

潮湿混凝土植筋施工方案对锚固性能的影响

左新建, 刘新宇, 李艳茹

(解放军理工大学 工程兵工程学院, 南京 210007)

摘要: 地下工程结构的广泛应用给人们提出了对其进行加固改造技术的新问题。由于地下工程结构所处位置的特殊性, 施工工艺对潮湿混凝土的植筋效果有很大的影响。对植筋在荷载作用下的破坏机理和破坏形式进行了论述; 对不同施工工艺下潮湿混凝土植筋在荷载作用下的破坏机理和破坏形态作了研究; 比较了潮湿和干燥环境下混凝土植筋在荷载作用下的受力和破坏形态。结果表明, 潮湿环境下施工工艺对植筋拉拔和锚固性能有较大影响。

关键词: 地下工程结构; 潮湿环境; 施工工艺; 植筋; 锚固性能

中图分类号: TU 443

文献标识码: A

Effect of construction scheme for growing bars in damp concrete environment on anchorage performance

ZUO Xin-jian, LIU Xin-yu, LI Yan-ru

(Engineering Institute, PLA University of Science and Technology, Nanjing 210007, China)

Abstract: With that the underground projects are widely used, a new technical problem of consolidating and reforming them are proposed. As the peculiar place of underground projects, the technology of growing bars affect the effect greatly. This article expounds the damage mechanism and damage shape of the standing loads bars and researches different rules and shapes of damage of different ways in bonding bars; and compares the damp and arid environment standing loads bars accepting force and damage form. The conclusion that the process and method of bonding bars under damp environment has great effect on bonding result is drawn.

Key words: underground engineering; construction technology; reinforced bars; damp environment; anchorage performance

1 引言

混凝土地下工程结构在现代社会中占有越来越重要的地位。平时它们能为人们提供舒适、安静、稳定的地下空间, 战时则成为人们生命和财产的重要保障^[1]。随着经济和社会的发展, 现有的地下工程结构已不能满足人们新的需求, 且有相当一部分已经老化^[2]。因此, 必须对它们进行加固和改造。

由于地下结构工程所处位置的特殊性, 地下工程结构中的混凝土很多都是处于潮湿状态, 已有的加固改造方法和施工方案在地下工程结构的加固改造中不能得到较好的效果, 并且由于需要加固结构所处位置具有很大的隐蔽性, 给实际施工带来了一定的困难, 施工工艺对加固效果的影响已成为一个不容忽视的问题^[3]。

与常规的先扎钢筋后浇混凝土的施工工艺相比, 植筋与混凝土之间的锚固是通过混凝土和钢筋之间的胶结实现的, 因此植筋的锚固性能取决于下列几个因素: 混凝土的强度、锚固深度、钢筋外边缘到混凝土孔径壁之间的距离、胶层的性能、胶层的厚度等。

近年来, 关于植筋在静载作用下干燥环境中的锚固性能, 国内外已做了大量的研究工作^[4~6], 且计算与设计方法比较成熟, 在工程中得到了广泛地应用。

但是植筋在潮湿环境状态下的研究还较少, 施工工艺对潮湿环境状态下锚固性能的影响已成为植筋技术的一个关键问题。本文通过对混凝土在不同的施工环境和施工工艺下, 植筋的静力拉拔试验的描述, 分析混凝土在潮湿状态下的植筋拉拔力和施

工工艺对植筋效果的重要性。

2 植筋试件

试件形式见图 1。同一工况下 1 组有 2 个试件，锚筋选用 $\phi 25$ mm 钢筋，粘结剂采用 FISV-360S 植筋胶，混凝土基体强度等级为 C30。锚固长度取 450 mm 和 260 mm 两种。

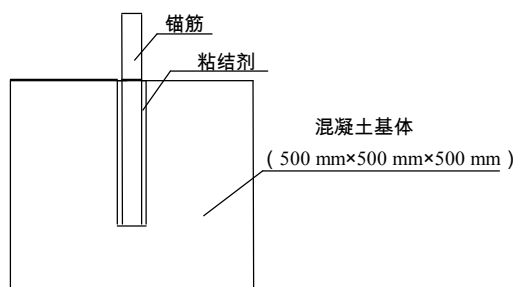


图 1 标准试件
Fig. 1 Standard sample

3 植筋施工方案

方案 1：混凝土试件标定孔位 → 钻孔 → 清孔（用高压空气从孔底吹出粉尘，再用清孔刷刷孔）→ 注胶 → 植筋；

方案 2：混凝土试件标定孔位 → 钻孔 → 泡水（10 d）→ 孔中水排出 → 注胶 → 植筋；

方案 3：混凝土试件标定孔位 → 钻孔 → 泡水（10 d）→ 孔中水排出 → 清孔（用钢丝刷刷孔）→ 注胶 → 植筋。

4 拉拔试验结果

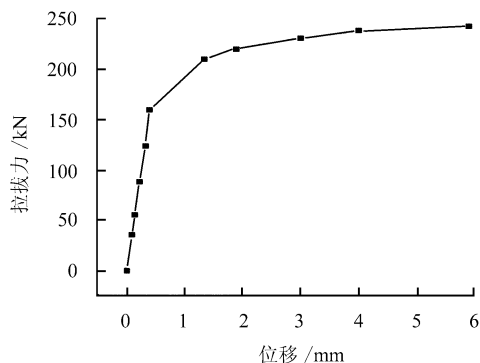
根据以上植筋施工方案，对植筋试件进行拉拔加载试验，根据植筋拉力 p 和位移 s 试验数据，得到各个方案的 $p-s$ 曲线，见图 1~3。

各试件植筋的破坏形式除方案 1（图 2(a)）为植筋拔断破坏外，其他试件的破坏形式均为拔出破坏（混凝土与粘结剂界面）。根据 $p-s$ 曲线得到的特征值如表 1 所列，表中屈服点对应 $p-s$ 曲线的线性段最大拉拔力，极限点对应加载试验过程的最大拉拔力。

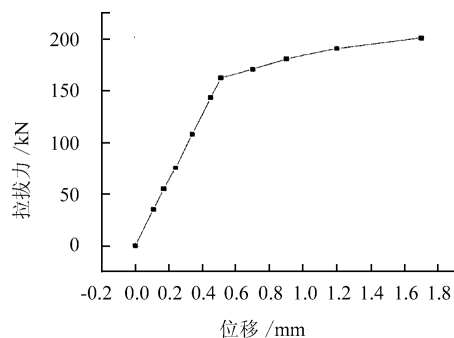
5 试验结果分析

方案 1：干燥情况下。从植筋的受力特点来看，当锚固长度大于基本锚固长度时，锚固段粘结应力提供的锚固力大于钢筋屈服时的拉拔力。植筋的初

始屈服点实际上是钢筋的初始屈服点，此时锚固段平均粘结应力尚未达到粘结强度，当植筋拉拔力达到极限点时，植筋产生较大的拔出位移，这时平均粘结应力已经达到其粘结强度，钢筋拉断破坏。

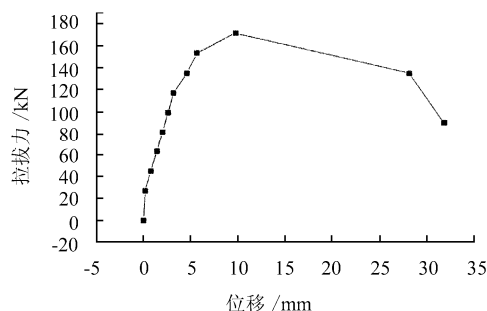


(a) 锚固长度为 450 mm

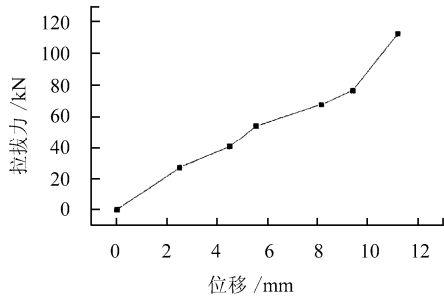


(b) 锚固长度为 260 mm

图 2 方案 1 的 $p-s$ 曲线
Fig. 2 The $p-s$ curves of scheme 1



(a) 锚固长度为 450 mm

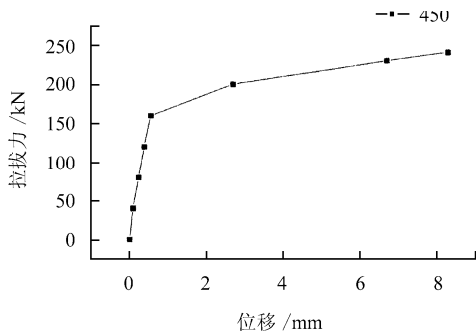


(b) 锚固长度为 260 mm

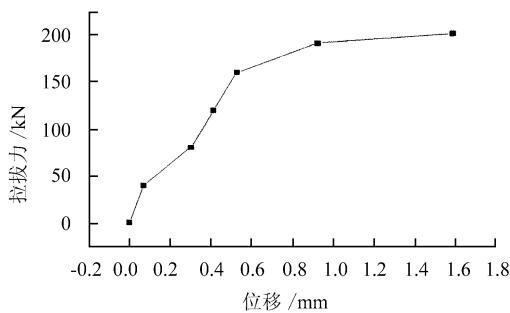
316

图 3 方案 2 的 $p-s$ 曲线

Fig. 3 The $p-s$ curves of scheme 2



(a) 锚固长度为 450 mm



(b) 锚固长度为 260 mm

图 4 方案 3 的 $p-s$ 曲线

Fig. 4 The $p-s$ curves of scheme 3

表 1 $p-s$ 曲线的特征值:

Table 1 Eigenvalues of $p-s$ curves

植筋方案	锚固长度 / mm	屈服点拉拔力 / kN	极限点拉拔力 / kN
等效支撑计算	450	162	247
	260	162	184
薄壳有限元计算	450	117	171
	260	76	112
实测	450	160	240
	260	150	200

当锚固长度小于基本锚固长度时,植筋的破坏主要是界面的粘结破坏。当拉拔力达到屈服拉拔力时,拉拔力已经达到了极限值,随着植筋拔出位移

的增加,拉拔力迅速降低,钢筋发生拔出破坏。

方案 2: 泡水未清孔的情况

由于孔壁和凝胶之间存在有混凝土粉粒,且在潮湿环境下能够形成一层氧化层,使得混凝土和钢筋未能充分粘结在一起,影响植筋效果。屈服拉拔力和极限拉拔力都大大降低,均为干孔时的 70 % 左右,此时锚固段的平均粘结应力小于基本粘结应力。达到极限拉拔力后,随着位移的增加和拉拔力的降低,钢筋很快被拔出。

方案 3: 泡水清孔的情况

由于进行了彻底的清孔,孔壁和凝胶之间已没有粉粒的存在,钢筋和混凝土充分粘结在一起。当锚固长度大于基本锚固长度时,粘结强度提供的锚固力大于钢筋的屈服强度,植筋的初始屈服点是钢筋的屈服点。随着拉拔力的增加,锚固力达到极限值,钢筋在接近其极限应力的情况下被拔出,钢筋的强度得到了充分的发挥。

当植筋的锚固长度小于基本锚固长度时,随着拔出位移的微小增加,拉拔力很快达到极限值,钢筋被拔出而破坏。此时拉拔力的极限值和干燥情况下植筋的拉拔力极限值基本相同。

6 结 论

通过 $p-s$ 曲线的比较和对植筋拉拔过程中的受力性能和破坏形态的分析可以得出以下结论:

通过 $p-s$ 曲线的比较和对植筋拉拔过程中的受力性能和破坏形态的分析可知,施工工艺对混凝土在潮湿状态下的植筋效果有较大的影响,未清孔情况下植筋的屈服拉拔力和极限拉拔力远低于干燥情况下的拉拔力,清孔情况下的拉拔力基本不受影响。

参 考 文 献

- [1] 王年桥. 防护结构计算原理与设计[R]. 工程兵工程学院, 1998.
- [2] 吕楠, 薛天飞, 王珂. 建筑物改造植筋锚固技术应用中的若干问题[J]. 工业建筑, 2003, (5): 86 - 87.
- [3] 郭建功. 植筋技术在钢筋混凝土结构改造中的应用[J]. 西部探矿工程, 2003, (11): 20 - 25.
- [4] 张志强. FISV360 植筋锚固技术[J]. 建筑结构, 2001, (9): 61 - 62.
- [5] 周新刚, 王尤选, 曲淑英. 混凝土植筋锚固极限承载能力分析[J]. 工程力学, 2002, 19 (1): 82 - 86.

-
- [6] Holmquist T J, Johnson G R. A computational constitutive model for concrete subjected to large strains, high strain rates and high pressures[A]. **14th International Symposium on Ballistics Quebec**[C]. Canada: [s.n.], 1993. 26 - 29.