

軟弱地盤上を走行する履带式車両の走行性能に関する研究

鳥取大学 学生会員 ○甲斐 友也
 呉工業高等専門学校 正会員 重松 尚久
 呉工業高等専門学校 学生会員 多賀谷 武史

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、建設の機械化は必須のものとなった。欧米において、建設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。現在、土木工事での機械の使用において、環境汚染への負担や労働力軽減をめざし、実用性が最も高い履带式車両を、無駄なエネルギーを使わず効率良く作業させることが課題となっている。本研究の目的は、車両状態の変化が軟弱地盤上での履带式車両の走行性能に与える影響について調べることにある。また軟弱地盤上での履带式車両の最適な作業効率の状態を調べ、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(2.4m × 0.9m)、実験車両、ウインチ、ロードセル、メモライザーから成る。図-1に履带式車両の概略図を、表-1に車両諸元および車両状態を示す。実験ではウインチの送り出し速度を一定にし、車両をウインチとつなぐことなく自走状態での実験を行い、車両とウインチをつないで車両速度を変化させ、強制的にスリップさせて、これを牽引状態として測定した。車両の速度を変化させることにより、自走状態を除いて6種類の牽引状態で実験を行った。履带式車両の走行性能として、沈下量 s 、駆動力 Q_d 、有効牽引力 T_d を測定した。なお実験方法及び試料砂の詳細は、文献¹⁾に詳しい。

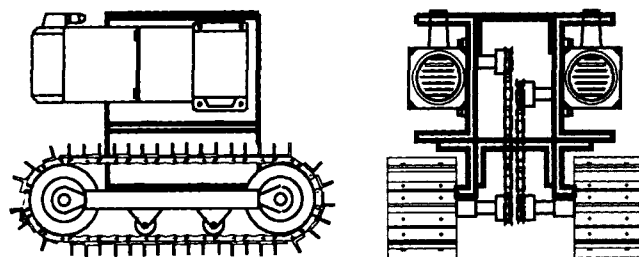


図-1 実験車両の概略図

表-1 車両諸元および車両状態

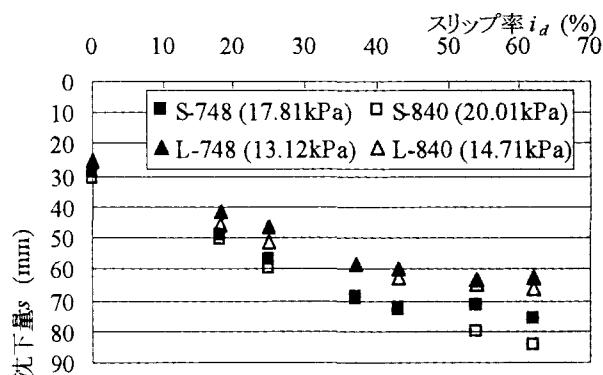
車両状態名	S-748	S-840	L-748	L-840
車両重量 (N)	748	840	748	840
履帯接地長 (mm)	420	420	570	570
平均接地圧 (kPa)	17.81	20.01	13.12	14.73

履帯幅	(mm)	100
グラウサ高さ	(mm)	17
グラウサ間隔	(mm)	25
前後スプロケット半径	(mm)	42
補助転輪半径	(mm)	16
補助転輪数	(個)	4
補助転輪間隔	(mm)	138

3.実験結果と考察

3-1 沈下量 s 図-2に各車両状態のスリップ率 i_d と沈下量 s との関係を示す。各車両状態においてスリップ率 i_d の増加にともない、沈下量 s が増加している。これは、スリップにより滑り沈下量¹⁾が増加したためと考えられる。接地長が同一である「S-748」と「S-840」を比較すると、「S-840」の沈下量 s の方が上回っている。これは、接地面積が同一なので、車両重量が大きい「S-840」の方が単位接地圧が大きくなり、沈下量 s も大きくなったと考えられる。次に車両重量が同一である「S-748」と「L-748」の沈下量 s を比較すると、接地面積の小さい「S-748」の方が単位接地圧が大きくなり、沈下量 s も大きくなったと考えられる。

3-2 駆動力 Q_d 図-3に、各車両状態におけるスリップ率 i_d と駆動力 Q_d との関係を示す。駆動力 Q_d は、スリップ率 i_d の増加にともない増加している。すべての車両状態において、37%付近までは急激に増加し37%以

図-2 スリップ率 i_d と沈下量 s との関係

降穏やかに増加している。接地長が同一である「S-748」と「S-840」を比較すると、車両重量の大きい「S-840」の方が大きくなっている。また、車両重量が同一である「S-748」と「L-748」を比較すると、接地長の大きい「L-748」の駆動力 Q_d が上回っている。つまり駆動力 Q_d は、車両重量・接地長に影響すると考えられる。

3-3 有効牽引力 T_d 図-4に、各車両状態におけるスリップ率 i_d と有効牽引力 T_d との関係を示す。各車両状態において、スリップ率 i_d の増加にともない有効牽引力 T_d が増加している。接地長が大きい「L-748」「L-840」に比べ、接地長が小さい「S-748」「S-840」の沈下量 s の値が大きいため、「L-748」「L-840」の有効牽引力 T_d の値が大きくなったと考えられる。これは、有効牽引力 T_d は、車両の推進力から走行抵抗を引いた値であるため、沈下量 s の値が実験結果に影響していると考えられる。

3-4 損失エネルギー E 図-5に、各車両状態におけるスリップ率 i_d と損失エネルギー E との関係を示す。ここで示す損失エネルギー E とは、駆動力 Q_d と有効牽引力 T_d をエネルギー換算¹⁾した、その差である。「S-748」と「S-840」、「L-748」と「L-840」の損失エネルギー E を比較すると、双方の値にあまり差が見られない。これより車両重量は、あまり影響しないと考えられる。「L-840」は、有効牽引力 T_d 、駆動力 Q_d において最大値を示している。このため、損失エネルギー E も大きくなったと考えられる。また、「S-748」「S-840」と「L-748」「L-840」の損失エネルギー E を比較すると、「S-748」「S-840」の損失エネルギー E の方が明らかに小さい。これは、「S-748」「S-840」と「L-748」「L-840」の有効牽引力 T_d の差に比べ、駆動力 Q_d の差が大きくなったためと考えられる。接地長が大きいと、有効牽引力 T_d 、駆動力 Q_d も大きくなり、損失エネルギー E が増加すると考えられる。結果から、接地長が小さい方が効率良く走行していると考えられる。

4. 結論 今回の実験より、接地長が長く平均接地圧が大きいほど、駆動力 Q_d ・有効牽引力 T_d が大きくなった。駆動力 Q_d 、有効牽引力 T_d が大きくなると損失エネルギー E も大きくなる。しかし平均接地圧の変化は、損失エネルギー E にあまり影響がでなかった。よって軟弱地盤上において、接地長が短い履带式車両の方が有効的にエネルギー変換が行われていると考えられる。

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) 笈田 昭: 履帯の設計工学 ―履帯設計と性能予測の基礎―, テラメカニクス研究会, pp.31-32, 2000. 3) 室 達郎: テラメカニクス ―走行力学―, 技報堂出版株式会社, pp.154-155, 1993.

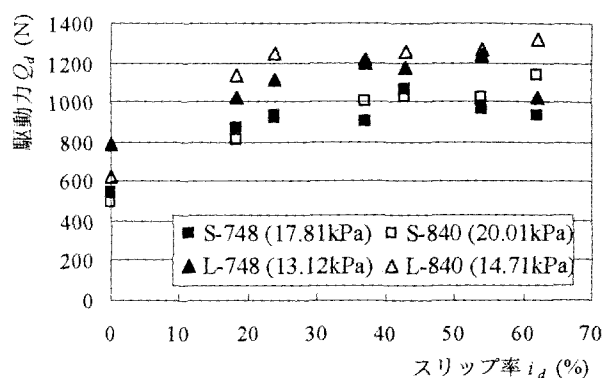


図-3 スリップ率 i_d と駆動力 Q_d との関係

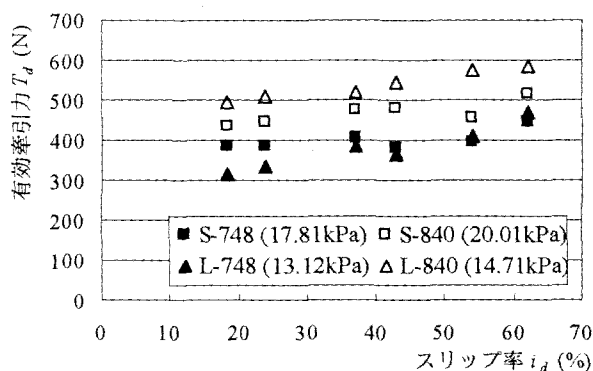


図-4 スリップ率 i_d と有効牽引力 T_d との関係

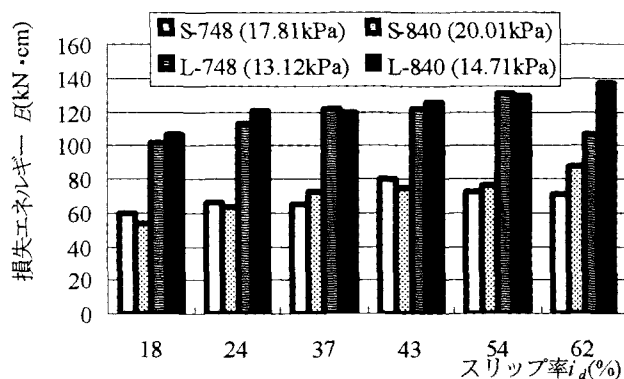


図-5 スリップ率 i_d と損失エネルギー E との関係