



T/CECS 1175-2022

中国工程建设标准化协会标准

自密实固化土填筑技术规程

Technical specification for self-compacted soil filling in
construction engineering



中国建筑工业出版社

中国工程建设标准化协会标准

自密实固化土填筑技术规程

Technical specification for self-compacted soil filling in
construction engineering

T/CECS 1175 - 2022

主编单位：河 海 大 学

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：2 0 2 3 年 3 月 1 日

中国建筑工业出版社

2022 北 京

中国工程建设标准化协会公告

第 1323 号

关于发布《自密实固化土填筑 技术规程》的公告

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2020 年第二批协会标准制订、修订计划〉的通知》（建标协字〔2020〕23 号）的要求，由河海大学等单位编制的《自密实固化土填筑技术规程》，经本协会建筑与市政工程产品应用分会组织审查，现批准发布，编号为 T/CECS 1175-2022，自 2023 年 3 月 1 日起施行。

中国工程建设标准化协会

2022 年 10 月 18 日

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2020年第二批协会标准制订、修订计划〉的通知》（建标协字〔2020〕23号）的要求，编制组经过广泛调查研究，认真总结实践经验，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共分6章和4个附录，主要内容包括：总则、术语和符号、材料及性能、性能设计、施工、质量检验与验收等。

本规程的某些内容可能直接或间接涉及专利，本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程由中国工程建设标准化协会建筑与市政工程产品应用分会归口管理，由河海大学负责具体技术内容的解释。执行过程中，如有意见或建议，请反馈给河海大学（地址：江苏省南京市鼓楼区西康路1号河海大学岩土工程科学研究所，邮编：210098）。

主 编 单 位：河海大学

参 编 单 位：天津市政工程设计研究院有限公司

北京波森特岩土工程有限公司

昆山市地下空间技术研究院有限公司

南京市江北新区公共工程建设中心

中铁二十局集团第一工程有限公司

中煤长江基础建设有限公司

昆明理工大学

天津大学

东南大学

东华理工大学
河南工业大学
华设设计集团股份有限公司
悉地（苏州）勘察设计顾问有限公司
湖北省路桥集团有限公司
南京市水利规划设计院股份有限公司
苏州市相城检测股份有限公司
南京联众工程技术有限公司
南京和兴岩土工程技术有限公司
南京市江宁区建设工程质量监督站

主要起草人：高玉峰 王新岐 王继忠 陈永战
(以下人员按姓氏笔画排序)

王 兵	王 健	王 源	王玉桥	王佳宇
王恒亮	方忠强	刘 毅	孙立强	李明东
李振亚	李毅斌	吴勇信	何 稼	沈学芳
张 飞	张 宁	张卫杰	张子龙	尚宏艳
周 源	周云东	战福军	姜兴东	宫能和
桂 跃	徐 婕	徐惠民	郭 伟	姬 建
曾 伟	曾长女	谭慧明	黎 冰	薛青松
戴 刚				

主要审查人：郑颖人 郑建国 朱忠义 郑俊杰 边学成
李化建 关云飞

目 次

1	总则	(1)
2	术语和符号	(2)
2.1	术语	(2)
2.2	符号	(3)
3	材料及性能	(4)
3.1	原料土	(4)
3.2	水	(4)
3.3	固化剂	(4)
3.4	自密实固化土性能	(5)
4	性能设计	(6)
5	施工	(8)
5.1	施工准备	(8)
5.2	配合比试配	(8)
5.3	拌和	(10)
5.4	填筑	(10)
5.5	养护	(12)
6	质量检验与验收	(13)
6.1	一般规定	(13)
6.2	主控项目	(14)
6.3	一般项目	(15)
附录 A	自密实固化土抗压强度设计参数标准值 计算方法	(17)
附录 B	自密实固化土流动度测定方法	(18)
附录 C	自密实固化土立方体抗压强度测试方法	(19)
附录 D	质量检验验收记录表	(20)

用词说明 (24)

引用标准名录..... (25)

附：条文说明 (27)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms and symbols	(2)
2.1	Terms	(2)
2.2	Symbols	(3)
3	Material and performance	(4)
3.1	Resource soils	(4)
3.2	Water	(4)
3.3	Curing agent	(4)
3.4	Performance of self-compacted soil	(5)
4	Performance design	(6)
5	Construction	(8)
5.1	Construction work preparation	(8)
5.2	Mixing ratio trial	(8)
5.3	Mixing	(10)
5.4	Pouring	(10)
5.5	Maintenance	(12)
6	Quality inspection and acceptance	(13)
6.1	General provisions	(13)
6.2	Dominant items	(14)
6.3	General items	(15)
Appendix A: Calculation method of standard value of design strength of self-compacted soil		(17)
Appendix B: Method for measuring flowability of self-compacted soil		(18)

Appendix C: Method for testing the cube compressive strength of self-compacted soil	(19)
Appendix D: Quality inspection and acceptance record forms	(20)
Explanation of wording	(24)
List of quoted standards	(25)
Addition; Explanation of provisions	(27)

1 总 则

1.0.1 为促进自密实固化土技术用于各类建设工程，确保填筑工程安全可靠、技术先进、经济合理、绿色环保，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于采用自密实固化土进行的填筑作业各类建设工程。

1.0.3 自密实固化土填筑工程除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 自密实固化土 self-compacted soil

由原料土、固化剂、水和添加剂按照一定配比搅拌均匀，形成具有一定强度、流动性，具备自密实效果的填筑材料。

2.1.2 固化剂 curing agent

采用以普通硅酸盐水泥为主的无机水硬性胶凝材料，或者类似水泥基的以氧化钙（ CaO ）、活性三氧化二铝（ Al_2O_3 ）和二氧化硅（ SiO_2 ）为主要成分的无机水硬性胶凝材料。

2.1.3 添加剂 additive

为改善自密实固化土性能和施工质量而在固化过程中掺入，用以调节自密实固化土的初凝时间、流动性等性能的材料。

2.1.4 固化剂浆液 curing agent slurry

将固化剂与水以一定比例拌和形成的浆液。

2.1.5 添加剂掺量 mixing ratio of the additive to the dry soil

掺入的添加剂质量与干土质量之比，以百分数表示。

2.1.6 固化剂掺量 mixing ratio of the curing agent to the dry soil

掺入的固化剂质量与干土质量之比，以百分数表示。

2.1.7 固化剂水灰比 ratio of water to the curing agent

固化剂浆液拌和时，水与固化剂的质量之比。

2.1.8 自密实固化土配合比设计 design of mixing proportion of self-compacted soil

根据原材料性质及室内试验确定的符合设计要求的自密实固化土中各种原材料的比例。

2.1.9 流动度 degree of flowability

测试自密实固化土流动性的控制指标，是在自密实固化土拌合物填筑施工前，测试其在自重作用下的坍塌流动范围。

2.1.10 自密实固化土强度等级 strength grade of self-compacted soil

根据自密实固化土立方体抗压强度标准值确定的等级，用ZM表示。

2.2 符 号

$f_{cs,k}$ ——自密实固化土无侧限抗压强度设计值；

$f_{cu,i}$ ——试验期为 i 天的固化土立方体抗压强度；

f_k ——自密实固化土抗压强度设计参数标准值；

f_m ——自密实固化土抗压强度设计参数平均值；

m_0 ——干土质量；

m_a ——添加剂质量；

m_c ——固化剂质量；

m_w ——水的质量；

ZM——自密实固化土强度等级；

α ——固化剂掺量；

α_a ——添加剂掺量；

γ ——固化土重度；

μ ——固化剂浆液水灰比；

ω ——土的天然含水率。

3 材料及性能

3.1 原 料 土

3.1.1 原料土宜采用开挖弃土，包括砂土、粉土、黏性土等；原料土中块石、混凝土块、砖块等含量不得大于 5%，且粒径不得大于 100mm。采用泵送方式填筑时，原料土最大粒径不得超过 40mm。

3.1.2 原料土中不得含有木料、破布等杂物，以及植物根茎等有机类垃圾。

3.1.3 有机质含量大于 5%、氯盐含量大于 5%、硫酸盐含量大于 2% 的土作为原料土时，应进行试验论证，满足相关用途设计要求时方可使用。

3.1.4 当原料土为污染土时，应进行满足工程设计和环保要求的试验论证。

3.2 水

3.2.1 自密实固化土拌和用水应按现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 中素混凝土拌和用水的规定执行。

3.2.2 在海洋工程中应用时，拌和过程不应使用未经处理过的海水。在无法获得水源的情况下可以使用脱盐海水，相关指标应满足现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 中素混凝土拌和用水的要求。

3.3 固 化 剂

3.3.1 采用水泥作固化剂时，宜采用通用普通硅酸盐水泥，并应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 的有关规定。

3.3.2 固化剂初凝时间不应小于 45min，终凝时间不应大于 600min。

3.3.3 为改善固化剂作用效果，可添加粉煤灰、矿渣粉、磷石膏等材料进行辅助固化，但应满足环保要求。

3.4 自密实固化土性能

3.4.1 自密实固化土的和易性宜采用流动度表示，流动度应满足本规程第 4.0.3 条规定的工程设计和施工要求。

3.4.2 自密实固化土强度等级应按试块的立方体抗压强度划分，每一级自密实固化土强度应满足表 3.4.2 的要求。设计参数标准值计算方法应符合本规程附录 A 的规定。设计时应根据填筑工程的特点和要求，确定与龄期相关的强度要求，无明确要求时可采用 28d 龄期的强度。

表 3.4.2 自密实固化土强度等级要求

强度等级	立方体抗压强度（MPa）	
	每组（不得少于 5 块组件）设计标准值	每块最小值
ZM0.1	0.1	标准值下浮 15%
ZM0.2	0.2	
ZM0.3	0.3	
ZM0.4	0.4	
ZM0.5	0.5	
ZM0.6	0.6	
ZM0.7	0.7	
ZM0.8	0.8	
ZM0.9	0.9	
ZM1.0	1.0	
ZM2.0	2.0	
ZM3.0	3.0	
ZM4.0	4.0	
ZM5.0	5.0	

4 性能设计

4.0.1 自密实固化土应根据填筑工程应用类别进行性能设计，以满足强度、流动性、工期、填筑要求。

4.0.2 自密实固化土强度应满足设计要求。当没有明确设计要求时，其强度等级不宜小于 ZM0.2。

4.0.3 采用泵送方式填筑时流动度应在 160mm~200mm 范围；采用非泵送方式填筑时流动度不宜小于 100mm；拌合物的流动性应保证填筑体充盈、无明显孔洞。

4.0.4 设计时应根据填筑工程的特点和要求，确定与龄期相关的强度要求作为施工和验收的标准。无明确要求时可采用 28d 龄期的强度。

4.0.5 配合比试验开始前，固化剂掺量可按 7%~25% 确定，强度要求高时可选大值，强度要求低时可选小值。正式施工前应通过配合比试验确定固化剂掺量。

4.0.6 拌合物填筑后在初凝前不应出现显著泌水，出现显著泌水时，应减少用水量、增加固体物质含量或添加增黏剂等添加剂。

4.0.7 填筑体后期存在开挖需要时，采用机械开挖的填筑体强度不宜高于 2.0MPa，人工开挖的填筑体强度不宜高于 0.7MPa。

4.0.8 用于路堤加宽时，自密实固化土填筑体与老路堤之间的衔接宜采用台阶形式，台阶的高宽比应满足现行行业标准《公路路基设计规范》JTG D30 的有关要求。

4.0.9 自密实固化土强度等级、流动度等应符合设计要求，强度等级应满足表 4.0.9 的规定，自密实固化土流动度测定方法应符合本规程附录 B 的规定。

表 4.0.9 自密实固化土强度等级

填筑应用类别		最小强度等级（28d 龄期）	
路基 回填	路基层位	A 类	B 类
	路床	ZM0.8	ZM0.6
	上路堤	ZM0.5	ZM0.4
	下路堤	ZM0.4	
	台背	ZM0.6	
肥槽回填	肥槽内设有地下管线	ZM0.5	
	道路下方	参考路基要求	
	其他肥槽	ZM0.2	
管沟回填		ZM1.0	
室内回填		ZM0.5	
水工建筑物基础开挖回填			
基坑回填		ZM0.3	
挡土墙回填			
水下结构物覆盖保护			
堤防培土			
污染土回填（固化稳定）			
孔洞回填		ZM0.2	
结构物覆盖			
简易道路			
泥浆填埋		ZM0.1	
污泥填埋			

注：表中 A 类为城市快速路、高速公路、一级公路、主干路；B 类为其他等级公路。

4.0.10 采用自密实固化土作为防渗工程填料时，应对标准养护后自密实固化土的渗透性能、抗裂性能进行测试。

4.0.11 采空区、污染场地等特殊地区和环境下的填筑要求，可根据实际工程需要进行自密实固化土的指标确定。

5 施 工

5.1 施 工 准 备

5.1.1 施工前应收集主体工程回填要点及工期安排等信息，编制专项施工方案，应确定包含施工平面布置、施工工艺等内容。

5.1.2 搅拌站点应根据场地、交通条件及水电布置情况进行选择；施工设备应按计划进场，做好调试标定工作。

5.1.3 原材料应按施工组织计划进场、检验，固化剂储存时不得受潮。

5.1.4 进场原料土应测定天然含水率，并根据配合比试验计算施工固化剂浆液水灰比。

5.1.5 填筑前应将沟槽、填筑作业面上的积水、杂物清理干净；需要设置模板时，模板应架设稳固，模板的支撑强度、刚度及稳定性应满足受力要求，做好填筑端部封堵。

5.1.6 对重要工程，应先选取有代表性的场地开展现场填筑试验，并进行相关测试，以检验设计参数及自密实固化土的处理效果；当达不到设计要求时，应查明原因，采取措施或修改设计方案。

5.2 配合比试配

5.2.1 自密实固化土配合比试配应按下列步骤进行：

1 进行土样的天然含水率、密度、颗粒级配、界限含水率、pH 和有机质含量等参数测试；试验方法应按现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123 的有关规定执行，当有特殊要求时，可增加土样的其他相关性质试验；

2 基于原料土性质，依据地区或类似工程经验，初步确定

原料土、水和固化剂等配合料成分比例；

3 基于初步确定的成分比例开展试验，验证流动度、抗压强度等指标是否符合设计要求；

4 若不满足设计要求，则应调整成分比例再进行试配试验，直至满足要求；

5 计算各材料用量。

5.2.2 配合比可依照每立方米新拌和固化土中各种成分的用量及其比例来试配确定。

5.2.3 自密实固化土流动度应按本规程附录 B 进行确定。

5.2.4 自密实固化土立方体抗压强度应按本规程附录 C 进行确定。

5.2.5 当材料的流动性、抗压强度、产出量不满足设计要求时，流态自密实固化土配合比可按表 5.2.5 的方式进行调整，直至满足设计要求。当设计对材料有泌水性、渗透性、变形性能等要求时，可通过调整配合比或使用添加剂满足设计要求；添加剂掺量应通过试验确定。

表 5.2.5 流态自密实固化土配合比调整方法

性质	问题	调整方法
流动性	偏高	1. 减少用水量； 2. 增加固体原料量
	偏低	1. 增加用水量； 2. 添加减水剂
抗压强度	偏高	减少水泥量
	偏低	1. 增加水泥量； 2. 减少用水量同时加入减水剂
产出量	偏高	1. 检查原材料的密度是否正确； 2. 减少原材料用量
	偏低	1. 检查原材料的密度是否正确； 2. 增加原材料用量

5.3 拌 和

5.3.1 施工设备应包括原料土预分选、固化剂浆液制备、自密实固化土拌和等的设备，其性能应能满足连续作业要求。

5.3.2 固化土拌和可根据场地条件设站集中拌和或现场拌和，并应采用专用设备进行搅拌，确保搅拌质量。

5.3.3 制浆设备、搅拌设备应具备固化剂、水及原料土等材料的配料和计量功能；计量控制应全过程记录，搅拌设备的计量允许偏差应符合表 5.3.3 规定。

表 5.3.3 搅拌设备的计量允许偏差

原材料	计量允许偏差
固化剂	±2%
土	±5%
添加剂、水	±1%

5.3.4 固化剂、水应先用制浆设备搅拌成固化剂浆液，再通过专用设备将固化剂浆液和原料土进行拌和；需要采用添加剂时，添加剂应一并拌入固化剂浆液中。

5.3.5 应做好拌和与填筑之间的衔接工作，自密实固化土制备完成至填筑的时间间隔不应超过 2h。

5.4 填 筑

5.4.1 自密实固化土可采用溜槽、泵送等方式填筑，填筑过程中不得随意加水，具体填筑方式应根据场地条件及工程特点确定。

5.4.2 自密实固化土的填筑宜避开高温时段，填筑时环境温度不宜超过 35℃，当水分蒸发过快时，应在施工作业面采取挡风、遮阳等措施；冬期施工时环境温度不应低于 5℃。

5.4.3 遇雨雪天气时，对于露天作业，应停止施工。已填筑但

尚未硬化的区域应进行遮盖。

5.4.4 当填筑的基槽底部标高不一致时，应遵循先深后浅的顺序施工。

5.4.5 自密实固化土宜分层分块填筑，分块应便于施工，分层厚度应按自密实固化土填筑时产生的侧向压力及上浮力不影响支护及埋入管线等结构的正常使用进行确定。

5.4.6 路堤填筑时应使用专用摊铺设备，确保填筑平整度；地下结构周边边槽回填时可连续填筑至设计标高，填筑作业应对称进行，填筑高差不宜大于 1m。

5.4.7 对于岩溶洞隙或土洞，可先进行钻孔，然后经由钻孔将自密实固化土浆液压入洞隙中。

5.4.8 自密实固化土用于水下结构物的覆盖保护时，可用竖管法填筑。

5.4.9 当自密实固化土用于板桩码头工程的回填时，填筑的时间、顺序和速度应满足设计要求，并应符合下列规定：

1 宜先填筑锚定结构前的自密实固化土，再填筑前墙后的自密实固化土，最后完成上部大面积自密实固化土的填筑；

2 前墙后自密实固化土的填筑应与拉杆的安装和张紧施工相协调，沿前墙轴线方向的回填填筑应均匀，并按照从前墙纵轴线向后方呈扇形的原则进行推进。

5.4.10 当自密实固化土填筑作业需要设置模板时，应符合下列规定：

1 新填筑自密实固化土对模板的最大侧压力可按液体压力考虑；

2 模板与自密实固化土的接触面应平整，必要时可涂抹拆模剂；

3 模板应拼装紧密，不得渗漏，在安装过程中应防止发生倾覆，模板拆除作业应在自密实固化土填筑 48h 后进行。

5.4.11 自密实固化土用于路基回填时，应设置面板，起施工外

模、外侧面装饰及使用阶段保护的作用，当面板采用混凝土预制挡板砌筑时，面板宜由基础、挡板、拉筋及立柱组成，并应符合下列规定：

1 基础应采用混凝土现浇，强度等级不应低于 C15；

2 挡板应满足安全、耐久和美观要求，宜采用混凝土预制，强度等级不应低于 C20；

3 挡板可通过拉筋与立柱焊接固定，拉筋可采用 HPB300 钢筋，直径不宜小于 6mm；立柱可采用角钢，边宽不宜小于 50mm。

5.4.12 自密实固化土用于堤防工程时应设置护坡，并应符合现行国家标准《堤防工程设计规范》GB 50286 的有关规定。

5.4.13 自密实固化土用作高填方路堤、挡墙等工程，可铺设土工格栅限制土体的沉降变形。土工格栅铺设要求可按现行行业标准《公路工程土工合成材料 第 1 部分：土工格栅》JT/T 1432.1 的有关规定。

5.5 养 护

5.5.1 自密实固化土填筑至设计标高，应在初凝后 1h 内用土工布或塑料薄膜进行覆盖养护。覆盖养护时间不应少于 7d。

5.5.2 当气温较高或大风天气时，为防止表层失水过快产生裂缝，可在初凝后进行喷洒养护；喷洒养护时，表面不应产生积水。

5.5.3 冬季施工应采取覆盖养护等保温措施。

6 质量检验与验收

6.1 一般规定

6.1.1 质量检验与验收应以施工段为检验单元，每个连续填筑区宜划分为一个检验单元，按单个或若干个检验单元划分为检验批，且合格质量应符合下列规定：

- 1 主控项目质量应全部检验合格；
- 2 一般项目合格率应在 80% 及以上，且不合格点的最大偏差值不得大于允许偏差值的 1.5 倍；
- 3 应具有完整的施工质量检查记录。

6.1.2 质量检验应包括原材料、施工过程质量控制、成品自密实固化土性能等方面，并应符合下列规定：

- 1 自密实固化土原材料、成品应按相应质量控制标准进行检验；
- 2 搅拌、填筑过程应按本规程第 5.3 节、第 5.4 节规定进行质量控制，并形成记录文件。

6.1.3 质量验收资料应包括下列内容：

- 1 固化剂出厂质量证明文件和复检报告；当采用工业废渣等非商品固化剂时，应对其环保性能进行检测，符合环保要求的前提下可只以成品自密实固化土的质量检验资料作为验收资料；
- 2 配合比试验报告；
- 3 作业面验收记录；
- 4 自密实固化土填筑记录；
- 5 留置试块强度检测报告；
- 6 施工影像资料；
- 7 质量验收记录。

6.1.4 对工程质量验收不合格的，监理单位应责令施工单位进行缺陷修补或返工，并重新进行质量检验与验收。

6.2 主控项目

6.2.1 固化剂进场必须按批次对其品种、级别等进行验收，检测其强度、凝结时间等性能指标。采用水泥作固化剂时，应检查其品种、代号、强度等级、包装或散装编号、出厂日期等，并检验水泥的强度、安定性和凝结时间，检验结果应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 的有关规定。

检查数量：同一厂家、同一品种、同一代号、同一强度等级、同一批号且连续进场的水泥，袋装不超过 200t 为一批，散装不超过 500t 为一批，每批抽样数量不应少于一次。

检验方法：检查质量证明文件和抽样检验报告。

6.2.2 固化剂浆液水灰比应根据配合比试验确定的水灰比及进场原料土天然（原始）含水率联合确定，自密实固化土拌和时水灰比不应超过此联合确定值的 1.05 倍，可通过测定固化剂浆液密度的方法来测定水灰比。

检查数量：施工过程中每拌和 200m^3 ，检测固化剂浆液密度不应少于一次；单个台班拌和不足 200m^3 ，检测不应少于一次。

检验方法：检查抽样检验报告。

6.2.3 自密实固化土的强度应满足设计要求，试块采用 $70.7\text{mm} \times 70.7\text{mm} \times 70.7\text{mm}$ 立方体试模制备。

检查数量：同一配合比连续填筑大于 400m^3 时，应按每 400m^3 制备一组试块；同一配合比连续填筑少于 400m^3 时，制备不应少于一组试块。

检验方法：施工过程中随机从搅拌设备出土口取样留取试块。

6.3 一般项目

6.3.1 原料土应符合本规程第 3.1 节的规定。

检查数量：每 2000m^3 检查一次；当土性发生明显变化时应重新检测。

检验方法：检查抽样检验报告。

6.3.2 拌和用水应符合本规程第 3.2 节的规定。

检查数量：使用同一水源时，检测不应少于一次。

检验方法：检查检验报告。

6.3.3 自密实固化土流动度应满足设计要求。

检查数量：同一配合比每拌和 200m^3 检测不应少于一次，单个台班拌和不足 200m^3 时检测不应少于一次。

检验方法：检查抽样检验报告。

6.3.4 填筑施工前应将作业面的杂物、积水清除。

检查数量：填筑工程的所有作业面。

检验方法：检查作业面验收记录和相关影像资料。

6.3.5 最顶层填筑完成后，应检查顶面标高。

检查数量：每 100m^2 检查 3 点或 10m^2 检查 1 点，允许误差为 $\pm 30\text{mm}$ 。

检验方法：卷尺测量。

6.3.6 自密实固化土养护应符合本规程第 5.5 节的规定。

检查数量：每层填筑完毕检查一次。

检验方法：检查作业面验收记录和相关影像资料。

6.3.7 自密实固化土用作路基填料时，允许偏差应符合表 6.3.7 的相关规定。

表 6.3.7 自密实固化土路基允许偏差

项目	允许偏差	检验频率			检验方法	
		范围 (m)	点数			
路床纵断高程 (mm)	-20 + 10	20	1		用水准仪测量	
路床中线偏位 (mm)	≤30	100	2		用经纬仪、钢尺 量取最大值	
平整度 (mm)	≤15	20	路宽 (m)	<9	1	用 3m 直尺和 塞尺连续量 两尺取较大值
				9~15	2	
				>15	3	
路床宽度 (mm)	不小于设计值 +B	40	1		用钢尺量	

注：B 为附加宽度。

附录 A 自密实固化土抗压强度设计 参数标准值计算方法

A.0.1 自密实固化土抗压强度测试试件应进行现场取样，测试试件不应少于 5 个，总样本数记为 N 。

A.0.2 应对 N 个试验取样分别进行试验测试，记录设计参数样本值为 $f_1, f_2, \dots, f_i, \dots, f_N$ ，样本测试统计参数可按下列公式计算：

$$\text{样本平均值: } f_m = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N f_i \quad (\text{A.0.2-1})$$

$$\text{样本方差: } S^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (f_i - f_m)^2 \quad (\text{A.0.2-2})$$

$$\text{样本变异系数: } \delta = \frac{S}{f_m} \quad (\text{A.0.2-3})$$

A.0.3 设计参数标准值可按照 95% 置信区间统计分析得到，基于样本测试的设计参数标准值按下式计算：

$$f_k = f_m \pm \left(\frac{1.704}{\sqrt{N}} + \frac{4.678}{N^2} \right) S \quad (\text{A.0.3})$$

注：式中正负号可按照设计参数的不利组合进行确定。

附录 B 自密实固化土流动度测定方法

B.0.1 试验的设备仪器应包括下列内容：

- 1 硬质空心圆筒 1 个，内径 80mm，净高 80mm，内壁光滑；
- 2 光滑硬板 1 块，边长不小于 400mm；
- 3 直尺 1 把，测量长度不小于 250mm；
- 4 秒表 1 块。

B.0.2 试验应采用新拌自密实固化土，室内取样应在搅拌好的拌合物中制取，现场取样应在溜槽或泵送管出口处制取。

B.0.3 流动度试验可按下列步骤进行：

- 1 将空心圆筒放置在硬板上；
- 2 将拌合物缓慢倒入圆筒中，使拌合物充满圆筒，沿端口刮平拌合物；
- 3 缓慢上提空心圆筒，使拌合物自然坍落；
- 4 静置 1min，测量坍落体的最大水平直径；
- 5 重复本条第 1 款～第 4 款步骤，取 3 次试验的算术平均值作为自密实固化土的流动度。

附录 C 自密实固化土立方体抗压强度测试方法

C.0.1 本附录规定了自密实固化土试件的制备方法、立方体抗压强度的测试方法应按本规程附录 A 进行。

C.0.2 自密实固化土立方体抗压强度测试试件为边长 70.7mm 的立方体块，测试试件应在温度控制在 $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 95% 以上的标准养护室中养护至设定龄期。

C.0.3 试验设备应包括下列内容：

1 立方体抗压强度测试试验机除应符合现行国家标准《试验机通用技术要求》GB/T 2611 中的技术要求外，精度不应低于 $\pm 2\%$ ，量程的选择应能使试件的预期最大破坏荷载处于全量程的 20%~80% 范围内；

2 试验辅助测量工具可选取精度为 1g 的电子秤和最小分度 0.5mm 的直尺。

C.0.4 抗压强度试验按下列步骤进行：

1 检查试件外观，试件表面应平整，不得有明显裂缝和缺陷；

2 测量试件尺寸，计算试件的承压面积；

3 将试件放置在下压板中心位置，试件承压面水平，开动材料试验机使得试件与下压板刚好接触；

4 开动试验机施加荷载，直至试样破坏；

5 计算试件强度，精确到 0.01MPa。

附录 D 质量检验验收记录表

D.0.1 作业面验收应按表 D.0.1 进行记录。

表 D.0.1 作业面验收记录表

作业面验收记录			资料编号	
工程名称				
施工单位				
检查部位		桩号		
检查项目		检查日期		
作业面检查记录：				
影像资料编号：				
检查意见：				
检查结论： ☐ 同意覆盖 ☐ 不同意，处理后复检				
复检结论：				
复检人： 复检日期：				
签字栏	施工单位		质检员	
	监理单位		专业监理工程师	

D.0.2 自密实固化土填筑过程应按表 D.0.2 进行记录。

表 D.0.2 自密实固化土填筑过程记录表

自密实固化土填筑记录			资料编号			
工程名称						
施工单位						
填筑部位					设计强度等级	
填筑开始时间	年 月 日 时		填筑完成时间	年 月 日 时		
天气情况		室外气温	(℃)	自密实固化土完成数量	(m³)	
自密实固化土来源	预拌自密实固化土	生产厂家		供料强度等级		
		运输单编号				
	自拌自密实固化土开盘鉴定编号					
实测流动度	(mm)	出盘温度	(℃)	入模温度	(℃)	
试件留置种类、数量、编号						
自密实固化土填筑中出现的问题及处理情况						
施工负责人				填表人		

注：本表由施工单位填写。

D.0.3 自密实固化土填筑工程主控项目质量验收应按表 D.0.3 进行记录。

表 D.0.3 自密实固化土填筑工程主控项目质量验收记录

自密实固化土质量验收记录（一）				资料编号		
单位工程名称				分部工程名称		
分项工程名称				验收部位		
施工单位				项目经理		
施工执行标准 名称及编号						
施工质量验收标准的规定				施工单位检查记录		监理（建设） 单位验收记录
主控项目	1	固化剂	第 6.2.1 条			
	2	固化剂 浆液水灰比	第 6.2.2 条			
	3	自密实固化 土强度	第 6.2.3 条			
施工单位 检查结果		施工员：			施工组长：	
		质检员： 年 月 日				
监理（建设） 单位验收结论		专业监理工程师： (建设单位项目专业技术负责人)： 年 月 日				

注：本表由施工单位填写。

用 词 说 明

为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

- 1 表示很严格，非这样做不可的：
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；
- 2 表示严格，在正常情况下均应这样做的：
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；
- 3 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
- 4 表示有选择，在一定条件下可以这样做的采用“可”。

引用标准名录

本规程引用下列标准。其中，注日期的，仅对该日期对应的版本适用于本规程；不注日期的，其最新版适用于本规程。

《土工试验方法标准》GB/T 50123

《堤防工程设计规范》GB 50286

《通用硅酸盐水泥》GB 175

《试验机通用技术要求》GB/T 2611

《混凝土用水标准》JGJ 63

《公路路基设计规范》JTG D30

《公路工程土工合成材料 第1部分：土工格栅》JT/T 1432.1

中国工程建设标准化协会标准

自密实固化土填筑技术规程

T/CECS 1175 - 2022

条 文 说 明

制 定 说 明

本规程制定过程中，编制组进行了广泛的调查研究，总结了我国土木工程建设的实践经验，同时参考了国内外先进技术法规、技术标准，经过反复讨论、修改和完善，最后经审查定稿。

为便于广大技术和管理人员在使用本规程时能正确理解和执行条款规定，《自密实固化土填筑技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，对条款规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项等进行了说明。本条文说明不具备与标准正文及附录同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1	总则	(31)
2	术语和符号	(32)
2.1	术语	(32)
3	材料及性能	(33)
3.1	原料土	(33)
3.2	水	(34)
3.3	固化剂	(34)
3.4	自密实固化土性能	(34)
4	性能设计	(36)
5	施工	(38)
5.1	施工准备	(38)
5.2	配合比试配	(38)
5.3	拌和	(39)
5.4	填筑	(40)
5.5	养护	(43)
6	质量检验与验收	(44)
6.2	主控项目	(44)
6.3	一般项目	(44)

1 总 则

1.0.1、1.0.2 自密实固化土现场施工便捷、原料土来源广泛，大部分工程场地都能够就地取材，可充分利用工程弃土。自密实固化土应用场景多样，一般不需要碾压就能保证填筑体强度要求和施工质量，尤其适用于异形和狭小空间。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.10 立方体抗压强度标准值是标准养护条件下 $70.7\text{mm} \times 70.7\text{mm} \times 70.7\text{mm}$ 立方体标准试块抗压强度值，可用于确定自密实固化土的强度等级，作为评定自密实固化土填筑性能的主要指标，用 ZM 表示。例如，ZM0.5 表示上述自密实固化土立方体试块强度标准值需达到无侧限抗压强度 0.5MPa 。

3 材料及性能

3.1 原 料 土

3.1.1 现有工程实践表明，原料土中块石、混凝土块、砖块等的最大粒径大于 100mm 时，容易引起搅拌设备损坏；泵送填筑时，粒径大于 40mm 的块石容易引起堵管。粒径不满足要求时，应采用振动筛进行拌前分选。

3.1.2 木料、破布、植物根茎等垃圾易在填筑体内形成薄弱部位，影响填筑质量。

3.1.3 现行行业标准《建筑地基处理技术规范》JGJ 79 规定，填土垫层一般要求有机质含量不得超过 5%；现行国家标准《盐渍土地建筑技术规范》GB/T 50942 规定，氯盐含量大于 5%、硫酸盐含量大于 2% 的原料土属于强盐渍土，具有一定的溶陷性和盐胀性；膨胀土、冻土作为原料土填筑路堤时，固化后相关技术指标应满足现行行业标准《公路路基设计规范》JTG D30 中路堤用土的要求。这些原料土的加固效果需要通过实验进行论证，满足相关工程设计要求后方可使用。

3.1.4 污染土作为原料土时，需要考虑所含成分对固化剂固化效果的影响程度，应通过试验进行论证。另外，污染土固化后对环境的影响程度应满足国家现行标准《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》GB 5085.3、《危险废物填埋污染控制标准》GB 18598、《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》GB 36600、《建设用地土壤污染风险评估技术导则》HJ 25.3 的有关规定。

3.2 水

3.2.1 自密实固化土拌和用水需要参考现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 中素混凝土拌和用水的规定。

3.3 固 化 剂

3.3.1 水泥用于加固软土具有较多的工程实践经验，优先考虑采用普通硅酸盐水泥作为自密实固化土的固化剂。

3.3.2 凝结时间有初凝时间和终凝时间，初凝时间是考核最小值，终凝时间考核最大值，由于固化剂需要与原料土及水等搅拌，而原料土放料时间不好控制，如果初凝时间太短，固化剂未与原料土充分搅拌即初凝，不利于获得良好的固化土性能。

现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 规定，硅酸盐水泥初凝时间不得小于 45min，终凝时间不得大于 390min；普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥和复合硅酸盐水泥初凝时间不得小于 45min，终凝时间不得大于 600min。

3.3.3 固化剂一般以普通硅酸盐水泥为主，如当地有粉煤灰、矿渣、磷石膏等工业废弃物，可以根据具体工程情况予以选用，达到节约水泥用量、以废治废的目的。

3.4 自密实固化土性能

3.4.1 自密实固化土的和易性是指新拌固化剂、添加剂和原料土的拌合物易于各工序施工操作（搅拌、运输、浇注、捣实等）并能获得质量均匀、成型自密实的性能，其含义包含流动性、黏聚性及保水性。

自密实固化土的流动性使其获得自流平、自密实、方便输送的特点。准确评估自密实固化土拌合物的流动性，对于施工和运输方法的选择、填筑体质量有重要影响。自密实固化土的流动性

有三种方法进行评估。第一种方法为常规的混凝土坍落度测试方法，可参考现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080；第二种方法是流动度测试方法，即使用底部开口的容器装入拌合物，上提容器让拌合物自由流散，测量流散开的尺寸确定拌合物的流动性，可参考美国试验材料协会标准《受控低强度材料流动一致性标准试验方法》ASTM D6013/D6013M 和我国现行行业标准《气泡混合轻质土填筑工程技术规程》CJJ/T 177；第三种方法是浆液流动试验，即测量拌合物浆液从漏斗形容器流出的时间来评估流动性，可参考美国试验材料协会标准《预置骨料混凝土灌浆流动度标准试验方法（流锥法）》ASTM C939/C939M。其中，第二种方法在国内外的工程实践中应用较多，本规程采用此方法。

4 性能设计

4.0.1 自密实固化土填筑工程设计项目一般包括材料选择、配合比试配等设计内容，实际填筑工程的主要工后控制指标为设计强度。考虑到不同施工场景和填筑方式，设计内容还应满足新拌自密实固化土的流动性、工期等填筑要求。

4.0.2 没有明确要求时，最低强度等级取 0.2MPa，可满足正常充填要求。

4.0.5 试验表明，对于常见土料，固化剂掺入量在 7%~25% 范围内，其对应的强度可达 0.2MPa~5.0MPa。

4.0.6 一般认为，拌合物填筑后在初凝前不应出现超过总体积 5% 的泌水。当出现显著泌水时，可以通过减少用水量、增加固体物用量、使用增稠剂等添加剂的方式减小泌水。

4.0.7 自密实固化土填筑体的开挖一般为下部埋藏管线的维修、临时填筑体的移除等。采用机械开挖的填筑体强度不宜高于 2.0MPa。当条件限制需要人工开挖时，填筑体强度不宜高于 0.7MPa。

4.0.8 断面设计及充填搭接要求，可参照现行行业标准《公路路基设计规范》JTG D30 进行设计。

4.0.9 自密实固化土的性能指标主要是拌合物的流动性和抗压强度。

1 自密实固化土的强度应满足设计要求，并符合表 4.0.9 的规定。表 4.0.9 中的强度规定参考现行行业标准《公路路基设计规范》JTG D30 和《气泡混合轻质土填筑工程技术规程》CJJ/T 177 相关要求；

2 采用泵送方式运送时，材料的流动度应在 160mm~

200mm 范围，泵送距离短或施工温度较低时，可取较小值，反之取较大值。采用非泵送方式运送时，如溜槽、车运等方式，流动度不应小于 100mm，用以保证填筑体充盈、无明显孔洞。填筑空间狭小、形状不规则的情况，可采用较大流动度，保证充填密实。

4.0.10 自密实固化土有防渗要求时，应对标准养护下 28d 龄期试块进行渗透性测试，试验方法可参照现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123 进行渗透试验。长期处于场地中的自密实固化土填筑体可能发生强度降低、渗透性增大的劣化现象。研究表明，标准养护条件下不同水泥掺量的自密实固化土其渗透系数随时间的变化规律趋近，渗透系数随龄期增加初期变化较快，15d 之后渗透性基本趋于稳定。水泥掺量较大时，其渗透系数在开始阶段降低速度较快，主要是因为水泥掺量大导致硬化速度快。

5 施 工

5.1 施 工 准 备

5.1.2 搅拌站点的设置应综合考虑场地条件、交通条件、原料土来源等因素，以减少二次搬运、提高作业效率、缩短拌和至填筑之间的时间间隔；制备系统应具有原料土、固化剂、水等材料的计量功能。拌和设备应具有对天然黏性湿土的强制拌和能力，确保拌和的均匀性。

5.1.3 进场原料土应符合本规程第 3.1 节的规定，土中含大尺寸石块不满足要求时，应采用振动筛等方法进行拌前筛选。

5.1.4 当遇雨雪天气等原因导致现场原料土的天然（原始）含水率和配合比试验时土料含水率出现较大差异时，应根据现场土料含水率对固化剂浆液水胶比进行调整，与配合比试验确定的配合比相吻合。

5.1.5 填筑前作业面上的积水、木块、破布等需清理干净，作业面上不得有沉渣浮泥。

5.2 配合比试配

5.2.1 自密实固化土的重度计算应考虑原料土、水、固化剂和添加剂的各自占比。材料拌和过程中可能混入少量气泡，这部分气泡占总体积的 2%~5%，实际可按 3% 计算。

5.2.2 每立方米拌合物中各种材料的用量计算应符合下列公式：

$$\frac{m_c}{\rho_c} + \frac{m_w}{\rho_w} + \frac{m_s}{\rho_s} + \frac{m_a}{\rho_a} = 1 \quad (1)$$

$$m_c + m_w + m_s + m_a = 100\gamma \quad (2)$$

式中： m_c ——每立方米自密实固化土中固化剂用量（kg）；

ρ_c ——固化剂密度 (kg/m^3), 对于水泥类固化剂可取 $3100 \text{ kg}/\text{m}^3$;

m_w ——每立方米自密实固化土中水的用量 (kg);

ρ_w ——水的密度 (kg/m^3), 取 $1000 \text{ kg}/\text{m}^3$;

m_s ——每立方米自密实固化土中原料土用量 (kg);

ρ_s ——原料土固体颗粒的密度 (kg/m^3);

m_a ——每立方米自密实固化土中添加剂用量 (kg);

ρ_a ——添加剂密度 (kg/m^3);

γ ——自密实固化土的重度 (kN/m^3)。

配合比算例: 配制 1m^3 的拌合物, 材料为水、水泥和土三种, 密度分别为 $1000\text{kg}/\text{m}^3$ 、 $3150\text{kg}/\text{m}^3$ 、 $2700\text{kg}/\text{m}^3$ 。水和水泥的用量初步确定分别为 $400\text{kg}/\text{m}^3$ 、 $200\text{kg}/\text{m}^3$, 则水和水泥的体积分别为 $400/1000=0.4 (\text{m}^3)$ 、 $200/3150=0.063 (\text{m}^3)$ 。土的体积则为 $1-0.4-0.063=0.537 (\text{m}^3)$, 土的质量为 $0.537 \times 2700=1449.9 (\text{kg})$ 。

5.3 拌 和

5.3.3 固化剂、原料土、添加剂、水等材料的用量对自密实固化土的性能影响较大, 如果拌和过程中设备的计量偏差过大, 导致材料的配合比偏离施工配合比过大, 自密实固化土的强度、流动度、凝结时间等指标会受到影响, 进而影响填筑效果。为了确保自密实固化土质量稳定, 本条对固化剂、原料土、添加剂和水的计量偏差进行了规定。参考现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164 的有关规定, 将固化剂的计量偏差限定在 $\pm 2\%$, 原料土的计量偏差限定在 $\pm 5\%$, 添加剂和水的计量偏差均限定在 $\pm 1\%$ 。

5.3.4 流态自密实固化土的拌和施工分为两步, 制备固化剂浆液, 再将固化剂浆液与原料土进行混合搅拌。原材料加入顺序为: 首先将固化剂与水按照配合比设计值, 拌和成浆液, 再与原

料土进行均匀搅拌。固化剂浆液水灰比应根据固化剂掺量、原料土含水率，以及拌和后自密实固化土流动度设计值进行配制。

5.3.5 自密实固化土的施工需要合理选择搅拌站点，减少二次搬运、提高作业效率、缩短拌和至填筑之间的时间间隔。一些工况，如泵送距离较远、设备停电、设备故障等，会导致自密实固化土不能及时填筑，过长的间隔时间将导致固化土拌合物发生凝结，无法满足流动度要求。根据国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 的相关规定，固化剂硅酸盐水泥的凝结时间不得小于45min，因此，为了避免发生凝结丧失流动度，自密实固化土自拌和制备至填筑的时间间隔也不应超过水泥的凝结时间(45min)。

5.4 填 筑

5.4.1 自密实固化土应根据现场施工条件选择合适的填筑方式，可采用溜槽或泵送等方式。

图1所示的自密实固化土填筑试验段工程采用了溜槽回填作业方式。该段工程填筑工程量较小，自密实固化土拌和装置与填筑段距离短、工况简单。由于自密实固化土的流动性较好，用导槽和挖机配合基本能将自密实固化土送达该段整个填筑场地。

图2所示的试验段工程，长约60m，填筑工程量较大，且自密实固化土拌和装置远离填筑段，不能采用溜槽的方式填筑自密实固化土。因此，采用了管道泵送装置，泵送能力可达到 $30\text{m}^3/\text{h}$ 。

5.4.2 本条规定了高温施工、冬期施工自密实固化土填筑温度的上下限值要求。气温较高时水分蒸发较快、水泥水化反应速度也大大增加，初凝时间大幅减少，需适当增大拌合料的流动度。

5.4.3 自密实固化土填筑为湿法施工，间断零星小雨可继续填筑作业。已填筑尚未硬化区域需对表面进行覆盖并做好排水措施，以防表面积水影响固化过程。



图1 自密实固化土溜槽回填

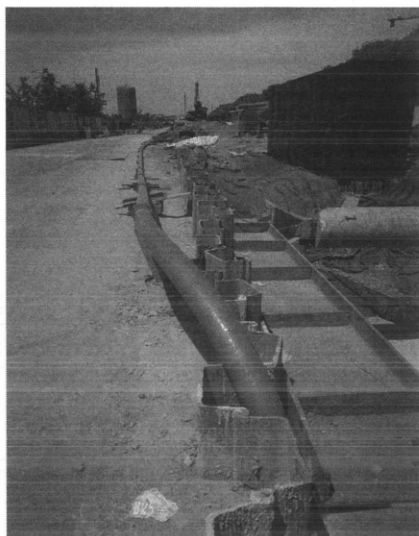


图2 自密实固化土泵送回填肥槽

5.4.5 自密实固化土处于流态时会对侧壁或结构物产生一定的静水压力，为避免压力过大对侧壁或结构物造成破坏，应分层分块填筑；用于地下结构周边边槽回填时，为避免在边槽或管线一侧产生过大的侧向压力和浮力，填筑作业应对称进行，且应控制不同部位的填筑高差。

5.4.8 用于水下结构物的防冲刷覆盖保护时，需参照水下混凝土竖管法的填筑方法，并适当添加减水剂、速凝剂。

5.4.9 前墙后的填筑时间、填筑顺序和填筑速率对板桩码头的结构受力和变形影响很大，填筑时应严格按照设计要求进行。在回淤较为严重的区域，在前墙施工完成至墙后回填之前，墙后回填区可能产生回淤，如不清除对码头结构受力不利。为了防止基槽坍塌和淤泥聚集在墙后，进而对码头结构受力不利，应沿前墙轴线方向向后方呈扇形均匀填筑。

5.4.10 由于自密实固化土流动性大，模板的侧压力标准值应按

照液体压力计算。自密实固化土屈服值较低，几乎没有支撑自重的能力，在填筑过程中，模板下方承受的侧压力会随着填筑高度的增大而线性增大，这就要求模板应具有足够的刚度和强度。已填筑的自密实固化土在静置较短时间之后，其屈服值会逐渐增长，支撑自重的能力会同步增大，对模板的侧压力会相应减小。因此，应以自密实固化土传递的液体压力作为作用压力，以提高安全系数。

自密实固化土流动性大，模板间的缝隙会导致渗漏，进而影响填筑高度，因此，本条规定不得渗漏。

在自密实固化土初凝前拔除拉森钢板桩，使其能在较短时间内及时填补拔除作业留下的空间，以平衡基坑外的主动土压力，有利于基坑外土体的稳定并保证道路质量。在自密实固化土填筑试验段测试中，第一阶段填筑后 24h 进行部分钢板桩拔除作业，观察钢板桩拔除附近原地面变形情况，未发现地面开裂和沉降现象，见图 3。



图 3 回填临时支挡结构拔除作业现场效果

5.4.11 自密实固化土用于路基回填时，如有必要应设置面板。一般情况下，面板主要由混凝土预制挡板、轻质砖、空心砖或装饰类砌块等砌筑而成，当面板采用混凝土挡板砌筑时，面板可由基础、挡板、拉筋及立柱等设施组成，起到施工外模、外侧面装

饰及使用阶段保护的作用。

基础的断面尺寸以能够固定立柱和挡板为原则，一般采用 $900\text{mm} \times 300\text{mm}$ （宽度 $\times$ 高度），为避免基础因不均匀沉降而开裂，面板基础及挡板可按照 $10\text{m} \sim 15\text{m}$ 的间距设置沉降缝，施工时，为保持与填筑体的协调性，其间距可与填筑体的沉降缝保持一致。

挡板采用混凝土预制时，需配钢丝网现浇，钢丝直径不宜小于 1.0mm ，挡板的断面尺寸则以便于施工为原则，一般可选用 $900\text{mm} \times 300\text{mm} \times 40\text{mm}$ （长度 $\times$ 宽度 $\times$ 厚度），在景观要求较高的市政、城镇道路，可采用其他装饰类砌块。立柱除采用条文规定的等边角钢外，还可采用钢管。立柱尺寸可根据填筑高度进行选用。当填筑高度小于 5m 时，角钢边宽宜为 50mm ；填筑高度大于 5m 时，角钢边宽宜为 70mm 。

5.5 养 护

5.5.1~5.5.3 采用薄膜覆盖养护可减少表层水分的蒸发，采用土工布覆盖养护时可在初凝后结合喷淋措施补水养护；冬季气温较低时可在填筑表面覆盖草帘等保温材料进行保温养护。养护期间自密实固化土表层不得行走机械，尽量减少人员行走。

6 质量检验与验收

自密实固化土的质量检验包含三部分内容：原材料、施工过程、成品自密实固化土；分主控项目和一般项目。

6.2 主控项目

6.2.1 商品固化剂主要采用水泥，当地有碱渣、磷石膏、矿渣等可用作固化材料的工业废渣时，为达到以废治废的目的，经试验合格后也可用作固化材料，此种情况可不提供固化材料检测报告。

6.3 一般项目

6.3.1~6.3.3 根据填筑工程特点，成品自密实固化土强度是其质量的主要控制指标，某些特殊情况下除留置试块检测强度外，也可对固化土原位取芯进行强度试验。若取芯强度仍不合格则应采取返工措施，并重新验收。