

離散型ひびわれモデルを導入した3次元温度解析手法に関する研究

岐阜大学大学院 学生員 ○高井茂信
 岐阜大学工学部土木工学科 柴山和輝
 岐阜大学工学部 正会員 森本博昭 小柳 治

1. はじめに

温度ひびわれ性状を精確に把握するためには、3次元解析が必要になってくる。本研究では、JCIマスコンクリートの温度応力研究委員会から提案された離散型ひびわれモデルを用いたFEMにより、壁状構造物の3次元温度ひびわれ解析を実施し、温度ひびわれの3次的性状を明らかにする。さらに、CPひびわれ幅法による解析も行い、3次元解析結果との比較から本手法の適用性を検証する。

2. 解析対象構造物

解析対象構造物は、図-1に示すようにコンクリート基礎上に打設された壁供試体である[1]。供試体の長手方向の鉄筋比は約0.27%である。実測値の最大温度上昇は壁中心で約46℃であった。

3. 解析概要

(1) 3次元解析

ひびわれ解析モデルを図-2に示す。鉄筋の付着は、ひびわれ面から一定区間に付着損失等価領域(1s)を設けることによってモデル化する。1sの値はひびわれ幅算定値に大きな影響をおよぼす。本研究では2次元解析を行った従来の研究[2]を参考に1sの値を10cmとした。

(2) CPひびわれ幅法

CPひびわれ幅法では、応力解放領域 $l_c=165\text{cm}$ 、鉄筋の付着損失等価領域 $l_s=15\text{cm}$ として解析を実施した。

4. 解析結果

(1) ひびわれ幅

解析では4～5日でひびわれが発生した。一方、実測によるひびわれ発生材令は7日であった。図-3はFEMによるひびわれ幅の3次元表示図である。図は視点を斜め上方においた鳥瞰図である。

図から壁に発生したひびわれ幅の3次的分布状態が極めて的確に把握することができる。分布状況に注目すると、ひびわれ幅は中心方向および上方向に膨らみと広がりをもつ曲面をなしていることがわかる。このような空間的情報は、2次元解析からは得られないものであり、ここに3次元解析の重要性を確認することができる。

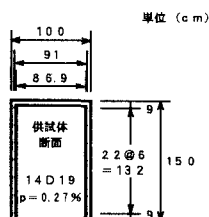
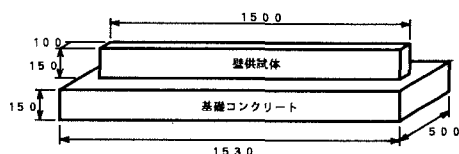


図-1 解析対象構造物

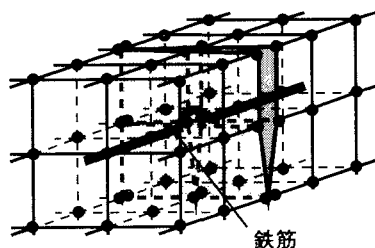


図-2 ひびわれ解析モデル

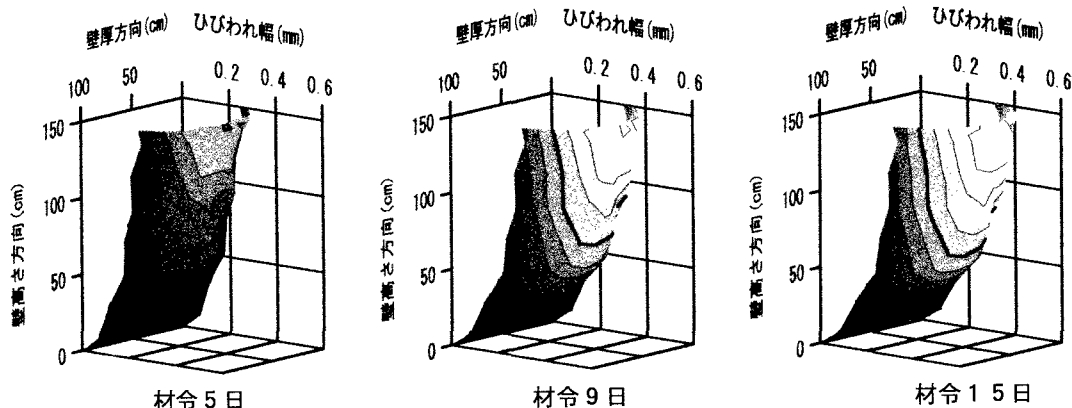


図-3 ひびわれ幅経時変化(3次元解析)

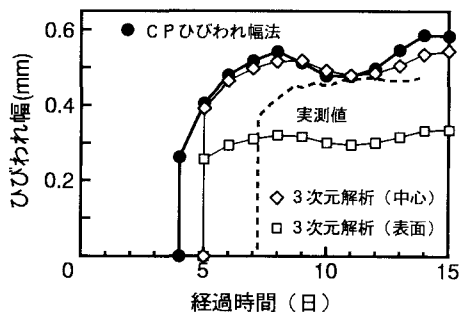


図-4 ひびわれ幅経時変化 (上段位置)

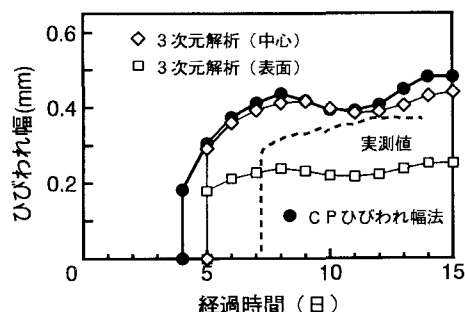


図-5 ひびわれ幅経時変化 (中段位置)

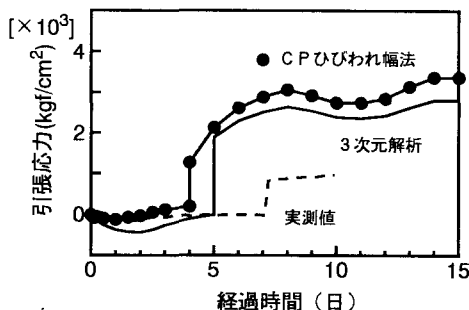


図-6 鉄筋応力経時変化

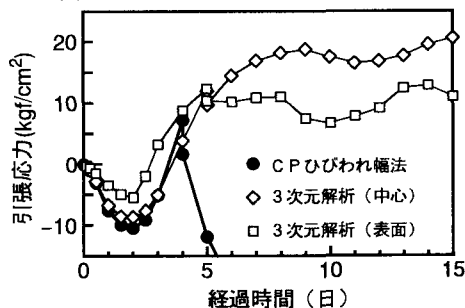


図-7 コンクリート応力経時変化

図-4・5は、FEM、CPひびわれ幅法および実測によるひびわれ幅を比較したものである。図中、FEMの結果は表面と中心の値を示した。またCPひびわれ幅法によるひびわれ幅計算値は鉄筋位置における値である。図より、3次元解析では壁上段、中段のいずれにおいても実測値がほぼ中心と表面の解析値の中間に位置しており、実測値と解析値は良好な対応を示している。一方、CPひびわれ幅法では、実測値で約0.15mm、3次元解析による表面ひびわれ幅と比較すると約0.2mm大きな値を与える。しかし、全般的には実測値およびFEMとの対応は良好である。

(2) 鉄筋応力

図-6は、FEMとCPひびわれ幅法による鉄筋応力の解析結果を比較したものである。図より、FEMとCPひびわれ幅法による鉄筋応力は、よく合致している。一方、実測では解析値に比べかなり小さな値となっている。これは応力の計測定位置がひびわれ面から離れていたことによるものと考えられる。

(3) コンクリート応力

図-7は、ひびわれ面から約2mの位置におけるコンクリート応力のFEM解析値とCPひびわれ幅法による解析値を示したものである。図より、ひびわれが発生する以前のコンクリート応力は、CPひびわれ幅法によるものが若干大きくなる傾向にあるが、全般的には両者は良好に対応している。

4. まとめ

本研究では、コンクリート基礎上に打設された壁状構造物について3次元温度ひびわれ解析を行い、ひびわれ幅の3次元分布性状などを明らかにすると共に、CPひびわれ幅法による解析結果との比較を行った。本研究の成果として次のような知見が得られた。

- ① 3次元温度ひびわれ解析を行うことにより、コンクリート応力およびひびわれ幅の3次元分布性状とその経時変化を、視覚的かつ的確に把握することができる。
- ② コンクリート応力とひびわれ幅について、実測値とFEMとの対応は良好であり3次元解析の有用性が確認された。
- ③ CPひびわれ幅法によるコンクリート応力・ひびわれ幅・鉄筋応力は、FEMよりも全般的にやや大きく算定される傾向にあるが、FEMおよび実測値との対応は良好であった。

参考文献

- [1] JCI; 底面に拘束を受ける鉄筋コンクリート壁状構造物の温度ひびわれ制御実験、マスコンクリートのひびわれ制御指針、pp.127～155、1986
- [2] 例えば、籠橋広文ほか；壁体の3次元温度ひびわれ解析、コンクリート工学年次論文報告集、vol.16、No.1、pp.1359～1364、1994