

水圧利用運搬車の試作研究

小嶋 和雄

(農学部 農業機械学研究室)

Design and Experimental Work of the Hydraulic Locomotive

Kazuo KOJIMA

Laboratory of Agricultural Machinery, Faculty of Agriculture

Abstract : A hydraulic locomotive was built for the use of transporting. The mechanism and performance of this locomotive are summarized as follow :

(1) Water pressure required to transporting was 0.9 kg/cm² when loaded maximum weight of 62.4 kg (carrier weight was 16.3 kg). It seems that the water pressure of 0.90 kg/cm² is sufficient for transporting when load is under 50 kg (standard load).

(2) Traveling speed of the carrier was 0.3-0.5 m/s, it was decreased with the increase of the gross carrier weight.

(3) Work efficiency was generally low, it was 40.3 % when loaded 62.4 kg (gross carrier weight was 78.7kg).

緒 言

ハイドロリック・ロコモティブについては倉田^{1),2)}、吉崎³⁾の研究があるが、いずれも流体としては空気を用いている。空気は入手が容易で、特性の変化も少なく、パイプから放出したあとの処理も全く考慮を払う必要がないので、利用に当って最も便利な流体である。しかしながら運搬車の駆動源としての高圧空気を得るためにはコンプレッサまたはブロワを必要とし、要求される空気流量も 900~1500 l/min^{1),2)}と比較的多い。

そこで一般の水道程度の水圧と水量を利用したハイドロリック・ロコモティブを試作した。動力源が水であるため水道の設備があるところはもちろんのことであるが、高所に水槽が設置できれば水圧の獲得は容易である。しかしながらパイプから放出された水の処理が問題で、常に水の使用がなされている施設たとえば栽培漁業施設などでは自然放出方式でも支障ないと思われるが、一般の場合は水槽に貯水し、ポンプによる循環通水方式を採用する必要がある。

実験装置および実験方法

(1) 運搬装置の概要 運搬車は Fig. 1. 2 のような1輪駆動、補助輪2個の3輪車である。1輪駆動の3輪車にした理由は駆動輪への荷重集中をはかるためである。車体の安定は軽量積載の場合は問題ないが積載量が増加すると転倒のおそれが生ずるので、後日 Fig. 3 のように視助輪2個を追加し、1輪駆動の5輪車とした。しかしながら後述の実験はすべて3輪車の状態で行った。3輪車の車体重は16.3kgである。

運搬車の駆動輪を軟質パイプの上に乗せ、パイプ中に水を流すと水圧により運搬車は走行する。駆動輪の前後および2個の補助輪の中間位置にパイプをつかむような形のガイドを取付けた。このガイドのため駆動輪はパイプよりはずれることなく前進する。

流水を通すパイプには当実験では市販の軟質ビニールホース(商品名はサンフラワホース)を用

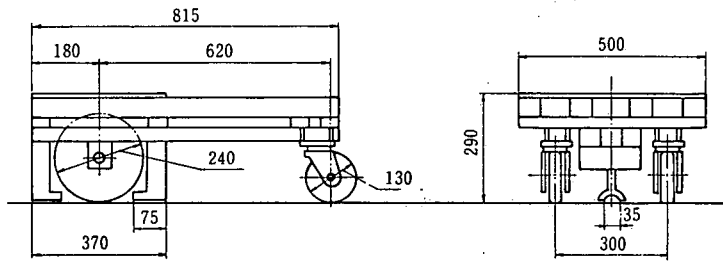


Fig. 1. Outline of the carrier.

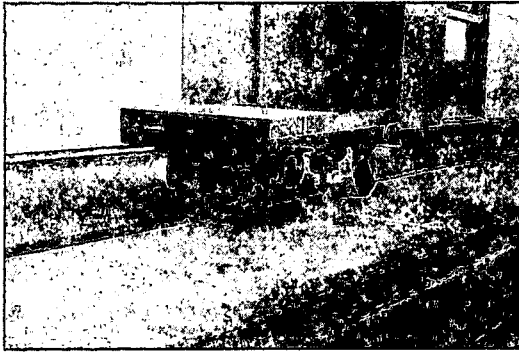


Fig. 2. Outside view of the carrier on the hose

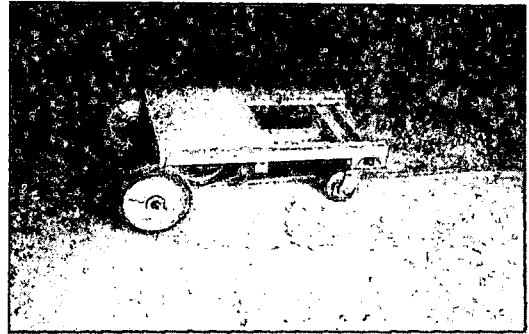


Fig. 3. Outside view of the improved carrier.

いた。外径 25 mm, 内径 17.6 mm である。このホースは特別のガイドやレールなどの中に挿入または装着せずに自由体のままコンクリート路面上に直線状態にして置いた。ホースは運搬車が走行してもその姿勢を変えることなく、運搬車は方向をそらすことなく直進した。これは運搬車に取付けた上述の 3 個のガイドの効用と思われる。

流水源としては実用段階ではポンプが適切と思われるが、水道や高所の水槽も利用できるので当実験では水道を用いた。運搬作業を継続させるためには運搬車は出発点にもどることが要求されるが、水道を流水源にすると運搬車を往復走行させることが困難であるため、この場合はホースをループ状に設置した回行走行を想定した。完全な往復走行を望むときは水槽・ポンプ・通水方向切替弁などを備えた装置が必要となる。

(2) 水圧測定 水圧は半導体小型圧力変換器 (定格圧力: 最大 5 kg/cm²) をホースに取付け、汎用記録計に記録した。圧力変換器を取付けた位置は運搬車の出発位置より上流側約 50 cm のところ、水道の蛇口より約 3 m のところである。なお運搬車の走行距離は 10 m とした。

(3) 水量測定 ホースの先端 (運搬車の出発点より長さ約 13 m) より流出する 1 分間当りの水量を台秤で測定した。

(4) 運搬車の走行抵抗 運搬車の走行抵抗はホース内を水が流れている状態で測定すべきであるが、通水時には運搬車に前進力が加わるので走行抵抗の測定ができない。このため通水しないホース上で運搬車をけん引し、これに要する力をスプリングバランスで測定し走行抵抗とした。

(5) ホースの摩擦損失 供試ホースの摩擦損失係数を測定した結果は Table 1 のようである。測定方法はホースを水平なコンクリート台上に直線状態に置き、4 m の間隔をおいて既述した圧力変換器で水圧を測定した。

管摩擦の損失は次式で表わされ λ が計算できる。

Table 1. Coefficient of friction loss of the vinyl hose

Q (l/s)	v (cm/s)	P ₁ (kg/cm ²)	P ₂ (kg/cm ²)	h (cm)	λ	R _e
0.12	49.08	1.088	1.080	8	0.0286	8200
0.26	106.34	0.632	0.604	28	0.0214	17700
0.32	130.88	0.212	0.180	32	0.0161	21800

$$h = \frac{P_1 - P_2}{\gamma} = \lambda \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g}$$

- h : 損失水頭 (cm)
- P₁, P₂ : 2点の静水圧 (kg/cm²)
- γ : 水の比重量 (kg/cm³)
- λ : 摩擦損失係数
- l : 2点間の距離 (cm)
- d : ホースの内径 (cm)
- v : 平均流速 (cm/s)
- g : 重力の加速度 (cm/s²)

なお Table 1 中の Q は流量, R_e はレーノルズ数である。Table 1 の λ の値はポリエチレン可撓管についての守島ら⁴⁾の測定結果に近似している。ビニールホースの摩擦損失係数としては比較的大きいともいえるが、軟弱ホースであるため姿勢を一直線に保つことはむつかしく、また流水によるホースの膨張も生ずるので上記の λ の中にはこれらによる損失が含まれるものと思われる。

損失水頭の値はホース長 4 m で、流量が多い場合でも 32 cm であり、摩擦損失による圧力低下は当運搬装置の場合重視する必要はないと思われる。

実験結果および考察

(1) 走行距離と水圧の関係 駆動輪は運搬車の中心部に取付けていないので、駆

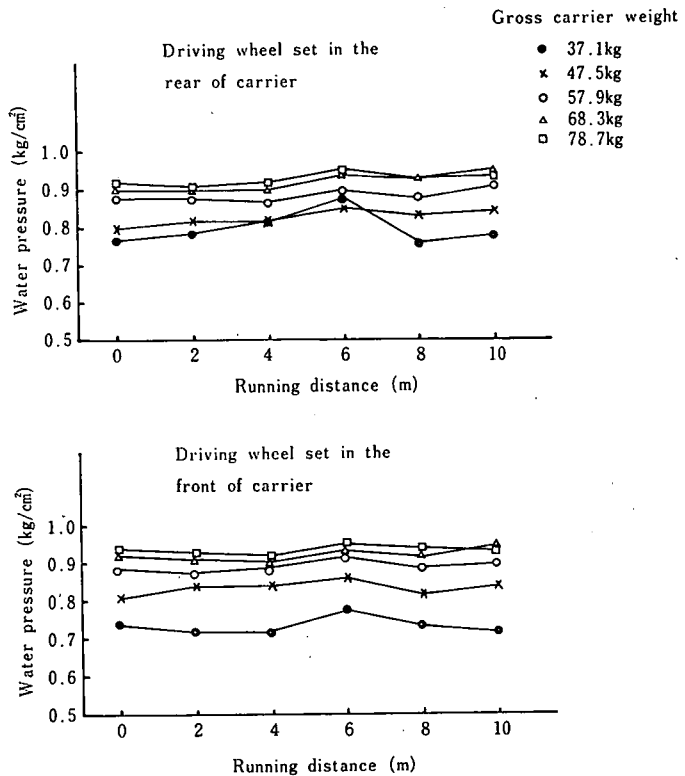


Fig. 4. Relation between running distance and water pressure.

動輪を後部，補助輪を前部にして走行した場合と，駆動輪を前部，補助輪を後部にして走行した場合（それぞれ駆動輪後部，駆動輪前部とよぶことにする）の2種類の測定をした．その結果は Fig. 4 のようである．

運搬車に積載する荷重はコンクリートブロックを用いた．図中の全車重には運搬車の重量（16.3 kg）を含んでいるので全車重が 37.1, 47.5, 57.9, 68.3, 78.7 kg のとき積載量はそれぞれ20.8,

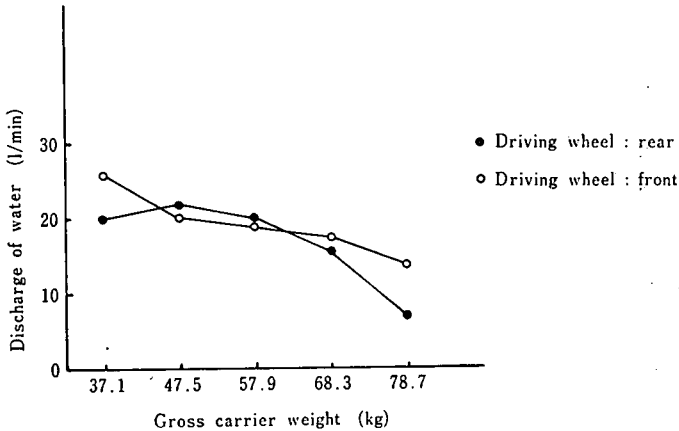


Fig. 5. Relation between gross carrier weight and discharge of water.

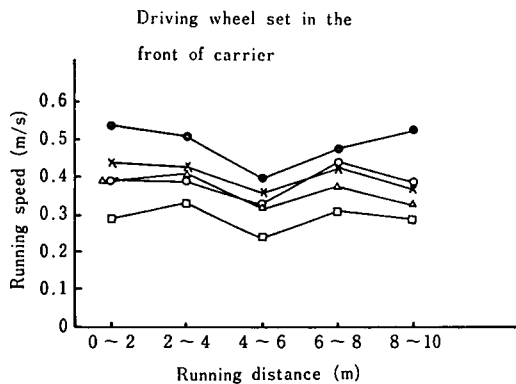
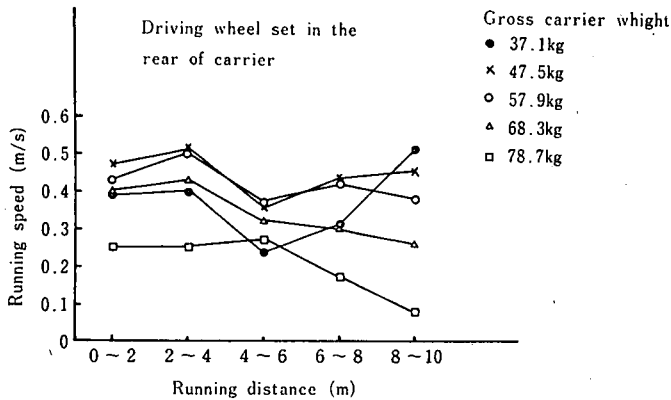


Fig. 6. Relation between running distance and running speed.

31.2, 41.6, 52.0, 62.4 kg となる。

全車重が重くなると水圧は高くなるが，全車重が 78.7 kg の場合でも約 0.94 kg/cm² であった。当運搬車の標準積載量は 50 kg 以下としているので水圧は 0.9 kg/cm² あれば十分といえる。

駆動輪前部の場合が駆動輪後部の場合より水圧は低いようである。

(2) 全車重と流量の関係

Fig. 5 のように全車重が増加するとホースが圧迫され流量は減少する。駆動輪後部の場合が駆動輪前部の場合より流量の減少度が大きい傾向がみられる。

(3) 走行速度

ホース長 10 m を 2 m 間隔に区切り，発進後それらの各点を運搬車が通過する時間を測定した。運搬車の速度は 0~2 m, 2~4 m, 4~6 m, 6~8 m, 8~10m の各距離間の平均速度となる。測定結果は Fig. 6 のようで大体 0.3~0.5 m/s の範囲内にある。4~6 m 区間で速度が低下しているが，これはコンクリートの走行路面のこの部分が少々高くなっているためである。駆動輪前部の場合は走行距離による速度の変化は少ないとみてよいと思われるが，駆動輪後部の場合は走行距離とともに速度が低下する傾向がうかがわれる。

2 m 当りの区間速度を 10 m 間

の平均速度に換算し、全車重との関係を求めれば Fig. 7 のようになる。全車重の増加とともに走行速度の低下がみられ、とくに駆動輪後部の場合その傾向が強いようである。Fig. 7 の全車重と走行速度の関係は Fig. 5 の全車重と流量の関数に類似している。これは全車重が増加して流量が少なくなると走行速度も低下することをあらわして、走行速度は流量に比例するといえる。

(4) 走行抵抗 全車重と走行抵抗の関係は Fig. 8 のようである。全車重の増加とともに走行抵抗は増加している。駆動輪前部が駆動輪後部より走行抵抗が大きいようであるが、最大値でも0.3 kgであり大差ではない。

(5) 作業効率 実験装置および実験方法の項で述べたように、ホースの中を水が流れている状態で走行抵抗の測定ができなかったため作業効率の値は正確とはいえない。計算結果は Table 2 のよう

で全般的に効率は低い。全車重つまり積載量の増加とともに効率は向上しているが当試作機の標準積載量は 50 kg 以下を考えているので、作業効率の向上のためには運搬装置の改良が必

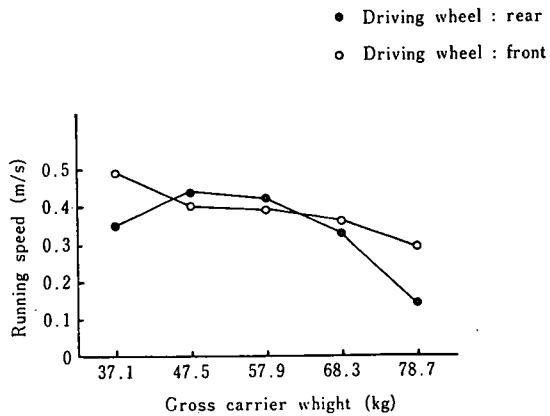


Fig. 7. Relation between gross carrier weight and running speed.

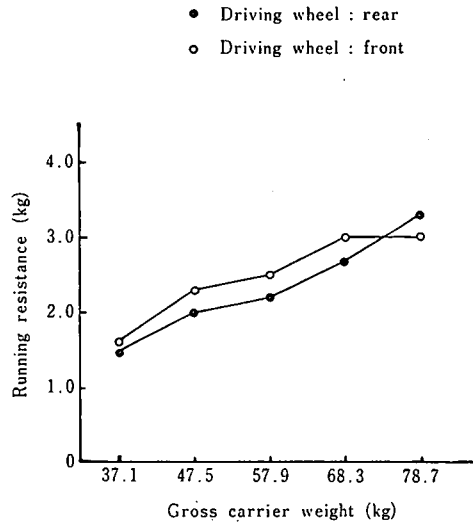


Fig. 8. Relation between gross carrier weight and running resistance.

Table 2. Work efficiency

gross carrier weight	driving wheel set in the rear of carrier	driving wheel set in the front of carrier
37.1 kg	19.9 %	24.8 %
47.5	28.6	32.3
57.9	30.5	33.9
68.3	37.3	40.0
78.7	40.3	40.3

要と思われる。例えばホースを空中に架設したレールの中に入れ、運搬車も吊下式にしたいわゆるモノレール方式を採用すると水圧の利用度もよくなると思う。

以上の実験結果を総合して考察するに、駆動輪の位置は運搬車の前部にある場合が後部にある場合より有利なようである。結局駆動輪の位置が問題になるが、Fig. 3 のように補助輪を4個にする場合は駆動輪は車体の中央部に取付けるのが良いと思う。

なお、運搬車の回転半径は積載量 41.6 kg のとき 1.6 m、62.4 kg のとき 1.7 m であった。

摘 要

流水を利用した運搬車を試作し若干の実験を行い次の結果を得た。

- (1) 積載量が最高の 62.4 kg (車体重は 16.3 kg) の場合の必要水圧は約 0.94 kg/cm^2 であった。積載量が 50 kg (標準積載量) 以下の場合水圧は 0.9 kg/cm^2 で十分と思われる。
- (2) 走行速度は全車重の増加とともに低下したが、 $0.3 \sim 0.5 \text{ m/s}$ の範囲内であった。
- (3) 作業効率は全般的に低く、積載量が 62.4 kg (全車重は 78.7 kg) のとき 40.3% であった。

参 考 文 献

- 1) 倉田和彦, 農用運搬・搬送手段に関する研究 (第2報), 農機誌, 40 (1), 69-76 (1978).
- 2) 倉田和彦, 農用運搬・搬送手段に関する研究 (第3報), 農機誌, 40 (2), 201-206 (1978).
- 3) 吉崎繁・前川孝昭・湯沢昭太郎・山沢新吾, ハイドロリック・ロコモティブの試作と2, 3の実験, 農業施設, 8 (2), 4-8 (1978).
- 4) 守島正太郎・葛原定郎・中川健治, スプリングラかんがい用ポリエチレン可撓管の摩擦損失と圧力変動について, 農機誌, 23 (2), 73-75 (1961).

(昭和54年7月10日受理)

(昭和54年12月21日発行)