

## Unit - 1

### CONCRETE

#### CONCRETE -

**A Mixture is contain (water + Cement + Sand Agg. + ad mixture)**

<b>Water</b>	- Property mixing (To improve the quality of concrete)
+	
<b>Cement</b>	- Binding material
+	
<b>Sand</b>	- Filler material
+	
<b>Agg.</b>	- Inert material
+	
<b>Admixture</b>	- Specially use for increasing workability & strength

#### CEMENT

**Historical development of OPC** - सबसे पहले 21 अक्टूबर 1824 इंग्लैंड के एक ब्रिक लेयर मैसन जोसफ एसपिडीन ने यह सीमेन्ट बनाई थी और इस सीमेन्ट का सेट हो जाना के बाद कलर इंग्लैंड में पोर्टलैंड जगह पाए जाने वाले पत्थर के colour से match कर रहा था, इसलिए इसका नाम पोर्टलैंड सीमेन्ट रखा गया।

#### Manufacture Process of Ordinary Portland Cement :-

सीमेन्ट बनाने के लिए दो विधियां उपयोग में लायी जाती है -

- (i) Dry Process
- (ii) Wet Process
- (i) **Dry Process** - इसमें सीमेन्ट बनाने के लिए मिलायी गई पानी की मात्रा Raw material के weight का 10-14% Mix की जाती है। Wet process में मिलाई गई पानी की मात्रा 35-50% of the weight of Raw-material Mix किया जाता है।
- (ii) **Wet process**: Wet process में मिलाई गई पानी की मात्रा raw materials के weight का 35-50% तक mix की जाती है।

**Note: -**

आजकल सीमेन्ट बनाने के लिए फैक्ट्रीस में Wet Process उपयोग में लायी जाती है, क्योंकि इस method में raw material पानी की मात्रा अधिक होने के कारण Slurry Form में Convert हो जाते, जिसके कारण कभी-भी (किसी भी Stage पर) कोई भी Material Add किया जा सकता है।

#### Manufacturing Of OPC by Wet Process

⇒ OPC को बनाने के लिए Raw-materials के रूप में Calcureous material (lime stone chalk), Argillaceous material (shale, Clay) उपयोग में लाये जाते हैं।

**Raw material - (Calcureous + Argillaceous)**

⇒ Raw materials में Calcureous materials को पहले Jaw Crushers में पिस कर इनके Size को reduce (about - 150 mm) size में परिवर्तित कर लिया जाता है।

- ⇒ इसके बाद Argillaceous और Calcureous material की अलग-अलग Fine Grinding की जाती है।
- ⇒ इसके लिए Ball Mill या Tube Mill उपयोग में लाई जाती है।
- ⇒ OPC में काम आने वाले Raw material का Chemical Composition निम्न अनुसार होता है -

S.NO.	OXIDE	PERCENTAGE	FOR GOOD CEMENT
1	Lime/calcium oxide	60-67%	63%
2	Silica ( $\text{SiO}_2$ )	17-25%	22%
3	Iron oxide ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )	0.5-6%	
4	Alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )	3-8%	
5	Magnesia ( $\text{MgO}$ )	0.1-4%	
6.	Sulphur Trioxide ( $\text{SO}_3$ )	1.3-3%	
7.	Alkalies ( $\text{K}_2\text{O}$ , $\text{Na}_2\text{O}$ )	0.4-1.3%	

- According descending Order  $\text{CaO} > \text{SiO}_2 > \text{Al}_2\text{O}_3 > \text{Fe}_2\text{O}_3 > \text{SO}_3 > \text{MgO} > \text{SO}_2 > \text{Alkalies}$
- For a good OPC Cement - the composition is lime - 63% + silica 22% + 15% other gradient
- Maximum Quantity in OPC - Lime ( $\text{CaO}$ )
- Minimum Percentage in OPC - Alkalies
- ⇒ Ball Mill में या Tube mill में पीसे गये Raw material में इनके Weight कर 35-50% पानी Mix करके इन Raw Materials को Slurry Form में Convert कर लिया जाता है।
- ⇒ Cement बनाने के लिए rotary Kiln नामक भट्टी उपयोग में लायी जाती है, जिसका dia 2.5 से 4 मीटर के मध्य तथा length 90-120 mtr के मध्य होती है और यह भट्टी 1 in 30° के Angle पे inclined होती है।
- ⇒ Slurry Form में Convert किए गए Raw materials को Rotary Kiln के Higher ENP से डाला जाता है और यह Raw materials Gravity के कारण भट्टी में आगे की तरफ बढ़ती जाती है और जहाँ पर भट्टी का Temperature 1400 -1500°C के मध्य होता है। वहाँ पर यह Slurry भाटे (Nodules) के रूप में परिवर्तित हो जाती है। जिन्हें क्लिनकर कहते हैं और इनका आकार 3 से 20 मिमि के मध्य होता है।
- ⇒ अब इन clinkers को कुछसमय तक ठण्डा होने दिया जाता है।
- ⇒ अब इन क्लिनकर कि Finer grinding करने के लिए Ball mill या Tube mill का उपयोग किया जाता है।
- ⇒ क्लिनकर को पिसते समय इन क्लिनकर के Weight का 3 से 5% Gypsum ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) या Calcium Sulphate ( $\text{CaSO}_4$ ) मिला दिया जाता है। क्योंकि यदि Cement में Gypsum नहीं मिलायी जाये तो यह 5 मिनट में ही सेट हो जाती है। जिसे Flash setting कहते हैं। इसलिए Cement कि Initial Setting time को बढ़ाने के लिए Gypsum का उपयोग Retarder के रूप में किया जाता है।
- ⇒ सीमेन्ट बनाते समय Raw materials में उपयोग लाये गये Oxide आग के सम्पर्क में आने पर और जटिल रसायन में परिवर्तित हो जात है। इन की खोज Bogoues ने की थी इसलिए इन्हें Bogoues Compound के नाम से भी जाना जाता है।

#### Bogus Compound

S.No.	Compound			Approximate Qty
1.	Tricalcium Aluminate	$\text{C}_3\text{A}$	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	10.80%
2.	Tricalcium Silicates	$\text{C}_3\text{S}$	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	54.10%
3.	Di-calcium Silicates	$\text{C}_2\text{S}$	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	16.60%
4.	Tetra Calcium Aluminate Ferriate	$\text{C}_4\text{AF}$	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	9.10%

- ⇒ Le - Chetelia or Thornebohm ने भी सीमेन्ट के Clincker का Observation किया जिनकी properties bogoues Compound से मिलती थी, इसलिए इन Bogoues compound को निम्नलिखित नामों से भी जाना जाता

है-

$C_3S$  - Alite  
 $C_2S$  - Belite

$C_3A$  - Celite  
 $C_4AF$  - Felite

⇒  **$C_3A$  :- (Tricalcium Aluminate) :**

- (i) जैसे ही सीमेन्ट में पानी Add किया जाता है तो पानी के साथ सबसे पहले  $C_3A$  Reaction करता है।
- (ii) यदि क्लिन्कर को पिसते समय इसमें जिप्सम नहीं मिलाया जाये तो  $C_3S$  सीमेन्ट को 5 मिनट में ही Set कर देता है, जिसे Flash setting कहते हैं।
- ⇒ इसलिए सीमेन्ट की Setting time को increase करने के लिए तथा  $C_3A$  पर Counter Attack करने के लिए Gypsum ( $CaSO_4 \cdot H_2O$ ) or Calcium Sulphate ( $CaSO_4$ ) mix किया जाता है।
- (iii) Cement में initial or Final Setting time  $C_3A$  के कारण प्राप्त होती है।
- (iv) यदि cement में  $C_3A$  की मात्रा अधिक है तो इस सीमेन्ट की Sulphate resistance capacity कम होती है। इसलिए यदि सीमेंट को Sulphate resistance बनाना हो तो सीमेंट में  $C_3A$  की मात्रा 5% से अधिक नहीं होनी चाहिए।
- (v) जब सीमेंट में पानी मिलाया जाता है तो प्रत्येक Stage पर Heat of Hydration सबसे ज्यादा  $C_3A$  के कारण प्राप्त होती है।

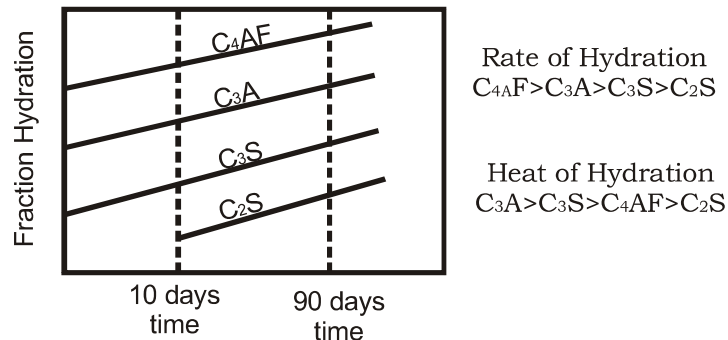
S.No.	Compound	Heat of Hydration(Cal/gram)		
		3 days	28 days	13 years
1.	$C_3A$	212	311	324
2.	$C_3S$	58	104	122
3.	$C_4AF$	69	98	102
4.	$C_2S$	12	42	59

- ❖ सीमेन्ट में पानी मिलाने के बाद सबसे ज्यादा Heat of Hydration प्रत्येक Stage पर  $C_3A$  की होती है, सबसे कम Heat of Hydration  $C_2S$  की होती है।
- (vi) सीमेन्ट में पानी मिलाने के बाद सभी Undesirable properties के लिए  $C_3A$  responsible होता है।
- ❖ **Heat of Hydration :-** जैसे ही सीमेंट में पानी मिलाया जाता है तो सीमेंट के अन्दर से ऊष्मा की निकासी (Heat lebration) Heat of Hydration कहलाती है।

⇒  **$C_4AF$  (Tetra Calcium Alminate Ferrite) ( $4CaO \cdot Fe_2O_3 \cdot Al_2O_3$ ) :-**

This is Also Known as 'Felite'

- ❖ सीमेंट में पानी मिलाने पर सबसे ज्यादा Rate of Hydration  $C_4AF$  की होती है।



- ❖ सबसे अधिक Rate of Hydration  $C_4AF$  की होती है तथा सबसे कम Rate of Hydration  $C_2S$  की होती है।
- Note:  $C_3A$ ,  $C_4AF$  में से सीमेंट में  $C_3A$  के कारण बहुत कम मात्रा में strength देता है, जबकि  $C_4AF$  के कारण सीमेंट में कोई Strength contribution नहीं होता है।**

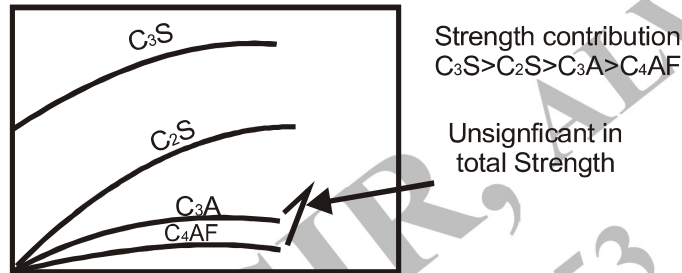
⇒  **$C_3S$  (Tricalcium Silicate) ( $3CaO \cdot SiO_2$ ) :-**

This is Also known as 'Alite'

- ❖ OPC सीमेंट में सबसे अधिक मात्रा  $C_3S$  की होती है।
- ❖ सीमेंट में 28 Days Strength अर्थात् Characteristic में सबसे ज्यादा सीमेंट में Early Strength प्राप्त होती हो, तो सीमेंट में  $C_3S$  की मात्रा ज्यादा रखी जाती है।

⇒  **$C_2S$  (Di-Calcium Silicate) :-**

- This Also Known as 'Belite'
- सीमेंट में Ultimate Strength  $C_2S$  के कारण ही प्राप्त होती है अर्थात्  $C_2S$  के कारण ही धीरे-धीरे (Slowly) Strength प्राप्त होती है।
- यदि किसी सीमेंट में Heat of Hydration को Reduce करना हो तो, इस सीमेंट में  $C_2S$  की मात्रा Comparatively ज्यादा रखी जाती है।
- यदि किसी सीमेंट को Chemical Attacks के Against ज्यादा सुरक्षित करना है (More resistance against Chemicals Attack) तो इस सीमेंट में  $C_2S$  की मात्रा ज्यादा रखी जाती है।



- ❖ सीमेंट में सबसे ज्यादा Strength  $C_3S$  के कारण प्राप्त होती है। सबसे कम Strength  $C_4AF$  के कारण प्राप्त होती है।
- Bogus Compound composition In Cement

Compound	Qty. in Percentage
$C_3S$	54.10
$C_2S$	16.60
$C_3A$	10.9
$C_4AF$	9.10

- ❖ सीमेंट में सबसे अधिक मात्रा  $C_3S$  की होती है।
- ❖ सीमेंट में सबसे कम मात्रा  $C_4AF$  की होती है।
- ❖ सीमेंट में 2 Main Component  $C_3S$  or  $C_2S$  होते हैं। जिनकी मात्रा सीमेंट में 70-80% के मध्य होती है।
- ❖ Oxide में यदि Raw Material के अन्दर Lime की मात्रा High है तो यह सीमेंट की Setting time or strength को Increase कर देता है। सीमेंट के Oxide में अगर Silica की मात्रा ज्यादा है तो यह भी सीमेंट की Strength or Setting दोनों को Increase कर देता है।

$$\text{Strength setting time of cement} \propto \text{lime content}$$

$$\propto \text{silica content}$$

- ❖ Cement के oxide में Unburnt lime (free lime) or Magnesia की मात्रा ज्यादा नहीं होनी चाहिए नहीं तो यह सीमेंट में Unsoundness (expansion in cement after initial setting time) दोष उत्पन्न हो जाता है।
- ❖ सीमेंट के oxide में Iron की मात्रा सीमेंट को colour (greenish Gray) प्रदान करता है और यह सीमेंट के दूसरे oxide को burning process में Help करता है।
- ❖ Factory production में Dry process cement बनाने के लिए 1 tonne cement बनाने के लिए 100 kg Coal की

आवश्यकता होती है, जबकि Wet Process में सीमेंट बनाने के लिए 1 Tonne cement के लिए 350 kg coal की आवश्यकता होती है।

- ❖ सीमेंट को 900 से 1000°C Temperature पर Heated करने पर **Loss of Weight due to ignition ( जलाने पर ) 5% of the weight of cement** से अधिक नहीं होना चाहिए। सीमेंट में यह Loss of weight, moisture content,  $\text{Co}_2$ , Free lime of magnesia के वाष्पीकरण (evaporation) के कारण होती है।

⇒ **Insoluble or Residual Matter in cement :-**

- ❖ सीमेंट में insoluble matter की मात्रा weight of cement का 4% से अधिक नहीं होना चाहिए।
- ❖ सीमेंट में Magnesia की मात्रा Weight of cement का 6% से अधिक नहीं होना चाहिए।
- ❖ जैसा ही सीमेंट में पानी मिलाया जाता है तो सीमेंट के Particals अपने Original Volume का 2.1 गुणा तक Expand हो जाते हैं और Aggregates or Sand के Partical के चारों तरफ Thin Layer बना लेते हैं जिसे जेल (Gel) कहते हैं और इस दौरान cement में जो ऊष्मा की निकासी (Heat Libration) Heat of hydration कहलाती है।

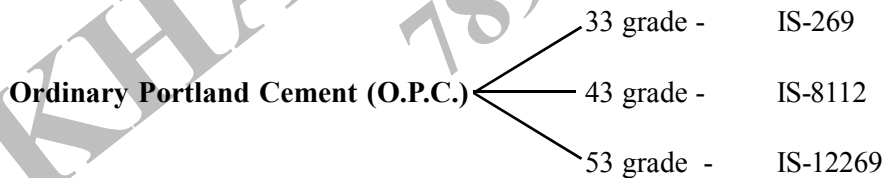
**Note :-** Lime में पानी मिलाने पर यह अपने Original Volume का 2.3 time तक expand ( फुल ) जाता है, पानी मिलाने के बाद ऊष्मा की निकासी को Slagging of lime कहते हैं।

⇒ **Water Requirement for Hydration of cement compound :-**

- ❖ Water requirement for Hydration of  $\text{C}_2\text{S}$  - 24% of the weight of cement
- ❖ Water required for Hydration of  $\text{C}_2\text{S}$  - 21% of the weight of cement
- ❖ For combined requirement to start the initially heat of Hydration - 23% of the weight of cement.
- ❖ This is also known as Bound water.
- ❖ Water required for gel process - 15% of the weight of cement
- ❖ Total water required for complete Heat of Hydration - 38% of the weight of cement

**Types of Cement :-**

1.



Types of OPC	Compressive Strength at different age of cement		
	2 days	7 days	28 days
33 Grade	16 mpa	22 mpa	33 mpa
43 Grade	23 mpa	33 mpa	43 mpa
53 Grade	27 mpa	37 mpa	53 mpa

- ❖ सीमेंट की Grade इसके Fineness or 28 days की Stength को represent करती है तथा साथ-साथ सीमेंट की fineness को भी represent करती है।
- ❖ **Fineness :-**  
53 grade > 43 Grade > 33 Grade
- ❖ सीमेंट के 1 beg का weight 50 kg होता है और 1 beg volume  $0.0347 \text{ m}^3$  (34.7 liter) होता है।
- ❖ Initial setting time of O.P.C. Cement should not less than 30 minute.
- ❖ Finial setting time of O.P.C. cement shound not more than 10 hours. (600 minute)

Normal relation between initial & final setting time  $T=90+1.20 t$ ,  
Where  $T$ = Final Setting time,  $t$ =Initial setting time

## 2. **Rapid Hardening & Rapid strength cement :-**

- ❖ Compare to OPC Higher portion of  $C_3S$  and Lower portion of  $C_2S$  and finer grinding cement.
- ❖ Rapid Hardening cement में OPC के Compare में  $C_3S$  की मात्रा increase कर दी जाती है तथा  $C_2S$  की मात्रा decrease कर दी जाती है और OPC के Compare में इस सीमेंट को ज्यादा Finer (Finer grinding) पिसा जाता है।
- ❖ Rapid Hardening cement (R.H.C.) की प्रत्येक Stage पर Strength OPC के compare में ज्यादा (Higher) होती है।

R.H.C Strength		O.P.C. Strength	
1 days	=	3days	
3 days	=	7 days	

- ❖ Initial setting time of Rapid Hardening cement - Greater than 30 minutes
- ❖ Final Setting time of Rapid Hardening cement - Less than 10 Hours
- ❖ Rapid Hardening cement की Ultimate strength O.P.C. के equal ही रहती है और इस प्रकार की concrete का mass concrete work (Retaining wall, Dam, Bridge) में नहीं किया जाना चाहिए। R.H.C. cement OPC के compared में initial strength slow प्राप्त करता है।
- ❖ **Use of R.H.C. - R.H.C. निम्नलिखित कार्यों के लिए उपयोग लायी जाती है-**
  1. Road Repair Work or New Road work
  2. Use in cold Area's
  3. If form Work removing early then rapid hardening cement is preferred.
  4. Use in pre-stress (Pre fabricated concrete)

## 3. **Quick setting cement :-**

- ❖ इस प्रकार की सीमेंट को बनाने के लिए OPC के Clinkers को पिसते समय (at the time of grinding) Gypsum ( $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ) की मात्रा Reduce कर दी जाती है, इस प्रकार से बनी सीमेंट Quick Setting cement कहलाती है।
- ❖ Initial setting time for quick setting cement - Not less than 5 minutes
- ❖ Final setting time of Quick setting cement - Not More than 30 Minutes
- Use of Quick setting cement :
  1. Use under water construction (where pumping involve)
  2. Use for grouting operation (Grouting)

## 4. **Low Heat Cement :-**

- ❖ इस प्रकार की सीमेंट को बनाने के लिए OPC के Compare में  $C_3A$  or  $C_3S$  की मात्रा को कम कर दिया जाता है तथा  $C_2S$  की मात्रा बढ़ा (Increase) कर दिया जाता है।  
[Compare to OPC Lower percentage of  $C_3A$  &  $C_3S$  or Higher Percentage of  $C_2S$ ]
- ❖ Low Heat Cement (L.H.C.) की भी Final ultimate Streangth OPC के equal होती है तथा Ultimate Strength OPC के Compare में Higher प्राप्त होती है।

L.H.C. Strength		OPC Strength	
3 days		1 days	
7 days		3 days	

- ❖ Initial setting time of L.H. Cement - More than 60 Minutes
- ❖ Final setting time of L.H. Cement - Less than 10 Hours (600 minutes)
- Use of Low Heat Cement :
  1. Use in Mass concrete work (Dam. Retaining wall, Bridge etc.)

**5. Sulphate Resisting Cement :-**

- ❖ Sulphate resisting cement बनाने के लिए OPC में  $C_3A$  or  $C_4AF$  की मात्रा को Reduce कर दिया जाता है। अर्थात्  $C_3S$  or  $C_2S$  की मात्रा को OPC के Compare में Increase कर दिया जाता है।
- ❖ Sulphate Resisting Cement में  $C_3A$  की मात्रा 5% से अधिक नहीं होनी चाहिए तथा  $2XC_3A + C_4AF$  की मात्रा 25% से अधिक नहीं होनी चाहिए।

**Sulphate resisting Cement निम्नलिखित Conditions में उपयोग लायी जाती है-**

1. Use for marine condition
2. If Concrete use in Foundation, Basement and all Structure with contact soil.
3. If concrete use in construction of sewage treatment units.

**6. Super Sulphate Resisting Cement :-** इस प्रकार की सीमेंट को बनाने के लिए 80-85% Slag + 10-15% Gypsum + लगभग 5% OPC को Mix करके बनाई जाती हैं।

**7. Coloured Cement :-** किसी भी Coloured की सीमेंट बनाने के लिए इसमें 5-10% Pigment डाला जाता है।

**8. White Cement :-** White Cement को बनाने के लिए Pure lime Stone or Chalk का उपयोग किया जाता है लेकिन इस प्रकार की सीमेंट में Iron oxide की मात्रा को Reduce कर दिया जाता है और White Cement में Iron oxide की मात्रा 0.1% से अधिक नहीं होनी चाहिए और इसके Clinkers OPC के Compare में ज्यादा Finer होते हैं।

Ex - Birla white, J.K. white Putty.

**Note :- To measure the coloured of cement Hunter Scale is used (White ness measured) Whiteness should not less 70% when measured ISI scale.**

**9. Hydrophobic Cement :-**

- ❖ इस प्रकार की सीमेंट ऐसी जगह उपयोग लायी जाती है जहां सीमेंट का Longer समय तक Storage करके रखना हो।
- ❖ इस प्रकार की सीमेंट को बनाने के लिए OPC के Clinkers में इन्हें पिसते समय clinker के Weight का 0.1% to 4%, Oleic, Stearic, Boric acid mix कर दिये जाते हैं जो सीमेंट के सभी Particals के चारों तरफ एक Water replant thin film (layer) बना लेते हैं, जो सीमेंट के Particals को जल्दी से water के Contact में नहीं आने देते हैं Hydrophobic cement कहलाती है। इस सीमेंट की cost ordinary portland cement से ज्यादा होती है।

**10. Portland Slag Cement :-**

इस प्रकार की सीमेंट बनाने के लिए OPC में 25-65% तक Slag Mix कर दिया जाता है इस प्रकार के सीमेंट की निम्नलिखित Properties होती हैं-

1. Low heat of Hydration
2. Better Resistance to Chloride
3. Better Resistance of Marine effects
4. Reduce the permeability of cement concrete
5. Increase the chemical resistance capacity

**11. Extra Rapid Hardening Cement -**

- ❖ यदि Rapid hardening के Compare में भी और ज्यादा तेजी से Strength प्राप्त करनी हो तो उस Condition में



Extra Rapid Hardening Cement Preferred की जाती है, इस प्रकार की सीमेंट को बनाने के लिए Rapid Hardening cement में 2% weight of cement का Calcium chloride ( $\text{CaCl}_2$ ) content mix कर दिया जाता है।

- ❖ इस प्रकार की सीमेंट Cold Area में उपयोग लायी जाती है।
  - ❖ Extra Rapid Hardening cement की 1 या 2 दिन की Strength rapid hardening के Compare में 25% ज्यादा होती है।
  - ❖ Extra Rapid hardening cement की 7 days Strength rapid Hardening के compare में 10-20% ज्यादा होती है।
- 12. High Alumina Cement :-**
- ❖ इस प्रकार की सीमेंट को बनाने के लिए Lime Stone (Chalk) and Bauxite की Finer Grinding की जाती है और इन्हे Mix करके High Alumina cement बनायी जाती है।
  - ❖ High Alumina cement initial setting time 4 Hours से कम नहीं होता है तथा Final setting time 5 hours से अधिक नहीं होना चाहिए।

**Note :- High Alumina cement का Initial setting time OPC, RHC, LHC से ज्यादा होता है और Final setting time कम होता है।**

**High Alumina Cement is used in following conditions -**

1. Better resistance capacity against chemical Attack.
2. Better resistance against marine effect.

**13. Portland Pozzolona Cement (PPC) :-**

- ❖ इस प्रकार की सीमेंट को बनाने के लिये OPC में Pozzolanic material 15-35% (Now days) or (10-25%) (earlier) mix कर दिये जाते हैं।
- ❖ Pozzolanic material ऐसे पदार्थ होते हैं जिनकी स्वयं की कोई binding property नहीं होती है लेकिन जैसे ही सीमेंट में इन्हें Mix किया जाता है तो इनमें binding property develop होने लग जाती है। Pozzolanic material में silica or Alumina Main Content के रूप में उपस्थित होता है।
- ❖ **A Pozzolonic material** - High siliceous & High Alumineous  
PPC Cement की Strength 33 grade OPC के equal होती है।

**Example of Pozzolonic Material -**

- (i) SURKHI (ii) FLY-ASH

- ❖ **SURKHI** - यह Pozzolonic Material कम पकी हुई ईंटें (Pilla bricks) को पीस कर बनाई जाती है।
- ❖ **FLY-ASH** - इस प्रकार का Pozzolonic material, Thermal Power Stations से प्राप्त Wastage को पीस कर बनाया जाता है।

❖ **Properties of PPC :-**

1. Low Heat of Hydration
2. Use ful in Marine condition
3. Use for Hydraulic structure other than mass concrete construction.
4. Longer curing period required compare to OPC
5. It is Cheaper compare to OPC
6. Reduce the permeability of concrete
7. More Volume Covered by 50 kg bag.

**Note :- Rapid Hardening cement OPC compare 10% More costly.**

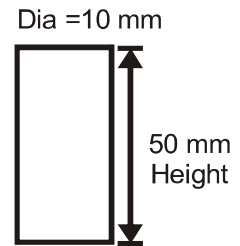
- ❖ **Testing of Cement :-**  
It is classify in two types-



1. Field Test
2. Laboratory Test

**1. Field Test** - Following test are conduction to determine the properties of cement-

- (a) Cement should be free from lump.
- (b) Colour of cement should be greenish grey.
- (c) Thrust your hand into beg and it must give cool feeling.
- (d) Take a pinch of cement and feel between the fingure. It should give a smooth feeling.
- (e) Take a sample of cement and throw it on bucket of full with water, the particles of cement should be float for sometime before they sink.



**2. Laboratory Test -Following test are done in laboratory**

(a) **Constancy Test :-**

**Test Condition** - Humidity maintain - 90%

Room Temperature -  $27 \pm 2^\circ\text{C}$

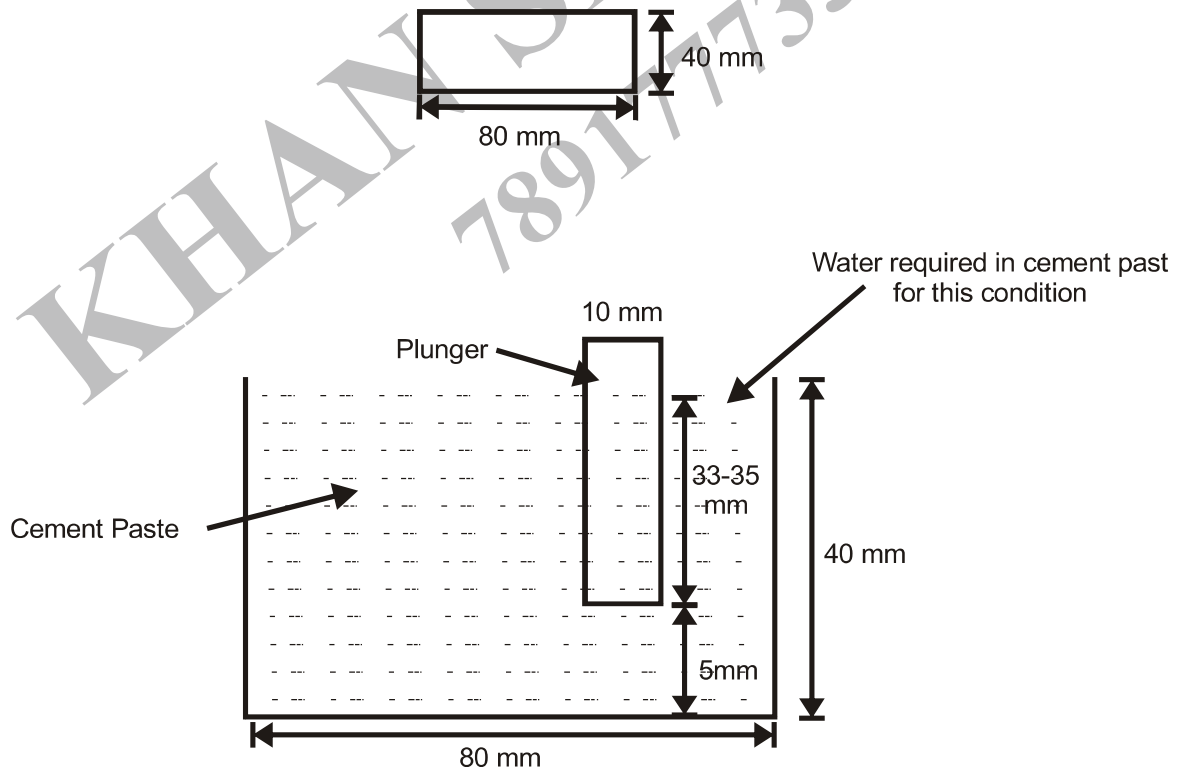
**Test Appratus** -Vicate Appratus are used

self weight - 300 gram

Plunger size - dia -10mm

height - 50 mm

**Sample mould size -**



इस टेस्ट को करते समय vicats apparatus में 10 mm dia व 50 mm hight का एक plunger apparatus को स्वयं के weight के कारण mould में penetrate होने दिया जाता है। जब plunger mould का top से 33-35 r mm penetrate हो जाये तथा bottom से 5-7 mm रह जाये, तो consistency of cement कहलाता है।

**Standard consistence obtained** - 30% water of the weight of cement.

(b) **Setting Time Test** - सीमेंट की Setting time को दो प्रकार से Clasified किया जाता है-

- (i) Initial setting time      (ii) Final setting Time

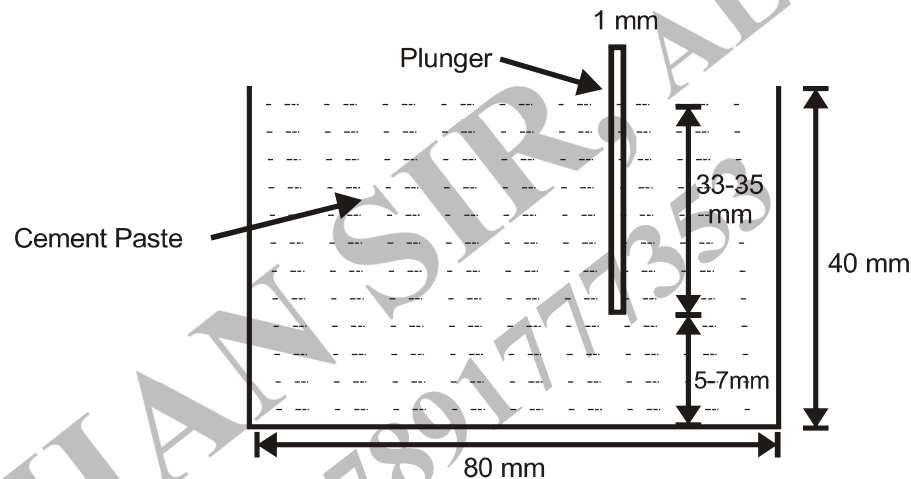
❖ सीमेंट की initial or final setting time को ज्ञात करने के लिए vicket apparatus ही use किया जाता है।

❖ सीमेंट की initial or Final setting time ज्ञात करने के लिए सीमेंट में 0.85 P पानी Mix किया जाता है।

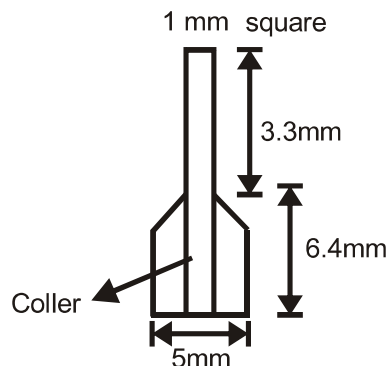
Test Condition - Temperature -  $27^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$

Test condition same as a consistency test

**Initial setting time** - यह ज्ञात करने के लिए सीमेंट Paste apparatus में penetration में 1 mm square size की Needle लगा कर cement paste में penetration किया जाता है अतः जिस समय यह Needle top से 33-35 mm penetrate होती हो और Bottom से 5-7 mm रह जाती हो तो यह Initial setting time of cement कहलाता है।



❖ **Final setting time** - यह ज्ञात करने के लिए भी vicate apparatus का उपयोग किया जाता है और Final setting time ज्ञात करने के लिए vicate appratus में 5 mm dia का colar लगा कर किया जात है जिस समय यह कोलर अपना कोई निशान concrete में छोड़ने में असमर्थ रहता हो Final setting time of cement कहलाता है।



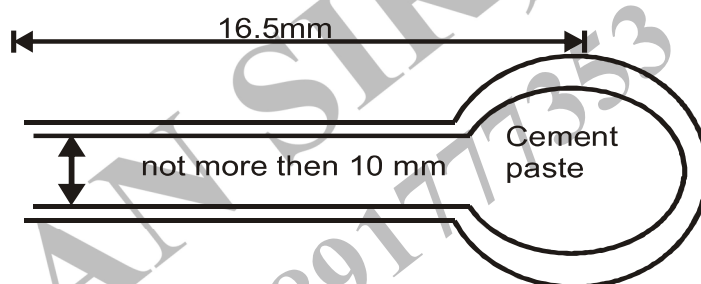
**Initial & final setting time of different types of cement :-**

S.No.	Types of Cement	Initial Setting	Final Setting
1.	Quick Setting Cement	More than 5 minutes	Not more than 30 min
2.	Low heat cement	More than 60 minutes	Not more than 10 hrs.
3.	High Alumina Cement	More than 4 hrs.	Not more than 5 hrs
4.	OPC, PPC, Slag, Sulphate, Hydrophobic RHC, Super Sulphate	More than 30 minutes	Not more than 10 hrs (600 minuts)

(c) **Soundness Test -**

- ❖ Soundness test cement में initial setting time के बाद सीमेंट के अन्दर हुए expansion को ज्ञात करने के लिए किया जाता है।
- ❖ Soundness test करने के लिए सीमेंट में पानी की मात्रा 0.78 P mix की जाती है, यहां पर P standard consistancy के लिए आवश्यक पानी की मात्रा है। सीमेंट में soundness ज्ञात करने के लिए दो Test किये जाते हैं-  
(i) Le-chetelia Method (ii) Autoclave
- ❖ Le chetelia Appartus के द्वारा केवल Free lime के कारण सीमेंट में soundness ज्ञात की जाती है।
- ❖ Autoclave Appartus के द्वारा Free lime or magnesia दोनों के कारण सीमेंट में Soundness ज्ञात कर ली जाती है, लेकिन Magnesia के कारण सीमेंट में Soundness उसी Condition में ज्ञात की जाती है। जब इसकी मात्रा सीमेंट में 3% से ज्यादा हो।

**Le-Chetelia Appartus:-**



- ❖ The unsoundness or expansion of cement (edge distance of Le-Chetelia Appartus) should not more than 10mm in case of OPC, R.H.C., L.H.C., P.P.C.

(d) **Strength Test -** Cement की Tensile or compressive strength ज्ञात करने के लिए 1:3 का (cement : Sand) का Mix बनाया जाता है।

सीमेंट के दो प्रकार के Test किये जाते हैं-

- (i) Tensile strength Test (ii) Compressive strength Test

- (i) **Tensile Strength Test -** Test condition - Temperature -  $27 \pm 2^\circ\text{C}$   
Humidity - 90% (moisture content in atmosphere)

$$\text{Water Requirement} - \frac{P}{5} + 2.5\%$$

यहां 'P' Standard consistancy के लिए आवश्यक पानी की मात्रा है।

- ❖ OPC Cement Tensile strength 3 days की  $2 \text{ N/mm}^2$  से कम नहीं होनी चाहिए।
- ❖ OPC Cement की 7 days की Tensile strength  $2.5 \text{ N/mm}^2$  से कम नहीं होनी चाहिए।
- ❖ Cement की Tensile strength, compressive strength का 10-15% होती है।
- ❖ 1 Briquette का Crossectional Area  $6.45 \text{ cm}^2$  होता है।
- ❖ Cement का Tensile Strength ज्ञात करने के लिए 6 Nos. Briquette उपयोग में लाये जाते हैं और इनकी Average

Strength Tensile Strength of cement कहलाती है।

(ii) **Compressive Strength Test -**

**Test condition :** Temperature -  $27^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$   
Humidity - 90%

**Water Requirement -**  $\frac{P}{4} + 3\%$

- ❖ Cement की Compressive Strength ज्ञात करने के लिए 7.06 cm का Cube ( $7.06 \times 7.06 \times 7.06$  cm) or 70.6 mm का Cube उपयोग में लाया जाता है। जिसका Crosssection Area ( $7.06 \times 7.06 = 49.84 \text{ cm}^2$  50  $\text{cm}^2$  or 5000  $\text{mm}^2$ ) होता है।
  - ❖ PPC and OPC Cement की 3 days or 7 days की Compressive Strength 16  $\text{N/mm}^2$  or 22  $\text{N/mm}^2$  से कम नहीं होनी चाहिए।
  - ❖ Cement का Strength test ज्ञात करने के लिए 185 gram cement ( 200 gram) or 555 gram sand ( 600 gram) उपयोग में लेते हैं।
  - ❖ Cement का Strength test ज्ञात के लिए Cement, Sand or Water Minimum Mixing Period 3 Minute से कम नहीं होना चाहिए तथा 4 मिनट से अधिक नहीं होना चाहिए।
- (e) **Fineness Test** -Cement का Fineness ज्ञात करने के लिए Area/Mass का Ratio अपनाया जाता है। Cement का Fineness ज्ञात करने के लिए निम्नलिखित Method उपयोग में लाए जाते हैं -
- (i) Sieve Analysis Method
  - (ii) Air Permeability Method (Nurse & Blain Permeability Method)
  - (iii) Sedimentaion Method or Wagner's turbidity meter Method
- (i) **Sieve Analysis Method** - Cement का Fineness test, sieve Analysis method से ज्ञात करने के लिए Sieve No. is 9 ( $90 \mu$ ) (0.09 mm) की sieve उपयोग में लाई जाती है तथा mechinal derive के द्वारा 15 मिनट तक हिलाया (Shaking) जाता है और इसके बाद Sieve पर बची हुई मात्रा निम्न से अधिक नहीं होनी चाहिए -

S.No.	Types of Cement	% of Residue
1.	OPC	10%
2.	PPC	5%
3.	RHC	5%

- (ii) **Air Permeability method** - इस Method में सीमेंट की Fineness ज्ञात करने के लिए **Blain Appratus** का उपयोग किया जाता है और Different types of cement के लिए Specific surface area निम्नलिखित होता है-

S.NO.	Types of Cement	Specific Surface Area Should Not Less than
1.	High Alumina Cement OR OPC	2250 $\text{cm}^2/\text{gram}$
2.	PPC	3000 $\text{cm}^2/\text{gram}$
3.	RHC and LHC	3250 $\text{cm}^2/\text{gram}$
4.	Super Sulphate Cement	4000 $\text{cm}^2/\text{gram}$

- (iii) **Specific Gravity Test** - Cement की Specific Gravity test करने के लिए Le-Chetelia Flask उपयोग में लाया जाता है और OPC cement की Specific gravity 3.15 होती है।