

# 复合载体夯扩桩在石家庄前进街跨河桥地基处理中的应用

蔺忠彦 李玉鹏

金 鑫

(北京波森特岩土工程有限公司 102218) (河北省水利工程局 石家庄 050021)

**[提要]** 介绍了复合载体夯扩桩在汉河前进街桥地基处理中的工程应用实例和该桩的承载特点、不同承载力形式及检测效果。实践证明,利用复合载体夯扩桩承载力高的特点进行复合地基的处理,具有明显的经济效益和应用前景。

**[关键词]** 复合载体夯扩桩 复合载体 复合地基 方案比较

**Application of Ram-compaction Piles with Composite Bearing Base in the Ground Treatment of a Bridge Engineering in Shijiazhuang/Lin Zhongyan<sup>1</sup>, Li Yupeng<sup>1</sup>, Jin Xin<sup>2</sup>** (1 Beijing Puissant Geotechnical Engineering Co., Ltd., Beijing 102218, China; 2 Hebei Water Conservancy Engineering Bureau, Shijiazhuang 050021, China)

**Abstract:** The bearing property, bearing characteristics and test of ram-compaction piles with composite bearing base used in a bridge engineering are presented. The results show that ram-compaction piles with composite bearing base, which have highly bearing capacity, are remarkably economical and have good application future.

**Keywords:** ram-compaction piles; composite bearing base; bearing-body; compound ground; scheme compare

利用复合载体夯扩桩的受力机理,将上部钢筋混凝土桩身改变为素混凝土桩身,并在桩顶铺设褥垫层,这种地基处理方式就成为了复合载体夯扩桩复合地基。它继承了复合载体夯扩桩单桩高承载力、变形小的特点,又发挥了复合地基处理方法的优点,因此较常规复合地基处理具有更大的技术优势和经济优势。

## 一、工程概况

石家庄市前进街桥新桥位于汉河,桥长 160m,主路宽 12m,便道宽 2m,总宽 16m。为多拱桥,共 18 个桥墩,桥墩截面约为  $6 \times 21.80\text{m}^2$ ,基底埋深 6.25m。

根据工程地质勘察资料,地下水埋深在 10.0m 以下。地基土层及其主要物理力学性质指标见表 1。

工程地质参数 表 1

土 层	厚度(m)	$f_k$ (kPa)	$E_s$ (MPa)
①耕土	0.4	—	—
②细砂	7.6	100	8.5
③中粗砂	7.8	220	14.0
④亚粘土	3.8	180	5.6
⑤圆砾	>4.6	500	45.0

设计要求地基承载力为 255kPa,变形要求小于 20mm。

## 二、扩顶复合地基的设计

在工程设计中,由于基底埋深为 6.25m,基底位于层②细砂层,地基承载力特征值为 100kPa,不满足地

基承载力的要求,必须进行处理,其下为层③中砂层,地基承载力特征值为 220kPa,砂层顶面埋深为 8.0m,经深度修正后,地基承载力为 625kPa。层③顶以上荷重为:

$$225 + 8.0 \times 18 = 369\text{kPa} < 625\text{kPa}$$

因此若将基础放置在层③中砂层顶上时,则地基不需要处理,能满足上部荷重的要求。

复合载体夯扩桩复合地基的作用原理即是采用复合载体夯扩桩复合地基,让桩和桩间土共同受力,桩长以中砂层深度进行控制,通过扩顶将荷载更多地传递到桩上,最终由载体底部的土体承受上部荷载。故选用层③土作为载体持力层。

### 1. 单桩承载力确定

设计桩长 3.0m,桩径  $\phi 400$ ,复合载体夯扩桩三击贯入度为 15cm,根据规范三击贯入度等效计算面积  $A_e$  为  $1.6\text{m}^2$ ,则单桩承载力为  $R_a = 1\ 000\text{kN}$ 。实际考虑复合载体夯扩桩无法全部发挥出单桩承载力,取 500kN。

桩身混凝土等级 C20,布桩间距  $2.4\text{m} \times 2.4\text{m}$ ,正方形布桩。为了将更多的荷载传递到桩上,将直径 400mm 桩顶进行扩顶,即在桩顶处将桩身直径由 400mm 扩至 800mm,其有效置换率即被提高了。

$$m = A_p/A = 0.0872$$

$$f_{spk} = mR_a/A_d + \beta(1 - m)f_{sk} = 178\text{kPa}$$



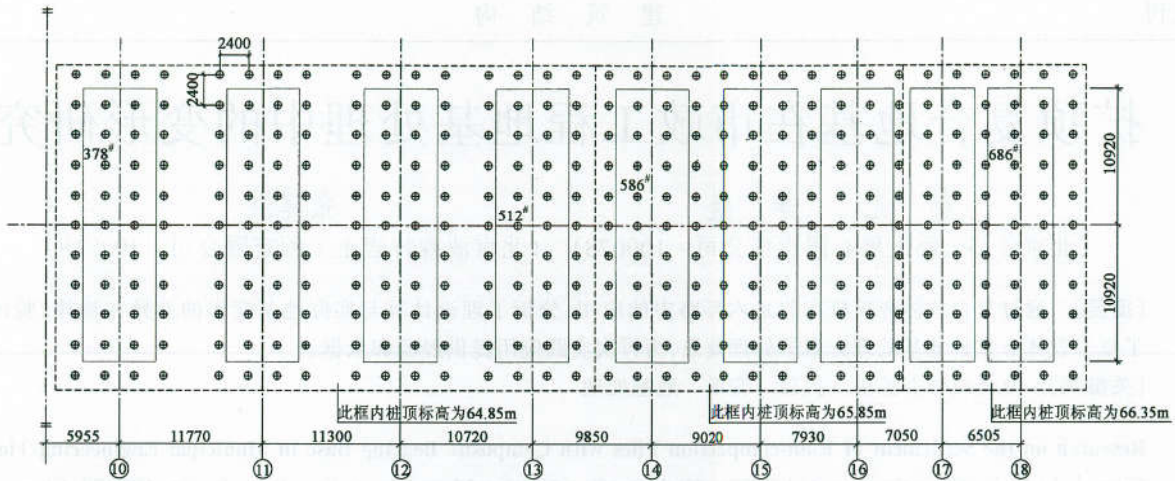


图1 基础布桩平面图

对复合地基进行深度修正,深度修正系数  $\eta_d = 1.0$ ,经深度修正后,复合地基承载力为 290kPa,大于 255kPa,满足设计要求。

## 2. 复合地基的变形计算

扩顶复合地基通过扩顶将上部荷载更多地传递到载体端部土体,减少了桩间土的变形,故减小了复合地基的变形,其沉降计算采用常规复合地基沉降计算公式。经计算复合地基的变形为 17.49mm。

## 三、复合地基承载力的检测结果

在本工程地基处理中,共布桩 726 根,布桩平面图见图 1。依据《建筑地基处理技术规范》中对复合地基的检测要求,共进行了 5 个承台复合地基的静载荷检测试验和 220 根桩的低应变动力检测。静载荷检测结果证明,采用扩顶处理的复合载体夯扩桩复合地基满足上部结构要求,部分试验桩的  $Q-s$  曲线见图 2;低应变动力检测结果显示桩身完好,均属一类桩。

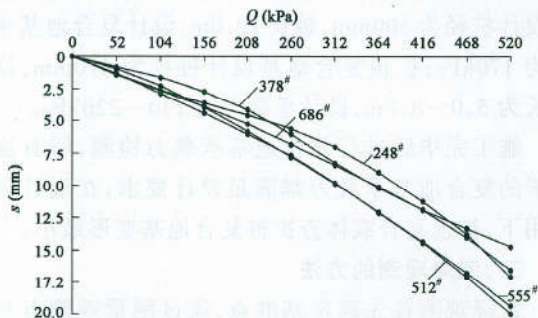


图2 部分试桩  $Q-s$  沉降曲线

按照曲线形状和相对应沉降量综合分析,复合地基在荷载 520kPa 作用下,均未出现极限特征,曲线呈缓变的抛物线型。这是因为复合载体夯扩桩不会出现刺入破坏现象,主要表现为桩端下土层的压密变形,压密区的土体既有较高的承载力,又有较小的压缩变形。

因此在长期使用荷载作用下,桩端土体不仅不会破坏,而且会因不断固结压密而提高其承载力,所以应用复合载体夯扩桩是足够安全的。

## 四、结语

工程也可采用 CFG 桩复合地基进行处理,通过方案设计,采用 CFG 桩时,设计桩长约 12m,桩径 400mm,布桩约 1 600 根,总造价约 110 万元;而采用复合载体夯扩桩复合地基,总造价为 60 万元,节省造价 50 万元,节约 46%。可见扩顶复合载体夯扩桩复合地基作为一种新型复合地基,是处理软弱地基比较经济、有效、可靠的方法。

该工艺还具有施工速度快、质量好、造价低、沉降量小和利于环保等优点。

## 参 考 文 献

1. 复合载体夯扩桩研究报告(内部资料).北京波森特岩土工程有限公司,1997.
2. 复合载体夯扩桩设计规程(JGJ/T135—2001).中国建筑业出版社,2001.
3. 建筑桩基技术规范(JGJ94—94).中国建筑业出版社,1994.
4. 桩基工程技术.中国建筑业出版社,1996.
5. 建筑地基处理技术规范(JGJ79—2002).中国计划出版社,2002.

(上接第 76 页)

## 五、结语

通过工程应用可见,等能量等贯入度控制的挤密碎石桩在处理承载力要求低的复合地基和大范围内加固土体的地基处理中效果特别明显,它通过填料夯击,改变了土体的物理力学指标,提高了土体的承载力,具有显著的经济效益,是一项值得大力推广的施工工艺。

## 参 考 文 献

1. 顾晓鲁,钱鸿晋,刘惠珊等.地基与基础.中国建筑业出版社,2002.
2. 刘金砺.桩基础设计与计算.中国建筑业出版社,1990.
3. 复合载体夯扩桩设计规程(JGJ/T135—2001).中国建筑业出版社,1991.