

(Ⅲ - 34)砂地盤における装軌車両の沈下と走行抵抗について(2)

- 沈下、走行抵抗推定法の検討 -

防衛大学校 (学) ○森山直樹 (学)能勢龍一郎

(正) 木暮敬二

1. まえがき

地盤上を走行する装軌車両のトラフィカビリティーや走行挙動の評価には、地盤と走行装置の相互作用を考慮した車両の沈下や走行抵抗の発生機構の解明が必要である。そのため、土と履帯の相互関係を明らかにすることが重要である。「砂地盤における装軌車両の沈下と走行抵抗について(1)」(第1報)においては、履帯による土の変形と発生する沈下と走行抵抗の関係について実験的に考察した。ここでは、その考察結果に基づいて車両の沈下量と走行抵抗の推定法について検討する。

2. 沈下の推定

従来、装軌車両が土の上を走行する際に発生する沈下は、主として次に示す2種類と考えられていた。

① 走行装置を支持する地盤(土)を鉛直方向に締め固めることにより発生する沈下(圧縮沈下)。

この圧縮沈下量 S_c と接地圧 p の関係は次式で示される¹⁾。

$$p = \left(\frac{k_c}{B} + k_\phi \right) S_c^n \quad \dots (1)$$

ここで、 k_c, k_ϕ, n : 地盤の性質によって決まる沈下係数と沈下指数である。

② 履帯により土がせん断される過程において、履帯下の土のせん断変形に伴って発生するダイレイタンスー現象及び履帯による土の掻き出し現象によって発生する沈下²⁾(すべり沈下)。

このすべり沈下量 S_s は、次式で示すことができる³⁾。

$$S_s = \frac{p - p_0}{\tau} \quad (2)$$

ここで、 p_0 : 地盤支持力、 τ : 単位面積当たりのけん引力抵抗である。

図1は、第1報での実験結果(沈下量)の1例である。(1)、(2)式からの各沈下量は、 $S_c=0.02\text{cm}$ 、 $S_s=0\text{cm}$ であり、また履帯による土の変形の観察結果から、実験によって測定された沈下量は押土沈下によるものとみなして良いと考えられる。図からも明らかのように押土沈下量は、走行距離 D の増大とともに増加するが、 $D=20\text{cm}$ 以降においては増加割合が減少する傾向を示している。また、走行速度に関わらず沈下量はほぼ同じ値を示していることから、本実験の範囲においては、押土沈下量 S_b は D の関数として表すことができる。

$$S_b = f(D) \quad (3)$$

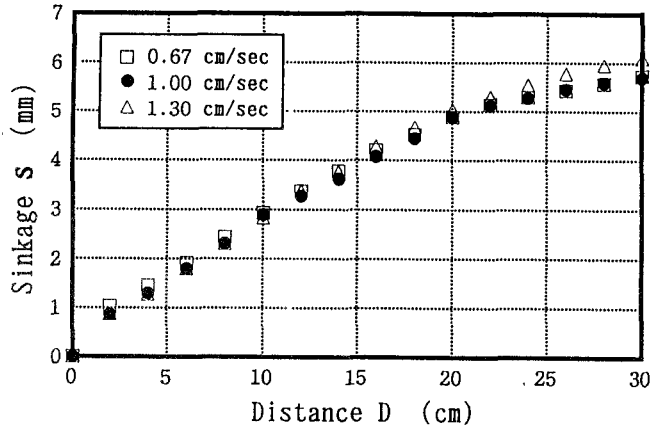


図1 走行距離 D と沈下量 S の関係
(実験結果)

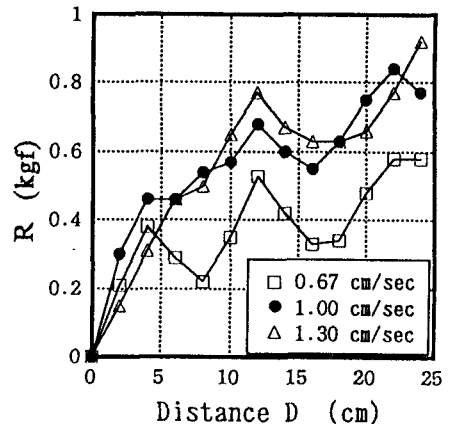


図2 走行距離 D と走行抵抗 R の関係
(実験結果)

また、 f は指数関数で近似できると考えられる。

よって全沈下量 S は、従来から提案されている圧縮沈下量 S_c およびすべり沈下量 S_s の他に押土沈下量 S_b が加わったものと考えられる。すなわち、次式のとおりである。

$$S = S_c + S_s + S_b \quad (4)$$

3. 走行抵抗の推定

装軌車両の走行時に発生する走行抵抗は、履帯による締め固めによって生じる圧縮（締め固め）抵抗と履帯前方の深さ z の土塊を押す力として履帯前面に作用する受動土圧の水平成分と定義される押土（排土）抵抗の2つが考えられている。この定義に基づくと、第1報で行った実験のような地盤条件（砂質土）において沈下量が小さい場合、走行抵抗はほとんど発生しないと算定される。しかしながら図2のように走行抵抗 R は発生している。この地盤条件においては、履帯による土の圧縮はほとんど発生していないため圧縮抵抗はほとんど無視して良い。そのため測定された走行抵抗は、押土抵抗によるものと考えて良い。このことは、押土抵抗が従来の土圧論に基づいた考え方だけでは説明できないことを意味している。

ここで、履帯による土の変形の観察結果から、押土抵抗の発生機構について考察を加えてみる。履帯前面における土の変形を図3のような形にモデル化し、変形領域を図のように分割する。そして、分

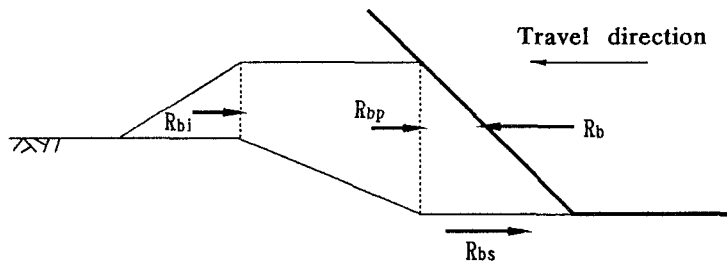


図3 押土抵抗推定のモデル

割された領域に作用する力の合計が押土抵抗と等しいと考え

$$R_b = R_{bs} + R_{bp} + R_{bi} \quad (5)$$

ここで、 R_{bs} ：底部破壊領域のせん断力の抗力、 R_{bp} ：受動領域における受動土圧の水平成分、 R_{bi} ：盛り上がり領域の土を水平に滑らすために要する力である。実験結果と推定結果を比較したのが図4である。この図より、底部破壊領域のせん断力の抗力を考慮した(5)式による推定法が、実測値と良い整合性を持つことがわかる。

4. あとがき

装軌車両の走行時に発生する沈下は、圧縮沈下、滑り沈下及び押土沈下の3つの成分から成り立ち、押土沈下は指数関数的に近似されることがわかった。また底部破壊面のせん断力の抗力を考慮することで、押土抵抗は推定できることが判明した。

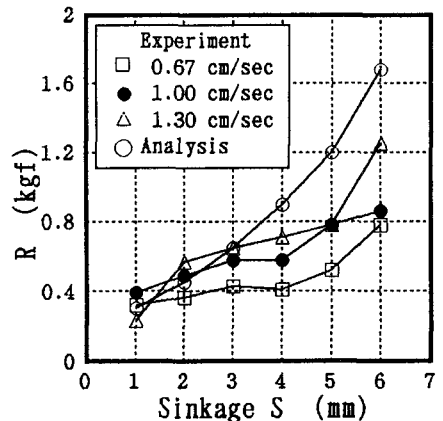


図4 沈下量 S と走行抵抗 R の関係
(実験結果と算定結果の比較)

参考文献

- 1) M. G. Bekker: Off-The-Road Locomotion, The University of Michigan Press, pp. 31~35. 1960.
- 2) 室達郎: テラメカニックス, 技報堂出版, pp. 116, 1993.
- 3) M. G. Bekker: Off-The-Road Locomotion, The University of Michigan Press, pp. 135~138. 1960.