

建筑垃圾在软基处理中的应用

王云

北京城建亚泰建设集团有限公司, 北京 100013

[摘要]文中简述了我国建筑垃圾的现状和软土地基的基本特征,阐述了软基处理的常用方法,并就其中的换填垫层法进行对比分析,最后重点介绍了针对不同软土地基利用建筑垃圾代替现有建筑材料进行处理的施工方法。通过几个工程实例分析了采用建筑垃圾处理软土地基的实际效果,得出了利用建筑垃圾进行软土地基处理,不但达到提高地基承载力的目的,满足了设计及规范的要求,还处置了建筑垃圾,减少了弃土场地占用,同时降低了工程造价,节省了国家建设资金的可行性结论。最后对该课题的实际应用进行了展望,呼吁对建筑垃圾也进行分类,可利用的包括塑料、金属、砖渣、砼渣、矿渣以及路面破除的弃渣等等,不可利用的包括有机质、木头、生活垃圾、淤泥等作为渣土弃掉,再根据不同等级的道路及承载力要求,结合现场实际情况及建筑垃圾的来源,就近利用建筑垃圾,最终希望经过足够多的科研及实践经验后,能够出台一项国家标准。不但能够把建筑垃圾变废为宝,还能解决我国资源短缺及污染环境的问题。

[关键词] 建筑垃圾; 软土地基; 换填

DOI: 10.33142/ec.v6i9.9436

中图分类号: U416.1

文献标识码: A

Application of Construction Waste in Soft Foundation Treatment

WANG Yun

Beijing Urban Construction Yatai Group Co., Ltd., Beijing, 100013, China

Abstract: This paper briefly describes the current situation of construction waste in China and the basic characteristics of soft soil foundation, expounds the common methods of soft foundation treatment, compares and analyzes the replacement cushion method, and finally focuses on the construction methods of using construction waste to replace existing building materials for different soft soil foundations. Through several engineering examples, this paper analyzes the actual effect of using construction waste to treat soft soil foundation, and draws the conclusion that using construction waste to treat soft soil foundation can not only improve the bearing capacity of foundation, meet the requirements of design and specifications, but also dispose construction waste, reduce the occupation of spoil ground, reduce the project cost, and save the feasibility of national construction funds. Finally, the practical application of the subject is prospected, calling for the classification of construction waste, including plastic, metal, brick slag, concrete slag, slag and waste slag from road surface breaking, etc., while the unusable ones include organic matter, wood, domestic waste, sludge, etc., which are discarded as waste soil. Then, according to the requirements of different grades of roads and bearing capacity, combined with the actual situation of the site and the source of construction waste, use construction waste nearby. Ultimately, it is hoped that after sufficient research and practical experience, a national standard can be introduced, which can not only turn construction waste into treasure, but also solve the problems of resource shortage and environmental pollution in China.

Keywords: construction waste; soft soil foundation; replacement

引言

随着我国城镇化的快速发展,一边是城中村旧房改造,产生大量的建筑垃圾,一边是村镇郊区与城镇的连接,需要新建不少城市道路,且好多地方需要在旧河道、鱼塘、低洼地以及绿地等软土地基上填筑路堤,这就给建筑垃圾作为一种特殊路基填料提供了十分广阔的空间。

本文结合实际案例,分析比较了采用建筑垃圾代替常规材料进行软基处理的可行性,得出了建筑垃圾在城市道路路基处理中的有效性和具有重要意义。

建筑垃圾的有效利用不但可以就地取材,废物利用,还能减少建筑垃圾对有限土地资源的占用和污染,减少石料的开采,同时还降低了工程成本,节约了建设资金。实

现建筑垃圾的循环再利用,是我国建设新城镇可持续发展战略中十分重要的一环。

1 我国建筑垃圾的现状

1.1 建筑垃圾的定义

根据住建部下发的《城市建筑垃圾管理规定》2005年第139号文内容规定所谓建筑垃圾,是指建设单位、施工单位新建、改建、扩建和拆除各类建筑物、构筑物、管网等以及居民装饰装修房屋过程中所产生的弃土、弃料及其他废弃物。

通俗地讲建筑垃圾就是指在建筑施工过程中产生的各种废弃物。占比较大的是房屋拆迁产生的各种固体废弃物,如砖头、瓦块、钢筋砼结构、砂浆、门窗结构中的金

属件及木竹件、各种材质的装修材料、日常生活垃圾等，也包括少量新建工程和装修工程的生产垃圾，如各种边角料、弃料，还包括道路改造产生的旧沥青砼、水稳结构层、砼路面、路缘石、步道砖、石材、渣土等相对单一的废弃物。

1.2 我国建筑垃圾的现状

原住建部副部长仇保兴曾表示，“我国建筑垃圾的数量已占到城市垃圾总量的 30%至 40%，每年产生的建筑垃圾多达 15 亿吨”。除了一些金属件、塑料件被人工回收外，只有 5%的建筑垃圾在回收利用，90%以上都作为废弃物丢弃或填埋了。中国建筑垃圾资源化产业发展报告（2014 年度）指出，到“十二五”末，大中城市建筑垃圾回收利用率要达到 30%，“十三五”要达到 60%。^[1]

目前全国已经有几十家企业开始做建筑垃圾的回收利用工作，开发出各种移动破碎机，对建筑垃圾进行分类破碎，用于制作各种再生砖或骨料，还有一些道路冷再生技术也对道路改造产生的废料进行了重复利用，但是总体利用率极低。

主要原因有以下两点：一是国家在这方面标准还不太完善，毕竟再生料强度没有天然砂石强度高，重要工程利用少，再加上前期投入成本大，政府管理部门分工不明确等因素影响更多企业进来投资；二是从目前现有企业的经营状况来看，大部分企业处于没有“原料”供应状态。企业投入巨资购买了设备，但是没有政府的支持，好多建筑垃圾就地消化了也不拉到再回收公司。

若是政府加强监督管理，对建筑垃圾的随意倾倒进行限制，严格要求建筑垃圾必须进行分类和再利用，那么我国城市建筑垃圾资源化利用率每年能有个 10%的提示，用不了几年就能达到欧美发达国家的水平。

2 软土地基处理的常用办法

2.1 软土地基的定义

本文所指的软土地基包括了常规意义上的软土和目前工程中经常遇到的软弱土。常规意义的软土是指滨海、湖沼、谷地、河滩沉积的天然含水量高、孔隙比大、压缩性高、抗剪强度低的细粒土，其具有高空隙比、高天然含水量、高压缩性、低渗透系数，低固结系数、低承载力、稳定性差，触变性显著的工程特点。软弱土一般十字板剪切强度小于 35kpa，常分布在山区和丘陵的低洼地段。

2.2 软土地基处理的常用方法

按地基处理的作用机理，大致分为土质改良、土的置换、土的补强等三类。土质改良是指用机械（力学）的、化学、电、热等手段增加地基土的密度，或使地基土固结。这一方法是尽可能地利用原有地基。土的置换是将承载力差的土层换填为承载力强的土质。土地补强是采用薄膜、绳网、板桩等约束住地基土，或者在土中放入抗拉强度高的补强材料形成复合地基，以加强和改善地基土的承载特性。^[2]

地基处理的方法，根据其作用和原理大致分为六类，

如表 1 所示。

表 1 地基处理方法

序号	分类	处理方法	原理及作用	使用范围
1	碾压及夯实	机械碾压，振动压实，重锤夯实，强夯（动力固结）	利用压实原理，通过机械碾压夯实，把表层地基土压实；强夯则利用强大的夯击能，在地基中产生强烈的冲击波和动应力，迫使土动力固结密实	适用于碎石土、砂土、粉土、低饱和度的黏性土，杂填土等，对饱和黏性土应慎重采用
2	换填垫层	砂石垫层，素土垫层，灰土垫层，矿渣垫层	以砂石、素土、灰土和矿渣等强度较高的材料，置换地基表层软弱土，提高持力层的承载力、扩散应力，减少沉降量	适用于处理暗沟、暗塘等软弱土的浅层处理
3	排水固结	天然地基预压，砂井预压，塑料排水带预压，真空预压，降水预压	在地基中增设竖向排水体，加速地基的强度增长，提高地基的稳定性。加速沉降发展，使基础沉降提前完成	适用于处理饱和和软弱土层，对于渗透性极低的泥炭土，必须慎重对待
4	振密挤密	振冲挤密，灰土挤密桩，砂桩，石灰桩，爆破挤密	采用一定的技术措施，通过振动或挤密，使土体的孔隙减少，强度提高。必要时，在振冲挤密过程中，回填砂、砾石、灰土、素土等，与地基组成复合地基，从而提高地基的承载力，减少沉降量	适用于处理松散砂、粉土、杂填土及湿陷性黄土
5	置换及拌入	振冲置换，深层搅拌，高压喷射注浆，石灰桩等	采用专门的技术措施，以砂、碎石等置换软弱土地基中的部分软弱土，或在部分软弱土地基中掺入水泥、石灰或砂浆等形成加固体，与未处理部分土组成复合地基，从而提高地基承载力，减少沉降量	黏性土、杂填土、粉砂、细砂等。振冲置换法对于不排水剪切强度 $C_u < 20\text{kpa}$ 慎用
6	加筋	土工聚合物加筋，锚固，树根桩，加筋土	在地基或土体中埋设强度较大的土工聚合物、钢片等加筋材料，使地基或土体能承受抗拉力，防止断裂，保持整体性，提高刚度，改变地基土体的应力场和应变场，从而提高地基的承载力，改善变形特性	软弱土地基、填土及陡坡填土、砂土

表中所列各种方法是根据软弱土的特点和所需处理的目的而发展起来的。各种方法的具体选用，应从地基条件、处理的指标及范围、工程费用、工程进度及材料来源、当地环境等多方面进行综合考虑。

3 利用建筑垃圾进行软基处理的施工方法

3.1 换填垫层法的施工方法

本节主要讲述利用建筑垃圾采用换填垫层法处理软

基的施工方法。

换填垫层法就是将路基一定深度范围的软弱土层(采用人工或机械开挖等方式),换填好的土、砂、石或石屑等材料,并经振密、压(夯)实做成压缩性低、承载力高的垫层。根据换填方式的不同可分为:换填土、换填石渣、抛石挤淤及爆破挤淤法。

换填石渣法是在土壤含水量较大,不能直接碾压的情况下,挖除需要换填的湿土,再分层碾压石渣,达到一定的密实度,从而提高地基的承载力。

抛石挤淤法是在淤泥质土或水中(一般为河道或水塘里),先投入粒径较大的片石,挤入河底的淤泥中,待片石高出水面能下去施工机械时,再用大型挖掘机来回碾压,基本稳定后,再用推土机推入粒径较小的片石,用20T以上的压路机振密压实,检验密实度以沉降观测为准。最后再铺上30厘米厚的级配碎石垫层,碾压密实。

3.2 建筑垃圾的选择

这里所指的建筑垃圾是有所选择的,首先不能含有有机质、生活垃圾、淤泥、渣土、木材等。若是对含水量极大的软弱土或河道淤泥质土中,必须选择粒径较大的砖渣或砼块,采用抛石挤淤的方式处理软基。若是在低洼地、土质不错只是含水量过大,可以采取挖除一部分湿土再回填粒径不大于25cm的砖渣处理软基。

3.3 建筑垃圾的运输、摊铺及碾压

一般需要换填的都是场地特别湿软,没法下自卸汽车的,这就要求建筑垃圾倒在一头,用推土机或挖机从一头往另一头赶,先修出一条便道,再往两边加宽,直至达到设计宽度,每边宽出50cm以上。

因拉土车满载一般都在40t左右,故第一层填筑厚度不能小于60cm,太薄了稳不住底下的软土容易翻浆,也不能回填超过100cm,太厚了不容易压实(水中回填除外)。

因建筑垃圾粒径一般较大,不容易整平,故在稳住路基后再在上面回填一层30cm左右粒径较小的砖渣,推平后用大吨位(自重20t以上)振动压路机振碎挤密,没有大钢筋砼块的可以用平地机刮平,上部就可以正常回填路基了。

若是路堤在河道上或低洼地容易积水的地段,建筑垃圾换填完了之后需要增加一层灰土或水泥石灰稳定土层,起隔离及密封作用,保证上部的土路基不受水浸泡。

碾压时还是从两边向中心或从低处向高处叠痕碾压,压实标准以轮迹小于5mm为准,压实遍数根据试验段确定,一般不做压实度检测。

4 案例分析

本节主要介绍在施工过程中,结合现场实际情况,考虑当地选材条件,对设计图纸进行的一些合理性变更,在不增加工程造价的情况下,进行了软土地基处理,提高了地基土的承载力及稳定性,达到了预期的效果。

案例一:某县环湖东路北延工程,该工程东侧紧邻拓宽改造的浊漳河,西侧为人工围填的东湖公园,部分路基位于浊漳河旧河道上。路面宽度16m,路基填筑高度为8m,填方边坡1:1.5,设计地基处理为抛石挤淤,厚度为70cm抛石挤淤,30cm石渣垫层。

旧河道水流已经改移至新河道,旧河道基本没水,挖除淤泥后底下为砂砾层,地基承载力能够满足设计要求。由于该工程恰逢2008年奥运会开幕前夕,所有采石场不让爆破施工,片石供应十分紧张,同时赶上该年县城城中村大改造,拆除了大量的砖混结构楼房,堆积有大量的建筑垃圾。经过与甲方、设计、监理等各方共同协商,为了保证工期,同意用建筑垃圾(主要为碎砖头和砂浆混合料)代替片石挤淤处理软土地基。先进行了150m的试验段,挖开表层的淤泥,铺设1m厚的建筑垃圾,直接用装载机随卸随摊,铺出一条路后再向两边加宽,两边比设计宽度宽出50cm,然后整幅往前推进,摊平碾压后,没有出现翻浆现象,压路机碾压后没有明显的轮迹。再在其上回填8%的石灰土一层,厚15cm,压实整平后进行检查,符合要求后上部的路基按原设计图纸施工。最后检测路基及路面的弯沉值均满足设计要求。

通过实际应用发现,该法不但处理了建筑垃圾外弃难题,减少了土地占用,同时节省了工程成本,还能满足设计的要求,是就地取材灵活应用的充分表现。需要注意的是该段挤淤不是在有水的河道里,要是在有水流的河道里肯定效果没有片石好,毕竟砖头的强度比片石小太多,而且砂浆及细颗粒土容易被水流冲掉。

案例二:上党城镇群路网工程某县连接线,该工程为旧路加宽,在主路两侧各加宽12m,增加非机动车道及人行道,由于原来两侧都是绿化带,土壤含水量较大(大于25%),设计图纸考虑挖除1米厚腐殖土进行换填,实际施工时,挖除1米以后还是湿土,换填上素土碾压后出现大面积的翻浆,达不到规定的压实度,根本无法进行下道工序。

结合以往施工经验,经过与设计、业主沟通,决定采用建筑垃圾换填50cm厚,再回填素土。由于该县是产煤大县,各个矿区都存有几十万 m^3 的煤矸石,而当时没有拆迁的项目,就近一时半会儿找不到那么多建筑垃圾。最后经过协商,同意用煤矸石代替砖渣,煤矸石由于级配不是很连续,在煤矸石上铺设一层20cm厚2:10:88的水泥石灰土,上部再用素土回填至设计标高。地基处理后承载力能够满足设计要求,路基及路面经过弯沉检测全部合格。

该案例虽然不是采用建筑垃圾处理软弱地基,也是因地制宜采用与之类似的工矿废料进行软基处理的典型例子,通过实践经验又扩充了筑路材料的选材范围,同时还解决了工矿废料堆积占地问题,既节省了工程成本,又充分利用了当地废料,还解决了工程建设中的实际困难。

案例三、某市三河一渠综合治理工程第7标段,该工程为河道清淤工程,位于黑水河下游,而黑水河为该市的最低点,地下水位极高,平时河道里就一直有50cm深的水,底下有80cm厚的黑泥,再往下是粉质黏土。

排水后进行清淤工作,由于淤泥流动性极大,晾晒效果又太慢,挖机垫上钢板和枕木都曾陷入其中,后经甲方协商,同意采用建筑垃圾修建一条临时便道进行清淤,便道随挖泥随清除。建筑垃圾与淤泥搅和在一起还能防止淤泥运输时外流污染环境。第一次回填1m厚建筑垃圾,挖机可以安全行驶,但是自卸汽车走两遍就出现翻浆现象,再次回填1m厚,满足了车辆行驶要求。

该工程使用的建筑垃圾可以不用太好,有些生活垃圾也问题不大,毕竟是临时的工程。通过该案例,不仅解决了实际困难,还能以后工程建设中的临时道路筑路材料增加一份选择。建筑垃圾修建的临时道路不但能解决软弱地基承载力不足问题,在雨季施工中还能提供便利的条件。

案例四、某市环线国道207段新建工程,因该工程属于公路工程,穿越山区有不少大桥,需要修建的临时便道有十多公里,同时该项目距离市区不到20km,正好市区进行大规模的城中村改造拆迁和五道五治违建拆除工作,产生了大量的建筑垃圾。经过业主同意,临时便道全部用建筑垃圾填筑40cm,保证了中小雨施工机械正常通行,

砖渣修筑的施工便道在上山坡度10%的情况下砼罐车正常通行,摩擦力比一般水泥路面要强。

5 结束语

建筑垃圾实际上不是“垃圾”,它全身都是宝,砖头、砼块、砂浆可以粉碎做再生砖,大孔隙率及密度小的特征正符合目前海绵城市建设渗水砖和轻质墙体的要求,金属及塑料材料提前分拣出来可以回炉重新加工,木竹质材料可以加工合成板材,建筑垃圾的整体利用率能达到95%以上。

由于目前全国对资源进行回收的企业一个省就那么几家,中小型城市根本没有,大量的建筑垃圾全部浪费了,咱们搞道路建设的更应该因地制宜、就近取材,尽量利用建筑垃圾作为路基填料,减少地区建筑垃圾围城的压力。

建筑垃圾除了粉碎再利用外,希望在不久的将来,能够有一项把建筑垃圾作为一种特殊路基填料的施工工法及技术标准问世。

【参考文献】

[1] 中国建筑垃圾资源化产业发展报告[Z]. 北京: 中国建筑垃圾产业资源化战略联盟, 2014: 10-15.

[2] 全国一级建造师执业资格考试用书编写委员会. 全国一级建造师执业资格考试用书(第二版)市政公用工程管理与实务[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2010.

作者简介: 王云(1979.11—), 男, 籍贯: 浙江平阳, 研究方向: 道路桥梁施工, 职称: 工程师, 学历: 本科。