

深度修正后有黏结强度的复合地基 增强体所受荷载的探讨

郭小红, 周载阳

(建设综合勘察研究设计院有限公司, 北京 100007)

摘要: 通过研究《建筑地基处理技术规范》(JGJ 79—2012)中有黏结强度的复合地基承载力特征值的估算公式, 本文对修正后的有黏结强度的复合地基承载力特征值及增强体承载力进行了推导计算, 得出按基础埋深修正后复合地基增强体实际承担的荷载大于按照规范公式估算得出的单桩承载力特征值, 并给出了二者之间的关系式。增强体桩身强度作为复合地基能够正常工作的必要条件, 须按照实际的基底压力进行强度验算。本文对修正后增强体桩身强度的验算进行了探讨, 提出了与规范不同的验算公式。

关键词: 深度修正; 有黏结强度; 复合地基增强体; 桩身强度验算

中图分类号: TU470

文献标识码: A

文章编号: 2096-7195(2024)01-0104-03

The discussion of load on composite foundation reinforcement with cohesive strength after depth correction

GUO Xiao-hong, ZHOU Zai-yang

(China Institute of Geotechnical Investigation and Surveying Co., Ltd., Beijing 100007, China)

Abstract: In this work, an analysis is conducted on the calculation formula stipulated in *Technical Code for Ground Treatment of Buildings* (JGJ 79—2012) to determine the characteristic value of composite foundation bearing capacity inclusive of cohesive strength. The derived outcomes encompass the modified bearing capacity characteristic value of cohesive composite foundation along with the bearing capacity assessment pertaining to the reinforcement elements. The investigation reveals that the actual load sustained by the reinforcement of the composite foundation, subsequent to depth correction, surpasses the characteristic value derived from the formula of preliminary design for single pile bearing capacity. Consequently, the study delineates the correlation between these two values. It becomes evident that the effectiveness of the composite foundation hinges upon the strength of the reinforcement, mandating a thorough evaluation against the actual foundation pressure. This work addresses the computation of the modified strength of the reinforcement, proposing an alternative calculation formula distinct from the one outlined in the technical code.

Key words: depth correction; cohesive strength; composite foundation reinforcement; pile body strength checking calculation

0 引言

根据《建筑地基处理技术规范》(JGJ 79—2012)^[1], 经处理后的地基当按地基承载力确定基础底面积及埋深时, 复合地基承载力特征值可进行深宽修正。修正后, 复合地基的承载力得到一定程度的提高, 增大的这部分承载力由增强体和周边土共同承担。对于有黏结强度增强体的复合地基来

说, 增强体实际提供的承载力大于初步设计时估算公式得出的单桩承载力, 故在进行增强体桩身强度验算时也应采用其实际承担的荷载。本文通过分析规范推荐的复合地基承载力初步设计估算公式与深宽修正规则, 得出了有黏结强度复合地基增强体桩身强度验算公式, 该公式与规范推荐的验算公式有所差异。

1 复合地基承载力修正后有黏结强度的增强体所受荷载

根据《建筑地基处理技术规范》(JGJ 79—2012) [1], 有黏结强度的复合地基承载力特征值可按规范推荐公式进行估算:

$$f_{\text{spk}} = \lambda m \frac{R_a}{A_p} + \beta(1-m) f_{\text{sk}} \quad (1)$$

式中: f_{spk} 为复合地基承载力特征值, kPa; λ 为单桩承载力发挥系数; R_a 为单桩竖向承载力特征值, kN; A_p 为桩的截面积, m^2 ; β 为桩间土承载力发挥系数; m 为面积置换率; f_{sk} 为处理后桩间土承载力特征值, kPa。

当按地基承载力确定基础底面积及埋深而需要对复合地基承载力特征值进行修正时, 对于有黏结强度的复合地基, 基础宽度的地基承载力修正系数应取 0, 基础埋深的地基承载力修正系数应取 1.0。根据《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2011) [2], 则修正后的复合地基承载力特征值应为:

$$f_{\text{spa}} = f_{\text{spk}} + \gamma_m(d-0.5) \quad (2)$$

式中: f_{spa} 为深度修正后的复合地基承载力特征值, kPa; γ_m 为基础底面以上土的加权平均重度, kN/m^3 ; d 为基础埋置深度, m。设计使用深度修正过的复合地基承载力后, 竖向增强体与周边土体承担的荷载相应增大。关于复合地基桩土荷载分担比例的关系, 多年来已有大量研究证明, 褥垫层的材料和厚度基本决定了桩土荷载分担比例。在此条件下, 可以假定修正前后桩土荷载分担比例(桩土应力比)不变。根据式(1)和式(2)可得:

$$\frac{f_{\text{spa}}}{f_{\text{spk}}} = \frac{f_{\text{spk}} + \gamma_m(d-0.5)}{f_{\text{spk}}} = 1 + \frac{\gamma_m(d-0.5)}{f_{\text{spk}}} \quad (3)$$

$$f_{\text{spa}} = \left[1 + \frac{\gamma_m(d-0.5)}{f_{\text{spk}}} \right] f_{\text{spk}} \quad (4)$$

由式(4)可知修正后的复合地基承载力特征值与未修正前相比, 其增大系数为:

$$K = 1 + \frac{\gamma_m(d-0.5)}{f_{\text{spk}}} \quad (5)$$

假定桩土应力比不变, 则单桩竖向承载力特征值 R_a 与桩间土承载力的增大系数均为 K , 经深度

修正后单桩受到的荷载应为:

$$R'_a = KR_a = \left[1 + \frac{\gamma_m(d-0.5)}{f_{\text{spk}}} \right] R_a \quad (6)$$

2 基础埋深修正后有黏结强度的复合地基增强体强度的验算

复合地基增强体的强度是保证复合地基工作的必要条件, 复合地基设计时应按增强体桩身强度进行验算。规范推荐公式为:

$$f_{\text{cu}} \geq 4 \frac{\lambda R_a}{A_p} \quad (7)$$

式中: f_{cu} 为桩体试块(边长 150 mm 立方体)标准养护 28 d 的立方体抗压强度平均值, kPa。按基础埋深修正后, 增强体实际的荷载增大对桩身强度提出了更高的要求, 此时增强体桩身强度验算应按实际分配的基底压力进行验算, 由式(6)和式(7)可得桩身强度 f_{cu} 应满足:

$$f_{\text{cu}} \geq 4 \frac{\lambda R'_a}{A_p} = 4 \frac{\lambda R_a}{A_p} \left[1 + \frac{\gamma_m(d-0.5)}{f_{\text{spk}}} \right] \quad (8)$$

规范给出的桩身强度的验算公式为:

$$f_{\text{cu}} \geq 4 \frac{\lambda R_a}{A_p} \left[1 + \frac{\gamma_m(d-0.5)}{f_{\text{spa}}} \right] \quad (9)$$

笔者认为此处 f_{spa} 应为 f_{spk} , 根据推导式(8)作为有黏结强度增强体的验算公式更为合理。

3 工程案例

某项目基础埋深为 6.0 m, 持力层地基承载力特征值为 80 kPa, 设计要求进行地基处理, 处理后经深度修正的复合地基承载力特征值不小于 300 kPa, 沉降不大于 30 mm。根据岩土工程勘察资料进行 CFG 桩复合地基处理设计, 设计桩径为 400 mm, 桩长为 12 m, 正方形布桩。计算得置换率 $m=0.056$, 单桩承载力特征值为 439.6 kN, 根据式(1)可得复合地基承载力特征值 $f_{\text{spk}}=231.48$ kPa, 经修正后的复合地基承载力特征值 $f_{\text{spa}}=333.23$ kPa, 满足设计承载力要求。此时进行桩身强度验算, 按照规范推荐式(9)可得, 桩身强度 $f_{\text{cu}} \geq 14\ 620$ kPa, 即采用标号 C15 混凝土可满足要求。按照上文式(8)可得, 桩身强度 $f_{\text{cu}} \geq 16\ 123$ kPa,

标号 C15 混凝土已不能满足桩身强度要求, 而应采用 C20 混凝土。故采用规范推荐的桩身强度验算公式可能会有安全隐患。

4 建议

(1)《建筑地基处理技术规范》(JGJ 79—2012)^[1]推荐的复合地基承载力进行基础埋深修正后, 有黏结强度增强体的桩身强度验算公式值得商榷。

(2)规范只对修正后的桩身强度提出了验算要求, 而对增大的单桩荷载没有提出复核要求。一是考虑到由于褥垫层的设置, 桩间土对桩的水平侧压力增大了桩侧摩阻力, 这对提高单桩承载力是有益的。二是设计人员在进行初步设计时采用的单桩承载力会适当偏低, 预留一些保险系数。那么复合地基承载力修正后单桩静载荷试验是否有必要使用经深度修正后增大的单桩极限荷载进行加载同样值得探讨。

参考文献

[1] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 建筑地基处理技术规范: JGJ 79—2012[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2012.

Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the People's Republic of China. Technical Code for Ground Treatment of Buildings: JGJ 79—2012[S]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2012.

[2] 中华人民共和国住房和城乡建设部, 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 建筑地基基础设计规范: GB 50007—2011[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2011.

Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the People's Republic of China, General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China. Code for Design of Building Foundation: GB 50007—2011[S]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2011.

【简讯】

岩土工程西湖论坛（2024）：交通岩土工程新进展（一号通知）

岩土工程西湖论坛（2024）拟定于 2024 年 10 月 18—20 日在杭州花家山庄召开。近年来, 我国交通工程快速发展, 许多岩土工程新理论、新技术和新材料在我国交通工程建设中得到应用和发展, 同时也有诸多技术难题尚待解决。为了加强技术交流, 促进交通岩土工程领域技术的进一步发展和提高, 更好地为我国交通工程建设服务, 岩土工程西湖论坛（2024）的主题定为“交通岩土工程新进展”。本次会议前, 将围绕该主题组织有关专家学者编写岩土工程西湖论坛系列丛书第 8 册《交通岩土工程

新进展》, 由中国建筑工业出版社出版。

热忱欢迎各位同行积极参与!

会议时间: 2024 年 10 月 18—20 日 (18 日报到)

会议地点: 杭州花家山庄

会议主题: 交通岩土工程新进展

联系方式: 宋秀英
(0571-88208775, xysong2020@163.com)
www.geo-forum.cn