संरचनात्मक अभियांभिकी स्नातकोत्तर प्रायोगिक पुस्तिका

सिविल इंजीनियरिंग विभाग

मैनिट, भोपाल

Structural Engineering PG Lab Manual

Department of Civil Engineering

MANIT, Bhopal

संरचनात्मक अभियांत्रिकी प्रयोगशाला

STRUCTURAL ENGINEERING LAB

प्रयोगों की सूची
LIST OF EXPERIMENTS

1. सूक्ष्म एवं स्थूल मोटे कंक्रीट मिश्रण के लिए आवश्यक महीन एवं मोटे एग्रीगेट के छलनी विश्लेषण को IS: 383-2016 और IS: 2386(I)-1963 के अनुसार करना।

   To Perform sieve analysis of fine aggregate and coarse aggregate required for mix design of concrete as per IS: 383-2016 & IS: 2386(I)-1963

2. सूक्ष्म और मोटे एग्रीगेट के विशिष्ट गुरुत्व को निर्धारित करना।

   To determine the specific gravity of fine aggregate & coarse aggregate.

3. IS: 2386 (भाग III) - 1963 के अनुसार सूक्ष्म और मोटे एग्रीगेट की जल अवशोषण क्षमता निर्धारित करना।

   To determine water absorption of fine and coarse aggregate as IS: 2386(Part III) - 1963

4. सीमेंट की मानक सान्द्रता (Standard Consistency) का निर्धारण करना।

   To determine the standard consistency of cement.

5. सीमेंट के प्रारंभिक एवं अंतिम सेटिंग समय का निर्धारण करना।

   To determine the initial and final setting time of cement..

6. सीमेंट की संपीड़न शक्ति (Compressive Strength) का निर्धारण करना।

   To determine the compressive strength of cement

7. विभिन्न ग्रेड के कंक्रीट के लिए IS: 10262-2019 के अनुसार मिश्रण अनुपात तैयार करना।

   Mix proportioning of concrete for different grades of concrete as per IS: 10262-2019

8. विभिन्न ग्रेड की कंक्रीट के लिए कंक्रीट एडमिक्सचर का उपयोग करते हुए IS 10262:2019 और IS 9103:1999 के अनुसार मिक्स अनुपात (Mix Proportioning) करना।

   Mix proportioning of concrete for different grade of concrete using concrete admixtures as per IS 10262:2019 and IS 9103:1999

प्रयोग-1

उद्देश्य: सूक्ष्म एवं स्थूल मोटे कंक्रीट मिश्रण के लिए आवश्यक महीन एवं मोटे एग्रीगेट के छलनी विश्लेषण को IS: 383-2016 और IS: 2386(I)-1963 के अनुसार करना।

प्रयोग की आवश्यकता: छलनी विश्लेषण का उपयोग मोटे एग्रीगेट और महीन एग्रीगेट को वर्गीकृत करने के लिए किया जाता है।

सिद्धांत: 4.75 मिमी छलनी से पास होने वाले अधिकांश एग्रीगेट को महीन एग्रीगेट और 4.75 मिमी छलनी पर रुकने वाले एग्रीगेट को मोटे एग्रीगेट के रूप में वर्गीकृत किया जाता है। फाइनेस मॉड्यूलस (Fineness Modulus) पदार्थ की महीनता या मोटेपन को दर्शाने वाला एक शब्द है। इसे विभिन्न छलनियों पर रोके गए कुल भार प्रतिशत को जोड़कर 100 से विभाजित करके प्राप्त किया जाता है।

उपकरण:

1. तराजू: बारीक और मोटे कुल मिलाकर के लिए 0.5 ग्राम की न्यूनतम गणना क्षमता वाला।
2. दो सेट चालनी: बारीक और मोटे कुल मिलाकर के लिए।

तालिका I में दी गई आकार की चालनी, जो IS: 460-1962 के अनुरूप हो।

तालिका 1 छलनी प्रकार एवं माप:

प्रकार	छलनी माप
वर्गाकार छिद्र, छिद्रित प्लेट	80 मिमी, 63 मिमी, 50 मिमी, 40 मिमी, 31.5 मिमी, 25 मिमी, 20 मिमी, 12.5 मिमी, 10 मिमी, 6.3 मिमी, 4.75 मिमी
महीन जाली, तार कपड़ा	3.35 मिमी, 2.36 मिमी, 1.18 मिमी, 600 माइक्रोन, 150 माइक्रोन, 75 माइक्रोन

प्रयोग की प्रक्रिया:

1. प्रत्येक छलनी का खाली भार मापें और रिकॉर्ड करें।
2. छलनियों को बड़े छिद्र से छोटे छिद्र के क्रम में जमाएँ और नमूना शीर्ष छलनी पर डालें।
3. छलनियों को यांत्रिक शेकिंग मशीन पर 10 मिनट तक हिलाएँ।
4. सावधानीपूर्वक छलनियों को खोलें ताकि सामग्री का कोई नुकसान न हो।
5. प्रत्येक छलनी में बची सामग्री का भार मापें और रिकॉर्ड करें।
6. आंकड़ों को सारणीबद्ध करें।

7. सुनिश्चित करें कि शेष भार का योग मूल नमूने के भार के 1% से अधिक भिन्न न हो।
8. एग्रीगेट का कोई कण छलनी से जबरदस्ती नहीं निकाला जाना चाहिए।

परीक्षण के लिए आवश्यक न्यूनतम भार:

अधिकतम आकार (मिमी)	न्यूनतम भार (ग्राम)
63	100
50	100
40	50
25	50
20	25
16	25
12.5	12
10	6
6	3

पर्यवेक्षण (Observation):

कुल भार (Weight) का मापन:

1. मोटे एग्रीगेट (Coarse Aggregate) के लिए - _____ ग्राम
2. सूक्ष्म एग्रीगेट (Fine Aggregate) के लिए - _____ ग्राम

महीन एग्रीगेट के लिए

IS छलनी माप (मिमी)	प्रत्येक छलनी में रुका भार (ग्राम)	प्रतिशत रुका भार	संचयी प्रतिशत रुका भार	प्रतिशत महीनता	टिप्पणी
4.75					
2.36					
1.18					
0.60					
0.30					
0.15					
0.075					

मोटे एग्रीगेट के लिए:

IS छलनी माप (मिमी)	प्रत्येक छलनी में रुका भार (ग्राम)	प्रतिशत रुका भार	संचयी प्रतिशत रुका भार	प्रतिशत महीनता	टिप्पणी
80					
40					
20					
10					
4.75					

यांत्रिक छलनी झटका मशीन

गणना:

1. प्रतिशत महीनता = 100% - संचयी प्रतिशत रुका भार
2. महीनता मापांक (Fineness Modulus - F.M.) की गणना इस प्रकार करें:

$$F.M. = \frac{\Sigma \text{संचयीरुकाप्रतिशत}}{100}$$

EXPERIMENT-1

Objective: To Perform sieve analysis of fine aggregate and coarse aggregate required for mix design of concrete as per IS: 383-2016 & IS: 2386(I)-1963

Need of Experiment: The sieve analysis is widely used in classification of aggregate such as coarse aggregate, fine aggregate.

Theory: The aggregate most of which passes IS 4.75mm sieve is classified as fine aggregate and retained on 4.75mm sieve is classified as coarse aggregate can be obtained.

Fineness Modulus is a term indicating the coarseness or fitness of the material. It is obtained by adding the cumulative property percentages of aggregate retained on each of the sieve and dividing them by 100

Apparatus:

1. Balance: least count of 0.5 gm for fine and coarse aggregate aggregate
2. Two sets of sieve - For fine and coarse aggregate

Sieves of the sizes given in Table I, conforming to IS: 460-1962

Type	Sieve designation
Square hole, perforated plate	80mm, 63mm, 50mm, 40mm, 31.5mm, 25mm, 20mm, 12.5mm, 10mm, 6.3mm, 4.75mm
Fine mesh, wire cloth	3.35mm, 2.36mm, 1.18mm, 600micron, 150micron, 75micron

Procedure:

1. Determine the empty weight for each sieve and record.
2. Nest the sieve in order of decreasing size of opening from top to bottom place the sample on the top sieve.
3. Agitate (shake) the sieve by placing the set on the mechanical shaker for 10min.
4. Open the set of sieve carefully so that no loosing of materials is expected.
5. Weigh each sieve with the residue record its weight.
6. Tabulate your data in suitable shape.
7. Make sure that the summation of the residue weights equals to the original sample weight with a difference not more than 1% of the original weight.
8. No particle of aggregate sample shall be pushed through the sieves

Minimum weight dispatched for testing on the basis of maximum size present in substantial proportion

Maximum size present in substantial proportion	Minimum weight dispatched for testing
63	100
50	100
40	50
25	50
20	25
16	25
12.5	12
10	6
6	3

Observation:

Weight of aggregate sample:

1. For coarse aggregate-
2. For fine aggregate-

For Fine Aggregate -

I.S sieve size in mm	**Wt. Retained in each sieve (gm)**	**Percentage on each sieve**	**Cumulative %age retained on each sieve**	**% finer**	**Remarks**
4.75					
2.36					
1.18					
0.60					
0.30					
0.15					
0.075					

For Coarse Aggregate -

I.S sieve number or size in mm	Wt. Retained in each sieve (gm)	Percentage on each sieve	Cumulative %age retained on each sieve	% finer	Remarks
80					
40					
20					
10					
4.75					

Mechanical Sieve Shaker

Calculation:

1. Percentage finer = 100% - Cumulative Percentage retained
2. Fineness Modulus for fine aggregate can be determined as: -

   F.M. = Σ cumulative residue percentage/100

प्रयोग- 2

उद्देश्य:
सूक्ष्म और मोटे एग्रीगेट के विशिष्ट गुरुत्व को निर्धारित करना।

परिभाषा:
विशिष्ट गुरुत्व (G) को किसी पदार्थ के घनत्व और एक संदर्भ पदार्थ (मानक पदार्थ) के घनत्व के अनुपात के रूप में परिभाषित किया जाता है।

उपकरण:

- 50 मि.ली. क्षमता वाला पिकनोमीटर, जिसमें कैपिलरी छिद्र के साथ स्टॉपर हो।
- सामग्री को तौलने के लिए तराजू (10 ग्राम की सटीकता के साथ)।
- तार की टोकरी, ट्रे।
- आसुत जल से भरी वॉश बोतल।
- अल्कोहल और ईथर।

मोटे एग्रीगेट के लिए

प्रक्रिया:

1. 2 किलोग्राम से बड़े आकार के 10 मिमी से अधिक के एग्रीगेट का नमूना लें।
2. महीन कणों और धूल को हटाने के लिए नमूने को अच्छी तरह से धो लें।
3. नमूने को तार की टोकरी में रखें और इसे 22°C से 32°C तापमान के आसुत जल में कम से कम 5 सेमी की गहराई तक डुबो दें।
4. फंसी हुई हवा को हटाने के लिए टोकरी को टैंक के आधार से 25 मिमी ऊपर उठाएं और प्रति सेकंड छोड़ें, यह सुनिश्चित करते हुए कि नमूना पूरी तरह से जल में डूबा रहे।
5. 22°C-32°C तापमान पर पानी में नमूने का वजन **W1** नोट करें।
6. टोकरी और एग्रीगेट को पानी से निकालें और कुछ मिनटों के लिए पानी को निथरने दें।
7. एग्रीगेट को टोकरी से निकालकर एक उथली ट्रे में डालें।
8. खाली टोकरी को पानी में डुबोएं, इसे 25 बार झटका दें और फिर पानी में इसका वजन **W2** नोट करें।
9. एग्रीगेट को 100°C से 110°C तापमान पर 24±0.5 घंटे के लिए ओवन में सुखाएं।
10. इसे ओवन से निकालें, ठंडा करें और इसका वजन **W3** नोट करें।

गणना:
प्रकट विशिष्ट गुरुत्व= $\frac{W_3}{[W_3-(W_1-W_2)]}$

परिणाम:
दिए गए मोटे एग्रीगेट का विशिष्ट गुरुत्व = _____

सूक्ष्म एग्रीगेट के लिए

प्रक्रिया:

1. लगभग 500 ग्राम नमूना लें और इसे पिकनोमीटर में रखें।
2. इसे पूरी तरह से भरने के लिए उसमें आसुत जल डालें।
3. पिकनोमीटर को उसके किनारे पर घुमाकर फंसी हुई हवा निकालें, शंकु के शीर्ष छिद्र को उंगली से ढकें।
4. पिकनोमीटर की बाहरी सतह को पोंछकर इसका वजन करें (**W**)।
5. पिकनोमीटर की सामग्री को ट्रे में स्थानांतरित करें, यह सुनिश्चित करते हुए कि सभी एग्रीगेट पूरी तरह से स्थानांतरित हो जाएं।
6. पिकनोमीटर को पुनः उसी स्तर तक आसुत जल से भरें और इसका वजन **W1** नोट करें।
7. नमूने से पानी को फ़िल्टर पेपर के माध्यम से निकालें।
8. नमूने को 100°C से 110°C तापमान पर 24±0.5 घंटे के लिए ओवन में रखें, और इसे समय-समय पर हिलाएं ताकि सूखने की प्रक्रिया तेज हो।
9. नमूने को ठंडा करें और इसका वजन (**W2**) नोट करें।

गणना:
प्रकट विशिष्ट गुरुत्व= $\frac{W_3}{[W_3-(W_1-W_2)]}$

परिणाम:
सूक्ष्म एग्रीगेट का विशिष्ट गुरुत्व = _____

सुझाए गए मान:
सड़क निर्माण में आमतौर पर प्रयुक्त एग्रीगेट का विशिष्ट गुरुत्व लगभग 2.5 से 3.0 के बीच होता है, जिसका औसत लगभग 2.68 माना जाता है।

EXPERIMENT- 2

Objective: To determine the specific gravity of fine aggregate & coarse aggregate.

Definition: Specific gravity G is defined as the ratio of the density of a substance to the density of a reference substance (standard substance).

Apparatus:

1. Pycnometer of 50 ml with stopper having capillary hole.
2. Balance to weigh the materials (accuracy 10gm).
3. Wire basket, tray
4. Wash bottle with distilled water.
5. Alcohol and ether.

For coarse aggregate

Procedure:

1. Take 2 kg of aggregate sample larger than 10mm.
2. Wash the sample thoroughly to remove finer particle and dust.
3. Place the sample in a wire basket and immerse it in distilled water at a temperature between 22°C and 32°C with a cover of at least 5 cm of water above the top of the basket.
4. Remove the entrapped air by lifting the basket containing the sample 25 mm above the base of the tank and allowing it to drop per second, care being taken to see that the sample is completely immersed in water during the operation.
5. With the sample in water at a temper of 22°C-32°C (w_1).
6. Remove the basket and aggregate from water and allow to drain for a few minutes.
7. Empty the aggregate from the basket to a shallow tray.
8. Immerse the empty basket in water jolt 25 times & than the weight in water (w_2).
9. Place the aggregates in oven at a temperature of 100°C to 110°C for 24±0.5 hours.
10. Remove it from the oven and cool it and find the weight (w_3).

Calculations:

$$\text{Apparent Specific Gravity} = \frac{\text{Weight of a substance}}{\text{weight of an equal volume of water}} = \frac{W_3}{[W_3 - (W_1 - W_2)]}$$

Result:

specific gravity of given coarse aggregate= ……..

For fine aggregate

Procedure:

1. Take about 500gm of sample and place it in the pycnometer.
2. Pour distilled water into it until it is full.

3. Eliminate the entrapped air by rotating the pycnometer on its side, the hole in the apex of the cone being covered with a finger.
4. Wipe out the outer surface of pycnometer and weigh it (W)
5. Transfer the contents of the pycnometer into a tray, care being taken to ensure that all the aggregate is transferred.
6. Refill the pycnometer with distilled water to the same level.
7. Find out the weight (W_1)
8. drink water from the sample through a filter paper
9. Place the sample in oven in a tray at a temperature of 100ºC to 110º C for 24±0.5 hours, during which period, it is stirred occasionally to facilitate drying.
10. Cool the sample and weigh it (W_2)

Calculation:

$$\text{Apparent specific gravity} = \frac{\text{weight of dry sample}}{\text{weight of equal volume of water}} = \frac{W_2}{W_2 - (W - W_2)}$$

Result:

Specific gravity of fine aggregate =……

Recommended value: The specific gravity of aggregates normally used in road construction ranges from about 2.5 to 3.0 with an average of about 2.68.

प्रयोग- 3

उद्देश्य:

IS: 2386 (भाग III) - 1963 के अनुसार सूक्ष्म और मोटे एग्रीगेट की जल अवशोषण क्षमता निर्धारित करना।

उपकरण:

- लगभग 3 किलोग्राम क्षमता वाला तराजू, जो 0.5 ग्राम तक सटीक वजन माप सके और ऐसा हो कि इसमें नमूना कंटेनर को पानी में निलंबित अवस्था में तौलने की सुविधा हो।
- 100-110° C तापमान बनाए रखने के लिए थर्मोस्टेटिक नियंत्रित ओवन।
- अधिकतम 6.3 मिमी जाली वाली तार की टोकरी या एक छिद्रित कंटेनर, जिसे तराजू से लटकाने के लिए पतले तार के हुक लगे हों।
- पानी भरने और टोकरी को लटकाने के लिए एक कंटेनर।
- टोकरी के समान क्षमता वाला एक एयर टाइट कंटेनर।
- एक उथली ट्रे और दो अवशोषक कपड़े, प्रत्येक कम से कम 75×45 सेमी।

प्रक्रिया:

1. लगभग 2 किलोग्राम एग्रीगेट नमूने को महीन कणों को हटाने के लिए अच्छी तरह धो लें, निथारें और तार की टोकरी में रखें। इसे 22-32˚C तापमान वाले आसुत जल में कम से कम 5 सेमी पानी की गहराई में डुबो दें।
2. तुरंत जलमग्न करने के बाद, टोकरी को टैंक के आधार से 25 मिमी ऊपर उठाकर छोड़ते हुए, प्रति सेकंड एक बार छोड़ने की गति से फंसी हुई हवा को हटाएं। इसके बाद, टोकरी और एग्रीगेट को पूरी तरह से पानी में 24 घंटे के लिए डूबा रहने दें।
3. टोकरी और नमूने को पानी में निलंबित अवस्था में रखते हुए 22°–32°C तापमान पर तौला जाता है।
4. एग्रीगेट को अवशोषक कपड़े पर रखा जाता है और तब तक सतही रूप से सुखाया जाता है जब तक कि कपड़े द्वारा और नमी नहीं हटाई जा सके। इसके बाद, इसे दूसरी सूखी चादर पर एक समान परत में फैलाकर कम से कम 10 मिनट तक सुखाया जाता है जब तक कि यह पूरी तरह से सतही रूप से सूख न जाए। फिर सतही सूखे एग्रीगेट को तौला जाता है, जिसे **W1 (ग्राम)** माना जाता है।
5. एग्रीगेट को उथली ट्रे में रखकर 110°C तापमान पर 24 घंटे के लिए ओवन में रखा जाता है। इसके बाद, इसे ओवन से निकालकर एक एयर टाइट कंटेनर में ठंडा किया जाता है और फिर तौला जाता है, जिसका वजन **W2 (ग्राम)** माना जाता है।

अवलोकन:

- संतृप्त सतह सूखे एग्रीगेट का वायु में भार = **W1** (ग्राम)
-
- ओवन में सूखे एग्रीगेट का भार = **W2** (ग्राम)

गणना:

$$\text{जल अवशोषण} = \left(\frac{W_1 - W_2}{W_2}\right) \text{X } 100$$

परिणाम:

एग्रीगेट का जल अवशोषण = _____

EXPERIMENT-3

Objective: To determine water absorption of fine and coarse aggregate as IS: 2386(Part III) - 1963

Apparatus:

1. A balance of capacity about 3kg, to weigh accurate 0.5g, and of such a type and shape as to permit weighing of the sample container when suspended in water.
2. A thermostatically controlled oven to maintain temperature at 100-110° C.
3. A wire basket of not more than 6.3 mm mesh or a perforated container of convenient size with thin wire hangers for suspending it from the balance.
4. A container for filling water and suspending the basket
5. An air tight container of capacity similar to that of the basket
6. A shallow tray and two absorbent clothes, each not less than 75x45cm.

Procedure:

1. About 2 kg of aggregate sample is washed thoroughly to remove fines, drained and placed in wire basket and immersed in distilled water at a temperature between 22-32˚C and a cover of at least 5cm of water above the top of basket.
2. Immediately after immersion the entrapped air is removed from the sample by lifting the basket containing it 25 mm above the base of the tank and allowing it to drop at the rate of about one drop per second. The basket and aggregate should remain completely immersed in water for a period of 24 hour afterwards.
3. The basket and the sample are weighed while suspended in water at a temperature of 22°–32°C.
4. The aggregates placed on the absorbent clothes are surface dried till no further moisture could be removed by this cloth. Then the aggregates are transferred to the second dry cloth spread in single layer and allowed to dry for at least 10 minutes until the aggregates are completely surface dry. The surface dried aggregate is then weighed =W_1 g.
5. The aggregate is placed in a shallow tray and kept in an oven maintained at a temperature of 110° C for 24 hrs. It is then removed from the oven, cooled in an air tight container and weighted=w_2g

Observation:

Weight of saturated surface dry aggregate in air =W_1

Weight of oven dry aggregate = W_2 g

$$\text{Water Absorption} = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \text{X } 100$$

Result:

Water Absorption of aggregates =……

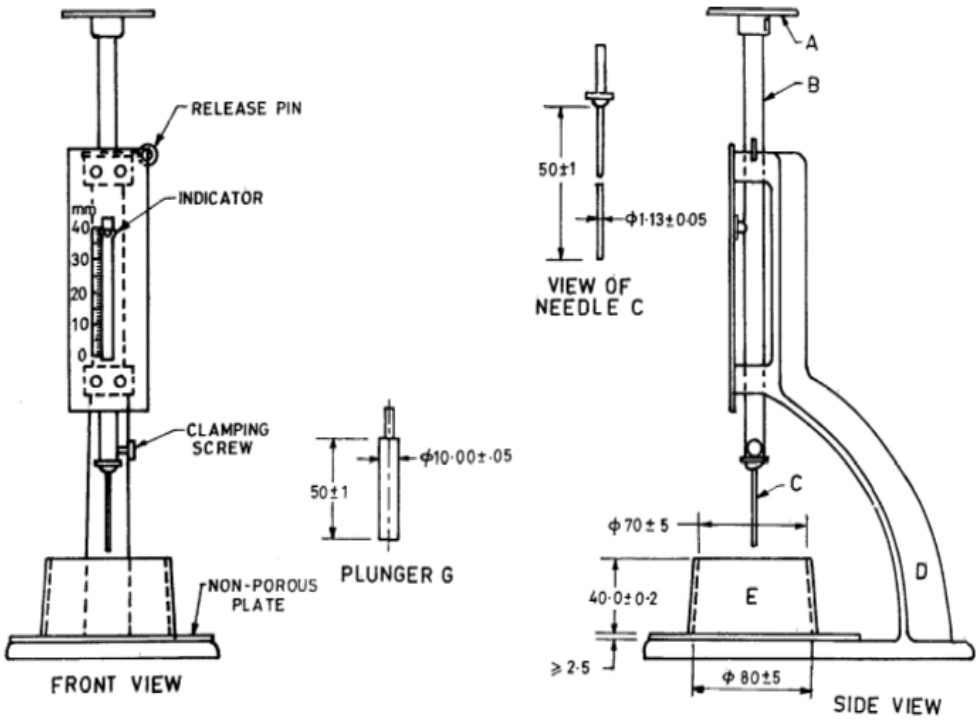
प्रयोग – 4

उद्देश्य: सीमेंट की मानक सान्द्रता (Standard Consistency) का निर्धारण करना।

संदर्भ: IS:4031 (भाग 4)-1988, IS: 5513-1976

सिद्धांत: प्रारंभिक सेटिंग समय, अंतिम सेटिंग समय, ध्वनिता (soundness) और मजबूती जानने के लिए सीमेंट का मानक सान्द्रता एक आवश्यक मानदंड है। सीमेंट पेस्ट की मानक सान्द्रता को इस प्रकार परिभाषित किया गया है कि यह ऐसी सान्द्रता होगी जिसमें विकैट उपकरण (Vicat Apparatus) का 10 मिमी व्यास और 50 मिमी लंबा पिस्टन साँचे के तल से 5 से 7 मिमी गहराई तक प्रवेश कर सके|

उपकरण: विकैट उपकरण (IS: 5513-1976 के अनुसार) जैसा कि नीचे चित्र में दर्शाया गया है, तराजू, गॉजिंग ट्रॉवेल, स्टॉप वॉच आदि।



All dimensions in millimetres.

FIG. 1 VICAT APPARATUS (*Continued*)

मानक वजन: वजन करने में प्रयुक्त भारों की स्वीकार्य विचलनता (Permissible Variation) तालिका 1 में दी गई है:

वजन (ग्राम)	उपयोग में वजन पर स्वीकार्य विचलन (±)
500	0.35
300	0.30
250	0.25
200	0.20
100	0.15
50	0.10
20	0.05
10	0.04
5	0.03
2	0.02
1	0.01

प्रक्रिया:

1. सीमेंट पेस्ट की मानक सान्द्रता वह सान्द्रता होती है जिसमें विकैट पिस्टन साँचे के तल से 5 से 7 मिमी की गहराई तक प्रवेश करता है।
2. सबसे पहले लगभग 300 ग्राम सीमेंट को एक ट्रे में लिया जाता है और उसमें सीमेंट के वजन के ज्ञात प्रतिशत पानी (जैसे कि 26%) मिलाया जाता है। इसके बाद हर बार 2% की वृद्धि करते हुए यह प्रक्रिया दोहराई जाती है जब तक सामान्य सान्द्रता प्राप्त नहीं हो जाती।
3. 300 ग्राम सीमेंट के साथ एक निश्चित मात्रा में पीने योग्य या डिस्टिल्ड पानी मिलाकर पेस्ट तैयार करें। ध्यान रहे कि मिलाने का समय 3 मिनट से कम और 5 मिनट से अधिक न हो। पानी मिलाने के समय से लेकर साँचा भरने की शुरुआत तक का समय ही "गॉजिंग टाइम" माना जाएगा।
4. विकैट साँचे (E) को इस पेस्ट से भरें, जो कि एक अपारदर्शी प्लेट पर रखा गया हो। साँचा पूरी तरह भरने के बाद उसकी सतह को समतल करें ताकि वह साँचे के ऊपरी भाग के समांतर हो जाए। हवा निकालने के लिए साँचे को थोड़ा हिलाया जा सकता है।
5. परीक्षण ब्लॉक को अपारदर्शी प्लेट सहित पिस्टन के नीचे रखें। पिस्टन को धीरे-धीरे सतह पर रखें और तुरंत छोड़ दें ताकि वह पेस्ट में प्रवेश कर सके। यह क्रिया साँचा भरने के तुरंत बाद की जानी चाहिए।
6. विभिन्न प्रतिशत पानी के साथ परीक्षण पेस्ट तैयार करें और ऊपर वर्णित विधि अनुसार जांच करें जब तक मानक सान्द्रता (चरण 1 में परिभाषित) प्राप्त न हो जाए।

प्रेक्षण :

क्रम संख्या	सीमेंट का वजन (ग्राम) (a)	पानी का वजन (ग्राम) (b)	पिस्टन का प्रवेश (mm)	लिया गया समय	सीमेंट की सान्द्रता $(\frac{b}{a} \times 100)$
1					
2					
3					
4					

निष्कर्ष: दिए गए सीमेंट नमूने की सामान्य सान्द्रता है।_ _ _ _ %

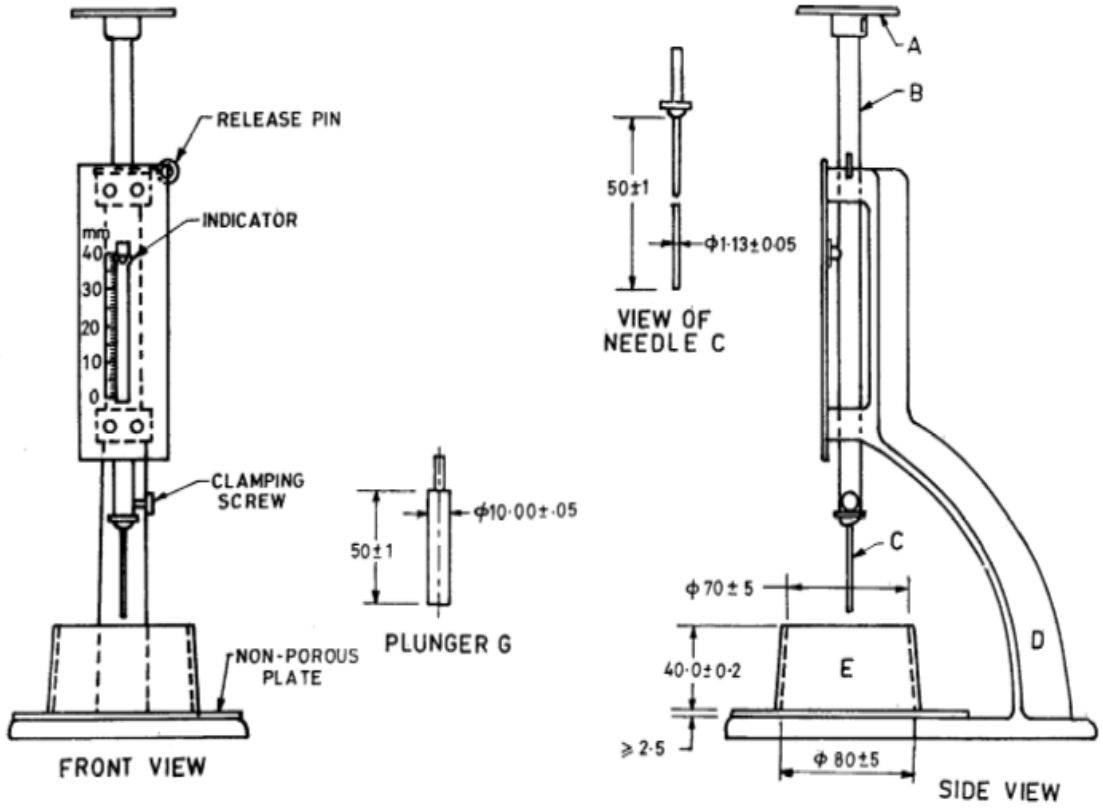
EXPERIMENT- 4

Objective: To determine the standard consistency of cement.

Reference: IS: 4031 (Part 4) - 1988, IS: 5513-1976,

Theory: For finding out initial setting time, final setting time and soundness of cement, and strength a parameter known as standard consistency has to be used. The standard consistency of a cement paste is defined as that consistency which will permit a Vicat plunger having 10 mm diameter and 50 mm length to penetrate to a depth of 5-7 mm from the bottom of the mould.

Apparatus: Vicat apparatus conforming to IS: 5513-1976 as shown in fig below, Balance, Gauging Trowel, Stop Watch, etc.



All dimensions in millimetres.

FIG. 1 VICAT APPARATUS (*Continued*)

Standard Weights - The permissible variation on weights in use in weighing the cement shall be as prescribed in Table 1

Weight (g)	Permissible variation on weight in use(±)
500	0.35
300	0.30
250	0.25
200	0.20
100	0.15
50	0.10
20	0.05
10	0.04
5	0.03
2	0.02
1	0.01

Procedure:

1. The standard consistency of a cement paste is defined as that consistency which will permit the Vicat plunger to penetrate to a point 5 to 7 mm from the bottom of the Vicat mould
2. Initially a cement sample of about 300 g is taken in a tray and is mixed with a known percentage of water by weight of cement, say starting from 26% and then it is increased by every 2% until the normal consistency is achieved.
3. Prepare a paste of 300 g of Cement with a weighed quantity of potable or distilled water, taking care that the time of gauging is not less than 3 minutes, nor more than 5 min, and the gauging shall be completed before any sign of setting occurs. The gauging time shall be counted from the time of adding water to the dry cement until commencing to fill the mould.
4. Fill the Vicat mould (E) with this paste, the mould resting upon a non-porous plate. After completely filling the mould, smoothen the surface of the paste, making it level with the top of the mould. The mould may be slightly shaken to expel the air.
5. Place the test block in the mould, together with the non-porous resting plate, under the rod bearing the plunger; lower the plunger gently to touch the surface of the test block, and quickly release, allowing it to sink into the paste. This operation shall be carried out immediately after filling the mould.
6. Prepare trial pastes with varying percentages of water and test as described above until the amount of water necessary for making up the standard consistency as defined in Step 1 is found.

Observation:

S. No.	Weight of cement (gm) (a)	Weight of water (gm) (b)	Plunger penetration (mm)	Time Taken	Consistency of cement in % by weight $\frac{b}{a} \times 100$
1					
2					
3					
4					

Conclusion: The normal consistency of a given sample of cement is _ _ _ _ %

प्रयोग – 5

उद्देश्य: सीमेंट के प्रारंभिक एवं अंतिम सेटिंग समय का निर्धारण करना।

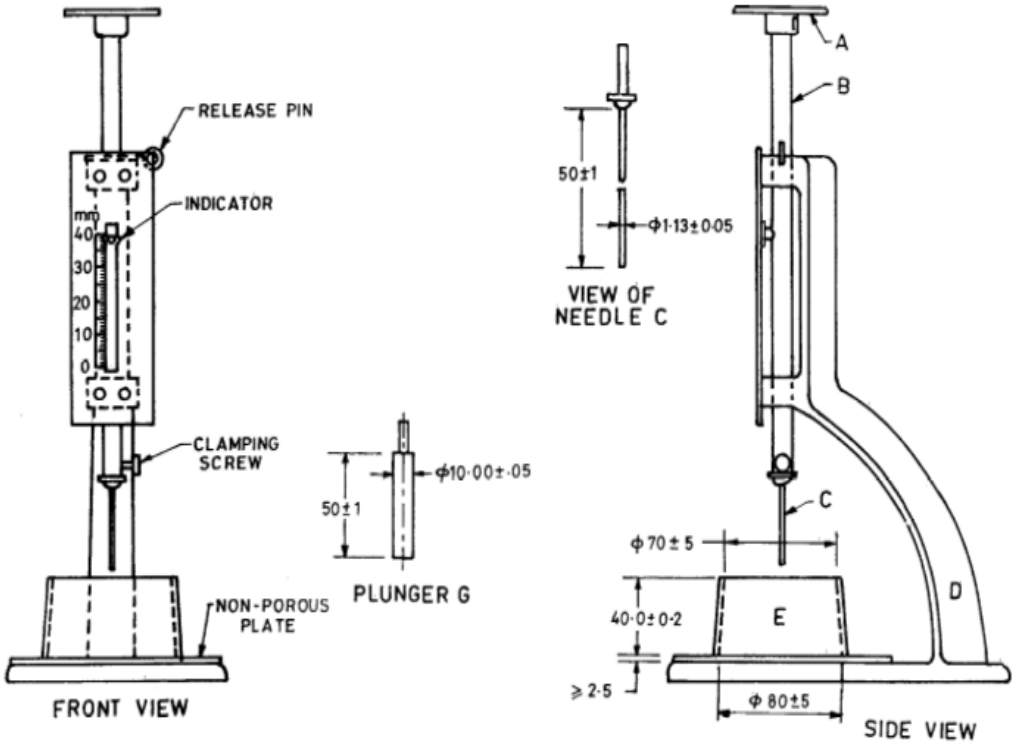
संदर्भ: IS: 4031 (भाग-4)-1988, IS: 4031 (भाग-5)-1988, IS: 5513-1976

सिद्धांत: सुविधा की दृष्टि से, प्रारंभिक सेटिंग समय को उस समय अंतराल के रूप में परिभाषित किया जाता है जब सीमेंट में पानी मिलाया जाता है और जब पेस्ट ने अपनी प्लास्टिसिटी (प्लास्टिक प्रवृत्ति) खोनी शुरू कर दी हो। अंतिम सेटिंग समय वह समय होता है जो सीमेंट में पानी मिलाने के समय से लेकर उस समय तक होता है जब पेस्ट ने पूरी तरह से अपनी प्लास्टिसिटी खो दी हो और इतनी कठोरता प्राप्त कर ली हो कि वह एक निश्चित दबाव का प्रतिरोध कर सके।

उपकरण: विकैट उपकरण (IS: 5513-1976 के अनुसार), तराजू, गॉजिंग ट्रॉवेल, स्टॉप वॉच।

प्रक्रिया:

1. परीक्षण ब्लॉक की तैयारी – 300 ग्राम सीमेंट लेकर उसमें उसकी मानक सान्द्रता के लिए आवश्यक पानी की मात्रा का 0.85 गुणा मिलाकर एक गाढ़ा पेस्ट तैयार करें। इस पेस्ट को बनाने के लिए पीने योग्य या डिस्टिल्ड पानी का प्रयोग करें।
2. जैसे ही पानी सीमेंट में मिलाया जाए, तुरंत स्टॉप वॉच चालू करें। विकैट साँचे को इस पेस्ट से भरें जो एक अपारदर्शी प्लेट पर रखा हो। साँचे को पूरी तरह भरकर उसकी सतह को समतल करें ताकि वह साँचे के ऊपरी स्तर तक आ जाए।
3. साँचा भरने के तुरंत बाद परीक्षण ब्लॉक को नम वातावरण (moist closet) या नम कमरे में रखें और केवल परीक्षण करते समय ही बाहर निकालें।
4. प्रारंभिक सेटिंग समय का निर्धारण – परीक्षण ब्लॉक को साँचे में अपारदर्शी प्लेट के साथ विकैट उपकरण के नीचे रखें। सूई (C) को धीरे-धीरे सतह पर स्पर्श कराएं और फिर छोड़ दें ताकि वह ब्लॉक में प्रवेश कर सके।
5. यह प्रक्रिया तब तक दोहराएं जब तक सूई ब्लॉक को 5.0 ± 0.5 मिमी से अधिक गहराई तक न भेद सके। यही समय प्रारंभिक सेटिंग समय माना जाएगा।
6. अंतिम सेटिंग समय का निर्धारण – विकैट उपकरण की सूई (C) को रिंग (F) अटैचमेंट वाली सूई से बदलें।
7. सीमेंट को तब "अंतिम रूप से सेट" माना जाएगा जब सूई ब्लॉक की सतह पर निशान बनाए लेकिन रिंग अटैचमेंट कोई प्रभाव न डाले।
8. पानी मिलाने से लेकर उस समय तक का समय जब सूई सतह पर निशान बनाए और रिंग अटैचमेंट नहीं — यही अंतिम सेटिंग समय होगा।



All dimensions in millimetres.

FIG. 1 VICAT APPARATUS (*Continued*)

प्रेक्षण:

1. दिए गए सीमेंट नमूने का वजन = 300 ग्राम
2. सीमेंट की मानक सान्द्रता = ___ %
3. परीक्षण ब्लॉक तैयार करने हेतु डाली गई पानी की मात्रा (मानक सान्द्रता का 0.85 गुना) = ___ मि.ली.

क्रम संख्या.	प्रारंभिक सेटिंग समय (सेकंड)	प्रारंभिक सेटिंग समय (सेकंड)	प्रवेश (मिमी)
1			
2			
3			

निष्कर्ष:

1. दिए गए सीमेंट नमूने का प्रारंभिक सेटिंग समय पाया गया = ……
2. दिए गए सीमेंट नमूने का अंतिम सेटिंग समय पाया गया = ……
3. दिए गए सीमेंट नमूने की दाब प्रतिरोधक क्षमता (Compressive Strength) पाई गई =……..

EXPERIMENT - 5

Objective: To determine the initial and final setting time of cement.

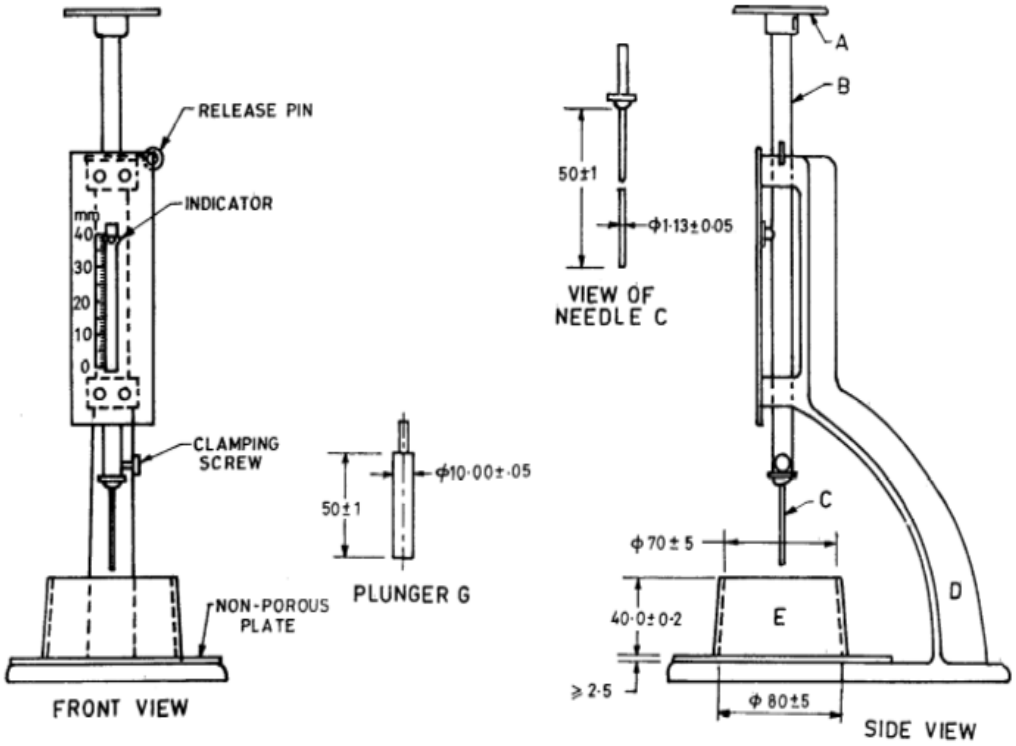
Reference: IS: 4031 (Part-4)-1988, IS: 4031 (Part-5)-1988, IS: 5513-1976,

Theory: For convenience, initial setting time is regarded as the time elapsed between the moments that the water is added to the cement, to the time that the paste starts losing its plasticity. The final setting time is the time elapsed between the moment the water is added to the cement, and the time when the paste has completely lost its plasticity and has attained sufficient firmness to resist certain definite pressure.

Apparatus: Vicat apparatus conforming to IS: 5513-1976, Balance, Gauging Trowel, Stop Watch.

Procedure:

1. Preparation of Test Block - Prepare a neat 300gm cement paste by gauging the cement with 0.85 times the water required to give a paste of standard consistency. Potable or distilled water shall be used in preparing the paste.
2. Start a stop-watch at the instant when water is added to the cement. Fill the Vicat mould with a cement paste gauged as above, the mould resting on a nonporous plate. Fill the mould completely and smooth off the surface of the paste making it level with the top of the mould.
3. Immediately after moulding, place the test block in the moist closet or moist room and allow it to remain there except when determinations of time of setting are being made.
4. Determination of Initial Setting Time - Place the test block confined in the mould and resting on the non-porous plate, under the rod bearing the needle (C); lower the needle gently until it comes in contact with the surface of the test block and quickly release, allowing it to penetrate into the test block
5. Repeat this procedure until the needle, when brought in contact with the test block and released as described above, fails to pierce the block beyond 5.0 ± 0.5 mm measured from the bottom of the mould shall be the initial setting time.
6. Determination of Final Setting Time - Replace the needle (C) of the Vicat apparatus by the needle with an annular attachment (F).
7. The cement shall be considered as finally set when, upon applying the needle gently to the surface of the test block, the needle makes an impression thereon, while the attachment fails to do so.
8. The period elapsing between the time when water is added to the cement and the time at which the needle makes an impression on the surface of test block while the attachment fails to do so shall be the final setting time.



All dimensions in millimetres.

FIG. 1 VICAT APPARATUS (*Continued*)

Observation:

1. Weight of given sample of cement is 300gm
2. The normal consistency of a given sample of cement is _ _ _ _ %
3. Volume of water addend (0.85 times the water required to give a paste of standard consistency) for preparation of test block _ _ _ _ ml

S. No.	Initial Setting Time (Sec)	Final Setting Time (Sec)	Penetration (mm)
1			
2			
3			

Conclusion:

4. The initial setting time of the cement sample is found to be …..
5. The final setting time of the cement sample is found to be …..
6. Compressive Strength of given cement sample is found to be …..

प्रयोग- 6

उद्देश्य:
सीमेंट की संपीड़न शक्ति (Compressive Strength) का निर्धारण करना।

संदर्भ:
IS: 4031 (भाग-6)-1988, IS: 10080-1982, IS: 650-1966, IS: 269-2015

सिद्धांत:
ठोस सीमेंट की संपीड़न शक्ति इसकी सबसे महत्वपूर्ण विशेषता होती है। इसलिए, किसी भी महत्वपूर्ण निर्माण कार्य में उपयोग करने से पहले सीमेंट की मजबूती का प्रयोगशाला में परीक्षण किया जाता है। शक्ति परीक्षण केवल शुद्ध सीमेंट पेस्ट पर नहीं किया जाता क्योंकि इसमें अत्यधिक संकुचन और दरारें आने की संभावना होती है।

उपकरण: मानक रेत (IS: 650-1966 के अनुसार) ,वाइब्रेशन मशीन,पोकींग रॉड,70.6 मिमी आकार का क्यूब मोल्ड (IS: 10080-1982 के अनुसार), इलेक्ट्रॉनिक बैलेंस , गेजिंग ट्रॉवेल , स्टॉप वॉच , ग्रेजुएटेड ग्लास सिलेंडर

मानक रेत:

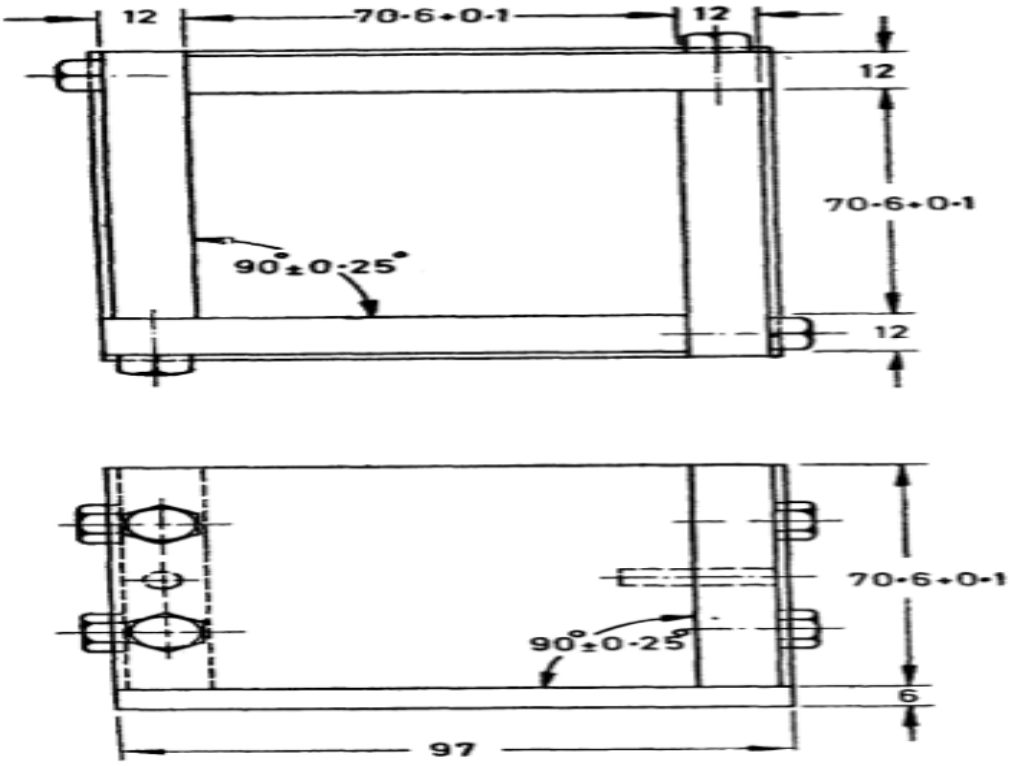
मानक रेत क्वार्ट्ज से बनी होनी चाहिए और इसका रंग हल्का ग्रे या सफेद होना चाहिए। यह गाद (silt) से मुक्त होनी चाहिए। रेत के कण कोणीय होने चाहिए और उनके आकार अधिकतम संभव हद तक गोलाकार होने चाहिए, जबकि लंबे और चपटे कण बहुत कम या नगण्य मात्रा में मौजूद होने चाहिए। मानक रेत 2 मिमी आईएस चालनी से 100% गुजरनी चाहिए और 90 माइक्रोन आईएस चालनी पर 100% रुकी होनी चाहिए। कण आकार वितरण के अनुसार, 2 मिमी से छोटे और 1 मिमी से बड़े कण 33.33% होने चाहिए, 1 मिमी से छोटे और 500 माइक्रोन से बड़े कण 33.33% होने चाहिए, तथा 500 माइक्रोन से छोटे लेकिन 90 माइक्रोन से बड़े कण 33.33% होने चाहिए।

कण आकार वितरण:

कण आकार	प्रतिशत
2 मिमी से छोटे और 1 मिमी से बड़े	33.33
1 मिमी से छोटे और 500 माइक्रोन से बड़े	33.33
500 माइक्रोन से छोटे लेकिन 90 माइक्रोन से बड़े	33.33

प्रक्रिया:

1. परीक्षण नमूनों की तैयारी: मिश्रण के लिए सभी उपकरण साफ़ होने चाहिए और पानी तथा परीक्षण कक्ष का तापमान 27 ± 2°C होना चाहिए। घन बनाने के लिए पीने योग्य या आसुत जल का उपयोग किया जाना चाहिए।
2. प्रत्येक घन (क्यूब) का मिश्रण अलग से तैयार किया जाना चाहिए। सीमेंट, मानक रेत और पानी की मात्रा निम्नानुसार होगी:
   सीमेंट: 200 ग्राम ,मानक रेत: 600 ग्राम ,
   पानी: (P/4 +3.0) प्रतिशत (जहां P वह प्रतिशत है जो मानक स्थिरता के लिए आवश्यक पानी की मात्रा को दर्शाता है, जैसा कि प्रयोग 1(d) में निर्धारित किया गया है)।



3. मिश्रण प्रक्रिया: एक अपारदर्शी प्लेट पर सीमेंट और मानक रेत को मिलाएं। इसे ट्रॉवेल से एक मिनट तक सूखा मिलाएं और फिर पानी मिलाएं जब तक मिश्रण समान रंग का न हो जाए। पानी की मात्रा चरण 2 में निर्दिष्ट अनुसार होनी चाहिए। मिश्रण का समय कम से कम 3 मिनट होना चाहिए, और यदि एक समान रंग प्राप्त करने में 4 मिनट से अधिक समय लगता है, तो मिश्रण को अस्वीकार कर देना चाहिए और नई सामग्री के साथ प्रक्रिया दोहरानी चाहिए।
4. मोल्डिंग प्रक्रिया: उपयोग के लिए मोल्ड को तैयार करते समय, इसके आंतरिक भाग पर एक पतली परत वाले मोल्ड ऑयल का लेप करें।
5. वाइब्रेशन मशीन पर मोल्ड रखना: तैयार मोल्ड को वाइब्रेशन मशीन की मेज पर रखें और एक उचित क्लैंप का उपयोग करके इसे मजबूती से जकड़ें। मोल्ड के शीर्ष पर एक उचित आकार और

रूप का हॉपर संलग्न करें जिससे इसे भरने में आसानी हो। यह हॉपर कंपन प्रक्रिया पूरी होने तक नहीं हटाया जाना चाहिए।

6. मोर्टार डालना: चरण 1 और 2 के अनुसार मोर्टार को मिलाने के तुरंत बाद, इसे क्यूब मोल्ड में डालें और पोकींग रॉड की मदद से दबाएं। मोल्ड के हॉपर में मोर्टार डालें और फिर से पहले की तरह पोकींग करें। इसके बाद, मोर्टार को कंपन (वाइब्रेशन) द्वारा सघन (कम्पैक्ट) किया जाए।
7. कंपन प्रक्रिया: कंपन की अवधि दो मिनट होनी चाहिए, और कंपन की गति 12000 ± 400 कंपन प्रति मिनट होनी चाहिए।
8. ऊपरी सतह को समतल करना: कंपन समाप्त होने के बाद, मोल्ड को बेस प्लेट सहित मशीन से निकाल लें और ट्रॉवेल की सहायता से मोल्ड में क्यूब की ऊपरी सतह को समतल करें।
9. क्योरिंग प्रक्रिया: कंपन समाप्त होने के बाद, भरे हुए मोल्ड को 24 ± 1 घंटे के लिए नम कमरे या नमीयुक्त कोठरी में रखें। इस अवधि के बाद, मोल्ड से क्यूब निकालें और तुरंत साफ़ ताजे पानी में डुबो दें और इसे परीक्षण से ठीक पहले तक पानी में रखें।
10. जिस पानी में क्यूब्स को डुबोया गया है, उसे हर 7 दिन में बदला जाना चाहिए और इसे 27 ± 2°C तापमान पर बनाए रखना चाहिए। एक बार पानी से निकालने के बाद और परीक्षण किए जाने तक क्यूब को सूखने नहीं देना चाहिए।
11. प्रत्येक क्योरिंग अवधि (यानी 3 दिन, 7 दिन और 28 दिन) के लिए तीन क्यूब्स का संपीड़न शक्ति परीक्षण किया जाएगा।
12. संपीड़न शक्ति परीक्षण: क्यूब्स को उनकी साइड में परीक्षण मशीन में रखा जाएगा, और क्यूब तथा स्टील प्लेटों के बीच कोई पैकिंग नहीं होनी चाहिए। मशीन की एक प्लेट बेस पर स्थित होगी और यह स्वयं को समायोजित करने वाली होनी चाहिए। भार को धीरे-धीरे और समान रूप से लागू किया जाएगा, जिसकी शुरुआत शून्य से होगी और इसे 35 N/mm^2 प्रति मिनट की दर से बढ़ाया जाएगा।

गणना

परीक्षण के दौरान क्यूब्स पर लगाए गए अधिकतम भार को उनके क्रॉस-सेक्शनल क्षेत्र से विभाजित करके संपीड़न शक्ति (Compressive Strength) की गणना की जाती है। यह गणना अनुभाग के औसत आयामों से प्राप्त क्रॉस-सेक्शनल क्षेत्र के आधार पर की जाती है और इसे निकटतम 0.5 N/mm^2 तक अभिव्यक्त किया जाता है

$$\text{दबाव सहन शक्ति} = \frac{\text{घन द्वारा लिया गया अधिकतम भार}}{\text{घन का अनुप्रस्थ क्षेत्रफल}}$$

पर्यवेक्षण :

क्रमांक		क्यूब की उम्र	क्यूब का वजन (ग्राम)	क्रॉस-सेक्शनल क्षेत्र (mm^2)	क्रशिंग लोड (N)	संपीड़न शक्ति (N/mm^2)	औसत संपीड़न शक्ति (N/mm
1	7 days						
2							
3							
4	28 days						
5							
6							

नोट:
यदि कोई क्यूब स्पष्ट रूप से दोषपूर्ण हो या उसकी शक्ति औसत मान से 10% से अधिक भिन्न हो, तो उसे गणना में शामिल न करें।

निष्कर्ष:

- दिए गए सीमेंट नमूने की 7 दिन की औसत संपीड़न शक्ति = _____ N/mm^2
- दिए गए सीमेंट नमूने की 28 दिन की औसत संपीड़न शक्ति = _____ N/mm^2

EXPERIMENT - 6

Objective: To determine the compressive strength of cement.

Reference: IS: 4031 (Part-6)-1988, IS: 10080-1982, IS: 650-1966, IS: 269-2015

Theory: The compressive strength of hardened cement is the most important of all the properties. Therefore, it is not surprising that the cement is always tested for its strength at the laboratory before the cement is used in important works. Strength tests are not made on neat cement paste because of difficulties of excessive shrinkage and subsequent cracking of neat cement.

Apparatus : The standard sand to be used in the test shall conform to IS : 650-1966, Vibration Machine, Poking Rod, Cube mould of 70.6 mm size conforming to IS : 10080-1982, Balance, Gauging Trowel, Stop Watch, Graduated Glass Cylinders, etc.

Standard sand shall be of quartz, light grey or whitish variety and shall be free from silt. The sand grains shall be angular, the shape of the grains approximating to the spherical form; elongated and flattened grains being present only in very small or negligible, quantities. The standard sand shall (100 percent) pass through 2mm IS sieve and shall be (100 percent) retained 90-micron IS Sieve with the following particle size distribution:

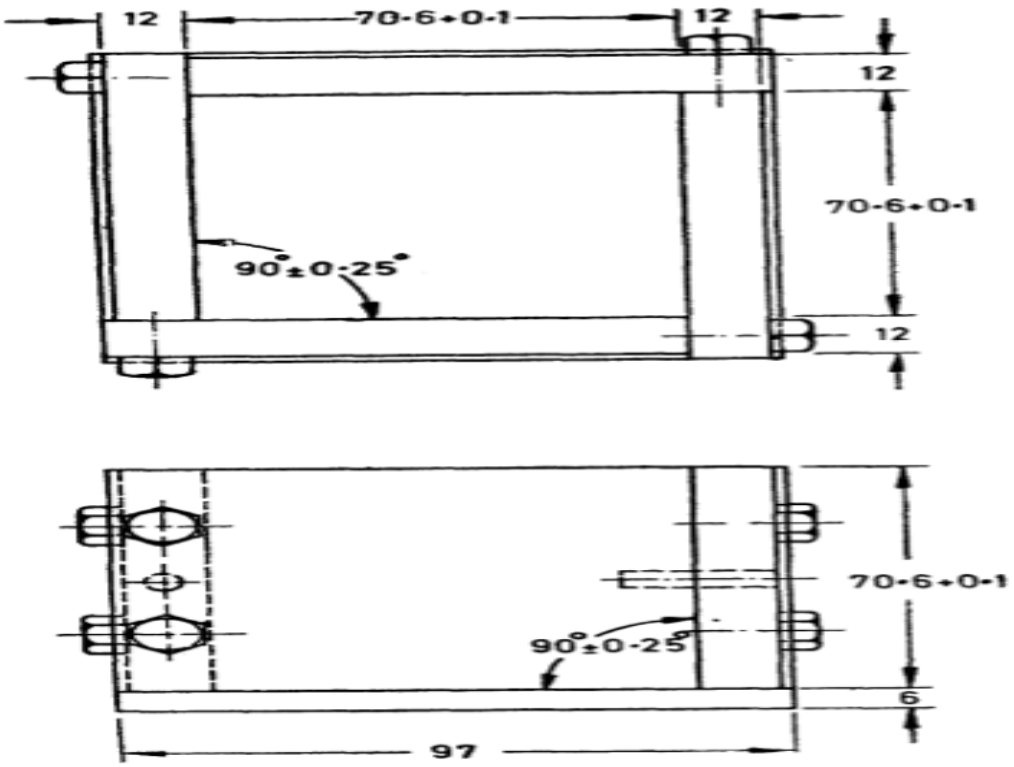
Particle size	Percent
Smaller than 2micron and greater than 1 mm	33.33
Smaller than 1 mm and greater than 500 microns	33.33
Below 500 microns but greater than 90 microns	33.33

Procedure:

1. Preparation of test specimens - Clean appliances shall be used for mixing and the temperature of water and that of the test room at the time when the above operations are being performed shall be 27 ± 2°C. Potable/distilled water shall be used in preparing the cubes.
2. The material for each cube shall be mixed separately and the quantity of cement, standard sand and water shall be as follows:

   Cement 200 g and Standard Sand 600 g

   (P/4 +3.0) percent of combined mass of cement and sand, where P is the percentage of water required to produce a paste of standard consistency determined as described in experiment 1(d)



Typical Cube Mould, 70.6 mm Size

3. Place on a nonporous plate, a mixture of cement and standard sand. Mix it dry with a trowel for one minute and then with water until the mixture is of uniform colour. The quantity of water to be used shall be as specified in step 2. The time of mixing shall in any event be not less than 3 min and should the time taken to obtain a uniform colour exceed 4 min, the mixture shall be rejected and the operation repeated with a fresh quantity of cement, sand and water.
4. Moulding Specimens - In assembling the moulds ready for use, treat the interior faces of the mould with a thin coating of mould oil.
5. Place the assembled mould on the table of the vibration machine and hold it firmly in position by means of a suitable clamp. Attach a hopper of suitable size and shape securely at the top of the mould to facilitate filling and this hopper shall not be removed until the completion of the vibration period.
6. Immediately after mixing the mortar in accordance with step 1 & 2, place the mortar in the cube mould and prod with the rod. Place the mortar in the hopper of the cube mould and prod again as specified for the first layer and then compact the mortar by vibration.
7. The period of vibration shall be two minutes at the specified speed of 12000 ± 400 vibration per minute.
8. At the end of vibration, remove the mould together with the base plate from the machine and finish the top surface of the cube in the mould by smoothing the surface with the blade of a trowel.
9. Curing Specimens - keep the filled moulds in moist closet or moist room for 24 ± 1 hour after completion of vibration. At the end of that period, remove them from the moulds and

immediately submerge in clean fresh water and keep there until taken out just prior to breaking.

10. The water in which the cubes are submerged shall be renewed every 7 days and shall be maintained at a temperature of 27 ± 2°C. After they have been taken out and until they are broken, the cubes shall not be allowed to become dry.
11. Test three cubes for compressive strength for each period of curing mentioned under the relevant specifications (i.e. 3 days, 7 days, 28 days)
12. The cubes shall be tested on their sides without any packing between the cube and the steel plates of the testing machine. One of the plates shall be carried on a base and shall be self-adjusting, and the load shall be steadily and uniformly applied, starting from zero at a rate of 35 N/mm²/min.

Calculation:

The measured compressive strength of the cubes shall be calculated by dividing the maximum load applied to the cubes during the test by the cross-sectional area, calculated from the mean dimensions of the section and shall be expressed to the nearest 0.5 N/ mm².

$$compressivve\ strength = \frac{maximum\ load\ taken\ by\ the\ cube}{cross\ sectional\ area\ of\ the\ cube}$$

A universal testing machine

Observation:

S. No.	Age of Cube	Weight of Cement Cube (gm)	Cross-Sectional area (mm^2)	Crushing Load (N)	Compressive strength (N/mm^2)	Average Compressive strength (N/mm^2)
1	7 days					
2						
3						
4	28 days					
5						
6						

Note: In determining the compressive strength, do not consider specimens that are manifestly faulty, or that give strengths differing by more than 10 percent from the average value of all the test specimens.

Conclusion:

1. The average 7 Days Compressive Strength of given cement sample is found to be …..…..
2. The average 28 Days Compressive Strength of given cement sample is found to be….....

प्रयोग - 7

कंक्रीट मिक्स डिज़ाइन

उद्देश्य:

विभिन्न ग्रेड के कंक्रीट के लिए IS: 10262-2019 के अनुसार मिश्रण अनुपात तैयार करना।

प्रयोग में उपयोग किए गए यंत्र:

मिक्सिंग मशीन ,वजन मापक यंत्र ,बीकर ,कार्य क्षमता मापक उपकरण (फ्रस्टम ऑफ कोन, स्केल, टैम्पिंग रॉड आदि)

परिचय:

कंक्रीट मिक्स डिज़ाइन वह प्रक्रिया है जिसमें कंक्रीट के लिए उपयुक्त अवयवों का चयन किया जाता है और उनकी मात्रा इस प्रकार निर्धारित की जाती है कि आवश्यक मज़बूती, टिकाऊपन और कार्यक्षमता प्राप्त हो सके, वह भी अधिकतम आर्थिक लाभ के साथ।कंक्रीट के अवयवों का अनुपात मुख्य रूप से दो अवस्थाओं में इसकी आवश्यकताओं पर निर्भर करता है: प्लास्टिक अवस्था (Plastic State): जब कंक्रीट गीला और ढलाई योग्य होता है। सख्त अवस्था (Hardened State): जब कंक्रीट सेट होकर पूर्ण रूप से कठोर हो जाता है।

कंक्रीट मिक्स डिज़ाइन के आवश्यक मानदंड:

1. संरचनात्मक आवश्यकताओं के अनुसार न्यूनतम संपीड़न शक्ति ।
2. समुचित कॉम्पैक्शन के लिए आवश्यक कार्यक्षमता ।
3. अधिकतम जल-सिमेंट अनुपात और/या अधिकतम सीमेंट सामग्री, जिससे कंक्रीट में टिकाऊपन बना रहे।
4. अधिकतम सीमेंट सामग्री, जिससे संकोचन क्रैकिंग और तापीय तनाव रोकी जा सके।

मिक्स अनुपात (Mix Proportion) का संकेत:

कंक्रीट के अवयवों के अनुपात को सीमेंट : महीन एवं मोटे एग्रीगेट्स के रूप में दर्शाया जाता है। उदाहरण के लिए, 1:2:4 अनुपात का अर्थ है: 1 भाग सीमेंट 2 भाग महीन एग्रीगेट (सैंड) 4 भाग मोटे एग्रीगेट (कोर्स एग्रीगेट) ये अनुपात मात्रा या भार में हो सकते हैं। जल-सिमेंट अनुपात को आमतौर पर भार के रूप में व्यक्त किया जाता है।

मिक्स डिज़ाइन के लिए विचारणीय कारक:

1. ग्रेड निर्दिष्ट करना, जिससे आवश्यक संपीड़न शक्ति प्राप्त हो।
2. सिमेंट का प्रकार, जो कंक्रीट की मज़बूती बढ़ने की गति को प्रभावित करता है।
3. मोटे एग्रीगेट का अधिकतम आकार, जिसे IS 456:2000 के मानकों के अनुसार चुना जाता है।
4. सिमेंट सामग्री की अधिकतम सीमा, जिससे संकोचन, क्रैकिंग और क्रीप (Creep) को रोका जा सके।

5. कार्य क्षमता (Workability): यह कंक्रीट की डालने, संपीड़न और समुचित कॉम्पैक्शन की क्षमता से जुड़ी होती है।

प्रक्रिया :

1. निर्दिष्ट विशिष्ट संपीड़न शक्ति (Characteristic Compressive Strength) fckf_{ck}fck और गुणवत्ता नियंत्रण स्तर के आधार पर औसत लक्ष्य संपीड़न शक्ति की गणना कर

$$f_t = f_{ck} + 1.65S$$

जहाँ, **S** = मानक विचलन (Standard Deviation)

2. जल-सिमेंट अनुपात (Water-Cement Ratio) चुनें इच्छित संपीड़न शक्ति और टिकाऊपन आवश्यकताओं के अनुसार उचित जल-सिमेंट अनुपात लें। प्राप्त मान को IS कोड में दिए अधिकतम अनुमत जल-सिमेंट अनुपात से तुलना करें और न्यूनतम मान अपनाएँ।
3. कार्य क्षमता और मोटे एग्रीगेट के आकार के अनुसार जल सामग्री (Water Content) निर्धारित करें:

क्र. सं.	मोटे एग्रीगेट का अधिकतम आकार	अधिकतम जल सामग्री
1	10	208
2	20	186
3	40	165

4. कुल एग्रीगेट में महीन एग्रीगेट का प्रतिशत निर्धारित करें (संतृप्त सतह शुष्क स्थिति में कुचले गए मोटे एग्रीगेट के लिए)

क्र. सं.	मोटे एग्रीगेट का अधिकतम आकार (मिमी)	महीन एग्रीगेट का अनुपात (कुल एग्रीगेट का)			
		ज़ोन 4	ज़ोन 3	ज़ोन 2	ज़ोन 1
1	10	0.5	.48	0.46	0.44
2	20	0.66	.64	0.62	0.60
3	40	0.75	.73	0.71	0.69

5. जल सामग्री और महीन एग्रीगेट प्रतिशत का समायोजन करें कार्य क्षमता (Workability), जल-सिमेंट अनुपात, महीन एग्रीगेट का ग्रेडिंग और गोल एग्रीगेट के प्रभाव के अनुसार टेबल 5 (IS 456:2000) के अनुसार समायोजन करें।
6. जल-सिमेंट अनुपात और समायोजित जल सामग्री के आधार पर सीमेंट सामग्री की गणना करें। न्यूनतम आवश्यक टिकाऊपन की शर्तों के अनुसार, प्राप्त सीमेंट सामग्री की तुलना करें और दोनों में से अधिकतम मान को अपनाएँ।

7. जल और सीमेंट की प्रति घन मीटर मात्रा और चरण 6 और 7 में पहले से निर्धारित रेत के प्रतिशत के आधार पर, निम्नलिखित संबंधों का उपयोग करके प्रति घन मीटर कंक्रीट में मोटे और महीन एग्रीगेट की सामग्री की गणना करेंकुल महीन और मोटे एग्रीगेट की मात्रा निकालें:

$$V = \left[W + \frac{C}{S_c} + \frac{1}{p}\frac{f_a}{S_{fa}}\right] \times \frac{1}{1000}$$

$$V = \left[W + \frac{C}{S_c} + \frac{1}{1-p}\frac{C_a}{S_{ca}}\right] \times \frac{1}{1000}$$

जहाँ,

V = कंक्रीट का कुल आयतन = सकल आयतन ($1m^3$) - फंसी हुई वायु का आयतन
Sc = सीमेंट का विशिष्ट गुरुत्व
W = प्रति घन मीटर कंक्रीट में जल की मात्रा (kg)
C = प्रति घन मीटर कंक्रीट में सीमेंट की मात्रा (kg)
p = कुल एग्रीगेट के सापेक्ष महीन एग्रीगेट का अनुपात
fa, Ca = प्रति घन मीटर कंक्रीट में महीन और मोटे एग्रीगेट की कुल मात्रा (kg)
Sfa, Sca = संतृप्त सतह शुष्क महीन और मोटे एग्रीगेट का विशिष्ट गुरुत्व

8. ऊपर दिए गए सभी गणितीय समीकरणों से प्राप्त परिणामों के आधार पर प्रारंभिक मिश्रण अनुपात तैयार करें।
9. तैयार कंक्रीट से तीन घन (Cube) नमूने तैयार करें (प्रत्येक 150 मिमी आकार का)।28 दिनों तक पानी में रखकर इन नमूनों का संपीड़न परीक्षण करें।
10. यदि प्राप्त संपीड़न शक्ति अपेक्षित शक्ति से कम हो, तो अनुपात में उचित संशोधन करें और पुनः परीक्षण करें।

अवलोकन :

मिक्स अनुपात	सीमेंट (kg)	मोटे एग्रीगेट (kg)	महीन एग्रीगेट (kg)	जल-सिमेंट अनुपात	संपीड़न शक्ति	
					7 दिन	28 दिन

परिणाम :

7 और 28 दिनों पर विभिन्न मिश्रण अनुपातों की कंक्रीट की संपीड़न शक्ति की तुलना करें और उपयुक्त अनुपात चुने

EXPERIMENT -7

Concrete Mix Design

Objective: Mix proportioning of concrete for different grades of concrete as per IS: 10262-2019

Apparatus used: Mixing machine, weight balance, beaker and workability apparatus like frustum of cone, scale, tamping rod etc.

Introduction:
The process of selecting suitable ingredients of concrete and determining their relative amounts with the objective of producing a concrete of the required, strength, durability, and workability as economically as possible, is termed the concrete mix design. The proportioning of ingredient of concrete is governed by the required performance of concrete in 2 states, namely the plastic and the hardened states.

Requirements of concrete mix design:

The requirements which form the basis of selection and proportioning of mix ingredients are:

1. The minimum compressive strength required from structural consideration
2. The adequate workability necessary for full compaction with the compacting equipment available.
3. Maximum water-cement ratio and/or maximum cement content to give adequate durability for the particular site conditions
4. Maximum cement content to avoid shrinkage cracking due to temperature cycle in mass concrete.

Mix Proportion designations:

The common method of expressing the proportions of ingredients of a concrete mix is in the terms of parts or ratios of cement, fine and coarse aggregates. For e.g., a concrete mix of proportions 1:2:4 means that cement, fine and coarse aggregate are in the ratio 1:2:4 or the mix contains one part of cement, two parts of fine aggregate and four parts of coarse aggregate. The proportions are either by volume or by mass. The water-cement ratio is usually expressed in mass.

Factors to be considered for mix design:

1. The grade designation giving the characteristic strength requirement of concrete.
2. The type of cement influences the rate of development of compressive strength of concrete.
3. Maximum nominal size of aggregates to be used in concrete may be as large as possible within the limits prescribed by IS 456:2000.
4. The cement content is to be limited from shrinkage, cracking and creep.
5. The workability of concrete for satisfactory placing and compaction is related to the size and shape of section, quantity and spacing of reinforcement and technique used for transportation, placing and compaction.

Procedure:

1. Determine the mean target strength f_t from the specified characteristic compressive strength at 28-day f_{ck} and the level of quality control.
   $f_t = f_{ck} + 1.65S$Where S is the standard deviation obtained from the Table of approximate contents given after the design mix
2. Obtain the water cement ratio for the desired mean target using the empirical relationship between compressive strength and water cement ratio so chosen is checked against the limiting water cement ratio. The water cement ratio so chosen is checked against the limiting water cement ratio for the requirements of durability given in table and adopts the lower of the two values.
3. Select the water content, for the required workability and maximum size of aggregates (for aggregates in saturated surface dry condition) from table.

S. No.	Nominal maximum size of aggregate	Maximum water content
1	10	208
2	20	186
3	40	165

4. Determine the percentage of fine aggregate in total aggregate by absolute volume from table for the concrete using crushed coarse aggregate.

S.No.	Nominal maximum size of aggregate	Volume of coarse aggregate per unit volume of total aggregate for different zone of fine aggregate			
		Zone 4	Zone 3	Zone 2	Zone 1
1	10	0.5	.48	0.46	0.44
2	20	0.66	.64	0.62	0.60
3	40	0.75	.73	0.71	0.69

5. Adjust the values of water content and percentage of sand as provided in the table for any difference in workability, water cement ratio, grading of fine aggregate and for rounded aggregate the values are given in table-5 of IS-456:2000(given in end of experiment).
6. Calculate the cement content form the water-cement ratio and the final water content as arrived after adjustment. Check the cement against the minimum cement content from the requirements of the durability, and greater of the two values is adopted.
7. From the quantities of water and cement per unit volume of concrete and the percentage of sand already determined in steps 6 and 7 above, calculate the content of coarse and fine aggregates per unit volume of concrete from the following relations:

$$V = \left[W + \frac{C}{S_c} + \frac{1}{p}\frac{f_a}{S_{fa}}\right] \times \frac{1}{1000}$$

$$V = \left[W + \frac{C}{S_c} + \frac{1}{1-p}\frac{C_a}{S_{ca}}\right] \times \frac{1}{1000}$$

Where,

V = absolute volume of concrete= gross volume ($1m^3$) - the volume of entrapped air

S_c = specific gravity of cement

W = Mass of water per cubic meter of concrete, kg

C = mass of cement per cubic meter of concrete, kg

p = ratio of fine aggregate to total aggregate by absolute volume

f_a, Ca = total masses of fine and coarse aggregates, per cubic meter of concrete respectively, kg, and

S_{fa}, Sca = specific gravities of saturated surface dry fine and coarse aggregates respectively

8. Determine the concrete mix proportions for the first trial mix.
9. Prepare the concrete using the calculated proportions and cast three cubes of 150 mm size and test them wet after 28-days moist curing and check for the strength.
10. Prepare trial mixes with suitable adjustments till the final mix proportions are arrived at.

Observation:

MIX PROPORTIONS	CEMENT	COARSE AGRREGATE	FINE AGGREGATE	$\frac{WATER}{CEMENT}$	STRENGTH	
					7 DAYS	28 DAYS

Result: Compare the strength of concrete of different proportion at 7 days & 28 days.

Table 5 Minimum Cement Content, Maximum Water-Cement Ratio and Minimum Grade of Concrete for Different Exposures with Normal Weight Aggregates of 20 mm Nominal Maximum Size

(Clauses 6.1.2, 8.2.4.1 *and* 9.1.2)

Sl No.	Exposure	Plain Concrete			Reinforced Concrete		
		Minimum Cement Content kg/m³	Maximum Free Water-Cement Ratio	Minimum Grade of Concrete	Minimum Cement Content kg/m³	Maximum Free Water-Cement Ratio	Minimum Grade of Concrete
1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
i)	Mild	220	0.60	-	300	0.55	M 20
iii)	Moderate	240	0.60	M 15	300	0.50	M 25
iii)	Severe	250	0.50	M 20	320	0.45	M 30
iv)	Very severe	260	0.45	M 20	340	0.45	M 35
v)	Extreme	280	0.40	M 25	360	0.40	M 40

NOTES

1 Cement content prescribed in this table is irrespective of the grades of cement and it is inclusive of additions mentioned in 5.2. The additions such as fly ash or ground granulated blast furnace slag may be taken into account in the concrete composition with respect to the cement content and water-cement ratio if the suitability is established and as long as the maximum amounts taken into account do not exceed the limit of pozzolona and slag specified in IS 1489 (Part 1) and IS 455 respectively.

2 Minimum grade for plain concrete under mild exposure condition is not specified.

प्रयोग – 8

एडमिक्सचर के साथ कंक्रीट मिक्स डिज़ाइन

उद्देश्य: विभिन्न ग्रेड की कंक्रीट के लिए कंक्रीट एडमिक्सचर का उपयोग करते हुए IS 10262:2019 और IS 9103:1999 के अनुसार मिक्स अनुपात (Mix Proportioning) करना। एडमिक्सचर के प्रकार (Types of Admixtures)

a) त्वरक एडमिक्सचर
b) मंदक एडमिक्सचर
c) जल-घटाने वाले एडमिक्सचर
d) वायु सम्मिलित करने वाले एडमिक्सचर
e) सुपर-प्लास्टिसाइज़र

त्वरक एडमिक्सचर :

जब इन्हें कंक्रीट, मोर्टार या ग्राउट में मिलाया जाता है, तो ये सीमेंट के जलयोजन (hydration) की दर को बढ़ाते हैं, सेटिंग का समय कम करते हैं, और कंक्रीट/मोर्टार की मजबूती के विकास को तेज करते हैं।

मंदक एडमिक्सचर (Retarding Admixtures):

ये सीमेंट और पानी के बीच प्रारंभिक प्रतिक्रिया की दर को कम करते हैं और इस तरह कंक्रीट की सेटिंग को विलंबित करते हैं। ये C_3S (ट्राइ कैल्शियम सिलिकेट) की सतह पर परत बना कर जल के साथ प्रतिक्रिया को धीमा करते हैं, जिससे प्रारंभिक संपीड़न ताकत घटती है।

जल-घटाने वाला एडमिक्सचर (Plasticizer/Water Reducer):

यह वह सामग्री है जो ताजा मिश्रित कंक्रीट की कार्यक्षमता (workability) को बिना पानी-सीमेंट अनुपात बढ़ाए बढ़ा सकती है या कम पानी की मात्रा के साथ कार्यक्षमता बनाए रख सकती है।

वायु सम्मिलित एडमिक्सचर (Air Entraining Admixture):

यह कंक्रीट या मोर्टार के लिए ऐसा एडमिक्सचर है जो मिश्रण के दौरान सूक्ष्म बुलबुले के रूप में वायु को सम्मिलित करता है। यह कार्यक्षमता बढ़ाने और जमने-गलने (freezing and thawing) के प्रतिरोध को सुधारने के लिए किया जाता है। यह केशिकाओं (capillaries) की निरंतरता को भी तोड़ता है।

सुपर प्लास्टिसाइज़र (Super-plasticizer):

यह सामान्य जल-घटाने वाले एडमिक्सचर (plasticizer) से उन्नत श्रेणी का एडमिक्सचर होता है जो लगभग 30% तक पानी की आवश्यकता को घटा सकता है। अधिक मात्रा में प्लास्टिसाइज़र मिलाने पर ब्लीडिंग, अलगाव और कठोरता जैसी समस्याएं उत्पन्न होती हैं, अतः सुपर-प्लास्टिसाइज़र का उपयोग किया जाता है।

प्रक्रिया

एडमिक्सचर के साथ मिक्स डिज़ाइन की प्रक्रिया सामान्य मिक्स डिज़ाइन के समान होती है, केवल पानी की मात्रा की गणना के स्थान पर एडमिक्सचर के प्रभाव को ध्यान में रखा जाता है।

एडमिक्सचर, मिक्स अनुपात में आवश्यक पानी की मात्रा को कम कर देता है (IS: 9103-1999 की तालिका 1 देखें)।

प्रेक्षण:

मिक्स अनुपात	सीमेंट	मोटा अग्रीगेट	महीन अग्रीगेट	एडमिक्सचर	$\frac{w}{c}$	ताकत	
						7 दिन	28 दिन

सामान्य मिक्स और एडमिक्सचर युक्त मिक्स के बीच 28 दिनों की तुलना

मिक्स अनुपात	सामान्य मिक्स की ताकत	एडमिक्सचर के साथ मिक्स की ताकत

EXPERIMENT -8

Concrete Mix Design with admixture

Objective: Mix proportioning of concrete for different grade of concrete using concrete admixtures as per IS 10262:2019 and IS 9103:1999.

Types of Admixtures

IS: 9103 covers the following types of admixtures:

(a) Accelerating admixtures
(b) Retarding admixtures
(c) Water reducing admixtures
(d) Air entraining admixtures
(e) Super-plasticizer

f) **Accelerating Admixtures**: These admixtures when added to concrete, mortar or grout increases the rate of hydration of hydraulic cement, shortens the time of set, and accelerates the hardening or development of strength of concrete / mortar.

g) **Retarding Admixtures**: This type of chemical admixtures decreases the initial rate of reaction between cement and water and thereby retards the setting of concrete. It functions by coating the surface of C3S (Tri calcium silicate) components, thus, delaying this reaction with the water. Reaction products are slow to form as such the setting and hardening of concrete are delayed reducing early compressive strengths.

h) **Plasticizer (Water Reducer) Admixtures**: A material, which either increases workability of freshly mixed concrete without increasing water cement ratio or maintains workability with a reduced amount of water, is termed as water reducing admixture

i) **Air Entraining Admixture**: This is an admixture for concrete or mortar which causes air to be incorporated in the form of minute bubbles in the concrete or mortar during mixing, usually to increase workability and resistance to freezing and thawing. Air entrained also breaks the continuity of capillaries

j) **Super-plasticizer Admixture**: Normal water reducers are well established admixtures called plasticizers in concrete technology. A normal water reducer is capable of reducing water requirements by 10 to 15%. Higher water reductions, by incorporating larger amounts of these admixtures, result in undesirable effects on concrete like bleeding, segregation and hardening. So, a new class of water reducers, chemically different from the normal water reducer and capable of reducing water content by about 30% has been developed. The admixtures belonging to this class are known as super plasticizers. Super-plasticizers are in fact the extended version of plasticizers.

Procedure:

The procedure for mix design with admixture is same as the simple mix design instead of calculation of water.
The admixture reduce the amount of water required for mix proportion (refer table no.1 of IS: 9103-1999)

Observation:

MIX PROPORTIONS	CEMENT	COARSE AGRREGATE	FINE AGGREGATE	ADMIXTURE	$\frac{w}{c}$	STRENGTH	
						7 DAYS	28 DAYS

28Days comparison between normal mix & mix with admixture

PROPORTION	STRENGTH OF NORMAL MIX	STRENGTH OF MIX WITH ADMIXTURE