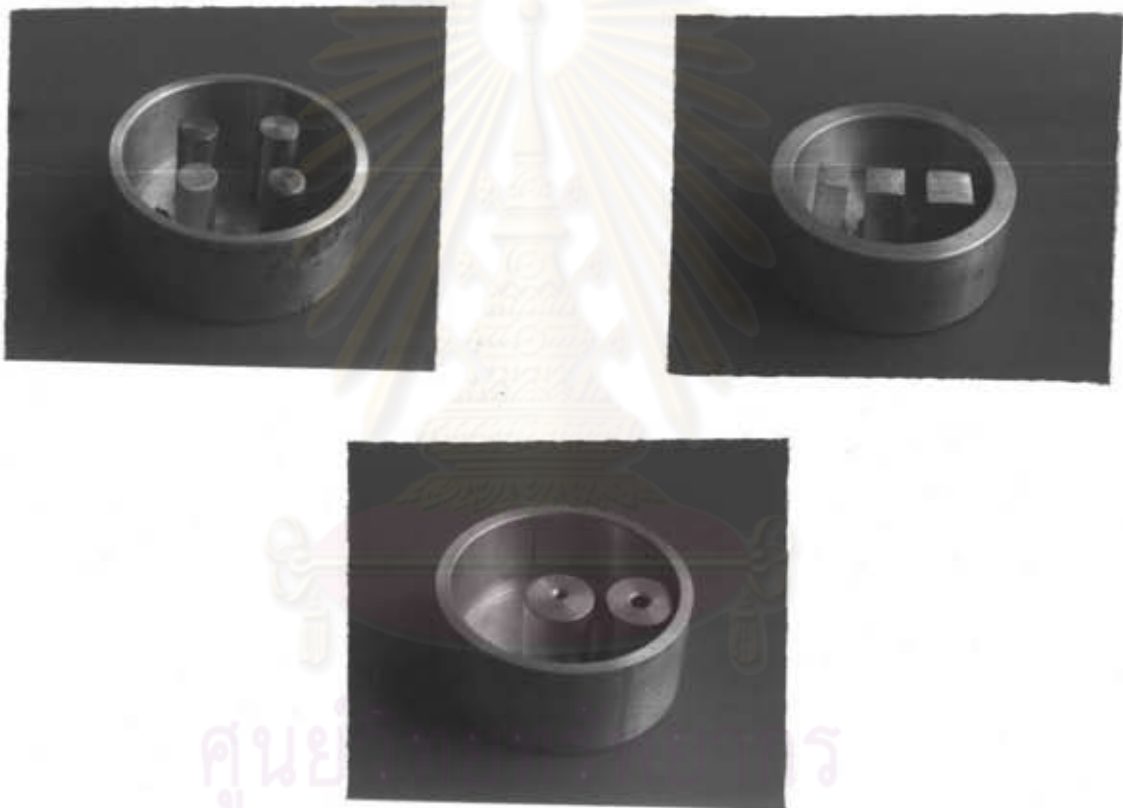




ทดสอบการทำงานของระบบและผลการทดลอง

5.1 วัตถุตัวอย่างและการจัดอุปกรณ์ระบบถ่ายภาพ

วัตถุตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองถ่ายภาพจะมีลักษณะเป็นท่ออลูมิเนียม ภายในบรรจุตัวอย่างที่ทำด้วยโลหะลักษณะต่างๆ 3 ตัวอย่างดังรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 วัตถุตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

รูปที่ 5.1 (ก) เป็นวัตถุตัวอย่างที่จำลองขึ้นเป็นท่ออลูมิเนียมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 ซม. ภายในบรรจุแท่งโลหะทรงกระบอกตัน 4 ชนิด ได้แก่ ทองแดง (brass) , ทองเหลือง (Cu) , เหล็ก (Fe) และอลูมิเนียม (Al) ทั้งหมดมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 มม. จัดเรียงกันเป็นรูปเหลี่ยมใช้ชื่อ "ตัวอย่าง ก" รูปที่ 5.1 (ข) เป็นวัตถุตัวอย่างที่เป็นท่ออลูมิเนียมดังเช่นรูปที่ 5.1 (ก) ภายในบรรจุแท่งอลูมิเนียมรูปสี่เหลี่ยม 3 ขนาด ให้ชื่อว่า "ตัวอย่าง ข" รูปที่ 5.1 (ค) เป็นท่ออลูมิเนียมกลมโดยแต่ละแท่งเจาะรูขนาดต่าง ๆ กันจัดเรียงกันดังรูปให้ชื่อว่า "ตัวอย่าง ค"

ในการถ่ายภาพจะต้องเลือกระดับพลังงานของรังสีเอกซ์ให้เหมาะสมกับวัตถุตัวอย่างแต่ละชิ้น โดยสังเกตจากภาพทางจอมอนิเตอร์ ให้ได้รายละเอียดของตัวอย่างมากที่สุดและปรับระยะโฟกัสของกล้องถ่ายภาพให้ได้ภาพชัดเจนนที่สุด จากนั้นวางวัตถุบนระบบหมุนวัตถุตัวอย่าง จัดแหล่งกำเนิดรังสีเอกซ์ให้ได้ระยะลำรังสีตรงกับตำแหน่งวัตถุ เมื่อเริ่มถ่ายภาพ จะต้องเลือกโหมดการทำงานของระบบหมุนวัตถุตัวอย่างให้หมุนในลักษณะที่ต้องการ และตั้งเวลาการทำงานของแหล่งกำเนิดรังสีเอกซ์ ให้เหมาะสมกับโหมดการทำงานที่เลือกไว้ แล้วกดปุ่ม start เพื่อเริ่มการทำงานของระบบหมุนวัตถุตัวอย่างและเปิดเครื่องวัดทัศนัง เพื่อทำการบันทึกภาพ เมื่อเก็บภาพของวัตถุครบแล้วจะต้องบันทึกภาพขณะที่ไม่มีวัตถุตัวอย่าง (shadding) ด้วยโดยการเอาวัตถุตัวอย่างออก แล้วเปิดแหล่งกำเนิดรังสีเอกซ์พลังงานเท่าเดิม และจะต้องบันทึกภาพขณะที่ไม่มีรังสีเอกซ์ด้วยซึ่งเรียกว่า 'dark current'

การจัดอุปกรณ์ระบบถ่ายภาพซึ่งประกอบด้วย แหล่งกำเนิดรังสีเอกซ์ กล้องรูปตัวแอล และระบบหมุนวัตถุตัวอย่าง จะทำภายในห้องซึ่งมีการป้องกันรังสี โดยเครื่องวัดทัศนังจะอยู่ภายนอกห้อง การจัดอุปกรณ์ระบบถ่ายภาพแสดงดังรูปที่ 5.2



รูปที่ 5.2 การจัดอุปกรณ์ระบบถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์

ในการทดลองนั้นจะเลือกโหมดการทำงานของระบบหมุนวัตถุตัวอย่างสองโหมดคือ โหมด 1 จะหมุนวัตถุตัวอย่างครั้งละ 7.2 องศา และหน่วยเวลาระหว่างช่วงการหมุน 15 วินาที โดยจะเก็บสัญญาณภาพทั้งหมด 25 ภาพ โหมด 4 หมุนวัตถุตัวอย่างครั้งละ 3.6 องศา และหน่วยเวลาระหว่างการหมุน 15 วินาที จะได้สัญญาณภาพทั้งหมด 50 ภาพ เมื่อได้ข้อมูลภาพครบแล้วจะส่งให้ระบบแปลงสัญญาณภาพเป็นข้อมูลภาพต่อไป

5.2 วิธีแปลงข้อมูลโพรไฟล์

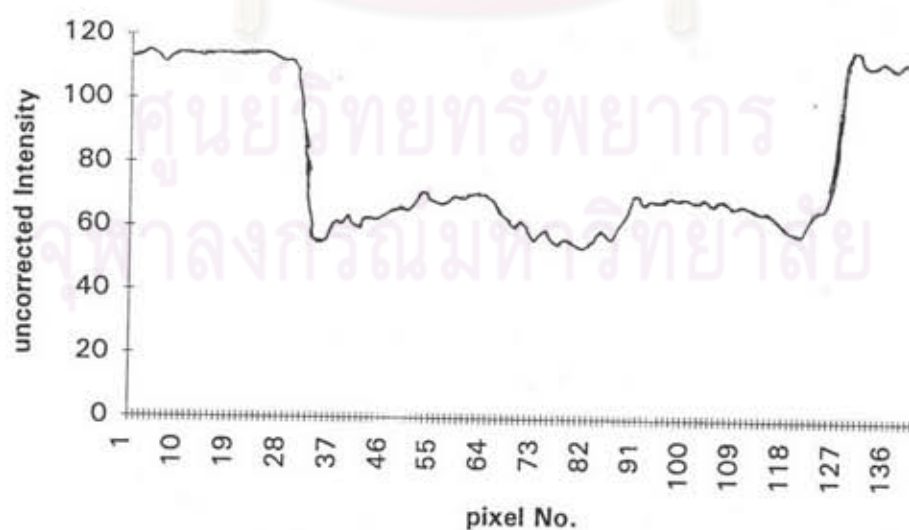
หลังจากถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์และแปลงสัญญาณภาพเป็นข้อมูลภาพเรียบร้อยแล้ว จากนั้นนำข้อมูลภาพมาแปลงเป็นข้อมูลเชิงตัวเลข ซึ่งข้อมูลที่ได้แต่ละโพรไฟล์ยังไม่เหมาะสมที่จะนำไปคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟี จะต้องมีการปรับแก้ข้อมูลโพรไฟล์ก่อน โดยนำค่า Back ground เป็นค่าแก้ ซึ่งการปรับแก้ข้อมูลโพรไฟล์สามารถทำได้ดังนี้

$$\text{จาก } I = I_0 \exp\left[-\int_{\infty}^{\infty} f(x,y) ds\right] \quad (5.1)$$

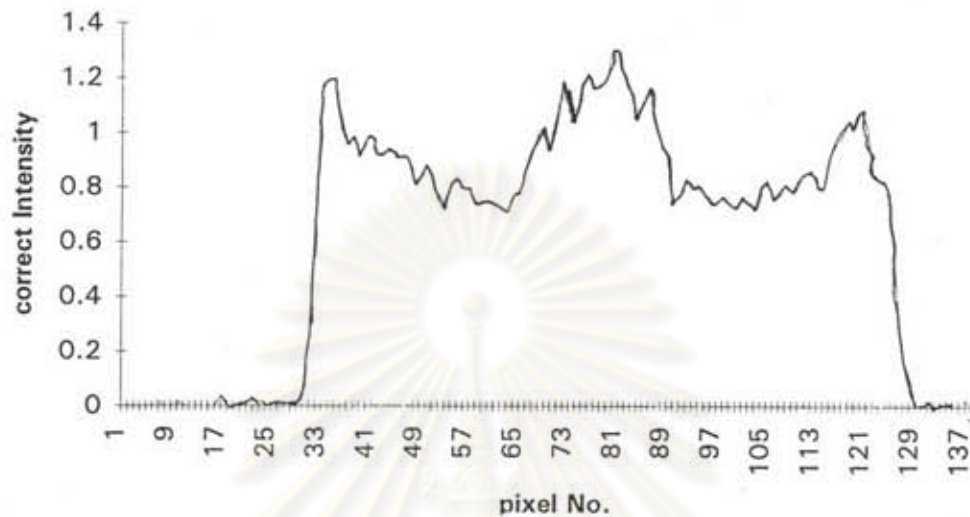
$$P(\phi,x) = \ln \frac{I_0}{I} = \int_{\infty}^{\infty} f(x,y) ds \quad (5.2)$$

กำหนดให้ B คือ Background หรือ dark current

$$P(\phi,x) = \ln \left(\frac{I_0 - B}{I - B} \right) \quad (5.3)$$



ก. รูปข้อมูลโพรไฟล์ที่ยังไม่ปรับแก้



ข. รูปข้อมูลโพรไฟล์ที่ปรับแก้แล้ว

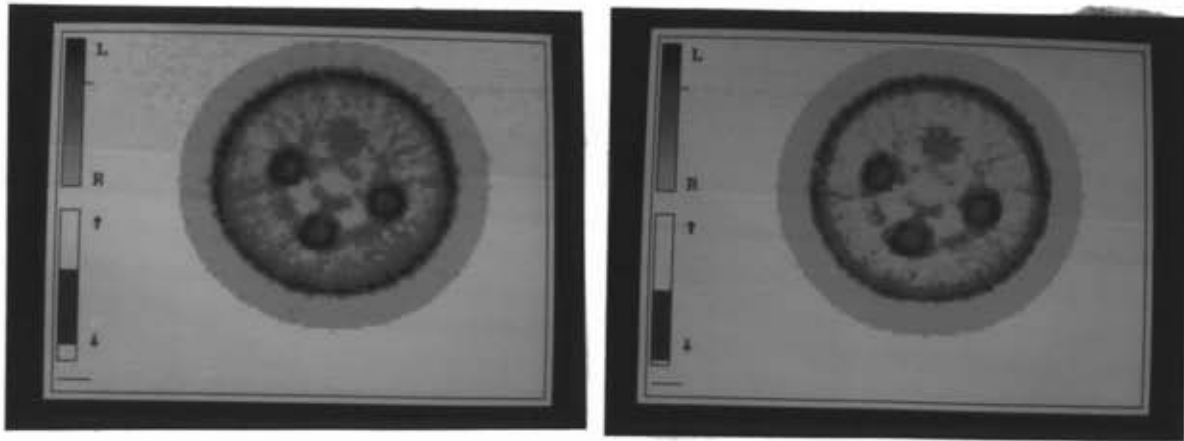
รูปที่ 5.3 แสดงข้อมูลโพรไฟล์ที่ยังไม่ได้ปรับแก้และปรับแก้แล้ว

5.3 ผลการคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟี

ข้อมูลโพรไฟล์ที่ได้ปรับแก้แล้วจะถูกนำมาคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟีโดยใช้โปรแกรมคำนวณสร้างภาพซึ่งได้ผลการทดลองดังนี้

5.3.1 ระบบที่ใช้แมงวงจรแปลงสัญญาณภาพเป็นข้อมูลภาพ Video Blaster

สำหรับวัตถุตัวอย่าง ก. และ ข. ใช้รังสีเอกซ์ พลังงาน 150 kV กระแส 6 mA โดยหมุนวัตถุไปเป็นมุมทีละ 7.2 องศา ได้ข้อมูลทั้งหมด 25 โปรเจกชัน โดยเก็บแบบ 1 เฟรมต่อโปรเจกชัน และแบบเฉลี่ยจาก 25 เฟรมต่อโปรเจกชันได้ภาพโทโมกราฟีดังแสดงในรูปที่ 5.4 และ 5.5 ตามลำดับ



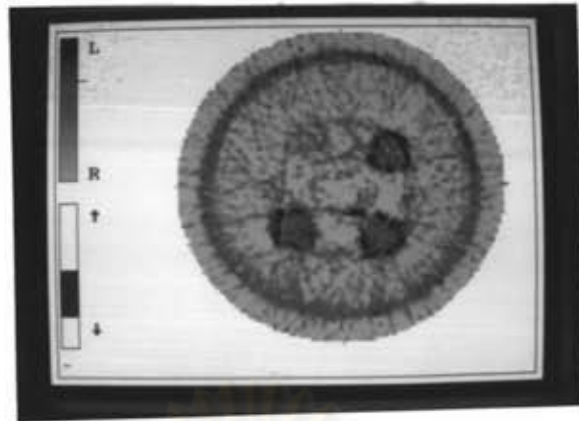
รูปที่ 5.4 ภาพโทโมกราฟีเปรียบเทียบระหว่าง 1 และ 25 frame ของวัตถุตัวอย่าง ก.
จาก Video Blaster



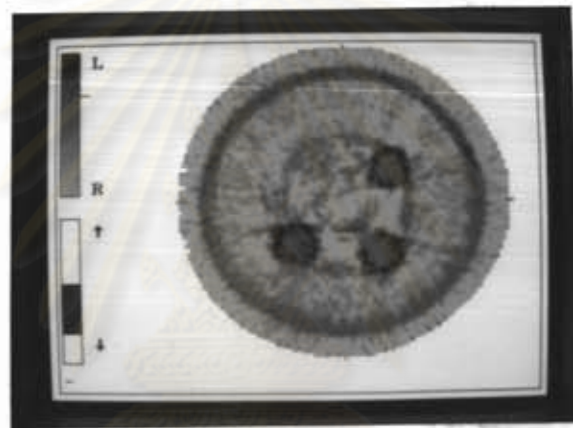
รูปที่ 5.5 ภาพโทโมกราฟีเปรียบเทียบระหว่าง 1 และ 25 frame ของวัตถุตัวอย่าง ข.
จาก Video Blaster

5.3.2 ระบบที่ใช้แผงวงจรแปลงสัญญาณภาพเป็นข้อมูลภาพ Aver 2000

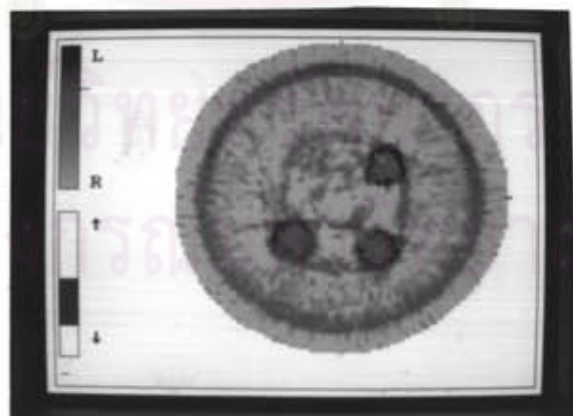
สำหรับวัตถุตัวอย่าง ก, ข และ ค ใช้แหล่งกำเนิดรังสีเอกซ์ 160 kV กระแส 6.5 mA โดยหมุนวัตถุไปเป็นมุมทีละ 3.6 องศา ได้ข้อมูลทั้งหมด 50 โปรเจกชัน เก็บแบบ 1 frame ต่อโปรเจกชัน ,เฉลี่ย 25 frame ต่อโปรเจกชัน และ เฉลี่ย 50 frame ต่อโปรเจกชัน จากนั้นนำมาหาค่าเฉลี่ย ได้ภาพโทโมกราฟีดังแสดงในรูปที่ 5.6, 5.7 และ 5.8 ตามลำดับ



ก. 1 frame

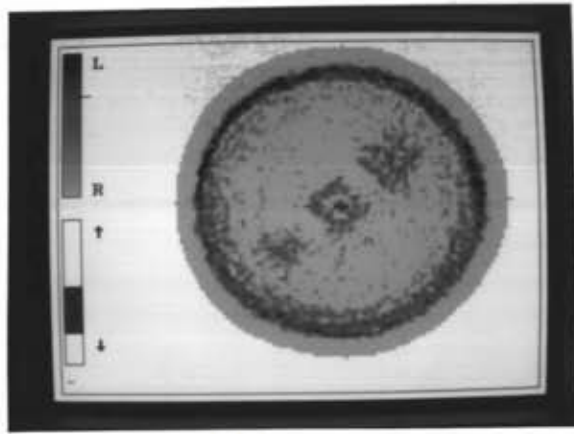


ข. 25 frame

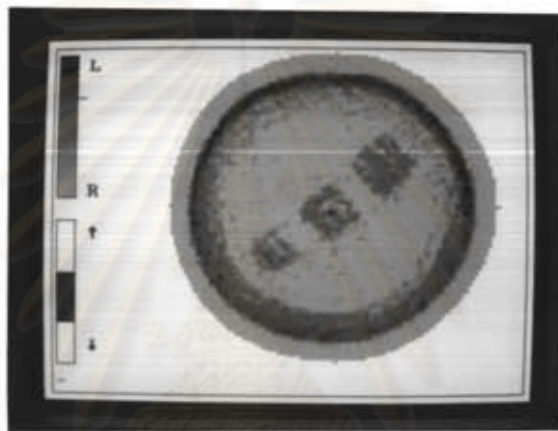


ค. 50 frame

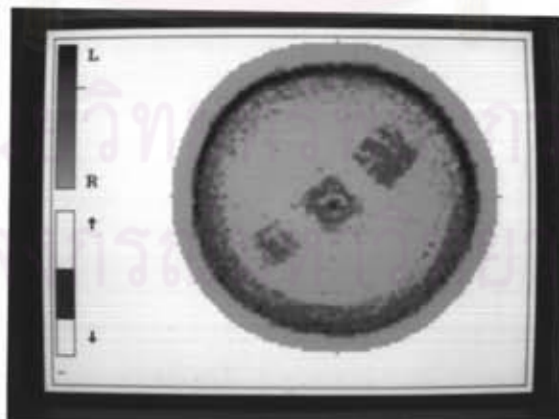
รูปที่ 5.6 ภาพโทโมกราฟีเปรียบเทียบระหว่าง 1,25 และ 50 frame ของวัตถุตัวอย่าง ก จาก Aver 2000



ก. 1 frame

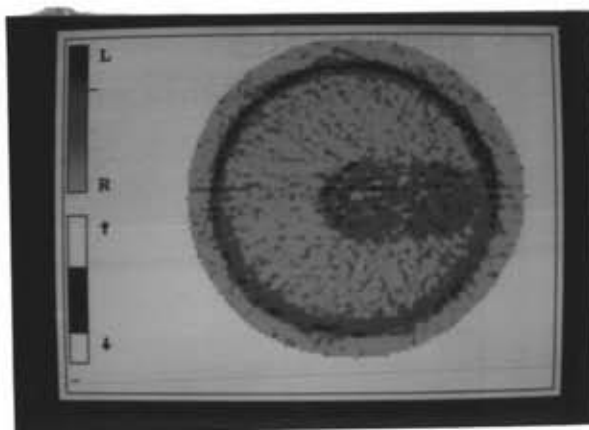


ข. 25 frame

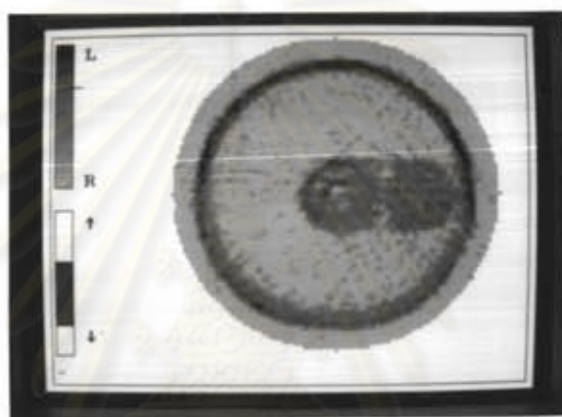


ค. 50 frame

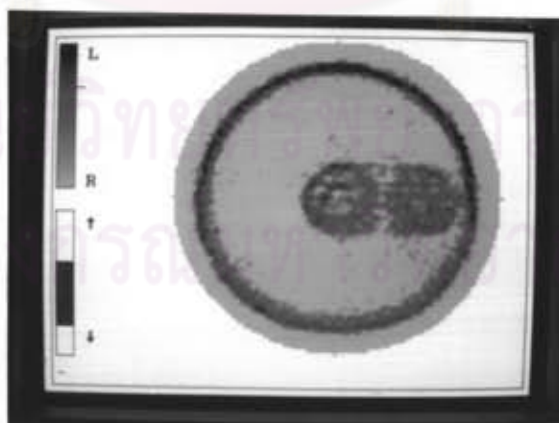
รูปที่ 5.7 ภาพโทโมกราฟีเปรียบเทียบระหว่าง 1,25 และ 50 frame ของวัตถุตัวอย่าง ข จาก Aver 2000



ก. 1 frame



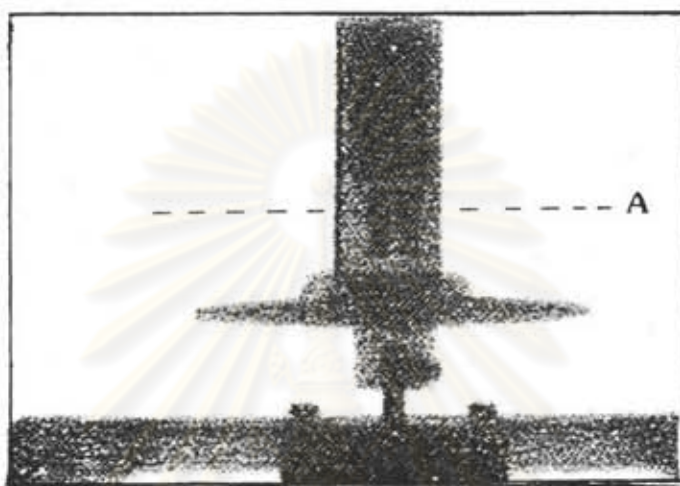
ข. 25 frame



ค. 50 frame

รูปที่ 5.8 ภาพโทโมกราฟีเปรียบเทียบระหว่าง 1,25 และ 50 frame ของวัตถุตัวอย่าง ค
จาก Aver 2000

จากการทดสอบวัตถุตัวอย่างทางอุตสาหกรรม โดยเลือกใช้ Mercury Relay ใช้แหล่งกำเนิดรังสีเอกซ์ 160 kV กระแส 6 mA โดยหมุนวัตถุตัวอย่างไปเป็นมุมทีละ 3.6 องศา ได้ข้อมูลทั้งหมด 50 โปรเจกชัน โดยเก็บแบบเฉลี่ย 25 frame ต่อโปรเจกชัน จากนั้นเลือกสร้างภาพโทโมกราฟีที่ตำแหน่ง A แสดงดังรูปที่ 5.9 ซึ่งเป็นภาพที่ได้จากการถ่ายด้วยรังสีเอกซ์ ภาพโทโมกราฟีที่ได้แสดงดังรูปที่ 5.10



รูปที่ 5.9 ตำแหน่งเลือกสร้างภาพโทโมกราฟีจากภาพถ่ายรังสีเอกซ์



รูปที่ 5.10 ภาพโทโมกราฟีของ Mercury Relay