

罐の内圧と蓋底の変形量(第3報)

(罐詰時報第23巻第4号に発表のもの)

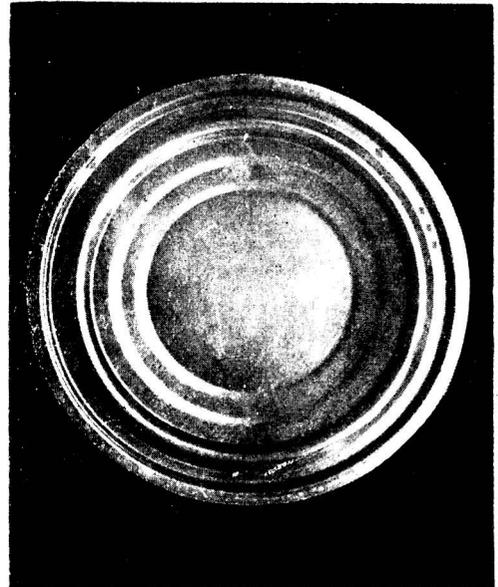
志 賀 岩 雄

は し が き

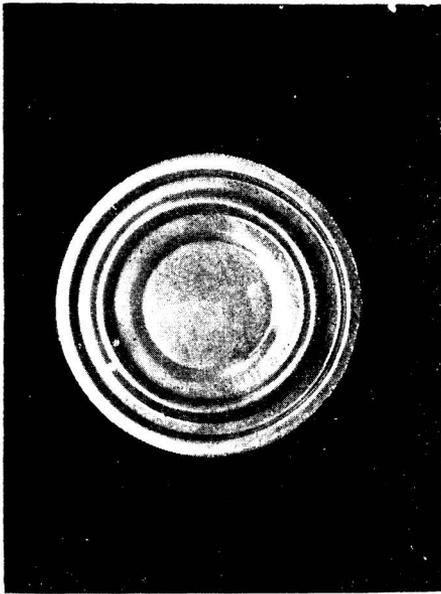
筆者は前に第1報⁽¹⁾に於て307と301の円罐の蓋底について、第2報⁽²⁾に於ては楕円1号罐の蓋について蛇の目型式と罐内圧による変形量との関係其の他につき測定し、其の結果を発表して置いた。川口武男氏⁽³⁾は401の蓋について測定してゐる。更に筆者は各種の重量(又は厚さ)を有する円罐の蓋底401、307、301、及び211について昭和13年に測定を終り、更に続いて603の蓋底についても測定して一括報告する心算で其の儘にして置いた処、種々の事情に妨げられ遂に今日に至るも603について測定するの機会がなく、603について測定のための大型装置まで準備して置いたが、年月の経過と共にそれ等の装置は何時とはなしに分解逸散して了つて、今日に至つては603についての測定は殆んど覺束なくなつた爲と、東洋製罐株式会社取締役和田義一氏の御懇瀆もあり、茲に一先づ測定を完了した401、307、301、及び211の蓋底について得た結果だけを取纏め一應報告して置きたいと思ふ。本試験結果よりして603の蓋底が蛇の目膨脹をなして後に於ける壓力-変形量曲線を予想する事が出来るかと考へるが、若しも機会を得れば603についての測定をなしてそれを確め、本研究の完璧を期したいものと考へてゐる。



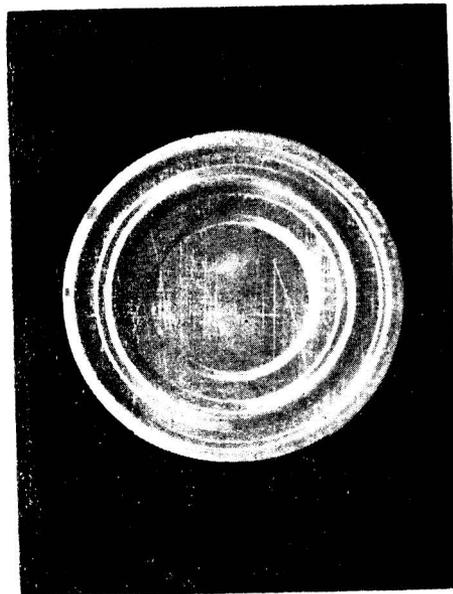
[307蓋底]



[401蓋底]



[211蓋底]



[301蓋底]

第一図



試験資料

本試験に使用した蓋底の蛇の目は、測定の当時の舊東洋製罐株式会社に於て採用してゐた型式のものだけについてである。錫力鋸は日本製鉄株式会社の製品を使用した。尚ほ各径の蓋底につへての測定結果記載の冒頭に於て更にそれ等の検品についての説明を附記することとする。

実験の部

第1 測定装置と測定方法

第1報⁽¹⁾に記載の装置と方法とを採用した。

第2 測定の結果

(A) 401の蓋底についての測定結果

401の蓋底の製作に使用される標準ブリキ板の厚さは100封度であるから、蓋底1枚当りの重量にして23.6瓦に相当する。本試験には1枚当り重量27.5瓦、23.1瓦、21.4瓦、及び19.8瓦の4種類を検品として使用した。因みに112封度ブリキ板より得らるべき蓋底の重量は計算上1枚当り26.4瓦に相当し、85封度ブリキ板より得らるべき蓋底の重量は1枚当り20瓦に相当する。

第 1 表 (a) 27.5 瓦の蓋底についての測定結果 (5 回測定平均結果)

圧 力 (封度/平方吋)	容 積 (匁)	圧力を去つた 時の容積(匁)	眞空度10時の 減圧となした 時の容積(匁)	眞空度15時の 減圧となした 時の容積(匁)	減圧より常圧 に復した時の 容積(匁)
0	0.0	—	—	—	—
2	1.4	0.0	— 3.6	— 5.4	— 0.3
4	2.9	— 0.3	— 3.8	— 5.4	— 0.3
6	5.3	— 0.2	— 3.8	— 5.5	— 0.3
8	7.8	0.0	— 3.7	— 5.4	— 0.2
10	36.9	10.6	— 2.0	— 4.5	1.3
12	36.2	8.5	— 3.4	— 5.9	0.0
14	37.4	16.0	— 3.7	— 6.2	— 0.2
16	39.0	25.5	— 3.5	— 6.2	0.0
18	40.8	27.8	— 3.0	— 5.8	0.6
20	42.5	29.8	— 2.3	— 5.1	1.2
22	44.7	32.3	— 1.0	— 4.1	2.5
24	47.5	35.4	0.8	— 2.4	4.3
26	50.2	38.3	3.5	0.1	6.8
28	53.3	41.6	18.5	3.1	9.9
30	56.6	45.1	28.9	7.5	14.3

第 2 表 (b) 23.1 瓦の蓋底についての測定結果 (5 回測定平均結果)

圧 力 (封度/平方吋)	容 積 (匁)	圧力を去つた 時の容積(匁)	眞空度10時の 減圧となした 時の容積(匁)	眞空度15時の 減圧となつた 時の容積(匁)	減圧より常圧 に復した時の 容積(匁)
0	0.0	—	—	—	—
2	2.2	0.0	— 4.7	— 7.7	— 1.1
4	3.5	— 0.9	— 5.5	— 7.8	— 1.1
6	7.1	— 0.7	— 5.4	— 7.8	— 1.1
8	38.5	9.4	— 3.6	— 7.3	— 0.1
10	40.0	16.1	— 3.8	— 7.5	— 0.1
12	41.9	22.4	— 3.8	— 7.7	— 0.2
14	44.6	30.4	— 3.2	— 7.3	0.3
16	47.5	34.3	— 2.2	— 6.7	1.2
18	50.7	38.2	— 0.4	— 5.4	2.8
20	54.0	42.0	2.3	— 3.2	5.1
22	58.3	46.8	6.5	0.9	9.1
24	63.9	52.8	30.1	7.6	5.6
26	69.9	59.1	51.1	15.9	23.6
28	78.8	68.3	64.8	44.9	50.4
30	94.2	84.6	82.0	79.9	82.8

〔註〕 此の重量の蓋底に於ては罐内圧が30封度/平方吋に達すると巻締の頸部が第1図の如く上方にめくり上げられる。

第 3 表 (c) 21.4 瓦の蓋底についての測定結果 (5 回測定平均結果)

圧 力 (封度/平方吋)	容 積 (匁)	圧力を去つた 時の容積(匁)	眞空度10吋の 減圧となした 時の容積(匁)	眞空度15吋の 減圧となした 時の容積(匁)	減圧より常圧 に復した時の 容積(匁)
0	0.0	—	—	—	—
2	2.4	0.0	- 5.7	-10.4	- 3.0
4	2.5	- 2.5	- 7.9	-10.5	- 3.0
6	7.5	- 1.7	- 7.5	-10.5	- 3.0
8	39.5	18.4	- 5.8	-11.0	- 3.1
10	41.0	24.9	- 6.6	-12.0	- 3.9
12	44.0	30.4	- 6.3	-11.9	- 3.6
14	47.8	35.0	- 5.1	-11.2	- 2.7
16	52.0	40.0	- 2.7	- 9.6	- 0.8
18	56.6	45.3	1.1	- 6.7	2.4
20	61.4	50.4	5.6	- 2.6	6.4
22	68.0	57.3	32.8	5.2	13.8
24	78.8	68.7	60.3	19.5	27.1
26	95.7	86.4	83.2	68.5	72.9
28	115.8	107.8	105.4	103.7	106.2

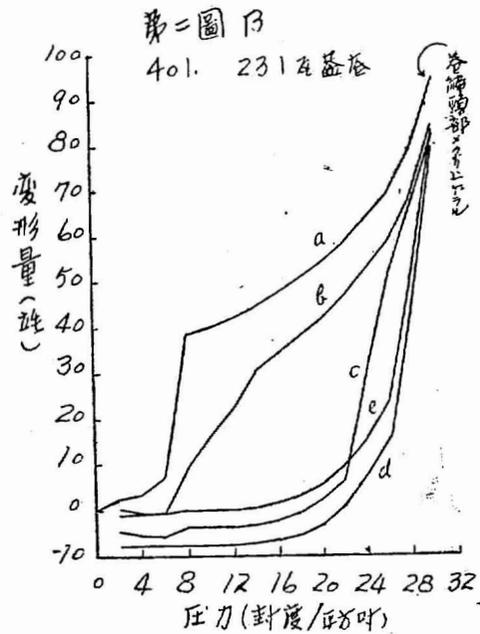
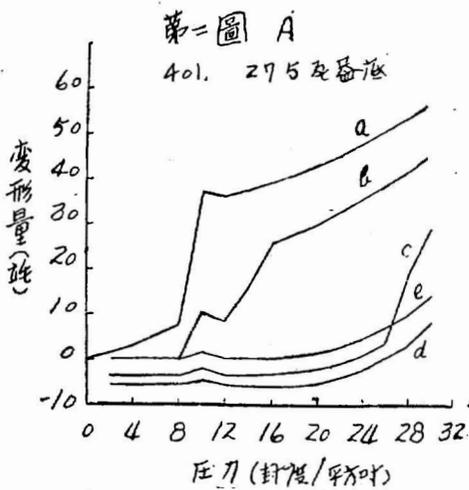
〔註〕 此の重量の蓋底に於ては罐内圧が26封度/平方吋に達すると、第1図に示した如き巻締頭部のめくり上りが始まり、28封度/平方吋に達して完全にめくり上げられる。

第 4 表 (d) 19.8 瓦の蓋底についての測定結果 (5 回測定平均結果)

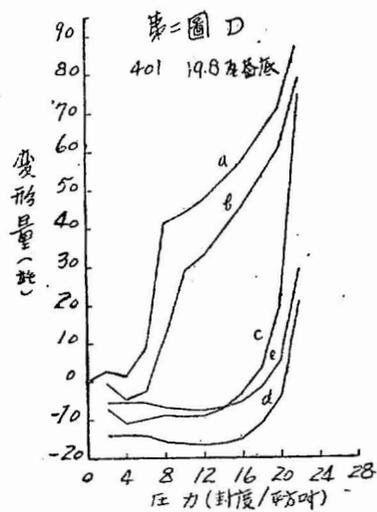
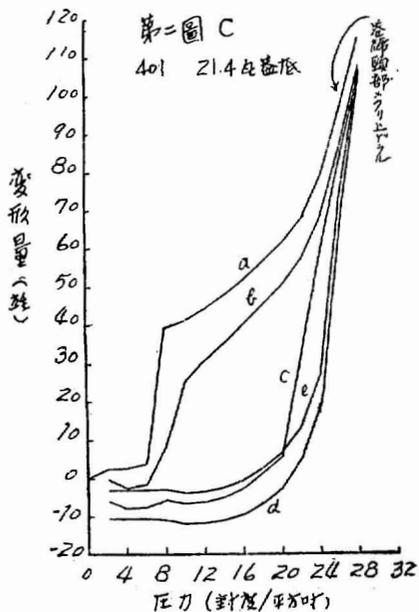
圧 力 (封度/平方吋)	容 積 (匁)	圧力を去つた 時の容積(匁)	眞空度10吋の 減圧となした 時の容積(匁)	眞空度15吋の 減圧となした 時の容積(匁)	減圧より常圧 に復した時の 容積(匁)
0	0.0	—	—	—	—
2	2.8	0.0	- 6.9	-14.0	- 5.5
4	1.3	- 4.6	-11.0	-14.2	- 5.6
6	8.2	- 2.8	- 9.9	-14.1	- 5.6
8	41.1	12.1	- 8.7	-15.6	- 7.0
10	44.0	28.6	- 9.3	-16.1	- 7.5
12	47.3	33.0	- 9.1	-16.6	- 7.8
14	52.3	39.4	- 7.2	-16.2	- 7.0
16	57.6	45.8	- 3.2	-14.8	- 5.2
18	64.3	53.2	3.5	-11.2	- 1.4
20	71.8	61.2	20.2	- 4.0	5.3
22	89.3	79.8	75.2	21.3	29.5

〔註〕 此の重量の蓋底に於ては罐内圧が 22封度/平方吋に達した時に巻締頭部が上方にめくり上げられる。

以上測定の結果をグラフに示すと、第2図A、B、C及びDの如くである。図に於て横軸には最初加へた罐内圧をとり、縦軸には変形量をとつた。



【註】 図中 a 曲線は罐内に圧力を加へた際に於ける蓋底の変形量を各加圧力に対して作図したものである。図中 b 曲線は罐内の圧力を去つた後に於ける変形量を先に加へた各圧力に対して作図したものである。図中 c 曲線は罐内の圧力を去り次に罐内を 10 時の減圧となした際に於ける変形量を最初に加へた各圧力に対して作図したものである。図中 d 曲線は次で罐内を 15 時の減圧となした際に於ける変形量を最初に加へた各圧力に対して作図したものである。図中 e 曲線は罐内の圧力を去り次に罐内を 15 時の減圧となし更に常圧に戻した後に於ける変形量を最初に加へた各圧力に対して作図したものである。



【註】 図中 a' 曲線は罐内に圧力を加へた際に於ける蓋底の変形量を各加圧力に対して作図したものである。図中 b 曲線は罐内の圧力を去つた後に於ける変形量を先に加へた各圧力に対して作図したものである。図中 c 曲線は罐内の圧力を去り次に罐内を 10 時の減圧となした際に於ける変形量を最初に加へた各圧力に対して作図したものである。図中 d 曲線は次に罐内を 15 時の減圧となした際に於ける変形量を最初に加へた各圧力に対して作図したものである。図中 e 曲線は罐内の圧力を去り次に罐内を 15 時の減圧となし更に常圧に戻した後に於ける変形量を最初に加へた各圧力に対して作図したものである。

測定結果の要約と考察

- (1) 40l の蓋底について 1 枚当り重量 27.5 瓦、23.1 瓦、21.4 瓦及び 19.8 瓦の 4 種類を資料として罐の内圧と蓋底の変形量との関係に関し測定した。
- (2) 罐内に圧力を加へた際に於ける蓋底の受ける変形量と各壓力との間に於ける関係、即ち図中の a 曲線について凡そ次の様な事が云へる。

第 5 表

蓋底の重量(瓦)	巻縮状態に破綻を惹起する圧力
19.8	2 2 封 度 / 平 方 吋
21.4	2 6 封 度 / 平 方 吋
23.1	3 0 封 度 / 平 方 吋
27.5	測定の範囲内に於ては之を認めず

(イ) 27.5 瓦—19.8 瓦の範囲内の蓋底に於ては罐内の圧力が 6—8 封度/平方吋程度に達すると、蓋底に刻んだ蛇の目の作用によつて突然急激な変形をする。そして罐内圧が此の点以上に達して後は、罐内より壓力を去つた後に於ても顕著な残留歪を残す

様になる。

(ロ) それより a なる壓力—変形曲線が僅に彎曲した線を描いて壓力の増加と共に上昇してゐるが、加壓壓力が或限界を越えて大になると、巻縮の頸部が本来ならば罐洞内壁面に密接してあるべきものが、めくりあげられて罐洞内壁面より離れて膨れ上り蓋底の膨脹度が其のために急に大になり、a 曲線が上方へ急昇して彎曲する。そしてこの様な巻縮部分の破綻を惹起させる罐内圧は、輕量の(又は薄い)蓋底になる程小さい事は勿論である。

各種重量の蓋底に於て第 1 図の様な巻縮頸部の分離膨脹を惹起した罐内圧は第 5 表の通りである。

第 6 表

蓋底の重量	限界罐内圧(封度/平方吋)
1 9. 8 瓦	1 8
2 1. 4 瓦	2 0
2 3. 1 瓦	2 2~2 4
2 7. 5 瓦	3 0

(ハ) 以上の様な巻縮部分の破綻を惹起する状態の生起、及び其の先驅をなす前兆とも見做してよい c 曲線の急折上昇の状況より判断して、各重量の蓋底に加へらるべき罐の内圧を次の限界内に制限せらるべきものと考へる。そして之を一言にして盡せば、

蓋底の膨脹変形量が大体に於て 60 年以上とならぬ程度に罐内圧を制限すべきである。(第六表参照)

(ニ) 前項に於て各重量の蓋底に対する限界内圧なるものについて述べたが、蓋底が蛇の目による突然巨大変形を起して後、この限界内圧までの各加壓壓力に應ずる蓋底の変形量について得た測定數値より平均法により壓力と変形量との関係を示す次の如き式を得た。(第七表参照)

第 7 表

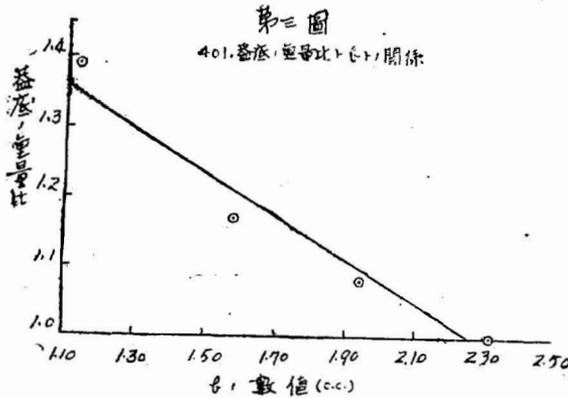
蓋底の重量(瓦)	重量の比	圧力-変形曲線の式	限界内圧 (封度/平方吋)
27.5	1.39	$V=21.1+1.128p$	30
23.1	1.17	$V=23.5+1.581p$	24
21.4	1.08	$V=21.7+1.942p$	20
19.8	1.00	$V=20.9+2.322p$	18

〔註〕 但し V =変形量(距) P =罐内圧

(ホ) 以上記載の関係並に第 1 報⁽¹⁾及び第 2 報⁽²⁾に於て見た所の測定結果等よりして、筆者は次の如き事項の存在を認めんとするものである。

等質の鋼材を使用し、略々相等しい熱処理並に機械的処理を経て製作せられた略々同等の物理的性質を有する鉄力板を以て製作した蓋底に於ては、蛇の目膨張を起して後の圧力-変形曲線 $V=a+bp$ の絶対項 a は、蓋底の径と蛇の目の型式によつて定まる定数であり、定数 b の数値は同径の蓋底に於ては蓋底の重量又は厚さに関係して決まる定数である。

(3) 蓋底は蛇の目膨張を起す近く迄は略々弾性変形をなすが、それ以上に内圧が増加すると可



第 8 表

蓋底の重量(瓦)	c 曲線の急昇点	e 曲線と交叉する点
27.5	26封度	26.4封度
23.1	22封度	22.2封度
21.4	20封度	20封度
19.8	18封度	14封度

307 の蓋底の製作に使用される標準ブリキ板の厚さは 95 封度であるから、蓋底 1 枚当りの重量にして 16.7 瓦に相当する。本試験には 1 枚当り重量 20.1 瓦、17.2 瓦、16.5 瓦、15.2 瓦、及び 14.5 瓦の 5 種類を検品として使用した。因みに 112 封度ブリキ板より得らるべき蓋底 1 枚の標準重量は 19.8 瓦であり 80 封度ブリキ板より得らるべき蓋底 1 枚の標準重量は 14.2 瓦である。

$V=a+bp$ なる形の式に於て 4 種類の蓋底に於ける a なる定数は略々等しい数値を示してゐる。これ等を平均すると $a=21.8$ となる。
 b なる定数は蓋底の重量と第 3 図の如き関係のあることが見られる。

成の可塑性変形を伴ふこと b 曲線に見らるる通りである。比較的薄い蓋底に於ては以上の様な可塑性変形を伴ふに至る圧力が比較的低いばかりでなく、それ迄の範囲内の内圧の適用によつて極く僅かな負の変形を残す傾向を有してゐる。

(4) 罐内の圧力を去り、次に罐内を 10 時の減圧とした際に於ける変形量と最初に加へた各圧力との関係を示す e 曲線が急に折れて上昇する点と e 曲線と交叉する点を調べて見ると第 8 表の通りであつて、罐内圧の適用上考慮さるべき点であらうと考へられる。

(B) 307 の蓋底についての測定結果

〔第 9 表 (a) 20.1 瓦の蓋底についての測定結果、5 回測定平均結果〕

圧 力 (封度/平方吋)	容 積 (匁)	圧力を去つた 時の容積(匁)	眞空度10時の 減圧となした 時の容積(匁)	眞空度15時の 減圧となした 時の容積(匁)	減圧より常圧 に復した時の 容積(匁)
0	0.0	—	—	—	—
2	0.6	0.0	- 1.7	- 2.5	0.0
4	1.3	0.0	- 1.7	- 2.5	0.0
6	2.3	0.0	- 1.7	- 2.5	0.0
8	3.3	0.0	- 1.7	- 2.5	0.0
10	4.5	0.1	- 1.7	- 2.5	0.1
12	20.6	4.4	- 0.2	- 1.4	1.6
14	21.1	5.8	0.0	- 1.3	1.7
16	22.0	10.5	0.1	- 1.2	1.9
18	22.9	15.3	0.3	- 0.9	2.2
20	23.9	16.4	0.6	- 0.7	2.5
22	25.0	17.6	1.0	- 0.3	2.9
24	26.4	19.1	1.6	0.2	3.5
26	27.6	20.5	3.7	0.8	4.2
28	29.0	22.1	4.7	1.7	5.1
30	30.4	23.5	9.1	2.5	5.9

〔第 10 表 (b) 17.2 瓦の蓋底についての測定結果 (5 回測定平均)〕

圧 力 (封度/平方吋)	容 積 (匁)	圧力を去つた 時の容積(匁)	眞空度10時の 減圧となした 時の容積(匁)	眞空度15時の 減圧となした 時の容積(匁)	減圧より常圧 に復した時の 容積(匁)
0	0.0	—	—	—	—
2	0.8	0.0	- 2.2	- 3.2	0.0
4	1.7	0.0	- 2.2	- 3.2	0.0
6	2.8	0.0	- 2.2	- 3.2	0.0
8	4.5	0.1	- 2.1	- 3.2	0.0
10	21.5	11.5	- 0.6	- 2.2	1.4
12	22.1	14.3	- 0.4	- 2.1	1.7
14	23.4	15.9	- 0.1	- 1.9	2.0
16	24.8	17.5	0.2	- 1.5	2.4
18	26.3	19.1	0.9	- 1.0	3.0
20	27.8	20.7	1.6	- 0.3	3.7
22	29.7	22.8	2.6	0.7	4.8
24	32.1	25.4	3.9	2.3	6.4
26	34.1	27.5	17.1	3.8	7.8
28	36.6	30.1	27.7	5.4	9.3
30	38.8	32.4	30.3	15.8	19.2

〔第 11 表〕 (c) 16.5瓦の蓋底についての測定結果 (5回測定平均)

圧 力 (封度/平方吋)	容 積 (距)	圧力を去つた 時の容積(距)	眞空度10吋の 減圧となした 時の容積(距)	眞空度15吋の 減圧となした 時の容積(距)	減圧より常圧 に復した時の 容積(距)
0	0.0	—	—	—	—
2	1.0	0.0	— 2.4	— 3.6	— 0.1
4	1.9	— 0.1	— 2.5	— 3.6	— 0.1
6	3.4	0.0	— 2.4	— 3.5	0.0
8	5.2	0.2	— 2.3	— 3.5	0.0
10	20.1	11.8	— 0.8	— 2.7	1.2
12	23.1	15.1	— 0.5	— 2.5	1.6
14	24.7	17.1	— 0.2	— 2.2	2.0
16	26.2	18.8	0.4	— 1.8	2.4
18	27.9	20.7	1.2	— 1.1	3.2
20	29.6	22.6	2.1	— 0.2	4.1
22	31.9	25.1	3.5	1.3	5.6
24	34.5	27.9	5.1	3.4	7.7
26	37.0	30.5	27.7	5.4	9.6
28	40.0	33.7	31.5	7.5	11.5
30	42.7	36.5	34.6	32.9	35.1

〔第 12 表〕 (d) 15.2瓦の蓋底についての測定結果 (5回測定平均)

圧 力 (封度/平方吋)	容 積 (距)	圧力を去つた 時の容積(距)	眞空度10吋の 減圧となした 時の容積(距)	眞空度15吋の 減圧となした 時の容積(距)	減圧より常圧 に復した時の 容積(距)
0	0.0	—	—	—	—
2	1.1	0.0	— 2.7	— 4.3	— 0.3
4	2.0	— 0.3	— 3.1	— 4.3	— 0.3
6	3.8	— 0.2	— 2.9	— 4.3	— 0.3
8	21.1	2.0	— 1.6	— 3.8	0.5
10	22.2	13.1	— 1.7	— 3.8	0.7
12	23.6	15.2	— 1.4	— 3.7	0.9
14	25.4	17.4	— 0.9	— 3.4	1.3
16	27.1	19.3	— 0.3	— 2.9	1.7
18	29.1	21.8	0.6	— 2.3	2.6
20	31.2	24.0	2.0	— 1.1	3.9
22	33.9	27.0	3.9	1.1	5.9
24	37.1	30.4	18.7	4.1	8.3
26	40.1	33.6	30.9	7.0	11.5
28	43.8	37.5	35.3	10.2	14.3
30	47.8	41.5	39.6	38.1	40.3

〔第 13 表〕 (c) 14.5瓦の蓋底についての測定結果 (5回測定平均)

圧 力 (封度/平方吋)	容 積 (珎)	圧力を去つた 時の容積(珎)	眞空度10時の 減圧となした 時の容積(珎)	眞空度15時の 減圧となした 時の容積(珎)	減圧より常圧 に復した時の 容積(珎)
0	0.0	—	—	—	—
2	1.2	0.0	— 3.0	— 4.9	— 0.6
4	2.1	— 0.5	— 3.5	— 4.9	— 0.6
6	4.1	— 0.4	— 3.4	— 4.9	— 0.5
8	21.2	1.7	— 2.3	— 4.7	0.1
10	22.5	8.6	— 2.3	— 4.6	0.3
12	24.1	15.4	— 1.9	— 4.5	0.5
14	26.0	17.8	— 1.4	— 4.3	0.8
16	28.0	20.2	— 0.6	— 3.7	1.5
18	30.2	22.7	0.5	— 2.7	2.7
20	32.4	25.3	2.2	— 1.2	4.2
22	35.4	28.3	4.3	1.4	6.6
24	39.1	32.3	24.2	5.0	9.9
26	42.4	35.9	33.1	8.4	13.0
28	48.3	41.8	39.7	18.5	22.2
30	54.8	48.6	46.7	41.7	42.8

〔註〕 罐内圧が28封度/平方吋に達すると巻締頸部がめくり上げられる傾向を生じ、30封度/平方吋に達して完全にめくり上げられた。

以上の測定数値をグラフにすると第4図A、B、C、D及びEの如くである。図に於て横軸には最初加へた罐内圧をとり縦軸には変形量をとつた。

又図中のa、b、c、d及びe曲線について説明すべき事は第2図に対する説明と同様である。

測定結果の要約と考察

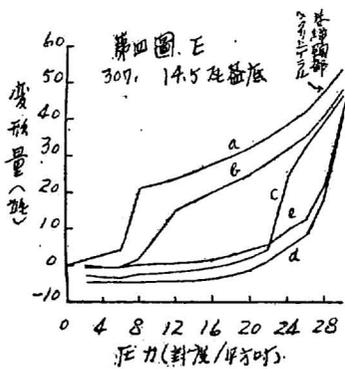
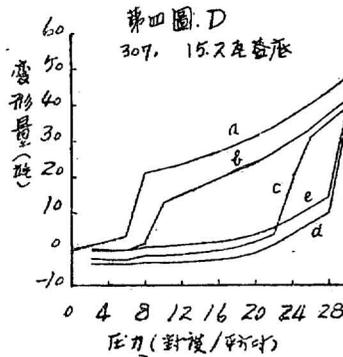
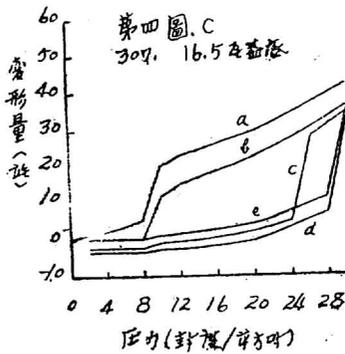
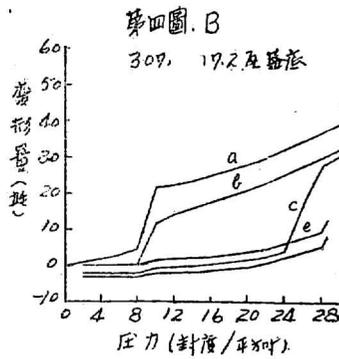
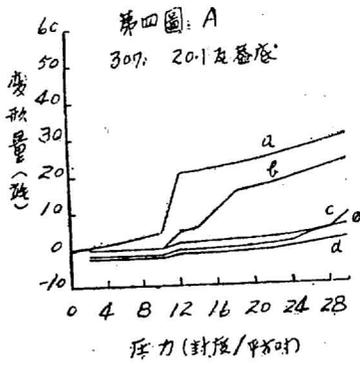
(1) 307の蓋底について1枚当り重量14.5瓦、15.2瓦、16.5瓦、17.2瓦及び20.1瓦の5種類を資料として罐の内圧と蓋底の変形量との関係について測定した。

(2) 罐内に壓力を加へた際に於ける蓋底の受ける変形量と各壓力との間に於ける関係、即ち図中に於けるa曲線について凡そ次の事が云へる。

〔第 14 表〕

蓋底の重量(瓦)	限界罐内圧 (封度/平方吋)
14.5	22
15.2	22
16.5	24
17.2	24~26
20.1	30

(1) 14.5瓦—20.1瓦の範囲内の307の蓋底に於ては罐内の壓力が6—10封度/平方吋以上となる時、蓋底に刻んだ蛇の目の作用によつて突然急激な巨大変形をす。蓋底の変形は此の点附近迄は略々弾性変形をなし罐内の壓力を去つて後に歪を残すことがない(但し薄い蓋底に於て僅に負の変形を残す傾向あり)。突然巨大変形を起して後には可成の可塑性変形を伴ふ様になり、罐内の壓力を去つて後にも図中のb曲線によつて示される如く歪を後に残す。



(ロ) 罐内圧が或限界を越えて高められる時に厚みの薄い蓋底に於ては、401の蓋底に於て見たと同様な巻締頸部のめくり上り現象を生ず。即ち14.5瓦の蓋底に於ては28封度/平方吋の内圧に達してより此の現象を生じ始める。この様な現象並に10吋真空度曲線cの急折上昇現象等よりして、此の径の蓋底に加へらるべき罐内圧の限界を罐内圧によつて生ずる変形量が35吨以上とならざる程度に置かるべきものであると考へる。即ち各

重量の蓋底に対する限界罐内圧は以下の如く定めらるるが安全である(第14表参照)。

(ハ) 各蓋底の蛇の目による突発的的巨大変形を起して後の壓力-変形曲線につき限界罐内圧を(ロ)に記載の如く定めて平均法により式を求めると第15表の如きものが得られる。

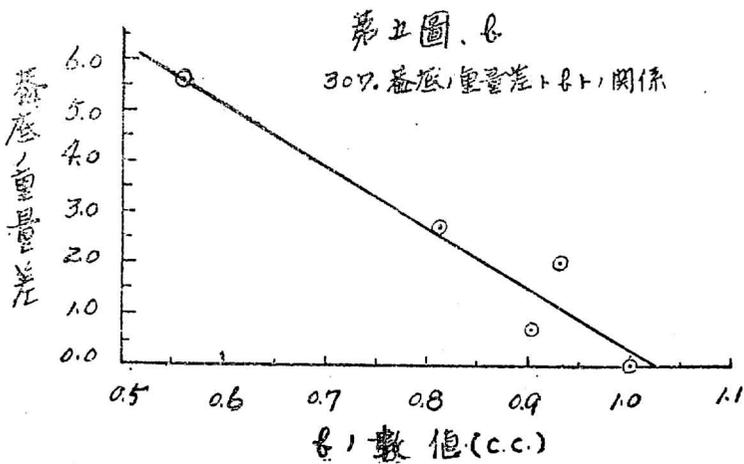
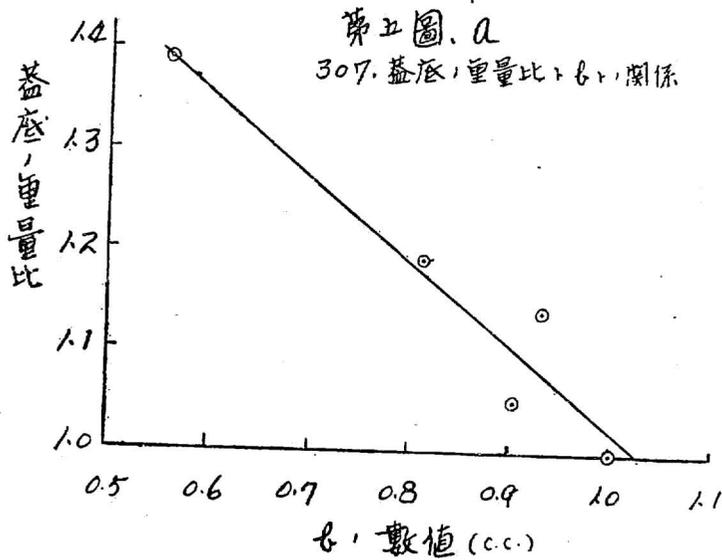
以上の $V=a+bp$ なる形の式に於ける a なる絶対項の数值は略々相等しく、其の平均値は12.8%に相当する。

定数 b の数值と蓋底の重量差又は重量比とは略々一直線の關係にあること第5図 a, b によつて明かである。

第15表

蓋底の重量(瓦)	重量の差(瓦)	重量の比	壓力-変形曲線の式
14.5	0.0	1.00	$V=12.4+1,004p$
15.2	0.7	1.05	$V=13.1+0,903p$
16.5	2.0	1.14	$V=12.1+0,931p$
17.2	2.7	1.19	$V=12.3+0,812p$
20.1	5.6	1.39	$V=13.2+0,558p$

(ニ) 以上の關係よりして等質の鋼材を使用して同等の熱処理並に機械的処理を経て製作せられた略々同等の物理的性質を有する鉄力板を以て製作した蓋底にあつては、蛇の目膨脹に關しての



「壓力—変形」曲線 $V = a + bp$ に於ける絶対項 a は蓋底の徑と蛇の目の型式によつて定まる定数であり、 b は同型の蓋底に於て重量又は厚さに関係して決まる所の定数と考へられることは、他の徑の蓋底に於けると同様である。

(ホ) 蛇の目膨脹による変形を始めて後には可成の可塑性変形を伴ふことは第4図の各グラフにて明かな所であるが、尙ほ去壓後罐内を10—15時に減壓した後に於ても其の影響が若干残る。可塑性変形を伴ふに至る罐内壓の大きさは蓋底の厚さを増すに従つて増大し、変形の程度の減少することは他種の蓋底に於けると同様である。

(C) 301の蓋底についての測定結果

301の蓋底の製作に使用される標準ブリキ板の厚さは95封度であるから、蓋底1枚当りの重量にして13.6瓦に相当する。本試験には1枚当り重量12.4瓦、13.4瓦、14.4瓦、16.7瓦及び17.4瓦の5

種類を検品として使用した。因みに112封度ブリキ板にて製作の蓋底の1枚当標準重量は16.1瓦であり、85封度ブリキ板にて製作し蓋底の1枚当標準重量は12.2瓦である。

第16表 (a) 12.4 瓦の蓋底についての測定結果 (5回測定平均)

圧力 (封度/平方吋)	容積 (匁)	圧力を去つた 時の容積(匁)	眞空度10時の 減圧となした 時の容積(匁)	眞空度15時の 減圧となした 時の容積(匁)	減圧より常圧 に復した時の 容積(匁)
0	0.0	—	—	—	—
2	0.7	0.0	-1.6	-2.4	0.0
4	1.3	-0.1	-1.6	-2.4	0.0
6	2.2	0.0	-1.6	-2.4	0.0
8	3.1	0.0	-1.6	-2.3	0.0
10	4.2	0.2	-1.5	-2.3	0.1
12	14.7	5.3	-0.6	-1.8	0.8
14	15.4	6.0	-0.6	-1.7	0.9
16	16.2	8.5	-0.5	-1.7	1.0
18	16.9	10.1	-0.3	-1.6	1.1
20	17.8	11.4	0.1	-1.3	1.5
22	18.7	12.8	0.7	-0.7	2.0
24	20.0	14.5	1.6	0.2	2.9
26	21.2	15.9	2.6	1.3	4.0
28	22.6	17.5	5.1	2.7	5.4
30	24.0	19.0	8.9	4.2	6.8

第17表 (b) 13.4 瓦の蓋底についての測定結果 (5回測定平均)

圧力 (封度/平方吋)	容積 (匁)	圧力を去つた 時の容積(匁)	眞空度10時の 減圧となした 時の容積(匁)	眞空度15時の 減圧となした 時の容積(匁)	減圧より常圧 に復した時の 容積(匁)
0	0.0	—	—	—	—
2	0.6	0.0	-1.4	-2.1	0.0
4	1.1	0.0	-1.4	-2.1	0.0
6	1.9	0.0	-1.4	-2.1	0.0
8	2.6	0.0	-1.4	-2.1	0.0
10	3.5	0.1	-1.3	-2.0	0.0
12	4.7	0.3	1.2	-1.9	0.2
14	15.3	8.4	0.0	-1.0	1.3
16	15.9	9.1	0.3	-0.9	1.5
18	16.7	10.4	0.5	-0.7	1.7
20	17.5	11.5	0.8	-0.4	2.0
22	18.3	12.7	1.2	0.1	2.5
24	19.5	14.2	1.9	0.7	3.2
26	20.3	15.2	2.6	1.4	3.8
28	21.6	16.6	3.7	2.6	5.1
30	22.8	17.9	11.2	3.8	6.2

第 18 表 (c) 14.4 瓦の蓋底についての測定結果 (5 回測定平均)

圧 力 (封度/平方吋)	容 積 (ㇺ)	圧力を去つた 時の容積(ㇺ)	眞空度10時の 減圧となした 時の容積(ㇺ)	眞空度15時の 減圧となした 時の容積(ㇺ)	減圧より常圧 に復した時の 容積(ㇺ)
0	0.0	—	—	—	—
2	0.5	0.0	- 1.2	- 1.8	0.0
4	1.0	0.0	- 1.2	- 1.8	0.0
6	1.7	0.0	- 1.2	- 1.8	0.0
8	2.3	0.0	- 1.2	- 1.8	0.0
10	3.0	0.1	- 1.2	- 1.8	0.1
12	3.8	0.2	- 1.1	- 1.7	0.1
14	11.8	4.7	0.2	- 0.7	1.3
16	15.5	7.5	0.8	- 0.2	2.0
18	16.2	8.9	0.9	0.0	2.1
20	16.8	10.1	1.1	0.1	2.3
22	17.5	11.6	1.4	0.4	2.6
24	18.5	12.9	1.9	0.8	3.0
26	19.3	13.9	2.4	1.3	3.6
28	20.2	15.1	3.0	2.0	4.3
30	21.0	16.0	4.6	2.7	5.0

第 19 表 (d) 16.7 瓦の蓋底についての測定結果 (5 回測定平均)

圧 力 (封度/平方吋)	容 積 (ㇺ)	圧力を去つた 時の容積(ㇺ)	眞空度10時の 減圧となした 時の容積(ㇺ)	眞空度15時の 減圧となした 時の容積(ㇺ)	減圧より常圧 に復した時の 容積(ㇺ)
0	0.0	—	—	—	—
2	0.4	0.0	- 0.9	- 1.4	0.0
4	0.8	0.0	- 0.9	- 1.4	0.0
6	1.3	0.0	- 0.9	- 1.4	0.0
8	1.8	0.0	- 0.9	- 1.4	0.0
10	2.3	0.1	- 0.9	- 1.4	0.1
12	2.9	0.1	- 0.9	- 1.4	0.1
14	3.6	0.2	- 0.8	- 1.3	0.2
16	6.8	1.8	- 0.1	- 0.7	0.9
18	15.1	5.9	1.5	0.7	2.5
20	15.6	6.4	1.7	0.9	2.7
22	16.2	7.3	1.9	1.2	2.9
24	17.0	11.2	2.3	1.5	3.3
26	17.7	12.2	2.6	1.8	3.6
28	18.4	13.2	3.0	2.2	4.1
30	18.9	13.9	3.4	2.6	4.4

第20表 (e)17.4瓦の蓋底についての測定結果(5回測定平均)

圧力 (封度/平方吋)	容積 (匁)	圧力を去つた 時の容積(匁)	真空度10時の 減圧となした 時の容積(匁)	真空度15時の 減圧となした 時の容積(匁)	減圧より常圧 に復した時の 容積(匁)
0	0.0	—	—	—	—
2	0.3	0.0	-0.9	-1.3	0.0
4	0.7	0.0	-0.9	-1.3	0.0
6	1.2	0.0	-0.9	-1.3	0.0
8	1.6	0.0	-0.9	-1.3	0.0
10	2.1	0.0	-0.9	-1.3	0.0
12	2.6	0.0	-0.9	-1.3	0.1
14	3.2	0.1	-0.8	-1.2	0.1
16	4.0	0.2	-0.7	-1.2	0.2
18	12.1	2.9	0.6	0.0	1.6
20	14.3	3.6	1.0	0.4	2.0
22	15.0	3.9	1.2	0.6	2.2
24	15.7	5.5	1.4	0.8	2.4
26	16.3	9.7	1.6	1.0	2.6
28	16.8	10.9	1.9	1.2	2.9
30	17.3	11.7	2.2	1.5	3.2

以上の測定数値をグラフにすると第6図A、B、C、D及びEの如くである。図に於て横軸には最初加へた罐内壓をとり縦軸には変形量をとつた。又図中の a、b、c、d 及び e 曲線について説明すべきことは第2図に対する説明と同様である。

測定結果の要約と考察

(1) 301の蓋底について1枚当り重量12.4瓦、13.4瓦、14.4瓦、16.7瓦及び17.4瓦の5種類を資料として、罐の内壓と蓋底の変形量との関係について測定した。

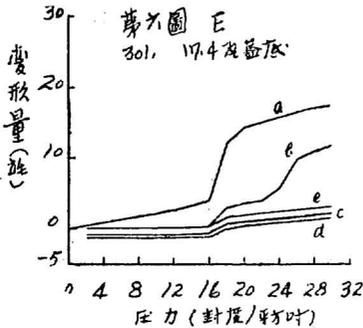
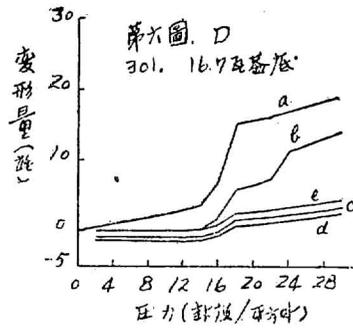
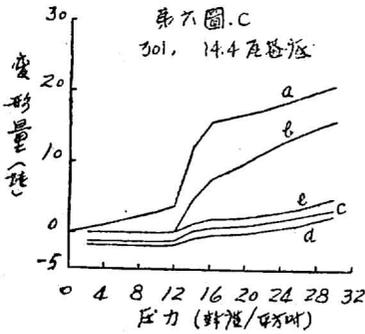
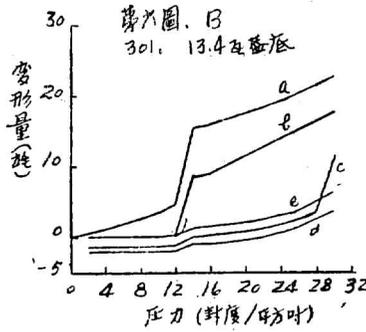
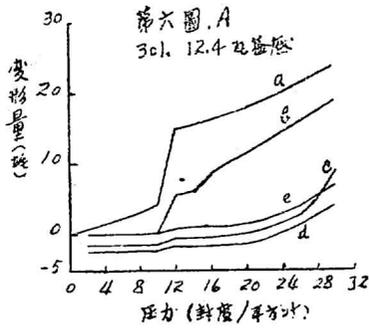
(2) 罐内に壓力を加へた際に於ける蓋底の受ける変形量と各壓力との間に於ける関係、即ち図中に於ける a 曲線について凡そ次の事が云へる。

(イ) 12.4瓦—17.4瓦の範囲内の301の蓋底に於ては、罐内の壓力が10封度/平方吋—16封度/平方吋以上となると蓋底に刻んだ蛇の目の作用によつて突然急激な巨大変形をする。蓋底の変形は此の点附近迄は弾性変形をなし罐内の壓力を去つて後に歪を止めることはないが、突然巨大変形を起して後には可成りの可塑性変形を伴ひ、罐内の壓力を去つて後も図中 b 曲線によつて示される如くに歪を後に残す。

(ロ) 適用の罐内壓が30封度/平方吋以内の測定に於ては401及び307の蓋底に於て見られた如き卷縮頸部がめくり上げられるが如き強度の変形を伴はなかつた。

(ハ) 各蓋底の蛇の目による突然的的巨大変形を起して後壓力—変形曲線については平均法により次の如き式を得た(第21表参照)。

以上の $V=a+bp$ なる形の式に於ける a なる絶対項の数値は略々相等しく其の平均値は8.5に相当する。

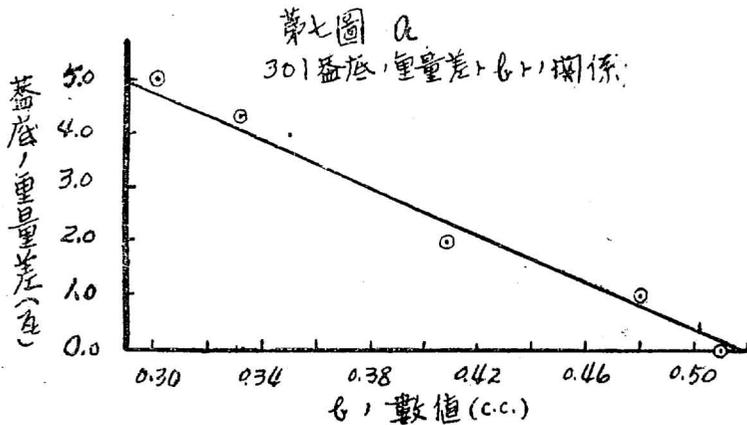


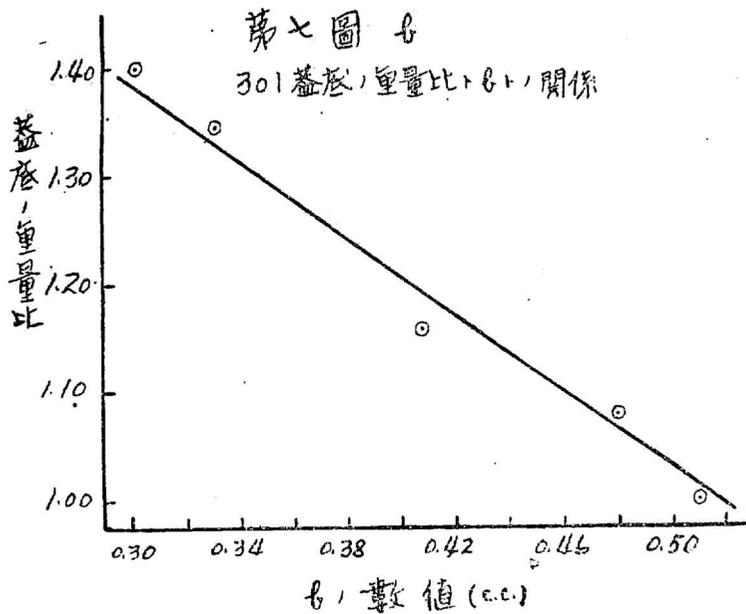
b の数値と 蓋底の重量
差又は重量比との間に略々
直線的関係の存在する
ことは第7圖 a 及び b に
見られる通りである。

(=) 以上の事柄から
して等質の鋼材を使用し
て同等の熱処理並に機械
的処理を経て製作せられ
た略々同等の物理的性質
を有する鉄片を以て製
作した蓋底にあつては、
蛇の目膨脹に關しての「
壓力-変形」曲線 $V=a$
 $+bp$ に於ける絶対項 a
は蓋底の徑と蛇の目の型
式によつて定まる所の定

數であり、 b は同徑の蓋底に於て蓋底の重量又は厚さに關し
て定まる所の定數であると考へられる事は、この徑の蓋底の試
験に於ても感ずる所である。

(ホ) 蛇の目膨脹による変形を始めて後には可成の可塑性変
形を伴ふことは第6圖の各グラフで明かな所であるが、尙ほ去
壓後罐内を10-15時の減壓としても其の影響が後に残るもので
ある事も各グラフに於て見ることが出来る。そして可塑性変形
を伴ふに至る罐内壓の大きさは蓋底の厚さを増すに従つて増大し





変形の程度が減少する。

(D) 211の蓋底についての測定結果

211の蓋底の製作に使用される標準ブリキ板の厚さは85封度であるから蓋底1枚当重量は9.95瓦となる訳であるが、本試験には1枚当重量13.6瓦、12.3瓦、11.5瓦及び9.6瓦の4種類を使用した。

第 21 表

蓋底の重量 (瓦)	重量の差 (瓦)	重量の比	圧力-変形曲線の式
12.4	0.00	1.00	$V=8.0+0,510p$
13.4	1.00	1.08	$V=8.1+0,480p$
14.4	2.00	1.16	$V=8.8+0,408p$
16.7	4.30	1.346	$V=9.0+0,331p$
17.4	5.00	1.40	$V=8.4+0,301p$

[註] V=変形量、P=罐内圧

第 22 表 (a) 9.6 瓦の蓋底についての測定結果 (5 回測定平均)

圧 力 (封度/平方吋)	容 積 (距)	圧力を去つた 時の容積(距)	眞空度10時の 減圧となした 時の容積(距)	眞空度15時の 減圧となした 時の容積(距)	減圧より常圧 に復した時の 容積 (距)
0	0.0	—	—	—	—
2	0.4	0.0	- 0.9	- 1.4	0.0
4	0.8	0.0	- 0.9	- 1.4	0.0
6	1.3	0.0	- 0.9	- 1.4	0.0
8	1.8	0.0	- 0.9	- 1.4	0.0
10	2.4	0.1	- 0.9	- 1.3	0.1
12	4.4	1.1	- 0.6	- 1.1	0.3
14	9.5	4.6	0.0	- 0.7	0.8
16	10.2	5.6	0.2	- 0.5	1.0
18	10.9	6.7	0.4	- 0.4	1.2
20	11.5	7.4	0.5	- 0.2	1.4
22	12.3	8.4	0.9	0.2	1.8
24	13.3	9.7	2.3	0.8	2.3
26	14.3	10.8	4.2	1.4	3.0
28	15.3	12.0	10.1	2.2	3.8
30	16.3	13.1	11.7	3.8	5.4

第 23 表 (b) 11.5 瓦の蓋底についての測定結果 (5 回測定平均)

圧 力 (封度/平方吋)	容 積 (距)	圧力を去つた 時の容積(距)	眞空度10時の 減圧となした 時の容積(距)	眞空度15時の 減圧となした 時の容積(距)	減圧より常圧 に復した時の 容積(距)
0	0.0	—	—	—	—
2	0.3	0.0	- 0.7	- 1.0	0.0
4	0.6	0.0	- 0.7	- 1.0	0.0
6	0.9	0.0	- 0.7	- 1.0	0.0
8	1.3	0.0	- 0.7	- 1.0	0.0
10	1.7	0.1	- 0.7	- 1.0	0.0
12	2.2	0.1	- 0.6	- 1.0	0.1
14	3.0	0.3	- 0.5	- 0.8	0.2
16	9.2	2.9	0.8	0.3	1.5
18	9.9	3.9	1.0	0.4	1.7
20	10.4	5.5	1.2	0.6	1.9
22	11.0	6.8	1.4	0.8	2.1
24	11.7	7.8	1.7	1.1	2.4
26	12.2	8.5	1.9	1.3	2.6
28	12.8	9.3	2.8	1.7	3.0
30	13.5	10.0	6.6	2.1	3.4

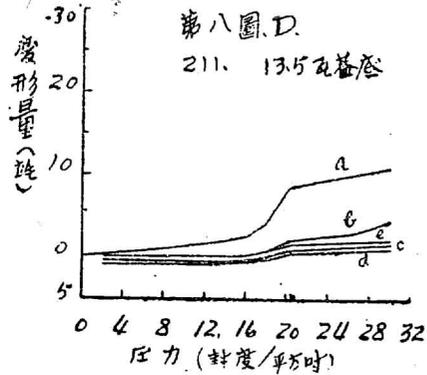
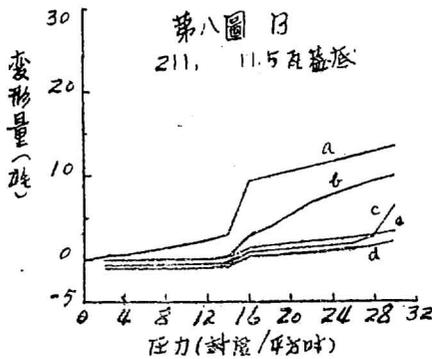
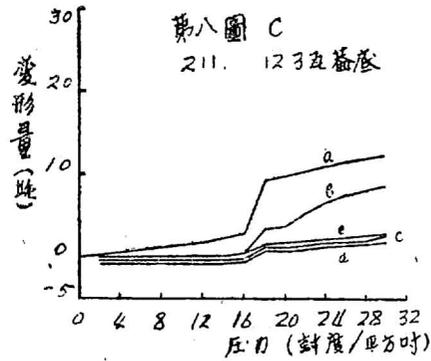
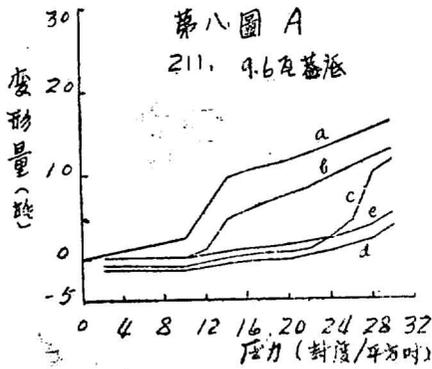
第 24 表 (c) 12.3 瓦の蓋底についての測定結果 (5 回測定平均)

圧 力 (封度/平方吋)	容 積 (距)	圧力を去つた 時の容積(距)	眞空度10吋の 減圧となした 時の容積(距)	眞空度15吋の 減圧となした 時の容積(距)	減圧より常圧 に復した時の 容積(距)
0	0.0	—	—	—	—
2	0.2	0.0	- 0.6	- 0.9	0.0
4	0.5	0.0	- 0.6	- 0.9	0.0
6	0.8	0.0	- 0.6	- 0.9	0.0
8	1.1	0.0	- 0.6	- 0.9	0.0
10	1.4	0.0	- 0.6	- 0.9	0.0
12	1.7	0.0	- 0.6	- 0.9	0.0
14	2.2	0.1	- 0.5	- 0.8	0.1
16	2.8	0.3	- 0.4	- 0.7	0.2
18	9.1	3.2	1.0	0.5	1.6
20	9.6	3.6	1.1	0.6	1.7
22	10.2	5.1	1.2	0.8	1.9
24	10.8	6.5	1.5	1.0	2.1
26	11.3	7.3	1.6	1.2	2.3
28	11.7	7.9	1.8	1.3	2.4
30	12.2	8.5	2.5	1.6	2.7

第 25 表 (d) 13.5 瓦蓋底についての測定結果 (5 回測定平均)

圧 力 (封度/平方吋)	容 積 (距)	圧力を去つた 時の容積(距)	眞空度10吋の 減圧となした 時の容積(距)	眞空度15吋の 減圧となした 時の容積(距)	減圧より常圧 に復した時の 容積(距)
0	0.0	—	—	—	—
2	0.2	0.0	- 0.5	- 0.8	0.0
4	0.4	0.0	- 0.5	- 0.8	0.0
6	0.7	0.0	- 0.5	- 0.8	0.0
8	1.0	0.0	- 0.5	- 0.7	0.0
10	1.3	0.1	- 0.5	- 0.7	0.1
12	1.6	0.1	- 0.5	- 0.7	0.1
14	2.0	0.1	- 0.4	- 0.7	0.1
16	2.5	0.2	- 0.3	- 0.6	0.2
18	4.2	0.8	0.1	- 0.2	0.7
20	8.4	2.1	0.9	0.6	1.6
22	9.0	2.4	1.1	0.7	1.7
24	9.6	2.7	1.2	0.8	1.8
26	10.0	3.0	1.3	0.9	1.9
28	10.5	3.7	1.5	1.1	2.1
30	10.9	4.7	1.6	1.2	2.2

以上の測定数値をグラフにすると第8図A、B、C及びDの如くである。図に於て横軸には最初加へた罐内圧をとり縦軸には変形量をとつた。又図中a、b、c、d及びe曲線について説明すべきことは第2図に対する説明と同様であるから茲に再記することを省略する。



測定結果の要約と考察

(1) 211の蓋底について1枚当り重量9.6瓦、11.5瓦、12.3瓦及び13.5瓦の4種類を資料として罐の内圧と蓋底の変形量との関係について測定した。

(2) 罐内に圧力を加へた際に於ける蓋底の受ける変形量と各壓力との間に於ける関係、即ち図中に於けるa曲線について凡そ次の様な事が云へる。

〔第26表〕

蓋底の重量(瓦)	重量差(瓦)	重量比	圧力—変形曲線式
9.6	0.0	1.00	$V=3.0+0.436P$
11.5	1.9	1.20	$V=4.3+0.304P$
12.3	2.7	1.28	$V=4.5+0.258P$
13.5	3.9	1.41	$V=3.6+0.245P$

〔註〕 V=変形量(珪) P=罐内圧

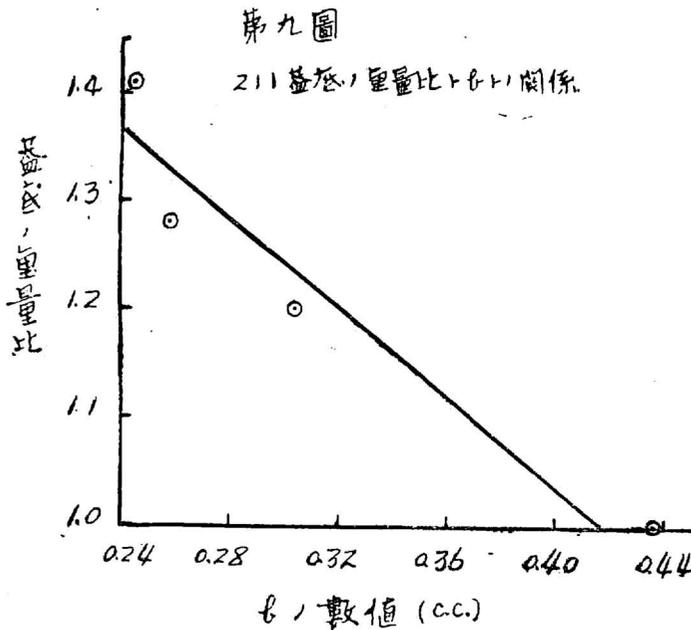
(1) 9.6瓦—13.5瓦の範囲内の211の蓋底に於ては、罐内の壓力が10封度/平方吋—16封度/平方吋以上になると蓋底に刻んだ蛇の目の作用によつて突然急激な巨大変形をする。蓋底の変形は此の点附近迄は弾性変形をなすが、突然巨大変形を起して後は或程度の可塑性変形を伴ひ、罐内の壓力を去つて後にもb曲線に見るが如き歪を残

留する。

(ロ) 適用の罐内圧が30封度/平方吋以内ならばこの径の蓋底に於ては401の蓋底に於て見た巻縮頸部がめくり上げられるが如き強度の変形を伴はなかつた。

(ハ) 各蓋底の蛇の目による突然的巨大変形を起して後の壓力—変形曲線については平均法により第26表に示すが如き式を得た。

以上の $V=a+bp$ なる形の式に於てaなる絶対項の数値は略々相等しく其の平均値は3.9に相当する。



蓋底の重量比とb定数の数値との關係をグラフにすると第9圖の如くである。

(ニ) 等質の鋼材を使用して同等の熱処理並に機械的処理を経て製作せられた略々同等の物理的性質を有する鉄力板を以て製作せられた蓋底にあつては、蛇の目膨脹に關しての「壓力—変形」曲線 $V=a+bp$ に於ける絶対項aは蓋底の径と蛇の目の型式によつて定まる所の定数でありbは同径の蓋底に於て蓋底の重量又は厚さに關係して決定され

る所の定数であると考へられる事は茲の徑の蓋底の試験に於ても感ずる所である。

(ホ) 蛇の目膨脹による変形を始めて後には可成の可塑性変形を伴ふことは第8圖の各グラフで明かな所であるが、尙ほ去壓後罐内を10—15吋の減壓にしても其の影響が後に残るものであることも各グラフに於て見ることが出来る。そして可塑性変形を伴ふに至る罐内壓の大きさは、蓋底の厚さの増すに従つて増大し変形の程度が減少する。

第 3 總 括

(1) 401、307、301 及び 211 の蓋底について各種の重量の蓋底を材料として罐内壓と蓋底の変形量について測定した。

〔第 27 表〕

蓋の種類	401	307	301	211
蓋の径(耗)	101.5	86.5	77.0	68.0
a(平均値)	21.8	12.8	8.5	3.9

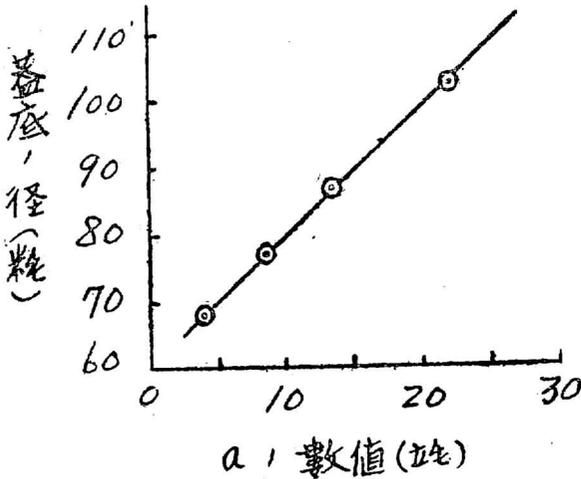
(2) 罐内の壓力を次第に高めると或限界壓力までは略々弾性変形をなすが、この限界を越えると可成の可塑性変形を伴ふ様になる。此の限界壓力は大體に於て蓋底に刻んだ蛇の目の作用によつて突然的に巨大変形をな

す点に近く少々それよりも低い。そして罐の内圧を去り次に罐内を10—15時の減壓となしても上の可塑性変形の影響が残る。

(3) 罐の蓋底が蛇の目膨脹をなして後に於ける罐内圧と変形量との関係は此の試験に使用した如き型式の蛇の目ある蓋底にては或限界内に於ては大體 $V=a+bp$ なる式を以て表わす事が出来る (V =変形量(吨) P =内圧)。

(4) $V=a+bp$ なる式に於て等質の鋼材より得た等しい物理的性質を有するブリキ板を材料として製作された蓋底に於ては a なる絶対項は略々等しい様な蛇の目を刻んだ蓋底にあつては、蓋底の徑によつて定まる定数であることを知つた。即ち第10図の如く、兩者の関係は略々一直線をなす。

第十圖. 蓋底の徑と a の關係



(5) b なる定数は等徑、等蛇の目の蓋底に於ては蓋底の重量又は厚さに関係して決まる定数であることを知つた。

(6) 又、等厚のブリキ板を以て製作した異徑の蓋底間に於て b の數値は蓋底の徑と第11図の様な関係が見られる。即ち b の対数と蓋底の徑とは一直線の関係にある。

(7) 401 の如き大形の蓋底に於ては其の受けるべき罐内圧に特に注意すべきである。401 の蓋底に於ては其の変形量が60吨^{0.0}以上となる様な内圧が罐内に発生することを忌むべきである。この限界を超えて大なる内圧が作用する場合には

は残留歪を過度に増大するばかりでなく、卷縮頸部が上方へめくり上げられる様なものが出来、卷縮密封の機能が破壊される様になる。其の点に関して各徑の蓋底についての壓力—変形量の関係を描いたグラフ中の c 曲線が突然折れて急上昇し始める内圧の強さが注目されるべきである。307 の蓋底に於ては蓋底の変形量が35吨^{0.0}以上となるが如き強い内圧の発生に対しては警戒されるべきである。

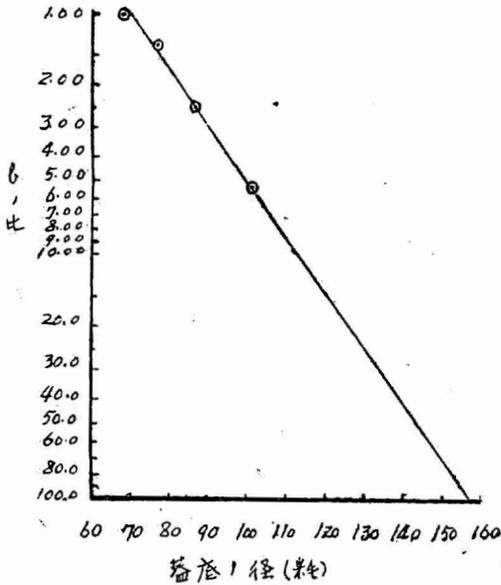
〔第28表〕

蓋底の種類	401	307	301	211
蓋底の徑(寸)	101.5	86.5	77.0	68.0
b の値(吨) [*]	1.64	0.765	0.428	0.312
b の比	5.26	2.45	1.37	1.00

〔註〕 ^{*} 第3図、第5図、第7図及び第9図より100封度ブリキ板に相当の重量の蓋底に対するものを求めた。

これ等の警戒内圧を超過する恐ある場合には、罐詰製造工程上加壓冷却又は更に進んでは加壓加熱並に加壓冷却方式を採用するか、其の他便宜の方法に従つて罐の内外圧差を制限する事が失敗なき罐詰の製造上大切な事項である。

第十一圖 蓋底のたれ関係



(B) 本邦に於て一般に使用せらるる罐の殺菌加熱中に受ける罐内圧については、蓋底に刻んだ蛇の目に相違なき限り又使用ブリキ板の物理的性質に大きな相違なき限り、本測定結果より求めらるる数値と Chambellan 氏等の式(1,4)とを使用することによつて略々近似的に計算によつて知ることが出来る。

引用文献

- (1) 志賀岩雄、罐の内圧と蓋底の変形量(第1報) 水産研究誌第31巻657—680、昭和11年
- (2) 志賀岩雄、罐の内圧と蓋底の変形量(第2報) 水産研究誌第33巻第7号1—24、昭和13年
- (3) 川口武男、罐詰法原論(水産製造工学講話) 6頁、昭和17年
- (4) Chambellan, P., Cheftel, H., Thuillot, M., L. et Boudeau, R.; La Pression interieure

dans les Boites de Conserves et ses Variations pendant la Sterilisation, Lab. Rech. biol., Paris, Bull. No.3. 1932

