

湛江海湾大桥主墩承台 高性能混凝土配合比设计

黄顺祥, 贺胜朋, 丘庆发

(广东省长大公路工程有限公司一分公司 番禺市 511431)

摘 要: 介绍了湛江海湾大桥主墩承台大体积高性能混凝土配合比的设计。

关键词: 湛江海湾大桥; 高性能混凝土; 配合比; 设计

1 湛江海湾大桥概况

处于海洋环境的桥梁,混凝土的破坏常常是化学侵蚀,其中氯离子引起的侵蚀对钢筋混凝土结构的破坏最为常见。氯离子侵入到混凝土钢筋表面,并在钢筋表面聚集,促使钢筋产生电化学腐蚀;钢筋锈蚀后与混凝土的粘结力下降,同时产生的膨胀使保护层产生开裂破坏,最终导致整个结构破坏。氯离子多数来自海水及海洋性气候中的潮湿空气。大量研究表明,采用高性能混凝土是海洋环境下提高结构耐久性的基本措施。高性能混凝土以低水胶比、低缺陷、高密实、高耐久及较高的抗氯离子渗透性为特征。在满足结构设计强度的前提下,更提高了混凝土的耐久性和抗氯离子的渗透。

湛江海湾大桥位于广东省粤西雷州半岛的东北侧湛江市内平乐渡口以北 1.3 km 处,横跨麻斜海湾,是湛江市的标志性建筑。桥梁全长约 4 km,跨海正桥桥跨布置为 $9 \times 50 \text{ m} + 9 \times 50 \text{ m} + (60 + 120 + 480 + 120 + 60) \text{ m} + 8 \times 50 \text{ m} + 8 \times 50 \text{ m}$,是四车道双幅宽为 25.5 m 的高速公路大桥,主桥主跨为 480 m 的双塔双索面混合梁斜拉桥,桥高 50 余 m,塔高 155 余 m;全桥为直线桥。湛江海湾大桥具有桥梁长、桥面宽、墩柱高、桥型新、跨径大、施工周期长、气象条件变化多端和施工工艺复杂等特点。

湛江海湾大桥主墩承台混凝土的设计强度为 30 MPa,承台混凝土的总方量为 $8\,047 \text{ m}^3$,属于大体积混凝土。承台采用套箱施工,分 3 次浇筑,第 1 次浇筑厚 1.5 m 约 $1\,600 \text{ m}^3$,第 2 次浇筑厚 3 m 约 $3\,700 \text{ m}^3$,第 3 次浇筑厚 2 m 约 $2\,750 \text{ m}^3$ 。混凝土是通过在岸边

搭建的固定式搅拌站供应,西岸主墩离岸边约 1 km,由于距离长不便于直接将混凝土在岸边泵送,我们采用搭设便桥的施工方法,通过运输搅拌车将混凝土运输至主墩平台再泵送的施工方法。由于浇筑方量大,为防止水泥在水化过程中的水化热过高而产生裂缝,在承台内布设冷却水管以降低混凝土的温度,在混凝土的生产过程中严格控制混凝土的温度,在拌和用水中加入冰块以降水温(水温控制在 4°C 以下),骨料洒水以降低骨料温度,从而控制混凝土温度,保证混凝土出料时的温度小于 24°C 。承台处于海溅区,根据设计及规范,要求混凝土抗氯离子渗透性必须小于 1 000 库仑。

湛江海湾大桥西岸主墩承台,混凝土的施工特点是一次性浇筑的混凝土方量大,混凝土抗氯离子渗透性指标必须达到要求。为满足上述要求,除选择优质水泥外,严格控制骨料的质量指标,采用掺超量优质粉煤灰取代水泥和缓凝高效减水剂,经反复试验,在满足设计强度、耐久性、抗氯离子渗透性以及尽可能经济的条件下,配制 C30 的高性能混凝土,满足施工要求。

2 高性能混凝土配合比的设计原理

(1)高性能混凝土配合比设计采用试验—计算法,配制原则同普通混凝土。

(2)粗骨料最大粒径不宜大于 25 mm;细骨料宜选用级配良好、细度模数在 2.6~3.2 的中粗砂。

(3)胶凝材料用量 $\geq 400 \text{ kg/m}^3$ 。

(4)应通过试配确定最佳砂率。

(5)降低水灰比和调整掺合料的掺量,使抗氯离子渗透性指标达到要求。

3 原材料及混凝土配合比

3.1 原材料

(1)水泥:配制高性能混凝土的水泥应为品质稳定的硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥,其强度宜采用 42.5(R)级。通常水泥中的 C_3A 含量不宜超过 8%,比表面积不超过 $3\,500\text{ cm}^2/\text{g}$,氧化钙不超过 1.5%,含碱量不超过 $3.5\text{ kg}/\text{m}^3$ 。硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥与掺合料一起使用,对于恶劣环境下的混凝土应采用大掺量掺合料一起配制,能改善混凝土体积稳定性和抗裂性能。我们选用了广西鱼峰 42.5(R)水泥,该水泥能满足上述技术要求。

(2)粉煤灰:配制高性能混凝土所用的粉煤灰必须来自燃煤工艺先进的电厂,粉煤灰的烧失量尽可能地低,并不宜大于 4%,三氧化硫含量 $\leq 3\%$,需水量不大于 105%。混凝土中掺入优质粉煤灰能明显改善混凝土性能,特别是改善混凝土抗氯离子的渗透性能,显著提高混凝土的护筋性能;因此选用 II 级优

质煤灰。

(3)粗骨料:粗骨料必须是质地坚硬、级配良好、针片状少、压碎指标不大于 10%的碎石。选用花岗岩碎石,5~25 mm 连续级配,压碎值为 7.5%。

(4)细骨料:级配良好、细度模数为 2.6~3.2 的中粗砂,选用河砂。

(5)减水剂:选用 WH—Ⅲ—A 减水剂,坍落度损失小,减水率大于 25%。

(6)水:洁净井水。

3.2 配合比设计

主墩承台混凝土配合比设计,是根据混凝土的设计强度及抗氯离子渗透性的要求进行的,混凝土的设计强度为 C30 的高性能混凝土,抗氯离子渗透性小于 1 000 库仑。根据上述要求我们采用了超量粉煤灰掺量取代水泥。超量取代法的混凝土只是早期强度略低,而后期强度将超出相应的不掺粉煤灰的混凝土,且能明显地改善混凝土的抗氯离子渗透性能。为此,我们做了一系列的试验比较,并将配合比试件全部送到广州四航工程技术研究院做 90 d 龄期抗氯离子渗透性试验,得出试验结果见表 1。

表 1 配合比及强度、抗氯离子渗透性试验结果

编号	水泥用量 kg/m ³	煤灰用量 kg/m ³	砂 kg/m ³	石 kg/m ³	减水剂 kg/m ³	水 kg/m ³	砂率/%	坍落度 mm	强度/MPa			抗氯离子 渗透性 C
									R_7	R_{28}	R_{90}	
1	300	160	716	1 074	4.14	150	40	190	27.0	39.0	48.0	920
2	320	140	711	1 066	3.91	155	40	180	39.3	46.7	60.5	782
3	340	120	712	1 068	4.14	160	40	170	37.5	42.0	49.5	1 005
4	360	100	710	1 065	3.91	165	40	180	35.5	48.0	55.0	980
5	380	80	712	1 068	3.91	160	40	180	36.5	47.5	57.0	950

从表1 的试验结果可以看出,编号2 为最佳配合比,并能满足高性能混凝土技术标准和满足《海港工程混凝土结构防腐技术规范》要求。

4 结语

经过以上配合比的分析、试验,在高性能混凝土配合比中采用 II 级优质煤灰超量取代水泥,并掺缓

凝高效减水剂可以明显提高混凝土抗渗透能力,使构造物具有良好的防腐蚀耐久性,质量可靠、施工方便。湛江海湾大桥西岸主墩承台使用 2 号配合比,经过合理的施工、温控,主墩承台已成功浇筑,最多一次浇筑量为 $3\,700\text{ m}^3$,没有发生由于水化热和温差引起的裂缝,为大体积高性能混凝土配合比设计和施工积累了经验。