

3

UDC

中华人民共和国团体标准

TB

P

TB/ZSQX ***—2019

备案号 TB/ZSQX ***—2019

有皮混凝土技术规范

Technical specification for application of skinned concrete

（征求意见稿）

2019—××—××发布

2019—××—××实施

中国施工企业管理协会 发布

中华人民共和国团体标准

有皮混凝土技术规范

Technical specification for application of skinned concrete

TB/ZSQX ****—2019

批准部门：中国施工企业管理协会

施行日期：2019 年××月××日

中国计划出版社

2019 北京

前 言

根据中国施工企业管理协会《关于印发 2019 年工程建设标准规范制订、修订计划的通知》（中施企协字〔2019〕12 号）的要求，编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，编制本规范。

2017 年 9 月中共中央和国务院发布《开展质量提升行动的指导意见》，国家布局百年工程。目前，房屋建筑的通常做法是，先结构后装饰。为此，可能产生外墙装饰层脱落及渗漏、装饰层的使用寿命不确定性等问题。针对这实际问题，有皮混凝土是一个解决方案。它可集中表述为二个改变和一个实现：即改变连接方式和施工工艺，实现现装饰层与结构同寿命。

有皮混凝土在有效解决建筑外墙装饰层脱落安全隐患的同时，为探索品质建筑和提高混凝土结构耐久性、延长建筑的使用寿命创造了条件，符合国家绿色发展和高质量发展战略，有助于缓解对资源的消耗，有利于节能减排。

本规范的主要技术内容包括：“总则、术语和符号、基本规定、材料、设计和构造、施工、验收、维护维保及编码登记、附录、专利声明等。”

本规范由中国施工企业管理协会负责管理，深圳市建筑设计研究总院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送至深圳市建筑设计研究总院有限公司（地址：深圳市福田区振华路 8 号设计大厦；邮政编码：518026），联系人周嘉陵，邮箱 zhou_jia_ling@qq.com，微信号。

本规范主编单位：深圳市建筑设计研究总院有限公司
中冶建筑研究总院有限公司

本规范参编单位：中国航天建设集团有限公司
深圳广播电影电视集团（建筑科技办）
新疆城建洪源市政园林有限公司
深圳市千久建筑科技有限公司
中国建筑科学研究院有限公司
香港理工大学
清华大学
中山大学
深圳大学
厦门理工学院
深圳机械院建筑设计有限公司
深圳市建设工程质量检验中心
中国建筑第二工程局南方有限公司
深圳汤桦建筑设计事务所有限公司
中铁大桥局集团有限公司
深圳市仟亿建筑技术有限公司
广东迈诺工业技术有限公司
深圳市摩协幕墙设计咨询有限公司
深圳市奇信集团股份有限公司

深圳市胜德意高新技术有限公司
有利华建筑产业化科技（深圳）有限公司
深圳市鼎基建设工程有限公司
天津冶建特种材料有限公司
深圳市合创建设工程顾问有限公司
深圳邦兆房地产开发有限公司

本规范主要起草人：

郝挺宇	梁伟桥	杨立	丁建南	谢卫兵	刘俊怡	周嘉陵	李晖	张建军
许红燕	唐增洪	丁铸	戴建国	王元清	李伟华	韦庆东	孙俊	李向辉
董炎鑫	刘绪普	黄圭峰	任俊	王耀禧	范少峰	张斌	韩剑华	叶辉
彭言均	侯斌	汤桦	张俊	彭栋木	孟红雨	胡家华	胡建军	钟闻
赖广和	郑庆堂	谢滨生	刘金兰	侯晓涛	沈连登	刘培	李建峰	甘仁鹏
郑双祥	陈创新	廖东帆	戴鹏	王玉清	常运青	黄少俊	黄汉盛	任雪梅
方季屏	林李森	叶权军	何德孝	吴志刚	张飞杰	周智平	刘本源	曹军
叶春艳								

本规范主要审查人：

尚润涛 孙晓波 张大鲁 董文斌 张辰 荆武 王锋 郭海山

目 录

目 录	III
1 总 则	1
2 术语和符号	2
2.1 术 语	2
2.2 符 号	3
3 基本规定	4
3.1 一般规定	4
3.2 石材饰面层的耐久使用年限	4
4 材 料	5
4.1 饰面层材料	5
4.2 辅助件及金属装饰条	6
4.3 混凝土及其他材料	7
5 设计和构造	9
5.1 一般规定	9
5.2 石材饰面层的设计和计算	10
5.3 石材饰面层的节点设计	11
5.4 金属饰面层锚固和节点设计	13
6 施 工	15
6.1 饰面层及模板	15
6.2 混凝土	15
6.3 成品保护及修复	16
7 验收、维护保养及编码登记	17
7.1 一般规定	17
7.2 主控项目	17
7.3 一般项目	18
7.4 工艺性试验及实体强度检验	18
7.5 维护保养及编码登记	19
附录 A 石材饰面层锚固强度简便计算公式及算例	21
附录 B 石材饰面层锚固强度工艺性试验	23
附录 C 石材饰面层实体抗拉强度检验	25
附录 D 石材饰面层实体抗剪强度检验	29
本规范用词说明	32
专利声明	33
引用标准名录	34

1 总 则

1.0.1 为了规范有皮混凝土的设计、施工及维护保养，保证有皮混凝土安全适用、经济合理、美观耐久，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于房屋建筑工程、市政基础设施工程以及特定的桥梁、大坝、码头等土木工程中有皮混凝土的应用。

1.0.3 有皮混凝土的应用除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 有皮混凝土 skinned concrete

由物理连接、特定节点、一体化施工、专项检测等多项新技术，将饰面材料与混凝土集成的混凝土结构复合体。

2.1.2 饰面层 decoration layer

混凝土结构复合体的表层。

2.1.3 饰面层材料 decoration material

混凝土结构复合体表层所采用的饰面材料。饰面材料应同时满足装饰性、耐久性、可靠性（确定性）、经济性、可加工性、成熟性等条件。

2.1.4 石材饰面层 stone decoration layer

饰面层为石材的混凝土结构复合体的表层。

2.1.5 金属饰面层 metal decoration layer

饰面层为金属板的混凝土结构复合体的表层。

2.1.6 石材面混凝土 stone decoration concrete

饰面层为石材的混凝土结构复合体。

2.1.7 金属面混凝土 metal decoration concrete

饰面层为金属板的混凝土结构复合体。

2.1.8 燕尾槽 dove-tail slot

石材饰面材料固定于混凝土结构表面的特定方法。

2.1.9 开槽率 slotting rate

石材开槽面积与石材面积的百分比。

2.1.10 金属扣 metal buckle

金属饰面材料固定于混凝土结构表面的特定方法。

2.1.11 辅助件 auxiliary element

饰面层固定于混凝土结构表层起辅助作用的连接件，包括金属连接件和硬质塑料连接件。

2.1.12 有皮混凝土外墙板 combined concrete external wall panel

预制有皮混凝土外墙板，并具有建筑外墙的基本功能，包括石材面混凝土外墙板和金属面混凝土外墙板。

2.1.13 金属装饰条 metal decoration belt

采用不锈钢或铜板覆盖在饰面层接缝处、具有装饰效果并接近饰面层耐久性的一种装饰线条。

2.1.14 支撑预压法 bearing and preloading method

在模板安装后、钢筋安装前，对模板支撑系统预先施加荷载的方法。

2.2 符号

- A —— 单块石材的长度；
- B —— 单块石材的宽度；
- H —— 单块石材的厚度；
- a —— 石材长边燕尾槽上口宽度；
- b —— 石材短边燕尾槽上口宽度，允许 $a = b$ 的情况；
- h —— 石材燕尾槽高度（深度）；
- A_{AB} —— 单块石材的面积；
- A_{ab} —— 石材开槽面积；
- α —— 石材开槽率；
- ϕ —— 燕尾槽、金属扣或辅助件的夹角；
- C_1 —— 石材饰面层抗拉强度或抗剪强度调整系数；
- C_2 —— 石材饰面层混凝土抗压强度与抗剪强度换算系数；
- V —— 石材饰面层锚固强度与开槽深度有关的系数；
- m —— 检验石材饰面层实体抗拉强度或抗剪强度时，石材试件实体的长边；
- n —— 检验石材饰面层实体抗拉强度或抗剪强度时，石材试件实体的短边（当 $a = b$ 时，即有 $m = n$ ）；
- c —— 检验石材饰面层实体抗拉强度或抗剪强度时，石材厚度与混凝土厚度之和，即石材试件实体的总厚度，参考图 C.1.4；
- t —— 金属板厚度；
- D_h —— 金属板边缘折弯高度；
- D_b —— 金属板边缘折弯宽度；

3 基本规定

3.1 一般规定

- 3.1.1 依据饰面层材料的不同，有皮混凝土可分为：石材面混凝土、金属面混凝土。
- 3.1.2 有皮混凝土设计包括下列内容：
- 1 选择饰面层材料；
 - 2 确定石材饰面层的耐久使用年限；
 - 3 饰面层的设计；
 - 4 饰面层材料与大模板的组合及分离专项设计。
- 3.1.3 饰面层重量应并入混凝土结构总外荷载，但不参与混凝土结构计算。
- 3.1.4 有皮混凝土应用应充分考虑现行施工水平以及实际工程条件的可行性，有特殊要求时，应提出相应的施工要求。
- 3.1.5 有皮混凝土适用的建筑高度不宜大于 250m。石材饰面层的厚度随建筑高度不同，应按表 4.1.6 取值。

3.2 石材饰面层的耐久使用年限

- 3.2.1 石材饰面层的耐久使用年限包括下列内容：
- 1 确定石材饰面层接缝处金属装饰条或密封胶的耐久使用年限；
 - 2 依据耐久使用年限提出混凝土材料的基本要求；
 - 3 提出不同环境条件下的耐久使用年限的技术措施；
 - 4 提出使用阶段的检测及维护保养要求。
- 3.2.2 在一般环境条件下，石材饰面层的耐久使用年限分为 A、B 两级，宜按 3.2.2 表执行。

表 3.2.2 石材饰面层的耐久使用年限

分 类	石材饰面层的耐久使用年限（年）
A 级	121~200
B 级	75~120

注：依据《天然花岗石建筑板材》（GB/T18601）中花岗石的耐久性技术指标，在一般环境条件下，花岗石的耐久性年限为 75~200 年。

4 材 料

4.1 饰面层材料

4.1.1 饰面层材料应为石材和金属板：

- 1 石材应选：花岗石、大理石（限室内）天然石材；
- 2 金属板应选：不锈钢、铝合金板。

4.1.2 建筑外墙金属饰面层应采用 316 不锈钢，建筑室内金属饰面层宜采用铝合金材质或 304/316 不锈钢，并应符合国家现行有关标准的规定。

4.1.3 同一工程项目，宜选用同一地点、同一批次的天然石材。

4.1.4 天然石材加工完成后，应全面涂刷或浸泡保护剂；保护剂和涂刷质量应符合国家有关技术标准的规定。

4.1.5 天然石材经涂刷或浸泡后，在运输和安装前，应在表面粘贴保护膜，保护膜和粘贴质量应符合国家有关技术标准的规定。

4.1.6 建筑外墙采用石材饰面层时，其天然花岗石的厚度，应根据有皮混凝土石材饰面层的耐久使用年限及建筑高度确定，不应小于表 4.1.6 的规定。

表 4.1.6 天然花岗石厚度要求

石材饰面层的耐久使用年限（年）	建筑高度（m）	最小厚度要求（mm）
A 级：121~200	<100	40
	101~200	45
	>200	50
B 级：75~120	<100	35
	101~200	40
	>200	45

注：建筑高度小于 25m 并有相应技术措施时，石材最小厚度允许采用 30mm。

4.1.7 天然花岗石的长度不宜大于 4m，宽度不宜大于 3m，厚度宜 35 mm~200 mm，尺寸允许偏差应符合表 4.1.7 的规定。

表 4.1.7 天然花岗石尺寸允许偏差

项 目	允许偏差（mm）
长 度	±1

宽 度	±1
厚 度	+ 2.0, - 0.5
表面平整度	0.2
两对角线长度差	±1

4.1.8 石材饰面层的石材燕尾槽尺寸允许偏差应符合表 4.1.8 的规定。

表 4.1.8 石材饰面层的石材燕尾槽尺寸允许偏差

项 目	允许偏差 (mm)
开槽宽度 (a/b)	±1
开槽深度 (h)	±0.5
开槽角度 (φ)	±0.5°

4.1.9 石材饰面层的石材表面加工应符合表 4.1.9 的规定。

表 4.1.9 石材饰面层的石材表面加工基本要求

项 目	表面加工的基本要求
石材的外表面	磨光面或火烧面或毛石面
石材与混凝土接触的界面 (即内表面)	石材在机械加工过程中的切割面
石材侧面的外表面	磨光面或火烧面或毛石面
石材侧面与混凝土接触的界面 (即内表面)	石材在机械加工过程中的切割面
石材燕尾槽的表面与混凝土接触的界面	石材在机械加工过程中的切割面

4.2 辅助件及金属装饰条

4.2.1 石材饰面层辅助件材质应根据石材饰面层耐久使用年限按表 4.2.1 的规定确定。

表 4.2.1 石材饰面层辅助件材质要求

石材饰面层的耐久使用年限 (年)	连接辅助件材质要求
A 级: 121~200	304 不锈钢、316 不锈钢
B 级: 75~120	304 不锈钢、铝合金、硬质塑料

注：建议首选不锈钢材料。

4.2.2 饰面层辅助件的厚度和加工误差应符合表 4.2.2 的要求。

表 4.2.2 辅助件厚度和加工误差要求

辅助件材质	辅助件厚度和加工误差要求
316 不锈钢	厚度不小于 1.5mm，误差±0.1mm
304 不锈钢	厚度不小于 2.0mm，误差±0.15mm
铝合金	厚度不小于 2.5mm，误差±0.1mm
硬质塑料	厚度不小于 2.0mm，误差±0.2mm

注：适用石材饰面层和金属板饰面层。

4.2.3 石材饰面层的金属装饰条宜采用不锈钢材料，其材质和厚度根据石材面混凝土耐久使用年限按表 4.2.3 的要求确定。

表 4.2.3 金属装饰条材质和厚度要求

石材饰面层的耐久使用年限（年）	金属装饰条材质和厚度要求
A 级：121~200	316 不锈钢，厚度不小于 1.5±0.1mm
B 级：75~120	316 不锈钢，厚度不小于 1.0±0.1mm

4.3 混凝土及其他材料

4.3.1 有皮混凝土应采用高性能混凝土，现浇有皮混凝土强度等级不应低于 C35，预制有皮混凝土强度等级不应低于 C40，重要工程项目宜采用自密实混凝土。

4.3.2 应根据石材面混凝土耐久使用年限和《金属与石材幕墙工程技术规范》（JGJ 133）的相关规定，并按表 4.3.2 的要求选择石材专用或防污染型中性硅酮的耐候胶。

表 4.3.2 选择耐候胶要求

石材饰面层的耐久使用年限（年）	耐候胶使用年限（年）
A 级：121~200	20
B 级：75~120	15

注：建议首选金属装饰条。

4.3.3 有皮混凝土使用的天然石材保护剂应符合国家现行有关技术标准的规定。

5 设计和构造

5.1 一般规定

5.1.1 采用有皮混凝土的建筑外墙(外侧),宜进行建筑风格专项设计,包括外墙造型、门窗节点、阳台细部、屋面形式等;不应在建筑外墙设置空调主机的位置,管道系统不应外露在建筑外墙上,应布置于室内的管道井内;电梯井(内侧)、管道井(内侧)、建筑的外露独立柱、混凝土结构饰面层材料、室外顶棚、地下室顶棚等,均宜采用有皮混凝土。

5.1.2 建筑外墙上的广告牌,应有专项设计,当采用有皮混凝土工程项目投入使用后,不宜在建筑外墙上额外增加广告牌。

5.1.3 采用有皮混凝土的工程项目,可选择现场浇筑的施工方法,也可选择在工厂或施工现场预制的施工方法。

5.1.4 饰面层的设计包括下列内容:

- 1 石材饰面层的锚固设计和计算;
- 2 石材饰面层的节点设计;
- 3 金属饰面层的锚固和节点设计;

5.1.5 有皮混凝土在不同环境下,各类混凝土结构的钢筋保护层最少厚度统一为 25 mm或 20 mm,按表 5.1.5 的要求选择。

表 5.1.5 钢筋保护层最小厚度 (mm)

石材饰面层的耐久使用年限 (年)	钢筋保护层最小厚度 (mm)
A 级: 121~200	25
B 级: 75~120	20

5.1.6 有皮混凝土外墙板应根据建设工程项目要求进行专项设计,并应符合国家相关技术标准的规定。

5.1.7 有皮混凝土中埋设的管线,宜使用铜管、不锈钢管、优质复合管、优质加厚硬质塑料管(满足 A 级防火要求),并应满足表 5.1.7 中要求。

表 5.1.7 有皮混凝土中埋设管线要求

名称	要求
管线直径	\leq 混凝土楼板厚度的 1/6
管线水平间距	\geq 2 倍管径
管线材质	不锈钢、铜管、优质加厚硬质塑料管

重叠数量	≤ 2 层
------	------------

注：适用于楼板等水平结构，其剪力墙等竖向结构可参照执行。

5.1.8 当选用与金属装饰条不同材料作为辅助件时，应有相应技术措施，避免两者之间发生电化学腐蚀问题。

5.2 石材饰面层的设计和计算

5.2.1 除条状石材，板块状石材的燕尾槽应采用纵横双向开槽形式如 5.2.5 图，宽度 a (b) 应控制在 $1.5\sim 2.5H$ 之间，开槽深度 h 应按 $1/3 H$ 控制。

5.2.2 石材燕尾槽的间距应符合下列要求：

- 1 燕尾槽之间的间距：宜控制在燕尾槽宽度的 $1.5\sim 2.5H$ 之间；
- 2 燕尾槽与石材边缘的距离：宜控制在燕尾槽宽度的 $1.5\sim 2.0H$ 之间。

5.2.3 石材燕尾槽的开槽率 α 宜控制在 $0.36\sim 0.54$ 之间，夹角控制在 $85\sim 87^\circ$ 之间。

5.2.4 石材饰面层的锚固强度极限状态设计表达式为：

$$S \leq R \quad (5.2.4-1)$$

$$R = R(f_c, f_t, C_1, C_2, V, \dots) \quad (5.2.4-2)$$

式中：
 S ----- 石材饰面层承载能力极限状态下作用组合的效应设计值；
 R ----- 石材饰面层的抗力设计值；
 $R(\cdot)$ --- 石材饰面层的抗力函数。

5.2.5 石材饰面层应按 (5.2.5 图) 确定石材开槽宽度、深度、间距等有关参数，并按 (5.2.5-1)、(5.2.5-2) 和 (5.2.5-3) 公式计算石材饰面层的锚固抗拉强度和抗剪强度，或按附录 A 采用简便公式计算。

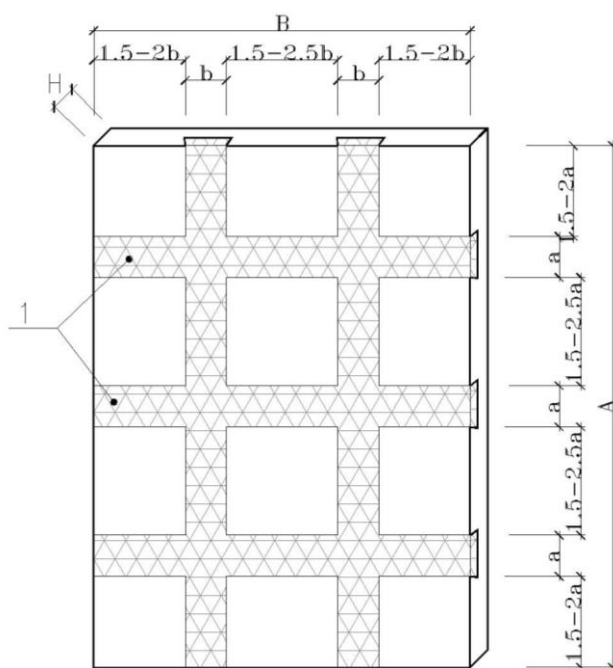


图 5.2.5 石材饰面层锚固强度计算简图

1—石材饰面层燕尾槽

$$S \leq R_t = C_1 \times f_t A_{ab} \times V \quad (5.2.5-1)$$

$$A_{ab} = \text{开槽实际面积} \quad (5.2.5-2)$$

$$S \leq R_q = C_1 \times f_c C_2 A_{ab} \times V \quad (5.2.5-3)$$

式中：

- S ----- 饰面层承载能力极限状态下作用组合的效应设计值；
- R_t ----- 石材饰面层的抗拉强度设计值；
- R_q ----- 石材饰面层的抗剪强度设计值；
- C_1 ----- 石材饰面层抗拉强度或抗剪强度调整系数，建议取 0.9；
- C_2 ----- 石材饰面层混凝土抗压强度与抗剪强度换算系数，建议取 0.13；
- V ----- 与石材燕尾槽深度有关的系数，按表 5.2.6 取值；
- f_c ----- 混凝土抗压强度设计值；
- f_t ----- 混凝土抗拉强度设计值；
- A_{ab} ----- 石材开槽面积；
- A_{AB} ----- 单块石材面积；
- A ----- 石材的长度；
- B ----- 石材的宽度；
- H ----- 石材厚度；
- a ----- 石材长边燕尾槽宽度；
- b ----- 石材短边燕尾槽宽度；
- h ----- 石材燕尾槽深度。

5.2.6 按 (5.2.5-1)、(5.2.5-2) 和 (5.2.5-3) 公式计算石材饰面层锚固抗拉强度和抗剪强度时，系数 V 按表 5.2.6 取值。

表 5.2.6 系数 V 取值要求

石材厚度 H (mm)	石材开槽深度 h (mm)	系数 V 取值
35	11.6	1.0
40	13.3	1.02
45	15.0	1.04
50	16.6	1.06

5.3 石材饰面层的节点设计

5.3.1 石材饰面层应进行接缝节点专项设计，在确保安全可靠前提下，宜满足建筑效果并控制成本。

5.3.2 石材饰面层之间必须留缝，各种缝宽应按表 5.3.2 确定。

表 5.3.2 石材饰面层缝宽要求

分类	名称	缝宽 (mm)
水平缝	特大缝	31~50
	大缝	16~30
	中缝	6~15
	小缝	3~5
垂直缝 (竖向缝)	大缝	16~30
	中缝	6~15
	小缝	3~5
	密封	0.5~2.9

注： 1 有特殊要求的工程项目，水平缝的缝宽允许大于 50 mm；

5.3.3 石材饰面层的节点如 5.3.3 图，设计包括下列内容：

1 石材侧面可以选择开槽 (b)，也可以选择不开槽 (c)，由建设单位和设计单位根据需求综合考虑。

2 土字型或土字型辅助件应连续布置方式，在纵横交汇点采用“纵向连续、横向断开”或“横向连续、纵向断开”布置方式。

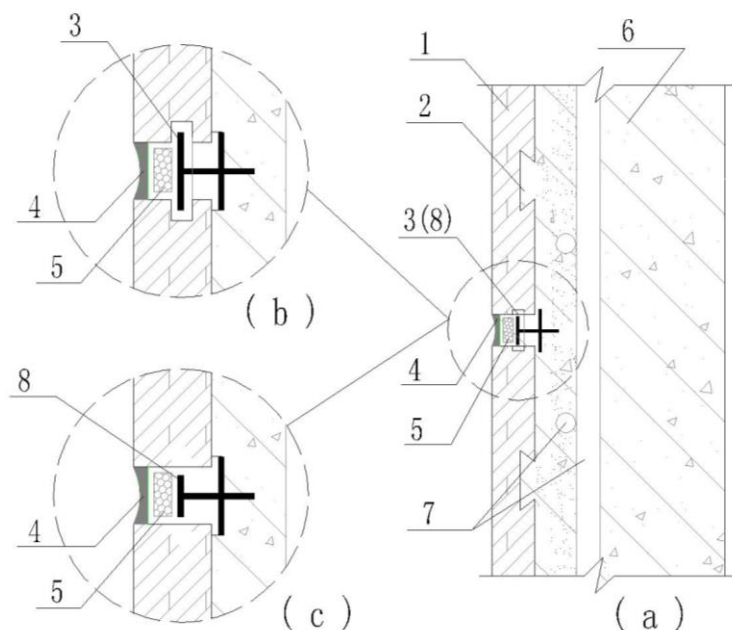


图 5.3.3 石材饰面层节点之一

1—天然石材；2—燕尾槽；3—土字型辅助件(b)；4—金属装饰条或密封胶；5—填充材料；6

—混凝土；7—钢筋；8—十字型辅助件（c）

5.3.4 石材饰面层的辅助件应进行专项设计，其材质、厚度及加工精度应符合 4.2 相关规定。

5.3.5 建筑物阳角宜采用整块石材加工呈 L 型，其短边长度宜大于 100 mm。

5.4 金属饰面层锚固和节点设计

5.4.1 金属饰面层应选用 316 优质不锈钢。室内金属板饰面层可采用铝合金、304/316 不锈钢。

5.4.2 金属饰面层的锚固和节点如 5.4.2 图，辅助件应连续布置，在纵横交汇点采用“纵向连续、横向断开”或“横向连续、纵向断开”布置方式。

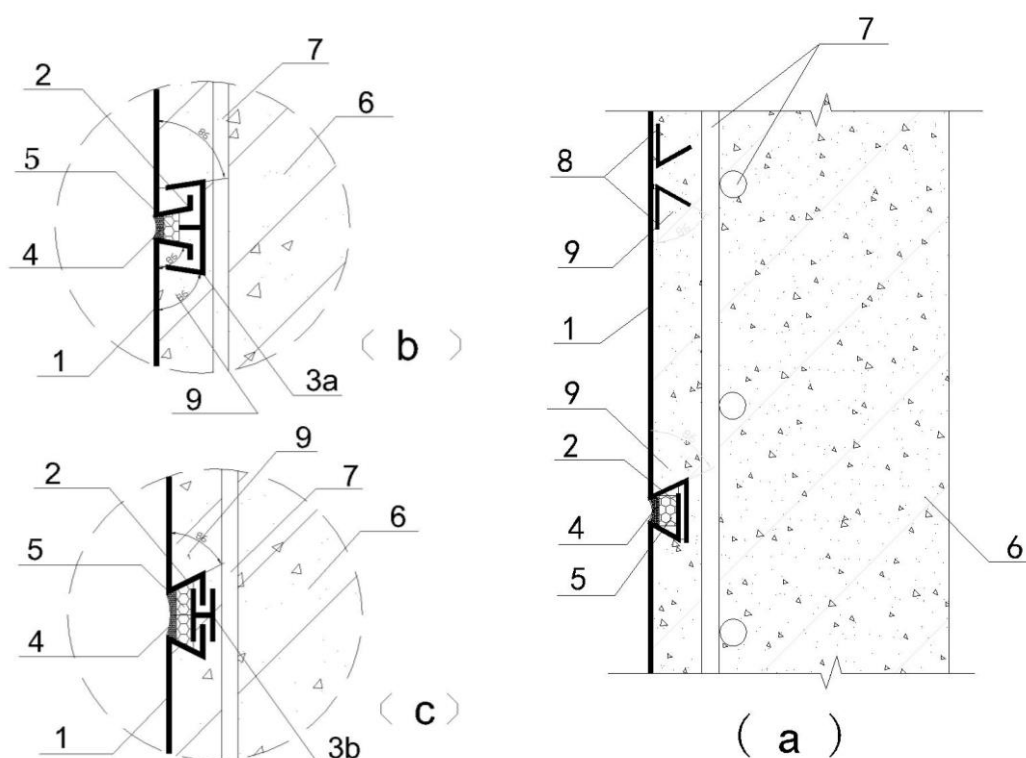


图 5.4.2 金属饰面层节点之一

1—金属饰面层；2—金属扣（金属板边缘折弯）；3a—倒山字型辅助件；3b—H 型辅助件；4—金属装饰条或密封胶；5—填充材料；6—混凝土；7—钢筋；8—加强肋；9—夹角

5.4.3 金属饰面层（板）在边缘应进行折弯处理，形成金属扣，如 5.4.2 图，其中金属板厚度（ t ）、边缘折弯高度（ D_h ）、边缘折弯宽度（ D_b ）的取值范围，应符合下列规定：

- 1 厚度 t ：0.5~30 mm；
- 2 边缘折弯高度 D_h ：12~60 mm；
- 3 边缘折弯宽度 D_b ：8~40 mm。

5.4.4 金属饰面层的辅助件应根据 5.4.2 图中金属扣的形式进行专项设计，辅助件的厚度应符合 4.2 相关规定。

5.4.5 金属饰面层之间应留缝，各种缝应按表 5.4.5 确定缝宽。

表 5.4.5 金属饰面层缝宽要求

分类	名称	缝宽 (mm)
水平缝	特大缝	31~50
	大缝	16~30
	中缝	6~15
	小缝	3~5
垂直缝 (竖向缝)	大缝	16~30
	中缝	6~15
	小缝	3~5
	密封	0.5~2.9

注：有外观等特殊要求的工程项目，缝宽允许大于 50 mm；

5.4.6 依据工程项目的特点及要求，对金属饰面层之间接缝可采取金属装饰条或密封胶覆盖，并借鉴幕墙相关技术进行专项设计。

5.4.7 根据工程项目的特点及要求，对金属板之间的连接缝也可采用焊接或高强螺栓的连接方式，并应符合国家有关技术标准的规定。

6 施 工

6.1 饰面层及模板

6.1.1 采用现场浇筑的有皮混凝土，宜采用大模板工艺。大模板的参考尺寸为，长度3~8m、宽度（高度）2~7m、厚度0.3~1.0m（包括模板及钢骨架），最终尺寸应通过计算确定。

6.1.2 施工单位应编制《饰面层材料与大模板组合及分离专项技术方案》，内容包括：

- 1 确定大模板的几何尺寸并分析计算大模板强度与刚度；
- 2 饰面层材料与大模板的组合或连接方案；
- 3 大模板之间的连接方案及与主体结构的连接固定方案；
- 4 大模板与饰面层的分离方案；
- 5 其他。

6.1.3 应全数检查大模板成品的尺寸偏差，大模板成品尺寸的允许偏差应符合表6.1.3中要求。

表 6.1.3 有皮混凝土大模板成品尺寸允许偏差

有皮混凝土大模板	允许偏差 (mm)
平面尺寸	±2 mm
厚度	±1 mm
平整度	±1 mm/2m

6.1.4 重要工程项目或梁板跨度大于12m的有皮混凝土，宜采用支撑预压法对模板支撑体系进行预受力检验。施工单位应有支撑预压法专项技术方案，并经专家评审合格后实施。

6.2 混凝土

6.2.1 采用有皮混凝土时，施工单位应编制混凝土浇筑、拆模、养护等专项施工方案，并经专家评审合格后实施。

6.2.2 有皮混凝土浇筑后应立即对表面进行覆盖并加湿养护，养护时间应不少于2d。当在工厂预制有皮混凝土墙板时，应采用蒸汽养护，并符合国家相关技术标准的规定。

6.3 成品保护及修复

6.3.1 采用有皮混凝土时，施工单位编制的专项技术方案应有成品保护相关内容。

6.3.2 金属面混凝土在施工或使用过程中被轻微划伤或损坏时，宜采用重新喷漆的方法予以修复。

6.3.3 饰面层在施工过程中被严重损坏时，应返工重做。

6.3.4 饰面层保护应满足表 6.3.4 中要求。

表 6.3.4 有皮混凝土饰面层保护要求

施工方法	饰面层名称	保护要求
现场施工	石材饰面层	塑料薄膜或夹板
	金属饰面层	幕墙专用保护膜或夹板
工厂预制	预制石材面混凝土外墙板	塑料薄膜或夹板
	预制金属面混凝土外墙板	幕墙专用保护膜或夹板

7 验收、维护保养及编码登记

7.1 一般规定

7.1.1 有皮混凝土结构子分部工程包含模板、钢筋、混凝土、饰面层等分项工程。

7.1.2 有皮混凝土子分部工程质量验收合格应符合下列规定：

- 1 所含分项工程质量全部验收合格；
- 2 质量控制资料完整；
- 3 有关安全、节能、环保和主要使用功能的抽样检验结果符合相关规定；
- 4 观感质量符合要求。

7.1.3 分项工程质量验收合格应符合下列规定：

- 1 所含检验批质量全部验收合格；
- 2 质量验收记录完整。

7.1.4 检验批质量验收合格应符合下列规定：

- 1 主控项目经抽样检验全部合格；
- 2 一般项目经抽样检验合格。当采用计数检验时，除有专门的要求外，合格点率应达到 85%以上，不合格点偏差不应超过允许偏差的 1.5 倍，且不得有严重缺陷。
- 3 具有完整的施工操作依据和质量验收记录。

7.2 主控项目

7.2.1 有皮混凝土子分部工程模板、钢筋、混凝土分项工程主控项目质量验收按《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB50204-2015）相关规定执行。

7.2.2 饰面层分项工程主控项目质量验收应符合下列规定：

1 饰面层所使用的各种材料和配件，其规格、型号及性能等应符合设计要求，并符合国家现行有关标准的规定。

检验方法：检查产品合格证书、性能检测报告、材料进场验收记录和复检报告。

2 饰面层的造型和立面分格应符合设计要求。

检验方法：观察；尺量检查。

3 变形缝、墙角的连接节点应符合设计要求，并应符合国家现行有关标准的规定。

检验方法：观察；检查隐蔽工程验收记录。

4 饰面层接缝处密封胶应饱满、密实、连续、均匀、无气泡，宽度和厚度应符合设计，并符合国家现行有关标准的规定。

检验方法：观察；尺量检查；检查施工记录。

7.3 一般项目

7.3.1 有皮混凝土子分部工程模板、钢筋、混凝土分项工程一般项目质量验收按《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB50204-2015) 相关规定执行。

7.3.2 饰面层分项工程一般项目质量验收应符合下列规定：

现浇有皮混凝土的尺寸偏差应符合表 7.3.2 的规定。

检查数量：按结构缝或施工段划分检验批。在同一检验批内，对梁、柱，应抽查构件数量的 10%，且不少于 3 件。

表 7.3.2 现浇有皮混凝土允许偏差和检验方法

项 目		允许偏差值 (mm)	检验方法
轴线位置	柱、墙、梁	10	尺 量
标 高	层 高	±8	水准仪或拉线检查
	全 高	±25	
截面尺寸	柱、梁	±5	尺 量
垂直度	≤5m	6	经纬仪或吊线、尺量检查
	>5m	8	
	全高(H)	H/1000 且 ≤30	经纬仪、尺量检查
表 面 平 整 度		6	2m 靠尺、楔形塞尺
阴阳角 (角线顺直)	方 正	5	方尺、楔形塞尺
	角线顺直	5	5m 线尺
预埋件中心位置	预埋板	10	尺量检查
	预埋螺栓	5	
	预埋管	5	
	其他	12	
预留洞、孔中心线位置		12	尺 量

7.4 工艺性试验及实体强度检验

7.4.1 施工前，每个工程项目同类型石材面混凝土层宜施工 1 组（3 件）同条件样板进行锚固强度工艺性试验，试验应按附录 B 执行。

7.4.2 每个工程项目，在施工过程同条件下，至少每层楼应检验 1 组（3 件）石材饰面层的实体抗拉强度，检验应按本规范附录 C 执行。

7.4.3 每个工程项目，在施工过程同条件下，从首层开始至少每 5 层楼检验 1 组（3 件）石材饰面层的实体抗剪强度，检验应按本规范附录 D 执行。

7.5 维护保养及编码登记

7.5.1 金属饰面层应按表 7.5.1 中间隔时间要求进行维护保养。

表 7.5.1 金属饰面层维护保养间隔时间要求

分类	金属饰面层维护保养间隔时间（年）
水上	3~5
水下	2~5

注： 1. A 级耐久使用年限取低限，B 级耐久使用年限取高限；

2. 宜采用智能清洁方法

7.5.2 石材饰面层应按表 7.5.2 中间隔时间要求进行清洁或涂刷保护剂等维护保养。

表 7.5.2 石材饰面层维护保养间隔时间要求

环境类别	名称	石材饰面层维护保养间隔时间（年）
I	一般环境	3~7
II	冻融环境	2~5
III	海洋环境	1~4
IV	化学腐蚀环境	1~3

注： 1. A 级耐久使用年限取低限，B 级耐久使用年限取高限；

2. 宜采用智能清洁方法

7.5.3 采用有皮混凝土的工程项目，应按下列要求进行编码登记工作：

1 编码分前、中、后三段，之间用“-”连接，将来可以智能识别；

2 前段：国家编码、城市或地区编码，如中国深圳，记录为+86755，香港地区，记录为+852；

3 中段：按年月日顺序的 8 位数字，年月之间空一格，如 2020 年 1 月 20 日，记录为：2020 0120；

4 后段：阿拉伯数字自然排序和建设工程特征识别码，数字与识别码之间空一格。

阿拉伯数字暂按 4 位数，以工程项目登记时间顺序自然排序；如 2020 年 1 月 20 日登记第 108 个建设工程项目，则记录为 2020 0120 0108。建设工程特征识别码：房屋建筑/FJ、桥梁/QL、大坝/DB、码头/MT、其他/QT。

5 编码登记工作，暂由本规范第一主编单位负责。

附录 A 石材饰面层锚固强度简便计算公式及算例

A.1 简便计算公式

A.1.1 石材饰面层锚固强度计算可以采用以下简便计算公式：

由本技术规范第 5.2.5 条公式：

$$S \leq R_t = C_1 \times f_t A_{ab} \times V \quad (5.2.5-1)$$

$$A_{ab} = \text{开槽实际面积} \quad (5.2.5-2)$$

$$S \leq R_q = C_1 \times f_c C_2 A_{ab} \times V \quad (5.2.5-3)$$

用石材开槽率与石材面积的乘积，替代石材开槽面积 ($\alpha A_{AB} = A_{ab}$)，即原公式可改写为：

$$S \leq R_t = C_1 \times f_t \alpha A_{AB} \times V \quad (5.2.5-1) \$$$

$$A_{ab} = \alpha A_{AB} \quad (5.2.5-2) \$$$

$$S \leq R_q = C_1 \times f_c C_2 \alpha A_{AB} \times V \quad (5.2.5-3) \$$$

A.1.2 开槽率 α 取 0.40（建议值的平均值），公式中的其他参数不变。

A.2 计算案例

A.2.1 基本条件：

选择石材基本尺寸：600*800mm，石材厚度 H=35/40/45/50mm，对应开槽深度 h=11.6/13.3/15.0/16.6mm，对应系数 V 值：1.0/1.02/1.04/1.06；

依据国家标准《混凝土结构设计规范》（GB/50010-2010），C35/C40/C45 对应的混凝土轴心抗压强度设计值 f_c （N/mm²）= 16.7 / 19.1 / 21.1（MP_a），及混凝土轴心抗拉强度设计值 f_t （N/mm²）= 1.57 / 1.71 / 1.80（MP_a）；

采用本规范第 5.2.5 公式的简化公式及调整系数：C₁=0.9，C₂=0.13；

A.2.2 C35 有皮混凝土按简便公式的抗拉和抗剪荷载（应力）计算如下：

抗拉荷载 $R_t = C_1 \times f_t \alpha A_{AB} \times V = 0.9 \times 1.57 \times 0.4 \times 480000 \times 1.0 = 271296 \text{ N} = 271 \text{ KN}$ ；折算为应力（设计值）： $0.9 \times 1.57 \times 0.4 \times 1.0$ 或 $271296/480000 = 0.5652 \text{ MP}_a$ 。

抗剪荷载 $R_q = C_1 \times f_c C_2 \alpha A_{AB} \times V = 0.9 \times 16.7 \times 0.13 \times 0.4 \times 480000 \times 1.0 = 375149 \text{ N} = 375.149 \text{ KN}$ ；折算为应力（设计值）： $0.9 \times 16.7 \times 0.13 \times 0.4 \times 1.0$ 或 $375149/480000 = 0.78156 \text{ MP}_a$ 。

A.2.3 同理，C40、C45 按不同系数 V，按简便公式获得石材饰面层的抗拉荷载和抗剪荷载（应力）设计值，并制成表 A.2.3。

表 A. 2. 3 不同混凝土等级与不同系数 V 按简便公式获得
石材饰面层抗拉强度和抗剪强度设计值汇总表

混凝土等级	不同系数 V	抗拉强度设计值： R_t (MP _a)	抗剪强度设计值 R_q (MP _a)
C35	1.0	0.57	0.78
	1.02	0.58	0.79
	1.04	0.59	0.81
	1.06	0.6	0.83
C40	1.0	0.62	0.89
	1.02	0.63	0.91
	1.04	0.64	0.93
	1.06	0.65	0.94
C45	1.0	0.65	0.98
	1.02	0.66	1.00
	1.04	0.67	1.02
	1.06	0.69	1.04

注：当混凝土等级大于 C45 时，仍按 C45 取值。

A. 2. 4 表 A. 2. 3 中抗拉强度设计值或抗剪强度设计值，作为附录 C，附录 D 试件合格评定依据。

附录 B 石材饰面层锚固强度工艺性试验

B.0.1 在条件允许情况下,施工前宜对石材饰面层的锚固强度进行工艺性试验,试验工艺应与后续实际工程相同,试验数量在同一条件下不得少于 1 组,即 3 件。

B.0.2 试验原理、试件制作、加载设备等,参考 B.0.2 工艺性试验原理示意图。承包商应参照此原理示意图对连接钢板、加载钢板、传力杆、反力架等进行必要的设计计算并编制简要试验方案,并经设计单位或专家审核或评审后实施。

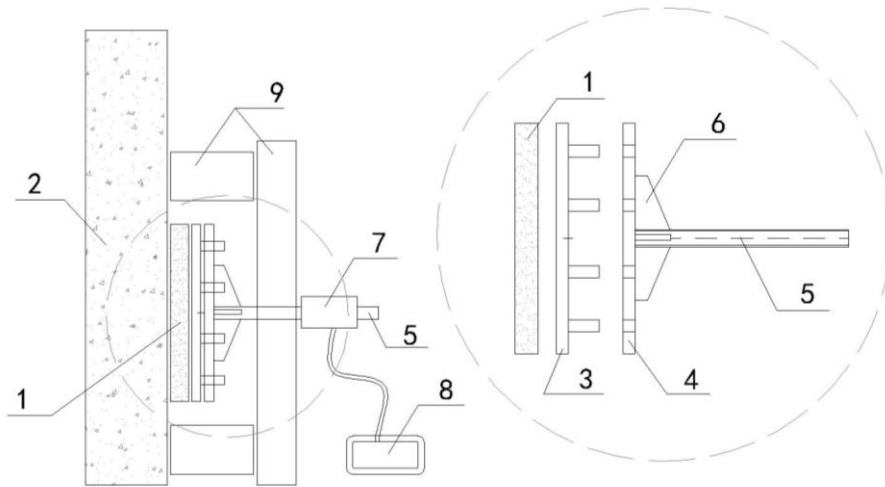


图 B.0.2 石材饰面层的锚固强度工艺性试验原理示意图

1—石材试件实样(天然花岗石,参考尺寸:300×600×35 mm,与混凝土结构浇筑为整体),
2—混凝土结构(锚固于地下的墙或柱,混凝土 C35 以上,配置常规钢筋),3—连接钢板(厚度 18~20 mm,焊有 6 颗直径 24 螺栓,专用胶与石材粘接),4—加载钢板(厚度 18~20 mm,留 6 个直径 26 孔,与传力拉杆+加强肋焊接),5—传力拉杆(直径 40 mm 钢棒),6—加强肋(厚度 18~20 mm),
7—穿心千斤顶,8—油泵,9—特定反力架(专用大型工字钢)

B.0.3 试验的最大加载量不应少于天然石材面板抗拉强度设计值的 2.0 倍(或由设计单位给出)。

B.0.4 试验前应加工制作专用传力粘接钢板,传力板的长和宽均应比受检天然石材的长和宽小约 10mm。粘接面应保持平整干净,无锈迹、油污,反面安装的如传力杆、肋板等应按预计试验最大加载量验算制作。

B.0.5 试验拉拔荷载应由穿心千斤顶提供,并通过拉杆传至传力钢板上,拉力杆应垂直于传力钢板。

B.0.6 饰面层的石材四周与相邻石材之间的应断开,必要时宜使用手持切割锯将相邻天然石材间缝隙间的水泥砂浆切开,切槽深度应达结构混凝土面层。

B.0.7 应采用胶粘剂将传力钢板粘接在饰面天然石材表面,粘接强度应大于 2.5 MPa,胶粘剂应按使用说明书规定的配比使用,应搅拌均匀、随用随配、涂布均匀,胶粘剂硬化前不得受水浸。并采取压紧措施,使粘接强度增长期间传力钢板(即图中连接钢板)和被粘接天然石材间不发生变位。

B. 0. 8 试验时基材混凝土龄期应不少于 28 天，结构胶龄期应符合相关规定。

B. 0. 9 试验采用分级加载，试验荷载分级不得少于 8 级。

B. 0. 10 试验时宜同时监测天然石材面板的位移量。每级荷载施加完毕后，应立即测读位移，以后每间隔 5min 测读一次，连续 2 次测读出的面板位移量均小于 0.01mm 时，认为在该级荷载下的位移已达到稳定状态，即可继续施加下一级荷载。

B. 0. 11 若试验未达到预定最大加载量就已经破坏，取破坏前的试验荷载作为极限抗拔拉力，否则，取最大加载量作为极限抗拔拉力。

B. 0. 12 试件连接强度应按下式计算：

$$R_i = \frac{X_i}{S_i} \times 10^3$$

式中 R_i ——第 i 个试件连接强度 (MPa)，精确到 0.1MPa；

X_i ——第 i 个试件连接力 (kN)，精确到 0.01kN；

S_i ——第 i 个试件天然石材面积 (mm^2)，精确到 1mm^2 。

B. 0. 13 每组试件平均连接强度应按下式计算：

$$R_m = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 R_i$$

式中 R_m ——每组试件平均连接强度 (MPa)，精确到 0.1 MPa。

B. 0. 14 应对照行业标准《建筑工程饰面砖粘结强度检验标准》(JGJ 110-2008) 第 6.0.1 条规定，现场浇筑施工工艺连接强度按组进行评价。当一组试件均符合下列两项指标要求时，其连接强度应定为合格；当一组试件不符合下列两项指标要求时，其连接强度应定为不合格；当一组试件只符合下列两项指标的一项要求时，应重新制作两组试件进行再次检验，若检验结果仍有一项不符合下列指标要求时，则本次工艺性试验应定为不合格：

- 1 每组试件平均强度不应小于 0.8MPa；
- 2 每组试件个别强度不应小于 0.5MPa。

B. 0. 15 宜对天然石材饰面层连接强度试验中破坏后的天然石材断开状态进行描述，断开状态可分别有以下形式：

胶粘剂与天然石材界面断开、天然石材为主断开、燕尾槽为主破坏、天然石材与连接层混凝土断开。

参加统计的试验面板，当满足其极差不超过平均值的 30% 时，可取其平均值为饰面天然石材的极限抗拔拉力。极差超过平均值的 30% 时，宜增加试验数量并分析极差过大的原因，结合工程情况确定。

B. 0. 16 将极限抗拔拉力除以安全系数 2 作为饰面天然石材抗拔拉力设计值。

B. 0. 17 建设或监理应参工艺性试验全过程，并将关键环节拍照或录像制作成技术资料存档。此项工作，应主动邀请质监单位参加。

附录 C 石材饰面层实体抗拉强度检验

C.1 一般要求

C.1.1 本方法适用于有皮混凝土石材饰面层在施工过程中的质量控制，包括以下内容：

- 1 石材原材是否满足现行国家标准的相关技术指标。
- 2 石材与混凝土锚固抗拉强度是否满足本规范要求。

C.1.2 建设或监理应参与石材取样与切割、试件制作、送检等全过程，并将关键环节拍照或录像制作成技术资料存档。此项工作，应主动邀请质监单位参加。

C.1.3 石材饰面层的试件，应包括石材试件实样和混凝土两部分；试件应由施工单位负责制作完成，试验和评定应由有资质单位负责，试验设备应采用现行常规试验设备。

C.1.4 石材试件实样按图 C.1.4 采用“对称”布置，并石材饰面层的试件尺寸一般要求 $m \geq n \geq c$ 。

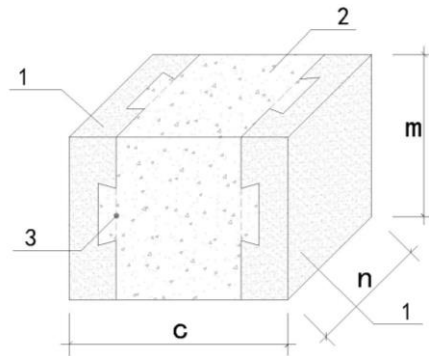


图 C.1.4 有皮混凝土试件即石材试件实样对称布置示意图

1—石材试件实样，2—混凝土，3—拟破坏界面

C.2 试件及试验

C.2.1 每组试件应为 3 件，即石材试件实样应为 6 件。在施工现场，应随机抽取石材半成品，应按 0.39~0.41（平均值 0.4）开槽率，并按图 C.2.1 要求进行切割，获得石材试件实样。

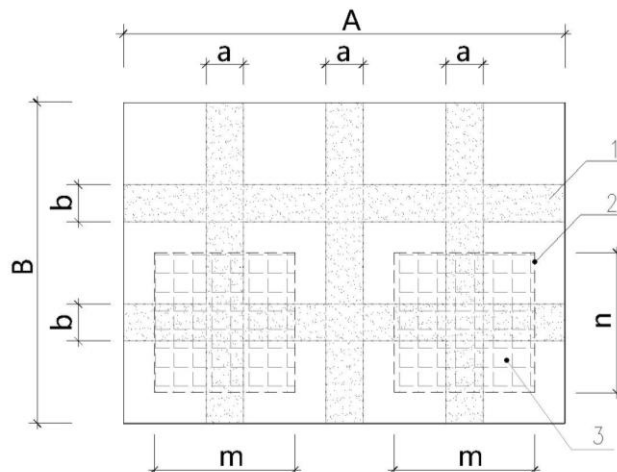


图 C. 2. 1 石材试件实样的切割示意图

1—燕尾槽，2—切割线，3—石材试件实样（m×n）

C. 2. 2 在浇筑混凝土过程中，应将石材试件实样与混凝土按图 C. 1. 4 要求制成试件，其中石材试件实样应竖向放置，与施工现场混凝土浇筑方向一致，并应在同条件下完成养护。

C. 2. 3 试件连接板可参考图 C. 2. 4 的要求制作加工；连接板包括平板与拉杆及加强肋三部分；连接板应为普通建筑钢，平板尺寸略小于试件，加强肋呈三角形或梯形，平板与加强肋的厚度 12~16 mm，拉杆直径 16~20 mm，三者应焊牢，其中拉杆位于平板的中心且应保持垂直，以免发生偏心情况。

C. 2. 4 采用结构专用胶（购买成品，粘接强度大于 2. 5MP_a），将连接板与试件粘牢，常温静态应在 36 小时以上，再送具有专项资质单位采用常规钢筋拉伸机，参考图 C. 2. 4 进行抗拉强度试验，且获得相关试验数据。

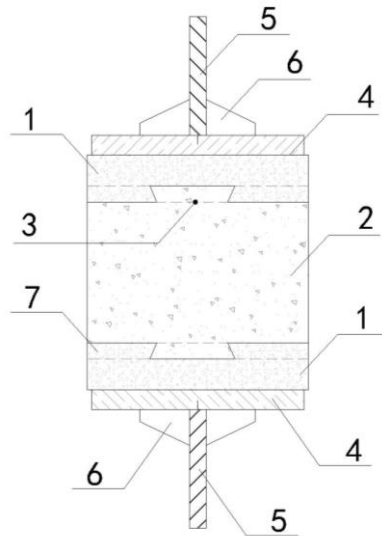


图 C. 2. 4 石材饰面层试件进行抗拉强度拉伸试验示意图

1—石材试件实样，2—混凝土，3—拟破坏界面，4—平板，5—拉杆，6—加强肋，7—石材试件实样另一方向燕尾槽

C. 2. 5 必要时承包单位可对试件连接板进行简单计算或试验，再确定其尺寸及加工要求。试件连接板可重复使用。

C. 3 合格评定

C. 3. 1 石材饰面层试件的抗拉强度合格评定条件，分混凝土界面破坏形态和石材界面破坏形态（包括石材表皮破坏）两种情况，其合格条件应符合表 C. 3. 4 的要求。

C. 3. 2 试件抗拉强度应按式计算：

$$R_i = \frac{X_i}{S_i} \times 10^3$$

式中 R_i ——第 i 个试件连接强度 (MPa)，精确到 0.1 MPa；

X_i ——第 i 个试件连接力 (kN)，精确到 0.01 kN；

S_i ——第 i 个试件天然石材面积 (mm^2)，精确到 1mm^2 。

C.3.3 每组试件平均连接强度应按下列式计算：

$$R_m = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 R_i$$

式中 R_m ——每组试件平均连接强度 (MPa)，精确到 0.1 MPa。

C.3.4 应参照行业标准《建筑工程饰面砖粘结强度检验标准》(JGJ 110-2008) 第 6.0.1 条规定，对现场浇筑施工工艺连接强度应按组进行评价。石材饰面层抗拉强度与混凝土强度等级和系数 V 相关，并依据石材饰面层试件破坏形态制定表 C.3.4。

当一组中的全部试件均符合表 C.3.4 时，其检验结果评定为合格；

当一组试件不符合表 C.3.4 中的两项指标要求时，其连接强度应定为不合格；

当一组试件只符合表 C.3.4 中两项指标的一项要求时，应在该组试件原取样区域内重新抽取两组试件检验，若检验结果仍有一项不符合表 C.3.4 指标要求时，则各组石材饰面层抗拉强度应定为不合格。

表 C.3.4 石材饰面层实体抗拉强度合格评定标准

试件破坏形态	混凝土强度等级	系数 V 值	每组试件平均值 (MPa)	每组其中最小值 (MPa)
混凝土界面	C35	1.0	0.80	0.57
		1.02	0.81	0.58
		1.04	0.82	0.59
		1.06	0.84	0.60
	C40	1.0	0.87	0.62
		1.02	0.88	0.63
		1.04	0.89	0.64
		1.06	0.90	0.65
	C45	1.0	0.90	0.65
		1.02	0.92	0.66
		1.04	0.94	0.67
		1.06	0.96	0.69
石材界面 (包括石材表皮)	C35	1.0	0.84	0.60
		1.02	0.85	0.61
		1.04	0.87	0.62
		1.06	0.88	0.63
	C40	1.0	0.89	0.64
		1.02	0.91	0.65
		1.04	0.92	0.66
		1.06	0.94	0.67
	C45	1.0	0.95	0.68
		1.02	0.96	0.69

		1.04	0.98	0.70
		1.06	0.99	0.71

注：按附录 A 简便计算公式所计算的的设计值作为每组试件中最小值，乘小于 1.4 系数作为每组试件的平均值；混凝土界面破坏形态乘小于 1.05 系数作为石材界面破坏形态的合格标准。

C. 3. 5 当石材饰面层试件同时出现混凝土界面破坏形态和石材界面破坏形态时，应按以下情况选择：

- 1 混凝土界面破坏面积明显大于石材界面破坏面积，应认定为混凝土破坏形态；
- 2 石材界面破坏面积明显大于混凝土界面破坏面积，应认定为石材破坏形态；
- 3 当混凝土界面破坏面积与石材界面破坏面积相当，不容易判断时，仍应认定为混凝土界面破坏形态。

C. 3. 6 本附录适用于石材双向开槽的情况。

附录 D 石材饰面层实体抗剪强度检验

(专利范围)

D.1 一般要求

D.1.1 本方法适用于有皮混凝土石材饰面层在施工过程中的质量控制，包括以下内容：

- 1 石材原材是否满足现行国家标准的相关技术指标。
- 2 石材与混凝土锚固抗剪强度是否满足本规范要求。

D.1.2 建设或监理应参与石材取样与切割、试件制作、送检等全过程，并将关键环节拍照或录像制作成技术资料存档。此项工作，应主动邀请质监单位参加。

D.1.3 石材饰面层的试件，包括石材试件实样和混凝土两部分；试件由施工单位负责制作完成，试验和评定应由有资质单位负责，可采用现行常规试验设备。

D.1.4 试件的石材试件实样应按图 D.1.4 “对称”布置，其石材饰面层试件尺寸一般要求 $m \geq n \geq c$ 。

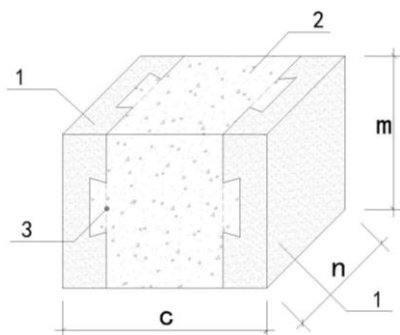


图 D.1.4 有皮混凝土试件即石材试件实样对称布置示意图

1—石材试件实样，2—混凝土，3—拟破坏界面

D.2 试件及试验

D.2.1 每组试件为 3 件，即石材试件实样应为 6 件。在施工现场，应随机抽取石材半成品，按 0.39~0.41（平均值 0.4）开槽率，并按图 D.2.1 要求进行切割，获得石材试件实样。

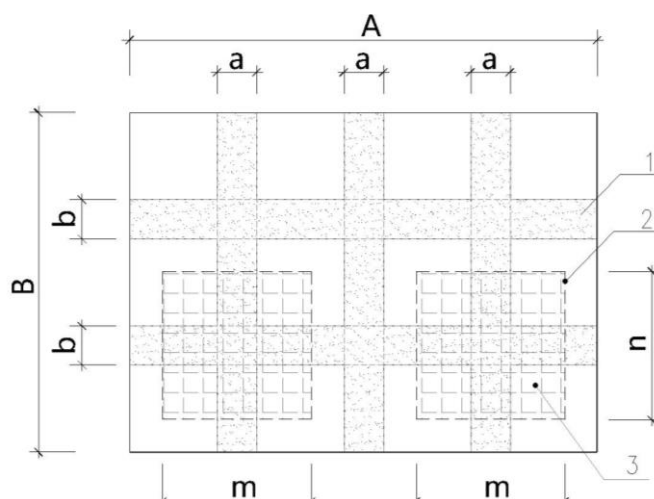


图 D. 2. 1 石材试件实样的切割示意图

1—燕尾槽，2—切割线，3—石材试件实样（m×n）

D. 2. 2 在浇筑混凝土过程中，将石材试件实样与混凝土按图 D. 1. 4 要求制成试件，其中石材试件实样应竖向放置，与施工现场混凝土浇筑方向一致，并应在同条件下完成养护。

D. 2. 3 可参考图 D. 2. 4 要求制作加工“一字型”试验辅助件、“L 型”试验辅助件和“U 型”安全托盘，试验辅助件为普通建筑钢，一字型辅助件厚度 12~16 mm，平面尺寸略小于试件中混凝土尺寸；L 型辅助件厚度 12~20 mm，U 型辅助件厚度 8~12 mm，辅助件可重复使用。

D. 2. 4 由具有专项资质单位采用常规混凝土压力试验设备应参考图 D. 2. 4 进行抗剪强度试验，且获得相关试验数据。

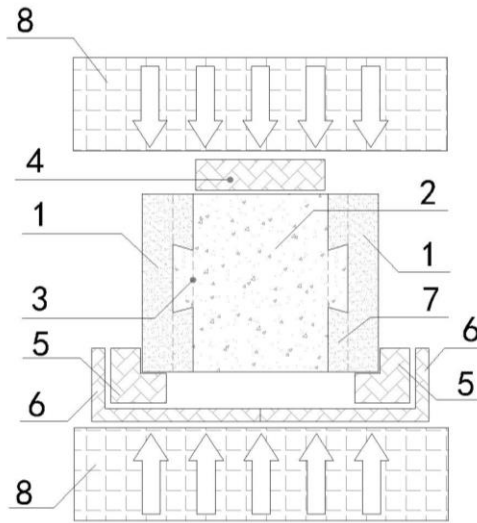


图 D. 2. 4 石材饰面层抗剪强度试验示意图

1—石材试件实样，2—混凝土，3—拟破坏界面，4—“一字型”辅助件，5—L 型辅助件，6—U 型安全托盘，7—石材试件实样另一方向燕尾槽，8—常规加载设备

D. 2. 5 一字型试验辅助件与 L 型试验辅助件的上下位置，特殊情况下可以互换。

D. 3 合格评定

D. 3. 1 试件抗剪强度应按下式计算：

$$R_i = \frac{X_i}{2 \times S_i} \times 10^3$$

式中 R_i ——第 i 个试件连接强度 (MPa)，精确到 0.01MPa；

X_i ——第 i 个试件连接力 (kN)，精确到 0.01kN；

S_i ——第 i 个试件天然石材面积 (mm^2)，精确到 1mm^2 。

2 ——将双面抗剪模式换算为单面抗剪模式。

D. 3. 2 每组试件平均抗剪强度应按下式计算：

$$R_m = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 R_i$$

式中 R_m ——每组试件平均连接强度 (MPa)，精确到 0.01 MPa。

D.3.3 应参照行业标准《建筑工程饰面砖粘结强度检验标准》(JGJ 110-2008) 第 6.0.1 条规定，对现场浇筑施工工艺连接强度应按组进行评价。石材饰面层抗剪强度与混凝土强度等级和系数 V 相关，以此制定表 D.3.3。

当一组试件试验结果均符合表 D.3.3 时，其检验结果评定为合格；

当一组试件不符合表 D.3.3 的两项指标要求时，其连接强度应定为不合格；

当一组试件只符合下列两项指标的一项要求时，应在该组试件原取样区域内重新抽取（或制作）两组试件检验，若检验结果仍有一项不符合下列指标要求时，则各组天然石材饰面层连接强度应定为不合格。

表 D.3.3 石材饰面层实体抗剪强度合格评定标准

试件破坏形态	混凝土强度等级	系数 V 值	每组试件平均值 (MPa)	每组其中最小值 (MPa)
混凝土界面 或石材界面 (包括石材表皮)	C35	1.0	1.09	0.78
		1.02	1.10	0.79
		1.04	1.13	0.81
		1.06	1.16	0.83
	C40	1.0	1.24	0.89
		1.02	1.27	0.91
		1.04	1.30	0.93
		1.06	1.31	0.94
	C45	1.0	1.37	0.98
		1.02	1.40	1.00
		1.04	1.43	1.02
		1.06	1.45	1.04

注：按附录 A 简便计算公式所计算的的设计值作为每组试件中最小值，乘小于 1.4 系数作为每组试件的平均值作为合格评定标准。

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对于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”；

表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

专利声明

本规范以《复合装饰混凝土》（也称：有皮混凝土或饰面混凝土）系列专利为基础，专利持有人已向本规范的发布单位保证，愿意同任何申请人在合理和非歧视的条款和条件下，就使用授权许可证进行协商或谈判。如果申请人选用本专利技术，可依据协商或谈判的情况，与专利权人签订实施许可合同并取得专利授权证书。

涉及专利的条款，见条文说明。另请注意除上述已经识别出的专利外，本规范的某些内容有可能涉及专利。本规范的发布单位不应承担识别这些专利的责任。

引用标准名录

《混凝土结构耐久性设计规范》	GB / T 50476-2019
《建筑工程建筑面积计算规范》	GB / T 50353-2013
《建筑节能基本术语标准》	GB / T 51140-2015
《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》	GB / T 50082-2009
《混凝土结构工程施工质量验收规范》	GB 50204-2015
《建筑内部装修设计防火规范》	GB 50222-2017
《民用建筑可靠性鉴定标准》	GB 50292-2015
《历史文化名城保护规划规范》	GB 50357-2005
《建筑防烟排烟系统技术标准》	GB 51251-2017
《建筑与桥梁结构监测技术规范》	GB 50982-2014
《综合布线系统工程设计规范》	GB 50311-2016
《预防混凝土碱骨料反应技术规范》	GB / T 50733-2011
《建筑工程绿色施工规范》	GB / T 50905-2014
《建筑结构加固工程施工质量验收规范》	GB 50550-2010
《建筑节能工程施工质量验收规范》	GB 50411-2007