

III-377

湿地ブルドーザの牽引性能に及ぼすグラウサ形状効果

愛媛大学工学部 正員 室 達朗
 小松製作所 柳 繁司
 大牟田市 村上 崇

1. まえがき 軟弱地盤上を走行するブルドーザは、地盤より最大の推力を得るとともに、沈下による走行抵抗を最小限に留めるべきである。そのために、グラウサの形状は、地盤-履帯系力学から見れば、車両の走行性を大きく支配する因子として考慮される。本研究では、グラウサ形状が進行方向に直交する台形であるとし、傾斜角 α 、底長 L の2因子が湿地ブルドーザの牽引性能に及ぼす効果について、履帯モデル実験及びシミュレーション解析により検討した。

2. 履帯モデル実験 軟弱地盤としての供試地盤は、シルト質ロームを用い、含水比を30%に調節した。さらに同地盤を実験直前に鉛直方向に攪拌を施し、繰り返しにより強度が低下し、また深さ方向に強度が等しい地盤を、 $[400(\text{cm}) \times 150(\text{cm}) \times 60(\text{cm})]$ の実験土槽内で再現した。履帯モデル実験は、静的状態における履帯の接地圧と沈下量の関係、及び牽引時におけるせん断抵抗と滑り沈下量の関係を把握するために行うものである。実験に使用した履帯モデルは、履帯長82(cm)、履帯幅25(cm)の寸法であり、グラウサ高さ H を3(cm)、グラウサピッチ高さ比 GP/H を3に固定して、図1に示す、 α を0, 15, 30及び45(deg)、 L を0, 1, 2, 及び3(cm)に変化させ、計15通りのグラウサ形状をもつモデルを用意した。実験結果は、静的沈下量 S_0 と接地圧 p の関係、滑り沈下量 S_s と接地圧 p 、滑り量（牽引距離） X の関係、単位面積当りの牽引抵抗（せん断抵抗） f と接地圧 p 、滑り量 X の関係で整理することができ、実験結果の回帰式を次式で決定した。

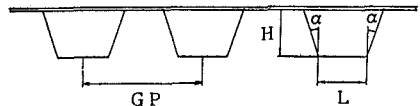


図-1 グ라우サ形状

$$p \leq p_0 : p = k_1 \cdot S_0^{n_1}$$

$$p > p_0 : p = p_0 + k_2 \cdot (S_0 - GH)^{n_2} \quad \text{但し } p_0 = k_1 \cdot GH^{n_1}$$

$$S_s = c_0 \cdot p^{c_1} \cdot X^{c_2}$$

$$f = (m_0 + p \cdot m_f) \cdot \{1 - \exp(-a \cdot X)\}$$

ここで、式中のパラメータが地盤及び履帯形状によって固有に得られるものである。換言すれば、 k_1, n_1, k_2, n_2 が静的沈下量を、 c_0, c_1, c_2 が滑り沈下量を、 m_0, m_f, a がせん断特性を評価する地盤-履帯系定数として考慮されるものである。この結果、各形状に対して表2に示す定数が得られた。

3. 考察 沈下量 S は静的及び滑り沈下量の和であると定義すると、沈下特性を評価する各定数は α, L の効果を明確には受けていないが、図2に示す様に $p=0.15(\text{kgf/cm}^2)$ 、 $X=10(\text{cm})$ における S と α, L の関係においては、 L が沈下を抑制する効果を持つことが判る。また、せん断特性を評価する各定数は α, L の変化に対して図3~5に示す関係をとる。すなわち、みかけの粘性項である m_0 は L と共に増加し、みかけの内部摩擦項である m_f は m_0 と全く逆の関係をとり、変形係数項である a は α, L の減少と共に増加する。優れたせん断特性を発揮するためには、各定数とも大きいことが望ましいが、 m_f と m_0 は底長に対して

表-1

地盤-
履帯系定数

α (deg)	L (cm)	k_1	n_1	k_2	n_2	c_0	c_1	c_2	m_0 (kgf/cm ²)	m_f	a (1/cm)
0	1	0.053	0.408	0.104	0.464	4.570	0.984	0.445	0.053	0.394	0.310
	2	0.079	0.470	0.064	0.897	3.112	0.759	0.512	0.058	0.414	0.184
	3	0.094	0.483	0.051	0.800	4.780	0.927	0.447	0.061	0.313	0.201
15	0	0.024	1.060	0.093	0.689	9.915	1.320	0.402	0.031	0.491	0.268
	1	0.058	0.769	0.080	0.667	4.513	1.065	0.491	0.050	0.460	0.288
	2	0.088	0.496	0.045	0.826	1.880	0.691	0.572	0.054	0.437	0.163
30	3	0.100	0.441	0.045	0.793	5.790	1.018	0.421	0.056	0.309	0.201
	0	0.033	1.359	0.054	0.674	9.142	1.262	0.406	0.450	0.369	0.230
	1	0.077	0.697	0.048	0.870	6.007	0.898	0.369	0.055	0.380	0.251
45	2	0.081	0.600	0.074	0.359	3.457	0.882	0.533	0.052	0.334	0.190
	3	0.107	0.600	0.041	0.614	3.896	0.846	0.434	0.057	0.290	0.182
45	0	0.048	1.035	0.045	0.831	3.478	0.843	0.504	0.035	0.490	0.194
	1	0.068	0.809	0.036	1.064	2.087	0.737	0.594	0.047	0.468	0.207
	2	0.089	0.572	0.044	0.625	2.188	0.775	0.578	0.053	0.399	0.156
45	3	0.101	0.446	0.053	0.639	3.180	0.840	0.508	0.559	0.375	0.163

共に相反する性質を示しており、 m_f は接地圧に関係する項であることから、接地圧が低い場合は L が大きい形状を、逆に接地圧が高い場合は L が小さい形状を選択すればよい。

4. シミュレーション解析¹⁾ 同解析は、地盤-履帯係数及び車両諸元を入力情報として、仮想車両の走行性能をスリップ率ごとに算定するプログラムであり、この解析を用いて15通りのグラウサ形状を装着した車両の有効牽引力 DP を比較した。ここで車両の諸元は、車両重量600 (kgf)、前輪半径=後輪半径=12 (cm)、車両偏心率0、有効牽引力作用高さ20 (cm)、有効牽引力作用長さ70 (cm)、重心高さ20 (cm)である。各形状をとる車両の DP を、最大の有効牽引力エネルギー¹⁾をとるスリップ率において整理して比較すると、図6の関係が得られ、この諸元においては、 $\alpha=15$ (deg)、 $L=1$ (cm)の形状が有効であると判断できる。

5. あとがき グ라우サ形状効果を実験及び解析により検討した結果、上記した諸元をとる車両においては、 $\alpha=15$ (deg)、 $L=1$ (cm)の形状で優れた有効牽引力を発揮し、この形状が有効な形状であると判断できる。

参考文献

1) 室達朗・尾本清・柳楽篤司：湿地用ブルドーザの走行性能-エネルギー解析-、土木学会論文集、第403号／VI-1 O、pp.103～110, 1989.

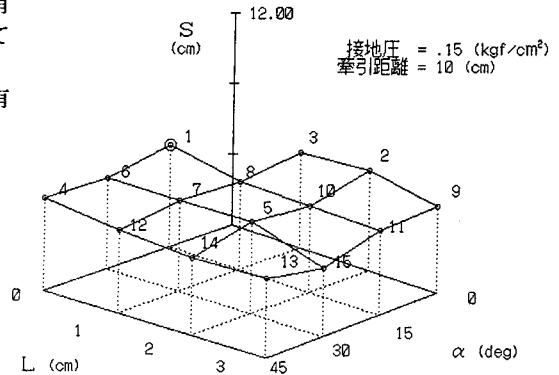


図2 グ라우サ傾斜角度 α 、グラウサ底長 L の関係

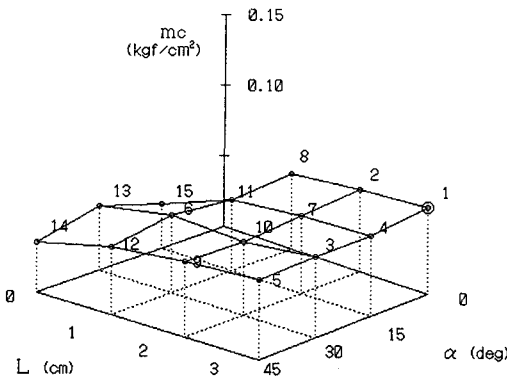


図3 mc とグラウサ傾斜角度 α 、グラウサ底長 L の関係

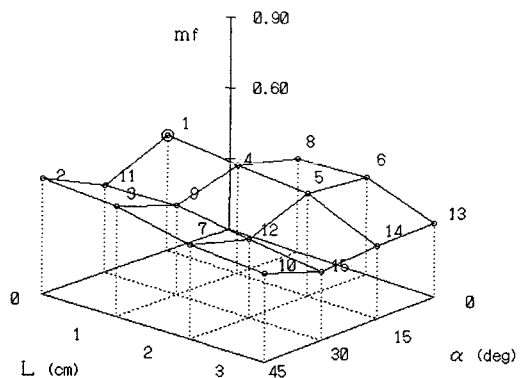


図4 mf とグラウサ傾斜角度 α 、グラウサ底長 L の関係

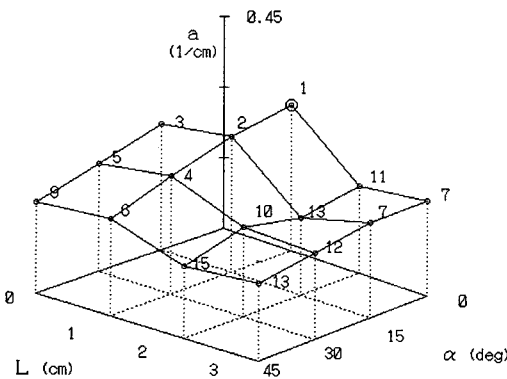


図5 a とグラウサ傾斜角度 α 、グラウサ底長 L の関係

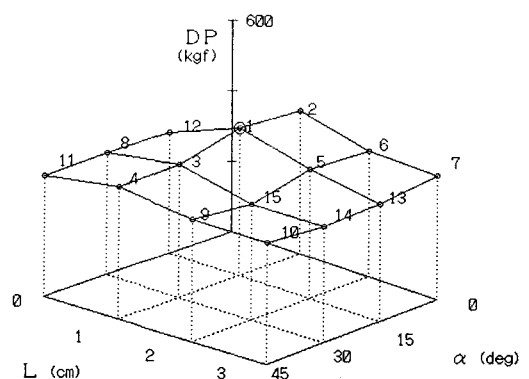


図6 有効牽引力 DP とグラウサ傾斜角度 α 、グラウサ底長 L の関係