

軸力とねじりを受けるRC棒部材の破壊特性に関する研究

徳山工業高等専門学校専攻科 学生員 佃 英明

徳山工業高等専門学校

正会員 田村 隆弘

1. 序論

構造物が地震などの非常に大きな水平力あるいは鉛直力を受けた時、部材にはねじりモーメント・曲げモーメント・せん断力・軸力といった複数の断面力が同時に発生する。R/C構造物が単一の力を受けることはまれである。この「組合せ力」を構造物、またはその部材が受けた時、その耐力は、単一の力を受けた場合に比較し著しく低下する。本研究では、この「組合せ力」の中で、軸力とねじりが部材に同時に作用した場合、どのような破壊までの挙動を示すのかを解析により調査する。有限要素法を用いた解析用ソフト「ATENA」、
「GiD」を利用して解析を行い、解析結果から、破壊メカニズム及び軸力とねじりの関係について検討する。

2. 解析概要

2.1 FEM解析

今回の解析は、図-1のような部材に対して3次元ソリッド要素を用いた3次元弾塑性解析を行う。主鉄筋は、埋め込み型鉄筋でモデル化し、せん断補強筋（スターラップ）は、分散型鉄筋でモデル化する。コンクリート及び鉄筋の構成則は表-1に示すような物性を定義する。また、コンクリート及び鉄筋の自重も考慮する。また、軸力は自重を設定する段階で設定し、各解析ステップで一定の軸力を与える。部材及び鉄筋に定義するメッ

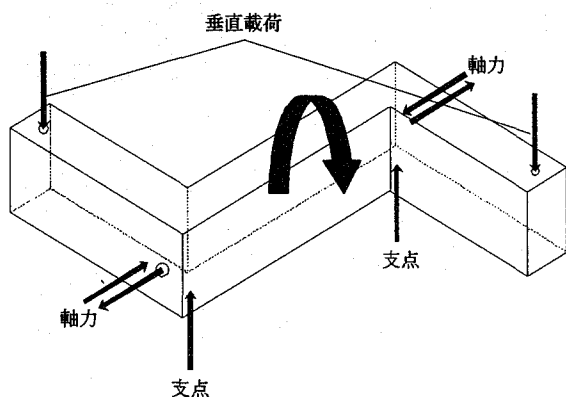


図-1 純ねじりを受ける部材の载荷状況

ッシュ分割条件は、梁を構成するラインを4分割し、6面体要素とし、主鉄筋を1分割とした。解析は変位制御で行い、非線形求解法として、修正Newton-Raphson法を用いる。解析を行う部材の概略図および部材に与える支持条件、境界条件を図-2に示す。

2.2 解析条件

解析条件として、部材に使用した鉄筋は、主鉄筋・圧縮鉄筋としてD10を各3本用い、それぞれかぶりは3cmとして配置した。また、ねじり補強筋として、φ6の閉合スターラップを試験領域に間隔10cmで配置した。ねじりによる破壊よりも先にせん断破壊が起きないように、試験領域以外の箇所にもスターラップを配置した。載荷点による破壊挙動の変化を確認するために、載荷位置をモーメントアーム長（MA）で400, 100(mm)に設定した。また、ねじりと軸力による破壊挙動の変化を確認するために、表-2のように軸方向引張力及び軸方向圧縮力を作用させた状態での解析をそれぞれ行った。

表-1 純ねじりを受ける複鉄筋長方形梁比較表

コンクリート圧縮強度 (N/mm^2)	27
鉄筋の弾性係数 E_s (GPa)	204.41
鉄筋の引張強度 f_u (MPa)	450.94
鉄筋の降伏強度 σ_s (MPa)	334.14

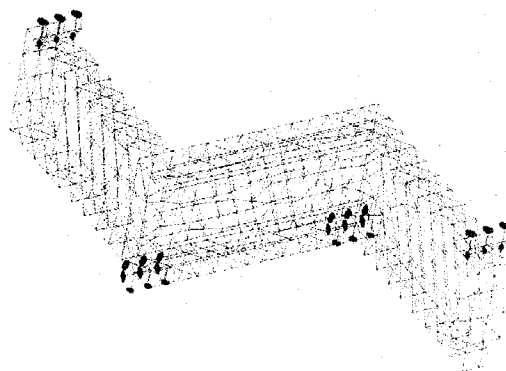


図-2 部材の概略図および支持条件、境界条件

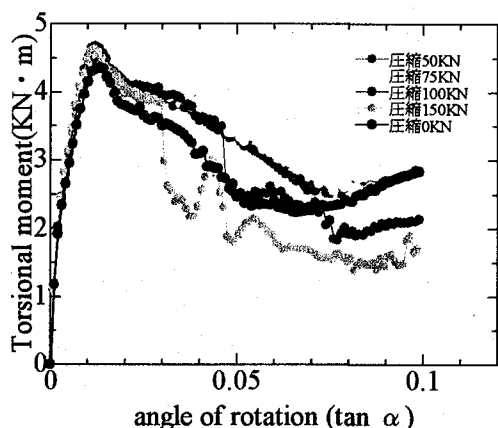


図 3-a ねじりと軸方向圧縮力を受ける梁 (MA100)

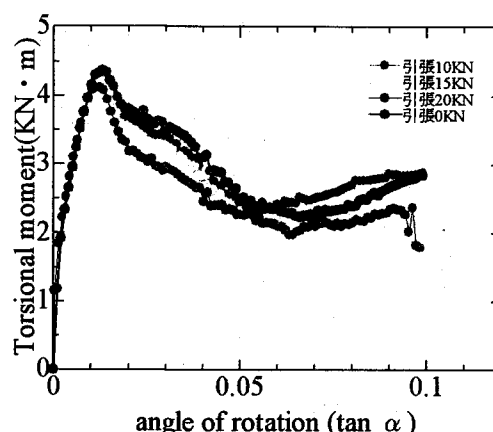


図 3-c ねじりと軸方向引張力を受ける梁 (MA100)

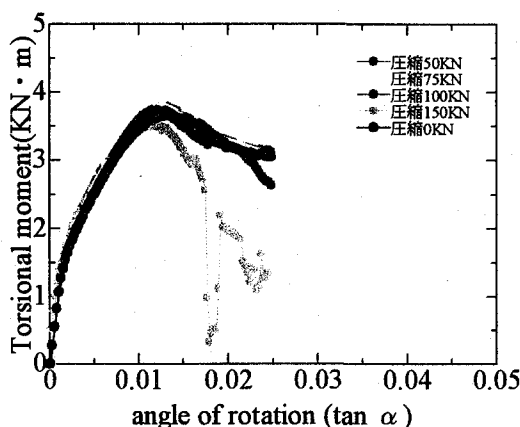


図 3-b ねじりと軸方向圧縮力を受ける梁 (MA400)

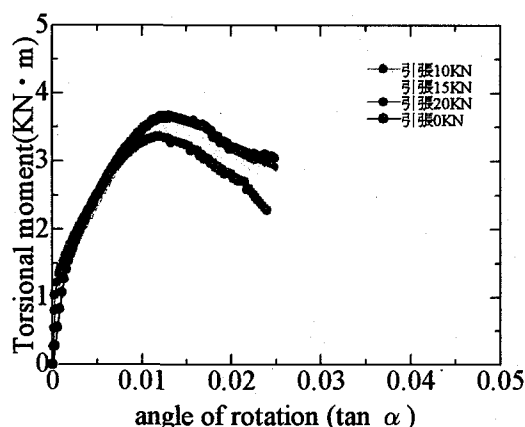


図 3-d ねじりと軸方向引張力を受ける梁 (MA400)

2.3 解析結果

それぞれの条件での解析結果を図 3-a, b, c, d に示す。それぞれのグラフの比較により、ねじり耐力が軸方向引張力と軸方向圧縮力を加えると、ともに MA100 において最大になることが確認された。先に述べたように、MA による差を示すことができると考えたが、実際の解析では耐力の変化は顕著には表れなかった。しかし、MA が小さくなるにつれて耐力が大きくなっていることが分かる。

また、理論上では、圧縮力を加えることにより耐力が大きくなり、引張力を加えると耐力が低下するとされる。今回の解析では、それぞれのグラフのように耐力の変化は見られず、顕著に表れなかったが、耐力が軸方向引張力を加えたときに低下し、軸方向圧縮力を加えたときに大きくなる傾向は示している。

3. 結論

軸力とねじりを受ける鉄筋コンクリート部材について、FEM 解析を行った結果の範囲で結論をまとめる。

表-2 純ねじりを受ける部材の解析条件対照表

モーメント アーム MA (mm)	軸方向圧縮力 (KN)	軸方向引張力 (KN)
100	0	0
400	0	0
100	50	10
400	50	10
100	75	15
400	75	15
100	100	20
400	100	20
100	150	
400	150	

- 1) モーメントアーム長を変化させた場合に、部材のねじり耐力が変化した。このことは、部材の耐力が、純ねじり部分のみでなくモーメントアーム部分の状態の影響も受けることを示している。
- 2) ねじりを受ける部材に同時に圧縮応力が発生する場合に耐力が上昇し、引張応力が発生する場合に耐力が低下することが確認できた。しかし、圧縮においても引張においても、部材の最大耐力に対する影響はわずかであった。