

รหัสโครงการ : MRG5180205

ชื่อโครงการ : การจำลองสถานการณ์ไฟไนต์เอลิเมนต์ของการกระแทกความเร็วต่ำและสูงบนวัสดุเนื้อเดียว

ชื่อนักวิจัย : รศ.ดร.ภูริต ณะกิจเกษม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

งานวิจัยนี้เน้นไปที่การวิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์ (FEA) เกี่ยวกับการกระแทกด้วยความเร็วสูงบนวัสดุเนื้อเดียว รายงานนี้แสดงการกระแทกที่มาจากปืนพกบนเป้าการกระแทกที่ใช้วัสดุเนื้อเดียว เช่น เหล็กกล้า และโลหะผสมอะลูมิเนียม เป็นต้น แบบจำลอง FEA ที่สนใจนี้มาจากการอินทิเกรตเวลาแบบชัดแจ้งโดยใช้โปรแกรมเชิงพาณิชย์ที่ชื่อว่า LS-DYNA ในการสร้างแบบจำลองของวัตถุที่สนใจนี้จะทำโดยใช้เอลิเมนต์ต่อเนื่องแบบ 3 มิติ โดยที่เอลิเมนต์ทรงแปดหน้าจะถูกเลือกใช้ก่อนเอลิเมนต์ทรงสี่หน้าถ้าเป็นไปได้ ขณะที่โปรแกรมเชิงพาณิชย์ส่วนใหญ่จะสามารถทำการตีโครงสร้างอัตโนมัติได้เฉพาะเอลิเมนต์ทรงสี่หน้า ในงานนี้ได้ดำเนินการวิเคราะห์ความไวผ่านการวิเคราะห์เชิงตัวเลขหลายตัว ทำให้สามารถเห็นได้ว่ามีตัวแปรจำนวนมากที่มีผลต่อการพยากรณ์ด้วย FEA อาทิ ขึ้นเวลาที่น้อยที่สุด รูปแบบของแบบจำลองวัสดุ สมบัติฐานวัตถุแข็งเกร็ง ความเร็วเทียม เทคโนโลยีของเอลิเมนต์ที่ใช้ ความหนาแน่นการตีโครงสร้าง เป็นต้น นอกจากนี้การได้มาซึ่งสมบัติของวัสดุทางพลศาสตร์ที่ชัดเจนเป็นการยากมากและเสียค่าใช้จ่ายที่สูงมากเมื่อเทียบกับการได้มาของสมบัติของวัสดุทางสถิติศาสตร์เพื่อให้แบบจำลองคอมพิวเตอร์สามารถพยากรณ์ได้อย่างสมบูรณ์ตามสมมติฐานที่เกี่ยวข้องนั้น นอกจากนี้ยังเป็นที่ยอมรับว่าการกระแทกด้วยกระสุนปืนนั้นประกอบไปด้วยความเร็วตามแนวตรงและความเร็วเชิงมุม ถ้าคำนึงถึงความเร็วเชิงมุมแล้วจะเห็นได้ว่ามีผลกระทบต่อการเสียรูปของการกระแทก อย่างไรก็ตามการวัดความเร็วเชิงมุมของกระสุนปืนอย่างแม่นยำนั้นทำได้ยากมาก การตั้งสมมติฐานเรื่องความเร็วเชิงมุมบนแบบจำลองและนำมาเปรียบเทียบกับผลการทดลองทางกายภาพเป็นสิ่งที่น่าจะมีประสิทธิภาพ ในเบื้องต้นตัวชี้วัด (KPI) สำหรับแบบจำลองคือเป้าจะถูกทะลุผ่านหรือไม่ หลังจากนั้นลักษณะทางกายภาพของเป้าจะถูกตรวจสอบ งานนี้ทำการทดลองทางกายภาพจำนวนหนึ่งเพื่อที่จะได้ผลอ้างอิงนำไปใช้เปรียบเทียบกับแบบจำลองสถานการณ์ไฟไนต์เอลิเมนต์

คำหลัก : การกระแทกของกระสุนปืน; การวิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์; การวิเคราะห์ความไว; การวิเคราะห์เชิงตัวเลข

Abstract

Project Code : MRG5180205

Project Title : Finite Element Simulation of Low and High Velocity Impacts on Homogenous Materials

Investigator : Assoc. Prof. Dr. Purit Thanakijkasem, King Mongkut's University of Technology Thonburi

This research focuses on finite element analysis (FEA) on ballistic impact on homogeneous materials. In this report, the ballistic impacts from a handgun is studied. The impact targets are homogeneous materials (e.g., steels and aluminum alloys). Focused FEA model is based on explicit time integration. The commercial software implemented is LS-DYNA. The bodies of interested is modelled by using 3D continuum elements. Hexagonal element is preferred over tetrahedral element for meshing while most commercial software have automatic meshing ready for only tetrahedral elements. A sensitivity analysis through several numerical analyses has been conducted. It can be seen that there are many parameters (e.g., minimum time step, material models, rigid body assumptions, artificial speed, element technology, mesh density and so on) affecting FEA predictions. In addition, it is very difficult and costly to obtain comprehensive dynamic material properties rather than traditional static properties so that the computer model can be accurately implemented on such assumptions. It is also known that the ballistic impact consists of translational and rotational velocity. The existence of the rotational velocity in the model affects the deformation of the ballistic impact. However, the rotational velocity of the bullet is extremely difficult to be measured accurately. An assumption on the rotational velocity in the model and a comparison with the physical experiment may be more efficient than a direct one. Initially, the key performance index (KPI) of the study is whether or not the target is successfully perforated. Then, the physical appearance of the target location is observed. A number of physical experiments had been conducted so that reference results can be obtained to benchmark with finite element simulations.

Keywords : Ballistic impact; finite element analysis; sensitivity analysis; numerical analysis