

यूथ कॉम्पिटिशन टाइम्स

सिविल इंजीनियरिंग



अध्ययन सामग्री

Useful for :

- NHPC-JE • DMRC JE • LMRC JE • JMRC JE • BMRC JE • DSSSB JE/AE • SJVN JE • UKSSSC JE
- RSMSSB JE • HPSSC JE • MPPEB SUB ENGINEER • DDA-AE/JE • HSSC JE • JSSC JE • BSSC JE
- DRDO JE • ISRO • CGPEB SUB ENGINEER • UPPCL AE/JE • UPRVUNL AE/JE • JVUNL JE • SAIL JE
- GAIL JE • BHEL JE • NTPC JE • DFCCIL • COAL INDIA LTD. • WBPSA AE • TAMILNADU TRB

प्रधान सम्पादक

ए.के. महाजन

लेखन सहयोग

इंजी. मनीष कुमार यादव, अनीस कुमार वर्मा

कम्प्यूटर ग्राफिक्स

बालकृष्ण एवं पंकज कुशवाहा

सम्पादकीय कार्यालय

12, चर्च लेन, प्रयागराज-211002

📞 9415650134

Email : yctap12@gmail.com

website : www.yctbooks.com/www.yctfastbook.com/www.yctbooksprime.com

© All Rights Reserved with Publisher

प्रकाशन घोषणा

प्रधान सम्पादक एवं प्रकाशक आनन्द कुमार महाजन ने E:Book by APP Youth Prime BOOKS, से मुद्रित करवाकर, वाई.सी.टी. पब्लिकेशन्स प्रा. लि., 12, चर्च लेन, प्रयागराज के लिए प्रकाशित किया।

इस पुस्तक को प्रकाशित करने में सम्पादक एवं प्रकाशक द्वारा पूर्ण सावधानी बरती गई है

फिर भी किसी त्रुटि के लिए आपका सुझाव एवं सहयोग सादर अपेक्षित है।

किसी भी विवाद की स्थिति में न्यायिक क्षेत्र प्रयागराज होगा।

INDEX

□ Appendix	11-14
□ Amendment (IS 456 : 2000) 2013 & 2019	15-24
□ भवन सामग्री (Building Material)	25-71
1. इमारती पत्थर (Building Stone).....	26-34
2. ईंट (Bricks)	35-40
3. चूना (Lime)	41-43
4. सीमेंट (Cement)	44-52
5. प्रकाष्ठ (Timber).....	53-60
6. पेन्ट तथा वार्निश (Paint and Varnish)	61-66
7. लौह तथा अलौह धातुएँ (Ferrous and Non-Ferrous Metals)	67-68
8. काँच (Glass).....	69-70
9. प्लास्टिक (Plastic)	70-71
□ कंक्रीट तकनीक (Concrete Technology)	72-103
1. परिचय (Introduction).....	73-75
2. कंक्रीट के संघटक (Ingredients of Concrete).....	75-82
3. जल सीमेंट अनुपात (Water Cement Ratio).....	83-84
4. कंक्रीट की सुकार्यता (Workability of Concrete)	85-88
5. फरमाबंदी (Formwork).....	89-90
6. कंक्रीटिंग संक्रियाएँ (Concreting Operations)	90-93
7. सम्मिश्रक (Admixture).....	94-95
8. कंक्रीट के भौतिक गुण (Physical Properties of Concrete)	96-98
9. प्रतिकूल परिस्थितियों में कंक्रीटिंग (Concreting in Adverse Conditions)	99-100
10. कंक्रीट कार्य में जोड़ (Joints in Concrete Works)	100-101
11. कंक्रीट मिश्रण का अनुपातन (Proportioning of Concrete Mixes).....	101-103
□ भवन निर्माण एवं अनुरक्षण इंजीनियरिंग (Building Construction and Maintenance Engineering).....	104-132
1. परिचय (Introduction)	105-106
2. चिनाई (Masonry)	107-111
3. लिंटल तथा डाट (Lintels and Arches)	112-114
4. दरवाजे, खिड़कियाँ तथा रोशनदान (Doors, Windows and Ventilators)	115-118
5. फर्श तथा फर्श आवरण (Floors and Floorings)	119-120
6. सतह परिष्कृति (Surface Finishing)	121-123
7. सोपान (Stairs).....	124-126
8. छतें तथा छत आवरण (Roofs and Roof Coverings)	127-129
9. निर्माण यंत्र अथवा उपस्कर (Construction Equipment).....	130-132
□ भूकम्प इंजीनियरिंग एवं आपदा प्रबंधन (Earthquake Engineering and Disaster Management)	133-148
1. भूकम्प-उत्पत्ति (Earthquake- Occurrence)	134-135
2. भूकम्प-मापन एवं श्रेणीकरण (Earthquakes Measurement And Zoning)	136-138

3. स्थापत्य संकल्पना तथा भूकम्प प्रतिरोधी अभिकल्पन-दर्शन (Architectural Concepts and philosophy of seismic Resistance design).....	139-139
4. भूकम्प प्रतिरोधी अभिकल्पन के मापदंड तथा निर्माण तत्व (Criteria And Construction Features For Seismoresistant Design).....	140-142
5. चिनाई व कंक्रीट भवनों के लिये भूकम्प प्रतिरोधी निर्माण (Seismo Resistance Construction For Masonry And Concrete Buildings).....	143-144
6. पश्च-दृढ़ीकरण एवं पश्चदृढ़ीकरण पदार्थ (Retrofitting And Retrofitting Material).....	145-148
□ सर्वेक्षण इंजीनियरिंग (Surveying Engineering).....	149-200
1. भू-सर्वेक्षण-मूल सिद्धान्त तथा वर्गीकरण (Land Surveying-Basic Principles and Classifications).....	150-154
2. जरीब सर्वेक्षण (Chain Surveying).....	155-161
3. दिक्सूचक सर्वेक्षण (Compass Survey).....	162-168
4. तलेक्षण (Levelling).....	169-176
5. लघु उपकरण (Minor Instrument).....	177-178
6. भूक्षेत्र संगणना (Computation of Land).....	178-179
7. समतल पटल सर्वेक्षण (Plane Table Surveying).....	180-183
8. समोच्च रेखायें तथा समोच्च रेखण (Contour Lines & Contouring).....	184-186
9. थियोडोलाइट सर्वेक्षण (Theodolite Surveying).....	187-191
10. वक्र तथा वक्र अवस्थापन (Curve and Curve Setting).....	192-196
11. आधुनिक सर्वेक्षण (Modern Survey).....	197-200
□ प्राक्कलन, लागत एवं मूल्यांकन (Estimating, Costing & Valuation).....	201-218
1. परिचय (Introduction).....	202-205
2. भवन प्राक्कलन (Building Estimate).....	206-206
3. मापन एवं भुगतान की इकाइयाँ (Unit of Measurement & Payment).....	207-209
4. सड़को, नहरों, बाँधों तथा पेवमेन्ट में मृदा कार्य (Earthwork in Roads, Canal, Dams and Pavements).....	209-211
5. दर विश्लेषण (Analysis of Rate).....	212-214
6. मूल्यांकन तथा किराया निर्धारण (Valuation and Rent Fixation).....	215-218
□ इंजीनियरिंग ड्राइंग (Engineering Drawing).....	219-241
1. आरेखन उपकरण एवं सहायक युक्तियाँ (Drawing Instruments & Accessories).....	220-222
2. प्रतीकात्मक निरूपण (Symbolic Representation).....	223-227
3. रेखायें (Lines).....	228-231
4. ज्यामितीय चित्र (Geometric Figures).....	231-235
5. प्रक्षेप तथा दृश्य (Projection and View).....	236-241
□ ऑटो कैड (Auto Cad).....	242-248
□ निर्माण प्रबन्धन, लेखा एवं उद्यमियता विकास (Construction Management, Accounts & Entrepreneurship Development) (CMAED).....	249-257
□ प्रबलित सीमेंट कंक्रीट (Reinforced Cement Concrete).....	258-306
1. कार्यकारी प्रतिबल विधि के मूल तत्व (Fundamentals of Working Stress Method).....	259-264
2. प्रबलित कंक्रीट खण्ड की कर्तन तथा अभिलॉग सामर्थ्य (Shear and Bond Strengths of Reinforced Concrete Sections).....	265-270
3. एकल प्रबलित कंक्रीट धरन (Singly Reinforced Concrete Beam).....	271-274
4. द्विप्रबलित कंक्रीट धरन (Doubly Reinforced Concrete Beam).....	275-276
5. प्रबलित कंक्रीट स्लैब (Reinforced Concrete Slab).....	277-283
6. T-धरन या फ्लैज्ड धरन (T-Beam or Flanged Beams).....	284-287
7. स्तम्भ व स्तम्भ फुटिंग का अभिकल्पन (Design of Columns and Columns Footings).....	288-293
8. प्रतिधारक दीवारें (Retaining Walls).....	294-297

9. जल भण्डारण टंकियाँ (Water Storage Tanks).....	298-299
10. सीमा स्थिति अभिकल्पन के मूल तत्व (Fundamentals of Limits State Design).....	299-303
11. पूर्व-प्रतिबलित कंक्रीट (Pre-stressed Concrete).....	304-306
□ अनुप्रयुक्त यांत्रिकी (Applied Mechanics).....	307-322
1. बल विश्लेषण (Force Analysis)	308-311
2. घर्षण (Friction)	312-313
3. गुरुत्व केन्द्र (Centre of Gravity)	314-317
4. पतले बेलनाकार एवं गोलीय कोश (Thin Cylindrical and Spherical Shell).....	318-319
5. स्प्रिंग (Spring).....	320-321
6. मशीनें (Machines)	322-322
□ पदार्थों की सामर्थ्य (Strength of Material).....	323-356
1. पदार्थों के गुण, प्रतिबल और विकृति (Properties of Materials, Stress and Strain).....	324-330
2. मुख्य प्रतिबल तथा मुख्य समतल (Principal Stresses and Principal Planes).....	331-333
3. विफलता के प्रकार (Types of Failure).....	334-336
4. नमन आघूर्ण और कर्तन बल (Bending Moment and Shear Force).....	337-339
5. नमन तथा कर्तन प्रतिबल (Bending and Shear Stresses).....	340-344
6. ढलान एवं विक्षेप (Slope and Deflection).....	345-348
7. कॉलम एवं स्ट्रट (Columns and Struts).....	349-352
8. मरोड़ (Torsion)	352-354
9. आबद्ध एवं सतत् धरन (Fixed and Continuous Beam).....	355-356
□ इस्पात संरचना का अभिकल्पन (Design of Steel Structure).....	357-400
1. परिचय (Introduction)	358-360
2. रिबेट एवं बोल्ट जोड़ (Rivet & Bolt Joints).....	361-367
3. वेल्ड जोड़ (Weld Joints)	368-372
4. तनन उपांग (Tension Members).....	373-376
5. संपीडन उपांग (Compression Member)	377-381
6. उत्केन्द्रित जोड़ (Eccentric Connection).....	382-383
7. प्लेट गर्डर (Plate Girder)	384-386
8. इस्पातीय धरन एवं गैन्ट्री गर्डर (Steel Beams & Gantry Girder).....	387-389
9. स्तम्भ आधार व नींव (Column Bases & Foundations)	390-391
10. इस्पातीय छत कैंचियाँ (Steel Roof Trusses).....	392-395
11. स्टील टैंक (Steel Tank)	396-397
12. प्लास्टिक विश्लेषण (Plastic Analysis).....	397-400
□ संरचना विश्लेषण (Structure Analysis).....	401-424
1. निर्धार्यता एवं अनिर्धार्यता (Determinacy and Indeterminacy).....	402-410
2. कैंची (Truss).....	411-411
3. प्रभाव रेखा आरेख (Influence Line Diagram).....	412-412
4. झूला पुल, केबल तथा मेहराब (Suspension Bridge, Cable and Arches)	413-417
5. संरचनात्मक विश्लेषण की विधियाँ (Methods of Structural Analysis)	418-424
□ तरल यांत्रिकी (Fluid Mechanics).....	425-488
1. परिचय (Introduction)	426-431
2. दाब का मापन (Measurement of Pressure).....	432-435
3. द्रव स्थैतिक दाब (Hydrostatic Pressure).....	436-437

4. उत्प्लावन एवं प्लवन (Buoyancy and Floatation).....	438-440
5. द्रव शुद्ध गतिकी (Fluid Kinematics)	441-445
6. द्रव गतिकी (Fluid Dynamics)	446-448
7. भंवर प्रवाह (Vortex flow).....	449-449
8. नलों में प्रवाह (Flow Through Pipes)	450-452
9. स्तरीय प्रवाह (Laminar Flow).....	453-454
10. विक्षुब्ध प्रवाह (Turbulent flow).....	455-456
11. ऑरिफिस तथा मुखांग (Orifice and Mouthpiece)	457-459
12. नॉच और वियर (Notch and Weir).....	460-463
13. खुली चैनल में प्रवाह (Flow Through Open Channel).....	464-470
14. जेट संघात (Impact of Jets)	471-472
15. पम्प (Pump)	473-477
16. टरबाइन (Turbines).....	478-483
17. सीमा परत सिद्धान्त (Boundary Layer Theory).....	484-486
18. विमीय विश्लेषण (Dimensional Analysis)	487-488
□ सिंचाई इंजीनियरिंग (Irrigation Engineering)	489-533
1. सिंचाई प्रणाली (Irrigation System)	490-493
2. फसलों की जल माँग (Water Requirement of Crops).....	494-499
3. नहर सिंचाई प्रणाली (Canal irrigation System)	500-503
4. सिंचाई चैनल का अभिकल्पन (Design of Irrigation Channel).....	504-506
5. नहरों का निर्माण एवं रखरखाव (Construction and Maintenance of Canals)	507-509
6. नहर नियमन कार्य (Canal Regulatory Works).....	510-512
7. पारगामी जल-निकास कार्य (Cross Drainage Works)	513-514
8. नहर शीर्ष कार्य (Canal Head Works).....	514-518
9. जलाशय एवं बाँध (Reservoir & Dams)	519-525
10. नदी नियंत्रण कार्य (River Training Works)	526-528
11. जल ग्रसन तथा अपवाह जल निकासी (Water Logging & Drainage).....	529-530
12. सिंचाई परियोजनाएं तथा भूमि जल पुनःभरण (Irrigation Projects and Ground Water Recharge)	531-533
□ इंजीनियरिंग जल विज्ञान (Engineering Hydrology).....	534-555
1. परिचय (Introduction).....	535-537
2. वर्षा, अपवाह जल एवं वर्षण (Rainfall, Run-off and Precipitation)	538-544
3. Abstraction from Precipitation	545-548
4. अपवाह एवं हाइड्रोग्राफ (Runoff & Hydrographs)	549-552
5. बाढ़ एवं बाढ़ अनुमार्गण (Flood & Flood Routing).....	553-555
□ पर्यावरण इंजीनियरिंग (Environmental Engineering).....	556-613
1. पेय-जल की आवश्यकता तथा उपयोग (Need and Use of Drinking Water)	557-560
2. जल स्रोत तथा नलकूप (Source of Water and Tube wells).....	561-562
3. जल की गुणवत्ता तथा परीक्षण (Quality of Water and Test)	563-570
4. कच्चे जल का प्रशोधन (Treatment of Raw Water)	571-574
5. जल का फिल्टरन (Filtration of Water).....	575-576
6. जल का रोगाणुनाशन तथा मृदुकरण (Disinfection and Softening of Water).....	577-579
7. जल पाइप का अभिकल्पन तथा स्थापन (Water Pipe-Design and Laying).....	580-582
8. स्वच्छता अभियांत्रिकी (Sanitary Engineering).....	583-583

9. सीवेज की मात्रा (Quantity of Sewage)	584-585
10. वाहित मल (सीवेज) निकासी पद्धति तथा सीवर (Sewerage Systems and Sewers)	586-589
11. अपशिष्ट जल की विशेषताएं (Waste Water Characteristics)	590-592
12. सीवेज का उपचार (Treatment of Sewage)	593-599
13. सीवेज बहिःस्राव का समापन (Disposing of the Sewage Effluents)	600-601
14. भवनों की जल निकासी (Building Drainage)	602-604
15. अनुरक्षण (Maintenance)	605-605
16. वायु प्रदूषण (Air Pollution)	606-611
17. ध्वनि प्रदूषण (Noise Pollution)	612-613
□ मृदा यांत्रिकी (Soil Mechanics)	614-676
1. परिचय (Introduction)	615-616
2. मृदा के गुण (Properties of Soil)	617-619
3. मृदा के सूचकांक गुण (Index properties of Soil)	620-625
4. मृदा का वर्गीकरण (Classification of Soil)	626-628
5. मृत्तिका खनिज और मृदा संरचना (Clay Mineral and Soil Structure)	629-630
6. मृदा की पारगम्यता (Permeability of Soil)	631-636
7. मृदा जल (Soil Water)	637-638
8. संहनन (Compaction)	639-641
9. संघनन (Consolidation)	642-645
10. मृदा की कर्तन सामर्थ्य (Shear Strength of Soil)	646-650
11. मृदा दाब एवं प्रतिधारक संरचनाएं (Earth Pressure and Retaining Structures)	651-654
12. मृदा में प्रतिबल वितरण तथा ढाल की स्थिरता (Stress Distribution in Soil and Stability of Slopes)	655-658
13. उथली नींव (Shallow Foundation)	659-669
14. गहरी नींव (Deep Foundation)	670-673
15. मृदा स्थिरीकरण (Soil Stabilization)	674-674
16. मृदा अन्वेषण (Soil Exploration or Soil Investigation)	675-676
□ महामार्ग इंजीनियरिंग (Highway Engineering)	677-729
1. महामार्ग का विकास एवं योजना (Highway Development and Planning)	678-681
2. सड़को के ज्यामितीय अभिकल्पन (Geometric Design of Roads)	682-697
3. यातायात इंजीनियरिंग (Traffic Engineering)	698-712
4. सड़क निर्माण सामग्री (Road Construction Materials)	713-721
5. पेवमेंट अभिकल्पन (Pavement Design)	722-729
□ रेलवे इंजीनियरिंग (Railway Engineering)	730-758
1. परिचय (Introduction)	731-732
2. रेल जोड़ एवं दोष (Rail Joints and Defect)	733-736
3. रेल पटरी के ज्यामितीय अभिकल्पन (Geometric Design of Rail Track)	737-741
4. काँटे एवं क्रॉसिंग (Point and Crossing)	742-745
5. रेल पथ निर्माण (Track Laying)	746-746
6. रेल पटरी सामग्री (Rail Track Material)	747-749
7. रेल पथ सिग्नल (Rail Track Signals)	750-754
8. स्टेशन यार्ड तथा ट्रैक प्रतिबल (Station Yards & Track Stresses)	755-757
9. कर्षण और कर्षक प्रतिरोध (Traction and Tractive Resistance)	758-758
□ सेतु, सुरंग तथा एयरपोर्ट इंजीनियरिंग (Bridge, Tunnel and Airport Engineering)	759-768

SSC Junior Engineer Paper Syllabus

CIVIL & STRUCTURAL ENGINEERING

The Examination will be conducted in two stages:

A. Paper-I (Pre) (200 marks)

B. Paper-II (Mains) (300 marks)

Total Written Test (500 marks)

Written Test :

Paper	Mode of Examination	Subject	Number of Questions/Max. Marks	Duration & Timing
Paper-I Objective type	Computer Based Examination	(i) General Intelligence & Reasoning	50/50	2 Hours
		(ii) General Awareness	50/50	
		(iii) General Engineering (CIVIL & Structural)	100/100	
Paper-II Objective Type	Computer Based Examination	General Engineering (CIVIL & Structural)	100/300	2 Hours

There will be **negative marking equal to one-third (1/3) of the marks** allotted to the question for each wrong answer in Paper-I & Paper-II.

SSC JE Syllabus

- **Indicative Syllabus:** The standard of the questions in Engineering subjects will be approximately of the level of Diploma in Engineering (Civil/Mechanical) from a recognized Institute, Board or University recognized by All India Board of Technical Education. All the questions will be set in SI units. The details of the syllabus are given below.

Paper-I (Prelims)

- **General Intelligence & Reasoning:** The Syllabus for General Intelligence would include questions of both verbal and non-verbal type. The test may include questions on analogies, similarities, differences, space visualization, problem solving, analysis, judgment, decision making, visual memory, discrimination, observation, relationship concepts, arithmetical reasoning, verbal and figure classification, arithmetical number series etc. The test will also include questions designed to test the candidate's abilities to deal with abstract ideas and symbols and their relationships, arithmetical computations and other analytical functions.
- **General Awareness:** Questions will be aimed at testing the candidate's general awareness of the environment around him/her and its application to society. Questions will also be designed to test knowledge of current

events and of such matters of everyday observations and experience in their scientific aspect as may be expected of any educated person. The test will also include questions relating to India and its neighbouring countries especially pertaining to History, Culture, Geography, Economic Scenario, General Polity and Scientific Research, etc. These questions will be such that they do not require a special study of any discipline.

■ **General Engineering (Civil and Structural)**

■ **Civil Engineering** : Building Materials, Estimating, Costing and Valuation, Surveying, Soil Mechanics, Hydraulics, Irrigation Engineering, Transportation Engineering, Environmental Engineering.

■ **Structural Engineering** : Theory of Structures, Concrete Technology, RCC Design, Steel Design.

Paper-II (Mains)

Civil & Structural Engineering

■ **Building Materials** : Physical and Chemical properties, classification, standard tests, uses and manufacture/quarrying of materials e.g. buildings stones, silicate based materials, cement (Portland), asbestos products, timber and wood based products, laminates, bituminous materials, paints, varnishes.

■ **Estimating, Costing and Valuation** : Estimate, glossary of technical terms, analysis of rates, methods and unit of measurement, Items of work – earthwork, Brick work (Modular & Traditional bricks), RCC work, Shuttering, Timber work, Painting, Flooring, Plastering. Boundary wall, Brick building, Water Tank, Septic tank, Bar bending schedule, Centre line method, Mid-section formula, Trapezoidal formula, Simpson's rule, Cost estimate of Septic tank, flexible pavements, Tube well, isolates and combined footings, Steel Truss, Piles and pile-caps. Valuation – Value and cost, scrap value, salvage value, assessed value, sinking fund, depreciation and obsolescence, methods of valuation.

■ **Surveying** : Principles of surveying, measurement of distance, chain surveying, working of prismatic compass, compass traversing, bearings, local attraction, plane table surveying, theodolite traversing, adjustment of theodolite, Levelling, Definition of terms used in levelling, contouring, curvature and refraction corrections, temporary and permanent adjustments of dumpy level, methods of contouring, uses of contour map, tachometric survey, curve setting, earth work calculation, advanced surveying equipment.

■ **Soil Mechanics** : Origin of soil, phase diagram, Definitions-void ratio, porosity, degree of saturation, water content, specific gravity of soil grains, unit weights, density index and interrelationship of different parameters, Grain size distribution curves and their uses. Index properties of soils, Atterberg's limits, ISI soil classification and plasticity chart. permeability of soil, coefficient of permeability, determination of coefficient of permeability, Unconfined and confined aquifers, effective stress, quick sand, consolidation of soils, Principles of consolidation, degree of consolidation, pre-consolidation pressure, normally consolidated soil, e-log p curve, computation of ultimate settlement. Shear strength of soils, direct shear test, Vane shear test, Triaxial test. Soil compaction, Laboratory compaction test, Maximum dry density and optimum moisture content, earth pressure theories, active and passive earth pressures, Bearing capacity of soils, plate load test, standard penetration test.

■ **Hydraulics** : Fluid properties, hydrostatics, measurements of flow, Bernoulli's theorem and its application, flow through pipes, flow in open channels, weirs, flumes, spillways, pumps and turbines.

- **Irrigation Engineering** : Definition, necessity, benefits, 2II effects of irrigation, types and methods of irrigation, Hydrology – Measurement of rainfall, run off coefficient, rain gauge, losses from precipitation – evaporation, infiltration, etc. Water requirement of crops, duty, delta and base period, Kharif and Rabi Crops, Command area, Time factor, Crop ratio, Overlap allowance, Irrigation efficiencies. Different type of canal irrigation, loss of water in canals. Canal lining – types and advantages. Shallow and deep wells, yield from a well. Weir and barrage, Failure of weirs and permeable foundation, Slit and Scour, Kennedy’s theory of critical velocity. Lacey’s theory of uniform flow. Definition of flood, causes and effects, methods of flood control, water logging, preventive measure. Land reclamation, Characteristics of affecting fertility of soils, purposes, methods, description of land and reclamation processes. Major irrigation projects in India.
- **Transportation Engineering** : Highway Engineering – cross sectional elements, geometric design, types of pavements, pavements materials – aggregates and bitumen, different tests, Design of flexible and rigid pavements – Water Bound Macadam (WBM) and Wet Mix Macadam (WMM), Gravel Road, Bituminous construction, Rigid pavement joint, pavement maintenance, Highway drainage, Railway Engineering – components of permanent way – sleepers, ballast, fixtures and fastening, track geometry, points and crossings, track junction, stations and yards. Traffic Engineering – Different traffic survey, speed- flow-density and their interrelationships, intersections and interchanges, traffic signals, traffic operation, traffic signs and markings, road safety.
- **Environmental Engineering** : Quality of water, source of water supply, purification of water, distribution of water, need of sanitation, sewerage systems, circular sewer, oval sewer, sewer appurtenances, sewage treatments. Surface water drainage. Solid waste management – types, effects, engineered management system, Air pollution – pollutants, causes, effects, control. Noise pollution – cause, health effects, control.

Structural Engineering

- **Theory of structures** : Elasticity constants, types of beams – determinate and indeterminate, bending moment and shear force diagrams of simply supported, cantilever and over hanging beams, Moment of area and moment of inertia for rectangular & circular sections, bending moment and shear stress for tee, channel and compound sections, chimneys, dams and retaining walls, eccentric loads, slope deflection of simply supported and cantilever beams, critical load and columns, Torsion of circular section.
- **Concrete Technology** : Properties, Advantages and uses of concrete, cement aggregates, importance of water quality, water cement ratio, workability, mix design, storage, batching, mixing, placement, compaction, finishing and curing of concrete, quality control of concrete, hot weather and cold weather concreting, repair and maintenance of concrete structures.
- **RCC Design** : RCC beams-flexural strength, shear strength, bond strength, design of singly reinforced and double reinforced beams, cantilever beams. T-beams, lintels. One way and two way slabs, isolated footings. Reinforced brick works, columns, staircases, retaining wall, water tanks (RCC design questions may be based on both Limit State and Working Stress methods).
- **Steel Design** : Steel design and construction of steel columns, beams roof trusses plate girders.

SSC JE Civil Online Exam Topicwise Analysis Chart (2017-2022)

YEAR	SSC JE 1 st March 2017 (M)		SSC JE 1 st March 2017 (E)		SSC JE 2 nd March 2017 (M)		SSC JE 2 nd March 2017 (E)		SSC JE 3 rd March 2017 (M)		SSC JE 3 rd March 2017 (E)		SSC JE 4 th March 2017 (M)		SSC JE 4 th March 2017 (E)		SSC JE 22 Jan. 2018 (M)		SSC JE 22 Jan. 2018 (E)		SSC JE 23 Jan. 2018 (M)		SSC JE 23 Jan. 2018 (E)		SSC JE 24 Jan. 2018 (M)		SSC JE 24 Jan. 2018 (E)		SSC JE 25 Jan. 2018 (M)		SSC JE 25 Jan. 2018 (E)		SSC JE 27 Jan. 2018 (M)		SSC JE 27 Jan. 2018 (E)		SSC JE 29 Jan. 2018 (M)		SSC JE 29 Jan. 2018 (E)		SSC JE 23 Sep. 2019 (M)		SSC JE 23 Sep. 2019 (E)		SSC JE 25 Sep. 2019 (M)		SSC JE 28 Oct. 2020 (E)		SSC JE 29 Oct. 2020 (M)		SSC JE 30 Oct. 2020 (M)		SSC JE 30 Oct. 2020 (E)		SSC JE 11 Dec. 2020 (E)		SSC JE 23 March 2021 (M)		SSC JE 23 March 2021 (E)		SSC JE 15 November 2022 (M)		SSC JE 15 November 2022 (E)		SSC JE 16 November 2022 (M)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	HYDRAULICS	8	8	9	10	11	11	13	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

SMFE-SOIL MECHANICS AND FOUNDATION ENGINEERING, **BM**-BUILDING MATERIAL, **BCME**-BUILDING CONSTRUCTIONS AND MAINTENANCE ENGINEERING
SOM-STRENGTHS OF MATERIAL, **CT**-CONCRETE TECHNOLOGY, **PHE**-PUBLIC HEALTH, ENGINEERING, **IE**-IRRIGATION ENGINEERING **R.C.C**-REINFORCED CONCRETE TECHNOLOGY, **CMAED**-CONSTRUCTION MANAGEMENT, PUBLIC WORKS ACCOUNTS AND ENTREPRENEURSHIP DEVELOPMENT
ECV-ESTIMATING, COSTING AND VALUATION, **HRB**-HIGHWAY RAILWAY AND BRIDGE ENGINEERING. **DSMS**- DESIGN OF STEEL AND MASONRY STRUCTURES

Appendix

Units		
Measurement	Units	Symbol
Length	Meter	m
Mass	Kilogram	kg
Force	Newton	N
Time	Second	S
Electric current	Ampere	A
Temperature	Kelvin	K
Luminous Intensity	Candela	Cd

Prefixed-

Greek Prefixes		
Prefix	symbol	value
Deca	da	10^1
Hecto	h	10^2
Kilo	K	10^3
Mega	M	10^6
Giga	G	10^9
Tera	T	10^{12}
Peta	P	10^{15}
Exa	E	10^{18}
Zetta	Z	10^{21}
Yotta	Y	10^{24}

Latin Prefixes		
Prefix	symbol	value
Deci	d	10^{-1}
Centi	c	10^{-2}
Milli	m	10^{-3}
Micro	μ	10^{-6}
Nano	n	10^{-9}
Pico	p	10^{-12}
Femto	f	10^{-15}
Atto	a	10^{-18}
Zepto	z	10^{-21}
Yocto	y	10^{-24}

Units Conversion-

Length			
1 m	= 3.281 ft	1 ft.	= 0.3048 m
1 km	= 0.622 mile	1 mile	= 1.6093 km
1 cm	= 0.394 inch	1 inch	= 2.54 cm
1 mm	= 10^3 micron	1 micron	= 10^{-6} m

Area			
1 m ²	= 10.761 ft ²	1 ft ²	= 0.093 m ²
1 km ²	= 10^6 m ² = 100 Ha	1 mile ²	= 2.59 km ²
	= 247 acres		= 251 Ha= 640 acres
1 Ha	= 10^4 m ² = 2.47 acres	1 acre	= 4840 sq. yards

Volume			
1 m ³	= 35.307 ft ³	1 ft ³	= 0.02832 m ³

TRIGONOMETRIC TABLE-

θ	0°	30°	45°	60°	90°
$\sin\theta$	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1
$\cos\theta$	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\frac{1}{2}$	0
$\tan\theta$	0	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	1	$\sqrt{3}$	∞
$\cot\theta$	∞	$\sqrt{3}$	1	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	0
$\sec\theta$	1	$\frac{2}{\sqrt{3}}$	$\sqrt{2}$	2	∞
$\operatorname{cosec}\theta$	∞	2	$\sqrt{2}$	$\frac{2}{\sqrt{3}}$	1

Reciprocal Identities	Pythagorean	Half-Angle Formulas
$\operatorname{cosec}\theta = \frac{1}{\sin\theta}$	$\sin^2\theta + \cos^2\theta = 1$	$\sin\left(\frac{\theta}{2}\right) = \pm\sqrt{\frac{1-\cos\theta}{2}}$
$\sec\theta = \frac{1}{\cos\theta}$	$\sec^2\theta = 1 + \tan^2\theta$	$\cos\left(\frac{\theta}{2}\right) = \pm\sqrt{\frac{1+\cos\theta}{2}}$
$\cot\theta = \frac{1}{\tan\theta}$	$\operatorname{Cosec}^2\theta = 1 + \cot^2\theta$	$\tan\left(\frac{\theta}{2}\right) = \frac{1-\cos\theta}{\sin\theta}$

- $\sin^2\theta + \cos^2\theta = 1$
- $\sec^2\theta = 1 + \tan^2\theta$
- $\operatorname{cosec}^2\theta = 1 + \cot^2\theta$

Product to Sum Formulas-

- $\sin x \sin y = \frac{1}{2} [\cos(x-y) - \cos(x+y)]$
- $\cos x \cos y = \frac{1}{2} [\cos(x-y) + \cos(x+y)]$
- $\sin x \cos y = \frac{1}{2} [\sin(x+y) + \sin(x-y)]$
- $\cos x \sin y = \frac{1}{2} [\sin(x+y) - \sin(x-y)]$

Sum to Product Formulas-

- $\sin x + \sin y = 2 \sin\left(\frac{x+y}{2}\right) \cos\left(\frac{x-y}{2}\right)$
- $\sin x - \sin y = 2 \sin\left(\frac{x-y}{2}\right) \cos\left(\frac{x+y}{2}\right)$
- $\cos x + \cos y = 2 \cos\left(\frac{x+y}{2}\right) \cos\left(\frac{x-y}{2}\right)$
- $\cos x - \cos y = -2 \sin\left(\frac{x+y}{2}\right) \sin\left(\frac{x-y}{2}\right)$

Angle Addition Formulas-

$\sin(x+y) = \sin x \cos y + \cos x \sin y$ $\sin(x-y) = \sin x \cos y - \cos x \sin y$ $\cos(x+y) = \cos x \cos y - \sin x \sin y$ $\cos(x-y) = \cos x \cos y + \sin x \sin y$	$\tan(x+y) = \frac{\tan x + \tan y}{1 - \tan x \tan y}$ $\tan(x-y) = \frac{\tan x - \tan y}{1 + \tan x \tan y}$ $\cot(x+y) = \frac{\cot x \cot y - 1}{\cot y + \cot x}$ $\cot(x-y) = \frac{\cot x \cot y + 1}{\cot y - \cot x}$
--	--

Double Angle Formulas-

$$\sin 2\theta = 2 \sin \theta \cos \theta, \quad \sin 2\theta = \frac{2 \tan \theta}{1 + \tan^2 \theta}$$

$$\cos 2\theta = \cos^2 \theta - \sin^2 \theta = 2 \cos^2 \theta - 1 = 1 - 2 \sin^2 \theta$$

$$\cos 2\theta = \frac{1 - \tan^2 \theta}{1 + \tan^2 \theta}$$

$$\tan 2\theta = \frac{2 \tan \theta}{1 - \tan^2 \theta}, \quad \cot 2\theta = \frac{\cot^2 \theta - 1}{2 \cot \theta}$$

$$\begin{aligned} 2 \sin x \cos y &= \sin(x+y) + \sin(x-y) \\ 2 \cos x \sin y &= \sin(x+y) - \sin(x-y) \\ 2 \cos x \cos y &= \cos(x+y) + \cos(x-y) \\ 2 \sin x \sin y &= \cos(x-y) - \cos(x+y) \end{aligned}$$

Law of Cosines-

- $a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos x$
- $b^2 = a^2 + c^2 - 2ac \cos y$
- $c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos z$

- Sridharacharya formula- $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$

- $(a+b)^2 = a^2 + b^2 + 2ab$

- $(a-b)^2 = a^2 + b^2 - 2ab$
 $= (a+b)^2 - 4ab$

- $a^2 - b^2 = (a+b)(a-b)$

- $(a+b)^3 = a^3 + b^3 + 3ab(a+b)$

- $(a-b)^3 = a^3 - b^3 - 3ab(a-b)$

- $a^3 - b^3 = (a+b)(a^2 + b^2 - ab)$
 $= (a-b)(a^2 + b^2 + ab)$

Arithmetic Progression Formulas-

- n^{th} term of AP, $T_n = a + (n-1)d$

- Sum of 'n' terms of AP, $S_n = \frac{n}{2}[2a + (n-1)d]$

- If 1st and last terms are known then, $S_n = \frac{n}{2}(a+l)$

Geometric Progression Formulas-

a, ar, ar², ar³,

n^{th} term, $a_n = a \cdot n^{n-1}$

- Sum of n^{th} terms of G.P.-

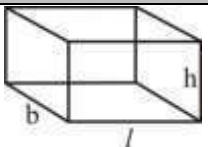
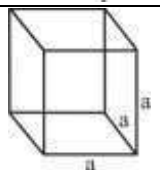
(i) $S_n = \frac{a(r^n - 1)}{(r - 1)}$ If $r > 1$

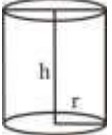
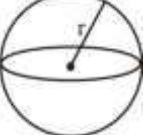
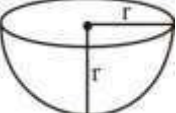
(ii) $S_n = \frac{a(1 - r^n)}{(1 - r)}$ If $r < 1$

(iii) $S_n = n \cdot a$ If $r = 1$

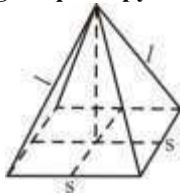
- Sum of infinite term-

$$S_{\infty} = \frac{a}{1-r} \quad \text{If } -1 < r < 1$$

Name of the solid	Figure	Volume	Lateral/Curved surface area	Total surface area
Cuboid		$l \cdot b \cdot h$	$2lh + 2bh$ or $2h(l + b)$	$2lh + 2bh + 2lb$ or $2(lh + bh + lb)$
Cube		a^3	$4a^2$	$4a^2 + 2a^2$ or $6a^2$

Right circular cylinder		$\pi r^2 h$	$2\pi r h$	$2\pi r h + 2\pi r^2$ or $2\pi r (h + r)$
Right circular cone		$\frac{1}{3} \pi r^2 h$	$\pi r l$	$\pi r l + \pi r^2$ or $\pi r (l + r)$
Sphere		$\frac{4}{3} \pi r^3$	$4\pi r^2$	$4\pi r^2$
Hemisphere		$\frac{2}{3} \pi r^3$	$2\pi r^2$	$2\pi r^2 + \pi r^2$ or $3\pi r^2$

Right square pyramid



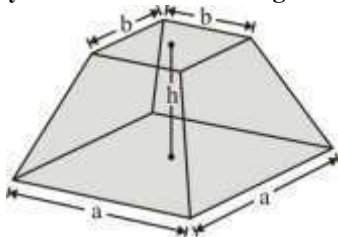
$$V = \frac{1}{3} s^2 h$$

Parabolic Cone



$$V = \frac{\pi d^2 h}{8}$$

Truncated Pyramid/Column Footing-



Case-1 If 'a' and 'b' is the side of pyramid.

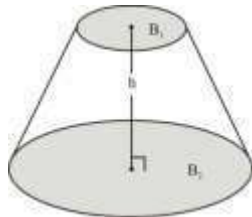
$$V = \frac{1}{3} h (a^2 + b^2 + ab)$$

Case-2 If A_1 and A_2 is the area of bottom and top surface.

$$V = \frac{1}{3} h [A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 A_2}]$$

Where, $A_1 = a \times a = a^2$
 $A_2 = b \times b = b^2$

Frustum of Cone



$$V = \frac{1}{3} h (B_1 + B_2 + \sqrt{B_1 B_2})$$

Case-1 If dia. of bottom and top surface is b & d then-

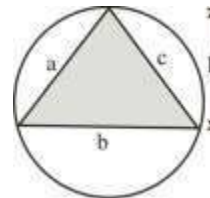
$$V = \frac{\pi h}{12} [b^2 + d^2 + bd]$$

Case-2 If B_1 & B_2 is top and bottom area of frustum.

$$V = \frac{1}{3} h (B_1 + B_2 + \sqrt{B_1 B_2})$$

Where, $B_1 = \frac{\pi}{4} b^2$ and $B_2 = \frac{\pi}{4} d^2$

Triangle-



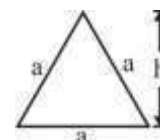
$$A = \frac{1}{2} bh, \quad A = \frac{abc}{4R} = rs$$

$$A = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$$

Semi-perimeter, $s = \frac{a+b+c}{2}$,

Where, a, b, c are the three sides of triangle
h = Height
R = Radius of circumscribed circle

Equilateral Triangle-



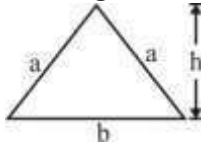
$$A = \frac{\sqrt{3} \times a^2}{4} = 0.433a^2,$$

$$h = \frac{\sqrt{3}}{2} \times a$$

Where,

a = Side of triangle, h = Height of triangle

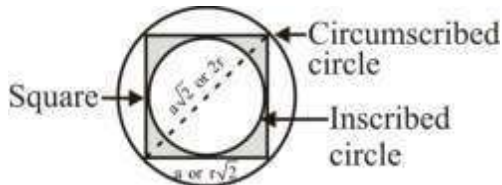
Isosceles Triangle-



$$A = \frac{b}{4} \sqrt{4a^2 - b^2}$$

Where, a = Side of triangle, b = Base of triangle

Square-



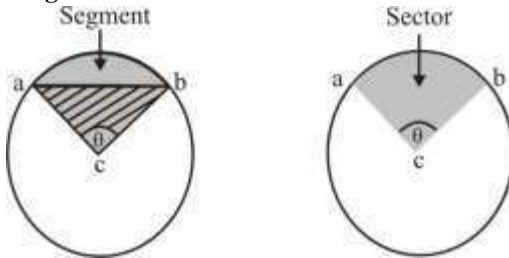
(i) $A = a^2$

(ii) Diagonal, $d = a\sqrt{2} = 1.414a$

(iii) $A = 1.2732 \times \text{Area of inscribed circle}$
 $= 0.6366 \times \text{Area of circumscribed circle}$

(iv) Dia. of circle, circumscribed about square
 $= 1.414 \times a^2$

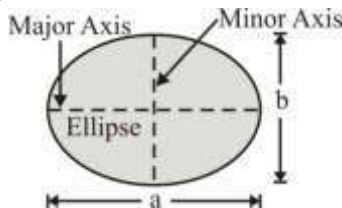
Area of Segment of Circle-



Area of segment = Area of sector – Area of triangle.

If θ is in degrees then	If θ is in radians then
area of sector = $\frac{\pi r^2 \theta}{360^\circ}$	area of sector = $\frac{1}{2} r^2 \theta$
Area of segment, = $r^2 \left(\frac{\pi \theta}{360^\circ} - \frac{\sin \theta}{2} \right)$	Area of segment, = $\frac{1}{2} r^2 (\theta - \sin \theta)$

Ellipse-

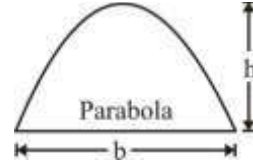


$$A = \frac{\pi}{4} (a.b) = 0.7854(a.b)$$

a = Major axis, b = Minor axis

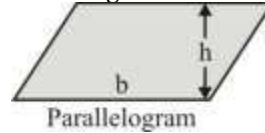
$$\text{Perimeter} = 3.1416 \left(\frac{a+b}{2} \right)$$

Parabola-



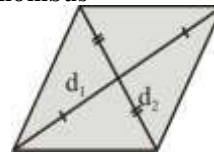
$$A = \text{Base} \times \frac{2}{3} \text{Height} = \frac{2}{3}bh$$

Parallelogram-



$$A = \text{base} \times \text{height} = b \times h$$

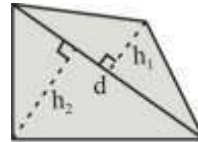
Rhombus-



$$A = \frac{1}{2} d_1 \times d_2$$

Where, d_1, d_2 are the two diagonals.

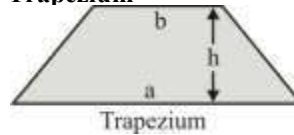
Quadrilateral-



$$A = \frac{1}{2} d(h_1 + h_2)$$

Where, d = Diagonal
 A_1, A_2 are the offsets from the Diagonal

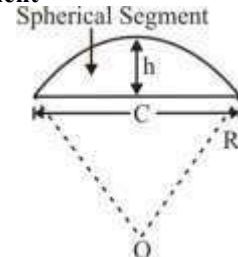
Trapezium-



$$A = \frac{1}{2} [\text{Sum of both parallel arms}] \times \text{Height}$$

$$A = \frac{1}{2} (a + b).h$$

Spherical Segment-



(i) Volume (V) = $\frac{\pi h^2}{3} (3R - h)$

$$= \frac{\pi h}{24} (3C^2 + 4h^2)$$

(ii) Spherical surface = $2\pi Rh$

(iii) Total surface = Spherical surface + $\frac{\pi C^2}{4}$

AMENDMENT NO. 5 – JULY, 2019 TO

IS 456: 2000 PLAIN AND REINFORCE CONCRETE - CODE OF PRACTICE

S. No.	Clause	Before Amendment	After Amendment
1	5.1	Cement–	Note– According to amendment No. 5 July 2019 Clause No.5.1 (b) and (c) Delete.
		Types of recommended cement:	
		(a) 33 grade ordinary Portland cement (OPC) conforming to IS 269	
		(b) 43 grade ordinary Portland cement (OPC) conforming to IS 8112	
		(c) 53 grade ordinary Portland cement (OPC) conforming to IS 12269	
		(d) Rapid hardening Portland cement conforming to IS 8041	
		(e) Portland slag cement conforming to IS 455	
		(f) Portland pozzolana cement (fly ash based) (PPC) conforming to IS 1489 (Part-I)	
		(g) Portland pozzolana cement (calcined clay based) conforming to IS 1489 (Part-II)	
		(h) Hydrophobic cement conforming to IS 8043	
		(j) Low heat portland cement conforming to IS 12600	
		(k) Sulphate resisting portland cement conforming to IS 12330	
2.	5.2	Mineral Admixtures	Mineral Admixture - 'Mineral admixtures listed below may be used along with ordinary Portland cement. Uniform blending of the mineral admixtures with the cement should be ensured.'
3.	5.2.1	Pozzolanas - Pozzolanic materials conforming to relevant Indian Standards may be used with the permission of the engineer-in-charge, provided uniform blending with cement is ensured.	Pozzolanas - Pozzolanic materials conforming to relevant Indian Standards may be used with the permission of the engineer-in-charge.
4.	5.2.1.1.	Fly ash (pulverized fuel ash) - Fly ash conforming to Grade 1 of IS 3812 may be used as part replacement of ordinary Portland cement provided uniform blending with cement is ensured.	Fly ash (pulverized fuel ash) - Fly ash conforming to Grade 1 of IS 3812 may be used as part replacement of ordinary Portland cement.
5.	5.2.1.2	Silica fume - Silica fume conforming to a standard approved by the deciding authority may be used as part replacement of cement provided uniform blending with the cement is ensured.	Silica fume - Silica fume conforming to a standard approved by the deciding authority may be used as part replacement of cement.
6.	5.2.1.4	Metakaoline - Metakaoline having fineness between 700 to 900 m ² /kg may be used as pozzolanic material in concrete.	Metakaoline - Metakaolin conforming to IS 16354 may be used as part replacement of ordinary Portland cement.'
7.	5.2.2	Ground granulated Blast Furnace Slag– Ground granulated blast furnace slag obtained by grinding granulated blast furnace slag conforming to IS 12089 may be used as part replacement of ordinary Portland cements Provided uniform blending with cement is ensured.	Ground granulated Blast Furnace Slag– Ground granulated blast furnace slag conforming to IS 16714 may be used as part replacement of ordinary Portland cement.
Newly added amendments			
8.	5.2.3	Precautions	<i>(after Amendment No.5 July 2019)</i>
9.	5.2.3.1	For concrete made with mineral admixtures, the setting time and rate of gain of strength may be different from those of concrete made with ordinary Portland cement alone	<i>(after Amendment No.5 July 2019)</i>

10.	5.2.3.2	Concrete containing mineral admixtures may exhibit and increase in plastic shrinkage cracking because of its low bleeding characteristics. The problem may be avoided by ensuring that such concrete is protected against drying, both during and after finishing. (after Amendment No.5 July 2019)																																							
11.	5.2.3.3	Some other properties of concrete such as modulus of elasticity, tensile strength, creep and shrinkage are not likely to be significantly different. For design purposes, it will be sufficiently accurate to adopt the same values as those used for concrete made with ordinary Portland cement alone. (after Amendment No.5 July 2019)																																							
12.	5.2.3.4	Mixes that contain very fine mineral admixtures such as silica fume, can be sticky and difficult to finish. (after Amendment No.5 July 2019)																																							
13.	5.2.3.5	Concrete made using blended cements such as Portland Pozzolana cement and Portland slag cement shall also adhere to 5.2.3.1, 5.2.3.2 and 5.2.3.3. (after Amendment No.5 July 2019)																																							
14.	11.0 Formwork	<table><tr><th>Type Formwork</th><th>Minimum Period Before Striking Formwork</th></tr><tr><td>(a) Vertical formwork to columns, walls, beams</td><td>16–24 h RRB SSE Secundrabad-01-09-2015 (Shift-I)</td></tr><tr><td>(b) Soffit formwork to slabs (Props to be refixed immediately after removal of formwork)</td><td>3 days</td></tr><tr><td>(c) Soffit formwork to beams (Props to be refixed immediately after removal of formwork)</td><td>7 days</td></tr><tr><td>(d) Props to slabs</td><td></td></tr><tr><td>(i) Spanning up to 4.5 m</td><td>7 days UPPCL JE 02-01-2021(Shift-I) SSB HP-18-11-2018 RRB SSE Secundrabad-01-09-2015 (Shift-II)</td></tr><tr><td>(ii) Spanning over 4.5 m</td><td>14 days LMRC AE-2017 (Shift-I)</td></tr><tr><td>(e) Props to beams and arches</td><td></td></tr><tr><td>(i) Spanning up to 6 m</td><td>14 days RRB SSE Online-01-09-2015 (Shift-II)</td></tr><tr><td>(ii) Spanning over 6 m</td><td>21 days</td></tr></table>	Type Formwork	Minimum Period Before Striking Formwork	(a) Vertical formwork to columns, walls, beams	16–24 h RRB SSE Secundrabad-01-09-2015 (Shift-I)	(b) Soffit formwork to slabs (Props to be refixed immediately after removal of formwork)	3 days	(c) Soffit formwork to beams (Props to be refixed immediately after removal of formwork)	7 days	(d) Props to slabs		(i) Spanning up to 4.5 m	7 days UPPCL JE 02-01-2021(Shift-I) SSB HP-18-11-2018 RRB SSE Secundrabad-01-09-2015 (Shift-II)	(ii) Spanning over 4.5 m	14 days LMRC AE-2017 (Shift-I)	(e) Props to beams and arches		(i) Spanning up to 6 m	14 days RRB SSE Online-01-09-2015 (Shift-II)	(ii) Spanning over 6 m	21 days	<table><tr><th>Type of Formwork</th><th>minimum Before</th><th>Period</th></tr><tr><td></td><td>for concrete made using OPC</td><td>For concrete Made Using Cement Other than OPC or Using Mineral Admixtures Like Fly Ash and slag</td></tr><tr><td>i) Vertical formwork to columns, walls, beams</td><td>16–24h</td><td>16–24 h</td></tr><tr><td>ii) Soffit formwork to slabs (Props to be refixed immediately after removal of formwork)</td><td>3 days</td><td>7 days</td></tr><tr><td>iii) Soffit form work to beams (props to be refixed immediately after removal of formwork)</td><td>7 days</td><td>10 days</td></tr><tr><td>iv) Props to slabs: 1) Spanning up to 4.5 m 2) spanning over 4.5 m</td><td>7 days 14 days</td><td>10 days 14 days</td></tr></table>	Type of Formwork	minimum Before	Period		for concrete made using OPC	For concrete Made Using Cement Other than OPC or Using Mineral Admixtures Like Fly Ash and slag	i) Vertical formwork to columns, walls, beams	16–24h	16–24 h	ii) Soffit formwork to slabs (Props to be refixed immediately after removal of formwork)	3 days	7 days	iii) Soffit form work to beams (props to be refixed immediately after removal of formwork)	7 days	10 days	iv) Props to slabs: 1) Spanning up to 4.5 m 2) spanning over 4.5 m	7 days 14 days	10 days 14 days
Type Formwork	Minimum Period Before Striking Formwork																																								
(a) Vertical formwork to columns, walls, beams	16–24 h RRB SSE Secundrabad-01-09-2015 (Shift-I)																																								
(b) Soffit formwork to slabs (Props to be refixed immediately after removal of formwork)	3 days																																								
(c) Soffit formwork to beams (Props to be refixed immediately after removal of formwork)	7 days																																								
(d) Props to slabs																																									
(i) Spanning up to 4.5 m	7 days UPPCL JE 02-01-2021(Shift-I) SSB HP-18-11-2018 RRB SSE Secundrabad-01-09-2015 (Shift-II)																																								
(ii) Spanning over 4.5 m	14 days LMRC AE-2017 (Shift-I)																																								
(e) Props to beams and arches																																									
(i) Spanning up to 6 m	14 days RRB SSE Online-01-09-2015 (Shift-II)																																								
(ii) Spanning over 6 m	21 days																																								
Type of Formwork	minimum Before	Period																																							
	for concrete made using OPC	For concrete Made Using Cement Other than OPC or Using Mineral Admixtures Like Fly Ash and slag																																							
i) Vertical formwork to columns, walls, beams	16–24h	16–24 h																																							
ii) Soffit formwork to slabs (Props to be refixed immediately after removal of formwork)	3 days	7 days																																							
iii) Soffit form work to beams (props to be refixed immediately after removal of formwork)	7 days	10 days																																							
iv) Props to slabs: 1) Spanning up to 4.5 m 2) spanning over 4.5 m	7 days 14 days	10 days 14 days																																							

			v) Props to beams and arches: 1) Spanning up to 6 m 2) Spanning over 6 m	14 days 21 days	14 days 21 days
			Note- Utmost care shall be taken to provide props. The props shall be provided immediately after stripping each shuttering panel and not after stripping all the panels of the entire slab		
15.	11.3.1	In case of use of cements other than OPC or in case of use of mineral admixtures like fly ash and slag, in lieu of the minimum period specified in	col 3, the stripping of formwork may be done in accordance with the provisions of 11.3.1 col 2, provided concrete cube testing is done to ensure that the following minimum strength is achieved: (a) 3 days : 45 percent of specified strength (b) 7 days : 60 percent of specified strength (c) 14 days : 85 percent of specified strength		
16.	13.3.1	Concrete shall be compacted using mechanical vibrators complying with IS 2505 , IS 2506 , IS 2514 and IS 4656 . Over vibration and under vibration of concrete are harmful and should be avoided. Vibration of very wet mixes should also be avoided.	Concrete shall be compacted using mechanical vibrators complying with IS 2505 , IS 2506 and IS 2514 .		

AMENDMENT NO. 4 – MAY, 2013

TO

IS 456: 2000 PLAIN AND REINFORCE CONCRETE - CODE OF PRACTICE

S. No.	Clause	Before Amendment	After Amendment
1.	5.3 Aggregates	Aggregates shall comply with the requirements of IS 383. As far as possible preference shall be given to natural aggregates.	Aggregates shall comply with the requirements of IS 383
2.	5.3.4	Coarse and fine aggregate shall be batched separately. All-in-aggregate may be used only where specifically permitted by the engineer-in-charge.	Coarse and fine aggregate shall be batched separately.
3.	5.4 Water	Water used for mixing and curing shall be clean and free from injurious amounts of oils, acids, alkalis, salts, sugar, organic materials or other substances that may be deleterious to concrete or steel.	Water, natural or treated, used for mixing and curing shall be clean and free from injurious amounts of oils, acids, alkalis, salts, sugar, organic materials or other substances that may be deleterious to concrete or steel.
4.	5.4.3 Sea Water	Mixing or curing of concrete with sea water is not recommended because of presence of harmful salts in sea water. Under unavoidable circumstances sea water may be used for mixing or curing in plain concrete with no embedded steel after having given due consideration to possible disadvantages and precautions including use of appropriate cement system.	Sea water shall not be used for mixing or curing of concrete because of presence of harmful salts. Under unavoidable circumstances sea water may be used for mixing or curing in plain concrete with no embedded steel after having given due consideration to possible disadvantages and precautions including use of appropriate cement system.
5.	5.5.5 New Clause added		The amount of admixture added to a mix shall be recorded in the production record. Redosing of admixtures is not normally permitted. In special circumstances, if necessary, additional dose of admixture may be added at a project site and mixed adequately in mixer itself to regain the workability of concrete with the mutual agreement between the producer/supplier and the purchaser/user of concrete. However the producer/supplier shall assure the ultimate quality of concrete supplied by him and maintain record of quantity and time of addition.

6.	Table 2 – Grades of Concrete	<table><tr><th>Group</th><th>Grade designation</th><th>Specified characteristic compressive strength of 150 mm cube at 28 days in N/mm² UPSSSC JE 16-4-2022</th></tr><tr><td rowspan="3">Ordinary concrete</td><td>M 10</td><td>10</td></tr><tr><td>M 15</td><td>15 SSC JE-03-03-2017 (Even.)</td></tr><tr><td>M 20</td><td>20 NBCC JE-2018 (Morn.)</td></tr><tr><td rowspan="7">Standard Concrete</td><td>M 25</td><td>25</td></tr><tr><td>M 30</td><td>30</td></tr><tr><td>M 35</td><td>35</td></tr><tr><td>M 40</td><td>40</td></tr><tr><td>M 45</td><td>45</td></tr><tr><td>M 50</td><td>50</td></tr><tr><td>M 55</td><td>55</td></tr><tr><td rowspan="4">High strength Concrete</td><td>M 60</td><td>60</td></tr><tr><td>M 65</td><td>65</td></tr><tr><td>M 70</td><td>70</td></tr><tr><td>M 75</td><td>75</td></tr><tr><td></td><td>M 80</td><td>80</td></tr></table> Note- (1) In the designation of concrete mix M refers to the mix and the number to the specified compressive strength of 150 mm size cube at 28 days, expressed in N/mm² (2) For concrete of compressive strength greater than M 55, design parameters given in the standard may not be applicable and the value may be obtained from specialized literature and experimental results.	Group	Grade designation	Specified characteristic compressive strength of 150 mm cube at 28 days in N/mm ² UPSSSC JE 16-4-2022	Ordinary concrete	M 10	10	M 15	15 SSC JE-03-03-2017 (Even.)	M 20	20 NBCC JE-2018 (Morn.)	Standard Concrete	M 25	25	M 30	30	M 35	35	M 40	40	M 45	45	M 50	50	M 55	55	High strength Concrete	M 60	60	M 65	65	M 70	70	M 75	75		M 80	80	<table><tr><th>Group</th><th>Grade designation</th><th>Specified characteristic compressive strength of 150 mm cube at 28 days in N/mm² UPSSSC JE 16-4-2022</th></tr><tr><td rowspan="3">Ordinary concrete</td><td>M 10</td><td>10</td></tr><tr><td>M 15</td><td>15 Andman&Nicobar APWD JE Civil 27-7-2019 SSC JE-03-03-2017 (Even.)</td></tr><tr><td>M 20</td><td>20 KPSC AE Civil 26-2-2023 NBCC JE-2018 (Morn.)</td></tr><tr><td rowspan="10">Standard Concrete</td><td>M 25</td><td>25 Andman & Nicobar Plan.Asst. 6-3-2023 (Shift-I)</td></tr><tr><td>M 30</td><td>30</td></tr><tr><td>M 35</td><td>35</td></tr><tr><td>M 40</td><td>40 KPSC AE Civil 26-2-2023</td></tr><tr><td>M 45</td><td>45</td></tr><tr><td>M 50</td><td>50</td></tr><tr><td>M 55</td><td>55</td></tr><tr><td>M 60</td><td>60</td></tr><tr><td rowspan="7">High strength Concrete</td><td>M 65</td><td>65</td></tr><tr><td>M 70</td><td>70</td></tr><tr><td>M 75</td><td>75</td></tr><tr><td>M 80</td><td>80</td></tr><tr><td>M 85</td><td>85</td></tr><tr><td>M 90</td><td>90</td></tr><tr><td>M 95</td><td>95</td></tr><tr><td></td><td>M 100</td><td>100</td></tr></table> In this amendment, Classification of Concrete has been changed. M60Gr. has been shifted to Standard concrete and from Grades M85 to M100 are added to High strength concretes. In note to M55 is replaced with M60.	Group	Grade designation	Specified characteristic compressive strength of 150 mm cube at 28 days in N/mm ² UPSSSC JE 16-4-2022	Ordinary concrete	M 10	10	M 15	15 Andman&Nicobar APWD JE Civil 27-7-2019 SSC JE-03-03-2017 (Even.)	M 20	20 KPSC AE Civil 26-2-2023 NBCC JE-2018 (Morn.)	Standard Concrete	M 25	25 Andman & Nicobar Plan.Asst. 6-3-2023 (Shift-I)	M 30	30	M 35	35	M 40	40 KPSC AE Civil 26-2-2023	M 45	45	M 50	50	M 55	55	M 60	60	High strength Concrete	M 65	65	M 70	70	M 75	75	M 80	80	M 85	85	M 90	90	M 95	95		M 100	100
Group	Grade designation	Specified characteristic compressive strength of 150 mm cube at 28 days in N/mm ² UPSSSC JE 16-4-2022																																																																																			
Ordinary concrete	M 10	10																																																																																			
	M 15	15 SSC JE-03-03-2017 (Even.)																																																																																			
	M 20	20 NBCC JE-2018 (Morn.)																																																																																			
Standard Concrete	M 25	25																																																																																			
	M 30	30																																																																																			
	M 35	35																																																																																			
	M 40	40																																																																																			
	M 45	45																																																																																			
	M 50	50																																																																																			
	M 55	55																																																																																			
High strength Concrete	M 60	60																																																																																			
	M 65	65																																																																																			
	M 70	70																																																																																			
	M 75	75																																																																																			
	M 80	80																																																																																			
Group	Grade designation	Specified characteristic compressive strength of 150 mm cube at 28 days in N/mm ² UPSSSC JE 16-4-2022																																																																																			
Ordinary concrete	M 10	10																																																																																			
	M 15	15 Andman&Nicobar APWD JE Civil 27-7-2019 SSC JE-03-03-2017 (Even.)																																																																																			
	M 20	20 KPSC AE Civil 26-2-2023 NBCC JE-2018 (Morn.)																																																																																			
Standard Concrete	M 25	25 Andman & Nicobar Plan.Asst. 6-3-2023 (Shift-I)																																																																																			
	M 30	30																																																																																			
	M 35	35																																																																																			
	M 40	40 KPSC AE Civil 26-2-2023																																																																																			
	M 45	45																																																																																			
	M 50	50																																																																																			
	M 55	55																																																																																			
	M 60	60																																																																																			
	High strength Concrete	M 65	65																																																																																		
		M 70	70																																																																																		
M 75		75																																																																																			
M 80		80																																																																																			
M 85		85																																																																																			
M 90		90																																																																																			
M 95		95																																																																																			
	M 100	100																																																																																			
7.	8.1 General	A durable concrete is one that performs satisfactorily in the working environment during its anticipated exposure conditions during service. The materials and mix proportions specified and used should be such as to maintain its integrity and, if applicable, to protect embedded metal from corrosion.	A durable concrete is one that performs satisfactorily in the working environment during its anticipated exposure conditions during service life. The materials and mix proportions specified and used should be such as to maintain its integrity and, if applicable, to protect embedded metal from corrosion.																																																																																		
8.	NOTES to Table 5 Minimum Cement Content,	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	Cement content prescribed in this table is irrespective of grades and types of cement and is inclusive of mineral admixtures mentioned in 5.2. The mineral admixtures such as fly ash or ground granulated blast																																																																																		

	Maximum Water-Cement Ratio and Minimum Grade of Concrete for Different Exposures with Normal Weight Aggregates of 20 mm Nominal Maximum Size	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	furnace slag shall be taken into account in the concrete composition with respect to the cement content and water-cement ratio not exceeding the limit of fly ash and slag specified in IS 1489(Part I) and IS 455 respectively, beyond which these additions though permitted, shall not be considered for these purposes.
9.	NOTES to Table 5 – <i>Note 3 added</i>	Only 2 note items mentioned.	3. The minimum cement content, maximum free water-cement ratio and minimum grade of concrete are individually related to exposure.
10	8.2.5.4 Alkali- aggregate reaction	b) Use of low alkali ordinary Portland cement having total alkali content not more than 0.6 percent (as Na ₂ O equivalent). Further advantage can be obtained by use of fly ash (Grade 1) conforming to IS 3812 or granulated blast furnace slag conforming to IS 12089 as part replacement of ordinary Portland cement (having total alkali content as Na ₂ O equivalent not more than 0.6 percent), provided fly ash content is at least 20 percent or slag content is at least 50 percent.	b) Use of low alkali ordinary Portland cement having total alkali content not more than 0.6 percent (as Na ₂ O equivalent). Further advantage can be obtained by use of flyash conforming to IS 3812 (Part I) or ground granulated blast furnace slag conforming to IS 12089 as part replacement of ordinary Portland cement (having total alkali content as Na ₂ O equivalent not more than 0.6 percent), provided fly ash content is at least 25percent or slag content is at least 50 percent.
11	8.2.6.2 Drainage	At sites where alkali concentrations are high or may become very high, the ground water should be lowered by drainage so that it will not come into direct contact with the concrete. Additional protection may be obtained by the use of chemically resistant stone facing or a layer of plaster of Paris covered with suitable fabric, such as jute thoroughly impregnated with bituminous material.	At sites where alkali concentrations are high or may become very high, the ground water should be lowered by drainage so that it will not come into direct contact with the concrete. Additional protection may be obtained by the use of suitable impermeable barriers.
12	9.2 Design Mix Concrete 9.2.1	As the guarantor of quality of concrete used in the construction, the constructor shall carry out the mix design and the mix so designed (not the method of design) shall be approved by the employer within the limitations of parameters and other stipulations laid down by this standard.	As the guarantor of quality of concrete used in the construction, the constructor shall carry out the mix design and the mix so designed (not the method of design) shall be approved by the employer within the limitations of parameters and other stipulations laid down by this standard. If so desired, the employer shall be provided with supporting data including graphs showing strength versus water cement ratio for range of proportions, complete trial mix proportioning details to substantiate the choice of cement content, fine and coarse aggregate content, water, mineral admixtures, chemical admixtures etc.,
13	9.2.2	The mix shall be designed to produce the grade of concrete having the required workability and a characteristic strength not less than appropriate values given in Table 2. The target mean strength of concrete mix should be equal to the characteristic strength plus 1.65 times the standard deviation.	The mix shall be designed to produce the grade of concrete having the required workability and a characteristic strength not less than appropriate values given in Table 2. Proportion/grading of aggregates shall be made by trial in such a way as to make densest possible concrete. The target mean strength of concrete mix should be equal to the characteristic strength plus 1.65 times the standard deviation.

14	Table 8 Assumed Standard Deviation	Grade of Concrete Assumed Standard Deviation N/mm² NOTES - The above values correspond to the site control having proper storage of cement; weight batching of all materials; controlled addition of water; regular checking of all materials, aggregate gradings and moisture content; and periodical checking of workability and strength. Where there is deviation from the above the values given in the above table shall be increased by 1N/mm².	Grade of Concrete Assumed Standard Deviation N/mm² NOTES - 1. The above values correspond to the site control having proper storage of cement; weight batching of all materials; controlled addition of water; regular checking of All materials, aggregate gradings and moisture content; and periodical cheacking of workability and strength. Where there is deviation from the above the values given in the above table shall be increased by 1N/mm² 2. for grade above M60, the standard deviation shall be established by actual trials based on assumed proportion, before finalizing the mix. 3. In this amendment, M55 and M60 has been added in the amended version to the Grade of Concrete. Also note 2 is added
15	10.2 Batching	To avoid confusion and error in batching, consideration should be given to using the smallest practical number of different concrete mixes on any site or in any one plant. In batching concrete, the quantity of both cement and aggregate shall be determined by mass; admixture, if solid, by mass; liquid admixture may however be measured in volume or mass; water shall be weighed or measured by volume in a calibrated tank (see also IS 4925). Ready-mixed concrete supplied by ready-mixed concrete plant shall be preferred. For large and medium project sites the concrete shall be sourced from ready mixed concrete plants or from on site or off site batching and mixing plants (see IS 4926).	To avoid confusion and error in batching, consideration should be given to using the smallest practical number of different concrete mixes on any site or in any one plant. In batching concrete, the quantity of both cement and aggregate shall be determined by mass; admixture, if solid, by mass; liquid admixture may however be measured in volume or mass; water shall be weighed or measured by volume in a calibrated tank (see also IS 4925). For large and medium project sites, the concrete shall be sourced from Ready mixed concrete plants or from captive on site or off site automatic batching and mixing plants. The concrete produced and supplied by ready-mixed concrete plants shall be in accordance with IS 4926. In case of concrete from captive on site or off site automatic batching and mixing plants, similar quality control shall be followed.
16	10.2.1	Except where it can be shown to the satisfaction of the engineer-in-charge that supply of properly graded aggregate of uniform quality can be maintained over a period of work, the grading of aggregate should be controlled by obtaining the coarse aggregate in different sizes and blending them in the right proportions when required, the different sizes being stocked in separate stock-piles. The material should be stock-piled for several hours preferably a day	The grading of aggregate shall be controlled by obtaining the coarse aggregate in different sizes and blending them in right proportions, the different sizes being stocked in separate stock piles. The material should be stock-piled for several hours preferably a day before use. The grading of coarse and fine aggregate should be checked as frequently as

		before use. The grading of coarse and fine aggregate should be checked as frequently as possible, the frequency for a given job being determined by the engineer-in charge to ensure that the specified grading is maintained.	possible, the frequency for a given job being determined by the engineer-in charge to ensure that the specified grading is maintained.
17	10.2.2	The accuracy of the measuring equipment shall be within + 2 percent of the quantity of cement being measured and within + 3 percent of the quantity of aggregate, admixtures and water being measured.	The accuracy of measuring equipment shall be within ± 2 percent of the quantity of cement and mineral admixtures being measured and within ± 3 percent of the quantity of aggregate, chemical admixtures and water being measured. In a batching plant, the concrete production equipment shall be calibrated initially at the time of installation or reconditioning of the equipment and subsequently at the following intervals: a) Mechanical/knife edge systems : At least once every two months b) Electrical / load cell systems : At least once every three months
18	10.2.3	Proportion/Type and grading of aggregates shall be made by trial in such a way so as to obtain densest possible concrete. All ingredients of the concrete should be used by mass only.	All ingredients of concrete shall be used by mass except water and chemical admixtures which may be by volume.
19	10.2.5	It is important to maintain the water-cement ratio constant at its correct value. To this end, determination of moisture contents in both fine and coarse aggregates shall be made as frequently as possible, the frequency for a given job being determined by the engineer-in-charge according to weather conditions. The amount-of the added water shall be adjusted to compensate for any observed variations in the moisture contents. For the determination of moisture content in the aggregates, IS 2386 (Part 3) may be referred to. To allow for the variation in mass of aggregate due to variation in their moisture content, suitable adjustments in the masses of aggregates shall also be made. In the absence of -exact data, only in the case of nominal mixes, the amount of surface water may be estimated from the values given in Table 10.	It is important to maintain the water-cement ratio constant at its correct value. To this end, determination of moisture contents in both fine and coarse aggregates shall be made as frequently as possible, the frequency for a given job being determined by the engineer-in-charge according to weather conditions. The amount-of the added water shall be adjusted to compensate for any observed variations in the moisture contents. For the determination of moisture content in the aggregates, IS 2386 (Part 3) may be referred to. Where batching plants are used, it is recommended to determine moisture content by moisture probes fitted to the batching plants. To allow for the variation in mass of aggregate due to variation in their moisture content, suitable adjustments in the masses of aggregates shall also be made. In the absence of -exact data, only in the case of nominal mixes, the amount of surface water may be estimated from the values given in Table 10.
20	10.3 Mixing	Concrete shall be mixed in a mechanical mixer. The mixer should comply with IS 1791 and IS 12119. The mixers shall be fitted with water measuring (metering) devices. The mixing shall be continued until there is a uniform distribution of the materials and the mass is uniform in colour and consistency. If there is segregation after unloading from the mixer, the concrete should be remixed.	Concrete shall be mixed in mechanical mixer (see also IS 1791 and IS 12119). It shall be ensured that stationary or central mixers and truck mixers shall comply with the performance criteria of mixing efficiency as per IS 4634. Mixing efficiency test shall be performed at least once in a year. The mixers shall be fitted with water measuring (metering) devices. The mixing shall be continued until there is a uniform distribution of the materials and the mass is uniform in colour and consistency. If there is segregation after unloading from the mixer, the concrete should be remixed.

21	10.3.1	For guidance, the mixing time shall be at least 2 min. For other types of more efficient mixers, manufacturers' recommendations shall be followed; for hydrophobic cement it may be decided by the engineer-in-charge.	As a guidance, the mixing time shall be at least 2min for conventional free fall (drum) batch type concrete mixers. For other types of more efficient mixers, manufacturers' recommendations shall be followed.															
22	10.3.3	Dosages of retarders, plasticisers and superplasticisers shall be restricted to 0.5, 1.0 and 2.0 percent respectively by weight of cementations' materials and unless a higher value is agreed upon between the manufacturer and the constructor based on performance test.	Dosages of retarders, plasticisers and superplasticisers shall be restricted to 0.5, 1.0 and 2.0 percent respectively by mass of cementitious materials; however, the dosages of polycarboxylate based admixtures shall not exceed 1.0percent. A higher value of above admixtures may be used, if agreed upon between the manufacturer and the constructor based on performance test relating to workability, setting time and early age strength.															
23	11.1 General	The formwork shall be designed and constructed so as to remain sufficiently rigid during placing and compaction of concrete, and shall be such as to prevent loss of slurry from the concrete. For further details regarding design, detailing, etc, reference may be made to IS 14687. The tolerances on the shapes, lines and dimensions shown in the drawing shall be within the limits given below: <table><tr><td>a)</td><td>Deviations from specified dimensions of cross-section of columns and beams</td><td>+12 to – 6 mm</td></tr><tr><td>b)</td><td>Deviation from dimensions of footings</td><td></td></tr><tr><td></td><td>1) Dimensions in plan</td><td>+50 to –12 mm</td></tr><tr><td></td><td>2)Eccentricity</td><td>0.01 times the widths of the footing in the direction of deviation but not more than 50mm</td></tr><tr><td></td><td>3) Thickness</td><td>± 0.05 times the specified thickness</td></tr></table>	a)	Deviations from specified dimensions of cross-section of columns and beams	+12 to – 6 mm	b)	Deviation from dimensions of footings			1) Dimensions in plan	+50 to –12 mm		2)Eccentricity	0.01 times the widths of the footing in the direction of deviation but not more than 50mm		3) Thickness	± 0.05 times the specified thickness	(a) Deviation from specified dimensions of cross-section of columns and beams +10 to –5 mm (b) Deviation from dimensions of footings 1) Dimensions in plan +50 to –10 mm 2) Eccentricity 0.02 times the width of the footing in the direction of deviation but not more than 50 mm 3) Thickness +50 to –10 mm or ±0.05 times the specified thickness, whichever is less In this amendment, The tolerances on shapes, lines and dimensions are revised.
a)	Deviations from specified dimensions of cross-section of columns and beams	+12 to – 6 mm																
b)	Deviation from dimensions of footings																	
	1) Dimensions in plan	+50 to –12 mm																
	2)Eccentricity	0.01 times the widths of the footing in the direction of deviation but not more than 50mm																
	3) Thickness	± 0.05 times the specified thickness																
24	13.4 Construction Joints and Cold Joints	Joints are a common source of weakness and, therefore, it is desirable to avoid them. If this is not possible, their number shall be minimized. Concreting shall be carried out continuously up to construction joints, the position and arrangement of which shall be indicated by the designer. Construction joints should comply with IS 11817.	Joints are a common source of weakness and, therefore, it is desirable to avoid them. If this is not possible, their number shall be minimized. Concreting shall be carried out continuously up to construction joints, the position and arrangement of which shall be indicated by the designer.															
25	Table 11	Characteristic Compressive Strength Compliance Requirement (Clases 16.1 and 16.3) <table><tr><th>Specified Grade (1)</th><th>Mean of the group of 4 Non-overlapping consecutive test result in N/mm² (2)</th><th>Individual test result in N/mm² (3)</th></tr><tr><td>M15</td><td>≥ f_{ck} + 0.825 × established standard deviation</td><td>≥ f_{ck} – 3 N/mm²</td></tr></table>	Specified Grade (1)	Mean of the group of 4 Non-overlapping consecutive test result in N/mm ² (2)	Individual test result in N/mm ² (3)	M15	≥ f _{ck} + 0.825 × established standard deviation	≥ f _{ck} – 3 N/mm ²	Characteristic Compressive Strength Compliance Requirement (Clases 16.1 and 16.3) <table><tr><th>Specified Grade (1)</th><th>Mean of the group of 4 Non-overlapping consecutive test result in N/mm² (2)</th><th>Individual test result in N/mm² (3)</th></tr><tr><td>M15</td><td>≥ f_{ck} + 0.825 × established standard</td><td>≥ f_{ck} – 3 N/mm²</td></tr></table>	Specified Grade (1)	Mean of the group of 4 Non-overlapping consecutive test result in N/mm ² (2)	Individual test result in N/mm ² (3)	M15	≥ f _{ck} + 0.825 × established standard	≥ f _{ck} – 3 N/mm ²			
Specified Grade (1)	Mean of the group of 4 Non-overlapping consecutive test result in N/mm ² (2)	Individual test result in N/mm ² (3)																
M15	≥ f _{ck} + 0.825 × established standard deviation	≥ f _{ck} – 3 N/mm ²																
Specified Grade (1)	Mean of the group of 4 Non-overlapping consecutive test result in N/mm ² (2)	Individual test result in N/mm ² (3)																
M15	≥ f _{ck} + 0.825 × established standard	≥ f _{ck} – 3 N/mm ²																

		(rounded off to nearest 0.5 N/mm²) or $f_{ck} + 3 \text{ N/mm}^2$, whichever is greater M20 or above $\geq f_{ck} + 0.825 \times$ established standard deviation (rounded off to nearest 0.5 N/mm²) or $f_{ck} + 4 \text{ N/mm}^2$, whichever is greater $\geq f_{ck} - 4 \text{ N/mm}^2$ IES-2009	deviation (rounded off to nearest 0.5 N/mm²) or $f_{ck} + 3 \text{ N/mm}^2$, whichever is greater M20 or above $\geq f_{ck} + 0.825 \times$ established standard deviation (rounded off to nearest 0.5 N/mm²) or $f_{ck} + 4 \text{ N/mm}^2$, whichever is greater $\geq f_{ck} - 4 \text{ N/mm}^2$ IES-2009
		NOTE— In the absence of established value of standard deviation the values given in Table 8 may be assumed, and attempt should be made to obtain results of 30 samples as early as possible to establish the value of standard deviation.	
		Note —: (1). In the absence of established value of standard deviation, the value given in Table 8 may be assumed, and attempt should be made to obtain results of 30 samples as early as possible to establish the value of standard deviation. (2). For concrete of quantity up to 30 m³ (where the member of samples to be taken is less than four as per the frequency of sampling given in 15.2.2) the mean of test results of all such samples shall be $f_{ck} + 4 \text{ N/mm}^2$ minimum.	
26	24.4.1 Restrained Slab with Unequal Conditions at Adjacent Panels	In some cases the support moments calculated from Table 26 for adjacent panels may differ significantly. The following procedure may be adopted to adjust them. a) Calculate the sum of moments at midspan and supports (neglecting signs).	In some cases the support moments calculated from Table 26 for adjacent panels may differ significantly. The following procedure may be adopted to adjust them. a) Calculate the sum of the midspan moments and the average of the support moments (neglecting signs) for each panel.
27	26.2.1 Development Length of Bars - NOTES – Note 3 added	Only 2 Note items mentioned.	3) For plain cement concrete of M15 grade with nominal reinforcement, the design bond stress may be taken as 1.0 N/mm ² .
28	26.2.1.1 Design bond stress in limit state method for plain bars in tension shall be as below:	For deformed bars conforming to IS 1786 these values shall be increased by 60 percent. For bars in compression, the values of bond stress for bars in tension shall be increased-by 25 percent.	For deformed bars conforming to IS 1786 these values shall be increased by 60 percent. For bars in compression, the values of bond stress for bars in tension shall be increased-by 25 percent. For fusion bonded epoxy coated deformed bars, design bond stress values shall be taken as 80 percent of the values given in the above table.
29	35.3.2 Cracking – 3rd para	The surface width of the cracks should not, in general, exceed 0.3 mm in members where cracking is not harmful and does not have any serious adverse effects upon the preservation of reinforcing steel nor	The surface width of the cracks should not, in general, exceed 0.3 mm in members where cracking is not harmful and does not have any serious adverse effects upon the

		upon the durability of the structures. In members where cracking in the tensile zone is harmful either because they are exposed to the effects of the weather or continuously exposed to moisture or in contact soil or ground water, an upper limit of 0.2 mm is suggested for the maximum width of cracks. For particularly aggressive environment, such as the 'severe' category in Table 3, the assessed surface width of cracks should not in general, exceed 0.1 mm.	preservation of reinforcing steel nor upon the durability of the structures. In members where cracking in the tensile zone is harmful either because they are exposed to the effects of the weather or continuously exposed to moisture or in contact soil or ground water, an upper limit of 0.2 mm is suggested for the maximum width of cracks. For particularly aggressive environment, such as 'very severe' and 'extreme' categories given in Table 3, the assessed surface width of cracks should not in general, exceed 0.1 mm.																																																																																																				
30	40.5.2 Shear Reinforcement for Sections Close to supports	If shear reinforcement is required, the total area of this is given by: $A_s = a_v b (\tau_v - 2d \tau_c / a_v) / 0.87 f_y \geq 0.4 a_v b / 0.87 f_y$	If shear reinforcement is required, the total area of this is given by: $\Sigma A_{sv} = a_v b (\tau_v - 2d \tau_c / a_v) / 0.87 f_y \geq 0.4 a_v b / 0.87 f_y$																																																																																																				
31	B-2.1.1 Direct Tension	For M50, Tensile stress – 5.2 For M55, Tensile stress – 5.6	For M50 and above, Tensile stress – 5.2																																																																																																				
32	Table 21	Permissible stresses in concrete <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Grade of concrete</th><th colspan="2">Permissible stress in compression (N/mm²)</th><th rowspan="2">Permissible stress In (Average) for plain Bars in Tension</th></tr> <tr> <th>Bending σ_{cbc}</th><th>Direct σ_{cb}</th></tr> <tr> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>M 10</td><td>3.0</td><td>2.5</td><td></td></tr> <tr><td>M 15</td><td>5.0</td><td>4.0</td><td>0.6</td></tr> <tr><td>M 20</td><td>7.0</td><td>5.0</td><td>0.8</td></tr> <tr><td>M 25</td><td>8.5</td><td>6.0</td><td>0.9</td></tr> <tr><td>M 30</td><td>10.0</td><td>8.0</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>M 35</td><td>11.5</td><td>9.0</td><td>1.1</td></tr> <tr><td>M 40</td><td>13.0</td><td>10.0</td><td>1.2</td></tr> <tr><td>M 45</td><td>14.5</td><td>11.0</td><td>1.3</td></tr> <tr><td>M 50</td><td>16.0</td><td>12.0</td><td>1.4</td></tr> </tbody> </table> Note– (1). The values of permissible shear stress in concrete are given in Table 23. (2). The bond stress given in col 4 Shall be increased by 25 percent for bars in compression.	Grade of concrete	Permissible stress in compression (N/mm ²)		Permissible stress In (Average) for plain Bars in Tension	Bending σ_{cbc}	Direct σ_{cb}	1	2	3	4	M 10	3.0	2.5		M 15	5.0	4.0	0.6	M 20	7.0	5.0	0.8	M 25	8.5	6.0	0.9	M 30	10.0	8.0	1.0	M 35	11.5	9.0	1.1	M 40	13.0	10.0	1.2	M 45	14.5	11.0	1.3	M 50	16.0	12.0	1.4	Permissible stresses in concrete <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Grade of concrete</th><th colspan="2">Permissible stress in compression (N/mm²)</th><th rowspan="2">Permissible stress In (Average) for plain Bars in Tension</th></tr> <tr> <th>Bending σ_{cbc}</th><th>Direct σ_{cb}</th></tr> <tr> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>M 10</td><td>3.0</td><td>2.5</td><td></td></tr> <tr><td>M 15</td><td>5.0</td><td>4.0</td><td>0.6</td></tr> <tr><td>M 20</td><td>7.0</td><td>5.0</td><td>0.8</td></tr> <tr><td>M 25</td><td>8.5</td><td>6.0</td><td>0.9</td></tr> <tr><td>M 30</td><td>10.0</td><td>8.0</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>M 35</td><td>11.5</td><td>9.0</td><td>1.1</td></tr> <tr><td>M 40</td><td>13.0</td><td>10.0</td><td>1.2</td></tr> <tr><td>M 45</td><td>14.5</td><td>11.0</td><td>1.3</td></tr> <tr><td>M 50</td><td>16.0</td><td>12.0</td><td>1.4</td></tr> <tr><td>M 55</td><td>18.0</td><td>13.5</td><td>1.5</td></tr> <tr><td>M 60</td><td>20.0</td><td>15.0</td><td>1.6</td></tr> </tbody> </table> In this amendment, The change to the table is (a) Substituting the entries against M55 (b) Insertion of a new row for M60	Grade of concrete	Permissible stress in compression (N/mm ²)		Permissible stress In (Average) for plain Bars in Tension	Bending σ_{cbc}	Direct σ_{cb}	1	2	3	4	M 10	3.0	2.5		M 15	5.0	4.0	0.6	M 20	7.0	5.0	0.8	M 25	8.5	6.0	0.9	M 30	10.0	8.0	1.0	M 35	11.5	9.0	1.1	M 40	13.0	10.0	1.2	M 45	14.5	11.0	1.3	M 50	16.0	12.0	1.4	M 55	18.0	13.5	1.5	M 60	20.0	15.0	1.6
Grade of concrete	Permissible stress in compression (N/mm ²)			Permissible stress In (Average) for plain Bars in Tension																																																																																																			
	Bending σ_{cbc}	Direct σ_{cb}																																																																																																					
1	2	3	4																																																																																																				
M 10	3.0	2.5																																																																																																					
M 15	5.0	4.0	0.6																																																																																																				
M 20	7.0	5.0	0.8																																																																																																				
M 25	8.5	6.0	0.9																																																																																																				
M 30	10.0	8.0	1.0																																																																																																				
M 35	11.5	9.0	1.1																																																																																																				
M 40	13.0	10.0	1.2																																																																																																				
M 45	14.5	11.0	1.3																																																																																																				
M 50	16.0	12.0	1.4																																																																																																				
Grade of concrete	Permissible stress in compression (N/mm ²)		Permissible stress In (Average) for plain Bars in Tension																																																																																																				
	Bending σ_{cbc}	Direct σ_{cb}																																																																																																					
1	2	3	4																																																																																																				
M 10	3.0	2.5																																																																																																					
M 15	5.0	4.0	0.6																																																																																																				
M 20	7.0	5.0	0.8																																																																																																				
M 25	8.5	6.0	0.9																																																																																																				
M 30	10.0	8.0	1.0																																																																																																				
M 35	11.5	9.0	1.1																																																																																																				
M 40	13.0	10.0	1.2																																																																																																				
M 45	14.5	11.0	1.3																																																																																																				
M 50	16.0	12.0	1.4																																																																																																				
M 55	18.0	13.5	1.5																																																																																																				
M 60	20.0	15.0	1.6																																																																																																				
33	ANNEX E (Clause 25.2) Effective Length Of Columns	E-l : In the absence of more exact analysis, the effective length of columns in framed structures may be obtained from the ratio of effective length to unsupported length l_{ef}/l given in Fig. 26 when relative displacement of the ends of the column is prevented and in Fig. 26 when relative lateral displacement of the -ends is not prevented. In the latter case, it is recommended that the effective length ratio l_{ef}/l may not be taken to be less than 1.2.	E-l : In the absence of more exact analysis, the effective length of columns in framed structures may be obtained from the ratio of effective length to unsupported length l_{ef}/l given in Fig. 26 when relative displacement of the ends of the column is prevented and in Fig. 27 when relative lateral displacement of the -ends is not prevented. In the latter case, it is recommended that the effective length ratio l_{ef}/l may not be taken to be less than 1.2.																																																																																																				



सूची

1. इमारती पत्थर (Building Stone).....	26-34
2. ईंट (Bricks).....	35-40
3. चूना (Lime).....	41-43
4. सीमेंट (Cement)	44-52
5. प्रकाष्ठ (Timber).....	53-60
6. पेन्ट तथा वार्निश (Paint and Varnish).....	61-66
7. लौह तथा अलौह धातुएँ (Ferrous and Non-Ferrous Metals).....	67-68
8. काँच (Glass).....	69-70
9. प्लास्टिक (Plastic).....	70-71

इमारती पत्थर (Building Stone)

खनिज मौलिक गुण के आधार पर चट्टानों का वर्गीकरण
(Classification of Rock On the basis of Fundamental Properties)

- भूगर्भीय वर्गीकरण (Geological Classification)**
 - आग्नेय चट्टान (Igneous Rock)**
 - Ex. : Granite, Trap, Basalt
 - अम्लीय चट्टानें (Acid Rocks)**
 - Ex. : Granite
 - अन्तर्वेधी चट्टानें (Intrusive Rock)**
 - हाइपोबैसल चट्टानें (Hypabassal Rock)**
 - वितलीय चट्टानें (Plutonic Rock)**
 - क्षारीय चट्टानें (Basic Rocks)**
 - Ex. : Basalt
 - विशुद्ध क्षारीय चट्टानें (Ultra Basic Rocks)**
 - Ex. : Gabbro
 - अवसादी चट्टान (Sedimentary Rock)**
 - Ex. : Lime stone, Sand stone, Laterite, Dolomite
 - रूपान्तरित चट्टान (Metamorphic Rock)**
 - Ex. : Slate, Marbles, Gneiss
 - भौतिक संरचना के आधार पर वर्गीकरण (Physical Classification)**
 - सांसायनिक वर्गीकरण (Chemically Classification)**
 - सिलिकामय चट्टानें (Silicious Rocks)**
 - Ex. : Granite, Sand Stone, Quartzite, Gneiss etc.
 - अस्तति चट्टानें (Unstratified Rocks)**
 - Ex. : Granite, Trap, Basalt etc.
 - गुच्छेदार चट्टानें (Foliated Rocks)**
 - Ex. : Gneiss, Phyllite, Schist, Slate
 - चूनामय चट्टानें (Calcareous Rocks)**
 - Ex. : Lime Stone, Marble etc.
 - मृत्तिकाय चट्टानें (Argillaceous Rocks)**
 - Ex. : Laterite, slate etc.
 - भौतिक संरचना के आधार पर वर्गीकरण (Physical Classification)**
 - स्तति चट्टानें (Stratified Rocks)**
 - Ex. : Slate, Sand stone, Lime stone etc.

खनिज की उपलब्धता के आधार पर
(On the basis of minerals availability)

 - एकल खनिज चट्टान (Mono mineral Rock)**
 - बहु खनिज चट्टान (Poly mineral Rock)**

◆ खनिजों की उपलब्धता के आधार पर चट्टानों का वर्गीकरण (Classification of rocks on the basis of availability of minerals)–

1. Monomineralic rock (मोनोमिनरलिक चट्टान)

SSC JE-2018, LMRC JE-2015, Haryana SSC JE 2018
यह चट्टान केवल एक ही खनिज से मिलकर बना होता है इसलिए यह एकल खनिज चट्टान कहलाता है।

उदा.- Gypsum Rock (Gypsum mineral) Marble Rock (Calcite mineral) Quartzite Rock (Quartz mineral)

2. Polymineralic rock (पालीमिनरलिक चट्टान)

Haryana SSC 2018, FCI-JE-2017
UPRVUNL-2013, CIL-JE-2018

यह चट्टान एक से अधिक खनिज से मिलकर बना होता है।

उदा.- ग्रेनाइट, चूना पत्थर, बलुआ पत्थर, बेसाल्ट, शेल, स्लेट आदि।

GEOLOGICAL CLASSIFICATION

1. Igneous Rock (आग्नेय चट्टान)

SSC JE 2023, SSC JE 2022, Odisha Lect. (civil) 2024
आग्नेय चट्टान को Primary/unstratified/Eruptive चट्टान भी कहते हैं, इसे Mother Rock के नाम से भी जाना जाता है।

- इसका निर्माण अत्यधिक दाब व उच्च ताप पर मैग्मा (quartz, mica, feldspar) के पिघलने के कारण होता है।
- यह चट्टान प्रकृति में विद्यमान कुल चट्टान का 85% भाग उपलब्ध है।
- Granite, Aplite, Quartz, Feldspar, Mica, Surpentine, Chlorite, Hornblende, Olivine, Plagioclase, rhyolite आदि आग्नेय चट्टान में पाये जाने वाले खनिज हैं।

DSSB AE 2024, OSSC JE 2023,
Odisha Lect. 2024, CHB 2023

□ मैग्मा के ठण्डा होने की स्थिति के आधार पर आग्नेय चट्टान को निम्नलिखित दो भागों में बांटा जाता है–

(1) एक्सट्रूसिव/वोलकैनिक चट्टान (Extrusive rock/Volcanic rock)

(2) इन्ट्रूसिव/प्लूटोनिक चट्टान (Intrusive/Plutonic rock)

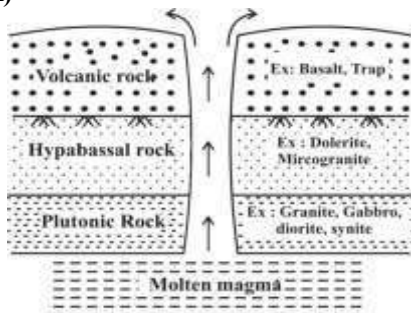
(1) एक्सट्रूसिव/वोलकैनिक चट्टान (Extrusive/ Volcanic Rock)

जब मैग्मा पृथ्वी की सतह के ऊपर ठण्डा होने के बाद आग्नेय चट्टान का निर्माण करें तो उसे वोलकैनिक चट्टान कहते हैं।

- यह चट्टान पृथ्वी की सतह पर क्रिस्टल के रूप में तेजी से ठण्डी अवस्था को प्राप्त करती है।

उदा.- Basalt, Trap, Pumice, Tuff, Andesite, Rhyolite, Decite etc.

(2) इन्ट्रूसिव / प्लूटोनिक चट्टान (Plutonic/Intrusive rock)–



यदि मैग्मा पृथ्वी की सतह के नीचे ठण्डा होने के बाद आग्नेय चट्टान का निर्माण करें तो उसे प्लूटोनिक चट्टान कहते हैं।

उदा.- Granite, Gabbro, Diorite, Synite, Pegmatite, Peridotite etc.

◆ आन्तरिक चट्टान का वर्गीकरण (Classification of Intrusive Rock)

ESIC JE 2019, Haryana SSC JE 2018

(a) हाइपेबैसल चट्टान (Hypabyssal rock)–

KRIDL JE 2023

पृथ्वी की सतह से अपेक्षाकृत कम गहराई में मैग्मा के ठण्डा होने से बने आग्नेय चट्टान को हाइपेबैसल चट्टान कहते हैं।

उदा:-डोलेराइट (डायबेस) आदि।

(b) डीप सीटेड प्लूटोनिक चट्टान–

यदि मैग्मा पृथ्वी के सतह से अधिक गहराई में ठण्डा होने के बाद आग्नेय चट्टान का निर्माण करें तो उसे प्लूटोनिक चट्टान कहते हैं।

उदाहरण- ग्रेनाइट, सायनाइट, गैब्रो, पेग्मेटाइट, आदि।

नोट:-

✗ आग्नेय चट्टान की संरचना (Structure) ठण्डा होने की दर पर निर्भर करती है।

✗ विस्फोट से निकलने वाले लावा में लगभग 45% कैल्सियम ऑक्साइड और 35% सिलिका की मात्रा होती है।

आग्नेय चट्टान का सतही गठन

S.N.	Name of Rocks (चट्टानों के नाम)	Surface Texture (सतही गठन)
1.	ज्वालामुखी चट्टान (Volcanic Rock)	Extremely Fine (अत्यधिक महीन)
2.	हाइपेबैसल चट्टान (Hypabyssal Rock)	Fine grained (महीन कण) के रूप में
3.	वितलीय चट्टान (Plutonic Rock)	Coarse grained (मोटे कण) के रूप में

2. अवसादी चट्टान/द्वितीयक/ स्तरित/एक्वेअस चट्टान/जलीय/ स्तरीकृत चट्टान (Secondary/ sedimentary/aqueous rock/stratified rock)

SSC JE 2022, UKPSC AE 2022,
GPSC AE 2021, NWDA JE 2021

आग्नेय चट्टान के विघटन के बाद विक्षिप्त कण पानी के साथ नदियों से होते हुए समुद्रों में जाकर अवसादित होने के बाद जिस चट्टान का निर्माण करते हैं, उसे तलछटी या अवसादी चट्टान (Sedimentary Rock) कहते हैं।

- इसका निर्माण वायुमण्डलीय प्रभावों के कारण होता है।
- पृथ्वी का तीन चौथाई भाग लगभग अवसादी चट्टान (Sedimentary Rock) से मिलकर बना है।
- जिप्सम, डोलोमाइट, मैग्नेसाइट, कंकर आदि का निर्माण रासायनिक जमाव (Chemical deposition) से होता है।
- बलुआ पत्थर, ग्रेवल आदि का निर्माण यान्त्रिक जमाव (Mechanically deposition) से होता है।

उदा.-Limestone, Sandstone,

नोट–

✗ Calcite, Magnesite, Dolomite, Limonite, Gypsum, Anhydrate आदि अवसादी चट्टान में पाये जाने वाले खनिज हैं।

3. कायान्तरित चट्टान (Metamorphic rock) –

JSSC JE 2022
DSSSB JE 2022, MHWRD 2022
DSSSB AE 2024, UK PSC 2023

इस प्रकार की चट्टानों का निर्माण, प्राथमिक व द्वितीयक (Primary and Secondary) चट्टानों का जब उच्च ताप व दाब के कारण, अपनी मूल रूप बदल कर अन्य रूप में आ जाती है तो होता है।

- रूपांतरण की क्रिया में चट्टानों का रासायनिक संघटन (Chemical composition) नहीं बदलता जबकि भौतिक संरचना तथा चट्टान में उपस्थित खनिज, पूर्ण रूप से बदल जाती है।

ISRO URSC TA 2024

Original Rock	Classification of Rock	Rock, after Metamorphic
Granite, Syenite	Igneous Rock (अग्नेय चट्टान)	Gneiss
Sand Stone	Sedimentary Rock (अवसादी)	Quartzite
Basalt, Dolerite	Igneous Rock	Schist
Lime stone, Marl, Dolomite	Sedimentary Rock	Marble
Mudstone	Sedimentary Rock	Slate
Shale	Sedimentary Rock	(Slate, Phyllite, Schist)
Laterite	Sedimentary Rock	Schist

चट्टानों का रासायनिक वर्गीकरण (Chemical classification of rock)

(1) सिलिकामय चट्टानें (Siliceous rocks)–

DDA JE 2023, UPPCL JE 2022
DSSSB JE 2022, UKPSC JE 2023

इस प्रकार की चट्टानों में सिलिका (बालू) मूल घटक के रूप में विद्यमान रहता है। सिलिका एक खनिज होता है जो क्वार्ट्ज, बालू और फ्लिंट (Flint) के रूप में मिलता है।

उदा.- ग्रेनाइट, बेसाल्ट, ट्रैप, नीज, बलुआ पत्थर, क्वार्ट्जाइट, सर्पेन्टाइन, साइनाइट इत्यादि।

(2) मृत्तिकामय चट्टानें (Argillaceous rock)–

Haryana SSC-JE-2018, SSC-JE-2018, DFCCIL-2018

इस प्रकार की चट्टान में मृत्तिका (Clay or Alumina) प्रधान घटक के रूप में होता है।

- ये चट्टानें पर्याप्त सघन व कठोर तथा भंगुर (Brittle) होती हैं किन्तु ये आघात या झटकों को सहन नहीं कर पाती हैं।

उदा.- स्लेट, लैटराइट, शिस्ट, (Schist) केओलिन (Kaoline), मड स्टोन इत्यादि।

(3) चूनामय चट्टानें (Calcareous rock)–

(SSC JE 2008), RITES AM 2024,

इस प्रकार की चट्टान में मुख्य घटक के रूप में चूना अर्थात् कैल्शियम कार्बोनेट (CaCO_3) होता है।

उदा.- चूना पत्थर (Lime stone), कंकर पत्थर, संगमरमर (marble), डोलोमाइट (Dolomite) इत्यादि।

भौतिक गुण के आधार पर चट्टानों का वर्गीकरण (Physical classification)

(1) स्तरित चट्टान (Stratified Rock)–

जिन चट्टानों को उन्हें परतों (Layer) में अलग किया जा सके उन्हें स्तरित चट्टाने कहते हैं।

- इसके अन्तर्गत सभी प्रकार की अवसादी चट्टान और कुछ कायान्तरित चट्टाने भी आती हैं।

DSSSB JE 2022

उदा.- डोलोमाइट, क्वार्ट्जाइट, जिप्सम, बलुआ पत्थर, चूना पत्थर, लैटराइट, शैल, मार्बल, स्लेट, नीज आदि।

(2) अस्तरित चट्टान (Un-Stratified Rock)–

(Airport Authority of India JE 2015)

- जिन चट्टानों को उन्हें परतों में अलग न किया जा सके, उन्हें अस्तरित चट्टाने (Un-Stratified Rock) कहते हैं।

- सभी प्रकार की आग्नेय चट्टानें (Igneous Rock) इसी के अन्तर्गत आती हैं।

उदा.- ग्रेनाइट, बेसाल्ट, ट्रैप, सायनाइट, सर्पेन्टाइन आदि।

(3) गुच्छेदार चट्टान (Foliated Rock)–

BSF SI 2023, PGCIL DT 2023

वे कायान्तरित चट्टानें जिनकी परतों को एक निश्चित दिशा में अलग किया जा सके उन्हें फोलिएटेड चट्टान कहते हैं।

- सभी प्रकार की कायान्तरित चट्टान (Metamorphic rock) इसी के अन्तर्गत आती हैं।

उदा.- स्लेट, शिष्ट, नीज आदि।

नोट-मार्बल तथा क्वार्ट्जाइट फोलिएटेड चट्टान नहीं हैं।

सिलिका की उपस्थिति के अनुसार आग्नेय चट्टान का वर्गीकरण–

JSSC JE 2023, DDA JE 2023

Types of rocks	% of silica	Examples
अम्लीय चट्टान Acidic rock	70 – 80%	Granite, Rhyolite
मध्यम चट्टान Intermediate Rock	60 – 70%	Syenite, Andesite
क्षारीय चट्टान Basic Rock	45 – 60%	Gabbro, Dolerite
अल्ट्रा बेसिक चट्टान Ultra basic Rock	30 – 45%	Peridotite, Basalt

विभिन्न प्रकार के Rock एवं उसका उदाहरण–

Types of rock	Example
Soft stone	Talc, gypsum, slate, sand stone
Medium stone	Dolomite, limestone
Hard Rock	Granite, basalt, trap
Very hard rock	Diamond, gravel, quartzite, taconite

विभिन्न प्रकार के Rock एवं उनकी द्रवीय चालकता–

Type of Rock	Hydraulic Conductivity (M/s)
Sand stone	10^{-10} - 10^{-5}
Lime stone	10^{-10} - 10^{-7}
Shale	10^{-13} - 10^{-9}
Crystalline rock	10^{-13} - 10^{-10}

- सबसे अच्छी गिट्टी के लिए पत्थरो का आकार 2सेमी. से 5 सेमी. लिया जाता है।

□ प्रमुख भारतीय पत्थर एवं उनका वर्गीकरण, मुख्य गुण, उपयोग व प्राप्ति स्थान

1. ग्रेनाइट (Granite)

Origins- आग्नेय (Igneous), अस्तरित (Unstratified), सिलिकामय (Silicious) से।

गुण एवं संघटक (Properties & Composition)-

- इसकी संरचना खनिज (Crystalline) होती है।
- इसका मुख्य घटक खनिज के रूप में क्वार्ट्ज, फेल्सपार व अभ्रक होता है।
- इसकी कठोरता सिलिका की मात्रा (60-80%) पर निर्भर करता है तथा रंग (colours) फेल्सपार के रंग पर निर्भर करता है।
- इसका उपयोग औद्योगिक क्षेत्रों में चिनाई के लिये किया जाता है।
- फेल्सपार की अधिकता से यह शीघ्र नष्ट हो जाता है।
- यह एक मूल्यवान पत्थर है।
- इस पर पॉलिश किया जाना संभव होता है।
- इसका विशिष्ट गुरुत्व 2.60 से 2.70 होता है।

उपयोग (Use)-

- पुल के पाये (Pier) बन्दरगाह, गोदियों (Docks) व भारी भवन कार्य Sea walls, Light house में किया जाता है।
- उच्च श्रेणी के भवनों की फेसिंग व रसोई की स्लैबों आदि में किया जाता है।

Crushing Strength- 770 से 1300 किग्रा./सेमी²

Fire Resistance- कम होती है

Water absorption- ≤ 1%

2. नीज (Gneiss)-

Origins- रूपान्तरित (Metamorphic) स्तरित या गुच्छेदार (Stratified/Foliated) सिलिकामय से।

गुण एवं संघटक (Properties & Composition)-

- इसका संघटन ग्रेनाइट पत्थर के समान होता है क्योंकि यह ग्रेनाइट पत्थर के रूपांतरण (Transformation) से ही होता है।
- इसका उपयोग नींव एवं कंक्रीट कार्यों में किया जाता है
- इसकी संदलन सामर्थ्य 2000 से 4000 किग्रा/सेमी² होती है।
- इसकी अग्नि प्रतिरोधकता ग्रेनाइट के समान होती है।
- इसका विशिष्ट गुरुत्व 2.6 से 2.9 होता है।

3. ट्रैप तथा बेसाल्ट (Trap and Basalt)-

Origins- आग्नेय (Igneous), अस्तरित (Unstratified), सिलिकामय (Silicious) से।

गुण एवं संघटक (Properties & Composition)-

- इसमें सिलिका की प्रतिशतता मात्रा 40 से 60% तक होती है।
- इसमें फेल्सपार, हार्नब्लैंड, ओगाइट तथा लोहे की प्रतिशत मात्रा अधिक होती है किन्तु क्वार्ट्ज की मात्रा कम होती है।
- इसका उपयोग सड़क कार्य कंक्रीट मिलावा (concrete aggregate) इसका लाल (Red) तथा पीले (Yellow) रंग का पत्थर सजावटी कार्यों में किया जाता है एवं रेलमार्ग के लिए किया जाता है।
- इसकी संदलन सामर्थ्य 1500 से 2000 किग्रा/सेमी² होती है।
- इसका जल अवशोषण मान ≤ 6% होता है।
- इसका विशिष्ट गुरुत्व 2.8 से 3.0 होता है।

4. क्वार्ट्जाइट (Quartzite)

Origins- रूपान्तरित (Metamorphic), स्तरित (Stratified), सिलिकामय (Siliceous) से।

गुण एवं संघटक (Properties & Composition)-

- यह पत्थर सिलिकामय, बलुआ पत्थर के रूपांतरण के फलस्वरूप बनता है जो कि बलुआ पत्थर की अपेक्षा अधिक सघन, सामर्थ्यवान एवं टिकाऊ (durable) होता है।
- इस प्रकार की चट्टानों का मौसम प्रतिरोधी गुण अन्य प्रकार की चट्टानों से अधिक होता है।
- सड़क कार्यों, सजावटी कार्यों तथा इसके अतिरिक्त जहाँ dressing की आवश्यकता न हो इसका प्रयोग किया जाता है।
- जल अवशोषण मान ≤ 3% होता है।
- इसका विशिष्ट गुरुत्व 2.65 होता है।

5. सायनाइट (Syenite)-

Origins- आग्नेय (Igneous), अस्तरित (Unstratified), सिलिकामय (Silicious) से।

गुण एवं संघटक (Properties & Composition)-

- इसका मुख्य घटक फेल्सपार, हार्न ब्लैंड तथा माइका होता है।
- इसका प्रयोग सजावटी कार्यों में व फर्श तथा सीढ़ियों में प्रयोग किया जाता है।
- इसकी संदलन सामर्थ्य 800 से 1500 किग्रा/सेमी² होती है।
- इसकी अग्नि प्रतिरोधकता ग्रेनाइट से अधिक होती है।

6. स्लेट (Slate)-

Origins- कायान्तरित (Metamorphic), स्तरित (Stratified), मृत्तिकामय (Argillaceous) से।

गुण एवं संघटक (Properties & Composition)-

- यह पंक पत्थर (Mud stone) या शेल (Shale) के रूपांतरण पर बनता है।
- इसका मुख्य घटक सिलिका व चूने का कार्बोनेट होता है।
- इसका सम्पीडन सामर्थ्य 720 से 2100 kg/cm²
- इसका जल अवशोषण अपने आयतन का ≤ 1% से होता है।
- इसका विशिष्ट गुरुत्व 2.7 से 2.8 होता है।
- ये बहुत कम पानी सोखते हैं तथा इनकी अपघर्षण क्षमता उच्च होती है।

उपयोग- पहाड़ी क्षेत्रों में छतों के निर्माण व सीलनरोधी कार्यों में किया जाता है।

7. बलुआ पत्थर (Sandstone)

Origins- तलछटी (Sedimentary), स्तरित (Stratified), सिलिकामय (Siliceous) से।

गुण एवं संघटक (Properties & Composition)-

- इस प्रकार के पत्थर का गठन (Texture) क्रिस्टलीय दानेदार (Granular Crystalline) होता है।
- इसमें क्वार्ट्ज मुख्य खनिज घटक के रूप में होता है।
- बलुआ पत्थर महीन व स्थूल कणों वाले होते हैं परन्तु रन्ध्रमय भी होते हैं।
- उपयोग-** भवन निर्माण में, फर्श व छत के लिये स्लैब बनाने में इसका प्रयोग किया जाता है।
- इसकी अग्निरोधी क्षमता अधिक होती है।
- संदलन सामर्थ्य - 650 kg/cm²

- जल अवशोषण मान - 10%
- विशिष्ट गुरुत्व- 2.65 से 2.95

UKPSC AE 2023

8. चूना पत्थर (Lime stone)

Origins- तलछटी (Sedimentary), स्तरित (Stratified) चूनामय (Calcareous) से।

गुण एवं संघटक (Properties & Composition)-

- इसका मुख्य घटक चूने का कार्बोनेट (CaCO_3) है।
- यह पत्थर निम्न श्रेणी की चिनाइयों में, सीमेण्ट के उत्पादन में प्रयोग किया जाता है।
- यह तुषार और वातावरण से प्रभावित होता है।
- इसकी संदलन सामर्थ्य $500-550 \text{ kg/cm}^2$ होती है।
- जल अवशोषण मान 10% होती है।
- इसका विशिष्ट गुरुत्व 2.2 से 2.6 होता है।

9. संगमरमर (Marble)-

Origins- रूपांतरित (Metamorphic), स्तरित (Stratified), चूनामय (Calcareous) से।

गुण एवं संघटक (Properties & Composition)-

- ये चूना पत्थर के रूपान्तरण के फलस्वरूप बनते हैं, अतः इनका रासायनिक संगठन चूना पत्थर जैसा ही होता है।
- संगमरमर एक दानेदार, चमकदार, कठोर, सुसंहत व सुन्दर पत्थर होता है। इस पर सुन्दर पॉलिश की जा सकती है इसलिए इसको उच्च श्रेणी के भवनों, सजावटी (Ornamental) व कलात्मक कार्यों में ही प्रयोग किया जाता है।
- इसकी संदलन सामर्थ्य 720 kg/cm^2 होती है।
- इसका विशिष्ट गुरुत्व 2.73 होता है।

10. लेटराइट (Laterite)-

Origins- तलछटी (Sedimentary), स्तरित (Stratified) मृत्तिकामय (Argillaceous) से।

गुण एवं संघटक (Properties & Composition)-

- इसमें मुख्यतः लौह हाइड्रोऑक्साइड, एल्युमिना व मैग्नीज होते हैं।
- इसका विशिष्ट गुरुत्व 2.2 होता है।
- इसका उपयोग Rough stone masonry में होता है।
- इसको, उच्च एल्युमिना सीमेंट के उत्पादन में भी प्रयोग किया जाता है।
- इसकी संदलन सामर्थ्य $16 - 32 \text{ kg/cm}^2$ होती है।

(Names and properties of minerals that makes up rocks)

	Minerals	Composition	Specific Gravity	Special Point	Cleavage
1.	Calcite	कैल्शियम कार्बोनेट (CaCO_3)	2.7	• यह चूना पत्थर का मुख्य घटक होता है। • नाखून से खुरचा नहीं जा सकता है।	अच्छा नहीं
2.	डोलोमाइट (Dolomite)	कैल्शियम एवं मैग्नीशियम कार्बोनेट	2.8 से 2.9	• यह डोलोमाइट चट्टान का मुख्य घटक होता है।	अच्छा
3.	फेल्सपार (Feldspar)	एल्युमिनियम सिलिकेट	2.5 से 2.6	• यह मौसम से शीघ्र प्रभावित होता है। • इसकी रचना क्रिस्टलीय होती है।	अच्छा
4.	अभ्रक या माइका	पोटैशियम एलुमिनियम सिलिकेट	2.7 से 3.0	• इसे नाखून से खुरचा जा सकता है। • यह क्रिस्टलीय होता है। • यह खनिज पत्थर को चमक देता है।	अच्छा
5	क्वार्टज (Quartz)	सिलिकान ऑक्साइड	2.6 - 2.64	• यह क्रिस्टलीय रूप में होता है। • क्वार्टज की उपस्थिति से पत्थर कठोर तथा टिकाऊ होता है।	अच्छा नहीं
6.	एम्फीबोल (Amphibole)	सोडियम कैल्शियम व मैग्नीशियम के जटिल सिलिकेट	2.9 से 3.5	• इसकी रचना क्रिस्टलीय होता है। • स्क्रू से इसे खुरचा जा सकता है।	अच्छा
7	जिप्सम (Gypsum)	हाइड्रेटेड कैल्शियम सल्फेट ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)	2.3-2.4	• इसका रंग (रंगहीन) सफेद होता है। • इसका प्रयोग सीमेन्ट का प्रारम्भिक जमावकाल बढ़ाने के लिए उपयोग किया जाता है।	एक तरफ अच्छा होता है
8	मैग्नेटाइट (Magnetite)	फेरस और फेरिक ऑक्साइड (Fe_3O_4)	4.4-5.2	• यह HCl में धीरे-धीरे घुलनशील होता है। • प्राकृतिक लोहे के आक्साइड से निर्मित सूखे मैग्नेटाइट का उपयोग ढलाई में किया जाता है।	अस्पष्ट
9	पाइराइट (Pyrite)	आयरन डाईसल्फाइड (FeS_2)	4.9-5.2	• मौसम के संपर्क में आने पर आसानी से आक्सीडाइज हो जाता है।	अस्पष्ट
10	टाल्क Talc	कैल्शियम कार्बोनेट (CaCO_3)	2.7-2.8	• इसका उपयोग विद्युत स्विचबोर्ड एवं फार्मास्यूटिकल्स के लिए किया जाता है।	Split in to thin brittle plates

महत्वपूर्ण शब्दावली (Important terms)

SSC JE 2019, UK PSC AE 2021, UPPSC AE 2023

- **Florescence-**
किसी खनिज (Mineral) का वह गुण होता है जिसके कारण जब इस पर कोई प्रकाश (light), पराबैंगनी प्रकाश पड़ता है तो यह खनिज स्वयं के रंग से कुछ अलग रंग में दिखाई देता है।
- **क्लीवेज (Cleavage)-**
किसी चपटी समतल में खनिज पदार्थों का खण्डित (Split) होकर टूटना क्लीवेज कहलाता है।
Rajasthan PSC 2018
- **लस्टर (Lustre)-**
प्रकाश की उपस्थिति में चट्टान में खनिजों का चमकना, लस्टर कहलाता है।
लस्टर निम्न पर निर्भर करता है-
(i) Refractive index of mineral
(ii) Absorption of mineral
(iii) Nature of reflecting surface.
- **स्ट्रीक (Streak)-**
पाउडर रूप में, खनिज के रंग को streak कहते हैं।

विभिन्न प्रकार के पत्थर एवं उनका उपयोग

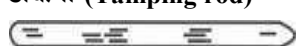
Types of stone	Use (उपयोग)
Soft stone Ex-Marble, Sand, Stone	Ornamental work and carving work
Light weight stone	Arch Masonry
Heavy weight stone Ex : Quartzite	Retaining wall, harbour work, dam
Hard stone Ex. Basalt, Trap	Rubble Masonry/foundation work
Granite	Seawall/Abutment and Pier
Slate	D.P.C. and roofing material
Gneiss stone	Paving work
Chalk	Manufacture of cement
Gneiss and laterite	Rough stone work
Basalt and Trap Quartzite Granite, lime stone	Road metal and Ballast
Lime stone, Marble sand stone	Flooring work/Manufacturing of cement
Granite, Marble, Sand Stone	Facing work
Kankar	Manufacturing of Hydraulic lime.

Quarrying of stone

■ उत्खनन से सम्बन्धित उपकरण (Tools for quarrying of stone)-

1. Wedge
2. Drill
3. Jumper
4. Pin
5. Dipper
6. Crow bar
7. Hammer
8. chisel pointed
9. wedge
10. Ratchet boring machine
11. Priming needle
12. Claying Iron

■ उत्खनन से सम्बन्धित उपकरण तथा उनका प्रयोग

औजार (Instrument)	उपयोग (Use)
 गदाला (Jumper) HPSSSB JE 2016	पत्थरों के उत्खनन में
 डिपर (Dipper)	छिद्र को गहरा करने के लिए
 खुरचनी (Scrapping spoon)	छिद्र को साफ करने के लिए
 फ्यूज सुई (Priming needle)	फ्यूज के लिए जगह बनाने में
 ठोकनी (Tamping rod)	विस्फोटक को काम्पैक्ट करने के लिए

नोट-फ्यूज सुई तथा ठोकनी रॉड दोनों को अलौह धातु से बनाते हैं।

■ पत्थर के उत्खनन की विधियाँ (Methods of Quarrying stone)-

UPSSSC JE 2021, KPSC AE, 2018, PSTCL AE 2021, ITBP OVERSEER 2023,

विधि	उपयोग
हस्त खुदाई (Digging) विधि	इस विधि द्वारा सामान्यतः मुलायम पत्थर की खुदाई करते हैं। जैसे- सरपेनटाइन, जिप्सम, कंकड़, बोल्टर, लैटराइट आदि।
तापीय विधि (Heating)	इस विधि का उपयोग उन चट्टानों के लिए करते हैं जिनके अन्दर ताप सहने की क्षमता बहुत कम होती है। जैसे- ग्रेनाइट, नीज आदि।
फन्नी या पच्चड़ (Wedging) विधि	इस विधि का उपयोग सामान्यतः स्तरित व मूल्यवान चट्टान के खुदाई के लिए करते हैं। जैसे- मार्बल, स्लेट, बलुआ पत्थर, चूना पत्थर, लैटराइट आदि।
नलिका विधि (Channeling)	इस विधि द्वारा ब्लाक के रूप में बड़े साइज के पत्थर प्राप्त करते हैं। ● इस विधि द्वारा प्राप्त पत्थर का उपयोग बांध, प्रतिधारक दीवार (Retaining wall) इत्यादि में करते हैं।
विस्फोटन (Blasting) विधि	इस विधि द्वारा सामान्यतः कठोर चट्टानों की खुदाई करते हैं। ● महंगे चट्टान की खुदाई विस्फोटन द्वारा नहीं करते हैं।

○ प्रमुख विस्फोटक पदार्थ एवं उनका उपयोग-

APSC JE 2018

Name of Explosive	Chemical composition
Blasting Gelatin	Nitroglycerin (93%) + Gun cotton (7%) Use- In deep well, under ground work, in wet condition

Gun-Cotton (most powerful)	Cotton with the solution of ($\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$) Use- Where demolitions are required.
Dynamite	Nitroglycerine 75% + Fine sand 25% Use- Both under water and surface blasting
Blasting power / Gun powder	Potassium nitrate 65% + Charcoal Powder 20% + Sulphur 20% Use- In quarrying large block
Rock-a-Rock	Potassium chlorate, 79% + Nitrobenzol, 21% Use- Best for under water and damp situation blasting.
Cordite	It is gelatinized combination of Nitroglycerine and Nitrocellulose Use- Under water
Lithofracture	Nitroglycerine (33%) + Nitrate of baryta (16%) + Sulphur (26%) + Kieselguhr (22%) charcoal (3%) Use- In tunnels

- **Detonator-**
It is used to trigger an explosive device.
 - Length dia - 25 mm
 - Diameter - 6 mm
- **लघुतम अवरोध रेखा (Line of least resistance)-**
छिद्र के चारो तरफ वह न्यूनतम दूरी जो धुएं को निकलने में कम-से-कम अवरोध उत्पन्न करें, उस न्यूनतम दूरी को लघुतम अवरोध रेखा कहते हैं।

$$\text{विस्फोटक की मात्रा} = \frac{[\text{लघुतम अवरोध रेखा (सेमी.)}]^2}{61} \text{ kg}$$

$$\text{विस्फोटक की मात्रा} = \frac{[\text{लघुतम अवरोध रेखा (मी.)}]^2}{0.008} \text{ gm}$$

PGCIL DT 2023, MPPGCL JE 2024

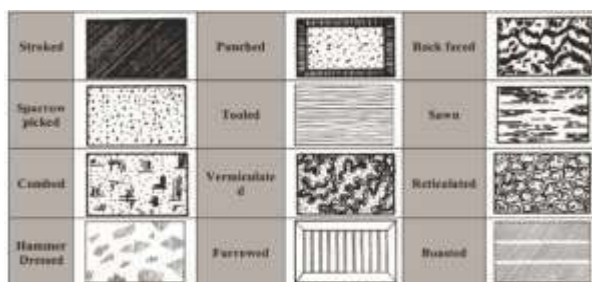
Dressing of stone

- ◆ पत्थर की गढ़ाई से सम्बन्धित औजार (Tools for dressing of stone)-

(DMRC JE 2018)

(a) Mash hammer	(b) Bush hammer	(c) Pitching chisel
(d) face hammer	(e) Buster hammer	(f) Tooth chisel,
(g) Mason's hammer	(h) Hand set chisel	(i) Soft stone chisel
(j) Mallet	(k) Point (chipping) chisel	(l) Plain chisel

Dressed stone surface-



पत्थरों से सम्बन्धित कुछ तकनीकी तथ्य-

खदान (Quarry)	वह स्थान जहाँ से पत्थर प्राप्त किया जाता है।
उत्खनन (Quarrying)	यह प्राकृतिक चट्टान से पत्थरों को बाहर निकालने की प्रक्रिया होती है।
खदान रस (Quarry sap)	यह उत्खनन के पश्चात् प्राप्त पत्थरों में पायी जाने वाली नमी (moister) होती है।
संशोषण (Seasoning)	यह उत्खनन के बाद पत्थरों में उपस्थित नमी अर्थात् खदान रस को निकालने की क्रिया होती है। • सामान्यतः 6-12 महीने तक संशोषण करते हैं।
गढ़ाई (Dressing)	पत्थरों को औजारों की सहायता से एक निश्चित आकृति देने की प्रक्रिया को गढ़ाई कहते हैं। • गढ़ाई सदैव उत्खनन के तुरन्त बाद और संशोषण से पूर्व किया जाता है।
संदलन (Crushing)	पत्थरों के बड़े टुकड़ों को छोटे-छोटे टुकड़ों में तोड़ने की प्रक्रिया संदलन कहलाती है। संदलन के प्रकार 1. जॉ संदलक (Jaw crusher) 2. बेलन संदलक (Rolling crusher) 3. हथौड़ा संदलक (Hammer crusher) 4. बॉल संदलक (Ball crusher)
स्क्रीनिंग (Screening)	यह पत्थर के टुकड़ों को अलग करने की विधि होती है।

■ पत्थरों का संदलन तथा संदलक (Crushing of Stones and crusher)

प्राथमिक संदलन में, खदानों से पत्थर निकालकर मोटे-मोटे टुकड़ों में तोड़ा जाता है। इनके लिए जबड़ा संदलक (Jaw Crusher), संघट्ट संदलक (Impact Crusher) परिभ्रमी संदलक (Gyratory Crusher), घन चक्की (Hammer mill) का प्रयोग किया जाता है।

द्वितीयक संदलन में, बेलन संदलक (Roll Crusher), शंकु संदलक (Cone Crusher), घन चक्की (Hammer Mill), का प्रयोग किया जाता है।

तृतीयक संदलन में, गुलिका चक्की (Ball Mill), बेलन चक्की (Roll Mill) व छड़ चक्की (Rod Mill) का प्रयोग करते हैं।

नोट-

HAMMER MILL (घन चक्की) एक ऐसा संदलक है जिसका इस्तेमाल, प्राथमिक या द्वितीयक संदलक, दोनों के रूप में किया जाता है।

पत्थरों पर किए जाने वाले विभिन्न प्रकार के परीक्षण

1. जल अवशोषण परीक्षण (Water absorption test)

(IS-1124-1974)

उद्देश्य (Purpose)- जलांश ज्ञात करने के लिए

विशेष बिन्दु (Special Point)-

UK PSC JE 2023, TNPSC AE 2023, Assam JE 2023,

- अच्छे इमारती पत्थर के लिए, पत्थर की जल अवशोषण क्षमता उसके शुष्क भार (Dry weight) के 5% से अधिक नहीं होना चाहिए।
- यदि पत्थर 10% से अधिक पानी सोखता है तो यह अस्वीकार कर दिया जाता है।

- यदि पत्थर की जल अवशोषण क्षमता 2.4 से कम है तो इसे भवनों के लिए अनउपयोगी समझा जाता है।

○ पत्थर की 24 घंटे में जल अवशोषण का मान

NHPC JE 2022, RSMSSB JE 2022,
MPNHM Sub. Engg. 2023, Panvel Munipol corp. JE 2023,

Types of rocks	Water absorption %
Granite, Gneiss, Slate	1
Quartzite	3
Trap	6
Shale, Sand stone, Lime stone	10

2. विशिष्ट गुरुत्व (Specific gravity) परीक्षण (IS : 1124-1974)

उद्देश्य (Purpose)-

बाँध, प्रतिधारक दीवार (Retaining wall) इत्यादि भारी संरचनाओं में प्रयुक्त पत्थरों का इकाई भार (unit weight) ज्ञात करने के लिए

विशेष बिन्दु (Special Point)-

SSC JE 2004, UKPSC JE 2023,
CHB Asst. Architect 2023,

- ✗ सामान्यतः पत्थर का विशिष्ट गुरुत्व 2.6-2.9 तक होती है।
- ✗ विशिष्ट गुरुत्व सामान्यतः 27°C-29°C पर ज्ञात किया जाता है

3. अपघर्षण परीक्षण (Abrasion test)-

Apparatus- डोरी टेस्टिंग मशीन

उद्देश्य (Purpose)-

घिसन प्रतिरोध तथा कठोरता ज्ञात करने के लिए किया जाता है।
(to know fraction resistance and hardness)

$$\text{कठोरता गुणांक} = 20 - \frac{\text{प्रतिदर्श के भार में कमी}}{3}$$

MH Latur MNC JE 2024

विशेष बिन्दु (Special Point)-

- ✗ मुलायम पत्थर (soft stone) के लिए अपघर्षण मान 0-14 अर्थात् सड़क गिट्टी के लिए अनुपयुक्त
- ✗ मध्यम कठोर पत्थर (Medium hard stone) के लिए अपघर्षण मान 14-17
- ✗ उच्च कठोर पत्थर (Hard stone) के लिए अपघर्षण मान 17 से अधिक होता है।
- ✗ सड़क कार्य के लिए कठोरता गुणांक का मान 11 से अधिक नहीं होना चाहिए।

4. समाघात परीक्षण (Impact test)-

Apparatus- पेज समाघात मशीन

Sample- 25 mmφ तथा 25 mm ऊँचाई का सिलेण्डरनुमा प्रतिदर्श।

उद्देश्य (Purpose):-

चीमड़पन (toughness) ज्ञात करने के लिए किया जाता है।

Bihar DLRS 2023

Toughness Index	Toughness
<13	low
13-19	medium
>19	High

5. संदलन सामर्थ्य परीक्षण (Crushing strength test) – IS:1121-1974 (Part-I)

PGCIL DT 2023, PPSC JE 2022, NHPC JE 2022

Apparatus- सम्पीडन परीक्षण मशीन

Purpose- सम्पीडन सामर्थ्य ज्ञात करने के लिए

Special Point-

- 50 × 50 × 50 मिली मीटर साइज के 3 घन माप लेते हैं।
- भार की दर-140 किलो ग्राम/सेमी.²/मिनट की दर से लगाते हैं।
- एक अच्छे इमारती पत्थर की सन्दलन सामर्थ्य (crushing strength) 1000 Kg/cm² या 100 N/mm² या 100 MPa से कम नहीं होना चाहिए।

MHWCD JE 2024

❖ कुछ महत्वपूर्ण पत्थर एवं उनका संदलन सामर्थ्य-

TNPSC AE 2019, JSSC JE 2023,

पत्थर के प्रकार	संदलन सामर्थ्य kg/cm ²
बेसाल्ट व ट्रैप	1530 से 1890
ग्रेनाइट	790 से 1300
स्लेट	770 से 2100
संगमरमर	720
बलुआ पत्थर	650
चूना पत्थर	550
लेटराइट	18-30

6. सन्निघर्षण परीक्षण (Attrition test)-

SSC JE 2018

Apparatus- डोवेल टेस्टिंग मशीन

Purpose- पत्थर की कठोरता, चीमड़पन तथा घिसन प्रतिरोध की दर ज्ञात करने में

- यह परीक्षण सड़क की गिट्टी के लिये किया जाता है।

JSSC JDLCCE JE 2023, NBCC JE 2023

घर्षण गुणांक	पत्थर गुणवत्ता
2%	high
3%	medium
5%	low

7. चिरस्थायी या टिकाऊपन परीक्षण (Durability test)

BIS : 1126-1974

a. स्मिथ परीक्षण (Smith test)-

BSF SI 2023

Purpose-

स्मिथ परीक्षण पत्थर का Muddy substance और soluble minerals की मात्रा ज्ञात करने के लिए

Special Point-

यह परीक्षण पत्थर पर उपस्थित muddy matter (soluble minerals) और टिकाऊपन ज्ञात करने के लिए किया जाता है

b. अम्ल परीक्षण (Acid test)-

UPSC ESICJE 2023

Purpose-

यह परीक्षण पत्थर की अम्लीय गैसों एवं वायुमण्डलीय धुँओं का कुप्रभाव जानने के लिए किया जाता है।

Special Point-

इस परीक्षण द्वारा पत्थर में कैल्शियम सल्फेट की उपस्थिति के बारे में जानकारी प्राप्त करते हैं।

c. ब्राड परीक्षण (Brard's test)-

SJVNL JE 2021

यह परीक्षण पत्थर की ठंड/तुषार के प्रति प्रतिरोध ज्ञात करने के लिए किया जाता है।

Special Point-

इस परीक्षण के लिए 4×4×4 cm³ आकार का पत्थर लेते हैं।

d. क्रिस्टलीकरण परीक्षण (Crystalization test)-

JSSC JE 2022

Purpose-

पत्थर की Durability या अपक्षय ज्ञात करने के लिए

Special Point-

एक अच्छे पत्थर के भार में 12% से ज्यादा कमी नहीं आनी चाहिए।

8. कठोरता परीक्षण (Hardness test)-

Apparatus- Dorrys testing machine

Purpose-

इस परीक्षण द्वारा पत्थरों की कठोरता मोह पैमाने पर ज्ञात की जाती है।

❖ विभिन्न प्रकार के खनिज एवं मोह पैमाने पर उनकी कठोरता

ISRO URSC TA 2024, UPSC ESIC JE 2023

JSSC JE 2022

खनिज के नाम	मोह पैमाने पर कठोरता	टिप्पणी
टाल्क	1	नाखून से खुरचा जा सकता है
जिप्सम	2	
माइका /कैल्साइट	3	
सरपेनटाइन, फ्लोराइट	4	
ऐपेटाइट	5	चाकू से खुरचा जा सकता है
फेल्सपर	6	
क्वार्टज	7	चाकू द्वारा हल्का निशान
टोपाज / एमरी	8	चाकू से खुरचा नहीं जा सकता है
कोरुण्डम /नीलम	9	
डायमण्ड	10	

9. तन्व्य शक्ति परीक्षण (Tensile Strength Test) (IS. 1121 (Part-III)-

- नमूने का व्यास - 50 मिमी.
- न्यूनतम नमूनों की संख्या - 3
- नमूने के व्यास और ऊँचाई का अनुपात - 1:2

- Split tensile Strength $S = \frac{2W}{\pi dL}$

S = Split tensile strength)(N/mm²

, W = प्रयुक्त भार (Applied Load)(N)

D = नमूने का व्यास (mm), L = नमूने की लम्बाई (mm)

- अलग-अलग तीन नमूनों का प्रयोग करते हैं यदि परीक्षण नमूनों के औसत से 15% कम सामर्थ्य देता है तो नमूने को खारिज (rejected) कर दिया जाता है।

■ आकार के आधार पर पत्थरों के उपयोगी रूप

पत्थर का आकार	उपयोग
खण्डकी (Khandki)	यह दीवार की फलक पर स्ट्रेचर के रूप में प्रयोग होता है।
तोड़ा (Header)	यह रन्दी के बन्धन के दीवार की मोटाई की दिशा में प्रयोग किया जाता है।

कोनिया (Quoin)	यह पत्थर दीवार के कोने पर लगता है और सामान्य खण्ड से कुछ बड़ा होता है।
रूबल (Rubble)	पत्थर के अनियमित आकार के घनाकार खण्ड, जिनकी प्रायः गढ़ाई नहीं होती है, रूबल या ढोंका पत्थर कहलाते हैं। जो दीवार के भीतरी भाग में लगाए जाते हैं।
ब्लाक Stone	यह पत्थर के बड़े-बड़े घनाकार खण्ड होते हैं, जो ब्लाक चिनाई के काम आते हैं।
झण्डी पत्थर (Flag Stone)	यह पत्थर की पतली (2 से 5 सेमी) पट्टियाँ (शीटें) होती हैं, जो फर्शों पर लगायी जाती हैं।
स्टोन मेटल या गिट्टी	पत्थर के छोटे-छोटे टुकड़े (40 मिमी. से 65 मिमी.) जो सड़क निर्माण के काम आते हैं, स्टोन मेटल कहलाते हैं।

■ Position of Natural bed of stone:

पत्थर चिनाई में प्रयोग किये जाने वाले पत्थर पर लगने वाला दाब Bedding plane की दिशा में लम्बवत होना चाहिए।

Type of Work	Position of Natural bed of stone
Masonry Wall	Horizontal direction
Arch masonry	Radial direction
String course or cornice	Vertical direction

■ Special Types of Stone

○ शिंगल (Shingle)-

Shingle is water bound pebbles found usually along beaches and natural water bodies. It is used as a rooting material surfacing of the boundary walls filling etc.

○ Murrum-

मूरम विघटित लेटराइट से बनता है। इसका उपयोग पेपर ब्लॉक के निर्माण के लिए किया जाता है। मूरम का उपयोग बाध्यकारी सामग्री के रूप में भी किया जाता है।

○ Ranson Stone-

सजावटी फर्श प्रदान करने के लिए सीमेंट के साथ सोडा सिलिकेट को मिलाकर Ranson stone तैयार किया जाता है। इन्हें रासायनिक पत्थरों के रूप में भी जाना जाता है। इसकी सम्पीडन सामर्थ्य 32N/mm² होता है।

○ Victoria Stone-

ग्रेनाइट के टुकड़ों को दो महीने तक सोडा सिलिकेट में डूबा कर रखा जाता है। जिससे इसके सतह कठोर हो जाता है। इसे ही Victoria stone के नाम से जाना जाता है।

○ Bituminous Stone-

ग्रेनाइट या डायराइट को तैयार या परिष्कृत टार के साथ मिलाकर बनाया जाता है। इसका उपयोग धूल प्रतिरोधी सतह बनाने के लिए करते हैं।

नोट-

- ✗ सामान्यतः इमारती पत्थर की सम्पीडन सामर्थ्य 60 से 200 N/mm² के बीच होती है।
- ✗ ठोस बलुआ पत्थर (Compacted sand stone) में आग के प्रति प्रतिरोध क्षमता अधिक होती है।

ईट मृदा में महत्वपूर्ण घटक (Important Ingredient in Brick Earth) (IS : 2117)

MPPGCL JE-2024, CHB JE 2023, ESE Pre. 2023, DDA JE 2023, MHADA JE 2022, UKPSC JE 2022, UKPSC AE 2022 (Paper-II), CGPSC AE 2022,

Ingredients	Properties	Excess
Silica (main ingredient) (50-60%)	Imparts strength and durability • Prevents shrinkage, cracking and warping • Retain its uniform shape and make sharp edge of brick	Brittle and weak on burning and disintegrate the corner of brick (Due to loss of cohesion)
Alumina (20-30%)	Introduce binding property and impart plasticity	Increase shrinkage and warping of bricks during drying and burning. • Cracks developed on surface and corner deformed
Lime (mixed in powder form) (10%)	Used as flux and reduces the shrinkage on drying (Reduce melting point) • Causes silica in clay to melt on burning and thus help to bind it	Brick over burnt and loses its shape
Iron Oxide < 7%	Provide red colour, strength and hardness • Used as flux	Provide dark blue or blackish colour
Magnesia <1%	Impart yellow colour & prevent shrinkage. • During burning, causes the clay to soften at slower rate and reduces warping.	Decay of brick and give yellowish colour

- ईट बनाने में प्रयुक्त मृदा में एल्युमिना एवं सिलिका मुख्य घटक होते हैं।

■ ईटों की विमाएं (Dimension of bricks) (IS 1077-1992)

SSC JE-2024, CHB JE 2023, UPRVUNL JE 2022, UPPCL JE 2022, MHWRD JE 2022, JSSC JE 2022,

Brick Classification	Usual size	Nominal size
Conventional/ Traditional/ user size	$9\frac{3}{8} \times 4\frac{3}{4} \times 2\frac{3}{4}$	$9\frac{1}{2} \times 4\frac{1}{2} \times 3$ or (23×11.4×7.6)cm
Standard/ Modular/ Normal size	(19×9×9) cm	(20×10×10)cm

- ईट की मिट्टी में सिल्ट (Silt) तथा मृत्तिका (Clay) की कुल मात्रा 50% से कम नहीं होनी चाहिये।
- ईट बनाने के लिये काम आने वाली मिट्टी की द्रव सीमा (liquid limit) 25-38% तथा सुघट्यता सूचकांक (plasticity index) 7 से 13% के मध्य होनी चाहिए।
- ईट की मृदा में Magnesia, Ferric oxide तथा Alkalies की मात्रा, कुल मिलाकर 20% से कम होनी चाहिए।
- विशेष आकार के ईट की माप को IS Code 6165-1971 के अन्तर्गत निर्धारित किया गया है।

- Bauxite ईट को refractory brick के रूप में जाना जाता है।

- Brick को 900 से 1200°C ताप पर जलाकर पकाया जाता है।

■ ईट-मृदा में हानिकारक घटक (Harmful ingredient of earth brick)-

हानिकारक घटक	प्रभाव
Pebbles, Gravel and grits	ईट की मृदा में इनकी उपस्थिति के कारण विषमांग मिश्रण प्राप्त होता है, जिनके कारण ईट कमजोर व छिद्रयुक्त हो जाता है।
आयरन पायराइट	इसके कारण ईट का रंग फीका पड़ जाता है। यदि यह ईट मृदा में उपस्थित होता है तो यह पकने के दौरान ऑक्सीकृत और विघटित हो जाता है जिसके फलस्वरूप ईट खंडित हो जाती है।
क्षारीय तत्व (Alkalies)	इसके कारण ईट पिघलने लगता है तथा उत्फुल्लन (efflorescence) भी आ जाता है।
कार्बनिक पदार्थ	ईट मृदा में कार्बनिक पदार्थ की उपस्थिति जलने में सहायक होती है परन्तु यदि ऐसे तत्व पूरी तरह से जल जाते हैं तो ईट की सामर्थ्य घट जाती है।

चूना (Lime)	यदि ईंट में चूना ढेलों (Lumps) के रूप में उपस्थित होता है तो, यह वायुमण्डल से नमी को अवशोषित करके फूलने लगती है जिससे ईंट का विघटन होने लगता है।
सल्फर (Sulphur)	यदि यह अपूर्ण रूप से ऑक्सीकृत होता है तो ईंट में स्पंज की तरह फुलाव उत्पन्न होने लगता है। ● यह मिट्टी में कैल्शियम, मैग्नीशियम के रूप में पाया जाता है। ● सल्फर की उपस्थिति के कारण ईंट सफेद धब्बों के साथ विघटित होने लगता है।

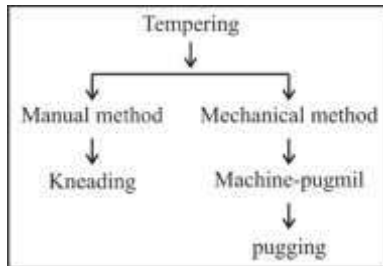
■ Preparation of Bricks

Unsoiling → Digging (खुदाई करना) → Cleaning (सफाई करना) → Weathering (अपक्षय) → Blending (एक साथ मिलाना) → Tempering (गूँथना)

○ गूँथना (Tempering/watering)–

DFCCIL-2023, PGCIL DT-2023

सम्मिश्रण (Blending) प्रक्रिया से प्राप्त मिट्टी में आवश्यक मात्रा में पानी (25-30%) मिलाकर मिट्टी को गूँथा जाता है।



○ Kneading–

श्रमिक अथवा पशु द्वारा मिट्टी के गूँथने की विधि को Kneading कहा जाता है।

○ Pugging–

यांत्रिक विधि से जिस उपकरण द्वारा गुँथाई की प्रक्रिया की जाती है उसे Pug mill कहते हैं तथा इस प्रक्रिया को Pugging कहते हैं।

■ ईंटों को सुखाना (Drying of bricks)–

Burning से पहले ईंटों को तब तक सुखाया जाता है जब तक कि इनमें नमी की मात्रा घटकर 2% न रह जाये।

○ Natural Drying–

इस प्रकार सुखाने की प्रक्रिया से प्राप्त ईंटों की सामर्थ्य 1.5-2.5 N/mm² होती है।

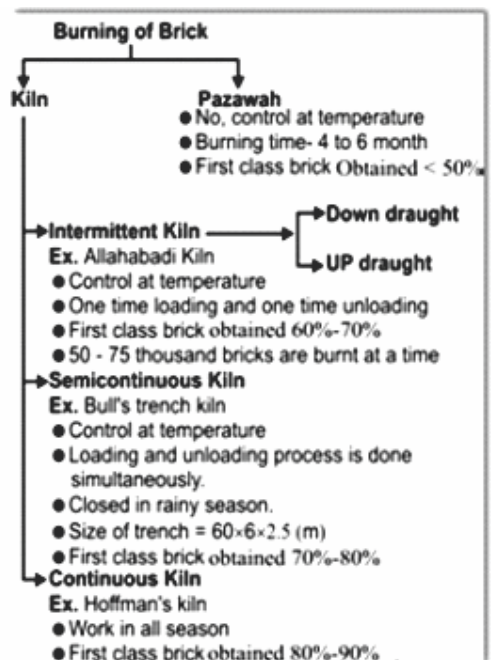
Artificial Drying–

कृत्रिम रूप से सुखाने की प्रक्रिया में Tunnel kiln का प्रयोग करते हैं। जिसमें तापमान 120°C से अधिक रखा जाता है।

Types of brick	Crushing strength	Tensile strength	Shear strength
Hand moulded	60000 kN/m ²	2000 kN/m ²	6000 kN/m ²

□ ईंट को पकाना (Burning of bricks)

ईंटों को पकाने समय ताप 900-1200°C रखा जाता है।



- ईंट को पकाने के लिये क्लैम्प या भट्ठा (Kiln) का उपयोग करते हैं।

• Steps used for burning of bricks–

Loading→Pre-heating→Burning→Cooling→Unloading

- Time required for burning of brick in the kiln is about 24 hours and only 12 days are required for cooling of brick.

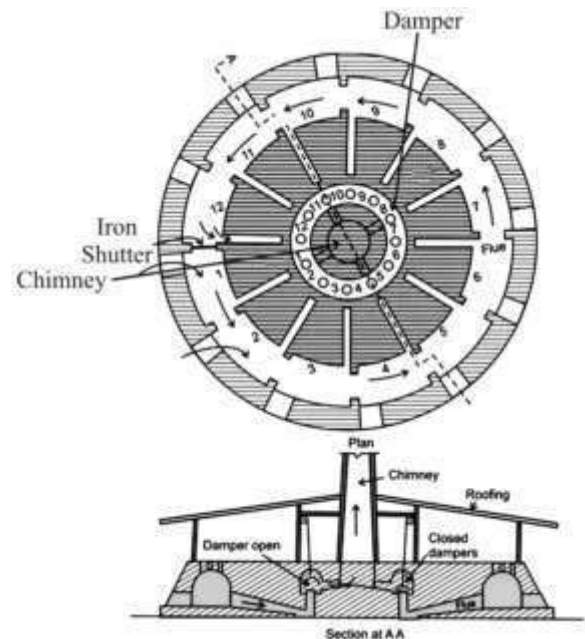
○ Stage of burning zone–

KPSC JE 2016

Dehydration (400 - 650°C)

Oxidation (650 - 900°C)

Vitrification (900 - 1200°C)



ईंटों का वर्गीकरण एवं उनके गुण (Classification of brick and their properties)

GPSC AE 2021 & 2023, MHADA JE 2022, PPSC JE 2022
मृत्तिका ईंट को उनके भौतिक एवं यांत्रिक गुणों के आधार पर 4 भागों में बाटा गया है।

1. प्रथम श्रेणी की ईंट (1st class brick) (IS Code:3495)

Water absorption capacity	ईंट के शुष्क भार का 20%
Compressive strength	105 kg/cm ²
Colour	चेरी लाल (Cherry red)
Making process	टेबल पर ढलाई और भट्ठे में पकाई की जाती है।

उपयोग एवं गुण (Use)-

HSSC JE-2024

- प्वाइंटिंग और प्रबलित ईंट कार्य (face masonry structure work in flooring)
- दो ईंटों को आपस में टकराने पर धात्विक ध्वनि उत्पन्न होती है।
- नाखून से खुरचने पर निशान नहीं बनते हैं

TNPSC AE-2023, DSSSB JE 2019

2. द्वितीय श्रेणी की ईंट (2nd class brick)-

Water absorption capacity	ईंट के शुष्क भार का 22%
Comp. strength	75 kg/cm ²
Appearance	- थोड़ी दरारें व विरूपण - दो ईंटों को आपस में टकराने पर धम्म-धम्म की आवाज आती है।
Colour	हल्का चेरी लाल (Light deep red)/(Radies Orange) रंग का होता है।
Making process	जमीन पर ढलाई और भट्ठे में पकाई की जाती है।
उपयोग (Uses)	आन्तरिक चिनाई कार्यों में की जाती है।

3. तृतीय श्रेणी की ईंट (3rd class brick)-

NHPC JE-2022

इसके अन्तर्गत कम पकी (Underburnt) हुई ईंट आती है।

Water absorption capacity	ईंट के शुष्क भार का 25%
Comp. strength	35 kg/cm ²
Appearance	मुलायम
Colour	लाल पीला
Making process	जमीन पर ढलाई और क्लैम्प या पजावा में पकाई की जाती है।

4. चतुर्थ श्रेणी की ईंट (4th class brick)-

NSSC JE-2024

इस प्रकार की ईंट अत्याधिक जली (Overburnt) हुई एवं अनियमित आकृति में होती है।

Water absorption capacity	ईंट के शुष्क भार का 5%
Compressive strength	400 kg/cm ²
Appearance	टेढ़ी मेढ़ी
Colour	काला नीला

Use

- सड़कों के आधार, ईंट के रोड़ी के रूप में, नींव तथा फर्शों में
- यह ईंट Heavy Duty Brick के रूप में जानी जाती है।

नोट-

- प्रथम श्रेणी की ईंट के माप में, मानक माप से ± 3 mm तथा द्वितीय श्रेणी की ईंट में ± 5 mm से अधिक की भिन्नता नहीं होनी चाहिये।

ईंटों का परीक्षण (Test of bricks)

1. जल अवशोषण परीक्षण (Water absorption test) (IS: 3495-Part-II)-

HSSC JE-2024, DDA JE-2023

यह परीक्षण ईंट की सरम्भता अर्थात् पानी सोखने के दोष की जाँच के लिये किया जाता है। भारतीय मानक कोड के अनुसार class 12.5 तक ईंटों के औसत जल अवशोषण का मान इसके भार का 20% और class 12.5 से अधिक श्रेणी के लिये 15% से अधिक नहीं होना चाहिये।

2. सम्पीडन सामर्थ्य परीक्षण (Compressive strength test) (IS: 3495 - Part I)-

ईंटों की सम्पीडन परीक्षण के लिये कम से कम 6 ईंटें लेते हैं तथा उसमें 1:3 अनुपात के सीमेन्ट और बालू का मसाला भरते हैं। ईंटों का सम्पीडन परीक्षण सम्पीडन जाँच मशीन (CTM) में करते हैं। ईंटों पर भार लगाने की दर 140 kg/cm²/minute से अधिक नहीं होना चाहिये।

- अधिक जली हुई मिट्टी की ईंटें जिनकी सम्पीडन सामर्थ्य 40N/mm² से अधिक हो ऐसी ईंटों को heavy bricks कहते हैं। इनका उपयोग पुलों, औद्योगिक भवनों की नींव, बहुमंजिली इमारतों में किया जाता है। इन ईंटों का जल अवशोषण क्षमता 5% से अधिक नहीं होनी चाहिए।

भारतीय मानक कोड (IS : 1077-1992) के अनुसार ईंटों का वर्गीकरण (Classification of Brick according to IS : 1077-1992)-

JK PSC AE 2023, JSSC JE 2022, UP Awas vikash parisad-2022, ISRO Technical Asst-2023, GPSC AE-2021
इसके अनुसार ईंटों को 11 वर्गों में बाटा गया है।

Class	Avg. compressive strength $\leq$	
	Kgf/cm ²	N/mm ²
3.5	35	3.5
5.0	50	5.0
7.5	75	7.5
10.0	100	10.0
12.5	125	12.5
15.0	150	15.0
17.5	175	17.5
20.0	200	20.0
25.0	250	25.0
30.0	300	30.0
35.0	350	35.0

नोट-

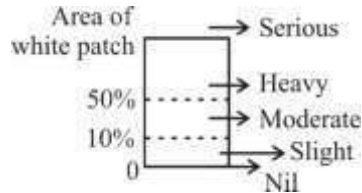
- IS : 1077-1992 के अनुसार ईंट की न्यूनतम सम्पीडन सामर्थ्य 3.5 N/mm^2 होती है।

3. शोरा, लोना अथवा उत्फुल्लन परीक्षण (Efflorescence test) (IS:3495 Part-III)-

PPSC JE-2022

इस परीक्षण द्वारा ईंट में क्षारीय लवणों (Alkalis) की उपस्थिति का पता लगाया जाता है।

SSC JE 2023, JSSC JE 2023, JK SSB Draftsman 2023



उत्फुल्लन	ईंट की सतह पर सफेद धब्बों का जमाव
कम (Slight)	<10%
मध्यम (Moderate)	10-50%
उच्च (Heavy)	>50 % (But white patches does not change in powder form)
Serious	>50% (White patches change into powder form)

नोट-

- भारतीय मानक कोड के अनुसार, 12.5 श्रेणी तक के ईंटों के लिये धब्बे सतह को 10-50% और 12.5 से उच्च श्रेणी के ईंटों के लिये 10% से अधिक सतह को नहीं ढकने चाहिये।

4. ईंट का परिमाण परीक्षण (Dimension test of brick, IS 1077)-

(HSSC JE-2024, GPSC DEE (GWSSB)-2021),

MH Nagar parishad-2023

ईंट का परिमाण परीक्षण करने के लिये 20 ईंटों का उपयोग किया जाता है और dimension test में निम्नलिखित tolerance allow होता है-

Dimension	Dimension for 20 brick	Tolerance
Length	$20 \times 19 = 380 \text{ cm}$	$\pm 8 \text{ cm}$
Width	$20 \times 9 = 180 \text{ cm}$	$\pm 4 \text{ cm}$
Height	$20 \times 9 = 180 \text{ cm}$	$\pm 4 \text{ cm}$

- Length of brick = $2 \times \text{width of brick} + \text{thickness of mortar}$
- height of brick = width of brick.

ईंट में दोष (Defects in brick)

TNPSC AECES-2024, UPMRCL JE-2023, BSPHCL JE-2023

दोष (Defects)	प्रभाव (Effect)
अधिक पकना (Overburnt)	ईंट अपना आकार खो देती है।

कम पकना (Under burnt)	जल अवशोषण क्षमता में वृद्धि व सम्पीडन सामर्थ्य में कमी हो जाती है।
चप्पस (Chuff)	गर्म ईंट पर बरसात का पानी पड़ने के कारण ईंट की आकृति विरूपित हो जाती है जिसे चप्पस कहते हैं।
ब्लिस्टर (Blister)	ईंट की ढलाई के दौरान वायु ईंट की मिट्टी में बन्द रह जाने के कारण, ईंट की सतह पर फफोले पड़ जाते हैं।
उत्फुल्लन (Efflorescence)	क्षारीय पदार्थ के कारण ईंट की सतहों पर सफेद धब्बे पड़ जाते हैं।
ब्लोटिंग (Bloating)	ईंट में कार्बोनेसियस और सल्फर की अधिकता के कारण ईंट की सतह पर बड़े पैमाने पर स्पंजी सूजन आ जाती है जो ब्लोटिंग के रूप में जानी जाती है।
ब्लैक कोर (Black core)	ईंट मिट्टी में बिटुमिनस पदार्थ या कार्बन होने पर, अनुचित जलने (Improper burning) के कारण ब्लैक कोर होता है।
स्पॉट (Spots)	ईंट मिट्टी में लोहे के सल्फाइड मौजूद होने पर, ईंट की सतहों पर गहरे रंग के धब्बे बन जाते हैं जो spot के रूप में जाने जाते हैं।
Laminations	यह दोष मिट्टी के रन्ध्र में फंसे हुए वायु के कारण होते हैं।

■ कुछ विशेष आकार की ईंट एवं उनका उपयोग-

1. King Closer

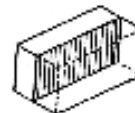
जब ईंट को कोने पर इस प्रकार तिरछा काट दिया जाये कि, खड़ी फलकों की आधी लम्बाई तथा आधी चौड़ाई अलग हो जाये तो शेष ईंट किंग-क्लोजर कहलाती है।



इसका प्रयोग दरवाजे-खिड़कियों के तिरछे जैम्ब (Splayed jamb) बनाने में किया जाता है।

2. Queen Closer

जब ईंट को लम्बाई की दिशा में दो बराबर-बराबर भागों में काट दिया जाता है तब कटा हुआ भाग क्वीन क्लोजर (Queen Closer) कहलाता है।

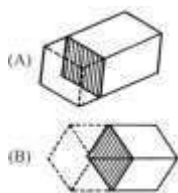


- इसका प्रयोग चिनाई में ऊर्ध्वाधर जोड़ों की सततता (Continuity) भंग करने के लिये किया जाता है।

3. Bats

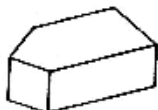
- 3/4 brick
- 1/2 brick

इसका प्रयोग फ्लेमिश तथा तिरछी चालों (Bonds) में किया जाता है।



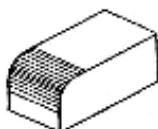
4. Squint brick

इसका प्रयोग 90° से कम अथवा अधिक कोण वाले दिवारों के सिरों पर किया जाता है।



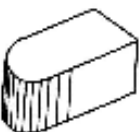
5. Bull nose brick

इसका उपयोग दो संगम दीवारों के तीखे कोनों को गोलाकार बनाने में करते हैं।



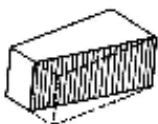
6. Cow nose brick

इसका प्रयोग दीवार के ऊपरी रद्दे पर या सिरों पर करते हैं।



7. Bevelled closer

इसका प्रयोग 90° से न्यून या अधिक कोण पर मिलने वाली दीवारों में किया जाता है।



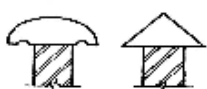
8. Cant brick

इसका प्रयोग दरवाजे-खिड़कियों के पाखो (Jambs) पर किया जाता है।



9. Coping brick

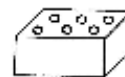
इसका प्रयोग इसलिए किया जाता है ताकि पानी दीवार से दूर चला जाए। ईंट के निचले भाग में एक नली (कण्ठ) कटी रहती है जिससे वर्षा का पानी दीवार की फलक से दूर रहता है।



10. Perforated brick (IS-2222-1991)

CGPSC AE-2022

यदि ईंट में cylindrical holes कर दिये जाये तो इस तरह की ईंट छिद्रित ईंट कहलाती है इन ईंटों में दीवार की मोटाई 150 mm तथा दो छिद्रों के मध्य दूरी 10 mm से कम नहीं होना चाहिये।



- इसका माप $(19 \times 9 \times 9)$ cm व $(29 \times 9 \times 9)$ cm होता है।
- कुल छिद्रित क्षेत्रफल Total perforated area $\geq (30-40\%)$ of total area

जल अवशोषण $\geq 15\%$

- न्यूनतम संदलन सामर्थ्य (Minimum crushing strength) $\leq 7 \text{ N/mm}^2$

उपयोग-हल्के भार वाले संरचनाओं, बहुतली इमारतों इत्यादि

11. Hollow /Cavity /Cellular brick (IS : 3952)



- इन ईंटों से बनी दीवार की मोटाई 20-25 mm के मध्य होनी चाहिये।
- इन ईंटों का भार सामान्य ईंटों की तुलना में $1/3$ तक घट जाता है।
- ये ईंटें काफी हल्की तथा ऊष्मा व सीलनरोधी होती है। इसका प्रयोग विभाजक और खोखली दीवार के लिए किया जाता है। इसका प्रयोग ध्वनिरोधन के लिए भी करते हैं।

12. अग्निसह ईंटे (Refractory/fire resisting brick)

- ये ईंटें, अग्नि सह मृत्तिका (Fire clay) से बनायी जाती हैं।
- अग्नि सह ईंटें 1700°C से भी अधिक तापक्रम पर अपना आकार व सामर्थ्य बनाये रखती है।
- अग्नि सह ईंटों का जल अवशोषण (Water absorption) क्षमता 5-10% होता है।
- अग्नि सह ईंटें ऐसे तत्वों से जो इनको कम ताप पर पिघलने लगते हैं उनसे मुक्त होनी चाहिए। अतः अग्निसह मृत्तिका में चूना, लौह ऑक्साइड इत्यादि बहुत ही कम प्रतिशत (2 से 3%) में होता है।
- इन ईंटों का भार 3 से 3.5 kg होता है।
- इन ईंटों की ताप चालकता बहुत कम होती है।

Use- अग्नि-सह गारे (मसाले) में, बायलरों, भट्ठों की भीतरी सतह पर आस्तरण (lining) के रूप में लगायी जाती है।

- | | | |
|----------------------|---------------------|---------------------------|
| 1. Silica bricks | 1. Magnesite bricks | 1. Chrome bricks |
| 2. Ganister bricks | 2. Bauxite bricks | 2. Chromite bricks |
| 3. Forsterite bricks | | 3. Spinel |
| | | 4. Crome magnesite bricks |

13. Fire Bricks—

1. Acid Refractory brick

Consist of Silica 95-97% , 1-2% lime

Temperature Range- 1700°C–1800°C

Use: In lining Furnaces having siliceous and Acidic Slag

2. Basic Refractory Bricks:

Magnesia minimum 85%, Calcium oxide max. 25%

Silica max. 5.5%

3. Neutral refractory bricks :

Chromite Brick

chrome 50%, Iron ore 30%, Bauxite 15%

Note- खोखले कंक्रीट ईंट को 3 भागों में बाँटा गया है-

i. ग्रेड-A

ii. ग्रेड-B

iii. ग्रेड-C

टाइल्स (TILES)

जब ईंट की मोटाई 4 सेमी. या इससे कम होती है तो इन्हें टाइल (tiles) कहते हैं। टाइलों का आकार $19 \times 9 \times 4 \text{ cm}^3$ लिया जाता है।

- फर्शी तथा दीवार की फलकों पर लगायी जाने वाली कांचित टाइलों को 800°C पर पकाकर ठण्डा करने के बाद रंग के घोल में डुबोकर पुनः 1300°C पर पकाया जाता है।
- Glazing clay product बनाने के लिए, सोडियम क्लोराइड को 1000-1300°C पर भट्टे में ढाला जाता है।
- एक समान रंग प्राप्त करने के लिए टेराकोटा को 1100-1200°C पर जलाते हैं।
- IS 13712:2006 कोड सिरैमिक टाइल का वर्गीकरण और विशेषताएँ बताता है।

1. फर्शी टाइलें (Flooring or Paving Tiles)-

Size- $99 \times 99 \text{ mm}^2$, $199 \times 99 \text{ mm}^2$, $149 \times 149 \text{ mm}^2$ तथा मोटाई = 6.5 - 20 mm

Use- स्नानागृह, रसोईघर, शौचालय के फर्शों व दीवारों पर स्क्रटिंग के लिए

2. दीवार टाइलें (Wall Tiles)-

इनका प्रयोग दीवार की फलकों पर सुन्दरता बढ़ाने के लिए करते हैं। इनका मुख्यतः प्रयोग रसोई, स्नानगृह, शौचागार तथा भवन के प्रवेश पर करते हैं।

3. छत टाइलें (Roofing Tiles)-

ये टाइलें छतों पर आवरण के रूप में लगायी जाती हैं। ये कमरों को धूप वर्षा, ठण्ड से बचाती हैं। ग्रामीण क्षेत्रों में इसे खपरैल कहते हैं। आकार की दृष्टि से छत टाइलें निम्न प्रकार की होती हैं-

1. पाट टाइल (Pot tiles)
2. पैन टाइल (Pan tiles)
3. इलाहाबादी टाइल (Allahabadi tile)

4. मंगलूरी टाइल (Mangalore Tiles)

5. रिज टाइल (Ridge tiles)

4. नाली टाइल (Drain tiles)-

ये सामान्य टाइलों से लम्बी होती हैं। इनकी भीतरी सतह कांचित होती है। इनका प्रयोग नाली में किया जाता है।

■ टेरा-कोटा (Tera-Cotta)-

मृत्तिका में सफेद बालू, पिसा हुआ काँच व पुरानी टुटी हुयी पोटरी तथा रंग वर्णक मिलाकर टेरा-कोटा तैयार किया जाता है। कच्चे उत्पाद को विशेष भट्टों में अग्नि के सीधे सम्पर्क से दूर रखकर 1100°C के उच्च तापमान पर (Muffle furnace) पकाया जाता है। यह अग्निसह, कठोर, हल्का, खोखला, ध्वनि व ऊष्मा रोधक और सजावटी कार्यों में होता है।

संघटक (Composition)-

Dry Clay 50-60%, Ground glass 8-10%, Grushel pottery-20%, Clean white sand-10-20%.

उपयोग- भवन के बाहरी फलकों, फर्शी, डाटों, कार्निंस, स्तम्भों की सुन्दरता बढ़ाने में

■ नरम भाण्ड एवं दृढ़ भाण्ड (Earthen ware and stone ware)-

ISRO UPSC Draghtsman-2024, UPPCL JE-2022

विभिन्न प्रकार के मृत्तिका के उत्पाद को भाण्ड कहते हैं। इसे मृत्तिका में बालू, चिकनी मिट्टी के टूटे भाण्डों का चूरा मिलाकर बनाते हैं। जब इसे कम ताप में पकाते हैं तो नरम भाण्ड एवं जब इसे उच्च ताप पर पकाते हैं तो इसे दृढ़ भाण्ड कहते हैं।

- नरम भाण्ड की बनी टाइलों का प्रयोग दीवारों, फर्शी की सम्पूर्ति के लिए करते हैं।
- सीवर पाइप, नाली, स्वच्छता पात्र, अम्ल तार आदि दृढ़ भाण्ड के अन्तर्गत आता है।

■ चीनी मिट्टी (China Clay) या पोर्सिलेन (Porcelain)-

UPSSC JE-2022

चीनी मिट्टी, केओलिन में पिघला हुआ काँच मिलाकर तथा दो बार पकाकर बनाया जाता है।

- क्राकरी, जैसे कप, प्लेट, नरम प्रकार के पोर्सिलेन पदार्थ होते हैं जबकि बिजली तथा उष्मा के अवरोधक स्विच, आधार, फ्यूज तथा स्नान व शौचालय की फिटिंग (सीट, वाश बेसिन, सिंक, आदि कठोर पोर्सिलेन के अन्तर्गत आते हैं।

■ काँचन (Glazing)-

ISRO URSC Draghtsman-2024

टाइलों, नरम भाण्ड, दृढ़ भाण्ड तथा अन्य मृत्तिका उत्पादों की सतहों को जलरोधी, अम्ल सह चिकना, चमकदार, आकर्षक, चिरस्थायी बनाने के लिए इनकी सतह को काँचित किया जाता है। इसके लिए मृत्तिका उत्पादों पर लवणों या सीसे की 0.1-0.2mm मोटी परत चढ़ा दी जाती है।

○

चूने के पत्थर को 800°C से 900°C पर निस्तापन (calcination) करने पर चूना प्राप्त होता है। इस चूने को कली या अनबुझा चूना (Quick lime) भी कहते हैं।

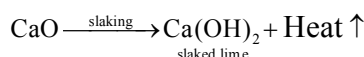
PSSSB JE 2024, UPPCL JE 2022



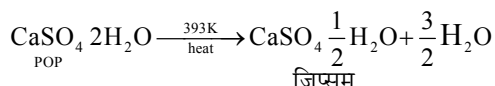
- जब कली चूना (Quick lime) भट्टे से निकलता है तो इसे डली चूना (Lump lime) कहते हैं।

○ **Slaking of lime-**

कली चूना (Quick lime) पानी से क्रिया करके slaked lime या hydrated lime का निर्माण करता है।

■ **प्लास्टर ऑफ पेरिस (Plaster of Paris)-**

इसे कैल्शियम सल्फेट के नाम से भी जाना जात है।



SSC JE-2024, UKPSC JE-2023, MHPWD CEA-2023

■ **चूने के स्रोत (Source of lime)-**

ESE 2023, DSSSB JE 2022

स्रोत	प्राप्त होने वाला चूना
चूना पत्थर (Lime stone)	शुद्ध चूना, Fat Lime
डोलोमाइट (Dolomite)	मैग्नीशियम चूना
जिप्सम (Gypsum) $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Sweet lime
कंकड़ चूना (Kankar lime)	हाइड्रोलिक/जलीय चूना
समुद्री शंख (Sea shell)	शुद्ध चूना
चाक (Chalk)	शुद्ध चूना

चूने का सामान्य वर्गीकरण (General classification of Lime)

1. शुद्ध चूना/कली चूना (Pure lime/Fat lime/white lime/Rich lime)-

PGCIL JE 2023, ESE 2022,
DSSSB JE 2022 UPRVUNL JE 2022

- शुद्ध चूना, शुद्धतम चूना पत्थर, चाक या समुद्री शंखों के निस्तापन (calcination) से बनाया जाता है।
- इस प्रकार के चूने में शुद्धता लगभग 95-97% और अशुद्धि 3-5% तक होती है।
- यह C श्रेणी (Class) का चूना कहलाता है।
- इसके जमने तथा कठोर होने की दर धीमी होती है।

- यह क्रिया CO_2 की उपस्थिति में होती है।
- यह चूना बुझने के बाद इसका आयतन 2-2.50 गुना बढ़ जाता है।

Use- सीमेन्ट बनाने में, प्लास्टर में, सफेदी तथा इत्यादि कार्यों में

2. जलीय चूना (Hydraulic lime)-

जलीय चूना, अशुद्ध चूना पत्थर जैसे-कंकड़ के निस्तापन से प्राप्त किया जाता है, यह A श्रेणी (Class) का चूना कहलाता है।

- इस चूने को उत्पन्न करने के लिए कंकड़ का प्रयोग किया जाता है।

ISRO URSC Draughtsman-2024, MHPWD CEA-2023

- इसमें सिलिका, एल्युमीनियम तथा आयरन ऑक्साइड की कमी पायी जाती है।
- इस प्रकार के चूने में शुद्धता 70-90% और अशुद्धियों की मात्रा 10-30% तक होती है।
- इसके जमने तथा कठोर होने की दर तेज होती है।
- यह क्रिया CO_2 की अनुपस्थिति में होता है।
- जलीय चूना के बुझने के बाद उसके आयतन में लगभग 50% की वृद्धि होती है।
- इसका प्रयोग चिनाई कार्य में किया जाता है।

MHWCD JE-2024, PGVCL JE-2024

- अशुद्धियों के आधार पर जलीय चूना को निम्नलिखित भागों में बांटा गया है-

BPSC AE 2022

Item description	Feebly Hydraulic lime	Moderate Hydraulic lime	Eminently Hydraulic Lime
% Impurities	05 to 10%	11 to 20%	21 to 30%
Slacking action	Few minutes	1 or 2 hours	1 day or more
Setting action	3 week or more	1 week or more	1 days or more
Hydraulicity	Feebly	Moderate	Eminently
Use	for ordinary masonry work	For superior type of masonry work	very damp places

3. अशुद्ध चूना (Poor/lean/impure lime)–

- इसे सामान्यतः impure lime के रूप में जाना जाता है।
- इस प्रकार के चूने में अशुद्धियों की मात्रा 30% से ज्यादा होती है।
- इसके जमने तथा कठोर होने की दर बहुत कम होती है।
- यह B श्रेणी (B-Class) का चूना कहलाता है।

उपयोग–

इस प्रकार के चूने का उपयोग निम्न श्रेणी के कार्यों, नींव इत्यादि में किया जाता है।

जलीय गुण (Hydraulic Quality)–

यह जलीय चूना का वह गुण है जिसके कारण कार्बन-डाई-आक्साइड की अनुपस्थिति में पानी के भीतर चूना जम (Set) तथा कठोर हो जाता है।

नोट:-जलीय गुण के लिए मुख्य रूप से कले महत्वपूर्ण होता है। पानी के भीतर बनाये गये संरचना को जलीय संरचना कहते हैं।

□ चूने का परीक्षण (Testing of lime)

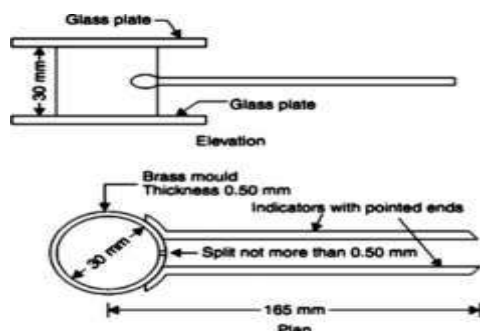
1. हाइड्रोक्लोरिक अम्ल परीक्षण (HCl test)

इस परीक्षण द्वारा चूने का वर्ग (class), उसमें उपस्थित निष्क्रिय पदार्थों की मात्रा एवं चूने के निस्तापन की स्थिति का पता लगाया जाता है।

2. निर्दोषिता परीक्षण (Soundness test)[IS : 6932 (भाग-IX)]

यह परीक्षण चूने में उपस्थित मुक्त चूने की मात्रा ज्ञात करने के लिए करते हैं।

- इससे यह भी पता चलता है कि चूना पूरी तरह बुझा है या नहीं।
- ली-चैटलियर के निर्दोषिता परीक्षण के अनुसार उच्च जलीय चूने (High Hydraulic lime) के लिए अधिकतम expansion 10 mm तक होना चाहिए।



3. अनुप्रस्थ सामर्थ्य परीक्षण (Transverse strength test)

IS : 6932 (Part-VI)

इस परीक्षण द्वारा चूने की अनुप्रस्थ सामर्थ्य (transverse strength) ज्ञात करते हैं।

- **प्रतिदर्श**—चूना और बालू (1 : 3) के मसाले के 6 प्रतिदर्श 25 × 25 × 100 mm आकार का लेते हैं।

Grade	Modulus of rupture at 28 days $\leftarrow$
A	10.5 Kg/cm ²
B	7 Kg/cm ²

4. सुकार्यता परीक्षण(Workability test)–

मसाले में सुखी अथवा बालू का अनुपात ज्ञात करने के लिये सुकार्यता परीक्षण (Workability test) किया जाता है।

5. पोपिंग एण्ड पिटिंग टेस्ट (Popping and pitting test)

IS: 6932

यह परीक्षण शुद्ध चूने की निर्दोषिता ज्ञात करने के लिए किया जाता है।

6. सम्पीडन सामर्थ्य परीक्षण(Compressive Strength test)

चूना और बालू (1:3) के मसाले का 12 प्रतिदर्श 50×50×50 मिमी. माप का लेते हैं।

- प्रतिदर्श पर भार 150 N/min की दर से लगाते हैं।
- 6 प्रतिदर्श की औसत सामर्थ्य प्रतिदर्श की सम्पीडन सामर्थ्य होता है।

7. बॉल टेस्ट(Ball test)–

6 घंटे के लिए पानी में छोड़ दिया जाता है।

- यदि गेंदों का विस्तार और विघटन होता है तो यह चूना 'C' श्रेणी का है।
- यदि थोड़ा विस्तार और कई दरारे हो तो चूना B श्रेणी का है।
- यदि कोई भी प्रतिकूल प्रभाव नहीं हो तब चूना A श्रेणी का है।

8. अशुद्धता परीक्षण(Impurity test)–

चूने के ज्ञात वजन को बीकर में पानी के साथ मिलाया जाता है, फिर इस नमूने को 8 घण्टा सुखाते हैं।

- यदि नमूने के वजन में 10% से कम अंतर है। तो चूना अच्छा है।
- यदि नमूने के वजन में 10-20% का अंतर है तो यह शुद्ध चूना है।
- यदि नमूने के वजन में 20% से अधिक का अंतर है तो यह अशुद्ध चूना होता है।

9. दृष्टि परीक्षण (Visual test)–

हाइड्रोलिक चूना Brush grey भूरे या गहरे (Dark) रंग के होते हैं।

- हाइड्रोलिक चूना में मिट्टी का स्वाद आता है और इसमें मिट्टी की गंध निकलती है।
- यदि चूने का रंग सफेद है तो यह शुद्ध चूने को दर्शाता है।
- चूना पत्थर पर चमकते कण, मुक्त नमक (Free salt) की उपस्थिति का संकेत है।

Classification of lime As per bureau of Indian standards (IS : 712-1984) and their properties

DSSSB JE-2022, MHWRD CEA-2023, JSSC JE-2023, UKPSC JE-2023, JSSC JDLCCCE-2023, CRIS JE-2023, MH PWD CEA-2023

बिन्दु	Class 'A'	Class 'B'	Class 'C'	Class 'D'	Class 'E'	Class 'F'
Name of limes	Highly hydraulic lime	(Semi hydraulic lime	Pure lime or fat line	Magnesia lime	Kankar lime	Dolomite /siliceous
Ca तथा mg के ऑक्साइड	60%	70%	95%	85%	50%	70%
सिलिका, एल्युमिना तथा लौह आक्साइड (न्यूनतम)	20-30%	15%	5-10%	—	20%	10%
Modulus of rupture	10.5 kg/cm ² 1.05 N/mm ²	7 kg/cm ² 0.7 N/mm ²				
14 दिन में संपीडन सामर्थ्य	1.75 N/mm ²	1.25 N/mm ²	—	—	1 N/mm ²	1.25 N/mm ²
28 दिन में संपीडन सामर्थ्य	2.80 N/mm ²	1.75 N/mm ²			1.75 N/mm ²	1.75 N/mm ²
Soundness (ली-चैटलियरपैमाने पर)	5-10 mm	5-10 mm	—	—	10 mm	10 mm
प्रारम्भिक जमाव काल	2 hrs	—	—	—	2 hrs	—
अन्तिम जमाव काल	48 hrs	—	—	—	48 hrs	—
Cementing value	0.6	0.3-0.6				
HCl के घोल में बचे अवशेष की मात्रा	2%	3%				
Na ₂ CO ₃ के घोल में बिना घुला अंश	5%	5%	5%	5%	5%	5%
loss on ignition	0%	5%	5%			
CO ₂ (Max.)	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Transverse strength 28 दिन में	1 N/mm ²	0.7 N/mm ²			0.7 N/mm ²	0.7 N/mm ²
उपयोग	यह संरचनात्मक कार्यों जैसे मेहराबों बाँधों आदि जलीय संरचनाओं में किया जाता है।	यह चूना चिनाई के लिए उपयुक्त रहता है	यह चूना सफेदी एवं प्लास्टर कार्य के लिये उपयुक्त है	यह भी सफेदी के लिये किया जाता है लेकिन यह C श्रेणी से निम्न कोटि का है।	यह चूना चिनाई का मसाला बनाने में उपयोग किया जाता है।	प्लास्टर के अण्डरकोट और finishing coat के लिए किया जाता है।

पोजोलाना (Pozzolana)

पोजोलाना में लगभग 80% मृत्तिका तथा शेष चूना, मैग्नीशिया, लौह ऑक्साइड इत्यादि मिले होते हैं।

- इसमें उत्तम जलीय गुण होता है।
- चूना/सीमेण्ट में 20-40% तक मिलाये जाते हैं।

◆ पोजोलाना के गुण (Properties of pozzolana) –

1. यह मसाले/कंक्रीट के जलीय अभिलक्षणों को बढ़ाता है।
2. यह सुकार्यता (workability) को बढ़ाता है।
3. पोजोलाना पदार्थ मसाले/कंक्रीट में संकुचन (shrinkage) को रोकता है।
4. कंक्रीट मसाले की दृढ़ता को बढ़ाता है।

5. जलीय संरचनाओं पर समुद्री जल और क्षारीय मृदा का कुप्रभाव को कम करता है।

नोट—चूना मसाला का न्यूनतम तराई काल 7 दिन होता है।

○ रासायनिक विश्लेषण—

चूने का सीमेंटेशन और हाइड्रोलिक गुणों का विश्लेषण करते हैं।

$$\text{चूने का सीमेंटेशन मान} = \frac{2.8A + 1.1B + 0.7C}{D + 14E}$$

A = सिलिका आक्साइड सामग्री (SiO₂)

B = एल्युमिनियम आक्साइड सामग्री (Al₂O₃)

C = फेरिक आक्साइड सामग्री

D = कैल्शियम आक्साइड सामग्री

E = मैग्नीशियम आक्साइड सामग्री (MgO)

□ सीमेंट : एक परिचय (Cement : An introduction)

MH WRD JE 2022, UPSSSC JE 2022

- सीमेंट की खोज जोसेफ एस्पीडन (1824) ने की थी।
- 65% चूना पत्थर तथा 35% मृत्तिकामय पदार्थ को मिलाकर सीमेंट का निर्माण किया जाता है।

□ साधारण पोर्टलैंड सीमेंट का रासायनिक संघटक

ESE Pre 2023, PGCILDT 2023, DDA JE 2023, SSC JE 2023, JKPS AE 2023, MH WRD 2022

संघटक	% मात्रा	औसतन	कार्य
चूना CaO	60-65	63%	बंधक
सिलिका SiO ₂	17-25	20%	सामर्थ्य
एल्युमिना Al ₂ O ₃	3-8	6%	तीव्र जमाव
लौह-ऑक्साइड Fe ₂ O ₃	0.5-6	3%	रंग, कठोरता
मैग्नीशिया MgO	0.5-4	2%	रंग
जिप्सम CaSO ₄	2-5	3%	मंदक
सल्फर ट्राई ऑक्साइड SO ₃	1-3	1.5%	निर्दोषिता
क्षार (Alkalies)	0.4-1.3	1%	उत्फुल्लन

सीमेंट के मुख्य घटक तथा उनके कार्य (Main composition of cement and their function)

1. चूना (Lime)-

CHB 2023, SSC JE 2022

चूना साधारण पोर्टलैंड सीमेंट का सबसे प्रमुख संघटक है।

- चूना, सीमेंट को सामर्थ्य (strength) तथा Soundness प्रदान करता है।
- सीमेंट में चूना बन्धक (Bonding) का कार्य करता है।
- इसकी मात्रा कम करने पर सीमेंट की सामर्थ्य (strength) व जमाव काल (setting time) दोनों घट जाती है।
- यदि सीमेंट में चूना की मात्रा बढ़ा दी जाए तो सीमेंट में अनिर्दोषिता (unsoundness) का गुण आ जाता है जिससे structure fail हो जाता है।
- चूने की अधिकता से सीमेंट में प्रसार (Expansion) व विघटन होने लगता है।

2. सिलिका (Silica)-

DDA JE 2023

सिलिका सीमेंट को सामर्थ्य (strength) प्रदान करता है।

- सीमेंट में इसकी मात्रा बढ़ाने (increase) पर सीमेंट का प्रारम्भिक जमाव काल (I.S.T.) बढ़ जाता है।
- यह चूने से संयोग करके C₃S व C₂S बनाता है जो इसे सामर्थ्य (strength) प्रदान करता है।

3. एल्युमिना (Alumina Al₂O₃)-

DDA JE 2023 CGPSC AE 2022,

- एल्युमिना सीमेंट में शीघ्र जमाव (Quick setting) को प्रदान करता है। (Responsible for quick setting)
- यह सीमेंट में गालक (flux) की तरह कार्य करता है।
- यह क्लिंकर ताप को कम करता है।

- इसकी मात्रा अधिक होने पर सीमेंट की सामर्थ्य कम हो जाती है। (Excess of its lower strength of cement)

4. लौह-अयस्क (Iron-oxide)-

DDA JE 2023

यह सीमेंट को रंग प्रदान करता है तथा विभिन्न घटकों को गलाने में सहायक होता है।

- इसकी मात्रा बढ़ाने पर, क्लिंकर कठोर प्राप्त होता है
- यह C₄AF बनाने के लिए उत्तरदायी है।

5. मैग्नीशिया (Magnesia MgO)-

यह सीमेंट को पीला (Yellow) रंग तथा कठोरता प्रदान करता है।

- इसकी मात्रा अधिक होने पर मसाला या कंक्रीट में दरार पड़ने की सम्भावना बढ़ जाती है अर्थात् सीमेंट अनिर्दोष (unsoundness) हो जाता है।

6. सल्फर ट्राई ऑक्साइड (Sulphur Trioxide SO₃)-

DDA JE 2023

यह सीमेंट को निर्दोषिता (soundness) प्रदान करता है।

- जब सल्फर की मात्रा सीमेंट में बढ़ जाती है तो सीमेंट में अनिर्दोषिता (unsoundness) उत्पन्न हो जाता है।

7. जिप्सम (Gypsum) (CaSO₄ · $\frac{1}{2}$ H₂O)-

जिप्सम सीमेंट की जमाव दर को बढ़ा देता है। अर्थात् यह सीमेंट में मन्दक (Retarder) का कार्य करता है।

- यह सीमेंट को पीसते समय (2 से 3%) मिलाया जाता है।

8. क्षार (Alkalies) (K₂O+Na₂O) -

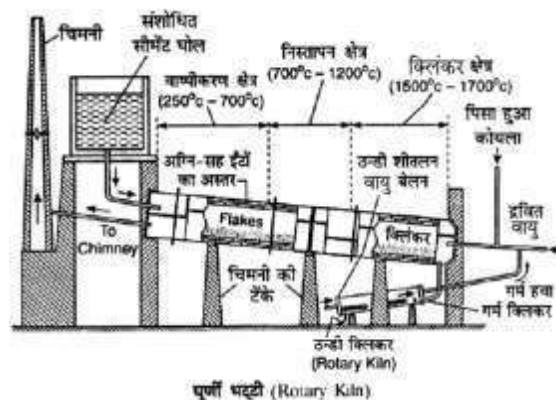
RPSC ACF & FRD 2021

यदि सीमेंट में इसकी मात्रा Permissible Limit (1%) से अधिक होगा तो यह सीमेंट में उत्फुल्लन का कारण बनती है।

- सीमेंट में उपस्थित क्षारीय पदार्थ सीमेंट के जमाव काल को भी त्वरित (Accelerate) करता है।

सीमेंट के उत्पादन में प्रयोग किये जाने वाले यन्त्र

संदलक (Crusher)	संदलक की सहायता से चूनामयी तथा मृत्तिकामयी चट्टान को छोटे-छोटे टुकड़ों में तोड़ने के काम में लाया जाता है।
-----------------	--



■ घूर्णी भट्टी (Rotary kiln)-

शुष्कन क्षेत्र (Drying zone)/प्रथम कक्ष-

इस क्षेत्र में भट्टी का तापमान 250-500°C होता है।

निस्तापन क्षेत्र (Calcination zone)/द्वितीयक क्षेत्र-

इसमें स्लरी का निस्तापन होता है, इस क्षेत्र का तापमान 700°-1200°C होता है।

क्लिंगर क्षेत्र (Clinker zone)/तृतीयक क्षेत्र-

यह भट्टी का सबसे गर्म क्षेत्र होता है यहाँ पर तापमान 1400°-1700°C होता है।

इस क्षेत्र में चूनामय (Calcareous) व मृत्तिकामय (Argillaceous) पदार्थ में रासायनिक क्रिया (Chemical reaction) होता है।

- क्लिंगर इसी क्षेत्र में बनता है जिसका व्यास 5 mm से 10 mm होता है।
- घूर्णी भट्टी अपने क्षैतिज धुरे से **1 IN 20** के ढालू अक्ष पर **1 से 4 चक्कर/मिनट** की दर से घूम सकती है।

■ धावन चक्की (Wash mill)-

इसका उपयोग सीमेन्ट उत्पादन में, मिली पिसाई के लिए स्लरी तैयार करने के लिए करते हैं।

लम्बाई (Length)- 8 से 10 मी.

व्यास (Dia)- 4 मी.

गति (Speed)- 15 से 20 rpm

■ गुलिका चक्की (Ball mill)-

गुलिका चक्की का प्रयोग सीमेन्ट के कच्चे पदार्थों या सीमेन्ट क्लिंगर की स्थूल पिसाई के लिए करते हैं।

- क्लिंगर की प्रारम्भिक पिसाई बाल मिल (ball mill) में की जाती है।

■ ट्यूब चक्की (Tube mill)-

ट्यूब मिल का उपयोग सीमेन्ट उत्पादन में महीन पिसाई के लिए करते हैं।

लम्बाई (Length)- 6 से 9 मी.

व्यास (Dia)- 2 से 2.5 मी.

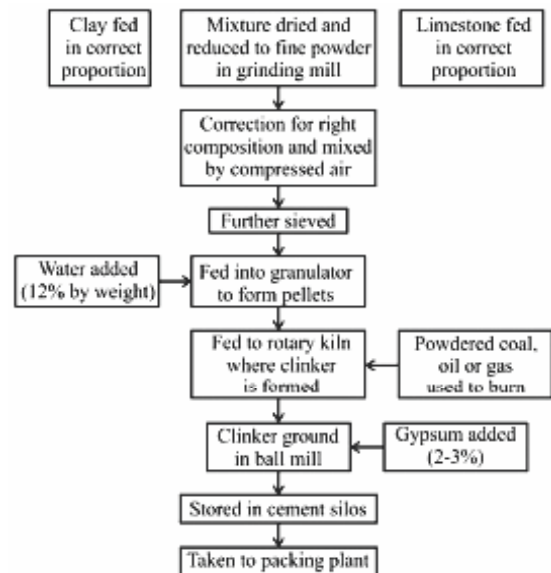
- सीमेन्ट की अंतिम पिसाई ट्यूब मिल में की जाती है।
- ट्यूब मिल में 25 मिमी व्यास तक के कणों को महीन पीसा जा सकता है।

सीमेंट के उत्पादन की विधियाँ (Method of cement manufacturing)

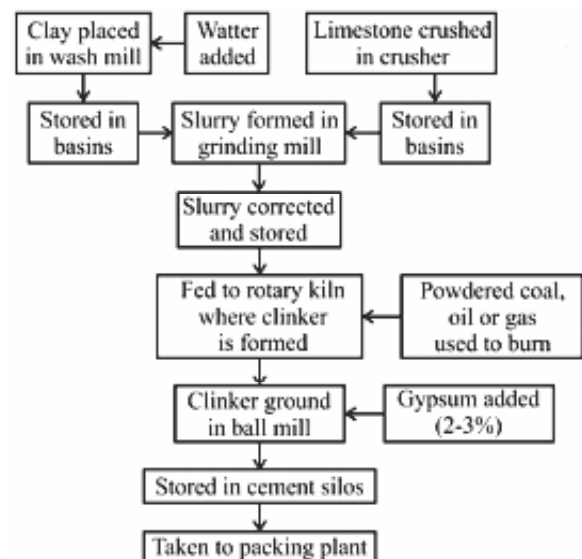
SSC JE Pre-2023 & 2024

1. शुष्क विधि (Dry method)-

सीमेंट निर्माण की इस प्रक्रिया में खदानों से लाये गये चूना पत्थर को पहले छोटे-छोटे टुकड़ों में तोड़ा जाता है, फिर पीसकर मिक्स किया जाता है। और शुष्क अवस्था में रोटरी भट्टी में डाला जाता है।



2. गीली विधि (Wet method)-



सीमेंट के Bougue यौगिक तथा उसका कार्य

1. Tricalcium silicate (C₃S) (Alite) (25-50%)-

KPSC AE 2021, RSMSSB JE 2022, TNPSC 2021

SSC JE-2024, Bihar DLR-2023, CHB SDE-2023,

Tripura JE-2023, KRIDL AE-2023

- Ordinary portland cement (O.P.C.) में सबसे अधिक मात्रा इसी की होती है।
- C₃S सीमेंट के प्रारम्भिक सामर्थ्य के लिये उत्तरदायी (Responsible) होता है
- सीमेंट में पानी मिलाने के 7 दिन के अंदर यह यौगिक बनता है।
- C₃S सीमेंट की Freezing और Thawing effect के प्रति प्रतिरोधक क्षमता को बढ़ाता है।

- सीमेंट में सबसे ज्यादा सामर्थ्य (C_3S) से प्राप्त होती है सबसे कम C_4AF से प्राप्त होती है।
- यह शीघ्रता से जलायोजित हो जाती है व अत्यधिक ऊष्मा का निष्कासन करती है साथ ही साथ शीघ्रता से कठोरता व सामर्थ्य भी ग्रहण करता है।
- इसकी ऊष्मीय जलायोजन (Heat of hydration) 500 जूल/ग्राम होती है।
- सीमेंट में C_3S की मात्रा में वृद्धि करने पर ऊष्मीय जलायोजन (Heat of hydration) व सीमेंट की पानी में घुलनशीलता बढ़ जाती है।

2. Dicalcium silicate (C_2S) (Belite) (25-40%)–

UKPSC AE 2022, CHB JE 2023, UPSSSC JE 2022
ISRO URSC TA-2024, CSPTCL JE-2024,
Bihar DLRS-2023, NBCC JE-2022

- सीमेंट में चरम सामर्थ्य (ultimate strength) C_2S के कारण प्राप्त होती है।
- सीमेंट में ऊष्मायोजन (Rate of heat hydration) को कम (Reduce) करने के लिए C_2S की मात्रा को अधिक रखा जाता है।
 - C_2S सीमेंट को chemical attack के लिए प्रतिरोध प्रदान करता है।
 - सीमेंट में C_2S की मात्रा में वृद्धि करने पर क्लिंकर अत्यधिक कठोर हो जाती है व उसकी प्रारम्भिक सामर्थ्य घट जाती है, साथ ही साथ उसका Freezing और Thawing के प्रति प्रतिरोध क्षमता घट जाती है तथा जलायोजन की दर भी घट जाती है।
 - इसका ऊष्मीय जलायोजन 260 जूल/ग्राम (heat of hydration 260J/gm.) होता है।
- ## 3. Tricalcium Aluminate C_3A (Celite) (5-11%)–
- सीमेंट में पानी मिलाये जाने पर सबसे पहले C_3A ही क्रिया (Reaction) करता है।

DSSSB JE 2022, UKPSC JE 2022

- यह सीमेंट के प्रारम्भिक जमावकाल, उच्च ऊष्मीय जलायोजन (High heat of hydration) तथा दसर के कारण आयतन में परिवर्तन के लिये उत्तरदायी होता है।
- यह पानी के साथ तीव्र क्रिया करते हैं जिसके कारण यह बारीक पिसे गये क्लिंकर के Flash set के लिये उत्तरदायी होता है।
- सीमेंट की sulphate resistance capacity, C_3A पर निर्भर करता है sulphate resistance बढ़ाने के लिए सीमेंट में C_3A की मात्रा 5% से अधिक नहीं अपनायी जाता है।
- C_3A की मात्रा में वृद्धि करने पर जमाव काल घट, जाती है व सल्फेट के प्रति प्रतिरोधकता घट जाती है, चरम सामर्थ्य, ऊष्मीय जलायोजन की दर घट जाती है।
- इसका ऊष्मीय जलायोजन 865 जूल/ ग्राम होता है

4. Tetracalcium aluminoferrite (C_4AF) (Felite)(8-14%)–

BHEL Supervisor Trainee-2024, TNPSC AE-2024

- सीमेंट में पानी मिलाये जाने पर सबसे ज्यादा जलायोजन की दर (Rate of hydration) C_4AF के कारण होती है व सबसे कम Rate of hydration, C_2S के कारण होती है।
- यह Flash set के लिए उत्तरदायी होता है, किंतु कम ऊष्मा का निष्कासन करती है। (Its responsible for flash set but generates less heat.)
 - इसका सीमेंटिकरण मान बहुत कम होता है। (It has poorest cementing value.)
 - सीमेंट में C_4AF की मात्रा कम करने पर इसकी सामर्थ्य हल्का घट जाती है। (Raising the C_4AF content reduce the strength slightly.)
 - ऊष्मीय जलायोजन (heat of hydration) की दर 420 जूल/ग्राम।

Hydration of cement (सीमेंट का जलायोजन)–

- सीमेंट के यौगिक के जलायोजन के लिए आवश्यक पानी की मात्रा

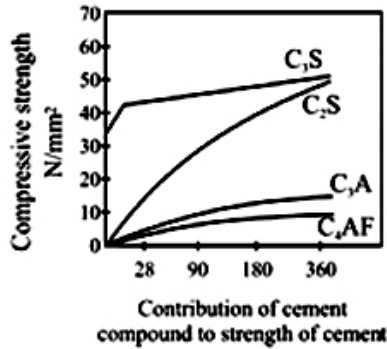
(Water required for Hydration of cement compound)

Water required for	Quantity of water
Tricalcium silicate (C_3S)	24% of the weight of cement.
Dicalcium silicate (C_2S)	21% of the weight of cement.
Combined requirement (C_2S+C_3S) to start the initial heat of Hydration	23% of the weight of cement.
Gel process Complete heat of hydration	38% of the weight of cement (23% bound + 15% Gel water)

- सीमेन्ट का पानी के साथ रासायनिक क्रिया को जलायोजन (**Hydration**) कहते हैं तथा क्रिया करने की दर को जलायोजन की दर कहते हैं।
- सीमेन्ट के जलायोजन के दौरान निकली उष्मा को जलायोजन उष्मा तथा उष्मा उत्पन्न करने की दर ऊष्मीय जलायोजन की दर (Rate of Heat evolution) कहते हैं।
- सीमेन्ट में पानी मिलाने पर सबसे पहले सीमेन्ट की क्रिया C_3A से शुरू होती है।
- C_2S तथा C_3S पानी से क्रिया करके C-S-H जैल तथा $Ca(OH)_2$ बनाते हैं। $Ca(OH)_2$ पानी में घुलकर कंक्रीट से बाहर आ जाता है। जिसे लीचिंग एक्शन कहते हैं। यह क्रिया कंक्रीट को पृथक् कर देता है।
(Note–C=चूना (lime), S = silica, H = water)
- सीमेन्ट के यौगिक की जलायोजन (Rate of Hydration) का घटता हुआ क्रम– $C_4AF > C_3A > C_3S > C_2S$
- सीमेन्ट के यौगिक के ऊष्मीय जलायोजन (Rate of Heat evolution) का घटता हुआ क्रम–



सीमेंट को सामर्थ्य प्रदान करने वाले यौगिक का घटता हुआ क्रम- $C_3S > C_2S > C_3A > C_4AF$



- सीमेंट की उष्मीय जलायोजन (Heat of hydration) को कैलोरीमीटर से मापते हैं
- सीमेंट का जलायोजन एक उष्माक्षेपी (Exothermic) क्रिया है।
MP Sub. Engg. 2018
- सीमेंट में जलायोजन की उष्मा C_3A तथा C_3S के अनुपात को घटाकर कम की जा सकती है।

NBCC JE 2018, UPRVUNL JE 2014

- यदि सीमेंट के अवशोषित नमी की मात्रा 50% से अधिक हो जाती है तो यह अनुपयोगी हो जाती है।

SSC JE 2018

- सीमेंट को सामर्थ्य ट्राई कैल्सियम सिलिकेट, डाई कैल्सियम सिलिकेट से प्राप्त होता है।
- सीमेंट को जमाव, ट्राईकैल्सियम एल्युमिनेट (C_3A) तथा ट्रेटा कैल्सियम एल्युमिनो फ़ेराइट (C_4AF) प्रदान करते हैं।
- सीमेंट के परीक्षण के दौरान सीमेंट में पानी मिलाने को गेजिंग (Gauging) कहते हैं तथा परीक्षण से पहले तक का समय गेज समय (Gauge time) कहते हैं। गेज समय सामान्यतः 5 मिनट तक का लेते हैं।
- सीमेंट में पानी मिलाने पर कुछ समय तक सीमेंट की दर धीरे होती है जिसे डोरमेन्ट समय (dormant period) कहते हैं।
- डोरमेन्ट समय सामान्यतः 2-5 घण्टे का होता है।

■ सीमेंट का जलायोजन निम्न कारक पर निर्भर करता है-

- ताप (Temperature):-** ताप बढ़ाने पर सीमेंट में जलायोजन दर में वृद्धि होती है।
- सीमेंट की सूक्ष्मता (Fineness of cement) :-**

सीमेंट जितना अधिक महीन होगा उसका सतही क्षेत्रफल (surface area) उतना ही अधिक होगा और जिस सीमेंट का सतही क्षेत्रफल जितना अधिक होगा वह सीमेंट पानी के साथ उतनी ही अधिक शीघ्रता से क्रिया करेगा।

□ सीमेंट में C_3S की मात्रा बढ़ाने तथा C_2S की मात्रा कम करने पर सीमेंट पर पड़ने वाले प्रभाव-

- जलायोजन दर का मान बढ़ जाता है।
- उष्मीय जलायोजन की दर का मान बढ़ जाता है।
- कुल उष्मीय जलायोजन का मान बढ़ जाता है।
- 28 दिन की सामर्थ्य बढ़ जाती है।
- संकुचन (Shrinkage) का मान बढ़ जाता है।
- तुषार प्रतिरोध (Frost resistance) का मान बढ़ जाता है।
- रासायनिक आघात (Chemical attack) सहने की क्षमता कम हो जाती है।
- फरमाबन्दी जल्दी हटायी जा सकती है।
- तराई कम दिनों तक करनी पड़ती है।

□ यदि सीमेंट में C_2S की मात्रा बढ़ा दिया जाए तथा C_3S की मात्रा कम कर दिया जाए तो-

- जलायोजन की दर का मान घट जाता है। (Rate of hydration decrease)
- उष्मीय जलायोजन की दर का मान घट जाता है। (Rate of heat evolution decrease)
- कुल उष्मीय जलायोजन का मान घट जाता है।
- संकुचन (shrinkage) का मान घट जाता है। (shrinkage decreases)
- 28 दिन की सामर्थ्य घट जाती है।
- रासायनिक आघात सहने की क्षमता बढ़ जाती है।
- तुषार (Frost) प्रतिरोध का मान घट जाता है।

□ यदि सीमेंट में C_3A की मात्रा में बढ़ा दिया तो-

- जलायोजन की दर का मान बढ़ जाता है।
- उष्मीय जलायोजन की दर का मान बढ़ जाता है।
- कुल उष्मीय जलायोजन (Total heat of hydration) का मान बढ़ जाता है।
- जमाव की दर बढ़ जाती है।
- संकुचन का मान बढ़ जाता है।
- सीमेंट की चरम सामर्थ्य कम हो जाती है।
- सीमेंट की सल्फेट अटैक/कैमिकल अटैक सहने की क्षमता कम हो जाती है।

□ यदि सीमेंट के कणों की सूक्ष्मता बढ़ा दिया जाए तो सीमेंट में-

- जलायोजन की दर का मान बढ़ जाता है।
- उष्मीय जलायोजन की दर का मान बढ़ जाता है।
- कुल उष्मीय जलायोजन का मान नहीं बढ़ेगा।
- फ्रस्ट प्रतिरोध सहने की क्षमता बढ़ जाती है।
- तराई काल कम हो जाता है।

सीमेंट का परीक्षण (Test of cement)

■ सीमेंट का स्थलीय परीक्षण (Field test of cement)-

1. रंग (Colour)

साधारण पोर्टलैण्ड सीमेंट का रंग हरा धूसर (Greenish Grey) होना चाहिए।

2. ढेला परीक्षण (Lump test)-

सीमेंट में किसी भी प्रकार के ढेले उपस्थित नहीं होने चाहिए।

3. सीमेंट के भौतिक गुण (Physical Properties)-

- जब सीमेंट के ढेर या बोरे में हाथ डाले तो, ठण्डा महसूस होना चाहिए।
- सीमेंट को उँगलियों के बीच में मसलने से चिकनापन अनुभव होना चाहिये।
- सीमेंट की थोड़ी सी मात्रा लेकर पानी से भरे किसी पात्र में डाल देने पर सीमेंट को तुरन्त ही तली में बैठ जाना चाहिए।

SSC JE 2017 & 2018

4. गुणवत्ता परीक्षण:-

सीमेंट को G.I. सीट पर रखकर थोड़ी देर गर्म करें (15-20 मिनट) तो सीमेंट के रंग में कोई भी परिवर्तन नहीं होना चाहिए।

■ सीमेंट का रासायनिक परीक्षण (Chemical test of cement)

1. जलाने पर हानि (Loss on ignition Test)-

सीमेंट को जलाने पर उसके भार में (OPC- 53 ग्रेड के लिये 4% तथा OPC- 33, 43 ग्रेड के लिये 5% से) अधिक कमी नहीं होनी चाहिए।

2. अविलेय अवशेष परीक्षण (Insoluble Residue test)-

CSPTCL JE-2024, DDA JE-2023

अविलेय अवशेष की मात्रा OPC- 33 ग्रेड के लिये 5% तथा OPC- 43, 53 ग्रेड के लिये 4% से अधिक नहीं होनी चाहिये।

3. गंधक परीक्षण (Sulphur test)-

सीमेंट में सल्फर का कुल अंश 3.5% से अधिक नहीं होना चाहिए।

4. मैग्नीशिया (Magnesia)-

सीमेंट में मैग्नीशिया की कुल मात्रा सीमेंट के सभी ग्रेड के लिए 6% से अधिक नहीं होना चाहिए।

5. सीमेन्टीकरण सूचकांक (Cementation Index)-

सीमेन्टीकरण का मान 1.02 से 0.66 के मध्य होना चाहिए।

6. L.S.F. (Lime saturations factors.) -

$$L.S.F. = \frac{CaO - 0.7SO_3}{2.8SiO_2 + 1.2Al_2O_3 + 0.65Fe_2O_3}$$

- OPC-33, 43 ग्रेड के लिये LSF का मान 0.66-1.02 तथा OPC-53 के लिये LSF का मान 0.80-1.02 होता है।

MP Sub. Engg. 2017

7. रासायनिक संघटक (Chemical Composition)-

एलुमिना (Al_2O_3) तथा आयरन ऑक्साइड (Fe_2O_3) के प्रतिशत का अनुपात 0.66 से कम नहीं होना चाहिए।

■ सीमेंट का भौतिक परीक्षण (Physical Test of Cement)-

ESE Pre 2023, UPPCL JE 2022, GPSC 2022, MHWCDD JE-2024, MH Solapur M.C. JE-2024

सूक्ष्मता परीक्षण (Fineness Test)

TNPSC AE CES-2024, SSC JE-2024, JKSSB Draftsman-2024

इसके द्वारा सीमेंट की सूक्ष्मता या महीनता विशिष्ट सतही क्षेत्रफल के पदों में ज्ञात किया जाता है।

- unit-cm²/gm

- सीमेंट के सूक्ष्मता परीक्षण की तीन विधि है

(i) चालनी विश्लेषण परीक्षण (Sieve analysis test)-

इस विधि में लगभग 100 ग्राम सीमेंट का प्रतिदर्श लेकर उसे 90(μ) चालनी से 15 मिनट तक छानने के बाद चालनी के ऊपर, प्राप्त अवशेष (Residue) निम्न मान से अधिक नहीं होना चाहिए-

SSC JE-2024

Type of Cement	Percentage of residue by weight
Ordinary Portland Cement	10
Low heat Cement	10
Rapid Hardening Cement	5
Portland Pozzolana Cement	5
Super Sulphated Cement	5

- सीमेंट के कणों की साइज सामान्यतः 75 μ-150 μ तक होती है।

(ii) ब्लेन का वायु पारगम्यता परीक्षण (Blains Air permeability test)-

SSC JE-2024, (SSC JE 2017 & 2018, ESE 2000, DMRC JE 2018, SJVNL Field Engg. SSC JE-2023 NHPC JE-2022, GPSC AE-2022)

इस विधि द्वारा सतही क्षेत्रफल के आधार पर सीमेंट के कणों की सूक्ष्मता (Fineness) ज्ञात करते हैं, यह परीक्षण लिया (Lea) और नर्स (Nurse) उपकरण द्वारा करते हैं।

○ विशिष्ट सतही क्षेत्रफल (Specific Surface Area)

RSMSSB JE 2022, MHADA JE 2022, JSSC JE 2022, Assam UTO-2023, Bihar DLRS-2023, CRIS JE-2023, Odisha Lift Irrigation-2023

एक ग्राम सीमेंट के सतही क्षेत्रफल को विशिष्ट सतही क्षेत्र कहते हैं।

सीमेंट	विशिष्ट सतही क्षेत्रफल (सेमी ² /ग्राम)
साधारण पोर्टलैण्ड सीमेंट	2250
अल्प ऊष्मा सीमेंट	3250
उच्च ऊष्मा सीमेंट	2250
शीघ्र कठोरी सीमेंट	3250
पोर्टलैण्ड पोजोलाना सीमेंट	3000
पोर्टलैण्ड स्लैग सीमेंट	2250
सल्फेट प्रतिरोधी सीमेंट	4000
हाइड्रोफोबिक सीमेंट	3500

(iii) वैगनर टर्बिडिटी मीटर परीक्षण (Wagner Turbidity meter Test)-

BHEL Supervisor Trainee-2024

इस विधि द्वारा सतही क्षेत्रफल (Surface area) के आधार पर सीमेंट के कणों की सूक्ष्मता (Fineness) ज्ञात करते हैं।

- यह विधि अवसादन (Sedimentation) पर आधारित है।

- सीमेंट की महीनता से उसके बन्धक गुणों में सुधार होता है।
- महीन सीमेन्ट का संकुचन अधिक होता है।

सघनता परीक्षण (Consistency test)

- यह परीक्षण विक्राट उपकरण द्वारा प्लंजर की सहायता से करते हैं।
- साधारण पोर्टलैण्ड सीमेन्ट की सघनता (consistency) 25–30% तक होती है।

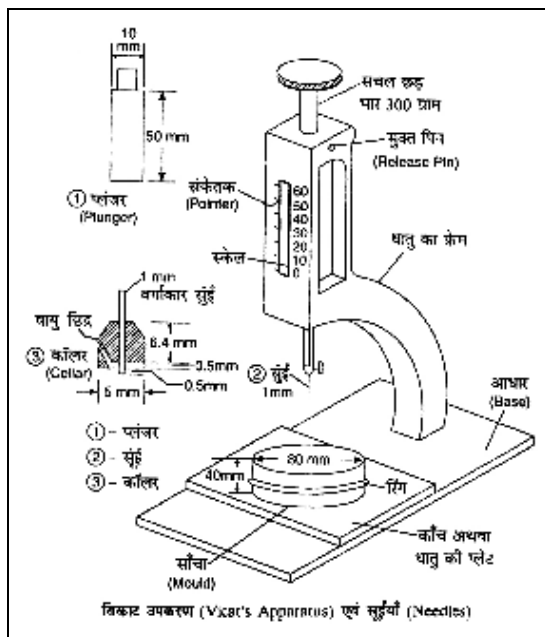
SSC JE 2017 & 2018, DMRC JE 2017

- सामान्य सघनता पानी का वह प्रतिशत (IS 4631 clause 5.1) मात्रा है जिसको सीमेन्ट में मिलाने से एक निश्चित गाढ़ेपन का पेस्ट बनता है।
- सीमेन्ट का अन्य परीक्षण जैसे-सम्पीडन, तनन सामर्थ्य, जमाव काल, निर्दोषिता परीक्षण आदि करने से पहले यह परीक्षण करते हैं।
- आर्द्रता 90%, तापमान $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$
- पानी की वह प्रतिशत मात्रा जिससे सीमेन्ट में मिलाने पर विकाट उपकरण द्वारा प्लंजर की सहायता से सीमेन्ट पेस्ट का परीक्षण करने पर विकाट प्लन्जर, मोल्ड में शीर्ष से (from top) 33 से 35 mm धस जाए, पानी की उस प्रतिशत मात्रा को सीमेन्ट की साधारण सघनता (Normal consistency) कहते हैं।
- विकाट उपकरण का सांचा शंक्वाकार होता है।

UPPCL JE 2022, JSSC JE 2022, JSSCJE-2023

Kerla PSC poly. Lect-2023

Attachment	Use
10 mm ϕ Plunger	Consistency test
1 mm ² Needle	Initial Setting time
5 mm ϕ annular colar	Final Setting time
पानी की मात्रा	0.78P



■ **प्रारम्भिक जमाव काल परीक्षण (Initial setting time test)–**

SSC JE 2022, JSSC JE 2022 MHWRD JE 2022

- यह परीक्षण भारतीय मानक कोड 4031 Part-5 के अनुसार करते हैं।
- सीमेन्ट की प्रारम्भिक जमाव काल (I.S.T.) परीक्षण विकट उपकरण से ज्ञात करते हैं।
- सीमेन्ट का प्रारम्भिक जमाव काल निडिल की सहायता से ज्ञात करते हैं, निडिल का व्यास (dia of needle) 1mm होता है।

जल की मात्रा = 0.85 P

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

■ अन्तिम जमाव काल (Final setting time)–

- सीमेंट में जल को मिश्रण करने के समय से लेकर सीमेंट के प्रत्यास्थ अवस्था (elastic state) में पहुँचने तक का समय, जब तक यह सीमेंट एक निश्चित भार को सहने में सक्षम न हो जाय; अंतिम जमाव काल (I.S.T.) कहलाता है।
- अंतिम जमाव काल ज्ञात करने के लिए वृत्ताकार निडिल का उपयोग किया जाता है जिसका व्यास 5mm होता है।
 - यह परीक्षण विकाट उपकरण द्वारा कालर के साथ सूई की सहायता से ज्ञात करते हैं।

जल की मात्रा = 0.85 P

P = साधारण सघनता (Normal Consistency)

Note-

- सधनता, प्रारम्भिक एवं अंतिम जमाव काल परीक्षण विकाट उपकरण द्वारा किया जाता है।

ISRO Scientist Engg.2024, SSC JE-2023, HSSC JE-2024

निर्दोषिता परीक्षण (Soundness test)

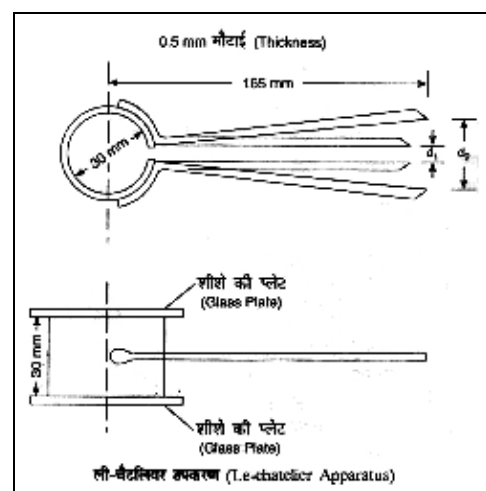
(RRB JE 2019, CIIL MP 2020, GSSSB AAE-2023, UKPSC JE-2023, DSSSB JE-2022, GPSC AE-2022, UPSC ESIC JE-2023)

- (i) Le-chatelier (For free lime only)
(ii) Auto clave (for free lime & magnesia)

BHEL Supervisor Trainee-2024, TNPSC AE-2023,

DDA JE-2023, JSSC JE-2023

- इस परीक्षण द्वारा सीमेन्ट में उपस्थित मुक्त चूना, मुक्त मैग्नीशिया की मात्रा ज्ञात करते हैं।



जल की मात्रा = 0.78 P

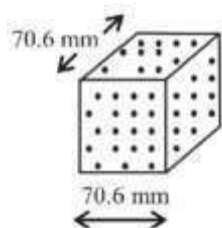
- सीमेंट की निर्दोषिता की जाँच हेतु 100 ग्राम सीमेंट लेते हैं।
- साधारण पोर्टलैंड सीमेंट (OPC), पोजोलाना पोर्टलैंड सीमेंट (PPC), निम्न ऊष्मा सीमेंट (LHC), शीघ्र कठोरी सीमेंट (RHC) के प्रसार (expansion) का मान 10 mm से अधिक नहीं होना चाहिए, जबकि उच्च एल्युमिना सीमेंट (HAC) उच्च सल्फेट सीमेंट (SSC) के लिए इसका मान 5 mm से अधिक नहीं होना चाहिए।

UP Jal Nigam JE 2016, UP awas vikash parishad-2022

- OPC सीमेंट का प्रसार Auto clave पर 0.8% से अधिक नहीं होना चाहिए।

सम्पीडन सामर्थ्य परीक्षण (Compressive strength test) [IS 650-1996]

UPPCL AE 2021, KPSC AE 2021

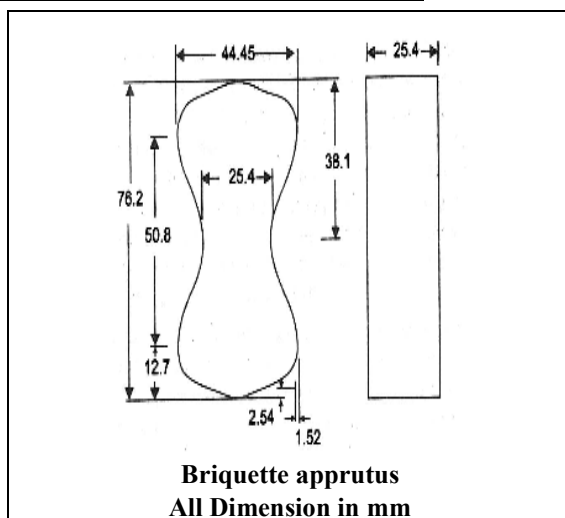


- इस परीक्षण द्वारा सीमेंट की सम्पीडन सामर्थ्य (compressive strength) ज्ञात करते हैं।
- यह परीक्षण घन परीक्षण द्वारा करते हैं जिसकी माप 70.6 mm × 70.6 mm × 70.6 mm होता है जिसका cross section area $\square$ 49.84/50 वर्ग सेमी. होता है।
- यह परीक्षण, सम्पीडन सामर्थ्य जाँच मशीन द्वारा करते हैं।
- जल की मात्रा = $\left(\frac{P}{4} + 3.5\right) \times (\text{सीमेंट तथा बालू का कुल भार})$

प्रतिदर्श अनुपात	सीमेंट : बालू (1:3)
प्रतिदर्श की संख्या	3
तापमान (Temperature)	27±2°C
आर्द्रता (Humidity)	90%

- भार 350 किलोग्राम/सेमी.²/मिनट की दर से लगाते हैं।

तनन सामर्थ्य परीक्षण (Tensile strength test)



- सीमेंट का तनन सामर्थ्य ब्रिकेट परीक्षण (Briquette Test) द्वारा किया जाता है।

प्रतिदर्श अनुपात	सीमेंट : बालू (1:3)
	SSC JE 2018
ब्रिकेट प्रतिदर्श की संख्या	6
तापमान (Temperature)	27±2°C
आर्द्रता (Humidity)	90%

- इस परीक्षण का परिणाम सीमेंट की आनमन सामर्थ्य (Flexural strength) को सीधे दर्शाता है।

- श्रोट का क्षेत्रफल = 645 mm²

$$\text{पानी की मात्रा (amount of water)} = \left(\frac{P}{5} + 2.5\right) \times (\text{सीमेंट}$$

तथा बालू का कुल भार)

- तनन सामर्थ्य परीक्षण मशीन में Load apply करने की दर 0.7 N/mm²/minute. होनी चाहिए।

OPC की न्यूनतम तनन सामर्थ्य (Minimum tensile strength of OPC)–

3 दिन बाद $\Rightarrow$ 2 न्यूटन/मिमी² या 20 किलोग्राम/सेमी.²

7 दिन बाद $\Rightarrow$ 2.5 न्यूटन/मिमी² या 25 किलोग्राम/सेमी.²

विशिष्ट गुरुत्व परीक्षण (Specific gravity test)

इस परीक्षण को करने के लिए तरल के रूप में, कैरोसिन तेल/नेफ्था का इस्तेमाल करते हैं, जिसकी विशिष्ट गुरुत्व 0.73 से कम नहीं होनी चाहिए।

- प्रतिदर्श का भार 64 ग्राम लेते हैं।
- OPC सीमेंट की विशिष्ट गुरुत्व 3.15 या इससे अधिक होती है।
- सीमेंट का विशिष्ट गुरुत्व ली चैटलियर फ्लास्क द्वारा मापा जाता है।

$$\text{Specific gravity} = \frac{\text{Weight of cement (in gm)}}{\text{Displaced volume of liquid (in ml)}}$$

नोट–

- जिस सीमेंट में आयरन ऑक्साइड की मात्रा अधिक होती है उस सीमेंट का विशिष्ट गुरुत्व अधिक होता है।
- Heat of hydration is done by Calorimeter.
- विभिन्न प्रकार के सीमेंट के लिए उनकी सम्पीडन सामर्थ्य (N/mm²)

MP PGCL JE 2023 ESE Pre 2023