

上海市地方标准

DB31/T 931—2015

填充用泡沫轻质混凝土应用技术规程

Technical specification for application of
foaming lightweight concrete to filling engineering

2015-10-12 发布

2016-01-01 实施

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 填充用泡沫轻质混凝土的技术要求	2
4.1 一般规定	2
4.2 原材料	2
4.3 技术指标	2
4.4 干密度和抗压强度试验方法	3
5 设计	3
5.1 一般规定	3
5.2 材料选型设计	4
5.3 构造性设计	4
5.4 辅助工程设计	7
6 配合比	8
6.1 配合比设计	8
6.2 配合比试配	9
7 施工	10
7.1 施工准备	10
7.2 浇筑	10
7.3 辅助工程施工	11
7.4 养护	11
8 质量验收	11
8.1 一般规定	11
8.2 材料检验	12
8.3 施工过程质量检验	12
8.4 硬化后的质量检验	12
8.5 质量验收	13
附录 A (规范性附录) 适应性试验	14
附录 B (规范性附录) 流动度试验	15

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由上海市质量技术监督局提出。

本标准由上海市建材专业标准化技术委员会归口。

本标准主要起草单位：上海城建物资有限公司。

本标准参与起草单位：上海林同炎李国豪土建工程咨询有限公司、上海公路桥梁(集团)有限公司。

本标准主要起草人：徐亚玲、陆峥嵘、李勇、吴小琴、蒋小军、沈伟、李晖、刘佳颖、黄晖皓、秦廉。

填充用泡沫轻质混凝土应用技术规程

1 范围

本标准规定了填充用泡沫轻质混凝土的术语和定义、技术要求、设计、施工、质量检验与验收。
本标准适用于在公路、隧道、桥梁、地下等工程中用作填充的泡沫轻质混凝土(代号为 FLC)。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB 175 通用硅酸盐水泥

GB/T 1596 用于水泥和混凝土中的粉煤灰

GB 8076 混凝土外加剂

GB/T 17431.1 轻集料及其试验方法 第1部分:轻集料

GB/T 17643 土工合成材料 聚乙烯土工膜

GB/T 17688 土工合成材料 聚氯乙烯土工膜

GB/T 18046 用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉

GB/T 20491 用于水泥和混凝土中的钢渣粉

GB/T 21371 用于水泥中的工业副产石膏

CECS 249 现浇泡沫轻质土技术规程

DB31/T 894.2 再生砂粉应用技术规程 第2部分:再生粉预拌混凝土

JGJ 63 混凝土用水标准

JG 244 混凝土试验用搅拌机

JG/T 266 泡沫混凝土

JC/T 2199 泡沫混凝土用泡沫剂

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

填充用泡沫轻质混凝土 filling foam lightweight concrete

用物理方法将泡沫剂水溶液制备成泡沫,再将泡沫加入到由水泥基胶凝材料、轻集料、掺合料、外加剂和水制成的料浆中,经混合搅拌、浇注成型、养护而成的一种适用于填充工程用的泡沫轻质混凝土。

3.2

沉降距 sedimentation distance

泡沫柱在单位时间内沉陷的距离。

3.3

弯沉 deflection

路面在垂直荷载作用下,产生的垂直变形。

3.4

再生粉 reclaimed powder

再生砂粉中被复合选粉机分选出的粒径为 0 mm~0.08 mm 的物料, 主要成分为混合建筑废渣中强度较低的黏土烧结砖粉, 并含少量水泥石粉。

3.5

保护壁 protective wall

设置于泡沫轻质混凝土侧向临空面的永久设施。

注: 在浇筑施工期起临时模板的作用, 在工程使用期, 起保护泡沫轻质混凝土、避免暴露风化降低使用性能的作用, 在与渗水面接触的地方, 可避免渗水直接浸润泡沫轻质混凝土的作用。

4 填充用泡沫轻质混凝土的技术要求

4.1 一般规定

4.1.1 填充用泡沫轻质混凝土制备所用的所有原材料(除水以外)应具有质量证明文件。

4.1.2 填充用泡沫轻质混凝土制备时, 宜充分利用粉煤灰、矿渣粉以及再生粉等废弃物资源。

4.2 原材料

4.2.1 水泥

水泥应符合 GB 175 的规定, 宜采用强度等级为 42.5 级及以上的硅酸盐或普通硅酸盐水泥。

4.2.2 轻骨料

轻骨料应符合 GB/T 17431.1 的规定。

4.2.3 掺合料

4.2.3.1 粉煤灰应符合 GB/T 1596 的规定。

4.2.3.2 矿渣粉应符合 GB/T 18046 的规定。

4.2.3.3 采用其他活性矿物粉料做掺合料时, 应符合国家相关标准规程的要求。如钢渣粉应符合 GB/T 20491 的规定, 脱硫石膏应符合 GB/T 21371 的规定, 再生粉应符合 DB31/T 894.2 的规定。

4.2.4 发泡剂

发泡剂应符合 JC/T 2199 的规定。

4.2.5 水

水应符合 JGJ 63 的规定。

4.2.6 混凝土外加剂

混凝土外加剂应符合 GB 8076 的规定。

4.3 技术指标

4.3.1 泡沫轻质混凝土按强度和干密度分级。

强度级别有: A0.75, A1.5, A2.0, A3.0, A3.8, A4.3, A6.9, A8.7, A10.4 九个级别。

干密度级别有: B04, B05, B06, B07, B08, B09, B10, B11, B12 九个级别。

4.3.2 泡沫轻质混凝土标记。

示例:强度级别为 A2.0,干密度级别为 B06 的泡沫轻质混凝土,其标记为:

FLC A2.0 B06

4.3.3 泡沫轻质混凝土抗压强度和干密度应符合表 1 和表 2 的规定:

表 1 泡沫轻质混凝土抗压强度

强度级别	A0.75	A1.5	A2.0	A3.0	A3.8	A4.3	A6.9	A8.7	A10.4
立方体抗压强度/MPa (单组最小值) $\geq$	0.75	1.5	2.0	3.0	3.8	4.3	6.9	8.7	10.4

表 2 泡沫轻质混凝土干密度

干密度级别	B04	B05	B06	B07	B08	B09	B10	B11	B12
干密度/(kg/m ³) $\leq$	460	560	660	760	860	960	1 060	1 160	1 260

4.3.4 泡沫轻质混凝土与常规土体接触面的滑动摩擦系数可取 0.4~0.6。

4.3.5 泡沫轻质混凝土的弹性模量宜通过试验确定,当无试验资料时,可根据抗压强度按式(1)计算取值。

$$E_c = 200 q_u \sim 350 q_u \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

E_c ——泡沫轻质混凝土弹性模量,单位为兆帕(MPa);

q_u ——泡沫轻质混凝土抗压强度,单位为兆帕(MPa)。

4.4 干密度和抗压强度试验方法

干密度和抗压强度试验方法应符合 JG/T 266 的规定。

5 设计

5.1 一般规定

5.1.1 填充用泡沫轻质混凝土可用于软基路堤填充、桥台台背填土、道路加宽、滑坡路段路堤填充、陡峭及急转弯地段填充、地下空洞填充、隧道空隙填充等诸多工程领域。

5.1.2 严禁填充用泡沫轻质混凝土直接暴露。

5.1.3 设计项目宜包括材料选型设计、构造性设计和辅助工程设计,设计内容应根据使用目的确定,可按表 3 执行。

表 3 设计内容与主要设计指标

使用目的	设计项目	设计内容	主要设计指标
减轻荷重或土压(替代填土)	材料选型设计	明确物理力学性能指标	沉降距/干密度/抗压强度
	构造性设计	确定填充形状、空间范围和构造细节	稳定性能指标
	辅助工程设计	保护壁、防排水、抗滑锚固及内部构造设计	—

表 3 (续)

使用目的	设计项目	设计内容	主要设计指标
空洞充填 狭小空间充填	材料选型设计	明确物理力学性能指标	干密度/抗压强度
	构造性设计	以充填饱满为原则	—
	辅助工程设计	无	—
注：泡沫轻质混凝土路基最小厚度不应小于 0.8 m。			

5.1.4 泡沫轻质混凝土用于公路或市政道路路基填筑时,工程设计前应进行全面调查,分别收集地质、水文、地形、地貌及地震等设计资料;改建道路采用泡沫轻质混凝土路基,还应收集历年路况资料及当地路基病害防治经验。泡沫轻质混凝土用于公路或市政道路路基填筑时,应根据自然条件、工程地质条件、交通需求,选择合适的路基横断面形式,并视具体情况确定泡沫轻质混凝土路基边坡的形式。

5.2 材料选型设计

5.2.1 用于减轻荷重或土压时,强度、干密度应符合表 4 的要求。

表 4 减轻荷重或土压的泡沫轻质混凝土性能指标

环境条件		泡沫轻质混凝土等级
地下水位以上	无渗水接触	不低于 B04
	有渗水接触,有防排水措施	
	有渗水接触,无防排水措施	不低于 B05
地下水位以下	地下水位不超过 3 m 有防水措施	
	其他	不低于 B09

5.2.2 替代填土用于公路或市政道路路基填充,抗压强度满足应满足表 5 的要求。

表 5 公路或市政道路路基泡沫轻质混凝土的抗压强度

离路面底面距离	干密度等级	抗压强度	
		高速公路、一级公路、城市快速路及城市主干路	二级及二级以下公路、城市次干路及城市支路
0 m~0.8 m	≥B05	≥0.8 MPa	≥0.6 MPa
0.8 m~1.5 m	≥B04	≥0.6 MPa	≥0.4 MPa
1.5 m 以下			

5.2.3 管线回填、空洞及狭小空间填充,应明确抗压强度。当无减轻荷重或土压的要求时,湿密度宜按经济合理并便于施工的原则设计。

5.3 构造性设计

5.3.1 构造性设计应确保稳定和安全。

5.3.2 在减轻荷重或土压时,填充体底面宽度不宜小于 2 m,直立填充高度不宜超过 15 m,最小填充厚度不宜小于 0.5 m;顶面有坡度要求时,可设置台阶满足坡度变化;台阶高差不宜超过 500 mm,且沿台

阶方向各平台的长度均不宜小于 2 m。

5.3.3 用于填充公路路基时,横向单侧富余宽度宜宽出路基顶面 0.5 m,最小填充厚度不宜小于 1.0 m;泡沫轻质混凝土与常规路基衔接面的坡度不宜大于 1:1(用于加宽路基除外),且泡沫轻质混凝土路基应置于常规路基上方;当填充高度超过 3 m 时,衔接面应设置台阶过渡,台阶宽度不宜小于 1.5 m。

5.3.4 用于填充公路路基时交界面应满足以下要求:

- 泡沫轻质混凝土路基纵横向与常规路基的交界应至少设置 1 级台阶平台,平台宽度宜不小于 1.0 m;当设置多级台阶时,单级台阶高度宜为 0.5 m~1.0 m。
- 交界面常规路基侧应超填至少 0.5 m 后再进行修坡、修台阶处理。
- 对于扩建路基,横断面方向旧路基至少应削坡 0.5 m 后做平台或台阶处理。
- 泡沫轻质混凝土路基与常规路基交界面处,宜设置 1 层防渗土工膜和 1 层金属网,设置范围应至交界面两侧至少 1.0 m,金属网置于防渗土工膜下。金属网和防渗土工膜应采用 U 型钉沿防渗土工膜两侧边缘锚固,锚固间距纵向 3 m。

5.3.5 泡沫轻质混凝土用于公路或市政道路填筑设计时纵、横向断面的设计要求:

5.3.5.1 泡沫轻质混凝土路基横断面宜采用台阶以适应路面横坡:

- 单个台阶高差宜控制在 0.2 m 以内。
- 台阶宜设置在行车道边界线或中央分隔带侧石边缘。
- 当设计路面顶面横向高差在 0.2 m 以内时,路基横向可不设台阶,按平台设计即可。
- 横断面顶面高程应满足路面结构层最小厚度不低于 0.6 m。

5.3.5.2 泡沫轻质混凝土路基纵断面设计宜遵循以下原则:

- 泡沫轻质混凝土浇筑区段长度应以区段内路面纵坡高差不超过 0.2 m 为准。
- 在满足 a) 的前提下,区段长度以 10 m~30 m 为宜。
- 单个区段路基顶面纵向为平坡,其上高程应满足路面结构层厚度最小不小于 0.6 m 的要求。

5.3.6 用于加宽路基填充时,与旧路基衔接面的坡度不宜大于 1:0.75,加宽路基底宽不宜小于 1.5 m。

5.3.7 当用于桥台背或涵背回填,以确保回填质量为目的时,其填充范围应符合现行公路工程相关规程的规定。

5.3.8 泡沫轻质混凝土用于桥头回填时,底面纵向长度不宜小于 20 m。当用于涵洞两侧回填时,底面纵向长度不宜小于 5 m。

5.3.9 泡沫轻质混凝土路基边坡可直立并外加保护壁,亦可采用台阶放坡外加 1 m 厚黏性土包边的形式。

5.3.10 当直接用于软基路基的桥台背填充,以控制路桥过渡段的工后沉降时,应严格验算工后沉降,并按紧邻桥台的位置工后沉降不超过 100 mm 进行填充厚度的设计;过渡段总长不宜小于 30 m,在工后沉降满足要求时,填充厚度沿桥台至台背方向宜分 2 级~3 级过渡。如无法满足工后沉降要求,可适当向原地面以下换填;但换填深度超过 2.5 m 时,宜考虑软基深层处理取代换填。

5.3.11 当用于新建公路换填软基桥台背常规预压填土以控制工后沉降时,填充范围应满足 5.3.10 的规定外,紧邻桥台的换填厚度应满足式(2)~式(4):

$$H_F \geq \frac{\rho_T(\alpha H_E - U_1 H_T)}{(\rho_T - \rho_s)} \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$H_E = H_0 - D \frac{\rho_L}{\rho_T} \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$U_1 = \frac{S_1}{S_w} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

H_F ——泡沫轻质混凝土换填厚度,单位为米(m),当计算值不到 1 m 时,取 1 m,当计算值超过

1.2 倍 H_E 时,不宜考虑泡沫轻质混凝土换填;

- ρ_T —— 常规填土路基表观密度,单位为千克每立方米(kg/m^3);
- ρ_a —— 泡沫轻质混凝土容许密度,单位为千克每立方米(kg/m^3);
- α —— 安全系数,当软土层厚度小于 15 m 时,取 1.2,否则取 1.5;
- H_y —— 常规填土预压路堤高度,单位为米(m);
- U_i —— 地基平均固结度;
- S_i —— 换填时实测累计沉降;
- S_∞ —— H_y 对应的总沉降;
- H_E —— 常规填土路基路面永久荷载高度,单位为米(m);
- ρ_L —— 路面结构层平均表观密度,单位为千克每立方米(kg/m^3);
- H_0 —— 路面结构层底至原地面高差,单位为米(m);
- D —— 路面结构层厚度,单位为米(m)。

5.3.12 当用于旧路改造换填桥台背常规路基以控制工后沉降避免桥头跳车病害,填充范围除应满足 5.3.10 的规定外,紧邻桥台的换填厚度应满足式(5)~式(7)的要求:

$$H_F \geq \frac{\rho_T [(1 + \beta) H_2 - H_i]}{(1 + \beta) (\rho_T - \rho_a)} \dots\dots\dots (5)$$

$$H_1 = h_1 + d_1 \frac{\rho_L}{\rho_T} \dots\dots\dots (6)$$

$$H_2 = h_2 + d_2 \frac{\rho_L}{\rho_T} \dots\dots\dots (7)$$

式中:

- β —— 系数,取 0.75;
- $H_1、H_2$ —— 旧路改造前、后常规填土路基路面永久荷载高度,单位为米(m);
- $h_1、h_2$ —— 旧路改造前、后路面结构层底至原地面高差,单位为米(m);当计算的 H_F 值超过 h_2 时,泡沫轻质混凝土可向原地面以下换填;
- $d_1、d_2$ —— 旧路改造前、后路面结构层厚度,单位为米(m)。

5.3.13 空洞及狭小空间填充,以充填饱满为原则,不做其他形态设计。

5.3.14 当需要验算相关稳定性时,计算方法应按国家现行有关标准的规定执行,但其安全系数应符合表 6 的要求。

表 6 减轻荷重或者土压的稳定性验算安全系数

验算内容	工况	验算项目	安全系数
泡沫轻质混凝土填充体自身稳定	正常使用期	底面抗滑移	≥ 1.25
		抗倾覆(偏心距 e)	$e \leq B/6, B$ 为浇注体底宽
	地震时	底面抗滑移	≥ 1.05
		抗倾覆(偏心距 e)	$e \leq B/3, B$ 为浇注体底宽
含地基在内的整体稳定性	软土地基	整体抗滑	≥ 1.10
	滑坡地基	整体抗滑	≥ 1.20

5.3.15 除以下情况,应对填充体最不利断面进行自身稳定性计算:

- a) 填充体四周有侧限;
- b) 最不利断面底面水平长度总和大于斜面长度总和;
- c) 最不利断面最大高度小于最大宽度。

5.3.16 用于地下水位以下,应按式(8)验算抗浮稳定性:

$$F_s = \frac{\rho_w g H + 1\,000 W_G}{\gamma_w g h} \geq 1.2 \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中:

- F_s ——抗浮系数;
- H ——泡沫轻质混凝土填充体总高,单位为米(m);
- h ——泡沫轻质混凝土填充体在地下水位以下的高度,单位为米(m);
- ρ_w ——水的标准表观密度,取 1 000 kg/m³;
- g ——常数,取 10 N/kg;
- W_G ——泡沫轻质混凝土填充体顶部的恒定荷载,单位为千帕(kPa)。

分层填注轻质混凝土时应验算每层填注后的抗浮稳定性。若不满足,应反算每层填注高度或采取一些防止上浮的施工措施。

5.4 辅助工程设计

5.4.1 保护壁的设计应符合下列规定。

5.4.1.1 壁材的选择

壁材的选择应满足耐久性、强度和外观质量的要求;宜选择混凝土类、石材类砌块或直接采用薄壁式混凝土挡墙。

5.4.1.2 壁材的尺寸

砌块类壁材,单块平面面积不宜超过 0.3 m²;薄壁式混凝土挡墙沿长度方向应设置必要的预切缝,缝的间距宜为 10 m;所有壁材的最大厚度不宜超过 500 mm,且在软土地基上,壁材的最大厚度不宜超过 200 mm。

5.4.1.3 壁材的基础

壁材的基础宜采用混凝土基础,其标号不宜低于 C25。

5.4.1.4 壁材的稳定性

壁材的稳定性应考虑填充用泡沫轻质混凝土硬化前的侧压力可能导致的倾覆翻倒。侧压力的计算范围仅考虑单层浇注厚度 h ,侧压力按 $10\rho_w h$ 计算。

5.4.2 防排水设计应符合下列规定。

- 5.4.2.1 排水可采用设置渗水盲沟或有孔排水管或滤水层的措施。
- 5.4.2.2 防水可采用在填充体顶、底面铺设防水土工膜、在侧面临空面设置保护壁的措施。
- 5.4.2.3 渗水盲沟宜采用碎石盲沟,有孔排水管宜采用 PVC 管,滤水层宜采用碎石。
- 5.4.2.4 防渗土工膜宜选用聚乙烯或聚氯乙烯复合土工膜,其产品应满足 GB/T 17643 和 GB/T 17688 的要求。

5.4.3 抗滑锚固设计应符合下列规定。

- 5.4.3.1 在陡坡路段、滑坡路段或道路加宽的工况下,如泡沫轻质混凝土直立填充高度超过 5 m,应设置必要的抗滑锚固措施。

5.4.3.2 抗滑锚固件宜采用镀锌水管,直径不宜小于 DN20,长度不宜小于 1 m。

5.4.3.3 根据填充体基床斜坡的坡度,是否可设置台阶等条件,锚固件可按 1 根/2 m²~1 根/4 m² 的密度布置,布置形式可为梅花形或矩形。

5.4.3.4 锚固件进入基床斜面的垂直深度不应小于 0.5 m。

5.4.4 内部构造设计应包括抑制龟裂的金属网设计、调整差异变形的变形缝设计,并应符合下列规定。

5.4.4.1 在以下情况宜设置金属网:

- 顶部有其他使用结构时,如公路填充泡沫轻质混凝土的路床部位,宜在泡沫轻质混凝土填充体顶部 0.5 m~1 m 的位置设置 1 层~2 层金属网;
- 在填充体高度方向底部形态有突变时,如陡坡地段或道路加宽地段,底部斜面有过渡台阶时,宜在台阶面及其上 1 m 的位置设置一层金属网;
- 当泡沫轻质混凝土填充体总体成板状形态时(厚度小于 1.5 m、平面面积超过 100 m²),应在内部设置两层金属网;
- 泡沫轻质混凝土路基顶面。

5.4.4.2 金属网材质宜为镀锌铁丝或不锈钢丝,丝径不宜超过 4 mm,网眼规格以正方形为准,且边长不宜超过 100 mm。

5.4.4.3 当泡沫轻质混凝土填充体在某一方向长度较大或底面形态有突变时,宜设置变形缝。缝的间距宜为 10 m~20 m;变形板可采用普通的木板或夹板,其厚度不宜超过 20 mm。

6 配合比

6.1 配合比设计

6.1.1 配合比设计原则

泡沫轻质混凝土配合比设计时应符合以下原则:

- 按泡沫轻质混凝土设计干密度,确定掺和料干粉用量;
- 通过干粉用量,确定泡沫轻质混凝土用水量;
- 按照干粉、用水量,确定水泥料浆体积;
- 通过水泥净浆体积,确定泡沫体积;
- 按泡沫体积、实测泡沫密度,确定泡沫重量;
- 根据泡沫重量、发泡剂稀释倍数,确定发泡剂的用量。

6.1.2 配合比设计公式

配合比设计关系式见式(9)~式(14):

$$\rho_d = S_A \times (M_C + M_A + M_q) \quad \dots\dots\dots (9)$$

$$M_w = \phi \times (M_C + M_A + M_q) \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中:

ρ_d ——泡沫轻质混凝土设计干密度,单位为千克每立方米(kg/m³);

S_A ——水化 28 d 后,各组成材料的干物料总量和制品中非蒸发总量(其中包括化学结合水和凝胶水)的质量系数,硅酸盐水泥取 1.2,硫铝酸盐水泥取 1.4;

M_C ——水泥用量,单位为千克每立方米(kg/m³);

M_A ——掺合料用量,单位为千克每立方米(kg/m³),一般情况下 M_A 为干粉料的 0%~30%;

M_q ——轻集料用量,单位为千克每立方米(kg/m³);

M_w ——基本用水量,单位为千克每立方米(kg/m³);

ϕ ——基本水料比,视施工和易性,可作适当调整,一般情况下取 0.5。

1 m³ 泡沫轻质混凝土中,由水泥、掺合料和水组成的浆体总体积为 V_1 ,泡沫添加量 V_2 按式(12)计算。即配制单位体积泡沫轻质混凝土,由水泥、掺合料和水组成浆体体积不足部分由泡沫填充。

$$V_1 = \left(\frac{M_q}{\rho_q} + \frac{M_A}{\rho_A} + \frac{M_C}{3.1} + \frac{M_W}{1} \right) \div 1\,000 \quad \dots\dots\dots (11)$$

$$V_2 = K \times (1 - V_1) \quad \dots\dots\dots (12)$$

式中:

系数 3.1 为水泥密度系数;

ρ_A ——掺合料密度系数,粉煤灰密度取 2.3;矿渣粉密度取 2.8;

ρ_q ——轻集料密度系数;

V_2 ——泡沫添加量,单位为立方米(m³);

V_1 ——加入泡沫前,水泥、粉煤灰和水组成的浆体总体积,单位为立方米(m³);

K ——富余系数, K 通常大于 1,视发泡剂质量和制泡时间而定。主要考虑泡沫加入到浆体中再混合时的损失。对于稳定性较好的发泡剂,一般情况下取 1.1~1.3。

发泡剂的用量 M_P 按式(14)计算:

$$M_Y = V_2 \times \rho_b \quad \dots\dots\dots (13)$$

$$M_P = \frac{M_Y}{(\beta + 1)} \quad \dots\dots\dots (14)$$

式中:

M_Y ——形成的泡沫液质量,单位为千克(kg);

ρ_b ——实测泡沫密度,单位为千克每立方米(kg/m³);

β ——发泡剂稀释倍数;

M_P ——发泡剂质量,单位为千克每立方米(kg/m³)。

6.1.3 称量

材料用量以质量计,称量精度:水泥、掺合料为±2%;水、外加剂溶液±2%;外加剂(干料)准确至0.5 g。

6.2 配合比试配

6.2.1 配合比试配应在计算配合比的基础上进行,宜通过调整计算配合比中的各种材料用量,直到新拌泡沫轻质混凝土的性能满足设计和施工要求。

6.2.2 新拌泡沫轻质混凝土试样宜采用搅拌机拌制。搅拌机应符合 JG 244 的规定,每盘试配的最小搅拌量不宜小于搅拌机额定搅拌量的 1/4。

6.2.3 拌好新拌泡沫轻质混凝土试样后,应立即制作试件,并应符合下列规定:

- a) 每种配合比至少应制作一组试件。
- b) 新拌泡沫轻质混凝土试样应装满试模并略高于试模顶面,并应采用保鲜膜覆盖。
- c) 拆模前,应先沿试模顶面刮平试件,并应将试件在 20℃±2℃条件下密封养护至 28 d。

6.2.4 试拌配合比的强度试验应符合下列规定:

- a) 应至少采用 3 个不同的配合比。当采用 3 个不同的配合比时,其中 1 个配合比应为本标准确定的试拌配合比,另外 2 个配合比的水泥用量宜在试拌配合比基础上分别增加和减少 10 kg。
- b) 按附录 A 的规定检验适应性,按附录 B 的规定检验流动度,作为相应配合比的新拌泡沫轻质混凝土性能指标。
- c) 按 JG/T 266 的规定检验干密度、强度指标。

6.2.5 应根据强度试验结果,在试拌配合比的基础上作相应调整,确定设计配合比。

7 施工

7.1 施工准备

- 7.1.1 施工前编制施工组织设计。
- 7.1.2 应对现场地形地貌进行勘察,必要时进行相关工程的测量复核,以检查工程数量、设计图纸是否与实际相吻合。
- 7.1.3 应按施工组织设计,组织施工设备进场,并做好安装、调试及标定工作。
- 7.1.4 应按原材料使用计划,组织原材料进场、抽样复检。原材料应保持干燥,做好防潮、避雨措施。
- 7.1.5 应根据设备生产能力、工期要求等对设计的填充体进行填充区和填充层的划分,为填充施工做好相关规划。
- 7.1.6 应清除填充区的基底杂物,尤其应排除基底明显的积水;当填充区位于地下水位时,应有降水措施;天气干燥时,应先润湿基层,基层不得有明显积水。
- 7.1.7 应做好施工废液、工程废料的处置工作。

7.2 浇筑

- 7.2.1 泡沫轻质混凝土应使用专用设备制取,主要施工设备包括搅拌设备、泡沫生成器、泵送机等。
- 7.2.2 泡沫应采用发泡设备预先制取,不宜采用搅拌方式制取。泡沫应及时与水泥浆料混合均匀,在泵送设备、泵送管道中的留置时间不宜大于 30 min。
- 7.2.3 新拌泡沫轻质混凝土宜采用直接泵送或配管泵送;当填充方量较小时也可采用车辆运送或者其他运输工具的方式进行施工。
- 7.2.4 水泥浆应按配合比配制,预搅拌均匀,不宜有团块及大颗粒存在,有较好的黏性和分散性。随后,在浆料中加入制备好的泡沫,进行搅拌混合。混合要求均匀,上部没有泡沫漂浮,下部没有泥浆块,一次浇筑高度不宜超过 150 mm,当相邻点浇筑高度差值大于 150 mm 时需采用分层浇筑方法,且浇筑后不塌陷。
- 7.2.5 单级配管泵送范围应根据配合比、泵送距离及泵送高度确定。水平泵送距离及垂直泵送高度宜按表 7 的规定执行。当泵送范围超过表 7 的规定时,可增加中继泵。

表 7 水平泵送距离和垂直泵送高度 单位为米

s/c	水平泵送距离	垂直泵送高度
0	400~500	20~30
1		
2	300~400	10~20
3		
4	100~200	0~10
5		
注： s/c 表示轻集料与胶凝材料质量之比。如同时存在泵送距离和泵送高度时，泵送范围由泵送距离与泵送高度综合确定。		

7.2.6 除空洞充填、管线回填工程外,单层浇筑厚度宜按 0.3 m~0.8 m 控制。上一层浇筑作业应在下

一层浇筑终凝后进行。单个填充区内填充层的施工时间宜控制在水泥浆的初凝时间内。

7.2.7 浇筑过程中,泵送管出口宜埋入泡沫轻质混凝土内。当无法满足要求时,出料点离填充点的高差宜控制在1 m以内(空洞充填类工程除外)。

7.2.8 浇筑时,如遇大雨或持续小雨天气时,应对未硬化的填充体表层进行覆盖。

7.2.9 夏季施工时,应避开高温时段浇筑。

7.2.10 冬期施工时,应对浇筑设备、泵送管道、发泡剂及浇筑区域等采取保温防冻措施,每班完工后应清空浇筑设备、泵送管道中的残留物。

7.3 辅助工程施工

7.3.1 保护壁施工

应符合以下条件:

- a) 钢筋混凝土挡墙类保护壁,在高度小于2 m时,可一次性施工至设计标高;否则,可分2次~3次施工。
- b) 砌块类保护壁,砌筑砂浆应满足M2.5号砂浆的质量要求,砌缝宜采用勾缝,缝宽不应超过10 mm;施工过程中,砌筑高度以不超过当前泡沫轻质混凝土浇筑面3层砌块高度为准,按照随浇随砌的原则施工。

7.3.2 防水土工膜施工

应符合以下条件:

- a) 铺设前,应清除下承层的尖锐物,避免刺破,必要时,应先铺设一层无纺针刺土工布作为垫护。
- b) 相邻幅的土工膜,重叠搭接宽度不宜小于100 mm。

7.3.3 金属网施工

应符合以下条件:

- a) 金属网铺设前,应检查其外观,有明显锈迹的金属网,不能采用。
- b) 相邻幅的金属网,应重叠铺设50 mm~100 mm,重叠部位宜用铁丝绑扎,相邻绑扎点间距不应超过10倍网眼边长。
- c) 在变形缝位置,金属网应断开铺设。

7.3.4 沉降缝、抗滑锚固等工程施工应满足设计要求。

7.4 养护

7.4.1 现浇泡沫轻质混凝土终凝后开始保湿养护,冬季施工不宜浇水养护。

7.4.2 对采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥或矿渣水泥拌制的泡沫轻质混凝土,养护时间不得少于7 d,对掺有外加剂或矿物掺合料的泡沫轻质混凝土,其养护期限不得少于14 d。

7.4.3 在填充体达到设计抗压强度后,方可在填充体顶面进行机械或车辆作业。作业前,应先铺一层覆盖层,厚度不宜小于200 mm。

8 质量验收

8.1 一般规定

8.1.1 填充用泡沫轻质混凝土工程的质量检验应按材料的质量检验、施工过程质量检验、硬化后成品

8.1.2 质量检验与验收应以填充体为构造单元,并应按单个或若干个构造单元划分为检验批。

8.2 材料检验

8.2.1 主控项目

8.2.1.1 材料检验主控项目为泡沫轻质混凝土所采用的水泥基胶凝材料。

8.2.1.2 胶凝材料进场时应对其品种、级别、包装或散装仓号、出厂日期等进行检查,并应对其强度及其他必要的性能指标进行复验,其质量应符合现行国家标准的规定。

8.2.1.3 检验数量:按同一生产厂家、同一等级、同一品种的胶凝材料,根据出厂批次进行检验,每一批次检验1次;发泡剂按同一生产厂家同一批次进行检验。

8.2.1.4 检验方法:胶凝材料检查产品合格证、出厂检验报告和进场复验报告。

8.2.2 一般项目

8.2.2.1 泡沫轻质混凝土用水、用于养护目的的塑料薄膜及保护壁相关材料(如角钢、拉杆、预制砌块)等应有合格证明。

8.2.2.2 泡沫轻质混凝土附属工程材料可不作进场复验,金属网不应有明显锈迹土工膜应提供出厂合格证。

8.2.2.3 在每一工程项目开工前,施工单位应对发泡剂所产生的泡沫与胶凝材料的适应性进行检验。检验方法为消泡试验(按 CECS 249 的规定执行),监理单位应派员见证;检验数量为每一工程项目检验1次;检验合格标准为湿密度增加率不超过10%。

8.3 施工过程质量检验

8.3.1 施工过程质量检验的主控项目为密度和泡沫密度。

湿密度检验方法按 CECS 249 的规定执行;泡沫密度直接采用容积为1L的容量筒取1L泡沫进行称重测定。

湿密度的检验合格标准为与设计值的偏差不超过10%;泡沫密度的检验合格标准为与标准密度的偏差不超过20%。

8.3.2 检验数量:每一工作日两次。

8.4 硬化后的质量检验

8.4.1 主控项目

8.4.1.1 硬化后质量检验的主控项目为抗压强度。

8.4.1.2 抗压强度的检验方法按 JG/T 266 的规定执行。

8.4.1.3 除设计另有规定外,抗压强度的龄期取28d。

8.4.1.4 抗压强度的试件制取及养护应满足 JG/T 266 的规定。

8.4.2 一般项目

8.4.2.1 填充体的一般项目检验应包括外观质量检验和实测项目,并应符合表8的规定。

8.4.2.2 填充体的外观质量检验应符合下列规定:

- a) 面板应光洁平顺,板缝均匀,线形顺适,沉降缝上下贯通顺直。
- b) 表面出现的非受力贯穿裂缝宽度应小于5mm。
- c) 表面蜂窝面积应小于总表面积的1%。

8.4.2.3 填充体实测项目的允许偏差应符合表8的规定。

表 8 填充体实测项目的允许偏差

单位为毫米

项次	检查项目	允许偏差		检验方法	检验频率
		道路工程	建筑工程		
1	顶面高程	+50, -30	±50	水准仪	每个构造单元测 2 点或每 20 m 测 1 点
2	厚度	—	±100	卷尺	每个构造单元测 2 点或每 20 m 测 1 点
3	轴线偏位	50		经纬仪或拉尺、尺量	每个构造单元测 2 点或每 20 m 测 1 点
4	宽度	不小于设计		卷尺	每个构造单元测 2 点或每 20 m 测 1 点
5	基底高程	土质	±50	水准仪	每个构造单元测 2 点或每 20 m 测 1 点
		石质	+50, -200		

注：在空洞充填、管线回填工程中，一般项目内容可不检查。

8.4.2.4 试件脱模后，应按 JG/T 266 的规定检验干密度、强度。

8.4.2.5 浇筑的质量检验应符合表 9 的规定。

表 9 浇筑的质量检验

项次	检验项目	允许偏差	检验方法	检验频率
1	流动度/mm	160~200	附录 B	连续浇筑每 100 m ³ 自检 1 次

8.4.2.6 填充体的主控项目检验应包括干密度和抗压强度，并应符合表 10 的规定。

表 10 填充体的主控项目检验

项次	检验项目	允许偏差	检验方法	检验频率
1	干密度/kg/m ³	符合表 1 的规定	JG/T 266	JG/T 266
2	抗压强度/MPa	符合表 1 的规定	JG/T 266	JG/T 266

8.5 质量验收

8.5.1 路基基底场地验收应符合下列规定：

- 泡沫泡沫轻质混凝土路基浇筑施工前，基底不应有明显积水和杂物。
- 浇注区平面尺寸应不小于设计、基底高程与设计值的偏差不应超过±0.1 m。
- 当浇注区内存在地下管道时，应进行必要的处理；管道应进行必要的支撑处理；当管道单位体积的重量低于泡沫泡沫轻质混凝土的湿密度时，应增加抗浮措施，避免泡沫轻质混凝土浇注时管道上浮偏位。
- 浇注施工前，应以浇注区为单位，进行浇注场地验收。
- 路床顶面弯沉的检测方法和检测频率参见公路工程相关规范。

8.5.2 填充体的质量验收应符合下列规定：

- 原材料、半成品、成品、器具和设备应按 7.1、8.2 的规定进行检验，检验结果应经监理工程师检查认可。
- 浇筑应按 7.2 的规定进行质量控制，各工序之间应进行自检、交接检验，并应形成文件。

附录 A
(规范性附录)
适应性试验

A.1 仪器设备应包括下列内容:

- a) 发泡装置 1 套;
- b) 试验用搅拌机 1 台;
- c) 电子称 1 台,最大量程 2 000 g,精度 1 g;
- d) 塑料桶 1 个,容积 15 L;
- e) 带刻度的不锈钢量杯 2 个,内径 108 mm,净高 108 mm,壁厚 2 mm,容积 1 L;
- f) 平口刀 1 把,刀长 150 mm;
- g) 秒表 1 块。

A.2 试验用料应采用新拌泡沫轻质混凝土,50 L。**A.3 试样可在搅拌好的拌和物中制取。****A.4 适应性试验应按下列步骤进行:**

- a) 用塑料桶接取试样,试样数量应为 10 L;
- b) 应按附录 B 测得新拌泡沫轻质混凝土的初始湿容重 γ_0 ;
- c) 将塑料桶平放于水平地面上,并应静置时间 1 h;
- d) 将静置后的试样完全倒入试验用搅拌机中,并应连续搅拌 60 s;
- e) 测新拌泡沫轻质混凝土静置 1 h 的湿容重 γ_1 ;
- f) 新拌泡沫轻质混凝土静置 1 h 的湿容重增加值应按式(A.1)计算:

$$\Delta\gamma = \gamma_1 - \gamma_0 \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

$\Delta\gamma$ ——新拌泡沫轻质混凝土静置 1 h 的湿容重增加值,单位为千牛每立方米(kN/m^3),精确至 $0.1 \text{ kN}/\text{m}^3$;

γ_1 ——新拌泡沫轻质混凝土静置 1 h 的湿容重,单位为千牛每立方米(kN/m^3),精确至 $0.1 \text{ kN}/\text{m}^3$;

γ_0 ——新拌泡沫轻质混凝土的初始湿容重,单位为千牛每立方米(kN/m^3),精确至 $0.1 \text{ kN}/\text{m}^3$ 。

附录 B
(规范性附录)
流动度试验

B.1 仪器设备应包括下列内容:

- a) 发泡装置 1 套;
- b) 试验用搅拌机 1 台;
- c) 黄铜或其他硬质材料空心圆筒 1 个,内径 80 mm,净高 80 mm,内壁光滑;4 光滑硬塑料板 1 块,边长 400 mm×400 mm;
- d) 带刻度的不锈钢量杯 2 个,内径 108 mm,净高 108 mm,壁厚 2 mm,容积 1 L;
- e) 平口刀 1 把,刀长 150 mm;
- f) 钢直尺 1 把,尺长 250 mm,分度值 0.5 mm;
- g) 秒表 1 块。

B.2 试验用料应采用新拌泡沫轻质混凝土,10 L。

B.3 试样可采用下列方法制取:

- a) 现场取样:在泵送管出口处制取;
- b) 室内取样:在搅拌好的拌和物中制取。

B.4 流动性试验应按下列步骤进行:

- a) 用水彩笔分别在量杯杯身外侧标明量杯 1、量杯 2;
 - b) 应清洗并擦干仪器设备;
 - c) 应将空心圆筒垂直竖于光滑硬质塑料板中间;
 - d) 用量杯 1 接取试样,并应将试样倒入量杯 2 中;
 - e) 应慢慢地将量杯 2 中的试样倒入空心圆筒,并用平口刀轻敲空心圆筒外侧,使试样充满整个空心圆筒;
 - f) 用平口刀慢慢地沿空心圆筒的端口平面刮平试样;
 - g) 应慢慢地将空心圆筒垂直向上提起,并使试样自然坍落;
 - h) 静置 1 min 时,应采用钢直尺测得坍落体最大水平直径,即为试样的流动度;
 - i) 应重复 b)~h) 试验步骤,并应取 3 次试验结果的算术平均值为新拌泡沫轻质混凝土的流动度。
-

上海市地方标准
填充用泡沫轻质混凝土应用技术规程
DB31/T 931—2015

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)
网址 www.spc.net.cn
总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238
读者服务部:(010)68523946
中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1.25 字数 34 千字
2017年2月第一版 2017年2月第一次印刷

*

书号: 155066·5-0521 定价 21.00 元



DB31/T 931—2015

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107