

研究ノート

青銅鑄物の耐圧洩れ性の改善策

福迫達一*

青銅鑄物は周知のようにバルブ、コック、軸受、機械部品などに多用されて、機械的強度、耐食性、耐摩耗性が要求される以外に、重要な要件として耐圧洩れ性がある。これらの製品が外観的にまた機械強度的に欠陥が認められなくても、圧力洩れ試験が不合格となる場合がしばしばあり、その割合は比較的高い。とくに機器性能が高度化して、耐圧製品に要求される試験圧力が高く、また微細洩れに対しても厳密な検査がおこなわれる現在では、従来からの洩れ欠陥防止策のほか、さらに材質の高強度化と欠陥除去策との開発が望まれている。

ところで、青銅鑄物は適正溶解してガス吸収量の少ない溶湯を鑄込む場合には、肉眼的にみられるような粗大引け巣は発生しがたく、一見したところ健全な鑄物がえられやすいと思われているが、この合金は固溶共存相が鑄物断面全域に拡がり、溶湯補給が困難であって微細引け巣が分散して発生し、これが強度劣化をもたらし、連続して存在すると耐力洩れの通路となり、厳密な意味での健全な鑄物はなかなかえられがたいものである。

そこで、溶湯補給の促進策として1) 鑄物内に強い温度勾配を発生させる、2) 凝固時の溶湯に大気圧以上の外圧を加えて給湯を強制的に行なう。ここでは2)の方法について述べよう。

基礎実験とその結果

供試材としては青銅鑄物6種相当合金(85Cu-5Sn-5Pb-5Zn)を用い適正溶解し、1140~1160°Cの鑄込温度で加圧槽中に設置した砂型に鑄造し、すばやく加圧槽を密閉してから窒素ガスを注入して、所定圧力(ゲージ目盛で表示)のもとで加圧しながら凝固させたのである。圧

力は最高15kg/cm²程度であり、供試料は各圧力で凝固させたもののほかに、同一溶湯を用いて大気圧中(ゲージ目盛0kg/cm²表示)でも凝固させて比較に供した。また供試鑄物の形状は棒状、板状の2種類であり、いずれも十分な押湯が設定してある。

いま実験結果の例として図1及び図2を示す。図1は棒状鑄物全体(押湯は除去)のポロシティ量と加圧力との関係である。ポロシティ量は約6kg/cm²の加圧試料では大気圧鑄造試料のそれに比較して半減し、10kg/cm²以上の試料では1/3程度がえられ健全性が高められた。また図2は板状鑄物から採取した試片の張強度分布と加圧力との関係を示す。試片は板状鑄物から9本ずつ採取(底部より上部へ1~9, 9は押湯直下)してある。これからも健全性の増加は明白である。

さらに一連の詳細な研究結果をまとめると次

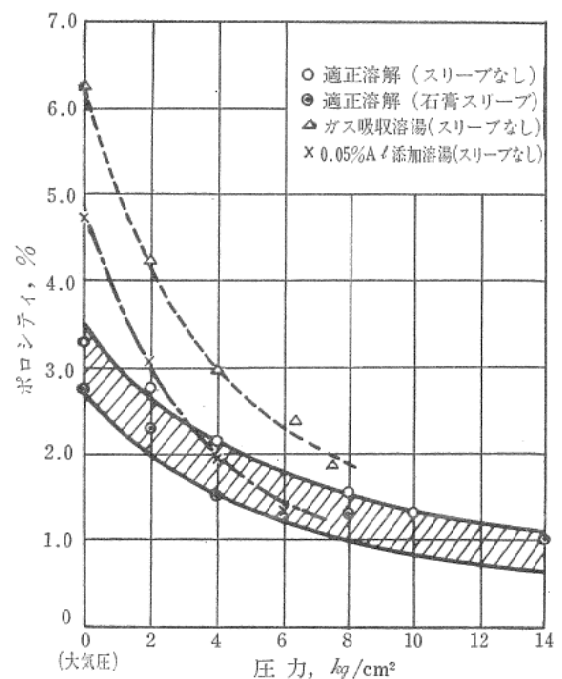


図1 供試棒状鑄物のポロシティ量に及ぼす加圧効果(溶湯品質による比較も併記)

* 福迫達一(Tatsuichi FUKUSAKO), 工学部冶金工学, 教授, 工博, 金属鑄造工学

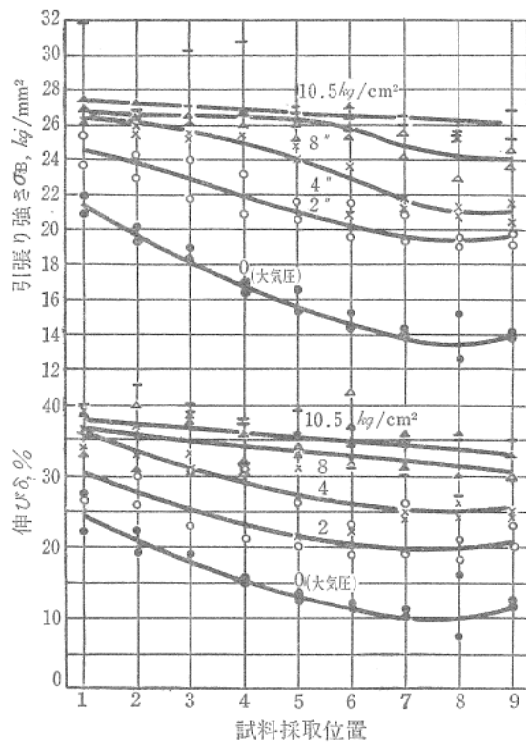


図2 供試板状鋳物の強度分布に及ぼす加圧効果

のようであった。1) 凝固時に大気圧以上の圧力を押湯に加えることは、ガス気泡巣の発生を阻止しあるいは抑制し、また溶湯補給を促進する2つの効果があって、鋳物のポロシティを低減し、端部及び押湯健全域は拡がり、高強度と高伸び値の健全な鋳物がえられる。2) ガス吸収あるいは給湯を阻害する不純物で汚染された粗悪溶湯を用いた場合にも効果が著しく認められ、むしろ後者において改善傾向が顕著であった。3) 凝固時間が緩慢でかつ溶湯補給の困難な例えば押湯付近の健全性の改善にも有効であり、10kg/cm²の加圧試料で大気圧試料に比較して、引張り強さは2倍、伸び値は3~4倍がえられた。4) 一般に青銅鋳物の健全性は溶湯品質及び鑄込温度に極めて影響されやすいが、本法を採用すると管理範囲が拡がり、作業管理が容易となった。5) 加圧時期としては凝固開始温度直上位から固液共存相域であればよい(約200°C位の幅がある)。

耐圧用青銅鋳物への利用

1) 電磁バルブ本体

青銅製(BC6相当合金)の電磁バルブ本体(重量約2kg)は図3に示すように断面の肉厚変化が著しく、厚肉部にしばしばザク巣が発生

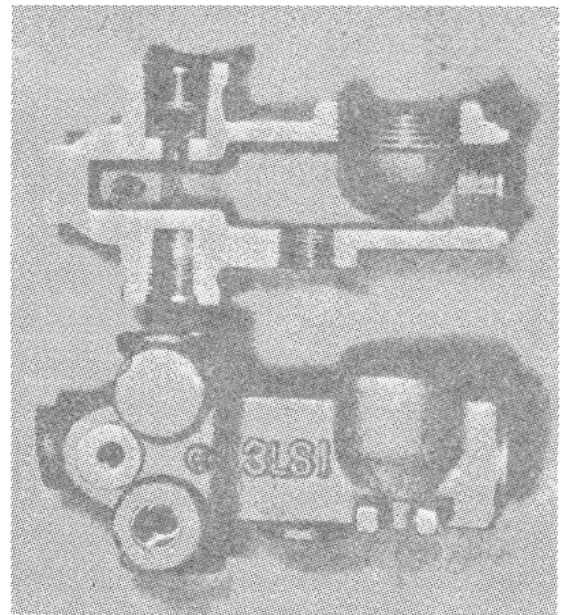


図3 加圧鋳造法を用いた電磁バルブ本体(BC6)の断面のレッドチェック(上)と多観(下)

し、孔加工もあって孔間の洩れや外面への洩れが多発しやすい製品であった。2~3の工場ではなかなか製品がまとまらなかったためA工場に依頼されたが、ここでも空圧試験(20kg/cm²)で300個のうち半数近くが不合格であった。

そこで本法を採用し、3~5kg/cm²程度の加圧を行ったところ、断面のレッドチェック(図3)でも欠陥は完全に認められず、本品の不良率は2~3%に低下した。不良品を詳細に調べたら、滓、酸化物のまきこみによることがわかり、この場合納品を急ぐあまり鑄造方案の検討をすることなく、落としこみ方案を採用したためであることがわかり、方案を手なおした結果不良品は皆無となった。

2) 油圧ポンプ用シリンダ

本製品は80φ×100^h~200φ~220^hの各種あり、青銅製(BC3またはS_nBz14相当合金)のブロックに機械加工で8~10個(20~30φ)の孔をあけた油圧機用シリンダである。各孔には油圧(100~500kg/cm²)がかかり、これに耐えるとともに孔間の洩れがあってはならない。

従来は下部の本体を金型とし、上部は大きな押湯(本体より大)を付け保温剤、発熱剤を使用して十分に押湯効果を促進する方案が採用され、押湯部除去後その切断面をレッドチェック

で検査して欠陥の有無が判定されて合否が決められていたが、なかなか完全な鑄物はえられなかった。またレッドチェックに合格しても孔加工後の耐圧試験で不合格となるものが多かった（正確なデータはないが50%位合格）。

そこで本法を採用し（5～8 kg/cm²の加圧力）、全品合格となった。また押湯高さが $\frac{1}{2}$ ～ $\frac{1}{3}$ 程度と低くしても良品がえられ、歩留りが向上した。

3) その他

高圧容器部品（BC 6相当合金）：厚肉鑄物を加工し、レッドチェック検査すると深部に微細欠陥が多発していたが、本法の採用により、健全品がえられた。

加圧容器（BC 6相当合金）：大型加圧容器（重量 600 kg）は形状複雑であり、交錯部及び厚肉加工部でしばしば洩れを多発したが、5 kg/cm²の加圧力で良品がえられた。

このようにうまく利用すると効果は大きい。本法は加圧槽を準備すること及び凝固完了時まで加圧を続行するということは、生産コストを高くし、とくに量産の場合は障害となる。しかしながら鑄造工場には7気圧程度のコンプレッエアが準備されており、青銅鑄物ような高価な製品に耐圧性を要求される場合には著効がある。なお工場実験はすべてコンプレッエアを用いて加圧した。