

まさ土の単粒子破碎試験における力学的挙動と破碎特性

名城大学理工学部 ○学生員 木原稚登 学生員 佐野圭太
学生員 安藤中雄 正会員 板橋一雄

1. はじめに 著者らはこれまでに、脆性材料であるまさ土の力学的挙動と粒子破碎特性を明確にするため、様々な条件で一次元圧縮試験や直接せん断試験を実施してきた。一方、単粒子破碎では、粉碎機構が試料の性質のみに起因するため、その性質を知ることは比較的容易であると考えられる。そこで本研究では、単粒子破碎試験を実施することによって試験後の粒度分布の変化からまさ土の力学的特性と粒子破碎特性を検討する。

2. 試験方法 本研究で用いた試料は、99年度に愛知県藤岡町で採取したまさ土の粗粒分である。これを JIS 規格のふるいを使用しふるい分けを行い、粒径別に区分した。その中から JIS 規格ふるいのふるい目一つ分に相当する粒径 22.4~26.5mm の間の粒子 16 個をランダムに抽出し、単粒子破碎試験を行った。単粒子破碎試験では、最初にまさ土粒子の長径と短径を測定した後、一軸圧縮試験機の下部加圧板の上に最も安定すると思われる状態で置き、上部加圧板を固定して下部加圧板を上昇させることにより粒子を破碎させた。なお、ひずみ速度については、すべての試験において 0.12mm/min になるように、試験装置のジャッキハンドルを手動で制御した。また、本研究では、試験中の鉛直荷重の最大値をその粒子の破壊荷重 P_f とした。粒度分析試験については、破碎したすべての試料を用いて、粒度分布の変化を調べた。粒度試験は、JIS 規格のふるいを用いて電動式ロータップ型振とう機により一律 15 分間のふるい分けを行った。なお、粒子破碎量の評価は(1)50%径、(2)負の二項分布のパラメータ(r, m)²⁾ の2つの指標を用いて行った。

3. 結果と考察 図-2 は、16 粒子の面載荷試験のうち代表的な 9 粒子について鉛直荷重と鉛直変位の関係について表したものである。すべての粒子において、鉛直変位の増加にともない鉛直荷重は増加傾向を示している。その増加傾向は、鉛直荷重が急激に増加するものと、破壊に至るまでゆっくりと増加していく 2 つのパターンに大きく分けられる。また、鉛直荷重が急激に増加するものについては、破壊荷重にばらつきが見られるが、破壊に至るまでゆっくりと増加していくものについては、破碎荷重にあまりばらつきが見られず小さな値を示している。

図-3 には、図-2 に示した 9 粒子についての単粒子破碎試験後の粒度分布を示す。この図から、わずかにばらつきが見られるが、全体的に見ると、粒径加積曲線は P_f が大きい粒子は細粒側(左側)に、また、 P_f が小さい粒子は、粗粒側(右側)に位置している。また、 P_f が小さい粒子は粒径加積曲線が直線的に示されているのに対して、破壊荷重が大きい粒子は曲線に近い形で示されている。これらのことから、破壊荷重が大きい粒子の方が激しく破碎し、様々な大きさの粒子が破碎によって生成されているものと思われる。

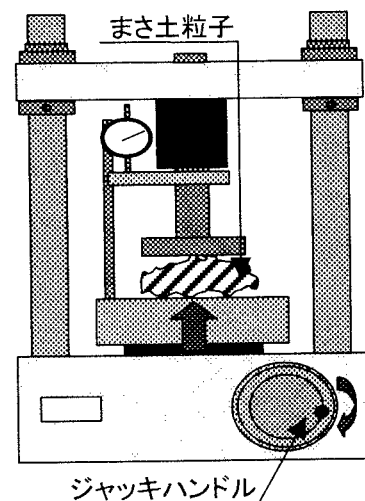


図-1 一軸圧縮試験機

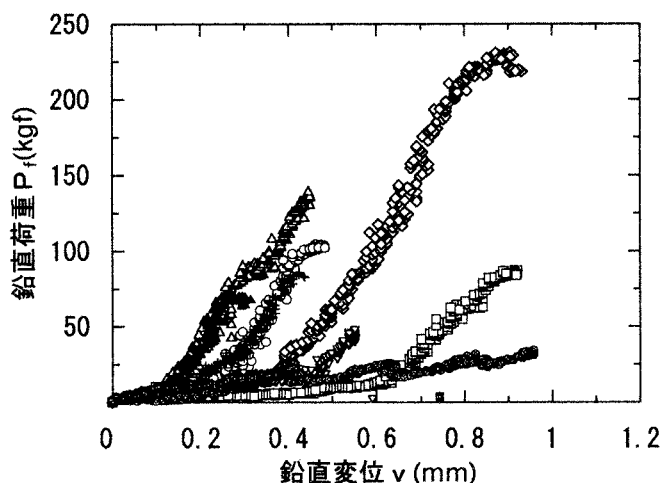


図-2 鉛直荷重～鉛直変位の関係

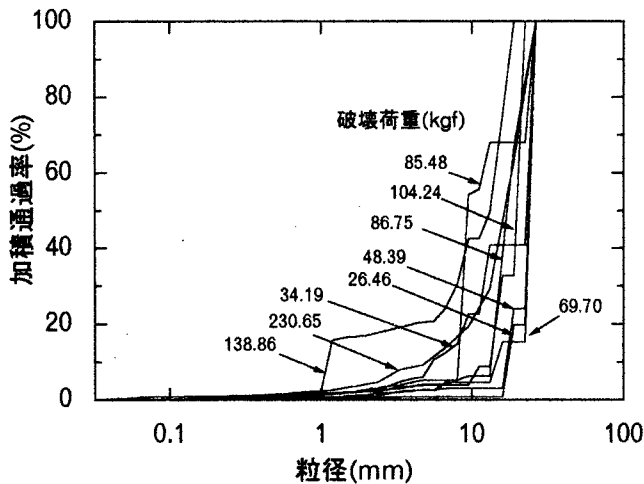


図-3 粒径加積曲線

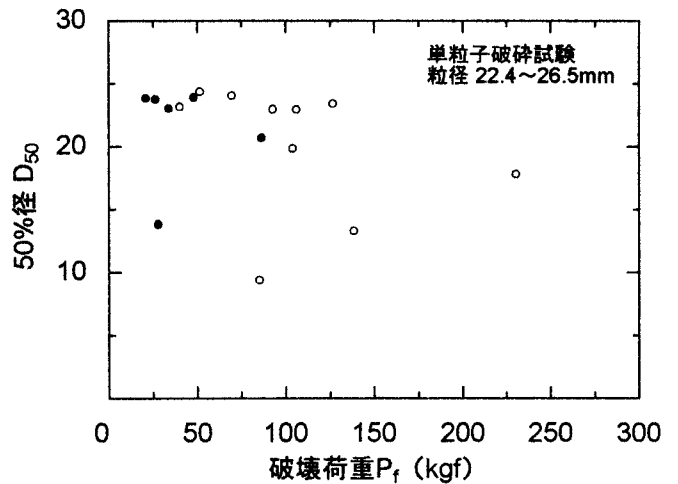


図-4 50%径～破壊荷重の関係

図-4,5には、図-3で示した粒度分布の変化を定量的にとらえるため、50%径 (D_{50})、負の二項分布のパラメータ(r, m)と破壊荷重 P_f との関係を示している。図中では、粒子破碎に対して圧縮破壊挙動の違いがどのような影響を及ぼすかを知るため、図-2において鉛直変位の増加にともない鉛直荷重がゆっくりと増加する粒子については黒塗りで、それ以外の粒子を白抜きで示した。

図-4より、多少のばらつきは見られるが全体的に見て50%径は、破壊荷重が大きくなるにつれて減少傾向を示している。また、圧縮破壊挙動の違いによる明確な差は、50%径の値には認められなかった。

図-5(a),(b)より、パラメータ r を全体的に見ると、わずかなばらつきが見られるが破壊荷重に依存せずほぼ一定値を示している。また、破壊荷重の大きい粒子については破壊荷重の増加に伴って小さな値を示している。次に、パラメータ m を全体的に見ると、かなりのばらつきが見られるが鉛直荷重がゆっくりと増加する粒子については破壊荷重は小さいが m は比較的大きな値を示している。

4. まとめ 本研究では、まさ土の圧縮破壊挙動と粒子破碎特性を明らかにするため単粒子破碎試験を行った。その結果、圧縮破壊挙動は、各粒子毎に異なっていた。また、破壊荷重が大きい粒子は破碎によって、様々な大きさの粒子が生成されるものと考えられるが、圧縮破壊挙動と粒子破碎特性の間には明確な関係が認められなかった。しかし、全体的にデータ数が不足しているため、今後さらに試験を行う必要がある。

参考文献 1) 安藤中雄・板橋一雄・和田英孝：まさ土の単粒子破碎試験による粒度分布の変化, 第34回地盤工学研究発表会, pp.721-722, 1999 2) 板橋一雄・和田英孝・岩田賢・安藤中雄：負の二項分布によるまさ土と軟岩の粒度変化の表現法, 破碎性地盤における工学的諸問題に関するシンポジウム, 地盤工学会, pp.21-26, 1999

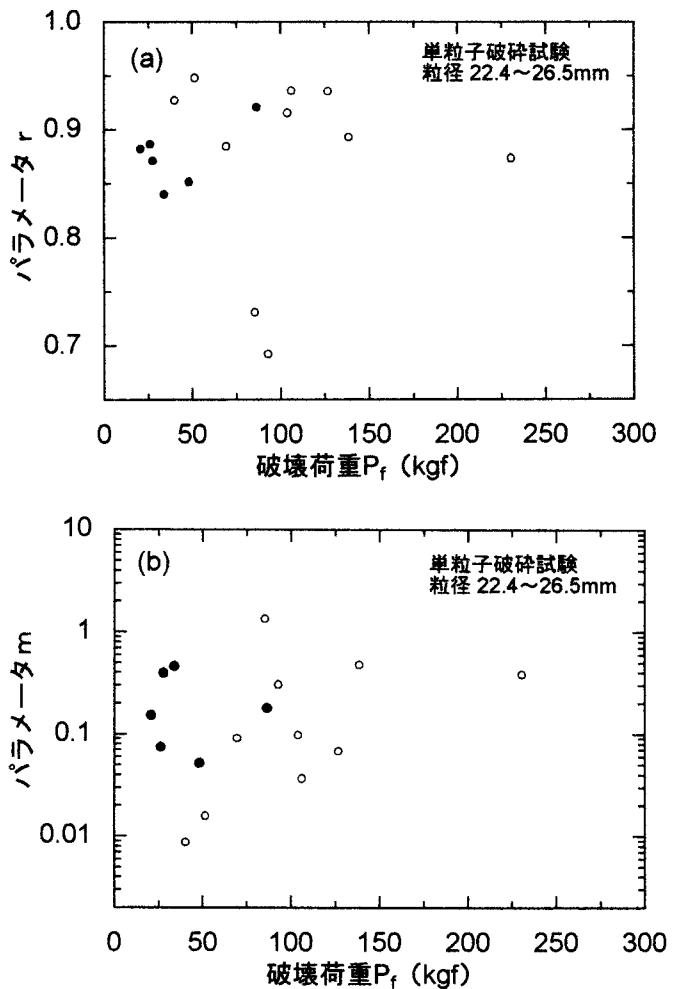


図-5 負の二項分布のパラメータ r, m ～破壊荷重の関係