

B-11

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性に関する研究
(その1) ガスホルダーの提案モデル及び実験的検討

Study on Applicability of Lenticular Double Layer Pneumatic Structure to Pressure Control System of Gas-Holder
(Part1) Proposed Model of Gas-Holder and Experimental Study

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

Abstract: In recent years, there has been a growing interest in environmental issues, the use of bio-gas power generation that is a renewable energy has been attracting attention. However, the spread of the gas holder that is a bio-gas power generation equipment has a problem that the construction cost becomes enormous by an increase in the size of the facility and complexity of the combustion system. For the purpose of increasing efficiency of the combustion system, the authors verify the possibility of adjustment of the tank internal pressure.

1. はじめに

近年、環境問題に関心が高まる中、再生可能エネルギーであるバイオガス発電の活用が注目されている。バイオガス発電装置の一部であるガスホルダーは発生したガスを一時的に貯蔵する装置であり、発生したガスを燃焼することでガスタービンを回転させて発電するシステムである (Fig.1)。しかし、その普及には施設の大型化、燃焼システムの複雑化等の理由により建設コストが多くなるのが課題となっている。また、現在、ガスホルダーの燃焼システムはタンクの圧力が制限値に達した際、燃焼装置を作動させることで急激に内圧を下げるシステムであり、燃焼装置への負担が大きくなるのが問題となっている。特に従来の小規模ガスホルダーは、中央の支柱で膜屋根を突き上げただけのものであり、圧力制御を行うシステムは存在しないため、適切な燃焼システムの確立が求められている。

ここで、ガスホルダーの燃焼システムの概要 (Fig.2) を下記に示す。

- ①ガスの発生によりガス量 n (気体の総量) が増加すると体積 V が増加する。
 - ②体積 V がガスホルダーの最大保有体積に達すると、圧力が上昇し始める。
 - ③圧力が制限値に達した段階で、燃焼機器を作動することにより、ガスを燃焼させる。その際、ガスの燃焼に伴いガス量が減少し、同時に圧力も減少する。
- ガスホルダーに求められる性能は、急激な圧力変動を抑制し、燃焼装置への負担を軽減することである。そこで、ガスの発生による圧力の上昇を調整することで、燃焼装置を効率よく作動させることが求められる。

以上を踏まえ、本論では、レンズ型二重空気膜構造 (Fig.3) (以下「レンズ型空気膜」と称す) を用いた内圧制御方式を提案し、タンク内の圧力を調整

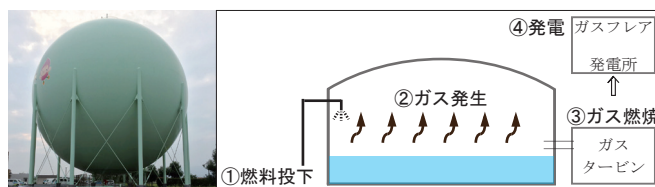


Fig.1 Outline of Gas holder

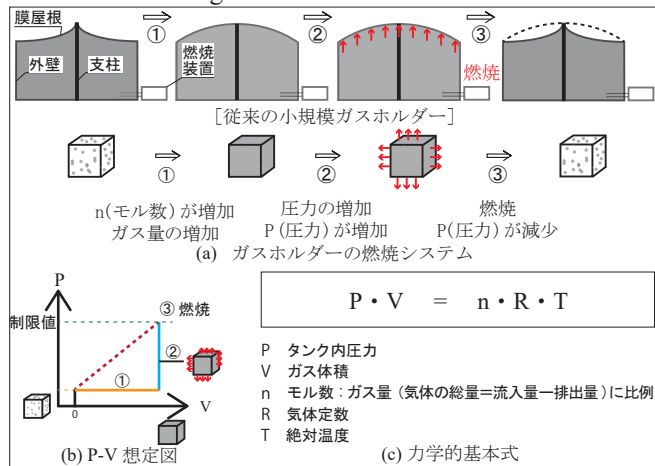


Fig.2 Burning system of a Gas holder



Fig.3 Example of lenticular double layer Pneumatic

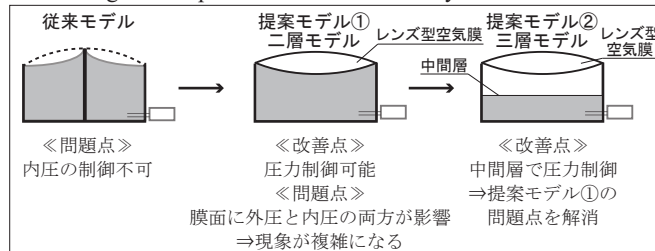


Fig.4 Outline of proposal model

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

することで燃焼システムの可能性について検討する。この方式は、外力（風荷重・積雪荷重等）の増加に対応して内部空間の圧力（内圧）が増加するというレンズ型空気膜の構造特性を利用したものである。なお、本論で対象とするガスホルダーは、燃焼システムとガスの貯蔵を併せ持つものを対象としている。

本論では、レンズ型空気膜のガスホルダーへの適用を目的とし、圧力の増加が隣接する層の圧力変化、膜面変位に及ぼす影響の把握を行った。

2. 提案モデルの概要

レンズ型空気膜を採用したガスホルダーの提案モデルとして、屋根にレンズ型空気膜を配置した「二層モデル」、二層モデルのレンズ型空気膜とタンクの上に圧力調整用の中間層を配置した「三層モデル」の2種類を提案する (Fig. 4)。二層モデルではレンズ型空気膜の圧力を制御することで、タンクの圧力制御を行う。しかし、レンズ型空気膜の下膜はタンクの圧力、上膜は外圧を同時に受けることで膜面が不安定になることが想定される。一方、三層モデルは二層モデルに中間層を付加したモデルであり、中間層で圧力制御を行うことで、二層モデルの問題を解消することを期待する。

3. 加圧実験概要

3-1. 実験概要

レンズ型空気膜を用いたガスホルダーの基本的構造特性を把握するため、膜を間に挟んで2つの空気層が隣接するモデルを対象に実験を行った。実験概要を Fig. 5 に示す。試験体には亚克力製の円柱パイプを用いて、内部に天然ラテックスゴムを配置し、両端を亚克力板で密閉した。試験体側に設けた送風口より、スポイトを用いて送風することで、一方の空気層を加圧（以下「加圧層」と称す）し、その際の膜面の変位及びもう一方の空気層（以下「隣接層」と称す）の圧力の変化を確認した。変位は膜面中央部をレーザー変位計で、圧力はチューブ先端を水柱測定器とすることで測定した。また、隣接層の圧力変動が及ぼす影響を把握するため、隣接層に孔を設け開放し、隣接層の圧力 P_2 を外圧と一定 ($P_2=0$) とした「Type1」と、孔を密閉し圧力変動を考慮した「Type2」の2ケースについて、それぞれ3回ずつ測定を行った。

3-2. 実験結果および考察

Type1 の加圧層圧力 P_1 と膜面変位 δ の関係を Fig. 6 に示す。加圧層圧力 P_1 が増加すると、膜面中央の変位は指数関数的に増加する傾向が確認された。

Type2 の加圧層圧力 P_1 と膜面変位 δ の関係を Fig. 7 に示す。Type2 では膜面変位 δ は比例的に増加する傾向が確認された。これは、加圧層圧力の増加と共に、膜を挟んで隣り合う隣接層圧力が増加することが原因と考えられる。

Type2 の加圧層圧力 P_1 と隣接層圧力 P_2 の関係を Fig. 8 に示す。 P_1 の増加に伴って P_2 も増加しているが、その値は P_1 の約 0.85 倍となることが確認され膜面の両

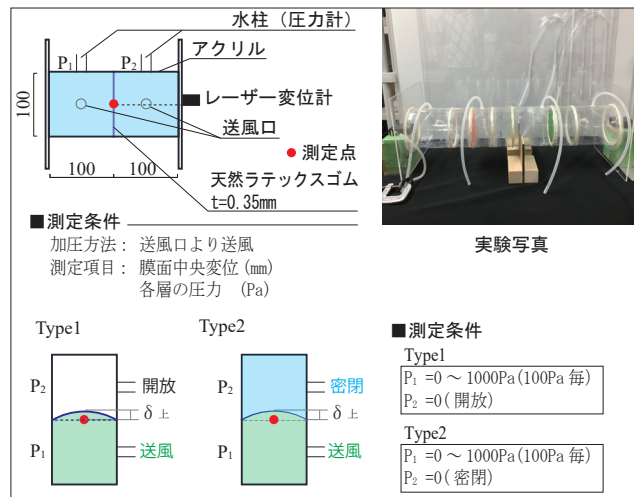


Fig.5 Outline of experiment model

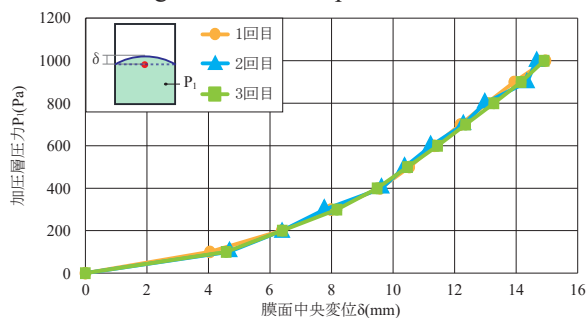


Fig.6 Pressure(P_1)-Displacement relations (Type1)

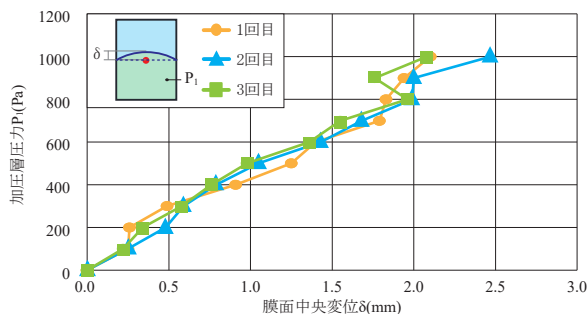


Fig.7 Pressure(P_1)-Displacement relations (Type2)

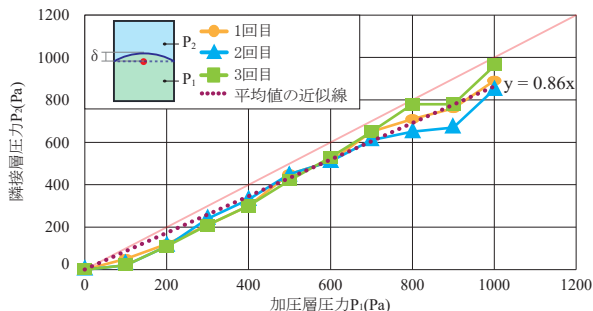


Fig.8 Pressure(P_1)-Pressure(P_2) relations

側の圧力の差分 (P_2-P_1) は、膜面張力の法線方向成分に相当する。

4. まとめ

本論では、レンズ型空気膜のガスホルダーへの適用を目的としたモデルを提案し、原理模型を用いて、一方の空気層の圧力を変化させた場合の膜面の変位及び隣接する層の圧力の変化を確認した。

今後の検討及び[参考文献]は(その2)にまとめて示す。