

# 轻骨料混凝土 在公路桥梁施工中的应用

柳海龙

江西省高速公路集团，投资有限责任公司，南昌 330025

**摘要：**文章分析了轻骨料混凝土的基本性能，介绍了轻骨料混凝土在国外和国内公路工程中的应用概况，讨论了轻骨料混凝土的收缩徐变以及在泵送过程中存在的问题。本文的研究对轻骨料混凝土在公路桥梁施工中的推广与应用，对响应国家的节能号召有一定帮助。

**关键词：**轻骨料；轻骨料混凝土；公路施工；桥梁施工；应用

**中图分类号：** TU528.2； U448.34 **文献标识码：** A

**文章编号：** 1672-4747(2011)01-0098-04

## Application of Lightweight Aggregate Concrete in Highway and Bridge Construction

LIU Hai-long

Investment Co. Ltd, Jiangxi Highway Administration Group,

Nanchang 330025, China

**Abstract:** This paper analyzed the characters of lightweight aggregate concrete, and introduced some applications of lightweight aggregate concrete in foreign and domestic highway engineerings. Some issues such as the shrinkage, creep, and the satisfied pumpability in the applications in highway projects were discussed. It is valuable to conducive the popularization and application of lightweight aggregate concrete in road and bridge constructions.

**Key words:** Lightweight aggregates, lightweight aggregate concrete, road constructions, bridge constructions, application

收稿日期：2010-03-02.

作者简介：柳海龙（1983-），江西萍乡人，本科，江西省高速公路集团投资有限责任公司工作。

## 0 引言

根据我国《轻骨料混凝土结构设计规程》(JGJ 12-99)<sup>[1]</sup>第 3.1.1 条规定:“用轻粗骨料、轻细骨料或普通砂、水泥和水配制而成的混凝土,其干表观密度不大于  $1950\text{kg/m}^3$  者,称为轻骨料混凝土”。轻骨料混凝土是一种具有轻质高强、保温隔热、耐火抗震等优良性能的新型建筑材料。随着国家建筑节能要求的提高,工程机械化、工业化,装配化、低能耗的不断推广,轻骨料混凝土在大跨度桥梁工程以及路面施工中的应用不断发展。

## 1 轻骨料混凝土的基本性能

结构轻骨料混凝土与普通混凝土相比有如下优点:

① 轻质高强结构轻骨料混凝土的干表观密度为  $1400\sim 1950\text{kg/m}^3$ ,普通混凝土的干表观密度一般为  $2000\sim 2800\text{kg/m}^3$ ,两者相比,结构轻骨料混凝土自重可减轻  $20\%\sim 40\%$ ,而其强度可以达到普通混凝土常用的强度等级。结构轻骨料混凝土的这种轻质特性带来的经济效益是非常显著的,特别是对于结构恒载占很大比例,且对材料性能要求较高的大跨度桥梁、高层建筑等。对于地震地区的桥梁工程而言,由于地震作用和上部结构的自重成正比,采用轻骨料混凝土减轻了结构自重,可显著降低地震作用。

② 抗裂性能好 与普通混凝土相比,轻骨料混凝土的热膨胀系数和弹性模量较小,使得由于冷缩和干缩作用引起的拉应力相对较小,表现为轻骨料混凝土构件的抗裂性能较好。这对改善结构的耐久性,延长其使用寿命非常有利,并可以降低使用后的维修费用。

③ 耐久性能好 由于轻骨料混凝土的“双微孔”微泵性能,其界面粘结非常好,堵住了水路,抗渗性能优良;良好的抗渗性使侵蚀性介质不易渗入混凝土内部,故轻骨料混凝土的抗腐蚀性较佳;此外,轻骨料混凝土能够有效地避免混凝土的碱-集料反应问题,其耐久性能也好。

我国 1976 年和 1980 年两次对 1966 年开始先后建成的多座跨度在  $16.0\sim 21.4\text{m}$  的轻骨料混凝土公路桥实地调查,发现 200 号轻骨料混凝土经过 12 年后强度增长到 400 号,15 年后还有增长趋势;碳化深度平均值为  $1.2\sim 1.4\text{mm}$ ,比同龄期普通混凝土的略低;未发现钢筋锈蚀现象;轻骨料混凝土桥面耐磨性良好,陶粒虽然外露,但并未磨损或者凹陷<sup>[2]</sup>。

随着以工业废渣、城市废弃物等为主要原料生产绿色轻骨料技术的日趋成熟,人们可大量使用绿色轻骨料替代天然骨料配制混凝土,从而减少对天然自然资源的消耗,节约能源,保护环境。

## 2 轻骨料混凝土在国外的工程应用

欧洲的英国、德国、荷兰、挪威等几个国家都是在 20 世纪六七十年代开始研究轻骨料混凝土。目前英国生产的高强度轻骨料如 Lytag 陶粒(一种以粉煤灰为原料,经过焙烧机焙烧而制成的高强度轻骨料),主要用于房屋建筑的梁、柱、板,道路桥梁的桥面、桥墩和上部结构,以及大跨度构筑物的梁、板等。挪威是世界上结构轻骨料混凝土和高强轻骨料混凝土应用水平最高的国家,自 1987 年以来,已经用高强轻骨料混凝土建造了 11 座桥梁,混凝土等级为 LC55~LC60。其中,1999 年建成的 Stolma 桥和 Raftsund 桥在当时是世界上跨度最长的悬臂法施工的混凝土梁桥。在日本也有成功将钢管轻骨料混凝土应用于“新干线(Shinkansen)”(高速铁路桥梁)的工程实例。

在美国德克萨斯州休斯敦市的一条州际公路,有两段沿街道路就是连续配筋的轻骨料混凝土路面的一个实例。这段路建于 1963-1964 年,是在试验基础上研究百分率的影响,预定了裂缝的间距和骨料的种类。路面板是 150 毫米厚的轻骨料混凝土,下面是 150 毫米厚的水泥稳定骨架路基。整体浇筑的宽度达  $7\text{m}^{[3]}$ 。在 1974 年、1984 年和 1988 年,分别对路面的弯沉、裂缝间距和表面情况进行调查。研究表明,用轻骨料混凝土浇筑的路面,同用硅质砾石作为粗骨料的普通混凝土路段相比,前者的表面损坏较少。这

项研究证明了轻骨料混凝土路面的各项性能可与现代普通混凝土参数路面相媲美。

### 3 轻骨料混凝土在国内的应用及试验研究

轻骨料混凝土在我国桥梁工程上的应用也有不少实例：

1968年在南京长江大桥公路桥上采用CL25粉煤灰陶粒混凝土预制了全桥的行车道板。

1973年在山东黄河大桥公路桥的桥面板使用了CL30轻骨料混凝土。

1980年初，铁道部大桥局桥梁科学技术研究所实验室采用高强粘土陶粒和625#水泥配制出CL60干硬性高强轻骨料混凝土，将CL40粉煤灰陶粒高强混凝土应用于金山公路跨度为22米的箱形预应力桥梁，使桥梁自重减轻20%以上<sup>[4]</sup>。

1988年九江长江大桥公路桥桥面板采用了CL25~CL30级的轻骨料混凝土。

2000年竣工的天津永定新河大桥是唐津（唐山-天津）高速公路跨越永定新河的一座大型桥梁，其总长度约12km的南北引桥原设计为普通混凝土预应力箱梁结构，经优化设计后由密度等级1900级的CL40高强轻骨料混凝土取代普通混凝土，预应力钢筋混凝土箱梁跨度由原来的24m增至35m，桥面也采用轻骨料混凝土。其抗压强度为50~55MPa，干表观密度为1850~1900 kg/m<sup>3</sup><sup>[5]</sup>。

1999-2000年，在北京市卢沟新桥的重建和北四环健翔桥的拓宽工程中，在不改变原有主要承重体系的条件下，也在桥面铺装层上使用了600 m<sup>3</sup> CL30级结构页岩轻骨料混凝土<sup>[6]</sup>。

2001年京珠高速公路蔡甸汉江大桥桥面板使用了1000 m<sup>3</sup> CL40等级的轻骨料混凝土<sup>[7]</sup>。2002年上海卢浦大桥全桥将使用轻骨料混凝土铺装层，并在引桥的一跨中将采用CL40轻骨料混凝土制造的22米跨度的后张预应力简支双孔空心板梁。

2002年，天津海河特大桥在天津永定新河大桥应用经验的基础上，将在部分跨的上部结构使用约1

万立方米CL30的泵送轻骨料混凝土。

在桥梁工程中，尤其是大中型工程，轻骨料混凝土的应用应从下部基础起整体考虑，充分利用自重得以降低的优势，使得轻骨料混凝土自身高于普通混凝土的成本，最终通过结构设计的优化所带来的经济效益予以补偿并降低整体工程造价，而且，目前已经完成的工程绝大部分是在桥面铺装、桥面防撞墩等非承重部位的应用。江西省昌九高速公路技改工程（2004-2007年）及九景高速公路技改工程（2008-2009年）中分别用陶粒混凝土浇筑桥面防撞墙，有效降低了桥面恒载。

陶粒沥青混凝土用作桥面铺装，能够减轻铺装层荷载，具有显著的实效意义。陶粒表面具有较粗的纹理，增大集料的表面摩擦系数，可以阻止混合料顺粒之间的移动，提高混合料的强度。陶粒从外观上区分有两种，一种为烧制出的天然形状圆球形，一种为经过破碎的块状陶粒。从路用性能上，块状型较适宜为道路沥青混凝土用粗集料。

文献[8]对陶粒与花岗岩的技术指标进行了比较，比较结果显示陶粒较花岗岩密度小，强度较接近，但耐磨性能较好。

表1 陶粒与花岗岩石料的性质比较

Tab.1 Comparison of the characters between Ceramisite and Granite

技术指标	陶粒	花岗岩石料
压碎值/(%)	23.2	18.7
洛杉矶磨耗值/(%)	21.3	19.6
磨光值/(%)	50	43
坚固性/(%)	4.6	3.5
与沥青粘附值/(%)	3	3

通过对陶粒沥青混凝土进行车辙试验和马歇尔试验，验证了陶粒沥青混凝土马歇尔稳定度以及流值等力学性能指标达到设计要求，说明陶粒沥青混凝土的高温稳定性良好，同时也证明了陶粒沥青混凝土的高温抗车辙能力以及水稳定性都良好。与普通石料相比较，高强度陶粒沥青混凝土在各项性能上与普通花岗岩石料沥青混凝土无明显差异。

高强度陶粒沥青混凝土生产和施工技术与普通石料沥青混凝土基本相同,但必须注意以下几方面:陶粒吸水率较大,生产过程中的石料料场必须具有顶棚,并有有效的排水措施,即尽量减少石料的含水量,稍微延长陶粒烘干时间,提高烘干效果,如添加少量消石灰或抗剥落剂。

#### 4 轻骨料混凝土在应用中存在的一些问题

(1)在桥梁结构中一般都采用预应力,轻骨料混凝土的收缩徐变是工程师最关心的一个问题。收缩和徐变会造成预应力损失,如果对收缩和徐变值计算不准,将会对桥梁结构产生比较大的影响。轻骨料混凝土的收缩徐变值通常比普通混凝土高。轻骨料混凝土的早期收缩比普通混凝土的小,徐变值通常但不总是比等强度普通混凝土的大,徐变随混凝土强度增加而降低。由于低弹性模量产生较大的弹性应变,轻骨料混凝土在荷载下的总变形比普通混凝土大<sup>[5]</sup>,国内外规范对收缩徐变的规定仍然基于普通强度轻骨料混凝土的试验结果。

#### 参考文献

- [1] 轻骨料混凝土结构设计规程(JGJ 12-1999).北京:中国建筑工业出版社,1999.
- [2] 孙海林,丁建彤,叶列平.高强轻骨料混凝土在桥梁工程中的应用及发展[C].海口:中国公路学会桥梁和结构工程学会2002年全国桥梁学术会议论文集,2002.
- [3] 许碧珺.轻骨料混凝土路面的耐久性[J].国外建材科技,1999,21(4).
- [4] 翟红侠,李美娟.高强轻集料混凝土的发展与分析[J].安徽建筑工业学院学报(自然科学版),1997,3(5).
- [5] 曹诚,杨玉强.高强轻骨料混凝土在桥梁工程中应用的效益和性能特点分析[J].混凝土,2000,(9).
- [6] 肖汉光,卢俊辉,高斌.宜昌高强陶粒的应用研究[C].湖北省土木建筑学会学术论文集(2000-2001年卷),湖北省科学技术学会,2002.
- [7] 丁庆军,张勇等.高强轻集料混凝土桥面施工泵送技术[J].混凝土,2002,(1).
- [8] 姜洪波.陶粒混凝土在路面施工中的试验研究[J].黑龙江科技信息,2007,(12).

(中文编辑:吴继屏)