

技術資料 Vol.9

ボックスカルバートの3次元温度応力解析



株式会社クリアテック

東京都千代田区西神田 2 丁目 5-8 共和 15 番館 6 階

TEL:03-6268-9108 / FAX:03-6268-9109

<http://www.createec-jp.com/>

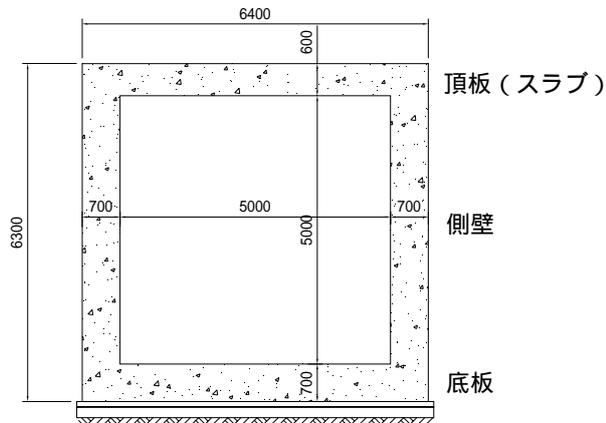
ボックスカルバートの3次元温度応力解析

| | |
|--------|---|
| 解析種別 | 3次元温度応力解析 |
| キーワード | マスコンクリート、断熱温度上昇、ひび割れ指数、ひび割れ幅、ひび割れ誘発目地 |
| 解析の目的 | ボックスカルバートのコンクリート打設時の温度解析および応力解析を行い、ひび割れ指数によりひび割れ発生確率を推定し、対策工を検討する。 |
| 解析の概要 | <ul style="list-style-type: none"> ・施工条件を整理し、使用材料、コンクリート打設時期、リフトスケジュール、養生条件、対策工等を明確にする。 ・リフト割りに応じた3次元モデルを作成し、温度応力解析を行う。 ・ひび割れ指数を算定し、ひび割れの発生を抑制できない場合には、対策工の検討を行う。 ・対策工はセメント種や打設時期、リフトスケジュールの変更、誘発目地の設置等施工条件に応じて設定する。 |
| 検討の流れ | <pre> graph TD A[解析条件の設定] --> B[解析モデルの作成] B --> C[温度解析] C --> D[応力解析] D --> E{ひび割れ指数} E -- NG --> F[対策工の検討] E -- OK --> G[ひび割れ幅の検討] G --> H{許容ひび割れ幅} H -- NG --> F H -- OK --> I[終了] F --> J[セメント種・配合 リフト割り、打設計画 外気温、養生等] J --> A </pre> |
| 関連資料 | <ul style="list-style-type: none"> ・日本コンクリート工学協会：マスコンクリートのひび割れ制御指針 2008 (JCI 指針) ・土木学会：コンクリート標準示方書 設計編，2007 |
| 担当者の所見 | <ul style="list-style-type: none"> ・モデルの形状により、1/4 モデル、1/2 モデルとすることが可能な場合が多いため、工夫することで作業時間が短縮できる。 ・誘発目地を設けてもひび割れ指数の目標値に達しない場合は、ひび割れ幅を許容値以下とする。 ・地域により、中庸熱あるいは低熱セメントが調達できない場合がある。 ・予め誘発目地を考慮したメッシュを作成しておく効率的である。 ・温度解析のみとすると解析時間は極めて短時間で済むため、当初はこれでテストランを行う。 |

ボックスカルバートの3次元温度応力解析

対象構造物

- ・ボックスカルバート：断面×解析延長：6.4m×6.3m×23.7m



断面形状

解析条件

使用セメント：高炉セメント B 種

単位セメント量：290 kg/m³

| | 打設温度 | 打設日 | 養生条件 |
|------|------|------|------------|
| 底板 | 25 | 9/中 | 5日間養生後型枠撤去 |
| 壁スラブ | 21 | 10/中 | 5日間養生後型枠撤去 |
| 壁スラブ | 20 | 10/下 | 5日間養生後型枠撤去 |

材料定数

| | 比熱 (kJ/kg) | 熱伝導率 (W/m) | 密度 (kg/m ³) | 熱伝達率 (W/m ²) | | | 線膨張係数 × 10 ⁻⁶ (/) | ヤング係数 (N/mm ²) | ポアソン比 |
|----|---------------|---------------|----------------------------|-----------------------------|----|-------|---------------------------------|-------------------------------|-------|
| | | | | 外気 | 型枠 | 養生マット | | | |
| 地盤 | 1.4 | 1.7 | 2100 | 14 | / | / | 10 | 100 | 0.4 |
| 躯体 | 1.15 | 2.7 | 2300 | 14 | 8 | / | 12 | 材齢 | 0.2 |

- ・なお、ひび割れ幅は以下の式により検討した。(マスコンクリートのひび割れ制御指針 2008)

$$w_c = \gamma_a \left(\frac{-0.071}{p} \right) \times (I_{cr} - 0.24)$$

w_c ：ひび割れ幅

p ：ひび割れ方向に直交する鉄筋比

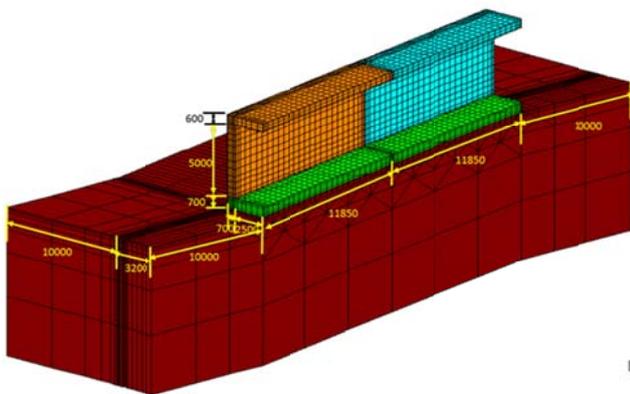
I_{cr} ：ひび割れ指数

γ_a ：安全係数

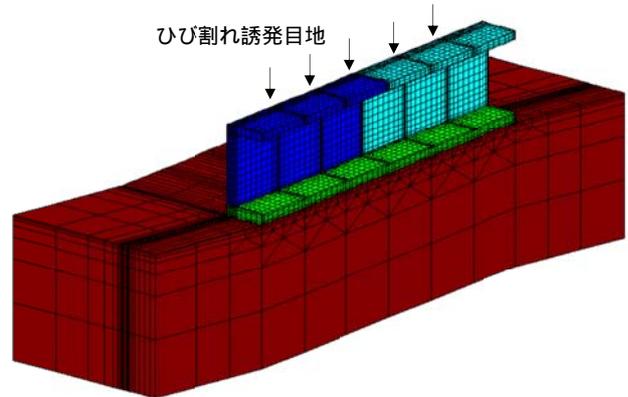
ボックスカルバートの3次元温度応力解析

解析モデル

- ・ボックスカルバートは左右対称なので 1/2 モデルとした。

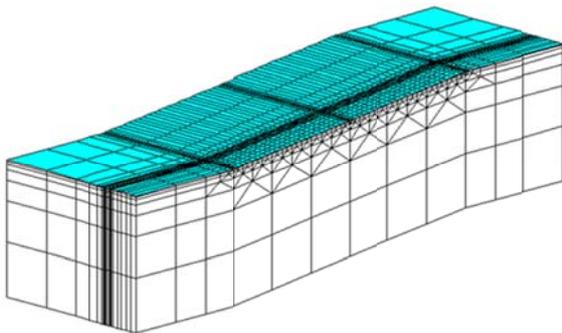


誘発目地無し

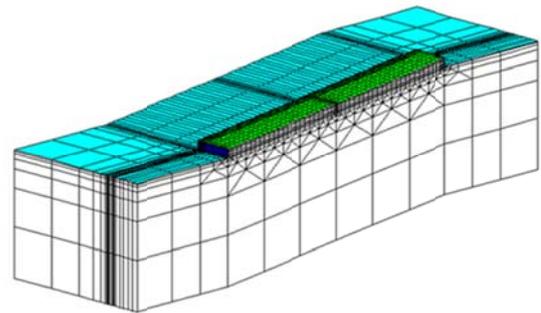


誘発目地有り

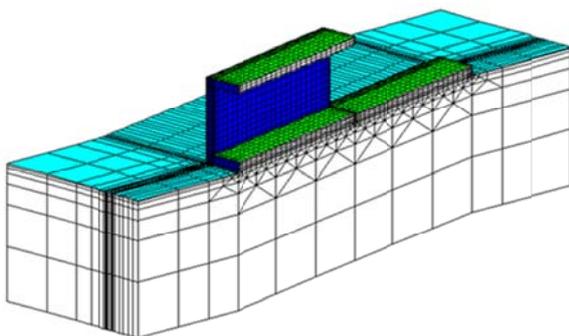
- ・リフトスケジュールを以下に示す。



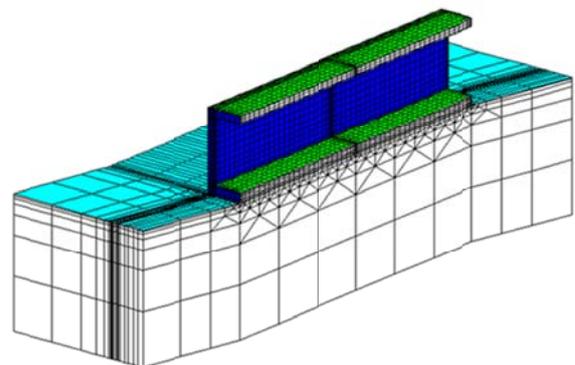
1. 打設前



2. 底板打設



3. 壁スラブ①打設

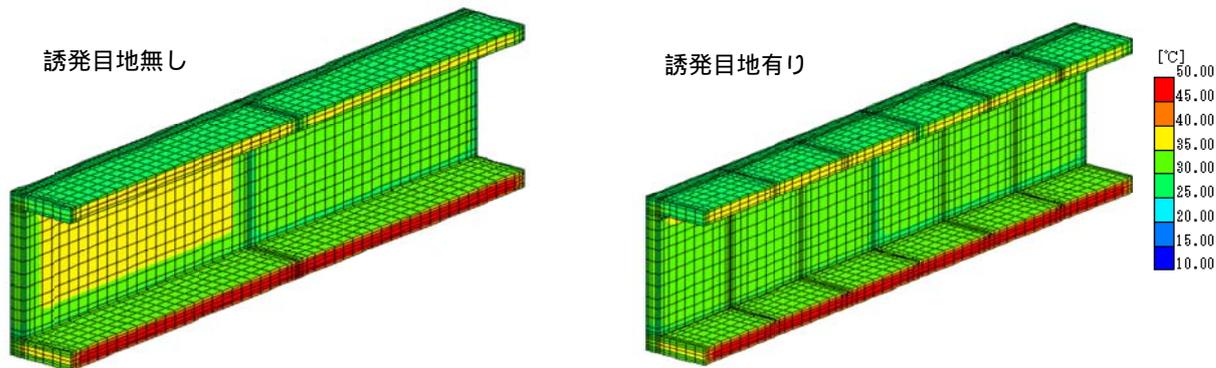


4. 壁スラブ②打設

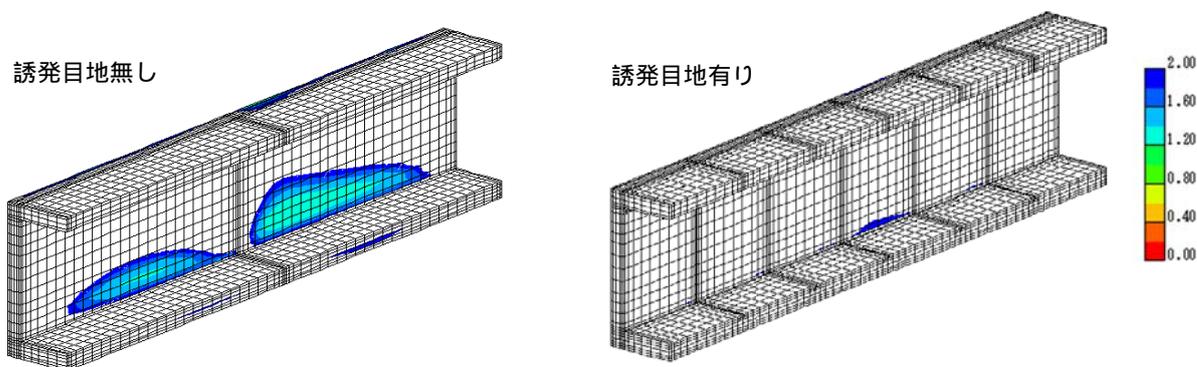
ボックスカルバートの3次元温度応力解析

解析結果

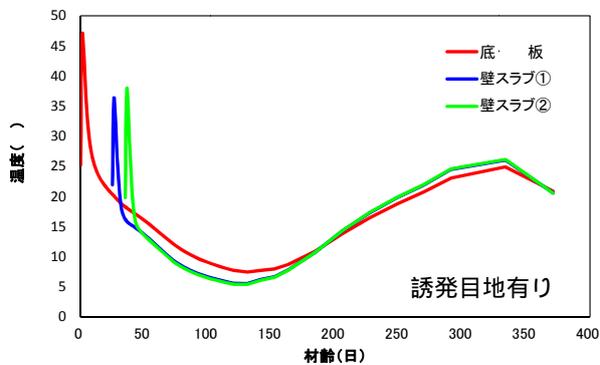
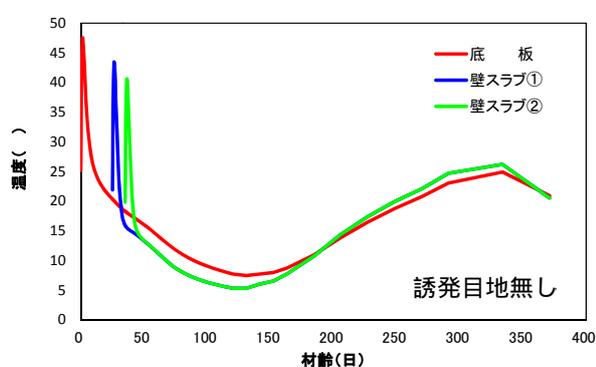
・最大温度分布コンター



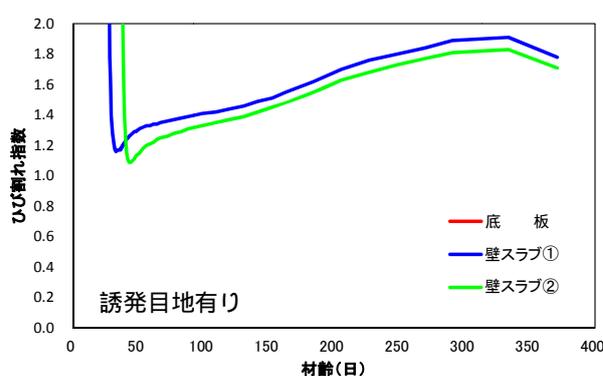
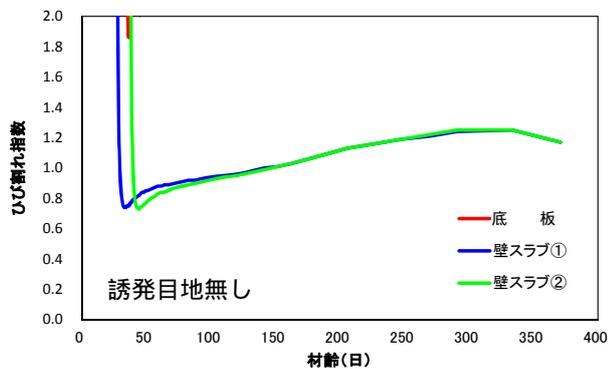
・ひび割れ指数コンター



・温度ひび割れ指数の経時変化



温度の経時変化



ひび割れ指数の経時変化