

軟弱地盤上を走行する履带式車両の履帯長の影響について

呉工業高等専門学校 学生会員 ○小林 康成
呉工業高等専門学校 正会員 重松 尚久
愛媛大学工学部 フェロー 室 達朗

1. はじめに 近年、大規模工事を短期間で完成させるためには工事の機械化は必須のものとなった。欧米において、工事の機械化は工事コスト低減のための必須条件であり、機械はますます大型化の傾向がある。特に工事現場では地盤が整地されていなく軟弱地盤であるため、ブルドーザーやショベルカーなどの履带式車両が主として用いられている。本研究では、緩く堆積したまき土で地盤上で履带式車両を自走状態・牽引状態で走行させたとき、また履带式車両の接地長の変化が走行性能に与える影響を明らかにすることを目的としている。また同時に、軟弱地盤上での履带式車両の最適な作業能率を解明していき、エネルギーの有効活用についても考察する。

2. 実験装置及び実験方法 実験装置は、試料砂を入れた土槽、実験車両、ウインチ、ロードセル、メモライザーから成る。試料砂及び実験方法においては、文献¹⁾に詳しい。履带式車両の概略図及び車両諸元を図-1に示す。今回、履带式車両の走行性として、沈下量 s 、車両の有効牽引力 T_d 、せん断応力 τ 、垂直応力 σ 、駆動力 Q_d を測定した。 τ はダイナモメータを用い、 σ はグラウサ内に埋め込んだ接地圧計を用いて測定した。また、履帯の駆動軸である後輪車軸にひずみゲージを用いて、 Q_d を測定した。実験車両の状態は、車両重量を統一した履帯の接地長を短(420 mm)・長(570 mm)の二段階に変化させた。

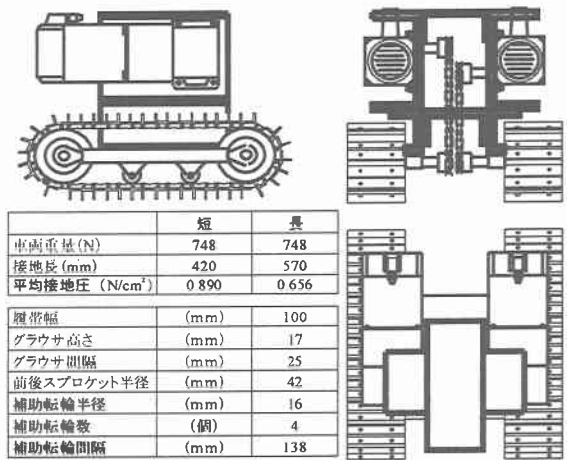


図-1 実験車両の概略図

3. 実験結果と考察

3-1 沈下量 s 図-2 に、各接地長におけるスリップ率 i_d と、沈下量 s の関係を示す。図より、 i_d が増加するにつれ、 s も増加していることが分かる。これは、 i_d が増加すると滑り量が増大し、結果的に滑り沈下量が増加したためと考えられる。また、履带式車両を牽引することにより、車両が傾き、車両と地盤の間に角度が生じる。 i_d が増加するとこの車両傾斜角が増加するため、後方に荷重がかかり、結果的に s も増加すると考えられる。今回の実験は牽引高さが車軸よりも高い位置にあるため、 i_d の増加につれこの車両傾斜角の影響は大きくなっていると考えられる。

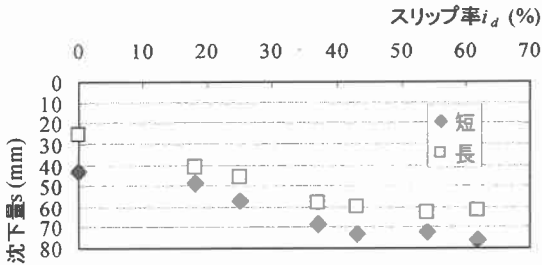


図-2 スリップ率 i_d と沈下量 s との関係

3-2 駆動力 Q_d 及び有効牽引力 T_d 図-3 に、各接地長におけるスリップ率 i_d と駆動力 Q_d 及び有効牽引力 T_d との関係を示す。 i_d が増加するにつれ、 Q_d も増加している。「短」と「長」を比べると「長」の方が Q_d が大きくなっている。これは「長」の方が接地面積が大きいと走行抵抗が大きくなるため、 Q_d が増加するものと考えられる。 T_d はスリップ率 18 ~ 25 % までは、単位接地圧の大きい「短」の方が大きい、スリップ率 40 % を超えたあたりで、 T_d が「短」と「長」で逆転している。これは、 i_d が増加し、車両傾斜角が増加していくにしたがって車両の前方部が浮き上がり、接地面積が減少し、推進力が低下し、 T_d が小さくなるためと考えられる。また、「長」は接地面積が大きいので有効的に地盤に力が作用したことも要因として考えられる。

3-3 接地圧 σ 及びせん断応力 τ 図-4 に、各接地長におけるスリップ率 i_d と接地圧 σ 及びせん断応力 τ との関係を示す。 i_d が増加するにつれ、 σ も増加している。これは、 i_d が増加することにより、車両傾斜角が増加するためと考えられる。また、「短」と「長」を比べると、「短」のほうが単位接地圧が大きいため、結果的に「短」の σ が大きくなったと考えられる。しかし、「短」は 25 %、「長」は 37 %を境に σ が減少している。これは、地盤が軟弱なため、破壊された土がグラウサー間に詰まったことが一要因として考えられる。 τ においても、「短」及び「長」は i_d が増加するにつれ増加しているが、あまり大きな差は見られない。これは、軟弱地盤のため、土のせん断強さが小さいため、せん断抵抗力が低くなると考えられる。また、図より「短」も「長」も σ が τ を上回っていることが分かる。「長」の 63 %で σ と τ が逆転しているが、これは前述したように軟弱地盤が壊れることにより、 σ を正確に測ることができなくなったためと考えられる。

4. 履带式車両の最適化 ここでは、履带式車両におけるエネルギーの有効活用について考察する。図-5 に、各スリップ率における損失エネルギー E を示す。ここで示す損失エネルギー E とは、 Q_d と T_d をエネルギー換算²⁾して、その差を損失エネルギー E とする。これより、「長」より「短」の損失エネルギー E の方が小さいことが分かる。 T_d においては、「短」及び「長」の状態においてあまり差はなかったが、 Q_d における値の差のためこのような結果が得られたと考えられる。「長」は Q_d が「短」より大きい、 T_d は「短」とあまり変わらない。つまり、「長」は「短」に比べ、 Q_d と T_d の差が大きく、出力である Q_d に比べ、作用力である T_d が小さく、エネルギーが有効的に作用していないことが図より分かる。また、「短」及び「長」において、スリップ率 62%の損失エネルギー E が減少しているのは、車両速度の増加のため車両傾斜角も増加し、そのため接地面積も減少し、結果的に有効牽引力が減少したためと考えられる。また、スリップ率 37%の時の「短」の損失エネルギーが小さいため、今回の実験の車両状態において一番最適であると考えられる。

5. 結論 今回の実験より、軟弱地盤上において、車両重量が同一なら接地長が短い履带式車両の方が有効的なエネルギー変換が行われていることが分かった。

参考文献 1) 小林康成, 重松尚久, 川野正彦: 軟弱地盤上を走行する履带式車両の走行性に関する研究, 土木学会中国支部第 53 回研究発表・発表概要集, pp.665-666, 2001.6 2) 室 達郎: テラメカニクス -走行力学-, 技報堂出版, pp.154-155, 1993 3) Takahisa Shigematsu, Kobayashi Yasunari, Tatsuro Muro: Influence of contact length of tracked vehicle running on soft sandy terrain, Proceedings of the 6th APISTVS Conference, pp.247-253, 2001.12

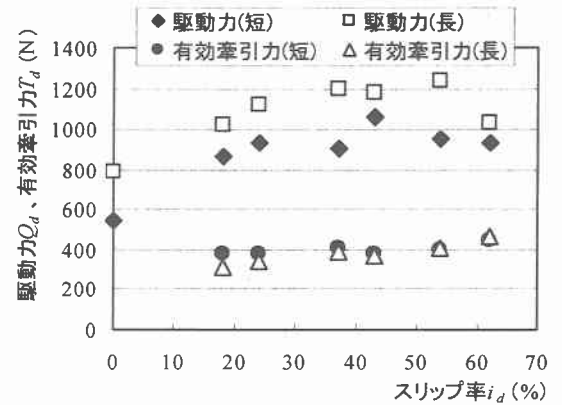


図-3 スリップ率 i_d と駆動力 Q_d 及び有効牽引力 T_d との関係

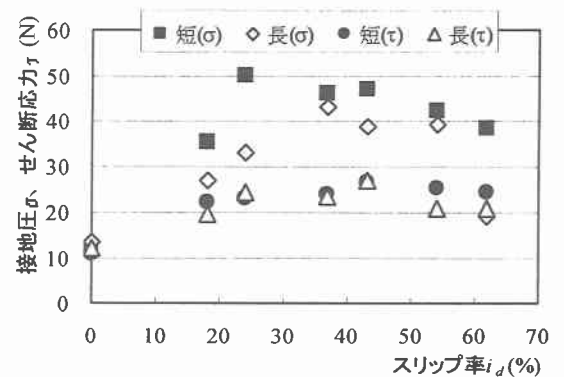


図-4 スリップ率 i_d と接地圧 σ 及びせん断応力 τ との関係

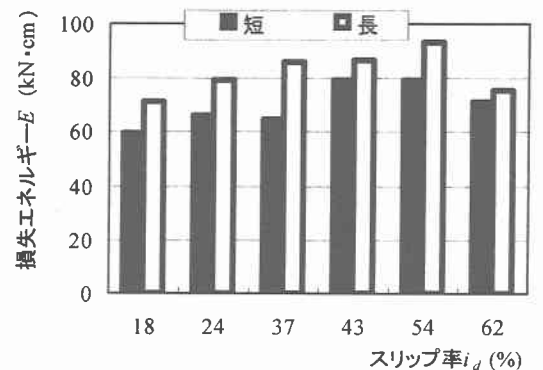


図-5 各スリップ率時における損失エネルギー E