

Charakterisierung und Modellierung der Anisotropie und des Versagens von dickwandigen Aluminiumprofilen für die Crashsimulation.

Armin Schley, Georg Falkinger, Dong-Zhi Sun
Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik, Freiburg

Dickwandige stranggepresste Aluminium-Profile werden häufig im Fahrzeug- insbesondere im Schienenfahrzeugbau verwendet. Bisher liegen kaum Ergebnisse über die Einflüsse der Wanddicke und der Orientierung auf das Verformungs- und Versagensverhalten vor. Eine weitere offene Frage ist, wie die Auswahl von Elementtyp, Werkstoff- und Versagensmodellen die numerischen Ergebnisse beeinflusst. Um dickwandige Aluminium-Strukturen für FEM-Simulationen zu charakterisieren wurde ein Strangpressprofil mit variierenden Wandstärken ausgewählt. Für die Charakterisierung des Verformungs- und Versagensverhaltens wurden verschiedene Probenformen (Glattzug-, Korbzug- und Scherzugproben) aus verschiedenen Positionen mit unterschiedlichen Wandstärken entnommen. Um die Anisotropie erfassen zu können wurden an zwei ausgewählten Positionen Glattzugproben in drei unterschiedliche Orientierungen entnommen.

Neben der Orientierungsabhängigkeit der Fließkurve (Anisotropie) wurde außerdem eine Abhängigkeit der Fließkurven von der Entnahmeposition festgestellt. Zur Beschreibung des anisotropen Verformungsverhaltens stehen in LS-Dyna verschiedene Werkstoffmodelle zur Verfügung. Unter anderem wurden für Volumenelemente das Material Mat33 nach Barlat (YLD91) und für Schalenelemente das Barlat-3K-Modell implementiert. Diese ermöglichen den Einsatz einer Anisotropen Fließfläche.

Um das Verformungsverhalten zu untersuchen wurden sowohl isotrope als auch anisotrope Materialmodelle angepasst und in Probensimulationen sowie in Komponentensimulationen miteinander verglichen.

Neben dem Verformungsverhalten spielt auch das Versagensverhalten eine große Rolle in der Bewertung des Crashverhaltens der Profile. Die dominierenden Mikromechanismen des Versagens von Aluminium aus Strangpressprofilen sind Waben- und Scherbruch. Die Probenversuche haben für den hier untersuchten Aluminiumwerkstoff eine geringere Bruchdehnung unter Scherung als unter einachsigen Zug gezeigt.

In dem von Dyna implementierten Versagensmodell *MAT_ADD_ERROSION kann die Versagensdehnung in Abhängigkeit der Mehrachsigkeit tabellarisch eingegeben werden. Damit ist dieses Modell sehr variabel und kann das lokale Minimum im Bereich der Scherung berücksichtigen. Um eine gleichmäßige Kurve zu erreichen wurden die Wertepaare auf Grundlage eines am IWM entwickelten Materialmodells ermittelt. Stauchungsversuche an einem Ausschnitt der Aluminiumprofile wurden zur Validierung der verwendeten Werkstoff- und Versagensmodelle durchgeführt und simuliert.