

中华人民共和国行业标准
普通混凝土用碎石或卵石
质量标准及检验方法

JGJ 53-92

主编单位:中国建筑科学研究院
批准部门:中华人民共和国建设部
施行日期:1993年9月1日

关于发布行业标准《普通混凝土用碎石或
卵石质量标准及检验方法》的通知

建标[1992]931号

根据建设部(89)建标计字第8号文的要求,由中国建筑科学研究院主编的《普通混凝土用碎石或卵石质量标准及检验方法》,业经审查,现批准为行业标准,编号 JGJ53—92,自 1993 年 9 月 1 日起施行。原部标准《普通混凝土用碎石和卵石质量标准及检验方法》(JGJ53—79)同时废止。

本标准由建设部建筑工程技术归口单位中国建筑科学研究院负责归口管理,具体解释等工作由主编单位负责。由建设部标准定额研究所组织出版。

中华人民共和国建设部
1992 年 12 月 30 日

1 总 则

- 1.0.1 为合理使用碎石或卵石、保证普通混凝土的质量,制订本标准。
- 1.0.2 本标准适用于一般工业与民用建筑和构筑物中制作普通混凝土用最大粒径不大于80mm的碎石或卵石的质量检验。
- 1.0.3 碎石或卵石的质量检验,除应符合本标准外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语、符号

2.1 术语

- 2.1.1 碎石——由天然岩石或卵石经破碎、筛分而得的粒径大于5mm的岩石颗粒。
 - 2.1.2 卵石——由自然条件作用而形成的,粒径大于5mm的岩石颗粒。
 - 2.1.3 针、片状颗粒——凡岩石颗粒的长度大于该颗粒所属粒级的平均粒径2.4倍者为针状颗粒;厚度小于平均粒径0.4倍者为片状颗粒。平均粒径指该粒级上、下限粒径的平均值。
 - 2.1.4 含泥量——粒径小于0.080mm颗粒的含量。
 - 2.1.5 泥块含量——集料中粒径大于5mm,经水洗、手捏后变成小于2.5mm的颗粒的含量。
 - 2.1.6 压碎指标值——碎石或卵石抵抗压碎的能力。
 - 2.1.7 坚固性——碎石或卵石在气候、环境变化或其他物理因素作用下抵抗碎裂的能力。
 - 2.1.8 碱性集料——能与水泥或混凝土中的碱发生化学反应的集料。
 - 2.1.9 表观密度——集料颗粒单位体积(包括内部封闭空隙)的质量。
 - 2.1.10 堆积密度——集料在自然堆积状态下单位体积的质量。
 - 2.1.11 紧密密度——集料按规定方法颠实后单位体积的质量。
- ## 2.2 符号
- 2.2.1 ρ ——表观密度。

- 2.2.2 ω_{wc}, ω_{wa} ——含水率,吸水率。
- 2.2.3 ρ, ρ_c ——堆积密度,紧密密度。
- 2.2.4 $\omega_c, \omega_{c,1}$ ——含泥量及泥块含量。
- 2.2.5 ω_p ——碎石或卵石中针、片状颗粒含量。
- 2.2.6 δ_s ——碎石或卵石的压碎指标值。
- 2.2.7 ϵ_t ——试件在 t 天龄期的膨胀率。
- 2.2.8 ϵ_{tt} ——试件浸泡 t 天的长度变化率。

3 质量要求

3.0.1 碎石或卵石的颗粒级配,应符合表 3.0.1 的要求。

碎石或卵石的颗粒级配范围 表 3.0.1

累计筛余 按重量计(%)													
级配情况	公称粒级 (mm)	筛孔尺寸(圆孔筛)(mm)											
		2.50	5.00	10.0	16.0	20.0	25.0	31.5	40.0	50.0	63.0	80.0	100
连续粒级	5~10	95~100	80~100	0~15	0								
	5~16	95~100	90~100	30~60	0~10	0							
	5~20	95~100	90~100	40~70		0~10	0						
	5~25	95~100	90~100		30~70		0~5	0					
	5~31.5	95~100	90~100	70~90		15~45		0~5	0				
	5~40		95~100	75~90		30~55			0~5	0			
	10~20		95~100	85~100		0~15	0						
单粒级	16~31.5		95~100		85~100			0~10	0				
	20~40			95~100		80~100			0~10	0			
	31.5~63				95~100			75~100	45~75		0~10	0	
	40~80					95~100			70~100		30~60	0~10	0

注:公称粒级的上限为该粒级的最大粒径。

单粒级宜用于组合成具有要求级配的连续粒级,也可与连续粒级混合使用,以改善其级配或配成较大粒度的连续粒级。不宜用单一的单粒级配制混凝土。如必须单独使用,则应作技术经济分析,并通过试验证明不会发生离析或影响混凝土的质量。

颗粒级配不符合表 3.0.1 要求时,应采取措 施并经试验证实能确保工程质量,方允许使用。

3.0.2 碎石或卵石中针、片状颗粒含量应符合表 3.0.2 的规定。

针、片状颗粒含量 表 3.0.2

混凝土强度等级	大于或等于 C30	小于 C30
针、片状颗粒含量,按重量计(%)	≤15	≤25

等于及小于 C10 级的混凝土,其针、片状颗粒含量可放宽到 40%。

3.0.3 碎石或卵石中的含泥量应符合表 3.0.3 的规定。

碎石或卵石中的含泥量 表 3.0.3

混凝土强度等级	大于或等于 C30	小于 C30
含泥量按重量计(%)	≤1.0	≤2.0

对有抗冻、抗渗或其它特殊要求的混凝土,其所用碎石或卵石的含泥量不应大于 1.0%。如含泥基本上是 非粘土质的石粉时,含泥量可由表 3.0.3 的 1.0%、2.0%,分别提高到 1.5%、3.0%;等于及小于 C10 级的混凝土用碎石或卵石,其含泥量可放宽到 2.5%。

3.0.4 碎石或卵石中的泥块含量应符合表 3.0.4 的规定。

碎石或卵石中的泥块含量 表 3.0.4

混凝土强度等级	大于或等于 C30	小于 C30
泥块含量按重量计(%)	≤0.5	≤0.7

有抗冻、抗渗和其它特殊要求的混凝土,其所用碎石或卵石的泥块含量应不大于 0.5%;对等于或小于 C10 级的混凝土用碎石或卵石其泥块含量可放宽到 1.0%。

3.0.5 碎石的强度可用岩石的抗压强度和压碎指标值表示。岩石强度首先应由生产单位提供,工程中可采用压碎指标值进行质量控制,碎石的压碎指标值应符合表 3.0.5—1 的规定。混凝土强度等级为 C60 及以上时应进行岩石抗压强度检验,其他情况下如有怀疑或认为有必要时也可进行岩石的抗压强度检验。岩石的抗压强度与混凝土强度等级之比不应小于 1.5,且火成岩强度不宜低于 80MPa,变质岩不宜低于 60MPa,水成岩不宜低于 30MPa。

碎石的压碎指标值 表 3.0.5—1

岩石品种	混凝土强度等级	碎石压碎指标值(%)
水成岩	C55~C40	≤10
	≤C35	≤16
变质岩或深成的火成岩	C55~C40	≤12
	≤C35	≤20
火成岩	C55~C40	≤13
	≤C35	≤30

注:水成岩包括石灰岩、砂岩等。变质岩包括片麻岩、石英岩等。深成的火成岩包括花岗岩、正长岩、闪长岩和橄榄岩等。喷出的火成岩包括玄武岩和辉绿岩等。

卵石的强度用压碎指标值表示。其压碎指标值宜按表 3.0.5-2 的规定采用。

卵石的压碎指标值 表 3.0.5-2

混凝土强度等级	C55~C40	≤C35
压碎指标值(%)	≤12	≤16

3.0.6 碎石和卵石的坚固性用硫酸钠溶液法检验,试样经 5 次循环后,其重量损失应符合表 3.0.6 的规定。

碎石或卵石的坚固性指标 表 3.0.6

混凝土所处的环境条件	循环后的重量损失(%)
在严寒及寒冷地区室外使用,并经常处于潮湿或干湿交替状态下的混凝土	≤8
在其它条件下使用的混凝土	≤12

有腐蚀性介质作用或经常处于水位变化区的地下结构或有抗疲劳、耐磨、抗冲击等要求的混凝土用碎石或卵石,其为重量损失应不大于 8%。

3.0.7 碎石或卵石中的硫化物和硫酸盐含量,以及卵石中有机杂质等有害物质含量应符合表 3.0.7 的规定。

碎石或卵石中的有害物质含量 表 3.0.7

项 目	质量要求
硫化物及硫酸盐含量 (折算成 SO ₃ ,按重量计) (%)	≤1.0
卵石中有机质含量 (用比色法试验)	颜色应不深于标准色。 如深于标准色,则应配制成 混凝土进行强度对比试验。 抗压强度比应不低于 0.95

如发现有颗粒状硫酸盐或硫化物杂质的碎石或卵石,则要求

进行专门检验,确认能满足混凝土耐久性要求时方可采用。

3.0.8 对重要工程的混凝土所使用的碎石或卵石应进行碱活性检验。

进行碱活性检验时,首先应采用岩相法检验碱活性集料的品种、类型和数量(也可由地质部门提供)。若集料中含有活性二氧化硅时,应采用化学法和砂浆长度法进行检验;若含有活性碳酸盐集料时,应采用岩石柱法进行检验。

经上述检验,集料判定为有潜在危害时,属碱——碳酸盐反应的,不宜作混凝土集料,如必须使用,应以专门的混凝土试验结果作出最后评定。

潜在危害属碱——硅反应的,应遵守以下规定方可使用:

3.0.8.1 使用含碱量小于 0.6% 的水泥或采用能抑制碱——集料反应的掺合料;

3.0.8.2 当使用含钾、钠离子的混凝土外加剂时,必须进行专门试验。

4 验收、运输和堆放

4.0.1 供货单位应提供产品合格证及质量检验报告。

购货单位应按同产地同规格分批验收。用大型工具(如火车、货船或汽车)运输的,以400m³或600t为一验收批,用小型工具(如马车等)运输的,以200m³或300t为一验收批。不足上述数量者以一验收批论。

4.0.2 每验收批至少应进行颗粒级配、含泥量、泥块含量及针、片状颗粒含量检验。对重要工程或特殊工程应根据工程要求增加检测项目。对其它指标的合格性有怀疑时,应予检验。

当质量比较稳定、进料量又较大时,可定期检验。

当使用新产源的石子时,应由供货单位按第3章的质量要求进行全面检验。

4.0.3 使用单位的质量检测报告内容应包括:委托单位、样品编号、工程名称、样品产地、类别、代表数量、检测依据、检测条件、检测项目、检测结果、结论等。检测报告格式可参照附录A。

4.0.4 碎石或卵石的数量验收,可按重量计算,也可按体积计算。测定重量可用汽车地磅或船舶吃水线为依据。测定体积可按车皮或船舶的容积为依据。用其它小型运输工具运输时,可按量方确定。

4.0.5 碎石或卵石在运输、装卸和堆放过程中,应防止颗粒离析和混入杂质,并按产地、种类和规格分别堆放。堆料高度不宜超过5m,但对单粒级或最大粒径不超过20mm的连续粒级,堆料高度可以增加至10m。

5 取样与缩分

5.1 取样

5.1.1 每验收批的取样应按下列规定进行:

5.1.1.1 在料堆上取样时,取样部位应均匀分布。取样前先将取样部位表面铲除,然后由各部位抽取大致相等的石子15份(在料堆的顶部、中部和底部各由均匀分布的五个不同部位取得)组成一组样品;

5.1.1.2 从皮带运输机上取样时,应在皮带运输机机尾的出料处用接料器定时抽取8份石子,组成一组样品;

5.1.1.3 从火车、汽车、货船上取样时,应从不同部位和深度抽取大致相同的石子16份,组成一组样品。

注:如经观察,认为各节车皮间(车辆间、船只间)材料质量相差甚为悬殊时,应对质量有怀疑的每节车皮(车辆、船只)分别取样和验收。

5.1.2 若检验不合格,应重新取样,对不合格项进行加倍复验,若仍有一个试样不能满足标准要求,应按不合格品处理。

5.1.3 每组样品的取样数量,对每单项试验,应不小于表5.1.3所规定的最少取样量。须作几项试验时,如能保证样品经一项试验后不致影响另一项试验的结果,也可用同一组样品进行几项不同的试验。

5.1.4 每组样品应妥善包装,以避免细料散失及遭受污染。并应附有卡片标明样品名称、编号、取样的时间、产地、规格、样品所代表的验收批的重量或体积数、要求检验的项目及取样方法等。

每一试验项目所需碎石或卵石的最少取样数量(kg) 表 5.1.3

试验项目	最大粒径(mm)									
	10	16	20	25	31.5	40	63	80		
筛分析	10	15	20	20	30	40	60	80		
表观密度	8	8	8	8	12	16	24	24		
含水率	2	2	2	2	3	3	4	6		
吸水率	8	8	16	16	16	24	24	32		
堆积密度、紧密密度	40	40	40	40	80	80	120	120		
含泥量	8	8	24	24	40	40	80	80		
泥块含量	8	8	24	24	40	40	80	80		
针、片状含量	1.2	4	8	8	20	40	40	80		
硫化物、硫酸盐	1.0									

注：有机物含量、坚固性、压碎指标值及碱集料反应检验，应按试验要求的粒级及数量取样。

5.2 样品的缩分

5.2.1 将每组样品置于平板上，在自然状态下拌混均匀，并堆成锥体，然后沿互相垂直的两条直径把锥体分成大致相等的四份，取其对角的两份重新拌匀，再堆成锥体，重复上述过程，直至缩分后的材料量略多于进行试验所必需的量为止。

5.2.2 碎石或卵石的含水率、堆积密度、紧密密度检验所用的试样，不经缩分，拌匀后直接进行试验。

6 检验方法

6.1 碎石或卵石的筛分析试验

6.1.1 本方法适用于测定碎石或卵石的颗粒级配。

6.1.2 筛分析试验应采用下列仪器设备：

- (1) 试验筛——孔径为 100、80、63、50、40、31.5、25、20、16、10、5、2.5mm 的圆孔筛，以及筛的底盘和盖各一只，其规格和质量要求应符合 GB6003——85《试验筛》的规定(筛框内经均为 300mm)；

- (2) 天平或案秤——精确至试样量的 0.1%左右；
(3) 烘箱——能使温度控制在 105±5℃；
(4) 浅盘。

6.1.3 试样制备应符合下列规定：

试验前，用四分法将样品缩分至略重于表 6.1.3 所规定的试样所需量，烘干或风干后备用。

筛分析所需试样的最小重量 表 6.1.3

最大公称 粒径(mm)	10.0	16.0	20.0	25.0	31.5	40.0	63.0	80.0
试样重量 不少于(kg)	2.0	3.2	4.0	5.0	6.3	8.0	12.6	16.0

6.1.4 筛分析试验应按下列步骤进行：

6.1.4.1 按表 6.1.3 的规定称取试样；

6.1.4.2 将试样按筛孔大小顺序过筛，当每号筛上筛余层的厚

度大于试样的最大粒径值时,应将该号筛上的筛余分成两份,再次进行筛分,直至各筛每分钟的通过量不超过试样总量的 0.1%;

注:当筛余颗粒的粒径大于 20mm 时,在筛分过程中,允许用手指拨动颗粒。

6.1.4.3 称取各筛筛余的重量,精确至试样总重量的 0.1%。在筛上的所有分计筛余量和筛底剩余的总和与筛分前测定的试样总量相比,其相差不得超过 1%。

6.1.5 筛分析试验结果应按下列步骤计算:

6.1.5.1 由各筛上的筛余量除以试样总重量计算出该号筛的分计筛余百分率(精确至 0.1%);

6.1.5.2 每号筛计算得出的分计筛余百分率与大于该筛筛号各筛的分计筛余百分率相加,计算得出其累计筛余百分率(精确至 1%);

6.1.5.3 根据各筛的累计筛余百分率,评定该试样的颗粒级配。

6.2 碎石或卵石的表现密度试验(标准方法)

6.2.1 本方法适用于测定碎石或卵石的表现密度。

6.2.2 表现密度试验应采用下列仪器设备:

- (1) 天平——称量 5kg,感量 1g,其型号及尺寸应能允许在臂上悬挂盛试样的吊篮,并在水中称重;
- (2) 吊篮——径和高度均为 150mm,由孔径为 1~2mm 的筛网或钻有 2~3mm 孔洞的耐腐蚀金属板制成;
- (3) 盛水容器——有溢流孔;
- (4) 烘箱——能使温度控制在 105±5℃;
- (5) 试验筛——孔径为 5mm;
- (6) 温度计——0~100℃;
- (7) 带盖容器、浅盘、刷子和毛巾等。

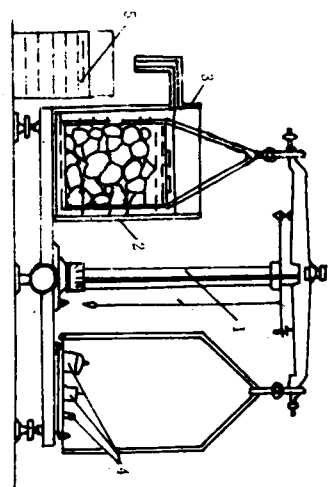


图 6.2.2 液体天平
1—5kg 天平;2—吊篮;3—带有溢流孔的金属容器;
4—砝码;5—容器

6.2.3 试样制备应符合下列规定:

试验前,将样品筛去 5mm 以下的颗粒,并缩分至略重于表 6.2.3 所规定的数量,刷洗干净后分成两份备用。

表观密度试验所需的试样最少重量

最大粒径 (mm)	10.0	16.0	20.0	31.5	40.0	63.0	80.0
试样最少 重量(kg)	2	2	2	3	4	6	6

表 6.2.3

6.2.4 表现密度试验应按下列步骤进行:

6.2.4.1 按表 6.2.3 的规定称取试样(m_s);

6.2.4.2 取试样一份装入吊篮,并浸入盛水的容器中,水面至少高出试样 50mm;

6.2.4.3 浸水 24h 后,移到称量用的盛水容器中,并用上下

升降吊篮的方法排除气泡(试样不得露出水面)。吊篮每升降一次约为1s,升降高度为30~50mm;

6.2.4.4 测定水温后(此时吊篮应全浸在水中),用天平称取吊篮及试样在水中的重量(m_2)。称量时盛水容器中水面的高度由容器的溢流孔控制;

6.2.4.5 提起吊篮,将试样置于浅盘中,放入105±5℃的烘箱中烘干至恒重。取出来放在带盖的容器中冷却至室温后,称重(m_0);

注:恒重系指相邻两次称量间隔时间大于3h的情况下,其前后两次称量之差小于该项试验所要求的称量精度。下同。

6.2.4.6 称取吊篮在同样温度的水中重量(m_1),称量时盛水容器的水面高度仍应由溢流口控制。

注:试验的各项称量可以在15℃~25℃的温度范围内进行,但从试样加水静置的最后2h起直至试验结束,其温度相差不应超过2℃。

6.2.5 表观密度 ρ 应按下式计算(精确至10kg/m³):

$$\rho = \left(\frac{m_0}{m_0 + m_1 - m_2} - a_1 \right) \times 1000 (\text{kg/m}^3) \quad (6.2.5)$$

式中: m_0 ——试样的烘干重量(g);

m_1 ——吊篮在水中的重量(g);

m_2 ——吊篮及试样在水中的重量(g);

a_1 ——考虑称量时的水温对表观密度影响的修正系数,见表6.2.5。

不同水温下碎石或卵石的表现密度温度修正系数 表 6.2.5

水温 (℃)	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
a_1	0.002	0.003	0.003	0.004	0.004	0.005	0.005	0.006	0.006	0.007	0.008

以两次试验结果的算术平均值作为测定值。如两次结果之差值大于20kg/m³时,应重新取样进行试验。对颗粒材质不均匀的试样,如两次试验结果之差超过规定时,可取四次测定结果的算术

平均值作为测定值。

6.3 碎石或卵石表现密度试验(简易方法)

6.3.1 本方法适用于测定碎石或卵石的表现密度。不宜用于最大粒径超过40mm的碎石或卵石。

6.3.2 用本方法测定表现密度应采用下列仪器设备:

- (1) 烘箱——能使温度控制在105±5℃;
- (2) 天平——称量5kg,感量5g;
- (3) 广口瓶——1000mL,磨口,并带玻璃片;
- (4) 试验筛——孔径为5mm;
- (5) 毛巾、刷子等。

6.3.3 试样制备应符合下列规定:

试验前,将样品筛去5mm以下的颗粒,用四分法缩分至不少于2kg,洗刷干净后,分成两份备用。

6.3.4 用本方法测定表现密度应按下列步骤进行:

6.3.4.1 按表6.2.3规定的数量称取试样;

6.3.4.2 将试样浸水饱和,然后装入广口瓶中。装试样时,广口瓶应倾斜放置,注入饮用水,用玻璃片覆盖瓶口,以上下左右摇晃的方法排除气泡;

6.3.4.3 气泡排尽后,向瓶中添加饮用水直至水面凸出瓶口边缘。然后用玻璃片沿瓶口迅速滑行,使其紧贴瓶口水面。擦干瓶外水分后,称取试样、水、瓶和玻璃片总重量(m_1);

6.3.4.4 将瓶中的试样倒入浅盘中,放在105±5℃的烘箱中烘干至恒重。取出,放在带盖的容器中冷却至室温后称重(m_0);

6.3.4.5 将瓶洗净,重新注入饮用水,用玻璃片紧贴瓶口水面,擦干瓶外水份后称重(m_2);

注:试验时各项称量可以在15℃~25℃的温度范围内进行,但从试样加水静置的最后2h起直至试验结束,其温度相差不应超过2℃。

6.3.5 表现密度 ρ 应按下式计算(精确至10kg/m³)

$$\rho = \left(\frac{m_0}{m_0 + m_2 - m_1} - a_1 \right) \times 1000 (\text{kg/m}^3) \quad (6.3.5)$$

式中: m_0 ——烘干后试样重量(g);

m_1 ——试样、水、瓶和玻璃片的共重(g);

m_2 ——水、瓶和玻璃片共重(g);

a_1 ——考虑称量时的水温对表观密度影响的修正系数,见表 6.2.5。

以两次试验结果的算术平均值作为测定值,两次结果之差应小于 20kg/m^3 ,否则重新取样进行试验。对颗粒材质不均匀的试样,如两次试验结果之差值超过 20kg/m^3 ,可取四次测定结果的算术平均值作为测定值。

6.4 碎石或卵石的含水率试验

6.4.1 本方法适用于测定碎石或卵石的含水率。

6.4.2 含水率试验应采用下列仪器设备:

(1) 烘箱——能使温度控制在 $105 \pm 5^\circ\text{C}$;

(2) 天平——称量 5kg ,感量 5g ;

(3) 容器——如浅盘等。

6.4.3 含水率试验应按下列步骤进行:

6.4.3.1 取重量约等于表 5.1.3 所要求的试样,分成两份备用;

6.4.3.2 将试样置于干净的容器中,称取试样和容器的共重(m_1),并在 $105 \pm 5^\circ\text{C}$ 的烘箱中烘干至恒重;

6.4.3.3 取出试样,冷却后称取试样与容器的共重(m_2)。

6.4.4 含水率 ω_w 应按下式计算(精确至 0.1%)

$$\omega_w = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m_3} \times 100(\%) \quad (6.4.4)$$

式中: m_1 ——烘干前试样与容器共重(g);

m_2 ——烘干后试样与容器共重(g);

m_3 ——容器重量(g)。

以两次试验结果的算术平均值作为测定值。

注:碎石或卵石含水率简易测定法可采用“炒干法”。

6.5 碎石或卵石的吸水率试验

6.5.1 本方法适用于测定碎石或卵石的吸水率,即测定以供干重量为基准的饱和面干吸水率。

6.5.2 吸水率试验应采用下列仪器设备:

(1) 烘箱——能使温度控制在 $105 \pm 5^\circ\text{C}$;

(2) 天平——称量 5kg ,感量 5g ;

(3) 试验筛——孔径为 5mm ;

(4) 容器、浅盘、金属丝刷和毛巾等。

6.5.3 试样的制备应符合下列要求:

试验前,将样品筛去 5mm 以下的颗粒,然后用四分法缩分至表 6.5.3 所规定的重量,分成两份,用金属丝刷刷净后备用。

表 6.5.3 吸水率试验所需的试样最少重量

最大粒径(mm)	10	16	20	25	31.5	40	63	80
试样最少重量(kg)	2	2	4	4	4	6	6	8

6.5.4 吸水率试验应按下列步骤进行:

6.5.4.1 取试样一份置于盛水的容器中,使水面高出试样表面 5mm 左右, 24h 后从水中取出试样,并用拧干的湿毛巾将颗粒表面的水分拭干,即成为饱和面干试样。然后,立即将试样放在浅盘中称重(m_2),在整个试验过程中,水温须保持在 $20 \pm 5^\circ\text{C}$;

6.5.4.2 将饱和面干试样连同浅盘置于 $105 \pm 5^\circ\text{C}$ 的烘箱中烘干至恒重。然后取出,放入带盖的容器中冷却 $0.5 \sim 1\text{h}$,称取烘干试样与浅盘的总重(m_1)。称取浅盘的重量(m_3)。

6.5.5 吸水率 ω_w 应按下式计算(精确至 0.01%):

$$\omega_w = \frac{m_2 - m_1}{m_1 - m_3} \times 100(\%) \quad (6.5.5)$$

式中: m_1 ——烘干试样与浅盘共重(g);

m_2 ——烘干前饱和面干试样与浅盘共重(g);

m_3 ——浅盘重量(g)。

以两次试验结果的算术平均值作为测定值。

6.6 碎石或卵石的堆积密度和紧密密度试验

6.6.1 本方法适用于测定碎石或卵石的堆积密度、紧密密度及空隙率。

6.6.2 堆积密度和紧密密度试验应采用下列仪器设备:

- (1) 案秤——称量 50kg, 感量 50g, 及称量 100kg, 感量 100g 各一台;
- (2) 容量筒——金属制, 其规格见表 6.6.2;
- (3) 平头铁锹;
- (4) 烘箱——能使温度控制在 105±5℃。

表 6.6.2 容量筒的规格要求

碎石或卵石的 最大粒径(mm)	容量筒 容积(L)	容量筒规格(mm)		筒壁厚度 (mm)
		内径	净高	
10, 0.16, 0.20, 0.25, 0	10	208	294	2
31.5; 40, 0	20	294	294	3
63, 0.280, 0	30	350	294	4

注:测定紧密密度时,对最大粒径为 31.5、40、60mm 的集料,可采用 10L 的容量筒,对最大粒径为 63、0.80、0mm 的集料,可采用 20L 的容量筒。

6.6.3 试样的制备应符合下列要求:

试验前,取重量约等于表 5.1.3 所规定的试样放入浅盘,在 105±5℃ 的烘箱中烘干,也可以摊在清洁的地面上风干,拌匀后分成两份备用。

6.6.4 堆积密度和紧密密度试验应按以下步骤进行:

6.6.4.1 堆积密度:取试样一份,置于平整干净的地板(或铁板)上,用平头铁锹铲起试样,使石子自由落入容量筒内。此时,从

铁锹的齐口至容量筒上口的距离应保持为 50mm 左右。装满容量筒并除去凸出筒口表面的颗粒,并以合适的颗粒填入凹陷部分,使表面稍凸起部分和凹陷部分的体积大致相等,称取试样和容量筒共重(m_2)。

6.6.4.2 紧密密度:取试样一份,分三层装入容量筒。装完一层后,在筒底垫放一根直径为 25mm 的钢筋,将筒按住并左右交替颠击地面各 25 下,然后装入第二层。第二层装满后,用同样方法颠实(但筒底所垫钢筋的方向应与第一层放置方向垂直)然后再装入第三层,如法颠实。待三层试样装填完毕后,加料直到试样超出容量筒筒口,用钢筋沿筒口边缘滚转,刮下高出筒口的颗粒,用合适的颗粒填平凹外,使表面稍凸起部分和凹陷部分的体积大致相等。称取试样和容量筒共重(m_2)。

6.6.5 堆积密度、紧密密度及空隙率应按以下规定进行计算:

6.6.5.1 堆积密度(ρ)或紧密密度(ρ_s)按 6.6.5—1 式计算(精确至 10kg/m³)

$$\rho(\rho_s) = \frac{m_2 - m_1}{V} \times 1000(\text{kg/m}^3) \quad (6.6.5-1)$$

式中: m_1 ——容量筒的重量(kg);

m_2 ——容量筒和试样共重(kg);

V ——容量筒的容积(L)。

以两次试验结果的算术平均值作为测定值;

6.6.5.2 空隙率(v_a, v_s)按 6.6.5—2 及 6.6.5—3 计算(精确至 1%)

$$v_a = (1 - \frac{\rho_s}{\rho}) \times 100(\%) \quad (6.6.5-2)$$

$$v_s = (1 - \frac{\rho_s}{\rho}) \times 100(\%) \quad (6.6.5-3)$$

式中: ρ_s ——碎石或卵石的堆积密度(kg/m³);

ρ_s ——碎石或卵石的紧密密度(kg/m³)；
 ρ ——碎石或卵石的表观密度(kg/m³)。

6.6.6 容量筒容积的校正应以20±5℃的饮用水装满容量筒，用玻璃板沿筒口滑移，使其紧贴水面，擦干筒外壁水分后称重。用下式计算筒的容积(V)：

$$V = m'_2 - m'_1 \quad (L) \quad (6.6.6)$$

式中： m'_1 ——容量筒和玻璃板重量(kg)；
 m'_2 ——容量筒、玻璃板和水总重(kg)。

6.7 碎石或卵石的含泥量试验

6.7.1 本方法适用于测定碎石或卵石中的含泥量。

6.7.2 含泥量试验应采用下列仪器设备：

- (1) 案秤——称量10kg，感量10g。对最大粒径小于15mm的碎石或卵石应用称量为5kg感量为5g的天平；
- (2) 烘箱——能使温度控制在105±5℃；
- (3) 试验筛——孔径为1.25mm及0.080mm筛各一个；
- (4) 容器——容积约10L的瓷盘或金属盒；
- (5) 浅盘。

6.7.3 试样制备应符合下列规定：

试验前，将来样用四分法缩分至表6.7.3所规定的量(注意防止细粉丢失)，并置于温度为105±5℃的烘箱内烘干至恒重，冷却至室温后分成两份备用。

含泥量试验所需的试样最小重量 表 6.7.3

最大粒径(mm)	10.0	16.0	20.0	25.0	31.5	40.0	63.0	80.0
试样量不少于(kg)	2	2	6	6	10	10	20	20

6.7.4 含泥量试验应按下列步骤进行：

6.7.4.1 称取试样一份(m_2)装入容器中摊平，并注入饮用水，使水面高出石子表面150mm；用手在水中淘洗颗粒，使尘屑、淤泥

和粘土与较粗颗粒分离，并使之悬浮或溶解于水。缓缓地将浑浊液倒入1.25mm及0.080mm的套筛(1.25mm筛放置上面)上，滤去小于0.080mm的颗粒。试验前筛子的两面应先用水润湿。在整个试验过程中应注意避免大于0.080mm的颗粒丢失。

6.7.4.2 再次加水于容器中，重复上述过程，直至洗出的水清澈为止。

6.7.4.3 用水冲洗剩留在筛上的细粒，并将0.080mm筛放在水中(使水面略高出筛内颗粒)来回摇动，以充分洗除小于0.080mm的颗粒。然后，将两只筛上剩留的颗粒和筒中已洗净的试样一并装入浅盘，置于温度为105±5℃的烘箱中烘干至恒重。取出冷却至室温后，称取试样的重量(m_1)。

6.7.5 碎石或卵石的含泥量 w_2 应按下式计算(精确至0.1%)：

$$w_2 = \frac{m_2 - m_1}{m_2} \times 100(\%) \quad (6.7.5)$$

式中： m_2 ——试验前烘干试样的重量(g)；
 m_1 ——试验后烘干试样的重量(g)。

以两个试样试验结果的算术平均值作为测定值。如两次结果的差值超过0.2%，应重新取样进行试验。

6.8 碎石或卵石中泥块含量试验方法

6.8.1 本方法适用于测定碎石或卵石中泥块的含量。

6.8.2 泥块含量试验应采用下列仪器设备：

- (1) 案秤——称量20kg、感量20g；称量10kg、感量10g；
- (2) 天平——称量5kg、感量5g；
- (3) 试验筛——孔径2.50mm及5.00mm筛各一个；
- (4) 洗石用水筒及烘干用的浅盘等。

6.8.3 试样制备应符合下列规定：

试验前，将样品用四分法缩分至略大于表6.7.3所示的量，缩分应注意防止所含粘土块被压碎。缩分后的试样在105±5℃烘箱

内烘至恒重,冷却至室温后分成两份备用。

6.8.4 泥块含量试验应按下列步骤进行:

6.8.4.1 筛去 5mm 以下颗粒,称重(m_1);

6.8.4.2 将试样在容器中摊平,加入饮用水使水面高出试样表面,24h 后把水放出,用手碾压泥块,然后把试样放在 2.5mm 筛上摇动淘洗,直至洗出的水清澈为止。

6.8.4.3 将筛上的试样小心地从筛里取出,置于温度为 105±5℃烘箱中烘干至恒重,取出冷却至室温后称重(m_2)。

5.8.5 泥块含量 $\omega_{e,1}$ 应按下式计算(精确至 0.1%):

$$\omega_{e,1} = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100(\%) \quad (6.8.5)$$

式中: m_1 ——5.00mm 筛筛余量(g);

m_2 ——试验后烘干试样的量(g)。

以两个试样试验结果的算术平均值作为测定值。如两次结果的差值超过 0.2%,应重新取样进行试验。

6.9 碎石或卵石中针状和片状颗粒的总含量试验

6.9.1 本方法适用于测定碎石或卵石中针状和片状颗粒的总含量。

6.9.2 针、片状颗粒含量试验应采用下列仪器设备:

- (1) 针状规准仪和片状规准仪(见图 6.9.2),或游标卡尺;
- (2) 天平——称量 2kg,感量 2g;
- (3) 案秤——称量 10kg,感量 10g;
- (1) 试验筛——孔径分别为 5.00、10.0、20.0、25.0、31.5、40.0、63.0、80.0mm,根据需要选用;
- (5) 卡尺。

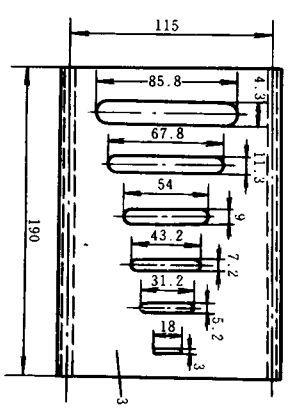
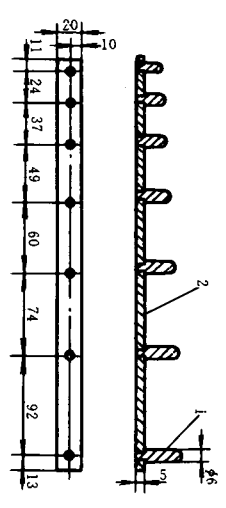


图 6.9.2 针片状规准仪

1—针状规准仪挡柱;2—针状规准仪底板;3—片状规准仪

6.9.3 试样制备应符合下列规定:

试验前,将来样在室内风干至表面干燥,并用四分法缩分至表 6.9.3—1 规定的数量,称量(m_0),然后筛分成表 6.9.3—2 所规定的粒级备用。

针、片状试验所需的试样最少重量 表 6.9.3—1					
最大粒径(mm)	10.0	16.0	20.0	25.0	31.5
试样最少重量(kg)	0.3	1	2	3	5

针、片状试验的粒级划分及其相应的规范仪孔宽或间距 表 6.9.3-2

粒级 (mm)	5~10	10~16	16~20	20~25	25~31.5	31.5~40
片状规范仪上 相当的孔宽 (mm)	3	5.2	7.2	9	11.3	14.3
针状规范仪上 相对应的间距 (mm)	18	31.2	43.2	54	67.8	85.8

6.9.4 针、片状含量试验应按下列步骤进行:

6.9.4.1 按表 6.9.3—2 所规定的粒级用规范仪逐粒对试样进行鉴定,凡颗粒长度大于针状规范仪上相对应间距者,为针状颗粒。厚度小于片状规范仪上相应孔宽者,为片状颗粒;

6.9.4.2 粒径大于 40mm 的碎石或卵石可用卡尺鉴定其针片状颗粒,卡尺卡口的设定宽度应符合表 6.9.4 的规定。

大于 40mm 粒级颗粒卡尺卡口的设定宽度 表 6.9.4

粒 级 (mm)	40~63	63~80
鉴定片状颗粒的 卡口宽度 (mm)	20.6	28.6
鉴定针状颗粒的 卡口宽度 (mm)	123.6	171.6

6.9.4.3 称量由各粒级挑出的针状和片状颗粒的总重量 (m_1)。

6.9.5 碎石或卵石中针、片状颗粒含量 ω_p 应按下式计算(精确至 0.1%):

$$\omega_p = \frac{m_1}{m_0} \times 100(\%) \quad (6.9.5)$$

式中: m_1 ——试样中所含针、片状颗粒的总重量(g);

m_0 ——试样总重量(g)。

6.10 卵石中有机物含量试验

6.10.1 本方法适用于近似地测定卵石中的有机物含量是否达到影响混凝土质量的程度。

6.10.2 有机物含量试验应采用下列仪器、设备和试剂:

(1) 天平——称量 2kg,感量 2g;称量 100g,感量 0.1g 各一台;

(2) 量筒——100mL、250mL、1000mL;

(3) 烧杯、玻璃棒和孔径为 20mm 的试验筛;

(4) 氢氧化钠溶液——氢氧化钠与蒸馏水之重量比为 3:97;

(5) 羧酸、酒精等。

6.10.3 试样的制备应符合下列规定:

试验前,筛去试样中 20mm 以上的颗粒,用四分法缩分至约 1kg,风干后备用。

6.10.4 有机物含量试验应按下列步骤进行:

6.10.4.1 向 1000mL 量筒中,倒入干试样至 600mL 刻度处,再注入浓度为 3% 的氢氧化钠溶液至 800mL 刻度处,剧烈搅动后静置 24h;

6.10.4.2 比较试样上部溶液和新配制标准溶液的颜色,盛装标准溶液与盛装试样的量筒容积应一致,

注:标准溶液的配制方法:取 2g 羧酸粉溶解于 38mL 10% 的酒精溶液中,即得所
需的羧酸溶液,然后取该溶液 2.5mL,注入 97.5mL 浓度为 3% 的氢氧化钠溶
液中,加塞后剧烈摇动,静置 24h 即得标准溶液

6.10.5 结果评定应符合下列规定:

若试样上部的溶液颜色浅于标准溶液的颜色,则试样的有机
质含量鉴定合格;如两种溶液的颜色接近,则应将该试样(包括上
部溶液)倒入烧杯中放在温度为 60~70℃ 的水浴锅中加热 2~3h,
然后再与标准溶液比色。

如溶液的颜色深于标准色,则应配制成混凝土作进一步检验。

其方法为:取试样一份,用浓度 3% 氢氧化钠溶液洗除有机杂质,再用清水淘洗干净,至试样用比色法试验时,溶液的颜色浅于标准色,然后用洗除有机质的和未经清洗的试样用相同的水泥、砂配成配合比相同,坍落度基本相同的两种混凝土,测其 28d 抗压强度。如未经洗除有机质的卵石混凝土强度与经洗除有机质的混凝土强度的比不低于 0.95 时,则此卵石可以使用。

6.11 碎石或卵石的坚固性试验

6.11.1 本方法适用于以硫酸钠饱和溶液法间接地判断碎石或卵石的坚固性。

6.11.2 坚固性试验应采用下列仪器、设备及试剂:

- (1) 烘箱——能使温度控制在 $105 \pm 5^\circ\text{C}$;
- (2) 天平——称量 5kg,感量 1g;
- (3) 试验筛——根据试样粒级,按表 6.11.2 选用;
- (4) 容器——搪瓷盆或瓷盆,容积不小于 50L;
- (5) 三脚网篮——网篮的外径为 100mm,高为 150mm,采用孔径不大于 2.5mm 的网和铜丝制成。检验 $40 \sim 80\text{mm}$ 的颗粒时,应采用外径和高均为 150mm 的网篮;
- (6) 试剂——无水硫酸钠或 10 水结晶硫酸钠(工业用)。

6.11.3 硫酸钠溶液的配制及试样的制备应符合下列规定:

6.11.3.1 硫酸钠溶液的配制:取一定数量的蒸馏水(多少取决于试样及容器的大小),加温至 $30^\circ\text{C} \sim 50^\circ\text{C}$,每 1000mL 蒸馏水加入无水硫酸钠(Na_2SO_4) 300~350g 或 10 水硫酸钠($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) 700~1000g,用玻璃棒搅拌,使其溶解并饱和,然后冷却至 $20^\circ\text{C} \sim 25^\circ\text{C}$ 。在此温度下静置两昼夜。其相对密度应保持在 $1.151 \sim 1.174\text{kg}/\text{m}^3$ 范围内。

6.11.3.2 试样的制备:将试样按表 6.11.2 的规定分级,并分别擦洗干净,放入 $105^\circ\text{C} \sim 110^\circ\text{C}$ 烘箱内烘 24h,取出并冷却至室温,然后按表 6.11.2 对各粒级规定的量称取试样(m_i)。

坚固性试验所需的各粒级试样量

表 6.11.2

粒级(mm)	5~10	10~20	20~40	40~63	63~80
试样重(g)	500	1000	1500	3000	3000

注:①粒级为 $10 \sim 20\text{mm}$ 的试样中,应含有 $10 \sim 16\text{mm}$ 粒级颗粒 40%, $16 \sim 20\text{mm}$ 颗粒 60%。

②粒级为 $20 \sim 40\text{mm}$ 的试样中,应含有 $20 \sim 31.5\text{mm}$ 粒级颗粒 40%, $31.5 \sim 40\text{mm}$ 粒级颗粒 60%。

6.11.4 坚固性试验应按下列步骤进行:

6.11.4.1 将所称取的不同粒级的试样分别装入三脚网篮并浸入盛有硫酸钠溶液的容器中。溶液体积应不小于试样总体积的 5 倍,其温度保持在 $20 \sim 25^\circ\text{C}$ 的范围内。三脚网篮浸入溶液时应先上下升降 25 次以排除试样中的气泡,然后静置于该容器中。此时,网篮底面应距容器底面约 30mm(由网篮脚高控制),网篮之间的间距应不小于 30mm,试样表面至少应在溶液以下 30mm;

6.11.4.2 浸泡 20h 后,从溶液中提出网篮,放在 $105 \pm 5^\circ\text{C}$ 的烘箱中烘 4h。至此,完成了第一个试验循环。待试样冷却至 $20 \sim 25^\circ\text{C}$ 后,即开始第二次循环。从第二次循环开始,浸泡及烘烤时间均可为 4h;

6.11.4.3 第五次循环完后,将试样置于 $25 \sim 30^\circ\text{C}$ 的清水中洗净硫酸钠,再在 $105 \pm 5^\circ\text{C}$ 的烘箱中烘至恒重。取出冷却至室温后,用筛孔孔径为试样粒级下限的筛过筛,并称取各粒级试样试验后的筛余量(m_i');

注:试样中硫酸钠是否洗净,可按下述检验,即:取洗试样的水数毫升,滴入少量氯化钡(BaCl_2)溶液,如无白色沉淀,即说明硫酸钠已被洗净。

6.11.4.4 对粒径大于 20mm 的试样部分,应在试验前后记录其颗粒数量,并作外观检查,描述颗粒的裂缝、开裂、剥落、掉边和掉角等情况所占颗粒数量,以作为分析其坚固性时的补充依据。

6.11.5 试样中各粒级颗粒的分计重量损失百分率(δ_i)应按下式计算:

$$\delta_j = \frac{m_i - m_i'}{m_i} \times 100(\%) \quad (6.11.5-1)$$

式中: m_i ——各粒级试样试验前的烘干重量(g);

m_i' ——经硫酸钠溶液法试验后,各粒级筛余颗粒的烘干重量(g)。

试样的总重量损失百分率 δ_j 应按下式计算(精确至1%)

$$\delta_j = \frac{a_1\delta_j + a_2\delta_j + a_3\delta_j + a_4\delta_j + a_5\delta_j}{a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5} (\%) \quad (6.11.5-2)$$

式中: a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 ——试样中 5.00~10.0mm; 10.0~20.0mm; 20.0~40.0mm; 40.0~64.0mm; 63.0~80.0mm 各粒级

颗粒的分计百分含量;

$\delta_{j1}, \delta_{j2}, \delta_{j3}, \delta_{j4}, \delta_{j5}$ ——各粒级的分计重量损失百分率(按

6.11.5—1式算得)。

6.12 岩石的抗压强度试验

6.12.1 本方法适用于测定碎石的原始岩石在水饱和状态下的抗压强度。

6.12.2 岩石的抗压强度试验应采用下列设备:

- (1) 压力试验机——荷载 1000kN;
- (2) 石材切割机或钻石机;
- (3) 岩石磨光机;
- (4) 游标卡尺,角尺等。

6.12.3 试样制作应符合下列规定:

试验时,取有代表性的岩石样品用石材切割机切割成边长为 50mm 的立方体,或用钻石机钻取直径与高度均为 50mm 的圆柱体。然后用磨光机把试件与压力机压板接触的两个面磨光并保持平行,试件形状须用角尺检查。

6.12.4 至少应制作六个试块。对有显著层理的岩石,应取两组试件(12块)分别测定其垂直和平行于层理的强度值。

6.12.5 岩石抗压强度试验应按下列步骤进行:

6.12.5.1 用游标卡尺量取试件的尺寸(精确至 0.1mm),对于立方体试件,在顶面和底面上各量取其边长,以各个面上相互平行的两个边长的算术平均值作为宽或高,由此计算面积。对于圆柱体试件,在顶面和底面上各量取相互垂直的两个直径,以其算术平均值计算面积。取顶面和底面面积的算术平均值作为计算抗压强度所用的截面积;

6.12.5.2 将试件置于水中浸泡 48h,水面应至少高出试件顶面 20mm;

6.12.5.3 取出试件,擦干表面,放在压力机上进行强度试验。试验时加压速度应为每秒 0.5~1MPa。

6.12.6 岩石的抗压强度 f 应按下式计算(精确至 1MPa):

$$f = \frac{F}{A} \text{ (MPa)} \quad (6.12.6)$$

式中: F ——破坏荷载(N);

A ——试件的截面积(mm²)。

6.12.7 结果评定应符合下列规定:

取六个试件试验结果的算术平均值作为抗压强度测定值,如六个试件中的两个与其它四个试件抗压强度的算术平均值相差三倍以上时,则取试验结果相接近的四个试件的抗压强度算术平均值作为抗压强度测定值。

对具有显著层理的岩石,其抗压强度应为垂直于层理及平行于层理的抗压强度的平均值。

6.13 碎石或卵石的压碎指标值试验

6.13.1 本方法适用于测定碎石或卵石抵抗压碎的能力,以间接地推测其相应的强度。