

文章编号: 0451-0712(2004)12-0121-04

中图分类号: TU472.32

文献标识码: B

# 生石灰桩在高速公路桥(涵)台背中的应用

毛荣华, 吴廷楹, 吴婷婷

(江西省交通设计院 南昌市 330002)

**摘 要:** 由于桥梁台后跳车现象普遍存在, 成为高速公路中的通病, 影响高速公路的使用效果以及行车的舒适性和安全性。利用生石灰桩加固桥梁(或板涵)台背, 可以加固台背填料, 提高土体的整体强度和压实度, 减少工后沉降, 保证桥台后的路面平整度, 保证行车的安全和舒适。

**关键词:** 高速公路; 桥梁(或板涵)台背; 生石灰桩; 处理

为实现桥头的刚柔过渡, 消除桥头跳车通病。针对京福高速公路(江西省境内段)全线桥(涵)台背回填的状况, 考虑到台背在施工过程中(河砂、砂砾、山渣、砂性土、粘土等)的压实度、密实度及分层填筑质量上均较难达到设计、施工规范要求, 这将导致工程在施工完毕或通车运营期间造成台后填料沉降形成公路病害。为此, 我们在设计中, 对全线的桥梁和板涵台背采用生石灰桩进行加固处理, 以减少或避免台背的工后沉降, 保证桥(涵)台的平整度和行车的舒适性。

加固方案考虑采用生石灰(掺碎石或砂砾)桩, 有效减少工后总沉降量。生石灰桩不仅可以起到挤密作用, 同时生石灰的吸水、膨胀、发热及离子交换作用, 能使桩体硬化, 改善地基土的性质, 减少因周围土的蠕变所引起的侧向位移。生石灰桩内还可以掺入一定数量的粉煤灰或砂, 以利触发反应, 提高强度。

## 1 设计原理

(1) 振动沉管生石灰(碎石)桩复合地基加固是依靠振动沉管钻机的挤土作用, 并向被加固土体置入生石灰(碎石)散体桩, 从而使被加固土体形成复合土体, 路基土的整体密实度得到提高。生石灰(碎石)桩在双型桩复合地基中的作用主要是提高路基土的强度, 减少路基土的自重固结, 改善路基土的抗变形能力。路基土强度的提高依赖于生石灰(碎石)桩的挤密置入量, 并要求在施工过程中不产生较大的地面隆起而削弱加固效果。

(2) 生石灰桩使用的固化剂, 主要有石灰、水泥, 还有石膏及矿渣, 可使用粉煤灰作为掺合料。通过固结反应而形成稳定的石灰碎石混合体, 生石灰和填料中的水分发生化学反应成熟石灰, 水分被吸收, 起到了胶结作用, 并产生热量, 柱体消化而产生体积膨胀(1~2 倍), 促进周围粒料土体的固结。拌入生石灰后粒料土物理性能起了变化, 增加软粘土的渗透性, 使生石灰(碎石)桩能在不同类型软土中起到排水作用。

## 2 工程概况

北京~福州国道主干线江西境内温家圳~沙塘隘段高速公路, 设计速度 100 km/h, 路基宽 26.0 m, 路线全长 178 km。全线设置桥梁 33 座, 总长度 15 360 m; 盖板涵洞 420 道(其中明涵 16 道)。路线位于江西省东部, 路线起于南昌市以东 40 km 处的温家圳, 路线终于赣闽 2 省交界处的沙塘隘, 沿线经过赣抚平原、丘陵区 and 武夷山脉区。区域内年降雨量达 1 700~1 800 mm。

本工程于 2002 年 6 月开工建设, 2004 年 9 月建成通车, 现路面工程已基本完成。

## 3 应用范围

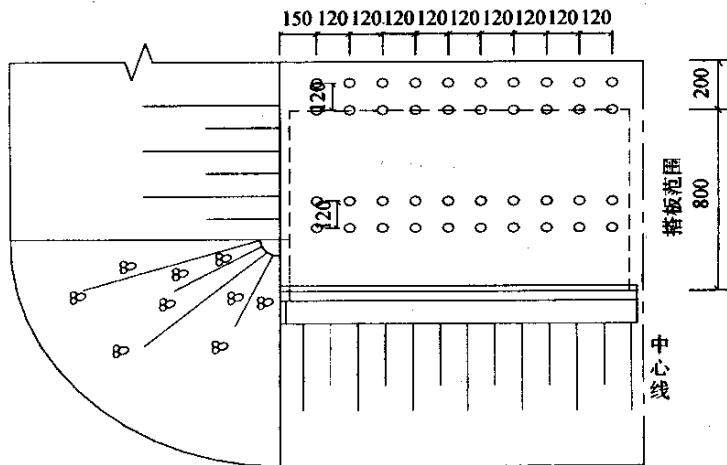
生石灰桩技术应用于本项目中的全部主线桥梁、互通立交匝道桥梁, 全线明盖板涵洞, 及覆土高度  $\leq 1.0$  m、台高  $\geq 3.0$  m 的暗盖板涵洞等桥(涵)台背回填料的处理。

### 3.1 桥梁

#### 3.1.1 肋式桥台

40 cm、桩距 120 cm、桩长 600 cm,在搭板范围内尾端及中部各打 2 排(如图 1 所示),在对台背填料挤密的同时起局部支撑作用。

(1)当台后填高 $>6.0$  m,生石灰桩设计为桩径



单位:cm

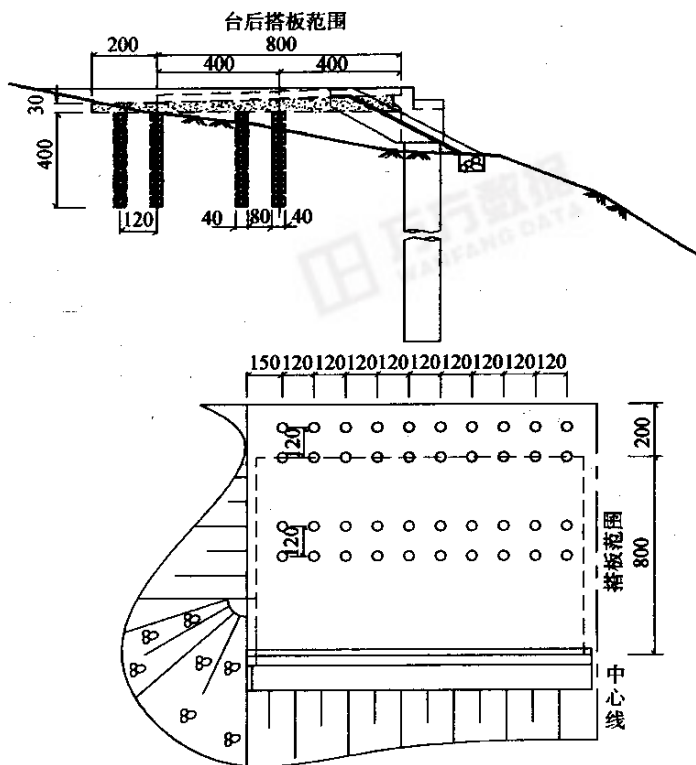
图 1

(2)当台后填高 $\leq 6.0$  m,生石灰桩设计为桩径 40 cm、桩距 120 cm、桩长 400 cm。

对于柱式台位于挖方且地质情况较好的路段,由于强风化岩层或者覆盖层很薄(岩层至路面设计高差不超过 3.0 m),可不需加固处理。

#### 3.1.2 柱式桥台

台后填高一般 $\leq 5.0$  m,台后石灰桩设计为桩径



单位:cm

图 2

用,其具体布设如图 3 所示。

台后填土一般不高,台后石灰桩主要起挤密作

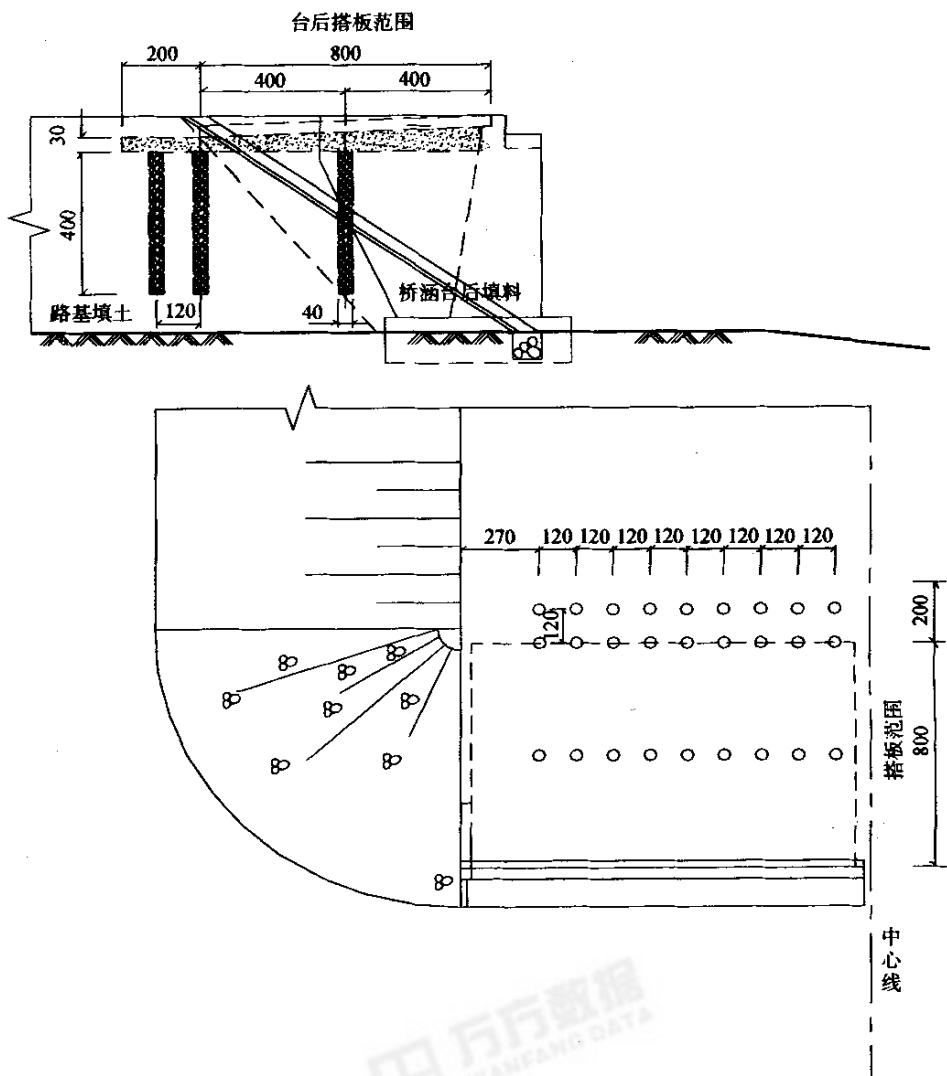


图 3

## 80%

生石灰桩设计为桩径 40 cm、桩距 120 cm、桩长为  $(H-h-40)$  cm ( $H$  为涵台高、 $h$  为路面结构层厚),呈等边三角形布置,如图 4 所示。

(3)石灰的储存期,不宜超过 3 个月。

(1)生石灰桩采用的石灰应该是碎块状,在和砂砾、碎石搅拌过程中,为防止桩体中石灰聚集,石灰最大粒径应小于 4 cm。

(4)石灰的液性指数不低于 70%。

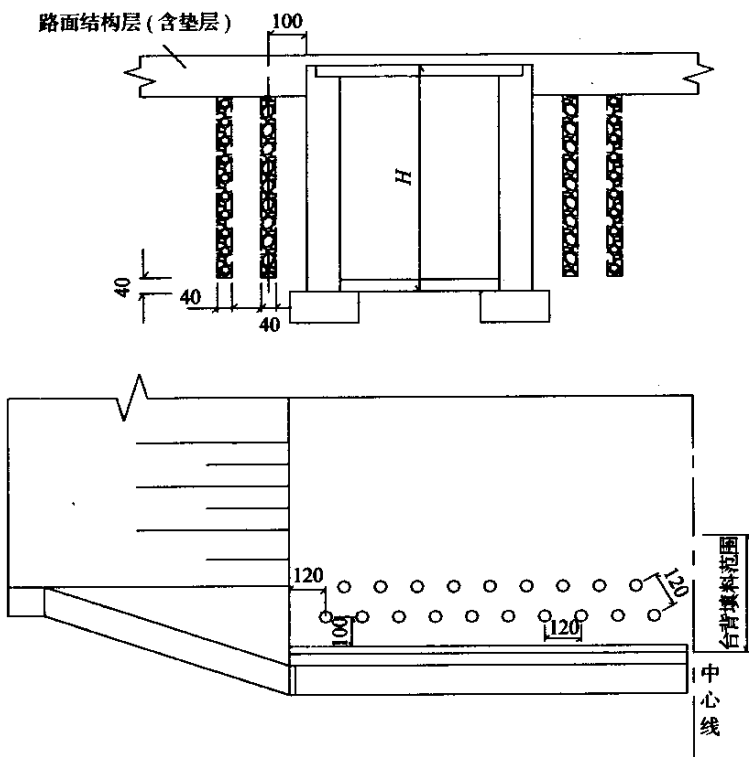
(5) 掺合料是粉煤灰,也可掺入火

砂,采用掺合料后可防止石灰桩软心。

(6)石灰在掺合料中的比例通常为 15%~30%，含水量大于 30%的采用大值，具体比例根据回填料的含水量作适当调整。

(2) 石灰应尽量纯净无杂质, 氧化钙和氧化镁含量至少应为 85%, 其中氧化钙含量最好不低于

(7) 碎石拌和料应采用未风化的干净砾石或碎石轧制而成, 粒径宜为  $2 \sim 5 \text{ cm}$ , 含泥量不应大于  $10\%$ 。



单位:cm  
图 4

5 施工要求和注意事项

- (1) 挤密桩施工时,首先在台背土体上进行触探(1 个台背至少做 2 点),以检验挤密桩基的效果和确定挤密桩的桩距。
- (2) 施工前进行试桩。从试桩资料中可以得出每根桩的平均填料量和各种材料的配合比,用该值作为施工时的检验标准。
- (3) 密实电流。根据现场制桩试验定出,宜为潜水电机的空载电流加上 10~15 A,或为额定电流的 90%,严禁在超过额定电流的情况下作业。
- (4) 沉管留振时间。留振时间应视填料而定,颗粒细,留振时间可长些,一般在 20 s 左右。
- (5) 生石灰(碎石)桩施工规定值或允许偏差见表 1。
- (6) 为了防止挤密桩在施工时路基表面开裂,施工过程中必须采用人工引孔,桩尖引孔做成倒圆锥形,直径略大于桩径,深度为 40~50 cm。
- (7) 施工机械建议采用 60 kW 振动沉管打桩机,采用沉管法施工,不宜用振冲机进行直接振冲施工,以免影响台柱的稳定。

表 1

项次	项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	桩距/mm	±150	抽查 2%
2	桩径/mm	不小于设计值	抽查 2%
3	桩长/m	不小于设计值	查施工记录
4	竖直度/%	1.5	查施工记录

- (8) 生石灰(碎石)桩以标高控制为主,激振电流控制为辅,达到设计标高后,填料可分 1~2 次填筑,拔管速度宜控制在 1.5~2.0 m/min,每 1.0~1.5 m 反插 1 次,要求充盈系数达到 1.2,如未达到要求,应在原桩位复打 1 次,并灌入生石灰(碎石)。
- (9) 挤密桩填料灌注完毕,必须在桩顶振动挤压 2 min,以确保成桩后的密实度。
- (10) 成桩后桩顶应用粘土或水泥砂浆封顶,防止雨水渗入。

6 使用效果

生石灰桩技术通过在京福高速公路江西境内温沙段全线 33 座桥梁、16 道明盖板涵和 46 道暗盖板

文章编号: 0451-0712(2004)12-0125-05

中图分类号: TU470

文献标识码: A

# 加筋土等效附加力弹性薄板法

彭从文

(湖北国土资源职业学院 荆州市 434100)

**摘 要:** 将加筋土等效为弹性薄板, 将筋材作用等效为附加力, 提出了等效附加力与弹性薄板理论相结合对加筋土结构进行安全性预测与设计计算的方法。

**关键词:** 加筋土; 弹性薄板; 等效附加力

目前加筋土技术广泛应用于边坡工程、软弱地基处理、桥头跳车处理及路面加固等诸多方面。国内外许多学者对加筋土进行了大量的研究工作, 但由于加筋土作用机理的复杂性, 大多数情况下加筋土的分析计算还是借助有限单元法进行, 其计算过程较为繁琐、复杂, 在一定程度上较难推广、应用, 因此, 探寻相对简单、实用的加筋土计算方法有积极的现实意义。笔者在此方面进行了一定的研究, 提出了等效附加力与弹性薄板理论相结合的加筋土等效附加力弹性薄板计算方法, 它能对加筋土结构进行安全性分析, 也能对加筋土设计起一定的参考作用。

## 1 加筋土等效附加力弹性薄板方程

在弹性力学中, 2 个平行面和垂直于这 2 个平行面的柱面或棱柱面所围成的物体称为平板(板), 若板的厚度远小于中面的最小尺寸, 则这个板就称为薄板。由挠度表示的承受横向与纵向荷载的薄板平衡方程为:

$$D \left( \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} \right) - \left( N_x \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + 2 N_{xy} \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} + N_y \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right) = q \quad (1)$$

式中:  $D = \frac{Et^3}{12(1-\mu^2)}$ , 为板的弯曲刚度;  $E$  为弹性模量;  $t$  为薄板厚度;  $\mu$  为泊松比;  $w$  为挠度;  $q$  为横向荷载;  $N_x$ 、 $N_y$ 、 $N_{xy}$  分别为薄板  $x$ 、 $y$  方向单位宽度上的法向力与切向力。

若弹性基础上的板承受横向与纵向荷载, 则有式(2):

$$D \left( \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} \right) - \left( N_x \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + 2 N_{xy} \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} + N_y \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right) + kw = q \quad (2)$$

式中:  $K$  为基床系数。

若薄板只有 2 个对边均匀受力, 不妨设  $N_y = 0$ 、 $N_{xy} = 0$ , 则式(2)变为:

$$D \left( \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} \right) - N_x \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + kw = q \quad (3)$$

收稿日期: 2004-06-11

涵的使用情况来看, 加固范围内的路基(台背)压实度达 97.5%~98.6%(平均达 98.1%), 弯沉值小于 1.4~1.6 mm(平均小于 1.5 mm), 比加固前或其他路段相比提高了 30%以上。

本工程现已基本通车, 经设计、监理、业主和检测部门的共同检验, 已取得了较好的效果。

## 7 结语

(1) 生石灰桩可以有效地对桥、涵台后起到挤密作用,

减少台后的工后沉降量。

(2) 采用生石灰桩可以提高路基土(台背填料)的整体密实度, 改善路基土的抗变形能力。

(3) 利用生石灰桩技术, 以简单的施工工艺和较少的资金投入, 可以起到较好的效果, 大大改善了桥梁(板涵)台后压实度和平整度, 保证了行车的舒适性。

(4) 生石灰桩技术, 已在江西省高速公路中得到了广泛的推广和应用。