ปัจจุบันมีการนำอะลูมิเนียมผสมความแข็งแรงสูงมาใช้ทำแม่พิมพ์สำหรับฉีดพลาสติกแทนการใช้เหล็กกล้าและทองแดงผสมเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากอะลูมิเนียมผสมความแข็งแรงสูงมีข้อดีหลายประการ เช่น มีความแข็งแรงใกล้เคียงกับเหล็กกล้า แต่มีน้ำหนักเบากว่า นำความร้อนได้ดีกว่า และขึ้นรูปได้ง่ายกว่าเหล็กกล้า อย่างไรก็ตามอะลูมิเนียมผสมมีข้อจำกัดบางประการ เช่น เมื่อถูกนำไปใช้งานที่อุณหภูมิและความเค้นสูง ความแข็งแรงจะลดต่ำลง เกิดการเปลี่ยนรูปแบบพลาสติกตามเวลา หรือเกิดการคืบ ทำให้แม่พิมพ์เสียรูปทรง ด้วยเหตุนี้จึงเป็นแรงจูงใจในการทำโครงการวิจัยนี้ โดยมีวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือ เพื่อศึกษาถึงพฤติกรรมการคืบของโลหะอะลูมิเนียมผสมเกรด 7075-T651 การวิจัยมุ่งเน้นศึกษาถึงอิทธิพลของตัวแปรที่สำคัญ ซึ่งมีผลต่อพฤติกรรมการคืบ ได้แก่ ความเค้นและอุณหภูมิ กลไกที่ควบคุมพฤติกรรมการคืบ การเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างจุลภาคเมื่อเกิดการคืบ ผลการวิจัยนี้อาจนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบและการเลือกใช้วัสดุให้เหมาะสม เพื่อการผลิตแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกคุณภาพสูง

อะลูมิเนียมผสมเกรด 7075-T651 ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ประกอบด้วย 5.9 wt.% Zn, 2.6 wt.% Mg, 1.7 wt.% Cu และสมดุลด้วย Al ได้ทำการทดสอบการคืบโดยใช้ภาระแรงดึงคงที่ ในช่วงอุณหภูมิระหว่าง 100-270$^{o}$C และความเค้นในช่วง 40-440 MPa ผลการทดสอบพบว่าพฤติกรรมการคืบของโลหะผสมชนิดนี้ สามารถอธิบายได้ด้วยสมการการคืบแบบกฎยกกำลัง โดยมีค่ายกกำลังของความเค้น $n$ เท่ากับ 5.2 และมีค่าพลังงานกระตุ้นของการคืบ $Q_c$ เท่ากับ 120 kJ·mol$^{-1}$ ซึ่งใกล้เคียงกับค่าพลังงานกระตุ้นของการแพร่ในแลตทิซของอะลูมิเนียมบริสุทธิ์ พฤติกรรมการคืบของโลหะอะลูมิเนียมผสม 7075-T651 ชนิดนี้ เหมือนกับพฤติกรรมการคืบของโลหะบริสุทธิ์และโลหะผสมชนิด M ซึ่งกลไกการคืบเกิดจากการไถลและถูกควบคุมโดยการปีนของดิสโลเคชัน (Dislocation Glide and Climb-Controlled Mechanism) โครงสร้างจุลภาคของตัวอย่างภายหลังการทดสอบการคืบจากการตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงพบว่า ขอบเกรนเลือนจางลงทำให้มองเห็นได้ไม่ชัดเจน เมื่อเทียบกับตัวอย่างที่ไม่ผ่านการคืบมาก่อน เนื่องจากการคืนตัวของขอบเกรนในระหว่างการคืบ ผลการตรวจโครงสร้างจุลภาคด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน (TEM) พบอนุภาคพรีซิพิเทตขนาดเล็กระดับนาโนเมตร ซึ่งเป็นส่วนที่ทำให้โลหะอะลูมิเนียมผสมชนิดนี้เกิดความแข็งแรงขึ้น พรีซิพิเทตที่พบมีขนาด 10-200 nm โดยประมาณ สำหรับตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบการคืบที่ความเค้นและอุณหภูมิสูงมาแล้ว ความหนาแน่นของพรีซิพิเทตมีปริมาณเพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการอบบ่มแข็งซ้ำที่เกิดขึ้นในระหว่างการคืบ

At present, the high strength aluminum alloys have been increasingly used to partially replace steel and copper alloys for making plastic-injection molds. Since the aluminum alloys have some advantages over steel and copper alloys, for example: they have compatible strength to steels', but lower in weight, higher thermal conductivity and better machining ability. However, the aluminum alloys have some limitations when they are used at high temperature and high stress conditions; the strength of the alloys decreases and the alloys plastically deform with time, or creep, leading to a severe shape change of the molds. This problem motivates us to gain insight into the creep behavior of such alloys. The objective of this research project was to experimentally study creep behavior of 7075-T651 aluminum alloy. The study was focused on the influencing variables, such as stress and temperature, on creep behavior of the alloy, creep mechanism, as well as microstructural changes during creep. The results from this work may have an impact on a suitable mold design and materials selection process for producing high quality plastic-injection molds.

High strength 7075-T651 aluminum alloy with a composition of 5.9 wt. % Zn, 2.6 wt. % Mg 1.7 wt. % Cu, and Al balance was used in this study. Constant tensile load creep tests were performed at temperature range of 100-270$^{o}$C and stress range of 40-440 MPa. The experimental results suggested that creep behavior of 7075-T651 alloy could be demonstrated by a power-law creep equation with stress exponent, $n$ = 5.2 and activation energy for creep, $Q_c$ = 120 kJ$\cdot$mol$^{-1}$ which is closed to the activation energy for lattice diffusion ($Q_o$) in pure aluminum. The creep behavior of 7075-T651 alloy observed in the present study is the same as those found in pure metals and class M alloys of which creep is resulted from dislocation glide and climb-controlled mechanism. It was found that the grain boundaries of the crept specimen were apparently faded out, not well-defined, compared to those of the specimen without creep. This might be resulted from grain recovery during creep. The TEM images reveal that the microstructures of 7075-T651 alloy consist of nano-size precipitates that make it stronger. The precipitate particles are approximately 10-200 nm in sizes. For the specimens subjected to high stress and temperature creep, the density of precipitate particles was increased; this might be the result of re-ageing process that was taking place during creep.