



建筑材料

建筑工程学院



课程内容

某框架结构建筑用材料选用与检测

梁、板、柱

结构材料选用

项目一：
钢筋混凝土检测

墙体

墙体材料选用

项目二：
墙体材料的检测

防水、保温、隔热

功能材料选用

项目三：
防水材料的检测

建筑装饰

装饰材料选用

项目四：
装饰材料的选用

任务一：水泥检测

任务二：砂检测

任务三：石检测

任务四：砼检测

任务五： 砼配比

任务六： 砖检测

任务七： 砌块检测

任务八：沥青实验

任务九：沥青实验
室参观
演示

任务十：实训室参

观

课程内容

1 任务一 水泥的选用与检测

子任务 1.1：选用水泥

子任务 1.2：检测水泥标准稠度用水量

子任务 1.3：检测水泥强度

2 任务二 砂石的选用与检测

子任务 2.1：选用砂石

子任务 2.2：检测砂子的性能

子任务 2.3：检测石子的性能

3 任务三 混凝土的选用与检测

子任务 3.1：混凝土配合比设计

子任务 3.2：检测混凝土的和易性

子任务 3.3：检测混凝土的强度

4 任务四 钢筋的选用与检测

子任务 4.1：选用钢筋

子任务 4.2：检测钢筋的拉伸性能

子任务 4.3：检测钢筋的冷弯性能

学习目标

知识目标

- ① 掌握混凝土配合比设计步骤及方法；
- ② 掌握混凝土达到使用条件必须满足的四个基本要求。

能力目标

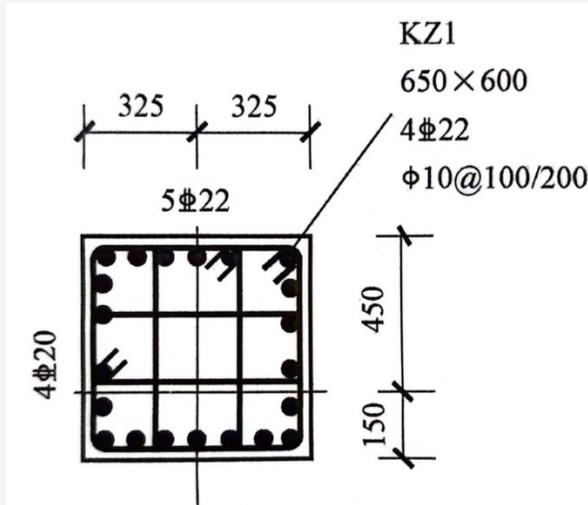
- ① 能根据设计图纸、工程特点、材料类型设计出满足工程项目施工要求的混凝土配合比；
- ② 能根据工程项目的特点，优化调整混凝土的配合比，以达到最佳的性价比。

思政目标

- ① 培养注重细节、精益求精的工匠精神；
- ② 培养混凝土使用的安全和质量意识。



工作一：选取结构材料及检测其性质；
城建图书馆工程某柱施工图如下：



拟定选取图书馆的框架柱为例，完成以下任务：

- 任务一（a）选取金属材料并检测其性质；
- 任务一（b）选取合理选取水泥的品种与强度等级，并检测所选取水泥的各项性能是否合格。
- 任务一（c）选取砂、石骨料，并检测所骨料性能是否符合要求；
- 任务一（d）检测混凝土的强度及和易性，为确定实验室配合比做准备；
- 任务一（e）选取合适的外加剂；
- 任务一（f）能根据工程要求，完成混凝土配合比的设计。**

普通混凝土配合比设计

三个基本参数

水灰比、砂率、单位用水量

方法和步骤

初步配合比的确定

基准配合比的确定

实验室配合比的确定

施工配合比的确定

1、混凝土配合比设计

根据混凝土强度等级、耐久性与和易性等要求，进行混凝土各组分用量的比例设计，称为混凝土配合比设计。

2、混凝土配合比

混凝土中，水泥、水、砂子、石子之间的比例关系。

3、混凝土配合比表示方式

- 单方用量来表示

如 :1m³ 混凝土中 , 水泥 350kg 、 砂 788kg 、 石子 1685kg 、 水 182kg

$$MB=350+788+1685+182=3005\text{kg}$$

$$\rho_{BL}=3005\text{kg}/\text{m}^3$$

- 质量连比来表示 (以水泥质量为 1)

如 :350 : 788 : 1685 : 182 = 1 : 2.25 : 4.81 : 0.52

水泥 : 砂 : 石子 =1 : 2.25 : 4.81

水灰比 =0.52



二、确定我们想要什么样的混凝土

- 强度等级的要求；
- 和易性的要求；
- 耐久性的要求；
- 经济性要求（节约水泥）。



三、混凝土各组成材料的类别

- 水泥的种类、水泥的强度；
- 石子的种类、石子的级配；
- 沙子的级配、沙子的种类；
- 拌和水。



四、混凝土配合比设计的三个主要参数

- 水与水泥之间的比例关系，用水灰比 (W/C) 表示；
- 沙子与石子之间的比例关系，用砂率 (β_S) 表示；
- 水泥浆与骨料之间的比例关系，用单位用水量来反映。



五、普通混凝土配合比设计方法和步骤

- 公式、表格 ----“初步配合比” ；
- 和易性调整 ----“基本配合比” ；
- 强度复核 ----“设计配合比” ；
- 现场砂、石含水率 ----“施工配合比” 。

初步配合比 → 基本配合比 → 设计配合比 → 施工配合比



1、初步配合比

(1) 确定配制强度 ($f_{cu,o}$)

混凝土设计强度小于 C60 时：



混凝土设计强度不小于 C60 时：





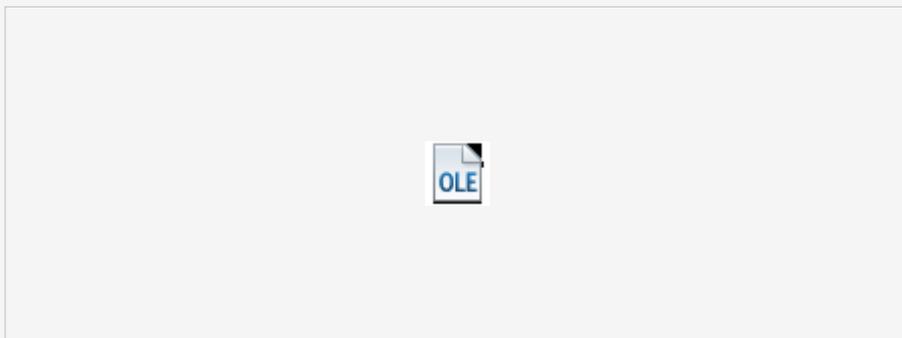
混凝土强度标准差按表 2-57 选取：

表 2-57 标准差 σ 值

混凝土强度等级	$\leq C20$	C20 ~ C35	高于 C35
σ (MPa)	4.0	5.0	6.0



(2) 初步确定水灰比 (W/C)



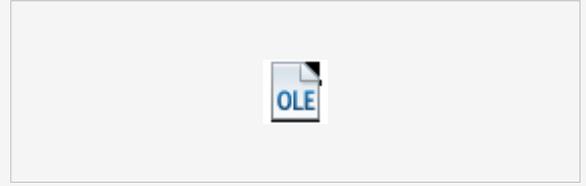
α_a 、 α_b —回归系数，卵石： $\alpha_a=0.49$ 、 $\alpha_b=0.13$

碎石： $\alpha_a=0.53$ 、 $\alpha_b=0.20$

f_{ce} —水泥 28d 胶砂抗压强度实测值 (MPa)



当没有实测值时：



γ_c — 水泥强度等级的富余系数， 32.5 级水泥 $\gamma_c=1.12$

42.5 级水泥 $\gamma_c=1.16$

52.5 级水泥 $\gamma_c=1.10$

$f_{ce,g}$ — 水泥强度等级



(3) 确定单位用水量 (m_{w0})

干硬性和塑性混凝土用水量的确定：

- 水灰比在 0.40~0.80 范围时，其用水量可按表 2-59 和表 2-60 选取。
- 水灰比小于 0.40 的混凝土以及采用特殊成型工艺的混凝土用水量，应通过试验确定。



表 2-59 干硬性混凝土的用水量 (kg/m³)

拌合物稠度		卵石最大公称粒径 (mm)			碎石最大公称粒径 (mm)		
项目	指标	10.0	20.0	40.0	16.0	20.0	40.0
维勃稠 度 (s)	16~20	175	160	145	180	170	155
	11~15	180	165	150	185	175	160
	5~10	185	170	155	190	180	165



表 2-60 塑性混凝土的用水量 (kg/m³)

拌合物稠度		卵石最大公称粒径 (mm)				碎石最大公称粒径 (mm)			
项目	指标	10.0	20.0	31.5	40.0	16.0	20.0	31.5	40.0
坍落度 (mm)	10~30	190	170	160	150	200	185	175	165
	35~50	200	180	170	160	210	195	185	175
	55-70	210	190	180	170	220	205	195	185
	75~90	215	195	185	175	230	215	205	195



(4) 计算水泥用量 (m_{c0})

根据已选定的单位用水量 (m_{w0}) 及初步确定的水灰比 (W/C)，可计算出单位水泥用量 (m_{c0})：





(5) 选取合理砂率值 (β_s)

一般应通过试验找出合理砂率，也可按骨料种类、规格及混凝土水灰比，参考表格选取。

- 如果坍落度 $<10\text{mm}$ ，做试验确定；
- 坍落度 $10-60\text{mm}$ ，查表 2-61 ；
- 坍落度 $>60\text{mm}$ ，可在表 2-61 的基础上每增加 20mm ， β_s 增加 1% 。



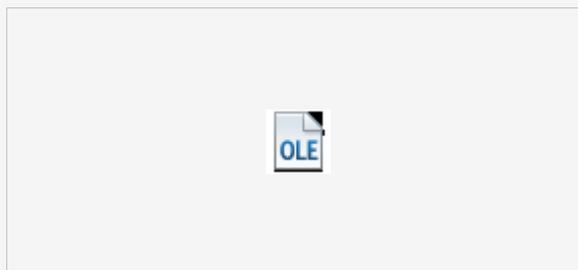
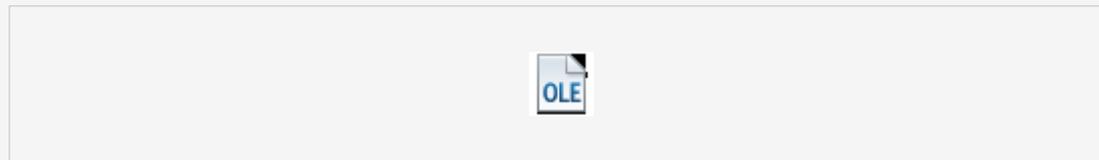
表 2-61 混凝土的砂率

水胶比	卵石最大公称粒径 (mm)			碎石最大公称粒径 (mm)		
	10.0	20.0	40.0	10.0	20.0	40.0
0.40	26~32	25~31	24~30	30~35	29~34	27~32
0.50	30~35	29~34	28~33	33~38	32~37	30~35
0.60	33~38	32~37	31~36	36~41	35~40	33~38
0.70	36~41	35~40	34~39	39~44	38~43	36~41



(6) 计算砂、石用量 (m_{s0} 、 m_{g0})

质量法：即假定混凝土拌合物每立方米的质量 m_{cp} 为一固定值 2400kg，再根据已知砂率，列出关系式：



初步：1m³ 混凝土拌合物中，水 m_{w0} 、水泥 m_{c0} 、砂子 m_{s0} 、石子 m_{g0}



初步配合比步骤小结

(1) 确定配制强度；



(2) 计算水灰比 (W/C) ；



(3) 确定用水量 (m_{w0}) ，查表；



(4) 计算水泥用量 (m_{c0}) ；

(5) 确定砂率 ，查表；

(6) 计算砂、石用量 m_{s0} 、 m_{g0} ；

$$\begin{aligned} \text{砂} + \text{石} &= 2400 - \text{水泥} - \text{水} \\ \text{砂} &= \text{砂石} \times \text{砂率} \\ \text{石} &= \text{砂石} - \text{砂} \end{aligned}$$

(7) 计算初步配合比。



2、基准配合比

按初步配合比称取试配材料的用量，将拌合物搅拌均匀后，测定其和易性：

- 当坍落度低于设计要求时，可保持水灰比不变，增加适量水泥浆；
- 当坍落度过大时，可在保持砂率不变的条件下增加骨料；
- 当黏聚性和保水性不良时，可适当增大砂率；反之应减少砂率。



- 1) 按照初步配合比： m_{w0} 、 m_{c0} 、 m_{s0} 、 m_{g0} 配制混凝土拌合物
 测坍落度时， $<80\text{mm}$ ，按照初步计算的水灰比 0.40 增加水
 泥浆。

假设水泥浆增加 3kg ，即：
$$\begin{cases} W + C = 3 \\ W/C = 0.4 \end{cases} \quad \begin{cases} W = 0.86\text{kg} \\ C = 2.14\text{kg} \end{cases}$$

$$m_{w0} + \Delta W \quad m_{c0} + \Delta C \quad m_{s0} \quad m_{g0}$$

- 2) 按照上述配合比：重新配置混凝土拌合物
 测坍落度时， $>80\text{mm}$ ，保持砂率 $\beta_s = 30\%$ 不变增加砂、石
 。

假设增加砂石 2kg ，即：
$$\begin{cases} S + G = 2 \\ S/(S+G) = 0.3 \end{cases} \quad \begin{cases} S = 0.6\text{kg} \\ G = 1.4\text{kg} \end{cases}$$



3) 按照初步配合比： $m_{w0} + \Delta W$ 、 $m_{c0} + \Delta C$ 、 $m_{s0} + \Delta S$ 、 $m_{g0} + \Delta G$
 配制

混凝土拌合物

测坍落度时，刚好 80mm，则说明

$m_{w0} + \Delta W$ 、 $m_{c0} + \Delta C$ 、 $m_{s0} + \Delta S$ 、

$m_{g0} + \Delta G$ 为正确配合比。

记： $m_{w0} + \Delta W$ $m_{c0} + \Delta C$ $m_{s0} + \Delta S$ $m_{g0} + \Delta G$

m_{wb}

m_{cb}

m_{sb}

m_{gb}

配合比指的是 1m^3 混凝土拌合物中各组成材料质量！

令： $m_{Qb} = m_{wb} + m_{cb} + m_{sb} + m_{gb}$ (体积 $\geq 1\text{m}^3$)

混凝土表观密度：单位体积混凝土拌合物的质量， kg/m^3 。



五、普通混凝土配合比设计方法和步骤

4) 计算基准配合比：



基准：1m³ 混凝土拌合物中，水 m_{wj} 、水泥 m_{cj} 、砂子 m_{sj} 、石子 m_{gj}



3、设计配合比

既满足设计强度又比较经济、合理的配合比，称为设计配合比（试验室配合比）。

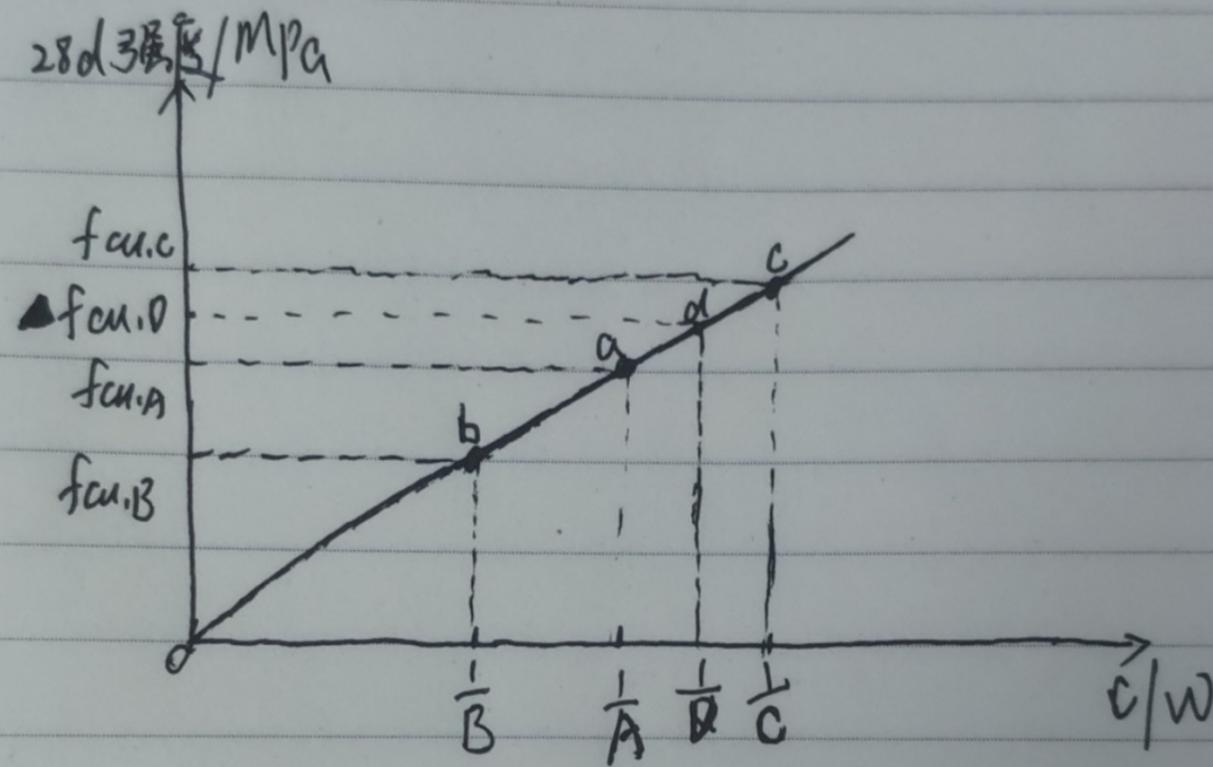
在基准配合比的基础上做强度试验时，应采用三个不同的水灰比：

- 其中一个为基准配合比中的水灰比，假定为 A ；
- 另一个较基准配合比的水灰比增加 0.05 ，即 $B=A+0.05$ ；
- 第三个较基准配合比的水灰比减少 0.05 ，即 $C=A-0.05$ ；

其中，用水量应与基准配合比的用水量相同。每种配合比至少应制作一组（三块）试件，标准养护到 $28d$ 时试压，记 A 种水灰比的混凝土试块抗压强度为 $f_{cu,A}$ ； B 种水灰比的为 $f_{cu,B}$ ； C 种水灰比的为 $f_{cu,C}$ 。



根据试验得出的混凝土强度与其相对应的胶水比为线性关系，用作图法或计算法求出与混凝土配制强度 $f_{cu,0}$ 相对应的胶水比，进而求得水泥用量。



$$f_{cu,0} = 40 \text{ MPa}$$

$$b\left(\frac{1}{B}, f_{cu,B}\right) \quad a\left(\frac{1}{A}, f_{cu,A}\right) \quad c\left(\frac{1}{C}, f_{cu,c}\right)$$

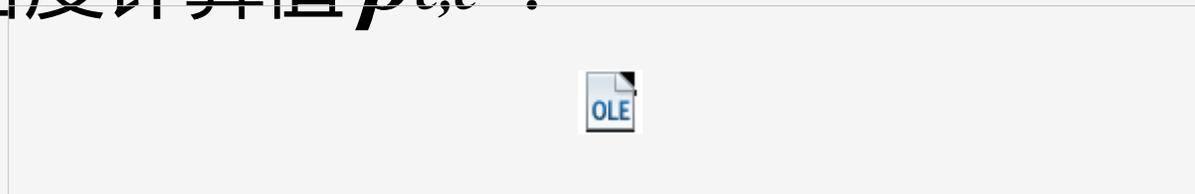
$$y = kx, \quad f_{cu,B} = \frac{1}{B}k \quad k = \frac{f_{cu,B}}{\frac{1}{B}}$$

$y = \frac{f_{cu,B}}{B} x$, 可求得 x 即为对应 c/w .



记设计配合比为：1m³ 混凝土拌和物中，水 m_w 、水泥 m_c 、砂子 m_s 、石子 m_g 。

1) 混凝土表观密度计算值 $\rho_{c,c}$ ：



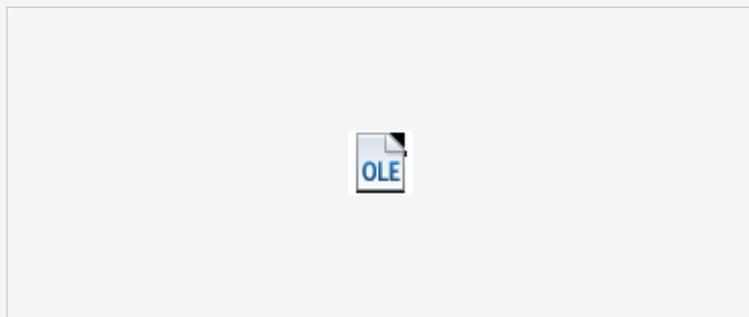
2) 混凝土配合比修正系数 δ ：



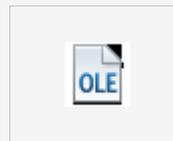
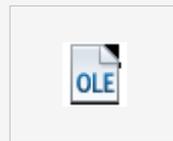
$\rho_{c,t}$ — 混凝土表观密度实测值 (kg/m³)。



当混凝土表观密度实测值 $\rho_{c,t}$ 与计算值 $\rho_{c,c}$ 之差的绝对值不超过计算值的 2% 时，上述配合比可不作校正；



当两者之差超过 2% 时，应将配合比中每项材料用量均乘以校正系数 δ 即为确定的设计配合比，即





4、施工配合比

试验室得出的设计配合比值中，骨料是以干燥状态为准的，而施工现场骨料含有一定的水分，因此，应根据骨料的含水率对配合比设计值进行修正，修正后的配合比为施工配合比。

经测定施工现场砂的含水率为 w_s ，石子的含水率为 w_g ，则：

$$\text{水泥用量} \quad mc' = mc$$

$$\text{砂子用量} \quad ms' = ms(1 + w_s)$$

$$\text{石子用量} \quad mg' = mg(1 + w_g)$$

$$\text{水的用量} \quad mw' = mw - ms \times w_s - mg \times w_g$$

施工：1m³ 混凝土拌和物中，水 mc' 水泥 mc' 砂子 ms' 石子 mg' 。



5、例题

某寒冷北方水工结构工程现浇钢筋混凝土，混凝土设计强度等级为 C30，抗渗等级 P14，施工要求混凝土坍落度为 35 ~ 50mm，根据施工单位历史资料统计，混凝土强度标准差 $\sigma = 5\text{MPa}$ 。所用原材料情况如下：

水泥：42.5 级普通硅酸盐水泥，水泥密度为 $\rho_c = 3.10\text{ g/cm}^3$ ，水泥强度等级标准值的富余系数为 1.08；

砂：中砂，级配合格，砂子表观密度 $\rho_{os} = 2.60\text{ g/cm}^3$ ；

石：5 ~ 30mm 碎石，级配合格，石子表观密度 $\rho_{og} = 2.65\text{ g/cm}^3$ ；

试求：混凝土计算配合比



5、例题

解：(1) 确定混凝土配制强度 ($f_{cu,0}$)

$$f_{cu,0} = f_{cu,k} + 1.645\sigma = 30 + 1.645 \times 5 = 38.2 \text{ MPa}$$

(2) 确定水灰比 (W/C)

$$f_{ce} = \gamma_c \times f_{ce,k} = 1.08 \times 42.5 = 45.9 \text{ MPa}$$

$$W/C = \frac{\alpha_a \times f_{ce}}{f_{cu,0} + \alpha_a \times \alpha_b \times f_{ce}} = \frac{0.53 \times 45.9}{38.2 + 0.53 \times 0.20 \times 45.9} = 0.57$$

对于水工结构混凝土，由表 2-52 (P119)，受冻害的抗渗钢筋混凝土容许最大水灰比为 0.50，故可确定水灰比应取 0.50。



5、例题

(3) 确定用水量 (m_{w0})

查表 2-60 , 对于最大粒径为 30mm 的碎石混凝土 , 当所需坍落度为 35 ~ 50mm 时 , $1m^3$ 混凝土的用水量可选用 185kg 。

(4) 计算水泥用量 (m_{c0})

$$m_{c0} = \frac{m_{w0}}{W/C} = \frac{185}{0.50} = 370kg$$

抗渗混凝土要求：水泥 + 掺合料 \geq 300kg

故取水泥用量为：370kg



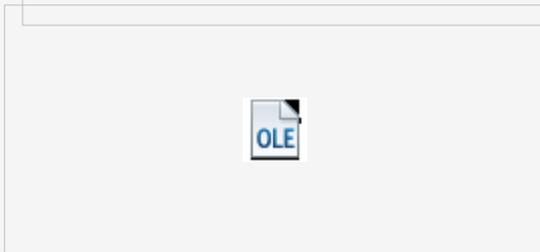
5、例题

(5) 确定砂率 (β_s)

查表 2-61 , 对于采用最大粒径为 40mm 的碎石配制的混凝土, 当水灰比为 0.50 时, 其砂率值可选取 30%~35% , 抗渗混凝土要求砂率 =35%~45%, 现取 $\beta_s = 35\%$ 。

(6) 计算砂、石用量 (m_{s0} 、 m_{g0})

用质量法计算, 将 $m_{c0} = 370 \text{ kg}$; $m_{w0} = 185 \text{ kg}$ 代入方程组



解得 : $m_{s0} = 635 \text{ kg}$
 $m_{g0} = 1181 \text{ kg}$

(W/C = 0.50)



完成学习通作业

