

# 剛性履带式車両の接地圧分布

愛媛大学工学部 正会員 ○室 達朗  
愛媛大学大学院 学生会員 柳楽 篤司  
愛媛大学工学部 河野 幸一

1. まえがき 軟弱な海底粘性地盤上を駆動走行する水中ブルドーザなどの剛性履带式車両について、種々の履板形状に対する履帯下のスリップ量分布と接地圧分布の特性を明らかにすることを目的とし、履板載荷・牽引実験に基づいて解析を行った。

2. 地盤と履板との相互作用 軟弱地盤は実験土槽（250×10×45cm）を使用し、海水中でカオリン粘土を10日間自重圧密して作成した。地表面における含水比は101%で、非排水強度  $C_u$  (kPa) は深さ  $Z$  (cm) において  $C_u = 0.021 \cdot Z$  である。履板は ㉠ 標準型 ㉡ 直角三角形型 ㉢ 正三角形型 ㉣ トラクション型 ㉤ 逆トラクション型の5種類であり、いずれもグラウザ高さ4.5cm、ピッチ10cmで図1に示す長さ40cm、幅9cmの剛性履帯モデルについて載荷・牽引実験を行った。得られた土質定数<sup>1)</sup>を表1に示す。

3. 履带式車両のスリップ量 車両諸元は、重量68.6kN、履帯接地長800cm、履帯幅150cm、平均接地圧  $p_m = 2.86$  kPa、車両重心の偏心率0、前・後輪半径  $R_f = R_r = 60$  cm、重心高さ100cm、牽引力作用点の車両中心線からの距離400cmと高さ100cmである。前輪接地部でのスリップ量  $j_r(\theta)$  は

$$j_r(\theta) = R_r \{ (\theta_r - \theta) - (1 - i_d) \{ \sin(\theta_r + \theta_t) - \sin(\theta + \theta_t) \} \} \quad (1)$$

で与えられる。ここに、 $\theta_r$  は前輪接地角、 $\theta_t$  はトリム角、 $0 \leq \theta \leq \theta_r$ 、 $i_d$  はスリップ率である。前輪最下点Bにおけるスリップ量を  $j_B = j_r(0)$  とすると、履帯主要接地部でのスリップ量はB点からの距離  $X$  に対して  $j_B + i_d' \cdot X$  となる。 $i_d' = 1 - (1 - i_d) \cdot \cos \theta_t$  である。後輪接地部でのスリップ量  $j_r(\delta)$  は、

$$j_r(\delta) = R_r \{ (\theta_t - \delta) - (1 - i_d) \{ \sin \theta_t - \sin \delta \} \} + i_d D + j_B \quad (2)$$

で与えられる。ここに、 $0 \leq \delta \leq \theta_t$  である。

図2は、履帯 ㉠ に対するスリップ量の分布を各  $i_d$  に対して算定したものである。他の履帯 ㉡～㉤ に対しても同様に、スリップ量は正の値で後輪の方向に増大している。

4. 接地圧分布 前輪接地部での垂直応力  $\sigma_r(\theta)$ 、せん断応力  $\tau_r(\theta)$  は、

$$\sigma_r(\theta) = (1/b_0)^{1/b_1} [R_r \{ \cos(\theta + \theta_t) - \cos(\theta_r + \theta_t) \} / \cos(\theta + \theta_t)]^{1/b_1} \quad (3)$$

$$\tau_r(\theta) = \{ m_0 + m_r \sigma_r(\theta) \} [1 - \exp \{ -a j_r(\theta) \}] \quad (4)$$

で与えられ、履帯主要接地部での垂直応力  $\sigma_m$ 、せん断応力  $\tau_m$  は、

$$\sigma_m = p_r + 12 p_m e_w X / D \quad (5)$$

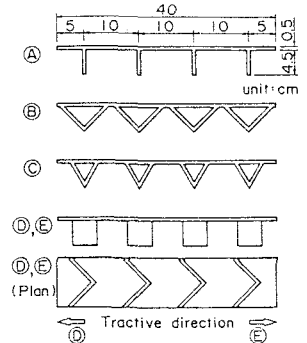


図1 各種履帯モデル

表1 土質定数

| 履帯                            | ㉠     | ㉡     | ㉢     | ㉣     | ㉤     |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $b_0$                         | 8.93  | 8.03  | 8.00  | 6.65  | 6.65  |
| $b_1$                         | 1.220 | 0.605 | 0.593 | 2.070 | 2.070 |
| $m_0$ (kPa×10 <sup>-2</sup> ) | 8.72  | 9.59  | 16.57 | 20.76 | 21.01 |
| $m_r$                         | 0.211 | 0.643 | 0.815 | 0.491 | 0.818 |
| $a$ (1/cm)                    | 0.720 | 1.769 | 1.623 | 1.697 | 1.865 |
| $c_0$                         | 0.311 | 0.638 | 1.007 | 1.133 | 1.046 |
| $c_1$                         | 0.708 | 0.672 | 0.126 | 1.530 | 0.953 |
| $c_2$                         | 0.747 | 0.828 | 0.563 | 0.595 | 0.753 |

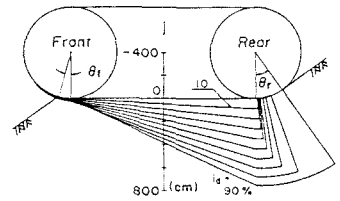


図2 スリップ量  $j$  の分布 (履帯 ㉠)

$$\tau_m = (m_o + \sigma_m m_r) [1 - \exp\{-a(j_B + i_d' X)\}] \quad (6)$$

となる。 $p_r$  は前輪接地圧、 $e_u$  は地盤反力の偏心率である。さらに、後輪接地部での垂直応力  $\sigma_r(\delta)$ 、せん断応力  $\tau_r(\delta)$  は、

$$\sigma_r(\delta) = (1/b_0)^{1/b_1} \{ [R_r \{\cos \theta_t - \cos(\theta_r + \theta_t)\} + D \sin \theta_t + R_r (\cos \delta - \cos \theta_t)] / \cos \delta \}^{1/b_1} \quad (7)$$

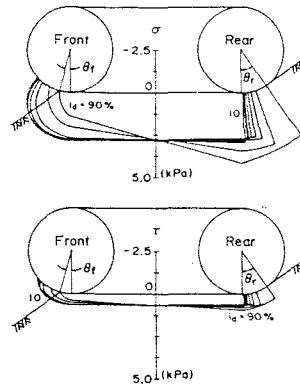
$$\tau_r(\delta) = \{m_o + m_r \sigma_r(\delta)\} [1 - \exp\{-a j_r(\delta)\}] \quad (8)$$

で与えられる。有効牽引力、沈下量のスリップ率による変化についてエネルギー解析<sup>2)</sup>を行った結果、図3は履帯形状 ①~⑤の履帯接地部に作用する  $\sigma$ 、 $\tau$  分布を各  $i_d$  に対して示したものである。 $\sigma$ 、 $\tau$  の値はいずれの場合も正の値で分布している。 $i_d$  の増加とともに履帯 ① ④ ⑤ では  $\sigma$ 、 $\tau$  共後輪方向に傾斜して増加するのに対し、履帯 ③ ⑥ では前輪方向に傾斜している。

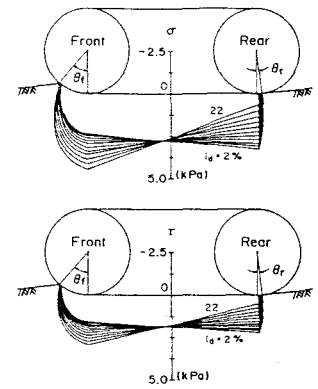
5. 結論 駆動走行している剛性履带式車両では、スリップ量、垂直応力およびせん断応力共に正值を示しており、スリップ率の増加とともに標準型、トラクション型、逆トラクション型履帯では後輪方向に接地圧は増大するのに対し直角三角形型、正三角形型履帯では前輪の方向に増大すること、また、せん断応力の総和で与えられる車両の推進力は正三角形、直角三角形型履帯において十分に発揮されることが判明した。

<< 参考文献 >> 1) MURO, T : GROUSER EFFECT ON TRACTIVE PERFORMANCE OF A SUPERWEAK MARINE SEDIMENT, Proc. of the 2nd Asia-Pacific Conf. of the ISTVS, pp.355-366, 1988.

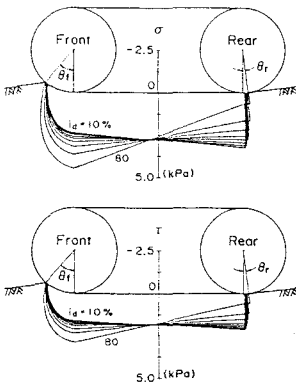
2) 室 達朗, 尾本 清, 柳 楽 篤司 : 湿地用ブルドーザの走行性能 —— エネルギー解析 ——, 土木学会論文集, 第403号/VI-10, 1989.



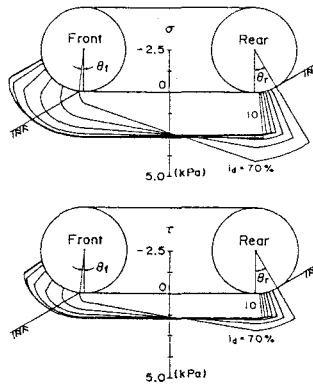
(a) 履帯形状 ①



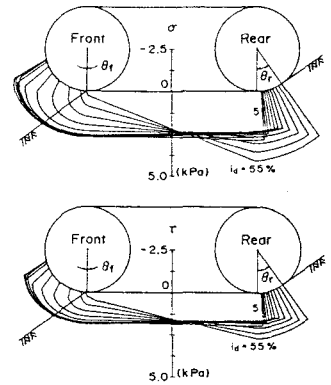
(b) 履帯形状 ③



(c) 履帯形状 ④



(d) 履帯形状 ⑤



(e) 履帯形状 ⑥

図3 垂直応力  $\sigma$ 、せん断応力  $\tau$  の分布