

Bài giảng
XÂY DỰNG MẶT ĐƯỜNG Ô TÔ



*Biên soạn : Nguyễn Biên Cường
Tel: 0511.842978 - 0913.401.627*

Đà Nẵng, 08/2006

Lời mở đầu

Tập bài giảng Xây dựng mặt đường ô tô nằm trong phần 2 của giáo trình Xây dựng đường.

Nội dung trình bày lý thuyết trên lớp 45 tiết. Với thời gian hạn hẹp như trên, sinh viên phải nghiên cứu trước bài giảng & các tài liệu tham khảo để có thể tiếp thu được các kiến thức cốt lõi trên lớp và bổ sung các kỹ năng tính toán, thiết kế cần thiết thông qua Đồ án môn học.

Các nội dung bài giảng sẽ liên tục được cập nhật, chỉnh sửa cùng với sự phát triển của công nghệ xây dựng mặt đường trong nước và trên thế giới.

Các vấn đề cần thảo luận, mời các bạn thảo luận tại Websize của trường Đại học Bách Khoa - ĐHĐN hoặc gửi qua Email theo địa chỉ:

biencuongnguyen@walla.com - CC thêm biencuongnguyen@gmail.com

Mặc dù đã có rất nhiều cố gắng, song kiến thức là vô cùng, khoa học công nghệ phát triển từng ngày, nên chắc chắn sẽ còn những thiếu sót, mong nhận sự đóng góp, phê bình, xây dựng của các đồng nghiệp, các bạn sinh viên.

Chân thành cảm ơn!

Các nội dung chính

- Chương 1 : Các vấn đề chung*
- Chương 2 : Công tác đầm nén mặt đường*
- Chương 3 : Mặt đường đất - đá tự nhiên*
- Chương 4 : Mặt đường sử dụng CKD vô cơ*
- Chương 5 : Mặt đường sử dụng CKD hữu cơ*
- Chương 6 : Mặt đường BTXM*

Chương 1. Các vấn đề chung

1. Yêu cầu đối với kết cấu mặt đường
2. Phân loại mặt đường
3. Kết cấu mặt đường mềm
4. Kết cấu mặt đường cứng
5. Các loại vật liệu & nguyên lý sử dụng VL
6. Trình tự chung xây dựng mặt đường ô tô

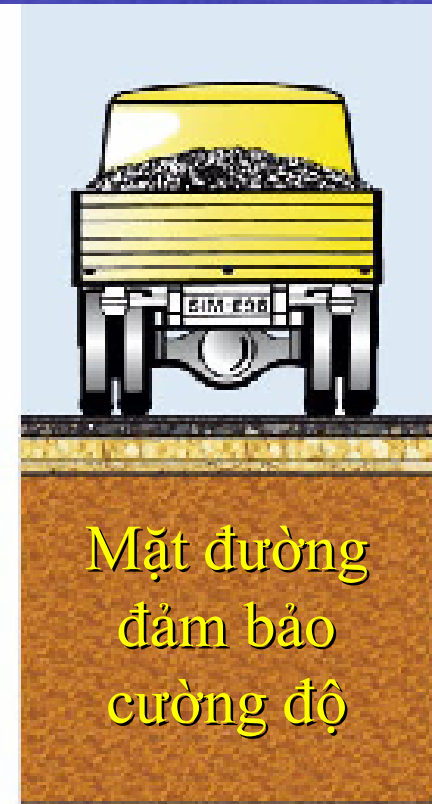
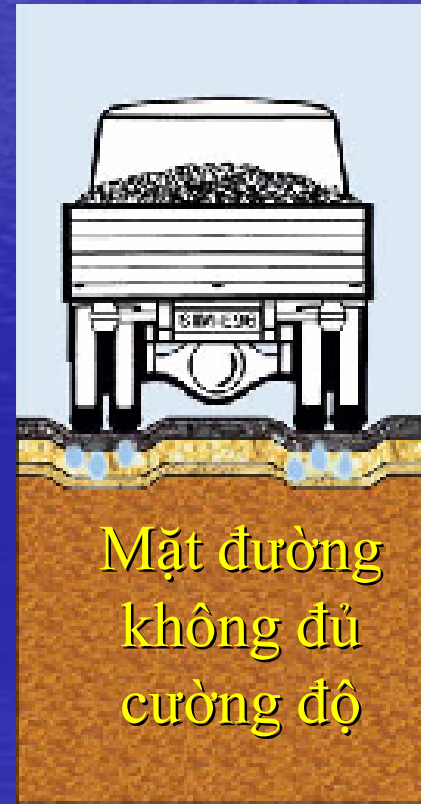
1.1. Yêu cầu đối với mặt đường

1. *Khái niệm:*

Mặt đường: là một kết cấu gồm 1 hoặc nhiều lớp vật liệu khác nhau làm trên nền đường để đáp ứng các yêu cầu chạy xe về **cường độ, độ bằng phẳng & độ nhám**; đảm bảo xe chạy với vận tốc cao, an toàn, êm thuận & kinh tế.

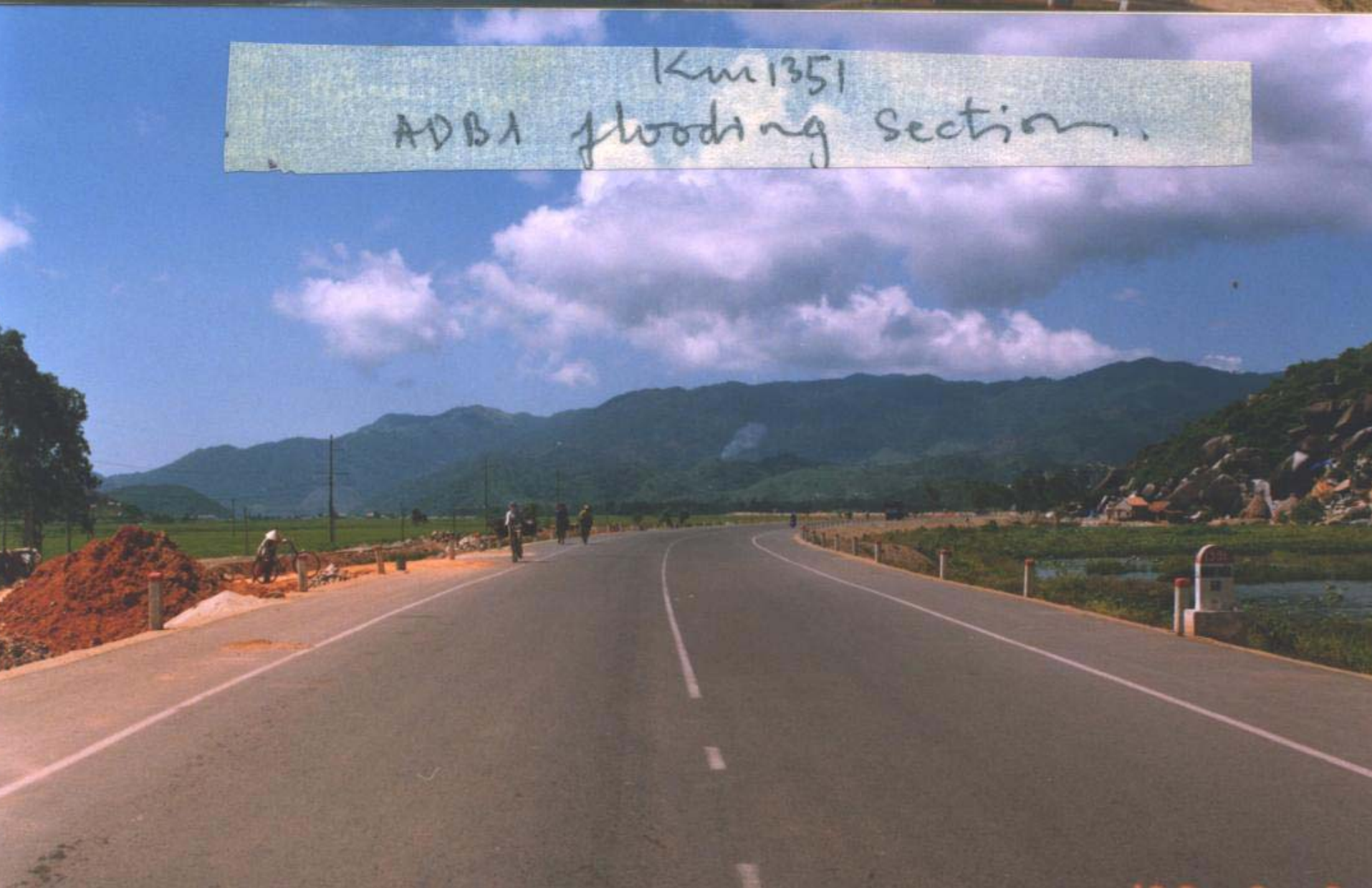
2. Yêu cầu đối với mặt đường:

a. Mặt đường phải đủ cường độ & ổn định
cường độ: đảm bảo chịu đựng được tác dụng trực tiếp của xe cộ & các yếu tố khí quyển mà không phát sinh các biến dạng & hư hỏng quá lớn trong suốt thời gian phục vụ.



Một đoạn tuyến QL1A cũ chất lượng tốt

Km 1351
ADB1 flooding section





**Lún - nứt kết cấu mặt đường
do không đảm bảo cường độ**



**Trôi trượt - gồ ghề do kết cấu mặt đường
không đảm bảo ổn định cường độ**

b. Mặt đường phải đủ độ bằng phẳng:
đảm bảo cho xe chạy êm thuận & an toàn với vận tốc cao, rút ngắn được thời gian hành trình, giảm được lượng tiêu hao nhiên liệu, hạn chế được hao mòn xăm lốp, kéo dài được thời gian trung - đại tu của phương tiện vận chuyển, làm giảm chi phí khai thác vận tải hành khách & hàng hoá.

Rất dễ xảy ra tai nạn khi chạy nhanh trên
đường có vết lún bánh xe thế này !!!





Gồ ghề thế này xe có thể chạy nhanh???

c. Mặt đường phải đủ độ nhám: đảm bảo cho xe chạy an toàn với vận tốc cao, hạn chế được tai nạn giao thông, nâng cao được khả năng thông hành của đường.



5 16:34

Đường bằng phẳng nhưng trơn trượt khi trời mưa



Mặt đường nổi nhựa đen bóng dễ trơn
trượt khi ẩm ướt ! 2 11:09

Các yêu cầu khác: kết cấu chặt
kín, hạn chế nước thấm xuống
bên dưới; ít bị bào mòn; ít
sinh bụi; xe chạy ít gây tiếng
ồn; thoát nước mặt tốt, tạo mỹ
quan.

1.2. Phân loại mặt đường

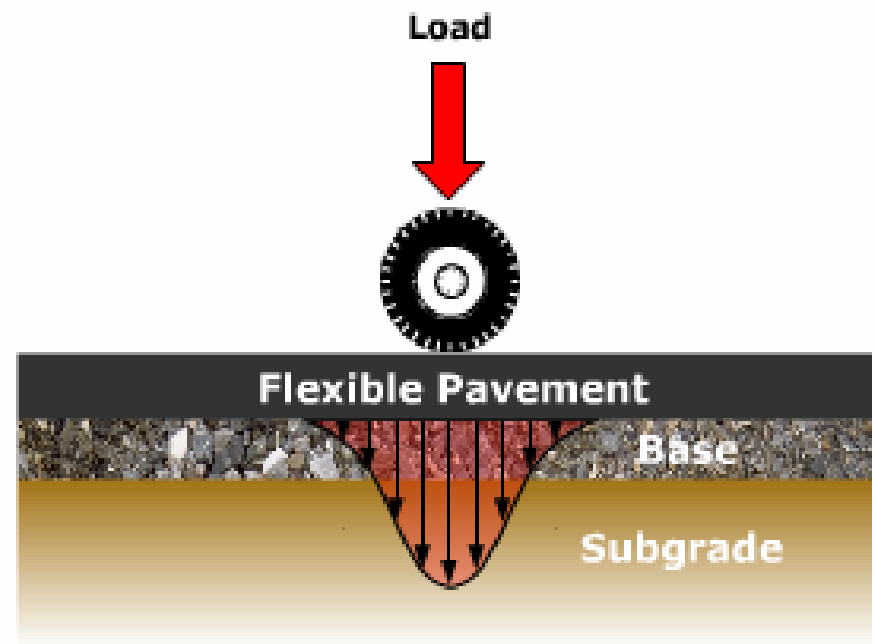
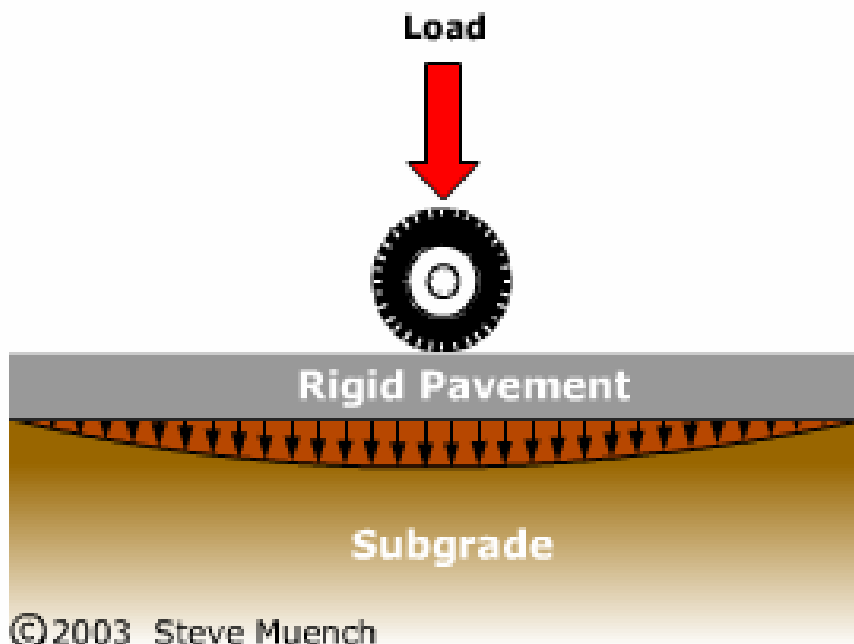
1. Theo độ cứng & tính chất chịu lực:

- **Mặt đường mềm:** độ cứng nhỏ, khả năng chịu kéo, chịu uốn không đáng kể; trạng thái chịu lực chủ yếu là chịu nén & chịu cắt.
- **Mặt đường cứng:** độ cứng rất lớn, khả năng chịu nén, chịu kéo, chịu uốn đều tốt; trạng thái chịu lực chủ yếu là chịu kéo khi uốn.
- **Mặt đường nửa cứng:** là loại trung gian, có độ cứng tương đối lớn, có khả năng chịu nén, chịu kéo khi uốn; trạng thái chịu lực chủ yếu là chịu nén, cắt & chịu kéo khi uốn.

Minh họa sự phân bố áp lực của bánh xe xuống tầng móng

Mặt đường cứng

Mặt đường mềm



Mặt đường mềm



Mặt đường cứng



Đường vòng AASHTO



2. Theo vật liệu sử dụng:

- Mặt & móng đường làm bằng các loại đất, đá tự nhiên, không dùng chất liên kết.
- Mặt & móng đường làm bằng các loại đất, đá gia cố chất kết dính vô cơ.
- Mặt & móng đường làm bằng các loại đất, đá tự nhiên gia cố chất kết dính hữu cơ.

3. Theo tính chất cơ học:

- **Vật liệu mặt đường có tính toàn khối:** có CKD, mật độ cao, có tính chất cơ học & vật lý khác hẳn các vật liệu thành phần, khả năng chịu nén lớn, có khả năng chịu kéo khi uốn.
- **Vật liệu mặt đường không có tính toàn khối:** khả năng chịu lực kém hơn, có khả năng chịu kéo khi uốn không đáng kể.

4. Theo tính chất sử dụng:

- Mặt đường cấp cao A1 (cấp cao chủ yếu).
- Mặt đường cấp cao A2 (cấp cao thứ yếu).
- Mặt đường cấp thấp B1 (cấp quá độ).
- Mặt đường cấp thấp B2 (cấp thấp).

Ghi chú: chữ trong ngoặc là các tên gọi cũ.

5. Theo độ rỗng:

- Mặt đường kín: độ rỗng còn dư nhỏ ($< 6\%$), hạn chế được nước thấm qua.
- Mặt đường hở: độ rỗng còn dư lớn ($6\div 25\%$), không hạn chế được nước thấm qua.

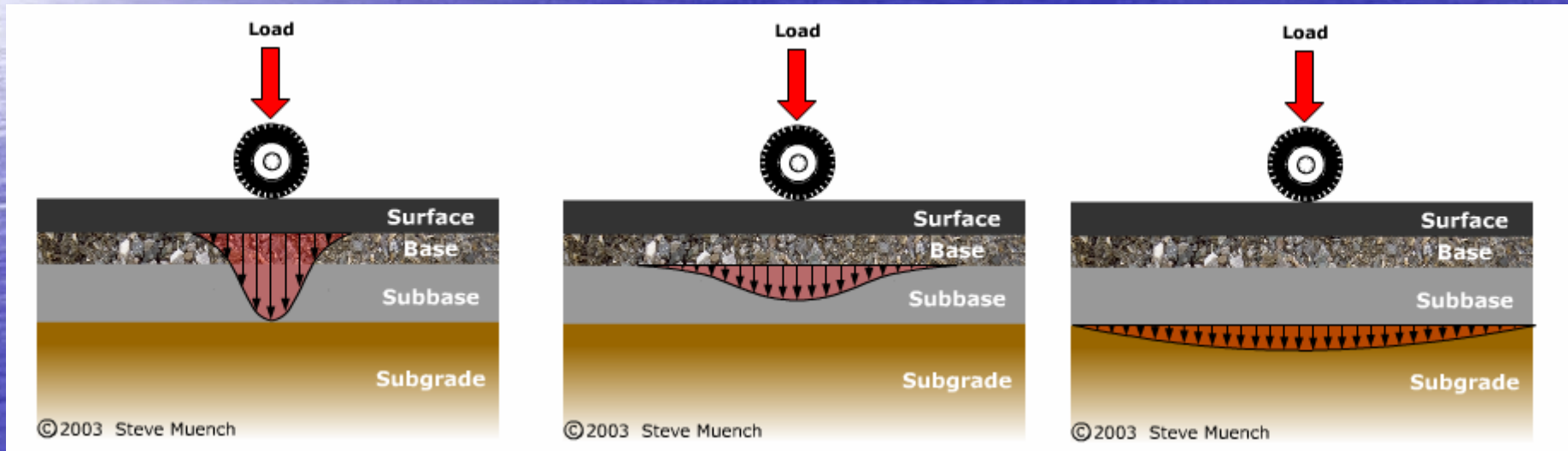
1.3. Kết cấu mặt đường mềm

Phân bố áp lực trên bề mặt các tầng lớp mặt đường mềm

Lớp móng trên

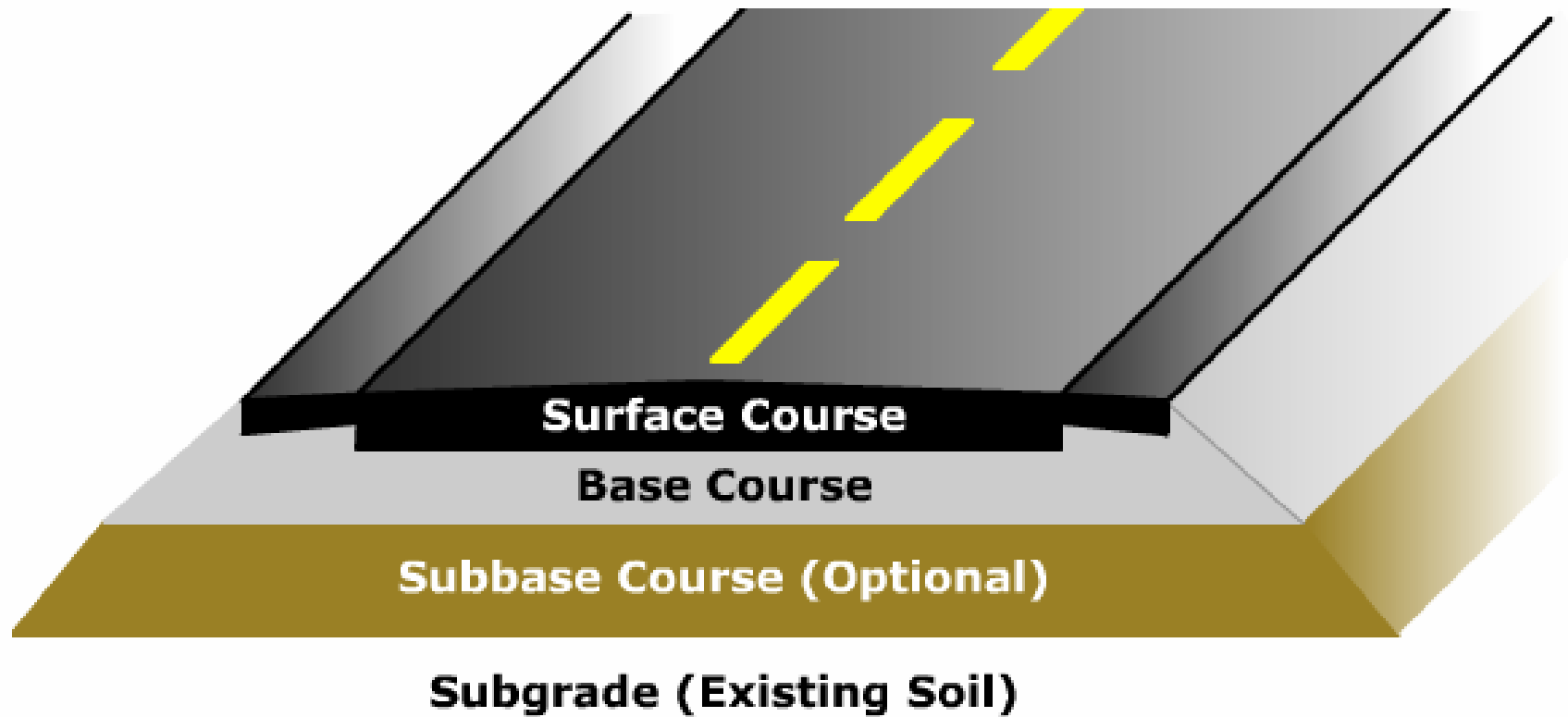
Lớp móng dưới

Nền đường



Do các lớp mặt đường có tính chất chịu lực & chức năng khác nhau nên kết cấu mặt đường được phân chia thành nhiều tầng, lớp

Kết cấu mặt đường mềm



1. Tầng mặt (Surface course): bao gồm

- Lớp bảo vệ, chịu hao mòn, tăng ma sát, thoát nước (nếu cần).
- Lớp mặt trên (Wearing Course).
- Lớp mặt dưới (Binder Course).

2. Tầng móng: bao gồm

- Lớp móng trên (Base course).
- Lớp móng dưới (Subbase course).
- Lớp có chức năng đặc biệt (thoát nước, cách hơi, cách nước).

3. Phần trên của nền đường (subgrade):

4. Yêu cầu đối với vật liệu làm tầng mặt:

- Có cường độ cao và ổn định cường độ (với nhiệt & nước) để chịu đựng được áp lực thẳng đứng của bánh xe hoạt tải với trị số lớn cùng với tác dụng trực tiếp của các yếu tố khí quyển; có cấp phối tốt, độ rỗng nhỏ, kín nước.

- Có khả năng chịu cắt để chịu đựng được tải trọng nằm ngang của ô tô.
- Có độ cứng lớn để hạn chế được tác dụng gây bào mòn của bánh xe hoạt tải.
- Có kích cỡ nhỏ để dễ tạo phẳng, hạn chế tác dụng gây bong bật của bánh xe và tạo ra độ nhám cao, xe chạy ít ồn.

Khi lớp mặt trên không đảm bảo được đầy đủ các yêu cầu trên thì phải cấu tạo lớp bảo vệ, chịu hao mòn, tăng ma sát hoặc thoát nước.

Mặt đường cấp cao A1 nên cấu tạo cả lớp mặt trên & lớp mặt dưới để tiết kiệm vật liệu, giảm chi phí xây dựng; mặt đường cấp cao A2 có thể không có lớp mặt dưới; mặt đường cấp thấp có thể chỉ cấu tạo 1 đến 2 lớp, vừa là tầng mặt vừa đóng vai trò là tầng móng.

5. Yêu cầu đối với vật liệu làm tầng móng:

- Có độ cứng nhất định, ít biến dạng vì không chịu tác dụng trực tiếp của bánh xe hoạt tải và tác dụng trực tiếp của các yếu tố khí quyển.

- Có thể chịu bào mòn kém, kích cỡ lớn, dùng vật liệu rời rạc cường độ giảm dần theo chiều sâu để truyền áp lực và phân bố áp lực thẳng đứng của xe cộ đến nền đất đủ để nền đất có thể chịu đựng được.

Khi tuyến đường đi qua vùng có chế độ thủy nhiệt bất lợi, lớp móng dưới ngoài chức năng chịu lực còn có thể đóng vai trò lớp thoát nước, cách hơi cách nước để cải thiện chế độ thủy nhiệt của nền mặt đường.

6. Phần trên của nền đường (lớp đáy áo đường):

- Nền cấu tạo là lớp cấp phối thiên nhiên hoặc đất gia cố, có độ chặt $K \geq 0.98$, chiều dày tối thiểu 30÷50 cm.

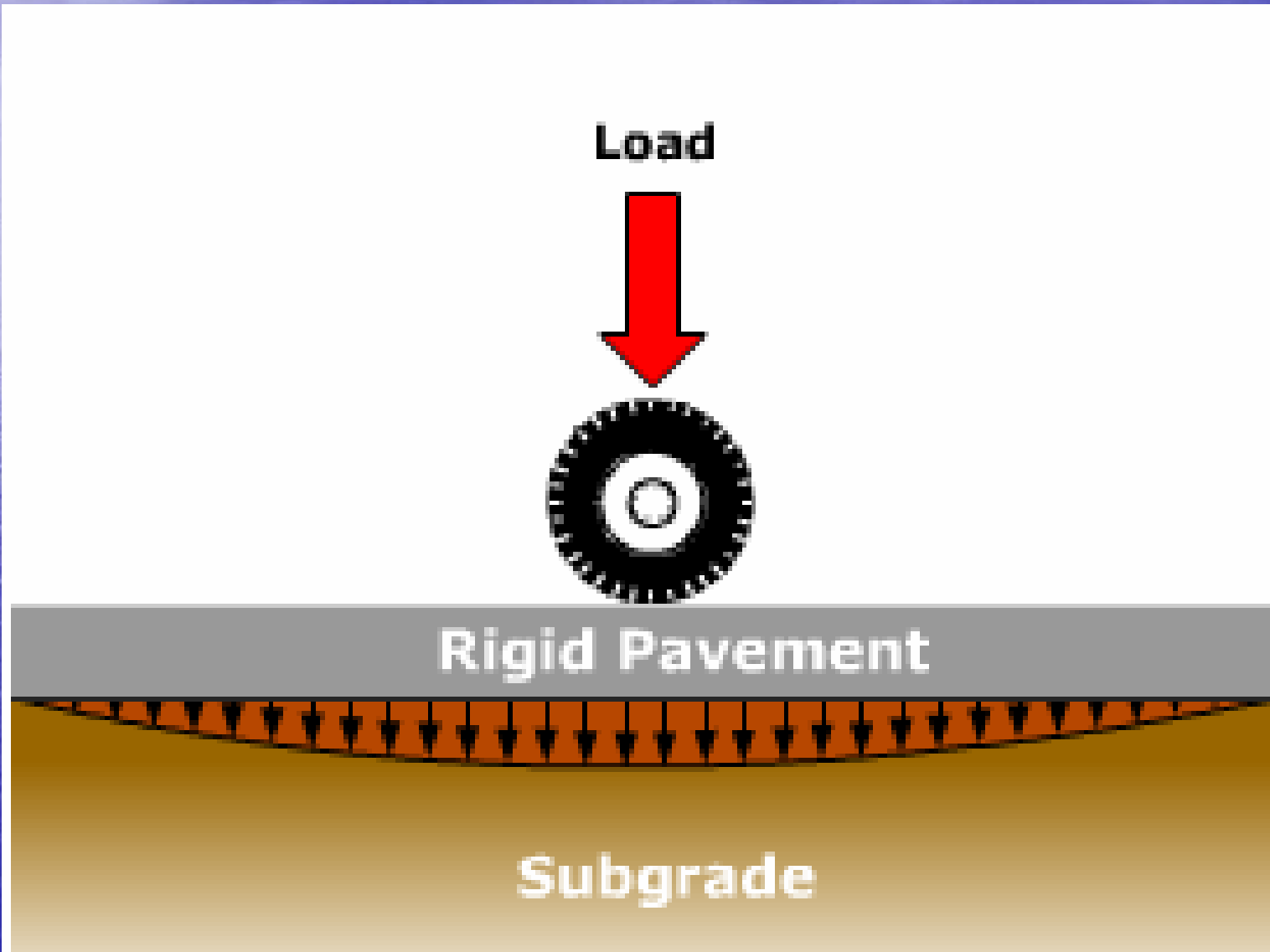
- Chức năng của lớp đáy áo đường:

- ① Tạo được một lòng đường có cường độ cao & đồng đều; tiếp nhận & phân bố tải trọng của hoạt tải truyền qua KCAĐ, làm giảm độ lún đàn hồi của toàn bộ kết cấu, tăng tuổi thọ cho KCAĐ.
- ② Cải thiện chế độ thủy nhiệt của nền-mặt đường do có độ chặt lớn, tính thấm nhỏ.

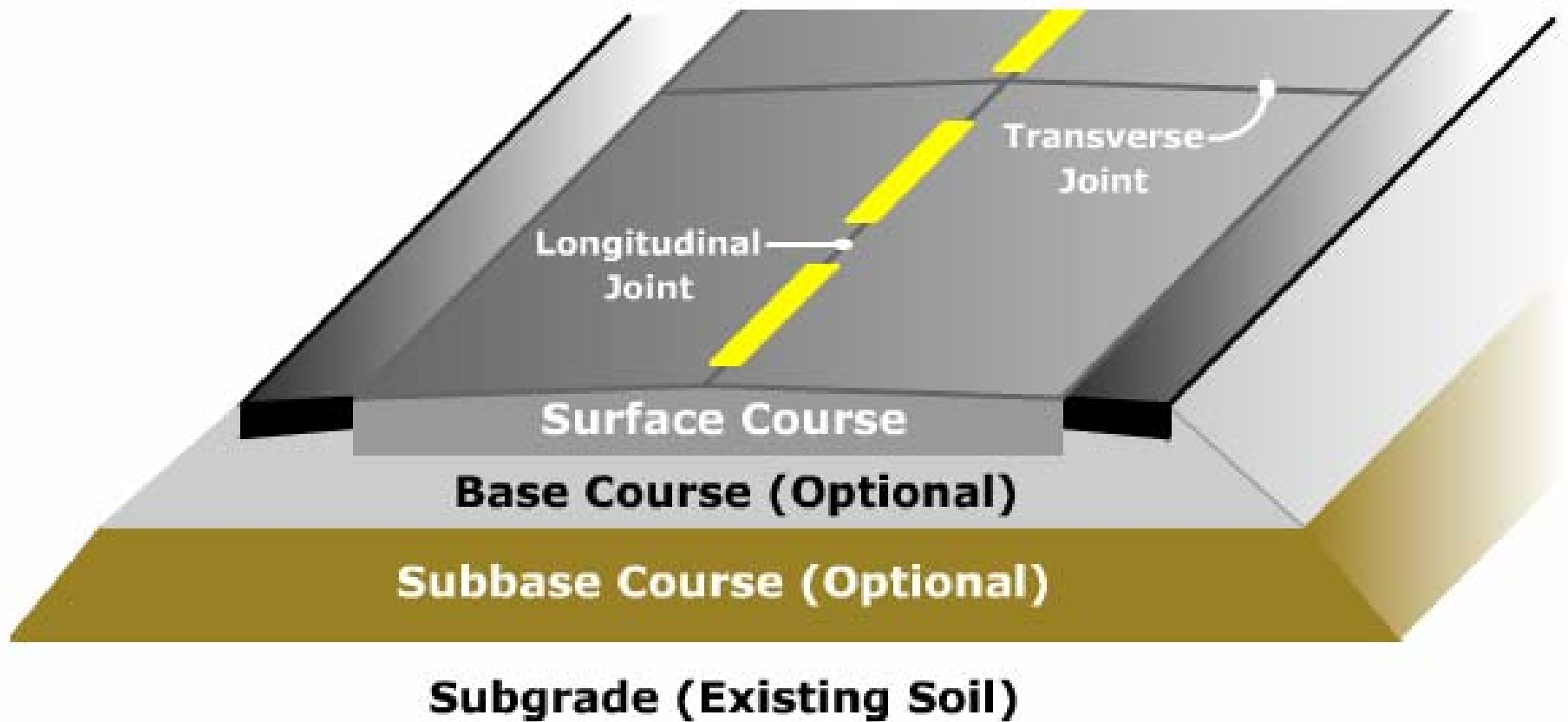
③ Tạo ra hiệu ứng ”ĐÈ“ để lu lèn các lớp mặt đường nhanh đạt độ chặt.

④ Đảm bảo cho xe máy thi công mặt đường đi lại mà không gây hư hỏng bề mặt nền đường.

1.4. Kết cấu mặt đường cứng



Kết cấu mặt đường cứng



1. Tầng mặt (Surface course):

- Lớp tạo phẳng, thoát nước (nếu cần).
- Lớp mặt chịu lực: thường là tấm BTXM (PCC) dày 15cm (6 inches) đến 30cm (12inches)

2. Tầng móng:

- Lớp móng trên
- Lớp móng dưới

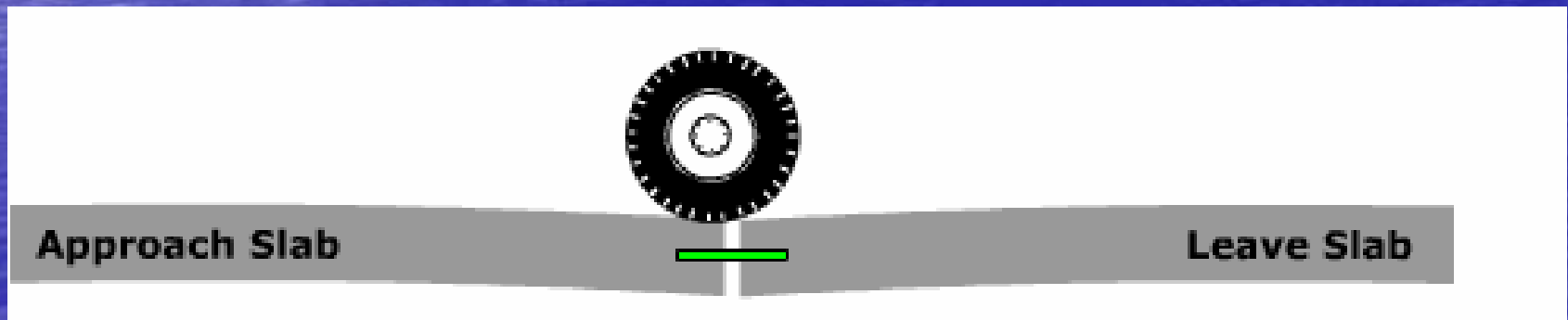
3. Phần trên của nền đường:

Phải bố trí các thanh truyền lực giữa các tấm để hạn chế gãy cạnh & góc tấm

Không bố trí thanh truyền lực giữa các tấm



Bố trí thanh truyền lực giữa các tấm



4. Yêu cầu đối với vật liệu làm tầng mặt:

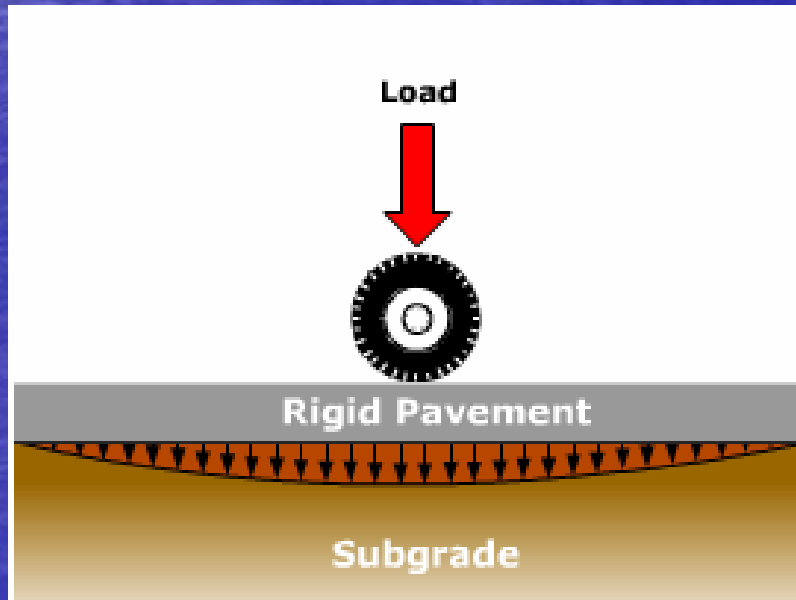
- Có cường độ cao và ổn định cường độ: để tấm BTXM chịu đựng được tác dụng của bánh xe hoạt tải (tải trọng thẳng đứng, nằm ngang, tác dụng xung kích) và ứng suất nhiệt phát sinh trong tấm khi nhiệt độ thay đổi.

Vì vậy, BTXM làm mặt đường ô tô phải đảm bảo: **ngoài khả năng chịu nén phải có cường độ chịu kéo khi uốn cao.**

- Có độ cứng lớn để hạn chế được tác dụng gây bào mòn của bánh xe hoạt tải.
- Có kích cỡ nhỏ để dễ tạo phẳng, tạo ra độ nhám cao.

5. Yêu cầu đối với vật liệu tầng móng:

Ứng suất do hoạt tải gây ra sau khi truyền xuống tầng móng đã còn rất nhỏ vì tấm BTXM mặt đường có độ cứng rất lớn. Chính vì vậy, tầng móng của mặt đường cứng không yêu cầu có cường độ cao.



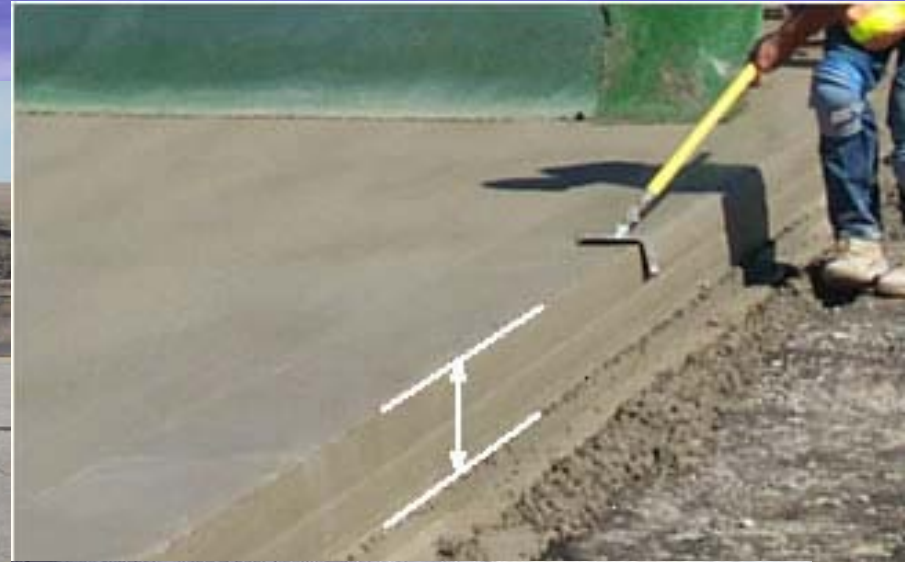
Mặc dù tầng móng của mặt đường cứng không yêu cầu có cường độ cao song **phải đảm bảo**:

- Có độ cứng nhất định, ít biến dạng.
- Ổn định nước, kín nước.
- Dễ tạo phẳng, đảm bảo tầm tiếp xúc tốt trên lớp móng, không phát sinh các U'S cục bộ trong quá trình làm việc sau này.

- Bề mặt móng ít nhám, ma sát giữa tấm & móng nhỏ, tạo điều kiện cho tấm chuyển vị dễ dàng khi co, giãn dưới tác dụng của nhiệt độ thay đổi đều, không làm phát sinh ứng suất nhiệt (USN) quá lớn trong tấm.

Vì các yêu cầu trên mà hiện nay lớp móng cát gia cố XM, cấp phối đá dăm gia cố XM được dùng phổ biến trong kết cấu tầng móng áo đường cứng.

Một số hình ảnh về kết cấu mặt đường cứng



Mặt đường BTXM đường cất hạ cánh



Early Airport PCC Pavements

- At the end of WWII, the B36 with 150,000 lb. on a single wheel gear appeared
 - Thicknesses increased to 20 to 27 inches



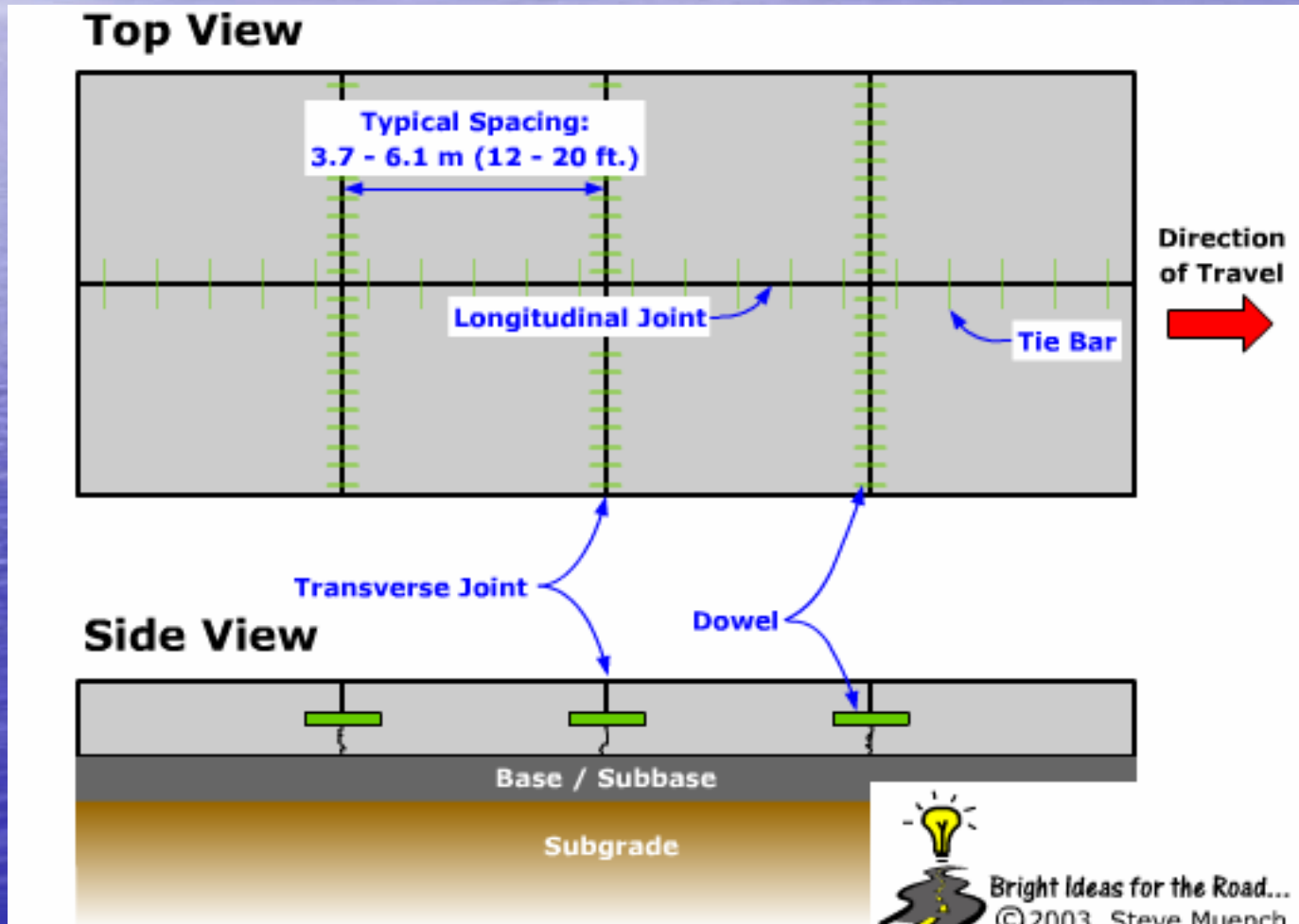
26" of concrete at Lubbock AFB in Texas.

Early Airport PCC Pavements



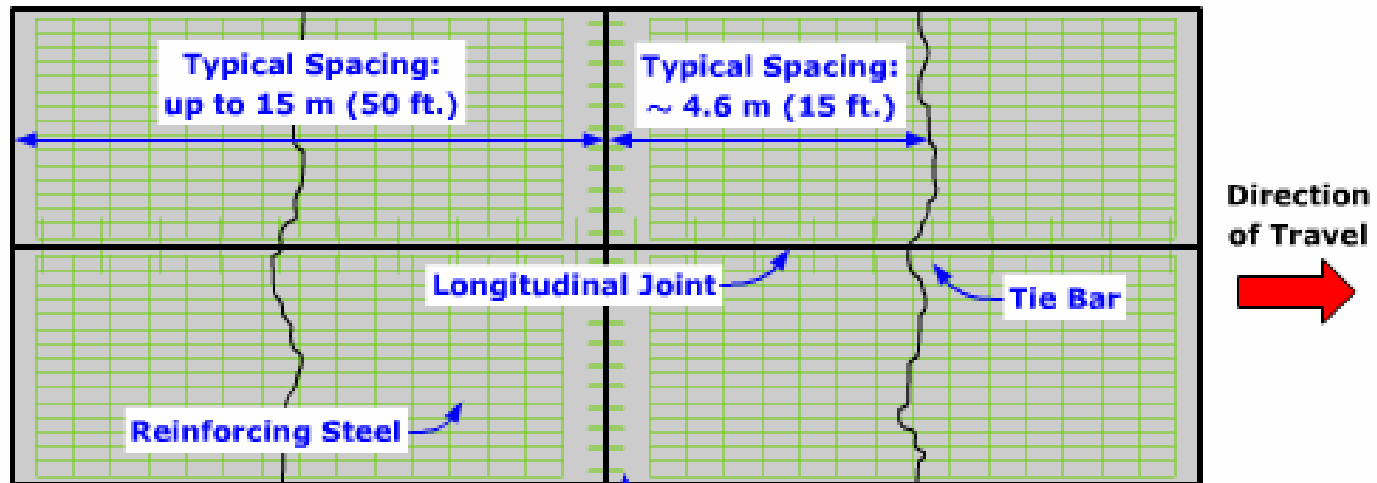
Các loại hình mặt đường cứng

Mặt đường BTXM thông thường Jointed Plain Concrete Pavement (JPCP)

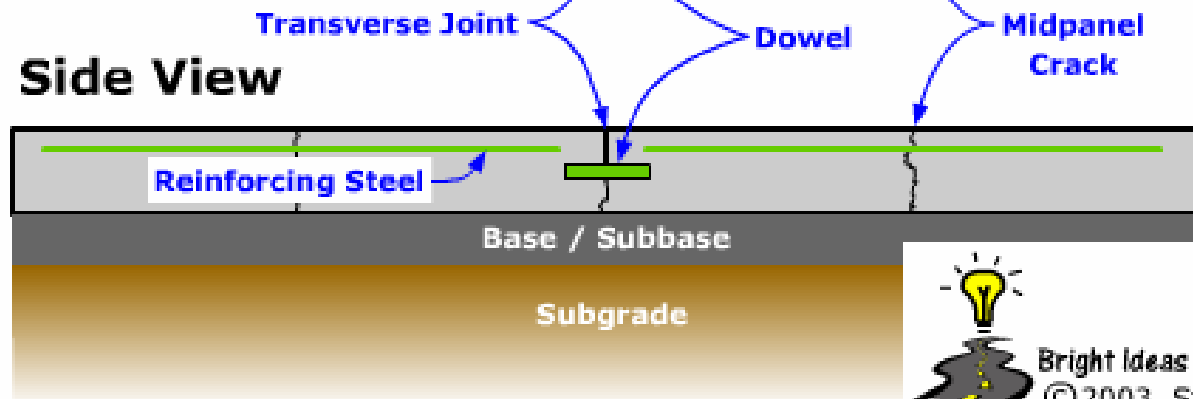


Mặt đường BTXM có mối nối tăng cường Jointed Reinforced Concrete Pavement (JRCP)

Top View



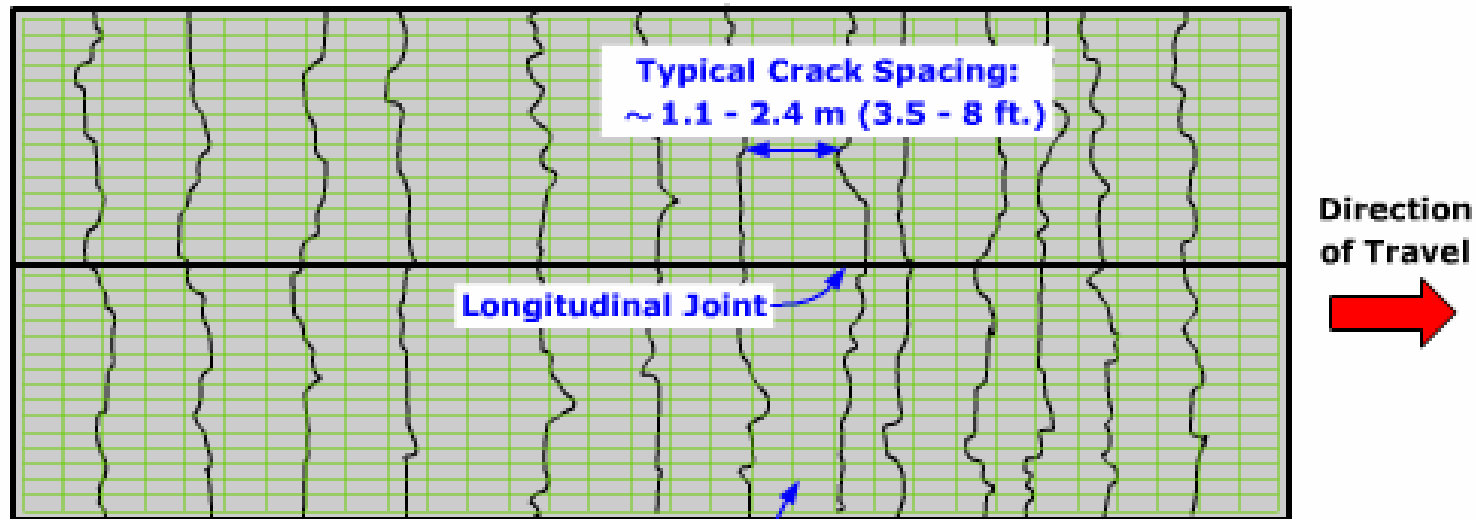
Side View



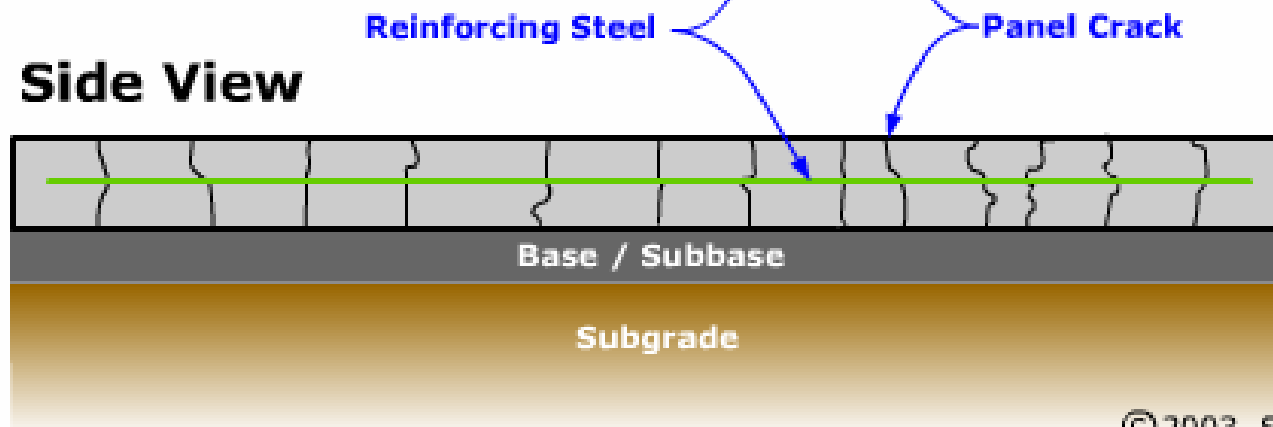
Bright Ideas for the Road...
© 2003 Steve Muench

Mặt đường BTXM cốt thép liên tục (CRCP) Continuously Reinforced Concrete Pavement

Top View



Side View



1.5. Các loại vật liệu & nguyên lý sử dụng VL để làm mặt đường :

1. Các loại vật liệu để làm mặt & móng đường:

Các loại vật liệu cơ bản :

- Đá dăm.**
- Cát.**
- Đất.**
- Chất liên kết (vô cơ, hữu cơ hoặc chất kết dính tổng hợp).**
- Mastic.**
- Phụ gia.**

Khi xây dựng đường, phải biết cách phối hợp các loại vật liệu trên & thi công chúng theo 1 công nghệ nhất định nào đó để tạo ra các loại mặt đường có cường độ cao & ổn định cường độ; thỏa mãn tốt nhất các yêu cầu về chạy xe.

Các loại vật liệu sau khi thi công xong sẽ hình thành cấu trúc có cường độ. Vật liệu mặt đường có 3 loại cấu trúc :

- Cấu trúc tiếp xúc.**
- Cấu trúc keo tụ, đông tụ.**
- Cấu trúc kết tinh.**

- Cấu trúc tiếp xúc : các hạt vật liệu (hạt khoáng) tiếp xúc trực tiếp với nhau không thông qua một màng chất lỏng trung gian nào.
- Cấu trúc keo tụ, đông tụ : các hạt khoáng tiếp xúc với nhau thông qua một màng mỏng chất lỏng bao bọc các hạt (màng nhựa hoặc nước).
- Cấu trúc kết tinh : các hạt khoáng được bao bọc bởi một màng chất liên kết bền vững.

2. Các nguyên lý sử dụng vật liệu để làm mặt đường :

Có 4 nguyên lý :

- Nguyên lý “ Đá chèn đá “ (Macadam)
- Nguyên lý “ Cấp phối “
- Nguyên lý “ Gia cố đất “
- Nguyên lý “ Lát xếp “

3. Nguyên lý “Đá chèn đá” :

Cốt liệu là đá dăm hoặc sỏi sạn (có mặt vỡ), có kích thước đồng đều, được rải với một chiều dày nhất định & lu lèn chặt để các viên đá chèn móc vào nhau tạo thành 1 cấu trúc tiếp xúc có cường độ cao, có khả năng chịu lực thẳng đứng & nằm ngang. Để giảm độ rỗng & cải thiện khả năng chịu tác dụng của lực ngang xe cộ, có thể sử dụng 1 số loại vật liệu chèn.



Loại mặt đường sử dụng nguyên lý này có kết cấu hở, độ rỗng còn dư lớn, độ nhám nhỏ, chịu lực ngang kém nên thường phải cấu tạo thêm lớp bảo vệ, chống bong bật, tạo ma sát nếu dùng làm lớp mặt.

Ví dụ : Mặt đường đá dăm, đá dăm thấm nhập nhựa, đá dăm đen rải theo phương pháp chèn, đá dăm thấm nhập vữa xi măng cát, bê tông nhựa thoát nước.

4. Nguyên lý “ Cấp phối ” :

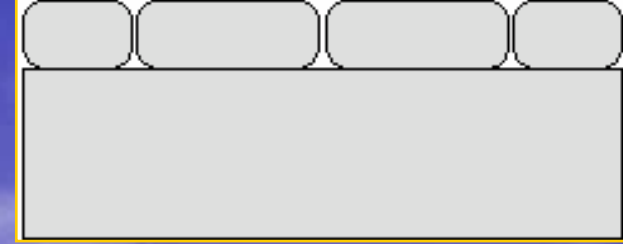
Cốt liệu là đá dăm hoặc sỏi sạn có kích cỡ to nhỏ khác nhau, được phối hợp với nhau theo 1 tỉ lệ nhất định; vì vậy sau khi san rải và lu lèn chặt các hạt nhỏ lấp đầy lỗ rỗng còn lại giữa các hạt lớn tạo thành 1 kết cấu đặc chắc, kín nước, có cường độ cao, có khả năng chịu lực thẳng đứng & lực ngang đều tốt.



Loại mặt đường sử dụng nguyên lý này có kết cấu chặt kín, hạn chế được nước thấm qua; khi cấp phối sử dụng chất liên kết, sẽ tạo thành các loại mặt đường cấp cao, **vì vậy hiện nay hầu hết các kết cấu mặt đường cấp cao hiện nay đều sử dụng nguyên lý này.**

Ví dụ : Mặt đường cấp phối thiên nhiên, cấp phối đá dăm, cấp phối đá dăm gia cố xi măng, bê tông nhựa, bê tông xi măng.

5. Nguyên lý " Lát xếp " :

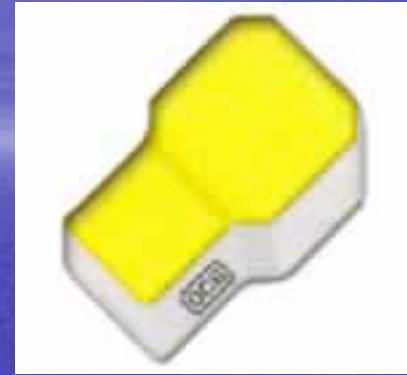


Cốt liệu chính là các tấm lát được gia công hoặc chế tạo có kích cỡ đồng đều, được lát xếp trên một lớp móng bằng phẳng đủ cường độ, khe hở giữa các tấm lát có thể dùng vữa ximăng, các loại keo, mastic để trám trít, miết mạch; Cường độ mặt đường hình thành nhờ cường độ của bản thân tấm lát, cường độ lớp móng & sự chèn móc giữa các tấm lát.

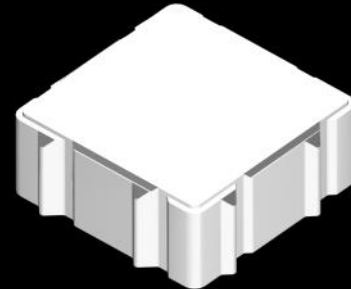
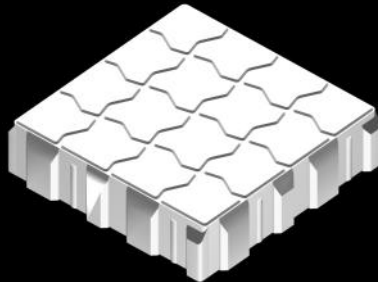
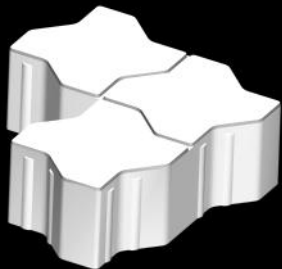
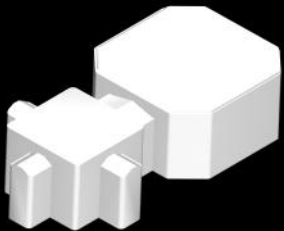
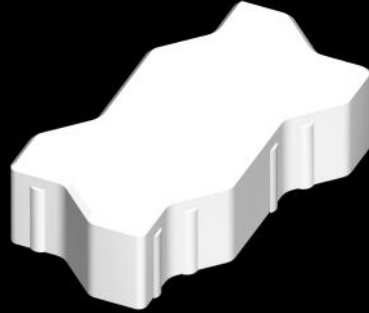
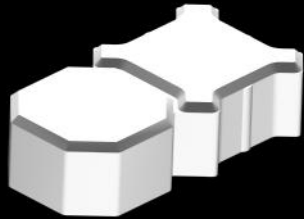
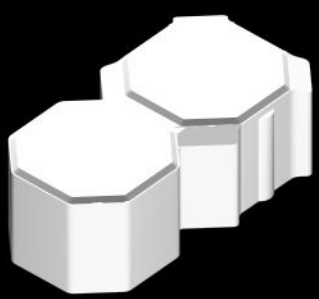
Loại mặt đường sử dụng nguyên lý này có kết cấu hở do khe hở giữa các tấm lát, nếu giữa các tấm lát được miết mạch có thể xem là kết cấu kín.

Ví dụ : Mặt đường đá lát quá độ (đá hộc, đá ba), mặt đường đá lát cấp cao (lát đá tấm, đá phiến, bê tông xi măng lắp ghép, bê tông gạch tự chèn).

Một số loại gạch block ở Việt Nam



Một số loại bê tông gạch tự chèn (Concrete Block Paving - CBP hoặc Interlocking Concrete Pavement - ICP) trên thế giới



Một số ứng dụng của CBP (ICP) trên thế giới



Bãi đậu xe



Đường ô tô

Sân bãi bến cảng

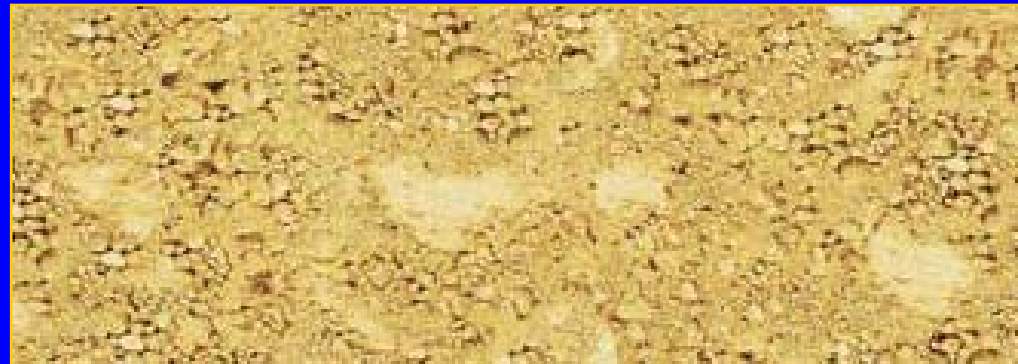


Sân đỗ máy bay



6. Nguyên lý " Gia cố đất " :

Cốt liệu chính là đất đã được làm nhỏ, được trộn đều với một hàm lượng chất liên kết nhất định, ở một độ ẩm tốt nhất; được san rải & lu lèn chặt. Vì vậy, sau khi hình thành cường độ đất gia cố trở thành 1 lớp vật liệu có cấu trúc đồng tụ hoặc kết tinh có cường độ cao, có khả năng chịu nén, chịu kéo khi uốn & rất ổn định nước.



Loại mặt đường sử dụng nguyên lý này có kết cấu chặt kín, hạn chế được nước thấm qua, có cường độ cao & rất ổn định cường độ khi chịu tác dụng lâu dài của nhiệt & nước.

Ví dụ : Mặt đường đất gia cố vôi, cát gia cố xi măng, cát gia cố nhựa, đất gia cố chất kết dính tổng hợp . . .

Một dây chuyền gia cố đất

Direction of work

Cement truck

Bitumen tank truck

BOMAG stabilizer MPH 122

Water truck

BOMAG BW 213 DH-4
VARIOCONTROL



1.6. Trình tự chung xây dựng mặt đường ô tô :

- Thi công khuôn đường.
- Thi công hệ thống rãnh thoát nước mặt đường (nếu có).
- Vận chuyển vật liệu.
- Thi công các lớp mặt đường.
- Hoàn thiện & bảo dưỡng.

1. Thi công khuôn đường :

1.1. Trình tự thi công khuôn đường đào hoàn toàn :

- Định vị tim đường, mép phần xe chạy, mép lề gia cố.
- Đào khuôn đường (máy đào, máy san, thủ công).
- Vận chuyển đất đổ đi.
- San sửa bề mặt nền đường.
- Lu lèn chặt đáy áo đường đúng yêu cầu .
- Đào rãnh thoát nước tạm thời.
- K.tra kích thước, cao độ, độ bằng phẳng; đo E_0 , K.
- Nghiệm thu khuôn đường.

Lưu ý : phải kể đến chiều cao phòng lún khi lu lèn đáy áo đường để đáy áo đường đúng cao độ thiết kế.

Thi công khuôn đường đào bằng máy
đào khi chiều sâu đào $\geq 40\text{cm}$



Kiểm tra độ chặt đáy áo đường

1.2. Trình tự thi công khuôn đường đắp lề hoàn toàn:

- Định vị tim đường, mép phần xe chạy, mép lề gia cố.
- Vận chuyển thành chắn, cọc sắt.
- Dựng thành chắn, cọc sắt.
- Vận chuyển đất đắp lề đường.
- Tưới ẩm bề mặt lề đường.
- San rải đất đắp lề.
- Đầm nén chặt đất đắp lề ($K \geq 0,95$).
- Tháo, dỡ thành chắn.
- San sửa bề mặt nền đường.
- Lu lèn tăng cường bề mặt nền đường.
- Đào rãnh thoát nước tạm thời.
- K.tra kích thước, cao độ, độ bằng phẳng; đo E_0 , K .
- Nghiệm thu khuôn đường.

Lưu ý :

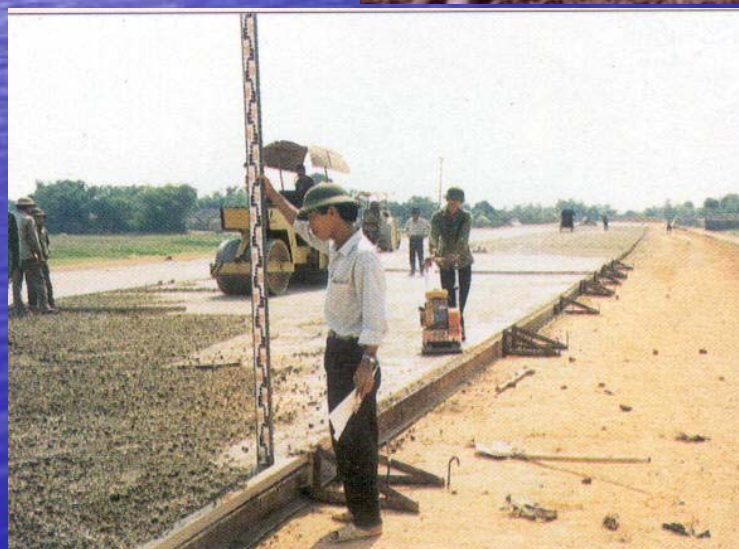
- Một số trường hợp có thể thi công khuôn đường đắp theo kiểu đắp lề từng phần : đắp lề đường đến đâu thi công lớp mặt đường đến đó.
- Có thể dựng thành chắn thi công lớp mặt đường trước, sau đó dỡ thành chắn và đắp phần lề đường sau.
- Ngoài 2 loại khuôn đường kể trên, loại khuôn đường đắp lề $1/2$ có thể áp dụng cho các đoạn nền đường chuyển tiếp từ nền đào sang nền đắp hoặc ngược lại.

Khuôn đường đã thi công xong



Photo Courtesy of NCAT

lắp khuôn đường



2. Thi công hệ thống rãnh thoát nước mặt đường :

2.1. Chức năng hệ thống rãnh thoát nước mặt đường :

- Thoát nước tạm thời trong quá trình thi công, đảm bảo nền đường, móng đường luôn khô ráo.
- Thoát nước mặt thấm qua kết cấu mặt đường hở trong quá trình khai thác sau này.

2.2. Các loại rãnh thoát nước mặt đường :

- Rãnh thoát nước tạm thời: bố trí so le 2 bên lề đường khoảng cách $15 \div 40\text{m}$ (tùy theo chiều rộng mặt đường), rộng $20 \div 40\text{cm}$:
- Rãnh xương cá: bố bố trí so le 2 bên lề đường khoảng cách $15 \div 20\text{m}$, cấu tạo theo kiểu tầng lọc ngược.

Các loại rãnh khác tham khảo sách XDMĐ...

2.3. Trình tự thi công rãnh xương cá :

- Định vị rãnh.
- Đào rãnh bằng thủ công (phần lòng & lề đường).
- Vận chuyển vật liệu làm rãnh.
- Xếp vật liệu vào rãnh (theo nguyên lý tầng lọc ngược).
- Lát cỏ lật ngược (hoặc vải địa kỹ thuật).
- Đắp đất trên rãnh.

3. Vận chuyển vật liệu :

3.1. Phân loại vật liệu làm đường theo công nghệ thi công :

- *Loại 1* : không khống chế thời gian : đá dăm, cấp phối đá dăm, cấp phối thiên nhiên ...
- *Loại 2* : khống chế thời gian vận chuyển & thi công: cấp phối đá dăm GCXM, cát GCXM, bê tông nhựa, bê tông xi măng ...

3.2. Các hình thức vận chuyển VL làm đường:

- Vật liệu được vận chuyển đổ thành đống hoặc thành luống tại hiện trường trước khi thi công (chỉ áp dụng cho VL *loại 1*)
- Vật liệu vận chuyển đến đâu thi công đến đấy (áp dụng cho cả VL *loại 1* và *loại 2*)

3.3. Tính toán lượng VL vận chuyển :

a. Vật liệu cơ bản : loại này tạo nên chiều dày lớp mặt đường, là loại vật liệu chịu lực chính.

Công thức tính khối lượng VL ở trạng thái khô :

$$Q = K_1.K_2.B.H.L.\gamma_k \quad (\text{ tấn })$$

$$Q = K_1.K_2.B.H.L.\gamma_k / \gamma_{kox} \quad (\text{ m}^3)$$

Công thức tính khối lượng vật liệu ở trạng thái ẩm :

$$Q = K_1.K_2.B.H.L.\gamma_w \quad (\text{ tấn })$$

$$Q = K_1.K_2.B.H.L.\gamma_w / \gamma_{wox} \quad (\text{ m}^3)$$

Trong đó :

- K_1, K_2 : hệ số hao hụt & hệ số mở rộng đường cong.
- B, L, H : chiều rộng, chiều dài, chiều dày lớp VL ở trạng thái chặt (m).
- γ_k, γ_w : khối lượng thể tích khô & ẩm của VL ở trạng thái đầm chặt (tấn/m³).
- $\gamma_{kox}, \gamma_{wox}$: khối lượng thể tích khô & ẩm của VL ở trạng thái đổ đông hoặc trên thùng xe (tấn/m³).

Ghi chú : khối lượng trên có thể lấy theo định mức XD CB hoặc định mức trong các quy trình thi công & nghiệm thu.

b. Vật liệu chèn (hoặc rải mặt) : loại này chèn vào lỗ rỗng của VL chính hoặc làm thành lớp mỏng phía trên.

Công thức tính khối lượng VL chèn ở trạng thái khô :

$$Q = K_1.K_2.B.L.q_k / 100 \quad (\text{ tấn })$$

$$Q = K_1.K_2.B.L.q_k.\gamma_{kox} / 100 \quad (\text{ m}^3)$$

Trong đó :

q_k : định mức sử dụng vật liệu ($\text{ m}^3/100\text{m}^2$)

Các ký hiệu khác như trên.