

# 203477 Pavement structure



## การชำรุดของทาง PAVEMENT DISTRESS

อาจารย์วาระเกษียร ส่วนพฤก

(D.ENG)

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1

## 1.ประเภทถนน

**-Flexible pavements.** Those which are surfaced with bituminous (or asphalt) materials. These types of pavements are called "flexible" since the total pavement structure "bends" or "deflects" due to traffic loads. A flexible pavement structure is generally composed of several layers of materials which can accommodate this "flexing".

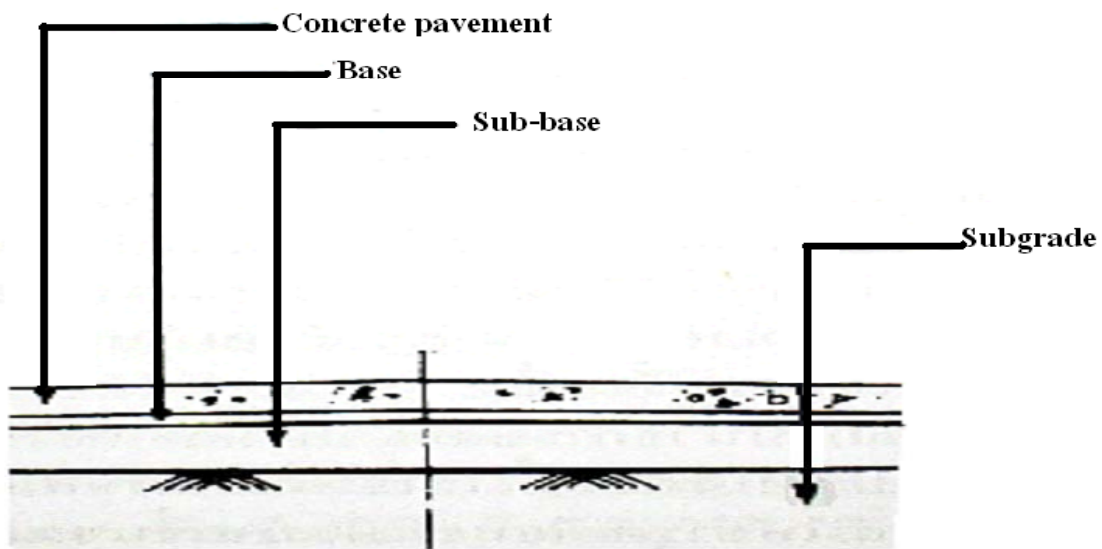
**-Rigid pavements.** Those which are surfaced with portland cement concrete (PCC). These types of pavements are called "rigid" because they are substantially stiffer than flexible pavements due to PCC's high stiffness



2

Figure 1: Rigid and Flexible Pavement Load Distribution 20/09/54 01203571 pavement design

## 1.1 ถนนคอนกรีต Rigid pavement



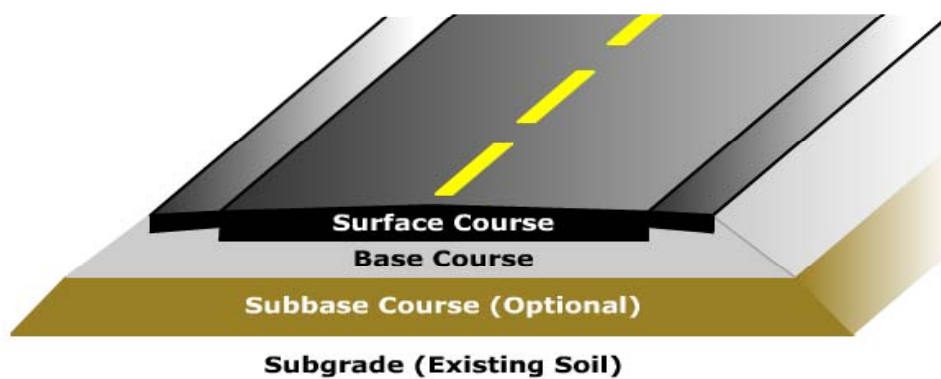
Cross section of concrete pavement

3

20/09/54

01203571 pavement design

## 1.2 โครงสร้างถนนลาดยางหรือแอสฟัลต์คอนกรีต Flexible Pavements



© 2003 Steve Muench

Figure 1.: Basic Flexible Pavement Structure

4

20/09/54

01203571 pavement design

## 1.2 โครงสร้างถนนลาดยาง

# Flexible Pavements Structure

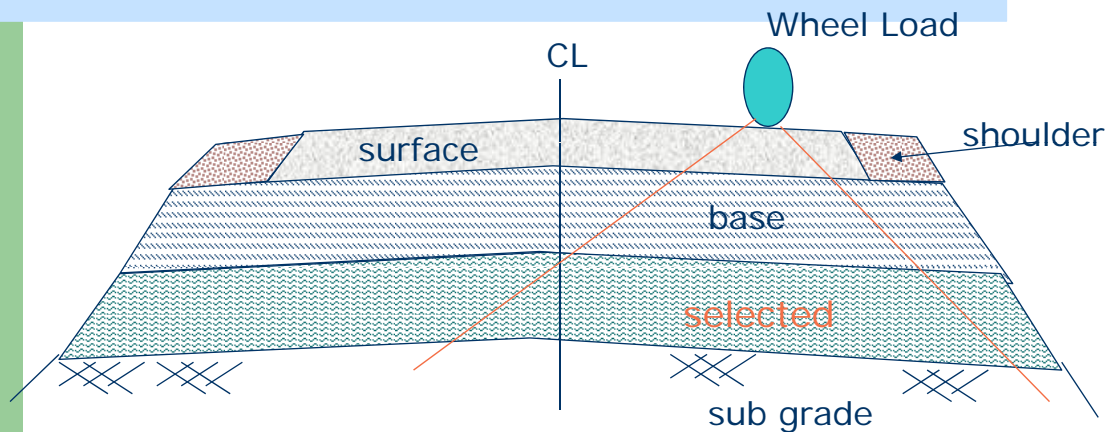


Figure 2. Flexible pavement structure and wheel load distribution

5

20/09/54

01203571 pavement design

## 1.3. Pavements Structure

### 1.3.1 Subgrade Course

- sub grade is a original soil
- to make a standard, it require soil improvement by soil compaction if it is a Soft-spot soil =>should to remove (Excavation)
- Stiff soil ok → could distribute load or high baring/stress capability

6

20/09/54

01203571 pavement design

## 1.3.2. Selected Materials

- we will use selected material in case of the original Subgrade's quality very bad eq.  $CBR \leq 2\%$
- so many selected materials such as Soil Aggregates Or Sand

## 1.3.3. Subbase Course

The subbase course is between the base course and the subgrade. It functions primarily as structural support but it can also:

- 1.Minimize the intrusion of fines from the subgrade into the pavement structure.
- 2.Improve drainage.
- 3.Minimize frost action damage.
- 4.Provide a working platform for construction.

The subbase generally consists of lower quality materials than the base course but better than the subgrade soils. A subbase course is not always needed or used. For example, a pavement constructed over a high quality, stiff subgrade may not need the additional features offered by a subbase course so it may be omitted from design. However, a pavement constructed over a low quality soil such as a swelling clay may require the additional load distribution characteristic that a subbase course can offer. In this scenario the subbase course may consist of high quality fill used to replace poor quality subgrade (over excavation)

## 1.3.4. Subbase Course-cont'

- Materials : Soil Aggregate that has the well graded (dense grade) =>low percent of air void after compaction and high density
- Materials in group of soil aggregate are
  - Laterite or lateritic soils
  - gravel mixed sand
  - soil mixed sand
  - soil+sand that are stabilized by Cement or Asphalt

9

20/09/54

01203571 pavement design

## 1.3.5. Base Course

- Base courses are most typically constructed from durable aggregates. The Material in this base course are **crushed igneous rock** (granite, marble etc), limestone, soil aggregate
- Use the High quality of Materials because this base course are received by the high density of stresses.

In certain situations where high base stiffness is desired, base courses can be constructed using a variety of HMA mixes

### Type of Base

1. Hot-rolled Asphalt
2. Water bound Macadam
3. Soil Stabilization
4. Base course or Soil Aggregate\*

\*in most case we use in Thailand



Figure 3: Limerock Base Course Undergoing Final Grading

10

20/09/54

01203571 pavement design

## 1.3.6.Surface Course

- Type of surface pavement
  - 1.surface made from soil or crushed rock
  2. Asphalt concretes
  3. Cement concrete

## ประเภทและสาเหตุการเสียหายของถนน

- A. ความเสียหายด้านโครงสร้าง (Structural failure)
- B. ความเสียหายด้านการใช้งาน (Functional failure)

- การล้าของผิวทาง
- การทรุดตัวในชั้นดินคันทาง
- เกิดแรงเหวี่ยงสูงเกินไป
- การทะลักของดินบริเวณใกล้เคียง

## A. ความเสียหายด้านโครงสร้าง (Structural failure)

### ทางชำรุดเนื่องจากแรงเฉือน

#### (Shear Failures)

- โครงสร้างชั้นพื้นทางและดินคันทางทรุดตัว
- เนื่องจากแรงยึดเกาะและแรงเสียดทาน
- มีการบวมปูด ทะลักของดินไหล่ทาง
- ผิวทางมีการแตกกระแหง
- แก้ไขโดยการเลือกใช้วัสดุไหล่ทางให้มีคุณภาพ
- บดอัดโครงสร้างชั้นต่าง ๆ ให้ได้มาตรฐาน

13

## A. ความเสียหายด้านโครงสร้าง (Structural failure)

### การทรุดตัวในดินลึก

#### (Deep-Foundation Consolidation)

- โครงสร้างทางทั้งหมดค่อย ๆ ลาดต่ำลงไปตลอดแนว
- ดินคันทางชั้นล่างอ่อนมากเนื่องจากมีสารอินทรีย์ปนอยู่มาก

14

## B. ความเสียหายด้านการใช้งาน (Functional failure)

### ประเภทความเสียหายด้านการใช้งานของถนนลาดยาง

1. เกิดรอยแตก (Cracking)
2. การเปลี่ยนรูปร่าง (Distortion)
3. การหลุดร่อน (Disintegration)
4. ความเสียหายที่เกิดกับผิวทาง (Surface Defect)

## 1. การเกิดรอยแตก (Cracking)

- 1.1 รอยแตกแบบหนังจระเข้หรือรอยแตกจากความล้า (Alligator cracking or fatigue crack)
- 1.2 รอยแตกจากการหดตัว (Shrinkage crack or Block crack)
- 1.3 รอยแตกสะท้อน (Reflection crack)
- 1.4 รอยแตกแบบเลื่อนไถล (Slippage crack)
- 1.5 รอยแตกที่ขอบผิวทาง (Edge crack)



## 1.1 ผิวทางแตกหลายร่องระเซ้ (Alligator Crack or fatigue crack)



### สาเหตุ

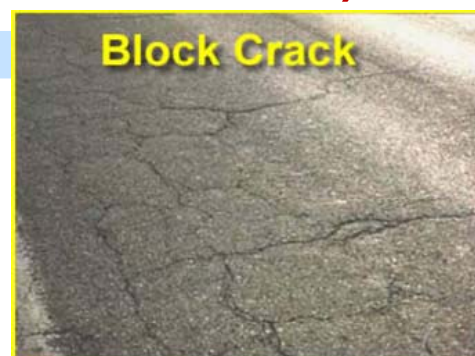
- พบเห็นได้ง่ายบนทางลาดยางทั่วไป
- เกิดจากดินคันทางหรือพื้นทางอ่อนตัว เพราะการบดอัดไม่ดี
- เกิดจากอาการล้าของผิวทาง เนื่องจากมีน้ำหนักสูงมากบดทับผ่านบ่อยครั้ง
- การออกแบบความหนาโครงสร้างชั้นทางไม่เพียงพอ
- การใช้วัสดุชั้นทางด้อยคุณภาพ
- ข้อบกพร่องในการก่อสร้าง

### วิธีแก้ไข

- การฉาบผิว (Seal coat)
- การปะซ่อมผิวทาง (skin patching)
- การขุดซ่อมผิวทาง (Deep patching)

17

## 1.2 รอยแตกจากการหดตัว (Shrinkage crack or Block crack)



### สาเหตุ

- การขยายตัวหรือหดตัวของวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ
- การใช้วัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีคุณสมบัติไม่เหมาะสม
- เกิดการหดตัวของวัสดุชั้นพื้นทางและรองพื้นทาง

### วิธีแก้ไข

- การอุดตามแนวรอยแตกด้วยวัสดุเชื่อมประสาน
- การฉาบผิว (Seal coat)
- การฉาบผิวใหม่ (Overlay)

18

## 1.3 รอยแตกสะท้อน(Reflection crack)



### สาเหตุ

- เกิดขึ้นจากรอยแตกในชั้นโครงสร้างทางที่อยู่ถัดลงไป ทำให้เกิดการสะดุดของล้อยานพาหนะ
- เกิดจากการซ่อมผิวทางคอนกรีตเก่าด้วยแอสฟัลท์คอนกรีตตรงบริเวณจตุรอยต่อเป็นช่องให้น้ำฝนซึมผ่านลงไปได้
- มีการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของวัสดุชั้นทางที่อยู่ถัดลงไป เนื่องจากเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความชื้น
- เกิดการเคลื่อนตัวของวัสดุชั้นทางที่อยู่ถัดลงไป



Crack 140 (transverse) in September 1998 before overlay

### วิธีแก้ไข

- อุดยาตามแนวรอยแตกด้วยวัสดุเชื่อมประสาน
- ปรับปรุงสภาพทางใหม่ทั้งหมด

## 1.4 รอยแตกแบบเลื่อนไถล (Slippage crack)



### สาเหตุ

- วัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตคุณสมบัติไม่เหมาะสม
- การก่อสร้างไม่ได้มาตรฐาน
- การปนเปื้อนของสิ่งสกปรกระหว่างชั้นทาง
- โครงสร้างทางรับน้ำหนักเกินขีดจำกัดจนเกิดการวิบัติ



### วิธีแก้ไข

- การปะซ่อมผิวทาง (skin patching)
- การขุดซ่อมผิวทาง (Deep patching)

## 1.5 รอยแตกที่ขอบผิวทาง (Edge crack) , ผิวทางแตกตามยาว (Longitudinal Cracks)

- เกิดรอยแยกบนผิวทางตามแนวยาว
- เกิดจากการเลื่อนไหลของดินข้างทาง
- ถนนที่ดินคันทางเป็นทรายละเอียด
- ความมั่นคงของความลาดไม่พอ



21



### วิธีแก้ไข

- เพิ่มความมั่นคงของไหล่ทาง โดยการถมและบดอัดดินด้านข้างให้แน่นขึ้น
- ทำกันแพงกันดินป้องกันกรณีที่อยู่ริมแม่น้ำหรือชายฝั่งที่กัดเซาะ
- ตอกเข็มแนวตั้งป้องกันการพังทลาย หรือ ปูลูกหญ้าแฝกป้องกันการพังทลายของไหล่ทาง
- สูดทำยบดอัดไหล่ทางใหม่แล้วปูผิวไหล่ทาง

22

## 2. การเปลี่ยนรูปร่าง (Distortion)

2.1 การทรุดตัวเป็นแอ่ง (Grade Depression)

2.2 การเกิดร่องล้อ (Rutting)

2.3 การเกิดลอนคลื่นและรอยย่น (Corrugation and shoving)

2.4 การบวมตัว (Upheaval or swell)

23

### 2.1 การทรุดตัวเป็นแอ่ง (Grade Depression)



- โครงสร้างทางได้รับแรงกระทำซ้ำเกินขีดจำกัด
- เกิดการอัดตัวระบายนํ้า (consolidation) หรือเกิดการทรุดตัวของโครงสร้างทางที่อยู่ถัดลงไป
- พื้นบริเวณนั้นได้รับการบดอัดไม่เพียงพอ

วิธีแก้ไข

- การฉาบผิว (Seal coat)
- การปะซ่อมผิวทาง (skin patching)
- การขุดซ่อมผิวทาง (Deep patching)
- การฉาบผิวใหม่ (Overlay)

24

## 2.2 ผิวทางทรุดเป็นร่องตามแนวล้อ(Rutting)



### สาเหตุ

- การทรุดตัวของโครงสร้างใต้ผิวทาง(ดินคันทาง) เนื่องจากน้ำหนักการบดทับสูงเกินไป
  - ความอ่อนแอของชั้นโครงสร้างทางที่อยู่ถัดลงไป
  - พื้นที่บริเวณนั้นได้รับการบดอัดไม่เพียงพอ
  - พื้นดินเดิมเป็นดินอ่อนที่ไม่ได้ขุดออกได้
- เรียบร้อย

### วิธีแก้ไข

- การปะซ่อมผิวทาง (skin patching)
- การขุดซ่อมผิวทาง (Deep patching)
- การฉาบผิวใหม่ (Overlay)
- ก่อสร้างใหม่พร้อมทำระบบระบายน้ำเพิ่มเติม

25

## 2.3 การเกิดลอนคลื่นและรอยย่น (Corrugation and shoving)



### สาเหตุ

- ส่วนผสมของแอสฟัลต์คอนกรีตไม่เหมาะสม
- ชั้นพื้นทางมีความชื้นมากกว่าปกติ
- มีการปนเปื้อนของน้ำมันระหว่างชั้นพื้นทางและผิวทาง

### วิธีแก้ไข

- การปะซ่อมผิวทาง (skin patching)
- การขุดซ่อมผิวทาง (Deep patching)
- การฉาบผิวใหม่ (Overlay)

26

## 2.4 การบวมตัว (Upheaval or swell)



### สาเหตุ

- เกิดการบวมตัวหรือขยายตัวของชั้นดินถมคันทางหรือชั้นโครงสร้างทางอื่นๆ
- ความแข็งตัวของน้ำในมวลดิน
- วัสดุชั้นคันทางเป็นดินที่ขยายตัวได้ (Expansion soil)

### วิธีแก้ไข

- การขุดซ่อมผิวทาง (Deep patching)
- การฉาบผิวใหม่ (Overlay)
- การขุดหรือวัสดุที่เกิดการบวมตัวออกแล้วแทนที่ด้วยวัสดุ ที่คุณภาพดีกว่า

27

## 3.การหลุดร่อน (Disintegration)

### 3.1 การเกิดหลุมบ่อ (Pot holes)

### 3.2 การสึกกร่อน (Reveling or weathering)

28

### 3.1 การเกิดหลุมบ่อบนผิวทาง(Pot Holes)



สาเหตุ

- พัฒนามาจากการเกิดรอยแตกในลักษณะต่างๆ ถ้าโครงสร้างชั้นล่างทรุดตัวจะเกิดรอยแตกรอยหนึ่งจระเข้
- ส่วนผสมของยางมะตอยไม่สม่ำเสมอ ไม่เหมาะสมต่อการใช้งาน
- Prime coat ไม่เพียงพอ
- การระบายน้ำไม่ดี



วิธีแก้ไข

- การขุดซ่อมผิวทาง (Deep patching)
- ทำการซ่อมแซมแบบชั่วคราว โดยทำความสะอาด บริเวณที่เป็นหลุม จากนั้นทำการปะซ่อมด้วยวัสดุ cold mix asphalt (ยางน้ำ)

### 3.2 การสีกร่อน (Reveling or weathering)



สาเหตุ

- การบดอัดชั้นผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตขณะก่อสร้างไม่เพียงพอ
- ปูผิวทางขณะความชื้นสูง
- การใช้แอสฟัลต์คอนกรีตที่มีส่วนผสมไม่เหมาะสมหรืออุณหภูมิไม่เหมาะสม
- การเสื่อมสภาพของผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต



วิธีแก้ไข

- การฉาบผิวด้วยวิธี (Seal coat)

## 4. ความเสียหายที่เกิดกับผิวทาง (Surface Defects)

### 4.1 ผิวทางเยิ้ม (Bleeding)

### 4.2 ผิวทางถูกขัดสี (Polished aggregate)

31

## 4.1 ผิวทางเยิ้ม (Bleeding)



สาเหตุ

- เมื่อถูกความร้อนจากแสงแดดผิวทางจะเหนียวและเป็นอันตรายเพราะผิวทางลื่น (Skidding)
- ส่วนผสมของยางผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตขณะก่อสร้างไม่เพียงพอหรือมีมากเกินไป
- ลงไพรม์โค้ทหรือแทคโค้ทมากเกินไป
- การใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์เกรดอ่อนเกินไปในบริเวณที่มีอากาศร้อน



วิธีแก้ไข

- การฉาบผิวด้วยวิธี (Seal coat)

32



## 4.2 ผิวทางถูกขัดสี (Polished aggregate)



### สาเหตุ

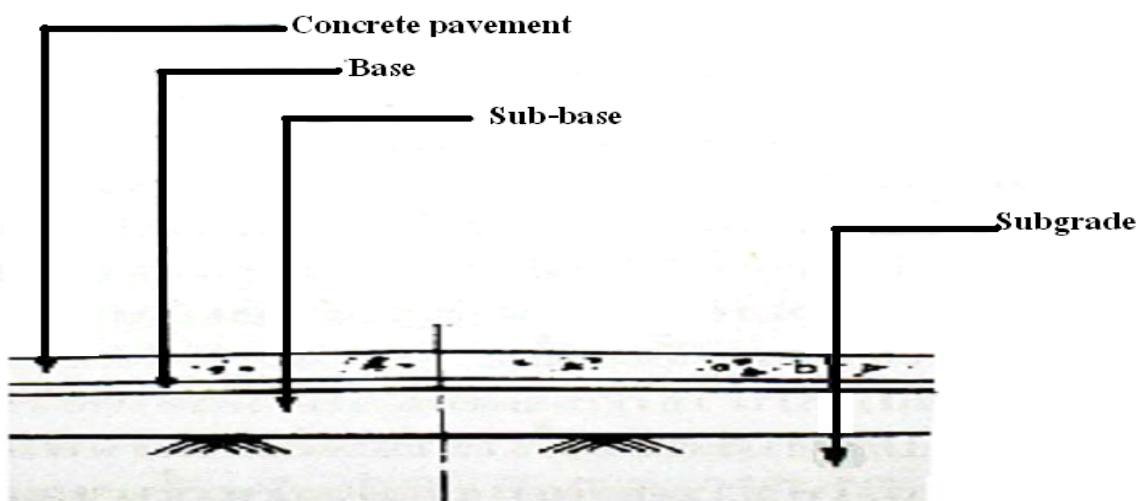
- ชั้นผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตถูกขัดสีออกไปเนื่องจากในบริเวณจากในบริเวณนั้นมีปริมาณการจราจรค่อนข้างสูง
- การใช้วัสดุผสมรวมที่มีคุณสมบัติไม่เหมาะสม

### วิธีแก้ไข

- การฉาบผิวด้วยวิธี (Seal coat)
- การฉาบผิวใหม่ (Overlay)

33

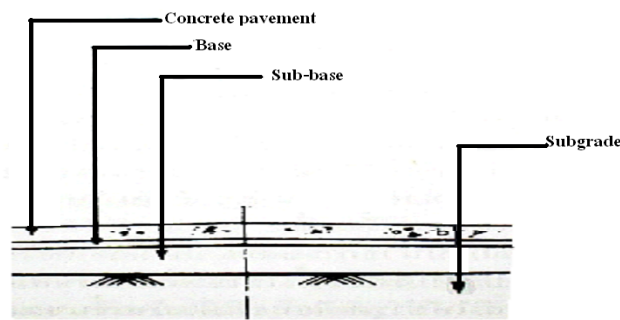
## สาเหตุ ความเสียหาย และการซ่อมของ ผิวทางคอนกรีต



Cross section of concrete pavement

34

## สาเหตุความเสียหายของผิวทางคอนกรีต



Cross section of concrete pavement

### สาเหตุการชำรุดเสียหาย

- เกิดขึ้นในตัวคอนกรีตเอง
- เกิดจากพื้นทาง ดินคันทางไม่แข็งแรง

## ประเภทของความเสียหายของผิวทางคอนกรีต

1. การเกิดรอยแตก (cracking)
2. ข้อบกพร่องบริเวณรอยต่อ (Joint deficiencies)
3. ความเสียหายบนพื้นผิว (Surface Defects)
4. ความเสียหายรูปแบบอื่นๆ (Miscellaneous deficiencies)

# 1. การเกิดรอยแตก (cracking)

C1 รอยแตกตามมุม (Conner brakes)

C2 รอยแตกจากคุณภาพที่ลดต่ำลงของคอนกรีต  
(Durability cracking or D" cracking)

C3 รอยแตกตามแนวยาว (Longitudinal cracking)

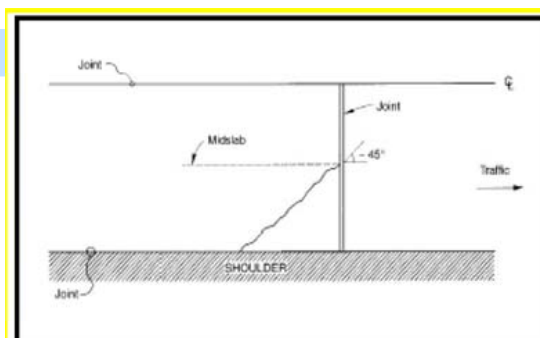
C4 รอยแตกตามแนวขวาง (Transverse cracking)

37

## C1 รอยแตกตามมุม (Conner brakes)



สาเหตุ



วิธีแก้ไข

- การเกิด **pumping** ทำให้เกิดโพรงช่องว่างใต้พื้นคอนกรีต
- น้ำหนักจากการจราจรลดลงที่มุมของแผ่นพื้นคอนกรีตซึ่งมีโพรงอยู่ด้านใต้ ทำให้การรองรับน้ำหนักไม่เพียงพอ

- Seal รอยต่อ
- Subscaling
- Partial – Depth repair
- Full -depth repair
- Overlay

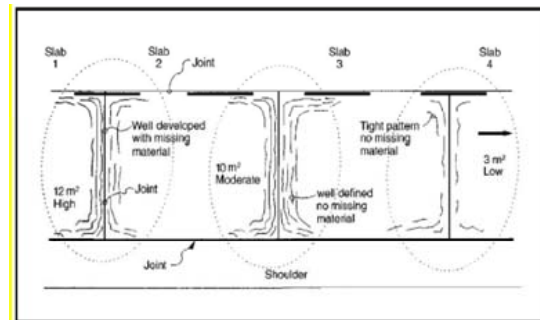
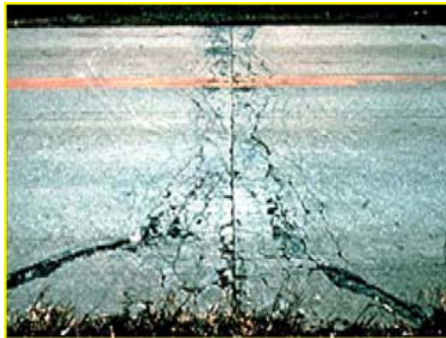
38

## C2 รอยแตกจากคุณภาพที่ลดต่ำลงของคอนกรีต

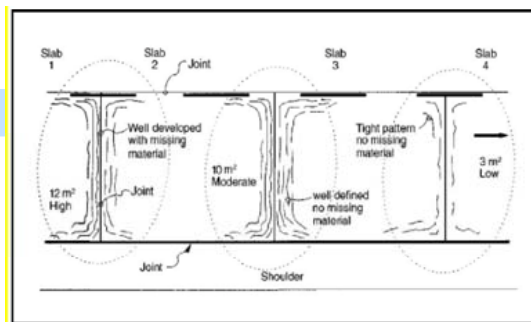
(Durability cracking or D" cracking)

หรือ ความแข็งแรงของคอนกรีต (Durability of Concrete)

- รอยแตกจะเริ่มเกิดบริเวณขอบทางและรอยต่อขยายหา  
กลางแผ่นคอนกรีต
- เกิดจากหินที่ใช้ผสมคอนกรีตมีความแข็งแรงไม่



39



สาเหตุ

วิธีแก้ไข

- การเกิดแรงดันเนื่องจากสภาวะ freeze-thaw
  - ส่วนผสมคอนกรีตมีการปนเปื้อนสิ่งสกปรก
  - เกิดในประเทศที่มีอากาศหนาวจัด  
ดังนั้นในประเทศไทยมักไม่มีความเสียหายในลักษณะนี้
- Partial – Depth repair
  - Full -depth repair
  - Reseal joint
  - subdrains

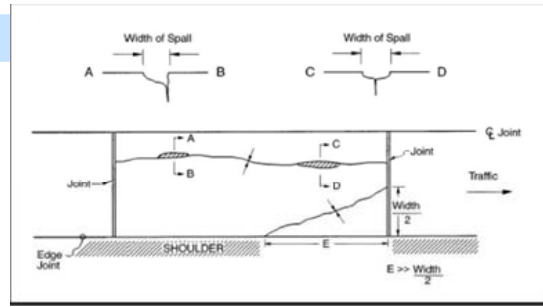
40

## C3 รอยแตกตามแนวยาว (Longitudinal cracking)



### สาเหตุ

- การบิดตัวของแผ่นพื้นคอนกรีต
- ชั้นทางใต้แผ่นพื้นอ่อนตัว เลื่อนไถล และทรุดตัว
- กำลังรับน้ำหนักของแผ่นพื้นไม่เพียงพอ



### วิธีแก้ไข

- Scaling
- Partial – Depth repair
- Full -depth repair

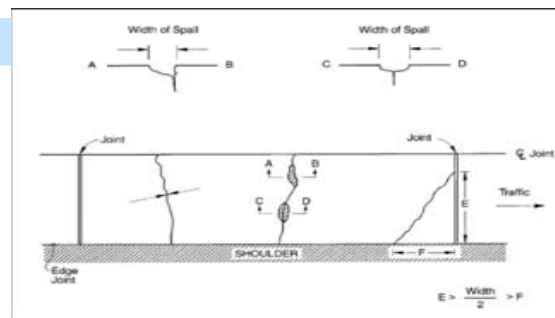
41

## C4 รอยแตกตามแนวขวาง (Transverse crack)



### สาเหตุ

- การหดตัวของแผ่นพื้นคอนกรีต แผ่นพื้นยาวเกินไป ตัดรอยต่อตามขวางไม่ทัน
- ชั้นทางใต้แผ่นพื้นคอนกรีต อ่อนตัวเลื่อนไถล และทรุดตัว
- รอยต่อที่เกิดใกล้รอยต่อตามขวาง อาจเกิดจากการใส่เหล็กเดือยไม่ถูกต้อง



### วิธีแก้ไข

- Scaling
- Partial - depth repair
- Full -depth repair

42

## 2 ข้อบกพร่องบริเวณรอยต่อ

### (Joint deficiencies)

J1 ความเสียหายของการอุดรอยต่อ (Joint seal damage)

J2 รอยบิ่นกะเทาะบริเวณรอยต่อตามแนวยาว  
(Spalling of longitudinal joints)

J3 รอยบิ่นกะเทาะบริเวณรอยต่อตามแนวขวาง  
(Spalling of transversal joints)

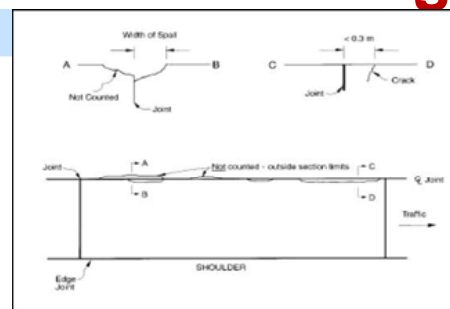
43

## J1 ความเสียหายของการอุดรอยต่อ (Joint seal damage)



สาเหตุ

- การเสื่อมสภาพของวัสดุอุดรอยต่อ (Joint scaling)
- มีวัสดุอื่นหรือวัชพืชปะปนแทรกในรอยต่อ



วิธีแก้ไข

- Scaling
- Partial - depth repair
- Full -depth repair

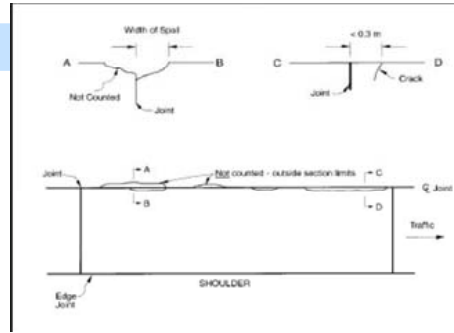
44

## J2 รอยบิ่นกะเทาะบริเวณรอยต่อตามแนวยาว (Spalling of longitudinal joints)



สาเหตุ

- รอยต่อไม่เรียบและคอนกรีตบริเวณรอยต่อไม่แข็งแรงพอ  
เมื่อมีน้ำหนักรถมากกดทับ ทำให้แตกและบิ่นกะเทาะ



วิธีแก้ไข

- Partial - depth repair
- Joint resealing

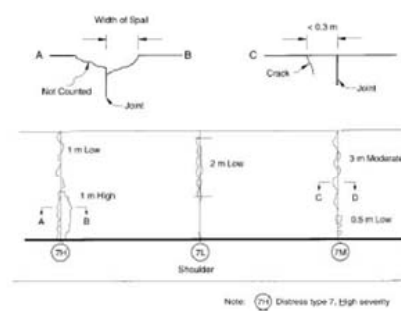
45

## J3 รอยบิ่นกะเทาะบริเวณรอยต่อตามแนวขวาง (Spalling of transversal joints)



สาเหตุ

- รอยต่อไม่เรียบและคอนกรีตบริเวณรอยต่อไม่แข็งแรงพอ  
เมื่อมีน้ำหนักรถมากกดทับ ทำให้แตกและบิ่นกะเทาะ



วิธีแก้ไข

- Partial - depth repair
- Joint resealing

46

### 3. ความเสียหายบนพื้นผิว (Surface Defects)

S1 รอยแตกแบบแผนที่ (Map cracking)

S2 ผิวหน้าหลุดร่อน (Scaling)

S3 วัสดุมวลรวมถูกขัดสี (Polished Aggregate)

S4 การหลุดร่อนของเม็ดหิน (Pop-outs)

47

### S1 รอยแตกแบบแผนที่ (Map cracking)



สาเหตุ

- การแต่งผิวหน้าถนนมากเกินไป (over finishing)
- ผิวหน้าคอนกรีตเสื่อมสภาพ เนื่องจากอายุการใช้งาน



วิธีแก้ไข

- เทคอนกรีตทับหน้า (Structural overlay)

48



## S2 ผิวหน้าคอนกรีตหลุดลอก(Scaling)



สาเหตุ

- มีหินโผล่ลอยหน้าเนื่องจากเนื้อปูนซีเมนต์กร่อนหายไป
- เกิดจากส่วนผสมคอนกรีตเหลวเนื่องจากมีน้ำผสมสูงเกินไป
- วัสดุทรายและหินผสมคอนกรีตสกปรก
- แต่งผิวหน้าถนนมากเกินไป (over finishing)



วิธีแก้ไข

- Partial - depth repair
- เทคอนกรีตทับหน้า (Structural overlay)

## S3 วัสดุมวลรวมถูกขัดสี (Polished Aggregate)



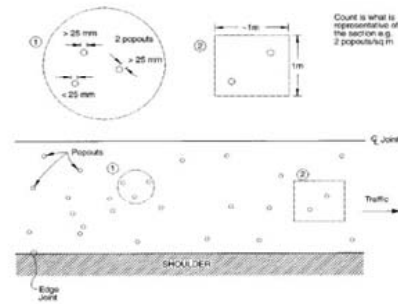
สาเหตุ

- ความเสียหายเนื่องจากการหลุดร่อน จนทำให้เม็ดหินโผล่แล้วถูกล้อรถขัดสีจนผิวหน้าเม็ดหินเรียบลื่น

วิธีแก้ไข

- เทคอนกรีตทับหน้า (Structural overlay)

## S4 การหลุดร่อนของเม็ดหิน (Pop-outs)



### สาเหตุ

- การทำปฏิกิริยาของหินมีคุณสมบัติของ Alkaline กับปูน ซีเมนต์ ทำให้เกิดการบวมขยายตัวของหิน

### วิธีแก้ไข

- เทคอนกรีตทับหน้า (Structural overlay)

51

## 4. ความเสียหายรูปแบบอื่นๆ (Miscellaneous deficiencies)

M1 การโก่งงอ (Blowups)

M2 การทรุดตัวของพื้นคอนกรีต (faulting of transverse joints and cracks)

M3 การทรุดตัวของไหล่ทาง (lane to shoulder drop off)

M4 การแยกตัวเปิดร่องรอยต่อไหล่ทาง (lane to shoulder separation)

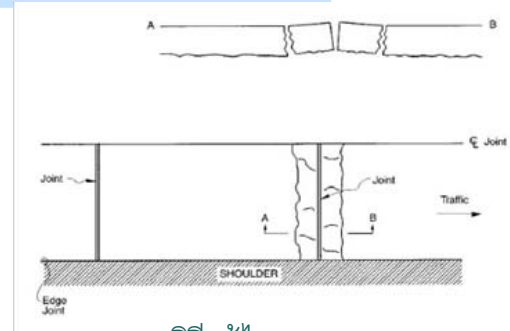
M5 การนำพาวัสดุเม็ดละเอียดออกมากับน้ำตามแนวร่องรอยต่อ (water bleeding and pumping)

52

# M1 ผิวทางโค้งแตกเพราะการขยายตัว (Blowups)



สาเหตุ

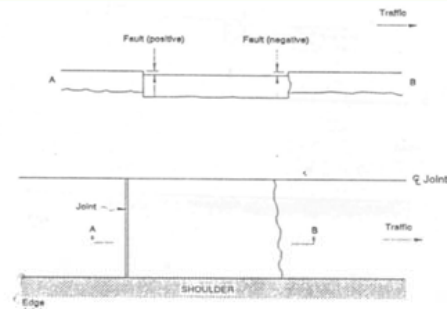
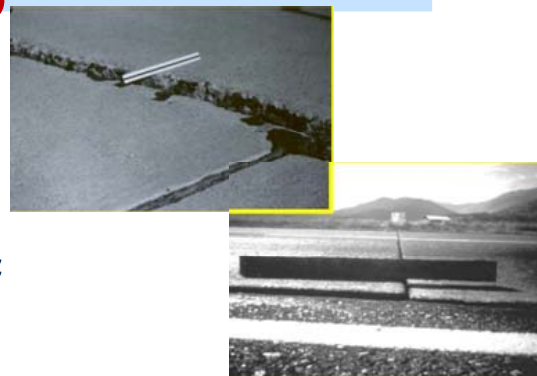


วิธีแก้ไข

- เกิดจากไม่ออกแบบให้มีรอยต่อเพื่อการขยายตัว
- ขณะขยายตัวมีเศษหินติดระหว่างรอยต่อ
- ทำให้คอนกรีตโค้งงอและแตกหัก
- Full -depth repair
- Rescaling joints/cracking

# M2 การทรุดตัวของพื้นคอนกรีต(faulting of transverse joints and cracks) ตรงรอยต่อระหว่างแผ่นคอนกรีตทรุดตัว (Faulted or Depressed Joints)

- ชั้นทางใต้แผ่นพื้นคอนกรีตอ่อนตัวหรือยุบตัว
- เกิดการแตกตัวของแผ่นพื้นคอนกรีตและทรุดตัวลง
- เนื่องจากไม่มีเหล็กเดือยหรือลึนราง
- เกิดการทรุดตัวเกือบทุกช่วงต่อ
- อาจเกิดการอัดทะลักด้วย
- ทำให้ยานพาหนะสะดุดตลอดเวลา



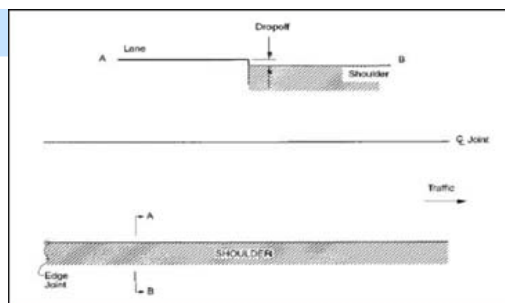
## วิธีแก้ไข Faulted or Depressed Joints

- Graining
- Structural overlay
- Subseal
- Sub drainage
- Reseal
- Restore load transfer
- Edge support

หรือ แก้ไข โดยอัดซีเมนต์เหลวเข้าไปแล้วปูลาดด้วยแอสฟัลท์คอนกรีต

55

## M3 การทรุดตัวของไหล่ทาง (lane to shoulder drop off)



### สาเหตุ

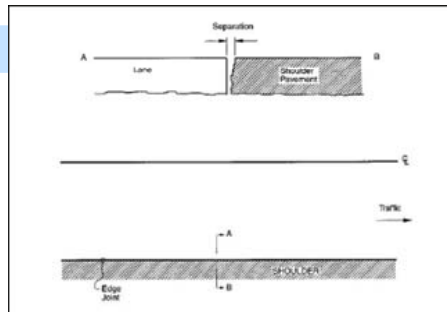
- เกิดจากยุบตัวหรือการอัดตัวระบายน้ำ (Consolidation)
- การบดอัดไม่เพียงพอ
- ความหนาของโครงสร้างไหล่ทางไม่เหมาะสมต่อปริมาณจราจรที่เกิดขึ้นจริง
- การสึกกร่อนของไหล่ทางแอสฟัลท์คอนกรีต

### วิธีแก้ไข

- ใช้แอสฟัลต์ยาตามแนวรอยต่อเพื่อปรับระดับให้ใกล้เคียงกัน
- ฉาบผิวใหม่
- ขุดหรือวัสดุไหล่ทางเดิมออกแล้วแทนที่ด้วยวัสดุที่คุณภาพดีกว่า

56

## M4 การแยกตัวเปิดอ้ารอยต่อไหล่ทาง (lane to shoulder separation)



### สาเหตุ

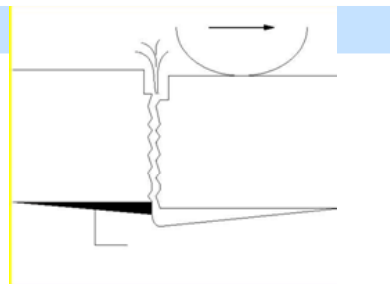
- เกิดจากยุบตัวหรือการอัดตัวระบายน้ำ (Consolidation) ของชั้นดินอ่อนในบริเวณไหล่ทาง
- การบดอัดไม่เพียงพอ
- เกิดการเลื่อนไถลของส่วนไหล่ทางหรือลาดคันทาง

### วิธีแก้ไข

- ใช้วัสดุเชื่อมประสานยาตามแนวรอยต่อ เช่น แอสฟัลต์ยาตามแนวรอยต่อเพื่อปรับระดับให้ใกล้เคียงกัน
- ขุดหรือวัสดุไหล่ทางเดิมออกแล้วแทนที่ด้วยวัสดุที่คุณภาพดีกว่า

57

## M5 การนำพาวัสดุเม็ดละเอียดออกมากับน้ำตามแนวรอยต่อ (water bleeding and pumping)



### สาเหตุ

- เกิดการไหลซึมของน้ำผ่านตามแนวรอยต่อหรือรอยแตกจนไปขังอยู่ในชั้นรองพื้นทางใต้แผ่นคอนกรีต
- เมื่อมีน้ำหนักบรรทุกจากการจราจรผ่านทำให้เกิดแรงดันจนน้ำที่ขังอยู่พุ่งทะลักขึ้นมาพร้อมกับวัสดุเม็ดละเอียด

### วิธีแก้ไข

- ใช้วัสดุเชื่อมประสานยาตามแนวรอยต่อ
- ออกช่องว่างใต้แผ่นพื้นคอนกรีตด้วยวิธี sub scaling
- ติดตั้งระบบระบายน้ำ (sub drainage) ตลอดแนวขอบของแผ่นคอนกรีต

58

## รอยแตกเนื่องจากการหดตัว

### (Shrinkage Cracks)

- รอยแตกเกิดตามขวางและตามยาว
- เกิดจากแผ่นคอนกรีตหดตัวระหว่างการบ่ม

## รอยแตกเนื่องจากเหล็กเดือยฝังยึดแน่น

### (Frozen Dowel Bars)

- เกิดรอยแตกตามขวางบริเวณรอยต่อ
- ปลายด้านหนึ่งของเหล็กเดือยขาดการหล่อลื่น

## รอยแตกเนื่องจากการหดตัว

### (Warping Cracks)

- เกิดสูงสุดบริเวณกลางแผ่นคอนกรีต
- เกิดขึ้นในแผ่นคอนกรีตที่เทเป็นแผ่นเดียวโดยไม่มีรอยต่อตามยาว
- อุณหภูมิสูงในเวลากลางวันและต่ำในเวลากลางคืนทำให้เกิดการหดตัว
- ไม่เสียหายมากนักถ้าแผ่นคอนกรีตมีเหล็กเสริมกันแตกร้าว

## รอยแตกเนื่องจากการหดตัวเมื่ออุณหภูมิต่ำ

### (Contraction Cracks)

- เมื่อเกิดการแตกร้าวจะไม่ถ่ายน้ำหนักไปคอนกรีตต่างแผ่นกัน
- เกิดในผิวทางที่ไม่เสริมเหล็กกันแตกร้าว
- เกิดตามขวางของทาง

## การอัดทะลัก

### (Pumping and Blowing)

- เกิดตรงรอยต่อระหว่างแผ่นคอนกรีต
- น้ำฝนจะซึมค้างอยู่ใต้แผ่นคอนกรีต
- เมื่อมีน้ำหนักกดทับน้ำจะทะลักย้อนกลับมา
- เกิดช่องว่างใต้ผิวทาง

63

## ผิวทางคอนกรีตแตกเนื่องจากโครงสร้างไม่แข็งแรง

### (Structural Breaking)

- คอนกรีตเกิดการล้าเพราะถูกกดทับบ่อยครั้ง
- เกิดการแตกบริเวณมุมหรือตามขวาง
- พิสูจน์หาสาเหตุลำบาก

64



## การเคลื่อนตัวในชั้นใต้ดินลึก

### (Deep-Foundation Movement)

- มีการเคลื่อนตัวในชั้นใต้ดินลึก
- ทำให้ผิวคอนกรีตปรากฏรอยแตก
- ดินบริเวณใกล้เคียงจะยุบวม

## สรุปการเสริมซ่อมผิวทางเก่า

1. ลดแรงที่จะเกิดในถนนโดยจำกัดน้ำหนักของรถ และเครื่องบินที่มาใช้ถนน
2. เสริมผิวทางเพิ่ม เพื่อให้ผิวทางเรียบไม่เป็นคลื่น
3. ออกแบบเสริมผิวทางเพื่อความแข็งแรงของโครงสร้างให้หนาพอที่จะรับน้ำหนักบรรทุกได้
4. รื้อผิวทางเก่าขยายและออกแบบก่อสร้างใหม่ให้รับกับน้ำหนักและปริมาณการจราจรที่เหมาะสม

## การยืดอายุของผิวทางโดยการซ่อม

- ผิวทางลาดยาง อาจใช้วิธีปะหลุมบ่อ (Patching) หรือลาดยางเสริมผิวทาง ก่อนอื่นควรหาสาเหตุของการชำรุดเสียหาย แล้วแก้ไขจากสาเหตุ
- ผิวทางคอนกรีต คอยดูแลซ่อมแซมแนวรอยต่อมิให้ซีลหลุดล่อน ไหล่ถนนก็ซ่อมปลุ่มบ่อมิให้น้ำซัง ถ้าเกิดรอยแตกร้าวในผิวคอนกรีต ต้องใช้ยางมะตอยอุดยาแนวให้ทั่วถึงถ้าเกิดการอัดทะลักอาจใช้วิธี Mudjack อัดซ่อมบริเวณรอยต่อ

67

## การสำรวจก่อนการออกแบบ

1. การสำรวจความแข็งแรงของโครงสร้างทาง
2. การสำรวจการทรุดตัวของผิวทาง

68

**End**



# Question?

- Thank you for your attention

อาจารย์วีระเกษตร สนวนพกา

(D.ENG)

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์