

傾斜したフレッシュコンクリート上の履带式車両の牽引性能について

愛媛大学工学部 正 会 員 室 達朗
愛媛大学大学院 学生会員 ○平川 学
愛媛大学工学部 学生会員 松本 太

1.はじめに

今日、超軟弱地盤やフレッシュコンクリート上を走行できる車両は存在せず、その開発が急がれている。そこで本研究では、接地圧を小さくした履带式車両が傾斜したフレッシュコンクリート上を走行する際の牽引性能を、実験によって求めた定数を用いて力学的解析¹⁾により明らかにするものである。

2. 解析条件

解析条件はフレッシュコンクリートの流動性を示すスランプで変えることとし、スランプは41mm、113mmの2つの条件で解析で、傾斜角は $\beta=0、5、10、15、20(\text{deg})$ の5通りで行った。

3. 車両諸元および地盤-履帯系定数

履带式車両に作用する諸力及び車両諸元をを図-1、表-1に示す。平均接地圧は 0.03kgf/cm^2 と小さくなっている。実験より求めたフレッシュコンクリートの各スランプの地盤-履帯系定数は表-2に示す。定数は履帯モデルの載荷・除荷試験、引張り試験から、次のような関係式により求められる。

$$p = k_1 z_0^{n_1} - k_2 (z_0 - z)^{n_2}$$
$$\tau = (m_c + m_f p) \{1 - \exp(-aj)\}$$
$$Ss = c_0 p^{c_1} j^{c_2}$$

p:接地圧； $z_0、z$:静的沈下量； τ :せん断抵抗
j:滑り量；Ss:滑り沈下量

4. 解析結果と考察

解析結果を示す。スランプ41、113(mm)でのスリップ率*i*と有効牽引力*T4*の関係を図-2、図-3に示す。スランプ41(mm)の時は、車両重量180(kgf)に対して $\beta=0(\text{deg})$ で約220(kgf)の牽引力が得られ、 β が増加するにつれて減少していることが分かる。このことは、地盤-履帯系定数の m_c (粘着力)の項が効いてくるものと考えられ、 $\beta=10(\text{deg})$ まではほぼ車両重量と同じ牽引力が発揮されることが分かる。さらに、小さいスリップ率で大きい牽引力が得られるのは、地盤-履帯系定数の*a*(変形係数)の項が大きい

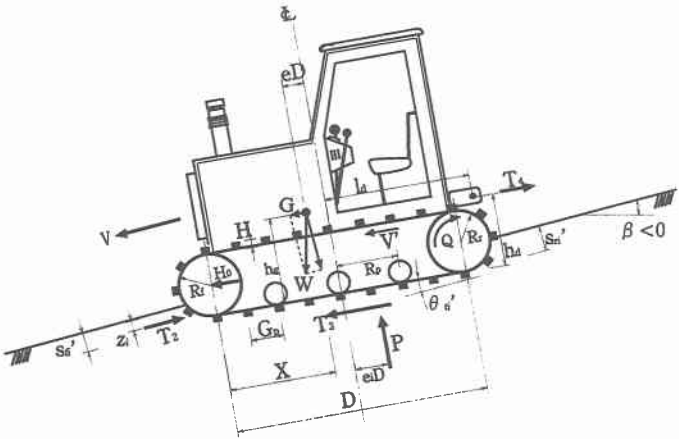


図-1 車両諸元 及び 車両に作用する諸力

表-1 主な車両諸元

車両重量 $W(\text{kgf})$	180
履帯幅 $B(\text{cm})$	25
履帯接地長 $D(\text{cm})$	120
平均接地圧 $P_g(\text{kgf/cm}^2)$	0.03
前・後輪半径 $R_f, R_r(\text{cm})$	15
下転輪半径 $R_g(\text{cm})$	5
下転輪の間隔 $R_g'(\text{cm})$	30
下転輪数	3
重心高さ $h_g(\text{cm})$	30
中心軸と作用点との距離 $l_d(\text{cm})$	75
作用点の高さ $h_d(\text{cm})$	30
初期張力 $H_0(\text{kgf})$	200
車両速度 $V(\text{cm/s})$	10
グラウサ高さ $H(\text{cm})$	1
グラウサピッチ $G_p(\text{cm})$	3
車両重心偏心率 e	0.12

表-2 地盤-履帯系定数

スランプ(mm)	41	113
$k_1(\text{kgf/cm}^{n_1+2})$	0.2244	0.0840
n_1	1.1497	1.0250
$k_2(\text{kgf/cm}^{n_2+2})$	2.7783	0.2853
n_2	1.0338	0.5837
$m_c(\text{kgf/cm}^2)$	0.0069	0.0165
m_f	1.0974	0.6340
$a(1/\text{cm})$	0.9173	0.1562
c_0	4.5549	24.8620
c_1	0.9326	1.1915
c_2	0.6457	0.6682

ことが効いているからだと考えられる。スランプ 113(mm)に関しては、有効牽引力は、 $\beta = 0(\text{deg})$ で最大約 140(kgf)で車両重量より小さくなっており、 β が増加するにつれて牽引力は減少しており、低いスリップ率では負の牽引力が得られることが分かる。また、スランプ 113(mm)の m_c が 41(mm)の m_c より大きいにも関わらず牽引力が小さいのは、 m_r (内部摩擦角)の項が小さいため牽引力が得られないことが分かる。さらに、より柔らかいフレッシュコンクリートでは、 a の項が小さいため大きいスリップ率で牽引力が最大になり、小さいスリップ率では、負の牽引力が得られることが分かる。

次に、各スランプでのスリップ率と車両の前・後輪部での沈下量の関係を図-4、図-5に示す。スランプ 41(mm)での後輪部での沈下量 S_r はスリップ率が増加するにつれて増加しており、スリップ率 55(%)付近で急激に増加している。また前輪部は沈下していないことが分かる。また傾斜角による沈下量の影響は見られない。スランプ 113(mm)でも同様の傾向が見られるが後輪部はスリップ率が増加すると急激に沈下していることが分かる。スランプ 113(mm)も沈下量と傾斜角との関係はあまり見られない。

5. 終わりに

以上のことより、接地圧を小さくした履带式車両はスランプ 41(mm)の時は、車両重量とほぼ同じ大きさの牽引力が得られ、また沈下量もさほど大きくないことが分かる。スランプ 113(mm)の時は、内部摩擦角が小さいため、車両重量の約半分しか牽引力が得られないことが分かった。さらに、傾斜角 β が大きくなると有効牽引力が減少することが分かった。

今後、実験によるこの解析結果の検証をしていきたい。

参考文献

1)室達朗；テラメカニクスー走行力学ー 技報堂出版，p189－p235

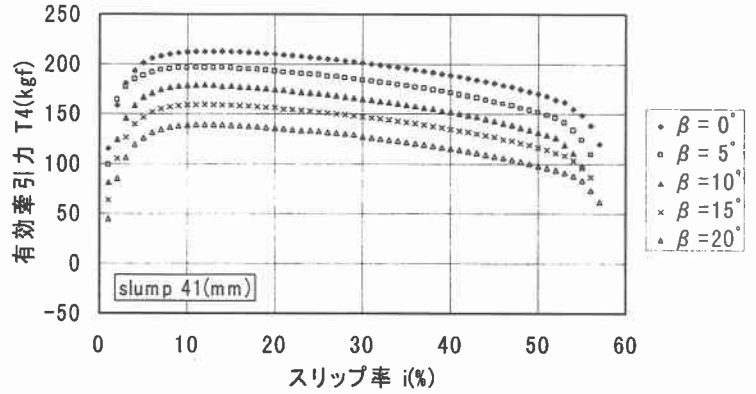


図-2 各傾斜角におけるスリップ率と有効牽引力の関係

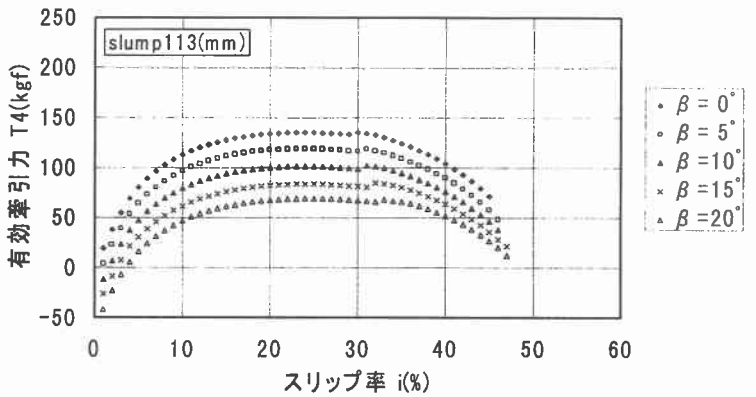


図-3 各傾斜角におけるスリップ率と有効牽引力の関係

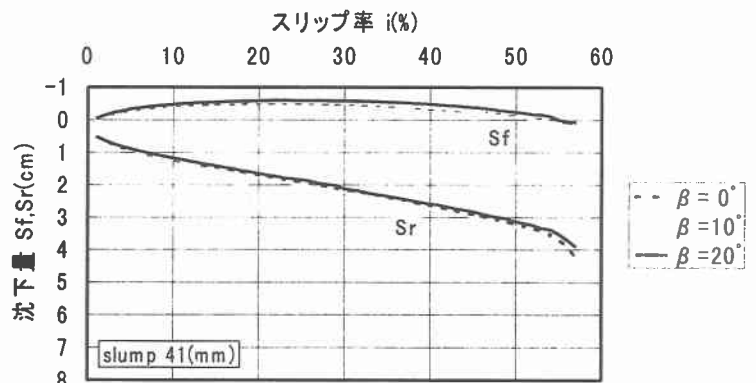


図-4 各傾斜角におけるスリップ率と沈下量の関係

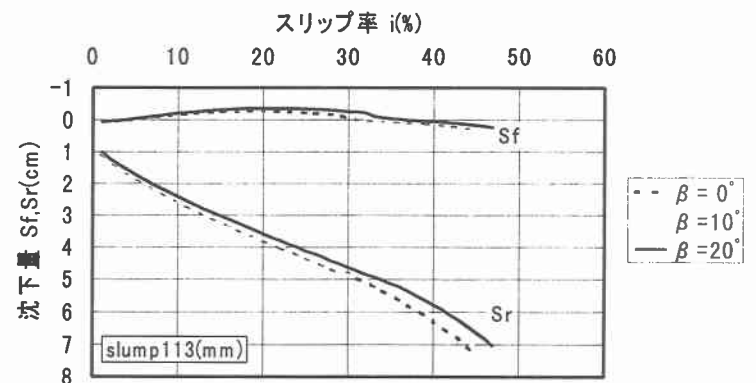


図-5 各傾斜角におけるスリップ率と沈下量の関係