ก 11612

มติชน
ปีที่ 34 ฉบับที่ 12067 วันศุกร์ที่ 25 มีนาคม พุทธศักราช 2554 หน้า 6

# ฟุคุชิมา ไดอิจิ

## เตาปฏิกรณ์จีอีมาร์ค 1

*สถานีกำเนิดไฟฟ้าพลังนิวเคลียร์ฟุคุชิมา ไดอิจิ หลังประสบภัยแผ่นดินไหวและสึนามิ ทำให้เตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์รุ่น GE Mark I ชำรุดเสียหาย ปล่อยก๊ัมมันตภาพรังสีออกมา*

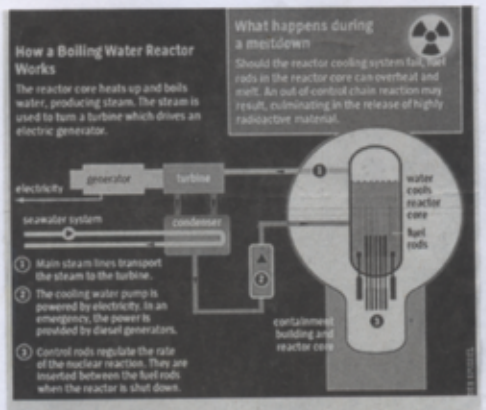
| เตาปฏิกรณ์ | แบบ | กำลังกำเนิดไฟฟ้า | เริ่มใช้งานเชิงพาณิชย์ |
|---|---|---|---|
| Fukushima I - 1 | General Electric Mark I BWR | 439 เมกะวัตต์ | มีนาคม ค.ศ.1971 |
| Fukushima I - 2 | General Electric Mark I BWR | 760 เมกะวัตต์ | กรกฎาคม ค.ศ.1974 |
| Fukushima I - 3 | General Electric Mark I BWR | 760 เมกะวัตต์ | มีนาคม ค.ศ.1976 |
| Fukushima I - 4 | General Electric Mark I BWR | 760 เมกะวัตต์ | ตุลาคม ค.ศ.1978 |
| Fukushima I - 5 | General Electric Mark I BWR | 760 เมกะวัตต์ | เมษายน ค.ศ.1978 |
| Fukushima I - 6 | General Electric Mark II BWR | 1067 เมกะวัตต์ | ตุลาคม ค.ศ.1979 |

เกษียร เตชะพีระ

สถานีไฟฟ้าพลังนิวเคลียร์ฟุคุชิมา ไดอิจิ มีเตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์อยู่ 6 เตา ตั้งอยู่ใกล้เมืองโอกามาในจังหวัดฟุคุชิมา ยังมีสถานีไฟฟ้าพลังนิวเคลียร์ในจังหวัดนี้อีกแห่งชื่อฟุคุชิมา ไดนิ มีเตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์อยู่ 4 เตา ตั้งห่างออกไป 6 ไมล์ สถานีทั้งสองอยู่ชายฝั่งตะวันออกของญี่ปุ่น เหนือกรุงโตเกียวราว 200 ไมล์ บริษัท Tokyo Electric Power Co. (Tepco) เป็นเจ้าของและผู้ดำเนินการเตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์เหล่านี้ทั้งหมด

เหตุแผ่นดินไหวครั้งใหญ่ขนาด 9 ริคเตอร์ และคลื่นยักษ์สึนามิสูง 10 เมตร ที่ซัดขึ้นฝั่งตะวันออกของเกาะฮอนชูของญี่ปุ่นเมื่อวันศุกร์ที่ 11 มีนาคมที่ผ่านมา ได้ก่อปัญหาและความเสียหายร้ายแรงแก่บรรดาเตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์ ณ สถานีฟุคุชิมา ไดอิจิ กล่าวโดยสรุปคือ *(ดูรูปประกอบ)* : -

[ต่อด้านหลัง]




*ระบบทำงานของเตาปฏิกรณ์แบบน้ำเดือดรุ่น GE Mark I:*
*1)ท่อส่งไอน้ำเดือดหมุนกังหันเครื่องกำเนิดไฟฟ้า*
*2)ปั๊มน้ำเย็นคอยหล่อเย็นเตาปฏิกรณ์*
*3) แท่งควบคุมปฏิกิริยานิวเคลียร์*
*(www.spiegel.de/international/world/bild-751489-191928.html)*

---

-ถึงแม้เตาปฏิกรณ์หมายเลข 1, 2, 3 ที่กำลังเปิดทำงานอยู่ขณะเกิดแผ่นดินไหวจะปิดตัวเอง ฉุกเฉินได้โดยอัตโนมัติ (แท่งควบคุมแทรกเข้าไประหว่างแท่งเชื้อเพลิงและดูดซับนิวตรอนไว้ ยุติการแบ่งตัวทางนิวเคลียร์ลง) แต่แท่งเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ยังคงพลังความร้อนมหาศาล

-แผ่นดินไหวและน้ำท่วมจากคลื่นยักษ์สึนามิทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าหลักของสถานี, ระบบไฟฟ้าสำรองนอกสถานี และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลฉุกเฉินด้านล่างสถานีล้วนขัดข้อง ปั๊มน้ำเย็นจึงหยุดทำงาน ส่งผลให้ระบบหล่อเย็นในเตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์ล้มเหลว น้ำหล่อเย็นที่เหลือจึงค่อยร้อน ขึ้นจนเดือด ระเหยกลายเป็นไอและงวดตัวเหือดแห้งลง ปล่อยให้แท่งเชื้อเพลิงนิวเคลียร์เปิดโล่งไร้น้ำหล่อเลี้ยงนานหลายชั่วโมง หากทิ้งไว้เช่นนี้ แท่งเชื้อเพลิงในแกนเตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์อาจร้อนจัดจน หลอมละลายบางส่วนหรือทั้งหมดได้

-ไอน้ำที่เพิ่มพูนทำให้ต้องเปิดช่องระบายอากาศจากโครงสร้างห่อหุ้มเตาปฏิกรณ์สู่ภายนอก เพื่อลดแรงดันในเตาปฏิกรณ์ลง กัมมันตภาพรังสีจึงพลอยรั่วไหลออกมาด้วย (เตาปฏิกรณ์หมายเลข 2, 1)

-เปลือกโลหะผสมเซอร์คาลอยหุ้มแท่งเชื้อเพลิง (zircaloy ทำจากสาร zirconium มันจะปล่อยไฮโดรเจนออกมาเมื่อได้รับความร้อนและปะทุระเบิดเมื่ออุณหภูมิสูง 2,000 องศาฟาเรนไฮต์ ปกติสารเซอร์โคเนียมใช้ทำจุดในหลอดแสงแฟลชกล้องถ่ายรูป) ที่ร้อนโชนขึ้นเรื่อยๆ ถึงจุดหนึ่งก็ทำปฏิกิริยากับน้ำ โดยดูดซับอะตอมออกซิเจนไว้และปล่อยอะตอมไฮโดรเจนออกมา ไฮโดรเจนที่เพิ่มเกิดสันดาปกันขึ้นและระเบิดในที่สุด (เตาปฏิกรณ์หมายเลข 1, 3, 2, 4 ตามลำดับ)

ปกติสถานีกำเนิดไฟฟ้าพลังนิวเคลียร์แห่งหนึ่งจะมีสารเซอร์โคเนียมจากแท่งเชื้อเพลิงอยู่ ราว 20 ตัน, หากรวมกับแท่งเชื้อเพลิงใช้แล้วในบ่อเก็บ ก็จะมีสารเซอร์โคเนียมอยู่ในสถานีนับร้อยๆ ตันทีเดียว อันตรายร้ายแรงของสารนี้อยู่ตรงเมื่อมันร้อนและระเบิดขึ้นแล้วก็จะขับดันสารพิษกัมมันตภาพรังสีให้แพร่ฟุ้งกระจายออกไปในอากาศกว้างไกลข้ามประเทศ

เกาหลีได้เข้าไปชะลอการแบ่งตัวทางนิวเคลียร์ในเตาปฏิกรณ์

**ใช้เฮลิคอปเตอร์ทหารขนน้ำทะเลไปราดและรถบรรทุกปืนฉีดน้ำแรงดันสูงพ่นน้ำ เติมใส่บ่อน้ำเก็บแท่งเชื้อเพลิงใช้แล้วที่แห้งขอด ฯลฯ**

ข้อน่าสังเกตคือเตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์ 5 ใน 6 เตาของสถานีไฟฟ้าพลังนิวเคลียร์ฟุคุชิมาไดอิจิ เป็นเตาปฏิกรณ์แบบน้ำเดือด (Boiling-Water Reactor-BWR) เก่าแก่รุ่นแรกเริ่มที่ผลิตโดย บริษัท General Electric ของอเมริกาตั้งแต่ 30-40 ปีก่อน ซึ่งมีชื่อย่อว่า GE Mark I BWR ดังรายละเอียดสังเขป *(ดูตารางประกอบ)*

ทว่าปัญหาคือเตาปฏิกรณ์แบบน้ำเดือดรุ่น GE Mark I นี้มีข้อบกพร่องร้ายแรงและเคยถูกวิพากษ์วิจารณ์รวมทั้งประท้วงปฏิเสธโดยผู้เชี่ยวชาญนิวเคลียร์และกระทั่งคณะกรรมาธิการกำกับ ควบคุมนิวเคลียร์ของสหรัฐอเมริกา (Nuclear Regulatory Commission-NRC) มานานแล้วหลายครั้งหลายครา

ลักษณะเฉพาะของเตาปฏิกรณ์แบบน้ำเดือด (Boiling-Water Reactor- BWR) อยู่ตรงการออกแบบให้ reactor vessel หรือยานบรรจุเตาปฏิกรณ์ ทำหน้าที่เป็นหม้อต้มน้ำพลังนิวเคลียร์เพื่อป้อนไอน้ำเข้าสู่ระบบไปพร้อมกัน ไอน้ำถูกสร้างขึ้นในตัวยานบรรจุเตาปฏิกรณ์โดยพลังงานความร้อนที่ได้จากการแบ่งตัวทางนิวเคลียร์ของเชื้อเพลิงยูเรเนียมเสริมสมรรถนะภายใต้การควบคุม แล้วส่งต่อโดยตรงไปหมุนกังหันเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

สำหรับเตาปฏิกรณ์แบบน้ำเดือดรุ่น GE Mark I ของบริษัท General Electric นี้มีจุดเด่นที่ เสริมระบบเก็บกดแรงดันไอน้ำ (pressure suppression system) เข้ามาเพื่อจะได้ออกแบบโครงสร้างห่อหุ้มเตาปฏิกรณ์ให้เล็กลง อันจะช่วยตัดลดค่าใช้จ่ายแข่งกับ

กล่าวเฉพาะที่สถานีไฟฟ้าพลังนิวเคลียร์ฟุคุชิมาไดอิจิ Tepco ระบุว่ามีสารเซอร์โคเนียมจากแท่งเชื้อเพลิงนิวเคลียร์รวมกันทุกเตาทุกบ่อ 1,814 ตัน (บ่อเก็บแท่งเชื้อเพลิงใช้แล้วในเตาปฏิกรณ์ หมายเลข 1 = 50 ตัน, บ่อเตา 2 = 81 ตัน, บ่อเตา 3 = 88 ตัน, บ่อเตา 4 = 135 ตัน, บ่อเตา 5 = 142 ตัน, บ่อเตา 6 = 151 ตัน, บ่อเก็บแยกต่างหากที่ชั้นล่างของสถานีอีก = 1,097 ตัน, และเก็บไว้ในที่แห้งอีก = 70 ตัน)

**-แรงระเบิดดังกล่าวทำให้โครงสร้างห่อหุ้มเตาปฏิกรณ์ชั้นในและชั้นนอกแตกเสียหาย กัมมันตภาพรังสีรั่วไหลออกสู่ภายนอก (โดยเฉพาะเตาปฏิกรณ์หมายเลข 2)**

นอกจากนี้ แรงระเบิดยังทำให้ตัวอาคารผนังเพดานหลังคาพังทลายเปิดเปิง บ่อน้ำหล่อเย็นเก็บแท่งเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ใช้แล้ว (ก็คือขยะเชอร์โคเนียมเป็นต้นๆ) ซึ่งตั้งอยู่ด้านข้างเหนือเตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์นั่นเอง จึงเปิดโล่งต่ออากาศและพลอยกระทบกระเทือนเสียหายไปด้วย เมื่อน้ำหล่อเย็นในบ่อดังกล่าวร้อนขึ้นจนเดือดแห้งลงเช่นกัน แท่งเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ใช้แล้วในบ่อก็จะร้อน โชนขึ้นเรื่อยๆ เปิดต่ออากาศโดยตรงและปล่อยกัมมันตภาพรังสีออกมาเต็มที่ จนตัวมันติดไฟลุกไหม้ขึ้นเอง (เตาปฏิกรณ์หมายเลข 4, 5, 6)

-เชื่อว่าแกนเตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์หลายเตากำลัง

หลอมละลายพร้อมกัน

-เหล่านี้ทำให้ทางการญี่ปุ่นต้องดิ้นรนอย่างจนตรอก ดำเนินมาตรการเลือดเข้าตาบ้าระห่ำ อาทิ สั่งปรับเพิ่มเกณฑ์รับกัมมันตภาพรังสีเป็นกรณีพิเศษเพื่อให้คนงานราว 50 คน ที่เสี่ยงชีวิตผลัดเปลี่ยนหมุนเวียนเข้าไปแก้ไขปัญหาเตาปฏิกรณ์ในสถานีฟุคุชิมา ไดอิจิอยู่ทำงานแต่ละกะได้ต่อเนื่องนานขึ้น, เทน้ำทะเลเข้าไปหล่อเย็น และกรดบอริกจากโครงสร้างห่อหุ้มเตาปฏิกรณ์คอนกรีต เสริมเหล็กที่ใหญ่โตสิ้นเปลืองกว่าของบริษัทคู่แข่งอื่นๆ

*ทว่าผลของการออกแบบพิเศษดังกล่าวกลับทำให้เตาปฏิกรณ์แบบน้ำเดือดรุ่น GE Mark I นี้ อ่อนแอลงต่อการระเบิดและโครงสร้างห่อหุ้มเตาปฏิกรณ์ล้มเหลวได้ ดังปรากฏว่า: -*

**20 ก.ย.1971** ดร.สตีเฟ่น ฮานัวเออร์ เจ้าหน้าที่ด้านความปลอดภัยของคณะกรรมาธิการพลังงานปรมาณูสหรัฐ (Atomic Energy Commission) เขียนบันทึกแนะนำให้เลิกใช้ระบบเก็บกด แรงดันไอน้ำ และอย่ายอมออกใบอนุญาตก่อสร้างเตาปฏิกรณ์ที่ออกแบบในลักษณะนี้อีก (ดูเอกสารที่ www.nirs.org/reactorwatch/accidents/19720920-hanauer-memo-pressure-suppression-containments.pdf)

**9 พ.ย.1971** บันทึกของชุดทำงานแห่งคณะกรรมาธิการพลังงานปรมาณูสหรัฐ ชี้ปัญหาในการออกแบบและโครงสร้างห่อหุ้มด้วยระบบเก็บกดแรงดันไอน้ำของเตาปฏิกรณ์แบบ GE Mark I BWR (ดูเอกสารที่ www.nirs.org/reactorwatch/accidents/19711117-hanauer-memo-bwr-pressure-suppression-containment.pdf)

**25 ก.ย.1972** นายโจเซฟ เฮนดรี เจ้าหน้าที่สูงสุดด้านความปลอดภัยแห่งคณะกรรมาธิการพลังงานปรมาณูสหรัฐ เขียนบันทึกแสดงความเห็นด้วยกับคำแนะนำข้างต้นของ ดร.สตีเฟ่น ฮานัวเออร์ แต่กลับปฏิเสธคำแนะนำดังกล่าวโดยให้เหตุผลว่ามัน "อาจหมายถึงอวสานของพลังงาน นิวเคลียร์..." (ดูเอกสารที่ www.nirs.org/reactorwatch/accidents/19720925-hendrie-pressure-suppression-concerns-end-of-nucl~1.pdf)

**ปี 1972** วิศวกรนิวเคลียร์ 3 คนของบริษัท General Electric ประกาศลาออกจากตำแหน่ง อันทรงเกียรติของตนโดยให้เหตุผลว่ามีข้อบกพร่องอันตรายในการออกแบบเตาปฏิกรณ์ GE

**ปี 1985** คณะกรรมาธิการกำกับควบคุมนิวเคลียร์ของสหรัฐอเมริกา (Nuclear Regulatory Commission) ได้วิเคราะห์ความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้นได้กับเตาปฏิกรณ์ GE Mark I ภายใต้ภาวะอุบัติเหตุและสรุปว่ามีโอกาสค่อนข้างน่าจะเป็นว่าเตาปฏิกรณ์ GE Mark I จะล้มเหลวภายในเวลาไม่กี่ชั่วโมงแรกหลังแท่งเชื้อเพลิงในแกนเตาหลอมละลาย

**ปี 1986** นายแฮโรลด์ เดนตัน เจ้าหน้าที่สูงสุดด้านความปลอดภัยแห่งคณะกรรมาธิการกำกับควบคุมนิวเคลียร์สหรัฐตอนนั้นกล่าวกับกลุ่มอุตสาหกรรมการค้าพลังงานนิวเคลียร์ว่า "โครงสร้างห่อหุ้มของเตาปฏิกรณ์ Mark I โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสภาพที่มันเล็กกว่าและออกแบบมาให้ทนรับแรงดันได้ต่ำกว่า ต่อให้มีบ่อเก็บกดแรงดันไอน้ำในเตาปฏิกรณ์คอยเสริมอยู่ก็ตามนั้น ถ้าพวกคุณดูรายงานศึกษาความปลอดภัย WASH 1400 แล้ว พวกคุณจะพบว่ามันมีโอกาสความน่าจะเป็นที่โครง สร้างห่อหุ้มจะล้มเหลวประมาณ 90%" (อ้างจาก www.nirs.org/reactorwatch/accidents/ gemk1reactorsinus.pdf)

**ปี 1993 รายงานของคณะกรรมาธิการกำกับควบคุมนิวเคลียร์สหรัฐระบุว่าอายุใช้งานที่มากขึ้นจะทำให้ชิ้นส่วนนิรภัยสำคัญต่างๆ ภายในยานบรรจุเตาปฏิกรณ์แบบน้ำเดือดเสียหายหรือถูกทำลายลงได้ก่อนใบอนุญาตเตาปฏิกรณ์หมดอายุใช้งานครบ 40 ปี (ดูรายละเอียดทางเทคนิคที่ www.nirs.org/factsheets/bwrfact.htm)**