

岐阜大学大学院 学生員 松井 祐一

岐阜大学工学部 正会員 内田 裕市 六郷 恵哲 小柳 治

1. まえがき

コンクリート部材の破壊挙動を有限要素法を用いて解析を行う場合、要素分割の違いによって解析結果が異なることがある¹⁾。本研究では、鉄筋コンクリートはり部材を対象として、要素分割（特にパターン）が解析結果に与える影響について検討する。

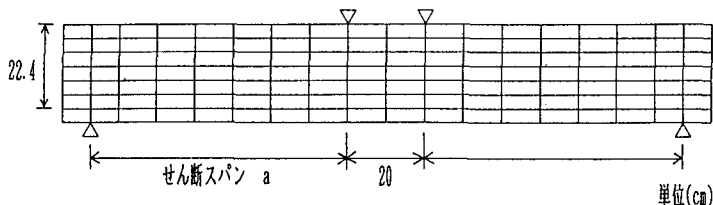
2. 解析の概要

解析では、分布ひびわれモデルが組み込まれた汎用プログラム・DIANAを用いた。

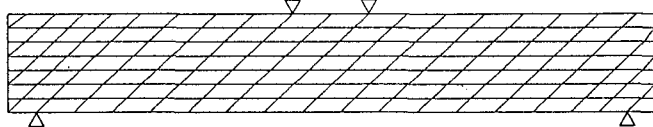
コンクリートは、弾塑性体として、降伏条件としてDrucker-Pragerの式を用いた。引張ひびわれ発生後は直線軟化を仮定し、終局（応力がゼロとなる）ひずみを 500×10^{-6} とした。せん断低減係数は0.2で一定とした。対象とした供試体は3種類であり、その寸法諸元を表-1に示す。実験では、 a/d が4の場合には曲げ破壊を生じ、 a/d が3および3.5の場合にはせん断破壊を生じたものである。それぞれの供試体について、図-1(a),(b)に示すような対称に分割したモデルと、非対称に分割したモデルを用いて解析を行った。コンクリートに

表-1 供試体の寸法諸元

供試体名	供試体寸法 (cm) 幅×高さ×スパン	せん断スパン a (cm)	有効高さ d (cm)	a/d	鉄筋比 (%)
E(A)-3	20×26×155	62.5	22.4	3	1.28
E(A)-3.5	20×26×178	79		3.5	
E(A)-4	20×26×200	90		4	



(a) 対称分割



(b) 非対称分割

図-1 要素分割図

は、8節点アイソパラメトリック要素を用い、鉄筋には3節点トラス要素を用いた。解析に用いた材料定数は、実験時に得られたものを用いた。載荷は、強制変位（ただし、両載荷点の変位を同じとする）で与えることとし、収束判定にはエネルギーのノルム ($< 10^{-3}$) を用いた。

3. 解析結果

図-2,3に解析で得られたそれぞれの荷重-変位曲線を示す。図中の×印はその点で解が発散したことを示し、E, Aはそれぞれ実験および解析を示し、数字は a/d を表す。それぞれの要素分割で比較すると荷重-変位曲線に大きな違いは見られず、曲線の傾きも実験値とほぼ一致した。しかし、図-4に示すように非対称の要素分割では、 a/d が小さくなるにつれて両載荷点における荷重に大きなばらつきが生じた。図-5(a),(b)に $a/d=3$ の場合の最大荷重時における主引張ひずみの分布を示す。同図からわかるように、対称分割の

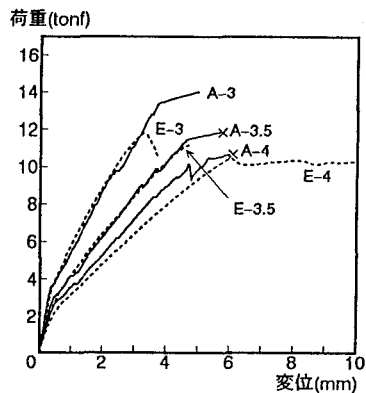


図-2 荷重-変位曲線（対称分割）

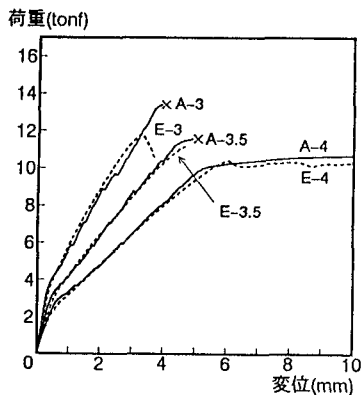


図-3 荷重-変位曲線（非対称分割）

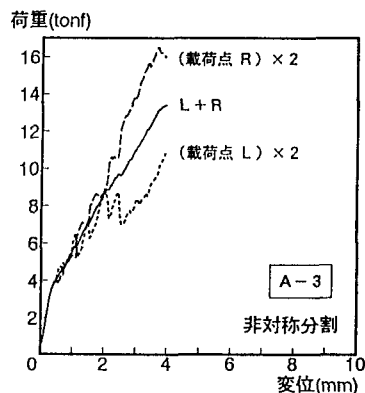
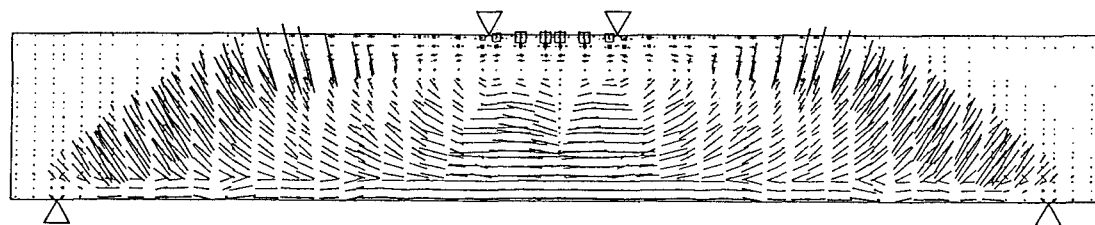
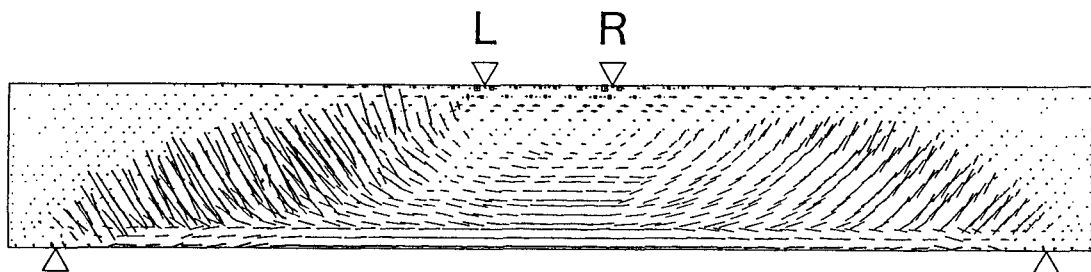


図-4 両載荷点の荷重-変位曲線



(a) 対称分割



(b) 非対称分割

図-5 主引張ひずみ分布

場合にはひずみ分布もほぼ対称となっているのに対して、非対称分割の場合には図中左側の方が斜め引張ひずみが大きくなっている。ひずみ分布が非対称になる原因としては、供試体の左側は斜めひびわれの進展方向と要素分割の方向が比較的近いのでひびわれが局所化しやすいのに対して、右側は方向が異なるためひびわれが分散して発生するためと考えられる¹⁾。その結果、部材の右側は左側に比べ、見かけ上剛性が高くなり、両載荷点の荷重に差が生じたものと考えられる。

4. まとめ

以上の結果より、本解析の範囲内では、全体荷重と変位の関係には要素分割の影響はほとんど見られなかったが、供試体内部の挙動を詳細に見ると、解析結果は要素分割の影響を受けていることがわかった。

参考文献

- 1) 内田、六郷、小柳；仮想ひびわれモデルを組込んだ分布ひびわれモデルによるコンクリートのひびわれの有限要素解析、土木学会論文集、No. 466/V-19、pp. 79～88、1993