



# HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	硝子球浮子の研究(豫報)
Author(s)	小林, 喜一郎; KOBAYASHI, Kiichiro; 高橋, 廣彌 他
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 1(2), 102-110
Issue Date	1951-02
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/22686">https://hdl.handle.net/2115/22686</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	1(2)_P102-110.pdf



# 硝子球浮子の研究 (豫報)

小林 喜一郎 (水産機械学教室)

高橋 廣彌 (水産機械学教室)

上野 元一 (遠洋漁業学教室)

## FUNDAMENTAL STUDIES ON SPHERICAL GLASS FLOATS FOR FISHING NETS. (PRELIMINARY REPORT)

Kiichiro KOBAYASHI, Hiroya TAKAHASHI and Motoichi UENO  
(Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

For the purpose of obtaining the fundamental data on the floats of fishing nets which is one of the important parts of the net design, the authors have been planning and engaging in the various experiments on spherical glass floats.

Here upon, the author took the measures of size, weight, and buoyancy of some kinds of spherical thin or thick shell floats, which are 2.7 SUN (3.21 inches), 4 SUN (4.76 inches) 5 SUN (5.95 inches) and 6 SUN (6.74 inches) in diameter.

As a result of the experiments, some relations are found among them. The results are summarized as follows:

1. Table 1-9 and Fig.1-9 show the measured values and their frequency distributions. Therefrom, standard deviations are about 1% in size, 10% in weight, 10% in buoyancy.
2. According to the weight, no difference could be found between the thickness of shell floats.
3. The displacement of floats calculated from the nominal size should be multiplied by the coefficient 0.89~0.97 according to the results (success or failure) of manufactured floats.
4. It is to desired as one of the manufacturing standards of the spherical glass floats that the distortion factor  $\left( = 1 - \frac{\text{min. dia.}}{\text{average dia.}} \text{ in } \% \right)$  does not exceed 4%.

現今各種の漁網用浮子の中、最も多く用いられるものは硝子球で、昭和25年度に於ける我國の生産高は100万個以上に達している。これは硝子球浮子が他の浮子に比して、機能確実で耐久性が大きく製作が比較的簡單で多量生産に適し、且安価に供給し得らるる為である。然るに漁網仕立に際して、各々其の使用目的に応じ適當寸法の浮子を何程用いたらよいかといふ点になると、殆ど根拠となるべき資料が無く、多くは経験と前例とによつて定め、これを實際に使用してその結果に応じて更に寸法を変え、或は個数を増減している。

筆者等は漁網仕立の際に最も適當する浮子及沈子の寸法、個数等を定める何等かの根拠を得るため

に、この方面の研究を計画しているのであるが、先づ其の予備的研究として、硝子球浮子に関し必要な各種の資料を得るため次の如き試験を計画した。

1. 寸法、重量、浮揚力等を測定し、其等間の関係を求め、且製作上の誤差の程度を検討する。
2. 海中に於ける抵抗を測定し、其の実験式を求め、浮子が漁網抵抗中に占める割合を検討する。
3. 海中に於ける耐圧強度を測定し、海深の実用限度を検討する。
4. 機械的衝撃強度を測定し、取扱、投網、波浪、接触等の際に於ける破損の状況を考察し、次に此れに各種の保護袋網をかぶせた場合の衝撃吸収程度と其の効果を比較研究する。

本報告は其の中第1項目について試験した結果、略々結論を得られたものを纏めたものである。本試料の中No. 1, 2, 3 は、大北硝子横山、鍵山両氏の寄贈によるもので、No. 4, 5 以下数点は、本学部川崎教授の斡旋で下関日本漁網より寄贈をうけた。海上実験に関しては、本学部おしよる丸及北星丸の協力を得た。計算に関しては遠洋漁業学科平岩氏の援助によつた。以上の各位に対し、厚く感謝の意を表はす。

## I 硝子球浮子の製法

測定結果を理解し易くするため、硝子球浮子の製法を略述する必要がある。

素材はコストの関係で安価な材料が用いられる。例えば、クズ硝子70%、珪砂類30%の混合物を、1400°C~1450°Cに熱し熔解の後、粘度を増すため1100°C~1200°Cまで下げる。この熔融ガラスを吹桿と称する鋼管(長さ4~5尺、内径3~6分)の先に付け、口で吹き乍ら半球型の金型の中で膨らましてゆく。斯くして硝子球が成型されると、吹桿を抜き、次に此の抜孔に熔融した硝子棒をさしこみ、適當の長さに切り、押え金で押えて融着させ孔を塞ぐ。この際押えつける力の程度が過ぎると、抜孔栓附近が凹む。完成された球は、初期熱応力を除くため、約600°Cのかまの中で、24時間調質される。

## II 供試品

試験に供した硝子球浮子は次の Table 1 に示した如く7種である。

Table 1. Kinds of Samples

No. of sample	Nominal Size	Thine or Thick	No. of articles
No. 1	4 sun	Thine	51
No. 2	4	Thick	50
No. 3	2.7	Thick	101
No. 4	5	Thine	1
No. 5	5	Thick	1
No. 6	6	Thine	1
No. 7	6	Thick	1

## III 寸度測定と其の結果の考察

直径はノギスを用いて、No. 1, 2, 3 について、球の略々直交3軸と、最小直径との4点について、 $\frac{1}{10}$ mmのオーダーまで測定した。最小直径は多く抜孔栓のすぐ近くの点を通る直径附近にある。次に直交3軸測定値の相加平均を求め、これをその球の平均直径を表はすものとした。凹みの程度を表はす最小直径についてはVII項にて述べる。平均直径を0.5mm間隔に分け、その間に含まる個数についての度数分布を

Table 2.

Size frequency distribution of sample No. 1

size	N. of art.
11.80	15
11.85	10
11.90	18
11.95	6
12.00	2

Table 3.

Size frequency distribution of sample No. 2

size	N. of art.
11.70	1
11.75	3
11.80	6
11.85	12
11.90	14
11.95	6
12.00	4
12.05	2
12.15	1
12.20	1

Table 4.

Size frequency distribution of sample No. 3

size	N. of art.
7.75	1
7.80	2
7.85	10
7.90	34
7.95	28
8.00	15
8.05	6
8.10	2
8.15	0
8.20	1

Fig. 1 Eye frequency distribution of sample No. 1

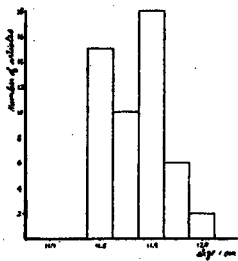


Fig. 2 Eye frequency distribution of sample No. 2

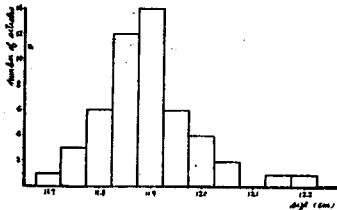


Fig. 3 Eye frequency distribution of sample No. 3

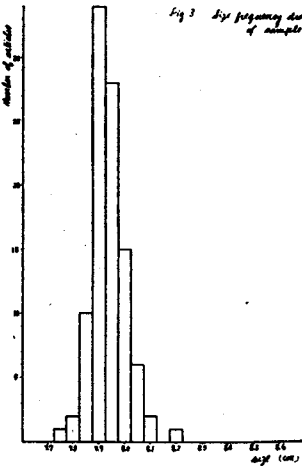
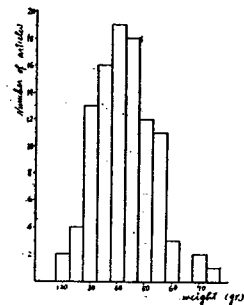


Fig. 4. diaph. frequency distribution of sample No. 3.



柱状グラフに示したものが、Table 2, 3, 4 及び Fig 1, 2, 3 である。

これより次の Table 5 に示す値を得た。

#### IV 重量測定と其の結果の考察

重量はパネ秤を用いて、1gr のオーダーまで測定した。これ等の値を 1gr 間隔に分け、その各々に含まれる個数についての度数分布を柱状グラフに表はしたものが、Table 6, 7, 8 及び Fig 4, 5, 6 である。これより Table 9 に示す如き値を得た。

Table 5

No. of sample.	Mean value of dia. in		Standard Deviation of dia. in %
	cm	SUN	
No. 1	11.86	3.91	0.5
No. 2	11.89	3.92	0.8
No. 3	7.95	2.62	1.13

Table 6.  
Weight frequency distribution of sample No. 1

weight	N. of art.
305	2
310	0
315	0
320	1
325	1
330	3
335	0
340	4
345	2
350	3
355	2
360	2
365	1
370	1
375	6
380	3
385	2
390	5
395	2
400	1
405	4
410	1
415	2
420	2
425	0
430	1

Table 7.  
Weight frequency distribution of sample No. 2

weight	N. of art.	weight.	N. of art.
360	1	490	1
365	1	495	1
370	1	500	0
375	1	505	1
380	4		
385	1		
390	1		
395	0		
400	3		
405	2		
410	1		
415	2		
420	2		
425	2		
430	3		
435	1		
440	1		
445	3		
450	3		
455	5		
460	3		
465	4		
470	1		
475	0		
480	1		
485	0		

Table 8.  
Weight frequency distribution of sample No. 3

Weight	N. of art.
120	2
125	4
130	13
135	16
140	19
145	18
150	12
155	11
160	3
165	0
170	2
175	1

こゝで注目すべきことは、厚肉球と薄肉球とは、重量の面に明に差異が表はれることを期待したが、本測定の結果は、明瞭なる区別はなく、360~480gの範囲はラップして表はれている。

### V 浮揚力測定と其の結果の考察

浮揚力の測定には、4寸球については鋼球を吊下げ、水中にて平衡する鋼球の重量を水中にて秤秤により1gのオーダーまで測定したが、その他の浮子については Fig. 7に示すような浮揚力測定装置を考案して、同様、1gのオーダーまで測定した。これを前項同様の度数分布を柱状グラフにて示したものが、Table 10, 11, 12 及び Fig. 8, 9, 10 である。これより次の Table 13の如き結果を得た。

Table 9

No. of sample	Mean value of weight in g	Standard Deviation of weight in %
No. 1	371	8
No. 2	430	8.4
No. 3	141	7.5

Fig. 6. Weight frequency distribution of sample No. 1

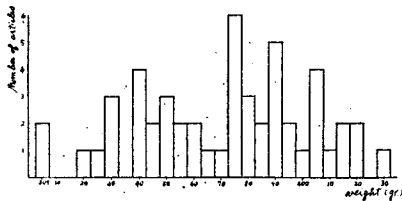


Fig. 7. Weight frequency distribution of sample No. 2

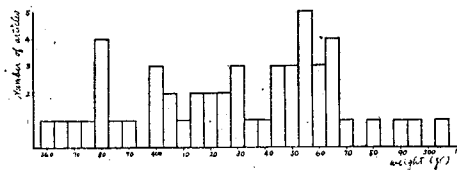


Table 10.

Buoyancy frequency distribution of sample No. 1

Buoyancy	N. of art.
445	1
450	0
455	1
460	5
465	0
470	1
475	3
480	1
485	2
490	3
495	3
500	2
505	4
510	4
515	0
520	3
525	2
530	4
535	3
540	1
545	0
550	2
555	1
560	0
565	2
570	0
575	1
580	1
585	1

Table 11.

Buoyancy frequency distribution of sample No. 2

Buoyancy	N. of art.	Buoyancy	N. of art.	Buoyancy	N. of art.
365	1	500	4		
370	0	505	0		
375	0	510	2		
380	0	515	0		
385	2	520	0		
390	0	525	1		
395	1				
400	1				
405	4				
410	1				
415	2				
420	5				
425	3				
430	3				
435	3				
440	3				
445	0				
450	1				
455	2				
460	3				
465	1				
470	2				
475	1				
480	1				
485	1				
490	1				
495	0				

Table 12.

Buoyancy frequency distribution of sample No. 3

Buoyancy	N. of art.
90	6
95	3
100	12
105	16
110	12
115	14
120	11
125	15
130	8
135	2
140	1
145	1

本試験は眞水で実施しているため、海水中の浮揚力に換算する場合には、次式により修正する。

半径  $V_{cm}$ 、重量  $W$  gr の球殻が、比重  $\delta$  及び  $\delta'$  なる眞水及海水中に於ける浮揚力を夫々  $B$ 、 $B'$  とすれば

$$B = \delta \frac{4}{3} \pi r^3 - W \dots (1)$$

$$B' = \delta' \frac{4}{3} \pi r^3 - W \dots (2)$$

(1)、(2) より  $r$  を消

去して

$$B' = \delta' / \delta (B + W) - W \dots (4)$$

## VI 浮揚力と重量及稱呼寸法との關係

稱呼寸法  $2R$  (例えば4寸球、5寸球の4、5) なる硝子球の浮揚力  $B$  と、重量  $W$  との關係は、 $R$  を  $cm$  單位になほした値を  $r$  とすれば、前項の(1)式が理論的に成立つはずであるが、硝子球浮玉の如く、眞の球形をなさず、又  $r$  の値も稱呼寸法通りには出来ていないことが多いので、(1)式がそのままでは成立しない

右辺第一項の排水量を次の如く補正する必要がある。

$$B = C \delta \frac{4}{3} \pi r^3 - W \dots (4)$$

ここに  $C$  は浮子の形状によつて定まる係数である。

本試験の結果につき、縦軸に浮揚力、横軸に重量をとつて、グラフに示したものが、Fig 11, 12, 13である。このグラフの表はす直線を觀測方程式により求めると、次の如くなる。

$$\text{No. 1} \dots B = 972 - 1.24W$$

Fig 7 Buoyancy Measuring Apparatus

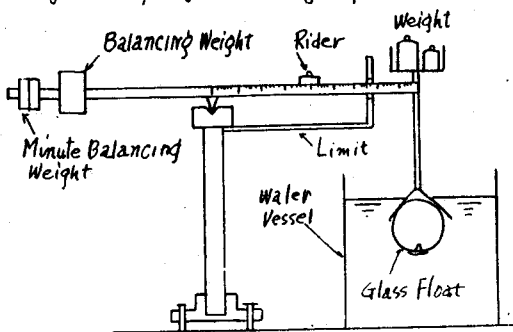


Fig. 8 Buoyancy frequency distribution of sample No. 1.

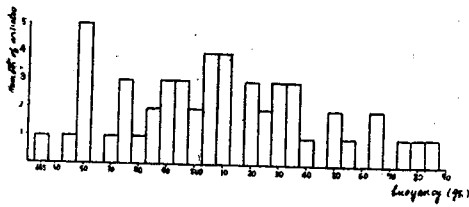


Fig. 9 Buoyancy frequency distribution of sample No. 2.

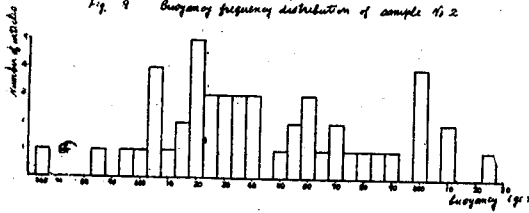


Fig. 10 Buoyancy frequency distribution of sample No. 3.

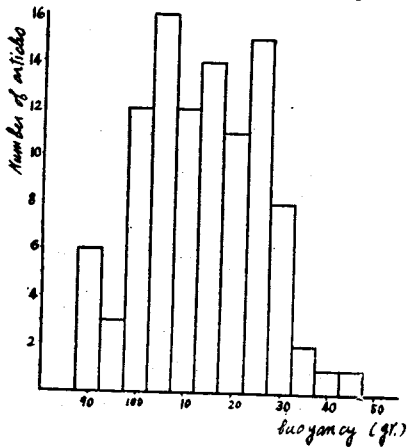


Table 13

No. of sample	Mean value of buoyancy in g	Standard Deviation of buoyancy in %
No. 1	510	6.8
No. 2	443	9
No. 3	114	11

No. 2 ....  $B = 807 - 0.84W$

No. 3 ....  $B = 243 - 0.91W$

これを理論式と比較する場合に、Wの係数が一致しないから、Wの係数を-1にした時、即ち横

Fig. 11 Relation between Weight and Buoyancy of Sample No. 1

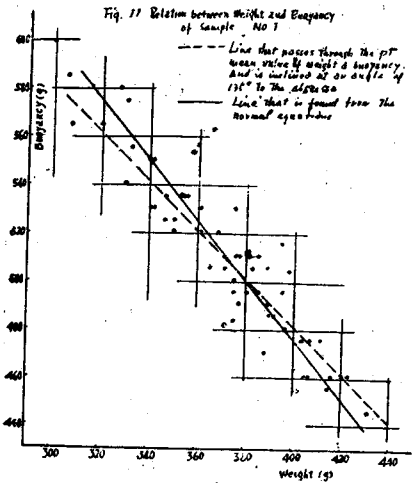


Fig. 12 Relation between Weight and Buoyancy of Sample No. 2

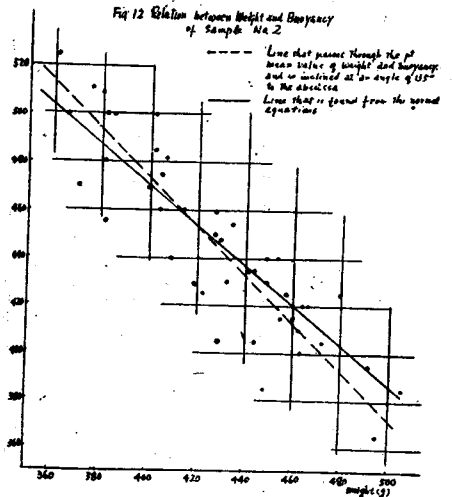
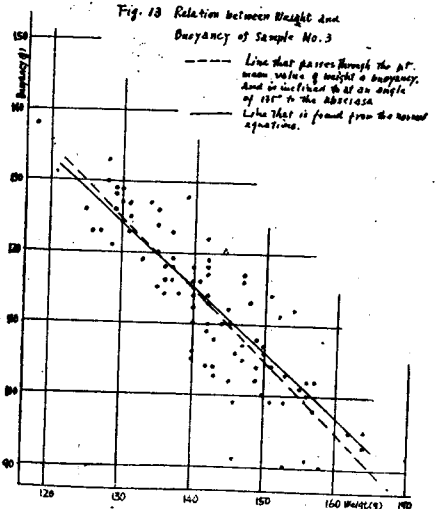


Fig. 13 Relation between Weight and Buoyancy of Sample No. 3



軸と135°の角をなす直線に変へた時、誤差二乗が最小となるためには、重量と浮揚力とのそれぞれの平均値点座標を通ればよい。これより次の式を得た。

$$\text{No. 1} \dots B = 881 - W \quad \text{No. 2} \dots B = 878 - W \quad \text{No. 3} \dots B = 255 - W$$

右辺第1項の排水量を称呼寸法から求めた値と比較して、係数Cの値を求めると次の Table 14 に示した如くなる。

Table 14

No. of sample.	Nominal size		Calculated Disp.	Mean value of weight	Mean value of Buoyancy	Real Disp.	C
	SUN.	cm					
No. 1	4	12.12	932	371	510	881	0.945
No. 2	4	12.12	932	430	443	873	0.937
No. 3	2.7	8.18	287	141	114	255	0.888
No. 4	5	15.15	1821	670	1140	1810	0.993
No. 5	5	15.15	1821	840	920	1760	0.966
No. 6	6	18.18	3146	905	2130	3035	0.962
No. 7	6	18.18	3146	1195	1850	3045	0.976

これから次のことが云い得る。

称呼寸法から計算した硝子球の排水量に対しては、製品の出来不出来によつて0.97~0.89を乗する必要がある。

Cの値が1より小さいのは、熔融ガラスが金型内で成型される際温度が約1000°C下降する。このための熱収縮と、押金で押えつけ

る際、一般に硝子球が凹まされることが多いためである、

Table 15.  
Relation between distortion and buoyancy of sample No. 1

distortion	P. b. - R. b. P. b. %	distortion	P. b. - R. b. P. b. %	distortion	P. b. - R. b. P. b. %
0.9638	+0.4	0.9890	-1.9	0.9933	-3.4
0.9721	-0.6	0.9748	-2.2	0.9746	-1.2
0.9874	-2.5	0.9814	-1.0	0.9518	+0.2
0.9773	+1.5	0.9733	-1.2	0.9899	-1.0
0.9512	+0.5	0.9856	-2.9	0.9849	-3.1
0.9899	+1.0	0.9891	-0.6	0.9623	+1.7
0.9833	+0.8	0.9687	-4.4	0.9764	-1.7
0.9899	-0.8	0.9746	-1.9	0.9307	+6.9
0.9788	-2.2	0.9847	-2.3	0.9322	+0.5
0.9983	-0.6	0.9975	-2.7	0.9680	+0.6
0.9729	-2.1	0.9729	-4.3	0.9941	-1.2
0.9958	-2.0	0.9975	-1.8	0.9983	-2.9
0.9932	-2.3	0.9932	-1.8	0.9349	+2.3
0.9958	-2.4	0.9890	+0.6		
0.9831	-1.9	0.9953	-1.3		
0.9638	-1.7	0.9351	+3.7		
0.9730	-1.1	0.9680	-2.5		
0.9873	-1.0	0.9789	-3.0		
0.9771	-2.0	0.9848	+0.4		

Table 16.  
Relation between distortion and buoyancy of sample No. 2

distortion	P. b. - R. b. P. b. %	distortion	P. b. - R. b. P. b. %	distortion	P. b. - R. b. P. b. %
0.9829	+0.9	0.9857	+0.7	0.9019	+4.8
0.9687	+0.4	0.8776	+5.9	0.9806	+0.6
0.9803	-0.5	0.9932	-0.7	0.9847	+2.0
0.9856	-0.6	0.9724	+3.0	0.9915	+0.7
0.9304	+8.1	0.9916	-1.0	0.9855	+0.9
0.9941	-2.3	0.9815	+2.2	0.9933	-1.2
0.9975	+0.2	0.9764	+3.4	0.9505	+2.4
0.9916	+2.8	0.9916	-1.8	0.9730	+1.4
0.9689	+0.2	0.9857	-0.03	0.9898	+5.7
0.9705	+1.9	0.8848	+6.9	0.9857	+0.2
0.9874	+0.8	0.9723	+0.5	0.9890	+3.0
0.9942	+0.5	0.9310	+6.1		
0.9731	-0.5	0.9436	+1.2		
0.9900	+1.8	0.9790	+0.1		
0.9941	+0.9	0.9729	+3.3		
0.9172	+8.3	0.9815	+1.9		
0.9958	+3.5	0.9975	-3.8		
0.9941	-2.9	0.9250	+4.6		
0.9722	-0.3	0.9656	+1.7		

Fig. 14 Relation between Distortion and Buoyancy of Sample No. 1

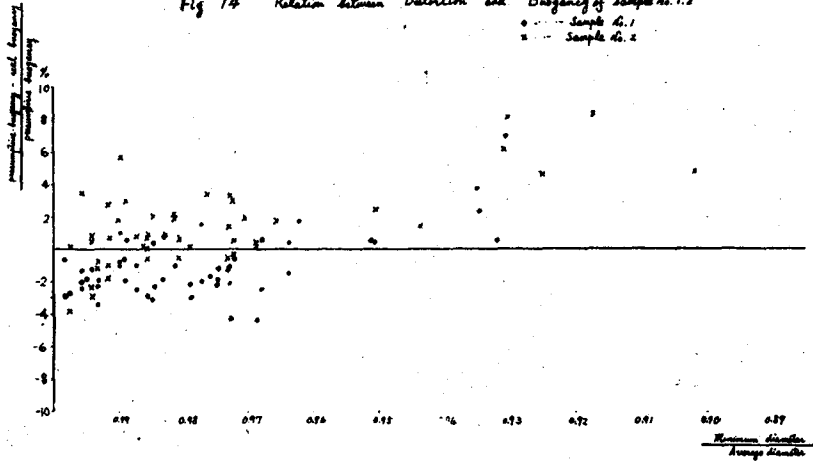
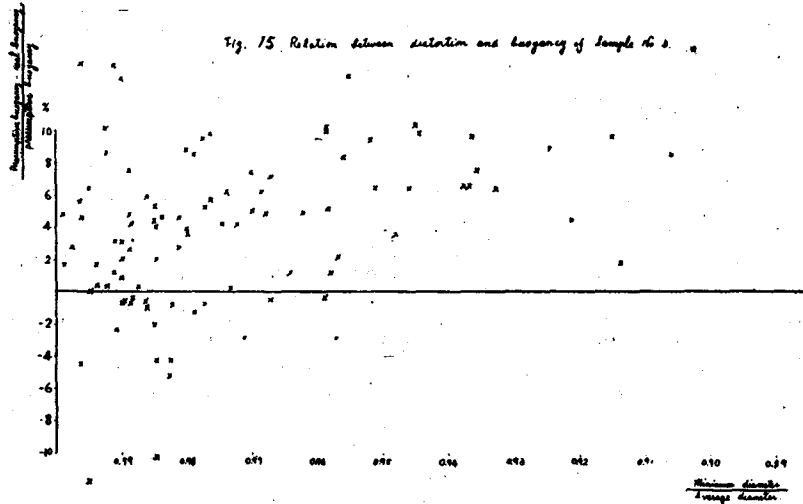


Fig. 15 Relation between distortion and buoyancy of Sample No. 2



### Ⅶ 偏歪度と推測浮揚力、實測浮揚力差との関係

硝子球の歪みが、浮揚力に及ぼす影響を、No. 1, 2, 3について調べた。

球の平均直径から計算した浮揚力を推測浮揚力、平均直径と最小直径との差を、もとの平均直径で割つた値を%で表はしたものを偏歪度と名付ける。そこで横軸に最小直径/平均直径、縦軸に  $(1 - \frac{\text{実測浮揚力}}{\text{推測浮揚力}})$  を%で表はした値をとつてグラフに表はすと、Table 15, 16, 17及び Fig. 14, 15 の如くなる。

この結果から次の事が推論される。

Table 17. Relation between distortion and buoyancy of sample No. 3

distortion	$\frac{P.b.-R.b.}{P.b.}$ %	distortion	$\frac{P.b.-R.b.}{P.b.}$ %	distortion	$\frac{P.b.-R.b.}{P.b.}$ %	distortion	$\frac{P.b.-R.b.}{P.b.}$ %	distortion	$\frac{P.b.-R.b.}{P.b.}$ %	distortion	$\frac{P.b.-R.b.}{P.b.}$ %
0.9898	-0.64	0.9722	4.12	0.9826	-5.32	0.8810	10.1	0.9620	4.93	0.9738	6.17
0.9734	0.16	0.9460	6.35	0.9771	5.23	0.9799	8.77	0.9582	5.08		
0.9150	9.53	0.9355	20.5	0.9797	3.58	0.9585	10.2	0.9899	3.13		
0.9480	3.45	0.9924	0.267	0.9899	1.96	0.9585	9.9	0.9676	4.83		
0.9700	7.4	0.9825	-4.25	0.9822	-0.795	0.9511	6.4	0.9949	-11.8		
0.9670	7.1	0.9551	13.3	0.9295	-9.5	0.9901	13.2	0.9212	4.43		
0.9847	2.03	0.9962	14.1	0.9988	1.7	0.9851	4.37	0.9937	1.74		
0.9328	6.44	0.9950	6.36	0.9813	2.73	0.9963	4.58	0.9761	9.8		
0.9975	2.83	0.9912	1.20	0.9745	4.2	0.9799	3.75	0.9568	2.03		
0.9919	-2.44	0.9588	-0.41	0.9577	1.07	0.9900	0.76	0.9861	-0.99		

0.9763	5.72	0.9964	5.62	0.9848	4.0	0.9924	8.6	0.9886	-0.74
0.9517	9.40	0.9886	2.60	0.9606	1.85	0.9475	21.7	0.9137	1.78
0.9363	9.66	0.9887	7.46	0.9670	-0.543	0.9925	10.1	0.9358	7.54
0.9862	5.94	0.9937	0.234	0.9368	6.5	0.9787	-1.34	0.9884	-0.408
0.9846	-4.26	0.9899	-0.72	0.9911	3.1	0.9811	4.6	0.9886	4.75
0.9711	-2.85	0.9697	5.0	0.9849	5.25	0.9444	9.8	0.9987	4.75
0.9774	9.55	0.9787	8.5	0.9886	4.20	0.9640	1.08	0.9058	8.5
0.9772	-0.76	0.9847	-10.3	0.9450	10.3	0.9080	48.9	0.9558	8.33
0.9887	6.76	0.9377	6.5	0.9937	0.00	0.9685	6.2	0.9867	-0.596
0.9912	14.0	0.9837	4.62	0.9962	-4.05	0.9875	0.29	0.9850	-2.13

No. 1, 2 球については、偏歪度約4%以内では、浮揚力差も±4%程度で、一群をなして纏まっているが、偏歪度がそれ以上になると、点が散り、製作の不良を示している。又厚肉の場合では、推測浮揚力が実測浮揚力よりも大なることが多く、薄肉ではこの反対の場合が多い。これは前者が押金で押える際に凹ますことが多いが、薄肉の場合はむしろ吹き過ぎて、反つて凸つたものが見られるためである。

No. 3 球については、点が散れて、結論は出し難いが、点が正側に多いことから判断して、凹んだものが多い。尙厚肉球で製作が甚だ不均一で、No. 1, 2 球に比して劣つていることが分る。尙同様偏歪度4%以内では、略々一群をなしている。

以上のことから、製品規格の一つとして、偏歪度が4%以内にあることが望ましい。

## Ⅶ 要 約

数種の硝子球浮子に就いて、直径、重量、及び浮揚力を統計的に測定して次の結果を得た。

1. 標準偏差は直径に於て1%、重量に於て10%、浮揚力に於て10%内外である。
2. 重量の点から見ると、厚肉球と薄肉球との区別が明瞭に著はれていない。
3. 製品名となつている4寸球、5寸球等の称呼寸法によつて計算した球の排水量は、実際の排水量よりも小さい。その比は、製品の出来、不出来によつて、0.97~0.89の値である。
4. 製品規格の一つとして、偏歪度が約4%以内にあることが望ましい。

## Ⅸ 文 献

- (1) 宮崎雄一郎 (1950) : 「ガラス」ダイヤモンド社
- (2) Glass Industry (1948) : Fish net Float. 87. Feb.
- (3) 密閉中空硝子体の製法 : 昭和14年特許公報 No. 3986~3988
- (4) 硝子の常識 (1936) : 日本船用品協会日誌 No. 5. 12月号
- (5) 山田陽清 : 「最小二乗法」三晃社
- (6) 芝亀吉外2名 : 「最小二乗法、数値積分法、数値計算法」河出書房