



中华人民共和国建筑工业行业标准

JG/T 561—2019

预制保温墙体用纤维增强塑料连接件

Fiber-reinforced polymer connector for precast concrete sandwich insulation walls

2019-03-04 发布

2019-09-01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部 发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 分类和标记 2

5 一般要求 3

6 要求 3

7 试验方法 5

8 检验 6

9 标志、包装、运输和贮存 8

附录 A（规范性附录） FRP 连接件材料耐久性能试验方法 9

附录 B（规范性附录） FRP 连接件抗拔承载力试验方法 10

附录 C（规范性附录） FRP 连接件抗剪承载力试验方法 12

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由住房和城乡建设部标准定额研究所提出。

本标准由住房和城乡建设部建筑标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：同济大学、北京建筑材料科学研究总院有限公司、北京万科企业有限公司、中国建筑标准设计研究院、上海城建物资有限公司、东南大学、中国建筑第八工程局有限公司、上海市城市建设设计研究总院(集团)有限公司、沈阳建筑大学、上海浦东建筑设计研究院有限公司、南京斯贝尔复合材料有限责任公司、安徽海龙建筑工业有限公司、上海研构建筑设计研究有限责任公司、上海市建筑科学研究院(集团)有限公司、中科坤泰科技有限责任公司、昆山市建设工程质量检测中心。

本标准主要起草人：薛伟辰、秦珩、刘艳军、李晓明、胡翔、朱永明、刘国祥、李亚、汪昕、苗冬梅、郑振鹏、孟宪宏、朱邦范、姚大伟、杨佳林、郑强、刘婷、廖显东、王琼、秦廉、付凯、仝利、顾盛。

预制保温墙体用纤维增强塑料连接件

1 范围

本标准规定了预制保温墙体用纤维增强塑料连接件的分类和标记、一般要求、要求、试验方法、检验、标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于预制保温墙体中纤维增强塑料连接件。

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/T 1446 纤维增强塑料性能试验方法总则
GB/T 1447 纤维增强塑料拉伸性能试验方法
GB/T 1449 纤维增强塑料弯曲性能试验方法
GB/T 2577 玻璃纤维增强塑料树脂含量试验方法
GB/T 8237 纤维增强复合材料用液体不饱和聚酯树脂
GB/T 13657 双酚 A 型环氧树脂
GB/T 18369 玻璃纤维无捻粗纱
GB/T 25045 玄武岩纤维无捻粗纱
GB/T 30022 纤维增强复合材料筋基本力学性能试验方法
GB/T 34551 玻璃纤维增强复合材料筋高温耐碱性试验方法
GB 50010 混凝土结构设计规范
GB 50011 建筑抗震设计规范
JC/T 773 纤维增强塑料 短梁法测定层间剪切强度
JGJ 1 装配式混凝土结构技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

预制保温墙体 precast concrete sandwich insulation wall

由内、外叶墙混凝土板、保温层和连接件组成的预制混凝土夹心保温墙体。

3.2

纤维 fiber

土木工程中所采用的各类高性能纤维,本标准中采用的纤维主要为玻璃纤维和玄武岩纤维。

注:改写 GB 50608 2010,定义 2.1.1。

3.3

纤维增强塑料连接件 fiber-reinforced polymer connector

FRP 连接件

以纤维为增强相,热固性树脂为基体相,通过拉挤工艺成型,用于连接预制保温墙体中内、外叶墙混凝土板,使二者协同工作的连接件。

3.4

套环 overmold

通过注塑或模压工艺成型,由两端端板和环身组成,用于连接件在预制保温墙体中的定位。

3.5

反打工艺 outer wythe pre-installation method

生产预制保温外墙时,先浇筑外叶墙混凝土板,再铺设保温层、浇筑内叶墙混凝土板的制作工艺。

3.6

正打工艺 inner wythe pre-installation method

生产预制保温外墙时,先浇筑内叶墙混凝土板,再铺设保温层、浇筑外叶墙混凝土板的制作工艺。

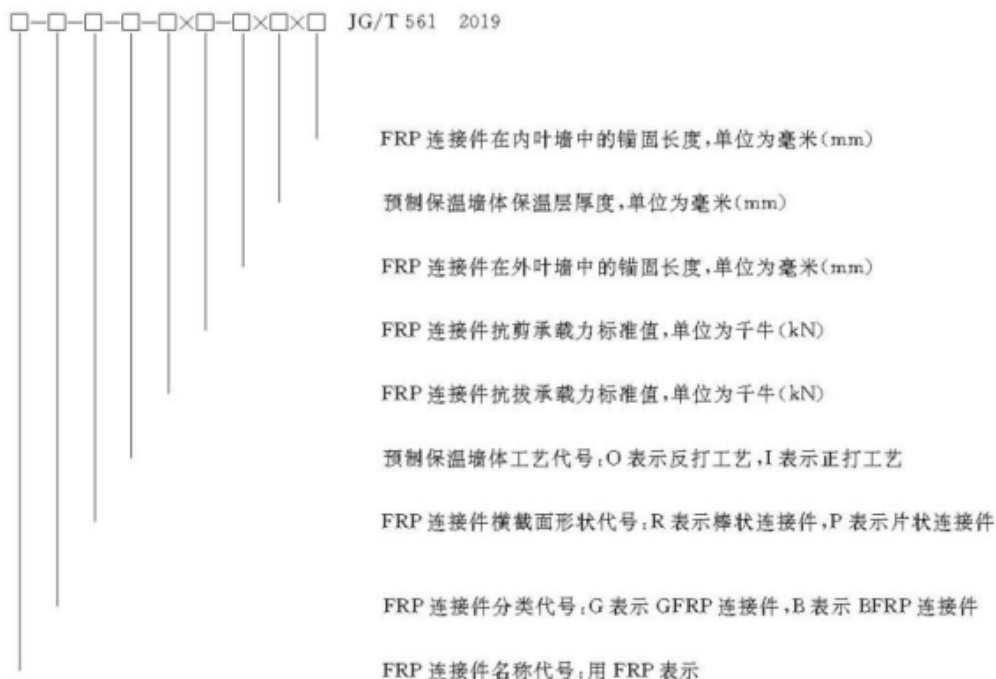
4 分类和标记

4.1 分类

FRP 连接件按纤维种类分为玻璃纤维增强塑料连接件和玄武岩纤维增强塑料连接件。

FRP 连接件按横截面分为棒状 FRP 连接件和片状 FRP 连接件,棒状连接件截面长宽比不宜大于 2,片状连接件截面长宽比宜大于 2。

4.2 标记



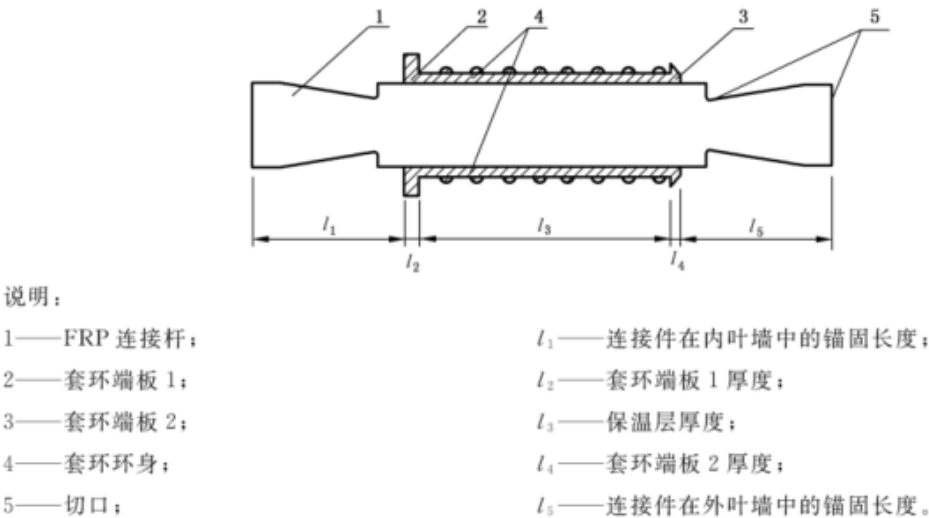


图 1 连接件示例构造示意图

5 一般要求

5.1 纤维

应采用无碱玻璃纤维或玄武岩纤维。宜用无捻粗纱，玻璃纤维无捻粗纱应符合 GB/T 18369 的要求，玄武岩纤维无捻粗纱应符合 GB/T 25045 的要求。

5.2 树脂

应采用环氧树脂或乙烯基酯树脂，环氧树脂应符合 GB/T 13657 的要求，乙烯基酯树脂应符合 GB/T 8237 等的要求。

5.3 套环

套环宜采用工程塑料或短纤维增强塑料。

5.4 切口

连接件切口宜采用基体树脂或氟碳漆封边，封边材料应涂抹均匀，保证切口无裸露。

5.5 保护层

连接件的保护层厚度（即连接件端部距墙体外表面距离）不应小于 25 mm。

6 要求

6.1 外观

连接件表面应色泽均匀，不应有气泡、裂纹、针孔、刮伤等缺陷。

6.2 纤维含量

连接件中 FRP 材料的纤维体积含量不宜低于 60%。

6.3 尺寸和尺寸偏差

6.3.1 FRP 连接件在保温层中的横截面面积(不含套环面积)不应小于 50 mm²,横截面任一方向尺寸(边长或直径)不宜小于 3 mm。

6.3.2 FRP 连接件各处横截面尺寸的允许偏差应符合表 1 的要求,加工尺寸允许偏差应符合表 2 的要求。

表 1 连接件的横截面尺寸允许偏差 单位为毫米

规定尺寸 l	允许偏差
$l \leq 12$	$\begin{smallmatrix} +0.2 \\ 0 \end{smallmatrix}$
$12 < l \leq 38$	$\begin{smallmatrix} +0.3 \\ 0 \end{smallmatrix}$
$38 < l \leq 50$	$\begin{smallmatrix} +0.4 \\ 0 \end{smallmatrix}$
$50 < l \leq 100$	$\begin{smallmatrix} +0.6 \\ 0 \end{smallmatrix}$

表 2 连接件的加工尺寸允许偏差 单位为毫米

项目	允许偏差
长度	$\begin{smallmatrix} +1.5 \\ 0 \end{smallmatrix}$
槽宽	$+1.0$
槽深	$+0.5$

6.3.3 FRP 连接件在内叶墙和外叶墙中的锚固长度不宜小于 30 mm。

6.4 材料力学性能

6.4.1 FRP 连接件的拉伸性能和层间剪切性能应符合表 3 的规定。

表 3 FRP 连接件拉伸性能和层间剪切性能要求

项目	指标要求
拉伸强度标准值 f_{tk} /MPa	≥ 700
拉伸弹性模量 E /GPa	≥ 40
层间剪切强度标准值 f_{vk} /MPa	≥ 30
注:表中各项强度为具有 95%保证率的标准值,弹性模量为平均值。	

6.4.2 FRP 连接件的弯曲强度和弯曲弹性模量应满足产品说明书中对于弯曲强度和弯曲弹性模量的要求。

6.4.3 FRP 连接件拉伸强度标准值、层间剪切强度标准值和弯曲强度标准值应具有 95%的保证率,拉伸弹性模量和弯曲弹性模量应取平均值。

6.5 材料耐久性能

FRP 连接件材料的残余拉伸强度和残余层间剪切强度不应低于初始值的 50%。

6.6 连接件抗拔承载力和抗剪承载力

FRP 连接件的抗拔承载力和抗剪承载力应符合表 4 的规定。

表 4 FRP 连接件抗拔承载力和抗剪承载力要求

项目	保温层厚度 l_3 /mm				
	$15 \leq l_3 \leq 30$	$30 < l_3 \leq 50$	$50 < l_3 \leq 70$	$70 < l_3 \leq 90$	$90 < l_3 \leq 120$
抗拔承载力标准值 R_{ak} /kN	≥ 6.0				
抗剪承载力标准值 R_{sk} /kN	≥ 1.1	≥ 1.0	≥ 0.9	≥ 0.8	≥ 0.7
注 1：表中各项承载力为按 7.4 规定的试验方法测得的承载力标准值。					
注 2：当预制保温墙体的保温层厚度大于 120 mm 时，所采用 FRP 连接件的抗拔承载力和抗剪承载力应有可靠的试验依据。					

7 试验方法

7.1 外观

用目测的方法进行。

7.2 纤维含量

纤维体积含量按 GB/T 2577 的规定进行测试。

7.3 尺寸和尺寸偏差

使用精度为 0.02 mm 的游标卡尺测试。

7.4 材料力学性能

7.4.1 拉伸强度和拉伸弹性模量

拉伸强度和拉伸弹性模量的试验方法应符合下列规定：

- a) 棒状 FRP 连接件的材料拉伸强度和拉伸弹性模量按 GB/T 30022 的规定进行测试，片状 FRP 连接件的材料拉伸强度和拉伸弹性模量按 GB/T 1447 的规定进行测试；
- b) 对于棒状连接件，拉挤成型后截取试样长度取样；试样轴向与拉挤方向相同。对于片状连接件，当连接件截面尺寸及长度均大于试样相应尺寸时，从连接件的中间位置取样；当连接件截面尺寸大于试样尺寸而长度小于试样长度时，拉挤成型后截取试样长度，再从中间位置取样；当连接件截面尺寸小于试样尺寸时，采用与连接件相同的原材料和工艺制作试样；试样轴向与拉挤方向相同；
- c) 拉伸强度应取具有 95% 保证率的标准值。拉伸弹性模量应取平均值。

7.4.2 层间剪切强度

层间剪切强度的试验方法应符合下列规定：

- a) 层间剪切强度按 JC/T 773 的规定进行测试；
- b) 宜取符合 JC/T 773 规定的非标准试样进行测试，试样厚度不宜小于 3 mm。当连接件截面尺寸及长度均大于试样相应尺寸时，从连接件的中间位置取样；当连接件截面尺寸大于试样尺寸

而长度小于试样长度时,拉挤成型后截取试样长度,再从中间位置取样;当连接件截面尺寸小于试样尺寸时,采用与连接件相同的原材料和工艺制作试样;试样轴向与拉挤方向相同。

7.4.3 弯曲强度和弯曲弹性模量

弯曲强度和弯曲弹性模量的试验方法应符合下列规定:

- a) 弯曲强度和弯曲弹性模量按 GB/T 1449 的规定进行测试;
- b) 当连接件截面尺寸及长度均大于试样相应尺寸时,从连接件的中间位置取样;当连接件截面尺寸大于试样尺寸而长度小于试样长度时,拉挤成型后截取试样长度,再从中间位置取样;当连接件截面尺寸小于试样尺寸时,采用与连接件相同的原材料和工艺制作试样;试样轴向与拉挤方向相同。

7.5 材料耐久性能

材料耐久性能按附录 A 的规定进行测试。

7.6 连接件抗拔承载力和抗剪承载力

7.6.1 抗拔承载力按附录 B 的规定进行测试。

7.6.2 抗剪承载力按附录 C 的规定进行测试。

8 检验

8.1 检验类型

产品检验包括出厂检验和型式检验。

8.2 出厂检验

8.2.1 检验项目

出厂检验项目应符合表 5 的规定。

表 5 出厂检验项目

检验项目	取样数量	试验方法
外观检验	1%	目测
纤维含量	5	GB/T 2577
尺寸和尺寸偏差	1%	游标卡尺测量
材料拉伸强度和拉伸弹性模量	5	GB/T 30022、GB/T 1447 和 7.4
材料层间剪切强度	5	JC/T 773 和 7.4
材料弯曲强度和弯曲弹性模量	5	GB/T 1449 和 7.4

8.2.2 组批规则

应以连续生产的同原材料、同类型、同截面尺寸的 50 000 个连接件为一个验收批,当一次性生产不足 50 000 个时,以此次生产的全部数量为一个验收批。

8.2.3 取样数量及方法

外观、尺寸和尺寸偏差检验采用一次随机抽样，每批取样数量为 1%。纤维含量、材料拉伸强度和拉伸弹性模量、材料层间剪切强度、材料弯曲强度和弯曲弹性模量检验采用二次随机抽样，第一次样本数每批每项各为 5 个，第二次样本数每批每项各为 5 个。

8.2.4 判定规则

采用一次随机抽样时，所抽取样本全部符合要求或仅有一个不符合要求时，应判定该批为合格；否则应判定该批不合格。

采用二次随机抽样时，第一次所抽样本全部符合要求则判定该批合格，这时要求材料拉伸强度、层间剪切强度和弯曲强度测试值不低于标准规定的强度标准值，材料拉伸弹性模量和弯曲弹性模量测试值不低于标准规定的弹性模量平均值；如有 2 个或 2 个以上不符合要求，应判定该批不合格。当有 1 个样本不符合要求时则进行第二次抽样，当第二次所抽样本全部符合要求应判定该批合格，否则应判定该批不合格。

8.3 型式检验

8.3.1 检验条件

有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品的试制定型鉴定；
- b) 正式生产后，材料及工艺有较大变动；
- c) 产品停产一年以上重新恢复生产时；
- d) 正常生产时，每满 3 年；
- e) 出厂检验的结果与上次型式检验有较大差异时。

8.3.2 检验项目

型式检验项目应符合表 6 的规定。

表 6 型式检验项目

检验项目	取样数量	试验方法
外观检验	5	目测
纤维含量	5	GB/T 2577
尺寸和尺寸偏差	5	游标卡尺测量
材料拉伸强度和拉伸弹性模量	5	GB/T 30022、GB/T 1447 和 7.4
材料层间剪切强度	5	JC/T 773 和 7.4
材料弯曲强度和弯曲弹性模量	5	GB/T 1449 和 7.4
材料耐久性能	5	GB/T 34551 和附录 A
连接件抗拔承载力	5	附录 B
连接件抗剪承载力	40	附录 C
注：连接件抗剪承载力检验取 5 个抗剪试件，每个试件包含 8 个连接件。		

8.3.3 取样数量

外观、尺寸和尺寸偏差检验、纤维含量、材料拉伸强度和拉伸弹性模量、材料层间剪切强度、材料弯曲强度和弯曲弹性模量、材料耐久性能检验从同原材料、同类型的材料中抽取,取样数量为5个;连接件抗拔承载力检验从同原材料、同类型、同规格的连接件中抽取,取样数量为5个;连接件抗剪承载力检验从同原材料、同类型、同规格的连接件中抽取,取样数量为40个。

8.3.4 判定规则

所检项目全部合格判定型式检验合格,否则判定型式检验不合格。

9 标志、包装、运输和贮存

9.1 标志

9.1.1 FRP 连接件产品上应有厂家标志,出厂时应附产品说明书、产品型式检验报告和产品检验合格证。

9.1.2 产品说明书内容应包括下列内容:

- a) 产品名称;
- b) 连接件标记;
- c) 连接件材料拉伸强度标准值和拉伸弹性模量;
- d) 连接件材料层间剪切强度标准值;
- e) 连接件材料弯曲强度标准值和弯曲弹性模量;
- f) 连接件抗拔承载力标准值;
- g) 连接件抗剪承载力标准值。

9.1.3 产品合格证内容应包括下列内容:

- a) 产品名称;
- b) 连接件标记;
- c) 生产批号;
- d) 数量;
- e) 检验结论;
- f) 检验合格签章;
- g) 企业名称、通信地址和联系电话等。

9.2 包装

FRP 连接件产品应用结实、柔软的包装材料包装,包装带捆扎。

9.3 运输和贮存

FRP 连接件在运输过程中应有防雨、防潮措施,不得受到剧烈的撞击、抛摔和重物堆压;FRP 连接件不得露天存放,应贮存在通风、干燥、防火、防水、防雨的库房内,远离热源、火源,避免腐蚀性介质的侵蚀,避免紫外线直射,不应与其他物品混杂。

附 录 A
(规范性附录)
FRP 连接件材料耐久性能试验方法

A.1 试样

耐久性试验按 7.4 取样。

A.2 试验设备

力学性能试验设备应满足 GB/T 1446、GB/T 1447、GB/T 30022、JC/T 773 的规定。

A.3 试验步骤

A.3.1 按 GB/T 34551 的规定配置 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、KOH 和 NaOH 的混合溶液，pH 值控制在 12.6~13.0 之间，碱溶液配置见表 A.1。

表 A.1 碱溶液配置

溶液类型	1 升水所含溶质克数/(g/L)		
	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	KOH	NaOH
碱溶液	118.5	4.2	0.9

A.3.2 将试样置于恒温溶液箱中，溶液温度按 GB/T 34551 的规定控制在 $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，试验中应定期测量并调整碱溶液，确保 pH 值稳定。

A.3.3 侵蚀 183 d 后，按 7.4 对试样进行拉伸强度和层间剪切强度试验，测得残余拉伸强度和残余层间剪切强度。

附录 B
(规范性附录)

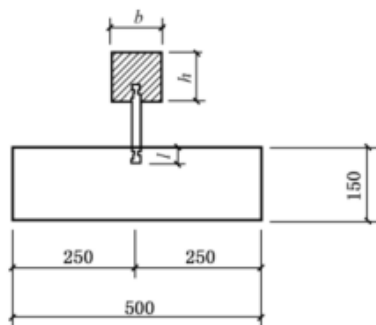
FRP 连接件抗拔承载力试验方法

B.1 试件

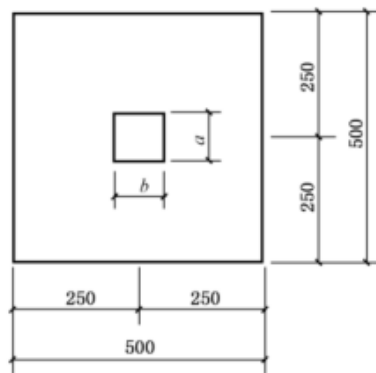
B.1.1 试件由混凝土板、FRP 连接件和夹持端组成。

B.1.2 试件型式和尺寸应符合图 B.1 的规定。

单位为毫米

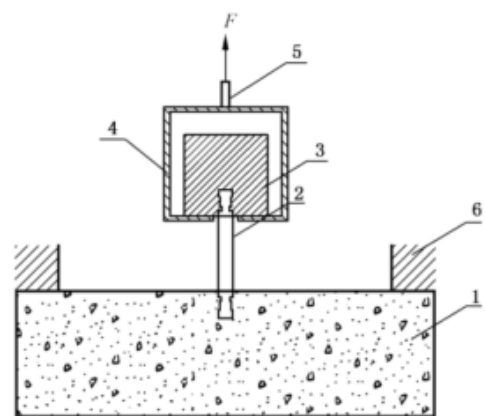


正视图



俯视图

a) 试件示意图



b) 加载示意图

说明:

- 1——混凝土板;
- 2——连接件;
- 3——夹持端;
- 4——钢框架;
- 5——钢棒;
- 6——固定支座;

- a ——夹持端长度,棒状连接件取 100 mm,片状连接件取 150 mm,且均不应小于连接件横截面长度与 40 mm 之和;
- b ——夹持端宽度,取 100 mm,且不应小于连接件横截面宽度与 40 mm 之和;
- h ——夹持端高度,取 100 mm,且不应小于连接件在夹持端中的锚固长度与 20 mm 之和;
- l ——连接件在内叶墙或外叶墙中的锚固长度;
- F ——拉伸载荷。

图 B.1 FRP 连接件抗拔承载力试验试件型式

B.1.3 混凝土板立方体抗压强度宜取 30 MPa~40 MPa,也可按实际工程选取。

B.1.4 连接件在混凝土板中的锚固长度按连接件规格确定。

B.1.5 夹持端采用高强灌浆料浇筑而成,灌浆料应符合 JGJ 1 的规定,夹持端的材料强度和尺寸应能保证试验中夹持端不发生破坏。

B.2 试验设备

B.2.1 加载设备应能连续稳定地对试件施加荷载。

B.2.2 夹具由钢框架和钢棒焊接而成。夹具与加载设备相连时,要确保试件受拉时对中。钢框架应能容纳试件夹持端,其下方孔洞应能使连接件穿过。

B.3 试验步骤

B.3.1 试验加载时,对试件沿轴向连续、匀速施加拉伸荷载,直到试样断裂或被拔出,加载速度应控制在 1 kN/min~3 kN/min,直至试件破坏。记录破坏荷载。

B.3.2 同批做 5 个平行试验。

B.4 标准值计算

B.4.1 连接件抗拔承载力标准值 R_{ik} 按式(B.1)计算:

$$R_{ik} = \overline{R_t} \cdot (1 - 3.4 \cdot V) \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

R_{ik} ——连接件抗拔承载力标准值,单位为千牛(kN);

$\overline{R_t}$ ——连接件抗拔承载力试验值的算术平均值,单位为千牛(kN);

V ——变异系数,为连接件抗拔承载力试验值标准偏差与算术平均值之比。

B.4.2 如果试验中抗拔承载力试验值的变异系数大于 20%,确定连接件抗拔承载力标准值时应乘以一个附加系数 α , α 按式(B.2)计算:

$$\alpha = \frac{1}{1 + (V \times 100 - 20\%) \times 0.03} \quad \dots\dots\dots (B.2)$$

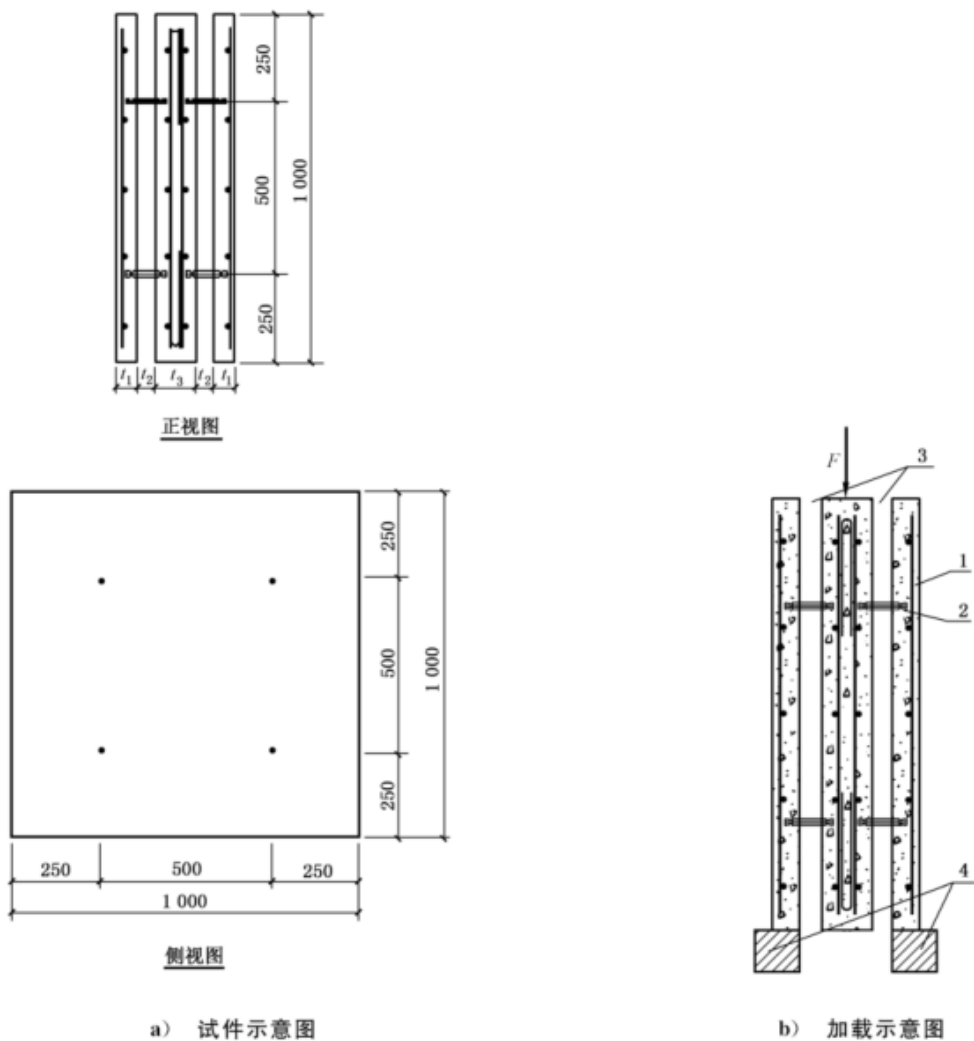
附录 C
(规范性附录)

FRP 连接件抗剪承载力试验方法

C.1 试件

- C.1.1 试件由三层混凝土板和 FRP 连接件组成。
- C.1.2 试件型式和尺寸应符合图 C.1 的规定,也可按实际工程选取。

单位为毫米



说明:

- 1——混凝土板;
2——连接件;
3——与保温层同厚度的空腔;
4——固定支座;
- t_1 ——两侧混凝土板厚度,取 60 mm,也可按实际工程选取;
 t_2 ——保温层厚度,按连接件规格选取;
 t_3 ——中部混凝土板厚度,取 120 mm 或两侧混凝土板厚度的 2 倍;
 F ——推出荷载。

图 C.1 FRP 连接件抗剪承载力试验试件型式

C.1.3 混凝土板立方体抗压强度宜取 30 MPa~40 MPa,也可按实际工程选取。板中按 GB 50010 和 GB 50011 规定的最小配筋率配置钢筋网片。

C.1.4 每个试件使用 8 个连接件。连接件在混凝土板中的锚固长度按连接件规格确定。

C.1.5 试件浇筑时可铺设保温层,试验时应去除保温层。

C.2 试验设备

加载设备应能连续稳定地对试件施加荷载。

C.3 试验步骤

C.3.1 试验加载时,对试件施加连续、匀速的推出荷载,加载速度应控制在 1 kN/min~15 kN/min,直至试件破坏。记录极限荷载。

C.3.2 同批做 5 个平行试验。

C.4 标准值计算

C.4.1 如试件破坏时两侧混凝土板与中部混凝土板间相对滑移不大于 10 mm,试件极限荷载取破坏荷载;如试件破坏时两侧混凝土板与中部混凝土板间相对滑移大于 10 mm,试件极限荷载取滑移达到 10 mm 前的最大荷载。单个连接件抗剪承载力取试件极限荷载与连接件数量的比值。

C.4.2 标准值 R_{vk} 按式(C.1)计算:

$$R_{vk} = \overline{R_v} \cdot (1 - 3.4 \cdot V) \quad \dots\dots\dots (C.1)$$

式中:

R_{vk} ——连接件抗剪承载力标准值,单位为千牛(kN);

$\overline{R_v}$ ——连接件抗剪承载力试验值的算术平均值,单位为千牛(kN);

V ——变异系数,为连接件抗剪承载力试验值标准偏差与算术平均值之比。

C.4.3 如果试验中抗剪承载力试验值的变异系数大于 20%,确定连接件抗剪承载力标准值时应乘以一个附加系数 α , α 按式(B.2)计算。