

# บทที่ 6 การวิเคราะห์การคลายตัวของสกรูเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

ในการกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไครฟ์หลังจากกระบวนการขันสกรู ฮาร์ดดิสก์ไครฟ์จะถูกนำไปทดสอบการใช้งานภายในตู้ทดสอบ ในการทดสอบการใช้งานจะมีการเพิ่มอุณหภูมิภายในตู้ทดสอบจากอุณหภูมิห้อง 25 องศาเซลเซียส จนอุณหภูมิภายในตู้ทดสอบถึง 60 องศาเซลเซียส จากนั้นจะลดอุณหภูมิลงมาที่อุณหภูมิห้องหลังจากสิ้นสุดการทดสอบการใช้งาน ในบทนี้จะทำการวิเคราะห์การคลายตัวของสกรูในรูปแบบการขันแบบต่างๆ และภายใต้ทอร์กที่ใช้ขันขนาดต่างๆ เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไป การศึกษานี้เริ่มจากการวิเคราะห์ผลทางอุณหภูมิต่อจากแบบจำลองที่มีลำดับการขันสกรูตามลำดับการขันจริง โดยทำการเพิ่มขั้นตอนการให้อุณหภูมิ และลดอุณหภูมิต่อท้ายเมื่อขั้นตอนการขันในลำดับที่ 17 เสร็จสิ้น ในที่นี้จะขอจำกัดความคำว่า ขณะทดสอบ ก่อน และหลังผ่านเครื่องทดสอบโดย ขณะทดสอบ หมายถึง ฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ที่อยู่ภายในตู้ทดสอบ และมีอุณหภูมิแตกต่างกันมีค่าสูงสุดของการทดสอบ ก่อนผ่านเครื่องทดสอบหมายถึง ฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ที่อยู่ภายในตู้ทดสอบที่มีอุณหภูมิอยู่ 25 องศาเซลเซียส และ หลังผ่านเครื่องทดสอบ หมายถึง ฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ที่อยู่ภายในตู้ทดสอบที่มีการเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้น และลดอุณหภูมิกลับมาอยู่ที่อุณหภูมิห้องเรียบร้อยแล้ว

## 6.1 การคลายตัวของสกรูหลังผ่านเครื่องทดสอบของรูปแบบลำดับการขันต่างๆ

หัวข้อนี้จะกล่าวถึงการเปรียบเทียบค่าแรงกดของสกรู การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และการกระจายตัวของความเค้นของรูปแบบการขันทั้ง 3 รูปแบบ เมื่อได้รับอุณหภูมิจากการวิเคราะห์ลำดับการขันสกรูตามลำดับการขันจริงมีขั้นตอนทั้งหมด 17 ขั้นตอน ส่วนขั้นตอนของการวิเคราะห์ผลทางอุณหภูมินั้นอยู่ในขั้นตอนที่ 18 และ 19 ซึ่งขั้นตอนที่ 18 มีการเพิ่มค่าเงื่อนไขขอบเขตให้กับแบบจำลองคือ ให้ขนาดความแตกต่างของอุณหภูมิซึ่งมีค่าเท่ากับ 35 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นจะเอาค่าเงื่อนไขขอบเขตนี้ออกในขั้นตอนที่ 19 เพื่อดูผลที่เกิดขึ้นหลังจากที่ฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ได้รับอุณหภูมิและกลับมาอยู่ในสถานะที่อุณหภูมิห้อง

แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษานั้นมีลักษณะเหมือนกับแบบจำลองก่อนหน้านี โดยที่สถานะโหลดที่ให้กับสกรูยังคงเท่ากับ 6 kgf.cm และ 8 kgf.cm ในสกรูที่มีการขันย้าด้วยค่าทอร์กที่เพิ่มขึ้น ในการวิเคราะห์ผลทางอุณหภูมิจำเป็นต้องใช้สมบัติทางความร้อนของวัสดุเช่น ค่าการนำความร้อน (Thermal conductivity) และค่าการขยายตัว (Thermal expansion) เมื่อได้รับความร้อน เป็นต้น ซึ่งค่าที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลทางอุณหภูมิจากแต่ละวัสดุแสดงในตารางที่ 6.1

ตารางที่ 6.1 สมบัติทางความร้อนของวัสดุ

Material properties	Stainless steel	Aluminium ADC12	Rubber
Thermal expansion ( $\mu\text{m}/\text{m}/^{\circ}\text{C}$ )	17.3	20.8	250
Thermal conductivity ( $\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ )	91	16.2	300

การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของฝาปิดของรูปแบบการขันทั้ง 3 มีลักษณะที่เหมือนกันทั้งก่อน และหลังผ่านเครื่องทดสอบดังแสดงในรูปที่ 6.1 ซึ่งเป็นตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของฝาปิดของรูปแบบการขันแบบ Circular พบว่า ก่อนได้รับอุณหภูมิจะเกิด Displacement ในแนวแกน  $-Z$  ในบริเวณที่มีการขันสกรูทุกตัว แต่ขนาดของ Displacement ที่เกิดขึ้นในแต่ละตำแหน่งมีขนาดที่แตกต่างกันไป โดย Displacement บริเวณส่วนกลางของฮาร์ดดิสก์ไครฟ์จะมีขนาดเล็กกว่าบริเวณขอบของฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ที่มีการขันสกรู แต่เมื่อฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ได้รับความร้อนทำให้ฝาปิดเกิดการขยายตัวในทิศทางแนวระนาบ(แกน X และ Y) มากกว่าการขยายตัวในแนวตั้งฉากกับฝาปิด (แกน Z) จึงทำให้บริเวณส่วนกลางของฝาปิดมีค่า Displacement ในแนวแกน Z ลดลงเนื่องจากเกิดการขยายตัวในแนวแกน X และ Y นั้นเอง แต่สำหรับบริเวณที่มีการขันสกรูพบว่า ค่า Displacement เฉลี่ยรอบๆ รุสกรูจะมีค่าเพิ่มมากขึ้น

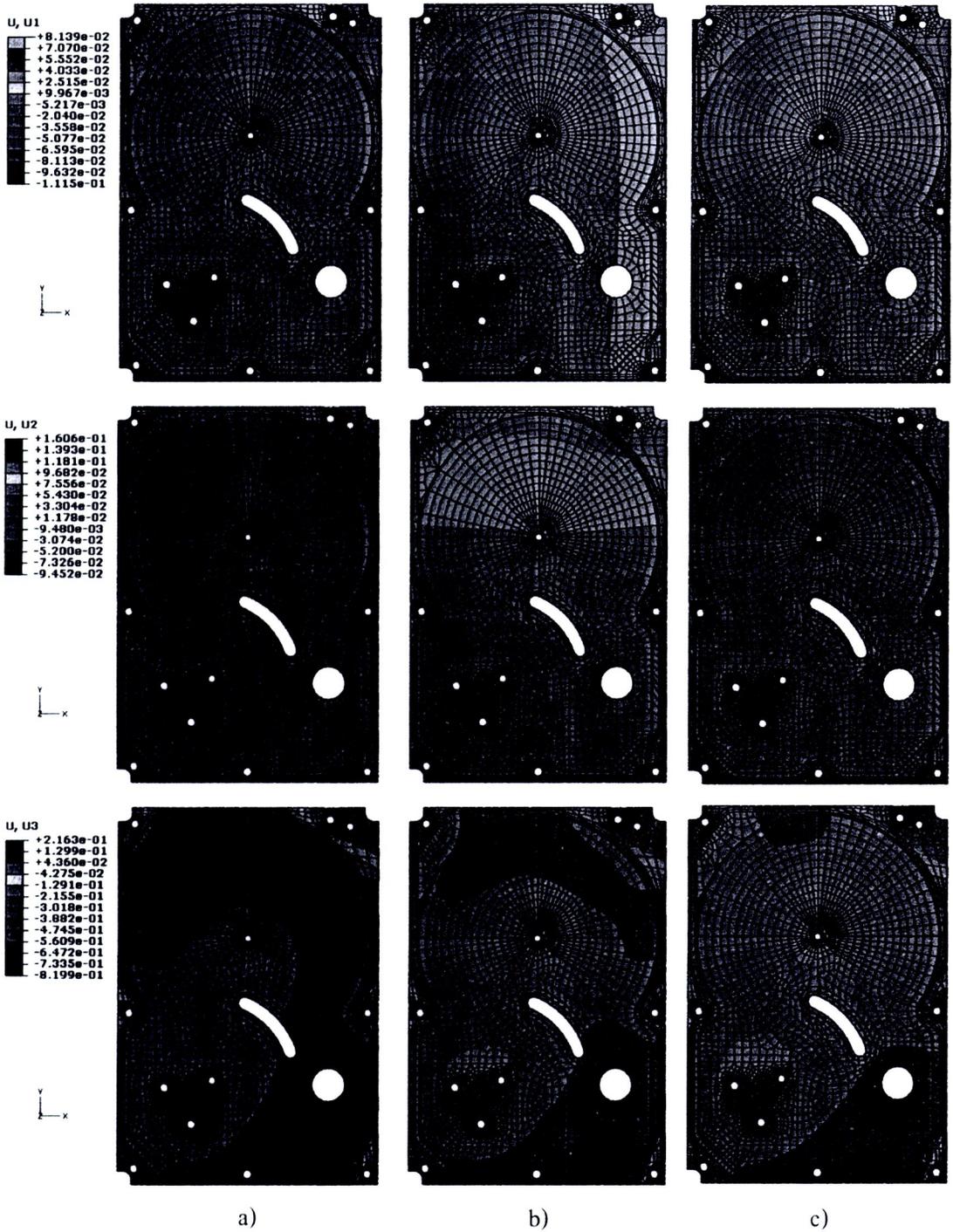
ค่า Displacement ในแนวแกน Z บริเวณรูสกรูบนฝาปิด และบริเวณหัวสกรูหลังการทดสอบของสกรู S1, S2, S4, S6, S8 และ S10 แสดงในตารางที่ 6.2

ตารางที่ 6.2 ค่า Displacement บริเวณรูสกรู และบริเวณหัวสกรูหลังการทดสอบ

Screw number	S1	S2	S4	S6	S8	S10
Displacement at head screw (mm)	-0.056	-0.041	-0.284	-0.712	-0.150	-0.052
Displacement of the top cover (mm)	-0.054	-0.040	-0.345	-0.765	-0.166	-0.050

จากค่าที่ได้แสดงให้เห็นว่า บริเวณสกรูที่อยู่ส่วนกลางของฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ (S1, S2 และ S10) มีค่า Displacement ของสกรูมากกว่าของฝาปิด เนื่องจากจากการขยายตัวของสกรูที่เกิดการขยายตัวในแนวแกน Z ที่มีค่ามากกว่าการขยายตัวของฝาปิด ซึ่งฝาปิดจะขยายตัวในแนวแกน X และ Y มากกว่านั่นเอง ในส่วนของสกรูที่อยู่บริเวณริมของฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ (S4, S6 และ S8) จะมีค่า Displacement ของฝาปิดมากกว่าของสกรู เนื่องจากเมื่อได้รับความร้อนฝาปิดเกิดการอ่อนตัว ประกอบกับมีแรงกดจากสกรูจึงทำให้ฝาปิดถูกกดลงในทิศทางแกน Z มากกว่าปกติ โดยเฉพาะบริเวณสกรู S6 จะเห็นได้ว่า

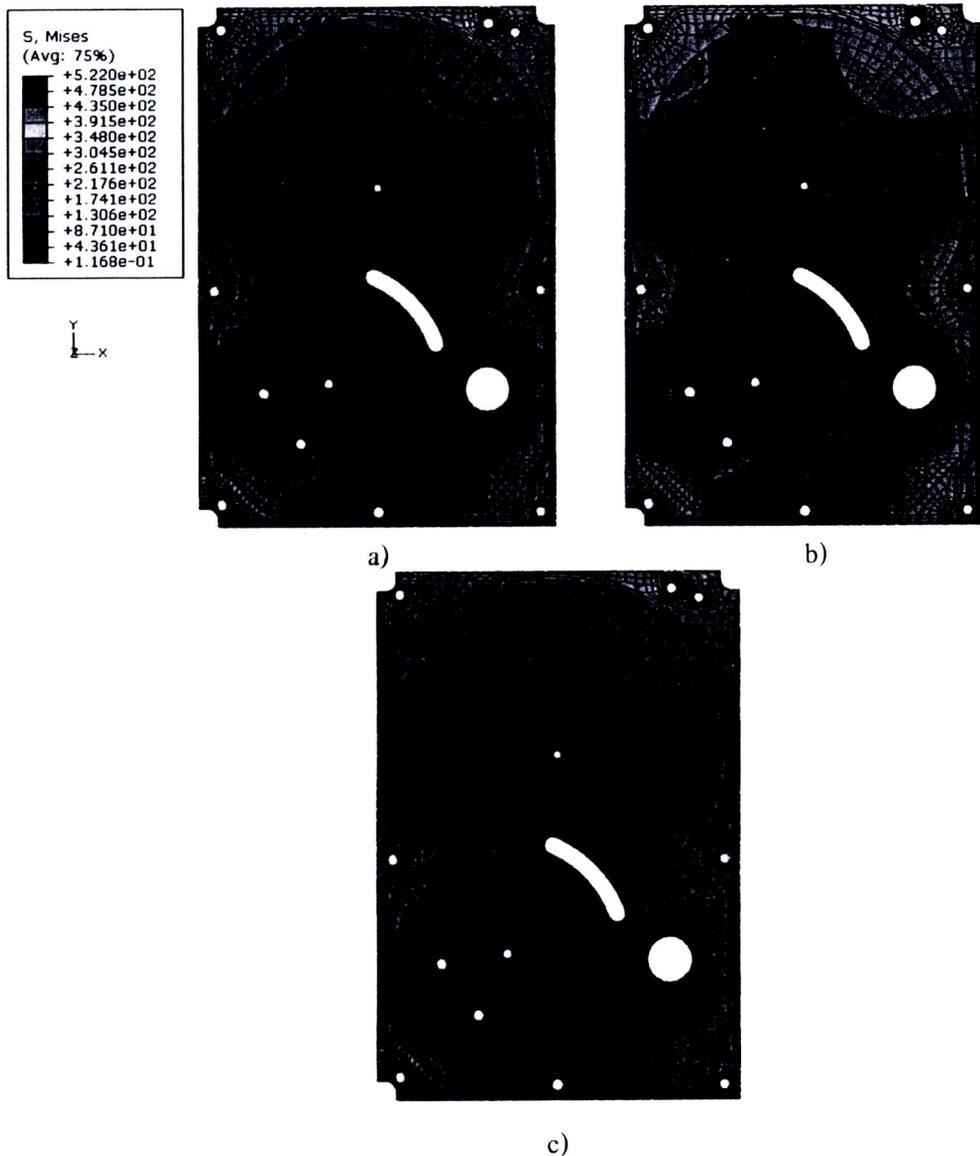
จะมีค่า Displacement มากกว่าบริเวณอื่นๆ เนื่องจากบริเวณที่ชั้นสกรู S6 ห่างจากยางที่อยู่ใต้แผ่นฝาปิด ใช้สำหรับปิดช่องว่างระหว่างฐาน กับฝาปิด



รูปที่ 6.1 ตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของฝาปิดของรูปแบบการขันแบบ Circular

a) ก่อนผ่านเครื่องทดสอบ b) ขณะทดสอบ c) หลังผ่านเครื่องทดสอบ

การกระจายตัวของความเค้นของทั้ง 3 รูปแบบ มีลักษณะเดียวกันคือ ก่อนได้รับอุณหภูมิการกระจายตัวของความเค้นจะมีค่ามากบริเวณที่มีการขันสกรู โดยเฉพาะมุมทั้ง 4 ของฝาปิด ซึ่งจะมีค่าความเค้นมากกว่าบริเวณอื่นๆ และหลังจากได้รับอุณหภูมิพบว่า ความเค้นโดยเฉลี่ยบริเวณที่ขันสกรูจะมีค่าความเค้นสูงขึ้น แต่บริเวณกลางของฝาปิดกลับพบว่า ความเค้นมีค่าลดลงดังแสดงในรูปที่ 6.2 ซึ่งเกิดจากการขยายตัวของฝาปิด เมื่อได้รับความร้อนและไม่มีการยึดติดในบริเวณนั้นจึงทำให้เกิดการขยายตัวอย่างอิสระ



**รูปที่ 6.2** ตัวอย่างการกระจายของความเค้นของฝาปิดของรูปแบบการขันแบบ Circular  
 a) ก่อนผ่านเครื่องทดสอบ b) ขณะทดสอบ c) หลังผ่านเครื่องทดสอบ

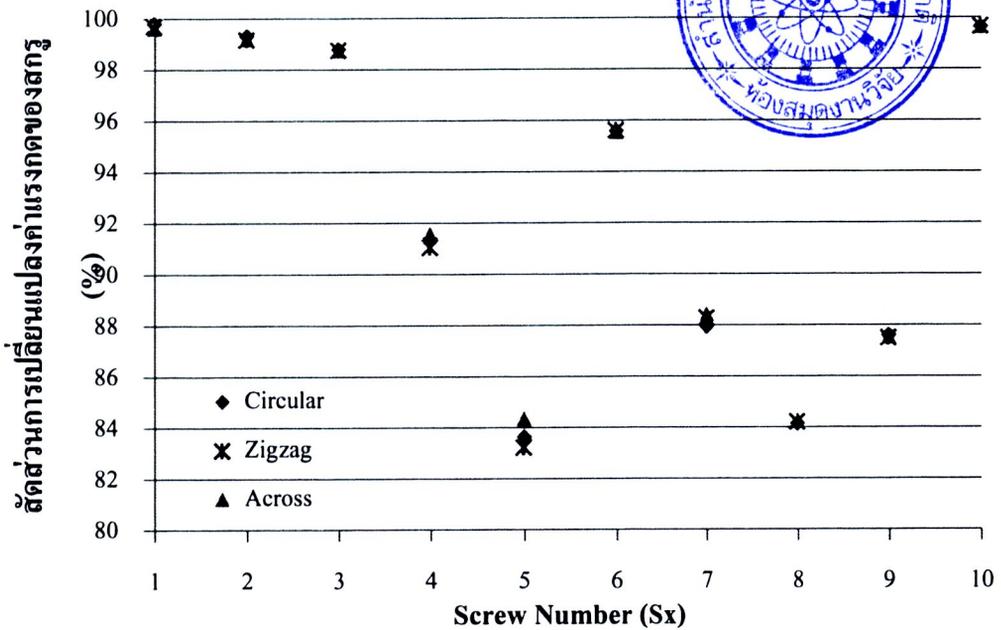
เมื่อเปรียบเทียบค่าแรงกดของสกรูบริเวณหัวสกรูของลำดับการขันทั้ง 3 รูปแบบ เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไป 35 องศาเซลเซียส เป็นดังแสดงในตารางที่ 6.3 จากตารางพบว่า เมื่อมีการเปลี่ยนแปลง

อุณหภูมิเกิดขึ้น ทำให้ค่าแรงกดของสกรูบริเวณหัวสกรูมีค่าลดลง ซึ่งเกิดขึ้นกับทั้ง 3 แบบจำลอง โดยเฉพาะบริเวณสกรูที่ชั้นระหว่างฝาปิดกับตัวฐานของฮาร์ดดิสก์ ซึ่งอยู่บริเวณริมของฮาร์ดดิสก์ ไครฟ์ (S4-S9) มีค่าแรงกดของสกรูลดลงมากกว่าสกรูบริเวณอื่นๆ และเมื่อนำค่าแรงกดของสกรูมาหาค่าสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงระหว่างแรงกดของสกรูก่อนและหลังการทดสอบจะได้ดังรูปที่ 6.3

จากรูปที่ 6.3 สกรู S1, S2, S3 และ S10 มีค่าสัดส่วนแรงกดของสกรูที่มาก นั้นหมายถึงการคลายตัวของสกรูที่มีค่าน้อยกว่าสกรู S4-S9 ซึ่งเกิดจากการที่สกรูบริเวณริมของฮาร์ดดิสก์ ไครฟ์มีการกระจายตัวของแรงกดของสกรูบริเวณหัวสกรูไม่สม่ำเสมอ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิแรงกดของสกรูส่วนนี้จะมีค่าลดลงมากกว่าบริเวณหัวสกรูที่มีการกระจายของแรงกดของสกรูที่สม่ำเสมอ จากผลที่ได้จากการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปมีผลต่อทำให้ค่าแรงกดของสกรูลดลง นั้นหมายถึง เกิดการคลายตัวของสกรู และภายหลังที่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ พบว่า การลดลงของค่าแรงกดของสกรูไม่ได้ขึ้นอยู่กับลำดับในการขันสกรู แต่ขึ้นอยู่กับกาขยายตัวของวัสดุที่แตกต่างกันของส่วนประกอบของฮาร์ดดิสก์ ไครฟ์

ตารางที่ 6.3 ค่าแรงกดของสกรูก่อนและหลังผ่านการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

Screw No./Model	Contact normal force (N)						Applied Bolt Load (N)
	Before Test (BT)			After Test (AT)			
	Circular	Zigzag	Across	Circular	Zigzag	Across	
1	1946.73	1944.88	1945.24	1942.27	1940.35	1938.76	1946.00
2	991.32	990.46	990.48	983.88	982.47	982.67	990.57
3	989.95	990.43	990.52	978.63	978.37	978.28	990.57
4	1192.48	1187.65	1194.31	1090.04	1086.00	1092.09	1192.60
5	1170.20	1158.35	1192.28	997.49	992.85	1006.00	1192.60
6	1589.87	1590.13	1590.13	1520.15	1520.52	1519.46	1590.13
7	1182.24	1191.02	1191.49	1048.98	1053.02	1054.69	1192.60
8	1183.18	1181.60	1192.24	1003.57	1004.42	1004.86	1192.60
9	1192.12	1190.99	1186.45	1044.80	1043.59	1044.12	1192.60
10	1459.62	1459.77	1459.80	1454.94	1455.28	1455.04	1460.05



รูปที่ 6.3 สัดส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าแรงกดของสกรูหลังผ่านการทดสอบ

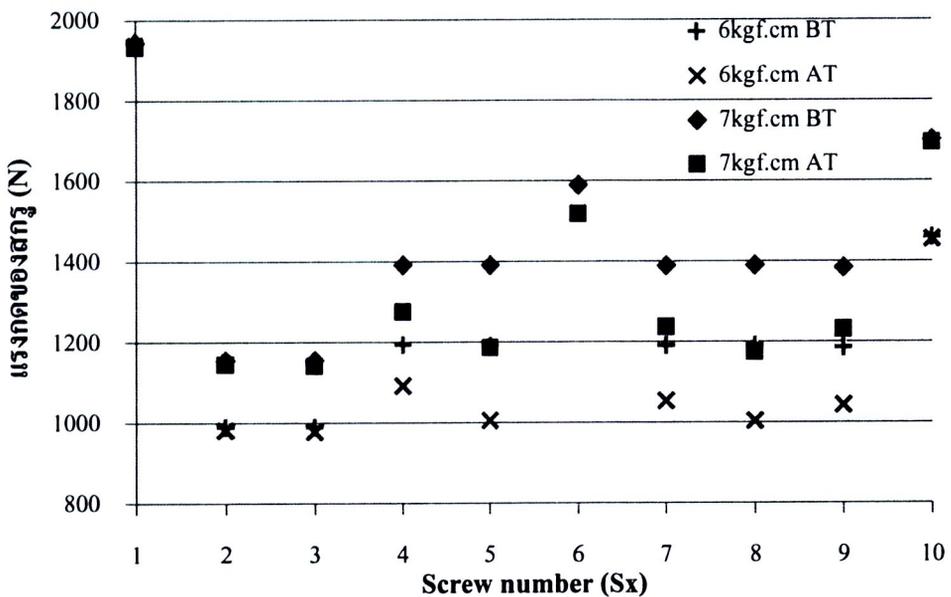
## 6.2 การเปลี่ยนแปลงของแรงกดของสกรูอันเนื่องมาจากการเพิ่มค่าทอร์ก เมื่อได้รับอุณหภูมิ

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงค่าแรงกดของสกรูเมื่อมีการเพิ่มค่าทอร์กจากการขันสกรู 6 kgf.cm เปรียบเทียบกับการขันสกรูด้วยค่าทอร์ก 7 kgf.cm ในรูปแบบการขันแบบ Circular และ Across เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ เหตุที่ใช้รูปแบบการขันเพียง 2 รูปแบบเนื่องจากรูปแบบการขัน Circular และ Across เป็นรูปแบบการขันที่ให้ผลดีกว่ารูปแบบการขันแบบ Zigzag สำหรับแบบจำลอง ในส่วนของการเพิ่มค่าทอร์กเป็น 7 kgf.cm นั้นเริ่มต้นสกรูทุกตัวจะถูกขันด้วยค่าทอร์ก 7 kgf.cm หลังจากนั้นจะมีการขันซ้ำด้วยค่าทอร์กเท่าเดิม และมีการขันซ้ำด้วยค่าทอร์กที่เพิ่มขึ้นที่ สกรู S1 และ S6 ด้วยค่าทอร์ก 8 kgf.cm เพราะฉะนั้นที่สกรู S1 และ S6 ของแบบจำลองที่ใช้ในการเปรียบเทียบทั้งกรณีขันด้วยค่าทอร์ก 6 และ 7 kgf.cm จะมีค่าทอร์กที่เท่ากัน และค่าเงื่อนไขขอบเขตที่ใช้ในการวิเคราะห์มีลักษณะเดียวกันกับแบบจำลองในหัวข้อที่ 6.1 แต่ในขนาดของโหลดที่ให้กับสกรูจะมีการเปลี่ยนแปลงในการวิเคราะห์แบบจำลองที่มีการเพิ่มค่าทอร์ก

จากผลการวิเคราะห์ลักษณะการกระจายตัวของความเค้น และการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของฝาปิดมีลักษณะคล้ายกับผลการวิเคราะห์จากหัวข้อที่ 6.1 เพียงแต่ขนาดการความเค้น และ Displacement ที่มีขนาดเพิ่มขึ้น เมื่อมีการเพิ่มค่าทอร์กที่ใช้ในการขัน

สำหรับค่าแรงกดของสกรูก่อนและหลังการทดสอบของทั้ง 2 รูปแบบการขันเมื่อมีค่าทอร์ก 6 และ 7 kgf.cm มีลักษณะ และแนวโน้มเป็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยค่าแรงกดของสกรูของแต่ละรูปแบบการขันแสดงไว้ในตาราง ก.2 ในภาคผนวก ก

ตัวอย่างค่าแรงกดของสกรูของรูปแบบการขันแบบ Across ทั้งกรณีค่าทอร์ก 6 และ 7 kgf.cm แสดงในรูปที่ 6.4 จากผลที่ได้แสดงให้เห็นว่า แม้มีการเพิ่มค่าทอร์กในการขันสกรู เมื่อฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ผ่านการทดสอบมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิยังคงทำให้ค่าแรงกดของสกรูมีค่าลดลงเช่นเดียวกับกรณีที่ยังไม่มีการเพิ่มค่าทอร์กสำหรับการขันสกรู โดยแนวโน้มทั้ง 2 กรณีมีลักษณะที่เหมือนกันคือ ในสกรู S1-S3, และ S10 ค่าจะลดลงน้อยกว่า สกรู S4-S9 เมื่อนำค่าที่ลดลงมาคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ค่าแรงกดของสกรูที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อเทียบกับค่าแรงกดของสกรูก่อนได้รับอุณหภูมิในกรณี 7kgf.cm พบว่ามีค่าสูงสุดเท่ากับ 15.41% ที่สกรู S8 ในรูปแบบการขันแบบ Across และมีค่าน้อยสุดเท่ากับ 0.25% ที่สกรู S1 ในรูปแบบการขันแบบ Circular และคำนวณเปอร์เซ็นต์ค่าแรงกดของสกรูที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อเทียบกับค่า Applied load ที่ 7 kgf.cm พบว่ามีค่าสูงสุดเท่ากับ 15.52% ที่สกรู S8 ในรูปแบบการขันแบบ Circular และมีค่าน้อยสุดเท่ากับ 0.25% ที่สกรู S1 ในรูปแบบการขันแบบ Circular

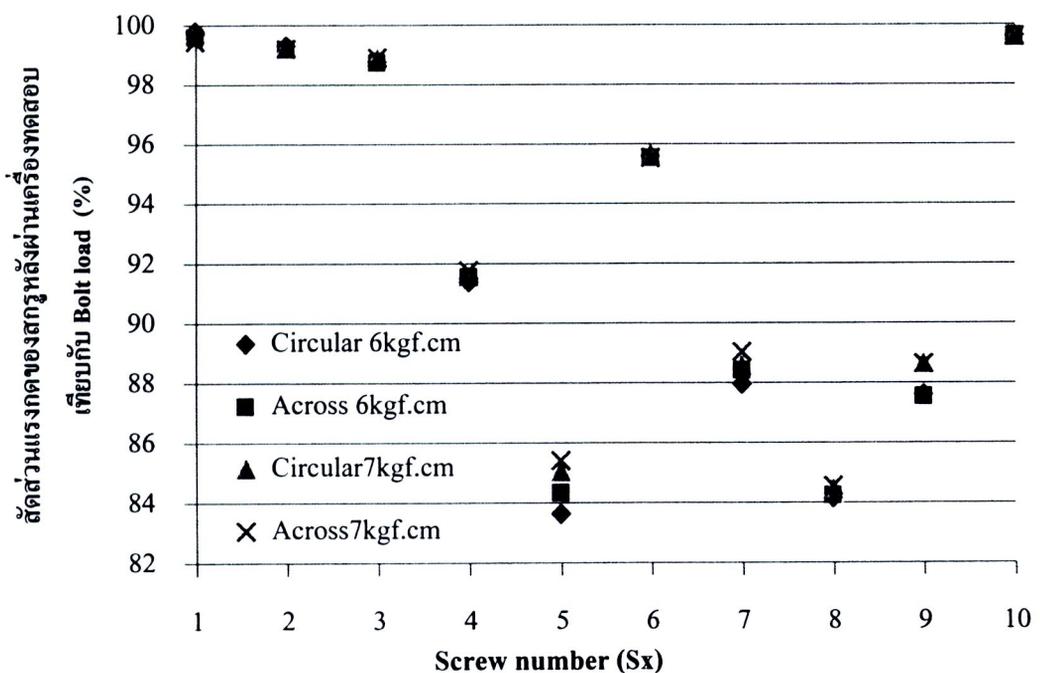


รูปที่ 6.4 ค่าแรงกดของสกรูของรูปแบบการขันแบบ Across ก่อน(BT) และหลังผ่านการทดสอบ(AT) ที่มีค่าทอร์ก 6 และ 7 kgf.cm

เมื่อนำค่าแรงกดของสกรูของสกรูทุกตัวเมื่อได้รับความร้อนมาหาสัดส่วนค่าแรงกดของสกรูของทั้งกรณีเพิ่ม และไม่เพิ่มค่าทอร์กดังแสดงในรูปที่ 6.5 พบว่า ในสกรู S1-S4, S6 และ S10 มีค่าสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน แต่ในสกรู S5 และ S7-S9 พบว่า ค่าสัดส่วนแรงกดของสกรูของรูปแบบการขันแบบ Across ที่มีค่าทอร์ก 7 kgf.cm มีค่ามากกว่ากรณีอื่นๆ นั้นหมายถึง การสามารถลดการคลายตัวของสกรู

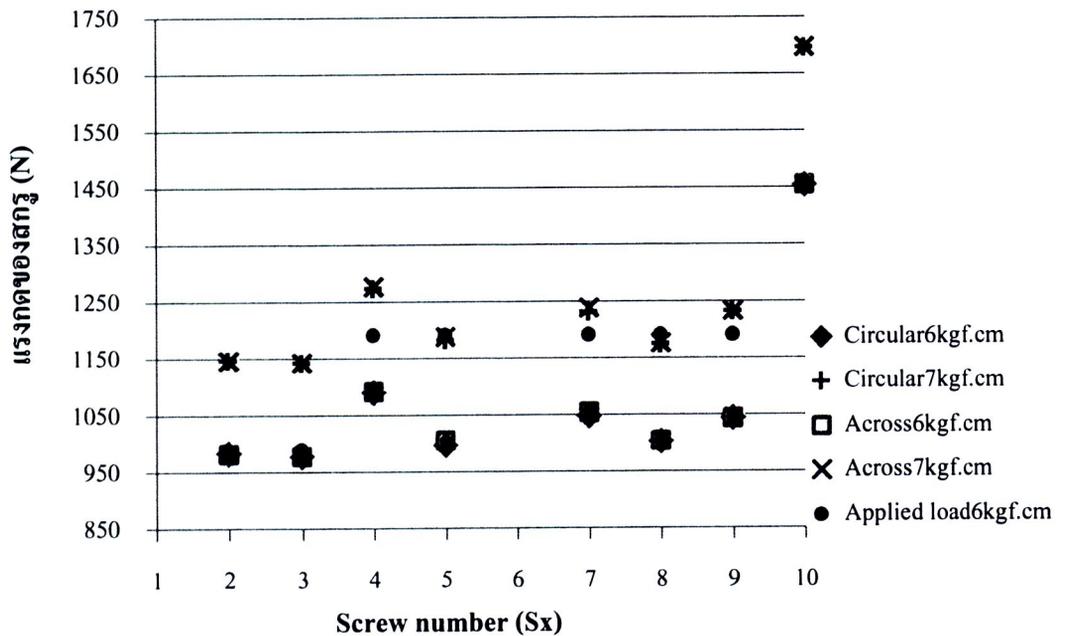
ให้มีค่าน้อยลง ด้วยการเพิ่มค่าทอร์กในการขันสกรู ส่วนรูปแบบการขันแบบ Circular ที่มีค่าทอร์ก 7 kgf.cm ในสกรู S5, S7 และ S8 มีค่าสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงถ่วงลงมาจากรูปแบบการขันแบบ Across

จากนั้นได้นำค่าแรงกดของสกรูของทั้ง 2 รูปแบบการขันหลังจากได้รับอุณหภูมิทั้งในส่วนของการขันสกรูด้วยค่าทอร์ก 6 และ 7 kgf.cm มาเปรียบเทียบกับกันดังแสดงในรูปที่ 6.6 และเปรียบเทียบกับค่า Applied load ที่ค่าทอร์ก 6 kgf.cm พบว่า ค่าแรงกดของสกรูของการเพิ่มค่าทอร์กเป็น 7 kgf.cm ของทั้ง 2 รูปแบบการขันหลังจากที่ได้รับอุณหภูมิแล้วมีค่ามากกว่าค่าแรงกดของสกรูของค่าทอร์ก 6 kgf.cm ทั้ง 2 รูปแบบการขันเช่นเดียวกันและเมื่อเปรียบเทียบค่าแรงกดของสกรูในกรณีของ 7 kgf.cm หลังจากได้รับอุณหภูมิแล้วกับค่า Applied load (จุดวงกลมสีแดง) ของ 6 kgf.cm ซึ่งเป็นค่าที่ตั้งไว้สำหรับการขันสกรูในกระบวนการขันจริงในปัจจุบัน จะเห็นได้ว่า ค่าแรงกดของสกรูของสกรูในการเพิ่มค่าทอร์กโดยส่วนมากมีค่าที่สูงกว่าค่า Applied load ของ 6 kgf.cm มีเพียงสกรู S5 ที่มีค่าใกล้เคียงหรือเท่ากับค่า Applied load และมีสกรู S8 เพียงตัวเดียวเท่านั้นที่มีค่าน้อยกว่า Applied load นั้นแสดงให้เห็นว่า ถ้า Applied load ของ 6 kgf.cm สามารถทำให้ฝาปิดยึดติดกับตัวฐานได้อย่างดีแล้ว เมื่อมีการขันสกรู ลำดับในการขัน และการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมีผลทำให้ค่าภาระโหลดที่เข้าไปในชั้นต้นลดลง ทำให้ไม่ได้ค่าโหลดตามที่ตั้งไว้ การเพิ่มค่าทอร์กสำหรับการขันสกรูสามารถช่วยให้ได้ค่าทอร์กที่มากกว่า หรือเท่ากับค่าที่ตั้งไว้ เพื่อลดความเสี่ยงต่อการเกิดการคลายตัวของสกรู โดยที่ค่าความเค้นและการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของฝาปิดยังคงมีแนวโน้มเหมือนเดิม และมีค่าที่มากขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น



รูปที่ 6.5 ค่าสัดส่วนแรงกดของสกรูหลังผ่านการทดสอบที่มีค่าทอร์ก 6 และ 7 kgf.cm

ในการวิเคราะห์ค่าแรงกดของสกรูจะทำการเปรียบเทียบเฉพาะแรงกดของสกรูบริเวณหัวสกรูของสกรู S2-S5 และ S7-S10 เท่านั้น เนื่องด้วยสกรูทั้ง 8 ตัวนี้มีการเปลี่ยนแปลงค่าทอร์กที่ใช้ขึ้นจาก 6 ไปเป็น 7 kgf.cm แต่ในส่วนของสกรู S1 และ S6 นั้นจะมีการขันย่ำในสองลำดับการขันสุดท้ายที่ค่าทอร์ก 8 kgf.cm จึงไม่ได้นำมาเปรียบเทียบไว้ในกราฟด้วย



รูปที่ 6.6 ค่าแรงกดของสกรูหลังผ่านการทดสอบที่มีค่าทอร์ก 6 และ 7 kgf.cm

### 6.3 การเปลี่ยนแปลงของค่าแรงกดของสกรูเมื่อค่าความแตกต่างของอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น

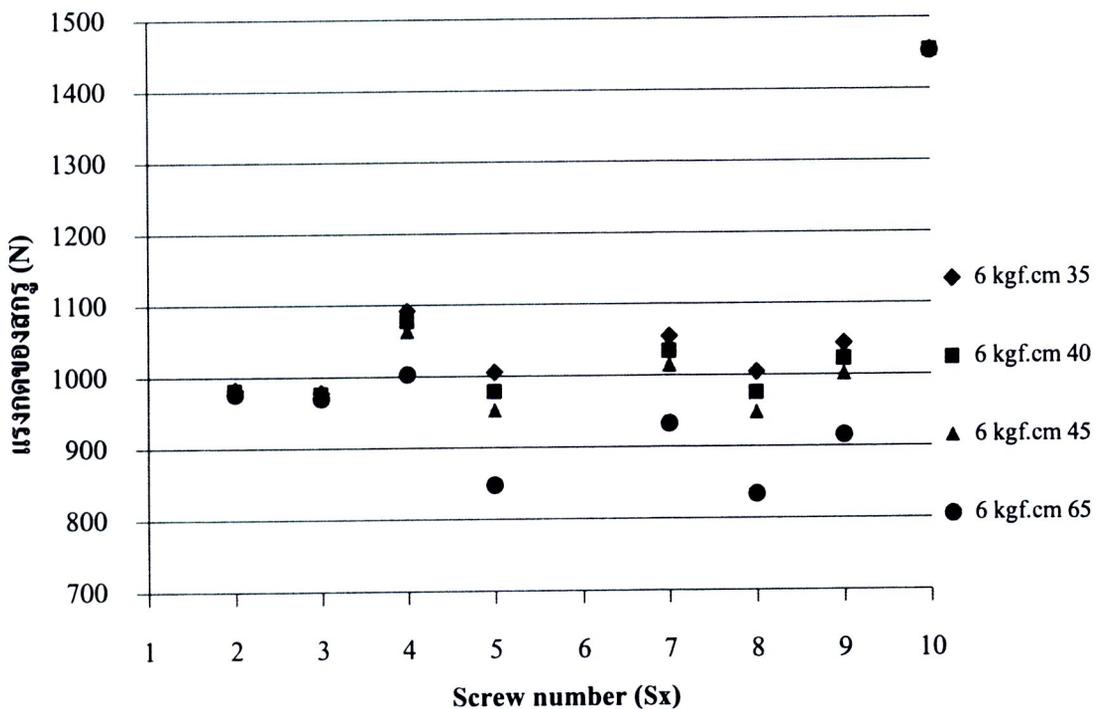
ในการทดสอบการทำงานของฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ในตู้ทดสอบมีการระบุอุณหภูมิเริ่มต้น และอุณหภูมิสูงสุดที่ใช้ในการทดสอบ และมีการกำหนดค่าการคลาดเคลื่อนของการควบคุมอุณหภูมิไว้ที่  $\pm 5$  องศาเซลเซียส [10] ซึ่งอุณหภูมิที่แตกต่างกันมีค่ามากที่สุดโดยประมาณ 45 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ในการใช้งานฮาร์ดดิสก์ไครฟ์อาจมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิทดสอบ ด้วยเหตุนี้ในหัวข้อนี้จะวิเคราะห์ผลของการเปลี่ยนแปลงของค่าแรงกดของสกรู เมื่อมีขนาดความแตกต่างของอุณหภูมิเท่ากับ 40, 45 และ 65 องศาเซลเซียส และทำการเปรียบเทียบค่าแรงกดของสกรูกับผลการวิเคราะห์ในหัวข้อที่ 6.2

จากผลการวิเคราะห์ลักษณะการกระจายตัวของความเค้น และการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของฝาปิด ยังคงมีลักษณะคล้ายกับผลการวิเคราะห์จากหัวข้อที่ 6.1 เพียงแต่ขนาดการความเค้น และ Displacement ที่มีขนาดเพิ่มขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบกับผลวิเคราะห์ในหัวข้อที่ 6.2 พบว่า เมื่อค่าความแตกต่างของ

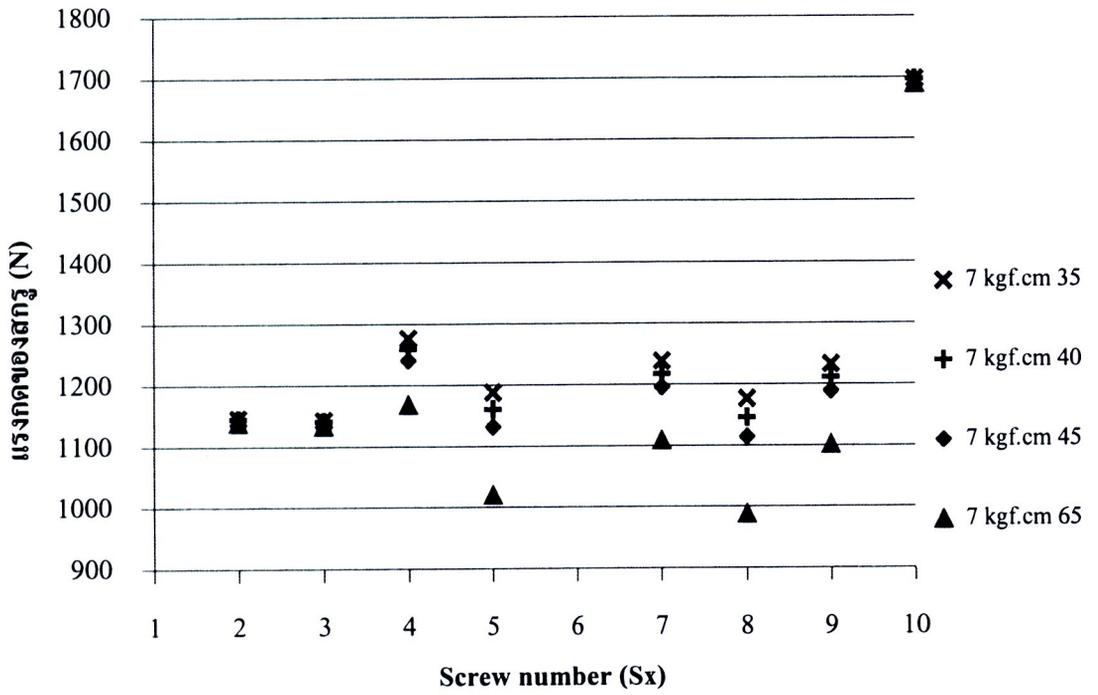
อุณหภูมิเพิ่มมากขึ้นจะทำให้บริเวณที่มีการขันสกรูพบว่า ค่า Displacement เฉลี่ยรอบๆ รูสกรูจะมีเพิ่มมากขึ้นเล็กน้อย รวมถึงการกระจายของความเค้นด้วยเช่นกัน

ค่าแรงกดของสกรูเมื่อได้รับอุณหภูมิแตกต่างกัน 35, 40, 45 และ 65 องศาเซลเซียสของรูปแบบการขันแบบ Across ทั้งในกรณีของทอร์ก 6 และ 7 kgf.cm ได้แสดงในรูปที่ 6.7 และ 6.8 ตามลำดับ ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบค่าแรงกดของสกรู เมื่อขนาดความแตกต่างของอุณหภูมิมีค่าเพิ่มขึ้น จากรูปพบว่า ค่าแรงกดของสกรูของสกรูเกือบทุกตัวเมื่อมีความแตกต่างของอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจะมีค่าลดลง โดยผลที่ได้นี้เกิดขึ้นกับลำดับการขันสกรูทั้ง 2 รูปแบบรวมทั้งแบบการวิเคราะห์ที่มีค่าทอร์ก 6 และ 7 kgf.cm และเมื่อดูสัดส่วนการลดลงของแรงกดของสกรูเนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิพบว่า เมื่อค่าทอร์กที่ใช้ขันมากขึ้นจะทำให้ค่าสัดส่วนการลดลงของค่าแรงกดของสกรูมีค่ามากขึ้น ยกเว้นในสกรู S2 และ S3 ที่มีค่าสัดส่วนการลดลงของค่าแรงกดของสกรูที่มีค่าลดลง

จากผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นถึงค่าความแตกต่างของอุณหภูมิที่ส่งผลต่อค่าแรงกดของสกรู อุณหภูมิที่สูงขึ้น 10 และ 30 องศาเซลเซียส จะมีการคลายตัวของสกรูมากขึ้น 4% และ 12% ตามลำดับ นั้นแสดงให้เห็นว่า เมื่อความแตกต่างของอุณหภูมิมีค่าเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าแรงกดของสกรูลดลงมากขึ้นด้วยเช่นกัน ด้วยเหตุนี้ควรที่จะกำหนดค่าคลาดเคลื่อนของอุณหภูมิภายในตู้ทดสอบให้มีค่าน้อยที่สุดเพื่อป้องกันการคลายตัวของสกรูที่เพิ่มขึ้นตามขนาดความแตกต่างของอุณหภูมิ



รูปที่ 6.7 ค่าแรงกดของสกรูของรูปแบบการขันแบบ Across เมื่อมีอุณหภูมิแตกต่างกัน ในกรณีค่าทอร์ก 6 kgf.cm



รูปที่ 6.8 ค่าแรงกดของสกรูของรูปแบบการขันแบบ Across เมื่อมีอุณหภูมิแตกต่างกัน  
ในกรณีค่าทอร์ก 7 kgf.cm