

V-196

離散型ひびわれモデルによる温度ひびわれ解析についての一考察

岐阜大学 学生員 ○横井 謙二

岐阜大学 正会員 森本 博昭

岐阜大学 正会員 小柳 治

1. まえがき

温度ひびわれ制御対策を検討する場合、予想される温度ひびわれの幅、間隔、および発生位置などを推定することが必要となる。本研究は、離散型ひびわれモデルを導入した非線形有限要素解析による温度ひびわれ算定手法の確立を目的とし、特に温度ひびわれ算定手法へのコンクリートの引張軟化特性の導入法ならびに、軟化曲線モデルが解析結果に及ぼす影響について考察を行ったものである。

2. 解析手法

離散型ひびわれモデルでは、ひびわれの発生、進展に伴うリメッシュが必要となるが、本研究では二重節点を導入し処理の簡便化を計った。コンクリートの引張軟化特性を考慮するため、二重節点間にはひびわれ結合要素を導入した。結合要素周辺の主応力が引張強度に達した時点でひびわれが発生すると考え、節点間の接合を一旦切り放しひびわれを表現した。ひびわれ幅は、二重節点間における各節点の相対変位差により算定した。また、ひびわれ発生後のコンクリートの引張軟化特性は、ひびわれ結合要素の剛性調整により表現するものとした。具体的には、ひびわれ結合要素周りの平均的応力と、ひびわれ幅と引張軟化曲線から定まる応力とが合致するように結合要素の剛性を修正、再評価して行く方法を採用した。解析は増分的に行い、ひびわれ発生までは1つの解析ステップ当たり1℃の温度降下を、そして、ひびわれ発生後は0.5℃の温度降下を与えた。コンクリートの引張軟化特性については、仮想ひびわれモデル (Fictitious Crack Model) 型の軟化曲線を採用し、実際の軟化曲線の近似モデルとして、図-1に示すように、直線モデル及び2直線モデルの1/3モデルと1/4モデルの計3種類について検討した。

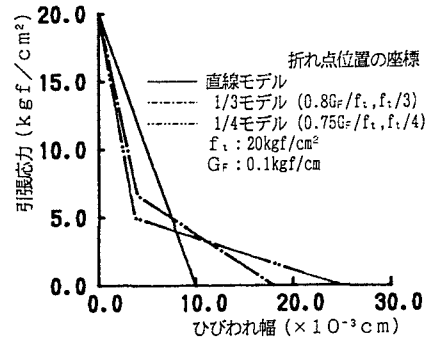


図-1 軟化曲線の近似モデル

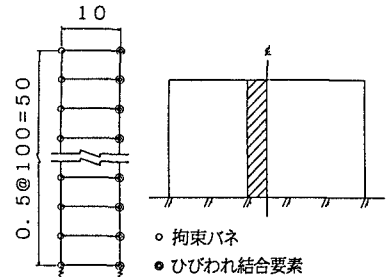


図-2 壁構造物モデル

3. 構造物モデル

解析の対象とした構造物は無筋の壁構造物で、図-2に示すように、壁構造物の中央部をモデル化した系について解析を行った。構造物モデルの一方の側面と底面には、拘束バネを設けて外部拘束が卓越する壁構造物の応力状態を再現した。そして、もう一方の側面は二重節点構造とすると共に、ひびわれ結合要素を配置した。壁の高さは50 cmとし、高さ方向の有限要素分割は100分割とした。

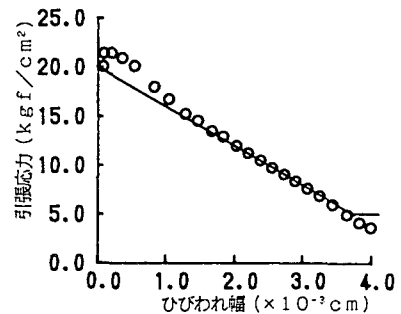


図-3 ひびわれ幅と応力との関係

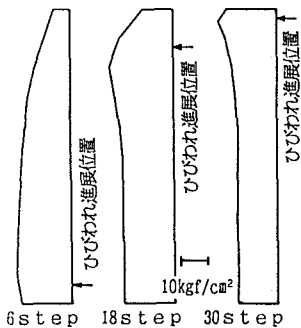


図-4 直線モデルの応力分布の変化

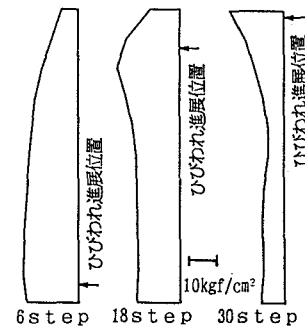


図-5 1/3モデルの応力分布の変化

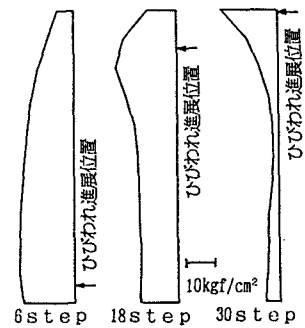


図-6 1/4モデルの応力分布の変化

4. 解析結果

図-3は、1/4モデルを用いた場合の壁底部におけるひびわれ幅と応力の関係を示したものである。図から解析より得られたひびわれ幅と応力の関係は、軟化曲線モデルとよく合致しており、ここで採用した解析手法が妥当であったことを示すものとする。他の軟化曲線モデルを用いた場合も同様の結果が得られている。図-4～図-6にひびわれ発生後の壁高さ方向の応力分布と、その時のひびわれ進展位置（引張軟化が生じている領域の先端）を示す。応力分布では軟化曲線モデルによりかなりの差が出ており、ひびわれが上端近くまで達している30stepにおいては、直線モデルが一番応力が大きく、開口部で13.8kgf/cm²となり、ついで1/3モデル、そして1/4モデルが最も小さく直線モデルの36%の5kgf/cm²となった。ひびわれの進展では大差は認められないが1/4モデルが速くなる傾向にあった。図-7～図-9にひびわれ幅の壁高さ方向の分布を示す。ひびわれ幅については1/4モデル、1/3モデル、直線モデルの順に小さな値を示し、開口部では最小を示した直線モデルは最大となった1/4モデルの82%の値を示した。以上のような温度ひびわれ幅、あるいは応力における差異は、主として軟化曲線モデルの直線勾配に起因すると考えられる。すなわち、直線勾配が急なほどひびわれの進展は急となり、かつひびわれ幅は大きく、ひびわれ後の応力は小さくなる傾向を示す。

5. あとがき

本研究では温度ひびわれ算定法へのコンクリートの引張軟化特性の導入法と軟化曲線モデルの影響について検討した。その結果、ここで採用した引張軟化特性導入法により温度ひびわれの解析が可能であることが確認された。さらに、軟化曲線モデルにおける直線勾配がひびわれの進展、幅、及びひびわれ後の応力に影響を与えることが明かとなった。ただし、どの近似モデルを用いるのがよいかについては、今後、実測値との対応等により評価していく必要がある。

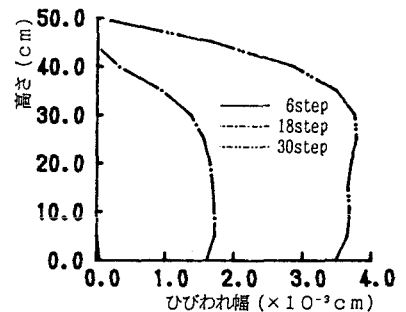


図-8 1/3モデルのひびわれ幅の分布

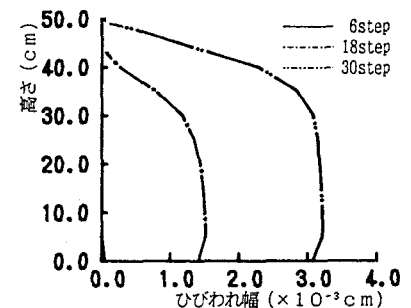


図-7 直線モデルのひびわれ幅の分布

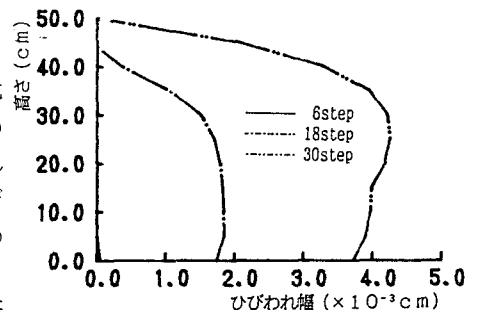


図-9 1/4モデルのひびわれ幅の分布