Rangamati Nir,DUET,Gazipur-1707
info.sosbd@gmail.com
09678 677 677, 01751 402449

📖 **পাস বুক– জিওটেকনিক্যাল ইঞ্জিনিয়ারিং**

⏱️ পড়ার সময় ঃ মাত্র ১৩.৫ ঘণ্টা

🎯 লক্ষ্য ঃ (৩০-৩৫) মার্কস

🔧 **ডিপ্লোমা ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষার্থীদের জন্য দ্রুত রিভিশনের পারফেক্ট সলিউশন!**

📖 **পৃষ্ঠা সংখ্যা ঃ**

☞ ই-বুক ভার্সন ঃ ১০৪ পৃষ্ঠা

☞ প্রিন্টযোগ্য কাগজে ঃ ৩৫ পৃষ্ঠা

📝 **পরীক্ষা সংক্রান্ত তথ্য ঃ**

☞ মোট মার্কস ঃ ৬০

☞ পাস মার্কস ঃ ২৪

📊 **প্রশ্ন ও মার্কস বিশ্লেষণ ঃ**

✅ **অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ঃ**

মোট পড়তে হবে ঃ ৮২ টি

নিশ্চিত কমন ঃ (৫-৭)টি

নিশ্চিত মার্কস ঃ (৫-৭) (প্রতি প্রশ্নে ১ মার্কস)

✅ সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ঃ

মোট পড়তে হবে ঃ ২৫ টি
নিশ্চিত কমন ঃ (৫-৬)টি
নিশ্চিত মার্কস ঃ (১০-১২) (প্রতি প্রশ্নে ২ মার্কস)

✅ রচনামূলক প্রশ্ন ঃ

মোট পড়তে হবে ঃ ২০ টি
নিশ্চিত কমন ঃ (২-৩) টি
নিশ্চিত মার্কস ঃ (১০-১৫) (প্রতি প্রশ্নে ৫ মার্কস)

✅ গাণিতিক সমস্যাবলি ঃ

মোট পড়তে হবে ঃ ১৮ টি
নিশ্চিত কমন ঃ (১-২) টি
নিশ্চিত মার্কস ঃ (৬-১২) (প্রতি প্রশ্নে ৬ মার্কস)

কিভাবে পড়বেন এই পাস বুক ঃ

◆ Step 1- অধ্যায় বাছাই (সবার আগে শেষ করুন) ঃ

অধ্যায়	বিষয়	কারণ
২	প্রাথমিক মাটি পরীক্ষাসমূহ	গুরুত্বপূর্ণ ও বারবার আসে
৩	মৃত্তিকা কণার আকার	গুরুত্বপূর্ণ ও বারবার আসে
৪	মৃত্তিকার নম্যতা বৈশিষ্ট্যাদি	গুরুত্বপূর্ণ

৫	মৃত্তিকার উদক ধর্মাবলি	গুরুত্বপূর্ণ
৬	মৃত্তিকার কনসলিডেশন ও কম্প্যাকশন	গুরুত্বপূর্ণ ও বারবার আসে

📅 স্টাডি প্ল্যান (মোট সময় ঃ ১৩.৫ ঘণ্টা) ঃ

⏱️ ৭.৫ ঘণ্টা ⟶ অধ্যায়: ৩, ৪, ৬, ৭, ৮

⏱️ ৪ ঘণ্টা ⟶ অধ্যায়: ২,৫

⏱️ ২ ঘণ্টা ⟶ অধ্যায়:১,৯

🎯 পাস বুকের প্রধান লক্ষ্য ঃ

✅ দ্রুত রিভিশনের সুবিধা- পরীক্ষার আগে সময় বাঁচায়

✅ গুরুত্বপূর্ণ প্রশ্ন- উত্তরের সংক্ষিপ্ত বিন্যাস

✅ সারাংশভিত্তিক সাজানো- এক নজরে পুরো বিষয়টা দেখে ফেলা

✅ মূল টপিক ফোকাস- আত্মবিশ্বাস গড়ে তোলার সহায়ক

📌 বিশেষ দ্রষ্টব্য ঃ

☞ এটি একটি পূর্ণাঙ্গ টেক্সটবুক নয়- বরং সঠিক সময় ব্যবস্থাপনার রিভিশন গাইড।

☞ পরীক্ষার আগের “last moment” প্রস্তুতির জন্য উপযুক্ত সহকারী!

অধ্যায়-১ জিওটেকনিক্যাল ইঞ্জিনিয়ারিং এর ধারণা

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

**** ১। মৃত্তিকার সংজ্ঞা দাও।**

অথবা, Soil Engineering মতে Soil কাকে বলে?

উত্তর ঃ মৃত্তিকা বা মাটি হলো পৃথিবীর উপরিভাগের নরম ও দানাদার আবরণ এবং একটি প্রাকৃতিক মাধ্যম, যা অন্যান্য সমস্ত উপকরণ এবং জীবিত সত্ত্বার ভিত্তি হিসেবে কাজ করে। প্রকৌশলী এবং সয়েল ইঞ্জিনিয়ারিং মতে জৈব ও খনিজ কণার সংমিশ্রণে গঠিত অজমাটবদ্ধ ও দৃঢ়াবদ্ধ ভূপৃষ্ঠের শক্ত আবরণী স্তরের সামগ্রীই মৃত্তিকা।

***** ২। জিওলজিক্যাল সাইকেল (Geological Cycle) কী?**

বাকাশিবো- ২০০৯, ১১, ১৩, ১৪'পরি, ১৬, ২১

উত্তর ঃ শিলার উপর জলবায়ু বা আবহক্রিয়ার প্রভাব শিলার স্থানচ্যুতি, পতন, স্থানান্তর, ভূ-আন্দোলন ইত্যাদির সার্বক্ষণিক এবং পর্যায় ক্রমিক ক্রিয়াকেই জিওলজিক্যাল সাইকেল বলে।

*** ৩। D_{10} বলতে কী বুঝায়?** TGTDCL:18, MPA:19, বাকাশিবো- ২০২৩

উত্তর ঃ কোনো মৃত্তিকার কণার কার্যকরী আকারকে D_{10} বলা হয়। D_{10} বলতে বুঝায় 10% কণার আকার কার্যকরী আকার অপেক্ষা ছোট এবং 90% কণার আকার কার্যকরী আকার অপেক্ষা স্থুল বা বড়।

***** ৪। সাম্যত্য গুণাঙ্ক বা সমতা সহগ C_u কী?**

SGCL:17, বাকাশিবো- ২০০৬, ০৮, ১৫

উত্তর ঃ সাম্যতা গুণাঙ্ক, $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$। অর্থাৎ D_{60} এবং D_{10} এর অনুপাতকে সাম্যতা গুণাঙ্ক বা সমতা সহগ বলে। এখানে D_{60} বলতে বুঝায় 60% কণার আকার কার্যকরী আকার অপেক্ষা সূক্ষ্ম এবং 40% কণা স্থুল। অনুরূপভাবে D_{10} বলতে বুঝায় 10% কণার আকার কার্যকরী আকার অপেক্ষা সূক্ষ্ম এবং 90% কণার আকার স্থুল।

***** ৫। বক্রতার গুনাঙ্ক (C_z) কী?** **SGCL:17, বাকাশিবো- ২০১৫, ১৫'পরি**

উত্তর ঃ বক্রতার গুনাঙ্ক $C_z = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$

এখানে D_{30}, D_{60}, D_{10} বলতে বুঝায় $30\%, 60\%$ ও 10% কণার আকার কার্যকরী আকার অপেক্ষা সূক্ষ্ম এবং $70\%, 40\%$ ও 90% কণার আকার স্থুল।

নোট ঃ সাম্য গ্রেডের মৃত্তিকার C_z এর মান একক এর কাছাকাছি। সুবিন্যস্ত মৃত্তিকার জন্য C_z এর মান $1 - 3$ এর মধ্যে।

**** ৬। মাটির ঔদক (Hydraulic Properties) ধর্মগুলো উল্লেখ কর।** **ইন্সট্রাক্টর-১৪, বাকাশিবো- ১৯৯৯, ১২, ১৩**

উত্তর ঃ মাটির ঔদক ধর্মগুলো হলো-

১) সূক্ষ্মদানার মৃত্তিকার জন্য ঃ

i) নমত্যসীমা

ii) তারল্য সীমা

iii) নম্যতা সীমা

iv) তারল্য সূচক

v) সিক্ততার মাত্রা ইত্যাদি।

২) স্থূলদানার মৃত্তিকার জন্য ঃ

i) নিঃসরণ

ii) ভেদ্যতা

iii) কৈশিকতা

iv) তুষার ক্রিয়া ইত্যাদি।

***** ৭। মৃত্তিকার গ্রুপ ইনডেক্স কী?** বাকাশিবো- ২০০৪, ১৫'পরি, ১৮

উত্তর ঃ গ্রুপ ইনডেক্স এর মাধ্যমে Soil এর শ্রেণী বিভাগ করা হয়। AASHO পদ্ধতিতে সূক্ষ্মদানার মৃত্তিকার শ্রেণিবিন্যাস এর সাথে বন্ধনীতে একটি সংখ্যামান যেমন পূর্ণসংখ্যা 0, 1, 2 ইত্যাদি উল্লেখ থাকে। মৃত্তিকার গ্রুপ ইনডেক্স যত কম সাবগ্রেড নির্মাণের জন্য সেটি তত উত্তম।

গ্রুপ ইনডেক্স,

$$GI=(F-35)[0.2+0.005(W_L-40)+0.01(F-15)(I_P-10)]$$

এখানে, I_P = সাম্যতা সূচক।

W_L = তারল্য সীমা।

এবং F=200 নং চালনিতে অতিক্রমনীয় নমুনা মাটির ওজনের শতকরা হার।

*** ৮। ASTM কর্তৃক মোটা দানার আকারের সীমাগুলো লেখ।**

বাকাশিবো- ২০০২, ২০

উত্তর ঃ ASTM কর্তৃক মোটা দানার গ্রাভেল এর আকার 4.75 mm হতে 75 mm এবং বালির আকার 10.75 mm হতে 4.75 mm।

৯। 4 নং চালনির বৈশিষ্ট্য কী? বাকাশিবো- ২০১২

উত্তর ঃ 4 নং চালনির প্রতি লিনিয়ার ইঞ্চিতে 4 টি করে ছিদ্র থাকবে। অবশেষের পরিমাণ 50% বা তার বেশি হলে গ্রাভেল এবং অতিক্রান্ত 50% নমুনাটি বালি।

***** ১০। Cohesive ও Non-Cohesive Soil বলতে কী বুঝায়?**

বাকাশিবো- ২০০৫, ১০, ১৫'পরি, ১৬, ২০, ২২

উত্তর ঃ সাধারণত পানির উপস্থিতিতে কাদা ও পলি নম্যতা গুণ প্রাপ্ত হয় কিন্তু পানির উপস্থিতিতে বালি নম্যতাগুণ প্রাপ্ত হয় না। তাই কাদা ও পলিকে কোহেসিভ (সংসক্তিপ্রবণ) মৃত্তিকা এবং বালিকে নন কোহেসিভ (অসংসক্তিপ্রবণ) বা সংসক্তিহীন মৃত্তিকা বলা হয়।

***** ১১। AASHO পদ্ধতিতে A-7 (10) বলতে কী বুঝায়?**

বাকাশিবো- ২০০৬, ১৬, ১৭

উত্তর ঃ A-7(10) বলতে এখানে, নমুনা মৃত্তিকার গ্রুপ ইনডেক্স 10 বুঝায়।

*** ১২। কণার আকারের ভিত্তিতে মাটি কয় প্রকার ও কী কী?** বাকাশিবো- ২০১৯

উত্তর ঃ কণার আকারের ভিত্তিতে মাটি ৪ প্রকার। যথা-

i. বালিকণা (কণার আকার $0.075mm - 4.75mm$)
ii. পলিকণা ($0.005mm - 0.05mm$)
iii. কাদাকণা (0.005mm এর নিচে)
iv. গ্রাভেল ($4.75mm - 75mm$)

নোট ঃ সচরাচর মোটা বালির আকার $(0.2 - 2.0)mm$ ধরা হয়।

***** ১৩। AASHO, ASTM, BSTI, SW, GW, SP ও GP এর পূর্ণ অর্থ লেখ।** বাকাশিবো- ২০১১, ১৬'পরি, ১৭

উত্তর ঃ

AASHO: American Association of State Highways Officials.

ASTM: American Society for Testing and Materials.

MIT: Massachusetts Institute of Technology.

BSTI: Bangladesh Standards and Testing Institute

SW: Well-graded Sands

GW: Well-graded Gravels

SP: Poorly graded Sands

GP: Poorly graded Gravels

*** ১৪। যদি D_{10}=0.16 মিমি, D_{30}=0.30 মিমি এবং D_{60}=1.50 মিমি হয় তবে মাটির সমতার সহগ ও বক্রতার সহগ নির্ণয় কর।**

MPA:19, বাকাশিবো- ২০১৩

উত্তর ঃ দেওয়া আছে, $D_{10} = 0.16$ মিমি,

$D_{30} = 0.30$ মিমি

$D_{60} = 1.50$ মিমি

আমরা জানি, বক্রতার সহগ, $C_z = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$

$= \frac{(0.30)^2}{0.16 \times 1.5}$

$= 0.38$ **(Ans.)**

আবার সমতার সহগ, $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$

$= \frac{1.50}{0.16}$

$= 9.38$ **(Ans.)**

**** ১৫। মাটির নমুনার $D_{10} = 0.12mm, d_{60} = 0.18mm$ হয়, তাহলে মাটির নমুনাটি কোন ধরনের হবে?** বাকাশিবো- ২০২৩

উত্তর ঃ আমরা জানি,

সমতার সহগ, $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$

$= \frac{1.8}{0.12} = 15 > 16$

মাটির নমুনাটি সুবিন্যস্ত (well graded)

Note : সুবিন্যস্ত বালি (well graded sand) এর ক্ষেত্রে $C_u \geq 6$ এবং সুবিন্যস্ত গ্র্যাভেল (well graded gravel) এর ক্ষেত্রে $C_u \geq 4$

**** ১৬। মাটি শনাক্তকরণের মাঠ পরীক্ষা কী কী?**

বাকাশিবো- ২০০৪, ০৬, ০৮, ১০, ১৩

উত্তর ঃ ১) সূক্ষ্মদানার মাটি ঃ

i) শুষ্ক শক্তি পরীক্ষা

ii) ঝাঁকুনি পরীক্ষা

iii) থিতানো পরীক্ষা ইত্যাদি।

২) স্থুলদানার মাটি ঃ

i) খালি চোখে দেখে

ii) দু'আঙুলে ঘষে ইত্যাদি।

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

**** ১। গঠন প্রকৃতি অনুসারে মাটির ভৌত ধর্মগুলোর নাম লেখ।**

বাকাশিবো- ২০০৫, ১৫, ১৫'পরি

উত্তর ঃ গঠন অনুসারে মৃত্তিকার ভৌত ধর্মগুলো হলো ঃ

i) মিশ্র গঠন

ii) পুঞ্জীভূত গঠন

iii) মৌচাকার গঠন

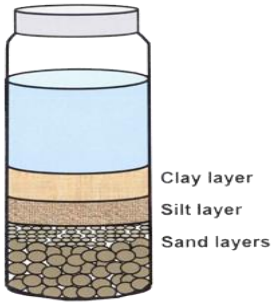
iv) বিস্তৃত গঠন

v) একক দানার গঠন।

***** ২। থিতানো পরীক্ষা দিয়ে মাটি শনাক্ত করার প্রক্রিয়া লেখ।**

বাকাশিবো- ২০১৪, ১৪'পরি, ২১

উত্তর ঃ কিছু পরিষ্কার নমুনা মৃত্তিকা একটি কাঁচের গ্লাসের মধ্যে নিয়ে পানি মিশ্রিত করে ভালোভাবে নেড়ে দিয়ে থিতাতে দিলে দেখা যায় যে, বালিকণা 30-60 সেকেন্ড থিতিয়ে পড়বে অনুরূপভাবে পলিকণা 15-60 মিনিটে থিতিয়ে পড়বে এবং সর্বশেষে দেখা যাবে যে অবশিষ্ট কাদাকণা কয়েক দিনের মধ্যে তলায় মিতিয়ে পড়বে।



চিত্র ঃ থিতানো পরীক্ষা

***** ৩। মাটির সাধারণ ধর্মাবলি সম্পর্কে সংক্ষেপে আলোচনা কর।**

বাকাশিবো- ২০১২, ১৬'পরি, ১৭, ২০, ২১, ২৩

উত্তর ঃ মৃত্তিকার সাধারণ ধর্মাবলি "৩" প্রকার। যথা-

১) ভৌত ধর্মাবলি (Physical Properties)
২) সূচক ধর্মাবলি (Index Properties)
৩) ঔদক ধর্মাবলি (Hydraulic Properties)

সাধারণত মৃত্তিকার সাধারণ ধর্মাবলি সম্পর্কে জানতে হলে এদেরও কিছু বিষয় সম্পর্কে জানা প্রয়োজন। কারণ প্রত্যেকটি সাধারণ ধর্মগুলোর কিছু নির্দিষ্ট পরিমাণ বৈশিষ্ট্য আছে। এগুলো হলো ঃ

ভৌত ধর্মাবলি ঃ

i. মৃত্তিকার গঠন প্রকৃতি (দৃঢ়াবদ্ধ শিথিল ইত্যাদি)
ii. মৃত্তিকার বর্ণ (সাদা, কালো, লাল, তাম্র ইত্যাদি)
iii. মৃত্তিকার গন্ধ (জৈব ও অজৈব গন্ধ)

সূচক ধর্মাবলি ঃ

i. মৃত্তিকা দানার ধর্ম (দানার আকার, বিন্যাস ইত্যাদি)
ii. মৃত্তিকার এগ্রিগেট ধর্ম (ভয়েড রেশিও, পরোসিটি, ঘনত্ব, আপেক্ষিক গুরুত্ব ইত্যাদি)

ঔদক ধর্মাবলি ঃ

i. নিঃসরণ, কৈশিকতা, ভেদ্যতা, তুষার, ক্রিয়া ইত্যাদি।

SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। মৃত্তিকা প্রযুক্তি বিদ্যার সীমাবদ্ধতাগুলো আলোচনা কর।**

বাকাশিবো- ২০০১, ০২, ০৬, ১৮, ১৯, ২২

উত্তর ঃ নিম্নে মৃত্তিকা প্রকৌশলের প্রধান প্রধান সীমাবদ্ধতাগুলো দেওয়া হলো-

১) মৃত্তিকার ভূনিম্নস্থ অবস্থা সম্পর্কে জানার পর্যাপ্ত অনুসন্ধান কার্য সম্পাদন করতে হয়। কেননা বাহ্যিক পর্যবেক্ষণে ভূনিম্নস্থ মৃত্তিকা স্তরের সঠিক অবস্থা জানা অসম্ভব।

২) মৃত্তিকা খুবই অনুভূতিপ্রবণ, সামান্য আলোড়নেই এর গুণাগুণে পার্থক্য প্রদর্শন করে। কাজেই বিভিন্ন নিরীক্ষার ফলাফল সতকর্তার সাথে ব্যাখ্যা বিশ্লেষণ করে নিতে হয়।

৩) মৃত্তিকার পীড়ন ও বিকৃতির ক্ষেত্রে স্থিতিস্থাপকতা তত্ত্ব কার্যকর নয়। তাই মৃত্তিকার ক্ষেত্রে এ তত্ত্ব ব্যবহার করাও ঠিক নয়।

৪) চাপ, নিষ্কাশন ব্যবস্থা ও অন্যান্য পারিপার্শ্বিক অবস্থার উপর মাটির চারিত্রিক আচরণ ও শক্তি অনেকাংশে নির্ভর করে। তাই মৃত্তিকা সংক্রান্ত সমস্যায় এগুলো অবশ্যই বিবেচনায় আনতে হবে।

৫) মৃত্তিকার কাঠামো নির্মাণ করলে মৃত্তিকার আচরণগত কারণে ডিজাইনের পরিবর্তন সাধন করতে হতে পারে। কেননা নির্মাণ কার্য চলাকালে মৃত্তিকার গুণাগুণে পরিবর্তন সাধিত হতে পারে। এমনকি নির্মাণ কার্য সমাপ্তির পরও পরিবর্তন হতে পারে।

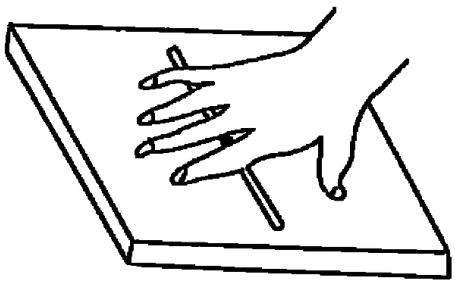
৬) মৃত্তিকা এমন এক সামগ্রী, যার দানাগুলো পরস্পরের আপেক্ষিকতার স্থান পরিবর্তন করতে পারে এবং দানাগুলোর স্থান পরিবর্তন এর সাথে সাথে এর চারিত্রিক আচরণের পরিবর্তন হয়।

***** ২। কার্যক্ষেত্রে মৃত্তিকা শনাক্তকরণের বিভিন্ন পরীক্ষাগুলো আলোচনা কর।** **LGED:11, বাকাশিবো- ২০০৭, ০৮, ১০, ১২, ১৩, ১৩'পরি, ১৫, ১৭**

উত্তর ঃ নিম্নে কার্যক্ষেত্রে মৃত্তিকা শনাক্তকরণের বিভিন্ন পরীক্ষা বর্ণনা করা হলো ঃ

(ক) নম্যতা বা আঠালত্ব পরীক্ষা (Plasticity Test) ঃ

নির্দিষ্ট পরিমাণ পানির উপস্থিতিতে পর্যাপ্ত কাদাযুক্ত মাটি ভাঙ্গা ছাড়াই ফর্মাজাত করা যায় এবং মন্থন করা যায়। যদি উক্ত মাটিতে পর্যাপ্ত কাদা থাকে, তবে তাকে হাতের সাহায্যে রোলিং করে খুব চিকন রশির মতো তৈরি করা যায়।



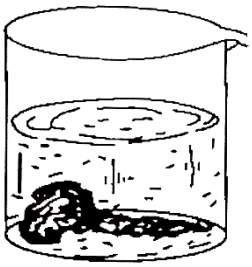
চিত্র ঃ নম্যতা পরীক্ষা

হাতের তালু দিয়ে রোলিং করতে করতে এক পর্যায়ে পানি শুকিয়ে যায়। ফলে মাটির নম্যতা গুণ কমে যায় ফলে এক পর্যায়ে মাটির সূক্ষ্ম ফাটলের সৃষ্টি হয়। এ সূক্ষ্ম ফাটল সৃষ্টি হওয়ার প্রাথমিক পর্যায়ে উক্ত আঠালোগুণ সম্পন্ন কাদাকে রোলিং করে $3mm$ রশির মতো করে তৈরি করা হয়। যা নিজস্ব ওজন ধরে রাখতে পারে। কিন্তু পলিমাটিকে প্রচুর ফাটল সৃষ্টি ব্যতিত

কোনোভাবেই $3mm$ ব্যাসের আকারে করা যায় না এবং কোনোভাবেই নিজস্ব ওজন ধরে রাখতে পারে না। সুতরাং নম্যতা পরীক্ষা দ্বারা কেবলমাত্র রশি তৈরির অবস্থা বুঝায় না বরং ফাটল তৈরির আগমূহুর্তে রশির টাফনেসকেও নির্দেশ করে।

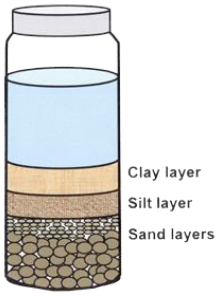
(খ) নমুনার লেইকে ছড়িয়ে শুকাতে দিয়ে (Spreating Drying a Sample) ঃ অল্প পরিমাণ মাটির পাতলা লেইকে একটি স্পেচা দিয়ে গ্লাস প্লেটের উপর ছড়িয়ে শুকাতে দিলে যদি ফাটলসহ কিছু সময়ের মধ্যে শুকিয়ে যায় এবং দানাদার মনে হয় তবে পলি মাটি। আর যদি শুকাতে বেশি সময় নেয় তাহলে কাদামাটি।

(গ) পানিতে ছেড়ে (Placing in Water) ঃ এক টুকরো মাটির ঢেলাকে পানিপূর্ণ একটি বিকারে ছেড়ে দিলে যদি কিছু সময়ের মধ্যেই ঢেলাটি ভেঙ্গে বিয়োজিত হয়, তবে তা পলি মাটি। আর যদি ঢেলাটি বিয়োজিত হতে সময় নেয় তবে কাদামাটি।



চিত্র ঃ পানিতে ছেড়ে

(ঘ) থিতানো পরীক্ষা (Dispersion Test) ঃ এ পরীক্ষার মাধ্যমে পলি এবং কাদার পার্থক্য নির্ণয় করা যায় এবং পলির পরিমাণও নির্ণয় করা যায়। এ পরীক্ষার জন্য অল্প পরিমাণ মাটি কাঁচের সিলিন্ডারে নিয়ে বেশি পরিমাণ পানির সাথে ভালোভাবে মিশ্রণ তৈরি করে সিলিন্ডারকে স্থির অবস্থায় রাখা হয় এবং মাটিকে থিতিয়ে পড়ার জন্য সুযোগ দেওয়া হয়। এ ক্ষেত্রে বালি এবং পলিকণা থিতিয়ে পড়তে যথাক্রমে 30-60 সেকেন্ড, 15-60 মিনিট এবং কাদা কণা কয়েক ঘন্টা থেকে কয়েকদিন সময় লাগে।



চিত্র ঃ থিতানো পরীক্ষা

অধ্যায়-২ প্রাথমিক মাটি পরীক্ষাসমূহ

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। ভয়েড রেশিও (Void Ratio) বলতে কী বুঝায়?**

LGED:15, MOE:15, DIP:18, বাকাশিবো-১১, ১৪, ১৪'পরি, ১৫, ১৬'পরি, ১৭'পরি, ২০

উত্তর ঃ নমুনা মৃত্তিকার ভয়েড অংশের আয়তনের সাথে কঠিন অংশের অনুপাতকে ভয়েড রেশিও বলে। একে "e" দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

অর্থাৎ $e = \frac{V_v}{V_s}$.

***** ২। পরোসিটি (Porosity) বা সরন্ধতা বলতে কী বুঝায়?**

MOE:15, বাকাশিবো- ২০০১, ০৪, ১৪, ১৪'পরি, ১৫

উত্তর ঃ নমুনা মৃত্তিকার ভয়েড অংশের আয়তনের সহিত মোট অংশের আয়তনের অনুপাতকে পরোসিটি বলা হয়। অর্থাৎ Soil এর ভিতরে ফাঁকা স্থানের শতকরা পরিমাণকে পরোসিটি বলে। একে "n" দ্বারা প্রকাশ করা হয়। অর্থাৎ $n = \frac{V_v}{V}$

***** ৩। ডিগ্রি অব স্যাচুরেশন (Degree of Saturation) মাত্রা কাকে বলে?** **PTD:18, বাকাশিবো- ২০০২, ০৬, ০৮, ১২, ১৩, ১৮, ১৯, ১৯'পরি, ২১**

উত্তর ঃ নমুনা মৃত্তিকার পানির আয়তনের সাথে মোট ভয়েড আয়তনের অনুপাতকে সম্পৃক্ততার মাত্রা বা ডিগ্রি অব স্যাচুরেশন বলা হয়। অর্থাৎ ফাঁকা অংশের কতটুকো পানি দ্বারা পূর্ণ আছে। একে S_r দ্বারা প্রকাশ করা হয় এবং শতকরা হারে প্রকাশ করা হয়। অর্থাৎ $S_r = \frac{V_w}{V_v} \times 100$

***** ৪। ময়েশ্চার কনটেন্টের (Moisture Content) সংজ্ঞা লেখ।** **SGCL:18, বাকাশিবো- ২০১৫'পরি, ১৯, ২২**

উত্তর ঃ কোনো মৃত্তিকা নমুনায় অবস্থিত পানির ওজনের সাথে শুষ্ক ওজনের অনুপাতকে পানির পরিমাণ বা ময়েশ্চার কনটেন্ট বলা হয়। একে শতকরা হারে প্রকাশ করা হয় এবং "ω" দ্বারা নির্দেশ করা হয়।

অর্থাৎ, $\omega = \frac{W_w}{W_s} \times 100$

***** ৫। মৃত্তিকার শুষ্ক একক ওজন (Dry Unit Weight) বলতে কী বুঝায়?** **বাকাশিবো- ২০১৩, ১৭, ১৮'পরি**

উত্তর ঃ কোনো মৃত্তিকার নমুনার শুষ্ক ওজনের সাথে মোট আয়তনের অনুপাতকে শুষ্ক একক ওজন বলা হয়। একে γ_d দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

অর্থাৎ, $\gamma_d = \frac{W_s}{V}$

**** ৬। মৃত্তিকার আপেক্ষিক গুরুত্ব (Specific Gravity) বলতে কী বুঝায়?** **বাকাশিবো- ২০১৫'পরি, ১৮, ১৯'পরি**

উত্তর ঃ 4°C তাপমাত্রায় পানির একক আয়তনের ওজনের তুলনায় কোনো বস্তুর একক আয়তনের ওজন যতগুণ তাকে ঐ বস্তুর আপেক্ষিক গুরুত্ব বলা হয়। একে "G" দ্বারা প্রকাশ করা হয়। অর্থাৎ, $G = \frac{\gamma_s}{\gamma_w}$.

**** ৭। পিকনোমিটার এর সাহায্যে কী করা হয়?** **বাকাশিবো- ২০১৪, ১৪'পরি, ২৩**

উত্তর ঃ পিকনোমিটারের সাহায্যে নমুনা মৃত্তিকার আপেক্ষিক গুরুত্ব নির্ণয় করা হয়।

***** ৮। মাটির ত্রি-দশা চিত্র বা Three Phase Diagram of Soil কাকে বলে?** **বাকাশিবো- ২০১৭'পরি**

উত্তর ঃ মৃত্তিকার তিনটি উপাদান যেমন মৃত্তিকা কণা, বায়ু ও পানির অবস্থান দেখিয়ে যে ব্লক চিত্র অঙ্কন করা হয় তাকে মাটির ত্রি-দশা চিত্র বলা হয়।

*** ৯। পরিপৃক্ত বা সম্পৃক্ত মাটি বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর ঃ যখন মৃত্তিকার সম্পূর্ণ ভয়েড অংশ পানি দ্বারা পরিপূর্ণ অবস্থায় থাকে ঐ মৃত্তিকাকে তখন পরিপৃক্ত মৃত্তিকা বলা হয়।

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। ভয়েড রেশিও ও পরোসিটি এর সম্পর্কে লেখ।**

অথবা, দেখাও যে, $\mathbf{n = \frac{e}{1+e}}$ (প্রতীকগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে)

বাকাশিবো- ২০০২, ০৪, ০৬, ১০, ১২, ১৩'পরি, ১৪, ১৪'পরি, ১৫, ১৫'পরি

উত্তর ঃ আমরা জানি, $n = \frac{V_v}{V}$

$$\Rightarrow \frac{1}{n} = \frac{V}{V_v}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{n} = \frac{V_v+V_s}{V_v}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{n} = \frac{V_v}{V_v} + \frac{V_s}{V_v}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{n} = 1 + \frac{1}{e} \text{_____} (i) \qquad \left[e = \frac{V_v}{V_s}\right]$$

$$\Rightarrow \frac{1}{n} = \frac{e+1}{e} \qquad \left[\frac{1}{e} = \frac{V_s}{V_v}\right]$$

$\therefore n = \frac{e}{1+e}$ **(দেখানো হলো)**

আবার, (i) নং সমীকরণ হতে পাই, $\frac{1}{n} = 1 + \frac{1}{e}$

$$\Rightarrow \frac{1}{n} - 1 = \frac{1}{e}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{n} - 1 = \frac{1}{e}$$

$$\Rightarrow \frac{1-n}{n} = \frac{1}{e}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{e} = \frac{1-n}{n}$$

$$\therefore e = \frac{n}{1-n}$$ (দেখানো হলো)

*****২। প্রমাণ কর যে, $\gamma_d = \frac{\gamma}{1+\omega}$** বাকাশিবো- ২০০৭, ০৯, ১০, ১১, ১৬'পরি, ১৭

উত্তর ঃ এখানে,

γ_d = শুষ্ক একক ওজন

γ = মোট একক ওজন

W = পানির পরিমাণ

আমরা জানি, $\omega = \frac{W_w}{W_s}$

$$\Rightarrow 1 + \omega = 1 + \frac{W_w}{W_s}$$

$$\Rightarrow 1 + \omega = \frac{W_s + W_w}{W_s}$$

$$\Rightarrow 1 + \omega = \frac{W}{W_s}$$

$$\Rightarrow W_s = \frac{W}{1+\omega}$$

এখন, $\gamma_d = \frac{W_s}{V}$

$$\Rightarrow \gamma_d = \frac{W_s}{V}$$

$$\Rightarrow \gamma_d = \frac{W}{V(1+\omega)} \qquad \left[W_s = \frac{W}{1+\omega}\right]$$

$$\Rightarrow \gamma_d = \frac{W}{V} \times \frac{1}{1+\omega}$$

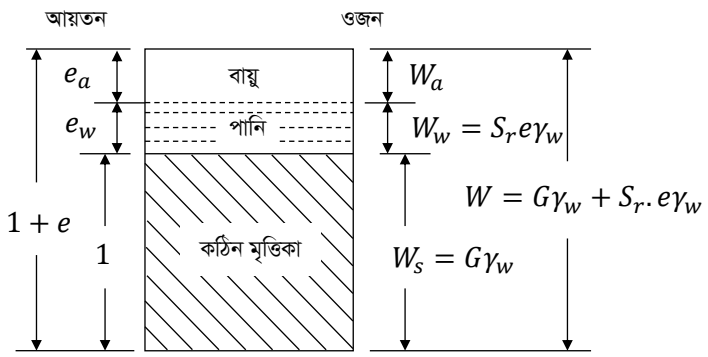
$$\Rightarrow \gamma_d = \gamma \times \frac{1}{1+\omega} \quad \left[\gamma = \frac{W}{V}\right]$$

$$\therefore \gamma_d = \frac{\gamma}{1+\omega}$$ **(প্রমাণিত)**

**** ৩। ভয়েড রেশিও এর ভিত্তিতে তিন ফেজ এর চিত্র আঁক।**

বাকাশিবো- ২০১৫, ১৫'পরি

উত্তর ঃ



চিত্র ঃ ভয়েড রেশিও এর ভিত্তিতে ত্রি-উপাদানের মৃত্তিকা

**** ৪। দেখাও যে সম্পূর্ণ সম্পৃক্ত মাটির ক্ষেত্রে $e = G\omega$ যেখানে প্রতীক গুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে।**

অথবা, e, G ও S_r এর মধ্যে সম্পর্ক দেখাও। **বাকাশিবো- ২০২০, ২৩**

উত্তর ঃ আমরা জানি, সম্পৃক্ততার মাত্রা, $S_r = \frac{V_w}{V_v}$

$$\Rightarrow V_w = S_r . V_v \ldots\ldots\ldots\ldots (\text{i})$$

এবং, আপেক্ষিক গুরুত্ব, $G = \frac{\gamma_s}{\gamma_s}$

$$\Rightarrow \frac{1}{G} = \frac{\gamma_w}{\gamma_s} \ldots\ldots\ldots\ldots (\text{ii})$$

পানির পরিমাণ, $W = \frac{W_w}{W_s}$

$$W = \frac{V_w.\gamma_w}{V_s.\gamma_s} \ldots\ldots\ldots\ldots (iii) \begin{bmatrix} W_w = V_w\gamma_w \\ W_s = V_s.\gamma_s \end{bmatrix}$$

(iii) নং সমীকরণে (i) ও (ii) এর মান বসিয়ে পাই,

$\omega = \frac{S_r.V_v}{V_s.G}$

$\Rightarrow \omega = \frac{S_r e}{G}$ $\left[e = \frac{V_v}{V_s}\right]$

$\Rightarrow e = \frac{\omega G}{S_r}$

$\therefore e = G\omega$ **(প্রমাণিত)** [মৃত্তিকা সম্পূর্ণ সম্পৃক্ত সুতরাং $S_r = 1$]

SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। প্রমাণ কর যে, $\gamma_d = \frac{G\gamma_w}{1+e}$ যেখানে প্রতীকগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে।** বাকাশিবো- ২০০৪, ০৯, ১০, ১৩, ১৭'পরি

উত্তর ঃ আমরা জানি, $\gamma_d = \frac{W_s}{V}$

$$W_s = \gamma_d.V \ldots\ldots\ldots (i)$$

মাটির কণার আপেক্ষিক গুরুত্ব G এবং পানির একক ওজন γ_w হলে,

$$\gamma_s = G\gamma_w \ldots\ldots\ldots (ii)$$

কঠিন অংশের আয়তন V_s হলে,

আমরা জানি $\gamma_s = G\gamma_w$

$\Rightarrow \frac{W_s}{V_s} = G\gamma_w$ $\left[\gamma_s = \frac{W_s}{V_s}\right]$

$\Rightarrow W_s = G\gamma_w . V_s$

$\Rightarrow \gamma_d V = G\gamma_w . V_s \qquad [W_s = \gamma_d V]$

$\Rightarrow \gamma_d = \frac{G\gamma_w V_s}{V}$

$\Rightarrow \gamma_d = G\gamma_w . \frac{V_s}{V}$

$\Rightarrow \gamma_d = G\gamma_w . \frac{V_s}{V_s+V_v} \; [V = V_s + V_v]$

$\Rightarrow \gamma_d = G\gamma_w . \frac{\frac{V_s}{V_s}}{\frac{V_s}{V_s}+\frac{V_v}{V_s}}$

$\Rightarrow \gamma_d = G\gamma_w . \frac{1}{1+e} \qquad \left[e = \frac{V_v}{V_s}\right]$

$\therefore \gamma_d = \frac{G\gamma_w}{1+e}$ **(প্রমাণিত)**

*** ২। প্রমাণ কর যে, $\gamma_{sat} = \frac{(G+e)\times\gamma_w}{1+e}$ (সম্পূর্ণ সম্পৃক্ত) যেখানে প্রতীকগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে।** বাকাশিবো- ২০২০

উত্তর ঃ আমরা জানি, $\gamma_{sat} = \frac{W_{sat}}{V}$ _____(i)

নমুনা মৃত্তিকা সম্পূর্ণ সম্পৃক্ত হলে $V = V_s + V_v$_____(ii)

এবং $W_{sat} = W_s + W_w$_____(iii)

(i) নং সমীকরণে (ii) ও (iii) এর মান বসিয়ে

$\gamma_{sat} = \frac{W_s+W_w}{V_s+V_v}$

$= \frac{W_s}{V_s+V_v} + \frac{W_w}{V_s+V_v}$

$$= \frac{W_s}{V_s+V_v} + \frac{W_w}{V_s+V_v}$$

$$= \frac{W_s}{V} + \frac{W_w}{V_s+V_v} \qquad [V = V_s + V_v]$$

$$= \gamma_d + \frac{V_v\gamma_w}{V_s+V_v}$$

$$= \gamma_d + \frac{\frac{V_v}{V_s}\gamma_w}{\frac{V_s}{V_s}+\frac{V_v}{V_s}} \qquad [\text{হর ও লবকে } V_s \text{ দিয়ে ভাগ করে } \frac{V_v}{V_s} = e]$$

$$= \gamma_d + \frac{e\gamma_w}{1+e}$$

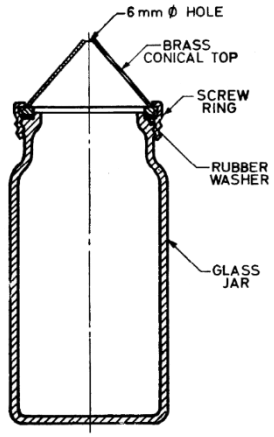
$$= \frac{G\gamma_w}{1+e} + \frac{e\gamma_w}{1+e} \qquad \left[\gamma_d = \frac{G\gamma_w}{1+e}\right]$$

$\therefore \gamma_{sat} = \frac{\gamma_w(G+e)}{1+e}$ **(প্রমাণিত)**

***** ৩। পিকনোমিটারের সাহায্যে মৃত্তিকার আপেক্ষিক গুরুত্ব নির্ণয়ের পদ্ধতি আলোচনা কর।** **বাকাশিবো- ২০১০, ১১, ১২, ১৬, ১৮, ১৯, ১৯'পরি**

উত্তর ঃ পিকনোমিটারের সাহায্যে মৃত্তিকার আপেক্ষিক গুরুত্ব নির্ণয় প্রক্রিয়া সকল ধরনের মৃত্তিকার জন্য উপযোগী। তবে মৃত্তিকার কণাগুলোকে অবশ্যই দুই মিলিমিটার চালনিতে অতিক্রম করতে হবে। সুতরাং নমুনা মৃত্তিকার আকার দুই মিলিমিটার অপেক্ষা বড় আকারের হলে তবে তা ভেঙ্গে দিতে হবে।

পিকনোমিটারের সাহায্যে নমুনা মৃত্তিকার আপেক্ষিক গুরুত্ব নির্ণয়ের জন্য নিম্নোক্ত যন্ত্রাংশ দরকার হয়-



চিত্র ঃ পিকনোমিটার

i) ব্রাস কনিক্যাল ক্যাপ, ওয়াশার এবং স্ক্রুসহ 900 মিলিমিটারের পিকনোমিটার উপরের অংশ আটকানোর প্রয়োজনে।

ii) 0.1 গ্রাম পর্যন্ত পরিমাপযোগ্য ব্যালেন্স।

iii) গ্লাস রড এবং

iv) ডিসটিল্ড ওয়াটার।

প্রথমেই পিকনোমিটারকে পরিষ্কারভাবে ধুয়ে ভালোভাবে শুকিয়ে নিতে হবে। এরপর এটির সকল অংশসহ নিখুঁতভাবে ওজন করতে হয়। ধরি এর ওজন W_1 গ্রাম। ওজন নেয়ার পর এটিকে আনুমানিক 200 হতে 400 গ্রাম মৃত্তিকা দিয়ে আনুষঙ্গিক অংশগুলোসহ ওজন নিতে হবে (ধরি এর ওজন W_2 গ্রাম)। এরপর এটির এটির অর্ধাংশ পরিমাণ ডিসটিল্ড ওয়াটার ভর্তি করে গ্লাস রডের সাহায্যে উত্তমরূপে মিশিয়ে নিয়ে এর বাকি অর্ধাংশও ডিসটিল্ড ওয়াটার দিয়ে পূর্ণ করে ভালোভাবে ঝাঁকিয়ে নিতে হয়। এরপর ওয়াশার ব্রাস কনিক্যাল ক্যাপ সঠিকভাবে স্থাপন করে আটকানোর স্ক্রুর সাহায্যে ভালোভাবে আটকিয়ে নিতে হয় এবং ড্রপারের সাহায্যে ডিসটিল্ড ওয়াটার দিয়ে সম্পূর্ণরূপে পূর্ণ করতে হয়। এ সময় কনিক্যাল ব্রাস ক্যাপের ছিদ্রে হাতের তালুতে চাপ দিয়ে বন্ধ করে উপর করলে কোনো বুদবুদ উঠবে না। এরপর পিকনোমিটার এর বহিঃপৃষ্ঠ উত্তমরূপে মুছে শুষ্ক করে নিখুঁতভাবে ওজন নিতে হয়। ধরি এর ওজন W_3 গ্রাম ওজন নেওয়ার পর

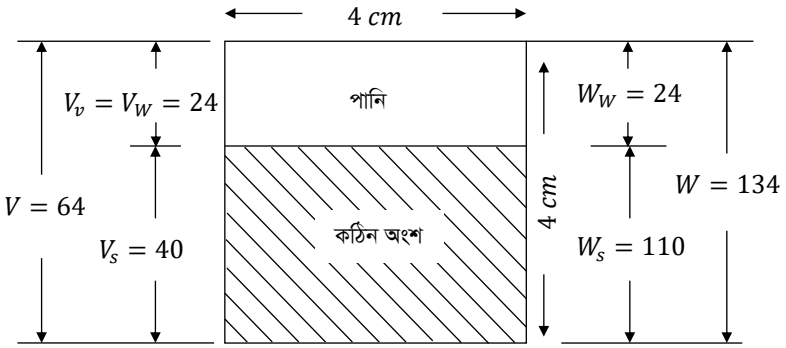
পানি মিশ্রিত মৃত্তিকা ফেলে দিয়ে পিকনোমিটার ভালোভাবে পরিষ্কার করে পূর্বের ন্যায় ডিসটিল্ড ওয়াটার দ্বারা পূর্ণ করতে হয় এবং নিখুঁতভাবে ওজন নিতে হয়। ধরি এর ওজন W_4 গ্রাম। নিম্নোক্ত সূত্রের সাহায্যে মৃত্তিকার আপেক্ষিক গুরুত্ব নিরূপন করা হয়।

$$G = \frac{W_2 - W_1}{(W_2 - W_1) - (W_3 - W_4)}$$

SOS গাণিতিক সমস্যাবলি ঃ

**** ১। একটি শুষ্ক মাটির ঘনকের প্রতি বাহুর দৈর্ঘ্য 4 সেমি এবং ওজন 110 গ্রাম। একই ধরনের ঘনক যখন সম্পৃক্ত অবস্থায় পরিবর্তনীয় থাকে, তখন ওজন 134 গ্রাম। চিত্রসহ ঐ কঠিন বাহুটির আপেক্ষিক গুরুত্ব ও ভয়েড রেশিও নির্ণয় কর।** বাকাশিবো- ২০১৬

সমাধান ঃ



দেওয়া আছে,

ঘনকটির আয়তন $V = 4 \times 4 \times 4$ যেহেতু প্রতি বাহুর দৈর্ঘ্য $4\ cm$

ঘনকটির সম্পৃক্ত ওজন $W = 134\ gm$

ঘনকটির শুষ্ক ওজন $W_s = 110\ gm$

সুতরাং পানির ওজন $W_w = W - W_s$

$= 134 - 110$

$= 24\ gm$

$$\gamma_d = \frac{110}{4^3} = \frac{110}{64}\ gm/cm^3$$

আমরা জানি,

$$\gamma_w = \frac{W_w}{V} \quad [\gamma_w = 1\ gm/cm^3]$$

$$\Rightarrow 1 = \frac{24}{V}$$

$$\therefore V_w = 24\ cm^3$$

$$V = V_s + V_w$$

অতএব 24 গ্রাম পানির আয়তন $V_w = V_v = 24\ m^3$

সুতরাং ঘনকটির কঠিন অংশের আয়তন $V_s = V - V_w$

$$= 64 - 24$$

$$= 40\ cm^3$$

আমরা জানি,

আপেক্ষিক গুরুত্ব $G = \frac{\gamma_s}{\gamma_w}$

$$= \frac{2.75}{1}$$

$$= 2.75\ \textbf{(Ans.)}$$

এখানে, $\gamma_s = \frac{W_s}{V_s} = \frac{110}{40} = 2.75\ gm/cm^3$

মৃত্তিকার একক ওজন $\gamma_w = 1\ gm/cm^3$

এবং ভয়েড রেশিও $e = \frac{V_v}{V_s}$

$$= \frac{24}{40} = 0.60\ \textbf{(Ans.)}$$

Or, $\frac{\gamma_d}{\gamma_w} = \frac{G}{1+e}$

$\Rightarrow \frac{\frac{110}{64}}{1} = \frac{2.75}{1+e}$

$\therefore e = 0.60$ **(Ans.)**

**** ২। 5% পানিসম্পন্ন একখন্ড নমুনার মৃত্তিকার ওজন $1.90\ gm/cm^3$ হলে পানি ধারণ মাত্রা 20% উন্নীত করতে প্রতি ঘনমিটার মৃত্তিকায় কী পরিমাণ পানি মিশাতে হবে? ভয়েভ রেশিও একই থাকলে সম্পৃক্তকার মাত্রা কত? $G = 2.67$** বাকাশিবো- ২০১৭

সমাধান ঃ দেওয়া আছে, মৃত্তিকার ওজন $\gamma = 1.90\ gm/cm^3$

পানির মাত্রা $W = 5\% = 0.05$

আমরা জানি, মৃত্তিকার শুষ্ক একক ওজন $\gamma_d = \frac{\gamma}{1+\omega}$

$= \frac{1.90}{1+0.05}$

$= 1.80\ gm/cm^3$

$1m^3$ মাটির ক্ষেত্রে শুষ্ক ওজন $= 1.80 \times 10^6 gm$

$[1m^3 = 10^6 cm^3]$

সুতরাং 5% পানি ধারণ মাত্রায় পানির ওজন

$= 0.05 \times 1.80 \times 10^6 gm$

$= 9 \times 10^4\ gm$

$\therefore$ পানির আয়তন $= \frac{9\times10^4}{1} cm^3$ [মৃত্তিকার একক ওজন $1gm/cm^3$]

$= 9 \times 10^4\ cm^3$

আবার 20% পানি ধারণ মাত্রায় পানির ওজন,

$$= 0.20 \times 1.80 \times 10^6\ gm$$
$$= 36 \times 10^4\ gm$$

∴ পানির আয়তন, $= \frac{36\times10^4}{1} cm^3$

$$= 36 \times 10^4\ cm^3$$

∴ অতিরিক্ত পানির পরিমাণ, $= 36 \times 10^4 - 9 \times 10^4$

$$= 27 \times 10^4\ cm^3$$
$$= \frac{27\times10^4}{1000} \qquad [1000\ cm^3 = 1\ lit]$$
$$= 270\ liter.$$

∴ ভয়েড রেশিও $e = \frac{G\gamma_w}{\gamma_d} - 1$

$$= \frac{2.67\times1}{1.80} - 1$$
$$= 0.48$$

যেহেতু ভয়েড রেশিও অপরিবর্তিত থাকবে সুতরাং, $S_r = \frac{\omega G}{e}$

$$= \frac{0.20\times2.67}{0.48}$$
$$= 1.12$$
$$= 112\ \%$$ **(Ans.)**

***** ৩। একটি নমুনা মৃত্তিকার জলীয় অংশ 11% এবং ভেজা অবস্থায় একক ওজন 21000 নিউটন/ঘনমিটার। যদি কঠিন অংশের আঃ গুঃ 2.6 হয় তবে নির্ণয় কর ঃ (i) শুকনো একক ওজন; (ii) ভয়েড রেশিও; (iii) সম্পৃক্ততার মাত্রা; (iv) এয়ার কনটেন্টের পরিমাণ।**

SGCL:15, শিক্ষামন্ত্রণালয়:১৭, বাকাশিবো- ২০১৯, ২২, ২৩

সমাধান ঃ দেওয়া আছে, জলীয় অংশ $\omega = 11\% = 011$

আঃ গুঃ $G_s = 2.6$

ভেজা একক ওজন $\gamma = 21000\ N/m^3$

$= 21\ kN/m^3$

$\therefore \gamma_d = ?;\ e = ?;\ S_r = ?$

আমরা জানি,

(i) মৃত্তিকার শুষ্ক একক ওজন $\gamma_d = \frac{\gamma}{1+\omega}$

$= \frac{21}{1+0.11} = 18.91\ kN/m^3$ **(Ans.)**

(ii) ভয়েড রেশিও $e = \frac{G\gamma_w}{\gamma_d} - 1$

$= \frac{2.6\times9.8}{18.91} - 1 \qquad [\gamma_w = 9.8\ kN/m^3]$

$= 0.347$ **(Ans.)**

(iii) সম্পৃক্ততার মাত্রা $S_r = \frac{\omega G}{e}$

$= \frac{2.6\times0.11}{0.347}$

$= 0.8242$

$= 82.42\%$ **(Ans.)**

(iv) এয়ার কনটেন্ট $a_c = 1 - S_r$

$= 1 - 0.8242$

$= 0.1754$ **(Ans.)**

**** ৪। একটি নমুনা মৃত্তিকার শিথিল অবস্থায় ভয়েড রেশিও 0.85 দৃঢ়বদ্ধ অবস্থায় ভয়েড রেশিও 0.25 এবং প্রাকৃতিক মাটির ভয়েড রেশিও যদি 0.4 হয়, তবে ঐ মাটির ঘনত্ব সূচক নির্ণয় কর।** বাকাশিবো- ২০১৭

সমাধান ঃ দেওয়া আছে,

$e_{max} = 0.85$

$e_{min} = 0.25$

$e = 0.40$

$I_D = ?$

আমরা জানি, ঘনত্ব সূচক $I_D = \frac{e_{max} - e}{e_{max} - e_{min}}$

$= \frac{0.85 - 0.40}{0.85 - 0.25}$

$= 0.75$ **(Ans.)**

অধ্যায়-৩ মৃত্তিকা কণার আকার

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। মাটির সূচক ধর্ম (Index Properties) কী?**

বাকাশিবো- ২০০২, ১৭, ২০

উত্তর ঃ সূচক বৈশিষ্ট্য মৃত্তিকা সনাক্তকরণ ও মাটির শ্রেণীবিন্যাস সম্পর্কে ধারণা প্রদান করে। মাটির সনাক্তকরণ ও শ্রেণীবিন্যাস করলে মাটির Strength, Load Bearing Capacity, Settlement ইত্যাদি সম্পর্কে ধারণা পাওয়া যায়।

**** ২। মাটির কণার আকার বিতরণ রেখা হতে কী কী তথ্য পাওয়া যায়?**

বাকাশিবো- ২০১৯, ১৯'পরি

উত্তর ঃ মৃত্তিকা কণার বিতরণ রেখা হতে মৃত্তিকা কণার কার্যকরী আকার, বিতরণ রেখার বক্রতার সহগ, সাম্যতা গুনাঙ্ক ইত্যাদি সূচক ধর্মাবলি সম্পর্কে ধারণা পাওয়া যায়।

***** ৩। মৃত্তিকার বিভিন্ন ধরনের দানার ধর্ম সম্পর্কে জানার জন্য কী কী পরীক্ষা করা হয়?**

উত্তর ঃ স্থুলদানার মৃত্তিকার ক্ষেত্রে দানার আকার বিতরণ পরীক্ষা এবং সূক্ষ্মদানার মৃত্তিকার ক্ষেত্রে মিনারলজিক্যাল কম্পোজিশন পরীক্ষা করা হয়।

*** ৪। স্টোকস্ 'ল' অনুমান সত্যগুলো লেখ।**

উত্তর ঃ স্টোকস্ 'ল' অনুমান সত্যগুলো নিম্নরূপ ঃ

i) সূক্ষ্মদানার প্রত্যেকটি কণা গোলক আকৃতির।

ii) প্রত্যেকটি মৃত্তিকা কণার ঘনত্ব সমান।

iii) অপেক্ষাকৃত স্থুলদানা সূক্ষ্মদানার পূর্বে থিতাবে।

**** ৫। স্টোকস এর সূত্রটি লেখ।**

উত্তর ঃ স্টোকস এর সূত্রটি হল, $V = \frac{1}{18}\frac{D}{\eta}(\gamma_s - \gamma_w)$

$$\left[G = \frac{\gamma_S}{\gamma_w} \therefore \gamma_S = G\gamma_w\right]$$

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

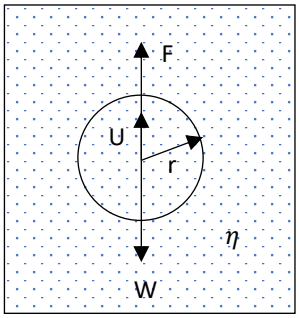
***** ১। মৃত্তিকার সূচক ধর্মাবলি বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর ঃ সূচক ধর্মাবলি মূলত মৃত্তিকার প্রকৌশল ধর্মাবলি সম্পর্কে মোটামুটি তথ্য প্রদান করে। মৃত্তিকা সম্পর্কিত মোটামুটি ধারণা পাওয়ার জন্য ব্যাপক পরীক্ষা নিরীক্ষাদি না করে কয়েকটি নির্দেশক ধর্ম সহজ পরীক্ষার মাধ্যমে নির্ণয় করা হয়। বিভিন্ন বই এর Index (সূচিপত্র) দেখে যেমন অধ্যায় সম্পর্কে ধারণা পাওয়া যায় ঠিক তেমনি মাটির কিছু নির্দেশক (indicator) এর ধারণা থাকলে মাটি (Soil) কোন প্রকৃতির তা সহজেই জানা যায়। মূলত শনাক্তকরণ (Identification) এবং শ্রেণীবিভাগ (Classification) এর জন্য সূচক ধর্মাবলি জানা প্রয়োজন।

SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

**** ১। মাটির কণার আকার বিশ্লেষণ স্টোকস্ ল এর সাহায্যে প্রমাণ কর যে, $D = M\sqrt{\frac{H_e}{t}}$ (প্রতীক গুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে)।**

উত্তর ঃ ধরি, পানিতে মৃত্তিকার গোলক কণা অবক্ষেপণের সময় মৃত্তিকার কণায় (i) গোলক কণার নিজ ওজন (W) (ii) প্লবমান (Buoyant) বল (U) ও (iii) ড্র্যাগ ফোর্স (Drag Force = F_D) এই তিনটি বল কাজ করে। যদি গোলক কণার ব্যাসার্ধ r, প্রান্তীয় বেগ v, ভিসকোসিটি η হয়, তবে-



ড্র্যাগ ফোর্স (Drag Force),

$F_D = 6\,\pi\eta r' V$.....(i)

গোলকাকার মৃত্তিকাকণার ওজন W

$\therefore W = \frac{4}{3}\pi r^3 . \gamma_s$

(γ_s কণার একক ওজন).....(ii)

কণার উপর ক্রিয়াশীল প্লবমান বল (Buoyant Force), U

$\therefore U = \frac{4}{3}\pi r^3 \gamma_w$

(γ_w পানির একক ওজন).....(iii)

নোট ঃ ড্রাগ ফোর্স হলো কোনো মাধ্যম দিয়ে যেমন ঃ পানি, বায়ু বা কোনো তল দিয়ে কোনো একটি পদার্থের চলাচলের বাধা।

উল্লম্ব ভারসাম্যতায় ওজন, $W = F_D + U$.....(iv)

$$\therefore \frac{4}{3}\pi r^3\gamma_s = 6\pi\eta r v + \frac{4}{3}\pi r^3\gamma_w$$

বা, $6\pi\eta r v = \frac{4}{3}\pi r^3\gamma_s - \frac{4}{3}\pi r^3\gamma_w$

বা, $v = \frac{4}{3}\pi r^3(\gamma_s - \gamma_w)\frac{1}{6\pi\eta r}$

বা, $v = \frac{4}{18\eta}.r^2(\gamma_s - \gamma_w)$

বা, $v = \frac{1}{18\eta}.(2r)^2(\gamma_s - \gamma_w)$

এখানে,

D-এর একক সেন্টিমিটার

H_e-এর একক সেন্টিমিটার

η-এর একক গ্রাম, সেকেন্ড/বর্গসেন্টিমিটার

γw-এর একক গ্রাম/এম.এল (মিলিলিটার বা ঘনসেন্টিমিটার)

v-এর একক সেন্টিমিটার সেকেন্ড

t-এর একক মিনিট

* 1 poise = $0.1\ N - s/m^2$

$\therefore v = \frac{D^2}{18\eta}(\gamma_s - \gamma_w)$ .....(v) $[\therefore 2r = D]$

এখানে মৃত্তিকাকণার ব্যাস D এবং মৃত্তিকাকণার আপেক্ষিক গুরুত্ব G হয়, তবে $\gamma_s = G\gamma_w$

D-এর একক মিটার

η- এর একক পয়েজ $\left(\frac{\mu}{g}\right)$

* 1 Poise $= 0.1\ N - s/m^2$ বা $10^{-4}\ kN\ s/m^2$

t-এর একক মিনিট

H_e- এর একক মিটার

γ_s-এর একক kN/m^3

γ_w-এর একক kN/m^3

এখন, $v = \frac{1}{18}\frac{D^2}{\eta}(G-1)\gamma_w$.....(vi)

যদি মৃত্তিকাকণাটি t মিনিটে v বেগে H_e সেন্টিমিটার পতিত হয়, তবে-

$v = \frac{H_e}{t}$.....(vii)

$v = \frac{H_e}{60t}\ cm/sec$.....(viii)

এখন (vi) ও (vii) সমীকরণ হতে

$$\frac{H_e}{60t} = \frac{1}{18}\frac{D^2}{\eta}(G-1)\gamma_w t$$

বা, $D = \sqrt{\frac{0.3\eta H_e}{(G-1)\gamma_w t}}$

$\sqrt{\frac{0.3\eta}{(G-1)\gamma_w}}$ কে M ধরে

$$D = M\sqrt{\frac{H_e}{t}} \text{.....(ix)}$$

SOS গাণিতিক সমস্যাবলি ঃ

***** ১। 0.6 mm আকারের কণাবিশিষ্ট একটি মাটির নমুনাকে 4.5 m গভীর একটি ট্যাংকের স্থির পানিতলে রাখা হলে G=2.66 এবং η = 0.01 পয়েজ হলে ঐ কণাটি ট্যাংকের তলায় থিতিয়ে পড়তে কত সময় লাগবে?** বাকাশিবো- ২০১১, ১২

সমাধান ঃ দেওয়া আছে, $D = 0.6\ mm = 0.06\ cm$

$H_e = 4.5\ m = 450\ cm$

$G = 2.66$

$\gamma_w = 1\ gm/cc$

$\eta = 0.01\ poise = 0.01 \times \frac{1}{981}\ gm - s/cm^2$

$= 1.02 \times 10^{-5}\ gm - s/cm^2$

$t = ?$

আমরা জানি, $\frac{H_e}{t} = \frac{1}{18}\frac{D^2}{\eta}(G-1)\gamma_w$

$$\Rightarrow \frac{450}{t} = \frac{1}{18} \times \frac{(0.06)^2}{1.02\times10^{-5}}(2.66-1)\times 1$$

$$\Rightarrow \frac{450}{t} = \frac{1}{18} \times \frac{9960}{17}$$

$$\Rightarrow \frac{450}{t} = \frac{1660}{51}$$

$$\Rightarrow t \times 1660 = 450 \times 51$$

$$t = 13.82\ sec$$ **(Ans.)**

Note: সূত্রে 60 দ্বারা ভাগ করলে মিনিটে উত্তর আসবে। আর 60 দ্বারা ভাগ না করলে সরাসরি সেকেন্ডে বের হবে।

***** ২। একটি নির্দিষ্ট আকারের কণাবিশিষ্ট মাটির নমুনাকে 5.5 m গভীর ট্যাংকে স্থির পানিতলে রাখা হলো। ঐ কণাটির ট্যাংকের তলায় থিতিয়ে পড়তে 15 সেকেন্ড সময় লাগে। G=2.69, η=0.01 poise হলে কণার আকার নির্ণয় কর।** বাকাশিবো- ২০১৬'পরি

সমাধান ঃ দেওয়া আছে,

$H_e = 5.5\ m = 550\ cm$

$G = 2.69$

$t = 15\ sec$

$\gamma_w = 1\ gm/cc$

$\eta = 0.01 \times \frac{1}{981}\ gm - s/cm^2$

$D = ?$

আমরা জানি, $\frac{H_e}{t} = \frac{1}{18}\frac{D^2}{\eta}(G-1)\gamma_w$

$$\Rightarrow \frac{550}{15} = \frac{1}{18} \times \frac{D^2}{0.01 \times \frac{1}{981}}(2.69-1) \times 1$$

$$\Rightarrow \frac{550}{15} = \frac{981 \times 1.69}{18 \times 0.01} \times D^2$$

$$\Rightarrow \frac{981 \times 1.69}{18 \times 0.01} \times D^2 = \frac{550}{15}$$

$$\Rightarrow D^2 \times 981 \times 1.69 \times 15 = 550 \times 18 \times 0.01$$

$$\Rightarrow D^2 = 3.981 \times 10^{-3}\ cm$$

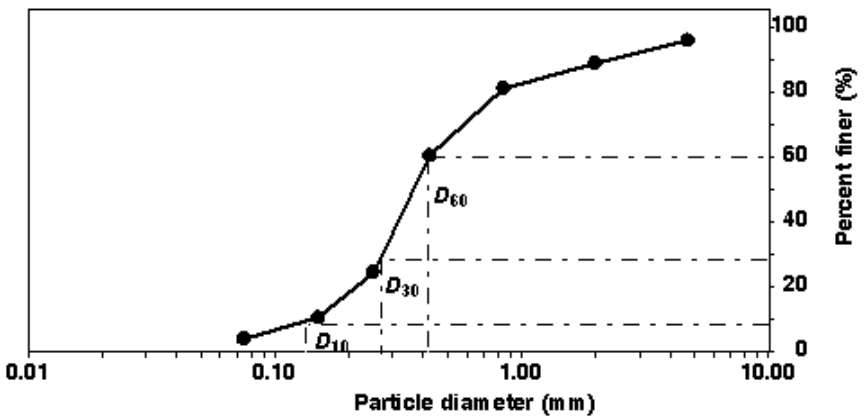
$$\Rightarrow D = \sqrt{3.981 \times 10^{-3}}$$

$$\therefore D = 0.063\ cm$$

$$= 0.63\ mm\ \textbf{(Ans.)} \qquad \left[1\text{mm} = \frac{1}{10}\text{cm}\right]$$

***** ৩। D_{10}, D_{30} ও D_{60} এর আকার বিতরণ গ্রাফের সাহায্যে দেখাও।** **BWBD:15**

উত্তর ঃ



অধ্যায়-৪ মৃত্তিকার নম্যতা বৈশিষ্ট্যাদি

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

**** ১। মাটির নম্যতা কী?** **PGCB:19, বাকাশিবো- ২০১৯'পরি**

উত্তর ঃ Plasticity কাদাজাতীয় মৃত্তিকা (Clay Soil) এর জন্য গুরুত্বপূর্ণ বৈশিষ্ট্য। এই State এ যেকোন আকৃতির রূপ দেওয়া যায়। বাহ্যিক লোড প্রয়োগ করার ফলে ভাঙা বা ফাটল ছাড়াই বিকৃতি হয়ে যায় এবং লোড অপসরণ করলেও বিকৃত থাকে।

**** ২। মৃত্তিকার তারল্যসীমার সংজ্ঞা লেখ।** বাকাশিবো- ২০০১, ০৪, ০৬, ১০, ১২

উত্তর ঃ যে মাত্রায় পানি থাকলে মৃত্তিকা তরল অবস্থা থেকে প্লাস্টিক অবস্থায় প্রবেশ করতে চায়, ঐ অবস্থায় পরিবর্তনকালে পানির মাত্রাকে ঐ মৃত্তিকার তারল্য সীমা বলে। একে ω_L বা $L.L$ দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

***** ৩। কনসিসটেনন্সি (Consistency) বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর ঃ কনসিসটেনন্সি (Consistency) নির্দেশ করে মাটি Soft, Medium বা Hard কিনা। এটা নির্ভর করে জলীয় অংশ বা Water Content এর উপর।

**** ৪। সংকোচন সীমা (Shrinkage Limit) বলতে কী বুঝায়?**

PGCB:19, বাকাশিবো- ২০১০

উত্তর ঃ সর্বোচ্চ যে পানি মাত্রায় মাটি হতে পানি বের করলে ঐ স্থান বায়ু দ্বারা পূর্ণ হয়ে যায় তখন আর আয়তন কমে না, তাকে মাটির সংকোচন সীমা বলা হয়।

**** ৫। মৃত্তিকার ফ্লো ইনডেক্স বলতে কী বুঝায়?** **বাকাশিবো- ২০০০, ১৮**

উত্তর ঃ ফ্লো ইনডেক্স, $I_F = \frac{\omega_1 - \omega_2}{\log_{10}\frac{N_2}{N_1}}$ এর দ্বারা ফ্লো কার্ভের ঢালকে বুঝায়।

**** ৬। মৃত্তিকার স্পর্শকাতরতা বলতে কী বুঝায়?** **বাকাশিবো- ২০০২, ০৫, ১৭**

উত্তর ঃ প্রাকৃতিক অক্ষত কাদা মৃত্তিকার শক্তির সাথে সমপানি ধারণকারী রিমৌল্ড করা কাদা মৃত্তিকার শক্তির অনুপাতই মৃত্তিকার স্পর্শকাতরতা (Sensitivity)।

$$\text{স্পর্শকাতরতা} = \frac{(qu)_u}{(qu)_r} = \frac{\text{Undisturbed (অক্ষত)}}{\text{Remoulded (বিক্ষত)}}$$

Note: মৃত্তিকার শক্তি কমে (Loss of Strength) যাওয়ার মূলত Sensitivity. Undisturbed Soil হলো প্রকৃত অবস্থানের Soil। Remould Soil হলো Soil সংগ্রহ করা, ল্যাবে নিয়ে গিয়ে Water Content পরিবর্তন করা ইত্যাদি হলো Remould Soil।

Sensitivity এর মান বেশি হলে Strength বেশি হবে।

***** ৭। অ্যাটারবার্গ সীমা (Atterberg Limit) বলতে কী বুঝায়? অথবা, কনসিসটেনন্সি সীমা (Consistency Limit) বলতে কী বুঝায়?**

বাকাশিবো- ২০০২, ০৪, ০৬, ০৭, ০৮, ০৯, ১০, ১২, ১৩, ১৯

উত্তর ঃ পানির পরিমাণ হ্রাস বা বৃদ্ধির ফলে কাদা জাতীয় মৃত্তিকার ভৌত অবস্থার পরিবর্তন ঘটে। যে পরিমাণ পানি ধারণ মাত্রায় কাদাজাতীয় মৃত্তিকা এক অবস্থা থেকে অন্য অবস্থায় পরিবর্তিত হয়, ঐ পরিমাণ পানির মাত্রাকে ঐ মৃত্তিকার কনসিসটেন্সি লিমিট (Consistency Limit) বা অ্যাটারবার্গ লিমিট (Atterberg Limit) বলে।

**** ৮। প্লাস্টিক লিমিট (Plastic Limit) বলতে কী বুঝায়?**

বাকাশিবো- ২০০৪

উত্তর ঃ সর্বনিম্ন যে পরিমাণ পানি মাত্রায় কোনো মৃত্তিকা নম্য অবস্থা থেকে আধাকঠিন অবস্থা প্রাপ্ত হয়, সেই পরিমাণ পানির মাত্রাকে ঐ মৃত্তিকার প্লাস্টিক লিমিট বা নম্যতা সীমা বলে।

**** ৯। টাফনেস ইনডেক্সের সংজ্ঞা লেখ।**

উত্তর ঃ কোনো মৃত্তিকায় প্লাস্টিসিটি ইনডেক্স (I_P) এবং ফ্লো ইনডেক্স (I_F) এর অনুপাতই টাফনেস্ ইনডেক্স।

অর্থাৎ, $I_t = \frac{I_P}{I_F}$

***** ১০। নম্যতা সূচক বলতে কী বুঝায়?** বাকাশিবো- ২০১০, ১১, ১৪, ১৫'পরি

উত্তর ঃ মৃত্তিকার তারল্য সীমা (L.L) ও নম্যতা সীমার (P.L) পার্থক্যকে নম্যতা সূচক (P.I) বলা হয়। P.I = L.L - P.L

***** ১১। তারল্য সূচক কী?**

উত্তর ঃ তারল্য সূচক, $I_L = \frac{\omega-\omega_p}{\omega_L-\omega_p}$. তারল্য সূচক ১০০% হলে মৃত্তিকা তরলের ন্যায় আচরন করে। প্লাস্টিক সীমায় মৃত্তিকার তারল্য সূচক শূন্য (0) হয়।

যদি, $I_L > 1$ Liquid State

$0 \leq I_L \leq 1$ Platic State

$I_L < 1$ Semi solid state

***** ১২। ফ্লো কার্ভ (Flow Curve) কী?**

উত্তর ঃ পানি ধারণ মাত্রাকে লম্ব এবং ঝাঁকির সংখ্যাকে (লগ স্কেলে) ভূমি ধরে প্লট করলে একটি সরল রেখা পাওয়া যায়। এ ধরনের প্লটকে ফ্লো কার্ভ বলা হয়।

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। অ্যাটারবার্গের নম্যতা সীমার সংজ্ঞা লেখ।**

SGCL:17, APSCL:15, বাকাশিবো- ২০০০, ২০০২, ০৪, ০৫, ০৯

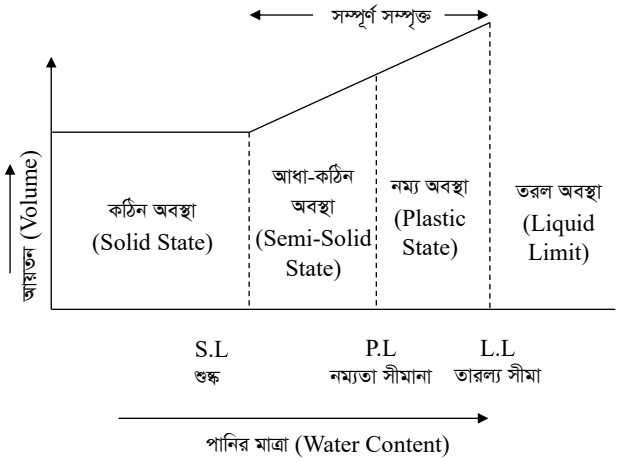
উত্তর ঃ এ লিমিট শুধু সূক্ষ্মদানার মৃত্তিকার জন্য প্রযোজ্য। মৃত্তিকায় পানি ধারণ মাত্রার পরিমাণ ধীরে ধীরে বৃদ্ধি করলে এটি কঠিন হতে আধা কঠিন, নম্য এবং তরলে পরিণত হয়। অন্যভাবে বলা যায় যে, তরল কাদা হতে জলীয়াংশের পরিমাণ ধীরে ধীরে হ্রাস পেতে থাকলে এটি নম্য (Plastic) আধাকঠিন (Semi-Solid) ও কঠিন (Solid) অবস্থায় ফিরে আসে। অর্থাৎ পানির পরিমাণ হ্রাস বা বৃদ্ধির ফলে কাদা জাতীয় মৃত্তিকার ভৌত অবস্থার পরিবর্তন ঘটে। যে পরিমাণ পানি ধারণ মাত্রায় কাদাজাতীয় মৃত্তিকা

এক অবস্থা থেকে অন্য অবস্থায় পরিবর্তিত হয়, ঐ পরিমাণ পানির মাত্রাকে ঐ মৃত্তিকার কনসিসনেন্সি লিমিট (Consistency Limit) বা অ্যাটারবার্গ লিমিট (Atterberg Limit) বলে।

***** ২। অ্যাটারবার্গ লিমিট চিত্রের মাধ্যমে দেখাও।**

SGCL:17, APSCL:15, বাকাশিবো- ২০২০

উত্তর ঃ



SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

**** ১। মৃত্তিকার কনসিসটেন্সি পরিমাপ প্রক্রিয়া আলোচনা কর।**

উত্তর ঃ সাধারণত কনসিসটেন্সিকে খুব কোমল (Very Soft), কোমল (Soft), মধ্যম (Medium), অনমনীয় (Stiff), খুব অনমনীয় (Very Stiff) ও কঠিন (Hard) এ ধরনের ভাষায় প্রকাশ করা হয়। মৃত্তিকায় বিকৃতি প্রতিরোধের মাত্রাই কনসিসটেন্সি, তাই এটি শিয়ার স্ট্রেংথ বা স্ট্রেংথের সাথে সম্পর্কিত। মৃত্তিকার আনকনফাইন্ড কম্প্রেসিভ স্ট্রেংথ (qu) মৃত্তিকার সিলিন্ডার আকৃতির স্পেসিমেনের একক ক্ষেত্রের উপর পতিত ফেইলুর লোডের সমান। এটি আনকনফাইন্ড কম্প্রেশন টেস্টিং যন্ত্রের

সাহায্যে পরিমাপ করা যায়। যেহেতু শিয়ার স্ট্রেংথের দ্বিগুণ আনকনফাইন্ড কম্প্রেসিভ স্ট্রেংথ এর সমান, তাই এর পরিমাপ ভেন (vane) শিয়ার টেস্টের মাধ্যমেও করা যায়।

নিচে qu এর সমান কনসিসটেন্সির পরিমাণ দেওয়া হলো-

মৃত্তিকা	qu (kg/cm^2)
খুব নরম	< 0.25
নরম	0.25-0.50
মধ্যম	0.50-1.00
অনমনীয়	1.00-2.00
খুব অনমনীয়	2.00-4.00
কঠিন	> 4.00

SOS গাণিতিক সমস্যাবলি ঃ

১। একটি অক্ষত সম্পৃক্ত মাটির নমুনার আয়তন $9.75\ cm^3$। সম্পৃক্ত মাটির ভর $16.5\ gm$। শুকানোর পর ভর পাওয়া গেল $10.9\ gm$ এবং আয়তন $5.4\ cm^3$। সংকোচন সীমা নির্ণয় কর।

সমাধান ঃ দেওয়া আছে, সম্পৃক্ত নমুনা মাটির আয়তন $V_1 = 9.75\ cm^3$

সম্পৃক্ত নমুনা মাটির ভর $W_1 = 16.5\ gm$

শুষ্ক নমুনার ভর $W_s = 10.9\ gm$

শুষ্ক নমুনার আয়তন $V_2 = cm^3$

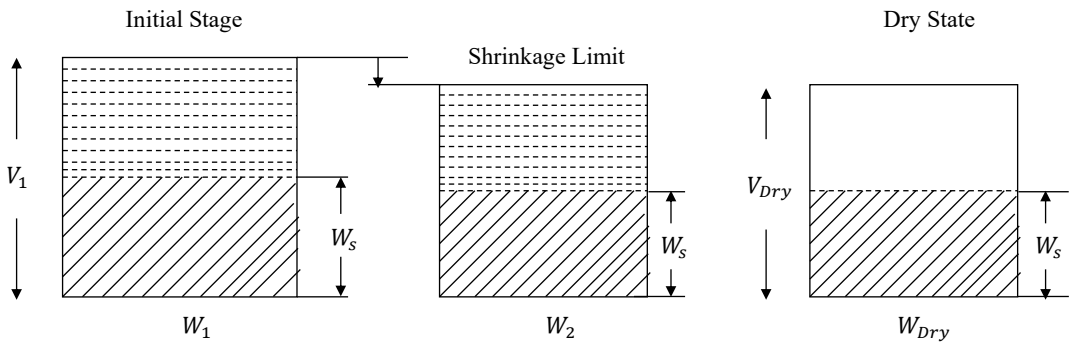
সংকোচন সীমা $\omega_s = ?$

আমরা জানি, সংকোচন সীমা $= \frac{(W_1 - W_S) - (V_1 - V_2)\gamma_w}{W_s}$

$$= \frac{(16.5 - 10.9) - (9.75 - 5.4) \times 1}{10.9}$$

$$= \frac{1.25}{10.9} = 0.1147 \textbf{ (Ans.)}$$

Note: Water Content $= \frac{W_w}{W_s} = \frac{(W_1 - W_2) - (V_1 - V_2)\gamma_w}{W_s}$



২। একটি নমুনার জলীয় অংশ 14.8%, নম্যতা সীমা 10.75% এবং তারল্য সীমা 23.05% হলে, তারল্য সূচক নম্যতা সূচক, ও সিক্ততা সূচক কত? বাকাশিবো- ২০২০

সমাধান ঃ দেওয়া আছে,

$W = 14.8\% = 0.148$

$W_P = 10.75\%$

$W_L = 23.05\%$

$I_L = ?$

$I_P = ?$

$I_C = ?$

আমরা জানি,

নম্যতা সূচক $I_P = \omega_L - \omega_P$

$= (23.05 - 10.75)\%$

$= 12.3\%$

$= 0.123$ **(Ans.)**

তারল্য সূচক $(I_L) = \frac{\omega - \omega_p}{W_L - W_p}$

$= \frac{0.148 - 0.1075}{0.2305 - 0.1075}$

$= \frac{0.0405}{0.123}$

$= 0.32$ **(Ans.)**

সিক্তকার সূচক $(I_C) = \frac{\omega_L - \omega}{I_p} \times 100$

$= \frac{0.2305 - 0.148}{0.123} \times 100$

$= \frac{0.0825}{0.123} \times 100$

$= 0.6707 \times 100$

$= 67.07\%$

$= 0.67$ **(Ans.)**

অধ্যায়-৫ মৃত্তিকার উদক ধর্মাবলি

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। মাটির ভেদ্যতা (Permeability) কী?**

বাকাশিবো- ২০০২, ০৪, ০৫, ০৯, ১২, ১৪, ১৭

উত্তর ঃ মৃত্তিকার Hydraulic Properties যেমন তারল্য সীমা, নম্যতা সূচক, কৈশিকতা, ভেদ্যতা, নিঃসরণ ইত্যাদি ধর্মাবলির মধ্যে ভেদ্যতা (Permeability) একটি গুরুত্বপূর্ণ ধর্ম। মৃত্তিকার Coarse Grained ও Fine Grained এর ভিতরে ধারাবাহিক Void এর মধ্য দিয়ে পানি বা অন্য কোনো তরল পদার্থ প্রবাহিত হতে দেওয়ার গুণকে মৃত্তিকার ভেদ্যতা (Permeability of Soil) বলা হয়।

***** ২। ডার্সির সূত্রটি লেখ।** বাকাশিবো- ২০২০, ২৩

উত্তর ঃ ডার্সির সূত্র ঃ ডার্সি ১৮৫৬ সালে পরীক্ষা করে একটি সিদ্ধান্তে উপনীত হন যে, মাটির দুটি বিন্দুর মধ্যে তরল প্রবাহের বেগ এটিতে প্রয়োগকৃত হাইড্রোলিক গ্রেডিয়েন্টের সাথে সমানুপাতিক।

অর্থাৎ, $V \propto i$

$$\Rightarrow V = Ki$$

এখানে, K = Co-efficient of Permeability (ভেদ্যতা গুণাঙ্ক)

i = Hydraulic Gradient (হাইড্রোলিক গ্রেডিয়েন্ট)

v = Velocity of Flow (প্রবাহির বেগ)

***** ৩। সয়েল সম্পর্কিত ডার্সির সূত্রটি লেখ।** বাকাশিবো- ২০১৮, ১৮'পরি

উত্তর ঃ সয়েল সম্পর্কিত ডার্সির সূত্রটি হল ঃ $V = Ki$

আমার জানি, $q = AV$

$\Rightarrow q = A \times Ki$ [V এর মান বসিয়ে]

$\therefore q = KiA$

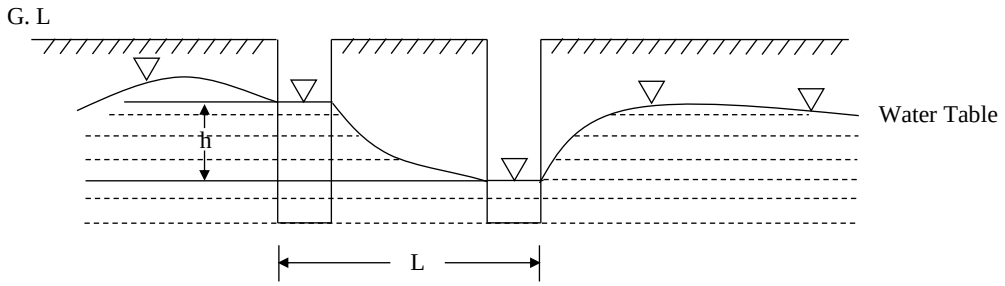
***** ৪। হাইড্রোলিক হেড (Hydraulic Head) কী?**

বাকাশিবো- ২০০৪, ১৯, ২২

উত্তর ঃ প্রবাহের মাধ্যমে দুই বিন্দুর পিজোমেট্রিক লেভেল (Water Level) এর পার্থক্যই হাইড্রোলিক হেড।

***** ৫। হাইড্রোলিক গ্রেডিয়েন্ট (Hydraulic Gradient) কী?**

উত্তর ঃ Hydraulic Gradient হল চালিকা শক্তি (Driving Force) যা বেশি Hydraulic Head থেকে কম Hydraulic Head এর দিকে প্রবাহিত হয়।



$\therefore$ Hydraulic Gradient $i = \frac{h}{L}$

***** ৬। মাটির ভেদ্যতা কী কী বিষয়ের উপর নির্ভর করে?**

বাকাশিবো- ২০০৪, ১৪, ১৭

উত্তর ঃ মাটির ভেদ্যতা অনেকগুলো বিষয়ের উপর নির্ভর করে। নিচে কিছু বিষয় দেওয়া হলো ঃ

i. মৃত্তিকায় ধারাবাহিক ভয়েড এর উপর।
ii. মৃত্তিকার দানার আকার আকৃতির উপর।
iii. মৃত্তিকার প্রবাহীর ধর্মের উপর।
iv. মৃত্তিকার কণার বিন্যাসের উপর।

**** ৭। ভেদ্যতা সহগ বলতে কী বুঝায়?** বাকাশিবো- ২০০২, ১০, ১১, ১৬

উত্তর ঃ ভেদ্যতা সহগ (Coefficient of Permeability) হল মাটির মধ্য দিয়ে পানির প্রতি সেকেন্ডে মিটার বা সেন্টিমিটারে (m/s বা cm/s) বেগ। অর্থাৎ একক ঢালে প্রবাহের বেগকে ভেদ্যতার সহগ বলা হয়।

$$V = Ki$$
$$= K.\frac{h}{L}$$
$$= K.1$$
$$\therefore V = K$$

***** ৮। ফ্লো-নেট বা প্রবাহ জালিকা কী?** বাকাশিবো- ২০০০, ০৬, ০৯, ১০, ১৪, ১৬

উত্তর ঃ ফ্লো-নেট হল পানি বা তরল প্রবাহের একটি গ্রাফিক্যাল উপস্থাপনা। এটি একটি বক্ররেখা এবং Flow Line (প্রবাহ রেখা) ও Equipotential Line সর্বদা সমকোণে থাকে।

***** ৯। ইকুয়িপটেনশিয়াল লাইন বা সমবিভব রেখা কাকে বলে?**

বাকাশিবো- ২০০২, ০৮, ০৯, ১২, ১৩, ১৬

উত্তর ঃ প্রবাহ রেখার (Flow Line) বিভিন্ন বিন্দুতে পিজোমেট্রিক টিউব বসালে একই উচ্চতা (Head বা Energy) পাওয়া যায়, তাকে ইকুয়িপটেনশিয়াল লাইন বলে। ইকুয়িপটেনশিয়াল লাইন কে Same Energy Level-ও বলা হয়।

***** ১০। কার্যকরী চাপ (Effective Pressure) কাকে বলে?**

বাকাশিবো- ২০০৪, ০৫, ০৯, ১০, ১৪, ১৫, ১৬'পরি

উত্তর ঃ কার্যকরী চাপ মূলত একটি অতিরিক্ত চাপ। এটি শুধুমাত্র নমুনা মৃত্তিকার কণাগুলোর স্পর্শ বিন্দুগুলোতে কাজ করে। এই চাপকে $\bar{P}$ বা $\bar{\sigma}$ দ্বারা সূচিত করা হয়। মোট চাপ (P) ও ছিদ্রস্থিত পানির চাপ (U_w) হতে এর মান পাওয়া যায়।

কার্যকরী চাপ $\bar{P}$ বা $\bar{\sigma} = P - U_w$.

কোনো ওজনই বহন করতে সক্ষম হয় না, শিয়ার পীড়ন শূন্যতে পৌছায় এবং মাটি অধিকতর আলগা হয়ে যায়।

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

*** ১। মৃত্তিকার ভেদ্যতা গুণাঙ্ক নির্ণয়ের পদ্ধতিগুলো কী কী?**

উত্তর ঃ ল্যবরেটরি পদ্ধতি (Laboratory Method) ঃ

i. Constant Head Permeability Test (কনস্ট্যান্ট হেড)
ii. Variable Head or Falling Head Permeability Test (ভেরিয়েবল হেড)

ফিল্ড পদ্ধতি (Field Method) ঃ

i. Pumping out Test (পাম্পিং আউট টেস্ট)
ii. Pumping in Test (পাম্পিং ইন টেস্ট)

পরোক্ষ পদ্ধতি (Indirect Test) ঃ

i. Computation from Grain Size (গ্রেইন সাইজ)
ii. Horizontal Capillarity Test (হরিজন্টাল ক্যাপিলারিটি)
iii. Consolidation Test (কনসোলিডেশন টেস্ট)

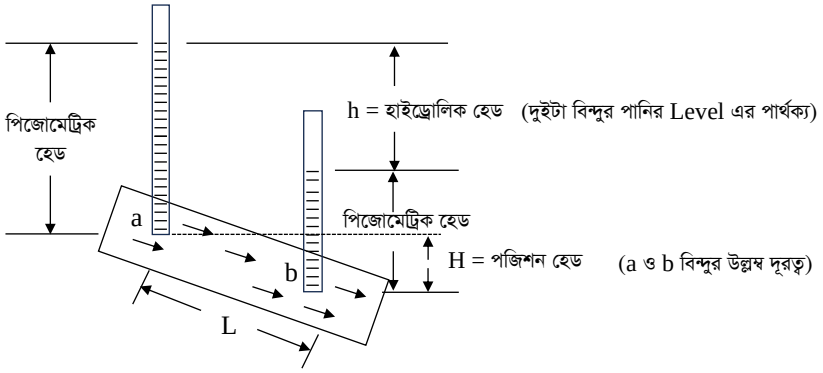
***** ২। মাটির ভেদ্যতায় প্রভাব বিস্তারকারী উৎপাদকগুলোর তালিকা তৈরি কর।** **বাকাশিবো- ২০০২, ০৪, ০৫, ০৯, ১২, ১৮**

উত্তর ঃ মাটির ভেদ্যতা অনেকগুলো বিষয়ের উপর নির্ভর করে। নিচে কিছু বিষয় দেওয়া হলো ঃ

i. মৃত্তিকায় ধারাবাহিক ভয়েড এর উপর।
ii. মৃত্তিকার দানার আকার আকৃতির উপর।
iii. মৃত্তিকার প্রবাহীর ধর্মের উপর।
iv. মৃত্তিকার কণার বিন্যাসের উপর।
v. Clay Soil কর্তৃক শোষিত পানির উপর।

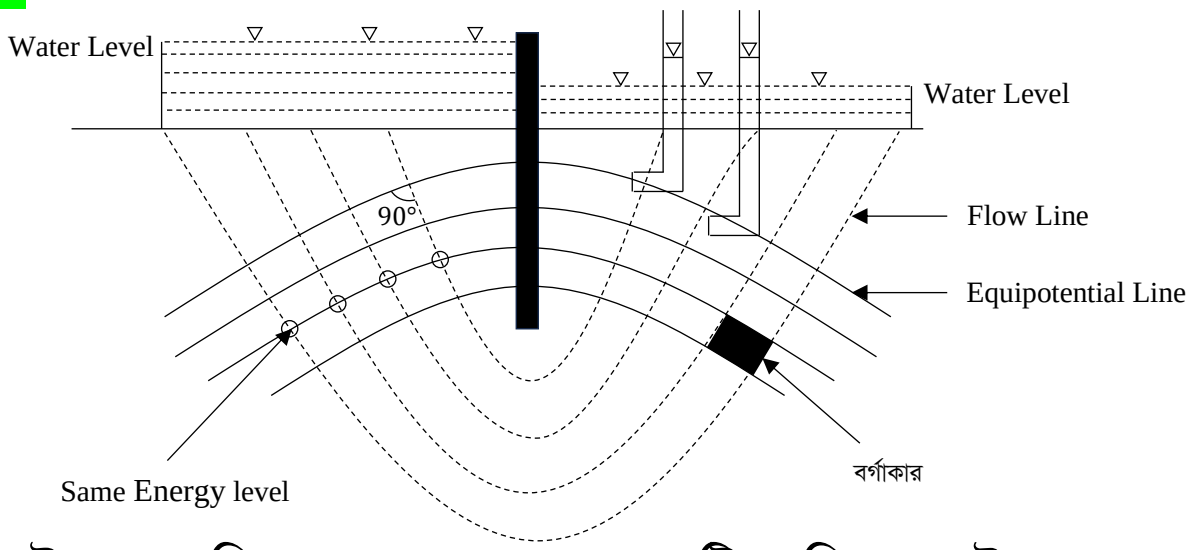
***** ৩। চিত্র এঁকে হাইড্রোলিক হেড, পিজোমেট্রিক হেড ও পজিশন হেড দেখাও।** **বাকাশিবো- ২০১৬'পরি**

উত্তর ঃ নিম্নে হাইড্রোলিক হেড, পিজোমেট্রিক হেড ও পজিশন হেড দেখানো হলো ঃ



***** ৪। ফ্লো-নেট কী? ব্যাখ্যা দাও।** **বাকাশিবো- ২০১৫, ১৬, ১৭, ২১**

উত্তর ঃ



ফ্লো-নেট হল পানি বা তরল প্রবাহের একটি গ্রাফিক্যাল উপস্থাপনা। এটি একটি বক্ররেখা এবং Flow Line (প্রবাহ রেখা) ও Equipotential Line সর্বদা সমকোণে থাকে।

***** ৫। মাটির ফ্লো-নেট (Flow Net) এর ধর্মগুলো লেখ।**

বাকাশিবো- ২০১১, ১৪, ১৯, ২৩

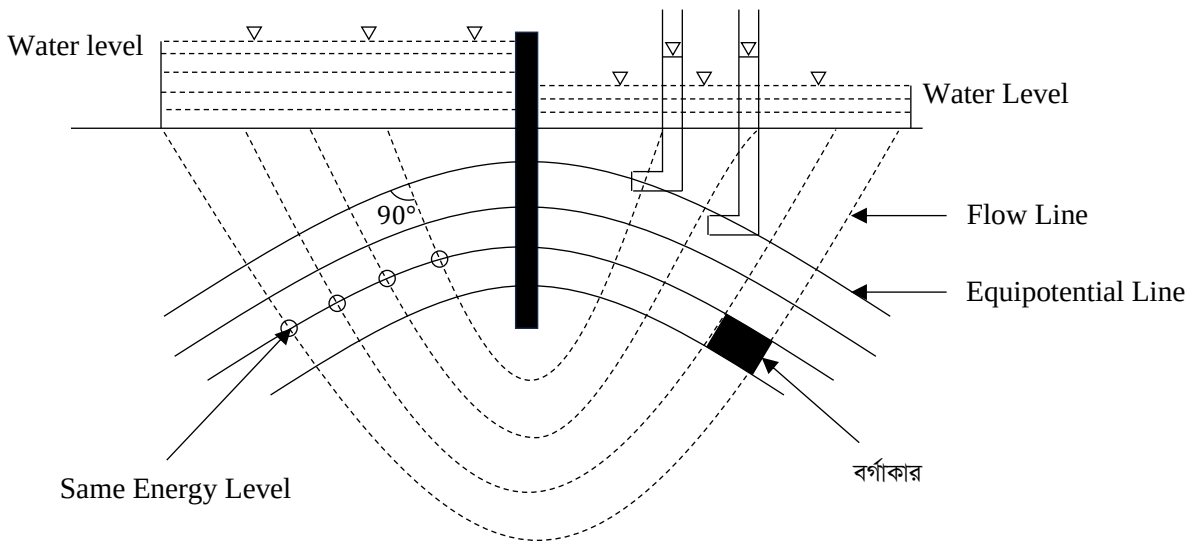
উত্তর ঃ ফ্লো-নেট এর বৈশিষ্ট্য বা ধর্ম সমূহ ঃ

i. ইকুয়িপটেনশিয়াল লাইন ও ফ্লো-লাইন পরস্পর সমকোণে (90°) মিলিত হবে।

ii. ইকুয়িপটেনশিয়াল লাইন ও ফ্লো লাইনগুলোর মধ্যবর্তী ক্ষেত্রগুলো প্রায় বর্গাকার হবে।

iii. ইকুয়িপটেনশিয়াল লাইন কখনও একটির সাথে অন্যটি মিলিত হবে না।

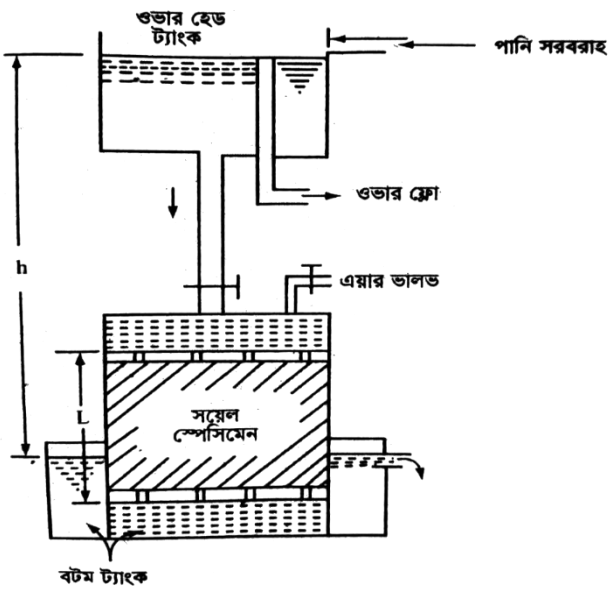
iv. Flow নেট বা প্রবাহ জালিকায় প্রবাহ ক্ষেত্র ছোট হলে, হাইড্রোলিক গ্রেডিয়েন্ট ও প্রবাহের বেগ তত অধিক হবে এবং প্রবাহ ক্ষেত্র যত বড় হবে হাইড্রোলিক গ্রেডিয়েন্ট ও প্রবাহের বেগ তত কম হবে।



SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

*** ১। মৃত্তিকার ভেদ্যতা গুণাঙ্ক নিরূপণের কনস্ট্যান্ট হেড ভেদ্যতা পরীক্ষাটি বর্ণনা কর।** বাকাশিবো- ২০০৬, ১৬

উত্তর ঃ কনস্ট্যান্ট হেড ভেদ্যতা পরীক্ষা মোটা দানার মৃত্তিকার জন্য প্রযোজ্য। কনস্ট্যান্ট হেড পরীক্ষাটি পারমিয়্যামিটারের সাহায্যে করা হয়। এটির ওভারহেড ট্যাংকে তিনটি নলের সংযোগ আছে যেমন ওভারফ্লো নল, ইনলেট নল ও আউটলেট নল। বটম ও ওভারহেড ট্যাংকের উচ্চতা h, মৃত্তিকার নমুনার দৈর্ঘ্য L এবং প্রবাহিত ক্ষেত্রফল A। যদি t সময়ে Q পরিমাণ পানি প্রবাহিত হয়, তবে একক সময়ে প্রবাহিত পানির পরিমাণ, $q = \frac{Q}{t}$



চিত্র ঃ কনস্ট্যান্ট হেড ভেদ্যতা টেস্ট

$\therefore$ ডার্সির সূত্রানুসারে $q = KiA$

$$\Rightarrow \frac{Q}{t} = K.\frac{h}{L}.A \qquad \left[i = \frac{h}{L}\right]$$

$$\Rightarrow K = \frac{QL}{hAt}$$

***** ২। ভেরিয়েবল হেড ভেদ্যতার ক্ষেত্রে দেখাও যে, $K = 2.3\frac{aL}{At}\log\frac{h_1}{h_2}$** বাকাশিবো- ২০০০, ০৪, ১৩, ১৭, ১৮

উত্তর ঃ ভেরিয়েবল হেড ভেদ্যতা পরীক্ষাটি সূক্ষ্মদানার মৃত্তিকার জন্য করা হয়। ধরি, t_1 সময়ে হাইড্রোলিক হেড h_1 এবং t_2 সময়ে হাইড্রোলিক হেড $h_2(t_2 > t_1)$। উক্ত পর্যবেক্ষণের d_t সময়ে $-dt$ পরিমাণ হেডের পরিবর্তন হল এবং মৃত্তিকার দৈর্ঘ্য L

ডার্সির সূত্র অনুসারে, $q = \frac{-dh}{dt}.a = KiA$

[$-dh$, কারণ সময় অতিক্রান্ত হতে থাকলে হাইড্রোলিক হেড হ্রাস পায়]

$$\Rightarrow K.\frac{h}{L}A = \frac{-dh}{dt}.a \qquad \left[i = \frac{h}{L}\right]$$

$$\therefore \frac{AK}{aL}dt = -\frac{dh}{h}$$

$$\Rightarrow \frac{AK}{aL}\int_{t_1}^{t_2} dt = \int_{h_1}^{h_2}\frac{dh}{h}$$

[উভয় পক্ষকে ইন্টিগ্রেশন করে]

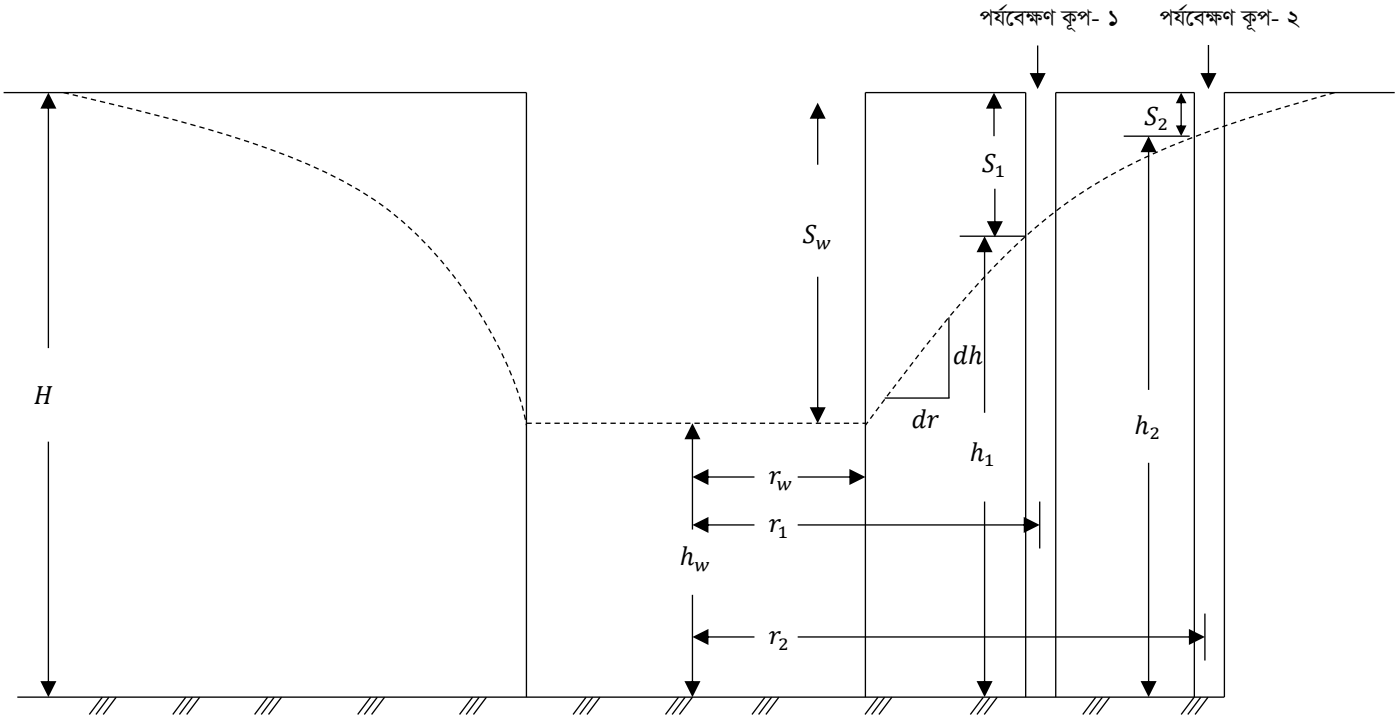
$$\Rightarrow \frac{AK}{aL}(t_2 - t_1) = \log_e\frac{h_1}{h_2}$$

$$\Rightarrow \frac{AK}{aL}.t = \log_e\frac{h_1}{h_2} \qquad [t_2 - t_1 = t]$$

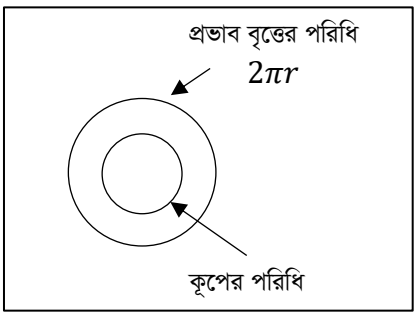
$$\Rightarrow K = \frac{aL}{At}\log_e\frac{h_1}{h_2}$$

$$\therefore K = 2.3\left(\frac{aL}{At}\log_{10}\frac{h_1}{h_2}\right)$$

*** ৩। মৃত্তিকার ভেদ্যতা গুণাঙ্ক নিরূপণের পাম্পিং আউট ভেদ্যতা পরীক্ষাটির মাধ্যম দেখাও যে, $K = \frac{2.3q}{\pi(h_2^2 - h_1^2)} \log \frac{r_2}{r_1}$



উত্তর ঃ ধরি, একটি আনকনফাইন্ড অ্যাকুইফারের r_1 পুরুত্বে একটি পর্যবেক্ষণ কূপের পানির উচ্চতা h_1 এবং r_1 দূরত্বে অন্য আর একটি পর্যবেক্ষণ কূপের পানির উচ্চতা h_2। যদি মৃত্তিকায় ভেদ্যতার সহগ K হয়, ডার্সির সূত্রানুসারে আমরা জানি, $q = KiA$



$$\Rightarrow q = K.\frac{dh}{dr} \times 2\pi rh$$

$$\Rightarrow \frac{dr}{r} = \frac{2\pi Kh.dh}{q}$$

$$\Rightarrow \int_{r_1}^{r_2} \frac{dr}{r} = \frac{2\pi K}{q} \int_{h_1}^{h_2} hdh$$ [উভয়পক্ষকে ইনটিগ্রেশন করে]

$$\Rightarrow \log_e \frac{r_2}{r_1} = \frac{2\pi K}{q}\left(\frac{h_2^2 - h_1^2}{2}\right) \qquad \left[\int h^n\, dh = \frac{h^{n+1}}{n+1}\right]$$

$$\Rightarrow K = \frac{q}{\pi(h_2^2 - h_1^2)} \log_e \frac{r_2}{r_1}$$

SOS গাণিতিক সমস্যাবলি ঃ

***** ১। একটি কনস্ট্যান্ট হেড ভেদ্যতা পরীক্ষায় $10\ cm$ দৈর্ঘ্য $2\ cm$ ব্যাসের বেলে মৃত্তিকায় $20\ cm$ স্থির হেডের বিপরীতে 3 মিনিটে $300\ cm^3$ পানি প্রবাহিত হয়। ভেদ্যতা গুণাঙ্ক নির্ণয় কর।**

সমাধান ঃ

আমরা জানি, $q = KiA$

$$\Rightarrow \frac{Q}{t} = K \times \frac{h}{L} \times A$$

$$\Rightarrow \frac{300}{180} = K \times \frac{20}{10} \times 3.14$$

$$\Rightarrow k \times 180 \times 2 \times 3.14 = 300$$

$$\Rightarrow k = \frac{300}{1130.4}$$

$\therefore K = 0.27\ cm/s$ **(Ans.)**

দেওয়া আছে,

$h = 20\ cm$

$L = 10\ cm$

$D = 2\ cm$

$A = \frac{\pi}{4} \times 2^2$

$= 3.14\ cm^2$

$t = 3\ min$

$= 3 \times 60$

$= 180\ sec.$

$Q = 300\ cm^3$

$K = ?$

*** ২। একটি ভেরিয়েবল হেড ভেদ্যতা পরীক্ষায় দেখা যায় যে, প্রারম্ভিক সময়ের হেড 40 cm এবং 10 মিনিটে 5 cm অবনতি ঘটে। যদি উক্ত পরীক্ষায় ব্যবহৃত নমুনা মৃত্তিকার দৈর্ঘ্যে 6 cm এবং প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $50\ cm^2$ হয় এবং খাড়া লাইনের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $0.5\ cm^2$ হয়, তবে কত সময় পরে হেড 20 cm এ পৌছাবে? উক্ত মৃত্তিকার ভেদ্যতা গুণাঙ্ক m/hr ও মিটার/দিন এ নির্ণয় কর।** বাকাশিবো- ২০০০

সমাধান ঃ

দেওয়া আছে, $a = 0.5\ cm^2$

$A = 50\ cm^2$

$h_1 = 40\ cm$

$h_2 = 40 - 5 = 35\ cm$

$t = 10 \times 60 = 600\ sec$

$L = 6\ cm$

$K = ?$

যখন $h_2 = 20\ cm$

তখন $t_1 = ?$

$1\ m = 100\ cm$

$1\ hour = 60 \times 60\ sec$

$24\ hours = 1\ day$

আমরা জানি,

ভেদ্যতা গুণাঙ্ক $K = 2.3\left(\frac{aL}{At}\log_{10}\frac{h_1}{h_2}\right)$

$$= 2.3\left(\frac{0.5\times6}{50\times10\times60}\log_{10}\frac{40}{35}\right)$$

$$= 1.3338\times10^{-5}\ cm/sec$$ **(Ans.)**

$$K = 1.3338\times10^{-5}\ cm/sec$$

$$= 1.3338\times10^{-5}\times\frac{1}{100\times\frac{1}{60\times60}}$$

$$= 4.80\times10^{-4}\ m/hr$$ **(Ans.)**

$$K = 4.80\times10^{-4}\ m/hr$$

$$= 4.80\times10^{-4}\times\frac{1}{\frac{1}{24}}\ m/day$$

$$= 0.01152\ m/day$$

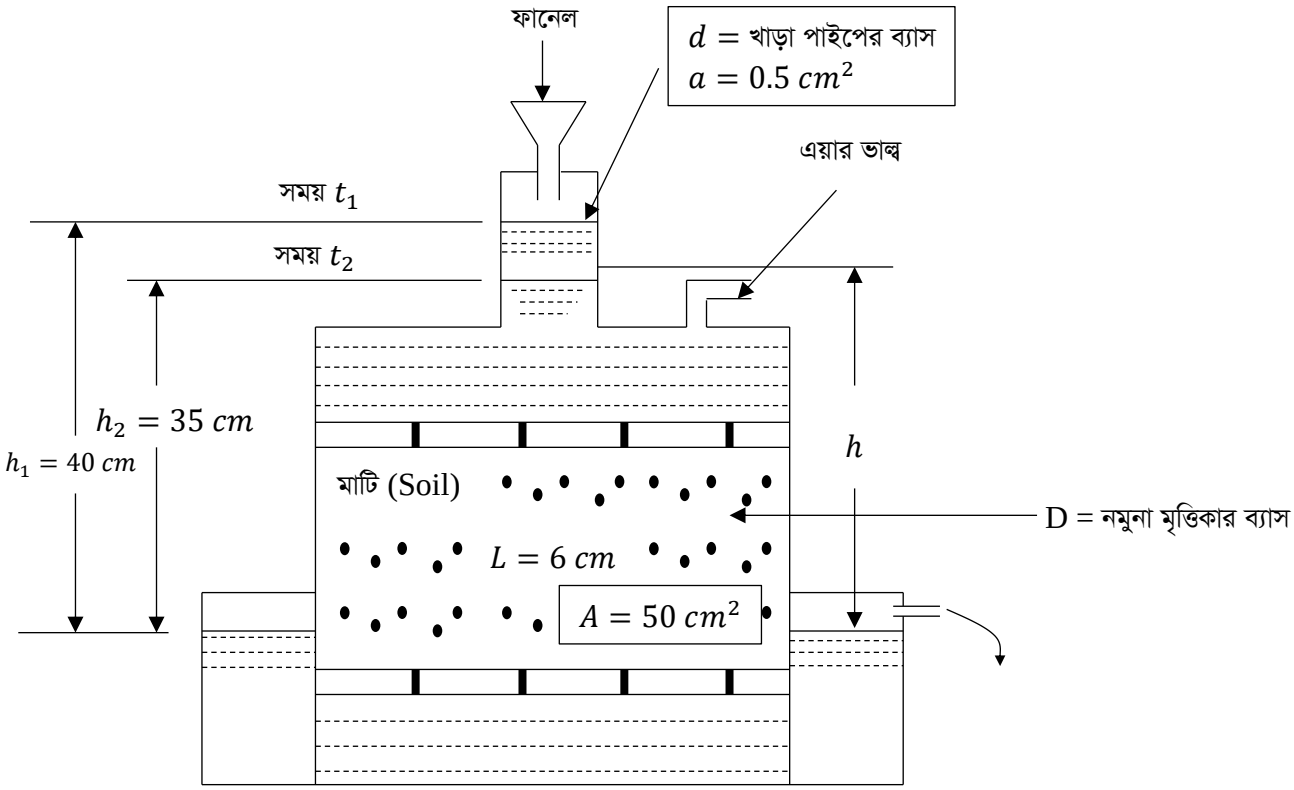
হেড $20\ cm$ পৌছার জন্য সময় t_1 হলে

$$K = 2.3\left(\frac{aL}{At}\log_{10}\frac{h_1}{h_2}\right)$$

$$\Rightarrow 1.3335\times10^{-5} = 2.3\left(\frac{0.5\times6}{50\times t_1}\log_{10}\frac{40}{20}\right)$$

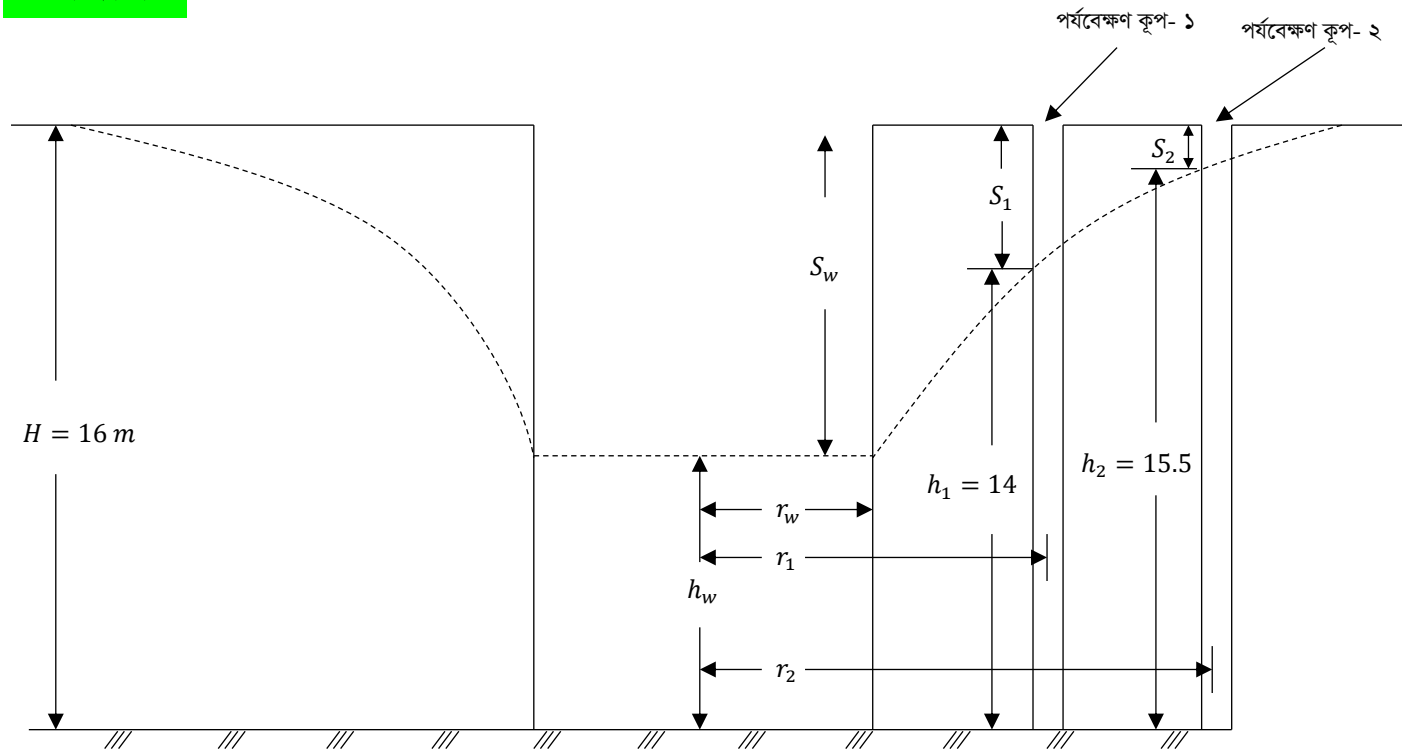
$$\Rightarrow t_1 = 3115.27\ sec$$

$$= 51.92\ min$$ **(Ans.)**


ফানেল
d = খাড়া পাইপের ব্যাস
$a = 0.5\ cm^2$
এয়ার ভাল্ব
সময় t_1
সময় t_2
$h_2 = 35\ cm$
$h_1 = 40\ cm$
h
মাটি (Soil)
D = নমুনা মৃত্তিকার ব্যাস
$L = 6\ cm$
$A = 50\ cm^2$

***** ৩। একটি পাথুরে স্তরের উপর 16 মিটার পুরু বেলে কর্দম স্তরে পানি সমতা ভূতলে অবস্থান করে। এ স্তরে পাম্পিং কূপ হতে 3 মিটার ও 8 মিটার দূরে দুটি পর্যবেক্ষণ কূপ আছে। পাম্পিং কূপ হতে প্রতি মিনিটে 12000 লিটার পানি উত্তোলন করায় পর্যবেক্ষণ কূপদ্বয়ের পানিতল 2 মিটার ও 0.5 মিটার নিচে নেমে যায়। উক্ত মৃত্তিকার ভেদ্যতা গুণাঙ্ক নির্ণয় কর।** বাকাশিবো- ২০০৪

সমাধান ঃ



নোট ঃ যদি বলে, ভূনিম্নস্থ পানি সমতা ভূপৃষ্ঠ হতে x মিটার নিচে তাহলে $(H - x)$ হবে। এক্ষেত্রে, h_1 হবে $H - x - s_1$ এবং $h_2 = H - x - s_2$।

দেওয়া আছে, $r_1 = 3\ m$

$r_2 = 8\ m$

$h_1 = 16 - 2 = 14\ m$

$h_2 = 16 - 0.5 = 15.5\ m$

$q = \frac{V}{t} = \frac{12000}{60} litter/s$

$= \frac{12000}{1000 \times 60} = 0.2\ m^3/s$

$K = ?$

$$q = \frac{\pi K\left(h_2^2 - h_1^2\right)}{2.3 \log_{10} \frac{r_2}{r_1}}$$

$$\Rightarrow 0.2 = \frac{\pi \times K\{(15.5)^2 - (14)^2\}}{2.3 \log_{10} \frac{8}{3}}$$

$$\Rightarrow \pi \times k \times (240.25 - 196) = 0.2 \times 2.3 \log_{10} \frac{8}{3}$$

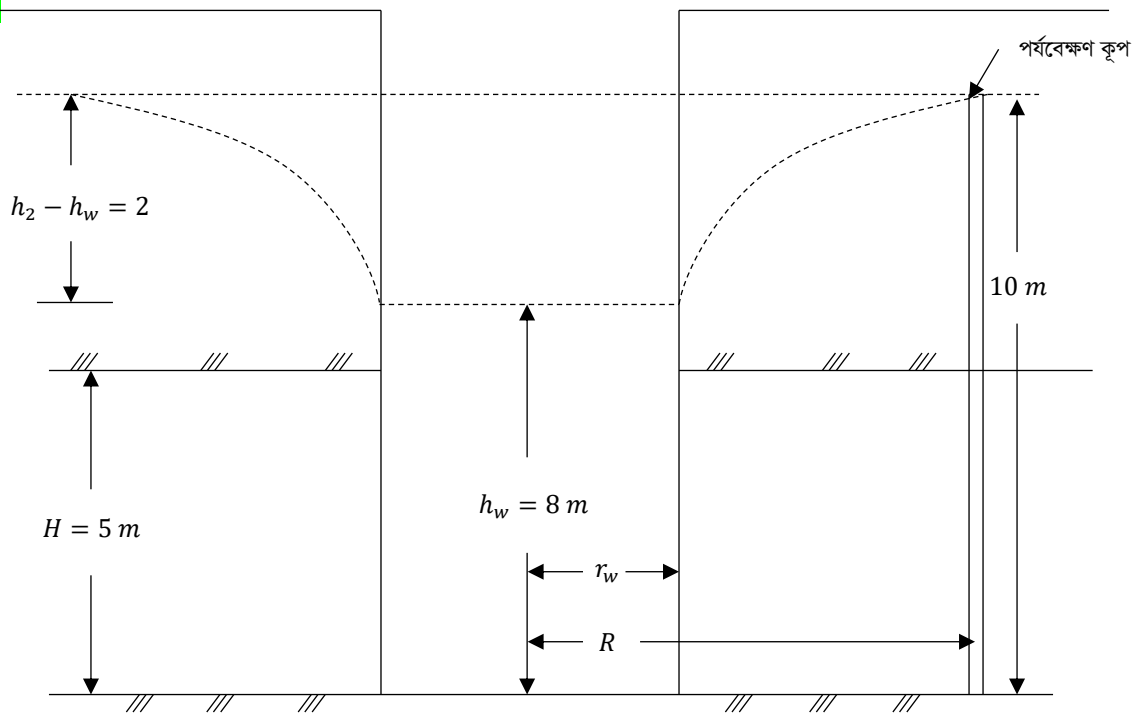
$$\Rightarrow k = \frac{0.2 \times 2.3 \log_{10} \frac{8}{3}}{\pi \times 44.25}$$

$\therefore K = 1.41 \times 10^{-3}\ m/sec$

$= 1.41\ mm/sec$ **(Ans.)**

***** ৪। একটি 5 মিটার কনফাইন্ড অ্যাকুইফারে 0.6 মিটার ব্যাসের কূপ হতে প্রতি সেকেন্ডে 20 লিটার পানি স্বাভাবিক উত্তোলন করলে কূপের নিচ হতে 10 মিটার উপরের পানিতল 8 মিটারে নেমে আসে। যদি রেডিয়াস অব ইনফ্লুয়েন্স 300 মিটার হয়, তবে উক্ত মৃত্তিকার স্তরের গুণাঙ্ক নির্ণয় কর।**

সমাধান ঃ



Note:

$h_w =$ স্ট্রেইনারের দৈর্ঘ্য

$r_w =$ কূপের ব্যাসার্ধ

পর্যবেক্ষণ কূপ একটা তাই, $r_w = h_1$

$$h_2 - h_w = 10 - 8$$
$$= s_1 - s_2$$
$$= 2 \text{ (Draw Down)}$$

দেওয়া আছে,

$$q = \frac{20}{1000} m^3/s$$
$$= 0.02\ m^3/s$$
$$r_1 = r_w = 0.3\ m$$
$$R = r_2 = 300\ m$$
$$K = ?$$
$$H = 5$$

$$q = \frac{2\pi KH \times Draw\ Down}{2.3\log_{10}\frac{R}{rw}}$$

$$\Rightarrow 0.02 = \frac{2\times\pi\times K\times 5\times 2}{2.3\log_{10}\frac{300}{0.3}}$$

$$\Rightarrow 2\pi \times k \times 5 \times 2 = 0.02 \times 2.3\log_{10}\frac{300}{0.3}$$

$$\Rightarrow k = \frac{0.02 \times 2.3\log_{10}\frac{300}{0.3}}{2\pi \times 5 \times 2}$$

$$\therefore K = 2.196 \times 10^{-3}\ m/s$$

$$= 2.196\ mm/s\ \textbf{(Ans.)}$$

** ৫। গোলাকৃতি সমমাত্রার কণাবিশিষ্ট কোনো বালি নমুনার কার্যকরী আকার $\mathbf{0.35\ mm}$ হলে $\boldsymbol{K}$ এর মান নির্ণয় কর। বাকাশিবো- ২০০৪, ০৫, ১৪

সমাধান ঃ আমরা জানি,

$$K = CD_{10}^2$$

$$= 100 \times (0.035)^2$$

$$= 0.1225\ cm/s\ \textbf{(Ans.)}$$

দেওয়া আছে,

$$D_{10} = 0.35\ mm$$

$$= 0.035\ cm$$

ধরি, $C = 100$ (Contstant)

৬। একটি কাদামাটির স্তরের উপর $6\ m$ পুরুত্বের বালি স্তর আছে। বালির উপরিতল হতে $2\ m$ নিচে পানিতল আছে। $e = 0.50$, $S_r = 35.70\%$, $\omega_c = 41\%$ এবং $G = 2.60$ হলে ভূমিতল হতে $9\ m$ গভীরতায় মোট চাপ, ছিদ্রস্থিত পানির চাপ ও কার্যকরী চাপ নির্ণয় কর। বাকাশিবো- ২০১৩

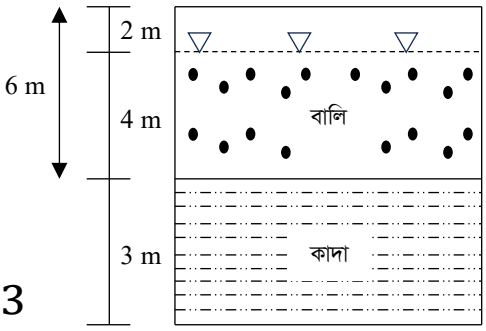
সমাধান ঃ দেওয়া আছে, $G = 2.60$

$S_r = 35.70\%$

$e = 0.50$

$\omega_c = 41\%$

$\gamma_w = 1000\ kg/m^3$



ভেজা একক ওজন বা মোট একক ওজন বা আয়তনিক একক ওজন,

$$\gamma = \frac{(G+S_r.e)\gamma_w}{1+e}$$

$$= \frac{(2.60+0.357\times0.50)\times1000}{1+0.50} = 1852.33\ kg/m^3$$

বালির সম্পৃক্ত একক ওজন, $\gamma_{sat} = \frac{(2.60+1\times0.50)}{1+50} \times 1000$

$$= 2066.67\ kg/m^3$$

কাদার পানি ধারণ মাত্রা, $\omega_c = 41\%$

$$S_r.e = \omega G$$

$$\Rightarrow 1 \times e = 0.41 \times 2.6$$

$$\therefore e = 1.066$$

কাদার সম্পৃক্ত একক ওজন, $\gamma_{sat} = \frac{2.60+1\times1.066}{1+1.066} \times 1000$

$$= 1774.44\ kg/m^3$$

Total Pressure

$= 2 \times 1852.33 + 4 \times 206667 + 3 \times 1774.44 \times 3$

$= 17294.66\ kg/m^2$ **(Ans.)**

Pore Water Pressure $= 7 \times 1000 = 7000\ kg/m^2$ **(Ans.)**

Effective Pressure $= 17294.66 - 7000$

$= 10294.66\ kg/m^2$ **(Ans.)**

৭। কোনো মাটির পরোসিটি 45% এবং আপেক্ষিক গুরুত্ব 2.65 হলে, এতে চরম ঔদক ঢাল কত হবে?

দেওয়া আছে,
$G = 2.65$
$n = 45\%$
$I_e = ?$

সমাধান ঃ $n = \frac{e}{1+e}$

$\Rightarrow 0.45 = \frac{e}{1+e}$

$\Rightarrow e = 0.45(1 + e)$

$\Rightarrow e = 0.45 + 0.45 \times e$

$\Rightarrow e - 0.45 \times e = 0.45$

$\Rightarrow e \times 0.55 = 0.45$

$\Rightarrow e = \frac{0.45}{0.55}$

$\therefore e = 0.82$

চরম উদক ঢাল, $i_e = \frac{G-1}{1+e} = \frac{2.65-1}{1+0.82}$

$= \frac{1.65}{1.82}$

$= 0.907$ **(Ans.)**

অধ্যায়-৬ মৃত্তিকার কনসলিডেশন ও কম্প্যাকশন

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। মৃত্তিকার কনসলিডেশন বলতে কী বুঝায়?**

বাকাশিবো- ২০০০, ০৪, ০৬, ১১, ১৬, ১৮, ১৯, ২০

উত্তর ঃ সম্পূর্ণ সম্পৃক্ত (Fully Saturated) মৃত্তিকার স্থির নিশ্চল চাপা বলের ফলে মৃত্তিকার সংনমন (Compression of Soil) কে কনসলিডেশন (Consolidation) বলা হয়। Void হতে পানি নিঃসরণের ফলে এটি ঘটে থাকে। টারজাগির মতে, সম্পৃক্ত মৃত্তিকার পানির মাত্রা হ্রাস করে কিন্তু হ্রাসকৃত আয়তন বায়ু দখল করে না।

**** ২। কনসলিডেশনের ধাপগুলো কী কী?** বাকাশিবো- ২০০২, ০৯, ১০, ১৩

উত্তর ঃ কনসলিডেশন এর ধাপ গুলো হলো ঃ

১) প্রারম্ভিক কনসলিডেশন (Initial Consolidation)
২) প্রাথমিক কনসলিডেশন (Primary Consolidation)
৩) মাধ্যমিক কনসলিডেশন (Secondary Consolidation)

**** ৩। কী কী কারণে মৃত্তিকা সংনমিত হয়?**

উত্তর ঃ নিম্নলিখিত কারণে মৃত্তিকা সংনমিত হয় ঃ

i) Void এর মৃত্তিকা কণা ও পানির সংনমনের (Compression) ফলে।

ii) Void এর বাতাসের সংনমন ও পানি নির্গত হওয়ার ফলে।

iii) Void হতে পানির নিঃসরণ হওয়ার ফলে।

***** ৪। মৃত্তিকার কম্প্যাকশন বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর ঃ রোলিং, ভাইব্রেটিং, টেম্পিং, দুরমুশ করার ন্যায় অস্থির সচল চাপা বল প্রয়োগের ফলে মৃত্তিকার Void অংশে বায়ু নির্গমন ঘটে আয়তন হ্রাস পেয়ে মৃত্তিকা দৃঢ়াবদ্ধ হলে তাকে মৃত্তিকার কম্প্যাকশন (Soil Compaction) বলে।

***** ৫। পরিমিত জলীয় অংশ (OMC) বলতে কী বুঝায়?**

BPSC:17, BHTAP:17, BEPZA:21

উত্তর ঃ মৃত্তিকার প্রয়োজনীয় কম্প্যাকশনের পরিমাণ এবং কম্প্যাকশনের দ্বারা মৃত্তিকাকে দৃঢ়াবদ্ধ করার জন্য সর্বোচ্চ যে পরিমাণ পানি ধারণ মাত্রায় মৃত্তিকা সর্বাধিক শুষ্ক ঘনত্ব প্রাপ্ত হয়, ঐ পরিমাণ পানি ধারণ মাত্রাকে পরিমিত জলীয় অংশ (OMC) বলা হয়।

***** ৬। আদর্শ প্রোক্টর পরীক্ষা কেন বা কী উদ্দেশ্যে করা হয়?**

বাকাশিবো- ২০০২, ২০১৪

উত্তর ঃ নমুনা মৃত্তিকার আদ্র ঘনত্ব সম্পর্কে জানা এবং পরিমিতি জলীয়াংশ ও সর্বোচ্চ শুষ্ক ঘনত্ব নিরূপন করার জন্য আদর্শ প্রোক্টর পরীক্ষা করা হয়।

*** ৭। আদর্শ প্রোক্টর পরীক্ষায় ব্যবহৃত হ্যামারের ওজন ও ড্রপ উচ্চতা কত?**

LGED:11, বাকাশিবো- ২০১৪

উত্তর ঃ আদর্শ প্রোক্টর পরীক্ষায় ব্যবহৃত হ্যামারের ওজন 2.5 kg (5.5 lb) এবং ড্রপ উচ্চতা 30.5 cm (12 inch)

***** ৮। e log p কার্ভ বলতে কী বুঝায়?**

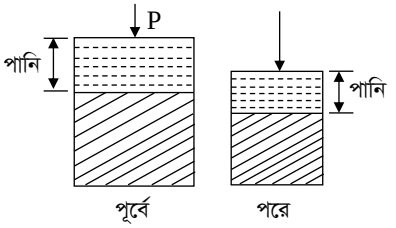
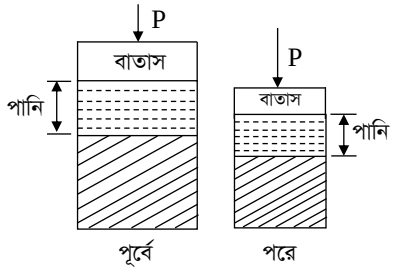
উত্তর ঃ Compression Test এ চাপের পরিমাণকে (p) লগ স্কেলে ভূমি এবং ঐ সময়ে সয়েল স্পেসিমেনের Void Ratio(e) কে অফসেট(লম্ব) ধরে যে কার্ভ আঁকা হয়, তা-ই $e \log p$ কার্ভ।

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। কনসলিডেশন ও কম্প্যাকশনের মধ্যে পার্থক্যগুলো লেখ।**

BIWTA:15, বাকাশিবো- ২০০০, ০২, ০৪, ০৭, ০৮, ১১, ১২, ১৩, ১৪, ১৫, ১৬, ২২, ২৩

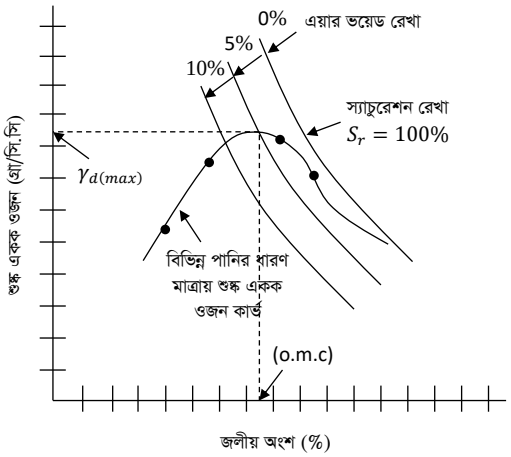
উত্তর ঃ

কনসলিডেশন (Consolidation)	কম্প্যাকশন (Compaction)
১) সম্পূর্ণ সম্পৃক্ত (Fully Saturated) মৃত্তিকার স্থির নিশ্চল চাপা বলের ফলে মৃত্তিকার সংনমন ঘটে।	১) আংশিক সম্পৃক্ত (Partially Saturated) মৃত্তিকা সচল চাপা বলের ফলে মৃত্তিকা দৃঢ়াবদ্ধ হয়।
২) এটি নিয়মিত ও মন্থর প্রক্রিয়া।	২) এটি সচল ও যান্ত্রিক প্রক্রিয়া। যেমন রোলিং, ভাইব্রেটিং, দুরমুশ ইত্যাদি।
৩) কনসলিডেশন প্রক্রিয়াতে পানির নিঃসরণে আয়তন হ্রাস পায়।	৩) কম্প্যাকশনে বাতাসের বহির্গমনে আয়তন হ্রাস পায়।
৪) Two ফেজ ডায়াগ্রাম।	৪) Three ফেজ ডায়াগ্রাম।
৫) 	৫) 

২। (Optimum Moisture Content) কী? চিত্র সহ ব্যাখ্যা কর।

BPSC:17, BHTAP:17, BEPZA:21

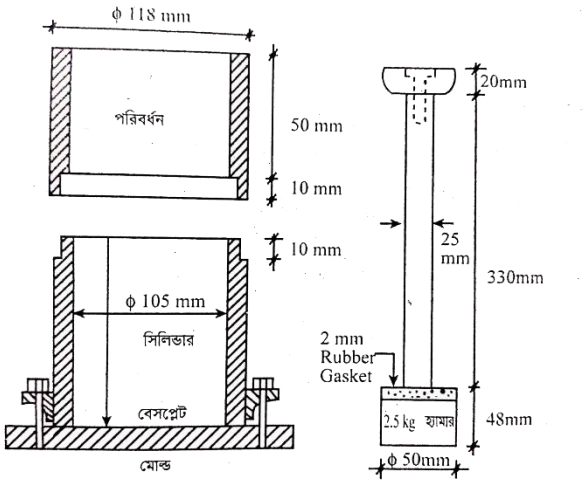
উত্তর ঃ মৃত্তিকার প্রয়োজনীয় কম্প্যাকশনের পরিমাণ এবং কম্প্যাকশনের দ্বারা মৃত্তিকাকে দৃঢ়াবদ্ধ করার জন্য সর্বোচ্চ যে পরিমাণ পানি ধারণ মাত্রায় মৃত্তিকা সর্বাধিক শুষ্ক ঘনত্ব প্রাপ্ত হয়, ঐ পরিমাণ পানি ধারণ মাত্রাকে পরিমিত অংশ (OMC) বলা হয়।



*** ৩। আদর্শ প্রোক্টর কম্প্যাকশন পরীক্ষাটি বর্ণনা কর।

বাকাশিবো- ২০০২, ০৪, ০৯, ১০, ১২, ১৩

উত্তর ঃ নমুনা মৃত্তিকার আর্দ্র ঘনত্ব সম্পর্কে জানা এবং পরিমিত জলীয়াংশ ও সর্বোচ্চ শুষ্ক ঘনত্ব নিরূপণ করার জন্য আদর্শ প্রোক্টর পরীক্ষাটি করা হয়। এই পরীক্ষায় ব্যবহৃত ম্যাটেরিয়াল যথাক্রমে সিলিন্ড্রিক্যাল মেটাল মোল্ড, হাতুড়ি, মেটাল ট্রে, ব্যালেন্স, ওভেন ইত্যাদি। মৃত্তিকা নমুনার বিভিন্ন মাত্রায় জলীয়াংশে আর্দ্র করে সিলিন্ড্রিক্যাল মেটাল মোল্ডে তিন স্তর পূর্ণ করা হয়। প্রতি স্তর পূর্ণ করার পরে $2.5\ kg$ ওজনের হাতুড়ি দিয়ে $30.5\ cm$ উপর হতে 25 বার ফেলতে হয়। মোল্ড পূর্ণ অবস্থায় মৃত্তিকার ওজন নেওয়া হয় এবং জলীয়াংশের মাত্রা নিরূপন করা হয়। পর্যায়ক্রমে মৃত্তিকার ওজন, আয়তন ও জলীয়াংশ নির্ণয়



করে শুষ্ক একক ওজন বের করা হয়। Water Content 2% – 3% বৃদ্ধি করে ঘনত্বের সর্বোচ্চ মাত্রায় না পৌছা পর্যন্ত পরীক্ষাটি কয়েকবার করতে হয়।

**** ৪। আদর্শ প্রেক্টর টেস্ট ও মডিফাইড প্রোক্টর টেস্টের মাঝে পার্থক্য লেখ।** বাকাশিবো- ২০১৮, ১৯'পরি

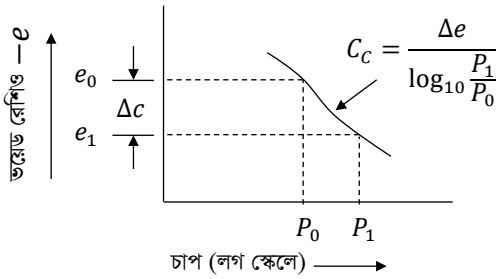
উত্তর ঃ আদর্শ প্রেক্টর টেস্ট ও মডিফাইড প্রোক্টর টেস্টের মাঝে পার্থক্য নিম্নরূপ ঃ

আদর্শ প্রোক্টর টেস্ট	মডিফাইড প্রোক্টর টেস্ট
১) সূক্ষ্ম দানার মৃত্তিকার জন্য আদর্শ প্রোক্টর টেস্ট বেশি উপযোগী।	১) মোটা দানার মৃত্তিকার জন্য মডিফাইড প্রোক্টর টেস্ট বেশি উপযোগী।
২) এই টেস্টে ব্যবহৃত হ্যামারের ওজন 2.5 kg এবং পতনের উচ্চতা 30.5 cm	২) ব্যবহৃত হ্যামারের ওজন 4.89 kg এবং পতনের উচ্চতা 45 cm
৩) মেটাল মোল্ডে নমুনা মৃত্তিকা তিন স্তরে পূর্ণ করা হয়।	৩) মৃত্তিকা স্তরে পাঁচ (5) স্তরে পূর্ণ করা হয়।
৪) প্রতি 25 টি ব্লো বা আঘাত লাগে, এর ফলে মোট 75 টি ব্লো হয়।	৪) প্রতি স্তরে 25 টি ব্লো লাগে, তাই মোট ব্লো সংখ্যা 125 টি।
৫) হালকা রোলার ব্যবহার করা হয়।	৫) ভারী রোলার ব্যবহার করা হয়।

**** ৫। $e \log P$ কার্ভ হতে প্রমাণ কর যে, $C_c = \frac{e_0 - e_1}{\log_{10}\frac{P_2}{P_1}}$**

[যেখানে সংকেত গুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে]। বাকাশিবো- ২০০২, ২০২০

উত্তর ঃ চাপ প্রয়োগের পর চাপের পরিমাণকে লগারিদম স্কেলে ভূমি এবং ঐ সময়ে সয়েল স্পেসিমেনের ভয়েড রেশিও e কে অফসেট ধরে যে কার্ভ আঁকা হয়, তাকে $e \log P$ কার্ভ বলে।



ধরা যাক, উক্ত মৃত্তিকায় P_0 চাপে ভয়েড রেশিও e_0 এবং P_1 চাপে ভয়েড রেশিও e_1 হয়। তবে ভয়েড রেশিও এর পার্থক্য $\Delta e = e_0 - e_1$ হবে। এবং সংনগমন সূচক, $C_c = \frac{\Delta e}{\log_{10}\frac{P_2}{P_1}}$। ভার্জিন কার্ভের Slope (ঢাল) কে Compression Index (সংনমন সূচক) বলে

SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

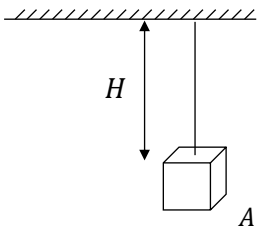
**** ১। প্রয়োজনীয় নোটেশনসহ প্রমাণ কর যে,**

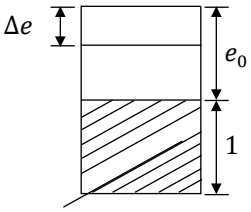
$$S = \frac{C_C}{1+e_0} H \log_{10} \frac{P_0+\Delta P}{P_0}$$

বাকাশিবো- ২০১৮, ১৯'পরি, ২৩

উত্তর ঃ কনফাইন্ড কম্প্রেশন পরীক্ষার সাহায্যে মৃত্তিকার দেবে (Settlement of Soil) যাওয়ার প্রবণতা সম্পর্কে জানা যায়।

ধরি, H পুরুত্বের কাদা মৃত্তিকার নমুনাটির A ক্ষুদ্রতম অংশটুকুর কঠিন অংশের পুরুত্ব এক একক এবং ভয়েড এর পুরুত্ব e_0। নমুনাটির আদি কার্যকরী চাপের পরিমাণ P_0। কাদা মৃত্তিকার A অংশে মোট চাপের পরিমাণ $P_1 = P_0 + \Delta P$ হওয়ার এটির পুরুত্বের হ্রাস হয়, যার পরিমাণ হবে Δe. পাশের চিত্রে, $(1 + e_0)$ পুরুত্বের জন্য বিকৃতির পরিমাণ হবে Δe



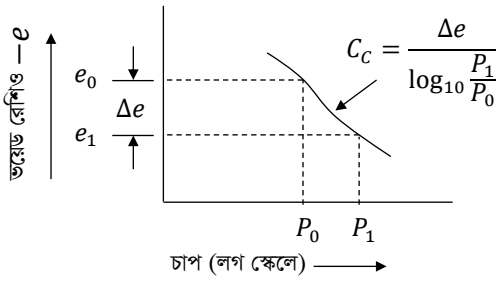


$\therefore$ একক পুরুত্বের জন্য বিকৃতির পরিমাণ $\frac{\Delta e}{1+e_0}$

$\therefore$ H পুরুত্বের জন্য বিকৃতির পরিমাণ $= H \times \frac{\Delta e}{1+e} \ldots\ldots\ldots\ldots (i)$

চাপ প্রয়োগের পর চাপের পরিমাণকে লগারিদম স্কেলে ভূমি এবং ঐ সময়ে সয়েল স্পেসিমেনের ভয়েড রেশিও e কে অফসেট ধরে যে কার্ভ আঁকা হয়, তাকে $e \log P$ কার্ভ বলে।

ধরা যাক, উক্ত মৃত্তিকায় P_0 চাপে ভয়েড রেশিও e_0 এবং P_1 চাপে ভয়েড রেশিও e_1 হয়। তবে ভয়েড রেশিও এর পার্থক্য $\Delta e = e_0 - e_1$ হবে। এবং সংনগমন সূচক, $C_c = \frac{\Delta e}{\log_{10}\frac{P_2}{P_1}} \ldots\ldots\ldots\ldots (ii)$



সমীকরণ (ii) হতে পাওয়া যায়, $\Delta e = C_c \log_{10}\frac{P_0+\Delta P}{P_0}$

$\therefore H$ পুরুত্বের জন্য দেবে যাওয়ার পরিমাণ,

$\frac{H}{1+e_0} C_C \log_{10}\frac{P_0+\Delta P}{P_0}$ [(ii) নং সমীকরণে Δe এর মান বসিয়ে]

অতএব বসন (Settlement) $S = \frac{H}{1+e_0}.C_C \log_{10}\frac{P_0+\Delta P}{P_0}$

(প্রমাণিত)

SOS গাণিতিক সমস্যাবলি ঃ

***** ১। একটি সম্পৃক্ত কাদামাটির নমুনার ক্ষেত্রে $100\ KN/m^2$ আদি চাপে Void Ratio 0.95 এবং $200\ KN/m^2$ চূড়ান্ত চাপে Void Ratio 0.85 হলে নমুনাটির সংনমন সূচক নির্ণয় কর। নমুনাটির তারল্য সীমা 38% হলে সংনমন সূচক কত হবে?** বাকাশিবো- ২০০০

সমাধান ঃ আমরা জানি,

সংনমন সূচক, $C_C = \frac{e_0 - e_1}{\log_{10}\frac{P_2}{P_1}}$

$= \log_{10}\frac{200}{100}$

$= 0.33$ **(Ans.)**

তারল্য সীমা 38% হলে, অক্ষত বা কাদা মৃত্তিকার জন্য,

সংনমন সূচক, $C_C = 0.009(\omega_L - 10)$

$= 0.009(38 - 10)$

$= 0.252$ **(Ans.)**

**** ২। 5 m পুরু সাধারণ ভাবে চাপিত একটি কাদামাটির মধ্যে বিন্দুতে চাপ 100 kg/m^2 এবং Void Ratio 0.53। 0.20 kg/m^2 হারে চাপ বর্ধিত করলে প্রাথমিত কনসলিডেশন ক্ষেত্রে নমুনাটির বসন নির্ণয় কর। নমুনাটি $C_C = 0.25$ ডাবল ড্রেনজ বিবেচনা করতে হবে।**

বাকাশিবো- ২০০৬

সমাধান ঃ দেওয়া আছে,

ডাবল ড্রেনেজ তাই, $H = 2H_1$

$P_0 = 100\ kg/m^2$

$P_1 = P_0 + \Delta P$

$= 100 + 0.20 = 100.20\ kg/m^2$

$e_0 = 0.53$

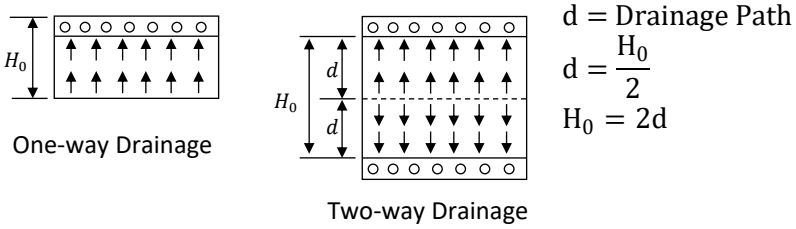
$C_c = 0.25$

$S = ?$

আমরা জানি, বসন $S = \frac{2H_1C_C}{1+e_0}\log_{10}\frac{P_0+\Delta P}{P_0}$

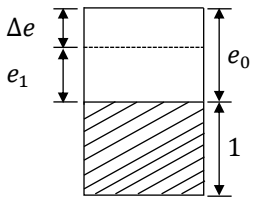
$= \frac{5\times0.25}{1+0.53}\log_{10}\frac{100+0.2}{100}$

$= 0.709\ mm$ **(Ans.)**



**** ৩। একটি সম্পৃক্ত মাটির চাপ সূচক 0.28, $12\ KN/m^2$ পীড়নে Void Ratio 2.05 এবং ভেদ্যতা সহগ $3.5 \times 10^{-7}\ mm/sec$ যদি পীড়ন $21.6\ KN/m^2$ বৃদ্ধি করা হয়, তবে Void Ratio এবং Settlement (বসন) কত?** বাকাশিবো- ২০১৬

সমাধান ঃ দেওয়া আছে,



$e_0 = \Delta e + e_1$
$\therefore \Delta e = e_0 - e_1$

$P_0 = 12\ KN/m^2$

$P_1 = 12 + 21.6 = 33.6\ KN/m^2$

Let, $H = 1\ m$

$C_C = 0.28$

$e_0 = 2.05$

$e_1 = ?$

$S = ?$

আমরা জানি, $C_C = \frac{e_0 - e_1}{\log_{10}\frac{P_1}{P_0}}$

$$\Rightarrow 0.28 = \frac{2.05 - e_1}{\log_{10}\frac{33.6}{12}}$$

$$e_1 = 1.925\ \textbf{(Ans.)}$$

বসন, $S = \frac{H}{1+e_0} \times C_C \log_{10}\frac{P_1}{P_0}$

$= \frac{1}{1+33.6} \times 0.28 \log_{10}\frac{33.6}{12}$

$\Delta e =$ পুরুত্ব হ্রাসের পরিমাণ
P_0 চাপে Void Ratio e_0
P_1 চাপে Void Ratio e_1

[$H_1 = 1$ একক পুরুত্ব ধরে নেওয়া হয়েছে]

$= 0.041$ একক পুরুত্ব **(Ans.)**

**** ৪। একটি মাটির নমুনার শুষ্ক ঘনত্ব মাঠে ও ল্যাবে যথাক্রমে $1.73\ kg/cm^3$ ও $1.85\ kg/cm^3$ হলে নমুনাটির কম্প্যাকশন কত?** বাকাশিবো- ২০২০

সমাধান ঃ দেওয়া আছে,

মাঠে প্রাপ্ত ঘনত্ব $\gamma_d(F) = 1.73\ kg/cm^3$

ল্যাবে প্রাপ্ত ঘনত্ব $\gamma_d(L) = 1.85\ kg/m^3$

আমরা জানি,

$$\text{কম্প্যাকশনের হার } \% = \frac{\gamma_d(F)}{\gamma_d(L)} \times 100$$

$$= \frac{1.73}{1.85} \times 100$$

$$= 93.5\% \ \textbf{(Ans.)}$$

অধ্যায়-৭ মৃত্তিকার ভূ-স্তর তদন্তকরণ

❖ **ভূ-স্তর তদন্তকরণ (Sub-subface Investigation) ঃ** Soil Engineering এর ক্ষেত্রে ভূ-স্তর তদন্তকরণ মৌলিক ও গুরুত্বপূর্ণ পদক্ষেপ। নির্মাণ প্রকল্পের কাজ যেমন ভিত্তি, সেতু টানেল, বাঁধ এবং আরো গুরুত্বপূর্ণ স্থাপনার নিরাপত্তা নিশ্চিত করতে ভূ-স্তরের বিভিন্ন অবস্থান সর্ম্পকে জানা অতি জরুরি। কোনো কাঠামো ডিজাইনের পূর্বে ভিত্তির নিচে মৃত্তিকা বা শিলার বিভিন্ন দিক সম্পর্কে জ্ঞান রাখতে হয়। বিভিন্ন প্রকল্পের প্রস্তাবিত এলাকার মাটির প্রাকৃতিক গঠন ও উৎপত্তিগত অবস্থান, বিভিন্ন স্তরের গভীরতা জানার জন্য প্রস্তাবিত এলাকায় মৃত্তিকার সরাসরি পরীক্ষা (in situ test) করা হয়। এই সকল কার্যসূচীকে ভূ-স্তর তদন্তকরণ বলা হয়।

❖ **সাধারণত তিনটি ধাপে ভূ-স্তর উদঘাটন করা হয়। যথা-**

(i) পরিদর্শন (Reconnaissance)
(ii) প্রারম্ভিক উদঘাটন (Preliminary Exploration) এবং
(iii) বিস্তারিত উদঘাটন (Detailed Exploration)

❖ **ভূ-স্তর তদন্তকরণের উদ্দেশ্য ঃ**

ভূ-স্তর তদন্তকরণের উদ্দেশ্য নিম্নরূপ ঃ

(i) মৃত্তিকার ভারবহন ক্ষমতা নিরূপনের জন্য
(ii) মৃত্তিকার বসন (Settlement) সম্পর্কে জানার জন্য
(iii) কাঠামোর ভিত্তির ধরন ও গভীরতা নির্ধারণ করার জন্য
(iv) দেয়াল ও অ্যাবাটমেন্টে মৃত্তিকার পার্শ্বচাপ সম্পর্কে জ্ঞান লাভের জন্য

(v) ভূনিম্নস্থ পানির লেভেল (Water Level) ও পানির গুণাবলি সর্ম্পকে জানার জন্যে

(vi) উপযোগী নির্মাণকৌশল নির্বাচনের জন্য

(vii) ভিত্তির বিভিন্ন সমস্যা চিহ্নিতকরণ

(viii) Soil Test এর জন্য ল্যাবরেটরিতে পরীক্ষার জন্য নমুনা সংগ্রহ।

❖ **ভূ-স্তর ছিদ্রকরণ ঃ** মৃত্তিকার ধরন, বোরিং এর উদ্দেশ্য ইত্যাদির উপর ভিত্তি করে নিম্নোক্ত পদ্ধতিগুলো ভূ-স্তর ছিদ্রকরণে ব্যবহৃত হয়-

(i) অগার বোরিং (Auger Boring)

(ii) রোটারি ড্রিলিং (Rotary Drilling)

(iii) ওয়াশ বোরিং (Wash Boring)

(iv) কোর বোরিং (Core Boring)

(v) পারকাশন ড্রিলিং (Percussion Drilling)

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। ভূ-স্তর তদন্তকরণ বা ভূ-স্তর উদঘাটন বলতে কী বুঝায়?**

বাকাশিবো- ১৪'পরি', ১৮, ১৯

উত্তর ঃ নির্মাণ প্রকল্পের কাজ যেমন ভিত্তি, সেতু টানেল, বাঁধ এবং আরো গুরুত্বর্পূণ স্থাপনার নিরাপত্তা নিশ্চিত করতে ভূ-স্তর অবস্থান সম্পর্কে জানা অতি জরুরি। কোনো কাঠামো ডিজাইনের পূর্বে ভিত্তির নিচে মৃত্তিকা বা শিলার বিভিন্ন দিক সম্পর্কে জ্ঞান রাখতে হয়। বিভিন্ন প্রকল্পের প্রস্তাবিত এলাকার মাটির প্রাকৃতিক গঠন ও উৎপত্তিগত অবস্থান, বিভিন্ন স্তরের গভীরতা জানার জন্য প্রস্তাবিত এলাকায় মৃত্তিকার সরাসরি পরীক্ষা (in situ test) করা হয়। এই সকল কার্যসূচীকে ভূ-স্তর তদন্তকরণ বলা হয়।

**** ২। ভূ-স্তর উদঘাটনের উন্মুক্ত খনন পদ্ধতিগুলোর নাম লেখ।**

বাকাশিবো-২০১৫

উত্তর ঃ ভূ-স্তর উদঘাটনের উন্মুক্ত খনন পদ্ধতিগুলোর নাম গুলো নিম্নে দেওয়া হল ঃ

(i) অগার বোরিং (Auger Boring)
(ii) রোটারি ড্রিলিং (Rotary Drilling)
(iii) ওয়াশ বোরিং (Wash Boring)
(iv) কোর বোরিং (Core Boring)
(v) পারকাশন ড্রিলিং (Percussion Drilling)

**** ৩। ভূ-স্তর উদঘাটনের ধাপগুলো কী কী?** বাকাশিবো- ২০০৪, ১৪, ১৭'পরি'

উত্তর ঃ সাধারণত তিনটি ধাপে ভূ-স্তর উদঘাটন করা হয়। যথা-

(i) পরিদর্শন (Reconnaissance)
(ii) প্রারম্ভিক উদঘাটন (Preliminary Exploration) এবং
(iii) বিস্তারিত উদঘাটন (Detailed Exploration)

৪। প্রতিনিধিত্বকারী নমুনা বলতে কী বুঝায়?

উত্তর ঃ মৃত্তিকার কাঙ্ক্ষিত ধর্ম বা বৈশিষ্ট্য জানার উপযোগী এবং উপাদানসমূহ ও আনুপাতিক হার অক্ষুণ্ন রেখে ভূ-নিম্নস্থ কোনো নির্দিষ্ট গভীরতার নমুনা মৃত্তিকাকে প্রতিনিধিত্বকারী নমুনা (Representative Sample) বলা হয়।

৫। প্রতিনিধিত্বকারী নমুনা কত প্রকার ও কী কী? বাকাশিবো- ২০১২, ১৭, ২০
অথবা, মাটি নমুনা কয় প্রকার ও কী কী?

উত্তর ঃ মাটির প্রতিনিধিত্বকারী নমুনা দুই প্রকার। যথা ঃ

(i) অক্ষত নমুনা (Undisturbed Sample) এবং
(ii) বিক্ষত নমুনা (Disturbed Sample)

***** ৬। মৃত্তিকার অক্ষত নমুনা বলতে কী বুঝায়?**
বাকাশিবো- ২০০০, ০২, ০৭, ১৩, ১৪, ১৫

উত্তর ঃ নমুনা নেওয়ার সময় যদি মাটির গঠন, আর্দ্রতা এবং খনিজ উপাদান একই থাকে তবে নমুনাটিকে অক্ষত নমুনা (Undistrubed Sample) বলা হয়। মৃত্তিকার চাপ বহন ক্ষমতা, শিয়ার স্ট্রেংথ, ভেদ্যতা সংকোচন সীমা ইত্যাদি পরীক্ষার জন্য অক্ষত মৃত্তিকার নমুনা প্রয়োজন হয়।

*****৭। মৃত্তিকার বিক্ষত নমুনা বলতে কী বুঝায়?**
বাকাশিবো- ২০০০, ০৪, ০৭, ১৩, ১৪, ১৫

উত্তর ঃ বিক্ষত নমুনা যা মাটির প্রাকৃতিক গঠন, অবস্থা, আকার, আকৃতি, জলীয় কণা আংশিক বা সর্ম্পূণরূপে পরিবর্তিত হয়ে যায়। এই নমুনাগুলো বিভিন্ন পদ্ধতি যেমন অগার বোরিং, ওয়াশ বোরিং, রোটারি ড্রিলিং, পারকাশন ড্রিলিং দ্বারা সংগ্রহ করা হয়।

*** ৮। ওয়াশ বোরিং এ ব্যবহৃত যন্ত্রপাতির নাম লেখ।** বাকাশিবো- ২০১১, ১৩, ১৬

উত্তর ঃ ওয়াশ বোরিং এ ব্যবহৃত যন্ত্রপাতি হলো ঃ

i) চপিং বিট
ii) ওয়াশ পাইন
iii) কেসিং
iv) টি

v) ডেলিভারি হোজ পাইপ
vi) মোটর
vii) সাকশন পাইল
viii) ডেরিক
ix) টাব ইত্যাদি।

*** ৯। অগার বোরিং এ কী সুবিধা পাওয়া যায়?**

উত্তর ঃ অগার বোরিং প্রক্রিয়ায় জনপথ, রেলপথ ও বিমানবন্দরের ভূ-স্তর তদন্তের জন্য বিশেষ উপযাগী। এই প্রক্রিয়া মিতব্যয়ী ও কাজের গতি দ্রুততর ।

***** ১০। বোরিং লগ (Boring Log) বলতে কী বুঝায়?**

বাকাশিবো- ২০০৪, ১৬, ১৯

উত্তর ঃ বোরিং লগ প্রতিটি ভূ-প্রযুক্তিগত মৌলিক রেকর্ড ও সম্পাদিত কাজ এবং তদন্তের ফলাফলের একটি বিশদ রেকর্ড সরবরাহ করে। বিভিন্ন গভীরতায় প্রাপ্ত তথ্যাদি উপস্থাপনের জন্য বিশেষ ধরনের যে ছক বা লগ ব্যবহার করা হয় তাকে বোর লগ বা বোরিং লগ বলা হয়।

***** ১১। পেনিট্রেশন সংখ্যা বা পেনিট্রেশন রেজিস্ট্যান্স বলতে কী বুঝায়?**

বাকাশিবো- ২০০০, ০২, ০৭, ১৪, ১৫, ১৬, ২৩

উত্তর ঃ আদর্শ পেনিট্রেশন পরীক্ষা নমুনা সংগ্রহকালে 63.5 kg (140 lb) ওজনের একটি হাতুড়ি 76cm দূরত্বে থেকে আঘাতের মাধ্যমে 45cm প্রবেশ করা হয়। এর মধ্যে প্রথম 15cm প্রবেশের জন্য হাতুড়ি ঘা সংখ্যা ধরা হয় না। পরবর্তী 30cm প্রবেশ করার জন্য ঘা সংখ্যাকে পেনিট্রেশন সংখ্যা বা পেনিট্রেশন রেজিস্ট্যান্স বলে।

*****১২। কোন ধরনের মৃত্তিকার ক্ষেত্রে SPT করা হয়?** বাকাশিবো- ২০১৪, ২৩

উত্তর ঃ সাধারণত যে সকল সংসক্তিহীন মৃত্তিকায় (Cohesionless Soil) নমুনা (Sample) নেয়া কষ্টকর সেক্ষেত্রে আদর্শ পেনিট্রেশন পরীক্ষা উপযোগী। এ ছাড়াও কম্প্রেসিভ স্ট্রেংথ জানার জন্য সংসক্তি প্রবন মৃত্তিকাতেও SPT (Standard Penetration Test) Test করা যেতে পারে।

*** ১৩। কোনো আনকনফাইন্ড স্তরে পেনিট্রেশন রেজিস্ট্যান্স 16 হলে ঐ স্তরে q_u কত হবে?**

উত্তর ঃ দেওয়া আছে,

পেনিট্রেশন রেজিস্ট্যান্স N=16

$q_u = ?$

আমরা জানি,

আনকনফাইন্ড কম্প্রেসিভ স্ট্রেস $q_u = 1.25N$

$= 1.25 \times 16$

$= 20\ ton/m^2$ **(Ans.)**

অথবা, $q_u = 12.5N$

$= 12.5 \times 16\ KN/m^2$

$= 200\ KN/m^2$ **(Ans.)**

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। মৃত্তিকার ভূ-স্তর তদন্তকরণের উদ্দেশ্যগুলো লেখ।**

বাকাশিবো- ২০০০, ০১, ০৫, ০৮, ১০, ১৯

উত্তর ঃ ভূ-স্তর তদন্তকরণের উদ্দেশ্য নিম্নরূপ ঃ

i) মৃত্তিকার ভারবহন ক্ষমতা নিরূপনের জন্য

ii) মৃত্তিকার বসন (Settlement) সম্পর্কে জানার জন্য

iii) কাঠামোর ভিত্তির ধরন ও গভীরতা নির্ধারণ করার জন্য

iv) দেয়াল ও অ্যাবাটমেন্টে মৃত্তিকার পার্শ্বচাপ সম্পর্কে জ্ঞান লাভের জন্য

v) ভূনিম্নস্থ পানির লেভেল (Water Level) ও পানির গুণাবলি সম্পর্কে জানার জন্যে

vi) উপযোগী নির্মাণকৌশল নির্বাচনের জন্য

vii) ভিত্তির বিভিন্ন সমস্যা চিহ্নিতকরণ

viii) Soil Test এর জন্য ল্যাবরেটরিতে পরীক্ষার জন্য নমুনা সংগ্রহ।

২। ভূ-স্তর উদঘাটন জন্য পরিদর্শনকালে কী কী তথ্যাদি সংগ্রহ করা হয়?

উত্তর ঃ ভূ-স্তর উদঘাটনের প্রথম ধাপ হলো পরিদর্শন। সরজমিনে পরিদর্শনের মাধ্যমে বিভিন্ন তথ্যাদি পাওয়া যায়। যেমন-

i) মৃত্তিকার ফাটল, ধ্বস, সম্প্রসারণ ও সংকোচন ইত্যাদি দেখা ।

ii) প্রকল্প এলাকা বা এর নিকটবর্তী ইমারাত, ব্রিজ ও গুরুত্বপূর্ণ স্থাপনা হতে সর্বোচ্চ বন্যা সীমা।

iii) প্রকল্প এলাকা বা এর নিকটবর্তী পূর্বে নির্মিত কাঠামোতে ফাটলের ধরন ও ডেবে যাওয়ার পরিমাণ।

iv) বর্তমান পানি নিষ্কাশন ব্যবস্থার পরিমাণ।

v) প্রকল্প এলাকার বা এর নিকটবর্তী গভীর খাতের খাড়া পৃষ্ট হতে মৃত্তিকা স্তরের অবস্থা

vi) প্রকল্প এলাকার ভূ-সাংস্থানিক অবস্থা ও পুকুর, ডোবা, নালা, ঝরনা, জলভূমি ইত্যাদির অবস্থান।

৩। মৃত্তিকার প্রতিনিধিত্বকারী নমুনাগুলো সম্পর্কে সংক্ষেপে আলোচনা কর?

উত্তর ঃ মৃত্তিকার কাঙ্ক্ষিত র্ধম বা বৈশিষ্ট্য জানার উপযোগী এবং উপাদান সমূহ ও আনুপাতিক হার অক্ষুণ্ন রেখে ভূ-নিম্নস্থ কোনো নির্দিষ্ট গভীরতার নমুনা মৃত্তিকাকে প্রতিনিধিত্বকারী নমুনা (representative Sample) বলা হয়। মাটির প্রতিনিধিত্বকারী নমুনা দুই প্রকার যথা ঃ

(i) অক্ষত নমুনা (Undisturbed Sample) ঃ নমুনা নেওয়ার সময় যদি মাটির গঠন, আর্দ্রতা এবং খনিজ উপাদান একই থাকে তবে নমুনাটিকে অক্ষত নমুনা (Undistrubed Sample) বলা হয়। মৃত্তিকার চাপ বহন ক্ষমতা, শিয়ার স্ট্রেংথ, ভেদ্যতা সংকোচন সীমা ইত্যাদি পরীক্ষার জন্য অক্ষত মৃত্তিকার নমুনা প্রয়োজন হয়।

(ii) বিক্ষত নমুনা (Disturbed Sample) ঃ বিক্ষত নমুনা যা মাটির প্রাকৃতিক গঠন, অবস্থা, আকার, আকৃতি, জলীয় কণা আংশিক বা সর্ম্পূণরূপে পরিবর্তিত হয়ে যায়। এই নমুনা গুলো বিভন্ন পদ্ধতি যেমন অগার বোরিং, ওয়াশ বোরিং, রোটারি ড্রিলিং, পারকাশন ড্রিলিং দ্বারা সংগ্রহ করা হয়।

৪। কী কী ধরনের মাটি স্তর ছিদ্রকরণে পারকিউশন ড্রিলিং ব্যবহৃত হয়?

উত্তর ঃ বোল্ডার, শক্তপাথর ও অন্যান্য শক্ত মৃত্তিকা স্তর ছিদ্র করণে পারকিউশন ড্রিলিং ব্যবহৃত হয়। একটি ভারি চিজেল বা ড্রিলিং বিট কে পর্যায়ক্রমে উত্তোলন ও পতনের মাধ্যমে মৃত্তিকা স্তরে গর্ত করা হয়।

SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

**** ১। ভূ-স্তর তদন্তকরণের ধাপগুলো আলোচনা কর।**
অথবা, ভূ-স্তর উদঘাটনের ধাপগুলো বর্ণনা কর। বাকাশিবো- ২০০৪, ০৫, ১২, ১৭

উত্তর ঃ সাধারণত তিনটি ধাপে ভূ-স্তর উদঘাটন করা হয়। যথা-

(i) পরিদর্শন (Reconnaissance)
(ii) প্রারম্ভিক উদঘাটন (Preliminary Exploration) এবং
(iii) বিস্তারিত উদঘাটন (Detailed Exploration)

(i) পরিদর্শন ঃ ভূ-স্তর উদঘাটন কর্মসূচির প্রথম ধাপ হচ্ছে পরিদর্শন। প্রকল্প এলাকায় নকশা ও অন্যান্য প্রাসঙ্গিক তথ্যাবলি সংবলিত কাগজপত্র পর্যালোচনা করা এ ধাপের অর্ন্তভুক্ত। এটি সংগৃহীত নমুনার ধরণ, কাজের পরিধি, গবেষণাগারে পরীক্ষা ও ভবিষ্যৎ কর্মসূচি গ্রহণ ইত্যাদি সম্পর্কে সিদ্ধান্ত গ্রহণে সহায়তা করে।

ভূ-স্তর তদন্তকরণের উদেশ্য নিম্নরূপ ঃ

(i) মৃত্তিকার ভারবহন ক্ষমতা নিরূপনের জন্য
(ii) মৃত্তিকার বসন (Settlement) সম্পর্কে জানার জন্য
(iii) কাঠামোর ভিত্তির ধরণ ও গভীরতা নির্ধারণ করার জন্য
(iv) দেয়াল ও অ্যাবাটমেন্টে মৃত্তিকার পার্শ্বচাপ সম্পর্কে জ্ঞান লাভের জন্য
(v) ভূনিম্নস্থ পানির লেভেল (Water Level) ও পানির গুণাবলি সম্পর্কে জানার জন্যে
(vi) উপযোগী নির্মাণকৌশল নির্বাচনের জন্য
(vii) ভিত্তির বিভিন্ন সমস্যা চিহ্নিতকরণ
(viii) Soil Test এর জন্য ল্যাবরেটরিতে পরীক্ষার জন্য নমুনা সংগ্রহ।

(ii) প্রারম্ভিক উদঘাটন ঃ প্রারম্ভিক উদঘাটনের জন্য সরজমিনে ভূ-অভ্যন্তরের বিভিন্ন স্তরের গভীরতা, পুরুত্ব ও বিস্তৃতি সর্ম্পকে জানা । মৃত্তিকার চাপ সহন, শিয়ার ইত্যাদি তথ্যাদি জানার জন্য কোণ পেনিট্রোমিটার ও সাউন্ডিং রডের সাহায্যে পরীক্ষা করা হয়। এ ছাড়াও বোরিং ও গর্ত করে প্রারম্ভিক উদঘাটন করা হয়।

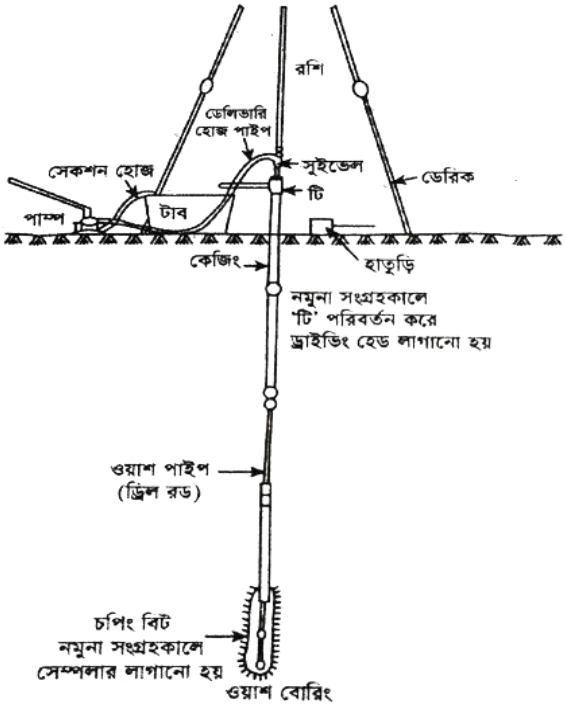
(iii) বিস্তারিত উদঘাটন ঃ বিস্তারিত উদঘাটনে ব্যাপক ছিদ্রকরণ ও স্যাম্পলিং সংগ্রহ করে গবেষণাগারে নমুনা মৃত্তিকা পরীক্ষা করা হয়। মৃত্তিকার ধর্মাবলি নিরূপণের জন্য এই সকল কার্যাদি সম্পাদন করা হয়। মৃত্তিকায় ভেদ্যতা পরীক্ষা, ভেন শিয়ার Test, প্লেট লোড Test ইত্যাদি প্রাকৃতিক অবস্থানে করা হয়। ছোট খাটো প্রকল্পের ক্ষেত্রে বিস্তারিত উদঘাটনের দরকার হয় না। তবে গুরুত্বপূর্ণ প্রকল্পের ব্রিজ, ভারী কাঠামো বহুতলভবন, বাঁধ ইত্যাদি ক্ষেত্রে বিস্তারিত উদঘাটনের দরকার।

***** ২। চিত্রসহ ওয়াশ বোরিং এর বর্ণনা দাও।**

বাকাশিবো- ২০০০, ০১, ০২, ০৯, ১০, ১১, ১২, ১৪, ১৫

উত্তর ঃ ওয়াশ বোরিং হল নুড়ি এবং বোল্ডার (Graveles and Boulders) ছাড়া বেশির ভাগ মাটিতে উদঘাটনের জন্য একটি বোর হোল পদ্ধতি। এই পদ্ধতিতে কাজ করার জন্য চিত্রে প্রদর্শিত যন্ত্রপাতি ছাড়াও কোদাল, বালতি. শাবল ইত্যাদির দরকার হয়। প্রাথমিক পর্যায়ে কেসিং পাইপ মৃত্তিকায় প্রবেশ করানোর জন্য ড্রপ হ্যামার ব্যবহার করা হয়। এই পদ্ধতিতে ছিদ্রকরণের স্থানে প্রথমে একটি 2m থেকে 3m লম্বা এবং 5m থেকে 7m। ব্যাসের কেসিং পাইপ (Cashing Pipe) হাতুড়ির সাহায্যে পিটিয়ে উলম্বভাবে ভূ-স্তরের মৃত্তিকায় প্রবেশ করাতে হয়। এরপর নিম্নপ্রান্তে চপিং বিট সংযুক্ত ওয়াশ পাইপ কেইসিং পাইপের ভিতরে প্রবেশ করানো হয়।

ওয়াশ পাইপের উপরের প্রান্তে একটি পাম্পের সরবরাহকারী হোজ পাইপ সুইভেল জোড়ার মাধ্যমে সংযোগ দেওয়া হয় এবং কেসিং পাইপের উপর একটি ত্রিকোণাকার মাচা তৈরি করে হোজ পাইপসহ ওয়াশ পাইপ উলম্বভাবে রশির সাহায্যে স্থাপন করা হয়। এর ফলে ওয়াশ পাইপকে রশির সাহায্যে ইচ্ছামত কেসিং এর ভিতরে উঠানো নামানো যায় এবং সুইভেল জোড়ার সংযুক্ত থাকায় প্রয়োজন মত ঘুরানো যায়। কেসিং পাইপের মুখে 'T' ফিটিং লাগানো থাকে এবং এই 'T' এর মুখ খোলা থাকে। পাম্প হতে পানি হোজ পাইপের মাধ্যমে ওয়াশ পাইপে সরবরাহ করা হয়। সরবরাহকৃত পানি ওয়াশ পাইপের ভিতরে প্রবাহিত হয়ে চপিং বিটের ছিদ্রপথে নিম্নস্থ মৃত্তিকা তলে আঘাত করে। ফলে কণাগুলো নরম হয়। এই পানি মৃত্তিকা কণাসহ বোরিং পাইপের ভিতরে দিয়ে উপরে উঠে আসে এবং 'T' এর খোলা মুখ দিয়ে নির্গত হয়।এই পদ্ধতিতে নমুনা মৃত্তিকায় সংগ্রহের জন্য ওয়াশ পাইপের নিম্নপ্রান্তে চপিং বিট খুলে স্পিলিট স্পুন স্যাম্পলায় সংযোগ করতে হয়।



চিত্র ঃ ওয়াশ বোরিং

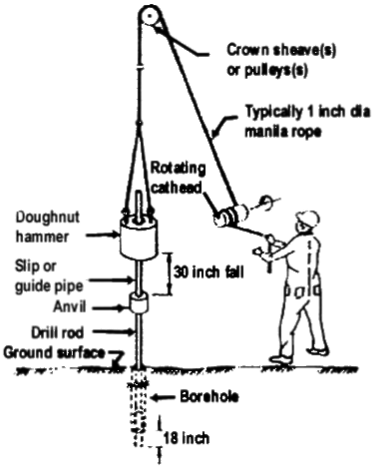
৩। আদর্শ পেনিট্রেশন পরীক্ষা বর্ণনা কর। বাকাশিবো- ২০২৩

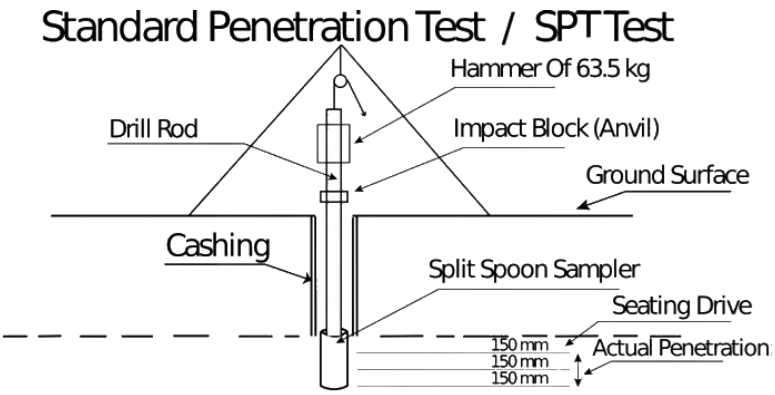
উত্তর ঃ আর্দশ পেনিট্রেশন পরীক্ষা (S.P.T) ঃ আদর্শ পেনিট্রেশন পরীক্ষা সূক্ষ্ম দানাদার বালির পাশাপাশি মোটা বালি এবং পলিযুক্ত বালির ক্ষেত্রে SPT ফলাফল গুলি আরও কার্যকর । কিন্তু কাদামাটি এবং নুড়ি মাটির জন্য এর ফলাফল সাধারণত নির্ভরযোগ্য নয়। আদর্শ পেনিট্রেশন পরীক্ষা (SPT) ইনসিটি (in situ) বা সরজমিনে করা হয়। যে সকল সংসক্তিহীন মৃত্তিকার স্যাম্পল নেয়া কষ্টকর ঐ ক্ষেত্রে মাটির শিয়ার প্রতিরোধ, আপেক্ষিক ঘনত্ব নিরূপণ করার জন্য এই পরীক্ষা বিশেষ উপযোগী। নির্দিষ্ট গভীরতায় বোর হোল করার পর ড্রিলিং যন্ত্রপাতি খুলে স্যাম্পলার পাইপের প্রান্তে স্প্লিট স্পুন স্যাম্পলার সংযুক্ত করে স্যাম্পলারটিকে বোর হোলের তলদেশ পর্যন্ত পৌঁছানো হয়। স্যাম্পলার বোর হোলের তলদেশে স্পর্শ করার পর পাইপের উপরের প্রান্তে 63.5kg (140lb) ওজনের ড্রপ হ্যামার 750 মি.মি উপর হতে মিনিটে 30 বার ফেলা হয়। স্যাম্পলারের 150 মি.মি গভীরতার পৌঁছাতে কতবার হ্যামারের ঘা (Blow) দিতে হয় তা হিসেব করা হয়। এভাবে পর্যায়ক্রমে 150 মি.মি ও 150 মি.মি গভীরতায় পৌঁছাতে হ্যামারের ঘা সংখ্যা কত বার তা হিসাব করা হয়। প্রথম 150 মি.মি এর জন্য প্রাপ্ত ঘা সংখ্যা বাদ দেয়া হয় এবং পরবর্তী ৩০০ মি.মি গভীরতার জন্য প্রাপ্ত ঘা (Blow) সংখ্যা পেনিট্রেশন সংখ্যা (N) বা পেনিট্রেশন রেজিস্ট্যান্স বলা হয়। যদি 150 মি.মি গভীরতার জন্য ঘা (Blow) সংখ্যা 50 এর বেশি হয় তবে এই পরীক্ষাটি গ্রহণযোগ্য নয়। মৃত্তিকার দানার আকার, পানিতলের অবস্থান, কনফাইনিং প্রেসার বা হাইড্রোস্ট্যাটিক প্রেসার , চাপিত অবস্থা ইত্যাদি কারণগুলো পেনিট্রেশন রেজিস্ট্যান্সকে প্রভাবিত করে। তাই সরজমিনে প্রাপ্ত পেনিট্রেশন নম্বর $'N_R'$ কে সংশোধন করে নিতে হয়। সাধারণত দু'ধরনের সংশোধন দরকার হয়।

যথা ঃ

i) ডিলাটেন্সি সংশোধনী (Dilatancy Correction)

ii) ওভারবার্ডেন সংশোধনী (Overburden Correction)





অধ্যায়-৮ মৃত্তিকার পার্শ্বস্থ চাপ

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। মৃত্তিকার পার্শ্বস্থ চাপ বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর ঃ মৃত্তিকার পার্শ্বস্থ চাপ ঃ মৃত্তিকার পার্শ্বস্থ চাপ বলতে কোনো স্ট্রাকচার বা কাঠামোর বিরুদ্ধে মাটি দ্বারা প্রয়োগ করা অনুভূমিক চাপকে বুঝায়। এই চাপ মাটির নড়াচড়া (Movement) প্রতিরোধের ফলে হয়। অনুভূমিক চাপ মাটির ধরন, মাটির গভীরতা এবং স্থিরীকৃত কোণ (Angle of Repose) সহ বিভিন্ন কারণে পরিবর্তিত হতে পারে।

***** ২। মৃত্তিকার পার্শ্বচাপ কয় প্রকার ও কী কী?** বাকাশিবো- ২০১৪, ১৪'পরি

উত্তর ঃ মৃত্তিকার পার্শ্বস্থ চাপকে তিন ভাগে করা যায়। যথা ঃ

i) সক্রিয় চাপ (Active Earth Pressure)

ii) নিশ্চেষ্ট চাপ (Passive Earth Pressure) এবং

iii) স্থির বা নিশ্চল চাপ (At-Rest Earth Pressure)

***** ৩। মৃত্তিকার সক্রিয় চাপ কী?**

বাকাশিবো-২০০১, -০২, ০৪, ০৫, ০৭, ০৮, ০৯, ১৭, ১৯, ২৩

উত্তর ঃ মৃত্তিকার যে চাপে ঠেস কাঠামো (যেমন- রিটেইনিং ওয়াল) ভরাট সামগ্রীর বিস্তৃতি ঘটে, তাই মৃত্তিকার সক্রিয় চাপ।

***** ৪। মৃত্তিকার নিশ্চেষ্ট বা পরোক্ষ চাপ বলতে কী বুঝায়?**

বাকাশিবো- ২০০২, ০৪, ০৫, ০৯, ১৭, ২৩

উত্তর ঃ যে অনুভূমিক চাপের প্রভাবে রিটেইনিং ওয়াল ভরাটকৃত মৃত্তিকার দিকে চলে যায় ফলে মাটি Compact বা দৃঢ় হয় তাকে মৃত্তিকার নিশ্চেষ্ট চাপ বা পরোক্ষ চাপ বলে।

*** ৫। নিশ্চল চাপের সংজ্ঞা লেখ।** বাকাশিবো- ২০০৬

উত্তর ঃ মৃত্তিকার অনুভূমিক বিচ্যুতি না ঘটা অর্থাৎ রিটেইনিং ওয়াল মৃত্তিকার দিকে বা বিপরীত দিকে সরে যাবে না। উলম্ব অবস্থায় থাকবে। মৃত্তিকার এই অবস্থাকে নিশ্চল চাপ বলে।

***** ৬। ভরাটকৃত সামগ্রী বলতে কী বুঝায়?** বাকাশিবো- ২০১০

উত্তর ঃ যে সামগ্রীকে স্ট্রাকচার বা দেয়াল বা রিটেইনিং ওয়াল ঠেস দিয়ে বা ধরে রাখে, তাই ভরাটকৃত সামগ্রী বা Backfill.

**** ৭। সারচার্জ ও সারচার্জ কোণ কী?** বাকাশিবো- ২০১২, ২০, ২২, ২৩

উত্তর ঃ যদি কোনো ভরাটকৃত সামগ্রীর উপরিতল ঠেস কামাঠামো (যেমন রিটেইনিং ওয়াল) উপরিতলের বরাবর অনুভূমিক না থেকে অনুভূমিক তলের উপরে অবস্থান করে, তখন অনুভূমিক তলের উপরের অংশকে সারচার্জ এবং ঢালুতলের দ্বারা সৃষ্টি কোণকে সারচার্জ কোণ বলে।

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

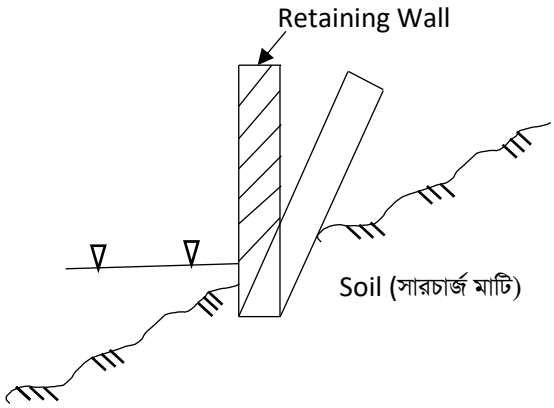
*** ১। মৃত্তিকার নিশ্চেষ্ট চাপ বা পরোক্ষ চাপ বুঝিয়ে লেখ।** বাকাশিবো- ২০০২

উত্তর ঃ মৃত্তিকার নিশ্চেষ্ট চাপ বা পরোক্ষ চাপ ঃ

i) মাটির দিকে রিটেইনিং ওয়াল বা ঠেস দেওয়াল আসলে Passive Pressure তৈরি হয়।

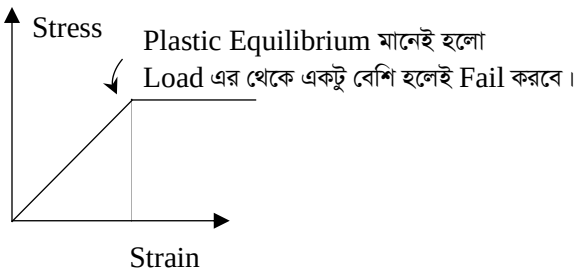
ii) মৃত্তিকা কণা (Soil Particle) সংনমন ঘটে তাই ঘনত্ব (Dense) বেড়ে যায়।

iii) উলম্ব অবস্থান হতে মাটির দিকে। তাই নিশ্চেষ্ট চাপ (Passive Pressure)



***** ২। সক্রিয় ও নিশ্চেষ্ট চাপ সংক্রান্ত র‍্যাংকিনের তত্ত্বের অনুমান সত্য বা মৌলিক ধারণাগুলো উদ্ধৃত কর।** বাকাশিবো- ২০০১, ১০, ১১, ১২, ১৮, ১৯

উত্তর ঃ মৃত্তিকার সক্রিয় চাপ (p_a) ও নিশ্চেষ্ট চাপ সম্পর্কিত র‍্যাংকিন ১৮৫৭ সালে যে তত্ত্বটি প্রদান করেন তা নিম্নোক্ত অনুমান সত্য ধারণা গুলোর উপর প্রতিষ্ঠিত।



i) মৃত্তিকার উপরিতল অনুভূমিক বা ঢালু

ii) মৃত্তিকার স্তূপ বৃহৎ আকারে, সমসত্ত্ব, শুষ্ক ও সংসক্তিহীন। $(c = 0)$

iii) মৃত্তিকা ও ঠেস কাঠামোর সংস্পর্শ তলে কোনো শিয়ারিং স্ট্রেসের অস্তিত্ব নেই।

iv) মৃত্তিকার নম্য ভারসাম্যতা বিরাজমান।

***** ৩। কুলম্বের ওয়েজ তত্ত্বের অনুমান সত্য বা মৌলিক ধারণাগুলো উদ্ধৃত কর।** বাকাশিবো- ২০০০, ০২, ০৪, ০৬, ০৭, ০৯, ১০, ১৭, ২০, ২১, ২৩

উত্তর ঃ কুলম্বের ওয়েজ তত্ত্বের অনুমান নিম্নোক্ত মৌলিক তত্ত্বের উপর প্রতিষ্ঠিত-

i) কাঠামোর (ঠেস দেয়াল বা রিটেইনিং ওয়াল) ভরাট দিকের মৃত্তিকা শুষ্ক, সংসক্তিহীন, আইসোট্রপিক ও আদর্শ নম্য সামগ্রী

ii) স্লাইডিং তল সমতল এবং এ তল রিটেইনিং ওয়াল বা কাঠামোর গোড়ালির দিক দিয়ে অতিক্রম করে।

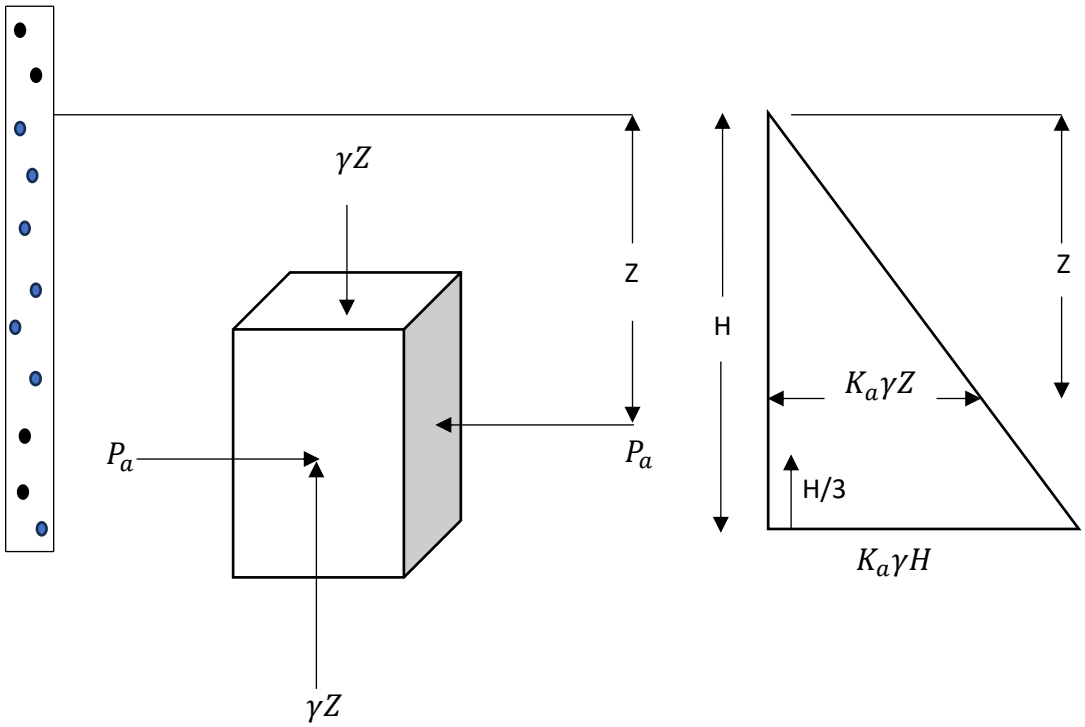
iii) মৃত্তিকার লব্ধি চাপের অবস্থান ও দিক জানা থাকে এবং এ লব্ধি চাপ ঠেস কাঠামোর ভিত্তিতল হতে ঠেস কাঠামোর উচ্চতায় এক তৃতীয়াংশ উপর দিয়ে ভূমিতলের সমান্তরালে কাজ করে।

iv) স্লাইডিং ওয়েজটি একটি একক অনমনীয় বস্তু হিসেবে কাজ করে এবং পুরো স্লাইডিং ওয়েজের ভারসাম্যতা বিবেচনা করে মৃত্তিকার চাপের মান পাওয়া যায়।

SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

*** ১। সারচার্জহীন মৃত্তিকার ক্ষেত্রে সক্রিয় চাপসম্পর্কিত র‍্যাংকিনের তত্ত্বের উপর ভিত্তি করে দেখাও যে, $P_a = \frac{1}{2}K_a\gamma H^2$** বাকাশিবো- ২০১৪'পরি'

উত্তর ঃ ধরি মৃত্তিকা স্তূপের মধ্যে Z গভীরতায় একটি মৃত্তিকা কণা ভারসাম্য অবস্থায় আছে। Z গভীরতায় উল্লম্ব বল γZ। যে মূহুর্তে ঠেস দেয়ালটি বহির্মূখী স্থানচ্যুতি ঘটে, সেই সময় মৃত্তিকার নম্য ভারসাম্য অবস্থা বিরাজ করে এবং γZ ও P_a যথাক্রমে সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন প্রিন্সিপাল স্ট্রেসে পরিণত হয় এবং 'মোহর' বৃত্তটি আঁকা যায়।

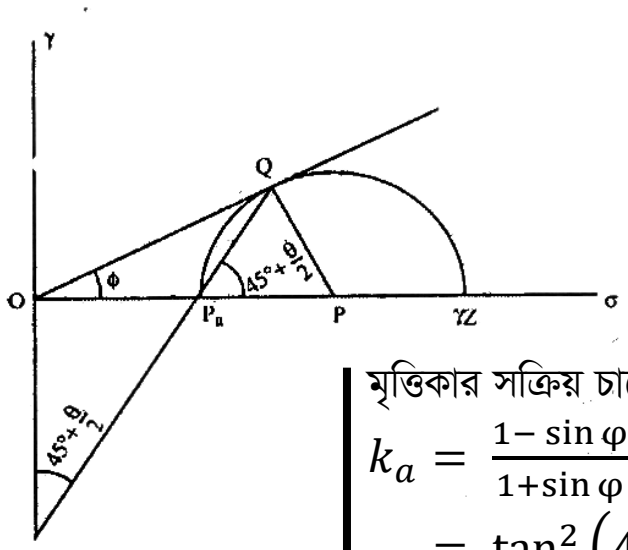


পাশে চিত্রে হতে,

$$\sin\varphi = \frac{QP}{OP}$$

$$= \frac{\frac{1}{2}(\gamma Z - P_a)}{\frac{\gamma Z - P_a}{2} + P_a}$$

$$= \frac{\frac{1}{2}(\gamma Z - P_a)}{\frac{1}{2}(\gamma Z + P_a)}$$



মৃত্তিকার সক্রিয় চাপের সহগ,

$$k_a = \frac{1-\sin\varphi}{1+\sin\varphi}$$

$$= \tan^2\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)$$

$$= \cot^2\left(45 + \frac{\varphi}{2}\right)$$

$$\Rightarrow \sin\varphi\left(\frac{\gamma Z}{2} + \frac{P_a}{2}\right) = \frac{\gamma Z}{2} - \frac{P_a}{2}$$

$$\Rightarrow \sin\varphi\,\frac{\gamma Z}{2} + \frac{P_a}{2}\sin\varphi = \frac{\gamma Z}{2} - \frac{P_a}{2}$$

$$\Rightarrow \frac{P_a}{2} + \frac{P_a}{2}\sin\varphi = \frac{\gamma Z}{2} - \frac{\gamma Z}{2}\sin\varphi$$

$$\Rightarrow \frac{P_a}{2}(1+\sin\varphi) = \frac{\gamma Z}{2}(1-\sin\varphi)$$

$$\Rightarrow P_a = \gamma Z\left(\frac{1-\sin\varphi}{1+\sin\varphi}\right)$$

$$= K_a \times \gamma Z$$

যদি ঠেস কাঠামোর উচ্চতা H হয়, তবে কাঠামোর নিম্নপ্রান্তে সক্রিয় চাপের পরিমাণ হবে। $K_a.\gamma H$ মোট সক্রিয় চাপ ত্রিভুজাকার চাপ চিত্রের কেন্দ্র বরাবর অনুভূমিকভাবে H/3 উপর দিয়ে কাজ করবে।

∴ মোট সক্রিয় চাপ $p_a = \frac{1}{2} K_a.\gamma H.\mathrm{H}$

$= \frac{1}{2} K_a \gamma H^2$

পরোক্ষ চাপের ক্ষেত্রে P_p ও γZ যথাক্রমে সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন প্রিন্সিপাল স্ট্রেস হবে।

এক্ষেত্রে, মোহর বৃত্ত থেকে পাই,

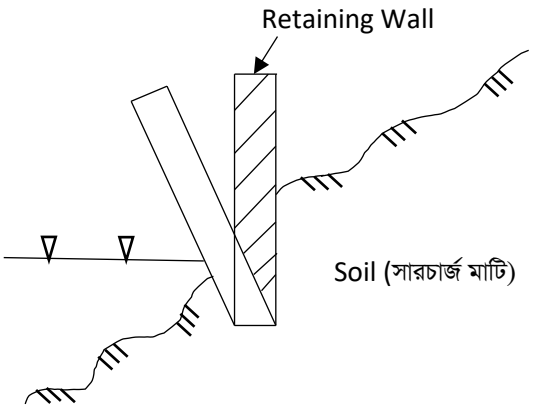
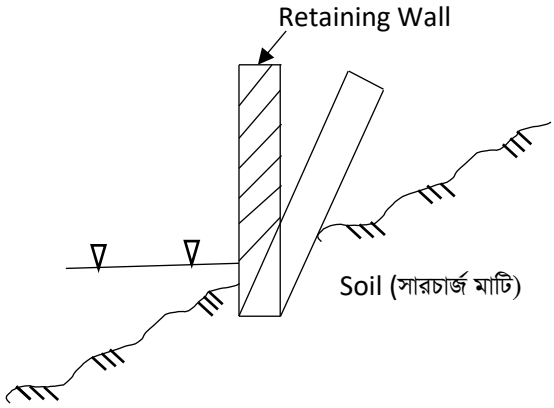
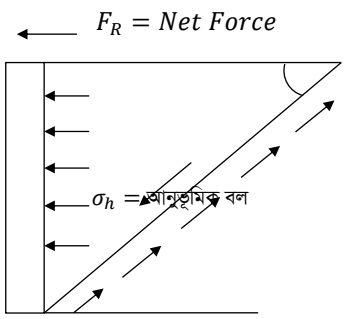
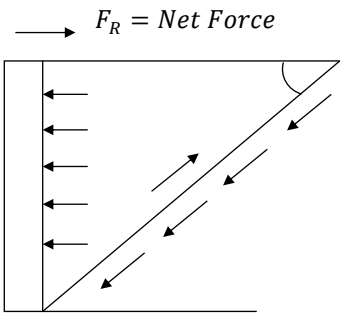
$$P_p = \frac{1+\sin\varphi}{1-\sin\varphi}\gamma Z$$

H উচ্চতা বিশিষ্ট টেস দেয়ালের জন্য মোট পরোক্ষ চাপের পরিমান হবে $1/2\ K_p \gamma H^2$

***** ২। মাটির পার্শ্বচাপের পরিবর্তনীয় চিত্র অঙ্কন করে সক্রিয় ও নিষ্ক্রিয় চাপের মধ্যে পার্থক্য বর্ণনা কর।** বাকাশিবো- ২০০৬, ২১

উত্তর ঃ মাটির পার্শ্বচাপের পরিবর্তনীয় চিত্র অঙ্কন করে সক্রিয় ও নিষ্ক্রিয় চাপের মধ্যে পার্থক্য বর্ণনা করা হলো ঃ

সক্রিয় চাপ (Active Pressure)	**নিশ্চেষ্ট চাপ (Passive Pressure)**
১) মাটির বিপরীতে ঠেস দেওয়াল বা রিটেইনিং ওয়াল আসলে Active Pressure তৈরি হয়।	১) মাটির দিকে রিটেইনিং ওয়াল বা ঠেস দেওয়াল আসলে Passive Pressure তৈরি হয়।
২) মৃত্তিকা কণা (Soil Particle) আগলা (Loose) হয় তাই ঘনত্ব(Dense) কমে যায়।	২) মৃত্তিকা কণা (Soil Particle) সংনমন (Compact) ঘটে তাই ঘনত্ব(Dense) বেড়ে যায়।

সক্রিয় চাপ (Active Pressure)	নিশ্চেষ্ট চাপ (Passive Pressure)
৩) Size উলম্ব অবস্থান হতে মাটির বিপরীত দিকে তাই সক্রিয় চাপ (Active Pressure) 	৩) Size উলম্ব অবস্থান হতে মাটির দিকে। তাই নিশ্চেষ্ট চাপ (Passive Pressure) 
৪)  নেট ফোর্স এবং আনুভূমিক ফোর্স একই দিকে কাজ করে।	৪)  নেট ফোর্স এবং আনুভূমিক ফোর্স বিপরীত দিকে কাজ করে।

অধ্যায়-৯ মৃত্তিকার ভারবহন ক্ষমতা

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। মাটির ভারবহন ক্ষমতা বলতে কী বুঝায়?**

বাকাশিবো- ২০০২, ১০, ১৫, ১৬, ১৮, ২৩

উত্তর ঃ কোনো রকম শিয়ার ব্যর্থ (Shear Failure) ও অতিরিক্ত বসন (Excess Settlement) ছাড়া মাটি যতুটুকু Load বহন করতে পারে তাকে মাটির ভারবহনক্ষমতা (Bearing Capacity of Soil) বলে।

***** ২। মাটির চরম ভারবহন ক্ষমতা বলতে কী বুঝায়?**

DM: 2018, বাকাশিবো- ২০০২

উত্তর ঃ চরম ভারবহন ক্ষমতা (Ultimate Bearing Capacity – q_f বা q_u) শিয়ার ব্যর্থ হওয়ার পূর্ব পর্যন্ত মাটি যতুটুকু লোড বহন করতে পারে তাকে চরম ভারবহন ক্ষমতা বলে। q_f বা $q_u = q_{nf} + \gamma D_f$

***** ৩। মাটির নিরাপদ ভারবহন ক্ষমতা বলতে কী বুঝায়?**

DM: 2018, বাকাশিবো- ২০০২, ০৯, ১০, ১৩, ১৪'পরি, ১৫'পরি, ১৭'পরি

উত্তর ঃ নিরাপদ ভারবহন ক্ষমতা (Safe Bearing Capacity-q_{ns}) স্বচ্ছন্দে (Easily) ও নিরাপদে (Safely) ভিত্তিতলের মৃত্তিকা শিয়ারে ব্যর্থ হওয়া ঝুঁকি ব্যতিরেকে যে পরিমাণ ভারবহন করতে সক্ষম তাকে নিরাপদ ভারবহন ক্ষমতা বলে। নিট নিরাপদ ভারবহন ক্ষমতা ও ওভারবার্ডেন চাপের সমষ্টিই মৃত্তিকার নিরাপদ ভারবহন ক্ষমতা। অর্থ্যৎ $q_{ns} = \frac{q_{nu}}{F} + \gamma D_f$

**** ৪। প্লেট লোড পরীক্ষা কী?** বাকাশিবো- ২০২৬'পরি

উত্তর ঃ মাটির যে কোনো স্তরে চূড়ান্ত বিয়ারিং ক্যাপাসিটি ও মাটির সংকোচন মাপার জন্য সরজমিনে নির্দিষ্ট নিয়মানুসারে মাটির উপর স্থাপিত প্লেটের উপর ভার চাপিয়ে মাটিতে প্লেট দেবে যাওয়ার প্রবণতা সম্পর্কে জানা যায় এবং ধাপে ধাপে ভার বা ওজন বৃদ্ধি করে এ পরীক্ষা করা হয়।

***** ৫। প্লেট লোড পরীক্ষা কেন করা হয়।** বাকাশিবো- ২০১৯, ১৯'পরি

উত্তর ঃ মাটির ভারবহন ক্ষমতা ও মাটির সংকোচন মাপার জন্য সরজমিনে প্লেট লোড টেস্ট করা হয়।

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। মৃত্তিকার ভারবহন ক্ষমতা কোন কোন বিষয়ের উপর নির্ভর করে?**

বাকাশিবো- ২০০০, ১৮'পরি, ১৯, ২৩

উত্তর ঃ মৃত্তিকার ভারবহন ক্ষমতা মৃত্তিকার ভৌত ধর্ম (নরম, শক্ত, সাদা, কালা, সংসক্তি প্রবণ, অসংসক্তি প্রবণ ইত্যাদি) সূচক ধর্ম (দানার আকার আকৃতি, ভয়েড রেশিও, পরোসিটি, ঘনত্ব ইত্যাদি) ঔদক ধর্মাবলি (নিসরণ, কৈশিকতা, ভেদ্যতা, কার্যকরী চাপ ইত্যাদি) এর উপর নির্ভর করে। মৃত্তিকার ভয়েডের পরিমাণ কম হলে অধিক ভারবহন ক্ষমতা থাকে। গ্রাভেল , শক্ত শিলা ও বালির ভারবহন ক্ষমতা অধিক। বালিতে চাপ প্রয়োগের পর যে পরিমাণ দেবে যায় পরবর্তীতে এর দেবে যাওয়ার প্রবণতা থাকে না বললেই চলে। ভূনিম্নস্থ পানির অবস্থান ও মৃত্তিকার সম্পৃক্ততার মাত্রা ইত্যাদির উপর ভারবহন ক্ষমতা নির্ভর করে।

SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

১। সংসক্তিপ্রবণ মাটির কনসিসটেন্সি পেনিট্রেশন নম্বর (N) ও কম্প্রেসিভ স্ট্রেংথ (qu)- এর মাঝে সম্পর্ক টেবিলের সাহায্যে দেখাও। বাকাশিবো- ২০১৯

উত্তর ঃ সংসক্তিপ্রবণ মৃত্তিকার কম্প্রেসিভ স্ট্রেংথ (qu)- এর উপর পেনিট্রেশন রেজিস্ট্যান্স (N) এর মান বিশেষভাবে নির্ভর করে। N এর মান (পেনিট্রেশন রেজিস্ট্যান্স) অধিক হলে মৃত্তিকা দৃঢ় ও স্টিফ হয়। মৃত্তিকার কনসিসটেন্সি ও আনকনফাইন্ড কম্প্রেসিভ স্ট্রেসের মান পেনিট্রেশন নম্বর 'N' হতে মোটামুটি ধারণা পাওয়া যায়।

আনকনফাইন্ড স্ট্রোস, $q_u = 1.25N$

এখানে, q_u = আনকনফাইন্ড কম্প্রোসিভ স্ট্রেস (ton/m^2)

N = পেনিট্রেশন নম্বর N, প্যাক ও টারজাগীর মত অনুযায়ী, মৃত্তিকার কনসিসটেন্সি ও আনকনফাইন্ড কম্প্রেসিভ স্ট্রেংয়ের (qu) এবং 'N' পেনিট্রেশন রেজিস্ট্র্যান্স এর সম্পর্ক টেবিলে দেওয়া হল ঃ

পেনিট্রেশন নম্বর, N	কনসিসটেন্সি	কম্প্রেসিভ স্ট্রেংথ, q_u (t/m^2)
0-2	খুব নরম	<2.5
2-4	নরম	2.5-5
4-8	মিডিয়াম	5-10
8-15	স্টিফ	10-20
15-30	খুব বেশি স্টিফ	20-40
>30	শক্ত	>40

**** ২। ভিত্তি দেবে বা বসে যাওয়ার কারণগুলো আলোচনা কর।**

বাকাশিবো- ২০০২, ০৮, ১০, ১১, ১৪, ১৫, ১৭

উত্তর ঃ ভিত্তি সাধারণত দুটি কারণে দেবে যেতে পারে-

(i) ভারজনিত কারণ (ii) ভার ছাড়া অন্যান্য কারণ।

ভারজনিত দেবে যাওয়াকে তিন ভাগে ভাগ করা যেতে পারে। যথা ঃ

(a) তাৎক্ষণিক বা স্থিতিস্থাপক বসন (Immediate or Elastic Settlement) ঃ তাৎক্ষণিক বসন বা Elastic Settlement কাঠামো নির্মাণকালে বা নির্মাণ পরবর্তী সময়ের পরেই ঘটে থাকে।

(b) কনসলিডেশন সেটেলমেন্ট (Consolidation Settlement) ঃ মৃত্তিকার Void হতে পানি অপসারিত হওয়ার ফলে এটি ঘটে থাকে।

(c) সেকেন্ডারি কনসলিডেশন সেটেলমেন্ট (Secondary Consolidation Settlement) ঃ প্রাথমিক কনসলিডেশনের সমাপ্তির পর পরই এটি ঘটে থাকে।

ভারছাড়া অন্যান্য কারণসমূহ ঃ

ভূনিম্নস্থ পানি সমতা ঃ পানির অবস্থান জনিত পরিবর্তনের জন্য কাঠামোর ভিত্তি দেবে যেতে পারে।

দুর্বল কম্প্যাকশন ঃ নির্মাণের সময় অপর্যাপ্ত কম্প্যাকশন, ফলে কাঠামোর ভিত্তি নিচের মাটি সংকুচিত হয়ে বসন হতে পারে।

খনন ঃ নির্মাণ বা খনির উদ্দেশ্যে মাটিতে খনন করলে খনন স্থলের চারপাশে মাটির বসন হতে পারে।

খনির কার্যক্রম ঃ পৃথিবীর ভূত্বক থেকে খনিজ পদার্থ বা সম্পদ অপসারণের ফলে মাটির বসন হতে পারে।

ক্রিপ হওয়ায় ঃ কাদা মৃত্তিকার ঢালে ক্রিপ হওয়ার ফলে ভিত্তি দেবে যেতে পারে।

কম্পন ও আঘাত ঃ শিথিল সংসক্তিহীন মৃত্তিকায় কম্পন ও আঘাত জনিত কারণে বসন হতে পারে।

**** ৩। মৃত্তিকার ভারবহন ক্ষমতা নির্ণয়ের প্লেটলোড পরীক্ষাটি বর্ণনা কর।**

বাকাশিবো- ২০১৯

উত্তর ঃ প্লেট লোড পরীক্ষা (Plate Load Test) ঃ মৃত্তিকার ভারবহন ক্ষমতা নিরূপণের জন্য প্লেট লোড টেস্ট করা হয়। এটি একটি মাঠ পরীক্ষা। মৃত্তিকার উপর প্লেট স্থাপন করে দেবে যাওয়ার মাত্রা জানা যায়। যে পরিমাণ ভার প্রয়োগের ফলে প্লেট মৃত্তিকার দ্রুত দেবে যেতে শুরু করে, ঐ পরিমাণ ভারকেই চরম ভারবহন ক্ষমতা ধরা হয়। প্লেট লোড পরীক্ষায় ব্যবহৃত বিয়ারিং প্লেটের আকার সর্বোচ্চ 75 cm × 75cm ও সর্বনিম্ন 25cm × 25cm বর্গাকার হয়ে থাকে এবং পুরুত্ব 25mm এর কম হওয়া উচিত নয়। এই পরীক্ষার জন্য ইস্পাতের তৈরি পাত ব্যবহৃত হয়। গর্তের কেন্দ্রে $B_p \times B_p$ আকারের একটি গর্ত D_p পরিমাণ গভীরতায় খনন করা হয় এবং গর্তের আকার $5B_p \times 5B_p$ (B_p = পাতের প্রস্থ)। পরীক্ষাটি সম্পাদনের জন্য কেন্দ্রীয় গর্তে পাত (Bearing Plate) বসানো হয় এবং পাতের উপর ইম্প্যাক্ট (Impact) ব্যতিরেকে হাইড্রোলিক জ্যাকের সাহায্যে বা সরাসরি পাতের উপর স্থাপিত প্লাটফর্মের উপর ভার প্রদান করা হয়। সরাসরি ভরের ক্ষেত্রে সাধারণত ওজন করা বালির বস্তা দেয়া হয়। প্রাথমিক পর্যায়ে সাধারণত প্রতি বর্গমিটারে 0.7 টন ভার সেটিং লোড হিসেবে দেয়ার কিছুক্ষণের মধ্যে ভার অপসারণ করা হয়। এরপর আনুমানিক নিরাপদ ভারবহন ক্ষমতার এক পঞ্চমাংশ বা আনুমানিক চরম ভারবহন ক্ষমতার এক দশমাংশ ভার প্রতি ধাপে দেয়া হয় এবং 1,5,10,20, 60 মিনিট দেবে

যাওয়ার পরিমাণ লিপিবদ্ধ করা হয়। কাদা মৃত্তিকার ক্ষেত্রে প্রতি ঘন্টায় 0.2 মিলিমিটারের কম হারে দেবে যাওয়া পর্যন্ত প্রতি ঘন্টা অন্তর অন্তর দেবে যাওয়ার পরিমাণ লিপিবদ্ধ করা হয়। তারপর পরবর্তী ধাপ লোড দেয়া হয় এবং উপরে বর্ণিত নিয়ম মতো দেবে যাওয়ার মাত্রা লিপিবদ্ধ করা হয়। প্রতি ঘন্টায় দেবে যাওয়ার পরিমাণ 0.02 মিমি এর কম হলে পরবর্তী মাত্রায় ভার প্রয়োগ করতে হবে। সর্বশেষে লোডের পরিমাণ হবে আনুমানিক চরম ভারবহন ক্ষমতার $1\frac{1}{2}$ গুণ বা প্রস্তাবিত গ্রহণীয় ভারবহন ক্ষমতা 3 গুণ (25 মিমি দেবে যাওয়া বা শিয়ারে নিষ্ফল হওয়ার পূর্বপর্যন্ত চূড়ান্ত পর্যায়ে ভার দিতে হবে)। প্লেট লোড টেস্টে প্রাপ্ত তথ্যাদি হতে প্রস্তাবিত ভিত্তির $q_u(f), S_f$ ইত্যাদি নির্ণয়ে নিম্নের সমীকরণগুলো ব্যবহার করা হয়।

q_u (f) = ভিত্তির চরম ভারবহন ক্ষমতা

q_u (p) = পাতের নিচের মৃত্তিকার চরম ভারবহন ক্ষমতা

S(f) = ভিত্তির দেবে যাওয়ার পরিমাণ

S(p) = পাতের দেবে যাওয়ার পরিমাণ

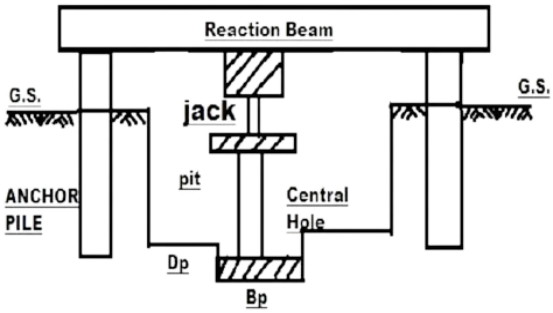


PLATE LOAD TEST

কাদা মৃত্তিকার জন্য,

(ক) q_u (f) = q_u (p)

(খ) $S_r = S_p.\frac{B_f}{B_p}$

বালি মৃত্তিকার জন্য,

(ক) $q_u\ (f) = q_u(p).\frac{B_f}{B_p}$

(খ) $S_r = S_p\ \left[\frac{B_f(B_p+0.30)}{B_p(B_f+0.30)}\right]^2$

***** ৪। প্লেট লোড পরীক্ষার সীমাবদ্ধতাগুলো আলোচনা কর।**

বাকাশিবো- ২০০০, ০৭, ১১, ১৩, ১৪, ১৫, ১৬, ১৭, ১৭'পরি

উত্তর ঃ প্লেট লোড পরীক্ষা মাটির ভারবহন ক্ষমতা এবং ভিত্তি স্থাপনের জন্য একটি বহুল ব্যবহৃত পদ্ধতি। এই পরীক্ষাটি ব্যবহার করার সময় কয়েকটি সীমাবদ্ধতা বিবেচনা করা উচিত।

(i) প্লেটের আকার আকৃতি ঃ প্লেটের আকার আকৃতি ভারবহন ক্ষমতাকে প্রভাবিত করতে পারে।

(ii) গভীরতার সীমাবদ্ধতা ঃ পরীক্ষাটি সাধারণত অগভীর গভীরতায় করা হয়। এটি গভীর মাটির স্তরগুলির আচরণ সম্পর্কে সঠিক তথ্য প্রদান করতে পারে না।

(iii) সময়ের ব্যাপ্তিতা ঃ প্লেট লোড পরীক্ষা ফাউন্ডেশনের তাৎক্ষণিক দেবে (Immediate Settlement) যাওয়া সম্পর্কে তথ্য প্রদান করে। দীর্ঘমেয়াদী বসন (Settlement) এর জন্য অন্যান্য পরীক্ষা পদ্ধতির প্রয়োজন হয়।

(iv) আরোপিত ভার ঃ সচরাচর এই পরীক্ষায় 25 ton এর অধিক ভার প্রয়োগ দেখা যায় না। 60 cm প্রস্থের পাত ব্যবহার করে অধিক ভার প্রয়োগ করা অসুবিধাজনক।

(v) ওয়াটার টেবিলের প্রভাব ঃ ভূনিম্নস্থ ওয়াটার টেবিল মৃত্তিকার ভারবহনে প্রভাব ফেলে। ভিত্তিতলের উপরে ওয়াটার টেবিল থাকলে পাম্পিং করে উক্ত পরীক্ষা করতে হয়।

(vi) প্রান্তের প্রভাব ঃ প্লেটের প্রান্তের কাছাকাছি মাটি প্রান্তের প্রভাব দ্বারা প্রভাবিত হতে পারে। যায় ফলে অসম স্ট্রেস (Non Uniform Stress) ডিস্ট্রিবিউশন হয়।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা
ডিপ্লোমা ইন ইঞ্জিনিয়ারিং
৪র্থ পর্ব সমাপনী পরীক্ষা- ২০২৩
টেকনোলজি : সিভিল, সিভিল (উড), কন্সাট্রাকশন, এনভায়রণমেন্টাল (২০২২ প্রবিধান)
বিষয়: জিওটেকনিক্যাল ইঞ্জিনিয়ারিং
বিষয় কোড: ২৬৪৪৫

সময়: ৩ ঘন্টা **পূর্ণমান: ৬০**

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে কোন ৫ (পাঁচ) টি প্রশ্নের উত্তর দাও ।

ক-বিভাগ (মান: ১ × ১০ = ১০)

১। জৈব মাটি (Organic Soil) বলতে কী বোঝায়?

২। পিকনোমিটারের সাহায্যে কী করা হয়?

৩। D_{10} মৃত্তিকা কণা বলতে কী বোঝায়?

৪। তারল্য সীমা কী?

৫। ডার্সির সূত্রটি লেখ।

৬। মাটির পরিমিত জলীয় অংশ কেন নির্ণয় করা হয়?

৭। পেনিট্রেশন নাম্বার কী?

৮। সারচার্জ বলতে কী বোঝায়?

৯। কোন ধরনের মৃত্তিকায় S.P.T করা হয়?

১০। মাটির নিরাপদ ভারবহন ক্ষমতা কাকে বলে?

খ-বিভাগ (মানঃ ২ × ১০ = ২০)

১১। মৃত্তিকার সাধারণ ধর্মগুলো কী কী?

১২। মৃত্তিকার ঘনত্ব সূচক কী? এর মান কখন শূন্য হয়?

১৩। 0.50mm কণাবিশিষ্ট মাটির নমুনাকে একটি ট্যাঙ্কের স্থির পানি তলের উপর রাখালে ট্যাঙ্কের তলায় থিতিয়ে পড়তে সময় সময় লাগে 30 সেকেন্ড। G = 2.65, $\eta = 0.01$ পয়েজ হলে পানির ট্যাঙ্কের গভীরতা নির্ণয় কর।

১৪। কনসলিডেশন ও কম্প্যাকশনের মাঝে পার্থক্যগুলো লেখ।

১৫। কুলম্বের ভয়েজ তত্ত্বের মৌলিক ধারণাগুলো লেখ।

১৬। প্রবাহ জালির ৫টি বৈশিষ্ট্য লেখ।

১৭। মাটির ভারবহন ক্ষমতা কী কী বিষয়ের উপর নির্ভর করে?

১৮। মাটির নমুনার $D_{10} = 0.12mm, D_{60} = 1.8mm$ হয়, তা হলে মাটির নমুনাটি কোন ধরনের হবে?

১৯। প্রমাণ কর যে, e = WG (সংকেতগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে)।

২০। মাটির প্রত্যক্ষ ও পরোক্ষ চাপ বলতে কী বোঝায়?

গ-বিভাগ (মান: ৬ × ৫ = ৩০)

২১। একটি মাটির নমুনার আয়তনিক একক ওজন 2100kg/m^3 জলীয় অংশের পরিমাণ 16% এবং আপেক্ষিক গুরুত্ব 2.70 হলে, rd, e, n, sr-এর মান নির্ণয় কর।

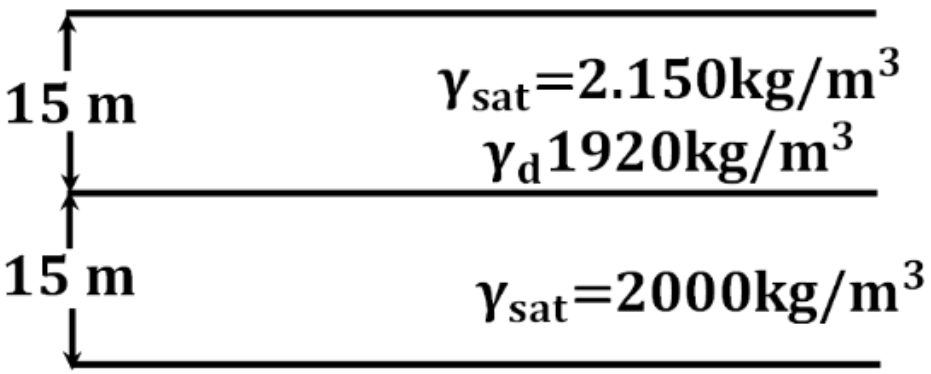
২২। মৃত্তিকার শুকানো চালনি বিশ্লেষণ পদ্ধতি আলোচনা কর।

২৩। আদর্শ পেনিট্রেশন পরীক্ষা পদ্ধতি বর্ণনা কর।

২৪। প্রমাণ কর যে, $S = \frac{CC}{1+e_0} \times blog_{10}\frac{P_0+\Delta P}{P_0}$ (প্রতীকগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে)।

২৫। চিত্রসহ প্লেট লোড টেস্ট বর্ণনা কর।

২৬। নীচের মৃত্তিকা লসের চিত্র হতে 20 মিটার গভীরে কার্যকরী চাপের মান বের কর। যখন-

(ক) পানি ভূমিতলে থাকে;

(খ) নিষ্কাশন-এর সাহায্যে পানি তল 10 মিটার নীচে নামানো হলে, সম্পৃক্ততার মাত্রা 32%।