

DOI:10.3969/j.issn.1672-1144.2015.01.044

保定地区新近沉积土的类型及工程特性

曹江涛

(华北地质勘查局五一九大队, 河北 保定 071051)

摘要: 保定地区新近沉积土的物理力学性能及工程地质性能差,对其宏观识别与物理力学特性的研究,有助于更好地为工程建设服务。野外调查与工程实践表明:保定地区新近沉积土分为山区新近沉积土、平原区新近沉积土、洼淀区新近沉积土,由于地貌差异造成沉积环境不同,进而形成新近沉积土不同的宏观特征与物理力学性能;通过与邻近区域新近沉积土物理力学参数的比较、分析,认为该地区新近沉积土的工程地质性能与北京地区相近,好于石家庄地区;同时,针对该地区的新近沉积土,提出了相应的工程处理措施。

关键词: 新近沉积土;类型;工程特性;处理措施;保定地区

中图分类号: P642

文献标识码: A

文章编号: 1672-1144(2015)01-0210-05

The Type and Engineering Characteristics of Recently Deposited Soil in Baoding Area

CAO Jiang-tao

(519 Team of the North China Geological Exploration Bureau, Baoding, Hebei 071051, China)

Abstract: The physical mechanical properties and engineering geological properties of the recently deposited soil is poor in Baoding area, The study of the macroscopic identification and physical mechanical characteristics of the deposited soil is beneficial for the engineering constructions. Field investigation and engineering practice indicate that the recently deposited soil is divided into mountain region sedimentary soil, plain region sedimentary soil, and low-lying region sedimentary soil in Baoding area. Because the topographical differences result in different sedimentary environment, different macro characteristics and physical properties of recently deposited soil is formed thereafter. Through the comparison and analysis of physical and mechanical parameters of the recently deposited soil in adjacent areas around Baoding, it is considered that engineering and geological property of recently deposited soil in Baoding area is close to that in Beijing area, but better than that in Shijiazhuang. According to its current situation in Baoding area, corresponding engineering treatment measures were put forward.

Keywords: recently deposited soil; type; engineering characteristics; treatment measures; Baoding area

新近沉积土是指第四纪全新世(Q₄)中晚期以来形成的土层,具有沉积时间短、欠固结、压缩性高、结构不稳定、欠压密状态,强度相对较低的物理力学性质,工程地质性能差,与一般第四纪正常堆积土的工程性质有明显差异。近年来,针对新近沉积土的研究主要集中于形成环境、物理力学指标的试验分析、地基承载力等工程地质特性方面的研究^[1-3]。但是,对新近沉积土的研究,多是对某一地区的局部工程或单一工程的新近沉积土进行研究,而没有对该

地区的新近沉积土按类型或成因等进行综合分析研究。因此,有必要针对某一地区的新近沉积土进行分门别类的识别及物理力学性能的配套,进而更有效地为该地区的工程建设服务。

本文针对保定地区新近沉积土形成环境多样性导致其野外宏观识别特征与室内物理力学性能指标的差异进行了分析、比较,以期增加对该地区不同类型新近沉积土的野外宏观识别特征及其工程地质特性的了解,为在实际勘察工作中采取相应的勘察手

段、测试项目和工程处理措施,打下坚实的基础。

1 保定地区新近沉积土的类型

保定地区的新近沉积土形成时间短(几百年~几千年),其类型主要由现今的地貌形态决定。

1.1 地貌特征

保定地区位于河北省中西部,太行山北部东麓,

冀中平原西部,周边与张家口市、北京市、廊坊市、沧州市、衡水市、石家庄市、山西省等省市相接,地处北京市、天津市、石家庄市的三角地带。保定地区整个地势由西北向东南倾斜,地貌分为山区、平原和洼淀三大类^[4-6],地貌分区如图 1 所示。由于地貌单元不同导致沉积环境差异,进而导致保定地区分布有不同类型、不同成因、不同地质特征的新近沉积土。

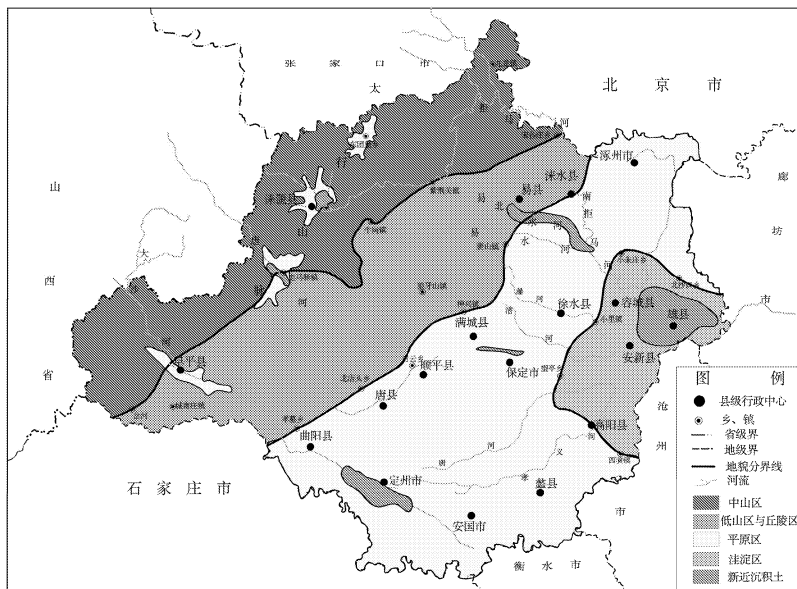


图 1 保定地区地貌特征示意图

(1) 山区地貌特征

保定地区的山区地貌按高程划分为中山区(海拔高程 1 000 m 以上)、低山区(500 m~1 000 m)及丘陵区(100 m~500 m)三类^[7-8]。

中山区主要位于保定地区西部,北起涞水县宋各庄、经易县紫荆关、涞源县走马驿,南至阜平县岔河一线北西的区域,包括涞源县全部,涞水县、易县、阜平县的西部深山区;中山区山体切割强烈,发育有小型盆地和断裂谷地,涞源盆地、阜平盆地、东团堡盆地、走马驿盆地均位于中山区^[9]。

低山区与丘陵区位于中山区的南东部^[10],其与平原区的分界线,基本北起涞水县县城、南至曲阳县,包括易县裴山镇、徐水县瀑河乡、满城县神星镇、顺平县白云乡、唐县北店头乡、曲阳县孝墓乡一线北西的区域;其海拔逐渐降低至 100 m 或数十米,地形逐渐低缓起伏,向南东逐渐坡展为平原。

山区主要包括洪积扇顶部至中部地区,洪积扇地表物质主要是第四纪冲洪积物,另外也有少量残坡积物分布于扇顶。扇顶至扇缘沉积物粒度变化明显,一般顶部坡度大、物质粗,主要为砾质,至中部坡

度逐渐变缓,物质逐渐变细,由巨砾至粗砾等逐步过渡到砂质和粘土质;同时,洪积扇上展布若干间歇性河床,且冲沟发育,切割强烈。由于各地貌部位物质粗细不一,坡度亦有变化,导致水分条件、沉积物质发育亦各异。

(2) 平原区地貌特征

构造活动,特别是新构造运动的活动,直接控制了保定平原区地貌格局、水系展布与变迁。保定地区自北西部山麓与平原区分界线南东方向一侧逐步坡展为平原,自北、西、南三个方向,向东部白洋淀倾斜,地面坡降为 1‰~4‰。主要成因类型为冲洪积平原,被第四纪沉积物所覆盖,厚度一般为数米至数百米,个别地区可超过 1 000 m,第四纪沉积物成因类型相对简单,相变较平缓,主要为冲洪积、河流沉积等,主要由拒马河、易水河、漕河、唐河、沙河出口后洪积物堆积而成。

平原区沉积物质组成多为粘性土、粉土、砂粒、粉细砂,分布规律从洪积扇前缘地带到冲积平原地带由粗到细纵向分布。

(3) 洼淀区地貌特征

洼地在保定地区为白洋淀和周边低洼易涝区,海拔 7 m~10 m,是拒马河、唐河和瀑河、孝义河等河流在冲积扇交汇处的扇缘洼地上汇水形成,现仅在安新县、雄县、高阳县以白洋淀为主要存在水域,从北、西、南三面接纳拒马河、九河、潞龙河、孝义河、唐河、漕河、杨村河、瀑河及白沟引河等河流的补给。

洼淀区范围北起定兴县小朱庄乡、雄县北沙口乡、西至容城县小里镇、清苑县望亭乡、安新县芦庄乡、南至高阳县西演镇。

1.2 新近沉积土类型

依据保定地区的地貌形态,可把新近沉积土划分为 3 种类型,其各自特征详见表 1。

表 1 保定地区新近沉积土的类型及宏观特征

沉积土类型	沉积土特性	特 征
山区新近沉积土	岩性	岩性复杂,洪积扇顶部至中部变化较大,顶部多为巨砾,多呈棱角~次棱角形状,其空隙多为砂、粘性土混杂物充填,可见砂的透镜体;至洪积扇中部,随着沉积物搬运距离不断增加,沉积物质明显减小,多以中砾为主,且多呈次椭圆状~次圆状,砾石间空隙减少,多充填为中粗砂,砂透镜体的厚度及范围较洪积扇顶部要大。
	颜色	相对较杂、且深浅不一,多为灰黑~灰白色、黄褐色。
	结构	堆积物大小、机械成分混杂,分选性差,颗粒多带棱角,或以磨圆度至亚圆形,沉积物间空隙大,结构相对较松散;随着洪积扇顶部至中部空隙逐渐减小,其结构逐渐密实,以重型标准贯入试验检测,其锤击数一般为 10 击~30 击,多呈中密状态。
	构造	离沟口距离越远,沉积物颗粒越细,经过多次洪水而形成的洪积扇常呈较不规则的斜交层理,有时夹有透镜体和条带状的细粒碎屑和粘土混合物(见图 2(a))
	包含物	包含物多为朽木。
	分布规律	由扇顶至扇中部位,粒度逐渐变细,多呈带状、片状分布。
	规模	因地形地貌而异,离沟口越远,面积逐渐减小,厚度亦相差悬殊,在山口、沟口地形急剧变化处厚度较大,在上升强烈的山前地带,可厚达数百米,局部范围内厚度小。
	成因	冲洪积形成,极少部分为坡积、崩积形成。
平原区新近沉积土	岩性	沉积物多为粘土、粉质粘土、粉土、细砂、粉砂等,局部夹杂有少量砾石、砂透镜体 ^[11] 。
	颜色	比正常沉积的土层颜色深,多呈褐色、暗黄色、灰色或灰黑色,含有机质较多,常相间或相杂。
	结构	随着粒度由粗变细,沉积物的结构逐渐紧密,空隙逐渐减少,密实度逐渐增大;土质不均匀,结构性差、松散,结构面上有时含有砂砾粒,常混有可见较大缝隙且岩性不一的土块,多虫孔及植物根孔,经扰动后易变软,时有振动渐水现象。
	构造	沉积层理以斜层理、交错层理及平行层理为主,层理明显。(见图 2(b))
	包含物	包含有腐殖质,斑状及条状氧化铁,局部包含较多螺壳、蚌壳等,以及人类活动的遗物—朽木、木炭渣、碎青砖块、瓦块、陶瓷碎片、铜币等。
	分布规律	主要存在于冲沟两侧及沟口处,河道拐弯处的内侧,河漫滩及低阶地,凹地的表部,平原上被淹埋的池沼洼地和冲沟内,颗粒由粗到细纵向分布。
	规模	随着洪积扇前缘向两侧不断的加宽,沉积面积逐渐扩大,呈片状分布,但随着冲积动力逐减,沉积规模亦逐渐减小,沉积厚度相应减小;因地形的不同,厚度亦相差悬殊,如冲沟较发育的地带则要明显厚于平坦地带,厚度达数十米至百米不等。平坦地带多以古沟槽沉积 ^[12] 及洼地地带的沉积为主,呈条带状或不连续的小片状,厚度相对较小一般不超过 10 m。
	成因	以冲洪积成因为主,极少量为风积形成。
洼淀区新近沉积土	岩性	以砂土为主,多为粉砂、细砂、淤泥质土。
	颜色	多以黑、灰黑~褐色居多。
	结构	土质不均匀,结构性差、松散,经扰动后易变软,时有振动渐水现象。
	构造	沉积层理多以水平层理及斜层理为主,层理清晰、规则、稳定,层位较全面连续;易形成一个或多个沉积旋回,当沉积物为砂时,该特征尤为明显,砂层的颗粒由上向下逐渐变粗:粉砂~细砂~中砂~粗砂,形成一个或几个沉积旋回。
	包含物	上部地层多包含朽木、碎青砖块、陶瓷碎片、铜币等,底部含有较多或成层状的贝壳或螺壳、蚌壳及其碎片等。(见图 2(c))
	分布规律	分布于地势低洼地带。
	规模	形成规模较大,呈面状或片状分布,沉积厚度相对较大,可达数十米。
	成因	湖相沉积成因,沉积主要因素是气候,通过雨量、蒸发量、温度控制风化作用的性质以及从平原区而来的河流等形成的汇水区的土壤与植被性质。

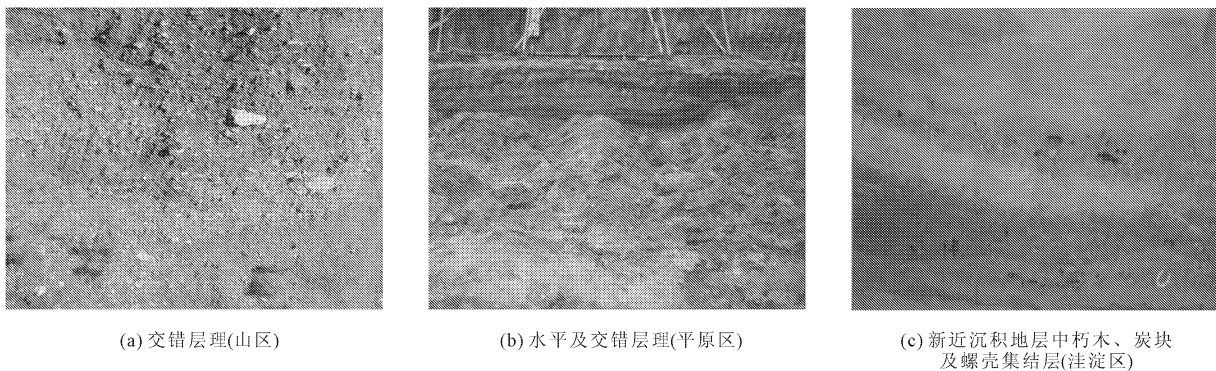


图 2 新近沉积地层构造及包含物

2 新近沉积土的工程特性

2.1 物理力学特性

经工程实践,对保定地区新近沉积土的物理力学指标进行了测试、统计,结果见表 2。

由表 2 可知:保定地区的新近沉积土,其物理力学性质具有一定的差异性,但差异并不是很明显。按地貌形态顺序划分的山区—平原区—洼淀区新近沉积土,仅天然含水率、液性指数等物理力学指标依次增大,工程性能表现为渐差的趋势;而其它物理力

学指标则未按此顺序呈现规律性变化,天然孔隙比、压缩系数按平原区、洼淀区、山区的顺序呈增大的趋势,工程性能表现为平原区略好于洼淀区,洼淀区略好于山区的变化规律;而天然重度、压缩模量、内聚力、内摩擦角等物理力学指标按平原区、山区、洼淀区的顺序呈减小的趋势,工程性能表现为平原区略好于山区,山区略好于洼淀区的变化规律。综合各项物理力学性质指标综合分析,保定平原区新近沉积土的工程性能要略好于山区,山区略好于洼淀区。

表 2 保定地区新近沉积土的物理力学指标

沉积土类别	值别	天然含水率 w /%	天然重度 γ /($\text{kN}\cdot\text{m}^{-3}$)	天然孔隙比 e	液限 W_L /%	液性指数 I_L	压缩系数 a_{1-2} /MPa	压缩模量 E_{1-2} /MPa	粘聚力 c /kPa	内摩擦角 ψ /($^\circ$)
山区新近沉积土	平均值	20.7	18.4	0.846	29.8	0.29	0.686	6.15	22	21.3
	范围	17.0~28.2	17.2~19.6	0.693~0.987	22.0~38.8	0.02~0.65	0.346~0.820	3.26~9.84	12~28	6.0~35.0
平原区新近沉积土	平均值	21.3	18.9	0.755	28.4	0.37	0.317	9.32	28	27.0
	范围	15.7~31.5	18.1~20.8	0.609~0.890	23.0~33.5	0.05~0.76	0.210~0.560	4.12~15.50	22~39	9.5~44.5
洼淀区新近沉积土	平均值	24.8	18.1	0.789	31.2	0.49	0.483	4.83	18	18.2
	范围	20.2~41.2	17.0~20.2	0.638~0.962	24.3~32.8	0.22~1.20	0.268~0.750	2.52~6.58	5~32	5.0~32.0

2.2 物理力学特性的比较与分析

由于全国各地的新近沉积土所处地貌形态、沉积环境、成因等不同,造成统一研究的局限性、困难性,无法进行系统的比较、分析,现仅利用与保定南北相邻的、在成因及沉积环境等各方面因素与保定平原区新近沉积土相类似的石家庄、北京地区新近沉积土与之相比较。

袁国茂、孙宏伟等对北京平原地区的新近沉积土做过较多、较系统的研究^[13-15],林宗元主编的《岩土工程勘察手册》^[16]中亦提供了石家庄地区新近沉积土物理力学参数指标。北京与石家庄地区新近沉积土的物理力学指标的范围及平均值,详见表 3。

通过表 2 与表 3 中数据的对比,可知保定平原区与北京地区的新近沉积土在各项指标上相差不大,仅天然含水率、压缩模量明显偏低,二者工程地质性能相近;而天然孔隙比、压缩系数、压缩模量等各项指标,要明显好于石家庄地区新近沉积土的物理力学性质指标,其工程地质性能也要好于石家庄地区的新近沉积土。

2.3 工程处理措施

由于保定地区山区、平原区、洼淀区的新近沉积土各自具有不同的沉积特征,导致其各自工程性能差异的不同。总体而言,新近沉积土厚度不稳定、工程性能差等多种因素,均对工程产生不利的影响。

表 3 北京与石家庄地区新近沉积土的物理力学指标

地区	值别	天然含水率 w /%	天然重度 γ /($\text{kN}\cdot\text{m}^{-3}$)	天然孔隙比 e	液限 W_L /%	液性指数 I_L	压缩系数 α_{1-2} /MPa	压缩模量 E_{1-2} //MPa	粘聚力 c /kPa	内摩擦角 ψ /($^\circ$)
北京	平均值	27.4	19.4	0.783	31.0	0.57	0.382	17.9	26	25
	范围	20.7~40.5	17.8~20.4	0.590~1.30	24.8~43.9	0.26~0.96	0.240~0.625	4.1~42.1		
石家庄	平均值	21.6	17.4	0.904	28.8	0.28	0.857	2.5		
	范围	19.3~20.5	17.2~17.7	0.885~0.919	24.0~39.0	0.02~0.78	0.640~0.994	1.9~3.6		

因而,在不同的地貌、沉积环境下形成的新近沉积地层上进行建筑时,常常需要对地基进行处理,具体施工时,应根据新近沉积地层的地质资料、建筑物的层数、荷载及对承载力的要求等情况进行综合考虑^[17]。

(1) 对于低层建筑物,一般情况下可直接作为持力层使用。

(2) 对于多层建筑物,由于体型简单,载荷较小,在新近沉积土厚度不大的情况下,可采用换填的方法,以素土、灰土或砂土进行换填,或采用灰土挤密桩、强夯法进行夯实处理。

(3) 对于要求承载力值较高的建筑物地基,不能以新近沉积地层直接作为持力层,可采用钻孔灌注桩、管桩或 CFG 桩复合地基进行处理,但其桩端均应穿过新近沉积地层,而置于较老、承载力值较高的土层上。

例如某学校教学楼工程,地上六层,自然地坪下挖深 2.60 m,采用条形基础,基础落在新近沉积地层上,天然地基土承载力特征值较低,仅为 90 kPa;而设计要求承载力特征值不低于 160 kPa,同时消除地基土的不均匀性。依据工程特点及地质条件,经计算与比较,本工程采用夯实水泥土挤密桩复合地基进行处理,在提高了承载力的同时,也消除了地基土不均匀性的隐患,不仅满足了设计要求,达到了良好的地基处理效果,还为建设方节约了资金,缩短了工期,取得了一定的经济效益与社会效益。

3 结 语

保定地区新近沉积土分为山区新近沉积土、平原区新近沉积土、洼淀区新近沉积土,因地貌差异造成沉积环境不同,造就其不同的宏观特征与物理力学性能,亦导致各自具有不同的工程特性;故而,在实际工作中,要因势而异,以识别为前提,进而采取相应的勘察手段、测试项目和工程处理措施,更好地为建筑工程服务。

参考文献:

- [1] 孙宏伟.北京新近沉积土基础工程特性研究[J].建筑结构,2009,39(12):148-151.
- [2] 郑建中.北平原新近沉积层承载力评价标准验证性分析与可靠性研究[J].科学技术与工程,2012,12(20):5085-5090.
- [3] 庄海洋,陈国兴,朱定华,等.南京新近沉积土最大剪切模量试验研究[J].世界地震工程,2010,26(增刊):32-35.
- [4] 中国科学院自然区划委员会.中国地貌区划[M].北京:科学出版社,1959.
- [5] 曹伯勋.地貌学及第四纪地质学[M].湖北:中国地质大学出版社,1995.
- [6] 严钦尚,曾昭璇.地貌学[M].北京:高等教育出版社,1985.
- [7] 河北省地矿局.河北省 北京市 天津市区域地质志[M].北京:地质出版社,1982.
- [8] 工程地质手册编委会.工程地质手册(第四版)[M].北京:中国建筑工业出版社,2006.
- [9] 吕芳.地域主体功能区划理论与实践研究—以保定市为例[D].河北农业大学,2008:1-58.
- [10] 摄影维基百科—人人可编辑的中文摄影百科全书.保定市—中国地理[EB/OL].http://www.photowiki.cn.
- [11] 曹江涛.保定市与雄县新近代沉积地层之比较[J].土工基础,2014,28(1):72-74.
- [12] 曹江涛.保定市古沟槽的沉积特征[J].城市建设,2009,(2):6-8.
- [13] 袁仁茂,孙宏伟,马凤山,等.新近沉积土特征信息提取的因子分析法[J].工程地质学报,2004,(S1):542-546.
- [14] 袁仁茂,孙宏伟,马凤山,等.北京平原区新近沉积土基本工程地质特性分析[J].第四纪研究,2005,25(1):93-99.
- [15] 李树德,袁仁茂,吕红华,等.北京地区新近沉积土不同沉积相的工程地质特性及其评价[J].北京大学学报:自然科学版,2005,40(1):139-143.
- [16] 林宗元.岩土工程勘察设计手册[M].沈阳:辽宁科学技术出版社,1996.
- [17] 中华人民共和国住房和城乡建设部.JGJ79-2012.建筑地基处理技术规范[S].北京:中国建筑工业出版社,2012.