

V-554

現場計測による若材齢時コンクリートの有効弾性係数設定

西松建設	正会員	西田徳行
西松建設	正会員	土橋吉輝
中部電力	正会員	依田 眞
中部電力	正会員	柳瀬辰彦

1. はじめに

コンクリートの温度応力解析において有効弾性係数の設定は、極めて重要である。しかし、有効弾性係数を計測データから設定する場合、データ処理方法などに不明確な部分が多いと思われる¹⁾。

本研究では、気温変化の影響を強く受けた3種類(低熱、膨張、普通)のスラブ状コンクリート(厚さ:50cm)の温度応力計測結果^{2, 3)}を用いて有効弾性係数の設定方法を検討した。

2. 有効弾性係数の設定方法

ここでの有効弾性係数とは、コンクリート部材の弾塑性係数にクリープ、リラクゼーションなどによる影響を考慮したものである。有効応力と有効ひずみの関係は、次式で与えられるとする。

$$\Delta \sigma = \Delta \varepsilon_e \cdot E_e(t)$$

ここに、 $\Delta \sigma$: 有効応力増分(kgf/cm²)

$\Delta \varepsilon_e$: 有効ひずみ増分

$E_e(t)$: 時間 t の有効弾性係数(kgf/cm²)

有効弾性係数の設定フローを図-1に示す。

まず、実測の有効応力と有効ひずみの関係が連続的であることを確認し、つぎに各計測区間で両者の差分から有効弾性係数を求めた(図-2, 3参照)。この段階で回帰式を求めることは可能であるが、実測データは大きくばらついていることが一般的である。そこで、実測データを3回平滑化(デジタルフィルタ: Hanningウィンドウ⁴⁾)し、最小二乗法で回帰式を求めた(図-3参照)。ここでのHanningウィンドウとは、次式によって平滑化を行うものである。

$$\bar{G}_k = 0.25G_{k-1} + 0.50G_k + 0.25G_{k+1}$$

ここに、 G_k : ある点における値

$\bar{G}_k$: ある点における重み平均値

なお、値が負になるものと 5.0×10^3 kgf/cm²以上のものは平滑化する際に無視した。これは、ひずみ計と有効応力計の感度の違いや、設置位置の多少のズレにより生ずるものと考えられる。つぎに、計算応力(実測有効ひずみ×有効弾性係数)と実測値の比較・検討を行い、有効弾性係数の修正を初期の圧縮側応力ピーク材齢を目安に行った。

3. 有効弾性係数の設定結果

求めた回帰式と修正有効弾性係数を表-1に、計算応力と実測値の経時変化比較を図-4に示す。低熱コンクリートでは、材齢1.125日までを一定値とする修正有効弾性係数を用いた計算値が実測値と良く一致したが、経過日数5日程度以降、多少のズレが生じている。これは、コンクリート表面部に発生したひび割れの影響と考えられる。膨張コンクリートでは、材齢0.542日以降を一定値とする修正有効弾性係数を用いた計算値が実測値とほぼ一致した。なお、0.542日以降、有効弾性係数が一定値とされるのは、膨張効果と発現応力との相殺作用と考えられる。普通コンクリートは、図-4に示すように経過日数5.0日程度でひび割れが発生し、そのため図-2の勾配が途中で急に変化している。また、3回の平滑化を行うことで6日以降のデータは自動的に消去された(図-3参照)。普通コンクリートの計算応力は、ひび割れ発生前まで実測値と一致している。

4. まとめ

本研究では、ばらつきの大きい実測有効弾性係数の設定方法を検討した結果、以下のことが明らかになった。(1)実測有効弾性係数を平滑化して

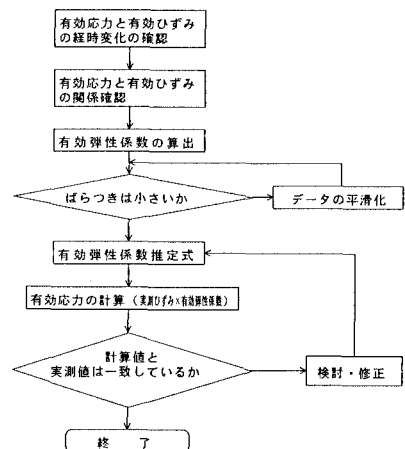


図-1 有効弾性係数の設定フロー

回帰式を求め、初期の圧縮側応力のピーク材齢を目安に修正することで計算値と実測値はよく一致する。(2)膨張コンクリートは圧縮側応力のピーク材齢以降、有効弾性係数が一定値で表現される。(3)普通コンクリートでは、ひび割れ発生以降のデータが、3回の平滑化を行うことで自動的に消去された。

〔参考文献〕1)西田徳行,他:コンクリート硬化時の有効弾性係数について,第43回土木学会年次学術講演会Ⅴ部,1988. 2)依田眞,他:変電所機器基礎コンクリートにおける温度ひび割れ制御対策の

表-1 各コンクリートの有効弾性係数推定式

コンクリート	修正有効弾性係数推定式 (kgf/cm ²)	備考
低熱	回帰 $E_s = 89600\sqrt{t}$	
	修正 1.125 まで $E_s = 19000$, 以降 $E_s = 89600\sqrt{t}$	
膨張	回帰 $E_s = 61600\sqrt{t}$	
	修正 0.5428 まで $E_s = 61600\sqrt{t}$, 以降 $E_s = 160000$	
普通	回帰 $E_s = 102900\sqrt{t}$	材齢6日以内のデータ
	修正 0.4178 まで $E_s = 30000$, 以降 $E_s = 102900\sqrt{t}$	

評価, 第49回年次学術講演概要集, 土木学会, 投稿中. 3)天野智之, 他:スラブ状コンクリートの実測温度と事後解析の比較検討, 第49回年次学術講演概要集, 土木学会, 投稿中. 4)大崎順彦:地震動のスペクトル解析入門, 鹿島出版会, 昭和60年.

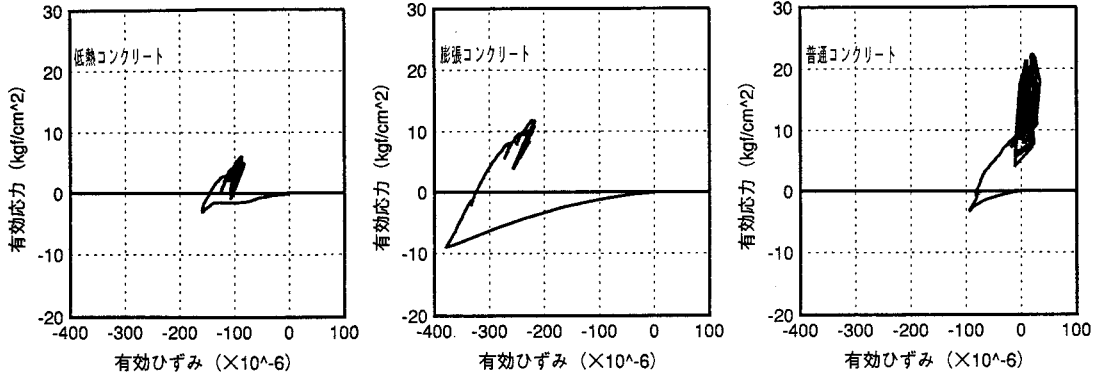


図-2 有効応力と有効ひずみの関係

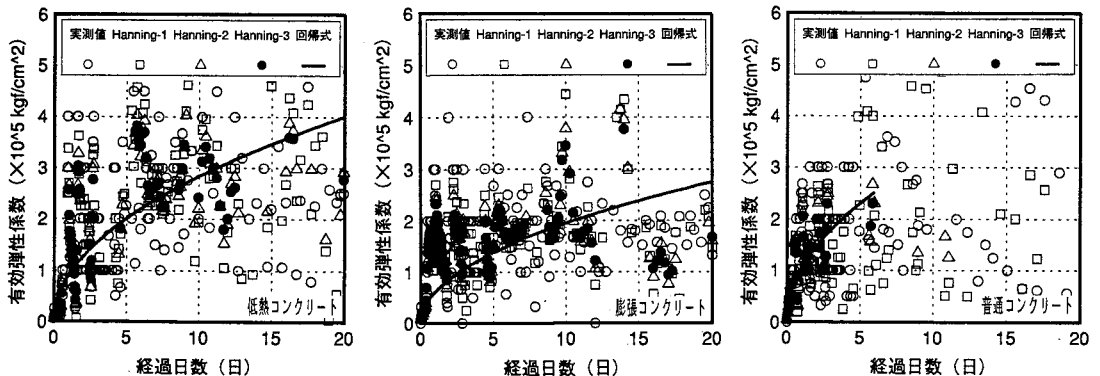


図-3 実測有効弾性係数の平滑化

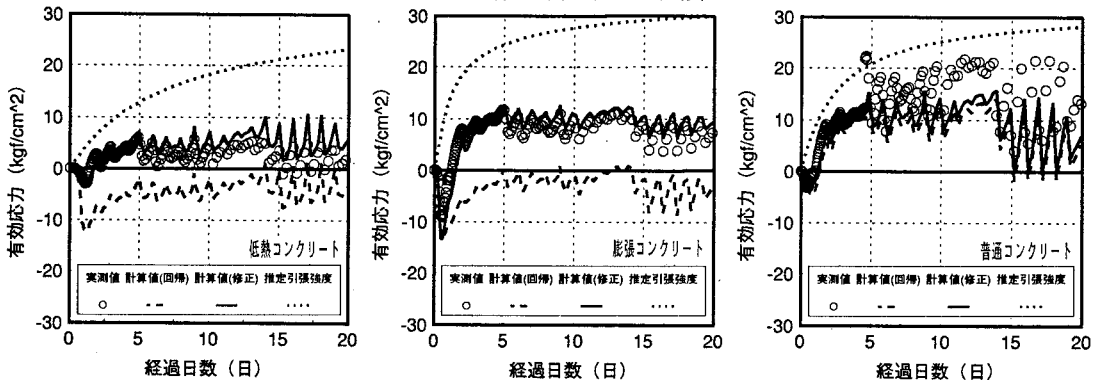


図-4 計算応力と実測応力の比較