

I-214

任意方向の微小すべりを考慮した摩擦継手のすべり強度解析

東京都立大学 正 長 嶋 文 雄

東日本鉄工(株) 正 山 田 稔

1. はじめに 摩擦継手のすべり強度に関する問題には、プレートガーダーのフランジとウェブの連成効果の検討やボルト群に偏心荷重が作用するときの設計法¹⁾の検討など議論しなければならない問題が残されている。これらの問題を解決するためには、複合応力によって任意方向に発生する微小すべり、およびこれに伴って生じる応力変化などの非線形的な挙動を限界状態（ここでは、主すべり発生時を限界とする）に至るまで追跡する必要があり、実験的研究と伴に、解析的な裏付けが必要である。本報告では、複合応力場のすべり問題を扱うことのできる解析モデルを提案し、いくつかの解析例を示す。

2. 複合応力場における継手のすべり挙動解析モデル

筆者らは文献 2) において面内の純曲げを受ける摩擦継手のすべり問題を扱った。そこでは図 - 1 に示すように、母材と添接板を有限要素でモデル化し、さらにボルトの締付け効果を x, z 両軸方向に平行に取り付けた 1 対のせん断ばねで表現する解析モデルを用いた。

ボルト位置付近の複雑な境界条件に対して、これを連続体として扱った簡略モデルであっても実験結果と比較的良好く合致する結果が得られることが分かった。ただし、殆どのボルトが微小すべりを生じた後、主すべりに至るまでの間にも摩擦抵抗力が漸増し、限界強度は実験値よりも幾分大きくなるといった結果が得られた。その原因として、a) 継手に圧縮力が作用するときのボルト軸力変動に関する仮定が実際のものとなっていたこと、および b) せん断ばねをすべり方向に一致させなかったためにせん断剛性が見かけ上高くなったこと、の 2 点が考えられた。ここで、b) の問題を解決することによって複合応力場の解析が可能となる。以下にこの 2 点について検討した結果について述べる。

2・1 摩擦継手の圧縮試験結果

a) の問題を検討するために、板厚の異なった 2 種類の試験体について圧縮試験を行なった。高力ボルト (F8T-M20) は片側に 1 列づつとした。ボルト軸力 N_B はボルト円筒部の歪みにより計測し、導入軸力は 13.3 ton 程度とした。図 - 2 にボルト中心位置の相対変位 D_1, D_2 とボルト軸力の関係を示す。継手片が圧縮されているにもかかわらず、ボルト軸力が増加するのは初期の荷重段階で一部見受けられるだけであり、全体としては変化があまりなく、わずかに減少する傾向が見られる。他の試験体においても同様の傾向が見られた。継手片のボルト孔壁の板厚方向にはほぼ作用荷重に比例するような引張応力が生じていることを確認しており、それに比例してなぜ軸力が増加しないのかは未だ不明である。文献3)にも本試験結果と同様の報告があることから、本解析においては、継手片が圧縮を受けている所のボルト軸力は微小すべり発生後も一定と仮定することにした。

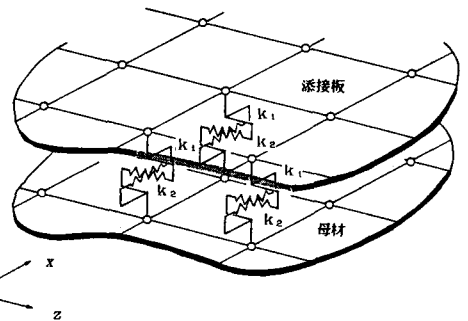


図 - 1 有限要素-ばねモデル

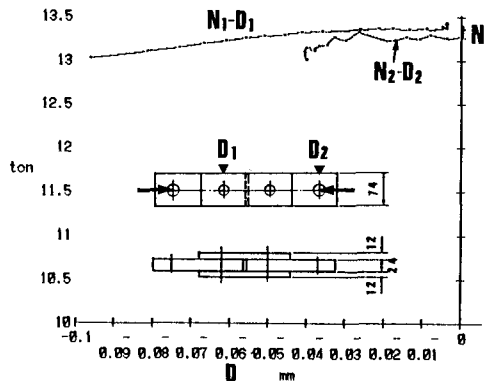


図 - 2 ボルト軸力-相対変位関係

$$\begin{Bmatrix} S_z \\ S_x \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} S^* \cos \zeta \\ S^* \sin \zeta \end{Bmatrix} + k_{90} \begin{bmatrix} \sin^2 \zeta & -\sin \zeta \cos \zeta \\ -\sin \zeta \cos \zeta & \cos^2 \zeta \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \beta_z \\ \beta_x \end{Bmatrix} \dots\dots (1)$$

3. 解析結果

3. 解析結果 図 - 4に示すよう
な、面内の純曲げモーメントを受ける
試験体(A)について、すべり強度解析
を行なった。図 - 5は解析結果と実験
結果を比較したものであり、モーメン
トM-曲率 θ 関係を示したものである。

