

# 广州市新光快速路工程软基处理设计

黄天宇

(广东省冶金建筑设计研究院, 广州 510080)

**摘要:** 通过介绍广州市新光快速路工程软基处理设计及施工等情况, 对本工程所采用的浅层换填、水泥搅拌桩、气泡轻量混凝土换填等软基处理方式做出了总结与评价, 为日后类似工程的软基处理提供了经验和建议。

**关键词:** 新光快速路; 软基处理; 浅层换填; 水泥搅拌桩; 气泡轻量混凝土

## 1 工程概述

广州市新光快速路位于广州市海珠区及番禺区市桥镇之间, 是一条具有城市主干道功能的城市快速路。新光快速路在三枝香水道以南与地铁三号线汇合, 采用了与之相同南北走向。新光快速路是地铁三号线与地面交通联系的重要纽带和依托, 新光快速路的建设对于改善番禺区和海珠区的交通状况, 加强番禺区与城市中心区的联系, 完善城市的路网结构, 促进区域经济的发展均有积极意义, 同时是加快实现广州市城市发展“南拓”目标的重要举措。

新光快速路一期工程全长 15.412km, 北起海珠区新滘南路, 南至番禺区光明路, 途经海珠区的大塘、沥窖、番禺区的洛溪、大石、植村、礼村、汉溪、榄塘、东沙等村镇。新光快速路在金山大道以北为城市快速路, 以南为城市主干道。快速路的设计行车速度为

80km/h, 城市主干道的设计行车速度为 60km/h。设计荷载为城 - A 级, 路面为改性沥青混凝土路面。本文论及的设计标段为第四标段, 起讫桩号为 K5 + 725.500 ~ K7 + 233.463, 全长 1.508km。主线为高架桥, 其中节点工程主要为迎宾路互通式立交, 立交区域内有地铁三号线及其车辆转换段。

## 2 地质概况

根据钻探资料, 拟建路段的软土分布见表 1。

从表中可见, 立交范围内的道路沿线大多下卧有软土。一般位于填土层之下, 层厚较大。土物理力学指标表如表 2 所示。

综观表 1、表 2 可知, 立交区域内的软土层的工程性质较差, 具有压缩性高、孔隙比大、含水量高、渗透系数小和固结慢的特点, 对新光快速路路基工程和其他构造物基础均造成不良的影响。为了减少工后沉降、控

制桥头跳车的产生等等, 必须进行软 基处理。

表 1 不良地质地段分布表

起止桩号	长度(m)	不良地质状况
AK0 + 171. 810 ~ AK0 + 306. 200	134. 39	淤泥、淤泥质土连续分布, 且不位于表层, 软土底层厚约 11 ~ 13m
BK0 + 203. 150 ~ BK0 + 280. 000	76. 85	淤泥、淤泥质土连续分布, 且不位于表层, 软土底层厚约 10 ~ 12m
BK0 + 280. 000 ~ BK0 + 360. 000	80. 00	淤泥、淤泥质土连续分布, 且位于表层, 软土层厚约 2m
BK0 + 360. 000 ~ BK0 + 450. 000	90. 00	淤泥、淤泥质土连续分布, 且不位于表层, 软土底层厚约 15m
CK0 + 059. 890 ~ CK0 + 124. 060	64. 17	淤泥、淤泥质土连续分布, 且不位于表层, 软土底层厚约 9 ~ 11m
DK0 + 000. 000 ~ DK0 + 440. 000	440. 00	淤泥、淤泥质土连续分布, 且不位于表层, 软土底层厚约 9 ~ 10m
DK0 + 440. 000 ~ DK0 + 540. 000	100. 00	淤泥、淤泥质土连续分布, 且位于表层, 软土层厚约 2. 3m
DK0 + 540. 000 ~ DK0 + 611. 200	71. 20	淤泥、淤泥质土连续分布, 且不位于表层, 软土底层厚约 13 ~ 15m
EK0 + 165. 000 ~ EK0 + 365. 700	200. 70	淤泥、淤泥质土连续分布, 且不位于表层, 软土底层厚约 11 ~ 13m
FK0 + 302. 790 ~ FK0 + 424. 470	121. 68	淤泥、淤泥质土连续分布, 且不位于表层, 软土底层厚约 5 ~ 7m
FK0 + 427. 470 ~ FK0 + 510. 000	82. 53	淤泥、淤泥质土连续分布, 且位于表层, 软土层厚约 2. 5m
FK0 + 510. 000 ~ FK0 + 624. 770	114. 77	淤泥、淤泥质土连续分布, 且不位于表层, 软土底层厚约 13m
HK0 + 000. 000 ~ HK0 + 477. 810	477. 81	淤泥、淤泥质土连续分布, 且不位于表层, 软土底层厚约 10 ~ 13m
HK0 + 477. 810 ~ HK0 + 574. 000	96. 19	淤泥、淤泥质土连续分布, 且位于表层, 软土层厚约 2. 0m
HK0 + 574. 000 ~ HK0 + 640. 000	66. 00	淤泥、淤泥质土连续分布, 且不位于表层, 软土底层厚约 11 ~ 14m

表 2 岩、土力学指标表

项目	含水量	天然 密度	孔隙 比	液性 指标	压缩 系数	固结系数	渗透系数	直接快剪		固结快剪	
								凝聚 力	内摩 擦角	凝聚 力	内摩 擦角
	$W_0$	$\rho_0$	$e_0$	$I_L$	$a_{1-2}$	$C_v$	$K_v$	$c$	$\varphi$	$c$	$\varphi$
	%	$g/cm^3$			$MPa^{-1}$	$10^{-3}cm^2/s$	$10^{-8}cm/s$	Kpa	°	Kpa	°
平均值	65.8	1.61	1.76	1.6	1.63	0.64	8.27	7.17	6.27	7.97	16.51
最大值	124	1.86	3.36	5.94	6.81	4.05	60.6	30	19.8	19	25.1
最小值	36.8	1.29	1.01	0.55	0.27	0.18	1.99	23.2	1	8	
均方差	24.3	0.14	0.63	0.84	1.21	0.7	10.73	5.72	3.49	4.64	3.96
n	43	42	42	41	42	34	29	29	29	33	33
总修正系数	1.1	1.02	1.1	1.14	1.2	1.11	0.58	0.74	0.82	0.82	0.93
推荐值	72.2	1.65	1.93	1.82	1.95	0.71	4.81	5.33	5.14	6.57	15.32

### 3 软基处理设计方案

在对地基情况进行充分了解和分析的基础上,确定了设计的指导思想与原则:因地制宜,结合道路条件、施工条件、环境条件等,在保证工期的前提下,提出技术可行、经济合理的处理方案。

#### 3.1 需要进行地基处理的路段

- (1) 软土位于地表且层厚小于 2.5m 的一般路段;
- (2) 软土不位于地表且层厚较大的路段;
- (3) 有构筑物,对路基沉降、稳定性要求较高的软土路段;
- (4) 跨越地铁段,覆土厚度受限

的软土路段。

#### 3.2 三种情况的设计思路

(1) 对于第一种情况,设计上考虑从根本上改善地基条件,采用清淤换填处理,换填材料采用砂性土。

(2) 对于第二种情况,由于施工工期紧,为了保证路基质量,加快施工进度,设计上考虑了较为成熟的水泥搅拌桩处理方法。搅拌桩间距采用 1.3m,梅花型布置,并根据路堤的稳定性要求在其上设一层双向土工格栅加筋。

(3) 对于第三种情况,根据工程实践,尽管采用水泥搅拌桩费用相对较高,但采用搅拌桩方法加固软土

地基具有许多优点,如能有效减少地基的总沉降量,控制路堤的工后沉降和解决桥头“跳车”现象的发生、控制路堤填筑过程中侧向位移量、同时保证桥涵与路堤连接处的桥台桩基不受过大的侧向推力,以及允许有较高的填土速率,在桥台填土较高的情况下,能有效地缩短工期。因此,本次设计采用了水泥搅拌桩处理方案。

(4) 由于立交跨越地铁三号线、车辆转换段,立交匝道与地铁交叉,受地铁上方覆土标高 8.2m 的限制,经计算不满足要求的填方路段,采用气泡轻量混凝土换填。技术指标:容重为  $6 \sim 7 \text{ kN/m}^3$ ,无侧限抗压强度(28d) 达到  $0.8 \sim 1.0 \text{ MPa}$ 。

### 3.3 处理方案

#### (1) 具体方案

对桥头、涵洞及构造物等工后沉降要求较高的路段,采用水泥搅拌桩处理。为了保证路基质量,加快施工进度,对软土厚度小于 15m 的桥台及锥坡、台后 30m 范围内采用水泥搅拌桩处理。搅拌桩桩径 50cm,水泥用量暂定为  $60 \text{ kg/m}$  (施工时根据现场试验确定),桩身强度不小于  $1.0 \text{ MPa}$  (28d),桩间距按复合地基计算确定后,涵洞处为 1.1m,桥头靠跨径方向

桩间距采用 1.1m,为使路基与桥头更好地衔接,靠路基方向 30m 为桩距渐变段,桩间距按照桥到路基方向,由 1.1m 分两段渐变为 1.3m,均按梅花型布置,分段间距 10m,并在桩顶铺设一层 50cm 厚的中粗砂垫层,其上设一层双向土工格栅加筋。

#### (2) 土工格栅的应用

在易产生不均匀沉降的路段,设计上考虑了增设土工材料加筋,简单有效。具体措施包括:为了避免不同的软基处理方式对路堤造成的不均匀沉降;对于不同的处理方式交接前后各 15m 的范围内沿纵向铺设一层双向拉伸型土工格栅;为了避免填挖交界纵向处地基承载力差异对路堤造成的不均匀沉降,对于填挖交界面沿纵向铺设长 20m 的单向拉伸土工格栅;为了避免半填半挖横断面方向及新旧路堤接合处地基承载力差异对路堤造成的不均匀沉降及裂缝,对于填方部分沿横向铺设单向拉伸土工格栅加筋。

### 4 处理效果

由于本工程匝道路线较多,故只对较典型的几个断面的沉降数据进行分析。根据施工记录,现场实测数据如下表 3。

表 3 现场实测数据表

	断面 1	断面 2	断面 3
桩 号	AK0 + 200	DK0 + 040	HK0 + 180
填土高度 (m)	5.8	6.271	3.34
处理平均深度 (m)	8	13.5	15
实测地基承载力 (KPa)	123.4	131.7	134.6
设计地基承载力 (KPa)	120 ~ 140	120 ~ 140	120 ~ 140

根据实验结果可知,经按设计处理后的软基路段,由于采用了水泥搅拌桩,复合地基强度达到设计强度要求,且未出现不均匀沉降,桥头及涵洞路段均没有出现跳车现象,路基纵断面线形保持较好,行车舒适性较高,同时大大地缩短了施工工期,证明本工程所采用的软基处理方案是比较成功的。

## 5 结论与建议

通过新光快速路工程软基处理工程的实践,以下经验值得总结和借鉴。

(1) 对于不同的软土路段,原则上应根据各自不同的软土特征,采用因地制宜的处理方法。

(2) 设计采用水泥搅拌桩处理一

般路基效果较好。加快了施工速率,有效地缩短了工期。

(3) 用水泥搅拌桩复合地基法对桥头、涵洞、挡墙等工后沉降要求较高的路段进行处理,可有效地减少工后沉降,对提高地基承载力效果显著,同时采用水泥搅拌桩施工时,对周围的环境污染小,值得在市政道路施工中大力推广。

(4) 在路基填土较高处增设土工格栅加筋的方案,使填土能在较短的时间内安全地填至设计标高,有效地缩短工期。

(5) 填土高度受限地段,可以考虑采用新材料以满足地基承载力要求。