과 같이 設置하였으며 揚水한 물은 다시 揚水場으로 循環되게 하였다.



1. Motor
2. Torquemeter
3. Water level checker
4. Suction hose
5. Pump
6. Sluice valve
7. Manometer
8. Water way
9. Discharge hose
10. Weir

Fig. 1. Schematic and general view of experimental apparatus for determining friction head loss in water discharge hose.

實驗에 使用한 揚水機는 B會社 製品으로 80mm 自吸式이며 原動機는 220V 11kW 3相 誘導電動機를 使用하였고 流量測定은 KS. B 6302에 依하여

製作한 直角三角 위어를 使用하였다. 送水 호오스의 靜壓은 Water manometer로 測定하였고 所要 Torque 및 揚水機 回轉速度로 測定하기 爲하여 Dynamic Strain gage system을 使用하였으며 이들의 仕樣은 Table-1과 같으며 測定項目과 gage의 構成은 Fig. 2와 같다.

Table 1. Specification of experimental equipments and measuring instruments.

Item	Type
Pump	Self-priming water pump(80mm)
Moter	3 phase 220V 11kW induction motor
Manometer	Water manometer(Max : 1500 mm H ₂ O)
Weir	V-notch weir
Dynamic strain amplifier	DPM 6E 6 channels, Kyowa Electric Co, Ltd.
Recorder	Rapicorder RMV 300A

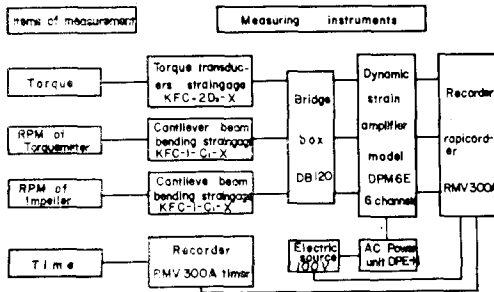


Fig. 2. Block diagram of measuring instruments

나. 實驗方法

本 實驗에 使用된 材料는 農業用 送水 호오스로 Fig. 3과 같이 材質 및 直徑이 다른 6種類이며 Table 2와 같이 호오스의 直徑別, 材質別로 揚水機에 附着시킨 後슬루우스벨브의 열림程度를 全開부터 4단계로 變化시켜가면서 摩擦損失水頭와 所要動力을 測定하였다. 모든 實驗은 水源의 水位가 一定한 條件에서 實施하였고 Weir와 Manometer 1, 2에서의 測定은 脈動現象에서 오는 實驗誤差를 줄이기 爲해 5秒 間隔으로 各點을 同時에 20회씩 測定하여 算術平均値를 求하여 100m當의 損失水頭로 換算하여 比較하였다. 測定한 回轉數 分析을 容易하게 하기 爲하

여 Recorder 記錄紙의 送出速度는 10cm/sec로 하였으며 各各 3회씩 測定하였다.

記錄紙에 나타난 Torque와 Torque meter의 rpm 으로부터 所要動力을 求하였다.

Table 2. Design of experiment

Material	Diameter	Delivery valve opening ratio	Remark-actual size(mm)
A	3"	4 step	82.8
	4"	"	101.9
B	3"	"	84.7
	4"	"	114.0
C	3"	"	93.6
	4"	"	112.1

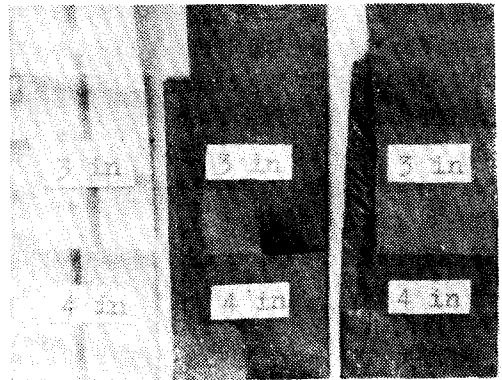


Fig. 3. Hoses being used in the experiments

4. 結果 및 考察

가. 레이놀드數와 摩擦損失水頭의 關係

3 in 揚水機로 3"와 4"의 送水 호오스를 使用하여 揚水作業을 하면 送水 호오스內的 흐름은 레이놀드數(Re)가 最大 2.5×10⁶ 程度이며 最大流量의 55~60% 程度의 적은 流量으로 送水할 경우도 Re가 1.1×10⁶로 되어 本實驗의 경우 亂流가 됨을 알 수 있었다.

Fig. 4에서 摩擦損失水頭는 送出호오스의 材質과 直徑에 따라서 差異를 나타내고 있다. 一般的으로 摩擦損失水頭는 레이놀드數가 增加할수록 增加하는 傾向으로 나타났는데 이는 摩擦係數에 關한 Nikuradse의 式인 $f=0.0032+0.221Re^{-0.287}$ 에서 볼 수 있는 것과 같이 管摩擦係數(f)는 레이놀드數가 增加하면 減少하는 傾向이나 損失水頭(H_L)는 V²에 正比例하며 $Re=\frac{VD}{\nu}$ 이므로 平均流速(V)이 增加

하면 Re 가 增加하며, Re 가 增加할수록 H_L 은 增加하는 傾向으로 나타난다. 또한, 모든 實驗條件에서 送水 호오스 3"보다는 4"에서 摩擦損失水頭가 매우 적게 나타났는데 이는 Darcy의 式 $H_L = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$ 에서 H_L 은 直徑(D)에 反比例하므로 D 가 큰 호오스일수록 H_L 은 적게 나타나는데 H_L 은 또한 V^2 에 正比例하므로 Re 가 增加할수록 送水 호오스의 直徑이 3"와 4"의 摩擦損失水頭的 差는 커져야 하는데 本 實驗結果는 이러한 수리학적 計算値와 잘 一致하는 結果로 認定된다.

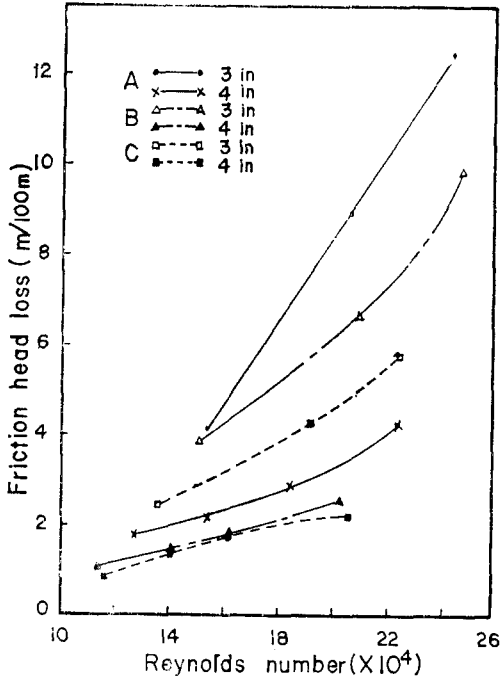


Fig. 4. Relationship between friction head loss and Reynolds number on different material and diameter of discharge hoses.

나. 流速과 摩擦損失水頭

一般的으로 V 와 H_L 은 指數函數의 關係가 있다고 報告되고 있으며 本 實驗의 結果를 log-log graph에 그려 比較한 結果 Fig. 5와 같이 若干의 差異는 있으나 比較的 直線으로 나타났다. 그림에서도 前項의 傾向과 같이 流速이 增加할수록 H_L 은 增加하였으며 送水 호오스의 直徑 4"보다는 3"에서 損失水頭가 더 크게 나타났다.

本 實驗에서 얻은 損失水頭는 Gray等이 實驗한 Aluminum Pipe에 比하면 流速이 달라서 直接 比較

하기는 곤란하나 매우 작은 값으로 나타났는데 이는 우리나라에서 많이 사용되는 農用 簡易送水 호오스의 內面이 주로 비닐로 코팅되어 摩擦에 依한 損失이 比較的 작게 나타난 것으로 認定된다.

Fig. 6에서 Re 가 같은 경우 材質間의 摩擦損失이 큰 差異를 보였는데 반해 流速 V 가 一定할 경우 各 材質別 直徑別 損失水頭의 差는 적었다. 여기서 材質이 損失水頭에 미치는 影響은 直徑이 損失水頭に 미치는 影響에 比하여 적은 것으로 認定된다.

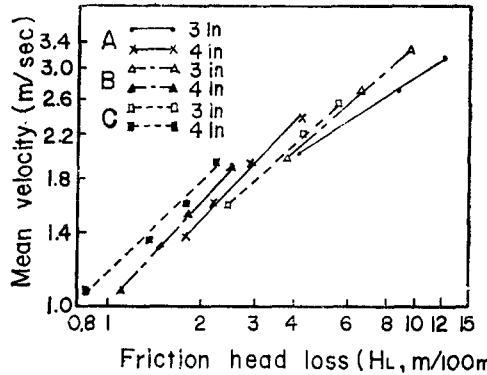


Fig. 5. Mean velocity and friction head loss according to material and diameter of discharge hoses for agricultural pump.

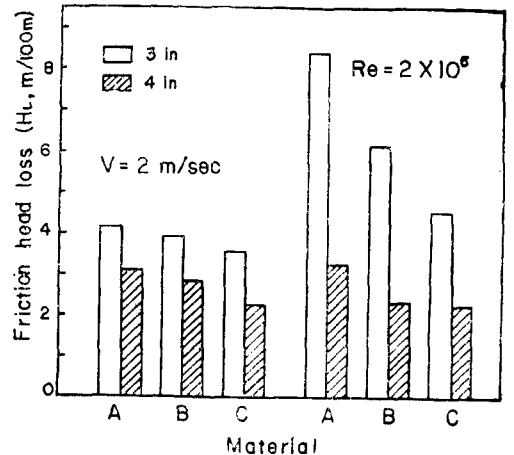


Fig. 6. Relationship between H and different hoses in particularly mean velocity of 2m/sec and Reynolds number of 2×10^5 .

다. 直徑의 變化가 摩擦損失에 미치는 影響

一般的으로 直徑이 增加하면 摩擦損失이 減少하는 것으로 알려져 있는데 本 實驗의 結果도 Fig. 6과

같이 實驗에 使用한 3가지 材質 모두에서 若干의 差는 있으나 送水 호오스의 直徑 4"의 摩擦損失水頭가 送水 호오스의 直徑 3"의 摩擦損失보다 매우 적게 나타났다.

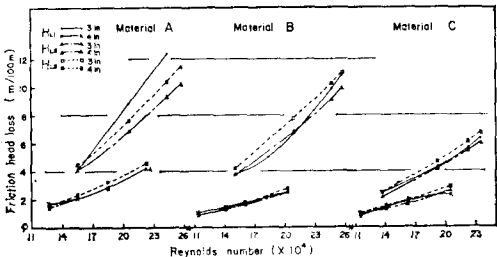
Fig. 6에서 볼 때 流速이 2m/sec로 一定한 경우 損失水頭는 送水 호오스直徑 3"보다 送水 호오스直徑 4"에서 約 25%~37% 程度 減少하였다. 여기에서도 材質이 損失水頭に 미치는 影響은 直徑이 損失水頭に 미치는 影響보다 매우 작게 나타났다.

레이놀드數가 2.0×10^4 인 경우는 送水 호오스의 直徑이 3"와 4"의 損失水頭 差가 크게 나타났다.

레이놀드數가 같은 경우에도 材質間에 損失水頭の 差를 나타내었는데 이는 Table. 2에서 나타낸 것처럼 市中販賣되는 送水 호오스들의 實際直徑이 均一하지 못하므로 材質만의 影響이라고 볼 수는 없으며, 直徑의 差로 因하여 流速의 差가 생기고 그에따라 摩擦損失水頭の 差가 생긴것도 큰 要因의 하나로 思料된다. 그러나 같은 揚水機로 揚水作業을 할 경우는 여러가지 複合要因에 依해 摩擦損失水頭가 變化하겠으나 材質 B 또는 C의 4"를 選擇함이 3"보다는 効率的이라고 判斷된다.

라. 損失水頭 計算 公式과 實測值의 比較

Fig. 7은 各 材料에 對하여 實測한 摩擦損失水頭 H_{L1} 과 Nikuradse의 매끈한 圓管에 關한 實驗式인 $f_s = 0.0032 + 0.221Re^{-0.287}$ 에 依해 求한 f_s 및 H_{L2}



$$H_{L1} : \text{Measured value } H_{L2} : (0.0032 + 0.221Re^{-0.287}) \frac{L \cdot V^2}{D \cdot 2g} \quad H_{L3} : \frac{98.784 L \cdot V^2}{D^{1.167} C^{1.86} V^{0.16} D \cdot 2g} \quad (C : 125)$$

Fig. 7. Relationship between friction head loss and Reynolds number for different hoses.

zen-Williams의 公式에서 內面에 모두塗裝한 소방 호오스와 같이 C를 125로 假定한 f_s 를 Darcy-Wesibach의 摩擦損失水頭 公式인 $H_L = f \frac{l V^2}{D 2g}$ 에 各 代入하여 求한 H_{L2} , H_{L3} 를 같은 座標에 나타낸

것이다.

그림에서 볼 때 材質에 따라 若干의 差는 있으나 實測值 H_{L1} 은 H_{L2} 와 類似한 傾向으로 나타났으며 H_{L3} 보다는 若干 작은 값으로 나타났다.

이러한 結果로 보아 現在 우리나라의 農村에 많이 普及 活用되고 있는 簡易 送水 호오스의 流量에 關係되는 摩擦損失을 求할 때는 두가지 式 모두 使用이 可能할 것이나 比較的 式이 簡單한 Nikuradse의 매끈한 圓管의 亂流公式인 $f = 0.0032 + 0.221Re^{-0.287}$ 으로 計算하는 것이 便利할 것으로 認定된다.

마. 損失水頭 變化가 揚水量에 미치는 影響

앞에서 考察한 바와 같이 直徑과 材質이 다른 6가지 種類에 對한 送水 호오스들 그림 1과 같이 設置하고 밸브를 全開하고 揚水作業을 實施하는 경우 직각삼각형으로 測定한 流量은 Fig. 8과 같다.

一般的으로 摩擦損失水頭는 全揚程에 加算되며 같은 揚水條件에서 全揚程이 增加하면 揚水量 Q가 減少하는데 앞에서 考察한바와같이 材料에 對한 影響은 比較的 작은 편이며 直徑에 따른 揚水量의 變化는 매우 큰 것으로 나타났다.

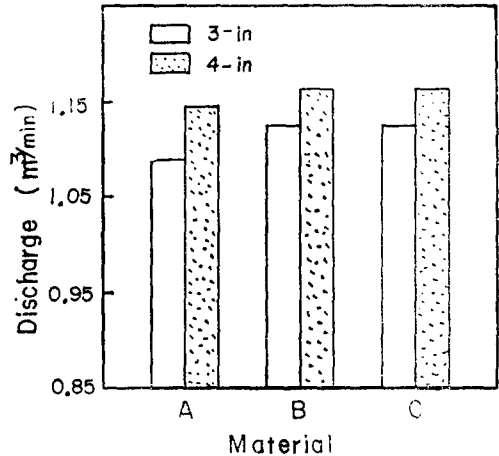


Fig. 8. Relationship between discharge and different hoses when delivery valve opened widely.

그림에서 材料 A의 直徑 3"와 4"의 流量 Q가 特別히 적은데 이를 究明키 爲하여 各 材料別의 揚水實驗에서 밸브 全開時의 平均流速을 그림 9에 나타내었다.

Fig. 9에서 材料 A의 直徑 3", 4" 모두 流速이 크게 나타났는데 이는 앞에서 指摘한 바와 같이 材質 A가 比較的 다른 材料보다 3", 4" 모두 實直徑

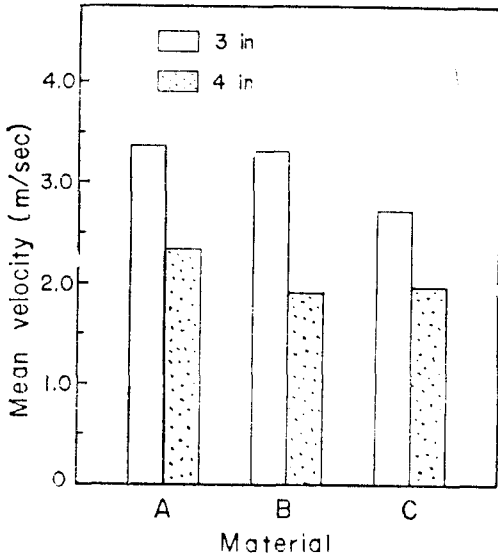


Fig. 9. Relationship between mean velocity and different hoses when delivery valve opened widely.

이 작아 流速이 最大가 되고 따라서 Fig. 8에서와 같이 摩擦損失이 最大가 되므로 流量 Q가 最少가 된 것으로 認定된다.

그러므로 現在 農村에서 使用하는 簡易 送水 호오스들은 材料間的 差가 比較的 적으며 損失水頭나 流量等에 流速이 가장 큰 影響을 미치는 것으로 思料된다.

바. 材質 및 直徑이 所要動力에 미치는 影響

揚水作業時 理論動力을 P_L 이라 하면

$$P_L = \frac{dQH}{75 \times 60} \dots\dots\dots(1)$$

- 여기서, P_L : 理論動力(P_s)
- d : 取扱液의 比重量(kg/m^3)
- Q : 送水量(m^3/min)
- H : 全揚程(m)

揚水作業에 必要한 軸動力은 揚水機 內에 생기는 損失動力만큼 理論動力보다 커지며 그 式은 다음과 같다.

$$P = \frac{P_L}{\eta} = \frac{d \cdot Q \cdot H}{75 \times 60 \cdot \eta} \dots\dots\dots(2)$$

- 여기서, P : 軸動力(P_s)
- η : 揚水機 效率

그런데 물의 比重量이 1000kg/m^3 이며 揚水效率이 0.5일때 $P=0.444QH$ 가 된다. 全揚程 H 는 같은 水源池에서 같은 吸入 호오스를 使用하는 境遇는 管

의 摩擦損失에 依해 變化하는 H_L 에 依해 달라지므로 送出 호오스를 Lm 만큼 使用하여 揚水作業時에 所要動力을 P' 라고 하면

$P'=0.444Q(H_L \times \frac{L}{100} + H)$ 가 되며 揚水機의 性能曲線에서 볼 때 全水頭가 增加하면 Q 가 減少하고 軸動力도 減少하므로 이들을 같이 考慮하기 爲하여 單位 馬力當의 流量인 $\frac{Q \times 60}{P_s}$ ($\text{m}^3/\text{ps-hr}$)로 比較하면 Fig. 10과 같다.

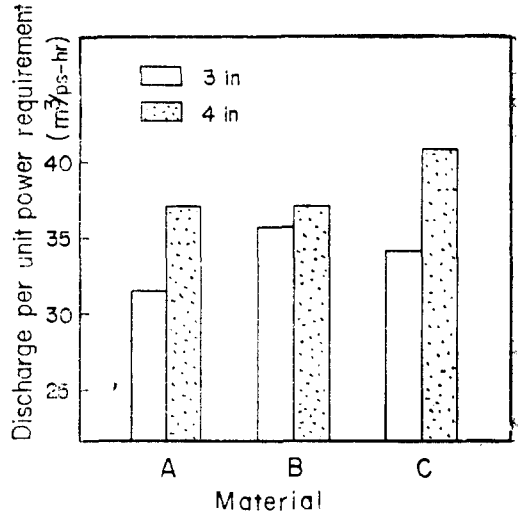


Fig. 10. The variation of discharge per unit power requirement at different material and diameter of the hoses for agriculture.

그림에서 볼 때 全體的으로 送水 호오스 3"보다는 4"에서 材質 A보다는 B, B보다는 C에서 에너지의 節約效果가 크며 이러한 原因은 流速이 減少하고 管材料의 摩擦損失水頭가 작은데에 基因하는 것으로 認定된다.

本 實驗에서 A材料 3" 送水 호오스와 C材料 4" 送水 호오스와 比較할 때 單位 馬力當 流量이 約 20%의 差가 나타났다.

따라서 送出 호오스의 길이 가 길어질수록 送出 호오스의 直徑을 키우면 總에너지 節約效果는 매우 增加할 것으로 思料된다.

5. 摘 要

現在 우리나라 農村에서 많이 使用되고 있는 簡易 送水 호오스의 摩擦損失水頭를 測定하고 이의 經濟的인 利用을 爲한 基礎資料를 얻고자 揚水機에 附着한 送出밸브의 開閉程度를 變化시켜가면서 材質別,

直徑別로 送水量, 摩擦損失水頭, 및 所要驅動力을 測定하여 分析한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 流速의 增加는 摩擦損失水頭를 크게 增加시켰으며 材質間의 差 보다는 直徑의 差가 流速의 差를 크게하므로 結果의 摩擦損失水頭를 增加시키는 要因으로 認定된다.

2. 流速이 2m/sec인 경우 摩擦損失水頭는 直徑 3"의 경우 3.53~4.01m/100m程度이었으며 直徑 4"의 경우 2.30~3.10m/100m였으며 레이놀드數가 2.0×10^6 인 境遇는 A材料 直徑 3"에서 最大 8.4m/100m로 나타났으며 C材料 直徑 4"에서 最少 2.24m/100m로 나타나 100m當의 摩擦損失水頭가 6m 이상의 큰 差가 있었다.

3. 現在 農村에서 많이 使用하는 簡易送水 호오스의 損失水頭의 計算은 Darcy-Weisbach의 式에서 Nikuradse의 매끈한 圓管에 關한 實驗式으로 求한 f 를 使用하거나, Hazen-Williams의 實驗式의 C 값을 125로 計算한 f 를 使用하면 類似한 값을 求할 수 있을 것으로 認定된다.

4. 損失水頭가 增加하면 全水頭가 增加하며 揚水量이 同時에 減少하고 單位馬力當 揚水量에서 볼 때 材質 C 直徑 4"를 使用하면 材質 A 直徑 3" 送水 호오스의 使用時보다 20% 程度의 에너지 節減效果를 가져올 수 있으며 이러한 效果는 遠距離 送水時에 더욱 클 것으로 豫想된다.

參 考 文 獻

1. 韓國工業規格, 1978. 農業用 送水 호오스, KS M 3412.
2. Karassik, I.J., W.C. Krutzsch, W.H. Fraser, and J.P. Messina. 1976. Pump handbook. McGraw Hill Book Company. New York.
3. 朴勝德 外 5人. 流體力學. 螢雪出版社, pp. 157-196, pp. 215-258.
4. Vennard, J.K. and R.L. Street. 1976. Elementary fluid mechanics. John Wiley & Sons, Inc. 379-463.
5. 李澤植. 1974. 遠心 및 軸流펌프의 設計. 東明社, pp. 1-36.
6. 韓國工業規格, 1972. 遠心펌프 및 軸流펌프의 試驗方法. KS B 6301.
7. 펌프流量 測定方法. KS B 6302.
8. Yates, Paul. 1970. V-notch weir for submerged flow measurement. Agr. Eng. 51(3) : 132-133.
9. 崔榮博, 劉漢烈, 鄭俊錫. 1969. 水理學. 光林社, pp. 61-94, pp. 128-201.
10. Davis, C.V. and K.E. Sorensen. 1969. Handbook of applied hydraulics. McGraw-Hill Book Company.
11. Horn, D.L. 1967. Method for determining minimum-cost farm-irrigation pipeline design. Trans. of the ASAE. 10(2) : 209-212, 216.
12. Replogle, J.A. 1967. Low-pressure-differential measurements in liquid flows. Trans. of the ASAE. 10(1) : 84-86.
13. Bassett, D. L. and V.E. Hansen. The discharge coefficient in the coordinate equation for measuring water flow from horizontal pipes. Trans. of the ASAE. 7(3) : 207-208.
14. Bowman, C.C. 1964. Dimensional analysis applied to more efficient application of irrigation water. Trans. of the ASAE. 7(3) : 238-239.
15. Fang, K.S. 1964. Submergence, NPSH and cavitation of modern irrigation pumps. Trans. of the ASAE. 7(3) : 332-335.
16. Schmidt, A.M. 1959. Economic considerations in selection pipe lines for pumping plants. Trans. of the ASAE. 2(1) : 88-91.
17. Larson, C.L. and L.F. Hermsmeier. 1959. Device for measuring pipe effluent. Agr. Eng. 39(5) : 282-284.
18. Howland, W.E. 1957. Selecting irrigation pipe sizes for economy. Agr. Eng. 38(7) : 530-534.
19. Gray, H.E., G. Levine, and M. Bogema. 1954. Friction loss in aluminum pipe. Agr. Eng. 35(10) : 715-716.
20. Gray, H.E., G. Levine, and M. Bogema. 1954. Head loss in irrigation-line quick couplers. Agr. Eng. 35(11) : 804-807.
21. Pillsbury, A.F. and E.H. Taylor. 1953. Hydraulic characteristics of pipe systems for irrigation enterprises. Agr. Eng. 34(12) : 837-842.
22. Scott, V.H. 1950. Studies of pressure-head losses in concrete risers and alfalfa valves. Agr. Eng. 31(6) : 292-294.