

SiRiCrash

Simulation des Rissfortschritts in höchstfesten Materialien der Automobilindustrie im Crash

Programm / Ausschreibung	FORPA, Forschungspartnerschaften NATS/Ö-Fonds, FORPA OEF2019	Status	abgeschlossen
Projektstart	01.09.2020	Projektende	31.08.2023
Zeitraum	2020 - 2023	Projektlaufzeit	36 Monate
Keywords	Rissfortschritt, Finite-Elemente-Methode, Failure Assessment Diagramm, Crash-Simulation, Nonlocal Ansatz		

Projektbeschreibung

Unter dem hohen ökologischen Druck und den gleichzeitig steigenden Anforderungen an die Fahrzeugsicherheit setzen Automobilhersteller verstärkt auf die Verwendung moderner höchstfester Blechwerkstoffe. Ein Nachteil dieser Werkstoffe ist ihre geringe Duktilität, die unter Crashbelastung zu einer stärkeren Lokalisierung der Spannungen und Dehnung an kritischen Stellen der Karosserie führt und die Entstehung und Ausbreitung von Rissen begünstigt. Die Beurteilung, ob diese Risse in Hinblick auf den Insassenschutz tolerierbar sind oder konstruktive Änderungen getroffen werden müssen, setzt belastbare Simulationsmethoden voraus.

In gängigen kommerziellen Finite Elemente (FE) Solvern wird der Rissfortschritt derzeit durch fortlaufende Elimination von Elementen auf Basis eines kontinuumsmechanischen Schädigungsmodells realisiert. Ein grundsätzliches Problem dieser Modellierung ist der Diskretisierungsfehler, der bei typischen Elementgrößen aktueller Crashnetze (ca. 5mm bis 8mm) zu einer ungenauen, und vor allem nicht konservativen Prognose der Rissausbreitung führt. Adaptive Netzverfeinerung an hoch beanspruchten Stellen, wie sie in einigen Crash-Codes implementiert ist, führt bei Gesamtfahrzeugsimulationen zu einem drastischen Anstieg der Rechenzeit und ist dzt. im Standard-Entwicklungsprozess nicht praktikabel.

In diesem Projekt wird ein alternativer Ansatz zur verbesserten Simulation der Rissausbreitung durch fortlaufende Element-Elimination verfolgt. Im Gegensatz zu oben genannten schädigungsmechanischen Modellen beruht dieser Ansatz auf bruchmechanischen Konzepten. Das Problem des Diskretisierungsfehlers wird durch die Bewertung der Spannungen und Dehnungen in geeigneter Umgebung des kritischen Elements, in dem die Spannungen und Dehnungen nur gering vom Diskretisierungsfehler beeinflusst werden (Non-local Ansatz), umgangen. Diese „nicht lokalen“ Spannungen werden dann mit Hilfe eines sogenannten „Failure Assessment Diagrams“ (FAD), das vorab mit Hilfe von Experimenten und Detailsimulationen von rissbehafteten Proben für den Blechwerkstoff abgeleitet wurde, bewertet. Falls das FAD Risswachstum prognostiziert, wird das kritische Element gelöscht und das nächste führende Element vor der Rissspitze wird in analoger Weise bewertet.

Neben der Entwicklung und der prototypischen Implementierung dieser Methode besteht ein weiterer Schwerpunkt dieses Projekts in der Ableitung der FADs für zwei ausgewählte Blechwerkstoffe. Insbesondere die Kombination von sogenannter Mode I und Mode III Belastung wird experimentell und theoretisch untersucht. Im Zuge dieser Charakterisierung wird auch die Möglichkeit der Reduktion von (teuren) bruchmechanischen Versuchen zur Ableitung der FADs durch verstärkten Einsatz

von „Virtual Testing“ auf der Basis von FE-Detailmodellen untersucht.

Projektpartner

- Virtual Vehicle Research GmbH