

V-144 Compensation Line法の外部拘束係数に関する一検討

西松建設㈱ 技術研究部 正会員 ○西田 徳行 土橋 吉輝
正会員 湊 康裕 浅井 功

§ 1. まえがき

現在、コンクリートの水和熱に起因する温度応力に関する研究は数多くなされ、温度応力の簡易解法として、Compensation Line法（以下、CLMと略記）が提案されている^{1) 2)}。しかし、解析に用いるパラメータの値については、未だ不明な点も残されており^{3) 4)}、適切な値を知ることが望まれている。

本報告は、U型擁壁の底版を施工する際に発生するコンクリートの温度、ひずみおよび応力を計測し、これらの実測値をもとにCLMの外部拘束係数について検討したものである。

§ 2. 計測概要

計測を行った構造物は、図-1に示すブロック長 20mのU型擁壁の底版で、部材厚は1.0mである。コンクリート打設時の隣接ブロックは、一方が既に打設された状態であった。施工場所は鋼矢板による山留め工法で開削されたG.L. -5mの砂レキ地盤上である。計器配置位置はブロック中央部とし、設置方向はU型擁壁の軸方向とした。

§ 3. 計測結果

底版コンクリートの温度、有効ひずみの経時変化を図-2、図-3に示す。底版のひずみ性状は、上部では引張から圧縮へ、中央部は圧縮から引張へと時間の経過に伴って移行する内部拘束が卓越した状態を示している。

§ 4. 外部拘束係数

本報告では、実測値から外部拘束係数を次のように算出した。有効ひずみ増分 $\Delta \varepsilon_e$ は、コンクリート部材内の弾性係数を同一とした場合、CLMにおいて以下のように求めることができる。

$$\Delta \varepsilon_e = \alpha \Delta T(y) - \Delta \bar{\varepsilon} - \Delta \phi (y - Y_G) + R_N \Delta \bar{\varepsilon} + R_M \Delta \phi (y - Y_G) \quad (1)$$

ここに、 $\Delta T(y)$:コンクリート底面からの距離 y での温度変化量(°C)、 $\Delta \bar{\varepsilon}$:自由な軸変形の増分、 $\Delta \phi$:自由な曲げ変形の増分、 Y_G :重心位置、 R_N :軸拘束係数、 R_M :曲げ拘束係数

同一断面の異なる鉛直方向2点の有効ひずみが与えられれば、式(1)の連立方程式を解いて R_N および R_M を次式から求めることができる。

$$R_N = \frac{1}{\Delta \bar{\varepsilon} (y_1 - y_2)} \{ (Y_G - y_2) (\Delta \varepsilon_e (y_1) - \alpha \Delta T(y_1)) - (Y_G - y_1) (\Delta \varepsilon_e (y_2) - \alpha \Delta T(y_2)) \} + 1 \quad (2)$$

$$R_M = \frac{1}{\Delta \phi (y_1 - y_2)} \{ (\Delta \varepsilon_e (y_1) - \Delta \varepsilon_e (y_2)) - \alpha (\Delta T(y_1) - \Delta T(y_2)) \} + 1 \quad (3)$$

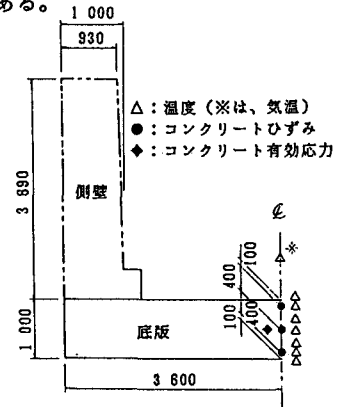


図-1 計器配置図

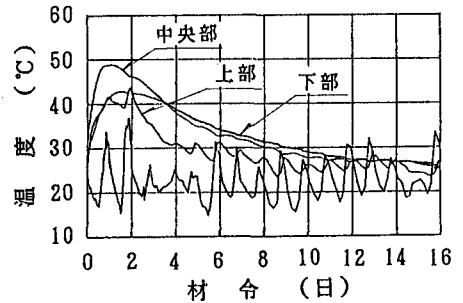


図-2 温度の経時変化図

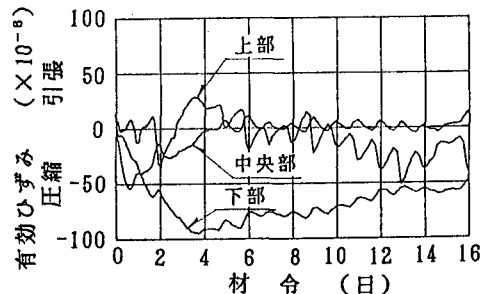


図-3 有効ひずみの経時変化図

ここに、 $\Delta \varepsilon_e(v_1):v_1$ での有効ひずみ増分、 $\Delta \varepsilon_e(v_2):v_2$ での有効ひずみ増分、 $\Delta T(v_1):v_1$ での温度変化量(℃)、 $\Delta T(v_2):v_2$ での温度変化量(℃)、 α :コンクリートの熱膨張率(/℃)

各組合せ（表-1、参照）で算出した R_N および R_M の経時変化を図-4、図-5に示す。式(3)から求めた R_M の特徴を以下に示す。

①1-3の組合せの値を挟んで1-2および2-3の値がほぼ対称な値をとる。②1-2と2-3の値の差は、時間の経過と共に小さくなって行く傾向がある。③1-2および2-3からの R_M 値の大小関係は、材令によって異なることがある。

上記の事柄について検討を加えると、①については、 R_M の算出に用いたひずみおよび温度内に絶対的および相対的誤差が含まれているが、式(3)からの1-2と1-3の差および1-3と2-3の差は次式で表され、誤差が同一になることによる。

$$R_{M1-2} - R_{M1-3} = R_{M1-3} - R_{M2-3}$$

$$= \frac{1}{\Delta \phi \cdot H} \{ \Delta \varepsilon_e(v_1) - 2\Delta \varepsilon_e(v_2) + \Delta \varepsilon_e(v_3) - \alpha (\Delta T(v_1) - 2\Delta T(v_2) + \Delta T(v_3)) \} \quad (4)$$

[ただし、 $v_1 - v_2 = v_2 - v_3 = H/2$ 、 $v_1 - v_3 = H$]

この誤差の原因としては、温度およびひずみセンサーの設置位置および感度の違いによる時間的なズレがあること、コンクリート部材内の弾性係数に差（若材令時は、差が大きい）があること等が挙げられるが、明確な原因は不明である。

表-1に各組合せ式から求めた R_N 、 R_M の平均値を示す。本底版（ $E_c/E_R=42$ 、 $L/H=20$ 、 E_c :材令7日）の場合、各指針¹⁾²⁾に従って外部拘束係数を推定すると、 $R_N=0.22$ 、 $R_M=1.18$ （ピーク前）、 $R_M=1.08$ （ピーク後）である。これらと本検討で得られた値を比較すると、 R_N は、 R_M とも10%程度、本検討の方が小さい値であった。

本検討で得られた R_N 、 R_M の平均値と実測温度で求めた有効ひずみと実測有効ひずみを図-6に示す。

§5. まとめ

今回の検討により、部材内の弾性係数を一定とした場合のCLMの外部拘束係数について次のことがわかった。(1) R_N の値は比較的安定しており、0.196であった。(2) R_M は、材令によって大きく変動するが、平均値は0.869であった。(3)これらの R_N 、 R_M の平均値は、各指針¹⁾²⁾による値と概ね一致した。

<参考文献>

1)土木学会:コンクリート標準示方書(施工編)、1986 2)日本コンクリート工学協会:マスコンクリートの温度ひびわれ制御指針、1986 3)西田徳行、湊康裕、土橋吉輝:コンクリート硬化時の有効弾性係数について、土木学会第43回年次学術講演会、1988 4)津田昌秀、大野一昭、他:実測値によるCompensation Line法の外部拘束係数の推定について、土木学会第41回年次学術講演会、1986

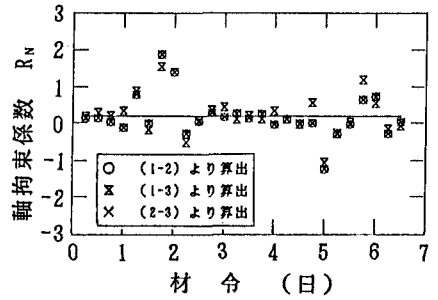


図-4 軸拘束係数の経時変化図

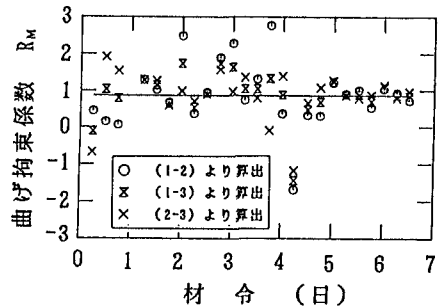


図-5 曲げ拘束係数の経時変化図

表-1 外部拘束係数の組合せ比較

組合せ	軸拘束係数 R_N	曲げ拘束係数 R_M	測定位置
1-2	0.192	0.892	H/2
1-3	0.204	0.870	2
2-3	0.192	0.845	H/2
平均	0.196	0.869	3 H=800

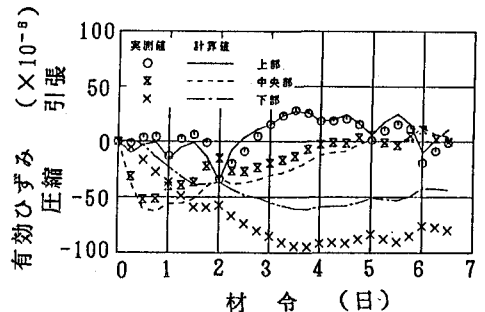


図-6 有効ひずみの実測値と計算値