

(Ⅲ - 33) 砂地盤における装軌車両の沈下と走行抵抗について(1)

- 履帯による土の変形の実験的考察 -

防衛大学校 (学) ○能勢龍一郎 (学) 森山直樹

(正) 木暮敬二

1. まえがき

装軌車両が地盤上を走行する際、走行装置の沈下と走行を阻害する走行抵抗が発生する。そのため沈下と走行抵抗の発生機構の解明は、装軌車両のトラフィカビリティや走行挙動を評価する上で必要である。これまでに沈下や走行抵抗の発生機構に関する研究がなされている^{1) 2)}。しかしながら、これらの成果については、履帯と地盤の相互関係の複雑性等の理由から履帯と土の相互作用の取り扱い方に未だ問題が残されている。ここでは、履帯と地盤の相互関係を明らかにする事を目的として、比較的柔らかい砂地盤上を履帯が走行した場合の履帯による土の変形と発生する沈下および走行抵抗の関係について、実験的に考察したものである。

2. 実験装置と実験方法

図1は実験装置の概略を示したものである。実験土槽は、長さ130cm、幅10cm、高さ40cmの鋼製枠で、土の挙動が観察できるように両面はガラス板になっている。今回用いた供試土は気乾状態の標準砂であり、実験土槽に高さ40cmから空中落下させ深さ20cmまで充填し、水平に整地した。供試土の土質特性は表1に、使用した模型履帯の諸元は表2に示したとおりである。実験は、実験土槽内に模型履帯を静かに接地させ、けん引負荷を加えない状態(すべり率 $i=0$)で走行させて、沈下量、走行抵抗を測定した。履帯の走行速度は、0.67cm/sec、1.00cm/sec、1.30cm/secの3種類とした。また同時に、ガラス板内側にマーカーを入れ履帯による土の変形を観察した。マーカーは標準砂を着色したもの(黒、赤、だいだい)を使用し、図2のように設置した。土の変形の記録は、走行開始後3秒毎の写真撮影と同時にビデオ撮影により行った。走行抵抗の測定はロードセルにより行った。走行中の沈下量は、ひずみゲージ式変位計により測定した。

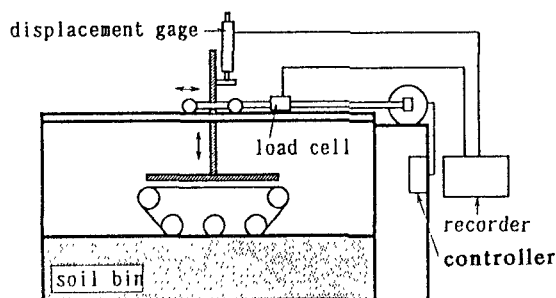


図1 実験装置概略図

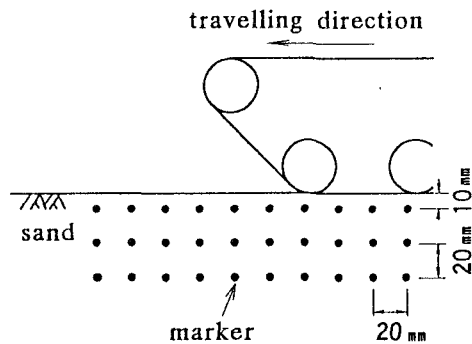


図2 マーカー設置位置

表2 模型履帯諸元

模型重量	3.08 kg
履帯幅	3.00 cm
接地長	135 cm
転輪数	3 個
グロウ-高	0.2 cm
履帯ピッチ	1.0 cm
平均接地圧	0.008 kgf/cm ²

表1 土質特性

比重	2.64
含水比	0.13 %
単位体積重量	1.34 gf/cm ³
間隙比	0.97
内部摩擦角	36.5 °
粘着力	0

3. 実験結果と考察

図3は、履帯の静止状態から走行開始6秒(移動距離 $D=4$ cm)、12秒後($D=8$ cm)の、履帯による土の変形を記録した写真である(走行速度0.67cm/sec)。静止状態においては、履帯底面による土の圧縮(締め固め)は発生してお

らず沈下は発生していない。そして走行状態になると、履帯前面による土の押し出し（押土）が発生し、履帯のすべり沈下は発生していないにも関わらず沈下量 z がわずかながら増加している。ここで発生する沈下は履帯前面により前方の土が掘削され押し出される現象に起因すると考えられ、従来の土の締め固めによる沈下（圧縮沈下）やすべり沈下では説明できない。そこで、こ

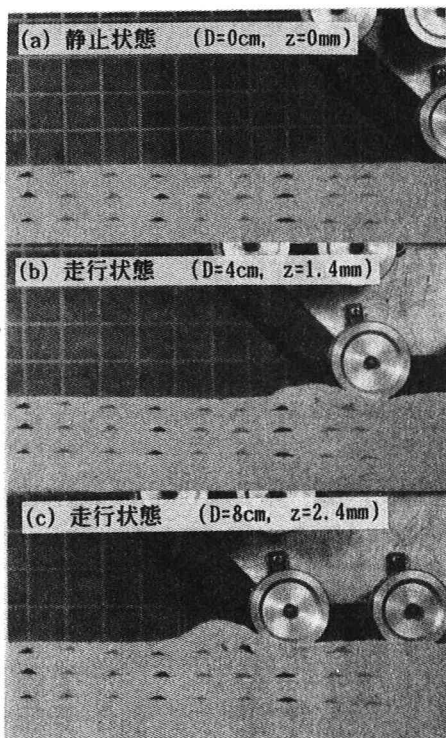


図3 履帯による土の変形
(静止状態 → 走行状態)

の現象により生じる沈下を押土沈下と呼ぶことにする。図4は、履帯の走行中の土の変形を記録したものである（走行速度0.67 cm/sec）。履帯前面の作用により土が隆起し始める位置（マーカー1、2）の土は進行方向の斜め上方へ移動し（受動領域）、そして履帯の接地圧が作用する範囲（マーカー3、4）の土の動きはほぼ水平に移動している（底部破壊領域）。この後者の現象は、接地圧が作用する範囲において抗力が発生していることを示している。したがって、履帯前面に作用する走行抵抗は、受動土圧だけではなく第1転輪に作用するせん断力の抗力も作用することが

考えられる。図5は、異なる走行速度（0.67cm/sec、1.30cm/sec）で D が1.6cm地点の土の変形を比較したものである。走行速度が速くなると土の流動範囲が進行方向へ大きく広がるにもかかわらず、底部破壊領域はほとんど変化しておらず、受動領域が増大していることがわかる。そのため履帯によって押し出される土の移動範囲が大きくなっていると考えられる。

4. あとがき

地盤上を走行する装軌車両の沈下は土の圧縮沈下やすべり沈下以外に、履帯による土の押し出し現象による沈下（押土沈下）が存在することがわかった。また押土抵抗は、受動土圧だけではなく底部破壊面のせん断力の抗力も作用すると考えられる。

参考文献

- 1) M. G. Bekker: Theory of Land Locomotion, The University of Michigan Press, pp. 273~288, 1955.
- 2) K. Kogure: External motion resistance caused by rut sinkage of a tracked vehicle, Jour. of Terramechanics, Vol. 13, No. 1, pp. 1~14, 1976.

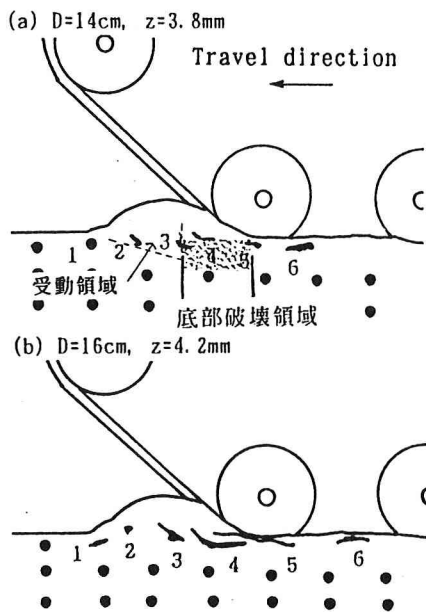


図4 履帯による土の変形（走行状態）

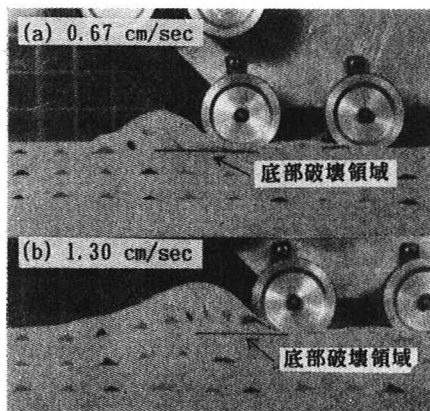


図5 異なる速度における土の変形