



港口工程无粘结预应力 连续梁设计及施工

邴晓¹, 黄建¹, 高尚²

(1.大连理工大学土木建筑设计研究院有限公司, 辽宁大连 116023;
2.中交第四航务工程勘察设计院有限公司, 广东广州 510230)

摘要: 概述港口工程无粘结预应力连续梁的设计、施工及质量保证措施, 特别提出预应力构件端部防腐保护措施。通过采用分段预制、分段张拉施工工艺, 解决大跨度预应力混凝土连续结构的水上施工的技术难点; 梁端部采用有粘结筋等防腐措施, 确保端部结构安全。

关键词: 无粘结预应力; 港口工程; 施工工艺; 端部防腐

中图分类号: U 655

文献标志码: B

文章编号: 1002-4972(2012)11-0208-03

Design and construction of prestressed frame beams with unbonded tendons in port engineering

BING Xiao¹, HUANG Jian¹, GAO Shang²

(1. Civil & Architectural Design and Research Institute Co., Ltd., of Dalian University of Technology, Dalian 116023, China;
2. CCCC-FHDI Engineering Co., Ltd., Guangzhou 510230, China)

Abstract: This paper outlines the design, construction and quality assurance measures of the frame beams of the prestressed concrete with unbonded tendons in port engineering, especially the anti-corrosion measures for the ends of prestressed structure, deals with technical difficulties of water construction on large-span continuous prestressed concrete structure by the construction technology of sectional precasting and sectional tensioning. Anti-corrosion measures such as bonded tendons are used for guaranteeing the structural safety of the ends of beams.

Key words: prestressed concrete with unbonded tendons; port engineering; construction technology; anti-corrosion for ends

无粘结预应力技术是在20世纪50年代从大跨度双向平板建造技术发展起来的, 在国外已有50~60年的应用历史。目前, 该项技术已在美国、日本等国家的港口工程中得到应用, 但我国仅在桥梁、建筑等领域得到应用, 在港口工程领域尚未推广应用。本文介绍无粘结预应力技术在大连辽渔集团“大连国际水产品交易中心配套码头二期工程”中的应用, 概述港口工程无粘结预应力连续梁的设计、施工及质量保证措施, 特别提出预应力构件端部锚固区防腐保护措施。12年的使用实践证明在港

口工程中应用该项技术是可行和成功的。

本文在国内首次将无粘结预应力结构应用于港口工程中, 解决了大跨度预应力混凝土连续结构的水上施工的技术难题, 可在港口工程中广泛应用。

1 连续梁设计

1.1 基础资料

轨道梁采用T型截面, 计算跨度为8.36 m。轨道梁混凝土采用C55高强混凝土, 无粘结筋采用

收稿日期: 2012-09-06

作者简介: 邴晓(1969—), 男, 高级工程师, 主要从事港口与航道工程设计与研究。

$\phi 15.2$ 钢绞线, 抗拉强度为 1 860 MPa, 有粘结非预应力钢筋采用 II 级钢筋。

1.2 截面控制内力计算结果

连续梁各截面控制内力计算结果见表 1。

表 1 不同状态内力计算结果

状态	荷载组合	跨中弯矩/ (kN·m)	支座弯矩/ (kN·m)	剪力/kN
承载能力	门机主导	2 387.05	1 982.14	1 772.03
极限状态	波浪浮托力主导	1 194.45	2 340.15	1 201.94
正常使用	门机主导	1 574.92	1 201.90	1 105.00
极限状态	波浪浮托力主导	480.41	1 347.90	593.05

1.3 正截面抗裂验算

裂缝控制等级按一级设计, 即 $\sigma_{ck} - \sigma_{pc} \leq 0$ 。

对于梁顶: $\sigma_{ck} - \sigma_{pc} = -0.5$ MPa (< 0); 对于梁底: $\sigma_{ck} - \sigma_{pc} = -0.06$ MPa (< 0)。

对于门机主导和波浪浮托力主导 2 种组合, 梁顶、梁底均满足要求。

1.4 斜截面抗裂验算

混凝土主拉应力、主压应力应满足以下规定:

$$\sigma_{tp} \leq 2.43 \text{ MPa}, \sigma_{cp} \leq 20.4 \text{ MPa}。$$

混凝土主压应力和主拉应力按下式计算:

$$\frac{\sigma_{tp}}{\sigma_{cp}} = \frac{\sigma_x}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x}{2}\right)^2 + \tau^2} \quad (1)$$

对于门机主导和波浪浮托力主导 2 种组合, 混凝土主压应力和主拉应力均满足要求。

1.5 连续梁正截面承载力验算^[1]

正截面受弯承载力按下式计算:

$$M_u = \frac{1}{1.1} [\sigma_p A_p (h - a_p - a'_s) + f_y A_s (h - a_s - a'_s) + (\sigma'_{po} - f'_{py}) A'_p (a'_p - a'_s)] \quad (2)$$

由于按一级裂缝控制设计, 经计算, 正截面承载力设计值远大于门机主导和波浪浮托力主导 2 种组合的控制内力, 满足要求。

2 预应力施工工艺

本文中不涉及整个工程的施工工艺, 仅对无粘结预应力轨道连续梁的施工作业概要叙述。

本工程中的轨道连续梁采用分段预制、分段张拉施工工艺, 其施工顺序如下:

1) 预制时分段预制, 每一分段的无粘结预应力筋如同非预应力筋一样, 铺放在模板内, 然后浇筑混凝土;

2) 待混凝土强度达到设计要求后, 在预制场张拉每一个码头段上轨道连续梁端部第一段梁的预应力筋, 其余分段预应力筋将于其后安装就位后再分段张拉;

3) 将一个码头段上轨道连续梁的所有分段预制梁全部安装就位;

4) 在第 1 分段与第 2 分段的支座处 (第 1 中间支座) 将无粘结预应力筋用连接器连接在一起, 然后在此支座处浇注接头混凝土;

5) 待第 1 中间支座处的接头混凝土达到设计强度后, 在第 2 分段与第 3 分段的支座处 (第 2 中间支座) 张拉第 1 中间支座、第 2 分段的预应力筋, 待达到该阶段的设计预应力要求后, 加以锚固;

6) 在第 2 中间支座处, 将已张拉锚固后的第 2 分段预应力筋用连接器与第 3 分段的预应力筋连接在一起, 然后在此支座处浇注接头混凝土;

7) 待第 2 中间支座处的接头混凝土达到设计强度后, 在第 3 中间支座处重复第 2 中间支座处的各项施工工序, 依此类推, 直至最后一个中间支座;

8) 待最后一个中间支座的接头混凝土达到设计强度后, 在连续梁的另一端, 最后一次张拉最后一个中间支座和最后分段的无粘结预应力筋, 待达到设计预应力要求后, 加以锚固, 并进行安全处理, 最后全部完成连续梁的施工。

3 质量保证

本项技术的成功应用, 关键是在施工中如何保证达到设计要求的质量。以下是在该工程实践中所采取的一些措施。

1) 采用符合该工程实际的合理的原材料。

①本工程无粘结预应力筋采用 $\phi 15.2$ 环氧全涂装钢绞线, 无粘结筋必须附产品质量合格证明书;

②下料前, 复试所有无粘结筋, 并对护套逐根进行外观检查, 合格后方可下料;

③本工程无粘结筋必须采用由专业厂家生产

的夹片锚具、挤压锚具及连接器等 I 类锚具，锚具组装件，施工前必须进行静载锚固性能试验，而且必须附产品质量合格证明书。

2) 严格张拉程序。

张拉最大控制应力取无粘结筋标准强度的 $0.75f_{pk}$ ，采用超张拉，从应力为零开始张拉至 $1.03\sigma_{con}$ 。

3) 做好无粘结束体系的防腐保护^[2]。

在海洋环境下，如何保证无粘结筋不被腐蚀，确保结构的安全性和耐久性是无粘结预应力结构的关键问题。无粘结筋束主要依靠构件两端锚固区发挥作用，无粘结筋与不直接混凝土接触，只要一端受腐蚀，整根无粘结筋束就会失去作用，因此必须重点考虑梁端部锚固区无粘结筋束的防腐措施。

1) 端部采用0.9 m长有粘结筋，确保端部结构安全。

剥开无粘结筋护套后，注意必须用丙酮清除无粘结筋上的油脂，并且将无粘结筋护套口用塑料胶带紧紧缠绕，保证浇注混凝土时砂浆不进入塑料护套内。

2) 在施工期，在张拉前，为了防止海水的腐蚀，梁端部外露无粘结筋应采用套管内灌油脂的

方法进行保护。

3) 无粘结筋张拉完毕后，端部多余部分应截去。

4) 构件端部承压板和锚具的夹具必须密封防潮，表面用环氧树脂类粘结剂涂盖。

5) 采取构件表面环氧树脂涂层防腐措施。

6) 为了提高混凝土抗氯离子腐蚀能力，混凝土浇筑时添加阻锈剂。

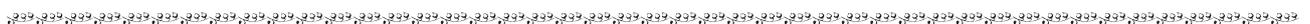
4 结语

本文的主要目的在于通过无粘结预应力连续梁的工程实践，在港口工程中推广应用无粘结预应力结构。无粘结预应力结构有其优势和劣势，随着设计、施工技术的发展，无粘结束的防腐蚀做法将不断改进，无粘结预应力技术将更加成熟可靠。

参考文献:

[1] JGJ/T 192—1993 无粘结预应力混凝土结构技术规程[S].
[2] 贺南光. 无粘结预应力技术在港口工程上的应用[D]. 大连: 大连理工大学, 2002.

(本文编辑 郭雪珍)



· 信 息 ·

上航局承建的连云港港30万吨级航道一期工程竣工

日前，上航局承建的连云港港30万吨级航道一期工程25万吨级主航道H1.1,H1.2,H1.3疏浚标段通过竣工验收。

该工程是在原有15万吨级航道轴线基础上增深、拓宽、延长，完工后可满足25万吨级散货船乘潮单向通航，7万吨级以下船舶全潮双向通行的要求。上航局承建的H1.1,H1.2,H1.3标段疏浚工程，于2010年2月开工建设，2012年6月基本完成建设任务。

该工程的建成，对提升连云港港口服务能力，发展大型临港产业，带动区域经济发展具有重要意义。

摘自《中国交通建设网》