

繰り返し荷重を受ける鉄筋コンクリート矩形梁のせん断耐力に関する研究

徳山工業高等専門学校	学生員	○中山 拓
同 上	正会員	重松恒美
同 上	正会員	原 隆
同 上	正会員	田村隆弘

1. まえがき

単調荷重を受ける鉄筋コンクリート梁は個々の条件によりせん断あるいは曲げ破壊を起こす。これらの条件は圧縮強度、鉄筋比、せん断スパン比、有効高さ、軸方向力などに分けられる。しかし繰り返し荷重を受ける梁は、その破壊メカニズムが単調荷重の場合とは異なり繰り返し荷重によって材料に繰り返し応力が生じ、その繰り返し回数が非常に多くなると単調せん断耐力よりも小さな荷重で破壊される。また構造物が直下型地震等による鉛直力を受ける場合には梁部材は繰り返し荷重のせん断力と軸方向力を受ける。このことから、本研究では軸方向引張力を伴う繰り返し荷重を受ける梁の挙動を実験的に解析する。また、アイソパラメトリック要素を用いた有限要素法による解析を行い、実験値との比較検討も行う。

2. 繰り返し荷重を受ける梁の荷重試験

2.1 供試体形状及び実験条件

供試体の断面形状及び配筋を図-1に示す。引張鉄筋及び圧縮鉄筋には異形棒鋼D10(SD295A)を使用しせん断補強筋は配していない。軸方向引張力は $N=0$ 、 $N=2tf$ 、 $N=4tf$ の3種類で行い、単純と繰り返し荷重についてそれぞれ実験を行った。鉄筋比は0.0214とし、せん断スパン比(a/d)は2点集中荷重として2.5とした。

2.2 荷重装置と試験方法

軸方向引張力を伴う荷重試験に用いた荷重装置の概略図を図-2に示す。荷重装置は、軸力を導入するための水平アクチュエーターと曲げ荷重のための鉛直アクチュエーターで構成されている。各軸方向引張力は水平アクチュエーターを用いて荷重制御により供試体の両端に導入する。鉛直荷重は鉛直アクチュエーターにより所定のせん断スパン比にセットされた荷重梁を用いて2点荷重する。そして鉛直制御システムの下で、梁が破壊に至るまで鉛直荷重を漸増させ各荷重ステップにおけるひび割れの進行状況を供試体表面にマーキングしていく。また梁のせん断変形を測定するためにダイヤルゲージをスパン中央部や荷重点下に配置する。

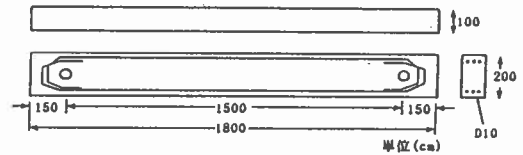


図-1 供試体形状及び配筋

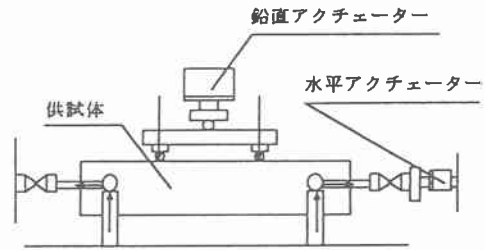


図-2 荷重装置

3. 有限要素法解析

本解析では、鉄筋コンクリート矩形梁の解析を行うために構造及び支持条件の対称性から、梁スパン方向の1/2を解析の対象とし、9節点アイソパラメトリック退化シェル要素を用いて供試体を分割する。分割した解析モデルは144個の要素で構成されており、総節点数は629節点である。

また、要素内のコンクリート及び、鉄筋の各層で応力の評価ができるように、積層化手法を採用して、弾塑性解析を行う。

本解析における数値計算の制御は軸方向引張力については荷重増分法を採用する。変位増分領域では、1ステップあたりの梁の鉛直方向の変位を0.05mmとし、その時点での鉛直荷重を計算する。

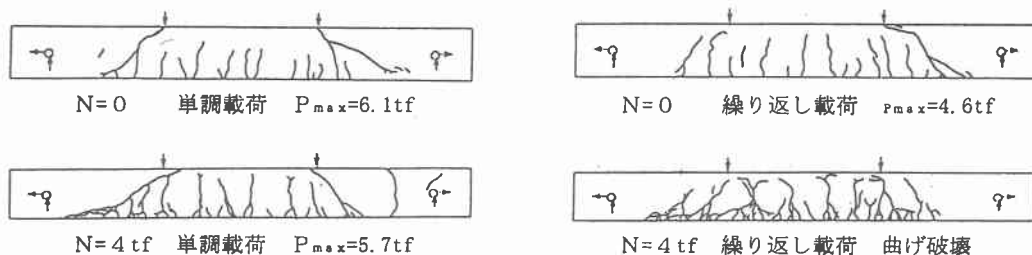


図-3 ひび割れ終局状態

4. 実験値と解析値の結果とその比較

4.1 ひび割れ挙動と破壊性状

実験を行った供試体のひび割れ終局状態を図-3に示す。図より軸方向引張力を増加させることによって曲げひび割れが増加しその高さも高くなっている。また、繰返し載荷を行うことによっても曲げひび割れの増加と共にその高さも高くなっている。そして、 $N=4\text{tf}$ で繰返し載荷した場合にはその傾向が最も顕著に現れ曲げ破壊を起こした。

4.2 たわみ性状

図-4、図-5は実験値、解析値におけるスパン中央の荷重たわみ曲線により単調載荷と繰返し載荷の比較を行った図である。この図より実験値、解析値のいずれにおいても繰返し載荷を行うことによって終局せん断耐力が低下していることがわかる。図-6は繰返し載荷における各軸力別の解析値の比較である。図より軸力の導入により終局せん断耐力の低下が見られる。また、斜めひび割れ発生荷重の低下も顕著に現れている。

5. 結論

1. 繰返し載荷もまたせん断耐力に大きな影響を与える要因の一つである。繰返し載荷を行うことによってせん断耐力が低下し破壊性状はせん断破壊から曲げ破壊へと移行していく。

2. 軸方向引張力を増加させることによって単調載荷繰返し載荷の双方においてせん断耐力が低下し、破壊性状はせん断破壊から曲げ破壊へと移行していく。また、繰返し載荷の方がその傾向が顕著である。

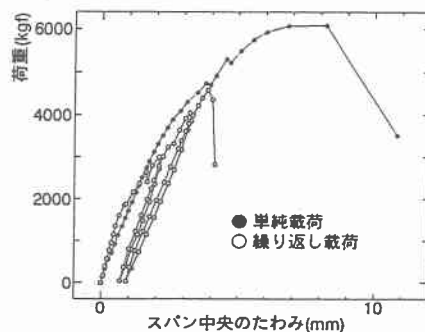
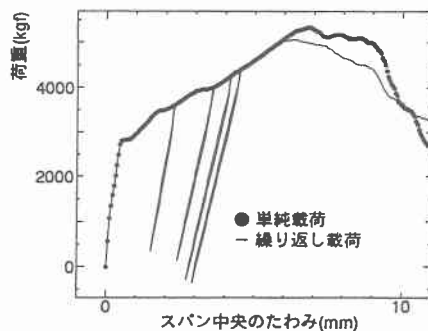
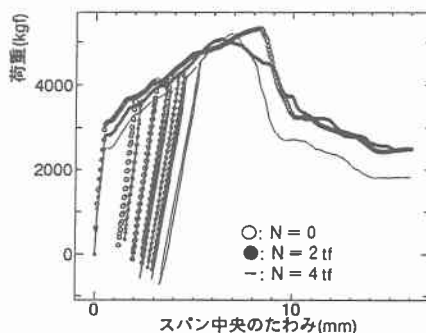
図-4 荷重たわみ図($N=0$ 、実験値)図-5 荷重たわみ図($N=2\text{tf}$ 、解析値)

図-6 各軸力における荷重たわみ図(解析値)