

文章编号 :1003-651X(2000)04-0052-03

高性能混凝土与自密实混凝土 在国外桥梁中的应用

尹 健,周士琼 编译

(长沙铁道学院,湖南 长沙 410007)

摘 要:文中介绍了高性能混凝土与自密实混凝土的概念,引出了绿色高性能混凝土这个新名词。例举了国外高性能混凝土、自密实混凝土工程应用实例,分析结果表明:采用高性能混凝土与自密实混凝土可取得显著的社会效益和经济效益。

关键词:高性能混凝土;自密实混凝土;应用;效益*

1 高性能混凝土与自密实混凝土

高性能混凝土(High-Performance Concrete,简称 HPC)具有高施工性,高体积稳定性,高抗渗性,高耐久性及足够的力学强度。

自密实混凝土(Self-Compacting Concrete,简称 SCC)是无需振捣完全依靠自重就能密实地充满模板的每一个隅角。虽然有很大的流动度(坍落度 25~27 cm,流动度达 60~80 cm,但粗集料不会离析,并能达到设计强度,同时具有优异的耐久性。

HPC 与 SCC 的研制及工程现场的成功应用,使绿色事业得到了蓬勃发展,并受到全世界的重视。“绿色”含义包括:节约资源能源,不破坏环境更有利于环境,可持续发展,保证人类后代能健康幸福地生存下去。当前混凝土中都用了水泥,随着强度等级的提高,水泥用量也随之增加,这样不但增加了煅烧水泥的能耗,更重要的是增加了大气中 CO₂ 的排放量,会对人类生存造成威胁,故混凝土将成为一种不可可持续发展的材料,由于在混

凝土中大量工业废渣如粉煤灰、矿渣等取代水泥达 50%~70%之多,使其成为可持续发展材料,此外大量超细粉的掺入还可减少水化热和干缩,提高耐磨性、抗冻性、抗渗性,因此 HPC 与 SCC 又可称为绿色高性能混凝土(Green High-Performance Concrete,简称 GHPC)。

2 HPC 在圣·安吉鲁大桥中的应用

为了使 HPC 技术得到推广和应用,美国得克萨斯州交通部及联邦公路管理局与位于奥斯頓的得克萨斯大学运输研究中心合作,共同资助该州两座大桥使用高性能混凝土,并负责这两座高性能混凝土桥的设计和建造。这两座大桥于 1995 年 6 月由迪瓦多的加斯科股份有限公司和萨安吉鲁的瑞西·阿尔伯特股份有限公司承建。

圣·安吉鲁大桥是由向东行驶的 8 跨高性能混凝土桥(简称东桥)和向西行驶的 9 跨普通混凝土桥(简称西桥)组成。东桥长 290 m,跨度分别为 20~48 m 不等;西桥长 292

m ,跨度为 11~43 m。比较东西两桥跨度均为 40 m 的第一跨 ,就可以看出 HPC 的应用可带来明显的经济效益。东桥采用 4 片高强度的高性能混凝土梁 ,而西桥采用 7 片厚度为 1 372 mm 的美国国家公路运输协会Ⅳ型普通强度混凝土梁 ,经过比较 ,东桥所需制作、运输、装配梁的费用比西桥减少了 43%。同时还可看到应用高性能混凝土梁的另一个好处 :东桥的第二跨跨度可加长到 49 m。高性能混凝土桥 4 跨便有 182 m 长 ,而相比之下普通混凝土西桥需 5 跨才能达到相同的长度。这样 ,高性能混凝土桥的下部结构工程量也随之减少。

表 1 给出了东西两桥不同组成部分的混凝土设计抗压强度值 ,东桥设计为全部采用 HPC 构件 :包括预制预应力混凝土梁 ,56 天抗压强度为 101 MPa ;强度为 41 MPa 的现浇混凝土桥面板和预制预应力混凝土的桥面底板 ;强度为 55 MPa 的混凝土现浇桥墩盖梁以及现场灌注的桥墩强度 41 MPa。普通混凝土西桥强度 28 MPa 的现浇混凝土桥面板因需要较好的耐久性而采用 HPC 的配合比设计 ,是该桥唯一的高性能混凝土结构。

表 1 圣·安吉鲁大桥混凝土抗压强度

类别	混凝土抗压强度/MPa	
	HPC 东桥	普通混凝土西桥
Ⅰ型预应力梁	40~101*	35~61
现浇混凝土面板	41*	28*
预应力板	41*	35
下部结构盖梁	55*	41
下部结构桥墩	41*	25

注 :* 为 HPC 构件

圣·安吉鲁工程的目的之一就是推荐一个高性能混凝土工字型梁梁长的可行限值 ,为了达到该限值的长度 ,东桥采用预应力混凝土梁 ,充分利用高性能混凝土的高强度使跨度和梁长均显著增加 ,在这项工程中 ,设计、制造、装配长而窄的工字型梁的经验表明最大跨度可达到 37~41 m ,梁的最大设计抗压强度为 83 MPa。

梁采用高强 HPC 主要是为了增长梁的

跨度 ,同时混凝土的耐久性得以改善 ,这一性能特点对桥面和下部结构尤为重要。试验表明 :高性能混凝土的渗透性比非高性能混凝土的低得多 ,目前 ,联邦公路管理局正在进行混凝土冻融试验 ,得克萨斯州的材料与检测处也在做 HPC 桥面的耐磨性试验。对各种耐久性试验结果分析仍在进行。

通过上述两桥的比较 ,高性能混凝土东桥至少有以下几点不同于普通混凝土西桥 :

- a) 东桥只要 8 跨即可 ,西桥却要 9 跨 ;
- b) 西桥比东桥所用的梁要多 ,第一跨 :东桥 4 片梁 ,西桥 7 片 ;第二跨都是 6 片 ;第三、四跨 ,东桥 5 片 ,西桥 6 片 ,西桥的第五跨要 6 片 ,东桥的第五跨相当于西桥的第六跨 ,分别为 5 片和 9 片梁 ;
- c) 东桥的耐久性更好 ;
- d) 东桥的经济效益比西桥显著 ,以第一跨为例 :节约了 43%。

3 自密实混凝土在明石海峡大桥中的应用

自密实混凝土首先由东京大学岡村甫教授研制室提出并研制获得成功。1988 年 7 月 10 日在东京大学进行了现场实地浇注演示 ,使观者惊叹 ,时至今日 ,自密实混凝土的开发与施工已在日本掀起了高潮 ,并深受社会的关注和好评。

近年来 ,自密实混凝土在实际结构中的应用逐年增加 ,已建成的明石海峡大桥是世界上跨度最大(主跨 1 990 m)的悬索桥 ,该桥的 2 个锚碇是用自密实混凝土施工的。

混凝土在工地附近的工厂搅拌 ,并从工厂泵送出来 ,通过 200 m 泵送管送到实际灌注工地 ,在灌注场的管路以 3~5 m 间距成排布置 ,每排管路上用 5 m 间距的阀门进行灌注 ,这些阀门能够自动控制 ,以便使混凝土保持水平。自密实混凝土粗骨料的最大粒径是 40mm ,下料高度 3m 也未见离析 ,两个锚碇

表 2 明石海峡大桥锚碇用自密实混凝土配比

水泥 种类	最大骨料 mm	水泥 kg/m ³	水 kg/m ³	砂 kg/m ³	石 kg/m ³	减水剂 kg/m ³	水胶比 %	砂率比 %	石粉 kg/m ³	含气量 %	流动度 cm	备注
低热	40	260	145	769	965	6.35	55.8	45	150	4±1	45~60	主体
低热	40	260	145	609	1 121	7.80	55.8	36	150	4±1	45~60	密筋处

分别用了 24 万 m³ 和 15 万 m³ 强度为 25 MPa 的自密实混凝土 ,其混凝土配比见表 2。该桥通过采用自密实混凝土施工新技术 ,使两个锚碇的施工从两年半缩短到两年 ,缩短工期 20%。

通过上述实例 ,至少有以下几点可达成共识 :

a) 混凝土无需振捣 ,提高了施工速度 ,缩短了工期 ;

b) 自密实混凝土不会因施工技术造成人为的漏振等质量问题 ;

c) 节省了振捣设备、机械维修费用、电费、人工费 ;

d) 减少了施工荷载 ,便于实现文明施工 ;

e) 工业废渣的利用 ,有利于环境保护 ,社会效益明显 ;

f) 综合考虑 ,自密实混凝土可产生显著的经济效益。

4 结语

高性能混凝土的应用领域已逐渐扩大 ,广泛应用于公路、高速公路、桥梁和核反应堆等 ,日本东京大学工程学院院长 Hajime Okamura 教授认为 :自密实混凝土可以极大地改进过去依赖振捣的混凝土施工系统。振捣易造成骨料离析 ,这已成为混凝土施工合理化的一种障碍 ,这种障碍一旦被消除 ,混凝土施工将合理化 ,一整套新的施工系统将得以发展。

参考文献 :

[1] Mary Lou Ralls. How Much Do They Cost[J]. Concrete International. March ,1998.
[2] Hajime Okamura. Self-Compacting High-Performance Concrete[J]. Concrete International , July , 1997.
[3] Henry G. Russell. High-Performance Concrete—From Building to Bridges[J]. Concrete International. August , 1997.