

## マンホール強度試験用治具の設計への CAE の適用

中村創一\*, 尾上豪啓\*\*

### Application of Computer Aided Engineering to the Jig Design for a Manhole Strength Examination

Soichi NAKAMURA\* and Takehiro ONOUE\*\*

Keywords: CAE (Computer Aided Engineering), Three-dimensional structural analysis

#### 1. はじめに

CAE (Computer Aided Engineering) は実際に製品を作る前にコンピュータシミュレーションを利用して、機能や性能を短期間で把握することが出来るため、近年の製品開発には必要な技術となっている<sup>1)</sup>。これは、低価格で高性能なハードウェアが購入できるようになったことや、簡易的な CAE であれば、3DCAD に付属されるようになったこと、また、それに伴い操作が簡易になってきたことなどが関係している<sup>2),3)</sup>。この CAE 技術は今後、三重県内の中小企業が新しく自社製品の開発を行う時や設計期間の短縮等を行うのに必要となる技術である。

本研究では、設計に CAE (構造解析) を利用することで、効率的な設計を行うことができるかを確認するために、下水道用マンホール蓋の荷重試験に用いられる治具の軽量化を目的として、設計および構造解析を行った。

図 1 は下水道用マンホール蓋の荷重試験を、図 2 は当所の金属研究室 (桑名市) にある、下水道用マンホール蓋荷重試験の治具を示す。下水道用マンホール蓋の荷重試験の方法は、JIS<sup>4)</sup> や JSWAS<sup>5)</sup> に規定されているが、治具の形状については、明記されていない。また、治具の形状は内部にダイヤルゲージなどのマンホール蓋の変形を測定するための計

測機器を取り付けることから空洞になっている。金属研究室にある、治具は重量が 28kg となっており、作業性が悪いという課題がある。そこで、本稿では、この治具を必要な条件を満たしかつ、より軽量なものを設計することとした。

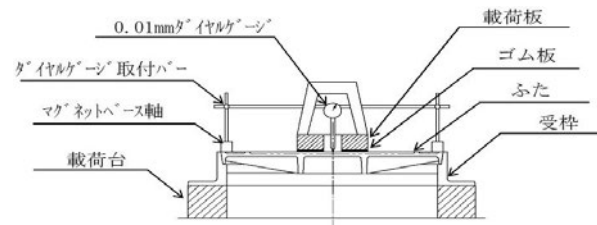


図 1 下水道用マンホール蓋の荷重試験

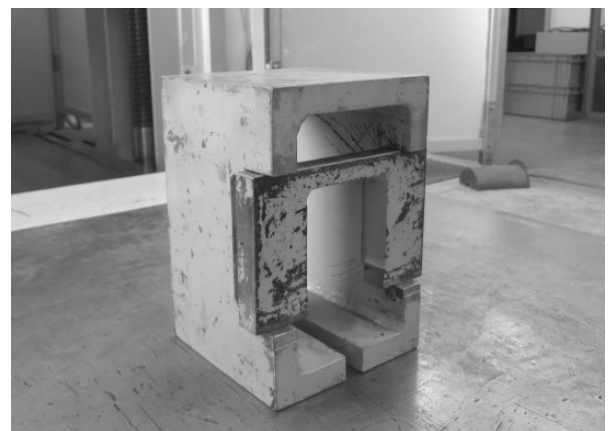


図 2 下水道用マンホール蓋の荷重試験用の治具 (金属研究室所有)

\* プロジェクト研究課

\*\* 金属研究室

## 2. 実験方法

### 2. 1 実験方法

本研究では、現在金属研究室にある治具の形状（以下、現形状とする）について CAE による構造解析を行った。その後、現形状の改良をしたもの（以下、改良案とする）（図 3）と今まで検討していなかった形状（図 4）のものについて CAE による検証を行った。また、CAE による解析結果の妥当性を判断するために、実物との比較を行った。構造解析を行う際の荷重の加わり方として、治具モデルと載荷板が接する面については接触条件を固定とし、構造物試験機の球座が接する部分については円形状で 210kN の圧縮荷重が加わる条件とした。なお、CAE 解析には SolidWorks2012 を用い、材料のデータは、一般構造用圧延鋼材（質量密度 7850 kg/m<sup>3</sup>、降伏強さ 282.69 MPa）を利用した。

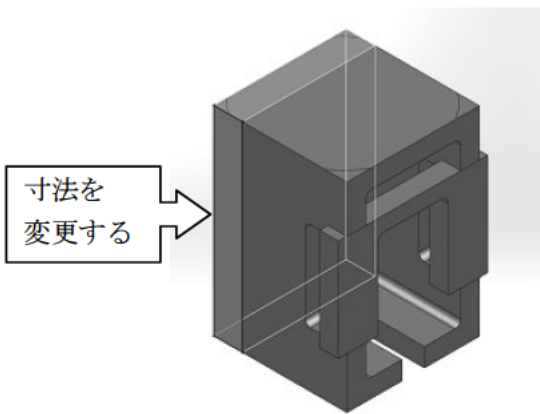


図 3 改良案

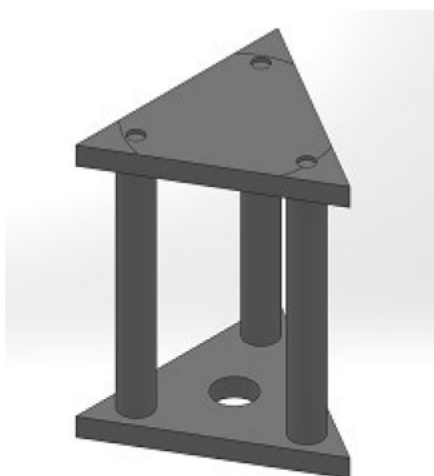


図 4 新形状案

### 2. 2 設計条件

設計に考慮すべき項目は以下のとおりとなる。

- ・治具の内部にダイヤルゲージなどを設置するための大きさを確保する。
  - ・試験を行う荷重（210 kN）で破損しない。
- これを踏まえて目標とする条件は、以下の通りとした。
- ・重量が 25 kg 以下
  - ・耐荷重 210 kN

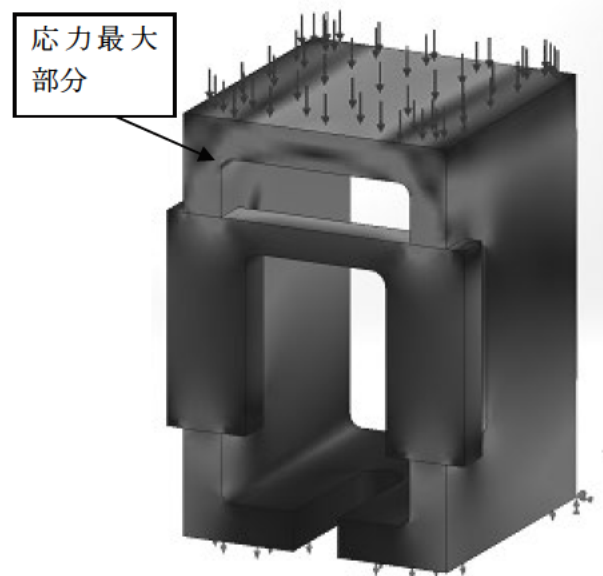
また、今回の測定治具の設計および製造等にかかるコストについては考えないこととした。

## 3 実験結果

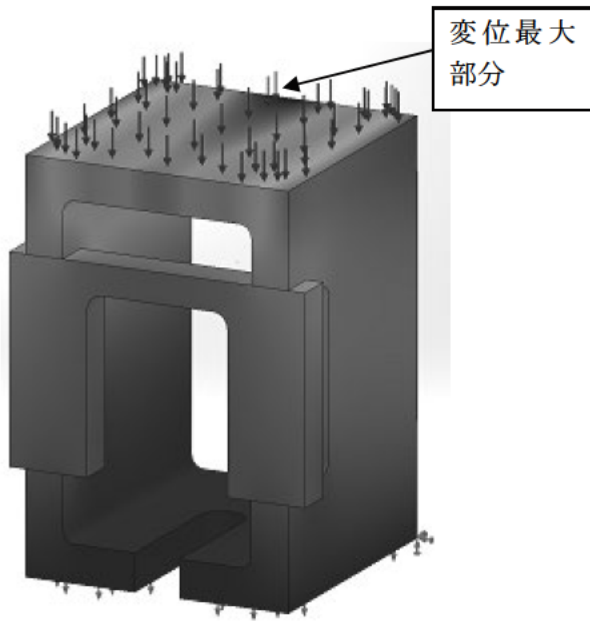
### 3. 1 構造解析の結果

図 5 は現形状の応力コンターおよび変位コンター図の例を示す。ここで、治具に加わった荷重の最大値を最大応力値、元の形状から変形した量を最大変位として、形状ごとにまとめたものを表 1 に示す。

表 1 より、改良型、新形状型ともに、現形状より最大応力値は大きくなっていることがわかる。しかし、材料の降伏までには達していないため、妥当であると考えられる。そして、重量は現形状よりも約 3 kg 軽量化することがわかった。



(a) 応力コンター図



(b)変位コンター図

図5 現形状のコンター図の例

参考文献

- 1) 柴田良一ほか：はじめてのオープン CAE, 工学社, P11-13 (2011)
- 2) 泉聡志ほか：実践有限要素法シミュレーション, 森北出版株式会社, P. i - ii (2010)
- 3) 水野操：SolidWorks でできる設計者 CAE, 日刊工業新聞社, P.6-10 (2012)
- 4) 日本工業規格・JIS A 5506 下水道用マンホールふた, 財団法人日本規格協会, P.444-446 (2008)
- 5) 日本下水道協会規格 (JSWAS) :下水道用鋳鉄製マンホールふた (G-4), 日本下水道協会, P.3-5(2009)

表1 実験結果

	最大応力値 [MPa]	最大変位量 [mm]	重量 [kg]
現形状	176.5	0.13	27.84
改良型	194.0	0.14	24.72
新形状	186.2	0.13	24.14

3. 2 現形状と実物との比較結果

現形状の構造解析での最大変位の所について、実際の試験治具に構造物試験機で規定荷重である 210 kN の力を加え、リニアゲージでその変形量の実測を行い、解析結果の比較を行った。図 6 は比較結果を示す。

図 6 より、実測値と解析結果は試験荷重内では最大で 0.03 mm の差となることがわかり、シミュレーション結果とほぼ一致していると判断した。

4. 結論

本稿では、CAE を用いて、マンホール蓋荷重試験用の治具の設計を行った。その結果、現形状よりも軽量である、形状を 2 種類提案することができた。また、CAE を活用した技術は、短時間で製品の性能を評価することが出来ることがわかった。これらの技術は、今後中小企業が自社製品や設計や開発等を行うときに貢献することができる技術であると考えられる。