

## An Investigation of Failure Mechanisms in Forming of Monolithic and Composite Sheets

Lin Chen

Reihe Dortmunder Umformtechnik - Band 91

Shaker Verlag

ISBN: 978-3-8440-5168-1

Sprache: Englisch

### Zusammenfassung

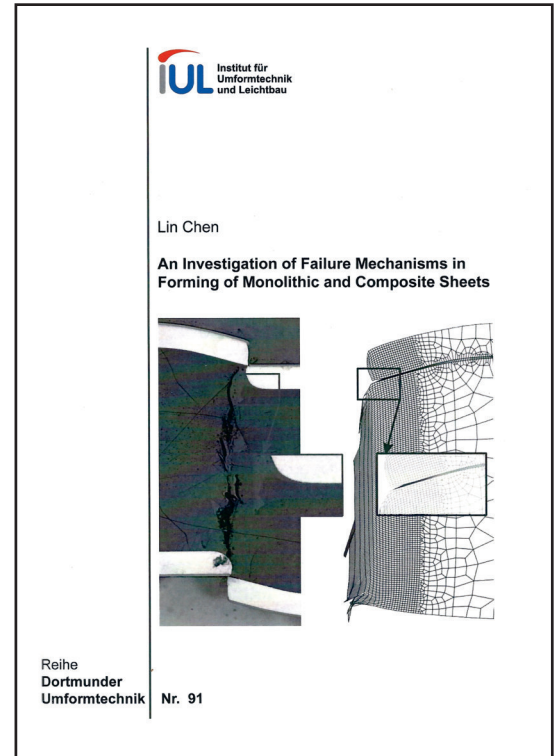
Das Umformverhältnis des innovativen Leichtbaus von, z. B., hochfester Stahl, ultrahochfester Stahl und Schichtverbundwerkstoffe gewinnt zunehmend an Bedeutung. Ziel dieser Arbeit war es die Versagensarten Scherschneiden und Biegen von DP1000, CP1000 und Schichtverbundwerkstoffen aus Metall/Polymer/Metall-Sandwich-Strukturen zu untersuchen.

Zunächst wurden die Schädigungsmodelle nach Lemaitre, das Drucker-Prager Modell so wie das Kohäsive-Zone-Modell für die Beschreibung des Umformverhältnis von metallischen Blech, Polymeren Blech und der Delamination verwendet. Die Parameter des Modells konnten mit Hilfe von Zugversuche, Torsionsversuche, und Druckversuche sowie von Delaminationsversuche bestimmt werden.

Diese Arbeit liefert einen Beitrag zur metallkundlichen Gefügebeschreibung der Dual und Komplex-Phasen von Stählen im Zusammenhang mit ihren mechanischen Eigenschaften sowie den Schädigungsmechanismen. Durch eine genaue Beschreibung dieser Gefügestufen soll an Hand ermittelter quantitativer Gefügeparameter das mechanische Verhalten erklärt werden.

Der Scherschneidprozess von DP1000, CP1000 wurde mithilfe des Lemaitre-Schädigungsmodells unter drei unterschiedliche Schneidspalte analysiert. Die komplexen Schichtverbünde wurden ebenfalls untersucht, um ein fundiertes Prozessverständnis zu gewinnen. Die unabhängig voneinander charakterisierten Bestandteile wurden anschließend in einer Simulation zusammengefügt, um den Scherschneidprozess der Schichtverbundwerkstoffe zu simulieren. Der Einfluss des Schneidspaltes auf die Schnittfläche wurde quantitativ untersucht. Drei Defekte (Kanteneinzugswinkel, Kanteneinzugsbreite und Delaminationsbreite) wurden definiert, um die Abweichung der gemessenen Schnittfläche von der idealen Schnittfläche zu beschreiben. Die experimentellen Untersuchungen zeigten, dass eine Reduzierung des Schneidspaltes zu einer Erhöhung der Qualität der Schnittfläche führt. Der Spannungszustand des metallischen Deckblechs im Scherschneidprozess wurde mithilfe des Finite-Element-Modells analysiert.

Die konventionellen Bleichbiegeverfahren von CP1000 wurden durch Verfahrensmodifikationen erweitert, indem beispielsweise zusätzliche Spannungen am Werkstück während des Umformvorgangs aufgebracht wurden, damit die Umformgrenzen gezielt erweitert werden konnte. Neben experimentellen Untersuchungen sind umfassende numerische Untersuchungen beim Frei- sowie Elastomerbiegen durchgeführt worden. Nach der Validierung des numerischen Modells konnte der Prozess des Elastomerbiegens optimiert werden, indem die Position des Elastomerkissens angepasst wird, wodurch die Prozesskräfte und somit auch der Verschleiß gesenkt wurden.



## An Investigation of Failure Mechanisms in Forming of Monolithic and Composite Sheets

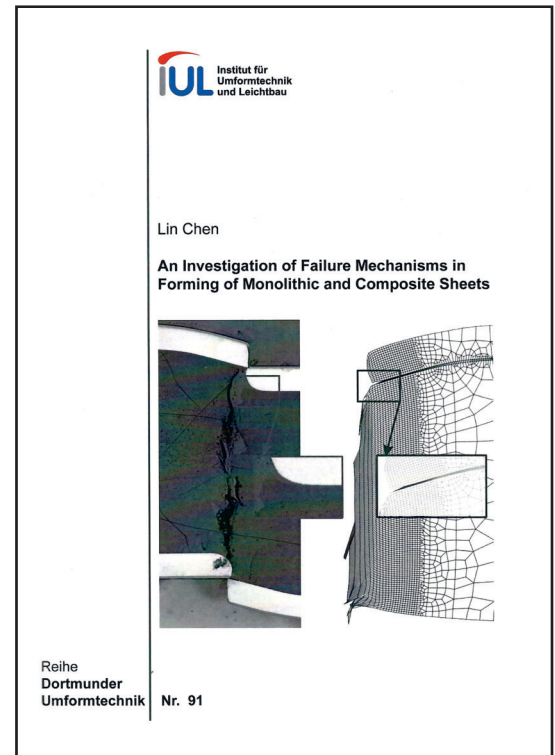
Lin Chen

Series: Dortmunder Umformtechnik Volume 91

Shaker Verlag

ISBN: 978-3-8440-5168-1

Original language: English



### Abstract

The forming behavior of the novel lightweight construction, e.g. advanced high strength steel and composite sheets, gains more and more attention. This thesis aims to investigate the failure mechanisms of DP1000, CP1000, aluminum alloy and an aluminum/low density polyethylene half sandwich sheet in blanking and bending.

Firstly the shear-enhanced Lemaitre's damage model, Drucker-Prager model and the cohesive zone model are chosen for describing the mechanical behavior of monolithic metallic sheet, the polymer sheet and the adhesive of the aluminum/low density polyethylene half sandwich sheet, respectively. These materials are fully characterized by means of tensile tests, in plane torsion tests, compression tests and delamination tests. An inverse parameter identification procedure is successfully applied.

Then the microstructure deterioration of DP1000 and CP1000 under tensile and shear stress state is examined and compared to explain their different mechanical behavior.

After that the characterized material model is applied in blanking of DP1000 and AA6082-T6 sheets with three punch-die clearances. Influence of blanking conditions on sheared part morphology is detected. The mechanical behavior of Al/LDPE half sandwich sheet in blanking process is also investigated. With the help of fully characterized FE model of half sandwich sheet the influence of cutting clearance on the cutting force-displacement curves and cutting edge morphology is studied experimentally and numerically. The imperfection of the experimental cutting edge is quantitatively described by three feature values. The stress state of the half sandwich structure during blanking is investigated and compared with that of monolithic metal sheet.

At last a numerical and experimental investigation on the damage mechanisms of bending of CP1000 is presented. The forming behavior and damage mechanisms in air bending are investigated in detail. Then the conventional air bending is modified by superposition of compressive stress using an elastomer tool. It is shown that the additional stress on the outer surface of the bent sheet extends the forming limits of CP1000. Based on this a numerical process optimization of pressure bending was carried out. The optimization led to a significant reduction of the bending forces.