

## 資 料

### ホウケイ酸ガラス管の内圧破壊(II)

熊野ひろみ 東海林正一 松村善二郎

### Bursting Test of Borosilicate Glass Tubes (II)

Hiromi KUMANO, Syoichi TOKAIRIN, and Zenjiro MATSUMURA

ガラス製耐圧容器は、ガラスが可視光を透過することから、肉眼観察が必要な液体アンモニア、液体亜硫酸等の反応容器として、また気液平衡や気体粘度の測定装置として用いられる。また、ガラスが非磁性体であることから、高圧下でのNMR等の測定容器としても用いられる。実際にガラスを高圧下で使用する場合には、その耐圧強度が問題となる。我々は、ガラス製耐圧容器の内径外径比を変えて内圧による破壊圧(以後破壊圧と呼ぶ)を測定し、報告した<sup>(1)</sup>。その結果を図1に示す。図1から分かるように破壊圧のバラツキが大きい。この原因の1つには、ガラス表面および内部にある傷の大きさや数が均一でないことが考えられる。市販品として入手できるガラス管の表面には図2に示すような傷が存在する。図2, aはガラス表面に物がぶつかってできた傷, bはすれてできた傷と思われる。この様に、ガラス表面には様々な傷が付いている。そこで、ガラス表面の傷の破壊圧に対する影響を調べることを目的として、ガラス表面に大きさの一定な傷を付け、破壊圧を測定した。

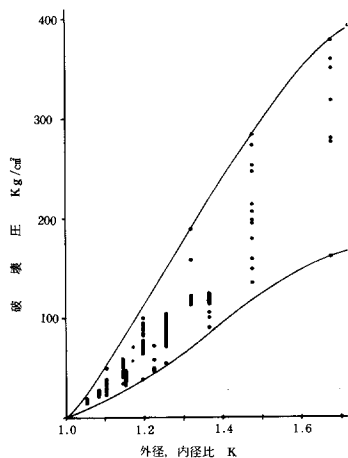


図1 外径, 内径比と破壊圧の関係

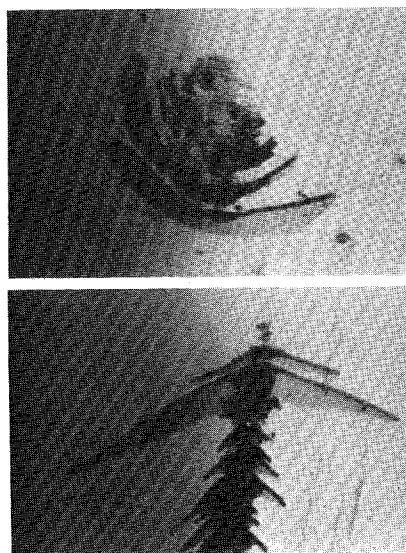


図2 ガラス表面の傷

試料は内径 11mm, 外径 15mm のホウケイ酸ガラス管を図 3 のように加工した耐圧容器である。耐圧容器の外表面の中央にビッカースダイヤモンドを押し付け、傷を付ける。ビッカースダイヤモンドはビッカースかたさ計の圧子で、その対面角が  $136^\circ$  の正四角すい形をしている。ビッカースダイヤモンドをガラス表面に押し付けてできた傷を図 4 に示す。この傷を付ける時、その対角線の一つが耐圧容器の縦方向となるようにした。傷の大きさを圧痕から延びたクラックの先端間の距離とすると、それは押し付ける荷重が 5kg では 0.3mm, 10kg では 0.45mm, 20kg では 0.7mm 程度であった。

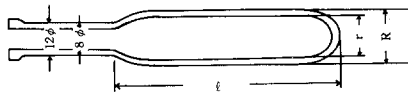


図 3 試験した耐圧容器  
 $R=15\phi$   $r=11\phi$   $l=150$

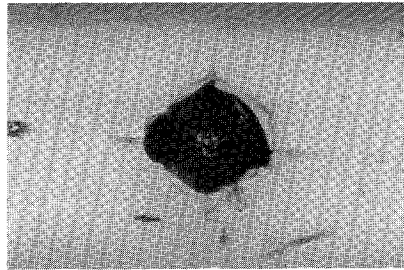


図 4 ビッカースダイヤモンドで付けた傷

それぞれの大きさの傷を付けた耐圧容器を各々 40~50 個用意し、それらの破壊圧を測定した。その結果を図 5 に示す。図 5 の頻度は  $10\text{kg}/\text{cm}^2$  ごとの圧力範囲内で全体の何 % のものが破壊されたかを示す。例えば、荷重 20kg で傷を付けたもので  $80\sim 89\text{kg}/\text{cm}^2$  の範囲で破壊したものが全体の 53% である。傷の大きさと破壊圧の関係を図 6 に示す。図 5 と図 6 から分かるように、傷を付けるときの荷重が増して傷が大きくなるにしたがい、より低い内圧で破壊されるものの割合が多くなる。荷重 5kg で傷を付けたものは、図 7 に示すように、付けた傷から破壊したものが 28% であり、又破壊圧の平均も無処理のものとはほとんど差が認められない。したがって、荷重 5kg で付けた傷は市販品として入手できるホウケイ酸ガラス管で作った耐圧容器の破壊圧にはほとんど影響を与えず、荷重がそれ以上に増すとき、より低い内圧で破壊するものが増えることが分かった。

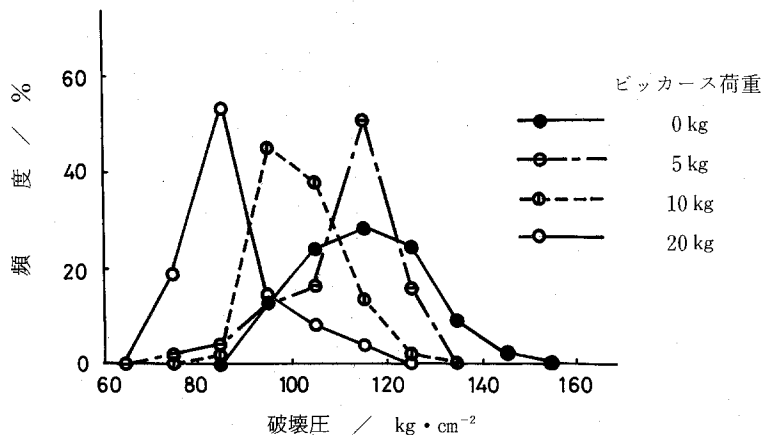


図 5 ビッカース荷重の破壊圧頻度分布への影響

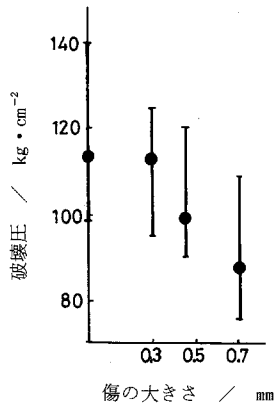


図6 ビッカース傷の大きさと破壊圧の関係

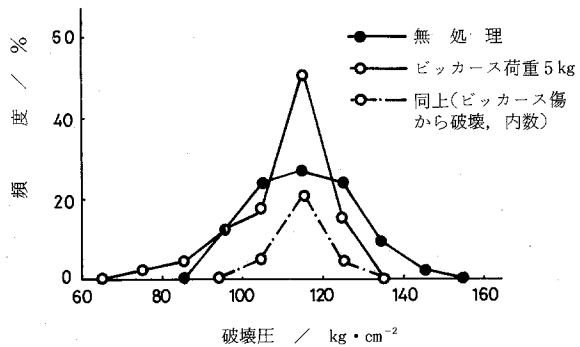


図7 ビッカース荷重 5 kg の傷の破壊圧への影響

ガラス管の破壊圧にはその傷の大きさだけでなく、傷の形も影響すると考えられる。そこで、耐圧容器に付けた傷をフッ酸水溶液で処理してその形態を変え、破壊圧への影響を調べた。図8にフッ酸処理による傷の変化の様子を示す。フッ酸処理により傷の角が丸くなっていることが分かる。フッ酸の濃度を10%とし、処理時間を10分と30分の2種として破壊圧を測定した結果を図9に示す。また、処理時間と破壊圧の関係を図10に示す。図9および図10から分かるようにフッ酸処理時間が長くなるほど破壊圧は高くなり、ビッカースによる傷を付けない場合の値に近づいてくる。傷を付けない耐圧容器のフッ酸処理をし、破壊圧を測定した。その結果を図11に示す。図11に見られるように、破壊圧はフッ酸処理の影響をほとんど受けない。したがって、フッ酸処理はビッカースダイヤモンドで付けた傷の様な鋭い傷を持った耐圧容器に対し破壊圧を上げる効果のあることが分かった。

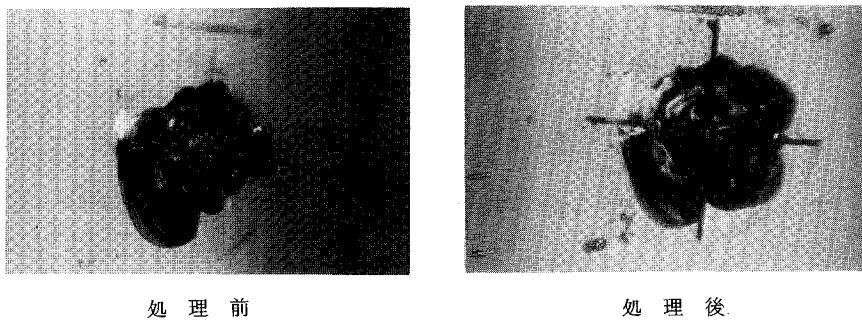


図8 ビッカース傷のフッ酸処理による影響

(ビッカース荷重20kg  
(10%フッ酸水溶液30分間処理))

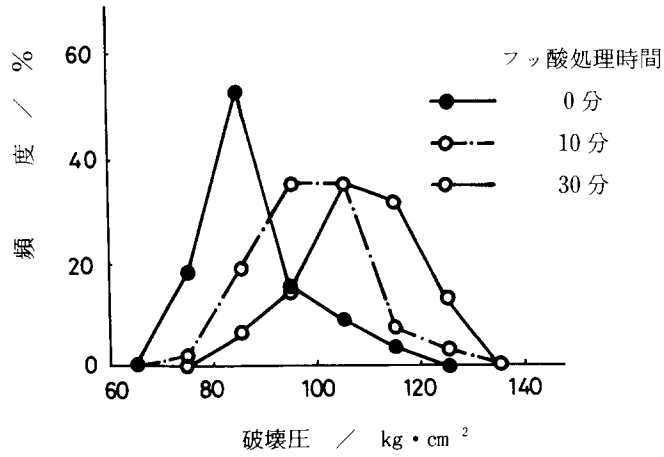


図9 フッ酸処理の破壊圧への影響 (ビッカース荷重 20 kg)

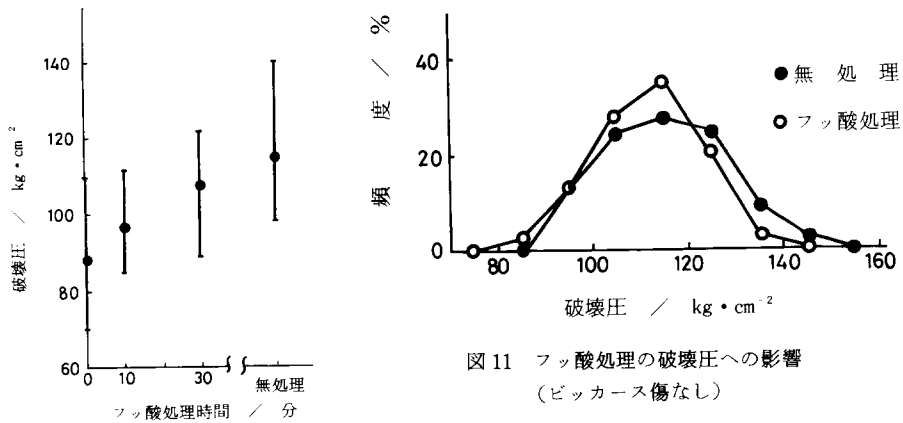


図10 フッ酸処理時間と破壊圧の関係 (ビッカース荷重 20 kg) (10%フッ酸水溶液)

図11 フッ酸処理の破壊圧への影響 (ビッカース傷なし)

ビッカースかたさ計を快く使用して下さいました金属材料研究所材料試験室の増本教授および末永技官に感謝いたします。

文 献

1) 熊野, 東海林, 松村, 熊谷, 東北大学非水研報告, 27, 83 (1977)