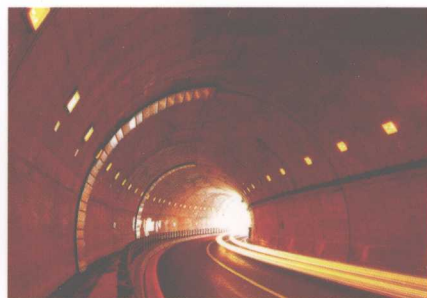
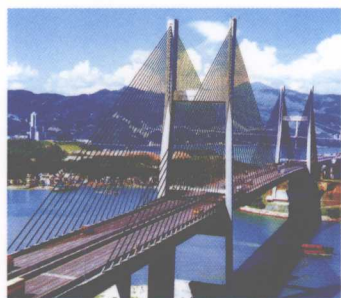


全国土木工程

施工技术创新优秀论文选编

论文选编委员会 组编



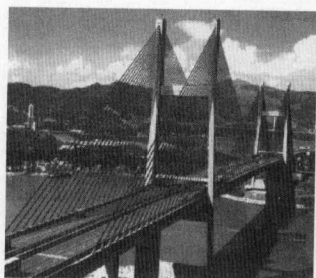
National Civil Engineering Construction Technological
Innovation Selected Excellent Papers



人民交通出版社
China Communications Press

全国土木工程 施工技术创新优秀论文选编

论文选编委员会 组编



**National Civil Engineering Construction Technological
Innovation Selected Excellent Papers**



人民交通出版社
China Communications Press

图书在版编目 (CIP) 数据

全国土木工程施工技术创新优秀论文选编/论文选编委员会—北京:人民交通出版社,2008.4
ISBN 978-7-114-07125-6

I.全... II.王... III.土木工程-工程施工-施工技术-文集 IV.TU74-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 055861 号

书 名: 全国土木工程施工技术创新优秀论文选编
著 作 者: 论文选编委员会
责任编辑: 邵 江
出版发行: 人民交通出版社
地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号
网 址: <http://www.ccpres.com.cn>
销售电话: (010)85285656, 85285838, 85285995
总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司
经 销: 各地新华书店
印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司
开 本: 787×1092 1/16
印 张: 8.5
字 数: 213 千
版 次: 2008 年 4 月第 1 版
印 次: 2008 年 4 月第 1 次印刷
书 号: ISBN 978-7-114-07125-6
定 价: 30.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

前 言

为推动土木工程领域施工技术进步和创新,总结优秀技术成果,提高一线工程师技术能力,我们特组织本次优秀论文评选活动。

本次活动由支持单位组成编委会,由众多高校和专家组成学术委员会,并在 2007—2008 年进行了全国征稿,最后由审稿专家遴选其中的优秀论文 26 篇,结集正式出版。

本次优秀论文征集、评选注重工程施工一线的技术创新和优秀经验总结,强调论文的实践价值,意图从此带动、推动我国土木工程施工技术水平的提高,以及一线工程师科学思想与方法遴选。同时汇编优秀论文,供广大工程师们参考,交流先进经验,促进大家共同提高。

希望本次论文征集、选编活动能对大家有所益处。

论文选编委员会

2008.3

目 录

碎石桩处理软土地基施工	丁彦安 (1)
软土路基强夯置换处理设计与施工	彭 绍 (5)
深圳湾公路大桥 A 匝道桥现浇连续箱梁支架设计及验算	赵春梅 (9)
连续钢构桥及大梁施工控制要点	王渝培 (14)
混凝土桥梁裂缝问题分析及预防措施	王东君 (18)
深圳盐坝高速公路大梅沙隧道光面控制爆破	刘 伟 (22)
天津至汕尾公路葫芦丘隧道管棚施工技术	钟永坤 (25)
浅谈铁路工程既有线深路堑控制爆破施工	刘顺超 (28)
西安市东三环下穿陇海铁路立交桥结构施工方案优化	陈成文 (33)
桥梁桩基溶洞探测及处理技术研究	徐洪磊 李新伟 (36)
巴江河特大桥挂篮结构受力分析	丛义营 (40)
沉降和位移观测在软土路基施工中的应用	彭 绍 (44)
对装饰工程管理的几点认识	侯震方 (48)
粉喷桩处理大面积软土地基	潘志刚 (53)
广东某公路桥箱梁施工缝处裂缝成因分析及处理	乔险涛 (57)
聚羧酸系高效减水剂的研究现状和应用前景	郑文宪 (61)
环向超长钢筋混凝土无缝施工综合技术	赵熔冰 (67)
永明河特大桥主桥桩基础溶洞处理	任文斌 (71)
先简支后连续 T 梁湿接头的设计与施工	翟辉存 (74)
浅谈 T 梁外观质量缺陷及其处理措施	周植浩 (78)
大跨度缆索吊装的设计与验算	陈现立 (81)
D 型便梁在既有线路施工中的应用	王 峰 (89)
浅谈室内装饰设计元素与观感	李 俊 (93)
嵌岩承台钢围堰施工技术探讨及实践	王贵灵 (96)
桥梁加固中粉喷桩施工质量的控制	张 峰 (103)
二灰稳定土底基层施工技术研究	潘 强 (106)
高净空、大跨度、大截面梁板模架施工方案	郝阿龙 刘兆光 黄书科 (110)
地道桥施工及运营荷载下受力性能研究	刘文华 于德江 (120)
大跨连续刚构桥施工控制要点	陈 嵩 (125)

碎石桩处理软土地基施工

丁彦安

(中铁二十一局集团第四工程有限公司,甘肃兰州,810006)

摘要:介绍碎石桩的发展状况并分析了其加固机理,由此提出了碎石桩的施工方法,对以后处理软土地基的施工具有重要意义。

关键词:碎石桩;地基;振动法

1 概述

碎石桩 (Stone column) 和砂桩 (Sand pile) 总称为碎(砂)石桩,又称粗颗粒土桩 (Granular pile),是指振动、冲击或水冲等方式在软弱地基中成孔后,再将碎石或砂挤压入已成的孔中,形成大直径的碎(砂)石所构成的密实桩体。

据 Hughes 和 Withers (1974) 引用的 Moreau 等 (1835) 的资料介绍,碎石桩最早在 1835 年由法国在 Beyonne 建造兵工厂车间使用,这个兵工厂坐落在海湾的沉积的软土上,当时设计桩径 0.2m,桩长 2.0m,每根桩承担荷载 10kN。加固后的实际沉降量只有为加固前后就被人们所遗忘。直至 1937 年由德国人发明了振动水冲法 (Vibroflotation) 用来挤密砂土地基,直接形成挤密的砂土地基。50 年代末,振冲法开始用来加固黏性土地基,并形成碎石桩。从此一般认为振冲法在黏性土中形成的密实碎石桩柱称为碎石桩。

随着时间的推移,各种不同的施工工艺相应产生,如沉管法、振动气冲法、袋装碎石桩、强夯置换法等。它们施工虽不同于振冲

法,但同样可形成密实的碎石桩,人们自觉不自觉的套用了“碎石桩”的名称。由于碎石桩的内涵扩大了,不管加固的是砂性土还是黏性土,不论施工方法是振冲法还是其他方法,只要制成的是以石料组成的柱体或桩体,均称为“碎石桩”。Juran 等 (1988) 认为“碎石桩指代表施工过程的最后结果。”

我国应用振冲法始于 1977 年,目前除个别省外,该法在全国范围内以全面推广使用。江苏省江阴市振冲器厂已正式投产系列振冲器供应市场,当前我国振冲设备也在不断改进,75kN 大功率振冲器业已问世;为了克服振冲法加固地基时要排出大量泥浆的弊病,河北省建筑科学研究所采用干振冲法加固地基,在石家庄和承德等地区取得了效果。

砂桩在 19 世纪 30 年代起源于欧洲。但由于长期缺少实用的设计计算方法、先进的施工工艺和施工设备,砂桩的应用和发展受到很大的影响;同样,砂桩在其应用初期,主要用于松散沙土地基的处理,最初采用的有冲孔捣实施工法,以后又采用射水振动施工法。自 20 世纪 50 年代后期,产生了目前日本采用的振动式和冲击式的施工方法,并采用了自动记录装置,提高了施工质量和施工效

收稿日期:2007-11

作者简介:丁彦安(1972-),男,助理工程师,学士。

率,处理深度也有较大幅度的增大。砂桩技术自 50 年代引进我国后,在工业、交通、水利等建设工程中都得到了应用。

1.1 碎石桩

目前国内外碎石桩的施工方法多种多样,按其成桩过程和作用可分为四类,挤密法、置换法、排土法和其他方法。中华人民共和国行业标准《建筑地基处理技术规范》(JGJ 79—91)中规定:“振冲法适用于处理地基土不排水抗剪强度 c_u 不小于 20kPa 的黏性土、粉土、饱和黄土和人工填土等地基”。然而 Barksdale 等(1983)、welsh(1987)和 Juran 等(1988)都撰文指出,振冲置换法可适用于 $c_u=15\sim 50\text{kPa}$ 地基土以及高地下水位情况。Greenwood 甚至认为,即使在黏性土不排水抗剪强度 7kPa 时仍可成功的制桩(Bell. F. G. 1981)。Juran 等(1988)指出,在他们统计的 24 项工程中有 75% 的工程加固地基是软黏土和粉土,而 $c_u<20\text{kPa}$ 的情况占 54%(其中 $c_u<10\text{kPa}$ 占 12%, $10\text{kPa}<c_u<15\text{kPa}$ 占 15%, $15\text{kPa}<c_u<20\text{kPa}$ 占 27%)。到目前为止,国内也有几项成功的工程,其地基土的 $c_u<20\text{kPa}$ 。上海市标准《地基处理技术规范》(DBJ08—40—94)中规定,对不排水抗剪强度小于 20kPa 的淤泥、淤泥质土等地基应通过实验确定其适用性。这样虽不限制适用范围,但要求其采用时设计人员应持慎重态度。

1.2 砂桩

目前国内外砂桩常用的成桩方法有振动成桩法和冲击成桩法。振动成桩法是使用振动打桩机将桩管沉入土层中,并振动挤密砂填料。冲击成桩法是使用蒸汽或柴油打桩机将桩管打入土层中,并用内管夯击密实砂填料,实际上这也是碎石桩的沉管法。因此,砂桩的沉桩方法,对于砂性土相当于挤密法,对黏性土则相当于排土成桩法。

早期砂桩用于加固松散沙土和人工填土地基,如今在软黏土中,国内外都有使用成功

的丰富经验。但国内也有失败的教训,对砂桩用来处理饱和软土地基持有不同观点的学者和工程技术人员,认为黏性土的渗透性比较差,灵敏度又大,成桩过程中土内产生的超孔隙水压力不能迅速消散,故挤密效果较差,而且又破坏了地基土的天然结构,使土的抗剪强度降低。如果不预压,砂桩施工后的地基仍会有较大的沉降,因而对沉降要求严格的建筑物而言,就难以满足沉降的要求。所以应按工程对象区别对待,最好能进行现场试验研究以后确定。

2 加固机理

碎石桩基础的加固机理碎石桩就是通过振动沉管迫使基础土向四周挤出,填充碎石料后,经过挤密和振密形成碎石桩。

2.1 碎石桩体的应力分担作用

碎石桩体是离散体,与桩间土形成复合地基。该复合地基在刚性基础作用下其变形符合变形协调条件,用碎石桩加固过的软岩地基比加固前原地基土的压缩模量要增大很多,根据虎克定理 $\sigma=E\epsilon$,当 ϵ 值一定时, σ 与 E 成线性关系。所以在荷载作用下,碎石桩体将承受较大的应力,这就体现了碎石桩体的应力分担作用。

2.2 对软岩地基的排水作用

由于碎石桩体内部具有较大的孔隙和良好的渗透性,所以在地基中特别是河滩、地表塌陷区等软岩地基中起着砂井排水作用。笔者曾在包兰线白银西车站参加过车站旅客地道风雨棚施工的软岩地基处理的施工,在地基处理前后,对有关数据做过比较:未加固地基时,测点周围最大孔隙水压力为 775kPa,测点周围加固碎石桩后,最大孔隙水压为 23kPa,排水作用十分明显。

2.3 对软岩地基土层的挤密与振密作用

用振动沉管挤密工艺形成的碎石桩对黏

性土主要起挤密作用;对沙土及其他松散土质,桩管的侧向起挤密作用,振动沉管机的重复垂直振动则使地基土密实,消除沙土液化,提高地基承载力。

2.4 双层地基的应力扩散作用

如果需加固的软岩地基土层较厚,加固时使用打不到相对硬层(持力层)的短碎石桩群,则情况类似于碎石垫层,与下卧软岩组成双层地基。在荷载作用下,这种上硬下软的双层地基将发生应力扩散现象。

2.5 产生复合地基效应

对软岩地基采用振动沉管挤密碎石桩加固后,形成柔性复合地基,将产生以下效应:

(1)使软岩地基土的承载力加强。复合地基的容许承载力 F 复合经验计算公式为:

$$F_{\text{复合}} = F_{\text{桩间土}} + p(k-1)F_{\text{桩间土}}$$

式中: $F_{\text{桩间土}}$ —— 桩间土层的容许承载力;

p —— 面积置换率;

k —— 桩、土应力比。

用碎石桩加固后,由于原地基土受到振动挤密作用及排水作用,桩间土强度大于原地基土强度。又由于桩体的应力分担作用,桩土应力比 $k \geq 1$ (一般 $k=2.5$),所以 F 复合值肯定大于原地基土的承载力值。

(2)使地基沉降量减少。如果桩端打入竖向压缩模量很大的持力层,那么加固区压缩量近似或等于桩体竖向压缩量,由于桩体的竖向压缩量远大于原地基的压缩模量,因而可以大大减少地基沉降量。对于未打到相对硬层的碎石桩,由于应力扩散作用,使作用于下卧层的附加应力降低,从而减少了下卧层的沉降量。由于碎石桩的排水作用,加速了下卧层的固结,也会减少固结形成的沉降。

(3)使地基的抗液化、抗湿陷能力加大。如果地基属于可液化的沙土或粉土,则由于碎石桩体的排水作用可抑制地基土中孔隙水压力的增长,而振动挤密作用和固结作用增大了桩间土的密实度,提高了地基土的抗剪强度,消除了地基土液化的可能性。如果地

基土属于非自重湿陷性的黄土、黏性土,当置换率 p 达到一定值时,使得作用在桩间土的附加应力小于其湿陷起始压力,可降低地基土的湿陷性。

3 施工方法

3.1 振冲碎石桩的施工

振冲碎石桩的施工组织好振冲碎石桩的施工是质量控制的关键,工程技术人员应认真对待,组织好每一个施工环节。对于振冲碎石桩的施工,监理应实行旁站。

3.1.1 选料

振冲碎石桩填料主要采用 2~6cm 的碎石,原则上满足天然级配的要求。碎石中不得含有风化料,含泥量不得大于 5%。施工中常常会发现材料的杂质较多,细料粉料过多,有的严重碳化,对这类材料,监理人员应严格把关,检验合格后方可使用。

造孔在准备工作就绪后,即可“开振”。冲孔深度为设计桩长减 0.5m。在冲孔过程中,振冲器的冲孔速度应保持 1~2m/min,振冲过程中应保持一定的水压与水量,以满足成孔的需要。当达到设计深度时,振冲器应以 5~6m/min 的速度提升。清孔时间保持 1~2min,待孔内泥浆变稀后,造孔程序才算完成。如在设计桩长范围内遇到硬层,应根据地质资料和冲孔时振冲器到达硬层的接触电流 30~50A 来决定冲孔的深度。

3.1.2 填料

加料时,振冲器应提高出孔口。下料不得过快,应备有专门量器,如加料小车等。每一深度处桩体填料应以密实电流达到规定要求为准,否则不得停止加料。每米桩体的填料量应控制在 0.5m^3 为宜。

3.1.3 振冲密实

每一振冲段分两次填料(砂性地质可边加料边振冲),长度不超过 1m。若密实电流

达不到要求,应继续加料,直至达到规定的密实电流值为宜,但该振冲段长度仍应控制在1m以内。振冲制桩由下至上逐段进行,要求段段合格,不得遗漏。

3.1.4 现场排污处理

振冲碎石桩施工中,将会排出大量污泥,对路基和周围环境造成不利影响,因此施工中必须做好排污处理。

3.1.5 施工质量控制

振冲碎石桩施工中,填料量、密实电流、留振时间三个指标是控制质量的关键指标。填料量直接反映了碎石桩材料用量情况;密实电流反映了桩的密实程度;在满足填料量、密实电流的前提下,应保持一定的留振时间,保证周围软土的挤密作用。

3.2 沉管法的施工

(1)清理、平整场地若地表土强度很低,可铺上一定厚度的垫层,以利于施工机械行走。

(2)测量定位。对整平后的地面进行高程测量,按设计图用小木桩标出碎石桩的现场位置。桩位偏差不大于3cm。

(3)桩的布置。桩的设计直径为80cm,桩间距采用15m和18m,桩与桩之间按等边三角形布置。

(4)沉管打桩机就位。启动卷扬机、电机。使振动锤与沉管以1~2m/min的速度在土层中徐徐下沉,进入风化岩层后则以0.1m/min的速度下沉,桩底嵌入风化岩层不小于10m。

(5)填料振冲。采用逐步拔管法。往沉入土层的沉管填满碎石后,启动振锤,先拔管0.5m左右,留振30~40s,然后每拔出1m,停拔振动1~15min,下插0.6m。重复进行至桩顶部再留振20~30s。拔管速度一般控制在0.5~0.8m/min。

(6)关机,移位至下一桩位。

(7)桩施工完后,推除桩顶部约0.5m范围内挤出的松软淤泥层和不够密实的桩体,并做出2%~3%的横坡,碾压好,以利排水;然后铺下层中粗砂或砂砾15cm,接着铺土工格栅,再铺上15cm厚中粗砂或砂砾并碾压密实。基底有斜坡时,路堤下部坡脚采用干砌片石护脚。所用中粗砂或砂砾要级配良好,含泥量不超过5%。所用土工格栅要求极限抗拉强度不小于50kPa。

4 应用前景

碎石桩技术适应一般多层建筑有限深度地基处理,对地基适应性较强,对地基加固作用技术可行,经济合理,应用前景好。碎石桩技术应用局限性碎石桩的应用一是对特殊软基不适用,如对流塑性很大淤泥地层单用碎石桩加固成效甚微,二是冲击式碎石桩法对软土挤密作用有限,难于制出比开孔直径大得多的桩。碎石桩施工前应先制桩作专门试验论证设计参数,以避免仅凭经验导致的设计施工失误。确保施工质量应选用合适检测手段方法,注意操作规范化,保证测算数据真实可靠,避免人为因素影响测试成果可靠性,以致影响对施工质量、加固效果的客观评定。

参考文献

- [1] 叶书麟,叶观宝编.地基处理.北京:中国建筑工业出版社,1990.
- [2] 龚晓南著.地基处理新技术.西安:陕西科学技术出版社,1997.
- [3] 谢红山.高原地区沉管碎石桩加固软土地基施工技术.铁道建筑技术,2000(3).
- [4] 王保田,唐劲柏.强夯碎石桩的发展及成桩机理分析.河海大学学报,1999,27(6).
- [5] 黄斐娜,丘斌.碎石桩加固软土地基的试验研究.铁道建筑,2000(11).

软土路基强夯置换处理设计与施工

彭 绍

(中铁二十三局集团第三工程有限公司,四川成都,611130)

摘 要:介绍软土路基强夯置换处理的设计与施工。

关键词:软土路基;强夯置换;设计;施工

1 工程地质

此工程位于 213 国道改扩建工程 K1018+148~K1018+840 段。该路段上覆地层主要为海相沉积的淤泥及淤泥质亚黏土,层厚 1.5~10.5m,该层淤泥质黏性土青灰色,饱和、流塑状态,天然含水量较高(最大可达 55%),空隙比大于 1.1,压缩系数 0.92MPa^{-1} ,压缩模量为 2.3MPa ,该土层具有高压缩性,低强度等特点。下部地层主要为不同风化程度的片岩,强度较好。根据钻孔揭露的地层特征,软土层厚度把该路段分成三个工程地质区段。

1.1 K1018+148~K1018+500 段

该段软土厚度 1.0~6.0m(层底标高 -0.41~5.66m),与基岩的起伏界面沿路线纵向呈抛物线形,两端软土层较薄,中间(曾家沟桥位区)厚,其岩面纵向坡度为 $1^{\circ}\sim 2^{\circ}30'$ 。其岩面横向近水平呈宽缓的沟谷冲刷沉积地层。该段软土厚度沿路线方向变化较大,工程地质条件较差。

1.2 K1018+500~K1018+650 段

该段软土厚度 0.2~0.7m(层底标高 -1.29~1.47m),层厚较均匀,下覆基岩界面近水平,该段工程地质条件较好。

1.3 K1018+650~K1018+840 段

该段最大淤泥质亚黏土厚度 10.5m,最小 1.4m,层底标高分别为 -9.72 和 -1.47m,下覆基岩为风化片岩,基岩面横向坡向向东即路线的左侧方向,其坡度为 $9^{\circ}39'\sim 12^{\circ}05'$ 。该路段软土厚度无论沿路线方向还需要沿路线垂直方向变化都较大,与下覆基岩的接触界面坡度较陡,地层变化复杂,工程地质条件较差。

2 设计

2.1 稳定性分析

该路段平均填土厚度在 10.2~11.5m 之间,根据地质情况,对该路段进行了稳定性验算,除 K1018+500~K1018+650 段路基稳定之外,其他路基路段在无任何地基处理的情况下其稳定安全系数只有 0.60 左右,最危险滑动面基本沿基岩层面通过路基坡脚。由于路基下覆淤泥质黏性土性质较差,厚度大而不均且与下覆基岩的接触界面倾角较大,填土高度太高以及施工工期较短等因素,如不进行特殊处理,路基将处于不稳定状态。曾家沟大桥桥台前锥坡填土高度较大,淤泥层厚度 6m 左右,稳定计算同样不稳定。

收稿日期:2008-01

作者简介:彭绍(1975-),男,工程师,学士。

2.2 处治方法的选择

由于该路基段在路基施工时无论是新路基还是旧路基都进行了抛石挤淤处理,路基下部存在着一定厚度的抛石层,一般不小于1.0m,抛石粒径大且为未风化硬质岩石,大多数能够处理地基稳定的地基处理方法的施工机械都无法穿透该抛石层,所以在众多的地基处理方法中强夯法当属首选。普通强夯法对淤泥和淤泥质土等饱和度较高的黏性土处理效果较差,而强夯置换法是在夯坑内回填块石、碎石、砂或其他粗颗粒材料,通过夯击排开软土,从而在地基中形成有较高强度的块(碎)石墩,和周围的软土构成复合地基,其承载力和变形模量有较大提高,而且块(碎)石墩中空隙为软土的孔隙水排出,提供了良好的通道,从而缩短软土的排水固结时间,起到良好的加固效果。它不仅能够穿透该抛石层。而且与强夯抛石挤淤相结合,其处理后的地层的稳定性要优于其他复合地基处理方法,完全可以满足此段地基处理的需要。

由于曾家沟大桥台桥锥坡部分没有进行抛石处理,如果使用强夯对已施工的桥桩将会有较大的影响。所以锥坡部分处治采用粉喷桩处治方法。

由于千斤沟大桥北桥头淤泥厚度较厚,且基岩起伏大,桥台桩已施工完毕,无法设置减振带,而采取把千斤沟大桥桥长接长的方法进行处理。

该段路基处治方法如下:

- (1)对于路基段采用强夯置换和强夯挤淤加密处治,边坡坡度采用1:2.0。
- (2)曾家沟桥台前锥坡和台后减振带采用粉喷桩处治。
- (3)千斤沟大桥北桥头采取把千斤沟大桥桥长接长一孔25m的方法进行处理。

2.3 强夯处治设计

2.3.1 强夯处治路段划分

根据地层特征,软土层的厚度将加固路段划分为三个区段,即A、B、C区段,在A、B区段中又根据软土层的厚度以及施工工艺的不同又细分为A1-1、A1-2、A2-1、A2-2、B1、B2、B3分区,A区段对应里程桩号为K1018+140~K1018+258.5及K1018+368.5~K1018+500;B区段为K1018+650~K1018+840;C区段对应桩号为K1018+500~K1018+650。详细分区具体见表1。

表1 强夯处治区段划分及处治宽度、厚度一览表

区段编号		里程桩号	处理长度(m)	处理淤泥厚度(m)	处理宽度(m)
A	A1-1	K1018+148~K1018+195	47	0.2~2.4	43.0
	A1-2	K1018+450~K1018+500	50	0.7~1.8	41.0
	A2-1	K1018+195~K1018+258.5	63.5	2.4~4.4	42.0
	A2-2	K1018+368.5~K1018+450	81.5	1.8~5.5	42.0
B	B1	K1018+650~K1018+700	50	0.2~2.0	41
	B2	K1018+700~K1018+750	50	2.0~5.0	41
	B3	K1018+750~K1018+840	90	5.0~10.2	44
C		K1018+500~K1018+650	150	0.2~0.5	6
合计			582		

2.3.2 强夯处治深度

本次强夯处治深度为风化片岩上覆淤泥及淤泥质亚黏土层的厚度,从0.2m到10.5m不等,由软土层厚度确定,至少要处理到风化片岩岩面。处理厚度见表1。

2.3.3 强夯处治宽度

强夯处治宽度(见图1)对不稳定段(A、B

区)为原沈大路肩按1:1.05放坡后坡脚外2.0m开始(施打第一排强夯点)至新加宽设计路基坡脚外4m(A区段)或7m(B区段),对稳定段(C区)主要为坡度1:1.75变为1:2.0后的加宽部分,其处理范围为1:2.0路基抛石坡角以内4m至坡脚以外2m。详细分区具体见表1。

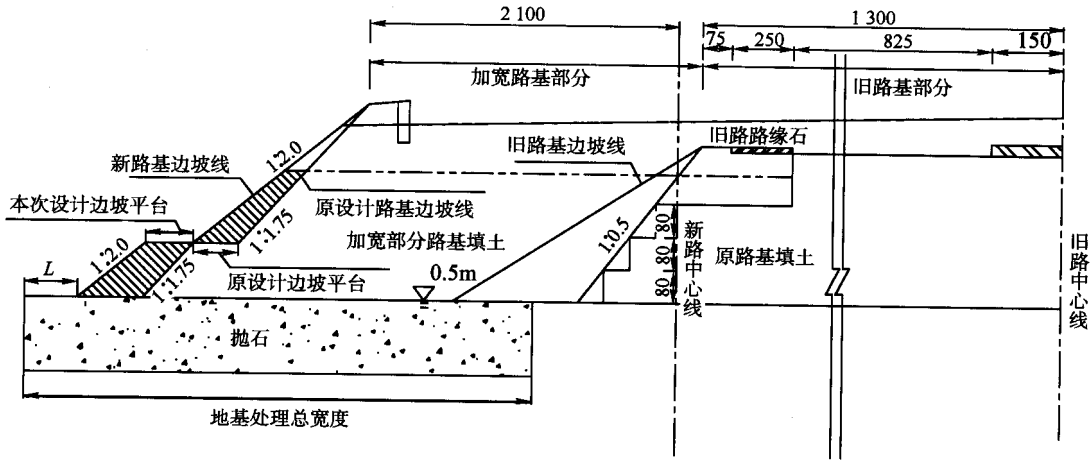


图1 路基横断面设计图

2.3.4 单击夯击能

单击夯击能根据不同的处理深度确定不同的单击夯击能,对于A1-1、A1-2、B1、C区单击夯击能应不小于1000kN·m,对于A2-1、A2-2、B2区单击夯击能不应小于2000kN·m,对于B3区单击夯击能应不小于3000kN·m。

2.3.5 强夯处治标准

本次强夯处理需要对要求处理范围内的淤泥进行全面置换,强夯后抛石层与下覆基岩要紧密结合,不再存在软弱夹层,夯击后的抛石层要达到中密至密实状态,复合地基承载力达到180kPa。

3 强夯施工

3.1 设置减振带、平整场地

在曾家沟桥两侧桥头设置宽5m,深3m的防振沟,防止强夯对已施工的桥桩基础产

生振动影响,考虑地面稳定和首击夯沉量过大,在原设计没有抛石的路段抛石达到高程0.5m后整平碾压,对已填筑路基的路段要挖除到原抛石高度,强夯施工后的设计地面高程为0.5m即抛石设计高程为0.5m,水位高程按0.00m计算。

3.2 夯点布设

夯点布设采用正方形插挡法,夯点间距为4m,每遍夯点间距为8m。

3.3 施工顺序

根据现场实际情况,从新线中心线向左施工和从基岩深线向基岩埋深大处施工。

3.4 主要强夯机具设备

主机为32t,履带起重吊车,支架18.0m,普通夯锤重15t,雪茄形夯锤重20t。其他有铲车、水准仪等。

3.5 单击夯锤起吊高度计算

A1-1、A1-2、B1、C区:最小高度

$1\,000/150=6.66\text{m}$,采用起吊高度 10m ,实际夯击能为 $150\times 10=1\,500\text{kN}\cdot\text{m}$

A2-1、A2-2、B2 区:最小高度 $2\,000/150=13.3\text{m}$,采用起吊高度 14m ,实际夯击能为 $150\times 14=2\,100\text{kN}\cdot\text{m}$

B3 区:最小高度 $3\,000/200=15\text{m}$,采用起吊高度 15m ,实际夯击能为 $200\times 15=3\,000\text{kN}\cdot\text{m}$

3.6 强夯

在单击遍数及夯点夯击次数上,直到最后两击的夯沉量不大于 5cm ,最后一遍为低能量满夯。在发生过大隆起的夯点周围采用加点补夯的方法,控制地面隆起的高度,增加挤实密度,在 B3 区,淤泥厚度达到 10.5m ,为达到设计要求,使石料与基岩结合紧密,平均每个夯点夯击次数达到 120 次,填料 96 方。

3.7 强夯材料

使用当地黄旗村产石渣,石料粒径为

$5\sim 20\text{cm}$,小于 5cm 粒径含量为 18.7% ,边强夯边向夯坑内加石渣,直至淤泥底板。

3.8 强夯完工后,防振沟回填砂砾进行粉喷桩处理

4 结束语

施工完毕后,进行了钻孔取芯锥探测试和静载试验,检测结果如下:

(1)路基上部回填土层加固及下部淤泥层的挤密效果达到预期目的。碎石穿过淤泥层与下覆基岩层接触良好。

(2)经过强夯治理的路基各夯区复合地基和承载力标准值大于等于 205.3kPa ,满足地基允许承载力 180kPa 的设计要求。

本次强夯处治共置换淤泥 $53\,116\text{m}^3$,强夯面积 $19\,121\text{m}^2$ 。通过施工,达到了设计目的,保证了路基的稳定。

深圳湾公路大桥 A 匝道桥现浇连续箱梁 支架设计及验算

赵春梅

(中铁十三局集团第二工程有限公司, 广东深圳, 518083)

摘 要:组合贝雷梁又称为贝雷桁架, 作为主承重构件的支撑体系在桥梁施工中有着广泛的应用。其组成桁架的各部件受力明确, 结合现有桥梁结构分析计算软件, 易于精确的进行受力分析计算; 结构轻巧, 与万能杆件相比自重明显降低, 大大节约周转材料; 各部件采用销钉连接拼装, 结构安全可靠。本文以深圳湾公路大桥为例, 结合桥通应用软件包, 对梁式贝雷桁架进行了较为简便实用的结构受力分析及验算。

关键词:组合贝雷梁; 主承重构件; 受力分析; 验算

1 工程概述

深圳湾公路大桥深圳侧 A 匝道桥位于深圳湾湾口与伶仃洋、珠江口相连, 中部水深 4~6m, 平均水深 2.7m, 最大水深 6.5m, 受海洋潮汐作用影响较大。历年最高潮水位 2.66m, 最低潮水位 -1.566m, 平均潮水位 -0.33m, 平均波浪高 0.9m, 最大波浪高 1.63~1.95m。桥位区内主要分布有全新统海相淤泥(层厚 2.6~23.7m)、上更新统冲积砾砂(层厚 1.1~16.6m)及亚黏土(层厚 0.5~9.3m), 下覆基岩为震旦系混合花岗岩及混合岩。

2 立交结构形式

A 匝道共两联, 跨径为 $3 \times 30\text{m} + 3 \times$

30m, 箱梁为等截面预应力连续箱梁, 顶底板平行, 桥面横坡由箱梁整体旋转形成。桥梁纵坡从 AK0 + 600 ~ AK0 + 790 为 -2.2762%, 从 AK0 + 790 ~ AK0 + 883.881 为 2.971%, 桥面横坡最大 2.5%。根据本工程其他匝道桥桥梁下净空小, 材料不能通过大型船只运输的特点, 支架基础利用现有成桩钢护筒及外径 630mm 壁厚 8mm 的钢管桩, 梁部采用贝雷梁作为主要承重构件的支撑体系(如图 1、2 所示)。

3 容许应力取值及贝雷梁的设计计算

贝雷梁作为主要承重构件的支撑体系为全桥施工的重中之重, 根据以往施工经验, 结合桥通应用软件包, 针对施工期间荷载进行结构受力分析验算。

3.1 贝雷梁桁架容许内力表(见表 1)

收稿日期: 2008-01

作者简介: 赵春梅(1975-), 女, 工程师, 学士。

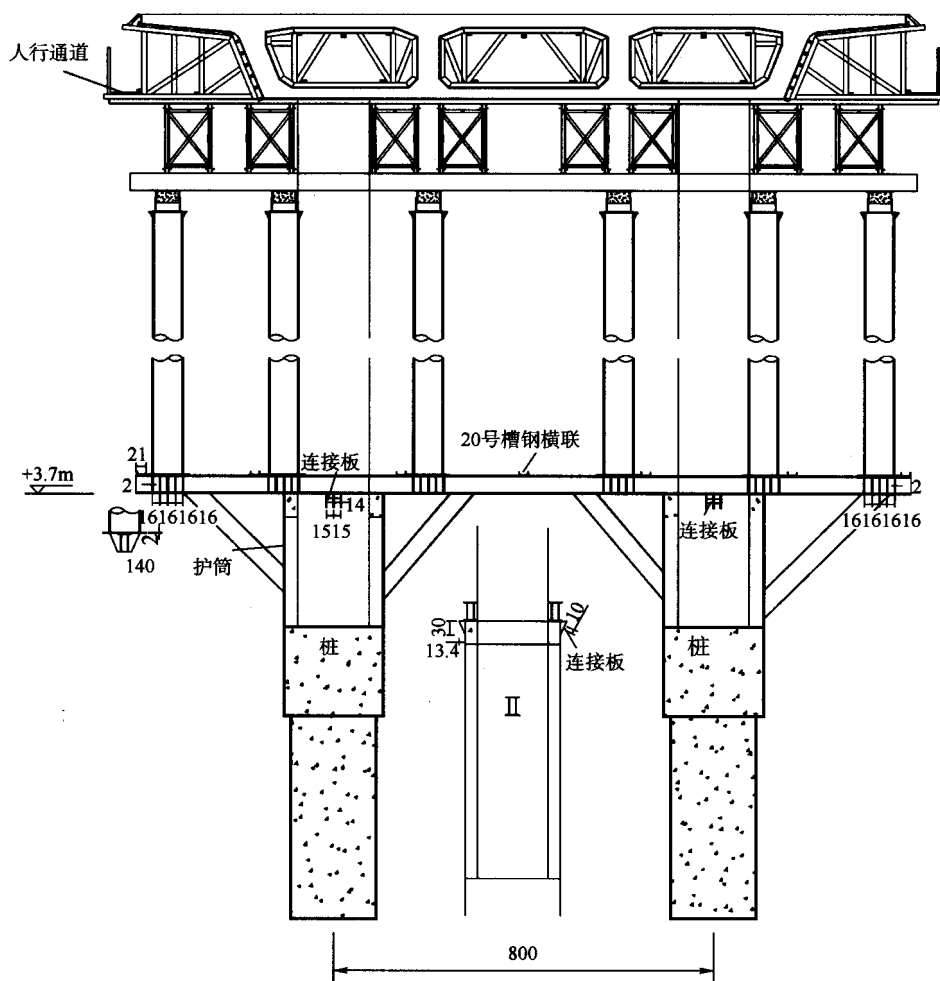


图 1 支架立面图

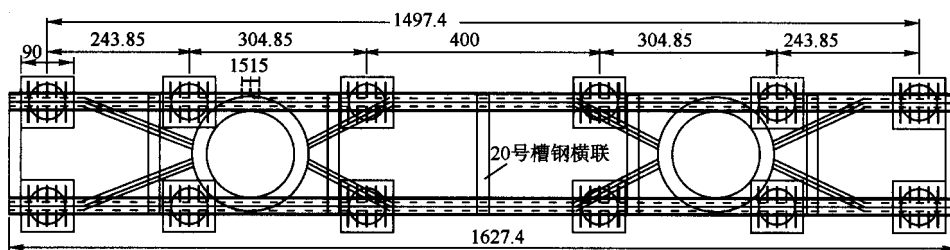


图 2 墩柱支架平面图

表 1 贝雷梁桁架容许内力表

桥型 容许内力	不加强型桥梁					加强型桥梁	
	单排 单层	双排 单层	三排 单层	双排 双层	三排 双层	单排 单层	双排 单层
弯矩(kN·m)	788.2	1 576.4	2 246.4	3 265.4	4 653.2	1 687.5	3 375
剪力(kN)	245.2	490.5	698.9	490.5	698.9	245.2	490.5

3.2 竖直荷载

钢筋混凝土梁:按照位置的不同分别进行计算,过渡墩及固结墩处 553kN/m,标准断面处:257.5kN/m,变截面处:257.5~363kN/m。

箱梁模板自重(底模、内模及翼缘板模板):29.84kN/m。

施工时的临时荷载(人行、小型机具荷载视为均布荷载):1.0kN/m²。

3.3 水平荷载

海湾施工风力影响大,计入风力作为横桥向的水平荷载。

翼缘板模板的侧向风荷载,沿模板竖向均布,取值 1.0kPa。

3.4 贝雷梁受力分析与验算

贝雷梁验算根据实际受力的形式进行,按照各自承担的面积计算。梁底面贝雷梁分布见图 3。

模板、方木荷载根据设计计算为 30kN/m,由梁底的 14 片贝雷梁平均分担。

桥面人行、小型机具堆载取 1.0kPa,由梁底的 14 片贝雷梁平均分担。

则贝雷梁顶荷载的计算公式为:

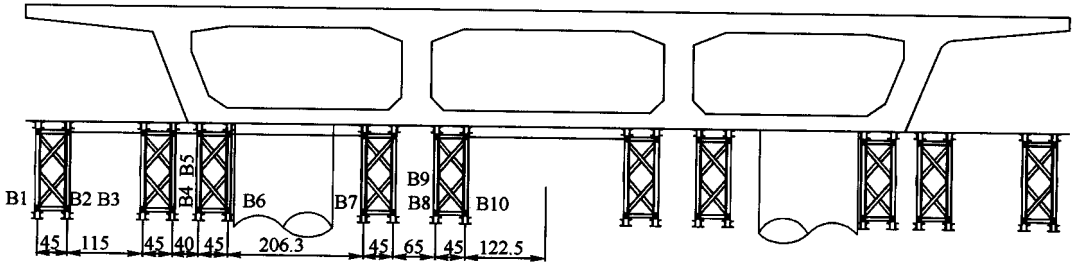


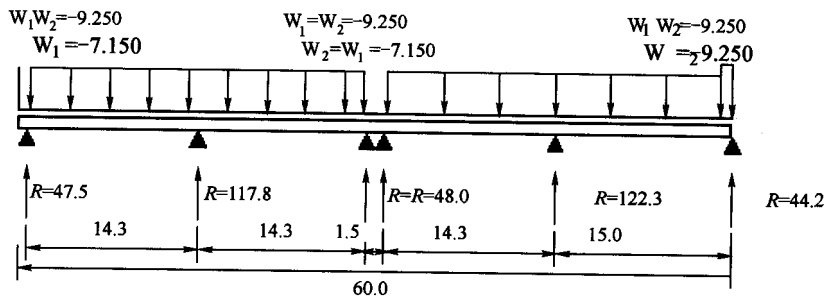
图 3 梁底面贝雷梁分布图

$$\begin{aligned} q_n &= 30 \div 14 \times 1.2 + 1.0 \times 15.9 \div \\ &14 \times 1.4 + 1.2p \\ &= 4.15 + 1.2p \end{aligned}$$

式中: p ——钢筋混凝土自重。

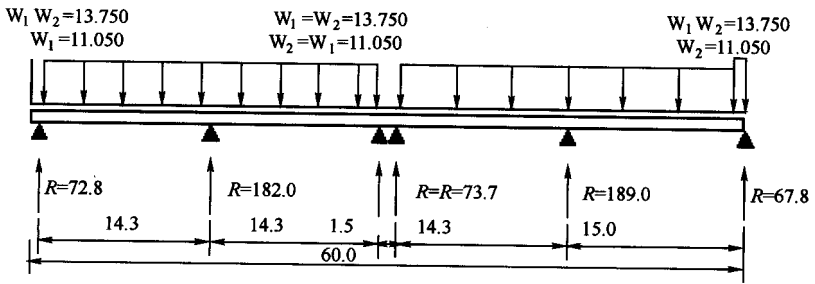
每片贝雷梁受力简图及结果如下:

B1 梁受力:



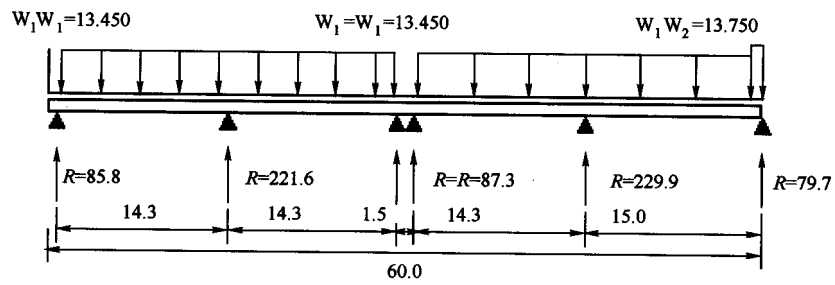
得最大弯矩为 $\tilde{M}_{\max 1}=172\text{kN} \cdot \text{m}$, $\tilde{Q}_{\max 1}=65.1\text{kN}$ 。

B2 梁受力:



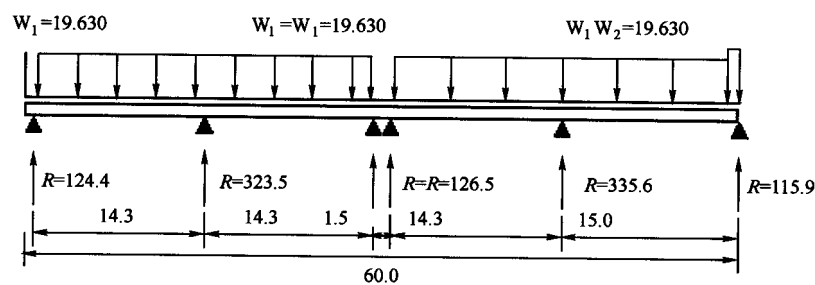
得最大弯矩为 $\tilde{M}_{\max 1}=265.3 \text{ kN} \cdot \text{m}$, $\tilde{Q}_{\max 1}=101 \text{ kN}$ 。

B3 梁受力:



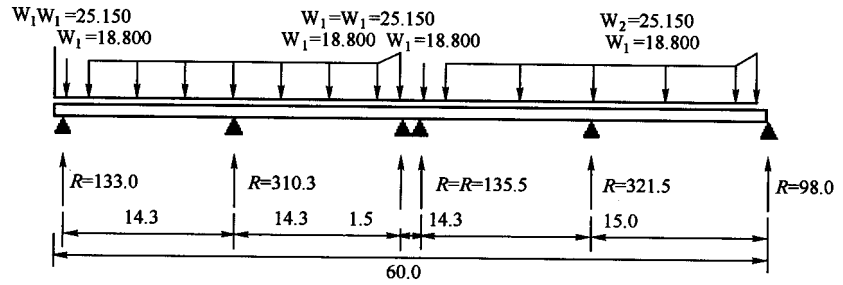
得最大弯矩为 $\tilde{M}_{\max 1}=323 \text{ kN} \cdot \text{m}$, $\tilde{Q}_{\max 1}=122 \text{ kN}$ 。

B4 梁受力:



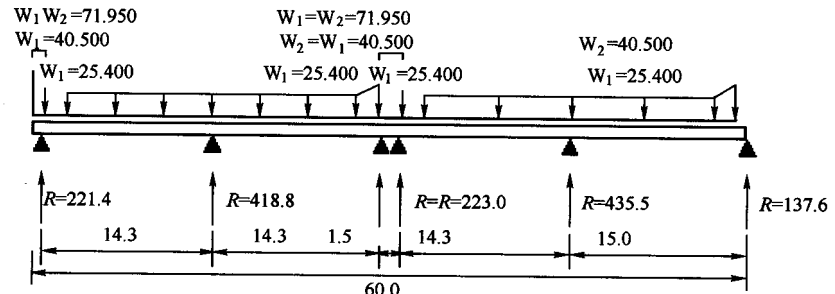
得最大弯矩为 $\tilde{M}_{\max 1}=471 \text{ kN} \cdot \text{m}$, $\tilde{Q}_{\max 1}=179 \text{ kN}$ 。

B5 梁受力:



得最大弯矩为 $\tilde{M}_{\max 1}=451 \text{ kN} \cdot \text{m}$, $\tilde{Q}_{\max 1}=171 \text{ kN}$ 。

B6、B7 梁受力:



得最大弯矩为 $\tilde{M}_{\max 1}=612 \text{ kN} \cdot \text{m}$, $\tilde{Q}_{\max 1}=232 \text{ kN}$ 。

B8、B9 梁受力: