

V-153

ボックスカルバート壁における温度ひびわれの検討について

J R東日本 東北工事事務所 正会員○大西精治

J R東日本 東北工事事務所 正会員 米内昭夫

J R東日本 東北工事事務所 正会員 阿部通泰

1. はじめに

コンクリート構造物のひびわれは耐久性に与える影響が大きく、現在進められている耐久性設計の研究のなかでも重要な事項の一つである。特に、温度ひびわれに関しては、その発生機構、解析方法、制御方法等、研究は進んでいるが、温度ひびわれの特徴として、その発生についての正確な予測は非常に困難である。そこで今回、図-1に示すボックスカルバート側壁の温度ひびわれの発生の予測に関して、簡易な検討を試みたのでその結果を報告する。

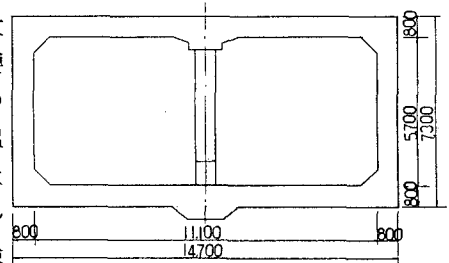


図-1 検討対象構造物

2. 温度解析

温度解析の方法は種々あるが、主な方法としては、Schmidtの方法、FEMによる方法がある。図-2にSchmidtの方法のモデルを、図-3にFEMのモデルを示す。また、図-4に、それぞれの方法により解析した結果と実測値を示す。実測値の方が若干高めにしているが、ほぼ妥当であると言える。このことから、壁のように熱の流れが2次元的な場合でもSchmidtの方法で十分な精度が確保できると思われる。また、地盤への放熱を考慮すれば、Schmidtの方法はFEMに比べて安全側であると言える。

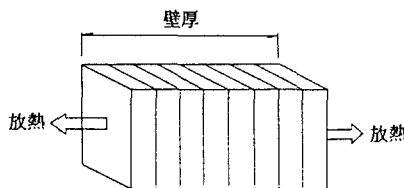


図-2 Schmidt法のモデル

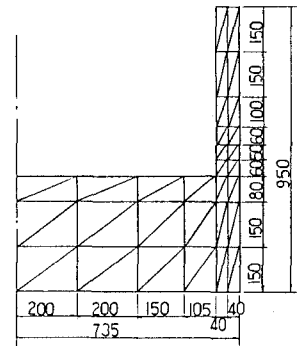


図-3 FEM温度解析モデル

3. 温度ひびわれ発生の予測

温度ひびわれ発生の予測は、材令 t におけるコンクリートの引張強度と温度応力の比（温度ひびわれ指数 ITS ）を用いて表すことができる。

コンクリートの引張強度も温度応力も当該時点での圧縮強度の平方根に比例する（有効弾性係数が圧縮強度の平方根に比例する）ことから、外部拘束度 K_R と内部応力の温度分布による係数 K_C を用いて、温度ひびわれ指数は次のように表すことができる。

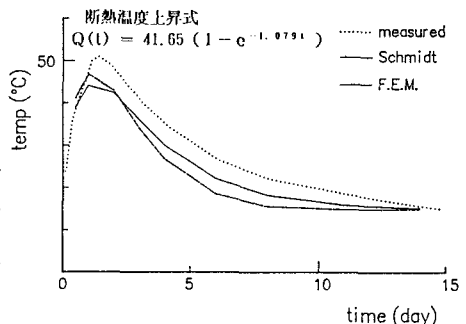


図-4 温度解析結果および実測値

$$ITS = \frac{9.33}{K_R \cdot \Delta T_{md} + K_C \cdot \frac{1}{1-\nu} \cdot \Delta T_{g, \max}} \quad \text{①}$$

ここに、 ΔT_{md} : 部材断面の平均温度降下量 (°C) K_R : A C I の図表より求める。
 $\Delta T_{g, max}$: 部材断面内の最大温度差 (°C) K_c : 放物線分布とすると $2/3$
 ν : コンクリートのポアソン比

①式の分母の値を Z とし、そのうち、外部拘束に関する分を Z_R 、内部拘束に関する分を Z_I ($Z = Z_R + Z_I$) とすると、 Z の値は図-5 に示す通りである。 Z の値に着目すると、材令3日程度でひびわれが発生することになる（実際には、脱型時の材令6日ではすでに発生していた）。しかしながら、 Z_I のその後の減少、内部拘束によるひびわれの性状等を勘案すれば、本構造物における温度ひびわれ指数の算出には、外部拘束による効果、すなわち Z_R のみで判断することが可能と思われる。

また、図-5 の点線は、外部拘束度をコンクリートの材令とともに変化させた場合の Z_R の値であるが、変化させない場合との差は些少であり、計算の手間を考慮すれば、材令とともに変化させる必要はないと思われる。

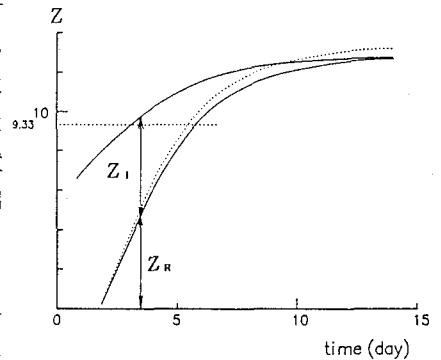


図-5 材令と Z 、 Z_R および Z_I の関係

4. Compensation Line 法による応力解析

FEM温度解析で得られたデータをもとにCompensation Line法による応力解析を行った。図-6 に解析結果を示す。温度ひびわれ指数は1を下回ることがなく、実情には合わないようである。これは、Compensation Line 法では、拘束度の捉え方が3. の方法と異なること、壁厚方向の内部拘束応力度を考慮していないこと等に因るとと思われる。

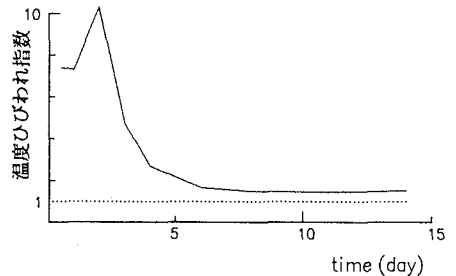


図-6 Compensation Line 法による解析結果

5. まとめ

今回の解析により、以下のことが確認された。

- (1) 壁状構造物の温度解析においても、1次元のSchmidt 法により、十分な精度で温度を予測することが可能である。
- (2) 内部拘束による応力度と外部拘束による応力度を加えた検討を行ったが、今回の壁状構造物の場合においては、外部拘束のみを考慮することで十分である。
- (3) 外部拘束度に与える材令の影響は小さく、無視できる。
- (4) 壁状構造物にCompensation Line 法を適用する場合は、拘束係数の採り方に注意を要するとともに、壁厚方向の内部拘束力を考慮するためには Compensation Plane 法を適用するのが良い。

〔参考文献〕

- i) 土木学会：昭和61年制定、コンクリート標準示方書（施工編）
- ii) 土木学会：コンクリート標準示方書（昭和61年制定）改定資料
- iii) 日本コンクリート工学協会：マスコンクリートのひびわれ制御指針
- iv) 日本コンクリート工学協会：マスコンクリートの温度応力研究委員会報告書（1985年11月）