

公路软基超载预压卸荷时间确定的沉降速率法研究

杨涛¹, 李国维²

(1. 上海理工大学城市建设与环境工程学院, 上海 200093; 2. 河海大学岩土工程研究所, 江苏 南京 210098)

摘要: 推导出了超载沉降速率与等载工后沉降之间的关系式。该式表明, 超载沉降速率控制标准不仅取决于允许的工后沉降, 而且与土的固结性质、各级荷载增量的加荷速率和加荷起讫时间有关。基于分级加荷沉降预测理论, 建立了超载卸荷时间快速预报方法。最后通过一工程实例, 验证了方法的适用性。

关键词: 超载; 预压; 沉降速率; 卸荷时间

中图分类号: TU433; U416.12

文献标识码: A

文章编号: 1000-4548(2006)11-1942-05

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。

Settlement rate method for determining surcharge removal time for embankment on soft ground

YANG Tao¹, LI Guo-wei²

(1. College of Urban Construction and Environment Engineering, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China; 2. Research Institute of Geotechnical Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract: Preloading with surcharge is the most common technique of ground improvement used in highway engineering. An equation describing the relationship between the settlement rate during preloading with surcharge and the post-construction settlement under the conditions of equal loads was derived. The equation revealed that the control values of settlement rate under the conditions of overloading depended on not only the allowed post-construction settlements, but also the consolidation property of soil, the loading rate and the beginning and the end time for all load increments. By means of the theory of settlement prediction for stage constructed embankment on soft ground, the procedure to forecast the surcharge removal time was established. Finally, a case history was analyzed to verify the use of the proposed method.

Key words: surcharge; preloading; settlement rate; unloading time

0 引言

在软土地基上修建高等级公路, 沉降和稳定问题十分突出。为解决工后沉降问题, 往往采用超载预压法处理措施。超载是临时荷载, 在持续作用一定时间满足等载工后沉降要求后, 必须卸荷到等载水平, 等载状况才是道路的最终荷载条件。

超载情况下确定卸荷时间要比等载情况下困难得多。文献[1]认为超载预压过程中路基土层固结度达到等载与等载加超载之比时即可卸荷, 这是一个偏保守的估算方法, 预估的卸载时间要大于实际需要的时间。潘秋元等^[2]提出用有效应力比法进行超载卸荷控制, 根据宁波和温州机场的经验, 建议有效应力比取 0.75 作为控制标准。陈道志等^[3]提出了根据超载预压期实测沉降确定超载卸荷时机的简化方法, 由于卸荷时间要由传统曲线拟合法获得的超载沉降方程反算, 无法及早进行预报。实际路基施工中往往采用沉降速率法, 根据经验以月沉降速率来进行控制, 如杭甬高速公路

卸荷标准为: 一般路段小于 2~3 mm/月, 桥头路段小于 1 mm/月; 广东省的一些单位按 5 mm/月控制。刘吉福等^[4]建立了某一恒载下沉降速率与工后沉降的关系, 只适用于等载预压下的卸荷控制。钟才根等^[5]假定各级荷载都是瞬时施加的, 获得了等载沉降速率与超载沉降速率的近似关系式, 没有考虑荷载分级施加的影响。本文在前人研究的基础上, 以沉降速率为控制指标, 考虑路堤分级填筑的影响, 建立了超载沉降速率与等载工后沉降的关系式, 提出了能够按工后沉降控制的公路软基超载卸荷时间的快速预报方法。

1 超载沉降速率控制标准的建立

设等载填土总厚度 h , 超载填土厚度 Δh , 等载与超载阶段沉降速率为 \dot{S}_p 和 $\dot{S}_p^{+\Delta p}$, 二者之比为 λ , 即

基金项目: 上海市教委科技发展基金资助项目 (05EZ02)

收稿日期: 2005-09-13

$$\lambda = \frac{\dot{S}_i^{p+\Delta p}}{\dot{S}_i^p} \quad (1)$$

根据固结度定义, 等载与超载阶段任一时刻的沉降为

$$S_i^p = U_i^p S_f^p \quad (2)$$

$$S_i^{p+\Delta p} = U_i^{p+\Delta p} S_f^{p+\Delta p} \quad (3)$$

式中, U_i^p 、 $U_i^{p+\Delta p}$ 分别为等载和超载阶段任一时刻的固结度, S_f^p 、 $S_f^{p+\Delta p}$ 分别为等载和超载阶段的最终沉降量。

多级等速加荷时的固结度由高木俊介公式^[1]计算, 即

$$U_i = \sum_{j=1}^n \frac{\dot{q}_j}{\sum \Delta p} [(T_m^j - T_{m-1}^j) - \frac{\alpha}{\beta} e^{-\beta t} (e^{\beta T_m^j} - e^{\beta T_{m-1}^j})] \quad (4)$$

式中 \dot{q}_i 为第 i 级荷载增量的加荷速率; $\sum \Delta p$ 为各级荷载增量累计值; T_{m-1}^i 、 T_m^i 为第 i 级荷载增量起始时间和终止时间; α 、 β 为参数; n 为总的荷载级数。

由式 (4) 可获得各级荷载施加后固结度关于时间的导数, 即

$$\frac{dU_i}{dt} = \frac{\alpha e^{-\beta t}}{\sum \Delta p} \sum_{i=1}^n \dot{q}_i (e^{\beta T_m^i} - e^{\beta T_{m-1}^i}) \quad (5)$$

若等载阶段对应的荷载级为 n , 则超载阶段对应的荷载级为 $n+1$ 。对于超载预压期内的任意时刻, 由式 (2)、(3) 和 (5), 有

$$\dot{S}_i^p = S_f^p \frac{\alpha e^{-\beta t}}{\sum_{i=1}^n \Delta p} \sum_{i=1}^n \dot{q}_i (e^{\beta T_m^i} - e^{\beta T_{m-1}^i}) \quad (6)$$

$$\dot{S}_i^{p+\Delta p} = S_f^{p+\Delta p} \frac{\alpha e^{-\beta t}}{\sum_{i=1}^{n+1} \Delta p} \sum_{i=1}^{n+1} \dot{q}_i (e^{\beta T_m^i} - e^{\beta T_{m-1}^i}) \quad (7)$$

将式 (6)、(7) 代入式 (1), 有

$$\lambda = \frac{S_f^{p+\Delta p} \sum_{i=1}^n \Delta p \sum_{i=1}^{n+1} \dot{q}_i (e^{\beta T_m^i} - e^{\beta T_{m-1}^i})}{S_f^p \sum_{i=1}^{n+1} \Delta p \sum_{i=1}^n \dot{q}_i (e^{\beta T_m^i} - e^{\beta T_{m-1}^i})} \quad (8)$$

理论分析和工程现场观测表明, 路基中心地表最终沉降与填土总厚度近似成线性关系^[3], 则有

$$\frac{S_f^{p+\Delta p}}{S_f^p} \approx \frac{h + \Delta h}{h} \quad (9)$$

将式 (9) 代入式 (8), 有

$$\lambda = 1 + \frac{\dot{q}_{n+1} (e^{\beta T_m^{n+1}} - e^{\beta T_{m-1}^{n+1}})}{\sum_{i=1}^n \dot{q}_i (e^{\beta T_m^i} - e^{\beta T_{m-1}^i})} \quad (10)$$

刘吉福建立了等载工后沉降 S_f 与等载沉降速率 \dot{S}_i^p 间的关系式^[4], 即

$$\dot{S}_i^p = \beta S_f \quad (11)$$

由式 (1) 和 (11), 有

$$\dot{S}_i^{p+\Delta p} = \lambda \beta S_f \quad (12)$$

式 (12) 即为超载沉降速率与等载工后沉降之间的线性关系式。根据该式, 可由等载允许工后沉降 $[S_f]$ 获得相应的超载卸荷沉降速率控制值

$$[\dot{S}^{p+\Delta p}] = \lambda \beta [S_f] \quad (13)$$

式 (13) 中的 β 反映地基土的固结性质, 可根据室内试验获得的固结系数计算得到^[1], 也可根据现场实测沉降资料按三点法推算^[6]。从式 (13) 可以看出, 超载沉降速率控制标准不仅取决于允许工后沉降, 而且与土的固结性质、各荷载增量的加荷速率和加荷的起讫时间有关。

2 超载卸荷时间的预测

2.1 超载阶段沉降方程的分级拟合

(1) 沉降拟合方程

多级荷载下沉降随时间的变化如图 1 所示。

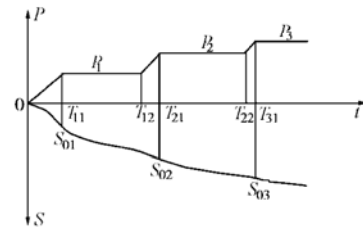


图 1 多级荷载下荷载 - 沉降 - 时间关系

Fig. 1 Curves of load and settlements with time

假设沉降发展符合双曲线规律, 则恒载下任一时刻沉降 S_t 可表示为

$$S_t = S_0 + \frac{t - t_0}{a + (t - t_0)} (S_f - S_0) \quad (14)$$

式中 t_0 为拟合曲线时间零点; S_0 为 t_0 时刻的沉降; S_f 为恒载下的最终沉降量; a 为待定参数。

为确定 a 和 S_f , 将式 (14) 改写为

$$\frac{t - t_0}{S_t - S_0} = \frac{a}{S_f - S_0} + \frac{1}{S_f - S_0} (t - t_0) \quad (15)$$

由该恒载下实测沉降资料, 绘制 $(t - t_0)/(S_t - S_0) - (t - t_0)$ 的直线关系图, 直线的斜率为 $1/(S_f - S_0)$, 截距为 $a/(S_f - S_0)$, 由此同时得到 a 和 S_f , 这需要较长的预压时间。

若荷载分级施加, 第 i 级预压期比较长, 则可用上述方法用第 i 级实测沉降拟合得到 a_i 和 S_{fi} 。

超载阶段任一时刻沉降

$$S_{t(n+1)} = S_{0(n+1)} + \frac{t - t_{0(n+1)}}{a_{n+1} + (t - t_{0(n+1)})} (S_{f(n+1)} - S_{0(n+1)}) \quad (16)$$

式中 $t_{0(n+1)}$ 为超载阶段拟合曲线时间零点; $S_{0(n+1)}$ 为

$t_{0(n+1)}$ 时刻的沉降; $S_{f(n+1)}$ 为超载阶段的最终沉降量; $a_{(n+1)}$ 为超载阶段沉降方程的待定参数。取 $t_{0(n+1)}$ 为超载停载点, 显然只有 $a_{(n+1)}$ 和 $S_{f(n+1)}$ 已知, 才能获得超载阶段的沉降方程。

(2) 分级拟合 $a_{(n+1)}$ 和 $S_{f(n+1)}$ ^[7]

将沉降拟合方程 (14) 中的 $\frac{t-t_0}{a+(t-t_0)}$ 和大面积

瞬时加荷下太沙基一维固结理论土层固结度按 $(t-t_0)$ 幂级数展开, 取前两项, 通过二者的比较可以发现, a 为与土的固结性质有关的参数, 固结系数 C_v 越大, a 越小, 反之, 固结系数 C_v 越小, a 越大。假设 a 与固结系数成反比, 则

$$\frac{a_{n+1}}{a_i} = \frac{C_{vi}}{C_{v(n+1)}} \quad (17)$$

式中, C_{vi} 和 $C_{v(n+1)}$ 分别为第 i 级和超载阶段土的固结系数。考虑固结应力对固结系数的影响, C_v 计算式为

$$C_v = \frac{2.303k_0(1-\varepsilon)^{\beta_1}(1+e_0)}{\gamma_w C} \sigma' \quad (18)$$

式中 e_0 为土的初始孔隙比; ε 为由竖向总有效应力 σ' 产生的土的竖向应变; k_0 为 $\varepsilon=0$ 时土的渗透系数; γ_w 为水的重度; C 在正常固结土时为压缩指数 C_c , 超固结土时为回弹指数 C_s ; β_1 为无量纲的参数, 取 6~8。

由式 (17)、(18), 有

$$a_{n+1} = a_i \left(\frac{1-\varepsilon_i}{1-\varepsilon_{n+1}} \right)^{\beta_1} \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'_i}{\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{n+1}} \quad (19)$$

式中, $\sigma' = \sigma'_0 + \Delta\sigma'$, σ'_0 为土体自重引起的地基土初始应力, $\Delta\sigma'$ 为填土荷载引起地基土的附加应力。

式 (19) 即为由前级拟合的 a_i 推求超载阶段 a_{n+1} 的基本公式。实际应用时 σ'_0 可采用压缩层厚度范围内地基土的平均自重应力; 假设路基中心处附加应力沿地基均布, 则可取 $\Delta\sigma' = \gamma_d h_d$, γ_d 和 h_d 分别为填土重度和厚度。 ε 为与 σ' 相应的地基土竖向应变。考虑到 ε 数值较小, 对它采用近似计算不会对 $\left(\frac{1-\varepsilon_i}{1-\varepsilon_{n+1}}\right)^{\beta_1}$ 产生较大的影响, 故可采用相应荷载级下初始沉降与压缩土层厚度的比值进行估算。

利用前面预压期较长的第 i 级现场实测沉降资料按上述方法拟合确定 $a_{(n+1)}$ 后, 超载阶段的最终沉降量按下式计算:

$$S_{f(n+1)} = S_{0(n+1)} + (S_{k(n+1)} - S_{0(n+1)}) \left(\frac{a_{n+1}}{t_{k(n+1)} - t_{0(n+1)}} + 1 \right) \quad (20)$$

式中, $S_{k(n+1)}$ 为超载预压 $t = t_{k(n+1)}$ 时刻的实测沉降。可利用超载阶段较短预压期内 (如一个月) 实测沉降计算 $S_{f(n+1)}$, 取其平均值为超载阶段的最终沉降量。

从上述推导可见, 超载阶段沉降方程中两个待定

参数 $a_{(n+1)}$ 和 $S_{f(n+1)}$ 分别由不同荷载级实测沉降拟合确定; 与土的固结性质有关的参数 $a_{(n+1)}$ 由预压期较长的前级实测沉降拟合确定, 只有 $S_{f(n+1)}$ 由超载阶段实测沉降确定。 $S_{f(n+1)}$ 受超载阶段实测沉降时间影响很小, 它的确定不需要较长的预压时间。故此, 上述分级沉降预测模型可进行超载阶段沉降的快速预报。

2.2 超载卸荷时间的预测

将分级拟合确定的 a_{n+1} 和 $S_{f(n+1)}$ 代入方程 (16), 即可得到超载沉降方程, 对其关于时间求导即可获得超载阶段沉降速率方程 $\dot{S}_i^{p+\Delta p}$, 由 $\dot{S}_i^{p+\Delta p} = [S^{p+\Delta p}]$ 即可得到超载卸荷时间。

3 实例分析

广东省汕汾高速公路穿越韩江三角洲, 沿线为典型的滨海相沉积软土。图 2 给出了 K24+400 断面实测路基中心地表沉降 S 随填土厚度 H 和时间 t 的变化曲线。等载填筑厚度 $h = 7.204$ m, 填筑完成时间 125 d, 相应的 $S_{01} = 70.4$ cm, 预压 205 d 后施加超载, 超载填土厚度 $\Delta h = 1.669$ m, 10 d 完成, 停载时 $S_{02} = 130.3$ cm, 预压 135 d 后卸荷铺设路面。

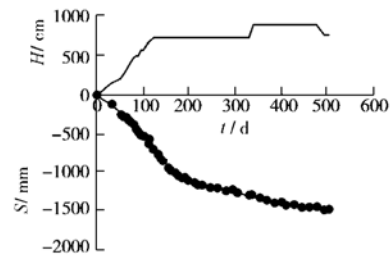


图 2 k24+400 断面实测沉降曲线

Fig. 2 Embankment heights and measured settlements with time at stake k24+400

在有较长预压期的等载实测沉降曲线后半段上取 $t_1 = 246$ d、 $t_2 = 275$ d 和 $t_3 = 304$ d 三个时刻, $\Delta t = 29$ d, 相应沉降 $S_1 = 120.9$ cm, $S_2 = 124$ cm, $S_3 = 127$ cm。由三点法得 $\beta = 0.001131/d$ 。由图 2 可知, $\dot{q}_1 = 0.0576$ m/d, $\dot{q}_2 = 0.1669$ m/d, $T_{m-1}^1 = 0$, $T_m^1 = 125$ d, $T_{m-1}^2 = 330$ d, $T_m^2 = 340$ d。由式 (10) 得 $\lambda = 1.314$, 由式 (12) 可获得超载卸荷月沉降速率控制值 $[\dot{S}_2] = 0.045[S_1]$ 。表 1 给出了相应于不同允许工后沉降下的各超载沉降速率控制值。

表 1 超载沉降速率控制值 (mm/月)

Table 1 $[\dot{S}_2]$ values for different values of $[S_1]$

$[S_1]/\text{cm}$	30	25	20	15	11.1	10	6.7	4.5
$[\dot{S}_2]$	13.5	11.3	9	6.8	5	4.5	3	2
T_i/d	121	140	165	202	247	265	341	435

表 1 表明, 对于 k24+400 这样的一般路段, 按杭

甬高速公路小于 2~3 mm/月的标准卸荷, 控制的工后沉降小于 7 cm; 按广东省一些单位小于 5 mm/月的标准卸荷, 控制的工后沉降小于 12 cm, 都偏于严格。

图 3 给出了由等载阶段实测沉降整理得到的 $(t-t_{01})/(S_{t1}-S_{01})-(t-t_{01})$ 关系曲线, $t_{01}=125$ d。由图 3 可以看出, 按直线拟合的相关系数超过了 0.99, 表明该断面地基土沉降的发展是按双曲线变化的。

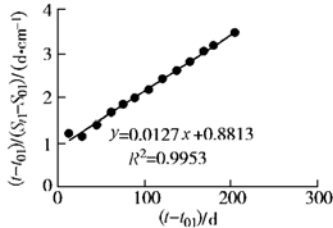


图 3 $(t-t_{01})/(S_{t1}-S_{01})-(t-t_{01})$ 关系曲线

Fig. 3 Relation between $(t-t_{01})/(S_{t1}-S_{01})$ and $(t-t_{01})$

由等载阶段实测沉降拟合得到 $a_1=69.4$ 。确定 a_2 时, 填砂路堤重度取 17 kN/m^3 , 地基压缩层厚度取 25 m, 地下水位在地表, 故压缩层平均重度取为 10 kN/m^3 , β_1 取 7。由式 (19) 得到 $a_2=75$ 。仅利用超载预压一个月内的实测沉降计算 S_{t2} , 得 $S_{t2}=153.4 \text{ cm}$ 。拟合的超载阶段沉降方程为

$$S_{t2} = 130.3 + \frac{23.1(t-340)}{75+(t-340)} \quad (21)$$

图 4 是由上述方程预测的超载阶段沉降曲线与实测值的比较, 可见二者相当一致, 误差不超过 1.7%。拟合的超载阶段沉降速率方程 (mm/月) 为

$$\dot{S}_{t2} = \frac{519750}{(t-265)^2} \quad (22)$$

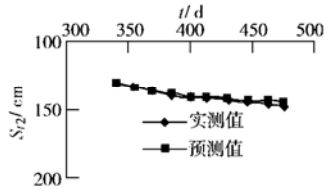


图 4 超载预压期沉降预测值与实测值的比较

Fig. 4 Predicted and measured settlements under the preloading with surcharge

为方便起见, 用超载预压时间 T_r 表示卸荷时间。相应于不同允许工后沉降的超载预压时间列于表 2 中。图 5 给出了超载预压时间 T_r 随允许工后沉降 $[S_r]$ 变化曲线。从图 5 中可以看到, 允许工后沉降越小, 超载需要的预压时间就越长。利用图 5 即可根据要求的工后沉降方便地预测超载卸荷时间。图 6 是超载预压时间 T_r 随超载沉降速率控制值变化曲线。图 6 表明, 超载沉降速率控制值越小, 超载需要的预压时间就越长。利用图 6, 根据选定的沉降速率控制值确定超载卸荷时间。K24+400 断面超载预压 135 d 后卸荷铺设

路面, 用本文方法估计的工后沉降为 26.2 cm。

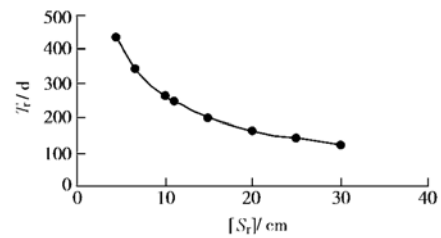


图 5 超载预压时间随允许工后沉降变化曲线

Fig. 5 Relation between duration of surcharge preloading and the allowed post-construction settlements

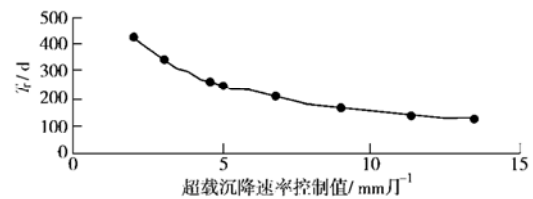


图 6 超载预压时间随超载沉降速率控制值变化曲线

Fig. 6 Relation between duration of surcharge preloading and the controlled values of settlement rate

4 结 论

本文建立了超载沉降速率与等载工后沉降之间的线性关系式, 这就为超载卸荷时机确定的沉降速率法提供了较为坚实的理论基础。文中针对公路软基分级填筑的特点, 以沉降发展符合双曲线情况为例, 建立了超载卸荷时间的快速预报方法。如果沉降发展按指数规律变化, 则超载阶段的沉降速率方程可采用基于指数法的分级加荷沉降预测方法确定^[8], 同样很方便地进行超载卸荷时间的快速预报。

(1) 超载沉降速率控制值, 不仅取决于允许的等载工后沉降, 而且与土体固结性质有关, 与包括超载在内的各级荷载增量的加荷速率和加荷的起讫时间有关。因此, 对于不同地区甚至对于同一工程的不同断面, 不宜采用相同的沉降速率控制标准。

(2) 如果软基沉降的发展比较复杂, 既不符合双曲线规律, 也不符合指数曲线规律, 则可由超载阶段的实测沉降速率, 根据超载沉降速率控制值直接确定超载卸荷时间。

(3) 当软基沉降的发展符合双曲线和指数曲线规律时, 利用本文方法, 可在超载施加后很快获得实际工程超载预压法处理断面的卸荷时间与超载沉降速率控制值的关系曲线, 及时进行卸荷时间预报, 科学地指导施工。

参考文献:

[1] 龚晓南. 地基处理手册[M]. 第二版. 北京: 中国建筑工业

- 出版社, 2000.(GONG Xiao-nan. Manual of ground treatment [M]. 2nd edition. Beijing: China Architecture and Building Press, 2000.)
- [2] 潘秋元, 朱向荣, 谢康和. 关于砂井地基超载预压的若干问题[J]. 岩土工程学报, 1991, 13(2): 1 - 12.(PAN Qiu-yuan, ZHU Xiang-rong, XIE Kang-he. Some aspect of surcharge precompression on ground with sand drains[J]. Chinese Journal of Geotechnical Engineering, 1991, 13(2): 1 - 12.)
- [3] 陈道志, 陈东升. 软土路基超载设计与卸荷时机的确定[J]. 中南公路工程, 2004, 29(1): 66 - 69.(CHEN Dao-zhi, CHEN Dong-sheng. Overload design and unload time determination of soil foundation for highways[J]. Central South Highway Engineering, 2004, 29(1): 66 - 69.)
- [4] 刘吉福, 陈新华. 应用沉降速率法计算软土路堤剩余沉降[J]. 岩土工程学报, 2003, 25(2): 233 - 235.(LIU Ji-fu, CHEN Xin-hua. Application of rate of settlement to evaluate residual settlement of embankment on soft soil ground[J]. Chinese Journal of Geotechnical Engineering, 2003, 25(2): 233 - 235.)
- [5] 钟才根, 张序. 高速公路软基路堤沉降速率控制[J]. 苏州城建环保学院学报, 2001, 14(4): 48 - 53.(ZHONG Cai-geng, ZHANG Xu. On the control of settlement velocity of expressway soft subgrade[J]. Journal of Suzhou Institute of Urban Construction and Environmental Protection, 2001, 14(4): 48 - 53.)
- [6] JTJ017—96 公路软土地基路堤设计与施工技术规范[S]. 北京: 人民交通出版社, 1997.(JTJ017—96 technical specifications for design and construction of highway embankment on soft soil ground [S]. Beijing: China Communications Press, 1997.)
- [7] 杨涛, 李国维, 杨伟清. 基于双曲线法的分级填筑路堤沉降预测[J]. 岩土力学, 2004, 25(10): 1551 - 1554.(YANG Tao, LI Guo-wei, YANG Wei-qing. Settlement prediction of stage constructed embankment on soft ground based on the hyperbolic method[J]. Rock and Soil Mechanics, 2004, 25(10): 1551 - 1554.)
- [8] 杨涛, 戴济群, 李国维. 基于指数法的分级填筑路堤沉降预测方法研究[J]. 土木工程学报, 2005, 38(5): 92 - 95.(YANG Tao, DAI Ji-qun, LI Guo-wei. Settlement prediction of stage constructed embankment on soft ground using the exponent fitting method[J]. China Civil Engineering Journal, 2005, 38(5): 92 - 95.)

隧道、地下工程与岩石破碎学术会议 第一轮征文通知

隧道、地下工程与岩石破碎学术会议将于 2007 年 5 月在大连隆重召开!

本次会议由中国土木工程学会隧道与地下工程分会、中国岩石力学与工程学会岩石破碎专业委员会主办, 由大连市勘察设计协会、大连理工大学、中港一航局三公司、大连重工起重集团承办。会议将就隧道与地下工程的设计理念、施工工法、施工新技术新材料以及岩石破碎的新理论、新设备、新工艺等进行广泛的研讨与交流。会前将正式编辑出版《隧道、地下工程与岩石破碎》论文集。

征文内容包括: 隧道与地下工程的设计与施工的新理论(城市隧道结构设计与施工工法, 隧道建设新材料新工艺, 隧道与地下工程稳定性分析新方法, 隧道与地下工程施工的安全、环境影响的控制及监测设备与技术); 岩石破碎理论的研究(工程地质与炸药在岩石中的破坏形式、隧道与地下工程施工的岩石破碎); 跨江(河、海)超长隧道与桥梁的施工, 造价和使用风险比较; 隧道施工与岩石破碎的机具及仪表仪器。

欢迎各界人士踊跃投稿。稿件将由专家学术委员会评审, 收入论文集。论文截至日期为 2007 年 2 月 25 日, 收稿信箱: rfpa@mechsoft.cn。版面费 100 元/页。在校学生版面费减半, 第一作者会议注册费减半。

本次会议特设大会秘书处负责论文的征集、审稿、论文集出版及会务工作。

秘书长: 马玉罄 13942044375

副秘书长: 常锡智 13942812869

李春元 13478400998

柴荣峰 13332280163

电子邮箱: kcsj_01@163.com, 电话: 0411-82499366, 传真: 0411-82499538, 地址: 大连市西岗区长春路 245 号, 邮政编码: 116012。

联系人: 王砚国 任珈仪

(隧道、地下工程与岩石破碎学术会议秘书处 供稿)