限に相当する静的応力によるクリープひずみ量よりも大きい疲れ変形を生ずる一因となるものと考えられる。終りに臨み御懇切なる御指導をいただいた主任研究員榎本信助氏に感謝します。

注:一

- (1) 昭和 26 年 11 月 5 日 第 524 回講演会において講演, 原稿受付 昭和 27 年 4 月 18 日。
- (2) 正員, 鉄道技術研究所。
- (3) クリープひずみと時間との関係式については古くから種々考えられている。

たとえば Mc Vetty の式

$$\epsilon_p = \epsilon_0(1 - e^{-at}) + u^*t$$

ϵ_p : クリープひずみ, ϵ_0 : 全クリープひずみ,

t : 時間, u^* : 定常クリープ率

清水篤麿氏の式

$$\theta_c = \theta_0 - \frac{\alpha}{\beta} e^{-\beta t} + w't$$

$$\theta_c = \theta_0' + s \log t$$

θ_0, θ_0' : 初期クリープ, α, β, s : 定数,

t : 時間, w' : 定常クリープ率

この外 Andradé の式もあるがいずれも実験の結果と一致させることは困難である。

庄司氏の式や, A.B.T.M で採用されている放物線式

$$\gamma = at^n \quad (0 < n < 1)$$

は t の小さいときはよく一致するが $t \rightarrow \infty$ にて γ 一定となり得ず, 遷移クリープを表わしえない。ここでのべた式はこの点の矛盾を除いたもので, 全時間範囲でかなりよく一致する。なお多少偏倚が実験値との間にみられるが, これは実験式を実際の取り扱いに余り繁雑にならない程度に止めたためである。

539,376 : 539,382 : 669.3—426

室温における銅線の遷移クリープ⁽¹⁾

小 泉 裕⁽²⁾

Transient Creep of Copper Wire at Room Temperature

by Yutaka KOIZUMI

Relation between true strain rate in transient creep and reduction of the true creep stress, which ceased creeping, was investigated experimentally. The relation consisted of three ranges. The two ranges could be reproduced easily under a certain condition. The remaining one, which existed on higher strain rate, was varied by deformation history of the specimen.

1. 概 要

一定な引張荷重のもとで生ずる金属材料のクリープの初期において, そのひずみ速度は時間あるいはひずみの増加とともに減少する。これに対する説明としては普通の短時間引張試験におけるひずみ硬化に熱振動による応力の変動を考えたもの, あるいは dislocation の考えをとり入れたものなどの試みがみられるが, 十分成功しているとはいえないようである。

この問題に一つの資料を加える意味で次の実験をこころみた。一定荷重のクリープの途中にてひずみ速度を測定し, その直後クリープがようやく停止するように荷重の一部を除く。この除いた荷重に対応する材料の真応力と真ひずみ速度との関係は大略第 1 図のごとく, ひずみ速度の減少とともに実験点は b a をへて原点に向つて移動する。 bc の部分は変形履歴に

第 1 図

敏感であり, oa および ab の部分はある条件のもとで容易に再現されうる。

2. 実験と結果

一定荷重のクリープの途中でひずみ速度を測定した直後に荷重をささえてクリープを止め, 荷重の一部を除いてふたたびささえをはずして観測すると, 除いた荷重が過少ならば試片はクリープをつづけて伸びるが, 過大ならばクリープは停止するかまたは弾性余効のため縮みはじめる。このとき荷重の調節を繰り返してクリープをとめるに必要な, 除く荷重の最少量を決定する。これより試片の真応力の減少をもとめた。

材料は市販の裸銅線で直径 0.89 mm, およびそれを焼なまししたもので, 以下特に断らない限り焼なまししたものである。これにチャックを介して直接おもりをつるした。伸びの測定は物尺, マルテンスミラー, 望遠鏡の組合せで倍率は 550 倍, 別に物尺を試片に取り付け直接伸びを測つた。最初の標点距離は 140 mm であるが, ひずみ速度の算出には, そのときどきの伸びた標点距離をもちいて真ひずみ速度とした。また荷重をささえた瞬間のひずみ速度はその手前で比較的

小さい二つの ひずみ 間隔について測つた二つの平均速度を ひずみ に対して点置し、それらを直線で結び延長してもとめた。実験は夏になされ観測中の温度は $20^{\circ}\sim 33^{\circ}\text{C}$ の範囲である。

次に説明する図中の各測定点はクリープを止めるために荷重を調節しはじめてより約 20~40 分間で決定され、クリープが止まったという判断は 10 分間でほとんど伸びがみとめられない場合に下された。それは毎分 0.5×10^{-6} 以下の ひずみ速度 である。この間に荷重の調節に用いられた おもりの最少量は 100 g で真応力にして $0.16\sim 0.2\text{ kg/mm}^2$ である。

第1図の ab および oa 曲線に相当する実験結果はそれぞれ第2および3図に示す。焼なまししない材料についても同じ曲線および同程度の測定点のちらばり

第 2 図

第 3 図

第 4 図

を示すので図をかかげることを省略した。焼なまし前後の単時間引張試験結果を第4図に示す。この場合荷重は段階的に増加させられ、それに対応する ひずみ は ひずみ速度が毎分 0.5×10^{-3} 以下になつて後測定された。同図には焼なまし後ねじった材料についても示した。

cb に相当する部分は変形履歴にはなはだ敏感で簡単にとらえることができない。大略のところを第5図に示す。

第 5 図

(a) A: 初めてのクリープである。B: 図中Aの最後の点を定めたときの状態のまま 20 時間経て行われた。A': 初クリープ, B': A' のクリープを 21 時間続けた後に。

(b) A: 初クリープ, B: A に引続き, A': 初クリープ, B': A' のクリープを続け ひずみ速度が約 $0.3\times 10^{-4}/\text{mn}$ になるまで伸した後に。

(c) A: 初クリープ, B: A の最後の点の状態のまま15時間経て, A': 初クリープ, B': A' に引続き。

(d) A: 初クリープ, B~E: 各クリープは前段のクリープをそれぞれ 21, 4, 21, 15 時間続けた後。