557 フランジ継手用ガスケットの常温・高温下における漏洩量評価 (延伸 PTFE ガスケットの J-EHOT 試験)

Evaluation of Leakage of Gasket for Flanged Joint
under Room Temperature and Elevated Temperature
(J-EHOT Test of Expanded PTFE Gaskets)

○学 長谷川 聡(東電大・院) 正 山口 篤志(東電大・院)

正 辻 裕一(東電大・工)

Satoshi HASEGAWA, Atsushi YAMAGUCHI

Hirokazu TSUJI, Tokyo Denki University, Ishizaka, Hatoyama-machi, Hiki-gun, Saitama

Key Words: Gasket, Flanged joint, Leakage test, HOTT, ROTT, EHOT, Tightness,

1. 緒言

環境問題の視点から工業プラントからの有害物質微量漏洩の排出規制が強化されつつある。プラントの配管部や圧力容器の接続部に多用されているガスケット付フランジ継手は内部流体の漏洩がもっとも発生しやすい部分である。高温高圧用としてうず巻形ガスケットが使われている。それよりも低温低圧では非石綿シートガスケットが用いられるが、プラント運転状況下でシール性能が明確にはわかっていない。

前報⁽¹⁾では、HPIS ガスケット試験法を高温に拡張したシール特性試験法 J-EHOT を提案した。300℃で J-EHOT 試験を実施し、うず巻形非石綿ガスケットの高温シール特性を評価した。

本研究では、J-EHOT 試験により、シートガスケットである延伸 PTFE ガスケットの 180℃における高温シール特性を評価する。

2. HPIS ガスケット試験法

HPIS ガスケット試験法⁽²⁾では、ガスケット寸法に依存しないものとして定義された基本漏洩量 L_s ($\text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$)を有効締付圧 σ_e (N/mm^2)と圧縮変形量 δ_a (mm)で評価する。 L_s は次式で表される。

$$L_s = \frac{L}{k} \quad (1)$$

ここで、漏洩量 L ($\text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$)、ガスケット形状係数 k である。基本漏洩量を用いることにより試験・実用面での汎用性が増す。 k は次式で表される。

$$k = \frac{1}{d_o/d_i - 1} \quad (2)$$

図 1 に示すガスケット締付圧の負荷シーケンスの前半の ROTT は、HPIS ガスケット試験法のシーケンスに相当する。なお、HPIS ガスケット試験法では非金属ガスケットの最大締付圧は 40 (N/mm^2)であるが、今回は 30 (N/mm^2)で行った。延伸 PTFE ガスケットの推奨締付圧は $mP+y$ で表される。ここで、ガスケット係数 m 、内圧 P (MPa)、最小締付圧力 y である。試験ガスケットは $m=2.5$, $y=19.6$ (MPa)であり、最大使用圧力は 3 (MPa)であるので、推奨締付圧は 27.1 (N/mm^2)となり、最大締付圧を 30 (N/mm^2)とした。

3. 試験装置及び試験ガスケット

図 2 に試験装置の構成を示す。試験ガスケットは油圧シリンダによって均一に圧縮される。プラテンには計 8 個のカートリッジヒータが埋め込まれており 450℃まで昇温が可能である。温度はプラテンに埋め込まれたサーズ形熱伝

対により測定している。冷却装置によりロードセル、油圧シリンダは熱による影響を受けない。作動流体は He ガスを使用する。試験ガスケット・プラテン周りはメタルベローズとメタル中空 O リングにより密封されており、漏洩した He ガスはメタルチューブを通り石鹼膜流量計へと導かれる。この流量計はガラス体積管内の所定距離内を石鹼膜が移動する時間から He ガスの漏洩量を測定するものである。ガスケットひずみの測定にはダイヤルゲージ及び高温用クリップゲージにて測定する。

試験ガスケットは 3 インチ延伸 PTFE ガスケット(GORE-TEX SGM ガスケット、厚さ 1.5mm, 3.0mm)である。

Fig.1 Loading sequence for a expanded PTFE gasket

Fig.2 Testing apparatus

Fig.3 Result of J-EHOT for 3.0mm in thickness

Fig.4 Result of J-EHOT for 1.5mm in thickness (Type I)

Fig.5 Result of J-EHOT for 1.5mm in thickness (Type II)

4. 試験結果

図3に厚さ 3.0mm, 図4及び図5に厚さ 1.5mmを用いた J-EHOT 試験の結果を基本漏洩量を対数とし, 横軸に時間経過(Test step)として示す。

ROTT 試験では厚さ 1.5mm, 3.0mm 共に漏洩レベルがほぼ一定であった。厚さ 1.5mm type I と type II を比較すると漏洩レベルの再現性が確認できる。HOTT 試験では厚さ 3.0mm はエージング後半において漏洩が発生した。これは, クリープによりガスケット面積が約 1.5 倍に増加しガスケット応力が減少したためであると考えられる。プラント運転時の外乱を想定したガスケット応力の除荷過程を 50 (N/mm^2)及び 25 (N/mm^2)の応力で各 2 回行ったが漏洩量はあまり変化が見られず厚さ 3.0mm 及び厚さ 1.5mm 共に約 $10^{-4}(Pa \cdot m^3/s)$ で一定のシール性能が保たれている。また, 厚さ 1.5mm では外乱で漏洩量が測定限界以下になるものもあった。厚さ 1.5mm Type I では J-EHOT 試験終了後, 再

Fig.6 Relation between test step, gasket deflection and effective gasket stress

Fig.7 Relation between gasket deflection and specific leak rate

度エージングを行った。昇温直後は漏洩量は大きい時間経過に従い漏洩量が減少する。

図6に厚さ 1.5mmを用いた J-EHOT 試験の結果を横軸を時間経過とし, ガスケット変形量との関係を示す。昇温時のガスケット変位の変化が最も大きく, その後のエージング中のクリープの進行が見られない。図7に厚さ 1.5mm のガスケット変形量と基本漏洩量の関係を示す。変位と漏洩量の関係は直線で表せられる。延伸 PTFE ガスケットでは高温においても漏洩量をガスケット変位で整理が可能である。

5. 結言

延伸 PTFE ガスケットに J-EHOT 試験を行った。以下に得られた成果を示す。

- (1) 延伸 PTFE ガスケットの高温時の漏洩特性を求め, 常温時と比べシール性能が向上していることを示した。
- (2) 延伸 PTFE ガスケットの基本漏洩量と変形量の関係を求め, 高温においても漏洩量をガスケット変位で整理できることを示した。

謝辞

ガスケットの提供をいただきましたジャパングアテックス(株)の関係各位に感謝致します。

参考文献

- (1) 長谷川, 辻: フランジ継手用ガスケットの常温・高温下における漏洩量評価, 日本機械学会山梨講演会講演論文集 No.060-4, (2006)
- (2) 日本高圧力技術協会, 管フランジ用ガスケットの基本密封特性試験方法 HPIS Z104, 1-15, (2005)