机制砂的优缺点及其在混凝土中的应用

2016年9月

中交第二公路工程局有限公司

主要内容

机制砂的优缺点

机制砂混凝土的性能

机制砂在混凝土工程中应用

需要我们进一步要了解的问题

**一、机制砂的优缺点**

1、机制砂的优点

（1）工厂化生产，质量可以得到保证。工厂生产可以从选材破碎等一系列工艺流程上建立质量监控体系，生产质量好，砂的质量有保障。

（2）砂的物理力学性能好可以有意识的选择硬质岩石生产机制砂，避免采用软质、风化岩石，同时，含泥（块）量可人工筛分控制。化学成分与母材碎石一致，对混凝土无负面作用，适合做高强混凝土。

（3）机制砂的颗粒级配、细度模数可以调整。可根据工程的需要，结合母材的特点和混凝土的要求，调整机制砂的细度模数、颗粒级配。调整措施主要通过破碎设备、工艺流程的选择来完成。

2、机制砂的缺点

（1）天然砂颗粒浑圆，表面光滑。天然中砂细度模数可控，级配良好，对混凝土的工作性十分有利。机制砂颗粒尖锐，多棱角，表面粗糙，细度模数多为3.0以上，与天然砂相比，机制砂的颗粒级配稍差，大于2.5mm和小于0.075mm的颗粒偏多，导致混凝土的和易性较差，容易引起混凝土的外观缺陷。机制砂母材的变化会引起机制砂质量的波动，给施工质量的控制带来一定的难度。但是，其缺点可以通过选择合适的碎砂设备、合理利用砂中石粉含量、调整砂率，以及选用合适的外加剂等措施来克服

（2）机制砂含有一定量的石粉。石粉和泥的粒径虽然都小于0.075mm，但是他们的成份不同，细度相差也较大。泥颗粒大多小于0.016mm，而石粉颗粒大都在0.016-0.075之间。泥吸附在砂的表面，妨碍砂与水泥的粘结；而适量的石粉可填充在水泥、细砂的空隙之间，增强机制砂混凝土的工作性。

**二、机制砂混凝土的性能**

1、硬化前混凝土的性能

机制砂混凝土硬化前的性能主要涉及到混凝土的稠度、和易性（工作性）、可塑性、可加工性（可修饰性或可抹平性）等方面，这些性能并不是孤立的，而是有一定的相互关联，我们可以从不同角度来描述新拌混凝土的特性。其中混凝土的和易性是非常重要的指标，它不仅表示混凝土浇筑成型的难易程度，也表示混凝土抵抗材料分层离析的能力。混凝土和易性的具体指标为坍落度。

在水胶比相同的条件下，机制砂混凝土的坍落度要小于河砂混凝土，这主要是机制砂本身具有裂隙、空隙及孔洞，其有一部分颗粒为矿物颗粒集合体，这样就增大了砂子的比表面积，吸附了更多的水，导致混凝土的需水量增加，坍落度减小。相同条件下，配制相同坍落度的混凝土，机制砂比天然砂需水量增加5-10kg/m3.机制砂混凝土的和易性与细集料（砂）的级配和细度模数有关，同时，也牵涉到用水量、水泥量、砂率等参数，还需要针对工程实践进行深入研究。

一般认为，细度模数以控制在3.0--3.4之间为最佳。若细度模数太大，着粗颗粒太多，级配不合理，使混凝土和易性变差，虽然掺入粉煤灰弥补上述缺陷，但成本也会相应提高，经济上也不合理；若细度模数太小，则小于0.075mm的细粉过多，需水量增大，混凝土强度降低，水泥用量增加。石粉含量也是影响坍落度的重要指标，经过相关试验，石粉含量太低（小于5%）时，混凝土的和易性、泌水性较差，当石粉含量控制在6--9%时，对混凝土的强度的影响不是很大，和易性也很好。按机制砂的特点进行混凝土配合比设计，通过合理利用机制砂中的石粉，调整机制砂的砂率，可以配制出和易性很好、适合泵送的机制砂混凝土。

混凝土的力学性能指标包括：抗压强度、抗拉强度、抗折强度、抗弯强度、弹性模量、粘结强度、疲劳强度、收缩徐变特性等。

2、机制砂混凝土的力学性能

由于机制砂一般采用硬质岩石破碎，机制砂比天然砂的抗压强度更高。所以，机制砂混凝土与天然砂混凝土相比，各项力学性能指标不低，甚至更高。当然，混凝土的强度、弹性模量等力学性能指标除了和砂的强度有关外，还与其它因素有关，如机制砂中的石粉含量和配合比中的砂率等。机制砂混凝土的试验表明，石粉含量对混凝土的强度影响很大。石粉含量越高，混凝土的强度随之降低。机制砂的砂率小于40%时，拌合物过于黏稠，砂率增大后，工作性能得到改善，砂率在42--46%时，强度趋于稳定。砂率超过50%，不但强度有所下降，而且弹性模量显著降低。

混凝土的耐久性是指混凝土在长期使用过程中，具有抵抗冻融循环等气候条件、酸碱等物理化学侵蚀作用、受光热作用、流水冲蚀作用的能力。混凝土越密实，抗渗抗冻性越好。由于混凝土的抗渗性主要与其孔隙有关。有些研究者认为机制砂中的石粉只是一种有效的填料，虽然不具活性，但提高了混凝土的密实性，增强了水泥石与骨料界面粘结。也有研究表明，混合砂会更好。

3、机制砂混凝土的耐久性

实例也比较多，在座的各位也有的从事过几个项目工程，我就不再介绍他具体应用实例了。在桥梁工程等从C10 -C55混凝土都成功应用机制砂。只是在施工之初，由于对机制砂的应用理论上没有依据，从而与自然砂等同使用，造成混凝土的质量下滑，特别是表面质量不能满足要求。

**三、机制砂在混凝土工程中应用**

随着施工的进展和试验工作的加强，混凝土质量都有所提高。特别是机制砂用好了，在工程造价方面是有较大优势的。比自然砂少3倍多。

**四、机制砂混凝土使用还需要**

我们进一步要了解的问题

1、机制砂颗粒形状、颗粒级配

机制砂的颗粒形状、颗粒级配影响混凝土的和易性、强度、抗干缩性及耐磨等性能。尤其是粒径小于0.075mm的石粉的含量需要我们进一步的了解、研究。不同粒形的机制砂对混凝土的和易性影响较大，片状颗粒拌制的混凝土和易性差，最理想的粒形是近似于立方体颗粒。机制砂中含有适量的石粉，不仅可提高混凝土的强度，还可改善混凝土的和易性，机制砂的石粉控制在7%以内比较合适，但关于石粉的作用机理和含量仍有不同意见。个人在接触机制砂过程中，感觉到严格控制石粉含量是比较困难的，这为我们在施工过程中充分利用机制砂提出了挑战。

2、制砂设备和制砂工艺

凡是能经济有效地加工出小于5mm的合格粒径级配的机械都可以作为制砂机械设备，目前，磨碎机械、圆锥破碎机、反击式破碎机、锤式破碎机、颚式破碎机等都可以用于制砂。

现在用颚式破碎机的较多，生产工艺简单，产品质量参差不齐。而混凝土用机制砂对砂的颗粒形状及级配都有很高要求，有的设备生产的砂粒片状多，有的又存在过粉碎现象。所以说一定要在设备选择、工艺流程、质量控制等方面多加研究。

3、机制砂混凝土配合比

机制砂混凝土的配合比对混凝土各种性能，如和易性、力学性能、耐久性能和混凝土表面质量有非常重要的影响。工作中一定要加强各种强度等级、各类工作性能要求的机制砂混凝土的试验。主要从石粉含量、砂率、水胶比对混凝土性能的影响出发。

4、机制砂混凝土搅拌设备

机制砂混凝土不宜采用小型搅拌设备。一定要用大型的或强制搅拌设备进行搅拌，这样才能保证质量。

5、加大试验工作量

机制砂混凝土的使用与所处地理环境有关系。有些同志可能就没有这个概念，如长期在河砂供应比较多的地域就不存在。而山区比如云南、贵州、四川、重庆等地区，特别是贵州专门制定了机制砂的省地方标准来规范使用。