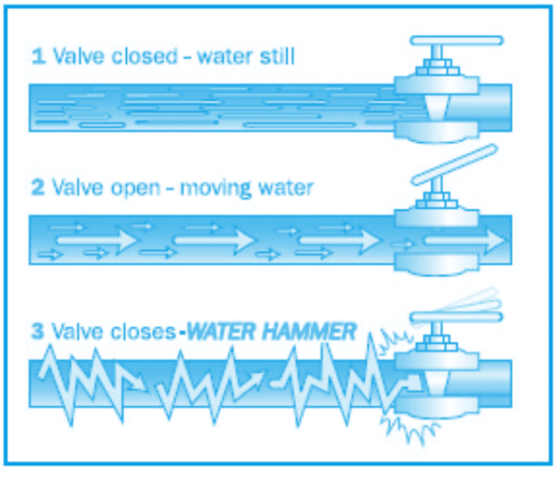
Water hammer

นิพนธ์ ลักขณาอดิศร
วิศวกรควบคุมระดับสามัญวิศวกรโยธา ผู้จัดการส่วนบริหารงานก่อสร้าง
บริษัท เอเชี่ยน พร็อพเพอร์ตี้ ดีเวลลอปเม้นท์ จำกัด (มหาชน)

Water hammer ภาษาไทยเรียกว่า "**ค้อนน้ำ**" ส่วนตัวผมรู้สึกฟังดูเชยๆ และไม่สื่อความเท่าที่ควร จึงขอเรียกทับศัพท์ว่า วอเตอร์แฮมเมอร์ แล้วกันนะครับ เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในกรณีที่ของเหลวในเส้นท่อเปลี่ยนแปลงความเร็วอย่างฉับพลัน ทำให้เกิดแรงกระแทกในเส้นท่อ



ผมขออธิบายเหตุการณ์นี้ด้วยความรู้ทางฟิสิกส์ ดังนี้

ท่านใดเคยศึกษาเกี่ยวกับกลศาสตร์เรื่องโมเมนตัม จะพบว่าจากกฎข้อ 2 ของนิวตันที่กล่าวไว้ว่า

$\Sigma F = ma$ คือ แรงเท่ากับมวลคูณด้วยความเร่ง

หากเป็นแรงที่เกิดจากการกระทำวัตถุเป็นเวลาสั้นๆ เป็นระยะเวลาเท่ากับ t และ a คือการเปลี่ยนแปลงความเร็วต่อหน่วยเวลา สามารถเขียนได้เป็น $a = (v-u)/t$ โดยที่ v = ความเร็วต้น และ u = ความเร็วปลาย เมื่อนำไปแทนค่าในสมการจะได้เป็น

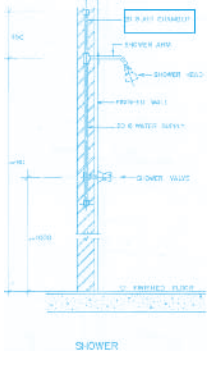
$\Sigma F = m(v-u)/t$ สามารถเขียนเป็น $\Sigma Ft = mv-mu$

เราเรียกแรงที่เกิดขึ้นกับวัตถุนี้ว่าแรงดล (Impulsive Force) และเรียก ΣFt ว่าการดล (Impulse) และเรียก $mv-mu$ นี้ว่าการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม จากสมการนี้จะเห็นว่ายิ่งค่าเซึ่งก็คือ เวลา ยิ่งมีค่าน้อย แรงดลที่เกิดขึ้นก็จะยิ่งมีค่ามาก หากพอเข้าใจหลักการพื้นฐานนี้แล้ว กลับมาที่ของเหลวในท่อก็เช่นเดียวกันครับ หากมีการเปลี่ยนแปลงความเร็วอย่างฉับพลันก็จะเกิดแรงดลกระแทกขึ้นในเส้นท่อ ปรากฏการณ์นี้ล่ะเขามีชื่ออย่างเป็นทางการว่า **วอเตอร์แฮมเมอร์**

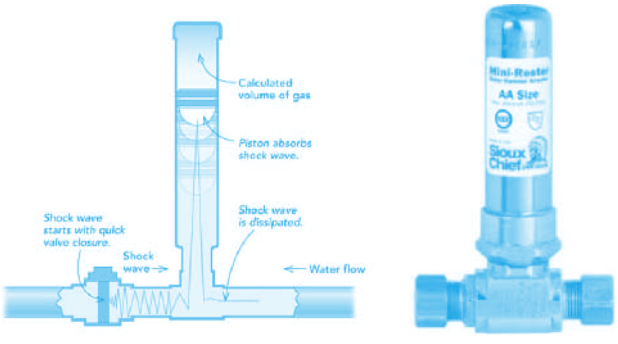
การเปลี่ยนแปลงความเร็วของของเหลวในเส้นท่ออย่างรวดเร็วได้นั้น เกิดจากการปิดวาล์วอย่างฉับพลัน ในขณะที่ของเหลวเคลื่อนที่ด้วยความดัน ความรุนแรงของแรงที่เกิดขึ้นนั้นประกอบด้วยปัจจัยประกอบหลักๆ ได้แก่ ความหนาแน่นของของเหลวในท่อ อัตราการเปลี่ยนแปลงความเร็วของของเหลวที่วิ่งในท่อ ความยืดหยุ่นของเส้นท่อ หากเกิดวอเตอร์แฮมเมอร์อย่างรุนแรงจะทำให้อุปกรณ์ต่างๆ เช่น วาล์ว ปั๊มน้ำเสียหายได้ หรือหากรุนแรงมากอาจจะทำให้ท่อแตกหรือระเบิดได้เลย

ในทางวิศวกรรมมีวิธีป้องกัน หรือบรรเทาความรุนแรงในการเกิดวอเตอร์แฮมเมอร์ เทคนิคที่ใช้งานกันทั่วไป คือการการพยายามทำให้ความดันในระบบลดลง อาจเป็นการระบายความดันส่วนเกินที่เกิดขึ้นนี้ออกนอกระบบ หรือดูดซับแรงกระแทกที่เกิดขึ้นเพื่อลดความรุนแรง อุปกรณ์ที่นิยมใช้ ยกตัวอย่างได้ดังนี้

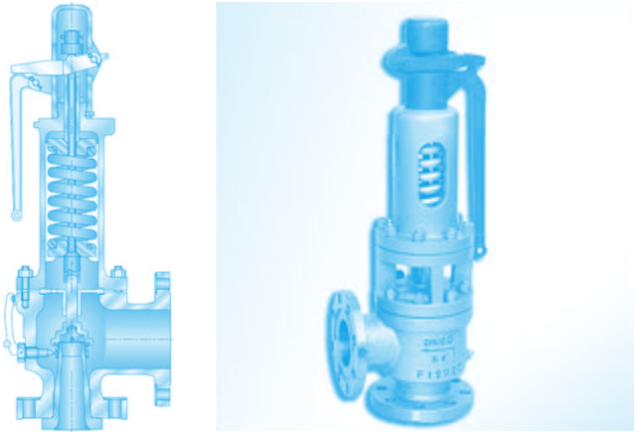
1) Air chamber หลักการ คือ การทำท่อกักเก็บอากาศเอาไว้ กรณีที่เกิดแรงกระแทกในเส้นท่ออากาศที่บรรจุในเส้นท่อนี้จะช่วยบรรเทาแรง หรือช่วยลดผลกระทบของแรงที่เกิดขึ้นได้ การติดตั้งทำได้โดยการเดินท่อขนาดเท่ากับท่อน้ำดีที่เดินไว้ โดยเดินเป็นเส้นตรงในแนวดิ่งให้สูงขึ้นไปกว่าจุดจ่ายน้ำดีประมาณ 50 ซ.ม. และปิดปลายท่อด้วยจุกปิดใกล้กับวาล์วเปิดปิด



2) Water hammer arrester เป็นวาล์วที่ออกแบบมาเพื่อรับแรงกระแทกที่เกิดขึ้นจาก water hammer โดยเฉพาะ มีลักษณะเป็นทรงกระบอกภายในบรรจุก๊าซไนโตรเจน เมื่อมีแรงดันเกิดขึ้นในเส้นท่อแรงดันนี้ก็จะเข้าไปดันกระบอกก๊าซไนโตรเจนนี้เพื่อช่วยลดให้แรงดันอ่อนตัวลง ทำหน้าที่คล้ายโช้คอัพรถยนต์



3) Pressure relief valve เป็นวาล์วนิรภัย ในกรณีที่มีความดันสูงกว่าที่กำหนดเกิดขึ้นในเส้นท่อ วาล์วชนิดนี้จะสามารถระบายความดันส่วนเกินนี้ออกจากระบบได้ เพื่อรักษาแรงดันในระบบไม่ให้สูงเกินกว่ากำหนด



สำหรับอาคารทั่วไปส่วนใหญ่จะป้องกันการเกิดวอเตอร์แฮมเมอร์โดยการติดตั้ง air chamber ในเส้นท่อเนื่องจากเสียค่าใช้จ่ายน้อยและดำเนินการง่าย

การเกิดวอเตอร์แฮมเมอร์ที่รุนแรงถึงขนาดที่ต้องระวังนั้น มักเกิดกับอาคารที่มีความสูงพอสมควร หรือมีการใช้แรงดันสูงในเส้นท่อ สำหรับบ้านทั่วไปที่สูงไม่เกิน 15 ม. หรือติดตั้งปั๊มน้ำขนาดไม่เกิน 300W นั้นไม่จำเป็นต้องกังวลในเรื่องนี้ เนื่องจากแรงดันในเส้นท่ออยู่ในระดับที่ไม่เกิดอันตราย แต่หากเรามีความระมัดระวังเรื่องวอเตอร์แฮมเมอร์เป็นพิเศษเพื่อยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์ต่างๆ ก็ให้คำนึงถึงอุปกรณ์ในงานสุขาภิบาลต่างๆ ภายในบ้าน ดังนี้

1) ท่อน้ำ บ้านเรือนที่ใช้ท่อพีวีซีเป็นท่อน้ำดี จะช่วยลดปัญหาวอเตอร์แฮมเมอร์ได้เนื่องจากท่อพีวีซีทำจากวัสดุที่มีความยืดหยุ่นให้ตัวได้เมื่อเกิดแรงกระแทกขึ้นในเส้นท่อ ทำให้โอกาสเกิดความเสียหายน้อยกว่าการใช้วัสดุประเภทท่อเหล็กซึ่งมีความยืดหยุ่นน้อยกว่า นอกจากนี้การต่อท่อและยึดท่อให้มีความแข็งแรงตามมาตรฐานก็ช่วยลดผลกระทบได้

2) วาล์วเปิดปิดน้ำ จากที่อธิบายข้างต้นวอเตอร์แฮมเมอร์จะรุนแรง ต้องเกิดการเปลี่ยนแปลงความเร็วอย่างฉับพลันในช่วงระยะเวลาที่สั้นที่สุด (t ยิ่งน้อย F ยิ่งมาก) วาล์วที่เสี่ยงทำให้มีโอกาสเกิดการเปลี่ยนแปลงความเร็วของของเหลวในช่วงเวลาอันสั้นมากที่สุด คือ Flush valve วาล์วประเภทนี้ มักมีลักษณะเป็นปุ่มกด ซึ่งมักจะใช้งานกับสายฉีดชำระ ก๊อกน้ำล้างมือ รองลงมาได้แก่ Ball valve วาล์วประเภทนี้เปิดปิดโดยการโยก หากไม่โยกเปิดปิดวาล์วอย่างฉับพลันก็ช่วยลดแรงที่เกิดขึ้นได้ ส่วนวาล์วที่ไม่ทำให้เกิดวอเตอร์แฮมเมอร์เลย คือ Gate valve Butterfly valve เนื่องจากวาล์วประเภทนี้มักใช้การหมุนเกลียวเพื่อปิดวาล์วจึงไม่มีโอกาสเปิดปิดวาล์วอย่างฉับพลันได้

3) ปั๊มน้ำอัตโนมัติ ปั๊มอัตโนมัติที่ใช้ตามบ้านทั่วไปนั้นจะมีถังอัดลม Diaphragm tank หรือ Pressure tank อยู่ด้านล่างตัวปั๊ม เจ้าถังนี้นอกจากจะมีถ้าที่กักเก็บแรงดันแล้ว ยังมีหน้าที่ช่วยดูดซับแรงดันจากวอเตอร์แฮมเมอร์ที่เกิดจากการตัดการทำงานของปั๊มน้ำด้วย ปั๊มน้ำของท่านจึงปลอดภัยจากวอเตอร์แฮมเมอร์ ครับ

ท้ายนี้เพิ่มเติมสำหรับคนที่อาศัยในคอนโดฯ สูงๆ ซึ่งอาจพบการเกิดวอเตอร์แฮมเมอร์ได้ ทางวิศวกรจะออกแบบการเดินท่อให้มี air chamber เพื่อป้องกันเอาไว้แล้ว ซึ่งเป็นไปได้ว่าอากาศที่บรรจุไว้ในกระบอก air chamber นั้น อาจจะloss ออกไปจากระบบ ทำให้ air chamber ที่ทำไว้ไม่เกิดประโยชน์ เราจึงควรทำการไล่อากาศในเส้นท่อใหม่และเติมอากาศเข้าไปใน air chamber วิธีการเติมอากาศเข้าไปใน air chamber ทำได้โดย

1) ปิดวาล์วมิเตอร์น้ำประปาเพื่อหยุดการจ่ายน้ำเข้าระบบ

2) ทำการเปิดวาล์วน้ำเพื่อระบายน้ำออกในเส้นท่อ โดยเลือกก๊อกน้ำที่ระดับต่ำสุดของบ้าน เพื่อให้สามารถไล่น้ำออกจากระบบได้ทั้งหมด

3) เปิดวาล์วน้ำตัวที่อยู่ระดับสูงที่สูงเพื่อให้อากาศไหลเข้าระบบท่อ

4) ปิดวาล์วก๊อกตัวที่ต่ำที่สุดและสูงที่สุดตามลำดับ

5) เปิดวาล์วมิเตอร์น้ำประปาเพื่อจ่ายน้ำเข้าระบบ น้ำจะไล่อากาศในเส้นท่อเข้าไปใน air chamber เอง

ควรทำการไล่อากาศในเส้นท่อใหม่อย่างน้อย 3-6 เดือนต่อครั้ง เพื่อให้แน่ใจว่ามีอากาศใน air chamber ที่ได้ติดตั้งไว้ เพราะหากไม่มีอากาศอยู่ก็เหมือนไม่ได้ติดตั้ง air chamber TPA news

หากคุณมีคำถาม ปัญหา อยากเข้ามาร่วมแบ่งปันประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องงานก่อสร้าง หรือมีข้อเสนอแนะ ติชม ผมยินดีรับฟังผ่านทาง อีเมล์ kobdeksangban@yahoo.co.th ครับ