หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

บทที่ ๒

ทฤษฎี

ในการวิเคราะห์คานประกอบคอนกรีต-อิฐเสริมเหล็ก อาศัยทฤษฎีกำลังประลัยเป็นพื้นฐานการวิเคราะห์คานดังกล่าวแบ่งออกเป็น ๒ ตอน คือ

๑. วิเคราะห์คานประกอบอิฐเสริมเหล็ก คือเมื่อไม่มีคอนกรีตเททับบนตัวคานประกอบรูปที่ ๒.๑

๒. วิเคราะห์คานประกอบคอนกรีต-อิฐเสริมเหล็ก คือเมื่อมีคอนกรีตเททับบนตัวคานประกอบรูปที่ ๒.๒

๒.๑ สมมุติฐานเบื้องต้นสำหรับการวิเคราะห์คานประกอบคอนกรีต-อิฐเสริมเหล็ก

๒.๑.๑ หน้าตัดซึ่งเป็นระนาบก่อนรับแรงดัด ยังคงเป็นระนาบอยู่หลังจากรับแรงดัดแล้ว

๒.๑.๒ ณ จุดประลัย หน่วยแรงและการยืดหดตัวไม่เป็นสัดส่วนกัน

๒.๑.๓ หน่วยการยืดหดตัวที่เกิดขึ้นในคอนกรีตหรือวัสดุก่อเป็นสัดส่วนโดยตรงกับระยะจากแกนสะเทิน และหน่วยการยืดหดตัวในเหล็กเสริมมีค่าเท่ากับหน่วยการยืดหดตัวในปูนสอ ณ ตำแหน่งเดียวกัน

๒.๑.๔ แรงดึงในปูนสอและวัสดุก่อละทิ้งไม่นำมาคิดในการวิเคราะห์

๒.๑.๕ หน่วยการหดตัวสูงสุดของคอนกรีตหรือวัสดุก่อที่ขอบบนสุดที่รับแรงอัด ณ จุดประลัยมีค่าเท่ากับ ๐.๐๐๓

๒.๑.๖ หน่วยแรงอัดที่มากที่สุดในคอนกรีตและวัสดุก่อมีค่าเท่ากับ ๐.๘๕ f'_c และ ๐.๘๕ f'_m ตามลำดับ

๒.๑.๗ หน่วยแรงดึงในเหล็กเสริมมีค่ามากที่สุดเท่ากับกำลังดึงคลาก ถึงแม้ว่าหน่วยการยืดตัวจะให้ค่าสูงกว่าค่ากำลังดึงคลากก็ตาม

๒.๑.๘ การแผ่กระจายของหน่วยแรงอัดของคอนกรีตหรือวัสดุก่อ ณ จุดประลัย เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า โดยให้ความเข้มของหน่วยแรงอัดในคอนกรีตหรือวัสดุก่อมีค่าเป็น ๐.๘๕ f'_c หรือ ๐.๘๕ f'_m

พื้นที่รับแรงอัดจะล้อมรอบโดยขอบของหน้าตัดคานและเส้นตรงที่ลากขนานกับแนวแกนสะเทิน มีระยะห่างจากขอบที่มีหน่วยการหดตัวสูงสุดเป็นระยะ a ซึ่งมีค่าเท่ากับ $k_1 c$ โดยที่ค่า k_1 มีค่าเท่ากับ ๐.๘๕ สำหรับกำลังอัดของคอนกรีตหรือวัสดุก่อที่มีค่าเท่ากับหรือน้อยกว่า ๒๘๐ กก/ซม^{๒} และค่าจะลดลงตามลำดับในอัตรา ๐.๐๕ สำหรับกำลังอัดของคอนกรีตหรือวัสดุก่อที่เพิ่มขึ้นทุก ๆ ๗๐ กก/ซม^{๒} เมื่อกำลังอัดสูงกว่า ๒๘๐ กก/ซม^{๒}

๒.๑.๙ การยึดเหนี่ยวระหว่างปูนสอกับหินอิฐ และอิฐกับคอนกรีต ถือว่ามีการยึดเหนี่ยวอย่างสมบูรณ์ (perfect bond)

๒.๑.๑๐ สำหรับคานประกอบคอนกรีต-อิฐเสริมเหล็ก ให้คอนกรีตรับกำลังอัดเพียงอย่างเดียว โดยละทิ้งการรับกำลังอัดของอิฐไม่นำมาคิดในการวิเคราะห์

๒.๒ การวิเคราะห์คานประกอบอิฐเสริมเหล็ก

พิจารณาคานประกอบอิฐเสริมเหล็ก ซึ่งมีหน้าตัดของคานขนาด b x D มีเนื้ออิฐบนขอบบนหนา t มีเหล็กเสริมรับแรงดึง A_s เพียงอย่างเดียว และมีความลึกประสิทธิผล d ดังรูปที่ ๒.๑

ในการวิเคราะห์คานประกอบดังกล่าว จะแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น ๒ กรณี คือ

๒.๒.๑ กรณีที่ c มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ t

คานประกอบอิฐเสริมเหล็กในกรณีนี้จะทำหน้าที่เสมือนคานหน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีความกว้าง b และมีความลึกประสิทธิผล d ดังรูปที่ ๒.๓(ก) เมื่อคานรับน้ำหนักจนถึงจุดประลัย การกระจายของหน่วยการยืดหดตัวและหน่วยแรงแสดงดังรูปที่ ๒.๓(ข) และ (ค) โดยที่หน่วยการหดตัวของวัสดุก่อที่ขอบบนมีค่าเท่ากับ 0.003 และความเข้มของหน่วยแรงอัดของวัสดุก่อมีค่าเท่ากับ $0.85 f'_m$ และแผ่กระจายสม่ำเสมอบนเนื้อที่รับแรงอัด a x b

แรงอัดในวัสดุก่อ $\quad C = 0.85 f'_m a.b$

แรงดึงในเหล็กเสริม $\quad T = A_s f_s$

จากภาวะสมดุลย์ของแรงบนหน้าตัด จะได้

$$C = T$$

$$0.85 f'_m ab = A_s f_s \qquad (2\text{-}1)$$

$$a = \frac{A_s f_s}{0.85 f'_m b} \qquad (2\text{-}2)$$

ค่าโมเมนต์ดัดประลัยที่คานจะรับได้จริง คำนวณได้จากแรงคูณด้วยช่วงแขนโมเมนต์ นั่นคือ

คำนวณจากแรงดึงในเหล็กเสริม

$$M_u' = A_s f_s \left(d-\frac{a}{2}\right) \qquad (2-3)$$

คำนวณจากแรงอัดในวัสดุก่อ

$$M_u' = 0.85\, f_m' ab \left(d-\frac{a}{2}\right) \qquad (2-4)$$

เมื่อคานรับน้ำหนักบรรทุกถึงน้ำหนักประลัยคานจะเริ่มวิบัติ การวิบัติของคานแยกออกได้ ดังนี้

๒.๒.๑.๑ กรณีวิบัติเนื่องจากแรงดึง (tension failure) เป็นหลัก เหล็กเสริมในคานจะถูกดึงถึงจุดคลากก่อน นั่นคือ

$$f_s = f_y$$

แทนค่า f_y ในสมการ (2-2) จะได้

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85\, f_m' b}$$

หรือ $$a = \frac{p f_y}{0.85\, f_m'} d$$

แทนค่า a ที่หาได้ในสมการ (2-3) จะได้

$$M_u' = A_s f_y d \left(1-0.59\, p\frac{f_y}{f_m'}\right) \qquad (2-5)$$

๒.๒.๑.๒ กรณีวิบัติเนื่องจากแรงอัด (compression failure) เป็นหลัก วัสดุก่อของคานจะถูกอัดจนกระทั่งมีหน่วยการหดตัวมีค่าเท่ากับ 0.003 หน่วยแรงดึงในเหล็กเสริมยังไม่ถึงจุดคลาก ซึ่งยังคงเป็นสัดส่วนกับหน่วยการยืดตัว นั่นคือ

$$\varepsilon_s = \frac{f_s}{E_s} \qquad (2-6)$$

โดยอาศัยทฤษฎีสามเหลี่ยมคล้าย ในรูปการกระจายหน่วยการยืดหดตัว ดังรูปที่ ๒.๓(ข) จะได้

$$\frac{\varepsilon_u}{c} = \frac{\varepsilon_s}{d-c}$$

$$\varepsilon_s = \varepsilon_u \left(\frac{d-c}{c}\right)$$

แทนค่า ε_s จากสมการ (2-6) จะได้

$$f_s = \varepsilon_u E_s \left(\frac{d-c}{c}\right)$$

แทนค่า f_s ในสมการ (2-1) จะได้

$$0.85 f'_m ab = \varepsilon_u E_s \left(\frac{d-c}{c}\right) A_s$$

หรือ

$$0.85 f'_m ab = 0.003 E_s \left(\frac{d-k_1 a}{k_1 a}\right) A_s \qquad (2\text{-}7)$$

จากสมการ(2-7) สามารถที่จะหาค่า a ได้ เมื่อนำค่า a ที่หาได้ไปแทนในสมการ (2-4) ทำให้สามารถจะหาค่าโมเมนต์ดัดประลัยในกรณีที่คานวิบัติเนื่องจากแรงอัด

๒.๒.๑.๓ กรณีวิบัติ ณ สภาวะ สมดุลย์

หน่วยการหดตัวสูงสุดของวัสดุก่อมีค่าเท่ากับ 0.003 ในขณะที่หน่วยแรงดึงในเหล็กเสริมถึงจุดคลากพร้อมกัน นั่นคือ

$$\varepsilon_s = \varepsilon_y \quad \text{หรือ} \quad f_s = f_y$$

โดยอาศัยทฤษฎีสามเหลี่ยมคล้าย ในรูปกระจายหน่วยการยืดหดตัว ดังรูปที่ ๒.๓ (ข) จะได้

$$c = \frac{\varepsilon_u}{\varepsilon_u + \varepsilon_y} d$$

หรือ

$$c = \frac{0.003}{0.003 + \frac{f_y}{E_s}} d \qquad (2\text{-}8)$$

จากภาวะสมดุลย์ของแรงบนหน้าตัด จะได้

$$0.85\, f'_m b.k_1 c = A_s f_y$$

$$\frac{A_s}{bd} = \frac{0.85\, f'_m .k_1 c}{f_y d}$$

แทนค่า c จากสมการ (2-8) จะได้

$$\frac{A_s}{bd} = 0.85\, k_1 \frac{f'_m}{f_y} \frac{0.003}{0.003 + \frac{f_y}{E_s}} \qquad (2\text{-}9)$$

หรือ $$p_b = 0.85\, k_1 \frac{f'_m}{f_y} \frac{0.003}{0.003 + \frac{f_y}{E_s}} \qquad (2\text{-}10)$$

ค่า p_b ที่หาได้จากสมการ (2-10) สามารถที่จะนำมาตรวจสอบได้ว่าคานที่รับน้ำหนักจะวิบัติในกรณีใด นั่นคือ

ถ้า p มีค่าน้อยกว่า p_b คานจะวิบัติเนื่องจากแรงดึง

p มีค่ามากกว่า p_b คานจะวิบัติเนื่องจากแรงอัด

๒.๒.๒ กรณีที่ c มีค่ามากกว่า t

คานประกอบอิฐเสริมเหล็กในกรณีนี้จะทำหน้าที่เสมือนคานหน้าตัดรูปที มีความกว้างประสิทธิผลของปีกคานเป็น b ความหนาของปีกคานเท่ากับ t เนื้ออิฐลูกตั้งของอิฐโปร่งเสมือนรวมกันเป็นตัวคาน มีความกว้างเท่ากับ b' และมีความลึกประสิทธิผล d ดังรูปที่ ๒.๔(ก) เมื่อคานรับน้ำหนักจนถึงจุดประลัย การกระจายของหน่วยการยืดหดตัวและหน่วยแรงแสดงดังรูปที่ ๒.๔(ข) และ (ค)

ในการวิเคราะห์คานประกอบในกรณีดังกล่าว แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น

๒.๒.๒.๑ กรณีคานวิบัติเนื่องจากแรงดึง (tension failure) เป็นหลัก เหล็กเสริมในคานจะถูกดึงถึงจุดคลากก่อน นั่นคือ

$$f_s = f_y$$

การหาโมเมนต์ดัดประลัยของคานดังกล่าว จะทำได้โดยแบ่งเหล็กเสริมรับแรงดึงออกเป็นสองส่วนตามรูปที่ ๒.๔(ง) และ (จ) คือ A_{sf} เป็นเนื้อที่หน้าตัดเหล็กเสริมซึ่งทำให้เกิดการสมดุลย์กับกำลังอัดของปีกที่ยื่นออก และ (A_s-A_{sf}) เป็นเนื้อที่หน้าตัดเหล็กเสริมซึ่งทำให้เกิดการสมดุลย์กับกำลังอัดในตัวคานรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

จากการสมดุลย์ของแรงในรูปที่ ๒.๔(ง) จะได้

$$A_{sf} = \frac{0.85\, f'_m\, (b-b')\, t}{f_y} \qquad (2\text{-}11)$$

จะได้โมเมนต์ดัดประลัยเนื่องจากปีกคานที่ยื่นออกมาจากสมการ (2-3)

$$M'_1 = A_{sf} f_y \left(d-\frac{t}{2}\right) \qquad (2\text{-}12)$$

จากการสมดุลย์ของแรงในรูปที่ ๒.๔(จ) และจากสมการ (2-2) จะได้

$$a = \frac{(A_s-A_{sf})\, f_y}{0.85\, f'_m\, b'}$$

แทนค่า a ที่หาได้ในสมการ (2-3) จะได้

$$M'_2 = (A_s-A_{sf})\, f_y \left(d-\frac{a}{2}\right) \qquad (2\text{-}13)$$

โมเมนต์ดัดประลัยทั้งหมดของคานหน้าตัดรูปตัวที

$$M'_u = M'_1 + M'_2$$

หรือ
$$M'_u = A_{sf}\, f_y \left(d-\frac{t}{2}\right) + (A_s-A_{sf})\, f_y \left(d-\frac{a}{2}\right) \qquad (2\text{-}14)$$

๒.๒.๒.๒ กรณีคานวิบัติเนื่องจากแรงอัด (compression failure) เป็นหลัก วัสดุก่อของคานจะถูกอัดจนกระทั่งมีหน่วยการหดตัวมีค่าเท่ากับ 0.003 หน่วยแรงดึงในเหล็กเสริมยังไม่ถึงจุดคลาก ซึ่งยังคงเป็นสัดส่วนกับหน่วยการยืดตัว

โดยอาศัยทฤษฎีสามเหลี่ยมคล้าย ในรูปการกระจายหน่วยการยืดหดตัว ดังรูปที่ ๒.๔(ข) จะได้

$$\varepsilon_s = \varepsilon_u \left(\frac{d-c}{c}\right)$$

แทนค่า ε_s จากสมการ (2-6) จะได้

$$f_s = \varepsilon_u E_s \left(\frac{d-c}{c}\right) \qquad (2\text{-}15)$$

จากการสมดุลย์ของแรงในรูปที่ ๒.๔(ค) จะได้

$$0.85\, f'_m\, (b-b')t + 0.85\, f'_m ab' = A_s f_s$$

แทนค่า f_s จากสมการ (2-15) จะได้

$$0.85\, f'_m\, (b-b')t + 0.85\, f'_m ab' = A_s\, \varepsilon_u E_s \left(\frac{d-c}{c}\right)$$

หรือ $$0.85\, f'_m ab' = 0.003\, E_s A_s \left(\frac{d-k_1 a}{k_1 a}\right) - 0.85\, f'_m\, (b-b')t \qquad (2\text{-}16)$$

จากสมการ (2-16) สามารถที่จะหาค่า a ได้

ในการหาโมเมนต์ดัดประลัยของคานหน้าตัดรูปที่ ในกรณีดังกล่าว หาได้จากกำลังอัดของวัสดุก่อคูณด้วยแขนของโมเมนต์ นั่นคือ

$$M'_1 = 0.85\, f'_m\, (b-b')t\, \left(d-\frac{t}{2}\right) \qquad (2\text{-}17)$$

$$M'_2 = 0.85\, f'_m\, ba\, \left(d-\frac{a}{2}\right) \qquad (2\text{-}18)$$

โมเมนต์ดัดประลัยทั้งหมดของคานหน้าตัดรูปตัวที

$$M'_u = M'_1 + M'_2$$

แทนค่า M'_1 และ M'_2 จากสมการ (2-16) และ (2-17) จะได้

$$M'_u = 0.85\, f'_m\, (b-b')t\, \left(d-\frac{t}{2}\right) + 0.85\, f'_m ba\, \left(d-\frac{a}{2}\right) \qquad (2\text{-}19)$$

๒.๒.๒.๓ กรณีวิบัติ ณ สภาวะสมดุลย์

หน่วยการหดตัวสูงสุดของวัสดุมีค่าเท่ากับ 0.003 ในขณะที่หน่วยแรงดึงในเหล็กเสริมถึงจุดคลากพร้อมกัน

พิจารณาปีกคานที่ยื่นออกมา จากสมการ (2-10) จะได้

$$A_{sf} = \frac{0.85\, f'_m\, (b-b')t}{f_y}$$

หรือ $$p_f = \frac{0.85\, f'_m\, (b-b')t}{f_y bd} \qquad (2\text{-}20)$$

พิจารณาส่วนที่เป็นหน้าตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้า จากสมการ (2-9) จะได้

$$\frac{A_s - A_{sf}}{bd} = 0.85\, k_1 \frac{f'_m}{f_y} \frac{0.003}{0.003 + \frac{f_y}{E_s}}$$

หรือ $$p_w - p_f = 0.85\, k_1 \frac{f'_m}{f_y} \frac{0.003}{0.003 + \frac{f_y}{E_s}} \qquad (2\text{-}21)$$

จากสมการ (2-21) สามารถจะนำมาตรวจสอบได้ว่าคานหน้าตัดรูปที จะวิบัติในกรณีใด นั่นคือ

ถ้า $p_w - p_f$ มีค่าน้อยกว่า $0.85\, k_1 \frac{f'_m}{f_y} \frac{0.003}{0.003 + \frac{f_y}{E_s}}$ คานจะวิบัติเนื่องจากแรงดึงเป็นหลัก

$p_w - p_f$ มีค่ามากกว่า $0.85\, k_1 \frac{f'_m}{f_y} \frac{0.003}{0.003 + \frac{f_y}{E_s}}$ คานจะวิบัติเนื่องจากแรงอัดเป็นหลัก

๒.๓ <u>การวิเคราะห์คานคอนกรีต-อิฐเสริมเหล็ก</u>

พิจารณาคานประกอบคอนกรีต-อิฐเสริมเหล็ก ซึ่งมีคอนกรีตเททับบนคานประกอบอิฐเสริมเหล็ก มีความหนาเท่ากับ t_1 มีขนาดหน้าตัดของคาน $b \times D_1$ มีเหล็กเสริมรับแรงดึง A_s อย่างเดียวและมีความลึกประสิทธิผล d_1 ดังรูป ๒.๒

ในการวิเคราะห์คานประกอบดังกล่าว จะแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น ๒ กรณี คือ

๒.๓.๑ กรณีที่ c มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ t_1 ดังรูปที่ ๒.๕

การวิเคราะห์หาโมเมนต์ต้านประลัยเช่นเดียวกับการวิเคราะห์คานประกอบอิฐเสริมเหล็กรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (เช่นเดียวกับหัวข้อ ๒.๒.๑) โดยเปลี่ยนกำลังอัดประลัยของวัสดุก่อเป็นกำลังอัดประลัยของคอนกรีต

๒.๓.๒ กรณี c มีค่ามากกว่า t_1 ดังรูปที่ ๒.๖

ในกรณีนี้ จะละทิ้งกำลังอัดของวัสดุก่อ โดยไม่นำมาคิดในการวิเคราะห์ดังรูปที่ ๒.๖ การวิเคราะห์หาโมเมนต์ต้านประลัยเช่นเดียวกับการวิเคราะห์คานประกอบคอนกรีต-อิฐเสริมเหล็ก

รูปเหลี่ยมผืนผ้า และ

$$a = t_1$$

จากสมการ (2-4)จะได้

$$M_u' = 0.85 f_c' t_1 b (d_1 - \frac{t_1}{2}) \quad (2-22)$$

๒.๔ หน่วยแรงเฉือนในคานประกอบ

ในการพิจารณาหน่วยแรงเฉือนของคานประกอบ พิจารณาดังนี้ คือ

๒.๔.๑ กรณีวิเคราะห์คานประกอบเสมือนมีรูปพื้นที่หน้าตัดเป็นรูปตัวที

หน่วยแรงเฉือนที่เกิดขึ้นจะมีค่า

$$v_u = \frac{Vu}{bd} \quad (2-23)$$

หน่วยแรงเฉือนสูงสุดเกิดขึ้นที่หน้าตัดซึ่งห่างจากขอบฐานรองรับเป็นระยะ d

๒.๕ ความต้านทานหน่วยแรงเฉือนประลัยของคอนกรีตและอิฐ

หน่วยแรงเฉือนประลัยที่เกิดขึ้นในคอนกรีตหรืออิฐ ณ จุดวิกฤตคือ ระยะ d จากขอบฐานรองรับจะต้องไม่เกินค่าหน่วยแรงเฉือนที่จะทำให้คอนกรีตเกิดแตกร้าวเนื่องจากแรงดึงทะแยง

ตามมาตรฐาน ว.ส.ท. กำหนดค่าหน่วยแรงเฉือนประลัยของคอนกรีต ดังนี้

$$v_u = 0.53 \sqrt{f_c'} \quad (2-24)$$

สำหรับความต้านทานหน่วยแรงเฉือนประลัยของอิฐเช่นเดียวกับของคอนกรีต โดยเปลี่ยน f_c' เป็น f_m' ในสมการ (2-24)

005223

๒.๖ ระยะโก่ง

การวิเคราะห์หาระยะโก่งของคานประกอบให้ถือว่าคานประกอบเป็นคานอีลาสติกที่มีเนื้อเดียวกัน (elastic homogeneous member)

จากวิธีอีลาสติก ระยะโก่งที่เกิดขึ้นทันทีเมื่อได้รับน้ำหนักบรรทุก จะเขียนได้ในรูปทั่วไป คือ

$$\Delta = \frac{F(\text{น้ำหนักบรรทุก , ช่วงความยาวคาน})}{EI} \quad (2-25)$$

โดยที่ F(น้ำหนักบรรทุก, ช่วงความยาวคาน) เป็นฟังก์ชันของน้ำหนักและช่วงความยาวคาน

สำหรับคานเชิงเดี่ยวธรรมดา มีน้ำหนักบรรทุกกระทำแบบกระทำเป็นจุด (Third point loading) จะได้ระยะโก่งดังนี้

$$\Delta = \frac{23}{648} \frac{P1^3}{EI} \quad (2-26)$$

i17720722

สำหรับคานเชิงเดี่ยวธรรมดา มีน้ำหนักบรรทุกแผ่สม่ำเสมอ w ต่อหน่วยความยาว จะได้ระยะโก่งดังนี้

$$\Delta = \frac{5}{384} \frac{wl^4}{EI} \qquad (2\text{-}27)$$

ค่าโมเมนต์อินเนอร์เชีย I ในสมการ (2-26) และ (2-27) ขึ้นอยู่กับการรับน้ำหนักบรรทุก เมื่อต้องการหาระยะโก่ง โดยพิจารณาดังนี้

๑. ถ้าหน่วยแรงดึงที่ผิวนอกสุดของอิฐมีค่าน้อยกว่าโมดูลัสการแตกร้าว f_t ให้คำนวณหาโมเมนต์อินเนอร์เชียของหน้าตัดแปลงทั้งหมด (Transformed gross section)

๒. ถ้าหน่วยแรงดึงที่ผิวนอกสุดของอิฐมีค่ามากกว่าโมดูลัสการแตกร้าว f_t ให้คำนวณหาโมเมนต์อินเนอร์เชียของหน้าตัดแปลงร้าว (Transformed cracked section)

๒.๗ ข้อกำหนดทั่วไปในการออกแบบ

๒.๗.๑ การจัดน้ำหนักบรรทุก

มาตรฐาน ACI 318-71 ได้กำหนดน้ำหนักประลัยที่ใช้ในการออกแบบ ดังนี้

สำหรับอาคารที่ไม่ได้รับแรงลมหรือแผ่นดินไหว

$$U = 1.4D + 1.7L \qquad (2\text{-}28)$$

ในที่นี้ U = น้ำหนักบรรทุกประลัยที่ใช้ในการออกแบบ

D = น้ำหนักบรรทุกคงที่ที่ใช้งาน

L = น้ำหนักบรรทุกจรที่กำหนด

๒.๗.๒ ตัวคูณลดค่าประลัย

สำหรับกำลังประลัยที่คำนวณได้จริงในโครงสร้าง เพื่อความปลอดภัย จะต้องใช้ตัวคูณลดค่ากำลังประลัย Ø คูณเข้ากับกำลังประลัยที่คำนวณได้จริง ตามมาตรฐาน ACI 318-71 กำลังไว้ดังนี้

Ø = 0.90 สำหรับการดัด

= 0.85 สำหรับแรงเฉือน

๒.๗.๓ การควบคุมระยะโก่ง

เพื่อไม่ให้แผ่นพื้นหรือคานเกิดระยะโก่งมากเกินไป มาตรฐาน ACI 318-71 กำหนดให้ระยะโก่งที่กำหนดให้รับน้ำหนักบรรทุกจรปกติของแผ่นพื้นหรือคาน ต้องไม่เกิน $\frac{1}{360}$