

VI-169

リッピング作業時における履带式車両に関する研究

愛媛大学大学院 学生会員 ○吉岡 伸朗
愛媛大学工学部 正 会 員 室 達朗
基礎地盤コンサルタンツ 久賀 真一

1. まえがき リッピング作業においては、通常の牽引走行と異なり、牽引力となる掘削力が地盤中のリッパーに作用するため、車両に作用する諸力に変化を及ぼすものと考えられる。本研究は、リッピング作業時の履带式車両に作用する諸力について模型車両実験を行い、その結果とシミュレーション解析の結果を比較検討し、その有用性を調査することである。

2. 模型車両実験 本実験に用いた模型履带式車両の車両諸元を図.1に示す。寸法については、4tf級の実機を約10分の1に縮尺したものであり、平均接地圧については、標準ブルドーザを想定している。履帯装置においては、3個の下転輪を持つたわみ性履帯となっている。グラウサは、すべてL型を用いた。また、車両に装着されるリッパーは、全長247mm、刃幅5mm、刃厚30mmで、刃物角45°、すくい角30°のものである。供試地盤には一軸圧縮強度10 kgf/cm²の軟岩を想定したソイルセメントを用いた。供試地盤の力学特性は、一軸圧縮強度 $S_c = 9.56 \pm 0.77$ (kgf/cm²)、圧裂引張強度 $S_t = 1.44 \pm 0.23$ (kgf/cm²)、せん断強度 $S_s = 2.50$ (kgf/cm²)、弾性係数 $E_{s0} = 22.27 \pm 8.19$ (kgf/cm²)となっている。これを鋼製の実験土槽(180cm×60cm×30cm)に深さ7cmまで充填したものを用いた。これらを用いて、掘削深さdを3cmに設定して行った。測定項目は、水平変位計による走行距離x(mm)、垂直変位計による前・後輪沈下量 S_f , S_r (mm)、後輪出力軸に貼られたひずみゲージによる駆動力 T' (kgf)、リッパーに貼られたひずみゲージによる水平・鉛直掘削抵抗力H, V (kgf)、圧力計内蔵の履板による接地圧pである。水平・鉛直掘削抵抗力H, Vについては、実際ひずみゲージより測定されるものは、リッパーに作用する垂直力P(kgf)と接線力Q(kgf)であり、これを図.2に示すようにx軸, y軸の釣り合いより、水平掘削抵抗力H, Vに換算する。その算出式を以下に示す。

$$H = 0.573Q + 0.866P \quad (1)$$

$$V = 0.824Q - 0.500P \quad (2)$$

また、接地圧pについても、実際圧力計内蔵履板から測定されるものは、作用力 p' (kgf)であり、これを履板面積(7.3×2=14.6cm²)で除することより算出される。

3. シミュレーション解析 地盤-履帯係定数¹⁾を求めるために、実験土槽内において、接地圧を0.117~0.404kgf/cm²の間で6段階に変化させた牽引、載荷・除荷・再載荷実験を行った。これより得られた結果を次式で回帰することにより、地盤-履帯係定数 m_c , m_f ,

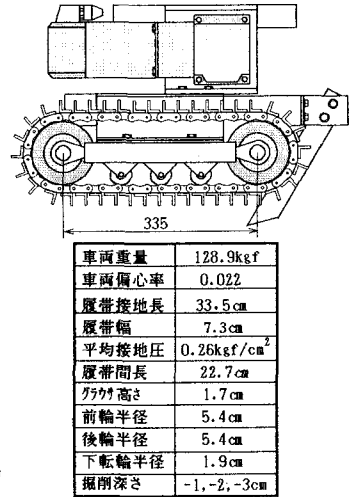
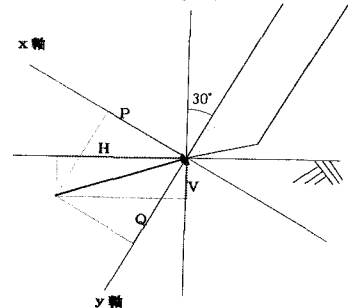


図.1 模型履带式車両

図.2
リッパーに作用する諸力

静的沈下特性			
k_1	n_1	k_2	n_2
1.818	0.521	1.575	0.499
せん断応力特性			
m_c	m_f	α	
0	0.587	5.75	
滑り沈下量特性			
c_0	c_1	c_2	
0.174	0.458	0.607	

表.1 地盤-履帯係定数

$c_0, c_1, c_2, k_1, n_1, k_2, n_2$ を決定した。表.2にその結果を示す。

$$\tau = (m_c + p \cdot m_f) \{1 - e x p(-a \cdot j)\} \quad (3)$$

$$S_s = c_0 \cdot p^{c_1} \cdot j^{c_2} \quad (4)$$

$$p = k_1 \cdot S_0^{n_1} - k_2 (S_0 - S)^{n_2} \quad (5)$$

リッピング作業時のシミュレーション解析は、既にその妥当性が実証されている、直進時のシミュレーション解析プログラム¹⁾に改良を加えたものに、前述の地盤-履帯係数と車両諸元を入力して行った。本研究では、供試地盤が軟岩であるので掘削抵抗はリッパー先端で発揮するものと考え、着力点高さは、掘削深さと等しいとして解析を行った。

4.実験結果及び解析結果 図.3に前・後輪沈下量 S_f, S_r と走行距離 x の関係の実験及び解析結果を示す。ここで、後輪沈下量 S_r の実験値において負値から始まっているが、これは、測定前の車両がリッパーによって後部が持ち上げられた状態になっており、車両が進むにつれてリッパーが貫入していくからである。この図より、実験値と計算値はほとんど一致していない。後輪沈下量 S_r については、その傾向は似ているが計算値の方が実験値の約半分になっており、前輪沈下量 S_f については、実験値と違い、負値をとっている。すなわち前輪が地盤から浮いた状態になっているということである。図.4に推進力 T と走行距離 x の関係の実験及び解析結果を示す。実験結果においてグラフの上下変動がかなりあるが、これは、リッパーによって供試地盤であるソイルセメントが破碎される際の衝撃によるものと考えられる。この図より、実験値、計算値共に一定値に落ち着く傾向があるが、全般にわたって計算値が実験値を下回っている。また、グラフの最初の立ち上がりの傾きが実験値の方が急である。図.5に水平、鉛直掘削抵抗 H, V と走行距離 x の関係の実験及び解析結果を示す。ここでの実験値におけるグラフの上下変動についても前述のとおりと考えられる。また、鉛直掘削抵抗 V が負値をとっているが、これはリッパーに引張力が作用しているということである。この図よりも一定値に落ち着く傾向があり、その値は実験値と計算値がほぼ一致していると思われる。この関係においても、グラフの初期の立ち上がりの傾きが、実験値の方が急である。図.6に履帯下の接地圧分布 p の実験及び解析結果を示す。実験値を見ると、ほぼ転輪直下でピーク値をもつ分布になっており、その傾向は、幾分前方に偏っていると思われる。計算値については、転輪直下でピーク値を持つものの、その傾向は実験値と異なり、後方に偏っている。

5.まとめ 推進力、水平、鉛直掘削抵抗については、実験値と計算値がほぼ一致しており、これらについては有用であると言える。

参考文献 1)室達朗著：テラメカニックス－走行力学－，技報堂出版，pp.189～234，1993

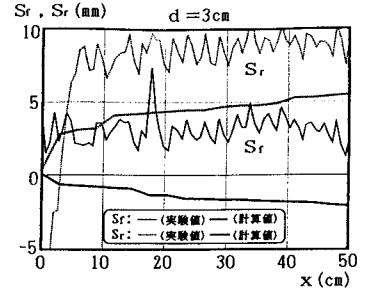


図.3 前・後輪沈下量 S_f, S_r と走行距離 x の関係

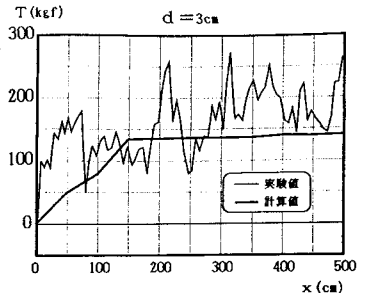


図.4 推進力 T と走行距離 x の関係

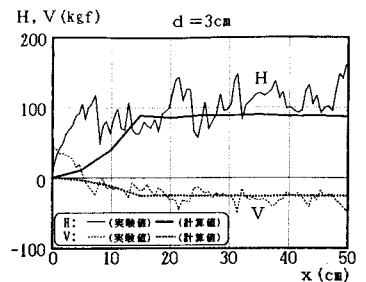


図.5 水平・鉛直掘削抵抗 H, V と走行距離 x の関係

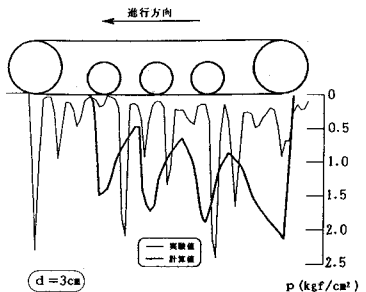


図.6 履帯下の接地圧分布 p