

## 外力による袖管部断面扁平量からの曲管部応力評価法

(株)キャプティ (研究時 東京ガス 導管部 幹線 G) 正会員 飯村 正一

### 1. はじめに

曲管に外力が作用すると断面が大きく扁平することから、曲管に接続されている直管（袖管と呼ぶ）も扁平の影響を受ける。本研究では、袖管部に発生する扁平量から曲管中央断面に発生する扁平量を予測する手法を開発することを目的とし、袖管および曲管に発生する扁平量を把握するための荷重実験を行うとともに、実験を説明するための薄肉シェル要素を用いた弾性FEM解析を行った。

### 2. 実験および解析方法

口径 300mm, 曲率半径 1.5D(D は呼び径で 300mm)の曲管の両側に、長さの異なる袖管 (L<sub>1</sub>=1.5m, L<sub>2</sub>=4m) を溶接した供試体において、短い方の袖管を図-1に示すように床に対して鉛直に固定し、長い方の袖管の端部に上からジャッキ荷重を加えたときの、曲管部および袖管各部において外径を測定し、扁平量を算出した。応力は、適宜貼付した2軸ひずみゲージにより測定した。また、実験結果を説明するために薄肉シェル要素を用いた微小変形弾性 FEM 解析を行った。表-1に管の諸元を、図-2には曲管およびその近傍のメッシュ分割モデルを示す。

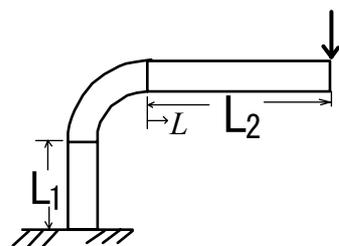


図-1 実験方法

表-1 管の諸元

	袖管	曲管
外径	318.5mm	318.5mm
肉厚	9.9mm	11.8mm
曲率半径	-	457.2mm

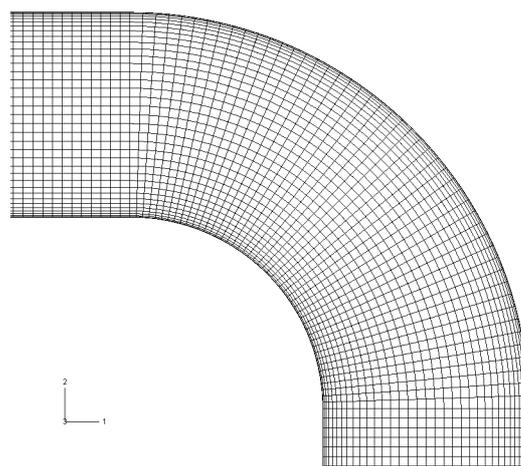


図-2 曲管部および近傍のメッシュ分割

扁平量は、図-3における L1-L5 方向と L3-L7 方向についての外径測定値から、図-4に示す記号を用い、式(1)で算出した。

$$e_i = (D_1 - D_2) - (D_{o1} - D_{o2}) \quad (1)$$

$$= 2(e_{i1} + e_{i2})$$

### 3. 実験および解析結果

ジャッキ荷重が 10kN 作用したときの、曲管部の θ=67.5°の断面においてひずみゲージによって実測された応力と FEM 解析によって算出された応力の比較を図-5に示す。△印が FEM 解析によって、▲印がひずみゲージによって実測された円周方向応力、同様に○印および●印は解析および実測による管軸方向応力を示す。解析と実測とは極めて良い一致が見られる。

図-6は、曲管部3断面 (θ=45°, 56.25°, 67.5°における断面) および袖管部3断面 (L=0.5D, 1D, 1.5Dにおける断面) において測定した直交2方向の外径測定値から式(1)を用いて算出した扁平量と、FEM解析によって求めた扁平分布曲線との比較を示す。θ=67.5°の断面の実測扁平量は、FEM解析との乖離が大きく測定誤差とみなされる。この点以外については、実測とFEM解析とは極めて良い一致を見ることができ。曲管端部に近い位置ほど扁平量が大きいため、測定誤差を少なくするという観点からは、測定位置は曲管端部に近いほど良い。しかし、曲管端部は溶接ビード部でもあり、表面が凸凹していることから、測定位置としては不向きである。実用的には、曲管端部に

キーワード 曲管, 袖管, 外力, 断面扁平, 応力, FEM

連絡先 〒141-8621 東京都品川区東五反田 5-22-27

[iimura@capty.co.jp](mailto:iimura@capty.co.jp)

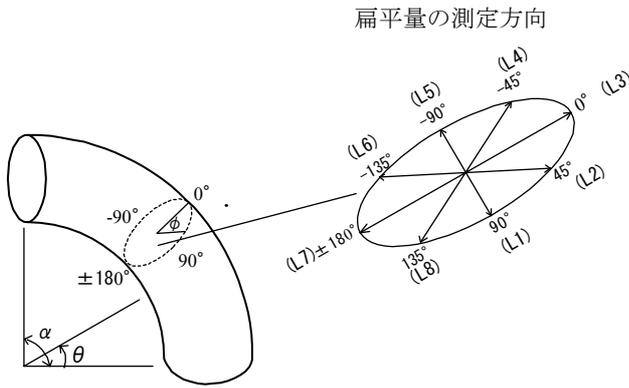


図-3 外径の測定方向

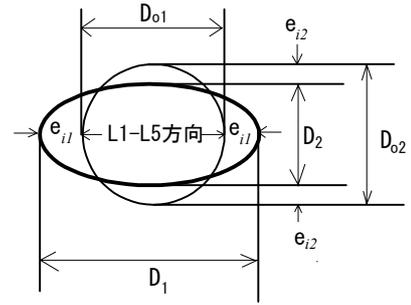


図-4 面内曲げ扁平の測定

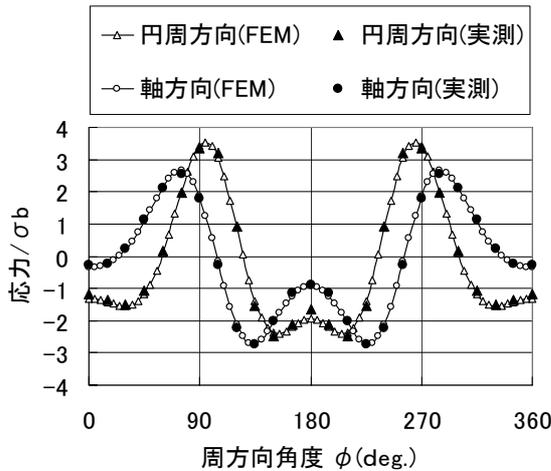


図-5 曲管部応力の実測と解析の比較

おけるビードの凹凸から回避され、ビードによる肉厚の変化が扁平量に及ぼす影響が解消されるとみなされる0.5D程度の離隔位置が、測定位置としては妥当と判断される。

図-7は、袖管部に一定面内曲げ方向モーメントを作用させたときの、FEM解析による曲管部および袖管部の断面扁平量分布を示す。図-6、図-7から、曲管中央断面に対するL=0.5D位置における扁平量比は、面内集中荷重作用時は0.49(実測)、0.48(FEM)、面内曲げモーメント作用時は0.49(FEM)と、いずれの場合ともほとんど同じ値を示す。

4. おわりに

障害物などのために、曲管中央断面の扁平量測定ができない場合を想定して、曲管端部から0.5D離れた袖管部における扁平量を測定し、その値の2倍を曲管中央断面の扁平量とみなし、既に提案の曲管中央断面扁平量とモーメントの関係式<sup>1)2)</sup>に代入して、曲管部の応力を推定する簡易手法を提案した。

[参考文献]

- 1) 飯村正一：曲管の非破壊応力診断法について，土木学会応用力学論文集，Vol.8，pp.931-942，2005。
- 2) 飯村正一：外力による断面扁平を利用した曲管の応力診断，土木学会論文集，Vol. 2005, No. 798, pp.798\_17-798\_30, 2005。

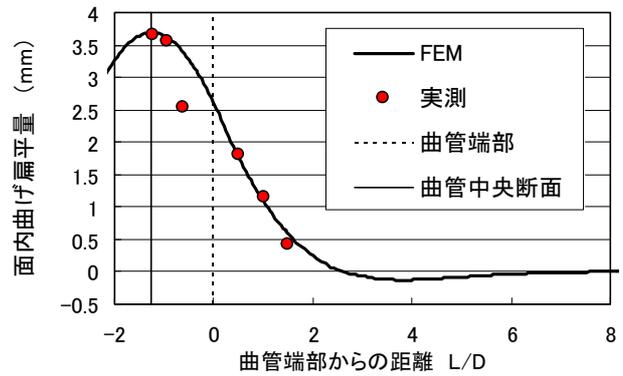


図-6 解析による扁平量と実測の比較

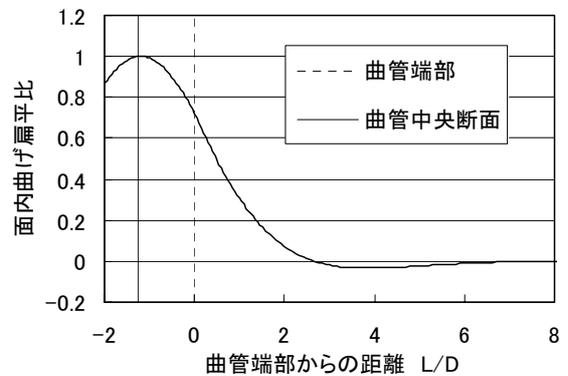


図-7 面内曲げモーメント作用時のFEM解析による曲管および袖管部の扁平量分布