原子力発電所に使用される電動弁駆動部の耐震試験解析評価
(2) 耐震解析評価

Seismic Test Analysis Evaluation of motor operated valve actuators for Nuclear Power Plant
(2) Analytical Evaluation

堤 喜隆[1]、*渡部 幸夫[2]、小島 信夫[2]、西野 浩二[2]、熊谷 真[3]、神農 弘行[4]
[1]中部電力、[2]東芝、[3]日立 GENE、[4]三菱重工業

要素試験で得られた代表 3 種類のガスケットの繰り返し荷重における圧縮変形特性とすべり係数の面圧影響特性を用いて、締結面離反解析手法を用いた有限要素法解析を行い、加振試験時に計測した締結部のボルト軸力とすべり発生加速度とを比較することにより解析方法の妥当性を確認した。次に、駆動部の耐震限界が、締結部のボルト降伏あるいはすべりの発生と考え、その場合の限界加速度を解析にて求めた。

キーワード：耐震性、電動弁、電動弁駆動部、耐震試験、圧縮変形、すべり係数

1. 解析方法

ガスケットの圧縮特性として、耐震加振時間が 15 秒および振動数が 10Hz であることから、10 回繰り返し変形量に 9 回目の圧縮増加量を 150 倍したものを加えた特性データを作成して解析を実施した。ボルト軸力が低下し締結部の剛性が低下することを考慮した時刻歴解析と静解析を比較したところ、モータ重心が振れる固有振動数が加振振動数より十分に高くその差がわずかなことから、解析は静解析により加振加速度 30G まで実施した。すべりの発生有無の解析は、接合面の最大摩擦力(面圧×すべり係数)をせん断力で除した値をすべり裕度係数として算出し、すべり係数のばらつきを考慮しその値が 1.2 以下となるとすべると判断した。

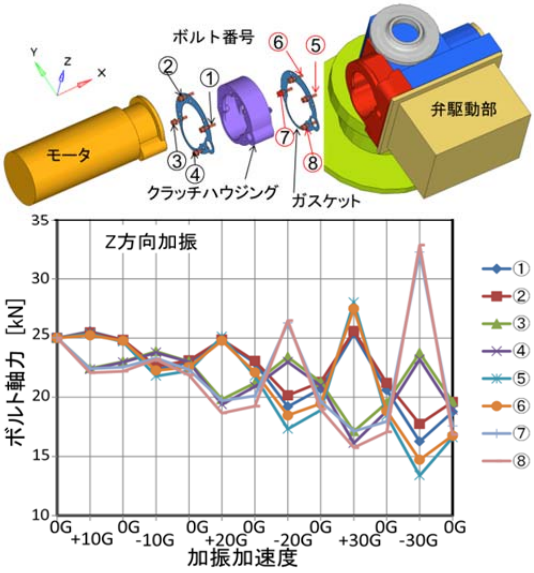

図 1　解析モデルとボルト軸力の解析結果

2. 解析結果

図 1 に代表機種の電動弁駆動部の解析モデルと Z 方向加振加速度入力時のボルト軸力の解析結果を示す。解析では 20G 入力後に 20%ボルト軸力が低下しており、試験の 2.6 倍、Y 方向入力では 1.3 倍であった。他機種においても、1.5 倍程度であった。なお、試験時のボルト軸力の全振幅値とは、ほぼ一致している。図 2 に 2 次減速機付き電動弁駆動部の接合面の Z 方向 - 20G 入力時のすべり裕度係数の分布を示す。白色領域は、面圧が零であり離反していることを示している。接触領域においては、すべり裕度係数が 1.2 以下の領域は極めてわずかであり、滑らないことが分る。この結果は、駆動部の試験結果[1]とよく一致していることが確認できた。

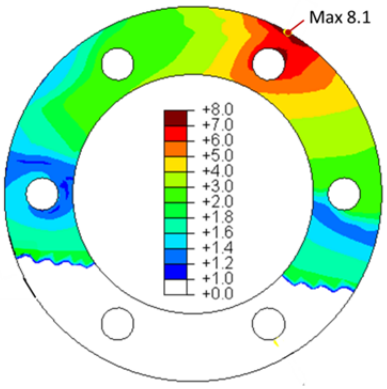

図 2　Z 方向−20G のすべり裕度係数の分布

3. 結論

電動弁駆動部のガスケット締結部の解析方法の妥当性が、試験結果から確認された。この解析方法により、電動弁駆動部の限界加速度は、30G であることが示された。ただし、2 次減速機付きの電動弁駆動部の場合は、耐震ブラケット付きで、20G であることが示された。

参考文献

[1] 渡部他,“原子力発電所の電動バタフライ弁駆動部の耐震性向上確証試験”，日本保全学会第 14 回学術講演会,2017.8

Yoshitaka Tsutsumi[1], *Yukio Watanabe[2], Nobuo Kojima[2], Koji Nishino[2],Shin Kumagai[3], Hiroyuki Kamino[4]
[1]Chubu Electric Power Co. [2]Toshiba Co. [3]Hitachi-GE Nuclear Energy Ltd. [4]Mitsubishi Heavy Industries Ltd.

本件は、中部電力、北海道電力、東北電力、東京電力ﾎｰﾙﾃﾞｨﾝｸﾞｽ、北陸電力、関西電力、中国電力、四国電力、九州電力、日本原子力発電、電源開発、委託先の東芝、日立 GE ﾆｭｰｸﾘｱ･ｴﾅｼﾞｰ、三菱重工業の委託研究の成果である。