

影响水泥胶砂强度因素及控制措施

马 莉

江苏省泰州市同一建设工程质量检测有限公司, 江苏 泰州 225300

[摘要] 伴随着我国建筑物质量不断提高, 水泥是应用较广的重要建筑材料。水泥胶砂强度是评定水泥质量的主要指标, 水泥胶砂强度检测的准确性决定着是否能真实反应出受控水泥的质量, 质量不合格的水泥应用在工程中不仅给人们的生命财产安全带来隐患, 同时造成资源严重浪费, 因此尽可能提高水泥胶砂强度检验精度, 才能真实反映出送检水泥的质量, 进而为工程建设服务。

[关键词] 水泥; 胶砂强度; 控制措施

DOI: 10.33142/aem.v5i12.10442

中图分类号: TQ172.4

文献标识码: A

Factors Affecting the Strength of Cement Mortar and control Measures

MA Li

Jiangsu Taizhou Tongyi Construction Engineering Quality Testing Co., Ltd., Taizhou, Jiangsu, 225300, China

Abstract: With the continuous improvement of building quality in China, cement is an important building material that is widely used. The strength of cement mortar is the main indicator for evaluating cement quality, and the accuracy of cement mortar strength testing determines whether it can truly reflect the quality of controlled cement. The application of substandard cement in engineering not only poses hidden dangers to people's life and property safety, but also causes serious waste of resources. Therefore, improving the accuracy of cement mortar strength testing as much as possible can truly reflect the quality of inspected cement and serve engineering construction.

Keywords: cement; rubber sand strength; control measures

本文将分析水泥强度检测结果的影响因素, 探讨提高实验室的水泥强度检测的准确性, 主要研究因素如下。

(1) 仪器设备对水泥强度检测结果的影响。分别对计量器具、行星式水泥胶砂搅拌机、试模、振实台、抗折抗折夹具分别进行分析总结。

(2) 试验条件对水泥强度检测结果的影响。从水泥成型实验室温度、水泥恒温恒湿养护箱分别进行试验总结。

(3) 试验材料对水泥强度检测结果的影响。从试验用水、试验用 IOS 标准砂分别进行分析总结。

(4) 操作方式对水泥强度检测结果的影响。从搅拌、成型、刮平、脱模环节分别进行试验, 分析总结。

1 仪器设备的影响

1.1 计量器具

GB/T 17671-2021《水泥胶砂强度检验方法(ISO 法)》中 7.1 规定: 每锅材料的制备需要: 水泥 (450 ± 2) g; 砂 (1350 ± 5) g; 水 (225 ± 1) g 或 (225 ± 1) mL。因此称量天平的精度为 0.1g, 量水器的精度为 1mL。新购置的或已到检验日期的量具要进行计量校验后方可使用。如检验用天平和量水器的精度不够, 会使水泥用量和加水量不够精准, 产生水灰比误差, 从而影响水泥强度检验结果。

1.2 行星式水泥胶砂搅拌机

《JC/T 681-2022 行星式水泥胶砂搅拌机》新规范于 2023 年 4 月 1 日起实施, 自动控制程序为: 低速 (30 ± 1)

s, 在低速搅拌 (30 ± 1) s 的同时自动开始加砂, 加砂时间为 15s 内全部加完, 高速 (60 ± 1) s, 停 (90 ± 1) s, 高速 (60 ± 1) s。把加砂时间从原来的 20s-30s 修改成 15s 内。使用分度值 ≤ 0.1 s 的秒表进行检查。搅拌时间超时会导致水泥强度偏高, 搅拌时间不足则会导致水泥强度偏低。加砂完全性应使用精度不低于 0.1g 天平称量倒入加砂筒并经过搅拌机自动程序启动结束后的中国 ISO 标准砂的重量。

规范要求搅拌锅的叶片与锅底、锅壁的工作间隙为 (3 ± 1) mm。当工作间隙大于 4mm 时, 会导致水泥胶砂搅拌不匀, 试体强度离散型较大。当间隙小于 2mm 时, 会引起胶砂二次粉磨, 影响标准砂的颗粒级配, 从而影响胶砂强度。应该使用直径偏差小于 0.02mm 的 $\phi 2$ mm 和 $\phi 4$ mm 的钢丝进行检查。

1.3 试模

按 JC/T 726-2005《水泥胶砂试模》中的规定, 新购置的试模, 应检查其表面应该平滑、整洁、无气孔、无粗糙。平整度不好的试模容易造成成型的试体不规则, 影响水泥的胶砂强度, 每次试验后的拆模, 应注意清理干净表面的水泥胶砂浆体, 确保试模表面达到标准要求。

试模在长期使用中, 振实、摩擦、组装顺序错乱等原因, 造成试模尺寸不符合规范要求, 标准规定试模模腔深度 (40.1 ± 0.1) mm, 长度 (160 ± 0.8) mm, 宽 $(40.0 \pm$

0.2) mm, 应定期使用游标卡尺检测, 长度的检测取两点平均值, 宽度、深度取三点平均值, 结果不能超过技术要求的允许范围。试模模具规范规定试模质量为 $6.25\text{kg} \pm 0.25\text{kg}$, 应定期使用分度值不大于 5g 的台秤或电子秤检测, 不符合要求的试模应及时更换, 以免成型的试块受压面积不符合要求, 影响强度。

试模表面涂油是为了防止试模生锈, 并使试体容易脱模, 如果试模内壁的涂油过少, 试体脱模会进行得异常困难, 强行脱模的话, 试体会有损伤; 如果试模内壁涂油过多, 试体在成型时会留下孔洞, 降低试体密度, 同时, 试模表面将形成一层不易透水的包裹层, 减少试体与水的接触面积, 影响水泥的水化反应。因此涂油过多或者过少都会降低试体强度, 所以试模涂油必须涂抹均匀、适量。

1.4 水泥胶砂试体成型振实台

水泥胶砂试体成型振实台应符合《JC/T 682-2022 水泥胶砂试体成型振实台》的标准要求。应定期对振实台的振幅进行检查, 用 14.7mm 和 15.3mm 的标准块进行检查, 要求振幅符合 $(15.0 \pm 0.3)\text{mm}$ 的要求, 振幅大, 试件的强度值会偏高, 反之, 强度值会偏低。

1.5 抗折抗压夹具

抗压夹具应符合 JC/T683-2005《40mm*40mm 水泥抗压夹具》的标准要求。应选取正规的专业生产厂家购买, 新的夹具必须经过授权的计量单位校准后方可使用, 并定期校准。

抗压试验每次检测完成后, 水泥试体上的细小胶砂容易进入上传压柱、球座、定位销等内部, 应及时清理干净, 并加适量润滑油。减少传压柱进行导向运动时垂直滑动的摩擦阻力。

抗折试验前应用手检查是否能自由转动加荷圆柱和支撑圆柱, 无旷动感, 试验结束后及时清理干净加荷圆柱和支撑圆柱的细小胶砂, 并加适量润滑油。

2 试验条件的影响

2.1 水泥成型试验室温度

试验室的温度应保持在 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$, 相对湿度不应低于 50%。试验室要保证温度、湿度符合要求, 必须安装空调、加湿器等装置来进行调节。温度高会使水泥水化热加快, 水泥的强度偏高, 反之, 温度低, 水泥的强度就会偏低。因此严格控制好试验室的温湿度是十分重要的, 进行试验的水泥、工具、仪器、实验用水等都要提前一天在此环境中调节。存放在实验室的水泥样品要密封保存, 防止受潮。在工作期间每天至少记录一次实验室的温度和相对湿度。

2.2 水泥恒温恒湿养护箱

带模养护试体的养护箱的温度应保持在 $20^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$, 相对湿度不应低于 50%。目前常用的是水泥恒温恒湿养护箱, 容易出现误差是, 箱内温湿度计探头感应湿度滞后

的现象, 经过试验, 箱内湿度达到设置值时, 加湿器停止工作, 此时箱内实际湿度与显示值一致, 过 1 小时再对箱内湿度进行测量, 实际湿度已经降至 89%, 而养护箱显示值为 94%, 由于湿度误差不断增大, 而箱内温湿度计探头重新感应出正确的湿度较慢, 容易使养护试件在短时间内达不到标准养护的湿度, 所以有时候会发现养护箱上面显示的湿度在规范要求范围内, 而实际箱内被养护的试件表面较干燥。因此, 在设置湿度下限值时应注意, 下限值最低设置为 95%, 并且每间隔一段时间, 把温湿度计探头上残留的水珠擦拭干净。促使加湿器及时工作。以下试验数据为: 温湿度箱下限设置为 90%和下限值设置为 96%的强度对比: 可以看出, 养护条件对胶砂强度 (尤其是抗折强度影响较大)。

表 1 养护条件对胶砂强度

水泥品种	强度等级	养护箱下限设置值 MPa	3d 抗折强度 MPa	3d 抗压强度 MPa
水泥标准样品	P. 042.5	90%	4.2	25.06
		96%	4.7	25.72

养护箱内的搁架是由不锈钢条组成, 搁架在长期养护过程中, 长期承受水泥试模和试件的重量, 易产生变形或弯曲等现象。如果出现倾斜状态, 会使试件出现高低差, 从而影响抗折抗压强度, 并容易出现离散较大的数据。所以要定期用水平尺对搁架的水平状态进行测量。调整或更换变形倾斜的搁架。每次试验后对搁架及时进行擦拭, 以防结垢。

比较而言, 温湿度对水泥强度的早期影响更大, 所以带模养护试体的养护箱温湿度控制尤为重要。工作期间对养护箱的温度和湿度至少每 4h 记录一次, 自动控制的情况下可以酌减至每天 2 次, 同时要记得关注加湿水箱里面的水量是否足够。

3 试验材料对水泥强度检测结果的影响

3.1 试验用水

规范规定, 验收试验或有争议时应使用符合 GB/T6682 规定的三级水, 其余试验可用饮用水。

3.2 试验用 ISO 标准砂

标准砂是强度检测重要的拌合材料, ISO 标准砂应符合规范要求的颗粒分布及湿含量。因此, 购置标准砂的程序要严格把关, 购置回来后的 ISO 标准砂要妥善保存, 避免破损和受潮, 使用前, 对每袋标准砂进行逐包称量, 确保符合 $(1350 \pm 5)\text{g}$ 的质量要求。

4 操作方式对水泥强度检测结果的影响

4.1 搅拌

在进行搅拌前, 应该用湿过水并拧干的棉布擦拭搅拌叶片和搅拌锅内壁, 以防胶砂吸附水份, 造成水灰比的变化, 为使胶砂更均匀, 在停拌 90s 时, 用刮刀将搅拌锅的叶片、锅底、锅壁上的胶砂刮入锅中, 搅拌完成后, 迅速

用料勺将锅壁的胶砂刮至锅内并反复翻转搅拌胶砂后再立即成型。注意刮刀、料勺在接触水泥前都要用水湿过并拧干的抹布擦拭。

4.2 成型

成型的过程，需要检测人员多练习积累经验。掌握好每层装料的质量及布料的均匀性。装第一层时，每个槽放约 300g 的胶砂，先用料勺沿长度方向滑动胶砂以布满模槽，再用大布料器垂直架在模槽顶部来回一次将料层布平。如第一层放入的胶砂过多，用料勺布料时未按要求均匀布满模槽，都会造成成型后的水泥试块气孔过多，从而导致水泥抗折抗压强度偏低。笔者用水泥标准样品成型了两组水泥。图 1 为不规范操作造成气孔较多的图片，图 2 为规范操作的图片。下表为两组水泥的 3 天抗折抗压强度对比。



图 1 不规范操作的图

图 2 规范操作的图

表 2 两组水泥的 3 天抗折抗压强度对比

水泥品种	强度等级	水泥试块表面特征	3d 抗折强度 MPa	3d 抗压强度 MPa
水泥标准样品	P. 042.5	气孔较多	4.5	25.18
		气孔较少	4.7	25.83

4.3 刮平

刮平的金属直边尺，要保证表面平整无颗粒，在刮平前应用拧干的湿毛巾擦拭一遍。直边尺要有一定的厚度，

要求 $\geq 2\text{mm}$ 。较稠的胶砂，割据动作要慢，割据次数要多，避免拉动下面的胶砂，影响强度。再用同一直边尺以近乎水平的角度抹平试体。抹平前要用拧干的湿毛巾将试模顶部的胶砂擦拭干净，防止试体表面凹凸不平或损伤。尽量一次抹平，总次数不超过 3 次，否则会使胶砂表面泌水，出现脱皮现象。割据和抹平时力度不要太轻，以免试体高度超过试模高度，导致试体尺寸偏大，影响强度。割据和抹平时候，前、后、左、右两手用力都要均匀，使三条试体表面水平一致，以免试体前高后低，或者左高右低，造成强度偏差。

4.4 脱模

24h 以上龄期的，应在成型后 20h-24h 之间脱模。脱模应用橡皮锤轻轻敲开模具，推出试块，脱模的整个过程都要做到轻拿、轻放，防止试体振动、碰撞而受损，使强度偏低，产生偏差。

5 结束语

影响水泥胶砂强度的因素很多，检测人员要严格执行标准，熟练掌握每一项操作要领，标准里涉及的仪器标准也要熟悉，熟悉所用仪器性能，了解仪器常出现误差的要点，并根据要求定期校验。平时亦可多用标准水泥多做比对试验，参加能力认证和技能竞赛，以及时查漏补缺，提高操作技能。

[参考文献]

- [1]陈翔燕. 浅谈水泥胶砂强度影响因素及操作注意要点[J]. 建材与装饰, 2013(25).
 - [2]吴娟. 关于造成水泥强度检测结果偏低的因素分析及试验研究[D]. 西安: 西安交通大学, 2020.
- 作者简介: 马莉 (1988.10—), 单位名称: 泰州市同一建设工程质量检测有限公司; 毕业学校和专业: 江南大学 工程管理。