

アスファルト舗装路面上のトラクターの走行性能

愛媛大学工学部 正員 室 達 朗
愛媛大学工学部 正員 深川 良一
東亜建設工業(株) 正員 ○藤本 和穂

1. はじめに 傾斜したアスファルト舗装路面上を制・駆動状態で走行する自重 40kN のゴム製履带式小型トラクターの走行性能について述べる。特に、ゴム製グラウサの形状効果である矩形、台形及びグラウサ接地長の路盤-履帯系定数に与える影響について実験を行ない、これらのグラウサ形状がトラクターの有効牽引力と有効制動力に及ぼす効果について解析することを主たる目的としている。さらに、各種エネルギー配分、制・駆動効率、及び路盤反力偏心率について解析するとともに、それぞれの接地圧分布特性について考察する

2. 車両諸元と路盤-履帯系定数 表1 に、小型ゴム製履带式トラクターの車両諸元を示す。矩形型グラウサは、傾斜角 $\alpha=0$ 度、高さ $H=6.5$ cm、底長 $L=3, 5$ cm の2種類、等辺台形型グラウサは、傾斜角 $\alpha=30$ 度、高さ $H=6.5$ cm、底長 $L=2\sim 5$ cm の4種類である。グラウサピッチ G_p は、すべて 14.6 cm である。表2 に、それぞれの路盤-履帯系定数をまとめて示した。

3. シミュレーション解析 舗装路面の傾斜角 $\beta=0$ rad の平坦地を当該小型トラクターが制・駆動状態で走行するときの最適有効牽引力 T_{4opt} が各グラウサ形状によってどのように変化するかについて、各路盤-履帯系定数を入力して解析した。図1 は、矩形、台形型グラウサについて制・駆動時における最適有効制・駆動力 T_{4opt} とグラウサ底長 L との関係を示したものである。この場合、最適スリップ率は $\pm 1\sim 2\%$ である。いずれも、台形型グラウサの方が矩形型より優れた形状であることは明らかであり、中でも $L=5$ cm の台形型グラウサが最も大きな制・駆動力を発揮することが判明した。 $L=5$ cm の台形型グラウサについて、種々の傾斜角 β のアスファルト舗装路面上を制・駆動する当該小型トラクターの走行性能について解析を行なった。

図2 は、駆動状態で $\beta = -0.349$ rad, 0 rad, $+0.349$ rad, $+0.698$ rad の斜面を走行する場合、及び制動状態で $\beta = -0.349$ rad, -0.175 rad, 0 rad の斜面を下降走行する場合について、有効制・駆動力 T_e とス

表1 小型トラクターの車両諸元

車 両 重 量 W (kN)	40.0
平 均 接 地 圧 p_m (kPa)	23.0
履帯腹下面からの重心Gの高さ h_g (cm)	50
履 帯 接 地 長 D (cm)	170
履 帯 幅 B (cm)	50
前 輪 半 径 R_f (cm)	25
後 輪 半 径 R_r (cm)	25
グラウサ 高 さ H (cm)	6.5
グラウサピッチ G_p (cm)	14.6
車両重心偏心率 e	0.00
制・駆動力作用点と車両中心線間隔 l_a (cm)	120
制・駆動力作用点高さ h_a (cm)	30
車両 速 度 (制動時) V (cm/s)	100
履帯周速度 (駆動時) V' (cm/s)	100

表2 路盤-履帯系定数

舗 装 路面	グラウサ型式	L (cm)	f_u	f_m	j_m (mm)
ア ス フ ァ ル ト	矩 形	3	0.920	0.916	10.87
		5	0.980	0.949	4.89
	等 辺 台 形	2	1.134	1.010	6.62
		3	1.217	1.026	5.61
		4	1.200	1.081	6.86
		5	1.259	1.037	3.93

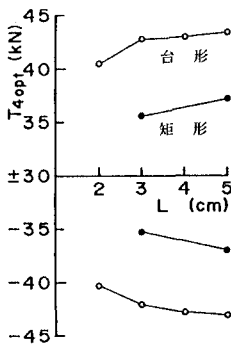


図1 最適有効牽引力 T_{4opt} とグラウサ底長 L の関係 (アスファルト舗装路面, $\beta=0$ rad)

リップ率 i の関係を示したものである。 T_d は、駆動状態では β が増大するほど減少し、急な坂になるほど登坂能力が減退すること、制動状態では $|\beta|$ が増大するほど低下し、急な坂になるほどキャリングダウン時の下降制動能力が減退すること

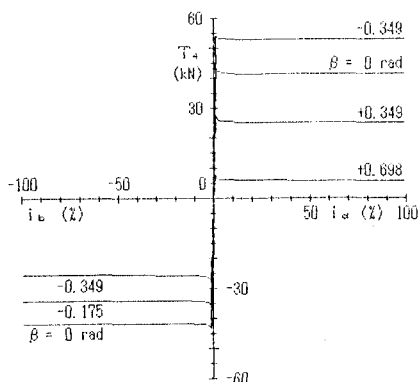


図2 種々の路面傾斜角 β に対する T_d と i_a , i_b との関係

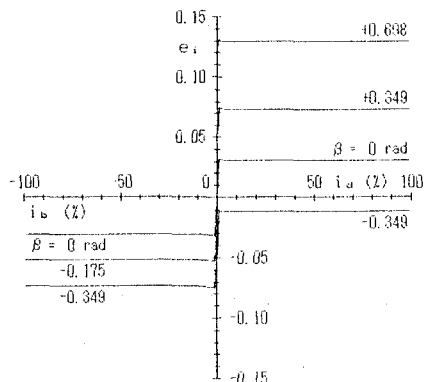


図3 種々の路面傾斜角 β に対する e_b と i_a , i_b との関係

とが判明した。路面反力偏心率 e_b とスリップ率 i の関係は、図3に示すように、駆動状態では β が増大するほど e_b は増加し、急な坂になるほど路面反力作用点は後方へ移動すること、制動状態では $|\beta|$ が増大するほど e_b は低下し、急な坂になるほど路面反力作用点は前方へ移動することが分かる。 $\beta = 0.349$ rad (20度) の傾斜地を登坂駆動するときの牽引特性について、図4に、各種エネルギー $E_1 \sim E_5$ とスリップ率 i_a の関係を示した。 $i_{adapt} = 1\%$ において、有効入力エネルギー E_1 はピーク値を呈した後はほぼ一定値で推移しているのに対し、有効牽引力エネルギー E_4 と位置エネルギー E_5 はそれぞれ最大値を呈した後はほぼ直線的に漸減し、 $i_a = 100\%$ において0に達している。一方、スリップエネルギー E_3 は、 i_a の増加とともにほぼ直線的に増加している。この場合、縮固めエネルギー E_2 は発生せず走行抵抗は存在しない。牽引効率 E_t は $i_{adapt} = 1\%$ においてピーク値 66.1% を呈した後はほぼ直線的に漸減し、 $i_a = 100\%$ において0に達している。図5は、接地圧分布を示したものであり、垂直応力分布は後輪に向かって単調増加するのに対し、せん断抵抗分布は後輪に向かって増加するものの、 i_a の小さい範囲でスリップ量とともに大きく変動しているが、 i_a の大きな範囲では前輪直下にピーク値を有する一定曲線に落ち着いている。

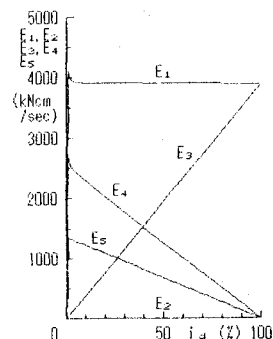


図4 登坂駆動時における $E_1 \sim E_5$ と i_a の関係 ($\beta = 0.349$ rad)

4. あとがき 傾斜したアスファルト舗装路面上を制・駆動状態で走行するゴム製履帯式小型トラクターの有効牽引力と有効制動力を最大限に発揮させるためには、底長 5 cm の台形型グラウサが最も適している。また、有効制・駆動力は傾斜角によって変動し、急な坂になるほど登坂能力と下降制動能力が減退すること、路面反力作用点は、登坂駆動時で履帯後方へ、下降制動時で履帯前方へ移動することが定量的に明らかとなった。

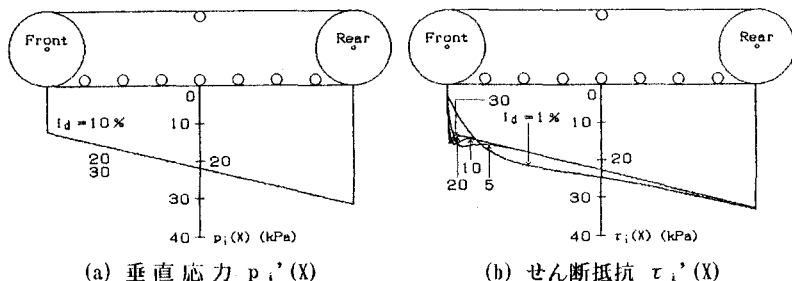


図5 登坂駆動時における接地圧分布 ($\beta = 0.349$ rad)