

神戸大学工学部	正会員	桜井春輔
神戸大学大学院自然科学研究科	学生会員	川嶋幾夫
神戸大学工学部	学生会員	○北野淳久
神戸大学工学部	正会員	芥川真一

1. はじめに トンネルなどの地盤構造物を対象にして、著者の一人は掘削により地山に発生するひずみを、その地山材料の許容ひずみと比較することで構造物の安定性を評価することを考えてきた¹⁾。そして、そのとき用いる地山材料の許容ひずみとして、限界ひずみを提案してきた。この限界ひずみは、一軸圧縮強度 (σ_c) あるいは軸差強度 ($\sigma_1 - \sigma_3$) と変形係数 (E) との比として、定義するものである^{1, 2)}。そして、この限界ひずみを用いて実際のトンネルの安定性の評価に適用し、よい結果を得てきた³⁾。しかしながら、従来から主として強度に着目して材料特性が表わされており、ひずみはあまり重要視されてこなかった。そのなかで、クリープ試験結果から、Weweriskは、破壊ひずみが3次（加速）クリープの開始点に相当することを示している⁴⁾。そこで、ここでは、軟岩を用いてクリープ試験を行い、クリープ特性と限界ひずみの関係について考察する。

2. 実験の概要 実験には、軟岩の一つである多孔質凝灰岩の田下石を、ダイヤモンドビットおよびダイヤモンドソーで整形したΦ50mm×高さ100mmの円柱供試体を用いた。供試体は自然乾燥状態のものを用い、このときの含水比は5.1(%)（5個の供試体の平均値）であった。この供試体を用いて行った一軸圧縮試験より求めた軸応力～軸ひずみ関係を図-1に、それより求めた力学定数を表-1に示す。これより、供試体の一軸圧縮強度は15.5(MPa)、変形係数は 2.51×10^3 (MPa)（いずれも5回の実験の平均値）と求められ、一軸圧縮強度と変形係数の比として限界ひずみが0.61%と計算できる。また、破壊ひずみは、平均0.76(%)であった。

3. 実験結果および考察 この供試体が破壊する荷重を載荷してクリープ試験を行った。このとき、クリープ応力がそれぞれ、14.0, 14.25, 14.5, 14.75, 15.0, 15.25, 15.5(MPa)になるような荷重を載荷し、それぞれ、3回ずつ行った。このとき、それぞれ3回ずつおこなったうち、クリープ応力が14.0, 14.25, 14.5(MPa)のケースについてはそれぞれ2回のケースが、14.75(MPa)のケースについては1回が、載荷から1週間以内に破壊しなかった。破壊に至ったケースのうち、載荷応力が15.25(MPa)の1回のケースについて、クリープ応力～時間関係を図-2に示す。この実験結果からも、1次クリープ、2次（直線）クリープ、3次（加速）クリープの各段階が現われており、図中に示した波線のようにそれぞれの境界のひずみが求められる。これを載荷応力との関係で図-3に示した。図中には、3次（加速）クリープの開始点のひずみに相当する破壊ひずみ0.76(%)および、限界ひずみ0.61(%)を併せて示している。図よりWeweriskが指摘しているように、この材料においても破壊ひずみが3次（加速）クリープの開始点のひずみに一致することが認められた。また、それと同じ程度のばらつきで、限界ひずみは2次（直線）クリープの開始点のひずみ一致しているものといえる。

4. まとめ 今回の実験から、限界ひずみは2次（直線）クリープの開始点のひずみに相当することがわかった。

Shunsuke SAKURAI, ikuo KAWASHIMA, atsuhisa KITANO and shinichi AKUTAGAWA

謝辞 実験およびデータ整理において、元本学学部学生植原孝紀、大学院学生大橋正明両君の協力を得た。ここに感謝します。

参考文献 1) 桜井春輔, 土木学会論文報告集, 17, pp.93~100, 1982年 2) 桜井春輔・川嶋幾夫・大谷達彦, 土木学会論文集, 460, pp.177~180, 1993年 3) 桜井春輔, 土と基礎, 34-2, pp.5~10, 1986年 4) Wewersk, W.R., Proc. 14th U.S. Sympo. Rock mech., pp.85~106, 1972.

表-1 一軸圧縮試験の結果

番号	一軸圧縮強度 (MPa)	変形係数 (MPa)	限界ひずみ (%)
1	14.2	2.35×10^3	0.59
2	16.0	2.75×10^3	0.59
3	15.5	2.45×10^3	0.62
4	16.6	2.55×10^3	0.64
5	15.0	2.45×10^3	0.61

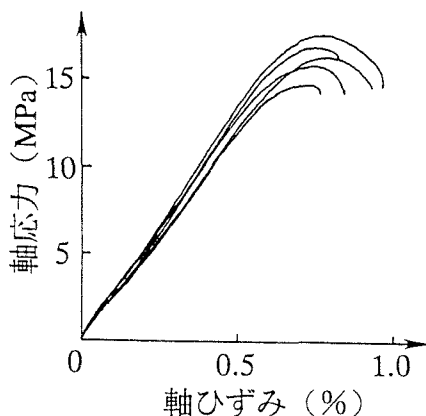


図-1 軸応力～軸ひずみ関係

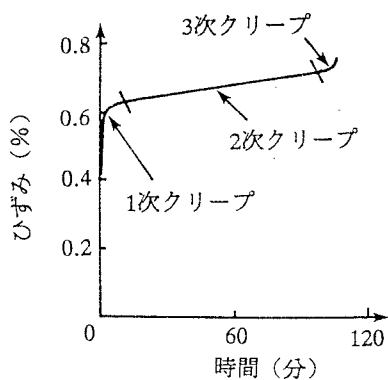


図-2 ひずみ～時間関係
(載荷応力 15.25MPa)

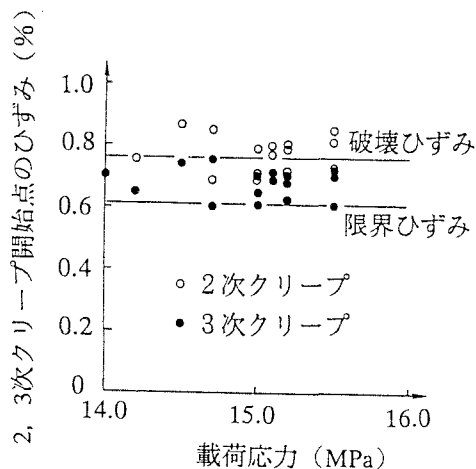


図-3 2, 3次クリープ開始点のひずみと
破壊ひずみおよび限界ひずみとの関係