

礫混入率の違いによる強度変化に関する研究

熊本大学 工学部

学生会員 ○ 松田 成悟

正会員 北園 芳人

学生会員 和田 幸一郎

九州電力(株)総合研究所 正会員

松野 隆

1. まえがき

崖錐堆積物(以下、崖錐)の粒径は大小様々な岩塊、岩片、風化土砂等の物質で構成されており、その堆積状況は形成過程や風化の程度により様々で、粒度構成は広範囲に渡って変化している。そのため、粒度構成の違いが崖錐の強度定数に影響することが考えられる。

そこで本報告では、これまでに得られている結果¹⁾をもとに礫混入率に注目し、礫混入率を変化させた崖錐試料を用いて標準三軸圧縮試験を実施し、その影響について検討、考察した。

2. 試験概要

実験に用いた試料は大分県日田郡から採取した崖錐であり、その物理的特性は表-1に示すとおりである。礫混入率 β (%)は前報¹⁾と同様に定義し、九州内の崖錐の試料を参考に0~80%^{1) 2)}までの6段階に設定した。供試体は50%まではランマーによる締固めで作製し、70、80%は粒子破碎を避けるため手突きで作製した。また、供試体の乾燥密度は現地調査時の現場乾燥密度の平均³⁾がほぼ 1.3 g/cm^3 前後であったので今回は $\rho_d = 1.3\text{ g/cm}^3$ に統一して実施した。又、表-2に標準三軸圧縮試験の試験条件の詳細を示す。

3. 試験結果および考察

図-1・図-2は、それぞれ主応力比が最大時の各礫混入率と強度定数、有効拘束圧と主応力差の関係を表したもののだが、まず粘着力 c' については、 $\beta = 0\%$ は 0.05 kgf/cm^2 以上となったが、それ以外は全て 0.05 kgf/cm^2 以下と非常に小さい値となった。また、図-1から内部摩擦角 ϕ' はほぼ一定と見なされ、0~80%の範囲では、内部摩擦角が同一という結果が得られた。ところで、今回用いた試料は $\beta = 0\%$ でも $\phi' = 36^\circ$ というようにシルト、粘土などの細粒分が多いにもかかわらず内部摩擦角が大きくでている。これは、崖錐の細粒分が風化作用のみで、水などによる長時間の掃流作用を受けておらず、土粒子表面が摩耗していないため、細粒分の噛み合わせが運積土よりも良いためだと考えられる。

表-1 試料の物理的性質

土粒子の密度 ρ_s (g/cm^3)	2.702
液性限界 ω_L (%)	63.6
塑性指数 I_p	33.3

表-2 標準三軸圧縮試験の試験条件

試験の条件	圧密非排水条件
礫分の粒径	2mm~9.5mm
寸法	直径5cm, 高さ12.5cm
乾燥密度	1.3 g/cm^3
飽和度	B値0.95以上
作成方法	ランマー及び手突き
礫混入率	0, 7.5, 25, 50, 70, 80%
拘束圧	0.25, 0.5, 0.75, 1.0 kgf/cm^2
圧密時間	3t法により決定 (最低60分間)
ひずみ速度	$0.1\%/min$ 以下

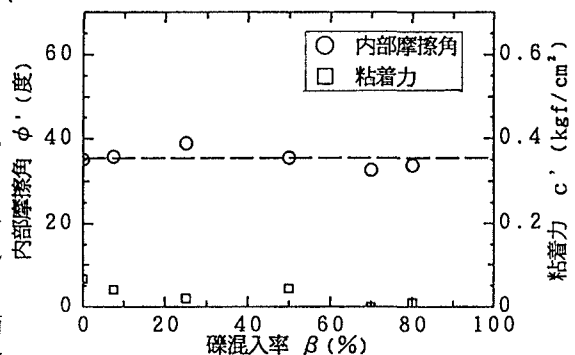


図-1 礫混入率-強度定数

<主応力比 $\sigma_{11}' / \sigma_{33}'$ 最大時>

図-3は、主応力差最大時の礫混入率と強度定数の関係を示したものの、図-1と比較すると粘着力については同じ傾向を示しているが、内部摩擦角については多少異なり、礫混入率の増加に伴い内部摩擦角が小さくなっている。これは、主応力比と主応力差は必ずしも同時に最大にはならない⁴⁾と言われており、今回の試験でもこのような違いが生じたものと考えられる。

図-4は有効拘束圧 0.5 kgf/cm^2 の場合の有効応力経路図だが、礫を混入した場合は、破壊線に達すると有効応力は変化しないが、 $\beta = 0\%$ の場合は破壊線に達すると破壊線に添って有効応力が大きくなっている。よって今回の試料は、内部摩擦角に変化は見られなかった(図-1)が、変形特性(図-4)は異なっており、礫混入率の影響があると考えられる。また久柴⁵⁾、川上⁶⁾などの文献では、礫混入率の増加につれ内部摩擦角が大きくなる(締め固めエネルギー一定)傾向にあるのに、今回の試験結果は内部摩擦角が一定、または小さくなる傾向にある。これは、乾燥密度を統一するために締め固めエネルギーを変えたため、Walker Holtzの補正法⁷⁾を用いると礫混入率の増加で補正密度が低下し、締め固め

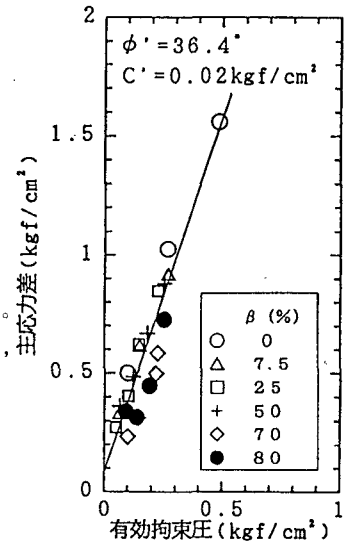


図-2 主応力差-有効拘束圧

4. あとがき

本報告では、乾燥密度を $\rho_d = 1.3 \text{ g/cm}^3$ で統一したため礫混入率が増すと細粒分の乾燥密度が低下した。そこで、今後は補正を行なった乾燥密度と礫混入率の関係を検討していく必要がある。

(参考文献)

- 1) 和田・北園・宮上・松野：崖錐堆積地の三軸圧縮試験法に関する研究，第50回年次学術講演会講演概要集 Ⅲ部門，pp.418-419, 1995
- 2) 九州電力(株)：諸塚発電所 屋外鉄構上部法面土質試験結果，1985
- 3) 和田・北園・宮上・松野：崖錐堆積地における現地調査に関する研究，平成6年度土質学会西部支部研究発表会講演概要集，pp.380-381, 1995
- 4) 最上 武雄：土質力学 第5章 土のせん断，技報堂，pp.548-551
- 5) 久柴・三木・真下・関：締め固め度がレキ混じり粘性土の工学的性質に及ぼす影響，土木技術資料，Vol.22, No.7, 1980, pp.21-26
- 6) 川上・阿部：飽和れき混じり粘性土のせん断特性，土木学会論文報告集，No.183, pp.55-62, 1970
- 7) F.C.Walker and W.G.Holtz: CONTROL OF EN-BANKMENT MATERIAL BY LABORATORY TESTING, ASC E, Vol.77, No.108 pp.1-25, 1951

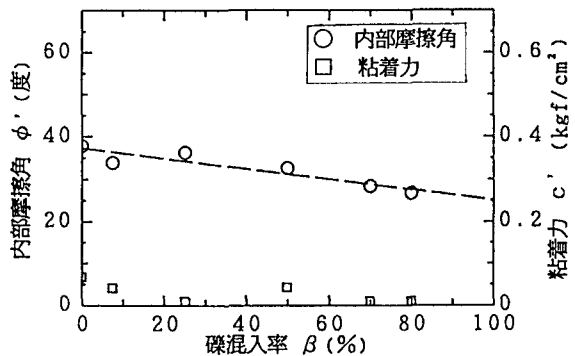


図-3 礫混入率-強度定数
<最大主応力差 $(\sigma_1 - \sigma_3)_{\max}$ の時>

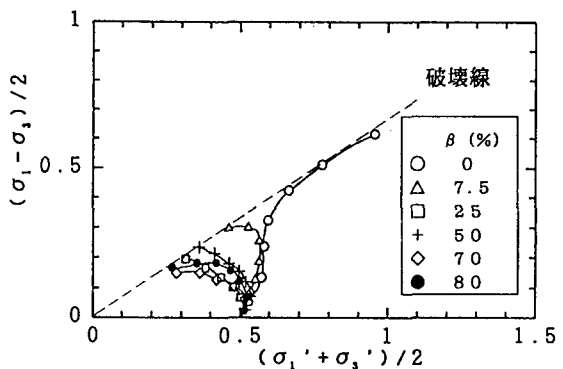


図-4 有効応力経路図