

V-157

コンクリートの時間依存ひずみに及ぼす材令および寸法の影響について

九州産業大学 正員 宮川 邦彦

1. まえがき

新示方書の制定によりコンクリート構造物の設計法は大幅に改変されることになったが、コンクリートの時間依存ひずみ(乾燥収縮およびクリープ)に関しては従来の示方書と同様、CEB-FIP規準の算定式が規定されており、この点に関しては今後、我が国の施工環境あるいは骨材事情等を勘案した適切な算定式に変更すべきであろう。コンクリートの時間依存ひずみに関しては我が国でも数多くの研究が行われてきたが、ひずみ機構が複雑であることや影響因子が多岐であることなどのため、現在でもまだ適切な予測式を得るまでには至っていない。

本研究は、既報の配合因子に関する検討に引き続き、同一材料を用いて行った材令および寸法因子に関する実験結果ならびに同結果と二、三の予測式との関係について検討した結果である。

2. 実験概要

本実験ではセメントに普通ポルトランドセメント(比重 3.16)、細骨材に玄海産海砂(比重 2.56)、粗骨材に角閃岩砕石(比重 2.96、最大寸法 20 mm)を用い、単位水量 $W=180 \text{ kg/m}^3$ 、単位セメント量 $C=360 \text{ kg/m}^3$ 、細骨材率 $s/a=40.8\%$ 、空気量 $A=3\%$ のコンクリートを用いた。時間依存ひずみの測定は供試体中央部に埋設した埋込型ひずみ計(ゲージ長 100 mm)を用い、またクリープ試験はフラットジャッキ式の油圧装置で供試体に載荷時強度の 1/4 程度の一定圧縮応力を持続させて行った。

実験Ⅰ(乾燥収縮)に用いたコンクリートは打設時のコンクリート温度が 29°C であったが、実験Ⅱ(クリープ)では打設時温度の影響を調べるため、コンクリート温度が 20°C になるように打設した。なお、打設完了後に供試体を恒温室内(温度 $20\pm 1^\circ\text{C}$ 、湿度 $65\pm 5\%$)に移し、翌日脱型して実験開始まで 20°C の水中養生を行った。ただし、断面寸法の検討に用いた角柱供試体は通常の施工方法と同じ条件にするため乾燥開始材令(7日)まで型枠内で養生し、その後上下面をシールして試験に供した。

3. 実験結果および考察

図-1に標準養生供試体の圧縮強度および弾性係数の材令変化を示す。材令を対数で図示した場合、両者ともほぼ直線的に増加するが、特に初期材令に於ける打設時温度の影響が顕著に見られる。

乾燥開始材令の影響に関しては阪田も指摘しているように、乾燥収縮ひずみはあまり材令の影響を受けないようである。この原因は材令増加に伴ってコンクリートの内部組織がち密化し、弾性変形やクリープひずみは減少するが逆に乾燥時の表面張力は増大するため、乾燥収縮ひずみに及ぼすこれらの影響が互いに打ち消しあう結果によるものと考えられる。断面寸法の影響に関しては乾燥が表面から徐々に進行するため、断面が小さなものほど初期のひずみ速度は大きい、300日以降のひずみ速度は逆転しており、長期的にはあまりひずみ差を生じないものと考えられる。なお、乾燥開始まで型枠内で養生した15 cm 角柱供試体(四面乾燥)の乾燥収縮ひずみと水中養生した $\phi 15 \times 30$ cm 円柱供試体(全面乾燥)のそれとがほぼ一致していることから、供試体高さが断面幅および測定ゲージ長の数倍以上であれば、供試体上下面からの乾燥による影響は無視できるようである。また水中養生後の測定結果は他の条件が同じであれば、現場での型枠養生後のそれと一致するようである。

図-2～図-5は乾燥収縮ひずみの実測値と各種予測値との関係である。なお、図中の測点は乾燥開始1日、10日、50日、100日、200日、500日後に対する値である。乾燥開始材令に関してはいずれの予測もその影響を多少過大視しているようであるが、実測値のばらつきを考慮すれば、阪田式および本予測の場合ほぼ妥当な予測結果である。なお、ACI式およびBPⅡ(Bazant-Panula model Ⅱ)式の場合、全体的にひずみを過小予測しているが、これは主に材

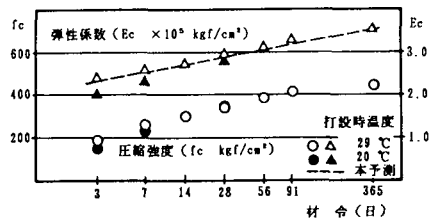


図-1 圧縮強度および弾性係数と材令との関係

料特性の相違に起因するものと考えられる。また、ACI式は特に乾燥開始材令の影響を過大視していることに留意すべきである。次に供試体断面の影響に関してはいずれの予測も500日までは定性的にほぼ同様な予測結果であるが、例えば10000日後の予測値で比較した場合、BPⅡ式はその影響が無視できるほど小さくなると予測しているのに対し、他の予測は断面寸法が大きなものほど乾燥収縮ひずみが小さくなると予測している点に相違が見られる。この点に関しては大断面の長期測定結果から判断すべきであろう。

載荷材令がクリープ係数

に及ぼす影響に関しては従来の研究結果と同様、その値は長期材令になるほど減少するようである。ただし、本実験では材令7日の値と28日のそれとが100日以降僅かに逆転する結果をえたが、これは明らかに材令7日の乾燥収縮ひずみが大きすぎたことに起因するものである。なお、20℃で打設した今回の結果は既報の28℃で打設した同配合のそれより2割程度大きかったが、これは初期のセメントの水和反応がコンクリートの内部組織の形成に重大な影響を及ぼすためである。

図-6～図-9にクリープ係数の実測値と各種予測値との関係を示す。図中の測点は載荷開始1日、10日、50日、100日、200日後の値である。阪田式およびBPⅡ式が全体的に過大に予測するのに対し、ACI式および本予測は逆に過小予測している。本予測が過小予測する原因は前述の打設時温度の影響によるものであり、この点に関しては今後モデル要素値を一部変更すべきである。

以上の検討結果から、通常の設計に用いる簡易予測式としては、終局値および乾燥開始材令の影響を改善すればACI式が最も適しているように思われる。なお、本研究は一種類の骨材に関する結果であるため、今後は骨材特性の影響についても検討すべきである。

参考文献 1) 土木学会第41回年次学術講演会講演概要集

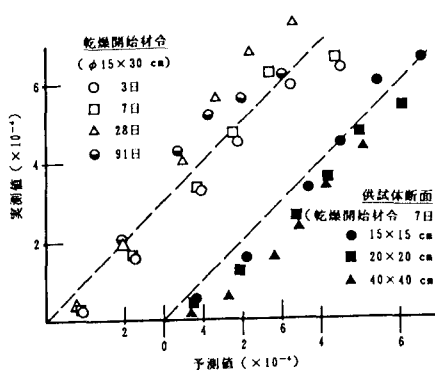


図-2 阪田式との関係

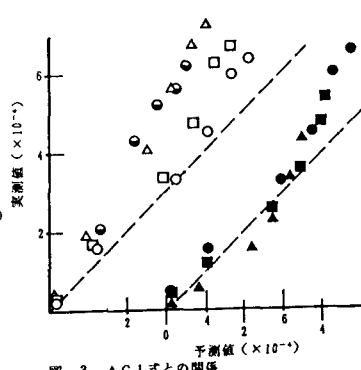


図-3 ACI式との関係

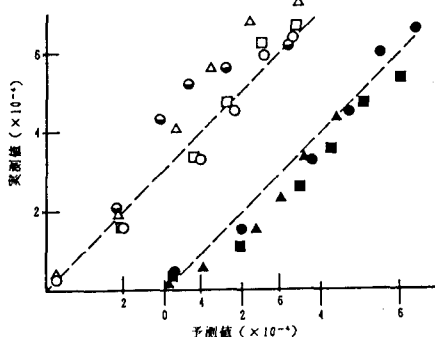


図-5 本予測との関係

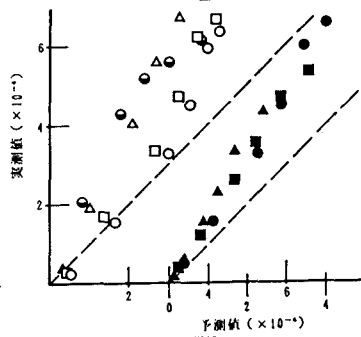


図-4 BPⅡ式との関係

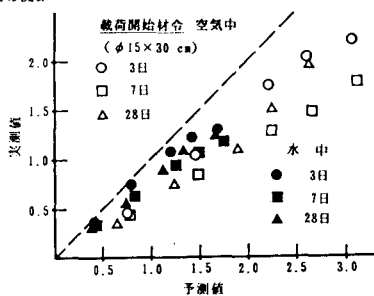


図-6 阪田式との関係

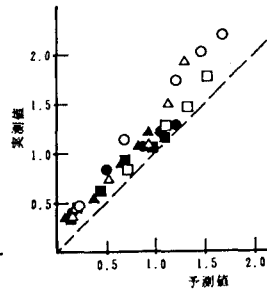


図-7 ACI式との関係

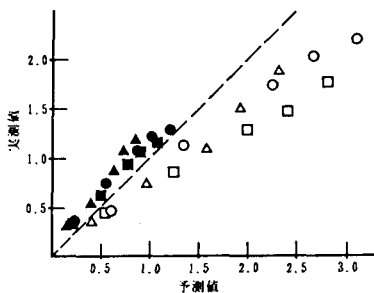


図-8 BPⅡ式との関係

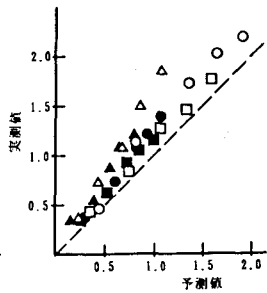


図-9 本予測との関係