



中华人民共和国国家标准

GB/T 42901—2023

钢筋机械连接件试验方法

Test methods of reinforcement couplers for mechanical splices of bars

(ISO 15835-2:2018, Steels for the reinforcement of concrete—Reinforcement couplers for mechanical splices of bars—Part 2: Test methods, MOD)

2023-08-06 发布

2024-03-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

前 言

本文件按照 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》的规定起草。

本文件修改采用 ISO 15835-2:2018《钢筋混凝土用钢 钢筋机械连接件 第 2 部分：试验方法》。

本文件与 ISO 15835-2:2018 相比，存在较多技术差异，在所涉及的条款的外侧页边空白位置用垂直单线(|)进行了标示。这些技术差异及其原因一览表见附录 A。

本文件做了下列编辑性改动：

——更改了 5.4.1、5.5.2 的注；

——删除了 5.4.3 的注；

——增加了附录 A(资料性)本文件与 ISO 15835-2:2018 的技术差异及其原因。

本文件由中国钢铁工业协会提出。

本文件由全国钢标准化技术委员会(SAC/TC 183)归口。

本文件起草单位：中冶建筑研究总院有限公司、南通市产品质量监督检验所、中冶检测认证有限公司、冶金工业信息标准研究院。

本文件主要起草人：李晓滨、凌晨、王硕、王玉婕、邓雯丽、赵灵杰、刘宝石、郭均宇、陈建豪、徐昊驰。

钢筋机械连接件试验方法

1 范围

本文件规定了钢筋机械连接件试验的术语和定义、符号及说明、机械连接接头试验及试验报告。本文件适用于室温下钢筋机械连接件的试验。

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/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法（GB/T 228.1—2021，ISO 6892-1：2019，MOD）

GB/T 12160—2019 金属材料 单轴试验用引伸计系统的标定（ISO 9513：2012，IDT）

GB/T 28900 钢筋混凝土用钢材试验方法（GB/T 28900—2022，ISO 15630-1：2019，MOD）

GB/T 38937 钢筋混凝土用钢术语（GB/T 38937—2020，ISO 16020：2005，MOD）

GB/T 42796 钢筋机械连接件（GB/T 42796—2023，ISO 15835-1：2018，MOD）

3 术语和定义

GB/T 42796、GB/T 38937 界定的术语和定义适用于本文件。

4 符号及说明

本文件所使用的符号及说明见表1。

表1 符号及说明

| 符号 | 单位 | 说明 |
|----------|-----------------|---|
| A_{gt} | % | 最大力总延伸率 |
| A_s | mm ² | 钢筋的公称截面面积 |
| d | mm | 钢筋的公称直径 |
| E | MPa | 钢筋的名义弹性模量 |
| F | N | 作用力 |
| F_{eL} | N | $A_s \cdot R_{eL}$ (R_{eL} 为产品标准规定特征值) |
| L | mm | 机械连接接头长度 |
| L_1 | mm | 连接件长度 |
| L_2 | mm | $2d$ |

表 1 符号及说明 (续)

| 符号 | 单位 | 说明 |
|----------------|-----|---------------------|
| L_3 | mm | 测量 A_{gt} 的最小自由长度 |
| L_g | mm | 测量滑移的标距 |
| L_{g1} | mm | 加载前测量的 L_g 长度 |
| L_{g2} | mm | 荷载释放后测得的 L_g 长度 |
| L_0 | mm | 进行低周负荷试验的标距 |
| N | — | 高周疲劳试验中规定的载荷循环次数 |
| R_{eL} | MPa | 下屈服强度 |
| ΔL_e | mm | 未连接钢筋的计算弹性伸长 |
| ΔL_s | mm | 机械连接接头的滑移 |
| ΔL_t | mm | 载荷作用下的标距伸长 |
| δ | mm | 位移 |
| ϵ_y | % | 屈服强度特征值下的应变 |
| u_{20} | mm | 机械连接接头 20 次循环后的残余变形 |
| σ | MPa | 应力 |
| $2\sigma_a$ | MPa | 高周疲劳试验的应力范围 |
| σ_{max} | MPa | 轴向加载疲劳试验的最大应力 |
| σ_{min} | MPa | 轴向加载疲劳试验的最小应力 |
| t | min | 时间 |

注：1 MPa=1 N/mm²。

5 机械连接接头试验

5.1 通则

本文件涵盖的试验方法如下：

- a) 拉伸试验(见 5.3)；
- b) 滑移试验(见 5.4)；
- c) 高周疲劳试验(见 5.5)；
- d) 低周负荷试验(见 5.6)。

在进行鉴定试验和连续独立试验的情况下，每次试验都应对比对钢筋进行试验，疲劳试验除外。对比对钢筋应取相同长度的测试接头中使用的钢筋。如果连接不同直径的钢筋，则对比对钢筋应取自较小直径钢筋。

计算应力时，应使用钢筋的公称横截面积。

对于长度可调的连接件，宜按照制造商的说明，在其最大延伸处对接头进行测试。

检测实验室的温度应在 10 °C ~ 30 °C 之间。

5.2 试样制备

所有的试验应根据供应商提供的书面安装说明、企业标准或行业技术规程,按照正常使用的方式准备和组装机连接接头。连接件的安装说明文件、企业标准、行业技术规程应提供给检测实验室。

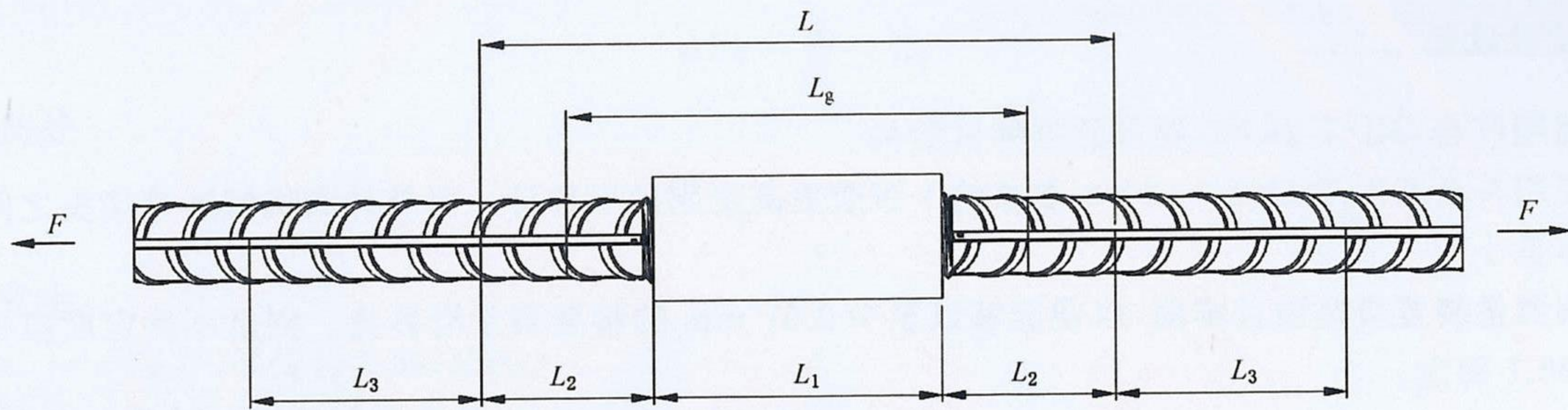
连接件应大致位于试样中间位置。

拉伸试验的试样应足够长,以确保试验机夹具之间的自由长度足够测定 A_{gt} 。拉伸试验用试样的最小自由长度为 $(400+L)$ mm,其中 L 为机械连接接头长度。两根钢筋上用于确定 A_{gt} 的长度 L_3 应位于机械连接接头长度之外。如果试验机的行程太短,不能容纳试样,则可以缩短自由长度,只要能够在 GB/T 28900 规定的标距长度上测定 A_{gt} 即可。

滑移试验试样的自由长度可以比拉伸试验试样的自由长度更短,但不应小于 $(250+L)$ mm。

疲劳试验的试样应足够长,以确保试验机夹具之间的自由长度大于机械连接接头的长度。

测量伸长的几何结构如图 1 所示。



标引符号说明:

F ——作用力;

L ——机械连接接头长度;

L_1 ——连接件长度;

L_2 —— $2d$,其中 d 是钢筋的公称直径;

L_3 ——测量 A_{gt} 的最小自由长度;

L_g ——测量滑移的标距。

图 1 测量机械连接接头伸长的几何结构

5.3 拉伸试验

5.3.1 概述

强度和延性通过拉伸试验确定。滑移试验的试样可用于该试验。

5.3.2 试验设备

试验设备应符合 GB/T 28900 的要求。

5.3.3 试验程序

试验应按照 GB/T 28900 的要求进行。

应根据 GB/T 28900 的要求,在机械连接接头长度外的两侧,分别对连接钢筋的 A_{gt} 进行测试。应记录这两个值,并使用较大的结果评估合格性。但是,如果试样的长度为适应试验机的行程而减小,则可以仅在连接的一侧对 A_{gt} 进行测量。如果使用引伸计,仍应对钢筋进行标记,以便可以进行手动测量。

测试过渡连接件时,仅在较小规格的钢筋上测量 A_{gt} 。

5.3.4 破断模式和位置

破断位置应报告为以下两个位置之一:

- a) 机械连接接头长度内;
- b) 机械连接接头长度外。

5.4 滑移试验

5.4.1 通则

应使用双引伸计来测量滑移。引伸计的标距长度应在 $L_1 + 2d$ 和 $L_1 + 6d$ 之间,尽可能接近 $L_1 + 2d$ 。

注:某些类型的引伸计具有固定标距,其长度可能不等于机械连接接头长度 L 。可选的情况下,使用较短的标距。

5.4.2 试验设备

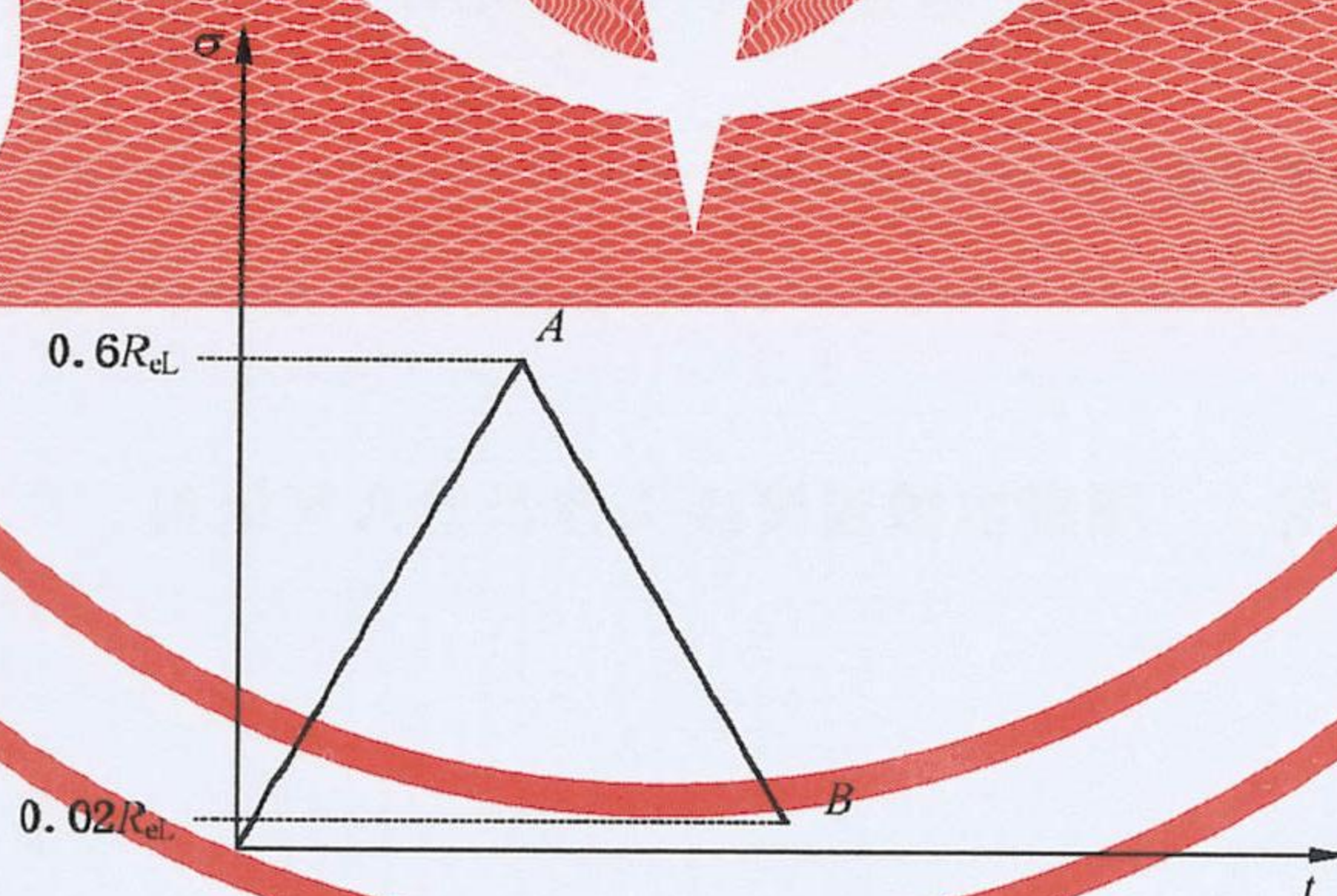
应使用符合 GB/T 28900 要求的拉伸试验机。

应使用符合 GB/T 12160—2019 要求的 1 级或更高级别的引伸计。引伸计和机械连接接头之间的距离宜尽量小。

滑移测量装置应坚硬且牢固,以便能够以至少 0.01 mm 的精度测量滑移量。测量不确定度应根据 GB/T 228.1 确定。

5.4.3 试验程序

鉴定试验的荷载循环应按照图 2 所示的原则进行。



标引符号说明:

σ ——应力;

t ——时间;

A ——选项 A 的测量应力;

B ——选项 B 的测量应力。

图 2 滑移试验的荷载循环图

应将试样夹在试验设备中,以使荷载轴向传递,并尽可能在试样的整个长度上不受任何弯曲力矩的影响。

在安装引伸计之前,对试件施加尽可能最小的预载荷进行滑移测量。在安装引伸计之前,对样品施加的任何荷载不应超过 10 MPa。

初始标距应在试验机夹紧试样后进行测量。

施加的 $0.6R_{eL}$ (R_{eL} 为产品标准规定特征值) 荷载与理论荷载的偏差不应超过 $\pm 3\%$ 。
 建议最大加载速度为 500 MPa/min。

5.4.4 滑移评估选项 A

如果使用选项 A, 当达到规定的应力 $0.6R_{eL}$ (R_{eL} 为产品标准规定特征值) 时, 应记录连接钢筋的伸长。滑移应使用式(1)计算:

$$\Delta L_s = \Delta L_t - \Delta L_e \dots\dots\dots(1)$$

式中:

- ΔL_s —— 机械连接接头的滑移, 单位为毫米(mm);
- ΔL_t —— 载荷作用下的标距伸长, 单位为毫米(mm);
- ΔL_e —— 未连接钢筋的计算弹性伸长, 单位为毫米(mm)。

其中, 未连接钢筋的计算弹性伸长 ΔL_e 由式(2)给出。

$$\Delta L_e = \frac{\sigma}{E} \times L_g \dots\dots\dots(2)$$

此处

式中:

- σ —— 应力, 单位为兆帕(MPa);
- E —— 钢筋的名义弹性模量, 单位为兆帕(MPa);
- L_g —— 测量滑移的标距, 单位为毫米(mm);
- F —— 作用力, 单位为牛顿(N);
- d —— 钢筋的公称直径, 单位为毫米(mm)。

碳钢和低合金钢钢筋, E 的值应为 2.0×10^5 MPa; 其他种类钢筋, E 的值由供需双方协商确定。

注: 本选项接头刚度的降低可通过刚性连接进行补偿。在特殊情况下, 滑移测试结果可以登记为负值。这表明机械连接接头比钢筋刚度更好。

5.4.5 滑移评估选项 B

如果使用选项 B, 当荷载释放到 5.4.3 中规定的最小值 $0.02R_{eL}$ (R_{eL} 为产品标准规定特征值) 时, 应记录连接钢筋的伸长, 并计算此时未连接钢筋的计算弹性伸长。滑移应使用式(3)计算。

$$\Delta L_s = L_{g2} - L_{g1} - \Delta L_e \dots\dots\dots(3)$$

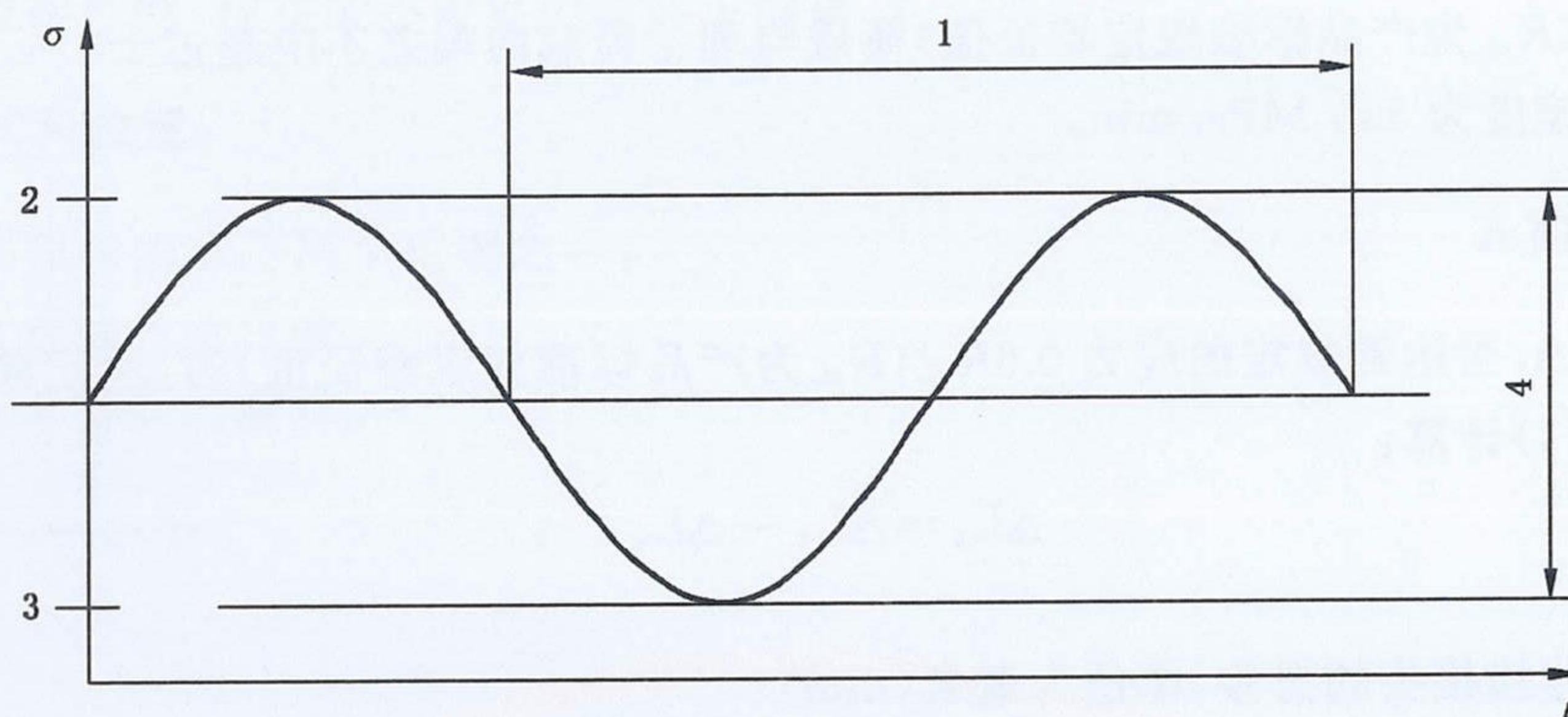
式中:

- L_{g2} —— 荷载释放后测得的 L_g 长度, 单位为毫米(mm);
- L_{g1} —— 加载前测量的 L_g 长度, 单位为毫米(mm);
- ΔL_e —— 未连接钢筋的计算弹性伸长, 单位为毫米(mm)。

5.5 高周疲劳试验

5.5.1 试验原理

高周疲劳试验应按照 GB/T 28900 进行。GB/T 42796 规定的试验参数如图 3 所示。



标引序号说明：

- σ —— 应力；
- t —— 时间；
- 1 —— 载荷周期；
- 2 —— 轴向加载疲劳试验的最大应力 σ_{max} ；
- 3 —— 轴向加载疲劳试验的最小应力 σ_{min} ；
- 4 —— 高周疲劳试验的应力范围 $2\sigma_a$ 。

图 3 高周疲劳试验的载荷循环图

当试样断裂或达到规定的循环次数而未发生断裂时，试验终止。

如果试样在机械连接接头长度以外发生故障，机械连接接头仍完好无损且有足够的钢筋长度可供夹持，则在重新夹持试件后，可继续进行试验。

5.5.2 S-N 曲线

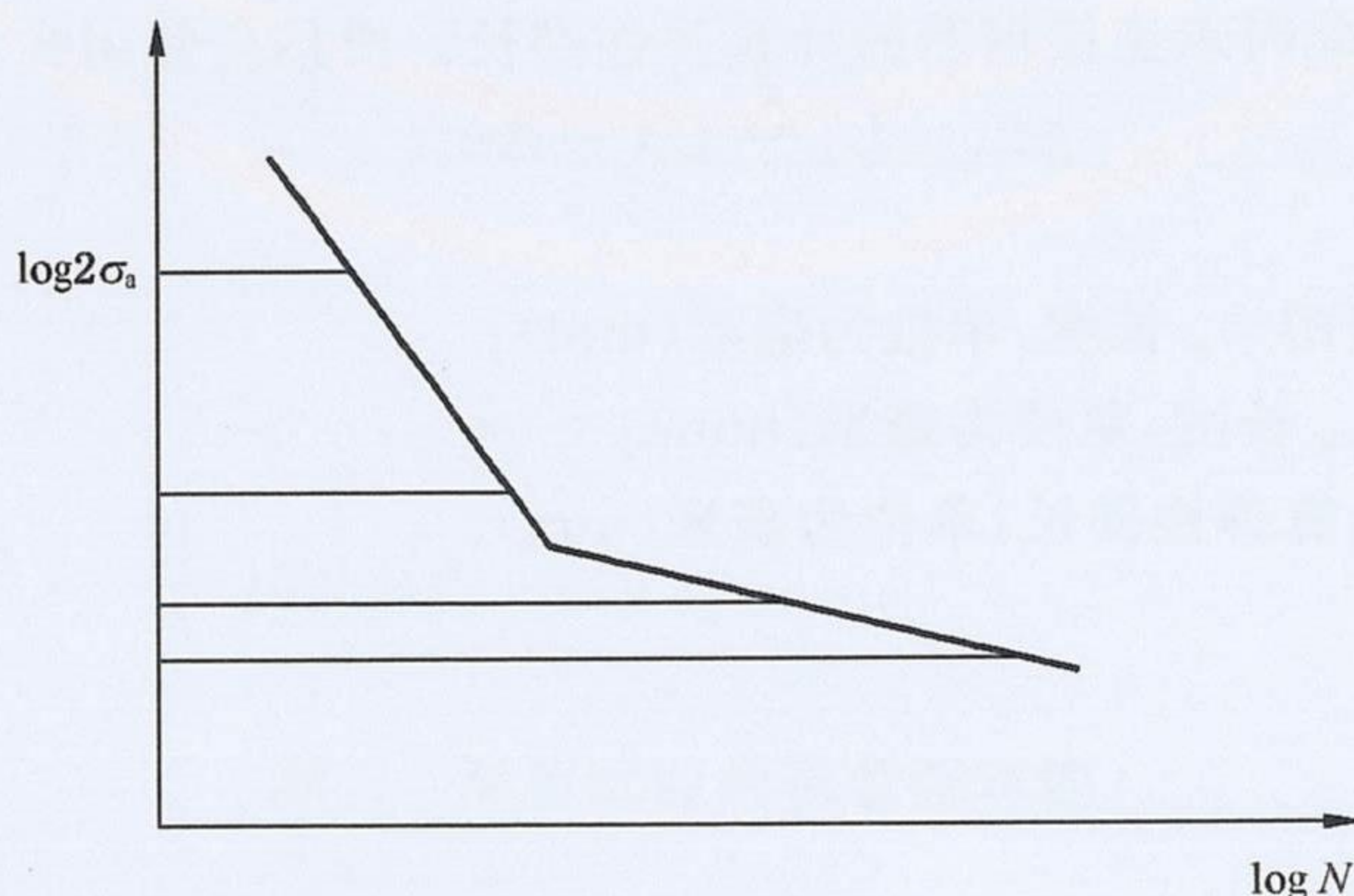
机械连接接头的 S-N 曲线应通过进行至少 12 次疲劳试验来确定。

试验应在最大应力 σ_{max} 为 $0.6R_{eL}$ (R_{eL} 为产品标准规定特征值) 下的 4 个应力范围内进行。在每个应力范围内至少测试三个试样。

选择的应力范围应确保能形成 S-N 曲线斜率。图 4 给出了显示两个斜率的 S-N 曲线示例。

S-N 曲线中的数值应由基于 10% 四分位数的下限进行回归分析得到。

注：S-N 曲线是可选的，在 GB/T 42796 中不要求。



标引符号说明：

- $2\sigma_a$ —— 高周疲劳试验的应力范围；
- N —— 高周疲劳试验中规定的载荷循环次数。

图 4 S-N 曲线示例

5.6 低周负荷试验

这个试验的目的是模拟地震。

施加在试样上的加载顺序应包括四个连续阶段(见图 5)。

- 第 1 阶段:在载荷控制下,从零应力到 $0.9R_{eL}$ (R_{eL} 为产品标准规定特征值)拉伸试样,随后下降到 $0.5R_{eL}$ (R_{eL} 为产品标准规定特征值)压缩试样,重复 20 次,然后进行第 2 阶段。
- 第 2 阶段:在应变控制下,应变加载至 2 倍屈服强度特征值下的应变(假设 $E=2\times 10^5$ MPa),应变由安装在钢筋自由长度上的引伸计进行测量,随后在载荷控制下,下降至 $0.5R_{eL}$ (R_{eL} 为产品标准规定特征值)压缩试样,重复 4 次,然后进行第 3 阶段。
- 第 3 阶段:在应变控制下,应变加载至 5 倍屈服强度特征值下的应变,应变由安装在钢筋 L_3 部分上的引伸计测量,随后在载荷控制下,下降至 $0.5R_{eL}$ (R_{eL} 为产品标准规定特征值)压缩试样,重复 4 次,然后进行第 4 阶段。
- 第 4 阶段:在荷载控制下,将试件加载至失效。

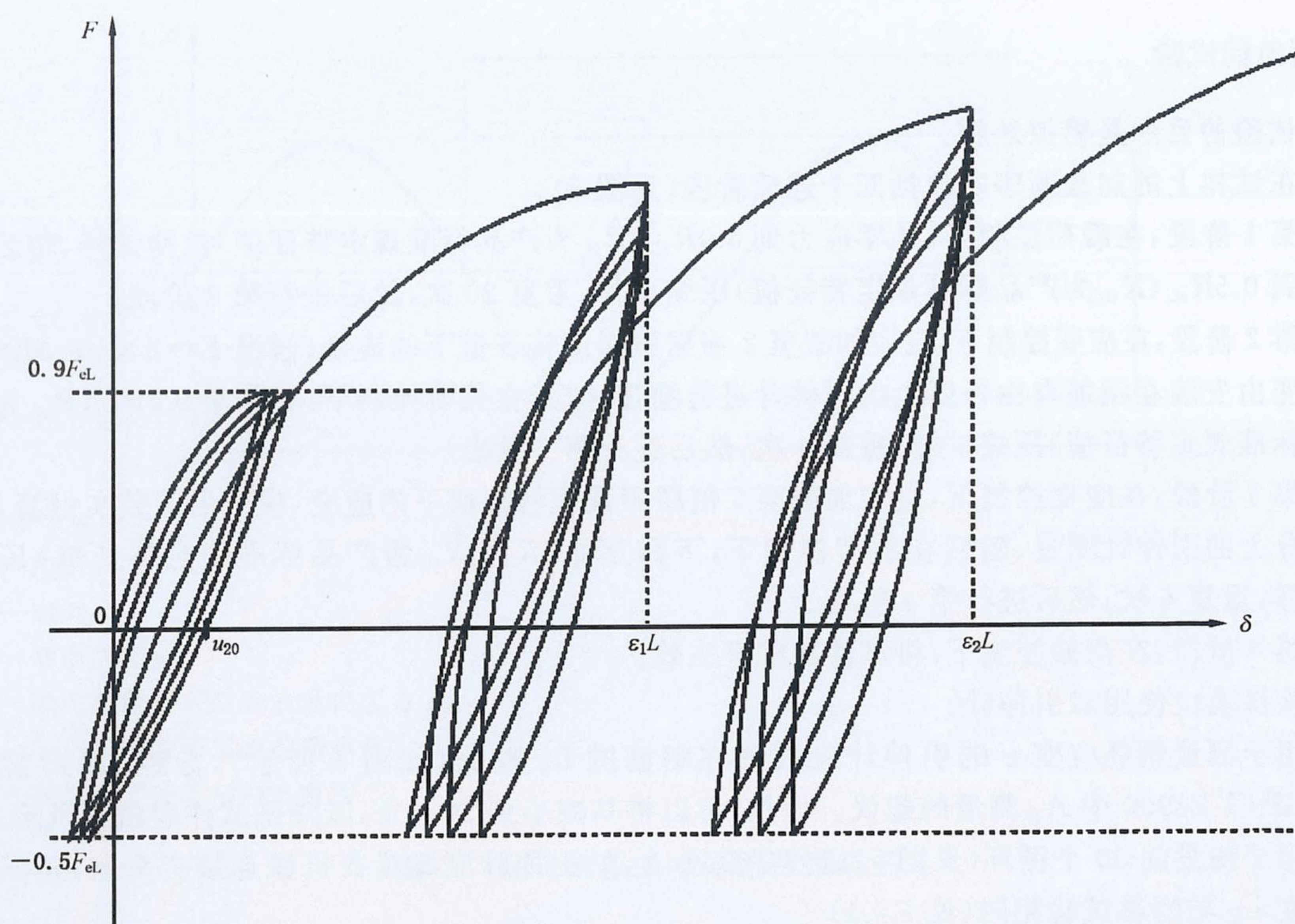
进行该试验应使用双引伸计。

- 用于测量钢筋应变 ϵ 的引伸计应放置在钢筋的 L_3 部分(如图 1 所示),标距 L 。通常遵循 GB/T 28900 中 A_{g1} 测量的建议。但是,可以将其减小到 50 mm,以降低试件弯曲的风险。
- 用于测量前 20 个循环(见图 5)后残余变形 u_{20} 的引伸计应放置在机械连接接头上,其标距长度 L_g 与滑移试验相同(见 5.4.1)。

进行本试验时应小心。在反向加载过程中,试件可能受损,并在压缩阶段发生弯曲。试样可能会断裂成几个部分,或弯曲到损坏仪器的程度。

根据 GB/T 228.1,在载荷控制下,建议的最大加载速度为 60 MPa/s;在应变控制下,建议的最大加载速度为 $0.000\ 3\ s^{-1}$ (该数字基于 60 MPa/s 的等效应力速率,弹性模量 E 为 2×10^5 MPa)。

在每个循环中的荷载和应变与规定值的偏差不应超过 $\pm 3\%$ 。



标引符号说明：

- F ——力；
- δ ——位移；
- F_{eL} —— $A_s \cdot R_{eL}$ (R_{eL} 为产品标准规定特征值)；
- u_{20} ——机械连接接头 20 次循环后的残余变形；
- ϵ_1 —— $2\epsilon_y$ ，其中 ϵ_y 是屈服强度特征值下的应变；
- ϵ_2 —— $5\epsilon_y$ ，其中 ϵ_y 是屈服强度特征值下的应变。

图 5 低周负荷试验的负荷循环图

5.7 标识和标记

应目视检查连接件上的标识和标记的可读性。试样上的标记应在试验报告中说明。

6 试验报告

试验报告应至少包含以下信息：

- a) 本文件编号；
- b) 实验室名称；
- c) 制备试样所用钢筋的标准、等级和公称尺寸；
- d) 连接件技术参数，包括接头类型、材料、规格、尺寸、构造与工艺参数；
- e) 拉伸、滑移、高周疲劳、低周负荷试验结果；
- f) 实验室操作人员姓名；
- g) 试验报告编制负责人姓名和签名；
- h) 测试日期。

附录 A

(资料性)

本文件与 ISO 15835-2:2018 的技术差异及其原因

本文件与 ISO 15835-2:2018 的技术差异及其原因见表 A.1。

表 A.1 本文件与 ISO 15835-2:2018 的技术差异及其原因

| 本文件的章条编号 | 技术差异 | 原因 |
|---|---|-------------------------------|
| 1 | 增加表述“本文件适用于室温下钢筋机械连接件的检验” | 按照 GB/T 1.1 的要求进行修改 |
| 2、5.2、5.3.2、5.3.3、5.4.2、5.5.1、5.5.2、5.6 | 用 GB/T 228.1 替换了 ISO 6892-1； 用 GB/T 12160—2019 替换了 ISO 9513； 用 GB/T 28900 替换了 ISO 15630-1； 用 GB/T 42796 替换了 ISO 15835-1； 用 GB/T 38937 替换了 ISO 16020 | 适应我国国情，便于本文件的应用 |
| 3 | 更改了术语和定义 | 根据我国实际，修改术语和定义说明，方便理解和应用 |
| 表 1 | 增加文中涉及的符号说明： A_s 、 F 、 F_{eL} 、 L_2 、 L_3 、 L_{g1} 、 L_{g2} 、 σ 、 δ 、 u_{20} 、 t ； 将 $R_{eH,spec}$ 修改为 R_{eL} ； 删除符号 ΔL_g | 与相应国家标准保持一致，删除文件未出现的符号 |
| 5.1 | 修改了检测实验室的温度要求，由“宜”改为“应” | 适应我国国情，便于本文件的应用 |
| 5.2 | 增加了“企业标准、行业技术规程”安装准则 | 适应我国国情，便于本文件的应用 |
| 5.4.3 | 修改了图 2 以及将图中的数字改为了字母表示 | 修改图及符号说明是为适应我国国情，便于本文件的应用 |
| 5.4.5 | 增加了“并计算此时未连接钢筋的计算弹性伸长” | 避免计算时引起误解，适应我国检测操作实际，便于本文件的应用 |
| 5.6 | 修改了图 5 | 修改图及符号说明是为适应我国国情，便于本文件的应用 |
| 6 | 修改了报告要求 | 适应我国国情，便于本文件的应用 |

中华人民共和国
国家标准
钢筋机械连接件试验方法
GB/T 42901—2023

*

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

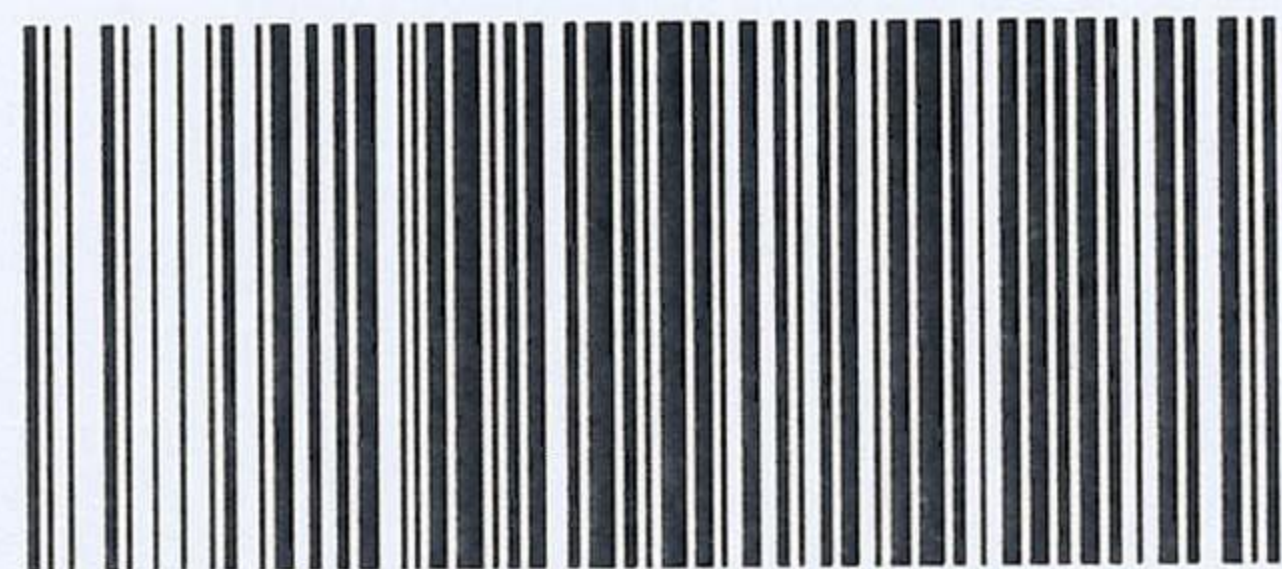
*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 17 千字
2023年8月第一版 2023年8月第一次印刷

*

书号: 155066·1-73126 定价 26.00 元

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



GB/T 42901—2023



码上扫一扫 正版服务到

