

タイル裏足部分の応力の3次元解析

正会員 平居孝之¹ 同 小笠原和博² 同 三浦淳也³

1 序

鉄筋コンクリートの外壁に張り付けたタイルにおいて、深目地の仕様ではタイルの裏足の部分の破断が、まれではあるが起る。陶磁器質のタイルはモルタルやコンクリートに比べて強度が高いと考えられるにもかかわらず、このような現象が起きる原因を解明することを目的として、タイルの裏足部分に生じる応力の解析を試みた。

2 解析対象

図1に示す二丁掛タイルを取り上げた。裏足は長辺方向に付いており、先の方が幅の広い足形状の断面をしている。図2の左のように深目地仕様の場合と、比較のため右のように浅目地仕様の場合を対象にした。

図2の左の深目地仕様の場合に、タイルの破断がまれに観察され、その破断箇所は図1と図2にAとBで示した面である。

3 数値計算方法と解析モデル

数値計算は6面体20節点アイソパラメトリック要素を用いた3次元有限要素法プログラム¹⁾を用いた。

対称性から図3のような部分を取り出し、深目地仕様の場合は図4のような有限要素モデルを設定した。浅目地仕様の場合は、図4で目地の部分に1列の要素を追加した有限要素モデルを設定した。タイル、コンクリート、目地モルタルの性質を表1のような値とし、線形弾性に従うものと仮定して数値計算を行った。

乾燥収縮の場合は、コンクリートの乾燥収縮により壁全体が縮むことを考慮しなければならないが、ここでは鉄筋の拘束やびわれの発生により、壁の面内方向(図

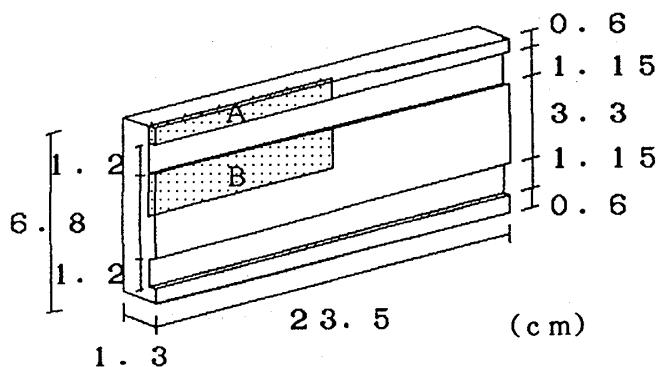


図1 二丁掛タイル

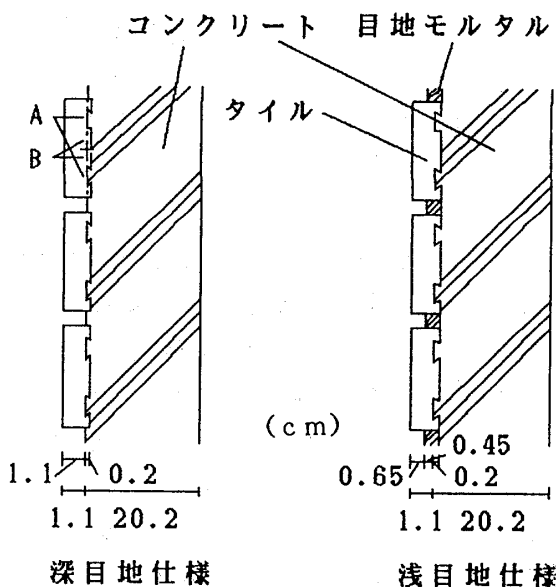


図2 解析の対象

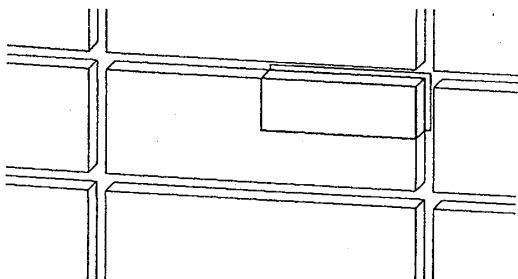


図3 数値計算の対象部分

表1 材料の性質

	タイル	コンクリート	目地モルタル
ヤング率 10^5 kgf/cm^2	4.7	2.4	1.4
ポアソン比	0.1	0.17	0.2
乾燥収縮率 10^{-4}	0	-5	-14
線熱膨張係数 10^{-5}	0.6	1.1	1.6

* 1 大分大学教授工博 * 2 (株) INAX施工技術研究所 * 3 大分大学大学院

4のモデルでy軸とz軸の方向)には、全体の長さは元のままとした。すなわち図4のモデルでy軸とz軸方向の両端面に、面に垂直方向の変位は0の境界条件を与えた。

温度上昇と温度低下は、図5のような温度の分布を仮定し、コンクリートが温度変化で伸縮しただけ全体が伸縮するとして、図4のモデルでy軸とz軸方向の両端面に、その伸縮量を面に垂直方向の変位の境界条件として与えた。

4 数値計算結果

深目地仕様の温度上昇の場合の計算結果について、図1と図2にAとBで示したタイルの破断箇所である裏足の付け根の面について示すと、面に垂直な方向の垂直応力度は図6に、面に平行な方向のせん断応力度 τ_{xy} は図7に、面に平行な方向のせん断応力度 τ_{xz} は図8のようになる。

深目地仕様と浅目地仕様で、乾燥収縮、温度上昇、温度低下の場合ごとに、Aの面とBの面に生じる応力度の計算結果の値の範囲をまとめると図9のようになる。

5 考察

タイルの破断を検討する上で、破壊条件をどのように設定するかは難しい問題であるが、面に垂直な引張応力と面に平行なせん断応力が作用して、それらの値が大きいほど破断し易いと考えられる。

また面に垂直な応力が圧縮の場合は、引張の場合に比べて破断は起き難いと考えられる。

破断面に垂直な方向の垂直応力度は、図9の白抜きの棒で表示したように、深目地仕様の温度上昇と温度低下の場合と、浅目地仕様の温度上昇の場合に引張になっている。これらの場合のせん断応力度は図9の斜線の棒で示したように、深目地仕様の温度上昇と温度低下のときが大きい。特に深目地仕様の温度上昇の場合に、y軸すなわちタイルの長辺方向に作用するせん断応力度 τ_{xy} の値が最も大きい。

このことから、深目地仕様の場合は、タイルの温度上昇時に図1と図2にAとBで示した面に引張せん断の応力が

生じるために、裏足部分が破断するのではないかと考えられる。そのときのせん断応力度は、タイルの長辺方向に作用するものが大きいので、裏足をタイルの長辺方向に削り取るような状態で、破断が生じる可能性があると考えられる。

6 結論

深目地仕様のタイルでは、タイルの温度上昇により、裏足の付け根部分が引張せん断の応力状態になり、タイルから裏足を引き剥すような引張応力とタイルの長辺方向のせん断応力により、裏足がタイルの長辺方向に削り取られるような破断が起きる可能性があると考えられた。

文献1) 平居孝之、寺崎俊男、村上聖、3次元パソコン有限要素法(バージョン2.0ソフト)、共立出版1993年

【謝辞】本研究に尽力して頂いた大分大学卒論生 渡辺齊氏に感謝の意を表する。

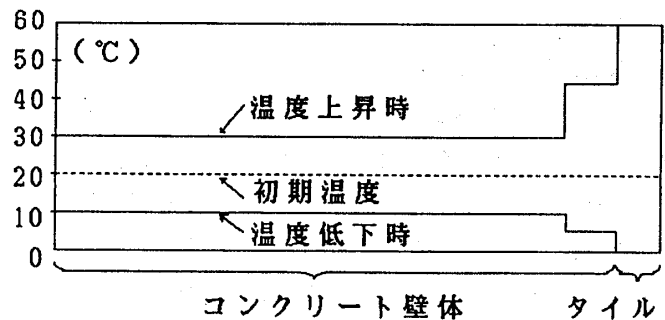


図5 温度上昇と低下の設定温度

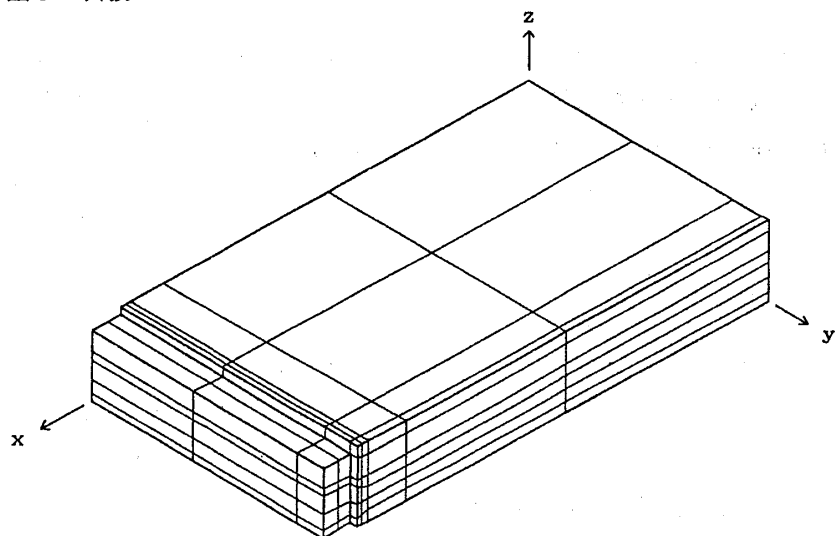


図4 深目地仕様の場合の有限要素モデル

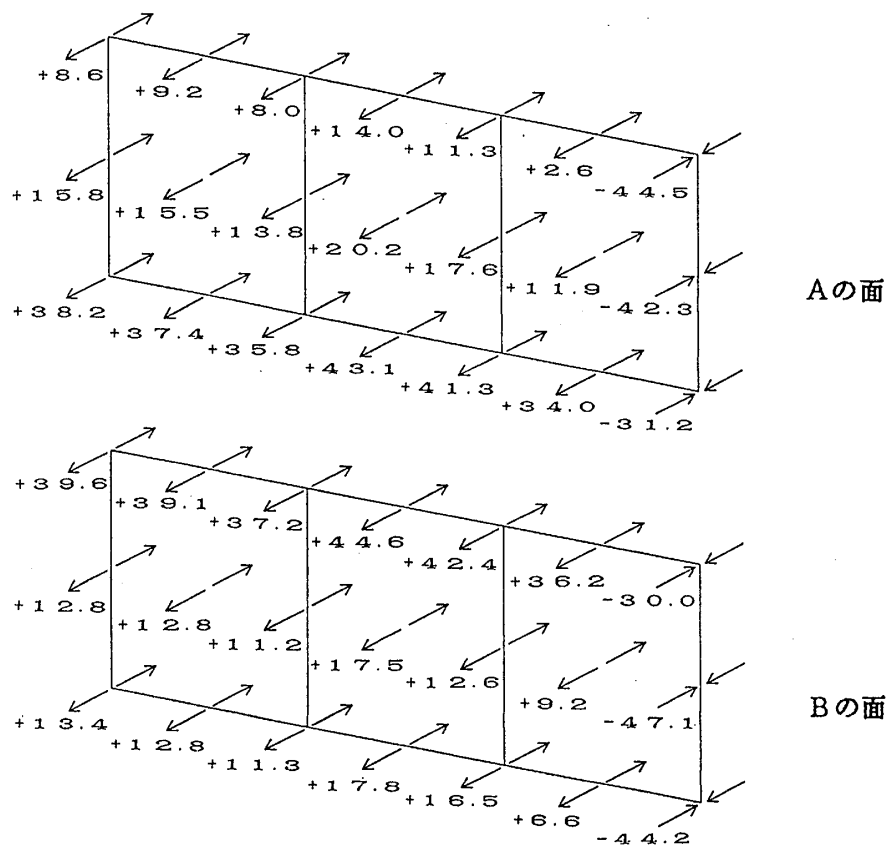


図6 深目地仕様の温度上昇の場合の面に垂直な方向の垂直応力度 σ_x kgf/cm²

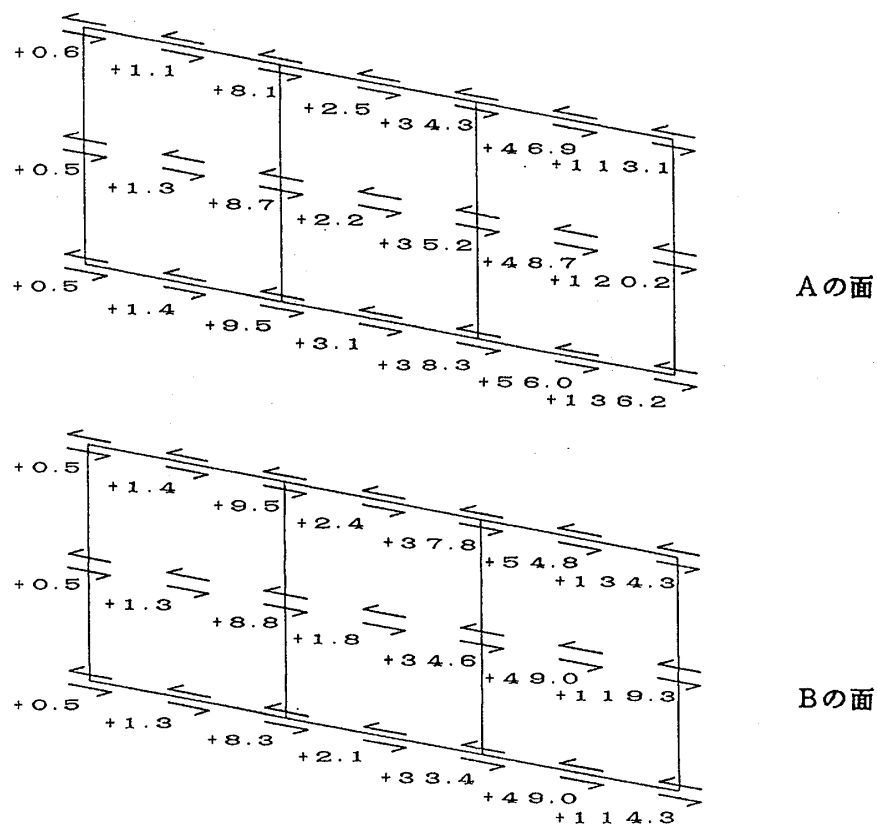


図7 深目地仕様の温度上昇の場合の面に平行な方向のせん断応力度 τ_{xy} kgf/cm²

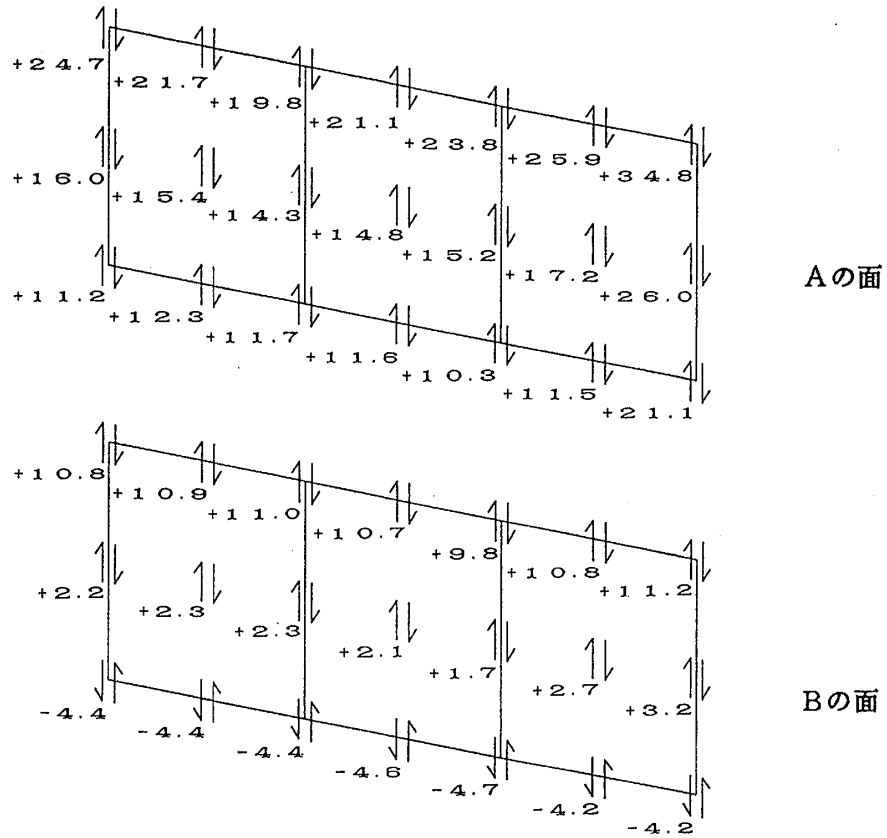


図8 深目地仕様の温度上昇の場合の面に平行な方向のせん断応力度 τ_{xz} kgf/cm²

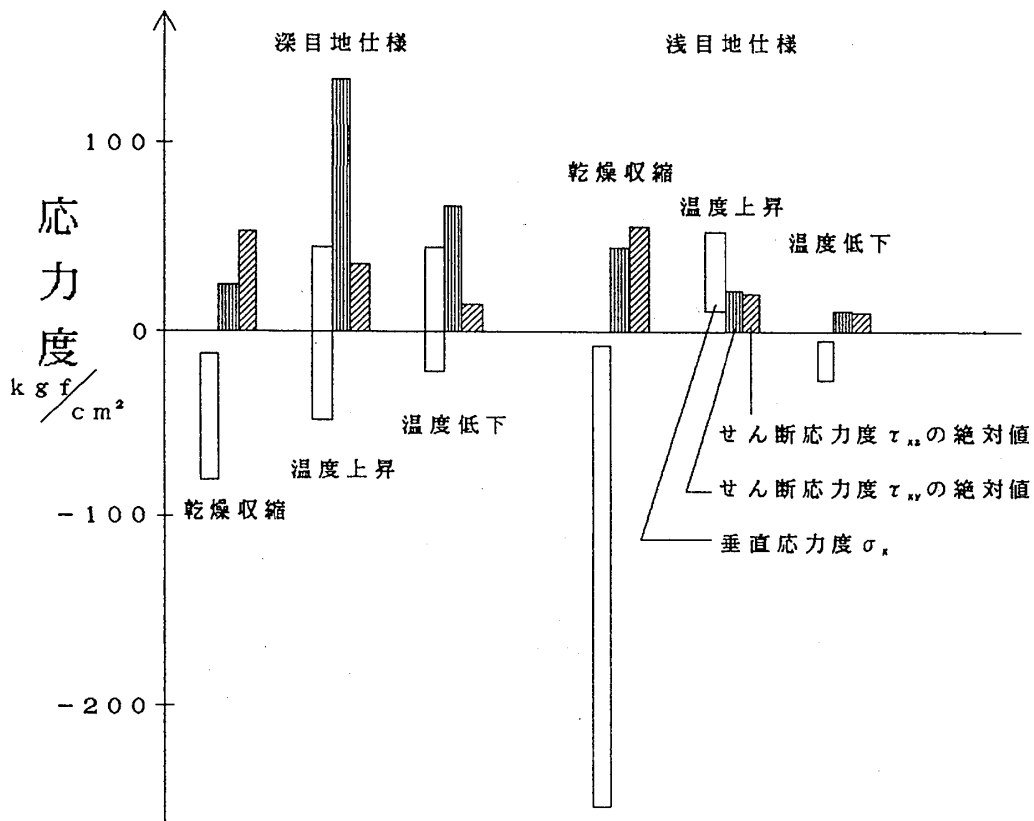


図9 応力度の計算結果の値の範囲