

高力ボルト孔中心，座金軸，ボルト軸の位置関係がボルト頭部の変形量に及ぼす影響を評価する

The Problem of Image Processing



近年，Fig.1に示すように画像処理を用いてボルト頭部の変位やひずみを計測し，導入軸力や残存軸力の同定に関する研究が行われています。画像処理による軸力同定法は，高力ボルト頭部の変形状態に影響を受けるため，ボルトセットの孔ずれによって推定軸力の誤差が大きくなる可能性があります。

本研究では，ボルト孔中心，座金軸，ボルト軸の位置関係をパラメータとしたFEM解析を実施しました。Fig.2に解析モデルを示します。

BACKGROUND

Fig.4より，座金とボルトのX軸方向の偏心が，Y軸方向の校正係数 k_y に及ぼす影響は，ボルトのみの偏心より最大で約0.60%小さくなりました。誤差は偏心のないケースに対する k_i の割合です。以上のことから，ボルト頭部変位から算出する校正係数 k_i は，高力ボルトセット（ボルトと座金）とボルト孔壁の距離より，ボルトと座金孔壁の距離に影響を受けると考えられます。

Fig.5より，偏心軸をX軸にした場合， k_y の誤差は k_x のそれより0.39%大きく，偏心軸をY軸にした場合， k_x の誤差は k_y のそれより0.68%大きくなります。よって，偏心軸の直角方向における校正係数 k_i の方が誤差が大きいが，偏心による頭部の変形状態は校正係数 k_i にほとんど影響しないことがわかりました。

偏心のないケースと偏心量が最も大きなケースにおけるボルト頭部表面の面内（X，Y軸）方向変形 δ_x ， δ_y と面外

（Z軸）方向変形 δ_z の最大値をFig.6に示します。Fig.6より，ボルト軸と座金軸の偏心がボルト頭部の変形量に及ぼす影響は最大0.007mmであり，ほとんどないと判断できます。

keywords :

image processing,
axial force measurement
of the bolt,
high-strength bolt
set misalignment,
bolt head
deformation

Fig. 1 Image Processing of Axial Force Measurement

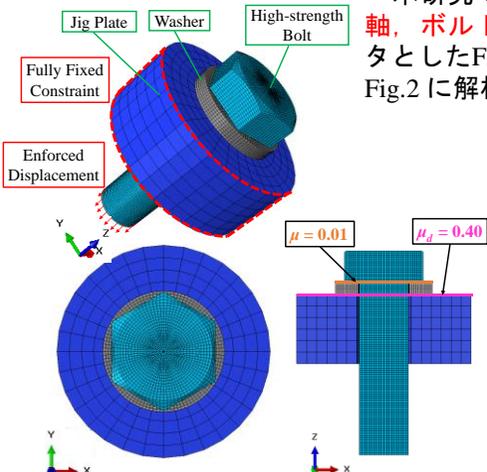


Fig. 2 FEM of High-strength Bolt Set

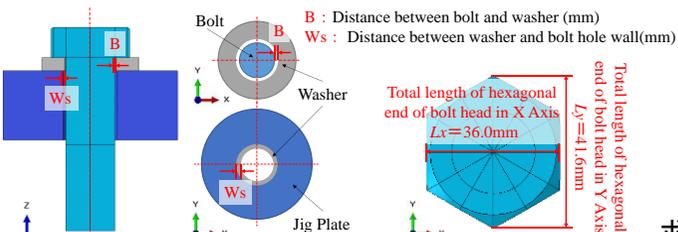


Fig. 3 Parameters of FEM

METHODS

解析パラメータをFig. 3に示します。解析ケースでは，偏心軸にX軸とY軸の2種類を設定し，座金孔壁に対するボルトの距離として0，0.250，0.500mmの3種類，ボルト孔壁に対する座金の距離として0，0.375，0.750mmの3種類をそれぞれ組み合わせ，計18ケースとしました。画像処理はボルト頭部の六角端部を基準とし，その変形量で評価するため，本研究はその変形量を取得し，換算ひずみ ε_i を式(1)で算出しました。

$$\varepsilon_i = \frac{\lambda}{L_i} \quad (1)$$

ボルト軸力-換算ひずみ ε_i 関係の傾きから校正係数 k_i を算出し，X軸方向変位による校正係数を k_x ，Y軸方向のそれを k_y と示しています。

RESULTS

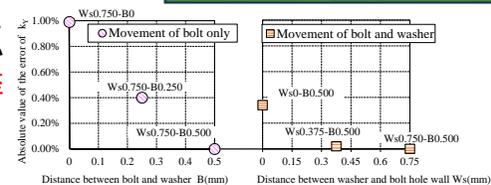


Fig. 4 Measurement Error of k_y

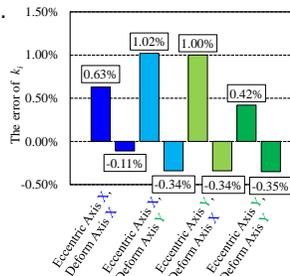


Fig. 5 Min and Max error of Calibration Coefficient k_i

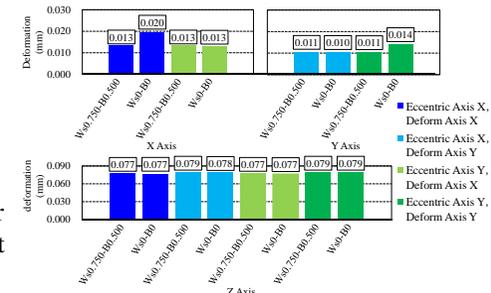


Fig. 6 Max deformation of the bolt head

SUMMARY

- ボルト頭部変位から算出する校正係数 k_i は，高力ボルトセット（ボルトと座金）とボルト孔壁の距離より，ボルトと座金孔壁の距離が影響を及ぼすことがわかりました。
- ボルト軸と座金軸，座金軸とボルト孔中心の偏心による校正係数 k_i の変化は-0.4% ~ 1.0%，ボルト頭部の変形量の変化は最大0.007mmであり，高力ボルトセットの孔ずれが頭部の変形状態に及ぼす影響はほとんどないと考えられます。