

しらす粒子の単粒子破碎特性と圧縮特性との関連性について

崇城大学大学院(旧名:熊本工業大学) 学生員○廣瀬 裕一
崇城大学工学部 正会員 荒牧 憲隆 村田 重之
山口大学工学部 正会員 兵動 正幸
鹿児島高専 正会員 岡林 巧

1. はじめに

しらすなどの脆弱な粒子から構成される砂質土の力学特性に影響を及ぼす要因の一つに粒子破碎現象が挙げられる。粒子破碎には、土を構成する粒子の形状・堅さなどが起因していると考えられる^{1),2)}。本研究では、粒子破碎を伴う砂質土の力学特性を明らかにするために、しらす粒子を用いて、画像解析による構成粒子の形状分類を行い、それらの単粒子破碎試験を実施し、しらす粒子の破碎特性と圧縮特性について検討を行うものである。

2. 試料および実験方法

試料は、鹿児島県国分市と薩摩郡宮之城町で採取した2種類のしらす(以後、国分しらす、宮之城しらすと称す)と球形で均質な材料の一例としてガラスビーズを用いた。国分しらす($G_s=2.464$),宮之城しらす($G_s=2.503$)ともに0.85mmふるいに残留した粒子を用いている。しらすは、主に、ガラス質粒子および多孔質軽石粒子から構成されている。両しらすとも、多孔質軽石粒子およびガラス質粒子の火山ガラス成分と磁鉄鉱(各50個)について実験を行った。単粒子破碎試験は、試験装置の下盤を固定し、上盤を載荷速度0.1(mm/min)一定で下降させることにより粒子を破碎させるものである³⁾。また、両しらすとも、2.00~0.85mmに粒度調整し、標準圧密試験を行った。

3. 実験結果および考察

試験によって得られたそれぞれの代表的な破碎形態の荷重と変位の関係を図-1(a),(b)に示す。ここで、すべての粒子に対して、図中に示すように、最初に荷重が減少する点を F_b と定義し、便宜上、この F_b を粒子の第一破碎荷重とし、以後、結果の整理を行っている。(a)の国分しらすの多孔質軽石粒子では、変位の増加に伴い、荷重が増加する傾向にあるものの、大小の増減を繰り返す挙動を示している。これは試験中の観察から、粒子の角が欠けるか、亀裂がはいるために見られる

挙動であると考えられる。(b)の宮之城しらすの多孔質軽石粒子では、変位の増加に伴う、荷重の急激な増加は認められなかった。これは、載荷初期より粒子が全体的に押し潰されていく場合に見られた挙動であった。相対的に、各粒子の F_b の値を見ると、宮之城しらすの多孔質軽石粒子の単粒子破碎強度は、他の構成粒

子に比べ、低いものであった。次に、図

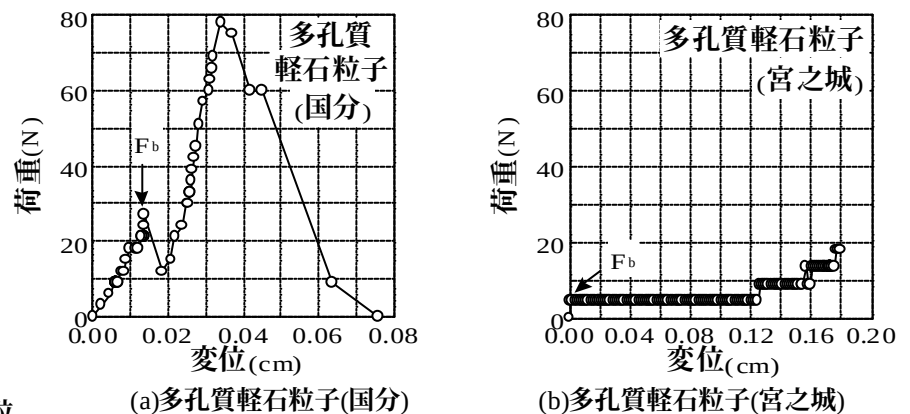


図-1 荷重-変位関係

-2 は、多孔質軽石粒子について破碎荷重頻度を示したものである。多孔質軽石粒子では、宮之城しらすが、10N前後で、全体の9割程度破碎しており、国分しらすに比べて破碎荷重が低いことが認められる。ガラス質粒子や磁鉄鉱については、両しらすの破碎荷重の違いは、殆ど認められなかった。次に、多孔質軽石粒子の第一破碎力(F_b)と粒子の形状の関係を図-3に示す。ここで、粒子形状は、扁平率 $m_t(=T/L, T:高さ, L:最大長)$ を用いている。国分しらすに比べ、扁平率の低い宮之城しらすは、破碎力も低いことが認められた。次に試験中の観察により、各粒子の破碎形態について分類を行った。破碎形態は以下に示す4種類である。1)変位の増加に伴い、荷重が直線的に増

加し、とある点で完全に破断するもの(破断)、2)変位の増加に伴い、粒子の周囲から表面が、破碎していくもの(周囲破碎)、3)変位の増加に伴い、断片的に数個に割れるが、そのまま支持し続け、破碎していくもの(数個支持)、4)変位の増加に伴い、粒子が全体的に押しつぶされていくもの(圧縮破碎)である。図-4 に各

粒子の破碎形態の割合を示した。ガラスビーズの破碎形態は、ほとんどの粒子が破断であった。ガラス質粒子や磁鉄鉱では、周囲破碎や数個支持による破碎形態が多く確認された。多孔質軽石粒子について見ると、国分しらすについては、破断、数個支持といった破碎形態が多く見られたが、宮之城しらすについては、圧縮破碎のみであった。次に、国分しらす、宮之城しらすの間隙比-圧密圧力の関係を図-5(a),(b)に示す。

(a)の国分しらすは、今回の拘束圧域では、明確な圧密降伏応力は認められなかったが、(b)の宮之城しらすでは150kPa 前後に圧密降伏応力が存在し、国分しらすに比べ、低拘束圧域で降伏しており、高い圧縮

性が認められた。また、この圧密試験結果は、しらす粒子の単粒子破碎特性からも反映されているものと考えられる。この両しらす粒子の破碎形態や圧縮性の違いは、しらす粒子の生成起源や、風化の影響のためではないかと推察される。

4. おわりに

本研究で得られた知見を以下に示す。しらす粒子は、多孔質軽石粒子が、他の構成粒子に比べ、単粒子破碎強度が低いことが特徴的であった。特に宮之城しらすの多孔質軽石粒子は、偏平であり、粒子が全体的に押し潰されるような圧縮破碎を起こし、脆弱なものであった。また、圧密試験結果より、宮之城しらすは、国分しらすに比べ、高い圧縮性を示した。しらすは、生成起源や風化度等の影響により、その単粒子破碎特性も地域により異なってくると思われ、その集合体の力学特性に影響を及ぼすものと考えられる。

【参考文献】 1)児玉他:砂粒子の破碎特性とせん断中の粒子破碎との関連性について,第32回地盤工学会研究発表会講演集,pp.27-28,1997.2)中田他:砂の統計分布関数から得られる単粒子破碎特性と一次元圧縮性,第33回地盤工学会研究発表会講演集,pp.23-24,1998.3)廣瀬他:しらすの単粒子破碎特性,平成11年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集,pp.388-389.

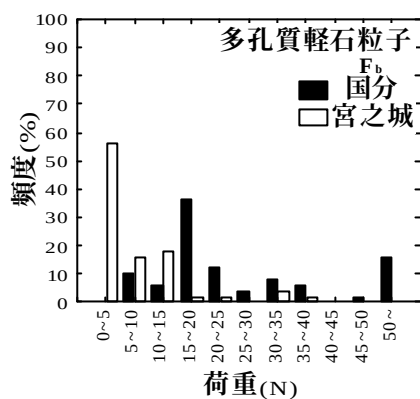


図-2 破碎荷重頻度分布

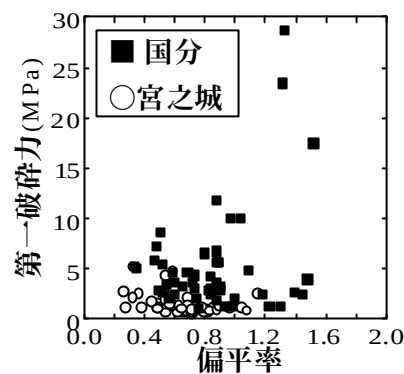


図-3 第一破碎力-形状の関係

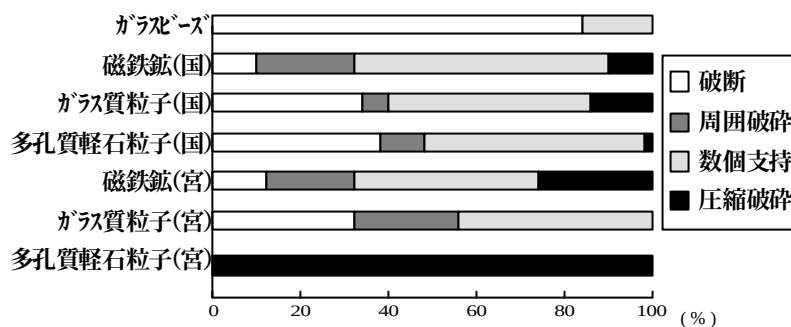


図-4 単粒子の破碎形態の割合

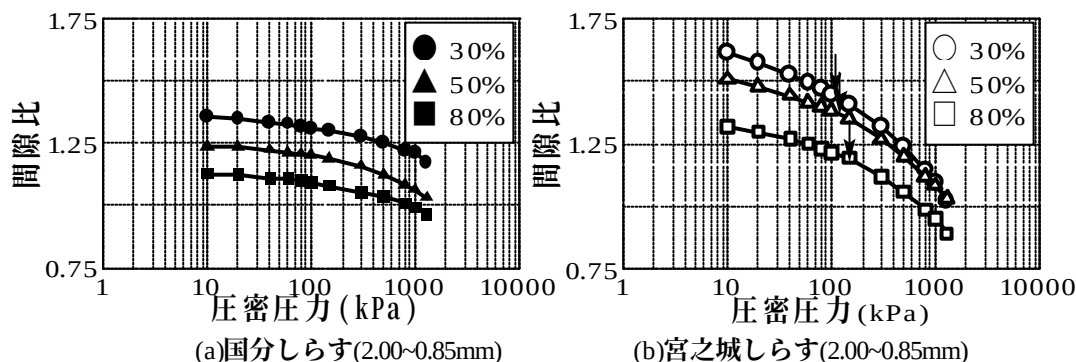


図-5 間隙比-圧密圧力の関係