

复合土工膜料在渠道防渗工程中的应用及其改性建议

张慧莉, 田堪良, 娄宗科

(西北农林科技大学水利水电工程研究院, 陕西 杨陵 712100)

摘 要: 通过渠道防渗防冻胀试验研究工作, 对复合土工膜在渠道防渗中的优缺点进行了分析, 并针对此材料的缺陷, 提出了新型复合土工膜及其它几种改性材料, 并对其进行了特性说明和前景展望。

关键词: 渠道防渗; 复合土工膜; 性能改良

中图分类号: S274.1; TV 543.2

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2002)02-0034-03

Application of Composite Membrane in Canal Seepage Control and Advices for Its Improvement

ZHANG Hui-li, TIAN Kan-liang, LOU Zong-ke

(College of Water Conservancy and Architectural Engineering, Northwest Sci-tech University of Agriculture and Forestry, Yangling 712100, Shaanxi Province, China)

Abstract: According to the study of canal seepage control and frost-proof test, the advantages and disadvantages of the composite membrane applying in canal seepage control are analysed. A new type of composite membrane and other improved materials are presented, as well as the trend of the future.

Key words: canal seepage control; composite membrane; property improving

1 前 言

随着水资源的日趋紧张, 采用节水、节能的农业灌溉技术越来越受到人们的重视。我国是一个人多、地少、水缺、灾害频繁的国家, 人均水资源量仅为 $2\,300\text{ m}^3$, 占世界人均水平的 $1/4$, 被列为 13 个贫水国之一。我国又是一个农业大国, 干旱缺水一直是我国农业发展的主要制约因素。党的十五大从全局和战略的高度将发展节水农业作为 21 世纪农业发展的方向。渠道防渗工程技术, 是节水灌溉各个环节中的重要一环。目前我国已建渠道防渗工程 55 km , 仅占渠道总长的 18% , 80% 以上的渠道没有防渗, 渠系水的利用系数平均不到 0.5 , 即从渠首引进的水有 50% 以上是无效损失。每年灌溉渠系输水损失的水量达 $1\,734.62\text{ 亿 m}^3$, 为我国总用水量的 45% ,

浪费水量之大, 确实惊人, 与世界发达国家相比, 存在很大差距。^[1]渠道防渗工程技术就是杜绝或减少由渠道渗入渠床而流失的水量的各种工程技术和方法。力求以最低的经费投入, 长期保持将水源引水量尽可能多地、安全、快速输送到田间, 达到高效益低投入的目的。渠道防渗形式可分为土料防渗、水泥土防渗、砌石防渗、膜料防渗、混凝土防渗、沥青混凝土防渗等。

2 复合土工膜在灌区的应用现状及特点

根据国外资料显示, 采用复合土工膜防渗, 已成为新渠修建和旧渠改造的首选。我国也很重视将复合土工材料用于渠道防渗防冻胀工程中, 如陕西省九大灌区改造项目中, 在宝鸡峡、桃曲坡、冯家山、羊

收稿日期: 2002-02-25

基金项目: 国家重大科技产业示范工程项目“渠灌类型区农业高效用水模式与产业化示范”(99-021-01-02)。

作者简介: 张慧莉, 女, (1969-), 河南淅川人, 工程师, 学士, 主要从事工程材料方面的研究。

毛湾等灌区都采用了复合土工膜或土工膜防渗。在渠灌类型区农业高效用水模式与产业化示范项目渠道防渗防冻胀项目的试验研究工作中, 采用了现浇混凝土、混凝土预制板、复合土工膜、单膜等防渗形式, 通过静水法渗漏试验表明, 复合土工膜防渗效果最好, 为混凝土防渗的 3~5 倍, 确是一种值得推广的防渗形式。

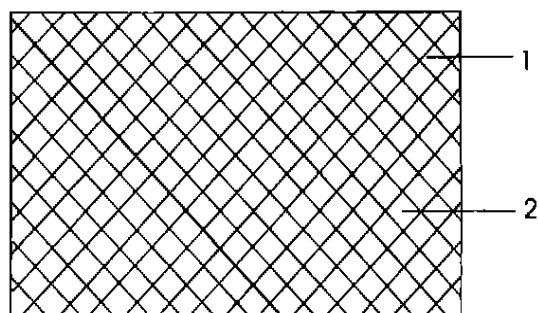
20 世纪以来, 随着高分子化学工业的不断发展, 相继出现了多种不同类型的土工合成材料。复合土工膜料便是其中的一种, 它是土工膜与土工织物热粘后形成的一种土工合成材料。土工膜一般是由聚乙烯(PE)或聚氯乙烯(PVC)为原材料, 采用吹塑法、挤塑法、辊轧制成的, 由于聚合物分子之间的空间非常小, 一定压力下渗透膜料的水分子较以往任何一种渠道防渗材料都要少, 膜料的渗透系数一般在 $10^{-11} \sim 10^{-12} \text{ cm/s}$, 它还具有适应变形能力强、质量轻、运输量小、施工简便、工期短、耐腐蚀性强等优点, 因而近年来被广泛应用于水库大坝及渠道防渗工程中。^[2]但是土工膜表面光滑, 与接触面的摩擦系数较小, 造成施工不便, 且易刺破损坏。因此, 为提高土工膜的性能, 将针刺无纺布用热粘或胶粘的方法单面或双面复合其上, 制成复合土工膜, 有一布一膜与两布一膜之分。复合土工膜将单膜的拉伸强度、抗刺破、抗顶破强度提高了 2~3 倍, 具有竖向防渗、水平导水的功能, 带布的一面还能增大与渠基土或过渡层、保护层之间的摩擦系数, 对保护渠体稳定, 以及抗冻胀均起到一定的作用。^[3]

尽管复合土工膜具有上述种种优点, 但也有不足之处, 一是复合土工膜价格较高, 适用于地质条件及水文地质条件差、基土冻胀性较大或标准较高的渠道防渗工程。二是抗老化能力差。化学物质如水、氧、酸、胺等, 物理因素如热、光、高能辐射、机械力、超声波等, 都会引起高分子聚合物的降解反应。即分子链的主链断裂生成游离基, 引起聚合物分子量下降。化学因素与物理因素同时作用, 如光氧化、热氧化同时作用, 降解反应发生得最快。单独作用就发生得较慢。^[4]因此, 渠道防渗工程中须在复合土工膜上覆盖砌石、混凝土预制板或现浇混凝土, 有的地方受材料来源影响, 在渠道比降较小、边坡较缓的情况下, 采用土料保护层。这些保护层厚度一般多在 10~20 cm 以上。笔者认为这种保护层的缺点有二: 一是工程量大, 投资增加。二是保护层渗漏的渠水聚积在复合土工膜上, 而复合土工膜上未设排水设施, 这样便造成保护层下部经常处于水分饱和状态, 在气候寒冷地区, 容易发生渠道冻胀导致的破坏。

3 防渗土工膜改性建议

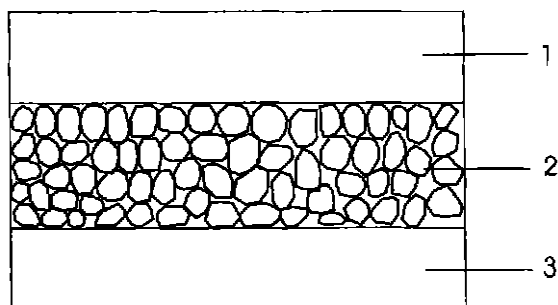
针对以上问题, 笔者提出一些新想法, 认为可以试图从以下几个方面入手进行解决:

(1) 开发一种加糙土工膜, 可以在其成型过程中, 利用模具将土工膜表面压制出规则的纹理, 制造凹凸面, 使最凹处厚度满足工程要求的厚度, 那么, 突出的部分就相当于土工膜上同材质的“筋”(见图 1)。^[5]这样, 不但增大了糙率, 而且提高了膜料的抗拉、抗撕裂、抗顶破的能力。这种加糙土工膜可以单独使用, 也可以制作为一布一膜的复合土工膜, 其工程效果一定比光膜好。两布一膜的复合土工膜中膜材被土工布盖严, 不需使用加糙膜材。



1——凸起部分, 筋; 2——凹下部分

图1 加糙土工膜示意图



1、3——防渗层; 2——保温层

图2 保温、防渗功能复合型土工膜示意图

(2) 将土工膜的防渗性能与聚苯乙烯泡沫板的防冻胀性能结合起来做成一种复合材料, 此材料仍为高分子聚合物, 共分为三层, 上、下两层为平实的防渗层, 中间为保温层, 呈多孔隙泡沫状(见图 2)。此材料的价格低廉, 可以用于寒冷地区渠道防渗防冻胀工程中。

(3) 使用回收利用的化纤制作土工布, 这样制作出的土工布强度有所降低, 但是能够满足要求强度, 而且有效孔径及疏松程度加大, 纵横向力学指标较为接近, 布体柔软, 同体积与原来相比质量较轻, 能降低成本。

(4) 为了防止土工膜及复合土工膜老化过快, 在产品的生产过程中, 添加适量的抗氧化剂, 光稳定剂, 据有关资料显示, 可直接暴露于大气中保持 10 年。在生产土工膜时, 可以尝试添加适量的无机材料, 如高度细化的粉煤灰, 不但可以增加其抗老化性能, 还可以为环保事业作出贡献。

(5) 在土工膜制作过程中, 加入适量的物质, 改变其单调的颜色, 铺设渠道时, 根据不同的土壤类型、生物、微生物生长期对光谱的不同需求, 选用不同颜色的土工膜, 抑害扬利, 加强对渠基土的稳固与安全。

(6) 水泥与混凝土增强用合成纤维及液态聚合物在渠道防渗工程中的应用。在我国东北寒冷地区, 已有将纤维掺入混凝土中, 以提高水泥混凝土材料的抗拉、抗压强度, 特别是抗冲击强度, 最为有利的是减少复合土工膜上混凝土保护层的厚度至原厚度的 $1/6 \sim 1/7$, 而抗冻胀能力比未加纤维时增强许多。关于这种聚合物改性混凝土 (PMC), 目前较流行的是孔隙充填和“键桥”理论, 即聚合物充填了混凝土孔隙, 并形成网絮状键桥横亘于混凝土内部既有的微隙上, 接受并传递应力, 使混凝土的应力得到改善, 但造价昂贵, 应用不多。^[6]

(7) 为降低工程造价, 可将聚丙烯纤维 (PP) 改性, 使之具有高强度、高弹性模量、低延伸率等水工材料特征。并将这一改性材料细化至纳米级, 成为“纳米级聚合物”。这种聚合物的微粒平均粒径不大于 50 nm, 相比之下, 普通聚合物的粒径一般为 100 ~ 300 nm, 水泥粒径一般为 30 000 ~ 80 000 nm。因此用较少的量获得较大的比表面积, 大幅度降低了

聚合物改性水泥混凝土 (PMC) 的成本。吉林省纺织研究所试验时用普通 PP 掺量为 0.25 kg/m^3 和 0.95 kg/m^3 , 两者试验结果相差不大, 但比起未掺时, 各项性能均有改善。他们采用聚酯短纤维与 PE 膜制成的复合土工膜与高强纤维砼薄板在梅河口市渠道防渗中的成功试验, 1 m^2 造价为 29 元, 比复合土工膜上铺常规混凝土预制板 (造价为 $1 \text{ m}^2 40$ 元) 要节省很多。^[7] 西北大部分地区冬季气候也比较寒冷, 所以, 我们也应开发出适应西北地区气候及经济条件的聚合物改性水泥混凝土, 当然, 如果能将高科技纳米技术引入复合土工膜混凝土保护层这一防渗型式之中, 而又简化施工程序, 将会使渠道防渗工作迈上一个新台阶。

(8) 将土工合成材料中的加筋材料——土工格栅用于渠道防渗。具体施工步骤为, 开挖渠槽时, 比设计渠道外横断面多挖 4 ~ 8 cm; 将土工格栅按渠道断面形状铺入渠槽, 在土壤具有最大干密度时回填土; 夯实并修整出标准的渠道外横断面。铺土工膜或复合土工膜。大、中型渠道上铺设保护层。如小型渠道采用抗老化处理, 建议采用比原设计膜厚多 0.1 mm 的土工膜, 最好是适应当地条件的彩膜, 不需要上覆保护层。这样, 一条彩色的渠道就修成了。土工格栅单筋抗拉强度大, 断裂伸长率均小于 15%, 充当了土中的“钢筋”, 用于不同渠道可以向厂家预定不同单筋强度, 筋间距, 长度、宽度的土工格栅, 从而降低渠道成本, 提高渠系水利利用系数。

总之, 以上几种渠道防渗材料经过改性后, 必将更加适应于渠道工程使用, 是节约造价, 提高渠道防渗工程效益的有效途径, 具有广阔的应用前景。

参考文献

- [1] 水利部农村水利司, 中国灌溉排水技术开发培训中心. 渠道防渗工程技术[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 1998.
- [2] 赵佩钰, 张晓宇. 土工膜在水库老坝防渗中的作用[J]. 防渗技术, 1997(4).
- [3] 李安国. 我国渠道防渗工程技术综述[J]. 防渗技术, 2000(1).
- [4] 建 功. 旧砌石渠道老化破坏的原因及其改建的措施[J]. 防渗技术, 1998(4).
- [5] 赵佩钰, 张晓宇. 渠道防渗土工膜厚度的探讨[J]. 防渗技术, 1998, (2).
- [6] 董建伟. 复合土工膜——纳米级聚合物纤维混凝土复合防渗材料的研究与应用[A]. 全国第五届土工合成材料学术会议论文集[C], 现代知识出版社.
- [7] 王为农, 姜志德, 等. 改性 PP 纤维混凝土在防渗工程上的应用[A]. 全国第五届土工合成材料学术会议论文集[C], 现代知识出版社.