

建設機械用履帯のグローサ間隔と牽引力の関係

愛媛大学工学部 正 員 室 達 朗  
愛媛大学工学部 正 員 河原 莊一郎  
愛媛大学大学院 学生員 ○尾本 清

1. まえがき 軟弱地で作業する履带式車輛において、大きな有効牽引力を発揮できるグローサ形状を明らかにするために、標準型、三角形型、トラクション型のグローサを持つ履帯モデルを製作し、軟弱地を想定した試料土上で牽引実験を行い、牽引抵抗と沈下量についてグローサピッチ  $G_p$  と形状による影響を調べた。そして履带式車輛の走行時のエネルギー解析を行い、グローサ形状による牽引特性の相違を明らかにした。

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 2 種類の土槽 (100x10x40cm と 250x10x45cm) に入れて 10 日間自重圧密したものを軟弱地のモデルとした。この試料土の非排水強度  $C_u$  ( $gf/cm^2$ ) は、ペーンせん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。

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

図 1 に、グローサ形状 A、B、C、D、E 型を示す。これらの履帯モデルはアクリルで製作した。履帯長  $L$  は、 $4 G_p$  である。なお B、C 型は、三角グローサの側面を薄い塩化ビニール板でふさいだ。また D、E 型は、同じ履帯モデルを使用した。牽引方向を正反対にすることで区別した。 $G_p$  は、A 型について 5~30cm までの 8 通りとし、他の型は、すべて 10cm とした。牽引実験は、定速度 (0.5cm/sec) 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。

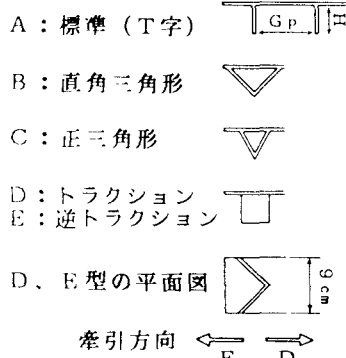


図 1 履帯モデル形状  
(履帯幅  $W = 9$  cm)

3. 実験結果と考察 (1)形状効果 各履帯モデルについて海中での接地圧  $p$  を 2.0, 4.0, 6.0, 8.0  $gf/cm^2$  として牽引実験を行った。B、C 型では、グローサ内が空隙であるためその浮力分の錘を増加させて行った。牽引抵抗  $F$ 、沈下量  $S$  と牽引距離  $X$  との関係の例を図 2 に示す。 $S$  は、B、E、C、D、A の順に大きくなる傾向がみられ、この順にグローサ先端でのせん断深さが深くなるのでせん断強度が大きくなり、 $F$  の大きさの順とほぼ対応している。

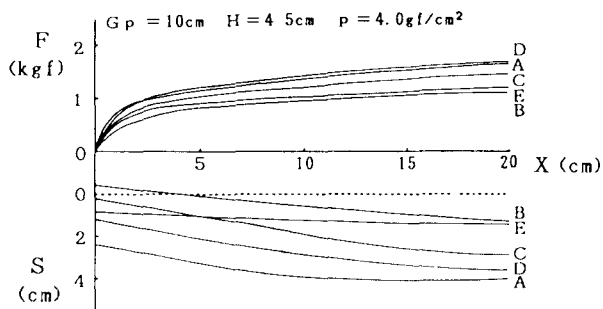


図 2 牽引距離  $X$  と牽引抵抗  $F$ 、沈下量  $S$  の関係

(2) $G_p$  の効果 A 型で  $G_p$  を変化させたときの  $G_p/H$  と 20cm 牽引時の単位接地面積当たりの牽引抵抗  $f = F_{20}/WL$  の関係の一例として  $p = 4.0 gf/cm^2$  を図 3 に示す。 $G_p/H = 5$  付近で  $f$  が、最大値を示している。なお、この図では、先頭グローサは  $G_p$  の影響を受けないので、この先頭グローサのすべり線理論による牽引抵抗  $F_I$  を差し引いて  $G_p/H$  と単位面積当たりの牽引抵抗  $f' = (F_{20} - F_I)/W(L - G_p)$  の関係を図 4 に示す。ここで  $f'$  を算出する際のすべり線の深さは、こ

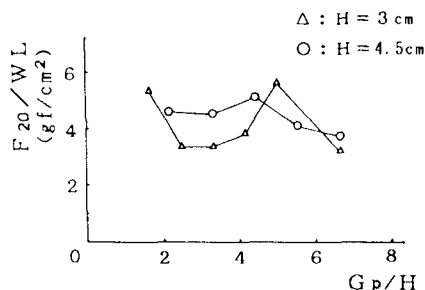


図 3  $G_p/H$  と単位面積当たりの牽引抵抗  $F_{20}/WL$  の関係

の場合、実験よりグローサ先端から約6cmに及んでいた。この図をみると $Gp/H=5$ 付近で $f'$ は、最大値を示しており畠の理論<sup>1)</sup>による $Gp/H=3$ 付近で最大値をとるのは異なっている。これは軟弱地では、すべり線の深さがグローサ先端の深さより深く及んでいるためと考えられる。

4. エネルギー解析 履帯長70cm、履帯幅20cmの2トラックの実車を想定してグローサ形状がA、B、C、D、E型としたときの走行時のエネルギー解析を行った。走行時のエネルギー平衡方程式は、次式で与えられる?

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

E1:有効入力エネルギー E2:貫入変形エネルギー E3:せん断変形エネルギー E4:有効牽引力エネルギー E5:履帯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

また $F$ 、初期沈下量 $S_0$ 及び $S$ は、次式で表される。

$$F = \alpha X^{\alpha_1} p^{\alpha_2} H^{\alpha_3} Gp^{\alpha_4} \quad (3)$$

$$S_0 = \beta p^{\beta_1} H^{\beta_2} Gp^{\beta_3} \quad (4)$$

$$S = S_0 + \gamma X^{\gamma_1} p^{\gamma_2} H^{\gamma_3} Gp^{\gamma_4} \quad (5)$$

各履帯モデルのパラメータの値を表1に示す。

式(3)よりE1, E3, E6を、式(4), (5)よりE2

を求め、E5=0としてE4より有効牽引力 $T$ を

算出した。なお図3、表1ともに沈下量の基準

は、履帯の腹下面の中央としたが、表1におけるB、C型のみグローサ先端とした。図5に $p$

とスリップ率30%での有効牽引力 $T_{30}$ の関係を

示す。 $p=10 \text{ gf/cm}^2$ 以上の接地圧ではB、C

型の三角形のグローサは他の型に比較して大きな $T_{30}$ を示している。これは、B、C型では走

行抵抗が小さい割りに推進力が大きいことに原因がある。次に、A、D、E型を比較した場合、

A型が僅かに $T_{30}$ の最大値が大きい、E型の方

が牽引可能な $T_{30}$ を示している接地圧範囲が

広く、実用的であるといえる。

5. あとがき 標準型のグローサでは、 $p=4.0 \text{ gf/cm}^2$ の場合

$Gp/H=5$ 付近で牽引力は最大となる。また、グローサ形状に

関しては、 $p=10 \text{ gf/cm}^2$ 以上の接地圧では、正三角形型が最大

の牽引力を発揮する。しかし、解析に用いたデータは、履帯

モデルの牽引実験から得たものであるから、実車による実験を

行ってこの知見の適用性を検討する所存である。

参考文献 1) 畠昭治郎：建設機械の軟弱地走行性の問題、建設

機械と土質、日本工業出版、PP. 229~231、1976。

2) 室達朗、榎明潔：超軟弱地盤における履带式車輛の走行性能、

愛媛大学工学部紀要、10巻2号、PP. 329~338、1983。

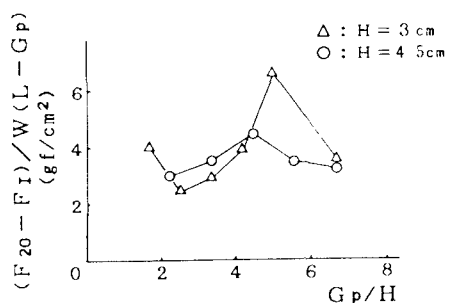


図4  $Gp/H$ と $(F_{20} - F_1)/W(L - Gp)$ の関係

表1 各パラメータの値

| 形状 | $\alpha$ | $\alpha_1$ | $\alpha_2$ | $\alpha_3$ | $\alpha_4$ | R     |
|----|----------|------------|------------|------------|------------|-------|
| A  | 0.0404   | 0.222      | 0.644      | 0.633      | 0.535      | 0.950 |
| B  | 0.164    | 0.289      | 0.881      | —          | —          | 0.972 |
| C  | 0.297    | 0.253      | 0.601      | —          | —          | 0.972 |
| D  | 0.144    | 0.247      | 0.618      | 0.581      | —          | 0.978 |
| E  | 0.103    | 0.296      | 0.567      | 0.672      | —          | 0.955 |

| 形状 | $\beta$ | $\beta_1$ | $\beta_2$ | $\beta_3$ | — | R     |
|----|---------|-----------|-----------|-----------|---|-------|
| A  | 0.0583  | 2.30      | 0.232     | -0.260    | — | 0.851 |
| B  | 1.95    | 0.623     | —         | —         | — | 0.960 |
| C  | 2.65    | 0.449     | —         | —         | — | 0.978 |
| D  | 0.0347  | 2.47      | 0.0428    | —         | — | 0.850 |
| E  | 0.628   | 1.74      | -1.38     | —         | — | 0.899 |

| 形状 | $\gamma$ | $\gamma_1$ | $\gamma_2$ | $\gamma_3$ | $\gamma_4$ | R     |
|----|----------|------------|------------|------------|------------|-------|
| A  | 0.145    | 0.602      | 0.850      | 0.128      | -0.221     | 0.931 |
| B  | 0.0752   | 0.786      | 0.839      | —          | —          | 0.917 |
| C  | 0.215    | 0.689      | 0.298      | —          | —          | 0.879 |
| D  | 0.0845   | 0.753      | 0.953      | -0.260     | —          | 0.967 |
| E  | 0.0223   | 0.595      | 1.53       | -0.212     | —          | 0.917 |

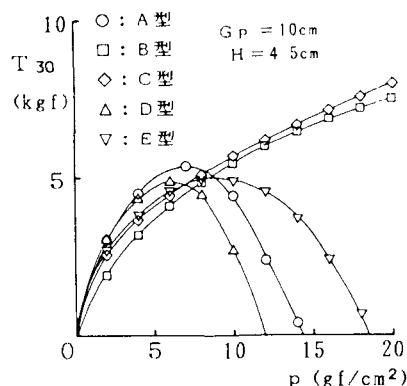


図5 接地圧 $p$ と有効牽引力 $T_{30}$ の関係