

锂渣和再生粗骨料对混凝土力学性能的影响研究

张本缘 陈楠

(新疆工程学院 土木工程学院 新疆乌鲁木齐 830023)

摘要:再生粗骨料在进行应用的过程中,因为本身存在着缺陷,所以导致其强度不够高,在某些程度上直接限制了再生粗骨料混凝土的应用,为了能够对于这一问题进行弥补,将锂渣当做是掺和料加入到混凝土当中,能够对于混凝土本身的抗压性能进行相应的改善,从而为实际应用打下更加坚实的基础。这样的方式既能够使再生粗骨料混凝土得到有效的推广,同时也可以更好的缓解混凝土资源压力,包括解决废弃混凝土存在的污染问题。基于此,在本篇文章当中将会以实际试验针对于锂渣和再生粗骨料对于混凝土力学性能所造成的影响进行相应的探讨,希望能够为相关工作人员提供一定的帮助。

关键词:锂渣;再生粗骨料;混凝土;力学性能

1、试验研究

1.1 原材料以及配合比的制定

在本次试验的过程当中在针对于混凝土进行拌制时,所选择使用的粗骨料是天然卵石,细骨料是中粗砂,胶结材料使用的则是普通的硅酸盐水泥,混凝土的整体强度达到了 C30,水灰比控制为 0.45^[1]。在展开试验时,工作人员把生产锂盐时所产生的相关废渣利用机械进行了研磨和筛分,利用等质量来对于水泥进行替代,其整体的替代率分别是 0、10%以及 20%^[2]。

表一: 试验配合比

编号	再生粗骨料替代率/%	锂渣替代率/%	拌制混凝土所需材料的质量 (kg·m ⁻³)					
			锂渣	再生粗骨料	水	砂	卵石	水泥
LS-RC-1	0	0	0.0	0.00	195.0	523.5	1221.4	433.0
LS-RC-2	0	10	43.3	0.00	195.0	523.5	1221.4	389.7
LS-RC-3	0	20	86.6	0.00	195.0	523.5	1221.4	346.4
LS-RC-4	30	0	0.00	366.4	202.8	523.5	854.9	433.0
LS-RC-5	30	10	43.3	366.4	202.8	523.5	854.9	389.7
LS-RC-6	30	20	86.6	366.4	202.8	523.5	854.9	346.4
LS-RC-7	50	0	0.00	610.7	208.1	523.5	610.7	433.0
LS-RC-8	50	10	43.3	610.7	208.1	523.5	610.7	389.7
LS-RC-9	50	20	86.6	610.7	208.1	523.5	610.7	346.4

1.2 试件的制作以及具体的试验方法

利用标准立方体试件来针对于混凝土的抗压强度包括抗拉强度进行相应的测定,所有试件的尺寸都设定为 100mm × 100mm × 100mm,按照上述表一的相关数据,在每一种配合比的条件下都需要打造出 6 个试件,并且按照标准的养护规则养护 28 天之后再展开力学试验,展开抗压强度试验包括抗拉强度试验的时候,选择使用的都是 600kN 微机控制电液伺服万能试验机进行加载,抗压强度试验的过程当中所设定的加载速率为每秒 0.5MPa,在抗拉强度试验当中,其整体的加载速率设置为每秒 0.05 MPa,经过相应试验之后,混凝土试件的具体破坏形态如下图 1 所示^[4]。

而前文已经有所提到,老旧建筑物在进行拆除包括扩建的过程当中,必然会导致出现大量的建筑垃圾,在这些建筑垃圾中包含着非常多的混凝土,这也成为了试验过程当中的主要应用材料,工作人员将这些废弃的混凝土运送到了试验室当中,并且选择使用破碎机对其进行破碎,完成筛分,最终获得了粒径为 5mm~20mm,而且是连续极配的再生混凝土粗骨料,并且将其代替传统的天然骨料,其替代率分别是 0、30%以及 50%,拌制锂渣再生混凝土的整体配合比如下表一所示^[3]。



a)抗压强度试件

b)抗拉强度试件

图 1 混凝土试件破坏形态

2、试验的结果与相关分析

2.1 试验的结果

具体试验结果如下表二所示。

表二：试验结果

编号	再生粗骨料替代率/%	锂渣替代率/%	抗压强度/MPa	抗拉强度/MPa
LS-RC-1	0	0	34.72	26.58
LS-RC-2	0	10	36.46	25.14
LS-RC-3	0	20	40.58	22.31
LS-RC-4	30	0	42.09	29.55
LS-RC-5	30	10	44.62	29.04
LS-RC-6	30	20	47.53	28.65
LS-RC-7	50	0	37.24	26.25
LS-RC-8	50	10	40.86	27.88
LS-RC-9	50	20	42.83	23.94

2.2 锂渣对于混凝土的力学性能所造成的具体影响

通过对于整体的试验进行相应的分析并且对于所有的数据进行充分的掌握之后,可以发现整个试验的过程当中,当再生粗骨料的取代率为 0 的时候,其龄期分别是 3 天、7 天和 28 天的立方体抗压强度伴随着锂渣的掺加量的不断增加而出现了一定的变化,同时也产生了相应的变化规律。当再生粗骨料的取代率控制为 0 的时候,试验体处于 3 天和 7 天时,其整体的抗压强度伴随着锂渣的掺加量的不断增加而出现了明显的下降,这主要是因为使用锂渣来对于一部分水泥进行替代之后,混凝土当中的水泥含量就会出现明显的降低,在进行养护的时候,因为锂渣的活性本身就比较低,所以就会导致在比较短的龄期的时候,混凝土本身的水化反应速度因为锂渣的不断掺加而出现明显的降低,所以在针对于锂渣进行掺入的过程当中,处在早期的混凝土其整体的强度要明显的低于普通混凝土^[5]。在掺加锂渣时,再生混凝土抗压强度会随锂渣含量增加而提高,且 20% 掺量时达到最大值。这是因为锂渣在混凝土中产生的钙矾石具有微膨胀性,可密实混凝土并减少收缩裂缝,从而提升混凝土后期强度。因此合理使用锂渣是提高再生混凝土性能的有效方法。

对于再生粗骨料本身的取代率是 0 的普通混凝土来说,在掺入了 20% 的锂渣来对于传统的水泥进行替代时,混凝土的 28 天的立方体抗压强度相较于没有掺入锂渣的情况下提升了 16.87%,当再生粗骨料的取代率控制为 30% 包括 50% 的时候,掺入 20% 的锂渣来对于传统的水泥进行替代,在这个时候混凝土的 28 天立方体抗压强度分别比没有添加锂渣的时候提升了 14.93% 以及 12.92%。由此不难看出,锂渣对于普通混凝土本身的抗压强度有着非常明显的提升^[6]。

同时在本次试验的过程当中,也针对于再生粗骨料取代率完全相同的立方体试件进行了相应的试验,最终发现其整体的劈裂抗拉强度会随着锂渣掺加量的增大而不断的增大,当锂渣的整体掺入量从 0 增加到 10% 的时候,整体的曲线斜率出现了明显的增大现象,这也就意味着当掺入 10% 的锂渣时,锂渣针对于再生混凝土本身的劈裂抗拉强度的提升是有着比较明显的作用的。对于并没有取代再生粗骨料的普通混凝土来说,使用 10% 的锂渣来代替传统的水泥混凝土的劈裂抗拉强度相较于并没有掺入锂渣时的混凝土提高了 20.11%

当锂渣的掺入量从原来的 10% 增加到 20% 的时候,整体的曲线斜率变化并不是非常的明显,而且逐渐变小,这也就意味着在掺入 20% 的锂渣的时候,其对于混凝土的劈裂抗拉强度的整体提升作用开始出现降低,掺入 20% 的锂渣时并没有取代再生粗骨料的普通混凝土的整体劈裂抗拉强度只比已经掺入了 10% 的锂渣的混凝土提升了 5.17%,所以当锂渣的掺入量超过

10% 并且在其进行连续添加时,其整体的掺加量对于混凝土本身的劈裂抗拉强度的影响并不是非常大。如果锂渣的掺入量过多的话,还有可能会导致过于减少水泥用量而致使出现抗拉强度降低的现象,对于整体的养护龄期为 3 天和 7 天的混凝土劈裂抗拉强度来说,锂渣的掺入量对其所产生的影响规律跟 28 天抗拉强度所产生的影响规律是一致的^[7]。

2.3 再生粗骨料对于混凝土力学性能所造成的影响

再生粗骨料对混凝土力学性能的影响显著,尤其在掺入锂渣的情况下。研究表明,再生粗骨料的取代率对 3 天抗压强度影响不大,但在 7 天和 28 天龄期时则呈现出明显的变化,尤其是取代率为 30% 时,抗压强度达到最佳值。这一现象的主要原因在于混凝土凝固初期,新水泥砂浆与粗骨料之间的粘结较弱,粗骨料的表面粗糙性并未显现出缺点。然而,随着养护时间的延长,粘结性逐渐增强,使得再生粗骨料的优点超越其缺点。^[8]

当再生粗骨料取代率过高时,其强度不足的问题开始显现,整体抗压强度下降。这是由于再生骨料替代过多天然卵石,降低了混凝土的强度。因此,将再生粗骨料的取代率控制在 30% 左右,能够有效优化混凝土的力学性能,提升其整体抗压强度,证明合理的骨料替代方案对混凝土性能的重要性。^[9]

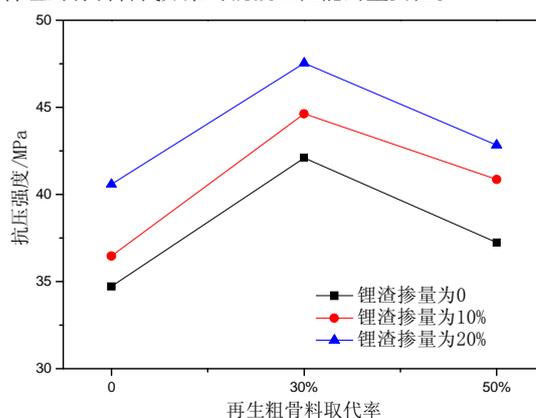


图 1 再生粗骨料取代率对 28 天抗压强度的影响

如上图 1 所示,可以发现当分别掺入了 10% 包括 20% 的锂渣来对于传统的水泥进行代替时,再生粗骨料的取代率对于 28 天龄期的立方体抗压强度的整体影响规律和没有掺入过锂渣时的规律是保持一致的,当锂渣的掺入量控制为 0 时,取代 30% 的再生粗骨料的混凝土立方体抗压强度要比并没有取代的混凝土有所提升,其提升的数值为 21.22%^[10]。

随着再生粗骨料取代率的提升,混凝土的劈裂抗拉强度表现出先增大后减小的趋势。当取代率为 30% 时,不仅对不掺锂渣的混凝土提升了 13.01%,对掺锂渣混凝土也分别提升了 4.18% 和 2.57%,显示出再生粗骨料能显著增强混凝土性能。然

而, 锂渣含量的增加会抑制再生骨料的优势, 导致当掺锂渣时, 30%取代率的提升效果减弱。这是因为锂渣本身提高了混凝土的抗拉强度, 进而影响了再生骨料的综合效益。因此, 合理控制再生粗骨料和锂渣的配比, 对优化混凝土性能至关重要。

结论:

一、当再生粗骨料的取代率为 0、30%以及 50%时, 处在 28 天条件下的立方体整体抗压强度都是在锂渣掺加量为 20%时能够达到最大值, 这是因为锂渣在混凝土当中能够产生水化反应, 最终产生钙矾石, 使混凝土变得更加密实, 所以锂渣的使用能够更好的提升混凝土的后期强度。

二、当再生粗骨料的取代率达到 30%时, 其优点所产生的影响会超过缺点所产生的影响, 而在这样的基础之上, 其取代率不断增加又会致使缺点影响逐渐明显。因此在展开施工时, 再生粗骨料的取代率控制为 30%, 能够使混凝土整体抗压强度达到最高值。

综上所述, 在本文中主要展开了锂渣掺量以及再生粗骨料取代率对于混凝土力学性能所造成的影响的研究, 通过试验可以发现混凝土的抗压强度包括劈裂抗拉强度会随着锂渣掺加量的增加而出现不断提升, 随着再生粗骨料的取代率的增大, 展现出了先增大后减小的整体趋势。

参考文献:

[1]魏令港,黄靓,曾令宏. 基于改进特征筛选的随机森林算法对锂渣混凝土强度的预测研究[J]. 材料导报,2024,38(9):156-161.

[2]张延年,刘安稳,汪青杰,等. 铁尾矿-钢渣-锂渣混凝土耐酸侵蚀性能研究[J]. 沈阳建筑大学学报(自然科学版),2024,40(3):536-544.

[3]张广泰,陈勇,鲁海波,等. 硫酸盐侵蚀作用下纤维锂渣混凝土裂缝的分形特征[J]. 工程科学学报,2022,44(2):208-216.

[4]张广泰,李雪藩,鲁海波,等. 冷热-荷载耦合下锂渣混凝土梁的受弯承载力[J]. 同济大学学报(自然科学版),2022,50(7):991-997.

[5]陈洁静,秦拥军,肖建庄,等. 基于 CT 技术的掺锂渣再生混凝土孔隙结构特征[J]. 建筑材料学报,2021,24(6):1179-1186.

[6]李宇航,温勇,韩国旗,等. 荷载与锂渣掺量对混凝土氯离子扩散性与气体渗透性的影响[J]. 科学技术与工程,2023,23(13):5693-5699.

[7]胡明华,苏翠平,梁炯丰,等. 锂渣混凝土力学性能试验研究[J]. 混凝土,2023(5):113-114.

[8]蔺鹏杰,于江,秦拥军. 掺锂渣再生粗骨料混凝土断裂能试验研究[J]. 混凝土,2023(10):126-128,132.

[9]段博洋,刘喜杰,吴恒. 掺锂渣再生粗骨料混凝土力学性能试验研究[J]. 广东建材,2018,34(1):8-12.

[10]严文龙. 掺锂渣再生粗骨料混凝土梁受弯性能试验研究[D]. 新疆:新疆大学,2016.

基金项目:新疆维吾尔自治区中央引导地方科技发展基金项目(020510085)