

TB

中华人民共和国铁道行业标准

TB/T 2326—92

预应力混凝土简支梁弯曲疲劳
试验方法

1992—08—21发布

1992—12—31实施

中华人民共和国铁道部 发布

中华人民共和国铁道行业标准

TB/T 2326—92

预应力混凝土简支梁弯曲疲劳试验方法

1 主题内容与适用范围

本标准规定了预应力混凝土简支梁弯曲疲劳试验试件的设计及制造、试验设备及仪表、加载方法及试验步骤、试验结果的分析及评价。

本标准适用于按全预应力或部分预应力理论设计的铁路原型梁和按模拟条件缩小的模型梁（以下统称试验梁）。

2 试验条件及试验梁的设计和制造

2.1 在下列情况下，一般应进行试验梁弯曲疲劳鉴定试验：

- a. 采用新结构、新材料、新工艺设计的铁路桥梁；
- b. 采用新设计方法和新设计理论的铁路桥梁。

2.2 疲劳鉴定试验的项目

直接在疲劳试验荷载下的疲劳试验：应进行梁体受拉翼缘的疲劳抗裂性、梁体静载开裂力矩和消压力矩、重复荷载下梁体挠度的发展、静载破坏力矩等试验项目。

梁体开裂后在疲劳试验荷载下的疲劳试验：应进行梁体静载开裂力矩和消压力矩、重复荷载下裂缝的扩展、重复荷载下梁体挠度的发展、梁体受拉区普通钢筋或预应力筋的抗疲劳性能、梁体受压区混凝土的抗疲劳性能、静载破坏力矩等试验项目。

2.3 设计梁时，应考虑疲劳试验机的加载能力和位移能力，使试验梁能有尽可能大的尺寸，并应保证在等弯矩区内首先发生破坏。试验梁的缩小比例应能满足结构最小尺寸处混凝土能灌注密实的要求；试验梁所采用材料的特性应与原型梁相符。试验梁按照检验的目的可设计成全截面模拟或受检部位的应力模拟。

2.4 试验梁制作时，尺寸允许偏差应大致符合原型梁尺寸公差的模拟关系。混凝土的骨料宜采用微骨料，其粒径级配以及混凝土配合比应通过试配试验确定。施加的预应力值，应参考原型梁预应力筋有效预应力值按试验梁尺寸计算的应力损失值和预计的试验龄期所产生的损失值予以确定。

2.5 试验梁最少应制作两片。制造时，作为主要受力钢筋用的普通钢筋及预应力筋各取两组试件；每片梁同时应制作三组立方体强度试件（预应力张拉或应力放松时，疲劳试验前后各做一组试验）、一组劈裂抗拉试件和一组棱柱体弹性模量试件。

2.6 试验梁的试验时间，在混凝土承受全部预应力后，按预计的试验龄期或根据实测应力

损失值确定，以使预应力筋的预应力值尽量接近设计的有效预应力值。

3 试验设备、仪表及测点布置

3.1 试验机应符合有关规定。试验机应由国家认证的计量部门定期标定，并应在有效期内使用。

3.1.1 试验机静载最大加载能力至少应为试验梁预计破坏荷载的1.3倍。疲劳试验机应符合疲劳荷载下限的要求。

3.1.2 试验机的频率 f_1 与试验梁固有频率 f_2 之比应小于0.5或大于1.3，疲劳试验机的频率一般为4~8.5Hz。

3.1.3 疲劳试验机应配有计数装置及构件损坏后自动停机装置。

3.2 测定跨中截面应变的应变计标距不宜小于150mm，测定下翼缘开裂用的应变计标距不宜大于120mm，应变计最小分辨率不大于 20×10^{-6} ，测定挠度应采用精度不低于1/100mm的位移计。测定裂缝的重新开裂以及裂缝的扩展，应采用分辨率不大于 10×10^{-6} 的裂缝计，标距不宜大于120mm。所有应变计、位移计、裂缝计（除测定下翼缘开裂的应变计外）均应能测定加载过程中的瞬时变形以及重复加载后的累计变形和残余变形。

3.3 测点布置

3.3.1 挠度测点全梁至少布置五个，其中一个测定跨中位移、两个测定支点沉陷，另两个可布置在加载点下或跨度的1/4处，当测定梁纵轴中心位移有困难时，亦可测定两侧的位移，取其测定结果的平均值。

3.3.2 测定跨中截面变形的测点，在截面上至少应布置七个。最下一个测点宜距梁底20mm。

3.3.3 测定两加载点间等弯矩区段截面开裂力矩及消压力矩时，应变计布置于梁底两侧，等弯矩区段内应连续布置，应变计的间距应小于1.5倍标距。

4 加载方法

4.1 试验采用简支梁及两点加载方法进行，两加载点距离宜大于1.2m。

4.2 疲劳荷载可采用等幅疲劳荷载、变幅疲劳荷载或其等效等幅疲劳荷载，并应符合现行规范疲劳验算荷载的规定。

4.3 在确定疲劳试验机疲劳荷载上、下限时，应考虑扣除脉冲千斤顶振动部分质量、分配梁质量及梁体质量所产生惯性力的作用。

5 试件安装

5.1 疲劳试验机的中心与分配梁、试验梁及中间垫板均应严格对中，特别是试验机中心必须与试验梁断面纵轴在一条直线上。

5.2 试验梁应放置水平，试验梁与支座之间、试验梁与分配梁之间必须平整，不平处可用适量的铁皮或砂浆填塞密实。

5.3 对有对称轴的试验梁，加载后梁体两侧的应变相差一般不应大于10%，否则应重新调

整对中。

5.4 支座要求转动灵活并且不能约束梁体纵向的伸长，并能满足破坏时梁端转动的要求。

6 试验步骤

试加载检查梁体对中及仪表正常工作后，按照试验目的分为直接在疲劳试验荷载下疲劳和梁体开裂后在疲劳试验荷载下疲劳两种。

6.1 直接在疲劳试验荷载下的疲劳试验：首先分10级左右加载至疲劳试验荷载上限值，静载试验后若未发生开裂则进行疲劳试验，以后分别在1、2、5、7、10、20、30、50、100、150、200万次停机进行疲劳试验荷载上限值下的静载试验，测读零荷载及疲劳试验荷载上限值下的挠度、跨中截面变形及梁底应变计的读数。如200万次疲劳后未发生开裂，则进行静载开裂及重复开裂试验；如疲劳后已经发生开裂，则进行静载重复开裂试验。最后进行静载破坏试验。试验过程中应注意梁体有无开裂或钢筋断裂现象。

6.2 梁体开裂后在疲劳试验荷载下的疲劳试验：以计算的开裂荷载为参考，至少分10级加载至梁体开裂，梁体开裂后适当增加荷载至裂缝高度发展到预应力钢筋重心处并且梁两侧的裂缝互相贯通为度。卸载后选择两三条裂缝安装裂缝计，裂缝计对称跨过裂缝，然后进行重复开裂试验，其荷载分级与开裂加载试验相同。静载试验后进行疲劳试验，以后分别在1、2、5、7、10、20、30、50、100、150、200万次时停机进行静载试验，静载试验测读零荷载及疲劳试验荷载上限值下的挠度、跨中截面变形和裂缝计读数。试验过程中应观察铁筋有无断裂和受压区混凝土有无破坏现象。疲劳试验后进行静载破坏试验。

7 试验结果分析

7.1 开裂力矩消压力矩的确定：分别根据梁底布置的应变计读数和开裂后重新安装的裂缝计读数，绘制开裂截面处的力矩——应变关系曲线图，用双直线的交点作为开裂或消压力矩。每条裂缝的开裂及消压力矩值由梁体两侧裂缝处仪表所得的开裂及消压力矩平均值确定。

作为校核，由力矩——跨中挠度（扣除两端支点沉陷后）图的双折线交点亦可得出第一批裂缝的平均开裂力矩及消压力矩。

7.2 梁体下缘受拉区开裂疲劳次数的确定：根据跨中截面变形测点中的最下面两个受拉区的测点，在各疲劳次数后，实测的疲劳试验荷载上限值下的应变值，绘制应变——疲劳次数对数曲线图，用双直线方法确定梁体下缘开裂疲劳次数。

7.3 重复荷载下裂缝的扩展：根据裂缝处裂缝计在疲劳试验荷载作用下，所得出的裂缝宽度绘制裂缝宽度——疲劳次数对数曲线图确定。

7.4 重复荷载下挠度的发展：根据每次静载试验，得出恒载至恒载加静活载的挠度差，即为静活载挠度。列表表明疲劳次数与静活载挠度的关系。

7.5 疲劳破坏：在疲劳试验过程中，如发现任何钢筋断裂或梁受压发生破坏，即认为试验梁已达到疲劳破坏极限状态，相应的次数即为疲劳破坏次数。

7.6 静载破坏力矩：试验梁未发生疲劳破坏时，在静荷载作用下，相当于以钢筋出现塑性变形或屈服导致受压区混凝土破坏为标志的试验梁最大承载能力的跨中力矩，即为静载破坏

力矩。

8 试验结果评价

8.1 按全预应力设计的试验梁，在疲劳试验荷载下应满足200万次疲劳后不发生截面开裂的要求。A类部分预应力试验梁，在200万次试验后，一般不应开裂；若发生开裂，则应按B类部分预应力梁检验其裂缝宽度。

8.2 B类部分预应力试验梁在200万次疲劳试验后，裂缝宽度应符合部分预应力梁设计规定的要求。

8.3 试验梁的开裂力矩、消压力矩与设计计算值相差不宜大于10%。

8.4 试验梁在200万次疲劳试验后，不应出现钢筋滑移、断裂或受压区混凝土破坏的现象。

8.5 在200万次疲劳试验过程中，任何一次静载试验中所测得的静活载挠度值应符合现行铁路桥涵设计规范的限值要求。

8.6 静载破坏安全系数应符合现行铁路桥涵设计规范要求。

附加说明：

本标准由铁道部标准计量研究所提出并归口。

本标准由铁道部科学研究院铁道建筑研究所负责起草。

本标准主要起草人张澍曾、唐诗明、殷宁骏、端木菁。