

VI-12

2 軸 4 輪車両の走行形態および車輪幅の接地圧に及ぼす影響について

愛媛大学大学院 学生会員 重松 尚久
愛媛大学工学部 フェロー 室 達朗

1. まえがき 建設機械の大型化が進み自然破壊の増加が無視できなくなっている。その原因を考えてみると、工事車両の走行によりできるタイヤの轍が、草木の地下茎を痛めたり、地盤を締め固めすぎて植物の生育を妨げているためである。自然に優しい走行車両というものを考えてみると、走行中に発生する地中応力を少なくするような車両が理想である。しかし、そのために作業能率などを大幅に減少させてしまえば、建設機械を用いる意味が薄れてしまう。この一見矛盾するような2つの事柄のより良い関係を考えて設計・製作した走行車両が、自然に優しい走行車両になるのではないかと考えられる。本研究の目的は、シミュレーション解析プログラムを用いて、両輪駆動、前輪駆動および後輪駆動の3種類の駆動状態の変化と、車輪幅の変化が接地圧分布におよぼす影響を調べた。

2. 地盤-車輪系定数 粒径4.7mm以下に調整したまき土の土質特性は、土粒子比重2.66、平均粒径0.78(mm)、均等係数12.0、曲率係数3.0、最適含水比12.8%である。ここでは、含水比 $10.0 \pm 1.22\%$ 、乾燥密度 $1.33 \pm 0.08 \text{ g/cm}^3$ の試料砂を鋼製パネル板を組み立てた実験土槽(長さ350cm, 幅90cm, 深さ30cm)内に5cmずつ積み出し地盤表面を均一にし、密度分布を一定にするため 0.1 kgf/cm^2 の圧力で締め固め、5層に分けて25cmの高さの供試地盤を前輪の通過する地盤として作成した。また、前輪の供試地盤上を線圧 2.5 kgf/cm のローラで転圧したものを後輪の通過する地盤とし、前輪と後輪の2種類の供試地盤を作成した。この供試地盤上で平板載荷・除荷試験および平板牽引試験を行い、地盤-車輪系定数を求めた。その結果を表-1に示す。

3. シミュレーション解析 この解析では、ゆるく堆積したまき土地盤において2軸4輪車両を走行させ、沈下量、走行抵抗、有効駆動力を車輪上の任意の点がトロコイド曲線上にあること¹⁾を用いて、地盤-車輪系定数を代入して算定する方法を提案し、その有効性を検討した。このシミュレーション解析の特徴は、車両トリム角 θ の変化にともなう軸荷重の変化を考慮し繰り返し計算をすることで、任意のスリップ率における軸荷重を計算することができることにある。この解析に用いた車両諸元を表-2に示す。また、図-1は、両輪駆動状態で走行する2軸4輪車両に作用する諸力を表したものである。ここで、水平方向と鉛直方向の力の釣り合いの式と、O点回りのモーメントの釣り合い式のより後輪駆動状態で走行する2軸4輪車両の走行に関するシミュレーション解析を行なった。

キーワード 車輪幅、地中応力、2軸4輪車両、まき土

〒790-77 松山市文京町3番 TEL 089-927-9814 FAX 089-927-9845

表-1 地盤-車輪系定数

$p = \left(\frac{k_c}{b} + k_\phi \right) z^n$				
	k_c (kgf/cm^{n+1})	k_ϕ (kgf/cm^{n+2})	n	相関係数 r
Front	0.717	0.165	0.300	0.747
Rear	3.875	0.960	0.748	0.835
$P_r = \left(\frac{k_{cr}}{b} + k_{\phi r} \right) u^{n_r}$				
	k_{cr} (kgf/cm^{n_r+1})	$k_{\phi r}$ (kgf/cm^{n_r+2})	n_r	相関係数 r
Front	18.346	5.027	0.267	0.824
Rear	18.273	5.058	0.306	0.817
$\tau = (m_c + m_f \cdot p) \{ 1 - \exp(-a \cdot j) \}$				
	m_c (kgf/cm^2)	m_f	a ($1/\text{cm}$)	相関係数 r
Front	0.000	0.669	3.870	0.951
Rear	0.000	0.616	5.894	0.983
$S_s = C_0 \cdot p^{C_1} \cdot j^{C_2}$				
	C_0	C_1	C_2	相関係数 r
Front	0.171	0.175	0.591	0.869
Rear	0.294	0.464	0.552	0.918

表-2 車両諸元

車両全長	40 cm
車両全幅	56 cm
車両重量 W	45 kgf
車軸間距離 D	25 cm
車輪半径 R	7.5cm
車輪幅 B	7~12 cm

4. 接地圧 図-2(a)(b)(c)に後輪駆動，前輪駆動，両輪駆動状態で有効牽引力が最大になるときの接地圧分布を示す。それぞれの接地圧分布図から，垂直応力 σ 及びせん断抵抗 τ の作用合応力 p を計算し，それぞれの車輪幅 B と最大の作用合応力 p_{max} の関係を，図-3に示す。前輪における作用合応力は車輪幅及び駆動状態による変化はほとんどなく 0.4 kgf/cm^2 前後でほぼ一定になった。しかしながら，後輪は車輪幅が増加するにつれて作用合応力は減少した。すなわち，前輪駆動状態は，後輪駆動状態，両輪駆動状態と比べると，作用合応力は小さくなる事が分かる。これより後輪を純粹転動にした前輪駆動状態の走行状態が，後輪の接地圧を最小にするには最適であるといえる。

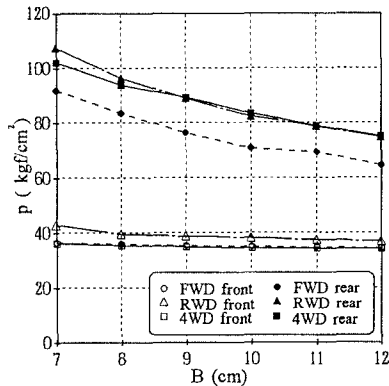


図-3 各走行形態における車輪幅 B と作用合応力 p_{max} との関係

5. 終わりに 前輪と後輪に作用する作用合応力は，すべての走行形態において前輪より後輪の方が大きくなった。また，前輪における作用合応力は，車輪幅及び走行形態による変化は殆どなく 0.4 kgf/cm^2 前後でほぼ一定になった。しかしながら，後輪は車輪幅が増加するにつれて作用合応力は減少した。また，後輪が純粹転動状態であるよりも駆動状態である後輪駆動状態，両輪駆動状態のほうが

作用合応力の値は大きくなった。すなわち，前輪駆動状態は，後輪駆動状態，両輪駆動状態と比べると，作用合応力は小さくなる事が分かる。これより後輪を純粹転動にした前輪駆動状態の走行状態が，後輪の接地圧を最小にするには最適であるといえる。

参考文献 1) 室・荒井・深川・建山：最新建設施工学，朝倉書店，pp, 96-108, 1994

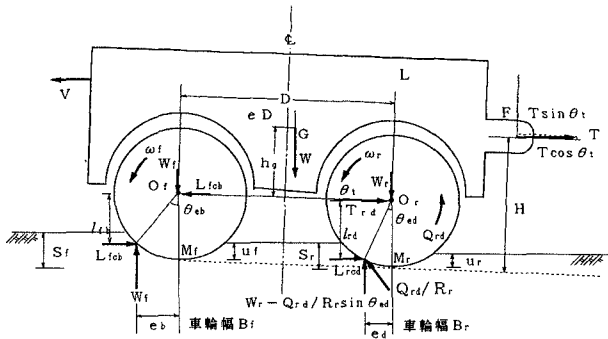


図-1 後輪駆動状態に作用する諸力と車両諸元

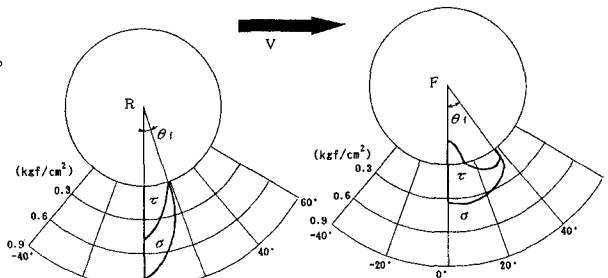


図-2(a) 後輪駆動状態 車輪幅 $B=8\text{cm}$ の接地圧分布

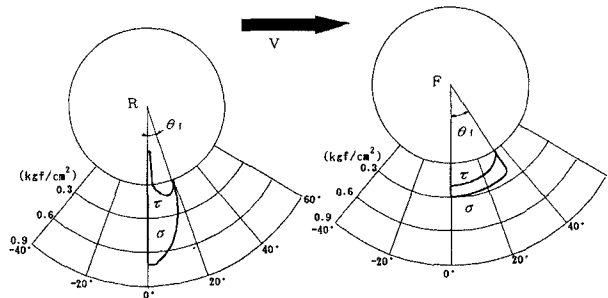


図-2(b) 前輪駆動状態 車輪幅 $B=9\text{cm}$ の接地圧分布

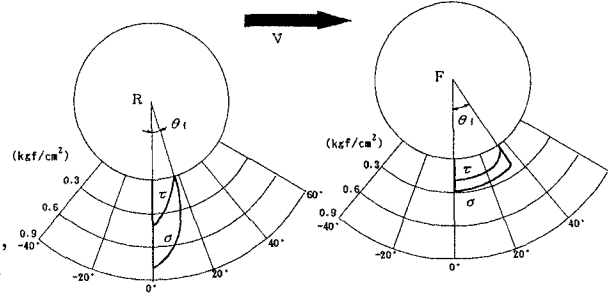


図-2(c) 両輪駆動状態 車輪幅 $B=9\text{cm}$ の接地圧分布