

## Dr. Muhammad Zakaria

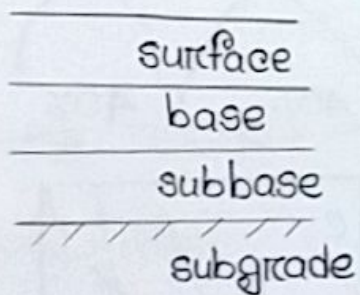
Lee-1

For Job → 1) Material lab sessional book } উচ্চতর হবে  
2) BD + Liberation War  
3) Paper নড়ে মার viva এর আগে

C.T. Q: What is the rationale of this course?

Anything man made up or down of earth surface is civil engineering structure. The role of civil engineers are planning, designing, construction and maintenance of civil engineering structure. In design phase, without the knowledge of material, civil engineers can't find the dimensions of the elements of the structure. Therefore material knowledge is very essential for civil engg. structure.

রাস্তার design → 1) Flexible pavement  
2) rigid



Flexible pavement

Materials for Highway Construction:

- 1) concrete
- 2) bitumen

Why do we need a road?

Road has highest flexibility. অন্য mode গুলোতে বাড়ির কাছে পৌঁছানো যায় না, but এর অবস্থানে বাড়ির কাছে পৌঁছে দিতে পারে।

Requirements:

- 1) safety
- 2) efficiency
- 3) comfortability
- 4) economy

Lec-2

Chapter-15

Aggregate:

- Classification: - source  
- size  
- weight

properties of aggregates:

Text book: P-412 of 7th Ed.  
Paul Wright & C.D

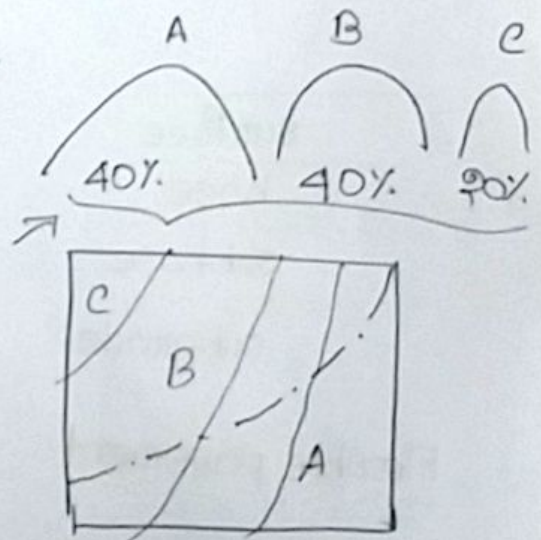
বিভিন্ন agg. size এর proportion বসে সোর্ট করা যাবে  
gradation curve থেকে।

\* নাগল্লা, কাচপুর bridge, মোহাম্মদপুর → এ agg. বাজার আছে।

→ Blending of agg. →

কই তে example math দেয়া আছে

Math করে বের  
করবে।



\* Hardness

\* Chemical stability →

- 1) agg. must be hydrophobic  
for bituminous construction  
or asphalt

২) স্ফটিক  $\text{chemically}$  stable হবে, কোন  $\text{chemical reaction}$  হবে না।

→ Stripping Test: পানি অণু থেকে কণিকার বিটুমিন বের করে দিচ্ছে। তাই অণু  $\text{hydrophobic}$  হতে হবে।

black stone }  
Basalt } Hydrophobic  
igneous rock }  
sandstone }  
granite } Hydrophilic

Lec-3 (সি: Lecture 2)

৪২

P:412 (Properties of Agg.)

Aggregates → properties  
→ tests  
→ specifications

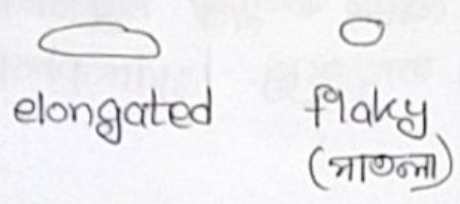
• Agg. যেন পানি, cement এর সাথে  $\text{chemical reaction}$  না করে।

properties →

1) stability

2) durability → ability to withstand the impact of weathering agent without being deteriorated.

- 3) Sp. gravity
- 4) absorption
- 5) particle shape and texture



texture → surface roughness  
 smooth shape, ছোট stone → shingles

- crushed stone → সামান্য strength বাড়া
- shingles → economic concrete তৈরি করে। ez. কম নানি লাগে, surface smooth হয় বলে।
- For same workability crushed stone এর চেয়ে shingles বেশি economic concrete তৈরি করে।

w/c যদি constant থাকে তবে, নানি কম লাগলে cement ও কম লাগবে। So, economic concrete তৈরি করে।

6) Freedom from objectionable substances :

→ LAT → লস অ্যান্ড ফ্রিকশন অ্যাবারশন Test v.v.  $f_m$

strength & Crushing এর জন্য universal test for aggregate

Interview তে ask করে এটা



Lab অক্ষরী.  $\left. \begin{array}{l} ACV \\ AIV \end{array} \right\} > 30\% \text{ (Test is not representative)}$

কারণ, load দিলে অগ্নি গড়া হয়ে যাবে। ঐ গড়া হওয়া অগ্নি void spaces of অগ্নি fill up করতে পারে। Generally 30% void থাকে অগ্নি এর মধ্যে। তাই যদি 30% এর বেশি অগ্নি গড়া হয়ে যায়, তবে তাই excess গড়া অগ্নি যার কারণ থাকবে না। তাই 30% এর বেশি আসলে Test applicable না।

→ কম height থেকে fill করলে কম ভাঙবে, value কম দেখাবে (AIV)।

৩৭ Q → BUET অক্ষরী অগ্নি Test করা হয়, এর নাম লিখ।

Sheet-6 (Ans)

Q. What are the agg tests performed by a CE student in BUET?

Q. What is specification:

A set of requirements that needs to be fulfilled.

Sheet 11

Lec-4

Bituminous Material

Sources  
Type

Text বই, ch- 15

atd. 15.9

ক্লিমিং প্রক্রিয়া

ফ্লো চার্ট (Flow chart)

production of asphalt

Sheet, 5, 10, 14, 12

penetration } Tests (বই)  
solubility }  
Turbidity Test }

Sheet-12 (Lec-4-5)

Sources  
Types

General name →

Bituminous material

General properties

Manufacture

Desirable properties

Tests

Specifications

# Bituminous Material

Asphalt

Tar

Natural/

Manufactured  
from Refining  
crude petroleum

From destructive  
distillation of coal  
or wood to produce  
GAS [methane]

• by product of gas  
→ Tar

\* PFA → British  
↑  
Pulverized  
FA [Fly ash] → American

OPC/PC → portland cement

PCC → " composite "  
(cement + Fly ash)

২ জনেই Hydration  
করে।

cement → heat produce

Fly ash → no " "

তাই Fly ash is used for adv.  
সামগ্রী বর্জন হয়।

Rock asphalt

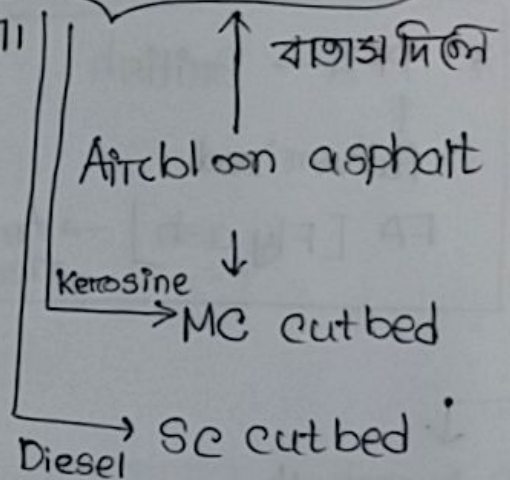
↓  
Lake asphalt → তিনিদাদে  
নাওয়া  
যায়

\* Crude petroleum থেকে তেল বের করার সময় Refinery use  
হয়।

- ⇒ Gasolene
- Kerosene
- Diesel
- Lubricating oil
- Residual asphalt (liquid / semi solid অসঙ্গত)

কিছু তেল  
রয়ে গেছে

- semi-solid অসঙ্গত নামক হল → penetration grade.  
Asphalt cement. (PGAC)
- liquid হল penetration বলা যায় না।
- Road construction এর জন্য liquid asphalt লাগে।  
তাই PGAC কে গরম করতে হয়  
তবে তেল মিশাতে হয়।



Next class - C.T

Lec 1-5

Lec-5

Bitumen

Tables

ଉତ୍ତମାଧିକାରୀ କ୍ରମାଂକ କ୍ରମେ ହେବ

Tables

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Total Classification (P 418)</li> <li>Classification of Asphalt Cement (P-428)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Penetration values</li> <li>2. Result of Capillary viscometer Test (poise)</li> <li>3. Result of cap. vis. Test on residue of TFO Test</li> </ul> |
|  |   |

→ Modified Binders : sheet 10 P-467

TFO - Thin film oven

Tests → Table 15.6. Pg → 12

Specification → { table 1 & 2 sheet #14  
Table 8.4 for overlay mix

Straight run asphalt :

- 1) Air blown
- 2) Penetration Grade asphalt
- 3) Cut back asphalt →

Chap-15

P-428

Fig 15.8

P-418 → Table 3.6

~~Table~~

Sheet 14, Table 1 & 2

- |   |  |                  |
|---|--|------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>(a) RC - Gasolin</li> <li>(b) MC - Kerosin</li> <li>(c) SC - Diesel</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 30</li> <li>• 70</li> <li>• 250</li> <li>• 800</li> <li>• 3000</li> </ul> |                  |
|   |  | some for a, b, c |

4) Emulsified asphalt →

- a) Anionic
- b) Cationic

penetration grade — old

viscosity grade — 2000 → 2010

PG Grade (performance grade bitumen) → after 2010

Loss on heating test → not applicable for field. এটা field condition কে simulate করতে পারে না। এ.সি. field এ coating use করা হয়, কিন্তু lab এ 1-1.5" এর layer use হয়।

FRP → Fibre reinforced polymer  
↓  
Carbon

SBS → Modified Bitumen → to increase the anti stripping quality of bitumen

### Test

16.8 art.  
Test of emulsified asphalt  
sheet 5

1) name  
2) Tests  
3) values } Difference of specification

### Specification

S#14 | sheet-11  
Table 1,2 | Table 8.3, 8.4

Q. Compare bet<sup>n</sup> specification of BS and American for PG asphalt.

## P- 427, Testing of Emulsified Asphalt

### Sheet-11

Term  
Q.  
must

What is the appropriate characteristics or properties of bitumen applied for BD? How these properties can be achieved?

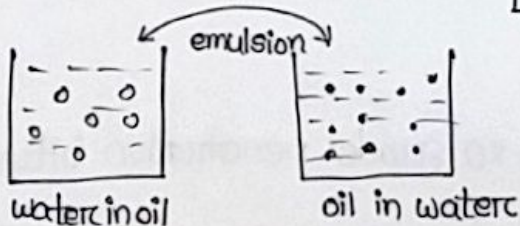
Lee-6

- Emulsified Asphalt
- Bitumen quality for Road construction in BD

sheet-13, page-42

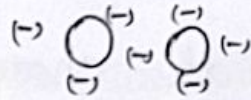
Emulsified Asphalt :

1. What is it?
2. Why is required?
3. How is done
4. How does it work?
5. What are the test? (P- 427)
6. What are the specification? [Table 8.5 (Sheet #11)]

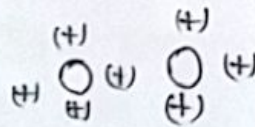
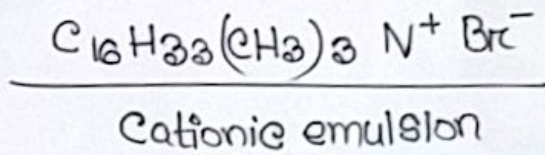


## Water + Emulsifier

1. Sodium Stearate :  $\frac{CH_3(CH_2)_{16}COO^- Na^+}{\text{Anionic Emulsion}}$



2. Cetyl Trimethyl Ammonium Bromide :



## lec-7

### Bituminous Mixes

- Def
- Types (word file, sheet 13)
- Classification (sheet 16 অঙ্কন (slide অঙ্গ photocopy))

— High-type mixes:

- characteristics
- Fundamental properties
- composition
- requirement

~~Q. What is~~ \*BD এর জন্য 60-70 grade penetration bitumen  
লাগবে।

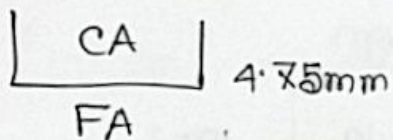
Q. What are the characteristics of High Type bituminous mixes?

Chap-19

এর Italic ও লিখা - sheet এ আছে। sheet 15. ← এটিই sheet 16 এর summary

- Design of High Type Paving mixture:

M.F → Mineral Filler ← এটা cement concrete এর জন্য objectionable, but asphalt concrete এর জন্য must.



passing #200 sieve

Optimum হ্রাস (b). moderate agg + filler

- void minimum 3% থাকতে হবে, নইলে bitumen নরক হলে উসকে উঠে আসবে।

## Lec-8

• Design of High Type Mixes:

• Design Steps:

- 1.
2. } Determination of Job-mix Formula → 16-1-4
3. } P-534

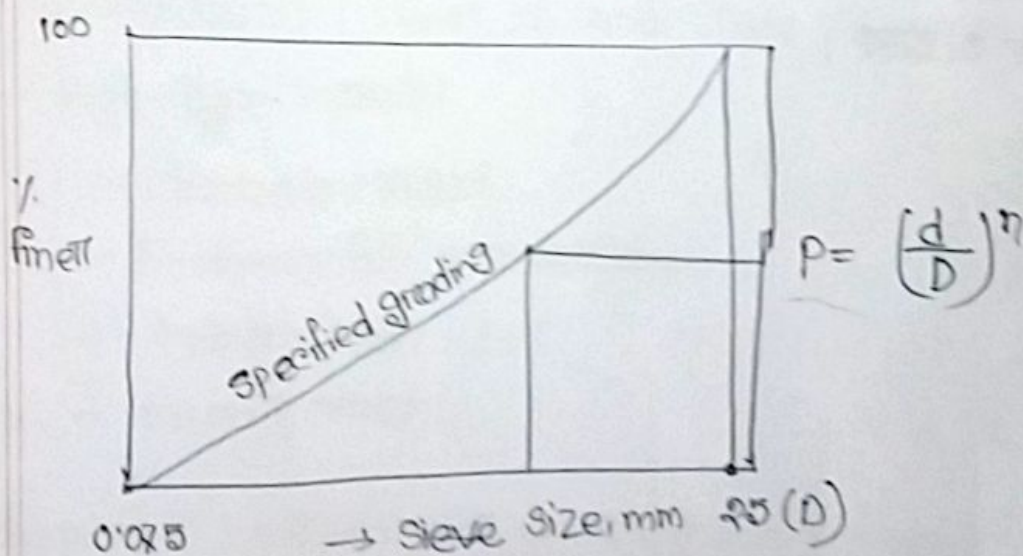
60-70 → penetration grade bitumen for BD

grade 60-70, 30-40, 40-50, 50-60

P-534, Chap-19 → steps for design

- Step-2 • Determination of Job mix Formula } 19-1
- Step-3 • OBC

• Fuller maximum density curve



Lee-9

Marshall Method of Mix Design

- preparation of test specimens
- Testing of specimen
- Density void analysis.
- Drawing of Marshall property curve
- Design Criteria

{ Chap-19  
p-586

\*\*\* - Determination of optimum Binder content.

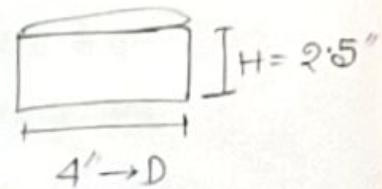
1200 gm → natural aggregate (স্থাপিত স্ফটিক)  
(per specimen)

1200 এর 5% = 60 gm

$$\frac{60}{0.95} = \boxed{63.16 \text{ gm}}$$

Total mix এর 5% হল বিটুমিন

~~(1200 + x) x~~



factor = 1

∴

~~অন্য বিটুমিন হবে মোট~~

Total = 1200 + 63.16 = 1263.16

∴ বিটুমিন % =  $\frac{63.16}{1263.16} = 5\%$

## Testing of M

সূত্র → P-546

Q. Draw marshall curve.

Ans → Fig 5.5 (6th curve)

Qualitative curve আঁকবে

4% air void এর জন্য 4.8% বিটুমিন লাগবে। এটা দিয়ে sample তৈরি করে criteria check করলে দেখবে যে 4.8% বিটুমিন সমগ্রতা criteria fulfill করতে কিনা। করলে 4.8% হ'লে হবে OMC.

→ 3-5% হল optimum.

4% air void তাই গ্রহণযোগ্য। তাই 4% air void এর corresponding বিটুমিন content দিয়ে start করবে।

যদি লাগবে

$$\frac{\text{ওজন}}{1200} + \frac{\text{বিটুমিন (মোট mix এর 5% হলে)}}{x \times 5\%} = x$$

$$\Rightarrow x = 1263.16 \text{ gm}$$

$$\therefore \text{বিটুমিন} = x - 1200 \text{ gm}$$

## Lec-10

### Hveem Method of mix design বই (P-546)

Apr. 19-1-10

#### Salient Features

- Outline of Hveem Method
- Approximate asphalt content by C.K.E. procedure
- .....
- Adjustment in Marshall Method

Aug. 2016 বই P-570.

[1] (c) An asphaltic concrete sample cut from a completed pavement weighs 3540 gm in air and 1962 gm in water. The laboratory compacted specimen of the same mix have a bulk sp. gr. of 2.384 and voids free % of 5.5. Is this mix satisfactory? [5-7 mark]

\* 1200 limiting value হওয়ার ক্ষেত্রে 1198 আসলে assume OK.  
বস্তু 1% tolerance থাকবে।

• যেই void এর জন্য অন্যান্য parameter হলে একদমে marginal না হয়ে হোল্ডিংটি স্বাভাবিক অর্থাৎ থাকে, তাই b।

Q. What are the differences bet<sup>n</sup> Marshall & Bveem Method.

Marshall

1) only for hot mix  
hot laid

✓ ② binder → asphalt  
cement

Bveem

1) cold mix cold laid  
&  
hot mix hot laid both

✓ ② ~~hot~~ binder →  
cutback asphalt  
cold  
and asphalt  
cement

Q. What are the difference of binder bet<sup>n</sup> Marshall & Bveem Method.

(Ans) ②

Stage  
D

③ Marshall method  
এ stage D নাহঁ।

optimum asphalt content  
is around 4.5 %

তাই হটা কম, বেশি নয়।

3.5  
4  
4.5  
5  
5.5

{ from  
experience }

Marshall আজ থেকে জানে  
optimum A.C. (= 4.5%)

③ approximate  
asphalt content  
যের বসায়।

But Bveem যের করে  
নিয়।

তাই কে এখানে  
আছে।

Marshall এ নাহঁ

Bveem যের করেছি

4.5% A.A.O.

3.5  
4  
4.5  
5

হটা কম।  
গটা বেশি

## Lec-11

- Hveem method of mix design
- Stage D: Determination of approximate / estimated asphalt content by C.K.E. procedure

P-546-553 Hveem method

Stage D:

Table-19.8

P-547 - এর ২য় ২য় para → to determine C.K.E

C.K.E → Centrifuged Kerosene equivalent

2.36mm passing

#4 sieve passing (F.A) → Hveem design

#8 " " (F.A) → Marshall design

\*\* 100gm dry sand, Kerosene এ saturate করা কতইসে sand এর wt. ?

a) 99

b) 100

c) 101.5

(Ans) ✓ d) > 100gm

C.K.E = amount of Kerosene retained in dry agg expressed in %.

Let wt. of dry agg. = 100 gm

after saturated in kerosene = 102 gm

" rotation, wt of agg = 101 gm

∴ residue amount of kerosene in dry agg =  $102 - 101$   
= 1 gm

$$\therefore C.K.E = \frac{1}{100} \times 100 \% = \boxed{1 \%}$$

Step-3:  $\frac{105-100}{100} = 5\%$  surface capacity

Fig 19-5 → এই গ্রাফ স্প. সার্চার্ট is for

স্প. গুণ = 2.65.

Field এর জন্য তাই correction apply করা নাগবে।

Fig 19-6

Fig 19-7

step-7

(i) case 1 } Fig 19-8  
(ii) case 2 }

case 1: A ও C scale মোদে বসানো B কে cut করতে।  
এটি oil ratio।  
for liquid asphalt

Case - 2

For semi solid bitumin : step 8 →

Fig 19.9

Scale A, B add করে ও কে cut করে।

D ও E এর point তা add করে extend করলে E কে cut করে

{ number গুলো হল  
viscosity number }

{ viscosity  $\propto \frac{1}{\text{Penetration value}}$

- viscosity ↑, কিন্তু Bitumen
- " ↓, নরম -

• penetration value ↑, Bitumen নরম

Marshall

- 3.5
- 4
- 4.5
- 5
- 5.5

Heem

- 4 } lower ১ টা
- 4.5 ← approx.
- 5.0 } higher ২ টা
- 5.5

Design  
AC = 4.5 or  
5.0

• Flashing → specimen এর গান bitumen লেগে থাকবে, হালে ওসারে উঠে আসবে ফ্ল্যাশিং, এটাই flashing

## Lec-12

- Hveem method of mix design
- Superpave mix design
- Marshall  $\rightarrow$  cutting নাই
- Hveem  $\rightarrow$  cutting আছে
- Compaction of Mixture
- Test on the Hveem specimen

# 4 specimens, were made,

5, 5.5, 6, 6.5% of bitumen.

What was the approx. asphalt content by CKE procedure.

(Ans) 5.5%  $\leftarrow$  Design asphalt content

যখন যেটা approx. তখন চেয়ে ২টা বেশি ও ২টা কম

হবে asphalt contents.

Fig 6-12, 6-14

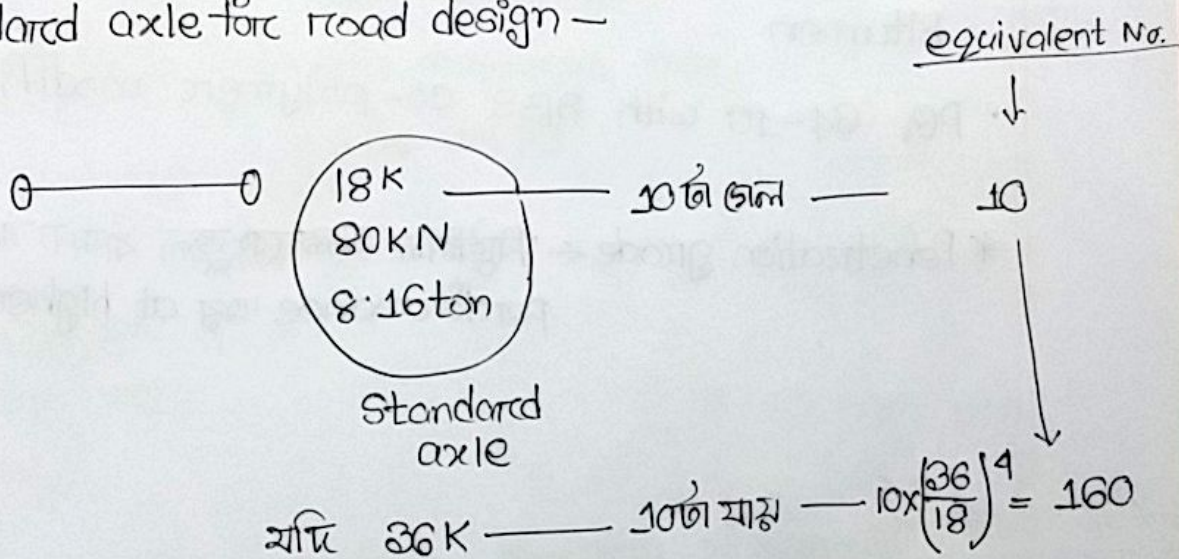
\* EBR এ দানিতে submergure করা হয় to get the worst condition

\* 6.20 - Design Criteria :

Table 6.2 ESAL or EAL  $\rightarrow$  Equivalent Standard Axle Number Load

Viva Q.  $\rightarrow$  Define ESAL?

Standard axle for road design -



Example

6.5 (m.s.f)  $\leftarrow$  maximum surface flashing  $\rightarrow$  তাই বাদ

$\rightarrow$  then 6.0 বাদ, 5% air void min 4% আছে, but 5.5% আছে 3.5%  $\rightarrow$  যেকোনো min 4% air void must তাই 5.5% বাদ

যদি তিনটি pass করে stabilometer value  $\rightarrow$  5, 5.5, 6

তবে step 2 তোমারে  $\rightarrow$  যেই ২টা value highest  $\rightarrow$  5.5, 6

কমতন এটা stabilometer value (3%)  $\leftarrow$  এতেও pass করেনি।

\* সেই content হ্রাসে pass করবে তাদের মধ্যে যাদের  
বিটুমিন content বেশি হতোই নিব।

\* Superior Performance Asphalt Pavement

Superpave mix design ← কই P-552-553

• Superpave employs PG (Performance grade)

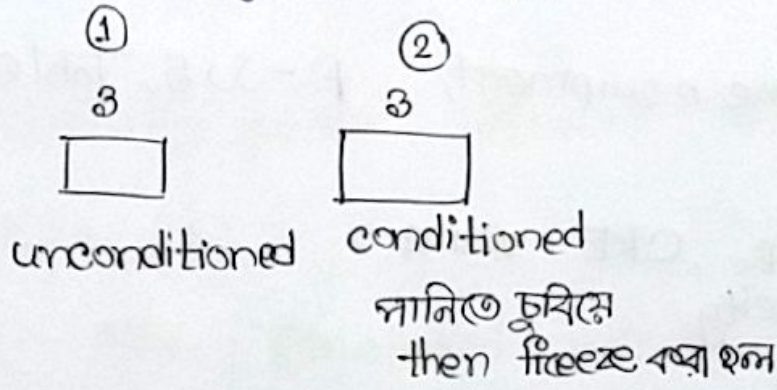
Bitumen

• PG 64-10 with SBS co-polymer modification

\* Penetration grade ← বিটুমিন সমসক্রে ভুল ধারণা যে  
performance এর at higher tp.

Lec-13

• Superpave System: (Exam এ এখান থেকে একটাও আসবে must)



Then tensile strength measure করবে।

2nd টিক 1st টিক  
TSR > 75%  
or 80%  
Tensile strength retaining

Exam Q

Marshall method এ grading, blending of aggregate এর একটা math বসে আছে।

sheet 11

what are the (Table 8.3, 8.4) requirements for asphalt cement of overlay mix

Q. Flow chart → যুক্তি মিন তৈরি।

Feb, 17

Q. performance grade binders.  
superpave का उपयोग।

P-SS3, SS4,  
Table - 19.9

Q. what are the equipments

P-SS5, Table-19.10

Q. Find the surface, CKE value  
capacity

P-547 (Ans)

Q. Math

V%.

bulk sp. gravity.

find V% in field?

V% = 11.1% (field)

criteria V% (3-5%)

so, not satisfactory

1) a)

b) design criteria

c) math ( $11.1\% = v$ )

d) Viscosity grades, Ans- रतौ, P-428

e) sheet 11, 8.3, 8.4 → Table

f) P-427, Emalgified asphalt

g) a paper.