บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

สมบัติพื้นฐานทางด้านเรขาคณิต (Geometry) ของผลิตภัณฑ์สิ่งทอ เช่น เส้นใย (Fiber) เส้นด้าย (Yarn) และ ผ้า (Fabric) คือ ความซับซ้อนของโครงสร้างทางเรขาคณิตของการจัดเรียงของเส้นใยในโครงสร้างของเส้นด้าย และการถักทอของเส้นด้ายเพื่อประกอบเป็นผืนผ้า นอกจากนี้คุณสมบัติทางกลของเส้นใย เส้นด้าย และผ้า ก็ไม่เป็นเส้นตรง (non-linear) และแต่ละทิศทางจะมีคุณสมบัติทางกลไม่เท่ากัน (Anisotropic) ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้ เป็นผลมาจากการประกอบเข้าด้วยกันของเส้นใยขนาดเล็กจำนวนมากเพื่อผลิตเป็นเส้นด้าย และผลของผิวสัมผัสระหว่างเส้นใยเหล่านี้เมื่อได้รับแรงกระทำ นอกจากนี้ ยังมีความยากในการระบุลักษณะทางกายภาพของเส้นใยที่มีรูปร่างไม่แน่นอน (Irregular shape) ดังนั้นจึงมีความพยายามที่จะพัฒนาโมเดลต่างๆ เพื่อนำเสนอลักษณะรูปร่างของเส้นด้ายเพื่อจะใช้ในการศึกษารูปทรงทางเรขาคณิต และนำผลของแบบจำลองทางเรขาคณิตมาทำนายคุณสมบัติทางกลของเส้นด้าย ด้วยการจำลองรูปทรงทางเรขาคณิตและทำนายคุณสมบัติทางกลโดยคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ (CAD) และคอมพิวเตอร์ช่วยในการวิเคราะห์ (CAE)

ณ ปัจจุบัน คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ และคอมพิวเตอร์ช่วยในการวิเคราะห์ ได้เป็นเครื่องมือที่สำคัญและมีความสามารถมากขึ้นเรื่อยๆ และ เป็นที่นิยมเป็นอย่างมากในการออกแบบและวิเคราะห์ ในการประยุกต์ใช้กับวัสดุสิ่งทอ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เส้นด้าย ในการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ สำหรับการจำลองรูปร่างเรขาคณิตของเส้นด้ายในอดีตทั้งหมด (Keefe et al. 1992, Keefe 1994, Harwood et al. 1997, Adanur and Liao 1998, Jiang and Chen 2005) จะจำลองเส้นด้ายภายใต้สมมติฐานของเส้นด้ายแบบเส้นเดียว (Single line of Yarn path) ซึ่งแท้จริงแล้วนั้นเส้นด้ายจะประกอบไปด้วยเส้นใยจำนวนมากมาตีเกลียวกันเพื่อให้ได้เส้นด้ายขนาดต่างๆ ดังนั้น Sriprateep and Bohez (2006) จึงได้นำเสนอขั้นตอนใหม่ (New Algorithm) สำหรับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบโครงสร้างของเส้นด้ายซึ่งจำลองโครงสร้างของเส้นด้ายที่ประกอบด้วยเส้นใยจำนวนมากมาประกอบเข้าด้วยกัน (Fiber assembly) ซึ่งจำลองรูปร่างเส้นด้ายที่มีรูปร่างที่สมบูรณ์แบบและในกรณีที่มีการย้ายตำแหน่งของเส้นใยในเส้นด้าย หลังจากนั้น Sriprateep and Bohez (2006) ได้พัฒนาต่อโดยจำลองโครงสร้างของเส้นด้ายที่ผลิตจากกระบวนการริงสปันยาร์น (Ring spun yarn) พร้อมทั้งนำเสนอโมเดลใหม่ในการจำลองพื้นที่หน้าตัดของเส้นด้าย (Yarn cross section) ซึ่งตำแหน่งของเส้นใยในพื้นที่หน้าตัดของเส้นด้ายโดยใช้หลักการของ Virsual Location และเรียกชื่อใหม่นี้ว่า "Ring configuration with ellipse shape model" และพัฒนารูปแบบใหม่สำหรับการย้ายตำแหน่งของเส้นใยในเส้นด้ายที่เรียกชื่อว่า "Sine wave pattern" และการนำเสนอสมการใหม่สำหรับคำนวณตัวแปรที่ได้จากกระบวนการริงสปันยาร์น หลังจากนั้นใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบเพื่อสร้างรูปร่างเรขาคณิตของเส้นด้ายที่ประกอบด้วยเกลียวของเส้นใยจำนวนมากประกอบเข้าด้วยกันเพื่อให้ได้รูปร่างเรขาคณิตของเส้นด้ายที่สอดคล้องกับความเป็นจริง

ในการศึกษานี้ ได้ประยุกต์ใช้วิธีการเดียวกันนี้สำหรับการทำนายคุณสมบัติทางกลสำหรับเส้นด้ายที่ทำจากเส้นใยยาว โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ ในการจำลองโครงสร้างของเส้นด้ายที่ประกอบไปด้วยเกลียวของเส้นใยจำนวนมากประกอบเข้าด้วยกัน ซึ่งเป็นโมเดลของเรขาคณิตของเส้นด้ายชนิดใหม่ที่พัฒนาขึ้นมาโดย Sriprateep and Bohez (2009) โดยพิจารณาโครงสร้างของเส้นด้ายที่สมบูรณ์แบบ (Ideal Yarn Structure) และเมื่อเกิดการย้ายตำแหน่งของเส้นใย (Fiber Migration) โดยการเปลี่ยนค่าของมุมเกลียวเป็นค่าต่างๆ และพิจารณาในกรณีของการเกิดการย้ายตำแหน่งของเส้นใยในเส้นด้าย หลังจากนั้น ทำการจำลองการดึงโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการวิเคราะห์ (Computer Aided Engineering) โดยใช้วิธีไฟไนอิลิเมนต์แบบไม่เป็นเส้นตรงจำลองและวิเคราะห์ความเค้นและความเครียดของเส้นใยแต่ละเส้นและนำค่าที่ได้คำนวณหาคุณสมบัติการดึงของเส้นด้าย โดยพิจารณาคุณสมบัติของวัสดุเส้นใยในกรณีเป็นแบบเส้นตรง (linear) และไม่เป็นเส้นตรง (non-linear) ซึ่งจะทำให้ได้ค่าของความเค้นและเปอร์เซ็นต์ของการยืดตัวของเส้นด้ายแต่ละค่าที่จำลอง หลังจากนั้นนำผลที่ได้เปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการทดลองในแต่ละค่าของมุมเกลียวที่ทำการจำลอง

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1) เพื่อพัฒนาวิธีการใหม่สำหรับการทำนายคุณสมบัติทางการดึงของเส้นด้ายชนิดเส้นใยยาว โดยประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ (CAD) จำลองโครงสร้างของเส้นด้ายที่สมบูรณ์แบบ (Ideal Structure) โดยที่เส้นด้ายประกอบด้วยเส้นใยจำนวนมากประกอบเป็นเส้นด้ายด้วยมุมเกลียวต่างๆ และประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการวิเคราะห์ (CAE) ในการจำลองโดยการดึงเพื่อวิเคราะห์หาความเค้นและความเครียดที่เกิดขึ้นของเส้นใยและสมบัติทางการดึงของเส้นด้าย
2) เพื่อจำลองสมบัติของวัสดุสิ่งทอในกรณีที่เป็นเส้นตรง และไม่เป็นเส้นตรงสำหรับวัสดุสิ่งทอ คือ เรยอน ไนลอน และ โพลีเอสเตอร์ เพื่อป้อนคุณสมบัติของวัสดุสิ่งทอเข้าสู่แบบจำลองและจำลองการดึงโดยใช้วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์แบบไม่เป็นเส้นตรง และนำผลวิเคราะห์ที่ได้เปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการทดสอบการดึงของวัสดุสิ่งทอ และเปรียบเทียบกับวิธีการอื่นๆที่ทำนายสมบัติการดึงที่ได้พัฒนาขึ้นก่อนหน้านี้
3) เพื่อเป็นการพัฒนาองค์ความรู้ใหม่ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น และตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารระดับนานาชาติ

1.3 ขอบเขตการดำเนินงาน

วิธีการนี้พัฒนาขึ้นเพื่อทำนายคุณสมบัติการดึงของเส้นด้ายชนิดเส้นใยยาวโดยกำหนดให้รูปร่างของเส้นด้ายมีรูปร่างที่สมบูรณ์แบบและเส้นด้ายที่มีการเปลี่ยนตำแหน่งของเส้นใย โดยมีขอบเขตการวิจัยดังนี้

1) จะศึกษาเฉพาะเส้นด้ายชนิดเส้นใยยาวเท่านั้น โดยใช้วัสดุเส้นใยทดสอบคุณสมบัติทางการดึง คือ เรยอน ไนลอน และโพลีเอสเตอร์ โดยเส้นด้ายผลิตจากชนิดของเส้นใยเพียงชนิดเดียวเท่านั้น
2) รูปร่างของเส้นด้ายมีเรขาคณิตที่สมบูรณ์แบบ (Geometry of ideal twisted yarn) โดยเกลียวของเส้นใยแต่ละเส้นจะมีจุดศูนย์กลางของเส้นด้ายเดียวกันและมีระยะพิชเท่ากัน พื้นที่หน้าตัดของเส้นใยทั้งหมดในเส้นด้ายจะมีความหนาแน่นเท่ากันตลอดความยาวของเส้นด้าย เป็นต้น
3) ในกรณีเส้นด้ายที่มีการย้ายตำแหน่งนั้น ขึ้นอยู่กับการย้ายตำแหน่งของเส้นใยที่จุดศูนย์กลางของเส้นด้าย ส่วนเส้นใยที่อยู่ในชั้นนอกออกจากจุดศูนย์กลางเส้นด้ายจำจัดเรียงแบบเปิด (Open packing) และในแต่ละชั้น (layer) ของเส้นใยจะย้ายตำแหน่งตามเส้นใยที่จุดศูนย์กลางของเส้นด้ายตลอดความยาวของเส้นด้าย
4) คุณสมบัติของความเค้นและความเครียดของเส้นใยในเส้นด้ายสมมุติให้มีคุณสมบัติเหมือนเส้นใยเดี่ยว ๆ หรือในกรณีที่เส้นด้ายมีมุมเกลียวเท่ากับศูนย์ ดังนั้น จึงใช้คุณสมบัติของความเค้นและความเครียดของเส้นใยที่ได้จากการทดสอบคุณสมบัติทางกลมาป้อนเข้าในแบบจำลองสำหรับการวิเคราะห์คุณสมบัติการดึง
5) กำหนดให้มีการดึงเพียงด้านเดียว (Uniaxial Tensile) และค่าความเค้นที่เกิดขึ้นบริเวณจุดยึดจับจะไม่นำมาพิจารณา
6) กำหนดให้แรงเสียดทานระหว่างเส้นใยในเส้นด้ายมีค่าสูงมาก ดังนั้น เมื่อเกิดการสัมผัสกันของเส้นใยในเส้นด้ายระหว่างเกิดการดึง จะเกิดการยึดติดกันของเส้นใย
7) ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปช่วยในการออกแบบและวิเคราะห์ผลของการจำลองแรงดึง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) งานวิจัยนี้เป็นประโยชน์อย่างมากต่อทางภาคอุตสาหกรรมการผลิตเส้นไย และเส้นด้ายซึ่งเป็นอุตสาหกรรมหลักประเภทหนึ่งของประเทศ รวมทั้งกลุ่มเกษตรกรที่ประกอบอาชีพด้านไหม หรือฝ่ายเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงการผลิต และสามารถนำไปพัฒนาต่อในการศึกษาคุณสมบัติต่าง ๆ ของเส้นด้ายและผ้า

2) เป็นพัฒนาศักยภาพในการทำงานวิจัยให้กับผู้สมัครขอรับทุนและสามารถตีพิมพ์บทความในระดับนานาชาติ