

中华人民共和国城乡建设环境保护部部标准

早期推定混凝土强度试验方法

JGJ 15-83

www.sinoaec.com

中国建筑资讯网

1983 北 京

中华人民共和国城乡建设环境保护部部标准

早期推定混凝土强度试验方法

JGJ 15-83

主编部门：中国建筑科学研究院

批准部门：城乡建设环境保护部

试行日期：1983年9月1日

通 知

(83) 城科字第 223 号

根据原国家建筑工程总局安排，由中国建筑科学研究院负责，全国有关科研、生产和施工单位以及高等院校参加共同编制的《早期推定混凝土强度试验方法》，经我部审查，批准为部标准，代号和编号为 **JGJ15-83**，从一九八三年九月一日起试行。

各单位在使用本标准过程中如发现有需要修改或补充之处，请将意见或资料寄交中国建筑科学研究院结构研究所。

城乡建设环境保护部

一九八三年四月十四日

中国建筑资讯网

编制说明

《早期推定混凝土强度试验方法》是根据原国家建筑工程总局 (82) 建工科学字第 133 号文通知, 由我院会同北京市建筑工程局科技处, 中国建筑第四工程局科研所, 西安冶金建筑学院, 中国建筑第三工程局科研所, 河北省第一建筑工程公司, 广西区建第五工程公司, 北京市第一建筑构件厂, 上海市混凝土制品一厂, 沈阳市建筑工程研究所, 山西省第一建筑工程公司加工厂和中国建筑第六工程局第四公司等单位共同编制而成。

在本标准编制之前曾组织全国有关单位组成专题协作组对多种早期推定混凝土强度试验方法进行了系统试验研究, 为本标准的编制工作提供了必要的科学依据。本标准除吸取上述科研成果外, 还借鉴了国外同类标准, 并进行了试点应用, 征求全国有关单位意见, 最后经专门审定会定稿。

本标准共分四章两个附录, 主要内容包括适用范围、加速养护设备、加速养护试验方法 (沸水法、热水法、温水法), 混凝土强度关系式的建立与强度的推定等。在本标准执行过程中如发现有需要修改或补充之处, 请将意见和有关资料寄交我院建筑结构研究所。

中国建筑科学研究院

一九八三年一月

目 录

第一章	总则.....	(1)
第二章	加速养护设备.....	(2)
第三章	加速养护试验方法.....	(4)
第四章	混凝土强度关系式的建立与强度的推定.....	(6)
附录一	混凝土强度关系式的建立方法.....	(8)
附录二	早期推定混凝土强度的示例	(10)

基 本 符 号

- \hat{R} -- 标准养护的混凝土试件强度的推定值；
 R_f -- 加速养护的混凝土试件强度的实测值；
 r -- 回归方程的相关系数；
 S^* -- 回归方程的剩余标准差；
 S -- 换算关系式的标准差；
 R -- 标准养护的混凝土试件强度的实测值；
 \bar{R} -- n 组标准养护的混凝土试件强度的平均值；
 \bar{R}_f -- n 组加速养护的混凝土试件强度的平均值；
 n -- 试件的对组数。

第一章 总 则

第 1.1 条 本标准规定的试验方法，是用加速养护的混凝土试件强度早期推定标准养护 28 天（或其他龄期）的混凝土强度。推定的混凝土强度适用于混凝土生产中的质量控制以及混凝土配合比的设计和调整。

本标准适用于符合国家标准规定的各种硅酸盐水泥拌制的普通混凝土。

注：本标准适用于掺用木质素磺酸钙的普通混凝土，当掺用其他类型外加剂时，须经试验确定。

第 1.2 条 本标准包括沸水法、80℃热水法及 55℃温水法三种加速养护试验方法。使用时，可根据具体条件选择。

采用本标准规定以外的早期推定混凝土强度试验方法时，必须符合本标准 4.4 条的要求。

第 1.3 条 混凝土试件的尺寸、成型方法和拌合物的坍落度、工作度、立方体抗压强度的测试方法，以及不同尺寸试件强度的换算系数，均应按有关标准规定执行。

第二章 加速养护设备

第2.1条 加速养护箱 加速养护箱的形状、尺寸应根据试件的尺寸、数量及在箱内放置形式而定。试件与箱壁之间及各个试件之间至少应留有**5厘米**的空隙，试件底面距热源应不小于**10厘米**。在整个养护期间，箱内水面应保持在试件顶面**5厘米**以上（图2—1）。

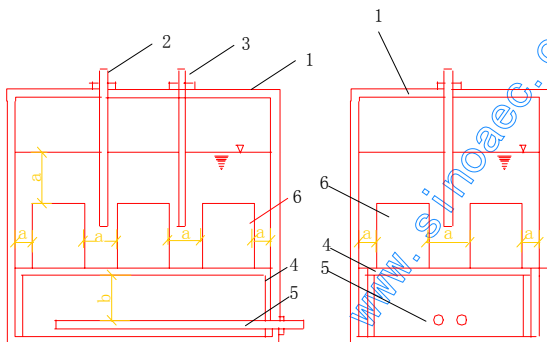


图 2—1 加速养护箱示意图

1-养护箱由双层金属板中填保温材料组成；2-连接温度自动控制系统的热电阻或接点温度计；3-普通温度计；4-放置试件的支架；5-管状电热元件；6-试件

$a \geq 5$ 厘米， $b \geq 10$ 厘米

加速养护箱应能保证箱内各处水温保持在规定温度士 2°C 之内。热源应能保证于试件放入水箱后 15 分钟内使箱

内水温恢复到规定的温度。加速养护箱具有自动控制温度装置时，还应用独立于温度自动控制系统之外的温度计或其他的测温装置校核水的温度。

注：用于沸水法时，加速养护箱可不用温度自动控制装置。

第2.2条 试模 带模加速养护时，试模应具有密封装置，以保证不漏失砂浆水分而影响混凝土的组成。试验时可用特制的密封试模，也可在普通试模上覆盖橡皮垫，加盖钢板，用夹具夹紧，使试模密封（图2—2）。

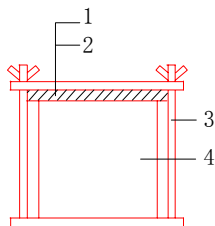


图2—2 试模密封装置
示意图

1-钢板，厚6~8毫米，长、宽视试模尺寸而定；2-橡皮垫，厚3~5毫米，长、宽略大于试模外缘尺寸；3-拉杆， $\varnothing 6 \sim 8$ 毫米；4-试模

第三章 加速养护试验方法

第 3.1 条 沸水法

试件成型、抹面后，随即以橡皮垫或塑料布覆盖表面，放在标准养护室或室温 $20\pm 5^{\circ}\text{C}$ 室内静置。从加水拌和、取样，至成型、静置结束及脱模共 24 小时 ± 15 分钟。

将脱模试件浸入加速养护箱沸水中。箱中水温应于浸放试件后 15 分钟内恢复到沸点。整个养护期间，箱中水应保持沸腾。

在整个养护期间内，必须连续或定时测定并记录养护水的温度。

试件在沸水中养护 4 小时 ± 5 分钟。取出试件，在室温下静置 1 小时 ± 10 分钟，使其冷却。于试件龄期^①为 29 小时 ± 15 分钟时按有关标准规定的方法进行抗压试验，测得其加速养护强度。

注：1. 当混凝土早期强度过低，不宜脱模加速养护时，试件应带模加速养护。

2. 为防止沸水箱中水分过多蒸发，在装有温度控制装置时，允许将水温控制在沸点下 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ 。

第 3.2 条 80°C 热水法

试件成型、抹面后，随即密封试模。从加水拌和、取样，至成型、静置结束共 1 小时 ± 10 分钟。然后，将带有

① 系指从加水拌和、取样、成型……直至加速养护后的静置时间的总和（下同）。

试模的试件浸入养护箱 80°C 热水中。箱中水温应于浸放试件后 15 分钟内恢复到 $80\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。整个养护期间，箱中水温应保持 $80\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。

在整个养护期间内必须连续或定时测定并记录养护水温度。

试件在 $80\pm 2^{\circ}\text{C}$ 热水中养护 5 小时 \pm 5 分钟，取出带模试件，脱模，在室温下静置，使其冷却，共 1 小时 \pm 10 分钟。然后，于试件龄期为 7 小时 \pm 15 分钟时按有关标准规定的方法进行抗压试验，测得其加速养护强度。

第 3.3 条 55°C 温水法

试件成型、抹面后，随即密封试模。从加水拌和、取样，至成型、静置结束共 1 小时 \pm 10 分钟。然后将带有试模的试件浸入养护箱 55°C 温水中。箱中水温应于浸放试件后 15 分钟内恢复到 $55\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。整个养护期间，箱中水温应保持 $55\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。

在整个养护期间内，必须连续或定时测定并记录养护水温度。

试件在 $55\pm 2^{\circ}\text{C}$ 温水中养护 23 小时 \pm 15 分钟。取出带模试件，脱模，在室温下静置，使其冷却，共 1 小时 \pm 10 分钟。然后，于试件龄期为 25 小时 \pm 15 分钟时按有关标准规定的方法进行抗压试验，测得其加速养护强度。

第四章 混凝土强度关系式的建立与强度的推定

第 4.1 条 用加速养护混凝土试件强度推定标准养护 28 天（或其他龄期）强度时，应先通过专门试验建立两者之间的强度关系式。

第 4.2 条 配制不同标号混凝土时，对采用线性回归方法建立强度关系式：

$$\hat{R} = A + BR_j \quad (4-1)$$

配制单一标号混凝土时，可采用换算系数方法建立强度关系式：

$$\hat{R} = KR_j \quad (4-2)$$

式中： \hat{R} —标准养护 28 天（或其他龄期）混凝土试件强度的推定值（公斤/厘米²）；

R_j —加速养护的混凝土试件强度测定值（公斤/厘米²）；

A 、 B 、 K —系数，按附录一的规定计算。

第 4.3 条 为建立混凝土强度关系式而进行专门试验时，应采用与工程相同的原材料制作试件。试样拌合物的坍落度或工作度应与工程所用的相近。

每一混凝土试样应成型两组试件，组成一个对组。其中一组应按本标准规定进行加速养护，测得加速养护强度；另一组应按有关标准规定进行标准养护，测得 28 天

(或其他龄期)标准养护强度。

当建立强度关系式(4-1)时,混凝土试件数量应不小于30对组。混凝土试样拌合物的水灰比应不少于三种。每种水灰比拌合物成型的试件对组数宜相同,其最大和最小水灰比值之差不宜小于0.2。且使常用的水灰比值,位于所选水灰比范围的中间区段。

当建立强度关系式(4-2)时,混凝土试件数量应不少于10对组。混凝土试样拌合物水灰比应与配制该标号混凝土实际所用的水灰比相近。

第4.4条 按线性回归方法建立强度关系式(4-1)时,其相关系数应不小于0.85。关系式(4-1)的剩余标准差和关系式(4-2)的标准差应不大于标准养护28天(或其他龄期)强度平均值的10%。

注:强度关系式(4-1)的相关系数、剩余标准差以及关系式(4-2)的标准差可按附录一的方法计算。

第4.5条 当应用专门建立的强度关系式推定实际工程用的混凝土强度时,应与建立强度关系式时的条件相同;其混凝土试件的加速养护强度应在事前建立强度关系式时的最大、最小加速养护强度值范围内,不得外延。

第4.6条 混凝土强度关系式,可利用应用过程中累积的数据加以校核,若无异常情况时,可用累积的数据加原有试验数据修订原混凝土强度关系式。若有异常情况,应查找原因,及时处理。当发现有系统误差时,应重新建立强度关系式。

附录一 混凝土强度关系式的 建立方法

1. 按线性回归方法建立的混凝土强度关系式

$$\hat{R} = A + BR_j$$

其中:

$$B = \frac{L_{xy}}{L_{xx}}$$

$$A = \bar{R} - B\bar{R}_j$$

$$\bar{R} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_i$$

$$\bar{R}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_{ji}$$

$$L_{xx} = \sum_{i=1}^n (R_{ji} - \bar{R}_j)^2 = \sum_{i=1}^n R_{ji}^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n R_{ji} \right)^2$$

$$L_{xy} = \sum_{i=1}^n (R_{ji} - \bar{R}_j) (R_i - \bar{R})$$

$$= \sum_{i=1}^n R_{ji} R_i - \bar{R}_j \sum_{i=1}^n R_i - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n R_{ji} \right) \left(\sum_{i=1}^n R_i \right)$$

式中 \hat{R} -- 标准养护 28 天 (或其他龄期) 混凝土试件强度的推定值 (公斤/厘米²);

R_j -- 加速养护的混凝土试件强度的测定值 (公斤/厘米²);

R_i -- 第 i 组标准养护 28 天 (或其他龄期) 的混凝土试件强度的测定值 (公斤/厘米²);

R_{ji} -- 第 i 组加速养护的混凝土试件强度的测定值 (公斤/厘米²);

\bar{R} -- n 组标准养护 28 天 (或其他龄期) 的混凝土试件强度的平均值 (公斤/厘米²);

\bar{R}_j -- n 组加速养护的混凝土试件强度的平均值 (公斤/厘米²);

n -- 试样的组数。

关系式的相关系数 (r):

$$r = \frac{L_{xy}}{\sqrt{L_{xx}L_{yy}}}$$

其中

$$L_{yy} = \sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2 = \sum_{i=1}^n R_i^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n R_i \right)^2$$

剩余标准差 (S^*):

$$S^* = \sqrt{\frac{L_{yy} - BL_{xy}}{n-2}} \text{ 或 } \sqrt{\frac{(1-r^2)L_{yy}}{n-2}}$$

2. 按换算系数方法建立混凝土强度关系式

$$\hat{R} = KB_j$$

其中

$$K = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{R_i}{R_j}$$

关系式的标准差 (S):

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - KR_j)^2}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n R_i^2 - 2K \sum_{i=1}^n R_i R_j + K^2 \sum_{i=1}^n R_j^2}{n-1}}$$

附录二 早期推定混凝土强度的示例

例 1

某预制构件厂用相同的原材料生产 300 号和 400 号混凝土。采用热水法测定加速养护强度，据此推定标准养护 28 天强度。

1. 混凝土强度关系式的建立

采用与生产相同的原材料，选择五种水灰比：0.40、0.45、0.50、0.55 及 0.60。每种重复六次，共 30 个试样，每一试样成型二组试件，试验结果列于下表：

附表 1

序号	R_j	R_{28}	序号	R_j	R_{28}	序号	R_j	R_{28}
1	146	324	11	146	317	21	164	314
2	170	407	12	172	371	22	191	381
3	206	432	13	200	464	23	223	432
4	246	504	14	220	482	24	274	488
5	296	562	15	300	536	25	320	549
6	131	309	16	158	329	26	160	328
7	166	393	17	167	374	27	191	383
8	200	431	18	198	436	28	226	431
9	243	478	19	259	472	29	263	486
10	285	586	20	311	525	30	295	560

为便于计算，列表如下：

附表 2

序 号	R_j	R_{28}	R_j^2	R_{28}^2	$R_j \cdot R_{28}$
1	146	324	21316	104976	47304
2	170	407	28900	165649	69190
3	206	432	42436	186624	88992
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
30	295	560	87025	313600	165200
Σ	6527	13034	1510867	5848004	2958730

按附录一公式计算：

$$\bar{R}_{28} = \frac{13034}{30} = 434.5$$

$$\bar{R}_j = \frac{6527}{30} = 217.6$$

$$B = \frac{2958730 - \frac{1}{30} \times 13034 \times 6527}{1510867 - \frac{1}{30} \times (6527)^2} = 1.354$$

$$A = 434.5 - 1.354 \times 217.6 = 139.9$$

得混凝土强度关系式为：

$$\hat{R}_{28} = 139.9 + 1.354 R_j$$

此关系式的相关系数 r 和剩余标准差按附录一公式计算：

$$r = \frac{2958730 - \frac{1}{30} \times 13034 \times 6527}{\sqrt{\left[5848004 - \frac{1}{30} \times (13034)^2 \right]}}$$

$$\frac{1}{\times \left[1510867 - \frac{1}{30} \times (6527)^2 \right]} = 0.948$$

$$S^* = \sqrt{\frac{(1 - 0.9483^2) \left[5848004 - \frac{1}{30} \times 13034^2 \right]}{30 - 2}}$$

$$= 25.8 \text{ 公斤/厘米}^2$$

$$r = 0.9483 > 0.85$$

$$\frac{S^*}{R_{28}} = \frac{25.8}{434.5} \times 100\% = 5.94\% < 10\%$$

因此，所建立的强度关系式可用于推定标准养护 28 天混凝土强度。

2. 混凝土强度的推定

混凝土试样用热水法测得加速养护强度 $R_j = 150$ 公斤/厘米²，根据建立的强度关系式，推定标准养护 28 天的混凝土强度：

$$\hat{R} = 139.9 + 1.354R_j = 139.9 + 1.354 \times 150$$

$$= 343 \text{ 公斤/厘米}^2$$

例 2

某商品混凝土厂用同品种，同标号水泥生产 300 号混凝土。采用热水法测定加速养护强度，据此推定标准养护 28 天强度。由于生产单一标号的混凝土，可用换算系数方法建立关系式推定混凝土强度

1. 按换算系数方法建立强度关系式

用相同原材料，配制 300 号混凝土，制作 12 个试样。试验结果如下表：

附表 3

序号	R_j	R_{28}	R_{28}/R_j	序号	R_j	R_{28}	R_{28}/R_j
1	153	358	2.340	7	146	324	2.219
2	150	349	2.327	8	131	309	2.359
3	156	343	2.199	9	146	317	2.171
4	151	347	2.298	10	158	329	2.082
5	144	350	2.431	11	160	328	2.050
6	152	356	2.342	12	164	314	1.915

按附录一公式计算:

$$K = \frac{2.34 + \dots + 1.915}{12} = 2.228$$

得强度关系式为:

$$\hat{R}_{28} = 2.228 R_j$$

为了便于计算,列表如下:

附表 4

序 号	R_j	R_{28}	R_j^2	R_{28}^2	$R_j R_{28}$
1	153	358	23409	128164	54774
2	150	349	22500	121801	52350
3	156	343	24336	117649	53508
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
12	164	314	26896	98596	51496
Σ	1811	4024	274139	1352626	607564

按附录一公式计算:

$$S = \sqrt{\frac{1352626 - 2 \times 2.228 \times 607564 + 2.228^2 \times 274139}{12 - 1}}$$

$$=23.63 \text{ 公斤/厘米}^2$$

$$\bar{R}_{28} = \frac{4024}{12} = 335 \text{ 公斤/厘米}^2$$

$$\frac{S}{\bar{R}_{28}} = \frac{23.63}{335} \times 100\% = 7\% < 10\%$$

因此,所建立的关系式可用于推定标准养护 28 天混凝土强度。

2. 混凝土强度的推定

试样用热水法测得的加速养护强度

$$R_j = 156 \text{ 公斤/厘米}^2$$

根据建立的强度关系式,推定标准养护 28 天的混凝土强度:

$$\hat{R}_{28} = 2.228 R_j = 2.228 \times 156 = 347.6 \text{ 公斤/厘米}^2$$