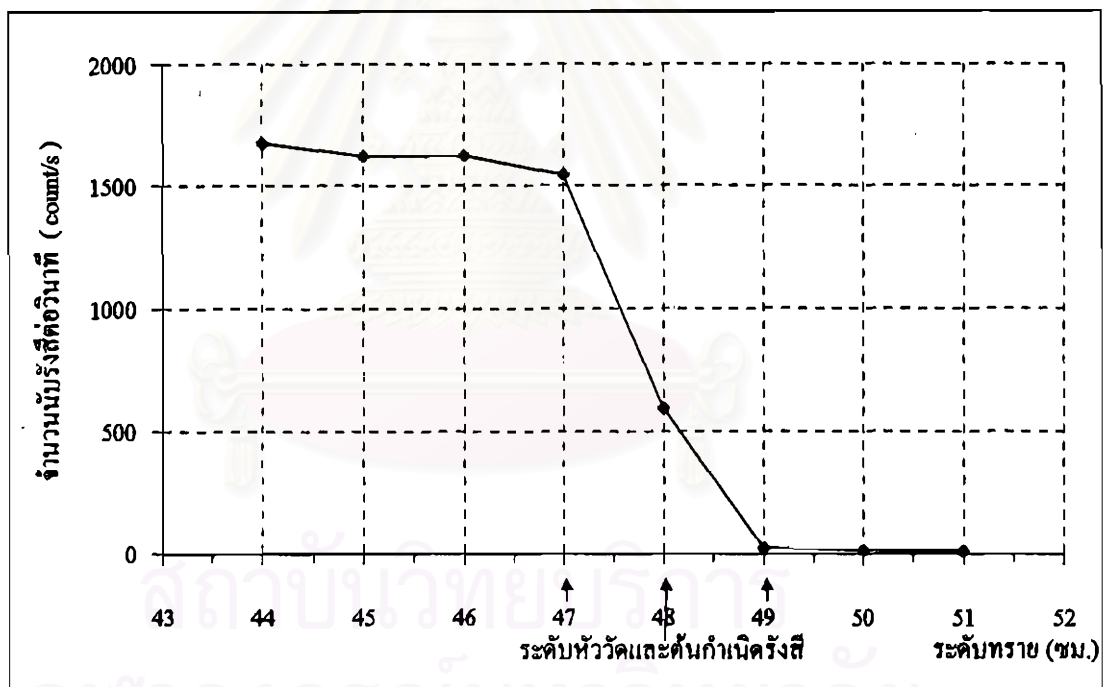


## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

#### 4.1 การตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงระดับของวัสดุ

4.1.1 การวัดความเข้มรังสีที่ส่งผ่าน จากการศึกษาผลการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงระดับ เมื่อทำการเปลี่ยนแปลงระดับวัสดุครั้งละ 1 เซนติเมตร และเก็บผลความเข้มรังสีที่ส่งผ่าน พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงความเข้มรังสีที่ส่งผ่านของวัสดุในช่วง 2 เซนติเมตร แสดงดังรูปที่ 4.1

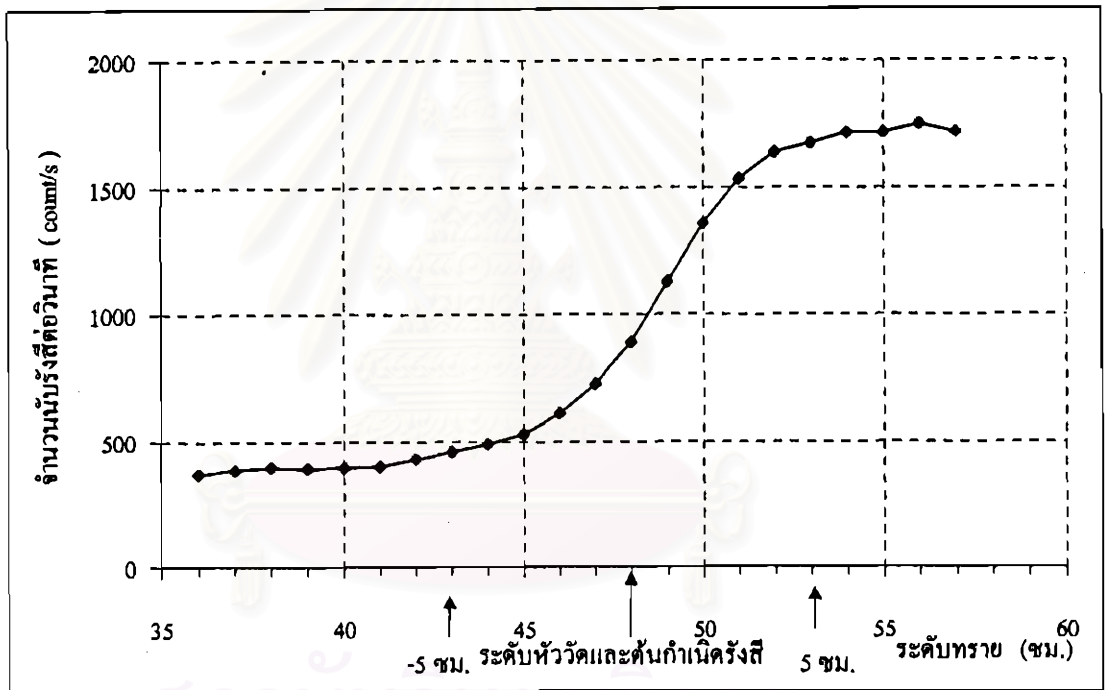


รูปที่ 4.1 ผลตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงระดับของทรายสำหรับความเข้มรังสีที่ส่งผ่าน

ในขณะที่เมื่อทรายอยู่ต่ำกว่าระดับของหัววัดรังสีมากๆ ความเข้มรังสีที่ส่งผ่านมีค่าสูงเนื่องจากความเข้มรังสีถูกกคทอนจากการผ่านผนังภาชนะเท่านั้น แต่เมื่อระดับของทรายเพิ่มจนถึงระดับของหัววัดรังสี ความเข้มรังสีจะมีค่าลดลง และเมื่อระดับของทรายสูงเพิ่มขึ้นความเข้มรังสีจะมีค่าลดลงจนมีค่าคงที่ เนื่องจากความเข้มรังสีที่ส่งผ่านถูกกคทอนจากทรายที่บรรจุอยู่เต็มภาชนะ ความเข้มรังสีมีค่าเปลี่ยนแปลงในอยู่ช่วงระดับความสูง  $\pm 1$  เซนติเมตรจากระดับของหัววัดรังสีและต้นกำเนิด

รังสี โดยช่วงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนี้เกิดจากขนาดของช่องหน้าต่างของหัววัดรังสี(ความสูง 1.5 เซนติเมตร คิดเป็น  $\pm 0.75$  เซนติเมตรจากระดับกลางหัววัดรังสีที่ 48 เซนติเมตร) จึงสามารถแสดง การเปลี่ยนแปลงในช่วงความกว้างหน้าต่างหัววัดรังสี ก่อนที่ระดับของวัสดุจะเพิ่มถึงระดับกลางหัว วัดรังสีและเมื่อวัสดุสูงกว่าระดับหัววัดรังสี

4.1.2 การวัดความเข้มรังสีกระเจิงกลับ เมื่อทำการเปลี่ยนแปลงระดับวัสดุครั้งละ 1 เซนติเมตร และเก็บผลความเข้มรังสีกระเจิงกลับ พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงความเข้มรังสีของวัสดุในช่วง 10 เซนติเมตร แสดงดังรูปที่ 4.2



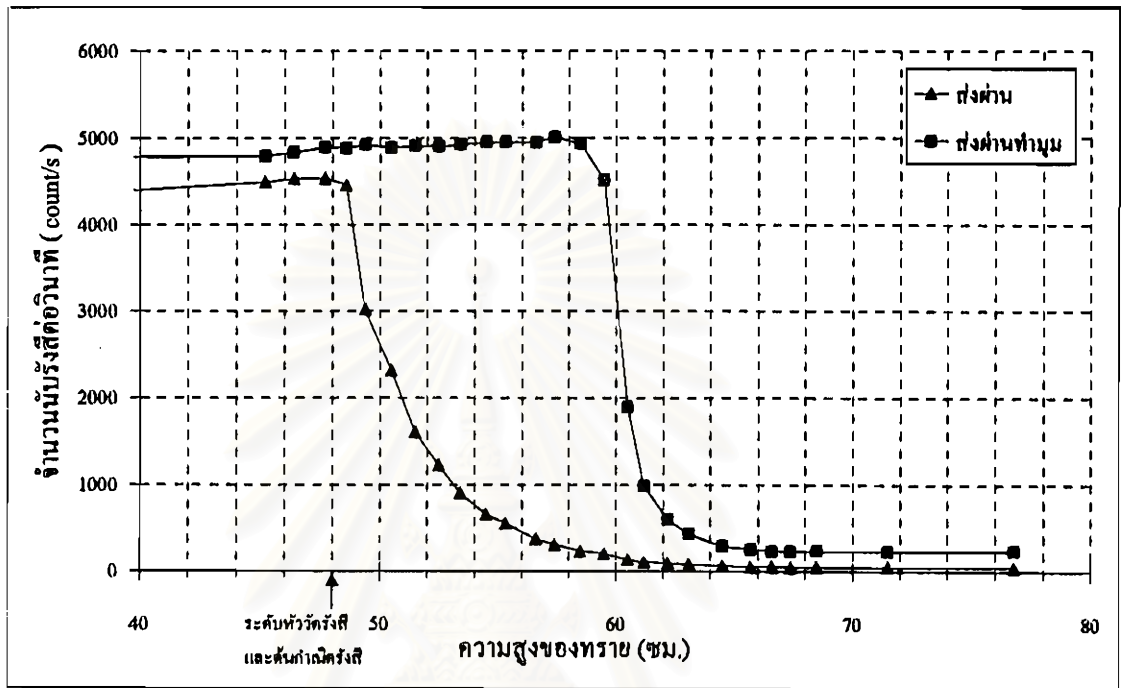
รูปที่ 4.2 ผลตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงระดับของทรายสำหรับความเข้มรังสีกระเจิงกลับ

ขณะเมื่อทรายอยู่ต่ำกว่าระดับของหัววัดรังสีมากๆ ความเข้มรังสีกระเจิงกลับจะมีค่าต่ำเนื่อง จากความเข้มรังสีที่วัดได้ เป็นความเข้มรังสีที่กระเจิงจากผนังภาชนะเท่านั้น แต่เมื่อระดับของทราย เพิ่มขึ้นถึงค่าความสูงระดับหนึ่งที่มีใกล้เคียงกับระดับของหัววัดรังสี ความเข้มรังสีกระเจิงกลับจะมี ค่าเพิ่มขึ้นและเมื่อระดับของทรายสูงขึ้นความเข้มรังสีจะมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนมีค่าคงที่ เนื่องจากความเข้มรังสีที่วัดได้เป็นความเข้มรังสีกระเจิงกลับจากผนังภาชนะและทรายรวมกัน ช่วงที่ ความเข้มรังสีมีค่าเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง  $\pm 5$  เซนติเมตรจากระดับของหัววัดรังสีและต้นกำเนิดรังสี



### 4.3.1 ผลการวัดความเข้มรังสีขณะเดิมทรายเข้าภาชนะ

#### ก. การวัดด้วยเทคนิครังสีแกมมาส่งผ่าน 2 หัววัดรังสี

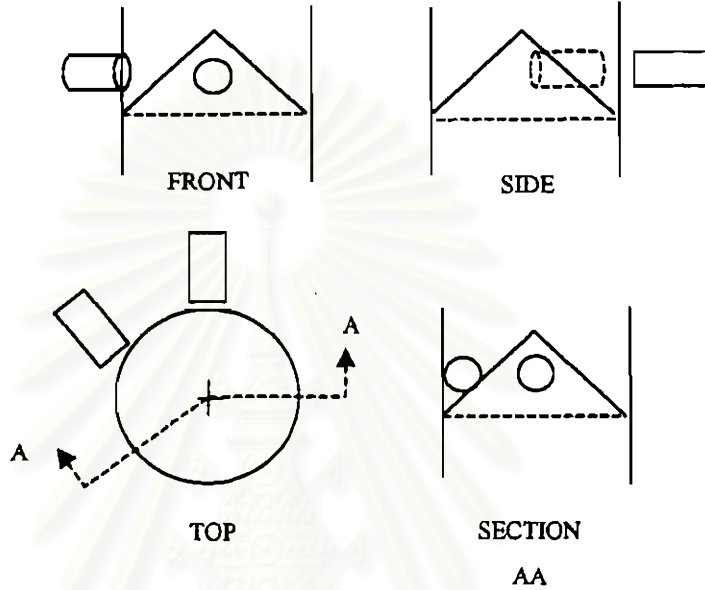


รูปที่ 4.4 กราฟความเข้มรังสีส่งผ่าน ขณะเดิมทรายเข้า เก็บข้อมูลด้วยอุปกรณ์นับ

สำหรับหัววัดรังสีที่วัดความเข้มรังสีส่งผ่าน เมื่อทรายอยู่ต่ำกว่าระดับของหัววัดรังสีมาก ๆ ความเข้มรังสีส่งผ่านจะมีค่าสูงเนื่องจากความเข้มรังสีจะถูกกีดกอนจากการผ่านผนังภาชนะเท่านั้น จนเมื่อจุดสูงสุดของทราย(ยอด)เพิ่มขึ้นจนถึงระดับของหัววัดรังสี ความเข้มรังสีสำหรับหัววัดรังสีที่วัดผ่านกลางถึงจะมีค่าลดลงและเมื่อระดับของทรายเพิ่มสูงขึ้นจนสูงกว่าระดับของหัววัดรังสี ความเข้มรังสีจะมีค่าลดลงจนมีค่าคงที่เนื่องจากการกีดกอนจากทรายที่บรรจุอยู่เต็มภาชนะ สำหรับหัววัดรังสีที่วัดผ่านกลางถึง ช่วงที่ความเข้มรังสีมีค่าเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 16 เซนติเมตรและมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มรังสีลดลงต่อเนื่องตลอดความสูงของผิวหน้าของวัสดุที่เปลี่ยนแปลง

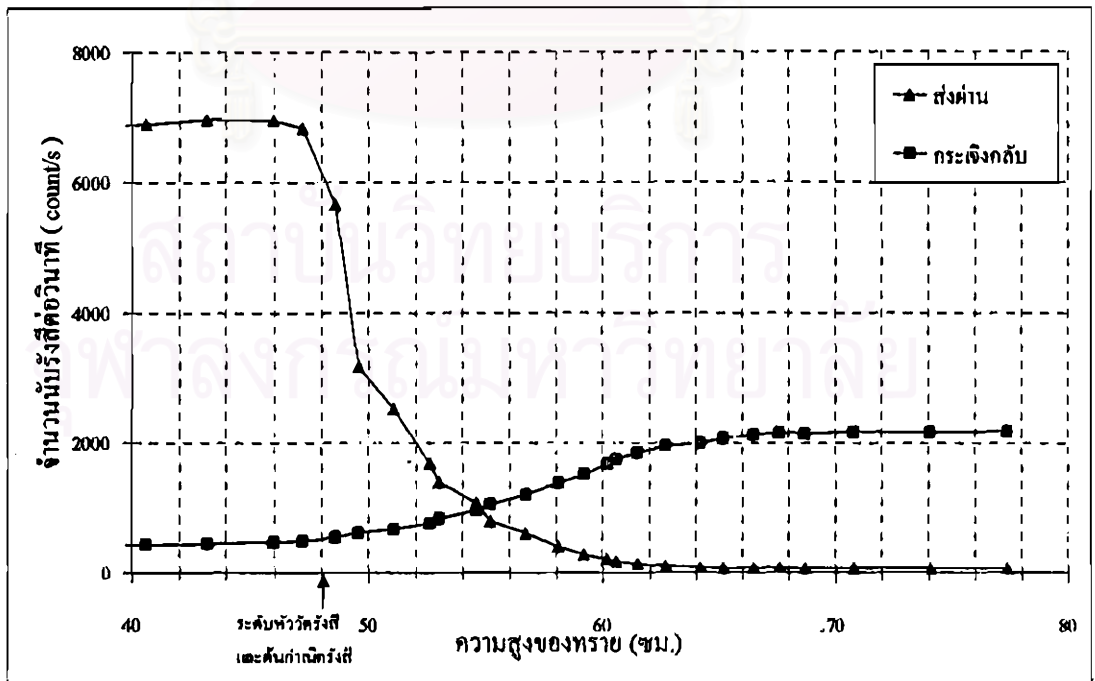
ในกรณีหัววัดรังสีที่วัดความเข้มรังสีส่งผ่านทำมุม ค่าความเข้มรังสีส่งผ่านของหัววัดรังสีที่วัดทำมุมกับภาชนะจะเริ่มมีความเข้มรังสีลดลงช้ากว่า โดยเมื่อจุดสูงสุดของของทราย(ยอด)เพิ่มขึ้นจนถึงระดับของหัววัดรังสี ความเข้มรังสียังมีค่าคงที่จนเมื่อระดับของทรายเพิ่มสูงขึ้นจนสูงกว่าระดับของหัววัดรังสี สาเหตุเนื่องจากลักษณะของผิวหน้าทรายเป็นรูปกรวย ความสูงของทรายบริเวณขอบฐานกรวยเพิ่มขึ้นช้ากว่ากลางภาชนะ เมื่อฐานกรวยทรายบังแนวตัวรังสี ความเข้มรังสีจึงจะมีค่าลดลง ลำรังสีที่ผ่านบริเวณขอบฐานกรวยจึงมีความเข้มรังสีลดลงช้ากว่า มีการเปลี่ยนแปลง

ในช่วง 8 เซนติเมตร เป็นอีกเหตุผลหนึ่งที่สามารถบอกสภาวะการบรรจุทรายได้ แสดงดังรูป 4.4 โดยที่ความเข้มรังสีส่งผ่านสูงสุดและต่ำสุดของหัววัดรังสีที่วัดท่ามกลางภาชนะจะมีค่าแตกต่างจากความเข้มรังสีส่งผ่านกลางภาชนะ เนื่องจากการจัดตำแหน่งติดตั้งรวมถึงระยะห่างของหัววัดรังสี รังสีและต้นกำเนิดรังสี



รูปที่ 4.5 แสดงตำแหน่งติดตั้งหัววัดรังสีและ ผิวหน้าทรายขณะเติมทราย

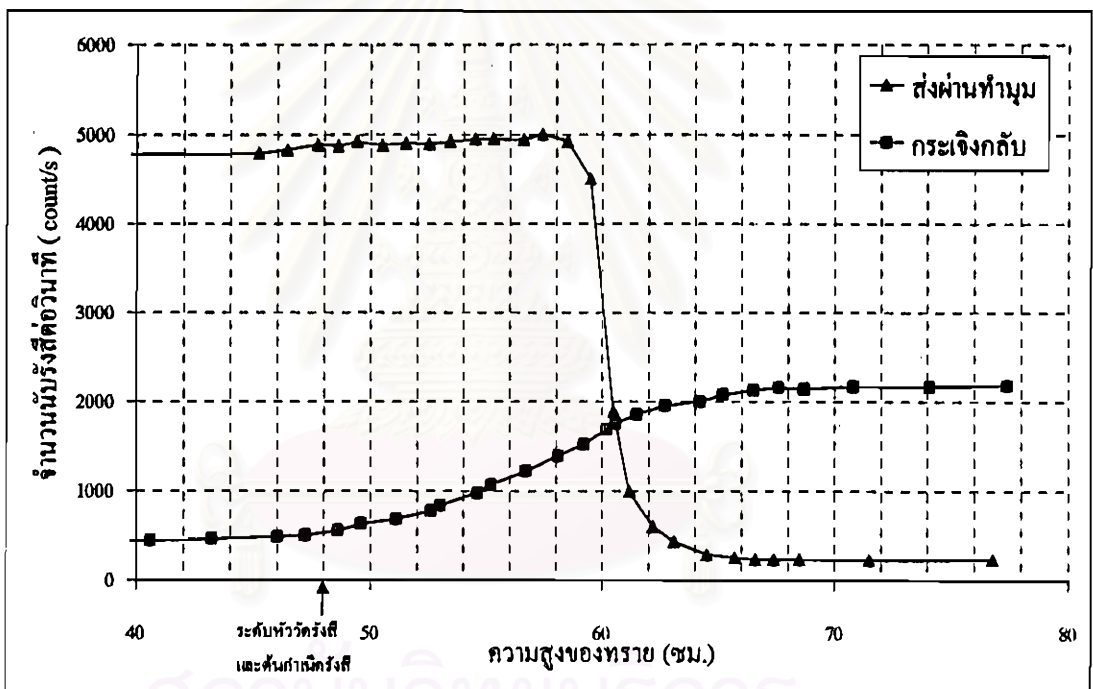
ข. การวัดด้วยเทคนิครังสีแกมมาส่งผ่าน และกระเจิงกลับ เก็บข้อมูลด้วยอุปกรณ์นับ



รูปที่ 4.6 กราฟความเข้มรังสีส่งผ่านและกระเจิงกลับ ขณะเติมทรายเข้า เก็บข้อมูลด้วยอุปกรณ์นับ

สำหรับหัววัดรังสีที่วัดความเข้มรังสีกระเจิงกลับ ขณะเมื่อทรายอยู่ต่ำกว่าระดับของหัววัดรังสีมากๆ ความเข้มรังสีกระเจิงกลับจะมีค่าต่ำเนื่องจากความเข้มรังสีที่วัดได้ เป็นการกระเจิงจากผนังภาชนะเท่านั้น เมื่อระดับของทรายเพิ่มขึ้นจนใกล้เคียงกับระดับของหัววัดรังสีความเข้มรังสีกระเจิงกลับจะมีค่าเพิ่มขึ้น และเพิ่มขึ้นจนเมื่อระดับของทรายเพิ่มสูงขึ้นจนฐานกรวยผิวหน้าสูงกว่าระดับของหัววัดรังสี ความเข้มรังสีกระเจิงกลับจะมีค่าคงที่ เนื่องจากความเข้มรังสีที่วัดได้เป็นการกระเจิงจากผนังภาชนะและทรายรวมกัน ในส่วนของการวัดความเข้มรังสีส่งผ่านที่เกิดขึ้น ข้อมูลที่ได้มีลักษณะเช่นเดียวกับการวัดส่งผ่านกลางถัง

ค. การวัดด้วยเทคนิครังสีแกมมาส่งผ่านทำมุม และกระเจิงกลับ เก็บข้อมูลด้วยอุปกรณ์นับ



รูปที่ 4.7 กราฟความเข้มรังสีส่งผ่านทำมุมและกระเจิงกลับ ขณะเติมทรายเข้า เก็บข้อมูลด้วยอุปกรณ์นับ

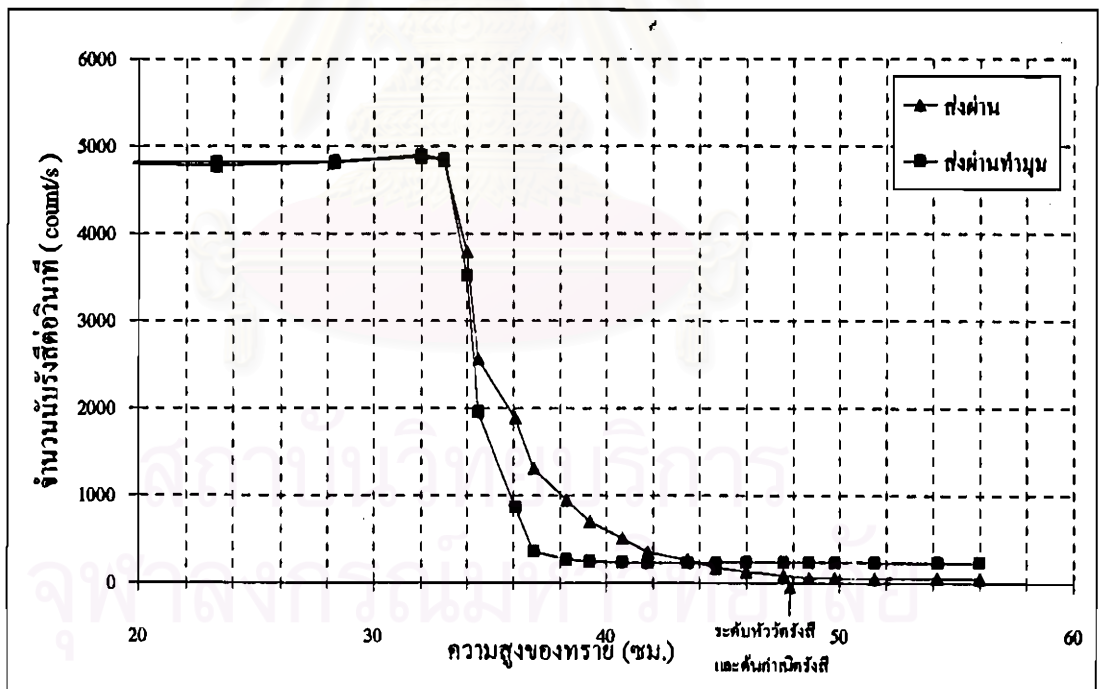
สำหรับหัววัดรังสีที่วัดความเข้มรังสีส่งผ่านทำมุมเมื่อทรายอยู่ต่ำกว่าระดับของหัววัดรังสีมากๆ ความเข้มรังสีส่งผ่านจะมีค่าสูงเนื่องจากความเข้มรังสีจะถูกกีดกันจากการผ่านผนังภาชนะเท่านั้น เมื่อจุดสูงสุดของของทราย(ยอด)เพิ่มขึ้นจนถึงระดับของหัววัดรังสี ความเข้มรังสียังมีค่าคงที่ เนื่องจากลักษณะของผิวหน้าทรายเป็นรูปกรวย ความสูงของทรายบริเวณขอบฐานกรวยเพิ่มขึ้นช้ากว่ากลางภาชนะ จนเมื่อระดับของทรายเพิ่มสูงขึ้นจนสูงกว่าระดับของหัววัดรังสีจนฐานกรวยทราย

บังแนวถ้ำรังสี ความเข้มรังสีจะมีค่าลดลงจนมีค่าคงที่เนื่องจากการลดทอนจากรายที่บรรจุอยู่เต็มภาชนะ ความเข้มรังสีมีค่าเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 8 เซนติเมตร

ในกรณีหัววัดรังสีกระเจิงกลับ ขณะเมื่อทรายอยู่ต่ำกว่าระดับของหัววัดรังสีมากๆ ความเข้มรังสีกระเจิงกลับจะมีค่าต่ำเนื่องจากความเข้มรังสีที่วัดได้เป็นการกระเจิงจากผนังภาชนะเท่านั้น เมื่อระดับของทรายเพิ่มขึ้นจนใกล้เคียงกับระดับของหัววัดรังสี ความเข้มรังสีกระเจิงกลับจะมีค่าเพิ่มขึ้น จนเมื่อระดับของทรายเพิ่มสูงขึ้นจนฐานกรวยผิวหน้าสูงกว่าระดับของหัววัดรังสีความเข้มรังสีกระเจิงกลับจะมีค่าคงที่ เนื่องจากความเข้มรังสีที่วัดได้เป็นการกระเจิงจากผนังภาชนะและทรายรวมกัน

#### 4.3.2 ผลการวัดความเข้มรังสี ขณะถ่ายทรายออกจากภาชนะ

##### ก. การวัดด้วยเทคนิครังสีแกมมาส่งผ่าน 2 หัววัดรังสี

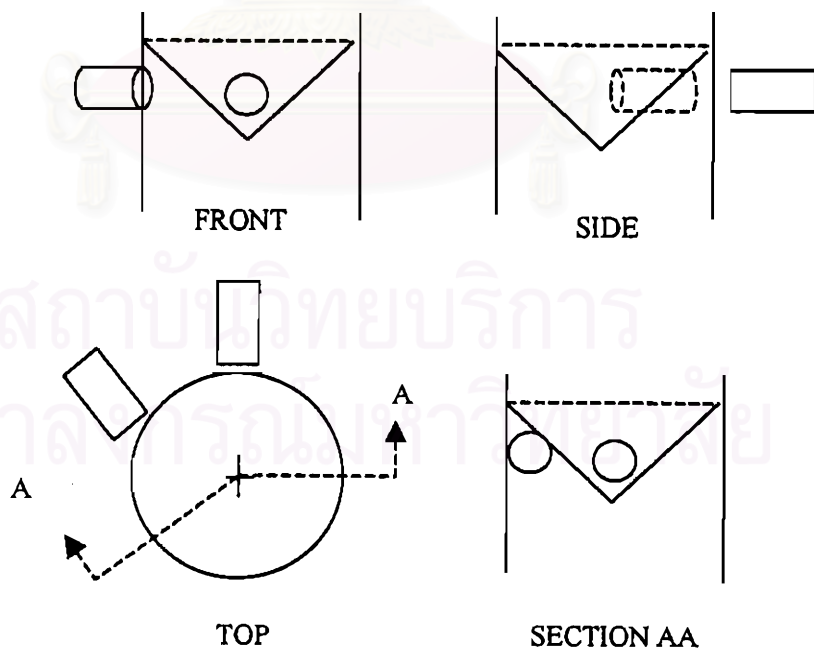


รูปที่ 4.8 กราฟความเข้มรังสีส่งผ่าน ขณะถ่ายทรายออก เก็บข้อมูลด้วยอุปกรณ์นับ

สำหรับหัววัดรังสีที่วัดความเข้มรังสีส่งผ่าน ขณะเมื่อทรายอยู่สูงกว่าระดับของหัววัดรังสีมากๆ ความเข้มรังสีส่งผ่านจะมีค่าต่ำเนื่องจากความเข้มรังสีถูกลดทอนจากการผ่านผนังภาชนะและทราย เมื่อระดับของทราย(จุดต่ำสุดของทราย)ลดลงจนถึงระดับของหัววัดรังสีความเข้มรังสีสำหรับ

หัววัดรังสีที่วัดผ่านกลางถังจะมีค่าเพิ่มขึ้น และเมื่อระดับของทรายลดลงต่ำกว่าระดับของหัววัดรังสี ความเข้มรังสีจะมีค่าเพิ่มขึ้นจนมีค่าคงที่เนื่องจากการลดทอนจากผนังภาชนะเท่านั้น โดยหัววัดรังสีที่วัดผ่านกลางถังช่วงที่ความเข้มรังสีมีค่าเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 16 เซนติเมตรและมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มรังสีต่อเนื่องตลอดความสูงของผิวหน้าที่เปลี่ยนแปลง

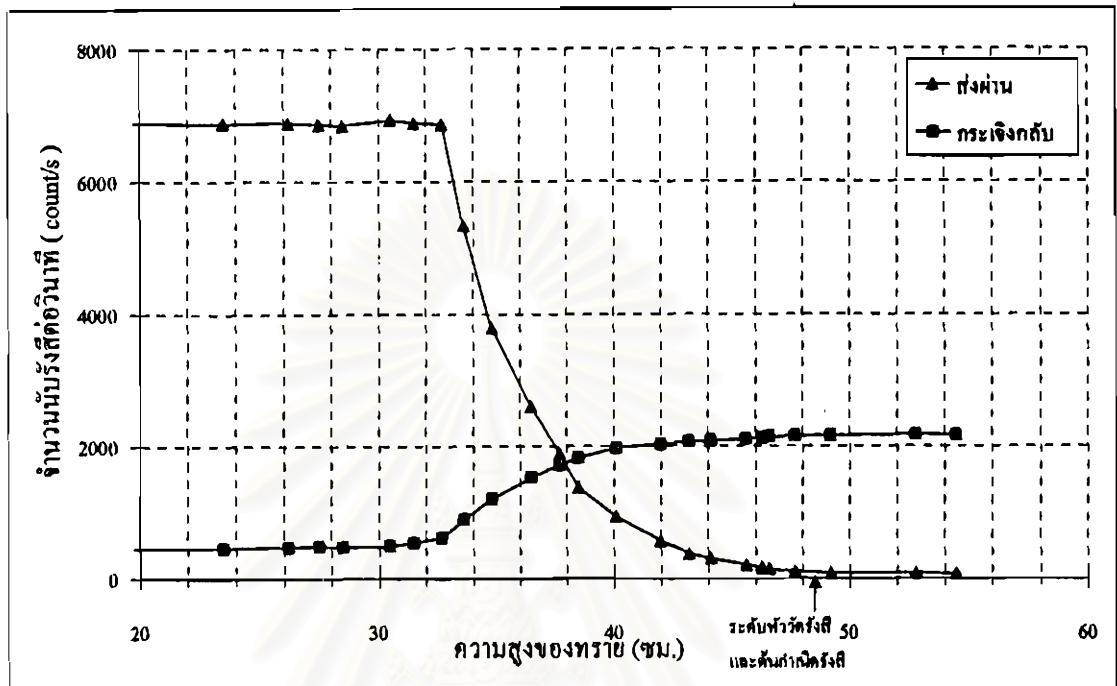
ในกรณีหัววัดรังสีที่วัดความเข้มรังสีส่งผ่านทำมุม ค่าความเข้มรังสีส่งผ่านของหัววัดรังสีที่วัดทำมุมกับภาชนะจะเริ่มมีความเข้มรังสีเพิ่มขึ้นช้ากว่า และเปลี่ยนแปลงในช่วง 8 เซนติเมตร สาเหตุที่เนื่องจากลักษณะของผิวหน้าทรายขณะถ่ายออกเป็นรูปกรวย เป็นสาเหตุให้ความสูงของทรายบริเวณกลางภาชนะเริ่มลดลงเร็วกว่าขอบภาชนะ ในส่วนของสาเหตุที่ค่าความเข้มรังสีส่งผ่านมีค่าเพิ่มขึ้นสูงสุดทั้ง 2 หัววัดรังสีในตำแหน่งใกล้เคียงกัน เนื่องจากขอบบนของทรายการมีลักษณะเป็นกรวยคว่ำ ขอบฐานกรวยจึงลดลงพร้อมกันทั้งระนาบ แสดงดังรูป ความสูงของทรายบริเวณขอบฐานกรวยลดลงช้ากว่ากลางภาชนะ ถ้ารังสีที่ผ่านบริเวณขอบฐานกรวยจะเพิ่มขึ้นช้ากว่า เป็นเหตุผลหนึ่งที่สามารถบ่งบอกสภาวะการบรรจุทรายได้ โดยที่ความเข้มรังสีส่งผ่านสูงสุดและต่ำสุดของหัววัดรังสีที่วัดทำมุมกับภาชนะจะมีค่าแตกต่างจากความเข้มรังสีส่งผ่านกลางภาชนะ เนื่องจากการจัดตำแหน่งติดตั้งรวมถึงระยะห่างของหัววัดรังสีและต้นกำเนิดรังสี



รูปที่ 4.9 แสดงตำแหน่งติดตั้งหัววัดรังสีและ ผิวหน้าทรายขณะถ่ายทรายออก



### ข. การวัดด้วยเทคนิครังสีแกมมาส่งผ่าน และกระเจิงกลับ

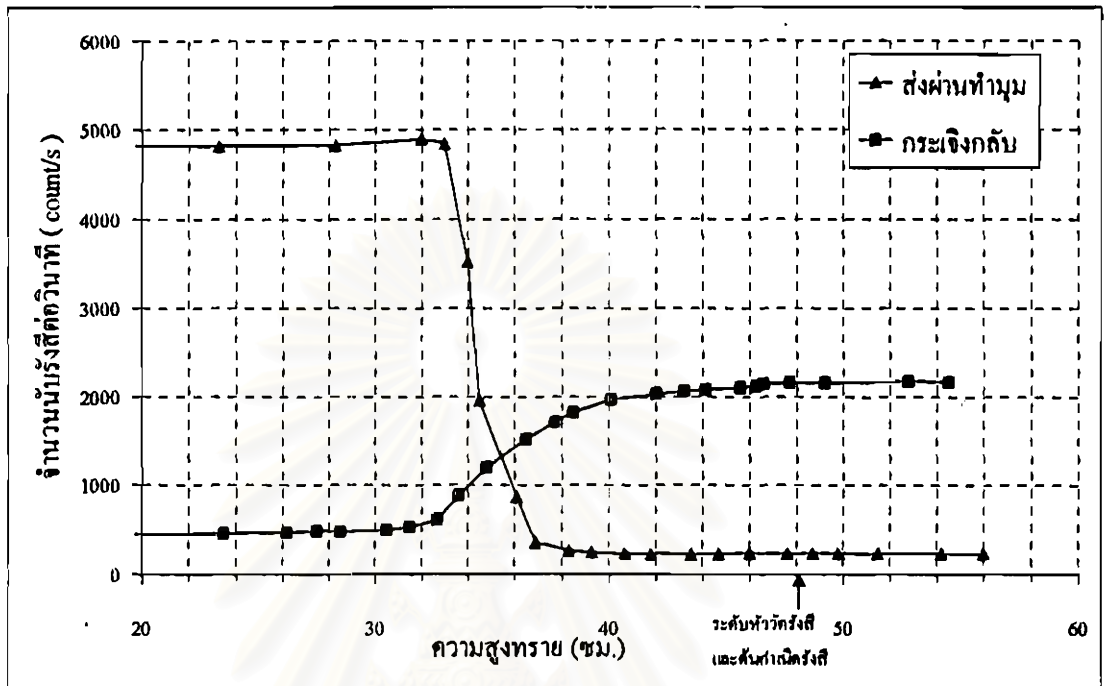


รูปที่ 4.10 กราฟความเข้มรังสีส่งผ่านและกระเจิงกลับ ขณะถ่ายทรายออก เก็บข้อมูลด้วยอุปกรณ์

สำหรับหัววัดรังสีที่วัดความเข้มรังสีส่งผ่าน ขณะเมื่อทรายอยู่สูงกว่าระดับของหัววัดรังสีมากๆ ความเข้มรังสีส่งผ่านจะมีค่าต่ำเนื่องจากความเข้มรังสีถูกกีดทอนจากการผ่านผนังภาชนะและทราย เมื่อระดับของทราย(จุดต่ำสุดของทราย)ลดลงจนถึงระดับของหัววัดรังสี ความเข้มรังสีสำหรับหัววัดรังสีที่วัดผ่านกลางถึงจะมีค่าเพิ่มขึ้น และเมื่อระดับของทรายลดลงจนต่ำกว่าระดับของหัววัดรังสี ความเข้มรังสีจะมีค่าเพิ่มขึ้นจนมีค่าคงที่เนื่องจากการกีดทอนจากผนังภาชนะเท่านั้น โดยหัววัดรังสีที่วัดผ่านกลางถึงช่วงที่ความเข้มรังสีมีค่าเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 16 เซนติเมตรและมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มรังสีต่อเนื่องตลอดความสูงของผิวหน้าที่เปลี่ยนแปลง

ในกรณีผลการวัดความเข้มรังสีกระเจิงกลับ จากขั้นตอนการวัดในลักษณะเดียวกันกับการวัดความเข้มรังสีเมื่อเติมทรายกรณีการถ่ายทรายออก ผลการวัดความเข้มรังสีกระเจิงกลับจะมีลักษณะตรงข้าม โดยขณะเมื่อทรายอยู่สูงกว่าระดับของหัววัดรังสีมากๆ ความเข้มรังสีกระเจิงกลับจะมีค่าสูงเนื่องจากความเข้มรังสีที่วัดได้ เป็นกระเจิงจากผนังภาชนะและทรายรวมกัน เมื่อระดับของทรายลดลงจนใกล้เคียงกับระดับของหัววัดรังสี ความเข้มรังสีกระเจิงกลับจะมีค่าลดลง จนเมื่อระดับของทรายต่ำลงจนต่ำกว่าระดับของหัววัดรังสีมากๆ ความเข้มรังสีจะมีค่าลดลงจนมีค่าคงที่ เนื่องจากความเข้มรังสีที่วัดได้เป็นกระเจิงจากผนังภาชนะเท่านั้น

ค. การวัดด้วยเทคนิครังสีแกมมาส่งผ่านทำมุม และกระเจิงกลับ



รูปที่ 4.11 กราฟความเข้มรังสีส่งผ่านทำมุมและกระเจิงกลับ ขณะเติมทรายเข้า เก็บข้อมูลด้วยอุปกรณ์นับ

ในกรณีหัววัดรังสีที่วัดความเข้มรังสีส่งผ่านทำมุม ค่าความเข้มรังสีส่งผ่านของหัววัดรังสีที่วัดทำมุมกับภาชนะจะเริ่มมีความเข้มรังสีเพิ่มขึ้นช้ากว่า และเปลี่ยนแปลงในช่วง 8 เซนติเมตร สาเหตุที่เนื่องจากลักษณะของผิวหน้าทรายขณะถ่ายออกเป็นรูปกรวย เป็นสาเหตุให้ความสูงของทรายบริเวณกลางภาชนะเริ่มลดลงเร็วกว่าขอบภาชนะ ในส่วนของสาเหตุที่ค่าความเข้มรังสีส่งผ่านมีค่าเพิ่มขึ้นสูงสุดทั้ง 2 หัววัดรังสีในตำแหน่งใกล้เคียงกัน เนื่องจากขอบบนของทรายการมีลักษณะเป็นกรวยคว่ำ ขอบฐานกรวยจึงลดลงพร้อมกันทั้งระนาบ แสดงดังรูป 4.9

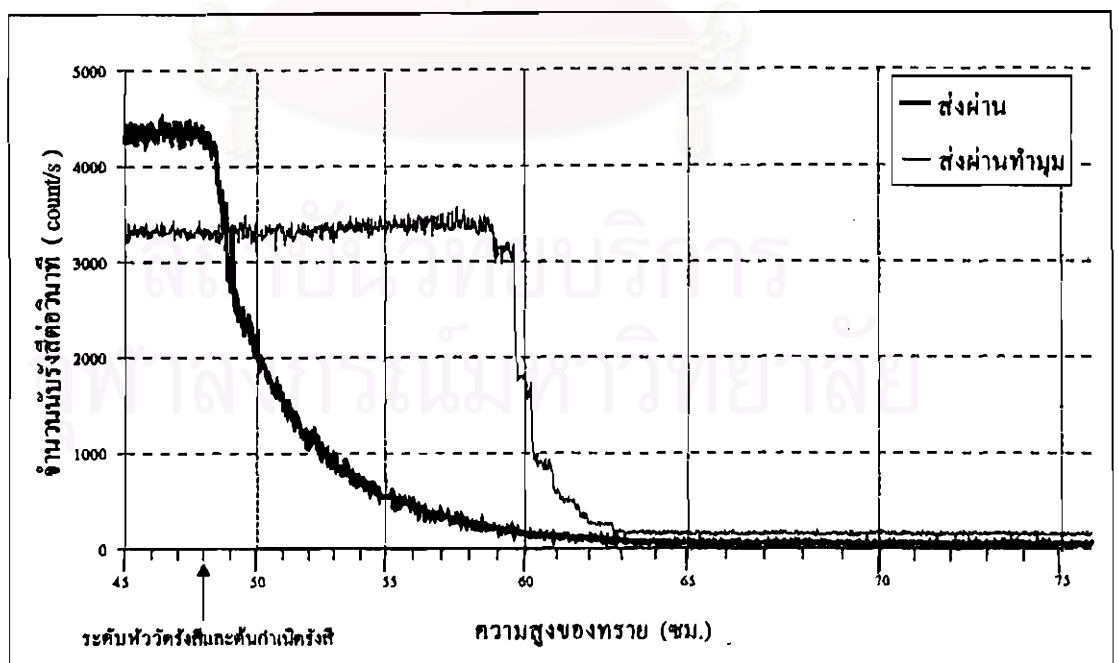
ในกรณีผลการวัดความเข้มรังสีกระเจิงกลับ ขณะเมื่อทรายอยู่สูงกว่าระดับของหัววัดรังสีมากๆ ความเข้มรังสีกระเจิงกลับจะมีค่าสูงเนื่องจากความเข้มรังสีที่วัดได้ เป็นกระเจิงจากผนังภาชนะและทรายรวมกัน เมื่อระดับของทรายลดลงจนใกล้เคียงกับระดับของหัววัดรังสี ความเข้มรังสีกระเจิงกลับจะมีค่าลดลง จนเมื่อระดับของทรายต่ำลงจนต่ำกว่าระดับของหัววัดรังสีมากๆ ความเข้มรังสีจะมีค่าลดลงจนมีค่าคงที่ เนื่องจากความเข้มรังสีที่วัดได้เป็นกระเจิงจากผนังภาชนะเท่านั้น

#### 4.4 การเก็บข้อมูลขณะระดับวัสดุกำลังเปลี่ยนแปลง

ผลการวัดระดับด้วยเทคนิครังสีแกมมาโดยการเดิมและถ่ายทราซอย่างต่อเนื่อง แสดงผลเป็นกราฟความเข้มรังสีต่อวินาที เก็บข้อมูลด้วยหัววัดรังสีหัววัดเดี่ยว ได้ข้อมูลซึ่งมีแนวโน้มเช่นเดียวกับการวัดระดับขณะระดับวัสดุอยู่นิ่ง แสดงผลข้อมูลด้วยอุปกรณ์แสดงผลต่างกัน ประกอบด้วยอุปกรณ์วิเคราะห์แบบหลายช่อง ทำหน้าที่เป็นเครื่องบันทึกความเข้มรังสีทุกวินาที แสดงผลใน MCS mode ไมโครคอมพิวเตอร์แสดงผลเป็นกราฟความเข้มรังสีสัมพัทธ์ โดยสุ่มเก็บข้อมูลจากเรดมิเตอร์ทุก 1 วินาที ซึ่งค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจะไม่ขึ้นกับปริมาณนับของความเข้มรังสีเท่านั้น แต่ขึ้นอยู่กับ คุณสมบัติการตอบสนองของเรดมิเตอร์ด้วย ในส่วนการแสดงผลด้วย X-Y recorder แสดงผลเป็นกราฟความเข้มรังสีต่อหน่วยเวลาแสดงข้อมูลแบบต่อเนื่องโดยการแปลงสัญญาณจากเรดมิเตอร์ตลอดเวลา เนื่องจากข้อมูลได้เป็นข้อมูลผลการวัดระดับของการวัดในครั้งเดียวกัน ต่างกันเพียง วิธีจัดเก็บข้อมูลและแสดงผล ส่งผลให้แนวโน้มของข้อมูลมีลักษณะสอดคล้องกัน แตกต่างกันในส่วนการกระจายของข้อมูลเท่านั้น ในงานวิจัยตั้งเวลาในการวัดไว้ที่เวลาประมาณ 20 นาที(1200 วินาที) และทำการปรับเทียบเวลาที่วัดให้เป็นระดับของวัสดุ

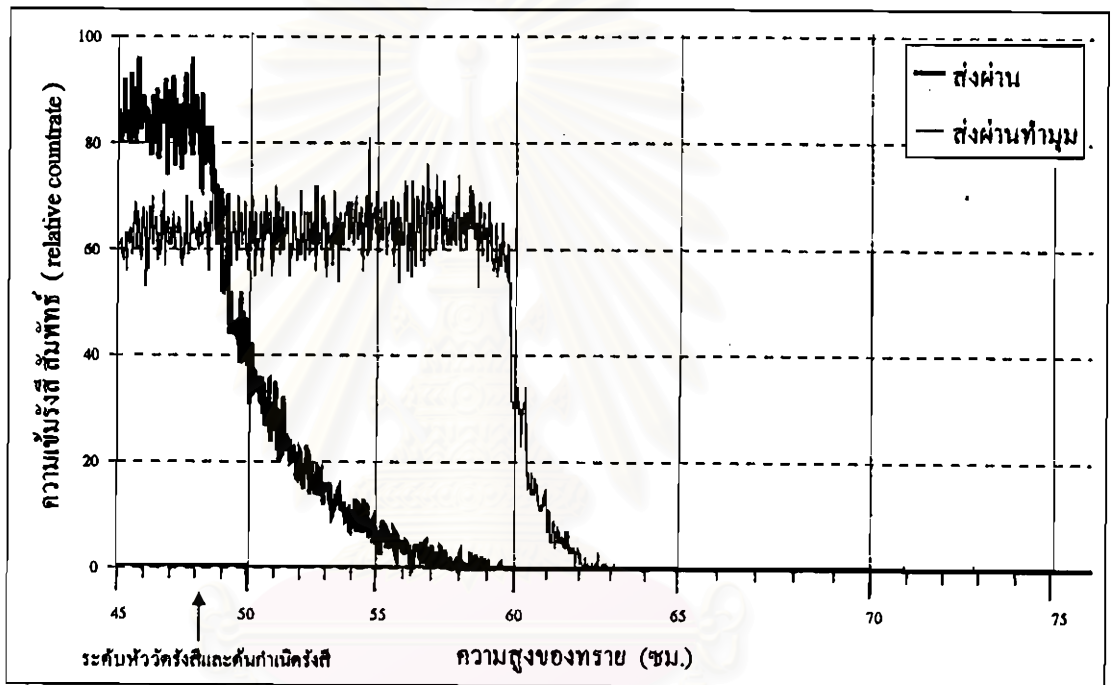
##### 4.4.1 ผลการวัด ความเข้มรังสี ขณะเดิมทราซเข้าภาชนะ

###### ก. การวัดด้วยเทคนิครังสีแกมมาส่งผ่าน



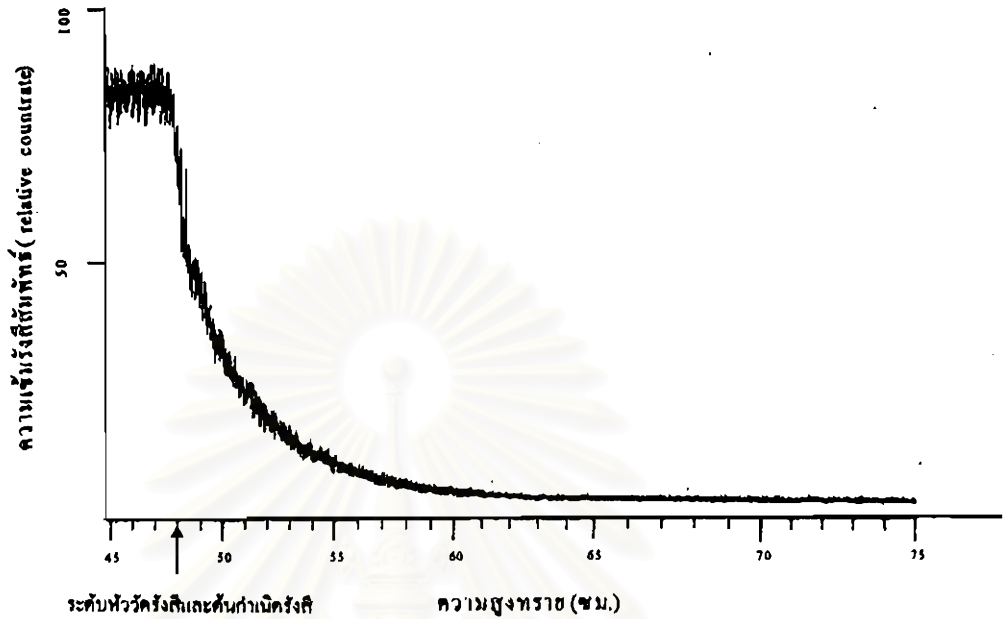
รูปที่ 4.12 กราฟความเข้มรังสีส่งผ่าน ขณะเดิมทราซเข้าภาชนะ  
เก็บข้อมูลด้วยอุปกรณ์วิเคราะห์แบบหลายช่อง

เมื่อทำการเดิมทรายอย่างต่อเนื่องโดยมีอัตราการไหลประมาณ 4.8 กิโลกรัมต่อนาที ขณะระดับทรายต่ำกว่าระดับหัววัดรังสี ความเข้มรังสีจะมีค่าอยู่ในระดับที่ค่อนข้างคงที่ จนเมื่อผิวหน้าทราย(ยอดทราย)มีความสูงอยู่ที่ระดับของหัววัดรังสีและเมื่อทรายสูงเพิ่มขึ้น ความเข้มรังสีส่งผ่านจะค่อยๆตกลง ส่วนความเข้มรังสีส่งผ่านของหัววัดรังสีที่ทำมุมกับศูนย์กลางถึงจะตกลงภายหลังเนื่องจากลักษณะของผิวหน้าทราย ความเข้มรังสีส่งผ่านจะค่อยๆตกลงจนเมื่อขอบของฐานกรวยจะพ้นระดับหัววัดรังสี ความเข้มรังสีส่งผ่านจะมีค่าคงที่อีกครั้ง



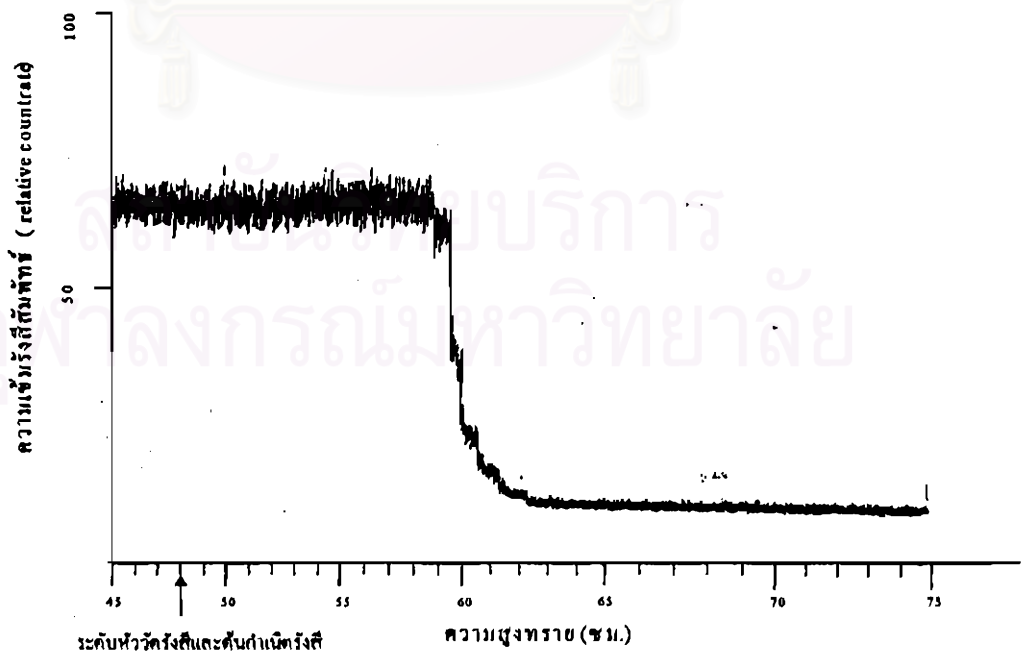
รูปที่ 4.13 กราฟความเข้มรังสีส่งผ่าน ขณะเดิมทรายเข้าภาชนะเก็บข้อมูลด้วยไมโครคอมพิวเตอร์

ไมโครคอมพิวเตอร์ แสดงข้อมูลผลการวัดระดับชุดเดียวกับอุปกรณ์วิเคราะห์แบบหลายช่อง แต่เก็บข้อมูลโดยการสุ่มทุก 1 วินาที มีการกระจายของข้อมูลแตกต่างจากอุปกรณ์วิเคราะห์แบบหลายช่อง ความสูงของวัสดุที่เปลี่ยนแปลงสอดคล้องกับอุปกรณ์วิเคราะห์แบบหลายช่อง



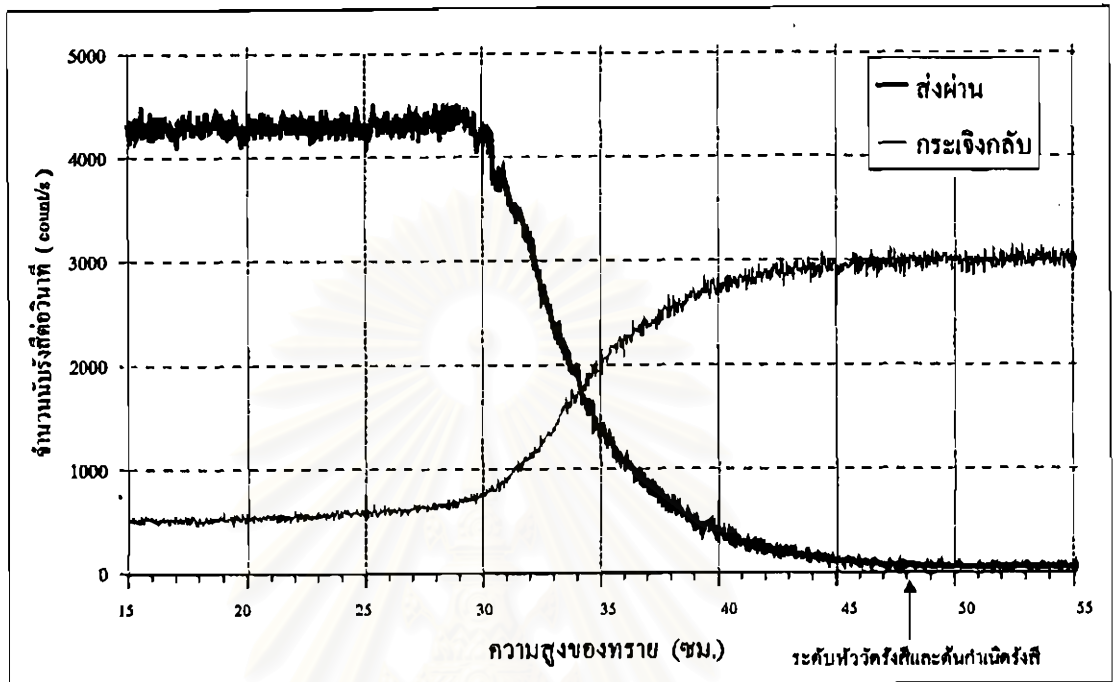
รูปที่ 4.14 กราฟความเข้มรังสีส่งผ่าน ขณะเดิมทรายเข้าภาชนะ เก็บข้อมูลด้วย X-Y recorder

X-Y recorder แสดงข้อมูลผลการวัดระดับชุดเดียวกับอุปกรณ์วิเคราะห์แบบหลายช่อง แต่แสดงผลต่อเนื่อง มีการกระจายของข้อมูลแตกต่างจากอุปกรณ์วิเคราะห์แบบหลายช่อง ความสูงของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงสอดคล้องกับอุปกรณ์วิเคราะห์แบบหลายช่อง



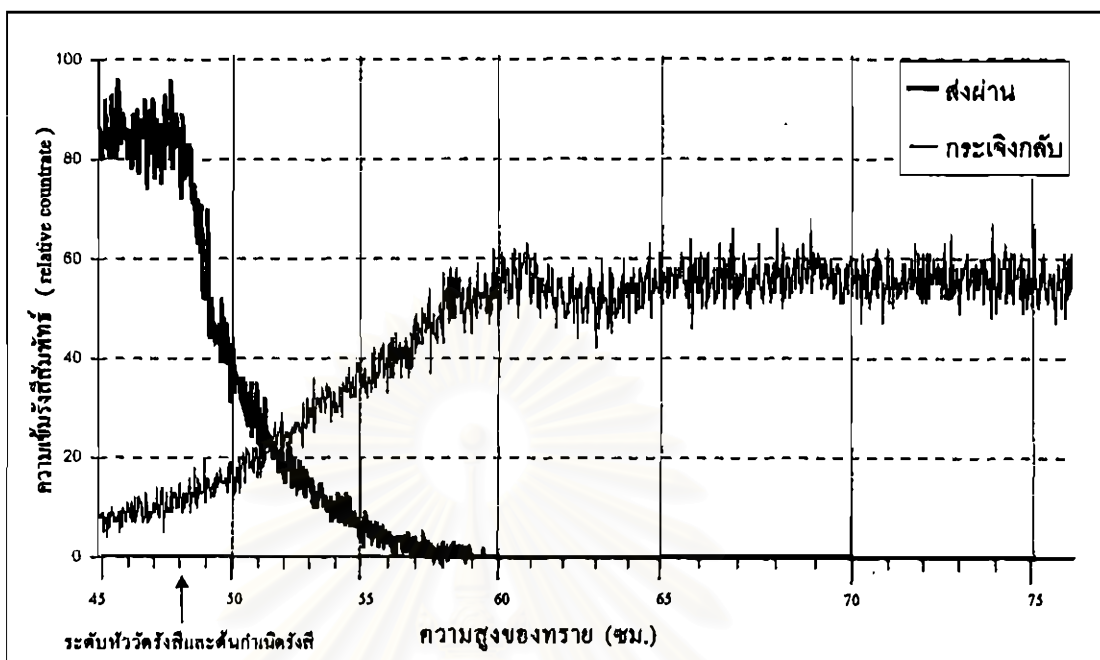
รูปที่ 4.15 กราฟความเข้มรังสีส่งผ่านทำมุมกับศูนย์กลางภาชนะ ขณะเดิมทรายเข้าภาชนะ เก็บข้อมูลด้วย X-Y recorder

ข. การวัดด้วยเทคนิครังสีแกมมาส่งผ่าน และกระเจิงกลับ

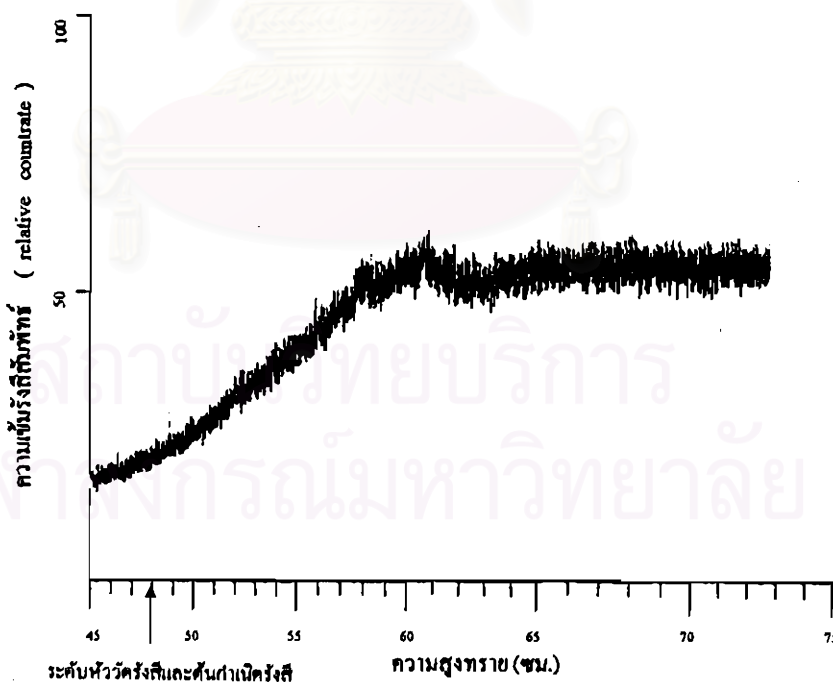


รูปที่ 4.16 กราฟความเข้มรังสีส่งผ่านและกระเจิงกลับ ขณะเติมทรายเข้าภาชนะ  
เก็บข้อมูลด้วยอุปกรณ์วิเคราะห์แบบหลายช่อง

ขณะเมื่อทรายอยู่ต่ำกว่าระดับของหัววัดรังสีมากๆ ความเข้มรังสีกระเจิงกลับจะมีค่าต่ำ เนื่องจากความเข้มรังสีที่วัดได้ เป็นกระเจิงจากผนังภาชนะเท่านั้น เมื่อระดับของทรายเพิ่มขึ้นจนใกล้เคียงกับระดับของหัววัดรังสี ความเข้มรังสีกระเจิงกลับจะมีค่าเพิ่มขึ้น ฐานกรวยควมหน้าสูงกว่าระดับของหัววัดรังสีความเข้มรังสีกระเจิงกลับจะมีค่าคงที่ เนื่องจากความเข้มรังสีที่วัดได้เป็นกระเจิงจากผนังภาชนะและทรายรวมกัน ในส่วนของการวัดความเข้มรังสีส่งผ่านที่เกิดขึ้น ข้อมูลที่ได้มีลักษณะเช่นเดียวกับการวัดความเข้มรังสีส่งผ่าน 2 หัววัดรังสีแบบเป็นช่วง



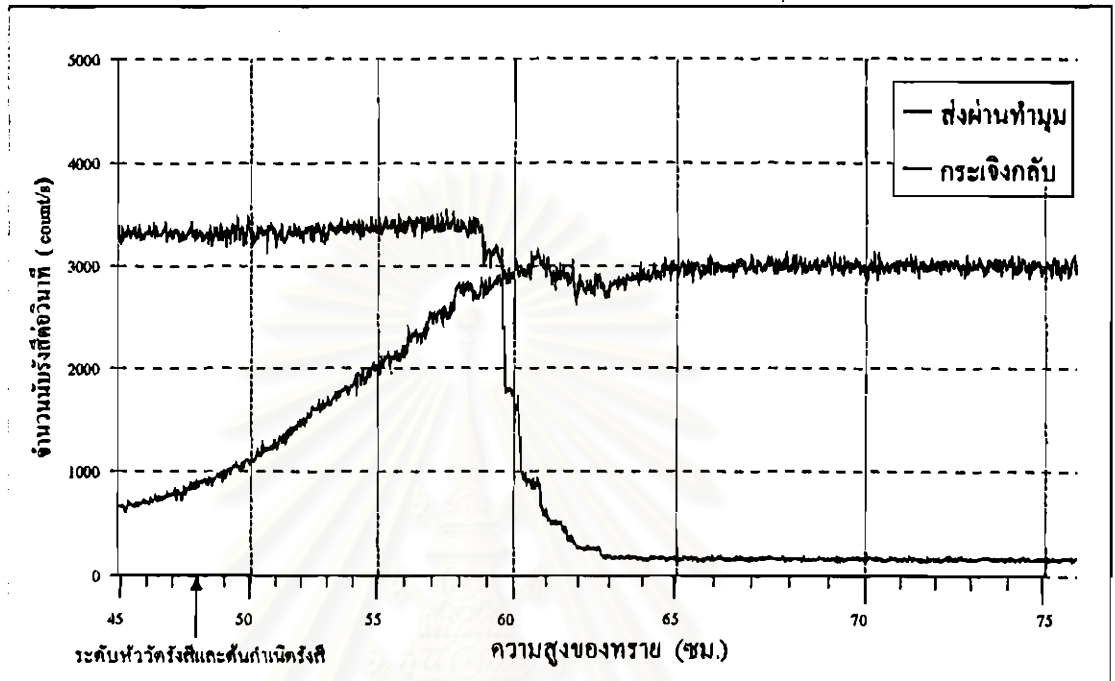
รูปที่ 4.17 กราฟความเข้มรังสีส่งผ่านและกระเจิงกลับ ขณะเติมทราซเข้าภาชนะ  
เก็บข้อมูลด้วยไมโครคอมพิวเตอร์



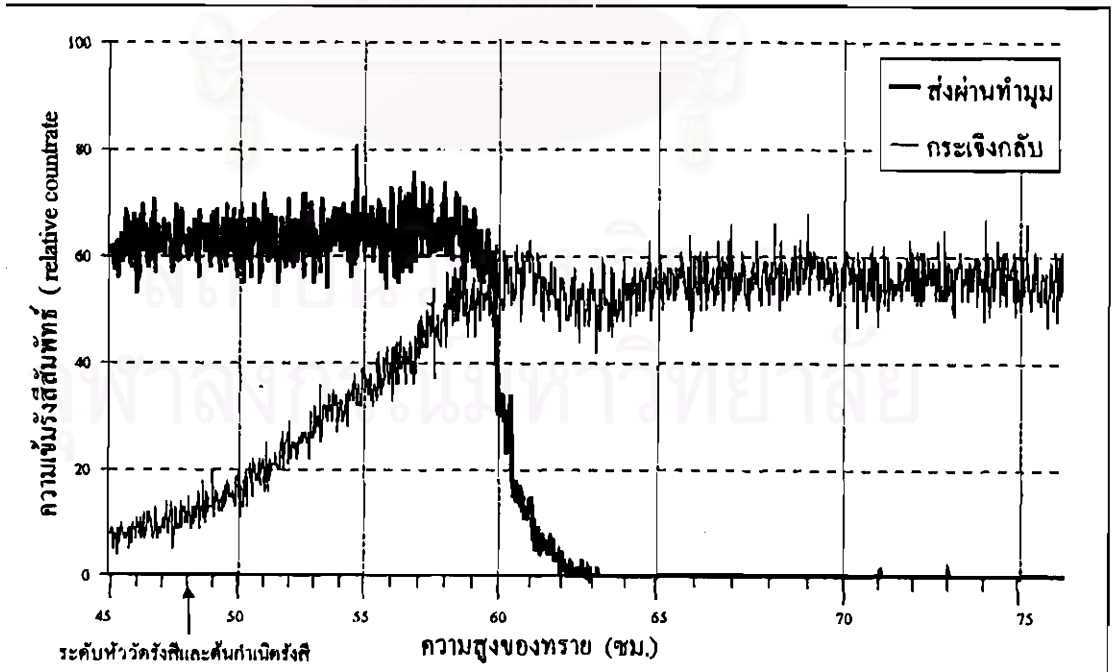
รูปที่ 4.18 กราฟความเข้มรังสีกระเจิงกลับ ขณะเติมทราซเข้าภาชนะเก็บข้อมูลด้วย X-Y recorder

ในลักษณะเดียวกันข้อมูลที่เก็บได้ด้วยอุปกรณ์อื่นๆ ขณะเมื่อทราซอยู่ต่ำกว่าระดับของหัววัดรังสีมากๆ ความเข้มรังสีกระเจิงกลับจะมีค่าต่ำเนื่องจากความเข้มรังสีที่วัดได้ เป็นการกระเจิงจากผนังภาชนะเท่านั้น เมื่อระดับของทราซเพิ่มขึ้นจนใกล้เคียงกับระดับของหัววัดรังสี ความเข้มรังสี

กระเจิงกลับจะมีค่าเพิ่มขึ้น จนเมื่อฐานกรวยผิวหน้าสูงกว่าระดับของหัววัดรังสี ความเข้มรังสีกระเจิงกลับจะมีค่าคงที่ เนื่องจากความเข้มรังสีที่วัดได้เป็นกระเจิงจากผนังภาชนะและทรายรวมกัน



รูปที่ 4.19 กราฟความเข้มรังสีส่งผ่านทำมุมและกระเจิงกลับ ขณะเติมทรายเข้าภาชนะ เก็บข้อมูลด้วยอุปกรณ์วิเคราะห์แบบหลายช่อง

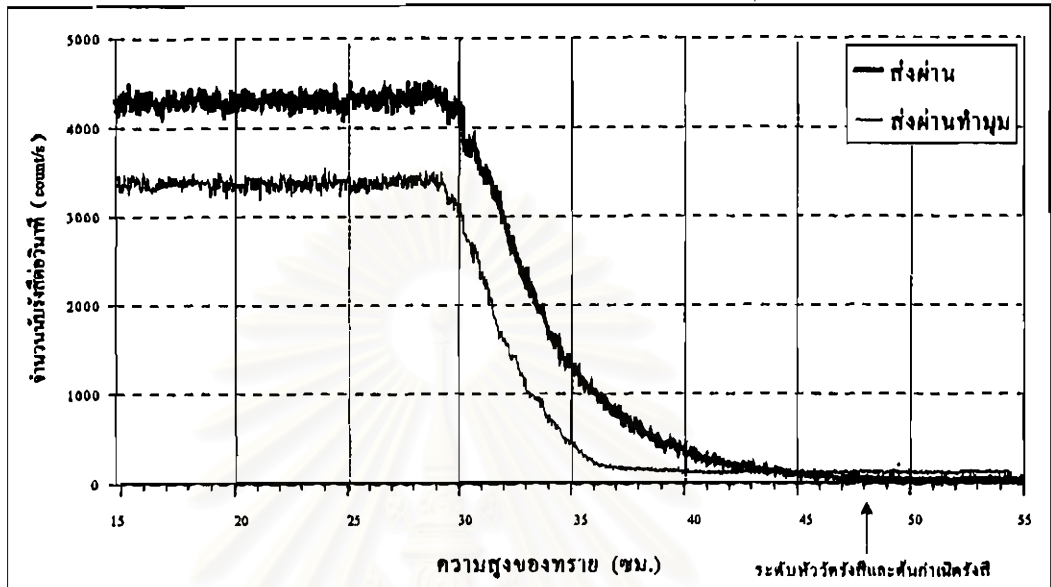


รูปที่ 4.20 กราฟความเข้มรังสีส่งผ่านและกระเจิงกลับ ขณะเติมทรายเข้าภาชนะ เก็บข้อมูลด้วยไมโครคอมพิวเตอร์



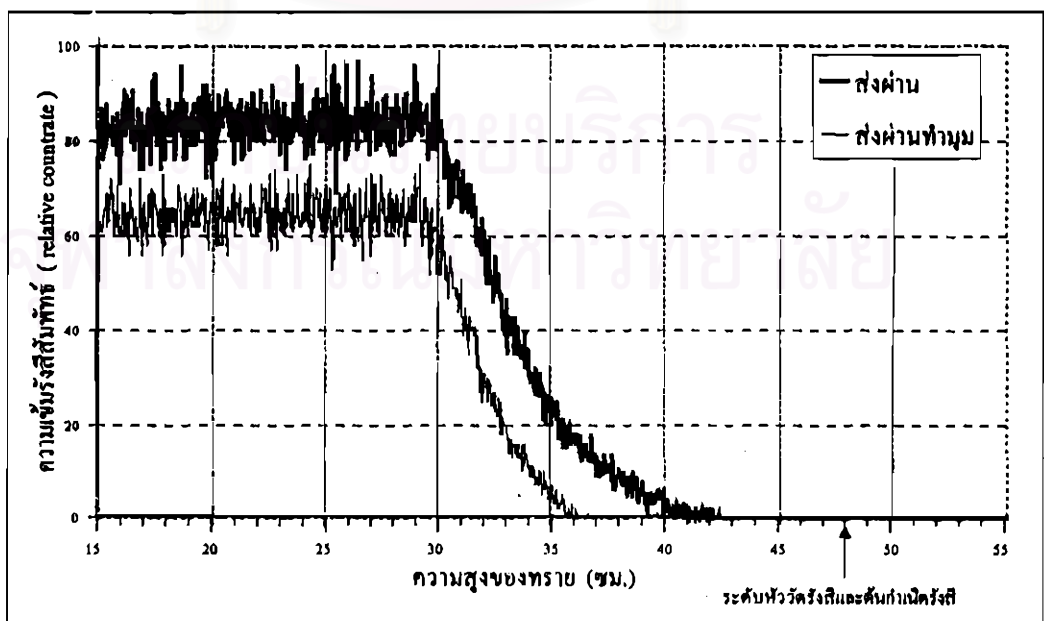
4.4.2 ผลการวัดความเข้มรังสีขณะถ่ายทรายออกจากภาชนะ

ก. การวัดด้วยเทคนิครังสีแกมมาส่งผ่าน

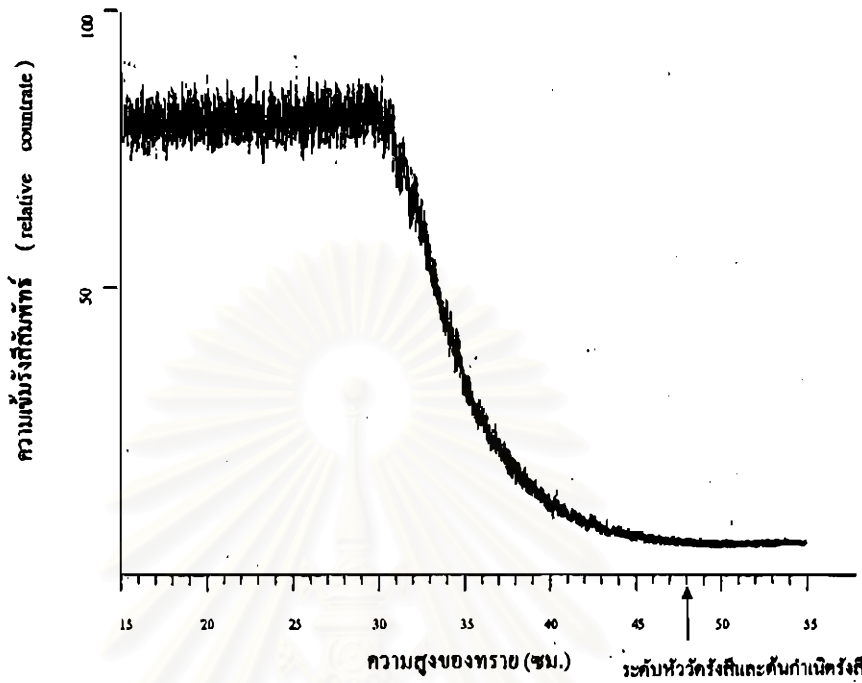


รูปที่ 4. 21 กราฟความเข้มรังสีส่งผ่าน ขณะถ่ายทรายออก เก็บข้อมูลด้วย อุปกรณ์วิเคราะห์แบบหลายช่อง

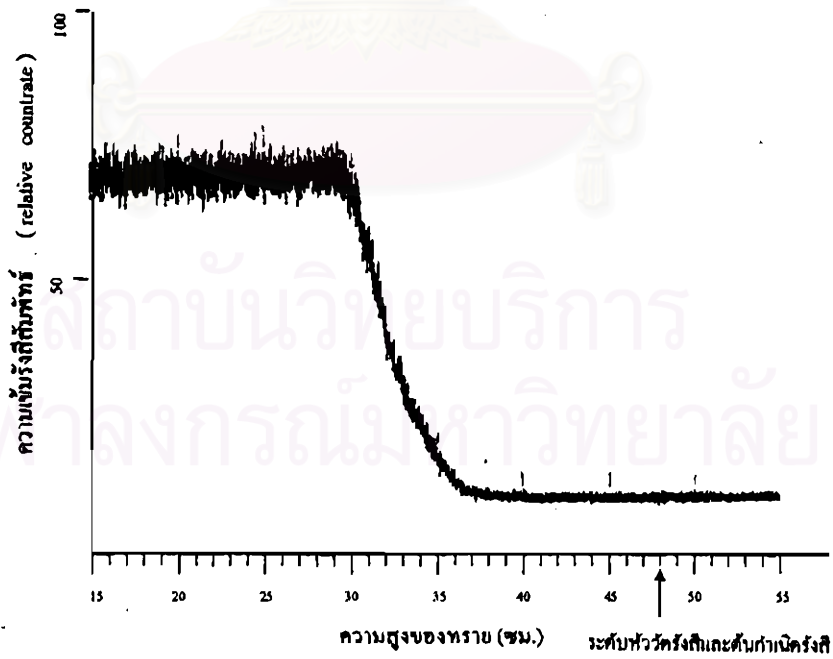
ทำการถ่ายทรายออกอย่างต่อเนื่องอัตรา 5 กิโลกรัมต่อนาที เมื่อความลึกขอดกรวยของทรายมีความสูงที่ระดับของหัววัดรังสีความเข้มรังสีส่งผ่านจะค่อยๆเพิ่มขึ้น ในส่วนของหัววัดรังสีที่ทำมุมกับศูนย์กลางถึง ความเข้มรังสีส่งผ่านจะค่อยๆเพิ่มขึ้นภายหลังเนื่องจากลักษณะของผิวหน้าทราย โดยจะมีค่าสูงสุดพร้อมๆกัน เมื่อขอบของฐานกรวยทรายลดต่ำกว่าระดับของหัววัดรังสี



รูปที่ 4.22 กราฟความเข้มรังสีส่งผ่าน ขณะถ่ายทรายออก เก็บข้อมูลด้วยไมโครคอมพิวเตอร์

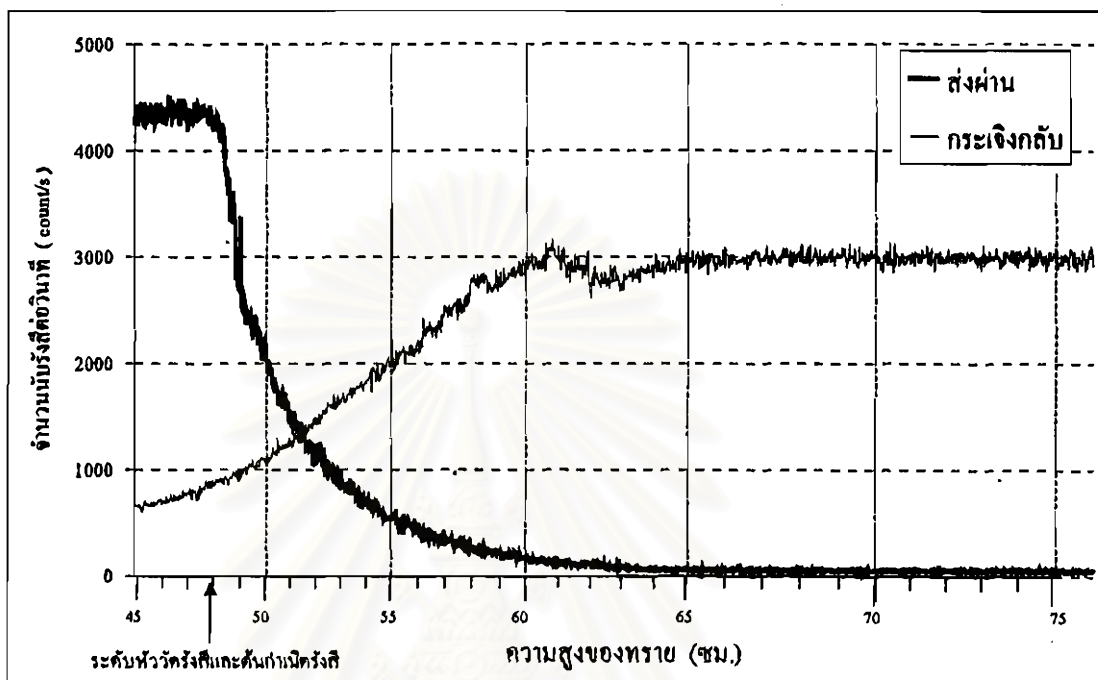


รูปที่ 4.23 กราฟความเข้มรังสีส่งผ่าน ขณะถ่ายทราบออก เก็บข้อมูลด้วย X-Y recorder



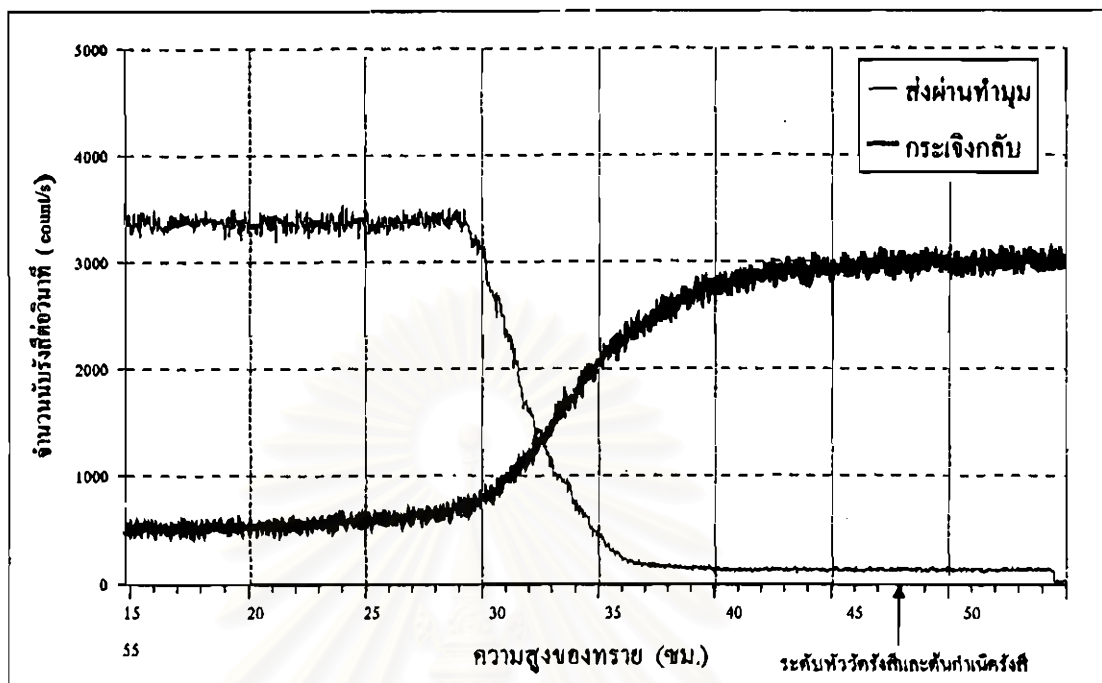
รูปที่ 4.24 กราฟความเข้มรังสีส่งผ่านทำมุมกับศูนย์กลางภาชนะ ขณะถ่ายทราบออก เก็บข้อมูลด้วย X-Y recorder

## ข. การวัดด้วยเทคนิครังสีแกมมาส่งผ่าน และกระเจิงกลับ

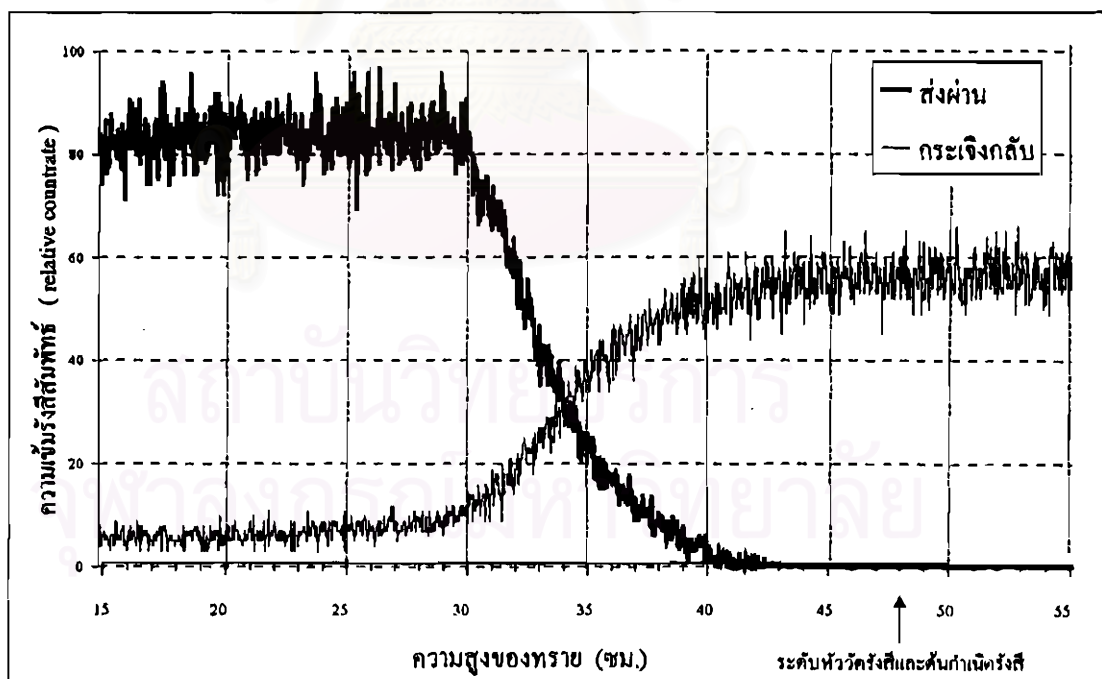


รูปที่ 4.25 กราฟความเข้มรังสีส่งผ่านและกระเจิงกลับ ขณะถ่ายทรายออก  
เก็บข้อมูลด้วยอุปกรณ์วิเคราะห์แบบหลายช่อง

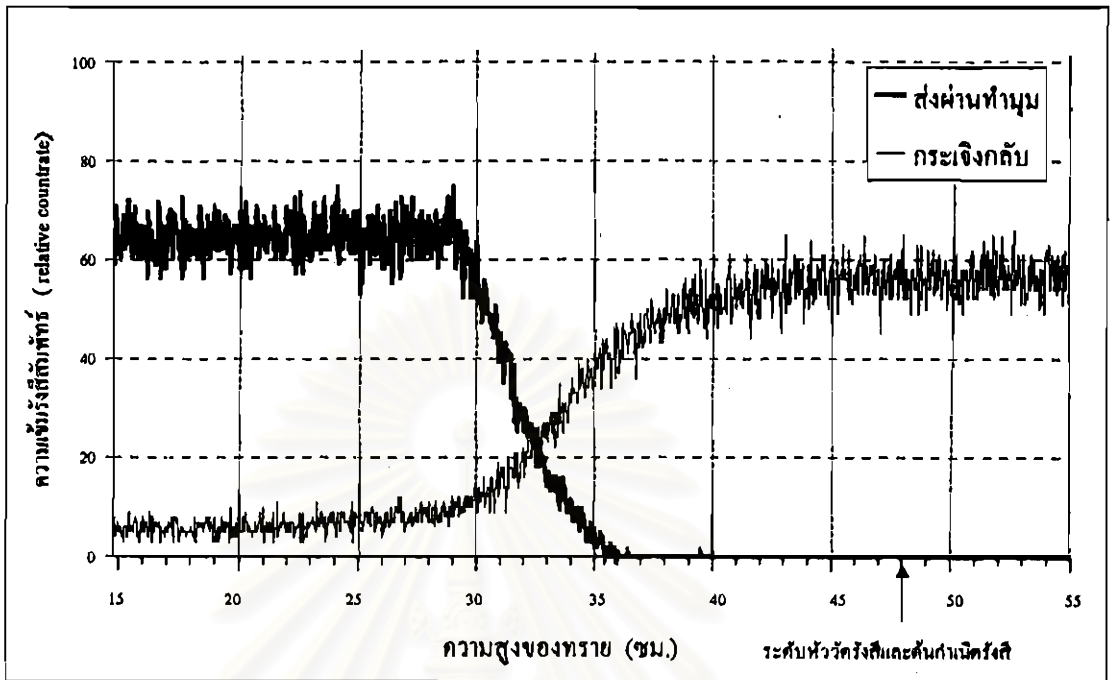
ในกรณีถ่ายทรายออก ผลการวัดความเข้มรังสีกระเจิงกลับจะมีลักษณะตรงข้ามกับกรณีการเติมทรายเข้า โดยขณะเมื่อทรายอยู่สูงว่าระดับของหัววัดรังสีมากๆ ความเข้มรังสีกระเจิงกลับจะมีค่าสูงเนื่องจากความเข้มรังสีที่วัดได้ เป็นการกระเจิงจากผนังภาชนะและทรายรวมกัน เมื่อระดับของทรายลดลงจนใกล้เคียงกับระดับของหัววัดรังสี ที่เวลา ความเข้มรังสีกระเจิงกลับจะเริ่มมีค่าลดลงเมื่อฐานของกรวยผิวหน้าทรายลดต่ำลงจนเท่ากับระดับของหัววัดรังสี ความเข้มรังสีจะมีค่าลดลงจนมีค่าค่อนข้างคงที่ เนื่องจากความเข้มรังสีที่วัดได้เป็นกระเจิงจากผนังภาชนะเท่านั้น ในส่วนของการวัดความเข้มรังสีส่งผ่าน ข้อมูลที่ได้มีลักษณะเช่นเดียวกับการวัดส่งผ่าน 2 หัววัดรังสี



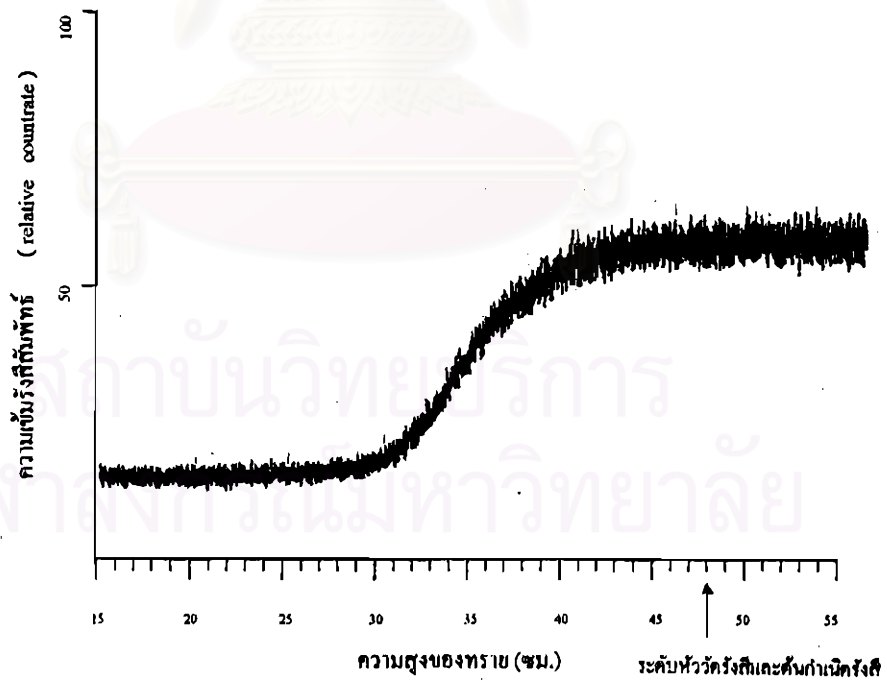
รูปที่ 4.26 กราฟความเข้มรังสีส่งผ่านทำมุมและกระเจิงกลับ ขณะถ่ายทรายออก  
เก็บข้อมูลด้วยอุปกรณ์วิเคราะห์แบบหลายช่อง



รูปที่ 4.27 กราฟความเข้มรังสีส่งผ่านและกระเจิงกลับ ขณะถ่ายทรายออก  
เก็บข้อมูลด้วยไมโครคอมพิวเตอร์



รูปที่ 4.28 กราฟความเข้มรังสีส่งผ่านทำมุมและกระเจิงกลับ ขณะถ่ายทรายออก เก็บข้อมูลด้วยไมโครคอมพิวเตอร์



รูปที่ 4.29 กราฟความเข้มรังสีกระเจิงกลับ ขณะถ่ายทรายออก เก็บข้อมูลด้วย X-Y recorder

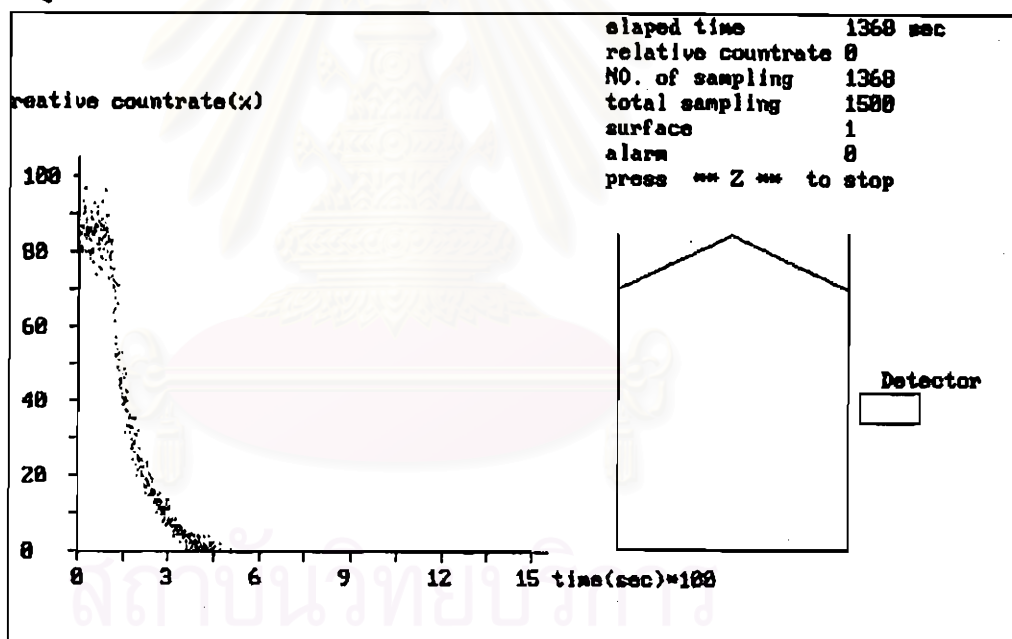
ขณะเมื่อทรายอยู่สูงว่าระดับของหัววัดรังสีมากๆ ความเข้มรังสีกระเจิงกลับจะมีค่าสูงเนื่องจากความเข้มรังสีที่วัดได้ เป็นการกระเจิงจากผนังภาชนะและทรายรวมกัน เมื่อระดับของทรายลด

ลงจนใกล้เคียงกับระดับของหัววัดรังสี ความเข้มรังสีที่ระเจิงกลับจะเริ่มมีค่าลดลงจนเมื่อฐานของกรวยผิวหน้าทรายลดต่ำลงจนเท่ากับระดับของหัววัดรังสี ความเข้มรังสีจะมีค่าลดลงจนมีค่าค่อนข้างคงที่

#### 4.5 การแสดงผลด้วยไมโครคอมพิวเตอร์

##### 4.5.1 การแสดงผลการวัดระดับด้วยไมโครคอมพิวเตอร์

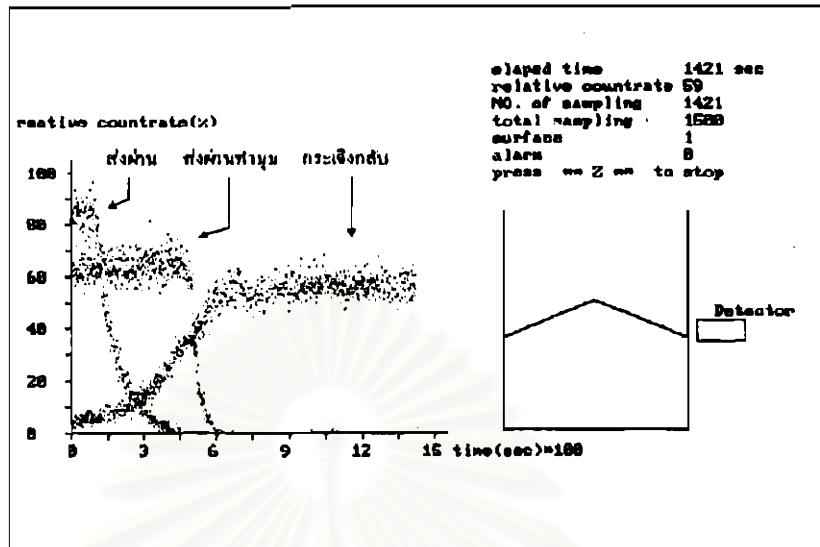
โปรแกรมจะทำการควบคุมให้ไมโครคอมพิวเตอร์รับข้อมูลจากเรดมิเตอร์ และนำมาแสดงผลเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและความเข้มรังสีสัมพัทธ์และแผนภาพจำลองผิวหน้าของวัสดุโดยจะแสดงผลการวัดทุก 1 วินาทีโดยอาศัยฐานเวลาของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ แสดงผลขณะวัดดังรูป



รูปที่ 4.30 จอภาพของโปรแกรมแสดงผลการวัดระดับ ด้วยเทคนิคการส่งผ่าน

##### 4.5.2 การแสดงผลการวัดจากข้อมูลเก่า

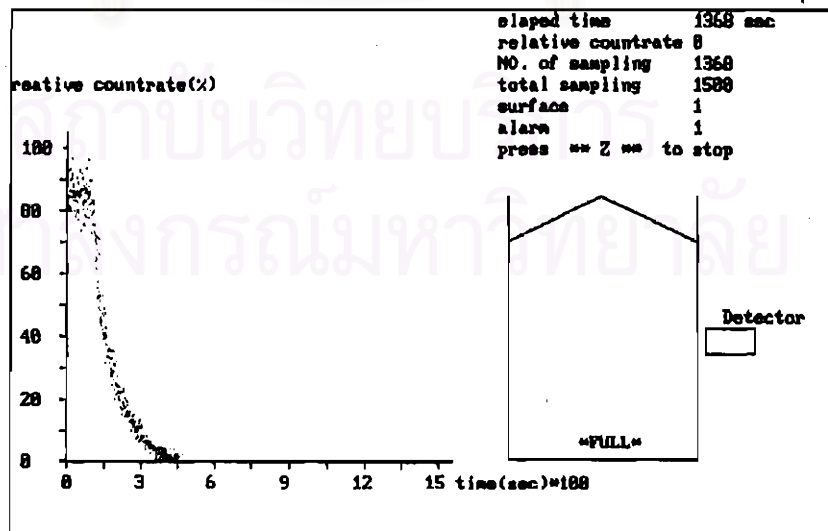
โปรแกรมสามารถแสดงข้อมูลที่ถูกจัดเก็บ ในลักษณะของกราฟและแผนภาพ ตัวอย่างแสดงผลข้อมูลโดยทำการเลือกข้อมูล 3 ชุด. แสดงข้อมูลความเข้มรังสีสัมพัทธ์ทั้ง 3 แบบพร้อมกัน สำหรับการเติมทรายเข้าภาชนะ



รูปที่ 4.31 แสดงผลการวัดระดับแสดงข้อมูลความเข้มรังสี 3 แบบเมื่อเติมทราย

#### 4.5.3 การตั้งค่าเตือนด้วยไมโครคอมพิวเตอร์

การเตือนระดับของวัสดุทำโดยการตั้งค่าในโปรแกรมแสดงผลการวัดระดับ ซึ่งสามารถกำหนดค่าขอบเขตในการเตือนได้หลายวิธี เช่น ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการวิจัยเลือกใช้เปอร์เซ็นต์ของความเข้มรังสีสัมพัทธ์เป็นขอบเขตโดยตรง เนื่องจากเป็นค่าที่ง่ายต่อการปรับตั้ง โดยไมโครคอมพิวเตอร์จะทำการเปรียบเทียบค่าความเข้มรังสีที่วัดได้ต่อค่าความเข้มรังสีสัมพัทธ์ที่กำหนดไว้ หากค่าที่สุ่มได้ออกนอกขอบเขตที่กำหนดไว้โปรแกรมจะทำการเตือนผ่านทางหน้าจอและส่งสัญญาณเสียง ในกรณีการวัดความเข้มรังสีส่งผ่านขณะเติมทรายเข้า ระบบจะถูกตั้งให้เตือนเมื่อความเข้มรังสีสัมพัทธ์มีค่าต่ำกว่า 50 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4.32 ผลการวัดระดับเมื่อความเข้มรังสีมีค่าต่ำกว่าระดับที่กำหนด