

機械的脱氣法による罐詰の真空度に 對する上部空隙量の影響

志 賀 岩 雄
木 村 圭 一

On the Influence of Headspace of a Can on It's
Vacuum Degrees when the Can is seamed under a
constant Vacuum of Closing Machine

Iwao Shiga and Keiichi Kimura

It has been known that the degrees of vacuum of a can seamed under a constant vacuum of closing machine is influenced greatly by it's headspace, resulting in much lower vacuum in a smaller headspace.

In this report, we showed that a fact described above results from difference of reduction rate of volume of head-space, depending upon the magnitude of the head-space, through the depression of can ends which is effected by pressure difference between the inside and outside of the can, and developed the following equation to proximately calculate the vacuum degrees of a can which is seamed under a specified machine vacuum and can head-space:

$$P_c = \frac{-(V_c - V_w - aP_a) + \sqrt{(V_c - V_w - aP_a)^2 + 4aP_m(V_c - V_w)}}{2a} \quad \text{--- 1}$$

$$U = P_a - P_c \quad \text{----- 2}$$

Where P_m = Pressure in a vacuum chamber of closing machine

P_a = Atmospheric pressure

P_c = Pressure in a can

V_c = Volume of can

V_w = Volume of content

a = a constant which is peculiar to the ends in the following formula;

Volume reduction in a headspace by the depression of both ends effected by pressure difference between the inside and outside of can = $a(P_c - P_a)$.

罐詰の上部空隙量と真空度との関係について Clark 等 (1923) ②、和田 (1931) ⑦、Goard 等 (1937) ③、大沼 (1938) ④、下井等 (1938) ⑥、Boyd等 (1952)① 及び本校第13期卒業生 (1951 未発表) 等の試験並びに調査結果があるが其内、機械的脱気に関するものを含んでいるものは、Goard 等及び本校第13期卒業生のもので、Goard 等が鮭鱒罐詰について、本校第 13 期生は水詰の罐詰について、それぞれ罐の内容物量、又は上部空隙量と罐詰の真空度との関係について試験している。其結果によると上部空隙量の少ない罐詰に於ては真空度の低いことが示されている。余等は其主たる理由について検討した結果罐詰の真空度に対応して罐の蓋底が内方に凹むことによる上部空隙量の減少の影響が上部空隙量の少ない罐に於て大ききことに基づくものであるとの考えの下に立てた計算式に、嘗て志賀 (1943) ⑥が行った真空度による蓋底の変形量の測定結果から得られた数値を適用して、算出の計算値と、実験の結果得た数値とは略一致することが見られたので茲に報告する次第である。

計 算 式

真空巻締機械の Vacuum chamber の気圧を P_m ($P_a - P_m = \text{Vac.}$) とし、其中で罐が蓋付密封される際に罐内の気圧も P_m になるものと仮定する。罐が減圧密封されて Chamber の外に出た時には、罐の内外圧差の程度に応じて若干蓋底が罐の内方に向って凹むので、上部空隙量がそれだけ圧縮されて少くなる訳である。志賀⑤が最高15吋を限度として行った真空度と蓋底の変形量との関係についての測定結果からして略、

$$A_c = a (P_c - P_a) \dots\dots\dots ①$$

なる関係式の成立が認められる。

但し、 P_c = 罐内圧、 P_a = 外気圧、 a は蓋底の種類に特有な常数、
 又同じ志賀の測定結果から次の如き a に対する数値が求められる。

第一表 蓋底の径と a の数値

蓋 底 の dia.	一枚当重量 (g)	a 値
401	23.1	1.034
307	16.5	0.490
301	13.4	0.286
211	9.6	0.191

次に罐の内容積 = V_c 、罐の内容物量 = V_w とすると、ボイルの法則によって、罐の上部空隙量と罐内圧との間に次式の様な関係式が成立するものと考えられる。

$$P_m (V_c - V_w) = P_c (V_c - V_w + A_c) = P_c [V_c - V_w + a (P_c - P_a)] \dots\dots\dots ②$$

上式を P_c について整理すると

$$a \cdot P_c^2 + (V_c - V_w - a \cdot P_a) \cdot P_c - P_m (V_c - V_w) = 0 \dots\dots\dots ③$$

$$P_c = \frac{-(V_c - V_w - a \cdot P_a) + \sqrt{(V_c - V_w - a \cdot P_a)^2 + 4a P_m (V_c - V_w)}}{2a} \dots\dots\dots ④$$

$$\text{罐詰の真空度を } U \text{ とすると、} U = P_a - P_c \dots\dots\dots ⑤$$

計算結果と実験値

七号罐を例にとって、蓋付密封の際の Vacuum chamber の真空度を15吋とし。罐には水を種々の容積、換言すれば種々の上部空隙量を残す様に詰めた場合を考え、前項の4式及び5式によって得らるべき罐詰の真空度を計算すると第二表の如き数値が得られる。

第二表 七号罐について各上部空隙量に対応する真空度の計算値計算の条件

Vac. chamber の真空度 = 15"、Pa = 29.9"、Pm = 29.9 - 15 = 14.9"
 a = 0.191, aPa = 5.711, 2a = 0.382, 4aPm = 11.3836,

1	2	3	4	5	6	7	8	9
(上部空隙量) Vc - Vw (c.c.)	Vc - Vw -aPa	(Vc - Vw) -aPa) ²	4aPm x (Vc - Vw)	[3] + [4]	$\sqrt{[5]}$	[6] - [2]	$Pc = \frac{[7]}{2a}$	U = Pa - Pc (inches)
0	-5.711	32.616	0	32.616	5.711	11.422	29.9	0
5	-0.711	0.506	56.918	57.424	7.578	8.289	21.7	8.2
10	4.289	18.396	113.836	132.232	11.499	7.210	18.9	11.0
20	14.289	206.540	227.672	434.212	20.838	6.549	17.1	12.8
40	34.289	1175.74	455.344	1631.084	40.387	6.098	16.0	13.9
60	54.289	2947.30	683.016	3630.316	60.252	5.963	15.6	14.3

次に実験値を掲記することとする。但しこの実験は O 型 Vacuum Seamer を使用し、15吋に Vacuum chamber の真空度を調節し、七号罐 (白) に 20.5°C の蒸溜水を種々の量に詰めたものを蓋付密封して後に、“FIRA” improved vacuum gauge (英国製で、Bourdon's tube の容積から来る測定誤差を消去できる様に作られたもの) にて罐の真空度の測定を行った。罐に詰められた水量は罐詰の総重量と空罐重量 (乾燥器にて乾燥後の重量) との差を以て記録した。

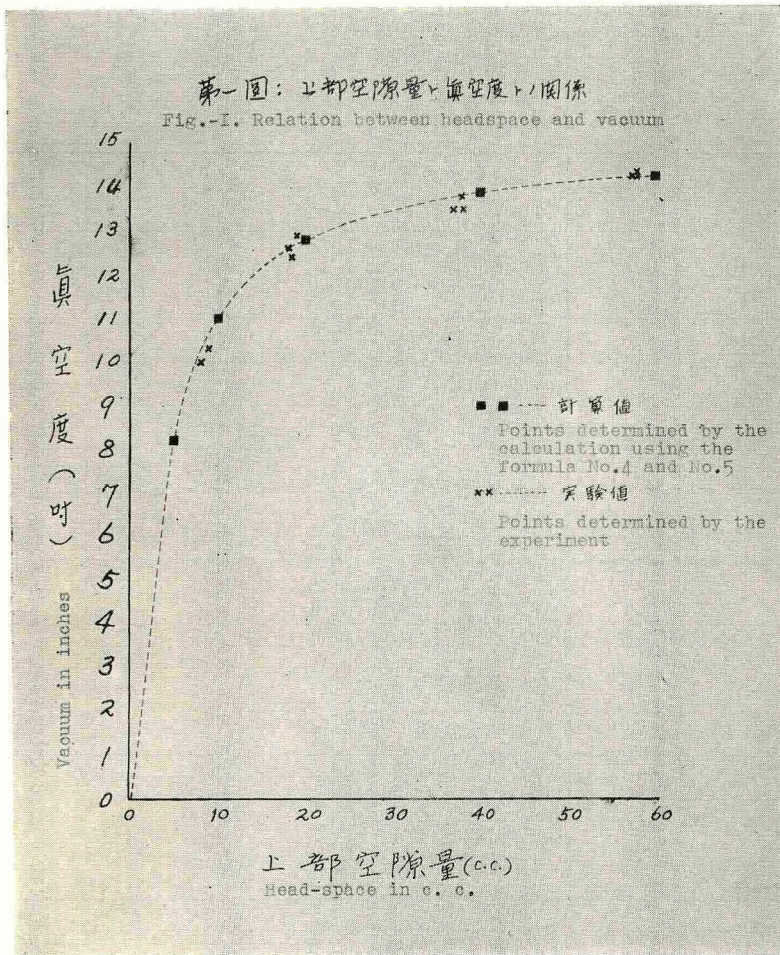
結果は次の第三表の通りである。

第三表 七号罐詰について各上部空隙量に対応する真空度の実測値

罐詰総量 gms.	空罐重量 gms.	水 量 gms.	上部空隙量 (Vc - Vw) c.c.	真 空 度 (吋)		
				第一回 読取数値	第二回 読取数値	真の真空度
368.2	64.7	303.5	8.1	7.0	5.4	10.0
368.3	65.5	302.8	8.8	7.25	5.6	10.3
358.9	66.3	292.6	19.0	10.8	9.3	12.9
358.9	65.3	293.6	18.0	10.5	9.0	12.6
359.5	66.2	293.3	18.3	10.5	9.1	12.4
339.0	65.5	273.5	38.1	12.6	11.8	13.5
339.4	64.6	274.8	36.8	12.5	11.6	13.5
338.0	64.2	273.8	37.8	12.6	11.6	13.8
319.1	64.8	254.3	57.3	13.4	12.6	14.3
319.7	65.9	253.8	57.8	13.4	12.6	14.3
320.2	66.3	253.9	57.7	13.4	12.5	14.4

上表中、 $V_c = 311.6\text{cc}$ (20°C にて測定)、 $V_w =$ 罐中の水量

以上の計算値並びに実験にによって得られた数値を一枚の方眼紙上に、縦軸に真空度、横軸に上部空隙量をとって描くと、次図の如きものが得られ、可なりに両者が一致するのが認められる。



要 約

真空巻締機を使用して、一定の真空度の下で蓋付密封した場合の罐詰の真空度は上部空隙量によって相違し、上部空隙量の少ない罐詰に於て真空度の低い結果を与えるものであることが既に明かにされている事実であるが其理由は、罐の内外気圧の差によって生ずる蓋底の凹みによる罐の容積（或は上部空隙量）の縮少の影響が上部空隙量の小なるものに於て大であることが主たる原因であると認め、上の考えをとり入れた余等の計算式 No.4 及び 5 によって算出した数値と実験値とが可なりの程度に一致することを示した。

文 獻

- 1 Boyd, J.M. & Bock, J.H., Continental Can Co., Bull. No.31, 1952.
- 2 Clark, E.D., Clough, R.W. & Shostrom, O.E., Pacific Fisherman, May-July. 1923.
- 3 Goard, D. H. & Charnley, F., Biological Board of Canada. Progress Report No. 32, 4, 1937.
- 4 大沼豊吉：水産研究誌、33, 392, 1938.
- 5 志賀岩雄：罐詰時報、22(4)、92, 1943. 東洋罐詰専修学校研究報告書第一号107, 1950.
- 6 下井誠、野口榮三郎及大岩文衛、水産研究誌、33, 474, 1938.
- 7 和田英夫：水産講習所試験報告、26, 67, 1931.
- 8 東洋罐詰専修学校第13期卒業生の試験報告（未発表）、1951.