

砂質地盤におけるコーン貫入試験の利用法について

呉工業高等専門学校専攻科 学生会員 ○井原 大介

呉工業高等専門学校 正会員 重松 尚久

呉工業高等専門学校専攻科 学生会員 大知 剛

1.はじめに 地盤上において安定した走行をするためには、地盤と車輪・履帯などの接触物との相互関係を明確にする必要がある。特に、未知の地盤上を車両が走行する際には、車両の静的沈下・動的沈下などを予想し、車両が最適な状態で走行できるように地盤の特性を明らかにする必要がある。そこで、本研究では、乾燥した砂質地盤において先端角の異なるコーン（ 60° 、 45° 、 30° ）を用いてコーン貫入試験を行い、コーン支持力の違いから地盤の特性をつかむことを目的としている。今回は、同一状態の砂質地盤において、コーン貫入試験、平板載荷試験および平板牽引試験を行い、それぞれの結果に対して考察を行った。

2.供試地盤 試料砂として、豊浦標準砂、花崗岩を粉砕して作成した破碎性砂質土、玄武岩を粉砕して作成したシミュラント（擬似月面砂）を使用した。表-1 に試料砂の基本性質、図-1 にそれぞれの試料砂の粒径加積曲線を示す。

表-1 試料砂の基本性質

	乾燥密度 (g/cm^3)	土粒子密度 (g/cm^3)	均等係数 U_c	曲率係数 $U_{c'}$
標準砂	1.48	2.65	1.51	1.40
破碎性砂質土	0.92	2.30	8.49	1.53
シミュラント	1.63	2.93	57.81	1.46

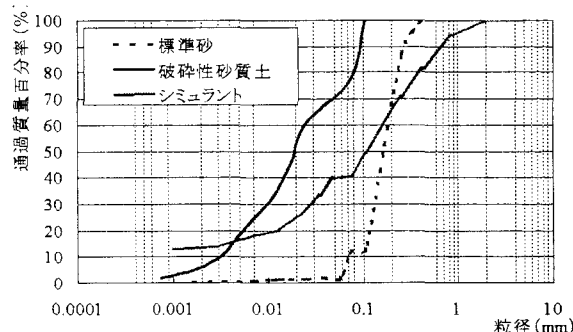
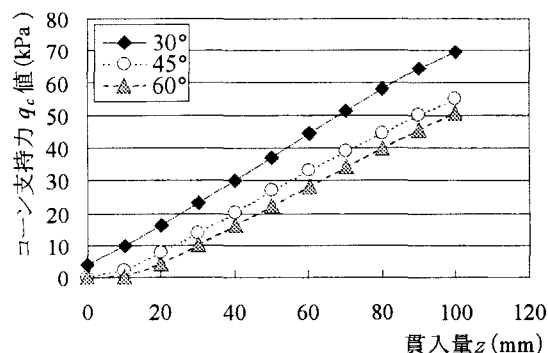
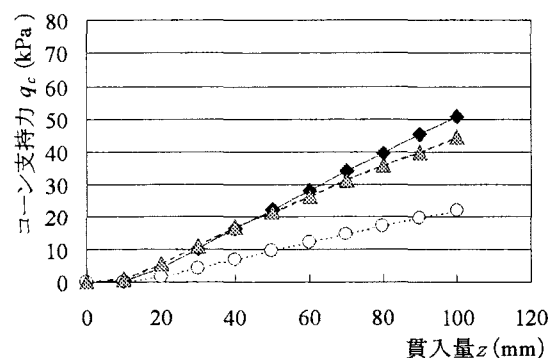


図-1 試料砂の粒径加積曲線

3.実験結果及び考察

3.1 コーン貫入試験 コーン貫入試験において、試験結果の評価対象とされるものはコーン支持力である。実験結果の一例として図-2 に標準砂における貫入量 z とコーン支持力 q_c の変化を示す。 q_c の大きさをコーン先端角の違いで比較した場合、標準砂においては、先端角が小さくなるほど、 q_c は大きくなっている。これは、コーンの先端角が小さくなるほど、土との接地面積が大きくなることが要因だと考えられる。土との接地面積が大きくなると、コーンの表面部分にせん断応力 τ が生じ、その影響により、 30° コーンにおける q_c が大きくなったと考えられる。また先端角が小さくなることにより、 τ の割合が大きくなったことも 30° コーンの q_c が大きくなった要因と考えられる。また、シミュラントにおいては標準砂と同様に先端角が小さいほど q_c は大きくなり、逆に破碎性砂質土においては、先端角が大きいほど q_c は大きくなる傾向になった。図-3 に、標準コーンである 60° におけるそれぞれの地盤での q_c の変化を示す。 q_c の大きさは、前述したとおり、供試地盤の乾燥密度の影響が大きいと考えられる。本研究では、標準砂とシミュラントの q_c において、乾燥密度がシミュラントの方が大きいにもかかわらず、 q_c は標準砂の方が大きくなっている。これは、シミュラントが見かけの粘着力 c を持っているため、コーンの下の部分にコアと呼ばれる貫入に伴いコーンとともに動く砂が形成されたためだと思われる。

図-2 標準砂における q_c 変化図-3 それぞれの地盤における q_c 値の比較

3.2 平板载荷試験 図-4 に、平板長さ 8cm におけるそれぞれの地盤における平板载荷試験結果を示す。また、破碎性砂質土およびシミュラントにおいても、平板長さによる寸法効果はほとんど見られなかった。シミュラントにおいては、平板载荷試験の結果は、標準砂と破碎性砂質土の中間のような結果となっている。これは、乾燥密度が標準砂の状態と比較的近く、また破碎性砂質土のように粘着力 c を有しているためこのような結果となったと考えられる。よって、未知の地盤であるシミュラントの静的沈下に関する性質は、標準砂と破碎性砂質土の中間のような傾向と成るのではないかと考えられる。

3.3 平板牽引試験 図-5 に、垂直応力 4.90kPa におけるそれぞれの地盤におけるせん断抵抗 τ とスリップ量 j_s の関係を示す。同じスリップ量 j_s に対する、せん断抵抗 τ の大きさは、大きい方から破碎性砂質土、シミュラント、標準砂となっている。破碎性砂質土のせん断抵抗 τ が、大きくなった理由として、見かけの粘着力 c の影響が考えられる。乾燥密度が大きく、見かけの粘着力 c を保持するシミュラントは、牽引抵抗に関して両者の中間の性質になるのではないかと考えられる。図-6 垂直応力 4.90kPa におけるそれぞれの地盤における沈下量 s_s とスリップ量 j_s の関係を示す。図-6 に見られるように、地盤の違いで比較をした場合、破碎性砂質土が最も沈下するのに対し、標準砂ではあんまり沈下はしない。図-5 に見られるように破碎性砂質土で、せん断抵抗 τ が大きいので沈下量 s_s も大きくなったのではないかと考えられる。シミュラントの沈下傾向は、静的沈下に関しては標準砂と破碎性砂質土の中間の性質を示し、滑り沈下に関しては、破碎性砂質土に近い性質であることが予想される。

4.まとめ 先端角を変化させたコーン貫入試験において、標準砂とシミュラントでは、先端角が小さくなるほどコーン支持力 q_c が大きくなり、破碎性砂質土では、先端角が大きくなるほどコーン支持力 q_c が大きくなる結果となった。また、見かけの粘着力 c が存在する地盤においては、 c の影響で、コーンの下の部分にコアと呼ばれる貫入に伴いコーンとともに動く砂が形成される。このコアは、コーン支持力 q_c になんらかの影響を与えると考えられる。平板载荷試験により、シミュラントの静的沈下は、標準砂と破碎性砂質土の中間の性質を示すのではないかと考えられる。平板牽引試験より、粘着力 c の影響により破碎性砂質土とシミュラントのせん断抵抗 τ は、標準砂のせん断抵抗 τ より大きくなることがわかった。また、シミュラントの動的沈下に関する性質は、ほぼ破碎性砂質土と同じような傾向になると考えられる。

5.参考文献 1) M.J.Bekker: Introduction to terrain vehicle systems, the University of Michigan Press, pp 38-144, 1969, 2) M.J.Bekker: Off-the-load locomotion, the University of Michigan Press, pp.25-40, 1960

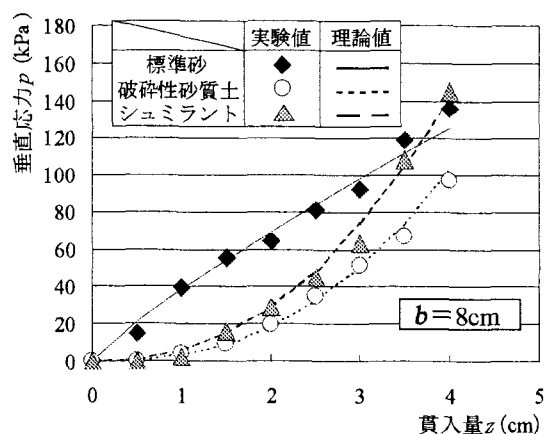


図-4 それぞれの地盤における平板载荷試験

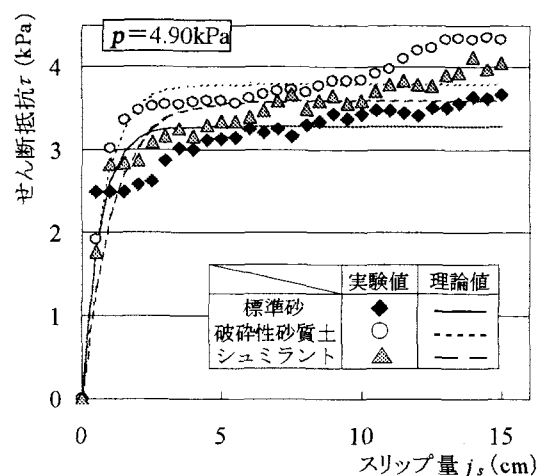


図-5 それぞれの地盤におけるせん断抵抗 τ とスリップ量 j_s の関係

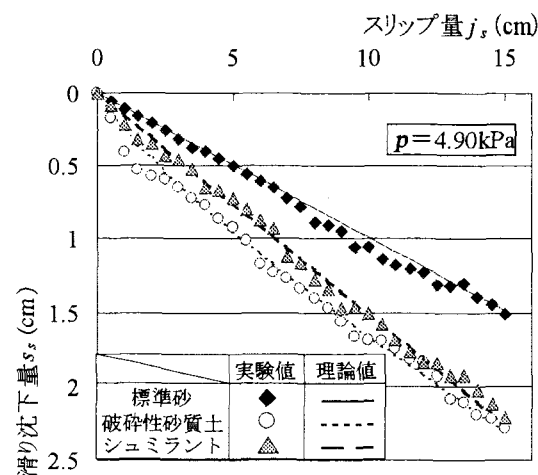


図-6 それぞれの地盤における沈下量 s_s とスリップ量 j_s の関係