

応力の引張/圧縮非対称性を考慮した材料モデリングとスプリングバック解析

乃万 暢賢 桑原 利彦 Rahul Kumar Verma

概要

スプリングバック解析においては、曲げモーメントの正確な予測が必須である。特に中立面内側では圧縮の応力場となるが、鉄鋼材料においては引張と圧縮の流動応力が異なることが報告されており、この事を考慮したスプリングバック解析が必要となる。

そこで本研究では二軸引張試験及び単軸圧縮試験を行い、引張/圧縮非対称性を考慮した材料モデリングを行い、それを有限要素法に導入してスプリングバック解析を行った。

材料モデル

供試材である780MPa級二相組織冷延鋼板の無次元化等塑性仕事面を左下に示す。また、Vermaらが2011年に提案した非対称降伏関数を式(1)に示す。

○で囲んだ単軸圧縮試験で測定される等塑性仕事点が一点に定まっておらず、塑性仕事の進展にともなって外側に大きく張り出していくことが確認された。以下この事を圧縮における異方硬化挙動と呼ぶが、この異方硬化に伴って変化する等塑性仕事面の形状変化を表現するために、式(1)中の異方性パラメータを基準塑性ひずみの関数とすることで、等塑性仕事面の形状変化を近似的に表現する。

なお、除荷時の非線形性はヤング率の低下とみなし、式(2)で考慮した。

$$a \left\{ \sigma_x^2 - A \sigma_x \sigma_y + B \sigma_y^2 + C \tau_{xy}^2 \right\}^{1/2} + (k_1 \sigma_x + k_2 \sigma_y) = \sigma_0 \quad \dots (1)$$

$$E_{\text{var}} = 165288 + 42720 \exp(-114 \varepsilon^p) \quad \dots (2)$$

解析結果

3点曲げ試験と解析を行った。その結果を右下に示す。実線が3点曲げ試験後のブランク形状を輪郭形状測定器で測定した結果である。□が圧縮における異方硬化挙動（引張/圧縮の非対称性）を考慮した計算結果である。このように引張/圧縮の非対称性を考慮することでスプリングバック形状を高精度に予測することに成功した。

