

混凝土集料与 混凝土试验方法

建筑科学研究院建筑材料研究室 編著

中国工业出版社

混凝土集料与 混凝土试验方法

建筑科学研究院建筑材料研究室 編著

中国工业出版社

混凝土集料与混凝土试验方法
建筑科学研究院建筑材料研究室 編著

*

建筑工程部图书編輯部編輯(北京西郊百万庄)

中国工业出版社出版(北京佟麟阁路丙10号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第110号

中国工业出版社第一印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ ·印张 $4^{1/2}$ ·插頁 1·字数 94,000

1965年4月北京第一版·1965年4月北京第一次印刷

印数0001—10,210·定价(科二)0.40元

*

統一书号: 15165·1227(建工-161)

前 言

由于各地材料試驗单位对混凝土集料及混凝土試驗方法希望有一統一标准的規定，以便能获得一致的材料质量标准，我們在1961年即开始进行混凝土試驗方法的編制工作。首先我們在已有試驗工作的基础上参考了其他各部門对混凝土試驗方法的有关資料及国外的一些国定标准，編写了初稿，包括混凝土集料試驗方法、混凝土拌合物試驗方法及混凝土物理力学性能試驗方法。曾到上海、南京、武汉等地的高等院校、科研单位、設計及施工单位进行深入調查，征求他們的意見，再对初稿进行修改。并将修改后的初稿用书面分发全国各省市科研机构、設計及施工单位以及有关高等院校普遍征求意见。从各单位来函中所提的修改意見是极为宝贵的。本試驗方法即根据这些意見进行整理編写而成。現刊印出来供各地参考。希望各地对本試驗方法中的不妥之处提出意見，以便进行修訂。

1963年11月

目 录

前 言

第一部分 混凝土細集料試驗

1-1.	混凝土細集料(砂子)試驗总則	1
1-2.	砂料顆粒級配試驗	1
1-3.	砂料比重及吸水率試驗	5
1-4.	砂料在干燥状态下的松散容重試驗	8
1-5.	砂料空隙率測定	10
1-6.	砂料含水率試驗	11
1-7.	砂料中粘土淤泥及細屑含量試驗	11
1-8.	砂料中粘土含量試驗	13
1-9.	砂料中有机物含量試驗	15
1-10.	砂料中云母含量試驗	16
1-11.	砂料中輕质物含量試驗	17
1-12.	砂料中三氧化硫(SO_3)含量試驗	18

第二部分 混凝土粗集料試驗

2-1.	混凝土粗集料(卵石或碎石)試驗总則	22
2-2.	石料顆粒級配試驗	22
2-3.	石料比重試驗	24
2-4.	石料容重試驗	25
2-5.	石料空隙率測定	28
2-6.	石料含水率試驗	28
2-7.	石料吸水率試驗	29

VI

2-8. 用以軋制碎石的岩石抗压強度試驗·····	30
2-9. 石料中針狀和片狀顆粒含量試驗·····	32
2-10. 卵石中軟弱顆粒含量試驗·····	33
2-11. 石料的堅固性試驗·····	34
2-12. 石料中粘土雜質含量試驗·····	37
2-13. 石料中三氧化硫 (SO_3) 含量試驗·····	38
2-14. 石料中有机物含量試驗·····	38

第三部分 混凝土拌合物試驗

3-1. 混凝土拌合物試驗總則·····	40
3-2. 混凝土拌合物試驗室拌合方法·····	40
3-3. 混凝土拌合物坍落度試驗·····	42
3-4. 混凝土拌合物工作度試驗·····	46
3-5. 混凝土拌合物析水性試驗·····	49
3-6. 混凝土拌合物均勻系數試驗·····	50
3-7. 混凝土拌合物容重試驗·····	52
3-8. 混凝土拌合物搗實因數試驗·····	54
3-9. 混凝土拌合物含氣量試驗·····	56

第四部分 混凝土物理力學性能試驗

4-1. 混凝土物理力學性能試驗總則·····	66
4-2. 混凝土抗压強度試驗·····	66
4-3. 混凝土抗拉強度試驗·····	71
4-4. 混凝土抗折強度試驗·····	79
4-5. 混凝土與鋼筋粘結力試驗·····	84
4-6. 混凝土靜力彈性模量試驗·····	89
4-7. 混凝土動力彈性模量試驗·····	100

4-8.	混凝土抗渗性試驗·····	103
4-9.	混凝土抗冻性試驗·····	106
4-10.	混凝土干縮試驗·····	111
4-11.	混凝土自縮試驗·····	114
4-12.	混凝土导热系数試驗·····	116

附 录

1.	混凝土拌合物工作度簡易試驗·····	125
2.	混凝土拌合物含气量簡易試驗·····	126
編写說明·····		130

第一部分 混凝土細集料試驗

1-1. 混凝土細集料（砂子）試驗總則

一、檢驗時所有砂料應按每200立方米為一批，不足200立方米者亦以一批論，至少在四处各取砂樣10~20公斤左右，在取樣時應先耙去上面一層，鏟取較深处的黃砂，將選取的砂樣放在干淨的地面（最好在木板上），先用水濕潤，再用鏟拌勻，鋪成8~10厘米厚的砂層圓堆，然後在堆上划一十字綫，將堆分成四分，棄去其中成對角的两分，將所余的两分如上法重拌，并再分成四分，以此方法重复进行，直至剩下的砂約足5公斤時為止。

二、砂料樣品重量在200克以下者，稱量必須準確至0.1克，而樣品重量超過200克時，稱量僅需準確至1克。

三、200克以下的砂料試樣在溫度為105~110°C的烘箱內烘干至恒重時，相鄰兩次稱量差別不得大于0.1克，而當試樣重量超過200克時，稱量差別不得大于1克，相鄰兩次稱量時間間隔不得少于3小時。

四、在进行試驗時室內溫度必須保持在 $20^{\circ}\pm 5^{\circ}\text{C}$ ，並且在試驗前砂子與水必須達到室內同樣溫度。

1-2. 砂料顆粒級配試驗

一、試驗目的：

在采砂場中，測定砂料的顆粒級配，并計算它的細度模數和平均粒徑，評定砂粒粗細程度。在工程施工期間，定期

进行試驗，检查砂料的顆粒級配。

二、設備：

- (一) 天平——秤量 2 公斤，感量 0.5 克；
- (二) 恒溫烘箱——溫度可控制在 $105 \sim 110^{\circ}\text{C}$ ；
- (三) 标准篩（共 6 个附有底盖），其規格如下：

篩 号	5	6	7	8	9	10
篩孔尺寸 (淨孔毫米)	圓孔 5	圓孔 2.5	方孔 1.2	方孔 0.6	方孔 0.3	方孔 0.15
金屬板厚度(毫米)	1.0	1.0	—	—	—	—
金屬絲直径(毫米)	—	—	0.54	0.33	0.19	0.10
金屬絲直径	正	—	30	30	35	35
允許偏差(%)	負	—	15	15	15	15

(四) 振動篩（見圖 1）；

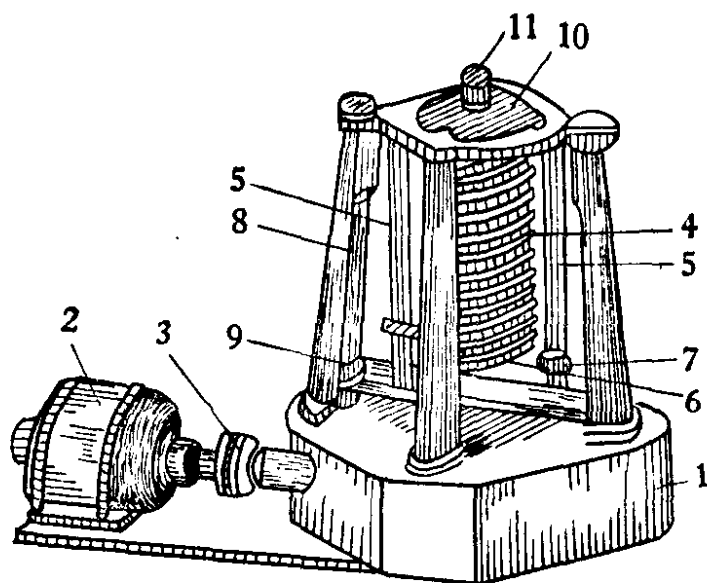


圖 1 振動篩

1—底座； 2—电动机； 3—接筒； 4—标准篩； 5—承柱； 6—底
盘； 7—卡箍； 8—小軋； 9—橫卡箍； 10—上盖； 11—下击錘

(五) 毛刷;

(六) 搪瓷盘;

(七) 白鉄盘。

三、試驗步驟:

(一) 选取 2 公斤左右的砂子均匀試料, 放于烘箱中烘干至恒重。

(二) 称量烘干的試料 (W), 并以篩孔为 10 和 5 毫米的篩子过篩, 再称量在上述篩号的篩余量为 W_{10} 和 W_5 , 計算在砂中粒径为 5 ~ 10 毫米和大于 10 毫米的卵石顆粒的百分含量 (P_5 和 P_{10}), 精度計算到 0.1%, 按下式計算:

$$P_5 = W_5 / W \cdot 100; P_{10} = W_{10} / W \cdot 100$$

(三) 从通过上述 5 毫米孔径的篩子的試料中称取砂料 1000 克。

(四) 将孔径在 2.5、1.2、0.6、0.3、0.15 毫米的篩子按孔径大小順序迭置, 篩孔最小者置于最下层, 附以底盘, 上加篩盖, 装于振动篩上。

(五) 将試料放于最上的篩上之后, 把盖子盖紧, 注意勿使砂在振蕩中飞散出篩外, 开动机器, 振蕩 15 分钟, 如用手篩时, 須篩至每分钟通过量小于篩余量的 1 % 时为止。

(六) 振蕩完毕, 关闭机器, 将篩取出, 称取每号篩上篩余試料的重量, 精确至 0.5 克。

(七) 以通过各号篩的累計篩余百分率为纵座标, 篩孔尺寸为横座标, 繪制篩分曲綫。

四、試驗注意事項: 篩料在篩分时不得以手挤压篩料通过篩子, 篩料中如有結块状态的細骨料, 可用手指将其在篩框边輕輕压碎, 篩分析試驗进行完毕后, 在篩子底部可用軟刷子輕輕刷去篩余物, 使篩孔保持清洁。

五、計算方法：

(一) 在各篩子上的分計篩余百分率——以該項篩子上的篩余量与总砂料試样重量的百分比 (a_i) 来表示, 并按下式計算 (精确至0.1%) :

$$a_i = \frac{g_i}{g} \times 100$$

式中 a_i ——分計篩余百分率;

g_i ——該号篩上的篩余量 (克);

g ——总砂料試样重量 (克)。

(二) 在各篩子上的累計篩余百分率——即該号篩及孔径大于該号篩的篩余百分率之和 (A_i)。其計算公式如下:

$$A_i = a_{2.5} + a_{1.2} + \cdots + a_i$$

式中 $a_{2.5}$ 、 $a_{1.2}$ …… a_i ——从2.5、1.2毫米孔径篩子开始至該号篩子的分計篩余百分率。

(三) 砂料細度模数 (除去粒径大于5毫米的顆粒)——以各号篩子的全部累計篩余量之和除以100來計算, 由篩孔直径为2.5毫米开始一直到篩孔直径为0.15毫米为止。

細度模数按下式計算:

$$M_k = \frac{A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5}{100}$$

式中 M_k ——細度模数;

A_1 、 A_2 、 A_3 、 A_4 、 A_5 ——0.15、0.3、0.6、1.2及2.5毫米孔径篩上的累計篩余百分率。

注: 篩分析后, 如果各篩篩余重量与底盘中細粉重量之和同原取

径25毫米，重340克；

(四) 电炉或电吹风机；

(五) 恒温烘箱；

(六) 温度计—— 50°C ，刻度 0.1°C ；

(七) 白铁盘；

(八) 筛孔为5毫米的筛子。

三、试验步骤：

甲、比重的测定：

(一) 用四分法取样1000克左右，将其通过5毫米孔径的筛子进行过筛，并除去筛余物，再将试样置于 $105\sim 110^{\circ}\text{C}$ 温度下烘至恒重。称出600克左右（准至0.5克），倾入盛水半满的长颈量瓶中。用手摇动长颈量瓶，使砂样充分搅动，排除气泡。

(二) 量出瓶腹部的水温，加水至规定刻度，塞紧瓶盖，擦干瓶外部的水，称出瓶的重量，准至0.5克。

(三) 然后将量瓶内水与砂料试样全部倒出，清洗干净，再以蒸馏水（或饮用水）重新倾入瓶内至上述刻度，并称出重量。

乙、饱和面干比重的测定：

(一) 将在水中浸泡24小时的砂样放在盘中，徐徐加热，并不时搅拌砂样，保证砂样均匀干燥。

(二) 饱和面干状态，即砂粒吸水饱和而外表干燥的状态，测定方法如下：

将砂样放入饱和面干模内，用捣棒插捣砂样25次（棒自模顶1厘米处自由落下），然后刮平表面，将模垂直提起，当砂样刚刚坍落，或轻轻碰一下就坍落时的砂样，即为饱和面干状态。

(三) 制飽和面干砂樣時，若發現砂樣已超過飽和面干狀態，即砂粒內部吸水已蒸發一部分，此種砂樣須作廢。

(四) 秤取飽和面干砂樣約600克左右（准至0.5克），傾入盛水半滿之長頸量瓶內，用手搖動量瓶，排除空氣泡，靜置約半小時，測量瓶水溫度，然後加水至規定刻度，塞緊瓶塞，擦干瓶外部，秤出重量，準確至0.5克。

(五) 然後將量瓶內水與砂料試樣全部倒出，清洗干淨，再以蒸餾水（或飲用水）重新傾入瓶內至上述刻度，且秤出重量。

丙、吸水率的測定：

在測定飽和面干比重的同時，另行秤取一分飽和面干砂樣約600克，准至0.5克，在105~110°C溫度下將砂樣烘至恒重，秤出重量，准至0.5克。

四、試驗注意事項：在試驗操作過程中，水的溫度差別不得超過2°C。

五、計算方法：

(一) 按下式計算比重 γ ：

$$\gamma = \frac{G_1}{G_1 + G_3 - G_2}$$

式中 γ —— 比重；

G_1 —— 干砂重量（克）；

G_2 —— 干砂盛入瓶中時加水至規定刻度的重量（克）；

G_3 —— 在試驗溫度下，瓶內加水至規定刻度的重量（克）。

(二) 按下式計算飽和面干比重 γ_1 ：

$$\gamma_1 = \frac{G_0}{G_0 + G_3 - G_4}$$

式中 γ_1 ——飽和面干比重；

G_0 ——飽和面干砂重量（克）；

G_4 ——飽和面干砂盛入瓶中時加水至規定刻度的重量（克）；

G_3 ——在試驗溫度下，瓶內加水至規定刻度的重量（克）。

（三）按下式計算吸水率：

$$P = \frac{G_0 - G}{G} \times 100 \quad (1)$$

或
$$P = \frac{G_0 - G}{G_0} \times 100 \quad (2)$$

式中 P ——吸水率（%）；

G_0 ——飽和面干砂樣重量（克）；

G ——烘干後砂樣重量（克）。

注：若混凝土配合比設計中採用干砂計算，則吸水率計算採用（1）式，如採用飽和面干砂計算，則須採用（2）式計算。

六、結果評定：

（一）每批試樣進行兩次試驗，取算術平均值為試驗結果。

（二）兩次試驗中的比重差別不得大於0.02，如有超過時，須重新進行測定。

（三）吸水率試驗兩次結果相差超過0.1%時，須重做。

1-4. 砂料在乾燥狀態下的松散容重試驗

一、概述：

容重是材料在單位體積下的重量，在本試驗方法中是以公斤/立方米計量。很多因素（包括含水率的大小和骨料裝

入量筒时的压力大小)对骨料容重均有影响。

二、設備:

(一) 磅秤——秤量10公斤, 感量5克;

(二) 一个圓柱形金屬量筒——容积1升, 其要求如下:

量筒的内部尺寸必須保証正确。該量筒不得透水, 并必須具有足够的刚度, 保証在使用时不会变形, 并須采取措施防止銹蝕;

(三) 标准漏斗(見图3);

(四) 恒溫烘箱——溫度可控制在 $105 \sim 110^{\circ}\text{C}$ 的范围内;

(五) 篩孔为5毫米的篩子。

三、試驗步驟:

(一) 秤取均匀試样5~10公斤, 放于 $105 \sim 110^{\circ}\text{C}$ 的恒溫烘箱中, 烘干至恒重, 待冷却后再用5毫米孔径的篩子过篩。

(二) 先秤出空量筒的重量, 然后用鉄鏟将砂料盛滿量筒, 但砂料傾落时, 鉄鏟离筒

口的高度应为5厘米。必須注意在可能条件下防止試样中不同粒径的骨料的分离現象。砂料的表面可用直尺刮平(如試驗室备有錐形漏斗, 可将砂料通过漏斗盛滿量筒)。

(三) 秤出装有砂料的圓柱量筒重量。

四、試驗注意事項: 在測定砂料容重前, 容重筒容积必

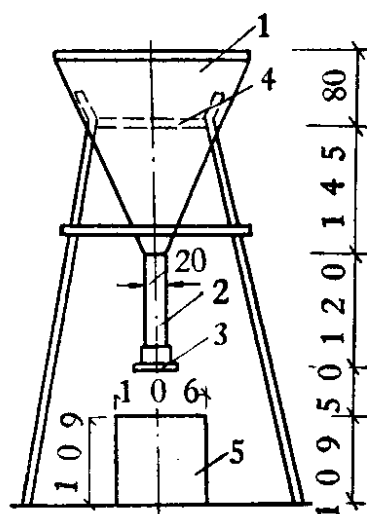


图3 标准漏斗

1—漏斗; 2— $\phi 20$ 管子; 3—活动門; 4—篩子; 5—金屬量筒

尺寸单位: 毫米

須进行校核，將量筒內傾滿水直至水面与量筒边口齐平，然后秤出量筒中的水，以此来校核量筒容积。

五、計算方法：

砂料在干燥状态下的松散容重按下列公式計算：

$$\gamma = \frac{g_2 - g_1}{V}$$

式中 γ —— 砂料在干燥状态下的 松 散 容 重（公 斤/立 方 米）；

g_1 —— 圓柱量筒重量（公斤）；

g_2 —— 圓柱量筒和砂料的总重量（公斤）；

V —— 圓柱量筒容积（立方米）。

六、結果評定：

砂料容重須測定三次，每次試驗采用新的砂料試样，取算术平均值为試驗結果。

1-5. 砂料空隙率測定

一、測定目的：

測定砂料空隙率，提供混凝土配合比用。

二、計算方法：

砂料空隙率是根据砂料在干燥状态下的松散容重及砂料比重來計算的。

砂料空隙率按下列公式計算：

$$e = \left(1 - \frac{\gamma_1}{\gamma_2} \right) \times 100$$

式中 e —— 砂料中空隙体积对砂料总体积的百分率(%)；

γ_1 —— 砂料在干燥状态下的松散容重（公 斤/升）；

γ_2 —— 砂料的比重。