

矿物掺合料对水泥砂浆氯离子透过性能的影响岩土工程师考试 PDF转换可能丢失图片或格式，建议阅读原文

https://www.100test.com/kao_ti2020/641/2021_2022__E7_9F_BF_E7_89_A9_E6_8E_BA_E5_c63_641481.htm 把岩土师站点加入收藏夹

摘要:通过氯离子加速渗透试验装置，研究了粉煤灰、磨细矿渣和硅灰对水泥砂浆氯离子透过性能的影响。氯离子透过水泥砂浆试件后，其在阳极溶液中的浓度随着时间的延长而增加。结果表明：养护28d时，粉煤灰水泥砂浆的氯离子透过性能随粉煤灰掺量的增加而增加，且均高于基准水泥砂浆的氯离子透过性能；矿渣掺量不超过30%时，矿渣掺量越大水泥砂浆的氯离子透过性能越低，矿渣掺量为40%时，水泥砂浆的氯离子透过性能高于基准水泥砂浆的氯离子透过性能；掺入硅灰可明显降低水泥砂浆的氯离子透过性能。 关键词:水泥砂浆；氯离子；矿物掺合料；透过性能

0 引言 混凝土浇注后，由于各组分比重的差别，粗骨料产生沉降现象，往往会在混凝土表面、混凝土与模板之间形成一个水泥砂浆薄层。

外界有害介质穿过该水泥砂浆薄层后才能到达混凝土内部，因此，水泥砂浆薄层的渗透性直接影响混凝土的渗透性。然而，目前有关混凝土氯离子渗透性的研究中，混凝土试件通常是取芯或成型圆柱体，然后取中间一定厚度的混凝土试件进行试验研究[1-3]，这样一来，混凝土表面的水泥砂浆层就被忽略了，因而本文主要研究了水泥砂浆的氯离子透过性能，在此主要考虑矿物掺合料的影响。

1 原材料及试验方案 1.1 原材料 水泥为哈尔滨水泥厂生产的PO 42.5硅酸盐水泥；粉煤灰为哈尔滨三电厂 级粉煤灰，比表面积分别为655m²/kg；矿渣为鞍山钢铁厂生产的高炉矿渣，其比表面积分别

为 $501\text{m}^2/\text{kg}$ ，硅灰为挪威埃肯公司生产的中密质硅灰，比表面积为 $1.5 \times 10^4 \text{m}^2/\text{kg}$ ，水泥与掺合料的化学成分见表1。粗集料选用连续级配辉绿岩碎石，粒径 $5\sim 20\text{mm}$ ；细集料采用细度模数为2.82松花江江砂；水为哈尔滨市饮用水。减水剂为萘系减水剂，控制其掺量保证混凝土的坍落度在 $180 \pm 20 \text{mm}$ 。

1.2 水泥砂浆的配比及制备

为了获得混凝土中的砂浆，将新拌的混凝土置于振动台上 2.5mm 方孔筛内，方孔筛下铺垫清洁的塑料薄膜，开启振动台，获得足量的砂浆后，注入直径 100mm 、高 3mm 的试模(见图1)，并在跳桌上振动25下，刮平后再振动25下，然后置于温度为 20 ± 2 ，相对湿度大于80%的养护室中的水平位置。成型24h后脱模，将试件置于水中养护28d。真空饱水3h，试件侧面用环氧树脂密封，成型面和底面为试验面。混凝土的水胶比为0.35，每立方米配料中各组分的用量为：水 157.5kg ，砂 737kg ，碎石 1105.5kg ，胶凝材料总量为 450kg 。粉煤灰与磨细矿渣等量取代水泥分别为10%、20%、30%和40%；硅灰等量取代水泥分别为5%和10%。混凝土中矿物掺合料的用量见表2。

1.3 水泥砂浆的氯离子透过试验

氯离子透过水泥砂浆的试验采用自主研发的多通道变电压氯离子渗透装置进行，试验装置见图2。阴极室为 0.3mol/L 的 NaOH 和 0.5mol/L 的 NaCl 混合溶液；阳极室为用蒸馏水配制的 0.3mol/L 的 NaOH 溶液，直流电压为 12V 。试验过程中保持阴极室 NaCl 溶液浓度和两端 NaOH 溶液浓度的恒定，采用高精度PCIS-10型氯度计定期测量阳极室溶液中氯离子的浓度。

2 试验结果及分析

2.1 粉煤灰对氯离子透过水泥石性能的影响

大；基准水泥砂浆72h时阳极溶液中氯离子浓度为 0.0247mol/L ，粉煤灰等量取代水泥10%、20%、30%和40%

时，72h时阳极溶液中氯离子浓度分别为0.0251mol/L、0.027mol/L、0.0303mol/L和0.038mol/L。由此可知，相同时间内，随着粉煤灰掺量的增加，水泥砂浆的氯离子性能增加，并且均大于基准水泥砂浆的氯离子透过性能。这与水泥中掺加粉煤灰后的水化速率和水化程度有关。由于部分水泥用量被粉煤灰所取代，早期的水泥砂浆中水化产物数量减少，其强度的发展必然减慢。即使龄期长达半年，活性效应也可能仍未达到充分反应的程度。早期混凝土试件断面上粉煤灰微珠颗粒周围形成的水膜层间隙，尚未明显被水化产物所填充，较大孔隙和敞开的毛细孔较多，结构密实性差。这势必导致水泥砂浆或水泥混凝土早期的抗渗透性变差。然而在硬化后期，随着水泥水化程度的提高以及粉煤灰二次水化反应的进行，水泥石中的孔隙体积和较粗的孔隙减少，水泥石的显微结构更加致密，将对混凝土的后期强度和耐久性能有利。

2.2磨细矿渣对水泥砂浆氯离子透过性能的影响

阳极溶液中氯离子浓度与渗透时间呈线性关系，氯离子浓度随渗透时间的延长而增大；磨细矿渣等量取代水泥10%、20%和30%时，72h时阳极溶液中氯离子浓度分别为0.0178mol/L、0.0145mol/L和0.0084mol/L；磨细矿渣等量取代水泥40%时，72h时阳极溶液中氯离子浓度为0.0339mol/L。由此可知，磨细矿渣掺量不超过30%时，相同时间内，随着矿渣掺量的增加，水泥砂浆的氯离子透过性能降低；而磨细矿渣掺量为40%时，水泥砂浆的氯离子透过性能增大，并且大于基准水泥砂浆的氯离子透过性能。磨细矿渣的活性效应对水泥石可起到增密、作用；微集料效应可改善水泥石的孔结构，增大水泥石的密实度。但是，磨细矿渣的各种效应与磨细矿渣

掺量之间的变化关系各不相同，当磨细矿渣掺量小于临界值时，各项效应对混凝土密实度与强度都为正效应，在这一范围内，随着磨细矿渣掺量增大，磨细矿渣的总效应系数将因各项正效应的叠加而迅速增大，即水泥石微观孔结构的改善程度、孔隙率的降低幅度不断提高，因此水泥砂浆的氯离子透过性能明显降低。当磨细矿渣掺量大于该临界值时，不但矿渣的潜在活性不能得到充分发挥，而且由于过量矿渣的掺入相对减少了参与水化的水泥量，从而使水化产物更少，导致早期水泥砂浆或混凝土总孔隙率的增大，从而增大水泥砂浆或混凝土的氯离子透过性能。

2.3 硅灰对氯离子透过水泥石性能的影响

掺加硅灰后，氯离子渗透首先出现了一段非线性段，渗透时间超过20h后，阳极溶液中氯离子浓度与渗透时间呈线性关系。硅灰分别等量取代水泥5%和10%时，72h阳极溶液中氯离子浓度分别为0.00846mol/L和0.00687mol/L，均明显低于相同条件下的基准水泥砂浆。因此，硅灰等量取代水泥5%和10%后，水泥砂浆的氯离子透过性能显著降低。硅灰具有极强的火山灰性能，当它掺入水泥浆和水接触后，部分小颗粒迅速溶解，溶液中富SiO₂贫Ca的凝胶在硅粉颗粒表面形成附着层。一定时间后，富SiO₂贫Ca的凝胶附着层开始溶解并与水泥水化产生的Ca(OH)₂反应生成C-S-H凝胶，从而改变了浆体的孔结构，使大孔(大于0.1 μm)减少，小孔(小于0.05 μm)增加，使孔径变细，还使浆体中Ca(OH)₂减少，结晶细化，并使其定向程度变弱。不同矿物细掺料在水泥砂浆或混凝土中的作用有其各自的特点，有的是优点，有的是缺点。例如，掺粉煤灰的混凝土自干燥收缩和干燥收缩都小，而且需水量小，但抗碳化性能较差；硅灰在混凝土中有增

强的作用，但自干燥收缩大，而且因需水量大而允许掺量有限，对混凝土温升无降低的作用；磨细矿渣的需水量不大，对混凝土的强度有利，但自干燥收缩较大等。因此，采用矿物掺合料取代水泥时，应综合考虑矿物掺合料的形态效应、活性效应、微集料效应以及最佳掺量，使矿物掺合料的各项优质性能得到充分发挥。

3 结论 (1)粉煤灰水泥砂浆的氯离子透过性能随粉煤灰掺量的增加而增加，且均高于基准水泥砂浆的氯离子透过性能；(2)矿渣掺量不超过30%时，矿渣掺量越大水泥砂浆的氯离子透过性能越低，矿渣掺量为40%时，水泥砂浆的氯离子透过性能高于基准水泥砂浆的氯离子透过性能；(3)掺入硅灰可明显降低水泥砂浆的氯离子透过性能。

100Test 下载频道开通，各类考试题目直接下载。详细请访问 www.100test.com