

บทที่ 4

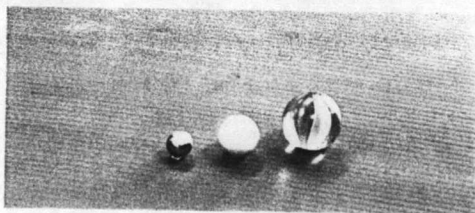
ผลการพัฒนาระบบแขนกล

ระบบแขนกลควบคุมระยะไกลสำหรับการจัดเปลี่ยนต้นกำเนิดรังสีได้นำมาทดสอบกับชิ้นงานจำลองในขนาดและรูปแบบต่างๆเพื่อที่จะหาพิกัดและข้อจำกัดต่างๆ โดยมีการทดสอบการจับชิ้นงานรูปทรงต่างๆดังนี้

- ก. การทดสอบกับชิ้นงานทรงกลม
- ข. การทดสอบกับชิ้นงานทรงเหลี่ยมจตุรัส
- ค. การทดสอบกับชิ้นงานทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า
- ง. การทดสอบกับชิ้นงานทรงกระบอก
- จ. การทดสอบการบรรจุชิ้นงานลงท่อ
- ฉ. การทดสอบความสามารถในการรับโหลด (Load)

4.1 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

- 4.1.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ CPAT-32 บอร์ด 1 บอร์ด
- 4.1.2 บอร์ดควบคุม Stepping Motor ET-SMCC 3 บอร์ด
- 4.1.3 ชุดจ่ายไฟฟ้า
- 4.1.4 อุปกรณ์ประกอบ ได้แก่ แท่งเหล็ก รางเหล็ก เป็นต้น
- 4.1.5 ชุดควบคุมการทำงานของแขนกล 1 ชุด
- 4.1.6 ระบบแขนกลที่พัฒนาขึ้น
- 4.1.7 ชิ้นงานทรงกลม

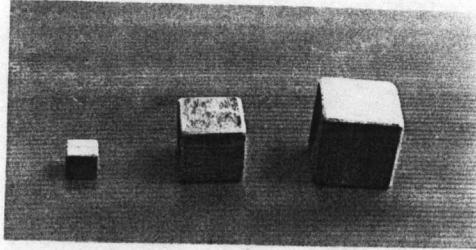


4.1.7.1 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 ซม.

4.1.7.2 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.7 ซม.

4.1.7.3 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.1 ซม.

4.1.8 ชิ้นงานทรงเหลี่ยมจตุรัส

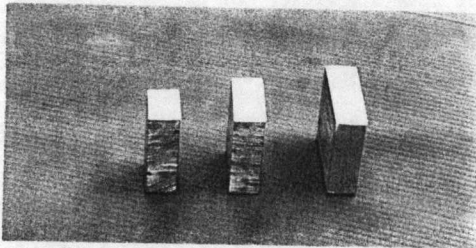


4.1.8.1 ปริมาตร $3.5 \times 3.5 \times 3.5$ ซม.³

4.1.8.2 ปริมาตร $2.5 \times 2.5 \times 2.5$ ซม.³

4.1.8.3 ปริมาตร $1.2 \times 1.2 \times 1.2$ ซม.³

4.1.9 ชิ้นงานทรงผืนผ้า

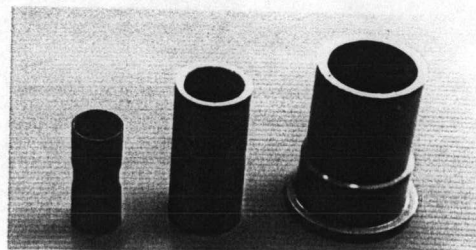


4.1.9.1 ปริมาตร $4 \times 3.8 \times 1.2$ ซม.³

4.1.9.2 ปริมาตร $3 \times 3.8 \times 1.2$ ซม.³

4.1.9.3 ปริมาตร $2 \times 3.8 \times 1.2$ ซม.³

4.1.10 ชิ้นงานทรงกระบอก



4.1.10.1 เส้นผ่าศูนย์กลาง = 4.1 ซม. ยาว = 7 ซม.

4.1.10.2 เส้นผ่าศูนย์กลาง = 2.9 ซม. ยาว = 6.5 ซม.

4.1.10.3 เส้นผ่าศูนย์กลาง = 2 ซม. ยาว = 4.9 ซม.

4.1.11 ท่อกลวงใช้ทดสอบชิ้นงาน

4.1.11.1 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ 1.8 ซม.

4.1.11.2 ชิ้นงานเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.7 ซม.

4.1.12 โทรททัศน์

4.1.13 กล้องโทรทรรศน์ขนาดเล็ก

4.2 การทดสอบการจับชิ้นงาน

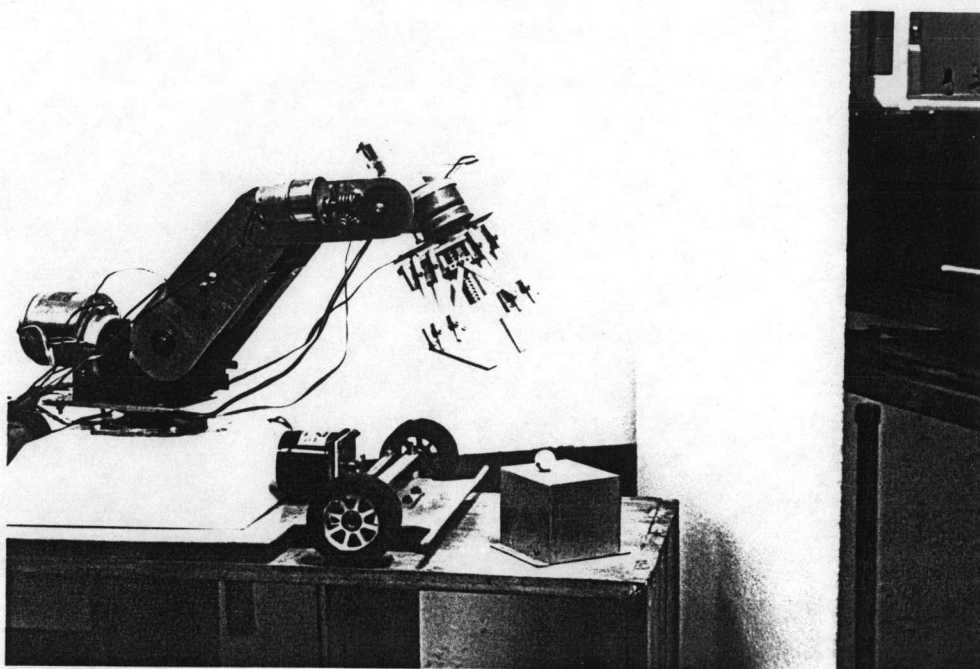
การทดสอบนี้จะทำการทดสอบการเคลื่อนของแขนกล จับชิ้นงาน ทดสอบโดยจะใช้ชิ้นงานที่มีรูปร่างและขนาดต่างกัน

ขั้นตอนการทดสอบ

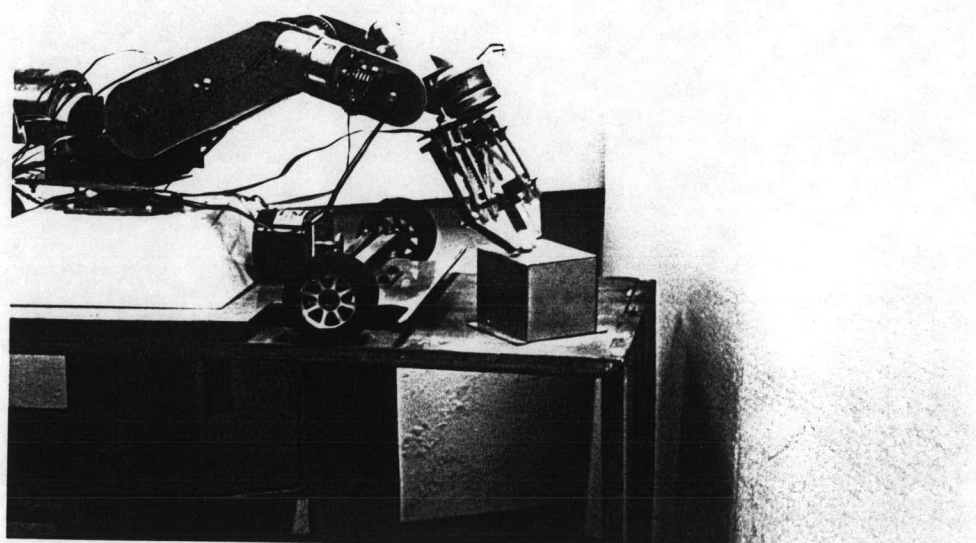
1. วางชิ้นงานทดสอบบนฐานสูง 10 ซม.
2. ใช้ Keyboard ควบคุมหัวไหล่ของแขนกลเข้าหาชิ้นงาน
3. ใช้ Keyboard ควบคุมข้อศอกของแขนกลเข้าหาชิ้นงาน
4. ใช้ Keyboard ควบคุมข้อมือหมุนเข้าหาชิ้นงาน
5. ใช้ Keyboard ควบคุมข้อมือยกเข้าหาชิ้นงาน
6. ใช้ Keyboard ควบคุมมือจับชิ้นงาน

ชิ้นงานที่ทดสอบได้แก่ชิ้นงานทรงกลม ทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส ทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าและทรงกระบอก ซึ่งมีขนาดต่างๆกันในข้อที่ 4.1.7-4.1.10 ผลการทดสอบพบว่าแขนกลสามารถจับชิ้นทดสอบเหล่านี้ได้ ดังแสดงในข้อ 4.2.1-4.2.4

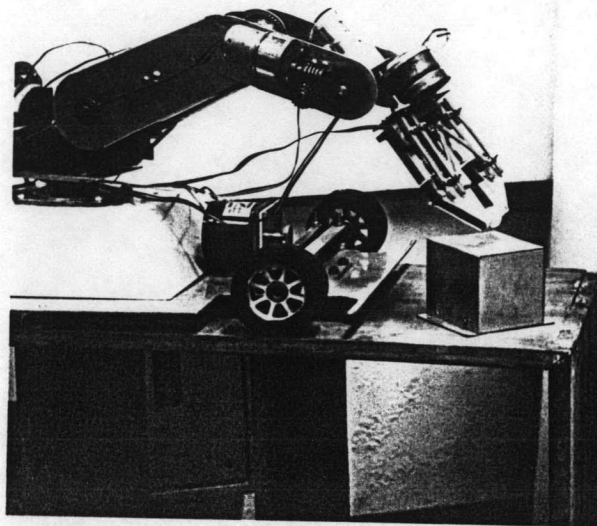
4.2.1 แสดงการควบคุมระบบแขนกลจับชิ้นงานทดสอบทรงกลม



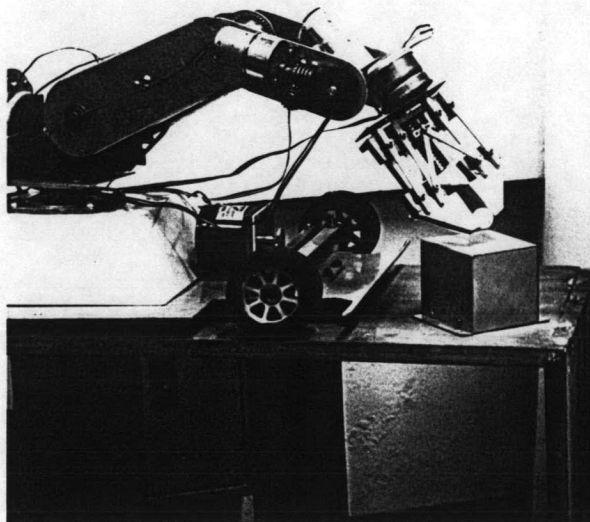
ก) แสดงแขนกลก่อนจับชิ้นงานทดสอบทรงกลม



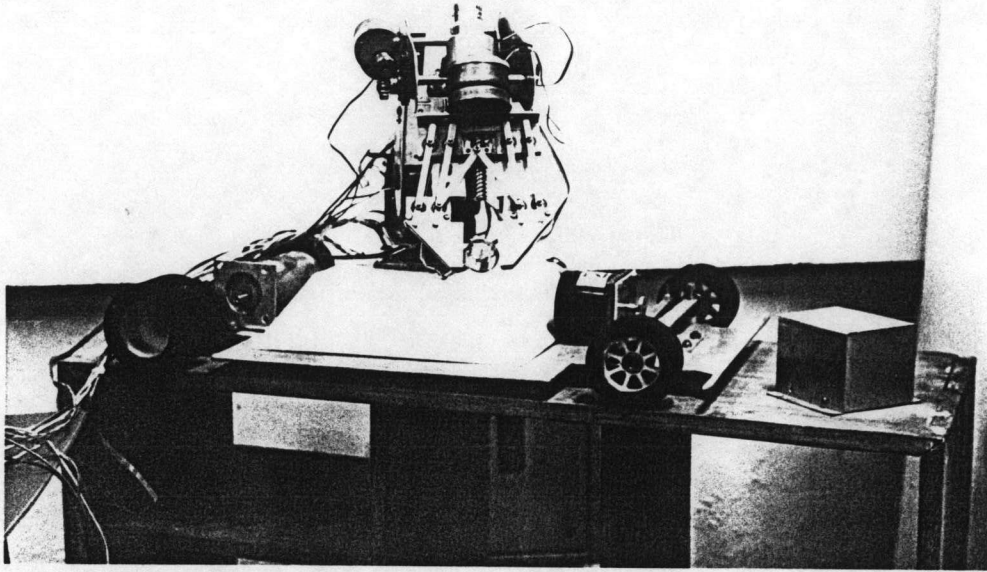
ข) แสดงแขนกล ขณะจับชิ้นงานทดสอบทรงกลม



ค) แสดงแขนกล ขณะจับชิ้นงานทดสอบยกขึ้น

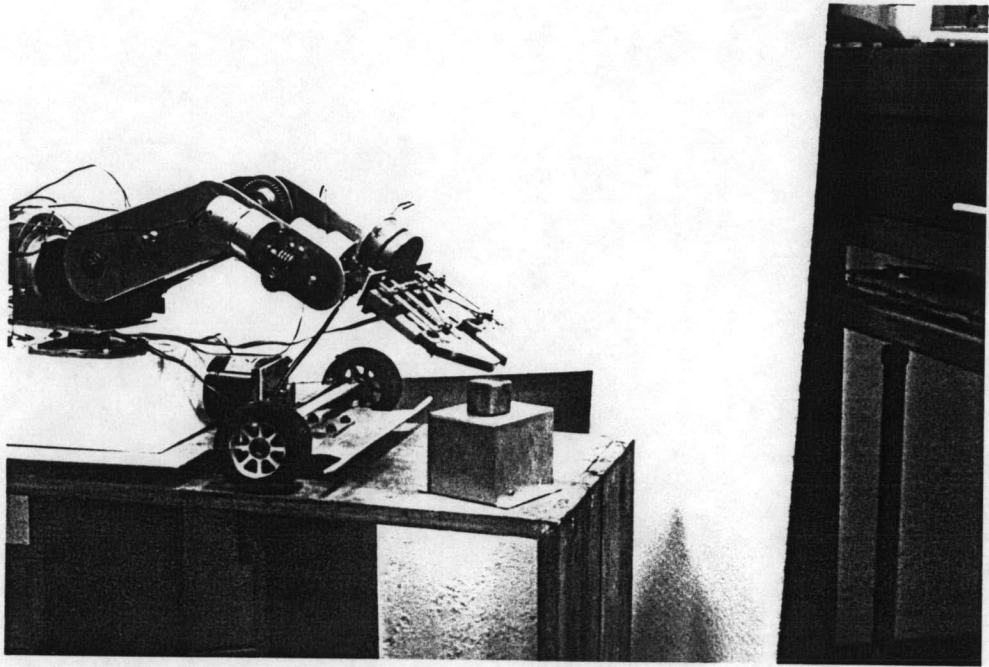


ง) แสดงแขนกลหมุนข้อมือ ขณะมีชิ้นงานทดสอบ

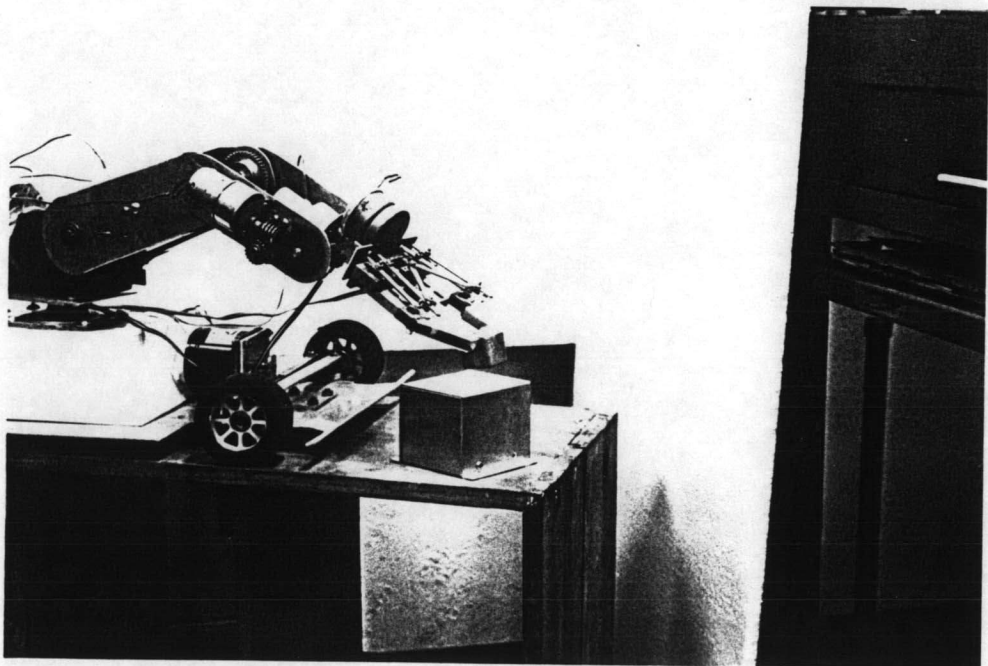


จ) แสดงแกนกลหมุนข้อต่อฐาน ขณะมีชิ้นงานทดสอบ
รูปที่ 4.1 ภาพแสดงการควบคุมระบบแกนกลในการจับชิ้นงานทดสอบทรงกลม

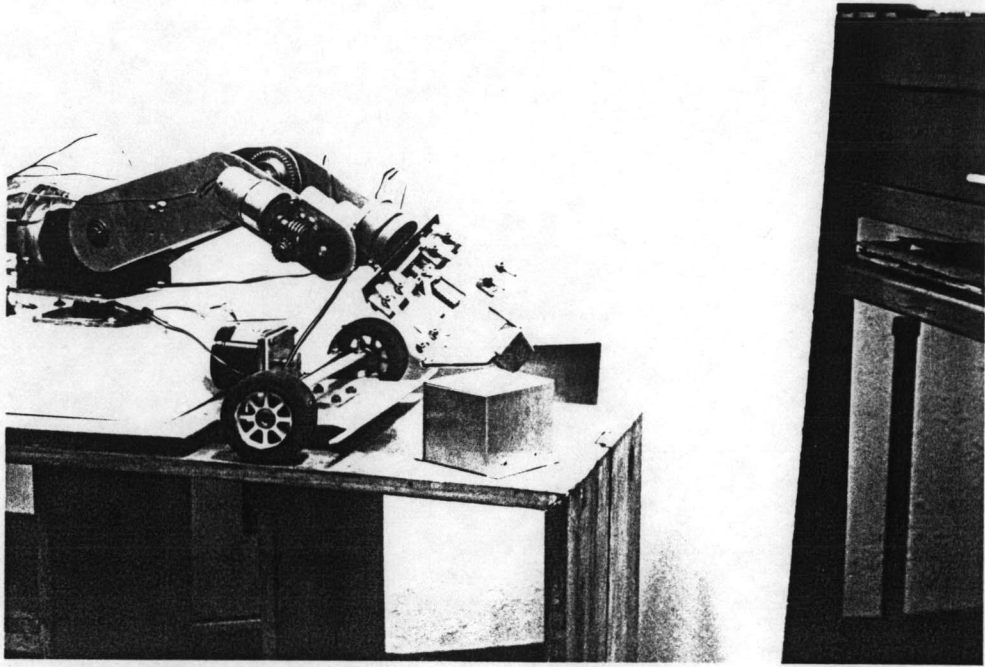
4.2.2 แสดงการควบคุมระบบแขนกล เข้าจับชิ้นงานทดสอบทรงสี่เหลี่ยมจตุรัส



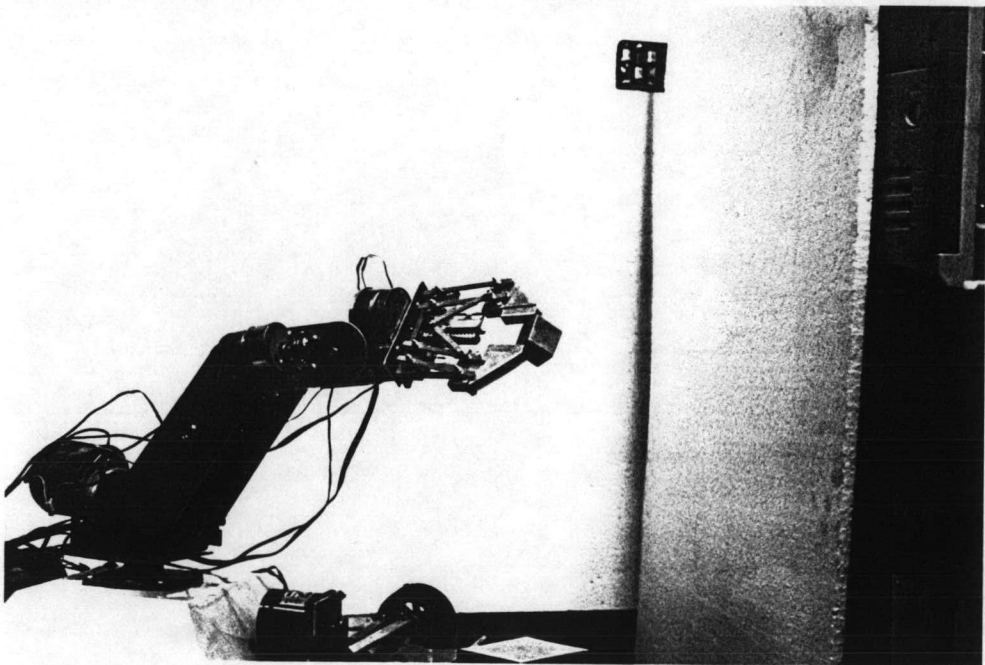
ก) แสดงแขนกลก่อนจับชิ้นงานทดสอบทรงสี่เหลี่ยมจตุรัส



ข) แสดงแขนกล ขณะจับชิ้นงานทดสอบทรงสี่เหลี่ยมจตุรัส



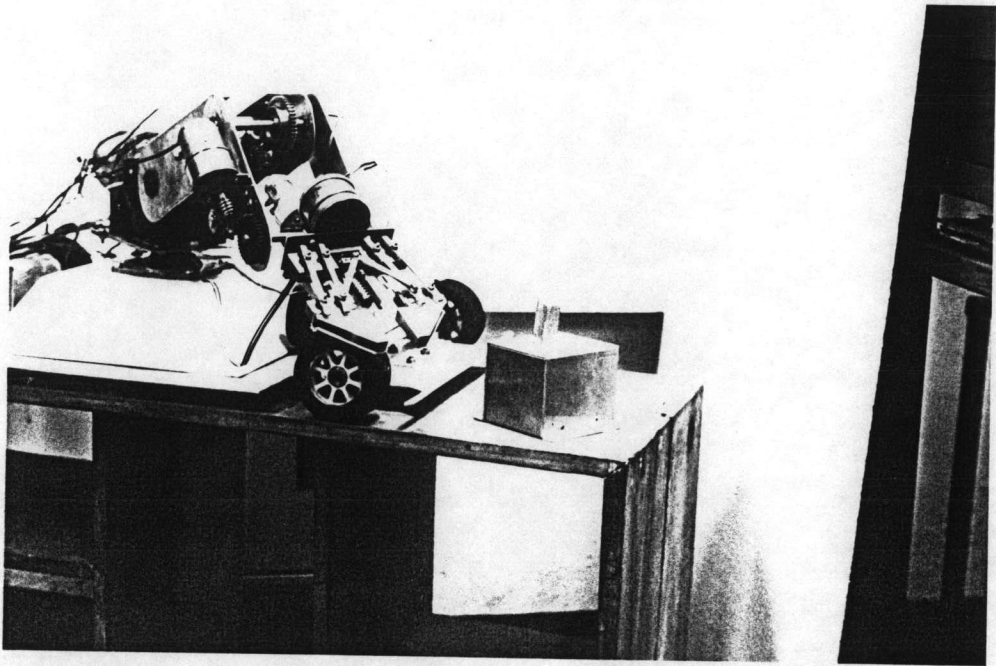
ก) แสดงแขนกลหมุนข้อมือ ขณะมีชิ้นงานทดสอบ



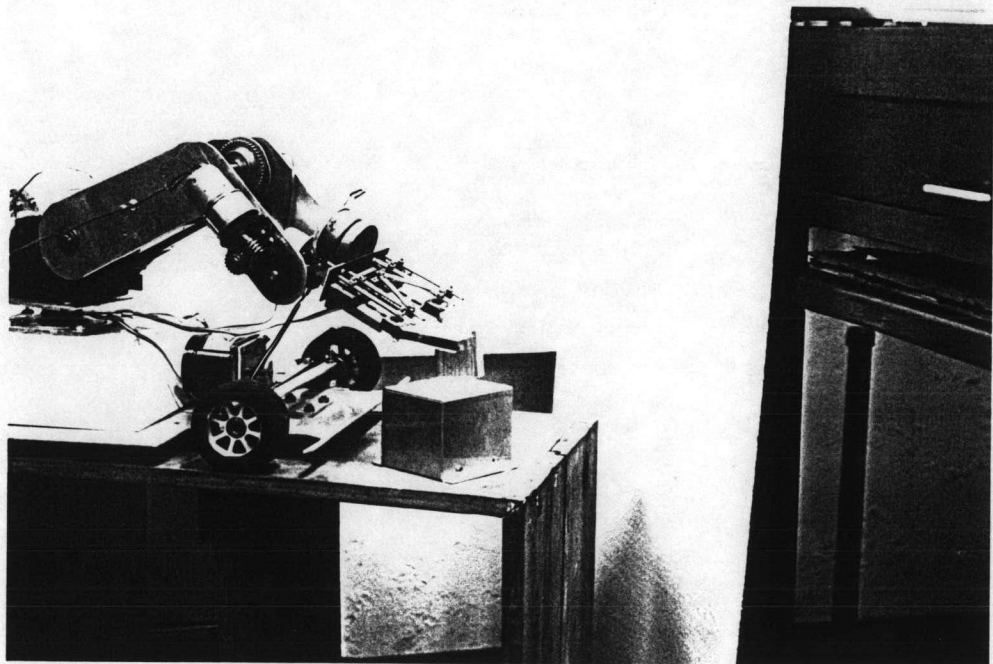
ง) แสดงแขนกลหมุนข้อต่อศอกยกขึ้น ขณะมีชิ้นงานทดสอบ

รูปที่ 4.2 ภาพแสดงการควบคุมแขนกลในการจับชิ้นงานทดสอบทรงสี่เหลี่ยมจตุรัส

4.2.3 แสดงการควบคุมระบบแขนกลเข้าจับชิ้นงานทดสอบทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า



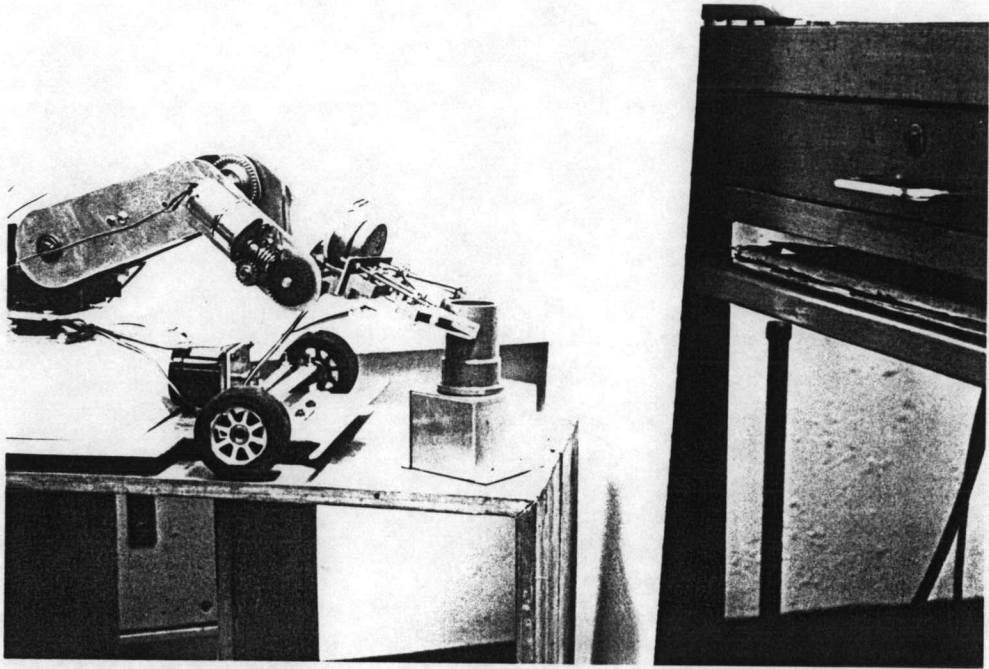
ก) แสดงแขนกลก่อน จับชิ้นงานทดสอบทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า



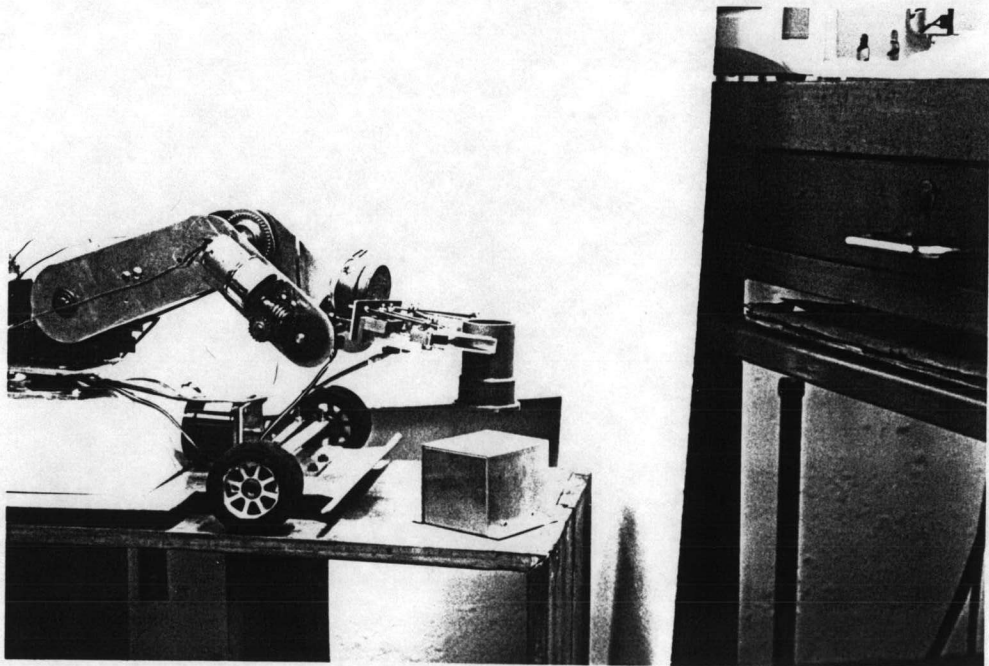
ข) แสดงแขนกลขณะจับชิ้นงานทดสอบทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า

รูปที่ 4.3 ภาพแสดงการควบคุมแขนกลในการจับชิ้นงานทดสอบทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า

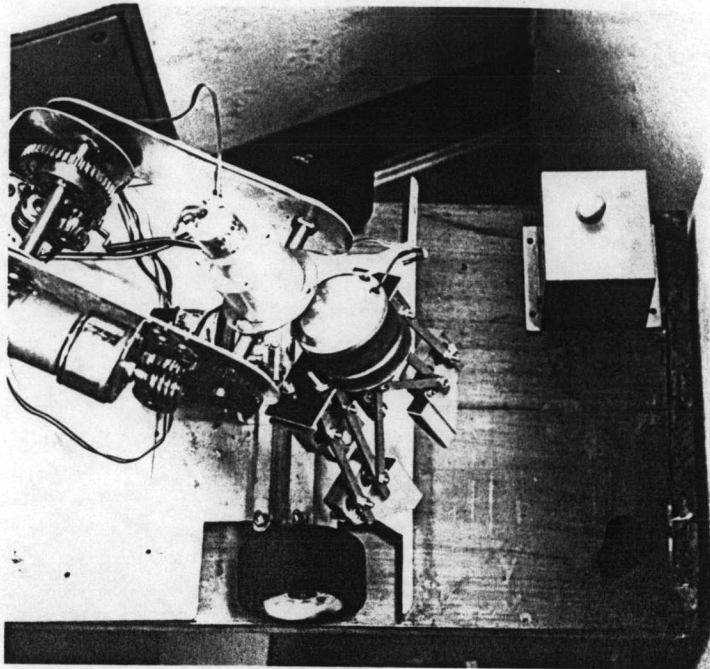
4.2.4 แสดงการควบคุมระบบแขนกลเข้าจับชิ้นงานทดสอบทรงกระบอก



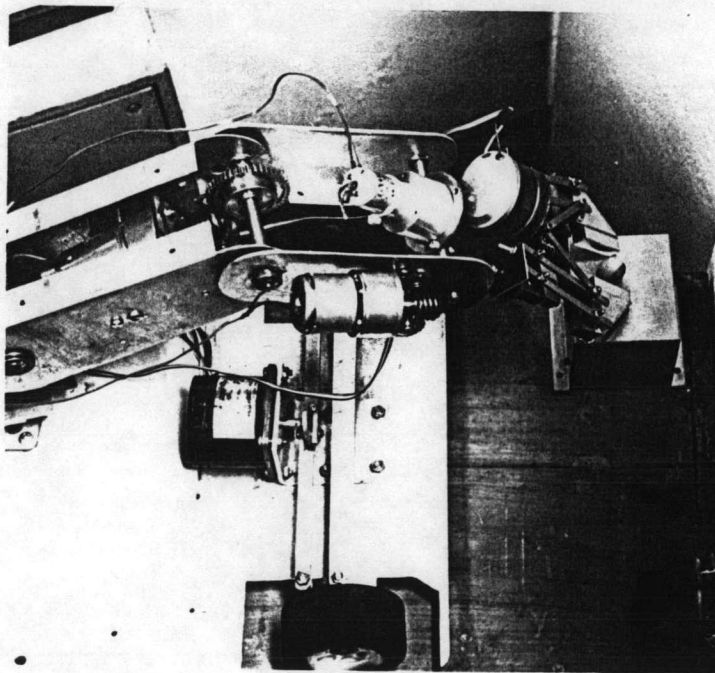
ก) แสดงแขนกลขณะจับ ชิ้นงานทดสอบทรงกระบอก



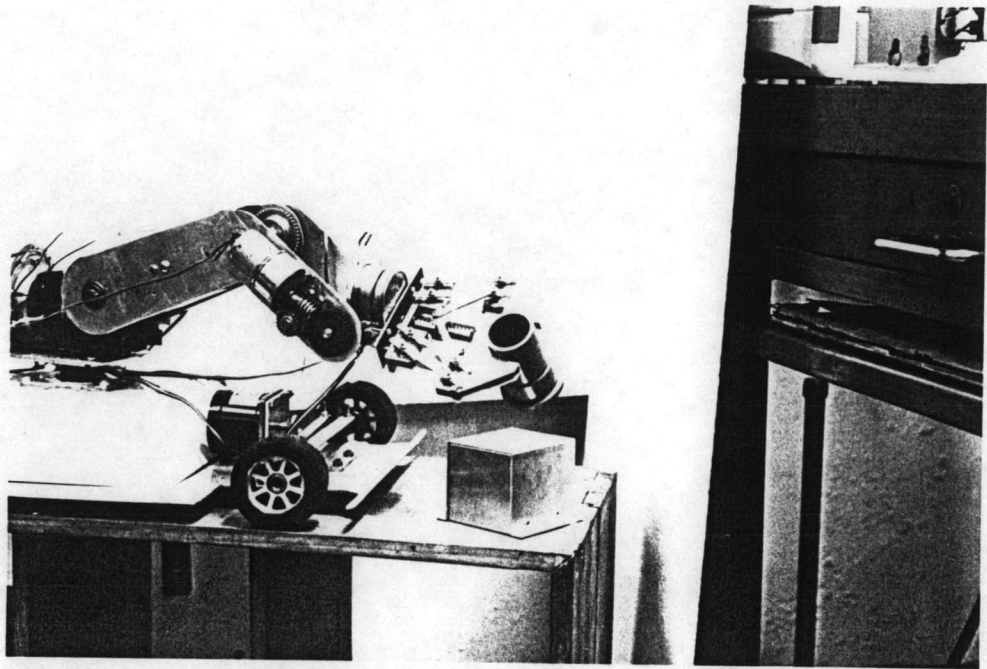
ข) แสดงแขนกลหมุนข้อมือขึ้น ขณะมีชิ้นงานทดสอบ



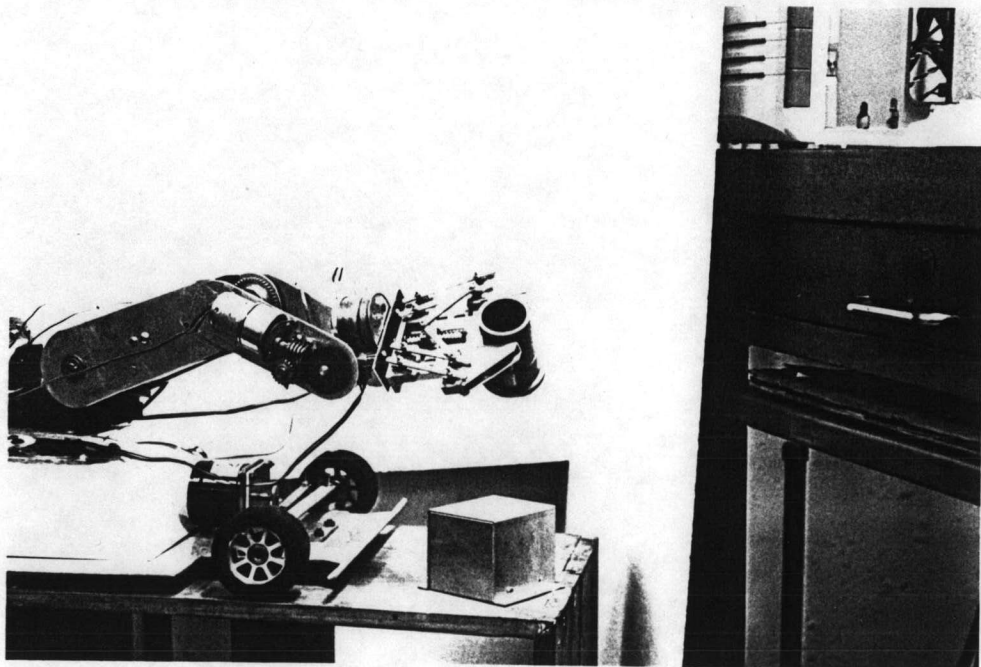
ก) แสดงแกนกล ชิ้นงานทดสอบทรงกลม ϕ 1.7 ซม., ท่อ ϕ 1.8 ซม.



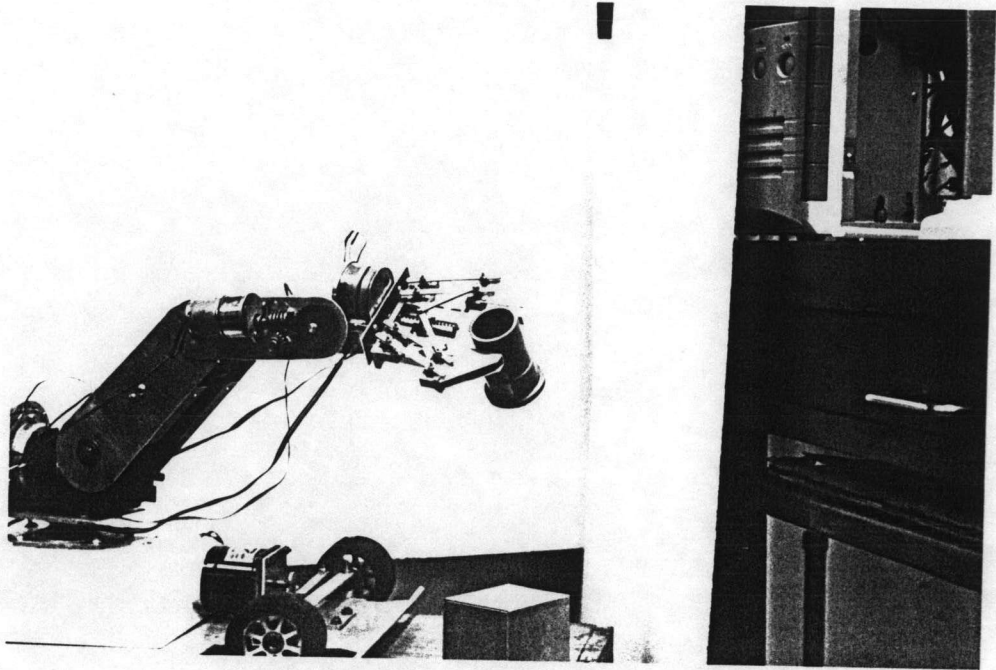
ข) แสดงแกนกล ขณะจับชิ้นงานทดสอบ



ค) แสดงแขนกลหมุนข้อมือ โดยรอบ ขณะมีชิ้นงานทดสอบ



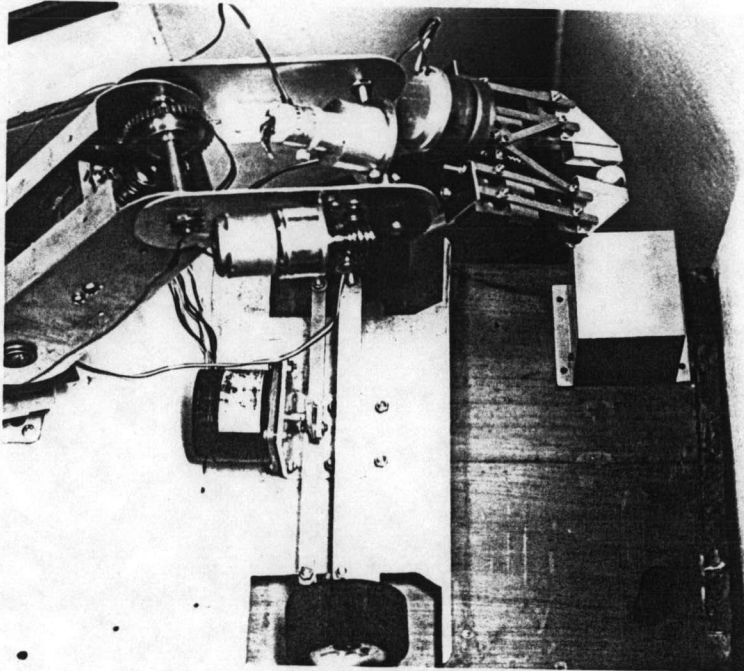
ง) แสดงแขนกลหมุนข้อต่อสอกยกขึ้น ขณะมีชิ้นงานทดสอบ



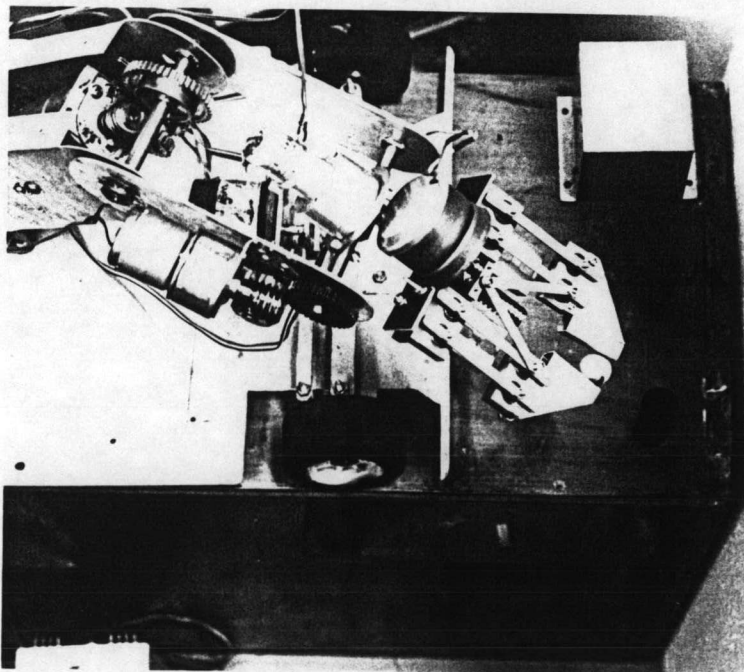
จ) แสดงแขนกลหมุนข้อต่อไหล่ขึ้น ขณะมีชิ้นงานทดสอบ
รูปที่ 4.4 ภาพแสดงการควบคุมแขนกลในการจับชิ้นงานทดสอบทรงกระบอก

4.2.5 การทดสอบความสามารถในการบรรจุชิ้นงานลงท่อ

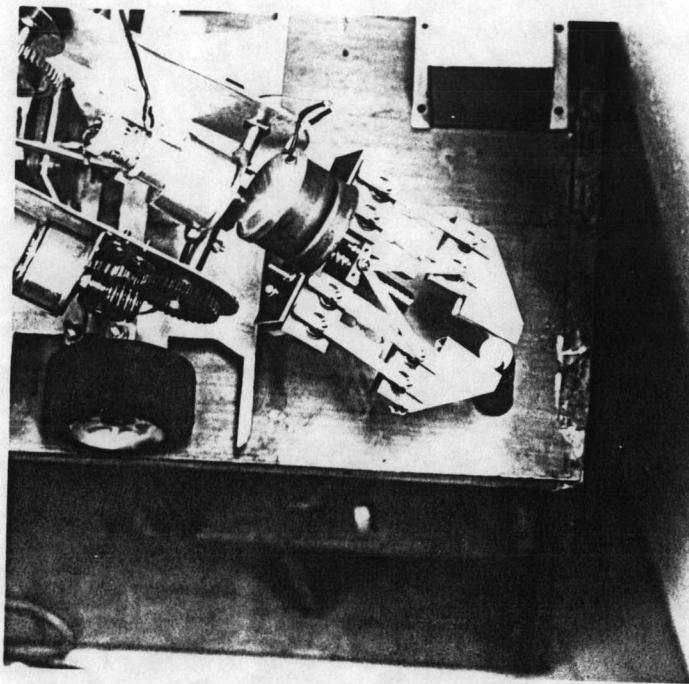
การทดสอบนี้ทำการควบคุมแขนกลในการจับชิ้นงานทดสอบทรงกลมขนาด ϕ 1.7 ซม. บรรจุลงในท่อขนาด ϕ 1.8 ซม. พบว่าสามารถควบคุมแขนกลได้สะดวกและบรรจุลงท่อได้ง่าย ดังแสดงในรูปที่ 4.5



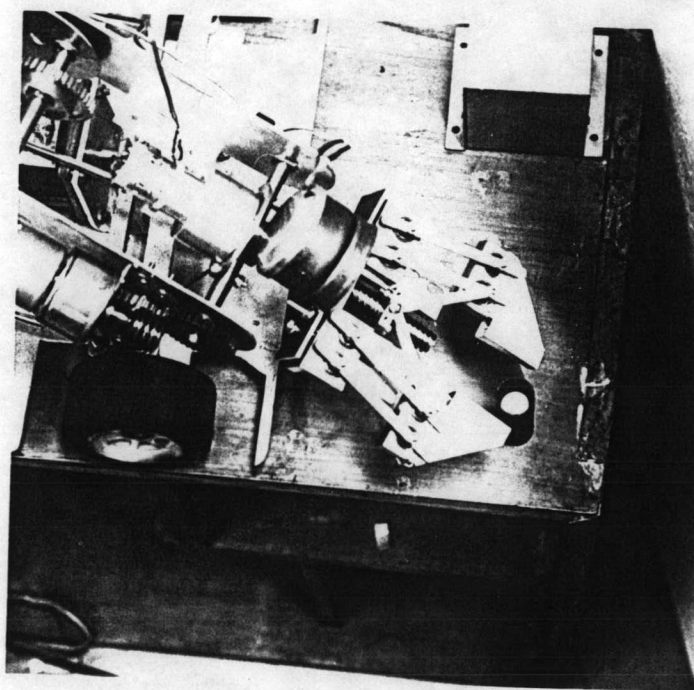
ค) แสดงแกนกล ขณะจับชิ้นงานทดสอบยกขึ้น



ง) แสดงแกนกล ขณะจับชิ้นงานทดสอบเข้าหาท่อ



จ) แสดงแกนกล ขณะจับชิ้นงานทดสอบสู่ปากท่อ

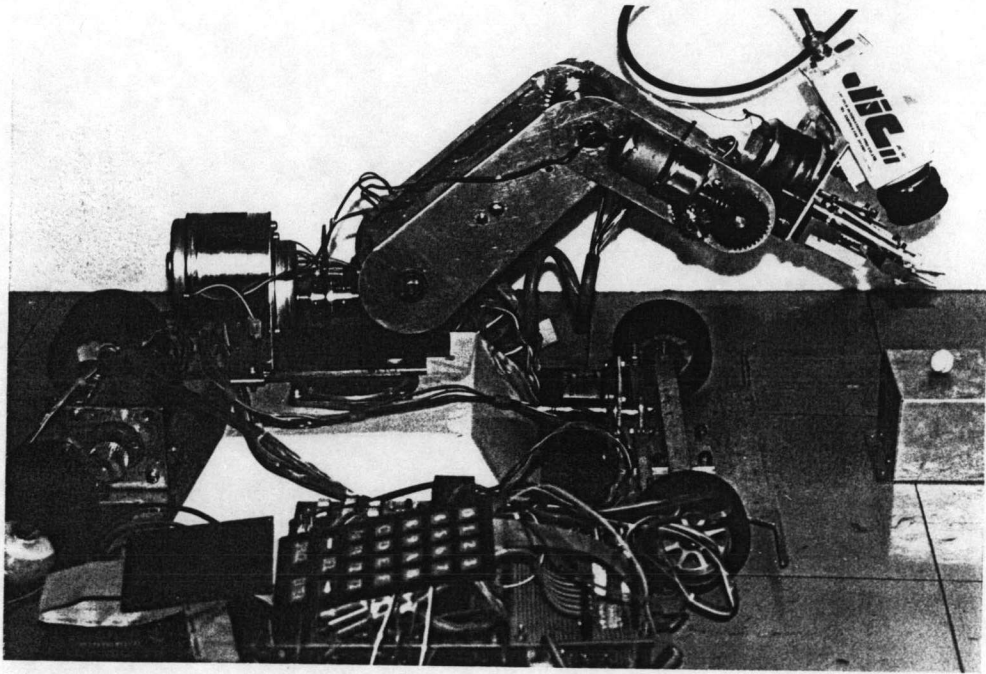


ฉ) แสดงแกนกลขณะปล่อยชิ้นงานทดสอบ

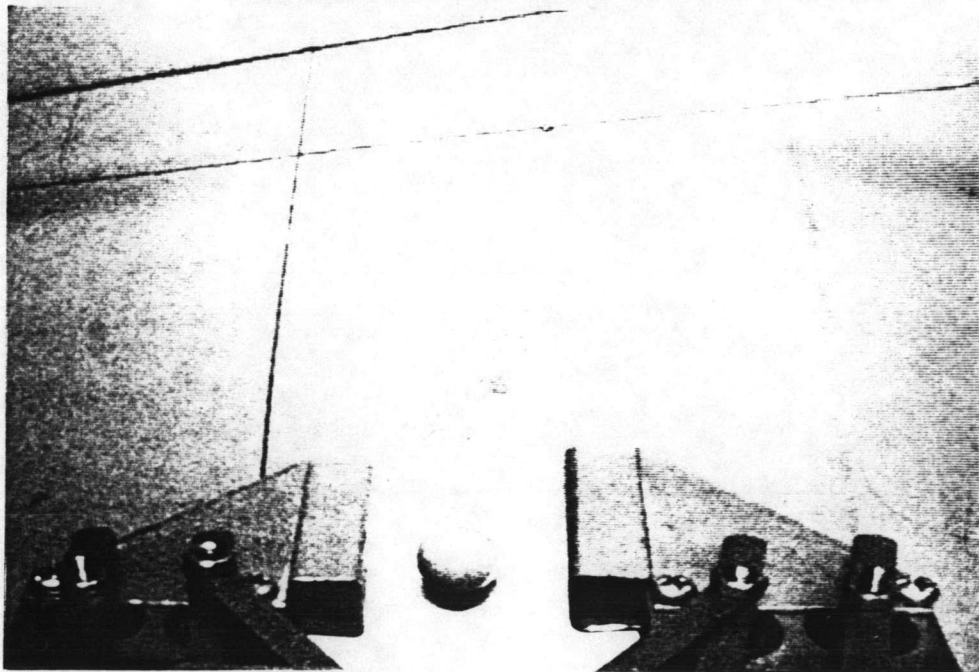
รูปที่ 4.5 ภาพแสดงการทดสอบความสามารถในการบรรจุชิ้นงานลงท่อ

4.2.6 การทดสอบความสามารถในการจับชิ้นงานผ่านกล้องโทรทรรศน์

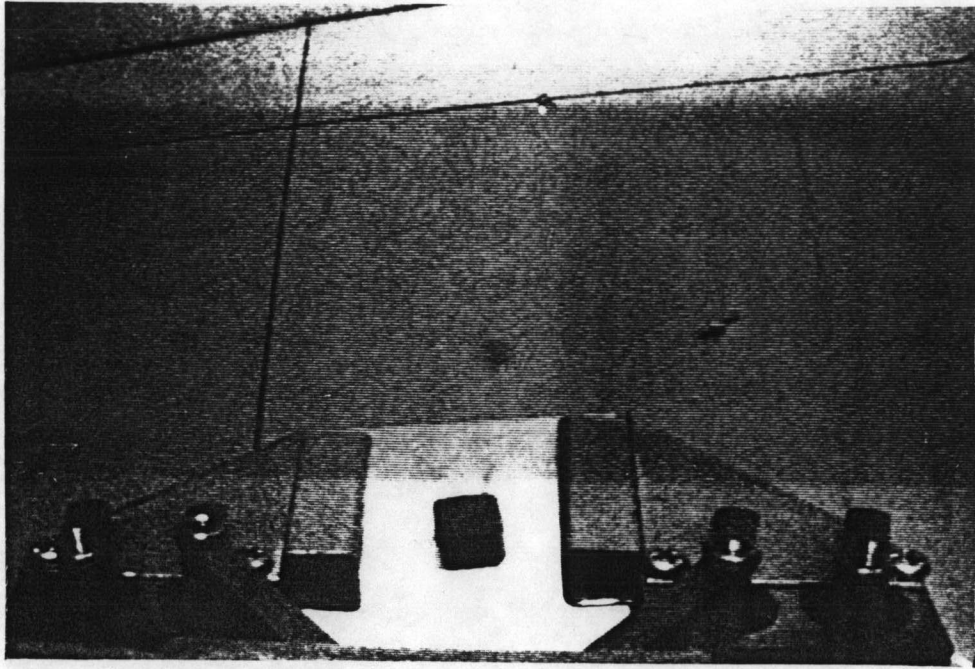
การทดสอบนี้ทำการควบคุมแขนกลในการจับชิ้นงานทดสอบทรงกลม ทรงเหลี่ยม จตุรัส ทรงผืนผ้า ผ่านกล้องโทรทรรศน์ พบว่าสามารถควบคุมแขนกลได้สะดวกดังแสดงในรูปที่ 4.6



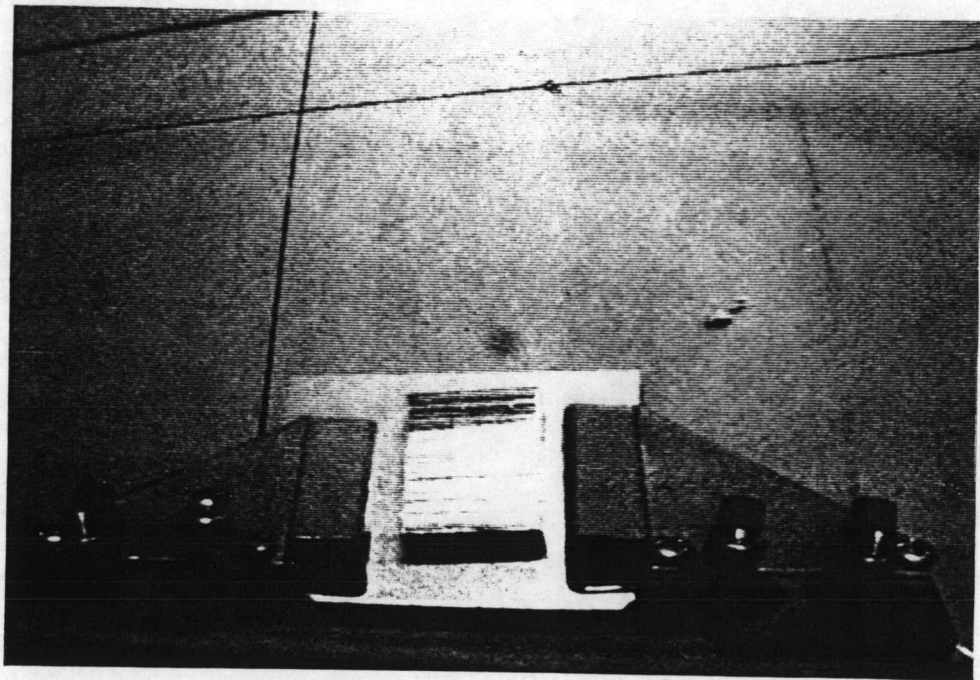
ก. แสดงแขนกลขณะทำงานร่วมกับกล้องโทรทรรศน์



ข. แสดงชิ้นงานทดสอบทรงกลมบนจอภาพ



ก. แสดงชิ้นงานทดสอบทรงสี่เหลี่ยมจตุรัสบนจอภาพ



ง. แสดงชิ้นงานทดสอบทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าบนจอภาพ

4.6 ภาพแสดงการทดสอบความสามารถในการจับชิ้นงานผ่านกล้องโทรทัศน์

4.3 การทดสอบความสามารถในการรับโหลด

ขั้นตอนการทดสอบ

1. วางชิ้นงานทดสอบบนฐานสูง 10 ซม.
2. ใช้ Keyboard ควบคุมมือจับชิ้นงาน
3. จับเวลาการเคลื่อนที่แต่ละข้อต่อในทิศทางต่างๆ

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบความสามารถในการรับโหลด

ความเร็วการเคลื่อนไหวชิ้นงาน		น้ำหนักของชิ้นงานทดสอบ			
		0	50	100	200
องศา/ วินาที	1. หัวไหล่				
	1.1 หมุนทวนเข็มนาฬิกา	5.5	5.5	5.5	5.5
	1.2 หมุนตามเข็มนาฬิกา	6.0	6.0	6.0	6.0
	1.3 หมุนขึ้น	20.0	18.0	18.0	18.0
	1.4 หมุนลง	19.0	19.0	19.0	20.0
	2. ข้อศอก				
	2.1 หมุนขึ้น	26.0	25.0	25.0	24.0
	2.2 หมุนลง	25.0	25.0	25.0	25.0
	3. ข้อมือ				
	3.1 หมุนทวนเข็มนาฬิกา	56.0	56.0	56.0	56.0
	3.2 หมุนตามเข็มนาฬิกา	57.0	57.0	57.0	57.0
	3.3 หมุนขึ้น	2.1	2.1	2.1	2.1
3.4 หมุนลง	2.1	2.1	2.1	2.1	
ชม./ วินาที	4. มือจับ				
	4.1 บีบเข้า	0.74	-	-	-
	4.2 กางออก	0.74	-	-	-

5.2 ลักษณะฟังก์ชันของแขนกล

5.2.1 ฟังก์ชันการเคลื่อนไหว

ระบบแขนกลที่ออกแบบมานี้เป็นชนิด Revolute เป็นการเคลื่อนที่ข้อต่อแบบวงกลม รอบแกนจุดหมุน จากการทดสอบการทำงานพบว่าขอบเขตระยะการเคลื่อนไหวสามารถทำงานได้ดังนี้

5.2.1.1 วงล้อเลี้ยวได้ในมุม $\pm 30^{\circ}$ ในแนวพื้นระนาบ

5.2.1.2 การเคลื่อนที่ส่วนจับเคลื่อนล้อ เคลื่อนได้เดินหน้า-ถอยหลังได้ตามระยะความยาวของสายเคเบิล

5.2.1.3 ชิ้นส่วนกลบริเวณหัวไหล่ เคลื่อนไหวได้เป็นมุม $0-70^{\circ}$ ในแนวตั้งทำมุมกับพื้นระนาบ

5.2.1.4 ชิ้นส่วนกลบริเวณข้อศอก เคลื่อนไหวได้เป็นมุม $0-70^{\circ}$ ในแนวตั้งทำมุมกับพื้นระนาบ

5.2.1.5 ชิ้นส่วนกลบริเวณข้อมือยกขึ้น-ลง เคลื่อนไหวได้เป็นมุม $\pm 70^{\circ}$ ในแนวตั้งทำมุมกับพื้นระนาบ

5.2.1.6 ชิ้นส่วนกลบริเวณข้อมือหมุนทวน-ตามเข็มนาฬิกา สามารถหมุนได้เป็นมุม $\pm 15^{\circ}$ ในระนาบตั้งฉากกับพื้น

5.2.1.7 ชิ้นส่วนกลบริเวณมือจับ ปากจับสามารถเปิดได้กว้าง 8 ซม.

5.2.1.8 รัศมีครอบคลุมบริเวณทำงาน 0.5 เมตร