

การตรวจสอบรอยรั่วท่อฝังดินด้วยเทคนิคสารรังสีตามรอย (Leak Detection in Underground Pipe Using Radiotracer Technique)

ธนรรจน์ แสงจันทร์

ศูนย์บริการเทคโนโลยีนิวเคลียร์

การใช้เทคนิคสารรังสีตามรอยเพื่อการค้นหารอยรั่วที่เกิดขึ้นในท่อที่ฝังอยู่ใต้ดินเป็นอีกกระบวนการหนึ่งสามารถบ่งบอกถึงปัญหาที่เกิดขึ้นภายในท่อส่งน้ำมัน ว่าเกิดการรั่วที่จุดใดหรือไม่ โดยอาศัยการผสมสารรังสีตามรอยเข้าไปในระบบ โดยสารรังสีตามรอยนั้นจะต้องมีสมบัติเข้ากันได้กับของไหลที่อยู่ภายในระบบ จากนั้นสารรังสีตามรอยจะผสมไปกับของไหลจนกระทั่งถึงปลายทาง ถ้าหากภายในท่อมีการรั่วอยู่ สารรังสีตามรอยจะรั่วไหลออกมาพร้อมของไหล และซึมเข้าสู่พื้นดิน ณ ตำแหน่งใด ก็จะทำให้สามารถตรวจวัดปริมาณรังสีที่ปรากฏอยู่ ณ ตำแหน่งที่รั่วนั้นได้

การตรวจวัดปริมาณรังสีที่เกิดจากการรั่วไหลภายในท่อใต้ดินนี้สามารถกระทำได้สองวิธี คือ การตรวจวัดปริมาณรังสีจากบนพื้นดิน (หากท่อถูกฝังไว้ลึกไม่เกิน 1 เมตร) และ การตรวจวัดจากภายในท่อ โดยการส่งอุปกรณ์ตรวจวัดที่เรียกว่า Pipe Inspection Gauge (PIG) เข้าไปในท่อ (ปกติจะใช้เทคนิคนี้เมื่อท่อฝังอยู่ใต้ดินลึกกว่า 1 เมตร)

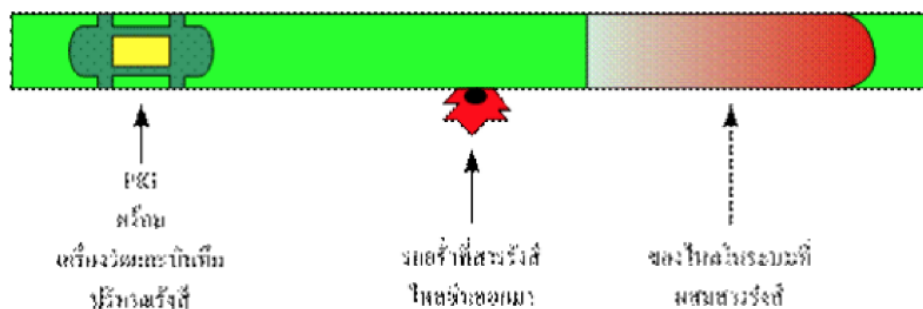
สารรังสีตามรอยที่นิยมใช้คือ Br-82 (bromine-82) เนื่องจากเป็นสารรังสีที่มีพลังงานสูงโดยสถานะที่นิยมใช้มี 3 สถานะด้วยกัน คือ สถานะที่เป็นสารละลายน้ำในรูปแบบ “แอมโมเนียมโบรไมด์ (ammonium bromide)” สถานะที่เป็น ไฮโดรคาร์บอนในรูปแบบ “โบรมเบนซีน (bromobenzene)” และ สถานะแก๊สในรูปแบบ “เมทิลโบรไมด์ (methylbromide)” ข้อเสียของการใช้สารรังสีตามรอย Br-82 คือ มีครึ่งชีวิตสั้น ($T_{1/2} = 36$ ชั่วโมง) ดังนั้นจึงเหมาะกับประเทศที่มีเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์สนับสนุนจึงสามารถใช้สารรังสีตามรอยนี้ได้

ปริมาณและความแรงของสารรังสีที่ต้องฉีดเข้าสู่ระบบนั้น ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบดังนี้ อัตราการไหลของของไหลภายในท่อ สภาพไวของเครื่องวัด (detection sensitivity) และขนาดของรอยรั่ว จากประสบการณ์พบว่า สารรังสีตามรอยความแรง 1 mCi (37 MBq) ต่ออัตราไหลที่ 1 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที สามารถ

ให้ผลการวัดที่แม่นยำเป็นที่น่าพอใจ ซึ่งสามารถตรวจวัดหารอยรั่วที่มีอัตรารั่วไหลอยู่ที่ 1 ลิตร/นาทีเดียว เมื่อทำการตรวจวัดโดยใช้ PIG

วิธีการตรวจสอบโดยใช้ PIG

PIG ในบทความนี้หมายถึงตัวตรวจจับ สำหรับการตรวจวัดและบันทึกสัญญาณปริมาณรังสีจากภายในท่อส่ง โดยภายใน PIG จะประกอบด้วยหัววัดรังสีและอุปกรณ์บันทึกข้อมูล (data logger) ประกอบเข้าด้วยกัน ภายในภาชนะทรงกระบอกที่สามารถกันน้ำได้ แล้วจึงส่ง PIG เข้าไปในท่อเพื่อให้ไหลไปตามท่อในระบบ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 หลักการของการตรวจหารอยรั่วในท่อฝังใต้ดิน

ข้อกำหนดในการตรวจสอบด้วยวิธีนี้คือ ท่อที่จะทำการตรวจสอบนั้นจะต้องสามารถใส่ PIG เข้าไปได้ นั่นคือ ไม่มีข้อต่อที่โค้งงอจนกระทั่ง PIG ไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านได้ และจะต้องมีสถานที่ที่สามารถจะปล่อย PIG เข้าไปและต้องมีสถานที่ที่สามารถนำ PIG ออกได้

ขั้นตอนการดำเนินการ

กระบวนการดำเนินการแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนด้วยกัน คือ ขั้นแรก จะทำการป้อนสารรังสีตามรอยเข้าสู่ท่อในระบบโดยไม่มีการรบกวนการปฏิบัติงานเดิมของระบบที่ทำอยู่ เมื่อสารรังสีตามรอยไหลไปตามท่อและพบว่ามียอยรั่วอยู่ สารรังสีจะไหลซึมออกจากท่อ และกองสะสมอยู่ ณ ตำแหน่งนั้น จากนั้นของไหลที่ไหลตามสารรังสีตามรอย จะทำหน้าที่

ล้างผนังภายในท่อเพื่อล้างส่วนของสารรังสีตามรอยที่ตกค้างอยู่ภายในท่อออกไป จากนั้นขั้นตอนที่สอง เครื่องมือ PIG พร้อมภาชนะบรรจุ และอุปกรณ์ตรวจวัดรังสี และชุดบันทึกข้อมูลจะถูกใส่เข้าไปในระบบท่อ เพื่อเริ่มกระบวนการตรวจหารอยรั่ว ซึ่งการปล่อย PIG เข้าระบบท่อนี้จะต้องมั่นใจว่าช่วงเวลาดังกล่าว สารรังสีที่ตกค้างอยู่ภายในท่อ ได้ถูกล้างออกไปจนหมดแล้ว จากนั้น PIG พร้อมเครื่องมือวัด จะทำการบันทึกค่าปริมาณรังสี ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ที่เคลื่อนที่ผ่านไปจนสุดท่อ

เทคนิคหนึ่งที่ถูกรวมไว้เพื่อเป็นจุดตรวจสอบความถูกต้องคือการบรรจุสารรังสีขนาดเล็กไว้บนพื้นดินเพื่อทำเป็นระยะอ้างอิง โดยแต่ละจุดจะห่างกันเป็นระยะทางที่แน่นอนเมื่อเครื่องวัดที่บรรจุไว้ใน PIG รังผ่านจุดอ้างอิงเหล่านี้ ก็จะทำให้การบันทึกค่าสารรังสีไว้ และเมื่อทำการอ่านค่าที่บันทึกออกมา จะทำให้สามารถระบุระยะทางได้แม่นยำยิ่งขึ้น

