

土工合成材料在治理深圳河二期工程中的应用*

黄建添, 魏旭辉

(广东省水利电力勘测设计研究院, 广州 510170)

摘要: 治理深圳河二期工程使用的土工合成材料种类多、使用量大、使用较规范, 在1999年被国家经贸委、建设部、水利部评为全国土工合成材料应用示范工程。本文对土工合成材料在深圳河工程中的应用设计进行综述, 对应用过程中的体会作总结, 期以提高土工合成材料应用设计的技术水平。

关键词: 深圳河; 河道治理; 土工合成材料

中图分类号: TU41 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-6579 (2001) S2-0001-04

1 工程概况

深圳河是深圳市与香港特别行政区间的界河, 河道总长37.1 km, 其中干流长16.1 km。由于界河的特殊性, 历史上一直未曾进行过有效的整治, 河床狭窄曲折, 加上海潮的影响, 洪水宣泄不畅, 导致两岸经常泛滥成灾; 频繁的水灾严重制约了两岸的经济发展, 深港两地政府经多年的谈判协商, 决定共同整治深圳河。治理深圳河工程以防洪为主, 兼顾城市排水、航运及环境改善。治理深圳河第二期第二阶段工程是对河口0-200~4+200及罗湖桥以下5+345~8+120两段河道进行全面的整治。该工程为1级堤防工程, 工程建筑物的设计防洪标准为50年一遇洪水。广东省水利电力勘测设计研究院与香港安建顾问公司经投标取得了该工程的设计任务。

深圳河为海湾水系, 地处南亚热带区, 属南亚热带季风海洋性气候, 气候温暖, 雨量充沛, 多年平均降雨量1 883 mm (1954~1992), 年最大降雨量为2 634 mm, 年最小降雨量为899 mm。多年平均气温22.4℃, 最低气温0.2℃, 最高气温38.7℃, 多年平均相对湿度79%。

2 深圳河二期工程技术特点

深圳河治理的主要措施是: 将现有河床拓宽挖深, 河底开挖至▽-4.19~-5.0 mY.S.D., 两岸修建堤防, 提高5 m左右, 堤顶高程上河段为3.81~4.57 m, 下河段为3.50~3.67 m, 堤顶宽度6 m, 堤岸坡比为1:3~1:3.5。

二期工程北堤主要是挖深拓宽河道, 南堤需

要筑堤, 整个范围广泛分布的海陆交互相淤泥及淤质土, 其厚度大, 抗剪强度低, 灵敏度较高; 呈流~软塑状。二期工程环保要求严格。

3 土工合成材料在工程中的应用概况

3.1 应用设计原则

根据深圳河二期工程的实际地形地质条件, 本着“满足工程需要, 安全可靠, 因地制宜, 经济合理, 科学应用”的原则, 在设计中, 根据各单元工程的具体情况与要求, 并充分发挥土工合成材料的各种性能, 选择适宜的材料和规格。

3.2 应用特点

深圳河二期工程广泛而大量地使用了土工合成材料, 其特点是: 在各单元工程中使用的土工合成材料, 种类之多, 范围之广在全国同类工程中是罕见的, 为水利工程领域中应用土工合成材料的加筋和隔离方面的功能, 提供了宝贵的经验。在使用中能针对单元工程的特点和要求因地制宜地发挥土工合成材料的作用不盲目使用。使用的土工合成材料的数量和规模较大, 在工程实施中管理规范, 在当时无行业规范规程的情况下, 结合本工程实际情况, 制定了一套较为完整的技术规定和验收标准。本工程使用土工合成材料效果好、效率高、经济效益显著。

3.3 应用的种类与数量

深圳河二期工程中使用的土工合成材料主要有: 反滤土工织物92.2万m², 加固土工织物9万m², 土工膜21万m², 塑料排水板68万m。

* 收稿日期: 2001-07-30; 作者简介: 黄建添 (1957-), 男, 总工程师。

3.4 应用的部位

3.4.1 河道及堤岸坡过滤层及隔离

深圳河是一条感潮河流，河口处最低潮位 - 0.8 m Y.S.D.，平均潮位 0.5 m Y.S.D.，平均高潮位为 1.18m Y.S.D.。在平均高潮位设置了一个宽 5~15 m 的平台。平台及其以上采用砼预制

块护坡。平台以下采用抛石护坡厚 0.7 m。砼预制块下设 0.2 m 厚的碎石垫层, 碎石垫层下铺设过滤土工布; 平台以下为抛石护岸其下设 0.4 m 碎石垫层, 垫层下铺设过滤土工布。过滤土工布在堤坝边坡区起反滤和隔离的作用。典型断面图参见图 1。

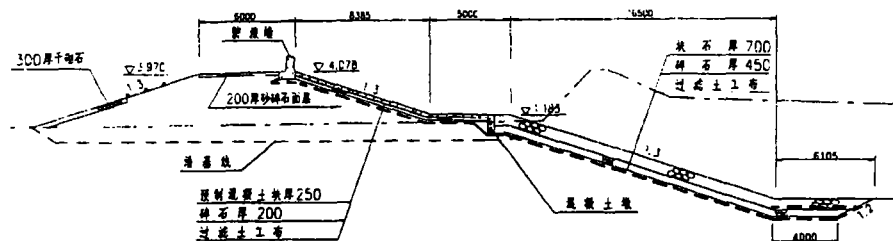


图 1 治理深圳河第二期工程过滤土工布施工示意图

在低潮位以下的堤坝边坡区采用过滤土工布作隔离是最佳的选择（实际上没有其他可行的方案）。在潮位变化区的堤坝边坡如用传统的砂砾层做反滤和隔离则严重受到潮水的影响，一旦铺砂砾层时受淹，砂层会盖上一层淤泥及一些垃圾污物，施工时间长，施工质量也无法保证；用过滤土工布作反滤和隔离就较好地解决了这个问题。由于整个工程需做反滤和隔离的面积非常大共达 677 950 m²；工程所在地缺少河砂，砂需从广州的番禺或东莞用船运来，砂的单价因运距过远而较高且受深圳的建筑市场需求影响波动较大，另外北岸也增加开挖土方 3 万 m³。作技术经济比较后采用土工布代替砂垫层可节省投资约 520 万元。因此整个深圳河二期工程两岸均设土工布作为反滤和隔离层。

3.4.2 软弱地基处理区的隔离、排水与加固

上河段南岸软弱地基处理区, 软弱地基的承载力极低, 现场的十字板剪切试验, 平均最小的不排水快剪强度才 6 kPa, 施工人员和施工机械都难以作业, 在清基完毕后铺设了一层过滤土工布然后铺砂垫层再打砂井, 在这里过滤土工布起到隔离和排水的作用, 防止软基淤泥受施工扰动挤入砂垫层, 并有效防止软基在加载排水时淤泥堵塞砂垫层中的空隙, 保证了砂垫层具有良好的排水能力, 同时土工布具有一定的抗拉强度, 可提高地基的承载力, 有助于施工机械与人员在软基上顺利作业 (详细布置见图 2)。工程北岸与落马洲箱涵软弱地基的处理区是在水下铺设土工布后, 抛填粘土成工作平台, 再施插塑料排水板, 之后进行真空联合堆载预压。

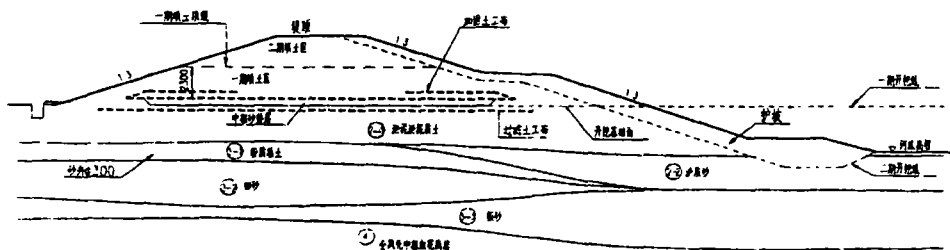


图 2 治理深圳河第二期工程加固土工布施工示意图

3.4.3 过滤土工织物分隔污染土与非污染土

落马洲旧河曲生境恢复区的旧河道的底泥为污染土,根据环保与生境恢复工程的要求须要在其上铺盖一层干净的土,为防止施工时扰动污染土,造成二次污染,在污染土上面铺了一层过滤土工布后再铺盖干净土,铺设的过滤土工布的隔离作用使得在往河道中抛填干净土时不会使污染土在受干扰后成为悬浮物再次污染河道中的水体;同时也防止了旧河曲河底的污染土与铺盖的干净土混在一起。

在与环保专业有关人士讨论方案时,大家都认为这是唯一可选择的方案。

3.4.4 堤坝软弱地基的加固

(1) 加固土工布。

工程南岸是在大片的鱼塘或芦苇塘中修建起来的。这大片的鱼塘或芦苇塘是经海相、海陆交互相的堆积作用,松散堆积发育,淤泥层厚度巨大,且淤泥层的厚度变化很大。对软弱地基的处理采取了两种方法:上河段南岸的软弱地基的处理采用打设砂井然后铺设加固土工布,进行堤坝的第一期的填筑,作堆载预压,四个月后再进行第二期的填筑;为了满足堤坡的稳定要求,也可放缓堤坡及加宽平台,但因南岸征地范围受限制,因此选择在堤基设加固土工布的方案。南岸软弱地基在打设砂井及分期堆载处理后,边坡稳定计算结果显示边坡稳定的短期的(地基固结度为75%时)安全系数尚不满足规范的要求。在砂垫层面铺设一层纵向抗拉断裂强度为200 kN/m的加固土工布后,边坡稳定计算结果显示边坡稳定的安全系数从1.00增加到1.139,满足了香港有关规范的要求。但考虑到软土地基的复杂性,实际采用的加固土工布的纵向抗拉断裂强度为400 kN/m。加固土工布的布置详见图2。

在落马洲水闸基础处理区是在水下铺设好加固土工布后,抛填粘土成工作平台,再打设塑料排水板,之后进行真空联合堆载预压。

(2) 塑料排水板。

下河段工程北岸及落马洲水闸软弱地基的处理采用真空预压,真空预压处理区在抽真空前先打设塑料排水板或砂井。由于采用真空预压处理的软弱地基的承载力很低且其下淤泥属高灵敏度易触变的淤泥。如全部采用打设砂井则可能会因地基的承载力不足使得施工机械无法进入作业区,且因打设砂井对地基的高灵敏度易触变软弱

土层的干扰太大使得地基的承载力初期降低太多而无法进行下一道工序甚至导致滑坡。打设塑料排水板对地基的软弱土层干扰比较小,可以避免以上的问题,其施工速度也比砂井快。同时工程需作真空预压处理的软弱地基的面积达78 445 m²,需打设塑料排水板68 2350 m,工程量较大,在方案比较时每米排水板的单价为2.0元,每米直径为7 cm的袋装砂井的单价为2.5元,因此,用塑料排水板代替传统的砂井的经济和社会效益是很明显的。所选用的塑料排水板的纵向通水量为52.3 m³/s,滤膜渗透系数为4.60 × 10⁻³ m/s,滤膜等效孔径<75 μm。

(3) 土工膜。

真空预压区均采用土工膜作为主要密封材料隔气隔水,土工膜为吹塑法生产的无微孔盐用聚氯乙烯薄膜,膜厚0.12 mm,薄膜渗透系数小于10⁻¹⁴ cm/s。吹塑法比压膜法生产的土工膜杂质少、渗透系数小。为防止施工期间受损并提高土工膜的抗拉强度,全部土工膜均采用两层叠合。

3.5 应用效果

因土工合成材料的大量使用,简化了施工,减少了对土料的要求,有助于保证施工质量,提高了施工效率,加快了施工进度,在工程进度较紧的情况下,能按时或提前完成任务。同时土工合成材料的应用使大量废土污泥免于搬运、堆放,既节省了投资,同时也促进了环境效益,较好地满足了本工程严格的环保要求。估算因使用土工合成材料节省直接投资达820万元。

经对埋设在堤岸上的沉降标桩与测斜井的观测,从现场的观测结果看来,所有的位移与沉降都在允许的范围之内。根据孔隙水压计的观测结果,基础处理区的空隙水压消散均超过了设计要求。

在1999年12月18日由国家经贸委、水利部、建设部组织的全国土工合成材料应用示范工程验收会上,验收委员会鉴定为“本工程所得的经验具有示范作用,具有推广价值。本工程在水利水电土工合成材料应用方面达到了国内领先水平。”

4 几点体会

4.1 土工合成材料要科学应用

土工材料种类繁多,新产品不断出现,性能各异,功能与作用也不同,均有一定的适用范围。

围,设计时应从工程需要出发,结合工程的实际条件,对比选择性能好、质量稳定、耐久性和功能适合的材料及其规格.单一使用不能满足要求,可与其他土工合成材料互相配合使用,使其充分发挥各自的材料性能,以达到应用效果好又节省投资的目的.

4.2 存在的问题和改进建议

由于本工程在设计阶段部标规范尚未颁布,对土工合成材料的使用和测试都是在参考国内外的有关资料和规范完成的,故设计要求的指标可能不够全面、系统.同时土工合成材料在国内的使用较晚,有些控制指标的测试还无法完成(如加固土工布的徐变),设计单位对于其使用参数的确定非常困难,故深圳河二期工程使用的加固土工布的个别参数是由香港安建顾问公司参照英国的有关规范及其经验确定.

另外对于类似深圳河这样沿线较长,土质变化多样,土层的变化也多种多样的情况,要找出代表性的地质剖面来作为土工合成材料的设计依据是非常困难的,在实际生产中往往也做不到,类似的情况在水利工程中是较常见的,今后碰到类似的工程应如何处理值得探讨.

5 结束语

治理深圳河第二期工程由于大量使用土工合成材料,简化了施工工序,缩短了施工工期,大

大加快了施工进度,保证了施工质量.仅以过滤土工布代替传统的砂垫层一项按承建商的合同单价计算就直接节约投资520万元;以塑料排水板代替袋装砂井一项直接节约投资约35万元.因此土工合成材料在深圳河二期工程中的应用取得了较好的经济效益和社会效益.治理深圳河二期工程1999年被国家经贸委、建设部、水利部列为国家土工合成材料应用示范工程,并于1999年12月17~18日通过示范工程验收.

通过对土工合成材料在治理深圳河二期工程的应用设计的总结,我们可以进一步完善和提高土工合成材料应用设计与施工的技术水平,积累更丰富的经验与教训,在水利水电工程或其他工程领域中更好地推广应用土工合成材料.

参考文献:

- [1] 广东省水利电力勘测设计研究院、香港安建顾问公司.治理深圳河第二期第二阶段工程复查报告终稿,1996.
- [2] 广东省水利电力勘测设计研究院、香港安建顾问公司.治理深圳河第二期第二阶段工程技术设计说明书.
- [3] 广东省水利电力勘测设计研究院.土工合成材料示范工程治理深圳河第二期工程设计总结,1999.12.
- [4] 广东省科达水利电力岩土工程公司、香港吴奎建造工程公司.治理深圳河第二期第二阶段工程地质勘察报告,1996.12.