

神戸大学 正員 〇村 井 春 輔

京阪神急行 正員 石 束 勇

1. はしがき

セメントモルタルのクリープに関する研究は、すでに多くの研究者によってなされているが、大半は実用的見地から取扱ったものであり、クリープのメカニズムの本質を追求した研究は少ないように思う。したがって本報告はクリープ変形、特にクリープ破壊のメカニズムを明らかにすることを目的として行なった実験的研究であり、一定荷重下における一軸圧縮クリープ実験を主としている。

2. 供試体および実験方法

2.1 供試体 セメントには早強ポルトランドセメント、細骨材には豊浦標準砂を用い、重量配合比をセメント：砂 = 1 : 2.45、水セメント比 $W/C = 0.80$ とした。供試体寸法は供試体(A)が $4^m \times 4^m \times 7.5^m$ の角柱、供試体(B)が $4^m \times 4^m \times 16^m$ の角柱である。モルタル練りまぜは JIS R 5201 にもとづき、実験時の材令は 15 日である。なお最後の 1 日は空中養生である。このセメントモルタルの 15 日強度は $\sigma = 227 \text{ kg/cm}^2$ (38 個の平均) である。

2.2 実験方法 クリープ実験には、荷重制御式一軸圧縮クリープ試験機を使用した。載荷方式はレバー比 $1/50$ の下部懸吊式で、その容量は約 4 ton である。クリープ実験は供試体(A)を用い、変位はダイヤルゲージ ($1/100 \text{ mm}$) 2 個により測定した。また、実験中の環境の変化、あるいはセメントの水和反応の影響などを避けるために、実験はすべて 2 時で打ち切った。残存強度比の測定においては、供試体(B)をその中央で切断し、一方で静的な一軸圧縮強度を求め、他方の試験片でクリープ実験を行なう。すべての実験において、供試体と加圧板の間の摩擦を減少させるために、厚さ 0.2 mm のビニールシート 2 枚にグリースを塗布したものを減摩擦材として供試体と加圧板の間に挿入した。

3. 実験結果および考察

クリープ曲線は金属、高分子材料などにみられるものとまったく同型である。載荷荷重がある値より小さい場合には加速クリープは現れない。この限界は静的破壊荷重の約 80% と思はれる。

(a) 遷移クリープ 遷移クリープを表す式として

つぎの 2 式を考える。

$$E = b_1 \log(t+1) \quad (1)$$

$$E = b_2 \{1 - \exp(-t/\tau)\} \quad (2)$$

実験結果を (1) 式に当てはめると図-1 のようになる。ここで b_1 は応力の関数である。また、結果を (2) 式に当てはめ $1/\tau$ と荷重との関係をプロットすると図-2 のようになる。この図から、2 時間で破壊に至らない場合の $1/\tau$ は、ほぼ常数

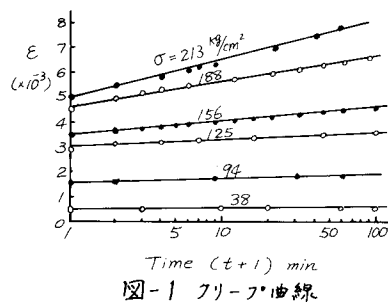
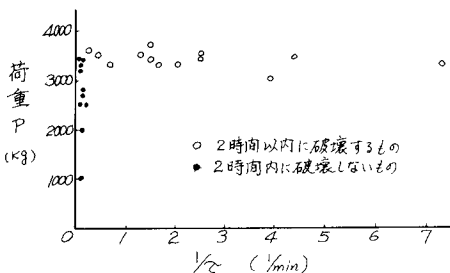


図-1 クリープ曲線

図-2 $1/\tau$ と荷重との関係

と考えられるが、2時間以内に破壊に至る場合には $\frac{1}{2}$ は確率的な量とみるべきである。

(b) 定常クリープおよび加速クリープ 定常クリープの速度と荷重との関係を図-3に示す。2時間以内に破壊するものについて定常クリープ速度の逆数と破壊までの全時間をプロットすると図-4のように直線関係が存在する。つぎに、加速クリープ開始から破壊までの時間の逆数(これを崩壊速度と呼ぶ)と定常クリープ速度の関係は図-5のようになる。

(c) 破壊に要する時間と荷重との関係 応力条件はまったく同一でも破壊に要する時間は大きく異なる。結果を図-6に示す。 $P=3\text{ ton}$ 以下では2時間以内に破壊しないようである。これは、静的破壊強度の82.6%である。いま、 $P=3\text{ ton}$ 以上のデータについて、 t 分後に破壊しないで残る確率を求めると図-7を得る。破壊に要する時間は、荷重に対しては確率的な量であるが、定常クリープ速度とは図-4からわかるように確定的な関係にある。

(d) 残存強度比 残存強度比はつぎのように定義する。

$$\text{残存強度比} = \frac{\text{応力履歴を受けた後の一軸圧縮強度}}{\text{処女供試体の一軸圧縮強度}}$$

$P=3\text{ ton}$ で一定時間クリープさせた後、その供試体の一軸圧縮強度を測定し、上式から残存強度比を求めて、クリープ荷重持続時間との関係をプロットすると図-8を得る。

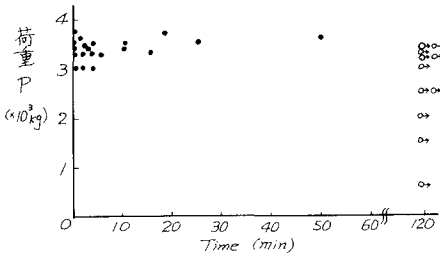


図-6 破壊に要する時間と荷重の関係

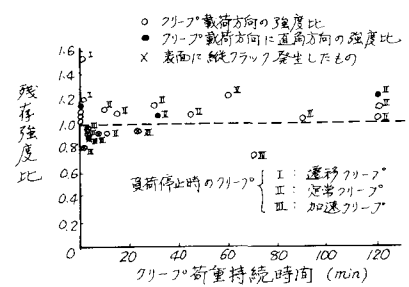


図-8 残存強度比とクリープ荷重持続時間

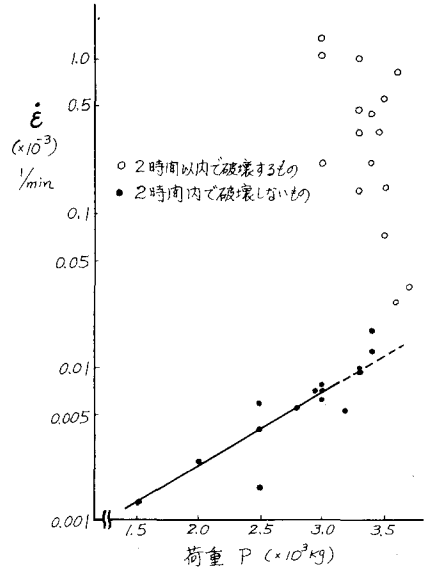


図-3 定常クリープ速度と荷重

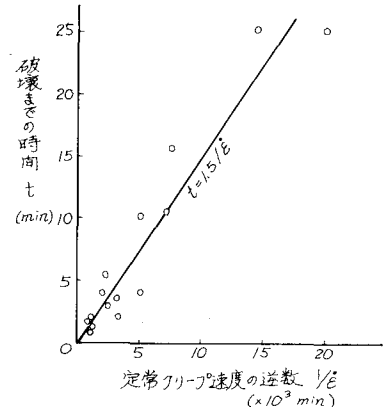


図-4 破壊時間と定常クリープ速度

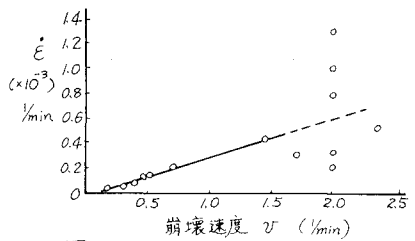


図-5 崩壊速度と定常クリープ速度の関係

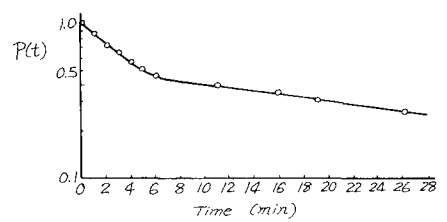


図-7 t分後に破壊しないで残る確率