T136625

เหล็กกล้าแมงกานีสสูงเป็นเหล็กที่มีโครงสร้างพื้นเป็นออสเทนไนท์ในสภาพอบชุบ เนื่องจากอิทธิพลของธาตุแมงกานีส โครงสร้างออสเทนไนท์ของเหล็กชนิดนี้มีความเหนียวสูง รับแรงกระแทกได้ดี อัตราการขยายตัวของรอยแตกร้าวต่ำ และอัตราการเกิด Work-Hardening สูง จากคุณสมบัติที่ได้เหล่านี้ทำให้เหล็กชนิดนี้มีคุณสมบัติทนต่อการเสียดสีที่ผิว และรับแรงกระแทกได้เป็นอย่างดี

โดยปกติแล้วในการหลอมเหล็กกล้าแมงกานีสสูง จะนำเศษเหล็กมาผสมด้วยจำนวนหนึ่งเสมอเพื่อลดต้นทุนการผลิต และเพื่อใช้ประโยชน์จากเศษเหล็กดังกล่าว ปัญหาที่มักจะพบคือ เมื่อผสมเศษเหล็กจำนวนมากพบว่า ชิ้นงานที่ได้มีคุณภาพต่ำกว่าที่ควรจะเป็น มีความต้านทานการสึกหรอลดลง และมีแนวโน้มที่จะเกิดการแตกหักมากกว่าปกติ ยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัดว่ามีสาเหตุเนื่องจากอะไร

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาอิทธิพลของปริมาณเศษเหล็ก ขนาดชิ้นงาน และอุณหภูมิเทต่อโครงสร้างและคุณสมบัติของเหล็กกล้าแมงกานีสสูง เพื่อหาสาเหตุและที่มาของปัญหาดังกล่าว

ผลการศึกษาโครงสร้างมหภาค และโครงสร้างจุลภาคของชิ้นงานหน้าตัดทรงกระบอก พบว่าแบ่งได้เป็น 3 บริเวณ คือ บริเวณชิลล์ คอลัมน่า และอิควิแอกซ์ เมื่อศึกษาโครงสร้างจุลภาคในแต่ละบริเวณ พบว่า ในบริเวณชิลล์นั้น ทุกชิ้นงานมีขนาดเกรนใกล้เคียงกัน คือ ประมาณ 30 ไมครอน ปริมาณคาร์ไบด์ก็ใกล้เคียงกัน ประมาณ 1.3 เปอร์เซนต์โดยต่อพื้นที่ ในบริเวณคอลัมน่าเกรนจะมีลักษณะยาว โดยแต่ละชิ้นงานมีความกว้างของเกรนใกล้เคียงกัน แต่ความยาวจะมากขึ้นตามปริมาณการใช้เศษเหล็ก ขนาดแขนเดนไดรท์มีขนาดใกล้เคียงกัน มีค่าประมาณ 80 ไมครอน ปริมาณคาร์ไบด์ใกล้เคียงกัน มีค่าอยู่ในช่วง 2.7-4.2 เปอร์เซ็นต์ ในบริเวณอิควิแอกซ์พบว่าขนาด

T136625

เกรนโตขึ้นตามปริมาณการใช้เศษเหล็ก แต่ปริมาณคาร์ไบด์ และขนาดเดนไดรท์มีค่าใกล้เคียงกันในแต่ละชิ้นงาน

ปริมาณสารมลทินมีค่าเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณการใช้เศษเหล็ก ซึ่งสารมลทินที่พบมี 2 ชนิด คือ แมงกานีสซัลไฟด์ และ แมงกานีสซิลิเกต

ความแข็งแรงและค่าการยืดตัวของชิ้นงานมีค่าลดลง เมื่อใช้ปริมาณเศษเหล็กเพิ่มขึ้น โดยเมื่อใช้เศษเหล็กทั้งหมดในการหลอม ทำให้ความแข็งแรงลดลง 22 เปอร์เซ็นต์ และการยืดตัวลดลง 38 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับการไม่ใช้เศษเหล็ก ความแข็งของชิ้นงานทั้งสภาพหล่อ และสภาพหลังการอบชุบมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย เมื่อใช้ปริมาณเศษเหล็กเพิ่มขึ้น

เมื่อศึกษาอิทธิพลของขนาดชิ้นงานพบว่า ชิ้นงานขนาด 50 มม. มีขนาดเกรนโตกว่าชิ้นงานขนาด 25 มม. ในทุกบริเวณ แต่ปริมาณคาร์ไบด์ ปริมาณสารมลทิน และขนาดแขนเดนไดรท์มีค่าใกล้เคียงกัน ค่าความแข็งแรง ความแข็ง ของชิ้นงานขนาด 25 มม. มีค่าสูงกว่า แต่ค่าการยืดตัวต่ำกว่าชิ้นงานขนาด 50 มม.

ชิ้นงานที่เทที่อุณหภูมิ 1,510 องศาเซลเซียส มีโครงสร้างคอลัมน่าที่มีขนาดใหญ่และยาว ส่วนบริเวณใจกลางชิ้นงานเป็นโครงสร้างอิควิแอกซ์ขนาดใหญ่กว่าชิ้นงานที่เทที่อุณหภูมิ 1,470 องศาเซลเซียส นอกจากนั้นขนาดของคาร์ไบด์และขนาดของแขนเดนไดรท์ก็มีขนาดโตกว่าเช่นกัน เมื่อทดสอบคุณสมบัติทางกล พบว่า ความแข็งแรง และความแข็งของชิ้นงานที่เทที่อุณหภูมิ 1,470 องศาเซลเซียสมีค่ามากกว่า แต่ค่าการยืดตัวมีค่าต่ำกว่า

คำสำคัญ (Keywords) : เหล็กกล้าแมงกานีสสูง / การใช้เศษเหล็กในการหล่อ / โครงสร้างงานหล่อ / คุณสมบัติทางกลของงานหล่อ / อุณหภูมิเท / ขนาดชิ้นงาน

High manganese steel is a special class of steels having austenite matrix after heat treatment due to high manganese content. Major properties of this steel are good toughness, low crack propagation rate and high work hardening rate. It is therefore widely used where wear resistance and high impact strength are required.

It is normal practice in melting high manganese steel to used some scraps in charge materials. It is often found that the greater the amount of scraps, the worse the properties of castings. Wear resistance is reduced and the propensity to cracking increase without apparent reasons.

The purpose of this research is to study the influence of scrap content of charge materials, section size, and pouring temperature on microstructure and properties of high manganese steel.

Macroscopic study of cylindrical workpieces revealed 3 zones of the structures : chill zone, columnar zone and equiaxed zone. The grain size and carbide quantity in chill zone are almost the same for all the casting being 30 microns and 1.3%, respectively.

In columnar zone the grains were found to be approximately of the same width but varying in length depend on the amount of scrap used the amount of carbide were found to be about 2.7-4.2% by area. Dendrite arms spacing were about 80 microns over the columnar zone.
In equiaxed zone the grain sizes were found to be dependent on the amount of scraps used. However, carbide quantity and dendrite arms spacing were the same for each specimen.

The amount of impurities was found to be increased with increased scrap content. Two kinds of impurities were observed : manganese sulfide and manganese silicate.

Increasing scrap content from 0% to 100% leads to lowering the strength by 22% and elongation by 38% as compared to that with no scrap. The hardness values were slightly decreased when higher amount of scrap was used.

Section size also affects microstructure. The grain size of 50 mm. casting was greater than those in 25 mm. but the amount of carbide, impurities and dendrite arm spacing were found to be approximately equal. The hardness of 25 mm. casting was greater than that of 50 mm. one but the elongation was lower.

At pouring temperature of 1,510 $^{\circ}$ C , large and long columnar grains were obtained at the surface and larger equiaxed grains at the center compared with those in the casting poured at 1,470 $^{\circ}$ C. Besides, the size of carbide and length of dendrite arm were also greater in the castings poured at higher temperature. Tensile strength and hardness of the casting poured at 1,470 $^{\circ}$ C were higher but the elongation was less compared with those poured at 1,510 $^{\circ}$ C.