4/9/16
Sunday

Lec-2

PCC:

Sandy soil we করলে H_2O ঢুকবে না, so বিচুর্ণ all weathered

Stability of road depends on support below ground and side support. side এ support দিলে পাশে সরবে না, Edge curb.

crowning দিয়ে H_2O drain করা হয়, edge curb কে verticle করে slope দিয়ে সবচেয়ে H_2O ঢুকান হয় & pumping.

footpath raise করা হয় যেন গাড়ি মানুষকে ধাক্কা না দেয়, ছোট block use করলে vibration ↓, so বড় block use করা হয়, joint কমে গেল, এর মধ্যে montar থাকে, so smooth.

Pavement type:

Binder bitumin হলে flexible pavement, concret হলে rigid ~.

Classification of pavement:

concrete pavement তৈরা বানান যায় না, panel wise বানাতে হয়

Bitumin অনেক load বহু উচ্চায় সময়ে নিতে পারে, but creep behaviour থাকায়, so long time load নেয় না.

So concrete preferred, এটা fit & forget, no maintain needed.

Where will you suggest semi rigid pavement?

sea port and airport.

Interlocking pavement অনেক strong, মূল laterally বা vertically depressed হয় না, মাঝের একটা block চলে গেলেও problem হয় না cause interlocked বাকিগুলো,

Flexible pavement এ local depression হবে, বাকি aggregate deflected হবে না, flexible ~ is sensitive to subgrade.
Rigid pavement এ total slab টা deflected হয়, aggregate কোন load নেয় না, load নিচ্ছে total slab.
so flexible pavement এ aggregate ভাল হতে হবে, Rigid এটা ভাল না হলেও হবে।

Q. What is the construction methodology of flexible pavement?

Interlocking mechanism
Intergranular friction

Shringle use করলে এটাও হবে না, so can't be used in flexible pavement.

25.9.16
Sunday

Lec-3

Structure of flexible pavement:

প্রতিটা layer এর ingridient এক না, cause load কমে যাচ্ছে, উপরেরটা best quality, নিচেরটা worst quality.

CBR যত ↑ soil তত ভাল.

আমাদের দেশে embankment নামে, highest flood level এর উপরে road surface কে রাখতে হবে.

(*) Wearing course structural material না.
Binding ,, ,, ,, . So black top 3"
হলে 2.5" binding ,, হতে পারে.
এটার আরেকটা function sealing the surface. Impervious layer. vertically rain যেন drain না হয়.
Nominal size হল gradation এর maxm size কে.
Binder course well graded হবে.
Base, subbase open graded (deliberately). usually 2-4%. gap রাখতে হয় in case of bitumin. cause গরমে bitumin soft হয়, wheel দিয়ে চাপ দিলে উপরে উঠে আসে, so binder হিসেবে থাকল না, so agg. bonded থাকবে না.

Open graded কে বলে Stone matrix asphalt. Cause stone to stone contact থাকে,

Full depth & partial depth ↳ diff

↓ ↓

subbase পর্যন্ত only surface ↳ bitumin
bitumin

so full depth ↳ thickness বেশি, partial ↳ thickness ↓

Rigid Pavement:

পুরো panel slab action ↳ load নিবে,
subgrade খুব খারাপ হলে হয় Base or subbase coarse
দিলেই হয়, ২টা লাগে না,
concrete pavement ↳ ২ types of joint.
Dowel bar transverse joint, starts from 32mm.
corner ↳ গেলে load নিতে পারে না, Transverse ↳ চলে
গেলে cantilever হয়ে যায়, corner ↳ load নিতে হলে
dowel bar. এটা load transfering device.
joint দিয়ে rain H_2O ঢুকবে, wheel আসলে চাপ দিবে,
subbase material এর ভাসে H_2O বের হবে, so pumping
action ↳ subbase খারাপ হয়ে যাবে,
Shear failure হবে,
Dowel bar only load নিবে, concrete এর ভাসে
bonding হবে না, so plain, greaze.
আরেকটা tiebar. এটা lane কে connect করে,

Tie bar monolithic হবে, Deformed bar, development length লাগবে, এটা tension হবে, so ছোট size use করা যায়।

Slab এর ওজন আছে, crowning করলে ওজনের জন্য /\ এভাবে slide হয়ে যেতে চায়, so tie bar.

length 6·1m বলে আর crack হবে না, so rod দিতে না চাইলে " " হবে, Jointed plain concrete pavement. (রাস্তা & residential area)

Q. কোন reinforcement এর কাজ কি?

tie bar connect করে, dowel bar load transfer করে।

JRCP:

কিছু টাকা বাকালে & speed একটু বাড়াতে চাইলে

9 10 16
Sunday

Lec-4

Joint type:

⊙ **Contraction joint**

Random crack হয় না হয় কেটে দিব $\frac{1}{4}^{th}$, weak হল so এখানে crack হবে.  এভাবে irregular, so 2টা pavement এ load নিবে.
created by saw cutting.

⊙ **Construction Joint:**

created by formwork, এটায় load transfer এর জন্য dowel bar দিতে হবে, Aggregate will not take load.

⊙ saw cut কে বলে curve, required $\frac{1}{3}$, না হলে $\frac{1}{4}^{th}$.

⊙ contraction joint এর performance better.

⊙ **Expansion Gap Joint:**

gap sufficient না থাকলে or joint এ hard কিছু পড়ে থাকলে,
High speed train এ concrete slipper & elastic spike.
Rail দিয়ে train গেলে rail একটু দেবে চাবে but spike ও দেবে & নামলে spike ও নামবে,

⊙ Isolation Joint:

Bridge একটা & road আরেকটা element. pavement এ হয় না। ২টা diff element এর মধ্যে।

Slab এর thickness একটু বাড়ান হয়, thickening edge.

~ এ thickness ↑ দেয়া হয়।

Skewed Joint:

Staggered Joint:

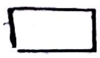
Square most stable, but expensive হয়। এজন্য rectangular করে। code বলে aspect ratio 1.25, এর ↑ না, ↑ হলে ভেঙে যাবে।

Slab thickness ↑ হলে panel size বড় হতে পারে।

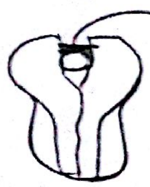
" " ↓ " " " ছোট হবে।

Keyed joint 

Butt joint: Plain Joint

 curve হলে ২' এর কম width হবে না। TK দেখাব by point & panel বানাব  . থাকলে curve

odd shape: rect. or square না, aspect ratio 1.25 না, oblique shape.



যেন summer time এ চাকার spike ঢুকে এটার আগে লেগে বের না হয়ে যায়।

Scanned by CamScanner

16.10.16
Sunday

Lec-5

Comparison bet^n Flexible & Rigid Pavement:

F → multilayer

R → single layer

F → sensitive to subgrade

R → single slab whole load বহন, slab action, ~~sensiti~~ not dependent on subgrade.

F → agg. interlocking & intergranular friction no round agg; cubical in shape.
Agg ↑ লাগে.

Agg only fills volm, shrinkle use করতে পারি.

low stiffness of each layer.

concrete pavement env. friendly, agg কম লাগে,
slab is very stiff.

Rich material top এ, cause stress ↑,
Flexible এ বেশি fatigue ↓.

concrete pavement এ fatigue ↓.

common

Rutting (ভেবে যাওয়া) হয়.
বড় wheel চলে গেলে punch কাদার নিচে চলে যাবে, shear failure.

No rutting, joint এ failure হয়,
Weather এর জন্য যে crack তৈরি হবে হয়, এটা temp crack.

Adv & Disadv:

F → Hallmark adv হল low investment project.

Concrete pav. repair বড় যায় না, as old & new concrete same behave করে না,

Neg quality of con → noise হয়, concrete & tyre এ friction

Rigid Pav. urban area তে না, cause utility demand বাড়ে, so pav. কাটতে হয়, একবার R.P কাটলে আর ঠিক বড় যায় না,

R.P এ curing এর জন্য 21 days wt করতে হয়, so problem

Submerged Condition:

Quality control:

Bitumin & heated, agg কম, so agg liquid হবে, so bitumen segregated হবে,

Rolling এ temp 90° হলে bitumen spongy হবে, so compact না হয়ে porosity বাড়বে,

concrete এ W/C ratio most imp, then imp হল curing.

Environmental Condition:

Fuel saving

- Recycling
- Utility Env. consideration:

curing এর main concept হলো পানিকে trap করতে হবে, can be done by wax.

- where concrete pavement used?

Lec-6

6.11.16
Sunday

Perpetual Pavement:

upto 50 years চলবে, fit and forget

3 major layer → 1) wear resistant
2) Rutt resistant
3) Fatigue resistant

Maximum 6" layer নিয়ে compaction করব.
Moisture content রাখতে হবে, maximum density at optimum moisture content.

Even surface maintain করতে হবে, এজন্য নিচে solid foundation. এজন্য smart compactor used.

Long lasting এর জন্য 1) Foundation strong, 2) Edge confinement 3) Edge drain (H_2O pavement এ ঢুকবে না, capilary rise হবে না due to larger porces of stone)

* সাধারণ weak in tension, so geotextile দেয়া হয় যে tension নেয়।
* compaction এর আগে geo textile দেয়া হয়, it reinforces the soil.

Use of Polymer modified binder (PMB)

Bitumen not good at very high or very low temp.

crude oil → bitumen → tyre

tyre good at high temperature. So tyre thread করে bitumen এর সাথে মিশাব, so PMB. So bitumen এর performance better.

Fatigue:

Bleeding:

summer এ নিচের bitumen উপরে আসে। Pavement bonding কমে যাবে।

mix এ bitumen বেশি দেয়া হয় than required quantity.

VMA → void in mineral aggregate → 4% রাখতে হয়।

safety hazzard & bitumen উপরে আসলে durability effected.

Block cracking:

Corrugation & Shoving:

Joint Deflection cracking:

Longitudinal cracking:

Patching:

Pothole:

Rutting: Not in our country

Slippage Cracking: hard break / cregent shape

Transverse cracking:

Repair techniques:

Lecture – 8

20.11.16
Sunday

Rigid Pavement Distresses:

Pavement design semi-emphirical design

Grey area থেকে যায়, so overdesign হয়। এই overdesign কমানোর analytic soln করে F.S. কমানো হয়।

Major Technical Findings of the AASHO Road test:

➡ Load equivalence factor:

Equivalent single axle load – 18 kip / 8.2 ton

⇒ PSI: scale 0–5. 5 best. 2.5 এর নিচে maintain করতে হবে।

⇒ Structural number concept:

Bonded rich material এর 1" thickness, non bonded poor quality এর " " কত inch এর equivalent

⇒ Pumping: ⇒ Joint Spacing:

Q. AASHO Test এর major findings কি?

* ESA → math করে নিব।

3 parameter:

Bearing capacity of soil
Soil Layer thickness
Weather

CBR - 3 এর নিচে হলে soil improvement করতে হবে।
হয় replace করব or compaction করব।
improvement ছাড়া construction possible না।

Why structural design of pavement is a complex one?

* 3 রকমের design:

Geometric design
Structural ,,
Mix ,,

} এই তিনটা
we do high type pavement.

18.12.16

Sunday

Lec-10

Worksheet for flexible Pavement Design

AASHTO worksheet দিয়ে দিবে,

calculation দেওয়া, শুধু ফাঁকা থাকবে just thickness হবে।

Drainage co-eff নতুন আসবে।

Layer এর জন্য SN1, SN2 . . . বের করবে। Graph থেকে নেয়া

better, তাহলে trial & error method এও করা যায়।

thickness 0.5" এ rounding.

PCA Design Method:

২টা angle 1) Erosion of soil. 2) Fatigue failure

parameter : 1) concrete modulus of rupture (MR)

2) Modulus of subgrade reaction (k)

1" penetrate করতে কত stress, unit psi/in

3) Future traffic → only truck

4) Axle load spectrum — tabular/graphical

Design traffic volm:

$V = 365 \ (ADT) \ (T) \ (D) \ L \ - - -$

T ↓ % truck

L ↓ lane distn factor

$D = \sum \frac{ni}{Ni} < 1$ D = 0.3 আসলে overdesign, so বের thickness করার trial. 1 এর কাছাকাছি আসলে design fix.

⊙ Trial thickness ধরতে হবে

⊙ Subbase - subgrade K এর modified হবে

⇒ Equivalent stress এর জন্য concrete pavement & no con. pavement এর table আলাদা, Interpolate, আরো single axle, double tandem ..

Stress ratio = $\frac{\text{Equivalent stress}}{MR}$

⇒ Tilting point একটাই,

⇒ অন্য কম load consider করা দরকার নাই, কারণ বাকিগুলোর জন্য insignificant damage.

⊗ We only will only assume one thickness.

percentage যদি অনেক কম আসে 100 থেকে then comment করতে হবে next trial এ thickness কমাতে হবে to make economic design cause overdesign হয়ে গেছে,

percentage > 102% হলে comment underdesign, next thickness greater than the assumed thickness.

5th Reinforcement:

Longitudinal direction ত Length $\frac{\text{road}\ \text{এর}\ \text{length}}{2}$

transverse " " Length = road এর width.

Tie bar এর bond length.

Dowel bar এর emphirical design.

contraction joint ত ছোট bar, ফাঁকা

expansion " " বড় " & কাছাকাছি

plan & x-section আঁকতে হবে।

soil improvement হবে replacement or displacement method এ;

Roadway Design 3 ধরনের হবে:—

i Geometrical design
ii Structural "
iii Mixed "

11/12/2016

Dec 10

Catalogue for Pavement type:

বিভিন্ন CBR দিয়ে soil type and traffic type অনুযায়ী দেখা, যদি CBR = 12 বলে থাকে S4 type soil দিবো। তবে traffic calculate করে দেখতে হবে।

Q: আমাদের দেশে cost of highway কেন বেশী?

Catalogue of pavement structure এ দেয়া

এ reason দেয়ে থাকতেও পারে। যেমন যে load এ design করা তার চেয়ে দেশে সাধ 2.5 এ বেশী load আসে। So, reconstruction এ cost আরো বেশী যায়।

Math

Pavement Design Guide for Roads & Highways Department

Nomograph থেকে design করতে হবে। 22 method RHD

Nomograph এ input traffic load millionএ input দিবো,

suppose 10 million traffic ESA, then horizontal line টানতে হবে।

(Wearing course 40 + Asphalt base 80mm} দেওয়াছে।)

then আমাদের দেশের type 1 type 2 common, সেজন্য 1টা choose করবো, then CBR>25 হলে যত subgrade value choose করব. আর CBR=5 হলে subgrade এর value choose করব. extra একটা 1টা layer Improved subgrade দিতে হয়। এর table নিচে দেয়া।

Q: BD তে CBR 5 হয় না 5 এর নিচে হয়। কেন?

Q: CBR <2 হলে কি হবে?

very very poor soil. এর জন্য additional input of subgrade দিবো যাতে CBR=5 হয়।

* RHD method এ Design life by default 20 years, So কেন না ব্যবহার এভাবে করতে হবে।

factor চাইতে মনে রাখতে হবে।

Example:

AASHTO Design Nomograph:

National highway এর জন্য এই method.

AASHTO CBR follow করে না। Mod of Resilience follow করে।

ΔPSI → Present serviceability Index.

PSI যখনই 3 এর কাছাকাছি আসবে তখনই → maintenance needed.

* Nomograph না দেখে সরাসরি eqⁿ দিয়ে পারবো। eqⁿ ১২ RS এ structural number trial দিয়ে বসিয়ে বসিয়ে $LS = RS$ করবো।
৩টা factor ① PCU ② ESAL ③ structural number

Structural Number – Wearing course এর .... [definition দেখতে হবে]

$a_1 D_1^* \geq SN_1$ (arrow from a_1: given; arrow from SN_1: from nomograph)

$D_1^* = \frac{SN_1}{a_1}$

__D_1^* meaning:__ $D_1^* = 7.88''$ পেলাম। fraction নিতে পারবো না। $\therefore$ $D_1 = 8''$ হবে।

* Table Flexible, Rigid, single, tandem এর বিভিন্ন দিয়ে দেওয়া।

__Problem__:
এই math 2 step-এ
I. ESAL এ convert
II. structural thickness

I. ESAL বের করতে SN first এ assume করে 6 then ESAL বের করলাম।

Design ESAL থেকে nomograph এ $SN = 5.71 \approx 6$ পেলাম। Design ঠিক আছে। আমি first এ যে assume করে ছিলাম তার nomograph থেকে পাওয়াটার বেশি differ করে তাহলে trial দিতে থাকতে হবে।

Lec-11

part : 2 Worksheet দেওয়া থাকবে। just worksheet এ fill up করে thickness বের করে নিতে হবে। এখানে draw করার কিছু নাই।

SN বের করার জন্য graph এ যাবো। Graph এ ESAL লাগে যা আগেই calculated. এরপর then layer thickness বের করবো। Then 0.5" এ rounding করবো। Then rounding করে modified SN_1, SN_2, SN_3 বের করবো।

Rigid Pavement Design

PCA – method

Two stage এ failure –
1. fatigue failure due to slab flexure (in the form of air crack)
11. Erosion এর জন্য হবে।

এর ২টার Combination এ total failure. Worst cond হয় edge and corner.

Parameter লাগে 4টা:

1. Slab এর ও concrete Mod of Rupture
11. Mod of subgrade reaction subgrade (soil এর 1 inch deflection এর জন্য কত psi ও stress লাগে) একে PCI বলে। flexural এ লাগে CBR। rigid এ PCI
3. Design traffic volume (volume of only truck, not others)
4. Axle load spectrum (1K কয়টা, 2K, 3K কয়টা বের)

Mod of Subgrade Reaction:

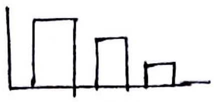
Table - ৯
k value 100 ~~হলে~~ হলে slab thickness 4" হলে [k = 130] হয়ে যাবে।

Design Traffic volume

D → design for one direction, but lane factor নিবো।

$G = (1+r)^{y/2}$

Lane. d. factor table থেকে ⊕ পাবো।

Axle - load spectrum হয় table form or  থেকে বের করতে পারি, graphical form এ দেওয়া থাকবে।

PCA Design method

Miner's hypothesis

$$D = \sum_i \frac{n_i}{N_i} \leq 1$$

N_i given থাকবে। [এটা হলো কোনো given thickness of slab এর ঐ কোন particular axle load কতবার আসলে ওই slab fail করে যাবে]

এখন, n_i হলো practical field এ ওই load কতবার আসবে।

Then D হবে sum of all that axle (1^k, 2^k, 3^k ....) 1

~~D~~ D<<1 হলে overdesign → slab thickness ~~কমিয়ে~~ কমিয়ে 1 এর কাছাকাছি আনবো

D>1 হলে underdesign → thickness বাড়াতে হবে।