

水利工程新型土工合成材料耐久性试验与应用

孟晓燕

新疆水利水电勘测设计研究院有限责任公司

DOI:10.12238/hwr.v8i9.5735

[摘要] 随着水利工程建设的快速发展,对材料的耐久性、抗渗性、抗冲刷性等性能要求日益提高。新型土工合成材料因其优异的物理力学性能和耐久性,在水利工程中得到了广泛应用。本文旨在探讨新型土工合成材料的耐久性试验方法,并分析其在实际水利工程中的应用效果,以期为工程设计和施工提供参考。

[关键词] 水利工程; 土工合成材料; 耐久性试验; 实践应用

中图分类号: TV5 **文献标识码:** A

Durability Testing and Application of New Geosynthetic Materials in Hydraulic Engineering

Xiaoyan Meng

Xinjiang Water Resources and Hydropower Survey, Design and Research Institute Co., Ltd

[Abstract] With the rapid development of hydraulic engineering construction, the requirements for material durability, impermeability, and scour resistance are increasingly stringent. New geosynthetic materials have been widely applied in hydraulic engineering due to their excellent physical and mechanical properties as well as durability. This paper aims to explore the durability testing methods of new geosynthetic materials and analyze their application effects in practical hydraulic engineering projects, providing references for engineering design and construction.

[Key words] hydraulic engineering; geosynthetic materials; durability testing; practical application

引言

水利工程是国民经济的基础设施,直接关系到水资源的开发利用、防洪排涝、水土保持等重要领域。在水利工程建设中,材料的选择与应用对工程质量、安全性和耐久性具有决定性作用。传统材料在某些方面已难以满足现代水利工程的复杂需求,特别是在耐久性、抗渗性、抗冲刷性等方面存在局限性。随着科技的进步和水利工程建设的快速发展,对工程材料的要求也日益提高。因此,研究和开发新型土工合成材料成为了水利工程领域的重要课题。

1 新型土工合成材料的概述

新型土工合成材料是以人工合成的聚合物(如塑料、化纤、合成橡胶等)为原料,通过特殊工艺加工而成的各种类型的产品。这些产品可以置于土体内部、表面或各层土体之间,以发挥加强、保护、过滤、排水、隔离等多种功能。根据功能和制造方法的不同,土工合成材料可以分为多种类型,主要包括土工织物、土工膜、土工格栅、土工带、土工格室、土工网等。与传统的天然材料相比,新型土工合成材料具有更优越的性能。新型土工合成材料经过特殊处理,具有优异的耐久性,能够抵抗水流冲刷、温度变化、化学侵蚀等多种环境因素的破坏,保持长期的

稳定性和性能;土工膜等土工合成材料具有优异的防渗性能,能够有效防止水体渗漏,提高水利工程的可靠性和安全性;在河流、海堤等易受水流冲刷的区域,新型土工合成材料能够显著减轻水流对土体的冲刷破坏,维护土体稳定;相比传统材料,新型土工合成材料的施工更为简便快捷,能够缩短工期并降低施工成本。

2 新型土工合成材料耐久性试验的分析

2.1 盐雾老化试验

盐雾老化试验用来测试高盐度环境下土工合成材料的抗腐蚀性能。试验过程中,将材料置于盐雾环境中,观察并记录材料的腐蚀情况,以评估材料的耐腐蚀性、耐久性和在恶劣环境下的稳定性。

2.1.1 试验步骤

盐雾老化试验机利用压缩空气将盐溶液雾化成微小液滴,并喷洒在试验箱内,形成弥漫的盐雾环境。这些盐雾中的氯离子(Cl^-)和其他腐蚀性成分会与土工合成材料的表面发生化学反应,导致材料表面腐蚀、变色、龟裂甚至失效。通过模拟这种腐蚀过程,可以评估材料在实际使用环境中的抗腐蚀性能。

(1) 准备阶段: 选择并准备待测试的土工合成材料样品,确

保样品表面清洁、无油污、无损伤。配置盐雾溶液,通常使用一定浓度的氯化钠(NaCl)溶液,以模拟海水中的盐浓度。将样品安装在盐雾试验机的试样架上,确保样品能够充分暴露在盐雾环境中。

(2) 试验阶段: 启动盐雾试验机,设置合适的温度、湿度和盐雾浓度等参数,以模拟特定的环境。让盐雾持续喷洒在样品表面,观察并记录样品的腐蚀情况。通常,试验时间会根据材料的特性和试验要求而设定,可能是几小时到几天不等。在试验过程中,应定期检查盐雾溶液的浓度和喷雾量,确保试验条件的稳定性。

(3) 评估阶段: 试验结束后,取出样品并进行清洗和干燥处理。观察并记录样品的腐蚀程度、腐蚀速率等关键指标。这些指标可以通过测量样品的重量损失、表面形貌变化、力学性能变化等方式获得。根据观察记录的数据,对土工合成材料的抗腐蚀性能进行评估,并给出相应的结论和建议。

2.1.2 注意事项

在进行盐雾老化试验前,应对试验机进行充分的校准和检查,确保试验结果的准确性和可靠性。试验过程中应严格控制试验条件,如温度、湿度、盐雾浓度等,以模拟真实的海洋环境。样品的选择和准备对试验结果有很大影响,因此应确保样品具有代表性并符合试验要求。试验结束后应对样品进行妥善处理 and 保存,以便进行后续的性能测试和分析。

2.2 紫外老化试验

紫外老化试验是模拟自然环境中的紫外线辐射,测试土工合成材料在长时间紫外线照射下的耐久性和性能变化。通过调整UV温度和冷凝温度,可以模拟不同气候条件下的紫外线老化过程,从而更全面地评估材料的抗紫外线性能。

2.2.1 试验步骤

紫外老化试验采用荧光紫外灯作为光源,模拟日光中的紫外线辐射。通过调整紫外灯的波长和强度,可以模拟不同地区和不同季节的紫外线辐射条件。同时,设备还通过模拟自然气候中的环境条件,如温度、湿度、光照等,来加速材料的老化过程。

(1) 准备阶段: 选择并准备待测试的土工合成材料样品,确保样品表面清洁、无油污、无损伤。根据试验要求,设置紫外老化试验机的UV温度、冷凝温度以及其他相关参数。

(2) 试验阶段: 将样品放入紫外老化试验机内,并确保样品能够均匀地接受紫外线照射。启动试验机,让紫外灯持续照射样品,并控制设备内的温度和湿度等环境条件,以模拟特定的气候条件。在试验过程中,定期观察并记录样品的外观变化,如颜色褪变、表面硬化或脆化、裂纹产生等。

(3) 评估阶段: 试验结束后,取出样品并进行清洗和干燥处理。通过外观检查、力学性能测试和化学性能测试等手段,评估样品在紫外线照射下的老化程度。根据评估结果,对土工合成材料的抗紫外线性能给出结论和建议。

2.2.2 注意事项

在进行紫外老化试验前,应对试验机进行充分的校准和检

查,确保试验结果的准确性和可靠性。试验过程中应严格控制试验条件,如UV温度、冷凝温度、光照强度等,以模拟真实的自然环境。UV温度的设置可以根据实际需要和模拟的气候条件进行调整。一般来说,较高的UV温度可以加速材料的老化过程,从而缩短试验时间。但过高的温度可能会对试验结果产生不良影响,因此需要谨慎设置。冷凝温度的设置可以模拟潮湿环境下的紫外线老化过程。通过控制冷凝温度,可以模拟材料在夜间或雨天等潮湿条件下的老化情况。

样品的选择和准备对试验结果有很大影响,因此应确保样品具有代表性并符合试验要求。

2.3 其他老化试验

除了盐雾和紫外老化试验外,还可以利用氙弧灯老化试验机、氧化诱导期分析仪等设备,对土工合成材料进行热老化、光老化、化学老化等多种试验,这些方法能够更全面地模拟材料在实际使用环境中可能遇到的各种老化因素。

2.3.1 氙弧灯老化试验

氙弧灯老化试验机通过模拟全光谱太阳光(包括紫外线、可见光和红外线)的照射,评估土工合成材料在综合光照条件下的老化性能。这种试验能够更真实地反映材料在户外环境中的老化过程。将样品置于氙弧灯老化试验机内,调整光源以模拟特定时间段或地区的太阳光谱。控制试验箱内的温度、湿度和光照强度等参数,以模拟不同的气候条件。定期对样品进行观察和测试,记录其颜色变化、表面形态、力学性能等指标的变化情况。

2.3.2 热老化试验

热老化试验通过高温环境加速材料的老化过程,评估材料在高温条件下的稳定性和耐久性。将样品置于热老化试验箱中,设定所需的高温条件。在规定的时间内保持恒定的高温环境,模拟材料在高温工作环境中的情况。定期对样品进行性能测试,如拉伸强度、断裂伸长率等,以评估其热老化后的性能变化。

2.3.3 化学老化试验

化学老化试验通过模拟材料在特定化学介质中的暴露情况,评估其化学稳定性和耐腐蚀性。选择合适的化学介质(如酸、碱、盐溶液等),根据试验要求配制一定浓度的溶液。

将样品浸泡在化学介质中,控制浸泡时间和温度等条件。定期对样品进行观察和测试,记录其质量损失、表面形态、力学性能等指标的变化情况。

2.3.4 氧化诱导期分析仪(OIT)

氧化诱导期分析仪用于测量材料在加热和氧气存在条件下的氧化诱导时间,评估材料的热稳定性和抗氧化性能。将样品置于氧化诱导期分析仪中,在设定的温度和氧气流量下加热。监测样品在加热过程中产生的挥发性产物或气体释放情况,记录氧化诱导时间的开始点。通过氧化诱导时间的长短来评估材料的热稳定性和抗氧化性能。

3 新型土工合成材料在水利工程中的应用

3.1 防渗性能应用

水利工程中, 水体渗漏是一个常见问题, 它不仅影响工程的使用效果, 还可能对周围环境造成破坏。因此, 防渗处理是水利工程建设中不可或缺的一环。新型土工合成材料因其良好的防渗性能, 成为了解决这一问题的理想选择。例如, 在土石坝、渠道、水库等工程中, 采用土工膜或复合土工膜进行防渗处理, 可以有效防止水体渗漏, 提高工程的可靠性和安全性。土工膜通常由高密度聚乙烯 (HDPE) 等高分子材料制成, 其高分子结构紧密使得水分子难以通过膜体, 从而达到防渗的目的; 复合土工膜由无纺土工布、编织土工布或机织土工布与聚乙烯等高分子材料复合而成。复合土工膜结合了土工布的力学性能和土工膜的防渗性能。土工膜作为防渗层, 阻止水分渗透。而土工布则提供保护, 防止膜体在施工过程中受损, 并分散应力, 提高整体稳定性。

在土石坝工程中, 通过在坝体表面或内部铺设土工膜或复合土工膜, 形成连续的防渗层, 有效防止水库水体渗漏到坝体内部或下游地区。这不仅可以提高坝体的稳定性, 还能保护下游生态环境和居民安全; 渠道是水利工程中输水的重要设施。通过在渠道底部和边坡铺设复合土工膜, 可以显著减少渠道输水过程中的渗漏损失, 提高输水效率。同时, 复合土工膜还能防止渠道边坡冲刷和坍塌, 保护渠道结构安全; 水库是水利工程中重要的蓄水设施。在水库坝体、库底等部位铺设复合土工膜, 可以有效防止水体渗漏到水库底部或周围地区。这不仅可以提高水库的蓄水能力, 还能防止地下水污染和土壤盐渍化等问题。

3.2 抗冲刷性能应用

在河道、滩涂和河堤等工程中, 水流冲刷对土壤和地基构造物的破坏是一种常见的破坏机理。新型土工合成材料, 如高强度的土工织物、土工格栅以及复合土工膜等, 具有优异的物理力学性能和耐久性。这些材料能够抵抗水流的冲刷力, 减少土壤颗粒的流失, 从而保护土体结构的完整性。

在河道护岸工程中, 采用土工织物进行防护是一种常见且有效的做法。土工织物通常由高强度、高模量的合成纤维制成, 具有良好的抗拉强度和抗撕裂性能。当土工织物被铺设在河道岸坡上时, 它能够紧密贴合土体表面, 形成一层有效的防护层。土工织物能够分散水流的直接冲击力, 减少水流对土体表面的冲刷作用; 土工织物与土体之间的相互作用能够增强土体的整体强度, 提高岸坡的抗滑稳定性; 土工织物能够阻挡土壤颗粒被水流冲刷带走, 保持土体的完整性; 土工织物材料轻便、柔软, 易于裁剪和铺设, 可以适应各种复杂的岸坡地形; 土工织物材料

多为环保型产品, 可回收再利用, 且施工成本相对较低。

3.3 土体加固与增强应用

在水利工程中, 由于土体的松散性和不稳定性, 常常需要进行土体的加固和增强。传统方法需要大量材料和昂贵的人力, 而新型土工合成材料则可以有效增加土体的强度和稳定性, 减少施工成本。例如, 在堤防工程中, 采用加筋土挡墙结构, 利用土工格栅等材料进行加固, 可以显著提高堤防的整体性能。

在堤防工程中, 加筋土挡墙结构是一种利用土工格栅等新型土工合成材料进行加固的有效方式。该结构通过将土工格栅与土体结合, 形成具有高强度和良好稳定性的复合挡墙。

土工格栅在土体中起到加筋作用, 能够限制土体的侧向变形, 提高土体的整体性和稳定性。土工格栅与土体之间通过摩擦和咬合作用相互连接, 形成紧密的整体结构。这种连接能够传递和分散荷载, 增强挡墙的承载能力。部分新型土工合成材料还具有良好的排水和透气性能, 有助于改善土体的内部环境, 提高土体的工程性能。通过采用加筋土挡墙结构等新型土工合成材料加固技术, 可以显著提高堤防工程的整体性能, 降低施工成本, 并延长工程的使用寿命。这对于保障水利工程的安全运行和促进经济社会的可持续发展具有重要意义。

4 结束语

新型土工合成材料因其优异的物理力学性能和耐久性, 在水利工程中具有重要的应用价值。通过耐久性试验系统的测试, 可以全面评估材料的耐久性能, 为工程设计和施工提供科学依据。在实际应用中, 新型土工合成材料在防渗、抗冲刷和土体加固等方面均表现出色, 为水利工程建设提供了有力支持。未来, 随着材料科学和工程技术的不断发展, 新型土工合成材料在水利工程中的应用前景将更加广阔。

[参考文献]

- [1]刘黎文. 水利工程中土工合成材料的应用和其施工方法解析[J]. 江西建材, 2014(10):87.
- [2]蒙信明. 土工合成材料在水利工程中的应用[J]. 企业科技与发展. 2010(6).76-78.
- [3]陈斌. 土工合成材料在水利工程中的应用及其施工方法研究[J]. 价值工程, 2013(21):84-85.

作者简介:

孟晓燕(1990--), 女, 汉族, 甘肃武威人, 本科, 工程师, 研究方向: 工程勘察与工程质量检测。