

钢筋砼四边简支矩形板支座反力的试验研究

韩菊红 丁自强

单伟

(郑州工业大学水环系, 450002)

(黄委会信息中心, 郑州, 450003)

摘 要 根据三十块集中荷载作用下钢筋砼四边简支矩形板的支座反力实测结果, 得出了支座反力的分布规律及其对板破坏形态的影响规律。

关键词 四边简支; 矩形板; 支座反力

中图分类号 TU31

钢筋砼四边简支矩形板的支座反力试验研究, 国内外均无该方面的文献报导。但是板的支反力分布在钢筋砼结构分析计算中, 与结构的破坏形态有密切关联而显得十分重要。本文采用“可调式钢球窝铰支反力传感器”对支座反力进行了测试, 并在试验的基础上, 分析了钢筋砼四边简支矩形板的支座反力分布规律及其对板破坏形态的影响。

1 试验概况

1.1 试验装置

本试验除一般的装置, 如加力架、千斤顶、同步荷载稳压器等外, 还根据试验的特殊要求设计加工了几种试验装置:

1.1.1 支承钢框: 为解决试验板的支承问题而专门设计、加工的钢框架, 如图 1 所示。

钢框的宽度为 1500mm 和 1200mm 两种(中—中), 钢框的纵梁总长 3760mm。梁的侧面打了许多列 $\Delta L = 125\text{mm}$ 的小孔, 横梁可以沿此纵向任意移动, 做长度在 3600mm 以内的各种以 125mm 为模数的不同长度试验板。

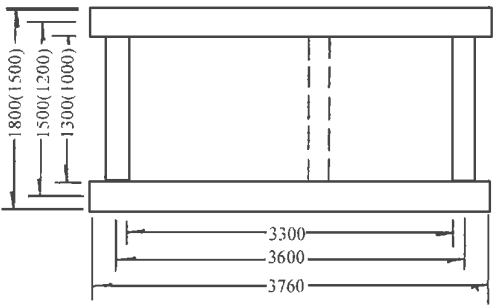


图 1 支承钢框平面图

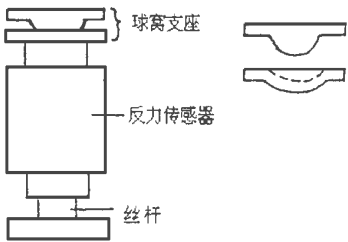


图 2 可调式钢球窝铰支反力传感器示意图

收稿日期: 1997-01-09

第一作者: 女 1964 年 10 月生 硕士 副教授

1.1.2 可调式钢球窝铰支反力传感器:如图 2 所示。

在固定式反力传感器底座上加一个丝杆套,用以调节传感器的高度;传感器顶面搁车钢球窝铰支座,以达到简支目的。

钢球窝铰支座由两部分组成:上面一个曲率大的球铰,下面一个曲率小的球窝,两者叠放在一起,顶上的球铰可以任意转动,以达到铰支的要求。

1.2 加载方式

用液压千斤顶由上向下正向加载。

根据试验板的尺寸将支承钢框调整到相应位置后固定,在支承钢框上每隔 200 mm 左右放置可调式钢球窝铰支反力传感器。试验板放在反力传感器上,由固定在 200 吨加力架分配梁上的千斤顶对板施加荷载。千斤顶和加载面钢垫块间放置一个荷载传感器,用以接在动态应变仪及 X-Y 函数记录仪上描绘出 $V \sim f_{\max}$ 曲线及校核荷载数值。用 WY-300/III 同步荷载稳压器来加载并控制荷载值。

1.3 支座反力测试方法

为了测得板在各级荷载作用下的支座反力分布规律,本次试验用多点简支等代理论上的四边连续简支。根据试验板的尺寸不同,每块板布置的可调式钢球窝反力传感器有 24~28 个不等。

二十几个反力传感器支承在板的四边,形成了一个高次超静定问题。为了使各支座反力传感器都能真实地反映出代表该局部的反力值,就必须在试验前对各反力传感器进行反复调整,使其基本上符合按弹性平板理论计算的板自重情况下的支反力分布规律,且支反力总和等于板自重。而后,才能在此基础上进行板的破坏试验,并测取支座反力值及支座反力分布规律。

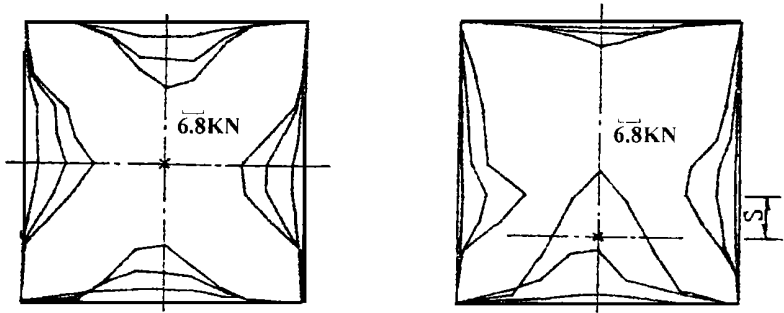
2 支座反力分布规律

2.1 在各级荷载作用下,实测支座反力的总和基本上等于集中荷载与板自重之和,误差在 3% 以内。

2.2 随着板宽跨比的增大,板体支座反力的分布范围也增大。但当板宽跨比超过某一值(如 $B/L \geq 1$) 时,支座反力在板体破坏时的分布宽度几乎不再增加。

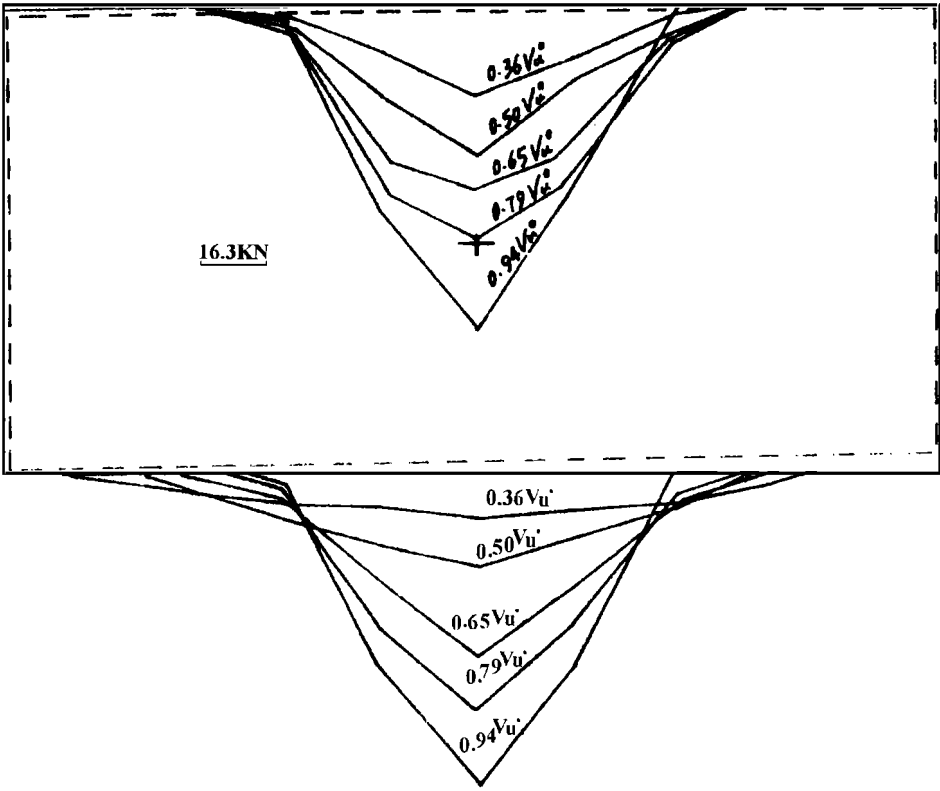
2.3 随着荷载的增大,支座反力曲线渐陡,且峰值均在加载中心位置相对应附近。同时远离加载中心的板体边角渐渐上翘,脱离工作。只有加载中心附近局部范围内的板体承担荷载。

2.4 在中心加载情况下,四边的支座反力均对称分布,峰值在各支承边的中心,如图 3(a) 所示;在偏置及边置加载情况下,荷载位置对称的一边其反力也对称,峰值在该支承边的中心处。但其它边则不存在这种对称性,其反力峰值一般不在与荷载点相对应的位置,而是偏向板中心,如图 3(b) 中的偏心距离 S。



(a) 中心加载 $B/L=1$

(b) 偏置加载 $B/L=1$



(C) 中心加载 $B/L=2$

图 3 反力分布典型图

2.5 随着板边长比(宽跨比)的增大,板体沿两方向的支座反力分配比例也随之改变。板短边(板宽方向)的支座反力比例渐小,板长边(板跨方向)的支座反力比例渐大。当板边长比(宽跨比)超过某一值($B/L \geq 2$)后,板短边(板宽方向)当 $V = (0.2 \sim 0.25) V_u^0$ 时即没有支反力存在,如图 3(c) 所示。说明此时的四边简支板已变成实际的反对称简支板。

3 支座反力对板体破坏形态的影响

3.1 板的破坏形态

由试验结果知,所有四边简支矩形板在集中荷载作用下的破坏形态均为脆性的、无预告的冲切破坏。

在破坏荷载作用下,板顶加载面下的砼沿加载面周边被冲陷下去,板底面形成一个环状的冲切错动裂缝,缝内板体底面近似呈锅底状,使有被冲出趋势的砼形成一冲切锥体。

3.2 板的受剪承载力计算模式

以往习用的设计方法是 将板宽跨比(边长比) 大于 2 的四边支承板称为单向板,其相应的抗剪设计是按对边支承单向板的梁式剪切破坏模式来计算受剪承载力。

由本试验结果知,当板宽跨比(边长比) 大于 2 时,板体在集中荷载作用下的破坏形态仍为冲切破坏,不可能发生梁式剪切破坏。也即板宽跨比(边长比) 大于 2 的四边支承板的受剪承载力应按冲切模式而不是按梁式剪切模式来计算。

3.3 支座反力对板体破坏形态的影响

3.3.1 从本次支座反力测试结果知,当板的宽跨比(边长比) 大于某一值时,支座反力的分布宽度几乎不再变化。这表明板体内承受剪力的砼抗剪面积一定。也即在其它因素不变的情况下,板体的受剪承载力为一定值,不随板宽的增大(板体尺寸的增加) 而增大——板体发生了局部冲切破坏,而不发生沿板宽方向的全截面剪切破坏。

3.3.2 试验结果也表明,当板宽跨比较大时,在破坏荷载作用下,板短边(板宽方向) 没有支座反力,板长边(板跨方向) 支座反力分布宽度也一定。此时的四边支承板已成为实际的对边支承板,其破坏形态也为冲切破坏,也不发生沿板宽方向的全截面剪切破坏。从而可知,板宽跨比(边长比) 较大的对边简支板,在集中荷载作用下也发生局部冲切破坏,其抗剪设计也应按冲切模式来计算承载力。

4 结语

4.1 集中荷载作用下四边简支矩形板的支座反力具有明显的局部性特点。

4.2 宽跨比较大时($B/L > 2$),四边支承板在集中荷载作用下的受力反应等同于对边支承板。

4.3 四边支承矩形板及宽跨比较大的对边支承板,在集中荷载作用下均发生冲切破坏。

以上结论为板的抗剪设计方法提供了必要的试验依据,将对钢筋砼板抗剪设计方法的进一步完善起到重要作用。

关于对边简支板的受剪承载力试验有待进一步研究。

(下转 25 页)

参考文献

1 J·K·Salisbury, Robot Hand and the Mechanics of Manipulation, The MIT Press, 1985
2 周远清, 张再兴. 智能机器人系统; 北京清华大学出版社. 1989
3 E·L·Safford. Handbook of Advanced Robotics. 1982
4 马香峰. 机器人机构学; 北京机械工业出版社. 1991
5 王从庆. 一种模糊学习控制方法及其在多指手位置伺服系统中的应力. 机器人, 1995. V o 1. 17. N o. 2

Analysis on Contact Forces of the Mechanical Hand

Chen Feng

(Zhengzhou University of Technology)

Abstract In this paper, The grasping condition for the dexterous hand to an objects are set up. The action and contact forces of the three fingers are analysed during screwing, providing reason for the forces control of the dexterous hand.

Keywords dexterous hand; contact force; stable grasp

(上接 20 页)

参考文献

1 交通部. 港口工程技术规范(1987) ; 人民交通出版社. 1988
2 港口工程砼结构设计规范(报批稿) . 1996. 12
3 郑州工业大学. 钢筋砼单向板受冲剪性能试验研究报告. 1996. 5
4 郑州工业大学等. 钢筋砼双向板抗剪性能试验研究综合报告. 1991. 4

Experimental Research on Supported Resistance of R·C·
Slabs Simply Supported on Four Sides

Han Juhong Ding Ziqiang

(Zhengzhou University of Technology)

Shan Wei

(Yellow River Water Resources Commission)

Abstract According to the test results of supported resistance on 30 specimens of R·C· rectangular slabs supported on four sides and subjected to a concentrated load , the distributive regularity of supported resistance and the influential regularity on failure modes of these specimens are put forward.

Keywords four sides simple support; rectangle slab; supported resistance