

4. 已知某混凝土的试验室配合比为 1 m^3 混凝土水泥 330 kg, 砂 673 kg, 碎石 1 272 kg, 水 145 kg, 如果施工现场砂的含水率为 4%, 石子的含水率为 1.5%, 试求: ① 混凝土的施工配合比; ② 若工地搅拌机每拌制 1 次需要水泥两包 (100 kg), 则砂、石、水的相应配料量分别是多少?

成绩评定

| 任 务 评 价 | | | | | | | |
|---------|------|-------------|----|------|------|------|----|
| 序号 | 检测项目 | 检测内容及要求 | 配分 | 学员自评 | 学员互评 | 教师评分 | 得分 |
| 1 | 职业修养 | 安全、纪律 | 10 | | | | |
| 2 | | 文明、礼仪、行为习惯 | 5 | | | | |
| 3 | | 学习态度 | 5 | | | | |
| 4 | 专业能力 | 了解配合比设计步骤 | 10 | | | | |
| 5 | | 熟练掌握初步配合比设计 | 15 | | | | |
| 6 | | 正确使用公式计算 | 15 | | | | |
| 7 | | 完成相关表格 | 15 | | | | |
| 8 | | 教室卫生 | 15 | | | | |
| 9 | | 作业完成情况 | 10 | | | | |
| 综合评价 | | | | | | | |

知识拓展

混凝土的质量不仅取决于组成材料的技术性能, 而且还取决于各组成材料的配合比例。混凝土的配合比是指混凝土各组成材料数量之间的比例关系。常用的表示方法有:

(1) 以 1 m^3 混凝土中各组成材料的质量表示, 如 1 m^3 混凝土需用水泥 300 kg、砂 720 kg、石子 1 260 kg、水 180 kg, 该方法便于计算实际工程中混凝土各组成材料的数量。

(2) 以各组成材料相互之间的质量比来表示, 其中以水泥质量为 1, 其他组成材料数量为水泥质量的倍数。将上例换算成质量比为水泥: 砂: 石子 = 1: 2.4: 4.2, 水灰比 = 0.60, 该方法便于确定拌制混凝土时的称料数量。

任务二 水泥混凝土工作性能检测

任务导入

顶岗实习的中专生小王今天和师傅一起去工地负责混凝土施工。混凝土到后师傅要小王做坍落度试验，并关切地问：“你会不会做？”小王自信地答道：“我会。”可是，小王一边做师傅一边摇头，最后生气地说：“你在学校怎么学的？回去把标准认真看一下。”小王这时有点脸红了。

任务目标

1. 掌握混凝土拌和物的和易性原理。
2. 熟练操作混凝土坍落度测定和试件成型。

相关知识

1. 混凝土。

混凝土是由胶凝材料、集料和水按适当比例配合，拌和制成具有一定可塑性的浆体，混凝土主要划分为两个阶段与状态：凝结硬化前的塑性状态，即新拌混凝土或混凝土拌和物；硬化之后的坚硬状态，即硬化混凝土或混凝土。

2. 普通混凝土。

混凝土的品种虽然繁多，但在实际工程中还是以水泥混凝土，即普通混凝土应用最为广泛。一般指以水泥为主要胶凝材料，与水、砂、石子，必要时掺入化学外加剂和矿物掺合料，按适当比例配合，经过均匀搅拌、密实成型及养护硬化而成的人造石材。工程上常用一个“砼”字代表。随着混凝土技术的发展，现常在混凝土中加入外加剂和矿物掺和料，以改善混凝土的性能。

3. 混凝土拌和物。

混凝土各组成材料拌和后，在未凝结硬化之前称为混凝土拌和物。它必须具有良好的和易性，以便于施工并获得均匀密实的浇注质量，因此和易性是关系到混凝土质量好坏的一个重要性质。

4. 和易性的概念。

和易性是指混凝土拌和物在保证质地均匀、各组分不离析的条件下，便于施工操作（如拌和、运输、浇注、捣实）的一种综合性能。它包括流动性、黏聚性和保水性三个方面的含义。

（1）流动性。

流动性是指混凝土拌和物在本身自重或施工机械振捣作用下，能够产生流动，并均匀密实地填满模板的性能。流动性的大小反映拌和物的稀稠情况，所以也称稠度。流动性大小与用水量、砂率等因素有关，流动性直接影响着浇捣施工的难易程度和混凝土的施工质量。

（2）黏聚性。

黏聚性是指混凝土拌和物在施工过程中，各组成材料之间具有一定的黏聚力，不致出现分层离析，使混凝土保持整体均匀性的性能。黏聚性大小与水泥浆用量及混凝土配合比有关。拌和物是由不同的材料组成的，各自的大小、密度、形状等差异很大，在运输、浇注、凝固过程中很容易出现大石子下沉，砂浆上浮现象，以致出现蜂窝、麻面、薄弱夹层等缺陷，影响混凝土的强度和耐久性。

（3）保水性。

保水性指混凝土拌和物保持水分不易析出的能力。混凝土拌和物在浇注捣实过程中，随着较重的集料颗粒下沉，较轻的水分将逐渐上升直到混凝土表面，这种现象叫泌水。由于水分上浮泌出，在混凝土内形成容易渗水的孔隙和通道，在混凝土表面形成疏松的表层；上浮的水分还会聚集在石子或钢筋的下方形成较大孔隙（水囊），削弱了水泥浆与石子、钢筋间的黏结力，影响混凝土的质量。在水泥用量少、用水量又多的情况下，易出现此现象，这对混凝土的抗渗性、抗冻性都有很大危害。

因此，为了保证混凝土的均匀性，除必须要求混凝土拌和物具有足够的流动性外，还要求具有良好的黏聚性和保水性。

5. 和易性的测定方法。

由于和易性是一项综合性的技术性能，到目前为止还没有一个科学的测试方法和定量指标能够比较全面地反映和易性的三项指标。通常采用测定混凝土拌和物的流动性，辅以对黏聚性和保水性的目测观察，再根据测定和观察的结果，综合评判混凝土拌和物的和易性是否符合要求。

根据 GB/T 50080—2002《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》的规定，混凝土拌和物的流动性是以坍落度或维勃稠度表示的，坍落度适用于流动性和塑性混凝土拌和物，维勃稠度适用于干硬性混凝土拌和物。

操作活动

1. 分多组进行试验检测，以便每位同学都参与实验。
2. 试验操作过程。

下面具体讲如何进行水泥混凝土拌制和和易性试验。

一、试验目的

新拌混凝土拌和物，必须具有一定流动性，均匀、不离析、不泌水、容易抹平等性质，以适合运送、灌筑、捣实等施工要求。这些性质总称为和易性，通常用稠度表示。测定稠度的方式有坍落度和坍落扩展度及维勃稠度测定。

坍落度试验方法适用于集料最大粒径不大于 40 mm、坍落度值不小于 10 mm 的混凝土拌和物稠度测定；维勃稠度试验方法适用于最大粒径不大 40 mm、维勃稠度在 5~30 s 的混

土拌和物稠度测定。

二、水泥混凝土拌和物的拌制

1. 人工拌制。

(1) 试验仪器。

- ① 拌板：1 m×2 m 的金属板 1 块。
- ② 铁铲：手工拌和用，1 把。
- ③ 量斗（或其他容器）：装水泥及各种集料用，1 个。
- ④ 量水容器：1 个。
- ⑤ 抹布：1 块。
- ⑥ 台秤：称量 50 kg，分度值 0.5 kg，1 台。

(2) 拌制步骤。

① 清除拌板上黏着的混凝土，并用湿布试润；然后按计算结果称取材料，分别装在各容器中。

② 将称好的砂置于拌板上，然后倒上所需数量的水泥，用铁铲拌和至呈均一颜色为止。

③ 加入所需数量的粗集料，并将全部拌和物加以拌和，使粗集料在整个干拌和物中均匀为止。

④ 将该拌和物收集成椭圆形的堆，在堆的中心扒一凹穴，将所需水的一半注入凹穴中，仔细拌和材料与水，不使水流散，重新将材料堆集成堆，并将剩下的水渐渐加入，继续用铲将混凝土混合料进行拌和（至少来回翻拌 6 遍），直至彻底拌匀为止。拌和时间（由注水时起）如表 3.18 规定。

表 3.18 拌和时间

| | | | |
|----------|---------|---------|---------|
| 拌和物体积/L | < 30 | 31 ~ 50 | 51 ~ 70 |
| 拌和时间/min | > 4 ~ 5 | 5 ~ 9 | 9 ~ 12 |

⑤ 在试验室制备混凝土拌和物时，试验室的温度应保持在 20 ± 5 °C，所用材料的温度应与试验室温度一致。

注：需要模拟施工条件下所用的混凝土时，所用原材料的温度宜与施工现场保持一致。

⑥ 试验室拌和混凝土时，材料用量应以质量计。称量精度：集料为 $\pm 1\%$ ；水、水泥、掺合料、外加剂均为 $\pm 0.5\%$ 。

⑦ 从试样制备完毕到开始做各项性能试验不宜超过 5 min。

2. 机械拌制。

(1) 试验仪器。

- ① 试验室用混凝土拌和机：容积为 75 ~ 100 L，转速为 18 ~ 22 r/min。
- ② 铁铲。
- ③ 量斗及其他容器：装水泥和各种集料用。

④ 台秤：称量 50 kg，分度值 0.5 kg。

⑤ 拌板：1 m×2 m 的金属板。

⑥ 天平：称量 500 g，分度值 1 g。

⑦ 量筒：1 000 mL

(2) 拌制步骤。

① 按计算结果将所需材料分别称好，装在各容器中。

② 使用拌和机前，应先用少量砂浆进行润膛，再刮出润膛砂浆，以避免正式拌和混凝土时，水泥浆（黏附筒壁）损失。润膛砂浆的水灰比及砂灰比，与正式混凝土相同。

③ 将称好的各种原材料，往拌和机内按顺序加入石子、砂和水泥，开动拌和机，将材料拌和均匀。在拌和过程中，将水徐徐加入，全部加料时间不宜超过 2 min。水全部加入后，继续拌和 2 min，然后将拌和物倾倒在拌和板上，再经人工翻拌 1~2 min，务使拌和物均匀一致。

所得的混凝土拌和物，可供做工作性试验或水泥混凝土强度试验用。

混凝土拌和机及拌板在使用后必须立即仔细清洗。

三、坍落度与坍落扩展度试验

1. 试验仪器。

(1) 坍落度筒：构造和尺寸如图 3.2 所示。坍落度筒为铁板制成的截头圆锥筒，厚度应不小于 1.5 mm，内侧平滑，没有铆钉头之类的突出物，在筒上方约 2/3 高度处安装两个把手，近下端两侧焊两个脚踏板，以保证坍落度筒可以稳定操作。

(2) 捣棒：直径 16 mm、长约 600 mm，并具有半球形端头的钢质圆棒。

(3) 其他：小铲、钢尺、喂料斗、镘刀和钢平板等。

2. 试验方法。

(1) 湿润坍落度筒及底板，在坍落度筒内壁和底板上应无明水。底板应放置在坚实水平面上，并把筒放在底板中心，然后用脚踩住二边的脚踏板，坍落度筒在装料时应保持固定的位置。

(2) 把按要求取得的混凝土试样用小铲分三层均匀地装入筒内，使捣实后每层高度为筒高的三分之一左右。每层用捣棒插捣 25 次。插捣应沿螺旋方向由外向中心进行，各次插捣应在截面上均匀分布。插捣筒边混凝土时，捣棒可以稍稍倾斜。插捣底层时，捣棒应贯穿整个深度，插捣第二层和顶层时捣棒应插透本层至下一层的表面；浇灌顶层时，混凝土应灌到高出筒口。插捣过程中，如混凝土沉落到低于筒口，则应随时添加。顶层插捣完后，刮去多余的混凝土，并用抹刀抹平。

(3) 清除筒边底板上的混凝土后，垂直平稳地提起坍落度筒。坍落度筒的提离过程应在 5~10 s 内完成；从开始装料到提坍落度筒的整个过程应不间断地进行，并应在 150 s 内完成。

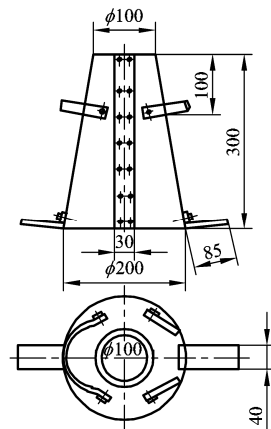


图 3.2 坍落度试验用坍落度筒
(尺寸单位：mm)

(4) 提起坍落度筒后, 测量筒高与坍落后混凝土试体最高点之间的高度差, 即为该混凝土拌和物的坍落度值; 当坍落度筒提离后, 如混凝土发生崩坍或一边剪现象, 则应重新取样另行测定。如第二次试验仍出现上述现象, 则表示该混凝土和易性不好, 应予记录备查。

(5) 观察坍落后的混凝土试体的黏聚性及保水性。黏聚性的检查方法是用捣棒在已坍落的混凝土锥体侧面轻轻敲打, 此时如果锥体逐渐下沉, 则表示黏聚性良好, 如果锥体倒塌、部分崩裂或出现离析现象, 则表示黏聚性不好。保水性以混凝土拌和物稀浆析出的程度来评定, 坍落度筒提起后如有较多的稀浆从底部析出, 锥体部分的混凝土也因失浆而集料外露, 则表明此混凝土拌和物的保水性能不好; 如坍落度筒提起后无稀浆或仅有少量稀浆自底部析出, 则表示此混凝土拌和物保水性良好。

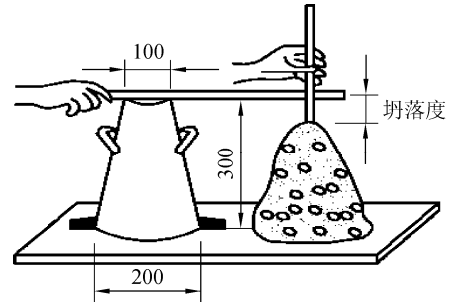


图 3.3 坍落度测定示意

(6) 当混凝土拌和物的坍落度大于 220 mm 时, 用钢尺测量混凝土扩展后最终的最大直径与最小直径, 在这两个直径之差小于 50 mm 的条件下, 用其算术平均值作为坍落扩展度值; 否则, 此次试验无效。

如果发现粗集料在中央集堆或边缘有水泥浆析出, 表示此混凝土拌和物抗离析性不好, 应予记录。

混凝土拌和物坍落度和坍落扩展度值以毫米为单位, 测量精确至 1 mm, 结果表达修约至 5 mm。

四、试件成型与养护方法

1. 经稠度试验合格的混合料为测定技术性质, 必须制备成各种不同尺寸的试件。试件成型按下列方法:

(1) 试模内表面应涂一薄层矿物油或其他不与混凝土发生反应的脱模剂。

(2) 取样或试验室拌制的混凝土应在拌制后最短的时间内成型, 一般不宜超过 15 min。

(3) 根据混凝土拌和物的稠度确定混凝土成型方法, 坍落度不大于 70 mm 的混凝土宜用振动振实; 大于 70 mm 的宜用捣棒人工捣实; 检验现浇混凝土或预制构件的混凝土, 试件成型方法宜与实际采用的方法相同。

混凝土试件制作应按下列步骤进行:

取样或拌制好的混凝土拌和物应至少用铁锹再来回拌和三次, 选择成型方法成型:

用振动台振实制作试件应按下述方法进行:

(1) 将混凝土拌和物一次装入试模, 装料时应用抹刀沿各试模壁插捣, 并使混凝土拌和物高出试模口。

(2) 试模应附着或固定在振动台上, 振动时试模不得有任何跳动, 振动应持续到表面出浆为止, 不得过振。

用人工插捣制作试件应按下述方法进行：

(1) 混凝土拌和物应分两层装入模内，每层的装料厚度大致相等。

(2) 插捣应按螺旋方向从边缘向中心均匀进行。在插捣底层混凝土时，捣棒应达到试模底部；插捣上层时，捣棒应贯穿上层后插入下层 20~30 mm；插捣时捣棒应保持垂直，不得倾斜。然后应用抹刀沿试模内壁插拔数次。

(3) 每层插捣次数按在 10 000 mm² 截面积内不得少于 12 次。

(4) 插捣后应用橡皮锤轻轻敲击试模四周，直至插捣棒留下的空洞消失为止。

(5) 刮除试模上口多余的混凝土，待混凝土临近初凝时，用抹刀抹平。

试件的尺寸应根据混凝土中集料的最大粒径按表 3.19 选定。

表 3.19 混凝土试件尺寸选用表

| 试件横截面尺寸/mm | 集料最大粒径/mm | |
|------------|-----------|------|
| | 劈裂抗拉强度试验 | 其他试验 |
| 100×100 | 20 | 31.5 |
| 150×150 | 40 | 40 |
| 200×200 | — | 63 |

注：集料最大粒径指的是符合 JGJ 53—92《普通混凝土用碎石或卵石质量标准及检验方法》中规定的圆孔筛的孔径。

尺寸公差：

(1) 试件的承压面的平面度公差不得超过 0.000 5 d (d 为边长)。

(2) 试件的相邻面间的夹角应为 90°，其公差不得超过 0.5°。

(3) 试件各边长、直径和高的尺寸公差不得超过 1 mm。

2. 试件的养护：

(1) 试件成型后应立即用不透水的薄膜覆盖表面。

(2) 采用标准养护的试件，应在温度为 20±5 °C 的环境中静放 1~2 昼夜，然后编号、拆模。拆模后应立即放入温度为 20 ±2° C，相对湿度为 95% 以上的标准养护室中养护，或在温度为 20 ±2 °C 的不流动的 Ca(OH)₂ 饱和溶液中养护。标准养护室内的试件应放在支架上，彼此间隔 10~20 mm，试件表面应保持潮湿，并不得被水直接冲淋。

(3) 同条件养护试件的拆模时间可与实际构件的拆模时间相同，拆模后，试件仍需保持同条件养护。标准养护龄期为 28 d，(从搅拌加水开始计时)。

以上试验记录见表 3.20。

表 3.20 水泥混凝土配合比设计及工作性、表观密度记录

| 设计条件 | 设计强度 | 使用地点和部位 | 施工方法 | 坍落度 | 备注 |
|-----------|------|-----------|------|-----|----|
| (一) 水泥：品种 | | | | | |
| 厂牌 | | 水泥抗压强度：抗压 | 抗折 | MPa | |
| | | 出厂日期 | | | |

| | | | | | |
|---|----------------------|-----------------------------|------|------|----------|
| (二) 细集料：类别 | 产地 | | | | |
| 表观密度 | 细度模数 | | | | |
| (三) 粗集料： | 掺配率： 甲 () % | | | | |
| 类别： | 乙 () % | | | | |
| 产地： | 丙 () % | | | | |
| (四) 配比设计 (质量比), 材料用量表 (kg/m ³): | | | | | |
| | 水 泥 | 细集料 | 粗集料 | 水 | 外加剂 |
| 水灰比 | | | | | |
| 含砂率 | | | | | |
| (五) 试拌记录： | | | | | |
| 试拌日期 年 月 日 | | 拌和方法： 拌和 | | 捣插 | |
| 实测坍落度： mm | | 或 稠度： s | | | |
| 棍度： | | 抹面： | | 黏聚性： | |
| 混凝土理论密度： kg/m ³ | | 实际密度： kg/m ³ | | | |
| 试件养护情况：温度 °C | | 相对湿度： % | | | |
| 试件抗压强度/MPa | 3 d | 7 d | 14 d | 28 d | 推算的 28 d |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

试验者_____ 组别_____ 成绩_____ 试验日期_____