

V-39

有限要素法によるコンクリートのひびわれ進展解析に関する一考察

東北学院大学 工学部土木工学科 学生員 ○目澤 亘司
 東北学院大学 工学部土木工学科 佐藤 祐輔
 東北学院大学 工学部土木工学科 正会員 遠藤 孝夫

1. はじめに

コンクリートのような複合材料が引張破壊するときの挙動は、破壊領域が局所化することおよび準脆性的に崩壊に至ることが特徴的である。例えば、コンクリート供試体の引張試験や曲げ試験では、最大荷重点に達する前に微細な初期ひびわれが発生・散在し、その後初期ひびわれは周りのひびわれと徐々に結合しながら成長し、最終的に局所化した一本のひびわれによって破断することとなる。したがって、破壊進行領域における破壊メカニズムを明らかにし、これらの特性を定量化することは、コンクリート構造物の非線形挙動をより合理的に予測するために重要になってきている。そこで、本研究ではコンクリートのひびわれ進展の基礎的研究として、有限要素法で解析モデルの要素サイズの大きさを変化させ、そのことが結果にどう影響するか、数値的に検討した。

2. 引張軟化モデルとその導入

コンクリートのひびわれ進展解析を行う場合、予め解析プログラムに引張軟化モデルを組み込んでおかなければならない。それはひずみの増加に伴い伝達される応力が低下する軟化現象を考慮するためであり、この現象は引張軟化特性と呼ばれている。引張軟化モデルとしては図-1に示すようなものを使用する。ここで、Case Aは引張強度 $f_t = 30 \text{ kg f/cm}^2$ で破壊エネルギー $G_F = 0.12 \text{ kg f/cm}$ の $1/4$ モデルであり、Case Bはそれを破壊エネルギーは変えずに直線モデルとしたもの、そして、Case Cは破壊エネルギーの影響を見るためにCase Aでの初期勾配のまま直線モデルとしたものである。つまり、Case Cは他と破壊エネルギーが異なる。引張軟化モデルとしては、直線モデル、2直線モデル、多直線モデルおよび曲線モデルなどが

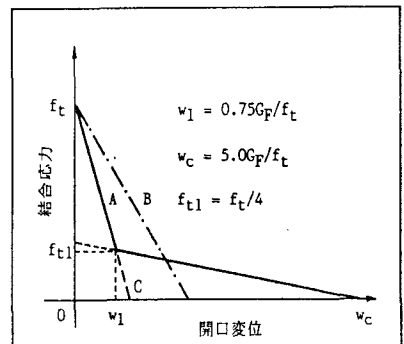


図-1 引張軟化モデル

知られている。解析の面からの注意点を述べれば、直線モデルの引張軟化則の場合には限界開口変位を越えなければ一回の解析で解を求めることが出来る。2直線の場合には一度初期の傾きを用いて解析した後ひびわれ開口変位を求め、もしも解放変位がモデルの変曲点を越えていれば、別の傾きを用いて解析することになる。多直線モデルや曲線モデルでは、2直線モデルでの方法を繰り返し行って解析する方法がとられる。

なお、本研究ではCase Bの直線モデルを用い、一回の解析で解が求まるよう設定した。他の引張軟化モデルに関しては、後の研究の際に使用するとして本研究では、使用しないものとする。

3. 解析条件

(1) 解析モデル

解析に用いた各モデルの総節点数、要素数、解放節点数を表-1に示す。また解析モデルの一例として、解析モデル1の図を図-2に示す。

	総節点数	要素数	解放節点数
解析モデル1	24	30	5
解析モデル2	42	58	10
解析モデル3	79	119	20

表-1 各モデルの総節点数、要素数、解放節点数

(2) 物性値表-2 解析に用いた物性値

解析に用いた物性値を表-2に示す。

(3) 荷重条件および拘束条件

荷重点への単位荷重を荷重。拘束条件として、x方向拘束点は、荷重点および荷重点から一つ下の節点番号、y方向拘束点は、ローラー部分とした。

ヤング率 (kg f/cm^2)	20000.0
ポアソン比	0.2
引張強度 (kg f/cm^2)	30.0
破壊エネルギー (kg f/cm^2)	0.12

表 - 2 解析に用いた物性値

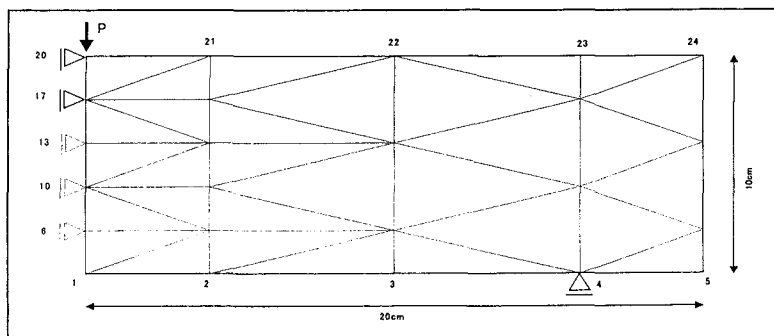


図 - 2 解析モデル 1

4. 解析結果

解析により得られた荷重 - 荷重点たわみ分布を図 - 3 から図 - 6 に示す。特に図 - 6 では各解析モデルとの比較をしている。

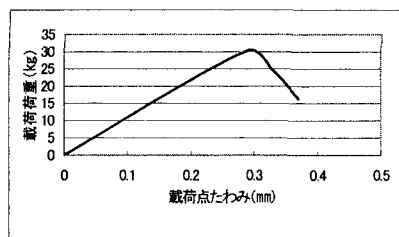


図 - 3 解析モデル 1 の場合

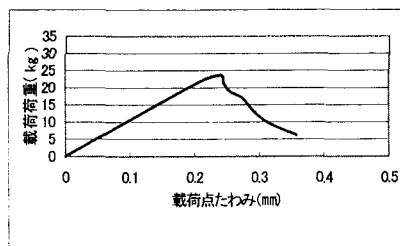


図 - 4 解析モデル 2 の場合

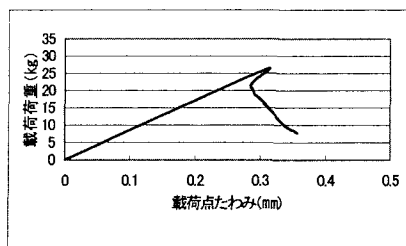


図 - 5 解析モデル 3 の場合

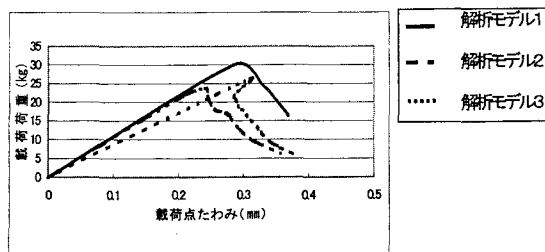


図 - 6 各解析モデルとの比較

5. まとめ

本研究の範囲内で、次のことが言える。

- 1) 有限要素法を用いて、コンクリート単純梁の右半分の領域を考慮して、ひびわれ進展解析を行った。解析により得られた荷重 - たわみ分布は、各解析モデルとの比較で、数値にばらつきが認められた。
- 2) 解析により得られた荷重 - たわみ分布のうち、荷重点荷重については、要素の大きさによる相違は小さかった。