

マスコンクリートの温度ひび割れ低減のための温度応力解析

Thermal Stress Analysis for Reducing Thermal Cracking of Massive Concrete

稲葉 洋平

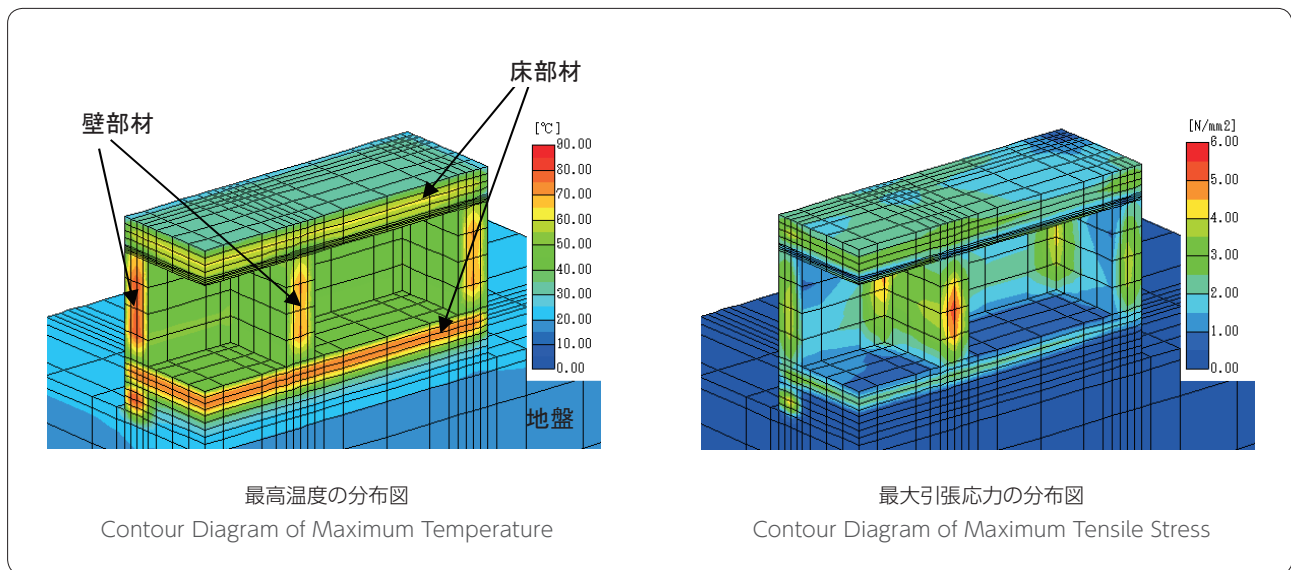
Yohei Inaba

数値シミュレーションの背景と目的

コンクリートが硬化する際には、化学反応に伴う一時的な発熱による膨張と、その後の冷却に伴う収縮がみられる。大きなコンクリート（以下、マスコンクリートと呼ぶ）の場合、発熱量も大きくなるため、収縮する際にひび割れを生じることがある。このひび割れをマスコンクリートの温度ひび割れと呼んでいる。コンクリートのひび割れは、美観、耐久性、機能性の観点から一定程度以下に低減することが望ましいため、施工前に必要な対策を講じられるよう事前解析を行っている。

解析例

温度応力解析の一例として、厚さ1.5m程度の壁と床部材から構成される構造物の解析結果を示す。解析では、以下の手順に沿って検討することで、有害なひび割れの可能性を評価している。まず、コンクリートに含まれるセメント量と部材の寸法から温度分布（左図）の経時変化を解析する。ここで得られた温度に熱膨張係数を乗じることによってコンクリート部材の膨張量、収縮量を推定する。この膨張や収縮が地盤や既設コンクリートによって阻害された場合、コンクリート内部に応力（右図）が発生し、この応力がひび割れ強度を超えた場合にひび割れが生じる。有害なひび割れの可能性は、応力がひび割れ強度を超えれば高く、ひび割れ強度を下回れば低いと評価される。この例では、膨張収縮を床部材に強く阻害される中央の壁部材にひび割れの生じる可能性が最も高い。有害なひび割れの可能性が高いと判断された場合、一度に打ち込むコンクリートの量を少なくしたり、セメント種類を低発熱タイプに変更したりする対策を講じる。



解析手法

使用プログラムは3次元FEM解析により温度および応力解析を行う商用解析ソフト「ASTEAMACS」（計算力学研究センター）である。主な特徴として、コンクリートの化学反応に伴う強度や弾性係数の経時による増進を考慮できること、クリープや乾燥収縮、自己収縮といったコンクリート特有の非線形挙動を考慮できる点が挙げられる。解析の際に参考とする指針として、建築分野では日本建築学会の「マスコンクリートの温度ひび割れ制御設計・施工指針・同解説」、土木分野では土木学会の「コンクリート標準示方書」および日本コンクリート工学会の「マスコンクリートのひび割れ制御指針」がある。