

山梨大学大学院 学会員 山内 啓義

山梨大学工学部 正会員 中村 光

山梨大学工学部 正会員 檜貝 勇

1. まえがき

鉄筋コンクリート部材のせん断破壊に関する活発な研究の結果、単純な荷重の作用を受ける場合のせん断破壊に関しては、そのせん断破壊性状はかなり明らかにされ、せん断耐力も経験式によって精度良く算定できるようになっている。しかし、軸力を受ける場合のRC部材のせん断耐力についてはいまだ明確にされていないのが現状である。そこで本研究では、軸力圧縮力を受けるRCはりの有限要素解析を行い、軸圧縮力がせん断挙動に及ぼす影響に対する解析的評価の可能性について検討を行った。

2. 解析概要

本研究では、コンクリートの引張応力下の材料モデルとして、軟化特性と破壊エネルギー ($G_f = 0.15(\text{kgf/cm})$) を考慮した図1に示す応力-ひびわれ幅関係 (3乗モデル) を用いた。一方、圧縮応力下の材料モデルとしては、図2に示すように最大圧縮応力以前は応力が2次放物線で増加し、最大圧縮応力以降はコンクリートの圧縮破壊エネルギー ($G_c = 0.18f_c(\text{kgf/cm})$) に基づいて算定される σ_1 までは直線的に応力が低下してゆくモデルを仮定した。また、最大圧縮応力はCollinsの式を用いて、主引張ひずみに従い変化すると考えた。材料モデルに破壊エネルギーを導入すると、要素の等価長さ (l_{eq}) が必要になるが、本研究では、等価長さを要素短辺の長さとした。なおコンクリートのひびわれモデルとしては、ひびわれ面のせん断伝達特性を考える必要がなく、解析上簡単なモデルである回転ひびわれモデルを適用した。

3. 実験結果と解析値との比較

ここでは、軸力が作用した集中荷重を受けるRCはりの実験結果と解析値との比較検討を行う。解析対象とした実験供試体は、幅200mm、有効高さ160mmの矩形断面に対し、せん断スパン比 (a/d) を5.31と2.97の2通りに変化させたRCはりであり、軸圧縮応力としてはそれぞれのせん断スパン比に対して $10.25.50(\text{kgf/cm}^2)$ を与えた計6体である。なお、 a/d が2.97の供試体の引張鉄筋比は2.4%、 a/d が5.31の供試体の引張鉄筋比は3.2%である。またコンクリートの圧縮強度は、240~350(kgf/cm^2) である。

実験結果と解析結果を比較した一例として $a/d = 2.97$ 、 $\sigma_0 = 50(\text{kgf/cm}^2)$ の供試体に対する要素図ならびに

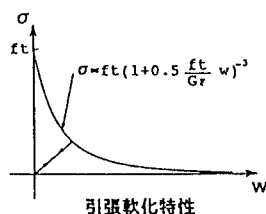


図1 応力-ひびわれ幅関係

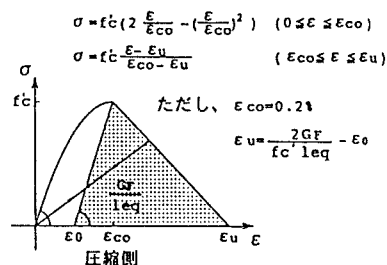


図2 圧縮応力下の応力-ひずみ関係

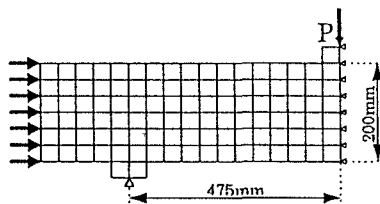


図3 要素分割図

キーワード：軸圧縮力、せん断耐力、RCはり、有限要素法

連絡先 〒400 甲府市武田4-3-11 TEL 0552-20-8529 FAX 0552-20-8773

荷重変位関係を図3および図4に示す。図4に示す荷重変位関係によれば、斜めひびわれ発生付近までは解析値と実験値は良く一致している。それに対して斜めひびわれ発生後、実験ではタイドアーチ的耐荷機構に移行して耐力が増加しているのに対し、解析ではほとんど荷重増加傾向が見られなかった。従って、この供試体では斜めひびわれ発生荷重までは解析による評価が可能であるが、耐力を評価することは困難であるといえる。

4. 斜めひびわれ発生荷重ならびに耐力に対する軸力の影響評価

全6供試体に対し、解析および実験より得られた斜めひびわれ発生荷重ならびに耐力を比較した結果を図5および図6に示す。図5は $a/d=5.31$ 、図6は $a/d=2.97$ の供試体に対する結果を示している。図中■印は耐力の実験値□印は耐力の解析値を、▲、△はそれぞれ斜めひびわれ発生荷重に対する実験値と解析値を示す。

図5に示す $a/d=5.31$ の供試体はすべて斜め引張破壊をしたものであるため、耐力と斜めひびわれ発生荷重が一致するが、この場合解析値が実験値をいづれの軸力に対しても下回る結果となった。ただし、解析値は実験値の約80%と一定であり、また、軸力による耐力増加傾向がほぼ一致していることから、斜め引張破壊する場合のせん断耐力に及ぼす軸力の影響は解析的に評価できるといえる。

一方、図6に示す $a/d=2.97$ の供試体は、軸力が作用していない時は斜め引張破壊し、軸力が作用するとせん断圧縮破壊へと破壊モードが変化した供試体であるが、実験では軸圧縮力の増加とともに耐力が急激に上昇してゆく傾向を示すのに対し、解析では耐力はほとんど増加しない結果となった。従って、このようなせん断スパン比が比較的小さい供試体に軸力が作用した場合のせん断耐力は、本解析手法では評価することが困難であると考えられる。ただし、斜めひびわれ発生荷重は $a/d=5.31$ のケースと同様に、解析値が実験値を下まわってはいるものの、軸力による影響を妥当に評価しているといえる。

5. まとめ

斜めひびわれ発生荷重については、実験結果と解析値とはその大きさに若干のずれがあるものの、軸力が大きくなるに従って双方ともほぼ同じ増加傾向を示すことから本解析手法により評価が可能であると考えられる。これに対し、斜めひびわれの発生によって直接破壊に至らない、せん断圧縮破壊の場合は、軸力による耐力の増加傾向は一致せず、本解析手法では評価することが困難であることが分かった。せん断圧縮破壊の耐力に及ぼす要因としては、圧縮部コンクリートの材料特性が大きいと考えられるため、今後圧縮応力下のコンクリート構成モデルに関してさらなる検討をしてゆく必要があると考えられる。

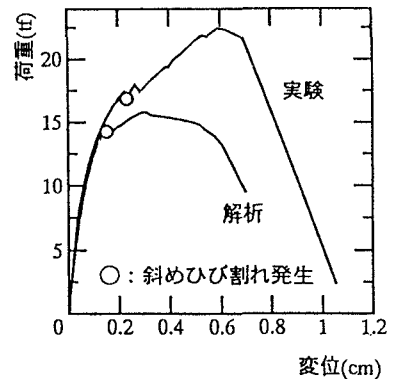


図4 荷重-変位関係

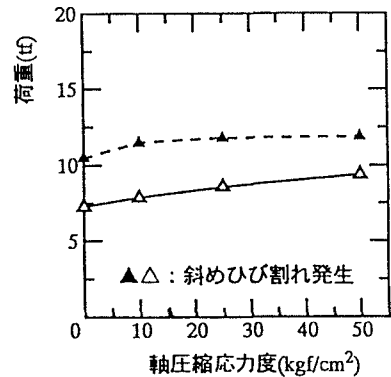


図5 $a/d=5.31$ の供試体に対する結果

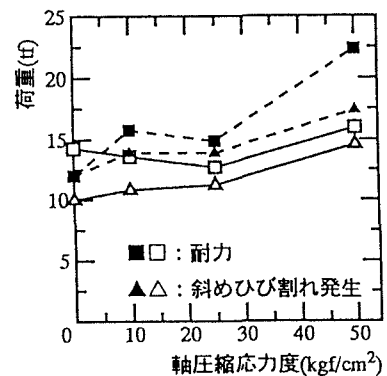


図6 $a/d=2.97$ の供試体に対する結果