路堤荷载下不排水端承桩复合地基固结分析

杨 涛[1]，李国维[2]

（1.上海理工大学土木工程系，上海 200093；2．河海大学岩土所，江苏 南京 210098）

摘 要：将复合地基视为均质复合材料，考虑桩土相互作用，建立了不排水端承桩复合地基固结方程，并给出复合地基固结度的解析解。通过与有限元法解答的对比，证明了此解析解的正确性和有效性。根据此解答对不排水端承桩复合地基固结性状进行了分析。研究发现，端承桩复合地基固结速率远大于天然地基，复合地基固结速率随置换率、桩土模量比的增加而增大，随加固深度的增加而减小。

关键词：不排水桩；固结度；复合地基；有限元法

中图分类号：TU473 文献标识码：A 文章编号：1000－4548(2007)12－1831－06

作者简介：杨 涛(1962－)，男，江苏南京人，博士，教授，主要从事公路软基加固和复合地基沉降理论方面的研究。E-mail: shyangtao@163.com。

Consolidation analysis of composite ground with undrained penetrating piles under embankment load

YANG Tao[1]，LI Guo-wei[2]

(1. Department of Civil Engineering, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China; 2. Geotechnical Engineering Institute, Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract: Soft ground improved by piles was treated as a homogeneous composite material. Consolidation equation for composite ground with undrained penetrating piles was established with consideration of mutual interaction between piles and surrounding soil. An analytical solution for consolidation degree of the composite ground was proposed. The validity of the proposed method was conformed through comparison among the present analytical solution and the finite element analysis and other existing analytical solutions. Consolidation characteristics of this kind of composite ground was investigated. It was shown that, based on the proposed analytical solution, the rate of consolidation of natural ground was much slower than that of the composite ground. The larger the values of replacement ratio and compression modulus ratio between piles and surrounding soil, the larger the rate of consolidation of the composite ground; and the larger the value of improved depth, the slower the rate of consolidation of the composite ground.

Key words: undrained pile; consolidation degree; composite ground; FEM

0 引 言

近年来，随着公路建设的快速发展，在软土地基上修建的高速公路越来越多。为减小工后沉降，在桥头和结构物与路堤衔接处，越来越多地采用复合地基加固措施。

根据荷载作用下复合地基桩周土中超静孔隙水是否沿径向从桩体排出，可分为排水桩和不排水桩复合地基。所谓排水桩是指桩的渗透性远高于桩周土，荷载作用下桩周土中的超静孔隙水径向流向桩体；不排水桩是指桩根本不透水，不会产生固结，或者桩的渗透性低于桩周土，荷载作用下桩中的超静孔隙水径向流向桩周土体。砂桩和碎石桩属于排水桩，CFG 桩和低标号混凝土桩属于不排水桩。目前，对散体材料桩复合地基的固结问题研究较为深入，获得了能够考虑变荷载、地基成层和涂抹作用、桩未打穿以及半透水边界等较为复杂条件下的固结解析解[1-8]。对于不排水桩复合地基，不会发生桩间土中孔隙水向桩体的径向渗流，但其桩体效应远大于散体材料桩复合地基，固结机理更为复杂，其固结问题的研究较少。Loreneo 等[9]认为水泥土桩固结系数和渗透系数要高于桩周土 12～18 倍，据此建立了瞬时荷载作用下等应变和等应

基金项目：上海市教委科技发展基金资助项目（05EZ02）；广东省交通厅重点科技攻关资助项目（2005-02）

收稿日期：2006－11－28

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

力情况下端承水泥土桩复合地基桩身和桩周土各自的固结方程，并给出了复合地基平均固结度的解答。研究表明[10-11]，水泥土的渗透系数可达到 10^{-8}～10^{-9} cm/s 数量级，低于天然地基土约 10^{-3} 倍，因此，水泥土桩应视为不排水桩。据此，邢皓枫等[12]给出了刚性基础下端承水泥土桩复合地基固结问题的解答。本文将桩和桩周土视为均质复合材料，建立诸如路堤这样的柔性基础下端承桩复合地基固结方程，并给出复合地基固结度解析解。

1 复合地基固结分析模型

1.1 基本假定

对于桩体渗透性小于桩周土的复合地基，为建立固结方程，引入如下假定：

（1）复合地基中桩和桩周土完全饱和。

（2）桩周土只发生竖向渗流，水在桩和桩周土中渗流符合 Darcy 定律，桩和土的渗透系数保持不变。

（3）外荷载瞬时施加。

（4）柔性基础下“均质”化复合地基属于等应力条件。

1.2 复合地基固结方程的建立

图 1 给出了深度 z 处复合地基中桩和桩周土渗流关系图。由图 1 有

$$\frac{\partial v_{\mathrm{p}}}{\partial t}=-\frac{\partial q_{\mathrm{vp}}}{\partial z}\mathrm{d}z-q_{\mathrm{hp}} \quad , \tag{1}$$

$$\frac{\partial v_{\mathrm{s}}}{\partial t}=-\frac{\partial q_{\mathrm{vs}}}{\partial z}\mathrm{d}z+q_{\mathrm{hp}} \quad , \tag{2}$$

式中，v_{p} 和 v_{s} 分别为 t 时刻桩和桩周土的体积变化，q_{hp} 为 t 时刻桩径向流向桩周土中的孔隙水流量，q_{vp}，q_{vs} 分别 t 时刻桩和桩周土竖向孔隙水流量。

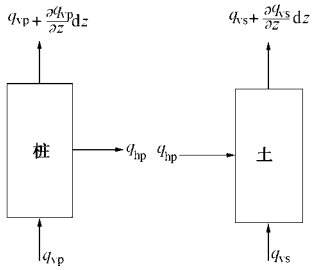


图 1 桩和桩周土的渗流关系图

Fig. 1 Relationship between seepage of piles and surrounding soil

将复合地基视为由桩和桩周土组成的均质复合材料，即将复合地基“均质”化。根据复合材料力学理论，复合地基中竖向等价应力 σ_{eq} 与桩的竖向应力 σ_{p} 和桩周土的竖向应力 σ_{s} 有如下关系[13]：

$$\sigma_{\mathrm{eq}}=m\sigma_{\mathrm{p}}+(1-m)\sigma_{\mathrm{s}} \quad , \tag{3}$$

式中，m 为复合地基置换率。

式（3）用有效应力表达，有

$$\begin{aligned}\sigma'_{\mathrm{eq}}&=m\sigma'_{\mathrm{p}}+(1-m)\sigma'_{\mathrm{s}}\\&=[m\sigma_{\mathrm{p}}+(1-m)\sigma_{\mathrm{s}}]-[mu_{\mathrm{p}}+(1-m)u_{\mathrm{s}}]\end{aligned} \quad , \tag{4}$$

式中，u_{p} 和 u_{s} 分别为桩和桩周土中的超静孔隙水压力。本文定义复合地基中的等价超静孔隙水应力

$$u_{\mathrm{eq}}=mu_{\mathrm{p}}+(1-m)u_{\mathrm{s}} \quad 。 \tag{5}$$

式（5）代入式（4），有

$$\sigma'_{\mathrm{eq}}=\sigma_{\mathrm{eq}}-u_{\mathrm{eq}} \quad 。 \tag{6}$$

式（6）表明，复合地基均质化以后，有效应力原理仍然成立。

根据复合地基体积变化为桩和桩周土体积变化之和，复合地基竖向流量为桩和桩周土竖向流量之和，由式（1）和（2），有

$$\frac{\partial v_{\mathrm{eq}}}{\partial \mathrm{t}}=\frac{\partial v_{\mathrm{p}}}{\partial t}+\frac{\partial v_{\mathrm{s}}}{\partial \mathrm{t}}=-\frac{\partial q_{\mathrm{eq}}}{\partial z}\mathrm{d}z \quad 。 \tag{7}$$

由达西定律，有

$$\frac{\partial q_{\mathrm{vp}}}{\partial z}=-\frac{\mathrm{k}_{\mathrm{p}}A_{\mathrm{p}}}{\gamma_{\mathrm{w}}}\frac{\partial^2 u_{\mathrm{p}}}{\partial z^2} \quad , \tag{8}$$

$$\frac{\partial q_{\mathrm{vs}}}{\partial z}=-\frac{k_{\mathrm{s}}A_{\mathrm{s}}}{\gamma_{\mathrm{w}}}\frac{\partial^2 u_{\mathrm{s}}}{\partial z^2} \quad 。 \tag{9}$$

式中 A_{p} 和 A_{s} 分别为复合地基中桩和轴周土截面积，则复合地基截面积 $A=A_{\mathrm{p}}+A_{\mathrm{s}}$；$k_{\mathrm{p}}$，$k_{\mathrm{s}}$ 分别为桩和桩周土的渗透系数。将式（8）和（9）代入式（7），有

$$\frac{\partial v_{\mathrm{eq}}}{\partial t}=\frac{A}{\gamma_{\mathrm{w}}}[k_{\mathrm{p}}m\frac{\partial^2 u_{\mathrm{p}}}{\partial z^2}+k_{\mathrm{s}}(1-m)\frac{\partial^2 u_{\mathrm{s}}}{\partial z^2}]\mathrm{d}z \quad 。 \tag{10}$$

根据基本假定（4），路堤荷载下复合地基为等应力条件，有[9]

$$\frac{\partial^2 u_{\mathrm{p}}}{\partial z^2}=\frac{\partial^2 u_{\mathrm{s}}}{\partial z^2} \quad 。 \tag{11}$$

由式（5），（10）和（11）可得

$$\frac{\partial v_{\mathrm{eq}}}{\partial t}=\frac{k_{\mathrm{eq}}A}{\gamma_{\mathrm{w}}}\frac{\partial^2 u_{\mathrm{eq}}}{\partial z^2}\mathrm{d}z \quad , \tag{12}$$

式中，k_{eq} 为复合地基等价渗透系数，$k_{\mathrm{eq}}=mk_{\mathrm{p}}+(1-m)k_{\mathrm{s}}$。

对于均质土体，有

$$\frac{\partial u}{\partial t}=\frac{1}{m_{\mathrm{v}}V}\frac{\partial v}{\partial t} \quad , \tag{13}$$

式中，m_{v} 为土的体积压缩系数，V 为土体体积。对均质化的复合地基，有

$$\frac{\partial u_{\mathrm{eq}}}{\partial t}=\frac{1}{m_{\mathrm{v}}^{\mathrm{eq}}V}\frac{\partial v_{\mathrm{eq}}}{\partial t} \quad , \tag{14}$$

式中，$m_{\mathrm{v}}^{\mathrm{eq}}$ 为复合地基等价体积压缩系数。将式（12）代入式（14），有

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

$$\frac{\partial u_{eq}}{\partial t}=C_v^{eq}\frac{\partial^2 u_{eq}}{\partial z^2}\quad , \tag{15}$$

式中，C_v^{eq} 为复合地基等价固结系数。式（15）即为瞬时荷载下复合地基等价固结方程。

1.3　复合地基固结方程的求解

将路堤视为柔性基础，则顶面透水而底面不透水的端承桩复合地基等价固结方程的初始条件和边界条件为

（1）当 t=0 和 0≤z≤H 时，$u_{eq}=p_0$；

（2）当 0<t<∞和 z=0 时，u_{eq}=0；

（3）当 0<t<∞和 z=H 时，$\frac{\partial u_{eq}}{\partial z}=0$；

（4）当 t=∞和 0≤z≤H 时，u_{eq}=0。

p_0 为路堤基底压力，由于路堤底宽通常远大于端承桩的加固深度，故路堤中线下复合地基 p_0 沿深度近似均匀分布。复合地基固结方程（15）与太沙基一维固结方程形式相同，由分离变量法可获得其解答为

$$u_{eq}=\frac{4}{\pi}p_0\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{n}\sin\left(\frac{n\pi z}{2H}\right)\exp\left(-\frac{n^2\pi^2}{4}T_v\right)\quad , \tag{16}$$

式中，n 为为正奇数（n=1，3，5，…），T_v 为时间因数。T_v 按下式计算：

$$T_v=\frac{C_v^{eq}t}{H^2}\quad , \tag{17}$$

式中，H 为复合地基竖向最大排水距离。

根据式（16），可得到均质化复合地基等价固结度计算公式，即

$$U^{eq}=1-\frac{8}{\pi^2}\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{n^2}\exp\left(-\frac{n^2\pi^2}{4}T_v\right)\quad 。 \tag{18}$$

1.4　复合地基的等价固结系数

要计算复合地基固结度，必须确定复合地基的等价固结系数 C_v^{eq}。复合地基的等价固结系数按下式计算：

$$C_v^{eq}=\frac{k_{eq}}{\gamma_w m_v^{eq}}=\frac{k_{eq}E_{eq}}{\gamma_w}\quad , \tag{19}$$

式中，E_{eq} 为复合地基等价压缩模量。Wang 等[14]给出了复合地基不考虑固结时复合变形模量的确定方法；Omines 等[15]根据水泥土桩复合地基室内一维模型试验，提出了由桩和桩周土体积压缩系数计算悬桩复合地基等价体积压缩系数的经验公式。笔者所作的端承桩复合地基有限元固结仿真分析表明，采用 Wang 方法估计的 E_{eq} 过高而使计算的复合地基固结度过大；而采用 Omines 方法估计的 E_{eq} 过低会使计算的复合地基固结度过小。本文建议根据复合地基桩和桩周土压缩模量 E_p 和 E_s，按下式估算端承桩复合地基等价压缩模量：

（1）不透水桩（k_p=0）

$$E_{eq}=E_{eq1}=mE_p+(1-m)E_s\quad 。 \tag{20}$$

（2）低透水桩（k_p<k_s）：

当 $\frac{E_p}{E_s}\le 20$ 时，

$$\left.\begin{aligned}E_{eq2}&=\frac{bmE_p+(1-m)E_s}{(b-1)m+1}\quad ,\\ b&=1.2\ln\frac{E_p}{E_S}+1\quad ,\end{aligned}\right\} \tag{21}$$

$$E_{eq}=0.5(E_{eq1}+E_{eq2})\quad ; \tag{22}$$

当 $\frac{E_p}{E_s}>20$ 时，

$$\left.\begin{aligned}E_{eq}&=E_{eq2}\quad ,\\ b&=\left(\frac{E_p}{E_s}\right)^{\frac{1}{6}}\quad 。\end{aligned}\right\} \tag{23}$$

2　复合地基固结特性

为研究渗透系数小于桩周土的端承桩复合地基固结特性，利用本文复合地基固结度解析解获得了单面排水条件不同加固参数下复合地基固结度随时间的变化曲线，固结度计算公式中级数取前三项，桩周土压缩模量取 E_s=3000 kPa，桩和桩周土渗透系数分别为 k_p=10^{-7} cm/s 和 k_s=10^{-5} cm/s。

2.1　复合地基置换率的影响

图 2 给出了加固深度 H=6 m，E_p/E_s=20 时不同置换率下复合地基固结度随时间变化曲线。m = 0 代表未加固的天然地基。从图 2 中可以看出，复合地基固结速率远大于天然地基，并随置换率增加而增大，但置换率达到某一定值后，复合地基固结速率随置换率增幅较小，存在一个最佳置换率。

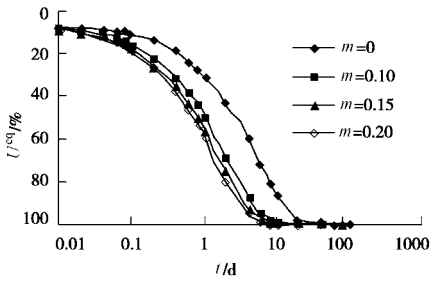


图 2 不同置换率下 U^{eq} – t 曲线

Fig. 2 Relationship between U^{eq} and t with different values of m

2.2　桩土模量比的影响

图 3 给出了加固深度 H=6 m，m=0.10 时不同桩土

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

压缩模量比下复合地基固结度随时间变化曲线。E_p/E_s=1 代表天然地基。图 3 同样表明，复合地基固结速率要大于天然地基，并随桩土压缩模量比的提高而增大。

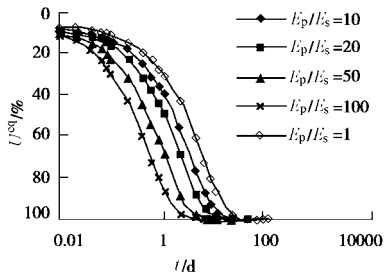


图 3 不同桩土模量比下 U^{eq}－t 曲线

Fig. 3 Relationship between U^{eq} and t with different values of E_p/E_s

2.3 加固深度的影响

图 4 给出了 E_p/E_s=20，m=0.15 时不同加固深度下复合地基固结度随时间变化曲线。从图 4 中可以发现，复合地基固结速率随加固深度的增加而快速减小。

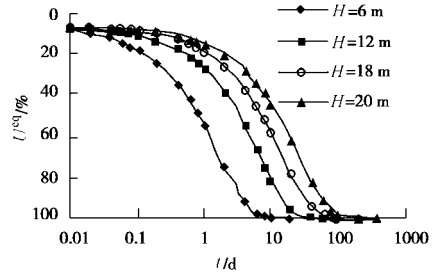


图 4 不同加固深度下 U^{eq}－t 曲线

Fig. 4 Relationship between U^{eq} and t with different improved depths

3 算例验证

用本文解答对桩体无渗透性和其渗透性小于桩周土两种情况下的端承桩复合地基进行固结计算，计算中级数取前三项。对相应的由桩和其所加固的桩周土组成的复合单元体进行了有限元固结分析。

将本文方法、文献[12]方法及有限元法三者计算结果进行比较，以验证本文复合地基固结模型的适用性。有限元分析中，桩和土都采用线弹性本构模型。地基土的弹性模量 E_s=3000 kPa，泊松比 ν_s=0.35，桩的泊松比 ν_p=0.25。地基土和桩的压缩模量可根据其弹性模量和泊松比换算得到。加固深度 H=12 m。地基顶面为透水边界，底面为不透水边界。路堤荷载取 p_0=100 kPa，有限元沉降计算点取为复合单元体右侧表面沉降最大处。

3.1 低透水端承桩复合地基固结分析

桩的渗透系数取为 k_p =10^{-7} cm/s，桩周土的渗透系数取为 k_s =10^{-5} cm/s，m=0.15。图 5 给出了不同桩土模量比下各种方法获得的复合地基固结度随时间变化曲线的比较。从图 5 中可以看出，文献[12]获得的复合地基固结度数值严重偏低，本文方法计算结果与有限元法有很好的一致性。当桩土模量比较大时，本文方法计算的复合地基固结度数值偏高。

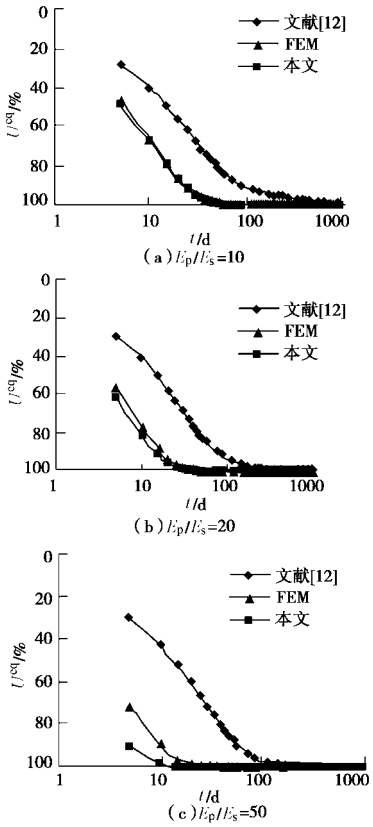


图 5 低透水端承桩复合地基 U^{eq}－t 曲线比较

Fig. 5 Relationship between U^{eq} and t with different values of E_p/E_s for composite ground with penetrating piles of weak Permeability

3.2 不透水端承桩复合地基固结分析

桩周土的渗透系数取为 k_s =10^{-6} cm/s，m=0.10。图 6 给出了本文方法和有限元方法获得的不同桩土模量比下不透水端承桩复合地基固结度随时间变化曲线的比较。图 6 表明，本文方法获得的复合地基固结度计算结果与有限元法有很好的一致性。同样，当桩土模量比较大时，本文方法计算的复合地基固结度数值偏大。

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

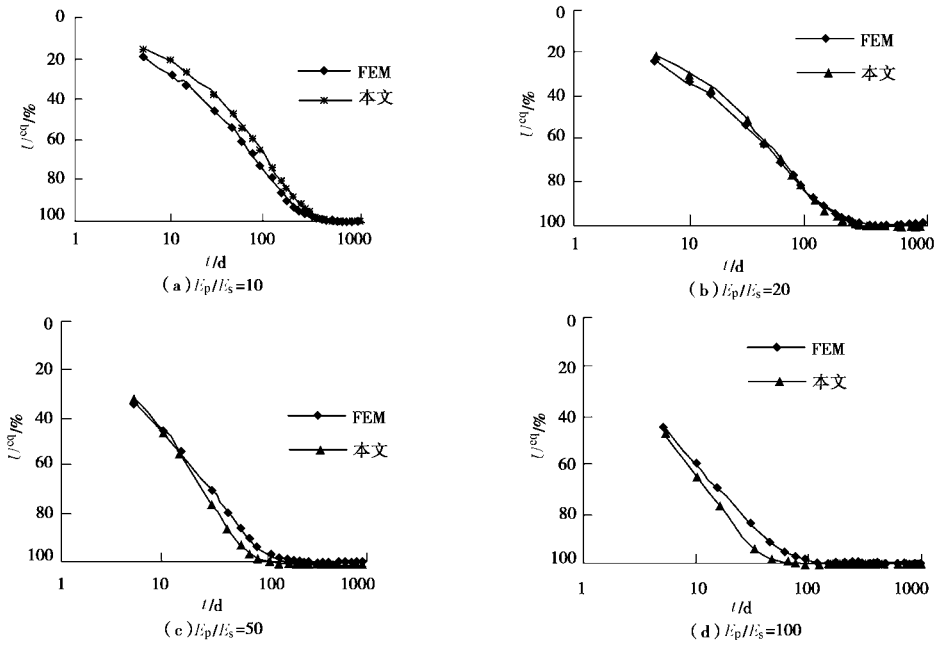


图 6 不透水端承桩复合地基 U^{eq}–t 曲线比较

Fig. 6 Relationship between U^{eq} and t with different values of E_p/E_s for composite ground with impervious penetrating piles

4 结　　论

(1) 将由桩和桩周土组成的复合地基视为均质复合材料，在等应力条件下通过复合模量的适当选择，考虑了桩土相互作用从而建立了路堤荷载下不排水端承桩复合地基的固结方程，并给出了相应的复合地基固结度解析解。

(2) 端承桩复合地基固结速率远大于天然地基。置换率和桩土模量比越大，复合地基固结越快；加固深度越大，复合地基固结越慢。

(3) 现有计算模型严重低估了端承桩复合地基的固结速率。本文解析解与有限元解的对比表明，本文模型具有较高的计算精度。桩土模量比较高时，本文计算的固结度数值偏大。

参考文献：

[1] 韩　杰, 叶书麟. 考虑井阻和涂抹作用的碎石桩复合地基固结度计算[C]//第三届全国地基处理学术讨论会论文集. 杭州: 浙江大学出版社, 1992: 351－358. (HAN Jie, YE Shu-lin. Calculation for consolidation degree of gravel-pile composite ground considering well resistance and smear effects[C]//Proceedings of the 3rd Chinese Conference on Soil Improvement. Hangzhou: Zhejiang University Press, 1992: 351－358. (in Chinese))

[2] 谢康和. 复合地基固结理论研究现状与发展[J]. 地基处理, 1993, **4**(3): 1－14. (XIE Kang-he. Present situation and development of consolidation theory of composite ground[J]. Ground Improvement, 1993, **4**(3): 1－14. (in Chinese))

[3] 王瑞春, 谢康和. 考虑应力集中效应的散体材料桩复合地基固结解析解[J]. 科技通报, 2001, **17**(5): 26－31. (WANG Rui-chun, XIE Kang-he. Analytical solution for consolidation of composite ground with granular columns considering stress concentration effects[J]. Bulletin of Science and Technology, 2001, **17**(5): 26－31. (in Chinese))

[4] 王瑞春, 谢康和. 双层散体材料桩复合地基固结普遍解析解[J]. 中国公路学报, 2002, **15**(3): 33－37. (WANG Rui-chun, XIE Kang-he. General analytical solution for consolidation of double-layered composite ground with granular columns[J]. China Journal of Highway and Transport, 2002, **15**(3): 33－37. (in Chinese))

[5] 王瑞春, 谢康和, 关山海. 变化荷载下散体材料桩复合地基固结解析解[J]. 浙江大学学报, 2002, **36**(1): 12－16. (WANG Rui-chun, XIE Kang-he, GUAN Shan-hai. Analytical solutions for consolidation of composite ground with granular columns under time-dependent loading[J]. Journal of Zhejiang University, 2002, **36**(1): 12－16. (in Chinese))

[6] 王瑞春, 谢康和, 唐晓武. 未打穿散体材料桩复合地基固结解析解研究[J]. 公路交通科技, 2004, **21**(6): 12－16. (WANG Rui-chun, XIE Kang-he, TANG Xiao-wu. Analytical study on consolidation of composite ground with partially

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

penetrated granular columns[J]. Journal of Highway and Transportation Research and Development, 2004, **21**(6): 12 – 16. (in Chinese))

[7] 张玉国, 谢康和, 应宏伟, 等. 双面半透水边界的散体材料桩复合地基固结分析[J]. 岩土工程学报, 2005, **27**(3): 304 – 307. (ZHANG Yu-guo, XIE Kang-he, YING Hong-wei, et al. Consolidation analysis of composite foundation of granular columns with impeded boundaries[J]. Chinese Journal of Geotechnical Engineering, 2005, **27**(3): 304 – 307. (in Chinese))

[8] 邢皓枫, 龚晓南, 杨晓军. 碎石桩加固双层地基固结简化分析[J]. 岩土力学, 2006, **27**(10): 1739 – 1742. (XING Hao-feng, GONG Xiao-nan, YANG Xiao-jun. Simplified analysis of consolidation of double-layered ground reinforced by gravel-piles[J]. Rock and Soil Mechanics, 2006, **27**(10): 1739 – 1742. (in Chinese))

[9] LORENZO G A, BERGADO D T. New consolidation equation for soil-cement pile improved ground[J]. Canadian Geotechnical Journal, 2003, **40**: 265 – 275.

[10] 侯永峰, 龚晓南. 水泥土的渗透性[J]. 浙江大学学报, 2000, **34**(2): 189 – 193. (HOU Yong-feng, GONG Xiao-nan. The permeability of cement-treated soil[J]. Journal of Zhejiang University, 2000, **34**(2): 189 – 193. (in Chinese))

[11] 龚晓南. 高等级公路地基处理设计指南[M]. 北京: 人民交通出版社, 2005. (GONG Xiao-nan. Introduction of ground improvement design of highways[M]. Beijing: China Communications Press, 2005. (in Chinese))

[12] 邢皓枫, 杨晓军, 龚晓南. 刚性基础下水泥土桩复合地基固结分析[J]. 浙江大学学报, 2006, **40**(3): 485 – 489. (XING Hao-feng, YANG Xiao-jun, GONG Xiao-nan. Consolidation analysis of cement-pile composite foundation under rigid foundation[J]. Journal of Zhejiang University, 2006, **40**(3): 485 – 489. (in Chinese))

[13] 杨 涛, 殷宗泽. 复合地基沉降的复合本构有限元分析[J]. 岩土力学, 1998, **19**(2): 19 – 25. (YANG Tao, YIN Zong-ze. Finite element analysis of composite ground based on composite constitutive model[J]. Rock and Soil Mechanics, 1998, **19**(2): 19 – 25. (in Chinese))

[14] WANG J G, LEUNG C F, ICHIKAWA Y. A simplified homogenization method for composite soil[J]. Computers and Geotechnics, 2002, **29**: 477 – 500.

[15] OMINES K, OHNO S. Deformation analysis of composite ground by homogenization method[C]//Proceedings of the Fourteenth International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering. Rotterdam: Balkema A A, 1997: 719 – 722.

第三届中日岩土工程研讨会胜利召开

2007 年 11 月 4～7 日，由中国土木工程学会土力学及岩土工程分会当日本地盘工学会共同发起的第三届中日岩土工程研讨会在重庆胜利召开，本次会议由北京航空航天大学承办，清华大学协办。

东京大学、早稻田大学、名古屋大学、名古屋工业大学、千叶工业大学、广岛大学、北海道大学等 17 所日本著名高校及交通国土省等主要日本国立研究所、著名设计院的 54 位专家学者，北京航空航天大学、清华大学、北京交通大学、北京工业大学、天津大学、同济大学、河海大学、浙江大学、大连理工大学、沈阳建筑大学、中国海洋大学、上海交通大学、华南理工大学、上海大学、西安交通大学、长安大学、温州大学、香港理工大学、河北工业大学等 19 所著名高校以及中国京冶工程技术有限公司、武汉岩土所等科研单位的 45 位中国专家学者与会。研讨会开、闭幕式由北京航空航天大学姚仰平教授主持，清华大学张建民教授、早稻田大学赤木宽一教授和东京大学古关润一教授分别在开、闭幕式上致辞。

本次会议是继 2003 年在北京召开的“首届中日岩土工程研讨会”和 2005 年在上海召开的“第二届中日岩土工程研讨会”之后的又一次学术盛会。研讨会上六位著名学者作了特邀报告，53 位学者进行了小组发言。来自两国的专家学者对有关岩土工程热点问题进行了热烈的讨论，加深了与会人员之间的了解，为两国的专家学者提供了一个学术交流的平台。经协商第四届中日岩土工程研讨会将于 2009 年在日本冲绳岛举行。

（供稿人 姚仰平）

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net