

Influence under Unbalanced Load at Manhole Cover Reinforcement Rib

○学 千野 貴礼 (芝浦工大学院)

正 江角 務 (芝浦工大)

Takanori CHINO Graduate School, Shibaura Institute of Technology, 3-9-14 Shibaura, Minato-ku, Tokyo

Tsutomu EZUMI, Shibaura Institute of Technology, 3-9-14 Shibaura, Minato-ku, Tokyo

Key Words : Experimental Stress Analysis, Stress Freezing Method, Stress Distribution Chart
Stress Concentration Factor, Manhole Cover, Unbalanced Load

1. 緒言

下水道は下水処理の他にインターネットなどの普及により光ファイバー敷設, 都市景観の観点から電話回線, 電力線などを地下へ埋設する方向で進められている。また東京都はマンホールを震災時に仮設トイレとして利用する計画を進めている⁽¹⁾。以上のことから今後さらに下水道は大きく注目され普及していくことが考えられる。

現状のマンホールふたは, 車両の通過などにより幾度となく荷重が加わり, 疲労からガタツキが生じ, 過去に重大な事故を招く結果となっており⁽²⁾, 今後マンホールふたの安全性が重要になってくる。

事故を未然に防ぐために, 材質, 構造に改良を加える必要がある。そこで本研究ではマンホールふたの補強リブに注目した。JIS規格マンホールふたと補強リブの形状をJIS規格より変えたマンホールふたを実機の2/9に縮小した試験片モデルをエポキシ樹脂にて作製し, 光弾性応力凍結法⁽³⁾を用いて実験的三次元解析を行った。双方の応力分布状態を比較し, 強度, 耐久性に優れたマンホールふたの最適形状を模索することを目的とする。

2. 供試材及び試験片

2.1 供試材

供試材は, アラルダイト B (CT-200) と硬化剤 (Hardner HT-901) を, 重量比 100 : 30 の割合で混合したエポキシ樹脂を用いる。

2.2 試験片モデル

一般的な JIS 規格補強リブ付き鉄ふたの直径を 2/9 (140.9mm) に縮小したものをアルミニウムに機械加工をし作製した。別に作製した JIS 規格補強リブと形状を変えた補強リブを格子状に組み, アルミニウムふたと組み合わせることで補強リブ付きふたとする。出来たものを原型に鋳型を取り, 鋳込みにより JIS 規格と補強リブ形状を変えた試験片モデルを作製し, それぞれ Model α , Model β とした。受け枠は平受けと勾配受けの2種類を考慮した形状とし, こちらもふたと同様にして試験片モデルを作製した。アルミニウムふたの形状と寸法を Fig.1 に Model α , Model β の補強リブの形状と寸法を Fig.2, Fig.3 に示す。

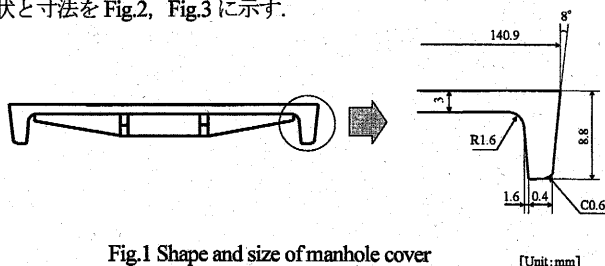
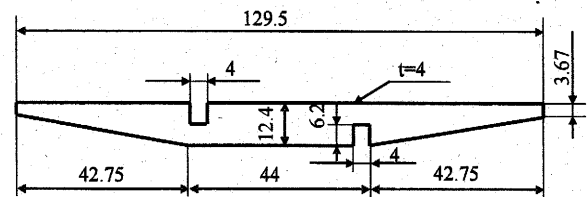
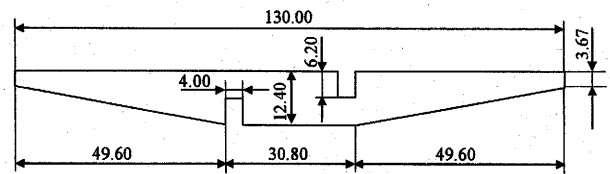


Fig.1 Shape and size of manhole cover

[Unit: mm]

Fig.2 Model α Fig.3 Model β

3. 実験方法

3.1 応力凍結法

アニーリングを施した試験片モデルのふたと受け枠を, エポキシ樹脂の応力凍結サイクルに基づき応力凍結を行う⁽⁴⁾。試験片モデルを電気炉に入れた後, 2 時間で 125℃まで上昇させ, 2 時間保持した後モデルに荷重を加える。4 時間保持した後, 常温まで徐々に (3℃/h) 降下させ, およそ 37 時間で応力凍結を完了した。応力凍結を終えた試験片モデルに等色線し模様 (応力) は消えずにそのまま残る。試験片を Fig.4 に示したように 5mm 間隔にスライスする。等色線しを撮影し, 三次元解析を行う。

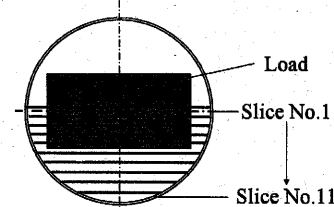
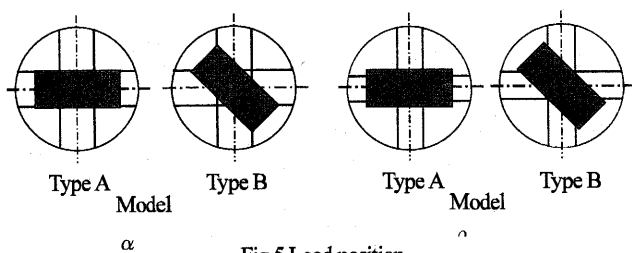


Fig.4 Slice position

3.2 荷重装置

JIS 規格荷重試験と同様に鉄ふたの中心に荷重を静的にかける。本研究での荷重装置は, 中心荷重と偏荷重をかけられるものとした。負荷荷重は実験の際, 等色線し模様 3 次程度得られよう決定した。JIS規格荷重は大型車両のダブルタイヤを想定したサイズとなっている。接触面は長方形となっており 4932.84mm²である。マンホールふたは道路と並行に設置されているため, 車両荷重はふた裏リブ

と並行に加わる。よって試験荷重はリブと並行に加えるものと偏荷重を想定したものを加える。Model α , Model β のType AとType BのJIS規格荷重と偏荷重の位置をFig.5に示す。



4. 実験結果及び考察

今回、補強リブ形状の異なる Model α , Model β においてそれぞれ2タイプの荷重位置で実験を行った。

Model α , Type A は, Slice No.1 の縁巻き部において他の測定位置と比べ応力が特に集中していた。Slice No.4 は, 縁巻き部に最大応力が発生し, ふた裏側の引張応力は他のスライス片に比べ, より高い応力が集中している。Slice No.9 以降は, ふたの表側と裏側では応力が発生しているが, ふた縁巻き部はほとんど発生していない。

Model β , Type A の Slice No.1 は, ふた表側の圧縮応力はリブと縁巻き部の中間辺りで最大となりリブ辺りで最小となった。裏側の引張応力はリブと縁巻き部の中間辺りで最大となった。Model α , Type A と同様に縁巻き部で特に応力が集中し, 最大応力が発生している。Slice No.1~5 ではこのような傾向がみられた。Slice No.6, 7 では表側の圧縮応力はリブで最大となり, 裏側では引張応力がほとんどみられなくなった。リブに隣接した Slice No.2, 3 では Type A とは明らかに異なる結果が得られた。Type A ではリブ下部にみられた引張応力がみられず, ふた裏側に発生している。

Model α , Type B はふた表側と縁巻き部に圧縮応力, 裏側に引張応力が発生している。Slice No.1 では左右対称に応力が発生しているが, 偏荷重の影響により Slice No.2 以降では徐々に偏って応力集中が見られ, Slice No.5 で最も偏っている。また補強リブにあたる Slice No.4 で応力集中が最も高くなっている。これはふた全体にかかる負荷を補強リブが支えているためである。

Model β , Type B はふた表側と縁巻き部に圧縮応力が発生しているが, 裏側では引張応力が見られず, 圧縮応力が発生していた。どの測定箇所においても縁巻き部周辺の応力集中が高くなった。

Model α , Model β の Type A と Type B の Slice No.1 における応力分布図をそれぞれ Fig.6, Fig.7, Fig.8, Fig.9 に示す。Model α , Model β の Type A と Type B の測定箇所ごとの応力集中係数の分布を α_s ($\alpha_s = \sigma_{\max} / \sigma_{\text{nom}}$) Fig.10 に示す。

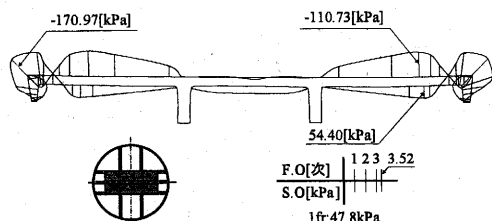


Fig.6 Stress distribution chart at Type A of Model α (Slice No.1)

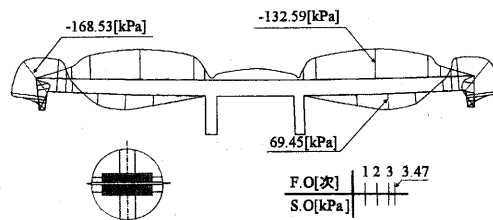


Fig.7 Stress distribution chart at Type B of Model α (Slice No.1)

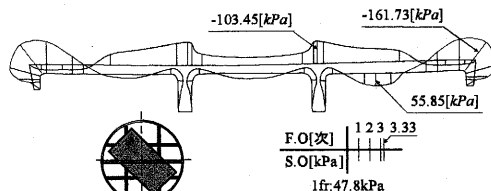


Fig.8 Stress distribution chart at Type A of Model β (Slice No.1)

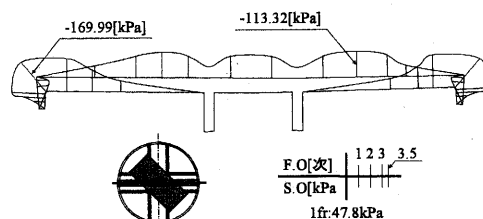


Fig.9 Stress distribution chart at Type B of Model β (Slice No.1)

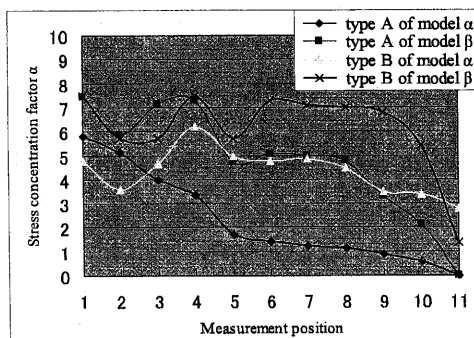


Fig.10 Graph of stress concentration factor

5. 結言

本研究では, マンホールふたモデルにおける応力分布状態を実験により解析した結果, 以下のような知見が得られた。

- (1) JIS 荷重では, 応力が補強リブ間で抑制され, 縁巻き部への応力は減少する。
- (2) JIS 形状では, 応力がふた全体に分散する。
- (3) 勾配受けは受け枠から反力により変位が抑制される。
- (4) 補強リブ形状は応力集中に多大な影響を及ぼす。

参考文献

- (1) 日経新聞, (2005.4.11), p.18.
- (2) 朝日新聞, (2000.4.27), p.19.
- (3) 辻二郎・西田正孝・河田幸三, 光弾性実験法, 日刊工業新聞社, (1965), pp.283-286.
- (4) 千野貴礼・江角務, 応力凍結法によるマンホールふたの実験強度解析, 非破壊検査, 第 36 回応力・ひずみ測定と強度評価シンポジウム講演論文集, (2005), pp.1-4.