

TDA 混凝土的力学特性研究

马金辉 王贵森 康伏平 黄显军 李朝晖

西北民族大学土木工程学院

DOI:10.18686/bd.v1i11.1112

[摘要] 采用废轮胎派生骨料 (TDA)(2-4mm 颗粒级配) 替代部分人工砂石细骨料的掺量, 掺量分别为 0%、10%、15%、35%、50%配制 TDA 混凝土。测试分析 TDA 混凝土的坍落度、单轴抗压强度、应力应变随 TDA 掺量增加的变化规律。结果表明,TDA 混凝土坍落度随着掺量的增加先增大后减小,在掺量 15%时较基准组混凝土坍落度增加量最大;不同龄期 TDA 混凝土抗压强度在 TDA 掺量 10%-15%时达到最大峰值,提高了混凝土抗压强度;TDA 混凝土峰值强度对应的应变随着荷载增加均减小,说明 TDA 的掺入提高了混凝土的塑性和韧性。

[关键词] 废轮胎派生骨料;TDA 混凝土;坍落度;抗压强度;应力应变

1 前言

我国正处于建设的高速发展时期,对砂石等不可再生骨料的需求量很大。而汽车工业的飞速发展产生了大量的废弃轮胎,如果不进行正确的处理,将会造成严重环境污染。国内外已有研究表明废轮胎派生骨料即切割破碎后的废轮胎颗粒、废轮胎块或废轮胎条等(以下简称为 TDA)具有很好的工程特性,可以用于土木工程建设中。因此,TDA 的研究提供了大量的建设资源供应,并且实现了废物利用。本文研究了 TDA 改良混凝土配比技术的问题,减少混凝土工程对天然砂、石的依赖。保护生态环境,是未来发展的趋势,也是城市发展的必然要求。解决 TDA 混凝土在建设工程中存在的技术缺陷,加快 TDA 混凝土在建筑工程中的推广和应用,发展 TDA 改良可控强度细骨料混凝土具有广泛的用途,也将会掀起建筑市场需求的热潮,具有较高的经济效益和深远的社会意义。

2 实验过程

2.1 实验材料

(1)水泥:实验所采用兰州市甘草水泥集团有限责任公司(旋窑)生产的 42.5 级普通硅酸盐水泥。该水泥主要参数如表 1:

表 1 水泥主要参数

主要参数	指标
出厂标准	P.O. 42.5
主要成分	普通硅酸盐
水泥成分含量	三氧化硫含量 2.2%、氧化镁含量 3.4%
水泥细度	1.2%
烧失量	4.0%
标准稠度水量	26.4%
水化热	中热
抗硫酸盐性	中抗硫酸盐性
抗压强度	42.5Mpa
安定性	合格

(2)标准砂:实验所采用标准砂的细度模数:2.6,平均粒径:0.35-0.25mm,按照 GB/T17671-1999 生产。

(3)卵石:实验所采用卵石为榆中县砂场采购,卵石表面观密度:2.61g/cm³,最大粒径:D_{max}=31.5mm。

(4)TDA:实验所采用 TDA(橡胶颗粒)粒径:2-4mm,长兴恩翔建材有限公司生产,堆积密度:700kg/m³。

(5)水:实验所用水全部为自来水。

2.2 实验设备

(1)TDA 混凝土坍落度实验设备:坍落度筒、捣棒、小铲、钢尺、喂料斗等。

(2)TDA 混凝土抗压强度实验设备:微机液压力试验机、试模、抗压夹具、捣棒、模套、刮平直尺、毛刷、隔离剂等。所用微机液压力试验机的主要参数如表 2:

表 2 微机液压力试验机主要参数

主要参数	指标
产品型号	WEY-2000
产品规格	2000KN
精度等级	1 级
出厂编号	220387
出厂日期	2006 年 10 月
生产厂家	上海华龙测试仪器有限公司

(3)TDA 混凝土应力应变实验设备:微机液压力试验机、静态应变测试分析仪、欧姆表、应变片、导线若干、焊枪、焊锡、胶水、胶带、砂纸等。

2.3 试块的制备与测试

试验采用 TDA(废弃橡胶颗粒)等体积取代细砂的方法配制 C25 普通混凝土,即除细砂和橡胶颗粒掺量变化外其他成分均保持不变,配合比如表 3:

表 3 TDA 混凝土配合比

TDA 掺量 (%)	材料用量 (kg)			
	水泥	水	卵石	细砂
0%	4.37	2.63	18.22	8.94
10%	4.37	2.63	18.22	8.05
15%	4.37	2.63	18.22	7.59
35%	4.37	2.63	18.22	5.81
50%	4.37	2.63	18.22	4.47

根据表 3 配合比,采用人工拌和,搅拌均匀后倒入试模,用捣棒插捣密实,

再用刮平直尺抹平,每组制作 100mm × 100mm × 100mm 共 18 块,用于测试 7d、14d、28d 抗压强度,以及测试 28d 应力应变。TDA 混凝土试块在室温养护 1d 后拆模并放

入标准养护室,分别养护 7d、14d、28d 测试其抗压强度和应力应变曲线的变化。

实验参照 GB/T50107-2010 的方法,测试 TDA 混凝土的抗压强度和应力应变。实验采用 WEY-2000 微机液压力试验机,如图 1 所示。



图 1 TDA 混凝土抗压强度和应力应变测试

3 实验结果分析

3.1 坍落度

图 2 为 TDA 不同掺量对混凝土坍落度影响的变化曲线。试验结果表明坍落度随着橡胶颗粒掺量的增加呈现出先增大后减小,当橡胶颗粒掺量为 15% 时坍落度最大,较基准混凝土增大 33.3%;掺量为 10%、15%、35% 均比基准混凝土坍落度大,但掺量为 50% 时坍落度急剧下降,较基准混凝土减小了 26.2%。橡胶颗粒为憎水性材料,在搅拌过程中,由于橡胶颗粒不吸水,橡胶颗粒跟水泥砂浆粘结在一起,砂颗粒与水泥浆间的接触面积,降低了砂颗粒与水泥浆之间的相互摩擦力,但 TDA 之间会有较大的摩擦力,因此会出现随 TDA 加入坍落度较对比组有所增加,当掺量较大时,橡胶颗粒与水泥浆的接触代替了砂砾与水泥浆之间的相互接触,而橡胶颗粒的憎水性导致界面摩擦力低于对照组的,因而降低了 TDA 混凝土坍落度。

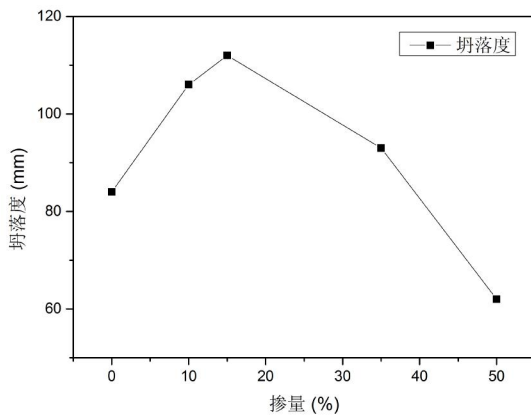


图 2 TDA 掺量对混凝土坍落度的影响

3.2 抗压强度

图 3 为 TDA 不同掺量对混凝土 7d、14d、28d 龄期的抗压强度影响的曲线。由曲线对比可得,7d、14d、28d 龄期的抗压强度分别在掺量为 10%、15%、10% 时达到峰值,由基准混凝土抗压强度(7d:12.3MPa;14d:18.4MPa;28d:18.5MPa;)对比可得,三者分别提高了 17.1%、7.1%、7.6%。因此,TDA 在 10%~15% 时掺量达到最佳,提高了混凝土的抗压强度。从曲

线整体发展趋势看,抗压强度随着 TDA 掺量的增加先增大后减小。在抗压强度实验时,随着压力的增大基准混凝土抗压试块四周表面出现裂缝以及部分发生破碎,破碎时声音比较脆且响声大;掺有 TDA 混凝土试块在破坏开裂时不会出现破碎现象,破坏时声音比较沉闷。

抗压强度下降的主要原因:(1) 橡胶颗粒和水泥基体的抗压强度相差较大,且橡胶颗粒为憎水性基体,表面为非极性,水泥基体为极性,两者在结合时存在一定的间隙;(2)橡胶颗粒本质上为弹性材料,受荷时有较大的变形,掺量较低时发挥加筋作用,掺量较高时发挥细骨料支撑作用;(3)高掺量橡胶颗粒在混凝土中的作用相当于弹性“孔洞”,这些“孔洞”会增大变形减小承载力,橡胶颗粒掺量越多,相应的“孔洞”就越多使混凝土强度下降越明显。

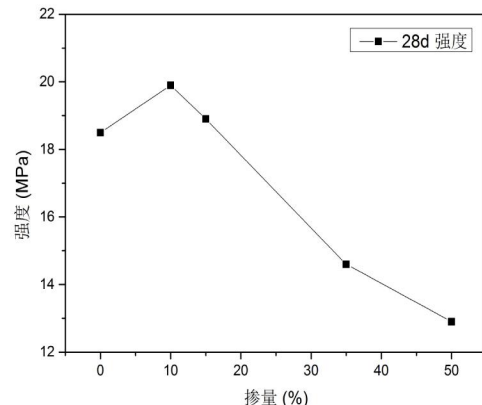
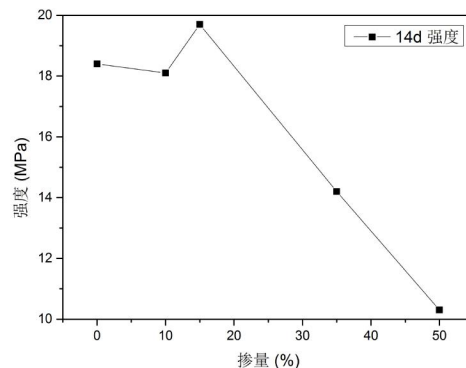
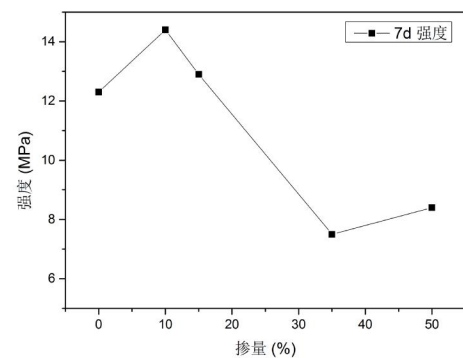


图 3 TDA 掺量对不同龄期混凝土抗压强度的影响

3.3 应力应变

实验时采用尺寸 100mm × 100mm × 100mm 混凝土试

块。首先,用砂纸将待粘贴应变片的混凝土表面打磨平整,然后用柔性化学胶将打磨平整的混凝土表面涂抹光滑晾干,再用透明胶带将应变片的一边固定住,将另一边轻轻揭起来,用三秒胶涂抹,使应变片与柔性胶之间无空隙紧密粘贴在一起,然后通过焊枪和焊锡将导线焊接在应变片电阻丝上,再用欧姆表检测应变片电阻,若欧姆表显示读数,则电阻完好无损。

实验时在混凝土试块2个相对侧面各粘贴2个同压力方向一致长5cm的应变片,应力应变数据通过静态应变测试分析仪采集,加载速率通过WEY-2000微机液压压力试验机控制,加载速率 $<0.1\text{--}1\text{MPa/s}$,荷载每增加20MPa采集一次数据。实验每组3个试块,从实验结果中选取1组较好的应力应变数据进行分析。

通过测定TDA混凝土在轴心压力作用下的应力应变。由掺量0%、10%、15%、35%、50%的曲线可知,与基准混凝土相比,TDA混凝土的应变随着荷载增加均变小,说明TDA的掺入提高了混凝土的塑性和韧性,且随着TDA掺量增大曲线变化趋势有所不同。TDA混凝土的应变随着橡胶颗粒掺量的增加基本呈线性降低,当掺量为30%和50%时,曲线中都出现了应变急剧骤减的现象。主要原因:橡胶颗粒本身强度小,与水泥砂浆结合也较弱,在混凝土中成为薄弱点,从而降低了混凝土的应变。

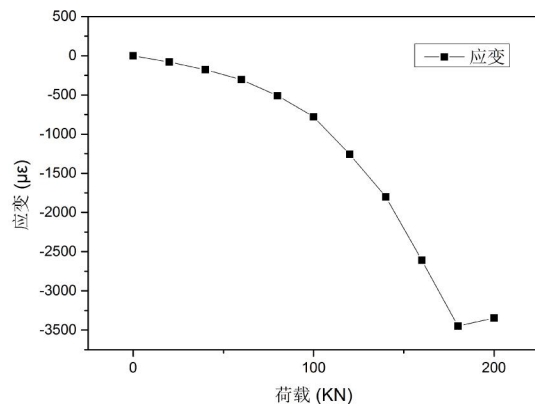


图4 TDA 掺量0%应力应变曲线

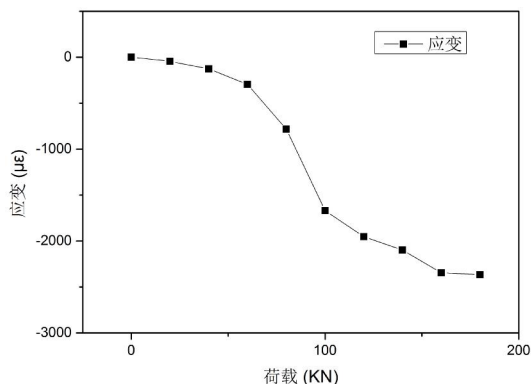


图5 TDA 掺量10%应力应变曲线

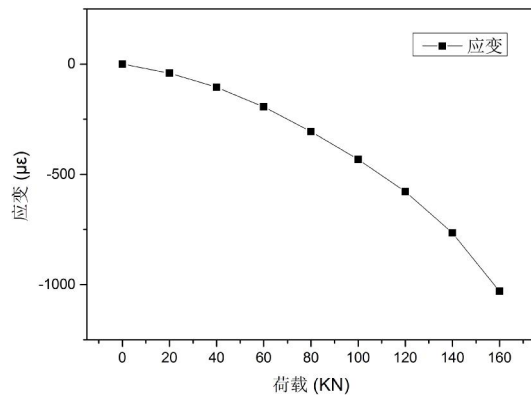


图6 TDA 掺量15%应力应变曲线

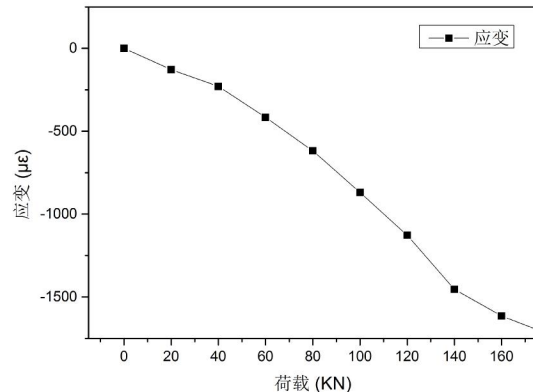


图7 TDA 掺量35%应力应变曲线

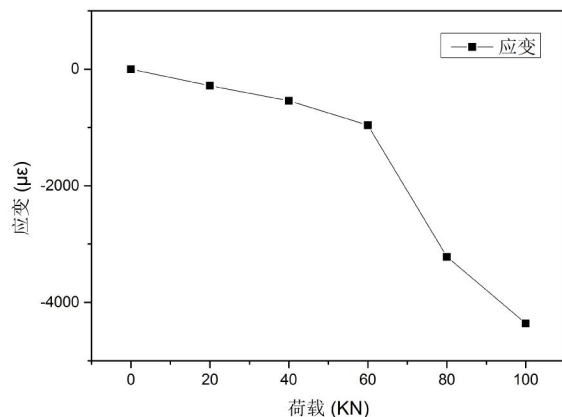


图8 TDA 掺量50%应力应变曲线

4 结论

(1)TDA 等体积取代细砂使混凝土坍落度先增大后减小,当掺量在15%时坍落度较基准混凝土增大33.3%,当TDA 掺量增加到50%时,坍落度较基准混凝土减小26.2%。因此,TDA 对改善混凝土的流动性能有较大的作用。最佳掺量应为10-15%。

(2)TDA 不同掺量对混凝土不同龄期抗压强度的影响表明,当掺量10%-15%时达到最佳,提高了混凝土的抗压强度;当掺量从35%至50%时混凝土抗压强度下降特别明显,已失去了强度方面应用价值。

市政道路桥梁设计的安全耐久性研究

孔令伟

江苏龙典建设集团有限公司

DOI:10.18686/bd.v1i11.1081

[摘要] 对于市政道路桥梁的设计来说,要求其设计的更为安全性和耐久性。对此,首先要明确什么是市政道路桥梁设计,设计步骤遵循怎么样的规则。其次要对我国市政道路桥梁设计的现状进行深入阐述,存在有哪些问题。最后还深入分析,采取怎样的措施和手段才能够使得我国市政道路桥梁的设计更具备安全性和耐久性。

[关键词] 市政道路桥梁设计;安全性;耐久性

1 桥梁设计的基本原则

桥梁是铁路、公路或城市道路的重要组成部分,特别是大、中桥梁的建设对当地政治、经济、国防等都具有重要意义。因此,公路桥梁应根据所在公路的作用、性质和将来发展的需要,除应符合技术先进、安全可靠、适用耐久、经济合理的要求外,还应按照美观和有利环保的原则进行设计,并考虑因地制宜、就地取材、便于施工和养护等因素。

首先,从安全耐久来看。所设计的桥梁结构在强度、稳定和耐久性方面应有足够的安全储备;对于通行大吨位船舶的河道,除按规定加大桥孔跨径外,必要时设置防撞构筑物等;对修建在地震区的桥梁,应按抗震要求采取防震措施;对于大跨柔性桥梁,尚应考虑风振效应。桥面宽度能满足当前以及今后规划年限内的交通流量(包括行人通道);桥梁结构在通过设计荷载时不出现过大的变形和过宽的裂缝;桥跨结构的下方要有利于泄洪、通航(跨河桥)或车辆(立交桥)和行人的通行(早桥);桥梁的两端要便于车辆的进入和疏散,而不致产生交通堵塞现象等;考虑综合利用,方便各种管线(水、电气、通信等)的搭载。

另外,要做到经济合理、技术先进。桥梁设计应遵循因地制宜、就地取材和方便施工的原则;经济的桥型应该是造

价和养护费用综合最省的桥型。设计中应充分考虑维修的方便和维修费用少,维修时尽可能不中断交通,或使中断交通的时间最短。桥梁设计应在因地制宜的前提下,尽可能采用成熟的新结构、新设备、新材料和新工艺。在注意认真学习国内外的先进技术、充分利用最新科学技术成就的同时,努力创新,淘汰和摒弃原来落后和不合理的设计思想。

2 我国公路桥梁设计安全性及耐久性现状分析

2.1 总体设计规范不完善

设计规范不完善是影响道路桥梁安全性和耐久性的的重要因素,在桥梁设计的时候,必须严格地按照国家相关规定进行,但是目前的规范还不是很完善,对桥梁设计的指导作用还是有限的。法律是约束人们行为的有效手段,在保证桥梁安全性和耐久性上起到了十分重要的作用。法律是不可能实时改变的,所以伴随着桥梁工程的不断改变,就可能出现工程建设没有相关法律法规作为依据,也就缺乏指导性,这就容易导致桥梁工程出现问题,影响工程的质量。

2.2 设计理念陈旧

设计理念陈旧会给道路桥梁的安全性和耐久性造成很大的影响,众所周知,桥梁设计方案和整个工程的安全性与耐久性有直接关系。但是设计人员为了能够在规定的时

(3)TDA 混凝土的应变随着荷载增加均变小,说明 TDA 的掺入提高了混凝土的塑性和韧性。混凝土应力应变总体上表现出与 TDA 掺量具有合理的相关关系,随着 TDA 掺量大于 15%,掺量越高 TDA 混凝土强度越低。

(4)本研究表明 TDA 可以作为细骨料替代品拌制混凝土,不仅可以节约天然骨料,还可以适当提高混凝土的力学强度,改善变形性能,减少脆性破坏。

参考文献:

[1]周佳媚. 钢纤维混凝土力学性能和弯曲韧性研究[J]. 铁道标准设计, 2017, (08): 84

[2]刘慧琴. 页岩陶粒高性能混凝土的力学特性分析[J]. 公路, 2016, 61(12): 214-218.

[3]高国成. 南北方混凝土配合比设计之比较[J]. 商品混凝土, 2016, (03): 72-73.

[4]刘静雅. CFRP 约束高温后混凝土力学性能试验研究[J]. 工程力学, 2017, 34(09): 158.

[5]王军军, 张仪华, 秦文轩, 等. 废旧橡胶混凝土力学性能的研究[J]. 硅酸盐通报, 2016, 35(07): 2219-2223.

[6]张廷伟. 废旧橡胶喷射混凝土力学性能研究[J]. 世界有色金属, 2015, (10): 68-70.

[7]方秦, 闫鹏, 张锦华, 等. 堆石混凝土三维力学模型建模方法[J]. 建筑材料学报, 2017, 20(01): 55-60.

基金项目: 西北民族大学中央高校基本科研业务费资金资助项目, 项目编号: Y17047.

通讯作者: 王贵森, (1995-), 男(汉族), 学生, 本科, 方向为岩土与地下工程。

指导教师: 李朝晖, (1968-), 女(汉族), 教授, 博士, 从事环境岩土工程, 固体废弃物处置研究。