

履带式車両の有効牽引力とスリップ率の関係

愛媛大学工学部 正 員 室 達 朗

愛媛大学工学部 正 員 ○河原莊一郎

愛媛大学大学院 学生員 尾 本 清

1. まえがき 軟弱地盤における履带式車両の有効牽引力とスリップ率の関係を明らかにするため、標準型の履板からなる履帯を装着した車両を種々のスリップ率のもとで牽引駆動走行させた。さらに履帯モデル牽引実験結果をもとにエネルギー解析によって有効牽引力を算定した。

2. 実験方法 (a)試料土 試料土はシルト質ローム(含水比30%,液性限界33%,塑性限界21%,非排水強度24gf/cm²)を使用し、図1に示す土槽に約40cmの深さまで充填した。特に鉛直方向に強度が一定となるよう実験直前に攪拌を行い、平坦に整地して実験を行った。

(b)実験車両 車両の仕様を表1に示す。駆動源は無段変速のモータ(出力0.75kw)、後輪駆動である。また、履帯はアタッチメント付きチェーンに標準型の履板を取り付けたものである。なお、下転輪は用いなかった。

(c)牽引装置 車両の速度及びスリップ率を制御するため、無段変速のモータ(出力3.7kw)で牽引させた。

(d)実験方法 車両を図1のような方法で牽引駆動走行させた。推進力T(kgf)は、後輪車軸に貼ったひずみゲージより、有効牽引力DP(kgf)はロードセルより検出し、それぞれペンレコーダに自記記録させた。沈下量はスライド撮影して読み取った。スリップ率*i*(%)は車両走行距離L(cm)、履帯移動距離L'(cm)を測定して次式で算定した。

$$i = \frac{V' - V}{V'} \times 100 = \frac{L' - L}{L'} \times 100 \quad (1)$$

V:車両走行速度(cm/s) V':履帯移動速度(cm/s)

3. 実験結果と考察 (a)T及びDPとLの関係 一例として*i*=40.3%の場合のT及びDPとLの関係を図2に示す。走行開始直後T, DPともピーク値に達し、その後は多少の振幅はあるものの定常状態になる。

(b)T及びDPと*i*の関係 図3にT及びDPと*i*の関係を標準偏差を付けて示す。T, DPとは2秒間隔でそれぞれの値を平均したものである。図中の実線、破線はそれぞれ次式のT, DPの回帰線である。

$$\bar{T} = 88.3 \cdot 1^{0.287} \quad (r=0.877) \quad (2)$$

$$\overline{DP} = 34.6 \cdot (i - 5.5)^{0.471} \quad (r=0.944) \quad (3)$$

表1 実験車両仕様

グロースピッチ	(cm)	10.2
グロース高さ	(cm)	3.2
履板の厚さ	(cm)	0.3
履 帯 幅	(cm)	20
履帯接地長	(cm)	74
履 帯 周 長	(cm)	236
履板数(1履帯当り)		22
履 帯 間 隔	(cm)	68
履帯移動速度	(cm/s)	3.2~40.9
車両総重量	(kgf)	297
輪荷重	前 左 (kgf)	73.0
	前 右 (kgf)	54.4
	後 左 (kgf)	100.9
	後 右 (kgf)	68.7
平均接地圧	(kgf/cm ²)	0.100
偏 心 率	(%)	5.3
前輪(遊動)直径	(cm)	21.9
後輪(駆動)直径	(cm)	25.9

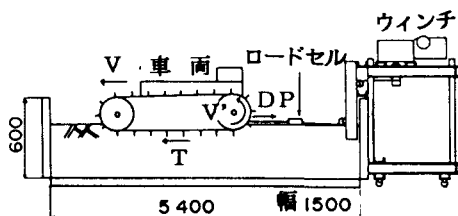


図1 実験方法

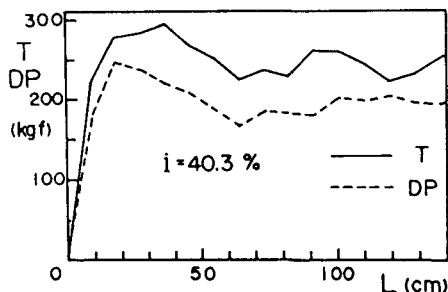


図2 推進力T及び有効牽引力DPと走行距離Lの関係

$\overline{DP}$ は自走状態の $i=5.5\%$ で0となるように回帰した。

$i=25\%$ 付近迄は $\overline{T}$, $\overline{DP}$ とも急激に増加するが、その後は増加率が緩やかとなる。したがって、比較的大きな有効牽引力を発揮し、走行速度をある程度保つ観点から $i=25\%$ 付近で最も効率的な作業が出来るものとする。

(c) Ss と Li の関係 図4に滑り沈下量 Ss とスリップ量 Li の関係を示す。 Li とは $(V'-V)$ に時間を掛けた値であり、土が実際にスリップした距離を表す。また、 Ss は履帯接地長中点における値である。 i に拘らず Ss と Li の間には次式の指数関数関係が成立する。

$$Ss = 14.0 \{1 - \exp(-9.80 \times 10^{-3} \cdot Li)\} \quad (r=0.826) \quad (4)$$

4. エネルギー解析 (a) 履帯モデル牽引実験 エネルギー解析のパラメータの値を決定するため履帯モデル牽引実験を行った。履帯モデルは車両と同一の履板を用い、幅20cm、長さ70cmである。牽引速度を全て0.5cm/s、平均接地圧 p を0.033, 0.053, 0.072, 0.101kgf/cm²とした。実験結果の回帰式は以下の通りである。

$$Ss = 160.7 \cdot Li^{0.493} \cdot p^{2.459} \quad (R=0.858) \quad (5)$$

$$So = 22.8 \cdot p^{0.609} \quad (r=0.708) \quad (6)$$

$$F = 182.8 \cdot Li^{0.328} \cdot p^{0.536} \quad (R=0.843) \quad (7)$$

So : 初期沈下量(cm) F : 牽引抵抗(kgf)

(b) 解析方法 軟弱地盤上を牽引駆動走行する履带式車両に対する入力、推進力及び走行抵抗に関するエネルギー平衡条件から有効牽引力を算定する方法¹⁾を用いた。

(c) 解析結果と考察 解析対象は実験と同一の車両を想定した。

図5に解析結果を示す。同図に実験の T , DP もプロットした。偏心率 e (%)が増加するに従って T は増加し、 DP は減少する。実験車両の偏心率は後方に5.3%偏っているが、走行中はこの値より大きいものと考えられる。計算値の T , DP ともスリップ率20%付近までは急激に増加し、その後は増加率は緩やかとなる。この傾向は実験でもみられ、定性的に計算値と実験値は一致する。しかし、 $i=25.6\%$ でみると、 $e=15\%$ のとき計算値は実験値の T , DP とも0.41倍と過小評価となっている。また、自走状態で実験値の T は計算値より約90kgf大きい。これは解析ではグローサの蹴り出し、食い込みの力を考慮していないためであると考えられる。

5. あとがき 今後は制動状態でも車両実験を行うとともに解析法も駆動・制動状態で定量的に合うように改良していく予定である。参考文献 1) 室達朗, 河原莊一郎, 尾本清: 履带式車両の牽引性能に及ぼすグローサの形状効果, 愛媛大学工学部紀要, 11巻2号, pp.405~416, 1987。

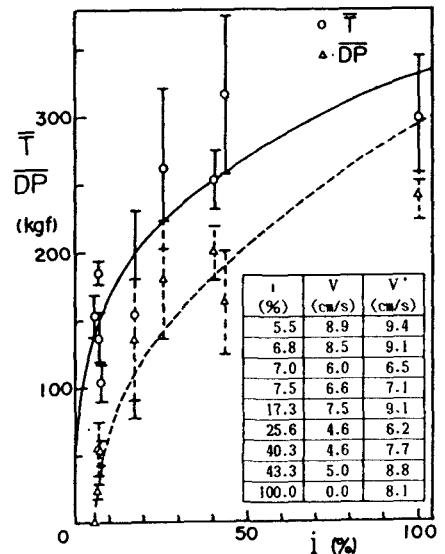


図3 平均推進力 $\overline{T}$ 及び平均有効牽引力 $\overline{DP}$ とスリップ率 i の関係

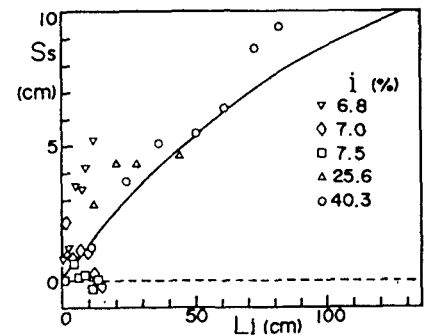


図4 滑り沈下量 Ss とスリップ量 Li の関係

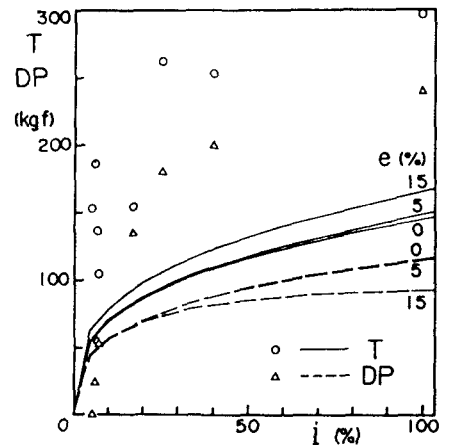


図5 エネルギー解析結果と実験結果の比較