

徳山高専 正員○田村隆弘
 徳山高専 正員 重松恒美
 徳山高専 正員 原 隆
 呉 高専 正員 中野修治

1. まえがき

軸方向引張り力を受けるRC棒部材のせん断耐荷力に関する研究は、実験をする場合に、一定の軸方向引張り力を負荷させた状態での曲げ載荷が容易でないことや、実存する構造物において軸方向引張り力を受けた状態が考慮されにくいところからその研究事例が極めて少ない。本研究は、この軸方向引張り力を受けるRC部材について、有限要素法によるシミュレーション解析を行い、そのせん断耐荷力におよぼす軸力の影響を解析的に調査することを目的とした。解析手法の有効性は、著者らがこれまでに行ってきた実験結果と比較する事で評価した。

2. 解析対象

図-1に示すような、①構造の最も単純な複鉄筋長方形梁、②せん断補強筋を有する複鉄筋長方形梁、③せん断補強筋のないT型梁の3種類について、0tfから5tfの範囲で軸方向引張り力を負荷させ解析を行った。

3. 解析概要

本解析では、ウェブとそしてフランジからなるT型梁まで解析するためシェル部材の解析のために開発されたアイソパラメトリック退化シェル要素を用い、これらの梁の弾塑性解析を行った。また、荷重の増分法として、不安定解析に有効であるとされる変位増分法を採用した。

図-2に今回の解析のために使用した要素分割を示す。長方形梁の場合には、全体をほぼ均一に要素分割したもの(Aタイプ)と、鉄筋位置要素を細かく要素分割したもの(B、Cタイプ)を用意し、それぞれの結果を比較した。T型梁では、フランジにおいて45、ウェブで90の要素に分割したものを用意した。T型梁におけるフランジとウェブの接合条件としては、フランジとウェブにおいて重なるべき節点において同時変位条件を考慮するものとした。有限要素解析におけるコンクリートや鉄筋のモデル化については、コンクリートの圧縮挙動では、降伏条件は、図-3に示されるような2次元応力空間によって表される降伏関数を用いて表すものとし、流動則については、

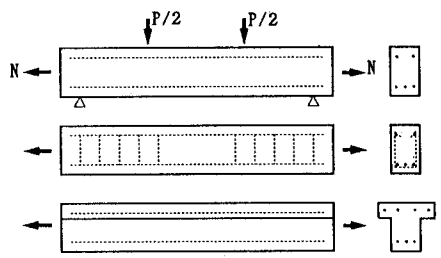
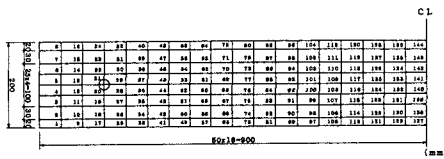
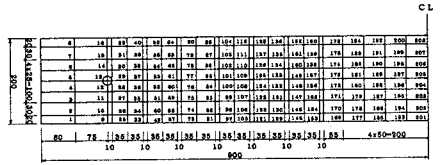


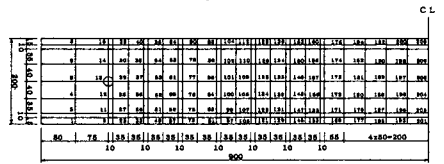
図-1 解析対象部材



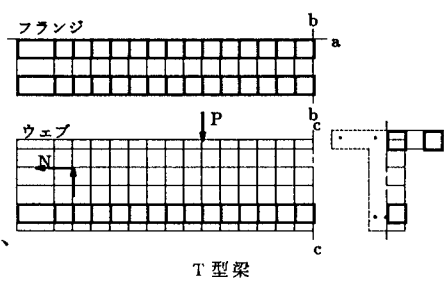
Aタイプ



Bタイプ



Cタイプ



T型梁

図-2 要素分割

材料の降伏曲面に対する通常の塑性ポテンシャルの概念を導入した関数で表されるものとした。また歪硬化則は、図-4で定義される1次元の応力-歪関係から表される式により表すものとし、圧壊条件は歪制御問題として記述され、降伏条件と同様に定義された。コンクリートの引張り挙動の取扱いでは、最大引

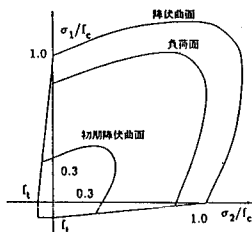


図-3 コンクリートの2次元応力表示

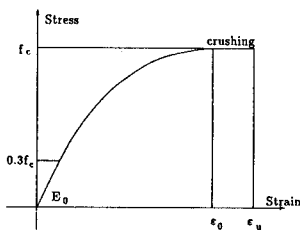


図-4 一軸の応力-歪の関係

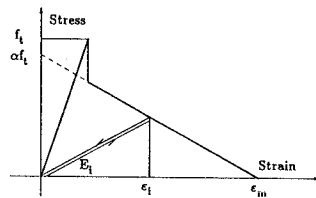


図-5 引張り状態の応力-歪の関係

張り主応力が引張り強度を越えたときに破壊するものと仮定した。また、クラックの生じた要素の挙動を表すために、コンクリートの挙動を、クラック前は等方性材料として、クラック発生後は直交異方性材料として定義した。そして、鉄筋コンクリート構造の変形解析で重要な要因とされる引張り剛性については、図-5で示されるような引張り応力下におけるコンクリート応力成分の関係を仮定した。ここで、 α 、 ϵ_m は引張り剛性パラメータである。鉄筋のモデル化については、鉄筋は等価な厚さを有する鉄筋層と考え、鉄筋方向にのみ軸方向の剛性を有する一軸挙動の材料として扱った。弾塑性の挙動を扱うため弾性係数については、降伏前と降伏後のバイリニアで仮定した。

4. 解析結果

図-6は、A、B、Cのそれぞれの要素分割による解析結果(せん断補強筋あり、スパン中央における荷重-変位の関係で、1ステップの変位増分量は1/100mm)と実験結果を比較したものである。いずれも実験結果とは初期の勾配に誤差がみられるものの、Aタイプの要素分割が耐荷力、初期クラック後の勾配においても最も良く近似している。

図-7は、引張り剛性パラメータ α 、 ϵ_m の変化に対する解析解の変化を示している。 α 、 ϵ_m を変化させる事により、終局耐荷力は、ほとんど変化しないが初期クラック後の曲線の傾きにかなり差が現れる事が確かめられる。このことより、引張り剛性パラメータをいくらにとるかによって、解析解の精度が大きく作用される事が言えるが、これの選択については今後の課題である。

図-8では、軸方向引張り力を変化させる事による梁の挙動および耐荷力の減衰の状態を荷重-変位曲線から観るものであるが、軸方向引張り力が大きくなるにしたがって、初期クラック発生荷重が大きく影響を受け、その結果、終局耐荷力が大きく減衰して行くことが確かめられる。

5. あとがき

長方形梁では、せん断補強筋の有無に関わらず、Aタイプの要素分割が最も有効であった。T型梁の場合でもフランジとウェブの接合条件を考慮することで、有効な解析解を得る事ができた。また、コンクリートの引張り剛性を適正に選択する事により、かなり実用的な結果を得る事が可能であると言える。

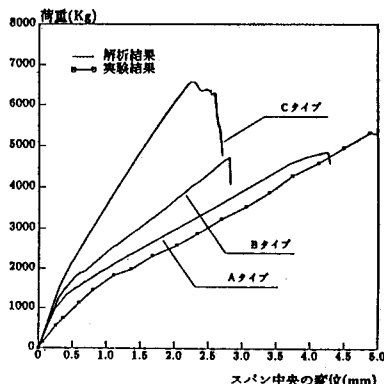


図-6 せん断補強筋を有する梁の荷重-変位図

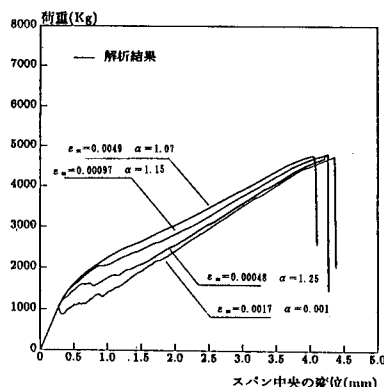


図-7 引張り剛性パラメータを変化させた場合の荷重-変位の関係

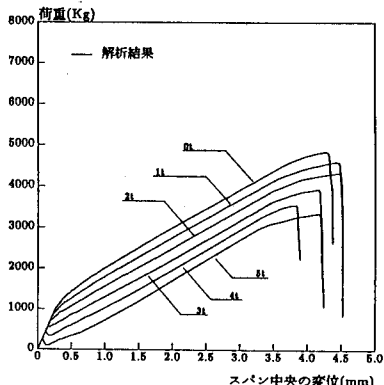


図-8 軸方向引張り力の変化させた場合の荷重-変位の関係