



# การปล่อยแก๊สเรดอนจากแผ่นคอนกรีตที่มีฟอสฟอริปซัม\*

ไพฑูริย์ วรรณพงษ์<sup>๑</sup>อดุร ยังช่วย<sup>๑</sup>จันทนี แจ่มแสงทอง<sup>๑</sup>รัชพงษ์ ศรีสุวรรณ<sup>๒</sup>

สมชัย บวรภิกติ

ราชบัณฑิต สำนักวิทยาศาสตร์

ราชบัณฑิตยสถาน

## บทคัดย่อ

การศึกษาการปล่อยแก๊สเรดอนจากแผ่นคอนกรีตที่ใช้เป็นวัสดุก่อสร้างอาคารบ้านเรือนแบบต่าง ๆ ดังนี้ : แผ่นคอนกรีตที่ไม่มีฟอสฟอริปซัมผสมและไม่ฉาบปูน; แผ่นคอนกรีตที่มีฟอสฟอริปซัมผสมร้อยละ ๕๐ โดยน้ำหนัก ๕ แบบ คือ แผ่นที่ไม่ฉาบปูน, แผ่นที่ฉาบเรียบด้วยปูนซีเมนต์, แผ่นที่ฉาบปูนและปิดด้วยกระดาษบุผนัง, แผ่นฉาบปูนทาทับด้วยสีน้ำพลาสติก และแผ่นฉาบปูนทาทับด้วยสีน้ำมัน, พบว่าแผ่นคอนกรีตทุกแบบปลดปล่อยแก๊สเรดอนปริมาณต่าง ๆ กัน (ตารางที่ ๑) คือ แผ่นคอนกรีตที่ไม่มีฟอสฟอริปซัมที่ไม่ฉาบปูนปล่อยแก๊สเรดอนน้อยที่สุด และแผ่นคอนกรีตที่มีฟอสฟอริปซัมที่ไม่ฉาบผิวปล่อยแก๊สเรดอนมากที่สุด; และการฉาบปูน การทาสี และการติดกระดาษบุผนังช่วยลดการปลดปล่อยแก๊สเรดอนอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งการฉาบปูนแล้วทาทับด้วยสีน้ำพลาสติกให้ผลสกัดกั้นการปล่อยแก๊สเรดอนได้ดีที่สุด ปริมาณแก๊สเรดอนที่ปล่อยจากแผ่นคอนกรีตทุกแบบมีระดับสูงกว่าเกณฑ์ปลอดภัยสากล.

คำสำคัญ : แก๊สเรดอน, วัสดุก่อสร้าง, แผ่นคอนกรีต, ฟอสฟอริปซัม, กระดาษบุผนัง, สีน้ำพลาสติก, สีน้ำมัน

## ภูมิหลังและเหตุผล

เรดอนเป็นแก๊สกัมมันตรังสีที่มีอยู่ในธรรมชาติทั่วไป และเป็นสาเหตุหนึ่งของโรคมะเร็งปอด จากการได้รับสัมผัสปริมาณมากนาน ๆ ในปัจจุบันได้มีความตื่นตัวสนใจเรื่องแก๊สเรดอนในอาคารบ้านเรือนที่อาจปลดปล่อยออกจากวัสดุก่อสร้าง จึงมีการศึกษาวิจัยเรื่องเหล่านี้บ่อย

ขึ้น<sup>๑-๓</sup> โดยปรกติแก๊สเรดอนมีอยู่ในอากาศทั่วไปทั้งนอกและในอาคารบ้านเรือน แต่มักพบความเข้มข้นนอกอาคารต่ำกว่าในอาคาร เนื่องจากมีการฟุ้งกระจายได้ดีกว่าภายในอาคารที่มีลักษณะปิดมิดชิดไม่มีการถ่ายเทอากาศ ทำให้มีการสะสมแก๊สเรดอน และปัจจัยที่อาจมีความสำคัญเสริมความรุนแรงยิ่งขึ้นก็คือ

การใช้วัสดุก่อสร้างห้องหับและตัวอาคาร เช่น ผนัง พื้น เพดาน ที่มีสารกัมมันตรังสียูเรเนียม หรือเรเดียมเจือปนอยู่ในปริมาณมาก จะเป็นสาเหตุของการเพิ่มปริมาณแก๊สเรดอนในอาคารให้มากขึ้น

งานวิจัยของรัชพงษ์<sup>๓</sup> แสดงว่าฟอสฟอริปซัมซึ่งเป็นสารพลอยได้จากโรงงานผลิตปุ๋ยฟอสเฟต มีสาร

\* บรรยายในการประชุมสำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสถาน เมื่อวันที่ ๒๐ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๕๐

<sup>๑</sup> สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ ถนนวิภาวดีรังสิต เขตจตุจักร กรุงเทพฯ ๑๐๕๐๐

<sup>๒</sup> มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ถนนพหลโยธิน อำเภอคลองหลวง ปทุมธานี ๑๒๑๒๐



กัมมันตรังสีเรเดียม-๒๒๖ ปนอยู่สูงถึง ๔๐๗ เบคเคอเรลต่อกิโลกรัม เมื่อนำไปผสมกับซีเมนต์ในอัตราส่วนของฟอสฟอริบซัมร้อยละ ๕๐ โดยน้ำหนัก สร้างทำผนังห้องอาคาร ทำให้อากาศภายในห้องมีแก๊สเรดอนสะสมเพิ่มขึ้นเกินระดับที่กำหนดให้ผู้อยู่อาศัยรับได้ (๑ มิลลิซีเวิร์ตต่อปี) ซึ่งได้รับการยืนยันจากงานวิจัยต่อมา<sup>๓</sup> คณะผู้วิจัยชุดปัจจุบันจึงเห็นสมควรทำการศึกษาต่อเนื่องในครั้งนี้ เพื่อรับทราบว่ามีผลต่ออาคารได้รับการฉาบเรียบด้วยปูนซีเมนต์ หรือฉาบแล้วทาทับด้วยสีน้ำพลาสติกหรือสีน้ำมัน หรือปิดด้วยกระดาษบุผนัง จะช่วยลดการปล่อยแก๊สเรดอนลงได้บ้าง หรือลดลงได้มากน้อยเพียงไร และผู้อยู่อาศัยจะได้รับรังสีเกินปริมาณกำหนดหรือไม่

**ระเบียบวิธีศึกษา**

**วัสดุที่ใช้ในการศึกษา**

ได้แก่ ผงฟอสฟอริบซัมจากโรงงานผลิตปุ๋ยเคมี ซีเมนต์ตราเสือ กรวด ทราย กระดาษบุผนัง สีน้ำมัน

และสีน้ำพลาสติก จากร้านจำหน่ายวัสดุก่อสร้าง

**วิธีการศึกษา**

นำผงฟอสฟอริบซัม ปูนซีเมนต์ กรวด ทราย ผสมให้เข้ากัน แล้วเทลงในแบบทำเป็นแผ่นคอนกรีตขนาด ๒๐ x ๒๐ เซนติเมตร และหนา ๕ เซนติเมตร ใช้ส่วนผสมฟอสฟอริบซัมร้อยละ ๕๐ โดยน้ำหนัก เมื่อแผ่นคอนกรีตแห้งดีแล้ว จึงฉาบด้วยซีเมนต์ หรือฉาบแห้งแล้วทาสีหรือปิดด้วยกระดาษบุผนังโดยรอบในทุกด้าน แผ่นคอนกรีตที่ไม่มีฟอสฟอริบซัมที่ใช้ศึกษาเปรียบเทียบกับ ผลผลิตโดยวิธีข้างต้นโดยใช้ปูนซีเมนต์ที่ไม่เติมฟอสฟอริบซัมเตรียมตัวอย่างแผ่นคอนกรีตแบบละ ๒ แผ่น

ขั้นต่อไป นำแผ่นคอนกรีตทุกแบบที่เตรียมสภาพเรียบร้อยแล้ว แยกวัสดุแต่ละแบบใส่ในตู้ขนาด ๔๐ x ๔๐ x ๔๐ เซนติเมตร ที่มีผนังแผ่นพลาสติกอะคริลิก หนา ๘ มิลลิเมตร มีฝาปิดสนิทกันอากาศพร้อมด้วยลิ้นเปิด/ปิดอากาศ ๒ ตัวที่ข้างตู้ เพื่อตรวจวัดปริมาณแก๊ส

เรดอนต่อจากนั้นทำการทดสอบการรั่วซึมของตู้ที่บรรจุแผ่นคอนกรีตตัวอย่างโดยปิดตู้ให้สนิท แล้วต่อมาตรสูญญากาศเข้ากับลิ้นเปิดปิดตัวหนึ่งที่ข้างตู้ และต่อเครื่องดูดอากาศเข้ากับลิ้นอีกตัวหนึ่ง ดูดอากาศออกช้า ๆ จนเข็มมาตรสูญญากาศขยับขึ้นเล็กน้อยจึงหยุดดูดปล่อยทิ้งไว้สัก ๕ นาที ถ้าเข็มมาตรไม่ตีกลับ แสดงว่าตู้บรรจุตัวอย่างไม่มีการรั่วซึม จึงปล่อยอากาศกลับเข้าสู่ทางท่อผ่งถ่านกัมมันต์ที่ใช้ดัก

ไม่ให้แก๊สเรดอนภายนอกเข้าไปในตู้ ปิดตู้บรรจุตัวอย่างไว้ ๓๐ วัน เพื่อให้แก๊สเรดอนเพิ่มขึ้นจนสมดุลกับเรเดียม-๒๒๖ จึงทำการตรวจวัดแก๊สเรดอนภายในตู้ โดยใช้เครื่องวัดแบบไอออไนเซชัน ATMOS 12 dpx ผลิตในประเทศสวีเดน ต่อเข้ากับลิ้นข้างตู้ทั้ง ๒ ตัว วัดนาน ๑ ชั่วโมง

**ผลการศึกษา**

ปริมาณแก๊สเรดอนที่ปล่อยจากแผ่นคอนกรีตแบบต่าง ๆ แสดงในตารางที่ ๑

**ตารางที่ ๑ ปริมาณแก๊สเรดอนปล่อยจากแผ่นคอนกรีต**

| ชนิดแผ่นคอนกรีต                               | ปริมาณแก๊สเรดอน (เบคเคอเรล/ลบ.ม.) |
|---|-----------------------------------|
| มีฟอสฟอริบซัม ไม่ฉาบผิว                       | ๖๓๑ ± ๒๕                          |
| มีฟอสฟอริบซัม ฉาบผิวด้วยปูนซีเมนต์            | ๕๓๓ ± ๒๑.๕                        |
| มีฟอสฟอริบซัม ฉาบผิว และปิดด้วยกระดาษบุผนัง   | ๔๗๑ ± ๒๐.๕                        |
| มีฟอสฟอริบซัม ฉาบผิว และทาทับด้วยสีน้ำมัน     | ๔๖๒ ± ๒๐.๕                        |
| มีฟอสฟอริบซัม ฉาบผิว และทาทับด้วยสีน้ำพลาสติก | ๔๓๓ ± ๑๙.๕                        |
| ไม่มีฟอสฟอริบซัม ไม่ฉาบผิว                    | ๑๑๙.๕ ± ๑๓                        |



## วิจารณ์

การที่ผลการศึกษาแสดงว่าแผ่นคอนกรีตที่ทำทับด้วยสีน้ำพลาสติกมีการปล่อยแก๊สเรดอนน้อยที่สุดน่าจะเป็นเพราะสีพลาสติกมีเนื้อสีละเอียด สามารถแทรกเข้าไปในเนื้อแผ่นคอนกรีต ไปอุดรูพรุนเล็ก ๆ ที่พื้นผิว ทำให้แก๊สเรดอนผ่านออกมาได้น้อย สำหรับกรณีแผ่นคอนกรีตฉาบเรียบยังมีแก๊สเรดอนปล่อยออกมามากกว่าแบบอื่น ๆ เป็นหลักฐานชี้ชัดว่า ที่พื้นผิวยังมีรูพรุนเล็ก ๆ อยู่ มากปล่อยให้แก๊สเรดอนผ่านออกได้ง่าย

เมื่อนำค่าปริมาณแก๊สเรดอนที่ลดลงจากแผ่นคอนกรีตผสมด้วยฟอสฟอริบซัม ซึ่งผิวภายนอกถูกทำให้มีสภาพต่าง ๆ ตามความเป็นจริงในอาคารที่อยู่อาศัย ไปคำนวณการได้รับปริมาณรังสีจากการรับสัมผัสตลอดเวลา ๑ ปี (๗,๐๐๐ ชั่วโมง) โดยสมมุติว่านำไปสร้างห้องในอาคารตึกแถว มีผนังกันห้องภายใน

และมีมีการระบายอากาศ ๐.๓๕ ต่อชั่วโมง ได้ผลว่าผู้อยู่อาศัยจะได้รับรังสียังผลรายปี (annual effective dose) ๑.๙ มิลลิซีเวิร์ต ซึ่งเกินกว่าค่ากำหนด ๑ มิลลิซีเวิร์ตต่อปี

ผลการศึกษาที่ยืนยันผลการศึกษานำ<sup>๒, ๓</sup> ว่าแผ่นคอนกรีตที่มีฟอสฟอริบซัมมีการปลดปล่อยแก๊สเรดอนออกมาในปริมาณที่อาจก่ออันตรายต่อสุขภาพผู้อยู่อาศัย และได้ให้ข้อมูลเพิ่มเติมว่า การเคลือบปิดผิวแผ่นคอนกรีตด้วยวิธีต่าง ๆ ตามสภาพความเป็นจริงที่พบในอาคารบ้านเรือน ช่วยลดการปล่อยปริมาณแก๊สเรดอนในระดับแตกต่างกัน แต่ยังมีอันตรายถ้าจะนำคอนกรีตที่มีฟอสฟอริบซัมร้อยละ ๕๐ ไปสร้างอาคารที่อยู่อาศัย ไร่ก็ดี เนื่องจากมีเอกสารตีพิมพ์จำนวนมากอ้างว่าการสัมผัสแก๊สเรดอนปริมาณน้อย ๆ อาจมีประโยชน์ต่อสุขภาพ<sup>๕, ๖</sup> ก็สมควรนำมาพิจารณาและศึกษาต่อไป.

## เอกสารอ้างอิง

๑. นภากาญจน์ สุวรรณคช. การวัดอัตราการปลดปล่อยเรดอน-๒๒๒ จากวัสดุก่อสร้างบางชนิดสำหรับงานก่อสร้าง. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๔๘.
๒. ชัชพงศ์ ศรีสุวรรณ. การลดปริมาณก๊าซเรดอนในอาคาร กรณีศึกษาอาคารประเภทตึกแถวที่ใช้วัสดุก่อสร้างประเภทคอนกรีต ซึ่งมีฝ้าลอยลิกไนต์ และฟอสฟอริบซัมเป็นส่วนผสม. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, ๒๕๔๕.
๓. ไพฑูรย์ วรรณพงษ์, ชัชพงศ์ ศรีสุวรรณ, เฉลิมวัฒน์ ต้นตสวัสดิ์, จัญดา บุญเกียรติ, สมชัย บวรกิตติ. การปล่อยแก๊สเรดอนจากวัสดุก่อสร้าง. ธรรมชาติศาสตร์ ๒๕๕๐; ๗ : ๑๕-๒๒.
๔. สมชัย บวรกิตติ. มะเร็งปอด-โรคเหตุความเครียด. ใน: สมชัย บวรกิตติ, พรชัย สิทธิศรัณย์กุล, นรินทร์ หิรัญสุทธิกุล (บรรณาธิการ). โรคเหตุความเครียด. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์กรุงเทพเวชสาร; ๒๕๔๘, หน้า ๑-๔๔.
๕. Ericson B. Low dose radon as alternative therapy for chronic illness. Presented at WONUC Conference on the Effects of Low Doses of ionizing Radiation on Health Versailles, France, 1999 June 16-18.
๖. van Wyngaarden KE, Pauwels EKJ. Hormesis: are low doses of ionizing radiation harmful or beneficial? European J Nuc Med 1995; 22: 481-6.



**Abstract**      **Determination of Radon Gas Emanating from Concrete Slabs Containing Phosphogypsum**

*Paitoon Wanabongse*

*Udorn Youngchuay*

*Jantanee Jamsangtong*

*Thailand Institute of Nuclear Technology, Vibhavadi Rangsit Road, Chatuchak District, Bangkok 10900*

*Touchaphong Srisuwan*

*Thammasat University, Rangsit Campus, Phaholyothin Road, Klong Luang District, Pathumthani 12120*

*Somchai Bovornkitti*

*Fellow of the Academy of Science, The Royal Institute, Thailand*

Phosphogypsum (Pg), an industrial by-product of a fertilizer production plant, was utilized as adjuvant material in concrete slabs used as building materials. This study was carried out in order to assess the amounts of radon gas emanating from various types of the Pg-containing concrete slabs, namely, plain slabs, slabs surfaced with cement, slabs surfaced with cement and covered with wallpaper or with plastic/oil paints, compared with that emanating from concrete slabs without Pg. The findings revealed that the non-surfaced Pg slabs emitted the highest amounts of radon, while the plain non-Pg slabs emanated the least. The emanation activity of radon from the concrete slabs was ameliorated to a certain extent by surfacing the slabs with cement, or by lining cemented and covered slabs with wallpaper or paint on top of the cemented surface. Slabs covered with plastic paint showed the highest suppression of radon emanation.

*Key words:* radon, concrete slab, phosphogypsum, wallpaper, paint