

1002079

粗粒料的 现场压实

〔日〕日本土质工学会

郭熙灵 文 丹 译

朱振宏 校



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

责任编辑 方 苹
封面设计 王 鹏



内 容 提 要

本书设有3篇，共10章，针对粗粒料现场压实的评价问题，重点围绕堆石坝中粗粒料的现场压实，介绍了压实的工程意义、室内压实与现场压实的关系、现场密度试验、填筑试验、压实管理等方面的内容，还对公路、机场、铁路和房屋地基等其他一些使用粗粒料的建筑物的现场压实评价问题，进行了简要的介绍。

本书在汇总日本及其他国家大量室内外试验研究成果并对这些成果进行综合分析的基础上，指出了粗粒料研究中尚存在的不足之处，并以“特论”的形式对有关问题展开深入的讨论。

本书资料丰富、观点客观、结论明确，对从事粗粒料研究的科技人员，对从事水利水电、建筑、公路、铁路等岩土工程的设计、施工人员，以及大专院校相关专业的师生，都极具参考价值。

本书日文版由日本土质工学会于1990年出版。

Copyright © 1990年日本土质工学会于1999年1月授权中国水利水电出版社在中华人民共和国翻译、出版和发行本书的简体中文版。本书简体中文版的版权属于中国水利水电出版社，未经出版者事先书面许可，不得以任何方式或任何手段，包括电子的、机械的、照相拷贝、录音录像或其他手段，复制或传播本书的任何部分。

ISBN 7-80124-994-1



9 787801 249944 >

ISBN 7-80124-994-1/TV·471

定价：29.00元

103
265

粗粒料的 现场压实

[日] 日本土质工学会
《粗粒料的现场压实》编撰委员会
郭熙灵 文丹 译
朱振宏 校

水利部科技专著出版基金资助项目



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

图书在版编目(CIP) 数据

粗粒料的现场压实/[日]日本土质工学会编;郭熙灵,文丹译.-北京:中国水利水电出版社,1999. 4

ISBN 7-80124-994-1

I. 粗… II. ①日… ②郭… ③文… III. 粗骨料-压实施工法
IV. TU472.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 05746 号

书 名	粗粒料的现场压实
作 者	[日]日本土质工学会
出版、发行	郭熙灵 文丹 译 朱振宏 校 中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www. waterpub. com. cn E-mail: sale@waterpub. com. cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (发行部)
经 售	全国各地新华书店
排 版	北京密云红光照排厂
印 刷	北京市朝阳区小红门印刷厂
规 格	787×1092 毫米 16 开本 17.75 印张 408 千字
版 次	1999 年 5 月第一版 1999 年 5 月北京第一次印刷
印 数	0001—1000 册
定 价	29.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

出 版 说 明

书籍是人类进步的阶梯。科技图书集聚着科学研究和发明创造的成果,凝结着人们生产活动、科学实验的实践经验和聪明才智。当今,在振兴中华的“四化”建设中,要把科学技术转化为现实的生产力,科技图书的出版是一个重要的环节。它担负着传播科技信息,扩大科技交流,推广科技成果,普及科技知识,培养科技人才,积累科学文化,提高全民族科技意识和劳动者素质的重任,是科技事业的一个重要组成部分。

改革开放以来,我国的科技出版事业取得了飞速的发展。但在还很不完善的社会主义市场经济中,科技图书出版的合理经营机制尚未形成,“出书难、买书难、卖书难”一直困扰着许多科技人员和出版工作者。特别是一些专业性很强的科学专著,发行范围有限,出版更为困难,影响了科学技术的发展。广大知识分子在不断呼吁,出版界也竭力探索解决这一问题的途径。1985年以来,中央领导同志和中宣部曾多次指示,要求国家和各主管部门筹款,为专家学者撰写学术专著建立出版基金。其后,从中央到地方各类出版基金陆续建立,有力地推动了学术专著的出版。

水利在我国具有悠久的历史,对治国安邦起着重要的作用。新中国建立40多年来,水利建设事业取得了举世瞩目的成就,已成为我国国民经济的基础设施和基础产业,是发展工农业生产的命脉。为了支持水利科技专著的出版,以适应我国水利科研、设计、建设、管理、教学的需要,水利部于1991年9月5日向全国发布了《水利部科技专著出版基金试行条例》,拨出专款用于资助科技专著的出版,并相应地建立了出版基金评审委员会和办公室。

本出版基金主要用于资助有明显社会效益而印数较少的水利优秀科技著作的出版,包括:学术水平高、内容有创见、在学科上居领先地位的水利基础学科理论专著;反映水利重大科研成果或填补我国水利科技某个空白领域的学术专著;在水利工程技术和经济管理方面有重大科学和实用价值的专著;对我国水利科技发展有重要参考价值的国外水利科技著作的中译本。申请者在已有详细编写提纲和部分样稿时,即可向本基金办公室提出申请。

本出版基金申请项目的评审,坚持“专家评议,公平竞争,择优支持”的原则,其做法是:对所有申请项目,先由基金办送请三名同行专家评议,然后再提交评审委员会讨论、评选。对被通过的申请项目,即转入中国水利水电出版社的计划,由基金赞助出版。

我们希望本出版基金的实施对推动水利科技的进步和人才培养,对促进水利建设事业的发展,会起到积极的作用。为此,我们热切地希望水利界的学者、专家,能潜心将自己的创见和经验撰写成专著,踊跃向本出版基金提出申请出版,为繁荣我国的水利科技事业添砖加瓦,奉献自己的才智和力量。

水利部科技专著出版基金委员会

1997年11月

AD-187

序

粗粒料通常是指块石、碎石（或砾卵石）、石屑、石粉等粗颗粒组成的无粘性混合物，或者是粘性土中含有大量粗颗粒的混合土。它们作为一种填料正越来越广泛地在工程中，尤其是大坝工程和地基基础工程中得到应用。其原因一方面是符合就地取材的原则，可以合理地利用各种材料，同时也与其本身具有许多优点有关。

据统计，自 20 世纪 50 年代后期以来，世界各国采用粗粒料填筑的高土石坝占全部大坝的 70%~80% 左右，并且还有继续发展的趋势。

在我国，以混凝土面板堆石坝为代表的用粗粒料填筑的大坝正处于方兴未艾的发展阶段。世界上最高的湖北清江水布垭工程面板堆石坝（坝高 234m）正在设计之中。与此相应，粗粒料工程性质的深入研究也在展开，其中最为人们关注的当然是它的压实特性，因为粗粒料的各项力学性质都无不与其压实性质和填筑体的压实程度密切相关。

对粗粒料进行工程性质研究是一项费钱、费时、费力的事情。截至 20 世纪 50 年代，我国在这方面的的工作还进行得很少，20 世纪 60 年代，针对丹江口水库土坝的砾石土以及稍后的石头河大坝的粗粒料，开始了对粗粒料工程性质的较为系统和深入的研究。20 世纪 80 年代以来，随面板堆石坝的迅速推广，研究工作的深度和广度也有明显扩展。而在国外，结合面板坝工程的大力建设，20 世纪 50 年代以来进行了比较充分的试验研究，获得了许多经验，形成了一些理论，该书即为日本土工学会（现为日本地盘工学会）总结日本几十年粗粒料研究和土石坝建设的经验并结合其他国家的成果编写而成的一本关于粗粒料压实性质的代表性著作，达到了较高的水平。书中内容几乎涵盖了粗粒料压实性的各个方面，包括压实机理、室内试验方法、现场测试技术、现场碾压试验方法、压实特性以及几个专门问题的“特论”等，极具参考价值。

郭熙灵同志作为高级访问学者在日本研修期间，专门从事这方面的研究并带回此书，译成中文，介绍给国内的同行们。该书也为水布垭工程堆石料研究提供参考，他做了一件很有意义的事情。相信该书中文版问世，将对我国粗粒料研究和面板堆石坝建设起到积极的作用。鉴于此，写以上几句，以为序。

包承纲

1998 年 10 月于武汉

译 者 的 话

“压实”一词即使对普通人来说都不会感到陌生，但它却是岩土工程中最常采用、最有效的土体改良技术之一。“粗粒料的压实”与一般土料的压实相比，就压实的内涵来说是一样的，但从对象、条件等方面而言，两者相去甚远，难以相提并论。“粗粒料的现场压实”这一问题的研究，是当今岩土工程技术发展的需要，是材料本身特定条件的要求，也是众多岩土工程技术人员的愿望。

粗粒料的应用由来已久，但相当长一段时间内主要是凭经验。自 20 世纪 40 年代才开始对粗粒料工程性质进行系统研究，经数十年的积累，成果丰硕。但这些成果中室内试验研究的比重占绝大多数，现场的研究则显得零散不足。为此，本书的作者们把粗粒料研究的注意力转移到现场，针对粗粒料现场压实的评价问题，在大量室内外试验研究和对成果资料进行汇总分析的基础上，编写出版了本书。书中围绕粗粒料现场压实这一中心问题，既有理论上的探讨，也有现场工作的总结；既有室内和现场试验方法的介绍，也有两者关系的对比分析；既重点讲述了堆石坝中粗粒料的压实，也简述了粗粒料在公路、铁路等其他领域的应用。书中指出了粗粒料研究中的不足之处，并以“特论”形式对有关问题展开了深入讨论，其观点是客观的，资料是丰富的，结论是明确的，参考价值是很大的。

中国的堆石坝以后来居上的姿态，近年来得到了突飞猛进的发展。目前已建和在建的 100m 级的堆石坝达十数座；200m 以上达世界先进水平的高堆石坝也有数座在规划设计中（如湖北清江的水布垭面板堆石坝，坝高 234m）。堆石坝高度发展的一个重要条件是筑坝材料要能适应高坝的要求，而关于坝料工程性质的研究，仅局限于室内是远远不够的，还必须加强对其现场实际状态的认识和把握，积累更多的资料，把感性的认识上升到理性的高度。

译者从事粗粒料研究工作多年，已积累了一定学识和经验，在翻译本书过程中深感受益匪浅。相信同行们阅读过本书后也会有不同程度的收获。

本书翻译过程中，得到了文伏波院士、杨清总工程师（水布垭工程设总）等专家的指导，包承纲教授审阅了译稿并作序，长江科学院沈泰院长及其他领导和专家也给予了大力的支持，在此一并诚表谢意。

译 者

1998 年 10 月于武汉

日文版原书序

为了建造堆石坝和海洋工程中的堆石体，要用到最大粒径达 1m 左右的由大小岩块组成的粗粒材料。这种情况的出现是材料力学特性和建筑物稳定性评价方法的长足进步的结果，是施工机械不断大型化、高效化的结果，是施工技术不断进步的结果。

1973 年，日本土质工学会成立了“粒状体的力学特性研究委员会”（委员长：最上武雄），就粒状材料开展了调查、研究。此委员会于 1977 年发展成为有更具体的课题的“粗粒土的强度参数研究委员会”（委员长：最上武雄）。上述机构设立的背景在于从 20 世纪 60 年代初开始，按现代施工方法建设的土石坝的数量急剧增加。但当时几乎无人过问大坝的主要填筑材料——粗粒料的强度等有关数据。为了促进土石坝的发展，急需收集、分析这些数据。该委员会的研究成果集中反映在 1982 年 10 月正式出版的《堆石料的试验和设计强度》一书中。成立于 1981 年的“关于粗粒料试验的研究委员会”（委员长：林正夫），其研究课题是查明粗粒料的强度、变形试验值离散的实际状态和原因。在日本全国约 30 多个单位的积极参加下，实施了关于压实试验以及三轴压缩试验方法的问卷调查和全国范围的基于统一标准的三轴压缩试验。通过这一研究，在如何提高粗粒料试验精度方面得出了有益的见解；并在此基础上制定了粗粒料三轴压缩试验以及试样制备的土质工学会标准。这一委员会的研究成果是 1986 年 5 月出版的《粗粒料的变形和强度》一书。

至此，以上各研究委员会主要作了以下几项工作：整理了关于对粒状体的认识、调查了土石坝设计参数的确定方法、调查并研究了粗粒料的室内力学性试验方法，而在现场直接研究粗粒料的不多。从事现场工作的工程技术人员要处理粒径可能超过 1m 的岩块，他们迫切希望开展关于现场压实方面的研究。在这一背景下，1986 年 8 月成立了“关于粗粒料现场压实评价的研究委员会”（第一任委员长：岩片透；第二任委员长：松井家孝）。该委员会的研究课题是探讨粗粒料试验室密度和现场密度及其关系，为达到系统评价现场压实这一目的，收集、分析了大量数据，进行了精心尽力的调查和研究。

本书以压实的工程意义、室内压实和现场压实的关系、现场密度试验、碾压试验、压实管理试验等内容为主，归纳了关于堆石坝的研究成果，同时介绍了其他几种采用粗粒料的建筑物对现场密度的考虑方法。因此，本书可称得上是粗粒料现场密度评价的综合性实务用书。书中还包括一些对粗粒料研究有参考价值的内容，相信对从事粗粒料工作的工程技术人员和研究人员会有所帮助。

社团法人 土质工学会
会 长 中 濑 明 男

1990 年 10 月

日文版原书前言

过去,对含有较大粒径颗粒的材料有各种各样的称呼。在土质工学会的前几个研究委员会中有“粗粒土”、“粗粒材料”、“粗粒材”等好几种名称。各委员会出版的成果报告的标题有用“堆石料”的,也有用“粗粒材料”的。这些随附在各自标题中的材料名称具有各自的意义和内容,当然有必要适当区分使用。但本书中只要这些名称是作为固有名词使用,如不引用特别的研究成果,均尽量用“粗粒材料”(本书中均译作“粗粒料”,译者注)统一表示之。

正如本书第一章第一节“二”中所述,在第一章到第五章中作为对象论及的材料,是那种孔隙水不会对强度和变形特性产生重要影响的材料,也就是说不是土料,而是以岩石质材料为主,级配与日本统一分类中的“G”最为接近的材料。不用“粗粒材”而用“粗粒材料”是为了与已发行的报告标题一致。

第一章到第五章所论及的材料,主要是指填筑于堆石坝透水区的堆石料以及半透水料和反滤料。经多年积累,已收集了有关这些材料的大量资料,形成了一个较为完整的体系。第六章以后各章分别介绍公路、机场、铁路和房屋地基等工程中粗粒料填筑体的情况。这些填筑体所用的粗粒料与堆石坝中的粗粒料不同,很少做有选择的分区填筑;填料中即有大粒径颗粒,也有细颗粒。因此,第六章以后各章中的填筑土体,不仅有前五章中的岩石质材料,还包括了像粗粒土之类有孔隙水存在且对强度和变形有一定影响的材料。

本书共分3篇10章。第一章讲述了粗粒料压实的意义;第二章介绍了粗粒料压实的基本问题,即粗粒料的室内压实和现场压实的主要影响因素及关系等;第三章介绍了现场压实中的密度试验方法和适用条件;第四章介绍了现场碾压试验的实际状况和调查结果;第五章结合压实质量控制试验方法和实际情况,对粗粒料现场压实的实际评价作了归纳;第六~十章分别介绍了公路、铁路、机场、房屋地基等工程中粗粒料填土现场压实的特点、应注意的问题和有关实例,以及密度以外评价现场压实的方法。

前几个研究委员会的不足之处在于开展粗粒料的研究时未能密切结合现场的实际情况,针对这一问题,成立于1986年8月的“关于粗粒料现场压实评价的研究委员会”,以研究如何评价包含有1m以上岩块的粗粒料的现场压实密度为目的,以探讨粗粒料室内试验密度和现场密度及相互关系为课题,收集、分析了粗粒料压实的有关数据,开展了系统的研究工作。研究委员会分粗粒料压实的工程意义、室内压实与现场压实的关系、现场密度试验、现场碾压试验、压实控制试验等几个小组开展了研究活动。

在研究关于粗粒料现场压实的评价方法时,该委员会对日本全国约20个坝实施了关于现场密度试验、现场碾压试验、质量控制试验实际结果的问卷调查,并主持了若干次现场碾压试验和各种密度试验。在此,对参与了合作的各单位深表感谢。

岩片透先生作为研究委员会的第一任委员长,为委员会制定了方向路线,但不幸于1987年10月去世。其后,松井家孝先生作为第二任委员长继续了这一研究路线,但不幸的是他也于本项研究接近尾声,本书即将完成的1990年3月离开了我们。两位先生对粗粒料不论是实际工程还是理论研究都有很多经验和业绩,本希望今后能从二位先生处获得更多

的关于粗粒料方面的指导，而今失去他们，令研究委员会的同仁们深感痛惜，特借此机会向他们表示敬意。

社团法人 土质工学会
《粗粒料的现场压实》编撰委员会

1990 年 10 月

目 录

出版说明	
序	
译者的话	
日文版原书序	
日文版原书前言	

第一篇 关于粗粒料压实的基本事项

第一章 压实的工程意义	3
第一节 粗粒料的基本概念	3
第二节 粗粒料的压实和抗剪强度	7
第三节 粗粒料的压实和变形特性	32
第四节 压实的重要性	46
第五节 粗粒料的抗剪强度和压实状况 (特论 1)	48
第六节 国外粗粒料设计、施工、质量控制方法实例 (土石坝工程) (特论 2)	57
参考文献	61
第二章 室内压实和现场压实的关系	66
第一节 粗粒料的压实	66
第二节 压实试验的目的和界限	76
第三节 压实试验的级配	82
第四节 室内压实和现场压实的对比	92
参考文献	97

第二篇 粗粒料现场压实的评价

第三章 现场密度试验	101
第一节 粗粒料现场密度试验的必要性和目的	101
第二节 现场密度试验法	101
第三节 现场密度试验的实际应用情况	113
第四节 影响现场密度的主要因素	118
第五节 压实层内的密度分布 (特论 3)	130
参考文献	156
第四章 填筑试验	157

第一节 填筑试验概述.....	157
第二节 关于填筑试验的问卷调查结果.....	159
第三节 填筑试验方法.....	168
第四节 填筑试验结果的评价.....	173
参考文献.....	178

第五章 压实管理	179
第一节 目的.....	179
第二节 管理项目和方法.....	179
第三节 管理实例.....	204
第四节 管理上的课题.....	220
参考文献.....	223

第三篇 其他使用粗粒料的建筑物的现场压实评价

第六章 公路填土现场压实的评价	227
第一节 现场压实评价法的适用性.....	227
第二节 公路填土中的填筑试验（模拟施工）.....	229
第三节 公路填土中的压实质量控制试验.....	233
参考文献.....	235

第七章 机场建设中粗粒料现场压实的评价	236
第一节 引言.....	236
第二节 机场建设中采用了粗粒料的实例.....	236
第三节 压实质量控制方法.....	238
第四节 为制定碾压方法和判断压实效果的试验.....	238
第五节 实例.....	238
第六节 结语.....	242

第八章 铁路填土的压实评价	243
第一节 压实的基本考虑方法.....	243
第二节 粗粒料的压实.....	243
第三节 由平板载荷试验进行质量控制的研究.....	244
参考文献.....	248

第九章 房屋地基中粗粒料现场压实的评价	249
第一节 引言.....	249
第二节 房屋地基中的粗粒料.....	249
第三节 压实标准.....	250

第四节	碾压方法和判定压实效果的试验·····	250
第五节	实例 (M 地基填造工程) ·····	251
第六节	结语·····	253
第十章	根据密度以外的方法进行现场压实评价 (特论 4) ·····	255
第一节	引言·····	255
第二节	压实引起的物性变化·····	255
第三节	依据表面沉降量的管理及全土量管理·····	256
第四节	利用加速度判别的方法·····	260
第五节	其他方法·····	266
第六节	结语·····	267
	参考文献·····	268

第一篇

关于粗粒料压实的基本事项

第一章 压实的工程意义

第一节 粗粒料的基本概念

一、考虑压实问题的理由

人类很早以前就凭经验了解到土和砂一经压实将会变得更难以变形，并且能够承受更大的荷载。粗粒料当然也不例外。由此看来，似乎再无必要重提粗粒料压实这一问题。但是，消耗同样的能量进行压实，所能得到的密度和强度因材料和各种施工条件的不同而千差万别。压实虽不至于使建筑物工程性质变差，但有时也会出现徒劳无功的情况。另外，提高强度和刚度还可通过材料选择和级配调整等方法来实现，至少从原理上说并非非压实不可。鉴于这些情况，虽然此课题难度相当大，但考虑各种因素尽可能客观地认识粗粒料的压实效果，无疑是十分重要的。

一般来说，粗粒料压实时需很大的能量。粗粒料压实之所以受到重视，正是因为随着压实机械的发展，堆石坝等工程建设中实现了真正的机械化施工。据说，近代堆石坝发展的源头可以追溯到19世纪中叶加利福尼亚的黄金景气时期^[1]。初期的堆石坝是将填筑材料由一定高度抛下（即抛填法）进行填筑，当时几乎见不到像目前这样用机械对堆石料积极碾压的情况。此后，随着时代的发展，虽然粗粒料本身的材质有一些变化，但以大规模建筑物及可经济地建设这些建筑物的压实机械的迅速发展为契机，现在有一种观点已成为常识，即通过“机械压实”可以确保粗粒料建筑物维持稳定所需的抗剪强度。

自粗粒料成为压实施工的对象以后，以堆石坝研究单位为主，加上其他相关领域的研究机构，对设计中必然会遇到的各种现实课题，如压实施工方法、压实与其他各种工程性质的关系、现场压实状况的评价方法等开展了广泛的研究工作。粗粒料与一般的土质材料不同，试图原封不动地用实物材料进行试验是不可能的。虽然人们一直在努力把试样做得大一些，以求尽可能与“实物”接近，但随着试验规模变大，就带来了试验方法的统一、试验的精度和经济性等方面的问题。另外，诸如室内击实和现场压实的关系这类涉及到粗粒料压实的最基本的、但又是至今尚无结论的问题也不少。本章的主题是“压实的意义”，但如果换问：“我们为什么要压实”，就要求我们讲出一些道理来。对以砂砾和岩块为主的粗粒料来说，压实的直接目的是使填筑体变得更密实，以达到设计要求的稳定标准，从而安全、经济地建成建筑物。因此，我们研究压实的意义也不外乎是要掌握抗剪强度和变形特性等各种力学性质与压实的关系。众所周知，粗粒料的力学性质除与压实密度有关外，还受其他众多因素支配。因此，压实和力学特性的关系当然也要受到这些因素的影响。评价压实的重要性和作用时，必须考虑各种因素，如岩石颗粒本身的基本特性和它作为集合体所具有的性质等等。

二、作为对象的粗粒料

所谓粗粒料，包括了很大的范围，从富含大粒径砾石的粗粒土，到巨大岩块的集合体，

其工程性质因颗粒组成不同而不尽相同。即使较多地含有砾以上的粗颗粒，像那些工程性质主要为细粒土所控制的材料，从含有粗颗粒的砾和岩块这一角度来说，将其归为粗粒料也未偿不可。但从工程性质的角度而言，不如说这些材料应属土料的范畴。这类材料中的孔隙水一般在强度和变形特性方面发挥极为重要的作用。

此外，大部分由无凝聚力的砂、砾、岩块（碎石、块石）组成的亦称为岩石质材料的粗粒料则与土料不同，几乎不受水的影响，故其特征与土料有明显区别。这种材料由颗粒间的咬合和摩擦阻力来决定抗剪强度等力学性质，就此意义而言，其本质上属于摩擦性材料。当然，无凝聚性的岩石材料也并非完全不受水的影响。例如，堆石坝蓄水时的沉降以及完建后持续很长时期的蠕变等，都与水有密切关系。但这里所反映的岩石质材料与水相互作用的关系在本质上有别于土质材料，有必要将两者明确地区别开来。在自然界中，介于这两者之间的材料还有很多，如在城市近郊和丘陵地区的填埋造地工程中就屡屡可见。如果把这些材料都算上，粗粒料所涉及的范围是很广的。欲对其进行全面论述，至少在目前还几乎是不可能的。

本书试图利用已有的由现场积累的大量试验资料，讨论与压实有关的各种问题。为了不使讨论内容过于分散，将主要针对最具粗粒料特征的岩石质材料展开讨论。如按级配来分，就是与日本统一分类中的“G”类最为接近的材料，但通常其最大粒径已远远超出统一分类所限制的粒径范围。本文中所谓的粗粒料，如不特别注明，即指这类岩石质材料。具体地说，堆石坝的反滤料和堆石料等都是典型的粗粒料。照片 1-1 为一具体实例。图 1-1 中列出了日本堆石坝堆石料典型级配曲线。最大粒径差不多达 200~1000mm，而平均粒径则在 50~200mm 的范围内。

大家知道，堆石坝是用粗粒料填筑而成的最典型的建筑物。回顾历史，关于粗粒料工程性质的研究，可以说也正是以堆石坝的发展为契机才得以不断深化。近年来，大规模的岩土工程在山区和丘陵区以及城市近郊的海岸港湾等广大区域内相继展开，以岩块为填筑材料修建高速公路和护岸抛石体等，粗粒料应用范围不断拓宽，但是，目前把粗粒料作为基本构成元素，并对其大量压实的现场仍以堆石坝为代表。

鉴于上述情况，本章将以填筑于堆石坝透水层的堆石料和过渡层材料、反滤层材料为中心做一考察。

三、粗粒料的基本特征

粗粒料的工程性质本质上与砂并无两样。这是因为两者均为岩石颗粒集合而成的粒状材料，同时也都是不具凝聚力的摩擦性材料。关于粗粒料的研究，通常可认为是在砂的研究的延长线上展开的。这两种材料的物理、力学性质几乎都可用统一的试验原理和试验方法来了解。但是，由粗粒料固有性质派生出来的几个问题必须引起注意，其中最基本的有以下两点。

（一）粒径的不同

首先，粗粒料的典型粒径明显比砂大得多。乍看起来，这一性质似乎不存在什么问题，但它却是造成许多相当麻烦的问题的一个重要原因。如图 1-1 所示，土坝堆石料的最大粒径一般达数十厘米到一米的量级。目前实际上还无法用这样大的实物试样来进行力学性试验，