

日本大学大学院 学生員 東江 哲郎
 日本大学生産工学部 正会員 澤野 利章
 日本大学生産工学部 正会員 木田 哲量

1. はじめに

構造部材には円筒形、箱形またはH形などの様々な断面を持つ部材が用いられている。その中で円筒形断面は空気、水などの流体に対する抵抗が少ないという優れた特性を持っており橋梁や鉄塔のように強い風圧を受ける構造物、波浪や潮流を受ける海洋構造物に対してはこの特性を利用することによって構造物を経済的に設計することができる。また、作用力に対する強度的特性を箱形断面、H形断面と比較すると圧縮、ねじりおよびせん断力に対しては他の2断面より相当の優位性を持っているため薄肉でも十分な強度を有する。しかし、曲げに対しては断面が扁平化し、屈服や局部座屈を起こすという性質を持っているため、優位な断面とはいえない。そこで、本研究では円筒管が曲げを受けたときの断面の変形状態、曲げモーメントと曲率の関係を実験により求め、純曲げ理論値と比較し検討を試みる。

2. 実験方法

2-1 実験方法

- (1) 基盤面に支点間隔が1180mmとなるように回転支点を設置する。供試体は回転支点間に固定し、両端が張り出すような単純梁として設置する。(図-1)
- (2) 載荷装置により載荷を張出部に載荷させて、両端の載荷荷重が同じになるように計測装置により確認をする。

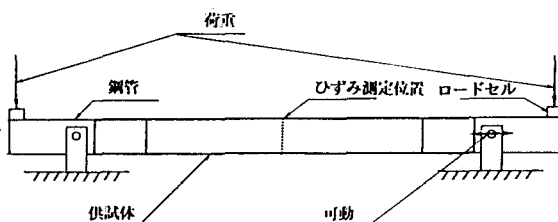


図-1 供試体図

- (3) 載荷荷重確認後、梁中央部計測断面のひずみの計測を行う。ひずみの計測は、計測装置によりひずみの変化が少なく安定していることを確認した後に行うこととする。
- (4) レーザー距離測定器により、梁中央部ひずみ計測断面の長径および短径の計測を行う。
- (5) (2)から(4)の操作を繰り返し、円筒管が破壊するまで計測を繰り返す。
- (6) 円筒管と同材料のフィルムを用い引張試験を行い、弾性係数およびポアソン比を求める。

2-2 供試体

供試体として使用した材料は、①塩化ビニルフィルム($t=0.5\text{mm}$) ②66ナイロンフィルム($t=0.3\text{mm}$) ③ポリオキシメチレンフィルム($t=0.2\text{mm}$) の3種類のフィルムを用い、内径48.5mm、長さ1000mmの円筒管を製作した。また、ひずみ測定断面を図-2に示す。梁の軸方向中立軸、圧縮部と引張部に90°間隔で4点(No. 1, 4, 7, 10)、断面周方向に等間隔で8点(No. 2, 3, 5, 6, 8, 9, 11, 12)、計12点でひずみの計測を行う。本実験で用いた供試体諸元を表-1に示す。

表-1 供試体諸元

供試体	厚さ(mm)	弾性係数(Kg/mm ²)	ポアソン比
①	0.5	411	0.344
②	0.3	419	0.367
③	0.2	522	0.357

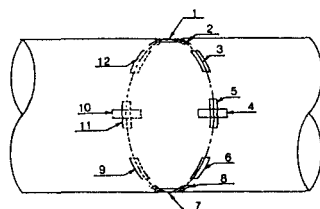


図-2 ゲージ位置

3. 結果および考察

供試体①の梁軸方向のひずみを図-3に示す。中立軸の位置の梁軸方向のひずみも現れていたが、その値がかなり小さいことから供試体設置時に全体がねじれていたと考え、圧縮部、引張部に振り分けて換算し、ここでは0とした。梁軸方向のひずみは圧縮側、引張側ともにほぼ等しいひずみが生じていることが分かる。

供試体①の周方向ひずみを図-4示す。周方向のひずみは梁軸方向のひずみによる影響をポアソン比を考慮して取り除いた。これを見ると、円筒管はほぼ横断面左右で対称に扁平していると考えられる。しかしながら、圧縮側と引張側では大きな差が出ている。梁軸方向の圧縮側、引張側がほぼ等しいのに対して周方向ひずみに大きな差が見られることから、上下の変形がかなり異なっていると考えられる。

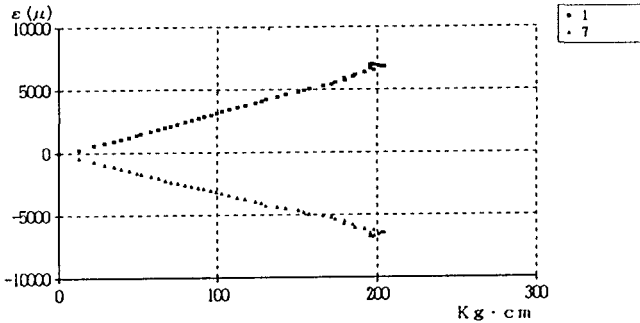


図-3 梁軸方向ひずみ

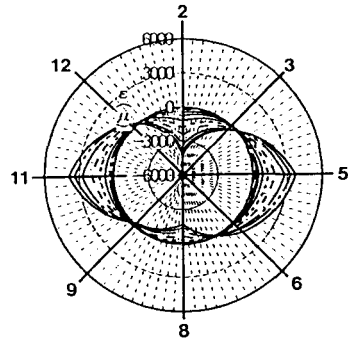


図-4 周方向ひずみ

つぎに、図-5にモーメント(M)と曲率関係(C)を示した。これは圧縮部、引張部のひずみと横断面短径より曲率を求めたものである。供試体①に関してはほぼ純曲げ理論と一致していると言えるが、供試体②、③に関しては破壊モーメント付近になると圧縮部、引張部のひずみが増加し、純曲げ理論と一致しなくなる。これは管厚が非常に薄いため、支点部と供試体の境界部において荷重の増加とともに変形を生じたものと考えられる。

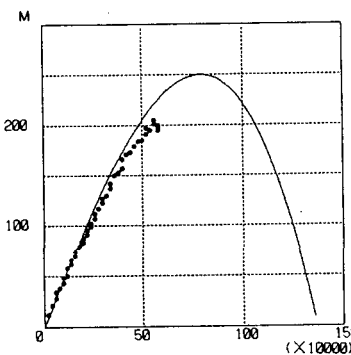


図-5 モーメント-曲率(①)

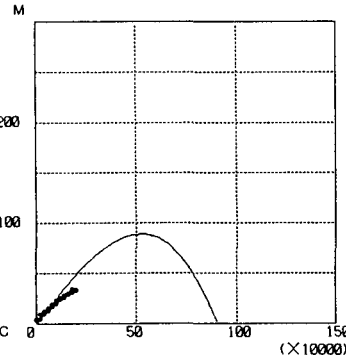


図-6 モーメント-曲率(②)

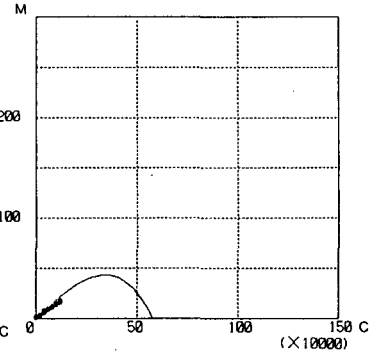


図-7 モーメント-曲率(③)

今回の実験で各供試体の破壊状況を考察する。各供試体は、ほぼ梁中心部において破壊が生じ、供試体①においては、圧縮部で圧壊を生じて亀裂が発生した。供試体②、③では圧縮側で局部座屈を生じ折れ曲がり起こした。

一般に円筒管は純曲げを受けると扁平を起こし屈服を起こすとされるが、円筒管が各種の載荷による曲げを受けるときの強度は外径や肉厚などの円筒管構成寸法の他に、脆性や延性などの材料の強度特性により屈服後破壊にいたるもの、また局部的に破壊して全体が破壊するものがあり、円筒管が破壊する場合の支配要因は変化すると考えられる。