

石灰石粉掺量对混凝土性能的影响研究

何锦云, 李云峰, 白鲁帅

(河北工程大学 土木工程学院, 河北 邯郸 056038)

摘要: 利用石灰石粉外掺法研究不同掺量(0%、5%、10%、15%、20%)的石灰石粉对混凝土和易性以及强度的影响。结果表明, 掺入石灰石粉后混凝土的塌落度比基准组变小, 但粘聚性和保水性良好; 混凝土抗压强度随石灰石粉掺量的增加, 呈先增加后减小的趋势, 石灰石粉掺量为10%时, 其各龄期(7 d、14 d、28 d)抗压强度值最高。

关键词: 石灰石粉; 掺量; 强度; 和易性

中图分类号: TG333.17

文献标识码: A

Influence of limestone powder on the strength of concrete

HE Jin-yun, LI Yun-feng, BAI Lu-shuai

(College of Architecture and Construction, Hebei University of Engineering, Hebei Handan 056038, China)

Abstract: The influence of limestone powder with different mixed law (0%, 5%, 10%, 15%, 20%) on the workability and strength of concrete were studied. The results show concrete slump with limestone powder is smaller than the baseline group, but its cohesiveness and water retention are in good quality. The compressive strength of concrete shows a trend of first increase and then decrease with increasing of mixing amount of limestone powder, the concrete compressive strength is highest in each age (7 d, 14 d, 28 d) when limestone powder dosage is 10% than other groups.

Key words: limestone powder; mixing amount; strength; peaceability

随着我国经济的日益增长, 建筑行业飞速发展, 我国对混凝土的需求量正在逐步增加。据有关资料显示, 中国2008年混凝土产量已超过 $25 \times 10^8 \text{ m}^3$ ^[1]。我国建筑行业对混凝土的需求不仅仅体现在产量方面, 同样性能要求也在逐渐提高。高效高性能混凝土成为目前建筑行业不可缺少的材料。

石灰石粉作为一种新型掺合料, 不仅价格低廉而且能够改善混凝土的强度和工作性能。石灰石粉可替代日益紧缺的粉煤灰, 将有效地推动混凝土的可持续发展, 是绿色建材的重要方向之一^[2]。郭育霞等针对石灰石粉掺量对混凝土力学性能及耐久性^[3]的影响进行研究; 岳瑜等^[4]对磨细粉煤灰与石灰石粉复合配制C80高性能混凝土的研究。本文主要研究掺入不同量的石灰石粉对混凝土强度及和易性的影响, 并确定了石灰石粉

的最佳掺量。混凝土制备时优先选用中砂, 特细砂也能满足强度的要求^[5], 故本次研究采用细度模数为1.5的特细砂。

1 试验材料及方法

1.1 试验材料

河砂: 细度模数为1.5, 表观密度 $\rho_o = 2.68 \text{ g/cm}^3$, 堆积密度 $\rho_o' = 1.42 \text{ g/cm}^3$ 。

水泥: 太行山42.5普通硅酸盐水泥 $\rho_c = 3.1 \text{ g/cm}^3$ 。

碎石: 5~20 mm的粒径连续级配 $\rho_g = 2.66 \text{ g/cm}^3$ 。

外加剂: FDN高效减水剂, 减水率为20%。

石灰石粉: 0.045 mm方孔筛, 筛余量8.4%。表观密度 $\rho_o = 2.32 \text{ g/cm}^3$ 。

表1 掺石灰石粉混凝土配合比设计

Tab. 1 Design of the mixture ratio of concrete with limestone powder

试验号	水泥量 / kg	用水量 / kg	石子用量 / kg	砂用量 / kg	减水剂 / kg	石灰石掺量 / kg
1	359	176	1361.5	503.5	2.13	0
2	359	176	1361.5	503.5	2.13	17.95
3	359	176	1361.5	503.5	2.13	35.90
4	359	176	1361.5	503.5	2.13	53.85
5	359	176	1361.5	503.5	2.13	71.80

1.2 试验方法

本试验采用外掺法,通过对比试验控制石灰石粉的掺量来研究石灰石粉对混凝土的强度以及和易性的影响。按《普通混凝土力学性能试验方法标准》(GB/T50081-2002)进行。采用100 mm × 100 mm × 100 mm 立方体试块,测其7 d、14 d、28 d 抗压强度。

本试验分成五组,每组3个试件。石灰石粉掺量分别为0%、5%、10%、15%、20%。按配合比分别称量各种原材料并且进行搅拌,搅拌完成后测量拌合物的塌落度,然后做成试块在标准条件下养护,测量试块7 d、14 d、28 d 抗压强度。试验配合比设计见表1。

2 试验结果及讨论

2.1 试验结果

混凝土拌合物塌落度结果见图1。

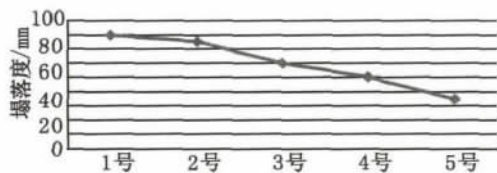


图1 混凝土拌合物塌落度

Fig. 1 The concrete mixture slump

不同掺量的石灰石粉对混凝土的7 d、14 d、28 d 强度的影响结果见图2。

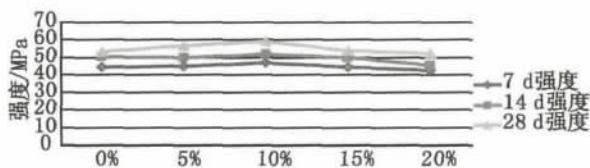


图2 不同掺量的石灰石粉对混凝土强度的影响

Fig. 2 Different content of the influence of limestone powder on

2.2 试验结果讨论

分析图1可以发现混凝土拌合物随着石灰石粉掺量的增加拌合物的塌落度减小。原因是,混凝土拌合物中掺入了石灰石粉的2-5组与没有掺石灰石粉的基准组(1组)相比,由于他们的水灰比一样,也就是拌合物的用水量相同,掺入石灰石粉之后,石灰石粉要吸附一部分自由水,从而导致可供混凝土流动的自由水量下降,混凝土拌合物的塌落度降低但是拌合物的粘聚性和保水性良好,未出现泌水离析。还由于石灰石粉的掺入增加了浆体的黏滞性,使混凝土拌和物的黏聚性增加,从而降低了混凝土拌和物的塌落度,减少了混凝土的离析泌水^[6-7]。

从图2可以看出混凝土拌合物中石灰石粉掺量小于10%时,混凝土的7 d、14 d、28 d 强度随拌合物的增加而增加,当石灰石粉掺量为10%时,混凝土的7 d、14 d、28 d 强度最高,当掺量达到15%时,混凝土的7 d、14 d、28 d 强度与基准组相比相差无几。当掺量为20%时,混凝土的7 d、14 d、28 d 强度要低于基准组的强度。石灰石粉对混凝土强度的增强作用主要是因为石灰石粉的微集料作用和晶核效应。即石灰石粉比水泥颗粒要细,能够很好的填充在水泥颗粒和界面空隙之中,使颗粒级配更加合理,混凝土更加密实,从而强度有所增加;石灰石粉的晶核效应主要表现为,石灰石粉能够使C-S-H和氢氧化钙附着在CaCO₃颗粒表面,防止Ca(OH)₂在水泥石和集料界面生长成大晶体,增强了界面粘结,同时降低了液相离子浓度,加速了C3S的水化,有利于混凝土强度的生长。石灰石粉本身是非活性材料,无法进行水化反应。石灰石粉掺量超过10%时,多余的石灰石粉在混凝土拌合物中无法发挥“填充效应”,反而使混凝土拌合物的级配不合理,减弱了骨架作用。从而降低了混凝土试件的抗压强度。

(下转第30页)

带受力盘 TC 桩能否发挥最佳承载力效果具有决定性影响,因此在带受力盘 TC 桩施工完成到路面施工之间,应给与足够的荷载以及足够的回挤时间使得桩周土能较好的回挤。

4 结论

1) 带受力盘 TC 桩作为普通 TC 桩的衍生桩,其利用受力盘使桩体承载力得以提高。

2) 带受力盘 TC 桩由于沉管直径较大,土体回挤现象较突出,桩帽下土体易与桩帽脱空,因此路堤填筑应尽量等到混凝土有较大强度后进行。

3) 带受力盘 TC 桩施工完成后应给予足够的土体回挤时间,达到桩周土充分回挤,使得带受力盘 TC 桩承载力得以充分发挥。

参考文献:

- [1]陈永辉,齐昌广,王新泉,等. 塑料套管混凝土桩单桩承载特性研究[J]. 中国公路学报,2012,25(3): 51-59.
- [2]苏杰. 塑料套管现浇混凝土桩新型地基处理方式的试

验研究[D]. 南京:河海大学,2008.

- [3] CHEN YONG HUI, CAO DE HONG, WANG XIN QUAN, et al. Field study of plastic tube cast-in-place concrete pile[J]. Journal of Central South University of Technology, 2008, 15(S2): 195-202.
- [4]陈永辉,王新泉,刘汉龙,等. 塑料套管混凝土桩及其加固处理软土地基的方法: 中国,200910024639. 2 [P]. 2009-09-09.
- [5]陈永辉,徐立新,张正刚,等. 单壁螺纹 PVC 塑料套管现浇混凝土桩及打设机: 中国,200620124834. 4 [P]. 2006-10-31.
- [6]陈永辉,陈龙,王新泉,等. 塑料套管混凝土桩挤土效应现场试验[J]. 西北地震学报,2011,33(S1): 190-194.
- [7]左殿军,齐昌广,张宇亭,等. 塑料套管混凝土桩加固公路软土地基现场试验研究[J]. 岩土工程学报,2013,35(9): 1746-1752.
- [8]吕伟华,缪林昌. 刚性桩复合地基桩土应力比计算方法[J]. 东南大学学报: 自然科学版,2013,43(3): 624-629.

(责任编辑 王利君)

(上接第 16 页)

3 结论

1) 石灰石粉外掺时,混凝土拌合物随着石灰石粉掺量的增加而拌合物的塌落度减小,但其保水性和粘聚性得到一定程度的提高。

2) 混凝土抗压强度随石灰石粉掺量的增加,呈先增加后减小的趋势。石灰石粉掺量为 10% 时,其各龄期抗压强度值最高。

参考文献:

- [1]周金钟,郑广军,刘勇彰. 石灰石粉在普通混凝土中的应用研究[J]. 建筑节能,2009,10(6): 31-34.
- [2]郭育霞,贡金鑫,李晶. 石粉掺量对混凝土力学性能及耐久性的影响[J]. 大连理工大学学报,2009,12

(3): 3-6.

- [3]漆江锋. 浅谈石灰石粉在混凝土的应用研究[J]. 江西建材,2013,10(6): 11-12.
- [4]岳瑜,张兰芳. 磨细粉煤灰与石灰石粉复合配制 C80 高性能混凝土的研究[J]. 粉煤灰综合利用,2011,13(4): 20-21.
- [5]何锦云,王陆陆. C40 特细砂混凝土和易性和抗压强度研究[J]. 河北工程大学学报: 自然科学版,2012,29(3): 1-4.
- [6]赵东和. 石灰石粉掺量对混凝土性能影响的试验研究[J]. 混凝土,2012,5(6): 83-85.
- [7]李城,陶南先,刘梦伟. 基于 Midas CiVil 的承台大体积混凝土温度控制及数值分析[J]. 四川理工大学学报,2014,27(4): 78-81.

(责任编辑 刘存英)