

# Tiết 4.2. Các phương án thi công nền đường đắp

## 1. Xử lý nền đất trước khi đắp :

- Trước khi tiến hành đắp đất nền đường phải tiến hành xử lý nền đất để đảm bảo nền đường đắp không bị lún, trượt. . . mất ổn định.
- Quy định về đánh gốc cây, rẫy cỏ, bóc đất hữu cơ đã được đề cập ở tiết 3.2 của chương 3.

## Theo TCVN 4447-87 :

- Nếu chiều cao nền đắp từ 1,5 ÷ 2m có thể chặt cây sát mặt đất mà không cần đánh gốc.
- Chiều cao đắp lớn hơn 2m có thể chặt cây cách mặt đất 10cm và không đánh gốc.
- Các trường hợp nền đắp khác đều phải đánh gốc cây.
- Độ dốc mặt đất nhỏ hơn 10%, nền đất chặt, không có nước đọng; nền đắp cao dưới 1m phải rẫy cỏ, trên 1m không xử lý.
- Độ dốc mặt đất 10% ÷ 20%, nền đất chặt không đọng nước, nền đắp cao trên 1,0m phải đánh xờm bề mặt đất, dưới 1m phải rẫy cỏ.

# Các biện pháp xử lý nền đất không có nước đọng

ST T	Độ dốc ngang %	Chiều cao đắp, m	Tình hình nền đất	Biện pháp xử lý
1	≤ 10%	≤ 1	Chặt, ổn định	Chặt cây, đánh gốc, dây cỏ, bóc đất hữu cơ.
2		1 ÷ 1,5	Chặt, ổn định	Chặt cây, đánh gốc, bóc đất hữu cơ.
3		1.5 ÷ 2	Chặt, ổn định	Chặt cây sát mặt đất, bóc đất hữu cơ.
4		> 2	Chặt, ổn định	Chặt cây cách mặt đất 10cm, bóc đất hữu cơ.
5	10÷20%	≤ 1	Chặt, ổn định	Chặt cây, đánh gốc, dây cỏ, bóc đất hữu cơ.
6		1 ÷ 1,5	Chặt, ổn định	Chặt cây, đánh gốc, bóc đất hữu cơ, đánh xòm bề mặt đất.
7		1.5 ÷ 2	Chặt, ổn định	Chặt cây sát mặt đất, bóc đất hữu cơ, đánh xòm bề mặt đất.
8		> 2	Chặt, ổn định	Chặt cây cách mặt đất 10cm, bóc đất hữu cơ, đánh xòm bề mặt đất.

ST T	Độ dốc ngang %	Chiều cao đắp, m	Tình hình nền đất	Biện pháp xử lý
9	20÷40%	≤ 1	Đất cát, đất lẫn đá tảng	Chặt cây, đánh gốc, dây cỏ, bóc đất hữu cơ.
10		1 ÷ 1,5	Đất cát, đất lẫn đá tảng	Chặt cây, đánh gốc, bóc đất hữu cơ.
11		1.5 ÷ 2	Đất cát, đất lẫn đá tảng	Chặt cây sát mặt đất, bóc đất hữu cơ.
12		> 2	Đất cát, đất lẫn đá tảng	Chặt cây cách mặt đất 10cm, bóc đất hữu cơ.
13		-	Đất thông thường	Đánh bậc cấp
14	> 40%	-	-	Thiết kế riêng

**Chiều rộng bậc cấp : tối thiểu 2÷4m khi thi công bằng máy, 1m khi thi công thủ công; nếu chiều cao bậc < 1m thì mái thẳng đứng, > 1m mái dốc 1:0.5; Dốc về phía sườn dốc thấp để thoát nước.**

# Các biện pháp xử lý nền đất có nước đọng

STT	Tình hình nền đất	Biện pháp xử lý
1	Ao, hồ nhỏ	Hút nước cho khô, đào bỏ bùn, đắp lại từng lớp bằng đất cát, đầm chặt.
2	Ruộng nước	Tháo nước cho khô, đào bỏ bùn, hữu cơ đắp lại từng lớp bằng đất cát cao hơn mặt đất cũ 1 lớp, đầm chặt.
3	Đất yếu	Xử lý theo thiết kế
4	Chân nền đắp tiếp xúc với nước	Xử lý theo cách 2, làm thêm thềm đất cát rộng 2 ÷ 3m.
5	Địa hình thấp, khó thoát nước	Xử lý theo cách 1 hoặc cách 2.
6	Có nước ngầm	Áp dụng các biện pháp hạ mực nước ngầm hoặc làm lớp cách nước

## 2. Khu vực tác dụng của nền đường : ( Theo TCVN 4054:2005 xuất bản lần 3 )

Được xem là 80cm đất nền sát đáy áo đường.

- 30cm trên cùng phải có  $CBR > 8$  ( đường cấp I )  
và  $CBR > 6$  ( đường cấp khác ).
- 50cm tiếp theo phải có  $CBR > 5$  ( đường cấp I )  
và  $CBR > 4$  ( đường cấp khác ).

( Chỉ số CBR thí nghiệm theo AASHTO - T176 )

Nếu đất nền đào không đảm bảo các yêu cầu trên phải tìm kiếm mỏ đất tốt hoặc có biện pháp cải thiện, gia cố đất.

### 3. Các nguyên tắc đắp đất :

- ① Nên dùng các loại đất cường độ cao, ổn định nước để đắp nền đường.

#### **Không dùng các loại đất sau đắp nền đường:**

- Đất lẫn muối & thạch cao quá 5%, đất bùn, đất than bùn.
- Đất phù sa và đất mùn quá 10% hữu cơ.
- Đất sét có độ trương nở quá 4%.
- Đất lẫn đá phong hóa hoặc đá dễ phong hóa.
- Không dùng đá thải có kích cỡ lớn hơn 10cm để đắp trong khu vực tác dụng của nền đường; lớn hơn 15cm cho phần đắp bên dưới.
- Không dùng đất bụi, đất lẫn đá phong hóa đắp phần nền đường bị ngập nước.

**Đất - đá phong hóa không dùng đắp nền đường**

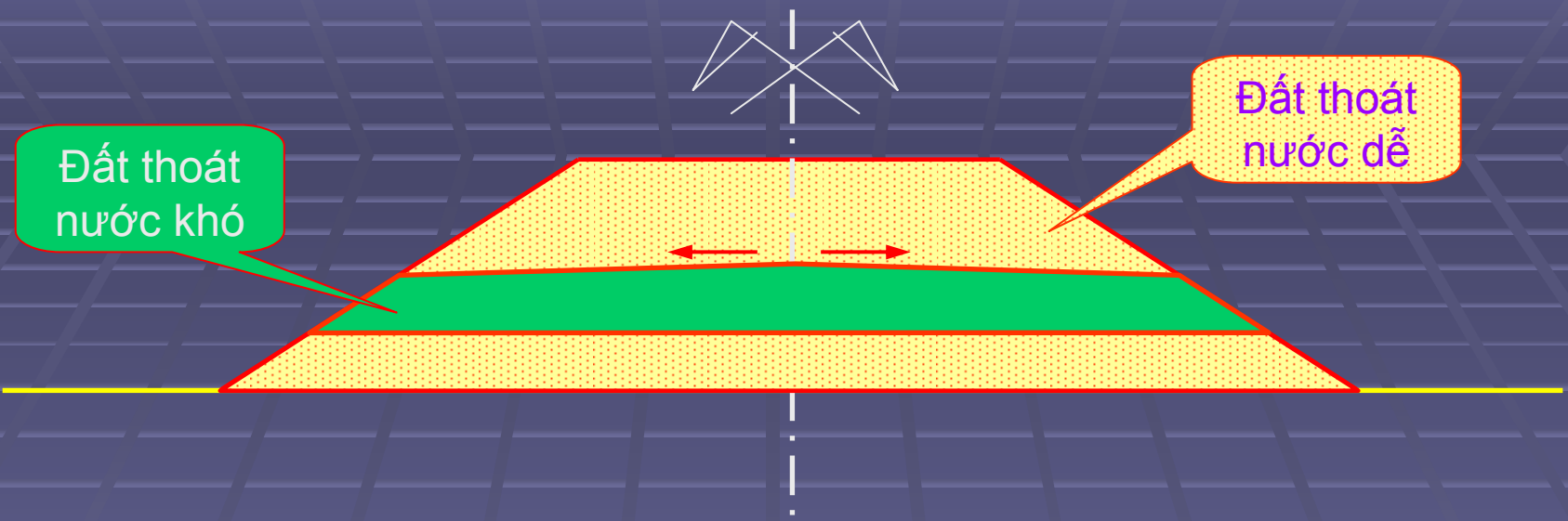


**Không dùng đá tảng đắp nền đường**

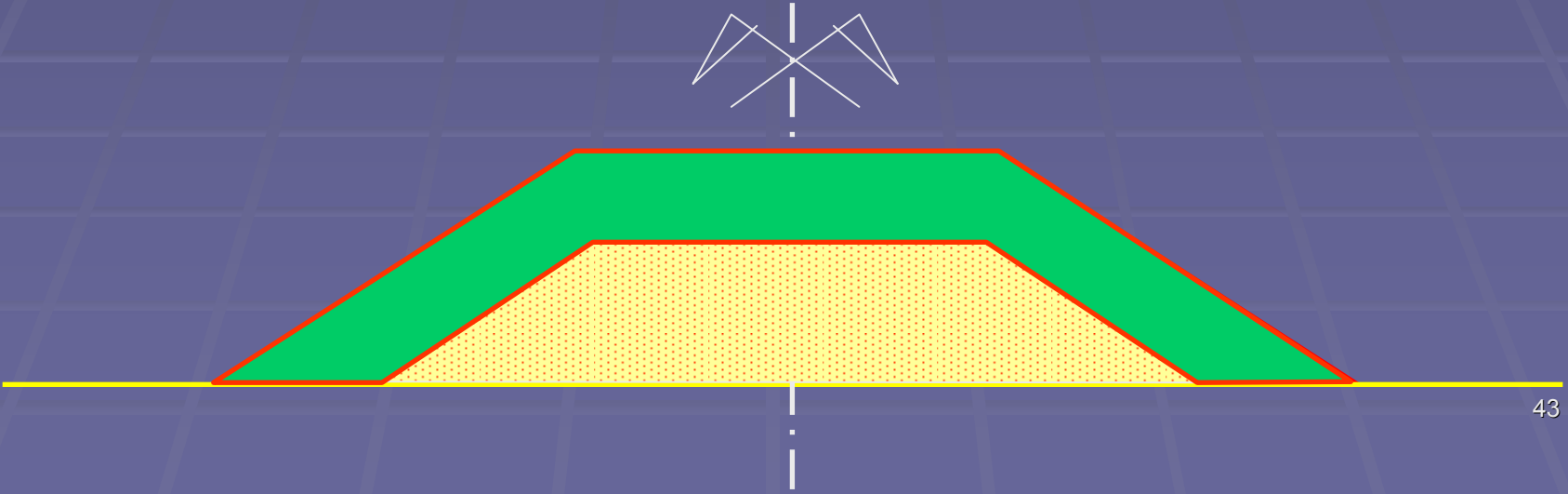


- ② Các loại đất khác nhau phải được đắp thành từng lớp khác nhau & đầm nén từng lớp đạt độ chặt yêu cầu.
- ③ Không được đắp đất thoát nước khó ( đất sét ) bao quanh đất thoát nước dễ ( đất cát ).
- ④ Đất thoát nước khó đắp dưới đất thoát nước dễ phải có độ dốc ngang  $2 \div 4\%$  về 2 phía.
- ⑤ Đất thoát nước dễ đắp dưới đất thoát nước khó có độ dốc ngang bằng 0.

# Đắp đúng



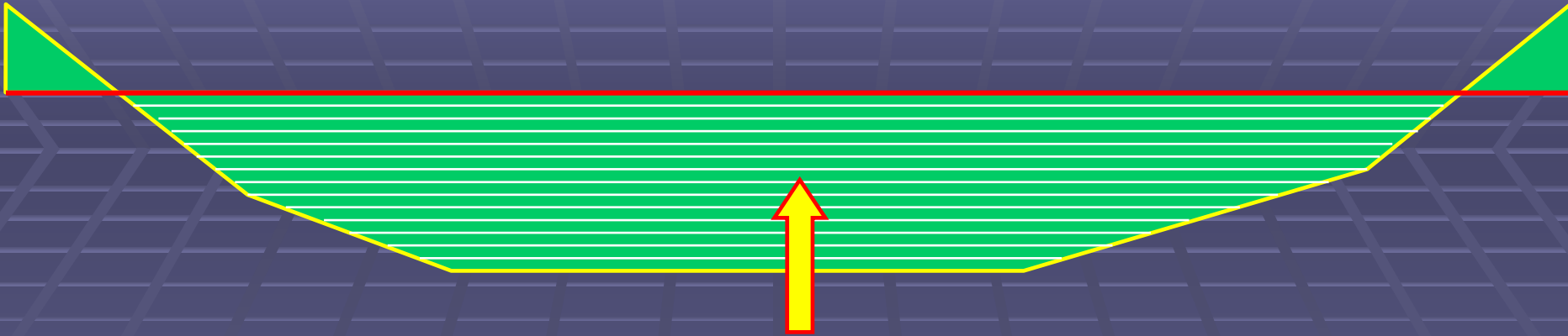
# Đắp sai



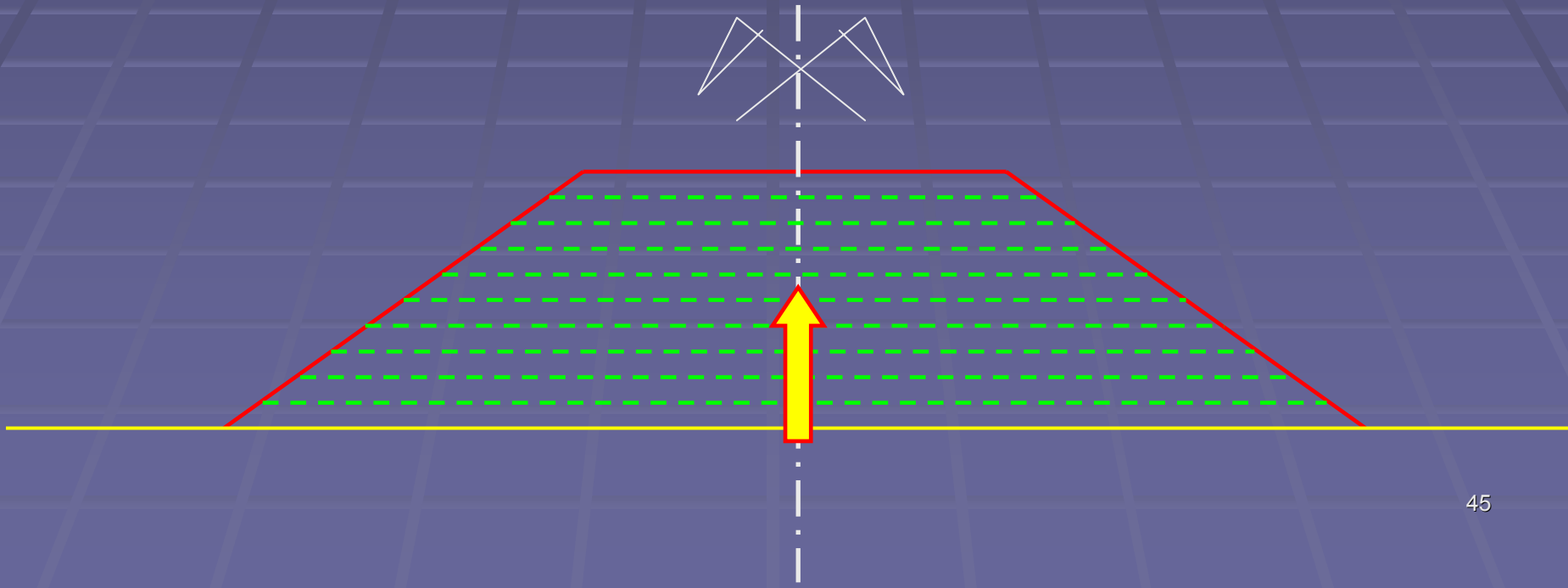
## 4. PA 1 - đắp từng lớp nằm ngang :

- Đắp nền đường thành từng lớp nằm ngang từ dưới lên trên cho đến khi đạt cao độ thiết kế.
- Chiều dày 1 lớp đất đắp phụ thuộc vào loại đất, khả năng đầm nén của phương tiện & độ chặt yêu cầu; thông thường từ 15 ÷ 20cm ( 50cm).
- Sau khi đầm nén lớp dưới đạt độ chặt, tiến hành xử lý bề mặt lớp đất trước khi đắp lớp trên.
- Đây là phương án đắp đất nền đường tốt nhất, thỏa mãn các nguyên tắc đắp đất.

Trắc dọc



Trắc ngang

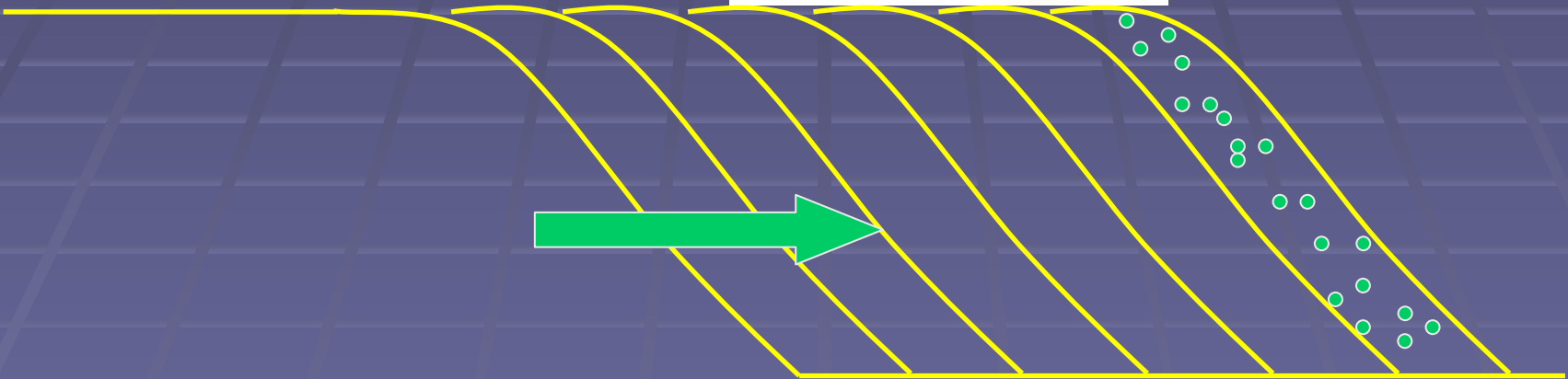


## 5. PA 2 - đắp từng lớp xiên ( đắp lún ) :

- Đắp nền đường thành từng lớp xiên theo kiểu đổ lún dần.
- Chỉ được phép áp dụng phương pháp đắp này **khi không thể đắp từng lớp nằm ngang.**
- Nên đắp bằng loại đất dễ đầm nén ( đất cát ) & phải có phương tiện đầm nén đặc biệt.



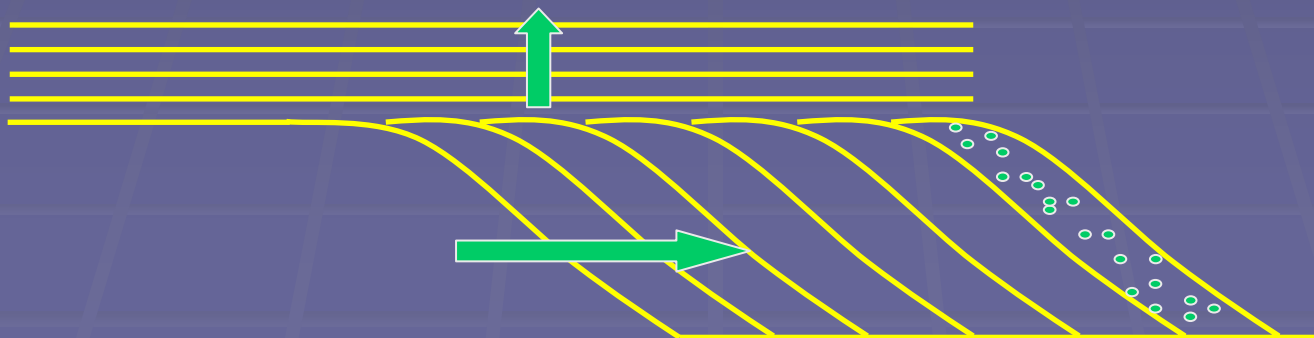
# Trắc dọc đắp từng lớp xiên



## 6. PA 3 - đắp hỗn hợp :

- Các lớp dưới đắp nền đường thành từng lớp xiên, các lớp trên đắp từng lớp nằm ngang.
- Chỉ được phép áp dụng phương pháp đắp này **khi có chỉ dẫn của thiết kế.**
- Các lớp dưới nên đắp bằng loại đất dễ đầm nén & cũng phải có phương tiện đầm nén đặc biệt.

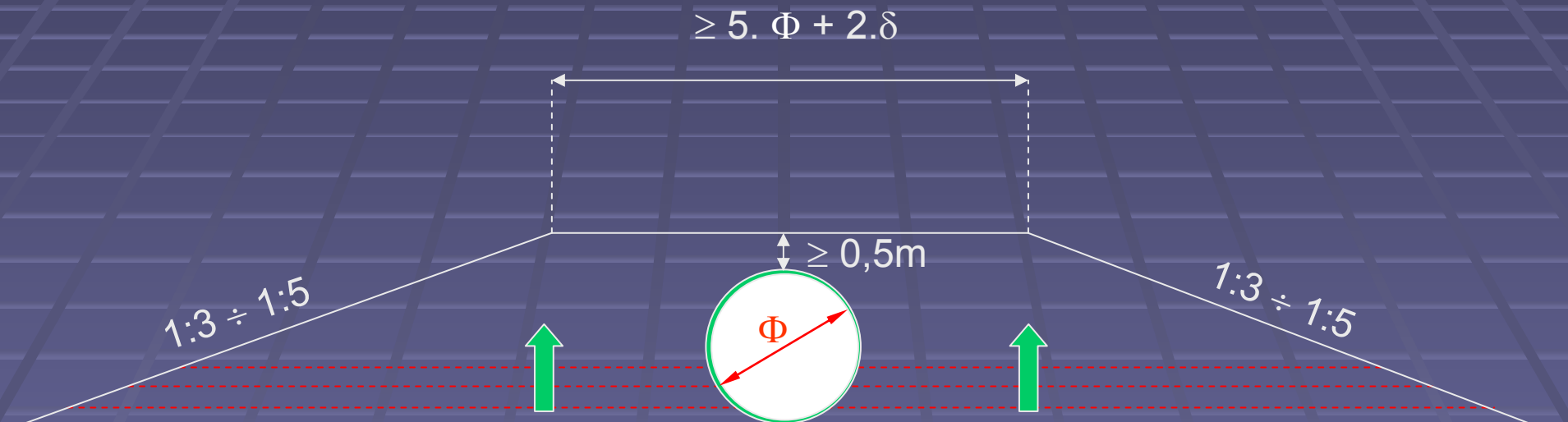
Trắc dọc đắp hỗn hợp



## 7. Đắp đất trên cống :

- Khi đắp đất trên cống phải đảm bảo trong quá trình khai thác hoạt tải tác dụng lên cống dưới dạng áp lực phân bố đều, ống cống không bị lực đẩy ngang làm xô dịch vị trí.
- Muốn vậy đắp phải đắp đất thành từng lớp nằm ngang dày  $15 \div 20\text{cm}$ . Trong phạm vi phía trên đỉnh cống  $0.5\text{m}$  và 2 phía cống tối thiểu 2 lần đường kính phải đắp & đầm nén đối xứng bằng thủ công hoặc các phương tiện đầm nén loại nhẹ.
- Chỉ được đắp bằng đá ngoài phạm vi : đỉnh cống  $0.5\text{m}$ , 2 bên cống  $1\text{m}$ .

# Mặt cắt dọc đắp đất trên công bằng thủ công

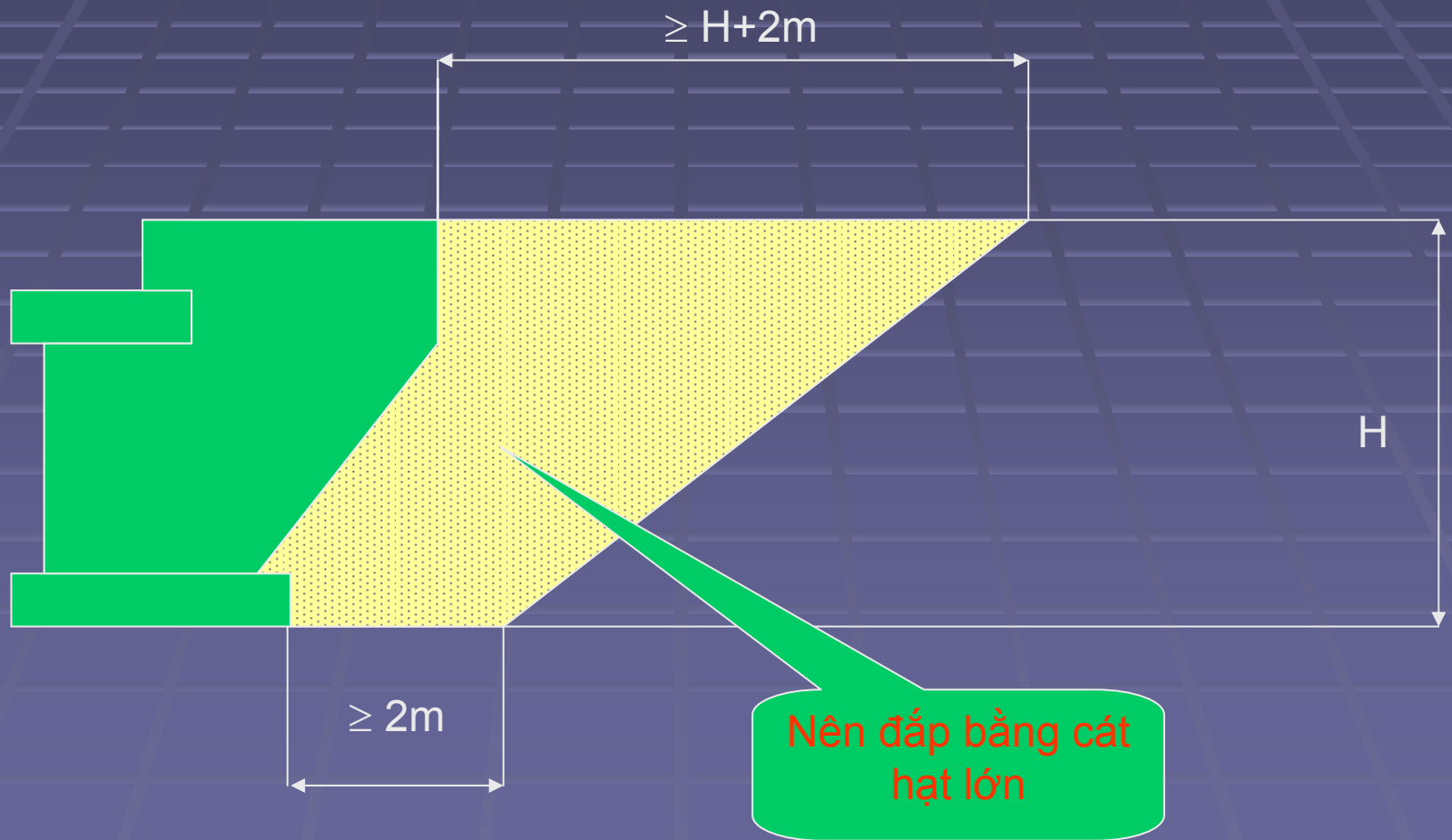


## 8. Đắp đất sau mố cầu, mô đất hình nón :

- Đắp đất thành từng lớp nằm ngang dày 15 ÷ 20cm trong phạm vi đắp. Đắp & đầm nén bằng thủ công hoặc các phương tiện đầm nén loại nhẹ cho đến khi đất đạt độ chặt yêu cầu.
- Đất ở mô đất hình nón được đắp đồng thời với đất đắp sau mố với kỹ thuật đắp đất tương tự.

Đắp đất trên cống, sau mố nên dùng loại đất dễ đầm nén, có tính nén lún nhỏ ( đất cát ).

# Mặt cắt dọc đắp đất sau mố



## 9. Một số lưu ý khi thi công nền đường đắp :

- ① Để đảm bảo độ chặt của đất ở mái dốc & hai bên vai đường, phải đắp đất rộng hơn thiết kế 20 ÷ 30cm; phần đất xốp bên ngoài sẽ được gạt bỏ khi hoàn thiện mái taluy đắp, nếu trồng cỏ thì không cần gạt bỏ.
- ② Thi công nền đắp đến đâu nên thi công lớp đáy áo đường ngay đến đáy để đảm bảo xe máy thi công qua lại không làm hư hỏng bề mặt nền đường.

- ③ Các lớp đất đắp phải đảm bảo bằng phẳng & đủ độ dốc ngang để tránh đọng nước, song cũng phải có độ dốc không lớn hơn 10% để xe máy thi công đi lại dễ dàng.
- ④ Sau khi đầm nén lớp dưới đạt độ chặt yêu cầu, trước khi san rải lớp trên phải xử lý liên kết giữa 2 lớp bằng 1 trong 2 cách :
- Tưới ẩm tạo dính bám  $2 \div 3$  lít/m<sup>2</sup>.
  - Đánh xòm bề mặt lớp dưới.

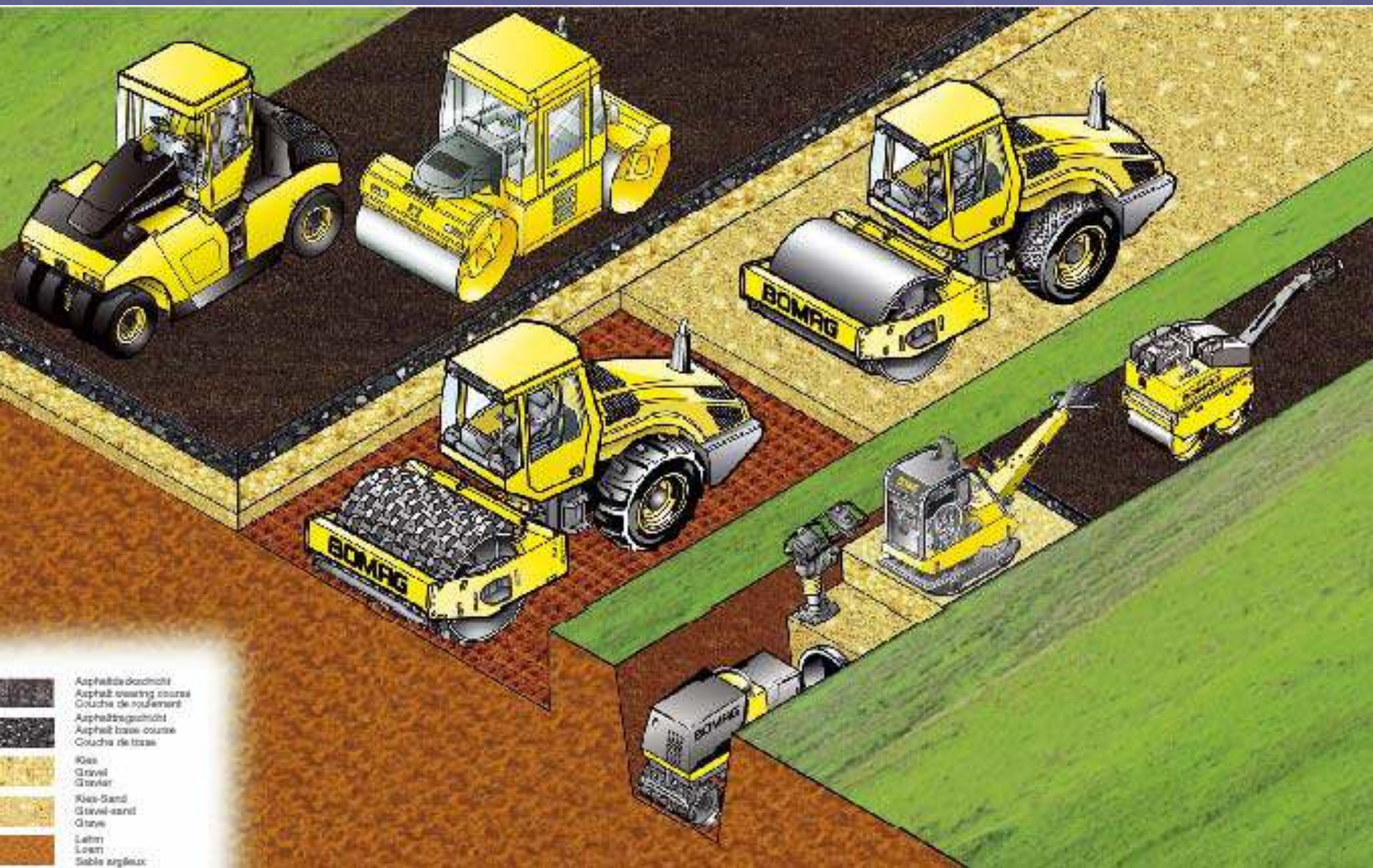
- ⑤ Lượng đất hao hụt trong quá trình vận chuyển phải được dự kiến trước, thường từ  $0,5 \div 1,5\%$  khối lượng đất tùy theo phương tiện, đường vận chuyển và cự ly vận chuyển đất.
- ⑥ Khi nền đắp cao, đắp qua đất yếu phải có các tính toán độ lún của nền đắp để tiến hành đắp bù lún cho phù hợp, đảm bảo tính toán đúng khối lượng đất đắp & cao độ hoàn công của nền đường đắp.

## ⑦ Hệ số độ chặt yêu cầu của phần nền đường đắp sát áo đường được quy định :

Loại công trình	Độ sâu tính từ đáy áo đường trở xuống ( cm)	Hệ số độ chặt yêu cầu $K_{yc}$	
		Đường có vận tốc thiết kế $\geq 40$ km/h	Đường có vận tốc thiết kế $< 40$ km/h
Khi áo đường dày trên 60cm	30	$\geq 0,98$	$\geq 0,95$
Khi áo đường dày dưới 60cm	50	$\geq 0,98$	$\geq 0,95$
Bên dưới chiều sâu kể trên	Đất mới đắp	$\geq 0,95$	$\geq 0,90$
	Nền tự nhiên	$\geq 0,85$	$\geq 0,85$

**Đắp sau mố cầu, sau lưng tường chắn nên tăng  $K_{yc}$  lên  $0,01 \div 0,02$ .**

1. Các vấn đề chung
2. Khái niệm chung về xây dựng nền đường
3. Công tác chuẩn bị thi công nền đường
4. Các phương án thi công nền đường
5. Công tác đầm nén đất nền đường
6. Thi công nền đường bằng máy
7. Thi công nền đường bằng nổ phá
8. Thi công nền đường trong các trường hợp đặc biệt
9. Công tác hoàn thiện & gia cố taluy



- Asphalt bitumeux
- Asphalt couvrant course
- Couche de roulement
- Asphalt granuleux
- Asphalt base course
- Couche de base
- Kies
- Gravel
- Gravier
- Kies-Sand
- Gravel-sand
- Grava
- Lehm
- Loam
- Sable argileux

# **Các nội dung chính**

- 1. Vai trò của công tác đầm nén đất**
- 2. Quá trình đầm nén**
- 3. Độ chặt yêu cầu**
- 4. Các biện pháp nâng cao hiệu quả ĐN**
- 5. Kỹ thuật đầm nén đất nền đường**

# Tiết 5.1 Mục đích, tác dụng của công tác đầm nén đất nền đường

## 1. Đặt vấn đề :

Trước đây, xây dựng nền đường thường không chú trọng khâu đầm nén đất mà nhờ vào tác dụng của trọng lượng bản thân nền đường, tải trọng xe cộ & các yếu tố khác để nền đường tiếp tục chặt lại & ổn định.

# Các làm này bộc lộ 1 số nhược điểm :

- Xe chạy trên nền đường mới đắp rất khó khăn.
- Nền đường thường xuất hiện các hiện tượng hư hỏng ( lún, sụt, trượt . . . ) kéo dài.
- Tại những vị trí nền đường không đủ cường độ hoặc không ổn định cường độ, kết cấu mặt đường hư hỏng theo.
- Thời gian chờ đợi nền đường tự ổn định rất dài, làm kéo dài thời gian xây dựng & thời kỳ hoàn vốn của tuyến đường.

# Hư hỏng nền mặt đường GTNT Hòa Liên



8 14:01

# Hư hỏng nền mặt đường đèo Rọ Tượng



Km  
1429+675  
(A)

19 5 20

# Hư hỏng nền mặt đường đèo Rọ Tượng



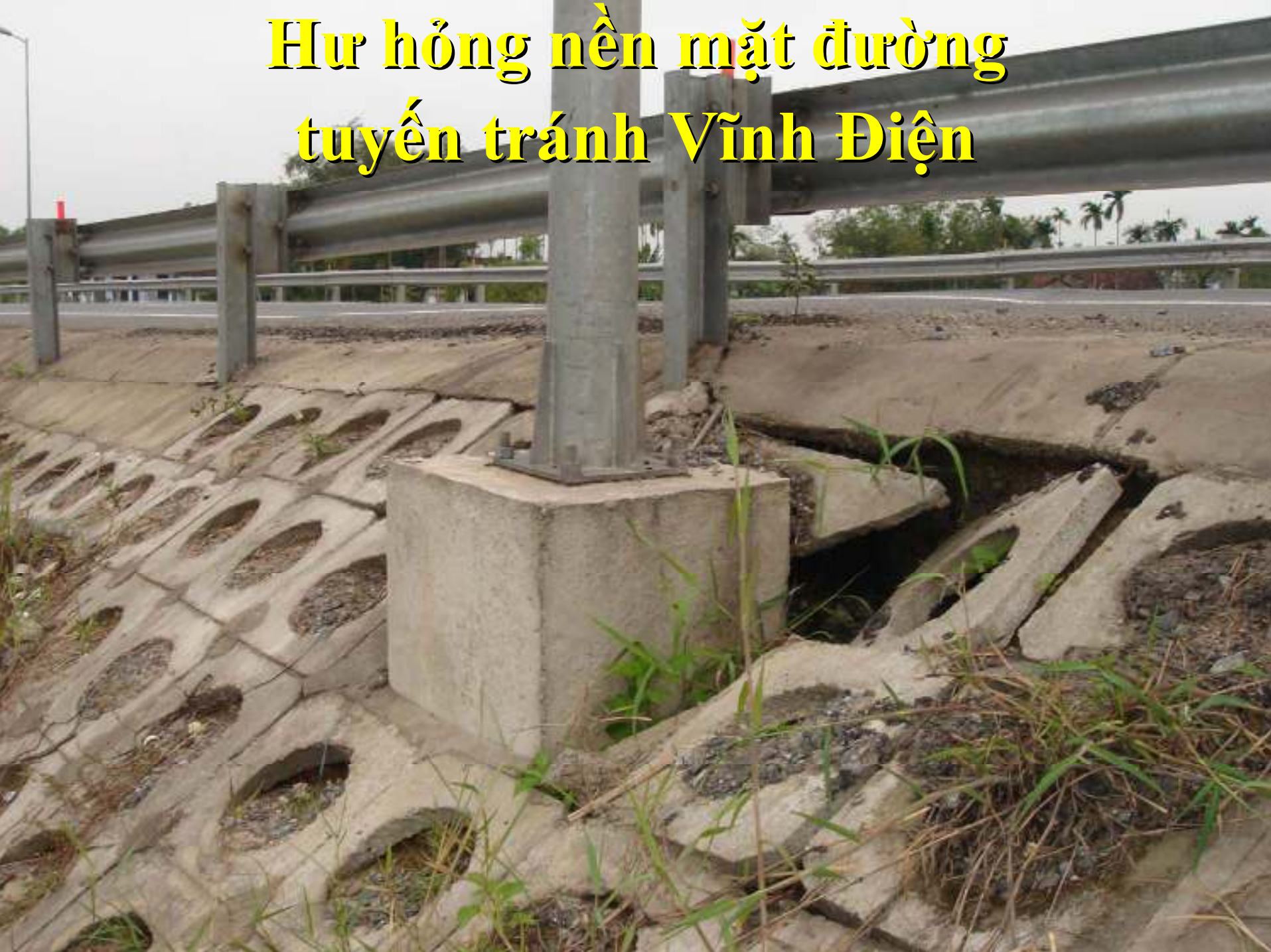
# Hư hỏng nền mặt đường cầu Bồng Sơn



# Hư hỏng nền mặt đường tuyến tránh Vĩnh Điện



# Hư hỏng nền mặt đường tuyến tránh Vĩnh Điện



## 2. Mục đích của công tác đầm nén đất :

Cải thiện kết cấu của đất, làm tăng cường độ chặt bằng cách đẩy không khí thoát ra ngoài, đảm bảo đất nền ( đào & đắp ) đạt độ chặt cần thiết, đủ cường độ & ổn định dưới tác dụng của trọng lượng bản thân, tải trọng xe cộ, các yếu tố khí hậu, thời tiết ngay sau khi thi công xong nền đường.

# Mô tả mục đích công tác đầm nén đất

## Vật liệu hình khối



Trước  
khi  
đầm nén

Sau  
khi  
đầm  
nén

## Vật liệu hình kim



### 3. Tác dụng của công tác đầm nén đất :

- ① Nâng cao cường độ nền đường nhờ tăng độ chặt, nhờ đó tính biến dạng của nền đường giảm, môđun đàn hồi của nền đường tăng lên ( $E_0$ ), có thể giảm bớt chiều dày kết cấu mặt đường bên trên mà không làm giảm chất lượng khai thác của tuyến đường ( $E_{ch} = \text{const}$ ).

- ② Tăng cường sức kháng cắt của đất, nâng cao độ ổn định cơ học của mái taluy đắp.
- ③ Thành phần lực dính & góc ma sát trong của đất nền đường được nâng cao, cho phép đắp nền đường với độ dốc mái taluy lớn hơn, tiết kiệm được công đắp đất & giảm được diện tích đất mà đường chiếm chỗ.

④ Độ chặt của đất được tăng cường, độ rỗng giảm đi, làm giảm tính thấm hơi, thấm nước, giảm nhỏ tính co rút & chiều cao mao dẫn của đất, cải thiện được chế độ thủy nhiệt của nền-mặt đường, kéo dài tuổi thọ của kết cấu mặt đường.

# Tiết 5.2 Quá trình đầm nén đất

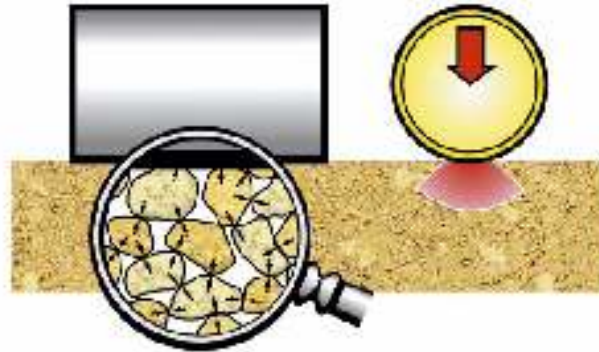
## 1. Quá trình đầm nén đất :

Là quá trình tác dụng của **tải trọng tức thời & tải trọng chấn động**.

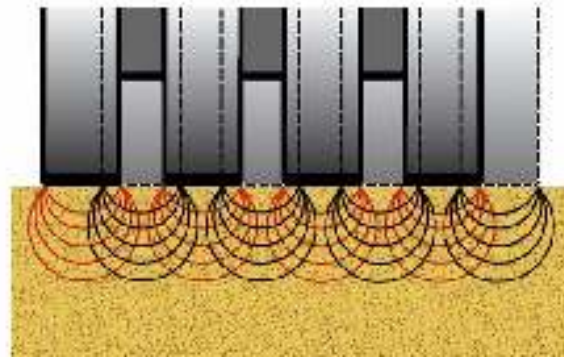
Dưới tác dụng của tải trọng đầm nén, trong lớp đất đầm nén phát sinh sóng ứng suất-biến dạng.

Dưới tác dụng của sóng ỨS-BD lan truyền trong đất, đầu tiên các hạt đất bị **nén đàn hồi**.

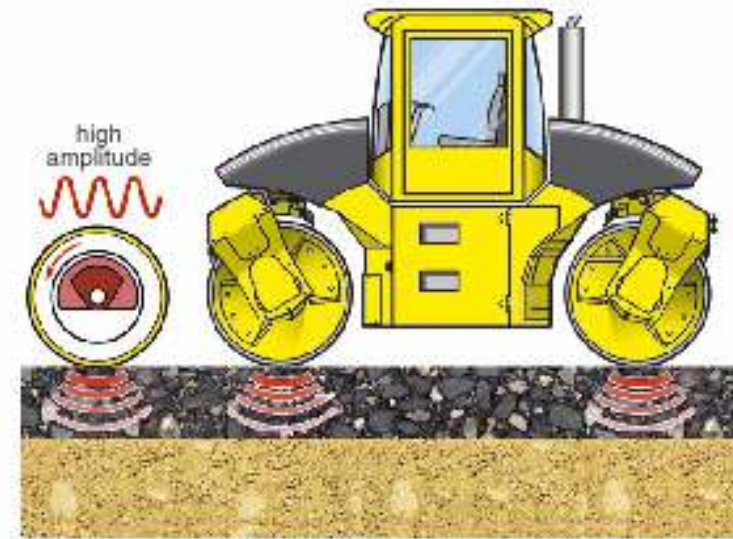
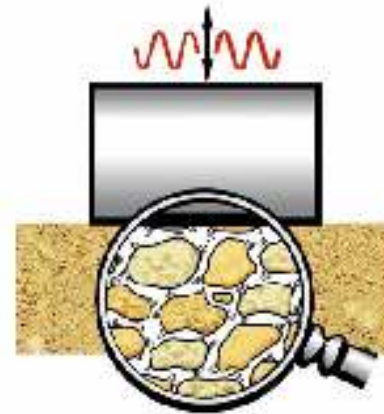
# Lu bánh cứng



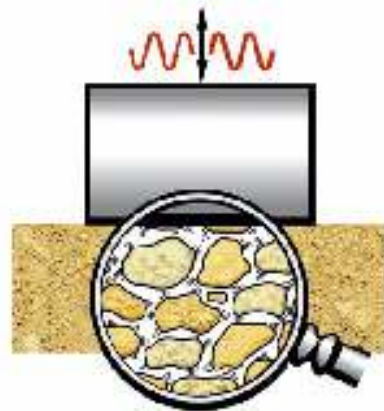
# Lu bánh lốp



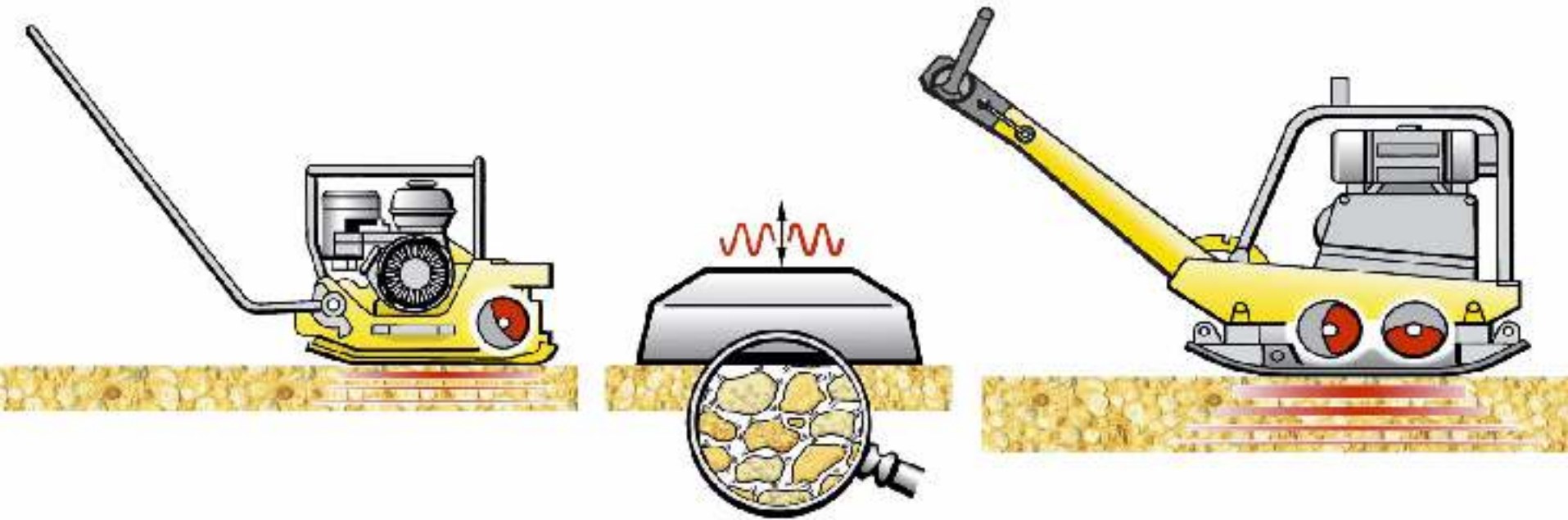
# Lu rung 2 bánh chủ động



# Lu rung 1 bánh chủ động



# Đầm chân động



Nhưng do tải trọng đầm nén **trùng phục** (tác dụng lặp đi lặp lại nhiều lần), với áp lực ngày càng tăng nên màng mỏng pha lỏng bao bọc các hạt đất dần bị phá hoại, ma sát giữa các hạt giảm, các hạt dần dịch chuyển đến vị trí ổn định mới, hạt nhỏ lấp đầy lỗ rỗng còn lại giữa các hạt lớn, không khí bị đẩy ra ngoài, **biến dạng không hồi phục dần tích lũy lại độ chặt của đất tăng dần ( số lượng liên kết & tiếp xúc trong 1 đơn vị thể tích đất tăng lên )**.

Các hạt đất được đẩy sát vào nhau nên phát sinh các tiếp xúc và liên kết mới ( chất lượng liên kết thay đổi theo chiều hướng có lợi ).

Vì vậy, sau khi đầm nén lớp đất có cường độ & độ ổn định cường độ hơn hẳn cấu trúc ban đầu.

# Đất nền đường trước & sau khi đầm nén

## Vật liệu hình khối



Trước  
khi  
đầm nén

Sau  
khi  
đầm  
nén

## Vật liệu hình kim



## 2. Bản chất vật lý của việc đầm nén đất :

Muốn đầm nén lớp đất nền đường chặt lại thì tải trọng đầm nén phải tạo ra được các biến dạng dư, tích lũy dần trong lớp đất đầm nén.

Muốn vậy, tải trọng đầm nén phải **lớn hơn cường độ giới hạn** của lớp đất đầm nén.

**Cường độ giới hạn** của lớp đất phụ thuộc vào loại đất, độ chặt, độ ẩm & tốc độ biến dạng của lớp đất.

# Cường độ giới hạn của một số loại đất

Loại đất	Cường độ giới hạn (daN/cm <sup>2</sup> )		
	Khi lu bằng lu		Khi đầm
	Bánh cứng	Bánh lốp	
Á cát, á sét, đất bụi	3 ÷ 6	3 ÷ 4	3 ÷ 7
Á sét	6 ÷ 10	4 ÷ 6	7 ÷ 12
Á sét nặng	10 ÷ 15	6 ÷ 8	12 ÷ 20
Sét	15 ÷ 18	8 ÷ 10	20 ÷ 23

## Nhận xét :

- Cường độ giới hạn của đất á sét, sét lớn hơn nhiều so với đất á cát, cát; chính vì vậy đất sét (đất dính) còn được gọi là loại đất khó đầm nén, đất cát (đất rời) được gọi là loại đất dễ đầm nén.
- Cường độ giới hạn của đất khi lu lèn bằng lu bánh lốp thường nhỏ hơn nhiều khi lu bằng lu bánh cứng hoặc đầm.

**Muốn đầm nén chặt đất, như đã nêu áp lực đầm nén phải lớn hơn cường độ giới hạn của đất 1 chút; song nếu quá lớn lớp đất đầm nén sẽ bị phá hoại (trôi, trượt) dưới tác dụng của tải trọng.**

Cùng 1 loại đất, cùng một trạng thái vật lý khi đầm nén, cường độ giới hạn của đất sẽ tăng dần trong quá trình đầm nén cùng với quá trình tăng độ chặt. Vì vậy, trong giai đoạn đầu của quá trình đầm nén, chỉ nên dùng các loại lu nhẹ, khi đất chặt dần mới thay lu nhẹ bằng các loại lu khác nặng hơn.

Muốn đất đạt đến độ chặt nhất định, biến dạng dư phải tích lũy đến một giá trị đủ lớn. Thông thường các phương tiện đầm nén có thời gian tác dụng rất ngắn ( $0,05 \div 0,07$  giây), vì thế muốn đất đạt độ chặt tải trọng đầm nén thường phải lặp đi lặp lại nhiều lần trên 1 điểm trong lớp đất (lượt/điểm). Nghiên cứu quan hệ giữa số lượt đầm nén & độ chặt của lớp đất ta có công thức :

$$\delta = \delta_1 + \alpha \cdot \lg(N+1)$$

trong đó :

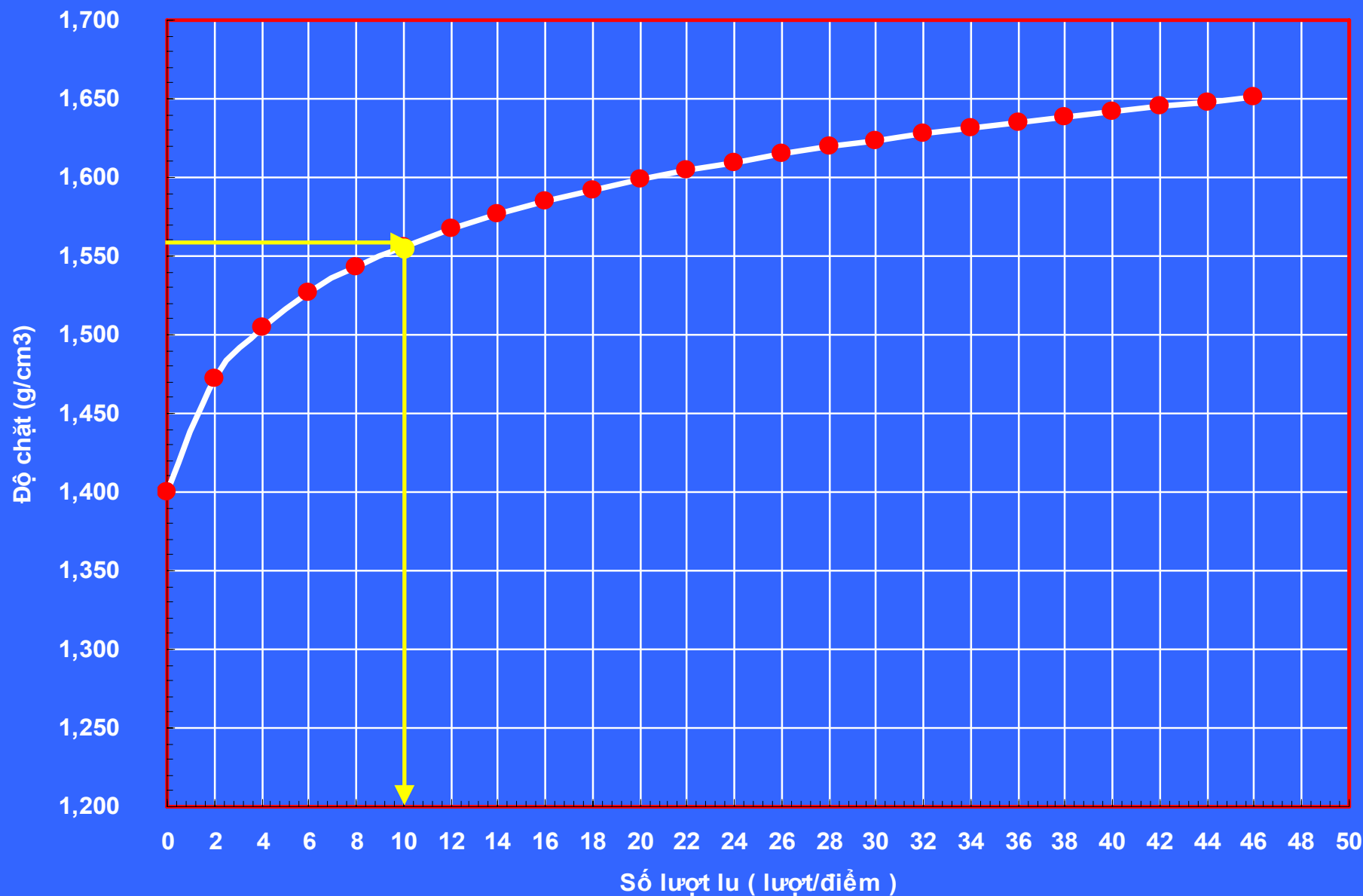
**N** - số lượt đầm nén (lượt/điểm).

**$\delta_1$**  - khối lượng thể tích (độ chặt) ban đầu của lớp đất ( $\text{g/cm}^3$ ).

**$\delta$**  - độ chặt đạt được sau N lần đầm nén ( $\text{g/cm}^3$ ).

**$\alpha$**  - hệ số đặc trưng cho khả năng nén chặt của các loại đất (  $0,1 \div 0,3$  ).

# Biểu đồ quan hệ Độ chặt - Số lượt đầm nén



## Nhận xét :

- Cùng một loại phương tiện đầm nén, nếu đạt đến một số lượt lu lèn nào đó (nhq), tốc độ tăng độ chặt rất chậm. Lúc này muốn độ chặt tiếp tục tăng nhanh, phải thay thế bằng phương tiện đầm nén khác nặng hơn.

# Tiết 5.3 Độ chặt yêu cầu của đất nền đường

## 1. Khái niệm :

Trong quá trình khai thác, nền đường có thể phát sinh các biến dạng :

- Cố kết dưới tác dụng của trọng lượng bản thân.
- Lún do tác dụng của hoạt tải.
- Biến dạng do độ ẩm thay đổi : nở thể tích khi độ ẩm tăng hoặc co rút khi khô hanh.

Các loại đất, sau một quá trình chịu tác dụng của tải trọng, nhiệt độ & độ ẩm sẽ chuyển đến **một trạng thái ổn định cuối cùng ( đặc trưng bằng độ chặt & độ ẩm nhất định )**. Trạng thái này phụ thuộc vào trị số của ứng suất tác dụng, chế độ thủy nhiệt của nền mặt đường & loại đất nền đường.

Nếu đất nền được đầm nén đến độ chặt lớn hơn giá trị ở trạng thái này thì khi bị ẩm ướt độ chặt của đất hầu như không giảm & độ ẩm chỉ tăng chút ít.

Như vậy, để đảm bảo đất nền đường ổn định trong quá trình khai thác, phải đầm nén đất đến trạng thái ít thay đổi nhất. **Tiêu chuẩn đánh giá độ chặt chính là dung trọng khô của đất.**

Theo cách làm này, với mỗi loại đất, tiến hành thí nghiệm **đầm nén tiêu chuẩn** để xác định dung trọng khô tối đa ( $\delta_0$ ), sau đó tùy thuộc vào vị trí lớp đất trong nền đường, kinh nghiệm khai thác đường mà quy định hệ số đầm nén  **$K_{yc}$**  ( còn được gọi là độ chặt yêu cầu).

$$\mathbf{K}_{yc} = \frac{\delta_{yc}}{\delta_o} ; \text{ hay } \mathbf{K}_{yc} = \frac{\gamma_{yc}}{\gamma_{cmax}}$$

trong đó :

$\delta_o$  ( hoặc  $\gamma_{cmax}$  ) gọi là dung trọng khô lớn nhất ( hoặc độ chặt tốt nhất ).

$\delta_{yc}$  ( hoặc  $\gamma_{yc}$  ) gọi là dung trọng khô yêu cầu ( hoặc độ chặt yêu cầu ).

$$\delta_{yc} = \delta_o \cdot \mathbf{K}_{yc} ; \text{ hay } \gamma_{yc} = \gamma_{cmax} \cdot \mathbf{K}_{yc}$$

# Hệ số độ chặt yêu cầu của nền đường được quy định ( theo TCVN 4054:1998):

Loại công trình	Độ sâu tính từ đáy áo đường trở xuống ( cm)	Hệ số độ chặt yêu cầu $K_{yc}$	
		Đường có vận tốc thiết kế $\geq 40$ km/h	Đường có vận tốc thiết kế $< 40$ km/h
Khi áo đường dày trên 60cm	30	$\geq 0,98$	$\geq 0,95$
Khi áo đường dày dưới 60cm	50	$\geq 0,98$	$\geq 0,95$
Bên dưới chiều sâu kể trên	Đất mới đắp	$\geq 0,95$	$\geq 0,90$
	Nền tự nhiên	$\geq 0,85$	$\geq 0,85$

## 2. Thí nghiệm đầm nén tiêu chuẩn:

**2.1. Lịch sử :** phương pháp thí nghiệm này được R.Proctor - 1 kỹ sư người Anh đề ra năm 1930 (Proctor Standard). Sau đó được nhiều nước áp dụng & cải biên cho phù hợp với tình hình xây dựng đường hiện đại (Proctor Modify).

**2.2. Mục đích :** xác định độ chặt tốt nhất và độ ẩm tốt nhất của đất ứng với 1 công đầm nén tiêu chuẩn, thông qua việc xây dựng mối quan hệ giữa độ chặt & độ ẩm của đất trong quá trình đầm nén.

## 2.3. Các phương pháp thí nghiệm :

### *a. Theo tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN 4201:1995 ):*

- Sử dụng cối đằm nén tiêu chuẩn.
- Cối đằm có thể tích  $1000\text{cm}^3$ .
- Chày đằm nặng  $2,5\text{kg}$ .
- Chiều cao rơi của chày đằm  $30\text{cm}$ .
- Số lớp đất đằm 03 lớp.

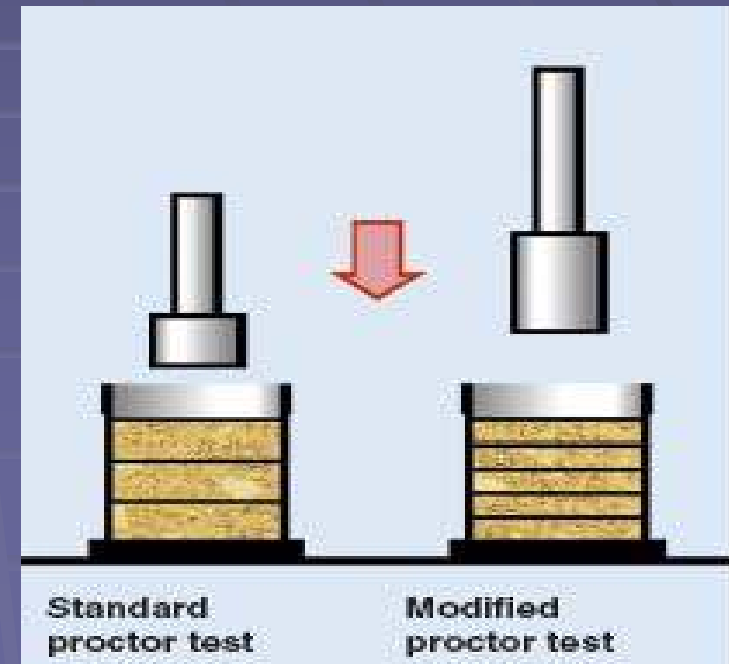
# Thông số kỹ thuật của dụng cụ đầm nén

## ( Theo TCVN 4201:1995 )

Phương pháp		A			B		
Loại đất		Cát, Á cát	Sét, Á sét $I_p \leq 30$	Sét $I_p > 30$	Cát, Á cát	Sét, Á sét $I_p \leq 30$	Sét $I_p > 30$
Khuôi cối	D, cm	10	10	10	10	10	10
	H, cm	12,7	12,7	12,7	12,7	12,7	12,7
	V, cm <sup>3</sup>	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Chày đầm	D, cm	10	10	10	5	5	5
	G, kg	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
	Hrơi, cm	30	30	30	30	30	30
Quy cách đầm	Số lớp	3	3	3	3	3	3
	Chày/lớp	25	40	50	25	40	50
Tổng công KN.cm		5518	8829	11036	5518	8829	11036
Công Đ.vị KN.cm/cm <sup>3</sup>		5,518	8,829	11,036	5,518	8,829	11,036

## ***b. Theo tiêu chuẩn Theo AASHTO :***

- Sử dụng cối tiêu chuẩn (Standard-A4) hoặc cối cải tiến (Modify-A6).
- Cối đầm có thể tích  $943\text{cm}^3$  hoặc  $2124\text{cm}^3$ .
- Chày đầm nặng  $2,5\text{kg}$  (T99) hoặc  $4,5\text{kg}$  (T180).
- Chiều cao rơi của chày đầm  $30,5\text{cm}$  (T99) hoặc  $47,5\text{cm}$  (T180).
- Số lớp đất đầm 3 lớp (T99) hoặc 5 lớp (T180).



# Thông số kỹ thuật của dụng cụ đầm nén theo AASHTO

Phương pháp		AASHTO T99				AASHTO T180			
		A	B	C	D	A	B	C	D
Đất lọt sàng		4,75 mm		19mm		4,75mm		19mm	
Khuôn cối	V, cm <sup>3</sup>	943	2124	943	2124	943	2124	943	2124
	H, mm	116.43							
	D, mm	101.6	152.4	101.6	152.4	101.6	152.4	101.6	152.4
Chày đầm	D, mm	50.8							
	G, kg	2.495				4.563			
	Hrơi,mm	305				475			
Quy cách đầm	Số lớp	3				5			
	chày/lớp	25	56	25	56	25	56	25	56
Tổng công, KN.m		5599	12541	5599	12541	26578	59535	26578	59535
Công đơn vị, KN.m/cm <sup>3</sup>		5937	5905	5937	5905	28185	28030	28185	28030

## **2.4. Dụng cụ thí nghiệm :**

- Bộ cối & chày đằm nén tùy theo phương pháp.
- Dụng cụ rút gọn mẫu.
- Dụng cụ thí nghiệm độ ẩm của đất.
- Dụng cụ trộn mẫu.
- Cân kỹ thuật 15kg độ chính xác 1g.

S187÷S194-07









V178+V179-06





## 2.5. Chuẩn bị thí nghiệm :

- Đo đạc kích thước cối dưới, tính thể tích.
- Cân khối lượng đế cối & cối dưới.
- Phơi mẫu đất khô gió, nghiền vỡ các hạt kết bằng chày cao su.
- Xác định % lượng lọt sàng tùy theo phương pháp thí nghiệm.
- Xác định khối lượng riêng hạt trên sàng.
- Cân khoảng 7 ÷ 9kg đất lọt sàng, trộn ẩm để độ ẩm đạt khoảng 4 ÷ 10% tùy theo loại đất.
- Ủ đất tối thiểu 1 giờ cho đất ẩm đều.

## 2.6. Thí nghiệm đầm nén :

- Cho đất vào cối thành từng lớp, đầm với số chày đầm quy định ( 3 ÷ 5 lớp ). Đầm xong, tháo cối trên, đất phải cao hơn mặt cối dưới nhưng không quá 5mm.
- Tháo cối trên, gạt đất cho bằng mặt cối dưới, vệ sinh, cân khối lượng.
- Tháo đất khỏi cối, lấy 02 phần đất ở giữa xác định độ ẩm.
- Bóp vụn đất, trộn thêm nước để độ ẩm tăng khoảng 2 ÷ 4% so với ban đầu.



- Ủ mẫu tối thiểu 15 phút.
- Tiếp tục đun cối thứ 2 tương tự cối 1.
- Các cối đun tiếp theo trộn thêm nước để độ ẩm tăng khoảng  $2 \div 4\%$  so với cối trước.
- Đun các cối cho đến khối lượng cối dưới & đất ẩm không tăng nữa thì đun thêm 1 đến 2 cối.

## 2.7. Tính toán kết quả :

- Tính độ ẩm trung bình, khối lượng thể tích ẩm của các cồi đất 1, 2, 3, 4, 5 ...

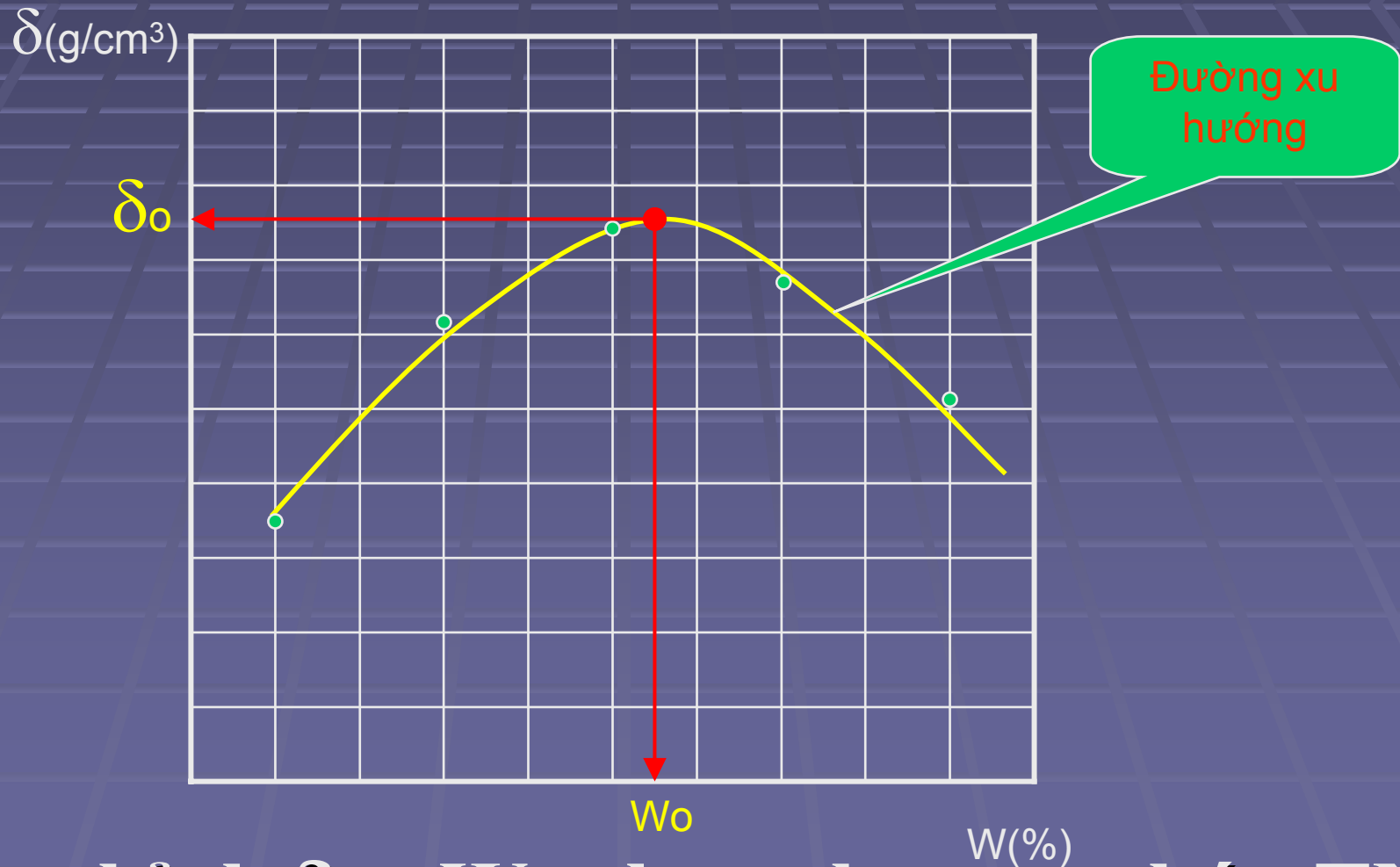
$$W_i^{TB} = \frac{W_i^1 + W_i^2}{2}, (\%)$$

$$\delta_{wi} = \frac{G_{c+d}}{V_c}, (g/cm^3)$$

- Tính khối lượng thể tích khô của các cồi đất đầm nén.

$$\delta_{ki} = \frac{\delta_{wi}}{1 + W_i^{TB}}, (g/cm^3)$$

- Vẽ biểu đồ tương quan  $\delta - W$ .
- Xác định các giá trị  $\delta_0 - W_0$  từ biểu đồ.



- Hiệu chỉnh  $\delta_0 - W_0$  theo phương pháp TN

# Giá trị tham khảo của $\delta_0 - W_0$

Loại đất	Độ ẩm tốt nhất (%)	Độ chặt lớn nhất ( khối lượng thể tích khô lớn nhất đầm nén theo TCVN) ( g/cm <sup>3</sup> )
Cát	8 ÷ 12	1,75 ÷ 1,95
Á cát	9 ÷ 15	1,85 ÷ 1,95
Cát bụi	14 ÷ 23	1,60 ÷ 1,82
Á sét nhẹ	12 ÷ 18	1,65 ÷ 1,85
Á sét nặng	15 ÷ 22	1,60 ÷ 1,80
Á sét bụi	17 ÷ 23	1,58 ÷ 1,78
Sét	18 ÷ 25	1,55 ÷ 1,75
Á sét lẫn sỏi sạn	14 ÷ 22	1,65 ÷ 2,05
Sét lẫn sỏi sạn	18 ÷ 25	1,70 ÷ 2,15

### 3. Các yếu tố ảnh hưởng đến công tác đầm nén đất:

**3.1. Độ ẩm** : quan sát đường cong quan hệ  $\delta - W$  với 1 công đầm nén không đổi nhận thấy :

- Khi  $W < W_0$  - độ ẩm của đất tăng lên, độ chặt đạt được cũng tăng lên.
- Khi  $W > W_0$  - Khi độ ẩm của đất càng tăng, độ chặt đạt được càng giảm đi.

## Giải thích :

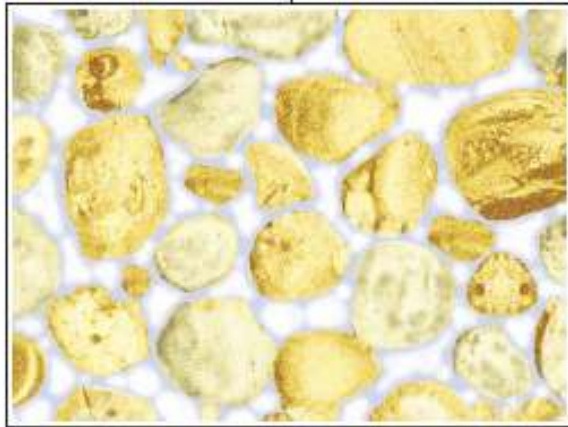
\* **Khi  $W < W_0$**  : nước trong đất đóng vai trò như một chất bôi trơn. Khi độ ẩm nhỏ, màng nước không đủ bao bọc các hạt đất, ma sát giữa các hạt lớn, công đầm nén phải hao tốn một lượng đáng kể để thắng lực ma sát trước khi đẩy các hạt đến vị trí ổn định mới, độ chặt của đất đầm nén đạt được nhỏ.

Khi độ ẩm tăng, ma sát giữa các hạt giảm, độ chặt của đất đầm nén tăng lên.

\* **Khi  $W > W_0$**  : màng nước bao bọc các hạt có chiều dày lớn, công đầm nén phải hao tốn một lượng để làm biến dạng màng nước trước khi đẩy các hạt đến vị trí ổn định, độ chặt của đất đầm nén càng nhỏ đi nếu độ ẩm càng tăng.

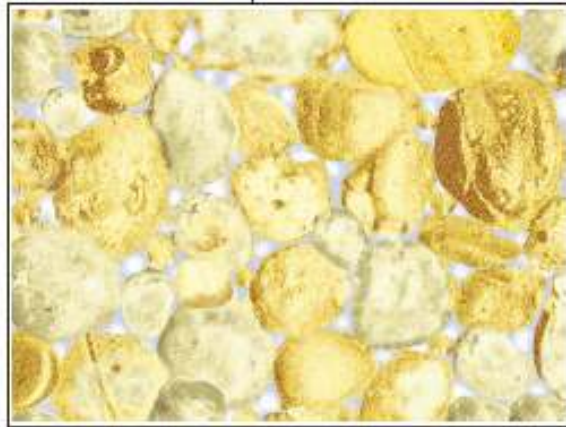
Khi tăng lên nữa, nước trong đất liên kết lại với nhau, lúc này xảy ra hiện tượng "cao su" - áp lực của tải trọng đầm nén chỉ làm tăng áp lực nước lỗ rỗng trong đất mà không làm đất chặt lại.

Như vậy, đầm nén đất ở độ ẩm tốt nhất  
Wo thì lớp đất đầm nén sẽ đạt được  
độ chặt lớn nhất mặc dù công đầm  
nén không đổi.



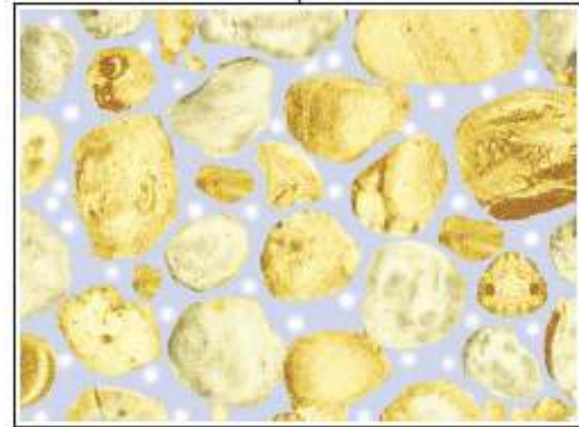
**low moisture content**

- high internal friction
- low density



**optimum moisture content**

- best compactability
- max. density

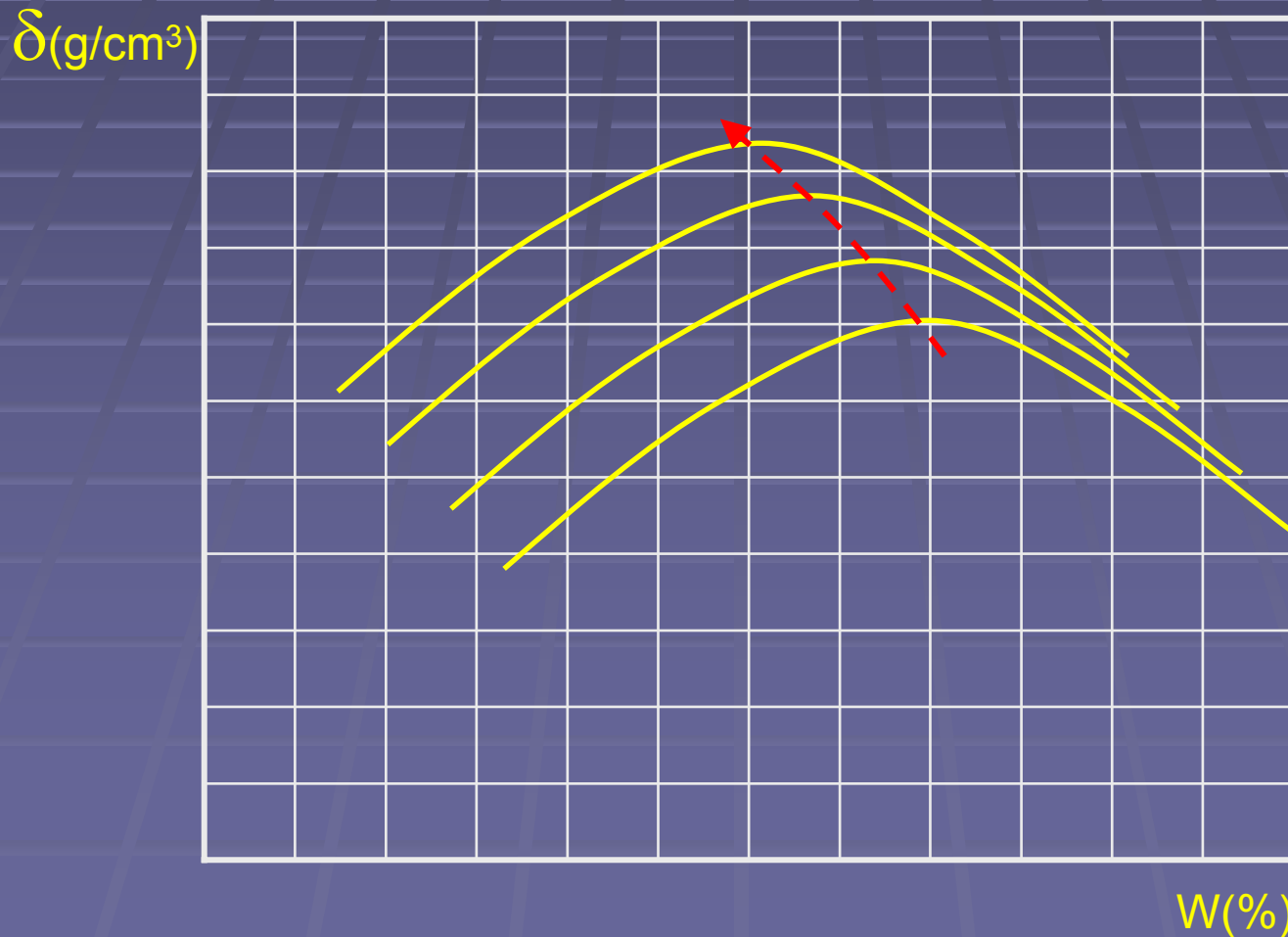


**high moisture content**

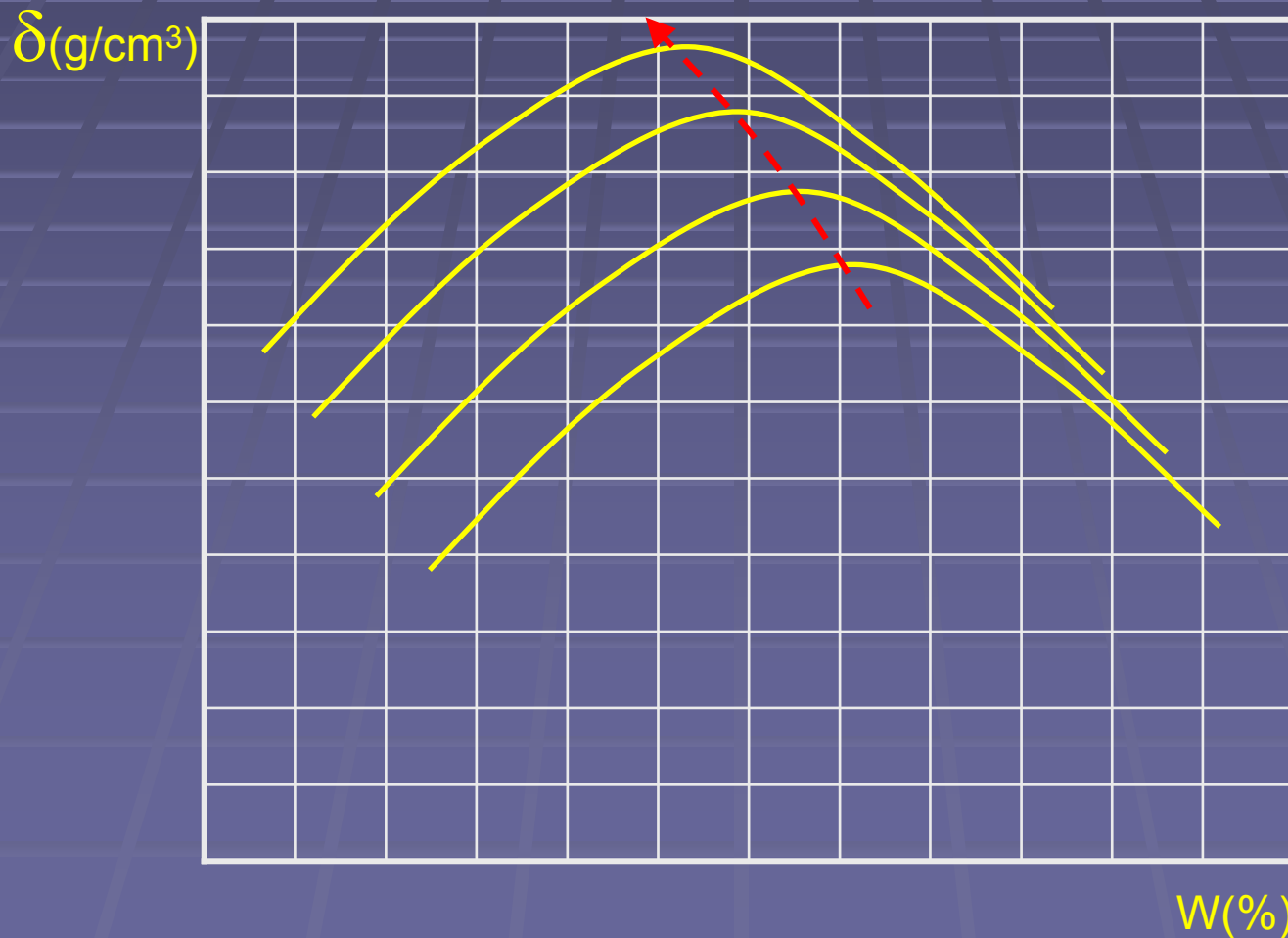
- high water pressure
- low density

## 3.2. Công đầm nén : khi công đầm nén thay đổi, độ chặt đạt được cũng thay đổi.

Biểu đồ quan hệ Độ chặt - Độ ẩm khi tăng công đầm nén bằng cách giữ nguyên trọng lượng búa & chiều cao rơi, thay đổi số lần đầm nén/lớp)



**Biểu đồ quan hệ Độ chặt - Độ ẩm khi tăng công đầm nén bằng cách giữ nguyên số lần đầm nén/lớp, thay đổi trọng lượng búa)**

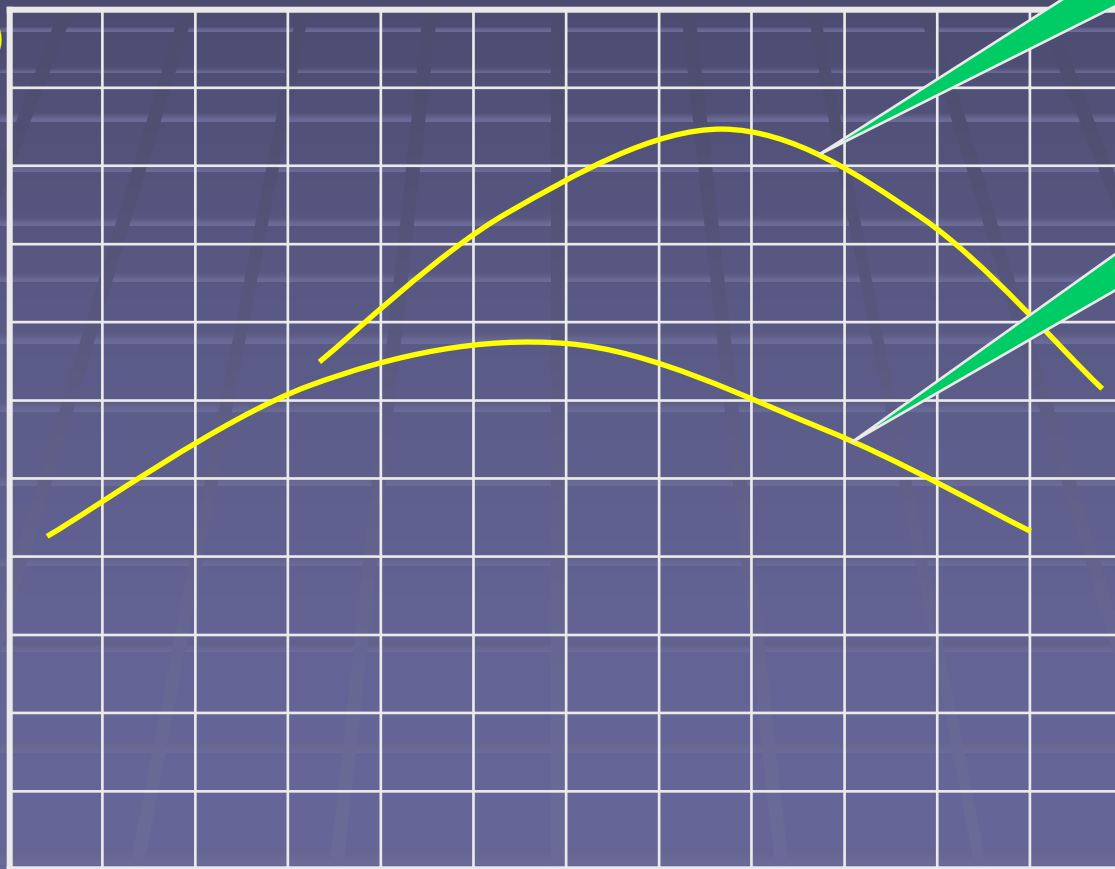


**Nhận xét:** khi tăng công đầm nén, độ chặt tốt nhất của đất tăng lên & độ ẩm tốt nhất giảm đi.

Song các nghiên cứu cho thấy : nếu đất đầm nén đạt độ chặt ở độ ẩm khác độ ẩm tốt nhất Wo thì khi bị ẩm ướt, sức kháng cắt & môđun đàn hồi của đất giảm nhiều. Hay nói cách khác, đất được đầm nén ở độ ẩm tốt nhất ổn định cường độ khi bị ẩm ướt.

### 3.3. Loại đất : các loại đất khác nhau có ảnh hưởng lớn đến công tác đầm nén, đất rời ảnh hưởng của độ ẩm đến quá trình đầm nén ít hơn đất dính.

$\delta$ (g/cm<sup>3</sup>)



Đất dính

Đất rời

$W$ (%)

**Ngoài ra, các loại đất đều hạt thường khó  
đầm nén hơn các loại đất có cấp phối tốt  
(khe hở giữa các hạt lớn được chêm  
chèn bởi các hạt nhỏ hơn).**

# Tiết 5.4 Các biện pháp nâng cao hiệu quả đầm nén đất

## 1. Quan hệ giữa các yếu tố và HQĐN :

Nghiên cứu khối đất đầm nén đơn vị, có được quan hệ giữa độ chặt đạt được của đất & các yếu tố ảnh hưởng :

$$\delta = \delta_{\max} \left( 1 - e^{-\frac{\beta \cdot p}{E_0}} \right) \text{ hay } \delta = \delta_{\max} \left( 1 - \frac{1}{e^{\frac{\beta \cdot p}{E_0}}} \right)$$

$$\delta = \delta_{\max} \left( 1 - e^{-\frac{\beta \cdot p}{E_0}} \right) \text{ hay } \delta = \delta_{\max} \left( 1 - \frac{1}{e^{\frac{\beta \cdot p}{E_0}}} \right)$$

Trong đó :

$\delta$  - độ chặt đạt được của đất nền đường.

$\delta_{\max}$  - độ chặt lớn nhất của đất.

$p$  - áp lực đầm nén.

$E_0$  - môđun đàn hồi của lớp đất đầm nén.

$$\beta = 1 - \frac{2\mu^2}{1-\mu} \quad \mu - \text{hệ số poát-xông}$$

## 2. Các biện pháp nâng cao hiệu quả ĐN:

Từ công thức chúng ta nhận thấy muốn tăng cường độ chặt đạt được (tăng hiệu quả công tác đầm nén) phải :

- Tăng áp lực đầm nén  $p$ .
- Giảm môđun đàn hồi của lớp đất  $E_0$ .
- Giảm hệ số poát-xông  $\mu$ .

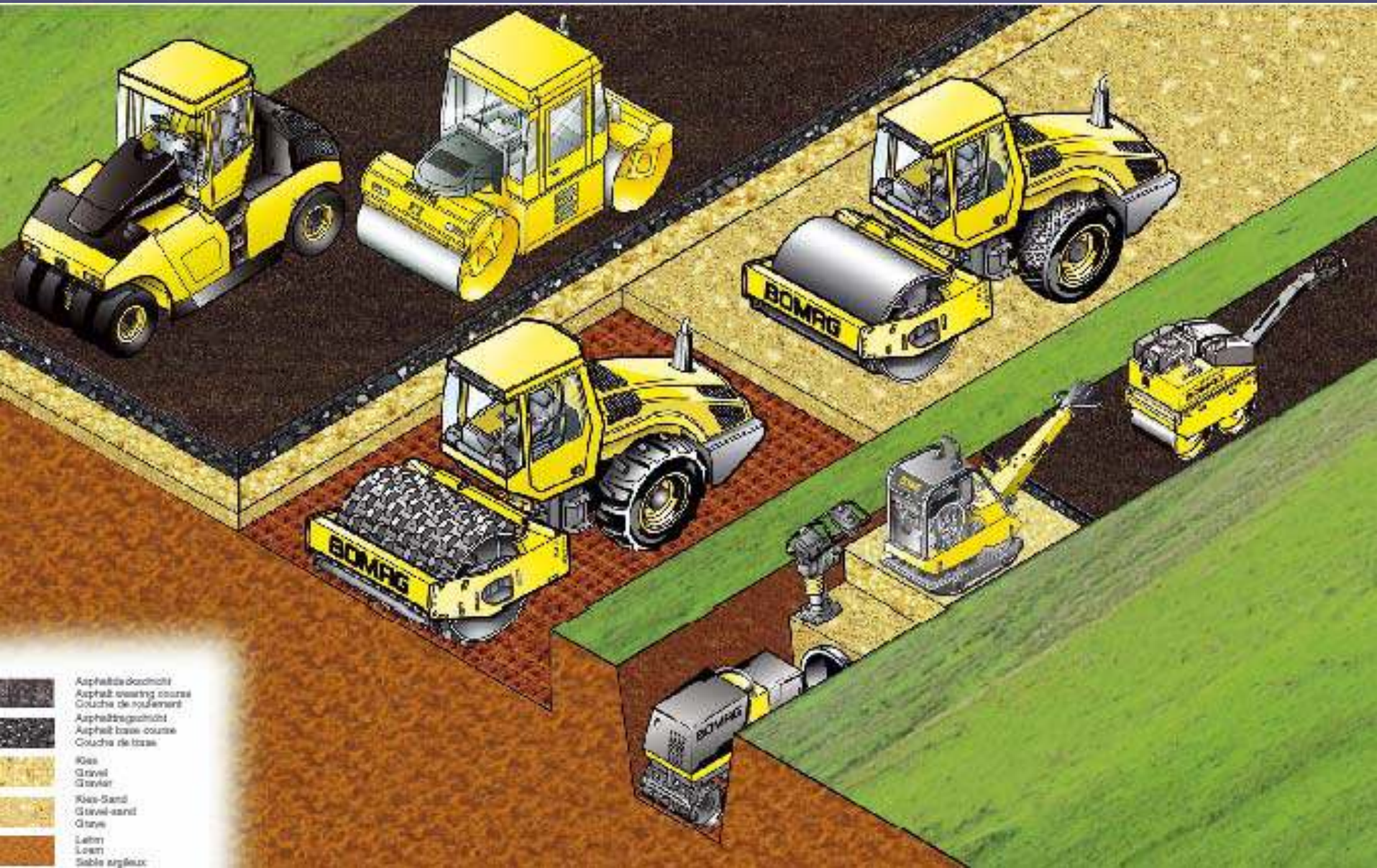
$$\delta = \delta_{\max} \left( 1 - \frac{1}{e^{\frac{\beta \cdot p}{E_0}}} \right)$$

- Tăng áp lực đầm nén  $p$  : sử dụng các loại lu có áp lực cao, đủ để khắc phục sức cản của đất trong từng giai đoạn đầm nén.
- Giảm  $E_0$  của lớp đất đầm nén: trộn ẩm để đất đạt độ ẩm  $W_0$  trước khi đầm nén.

Không kéo dài thời gian lu lèn, đảm bảo luôn lu lèn đất ở độ ẩm tốt nhất.

- Giảm hệ số poát-xông  $\mu$  : hạn chế đất nở hông bằng cách lu lèn từ ngoài vào trong, sử dụng các phương tiện đầm nén có diện tích tiếp xúc lớn.

# Tiết 5.5. Kỹ thuật đầm nén đất



- Asphaltdeckschicht  
Asphalt wearing course  
Couche de roulement
- Asphaltträgerchicht  
Asphalt base course  
Couche de base
- Kies  
Gravel  
Gravier
- Kies-Sand  
Gravel-sand  
Grave
- Lehm  
Loam  
Sable argileux

## 2. Chọn phương pháp đầm nén :

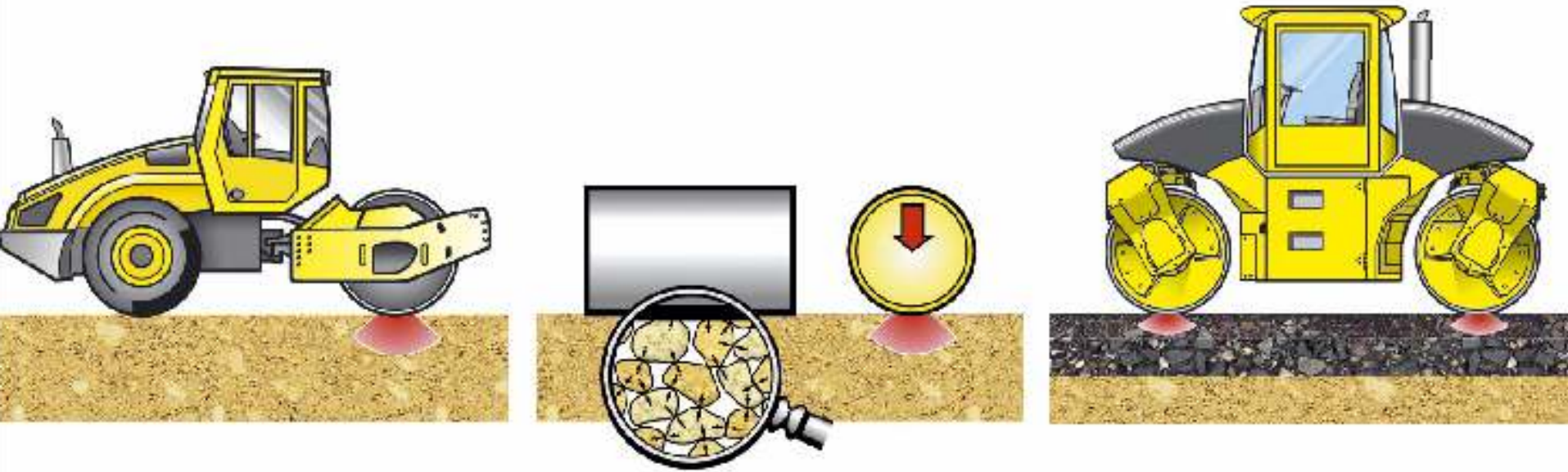
- Phương pháp lu lèn : sử dụng phổ biến nhất do có chi phí đầm nén thấp, có thể đầm nén mọi loại vật liệu.
- Phương pháp đầm : dùng ở phạm vi phương tiện lu lèn không thể thực hiện được.
- Phương pháp chấn động, đầm-chấn động & lu-chấn động : áp dụng cho các loại vật liệu rời, ít dính, có tính xúc biến.

### 3. Chọn phương tiện lu lèn :

**3.1. Lu bánh cứng :** có thể lu lèn mọi loại đất (trừ các loại đất có lẫn hòn, cục, tảng lớn). Song do có chiều rộng vệt tác dụng nhỏ & giảm dần trong quá trình đầm nén; ứng suất phân bố trên bề mặt lớp đất lớn nhanh theo chiều sâu loại đất dính kém hiệu đầm nén hiệu quả các cao.



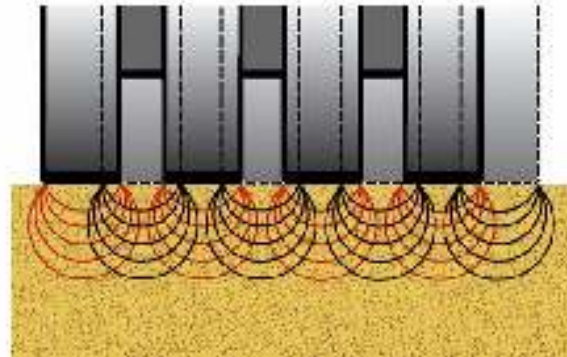
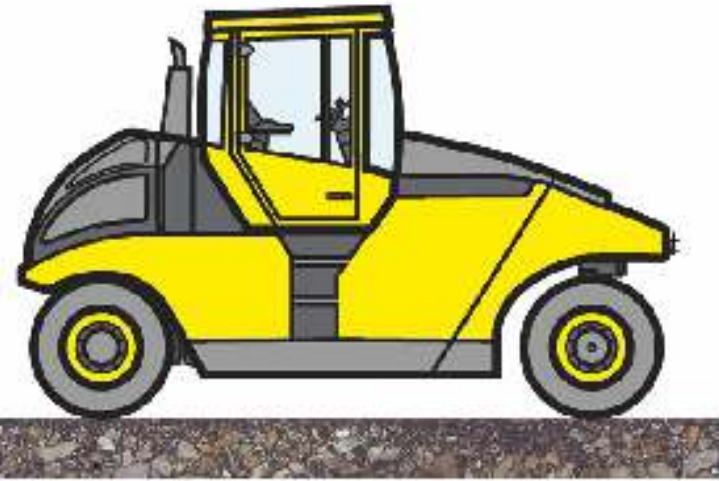
# Lu bánh cứng



**3.2. Lu bánh hơi (lu bánh lốp) :** có thể lu lèn mọi loại đất (trừ các loại đất có lẫn hòn, cục, tảng lớn). Do có chiều rộng vệt tác dụng lớn & hầu như không giảm trong quá trình đầm nén; ứng suất phân bố trên bề mặt lớp đất không lớn nhưng chiều sâu nên lu lèn rất hiệu quả, chiều quả các lớp đất lớn hơn lu bánh cứng.



# Lu bánh hơi



**3.3. Lu chân cừu :** có thể lu lèn mọi loại đất, rất thích hợp khi lu các loại đất có dính lẫn hòn, cục, tảng lớn do áp lực dưới chân cừu rất cao. Song do đất bên dưới & hai bên chân cừu bị biến dạng nghiêm trọng nên tồn tại 1 lớp đất xốp, rời trên bề mặt đầm nén, làm giảm chiều dày đầm nén hiệu quả của loại lu này.

