

混凝土假定容重试验法

貴州省交通局工程管理处編

人民交通出版社

57
3903

557
53903

混凝土假定容重试验法

貴州省交通局工程管理处編

人 民 交 通 出 版 社

1973年·北京

混凝土假定容重试验法

贵州省交通局工程管理处编

人民交通出版社出版

(北京市安定门外和平里)

北京市书刊出版业营业许可证出字第 006 号

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

(只限国内发行)

人民交通出版社印刷二厂印

开本: 787×1092 $\frac{1}{32}$ 印张: 1 $\frac{1}{4}$ 字数: 22千

1973年6月 第1版

1973年6月 第1版 第1次印刷

印数: 0001—16,000册 定价(科三): 0.13元

毛主席语录

人民，只有人民，才是创造世界历史的动力。

打破洋框框，走自己工业发展道路。

一个正确的认识，往往需要经过由物质到精神，由精神到物质，即由实践到认识，由认识到实践这样多次的反复，才能够完成。这就是马克思主义的认识论，就是辩证唯物论的认识论。

我们需要“本本”，但是一定要纠正脱离实际情况的本本主义。

在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

前 言

解放以来，在伟大领袖毛主席和中国共产党的正确领导下，贵州公路桥梁建设象其他建设一样，取得了伟大成就，改变了解放前那种“对面可相谈，相聚要一天”和“夏秋水涨船难渡，冬春涉水刺骨寒”的状况。特别是经过无产阶级文化大革命，批判了叛徒、内奸、工贼刘少奇的专家路线、洋奴哲学、爬行主义等反革命修正主义路线后，有力地推动了革命和生产。在无产阶级文化大革命中，贵州公路桥梁建筑，除学习了我国工人阶级创造的双曲拱桥外，还结合贵州桥梁工程的特点，成功地采用大跨双曲拱桥无支架施工工艺，大大促进了桥梁建设，短短几年中修建的大、中、小桥的总长度，远远超过了历年桥梁建筑的数量。随着新的社会主义建设高潮的掀起，为了适应工农业生产的发展，我省的公路桥梁建设必将以更高的速度向前迈进。

随着桥梁建筑工艺的发展，混凝土圬工量和预制构件与日俱增，为了结合我省各地公路建筑的具体条件和适应桥梁建设的发展，我们整理了文化大革命以来几年内所作的混凝土试验资料和采用的方法，并参考了有关单位的资料，拟编了“混凝土假定容重试验法”，以供我省桥梁建设工地作选择混凝土配合比和试验的参考。为了因地制宜，就地取材、充分利用我省蕴藏量很大的山砂，也把有关单位通过数年试验研究拟定的山砂标准列入以供参考。

伟大领袖毛主席教导我们：“在生产斗争和科学实验范

围內，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进”。混凝土的施工，实验技术，必然随着生产实践的发展而不断革新。拟编的方法，因受水平所限，必然有不完善的地方，故请勿生搬硬套，更请提供生产实践中的宝贵经验，以资修改和充实完善。

目 录

前 言

一、对几个基本公式的看法.....	1
(一)混凝土强度与水灰比关系式.....	1
(二)砂石用量计算式.....	2
(三)混凝土强度发展式.....	3
二、方法和步骤.....	4
(一)集料级配法.....	5
(二)试选砂率法.....	8
三、试例.....	9
(一)集料级配法.....	9
(二)试选砂率法.....	14
结 语.....	20
附 表.....	21
附 图.....	30

一、对几个基本公式的看法

遵照伟大领袖毛主席关于“……一切外国的东西，如同我们对于食物一样，必须经过自己的口腔咀嚼和胃肠运动，送进唾液胃液肠液，把它分解为精华和糟粕两部分，然后排泄其糟粕，吸收其精华，才能对我们的身体有益，决不能生吞活剥地毫无批判地吸收”的教导，结合后面介绍的方法，对几个基本公式谈谈不能毫无批判地吸收的看法。

(一) 混凝土强度与水灰比关系式

选择混凝土配合比的第一步是确定水灰比，一般常用下式来计算：

$$R_{28} = KR_H (H/B - C) \quad (1)$$

式中 R_{28} ——养护28天的混凝土极限抗压强度；

R_H ——水泥硬练砂浆养护28天后的极限抗压强度；

$\frac{H}{B}$ ——水泥与水之重量比（即 $\frac{B}{H}$ 之倒数）；

K、C 数值的采用，就我们所知有下列几种：

1. 只按粗骨料的粒形而定：C 为 0.5，K 值是：卵石为 0.5，碎石为 0.55。

2. 按粗骨料的坚固性而定：C 为 0.5，K 值是：高质量为 0.55，中等质量为 0.5，劣等质量为 0.4。

3. 按水泥用量多少和骨料粒形而定：C 为 0.5，碎石贫混凝土 K 为 0.55，富混凝土 K 为 0.45，卵石贫混凝土 K 为 0.5，富混凝土为 0.4。

4.按骨料母岩成因和砂子粒度和混凝土龄期而定：骨料母岩为沉积岩者，K 值是：粗砂（平均粒径 >0.55 毫米）为0.5，中砂（ $0.4\sim0.55$ ）为0.47，细砂（ $0.3\sim0.4$ ）为0.42，特细砂（ <0.3 ）为0.35。骨料母岩为火成岩者，K 值比前述者大0.03。C 值：3 天为0.85，7 天为0.7，28 天为0.55，60 天为0.5，90 天为0.47，180 天为0.45，一年为0.43。

5.未说明理由而定为 $K=0.61$ ， $C=0.74$ 或 $K=0.47$ ， $C=0.6$ 。

上述各种定法，皆有其局限性，我们认为K是集料品种质量系数，C是水泥品种质量系数。集料的质量不但表现于粒形、坚固性、粒径，更重要的尚有级配。级配的好坏，对混凝土混合物的和易性、水泥用量、容重、强度等有很大的影响，若不考虑，则计算确定的水灰比，往往与实际相差很大。若上述各种定值均以标准级配为基础，那末实际上不可能都符合标准，各种定值便缺乏实际意义。水泥的品种质量对混凝土的物理力学性能影响较大，仅从其标准稠度和检验标号的标准加水量来看，都因品种不同而异，其检定标号时的水灰比就不同；另一方面虽同属普通硅酸盐水泥，但有的是纯熟料产品，有的则掺有掺合料，火山灰水泥的掺合料更是品种繁多，因此C值固定为0.5，是不全面的。根据我们在几个工程中试验资料整理统计的K和C值如表3和表4，以此来计算的强度和实际强度的误差在 $\pm 15\%$ 范围内达94.8%（河砂混凝土）和88%（山砂混凝土），因此，后述试验法中确定水灰比时，以此两表作选择K、C值的参考。

（二）砂石用量计算式

在水灰比、用水量、水泥用量确定后，正规的方法是以

绝对体积理论按下列公式计算砂、石用量。

$$\frac{w_1}{r_1} + w_2 + \frac{w_3}{r_3} + \frac{w_4}{r_4} = 1000 \quad (2)$$

$$\frac{w_1}{r_1} + w_2 + \frac{w_3}{r_3} = v_s \times \frac{w_3}{r_s} \times a \quad (3)$$

式中 w_1 、 w_2 、 w_3 和 w_4 分别为灰、水、砂、石的容重。

r_1 、 r_3 、 r_4 分别为灰、砂、石的比重。

v_s 为在标准松散状态下碎石的空隙度。

a 为碎石在砂浆内的颗粒分离系数，有的定为 1.05~1.1（干硬性混凝土），有的定为 1.1~1.4（塑性混凝土）。

此式的实用效果，是建立在各种材料的容重、比重试验结果比较准确的基础上，否则，便失去实际意义；其次 a 值的选用并无什么标准，仍需在试拌中调整校正；再次，必须作出各种材料的材性指标代入式中解联立方程后才能得出砂、石用量，计算繁琐费时，似此，就我省目前公路桥梁建设的实际情况而论，不可能每项工程都建立实验室对材料作系统全面性试验，从我们在几个工程中的试验来看，舍此而用砂率法计算砂、石用量，仍能达到同样效果，因此，后述方法中不采用此式。

（三）混凝土强度发展式

在混凝土试验中，往往采用下列（4）、（5）两式，用 7 天强度推算 28 天强度，以判断能否达到预期效果，在施工中也以此来推算要求的龄期强度，以确定预制构件吊装或现浇构件受力的时间，但此两式都未考虑水泥品种和养护温度对混凝土强度发展的影响。从我们在乌江大桥施工中的试验结

果来看，用(4)式的计算强度与实际强度的误差，在 $\pm 15\%$ 范围内的，千山牌400*矿渣水泥者为100%，普通水泥者只有40%左右，江油火山灰水泥者只有15.5%，乌江火山灰水泥者有57~60%。用(5)式的计算强度与实际强度的误差，在 $\pm 15\%$ 范围内的，千山牌矿渣水泥者只有16.7%，普通水泥和江油火山灰水泥者均在95%以上，乌江火山灰水泥和遵义水泥者则较差。因此说明两式都有一定的局限性，但

(5)式比(4)式的广泛性和可靠性较大，把(5)式中系数“b”根据水泥品种统计如表6，则计算强度与实际强度的误差，在 $\pm 15\%$ 范围内的百分率，大大提高。另外，从以7天和14天两个龄期强度按下式推算28天的强度的试验资料来看(见表9)，乌江火山灰水泥的计算强度与实际强度的误差在 $\pm 10\%$ 范围内达100%，长白山矿渣水泥的计算强度与实际强度的误差在15%范围内达93%，因此，我们认为有条件时以用(6)式为佳，条件差者宜用(5)式，

(4)式在已作试验证明误差不大时方可采用。

$$R_{28} = R_7 + \log 28 / \log 7 = R_7 / 0.58 \quad (4)$$

$$R_{28} = R_7 + b \sqrt{R_7} \quad (5)$$

$$R_{28} = R_7 + 1.87(R_{14} - R_7) \quad (6)$$

二、方法和步骤

确定混凝土配合比的方法很多，但都建立在能作出原材料性能指标的基础上，否则，便失去实际意义。“假定容重”法不作材料性能指标或只作砂、石筛分，通过实地拌合来确定配合比。“假定容重”法即先假定混凝土混合物的容

重计算材料用量，再通过试拌调整材料用量，实测混凝土混合物的容重，反算材料配合比例。混凝土混合物的容重，我们测定的结果是，河砂混凝土一般为 2400 公斤/立方米，山砂混凝土一般是 2450 公斤/立方米。这里介绍的“假定容重”法又分为“集料级配法”和“试选砂率法”两种方法，其步骤分述如下：

(一) 集料级配法

1. 砂、石筛分、级配、选择砂石配合百分率。

砂子，碎石筛分后，分别在标准级配曲线图上绘出级配曲线（参考表 1 和图 1，图 2）并评定其级配好、坏，测出碎石针片状颗粒含量，计算出砂子的细度模数。

以不同百分比分组配合，列表计算各种配合的颗粒级配，每一种配合比绘一条集料级配曲线（参考表 2 和图 3）比较各条曲线线形。由于受砂子、碎石单独级配限制，不易配出完全符合理论的级配，故只能从中选择比较，以顺者作选定的砂石配合百分率。

在级配中，若碎石是分级备料（5~20，20~40，40~80，或 5~40，40~80，或 5~20，20~40）则先级配碎石，后级配砂石，但也可能在砂石级配中尚需调整碎石级配。

2. 确定水灰比。

根据混凝土设计标号 and 水泥标号（若水泥库存较久或受潮应折减使用）用（1）式计算水灰比，式中 K 值必须根据砂子质量级配参考表 3 或图 4 选定。C 值须按水泥品种库存时间参考表 4 选定。

$$R_{28} = KR_u(u/B - C) \quad (1)$$

若混凝土标号只一个，须选两个水灰比作两组试验，才

能按强度与灰水比直线关系，选择设计标号的实际水灰比，这两个水灰比数值，须比按(1)式计算的数值增减 $\pm 0.03 \sim \pm 0.05$ 。如200号混凝土按(1)式计算的水灰比为0.55，则试验两组的水灰比应分别为0.52和0.58或0.5和0.6。若混凝土有两个或两个以上标号时，则用最高和最低标号计算水灰比。实验水灰比按前述办法确定，以使用强度与灰水比直线选择要求标号的强度与灰水比座标点时，不使它落在两点外的延长线上，而落在两点内的联结线上，这样可靠性要大些。若条件许可，有利于校核试验结果，可加作一组，其水灰比以接近前述两组平均值为宜。

3. 选择用水量和计算水泥用量：

根据施工条件和施工要求坍落度与碎石最大粒径和砂子品种，参考表5选择用水量，用水量确定后便可计算水泥用量：

$$\text{水泥用量} = \text{用水量} / \text{水灰比} \quad (\text{公斤/立方米})$$

4. 计算砂子、碎石用量：

根据砂子品种假定混凝土混合物的容重为 w ，砂石用量按下式计算：

$$\text{砂子用量} = [w - (\text{水量} + \text{灰量})] \times \text{砂子}\% \quad (\text{公斤/立方米})$$

$$\text{碎石用量} = [w - (\text{水量} + \text{灰量})] \times \text{碎石}\% \quad (\text{公斤/立方米})$$

5. 计算试验用料：

试验用料量根据试块大小和数量而定，如作6个 $15 \times 15 \times 15$ 的试块，则其体积是20.25升，除此，需加10%左右的损耗和剩余量，一般以23升为宜。计算的砂、石用料数量应考虑增加其水份所占重量，计算的加水量，应扣去砂石所含水份重量。若以饱和面干料为基准，则应考虑砂石的吸水率，一般碎石为0.5%，河砂约4.5~7%，山砂3.5~4%。

6. 试拌校核水和水泥用量，并测混合物容重：

由于砂石是级配的，试拌中不应产生调整砂子与碎石的比例问题，只是根据混合物的干、稀，按比例同时加水和水泥，或按比例同时加砂子和碎石，坍落度达到要求范围后，便测容重，坍落度和容重各测三次取其平均值。

7. 计算混凝土的实际配合比和单位用料量：

$$\text{实际配合比} : \frac{\text{水量}}{\text{灰量}} : 1 : \frac{\text{砂量}}{\text{灰量}} : \frac{\text{石量}}{\text{灰量}} = X : 1 : Y : Z$$

则每立方米混凝土的水泥实际用量 =

$$= \frac{\text{容}}{X+1+Y+Z} \frac{\text{重}}{\text{重}} \times 1000 = w_1 \text{ (公斤)}$$

$$\text{每立方米混凝土的砂子实际用量} = Y \times w_1 \quad (\text{公斤})$$

$$\text{每立方米混凝土的碎石实际用量} = Z \times w_1 \quad (\text{公斤})$$

$$\text{每立方米混凝土的实际用水量} = X \times w_1 \quad (\text{公斤})$$

8. 推算28天强度和确定设计标号的水灰比：

有7天强度后，若要判断试验结果或急于为施工提供配合比，可根据水泥品种质量参考表6所列公式推算28天强度，若已有两个早期强度，则参考表10所列公式计算。

28天强度推算出来后，按强度与灰水比关系参考图5或图6绘出强度与灰水比关系线，然后可从图上找出需要标号的灰水比，从而计算出水灰比。

由于用早期强度推算出来的28天的计算强度与实际强度有一定误差，故在上述图解中确定水灰比时，应考虑误差的影响，如试验是用乌江500*普通水泥，用 $R_{28} = R_7 + b\sqrt{R_7}$ 公式以 R_7 推算的 R_{28} 的计算强度绘制的直线来确定要求标号的水灰比时，因计算强度与实际强度的误差在 $\pm 15\%$ 范围内的为100%，为了确保达到要求，要求标号应提高15%（如

设计为200*, 则应用230*) 后从图中确定水灰比。

(二) 试选砂率法

1. 确定水灰比:

根据混凝土设计标号 (R_{28}) 和实用水泥标号 (R_n , 若库存较久或受潮仍应折减) 计算 R_{28}/R_n 比值, 按水泥砂子品种参考表 7 确定水灰比。

2. 选择用水量, 计算水泥用量: 同前法。

3. 计算砂石总量:

砂石总量 = 混凝土假定容重 - 水泥用量 - 用水量
(公斤/立方米)

4. 选择含砂率, 计算砂石单独用量:

根据实用砂子品种、粗细, 碎石最大粒径和水泥用量参考表 8 选择砂率。便可分别算出砂石用量。

砂子用量 = 砂石总量 $\times$ 砂率 (公斤/立方米)

碎石用量 = 砂石总量 - 砂子用量 (公斤/立方米)

5. 计算试验用量: 同前法。

6. 试拌调整材料用量, 测定容重。

水和水泥用量的调整同前法, 砂石用量的调整则根据混合物的和易性的好坏而定。判断方法有下列几个。

(1) 混合物拌合均匀摊在拌盘上, 表面碎石凸出且无砂浆包裹, 用灰刀轻抹表面八、九次仍不能抹平和仍有蜂窝麻面者, 是砂子过少。表面虽有碎石凸出, 但包有砂浆, 用灰刀轻抹四、五次即平出浆者, 砂量适宜。表面全是砂浆, 轻抹 1、2 次即平翻浆者, 是砂子过多。

(2) 测坍落度装模捣插时, 很难捣插, 模顶不易抹平或不出浆者, 是砂少。捣插稍有石子阻滞感觉者, 砂量适宜。

捣插很容易且翻浆者，是砂子过多。

(3)提出锥模后，混合物锥体表面有蜂窝麻面、石子分离、试体崩裂、底部析水较多等，是砂子过少。刚提出锥模时，顶面有灯盏窝状，顶部2/3以上基本全是砂浆者，是砂子过多。

(4)测完坍落度后，用捣棒轻打混合物锥体一边，如锥体突然坍倒，部分分裂、砂子离析，是砂量过少，如锥体渐渐下沉则砂量适宜。

以上方法只适宜于塑性混凝土。

7.计算实际配合比、单位用料量、推算28天强度和确定设计标号的水灰比等均同前法。

三、试 例

(一)集料级配法

1.混凝土设计标号、坍落度及材料情况。

$R_{28} = 200^*$

坍落度：3—5厘米。

水泥：乌江500*普通水泥，刚出厂。

砂子：河砂

碎石：5—40毫米。

2.选择试验配合比及试验

(1)砂、石筛分试验和级配：

1)砂子颗粒级配如下表，级配曲线如图1。

筛 孔 尺 寸 (毫米)						细 度 模 数
5.0	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15	
累 计 筛 余 (%)						
5	17	37	55	74	93	2.81

2) 碎石颗粒级配如下表, 级配曲线如图 2, 针片状颗粒含量 15%。

筛 孔 尺 寸 (毫米)					
40	20	10	5	2.5	1.2
累 计 筛 余 (%)					
0	40	70	90	98	100

3) 级配: 砂石级配计算如下表, 级配曲线如图 3。

从图 3 中各条曲线比较, 两组级配曲线都较顺滑, 但 2* 比 1* 接近标准曲线, 且较粗, 有利于少耗水泥, 故确定砂、石配合比为 30% : 70%。

(2) 确定水灰比:

1) 选定 C 值: 根据水泥品种质量, 参考表 4 定为 0.75。

2) 选定 K 值: 砂子级配 “上”, 碎石级配 “中”, 砂石

组 号	砂石配合比例	筛 孔 尺 寸 (毫米)									
		40	20	10	5	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15	<0.15
	碎石分计筛余	0	40	30	20	8	2				
	砂子分计筛余				5	12	20	18	19	19	7
1	60% 碎石	0	24	18	12	4.8	1.2				
	40% 砂子				2.0	4.8	8.0	7.2	7.6	7.6	2.8
	分计筛余合计	0	24	18	14	9.6	9.2	7.2	7.6	7.6	2.8
	累计筛余	0	24	42	56	65.6	71.8	82	89.6	97.2	100
2	70% 碎石	0	28	21	14	5.6	1.4				
	30% 砂子				1.5	3.6	6.0	5.4	5.7	5.7	2.1
	分计筛余合计	0	28	21	15.5	9.2	7.4	5.4	5.7	5.7	2.1
	累计筛余	0	28	49	64.5	73.7	81.1	86.5	92.2	97.9	100