

立命館大学理工学部 正員 福本 武明
立命館大学大学院 学生員 ○貝谷 政信
立命館大学大学院 学生員 深津 真彦

1. まえがき

近年、大規模造成工事に伴い、盛土材料として良質とはいえない泥岩を用いるケースが増えており、工学的な問題が生じた例も報告されている。軟岩に分類される泥岩は、脆弱で風化やスレーキングを顕著に受け易い。本報では、既往の文献中に扱われている泥岩の粒度変化の事例を幾つか取り上げて分析し、泥岩のスレーキングや粒子破碎による細粒化特性について調べたので、その結果を報告する。

2. 泥岩の各種土質試験データ

泥岩の細粒化特性を調べるために、試験タイプや試験条件の異なる9種類の土質試験データ^{1)~9)}を、それぞれ文献中より抽出して用いた。Fig.1 ~Fig.6 に、今回対象となる各種泥岩材の試験前後における実測粒径加積曲線(実線)の代表例を示す。

3. 粒度式とその適合性

試験後の泥岩の粒径分布を分析するために、本報では(1)式で表される粒度式を用いる。この式は、岩石の風化過程が等比数列に従うと仮定して誘導された式である。式中、 p_n は最大粒径 D_{max} から数えて n 番目のふるい目開き D_n を通過する加積通過率、 λ はふるい比、そして m と r は試験条件などにより決まる定数である。粒度式の当てはめ方法は、従来と同様、 $p_n = 1 - \sum_{i=1}^{n-1} \left(\frac{m+i-1}{m-1} \right) \cdot (1-r) \cdot r^i$ (1a) まで実測された試験後の粒径分布から分布の平均 μ と分散 σ^2 を求め、(2)式により m と r を算定する。こうして $n = \frac{\log(D_{max}/D_n)}{\log \lambda}$ (1b) 得られた m と r を(1)式に代入し理論曲線を描く。こうして得られた理論曲線をFig.1~Fig.6中に点線で示す。図を見れば分かるように、いずれも実測線と理論曲線の一致性は良い。このことから、今回扱った泥岩は試験タイプや試験条件に拘らず常に(1)式に従って規則的に細粒化するとと言える。

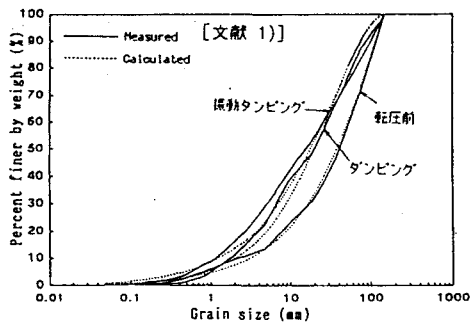


Fig.1 現場締固め試験後の粒径分布

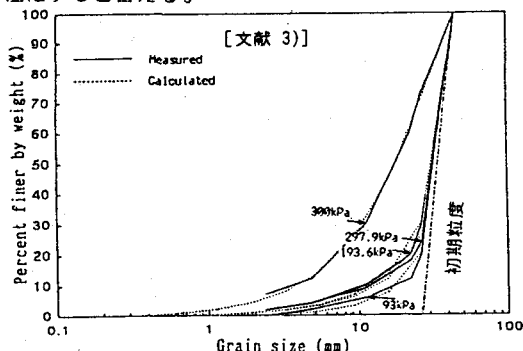


Fig.2 非排水(CU)試験後の粒径分布

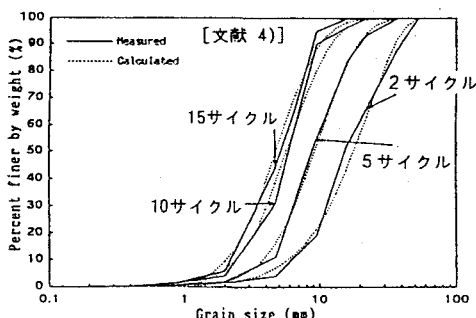


Fig.3 乾湿繰り返し試験後の粒径分布

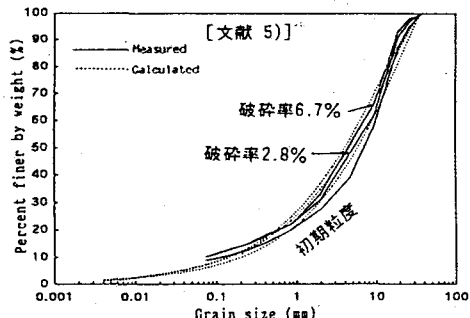


Fig.4 破碎試験後の粒径分布

Takeaki FUKUMOTO, Masanobu KAIYA, Masahiko FUKATSU

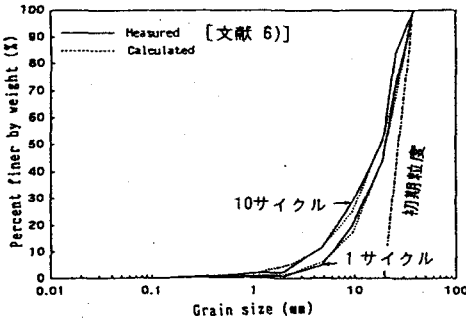


Fig.5 スレーキング試験後の粒径分布

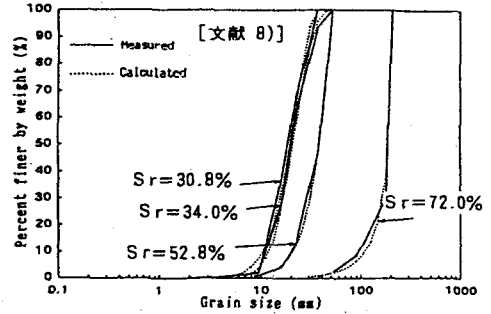


Fig.6 スレーキング試験後の粒径分布

4. スレーキング試験後の粒径分布の特徴

ここでは、上記9種類の土質試験データ中よりスレーキング試験に関するデータのみを取り出し、試験後の粒径分布の平均 μ 、分散 σ^2 、スレーキングサイクル数 N との関係に関して考察する。まず μ - N の関係をFig.7に一括図示する。
$$\left(\frac{\mu}{\mu_{\infty}}\right) = \frac{\left(\frac{N}{N_s}\right)^{\epsilon}}{1 + \left(\frac{N}{N_s}\right)^{\epsilon}} \quad \text{----- (3)}$$
図から、 μ と N の間に(3)式で示される双曲線式が、スレーキングの場合にも、既報⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾で扱った機械的外力下の粒子破碎現象の時と同様、かなり厳密に成り立つことが分かる。なお、Table1に(3)式中の係数値を示しておく。

次に、 μ と σ^2 の関係をFig.8に示す。図から分かるように、スレーキングによる細粒化と機械的外力に伴う細粒化(図中の点線、分類I~III)とは全く違った様相を呈する。

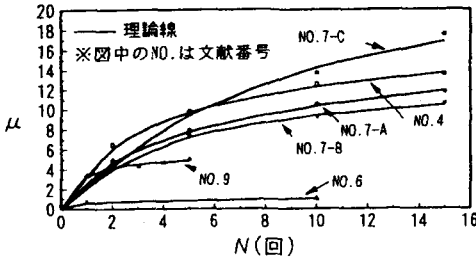


Fig.7 μ と N の関係

Table1 (3)式中の係数値

	NO.4	NO.6	NO.7-A	NO.7-B	NO.7-C	NO.9
μ_{∞}	18.379	2.0240	18.730	12.136	22.400	5.6218
N_s	4.1404	11.531	7.4273	3.4555	6.2242	0.6458
ϵ	0.83	1.25	0.78	1.22	1.25	0.91

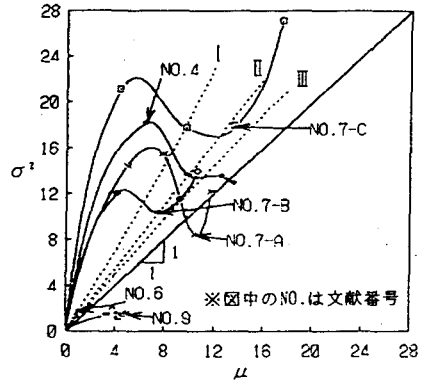


Fig.8 μ と σ^2 の関係

5. まとめ

以上により、①泥岩の細粒化は(1)式に従い規則的に行われること、②分布の平均 μ とスレーキングサイクル数 N の間には(3)式で示される双曲線式が精度良く成り立つこと、③分布の平均 μ と分散 σ^2 との関係図上より、スレーキング現象の場合と機械的外力に伴う粒子破碎現象の場合とは異なる細粒化の様相を呈すること、などの事柄が判明した。

【参考文献】

- 1) 三沢ほか：泥岩の現場における粒子破碎について、第27回土質工学研究発表会、1992
- 2) 野川ほか：泥岩の浸水沈下特性、土木学会第47回年次学術講演会、1992
- 3) 山口ほか：泥岩粗粒材の三軸せん断挙動に及ぼすスレーキングの影響、土木学会第47回年次学術講演会、1992
- 4) 谷口ほか：第三紀泥岩のスレーキング特性に関する一考察、第22回土質工学研究発表会、1987
- 5) 中世古ほか：和泉層群泥質岩の工学的性質、第24回土質工学研究発表会、1989
- 6) 大住ほか：スレーキング試験の一考察
- 7) 福岡ほか：返子層における凝灰質泥岩と泥岩の劣化状況比較、第24回土質工学研究発表会、1989
- 8) 山口ほか：第三紀泥岩の破碎性について、第25回土質工学研究発表会、1990
- 9) 金丸ほか：ぜい弱岩盛土材のスレーキングによる沈下特性について、第17回土質工学研究発表会、1982
- 10) 福本：粒子破碎機構に関する一考察、第24回土質工学研究発表会、1989
- 11) Fukumoto: Particle breakage characteristics of granular soils, Soils and Foundations, Vol. 32, No. 1, 1992