

丸窓用強化ガラスの強度

梅沢春雄* 小林韓治** 杉田政久***
土屋正之***

Some Data on the Strength of Tempered Glasses for Ships'
Side Scuttles and Fixed Lights

By

Haruo Umezawa, Kanji Kobayashi, Masahisa Sugita
and Masayuki Tsuchiya

In order to get information on revising JIS (Japanese Industrial Standards) for Toughened Glass of Ships' Side Scuttles, several series of breaking test were carried out on toughened glass produced by domestic manufacturers.

As the present standards give no reference to mat toughened glass, attention was paid to the property of the kind. Different test methods—hydrostatic pressure test, explosive pressure test, impact test by dropping steel ball and the punch test recommended by ISO—were studied.

Some results are as follows:

- 1) it is not so difficult to revise the JIS concerned according to the ISO recommendation;
- 2) the method of testing recommended by ISO is practically acceptable;
- 3) emery-grounded mat toughened glass is remarkably tender under shock load, while corroded one shows rather improved performance.

Original data reproduced for further examination.

第1回 試験

1. まえがき

わが国の、丸窓用強化ガラスの基準について JIS があり、この規格を満足するものは、船舶安全法および日本海事協会の鋼船規則の規定に適合する。この規格の根拠になった実験は昭和 29 年に、当時の運輸技術研究所で行なわれた¹⁾。

上記実験では、並ガラスと強化ガラスの強度を水圧試験によって対比し、並ガラスに代るべき強化ガラスの厚さを求めたのである。

その後、昭和 35 年から 37 年にかけて、丸窓規格の改正が審議された時に、透明およびくもり強化ガラス

の強度に関して若干の検討が行なわれたが、多少の疑問点が残っていた²⁾。

昭和 38 年に入り、丸窓用強化ガラスの系統的強度試験を再行することにした³⁾。

2. 目的

- (1) 透明強化ガラスの強度をそのばらつきをも含めて知ること。
- (2) ガラスの製造者別、強化処理者別による性状の差を知ること。
- (3) 現 JIS では規定されていないくもり強化ガラスの性状を知ること。
- (4) ISO に提案されているパンチ荷重式試験方法を検討すること。

* 元艦装部長 (現: 常石造船株式会社)

** 元艦装部研究室長 (現: 日本船用工業会)

*** 艦装部

(5) 国産強化ガラスの強度と ISO 提案の強度との関係を調べること。

3. 試料

- (1) 呼び厚さ 6, 8, 10, 12, 14 mm
- (2) 呼び直径 200, 250, 300, 350, 400 mm
- (3) 同種試験枚数 5 枚
- (4) 磨きガラス製造者別
 - 外国 1 社 (記号 G1)
 - 国内 2 社 (記号 G2, G3)
- (5) 切断および熱処理加工者別
 - 国内 3 社 (記号 T1, T2, T3)
- (6) くもり加工方法
 - 磨きガラスの片面を略 30 メッシュのサンドブラストをかけたもらせた後熱処理したもの。
 - 磨きガラスを熱処理した後片面を同上方法によりくもらせたもの。(この方法は一見不合理のようであるが、実際にはよく行なわれている。この件に関しては、後記する。)

4. 試験装置および方法

(1) 水圧試験

前回の試験¹⁾に用いたものと同じである(図 1)。手動水圧ポンプにより静かに加圧する。圧力はブルドン管式圧力計で読む。

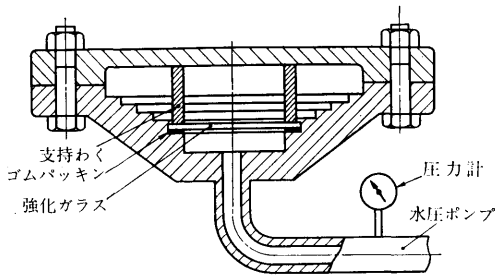


図 1 水圧試験器

(2) ガス爆発圧試験

水圧試験と同じ容器を使用し、適量の水素-空気混合気体を入れて着火する。ガラスが破壊するまで何回か圧力を上げて行なう。圧力は抵抗線歪計方式の指圧計を用い、メモリスコープに記録して読む。

(3) 鋼球落下試験

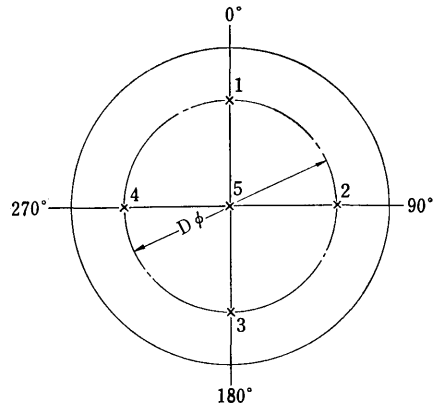
JIS の規定に準ずるが、破壊まで行なうため、大寸法の球を用いた。(直径 50 mm, 重量 515 g)

(4) ISO 提案のパンチ法

ISO 提案の寸法の台とパンチを用いた。(付録 1 参照) 荷重速度は出来るだけ規定に近くなるように注意した。荷重は抵抗線歪計方式ロードセルで読んだ。

5. 測定結果

測定結果は表 1~表 7 の通りである。後に述べるように、これの解析方法については色々問題があるの



×印 厚さ測定箇所
 外径 312φ の試料 D=210
 外径 412φ の試料 D=270

図 2 試料の厚さ測定箇所

表 1 並ガラスの水圧試験

生地	G1	
加工	T1	
	透 明	
呼び厚さ	25 mm	
呼び直径	300 mm	
測定値 試料	厚 さ	破壊圧力
	mm	kg/cm ²
1	24.62	6.0
2	24.85	5.4
3	25.47	5.8
4	25.14	7.5
5	25.39	6.3
平均	25.09	6.2

で、参考のため測定値を記録に留めることにした。なお、お念のため試料各片の外形と重量から密度を計算したところ 2.44~2.56 であった。

表 2 強化ガラスの水圧試験

生 地	G 1		G 2		G 3		G 3		G 3	
加 工	T 2		T 1		T 2		T 2		T 2	
	透 明		透 明		透 明		透 明		透 明	
呼 び 厚 さ	14 mm		10 mm		6 mm		8 mm		10 mm	
呼 び 径	300 mm		300 mm		300 mm		300 mm		300 mm	
試 料	測定値		測定値		測定値		測定値		測定値	
	厚さ mm	破壊圧力 kg/cm ²	厚さ mm	破壊圧力 kg/cm ²	厚さ mm	破壊圧力 kg/cm ²	厚さ mm	破壊圧力 kg/cm ²	厚さ mm	破壊圧力 kg/cm ²
1	13.25	15.4	9.86	6.5	5.98	3.0	7.78	4.0	10.14	6.9
2	13.14	14.0	10.18	7.6	6.10	3.1	7.73	4.6	10.16	6.7
3	12.82	14.7	10.26	8.7	6.12	2.3	7.76	3.8	10.32	7.2
4	13.11	13.7	10.20	8.8	5.97	1.9	7.72	3.9	10.11	5.5
5	12.94	13.7	10.50	8.1	6.06	1.8	7.83	4.0	10.05	7.9
平 均	13.05	14.3	10.20	7.9	6.05	2.4	7.76	4.1	10.16	6.8

生 地	G 3		G 3		G 3		G 3		G 3	
加 工	T 2		T 2		T 2		T 2		T 2	
	透 明		透 明		透 明		透 明		透 明	
呼 び 厚 さ	12 mm		10 mm		10 mm		10 mm		10 mm	
呼 び 径	300 mm		200 mm		250 mm		350 mm		400 mm	
試 料	測定値		測定値		測定値		測定値		測定値	
	厚さ mm	破壊圧力 kg/cm ²	厚さ mm	破壊圧力 kg/cm ²	厚さ mm	破壊圧力 kg/cm ²	厚さ mm	破壊圧力 kg/cm ²	厚さ mm	破壊圧力 kg/cm ²
1	12.04	11.0	10.08	17.8	10.37	13.0	9.92	5.5	10.07	3.2
2	12.02	11.0	10.01	16.7	10.21	12.0	9.97	5.0	10.10	2.4
3	12.02	11.3	10.06	17.3	10.18	11.0	10.07	4.7	10.09	3.2
4	12.05	11.2	10.29	18.7	10.21	10.0	10.02	4.5	10.13	2.8
5	12.08	12.5	9.90	15.6	9.96	12.0	9.94	4.5	10.11	3.4
平 均	12.04	11.4	10.07	17.2	10.19	11.6	9.98	4.8	10.10	3.0

生地	G 3		G 3		G 3		G 3		G 3	
加工	T 3		T 3		T 3		T 3		T 3	
	くもり(後ずり)		くもり(後ずり)		くもり(後ずり)		くもり(後ずり)		くもり(後ずり)	
呼び厚さ	6 mm		8 mm		10 mm		12 mm		10 mm	
呼び径	300 mm		300 mm		300 mm		300 mm		200 mm	
測定値 試料	厚さ	破壊圧力	厚さ	破壊圧力	厚さ	破壊圧力	厚さ	破壊圧力	厚さ	破壊圧力
	mm	kg/cm ²	mm	kg/cm ²	mm	kg/cm ²	mm	kg/cm ²	mm	kg/cm ²
1	5.93	1.6	7.76	2.8	9.95	4.9	12.06	8.6	10.04	16.7
2	5.95	1.7	8.13	3.0	9.80	4.5	12.18	9.0	10.02	17.8
3	5.79	1.4	7.76	3.0	9.92	4.8	12.12	9.4	10.11	18.0
4	5.90	1.6	8.12	3.3	10.11	5.3	12.24	9.3	10.06	16.5
5	5.79	1.6	7.89	3.4	10.10	5.3	12.02	8.3	10.10	17.3
平均	5.87	1.6	7.93	3.1	9.98	5.0	12.12	8.9	10.07	17.3

平滑面より加圧 同 左 同 左 同 左 同 左

生地	G 3		G 3		G 3		G 3		G 3	
加工	T 3		T 3		T 3		T 3		T 3	
	くもり(後ずり)		くもり(後ずり)		くもり(後ずり)		くもり(後ずり)		くもり(先ずり)	
呼び厚さ	10 mm		10 mm		10 mm		10 mm		10 mm	
呼び径	250 mm		350 mm		400 mm		300 mm		300 mm	
測定値 試料	厚さ	破壊圧力	厚さ	破壊圧力	厚さ	破壊圧力	厚さ	破壊圧力	厚さ	破壊圧力
	mm	kg/cm ²	mm	kg/cm ²	mm	kg/cm ²	mm	kg/cm ²	mm	kg/cm ²
1	10.08	6.9	10.09	3.8	9.91	2.7	10.03	5.5	9.96	5.8
2	10.24	8.5	9.91	3.8	10.11	2.5	10.07	5.9	9.91	5.8
3	10.15	8.4	9.82	3.7	10.03	2.8	10.13	6.0	9.97	5.4
4	10.24	8.5	10.02	3.4	10.03	2.6	9.95	6.2	10.01	5.7
5	10.24	8.0	9.98	3.7	10.03	2.8	—	—	9.95	5.7
平均	10.19	8.1	9.96	3.7	10.02	2.7	10.05	5.9	9.96	5.7

平滑面より加圧 同 左 同 左 すり面より加圧 平滑面より加圧

表 3 強化ガラスの鋼球落下試験

生 地	G 2		G 3		G 3	
加 工	T 1		T 3		T 3	
	透 明		くもり(後ずり)		くもり(後ずり)	
呼び厚さ	10 mm		10 mm		10 mm	
呼 び 径	300 mm		300 mm		300 mm	
測定値 試 料	厚さ	破壊高さ	厚さ	破壊高さ	厚さ	破壊高さ
	mm	m	mm	m	mm	m
1	10.09	4.15	10.02	1.05	10.04	1.35
2	9.98	3.30	9.99	1.25	9.97	1.75
3	9.95	4.35	10.08	1.15	10.24	1.55
4	10.14	3.25	—	—	9.96	2.25
5	10.44	4.65	—	—	9.91	1.65
平 均	10.12	3.94	10.03	1.15	10.02	1.71

平滑面より衝撃 すり面より衝撃

表 4 並ガラスのパンチ試験

生 地	G 1	
加 工	T 1	
	透 明	
呼び厚さ	25 mm	
呼 び 径	300 mm	
測定値 試 料	厚さ	破壊荷重
	mm	kg
1	25.08	1340
2	25.13	1490
3	23.37	1040
4	24.76	1425
5	25.73	1300
平 均	24.81	1319

表 5 強化ガラスのパンチ試験

生 地	G 1		G 2		G 2		G 2		G 2	
加 工	T 1		T 1		T 1		T 1		T 1	
	透 明		透 明		透 明		透 明		透 明	
呼び厚さ	14 mm		6 mm		8 mm		10 mm		12 mm	
呼 び 径	300 mm		300 mm		300 mm		300 mm		300 mm	
測定値 試 料	厚 さ	破壊荷重	厚 さ	破壊荷重	厚 さ	破壊荷重	厚 さ	破壊荷重	厚 さ	破壊荷重
	mm	kg	mm	kg	mm	kg	mm	kg	mm	kg
1	13.21	3330	5.95	420	8.27	1070	10.30	1265	12.25	2330
2	12.99	3330	5.83	530	—	—	10.19	1465	12.28	1765
3	13.35	3330	5.85	470	8.37	1165	10.17	1650	12.24	2100
4	13.61	3520	5.98	450	8.44	1020	10.11	1230	12.43	2130
5	13.48	3150	5.89	510	8.35	860	10.07	1475	12.41	2200
平 均	13.33	3332	5.90	476	8.36	1029	10.17	1417	12.32	2105

生 地	G 2		G 2		G 2		G 2	
加 工	T 2		T 2		T 2		T 2	
	透 明		透 明		透 明		透 明	
呼 び 厚 さ	6 mm		8 mm		10 mm		12 mm	
呼 び 径	300 mm		300 mm		300 mm		300 mm	
測定値 試 料	厚 さ	破壊荷重	厚 さ	破壊荷重	厚 さ	破壊荷重	厚 さ	破壊荷重
	mm	kg	mm	kg	mm	kg	mm	kg
1	6.20	400	7.90	825	10.50	1155	12.52	1935
2	5.70	335	7.90	710	10.50	1400	12.00	1700
3	5.70	310	7.82	560	10.50	1165	12.72	2800
4	5.70	290	7.86	760	10.50	1330	11.96	2130
5	5.72	280	7.79	795	10.56	1505	12.10	1775
平 均	5.80	323	7.85	730	10.51	1311	12.26	2068

生 地	G 2		G 2		G 2		G 2	
加 工	T 3		T 3		T 3		T 3	
	透 明		透 明		透 明		透 明	
呼 び 厚 さ	6 mm		8 mm		10 mm		12 mm	
呼 び 径	300 mm		300 mm		300 mm		300 mm	
測定値 試 料	厚 さ	破壊荷重	厚 さ	破壊荷重	厚 さ	破壊荷重	厚 さ	破壊荷重
	mm	kg	mm	kg	mm	kg	mm	kg
1	5.82	340	7.70	630	10.07	1200	12.35	1900
2	5.99	360	8.32	915	10.30	1315	12.11	1600
3	6.00	450	8.48	810	10.04	1330	12.24	1870
4	5.82	440	7.68	660	10.13	1010	12.18	1600
5	5.84	450	8.28	760	10.20	960	12.09	1375
平 均	5.89	408	8.09	755	10.15	1163	12.19	1669

生 地	G 3		G 3		G 3		G 3	
加 工	T 2		T 2		T 2		T 2	
	透 明		透 明		透 明		透 明	
呼 び 厚 さ	6 mm		8 mm		10 mm		12 mm	
呼 び 径	300 mm		300 mm		300 mm		300 mm	
試 料 \ 測定値	厚 さ	破壊荷重	厚 さ	破壊荷重	厚 さ	破壊荷重	厚 さ	破壊荷重
	mm	kg	mm	kg	mm	kg	mm	kg
1	6.10	440	8.07	805	10.15	1280	12.12	2330
2	6.15	390	7.87	690	10.22	1540	12.14	1800
3	6.10	450	8.03	730	10.22	1565	12.19	2080
4	6.22	460	7.87	860	10.12	1130	12.17	2750
5	6.10	400	7.80	840	9.96	1000	12.12	2030
平 均	6.13	428	7.93	785	10.13	1303	12.15	2198

生 地	G 3		G 3		G 3		G 3	
加 工	T 2		T 2		T 2		T 2	
	透 明		透 明		透 明		透 明	
呼 び 厚 さ	10 mm		10 mm		10 mm		10 mm	
呼 び 径	200 mm		250 mm		350 mm		400 mm	
試 料 \ 測定値	厚 さ	破壊荷重	厚 さ	破壊荷重	厚 さ	破壊荷重	厚 さ	破壊荷重
	mm	kg	mm	kg	mm	kg	mm	kg
1	10.19	1350	10.24	1400	10.17	1460	10.21	1415
2	10.07	1100	10.19	1575	10.15	980	10.18	1000
3	10.06	1370	10.36	1225	10.17	1390	10.25	1280
4	10.11	1460	10.23	1080	10.21	1150	10.26	1180
5	10.39	1770	10.34	1480	10.12	1065	10.09	940
平 均	10.16	1410	10.27	1352	10.16	1209	10.20	1163

生地	G 3		G 3		G 3		G 3		G 3		
加工	T 3		T 3		T 3		T 3		T 3		
	透 明		透 明		透 明		透 明		透 明		
呼び厚さ	6 mm		8 mm		10 mm		12 mm		6 mm		
呼び径	300 mm		300 mm		300 mm		300 mm		300 mm		
試料	測定値	厚さ	破壊荷重	厚さ	破壊荷重	厚さ	破壊荷重	厚さ	破壊荷重	厚さ	破壊荷重
		mm	kg	mm	kg	mm	kg	mm	kg	mm	kg
1		5.98	330	8.47	630	10.28	1350	12.26	1780	5.62	301
2		5.81	650	8.64	860	10.15	1270	12.36	1880	5.57	258
3		6.20	325	7.70	640	10.20	980	12.07	1600	5.75	418
4		5.75	385	8.09	630	9.96	1215	12.16	1705	5.77	630
5		5.95	505	7.80	685	10.06	1065	12.27	1790	5.76	475
平均		5.90	439	8.14	689	10.13	1176	12.22	1751	5.69	416

表 6 強化くもりガラスのパンチ試験

生地	G 3		G 3		
加工	T 3		T 3		
すり方	強化あとすり		強化あとすり		
呼び厚さ	10 mm		10 mm		
呼び径	300 mm		300 mm		
試料	測定値	厚さ	破壊荷重	厚さ	破壊荷重
		mm	kg	mm	kg
1		9.83	845	9.30	860
2		9.77	880	10.40	1365
3		9.82	1145	10.16	1510
4		10.10	800	9.93	1350
5		9.32	755	10.33	1145
平均		9.77	885	10.02	1246

表 7 強化ガラスの爆発圧試験

生地	G 2		G 3		G 3		
加工	T 1		T 3		T 3		
	透 明		強化あとすり		強化あとすり		
呼び厚さ	10 mm		10 mm		10 mm		
呼び径	300 mm		300 mm		300 mm		
試料	測定値	厚さ	破壊圧力	厚さ	破壊圧力	厚さ	破壊圧力
		mm	kg/cm ²	mm	kg/cm ²	mm	kg/cm ²
1		10.50	10.0	9.94	4.4	10.05	5.6
2		9.92	9.8	10.22	4.8	9.88	6.4
3		10.27	9.0	10.23	4.8	10.10	7.0
4		10.25	9.8	10.20	4.8	9.95	7.2
5		10.30	8.8	10.19	4.8	9.99	6.5
平均		10.25	9.5	10.16	4.7	9.99	6.5

平滑面から荷重 すり面から荷重

6. 考察に際し留意すべき点

(1) ガラスの機械的性質は固いあめのように見える。実用上は弾性体として扱われ、G 2 社の発表する所によれば、

ヤング率		720,000 kg/cm ²
曲げ強さ	普通板 6 mm	500 kg/cm ²
	磨板 5~12 mm	375 "
	強化 5~12 mm	1,500 "

であり、窓などにはめた時の強さを考える時は、弾性薄板の理論式を目安にしている。あめのような一面は荷重速度に対する強度の変化として認められている⁴⁾。

(2) ガラスが引張りに弱いと見られているのは表面の微細なきずのせいであるという。ガラス繊維は製法上表面にきずが無いので非常に強い。上記の曲げ強さでも磨板が普通板より弱いのは肉眼で見えないきずのためである。

(3) 強化ガラスは普通のガラスを熱処理して、外部に圧縮応力、内部に引張応力を持たせ、前項の欠点を補ったものである。従ってこれをくもらすためにサンドブラスト処理などできずをつけるのは甚だ不都合であるが、実際には行なわれているのである。くもり強化ガラスを作る時の摺り作業は熱処理の前の場合と後の場合がある。熱処理後に摺る事は一見危険なようであるが実際は可能である。熱処理前に摺る方が安心であると思われるが、実際上摺るのは片面であり、これが熱処理の時ガラスを反らせる原因になるというので、製造者にきらわれている由である。

(4) 先に述べたような容器を使って水圧試験を行なう場合色々な困難がある。強化ガラスには多少の反りがあるので、適当な厚さと固さのゴムガスケットを使っても支持縁に不整が残る。ガラスの直径が大きくガスケットの当り面積が広い場合には締りが悪い。ガラスの厚さが大きく直径が小さい場合は破壊時のたわみが小さく、周辺支持に近いと思われる。一方ガラスの厚さが薄く直径が大きい場合は破壊時のたわみがかなりあり、周辺固定に近いと思われる。

(5) 板ガラスは炉に原料を補給しながら連続的に生産されるので、品質をロットで区分することが困難である。その上丸窓ガラスは磨板ガラスの原板から各種の欠点をよけて大小様々のサイズの角板を取った残りの、いわゆる端板から切取るのが普通であるから、例えばある呼び寸法のを5枚持って来ても製造条件は同一とは認められない。

(6) 熱処理は磨きガラスの周辺部をつまんで釣り、電気炉に入れ両面から熱し、頃合を見て炉から出し両側から空気を吹き付けて冷すという方法で行なわれるから、ガラスが薄い場合には外面急冷の効果が不十分であるとか、厚い場合には内部の加熱が不十分であるというような懸念もある。

7. 考 察

(1) 各種試験の測定値のばらつきには前節のいくつかの項や、板の厚さの不同が関係して分析しにくいので、厚さと破壊圧力等は各組毎にそれぞれ平均値を出し表に示した。

(2) 水圧試験の結果を厚さに関して表わしたものが図3である。目安のため厚さの2乗の比の平均線を入れてある。直径に関して表わしたのが図4である。これには目安のため直径の2乗の逆比の平均線を入れてある。

これを昭和 29 年の結果と比較すると、並ガラスは今回の方が約 22% 強く、強化ガラスは約 18% 弱い。

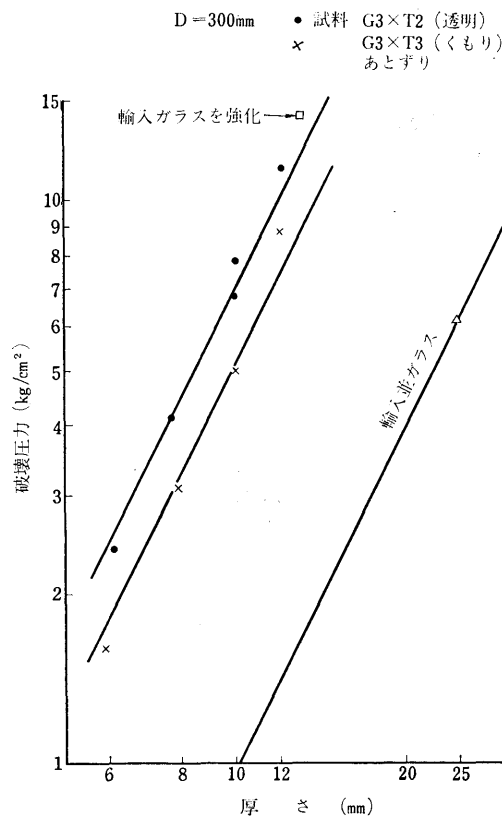


図3 水圧試験 (厚さによる差異)

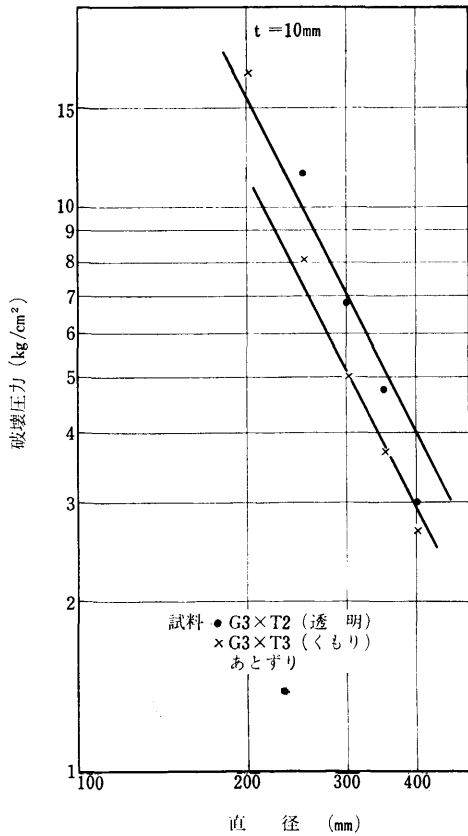


図 4 水圧試験 (直径による差異)

しかしばらつきを考慮するとこの程度の差は問題とするに足りないであろう。

(3) 図 3 にはあとずりのくもり強化ガラスを平滑面から荷重した場合の結果をも表わしてあるが、この場合の強度は透明強化ガラスに比較し 75% である。この差は分散分析によれば、高度に有意である。この結果によれば透明強化ガラスと同等の水圧強度を持つくもり強化ガラスの厚さは約 16% 増しであることを要する。

(4) あとずりのくもり強化ガラスをすり面から荷重した場合の強度は透明強化ガラスに比較し一応 88% と計算されるが、分散分析によれば有意差はない。

(5) あとずりとさきずりのくもり強化ガラスを平滑面から荷重した場合の強度の間には有意差はない。

(6) あとずりのくもり強化ガラスを、すり面から荷重した場合と平滑面から荷重した場合を直接比較すると、後者は前者の 85% であり、この差は高度に有意である。

(310)

(7) 鋼球落下試験においてはくもり強化ガラスの強度は透明のものに比べ甚しく低下する。即ちすり面を下にした場合 29%, すり面を上にした場合でも 43% に留まる。

(8) 爆発圧試験においても、くもり強化ガラスの強度は透明のものに比べてかなり劣り、平滑側から加圧した場合に 50%, すり面から加圧した場合でも 69% しかない。

(9) 前 2 項によればくもり強化ガラスは衝撃的荷重が予想される場合には適当でないようである。特に衝撃的集中荷重は警戒しなければならない。

(10) ISO 式のパンチ試験による透明強化ガラスの成績を総合して図 5 に示す。表 5 に掲げたように、ガラス生地の種類別、加工業者別の差がわかるように試験を配列したが、結局それ等の間に有意差は認められなかったのである。

(11) パンチ試験において、くもり強化ガラスの強度は透明のものに比べて、平滑側から荷重した場合に 70% で、この差は有意であるが、すり面から荷重した場合には透明のものとの間に有意差が認められない。

(12) 透明強化ガラスの呼び厚さ 10 mm のものについて、呼び径が 200 mm から 400 mm まで変わった時、パンチ試験の結果に有意差は認められない。このことは ISO において、この式の試験方法が審議された時

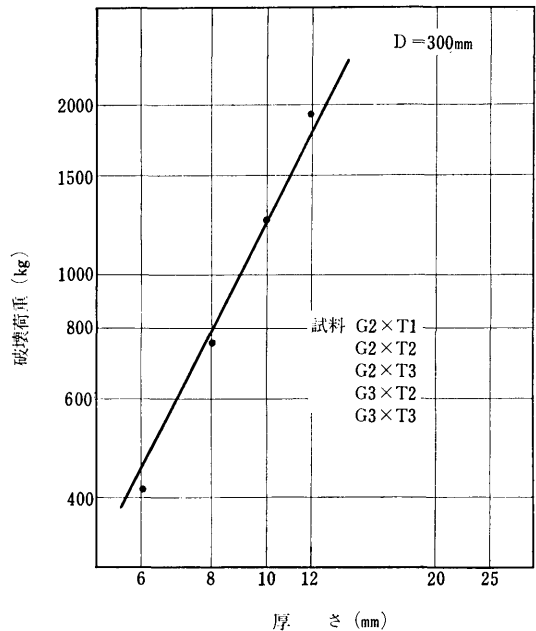


図 5 ISO 式パンチ試験 (穴径 200 mm)

にも疑問が出され、実験の結果、実用上問題にならないとされたものである。

(13) 水圧試験とパンチ試験を比較すると、**図6**に示すように、前者の方が安定した結果を出すものと思われる。従って後者は製造者側に必ずしも有利な試験方法とはいえないが、能率的であることは疑いない。

(14) 透明強化ガラスのパンチ試験結果を ISO の試験荷重値と比較すると**図7**のようになり、今回程度の製品ではかなりの不合格率が推定される。

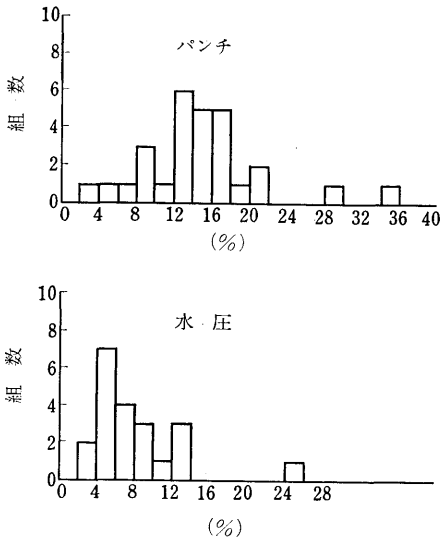


図6 各組の測定値の変動率の分布

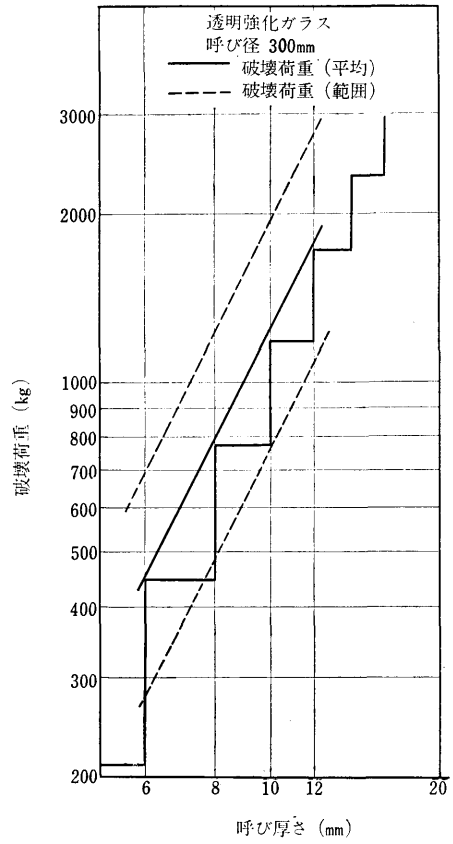


図7 ISO 式パンチ試験 (穴径 200 mm)

ISO

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION

ISO RECOMMENDATION

R 614

SHIPBUILDING DETAILS

TESTING OF TOUGHENED GLASSES
FOR SHIPS' SIDE SCUTTLES AND FIXED LIGHTS
BY THE PUNCH METHOD

1 st EDITION

August 1967

COPYRIGHT RESERVED

The Copyright of ISO Recommendations and ISO Standards belongs to ISO Member Bodies. Reproduction of these documents, in any country, may be authorized therefore only by the national standards organization of that country, being a member of ISO.

For each individual country the only valid standard is the national standard of that country.

Printed in Switzerland

Also issued in French and Russian. Copies to be obtained through the national standards organizations.

BRIEF HISTORY

The ISO Recommendation R 614, *Shipbuilding Details—Testing of Toughened Glasses for Ships' Side Scuttles and Fixed Lights by the Punch Method*, was drawn up by Technical Committee ISO/TC 8, *Shipbuilding Details*, the Secretariat of which is held by the Nederlands Normalisatie-instituut (NNI).

Work on this question by the Technical Committee began in 1960 and led, in 1964, to the adoption of a Draft ISO Recommendation.

In January 1965, this Draft ISO Recommendation (No. 777) was circulated to all the ISO Member Bodies for enquiry. It was approved, subject to a few modifications of an editorial nature, by the following Member Bodies.

Australia	Germany	Spain
Belgium	Greece	Sweden
Canada	India	Turkey
Chile	Israel	U.A.R.
Czechoslovakia	Korea, Rep, of	United Kingdom
Finland	Netherlands	Yugoslavia
France	Poland	

One Member Body opposed the approval of the Draft:

Japan

The Draft ISO Recommendation was then submitted by correspondence to the ISO Council which decided, in August 1967, to accept it as an ISO RECOMMENDATION.

SHIPBUILDING DETAILS
TESTING OF TOUGHENED GLASSES
FOR SHIPS' SIDE SCUTTLES AND FIXED LIGHTS
BY THE PUNCH METHOD

1. SCOPE

This ISO Recommendation concerns the testing, with a punch, of the strength of clear and frosted toughened glasses for ships' side scuttles and fixed lights in ships.*

2. DEFINITIONS

Toughened glass. Glass in a condition produced by subjecting the glass to a process of heating and rapid cooling so as to induce high compressive stresses in the surface zones balanced by high tension in the centre. This treatment endows the glass with greatly increased resistance to external forces such as mechanical loading and thermal shock.

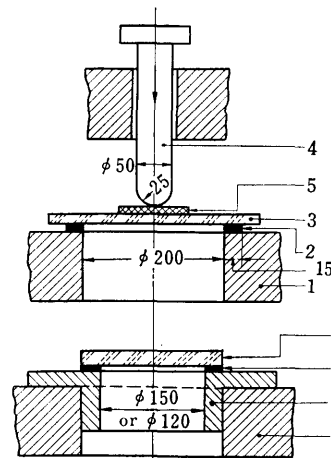
3. TEST APPARATUS

The base of the test equipment is a plane surfaced steel plate having a 200 mm diameter centre hole with rounded edges (1) and of sufficient thickness to prevent deformation under pressure. A flat rubber ring (2) of hardness 40 to 60 IRH** with a thickness of 2 mm and a width of at least 15 mm, placed on top of the steel plate in order to compensate for slight irregularities and to prevent the edges of the steel plate from affecting the glass in any way, the internal diameter of the ring being flush with the 200 mm diameter hole in the steel plate.

The glass pane under test (3) is placed on top of the hole and a punch (4) placed

Dimensions in millimetres

1. Steel plate
2. Rubber ring (2 mm thick)
3. Glass under test
4. Punch
5. Felt pad (5 mm thick) or fibre-board (2 mm thick)
6. Adaptor



*** References**

- (a) For glasses, see ISO Recommendation R , *Toughened Glasses for Ships' Side Scuttles and Fixed Lights*, at present Draft ISO Recommendation No. 1162, which will replace ISO Recommendation R 153, *Ordinary Glasses for Scuttles and Lights*.
- (b) For ships' side scuttles, see ISO Recommendation R , *Ships' Side Scuttles—Dimensions for Interchangeability*, at present at the stage of draft proposal.

** IRH=International Rubber Hardness Degrees, see ISO Recommendation R 48, *Determination of Hardness of Vulcanized Natural and Synthetic Rubbers*.

centrally on top of the glass pane. The punch has a diameter of 50 mm, with a hemispherical end. A felt pad (5) about 5 mm thick or a piece of fibre-board (5) about 2 mm thick is interposed between the punch and the glass pane to compensate for any irregularities.

When testing glasses with a diameter of 200 or 150 mm an adaptor (6) should be used having a hole of 150 or 120 mm diameter respectively, with rounded edges, on top of which is placed a flat rubber ring (2) of hardness 40 to 60 IRH, with a thickness of 2 mm and a width of at least 15 mm, the internal diameter of the ring being flush with the internal diameter of the adaptor.

4. PROOF LOAD

The proof loads for the different thicknesses of clear and frosted toughened glass are given in the Table.

Glass		Proof load for diameter of hole of		
Thickness	Tolerance	200 mm	150 mm	120 mm
mm	mm	kgf	kgf	kgf
4		210	230	250
6		450	490	530
8	+2	780	850	—
10	0	1210	1310	—
12		1730	—	—
14		2350	—	—

5. PROCEDURE

The strength of the glasses depends primarily upon the time during which the glasses are under pressure. The testing load should be increased steadily at the rate of 100 kgf per second to the specified proof load and then be maintained for 5 seconds. The rate of unloading, whilst not specified, should be gradual to minimize the shock impact to the glass.

Each individual glass pane should be tested.

6. MARKING

Clear toughened glasses, tested according to this ISO Recommendation should be marked by an equilateral triangle, as indicated.



Frosted and other non-transparent glasses, tested according to this ISO Recommendation after the frosting process, should be marked by a double equilateral triangle, as indicated.



The nominal thickness of the toughened glass may be added within the triangle(s).
Examples:



付 録 2

くもり強化ガラスの強度に対するすり方の影響

表題の件について昭和38年8月3日に大阪硝子工業株式会社で行なった試験があるのでその結果だけを列記する。

I 試料の寸法: 厚さ 5 mm, 300 mm 平方

II 試験方法: JIS R3206 による鋼球落下で破壊するまで行なう。

III 結果: 1) 約300メッシュのサンドブラッシングによるくもり強化ガラスの強度は、約30メッシュのサンドブラストによるものの約2倍である。(高度に有意)

2) すり加工と熱処理の前後に関しては有意差がない。

3) すり加工後化学的に傷を丸めると強度が改善される。すりの細かい時1.6倍、すりの荒い時2倍位である。いずれの場合も熱処理との前後に無関係である。

第 2 回 試 験

1. ま え が き

第1回試験によって、わが国の丸窓用強化ガラスの強度が国際水準より幾分低いように思われた。よって関係者に対しその改善方を要望していたが、製造過程

の統一により、首題品の品質の向上と安定を図ることが目論まれ、それによる試作品ができたので試験を行なった。

2. 試 料

- (1) 生地の製造 某社
- (2) 熱処理 上記社系列の某社
- (3) 透明, くもりの別 透明
- (4) 寸法
呼び厚さ 6, 8, 10, 12 mm
呼び径 300, 400 mm

3. 試験装置

島津オートグラフ IS5000 型および ISO 勧告規定のパンチ (第1回試験 付録1 参照)

4. 試験方法

前項装置では一定変位速度で荷重されるので、正確に ISO 規定の荷重速度に合わせることは出来ないが、なるべくそれに近付けるように調節した。

5. 測定結果

表8の通りである。これをグラフにしたものが図8である。前回同様、目安のために2乗比例の直線が引いてある。一応呼び径 300 mm のものと 400 mm の

表 8 透明強化ガラス ISO 式パンチ試験

試料記号	外径	厚さ	破壊荷重	試料記号	外径	厚さ	破壊荷重
	mm	mm	kg		mm	mm	kg
312×6-1	300.6	5.87	368	412×6-1	400.5	5.85	672
2	301.1	5.95	602	2	401.5	5.90	288
3	301.6	5.93	479	3	401.4	5.86	480
4	301.3	5.93	317	4	401.1	5.90	500
5	302.0	5.94	353	5	400.8	5.89	506
				6	401.0	5.94	580
				7	401.7	5.95	644
				8	401.2	5.96	618
				9	401.7	5.86	504
				10	402.0	5.84	565
平均	301.3	5.92	424	平均	401.3	5.90	536

試料記号	外径	厚さ	破壊荷重	試料記号	外径	厚さ	破壊荷重
	mm	mm	kg		mm	mm	kg
312×8-1	301.4	7.87	733	412×8-1	400.4	7.90	829
2	301.4	7.91	738	2	400.1	7.89	791
3	301.3	7.89	776	3	399.7	7.89	823
4	301.5	7.93	810	4	400.9	7.91	786
5	300.8	7.93	792	5	399.9	7.95	827
				6	400.0	7.91	771
				7	399.7	7.90	776
				8	401.2	8.04	750
				9	399.7	8.11	767
				10	400.1	7.90	818
平均	301.3	7.91	770	平均	400.2	7.94	794

試料記号	外径	厚さ	破壊荷重	試料記号	外径	厚さ	破壊荷重
	mm	mm	kg		mm	mm	kg
312×10-1	300.0	9.84	1225	412×10-1	400.6	10.04	1535
2	300.1	10.02	1215	2	400.1	10.00	1520
3	300.1	10.04	1090	3	400.2	10.03	1315
4	300.3	10.07	1025	4	399.7	9.91	1405
5	299.0	10.05	1285	5	399.7	9.86	1110
				6	399.6	9.93	1235
				7	401.0	9.86	1410
				8	400.5	9.62	1205
				9	400.0	9.63	1060
				10	399.9	9.97	1320
平均	299.9	10.00	1168	平均	400.1	9.89	1312

試料記号	外径	厚さ	破壊荷重	試料記号	外径	厚さ	破壊荷重
	mm	mm	kg		mm	mm	kg
312×12-1	301.8	11.82	1715	412×12-1	400.2	11.87	1310
2	300.9	11.84	1945	2	399.5	11.86	1705
3	301.1	11.81	1685	3	400.6	11.85	1670
4	301.4	11.78	1460	4	400.2	11.85	1685
5	302.4	11.81	1255	5	400.0	11.86	1645
				6	399.7	11.78	1315
				7	399.3	11.83	1515
				8	400.1	11.82	1675
				9	399.8	11.83	1205
				10	398.9	11.79	1220
平均	301.5	11.81	1612	平均	399.8	11.83	1495

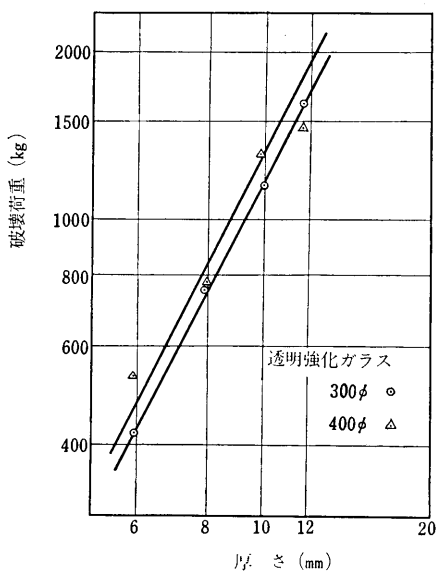


図 8 ISO 式パンチ試験

ものを別々に取扱ってあるが、有意差が認められる程度ではない。

6. 考 察

前回の結果と比較すると、残念ながら強度改善のあとが見られない。

ガラス生地 of 製造者某社の手により、この破壊試験

に先立ち、一部の試料について偏光法による表面応力の測定が行なわれた。この結果は表 9 の通りであり、この値と、破壊荷重の間に相関は見られなかった。

表 9 船用丸窓表面歪

1) 中心点の表面歪

測定面 F面 測定方向 主応力方向

(単位 kg/cm²)

試料番号	ロット番号			
	312×6		412×12	
1	1,083	1,075	1,053	926
2	1,186	1,153	1,022	1,027
3	1,116	1,081	1,095	1,064
4	1,180	1,118	1,024	938
5	1,078	1,043	1,155	1,027
6	1,182	1,143	1,060	969
7	1,186	1,116	1,089	969
8	1,213	1,113	1,031	1,000
9	1,113	1,043	1,027	941
10	1,188	1,178	1,089	1,031

ロット番号	試料番号	表面歪	
312×8	1	1,294	1,141
	6	1,226	1,108
312×10	1	1,175	1,101
	6	1,147	1,055
312×12	1	1,089	1,065
	6	1,120	1,118
412×6	1	1,186	1,180
	6	1,186	1,047
412×8	1	1,141	1,140
	6	1,170	1,050
412×10	1	1,237	1,235
	6	1,155	1,123

主応力方向がない場合には 0° 方向と 90° 方向を測定、以下同じ上記 2つのロット以外のロットについては各代表として試料番号 1 と 6 について表面歪を測定した。

2) F面, R面の表面歪の差

412×12 の 1 と 6 を用いて F, R 面の中心点の 0° 方向, 90° 方向の表面歪を測定し, F 面, R 面の値を比較する。

試料番号	0° 方向		90° 方向	
	F面	R面	F面	R面
412×12-1	1,027	1,033	1,022	1,031
412×12-2	926	940	1,050	1,035

3) 面内の表面歪分布

試料番号	中心点		周囲付近		平面応力の明確な点		
	0° 方向	90° 方向	円周方向	半径方向	0° 方向	90° 方向	発生位置
312×6-1	1,075	1,083	1,111	1,037	1,078	938	270° 2.5 cm
412×12-1	926	1,050	1,031	972	1,034	942	60° 13.5 cm

第 3 回 試験

1. まえがき

第 2 回試験で期待した結果が得られなかったため、更に試作を繰返して試験を行なった。

2. 試料

- (1) 生地製造 某社
- (2) 熱処理 上記社系列の某社
- (3) 透明, くもりの別透明およびくもり
- (4) くもり加工 上記社系列の某社による化学的処理

(5) 寸法

透明: 呼び厚さ 6, 8, 10, 12 mm
 呼び径 300, 400 mm
 くもり: 呼び厚さ 10 mm
 呼び径 250, 300, 350, 400 mm

3. 試験装置

前回の通り。

4. 試験方法

前回の通り。但し, くもりガラスの場合片面処理のものは処理面を下にした。すなわち, 平滑面より荷重を加えた。

5. 測定結果

表 10 (透明) および表 11 (くもり) の通りである。これをグラフにしたものが, 図 9 および図 10 である。

6. 考察

透明強化ガラスの強度は, 前回の結果と比較すると, 有意差が認められない。

くもり強化ガラスの強度は透明のものに劣らない。これは化学処理のためと思われるが, 視覚上のくもりの効果は余りなく, 浴室には使えそうもなく感じられた。

付記

製造者側で丸窓用強化ガラスの熱処理に対し研究が

表 10 透明強化ガラス ISO 式パンチ試験

試料記号 (300φ×6 t)	外径	厚さ	破壊荷重	試料記号 (300φ×8 t)	外径	厚さ	破壊荷重
	mm	mm	kg		mm	mm	kg
1	299.1	5.87	574	11	300.0	7.81	805
2	298.4	5.88	461	12	300.0	7.95	820
3	299.4	5.88	480	13	299.9	7.89	665
4	299.0	5.86	287	14	299.8	7.79	865
5	298.8	5.86	440	15	299.8	7.96	915
6	298.8	5.86	475	16	300.1	7.80	800
7	298.9	5.87	600	17	300.3	7.78	960
8	299.3	5.90	580	18	300.3	7.94	850
9	299.1	5.87	441	19	300.3	7.80	780
10	298.6	5.86	418	20	300.1	7.89	745
平均	298.9	5.87	473	平均	300.1	7.86	821

試料記号 (300φ×10 t)	外径	厚さ	破壊荷重	試料記号 (300φ×12 t)	外径	厚さ	破壊荷重
	mm	mm	kg		mm	mm	kg
21	300.9	10.10	1000	31	299.8	11.59	1995
22	300.4	10.00	1230	32	300.0	11.56	1815
23	300.3	10.13	1120	33	299.5	11.74	1985
24	300.6	10.13	1225	34	299.7	11.59	2020
25	300.4	10.14	1230	35	300.0	11.59	1865
26	300.3	9.99	900	36	299.3	11.56	1490
27	299.9	10.00	1325	37	299.4	11.56	1650
28	300.5	9.90	1420	38	299.9	11.59	1785
29	300.5	9.95	1150	39	299.7	11.59	2225
30	300.4	10.12	1330	40	300.0	11.63	1955
平均	300.4	10.05	1193	平均	299.7	11.60	1879

試料記号 (400φ×6t)	外径	厚さ	破壊荷重	試料記号 (400φ×8t)	外径	厚さ	破壊荷重
	mm	mm	kg		mm	mm	kg
41	399.3	5.89	547	51	399.8	7.98	880
42	400.3	5.87	541	52	399.5	7.88	925
43	400.8	5.87	479	53	399.8	7.98	830
44	399.8	5.88	523	54	399.4	7.88	945
45	399.0	5.88	466	55	399.8	7.98	990
46	399.1	5.90	478	56	399.9	7.89	765
47	399.4	5.90	441	57	399.8	7.85	950
48	400.0	5.90	503	58	399.5	7.85	825
49	399.5	5.86	345	59	400.1	7.90	955
50	399.7	5.89	430	60	400.5	7.99	880
平均	399.7	5.88	475	平均	399.8	7.92	895

試料記号 (400φ×10t)	外径	厚さ	破壊荷重	試料記号 (400φ×12t)	外径	厚さ	破壊荷重
	mm	mm	kg		mm	mm	kg
61	400.3	9.99	1470	71	399.5	11.61	1500
62	400.3	9.99	985	72	400.4	11.68	1815
63	400.5	9.99	1340	73	399.5	11.68	1445
64	399.8	9.98	1105	74	399.3	11.60	1565
65	400.3	10.05	1130	75	399.8	11.60	1690
66	400.3	10.03	1270	76	400.0	11.64	1215
67	400.5	9.99	1015	77	399.4	11.67	1770
68	400.0	10.05	1360	78	400.3	11.59	1385
69	400.5	10.02	1355	79	400.2	11.63	1535
70	400.0	9.94	1760	80	400.4	11.66	1605
平均	400.3	10.00	1279	平均	399.9	11.64	1553

表 11 くもり強化ガラス ISO 式パンチ試験

試料記号 (250φ×10t)	外径	厚さ	破壊荷重	試料記号 (300φ×10t)	外径	厚さ	破壊荷重
	mm	mm	kg		mm	mm	kg
81	261.2	9.89	1625	91	311.0	9.90	1285
82	261.5	10.19	1615	92	311.8	9.88	945
83	260.4	9.90	1600	93	310.9	9.89	1780
84	261.0	9.89	1500	94*	311.3	9.90	1250
85	261.9	9.90	1360	95	310.3	9.88	1310
86	261.3	9.88	1360	96	311.3	9.89	1080
87	260.3	9.89	1450	97	310.5	9.90	1455
88	260.5	9.88	1500	98	311.5	9.88	1500
89	261.6	9.90	1910	99*	311.2	9.90	1180
90	261.3	9.90	1625	100	311.3	9.89	1615
平均	261.1	9.92	1555	平均	311.1	9.89	1340

* 両面すり

試料記号 (350φ×10t)	外径	厚さ	破壊荷重	試料記号 (400φ×10t)	外径	厚さ	破壊荷重
	mm	mm	kg		mm	mm	kg
101	360.7	9.90	1900	111	411.7	9.87	1185
102	361.0	9.89	1335	112	412.0	9.89	1215
103	360.9	9.88	1450	113	412.0	9.87	1275
104	360.6	9.90	1135	114	411.3	10.19	1590
105	360.8	9.91	1100	115	411.0	10.12	1250
106	361.3	9.90	1755	116	411.0	10.11	1255
107	361.1	9.89	1430	117	411.3	10.10	1335
108	361.1	10.19	1275	118	411.2	9.89	1110
109	361.2	9.88	1350	119	411.7	9.91	1530
110	361.5	9.92	1275	120	412.1	9.90	1325
平均	361.0	9.93	1401	平均	411.5	9.99	1307

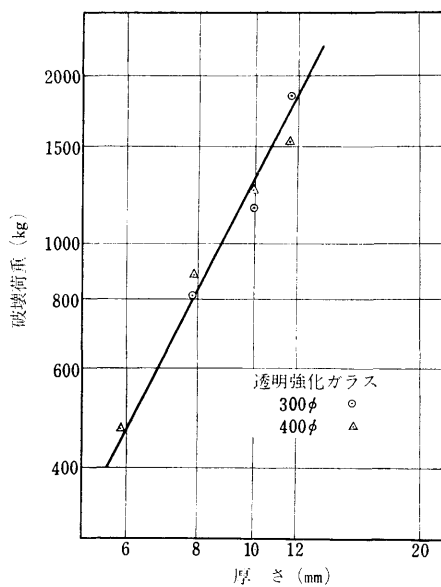


図 9 ISO 式パンチ試験
(厚さによる差異)

行なわれ、ISO 規準に十分適合するようになった。実例をあげれば、受託試験⁹⁾において丸窓用としては、呼び厚さ、12, 16 mm, 呼び径 400 mm の試料について行なった所、何れも良好な結果を得た。呼び厚さ12, 16 mm について夫々1枚ずつ破壊試験を行なったが、前者は、3650 kg の荷重で破壊した。また、後者は5000 kg の荷重でも破壊しなかった。

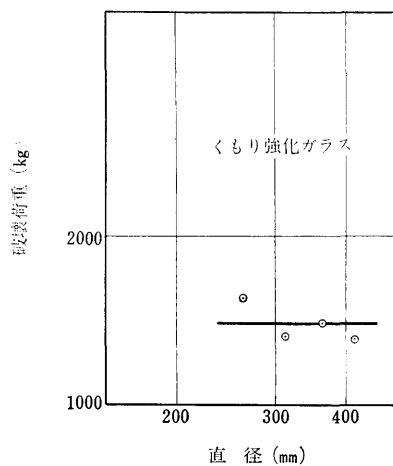


図 10 ISO 式パンチ試験
(直径による差異)

参考文献

- 1) 土川義朗 “船用丸窓ガラスの水圧強度について” 船舶, 第27巻, 第12号, 昭和29年12月 p. 1098~p. 1102
- 2) 船用丸窓専門委員会議事録
第3回, 昭和35年10月10日~11日
第4回, 昭和36年8月17日~18日
第6回, 昭和37年2月8日~9日
- 3) 一部受託試験 “丸窓強化ガラス強度試験”
昭和38年度 第75号
- 4) 日本機械学会, “機械工学便覧” 改訂第4版
日本機械学会, 昭和37年, 5—p. 124
- 5) 受託試験 “舷窓用強化ガラス荷重試験”
昭和43年度 第463号