

軟弱地盤上の履帯の牽引性能と履板ピッチ高さ比

愛媛大学工学部 正 員 室 達 朗
愛媛大学工学部 正 員 河原 荘一郎
愛媛大学大学院 学生員 ○尾 本 清

1. まえがき 軟弱地盤における履带式作業車の牽引力に及ぼす標準型履帯のグローサピッチ Gp の効果を把握するために、履帯モデルを試料土上で牽引し、その牽引抵抗について Gp の効果を調べた。さらに履带式車両走行時のエネルギー解析を行い、車両の有効牽引力を算定した。

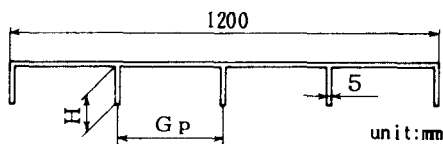


図1 履帯モデル

2. 実験方法 粉末のカオリンと海水を重量比4:5で混合

し、土槽(250x10x45cm)に入れて10日間自重圧密したものを試料土とした。この試料土の非排水強度 Cu (gf/cm^2)は、バークン断試験結果より地表面からの深さ Z (cm)に対して次式で示される。

$$Cu = 0.210 \times Z \quad (1)$$

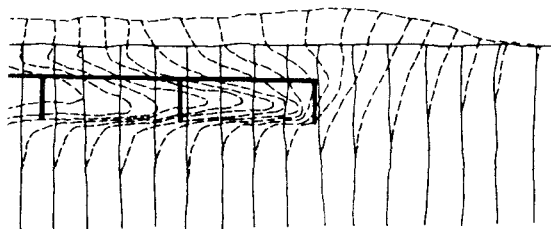
履帯モデルの例を図1に示す。履帯モデルは、アクリル製であり履帯長 L は、120cmである。従来の履帯モデルでは、 $L = 4 \times Gp$ であるため Gp が小さいとトリム角が大きくなり良い結果が得られなかった。よって L を一定とした履帯モデルを採用した。 Gp は、10~40cmの6通り、グローサ高さ H は、4.5, 6, 7.5cmの3通り、そして接地圧 p は、海水中で $8gf/cm^2$ である。牽引実験は、定速度(0.5cm/sec)で牽引距離 X が20cmになるまで行い、ロードセルで牽引抵抗を、スライド写真で沈下量を測定した。

また、染料で鉛直線を約4cm間隔で入れ、透明な土槽側面を通して牽引中の試料土の挙動を観察した。

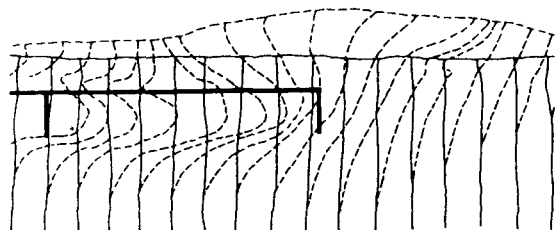
3. 実験結果と考察 (1)試料土の挙動 20cm牽引時の試料土の挙動の例を図2(a), (b)に示す。 $H=4.5cm$ で(a)は $Gp=15cm$ の場合、(b)は $Gp=30cm$ の場合である。滑り線は、 Gp が小さいときグローサ先端を結んだ直線に集中するが、 Gp が大きいとき受働土圧破壊の滑り線になることがわかる。図3に理論上の Gp/H と牽引抵抗の関係¹⁾を示す。破線(a)はグローサ先端を結んだ直線の場合、(b)は受働土圧破壊の滑り線に対応する。いずれも小さい方が、実際に現れるから実線で示したように Gp/H が3~4で最大値をとる。

(2)実測による Gp/H と牽引抵抗 20cm牽引時の Gp/H と牽引抵抗 f'_{20} の関係を図4に示す。ただし、この場合の牽引抵抗とは、先頭グローサだけ Gp の効果を受けないので、その分を受働土圧として算出し全抵抗から差し

$p = 8gf/cm^2$ 10cm



(a) $H=4.5cm$, $Gp=15cm$



(b) $H=4.5cm$, $Gp=30cm$

—— 初期状態 ——— 20cm牽引時

図2 試料土の挙動

引いたものを接地面積で除したものである。Gp/Hが、2.5～3.5のとき、グローサ先端を結んだ直線上での滑り線と受働土圧破壊による滑り線の境界領域にあたっており、 f'_{20} が最大となる。本研究の試料土はC材であるため、受働土圧による破壊領域の水平距離が小さくなるので、最適なGp/Hが畠の値より若干小さくすると考える。

4. エネルギー解析 (1)解析手法 履帯接地長70cm、履帯幅20cmで2トラックの車両が駆動走行しているときの有効牽引力DPを推定するためにエネルギー解析を行った。ここでいう有効牽引力とは、推進力から走行抵抗を差し引いたものである。走行時のエネルギー平衡方程式は、次式で与えられる²⁾。

$$E1 = E2 + E3 + E4 + E5 + E6 \quad (2)$$

ここでE1：有効入力エネルギー，E2：沈下変形エネルギー，E3：スリップエネルギー，E4：牽引力エネルギー，E5：履带上部の側面摩擦エネルギー，E6：グローサ間の側面摩擦エネルギーである。

また f' ，初期沈下量 S_0 及び沈下量 S は次式で示される。

$$f' = a X^{a1} H^{a2} \quad (3)$$

$$S_0 = b G p^{b1} H^{b2} \quad (4)$$

$$S = S_0 + c X^{c1} G p^{c2} H^{c3} \quad (5)$$

ここで、 f' は、Gpに対して最大値をもつ関数となるので、各Gpについて実験式を求めた。また S_0 と S は、履帯腹下面を基準とした。履板が、車体に対して履帯接地長だけ相対移動したときの各エネルギーとして、式(3)よりE3，E6を、式(4)，(5)よりE2を求め、E5=0としてE4を得る。そして、エネルギーと車両に作用する力の関係からDPを算定した。

(2)解析結果と考察 偏心率 $e=0\%$ ， $p=8\text{gf/cm}^2$ ，スリップ率 $i=30\%$ でのGp/HとDPの関係を図5に示す。HにかかわらずGp/H=2.5～3.5でDPの最大値をとることがわかる。よって標準型では、このような履帯を装備した車両が軟弱地盤で優れた牽引性能を発揮すると考える。しかし、この最適比率は、スリップ率が変化しても同様であるが、接地圧については1通りしか実験していないので偏心率とともに明言できない。

5. あとがき 履帯モデル牽引実験の結果から車両の有効牽引力を算定すると、Gp/H=2.5～3.5でDPの最大値が得られた。今後は三角形履帯におけるGpの効果について調べ、車両による実験を行って軟弱地盤における最適履帯形状を究明していく予定である。

参考文献 1)畠昭治郎著：建設機械学，鹿島出版会，PP.76～91，1987。

2)室達朗・河原荘一郎・尾本清：履带式車両の牽引性能に及ぼすグローサの形状効果，愛媛大学工学部紀要，第11巻第2号，PP.405～416，1987。

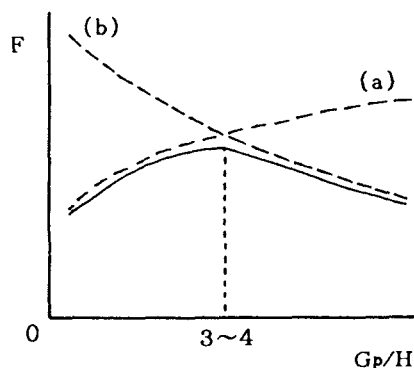


図3 理論上のGp/Hと牽引抵抗Fの関係

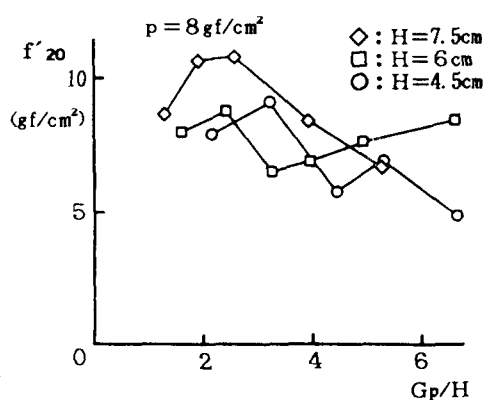


図4 実測によるGp/Hと牽引抵抗 f'_{20} の関係

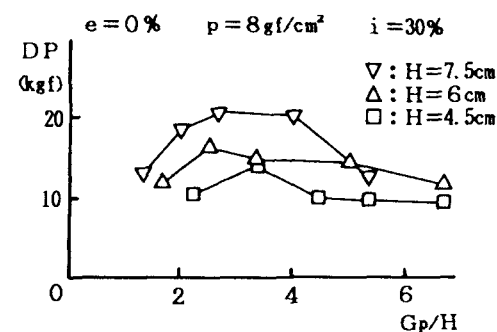


図5 Gp/Hと有効牽引力DPの関係