

正会員 ○平居孝之¹

タイルの貼り付け面の温度応力の解析 (その1 解析方法)

1 序

仕上げタイルの剝離落下が問題となっており、本研究ではその原因の一つである温度応力について解析を試みた。本報その1では解析方法を説明し、次報その2で解析結果を示す。

2 解析方法

材質の異なる部分が接合された場合に、両者の接合面に温度差が原因で生じる応力は特異性を持つ分布状態になる場合が多く、その解析を精度良く行うことは困難であるが、弾性問題を対象にした境界要素法に基づく数値計算^{1,2)}により、金属材料を溶接した場合の接合面に生じる温度応力を精度良く解析できることが分かっており³⁾、この数値計算方法を用いた。

3 数値計算の手順

図1のように躯体コンクリートにタイルが貼り付けられた場合を対象にして説明する。図1に

斜線で示したような上面と下面での鉛直方向の変位が0になる部分を取り出し、図2のような説明のために簡略したモデルを想定する。躯体コンクリートの部分であるブロック1とタイルの部分であるブロック2に分け、ブロックごとに均質等方で線形弾性であると仮定して材料定数を設定する。それぞれの境界を小さな区間である要素に分割する。このときブロック1と2の接合面に位置する要素は、

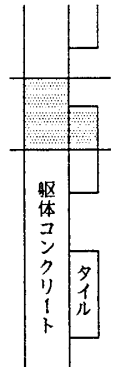
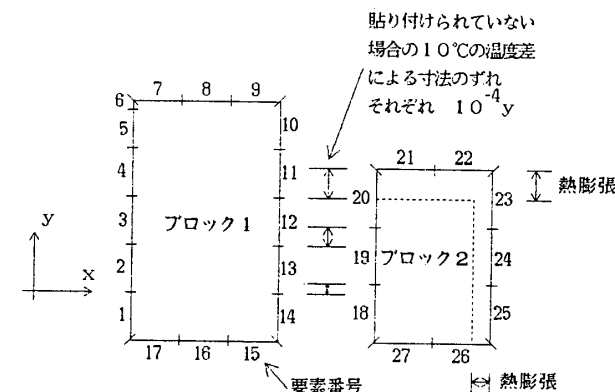


図1



境界条件

- 7, 8, 9, 15, 16, 17, 26, 27の要素
x方向表面力=0, y方向変位=0
- 1, 2, 3, 4, 5, 10, 11, 21, 22, 23, 24, 25の要素
x方向表面力=0, y方向表面力=0
- 6の要素
x方向変位=0 (x方向の剛体変位を無くするため), y方向表面力=0
- 12と20の要素, 13と19の要素, 14と18の要素
x方向とy方向の表面力が釣り合う, x方向とy方向の変位後の位置が一致する

図3 タイルが10°Cの温度上昇で伸びた場合の境界条件

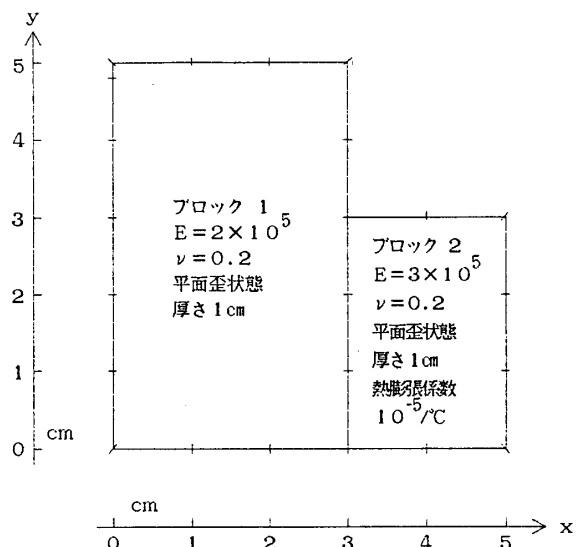


図2 ブロック分割と要素分割

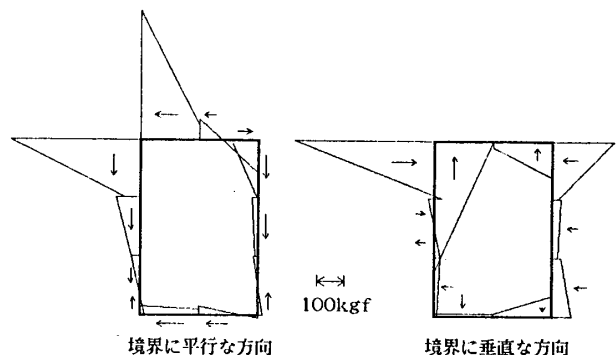


図4 ブロック2の重み荷重

同じ長さで重なるように設定する。

図3はタイルであるブロック2の温度が10℃上昇し、躯体コンクリートであるブロック1の温度はそのままとした場合を数値計算する条件である。ブロック1と2が接合されていない場合は、図3に示したようにブロック2が温度上昇で膨張するが、接合されている場合は接合面に応力が作用して接合された要素がちょうど同じ位置にあるように両者が変形する。

図4のように、2次元の無限領域でブロック2のそれぞれの要素の位置に線形に分布する荷重（図4で重み荷重と表現）を与える。この場合の2次元の無限領域のすべての位置の応力と変形が計算できるので、要素のすぐ内側でこの2次元の無限領域からブロック2と同じ形状を切り出す。図4と同様のことをブロック1についても行い、両者を合わせた結果が、図3に示したような条件を満足するように、図4で重み荷重と表現した荷重の値を方程式を解いて導く。

計算結果の変位と応力は、例えば後に示す図7のように高次の分布をしているが、それらを要素ごとに合計と1次モーメントが等しい線形の分布に置き換えて表すと、変位は図5に、反力と接合面に作用する応力は図6のようになる。

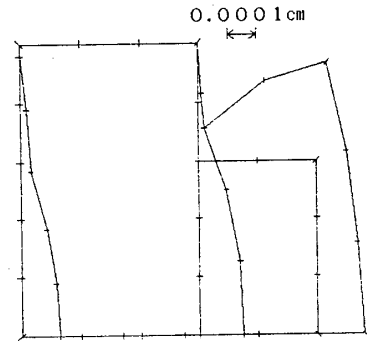


図5 変形の計算結果

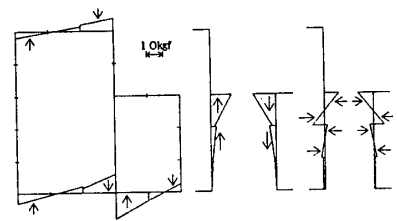


図6 反力と接合面に作用する応力の計算結果

4 計算結果の精度

要素の長さをその付近のブロックの最小の幅の1/2以下の長さとし、特異性（応力が無限大に発散）のある部分の計算結果が必要な場合はその部分を特に細かく分割して要素を設定する方法で、精度の良い計算結果が得られる。

図7は特異性を示すタイルの端Aの部分での計算精度を向上するために、細かく要素を設定した場合のAの近傍の接合面上の応力度の計算結果である。縦軸上の短い横線が要素分割を表しており、丸印が個々の計算結果であり、それらの丸印を結ぶ曲線が計算結果から導かれた応力度の分布である。計算結果に含まれる誤差は、数%以内にすることができる。

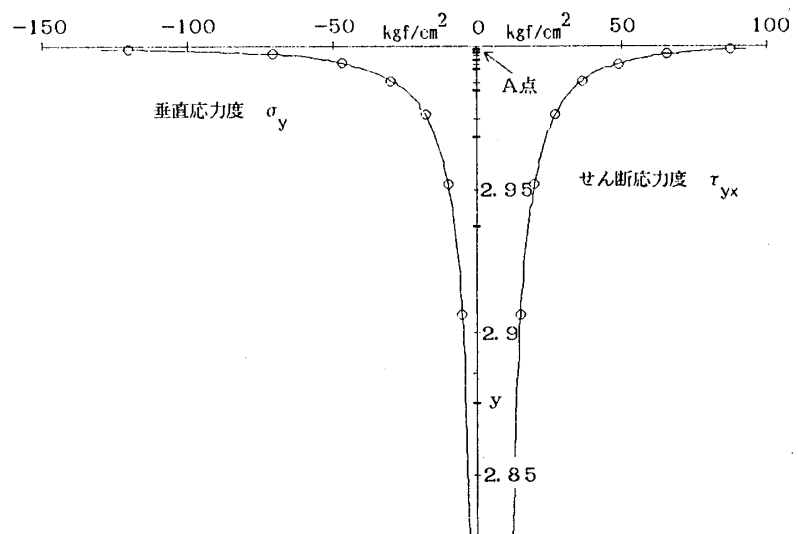


図7 接合境界上でA点近接の応力度の分布

- 文献 1) 平居孝之、弾性解析プログラム、1984年、理工図書。
 2) 平居孝之、有限要素法と境界要素法—パソコンによる大容量弾性解析—、1988年、共立出版。
 3) 寺崎俊夫、瀬尾健二、平居孝之、残留応力の整理パラメータ（異種材料の界面接合部に生ずる残留応力について第1報）、1987年11月、溶接学会論文集、第5巻第4号P103-107。

*1 大分大学教授工博