

防衛庁技術研究本部・第4研究所 正員 杉山 昇

1. 序言

高速走行性と牽引力とをともに必要とする装軌車両を開発するために重要な問題点の一つとして履帯が考えられる。そこで、著者は高速走行性と高作業性という相矛盾した性能を兼ねそなえた履板を開発することを目的として現在研究をすすめている。従来の研究は模型的に小規模に行なわれているが、実車との相関がむづかしいと考えられるので、著者は実物履板および実物大模型履板を用いて車両の走行状況に近い条件で実験できる土槽を設け、履板の粘着力・沈下・滑り・土圧などを測定して、粘着力に影響をおよぼす履板の幾何学的形状を地盤の土質力学的性質との関連において明らかにしようと試みた。

2. 実験装置および実験方法

実車の走行状況においては、その荷重は履帯に平均に分布しているのではなくほとんどが転輪直下の履板に集中しており、また、その転輪荷重は車両の重心位置・懸架装置・地形などにより異なるが、低速走行時でも平均転輪荷重の1.5～1.7倍になり、土作業時は約2.5倍以上に達する。このような実際の条件に類似した実験ができるように装置を設計した。

(1) 実験土槽

土槽は6mm鋼板および型鋼を用いて溶接構造とし、関東ローム・砂質ローム・砂の3種類の土質ごとに作成し、載荷用の枠組みは最大7tの垂直荷重に耐えるようにした。土槽の大きさは側壁および底板の影響を極力少なくするように、関東ローム用は6×3×1m(長さ×幅×深さ)にして3箇所測定できるようにした。関東ロームに比し土の管理が容易な砂質ロームおよび砂用の土槽はそれぞれ3.4×3×1m、2.6×3×1mとして1箇所測定するようにした。(図1参照)

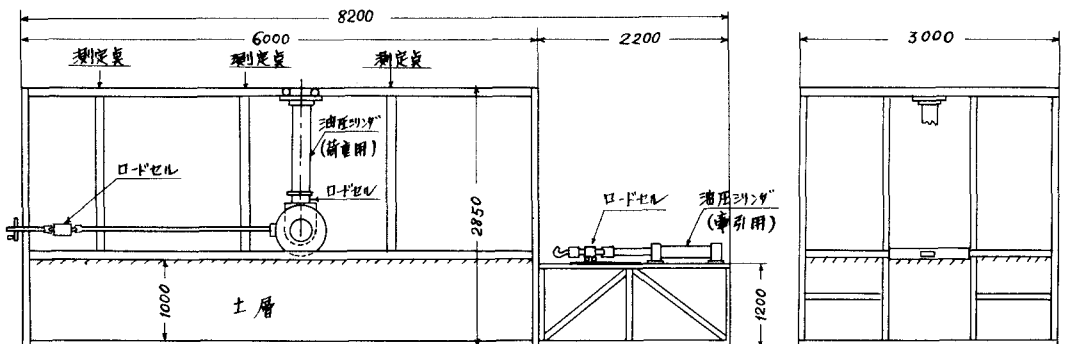


図1 実験土槽

(2) パワーユニット

垂直荷重用および牽引用の油圧シリンダを作動させる油圧源で、ポンプ容量は23 $\frac{\text{cm}^3}{\text{min}}$ 、最大圧力は140 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ である。両方の油圧シリンダともマニュアルバルブで操作し、圧力を調整することによって垂直荷重および牽引する力を任意にセットできるようになっている。なお履板を牽引する速度はフ

ローコントロールバルブで調整できる。

(3) 実験土槽の土質

土質の選別は土作業の困難な関東ローム（武蔵野ローム）、尋常土として畑の砂質ヒーム（腐蝕土）を5mmの篩でふるったものと、相模川の砂を洗って2.5

	比重	含水比	C	ϕ	LL	PL	W _{op}	d ₅₀
関東ローム	2.775	82.9 ~ 87.5	0.59	7.0	87.7	67.6	66.5	0.055
砂質ローム	2.762	68.8 ~ 70.5	0.20	23.0	94.2	79.0	69.0	0.080
砂	2.449	1.8 ~ 1.9						0.450

表1 実験土槽の土質

mmの篩でふるったものの3種類とした。その性質は表1のとおりである。

(4) 測定事項

3個のロードセルにより垂直荷重・牽引抵抗力を、2個の巻線型変位計により沈下量・滑り量を、2〜3個の土圧計により土圧を測定して記録した。

(5) 実験方法（図2参照）

測定前にまず深さ30cmまで一様に土を攪拌してから測定点付近を3層にてん圧して深さ30cmまで均一にする。次に連結した3枚の履板⑦を水平におき、油圧シリンダ②の下端につけられた転輪⑤（510φ）をローラー①を転がして測定点に移動してロックする。油圧シリンダ②により垂直荷重をかけ履板⑦の沈下がとまって安定したならば履板前方の土を除く、次に牽引用ワイヤロープ④で履板を牽引してその牽引抵抗力を測定し、同時に沈下・滑り量・土圧をそれぞれ変位計③⑥、土圧計⑨によって測定し記録装置に導いて記録する。

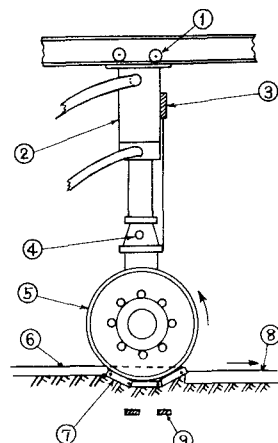


図2. 履板に対する載荷牽引要領

(6) 実験に用いた履板

実験に用いた実物履板の一部を図3に示す。履板Aは連結方法がリンク式で鉄履板とゴム履板とがあり、履板BおよびCは舗装路走行時路面を壊さないようにパットを各履板の下面に1本のボルトで取付けるようになっている。パット下面はゴムで、取付けた場合グロース高さより約10mm余高くなる。

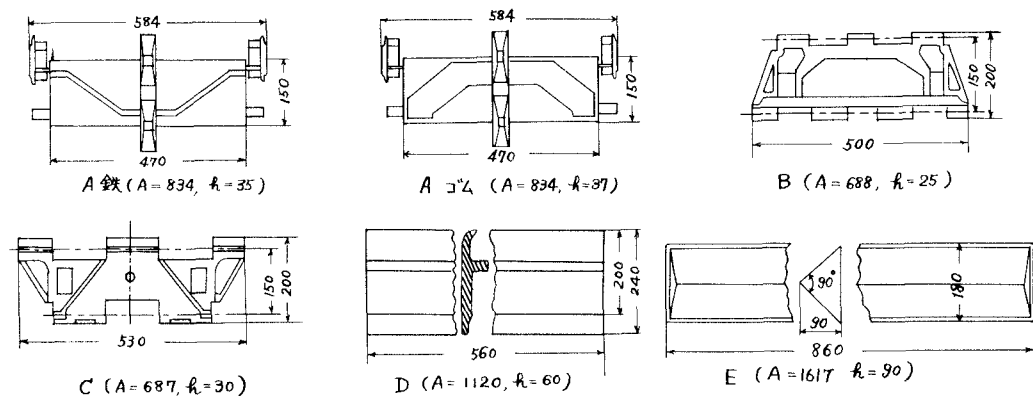


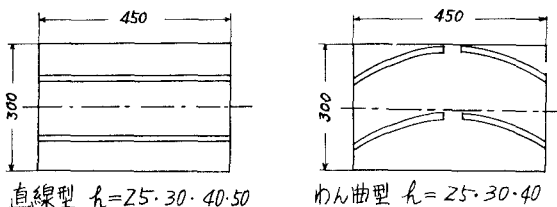
図3. 実物履板 (A: 接地面積 cm^2 , h: グロース高さ mm)

また実験に使用した実物大模型覆板はその一部を図4に示すように、覆板2枚分を一枚の鉄板で作成し、牽引用のかぎをつけて実験した。

3. 実験結果と考察

(1) 実物覆板

この種の実験結果は粘着係数によって整理されたものが多いが、前に述べたように実際には走行時における転輪荷重が重要なパラメータとなるので、ここでは最大牽引抵抗力 H_m と垂直荷重 W によって整理した。実物覆板の垂直荷重 W に対する最大牽引抵抗力 H_m は図5にその一例を示す程度のバラツキで求めることができる。



直線型 $h=25 \cdot 30 \cdot 40 \cdot 50$

わん曲型 $h=25 \cdot 30 \cdot 40$

図4. 模型覆板 (h : グローサ高さ mm)

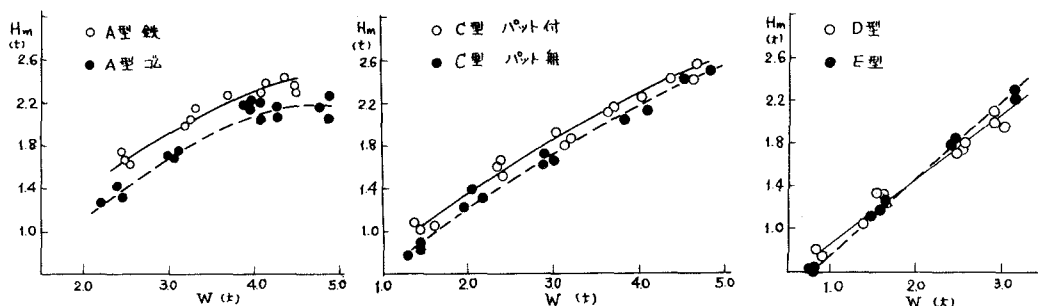


図5. 砂質ロームにおける覆板A C D Eの最大牽引抵抗力

関東ロームおよび砂における各覆板の最大牽引抵抗力をまとめて現わすと図6・図7のようになる。

ア 関東ローム (図6参照)

関東ロームにおける最大牽引抵抗力は覆板により非常に差があることがわかる。

これはグローサの高さ・形状などによるほか覆板の連結方法にもよる。垂直荷重がある限界以上になると H_m が降下しているが、これは、周辺の地盤内に垂直荷重によってすでにせん断破壊がおこっており、その状態で覆板を牽引するのでせん断破壊面がすべってしまうためと考えられる。ゴムパットをつけた場合はつけない場合に比較して一般に低下している。しかし覆板Bのパット付は7~18%低下しているが、覆板Cは9%程度低下しているのみである。これはパットの形状による影響と考えられる。

イ. 砂質ローム (図5参照)

砂質ロームにおける最大牽引抵抗力は各覆板の差はほとんどなく、覆板Bは覆板Aに似ており、覆

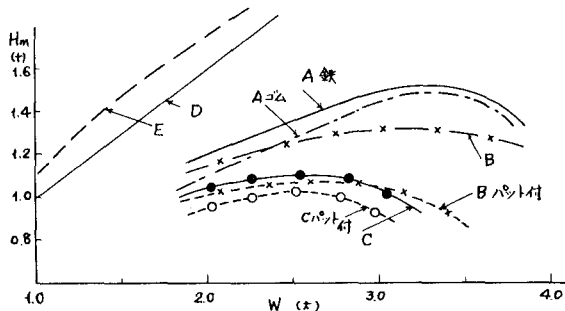


図6. 関東ロームにおける各覆板の最大牽引抵抗力

校DおよびEは接地面積Aが大きいので、最大牽引抵抗力との比 H_m を最大粘着力とすると履校Aに似ている。履校A・B・Cは図6の関東ロームにおける最大牽引抵抗力と比較して大きいことがわかる。また、関東ロームにおいてはグローサの高さ・形状などの影響が顕著であるが、砂質ロームにおいてはこれらの影響が少ないといえよう。さらに、砂質ロームでパットをつけた場合、最大牽引抵抗力の低下率は関東ロームにおける場合より小さく、履校Cは逆にパットをつけた場合の方が大きい。

これらと対比に履校DおよびEの最大牽引抵抗力は関東ロームより低下しているのは、グローサ高さの効果が砂質ロームにおいては関東ローム程発揮されないためと考えられる。また、関東ロームにおいては前に述べたように垂直荷重によるせん断破壊がおきるが、履校DおよびEは接地面積が大きいので沈下量も少なく、他の履校のように周辺の地盤内における破壊現象がおこらないために関東ロームにおいては最大牽引抵抗力が大きいと考えられる。

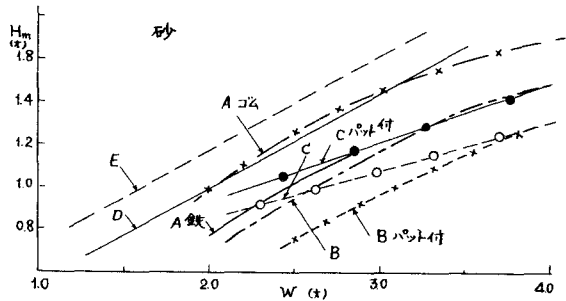


図7. 砂における各履校の最大牽引抵抗力

ウ. 砂 (図7参照)

グローサ高さの大きい履校(D・E)は比較的最大牽引抵抗力が大きい。その他は大きな差異は認められないが、履校Aのゴムが最大牽引抵抗力が大きいのはグローサ高さおよび厚さが大きいためと思われる。履校Cのパット付の牽引抵抗力は砂質ロームの場合と同様パットをつけない場合より大きい。

(2) 模型履校

実物履校による実験結果からグローサの高さ・形状・パットの型などにより牽引抵抗力が異なることがわかったので、各種の模型を製作して比較した。一方グローサに指向性をもたすことは、土づまりを防ぐばかりでなく横すべりの防止のためにも重要である。

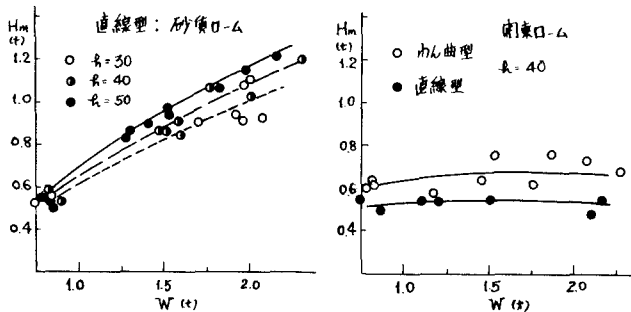


図8. 模型履校の最大牽引抵抗力 (h: グローサ高さ mm)

グローサの形状は関東ロームにおいてはかん曲型が最もよく他の土質においては形状による差異は認められなかった。グローサの高さは関東ロームでは40 mm以上になると H_m がよくで、砂質ロームにおいては50 mm以上になると H_m がよくでることが明らかとなった。

4. 結言

本研究では代表的な3種の土槽によって実物履校および模型履校の牽引抵抗力などを測定し、各履校の特性の概略を知ることができた。牽引抵抗力と滑り量との関係については、実験結果を検討している段階であり、将来はその履校を装着した実車の牽引力を推定できるように研究を発展させたいと考えている。