

連続鉄筋コンクリート舗装の収縮ひずみに及ぼす路盤の拘束効果

石川工業高等専門学校 環境都市工学科 正会員 ○西澤 辰男
 西日本高速道路(株)技術本部 技術部 正会員 風戸 崇之, 本松 資朗
 近畿大学 理工学部 正会員 麓 隆行
 住友大阪セメント(株)セメント・コンクリート研究所 正会員 竹津 ひとみ

1. 目的

連続鉄筋コンクリート(以下, CRC)舗装の設計においては, 横ひび割れが適切に発生することを確認する必要がある. そのためには, コンクリート打設後の自己収縮ひずみ量を適切に推定しなければならない. 本研究では, マスコングクリートのひび割れ制御指針にしたがって, 温度から収縮ひずみ量を推定する手法を CRC 版に適用し, 路盤の拘束効果について検討した.

2. 自己収縮ひずみの計算法

マスコングクリート打設後の自己収縮ひずみ量は次式で計算される.

$$\varepsilon_{sh}(t_e) = \eta_c \varepsilon_{sh,\infty} \beta_{sh}(t_e) \quad (1)$$

ここに, $\varepsilon_{sh}(t_e)$: 有効材齢 t_e (日)での自己収縮ひずみ(10^{-6}), η_c : セメントの種類による係数, $\varepsilon_{sh,\infty}$: 自己収縮ひずみの終局値, $\beta_{sh}(t_e)$: 自己収縮ひずみの進行特性を表す関数である. 有効材齢 t_e は次式で算定する.

$$t_e = \sum_{i=1}^n \Delta t_i \cdot \exp \left[13.65 - \frac{4000}{273 + T(\Delta t_i) / T_0} \right] \quad (2)$$

ここに, Δt_i : 時間刻み, $T(\Delta t_i)$: その時の温度, $T_0 = 1$ である. また, $\varepsilon_{sh,\infty}$ は次式のようになる.

$$\varepsilon_{sh,\infty} = a_1 \exp \{ a_2 (W/C) \} + a_3 \left[1 - \exp \left\{ -1.2 \times 10^{-6} (T_{\max} - 20)^4 \right\} \right] \quad (20^\circ \text{C} \leq T_{\max} \leq 70^\circ \text{C}) \quad (3)$$

ここに, a_1, a_2, a_3 : 実験値, W/C : 水セメント比, T_{\max} : コンクリート版の最高温度である. さらに, $\beta_{sh}(t_e)$ は次式のようになる.

$$\beta_{sh}(t_e) = 1 - \exp \left\{ -a_{sh} (t_e - t_{e, \text{set}})^{b_{sh}} \right\} \quad (4)$$

ここに, a_{sh}, b_{sh} : セメントの種類と W/C による定数, $t_{e, \text{set}} = 0.3$ である.

3. 試験舗装

東九州道都農～高鍋 IC 区間の切土部に CRC 舗装の試験施工を実施した. 全長 600m の試験区間において, 都農側 300m が As 中間層有りの工区(以下, ASI 工区), 高鍋側 300m がセメント安定処理路盤のみの工区(以下, CTB 工区)である. 両工区とも CRC 版の厚さは 250mm で, ASI 工区は As 中間層 40mm, セメント安定処理路盤 160mm, CTB 工区は現行断面のセメント安定処理路盤 200mm のみの路盤構成となっている.

CRC 版用コンクリートは, 高炉セメント B 種を使用し水セメント比 46%, 目標スランプ 4.5cm で製造した. CRC 版内の断面方向に 3 点(表面から 2.5cm, 中央面, 底面から 2.5cm)に温度センサー付きのひずみ計を埋め込み, 打設直後から温度およびひずみを連続的に計測した.

4. 計測結果

温度計測結果を図 1 に示す. ASI 工区に比べ CTB 工区の方が最高温度, 温度振幅ともにやや小さい. 同時に計測された全ひずみを, コンクリートの温度が最高点に達した時点をもとに相対変化を図 2 に示す. CRC 舗装では縦断方向に連続しているため, 横断方向に比べて縦断方向のひずみは小さい. ASI 工区のひずみは上下での差が小さく版全体として収縮している. CTB のひずみはやや小さく, しかも上下の差が大きい.

計測された温度から t_e を求め, 上述の式から自己収縮ひずみを計算した. 定数は $\eta_c = 1$, $a_1 = 2350$, $a_2 = -5.8$, $a_3 = 80$, $a_{sh} = 3.7 \exp \{ -6.8(W/C) \} (0.06 T_{\max} - 0.20)$, $b_{sh} = 0.25 \exp \{ 2.5(W/C) \} (-0.0075 T_{\max} - 0.20)$ とし

キーワード 連続鉄筋コンクリート舗装, 路盤, 自己収縮ひずみ, 拘束効果, 試験舗装
 連絡先 〒929-0392 河北郡津幡町北中条 石川工業高等専門学校 TEL:076-288-8167

た. $\epsilon_{sh}(t_e)$ に温度ひずみを加え全ひずみとした. 図 3 はその結果の一部で, 底面における全ひずみの実測値と計算値の時間変化を比較したものである. ASI 工区ではピーク値が計算結果とほぼ一致しているが, CTB 工区では計算値の方がかなり小さい. 計算値は拘束の無い場合での全ひずみであると考え, ASI 工区では拘束が小さく, CTB 工区では拘束が大きいといえる.

図 4 はピーク値だけを取り出して計算値と実測値を比較したものである. 図の上には実測値と計算値の比をとって示した. この比が小さいほど拘束の割合が大きいといえる. ASI 工区は 100%に近く, 拘束はほとんどないが, CTB 工区では時間が進むにつれ拘束の割合が高くなり, 30 日後底面では半分近くまで下がる.

参考文献: 日本コンクリート工学会, マスコンクリートのひび割れ制御指針 2008, 2008.

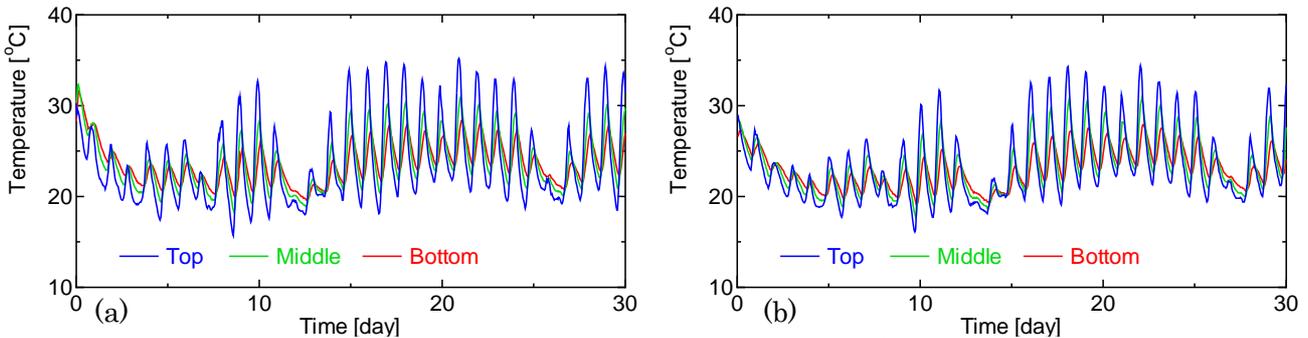


図 1 実測された CRC 版の底面, 中央, 表面の温度変化. (a)ASI 工区, (b)CTB 工区

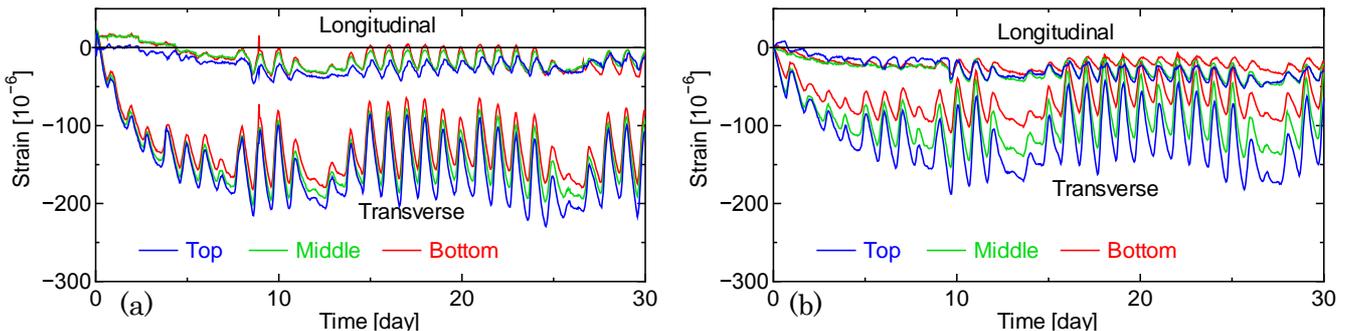


図 2 実測された CRC 版の底面, 中央, 表面の収縮ひずみ. (a)ASI 工区, (b)CTB 工区

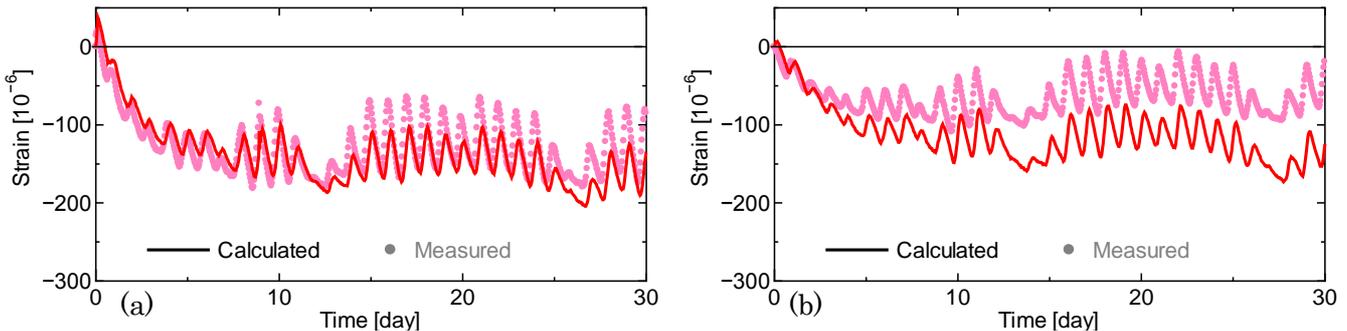


図 3 底面における収縮ひずみの実測値と計算値の比較. (a)ASI 工区, (b)CTB 工区

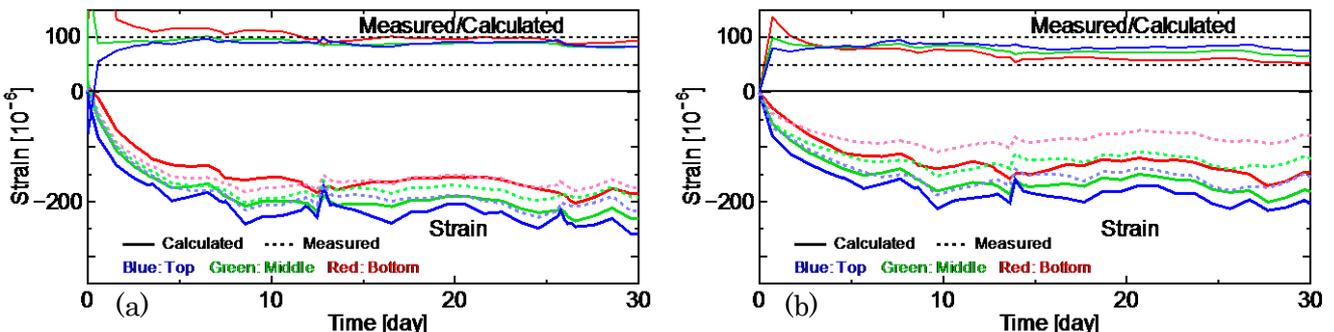


図 4 収縮ひずみのピーク値と拘束効果. (a)ASI 工区, (b)CTB 工区