ภาคผนวก ก
ข้อมูลเกี่ยวกับเยื่อและกระดาษ

ก.1 นิยามที่เกี่ยวข้อง

ก.1.1ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกี่ยวกับกระดาษ

มีดังต่อไปนี้

(1) กระดาษพิมพ์หรือกระดาษเขียนหมายถึงกระดาษที่ทำขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์ในการพิมพ์หรือการเขียนโดยมีคุณลักษณะตามเกณฑ์ที่กำหนดในมาตรฐาน

(2) กระดาษปอนด์ (FINE PAPER) หมายถึงกระดาษที่ทำจากเยื่อเคมีฟอกขาวหรือทำจากเยื่ออื่นใดที่มีคุณสมบัติทางกายภาพของกระดาษเท่าเทียมกัน

(3) กระดาษปอนด์สำหรับพิมพ์ (PRINTING PAPER) หมายถึงกระดาษปอนด์ที่ทำขึ้นเพื่อใช้พิมพ์ด้วยระบบเลตเตอร์เพรส

(4) กระดาษปอนด์สำหรับพิมพ์ออฟเซ็ต (OFFSET PRINTING PAPER) หมายถึงกระดาษปอนด์ที่ทำขึ้นเพื่อให้เหมาะกับการพิมพ์ระบบออฟเซ็ต

(5) กระดาษปอนด์สำหรับเขียน (WRITING PAPER) หมายถึงกระดาษปอนด์ที่ทำขึ้นเพื่อใช้เขียนด้วยน้ำหมึกแล้วไม่ซึม

(6) กระดาษปอนด์สำหรับอัดสำเนา (DUPLICATING PAPER) หมายถึงกระดาษปอนด์ที่ทำขึ้นเพื่อใช้อัดสำเนา

(7) กระดาษปอนด์สำหรับพิมพ์และเขียน (PRINTING AND WRITING PAPER) หมายถึงกระดาษปอนด์ที่มีคุณสมบัติเหมือนกระดาษปอนด์สำหรับพิมพ์และกระดาษปอนด์สำหรับเขียน

(8) กระดาษแอร์เมล์ (MANIFOLD OR AIR MAIL PAPER) หมายถึงกระดาษปอนด์บางซึ่งเหมาะสำหรับพิมพ์ดีดและเขียน

(9) กระดาษโปสเตอร์หรือกระดาษเอ็มจี (M.G.PAPER) หมายถึงกระดาษปอนด์ที่ทำขึ้นเพื่อการพิมพ์มีความมันเพียงหน้าเดียว

(10) กระดาษอาร์ต (ART PAPER) หมายถึงกระดาษซึ่งเคลือบด้วยสารสีขาว (WHITE PIGMENT) หน้าเดียวหรือสองหน้าเพื่อให้ผิวกระดาษมันเรียบ

(11) กระดาษวาดเขียน (DRAWING PAPER) หมายถึงกระดาษเนื้อหนาผิวหยาบทนต่อการขูดลบเหมาะสำหรับเขียนด้วยดินสอน้ำหมึกหรือระบายด้วยสีน้ำ

(12) กระดาษปก (COVER PAPER) หมายถึงกระดาษหนาที่ทรงรูปได้ดีใช้ทำปกสมุดหรือปกหนังสือและมีความทนทานต่อการพับขาดประเภทและชนิด

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้แบ่งกระดาษพิมพ์และกระดาษเขียนออกเป็น 4 ประเภท

ประเภทที่ 1 กระดาษปอนด์แบ่งออกเป็น 7 ชนิด

1.1 กระดาษปอนด์สำหรับพิมพ์

1.2 กระดาษปอนด์สำหรับพิมพ์ออฟเซ็ต

1.3 กระดาษปอนด์สำหรับเขียน

1.4 กระดาษปอนด์สำหรับพิมพ์และเขียน

1.5 กระดาษปอนด์สำหรับอัดสำเนา

1.6 กระดาษแอร์เมล์

1.7 กระดาษโปสเตอร์หรือกระดาษเอ็มจี

ประเภทที่ 2 กระดาษอาร์ต

ประเภทที่ 3 กระดาษวาดเขียน

ประเภทที่ 4 กระดาษปก

(กระทรวงอุตสาหกรรม, สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม2521 : 1-2)

ก.1.2 ความหมายของคำที่ใช้มาตรฐานการพิมพ์อุตสาหกรรมนี้

มีดังต่อไปนี้

(1) กระดาษแข็งเพื่อการพิมพ์หมายถึงกระดาษกล่องและกระดาษการ์ดที่ทำขึ้นเพื่อใช้พิมพ์ด้านเดียวหรือสองด้านโดยมีคุณลักษณะตามเกณฑ์ที่กำหนดในมาตรฐานนี้

(2) กระดาษกล่อง (BOXBOARD) หมายถึงกระดาษหนาชั้นเดียวหรือหลายชั้นซึ่งด้านหนึ่งของกระดาษเหมาะสำหรับการพิมพ์และสามารถทรงตัวอยู่ได้ในแนวดิ่ง

(3) กระดาษกล่องเคลือบ (ONE SIDE COATED BOARD) หมายถึงกระดาษกล่องซึ่งผิวหน้าที่ใช้พิมพ์เคลือบด้วยสารสีขาวเพื่อให้เหมาะกับการพิมพ์เป็นพิเศษ

(4) กระดาษกล่องไม่เคลือบ (UNCOATED BOARD) หมายถึงกระดาษกล่องซึ่งผิวหน้าด้านที่ใช้พิมพ์ไม่ได้เคลือบสารสีขาวหรือวัตถุใดเป็นพิเศษ

(5) กระดาษการ์ด (CARD BOARD) หมายถึงกระดาษหนาชั้นเดียวหรือหลายชั้นซึ่งใช้พิมพ์ทั้งสองหน้าและสามารถทรงอยู่ตัวได้เป็นพิเศษในแนวดิ่ง

(6) กระดาษการ์ดมานิลา (MANILA BOARD) หมายถึงกระดาษการ์ดหลายชั้นซึ่งด้านนอกทั้งสองด้านมีคุณสมบัติเหมือนกันและใช้พิมพ์ได้ส่วนชั้นในมีคุณสมบัติต่างกันออกไป

(7) กระดาษการ์ดไอวอรี (IVORY BOARD) หมายถึงกระดาษการ์ดชั้นเดียวหรือหลายชั้นซึ่งมคุณสมบัติทุกๆชั้นเหมือนกัน

ประเภทและชนิด

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้แบ่งกระดาษแข็งเพื่อการพิมพ์ออกเป็น 2 ประเภทคือ

ประเภทที่ 1 กระดาษกล่องแบ่งออกเป็น 2 ชนิด

1.1 กระดาษกล่องเคลือบ

1.2 กระดาษกล่องไม่เคลือบ

ประเภทที่ 2 กระดาษการ์ดแบ่งออกเป็น 2 ชนิด

2.1 กระดาษการ์ดมานิลา

2.2 กระดาษการ์ดไอวอรี

(กระทรวงอุตสาหกรรมสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม2521 : 1-2)

ก.2 สมบัติของกระดาษ

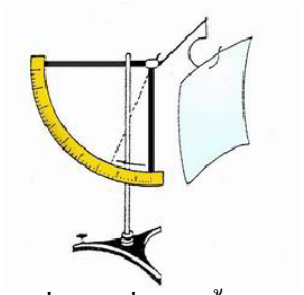
กระดาษเป็นแผ่นวัสดุซึ่งมิได้มีเนื้อเดียวกันและมีความสม่ำเสมอของเนื้อกระดาษไม่เท่ากันตลอดทั้งแผ่นทั้งนี้เพราะโครงสร้างของกระดาษประกอบขึ้นจากการสานตัวของเส้นใยและมีสารเติมแต่งอุดช่องระหว่างเส้นใยลักษณะทางโครงสร้างของกระดาษจึงเป็นตัวบ่งชี้การจัดเรียงตัวขององค์ประกอบต่างๆภายในเนื้อกระดาษเช่นการกระจายตัวของเส้นใยทิศทางการเรียงตัวในแนวขนานเครื่องของเส้นใยซึ่งจะมีผลต่อสมบัติอื่นๆของกระดาษด้วย

1. สมบัติทางโครงสร้างของกระดาษ(Structural Properties)

1.1 น้ำหนักมาตราฐาน(basis weghtหรือgrammage)

หมายถึงน้ำหนักของกระดาษต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่เก็บในสภาวะอุณหภูมิและความชื้นที่ได้มีการควบคุมตามมาตรฐานกำหนดน้ำหนักมาตรฐานของกระดาษจะเป็นประโยชน์ในด้านการควบคุมการผลิตกระดาษโดยจะควบคุมปริมาณเนื้อกระดาที่ใช้หน่ายที่ใช้วัดน้ำหนักมาตรฐานของกระดาษจะเป็นกรัมต่อตารางเมตรตามระบบสากลทั่วไปแต่บางประเทศจะมีการใช้เป็นหน่วยปอนด์ต่อตารางฟุตหรือปอนด์ต่อ 3,000 ตารางฟุต

ในปัจจุบันมาตรฐาน ISO และTappiซึ่งเป็นมาตรฐานในการทดสอบกระดาษให้ใช้คำว่า “แกรมเมจ” (grammage) แทนน้ำหนักมาตรฐานน้ำหนักมาตรฐานของกระดาษนอกจกใช้เป็นเกณฑ์ในการซื้อขายกระดาษแล้วยังสามารถเปรียบเทียบสมบัติอื่นๆของกระดาษได้ด้วยเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกระดาษประเภทเดียวกันที่ผ่านกระบวนการผลิตด้วยสภาวะต่างๆเหมือนกันกระดาษที่มีน้ำหนักมาตรฐานมากว่าจะมีความแข็งแรงความหนาและความทึบแสงมากกว่ากระดาษที่มีน้ำหนักมาตรฐานต่ำกว่า



ภาพที่ก.1 เครื่องมือที่ใช้วัดน้ำหนักมาตรฐาน

1.2 **ความหนา(caliper)**

หมายถึงระยะห่างที่ตั้งฉากระหว่างผิวด้านบนและผิวด้านล่างของกระดาษภายใต้สภาพวะการทดสอบที่กำหนดหน่วยที่ใช้ในสหรัฐอเมริกาจะระบุเป็นนิ้ว (inches) หรือมิลลิเมตร(millimeter) ในระบบ SI จะวัดเป็นหน่วยไมโครเมตร (micrometer) แต่ส่วนใหญ่จะวัดเป็นมิลลิเมตร (millimeter)ความหนาของกระดาษจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับน้ำหนักมาตรฐานแรงกดของลูกขณะเดินแผ่นการบดเยื่อและชนิดของเยื่อที่ใช้ความหนาแน่นปกติได้จากความสัมพันธ์ระหว่างมวลต่อปริมาตร สำหรับในวงการกระดาษจะหาความสัมพันธ์ระหว่างความหนาและน้ำหนักมาตรฐานได้เป็นความหนาแน่นเสมือน (apparentdensity) ซึ่งจะเป็นการเทียบหาความหนาแน่นของกระดาษที่ระดับน้ำหนักมาตรฐานเดียวกันอาจมีความหนาไม่เท่ากันซึ่งสามารถหาได้ดังนี้

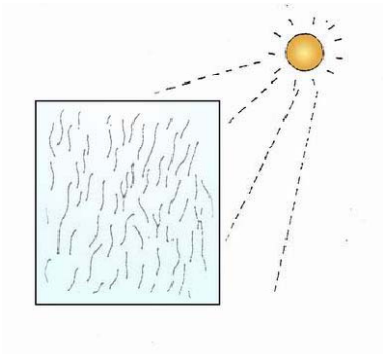
น้ำหนัก	49	กรัมต่อตารางเมตร
ความหนา	0.085	มิลลิเมตร หรือ 8.5×10^{-5} เมตร
ความหนาแน่นเสมือนหรือเท่ากับ	$49/(8.5 \times 10^{-5})$	กรัมต่อลูกบาศก์เมตร
หรือ	576,470.58	กรัมต่อลูกบาศก์เมตร

หน่วยของความหนาแน่นเสมือนที่นิยมใช้ในระบบ SI จะกำหนดเป็นกิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตรดังนั้นความหนาแน่นเสมือนที่ได้ของกระดาษชนิดนี้จะเป็น 576 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ฉะนั้นกระดาษที่มีน้ำหนักเท่ากันแต่มีความหนาของกระดาษต่างกันกระดาษที่มีความหนามากจะให้ค่าความหนาแน่นเสมือนน้อยความหนาของกระดาษมีความสำคัญเพราะเครื่องพิมพ์ในแต่ละระบบการพิมพ์หรือเครื่องพิมพ์ในระบบการพิมพ์หรือเครื่องพิมพ์ในระบบการพิมพ์เดียวกันแต่ผลิตจากผู้ผลิตต่างรายกันไม่สามารถพิมพ์ได้ในทุกความหนาการพิมพ์กระดาษที่มีความหนาต่างกันต้องมีการปรับตั้งส่วนตางๆของเครื่องพิมพ์แตกต่างกันเพื่อให้สภาพการเดินกระดาษคล่องบนเครื่องพิมพ์มีมากที่สุด

1.3 **ความสม่ำเสมอของเนื้อกระดาษ(formation)**

หมายถึงความแตกต่างของปริมาณเส้นใยที่เกี่ยวประสานหรือเกิดพันธะเคมีต่อกันในแต่ละบริเวณของกระดาษนับว่าเป็นสมบัติที่สำคัญอย่างหนึ่งสำหรับกระดาษพิมพ์เมื่อนำกระดาษเนื้อไม่

สม่ำเสมอกัน(wild formation) ไปพิมพ์ที่มีคุณภาพไม่ดีความไม่สม่ำเสมอกันของเนื้อกระดาษเกิดขึ้นจากวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตกระดาษเช่นเส้นใยสารเติมแต่งต่างๆที่นำมาผสมกันมีความแตกต่างกันในขนาดรูปร่างความหนาแน่นดัชนีหักเหของแสงและองค์ประกอบทางเคมีนอกจากนี้ยังขึ้นกับขั้นตอนการผสมและการเดินแผ่นซึ่งล้วนแต่มีผลต่อการกระจายตัวและจับตัวของสารผสมเหล่านี้ทั้งสิ้น

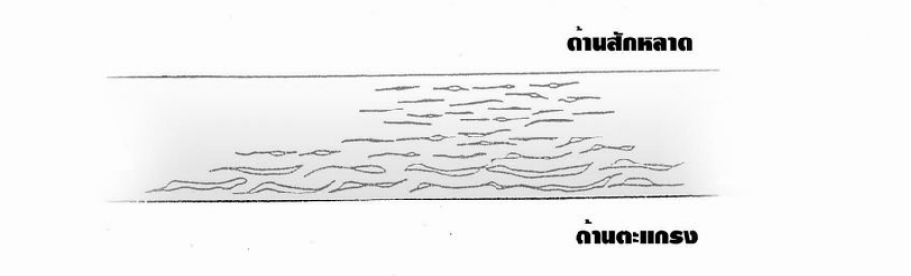


ภาพที่ก.2วิธีตรวจสอบความสม่ำเสมอของเนื้อกระดาษ (formation)

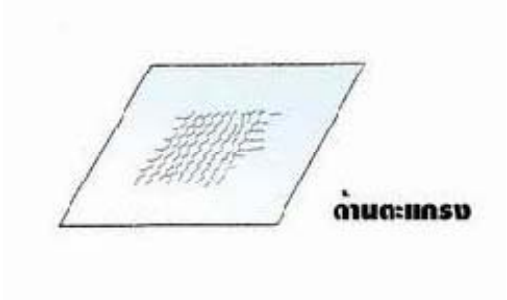
การตรวจสอบความสม่ำเสมอของเนื้อกระดาษสามารถทำได้โดยการยกขึ้นส่องกับแสงสว่างถ้ากระดาษมีความสม่ำเสมอต่ำ (poor formation) จะเห็นการกระจายตัวของเนื้อกระดาษไม่เสมอกันปรากฏภาพเป็นดวงๆเป็นทางๆเป็นฝ้านมหรือมองดูคล้ายก้อนเมฆความสม่ำเสมอของกระดาษมีผลต่อสมบัติของกระดาษทั้งทางเชิงกลและแสงในเชิงปริมาณจะนิยามความสม่ำเสมอชองเนื้อกระดาษว่าเป็นสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของน้ำหนักมาตรฐานของกระดาษพื้นที่ขนาดจิ๋ว (100 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน /น้ำหนักมาตรฐานเฉลี่ย) ปัจจุบันยังไม่มีวิธีวัดที่กำหนดเป็นมาตรฐานการเพิ่มความสม่ำเสมอในการกระจายตัวของเส้นใยในกระดาษให้ดีขึ้นอาจทำได้หลายวิธีเช่นใช้เยื่อใยสั้นมาผสมทำเป็นกระดาษในปริมาณมากขึ้นเพิ่มปริมาณการบดเยื่อให้มากขึ้นลดความเร็วของสายพายตะแกรงแยกน้ำเป็นต้น

1.4 **ทิศทางของเส้นใย(directionality)**

หมายถึงแนวหรือทิศทางการเรียงตัวของเส้นใยเซลลูโลสในกระดาษโดยถ้าพิจารณาจากการเกิดเป็นแผ่นกระดาษของน้ำเยื่อบนกระดาษจะพบว่าเส้นใยเซลลูโลสส่วนมากมีการเรียงตัวไปในทิศทางการไหลและการเคลื่อนที่ของตะแกรงบนเครื่องผลิตกระดาษดังนั้นแนวการเรียงตัวของเส้นใยหรือแนวเส้นใยของกระดาษจึงอยู่ใน “แนวขนานเครื่อง” (machine direction, MD)หรือแนวเกรน (grain direction) มากกว่าส่วนแนวของกระดาษที่ตั้งฉากกับแนวขนานเครื่องเรียกว่า “แนวขวางเครื่อง” (cross direction,CD) หรือแนวขวางเกรน(cross-grain direction) เนื่องจากการเรียงตัวของเส้นใยในกระดาษทั้งสองแนวมีความแตกต่างกันจึงมีผลให้สมบัติของกระดาษทั้งสองแนวแตกต่างกันด้วย



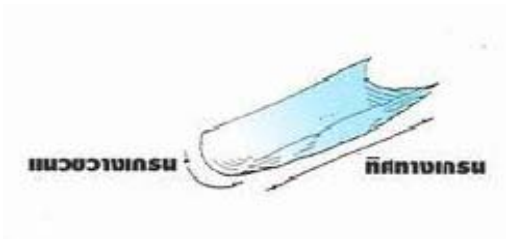
ภาพที่ก.3 ความแตกต่างของผิวกระดาษทั้ง 2 ด้านในด้านการจัดเรียงตัวของเส้นใย



ภาพที่ก.4 รอยตะแกรงของผิวกระดาษ

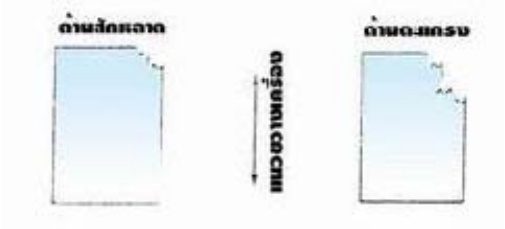
จากการที่ทิศทางของเส้นใยเรียงตัวในแนวขนานเครื่องมากกว่าแนวขวางเครื่องทำให้สมบัติทางเชิงกลของกระดาษทั้งสองแนวแตกต่างกัน (paper anisotropy) การตรวจสอบแนวเกรนของกระดาษมีความสำคัญมากในชั้นตอนการนำกระดาษไปแปรรูปยกตัวอย่างเช่นการหักพับเซาะร่องสามารถทำได้ง่ายในแนวขนานเครื่องและค่าความทรงรูปในแนวขนานเครื่องที่สูงกว่ามีประโยชน์ในการออกแบบแฟ้มหรือบรรจุภัณฑ์ต่างๆในการตรวจสอบแนวเกรนของกระดาษอาจทำได้โดยวิธีง่ายๆดังนี้

1) **การตรวจสอบการโค้งงอ(curl test)** ตัดกระดาษเป็นแผ่นสี่เหลี่ยมขนาด 2x2 ตารางนิ้วแล้วใช้น้ำทาเพียงด้านเดียวกระดาษจะงอตามแนวขวางเครื่องดังแสดงในรูป



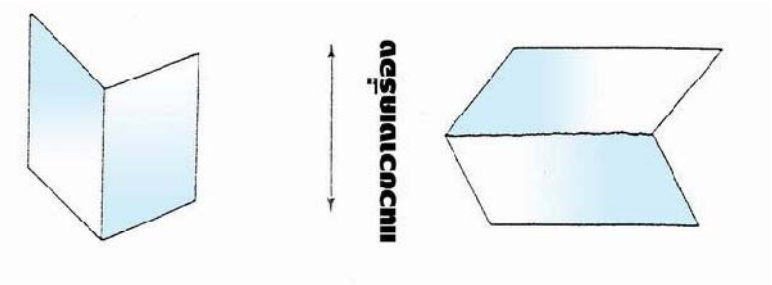
ภาพที่ก.5การตรวจสอบทิศทางของเส้นใยโดยดูการโค้งงอของกระดาษ

2) **การตรวจสอบโดยการฉีกกระดาษ**ถ้าเป็นแนวขนาดเครื่องจะฉีกได้ง่ายกว่าและแนวตรงกว่าการฉีกในแนวขาวงเครื่องดังแสดงในรูป



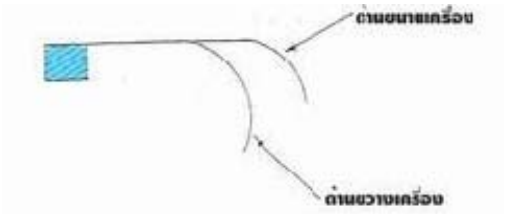
ภาพที่ก.6การตรวจสอบทิศทางของเส้นใยโดยการฉีกกระดาษ

3) **การตรวจสอบโดยการพับกระดาษ**ถ้าเป็นแนวขนานเครื่องรอยพับจะเรียกกว่าแนวขวางเครื่อง สำหรับแนวขวางเครื่องนั้นเมื่อพับแล้วจะเป็นรอยแตกหักและไม่เรียงถ้าเป็นกระดาษแข็ง สามารถสังเกตเห็นรอยแตกหักได้ชัดเจนดังแสดงในรูป



ภาพที่ก.7การตรวจสอบทิศทางของเสนใยโดยการพับกระดาษ

4) **การตรวจสอบโดยการดูความทรงรูป**โดยการตัดกระดาษให้มีความกว้างและความยาวเท่ากัน ปล่อยให้กระดาษโค้งงอโดยน้ำหนักตัวเองหรือแรงจากภายนอกเท่ากันมากระทำพบว่าถ้าเป็นแนวขวางเครื่องจะโค้งงอได้มากกว่าแนวขนานเครื่อง



ภาพที่ก.8การตรวจสอบทิศทางของเส้นใยโดยดูความทรงรูป

5) **ความแตกต่างของผิวกระดาษสองด้าน(two-sideness)** สองด้านของผิวกระดาษที่กล่าวถึงคือ ด้านตะแกรง (wire side, WS) และด้านสักหลาด (felt side, FS) ด้านตะแกรงหมายถึงด้านที่อยู่ตรงข้ามกับด้านตะแกรงหรือเป็นด้านบนเวลาทำแผ่นกระดาษที่จริงแล้วควรเรียกว่าด้านบน (top side)มากกว่าในส่วนตะแกรงลวดเดินแผ่นจะมีการสั่นสะเทือนของเครื่องเพื่อไม่ให้เส้นใยจับกลุ่มกันและในส่วนตะแกรงลวดเดินแผ่นนี้น้ำเยื่อจะเริ่มก่อตัวเป็นแผ่นด้วน

กระบวนการกรองและมีการแยกน้ำออกซึ่งในการแยกน้ำออกจะมีอุปกรณ์ลมดูดต่างๆซึ่งจะดูดเอาส่วนเยื่อละเอียดหรือสารเติมแต่งต่างๆหลุดไปพร้อมกันน้ำด้วยเมื่อมองในทิศทางของ Z (Z –direction) หรือภาคตัดขวางของกระดาษทั้งแผ่นจะเห็นว่าผิวกระดาษทั้งสองด้านมีองค์ประกอบต่างๆแตกต่างกันคือด้านบนหรือด้านสักหลาดจะมีส่วนของเยื่อละเอียด (fine) และส่วนที่ไม่ใช้เส้นใยอยู่มากในขณะที่ด้านล่างหรือด้านตะแกรงจะมีส่วนที่เป็นเส้นใยและมีการจัดเรียงตัวตามแนวเกรนของเครื่องมากกว่าทั้งนี้เนื่องจากด้านตะแกรงนั้นส่วนของเยื่อละเอียดและอนุภาคของสารเติมแต่งต่างๆสามารถลอดผ่านตะแกรงไปได้ผิวกระดาษด้านตะแกรงจะหยาบกว่าด้านสักหลาดความแตกต่างของผิวกระดาษทั้งสองด้านจะมีผลต่อความเรียบการดูดซึมน้ำและน้ำมันโดยเฉพาะในด้านการพิมพ์ความแตกต่างของผิวกระดาษไม่ควรแตกต่างกันมากนักดังนั้นในการผลิตกระดาษปัจจุบันจะพยายามปรับความแตกต่างของผิวกระดาษโดยมีการผลิตตะแกรงที่มีความเรียบสูงขึ้น

วิธีตรวจสอบผิวกระดาษว่าด้านไหนเป็นด้านตะแกรงหรือด้านสักหลาดสามารถทำได้ 2 วิธีดังนี้

1) การสังเกตว่าดานไหนที่แสดงรอยรุแกรงจะเป็นด้านตะแกรง (WS)

2) การตรวจสอบโดยการฉีกขาดที่มุมและสังเกตรอยฉีกขาดโดยคว่ำกระดาษให้ด้านหนึ่งขนานกับพื้นแล้วฉีกที่มุมถ้ารอยฉีกบริเวณมุมเป็นแนวกว้างของการลอกออกของเส้นใยมากแสดงว่าเป็นด้านตะแกรงเพื่อให้แน่ใจลองพลิกกระดาษในด้านตรงข้ามแล้วฉีกที่มุมเทียบรอยฉีกที่ได้

2.สมบัติทางเชิงกลของกระดาษ(Mechanical properties)

สมบัติเชิงกลของกระดาษเป็นตัวบ่งชี้ถึงศักยภาพในการใช้งานของกระดาษซึ่งหมายถึงการที่กระดาษมีความทนทานต่อการใช้งาน(durability) และความสามารถในการต้านทานแรงที่มากระทำในลักษณะต่างๆเช่นแรงดึงแรงเฉือนแรงบิดและแรงที่ทำให้กระดาษโค้งงอซึ่งแรงเหล่านี้เกิดขึ้นในหลายขั้นตอนตั้งแต่การผลิตกระดาษการแปรรูปจนถึงการใช้งานกระดาษจะตอบสนองแรงที่มากระทำเหล่านี้ได้มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของกระดาษซึ่งสามารถวัดออกมาได้ในรูปของสมบัติเชิงกลได้ดังนั้นในการเลือกกระดาษเพื่อนำไปใช้งานจะต้องคำนึงถึงสมบัติทางเชิงกลของกระดาษด้วย

2.1ความแข็งแรงต่อแรงดึง(tensile strength)

คือความแข็งแรงต่อแรงค้นที่กระทำต่อกระดาษในแนวยาว(tensile stress) ความแข็งแรงต่อแรงดึงของกระดาษเป็นสมบัติที่สำคัญของกระดาษในระบบกรพิมพ์ป้อนม้วนมากกว่ากระดาษใน

ระบบการพิมพ์แบบป้อนแผ่นเนื่องจากการพิมพ์ในระบบป้อนม้วนกระดาษต้องได้รับแรงดึงตึงตลอดเวลาหากกระดาษที่ใช้มีความแข็งแรงต่อแรงดึงน้อยอาจทำให้เกิดการขาดของกระดาษในระหว่างการพิมพ์ได้นอกจากนี้กระดาที่ต้องนำไปขึ้นรูปเป็นบรรจุภัณฑ์ต่างๆก็จำเป็นต้องมีความแข็งแรงต่อแรงดึงด้วยเนื่องจากในกระบวนการขึ้นรูปอาจมีแรงดึงกระทำต่อกระดาษไม่มากก็น้อย

กระดาษในแนวขนานเครื่องมีความแข็งแรงต่อแรงดึงมากกว่ากระดาษในแนวขวางเครื่อง ส่วนปัจจัยที่มีผลต่อความแข็งแรงดึงของกระดาษได้แก่ชนิดของเยื่อปริมาณการบดเยื่อปริมาณการกดรีดน้ำน้ำหนักมาตรฐานของกระดาษปริมาณของตัวเติมและปริมาณความชื้นในกระดาษกระดาษที่ทำจากเยื่อใยยาวและผ่านการบดเยื่อมากกว่ามีความแข็งแรงดึงของกระดาษมากกว่ากระดาษที่ทำจากเยื่อที่มีเส้นใยสั้นกว่าและผ่านการบดเยื่อมาน้อยกว่าเพราะเยื่อใยยาวและการบดเยื่อมากทำให้เส้นใยเซลลูโลสเกิดพันธะเคมีต่อกันได้มากขึ้นจึงมีความแข็งแรงดึงเพิ่มขึ้นการกดรัดน้ำก็มีส่วนทำให้ความแข็งแรงต่อแรงดึงเพิ่มขึ้นเช่นกันด้วยเหตุผลเดียวกับการใช้เยื่อใยยาวและการเพิ่มปริมาณการบดเยื่อโดยทั่วไปกระดาษมีความแข็งแรงต่อแรงดึงเพิ่มขึ้นตามน้ำหนักมาตรฐานที่เพิ่มขึ้นด้วยความแข็งแรงต่อแรงต่อแรงดึงของกระดาษมีน้อยลงเมื่อเพิ่มปริมาณตัวเติมให้กระดาษและปริมาณความชื้นในกระดาษมีมากเพราะตัวเติมที่เติมเข้าไปมีผลทำให้เส้นใยเซลลูโลสเกิดพันธะเคมีระหว่างกันได้น้อยลงส่วนน้ำทำให้พันธะเคมีระหว่างเส้นใยมีความแข็งแรงน้อยลงทั้งสองปัจจัยจึงมีผลทำให้ความแข็งแรงต่อแรงดึงของกระดาษมีน้อยลง

2.2ความแข็งแรงต่อแรงดันทะลุ(bursting strength)

หมายถึงความต้านทานต่อแรงที่กระทำกับพื้นที่หนึ่งตารางเมตรของกระดาษในแนวตั้งฉากก่อนที่กระดาษจะเกิดการขาดทะลุมีหน่วยเป็นกิโลปาสกาล(kPa) หรือกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรหรือปอนด์ต่อตารางนิ้วความต้านแรงดันทะลุนี้มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับความต้านแรงดึงในแนวขนานเครื่องทั้งนี้เนื่องจากลักษณะการกระจายตัวของแรงที่มากระทำต่อชิ้นทดสอบอธิบายได้ดังนี้จากการที่พื้นที่ทดสอบมีลักษณะเป็นวงกลมในการทดสอบเมื่อเครื่องทดสอบทำงานแผ่นไดอะแฟรมจะถูกดันให้โป่งขึ้นจนทำให้กระดาษแตกทะลุก่อนที่กระดาษจะแตกออกกระดาษจะเกิดการยืดตัวออกไปในทุกทิศทุกทางแต่เนื่องจากกระดาษมีความยืดในแต่ละทิศทางไม่เท่ากันดังนั้นความสามารถในการรับแรงที่มากระทำจึงไม่เท่ากันทุกทิศทางแนวรอยแตกของชิ้นทดสอบที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะตั้งฉากกับแนวขนานเครื่องของกระดาษเพราะกระดาษมีการยืดตัวในแนวที่ต่ำกว่าแนวขวางเครื่องด้วยเหตุนี้จึงสามารถบอกได้ว่าแนวรอยแตกเป็นแนวเดียวกันกับแนวขนานเครื่องของกระดาษความแข็งแรงต่อแรงดันทะลุของกระดาษที่ผลิตจากเยื่อใยมีมากกว่ากระดาษที่ผลิตจากเยื่อใยสั้นการเพิ่มปริมาณการบดเยื่อและการเติมสารเพิ่มความแข็งแรงผิวทำให้กระดาษมีผลทำให้ความแข็งแรงต่อแรงดันทะลุของกระดาษเพิ่มขึ้นด้วยในขณะที่ตัวเติมทำให้ความแข็งแรงต่อแรงดันทะลุ

ของกระดาษเพิ่มขึ้นด้วยในขณะที่ตัวเติมทำให้ความแข็งแรงต่อแรงดันทะลุของกระดาษลดลงความแข็งแรงต่อแรงดันทะลุเป็นความแข็งแรงของกระดาษที่มีความสำคัญต่อการใช้งานโดยเฉพาะสิ่งที่นำไปทำเป็นบรรจุภัณฑ์ประเภทต่างๆ

2.3ความแข็งแรงต่อแรงฉีด(tearing strength)

หมายถึงความสามารถของกระดาษที่จะต้านแรงกระทำซึ่งจะทำให้ชิ้นทดสอบหนึ่งชิ้นขาดออกจากรอยฉีกนำเดิมหน่วยที่วัดได้เป็นมิลลินิวตัน(mN)หรือกรัม(gram) กระดาษที่จำเป็นที่จำเป็นที่จะต้องตรวจสอบความต้านแรงฉีกขาดได้แก่กระดาษทำถุงกระดาษพิมพ์และเขียน

หลักการในการตรวจสอบความแข็งแรงต่อแรงฉีกทำโดยใส่ชิ้นทดสอยที่มีขนาดตามมาตรฐานกำหนดในระหว่างปากจับบนแทนเครื่องและบนลูกตุ้มซึ่งเคลื่อนที่ได้ใช้ใบมีดตัดชิ้นทดสอบเป็นการฉีกนำยาวประมาณ 2 เซนติเมตรทำการทดสอบโดยปล่อยให้ลูกตุ้มเคลื่อนที่ชิ้นทดสอบจะฉีกขาดความแข็งแรงต่อแรงฉีกนี้ขึ้นกับความยาวของเส้นใยเซลลูโลสเป็นสำคัญโดยเส้นใยยาวมีความแข็งแรงฉีกมากกว่าเส้นใยสั้นการเพิ่มปริมาณการบดเยื่อก็มีผลทำให้ความแข็งแรงต่อแรงฉีดของกระดาษเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกันอย่างไรก็ตามหากบดเยื่อมากเกินไปจนทำให้เส้นใยมีขนาดสั้นลงมากความแข็งแรงต่อแรงฉีกของกระดาษก็จะลดน้อยลงแม้วาเส้นใยเซลลูโลสจะเกิดพันธะกันได้กันก็ตามทั้งนี้กระดาษในแนวขนานเครื่องมีความแข็งแรงต่อแรงฉีกน้อยกว่ากระดาษในแนวขวางเครื่อง

2.4ความแข็งตึง(siffness)

หมายถึงความต้นทานของกระดาษต่อการโค้งที่เกิดจากน้ำหนักของตัวกระดาษเองหรือแรงอื่นที่กระทำต่ำกระดาษนั้นทั้งนี้กระดาษมีความแข็งแรงตึงมากกว่ากระดาษในแนวขวางเครื่องความแข็งตึงของกระดาษมีความสำคัญต่อการป้อนและรับกระดาษบนเครื่องพิมพ์โดยปกติในการป้อนกระดาษเข้าพิมพ์มักป้อนกระดาษในแนวขนานเครื่องเข้าพิมพ์โดยให้มีทิศทางเดียวกับทิศทางการเดินแผ่นของเครื่องพิมพ์เนื่องจากกระดาษในแนวขนานเรื่องมีความแข็งตึงมากกว่าทำให้สภาพการเดินกระดาษคล่องดีกว่ากระดาษในแนวขวางเครื่อง

การเพิ่มความแข็งตึงของกระดาษทำได้โดยเพิ่มปริมาณการบดเยื่อแต่การบดเยื่อมากเกินไปมีผลทำให้ความแข็งตึงของกระดาษลดลงเนื่องจากทำให้เส้นใยมีความยาวน้อยลงความแข็งตึงของกระดาษลดลงตามปริมาณของตัวเติมที่เติมให้กระดาษปริมาณความชื้นในกระดาษและปริมาณการรีดกระดาษที่เพิ่มขึ้น

2.5ความแข็งแรงต่อการพับ(fold strength)

หมายถึงการพับไปพับมา(double folds)ของชิ้นทดสอบจนกระทั่งชิ้นทดสอบขาดออกจากกันภายใต้แรงที่กำหนดหน่วยที่ใช้เป็นจำนวนครั้งหรือlog 10ค่าความทนทานต่อการพับขาดในแนวขนานเครื่องสูงกว่าแนวขวางเครื่องความทนต่อการพับขาดจะเป็นการวัดที่รวมความต้นแรงดึงการยืดตัวการแยกชั้นของกระดาษและความต้นทานแรงกดซึ่งจะชี้ให้เห็นถึงอายุการใช้งานของกระดาษหลักการในการตรวจสอบความทนต่อการพับขาดจะทำโดยยึดปลายข้างหนึ่งของชิ้นทดสอบด้วยแรงคงทีส่วนปลายอีกข้างหนึ่งถูกจับด้วยปากจับแล้วพับไปมาด้วยความเร็วคงที่และองศาตามมาตรฐานกำหนดจนกระทั่งชิ้นทดสอบขาด

3.สมบัติด้านทัศนศาสตร์ของกระดาษ(Optical properties)

สมบัติด้านทัศนศาสตร์หมายถึงสมบัติทางแสงของกระดาษที่ปรากฏแก่สายตาได้แก่ความขาวสว่าง(brightness) ความทึบแสง(opacity) ความมันวาว(gloss) สมบัติเหล่านี้ของกระดาษไม่สามารถวัดค่าออกมาโดยอาศัยหลักการทางฟิสิกส์อย่างเดียวได้แต่จะต้องประกอบด้วยหลักการทางจิตวิทยาร่วมด้วยทั้งนี้เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพการมองเห็นของสายตามนุษย์ซึ่งต้องอาศัยดวงตาในการสังเกตและสมองตัดสินการรับรู้ในการมองเห็นอีกครั้งดังนั้นในการวัดค่าเกี่ยวกับสมบัติทางด้านทัศนศาสตร์จึงต้องประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนในกรพิจารณาคือแหล่งกำเนิดแสงกระดาษที่ถูกส่องสว่างและดวงตามนุษย์หรือเครื่องวัดแสงที่ทำหน้าที่สังเกตการณ์และแปลผลของการสะท้อนแสงหรือการส่องผ่านของแสงที่กระทำต่อกระดาษ

3.1ความขาวสว่าง(brightness)

ในวงการอุตสาหกรรมกระดาษจะหมายถึงค่าการสะท้อนแสงของแสงสีน้ำเงินที่ช่วงคลื่น 457 นาโนเมตรเท่านั้นจุดประสงค์เดิมของการวัดความขาวสว่างเพื่อต้องการดูผลของการฟอกเยื่อเป็นสำคัญเยื่อกระดาษที่ยังไม่ได้ฟอกส่วนมากจะมีสีน้ำตาลเข้มจนถึงเหลืองอ่อนอันเนื่องจากเนินจะดูดซับแสงสีน้ำเงินไว้ทำให้ค่าการสะท้อนแสงที่ได้ในช่วงแสงสีน้ำเงินมีค่าต่ำแต่เมื่อนำเยื่อไปฟอกโดยการขจัดลิกนินหรือเปลี่ยนโครงสร้างแล้วเยื่อฟอกขาวที่ได้จะให้ค่าการสะท้อนแสงสีน้ำเงินสูงขึ้นมาก

3.2ความทึบแสง(opacity)

ความทึบแสงของกระดาษเป็นคุณสมบัติที่จำเป็นสำหรับกระดาษพิมพ์และเขียนกระดาษจะต้องทึบแสงพอที่จะบังภาพหรืออักษรที่อยู่ด้านหลังไม่ให้ปรากฏจนเกิดปัญหาในการอ่านและความชัดเจนของสิ่งที่พิมพ์ความทึบแสงสามารถวัดได้โดยเปรียบเทียบค่าการสะท้อนแสงสีเขียวที่ช่วงคลื่น 557 นาโนเมตรระหว่างกระดาษแผ่นเดียวที่รองหลังด้วยพื้นดำสนิทกับกระดาษที่วางซ่อนกันหนาจนแสงไม่ผ่านทะลุความทึบแสงและความสว่างต่างขึ้นกับปัจจัยสำคัญ 2 ประการคือการกระเจิงแสงและ

การดูดซับแสงกระดาษที่ใช้เยื่อที่มีความขาวสว่างสูงมากอาจมีปัญหาด้านความทึบแสงเพราะเยื่อจะมีความทึบแสงน้อยลงการใช้ตัวเติมช่วยเพิ่มมากกระเจิงแสงในเนื้อกระดาษจะช่วยปรับปรุงความทึบแสงให้ดีขึ้นได้

3.3ความมันวาว(gloss)

เป็นสมบัติด้านทัศนศาสตร์อย่างหนึ่งของกระดาษเคลือบผิวโดยมุมสะท้อนเท่ากับมุมตกกระทบสำหรับกระดาษนิยมให้เชิงมุม 75 องศากับเส้นปกติถ้าแสงที่สะท้อนในเชิงมุม(specular) ดังกล่าวมีมากกว่าแสงที่สะท้อนแบบทั่วไป(diffuse) ผิวกระดาษจะดูมันวาวมากอย่างไรก็ตามกระดาษบางประเภทที่มีความมันวาวมากเช่นกระดาษซุบไข(waxed paper) อาจใช้มุมในการวัดเช่น 20องศา

ความมันวาวของกระดาษกับความเรียบของผิวกระดาษมิได้มีความสัมพันธ์กันเสมอไปความมันวาวเป็นความพอใจของผู้ใช้แความจำเป็นต่อการใช้งานมากกว่ากระดาษอาร์ตด้าน(matt art) ซึ่งมีความมันวาวต่ำก็สามารถให้ผลงานพิมพ์คุณภาพสูงได้

3.4ความขาว(whiteness)

เป็นสมบัติที่แตกต่างจากความขาวสว่างคนจะรู้สึกว่ากระดาษหรือวัสดุใดมีสีขาวกว่าอีกสิ่งหนึ่งถ้ากระดาษนั้นสะท้อนแสงในช่วงคลื่นที่ตามองเห็นออกมาสม่ำเสมอกว่าการย้อม(tinting) กระดาษขาวด้วยสีม่วงหรือสีน้ำเงินให้ดูขาวขึ้นก็เพราะแสงสีเหลืองและแสงสีแดงถูกดูดซับไว้มากขึ้นจึงถูกสะท้อนออกมาน้อยลงหากวัดค่าความขาวสว่างจะพบว่าลดลงเล็กน้อยเนื่องจากสีที่ใส่ลงไปในการะดาษจะถูกดูดกลืนแสงไว้แต่สีน้ำเงินจะมีผลกระทบต่อค่าความขาวสว่างน้อยกว่าสีอื่น การใช้สารฟอกนวลในกระดาษเป็นการช่วยให้กระดาษมีการสะท้อนแสงในช่วงคลื่นสีม่วงและสีน้ำเงินมากขึ้นกระดาษจึงดูขาวขึ้นเมื่อดูด้วยแสงแดดหรือแสงที่มีปริมาณรังสีอุลตราโอเลตใกล้เคียงกับแสงธรรมชาติในเวลากลางวัน