

日本道路公団・新潟建設局 正員 前野宏司

フジタ工業(株)・技術研究所 正員 青景平昌

同 上 正員○伊藤祐二

フジタ工業(株)・名古屋支店 橋本洋喜

§ 1. まえがき

セメント硬化時におけるコンクリートの有効弾性係数あるいはクリープ係数等に不明な点が多く、マスコンクリートの温度応力事前予測の精度向上の障害となっている。そこで本報告は高速道路の本線カルバートの構築の際の実測値を用いて、マスコンクリート硬化時の有効弾性係数について検討したものである。

§ 2. 施工および計測概要¹⁾

計測対象構造物は、図-1に示す2連ボックスカルバートで、部材厚は底板2.3 m、側壁2.1 m、頂版2.0 mである。施工場所は止め工法で開削された底部で、風の影響のほとんどない所である。

使用コンクリートの配合を表-1に示す。セメントは普通セメントを、細粗骨材には河川産のものをを使用した。

計測項目は、(1)コンクリート温度(埋込型温度計)、(2)ひずみ(埋込型ひずみ型、無応力ひずみ計)(3)有効応力(有効応力計)の3項目である。測定点は図-1に示す位置で、スパン2.0 mの中央とした。有効応力計はひずみ計と同一箇所に配置し、同一点のひずみと応力を同時に測定できるようにした。

§ 3. ひずみおよび有効応力と有効弾性係数

本報告では、有効応力計での測定値を温度応力とし、計測ひずみとの関係を次式のように考えた。

$$\sigma(t) = (\varepsilon_m(t) - \varepsilon_0(t)) \cdot E_{eff}(t) \\ = \varepsilon_{eff}(t) \cdot E_{eff}(t) \quad \dots\dots\dots (1)$$

$\sigma(t)$: 材令 t 日における温度応力

$\varepsilon_m(t)$: 実測ひずみ $\varepsilon_0(t)$: 無応力ひずみ

$\varepsilon_{eff}(t)$: 有効ひずみ $E_{eff}(t)$: 有効弾性係数

$$\varepsilon_{eff}(t) = \varepsilon_e(t) \cdot (1 + \phi(t)) \quad \dots\dots\dots (2)$$

$\varepsilon_e(t)$: 弾性ひずみ $\phi(t)$: クリープ係数

$$E_{eff}(t) = E_c(t) / (1 + \phi(t)) \quad \dots\dots\dots (3)$$

$E_c(t)$: 静弾性係数

図-2, 3に底板および側壁Ⅱ断面の有効ひずみと有効応力の経時変化を示す。実測値には種々のノ

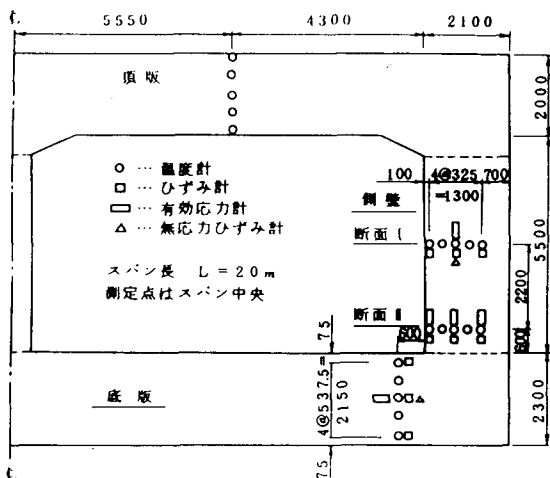


図-1 構造物の形状寸法および測定位置

表-1 コンクリートの配合表

粗骨材の最大寸法 (mm)	スランプの範囲 (cm)	空気量の範囲 (%)	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 (%)	単位量 (kg/m ³)				
					水	セメント	細骨材	粗骨材	混和剤
25	8±2.5	4±1.0	54.3	43.9	152	280	825	1080	0.700

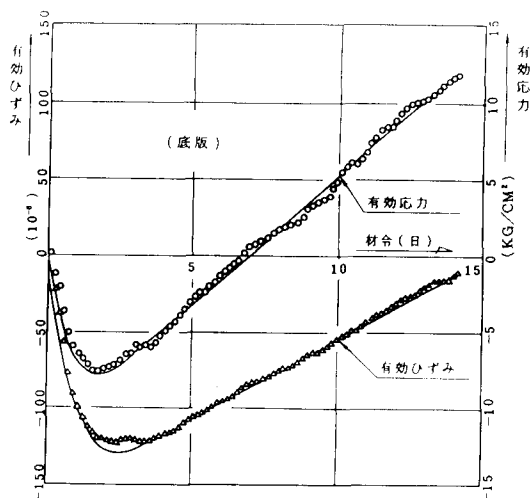


図-2 有効応力と有効ひずみの経時変化

イズが含まれているので、多項式の最小2乗法によってスケルトンカーブを求めた。

有効ひずみと有効応力のスケルトンカーブの12時間ごとの差分より、(1)式を用いて有効弾性係数を求めた。その結果を図-4に示す。ひずみおよび応力のピーク時付近では変化量が小さく、不安定な値を示すが、温度下降域では安定した値が得られた。底版の場合にはほぼ一定の $1.4 \times 10^5 \text{ Kg/cm}^2$ の有効弾性係数となったが、側壁の場合には底版とほぼ同じ値から材令とともに減少する傾向が認められた。これは、側壁での温度応力の発生速度がコンクリート強度の伸びより大きく、応力が引張塑性域にはいったことによる塑性流れの影響だと思われる。ひびわれの発生は当然コンクリートの塑性化を伴う現象であるので、有効弾性係数の評価においてはクリープによる影響と塑性化の影響を区別する必要があると思われる。ここでは有効弾性係数を弾性範囲内のクリープによる剛性低下と考えた。

そこで、図-5に温度下降域における有効ひずみと有効応力の関係の直線的な部分だけを、有効応力が零の点を原点として図示した。これらの勾配より、最小2乗法によって有効弾性係数を求めると、断面中央部で平均 $1.4 \times 10^5 \text{ Kg/cm}^2$ となり、表面および背面部では $2.2 \sim 3.7 \times 10^5 \text{ Kg/cm}^2$ と大きくなる傾向が認められた。表面および背面部において、有効弾性係数が大きくなったのは、鉄筋による影響だと思われる。

図-2, 3より温度応力の発生速度は、側壁で $4.3 \text{ Kg/cm}^2/\text{day}$ 、底版で $1.4 \text{ Kg/cm}^2/\text{day}$ （有効応力0の前後2日の平均）と3倍程の差がある。それにもかかわらず、断面中央部の有効弾性係数は $1.34 \sim 1.48 \times 10^5 \text{ Kg/cm}^2$ とあまり差がなかった。また、断面中央部の平均値をもとに(3)式よりクリープ係数を求めると、材令28日で1.17に収れんした。

§ 4. まとめ

実測値より、有効弾性係数を検討した結果、温度応力の発生速度にかなりの差があっても、温度下降域においてはほぼ同一の値を得た。積算温度を考慮した場合のクリープ係数は、材令28日で1.17に収れんした。また、鉄筋近傍においては有効弾性係数が大きくなる傾向が認められた。

<謝辞> 本研究に当り、日本道路公団・新潟建設局・魚津工務所の関係各位に御指導をいただきました。ここに深謝いたします。

<参考文献> 前野, 青景, 伊藤「大断面ボックスカルバートの硬化時温度応力について」 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 1984年3月 日本コンクリート工学会

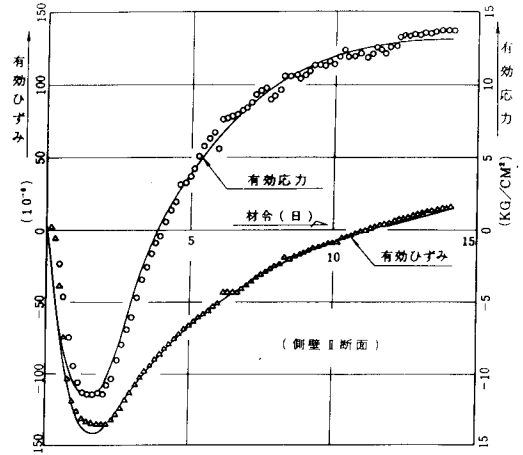


図-3 有効応力と有効ひずみの経時変化

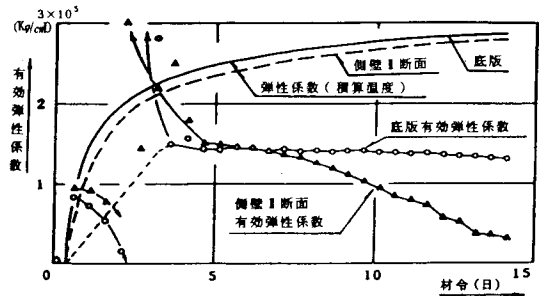


図-4 有効弾性係数の経時変化

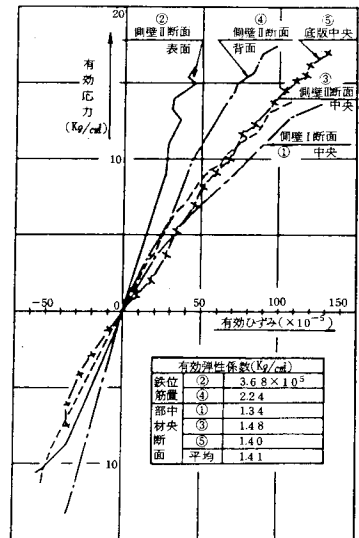


図-5 温度下降域の有効弾性係数