

点載荷試験による単粒子まさ土とモルタル供試体の破壊特性

名城大学理工学部 ○学生員 松井晋一 学生員 木原稚登
正会員 板橋一雄

1. はじめに 著者らは、破碎性土質材料であるまさ土の単一粒子の破壊強度を知るために単粒子破碎試験を実施してきた¹⁾。その結果、破壊荷重の値は、粒子の大きさによってばらつきが認められ、この原因の一つとして、まさ土粒子の材料特性の影響が考えられる。そこで本研究では、材質が均質で整形されたモルタル供試体と、従来から行われている非整形の単粒子まさ土の点載荷試験を実施し、文献調査で得られた破壊強度指標の比較を行ったので、報告する。

2. 試料と実験方法 用いた試料は、愛知県藤岡町で採取したまさ土の粗粒分とコンクリートの材料で用いられるモルタルである。まさ土粒子は、粒径 19.5～31.5mm の粒子をランダムに 83 個選択した。なお、まさ土粒子の形状特性として、粒子の長軸、短軸、高さ、体積、載荷点間距離を測定した。実験を進める中で、載荷点付近の表面の凹凸が、鉛直荷重～鉛直変位関係に影響することがわかったので、ここで報告するまさ土粒子は、載荷点付近を紙やすりなどで削り、ほぼ平らにしている。モルタル供試体については、一辺が 30mm 程度の立方体の供試体を 11 個用いた。単粒子破碎試験では、岩石の強度を推定するのに用いられる点載荷試験機の上部・下部載荷ロッドの間に安定するように挟んだ後、下部載荷ロッドを一定速度で上昇させることにより、破碎させた。載荷速度は、鉛直ひずみ測定用のダイヤルゲージを目視しながら、ジャッキハンドルを手動で制御し、ひずみ速度を 0.12mm/min の一定値とした。

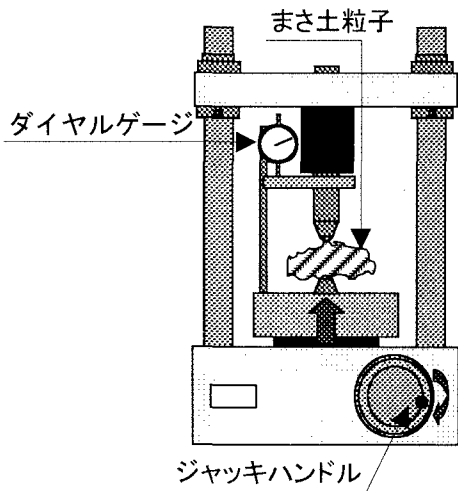


図-1 点載荷試験機

3. 種々の破壊強度指標 単粒子破碎における破壊強度の指標は、古くから多くの研究者によって提案されてきている。文献調査の結果から、以下に示す破壊強度指標の提案式があった。

- ・平松らの式²⁾ $\sigma_h = 0.9 \cdot P/D^2$
 P : 破壊荷重 D : 載荷点間距離
- ・福本らの式³⁾ $\sigma_f = P/(a \cdot b/8)$
 P : 破壊荷重 a : 粒子の長軸 b : 粒子の短軸
- ・Brookらの式⁴⁾ $\sigma_b = P/De^2$
 P : 破壊荷重 De : 等価コア径

ここで、Brookらの式に用いられている De は、最小断面積 A を等しい面積をもつ円に換算したときの直径を示す。

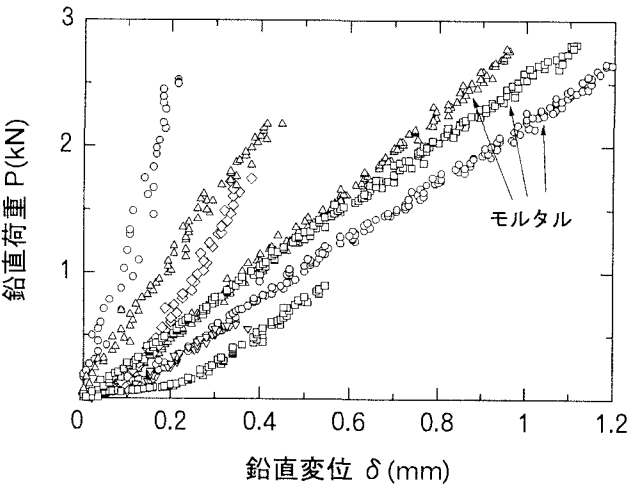


図-2 鉛直荷重～鉛直変位関係

4. 結果と考察 図-2 には、単粒子破碎試験を実施したまさ土粒子とモルタル供試体の代表的な粒子について、鉛直荷重と鉛直変位との関係が示してある。この図から、モルタル供試体は、鉛直変位の増加に伴い鉛直荷重が直線的な増加を示しており鉛直荷重の最大値もほぼ同じ値を示している。これに対してまさ土粒子では、鉛直荷重の増加傾向や鉛直荷重の最大値が個々の粒子によって大きく異なっている。鉛直荷重の最

大値を破壊荷重 P とし、その頻度分布を図-3 に示した。図中には、実験に用いた両供試体のデータ数、平均値、標準偏差、変動係数が示してある。まさ土粒子の平均値と標準偏差はそれぞれ、0.892kN、0.519kN となっており、モルタル供試体と比較すると、まさ土粒子の方が小さい値を示している。変動係数については、モルタル供試体よりまさ土粒子の方が大きい値を示しており、粒子の大きさ、形状や材質の違いが、大きく影響していると考えられる。

図-4 では、文献調査より得られた種々の破壊強度指標の比較を、まさ土粒子とモルタル供試体について行った。また表-1 には、図-4 より比較した破壊強度指標の回帰式勾配と相関係数が示してあり、各回帰式の番号は、図-4 と同様のものである。図と表より、全ての破壊強度指標の相関性は高いと考えられる。また、実線で示される $\sigma_h \sim \sigma_f$ の関係式を材質が異なる 2 つ試料で比較してみると、各破壊強度指標の相関係数は高い値を示しているが、その勾配は異なっている。このことは、他の破壊強度指標においても同様の結果が認められ、各々の破壊強度指標に粒子の大きさや材質の違いが影響していると考えられる。このことは、今後の研究課題の一つであり、更なる検討が必要である。

5. まとめ 本報告では、材質が均質で整形されたモルタル供試体と、従来から行われている非整形の単粒子まさ土の点載荷試験を実施し、文献調査で得られた破壊強度指標の比較を行った。その結果、以下のことが明らかになった。①まさ土粒子に見られた破壊荷重のばらつきは、粒子の大きさや材質の影響が大きく関係していることが推定できる。②文献調査で得られた種々の破壊強度指標の比較では、用いた試料に関係なく、良い相関関係が見られた。今後の研究課題としては、材料特性が影響する単粒子の破壊メカニズムを調べるとともに、破壊強度の表現方法をより詳しく追及する必要がある。

参考文献 1)木原稚登,佐野圭太,板橋一雄:点載荷試験による単粒子まさ土の破壊特性,第 35 回地盤工学研究発表会,pp.1033 - 1034,2000. 2)平松良雄・岡行

俊・木山英郎:非整形試験片による岩石の引張り強さの迅速試験,日本鉱業会誌,Vol.81,No.932,pp.1024-1030,1965. 3)福本武明・原健夫:粒状土の粒子強度分布に関する研究,土木学会論文集,No.596/III -43,pp.91-99,1998. 4)Brook,N.:The Equivalent Core Diameter Method of Size and Shape Correction in Point Load Testing,Int.J.Rock Mech. Min.Sci., Vol.22.No.2,pp.61-70,1985.

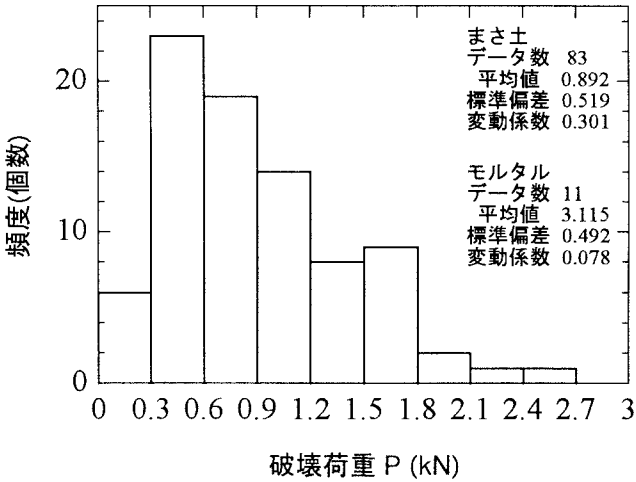


図-3 まさ土粒子の破壊荷重の頻度分布図

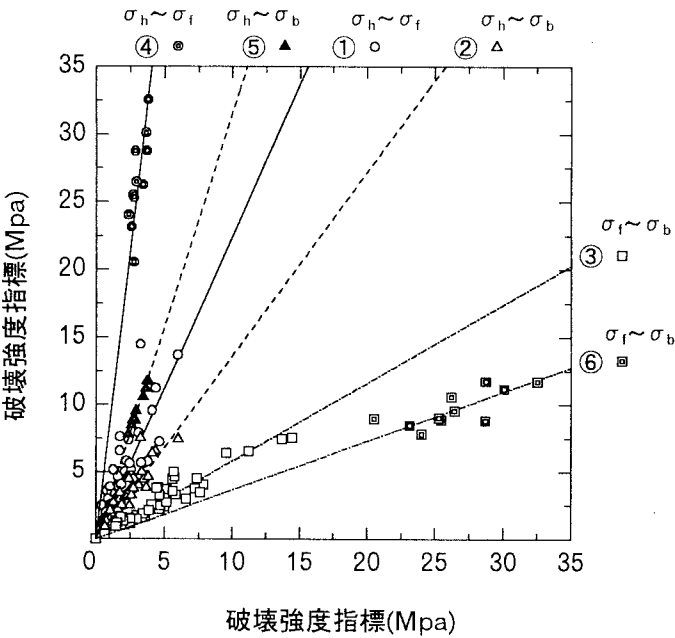


図-4 破壊強度指標の相関図

表-1 破壊強度指標の回帰式勾配と相関係数

試料	破壊強度の回帰式	回帰式勾配	相関係数
まさ土粒子 (全83個)	① σ_h と σ_f の回帰式	2.244	0.841
	② σ_h と σ_b の回帰式	1.361	0.911
	③ σ_f と σ_b の回帰式	0.581	0.947
モルタル 供試体 (全11個)	④ σ_h と σ_f の回帰式	8.585	0.849
	⑤ σ_h と σ_b の回帰式	3.159	0.983
	⑥ σ_f と σ_b の回帰式	0.365	0.797