

フジタ工業(株)・技術研究所 正員 ○伊藤祐二・渡辺直樹・青景平昌
 同上 正員 細川芳夫・小谷勝昭・鎌田正孝

§ 1 まえがき

セメントの水和熱によるコンクリートの温度応力は、構造物の大型化に伴い、ひびわれ発生の主要な原因となり、これを考慮した施工計画の立案が重要視されてきている。しかし、温度応力の予測計算に用いる有効弾性係数、またはクリープ係数には不明な点が多い。そこで、種々の計測データにもとづき、コンクリートの有効弾性係数について検討したので報告する。

§ 2 計測データ

本研究に用いたデータは、現場計測データおよび室内試験データである。本データは、温度上昇速度は約6~40(℃/日)、温度下降速度は約1~40(℃/日)、また応力発生速度は1.6~23.5(Kgf/cm²/日)と、非常に広範囲となっている。計測項目は温度、ひずみおよび応力であり、計測にあたっては、φ10X20^Cmの円柱供試体を作製し、圧縮強度、引張強度および静弾性係数を各材料令にて試験した。

§ 3 有効ひずみと有効応力の関係

図-1に典型的な有効ひずみと有効応力の関係を示す。この図より、温度上昇域と温度下降域において、「温度ひびわれ試験装置」¹⁾で得られた傾向と同様に、各々の区間でほぼ直線的な傾向が認められる。有効弾性係数の求め方としては、有効ひずみと有効応力の時間間隔における値の差分より、勾配を求める方法が考えられる。しかし、計測データには種々のノイズが含まれており、時間間隔によっては有効弾性係数のバラツキが非常に大きくなってしまふ。本研究は、温度応力の予測計算に用いる有効弾性係数を求めることを目的としているので、有効ひずみと有効応力の関係を、便宜上二本の直線に近似して有効弾性係数を求めることとする。有効ひずみと有効応力の関係を、便宜上①区間(原点から最大圧縮応力の点まで)と②区間(最大圧縮応力の点からその絶対値と等しい引張応力の点まで)に分け、各々の区間にて最小二乗法によって勾配を求め、有効弾性係数とした。

図-2は、図-1の有効ひずみと有効応力の関係により求めた有効弾性係数とその適用区間を示している。

§ 4 有効弾性係数

配合の異なるコンクリートの有効弾性係数(E_e)を比較するために、次の方法により無次元化した。すなわち、i)各々のコンクリートの標準養生28日の静弾性係数(E_{c28})で有効弾性係数(E_e)を除す。ii)①および②区

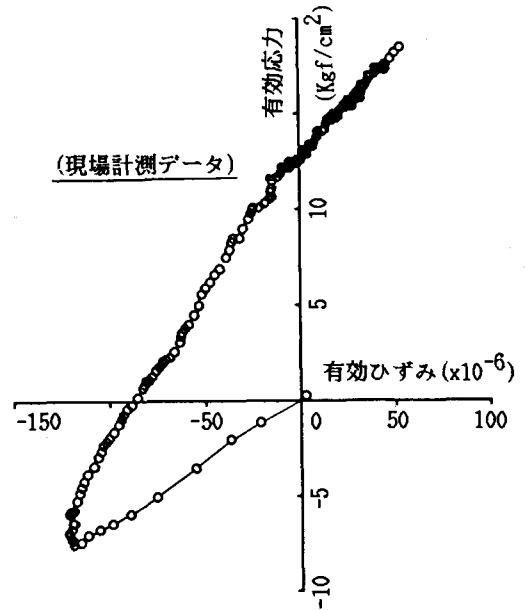


図-1 有効ひずみと有効応力の関係

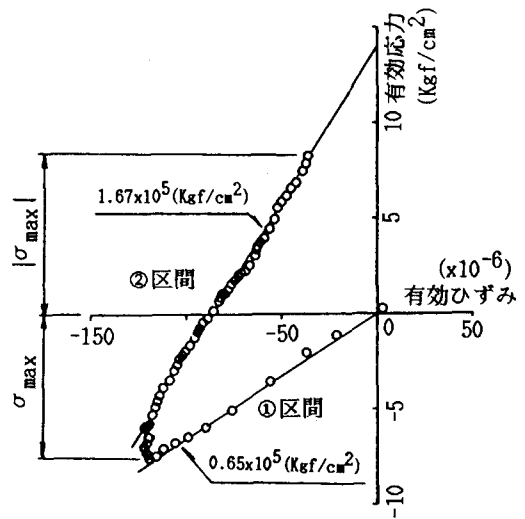


図-2 有効ひずみと有効応力の関係

間の積算温度の平均値(平均積算温度:Mav)を用いて、区間の平均弾性係数($E_c(Mav)$)を求め、弾性係数低減率($E_e/E_c(Mav)$)を求める。図-3は平均積算温度(Mav)と E_e/E_c28 との関係を示している。図中の△印は①区間を、また○印は②区間の値を示している。曲線-aは E_e/E_c28 とMavの、曲線-bは $E_c(Mav)/E_c28$ とMavの関係である。この図により、 $\log(Mav)$ と E_e/E_c28 の間にはほぼ直線的な関係が認められる。このことは、図-3の積算温度の範囲において、有効弾性係数も他の物性値と同様に積算温度の関数として表すことが可能であることを示している。

図-4は、平均積算温度(Mav)と弾性係数低減率($E_e/E_c(Mav)$)との関係を示している。図中の曲線-eは図-3の曲線-aおよびbを用いて計算した値である。平均積算温度が約30($^{\circ}C \cdot 日$)以下の範囲は、標準養生の場合の材令1日以下に相当し、本研究で行った物性試験の範囲外であるので、この範囲のデータは省略した。弾性係数低減率は有効弾性係数を静弾性係数で除したものであるので、各々の回帰式の関係で弾性係数低減率の傾向が異なると考えられる。静弾性係数と積算温度(対数表示)との関係は、積算温度が約42($^{\circ}C \cdot 日$)以下の部分では直線勾配が大きくなることが報告されており²⁾、この傾向を考慮して図-3の曲線-dのような関係を想定した場合には、弾性係数低減率はMavの増大と共に減少する傾向(図-4、曲線-g)となる。一方、図-3の曲線-bをMavの小さい範囲まで延長した場合(曲線-c)には、弾性係数低減率は、Mavの増大と共に増大する傾向(図-4、曲線-f)を示すことになる。しかしいずれの場合でも、弾性係数低減率は平均積算温度が約30($^{\circ}C \cdot 日$)以上の範囲では、積算温度によってあまり変化せず、積算温度の増大に伴って0.6付近に漸近していく傾向が認められた。

§5 まとめ

種々の計測データより、有効弾性係数を検討した結果、本研究の範囲内において有効弾性係数と積算温度(対数表示)との間に、直線関係が認められた。また、弾性係数低減率は積算温度の増大と共に、ある一定値(0.6付近)に漸近していく傾向があるが、積算温度が約30($^{\circ}C \cdot 日$)以下の場合には不安定な値を示すので、さらに検討が必要であると考えられた。

<参考文献>

- 1) 田沢, 飯田「硬化時温度応力の発生メカニズムについて」マスコンクリートの温度応力発生メカニズムに関するコロキウム論文集, 日本コンクリート工学協会, 1982年9月
- 2) 岡田, 小林, 村本「マスコンクリートの基本特性に関する一考察」セメント技術年報, 第34号, 1980年12月
- 3) 前野, 青景, 伊藤「大断面ボックスカルパートの硬化時温度応力について」第2回マスコンクリートの温度応力発生メカニズムに関するコロキウム論文集, 日本コンクリート工学協会, 1984年3月

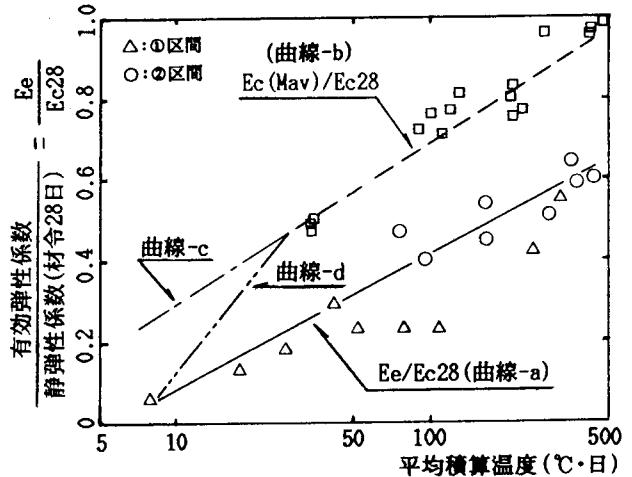


図-3 平均積算温度と E_e/E_c28 の関係

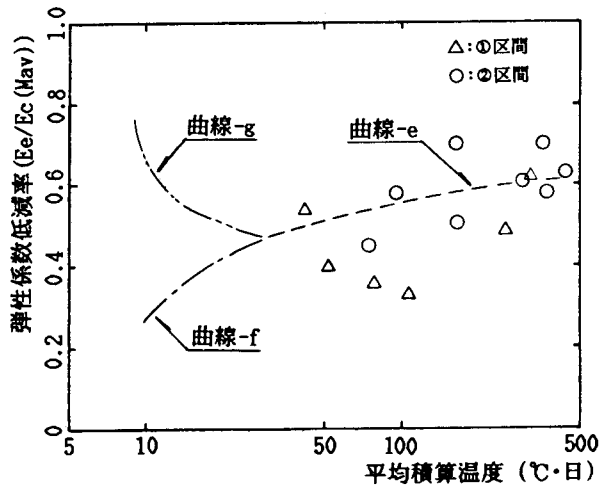


図-4 平均積算温度と弾性係数低減率の関係