

有限要素解析による管フランジ締結体の ボルト締付け過程の評価 (うず巻形ガスケットを用いた場合)



福岡俊道*1
(1953. 2 生)



高木知弘*1
(1973. 1 生)

管フランジに要求される性能は、パイプラインを流れる流体を漏洩させないことである。しかしながら、実際の現場ではしばしば内部流体の漏洩事故が発生している。その原因となるのは、使用する管フランジ、ガスケットの選定、あるいはボルト締付け力の設定である。このうちボルト締付け力については、たとえ設計の段階で適切な値が求められていたとしても、実際の作業においてすべてのボルトを均一な軸力で締め付けることは極めて困難である。一般に、管フランジは多数のボルトを逐次締め付けることによって組み立てられる。その結果、ボルトを逐次締め付ける過程で、他のボルトの軸力が変化するいわゆる「弾性相互作用」によって、最終的に得られるボルト軸力はかなりばらつく。すなわち、各ボルトを規定の軸力で締め付けることができても、締め付け完了時には、初期段階に締め付けたボルトを中心として軸力がほぼ失われることがある。この現象は、多くのボルトで締め付けられる他の構造物でも発生するが、管フランジの場合ボルトが同心円上に配置されているために、あるボルトを締め付けるとその向かい側の接触面が開く「口開き作用」も同時に影響するため、ボルト軸力のばらつき現象をさらに複雑にしている。

本研究では、強い非線形挙動を呈するうず巻形ガスケットを対象として、ボルトをある順序で逐次締め付けた場合に発生するボルト軸力のばらつき、ならびに最終的に一様なボルト軸力を得るために必要な初期ボルト軸力を三次元有限要素法を用いて効率よく計算できる手法を提案している。うず巻形ガスケットは、ヒステリシスを考慮できる一次元非線形ばねの集合体としてモデル化している。

解析手法の妥当性を検討するために、JIS 規格の呼び圧力 40kgf/cm²、呼び径 50mm の大平面座フランジと内外輪付きのうず巻形ガスケットから構成される管フランジ締結体を用いて締付け実験を行った。その結果、ボルト軸力のばらつきをかなり高い精度で推定でき、さらに計算から得られた初期軸力で締め付けると、最終的なボルト軸力のばらつきを最大 10%程度に押さえられることを示した。

* 本論文は、日本機械学会論文集、66-650、A 編 (2000-10)、1834 ページに掲載。

*1 正員、神戸商船大学 (〒658-0022 神戸市東灘区深江南町 5-1-1)



受賞メダル