

ICS 91.100.50

Q 23

团 体 标 准

T/CECS ×××××—20××

铁路混凝土桥梁节段预制拼装用结构胶

(铁路混凝土桥梁预制节段拼装用结构胶)

Structural adhesive for assembling of precast railway concrete bridge segments

(征求意见稿)

20××-××-××发布

20××-××-××实施

中国工程建设标准化协会 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语	1
4 分类和标记	2
5 技术要求	3
6 试验方法	4
7 检验规则	8
8 标志、包装、运输、贮存	9
附录 A（规范性附录） 可粘接时间测定方法	11
附录 B（规范性附录） 抗流挂性能试验方法	13
附录 C（规范性附录） 可挤压性测定方法	14
附录 D（规范性附录） 吸水率与水中溶解率测定方法	16
附录 E（规范性附录） 压缩性能测定方法	18
附录 F（规范性附录） 混凝土与混凝土对粘弯曲性能试验方法	21
附录 G（规范性附录） 混凝土与混凝土压缩剪切强度试验方法	23
附录 H（规范性附录） 胶粘剂耐长期应力作用能力测定方法	25

前 言

《铁路混凝土桥梁预制节段拼装用结构胶》（以下简称“文件”）是按照 GB/T 1.1—2020 《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》和GB/T 20000.10—2014《标准编写规则 第10部分：产品标准》给出的规则起草。

本文件是按中国工程建设标准化协会《关于印发〈2020年第一批工程建设协会标准制订、修订计划的通知〉（建标协字〔2020〕14号）的要求制定。

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

本文件由中国工程建设标准化协会提出。

本文件由中国工程建设标准化协会铁道分会归口管理。

本文件负责起草单位：中国铁道科学研究院集团有限公司铁道建筑研究所。

本文件参加起草单位：中国铁路经济规划研究院有限公司、中铁第一勘察设计院集团有限公司、中国中铁二院工程集团有限责任公司、中国铁路设计集团有限公司、中铁第四勘察设计院集团有限公司、中铁第五勘察设计院集团有限公司、中铁工程设计咨询集团有限公司、中国建筑科学研究院有限公司、北京交通大学、西南交通大学。

本文件主要起草人：谢永江、程冠之、关文勋、郑新国、谭盐宾、李化建、班新林、董全霄、李学斌、刘子科、李世达、刘 竞、翁智财、曾 志、李书明、李旺旺、蒋 睿、王月华、高 策、周勇政、王凯林、吴少海、杨少军、高明昌、戴胜勇、王召祐、苏 伟、文望青、曾 敏、张 玲、尚庆保、张 扬、朱海燕、徐升桥、邹永伟、曾 兵、卢文良、李固华。

本文件主要审查人：××× ××× ××× ××× ××× ××× ×××

铁路混凝土桥梁节段预制拼装用结构胶

(铁路混凝土桥梁预制节段拼装用结构胶)

1 范围

本文件规定了铁路混凝土桥梁预制节段拼装用结构胶的术语和定义、分类和标记、技术要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输、贮存。

本文件适用于铁路混凝土桥梁预制节段拼装的结构胶。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 18583 室内装饰装修材料 胶粘剂中有害物质限量

GB 30982 建筑胶粘剂有害物质限量

GB 50728 工程结构加固材料安全性鉴定技术规范

GB/T 1634.1 塑料 负荷变形温度的测定 第1部分 通用试验方法

GB/T 1634.2 塑料 负荷变形温度的测定 第2部分 塑料、硬橡胶和长纤维增强复合材料

GB/T 2793 胶粘剂不挥发物含量的测定

GB/T 3159-2008 液压式万能试验机

GB/T 7124 胶粘剂 拉伸剪切强度的测定（刚性材料对刚性材料）

GB/T 16491-2008 电子万能试验机

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 预制节段 precast segment

工厂或现场预先制作的可拼装的结构单元。

3.2 拼装 assembling

通过体内或体外预应力等方式将预制节段连接并固定组合形成一个整体的施工过程。

3.3 预制节段拼装用结构胶 structural adhesive for assembling of precast concrete bridge segments

由环氧树脂、固化剂、促进剂、改性剂、稀释剂、填料等组成的用于铁路混凝土桥梁节段拼装的环氧胶粘剂。

3.4 机械搅拌混合 mechanical mixing

使用机械搅拌设备将在圆柱形容器中的胶粘剂不同组分搅拌混合均匀的混合方式。

3.5 静态混合器混合 static mixer mixing

胶粘剂不同组分在流经静态混合器的过程中发生“分割-移位-重叠”等运动实现均匀混合的混合方式。

3.6 可施胶时间 pot life

胶粘剂经混合后在容器内堆积并达到规定温度的时间。

3.7 可操作时间 operational time

胶粘剂经混合后在静态混合器中停留并达到规定粘度的时间。

3.8 可粘接时间 open time

胶粘剂经混合完毕后立即涂抹在粘接面上，保持其规定粘接性能的最长可晾置时间。

4 分类和标记

4.1 分类

产品按混合方式可分为机械搅拌混合型胶和静态混合器混合型胶。

机械搅拌混合型胶按照适用施工现场环境温度（T）可分为以下 4 种型号：

a) MI型， $5^{\circ}\text{C}\leq T < 20^{\circ}\text{C}$ ；

b) MII型， $15^{\circ}\text{C}\leq T < 30^{\circ}\text{C}$ ；

c) MIII型， $25^{\circ}\text{C}\leq T < 40^{\circ}\text{C}$ ；

d) MIV 型（自定义型），不在上述规定的温度范围内的，由生产商自定义的最低温度 $\leq T \leq$ 生产商自定义的最高温度。

静态混合器混合型胶按照适用施工现场环境温度（T）可分为以下 3 种型号：

a) SL 型， $5^{\circ}\text{C}\leq T < 25^{\circ}\text{C}$ ；

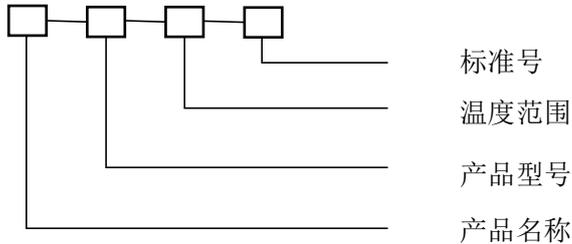
b) SH 型， $20^{\circ}\text{C}\leq T < 40^{\circ}\text{C}$ ；

c) SZ 型，不在上述规定的温度范围内的，由生产商自定义的最低温度 $\leq T \leq$ 生产商自定义的最高温度。

4.2 标记

4.2.1 标记方法

产品按下列顺序标记：产品名称、型号、标准号。



4.2.2 标记示例

5°C≤T<25°C的静态混合器混合型铁路混凝土桥梁节段预制拼装用结构胶标记为：铁路混凝土桥梁预制节段拼装用结构胶-SL-5/25-T/CECS-XXXXXX-XXXX。

5 技术要求

5.1 铁路混凝土桥梁节段拼装预制用结构胶的有害物质限量值应符合现行国家标准 GB 30982 中本体型建筑胶粘剂中有害物质限量的相关规定。

5.2 铁路混凝土桥梁预制节段拼装用结构胶的性能指标应符合表 1 的要求。

表 1 铁路混凝土桥梁预制节段拼装用结构胶的技术要求

检测项目		技术要求		
		机械搅拌混合型	静态混合器混合型	
物理性能	颜色	固化后与节段混凝土表面颜色相近		
	可施胶时间, min	≥20	—	
	可操作时间, min	—	≥20	
	可粘接时间, min	≥60		
	抗流挂性能, mm	≥10		
	可挤压性, mm ²	150N	≥6000	
		2000N	≥15000	
		4000N	≥20000	
	收缩率, %	≤0.1		
	负荷变形温度, °C	≥50		
吸水率, %	≤0.5			

	水中溶解率, %	≤0.1	
	不挥发物含量, %	≥99	
力学性能	压缩强度, MPa	12h	≥20
		24h	≥60
		7d	≥80
	压缩弹性模量, MPa	瞬时	≥3000
		延时 (1h)	≥1500
	混凝土与混凝土对粘弯曲性能		混凝土本体破坏
	混凝土与混凝土压缩剪切强度, MPa		≥14
	钢对钢拉伸剪切强度, MPa		≥17
钢对混凝土正拉粘结强度, MPa		≥3.0, 且为混凝土本体破坏	
长期使用性能	耐湿热老化能力		混凝土本体破坏
	耐冻融循环能力 ^①		50 次循环, 混凝土本体破坏
	耐疲劳应力作用能力		200 万次, 试件不破坏
	耐长期应力作用能力		210d, 混凝土对混凝土压缩剪切试件不破坏, 且蠕变的变形值小于 0.1mm
耐介质侵蚀性能 ^②	耐碱性介质		混凝土本体破坏
	耐酸性介质		
	耐盐雾作用		

注:

- ① 对寒冷地区使用的胶粘剂, 检测该项目;
- ② 对使用环境的介质有特殊要求的胶粘剂, 检测该项目;
- ③ 表中各项性能指标, 除标有标准值外, 均为平均值。

6 试验方法

6.1 标准条件与样品准备

本文件规定的标准条件是指温度为 (23±2) °C, 相对湿度为 (50±10) % 的条件。如无特殊说明, 试件的成型、养护和测试均应在标准条件下进行。

试验样品应至少在标准条件下放置 24 h, 再按产品说明书规定的比例充分混合均匀, 并按相关试验要求制备试件。

6.2 有害物质含量

有害物质含量的测试应按照现行国家标准《建筑胶粘剂有害物质限量》GB 30982 的有关规定进行。

6.3 颜色

将固化后的样品应置于正常光照度下，距离 0.5m，目测。

6.4 可施胶时间

试验前，样品及试验容器应在本文件 4.1 条规定型号的上限温度下放置不少于 24h。并应在该温度下进行试验。

应按比例称取总体积约 400mL 的样品置于 500mL 塑料烧杯内，用平面刮刀混合样品，混合操作时间应控制在 (120 ± 10) s，应确保烧杯底部和边缘区域的样品充分混合均匀。混合完成后应立即用温度计监测样品中心温度变化情况，记录样品中心温度升高 20°C 的所用时间，此时间即为该样品的可施胶时间。应取 3 次试验结果的算术平均值作为可施胶时间的测试结果，并精确到分钟。

6.5 可操作时间

试验前，样品及试验容器应在本文件 4.1 条规定型号的上限温度下放置不少于 24h。并应在该温度下进行试验。

可使用 NXS-11B 型双圆筒旋转黏度计的 D 系统进行试验，转速 10rpm。使用其他型号的黏度计时，应确保测试用样品量小于 50mL，且剪切率约为 2/s~3/s。

按比例称取 200g 样品置于 200mL 塑料烧杯内，用平面刮刀混合样品 (60 ± 10) s，应确保烧杯底部和边缘区域的样品充分混合均匀。混合完成后取出适量样品，并立即用黏度计测试样品黏度，记录初始黏度 η_0 。监测样品黏度变化，记录样品黏度升至 $1.5\eta_0$ 的所用时间，此时间即为该样品的可操作时间，应取 3 次试验结果的算术平均值作为可操作时间的测试结果，并应精确到分钟。

6.6 可粘接时间

可粘接时间应按照本文件附录 A 的规定进行测定。

6.7 抗流挂性能

抗流挂性能应按照本文件附录 B 的规定进行测定。

6.8 可挤压性

可挤压性应按照本文件附录 C 的规定进行测定。

6.9 收缩率

收缩率应按现行国家标准《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》GB 50728 中附录 P 的规定进行测定。

6.10 负荷变形温度

负荷变形温度应按现行国家标准《塑料 负荷变形温度的测定 第 1 部分：通用试验方法》GB/T 1634.1 进行测定。试件尺寸和放置方式应采用现行国家标准《塑料 负荷变形温度的测定 第 2 部分：塑料和硬橡胶》GB/T 1634.2 中的试件尺寸和放置方式，并应按照该标准中 A 法计算施加力。

6.11 吸水率与水中溶解率

吸水率与水中溶解率应按照本文件附录 D 进行测定。

6.12 不挥发物含量

不挥发物含量试验应按现行国家标准《胶粘剂不挥发物含量的测定》GB/T 2793 进行测定。

6.13 压缩性能

压缩性能包括压缩强度和压缩弹性模量，应按照本文件附录 E 进行测定。

6.14 混凝土与混凝土对粘弯曲性能

混凝土与混凝土对粘弯曲性能应按照本文件附录 F 进行测定。

6.15 混凝土与混凝土压缩剪切强度

混凝土与混凝土压缩剪切强度应按照本文件附录 G 进行测定。

6.16 钢对钢拉伸剪切强度

钢对钢拉伸剪切强度应按照现行国家标准《胶粘剂 拉伸剪切强度的测定(刚性材料对刚性材料)》GB/T

7124的规定进行测定。试件应在标准条件下养护7 d后开始测试。

6.17 钢对混凝土正拉粘结强度

钢对混凝土正拉粘结强度应按现行国家标准《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》GB 50728 附录 G 中钢板与基材混凝土的相关规定进行测定，混凝土试块强度等级范围应为 C45~C55。

6.18 耐湿热老化能力

应按本文件附录 F 中 F.3 和 F.4 要求制备试件。应将试件放置于温度为 $(50\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度为 $(95\pm 3)\%$ 的湿热环境中。应在放置 90d 后取出试件，冷却至 $(23\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 。然后，应按本文件附录 F 中 F.5 的要求对试件进行测试，每组测试应不少于 3 个试件，记录试件的破坏形式。

6.19 耐冻融循环能力

应按本文件附录 F 中 F.3 和 F.4 要求制备试件，并用水浸泡 24 小时。取出试件擦去明水后放在已恒温至 $(-25\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 的环境中冷冻 4h，取出试件放入 $(35\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 的恒温水槽中浸泡 4h，为一次循环。应重复循环至规定次数。然后应取出试件，擦去试件表面明水并在 $(23\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 环境放置 8h。然后，应按本文件附录 F 中 F.5 的要求对试件进行测试，每组测试应不少于 3 个试件，记录试件的破坏形式。

6.20 耐疲劳应力作用能力

应按照现行国家标准《胶粘剂 拉伸剪切强度的测定(刚性材料对刚性材料)》GB/T 7124 的规定制备钢对钢拉伸抗剪试件，应在标准条件下养护 7d。应选择合适量程的轴向拉伸疲劳试验机，试验机的频率为 5Hz~15Hz，应以应力比为 5:1.5、最大应力为 4.0MPa 的疲劳荷载下对钢对钢拉伸抗剪试件进行不低于 200 万次的等幅正弦波疲劳荷载作用，每组测试应不少于 5 个试件，试件均不破坏为合格。

6.21 耐长期应力作用能力

耐长期应力作用能力应按本文件附录 H 进行测定。

6.22 耐碱性介质

应按本文件附录 F 中 F.3 和 F.4 的要求制备试件。在试件制备前，长方体混凝土块应用溶剂型防腐蚀

涂料对粘接面以外的表面进行遮蔽处理。应将试件放置于温度为 (35 ± 2) °C的饱和氢氧化钙溶液中浸泡。浸泡 30d 后取出试件，清洗表面残留的饱和氢氧化钙溶液并擦干。应在温度为 (23 ± 2) °C环境中放置 8h，应按本文件附录 F 中 F.5 的要求对试件进行测试，每组测试应不少于 3 个试件，记录试件的破坏形式。

6.23 耐酸性介质

应按本文件附录 F 中 F.3 和 F.4 要求制备试件。在试件制备前，长方体混凝土块应用溶剂型防腐蚀涂料对粘接面以外的表面进行遮蔽处理。应将试件放置于温度为 (35 ± 2) °C的 5%硫酸溶液中浸泡。浸泡 30d 后应取出试件，清洗表面残留的硫酸溶液并擦干。应在温度为 (23 ± 2) °C环境中放置 8h，并在该温度下按本文件附录 F.5 的要求对试件进行测试，每组测试应不少于 3 个试件，记录试件的破坏形式。

6.24 耐盐雾作用

应按本文件附录 F 中 F.3 和 F.4 要求制备试件。在试件制备前，长方体混凝土块应用溶剂型防腐蚀涂料对粘接面以外的表面进行遮蔽处理。应将试件放置于温度为 (35 ± 2) °C的盐雾试验环境中。盐雾由 5%氯化钠溶液经 0.08MPa 压力喷出形成，喷雾持续 0.5h 后停止 0.5h 为一个循环，重复上述循环完成 2160 次后取出试件，清洗表面残留的氯化钠并擦干。应在温度为 (23 ± 2) °C环境中放置 8h，并按本文件附录 F 中 F.5 的要求对试件进行测试，每组测试应不少于 3 个试件，记录试件的破坏形式。

7 检验规则

7.1 检验分类

检验应分为出厂检验和型式检验。

7.2 出厂检验

出厂检验项目应包括颜色、可施胶时间或可操作时间、可粘接时间、抗流挂性能、压缩强度、钢对钢拉伸剪切强度、钢对混凝土正拉粘结强度、不挥发物含量。

7.3 型式检验

型式检验项目应包括本文件 5.1 条和 5.2 条规定的全部指标。有下列情况之一，应进行型式检验：

- a) 新产品或产品转厂生产的试制定型时；

- b) 正式生产后，遇主要材料、工艺发生改变，可能影响产品性能时；
- c) 正常生产满 4 年时；
- d) 产品停产 6 个月后，恢复生产时；
- e) 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时。

7.4 批量和抽样

7.4.1 批量

应以同一原料、工艺、配方、规格生产的 10t 产品为一批，不足 10t 也应按一批计。

7.4.2 抽样

每一项性能检验，应至少取自 3 个检验批次，每一批次应至少抽取一组样品。每组样品数量不应少于单次检验样品总量。3 组样品应随机混合均匀，分成三等份，其中一份用作检验，一份用作复检，另一份保存 8 个月，且应在保质期内，以备有疑问时提交指定的检验机构复验或仲裁。

7.5 判定规则

7.5.1 出厂检验判定

型式检验报告应在有效期内，且出厂检验结果应符合要求，可判定该批产品检验合格。

7.5.2 型式检验判定

产品经检验，各项性能指标均应符合本文件 5.1 条和 5.2 条的要求，则判定该批产品合格。若有一项不满足要求时，应从复检样品中加倍取样复检，复检仍不满足要求时，该检验批应为不合格。如有两项及以上不满足要求时，该产品应为不合格。

8 标志、包装、运输、贮存

8.1 标志

产品包装上应有下列标志：

- a) 符合本文件 4.2.1 条规定的标记；

- b) 主要成分及使用方法；
- c) 贮存期及贮存要求；
- d) 生产单位名称、地址及商标；
- e) 净含量、生产批号、生产日期以及检验合格的标识。

8.2 包装

产品应用容器密封包装，包装容器应清洁、干燥，不应影响产品质量和安全。

8.3 运输

运输过程中应避免日晒雨淋，防止撞击、挤压产品包装，装卸车时不应损伤包装，不应混入杂物。

8.4 贮存

产品应贮存于干燥、通风的场所，避免火种和曝晒，隔离热源。贮存温度不应低于 5 °C，且不应高于 45 °C。

附录 A

(规范性附录)

可粘接时间测定方法

A.1 适用范围

本方法适用于测定铁路混凝土桥梁预制节段拼装用结构胶的可粘接时间。

A.2 试验条件

试验材料及器具应在本文件第 4.1 条规定型号的上限温度下放置不少于 24h, 并在此温度下进行试验。

A.3 试验仪器

A.3.1 试验机: 应满足国家标准《电子万能试验机》GB/T 16491-2008 中 0.5 级或 1 级试验机的技术要求, 或国家标准《液压式万能试验机》GB/T 3159-2008 中 0 级或 1 级试验机的技术要求。

A.3.2 秒表: 精度 1s。

A.3.3 高低温试验箱: 温度范围 0~100 °C, 灵敏度±1 °C。

A.3.4 恒温水槽: 最高温度 100 °C, 灵敏度±1 °C。

A.4 试件

A.4.1 试件应由受检样品经一定晾置时间粘接 2 块长方体混凝土块组成, 单个长方体混凝土块尺寸为 100mm×50mm×50mm, 粘接后的试件尺寸约为 200mm×50mm×50mm。

A.4.2 长方体混凝土块由强度等级范围应为 C45~C55 的细石混凝土在型腔尺寸为 100mm×50mm×50mm 的模具中硬化成型。

A.4.3 长方体混凝土块的粘接面应做打毛处理, 打毛深度应达骨料新面, 且手感粗糙, 无尖锐突起, 打毛后应将粘接面清洗干净, 不得有松动的骨料和粉尘。将处理好的长方体混凝土块应放入本文件 A.2 条规定温度的水中浸泡 72h。

A.5 试验步骤

取 5 个长方体混凝土块并擦去表面明水。应按样品的配比将样品进行充分混合 (60±5) s 后在 (60±5) s 内涂抹在 5 块长方体混凝土块粘接面上, 胶层厚度约为 3mm, 涂抹后立刻开始计时, 晾置, 达到

不同的晾置时间（如 50min、55min、60min、65min、70min，时间间隔不宜大于 5min）后，将未涂胶并擦去明水的长方体混凝土块贴合到涂有样品的长方体混凝土块粘接面上，试件应竖直放置在试验机压板之间，沿垂直粘接面的方向施加 500N 的压力将两个长方体混凝土块压紧，保压不应少于 10s 后卸载。清理粘接面外挤出的样品。每个时间点粘接 1 个试件，养护 7d 后，应按本文件附录 F 中 F.5 的要求对试件进行测试，试件破坏形式为混凝土本体破坏所对应的最长晾置时间即为可粘接时间。

试验结果应取 3 次试验结果的算术平均值，并精确到分钟。

A.7 试验报告

试验报告应包括下列内容：

- a) 受检样品的来源、品种和型号；
- b) 试件制备方法；
- c) 试验环境的温度和相对湿度；
- d) 试件尺寸和编号；
- e) 试件外观质量；
- f) 测量方法；
- g) 试验结果的整理和计算；
- h) 试验人员、校核人员及试验日期。

附录 B

(规范性附录)

抗流挂性能试验方法

B.1 适用范围

本方法适用于测定铁路混凝土桥梁预制节段拼装用结构胶的抗流挂性能。

B.2 试验装置和器具

B.2.1 电热鼓风干燥箱：最高温度 200 °C，灵敏度 ± 1 °C。

B.2.2 槽型金属模具：表面光滑无气孔，两端开口，其中一端底面延伸 (50 ± 0.5) mm，槽内长度 (100 ± 0.2) mm，宽 (50 ± 0.2) mm，深度分别为 (10 ± 0.2) mm、 (12 ± 0.2) mm、 (14 ± 0.2) mm 等。

B.3 试验步骤

B.3.1 试验材料及器具应在本文件 4.1 条规定型号的上限温度下放置不少于 24h，然后在该温度下进行试验。

B.3.2 应按比例混合一定量的样品，应将混合好的样品填满模具并刮平，然后垂直放置 10min 后观察是否流坠。以样品不发生流坠的最大模具深度表示样品的抗流挂性能。试验结果应取 3 次试验结果的算术平均值，精确到毫米。

B.4 试验报告

试验报告应包括下列内容：

- a) 受检样品的来源、品种和型号；
- b) 试验环境的温度和相对湿度；
- c) 测量方法；
- d) 试验结果的整理和计算；
- e) 试验人员、校核人员及试验日期。

附录 C

(规范性附录)

可挤压性测定方法

C.1 适用范围

本方法适用于测定铁路混凝土桥梁预制节段拼装用结构胶的可挤压性。

C.2 试验仪器

C.2.1 试验机：应满足国家标准《电子万能试验机》GB/T 16491-2008 中 0.5 级或 1 级试验机的技术要求，或应满足国家标准《液压式万能试验机》GB/T 3159-2008 中 0 级或 1 级试验机的技术要求。

C.2.2 金属比重杯：容量为 37mL。

C.2.3 精密天平：感量为 0.001g。

C.2.4 钢直尺：量程 300mm。

C.2.5 聚酯膜或厚度不大于 2mm 的透明塑料板。

C.2.6 电子天平：感量为 0.1g。

C.3 试验步骤

C.3.1 试验前，试验材料及器具应在本文件 4.1 条规定型号的下限温度下放置不少于 24h，并在该温度下进行试验。

C.3.2 测试胶粘剂密度：首先，应称取空比重杯的质量 m_0 并把混合均匀的胶粘剂样品装满比重杯。然后，将盖子盖紧，应使溢流口保持开启，随即清理干净溢出物，将盛有胶粘剂样品的比重杯放置于精密天平上，称重并记录质量 m_1 ，胶粘剂的密度按式 (C.1) 计算。

$$\rho = \frac{m_1 - m_0}{V} \quad (\text{C.1})$$

式中： ρ ——胶粘剂的密度，g/cm³；

m_0 ——空比重杯的质量，g；

m_1 ——装满样品的比重杯质量，g；

V——比重杯体积，按 37mL 计算。

C.3.3 应按比例混合一定量的样品，并静置 10min。根据 C.3.2 测得的样品密度，计算体积为 3140mm³ 所对应的样品重量，并称取相应重量的混合好的样品，精确至 0.1g，将其置于 2 张聚酯膜或 2 块透明塑料板之间，样品与聚酯膜或塑料板之间的初始接触面积应尽可能小，然后用试验机对样品施加指定的压力（150N、2000N 或 4000N）。当压力持续 3min 后，卸除压力、用钢板尺测量样品的扩展后的最大直径和最小直径，在两个直径之差小于 5mm 的条件下，用其算术平均值计算扩展面积。若样品被挤出聚酯膜、塑料板或试验机压盘的边缘，应更换更大的聚酯膜、塑料板或试验机压盘重新进行试验。

C.4 试验结果

试验结果应取 3 次试验的算术平均值，并精确到平方毫米。

C.5 试验报告

试验报告应包括下列内容：

- a) 受检样品的来源、品种和型号；
- b) 试验环境的温度和相对湿度；
- c) 测量方法；
- d) 试验结果的整理和计算；
- e) 试验人员、校核人员及试验日期。

附录 D

(规范性附录)

吸水率与水中溶解率测定方法

D.1 适用范围

本方法适用于测定铁路混凝土桥梁节段预制拼装用结构胶的吸水率与水中溶解率。

D.2 试验仪器

D.2.1 精密天平：感量为 0.001g。

D.2.2 电热鼓风干燥箱：最高温度 200℃，灵敏度±1℃。

D.2.3 恒温水槽：最高温度 100℃，灵敏度±1℃。

D.3 试验步骤

D.3.1 按比例充分混合各组分并制备 3 个棒状胶粘剂试件，试件尺寸应为 10mm×15mm×120mm。试件在标准条件下养护 7d 后，进行称重，记录试件的初始质量（ m_1 ）。

D.3.2 将试件浸入 60℃ 的水中，浸泡不少于 14d 后，将试件从水中取出，擦干表面水分，进行称重，当前后间隔 2h 的样品称重差异≤0.5%时，可判定试件达到饱和水状态，记录后者为试件的饱水质量（ m_2 ）。

D.3.3 将试件放入 60℃ 的烘箱静置至少 14d，进行称重，当前后间隔 2h 的样品称重差异≤0.2%时，可判定试件完全干燥，记录后者为试件的干燥质量（ m_3 ）。每次称重结果应精确至 0.001g。

D.4 试验结果

吸水率与水中溶解率分别按式（D.1）和（D.2）进行，试验结果精确至 0.01%。

$$\text{吸水率} = \frac{m_2 - m_3}{m_1} \times 100\% \quad (\text{D.1})$$

$$\text{水中溶解率} = \frac{m_1 - m_3}{m_1} \times 100\% \quad (\text{D.2})$$

式中： m_1 ——试件的初始质量，g；

m_2 ——试件的饱水质量，g；

m_3 ——试件的干燥质量，g。

试验结果应取 3 个试件的算术平均值。

D.4 试验报告

试验报告应包括下列内容：

- a) 受检样品的来源、品种和型号；
- b) 试验环境的温度和相对湿度；
- c) 测量方法；
- d) 试验结果的整理和计算；
- e) 试验人员、校核人员及试验日期。

附录 E

(规范性附录)

压缩性能测定方法

E.1 适用范围

本方法适用于测定铁路混凝土桥梁节段预制拼装用结构胶的压缩强度和压缩弹性模量。

E.2 试验仪器

E.2.1 试验机：满足《电子万能试验机》GB/T 16491-2008 中 0.5 级或 1 级试验机的技术要求，或《液压式万能试验机》GB/T 3159-2008 中 0 级或 1 级试验机的技术要求。

E.2.2 高低温试验箱：温度范围 0~100 °C，灵敏度±1 °C。

E.3 试验原理

以恒定速率沿试样轴向进行压缩，使试样破坏或高度减小到预定值。在整个过程中，测量施加在试样上的载荷和试样的高度或应变，测定压缩应力和压缩弹性模量。

E.4 试样

E.4.1 试样尺寸见图 E.1。

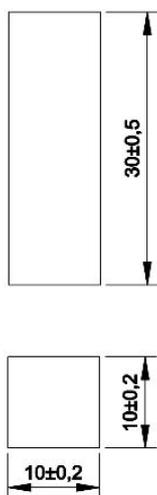


图 E.1 压缩试样 (单位: mm)

E.4.2 试验前，试样需经严格检查，试样应平整、光滑、无气泡、无裂纹、无明显杂质和损伤等。

E.4.3 试样上下两端面要求互相平行，且与试样中心线垂直，不平行度应小于试样高度的 0.1%。

E.5 试验条件

E.5.1 压缩强度测定前，试验材料和器具应在本文件 4.1 条规定型号的下限温度下，放置不少于 24h。

E.5.2 压缩弹性模量测定前，试验材料和器具应在标准环境下，放置不少于 24h。

E.6 试验步骤

E.6.1 压缩强度测定：

在本文件 4.1 条规定型号的下限温度下（可采用水浴控温装置调节制备环境温度适用于施工现场环境温度的下限温度），将样品按比例充分混合并填入型腔尺寸为 10mm×10mm×30mm 的模具中。样品入模完毕后应在本文件 4.1 条规定型号的下限温度下固化 12h、24h、7d，脱模后再在该温度下立即进行压缩强度测试。测定压缩强度时，按 2mm/min 的速率对试样施加均匀连续载荷，直至破坏载荷或最大载荷，读取破坏载荷或最大载荷值。

E.6.2 压缩弹性模量测定：

在标准环境温度下，将样品按比例充分混合并填入型腔尺寸为 10mm×10mm×30mm 的模具中，样品入模完毕后应在标准条件下固化 7d，脱模后再在该条件下进行压缩弹性模量测试。

测定瞬时压缩弹性模量时以 2mm/min 的加载速度施加荷载，记录对应于荷载-变形曲线上初始直线段的荷载增量值 ΔP 和 ΔP 对应的标距 L_0 内的变形增量，施加最大荷载不宜超过破坏荷载的 50%。

测定延时压缩弹性模量时，以 2mm/min 的加载速度施加荷载，直至荷载达到 10MPa，维持该荷载恒定保持 1h，记录总变形量，恒定荷载除以总变形量所对应的应变即为延时压缩弹性模量。

E.7 试验结果与计算

E.7.1 压缩强度按式（E.1）计算：

$$\sigma_c = \frac{P}{F} = \frac{P}{b \cdot h} \quad (\text{E.1})$$

式中： σ_c ——压缩强度，MPa； P ——破坏载荷（或最大载荷），N；

F ——试样横截面积，mm²；

b ——试样宽度，mm；

h ——试样厚度，mm。

E.7.2 瞬时压缩弹性模量按式(E.2)计算：

$$E_s = \frac{L_0 \cdot \Delta P}{b \cdot h \cdot \Delta L} \quad (\text{E.2})$$

式中： E_s ——瞬时压缩弹性模量，MPa；

L_0 ——试样原始高度，mm；

ΔP ——对应于载荷-变形曲线上初始直线段的载荷增量值，N；

ΔL ——与载荷增量 ΔP 对应的标距 L_0 内的变形增量，mm；

b ——试样宽度，mm；

h ——试样厚度，mm。

E.7.3 延时压缩弹性模量按式(E.3)计算：

$$E_y = \frac{L_0 \cdot \sigma_0}{\Delta L'} \quad (\text{E.3})$$

式中： E_y ——延时压缩弹性模量，MPa；

σ_0 ——恒定压应力，MPa；

$\Delta L'$ ——施加恒定载荷 1h 后，试件延受力方向的总变形量，mm；

L_0 ——试样原始高度，mm。

E.7.4 压缩强度和压缩弹性模量试验至少重复 5 次，试验结果应取 5 次结果的算术平均值，并精确到 0.1MPa。

E.8 试验报告

试验报告应包括下列内容：

- a) 受检样品的来源、品种和型号；
- b) 试验环境的温度和相对湿度；
- c) 测量方法；
- d) 试验结果的整理和计算；
- e) 试验人员、校核人员及试验日期。

附录 F

(规范性附录)

混凝土与混凝土对粘弯曲性能试验方法

F.1 适用范围

本方法适用于测定铁路混凝土桥梁预制节段拼装用结构胶的混凝土与混凝土对粘弯曲性能。

F.2 试验仪器

试验机：满足《电子万能试验机》GB/T 16491-2008 中 0.5 级或 1 级试验机的技术要求，或《液压式万能试验机》GB/T 3159-2008 中 0 级或 1 级试验机的技术要求。

F.3 试件

F.3.1 试件由受检样品粘接 2 块长方体混凝土块组成，单个长方体混凝土块尺寸为 100mm×50mm×50mm，粘接后的试件尺寸约为 200mm×50mm×50mm。

F.3.2 长方体混凝土块由强度等级范围为 C45~C55 的细石混凝土在型腔尺寸为 100mm×50mm×50mm 的模具中硬化成型。

F.3.3 每组试件不应少于 3 个。

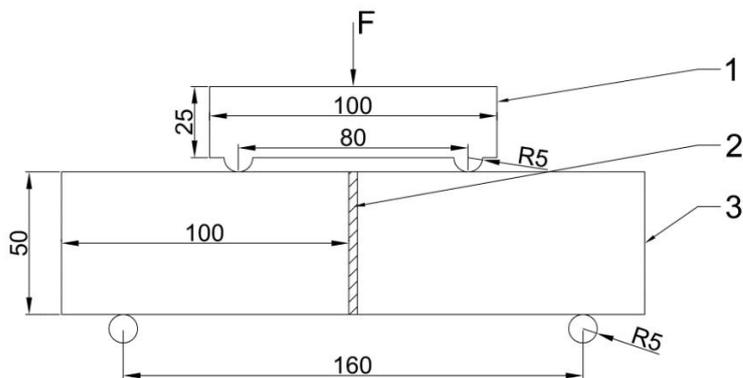
F.4 试件制备

F.4.1 长方体混凝土块的粘接面应做打毛处理，打毛深度应达骨料新面，且手感粗糙，无尖锐突起，打毛后将粘接面清理干净，不得有松动的骨料和粉尘。将处理好的试块放入水中完全浸泡 72h。

F.4.2 取 6 个长方体混凝土块并擦去表面明水。按样品的配比将样品进行充分混合后涂抹在 3 块长方体混凝土块对接面上，胶层厚度约为 3mm。将其余 3 块未涂胶的长方体混凝土块分别贴合到涂有样品的长方体混凝土块对接面上。将试件依次竖直放置在试验机压板之间，延垂直粘接面的方向施加 500N 的压力将两个长方体混凝土块压紧，保压不少于 10s 后卸载。清理粘接面外挤出的样品，将试件保持竖直状态在标准条件下养护 7d。

F.5 试验步骤

F.5.1 试验时将试件平放在 4 点弯曲夹具上，加载示意如图 F.2 所示。



说明：

- 1 — 测试压头；
- 2 — 样品；
- 3 — 试件。

图 F.2 混凝土与混凝土对粘弯曲性能测试示意图（单位：mm）

F.5.2 开动试验机，以 2mm/min 的速率加荷直至试件破坏。

F.5.3 试件破坏时，记录破坏形式（混凝土本体破坏，粘接面剥离或样品本体破坏）。

F.6 试验结果

F.6.1 试验结果以样品破坏形式表示。当 1 组试件均为同一种破坏形式时，试验结果有效。否则重新进行试验。

F.6.2 试验报告应包括以下内容：

- a) 受检样品的来源、型号；
- b) 试验环境的温度和相对湿度；
- c) 仪器设备的型号；
- d) 试件破坏形式；
- e) 试验人员、校核人员及试验日期。

附录 G

(规范性附录)

混凝土与混凝土压缩剪切强度试验方法

G.1 适用范围

本方法适用于测定铁路混凝土桥梁节段预制拼装用结构胶的混凝土与混凝土压缩剪切强度。

G.2 试验仪器

试验机：满足《电子万能试验机》GB/T 16491-2008 中 0.5 级或 1 级试验机的技术要求，或《液压式万能试验机》GB/T 3159-2008 中 0 级或 1 级试验机的技术要求。

G.3 试件

G.3.1 试件是由受检样品粘接 2 个梯形混凝土块组成的长方体，混凝土与混凝土压缩剪切强度试件尺寸如图 G.1 所示。

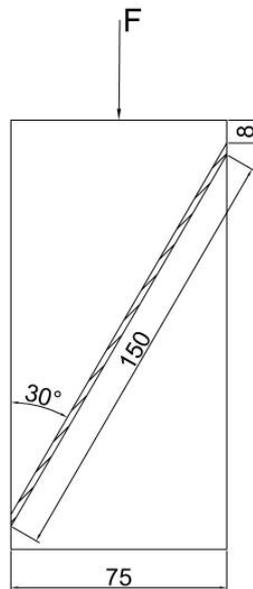


图 G.1 混凝土与混凝土压缩剪切强度试件尺寸（单位：mm）

G.3.2 梯形混凝土块由强度等级范围为 C45~C55 的细石混凝土在相应尺寸的模具中硬化成型。

G.3.3 每组试样不应少于 3 个。

G.4 试件制备

G.4.1 梯形混凝土块的粘接面应做打毛处理，打毛深度应达骨料新面，且手感粗糙，无尖锐突起，打毛后将粘接面清理干净，不得有松动的骨料和粉尘。将处理好的梯形混凝土块放入水中浸泡 72h。

G.4.2 取 6 个梯形混凝土块并擦去表面明水。按样品的配比将样品进行充分混合后涂抹在 3 块梯形混凝土块对接面上，胶层厚度约为 3mm。固定梯形混凝土块使其粘接面与水平面平行，将其余 3 块未涂胶的梯形混凝土块分别贴合到涂有样品的梯形混凝土块对接面上。将试件放置在试验机压板之间，沿垂直粘接面的方向施加 2250N 的压力将两个梯形混凝土块压紧，组成 150mm×75mm×75mm 的立方体试件，保压不少于 10s 后卸载。保持试件粘接面与水平面平行的状态，清理粘接面外挤出的样品，在标准条件下养护 7 d。

G.5 试验步骤

G.5.1 试验时将试件竖直放在试验机的压盘上。

G.5.2 开动试验机，以 2mm/min 的速率加荷直至试件破坏，并记录破坏载荷。

G.6 试验结果

G.6.1 试件的压缩剪切强度 τ_{uv} ，应按式（G.1）计算：

$$\tau_{uv} = 0.87 \frac{P}{IB} \quad (\text{G.1})$$

式中： τ_{uv} — 剪切强度，MPa；

P — 破坏荷载，N；

I — 粘接面长度，mm；

B — 粘接面宽度，mm。

G.6.2 试验结果取 3 个测试值的算术平均值作为该组试件的有效压缩剪切强度值。

G.6.3 试验结果应精确至 0.1MPa。

G.6.4 试验报告应包括以下内容：

- a) 受检样品的来源、型号；
- b) 试件的编号及其粘接面的尺寸；
- c) 试验环境的温度和相对湿度；
- d) 仪器设备的型号和量程；
- e) 试件破坏载荷；
- f) 试验结果的整理和计算；
- g) 试验人员、校核人员及试验日期。

附录 H

(规范性附录)

胶粘剂耐长期剪切应力作用能力测定方法

H.1 适用范围

本方法适用于通过压缩剪切变形性能的长期试验测定铁路混凝土桥梁预制节段拼装用结构胶的耐长期剪切应力作用能力。

H.2 试验原理

对试样的粘结面施加持续、恒定的剪切压应力。通过观测被粘结试件间的相对位移，体现胶粘剂的压缩剪切变形性能，对结构胶的耐长期应力作用能力进行测定。

H.3 试验设备

长期加载压缩剪切变形试验装置，如图 H.1 所示：

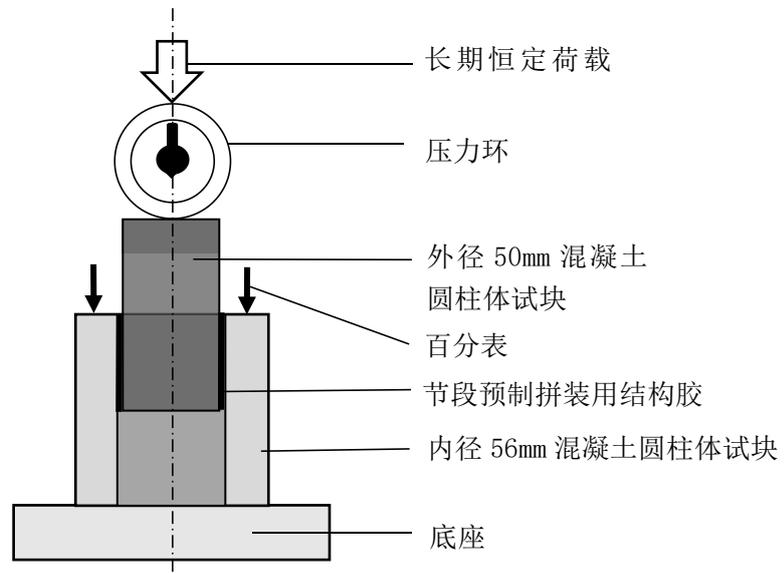


图 H.1 压缩剪切长期应力性能试验装置

H.4 试件

H.4.1 试件为由受检样品粘结的两个同轴混凝土试块组成的组合件。混凝土强度等级范围为 C45~C55。两个混凝土试块分别为外径 50mm、高度 100mm 的圆柱体和带有内径 56mm 内圆柱通孔且外径不小于 100mm、高度 100mm 的圆柱套筒试块。组装体试件如图 H.2 所示。

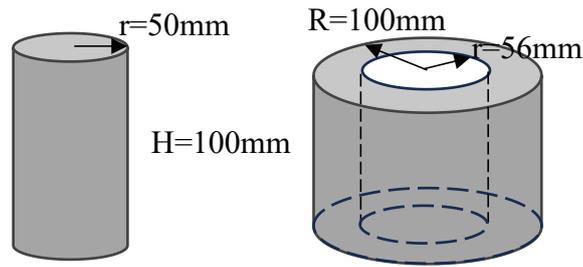


图2 用于混凝土节段预制拼装用结构胶长期剪切性能试验的混凝土试件

H.4.2 每组试件不应少于3个。

H.5 试件制备

H.5.1 混凝土块的胶接区域应用钢丝清理干净，无油污、松动的骨料和粉尘。

H.5.2 采用直径56mm，高度50mm的硅胶圆柱体塞入圆柱套筒，底部齐平。按配比将样品进行充分混合后填入圆柱套筒内部。将圆柱体试件按照同一方向缓慢旋转插入圆柱套筒内，插入深度为50mm。控制胶层厚度均匀。清理粘接面外挤出的胶液。试件应垂直放置养护，保持试件粘接面与水平面垂直的状态。在标准条件下养护7d，取出硅胶圆柱体。

H.6 试验步骤

H.6.1 试验时将试件居中放置在试验工装中，加载点、压力传感器与试件中心应处于同一轴线，然后将位移计固定在圆柱体试件上，位移计应能直接量测圆柱体与圆柱套筒间的轴向相对变形量。

H.6.2 应连续均匀施加荷载，在1~3分钟达到39.3kN（5MPa）。试验期间应维持荷载稳定，荷载的允许偏差应为±2kN，当荷载值超过此范围时，应进行调整。试验期间如果出现加载中断或掉载，应顺延加载时间补足相应的中断或掉载时长。

H.6.3 在室温环境下放置试件，记录210d时的相对变形量。

H.7 试验结果

H.7.1 试验报告包括下列内容：

- a) 受检样品的来源、型号；
- b) 试验环境的温度和相对湿度；
- c) 仪器设备的型号；
- d) 试验结果的整理；
- e) 试件破坏形式；
- f) 试验人员、校核人员及试验日期。

H.7.2 当 210d 时的相对变形量不超过 0.1mm 时，判定检验合格。