

1. まえがき

トラフィカビリティの研究の一環として、装軌式車両の推進力発生機構について現在研究を行なっている。装軌車両が発揮しうる推進力(前進しようとする力)は、基本的には履帯による土のせん断によって生ずると考えられる。土質力学的観点からは、推進力は車両の前進に寄与することのできる土の能力ともいえる。したがって、車両の発揮しうる推進力は、車両自身の性能はもちろんのこと、土の性質によって大きく左右される。発揮しうる推進力を予測するためには、土の性質と車両の特性とを結びつけた考察が必要になってくる。本報告は独立懸架方式の装軌車両の接地圧の分布状態を測定し、それを不連続な三角形分布にモデル化する。さらに、小型の模型履板による土のせん断特性と実物車両の履帯による土のせん断特性との間の相関性を検討し、推進力発生機構について基礎的な考察を加える。

2. 接地圧の測定とそのモデル化

測定に用いた装軌車両は表-1のような諸元をもつ独立懸架の車両であり、この車両は推進力の測定に用いられるものと同じである。測定は地表下面15cmに埋設された土圧計によった。地盤の性質は表-2に示されている。測定結果の代表的な一例を示したのが図-1(a)である。すでに指摘されているように、接地圧は転輪下に集中することが明らかである。いま、転輪下の最大接地圧の平均値を平均最大接地圧(p_{mm})と呼ぶことにすると、 $p_{mm} = 1.78 \text{ kg/cm}^2$ となり、平均接地圧の約2.75倍になる。この p_{mm} をRowland¹⁾の実験式で表わすとつぎのようになる。

$$p_{mm} = \frac{1.25 W}{2 n b \sqrt{k_d d}} \quad \dots\dots (1)$$

記号は表-1のようである。測定結果にもとづいて履帯の接地圧分布を近似的に図-1(b)のようにモデル化すると、 i 転輪(前より i 番目の転輪)下の三角形分布の正勾配部分($x_i - l \leq x \leq x_i$)での接地圧 p は x の関数としてつぎのように表わされる。

$$p = \frac{p_{mm}}{l} (x - x_i + l) \quad \dots\dots (2)$$

同様に負勾配部分($x_i \leq x \leq x_i + l$)については、

$$p = -\frac{p_{mm}}{l} (x - x_i - l) \quad \dots\dots (3)$$

3. 推進力発生機構

小型模型履板による土のせん断曲線(せん断力～変位曲線)と車両のスベリ曲線(推進力～スベリ率曲線)が各々図-2(a)、(b)のように表わされ、次式で与えられるとする。²⁾

$$S = S_m \left\{ 1 - \exp\left(-\frac{j}{K}\right) \right\} \quad \dots\dots (4)$$

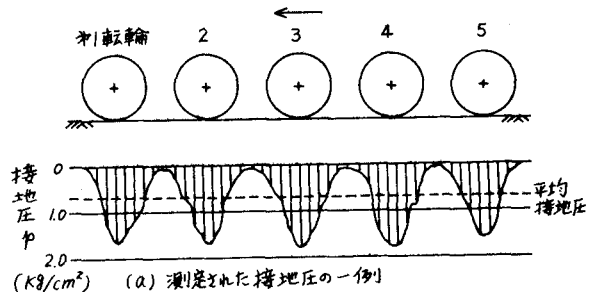
$$T_i = T_{im} \left\{ 1 - \exp\left(-\frac{l_0}{K_i}\right) \right\} \quad \dots\dots (5)$$

車両重量	W	7500 kg
接地幅	b	25 cm
接地長	L	232 cm
履板ピッチ	l	9.5 cm
片側転輪数	n	5 個
転輪直径	d	47 cm
平均接地圧	p_m	0.65 kg/cm ²

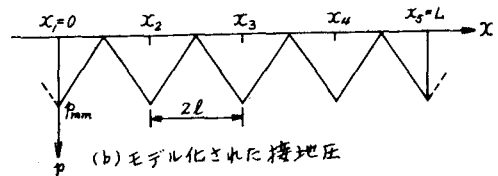
表-1

比重	2.78
液性限界	99.3 %
塑性限界	48.8 %
含水比	42.1 %
湿潤密度	1.38 g/cm ³

表-2



(a) 測定された接地圧の一例



(b) モデル化された接地圧

図-1

K, K_i はセン断曲線とスベリ曲線の形を表す係数、 i_0 はスベリ率である。さらに履帯下のスベリ量 j は、 $j=i_0 x$ で表わされ、土のセン断はグロウサ先端を結ぶ平面で発生すると考える。以上のような仮定のもとで、セン断曲線とスベリ曲線の相関性を検討することによって、 α 1転輪下の接地圧部分によって生ずる推進力 T_i の最大値 T_{im} および係数 K_i はつぎのようになる。

$$T_{im} = 2bl(2C + E\ell) \quad \dots (6)$$

$$K_i = \frac{K}{x_i} \quad \dots (7)$$

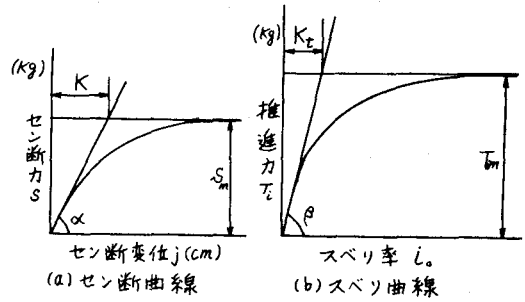


図-2

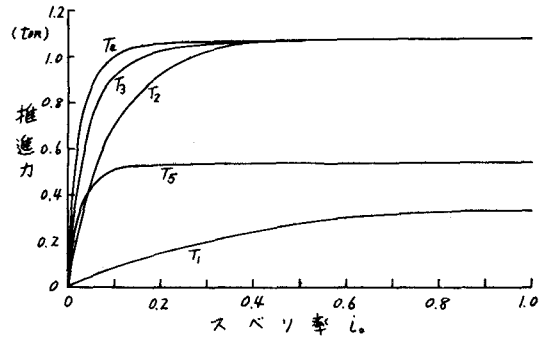


図-3

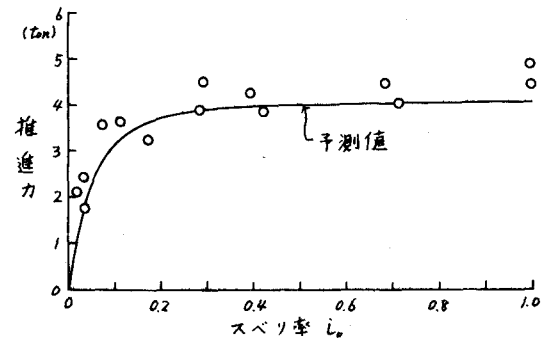


図-4

ここに、 C は土の粘着力、 $E = (P_{mm}/\ell)\tan\phi$ 、 ϕ は内部摩擦角である。なお、 α 1および最後尾転輪下の接地圧部分による T_{im} および K_i は式(6)(7)と違ってくるが、これについては発表時に示そう。発揮される推進力 T_i は式(6)(7)を式(5)に代入することによって求められ、車両全体としての推進力 T は $T = \sum_{i=1}^n T_i$ によって求めることができる。

4. 実験的考察

推進力測定実験の行なわれる地盤について小型模型履帯によるセン断実験を行ない、 $C = 0.08 \text{ kg/cm}^2$ 、 $\phi = 18^\circ$ 、 $K = 6$ を得た。これらの土質定数を用いて各転輪下で生ずる推進力を計算し、スベリ率 i_0 との関係で表わすと図-3のようになる。これより α 1、5転輪下で生ずる推進力は、 α 2、3、4転輪下でのそれより小さく、とくに α 1転輪下では小さい。表-1に示した諸元をもつ装軌車両を用いて推進力の測定を行なった。推進力は車両の駆動軸トルクから、各々のスベリ率に対して求められた。図-4に予測値と測定値とが対比して示されている。推進力実験では、各転輪下の各々の推進力は測定できないので、車両全体として発揮された推進力を測定している。測定結果にはかなりのバラつきがあるが、スベリ曲線の傾向と測定値はほぼ一致しているといえよう。

5. あとがき

本報告の実験で対象としたような地盤については、装軌車両の推進力発生機構が考えてきたような方法によってほぼ説明しうることがわかった。今後に残された重要問題の一つは、地盤の性質を考慮した接地圧の分布モデルの設定であらう。また、土と車両の間の現象解明の一つとして、土に關係する走行抵抗評価の問題も残されている。最後に実験にご協力いただいた防衛庁第4研究所の磯部、上田両氏に対しお礼申し上げる次第である。

参考文献

- 1) D. Rowland: Tracked vehicle Ground Pressure and its Effect on Soft Ground performance, proc. of 4th Int. Conf. on Mechanics of Soil-Vehicle systems, 1972
- 2) 木暮他: 装軌車両の推進力に関する一考察, 土木学会第29回年講, 1974