

豊田工業高等専門学校 正会員○赤木知之
 豊田工業高等専門学校 正会員 伊東 孝
 豊田工業高等専門学校専攻科 学生 鈴木桂吾
 豊田工業高等専門学校専攻科 学生 平岩 剛

1. はじめに

クリープ現象において、その破壊時間やクリープ限度を予測することは極めて重要であるが、非常に困難なことであるとされている。本研究では、大谷石の一軸クリープ試験を行い、クリープ破壊を生じたデータを数多く収集し、それらのデータから最小ひずみ速度と破壊時間には両対数グラフ上で直線関係が存在することを確認した。この関係を適用することにより定常クリープ段階において、おおまかな破壊時間の予測を行うことが可能となる。さらに、加速クリープ段階においては、斉藤¹⁾の予測法を用い破壊時間を予測することができる。本報告では、クリープ試験結果を用いて、これらの方法による破壊時間の予測精度が予測時期によって如何に変わるかについて検討した結果について述べる。

2. 最小ひずみ速度による破壊時間の予測

図-1に試験結果から得られた最小ひずみ速度と破壊時間の関係を示す。図中にこれらのデータを最小二乗近似した直線が描かれている。この直線の式は以下のようなものである。

$$t_f \cdot \dot{\epsilon}_{min} = 0.0004 \quad (\%) \quad (1)$$

ここで、 t_f は破壊時間 (min)、 $\dot{\epsilon}_{min}$ は最小ひずみ速度 (%/min) である。表-1 にいくつかの試験結果における破壊時間の予測結果を示す。

3. 加速クリープ段階における破壊時間の予測

ここでは、斉藤の方法により加速クリープ段階において破壊時間の予測を行う。この場合も図-2に示すように、加速クリープのひずみ速度と破壊までの残存時間との間に逆比例の関係が成り立ち、次式が成立する。

$$\log(t_f - t) = \log a - \log \dot{\epsilon} \quad (2)$$

ここで、 t は時間、 a は定数である。これから、加速クリープ曲線上の3点をひずみ間隔を等しくとり、それらの点の時刻を t_1, t_2, t_3 とすると、破壊時間は次のようになる。

$$t_f = (t_2^2 - t_1 t_3) / (2t_2 - t_1 - t_3) \quad (3)$$

図-3に示すクリープ曲線を用いて、この手法により破壊時間の予測を行った。予測を行った結果を図-4に示す。ひずみ間隔を大きくとった方が予測精度はよくなる傾向がある。また、加速クリープ段階に入った直後は予測精度は急激に落ちる。図-5、図-6、図-7には、予測により得られた破壊までの残存時間と実際の残存時間の比を縦軸にとったものを示す。この図では、予測誤差が小さいほど1に近い値を示すが、やはり、ひずみ間隔を大きくとった場合は非常に良い予測値を示している。今回行ったクリープ破壊時間の予測として、定常クリープ段階では最小ひずみ速度から大まかな予測を行い、その後の加速クリープ段階では、ひずみ間隔を大きくとることのできる精度の予測が行えることを示した。しかし、ひずみ間隔の取り方によっては大きな誤差が生じる可能性もあることがわかった。

表-1:最小ひずみ速度からの破壊時間の予測精度

試料 NO.	最小ひずみ速度 (%/min)	最小ひずみ速度 の時間 (min)	予測破壊時間 (min)	破壊時間 (min)	残存時間 (min)	予測残存時間 (min)	予測精度 (予測残存時間/残存時間)
A	2.9×10^{-7}	37,000	82,759	82,740	45,740	45,759	1.0004
B	4.5×10^{-7}	38,000	53,333	71,530	33,530	15,333	0.4573
C	3.1×10^{-7}	35,000	77,419	74,580	39,580	42,419	1.0717

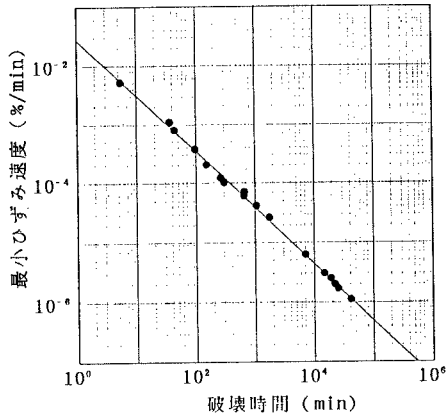


図-1:最小ひずみ速度と破壊時間の関係

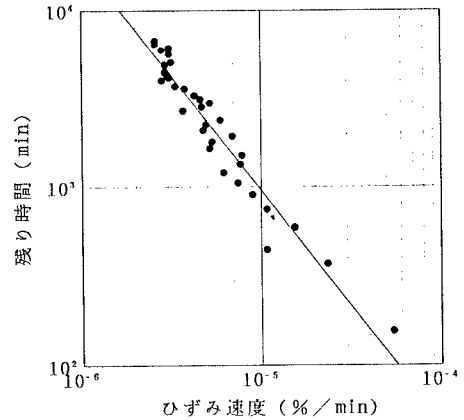
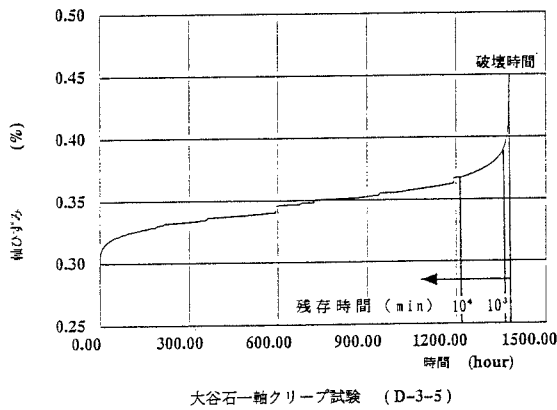
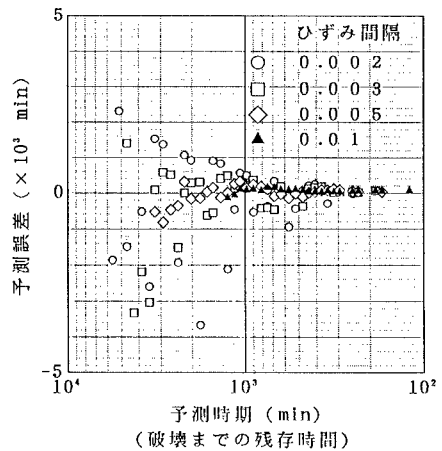


図-2:破壊までの残存時間とひずみ速度の関係



大谷石一軸クリープ試験 (D-3-5)

図-3:クリープ曲線と残存時間



(破壊までの残存時間)

図-4:破壊までの残存時間と予測誤差

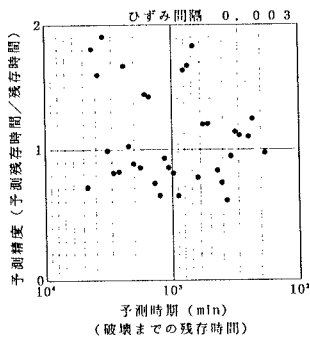


図-5:予測精度 (ひずみ間隔 0.003%)

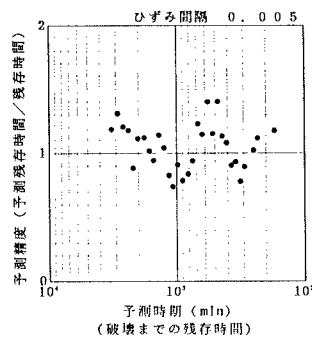


図-6:予測精度 (ひずみ間隔 0.005%)

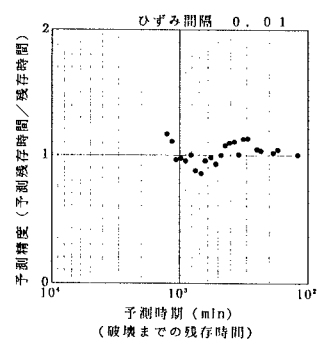


図-7:予測精度 (ひずみ間隔 0.01%)

参考文献

- 1) 斉藤迪孝:斜面崩壊発生時刻の予知, 土と基礎, Vol.17-2, pp.29-38, 1969.