B-12

レンズ型二重空気膜構造を用いた圧力制御方式のガスホルダーへの適用に関する研究 (その2)空気層の圧力変化が隣接空気層に及ぼす影響について

Study on Applicability of Lenticular Double Layer Pneumatic Structure to Pressure Control System of Gas-Holder (Part2)Effect of Changes in Pressure of Air Layer on Adjacent Air Layer

> ○大賀勇義⁴, 岡田章¹, 宮里直也¹, 廣石秀造², 吉野誠一³, 星野侑史⁴ *Yugi Ohga⁴, Akira Okada¹, Naoya Miyasato¹, Shuzo Hiroishi², Seiichi Yoshino³, Yuji Hoshino⁴

Abstract: The purpose of this paper is confirmation of the basic structural characteristics of the two-layers model and the three-layers model for the gas-holder. Effect of changes in the air layer on the pressure changes of the adjacent air layer were confirmed throughout the experiment with a test model. The test model has pressurized layer and sealing layer. And, the test model was placed membranes between each layers.

1.はじめに

(その 2)では,(その 1)で提案した二層モデルおよび三層 モデルの基本的構造特性を把握するために,構造模型を用 いて加圧実験を行った.また,数値解析モデルを提案し,実 験結果と解析値の比較を行った.

2. 加圧実験概要

2-1.実験概要

本論では、(その1)の Fig.4で示した提案モデル①[二層 モデル]及び提案モデル②[三層モデル]の基本的構造特 性を把握するため、膜を間に挟んで4つの空気層を持つモデ ルを対象に実験を行った.実験概要を Fig.1に示す.試験体 の材料は、(その1)と同様とする.また、本論では外圧の検 討は行っていないため、最上層は常時開放(P4=0)とした.こ こで、加圧を加える層を「加圧層」、初期状態を密閉とする 層を「密閉層」と定義する.

測定条件の概要を Fig.2に示す.「Type3」は、レンズ型 空気膜単体を対象とし、レンズ型空気膜の内圧 P₂ が増加し たときの上膜と下膜の変位を測定した.「Type4」は、Type3 の下部にタンク層を配置した二層モデルの基本的構造特性 の把握を目的とし、上膜と下膜の変位を測定した.「Type5」 は、三層モデルにおいてタンク層の圧力変動が及ぼす影響 の把握を目的とし、上膜とタンク層の上部に配置した膜(以 下「境界膜」と称す)の変位及び加圧層以外の層の圧力を 測定した.「Type6」は、三層モデルにおける中間層の圧力 変動が及ぼす影響の把握を目的とし、上膜と境界膜の変位 及び加圧層以外の層の圧力を測定した.なお、加圧はレン ズ型空気膜に初期内圧として 200Pa を与え、次にパラメー タとなる密閉層に 0Pa,200Pa,400Pa をそれぞれ与え、最後 に加圧層に 0Pa ~ 100Pa まで 100Pa 毎に加圧した.

2-2.実験結果及び考察

Type3 のレンズ型空気膜圧力 P2 と膜面変位δの関係を Fig.3に示す. P2が増加すると, 膜面変位は指数関数的に



1:日大理工・教員・建築 2:日大短大・教員・建築 3:株式会社よしの 4:日大理工・院(前)・建築



Type4 のレンズ型空気膜圧力 P₂ と膜面変位δの関係を Fig.4 に示す.開放側に面する上膜は、P₂ の増加に伴い膜面 変位が指数関数的に増加し、密閉された空気層に面する下膜 は、膜面変位が比例的に増加する傾向が確認された.これは、 前報(その1)の結果と同様である.

Type5のタンク内圧力 P₁ と膜面変位 δ の関係を Fig.5 に、タン ク内圧力 P₁と中間層圧力 P₂の関係を Fig.6 に、タンク内圧力 P₁と レンズ型空気膜圧力 P₃の関係を Fig.7 にそれぞれ示す.Fig.5 より、 上膜、境界膜共に P₂の初期内圧値が大きいほど、膜面の剛性が 増加する傾向が把握された.Fig.6 より、中間層圧力 P₂ は初期内 圧値に関わらず P₁ 増加に伴い同じ割合で増加する傾向を示した. また Fig.7 より、P₃も同様に P₂の初期内圧に係わらず P₁の増加に 伴い、一定の割合で増加する傾向が確認された.

Type6の中間層圧力 P₂- 膜面変位 δ 関係を Fig.8 に,中間層圧 カ P₂- タンク内圧力 P₁ 関係を Fig.9 に,中間層圧力 P₂ とレンズ型 空気膜圧力 P₃の関係を Fig.10 にそれぞれ示す. Fig.8 より,開放 されている上膜は下膜に比べて膜面変位が大きくなる性状を確 認した. Fig.9 より,タンク内圧力 P₁ は初期内圧値に関わらず P₂ の増加に伴い同じ割合で増加する傾向を示した. Fig.10 より, P₃ は P₁の初期内圧に係わらず P₂の増加に伴い一定の割合で増加す る傾向が確認された.

以上より,ある空気層の初期内圧は隣接する空気層の内圧値 となり,その後は隣接する空気層の圧力の増加に伴い圧力が増 加する傾向が把握された.これにより,提案モデルのように中間 層の初期内圧値および内圧値を調整することでタンク層の圧力 制御の可能性が示唆された.

3.数値解析モデルの提案

3-1.数值解析概要

提案モデルの数値解析モデルの構築を目指して,(その1)で示した Type1, Type2と同様のモデルを作成し, 実験結果と数値解析結果の比較を行った.数値解析で



Fig.12 Result of Analysis and Experiment は, 膜要素に法線方向圧力を付加させることで加圧を 行った. 数値解析概要を Fig. 11 に示す.

3-2. 数値解析結果および考察

数値解析結果及びTypel, 2の実験結果を併せてFig.12に示す. Fig.12-a)より, Typel では実験結果と解析結果の値は一致しない ものの, P₁の増加に対して膜面の変位が指数関数的に増加する 傾向は模擬出来ている.また, Fig.12-b)より, Type2 に関しても, 圧力の増加に比例して膜面の変位が増加する傾向が確認された. 数値解析結果と実験値に差が生じた要因として,本解析モデル は空気の送風量を模擬出来ていないことが挙げられる.

4.まとめ

本論では、提案モデルのガスホルダーへの適用性の把握を目 的として、各提案モデルの実験および数値解析モデルによる検 討を行った、今後の検討として外力の負荷による性状の把握、 より精度の高い数値解析モデルの確立などが挙げられる.

【参考文献】

[1] 篠塚,他:矩形辺面を有するレンズ型二重空気膜構造 に関する研究,AIJ大会(関東),構造I,pp.753-758,2014.8 [2] 商務流通保安グループ ガス安全室,メンブレ ンガスホルダーに係わるガイドライン,2014.6