Experiment No: 1

Determination of Normal Consistency of Cement using Vicat's Apparatus

* Cement (1824 - Joseph Aspdin)
  - → mixture = hydraulic reaction with water
  - → Materials
    - → Calcareous ($CaCO_3$)
    - → Argillaceous (Alumina, Silica, Fe_2O_3)
      - ↓
      - Hydraulic reaction এর জন্য দায়ী

* Argillaceous materials এর বিভিন্ন component বিশিষ্ট কাঁচা high temp (1400 - 1600°C) এ burn করে বিভিন্নধর্মী reaction করে clinker তৈরি হয়

↓

Crush

↓

200 = 0.075 mm

(এর চেয়ে ছোট হতে হবে)

↓

Cement

↓

additive

↓

Ordinary Portland Cement

(OPC)

OPC

Strength or Durability এর জন্য দায়ী

* C_3S → 50% [খুব fast reaction করে, strength contribute হয়]
* C_2S → 25% [বন্ডের সঙ্গে সাথে, সবচেয়ে slow react করে]
* C_3A → 12% [Quickest reaction, সাথে সাথেই set হয়ে যায়]
* C_4AF → 8-10% [ফ্লিক্সচারের কালার এবং এর জন্য দায়ী, reaction time C_3S এর চেয়ে কম; C_2S এর চেয়ে বেশি,]
* Gypsum → 3-5% [C_3A এর reaction slow করার জন্য (retarder)]

** In Every reaction, heat is evolved.

** Reaction Series:

$$C_3A > C_3S > C_4AF > C_2S$$

** প্রথম সপ্তাহের reaction C_3S এর জন্য, তারপর C_2S এর জন্য.

** C_3S কমিয়ে দিলে (25%) and C_2S বাড়িয়ে দিলে (50%) reaction slow হয়ে যাবে (Slow setting Cement)
[এটা Large volume work এর জন্য (bridge), কারণ reaction fast হলে প্রচুর heat evolve হয়]

** Quick setting Cement (Fast reaction)
↳ underwater structure

Blended Cement

→ * OPC + Pozzolon (Fly ash, Volcanic ash, Silica Fume, Blust furnace slag)

→ * Portland Composite Cement (PCC) or Portland Pozzolan Cement (PPC)

** Pozzolon এ highly reactive silica থাকে যা সিমেন্টের সাথে react করে strong mix তৈরি করে

** যদি Fly ash বেশি হয় (১৫-২৫%), তাহলে brittleness বেড়ে যায়,

** কিভাবে react করবে (slow/fast) তা important

→ C_3S কম react → আগে পানি কম দিতে হবে
→ C_3S বেশি " → " " বেশি " " } for hydraulic reaction

* কতটুকু পানি দিব তা জানার জন্য inherent property জানতে হবে,

Normal Consistency

* যতটুকু পানি সিমেন্টের সাথে add করলে তা Standard wetness provide করে properties handle করে set করা যাবে,

Workability

* খুব easily যে কোন shape দেয়া যাবে। (মানে set করা শুরু হয়)

** Normal Consistency represent the workability of Cement.

* ASTM C187 specification test করে normal consistency বের করতে হবে।

* OPC → 22-30%. (The value of normal consistency)

Cement → 650 g

পানি

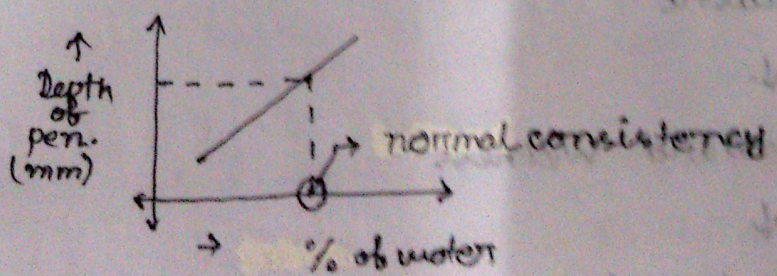
Vicat's Apparatus

* Weight 300 g

* Plunger end দিয়ে দেয়ার 30 sec পর reading নিব

* ASTM (যে পরিমাণ পানি add করলে plunger end 30 sec এ cement paste এর মধ্যে 10 mm ঢুকবে অন্যথায় পানি করাতে হবে)

* Goraph (cm scale)



10 mm এর consistency বের করতে হবে

CE 202

12/7/14/Sat

Cement is a binding material যা পানির সাথে react করে bond তৈরি করে set হয়

কতটুকু পানি depends on various types:

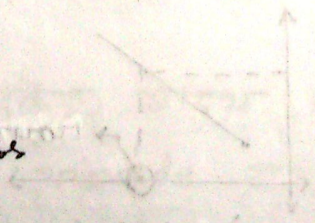
(1) কি টাইপের সিমেন্ট (initial reaction এ কতটুকু পানি লাগবে)

(2) constituents এর percentage

(C3S বেশি react → বেশি পানি দিতে হবে)

** A cement is plastic condition that is যে কোন shape এ without any problem mold করে problem গুলোকুটি handle করা যাবে এ Workability show করবে ⇒ Workable

*** Cement
↓
hydraulic reaction
↓
plastic
↓
Standard wetness
↓
Workability



Workability কেন important?

→ huge cement যদি জমে যায় তাহলে long time কাজ করা যাবে না, plastic অবস্থায় থাকতে হবে।

** Normal Consistency is amount of water with respect to dry cement weight

++ plastic মানে যে কোন shape দিতে পারব, plasticity কম হলে deform/set হয়ে যাবে।

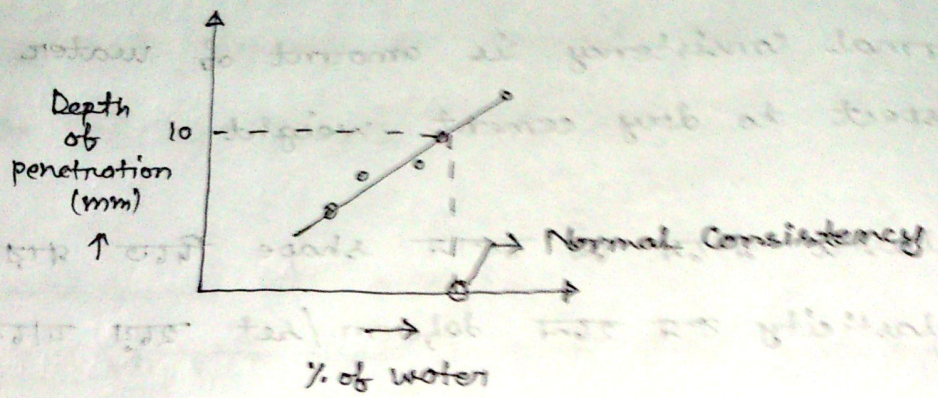
** Pozzolon খুব fine particles. যত fine হবে তত surface area বাড়বে, ফলে reaction বাড়বে এবং hydration reaction এর জন্য পানি বেশি দরকার হবে, ফলে Normal Consistency বেড়ে যাবে, একারণে PPC এর NC OPC এর তুলনায় বেশি।

** Vicat's apparatus এর plunger end self weight এ 30 sec এ 10 mm ডুকবে — ASTM Normal consistency

Graph

Graph title

Depth of penetration vs % of water



* Graph ~~पर~~ main line → solid
  extension " → dotted

* best fit curve ~~ला~~ positive straight line (curve ~~पर~~ ~~उपर~~ side ~~पर~~ point ~~कुछ~~ ~~लगभग~~ summation approximately nullify ~~करता~~)

** 650 g cement ~~पर~~ 22-30%
  nearest to .1%
  130.73 → 130.7
  130.78 → 130.8

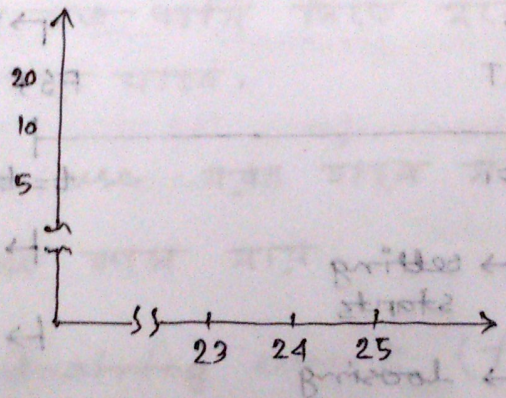
** Normal consistency nearest to 0.5%
  24.75 → 24.8 → 25%
  24.34 → 24.5%

Experiment No 1

Material type : Holcim Red OPC Cement

Group 5

* % of water → 23.5
* depth of pen. → 5 mm
* 650 g এর 23.5% → 152.75 ≈ 152.8 g



* যোগফল curve straight line. ভগ্নফল break line use করা যাবে।

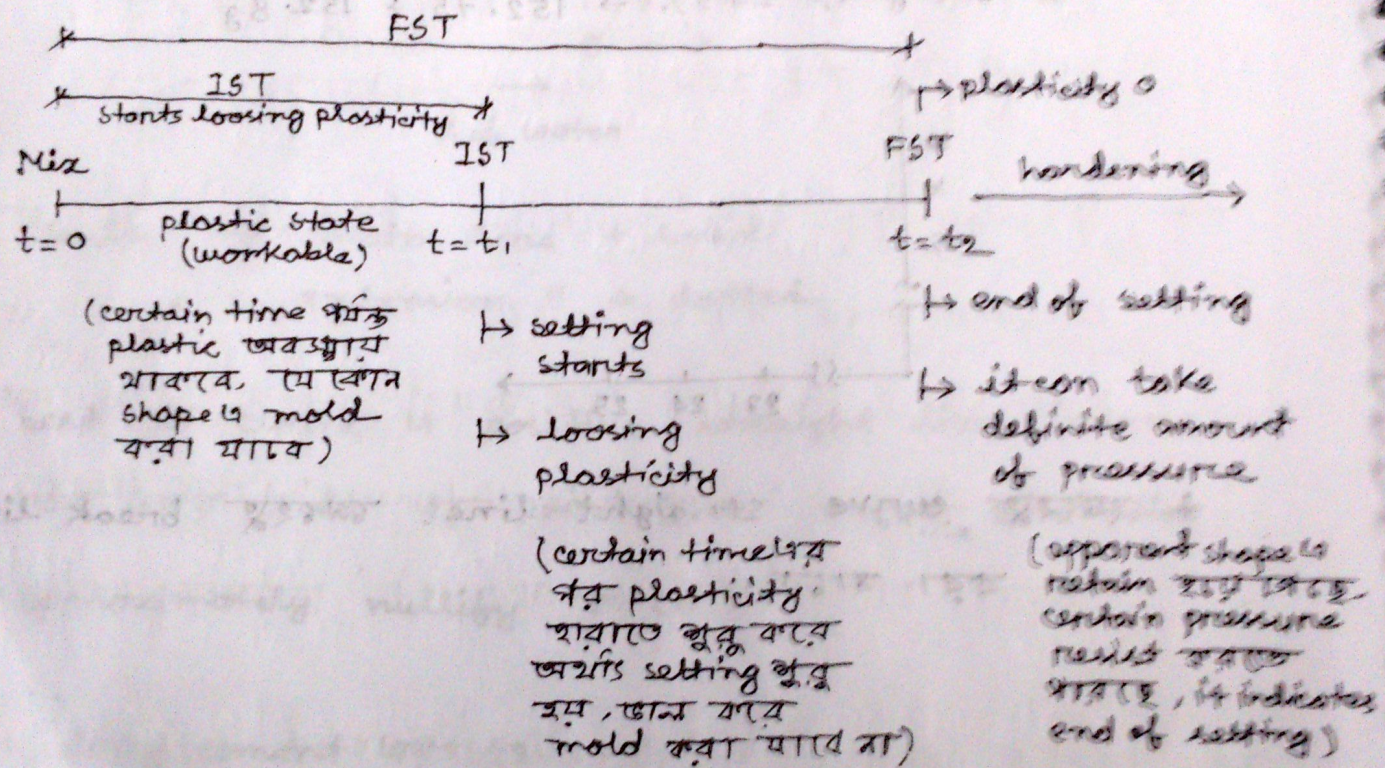
09/08/24 | Sat

CE 202

Experiment No 2

Determination of initial setting time

* বস্তুর কার্যকর থাকবে - workable
* Reaction শুরু হয় bonding শুরু হলে workability কমে যায়।



* Setting is the process of getting different shapes.
* Hardening is the process of strength gaining
* Setting এর কোন level এ hardening শুরু হয়.
* certain amount of load ultimate strength এ সর্বোচ্চ highest amount of load resist করতে পারবে.

Importance

+ initial : mix → transport → placed → finished

(how much time I have to complete this)

+ final : framework যতক্ষণ shape টা ধারণ করছে

(যতক্ষণ বাধনে Definite shape keep করবে)

Setting time বাড়াতে হলে –

→ পরিমাণ মত পানি দিতে হবে, বেশি দিলে concrete porus হয়ে যাবে.

→ Gypsum use করা যাবে না কারণ crack হয়.

Soundness কমে যায়.

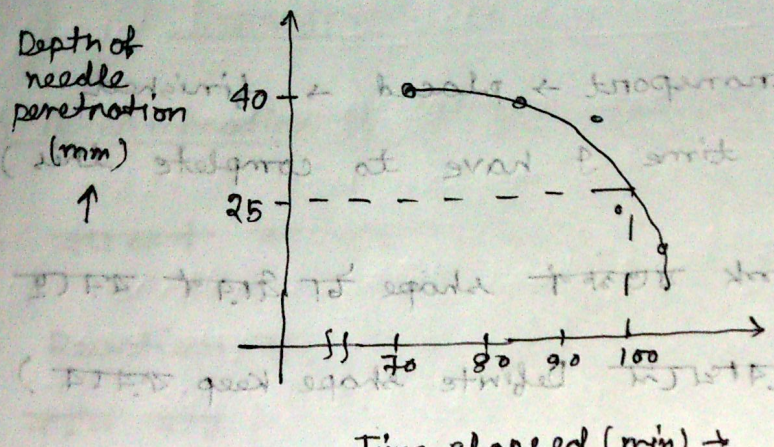
→ Air entraining cement (কিছু admixture use করা হয় যা পানির সাথে hydration reaction করে air bubble তৈরি করে ফলে cement এর flow ability বেড়ে যায়, ফলে workability বেড়ে যায়। পানির পরিমাণ ঠিক থাকে। compact করলে air bubble চলে যায়।

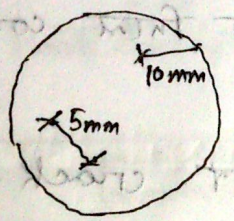
Seven Rings Cement – OPC

26.5%

* ASTM → 30 sec এ needle 25 mm penetrate করতে যে সময় ÷ initial setting

and penetration visibly করবে না অর্থাৎ penetration 0 ÷ finally set → final setting





* যেয়ালের কাছে penetration কম হবে কারণ friction penetrate হতে বাধা দিবে,

* lateral force এর জন্য তাড়াতাড়ি গর্ত হবে. তাই 5mm distance রাখতে হবে।

#

time	penetration
3:14	40
3:50	40
4:15	40
4:40	40
5:00	40
5:07	36
5:11	35
5:14	34
5:20	26
5:23	18

16/8/14/Sat

CE 202

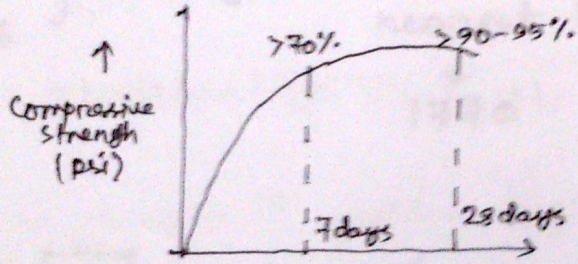
Experiment No 3

Compressive strength

* C_3S, C_3A reacting → setting → Hardening

* Interaction, bond হচ্ছে সাথে load নেয়ার মত capable হচ্ছে।

+ load resisting capability gradually বাড়তে থাকে কারণ ingredients গুলো একসাথে react করে না, কেউ slow, কেউ fast react করে।



+ Ultimate strength several months ও লাগতে পারে depends on the type of cement

* OPC → 7 days
14 days
28 days

+ duction → plastic deformation হবার (steel)
brittle → " " কম (concrete)

Cement mortar test করি কারণ –

(1) cement particles যত fine হয় quality control করা তত difficult হলে result উল্টা পাল্টা হয়ে যাবে,

(2) reaction এ যতটা heat evolved হলে crack হয়ে যায়

→ main cause - quality control difficult হয়ে যায়, sand use করলে " " easy হয়ে যায়।

2" cube specimen

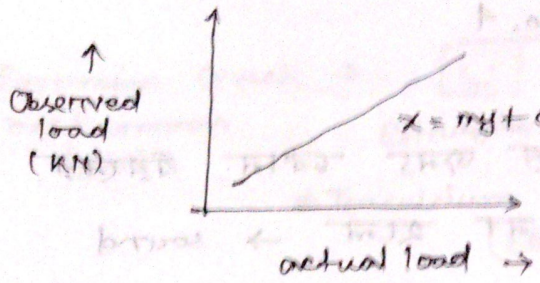
→ 2 layers

→ moist cabin এ রাখব যাতে পানি evaporate হয়ে না যায়

→ তারপর storage - saturated lime water এ রাখতে হবে, কারণ সিমেন্টে impurities এর জন্য calcareous material এর পরিমাণ কমে যাবে। lime water এ রাখলে পরিমাণ ঠিক থাকবে।

কিভাবে load apply করা হয়?

→ calibrate করতে হয় machine load test করার জন্য অর্থাৎ standardise করতে হয়।



* $\sigma = \frac{P}{A}$

* $2'' \times 2'' = 4\ in^2$

* 1736, 1809, 1766 } average → 1772 → nearest 10 psi → 1770
1772 → 1777 → 1780

* Nominal & Actual area — 2" × 2" square → $4\ in^2$ → $3.98\ in^2$

area variation < 1.5% হলে, $A = 4\ in^2$ ই ধরব

যদি " " > 1.5% হয়, তাহলে actual area scale দিয়ে মাপব

Testing time tolerance

→ 7 দিনে specimen ভাঙার জন্য প্রস্তুত

→ যত বেশি age এ ভাঙব, তত time of tolerance বাড়বে।

Experiment No. 4

Soundness

* expansive reaction এর জন্য কোন ধরনের crack/deformation না হলে → sound
হলে → unsound

unsoundness এর কারণ:

→ excess lime, excess Mg, sulphate আজাতীয় internal source এর সাথে reaction করে crack form করে (Volume expansion reaction)

→ common - due to presence of sulphate

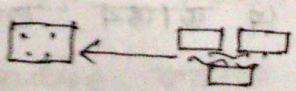
→ sulphate attack দুইভাবে হয় -
- external source
- internal source (Gypsum)

→ excessive Gypsum বা বেশ sulphate থাকে তা soil, water এর সাথে react করে

→ Sulphate এর সাথে Al এর reaction ও common to cement.

Sulphate attack basically ৩ ধরনের হতে পারে:

(1) Acidic → sulphate CaO/MgO এর সাথে react করে,



ক্ষুদ্র দানা দানা ছিদ্র দেখা যায়

(2) Expansion Crack →  ধরনের crack
(most common type)
Ettringite formation / Ettringite Sulphate attack
* Tricalcium Sulpho Alumino Hydrate form করে (Ettringite)

(3) Onion peeling - 

Mortar Bar

+ 1" / 1", 285 mm
+ Gage length - 250 mm (The measurement of straight length of object where there is no necking)
+ Actual length ও Gage length এর মধ্যে difference
+ Measurement of expansion
  - → initial length 0 day
  - → 14 days length
  - → 0.02% expansion is allowed, এর বেশি হলে unsound.
  - → 250 mm এর 0.02% → 0.05 mm

Length Comparator

→ direct length এর value পায় না, box এর variation পাওয়া যায়।

Experiment 3

* 700 gm cement
* 339.5 gm water
* 1925 gm sand

* 2 মিনিট ১৫ সেকেন্ড → paste
  3 মিনিট → mortar
  (mixing time)

* cement : water = 1 : .485
* cement : sand = 1 : 2.75
* Tamper (6" × 1" × ½")
  → 10 sec এ 32 বার tamper

Experiment 4

* Ottowa sand → 1200 gm
* Cement → 436.33 gm
* Water → 211.62 gm

23/8/14 | Sat

CE 202

Experiment 4

* Resistance to Sulphate attack

C_3A (↑) Gypsum (↑)

C_3S (↑) Heat (↑)

* C_3A ও C_3S বাড়িয়ে দিলে Sulphate resistance কমে যায়

তাই C_2S বাড়িয়ে দিয়ে C_3A ও C_3S কমিয়ে দিতে হবে।

C_2S (↑) → High Sulphate Resistance

#

Exp 3

① 95, 93, 109 kg/cm² [7days]

* $Y = (0.961x - 1.587)$ KN
  ↓
  (average value of 3 data)

② 103, 118, 117 [14 days]

Exp 4

	Standard Bar	Mortar Bar
①	832	265 → 399 [0day]
②	826	393 → 260 [14day]

[Submission on Wed 10/9/14]

Experiment No 5

Fineness of Cement

কেন fineness জানা ~~জরুরী~~ দরকার?

++ Fineness (↑) Particle size (↓) Surface Area (↑)
↓
Reaction (↑)
↓
Strength (↑)
↓
NC (↑)

+ fine (↑) dense (↑) strength (↑)

* fineness → Workability

⇒ Air-entraining cement এর workability depend করে admixture এর উপর, fineness এর সাথে কোন relation নাই
কিন্তু Non-entraing cement এর fineness (↑) Workability (↑) কারণ absorption of water বাড়ে।

⇒ Air entraining cement এর deterioration due to freezing and thawing ^ fineness এর ফলে কমে যায়।

Bleeding : যখন concrete এর উপাদানসমূহ মিশ্রিত করে বেশি compact করলে slurry (cement + water) উপরে চলে আসে, ফলে strength কমে যায়।

+ fineness (↑) bleeding tendency (↓)

Disadvantages of fineness

① খুব বেশি fine হলে shrinkage crack formation / deterioration বাড়বে reaction (↑) heat (↑) crack formation possibility (↑)

② Early air-set → top surface reaction আগে হয় বলে quick set হয়ে যায়। আসলে set হয় না, apparently set বলে হয়। (false / Quick set)

Cement particle size > 100 μm
< 1.5 μm

avg → 25 μm

* খুব fine হলে, reaction (↑) strength (↑)

early stage এ reaction (↑)
পরবর্তী stage এর reaction এ fineness এর সাথে relation নেই।

* Beyond 7 days fineness এর সাথে cement এর relation negligible.

3 μm → 1 day
10-25 μm → beyond 28 days

* Sieve analysis করেও fineness বের করা যায়।

Air-Permeability method

→ Fineness ও surface area বেড়ে বাড়ে।

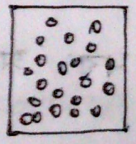
→ direct size বেড়ে বাড়ে না, available surface area unit mass / volume

* Airflow (↓) Particle ছোট Fineness (↑)

Airflow (↑) Particle বড় fineness (↓)

+ Permeability → Air flow হওয়ার capability

+ unit volume ও কতটুকু porosity



V

ε = porosity (total volume এর void space কতটুকু)

Solid mass of cement occupies = $V(1-\varepsilon)$

$\therefore W = \rho V(1-\varepsilon)$

Basic concept:

Measuring the porosity of cement bed

↓

V

↓

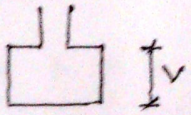
W

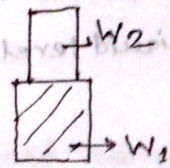
Blaine Air-Permeability Apparatus

* austenitic → highly corrosion resisting steel

* ছোট volume (cell এর) scale দিয়ে বের করা যায় না, তাই calibrate করতে হয়, তাই mercury দিতে হয়।

* Calibrated Volume → V (cm^3)*





খুড়া cell এর Mercury এর ওজন W_1

cement এর সমপরিমাণ " " " $W_1 - W_2$

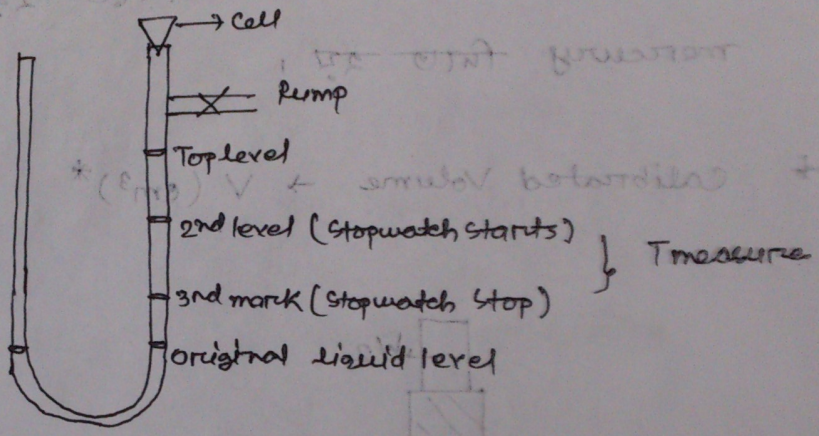
$$\therefore V = \frac{W_1 - W_2}{D}$$

D → Density of Mercury (Mg/cm^3 or g/cc)*

* Calculation আসতে পারে, unit important.

Manometer

* দুই বায়ুতে indicate করে pressure এর কোন difference আছে কিনা।



* বাতাস বের করে দিলে liquid Top এ উঠবে আর lock করে দিলে liquid নিচে নামবে।

* Fineness (↑) T (↑) Surface Area (↑)
বার porespace কম, airflow time বেশি লাগবে।

$$W = \rho V(1-\varepsilon)$$

$$\therefore \varepsilon = 1 - \frac{W}{\rho V} \qquad [W = 2.8\,g]$$

↓
সিমেন্টের porosity বের করব

* Manometer measurement ঠিক আছে কিনা তা test করতে standard cement এর porosity র respect এ বের করতে হবে।

* ε_s → porosity of std. cement (0.5 + 0.005)
  T_s → Time of airflow " "
  S_s → surface area " "
  } standardize করা value

* T (↑) viscosity (↑)

* $$S = \frac{S_s \rho_s \eta_s \sqrt{T} (1-\varepsilon_s) \sqrt{\varepsilon^3}}{\rho \eta \sqrt{T_s} (1-\varepsilon) \sqrt{\varepsilon_s^3}}$$

Eqn এর assumption:

① temp. of the test sample and standard temperature of the std sample difference is within ±3°C.

② $*\rho_s = \rho = 3.15\ g/cm^3$ (দেওয়া না থাকলে by default ধরে নিব)

so $\eta = \eta_s$

$$\therefore S = \frac{S_s \sqrt{T} (1-\varepsilon_s) \sqrt{\varepsilon^3}}{\sqrt{T_s} (1-\varepsilon) \sqrt{\varepsilon_s^3}}$$

For hydraulic cement $b = 0.9$

$S_s = 3774\ cm^2/gm$ (10 দিয়ে ভাগ করলে m^2/kg)

$\varepsilon_s = 0.578$

$T_s = 68.8$ sec

$$\therefore S = 333.4 \frac{\sqrt{T}\sqrt{\varepsilon^3}}{(0.9-\varepsilon)}$$

calibrated volume, $V = 2.205\ cm^3$

Exp 5

$W_2 = 104.02$ gm

$T = 71$ sec

+ manometer ও light mineral oil

+ 3 ও 4 নং mark ওয়া

Midterm Quiz

+ Viva – 12 ডিসেম্বর

+ Test – 19 ডিসেম্বর