

THERMOMASS[®] 预制墙板的结构 分析、设计以及现行标准要求

Kim E. Seeber P. E. F. PCI

[编者按] 预制夹芯墙板是预制预应力混凝土结构体系中的重要组成部件。对采用 THERMOMASS 隔热系统的预制预应力夹芯承重或非承重墙板的结构计算分析、设计及美国现行相关标准的要求做了较系统的论述,并提供了计算实例供参考。

1 简介

该文描述了 THERMOMASS[®] 墙板的基本组分和关联的结构分析和设计,以及可用的标准要求。

2 THERMOMASS[®] 墙板的基本描述

典型的 THERMOMASS[®] 墙板(见图 1),包括一个钢筋加固的内层,一个挤塑聚苯绝热板和一个钢筋加固的外层。两层混凝土和中间的绝热层使用特别工程制作的纤维加固合成连接器(THERMOMASS[®] MC 或 MS 连接器——见图 2)连接在一起。这些墙板由预制工厂生产,通常很大。此样例为 10 700 × 3 000 mm。一般来说,它们的尺寸只受到搬运,运输和吊装的限制。

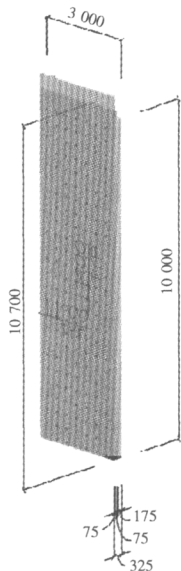


图 1 3D 图

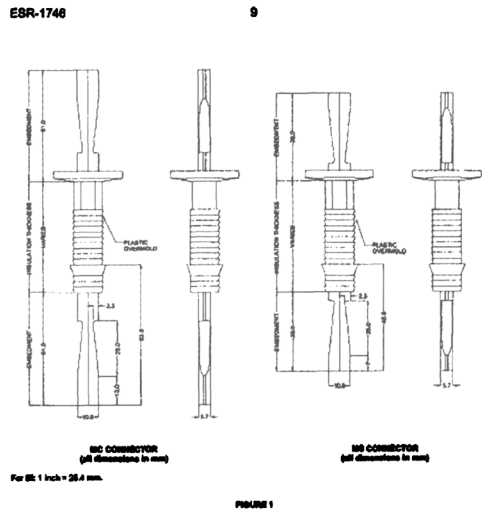


图 2 MC 和 MS 连接器尺寸

3 THERMOMASS[®] 墙板的基础应用

THERMOMASS[®] 墙板的制造使用了 MC 或 MS 连接器,作为非承重或承重墙板。非承重墙板通常为“挂板”。在一些特殊的应用中,THERMOMASS[®] 墙板可以作为拱肩使用。

挂板抵抗墙板表面平面上的正压力。这些力一般由风或地震载荷引起,在一些情况下,由土壤或流体引起。除了挂板类似的受力,承重墙还要承受重力因为每个墙板都可以被设计来承受地板和屋顶。附件 1 会用一个样例证明一块承重墙的分析和设计。这一样例有特别的长度直径比来证明考虑次要力矩影响的分析(P-Δ分析)。

4 THERMOMASS[®] 墙板的结构分析和设计

THERMOMASS[®] 墙板是作为非合成墙板来分析和设计的。非合成墙板由结构层和非结构层组成。这些通过绝热层分开的两层几乎完全互相独立。因此,结构层为厚层。对于墙板表面的正压力,两层通过弯曲分别独立的承受这些载荷。层之间的载荷分配由

每层转动惯量和两层的转动惯量的相对比例决定。载荷分配在样例中进行了例证。为了承受重力荷载(静, 动, 雪等), 结构层为承重层, 并且完全承受这些荷载。

从分析的角度看, 层间独立的事实允许结构层可以完全按照任何其他相同尺寸和荷载的混凝土墙来对待。这些墙板使用正常成型的钢筋网或预应力线进行加固, 可以预拉伸或后拉伸。预拉伸墙板一般用于高瘦墙板。预应力增加了弯曲开裂的抵抗力。由于开裂后硬度的快速退化, 普通实践通过在墙板偏差处提供安全因数和其混凝土的破裂模数来保证墙板不开裂。

非结构层完全通过 MC 或 MS 连接器由结构层支撑。这一层同时使用正常加固钢筋, 预拉伸线等进行加固, 这些加固只在结构层中, 不会穿过结构层。

这些墙板的处理, 运输和立板同正常预制板一样。为使吊装装置有适当嵌入深度的结构层不够厚的情况下, 该层可以加厚, 绝热层可以减薄, 从而可以放置装置。

5 MC 和 MS 连接器的细节

这些连接器位于典型的 300 mm × 625 mm 栅格中。但这一间距可以改变, 对于特别环境, 甚至可以减少到 200 mm × 200 mm。

多变的绝热板厚度与 300 mm × 625 mm 栅格相结合, 混凝土层允许很大范围的结构构造和应用。

使用这些 300 mm × 625 mm 标准栅格布置的优点是两个栅格位于一个标准尺寸 2 500 mm × 600 mm 的挤塑聚苯板上(见图3)施工大样图展示了每个模板

使用编好号的预钻好孔的绝热板的最优排布, 从而避免了对于每块板都要进行连接器位置计算的步骤。从这个意义上来说, THERMOMASS 墙板可以被称为“预先加工制作好的”墙板(见图 4)。

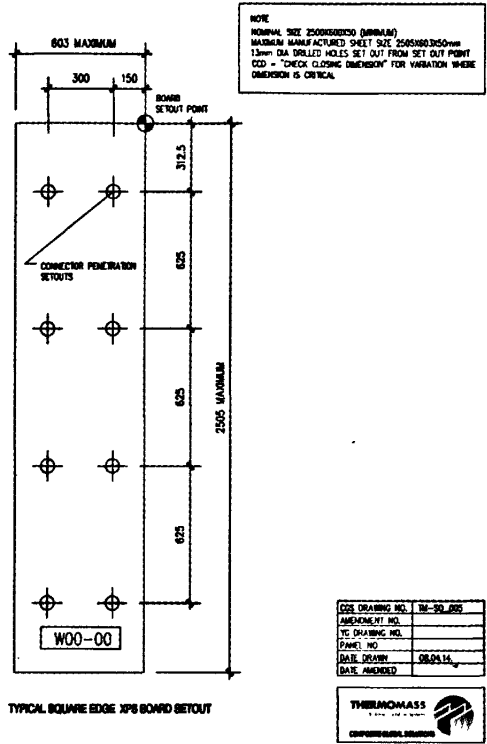


图 3 隔热板上连接器孔位

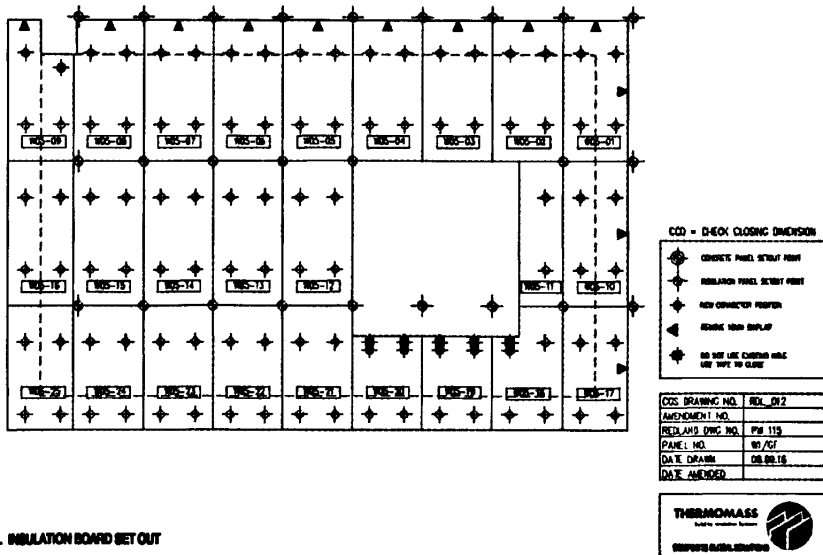


图 4 预制混凝土板中隔热板的固定和连接器孔位大样

预先工程的好处使工厂生产步骤高效,工人可以简单的将编号的绝热板按照施工图放入模板中,然后在钻好的孔中插入连接器。预先钻好孔的绝热板不仅提供了墙板的绝热同时作为连接器位置准确性的便捷模板。避免了人工误差。

6 现行标准和试验要求

由于 THERMOMASS[®] MC 或 MS 连接器对于这些绝热预制墙板的结构和热性能十分重要,这些连接器进行了严格的材料测试。

2006 年 6 月,美国的国家建筑标准权威,国际标准理事会承认了建筑业出现的连接器新型创新技术,创立了新的标准,提供给所有感兴趣的团体一个指导,来论证可用标准的性能特征符合标准中涉及的验收标准。

该标准被称为 AC320 锚固于混凝土中的纤维加固复合连接器验收标准,自 2006 年 7 月 1 日起生效(见图 5)。

AC320 描述了一些标准,如 ASTM 大量严格标准系列中要求的,复合连接器必须满足的条件从而可以考虑接受或认可其作为已被国际建筑标准 2006 和 2003 以及 UBC1923 认可的传统浇筑的钢锚固的替代品。

这一标准涉及的 ASTM 标准系列和其他标准的广泛范围的一些项目为:

- 1) 连接器最小许可拉伸载荷和剪切载荷,包括混凝土的锚固值。
- 2) 连接器要求的周期荷载试验。
- 3) 连接器的徐变试验。
- 4) 制造误差。
- 5) 连接器标识要求。
- 6) 独立实验室试验要求。
- 7) 实验报告步骤。

[注]本文的英文全文见论文集所附的光盘。

8) 连接器材料特性的最低要求,比如抗拉力,弯曲弹性模量等。

9) 连接器挠曲的限制,以及这些计算使用的等式。

10) 环境测试,比如连接器的耐碱性,高温下的连接器性能,连接器的老化特性等。

11) 要求的质量控制步骤。

12) 人工安装步骤的要求。

可以合理预期,未来的几年,绝热预制混凝土墙板在中国的使用会由于其高热能效和快速建筑循环时间的特征开始被政府和房地产开发商重视而快速增加。这样会伴随着不法经营者使用不正确的材料而对公共安全造成巨大威胁。为了避免这些事情的发生,必须有一个规章系统。

这种保护的框架当然是中国预制标准。可以看到,AC320 文件的严格和范围在很多方式上可以作为模型标准,可以被考虑成为标准中包含连接器设计标准的模板。

另一份对 THERMOMASS[®] 非常重要的 ICC 文件为 ICC ESR-1746(一份 ICC 评估服务报告),名为 THERMOMASS[®] 对于整体绝热墙板的 MC 和 MS 纤维加固复合连接器(见图 6)提供了证明,证明了 THERMOMASS[®] 复合连接器已经根据 AC320 标准的要求进行了试验测试,试验的证明文件保证了 ICC 认可复合连接器可以作为浇筑钢筋锚固的替代品。

证明提供了使用条件,物理和化学属性说明,拉伸力和剪切力的许可设计值以及绝热板参数。同时提供了连接器中拉伸力和剪切力合成的设计公式以及由于使用荷载造成的连接器位移极限的决定。

目前,只有 THERMOMASS[®] 复合连接器达到了这一标准。