

FRP 材料在土木工程中的运用分析

俞淙水

(重庆外语外事学院, 重庆 401120)

摘 要 土木工程在当前社会经济持续高速发展的背景下得到较大创新进步, 为更好地提升土木工程建设质量, 应注重运用新型材料, 改善传统材料存在的不足。其中 FRP 材料是一种应用较为广泛的新型建材, 通过在土木工程中的科学合理运用, 能够显著提升工程建设效率和质量, 进而保障土木工程建设水平大幅提高。鉴于此, 本文对 FRP 材料的概念及特点进行综述, 分析其在土木工程中的应用优势, 并提出具体运用要点, 旨在为相关工程实践提供指导和借鉴。

关键词 FRP 材料; 土木工程; 可设计性; 抗疲劳性; 抗震性能

中图分类号: TU5

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2023)03-0067-03

FRP 材料是一种具有代表性的新型建材, 在多种建设项目中拥有较高的应用价值和广阔的发展前景。FRP 材料在实际应用中相比于传统材料能够发挥强度高、刚性大、抗腐蚀性强、密度低等特性, 在土木工程行业中可作为优质新型材料, 促使工程整体建筑质量提高。

因此, 相关施工人员应当充分把握对 FRP 材料的合理运用, 保证工程建设实效增强。

1 FRP 材料概述

1.1 FRP 材料概念

FRP 材料是指纤维增强复合材料, 其主要是由两种或两种以上不同物质, 通过科学合理的材料设计方法或人工合成方式等, 使其形成具备优越性能的多相固体材料。通常情况下, 将结构用复合材料的基本组成成分分为基体材料、增强材料。将高强度的玻璃纤维以及树脂基体进行有效复合, 促使其具备相对良好的功能性和结构性的新型复合材料, 即 FRP 材料^[1]。其起初被应用在军事武器装备方面, 随后在时代不断发展过程中, 逐渐在多个领域得到应用, 目前在土木工程行业内, 对 FRP 材料的运用备受关注。

1.2 FRP 材料特点

FRP 材料具有较为明显的特点, 强度高且比模量大、可设计性好、抗腐蚀性与耐久性能良好、热膨胀系数优越。基于这些特点促使 FRP 材料在现代土木工程结构中得到较好的运用效果, 能够满足未来大跨度、轻质、高强度、重载等土木工程结构发展需求。因此 FRP 材料在土木工程中能够有效地替代部分或者补充传统建材, 提高建设效率。

2 FRP 材料在土木工程中的运用优势

在现代土木工程中, FRP 材料投入使用后, 能够发挥诸多优势, 其具体如下。

1. 可设计性。将 FRP 材料作为土木工程结构材料, 能够发挥基体材料与增强材料的组合优势, 在应用过程中既可保留原组分材料的部分特点, 还能够形成新的材料特性, 符合结构设计要求, 发挥单一材料满足土木工程结构性能的优势。

2. 比强度及比刚度大。结合当前普遍应用的 FRP 材料, 如碳纤维及环氧材料等, 其实际比强度相比于铝材可高出近 6 倍、相比于钢材高出 5 倍, 比刚度则能够达到铝材 4 倍以上, 因此在土木工程中使用 FRP 材料, 有利于缩短建设周期, 降低施工复杂性。

3. 抗疲劳性强。对于金属材料来说, 其疲劳强度一般在拉伸强度的 45%。而 FRP 材料在土木工程中的运用, 疲劳强度可达到自身拉伸强度的 75%, 可有效抵抗疲劳效应。

4. 抗化学反应以及腐蚀能力强。在土木工程中如运用传统的钢筋建材, 为保障良好的施工效果, 必须要做好耐腐蚀处理, 特别是在潮湿环境下, 钢筋材料很容易与湿度较大的空气相接触, 进而出现腐蚀问题, 难以发挥其功能。而 FRP 材料大多是采用电绝缘材料制成, 施工后的构件往往具备较好的耐酸、耐碱、耐盐侵蚀等性能, 保障土木工程结构安全、稳定^[2]。

5. 优越的抗震性能。FRP 材料自身具有较高的自振频率, 与传统建材相比较, 在土木工程结构中通常不会发生共振问题, 有助于避免或减少出现土木工程结构快速脆断的现象。同时 FRP 材料存在大量界面, 能够表现出很强的振动阻尼性, 如果激起振动, 能够

在较短的时间内使其衰减, 保证结构整体稳定性。

6. 过载安全。由于 FRP 材料内含有大量独立的纤维, 当出现过载时, 仅会出现少量的纤维断裂, 将所承受的载荷快速分配到尚未被破坏的纤维中, 能够有效避免土木工程构件发生瞬间丧失承载力的情况, 有效规避结构构件断裂问题。

7. 具有较好的美学观赏性。FRP 材料组分中的材料纤维大多具有较好的柔软特性, 并且树脂材料可进行流动, 所以在实际工程中运用 FRP 材料时, 能够解决传统建材形状受限的问题, 并且可根据工程用途和特点, 任意进行着色, 促使结构型式与材料美学之间达成和谐统一的关系。

8. 具备智能化优势。FRP 材料在土木工程中的运用, 可发挥智能纤维材料优势, 促使工程结构呈现智能化特征。比如利用热电控制技术制作梁构件, 其能够像人体肌肉纤维一般, 呈现多种形状和张力的变化, 有利于根据建筑物受到的震动情况, 合理改变梁固有的刚性和振动频率, 有利于减小振幅, 保证框架结构使用寿命尽可能延长, 同时还能够起到隔绝噪声的作用^[3]。

3 FRP 材料在土木工程中的具体运用

3.1 应用加固 FRP 材料

综合考虑 FRP 材料是由纤维材料混合而成, 在强度方面具有相对较大的优势, 因此在土木工程加固施工中可得到良好运用, 有利于提升工程结构的整体质量和安全性。目前结合土木工程建设实际, FRP 材料主要运用在混凝土材料、钢架结构以及土石结构中, 比如在制备混凝土材料时, 使用 FRP 材料能够达到较好的脚骨效果, 通过 FRP 材料缠绕有利于提升混凝土的稳定性, 促使承载力进一步提升。同时也可将该新型材料运用到梁、板等位置, 有助于提升混凝土结构的抗弯曲能力, 进而避免受到外力作用而导致裂缝问题。除此之外, 由于 FRP 材料具有较强的抗腐蚀性, 在钢筋工程中能够有效保护工程构件, 促使其抗腐蚀能力得到进一步增强, 有助于防范后期出现质量问题或成本增加等。在具体的土木工程加固施工中, 对 FRP 材料的运用要点主要有以下几个方面。

首先, 应用在梁体加固层面。针对梁体的加固主要是借助环氧树脂材料, 在待加固的梁外部粘贴钢板, 能够有效增加梁自身的弯曲强度, 并且该项施工操作较为简便^[4]。

其次, 应用在柱体加固方面。FRP 材料在土木工程结构表面能够发挥其缠绕性能, 以此对柱体结构产生封闭式的包裹覆盖作用, 有利于形成有效的保护层, 进而实现加固效果。在具体施工过程中, 如果柱体形

状为非常规的圆柱体形状, 则要求施工人员先对柱体表面开展相应的处理工作。

再次, 应用在混凝土板加固方面。利用 FRP 材料对混凝土板实施补强加固作业时, 必须保障 FRP 材料的应用策略与梁的方法相一致。同时要将 FRP 材料有效粘贴或者嵌入混凝土板体结构的受拉位置, 有利于起到良好的保护作用, 防范混凝土板出现损坏以及破裂等情况。

最后, 应用在节点加固层面。在土木工程施工过程中, 对于节点实施加固是至关重要的, 其作为结构中不同构建的连接部位, 必须保障其具有较好的安全性, 以此提高土木工程的整体使用性能和安全性。通过应用 FRP 材料则能够促使节点部位的延展性得到提升, 保障其承载力极限值可显著提高, 充分确保土木工程的安全性和稳定性进一步增强。

3.2 应用 FRP 筋

根据 FRP 材料的特性, 其具有高强轻质、工艺简单、耐腐蚀性强、电磁绝缘性良好等特性, 因此制备 FRP 筋可作为一种新型材料, 充分发挥其性能优势, 提升土木工程质量。比如在当前阶段的土木工程中, 对于 FRP 筋的运用主要体现在混凝土结构、盾构技术以及边坡加固等方面, 相比于普通钢筋材料, FRP 筋能够表现出更为优越的功能性, 可作为钢筋或者钢索的替代材料。在具体应用环节, 其要点如下。

1. 盾构技术中应用 FRP 筋。在地铁车站等土木工程中, FRP 筋的应用能够发挥耐久性好、易切割、强度高等优势, 即利用 FRP 筋取代普通钢筋, 有利于形成钢筋混凝土维护结构, 有助于满足结构施工要求, 确保盾构机能够顺利推进施工作业。同时运用 FRP 筋可有效减少盾构机钻进过程中, 维护结构对盾构机刀片所产生的损伤, 有助于大幅节省成本, 并可缩短施工周期。

2. 边坡加固中应用 FRP 筋。有 FRP 材料具备相对较强的耐久性和耐腐蚀性, 在土木工程中运用 FRP 筋, 能够有效替代钢筋实现边坡加固。以某路段工程为例, 道路右侧上方的边坡高度约在 30m 左右, 其坡度较为陡峭, 经过勘察, 该区域地层岩性为泥质粉砂岩, 具有强度低、易风化等特点。为充分保障施工安全, 在加固施工过程中采用多层 FRP 筋锚杆, 有效促使边坡的稳定性大幅提高, 保证土木工程质量。

3. 混凝土结构中应用 FRP 筋。对于 FRP 筋在土木工程混凝土结构中的运用, 通常适用于特定的条件, 一般情况下, 在冻融地区、高盐碱地区对 FRP 筋有较好的应用效果, 其能够比较显著地避免出现腐蚀问题,

防范对土木工程结构产生严重损害,有助于在工程后期减少维护成本,保证结构使用期限得到延长,确保混凝土结构施工质量稳定。

3.3 应用 FRP 材料组合结构

在现代土木工程实践中对于 FRP 材料的运用,越来越注重组合结构形式,以此进一步提升材料性能,有效融合不同组合类型的特点,充分实现优势互补,进而构建全新的结构体系。在具体工程项目中,对于 FRP 材料组合结构的应用要点如下。

1.FRPP 管混凝土。通过利用填充的方式制备符合土木工程建设要求的结构组件,有助于提升对混凝土起到较好的约束性,保障施工效率和质量得到提高。在施工作业环节,对 FRP 管混凝土的运用,则是在相应的管中填充混凝土,进而提升结构的负载能力和稳定性,有效降低自身重量,使其具有较强的耐用性。目前阶段在土木工程施工中,对于 FRP 管混凝土的应用范围较为广泛,在未来发展前景广阔。

2.FRPP 钢管混凝土组合构件。其是指在整体的土木工程结构中,合理安装空心钢管,然后再进行混凝土填充作业,能够充分对钢筋材料起到较好的保护效果。同时也能够对混凝土产生一定的约束作用,切实提升土木工程结构的抗变形能力、承载力,进一步保证工程施工质量符合建设要求。

3.FRPP 混凝土组合梁。在实际土木工程施工中,可借助混凝土施加压力,有利于实现结构组合的目的,能够充分展现 FRP 材料的应用优势。因此在土木工程的永久性模板中合理运用 FRP 组合梁,能够在很大程度上满足工程后期的施工质量要求。

4.CFEP 铝合金组合构件。在土木工程中可运用新型的铝合金组合构件,即将 FRP 材料设置在构件的外表面,可有效提升构件的耐腐蚀性,进而解决 FRP 材料现存的脆性较大等问题,并能够提升土木工程结构构件的耐腐蚀性,保证各个构件能够有效连接。

5.FRPP 木组合构件。为有效满足现代土木工程施工要求,可将 FRP 材料与木材进行有机结合,能够促使工程结构转变受力特点,并增强木制材料的抗火能力。在具体实践中应用 FRP 木组合构件,还能够比较显著的提升结构的力学性能,有效对负载压力进行缓解,促使整体工程成本支出有效降低。

4 FRP 材料在土木工程中的发展展望

近年来,FRP 在土木工程中的应用研究已经成为土木工程领域的热门学科,并对相关技术研发以及推广重视程度日益提升。特别是在当前社会经济逐渐趋

向高质量的背景下,对土木工程质量有更高的要求,由此对 FRP 材料的应用实践也将越来越普遍,在未来市场中具有广阔的发展潜力和空间。基于此,在未来发展阶段,土木工程将持续加大对 FRP 等新型材料的运用力度,将其作为传统建材的重要补充。同时,由于我国是现阶段国际上土木工程行业 FRP 使用量最大的国家,因此还需结合具体的土木工程建设情况,深入研究和开发更多的新型 FRP 复合材料,进而满足现代土木工程技术要求,积极拓展现代复合材料应用市场。综合国内建设行业对 FRP 材料的理解,主要集中在对既有结构的加固和简单的应用层面,所以在未来一段时间内,针对 FRP 材料的研究,将注重对低成本 FRP 钢筋材料的研发和批量生产,充分发挥 FRP 材料的耐久性、抗震性、火容性等优势,切实提高土木工程的社会效益和经济效益。另外,随着我国重大基础设施建设以及各行业建筑物建设活动频繁开展,对结构安全性和使用寿命的需求逐渐增加,相关材料科学及工程技术人员等,应当在未来注重对 FRP 材料的研发和改进,以此形成发展势头强劲、市场容量巨大的新兴产业,促进土木工程材料创新发展。

5 结语

综上所述,随着现阶段土木工程行业的高速发展,大量先进技术与材料得到良好应用,进一步提升工程建设质量。FRP 材料是一种具有高防腐、高强度、轻质的新型建材,在土木工程施工中合理应用可发挥诸多优势,保证工程建设水平和效率大幅提高,并能够确保施工过程的安全性,减少成本投入。因此,在具体工程实践中,相关人员应当充分把握对 FRP 材料的应用要点,及时注重采用 FRP 材料对工程进行加固,有效运用 FRP 筋对盾构施工、边坡加固以及混凝土结构优化施工提供良好的支持,同时通过 FRP 材料组合结构强化工程整体安全性和稳定性,切实推动土木工程可持续发展。

参考文献:

- [1] 闫清峰,张纪刚.纤维增强复合材料在土木工程中的应用与发展[J].科学技术与工程,2021,21(36):15314-15322.
- [2] 王建兴.绿色建筑材料在土木工程施工中的应用[J].工程技术研究,2021,06(18):139-140.
- [3] 王腾.复合材料在土木工程中的发展与应用[J].造纸装备及材料,2021,50(06):145-146.
- [4] 吴元成.复合材料在土木工程中的发展与应用[J].智能城市,2020,06(02):159-160.