

岐阜大学大学院 学生会員 音部広樹 高井知啓
 岐阜大学工学部 正会員 森本博昭

1. はじめに

温度応力の2次元解析を用いる場合、スラブのような主たる温度場と応力場が一致する場合は十分な精度が得られる。しかし壁などのように温度場と応力場が直交する場合は、適切な解析モデルの設定が困難となり十分な精度が得られないことが指摘されている。すなわち、壁の2次元解析では、厚さ方向の温度分布によって引き起こされる厚さ方向の内部拘束力が考慮できないため、計算結果が実際の構造物の挙動と合致しない場合が生じる。

本研究では、このような現状を踏まえて3次元解析によく合致した解が得られ、かつ理論的根拠が明確な実用的な擬似3次元温度応力解析手法の開発を目的とした。また、擬似3次元FEM温度応力解析と3次元温度応力解析により得られた解析結果の比較、検討により本研究で提案する手法の妥当性の検討も行った。

2. 擬似3次元温度応力解析手法の骨子

本研究では、擬似3次元温度応力解析を提案するにあたり、温度応力発生の基本メカニズムである温度ひずみの拘束作用を明確にすることを念頭においた。

本研究で提案する擬似3次元解析手法の基本的な考え方は、2次元解析では計算することの本来ない、厚さ方向の内部拘束応力を解析できるように構造物の2次元モデル化を行う。次に2次元モデルに生じた変形が、外部および内部要因により拘束されることによる拘束応力が解析できるように新たな解析モデルを設定し、このモデルについて拘束応力を評価し、これと先に求めた内部拘束応力とを重ね合わせることで、3次元的な構造物各部の温度応力を求めようとするものである。以下に、岩盤状のスラブの上に構築された壁の温度応力解析を例に取りさらに詳しく説明する。まず図-1に示すようにスラブ・壁を水平断面により分割する。分割された部分を、以下「層」と呼ぶことにする。まず、各層は自由に変形できると仮定し、図-2のような各層における厚さ方向の温度分布に起因する、内部拘束応力 $(\sigma_i)_i$ と長手方向の温度変形 ε_i を求める。次に、実際の構造物では各層の温度変形 $(\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_i, \dots, \varepsilon_n)$ は、内部拘束ならびに岩盤などからの外部拘束により自由に変形できず、結果として拘束応力が発生する。この拘束応力を解析するために図-3のような解析モデルを設定する。各層のひずみ $(\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_i, \dots, \varepsilon_n)$ を初

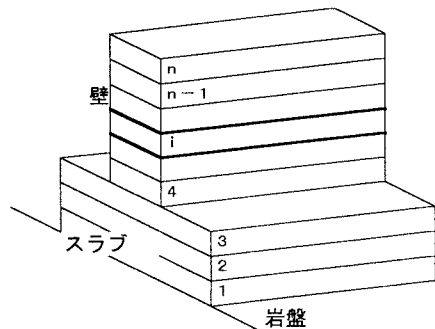


図-1 分割図

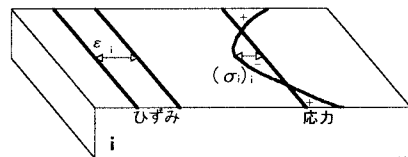


図-2 i層における内部拘束応力と温度ひずみ

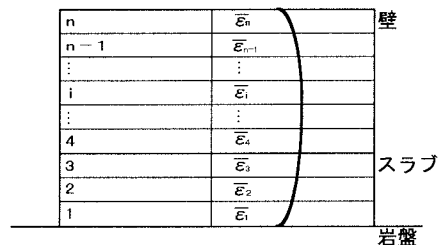


図-3 外部拘束応力と高さ方向の内部拘束応力算出のためのモデル

キーワード：擬似3次元解析、内部拘束度

連絡先：岐阜県岐阜市柳戸 1-1

岐阜大学工学部土木工学科

TEL058-293-2471

FAX058-293-2469

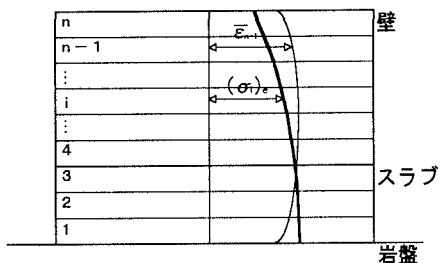


図-4 i 層の外部拘束応力と
高さ方向の外部拘束応力の算出

期ひずみと考えて解析を行い、図-4に示すように外部拘束応力(σ_i)_eを算出する。最後に図-5に示すように各層において内部拘束応力(σ_i)_iと拘束応力(σ_i)_eとを重ね合わせて各部分の温度応力 σ_i を評価する。

3. 解析例

本研究で提案する解析手法の精度を検証するため図-6に示す構造物の解析を実施した。得られた解析結果と、3次元FEMによる結果を以下に示す。

図-7～9に壁下段、中段、上段それぞれにおける中心と表面のコンクリート応力解析結果を示す。各図から、壁の温度応力は壁厚さ方向の内部拘束応力の影響で表面より中心の方が大きな応力が発生する。擬似3次元解析の結果は、中心、表面ともに3次元FEMの結果とよく合致しており、壁厚さ方向の応力変化を精度良く表現している。3次元FEMとの際は5kgf/cm²に収まっている。

4. 結論

本研究で提案した擬似3次元温度応力解析手法は、壁体の温度応力については、3次元FEM温度応力解析とよく合致する結果を与えることが明らかになった。

また、擬似3次元解析は3次元FEMに比べ計算時間

の大幅な短縮が可能となった。すなわち、3次元FEMでは1日以上計算時間を要するのに対して、擬似3次元解析では数分で計算が終了した。

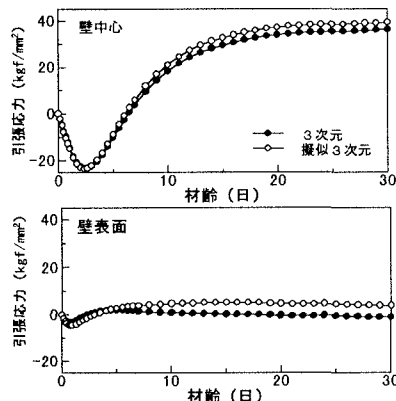


図-8 壁中段における温度応力

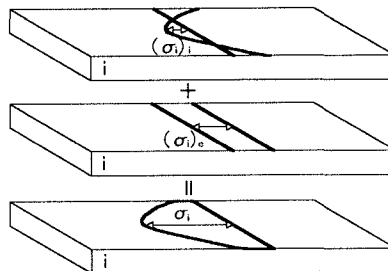


図-5 内部拘束応力と
外部拘束応力との重ね合わせ

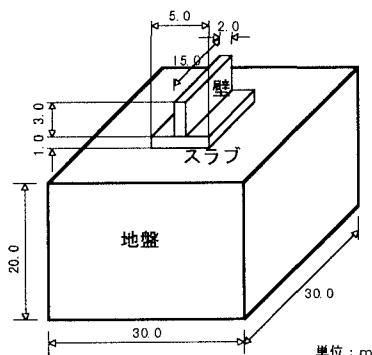


図-6 解析対象構造物

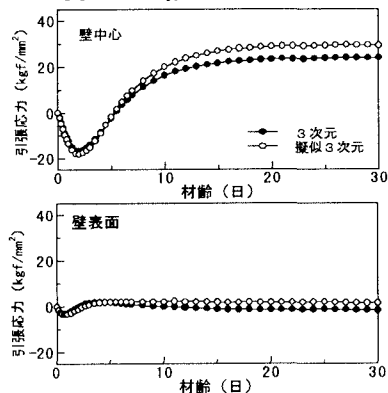


図-7 壁下段における温度応力

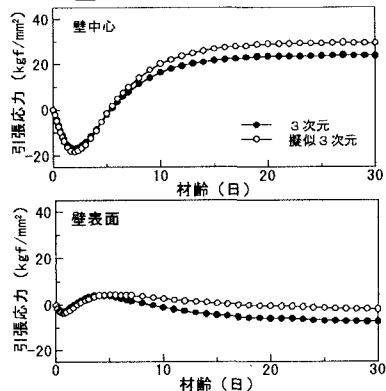


図-9 壁上段における温度応力