

第四届全国土动力学学术会议论文集

(1994. 5. 16—5. 20)

主 编 吴世明

浙江大学出版社

第四届全国土动力学学术会议论文集

(1994. 5. 16—5. 20)

主 编 吴世明

012/6046/1994

浙江大学出版社

(浙)新登字 10 号

第四届全国土动力学学术会议论文集编辑委员会

主 任 汪闻韶

委 员 (按姓氏笔划为序)

王余庆 吴世明 吴成元 杜 坚 李席珍 张克绪
杨灿文 徐攸在 符圣聪 常亚屏 谢定义 潘复兰

主办单位

中国振动工程学会土动力学专业委员会
中国土木工程学会土力学及基础工程学会
中国水利学会岩土力学专业委员会
中国力学学会岩土力学专业委员会
中国地震学会地震工程专业委员会

第四届全国土动力学学术会议论文集

主 编 吴世明

责任编辑 李慧华 金水棠

* * *

浙江大学出版社出版发行

浙江大学出版社计算机中心电脑排版

浙江煤田地质局制图印刷厂印刷

* * *

787×1092 16开 27.25印张 697千字

1994年5月第1版 1994年5月第1次印刷

印数 001—300

ISBN 7-308-01490-6/O·174 定价: 50.00元

前 言

本次由中国振动工程学会土动力学专业委员会、中国土木工程学会土力学及基础工程学会、中国水利学会岩土力学专业委员会、中国力学学会岩土力学专业委员会、中国地震学会地震工程专业委员会联合召开的第四届全国土动力学学术会议,是我国土动力学界的又一次盛会,将有承前启后、继往开来的作用。

土动力学是一门发展中的学科。1981年派克(Peck)为普拉卡什(Prakash)所著《土动力学》一书作序中指出:土动力学的现状不能按太沙基(Terzaghi)的三个阶段(经验阶段、科学阶段、成熟阶段)来区分,相反它是一种奇特的混合,其中各部分的发展显著地不平衡,一部分是由经典的弹性介质动力学和经典的有阻尼振动理论组成,它们已经很先进,只要结合地基土的实际问题的几何条件即可。土的有关性质可用静力的或最简单的动力试验来确定;另一方面,在研究的液化问题中,土的独特动力性质是主要的,经典理论只起次要作用。土动力学的发展不平衡,还由于另外两个情况造成:所研究的荷载的来源各不相同,以及对各种实际问题要求解决的迫切程度不同。

我国从50年代就开展对土动力学问题的研究。1980年12月6~12日由中国土木工程学会土力学及基础工程学会、中国水利学会岩土力学专业委员会、中国力学学会岩土力学专业委员会首次联合召开了第一届全国土动力学学术会议(合肥)。此后又于1986年11月3~7日和1990年5月22~25日由中国几个有关学会及专业委员会联合召开了第二届(西安)和第三届(上海)全国土动力学学术会议。以上三次会议共提出论文326篇,综合报告12篇。

从第一届会议1980年到本次会议已经过了14个年头。在这14年中土动力学已有很多发展和变化。无论在对土的动力性质的认识及其在工程中的应用,都有新的发现和创造,对我国经济建设起了很好的作用。从上届

会议 1990 年到现在的 4 年中也是如此。通过本届学术交流,一定会进一步提高同行们对土动力学的兴趣和工作热情。

但是不妨认为,无论是土力学还是土动力学,目前还是一个发展中的学科和工程技术,有许多基本规律及其应用方法还需继续探索和深入研究。要多实践、多思考。尤其与我国当前建设中的安全和经济密切相关,不能掉以轻心。

本次会议在祖国美丽的杭州召开,向关心和支持本届会议的学会、单位和参加本届会议的论文作者和代表们深表感谢。祝第四届全国土动力学学术会议取得成功。

汪闻韶
1994 年 5 月

目 录

土的动力特性及其应用

土的动弹性模量与静变形模量关系的初探·····	王 怡	徐攸在	(3)
不规则动应力条件下孔压的发展规律及其预测方法研究·····	张永华	谢定义	(7)
动荷作用下静应力的耦合变化对孔隙压力发展规律的影响·····	谢定义	张永华	(13)
海底土层的动力响应·····		章根德	(21)
强夯加固深度的拟静力法分析·····	杨 峻	冯 卫	(25)
液化势预测的模糊随机概率分析·····	陈国兴	谢君斐	张克绪 (28)
横观各向同性土 Rayleigh 面波特性的研究·····	夏唐代	吴世明	(32)
利用短周期地脉动推断土层构造·····	吴世明	杨学林	(38)
用稳态理论研究尾矿坝的抗震稳定性·····	高军传	王洪瑾	(43)
初始主应力轴偏转对粉土动力特性的影响·····	周克骥	周景星	(47)
随机动荷作用下土动力特性的研究·····	李万明	周景星	(47)
循环荷载作用下软粘土的弹塑性模型·····	刘保健	巫志辉	(51)
夹层饱和土中 Love 波弥散特性的研究·····	罗 晓	吴世明	(57)
表面波谱分析法在评价地基处理效果中的应用·····	夏唐代	陈云敏	吴世明 (61)
砂土震动液化危险性分析方法的应用与研究·····		赵竹占	(65)
V. 判别砂土液化的深入研究·····	牟崇元	钟貽军	(71)
地下水对砂土液化的影响·····	丁伯阳	朱久佳	(77)
渤海海底原状粘性土的动力变形特性的研究·····	周 健	沈季文	蓝兆松 (82)
尾矿土振动液化参数的研究·····		阮元成	(86)
	金晓娟	王余庆	(90)

试验研究

排水条件对海洋粉质土动力特性的影响的试验研究·····	黄 锋	楼志刚	王世章	刘惠清	(97)
石灰裂土的动力特性的研究·····	曹阳生			张佩知	(102)
饱和粉土振动孔隙水压力发展规律·····				于洪治	(107)
振动频率对强夯黄土动力特性的影响·····	刘公社			巫志辉	(111)
TK-1 型动态侧压力系数仪·····	祝龙根	徐礼至		杜 坚	(115)
振动台基础的测试与分析·····				吴邦达	(121)
砂土振动扭剪试验骨干曲线变化规律的研究·····	徐干成	谢定义		郑颖人	(126)

饱和软粘土振动弱化破坏机理的研究.....	王建华	姜明伦	(130)
随机地震荷载作用下黄土液化的试验预测.....	王兰民	王峻	李兰 (134)
不同地震荷载作用下黄土震陷的试验研究.....	王峻	王兰民	(138)
地脉动测试与分析.....	吴成元	李友鹏	(142)
饱和砂土的动强度试验.....	聂守智	陶蕙轩	(148)
砂土门槛应变值试验研究.....	周健	吴晓峰	章熙海 陈圣仟 (152)
上海地铁隧道注浆材料在列车荷载作用下的振陷分析.....	周健	杜坚	祝龙根 (156)
土的静力及动力特性参数试验及应用研究.....	梁永霞	阮元成	(160)
工程场地的脉动评价.....		林学文	(164)
重塑海洋粉土在循环荷载下周期抗剪强度的确定方法.....	王淑云	钱寿易	(169)
	曾春华	褚瑶	

土动力学数值方法

土石坝复杂地基的阻抗矩阵.....	楼梦麟	宋浩	韩国城 (175)
黄土地基震陷量计算方法的探讨.....	巫志辉	方彦	(179)
非匀质夹层横观各向同性土 R 面波特性	夏唐代	吴世明	(183)
Rayleigh 面波法的实用算法.....	夏唐代	陈云敏	吴世明 (188)
框架—筏基—地基相互作用的动力分析.....		干钢	(194)
瑞利波在各向异性成层地基中的弥散特性.....	王立忠	吴世明	(198)
饱和弹性半空间低频稳态振动响应.....	王立忠	陈云敏	吴世明 (204)
有限元动力法分析灰坝的研究.....		胡颂嘉	(211)
基础—桩—土动力相互作用的简化分析.....	童建富	李翼祺	(216)
基础振动中地基土惯性分析.....	潘泓	吴世明	(220)
时域边界元法研究弹性半空间的撞击响应.....	冯卫	陈云敏	吴世明 (224)
屏障隔振的有限单元法分析.....	杨峻	冯卫	吴世明 (230)
联合基础动力计算方法的试验研究.....	王振坤	孙志理	李磊 (234)
尾矿坝动力反应分析问题探讨.....	李强	彭芝平	郑琅琊 (239)
横向非均匀介质中地下管道动力反应分析.....	袁晓铭	万兆吉	孙锐 (243)
地基中瞬态弹塑性波的传播特性.....	陈云敏	许见东	冯卫 吴世明 (248)

地震工程理论、计算方法及工程实例分析

1976 年大石河尾矿坝一维地震反应分析	辛鸿博	王余庆	高艳平 (257)
高面板堆石坝抗震措施有效性分析.....	沈珠江	赵魁芝	(261)
土坡最危险滑裂面随机搜索法在地震滑坡灾害预测中的应用.....		黄雅虹	(267)
残留可液化层地基的抗震稳定特性及其设计要点.....	谢定义	么印凡	王士凡 (271)
珠江三角洲土工构筑物震害初步预测.....	常宝琦	陈仁法	杨廉法 梁纪彬 (278)
尾矿坝高度对地震反应的影响.....	高艳平	王余庆	辛鸿博 (285)
液化震陷预估的经验公式(初探).....		刘惠珊	(289)

城市黄土场地上的震陷灾害·····	张振中	王兰民	(293)
略论震陷的成因类型及震陷的分析评价·····	汤森兴	周建石	马龙海 (297)
官厅水库强地面运动及其土坝地震反应特征研究·····	苏克忠	张力飞	朱秉武 (301)
黑孜(克孜尔)水库土坝抗震安全评价·····	王金林	陈星银	张跃武 (305)
		常亚屏	吴仲谋

桩基工程

桩基动测的数值模拟及合理的承载力计算公式·····	江礼茂	韦昌富	邓 伟 (311)
湿陷性黄土中大直径桩的高应变动力试验·····			李大展 (315)
桩土系统参数反演的仿真分析·····	梁国钱	陈龙珠	吴世明 (320)
成层地基中桩顶导纳曲线的特性·····	梁国钱	陈龙珠	吴世明 (324)
瞬态激励下桩土体系的振动机理及中应变动力测的理论方法·····	徐丁良	吴世明	梁家贵 (328)
群桩竖向非线性振动的计算方法·····		杨 林	吴世明 (337)
桩刚度的荷载传递法计算·····			潘时声 (343)
动参数法的改进与静载试验的对比·····		许礼深	赵滇生 (348)
水电效应法求桩基 S-Lgp 曲线方法的探讨·····			陈惠余 (354)
模型桩动测实验研究·····	张玉发	刘香萍	胡建宏 (360)
改进 B-N 近似法分析桩基的动力特性·····	魏新江	吴世明	童竞昱 (371)
荷兰的桩基工程测试技术·····			陈云敏 (376)

其 他

复合地基原位测试中动刚度及参振土问题研究·····	李海刚	胡西海	(393)
振冲碎石桩法加固可液化砂土地基·····	刘 军	王余庆	(400)
辽东湾 SZ 区砂土液化的预测·····	邢 延	狄惠敏	(404)
旋喷桩—化学灌浆联合加固动力机械基础地基的认识·····			程鉴基 (409)
复合地基加固效果及测试·····	邵永松	田 原	王日松 刘安莲 (413)
隔振屏障中波的吻合效应·····			杨先健 (417)

CONTENTS

Relationship between dynamic and static soil Modulus	Wang Yi Xu youzai	(3)
Development and Prediction of Pore water Pressure in Saturated Sand under Irregular Dynamic Loading	Zhang Yuonghua Xie Dingyi	(7)
Effect of Static Stress Change Coupling with Dynamic Loading on Pore water Pressure Development in Saturated Sand	Xie Ding Yi Zhang Youghua	(13)
Reponse of Seabed to Dynamical Loadings	Zhang Gengde	(21)
Dynamic compaction depth analysis with quasi—static method	Yang Jun Feng Wei	(25)
Fuzzy Stochastic Probability Analysis on the Evaluation of Site Liquefaction Potential	Chen Guoxing Xie Junfei Zhang Kexu	(28)
Characteristics of Rayleigh Wave in Transverse Isotropic Soil	Xia TangDai Wu Shiming	(32)
Using Short—Period Microtemors to Deduce Geological Conditions	Wu SHiming Yang Xuelin	(38)
Seismic Slope Stability Analysis of Tailing Dam Using Steady State Theory	Gao Junwei Wang Hongjin Zhou Keji Zhou Jingxing	(43)
Effect of Rotation of Initial Principal Divection on Dynamic Properties of Silt	Li Wanming Zhou Jingxing	(47)
Soil characteristics Under Random Dynamic Loading	Liu Baojian Wu Zhihui	(51)
Modified Bounding Surface Plasticity of Clay Under Cyclic Loading	Luo Xiao Wu Shiming	(57)
Dispersion Characteristics of Love Wave in Intercalary saturated soil	Xia TangDai Cher Yunmin Wu Shiming	(61)
The Appliation of Surface Wave Spectral Analysis Methods to Estimation of Ground Foundation Disposal Effect	Zhao Zhuzhan	(65)
Application and Research on The Hazard Evaluation of Saved Liquefaction During Earthquakes	Mou Chongyuan Zhong Yijun	(71)
Deeply Research About Assesment Sand Liquefaction by Vs	Ding Buyang Zhu Qoujia	(77)
Influence of Varied Water Table on Sandy Soil Liquefaction	Zhou Jian Shen Jiwen Lan Zhaosong	(82)
Dynamic Strain Properties for Bohai Offshore Undisturbed clayeysoils	Ruan Yuancheng	(86)
Dynamic Liquefaction Porameter of Tailing Soil	Jin Xiaomei Wang Yuqing	(90)

The Experimental study about the Effect of Drainage on Cyclic Properties of a Marine Silty Soil	Huang Feng Lou Zhigang Wang Shizhang LiuHuiqing	(97)
Dynamic Properties of Line—expansive Soil	Zeng Yangsheng ZhangPeizhi	(102)
Pore water Pressure Development during Cyclic Loading of Saturated and Disturbed Sandy Loam	Yu Hongzhi	(107)
Influence of Vibration Frequency for Behaviour of Loess by Dynamic Compaction	Liu Gongshe Wu Zhihui	(111)
Type TK—1 Dynamic Lateral Pressure Coefficient Apparatus	Zhou Longgen Xu Lizhi Du Jian	(115)
Testing and Analyzing for Seismic Masses	Wu Bangda	(121)
Study on Backbone Curve Degradation Behavior of Sand Based on Dynamic Torsional Test	Xu Gancheng Xie Dingyi Zhen Yingren	(126)
The Study of Cyclic Degradation Damage Mechanism on soft clays	Wang Jianhua Yao Minglun	(130)
Laboratory Prediction of Liquefaction of Loess under Irregular Seismic Loading	Wang Lanmin Wang Jun Li Lan	(134)
Lab Study of Seismic Subsidence of Loess Under Different Seismic Loading	Wang Jun Wang Lanmin	(138)
Testion and Analysing of Ground Micro—Vibration	Wu Chengyuan Li Youpeng	(142)
Cyclic Strength of Saturated Sands	Nie Shouzhi Tao Huixuan	(148)
Test Research of Sandy Soils Threshold Value	Zhou Jian Wu Xiaofeng Zhang Xihai Cheng Shenqian	(152)
Shanghai Subway Tunnel Settlement Analysis of Grout Material Under Train Load	Zhou Jian Diu Jian Zhu Longgen	(156)
Experimental Study of static—dynamic Properties of Soils	Liang Yongxia Ruan Yuancheng	(160)
Evaluation of Engineering Site by Microtremor	Lin Xuewen	(164)
Determination of Cyclic Strength of Remoulded Marine Silt Under Cyclic Loading	Wang shuyun Qing shouyi Zeng Chunhua Chu Yao	(169)
Impedance Matrix of Complicated Foundation of a Rockfilled Dam	Lou Menglin Song Hao Han Guochen	(175)
Discussion on Calculation Method of Seismic Subidence of Loess Foundation	Wu Zhihui Fang Yan	(179)
Characteristics of R—wave in Transverse Isotropic soil with Intercalary Layers	Xia Tangdai Wu Shiming	(183)
Practical Algorithm of Rayleigh Surface Wave Method	Xia Tangdai Chen Yunming Wu Shiming	(188)
Frame—Rate—Soil Dynamic Interaction	Gan Gang	(194)
Rayleigh Wave Dispersion Characters in Layered Anisotropic foundation	Wang Lizhong Wu Shiming	(198)

A Harmonic Vibration in the Saturated Elastic Half—Space	Wang Lizhong Chen Yunming Wu Shiming	(204)
Research in Dynamic Analysis of Ash Dam with Finite Element Method ...	Hu Songjia	(211)
Simplified Dynamic Analysis of Foundation—Piles—Soil Interaction	Ton Jianfu Li Yiqi	(216)
Analysis of The Inertia Effect of Base Soil on Foundation Vibration	Pan Hong Wu Shiming	(220)
Bump Response of Elastic half—space in Time—domain BEM	Feng Wei Chen Yunmin Wu Shiming	(224)
Vibration Isolation analysis with FEM	Jun Yang Feng Wei Wu Shiming	(230)
Experimental Research of Combinative Foundation on Dynamic Calculation Method	Wang Zhenkun Sun Zhili Li Lei	(234)
Study on Problems in Dynamic Response Analysis of Tailing Dam	Li Qiang Peng Zhiping Zheng Langya	(239)
Dynamic Analysis of Pipeline Buried in Lateral Non—Homogeneous Medium	Yuan Xiaoming Wan Zhaoji Sun Rui	(243)
Charastics of elasto—plastic wave Propagation in Ground	Chen Yunming Xu Jiandong Feng wei Wu Shiming	(248)
1—D Seismic Response Analyses of the 1976 Dashihe Tailings Dam	Xin Hongbo Wang Yuqing Gao Yanping	(257)
Analysis of Effectiveness of Seismic Resistant Measures for High Concrete Faced Rock Fill Dam	Shen Zhujiang Zhao Kuizi	(261)
Application of the Random Search Method about the Most Dangerous Slip Fracture Plane on Soil Slope to Earthquake Slide Hazard Anticipation	Huang Yahong	(267)
Seismic Stability and Design Essentials of Sand Foundation With Residual Liquefiable Layer	Xie Dingyi Yao Yinfan Wang Shifan	(271)
Preliminary Prediction of Seismic Damage of Earth construction in pearl River Delta Region	Chang Baoqi Chen Renfa Yang Lianfa Liang jibin	(278)
The Effect of Height of Tailing Dams on Seismic Response	Gao Yanping Wang Yuqing Xin Hongbo	(285)
Emperical Formula For Evaluation of Buildings Settlements Due To Earthquake Liquefaction	Liu Huishan	(289)
Seismic Subsidence Disaster on Urban Silt in Loess Areas	Zhang Zhengzhong Wang Lanmin	(293)
Brief Discussion on the Contribution Type and Analysis Evaluation of Earthquake Subsidence	Tang Miaoxing Zhou Jianshi Ma Longhai	(297)
Researches on strong Ground Motions obtained from Guanting Reservoir and Earth Dam Dynamic Response Behavior	Su kezhong Zhang Lifei Zhu Liwu Wang jinlin chen Xingyin Zhang Yaowu	(301)

Evaluation of Earthquake Resistant Safety for Kizil Earth Dam	Chang Yaping Wu Zhongmou	(305)
Numerical Modelling of Test and a reasonable capacity Formula	Jiang Limao Wei Changfu Deng Wei	(311)
High—strain Dynamic Testing of Large Diameter Piles in Collapsible Loess	Li Dazhan	(315)
Back Analysis for Parameters of Pile—soil System with Mechanical Admittance	Liang Guoqian Chen Longzhu Wu Shiming	(320)
Characteristics of the Mechanical Admittance in Layered Soils	Liang Guoqian Chen Longzhu Wu Shiming	(324)
The Vibration Mechanism of Pile—soil System Under Transient Excitation And the Theory Method of Middle Strain Dynamic Pile Test	Xu dingliang Wu shiming Liang jiagui	(328)
Dynamic Analysis of Vertical Nonlinear Vibration of Pile Groups	Yang Xuelin Wu Shiming	(337)
Computation of Pile stiffness by Load Transfer Method	Pan Shisheng	(343)
Improvement of Dynamic Parameter Method and Comparison with static Test	Xu Lishen Zhao Diansheng	(348)
Discussion on the Deter Mination of S—Logp Curve of Pile by Hydro—Electric Effect Method	Chen Huiyu	(354)
Dynamic Test of Model Pile in Lab	Zhang Yufa Lin Xangping Hu Jianhong	(360)
Dynamic Stiffness Analysis of Pile Foundation	Wei Xinjiang Wu Shiming Tong jingyu	(371)
Technique of Pile Test in Holland	Chen Yunmin	(376)
Research of Dynamic Rigid and Athending Vibrational Soil in the Compand Foundation original Position Test	Li Haigang Hu Xihai	(393)
Stabilizing the Liquescent Sand—foundation by Vibro—Compaction	Liu Jun Wang Yuqing	(400)
The Prediction of Sand Liquefaction for SZ Area of Liao Dong Bay	Xing Yan Di hulmin	(404)
Consolidation of Ground Base for Power Unit by Combined Rotary—Sprayed Piles and Chemical Grouting	Cheng Jianji	(409)
The Effect of Consolidation Composite Foundation and Test	Shao Yongsong Tian Yuan Wang Risong Liu Anlian	(413)
Coincident Effect of wave in Isolated Barrier	Yang Xianjian	(417)



土的动力特性及其应用

缺页

土的动弹性模量与静变形模量关系的初探

Relationship between dynamic and static soil Modulus

王 怡 徐攸在

(冶金部建筑研究总院)

Wang Yi Xu youzai

(Central Reseach Inst of Build and Const. MMI)

[提要] 依据研究方法和测试技术,描述土在荷载作用下变形特性的模量,可分为两类,动弹性模量和静变形模量,动弹性模量和静变形模量分别表征了土动荷和静荷下的变形性能,如果能揭示二者之间的关系,实现二者的互相推算,无疑具有重大的意义,本文即是对此所作的初步研究。

岩土的整体性分析

在土的动弹性模量 E_d 和静变形模量 E_o 的公式

$$E_d = \sigma_d / \epsilon_d = \sigma_d / (\epsilon_{ed} + \epsilon_{rd}) \quad (1)$$

$$E_o = \sigma_s / \epsilon_s = \sigma_s / (\epsilon_{es} + \epsilon_{rs}) \quad (2)$$

中,弹性变形 ϵ_{ed} 和 ϵ_{es} 在总变形 ϵ_d 和 ϵ_s 中所占的份额是大不相同的, $\epsilon_{ed} / \epsilon_d > \epsilon_{es} / \epsilon_s$ 。在这里脚标 d 表示动力, s 表示静力, e 表示弹性, r 表示残余。

如果动应力非常小,则 $e_{rd} \rightarrow 0$, $\epsilon_{ed} \rightarrow \epsilon_d$, $E_d \rightarrow E_{dmax}$, 可以推出

$$E_{dmax} / E_o \geq 1 + (\epsilon_{rs} / \epsilon_{es}) \quad (3)$$

由式 (3) 可以看出,动弹性模量和静变形模量比值的下限依土的静残余应变与静弹性应变的比值来定。而土的静残余应变和静弹性应变的比值随着土的静力总应变 ϵ_s 的发展而锐增,尤其是,当应力超出某个限度时,所产生的应变几乎全是残余应变。这里充分显示了土的应变水平对土动弹性模量和静变形模量比值的影响,不妨称之为应变水平效应。

上面的推导,还基于如下认定:动力产生的应变要比相同幅值静力产生的应变为小。这反映了土对动、静荷载不同的反应特性。在一般的静力荷载作用下,由于荷载稳定而且作用的时间长,土的变形,弹性的和塑性的,都能得到较充分的发展,但动力荷载则不然,或者持续时间短,或者荷载的大小和方向是周期地变化着,这就使得土中应力或者是存在很短时间就消失,或者是不断地变化着,相当于一种反复加卸荷作用。由于土是一种高度分散性的介质,颗粒之间存在着大量孔隙,使应变的发展,无论弹性的还是塑性的都可能滞后于应力的变化,从而使土在动力作用下的变形量远小于有同值静力作用下的变形量,使土的动弹性模量远大于静变形模量。时间因素对土变形性能的影响,不妨称为应变时间效应。

应变时间效应和应变水平效应是造成土动、静变形特性差异的根源。从而,土的动弹性模量和静变形模量的比值,取决于两个因素,一是变形能否随着荷载的施加而迅速产生,二是

残余变形是否容易发展和在总变形中占据多大比例。而这些都和岩土本身的整体性有关。岩土的整体性越好,其动、静模量比越小。所谓岩土的整体性,是包含着多层意义的,它既指构成岩土的颗粒本身的强度,又指这些颗粒间是否存在结构联结,联结的多少和强弱,还指边界约束力的大小等。整体性概念关注于岩土体系能否作为一个整体参与受力和变形、体系各微小部分的差异在多大程度上可被忽略,即空间的连续性和质地的坚固程度。因土类不同,影响其整体性的因素也不同。

就岩石来说,影响因素主要是矿物成分,联结类型及空隙性,尤其是裂隙发育程度。在裂隙度较小时,前二者影响较大。

碎石土和砂土的整体性影响因素较多,主要有矿物成分、平均粒径、约束压力、孔隙阈($e_{max}-e_{min}$)、相对密度、含水量等。矿物成分主要影响着土颗粒表面特征对整体性的影响。碎石土和砂土颗粒间没有粘结力,但约束压力可增加颗粒间运动的摩擦力;空隙阈限定了散粒土一定级配对绝对密度变化的范围,相对密度提供了土在各种级配对密实度相互间比较的依据,这才者共同反映了级配和密度对整体性的影响;含水量一方面减小了颗粒间的摩擦系数,另一方面,在其取不同值时还会增大或减小颗粒间的接触压力,它对散粒土整体性的影响依两方面作用的消长而定。

粘性土和粉土的整体性受更多的因素影响,但可归结为孔隙比,塑性指数、液性指数和固结压力等。孔隙比与土体单位面积上颗粒间接触联结的数目相联系,另外它的作用还通过与后三者一起从影响土颗粒间接触的类型和强度上体现出来。塑性指数反映了矿物成分、颗粒成分、离子浓度等对体系性质的综合影响,它限定了随含水量变化时土的力学性能变化的范围,提供了各种接触形成的可能性,而液性指数和固结压力则使具特定方式和强度的接触真正形成。

对任一类土,动、静模量的比值都不是常数,而是变动于一个特定的区间,这个区间的中值是由该类土平均的整体性决定的,区间的大小是由该类土所可能表现出的整体性差异确定的。总的来说,随着土粒径的减小,土动、静模量比的平均值越来越大,变化范围也越来越大。岩石的动、静模量比可能变化于(1,5),粘性土则会低至2~3,而高达数十。

综合以上阐述,把岩土的动力、静模量比依粒径的大小而变化的规律可直观地示意于图1。

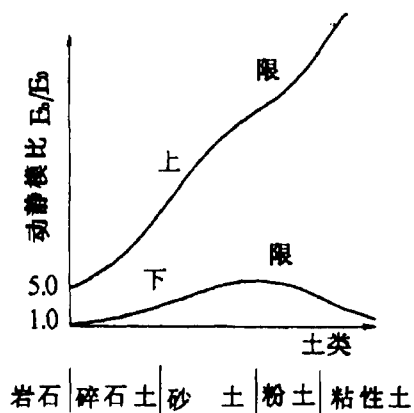


图1 岩土动、静模量比变化趋势

土动、静模量比的测定

为了测定土的动力和静力变形特性的关系,对每一个试样,既进行了动三轴试验,又进行了排水静三轴试验,另外在三轴试验相同的荷载条件下,对个别粘性土样和所有散粒土样,还测定了超声纵、横波速。

本次试验所用土样可分为卵石、砂、粘性土和粉土。各种土样都是两两对应的,卵石和砂作为对比的两个样,是同一级配的土料使其密度不同而得,粘性土和粉土作为对比的两个样则是从同一取样筒切出,使其含水量不同而得。

卵石样的试验是在大型动、静三轴试验机及波速测试装置上进行的,而粘性土和砂样的动、静应力~应变关系及波的传播速度是用普通土动、静三轴仪及其波速检测装置测量的。

由于试验方法不同,对同一试样所测得的表征应力~应变关系的模量,如前所述,有很大差别,将这些在不同条件下所测得的模量值进行比较,正是我们的目的所在。图2画出了用超声波法测出的动弹性模量 E_d 与静变形模量 E_0 的比和用动三轴法测出的最大弹性模量 E_d 与静变形模量 E_0 的比,图中横坐标代表土类,其中2-卵石,4-砾砂,6-中砂,3-粉砂,9-粉土,10-粉质粘土,11-粘土。比较图1和图2可以发现实验结果与分析相当吻合。图3画出了用超声波法测出的动弹性模量 E_d 与静变形模量 E_0 的关系曲线和用动三轴法测出的最大弹性模量 E_d 与相应的静变形模量 E_0 的关系。表1和表2列出了实测的动弹性模量和静变形模量的比值,上述2表中 $\epsilon_d=0$ 各列是指用超声波方法测出的动模量与静变形模量的比, $\epsilon_d \rightarrow 0$ 各列是指依动三轴试验结果用双曲线法外推算出的最大动模量与静变形模量的比。

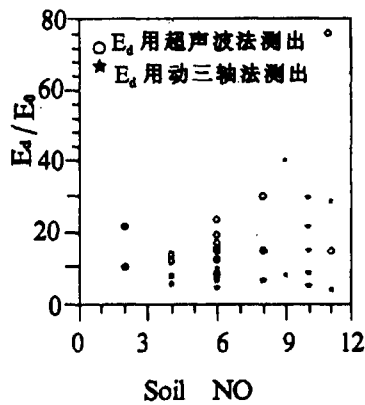
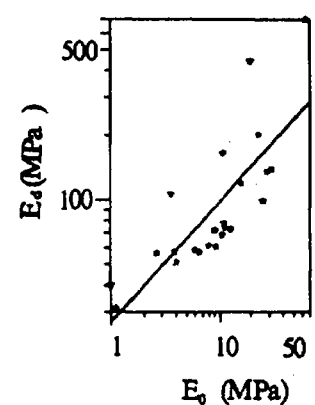
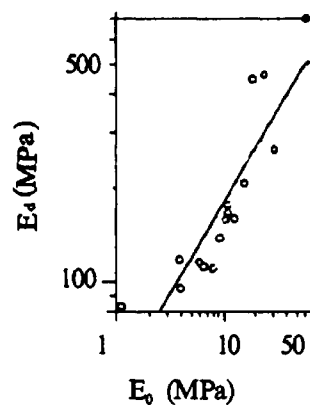


图2 土的动、静模量比



注: ★ E_d 用动三轴法测出
○ E_d 用超声波法测出

图3 动弹性模量与变形模量的关系

实测粘性土和粉土动、静模量比较

表1

定名	编号	塑性指数 I_p	围压 σ_3 kPa	液性指数 I_L	动 静 模 量 比				
					E_d / E_0				
					$\epsilon=0$	$\epsilon \rightarrow 0$	$\epsilon=2 \times 10^{-5}$	$\epsilon=1 \times 10^{-4}$	$\epsilon=5 \times 10^{-4}$
粉质粘土	T-1	11.0	150	0.21	-	29.48	27.49	21.73	12.05
	T-2			-0.23	-	14.72	14.31	12.28	7.24
	T-3			-0.61	-	8.30	7.96	6.84	4.02
粉土	T-4	7.6	50	0.91	-	40.10	36.33	27.55	15.39
	T-5			-1.34	-	7.82	7.26	5.89	3.60
粘土	T-6	23.2		0.78	75.89	28.36	26.09	20.76	11.42
	T-7			-0.37	17.47	3.74	3.60	3.10	1.80
粉质粘土	T-8	14.8		0.68	-	21.38	19.41	14.61	7.32
	T-9			-0.54	-	4.67	4.40	3.56	1.79