



# แรงดันน้ำมากกว่าที่คิด

นิพนธ์ ลักษณ์อดิศร

วิศวกรควบคุมระดับสามัญวิศวกรโยธา ผู้จัดการส่วนบริการบ้านก่อสร้าง บริษัท เอเชียน พร็อพเพอร์ตี้ ดีเวลลอปเม้นท์ จำกัด (มหาชน)

**ขณะนี้** มั่นใจขึ้นต้นฉบับนี้เป็นขณะเดียวกันที่กรุงเทพฯ ประสบอุทกภัยครั้งใหญ่ พื้นที่สำคัญหลายๆ แห่งถ้ามีคนมาบอกก่อนหน้าว่าจะมีน้ำท่วมก็คงไม่มีใครเชื่อก็กลับมีน้ำท่วมซึ่งประชาชนที่อาศัยอยู่ต้องใช้เรือเป็นพาหนะแทนรถยนต์ นับว่าเป็นความสูญเสียที่ยิ่งใหญ่มาก แต่อย่างไรก็ตามก็คงไม่ยิ่งใหญ่ไปกว่าความสามารถของคนไทยที่จะก้าวผ่านพ้นวิกฤตภัยครั้งนี้ไปได้ด้วยดี

ช่วงนี้ผมจึงมักได้ยินคำถามเกี่ยวกับการตั้งกำแพงกันน้ำที่ชาวบ้านเลือกใช้ไม่ว่าจะเป็น ถุงทราย ผนังว่าบอร์ดยาวรอยต่อด้วยซิลิโคน ผนังก่ออิฐฉาบปูน ฯลฯ ซึ่งก็จะถูกเลือกตามความสะดวกในการหาวัสดุ และแรงงานของเจ้าของบ้านแต่ละหลัง คำถามที่มักจะได้ยินก็คือ “ต้องทำผนังกันน้ำชั่วคราวขนาดเท่าใดจึงจะกันน้ำได้อย่างปลอดภัย แรงดันน้ำที่เกิดขึ้นมีขนาดเท่าไร หลักการทำกำแพงกันน้ำเป็นอย่างไร ฯลฯ”

ต้องออกตัวก่อนเลยนะครับว่าผมเองไม่ใช่วิศวกรที่มีความเชี่ยวชาญในเรื่องน้ำเลย เพียงแต่ว่าอาจจะพอนำความรู้เล็กๆ น้อยๆ ที่พอมีมาแบ่งปันกับท่านผู้อ่านได้บ้าง ผมเห็นว่าหากเราสามารถวิเคราะห์แรงที่เกิดขึ้นได้ในเบื้องต้น ก็น่าจะเป็นจุดเริ่มต้นที่ดีในการจะคิดหากระบวนการในการป้องกันต่อไป ควบเด็กสร้างบ้านในตอนนี้อาจจะเสนอข้อมูลเพื่อทำความเข้าใจกับแรงดันน้ำ เพื่อใช้วิเคราะห์กันเองได้ในเบื้องต้นว่าจะต้องจัดการกับกำแพงกันน้ำชั่วคราวอย่างไรจึงจะเหมาะสมซึ่งไม่ว่าจะเลือกวัสดุใดๆ มาทำเป็นผนังกันน้ำชั่วคราวก็ตาม

น้ำท่วมที่ไหลเข้ามาทำความเสียหายกับบ้านเรือนของเรานั้น หากเราจะทำผนังกันเพื่อบังคับทิศทางการไหลของน้ำให้เป็นไปตามความต้องการของเรา เช่น ให้ไหลไปกองกันไว้ ณ จุดที่เรามีปั๊มสูบน้ำ หรือบังคับทิศทางไม่ให้ไหลเข้าไปในบ้าน หรือบริเวณที่เราไม่ต้องการให้ไหลเข้าไปก็ตาม เราจะต้องต่อสู้กับแรงดันด้านข้างของน้ำ ซึ่งแรงดันน้ำที่เราจะต้องต่อสู้ด้วยนั้น ในแง่ของเจ้าของบ้านเองก็คงอยากทราบว่าแรงดันนี้มีลักษณะเป็นอย่างไร มากน้อยขนาดไหน เรียกได้ว่า เหมือนกับสภาวะทำศึกสงครามจะ “ต้องรู้เขารู้เรา” กันให้มากที่สุด เพื่อที่เราจะได้เตรียมการรับมือได้ถูก ซึ่งผมขอใช้หลักการคำนวณแรงกระทำของไหล มาประยุกต์ใช้เพื่อให้ระดับเราๆ ท่านๆ พอวิเคราะห์กันเองคร่าวๆ ง่ายๆ

แรงดันที่กระทำต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่เราเรียกว่า “ความดัน” ความดันน้ำที่เกิดขึ้นประกอบไปด้วย

1) **ความดันสถิตยศาสตร์ (Static Pressure)** คือ แรงที่เกิดขึ้นกระทำตั้งฉากกับพื้นผิวต่อหน่วย ซึ่งเกิดจากแรงโน้มถ่วงของโลกถือเป็นความดันที่เกิดขึ้นจากพลังงานศักย์ ความดันนี้สามารถคำนวณได้จากสมการ  $P_s = \rho gh$

โดย  $P_s$  คือ ความดันสถิตยศาสตร์มีหน่วยเป็นปาสคาล (Pa) หรือเท่ากับ

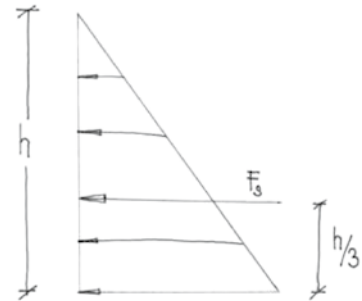
นิวตันต่อตารางเมตร

$\rho$  คือ ความหนาแน่นของน้ำมีค่าเป็น 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ( $\text{kg/m}^3$ )

$g$  คือ ความเร่งตามแรงโน้มถ่วงของโลกมีค่าประมาณ  $10(\text{m/s}^2)$

$h$  คือ ความสูงของน้ำมีหน่วยเป็นเมตร(m)

รูปแบบของแรงจะแปรผันตรงกับ ความสูงของน้ำ โดยยิ่งมีความสูงของน้ำมากก็จะเกิดแรงดันด้านข้างสูงมากตาม ผังแรงดันสามารถเขียนอยู่ในรูปสามเหลี่ยมแสดงขนาดของแรงกระทำ โดยมีแรงลัพธ์กระทำที่ความสูง 1 ใน 3 ของระดับน้ำ วัดจากด้านล่างของกำแพงรับน้ำ ฉะนั้นเราสามารถจะคำนวณหาแรงที่เกิดขึ้นจากความดันประเภทนี้จากพื้นที่สามเหลี่ยมความดันนี้คูณด้วยพื้นที่ที่แรงกระทำนั้นคือ  $F_s = 1/2\rho gh^2 L$  นิวตัน (L คือ ความยาวของกำแพงรับน้ำหน่วยเป็น ม.)



▲ รูปแสดงผังแรงดันน้ำสถิตยศาสตร์แปรผันตามความสูง

2) **ความดันพลศาสตร์ (Dynamic Pressure)** คือ แรงที่เกิดขึ้นกระทำตั้งฉากกับพื้นผิวต่อหน่วย ซึ่งเกิดจากการเคลื่อนที่ถือเป็นความดันที่เกิดขึ้นจากพลังงานจลน์ ความดันนี้สามารถคำนวณได้จากสมการ  $P_d = 1/2\rho v^2$

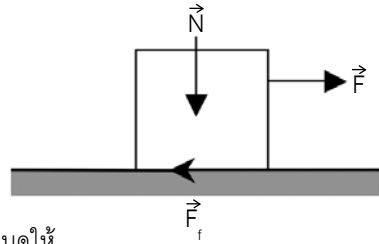
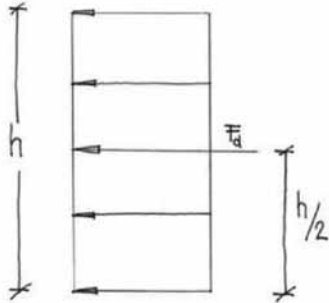
โดย  $P_d$  คือ ความดันพลศาสตร์มีหน่วยเป็นปาสคาล (Pa) หรือเท่ากับ นิวตันต่อตารางเมตร

$\rho$  คือ ความหนาแน่นของน้ำมีค่าเป็น 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ( $\text{kg/m}^3$ )

$v$  คือ ความเร็วในการเคลื่อนที่ของน้ำ ( $\text{m/s}$ )

แรงดันประเภทนี้จะขึ้นอยู่กับความเร็วของน้ำ เราจึงต้องมีสมมติฐานว่ามวลน้ำที่ไหลเข้ามาปะทะนั้นเป็นก้อนเดียวกันและวิ่งเข้ามาด้วยความเร็วเฉลี่ย จึงจะง่ายต่อการประมาณแรงที่เกิดขึ้น ผังแรงดันจึงเป็นรูปสี่เหลี่ยมแสดงถึงแรงดันที่สม่ำเสมอ โดยมีแรงลัพธ์ที่กึ่งกลางของระดับน้ำ ฉะนั้นเราสามารถจะคำนวณหาแรงที่เกิดขึ้นจากความดัน

ประเภทนี้ จากพื้นที่ที่สัมผัสความดันนี้คูณด้วยพื้นที่ที่กระทำนั้นคือ  $F_d = 1/2\rho v^2 hL$  นิวตัน (L คือ ความยาวของกำแพงรับน้ำหน่วยเป็น ม.)



- กำหนดให้
- $\vec{F}$  = แรงลากวัตถุ
- $\vec{F}_f$  = แรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัส
- $\vec{N}$  = แรงกดตั้งฉากกับผิวสัมผัส
- $\mu$  = สัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทาน

▲ **รูปแสดงผังแรงดันน้ำพลศาสตร์แปรผันตามความสูง**

เพื่ออำนวยความสะดวกทำความเข้าใจผมขอยกตัวอย่างประกอบด้านล่างนี้

**ตัวอย่าง** สมมติว่าเราต้องการสร้างกำแพงกันน้ำที่คาดว่าจะเกิดน้ำท่วมสูง 1 ม. และเคลื่อนที่เข้ามาด้วยความเร็วประมาณ 2 ม. ต่อวินาที เพื่อให้ง่ายจะขอคำนวณแรงที่เข้ามากระทำที่กำแพงกันน้ำที่มีความยาว 1 ม.

$$\begin{aligned}
 & \text{แรงดันข้างจากน้ำที่เกิดขึ้น} \\
 &= F_s + F_d \\
 &= (1/2 \rho gh^2 L) + (1/2 \rho v^2 hL) \\
 &= (1/2 \times 1,000 \times 10 \times 12 \times 1) + (1/2 \times 1,000 \times 22 \times 1 \times 1) \\
 &= 5,000 + 2,000 \\
 &= 7,000 \text{ นิวตัน หรือประมาณ } 700 \text{ กก. (1 กก. } \approx 10 \text{ นิวตัน) ต่อความยาวกำแพง 1 ม.}
 \end{aligned}$$

สรุปแล้วจะมีแรงดันเกิดขึ้นประมาณ 700 กก. ต่อความยาวกำแพง 1 ม. เห็นไหมครับว่าแรงดันของน้ำมากมายขนาดไหน!

นี่ถ้าน้ำเคลื่อนที่ด้วยความเร็วมากขึ้นก็ยิ่งเกิดแรงปะทะมากขึ้นไปอีก (แปรผันตามความเร็วยกกำลัง 2 เลยทีเดียว) ฉะนั้นโครงสร้างชั่วคราวที่เราจะสร้างขึ้นมานั้นจำเป็นต้องมีความแข็งแรงมากพอ เพราะมีหลายกรณีเลยทีเดียวสำหรับทำผนังกันน้ำสูงๆ แบบสูงกว่าระดับน้ำที่ท่วม แต่ยังไม่ระวังในเรื่องความแข็งแรงของกำแพงกันน้ำ ทำให้ผนังกันน้ำพังไปเสียก่อนทั้งที่ระดับน้ำยังไม่ถึงระดับความสูงของกำแพงที่กันเอาไว้เลย

มาถึงวัตถุประสงค์กันน้ำชั่วคราวที่คนนิยมใช้มากที่สุดนั่นก็คือ “ถุงทราย” ในช่วงเกิดเหตุอุทกภัยราคาสูงขึ้นรวดเร็วอย่างกับทองคำ อีกทั้งยังขาดตลาดอย่างรุนแรง ผมจึงขอยกตัวอย่างการวิเคราะห์แรงเบื้องต้น หากใช้ถุงทรายมาทำกันน้ำชั่วคราว

ก่อนอื่นเรามาทำความเข้าใจกับแรงที่เจ้าถุงทรายใช้ต่อสู้กับแรงดันน้ำเสียก่อน เราใช้ถุงทรายมาวางกันเป็นแนวกำแพงกันน้ำ การรับแรงของถุงทรายจะอาศัยแรงเสียดทานระหว่างถุงทรายกับผิวพื้นด้านล่างมาต้านกับแรงดันน้ำ ซึ่งแรงเสียดทานนี้จะขึ้นอยู่กับขนาดน้ำหนักของถุงทราย พื้นที่ถุงทรายและชนิดพื้นผิวสัมผัสที่วางถุงทราย ตามทฤษฎีของแรงเสียดทานเป็นดังนี้

แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นจะขึ้นอยู่กับน้ำหนักของวัตถุที่กดทับ ถ้าวัตถุมีน้ำหนักมากแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นก็จะมาก และลักษณะพื้นผิวที่สัมผัสกันของวัตถุกับพื้น เช่น หากพื้นผิวขรุขระก็จะทำให้เกิดแรงเสียดทานมากกว่าพื้นผิวที่เรียบลื่น ซึ่งทางนักวิชาการจะทำการทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์ตัวนี้ เรียกว่า “สัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทาน”

แรงเสียดทานคำนวณได้  $= \mu N$  เราใช้ค่า  $\mu = 0.30$  สำหรับผิวคอนกรีต

ผมขอยกตัวอย่างประกอบเพื่อให้เข้าใจได้ง่ายขึ้นดังนี้ครับ ตัวอย่าง สมมติว่าผมจะทำกำแพงกันน้ำที่ระดับน้ำสูง 1 ม. และมีความเร็วน้ำ 2 m/s โดยใช้ถุงทรายต้องใช้ถุงทรายจำนวนเท่าไร

ผมจะทำการประมาณการจำนวนถุงทรายโดยการประมาณการว่าจะวางถุงทรายสูง 50 ซม. ต้องใช้ถุงทรายประมาณ 12 ถุง ต่อความยาว 1 ม. ต่อผนัง 1 ชั้น ฉะนั้นหากต้องการวางถุงทรายสูง 1.30 ม. (น้ำสูง 1 ม. จึงตั้งถุงทรายสูงเมื่อไว้ 30 ซม.) จึงต้องใช้ถุงทราย  $= (1.30/0.50) \times 12 = 32$  ถุง

ถุงทรายหนักประมาณถุงละ 15 กก. หากจำนวน 32 ถุงจะหนัก  $15 \times 32 = 480$  กก. กำแพงกันน้ำ 1 ชั้นจะมีแรงเสียดทาน  $= \mu sN = 0.30 \times 480 = 144$  กก. นั่นหมายความว่ากำแพงถุงทรายสูง 1.30 ม. 1 ชั้นเกิดแรงเสียดทานต้านแรงดันน้ำ 144 กก. หากต้องการต้านแรงดันน้ำ 700 กก. ต้องใช้กำแพงถุงทราย  $= 700/144 = 4.9$  ชั้นและประมาณการถุงทรายที่ใช้ประมาณ  $32 \times 4.9 = 157$  ถุงต่อความยาวแนวกำแพง 1 ม.

เห็นไหมครับว่าจากรายการคำนวณการใช้ถุงทรายวางเป็นแนวกำแพงกันน้ำนั้น ต้องวางเป็นแนวกันหลายชั้นมาก น้ำสูง 1 ม. ต้องกันถุงทรายถึงประมาณ 5 ชั้น) จึงจะมีแรงเสียดทานเพียงพอที่จะต้านทานแรงน้ำได้ หากเราวางเป็นแนวกันน้ำ โดยคำนึงแต่ความสูงของระดับน้ำโดยไม่ได้คำนึงถึงแรงดันด้านข้าง กำแพงกันน้ำก็จะพังเพราะไม่สามารถรับแรงได้ ทราบแล้วใช่ไหมครับว่าเหตุที่กำแพงกันน้ำชั่วคราวหลายๆ ที่ต้องพังทลายลงนั้นก็มาจากสาเหตุนี้ล่ะ

หากคุณมีคำถาม ปัญหา อยากเข้าร่วมแบ่งปันประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องงานก่อสร้าง หรือมีข้อเสนอแนะ ดิชม ผมนยินดีรับฟังผ่านทาง อีเมลล์ [kobdeksangban@yahoo.co.th](mailto:kobdeksangban@yahoo.co.th) ครับ