

บททวนวรรณคดีที่เกี่ยวข้อง



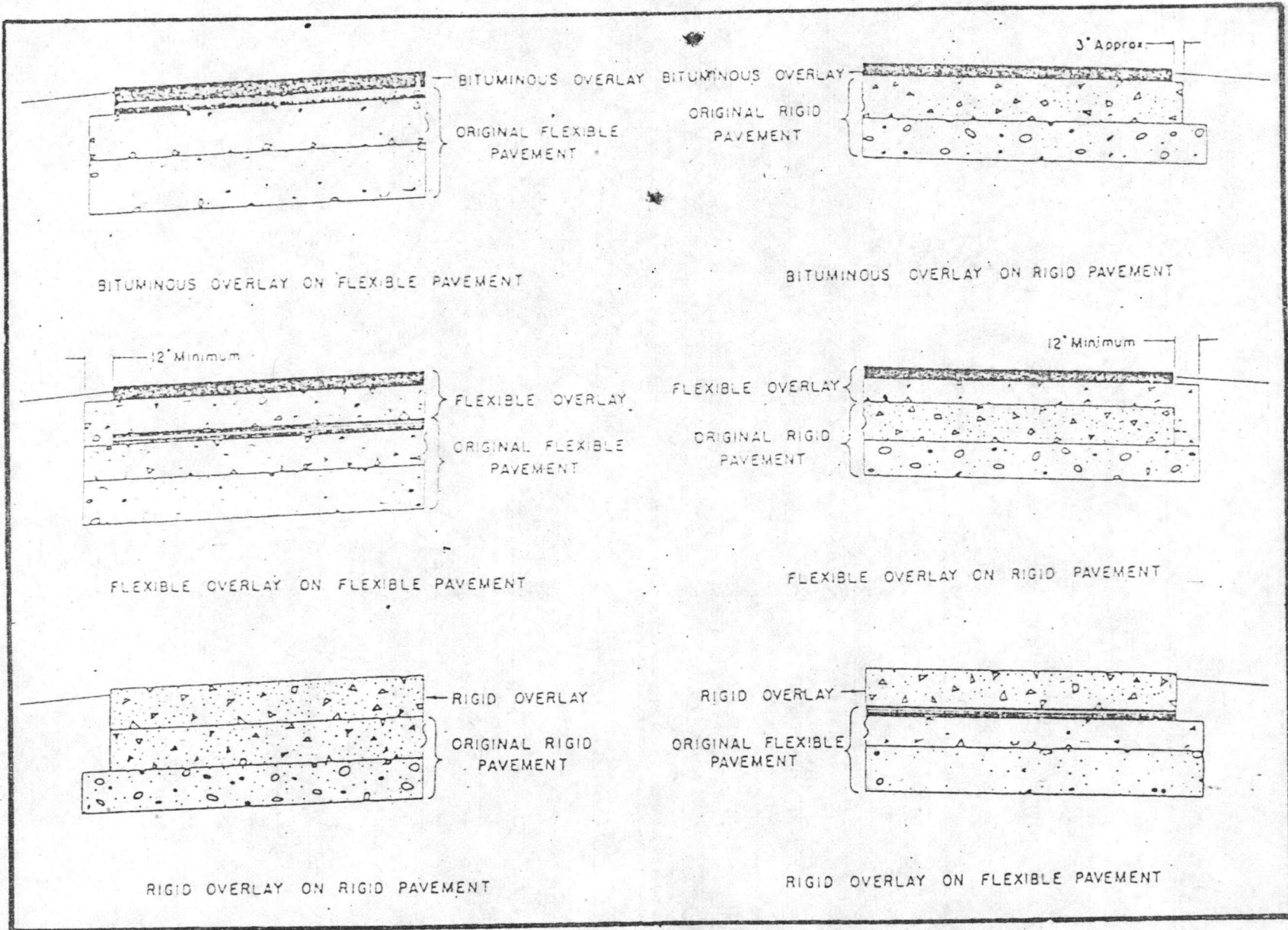
ในบทนี้จะกล่าวถึงการ เสริมความหนาของฉนวนฉนวนของสนามบินและการออกแบบ ความหนาฉนวนฉนวนของสนามบินแบบคอนกรีตตามวิธีการของ Corps of Engineers, The Federal Aviation Administration (FAA), Portland Cement Association (PCA) และ French Method โดยจะกล่าวถึงลักษณะและวิธีการออกแบบแต่ละวิธีโดยย่อ รวมทั้งตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการออกแบบ

2.1 การเสริมความหนาฉนวนฉนวนของสนามบิน

โดยทั่วไปการ เสริมความหนาฉนวนฉนวนของสนามบินแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะโดย ลักษณะแรกเป็นการ เสริมความหนาฉนวนฉนวนแบบปีกหุ่นยนต์ และลักษณะที่สองเป็นการ เสริมความ หนาฉนวนฉนวนแบบคอนกรีต ในการเสริมความหนาฉนวนฉนวนแบบปีกหุ่นยนต์นั้นยังแบ่งออกได้ เป็น 2 ประเภทคือ ประเภทแรกเป็นการ เสริมความหนาฉนวนฉนวนด้วยฉนวนฉนวนแบบดาดคางซึ่งจะเป็นการ เสริมความหนาฉนวนฉนวนของวัสดุพื้นทางเข้ามาเกี่ยวข้องจากนั้นจึงปลดคางชั้นของบิโอมินัส ประการที่สองเป็นการ เสริมความหนาของฉนวนฉนวนด้วยชั้นของบิโอมินัสแต่เพียงอย่างเดียว ส่วน ลักษณะของการนำไปใช้งานของการ เสริมความหนาฉนวนฉนวนแบบปีกหุ่นยนต์นั้นโดยทั่วไปจะเป็น การ เสริมความหนาฉนวนฉนวนด้วยฉนวนฉนวนแบบปีกหุ่นยนต์บนฉนวนฉนวน เติมแบบปีกหุ่นยนต์และแบบคอนกรีต

ส่วนการ เสริมความหนาในลักษณะที่สองเป็นการ เสริมความหนาของฉนวนฉนวน เติมด้วย ฉนวนฉนวนแบบคอนกรีตโดยมีลักษณะการนำไปใช้งานโดยทั่วไปจะเป็นการ เสริมความหนาฉนวนฉนวน ฉนวนฉนวนแบบคอนกรีตบนฉนวนฉนวน เติมแบบปีกหุ่นยนต์และแบบคอนกรีต ซึ่งรูปแบบของการ เสริมความ หนาทั้งสองลักษณะดังกล่าวได้แสดงไว้ในรูป 2-1

แต่อย่างไรก็ตามก่อนที่จะทำการ เสริมความหนาฉนวนฉนวนด้วยฉนวนฉนวนแบบปีกหุ่นยนต์หรือแบบ คอนกรีตนั้นจำเป็นที่จะต้องมีการ เตรียมฉนวนฉนวน เติมให้อยู่ในสภาพที่ดีเสียก่อน เช่น ทำความ สะอาดฉนวนฉนวน เติมให้ปราศจากฝุ่นละออง ความชื้นหรือวัสดุอื่นที่ติดค้างอยู่ พร้อมทั้งทำการ



รูป 2.1 รูปแบบของการเสริมความหนา

Source: U.S. Department of Commerce

ซ่อมแซมบริเวณที่ผิวจราจร เดิมได้รับความเสียหายต่าง ๆ อันได้แก่ การแตกของผิวจราจรซึ่งอาจเกิดขึ้น เนื่องจากการ เปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้น น้ำหนักล้อและความไม่สม่ำเสมอของรูปร่างที่เกิดขึ้น เนื่องจากการ เปลี่ยนแปลงปริมาตรของวัสดุที่อยู่ใต้น้ำคอนกรีตหรือจากการทรุดตัวของดินเดิม ชั้นรองพื้นทางหรือการสูญหายของวัสดุ เนื่องจากเกิดการทะลัก

2.2 การออกแบบความหนาของผิวจราจร

การออกแบบความหนาของผิวจราจร นั้นนอกจากจะต้องออกแบบให้มีความหนาอย่างเพียงพอที่จะสามารถรับน้ำหนักและการบดทับของอากาศยานได้โดยไม่เกิดความเสียหายแล้ว ผิวจราจร ทั้งกล่าวนี้จะต้องประกอบไปด้วยผิวหน้าของการจราจรที่ราบเรียบมีเสถียรภาพของการคงตัวดีและสามารถใช้งานได้ทุกสภาพอากาศ ซึ่งการออกแบบให้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่กล่าวมา แล้วนั้นจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่าง ๆ เช่น คุณภาพของดินเดิม ปริมาณของการจราจร วัสดุที่นำมาใช้หรือมาตรฐานในการก่อสร้างและความคุ้มค่า เป็นต้น โดยทั่วไปผิวจราจรจะหมายถึงโครงสร้างที่ประกอบไปด้วยชั้นของวัสดุที่ได้รับหรือไม่ได้รับการปรับปรุงคุณภาพตั้งแต่หนึ่งชั้นขึ้นไปโดยแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะคือ ผิวจราจรแบบยึดหยุ่น และผิวจราจรแบบคอนกรีต

ผิวจราจรแบบยึดหยุ่น นี้จะประกอบไปด้วยชั้นของผิวหน้า ชั้นพื้นทาง และชั้นรองพื้นทางซึ่งวัสดุในแต่ละชั้นจะได้รับการบดอัดอย่างดีและทั้งหมดนี้จะวางทับอยู่บนชั้นของดินเดิมที่ได้รับการเตรียมไว้แล้วสำหรับชั้นของผิวหน้านั้นมักจะทำด้วย แอสฟัลท์คิกคอนกรีต หรือ เซอร์ เฟสทรีคเมนต์ ซึ่งในส่วนนี้จะต้องสามารถต้านทานค้อนน้ำหนักบดทับ สภาพต่างๆ ของสิ่งแวดล้อมและยังจะต้องจัดให้มีค่า Skidding Resistance ที่ดีอีกด้วย ส่วนในชั้นรองพื้นทางและชั้นพื้นทางนั้นมักจะประกอบไปด้วยชั้นของหินคลุก หรือหินลูกรัง ซึ่งได้รับหรือไม่ได้รับการปรับปรุงคุณภาพซึ่งชั้นนี้จะต้องแข็งแรงพอที่จะต้านทานค้อนน้ำหนักที่กระทำ แต่ในชั้นรองพื้นทางวัสดุที่ใช้ไม่มีทั้งคุณภาพและราคาต่ำกว่าชั้นพื้นทาง ส่วนผิวจราจรแบบคอนกรีต จะประกอบไปด้วยส่วนของแผ่นคอนกรีตผิวหน้าวางอยู่บนชั้นของดินเดิมในบางกรณีอาจจะมีชั้นของพื้นทางหรือชั้นพื้นทางซึ่งมักมีความหนาประมาณ 4-6 นิ้ว ทั้งนี้เพื่อปรับปรุงสภาพการรับน้ำหนักของดินเดิมหรือเพื่อป้องกันการ เกิด pumping

ข้อแตกต่างที่สำคัญของนิวจรจารทั้งสองแบบ³ นี้คือ ลักษณะของการแผ่หน้าหนักต่อ
 ดงบนชั้นดินเค็ม ทั้งนี้เนื่องจากนิวจนแบบคอนกรีตมีค่าความแกร่งและค่าโมดูลัสยืดหยุ่นสูงจึงทำ
 ให้การกระจายน้ำหนักของล้อลงบนดินที่รองรับเป็นบริเวณกว้างดังนั้นความสามารถในการรับ
 น้ำหนักจะขึ้นกับนิวจคอนกรีตเองเป็นสำคัญ ส่วนความสามารถในการถ่ายน้ำหนักในนิวจรจารแบบ
 ยืดหยุ่นจะเกิดจากการถ่ายน้ำหนักผ่านมวลชั้นเป็นสำคัญ ซึ่งความแข็งแรงของนิวจรจารแบบนี้จึง
 ได้จากผลความหนาแน่นของชั้นต่างๆ เหล่านี้

ในการออกแบบความหนาของนิวจรจารซึ่งเป็นระบบของโครงสร้างที่มีความยุ่งยาก
 และซับซ้อนทั้งนี้เนื่องจากประกอบไปด้วยตัวแปรหลายประเภทซึ่งในที่นี้พอจะแบ่งออกได้เป็น 5
 กลุ่ม⁴ คือ

1. ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับน้ำหนัก
 - น้ำหนักของเครื่องปั้น
 - น้ำหนักล้อ
 - จำนวนและระยะห่างของล้อ
 - ความคืบสมบาย
 - จำนวนและความถี่ของการบดทับ
 - ชนิดของน้ำหนักที่กระทำ
2. ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม
 - ปริมาณน้ำฝน
 - อุณหภูมิของอากาศ
 - ลมร้อนที่ถูกเป่าออกมาจากเครื่องยนต์เจ็ท
 - สภาพภูมิประเทศ
 - การหกของน้ำมันที่จะมีผลต่อนิวจรจาร
 - สภาพการใช้ที่ดิน
3. ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบทางโครงสร้าง
 - จำนวนและความหนาของโครงสร้างแต่ละชั้น
 - ชนิดของนิวจรจาร

- ความแข็งแรงของวัสดุ

4. ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้าง
5. ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการบำรุงรักษา

สำหรับวิธีการออกแบบความหนาของผิวจราจรของสนามบินนั้นได้มีหน่วยงานหรือองค์การที่เกี่ยวข้องได้ทำการศึกษาและเสนอแนะวิธีการออกแบบความหนาของผิวจราจรแบบคอนกรีต ซึ่งวิธีการออกแบบนั้นอาจจะได้มาจากการวิเคราะห์ทางทฤษฎีหรือจากการวิเคราะห์ทางทฤษฎีและผลที่ได้จากการทดสอบตามสภาพการใช้งานจริงร่วมกัน ซึ่งวิธีการออกแบบความหนาต่าง ๆ เหล่านั้นได้แก่วิธีการของ The Federal Aviation Administration (FAA), Corps of Engineers, Portland Cement Association (PCA) และ French Method โดยจะกล่าวถึงรายละเอียดวิธีการออกแบบ ข้อกำหนด และขั้นตอนของวิธีการออกแบบต่าง ๆ ดังนี้คือ

2.2.1 Corps of Engineers (CBR) Method

ในการออกแบบผิวจราจรแบบคอนกรีต Corps of Engineers² ได้เสนอวิธีการออกแบบความหนาของแผ่นคอนกรีตที่ต้องการโดยใช้ทฤษฎีของ Westergaard³ เป็นหลักในการวิเคราะห์ ซึ่งสมมุติให้น้ำหนักของล้อกระทำที่บริเวณริมขอบของแผ่นคอนกรีตและอาศัยผลที่ได้จากการศึกษาและสังเกตสภาพการใช้งานจริงของแผ่นคอนกรีตที่อยู่ในสภาพการใช้งานต่างๆ เป็นหลัก โดยการออกแบบนั้นได้กำหนดให้ค่าความหนาของแผ่นคอนกรีตอยู่ในเทอมของ ชนิดของกลุ่มล้อ น้ำหนักล้อ ค่า Modulus of Subgrade Reaction และค่ากำลังเบงของคอนกรีต

(Flexural Strength) ของคอนกรีตเป็นสำคัญ ส่วนน้ำหนักล้อที่ใช้ในการออกแบบนั้น Corps of Engineers ได้กำหนดให้ใช้น้ำหนักล้อออกแบบเพียง 75 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักล้อทั้งหมด ส่วน 25 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักล้อให้มีการส่งผ่านไปยังแผ่นคอนกรีตแผ่นอื่นที่บริเวณรอยต่อ

สำหรับแผนภูมิของการออกแบบนั้น Corps of Engineers ได้กำหนดให้ค่าความหนาของผิวจราจร เปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะพื้นที่ของการใช้งาน A, B, C และ D เช่น เกี่ยวกับการออกแบบความหนาผิวจราจรแบบยึดหยุ่นซึ่งมีรายละเอียดดังนี้คือ (รูป 2.2)

- พื้นที่การใช้งาน A บริเวณพื้นที่การใช้งาน จะประกอบไปด้วยบริเวณพื้นที่ของทางขับเริ่มต้น (Primary Taxiway) พื้นที่ที่จะออกจากลานจอดไปยังทางขับ (Aprons

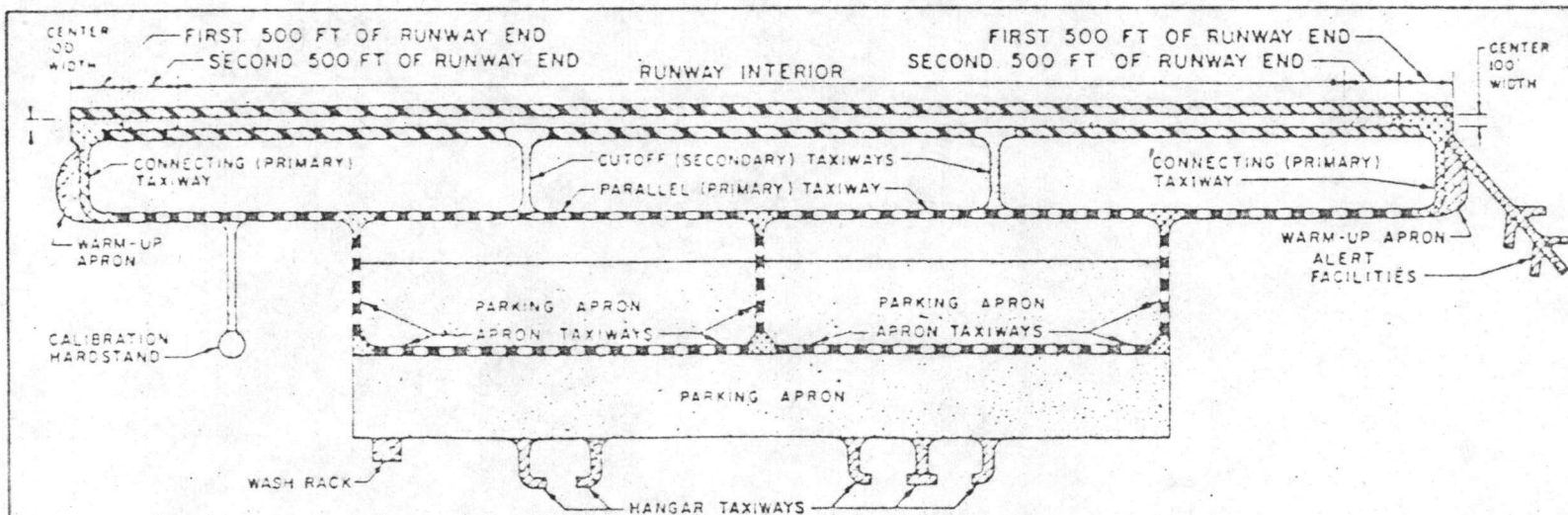
through Taxiways) และบริเวณพื้นที่ 500 ฟุตแรกจากปลายทางวิ่ง ซึ่งในบริเวณพื้นที่เหล่านี้จะมีน้ำหนักของเครื่องบินกระทำสูงสุด โดยการออกแบบความหนาของผิวจราจรได้กำหนดให้มีค่า Coverages ออกแบบเท่ากับ 25,000 สำหรับเครื่องบินขนาดใหญ่ทุกชนิดยกเว้น บี - 52 ซึ่งกำหนดให้มีค่า Coverages ของการออกแบบเพียง 10,000 ทั้งนี้เนื่องจากมีจำนวนของการใช้งานที่ต่ำกว่าเครื่องบินขนาดใหญ่ชนิดอื่นๆ

- พื้นที่การใช้งาน B บริเวณพื้นที่การใช้งาน B จะประกอบไปด้วยพื้นที่ของ สถานีจอดที่ใช้ในการอุ่นเครื่องยนต์ (Warm-up Aprons) บริเวณพื้นที่ 500 ฟุตที่สองจากปลายทางวิ่ง และในบริเวณพื้นที่ที่ใช้ในการซ่อมบำรุงเครื่องบิน ซึ่งในบริเวณพื้นที่เหล่านี้จะมีการกระจายของน้ำหนักเครื่องบินสูงสุดอยู่ในลักษณะปกติ โดยการออกแบบความหนาของผิวจราจรได้กำหนดให้มีค่า Coverages ออกแบบเท่ากับ 5,000 ของเครื่องบินขนาดใหญ่ที่มีน้ำหนักสูงสุด

- พื้นที่การใช้งาน C บริเวณพื้นที่การใช้งาน C จะประกอบไปด้วยพื้นที่ของ สถานีจอด (Apron) ทางซิมภายใน (Interior Taxiway) Secondary Taxiways และ Calibration hardstands ซึ่งในบริเวณพื้นที่เหล่านี้มีน้ำหนักของเครื่องบินที่ก่อให้เกิดความเค้นขึ้นในผิวจราจรจะมีค่าลดลงเนื่องจากความเร็วของเครื่องบิน และกำหนดให้มีค่า Coverages ของการออกแบบเท่ากับ 5,000 ของ 75 เปอร์เซ็นต์ของเครื่องบินที่มีน้ำหนักสูงสุด

- พื้นที่การใช้งาน D บริเวณพื้นที่การใช้งาน D จะเป็นพื้นที่ที่มีการจราจรเป็นบางครั้ง ซึ่งมักจะนำมาใช้เฉพาะสนามบินที่มีการใช้งานของเครื่องบิน บี - 52 และบริเวณพื้นที่คั่นนอก 100 ฟุต จากขอบทางวิ่ง โดยกำหนดให้มีค่า Coverages ออกแบบเท่ากับ 200 ของ 75 เปอร์เซ็นต์ของเครื่องบินที่มีน้ำหนักสูงสุด

การออกแบบความหนานั้นแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะคือ ออกแบบในลักษณะธรรมดาและออกแบบในลักษณะพิเศษ การออกแบบในลักษณะธรรมดานั้นจะไม่คิดลดอันเนื่องมาจากการแข็งตัวของน้ำในดินที่เกิดขึ้นในระหว่างฤดูหนาว ซึ่งค่าของความหนาจะได้ออกมาจากการกำหนดค่า Flexural Strength ของคอนกรีตและทำการทดสอบหาค่า Modulus of Subgrade Reaction, k ก่อนจากนั้นพิจารณาถึงน้ำหนักของเครื่องบินและพื้นที่ของการใช้งาน จากนั้นก็สามารถหาความหนาได้จากรูปของการออกแบบที่ได้กำหนดไว้ สำหรับการออกแบบในลักษณะพิเศษนั้นคือการออกแบบโดยคิดถึงผลอันเนื่องจากการแข็งตัวของน้ำในดินที่เกิดขึ้นในฤดูหนาวซึ่ง Corps of Engineers



LEGEND TO TRAFFIC AREA TYPES AND THICKNESS DETERMINATION



TYPE "A" TRAFFIC AREAS - PORTION OF FIRST 500 FT OF RUNWAY ENDS, CONNECTING TAXIWAYS, INTERSECTIONS AND TURNS ON PRIMARY TAXIWAYS. UNIFORM THICKNESS DETERMINED FROM COLUMN "A" OF DESIGN CURVES. (SEE FIGURES 9 AND 10)



TYPE "B" TRAFFIC AREAS - PORTION OF SECOND 500 FT OF RUNWAY ENDS, WARM-UP APRONS, SPECIAL ALERT FACILITIES, WASH RACK, HANGAR TAXIWAYS, ETC. THICKNESS DETERMINED FROM COLUMN "B" OF DESIGN CURVES. (SEE FIGURES 9 AND 10)



TYPE "A" TRAFFIC AREAS - LONG STRAIGHT SECTIONS OF PRIMARY TAXIWAYS AND APRON TAXIWAYS. CENTER PAVING LANE UNIFORM THICKNESS AS DETERMINED FROM COLUMN "A" OF DESIGN CURVES. ADJACENT LANES ARE TRANSITION SECTIONS TAPERING FROM "A" THICKNESS TO TYPE "B", "C" OR "D" THICKNESS AS DETERMINED FROM COLUMNS "B", "C" OR "D" OF DESIGN CURVES. (SEE FIGURES 9 AND 10)



TYPE "C" TRAFFIC AREAS - CENTER 100 FT WIDTH OF RUNWAY INTERIORS, SECONDARY TAXIWAYS, CALIBRATION HARDSTANDS, APRONS, ETC. THICKNESS DETERMINED FROM COLUMN "C" OF DESIGN CURVES. (SEE FIGURES 9 AND 10)



TYPE "D" TRAFFIC AREAS - OUTSIDE 100 FT EDGES OF RUNWAYS EXCEPT AT APPROACH AREAS FROM TAXIWAYS. THICKNESS DETERMINED FROM COLUMN "D" OF DESIGN CURVES. (SEE FIGURES 9 AND 10)

1] 2.2 Typical Layout of Traffic Area for Heavy Load Pavements

การกำหนดค่าความลึกของกรวด เป็นน้ำแข็งที่จะเกิดขึ้นเป็นสำคัญซึ่งการออกแบบในกรณีนี้จะใช้กับดินเค็มประเภท F₄ ทั้งหมด ค่าความลึกของการเป็นน้ำแข็งที่คาดว่าจะเกิดขึ้นนั้นจะได้จากค่าครรชนีการแข็งตัว (Freezing Index) เป็นสำคัญโดยค่าครรชนีการแข็งตัวนี้จะหาได้จากสูตรของ Berggen ซึ่งจะได้จากปีที่หนาวเป็นที่สุดในรอบ 10 ปีหรือค่าเฉลี่ยของปีที่เย็นที่สุด 3 ปีในรอบ 30 ปี สำหรับค่าความหนาของผิวจราจรที่ได้ออกมาใช้นั้นหากเกิน 72 นิ้วแล้ว Corps of Engineers ได้เสนอให้ทำการออกแบบผิวจราจรเป็นแบบคอนกรีตแทนทั้งนี้เพื่อความประหยัด

2. ทำการออกแบบความหนาในกรณีเมื่อน้ำที่แข็งตัวอยู่ละลายลงซึ่งจะทำให้ความสามารถในการรับน้ำหนักของดินเค็มลดลง สำหรับการออกแบบในลักษณะนี้จะใช้กับดินเค็มประเภท F₁, F₂ และ F₃ ทั้งหมด

สำหรับการออกแบบทั้งสองลักษณะนี้ Corps of Engineers ได้ให้แผนภูมิออกแบบไว้และบางส่วนได้แสดงไว้ในภาคผนวก ค

2.2.2 The Federal Aviation Administration (FAA) Method

FAA ได้ให้แผนภูมิและตารางต่าง ๆ ของการออกแบบไว้เช่นเดียวกัน โดยได้แยกแผนภูมิการออกแบบตามประเภทของกลุ่มล้อคือ กลุ่มล้อเดี่ยว กลุ่มล้อคู่ และกลุ่มล้อคู่-แทมแคม ส่วนเครื่องบินประเภทลำตัวกว้างและมีน้ำหนักมากเช่น โบอิง 747, ซีซี 10-10, ซีซี 10-30 และ แอล-1011 นั้น FAA ได้จัดทำโครงการออกแบบไว้เป็นกรณีพิเศษ ในการจัดทำโครงการออกแบบนี้ FAA ได้อาศัยแผนภูมิของความเค้น (Stress Chart) จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของ PCA ซึ่งกำหนดให้อายุการใช้งานของผิวจราจรเท่ากับ 20 ปีและมีค่า Coverage of load เท่ากับ 20,000 สำหรับปริมาณการจราจรนั้นก็คงเช่นเดียวกับการออกแบบผิวจราจรแบบปีกหมุน ซึ่งใช้ค่า Equivalence Departure of a Critical Aircraft ในการออกแบบซึ่งสามารถหาได้จากสูตร 2.4 และตารางที่ไต่กล่าวมาแล้วในการออกแบบผิวจราจรแบบปีกหมุน

สำหรับข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบความหนานั้นได้แก่ ค่า Working Stress ของคอนกรีต ค่า Modulus of Subgrade Reaction และค่า Gross Weight ของเครื่องบิน โดยค่า Working Stress ของคอนกรีตจะได้จากค่า Flexural Strength ของคอนกรีต

เป็นเวลา 90 วันหารด้วยค่าตัวประกอบปลอดภัย (Safety Factor) ซึ่งค่าองค์ประกอบปลอดภัยนี้ได้กำหนดไว้ตามสภาพของปริมาณการจราจร

| Annual Equivalent Departures of Critical Aircraft | Factor of Safety |
|--|------------------|
| 1200 or less | 1.75 |
| 1200 to 3000 | 1.85 |
| 3000 to 6000 | 1.90 |
| Greater than 6000 | 2.00 |

ค่า Modulus of Subgrade Reaction, k จะได้จากการทดสอบเพลทแบบรีง ค่าความหนาออกแบบที่ได้จากตารางและแผนภูมิการออกแบบนั้นจะเป็นค่าความหนาออกแบบในพื้นที่ที่มีการกระทำของน้ำหนักและปริมาณของการจราจรสูง แต่ในบริเวณพื้นที่ที่มีการกระทำของน้ำหนักและปริมาณการจราจรต่ำกว่านั้นค่าความหนาออกแบบจะใช้เพียง 0.9 เท่าของความหนาในพื้นที่ที่มีการกระทำของน้ำหนักและปริมาณการจราจรสูง นอกจากนี้แล้ว FAA ยังได้กำหนดให้มีการใช้ชั้นพื้นทางประเภทที่มีการปรับปรุงคุณภาพ (Stabilized Bases) กับผิวจราจรที่ต้องรับน้ำหนักเครื่องบินสูงกว่า 200,000 ปอนด์ และมีกลุ่มล้อประเภท คู่-แทนแคม ส่วนในกรณีที่มีน้ำหนักของเครื่องบินกระหน่ำน้อยกว่าแล้ว FAA ได้แนะนำให้ใช้ชั้นพื้นทางที่ทำด้วยกรวด (Granular Base) ที่ยังไม่มีการปรับปรุงคุณภาพแต่มีการคละกั้นของวัสดุที่ดี

เมื่อมีการปรับปรุงคุณภาพของวัสดุพื้นทางแล้วค่า k จะมีค่าสูงขึ้นดังนั้นจึงจำเป็นต้องปรับแก้ค่า k เสียใหม่ซึ่ง FAA ได้ให้การปรับแก้ไว้ในลักษณะต่างๆ เช่น หากการทดสอบเพลทแบบรีงบนชั้นพื้นทางโดยตรงแต่ค่า k สูงสุดจะต้องมีค่าไม่เกิน 500 pci หรือด้วยการใช้แผนภูมิปรับแก้

สำหรับแผนภูมิการออกแบบความหนาตามวิธีการของ FAA นั้นจะหาได้จากคู่มือการออกแบบและบางส่วนได้แสดงไว้ในภาคผนวก ค

2.2.3 Portland Cement Association (PCA) Method

ในการออกแบบผิวจราจรแบบคอนกรีต PCA เป็นหน่วยงานหน่วยหนึ่งที่ได้เสนอวิธีการออกแบบผิวจราจรแบบคอนกรีตของสนามบินออลมา⁵ โดยได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์ถึงผลของการออกแบบในรูปแบบต่าง ๆ ตามวิธีการของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและตามวิธีการของ PCA เอง ซึ่งแหล่งที่มาของการศึกษาเหล่านี้จะได้อะไรมาจากการศึกษาสภาพการใช้งานของผิวจราจรที่เป็นอยู่ทั้งสนามบินพาณิชย์และสนามบินทางด้านการทหาร จากผลการทดสอบการรับน้ำหนักของผิวจราจรที่มีขนาดเท่าของจริง (Full Scale Pavement Loading Test) โดย U.S. Army Corps of Engineers ระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 รวมทั้งผลการทดสอบที่ได้จากแบบจำลองของหน่วยงานต่าง ๆ ที่ได้ทำไว้และจากการศึกษาทางทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความเค้นและการโก่งตัว โดย H.M. Westergaard, Gerald Pickett, Gordon K. Ray และ Donald M. Burmister^{3,6} หลักการของการออกแบบจะขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ของความเค้นที่เกิดขึ้นเนื่องจากน้ำหนักที่กระทำภายในคอนกรีต ค่า k และค่าความเค้นเบน (Flexural Stress) ของคอนกรีตโดยกำหนดให้โมดูลัสยืดหยุ่นมีค่าเท่ากับ 4,000,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และค่าอัตราส่วนพอยซองส์ (Poisson Ratio) ของคอนกรีตมีค่าเท่ากับ 0.15

ค่าความเค้นที่เกิดขึ้นจะเนื่องมาจากน้ำหนักและการบดทับของเครื่องบินที่กระทำต่อผิวจราจรเป็นส่วนใหญ่ โดยจะทำให้เกิดความล้า (Fatigue) ขึ้นในแผ่นคอนกรีต ซึ่งค่าของความล้านี้จะขึ้นกับคุณภาพของคอนกรีตเป็นสำคัญอีกด้วย ดังนั้น PCA จึงได้ใช้แนวความคิดนี้เป็นข้อพิจารณาในการออกแบบ โดยความเสียหายเนื่องจากความล้าจะเกิดขึ้นเมื่อมีวัฏจักรโคจรหนึ่งอยู่ภายใต้การบดทับที่ต่อเนื่องของน้ำหนักที่ทำให้เกิดค่าอัตราส่วนของความเค้น (Stress Ratio) น้อยกว่า 1 ในกรณีนี้ค่าความเค้นสูงสุดของคอนกรีตคือค่าความเค้น เบน ดังนั้นอัตราส่วนของความเค้นจะหาได้จากอัตราส่วนระหว่างค่าความเค้น เบนและค่าโมดูลัสแตกร้าวซึ่ง PCA ได้แสดงค่าอัตราส่วนของความเค้นในรูปของจำนวนบดทับที่ยอมได้ (Allowable Load Repetition) ไว้ในตาราง 2.1 จากการวิจัยพบว่าค่าอัตราส่วนของความเค้นจะลดลงเมื่อจำนวนของการบดทับมากขึ้นและหากค่าอัตราส่วนของความเค้นไม่มากไปกว่า 0.55 แล้วจะสามารถทนต่อความเค้นเนื่องจากการบดทับได้โดยที่ปราศจากการสูญเสียความสามารรถในการ

รับน้ำหนักของแผ่นคอนกรีต แต่อย่างไรก็ตามในการออกแบบความหนาทั่ว ๆ ไปยังคงใช้ใช้พิภักที่จะทนทานได้ (Endurance Limit) ต่อความเค้นเนื่องจากการบดทับที่อัตราส่วนของความเค้นเท่ากับ 0.50 แทน

ตาราง 2.1 อัตราส่วนของความเค้นในรูปของจำนวนบดทับที่ยอมได้

| Stress ^a Ratio | Allowable Repetitions | Stress Ratio | Allowable Repetitions |
|------------------------------|--------------------------|-----------------|--------------------------|
| 0.51 ^b | 400,000 | 0.63 | 14,000 |
| 0.52 | 300,000 | 0.64 | 11,000 |
| 0.53 | 240,000 | 0.65 | 8,000 |
| 0.54 | 180,000 | 0.66 | 6,000 |
| 0.55 | 130,000 | 0.67 | 4,500 |
| 0.56 | 100,000 | 0.68 | 3,500 |
| 0.57 | 75,000 | 0.69 | 2,500 |
| 0.58 | 57,000 | 0.70 | 2,000 |
| 0.59 | 42,000 | 0.71 | 1,500 |
| 0.60 | 32,000 | 0.72 | 1,100 |
| 0.61 | 24,000 | 0.73 | 850 |
| 0.62 | 18,000 | 0.74 | 650 |

Note: ^a Load stress divided by modulus of rupture.

^b Unlimited repetitions for stress ratio of 0.50 or less.

Source: Portland Cement Association.

สิ่งที่ได้ทราบกันแล้วว่ค่า Coverages จะมีผลต่อค่าความหนาของผิวจราจร ทั้งนี้ PCA จึงได้ให้สูตรในการหาค่า Coverages ในรูปของจำนวนการปฏิบัติการ (Number of Operations) ของเครื่องบินที่ต้องการไว้ดังสมการที่ 2.1

$$C = D \cdot \frac{0.75 N \cdot w}{12 \cdot T} \quad 2.1$$

C = ค่า Coverages

D = Number of Operations at Full Load.

N = จำนวนลูกล้อของหนึ่งกลุ่มล้อหลัก

w = ความกว้างของพื้นที่สัมผัสหนึ่งล้อ, นิ้ว

T = ความกว้างของการจราจร (Traffic Wide) ; ฟุต

ค่าความกว้างของการจราจรนั้นจะมีลักษณะคล้ายรูปประฆังคว่ำ โดยค่าความกว้างของการจราจรนั้นมักจะคิดที่ 75 เปอร์เซ็นต์ของความกว้างของกลุ่มล้อหลักที่ผ่านไป ซึ่งค่าของความกว้างของการจราจรในทางวิ่งจะมีค่าต่ำกว่าในทางขับซึ่ง PCA ได้กำหนดให้ใช้ค่าของความกว้างเท่ากับ 7.5 ฟุตสำหรับทางวิ่ง และ 37.5 ฟุตสำหรับทางขับ จากแผนภูมิการออกแบบได้กำหนดให้มีค่า Coverages เท่ากับ 5,000 หากค่า Coverages ของเครื่องบินที่ต้องการมากกว่า 5,000 แล้วความหนาออกแบบที่ได้จะต้องเพิ่มขึ้นซึ่ง PCA ได้ให้เปอร์เซ็นต์ของความหนาที่เพิ่มขึ้นต่อค่า Coverages ต่าง ๆ ไว้อย่างนี้คือ

| Coverages | ความหนาของผิวจราจรที่เพิ่มขึ้น, % |
|-----------|-----------------------------------|
| 10,000 | 5 |
| 15,000 | 8 |
| 20,000 | 10 |
| 30,000 | 12 |

007609

Packard ได้ทำการหาความสัมพันธ์ระหว่างค่า Coverages และค่าปฏิบัติการของเครื่องบิน โดยความสัมพันธ์ดังกล่าวสามารถแสดงได้โดยค่าตัวประกอบการบดทับของน้ำหนัก (Load Repetition Factor, LRF) ดังตาราง 2.2 ซึ่งได้แสดงค่า

ต่าง ๆ ไว้ตามชนิดของเครื่องบินและค่าเบี่ยงเบนการกระจาย (δ) ของการจราจร เป็นสำคัญ โดยค่า LRF จะช่วยให้ผู้ออกแบบสามารถหาจำนวนของการบดทับที่แท้จริงของเครื่องบินแต่ละชนิดได้ด้วยการคูณค่า LRF กับจำนวนที่ออกไปของเครื่องบินที่ต้องการ

ตาราง 2.2 ค่าตัวประกอบการบดทับของน้ำหนักร

| Aircraft | Load Repetition Factor (Tentative Design Values) | | | |
|------------------------|---|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| | Taxiway | | Runway | |
| | $\delta=24\text{in.}$ | $\delta=48\text{in.}$ | $\delta=96\text{in.}$ | $\delta=192\text{in.}$ |
| DC-3 | 0.12 | 0.07 | 0.05 | 0.03 |
| B-727 | 0.41 | 0.23 | 0.13 | 0.09 |
| DC-8 and B-707 | 0.83 | 0.46 | 0.25 | 0.17 |
| B-747 | 0.58 | 0.38 | 0.33 | 0.28 |
| C5A | 0.74 | 0.61 | 0.37 | 0.25 |
| B-707 ^a | 0.52 | 0.39 | 0.22 | 0.12 |
| Concord | 0.83 | 0.44 | 0.23 | 0.15 |
| DC-10-10 and L1011 | 0.57 | 0.40 | 0.22 | 0.12 |
| Future #4 ^b | 1.33 | 0.84 | 0.44 | 0.24 |

a 12 wheel gear, spacing: 3 sets 22x44x22 at 44 in., 2 post, 265 in. tread.

b Projected 1 million pound aircraft, dual-tandam gear 44x56 in., 4 post (2 tracking), 426 in. tread.

Source: Portland Cement Association.

เมื่อมีน้ำหนักบรรทุกที่ยังแน่นอนคอนกรีตย่อมทำให้เกิดความเค้นขึ้นสองลักษณะคือความเค้นที่เกิดขึ้นเนื่องจากแรงกด และความเค้นเบน แต่ความเค้นเนื่องจากแรงกดมีน้อยมากที่จะมีผลต่อความหนาซึ่งอัตราส่วนเปรียบเทียบของค่าความเค้นเบนและค่ากำลังเบน (Flexural Strength) มีค่าสูงเกินกว่า 0.50 ดังนั้นค่าความเค้นเบนและค่ากำลังเบนของคอนกรีตจึงถูกนำมาใช้ในการออกแบบ ค่ากำลังเบนของคอนกรีตนั้นสามารถหาได้จากผลการทดสอบหาค่าโมดูลัสแตกร้าว (ASTM No. C-78) ซึ่งการทดสอบนั้นมักจะกระทำที่ 7, 14, 28 และ 90 วันตามลำดับ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการควบคุมงาน ส่วนการออกแบบนิวจรรยาจรของสนามบินจะใช้ผลการทดสอบที่ 90 วันเป็นหลัก แต่กำลังของคอนกรีตไม่ได้ขึ้นกับคุณภาพของคอนกรีตอย่างเท่าเทียมกันกับตัวแปรอื่น ๆ อีก เช่น กำลังของดินถมและชั้นรองพื้นทาง ความหนาของชั้นต่าง ๆ เป็นต้น ดังนั้น PCA จึงได้ให้สูตรการหาค่าโมดูลัสแตกร้าวออกแบบ (Design Modulus of Rapture) โดยเมื่อพิจารณาถึงผลอันสืบเนื่องมาจากตัวแปรอื่น ๆ

$$DMR = MR_{90} \left[1 - \frac{V}{100} \right] M$$

$$DMR = \text{โมดูลัสแตกร้าวออกแบบ, ปอนด์/นิ้ว}^2$$

$$MR_{90} = \text{โมดูลัสแตกร้าวเฉลี่ยที่เวลา 90 วัน, ปอนด์/นิ้ว}^2$$

$$V = \text{สัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงของค่าโมดูลัสแตกร้าว, \%}$$

$$M = \text{ค่าตัวประกอบโมดูลัสแตกร้าวโดยเฉลี่ยตลอดอายุการออกแบบ โดยทั่วไปมีค่าเท่ากับ 1.1}$$

สำหรับค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงของค่าโมดูลัสแตกร้าว นั้นจะได้จากการลำดับของการควบคุมคุณภาพของคอนกรีตซึ่ง PCA ได้กำหนดให้ไว้ดังนี้คือ

| ลำดับของการควบคุมคุณภาพ | สัมประสิทธิ์ของการเปลี่ยนแปลงค่าโมดูลัสแตกร้าว V. % |
|-------------------------|---|
| Excellent | Below 10 |
| Good | 10 to 15 |
| Fair | 15 to 20 |
| Poor | Above 20 |

อย่างไรก็ตามค่าความเค้น เบนที่ได้จากค่าโมดูลัสแตกร้าวออกแนบนั้นยังจะต้องถูก
หารเสียก่อนด้วยค่าตัวประกอบปลอดภัย (Safety Factor) โดยค่าตัวประกอบปลอดภัย
จะขึ้นอยู่กับค่าความด้อยของการปฏิบัติการของการจราจรและช่องทางวิ่ง ทางขับ และลานจอด
ซึ่งค่าตัวประกอบปลอดภัยได้กำหนดไว้ดังนี้คือ

| Installation | Safety Factor |
|---|---------------|
| <u>Critical Areas:</u> | |
| Apron, Taxiway, Hard Standings, Runway End And Hangar Floors : | 1.7 - 2.0 |
| <u>Noncritical Areas:</u> | |
| Runway And High Speed Taxiways | 1.4 - 1.7 |

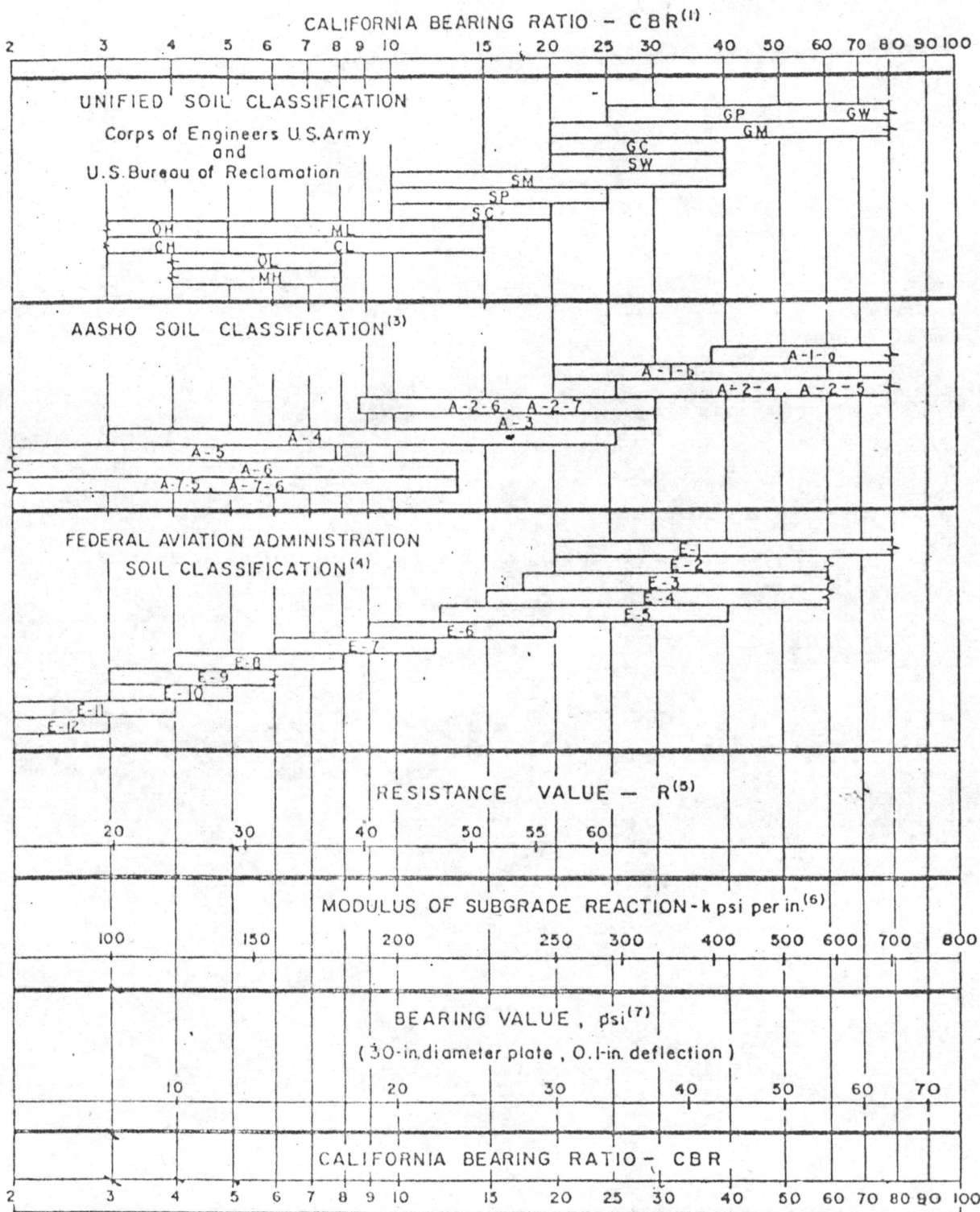
PCA ได้แบ่งการออกแบบไว้เป็น 2 กรณีคือ กรณีแรกค่าความหนาของแผ่นคอนกรีต
จะหาได้โดยพิจารณาปริมาณการจราจรในลักษณะของ เครื่องบินชนิดที่มีผลต่อการออกแบบสูงสุด
ส่วนกรณีที่สองจะเป็นการหาค่าความหนาของแผ่นคอนกรีตเมื่อพิจารณาปริมาณการจราจรของ
เครื่องบินแบบผสมซึ่งการออกแบบในกรณีนี้จะยอมให้ค่าความสามารถในการใช้งานของโครงสร้าง
ทั้งหมด (Total Structural Capacity Used) มีค่าไม่เกิน 100% สำหรับแผนภูมิ
การออกแบบความหนาผิวจราจรบางส่วนได้แสดงไว้ในภาคผนวก ค. สำหรับขั้นตอนในการออก
แบบความหนาของผิวจราจรทั้งสองกรณีนี้มีขั้นตอนในการออกแบบดังนี้คือ

1. เมื่อพิจารณาปริมาณการจราจรของ เครื่องบินชนิดที่มีผลต่อการออกแบบสูงสุด
 - 1.1 หาค่า k โดยการทดสอบเพลาตแบริ่ง แต่ในกรณีที่มีผลการทดสอบดินด้วย
วิธีอื่น เช่น CBR ค่า k โดยประมาณจะหาได้จากความสัมพันธ์ที่แสดง
ไว้ในรูป 2.3
 - 1.2 ศึกษาคุณสมบัติของ เครื่องบินชนิดต่าง ๆ และทำการคาดคะเนปริมาณการ
จราจรของ เครื่องบินชนิดต่าง ๆ ที่จะมีผลต่อการออกแบบเพื่อกำหนดค่า
ตัวประกอบปลอดภัย
 - 1.3 หาค่าความเค้น เบนออกแบบจากการหารค่าโมดูลัสแตกร้าวด้วยค่าตัว

ประกอบตลอดภัยตามประเภทพื้นที่ของการใช้งาน

- 1.4 หากค่าความหนาของผิวจราจรจากแผนภูมิของการออกแบบโดยใช้ค่า k , ความเค้นเบนออกแบบและคุณสมบัติของเครื่องบินชนิดต่าง ๆ
2. เมื่อพิจารณาปริมาณการจราจรของเครื่องบินแบบผสม
 - 2.1 กำหนดค่าความหนาของแผ่นคอนกรีตพร้อมกับหาค่า k ด้วยวิธีการที่กล่าวมาแล้วในข้อ 1.1
 - 2.2 หาค่าโมดูลัสแตกกร้าวออกแบบ
 - 2.3 หาค่าความเค้นเบนจากแผนภูมิของการออกแบบตามประเภทของเครื่องบิน
 - 2.4 หาค่าอัตราส่วนความเค้นที่เกิดขึ้นซึ่งจะได้จากอัตราส่วนระหว่างค่าความเค้นเบนที่ได้จากข้อ 2.3 ต่อค่าโมดูลัสแตกกร้าวออกแบบที่ได้จากข้อ 2.2
 - 2.5 คาคะเนปริมาณการจราจรของเครื่องบินแต่ละชนิดในอนาคต
 - 2.6 หาค่า LRF ตามชนิดของเครื่องบินเพื่อที่จะหาค่าจำนวนการบดทับที่แท้จริงซึ่งจะได้จากผลคูณของปริมาณเครื่องบินแต่ละชนิดในข้อ 2.5 กับค่า LRF ของเครื่องบินแต่ละชนิด
 - 2.7 หาค่าจำนวนการบดทับที่ยอมรับได้จากค่าอัตราส่วนของความเค้นของเครื่องบินแต่ละชนิด
 - 2.8 หาค่าความสามารถในการใช้งานของโครงสร้างผิวจราจรของเครื่องบินแต่ละชนิดซึ่งจะได้จากค่าจำนวนการบดทับที่แท้จริงหารด้วยจำนวนการบดทับที่ยอมรับได้
 - 2.9 เปลี่ยนค่าความหนาของแผ่นคอนกรีตแล้วใช้ขั้นตอนเดิมที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น หาค่าความสามารถในการใช้งานของโครงสร้างทั้งหมดจนกว่าจะมีค่าไม่เกิน 100%

รูป 2.3 ความสัมพันธ์โดยประมาณระหว่างค่าเบริงดินและการจำแนกชนิดของดิน



(1) For the basic idea, see O. J. Porter, "Foundations for Flexible Pavements," Highway Research Board Proceedings of the Twenty-second Annual Meeting, 1942, Vol. 22, pages 100-136.

(2) "Characteristics of Soil Groups Pertaining to Roads and Airfields," Appendix B, The Unified Soil Classification System, U.S. Army Corps of Engineers, Technical Memorandum 3-357, 1953.

(3) "Classification of Highway Subgrade Materials," Highway Research Board Proceedings of the Twenty-fifth Annual Meeting, 1945, Vol. 25, pages 376-392.

(4) Airport Pavement, U.S. Department of Commerce, Federal Aviation Agency, May 1948, pages 11-16. Estimated using values given in FAA Design Manual for Airport Pavements.

(5) F. N. Hveem, "A New Approach for Pavement Design," Engineering News-Record, Vol. 141, No. 2, July 8, 1948, pages 134-139. R is factor used in California Stabilometer Method of Design.

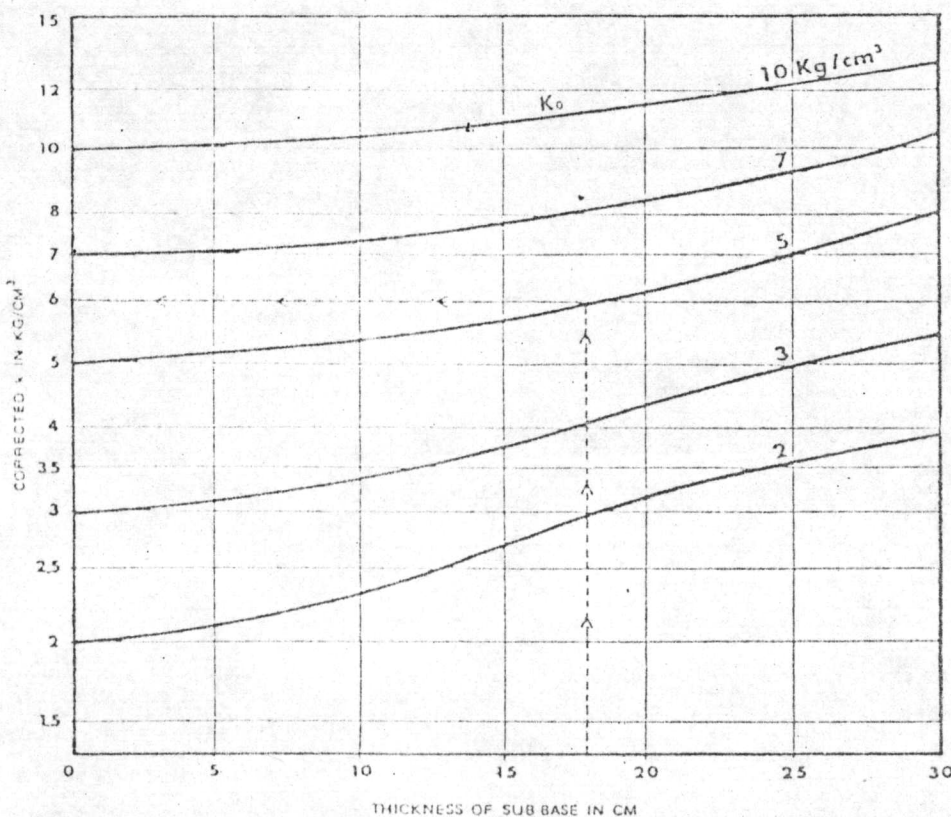
(6) See T. A. Middlebrooks and G. E. Bertram, "Soil Tests for Design of Runway Pavements," Highway Research Board Proceedings of the Twenty-second Annual Meeting, 1942, Vol. 22, page 157. k is factor used in Westergaard's equations for design of concrete pavement.

2.2.4 French Method

การออกแบบความหนาผิวจราจรแบบคอนกรีตตามวิธีของ French Method นั้น จะหาค่าความหนาได้โดยค่าความหนาของแผ่นคอนกรีตจะได้จากความสัมพันธ์ของค่า k น้ำหนัก ออกแบบและค่าความเค้นเบนเป็นหัด ค่าความเค้นเบนของคอนกรีตนั้นจะหาได้จากกำลังเบน สูงสุด (Ultimate Flexural Strength) ของคอนกรีตที่เวลา 90 วัน นหารด้วยค่าตัว ประกอบปลอกกบซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.8 ส่วนค่า k จะได้จากการทดสอบเพลทเบริงบนชั้นของดิน ที่ได้รับการบดอัดแบบสูงกว่ามาตรฐานที่ 95 เปอร์เซ็นต์ของความหนาแน่นสูงสุด แต่ค่า k ที่ โคนนี้ยังจะต้องนำไปปรับค่าเสียใหม่เนื่องจากความหนาของชั้นของพื้นทางซึ่งผลของการปรับแก้ ดังกล่าวได้แสดงไว้ดังรูป 2.4

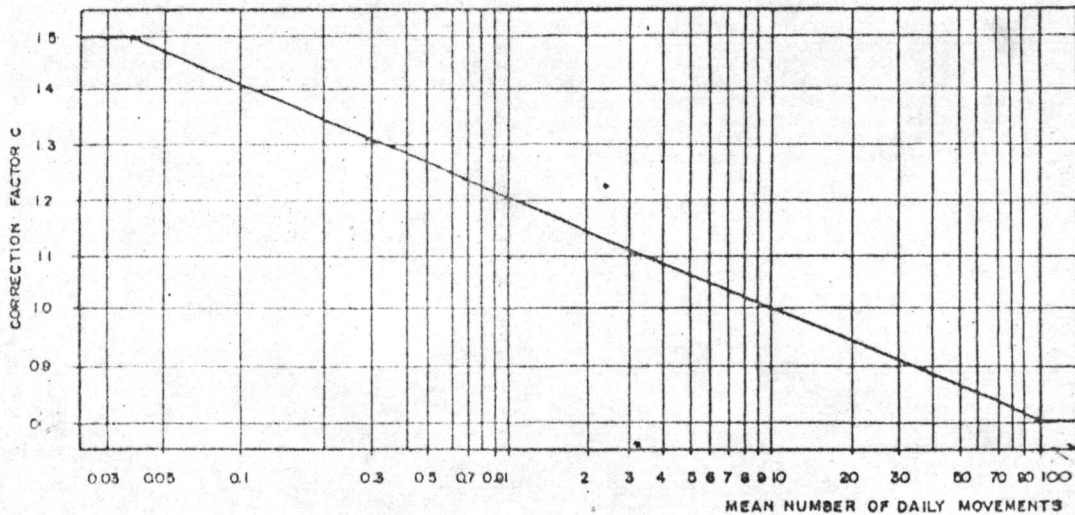
สำหรับขั้นตอนในการออกแบบและการปรับค่าน้ำหนักในการออกแบบที่เนื่องมาจาก สภาพการใช้งานของพื้นที่ ปริมาณและความถี่ของการจราจร ยังคงใช้วิธีการเช่นเดียวกันกับ การออกแบบความหนาของผิวจราจรแบบอิฐหินโดย French Method ได้ให้ข้อกำหนดไว้

รูป 2.4 ผลที่มีต่อความหนาของชั้นพื้นทางเนื่องจากค่า k



ดังนั้นคือ ปริมาณของการจราจรที่มีค่าเท่ากับ 10 Movements ต่อวัน (Normal Traffic) จะเป็นปริมาณของการจราจรของเครื่องบินที่จะทำให้เกิดค่าน้ำหนักสูงสุด (Maximum Load) ดังนั้น French Method จึงได้กำหนดให้มีการปรับแก้ค่าน้ำหนักออกแบบโดยให้มีการปรับแก้ค่าตามปริมาณของเครื่องบินที่จะมีผลต่อการออกแบบด้วยการใช้ค่า Correction Factor, c โดยค่า c จะอยู่ในเทอมของ Mean Number of Daily Movements ดังที่ได้แสดงไว้ในรูป 2.5 โดยน้ำหนักออกแบบที่ปรับแก้จะเป็นอัตราส่วนของน้ำหนักเครื่องบินจริงต่อค่า c

รูป 2.5 การปรับค่าน้ำหนักออกแบบโดยใช้ปริมาณการจราจร



$$\text{DESIGN LOAD CORRECTION IN TERMS OF TRAFFIC VOLUME}$$

$$\text{CORRECTED LOAD} = \frac{\text{ACTUAL LOAD}}{c}$$

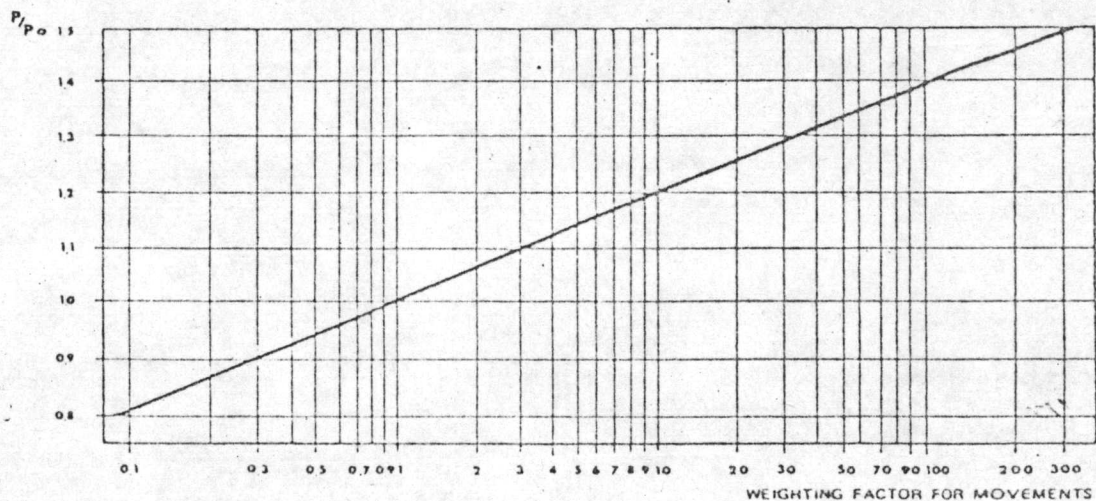
Source: ICAO Aerodrome Design Manual-Part 3., Montreal

1977.

นอกจากนี้แล้ว French Method ยังได้กำหนดให้ค่าความหนาออกแบบของนิวจราจรนั้นจะอยู่ในระดับปลอดภัยเมื่อมีค่า Total Equivalent Traffic ของเครื่องบินที่มีผลต่อการออกแบบไม่เกิน 10 Movements ต่อวัน แต่ในกรณีที่มีค่า Total Equivalent Traffic ของเครื่องบินเกินแล้ว French Method ยินยอมให้มีการเพิ่มปริมาณการจราจรของเครื่องบินที่จะมีผลต่อการออกแบบได้ ซึ่งจะมีผลทำให้ค่าน้ำหนักของการออกแบบลดลง ส่วนการหาค่า

Equivalent Traffic นั้นจะหาได้จากค่าอัตราส่วนของน้ำหนักระหว่างค่าของน้ำหนักเครื่องบินจริงหารด้วยค่าน้ำหนักปรับแก้ กับความสัมพันธ์ที่แสดงไว้ในรูป 2.6 สำหรับรายละเอียดคุณสมบัติต่างของเครื่องบินแต่ละชนิดได้แสดงไว้ในตาราง 2.3 ส่วนแผนภูมิและรายละเอียดของการออกแบบความหนาสามารถดูได้จากคู่มือการออกแบบและบางส่วนได้แสดงไว้ในภาคผนวก ค

รูป 2.6 Equivalent Traffic



Source: ICAO Aerodrom Design Manual-Part 3., Montreal
1977.

ตาราง 2.3 ชนิดและคุณสมบัติต่าง ๆ ของเครื่องบินแต่ละประเภท

| Aircraft Type | Operating Weight Empty (tonnes) ^a | Maximum Take-off Weight (tonnes) | Maximum Landing Weight (tonnes) | Nose Leg | | | Each Main Leg | | | Remarks |
|----------------------|--|----------------------------------|---------------------------------|------------|-----------------------|------------------------------------|---------------|-----------------------|------------------------------------|---|
| | | | | Wheel Arr. | Maximum Load (tonnes) | Tire Pressure (kg/cm^2) | Wheel Arr. | Maximum Load (tonnes) | Tire Pressure (kg/cm^2) | |
| A 300 Airbus Model B | 79.52 | 125.00 | 113.50 | D | 18.95 | 9.84 | DT | 58.00 | 10.54 | Approximate data |
| B707-320C | 70.50 | 151.50 | 112.10 | D | 15.70 | 8.10 | DT | 71.28 | 12.68 | |
| B727-200 | 44.20 | 78.00 | 68.10 | D | 7.50 | 7.03 | D | 36.22 | 11.81 | |
| B737-200 | 27.68 | 50.21 | 46.72 | D | 7.35 | 9.50 | D | 23.36 | 10.40 | |
| B7-7 B, C | 166.00 | 351.80 | 256.00 | D | 40.46 | 12.66 | DT | 62.45 | 13.01 | Main U/C - 4 No. DT units |
| Breguet 941 | 13.46 | 26.50 | 24.50 | D | 2.70 | 2.65 | T | 11.70 | 2.80 | This aircraft can be borne by a concrete slab 15 cm thick, resting on a sub-base with a k value of 2 kg/cm^2 . Hence the rigid pavement graph not included. |
| Concorde | 75.40 | 174.64 | 108.90 | D | 13.27 | 12.20 | DT | 83.00 | 12.90 | Approximate data |
| DC-4 | 19.50 | 33.10 | 28.80 | S | 3.30 | 5.10 | D | 14.90 | 5.10 | |
| DC-6 | 28.17 | 48.50 | 38.55 | S | 4.90 | 7.70 | D | 21.80 | 7.70 | |
| DC-8-63 | 72.00 | 161.03 | 117.03 | D | 13.83 | 10.10 | DT | 78.05 | 13.70 | |
| DC-9-41 | 26.82 | 51.71 | 46.27 | D | 5.17 | 9.10 | D | 24.41 | 11.48 | |
| DC-10-10 | 104.48 | 185.98 | 157.76 | D | 18.17 | 10.90 | DT | 88.05 | 12.30 | Approximate data |
| F-27-500 Friendship | 11.18 | 19.73 | 18.60 | S | - | - | D | 8.90 | 5.60 | This aircraft can be borne by a concrete slab 15 cm thick, resting on a sub-base with a k value of 2 kg/cm^2 . Hence the rigid pavement graph not included. |
| F-28 Fellowship | 15.00 | 25.70 | 24.40 | D | 2.50 | 6.00 | D | 11.60 | 6.00 | |
| L-1011 | 101.50 | 185.50 | 157.80 | D | 18.14 | 12.60 | DT | 88.40 | 12.30 | Approximate data |
| Mercuré | 28.50 | 52.00 | 48.50 | D | - | - | D | 24.50 | 8.50 | Since the main leg characteristics are similar to those of the typical dual gear, consult the design chart in Fig. 3-22 of Chapter 3 for flexible and that in Fig. 3-26 of Chapter 3 for rigid pavements. |
| Nord 262 | 6.90 | 10.40 | 10.30 | S | 1.00 | 3.50 | S | 4.70 | 4.00 | For rigid pavements use the design chart in Fig. 3-25 of Chapter 3 and make appropriate tire pressure correction. For flexible pavements use the design chart in Fig. 3-21 of Chapter 3. |
| SE-210 Caravelle | 28.84 | 52.00 | 49.50 | D | 5.20 | 6.00 | DT | 23.40 | 6.00/ 8.70* | *Front wheels = 6.00 kg/cm^2 Rear wheels = 8.70 kg/cm^2 |
| VC-10-1100 | 86.70 | 141.50 | 97.98 | D | 14.00 | 7.03 | DT | 65.30 | 8.60 | |
| Viscount | - | 32.80 | 28.12 | D | 3.20 | - | D | 14.80 | 9.10 | |