

土の動摩擦について

京都大学工学部 正員 畠 昭治郎
同 正員 O室 達朗

1. 概説

土木機械による施工の合理化が急激に進んだ今日、その作業中における土との動摩擦については未解明の点が多々ある。これらを解明することは、より合理的かつ経済的な土工作業を可能ならしめるものである。われわれがこゝで取り上げるのは、材料として鉄材およびゴムと土との間の動摩擦であり、これらの比較を目的としたものである。

2. 試料および実験方法

用いた試料は、礫まじり砂およびシルト質土の2種類について、それぞれ乾燥状態、湿润状態においてローラで転圧し締め固めたものである。土性および転圧後の密度については表-1に示す通りである。

実験装置は、巾70

cm、長さ250 cm、
深さ25 cmの土槽
中に試料を充てんし、
表面はローラで平滑
にならし、その上で
ゴム板または鉄板に

表-1

試料 (湿润)	比重	含水比 %	転圧後の乾燥密度(g/cm^3)		
			転圧回数		
			2回	6回	40回
礫混り砂	2.65	9.0	1.45	1.62	1.84
シルト質土	2.73	14.2	1.47	1.68	1.86

直接載荷して、けん引するものである。動力は、2馬力モータから $1/50$ に減速し、巻き取りドラムからけん引力をとり出す。けん引力の測定には、巻き取りドラムの直前に設置したトルクメータ(100 kg・m用)を用い、増巾器を通して記録形に自記させる。またけん引速度は、Vベルト車の大きさをとりかえることにより所要の回転数に減速して変速することができる。鉄板およびゴム板の面積は、 $1,000 \text{ cm}^2$ であり接地圧は、 $0.1, 0.2, 0.3 \text{ kg}/\text{cm}^2$ の3段階について行なった。土の締め固め度は、重量120 kg、幅60 cm、直径30 cm円筒ローラの転圧回数を2, 6, 40回とし、けん引速度は、3.3, 6.8, 9.8, $13.0 \text{ cm}/\text{sec}$ の4段に変速して行なった。

3. 実験結果と考察

けん引力-変位曲線は、特に土が乾燥状態にある場合には、接地圧が増大するにつれてゴム板と鉄板とでは異なった挙動を示す。特に鉄板においては初期の変位段階では、慣性による5サイクル程度の振動がともなうのである。これは、ごく低速なけん引に対しては見られない現象であり、速度が高くなるほど顕著にあらわれるので初期の急速な加速に対する実験装置全体の影響によるものと考えられる。いずれにせよ、真の動摩擦は、かなり変位した後にあらわれるものであり、振動にともなう多少の凹凸は平均化して整理した。単位面積当たりのけん引力と接地圧との関係は、図-1に見るように一応原点を通る直線で表示される。この直線の傾斜角をいわゆる摩擦係数 μ として計算し、その結

表-2 動摩擦係数 μ

材料	試料	状態	ロー転圧 2~40 回	ロー転圧 6 回
			速度 3.3 cm/sec	速度 3.3~13.0 cm/sec
鉄板	礫混り砂	乾燥	0.466 ~ 0.516	0.484 ~ 0.500
		湿潤	——	0.475 ~ 0.525
	シルト質土	乾燥	0.525 ~ 0.558	0.484 ~ 0.558
		湿潤	——	0.659 ~ 0.700
ゴム板	礫混り砂	乾燥	0.608 ~ 0.641	0.592 ~ 0.650
		湿潤	——	0.657 ~ 0.708
	シルト質土	乾燥	0.692 ~ 0.733	0.683 ~ 0.716
		湿潤	——	0.774 ~ 0.867

果を表-2に示す。これらの結果を総合すると、乾燥状態にある礫混り砂およびシルト質土について、一定速度(3 cm/sec)における動摩擦係数は、上表に示す通りゴム板は、鉄板にくらべて約1.3倍の大きさを持ち、締め固め度によっては5~10%の変動を示す。

また礫混り砂について乾燥状態と湿潤状態にある場合とでは、その動摩擦係数は、鉄板については大差はないが、ゴム板についてはつねに湿潤状態にある場合の方が大きくでている。さらに粒径の細かいシルト質土については、鉄板・ゴム板を問わず、湿潤状態にある場合の方が、はるかに大きな動摩擦係数を得、約1.2~1.3倍上昇している。

また締め固め度を一定にして、けん引速度を変化させた場合には、一般に速度が上昇するとともに、けん引抵抗は小さくなる傾向があるが、その変域は小さく5~10%の変動を示している。

4. あとがき

以上は、鉄およびゴム板と土との動摩擦について特に土の締め固め度による影響およびけん引速度の影響について検討したが、この他粒径の細かい粘土やシルト質土については、含水量の増大にともなう速度変化にともなう動摩擦が、どのように変動するかについて、また動摩擦にともなう土の挙動について今後さらに実験的研究を進めたいと考えている。

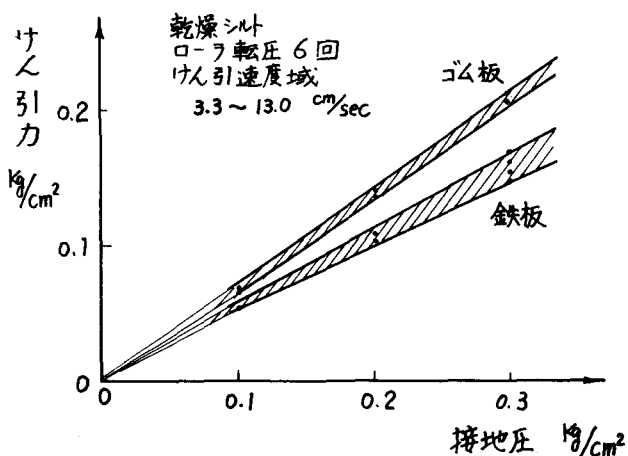


図-1 種々のけん引速度に対するけん引力と接地圧の関係