หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ทั่วไป

คอนกรีตเป็นวัสดุก่อสร้างที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย คุณสมบัติหลักของคอนกรีตนอกจากกำลังอัดและโมดูลัสยืดหยุ่นยังมีการคืบตัวและการหดตัว กล่าวคือคอนกรีตเมื่อหล่อแล้วเสร็จจะเกิดการหดตัวเนื่องจากน้ำในคอนกรีตระเหยสู่อากาศภายนอก และเมื่อคอนกรีตรับแรงกระทำอย่างสม่ำเสมอตลอดเวลาจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขนาดที่เกี่ยวข้องกับเวลาเรียกว่าการคืบตัว

ค่าการคืบตัวและการหดตัวของคอนกรีตอาจมีค่าสูงจนมีผลต่อพฤติกรรมทางโครงสร้างได้โดยเฉพาะโครงสร้างคอนกรีตอัดแรงซึ่งผลของการคืบตัวและการหดตัวจะทำให้แรงอัดในลวดอัดแรงลดลงทำให้การโก่งตัวของโครงสร้างมากขึ้น และทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงหน่วยแรงภายในสิ่งผลให้กำลังลดลง สำหรับโครงสร้างคอนกรีตเหล็กการคืบตัวและการหดตัวทำให้เกิดการโก่งตัวของโครงสร้างมากขึ้น และทำให้กำลังลดลง จากผลการวิจัยทั้งจากห้องปฏิบัติการและจากสภาพก่อสร้างจริง พบว่า มีความจำเป็นต้องทราบค่าการคืบตัวและการหดตัวของคอนกรีตเพื่อที่ใช้คำนวณออกแบบและควบคุมงานก่อสร้างเพื่อไม่ให้ผลของการคืบตัวและการหดตัวเป็นอันตรายต่อโครงสร้างได้

ตั้งแต่มีการพบคุณสมบัติการคืบตัวและการหดตัวของคอนกรีตเมื่อต้น ค.ศ. 1900 ได้มีผู้ศึกษาวิจัยเรื่องนี้อย่างกว้างขวางถึงสาเหตุผลกระทบตลอดทั้งทฤษฎีต่าง ๆ เพื่อหาสูตรหรือสมการที่ใช้คาดคะเนค่าของการคืบตัวและการหดตัวของคอนกรีตจากตัวแปรต่าง ๆ

1.2 ตัวแปรที่มีผลกระทบต่อการคืบตัวและการหดตัวของคอนกรีต

จากการศึกษาวิจัยจากหลาย ๆ แหล่ง Neville[1] พบว่า การคืบตัวและการหดตัวของคอนกรีตเกี่ยวข้องกับตัวแปรต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ คือ

1. กำลังของคอนกรีต

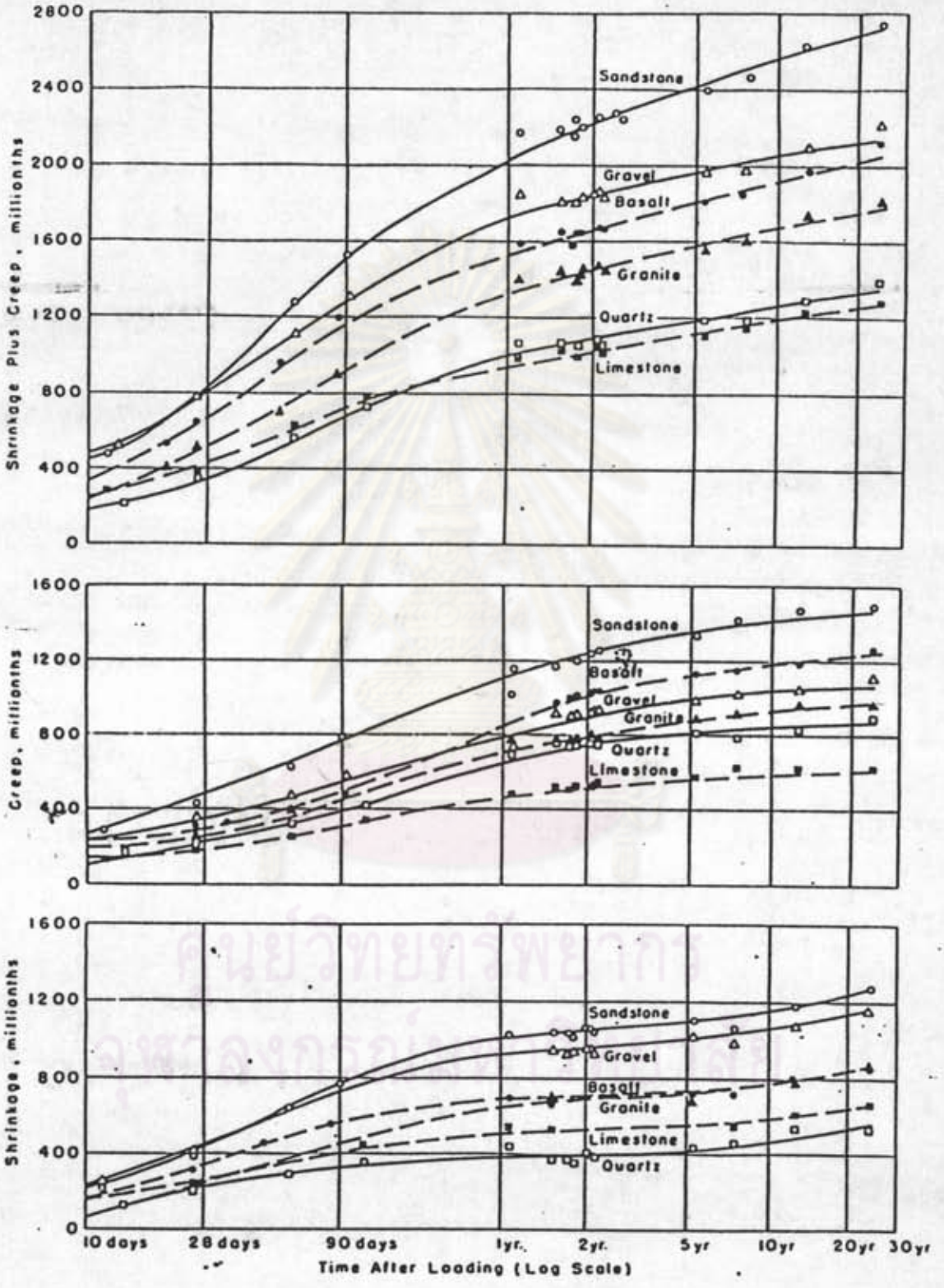
ค่าการคืบตัวและการหดตัวของคอนกรีตเป็นสัดส่วนกลับกับค่ากำลังของคอนกรีต คือเมื่อคอนกรีตมีค่าสัดส่วนน้ำต่อซีเมนต์สูง คอนกรีตจะมีกำลังต่ำลงทำให้เกิดมีช่องว่างในน้ำปูนมากเกิดการอมน้ำไว้มากทำให้มีโอกาสสูญเสียน้ำได้มากขึ้น ซึ่งจะมีผลทำให้ค่าการคืบตัวและการหดตัวของคอนกรีตมีค่ามากขึ้น ผลการทดลองแสดงว่าคอนกรีตที่มีอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์เท่ากันค่าการคืบตัวของคอนกรีตจะเป็นสัดส่วนกลับกับซีเมนต์เพสท์ของคอนกรีต[2]

2. คุณสมบัติของมวลรวม

คุณสมบัติของมวลรวมที่มีผลต่อค่าการคืบตัวและการหดตัวของคอนกรีต คืออัตราส่วนผสมในคอนกรีต, ส่วนขนาดคละและชนิดของมวลรวม Neville[1] พบว่า ปริมาณของมวลรวมในคอนกรีตมีผลต่อค่าการคืบตัวและการหดตัวของคอนกรีต โดยเมื่อปริมาณของมวลรวมเพิ่มขึ้นค่าการคืบตัวและการหดตัวของคอนกรีตจะมีค่าลดลง Davis[3] พบว่า คอนกรีตที่ผสมด้วยมวลรวมที่มีค่าโมดูลัสความละเอียดต่ำจะมีค่าการคืบตัวสูงกว่าคอนกรีตที่ผสมด้วยมวลรวมที่มีค่าโมดูลัสความละเอียดสูง Troxell, Raphael, Davis[4] ได้ศึกษาพบว่า มวลหยาบมีผลต่อทั้งการคืบตัวและการหดตัวของคอนกรีต โดยใช้มวลหยาบ 6 ประเภท มีอัตราส่วนผสมและตัวแปรอื่นเท่ากันจะมีค่าการคืบตัวและการหดตัวแตกต่างกัน ดังแสดงในรูปที่ 1

3. พื้นที่ผิวต่อปริมาตรของคอนกรีต

ปริมาตรต่อผิวของคอนกรีต, ขนาดของคอนกรีตมีผลต่อการคืบตัวและการหดตัวของคอนกรีต โดยเมื่อคอนกรีตมีขนาดใหญ่ขึ้นจะมีค่าการคืบตัวและการหดตัวลดลง Hansen, Mattock[5] ศึกษาวิจัยถึงผลของขนาดรูปร่างของคอนกรีตที่มีต่อการคืบตัวและการหดตัว



รูปที่ 1 แสดงผลของมวลหยาบต่อการคืบตัวและการหดตัวของคอนกรีต

ของคอนกรีตโดยหล่อคอนกรีตเป็นรูปทรงกระบอก, รูปตัวไอ, และรูปสี่เหลี่ยมมีค่าปริมาตรต่อผิว ตั้งแต่ 1.6 จนถึง 6.0 พบว่า ค่าการหดตัวมีค่าลดลงเมื่อค่าปริมาตรต่อผิวคอนกรีตมีค่ามากขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 2 และค่าการคืบตัวมีค่าลดลงเมื่อปริมาตรต่อผิวคอนกรีตมีค่ามากขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 3

4. แรงกระทำ

แรงกระทำ Neville[1] วิจัยพบว่า ค่าการคืบตัวเป็นสัดส่วนโดยตรงกับแรงกระทำในช่วงอีลาสติคเมื่อแรงกระทำมีค่าสูงเกินช่วงอีลาสติคจะทำให้เกิดรอยแตก Microcrack ค่าความสัมพันธ์ระหว่างการคืบตัวและอัตราส่วนแรงกระทำต่อกำลังของคอนกรีต แสดงในรูปที่ 4

5. ความชื้นของอากาศ

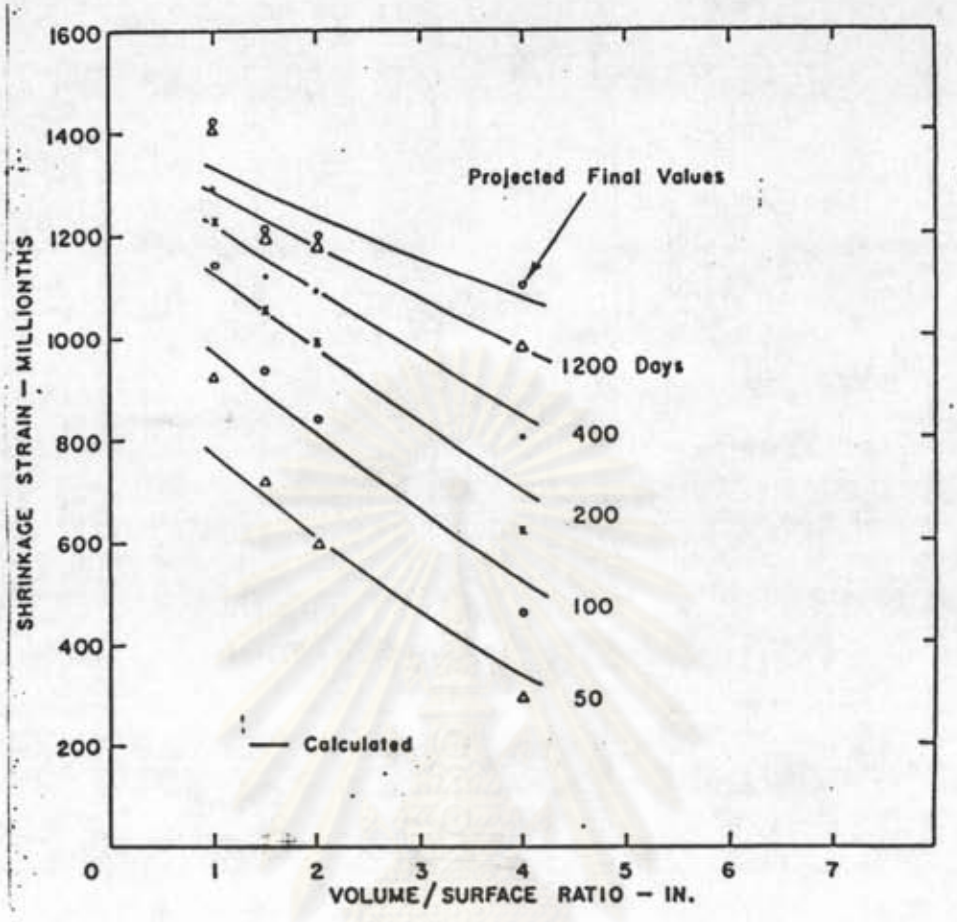
ความชื้นของอากาศมีผลต่อการไหลของน้ำจากคอนกรีต คอนกรีตที่อยู่ในอากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูงการไหลของน้ำจากคอนกรีตลดลงทำให้ค่าการคืบตัวและการหดตัวของคอนกรีตมีค่าลดลง Troxell, Raphael, Davis[4] แสดงว่าคอนกรีตที่อยู่ในอากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 70% และ 50% มีค่าการคืบตัวเป็น 2 เท่า และ 3 เท่าของคอนกรีตที่อยู่ในอากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 100% และแสดงว่าคอนกรีตที่อยู่ในอากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 70% และ 50% จะมีค่าการหดตัวเป็น 6 เท่า และ 8 เท่า ของค่าการขยายตัวของคอนกรีตที่อยู่ในน้ำ

6. อุณหภูมิ

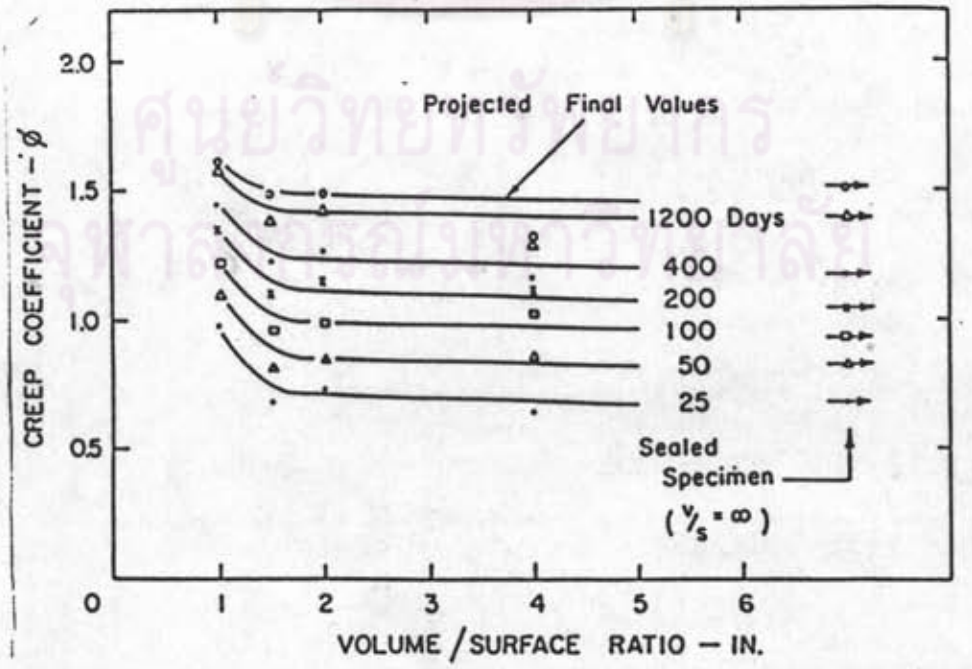
อุณหภูมิมีผลต่ออัตราการระเหยของน้ำและปฏิกริยาระหว่างน้ำกับซีเมนต์อุณหภูมิที่สูงขึ้นมีผลทำให้อัตราการระเหยตัวของน้ำสูงขึ้นและเร่งปฏิกริยาระหว่างน้ำกับซีเมนต์ทำให้ค่าการคืบตัวและการหดตัวของคอนกรีตมีค่าสูงขึ้น Neville[1] วิจัยพบว่า ค่าการคืบตัวของคอนกรีตจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจนถึง 160°F (71°C) ค่าการคืบตัวจะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงกว่านี้ ดังแสดงในรูปที่ 5

7. ชนิดของปูนซีเมนต์

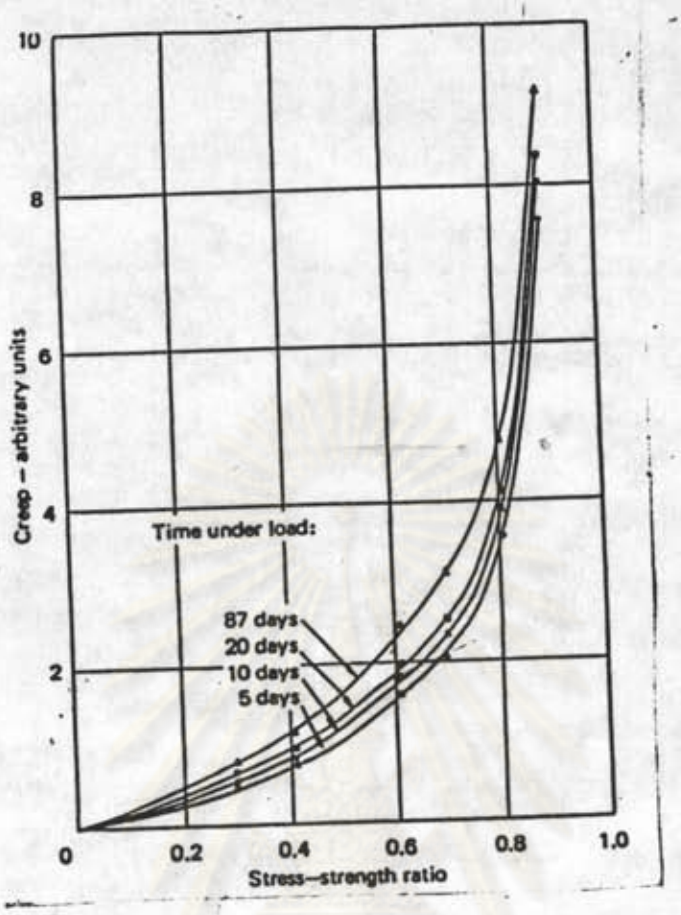
ชนิดของปูนซีเมนต์ Neville[1] พบว่า คอนกรีตผสมด้วยปูนซีเมนต์ชนิด 1 มีค่าการคืบตัวสูงกว่าคอนกรีตผสมด้วยปูนซีเมนต์ชนิด 3 และสูงกว่าปูนซีเมนต์อะลูมินา ใช้อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ .55 และอัตราส่วนมวลรวมต่อซีเมนต์ 5.4 แรงกระทำเป็น 1/3 ของแรงอัดประลัย แสดงในรูปที่ 6



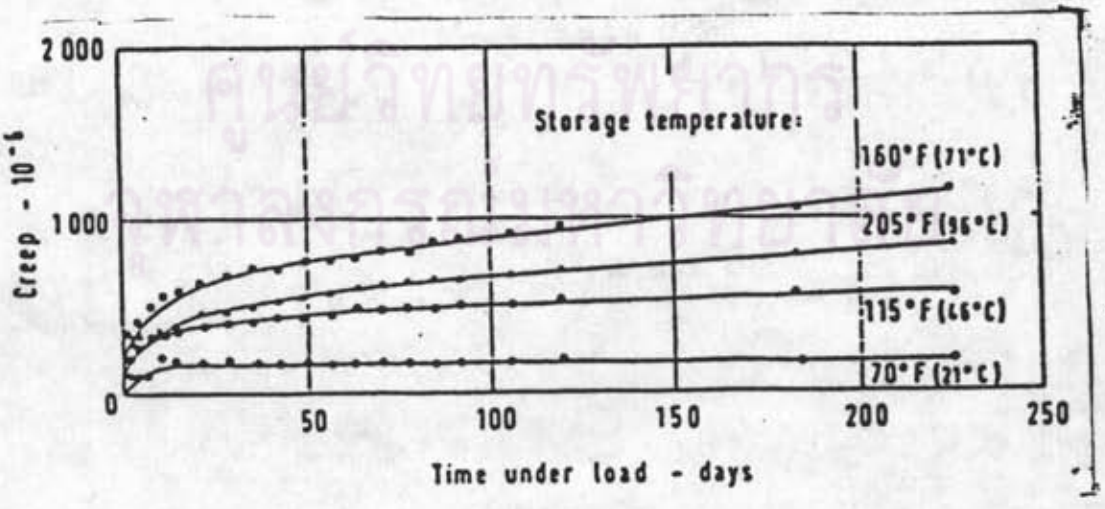
รูปที่ 2 แสดงผลของอัตราส่วนปริมาตรต่อพื้นที่ผิวต่อการหดตัวของคอนกรีต



รูปที่ 3 แสดงผลของอัตราส่วนปริมาตรต่อพื้นที่ผิวต่อการคืบตัวของคอนกรีต



รูปที่ 4 แสดงผลของอัตราส่วนแรงกระทำต่อกำลังของคอนกรีต ที่มีต่อการคืบตัวของคอนกรีต



รูปที่ 5 แสดงผลของอุณหภูมิที่มีต่อการคืบตัวของคอนกรีต

Le Hermite[6] ได้รายงานว่า คอนกรีตที่ผสมด้วยปูนซีเมนต์ธรรมดาหดตัว 2200 μ in./in. เมื่อเวลา 3 ปี ขณะมีคอนกรีตผสมด้วยปูนซีเมนต์อะลูมินาหดตัว 2500 μ in./in. และคอนกรีตผสมด้วยปูนซีเมนต์แข็งตัวเร็วหดตัว 3500 μ in./in.

Neville[1] พบว่า ความละเอียดของปูนซีเมนต์มีผลต่อค่าการคืบตัว ดังแสดงในรูปที่ 7 ซึ่งค่าการคืบตัวของคอนกรีตผสมด้วยปูนซีเมนต์ชนิด 1 เมื่อมีความละเอียดมากขึ้นค่าการคืบตัวจะมีค่าสูงขึ้น ขณะที่ค่าการคืบตัวของคอนกรีตผสมด้วยปูนซีเมนต์ชนิด 4 เมื่อมีความละเอียดมากขึ้นค่าการคืบตัวจะมีค่าลดลง

8. อายุของคอนกรีตที่รับแรง

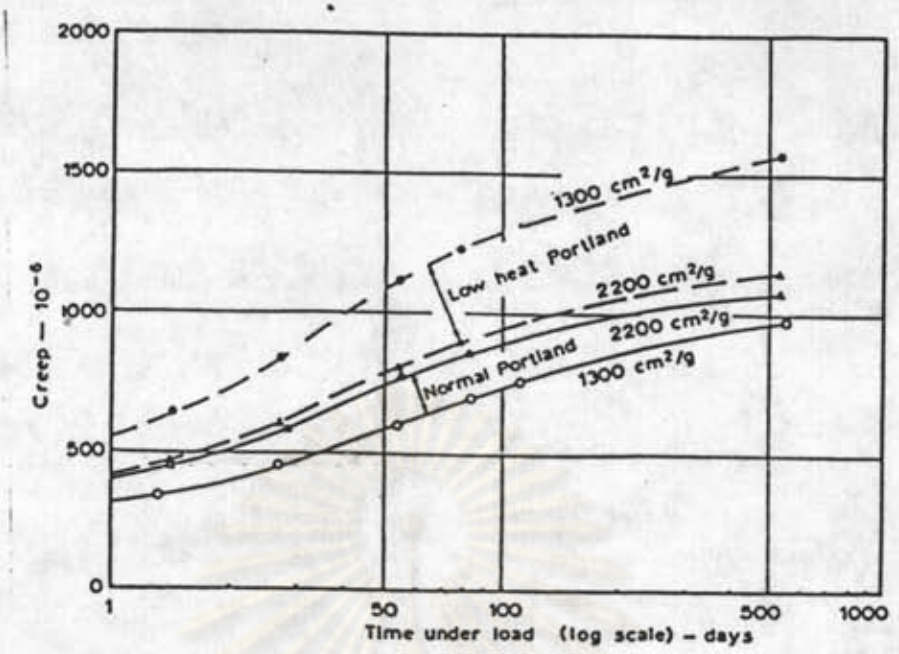
Troxell, Davis, Kelly[7] วิจัยพบว่าปฏิกริยาระหว่างซีเมนต์กับน้ำเมื่อเวลาที่รับแรงกระทำมีผลต่อการคืบตัว เนื่องจากเมื่อคอนกรีตอายุมากขึ้นปฏิกริยาระหว่างซีเมนต์กับน้ำจะเกิดมากขึ้นทำให้ช่องว่างในคอนกรีตลดลงและทำให้น้ำไหลออกจากคอนกรีตยากขึ้นทำให้ค่าการคืบตัวลดลงค่าการคืบตัวของคอนกรีตที่รับแรงกระทำที่อายุต่างกันเป็นเวลา 10 ปี แสดงในรูปที่ 8

1.3 ผลงานวิจัยที่ผ่านมา

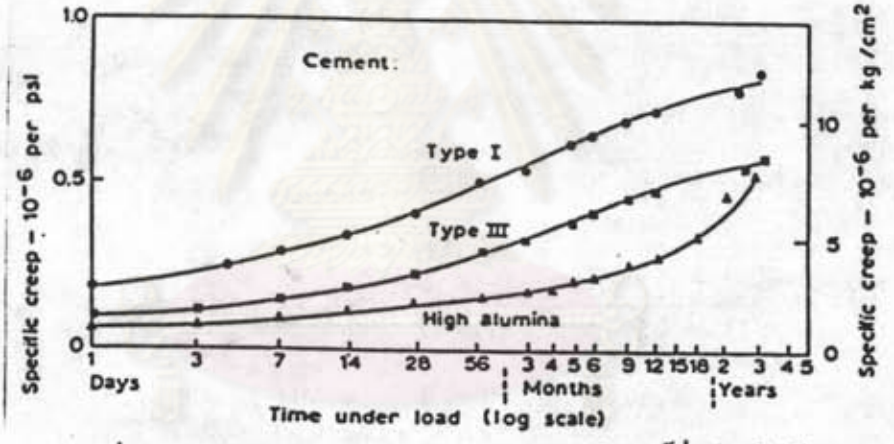
Troxell, Raphael, Davis[4] ได้ทดสอบค่าการคืบตัวและการหดตัวของคอนกรีตเป็นเวลา 30 ปี ตัวอย่างทดสอบถูกหล่อเป็นขนาด ø 4" รับแรง 800 psi ที่ 28 วัน ในอากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 50% พบว่า ค่าการคืบตัวของคอนกรีตเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์เพิ่มขึ้น แต่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ไม่มีผลต่อการหดตัวของคอนกรีต ดังแสดงในรูปที่ 9

ผลของมวลหยาบต่อค่าการคืบตัวและการหดตัวของคอนกรีต แสดงในรูปที่ 1 โดยใช้มวลหยาบ 6 ประเภท พบว่าเมื่อเวลา 23 ปี ค่าการคืบตัวของคอนกรีตผสมด้วย Limestone มีค่า 600 Millionths Quartz 860 Millionths, Granite 960 Millionths, Gravel 1070 Millionths, Basalt 1250 Millionths, Sandstone 1500 Millionths,

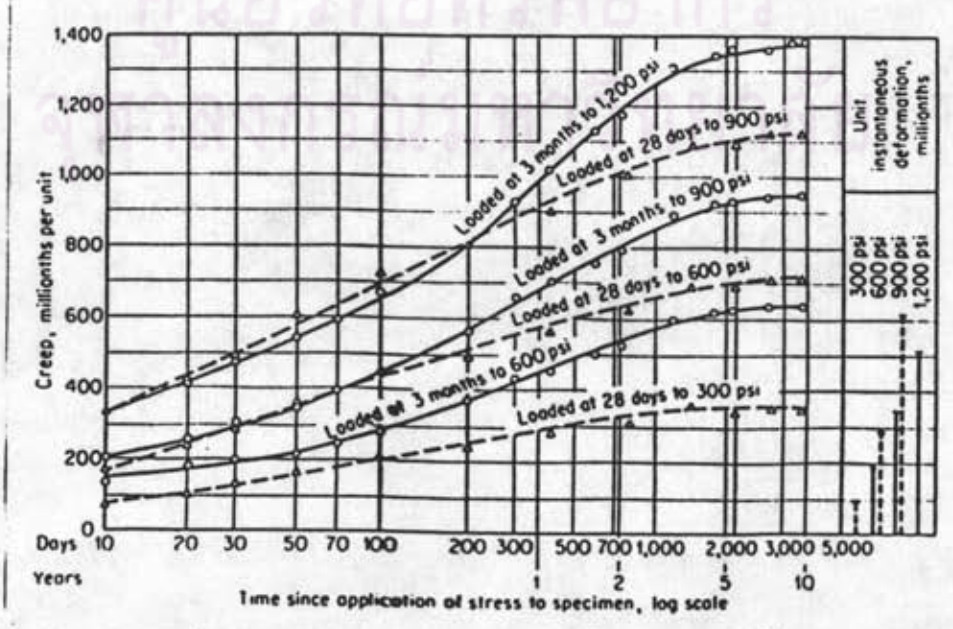
ผลของระดับหน่วยแรงต่อการคืบตัวของคอนกรีต แสดงในรูปที่ 10 ค่าการคืบตัวที่เวลา 21 ปี เมื่อรับแรง 300 psi เมื่ออายุได้ 28 วัน มีค่า 370 micro strain เมื่อรับแรง 600 psi เมื่ออายุได้ 28 วัน มีค่า 740micro strainและเมื่อรับแรง 900 psi เมื่ออายุ 28 วัน มีค่า 1160micro strainแสดงว่าค่าการคืบตัวเป็นสัดส่วนโดยตรงกับแรงกระทำ



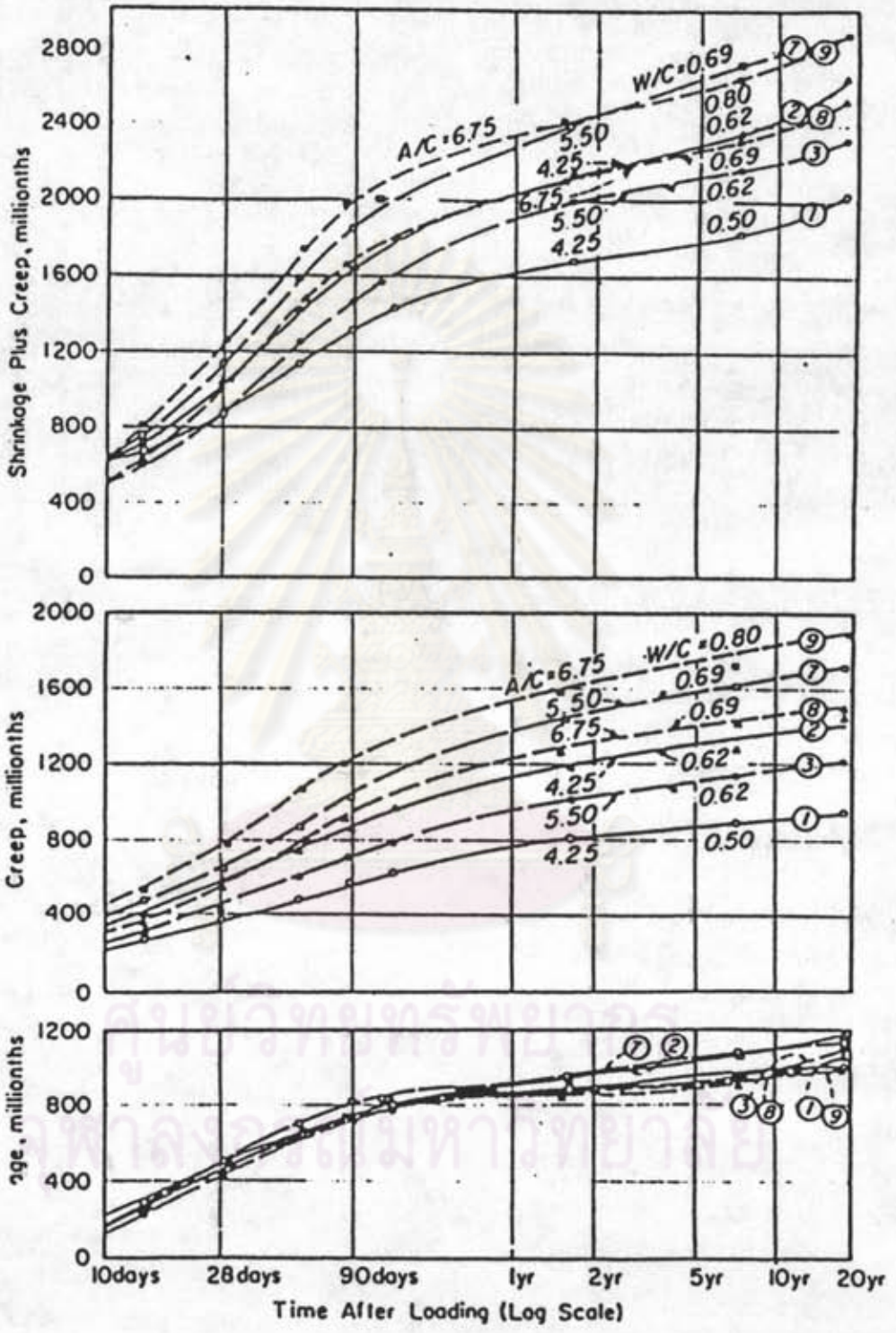
รูปที่ 6 แสดงผลของชนิดของปูนซีเมนต์ต่อการคืบตัวของคอนกรีต



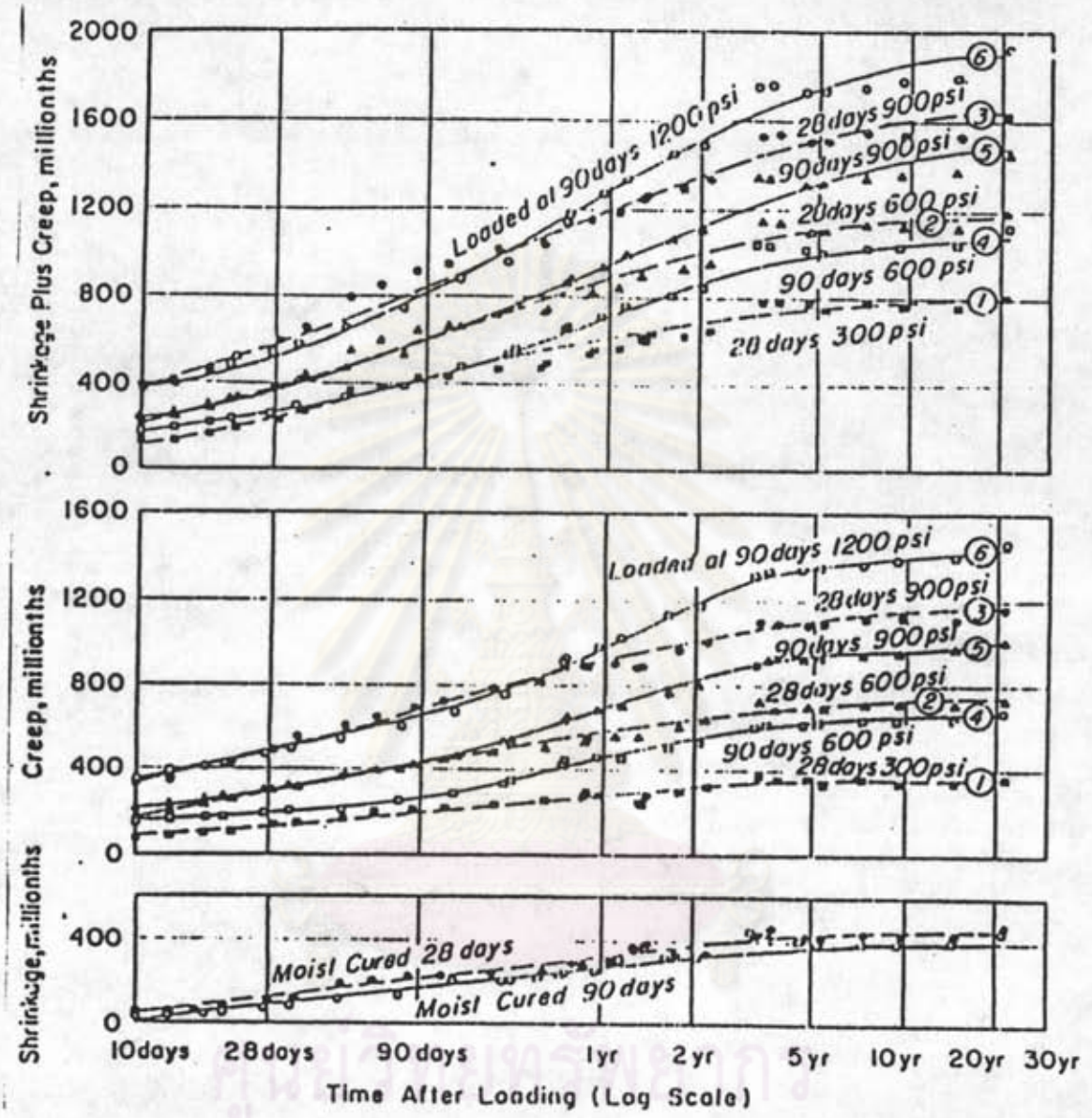
รูปที่ 7 แสดงผลของความละเอียดของปูนซีเมนต์ต่อการคืบตัวของคอนกรีต



รูปที่ 8 แสดงผลของอายุคอนกรีตที่รับแรงกระทำต่อการคืบตัวของคอนกรีต



รูปที่ 9 แสดงผลของอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ต่อการหดตัวของคอนกรีต



รูปที่ 10 แสดงผลของระดับหน่วยแรงต่อการคืบตัวและการหดตัวของคอนกรีต

Upendra. J. Counto[8] ได้วิจัยถึงผลของโมดูลัสยืดหยุ่นของมวลหยาบที่มีต่อการคืบตัวของคอนกรีตได้พบว่า ค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีตเพิ่มขึ้นเมื่อค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของมวลรวมเพิ่มขึ้นและค่าการคืบตัวของคอนกรีตมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของมวลรวมลดลง

Pichai Nimityonosakul[9] ได้วิจัยถึงผลของมวลหยาบที่มีผลต่อการคืบตัวของคอนกรีต โดยใช้มวลหยาบ 4 ประเภท คือ Limestone, Gravel, Andesite และ Sandstone โดยใช้อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ 0.5 อัตราส่วนมวลรวมต่อซีเมนต์ 4 : 1 แรงกระทำมีค่า 1000 psi และ 2000 psi เป็นเวลานาน 40 วัน ได้ผลแสดงในตารางที่ 1 คอนกรีตผสมด้วย Sandstone มีค่าการคืบตัวสูงสุด คอนกรีตผสมด้วย Limestone มีค่าการคืบตัวต่ำสุด

Pichai[9] ยังได้วิจัยถึงผลของหน่วยแรงต่อการคืบตัวโดยแปรหน่วยแรงดังนี้ 500, 1000, 1500, 2000 และ 2500 psi ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 2 ผลการทดลองแสดงว่าค่าการคืบตัวเป็นสัดส่วนโดยประมาณต่อหน่วยแรง ผู้วิจัยสรุปว่าการที่คอนกรีตผสมด้วย Sandstone มีค่าการคืบตัวสูงกว่าคอนกรีตอื่นเนื่องจาก Sandstone มีโมดูลัสยืดหยุ่นต่ำเนื่องจากมีการดูดซึมสูง และมีแรงยึดหน่วงที่ผิวของมวลหยาบสูงทำให้มีค่าการคืบตัวสูงกว่าคอนกรีตอื่น

Inora M. Furr[10] ได้วิจัยว่า ค่าการคืบตัวและการหดตัวของคอนกรีตที่ใช้มวลหยาบที่พบในรัฐเทกซัสโดยใช้มวลหยาบ 4 แหล่ง เพื่อเป็นตัวแทนของมวลหยาบในรัฐเทกซัสโดยใช้หน่วยแรงเท่ากันพบว่า ค่าการคืบตัวแตกต่างกันถึง 81 % และค่าการหดตัวแตกต่างกัน 68 %

จากผลงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า มวลหยาบมีผลต่อค่าการคืบตัวและการหดตัวของคอนกรีตมาก ได้มีนักวิจัยหลายท่านเสนอสมการประมาณค่าการคืบตัวและการหดตัวของคอนกรีตจากตัวแปรต่าง ๆ เช่น T. C. Hansen[11] เสนอสมการโดยใช้ตัวแปรเป็นอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ปริมาณซีเมนต์เพล้ท, ปฏิกริยาน้ำกับซีเมนต์, อายุเมื่อรับแรง, ปริมาณน้ำที่ไม่ระเหยในคอนกรีต

CEB ได้เสนอสมการประมาณค่าการคืบตัวและการหดตัวของคอนกรีตโดยใช้ตัวแปรเป็นอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์, ความหนาของคอนกรีต, ความชื้นสัมพัทธ์, อายุเมื่อรับแรง ค่าการหดตัวอิลาสติค

ตารางที่ 1 ตารางเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงขนาดแบบต่าง ๆ กับแรงอัดของคอนกรีต (ชุดที่ 1)

การเปลี่ยนแปลงขนาดของคอนกรีต		ชนิดของมวลหยาบ			
		หินปูน	หินทราย	แอนดีไซท์	กรวด
หน่วยแรง = 1000 psi ใช้ลังประเป็นน้ำหนักกระทำ	การหดตัวอีลาสติค, x 10^{-5}	21	40	26	22
	การคืบตัวที่เวลา 40 วัน, x 10^{-5}	28	47	43	36
	การหดตัวที่เวลา 40 วัน, x 10^{-5}	33	40	37	37
	การหดตัวรวมที่เวลา 40 วัน, x 10^{-5}	82	127	106	95
หน่วยแรง = 2000 psi ใช้แรงไฮโดรลิกเป็นน้ำหนักกระทำ	การหดตัวอีลาสติค, x 10^{-5}	47	84	59	61
	การหดตัวอีลาสติคที่เวลา 40 วัน, x 10^{-5}	44	67	49	54
	การคืบตัวที่เวลา 40 วัน, x 10^{-5}	38	76	59	58
	การหดตัวที่เวลา 40 วัน, x 10^{-5}	33	40	37	37
	การหดตัวรวมที่เวลา 40 วัน, x 10^{-5}	118	198	155	156
กำลังอัดเฉลี่ยที่เวลา 28 วัน (psi)		5090	5680	5460	4950
การดูดซึม %		0.63%	4.52%	1.46%	1.33%

ตารางที่ 2 ตารางเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงขนาดแบบต่าง ๆ กับแรงอัดของคอนกรีต (ชุดที่ 2)

	การเปลี่ยนแปลงขนาดของคอนกรีต	หน่วยแรง (psi)					กำลังอัด (psi)
		500	1000	1500	2000	2500	
หินปูน	การหดตัวอีลาสติค, x 10^{-5}	16	25	40	68	88	5090
	การคืบตัวที่เวลา 30 วัน, x 10^{-5}	16	28	37	67	95	
	การหดตัวที่เวลา 30 วัน, x 10^{-5}	20	20	20	20	20	
	การหดตัวรวมที่เวลา 30 วัน, x 10^{-5}	50	73	97	115	203	
หินทราย	การหดตัวอีลาสติค, x 10^{-5}	22	44	60	80	95	5680
	การคืบตัวที่เวลา 30 วัน, x 10^{-5}	21	31	49	77	86	
	การหดตัวที่เวลา 30 วัน, x 10^{-5}	35	35	35	35	35	
	การหดตัวรวมที่เวลา 30 วัน, x 10^{-5}	78	110	144	192	216	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Branson[12,19] ได้เสนอสมการประมาณค่าการคืบตัวและการหดตัวของคอนกรีต ใช้ตัวแปรเป็นอายุคอนกรีตเมื่อรับแรง, ความชื้นสัมพัทธ์, ขนาดของคอนกรีต, การยุบตัวของคอนกรีต, ปริมาณของซีเมนต์, ปริมาณมวลละเอียดและค่าการหดตัวอีลาสติค

สมบัติของมวลหยาบไม่ได้ถูกพิจารณาเป็นตัวแปรมีแต่ค่าการหดตัวอีลาสติคที่เป็นตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับมวลหยาบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.4 ธรณีวิทยาของประเทศไทย

วิวัฒนาการของยั้นหินที่เป็นเปลือกโลกในบริเวณของประเทศไทย มีมาตั้งแต่ยุคพรีแคมเบรียนมีอายุประมาณ 600 ล้านปี มาแล้วจนถึงสมัยปัจจุบัน ปรากฏการณ์ทางธรณีวิทยาที่เกิดขึ้นจะแยกเป็นยุค ๆ ตามตารางเวลาทางธรณีวิทยา ดังแสดงในตารางที่ 3 โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ยุคพรีแคมเบรียน

หินในยุคนี้ประกอบด้วยหินแปรพวก ไนซ์ และชีสท์ที่แปรจากหินยั้น หินในยุคนี้โผล่เป็นแนวในทิศทางเหนือใต้ตามเทือกเขาทางทิศตะวันตกตั้งแต่ เชียงใหม่ ตาก จนถึงกาญจนบุรี ตะวันออกของอ่าวไทย หินในยุคนี้โผล่ยั้นจากระดับน้ำทะเลเนื่องจากขบวนการเกิดภูเขาไฟ (Orogeny) พร้อมกับมีหินแกรนิตแทรกมาด้วย

2. ยุคแคมเบรียน

หินในยุคนี้เรียกตามธรณีวิทยาว่าหินชุดตะรุเตาประกอบด้วยหินยั้นชนิดหินทรายเป็นส่วนใหญ่ หินในยุคนี้โผล่ในแนวเหนือใต้ทางด้านตะวันตกของประเทศที่ แม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ ตาก กาญจนบุรี ทางตะวันออกของอ่าวไทย และแหลมไทยตอนใต้

3. ยุคออร์โดวิเชียนี่

หินในยุคนี้เรียกตามธรณีวิทยาว่าหินชุดทุ่งสงประกอบด้วยหินปูนเป็นส่วนใหญ่ วางตัวอยู่บนหินแคมเบรียนโผล่เป็นแนวในทิศทางเหนือใต้เป็นแห่ง ๆ ที่แม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ ตาก กาญจนบุรี ตะวันออกของอ่าวไทยและแหลมไทยตอนใต้

4. ยุคไซลูเรียนและดีโวเนียน

หินในยุคนี้เรียกตามธรณีวิทยาว่าหินชุดตะนาวศรีประกอบด้วยหิน ดินดาน หินทราย และหินภูเขาไฟ หินในยุคนี้แผ่กระจายแยกกันเป็น 2 บริเวณคือ ทางตะวันตกของเทือกเขาทิศตะวันตกของประเทศไทยได้แก่บริเวณ แม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ ตาก ตะวันตกของนครสวรรค์ กาญจนบุรีและตอนใต้ของแหลมไทยจากนครศรีธรรมราชถึงสตูล เป็นบริเวณที่พบหินดินดานและหินทรายเป็นส่วนมากและอีกบริเวณหนึ่ง คือตะวันออกของเทือกเขาด้านตะวันตกของประเทศได้แก่บริเวณเชียงราย ลำปาง น่าน อุตรดิษฐ์ แพร่ สุโขทัย นครสวรรค์ เลยและบริเวณตะวันออกของอ่าวไทยหินของบริเวณนี้ คือหินทราย หินปูน และหินภูเขาไฟ ปลายยุคดีโวเนียน เกิดการ

009066

ตารางที่ 3 ตารางเวลาทางธรณีวิทยาของหินประเทศไทย

Era	Period	Sedimentary and Metamorphic Rocks	Igneous Rocks	Sedimentary and Metamorphic Rocks		Igneous Rocks
				Group	Formation	
Cenozoic	Quaternary: Recent	Alluvium and Terrace deposits		Quaternary Deposits	-	
	Quaternary: Pleistocene					
	Tertiary: Pliocene	Krabi Series and Mae Sot Series	Andesite and Rhyolite porphyry Basalt Diorite and quartz diorite	Krabi	Mae Moh	Basalt Granite, diorite and quartz-diorite Andesite, rhyolite porphyry and tuff Granite and grano-diorite
	Tertiary: Miocene					
	Tertiary: Oligocene				Li	
	Tertiary: Eocene					
	Tertiary: Paleocene					
Mesozoic	Cretaceous	-	Granite (younger)	Khorat	Upper	
					Middle	
	Jurassic	Korat Series with Kamawkala Limestone			Lower	
	Triassic		Granite (older) Mafic and ultra-mafic rocks	Lampang	Red	
					Marine	Granite and prano-diorite
					Volcanie	Andesite & rhyolite
	Permian	Ratburi Limestone		Ratburi	-	
Palaeozoic	Carboniferous	Kanchanaburi Series		Tanoasi	Kaeng, Krachan	Granite Mafic and ultramafic
	Devonian				Kanchanaburi	
	Siluriam					
	Ordovician	Thung Song Lime-stone		Thung Song	Satun / Thung Song	
Eozoic	Cambrian	Phuket Series		Tarutoa	-	
	Pre-cambrian	Gneiss and Schist		Gneiss and Schist	-	

เกิดการเคลื่อนไหวของเปลือกโลกทำให้หินที่สะสมตัวมาตั้งแต่ยุคแคมเบรียนเป็นต้นมาโค้งงอ และถูกแปรเปลี่ยนพร้อมกับมีหินแกรนิตแทรกเข้ามา

5. ยุคคาร์บอนิเฟอรัส

หินในยุคนี้เรียกตามธรณีวิทยาว่าหินยุดตะนาวศรีพบโผล่กระจายเกือบจะทั่วประเทศ แยกกันได้เป็นสองบริเวณ คือ บริเวณแรกได้แก่ภาคตะวันตกและแหลมไทยประกอบด้วยหินทราย หินดินดานและหินกรวดมน บริเวณที่สองได้แก่ภาคเหนือ ภาคกลางบริเวณจังหวัดเลยและบริเวณข้างเคียงและภาคตะวันออกของอ่าวไทยประกอบด้วยหินทราย หินกรวดมน บางแห่งมีหินปูนแทรกสลับอยู่ข้างนอกจากนี้ยังมีหินภูเขาไฟเกิดร่วมเกือบทุกแห่ง

ในกลางยุคคาร์บอนิเฟอรัสได้เกิดการยกตัวของแผ่นดินในที่หลายแห่งของบริเวณภาคเหนือ ภาคกลาง และตะวันออกของอ่าวไทยและบริเวณจังหวัดเลย และบริเวณใกล้เคียง แล้วยังเกิดภูเขาไฟกระจายทั่วทั้งบริเวณให้กำเนิดหินไหลและหินตะกอนภูเขาไฟ และมีหินแกรนิตแทรกดันเข้ามาด้วย

6. ยุคเพอร์เมียน

หินในยุคนี้เรียกตามธรณีวิทยาว่าหินยุดรายบุรีประกอบด้วยหินปูนเป็นส่วนใหญ่ โผล่กระจายทั่วไปตลอดภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก รอบ ๆ ของที่ราบสูงโคราช ตะวันออกของอ่าวไทย ปลายยุคเพอร์เมียนมีการยกตัวของแผ่นดินและเกิดภูเขาไฟที่ลำปาง แพร่ และเชียงราย

7. ยุคไตรแอสสิค

หินในยุคนี้เรียกตามธรณีวิทยาว่าหินยุดลำปาง ประกอบด้วยหินกรวดมน หินทราย หินดินดาน หินปูน และหินภูเขาไฟ โผล่อยู่ 5 บริเวณ คือ

1. ตอนกลางของภาคเหนือได้แก่ แพร่ น่าน ลำปาง เชียงราย และตาก
2. ตะวันตกของภาคเหนือได้แก่ แม่ฮ่องสอนลงไปถึงแม่ลอด
3. ภาคตะวันตกได้แก่ บริเวณจังหวัดกาญจนบุรี
4. ภาคใต้ได้แก่ บริเวณจังหวัดสงขลา
5. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้แก่ จังหวัดเลยและเพชรบูรณ์

ในช่วงกลางยุคไตรแอสสิคมีการยกตัวของแผ่นดินและมีหินแกรนิตแทรกดันเข้ามาที่บริเวณหลายแห่งของประเทศ

8. ยุคจูแรสสิค-ครีเตเรียส

หินในยุคนี้เรียกตามธรณีวิทยาว่าหินยุคโคราชประกอบด้วยหินกรวดมน หินทราย หินดินดานและหินภูเขาไฟ หินในยุคนี้โผล่เป็นบริเวณกว้างขวางตลอดพื้นที่ราบสูงโคราช ในยุคนี้มีภูเขาไฟเกิดขึ้นทั่วไป เมื่อใกล้จะสิ้นสุดยุค ครีเตเรียสได้เริ่มเกิดการเคลื่อนไหวของเปลือกโลก ทำให้บางส่วนยกตัวขึ้นเป็นภูเขาและที่ราบสูง

9. ยุคเทอร์เรียรี่

หินในยุคนี้แบ่งตามบริเวณได้ 4 บริเวณ คือ

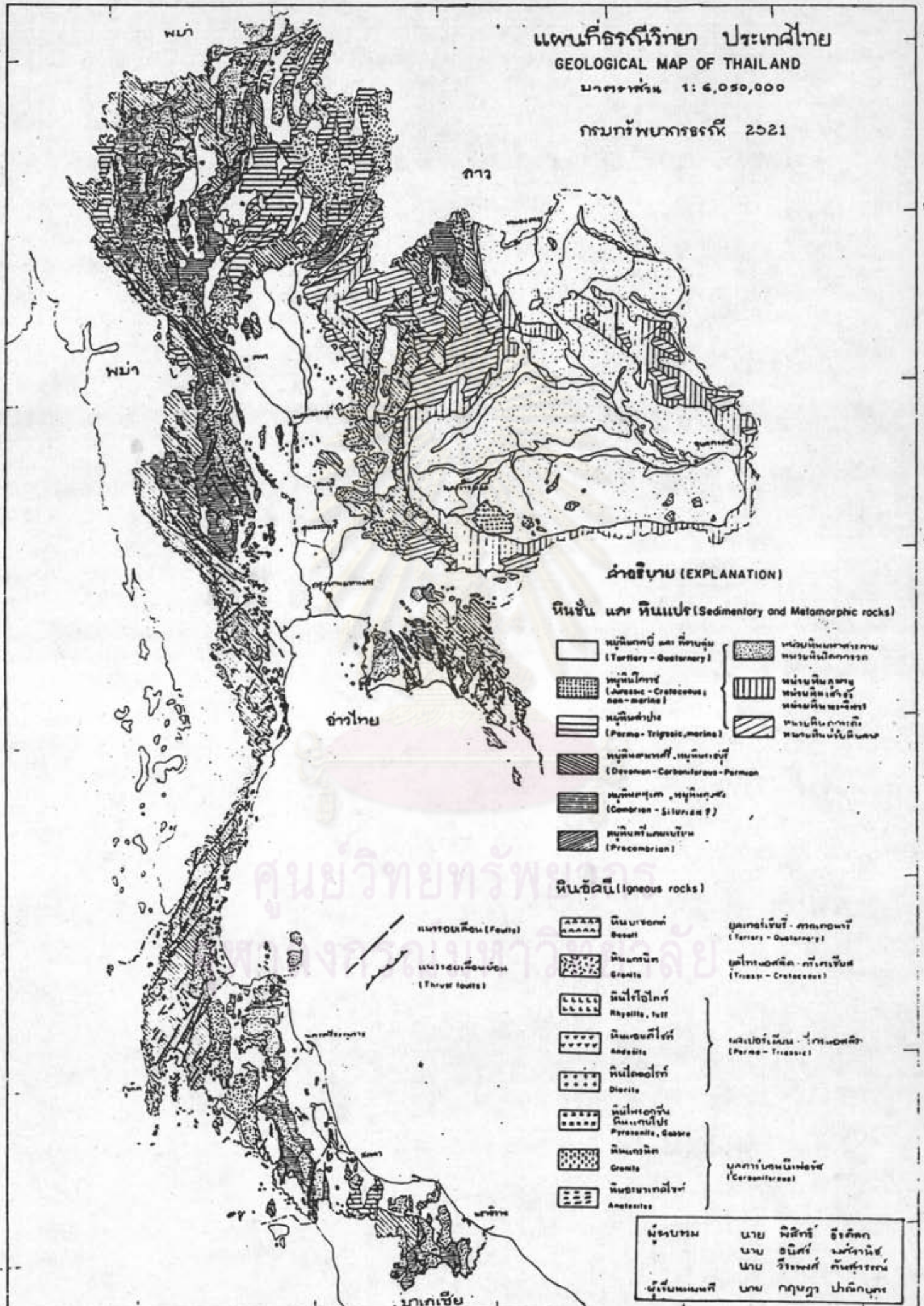
1. บริเวณภาคเหนือและภาคตะวันตกประกอบด้วยหินดินดาน หินทราย ถ่านลิคไนท์
2. บริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือประกอบด้วยหินดินดาน หินทราย
3. ภาคกลางและอ่าวไทยประกอบด้วยหินดินดาน หินทราย และถ่านลิกไนท์
4. ภาคใต้ประกอบด้วยหินปูนน้ำทะเล หินดินดาน ถ่านลิกไนท์

หินในยุคนี้โผล่น้อยมากเนื่องจากถูกหินในยุคถัดมาปิดทับอยู่

10. ยุคควอเทอร์นารี่

หินในยุคนี้ประกอบด้วยดินทรายและกรวดที่ยังไม่แข็งตัว ในต้นยุคนี้เกิดการเคลื่อนไหวของเปลือกโลกทำให้มีการยกตัวและเอียงตัวไปเล็กน้อยของบางบริเวณพร้อมกันนี้ก็มีหินภูเขาไฟชนิดบะซอลท์เกิดร่วม

แผนที่ธรณีวิทยาของประเทศไทยของกรมทรัพยากรธรณี พ.ศ. 2521 แสดงในรูปที่ 11 แสดงว่าหินแต่ละยุคพบที่ใดบ้าง


แผนที่ธรณีวิทยา ประเทศไทย
GEOLOGICAL MAP OF THAILAND
มาตราส่วน 1: 6,050,000
กรมทรัพยากรธรณี 2521
พม่า
ลาว
กัมพูชา
อ่าวไทย
มาเลเซีย
คำอธิบาย (EXPLANATION)
หินชั้น และ หินแปร (Sedimentary and Metamorphic rocks)
หินอัคนี (Igneous rocks)
รอยเลื่อน (Faults)
(Thrust faults)
ผู้ร่วมงาน นาย พิสิทธิ์ อิงคีลก
นาย ธนิศร์ เผด็จนิช
นาย วีระพงศ์ ตันสุวรรณ์
ผู้เขียนแผนที่ นาย กฤษฎา ปานีกบุตร

1.5 การใช้มวลหยาบในประเทศ

หินที่ผลิตมาใช้งานต่าง ๆ ในประเทศ แสดงในตารางที่ 4 ซึ่งแสดงถึงลักษณะการใช้งานของหินชนิดต่าง ๆ และจากสถิติของกรมทรัพยากรธรณี [14] จากจำนวนผู้ขอรับอนุญาติผลิตหิน 255 ราย อาจจะจำแนกออกได้เป็นประเภทต่าง ๆ ตามชนิดหินที่ผลิต 9 ชนิดด้วยกัน และจำนวนผู้ผลิตหินแต่ละชนิดมีดังตารางที่ 5

จากข้อมูลทำเนียบแหล่งระเบิดหิน ย่อยหินและโรงโม่บดย่อยหินในประเทศ[15] แสดงจำนวนแหล่งระเบิดและย่อยหินในประเทศในรูปที่ 12

การเลือกมวลหยาบที่ใช้เป็นตัวแปรในการวิจัยใช้วิธีการ ดังนี้

1. ภาคเหนือมีแหล่งหินและโรงโม่ ดังแสดงในตารางที่ 6 มีโรงโม่ทั้งหมด 71 โรงเป็นหินปูน 54 โรง หินทราย 1 โรง และมีการใช้หินกรวดตามบริเวณใกล้แม่น้ำ จึงเลือกใช้มวลหยาบหินปูนชุดราชบุรีพบที่ตอยล่ะเกิดจังหวัดเชียงใหม่ กรวดที่แม่น้ำแม่ปิงและหินทรายที่จังหวัดพิษณุโลกเป็นตัวแปร

2. ภาคกลางมีแหล่งหินและโรงโม่ ดังแสดงในตารางที่ 7 มีโรงโม่ทั้งหมด 103 โรง เป็นหินปูน 40 โรง เลือกใช้หินปูนชุดราชบุรีพบที่เขาจูจังหวัดราชบุรีและหินแอนดีไซท์พบที่เขาตะกร้าจังหวัดสระบุรีเป็นตัวแปร

3. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีแหล่งหินและโรงโม่ ดังแสดงในตารางที่ 8 มีโรงโม่ 40 โรงเป็นหินปูน 22 โรง หินบะซอลท์ 7 โรง เลือกใช้หินบะซอลท์ พบที่เขากระโดงจังหวัดบุรีรัมย์เป็นตัวแปร

4. ภาคใต้มีแหล่งหินและโรงโม่ ดังแสดงในตารางที่ 9 มีโรงโม่ 71 โรงเป็นหินปูน 50 โรง หินแกรนิต 4 โรง เลือกหินปูนชุดทุ่งสงพบที่อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราชและหินแกรนิตจังหวัดภูเก็ตเป็นตัวแปร

มวลหยาบที่ใช้ในการวิจัยแสดงรายละเอียดในตารางที่ 10

ตารางที่ 4 ชนิดหินและลักษณะการใช้งานในปัจจุบัน

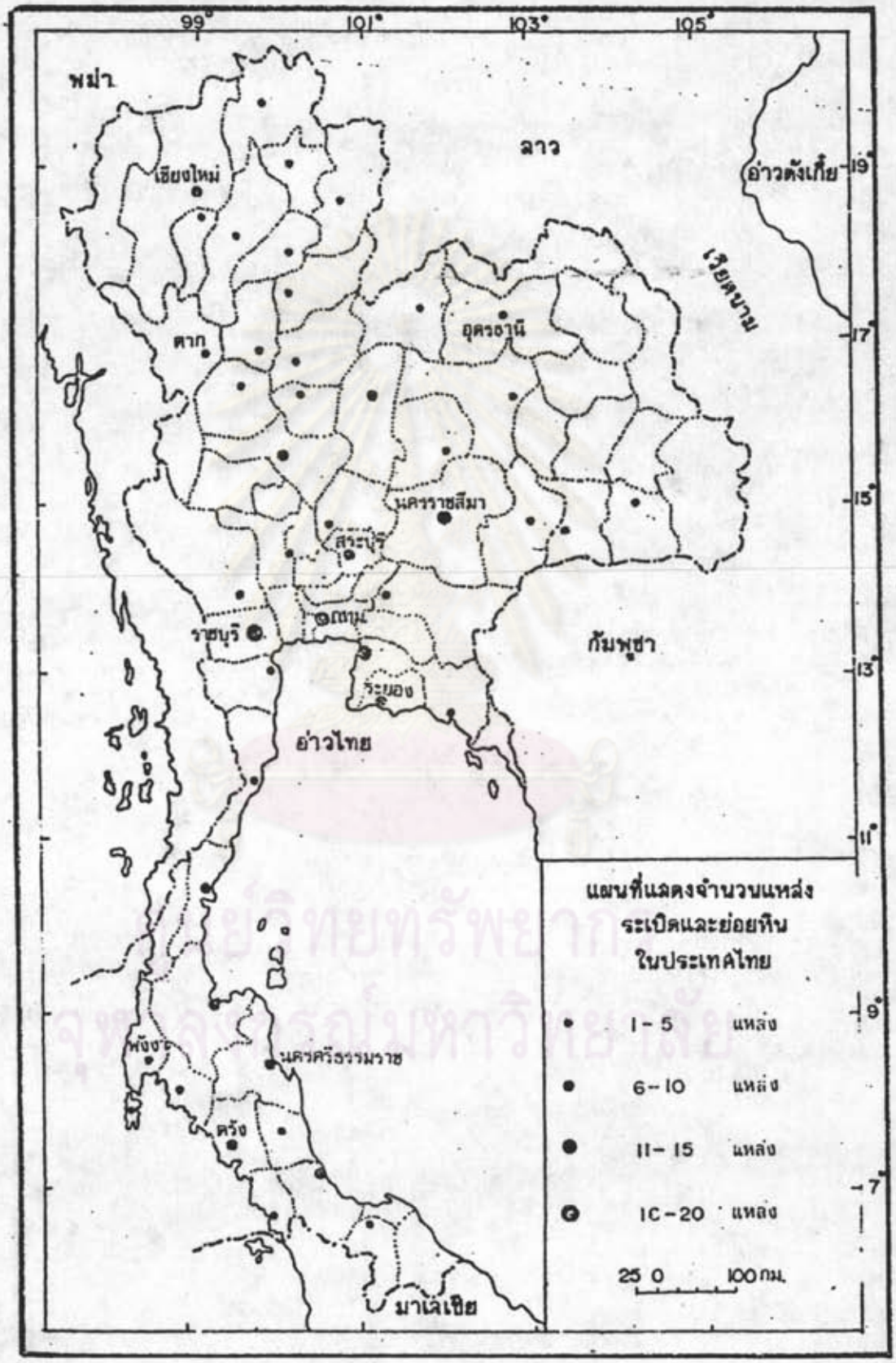
ชนิดหิน	ลักษณะการใช้งาน				
	รองพื้น		กรวด	หินเกล็ด	อย่างอื่น
	ถนน	รางรถไฟ	คอนกรีต		
หินปูน	x	x	x	x	ปูนขาว เยื่อกลุง อุตสาหกรรมเคมี
โดโลไมท์	x	x	x	x	วัสดุทนไฟในเตาไฟ
หินดินดาล	-	-	-	-	ปูนซีเมนต์
ศิลาแลง	x	-	-	-	ก่อผนัง กำแพง กรุบ่อน้ำ ตกแต่งอาคาร
หินทราย	x	-	x	-	แผ่นปูพื้น ลับมีด
คองโกลเมอเหรต	x	-	x	-	ตกแต่งอาคาร
แกรนิต	x	-	x	-	แผ่นปูพื้น ก่อผนัง ศิลาจารึก ครก โม่ ลูกนิมิตร
ไดออไรท์แก็บโบร์ ออนเบลนไต้ท แอนเดไซท์	x	-	x	-	เช่นเดียวกับแกรนิต
ไรโดไลท์ บะซ้อลท	x	x	x	-	
พิลไลท์ผุ	x	-	-	-	รองพื้นฐานอาคารที่ไม่ต้องรับน้ำหนักมาก
ไน้ส์	x	-	-	-	แผ่นปูพื้น ก่อผนัง ศิลาจารึก ครก โม่ ลูกนิมิตร
หินฉะนวน	-	-	-	-	มุงหลังคา
ยวอทไซท์	x	-	x	-	ลับมีด
หินอ่อน	x	x	x	x	ปูนขาว หินแผ่นยัดมันปูพื้น ก่อผนัง ศิลาจารึก กลึง และสลักเพื่อตกแต่งอาคาร
อกลาลมาโตไลท์	-	-	-	-	วัสดุทนไฟ ทนกรด กลึง แกะสลัก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5 ชนิดหินและจำนวนผู้ผลิตหิน

ลำดับที่	ชนิดหิน	ราย	ร้อยละ
1.	หินปูน (รวมถึงหินปูนที่ตกผลึกเป็นหินอ่อนด้วย)	181	70.98
2.	หินโดโลไมท์	2	0.78
3.	หินทราย	4	0.57
4.	ศิลาแลง	2	0.78
5.	หินแกรนิต	14	5.49
6.	หินภูเขาไฟ (ไรโอไรท์ แอนดีไซท์ บะซอลท์)	7	2.74
7.	หินอัคนีอย่างอื่น	2	0.78
8.	ควอทซ์ไซต์	2	0.78
9.	หินประเภทอื่น	41	16.08
รวม	9 ชนิด	255	99.98

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 12 แสดงแผนที่จำนวนแหล่งระเบิดและย่อยหินในประเทศไทย

ตารางที่ 6 แสดงจำนวนแหล่งหินชนิดต่าง ๆ และโรงโม่ในภาคเหนือ

จังหวัด	ใน กำหนด	หมด อายุ	หินปูน	หิน แกรนิต	หิน ภูเขาไฟ	หินทราย	โรงโม่
กำแพงเพชร	-	2	2	-	-	-	2
เชียงราย	2	2	4	-	-	-	3
เชียงใหม่	3	5	8	-	-	-	14
ตาก	-	1	-	1	-	-	3
นครสวรรค์	8	1	9	-	-	-	12
น่าน	1	-	1	-	-	-	4
พะเยา	-	2	2	-	-	-	2
พิจิตร	1	-	-	-	1	-	1
พิษณุโลก	2	1	2	-	-	1	2
เพชรบูรณ์	3	3	6	-	-	-	2
แพร่	2	2	4	-	-	-	4
ลำปาง	2	2	4	-	-	-	5
ลำพูน	2	2	4	-	-	-	3
สุโขทัย	4	-	4	-	-	-	8
อุตรดิตถ์	4	-	4	-	-	-	5
อุทัยธานี	-	-	-	-	-	-	1
รวม	34	23	54	1	1	1	71

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7 แสดงจำนวนแหล่งหินชนิดต่าง ๆ และโรงโม่ในภาคกลาง

จังหวัด	ในกำหนด	หมดอายุ	หินปูน	หินไดออไรต์	โรงโม่
กรุงเทพมหานคร	-	-	-	-	2
กาญจนบุรี	1	-	1	-	6
นครปฐม	-	-	-	-	2
นนทบุรี	-	-	-	-	1
ปทุมธานี	-	-	-	-	1
ประจวบคีรีขันธ์	3	-	3	-	3
อยุธยา	-	-	-	-	3
เพชรบุรี	2	-	2	-	1
ราชบุรี	15	3	18	-	31
ลพบุรี	3	2	4	1	5
สมุทรปราการ	-	-	-	-	1
สระบุรี	6	4	10	-	44
สุพรรณบุรี	-	2	2	-	3
รวม	30	11	40	1	103

ตารางที่ 8 แสดงจำนวนแหล่งหินชนิดต่าง ๆ และโรงโม่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

จังหวัด	ในกำหนด	หมดอายุ	หินปูน	หินแกรนิต	หินบะซอลต์	โรงโม่
ขอนแก่น	1	4	5	-	-	3
ชัยภูมิ	-	1	1	-	-	-
นครราชสีมา	6	5	11	-	-	8
นครพนม	-	-	-	-	-	4
บุรีรัมย์	1	1	-	-	2	7
ยโสธร	-	-	-	-	-	1
เลย	3	2	2	3	-	4
ศรีสะเกษ	2	-	-	-	-	3
สุรินทร์	3	-	-	-	3	5
อุดรธานี	2	1	3	-	-	3
รวม	18	14	22	3	7	40

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 9 แสดงจำนวนแหล่งหินชนิดต่าง ๆ และโรงโม่ในภาคใต้

จังหวัด	ในกำหนด	หมดอายุ	หินปูน	หินแกรนิต	หินทราย	โรงโม่
กระบี่	1	1	2	-	-	3
ชุมพร	3	5	8	-	-	7
ตรัง	2	4	6	-	-	5
นครศรีธรรมราช	1	9	10	-	-	10
นราธิวาส	-	-	-	-	-	2
พังงา	2	1	2	-	1	3
พัทลุง	1	2	3	-	-	6
ภูเก็ต	-	3	-	3	-	3
ยะลา	-	3	3	-	-	11
ระนอง	-	-	-	-	-	1
สุราษฎร์ธานี	5	3	8	-	-	8
สงขลา	4	3	6	1	-	10
สตูล	1	1	2	-	-	2
รวม	20	35	50	4	1	71

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 10 แสดงการแปรมวลหยาบ

ประเภทมวลหยาบ	ประเภททางธรณีวิทยา	แหล่งที่พบ
หินปูนเชียงใหม่	หินยื่นยุดราชบุรีในยุคเพอร์เมี่ยน	ดอยสะเก็ดจังหวัดเชียงใหม่
กรวด	หินยื่นยุดควอเตอร์นารี่	แม่น้ำปิงจังหวัดเชียงใหม่
หินปูนราชบุรี	หินยื่นยุดราชบุรี ในยุคเพอร์เมี่ยน	เขางูจังหวัดราชบุรี
หินแอนดีไซท์	หินอัคนีในยุคเพอร์เมี่ยนไตรแอสสิค	เขาตะกร้าจังหวัดสระบุรี
หินทราย	หินยื่นยุดโคราช ในยุคจูแรสสิคครีเตเชียส	อำเภอวังทองจังหวัดพิษณุโลก
หินบะซอลท์	หินอัคนี ในยุคควอเทอร์นารี	เขากระโดง จังหวัดบุรีรัมย์
หินปูนนครศรีธรรมราช	หินยื่นยุดทุ่งสง ในยุคออร์โดวิเชียน	อำเภอร่อนพิบูลย์จังหวัดนครศรีธรรมราช
หินแกรนิต	หินอัคนี ในยุคครีเตเชียส	อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.6 แนวทางการวิจัย

เมื่อพิจารณาตัวแปรที่มีผลต่อการคืบตัวของคอนกรีตจะพบว่าคุณสมบัติของมวลหยาบที่มีผลต่อการคืบตัวและการหดตัวของคอนกรีตเป็นเรื่องที่สำคัญ เนื่องจากคอนกรีตที่ใช้ในประเทศผสมด้วยมวลหยาบหลายประเภทและข้อมูลเกี่ยวกับผลของมวลหยาบในประเทศที่มีต่อการคืบตัวและการหดตัวของคอนกรีตมีน้อยมาก

ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้จะศึกษาถึงผลของตัวแปร 3 ตัว ที่มีต่อการคืบตัวและการหดตัว คือ

1. มวลหยาบ
2. กำลังของคอนกรีต
3. ระดับหน่วยแรง

มวลหยาบที่ใช้เป็นตัวแปรในการวิจัยแสดงในตารางที่ 7 การเลือกประเภทมวลหยาบนั้นใช้หลักการที่ว่าเป็นตัวแทนของมวลหยาบที่ใช้ผสมคอนกรีตตามแต่ภูมิภาคของประเทศระดับหน่วยแรงใช้เป็น 3 ระดับคือ 20 %, 40 %, และ 60%, ของแรงอัดประลัย และกำลังของคอนกรีตใช้ 250, 300, 350, 400 กก./ซม.^{2}

ทำการทดลองโดยจัดหามวลหยาบจากแหล่งผลิตของแต่ละภูมิภาคของประเทศนำมาหล่อเป็นรูปทรงกระบอก Ø 7.5 ซม. X 30 ซม. เมื่อตัวอย่างทดสอบอายุได้ 28 วัน จะนำมาติดอุปกรณ์สำหรับวัดหน่วยความเครียดแล้วใช้เครื่องมือที่ใช้ลิปริงเป็นน้ำหนักกระทำเพื่อวัดค่าการคืบตัว วัดค่าการหดตัว และกำลังของคอนกรีตที่อายุต่าง ๆ เป็นเวลา 1 ปี การวัดค่าการหดตัวเริ่มเมื่อคอนกรีตอายุได้ 28 วัน การวัดใช้เกจเยิงกล เมื่อได้ผลการทดสอบแล้วจะนำมาเปรียบเทียบกับทฤษฎีและวิธีประมาณค่าการคืบตัวและการหดตัวที่ใช้กันทั่วไปเพื่อหาข้อสรุปนำไปในการออกแบบต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย