

## メッシュ分割が湿気移動解析の精度に及ぼす影響

仙建工業(株) 正会員 ○二瓶健太  
 東北学院大学 正会員 石川雅美

### 1.はじめに

コンクリートの初期応力のひとつである乾燥収縮応力問題においては、コンクリート内部の湿気移動についての支配方程式が確立され、離散化がなされたことによって温度応力問題と同様に有限要素法による解析が可能になった。それ故、*JCMAC3* (日本コンクリート工学協会製品) などの解析プログラムを用いて温度応力と乾燥収縮応力を重ね合わせた、より現実に近い初期応力を計算できる手法が確立されたと言える。しかしながら、湿度分布は温度分布とは異なりコンクリート表面付近で急激な勾配を持つことから、これまでの温度応力解析において経験的に培われてきたメッシュ分割をそのまま、温度と湿気移動の練成解析に用いると、適正な応力解が得られない場合があり得る。そこで、本研究では、これまでの温度応力解析におけるメッシュ分割をそのまま乾燥収縮応力解析に用いた場合に、解に与える影響について検討する。

### 2.解析モデル

本検討では、図-1 に示す、幅 30m、奥行 7.6m、厚さ 0.8m の底版と、幅 30m、奥行 0.8m、高さ 6.5m の側壁と幅 30m、奥行 7.6m、厚さ 0.7m の頂版からなる国土交通省設計標準の函渠を対象とし、同図の色付けた 1/4 部分を解析モデルとした。解析のメッシュは従来の温度応力解析で用いられている程度の分割幅のもの（以降の図中で「粗」と示す）と、表面付近の湿度勾配を考慮して表面から内部に至る分割を 10mm、30mm、50mm と細かくしたもの（以降の図中で「細」と示す）の 2 種類とした。解析に用いたモデルの断面を図-2 に示す。

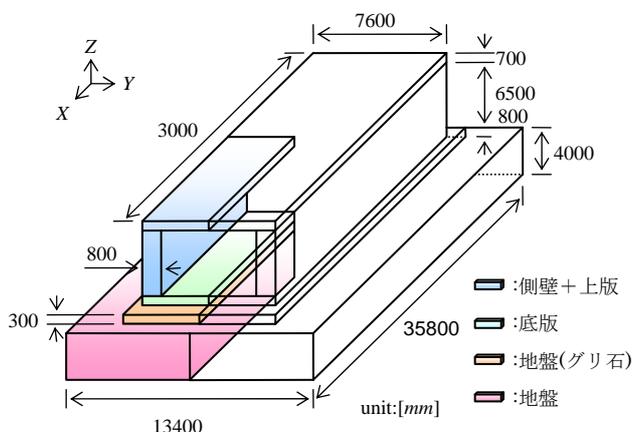


図-1 解析モデル

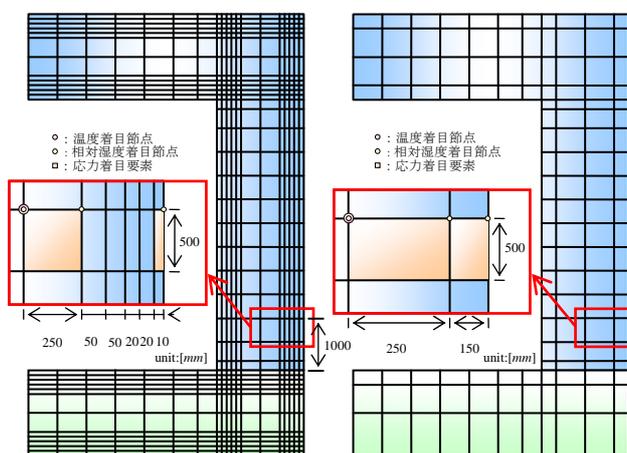


図-2 モデル断面図および解析着目点

### 3.解析条件

解析条件として、使用セメントは高炉セメント B 種とし、単位セメント量は  $300\text{kg/m}^3$ 、水セメント比は 56.7% である。また、材齢 28 日における設計基準強度を  $24\text{N/mm}^2$  とした。打込み温度は、仙台市の 8 月 1 日の年平均温度に  $5^\circ\text{C}$  を加えた  $30.1^\circ\text{C}$  で、解析期間はこの日より 1 年間とした。外気温は理科年表より仙台市の月別平年値を用いた。解析プログラムには *JCMAC3* を使用した。

キーワード：温度応力解析、湿気移動解析、ボックスカルバート、*JCMAC3*

連絡先：〒985-8537 多賀城市中央 1-13-2 東北学院大学大学院工学研究科

5.解析結果

図-3 に温度の解析結果を示す。解析着目点は壁部の厚さ方向の中心位値で底版上面から 1000mm の位置である。温度の解析は、「粗」、「細」いずれのメッシュを用いた場合も解析結果は同じ値となった。

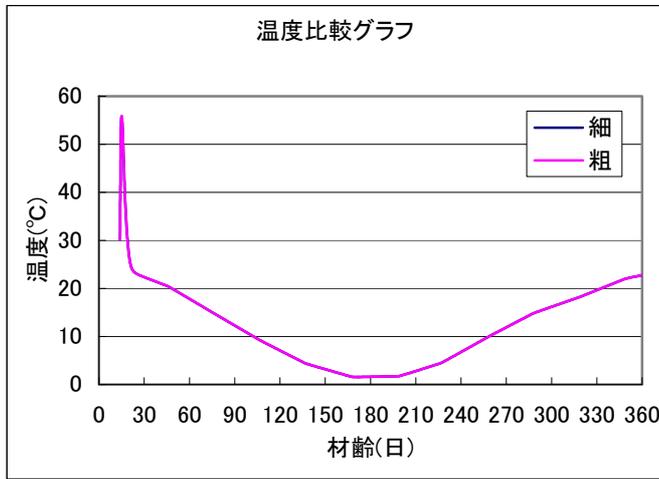


図-3 温度比較グラフ

図-4 は湿度履歴の比較である。「粗」のメッシュでは、「細」のメッシュと比べて湿度が低めに評価される傾向があり、とりわけ表面より 150mm の位置でこの傾向が明瞭であった。図-5 は、底版上面より 1000mm、ボックスの内側表面部から 275mm の位置の壁部の応力である。ピーク時の引張応力は「細」の方が大きくなっているが、ピーク以降は引張応力は徐々に減少し、材齢 240 日以降で圧縮側となる。これに対して、「粗」の方は材齢 60 日以降に再度引張応力が増加するなど、ピーク以降の応力の履歴パターンが「細」とは明らかに異なっている。

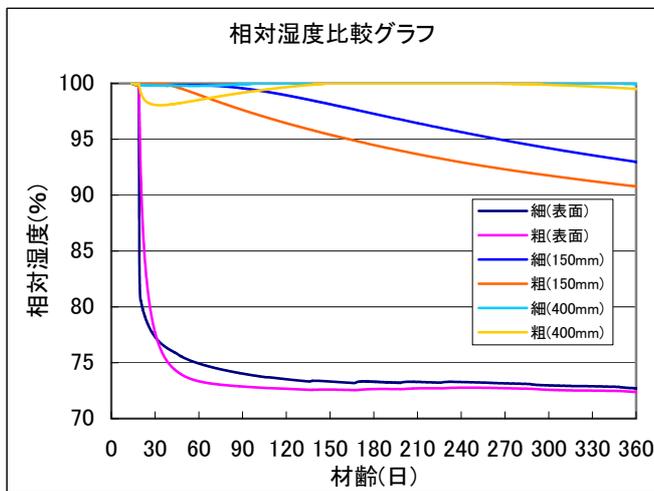


図-4 相対湿度比較グラフ

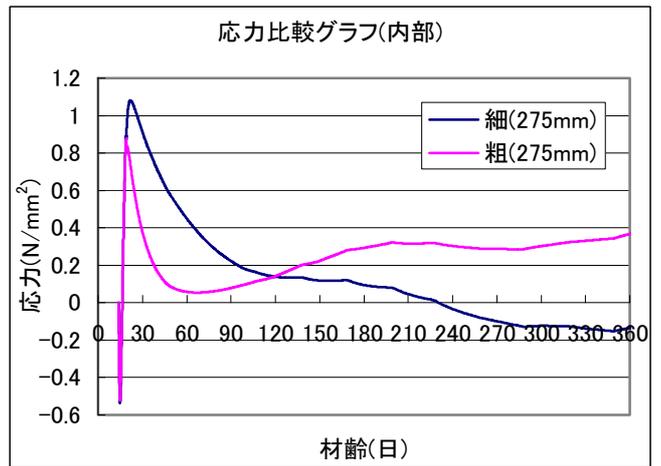


図-5 応力比較グラフ(内部)

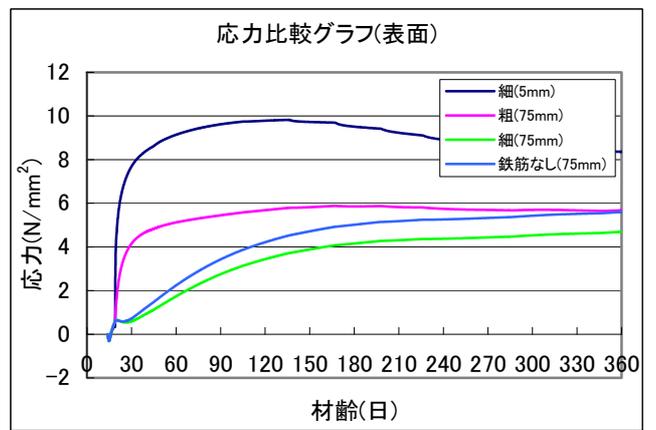


図-6 応力比較グラフ(表面)

図-6 は、表面部応力の比較である。

6.まとめ

温度に関しては、メッシュを細かくしても大きな違いは見られなかった。相対湿度に関しては表面付近から急激に乾燥する傾向が見られた。また、メッシュを細かくした場合と粗い場合とでの同じコンクリート深さでの相対湿度は違いが生じた。応力に関してもコンクリート深さにおける相対湿度の違いから差異が生じた。これらの結果から湿気移動解析を行う際にはコンクリート表面で急激に乾燥する傾向が示されたことから、モデルを作成する際には表面に近いところを細かく分割することにより、より正確な解析結果が得られることが示唆された。

また、本文では割愛したが、乾燥収縮を考慮する際には温度解析に用いる様なタイムステップでは計算が収束しないため、さらに細かいタイムステップを考慮する必要がある。