

セラミックス一軸圧縮強度の体積依存性に関する検討

(海洋研究開発機構) ○浅川賢一・前田洋作

Study on the Volume Dependence of Ceramics Uniaxial Compressive Strength / Kenichi Asakawa, Yosaku Maeda (Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology) / We measured the volume dependence of the uniaxial compressive strength of alumina ceramics using dumbbell-type specimens of several sizes. The diameters of the gage portion of the specimen are form 2.72mm to 6.13mm. The results show only little volume dependence of the uniaxial compressive strength. This result will be used to evaluate the strength of the ceramic pressure-tight housings against hydraulic pressure by hydraulic pressure tests using small-sized housings.

問合先 : asakawa@jamstec.go.jp

水中ロボットなど海中機器で使用される耐圧容器は、軽量・高強度で海水による腐食に強いことが求められる。セラミックスは高い一軸圧縮強度を持ち、腐食にも強いことから、耐圧容器の素材として有望であるが、引っ張り強度が低いため、これまで耐圧容器の素材としてほとんど利用されてこなかった。そこで、筆者らは現在セラミックス耐圧容器の開発を進めている。開発では、まず有限要素法解析による応力解析と小型のセラミックス耐圧容器による水圧試験によりその構造を決定し、その後、実機大の耐圧容器を製作する。

一方、セラミックスの引っ張り強さには体積依存性が存在するが、圧縮強さには体積依存性がないと言われている。しかし、圧縮強さの体積依存性については、明確なデータが見当たらない。体積依存性が存在する場合、耐圧容器を大型化する場合に、圧縮強度の体積依存性を考慮する必要性が生じる。そこで、筆者らは、寸法がことなる複数の試料を用いてセラミックスの一軸圧縮試験を行い、圧縮強さの体積依存性を検証した。

JIS R1608 では直径 5mm 長さ 12.5mm の試料を用いて一軸圧縮試験を行うことが規定されている。筆者らは、まずこの試験方法に基づいて一軸圧縮試験を行うと共に、有限要素法解析を行った。材料はアルミナセラミックス A479 (京セラ) とした。その結果、試験片には大きな引張り応力が発生し、破壊の原因となっている可能性が高いことを確認した。そこで、Fig. 1 と Fig. 2 に示す 2 種類の形状のダンベル型試料(Dumbell-I と Dumbell-II)について有限要素法解析を行い、引張り応力が十分小さくなることを確認した。また、ゲージ部(試験片中央の最小径部)周辺の最小主応力分布に圧縮応力の応力集中が見られないこと、試料を挟むアンビルとの接触面に異常な応力集中が見られないことも確認した。次に、ゲージ部直径 2.72mm から 6.13mm までの 7 種類の試料を作製し、一軸圧縮試験を行った。圧縮試験機の中心軸と試料の中心軸がずれると測定値に誤差が生じることが事前の実験で確認されていたので、専用の治具を用いてその中心軸を一致させた。その結果、一軸圧縮強度の体積依存性は仮に存在する場合にもその値は小さいことを確認した。(Fig. 3) また、測定値は JIS R1608 による測定値と比較して 1.5 倍程度高くなると共に、バラツキも極めて小さくなることを確認した。これらの差の原因は、円柱試料では試験片に生じる引張り応力が破壊を引き起こすためと考えられる。また、I 型と II 型で若干の差が見られるが、製造時期が異なるので、製造ロットの差が原因となっている可能性が考えられる。これらの実験から、小型耐圧容器を用いて水圧試験を行うことにより、その数倍の大きさの耐圧容器の耐圧特性を評価することが可能であると考えられる。

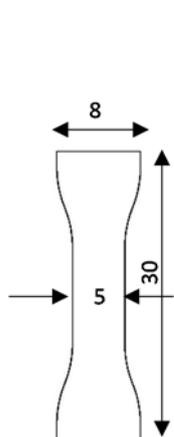


Fig.1 Figure of the Dumbbell-I type specimen

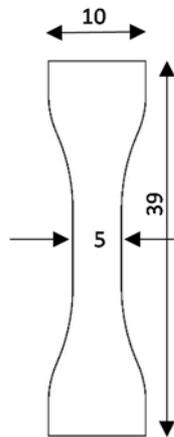


Fig.2 Figure of the Dumbbell-II type specimen

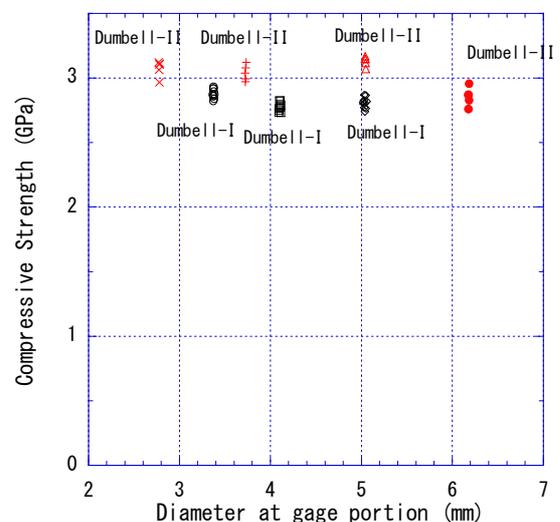


Fig.3 Results of Uniaxial Compression Tests