একটাই লক্ষ্য

হতে হবে দক্ষ

টেকনোলজিঃ সিভিল, পর্বঃ ৪র্থ

বিষয়ঃ জিওটেকনিক্যাল ইঞ্জিনিয়ারিং (২৬৪৪৫)

উপস্থাপনায়

প্রকৌ:মোহাম্মদ জামসেদুল আলম
চিফ ইন্সট্রাক্টর (সিভিল)
ময়মনসিংহ পলিটেকনিক ইনস্টিটিটিউট।

জাহাঙ্গীর আলম
ইন্সট্রাক্টর (সিভিল)
ময়মনসিংহ পলিটেকনিক ইনস্টিটিটিউট।

কাওছার রাকিব
খন্ডকালীন শিক্ষক(সিভিল)
ময়মনসিংহ পলিটেকনিক ইনস্টিটিটিউট।

OPENING SESSION

এক নজরে জিওটেকনিক্যাল ইঞ্জিনিয়ারিং

At a glance Contents of Geotechnical Engineering

প্রথম অধ্যায় — জিওটেকনিক-এর মৌলিক ধারণা

দ্বিতীয় অধ্যায় — মাটির প্রাথমিক সংজ্ঞা ও সহজ পরীক্ষা

তৃতীয় অধ্যায় — মাটির কণার আকার

চতুর্থ অধ্যায় — মাটির নম্যতা বৈশিষ্ট্য

পঞ্চম অধ্যায় — মাটির ঔদক ধর্মাবলি

ষষ্ঠ অধ্যায় — মাটির কনসলিডেশন বৈশিষ্ট্যাদি

সপ্তম অধ্যায় — ভূ-স্তর অনুসন্ধান

অষ্টম অধ্যায় — মাটির পার্শ্ব চাপ

নবম অধ্যায় — মাটির ভারবহন ক্ষমতা

OPENING SESSION

এক নজরে জিওটেকনিক্যাল ইঞ্জিনিয়ারিং এর ব্যবহারিক

At a glance Practical Contents of Geotechnical Engineering

পরীক্ষণ নং-০১ : চুলির সাহায্যে মাটির নমুনার আর্দ্রতা নির্ণয়।

পরীক্ষণ নং-০২ : পিকনোমিটারের সাহায্যে সূক্ষ্ম দানার আপেক্ষিক গুরুত্ব নির্ণয়।

পরীক্ষণ নং-০৩ : চালুনির সাহায্যে মাটির কণার আকার বিশ্লেষণ পরীক্ষা।

পরীক্ষণ নং-০৪ : হাইড্রোমিটার পদ্ধতিতে মৃত্তিকা কণার আকার বিশ্লেষণ।

পরীক্ষণ নং-০৫ : ক্যাসাগ্রেন্ড এপারেটাস এর সাহায্যে সূক্ষ্মদানা বিশিষ্ট মাটির তারল্য সীমা নির্ণয়।

পরীক্ষণ নং-০৬ : সূক্ষ্মদানা বিশিষ্ট মাটির নম্যতা সীমা নির্ণয়।

পরীক্ষণ নং-০৭ : ধ্রুব হেড পদ্ধতিতে ভেদ্যতা সহগ নির্ণয়।

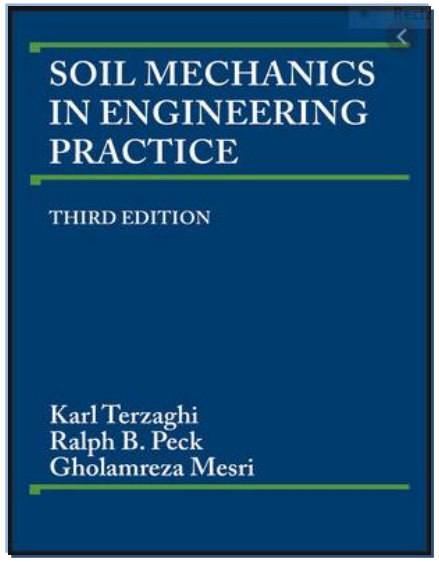
পরীক্ষণ নং-০৮ : ওয়াশ বোরিং পদ্ধতিতে সাহায্যে মাটির নমুনা সংগ্রহ।

পরীক্ষণ নং-০৯ : আদর্শ পেনিট্রেশন পদ্ধতির সাহায্যে মাটির ভারবহন ক্ষমতা নির্ণয়।

পরীক্ষণ নং-১০ : আদর্শ প্রকটর টেস্ট এর মাধ্যমে মাটির আর্দ্রতা এবং কম্প্যাকশনের মাত্রা নির্ণয়।

পরীক্ষণ নং-১১ : উন্মুক্ত সংনমিত শক্তি পরীক্ষা।

REFERENCE BOOKS

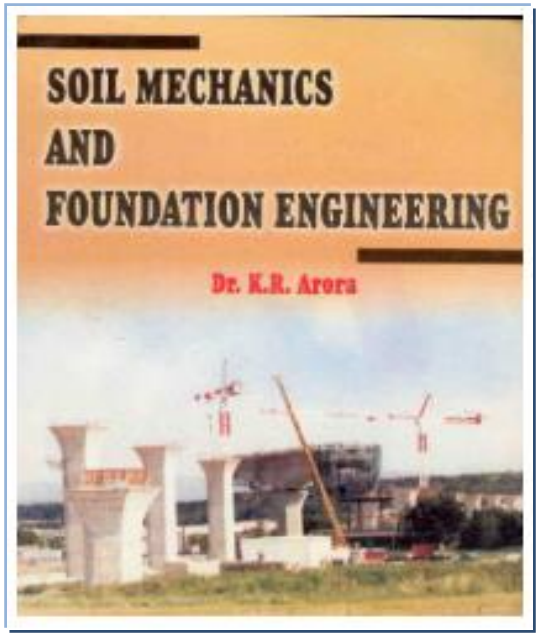


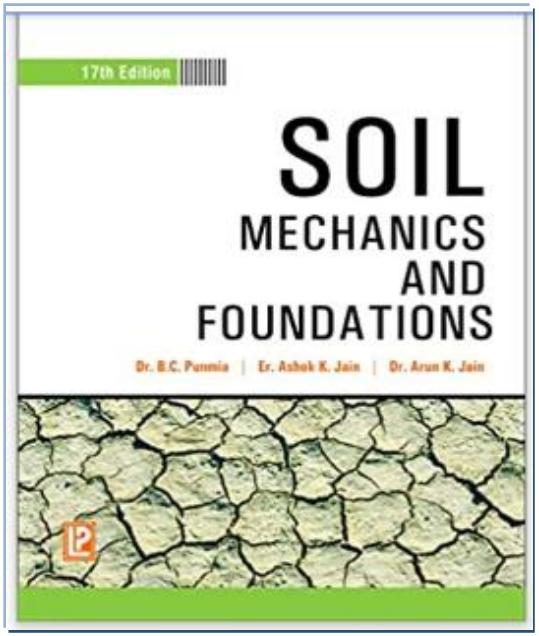
1.Foundation Engineering – Ralph B Peck

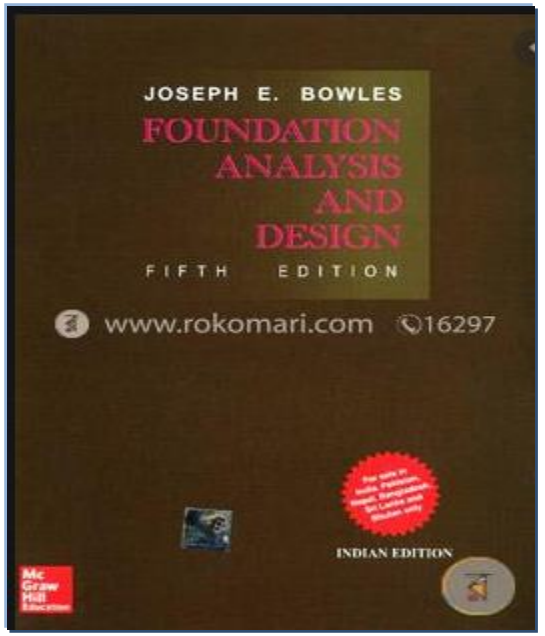
2 .Soil Mechanics & Foundation Engineering. –Dr.K.R.Arora

3. Soil Mechanics & Foundation–Dr.B.C.Punmia

4. Foundation Analysis & Design – Josef & Bowles







অধ্যায় -০১

বিষয় বস্তু

জিওটেকনিক এর
মৌলিক ধারণা

Basic Concept of Geotechnic

জিওটেকনিক-এর মৌলিক ধারণা

- Geotechnical Engineering :

মৃত্তিকার গুণাগুণ, চারিত্রিক আচার-আচরণ সম্পর্কে পুরকৌশল বিভাগের যে শাখায় বিস্তারিত আলোচনা করা হয়, সে বিষয়টিই হল Geotechnical Enginering

Scope of Geotechnical Engineering

মৃত্তিকা প্রযুক্তি বিদ্যার আওতা

(ক) ভিত্তি ডিজাইন এবং নির্মাণে

(খ) রাস্তার পেভমেন্ট ডিজাইনে

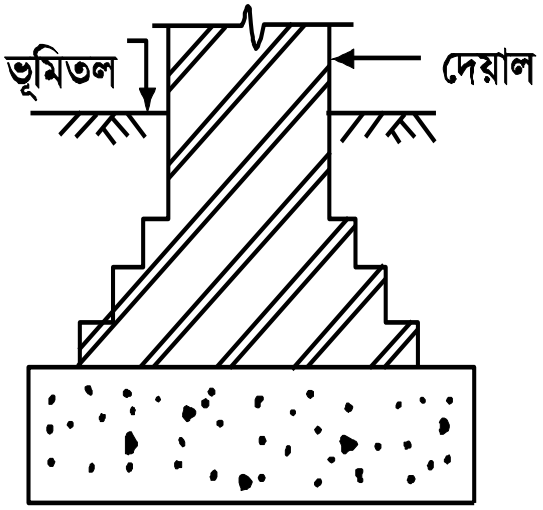
(গ) মাটির বাঁধ ডিজাইনে

(ঘ) ভূ-নিম্নস্থ এবং ঠেস কাঠামো ডিজাইনে

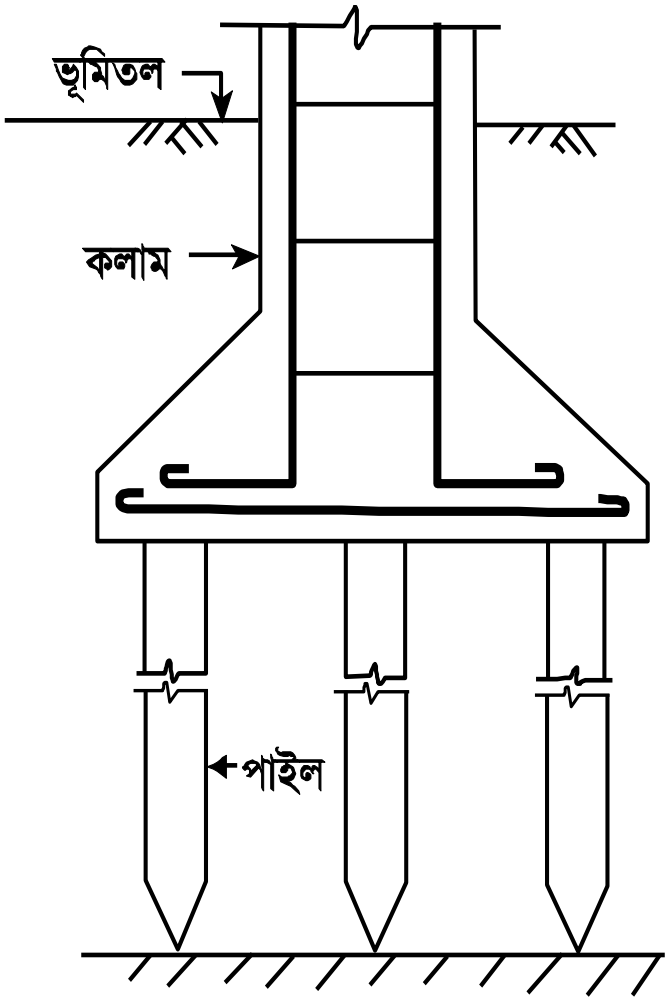
(ঙ) মাটি ভরাট এবং খনন ডিজাইনে

Foundation Design and Construction

(ক) ভিত্তি ডিজাইন এবং নির্মাণে



অগভীর ভিত্তি



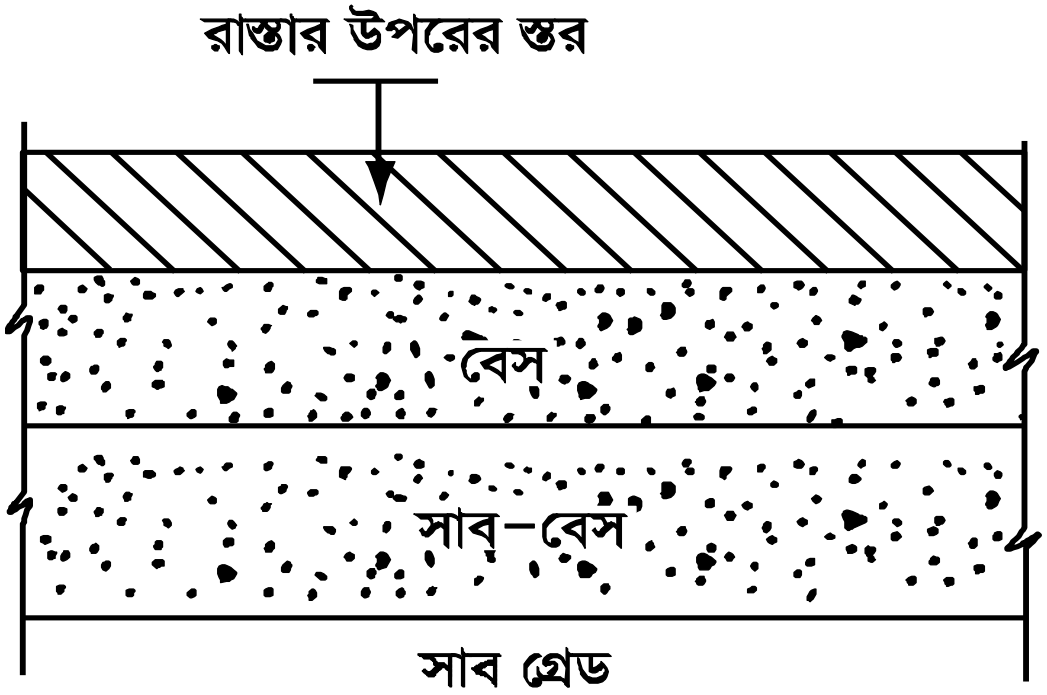
গভীর (পাইল) ভিত্তি

ভিত্তি ডিজাইন এবং নির্মাণে

- ইমারত, ব্রিজ, পাকা রাস্তা, সুড়ঙ্গ পথ, বাঁধ ইত্যাদি কাঠামোর ভিত্তি মৃত্তিকায় স্থাপনের ক্ষেত্রে ।
- মাটির ভারবহন ক্ষমতা, ভিত্তি বসে যাওয়া, ভূ-গর্ভস্থ পানির প্রভাব এবং কম্পনের প্রভাব ইত্যাদি সম্পর্কে জানার ক্ষেত্রে ।
- ভিত্তির ডিজাইন ,ভিত্তির ধরন ও গভীরতা নির্ধারণ করার ক্ষেত্রে ।
- ভূ-গর্ভস্থ জলতল এর অবস্থান সম্পর্কে জানা ও লোড প্রয়োগের ফলে ভিত্তির তলার মাটির সংকোচন-প্রসারণ সম্পর্কে জানতে ।

Pavement Design

(খ) রাস্তার পেভমেন্ট ডিজাইনে



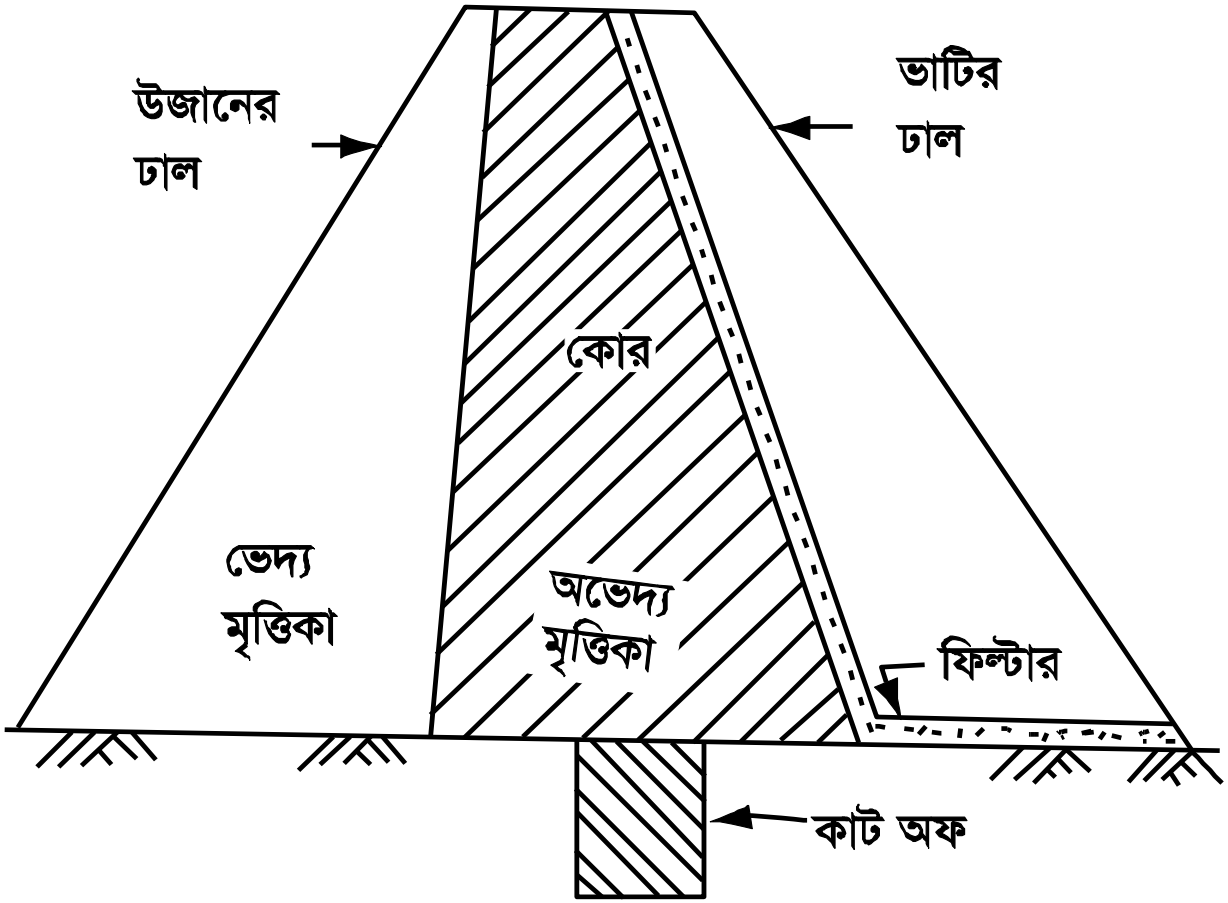
খ) পেভমেন্ট-এর বিভিন্নাংশ

Pavement Design

- রাস্তার পেভমেন্ট-এর ধরন নির্বাচনের ক্ষেত্রে নিম্নস্থ মাটির গুণাগুণ জানতে ।
- পেভমেন্ট-এর পুরুত্বসহ এর অন্যান্য অংশের ডিজাইনের পূর্বে মাটির বিভিন্ন ধর্ম সম্পর্কে জানা ।
- রাস্তায় যানবাহনের পুনঃপুন আগত লোড-এর কারণে মাটির অকৃতকার্যতা সম্পর্কে জানতে ।
- মাটির ভারবহন ক্ষমতা ও সাবগ্রেডের দৃঢ় বদ্ধতার মাত্রা সম্পর্কে জানতে ।

Design of Earth Dam

(গ) মাটির বাঁধ ডিজাইনে



(গ) মাটির বাঁধ

মাটির বাঁধ ডিজাইনে

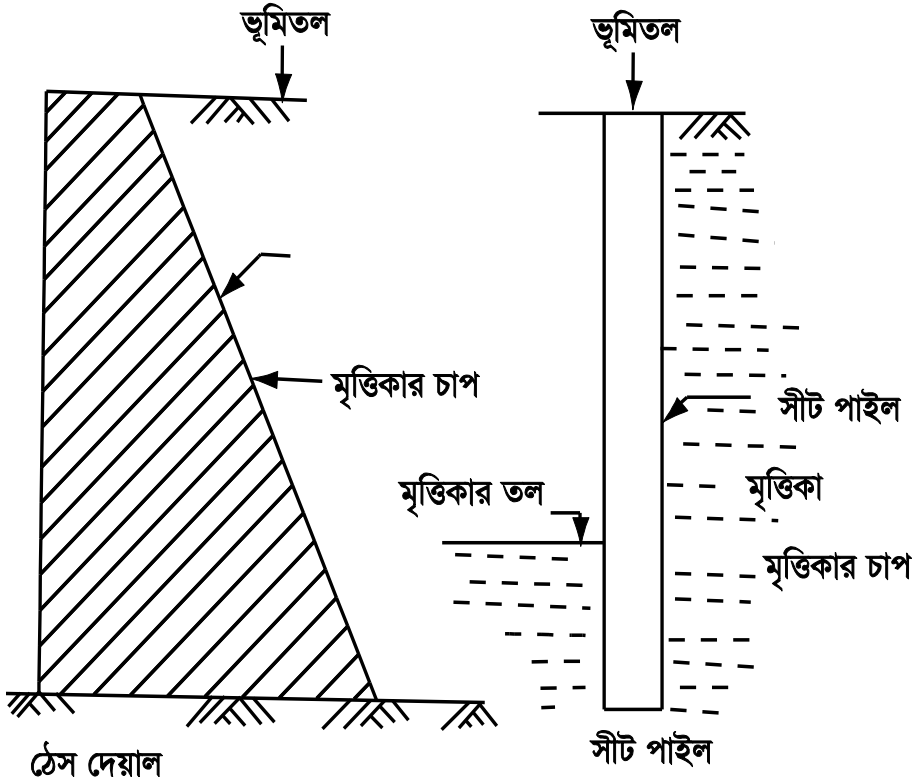
- বাঁধ ডিজাইনের পূর্বে মাটির নিম্নোক্ত বিভিন্ন ভৌত ধর্ম সম্পর্কে জানতে ।

- ঘনত্ব, আঠালত্ব , আপেক্ষিক গুরুত্ব, কণার আকার, কণার আকার বিতরণ ও বিন্যাসকরণ, প্রবেশ্যতা, কনসলিডেশন, দৃঢ়করণ

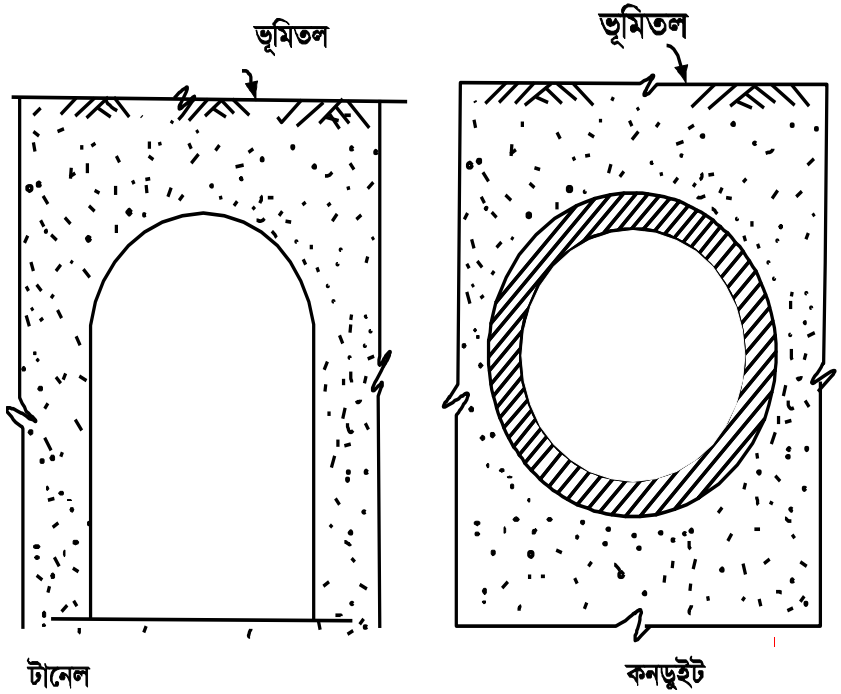
- বাঁধের ঢাল এবং ভিত্তির স্থায়িত্বের জন্য মাটির ভিতর দিয়ে পানি চোয়ানো (*Seepage*) সম্পর্কে ধারণা প্রদান করে ।

Design of Under-Ground and Earth Retaining Structure

(ঘ) ভূ-নিম্নস্থ এবং ঠেস কাঠামো ডিজাইনে



(ঘ)(১) ঠেস কাঠামো



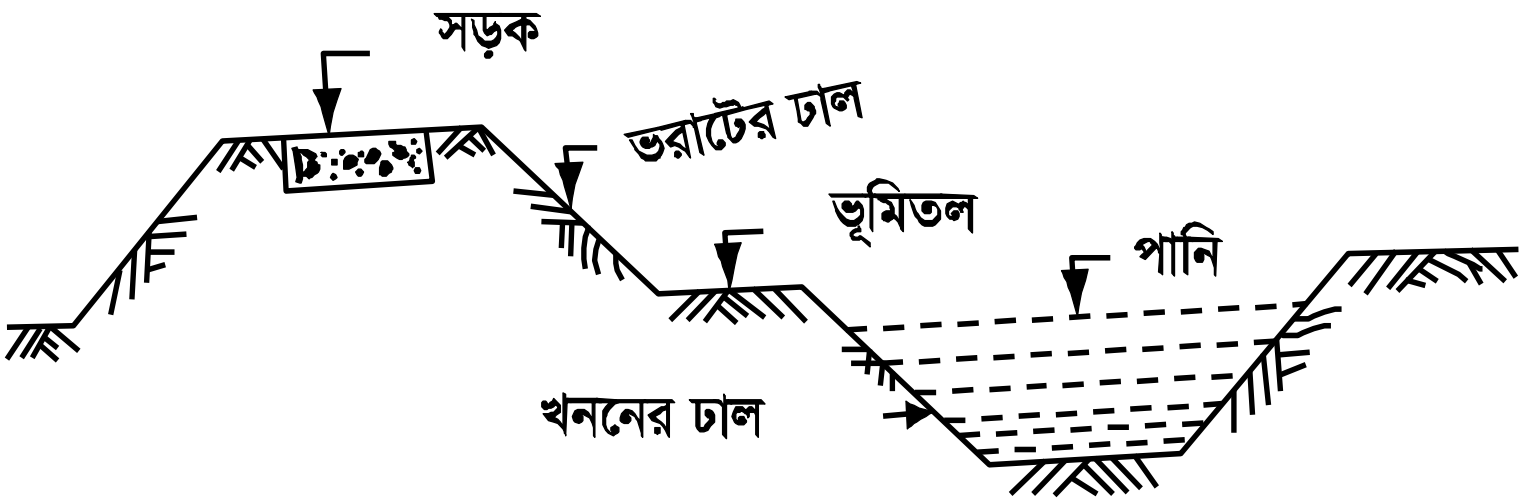
(ঘ)(২) ভূ-নিম্নস্থ কাঠামো

Design of Under-Ground and Earth Retaining Structure

- মাটির নিচে স্থাপিত কাঠামো এবং মাটি ঠেকামো কাঠামোর ডিজাইন এবং নির্মাণ ইঞ্জিনিয়ারিং এর ক্ষেত্র একটি গুরুত্বপূর্ণ বিষয়। সিউয়ার, সুড়ঙ্গ, ভূ-গর্ভস্থ ইমারত, কালভার্ট, গ্রাভিটি ঠেস দেওয়াল ইত্যাদি কাঠামো ডিজাইন ও নির্মাণে এদের উপরস্থ এবং পার্শ্বস্থ মাটির বিভিন্ন ধর্ম-আচার-আচরণ ও লোড এর ক্রিয়া সম্পর্কে জ্ঞান থাকা প্রয়োজন। এই সব বিষয় নিয়ে মৃত্তিকা প্রযুক্তিবিদ্যা আলোচনা করে।

Design of Embankments and Excavation

(ঙ) মাটি ভরাট এবং খনন ডিজাইনে



(ছ) মাটি ভরাট ও খনন

মাটি ভরাট এবং খনন ডিজাইনে

- মাটি ভরাট ডিজাইন ও নির্মাণের ক্ষেত্রে মাটির শিয়ার বল এবং এর সাথে সম্পর্কযুক্ত ধর্ম সম্পর্কে পুর প্রকৌশলীদের ধারণা দিয়ে থাকে।
- সর্বোচ্চ শুষ্ক ঘনত্ব বজায় রাখতে হলে কী পরিমাণ দৃঢ়করণ (Compaction) করা দরকার সে সম্পর্কে ধারণা দিয়ে থাকে।
- মাটির খননের সময় পানি চুয়ে আসতে পারে এবং এভাবে চুয়ানো পানির সাথে মাটি ভেঙ্গে এসে খননে বিঘ্ন সৃষ্টি করতে পারে। সে ক্ষেত্রে শিট পাইলের ব্যবহারসহ পানি নিষ্কাশনের ব্যবস্থা করা যেতে পারে এ সব বিষয় নিয়ে মৃত্তিকা প্রযুক্তি বিদ্যায় আলোচিত হয়।

মৃত্তিকা প্রযুক্তি বিদ্যার সীমাবদ্ধতা

(i) মাটির আচার-আচরণ এবং শক্তি, এর চাপ, নিষ্কাশন ক্ষমতা, পরিবেশ, সময় এবং অন্যান্য বহু নিয়ামকের উপর নির্ভরশীল, তাই মাটি সংক্রান্ত সমস্যা সমাধানে এগুলো বিবেচনায় রাখা প্রয়োজন হয়।

(ii) মাটি বৈশিষ্ট্যের বিভিন্নতার কারণে আংশিক ফলাফল অনেক সময় সঠিক সমস্যাকে চিহ্নিত করতে সক্ষম হয় না।

(iii) ইনসিটো (Insitu) পরীক্ষার ফলাফলের সাথে ল্যাবরেটরি পরীক্ষার ফলাফল নাও মিলতে পারে|

(iv) নির্মাণ চালাকালে মাটির বৈশিষ্ট্যের আকস্মিক পরিবর্তন চোখে পড়লে অনেক সময় নির্মাণ কাজের প্রক্রিয়ায় পরিবর্তন আনতে হয়।

মৃত্তিকা প্রযুক্তি বিদ্যার সীমাবদ্ধতা

(v) যেহেতু স্থান ও গভীরতা ভেদে মাটির বৈশিষ্ট্যে বিভিন্নতা পরিলক্ষিত হয় সেহেতু এক জায়গার মাটি পরীক্ষার ফলাফল অন্য জায়গায় ব্যবহার করা ঝুঁকিপূর্ণ।

(vi) কোনো স্থানের সম্পূর্ণ মাটিকেই ল্যাবরেটরিতে নিয়ে পরীক্ষা করা যায় না। তাই প্রকৌশলীগণকে এ ক্ষেত্রে প্রতিনিধিত্বকারী নমুনার উপর নির্ভর করতে হয় যা কোনো কোনো ক্ষেত্রে সঠিক নাও হতে পারে।

(vii) মাটি সাধারণ পীড়ন-বিকৃতি সম্পর্ক মেনে চলে না। তা স্থিতিস্থাপকতার সূত্র মাটি সংক্রান্ত সমস্যা সমাধানে প্রয়োগ করা যায় না।

মৃত্তিকার শ্রেণিবিন্যাস পদ্ধতি

মৃত্তিকাকে নিচের পদ্ধতিগুলোর সাহায্যে শ্রেণিবিন্যাস করা হয়ে থাকে। যথা :

(i) কণার আকারের উপর নির্ভর করে শ্রেণিবিন্যাস

(ii) গ্রন্থন শৈলীর উপর ভিত্তি করে শ্রেণিবিন্যাস

(iii) হাইওয়ে রিসার্চ বোর্ড শ্রেণিবিন্যাস

(iv) ইউনিফাইড শ্রেণিবিন্যাস

কণার আকার ভিত্তিক শ্রেণিবিভাগ

কণার আকারের উপর ভিত্তি করে মাটিকে দুই ভাগে ভাগ করা হয়। যথা :

(১) মোটা দানা মাটি (Coarse grained Soil)

(২) সূক্ষ্ম দানা মাটি (Fine grained Soil)

বিন্যাসের উপভিত্তি করে মোটা দানা মাটিকে নিম্নবর্ণিত উপায়ে ভাগ করা হয় :

(১) সুবিন্যস্ত (Well Graded)

(২) সমতালে বিন্যস্ত (Uniform Graded)

(৩) বিচ্ছিন্ন বিন্যাস (Gap Graded)

(৪) অবিন্যস্ত (Poorly Graded)

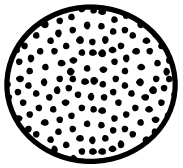
সুবিন্যস্ত (Well Graded): যে মাটির কণাগুলো মোটা হতে সূক্ষ্ম পর্যন্ত একটি নির্দিষ্ট ক্রম হারে সজ্জিত থাকে।

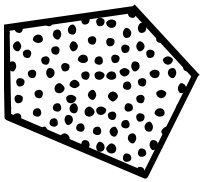
সমতালে বিন্যস্ত (Uniform Graded): যে মাটির সমস্ত কণা একই আকারের।

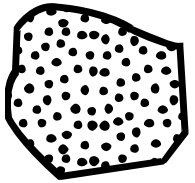
বিচ্ছিন্ন বিন্যাস (Gap Graded): যে মাটিতে সমতালের মোটা কণা ও সমতালের সূক্ষ্মকণা মিশ্রিত থাকে।

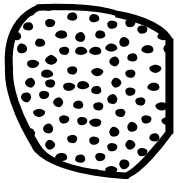
অবিন্যস্ত (Poorly Graded): যে মাটির কণা সুবিন্যস্ত নয়।

কণার আকৃতির উপর ভিত্তি করে মোটা দানা মাটিকে নিম্নবর্ণিত শ্রেণিতে বিভক্ত করা হয় :

(১) গোলাকার 

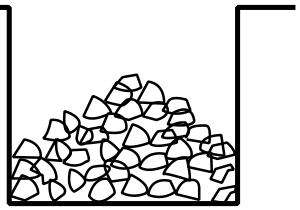
(২) কোণাকার 

(৩) উপ-গোলাকার 

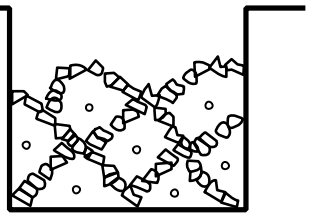
(৪) উপ-কোণাকার 

মৃত্তিকার গঠন কাঠামোর উপর ভিত্তি করে শ্রেণিবিভাগ

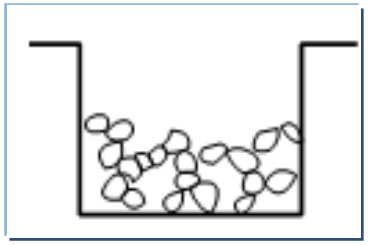
(১) একক দানার গঠন



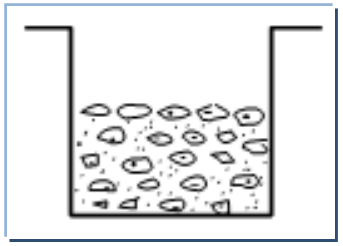
(২) মৌচাকার গঠন



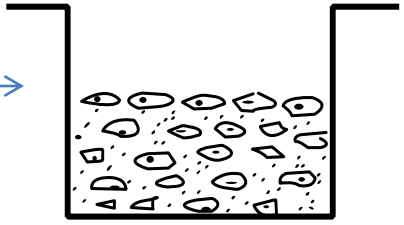
(৩) পুঞ্জীভূত গঠন



(৪) বিস্তৃত গঠন



(৫) মিশ্র গঠন



মাটির মাঠ সনাক্তকরণ

(১) দুই আঙ্গুলের মাঝে নাড়াচাড়ার মাধ্যমে ।

(২) শুষ্ক শক্তি পরীক্ষা ।

(৩) ঝাঁকুনি পরীক্ষা ।

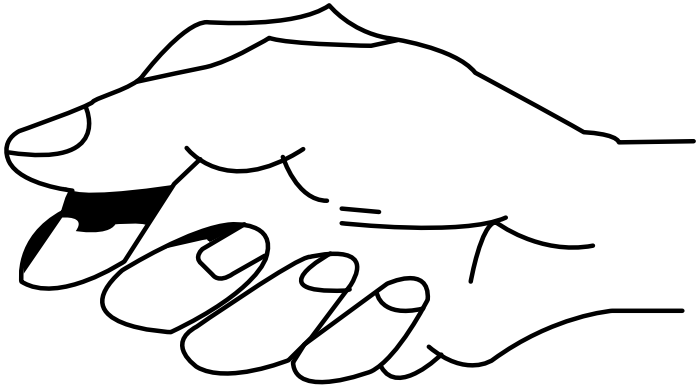
(৪) নম্যতা পরীক্ষা ।

(৫) নমুনার লেইকে ছড়িয়ে শুকাতে দিয়ে ।

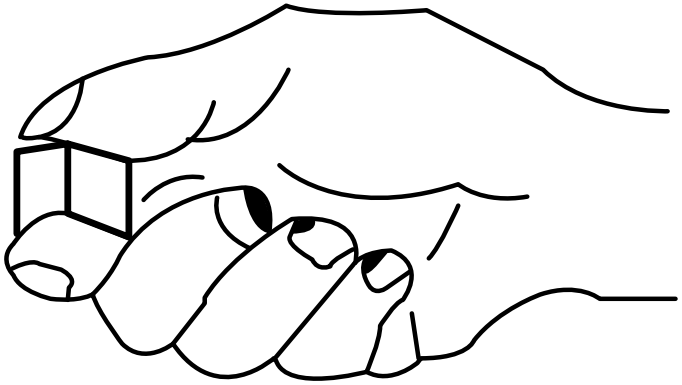
(৬) পানিতে ছেড়ে ।

(৭) থিতানো পরীক্ষা ।

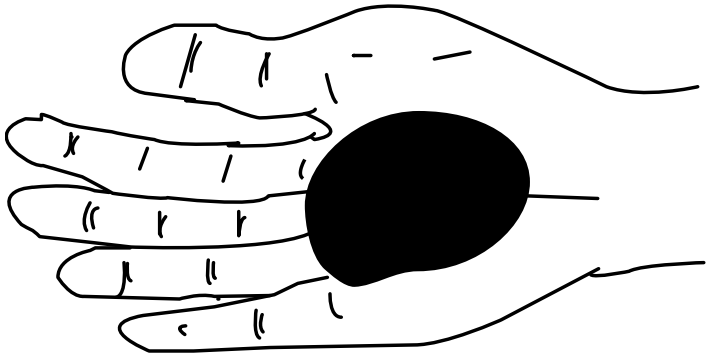
(৮) টাফনেস টেস্ট ।



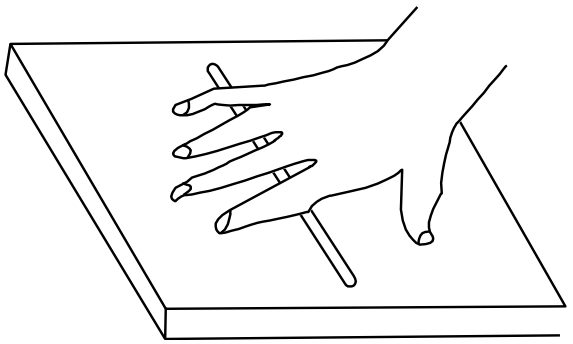
(ক) দুই আংগুলের মাঝে নিয়ে ঘষা দেওয়া



(খ) শুষ্ক শক্তি পরীক্ষা

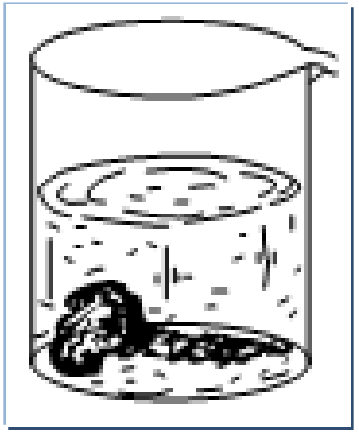


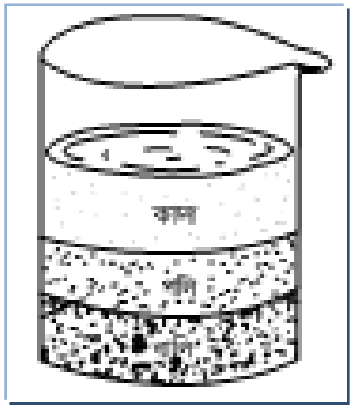
ঝাঁকুনি পরীক্ষা



নম্যতা পরীক্ষা

(ক) পানিতে ছেড়ে





(খ) থিতানো পরীক্ষা

মাটির সাধারণ ধর্মাবলি

মাটির উল্লেখযোগ্য ধর্মগুলোকে নিম্নলিখিত শ্রেণিতে ভাগ করা যায় :

ভৌত ধর্ম (Physical Properties)

শক্ত, নরম, শিথিল, দৃঢ়ীভূত

সূচক ধর্ম (Index Properties)

স্বরন্ধতা, ফাঁকা অংশের অনুপাত, সম্পৃক্ততার মাত্রা

ঔদক ধর্ম (Hydraulic Properties)

ভেদ্যতা, ছিদ্রস্থিত পানির চাপ, কার্যকরী চাপ

বাড়ির কাজ

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

(১) Geotechnical Enginering কাকে বলে?

(২) জিওলজিক্যাল সাইকেল কী?

(৩) AASHO, ASTM, MIT, BSTI এর পূর্ণ শব্দ লেখ।

(৪) SW, GW, SP ও GP- এর অর্থ ইংরেজিতে লেখ।

(৫) Cohesive Ges Non-cohesive soil বলতে কী বুঝায়?

(৬) মাটির কার্যকরী আকার বলতে কী বুঝায় ?

(৭) SW মৃত্তিকা বলতে কী বুঝায়?

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

(৮) পুরকৌশলের কোন কোন ক্ষেত্রে মৃত্তিকা প্রকৌশলের ব্যবহার আছে?

অথবা ,জিওটেকনিক্যাল ইঞ্জিনিয়ারিং এর প্রায়োগিক ক্ষেত্রগুলো উলেখ কর।

(৯) মাঠে মাটি সনাক্তকরণ পদ্ধতিগুলোর নাম লিখ।

(১০) সুবিন্যাস্ত মৃত্তিকা কী ? বা, Well Graded Soil বলতে কি বুঝায়?

(১১) ইঞ্জিনিয়ারের মতে মৃত্তিকা কী?

(১২) মৃক্তিকার শ্রেণিবিন্যাস পদ্ধতিগুলো কী কী?

(১৩) মাটির সাধারণ ধর্মগুলোর নাম লিখ।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

(১) মৃত্তিকা প্রকৌশলগত সীমাবদ্ধতাগুলো কী কী?

(২) মৃত্তিকার গঠন কাঠামোর উপর ভিত্তি করে মৃত্তিকার শ্রেণিবিভাগ লেখ।

(৩) থিতানো পরীক্ষা দিয়ে মাটি শনাক্তকরণের পদ্ধতিটি আলোচনা কর।

(৪) মাটির মাঠ সনাক্তকরণ পরীক্ষাগুলোর নাম লিখ।

(৫) মাটির ঔদক ধর্মগুলো (Hydraulic Propertis) লিখ।

(৬) মাটির শ্রেণিবিভাগ পদ্ধতিগুলোর নাম লিখ।

(৭) মাটির ঝাঁকুনি পরীক্ষা (Dilatany test) বলতে কী বুঝায়?

(৮) গঠন প্রকৃতি অনুসারে মাটির ভৌত ধর্মগুলোর নাম লিখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

(১) সিভিল ইঞ্জিনিয়ারিং কাজের ক্ষেত্রে জিওটেকনিক্যাল ইঞ্জিনিয়ারিং অনুশীলনের প্রয়োজন কেন ব্যাখ্যা কর ?

(২) মৃত্তিকা প্রযুক্তিবিদ্যার সীমাবদ্ধতাগুলো আলোচনা কর।

(৩) মৃত্তিকা বা মাটির মাঠ সনাক্তকরণ পরীক্ষাগুলো বর্ণনা কর।

অথবা, কার্যক্ষেত্রে মৃত্তিকা সনাক্তকরণের বিভিন্ন পরীক্ষাগুলো আলোচনা কর।

অথবা, একজন প্রকৌশলী মাঠ পর্যায়ে কাজ করার সময় কী কী উপায়ে মাটি শনাক্ত করবে, তা বর্ণনা কর।

(৪) প্রকৌশল কাজের কোন কোন ক্ষেত্রে মৃত্তিকা প্রকৌশল বিদ্যার ব্যবহার আছে- ব্যাখ্যা কর।

অথবা, মৃত্তিকা প্রকৌশলের পরিধিগুলো কী কী?

অথবা, জিওটেকনিক্যাল ইঞ্জিনিয়ারিং এর প্রয়োগিক ক্ষেত্রগুলো উলেখ কর।

অধ্যায় -০২

বিষয় বস্তু

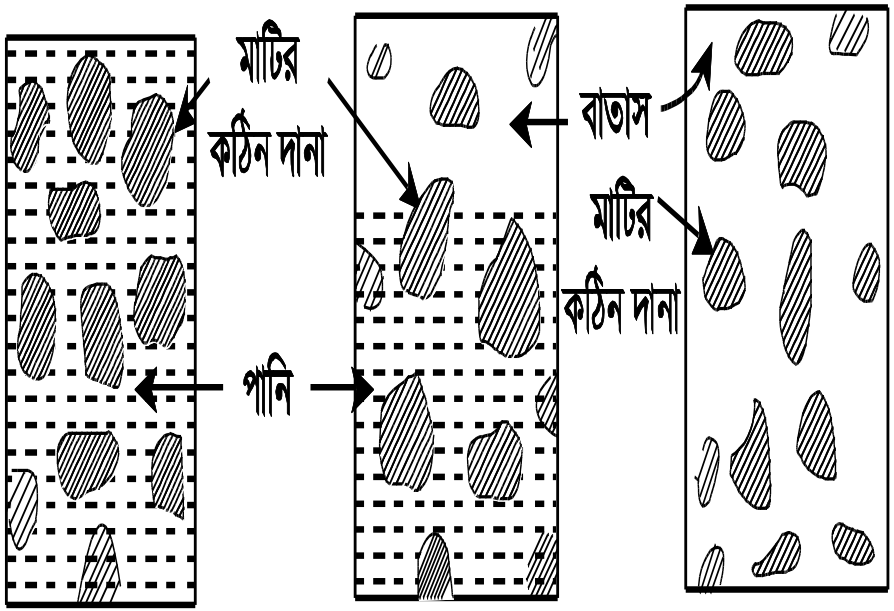
জিওটেকনিক এর মৌলিক ধারণা

দ্বিতীয় অধ্যায়

মাটির প্রাথমিক সংজ্ঞা ও সহজ পরীক্ষা

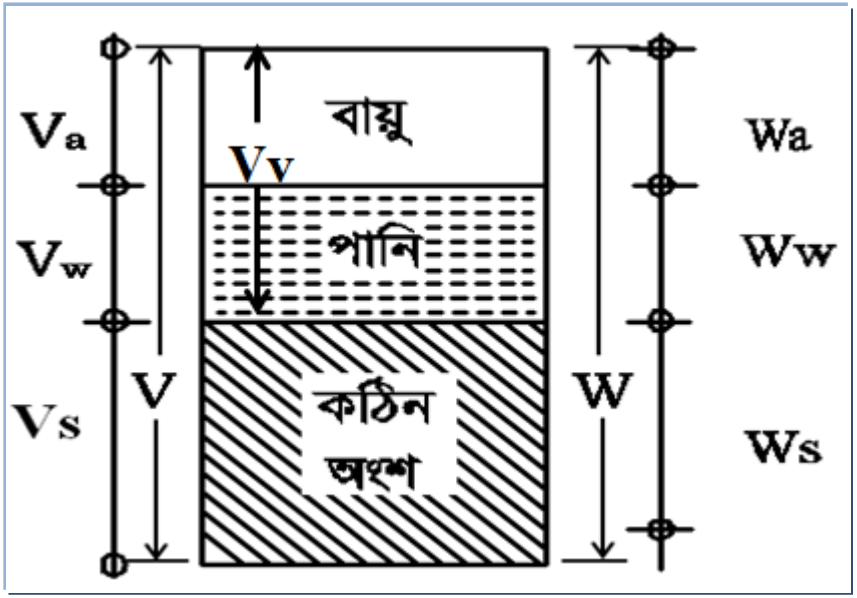
প্রাথমিক কিছু সংজ্ঞা

যে কোন মাটি বিভিন্ন ধরনের কঠিন দানার সমন্বয়ে গঠিত এবং এ দানাগুলোর চারিপার্শ্বে আবার ভয়েড বিদ্যমান থাকে। এ ভয়েড বাতাস এবং পানি, শুধুমাত্র বাতাস কিংবা শুধুমাত্র পানি দ্বারা পূর্ণ থাকতে পারে।



(ক) সম্পূর্ণ সম্পৃক্ত মাটি (খ) আংশিক সম্পৃক্ত মাটি (গ) শুষ্ক মাটি

চিত্র : মাটির মধ্যে পানি ও বাতাসের অবস্থান



মণে রেখ

ফাঁকা জায়গা (Vv)

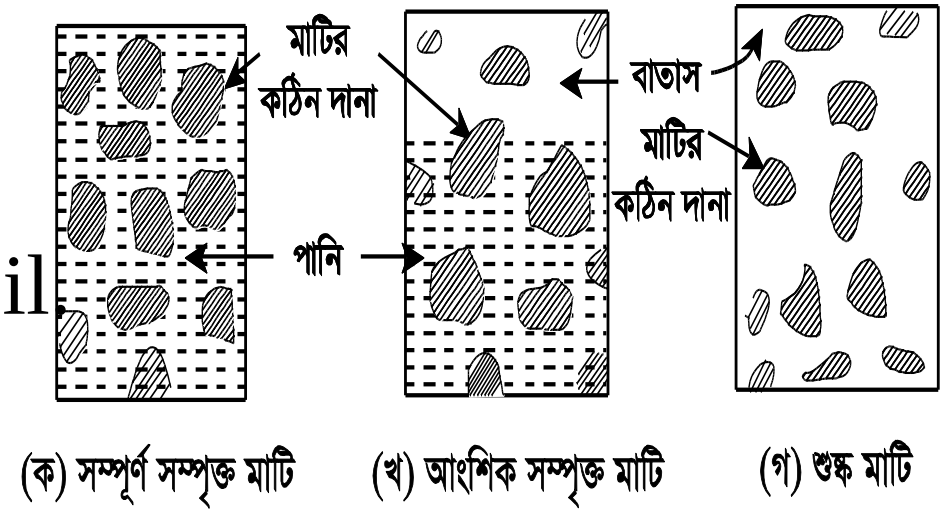
$Vv = Va + Vw$

মাটিতে উপস্থিত পানির পরিমাণের উপর ভিত্তি করে মাটিকে তিন ভাগে বিভক্ত করা হয়। যথা :

(i) Fully saturated Soil .
(সম্পূর্ণ সম্পৃক্ত মাটি)

(ii) Partially saturated Soil
(আংশিক সম্পৃক্ত মাটি)

(iii) Dry Soil .
(শুষ্ক মাটি)



চিত্র : মাটির মধ্যে পানি ও বাতাসের অবস্থান

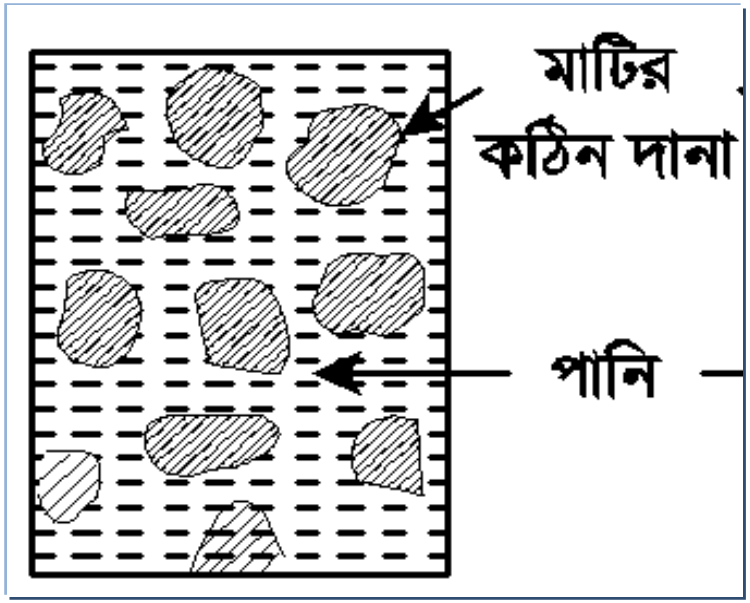
লক্ষ্য কর:

চিত্র-(ক) সম্পূর্ণ সম্পৃক্ত মাটির ক্ষেত্রে ফাঁকা অংশে পানি দিয়ে ভর্তি অর্থাৎ $V_v = V_w$

চিত্র-(খ) আংশিক সম্পৃক্ত মাটির ক্ষেত্রে ফাঁকা অংশে পানি ও বাতাস দিয়ে ভর্তি অর্থাৎ $V_v = V_a + V_w$

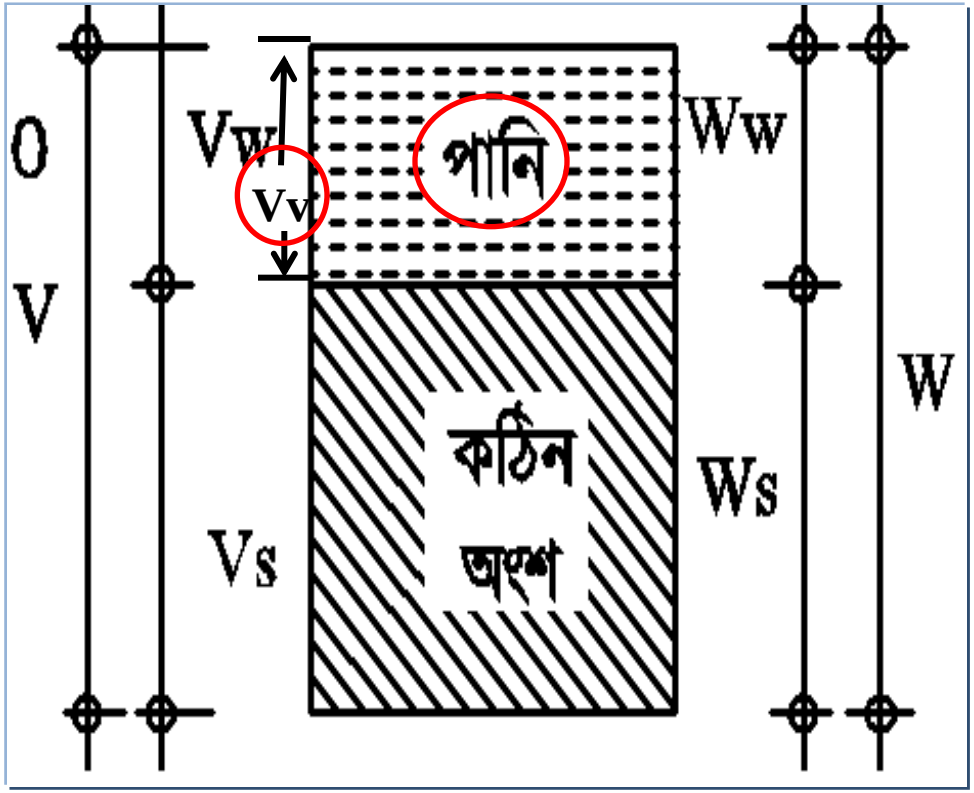
চিত্র-(গ) শুষ্ক মাটির ক্ষেত্রে ফাঁকা অংশে বাতাস দিয়ে ভর্তি অর্থাৎ $V_v = V_a$

Fully saturated soil : যদি মাটির কণার মাঝে ফাঁকা **(Void)** অংশগুলো পুরোপুরি পানি দ্বারা পূর্ণ থাকে তবে সে মাটিকে সম্পূর্ণ সম্পৃক্ত মাটি বলে।



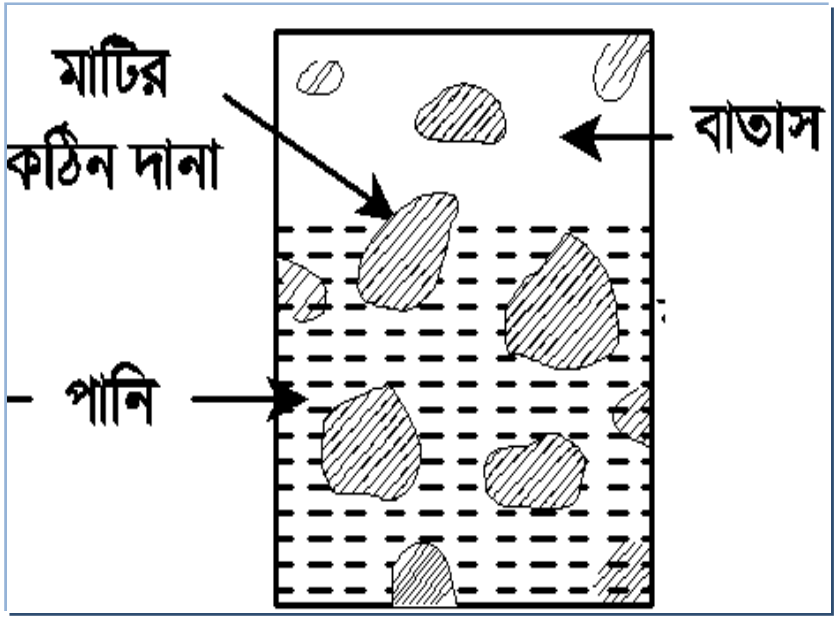
মণে রেখ

সম্পৃক্ত হলে **Vv = Vw**



চিত্র : সম্পূর্ণ সম্পৃক্ত মাটি

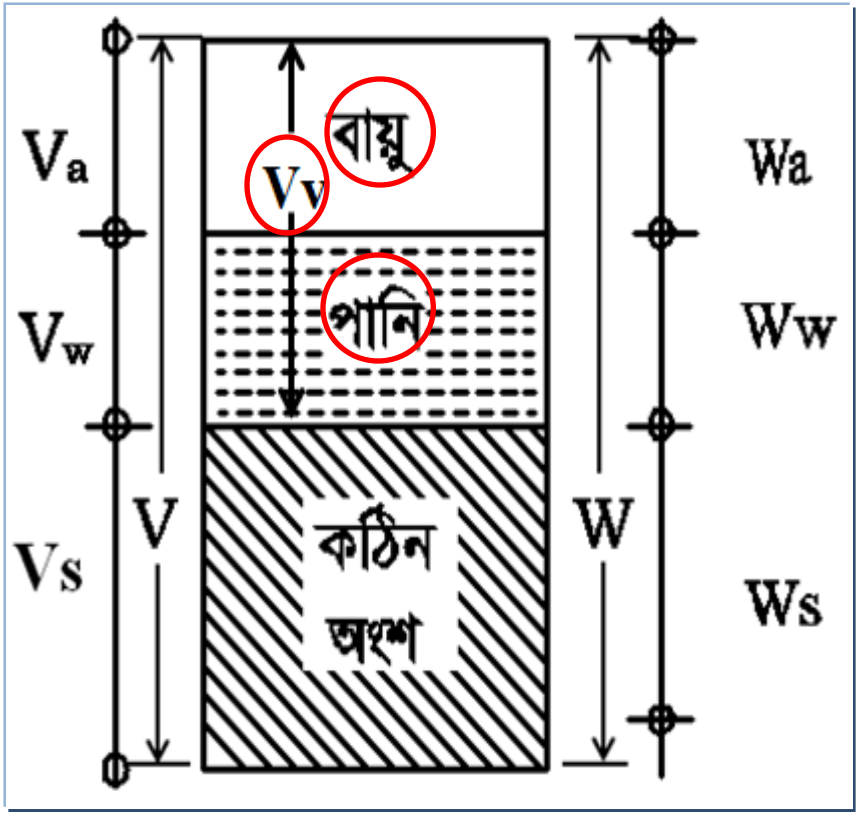
Partially saturated soil: যদি মাটি কণার মাঝের ফাঁকা অংশগুলো আংশিক পানি এবং আংশিক বাতাস দ্বারা পূর্ণ থাকে তবে সে মাটিকে আংশিক সম্পৃক্ত মাটি বলে।



চিত্র-১

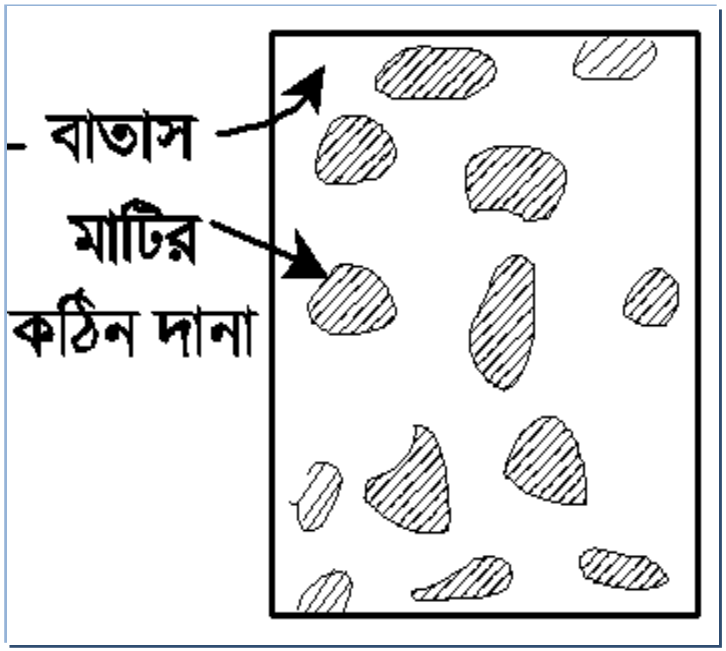
মণে রেখ

আংশিক সম্পৃক্ত হলে $Vv = Vw + Va$

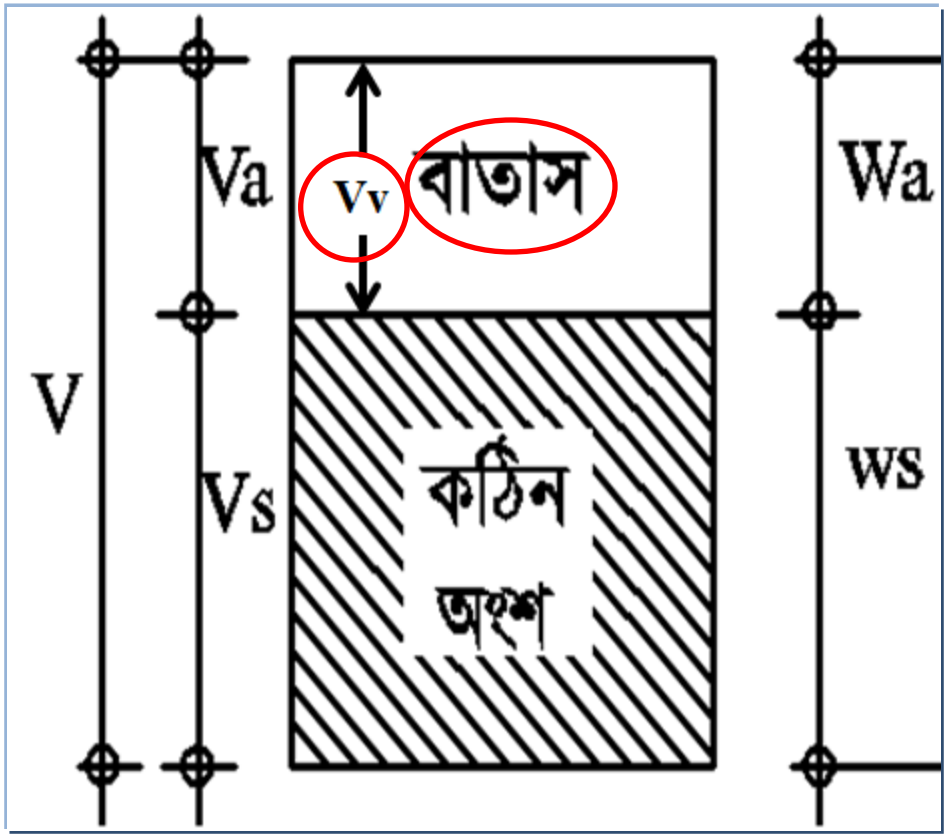


চিত্র-২ : আংশিক সম্পৃক্ত মাটি

Dry soil : যদি মাটি কণার মাঝের ফাঁকা অংশগুলো সম্পূর্ণ বাতাস দ্বারা পূর্ণ থাকে তবে সে মাটিকে শুষ্ক মাটি বলে।



চিত্র-১



চিত্র-২: শুষ্ক মাটি

মণে রেখ

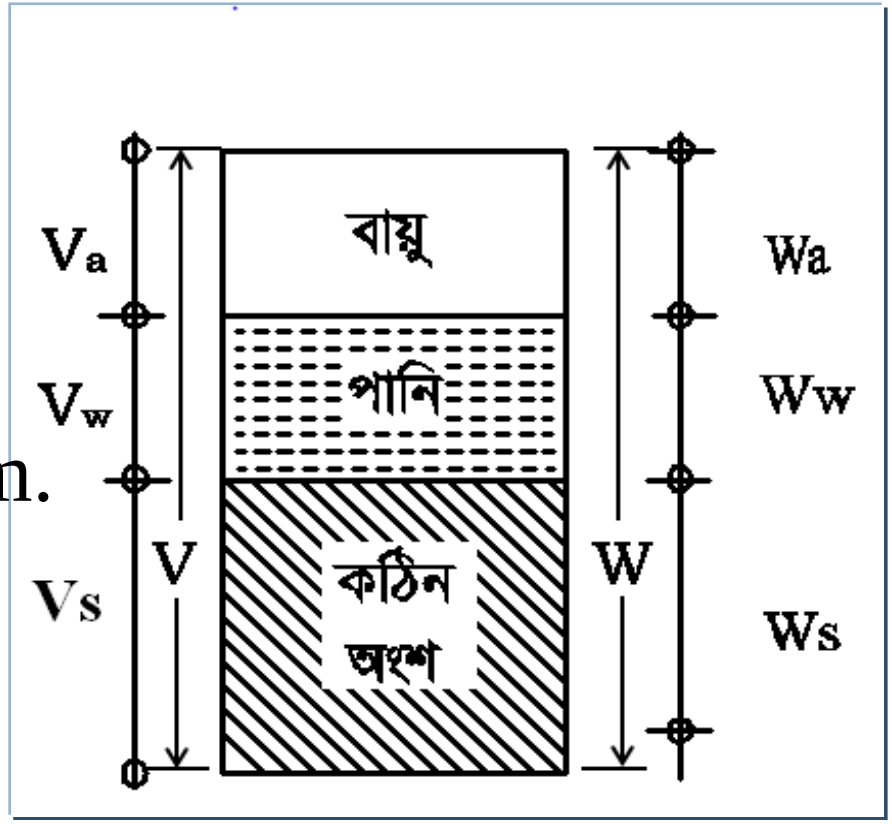
শুষ্ক মাটি হলে **Vv = Va**

ফেজ ডায়াগ্রাম (Phase Diagram) :

যে চিত্রের সাহায্যে মাটির উপাদান অর্থাৎ কঠিন, বাতাস এবং পানিকে ওজন ও আয়তনের মাধ্যমে প্রকাশ করা হয় তাকে ফেজ ডায়াগ্রাম বলে।

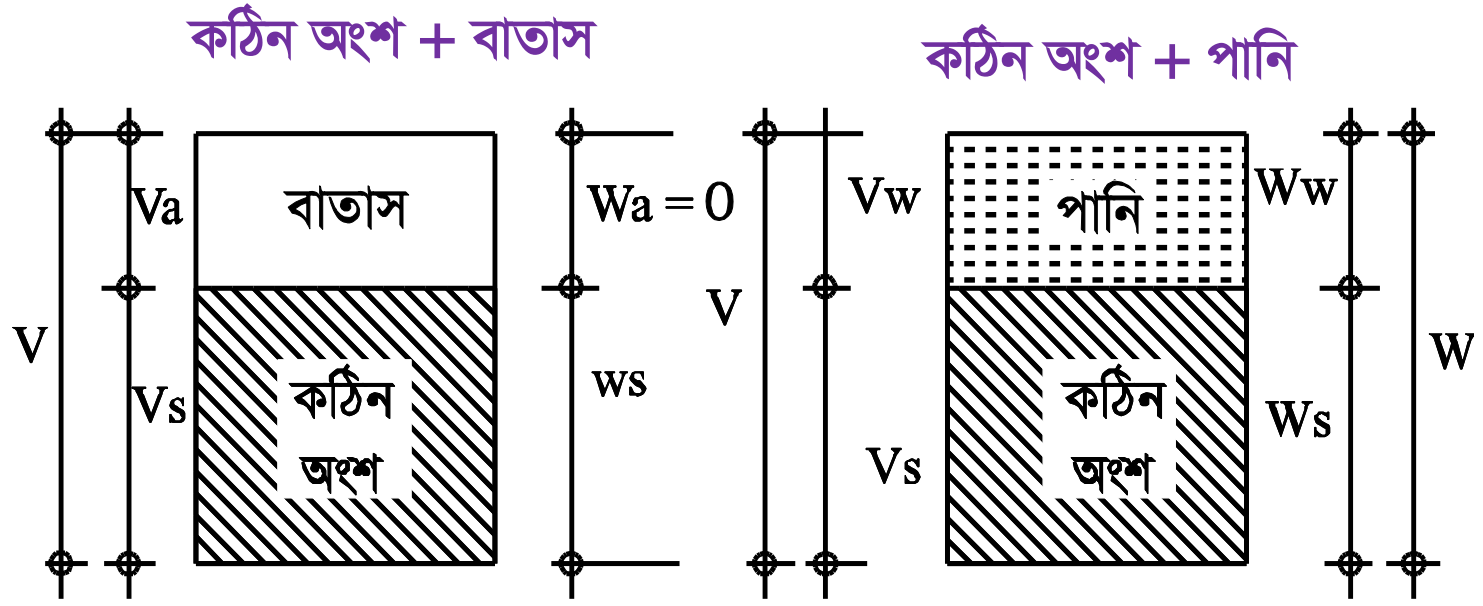
(i) Two phase diagram.

(ii) Three Phase diagram.



চিত্র : ফেজ ডায়াগ্রাম

Two Pahase Diagram : যদি মাটির নমুনায় কঠিন অংশ ও বাতাস অথবা কঠিন অংশ এবং পানি থাকে তবে সে মাটিকে যে চিত্রের সাহায্যে প্রকাশ করা হয় তাকে টু-ফেজ ডায়াগ্রাম বলে।



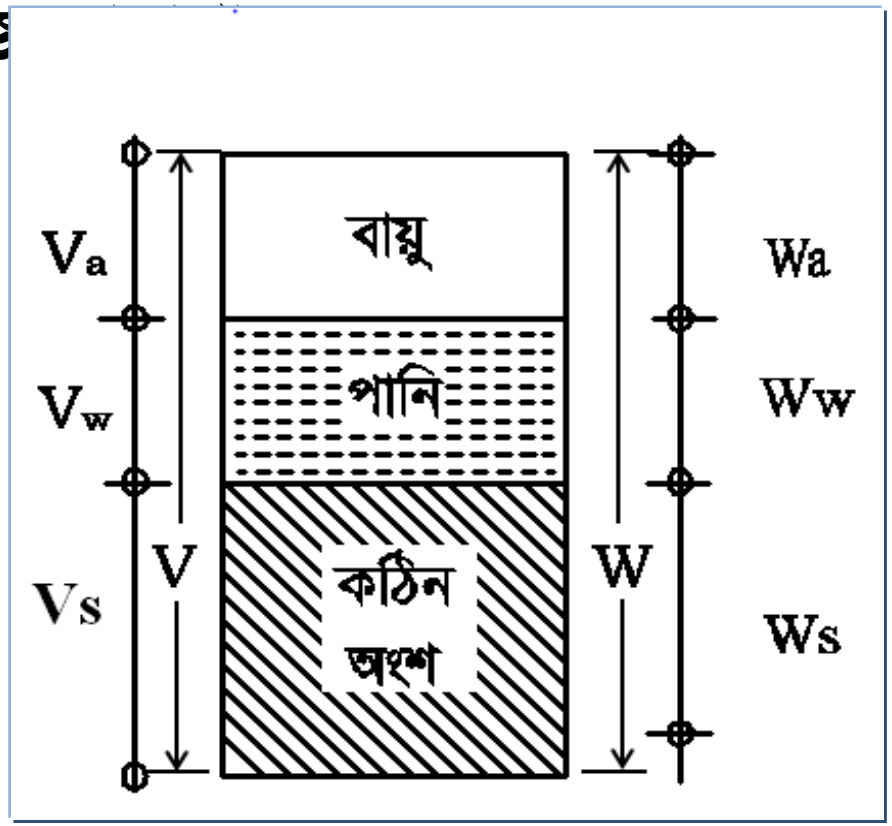
চিত্র : (ক) শুষ্ক মাটি

চিত্র : (খ) সম্পৃক্ত মাটি

Three Phase Diagram : যদি কোন মাটির নমুনায় কঠিন, পানি এবং বাতাস এই তিনটি উপাদানই বিদ্যমান থাকে তবে সে মাটিকে যে চিত্রের সাহায্যে প্রকাশ করা হয় তাকে থ্রি ফেজ

লক্ষ্য কর:

পার্শ্বের চিত্রে কঠিন অংশ, পানি এবং বাতাস এই তিনটি উপাদানই বিদ¨মান



চিত্র- : মাটির ত্রি-দশা চিত্র

Three Phase Diagram এর চিত্র এঁকে বিভিন্ন অংশ দেখাও এবং উহাদের নাম লিখ ।

V = মোট আয়তন

Va = বাতাসের আয়তন

Vw = পানির আয়তন

Vs = কঠিন অংশের আয়তন

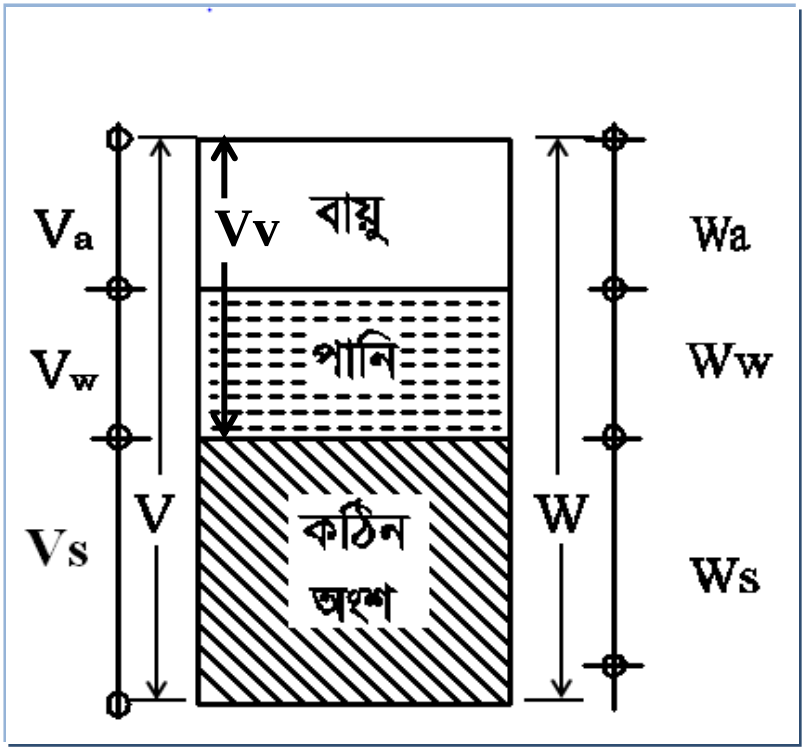
Vv = ভয়েডের আয়তন

W = মোট ওজন

Wa = বাতাসের ওজন

Ww = পানির ওজন

Ws = কঠিন অংশের ওজন।



চিত্র- : মাটির ত্রি-দশা চিত্র

কিছু সংজ্ঞা ও সূত্র

(ক) ভয়েড রেশিও $e = \frac{V_v}{V_s}$

(খ) স্বরন্ধ্রতা $n = \frac{V_v}{V}$

(গ) সম্পৃক্ততার মাত্রা $S_r = \frac{V_w}{V_v}$

(ঘ) পানির পরিমাণ $\omega = \frac{W_w}{W_s}$

(ঙ) মোট একক ওজন $\gamma = \frac{W}{V}$

(চ) শুষ্ক একক ওজন $\gamma_d = \frac{W_s}{V}$

(ছ) সম্পৃক্ত একক ওজন $\gamma_{sat} = \frac{W_{sat}}{V}$

(জ) কঠিন অংশের একক ওজন $\gamma_s = \frac{W_s}{V_s}$

(ঝ) আপেক্ষিক গুরুত $G = \frac{\gamma_s}{\gamma\omega}$

(ক) ভয়েড রেশিও (Void Ratio) :

নমুনা মৃত্তিকার ভয়েড অংশের আয়তন (Vv) এর সাথে কঠিন অংশের আয়তনের (Vs) অনুপাতকে ভয়েড রেশিও বলে। একে e অক্ষর দ্বারা প্র

$$e = \frac{V_v}{V_s}$$

অ

$$e = \frac{V_v}{V_s} \times 100$$

সচরাচর কোন মাটির ভয়েড রেশিও ১-এর কম হয়। মোটা দানা মাটির ভয়েড রেশিও সূক্ষ্মদানা মাটির ভয়েড রেশিও হতে কম হয়।

(খ) স্বরন্ধ্রতা (Porosity) :

নমুনা মৃত্তিকার ভয়েড অংশের আয়তনের (Vv) এর সহিত মোট আয়তনের (V) এর অনুপাতকে বলে পরোসিটি । একে n অক্ষর দ্বারা প্রকাশ করা হয় এবং এটা সাধারণত শতকরা হারে প্রকাশ করা হয়।

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

$$n = \frac{V_v}{V} \times 100$$

এর মান সবসময় ১ এর কম হয়।

(গ) সম্পৃক্ততার মাত্রা (Degree of Saturation) :

নমুনা মৃত্তিকায় পানির আয়তনের (Vw) সাথে মোট ভয়েডের আয়তনের (Vv) অনুপাতকে ডিগ্রি অফ সেচুরেশন (Sr) বলে। একে S বা Sr দ্বারা নির্দেশ করা হয় এবং শতকরা হারে প্রকাশ

$$S_r = \frac{V_w}{V_v} \times 100$$

Sr = 0 হলে মাটিকে শুষ্ক মাটি বলে।

Sr = 100 হলে মাটিকে সম্পূর্ণ সম্পৃক্ত বা শুধু সম্পৃক্ত মাটি বলে।

Sr = এর **0** থেকে **100**-এর নিচে উক্ত মাটিকে আংশিক সম্পৃক্ত মাটি বলা হয়।

(ঘ) পানির পরিমাণ (Water Content) :

কোন মাটির নমুনায় অবস্থিত পানির ওজনের (W_w) সাথে শুষ্ক ওজনের (W_s) অনুপাতকে পানির পরিমাণ বলে এবং এটা শতকরা হারে প্রকাশ করা হয় এবং ω দ্বারা নির্দেশ করা হয়।

$$\omega = \frac{W_w}{W_s}$$ গাণিতিক $$\omega = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

(ঙ) মোট একক ওজন (Bulk Unit Weight) :

কোন মাটির নমুনার মোট ওজন (W) এবং মোট আয়তনের (V) অনুপাতকে মোট একক ওজন বলে। একে γ দ্বারা প্রকাশ করা হয়। অর্থাৎ

$$\gamma = \frac{W}{V}$$

(চ) শুষ্ক একক ওজন (Dry Unit Weight) :

কোন মাটির নমুনার শুষ্ক ওজনের (Ws) সাথে আয়তনের (V) অনুপাতকে শুষ্ক একক ওজন বলে। একে γ_d দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

$$\gamma_d = \frac{W_s}{V} \qquad \gamma_d = \frac{W_s}{V} = \frac{G\gamma_w}{1+e}$$

(ছ) সম্পৃক্ত একক ওজন (Saturated Unit Weight) :

কোন মাটির নমুনা পূর্ণ সম্পৃক্ত অবস্থায় মোট (W_{sat}) ওজনের সাথে মোট আয়তনের (V) অনুপাতকে সম্পৃক্ত একক ওজন বলে। একে γ_{sat} দ্বারা প্রকাশ করা হয় ।অর্থাৎ

$$\gamma_{sat} = \frac{W_{sat}}{V}$$

(জ) কঠিন অংশের একক ওজন (Unit Weight of Solids):

মাটির কঠিন অংশের ওজন (W_S) ও কঠিন অংশের আয়তনের (V_S) অনুপাতকে কঠিন অংশের একক ওজন বলে। একে γ_s দ্বারা প্রকাশ করা হয়।কঠিন অংশের একক ওজন

$$\gamma_s = \frac{W_s}{V_s}$$

(ঝ) আপেক্ষিক গুরুত্ব (Specific Gravity of Solids) :

4°C তাপমাত্রায় পানির তুলনায় কোন মাটির কঠিন অংশ কতগুণ ভারি তাকে ঐ মাটির আপেক্ষিক গুরুত্ব বলে। অথবা 4°C তাপমাত্রায় পানির একক আয়তনের ওজনের তুলনায় কোনো বস্তুর একক আয়তনের ওজন যতগুণ তাকে ঐ বস্তুর আপেক্ষিক গুরুত্ব বলে । একে 'G' অক্ষর দ্বারা প্রকাশ করা হয়। অর্থাৎ

$$G = \frac{\gamma_s}{\gamma\omega}$$

4°C তাপমাত্রায় পানির একক ওজন

γ_w = 1 গ্রাম/ সিসি γ_w = 1000 কেজি/ ঘন মি.

ঘনত্ব সূচক (Denstity Index/RelativeDensity) :

প্রাকৃতিক মাটির আপেক্ষিক দৃঢ়াবদ্ধতা নির্ণয়ের জন্য আপেক্ষিক ঘনত্ব ব্যবহার করা হয়। সর্বাধিক আলগা অবস্থায় ফাঁকা অংশের অনুপাত (e_{max}) এবং মাটির প্রাকৃতিক ফাঁকা অংশের অনুপাত **(e)** এর পার্থক্যের সাথে সর্বাধিক আলগা অবস্থায় ফাঁকা অংশের অনুপাত এবং সর্বাধিক দৃঢ়াবদ্ধ অবস্থায় ফাঁকা অংশের অনুপাতের (e_{min}) পার্থক্যের অনুপাতকে আপেক্ষিক ঘনত্ব বলে। একে I_d দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

$$I_d = \frac{e_{max} - e}{e_{max} - e_{min}}$$ অর্থাৎ-

সর্বাধিক আলগা অবস্থা কোন মাটির I_d -এর মান শূন্য এবং সর্বাধিক দৃঢ়াবদ্ধ অবস্থায় কোন মাটির I_d এর মান ১.

বাড়ির কাজ

অতি সংক্ষিপ্ত

১। মাটির ত্রি-দশা চিত্র কাকে বলে ?

২। মৃত্তিকার শুষ্ক একক ওজন কাকে বলে ?

৩। মৃত্তিকার ফেজ ডায়াগ্রাম কাকে বলে ?

৪। ভয়েড রেশিও কী ?

৫। পরোসিটি বলতে কী বুঝায় ?

৬। **Water Content** কাকে বলে ?

৭। ভয়েড রেশিও এবং পরোসিটির মাঝে সম্পর্কটি লিখ।

৮।সম্পৃক্ততার মাত্রা কখন ১ হয় কখন ০ (শূন্য) হয়?

৯। ডিগ্রি অফ সেচুরেশনের সংজ্ঞা লিখ।
অথবা সম্পৃক্ততার মাত্রা বলতে কি বুঝায় ?

১০। আয়তনিক ঘনত্ব বলতে কী বুঝায় ?

১১। মৃত্তিকার নিমজ্জিত একক ওজন কী ?

১২। সম্পৃক্ত একক ওজন বলতে কী বুঝায়?

আজকের পাঠ থেকে কিছু প্রশ্ন

১। ফাঁকা জায়গায় এক সঙ্গে কয়টি উপাদান থাকতে পারে ?

২। ফেজ ডায়াগ্রাম কত প্রকার ?

৩। সম্পূর্ণ সম্পৃক্ত মাটির ক্ষেত্রে **Void** অংশে কয়টি উপাদান থাকতে পারে ?

৪। আংশিক সম্পৃক্ত মাটির ক্ষেত্রে **Void** অংশে কয়টি উপাদান থাকতে পারে ?

৫। শুষ্ক মাটির ক্ষেত্রে **Void** অংশে কয়টি উপাদান থাকতে পারে ?

৬। মাটির নমুনাটি শুষ্ক হলে $Sr = ?$ ।

৭। মাটির নমুনাটি সম্পূর্ণ সম্পৃক্ত বা শুধু সম্পৃক্ত হলে $Sr = ?$

অধ্যায় -০২

বিষয় বস্তু

গাণিতিক সমস্যা ও ব্যবহারিক

দ্বিতীয় অধ্যায়

মাটির প্রাথমিক সংজ্ঞা ও সহজ পরীক্ষা

গাণিতিক সমস্যা ও ব্যবহারিক

গাণিতিক সমস্যায় ব্যবহৃত সূত্র সমূহ

(ক) ভয়েড রেশিও $e = \frac{V_v}{V_s}$

(খ) স্বরন্ধ্রতা $n = \frac{V_v}{V}$

(গ) সম্পৃক্ততার মাত্রা $S_r = \frac{V_w}{V_v}$

(ঘ) পানির পরিমাণ $\omega = \frac{W_w}{W_s}$

(ঙ) মোট একক ওজন $\gamma = \frac{W}{V}$

(চ) শুষ্ক একক ওজন $\gamma_d = \frac{W_s}{V}$

(ছ) সম্পৃক্ত একক ওজন $\gamma_{sat} = \frac{W_{sat}}{V}$

(জ) কঠিন অংশের একক ওজন $\gamma_s = \frac{W_s}{V_s}$

(ঝ) আপেক্ষিক গুরুত $G = \frac{\gamma_s}{\gamma\omega}$

গাণিতিক সমস্যায় ব্যবহৃত সূত্র সমূহ

$$n = \frac{e}{1 + e}$$

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

$$\gamma_d = \frac{G.\gamma w}{1 + e}$$

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1 + \omega}$$

$$\omega = \frac{e\ Sr}{G}$$

$$I_D = \frac{e_{max} - e}{e_{max} - e_{min}}$$

বড় প্রশ্নের জন্য কিছু নমুনা অংক

সমস্যা-১: 12.6% (water Content)

পানি ধারণকৃত **612gm** মৃত্তিকার আয়তন **300** ঘন সেমি এবং আপেক্ষিক গুরুত্ব 2.68 হলে γ, γ_d, e, n এবং S_r এর মান নির্ণয় কর।

সমাধান :

দেয়া আছে

$\omega = 12.6\% = 0.126$

$G = 2.68$, $W = 612\ gm = 0.612\ Kg.$

$V = 300\ cm^3 = \frac{300}{(100)^3} = 0.0003\ m^3.$

$\gamma = \frac{W}{V}$, $\gamma_d = \frac{\gamma}{1+\omega}$, $e = \frac{G\gamma_w}{\gamma_d} - 1$

$n = \frac{e}{1+e}$ $\qquad$ $S_r = \frac{\omega G}{e}$

(i) $\gamma = \frac{W}{V} = \frac{0.612}{0.0003} = 2040\ kg/m^3.$

(ii) $\gamma_d = \frac{\gamma}{1+\omega} = \frac{2040}{1+0.126} = 1811.72\ kg/m^3.$

(iii) $e = \frac{G\gamma_w}{\gamma_d} - 1 = \frac{2.68 \times 1000}{1811.72} - 1 = 0.48.$

(iv) $n = \frac{e}{1+e} = \frac{0.48}{1+0.48} = 0.324 = 32.4\%$

(v) $S_r = \frac{\omega G}{e} = \frac{0.126 \times 2.68}{0.48} = 0.70 = 70\%$

সমস্যা -০২: সম্পূর্ণ সম্পৃক্ত **150 gm** মৃত্তিকা নমুনায় আয়তন **80 cm^3** একে চুল্লিতে শুকানোর পর আয়তনের পরিবর্তন ছাড়া **120 gm** পাওয়া গেল। ঐ মৃত্তিকার নির্ণয় কর : (ক) আপেক্ষিক গুরুত্ব (খ) ভয়েড রেশিও (গ) পরোসিটি (ঘ) শুষ্ক একক ওজন।

সমাধান :

(ক) $e = \frac{\omega G}{S_r}$, (খ) $e = \frac{V_v}{V_s}$

(গ) $n = \frac{V_v}{V}$, (ঘ) $\gamma_d = \frac{W_s}{V}$

দেওয়া আছে,

$S_r = 1$. $W = 150\ gm = 0.15\ kg.$

$V = 80\ cm^3 = \frac{80}{(100)^3} = 8 \times 10^{-5}\ m^3.$

$W_s = 120\ gm = 0.12\ kg.$

(ঘ) শুষ্ক একক ওজন, $\gamma_d = \frac{W_s}{V} = \frac{0.12}{8 \times 10^{-5}} = 1500\ kg/m^3$

(গ) পরোসিটি, $n = \frac{V_v}{V} = \frac{3 \times 10^{-5}}{8 \times 10^{-5}} = 0.375$

$n = 37.5\%$

$W_w = W - W_s = 0.15 - 0.12 = 0.03\ kg.$

$V_w = \frac{W_w}{\gamma_\omega} = \frac{0.03}{1000} = 3 \times 10^{-5}\ m^3.$

যেহেতু নমুনা মৃত্তিকা সম্পূর্ণ সম্পৃক্ত তাই

$V_v = V_w$, $V_v = 3 \times 10^{-5}\ m^3.$

$V = V_s + V_w$, $8 \times 10^{-5} = V_s + 3 \times 10^{-5}$

$V_s = 5 \times 10^{-5}\ m^3$

(খ) ভয়েড রেশিও, $e = \frac{V_v}{V_s}$, $e = \frac{3 \times 10^{-5}}{5 \times 10^{-5}}$, $e = 0.60.$

জলীয় অংশ, $\omega = \frac{W_w}{W_s} = \frac{0.03}{0.12} = 0.25$

যদি $e = \frac{\omega G}{S_r}$, এবং $S_r = 1$ হয়

তাহলে $G = \frac{e}{\omega} = \frac{0.60}{0.25} = 2.40$

(ক) আপেক্ষিক গুরুত্ব (G)= 2.40

এই অধ্যায়ের ব্যবহারিক

Experiment Name -01 : Determination of Water Content of Soil by Oven Drying Method.

পরীক্ষার নাম-০১ : চুল্লিতে শুকানো পদ্ধতিতে মাটির নমুনার আর্দ্রতা নির্ণয়।

Experiment Name-02 : Determination specific gravity by pycnometer method.

পরীক্ষার নাম : পিকনোমিটারের সাহায্যে মৃত্তিকার আপেক্ষিক গুরুত্ব নিরূপণ

W_2 = ভিজা মাটি + ~~বাটি~~ = ৫৮ গ্রাম

(←) W_3 = শুকনা মাটি − ~~বাটি~~ = ৪৮ গ্রাম

$(W_2 - W_3)$ = ভিজা মাটি − শুকনা মাটি = ১০ গ্রাম

$(W_2 - W_3)$ = পানি Ww = ১০ গ্রাম

W_3 = শুকনা মাটি + ~~বাটি~~ = ৪৮ গ্রাম

(←) W_1 = − ~~বাটি~~ = ১২ গ্রাম

$(W_3 - W_1)$ = শুকনা মাটি Ws = ৩৬ গ্রাম

হিসাব করার পদ্ধতি

$$W\% = \frac{Ww}{Ws} \times 100 = \frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100$$

এখানে W_1 = ঢাকনাসহ পাত্রের ওজন

W_2 = পাত্র ও ভিজা মাটির ওজন

W_3 = পাত্র ও শুষ্ক মাটির ওজন

ল্যাবরেটরিতে মাটির জলীয় অংশ নির্ণয়ের একটি নমুনা ছক নিচে দেওয়া হলো–

পাত্র নং	1	2	3
ভিজা মাটিসহ পাত্রের ওজন, W_2 গ্রাম	58	65	68
শুষ্ক মাটিসহ পাত্রের ওজন, W_3 গ্রাম	48	53	56
পাত্রের ওজন W_1 গ্রাম	12	13	12
পানির ওজন $(W_2 - W_3)$ গ্রাম	10	12	12
শুষ্ক মাটির ওজন $(W_3 - W_1)$ গ্রাম	36	40	44
জলীয় অংশ $W\ (\%) = \frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100$	27.7	30	27.2
গড় জলীয় অংশ, $w(\%)$		28.3	

হিসাব করার পদ্বতি

গবেষণাগারে সাধারণত নিচের ছকটি ব্যবহৃত হয়।

স্পেসিমেন নং	1	2	3
পিকনোমিটার নং	1		
পিকনোমিটারের ওজন W_1 গ্রাম	20.1		
মৃত্তিকা সহ পিকনোমিটারের ওজন W_2 গ্রাম	50.3		
মৃত্তিকা সহ পানিভর্তি পিকনোমিটারে ওজন W_3 গ্রাম	138.8		
পানি ভর্তি পিকনোমিটারের ওজন W_4 গ্রাম	120		
আপেক্ষিক গুরুত্ব $(G) = \frac{W_2 - W_1}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)}$	2.65		
গড় আপেক্ষিক গুরুত্ব			

Link for **Determination of Water Content of Soil by Oven Drying Method.**

https://www.youtube.com/watch?v=RGg_0ibityQ

Link for **Determination of Water Content of Soil by Oven Drying Method.**

https://www.youtube.com/watch?v=_3gAuLIdFww

রচনামূলক প্রশ্নের জন্য গাণিতিক সমস্যা

সমস্যা-১ : একটি সম্পৃক্ত মাটির নমুনার জলীয় অংশের পরিমাণ 45% এবং আপেক্ষিক গুরুত্ব 2.69 হলে e, n, γ_d এবং γ_{sat} নির্ণয় কর।

সমস্যা-২ : একটি মাটির নমুনার জলীয় অংশ 15% এবং আয়তনিক একক ওজন $2000 Kg/m^3$. এবং আপেক্ষিক গুরুত্ব 2.65 হলে γ_d, e, n এবং S_r নির্ণয় কর।

সমস্যা-৩ : একটি মাটির নমুনার ওজন 3.02 কেজি। আয়তন 1.45×10^{-3} ঘনমিটার চুলিতে শুকানোর পর ওজন হলো 2.25 কেজি। যদি আপেক্ষিক গুরুত্ব 2.67 হয়, তবে আয়তনিক একক ওজন, জলীয় অংশ এবং সম্পৃক্ত তার মাত্রা নির্ণয় কর।

উদাহরণ-৪ : এক খন্ড মৃত্তিকা নমুনায় শতকরা জলীয় অংশের পরিমাণ 30% এবং G = 2.65. উক্ত নমুনার আয়তন এবং ওজন যথাক্রমে 500 সি. সি. এবং 750 gm হলে বাহির কর। (ক) ভিজা একক ওজন (খ) শুষ্ক একক ওজন (গ) ওয়েড রেশিও (ঘ) পরোসিটি (ঙ) সম্পৃক্ততার মাত্রা।

উদাহরণ-৫ : একটি মৃত্তিকা নমুনার আয়তন 0.001 ঘনমিটার এবং প্রাকৃতিক অবস্থায় ওজন 1.75 kg. সম্পৃক্ততার মাত্রা 61.4%। নমুনাটিকে 105°C তাপ মাত্রায় শুকানোর পর পাওয়া গেল 1.45kg। নমুনাটির Void Ratio, Porosity, Dry Density, Saturated Unit Weight and Water Content বাহির কর। Gs = 2.65

উদাহরণ-৬ : সম্পূর্ণরূপে সম্পৃক্ত 140 গ্রাম নমুনা মৃত্তিকার আয়তন 65 ঘন সেন্টিমিটার। উক্ত নমুনাকে চুলিতে শুকানোর পর অবিকল আয়তনে শুষ্ক অবস্থায় 114 গ্রাম পাওয়া গেল। উক্ত মৃত্তিকার (ক) আপেক্ষিক গুরুত্ব (খ) ভয়েড রেশিও (গ) পরোসিটি ও (ঘ) শুষ্ক একক ওজন নির্ণয় কর।

অধ্যায় -০৩

বিষয় বস্তু

মাটির কণার আকার

তৃতীয় অধ্যায়

মাটির কণার আকার

গুরুত্বপূর্ণ কিছু সংজ্ঞা

মাটির যান্ত্রিক বিশ্লেষণ পদ্ধতি :

মাটির কণার আকার বিশ্লেষণে স্টোকস এর সূত্র

চালুনি বিশ্লেষণ

গাণিতিক সমস্যা

গুরুত্বপূর্ণ কিছু সংজ্ঞা

সূচক ধর্ম :

মৃত্তিকার যে ধর্মের বা নির্দিষ্ট বৈশিষ্ট্যের ভিত্তিতে তাদের পরস্পরের মধ্যে পার্থক্য নিরূপণ করা হয়, তাকে মৃত্তিকার সূচক ধর্ম বলে।

যেমন : পরোসিটি, ভয়েড রেশিও, আর্দ্রতার পরিমাণ, ঘনত্ব, আপেক্ষিক গুরুত্ব, আয়তনিক ঘনত্ব, সম্পৃক্ত একক ওজন, সম্পৃক্ততার মাত্রা, ইত্যাদি মাটির সূচক ধর্ম।

সূচক ধর্ম দুই প্রকার। যথা–

(১) মাটির দানার ধর্ম (আকার, উপাদান ইত্যাদি)।

(২) মাটির এগ্রিগেট ধর্ম (পরোসিটি, ভয়েড রেশিও, একক ওজন, আপেক্ষিক গুরুত্ব, ঘনত্ব, ইত্যাদি।)

মাটির যান্ত্রিক বিশ্লেষণ :

মাটির কণার আকার নির্ণয়ের পদ্ধতিকে যান্ত্রিক বিশ্লেষণ বলে।

মাটির যান্ত্রিক বিশ্লেষণ পদ্ধতি :

(১) চালুনি বিশ্লেষণ (Sieve analysis)

মোটা দানার মাটির ক্ষেত্রে অর্থাৎ **0.075mm** ও তদপেক্ষা বড় আকারের মাটির কণার ক্ষেত্রে চালুনি বিশ্লেষণ প্রযোজ্য ।

(২) তলানি বিশ্লেষণ (Sedimentation analysis)

সূক্ষ্ম দানার মাটির ক্ষেত্রে অর্থাৎ **0.075mm** এর ছোট আকারের মাটির কণার ক্ষেত্রে তলানি বিশ্লেষণ প্রযোজ্য ।

মোটা দানার মাটির বিশ্লেষণের পদ্ধতি দুইটি

(i) চালুনি বিশ্লেষণ (Sieve analysis)

(ii) সিক্ত বিশ্লেষণ (Wet analysis)

চালুনি বিশ্লেষণ (Describe Sieve Analysis)

মোটা দানার মাটি চেলে বিভিন্ন আকারে পৃথক করার পদ্ধতিকে চালুনি বিশেষণ বলে।

চালুনি বিশ্লেষণে বিভিন্ন আদর্শের চালুনি ব্যবহৃত হয়। যেমন– (i) **ASTM** (ii) **B.S** চালুনি (iii) **IS** চালুনি ইত্যাদি।

- কতগুলো প্যানের সাহায্যে চালুনি গঠিত।
- এ প্যানের তলাগুলো সমভাবে বিস্তৃত নির্দিষ্ট আকারের ছিদ্রযুক্ত।
- চালুনিগুলোর ক্ষেত্রে ক্রমান্বয়ে ছোট আকারের চালুনিগুলো নিচের দিকে স্থাপন করা হয় ।
- চালুনি সেটের উপরে ছিদ্রহীন ঢাকনা এবং নিচে ছিদ্রহীন প্যান দিতে হয়

শুষ্ক চালুনি বিশ্লেষণের ধাপ সমূহ

STEP-1

STEP-2

STEP-3

STEP-4

মোটা দানার মাটি অর্থাৎ বালি এবং গ্রাভেল মাটির জন্য চালুনি বিশ্লেষণ ব্যবহৃত হয়।

(i) গ্র্যাভেল **(> 4.75mm)** এবং

(ii) বালি **(0.075 mm** এর বড় এবং **4.75mm** এর ছোট)।

গ্রাভেলের জন্য ব্যবহৃত চালুনির আকার

4.75mm, 10mm, 20mm, 40mm এবং **80mm**

বালির জন্য জন্য ব্যবহৃত চালুনির আকার

4.75mm, 2.36mm, 1.18mm, 0.6mm, 0.30mm, 0.15mm এবং **0.075mm**

চালুনি বিশ্লেষণ দুই প্রকার।

(i) শুষ্ক চালুনি বিশ্লেষণ (ii) ভিজা চালুনি বিশ্লেষণ

মাটির কণার আকার বিশ্লেষণে স্টোকস এর সূত্র

(Mention and Derive Stokes Law)

- চালুনি বিশ্লেষণের সাহায্যে সূক্ষ্মদানার মাটির (0.075mm-এর ছোট) কণার আকারের যান্ত্রিক বিশ্লেষণ সম্ভব নয়।

- ভিজা যান্ত্রিক বিশ্লেষণ (Wet Analysis) বা তলানি বিশ্লেষণের (Sedimentation analysis) সাহায্যে সূক্ষ্মদানার মাটির (0.075mm-এর ছোট) মাটির কণার আকার বিশ্লেষণ করা হয়।

Stokes Law :

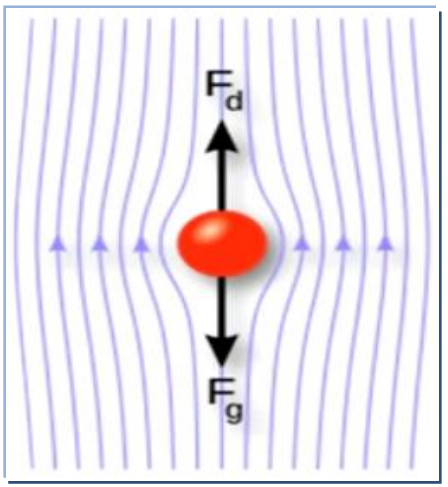
যখন একটি ছোট গোলক আকৃতির কণাকে একটি তরলের মধ্য দিয়ে উপর হতে নিচে থিতিয়ে পরতে দেওয়া হয়, তখন মহাকর্ষীয় বলের প্রভাবে প্রথমে কণাটির বেগ বৃদ্ধি পায় । কিন্তু সেই মুহূর্তে উর্ধ্বমুখী একটি বাধাদানকারী বল (F_D) কাজ করে যা কণাটির বেগকে বাধাগ্রস্থ করে ।কণাটি পতনের কোন এক সময় এই বেগটি স্থির হয়ে নিচে পরতে থাকে একেই বলা হয় (Terminal velocity)। এটি স্টোকস আবিষ্কার করেন তাই তার নাম অণুসারে এর নাম হয় স্টোকস ল।

কণাসমূহ থিতানোর সময় এতে তিনটি বল কাজ করে।

কণার ওজন = W ⬇

ড্রাগ বল = ⬆

প্লবতা বল = U ⬆ F_1



স্টোকস এর সূত্রে কিছু স্বতঃসিদ্ধ নিয়ম (Assumptions)

(i) মাটির কণাসমূহ বৃত্তাকার।

(ii) সকল কণার আপেক্ষিক গুরুত্ব সমান।

(iii) মোটা দানাগুলো সূক্ষ্ম দানার আগেই থিতিয়ে পড়বে।

0.075mm- এর ছোট আকারের মাটির কণার আকার নির্ধারণের ক্ষেত্রে স্টোকস ল প্রযোজ্য

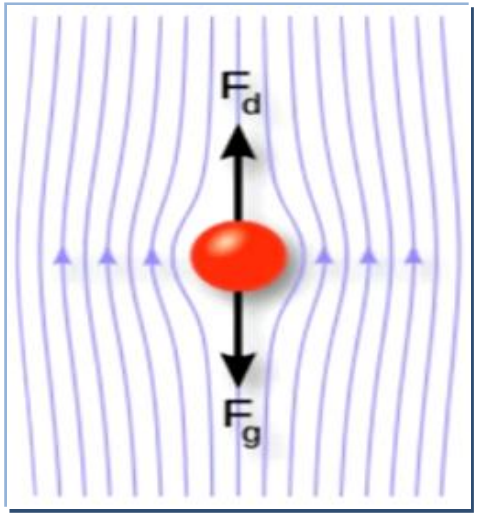
স্টোকস এর সূত্রটি প্রমাণ কর অথবা প্রমাণ কর যে, $V = \frac{1}{18} \cdot \frac{D^2}{\eta} (\gamma_s - \gamma_w)$ ব্যবহৃত প্রতিকসমূহ তাদের নিজস্ব অর্থ বহন করে।

স্টোকস এর সূত্র মতে পানিতে ভাসমান বৃত্তাকার কণাসমূহ থিতিয়ে পড়বে এবং যে প্রান্তিক বেগ প্রাপ্ত হয় তাকে কণাসমূহের ভারসাম্যতার ভিত্তিতে হিসাব করা হয়। কণাসমূহ থিতানোর সময় এতে তিনটি বল কাজ করে ।

কণার ওজন = W

প্লবতা বল = U

ড্রাগ বল = F_D



স্টোকস এর সূত্র (চলমান .....)

যদি বৃত্তীয় কণার ব্যাসার্ধ r, প্রান্তিক বেগ V, পানির সান্দ্রতা (Viscocity) η এবং ড্রাগ বল F_D হয় তবে,

η = পানির সান্দ্রতা

V = প্রান্তিক বেগ, m/sec

γ_w = পানির একক ওজন, KN/m^3

γ_s = মাটির কণার একক ওজন, KN/m^3

G = মাটির কণার আপেক্ষিক গুরুত্ব।

D = কণার ব্যাস, মিটার।

$$F_D = 6\pi\eta rv \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

গোলাকার মৃত্তিকা কণার ওজন, $W = \frac{4}{3}\pi r^3\gamma_s \ldots\ldots(2)$

কণার উপর ক্রিয়াশীল প্লবতা বল $U = \frac{4}{3}\pi r^3\gamma_w \ldots\ldots(3)$

স্টোকস এর সূত্র (চলমান .....)

সুতরাং ভারসাম্যতার নিয়ম অনুযায়ী,

$$W = F_D + U$$

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

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

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

$$\Rightarrow v = \frac{4}{3 \times 6\eta} r^2 (\gamma_s - \gamma_w)$$

$$\Rightarrow v = \frac{1}{18\eta} \times (2r)^2 (\gamma_s - \gamma_w)$$

বা, $$v = \frac{1}{18} \cdot \frac{D^2}{\eta} (\gamma_s - \gamma_w) \ldots\ldots (4) \; [D = 2r)$$

এটি স্টোকস-এর সূত্র হিসাবে পরিচিত। (প্রমাণিত)

গাণিতিক সমস্যায় ব্যবহৃত সূত্র সমূহ

$$v = \frac{D^2 \gamma_w (G - 1)}{18 \times 10^6 \eta}$$

সময় লাগবে, $t = \frac{h}{v}$

D in mm

G is unit less .

h in m

η in KN - sec/m^2

γ_w in KN/m^3

v in m/sec.

t in sec

1 পয়েজ = 10^{-4} KN - sec/m^2

বড় প্রশ্নের জন্য কিছু নমুনা অংক

সমস্যা-১: 0.6mm আকারের কণাবিশিষ্ট একটি মাটির নমুনাকে 4.5m গভীরে একটি ট্যাংকে স্থির পানিতলে রাখা হলো। G = 2.66 এবং η = 0.01 পয়েজ হলে ঐ কণাটি ট্যাংকের তলায় থিতিয়ে পড়তে কত সময় লাগবে। তা নির্ণয় কর।

সমাধান :

দেওয়া আছে,

$D = 0.6mm$, $G = 2.66$, $h = 4.5m$, $t = ?$

$\eta = 0.01$ পয়েজ $= 0.01 \times 10^{-4} KN - sec/m^2$

আমরা জানি,

$$V = \frac{D^2 \gamma_w (G-1)}{18 \times 10^6 \eta}$$

$$= \frac{(0.6)^2 \times 9.81(2.66-1)}{18 \times 10^6 \times 0.01 \times 10^{-4}}$$

$$= 0.3256 m/sec.$$

$\gamma_w = 9.81\ KN/m^3$

সময় লাগবে, $t = \frac{h}{V}$

$$= \frac{4.5}{0.3256}$$

$$= 13.82\ sec$$

সমস্যা-২: **ASTM** চালুনি দ্বারা **200gm** বালির নমুনা চেলে নিচের তথ্যাদি পাওয়া গেল : প্রতি চালুনিতে ক্রমপুঞ্জিভূত অবশিষ্টাংশ এবং ক্রমপুঞ্জিভূত অতিক্রান্তের শতকরা হার এবং **F.M** নির্ণয় কর।

চালুনি নং	চালুনির আকার (mm)	বালির নমুনা (gm)	মোট অবশিষ্টাংশ (gm)
4	4.75	200	2
8	2.36	200	5
16	1.18	200	30
30	0.60	200	98
60	0.30	200	45
100	0.15	200	14
200	0.075	200	5
Pan		200	1

কলাম-১	কলাম-২	কলাম-৩	কলাম-৪	কলাম-৫	কলাম-৬	কলাম-৭
চালুনি নং	চালুনির আকার (mm)	বালির নমুনা (gm)	মোট অবশিষ্ট অংশ (gm)	অবশিষ্ট অংশের শতকরা হার %	ক্রম পুঞ্জিভূত অবশিষ্ট অংশের শতকরা হার(%)	ক্রম পুঞ্জিভূত অতিক্রমণের শতকরা হার %
4	4.75	200	2	1	1	99
8	2.36	200	5	2.5	3.5	96.5
16	1.18	200	30	15	18.5	81.5
30	0.60	200	98	49	67.5	32.5
60	0.30	200	45	22.5	90	10
100	0.15	200	14	7	97	3
200	0.075	200	5	2.5	99.5	0.5
Pan	-	200	1	0.5	100	0

সমাধান :

$$F.M = \frac{\text{পুঞ্জিভূত অবশিষ্টাংশের শতকরা হারের যোগফল}}{100}$$

$$= \frac{1 + 3.5 + 18.5 + 67.5 + 90 + 97}{100} = \frac{277.5}{100}$$

$$F.M = 2.78$$

সমাধান বিস্তারিত :

কলাম-১	কলাম-২	কলাম-৩	কলাম-৪	কলাম-৫	কলাম-৬	কলাম-৭
চালুনি নং	চালুনির আকার (mm)	বালির নমুনা (gm)	মোট অবশিষ্ট অংশ (gm)	অবশিষ্ট অংশের শতকরা হার %	ক্রম পুঞ্জিভূত অবশিষ্ট অংশের শতকরা হার(%)	ক্রম পুঞ্জিভূত অতিক্রমণের শতকরা হার %
4	4.75	200	2	1	1	99
8	2.36	200	5	2.5	3.5	96.5
16	1.18	200	30	15	18.5	81.5
30	0.60	200	98	49	67.5	32.5
60	0.30	200	45	22.5	90	10
100	0.15	200	14	7	97	3
200	0.075	200	5	2.5	99.5	0.5
Pan	-	200	1	0.5	100	0

200 gm এ অবশেষ 2 gm

1 gm এ অবশেষ $\frac{2}{200}$ gm

100 gm এ অবশেষ $\frac{2\times100}{200}$ = 1 %

কলাম-৭ = 100 - কলাম-৬

= 100 - 1

= 99

কলাম-৭ = 100 - কলাম-৬

= 100 - 3.5

= 96.5

$$F.M = \frac{\text{পুঞ্জিভূত অবশিষ্টাংশের শতকরা হারের যোগফল}}{100}$$

$$= \frac{1 + 3.5 + 18.5 + 67.5 + 90 + 97}{100} = \frac{277.5}{100}$$

F.M = 2.78

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। মৃত্তিকার যান্ত্রিক বিশ্লেষণ কী ?

২। মৃত্তিকার যান্ত্রিক বিশ্লেষণ কী কী পদ্ধতিতে করা যায় ?

৩। চালুনি বিশ্লেষণ কত প্রকার ও কী কী ?

অথবা, মাটির কণার আকার বিশ্লেষণ পদ্ধতিগুলো কী কী?

৪। 'স্টোকস ল' এর অনুমান সত্যগুলো কী কী ?

৫। মাটির সূচক ধর্ম কী ?

৬। স্টোকস-এর সূত্রটি লিখ।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। সূচক ধর্ম কাকে বলে ? মৃত্তিকার সূচক ধর্মগুলো ও কী কী ?

২। চালুনি বিশেষণের ক্ষেত্রে কি কি সাবধানতা অবলম্বন করতে হয়?

৩। মাটির যান্ত্রিক বিশেষণ বলতে কী বুঝায়?

৪। স্টোকস-এর সূত্রটি নোটেশন সহ লিখ।

৫। মাটি কণার হাইড্রোমিটার বিশ্লেষণ পদ্ধতিতে ডিসপার্জিং এজেন্টের কাজ কী?

৬। পানিতে ভাসমান কণার ক্ষেত্রে প্রমাণ কর যে, প্রান্তিয় বেগ

$$V = \frac{D^2}{18\eta}(\gamma_s - \gamma_w)$$

রচনামূলক প্রশ্নের জন্য গাণিতিক সমস্যা

সমস্যা-১ : 0.60 mm এবং 0.01 mm এর মধ্যে কোন মাটির একটি নমুনাকে 6m গভীর স্থির পানির একটি ট্যাংকের পানির তলের উপর ছেড়ে দেয়া হল। স্থুল দানা এবং সূক্ষ্ম দানা মাটিকণা থিতাইয়া পড়তে কত সময় নিবে। $G = 2.66$ এবং $\eta = 0.01$ পয়েজ।

সমস্যা-২ : 0.6 mm আকারের কণাবিশিষ্ট একটি মাটির নমুনাকে একটি ট্যাংকের স্থির পানিতলের ওপর রাখলে ট্যাংকের তলায় থিতিয়ে পড়তে সময় লাগে 20 সেকেন্ড। $G = 2.65$, $\eta = 0.01$ পয়েজ হলে পানির ট্যাংকের গভীরতা নির্ণয় কর।

ধন্যবাদ