



复合锚杆及其足尺 试验研究

报告者：张继红 博士/总工

2011/4/23

上海地固岩土工程有限公司

目 录

- 概述
- 复合锚杆的构造与施工方法
- 可回收复合锚杆的构造与施工方法
- 承载力足尺试验研究
- 结语



一、概述

■ 锚杆的应用与需求

- 地下空间开发需求日增，基坑围护、边坡支护中对锚杆的需求量日益增加

■ 锚杆的使用现状与局限性

- 软土地区由于土体强度低，锚杆侧阻力小，锚杆较长、承载力较低等原因使用受限；
- 近来出现的在高压旋喷桩、水泥土搅拌桩中插入钢筋、钢绞线的锚杆，常因握裹力不足导致锚杆破坏；
- 锚杆使用后遗留杆体造成邻近区域地下空间开发困难。



一、概述

■ 本文提出的复合锚杆及可回收锚杆

□ 复合锚杆基坑围护结构

- 可广泛应用于软土地区基坑围护、边坡支护工程
- 承载力高，可代替基坑围护内支撑体系，降低工程造价；
- 施工质量可靠，挖土、主体结构施工速度快、工期短；

□ 可回收的复合锚杆结构

- 回收率高，可达100%；
- 回收施工工艺简单，回收成本低；
- 解决了围护施工中锚杆超红线的问题。

■ 关键词：

复合锚杆；可回收的复合锚杆；足尺试验；承载力



二、复合锚杆

■ 复合锚杆的构造

复合锚杆的构造包括三部分：

1. 水泥土加固体
2. 传力带
3. 杆体

其中，水泥土加固体可以是：
在土体中施工的高压旋喷桩；
在土体中施工的变截面水泥土桩体。

其中，传力带可以是：
在水泥土锚固体凝固前施工于其中的水泥浆块、砂浆块或细石混凝土。

其中，杆体可以是：
钢筋、钢绞线或其与预埋件的组合

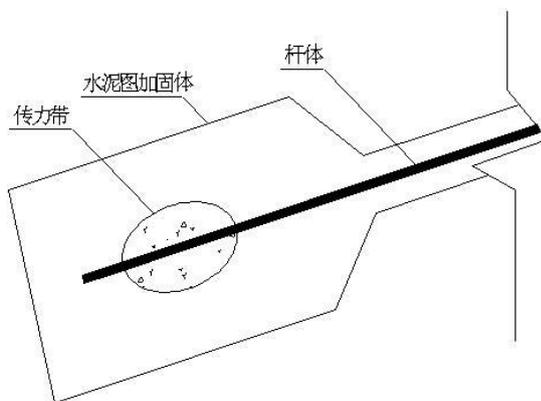


图1 复合锚杆构造示意图



二、复合锚杆

■ 复合锚杆的施工步骤

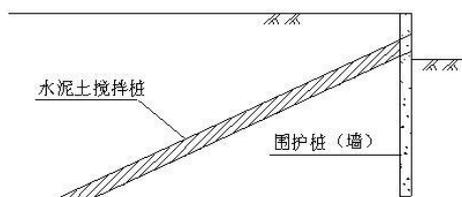


图2 施工围护桩（墙）与水泥土加固体

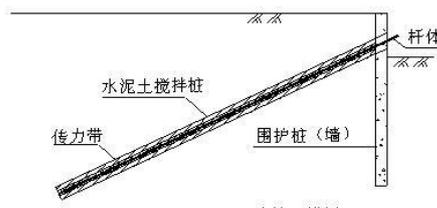


图3 在水泥土加固体中施工锚杆

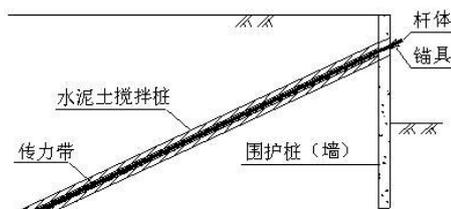


图4 锁定锚杆



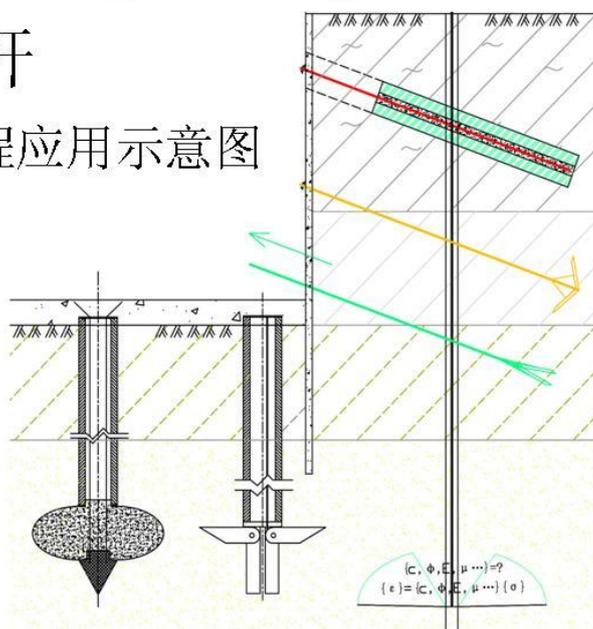
二、复合锚杆

■ 复合锚杆的工程应用示意图



复合锚杆施工机械设备

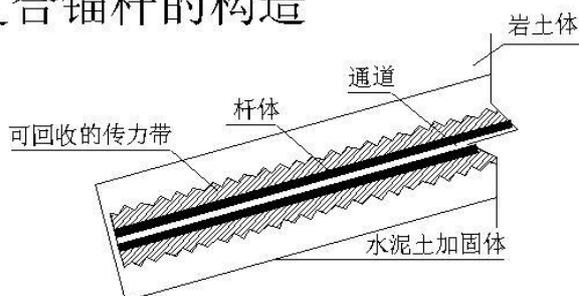
返回



GE ANCHOR
地固岩土

三、可回收的复合锚杆

■ 可回收的复合锚杆的构造



可回收复合锚杆的构造分四部分：

1. 水泥土锚固体；
2. 可回收的传力带；
3. 杆体：钢筋或钢绞线；
4. 中空通道。

图5 可回收的复合锚杆纵剖面图

GE ANCHOR
地固岩土

三、可回收的复合锚杆

■ 可回收的复合锚杆的构造

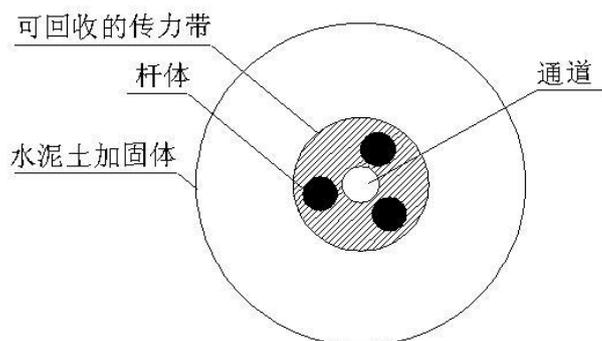


图6 可回收的复合锚杆横断面图



三、可回收的复合锚杆

■ 可回收的复合锚杆的施工方法

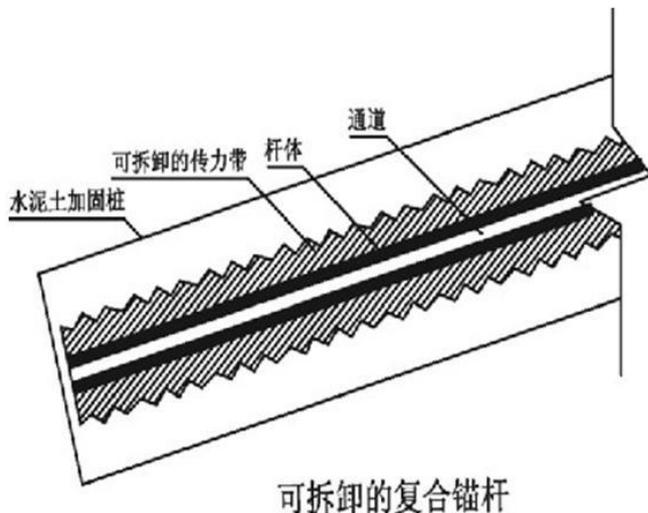
□ 包括以下步骤：

1. 确定锚杆位置；
2. 设置可回收的传力带、中空通道，制造复合锚杆杆体；
3. 在锚杆位置施工水泥土加固体；
4. 将复合锚杆杆体插入未凝固的水泥土加固体；
5. 锁定锚杆；
6. 待锚杆使用结束后，解除锁定；
7. 通过中空通道降低可回收的传力带与杆体之间的连接强度；
8. 拔出杆体及设置于可回收的复合锚杆中其他可回收构件，完成回收施工。



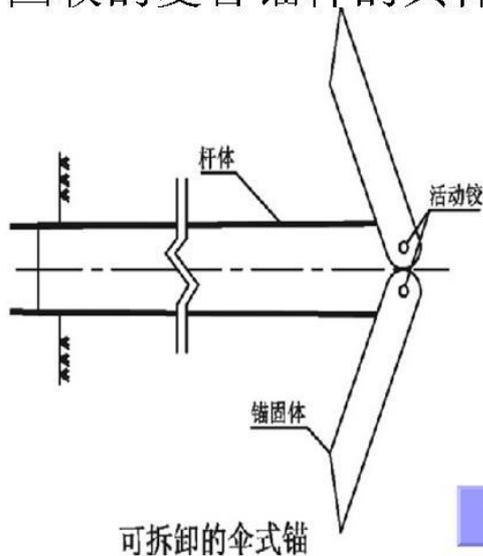
三、可回收的复合锚杆

■ 可回收的复合锚杆的具体形式（一）



三、可回收的复合锚杆

■ 可回收的复合锚杆的具体形式（二）

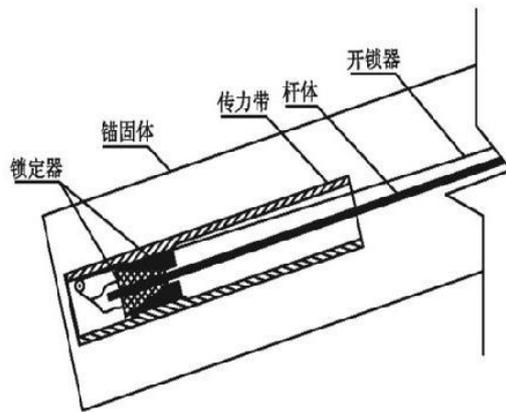


参考



三、可回收的复合锚杆

■ 可回收的复合锚杆的具体形式（三）

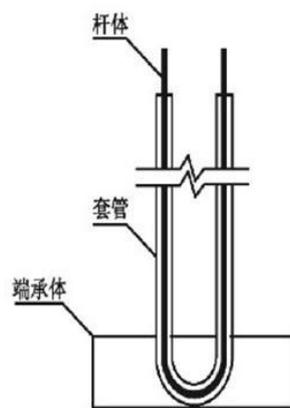


可拆卸的锁定式锚杆



三、可回收的复合锚杆

■ 可回收的复合锚杆的具体形式（四）

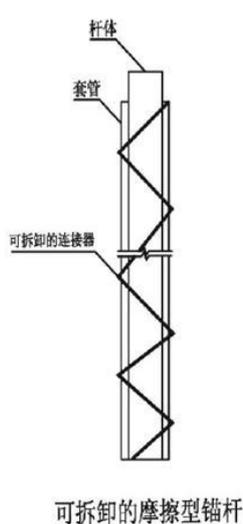


可拆卸的端承型锚杆



三、可回收的复合锚杆

■ 可回收的复合锚杆的具体形式（五）



四、复合锚杆的承载力研究

■ 试验场地工程地质条件

试验场地属于上海地区典型的软土地层，试验主要影响土层为上海地区

②层粉质粘土与第④层淤泥质粘土层

试验场地土层物理力学性质表（表1）

层序	土层名称	埋藏深度 /m	孔隙比 /e	含水量 /w (%)	压缩模量 Es/MPa	直剪固快（标准值）	
						凝聚力 /cMPa	内摩擦角 ϕ /°
②	粉质粘土	3.5	0.92	36.0	4.60	22.0	20.0
④	淤泥质粘土	13.8	1.38	48.5	2.30	14.0	13.0



四、复合锚杆的承载力研究

■ 足尺试验用复合锚杆概况

足尺复合锚杆试验概况表（表2）

施工时间	水泥土搅拌桩直径/mm	水泥掺入量/kg/m	入土深度/m	锚杆钻孔直径/mm	试验时锚杆养护时间/d	杆体钢绞线情况
2010.11	700	150	11	200	>28	3 ϕ 12.7



四、复合锚杆的承载力研究

■ 承载力基本试验Q-S曲线

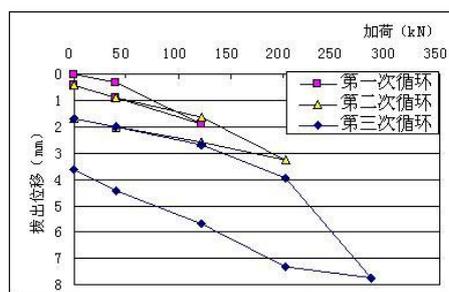


图7 复合锚杆基本试验Q~S曲线

试验结果显示，图7中的复合锚杆基本试验确定的承载力值为284kN，在试验达到破坏时，水泥土搅拌桩体并未出现破坏，破坏面发生在锚杆中的锚固体与水泥土搅拌桩的接触面位置。



四、复合锚杆的承载力研究

■ 承载力基本试验Q-S曲线

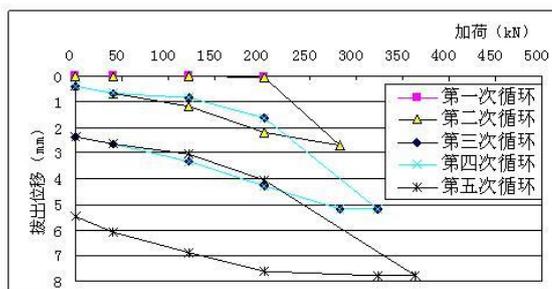


图8 复合锚杆基本试验Q-S曲线

试验结果显示，图8中的复合锚杆试验承载力达到365kN，试验结束时，水泥土搅拌桩出现破坏。



五、结语

- 复合锚杆技术是软土地地区经济适用的锚杆形式。
- 软土中的复合锚杆可以提供较大承载力，变形较小。
- 复合锚杆解决了水泥土与杆体之间连接强度低的难题。
- 可回收的复合锚杆解决了杆体地下超红线的问题。
- 建议在实际工程应用前，进行复合锚杆的承载力试验



参考文献

- [1] CECS 147: 2004, 中国工程建设标准化协会标准, 加筋水泥土桩锚支护技术规程.
- [2] 张继红, 一种可回收的摩擦型锚杆, 国家专利: ZL 201020172323. 6.
- [3] 张继红, 可回收的端承式锚杆, 国家专利: ZL 201020141852. X.
- [4] 张继红, 一种可回收的端承摩擦型锚杆, 国家专利: ZL 201020172334. 4.
- [5] 张继红, 可回收岩土加固施工方法及所用的脱壳式加固体、回收器, 国家专利: 2006100258150.
- [6] 张继红, 一种复合锚杆及其施工方法, 国家专利: 201010295594. 5.
- [7] 张继红, 一种可回收的复合锚杆及其施工方法, 国家专利: 201010508643. 9



谢谢观赏

以上技术专利群保护, 具体技术探讨联系方式:

联系人: 张继红

电 话: 021-55891672

