

STEEL CONSTRUCTION TODAY & TOMORROW

(第 37 期, 2012 年 12 月)
日本钢铁联盟与日本钢结构协会会刊

中文版

STEEL CONSTRUCTION TODAY & TOMORROW 是每年出版 3 期的英文版刊物, 面向全球各相关企业与部门发行。本刊物的目的是介绍建筑、土木工程领域的钢结构相关规格、规范以及先进的项目实例、最新施工技术及材料等。

为了更便于中国的读者理解这些内容, 我们以文章部分为中心编辑了中文版, 与英文版一并提供。有关文中的图表与照片, 我们仅翻译、刊载了标题。有关具体内容, 请参照英文版。另外, 也请参照英文版确认技术性说明和具体内容。

第 37 期 (2012 年 12 月) : 目录

最新钢结构项目

东京站丸之内站房的保存和复原 1

特刊: 日本的钢架结构组合式预制住宅

钢架结构组合式预制住宅的发展历程 3

日本的钢架结构组合式预制住宅

钢架结构组合式预制住宅技术的发展 5

* 钢架结构组合式预制住宅的进化

* 构架式

* 框架式

* 单元式

* 钢架组合式预制住宅的未来

组合式预制住宅制造厂商的国际事业推进 12

采用轻量型钢的钢构架房屋 14

钢材的利用技术

关于焊接及焊接管理的基础知识 16

泰国的钢结构: 现状及未来发展 封底

中文版: ©一般社团法人日本钢铁联盟 2012

邮政编码 103-0025

东京都中央区日本桥茅场町 3-2-10

一般社团法人 日本钢铁联盟

传真: 81-3-3667-0245

电话: 81-3-3669-4815

电邮地址: sunpou@jisf.or.jp

URL <http://www.jisf.or.jp>

(1~2 页)

最新钢结构项目

东京站丸之内站房的保存和复原

东日本旅客铁道株式会社

建设施工部结构技术中心课长

林 笃

株式会社 JR 东日本建筑设计事务所

理事 设计本部副本部长

大迫 胜彦

人们熟悉的“红砖站房”是东京站丸之内侧的主要建筑，由日本近代建筑的鼻祖辰野金吾设计，建于 1914 年。后来，由于在战乱中遭受空袭，屋顶及外墙受损，因此建筑结构从最初的 3 层变为目前的 2 层，发生了巨大改变。然而，这座“红砖站房”作为东京的中央车站见证了历史变迁，是代表日本大正及昭和时代的建筑之一。在这种背景下，东京站丸之内站房于 2003 年 5 月被指定为重要文化遗产。从 2007 年开始，在尽可能保存现有建筑物的前提下恢复创建当时风貌的工程动工，于 2012 年 10 月 1 日顺利竣工。

丸之内站房的历史和主体结构

· 创建当时的情景

丸之内站房正面朝西，面向皇宫，是南北长度约达 335m 的大型建筑物，建设当初为地上 3 层、部分地下 1 层，背面（站台侧）设有附属平房部分，总建筑面积约为 10,500m²。

照片 1 创建当时的外观

照片 2 遭受空袭的受损状况

· 钢架结构主体

一般部分为如图-3 所示的构架结构，作为柱材大量使用了 10 英寸的 I 型钢。

用于各部分结构的钢架总量为 3,135 吨，采取了尽可能使用日本国内制造产品的方针。柱材及横向拉杆的用量较多而采用外国产品，其它全部采用八幡制铁所制造的产品。国内产品占 56%。外国产品占 44%，是美国的 Carnegie 公司和英国 Frodingham Iron and Steel 公司的产品。

图 1 壁板构架图

钢架从 1909 年 9 月开始制造及组装。从 1910 年 8 月 1 日起，构架安装施工开始，1911 年 9 月完成了全部构架的安装。

照片 3 钢构架安装的场面

根据 1989 年进行的现场调查，虽然局部发生了劣化及结构方面的问题，但作为历经了 75 年的钢架红砖建筑物，堪称是相当好的状态。

站房的复原

关于作为复原目标的抗震性能，对于预想的最大级地震，虽然允许砖墙发生裂纹，但按照无需大规模修复即可使用的建筑物设定。

因此，若采用免震工艺，几乎不需要抗震加固，而若采用通常的抗震加固工艺，则需要按照预想对内壁约 5 成进行抗震加固。所以，为了提高安全性、运用自由度、以及保存精度等，对站房采用了免震工艺。

结语

“钢架红砖结构”是日本在欧式近代建筑初期的最尖端技术基础上，采用称为“免震结构”的现代技术，2012 年 10 月，东京站丸之内站房以创建时的雄姿重新展现在人们面前。

照片 4 免震装置、液压式减振器

照片 5 竣工时的外观示意图



特刊：日本的钢架结构组合式预制住宅

(3~4 页)

钢架结构组合式预制住宅的发展历程

东京大学教授

松村秀一

如果按施工建筑面积分析日本的新建建筑市场，长期以来，木质结构占据了首位份额，但在泡沫经济期间，钢架结构跃到了顶点。在新建建筑市场中，钢架结构超过 RC 结构及木质结构占据首位份额的国家，在世界上大概只有日本，可称是极端特殊的钢架结构大国。

关于日本的钢架结构建筑，有些人会联想到以霞关大厦为首的超高层办公楼，也有些人会联想到

在由方型钢管立柱和 H 型钢横梁构成的构架上安装 ALC 板的那种在城市中常见的中层楼房。然而，仅靠这两款典型结构，钢架结构建筑无法实现首位份额。另一种典型结构始终保持着相当份额的施工建筑面积——这就是以独立式住宅及出租公寓为主的低层钢架结构工业化住宅。

建筑用轻量型钢

日本的钢架结构工业化住宅的发展历程从 1955 年采用冷弯成型工艺的轻量型钢实现了国产化开始起步。明治以来，钢铁行业的发展是国家所面对的课题，日本的钢铁行业以政府需求为中心成长发展。但是，二次世界大战结束、朝鲜战争进入停战状态后，对日本的钢铁行业强烈要求代替以军需为中心的政府需求，即开拓民用需求。其中对建筑市场的急速成长充满期待，作为对促进该新市场发展的重要对策全力推进的项目之一，是对 2~6mm 左右厚度的钢板以冷弯成型工艺加工成槽钢等钢材的轻量型钢制造技术的开发。

采用冷弯成型的轻量型钢实现了国产化后，钢铁行业立即着手开发其用途。钢材俱乐部创建了名为轻量钢架建筑协会的组织，从当时建筑学界的泰斗到前途无量的年轻研究人员，从建筑结构学到建筑计划学以及建筑设计领域，大量学者加入该俱乐部，制定将轻量型钢用于结构的住宅和学校等低层建筑设计指南，快速推进包括连接细节在内的构建工艺的开发、以及试行性设计施工事例的积累。

采用轻量型钢的组合式预制住宅

从开始获得这些成果的 1960 年前后起，住宅市场出现了快速发展的征兆，许多此前非建筑业的企业开始加入这个富有魅力的市场。来自钢铁工业、化学工业、以及家电设备制造业等的加入企业以生产和提供与以往依靠木作业的木造住宅不同的工业化住宅为目标，关注到作为其必然性结局、刚刚完成实用化的轻量型钢的可能性。当时，轻量型钢已经由巨大的钢铁行业完成了产品化，处于可作为结构材料随时使用的状态。

关于采用轻量型钢的构建工艺，虽然各钢架结构工业化住宅制造厂商的细节部分各不相同，但采用槽钢及方形钢管作为立柱、采用槽钢及轻量 H 型钢等作为横梁及桁架的方法基本相同。这种构建工艺与壁式结构的预制混凝土构建工艺相比，对非常习惯木质构架构建工艺的市场的住宅感、以及对房间配置方法的适应性也良好，各钢架结构工业化住宅厂商扩大销售量，并且临时扩大房间配置的自由

度，在市场上确立了如今的地位。

作为 1960 年前后的初期钢架结构工业化住宅，具有不少与以往人们所熟悉的木造住宅相比有些奇妙变化的“新颖性”。墙板之间的接缝通常明显地显现外面，外部装潢采用铝材料等也令人耳目一新（照片 1、2、3、4）。此外，当时的钢架结构工业化住宅厂商的工厂尚处于与量产相差甚远的状态，生产的部件种类也极少。因此，在平面的外形尺寸方面，各公司大多仅限数种。在当时的产品目录中，有的房间配置仅有 1、2 例。

但是进入上世纪 60 年代后期，钢架结构工业化住宅的外形向与普通木造住宅相似的方向变化，从只能在少量种类中选择的“现成”配置向“易购”型配置系统重组，对各种住户的要求在一定程度上可灵活地满足。这种住宅将重点放在各位住户对自身的住宅寄托的现实性梦想，而不是建筑师以及工程师等专业人员描绘的未来住宅。由于这个原因，钢架结构工业化住宅被日本的住宅市场接受，作为与以往木造住宅不同类型的住宅在社会中扎根。

照片 1 开发当初的钢架组合式预制住宅（1960 年）：闪闪发光的铝材外墙、新颖的钢窗、以及塑料房檐和护墙给人以深刻印象。

照片 2 在住宅厂商的研究所内保存的上世纪 60 年代初期的钢架组合式预制住宅

照片 3 初期的组合式预制住宅之一——小型房屋：1959 年上市销售，是设置在院子内的书房。目前在住宅厂商的研究所内展示。

照片 4 初期的组合式预制住宅之一（1961 年）

大量制造、销售的“商品”

在数家企业开始进入该领域后刚过去 10 年的 1970 年，出现了每年销售户数超过 1 万户的钢架结构工业化住宅厂商，虽然经历了石油危机的严峻考验，但进入 80 年代后，形成了每年 1 万户以上的大规模制造和销售体制的钢架结构工业化住宅厂商增加至数家，采用重量钢架的 3 层以上住宅用系统的开发也在不断推进（照片 5）。此外，从 1970 年前后开始，基于进一步提高工厂生产的比例、追求名副其实的工业化住宅性价比的考虑，相继开发了采用房间尺寸的大型墙板建造住宅的构建工艺、以及在工厂完成房间的单元构建工艺（照片 6）。钢架结构工业化住宅厂商提供的住宅具有的作为大量制造和销售“商品”的性质越来越浓重。

照片 5 3 层建筑住宅用重量钢架框架结构系统例

照片 6 1970 年前后，进一步提高工厂生产化比例的工艺开发也在积极推进。（单元构建工艺例）



最后，关于这种钢架结构工业化住宅今后的课题，是每个企业各不相同的独特构建工艺。由于新建住宅市场缩小，这种构建工艺在今后的经营环境中无法发挥以往的合理性，甚至将会成为各企业的负担。在近 50 年期间，独特的构建工艺细节中蓄积了各企业的大量专有技术。因此，不应局限于以往作为“商品”的形式，应该考虑向市场提供开放的构建工艺，笔者认为这个时期已经到来。

鸣谢

在此谨向提供照片等给予协助的各组合式预制住宅公司：积水住宅株式会社、大和房屋工业株式会社、Panahome 株式会社、旭化成株式会社、以及积水化学工业株式会社表示衷心感谢。

（5~13 页）

日本的钢架结构组合式预制住宅 组合式预制建筑协会

— 钢架结构组合式预制住宅技术的发展 — 钢架结构组合式预制住宅的进化

在日本，从昭和 30 年代（1955 年）起，轻量型钢开始实现国产化，作为新型建筑用钢材受到关注。

1955 年，以社团法人钢材俱乐部为母体的“日本轻量钢架建筑协会”成立，着手推进将轻量型钢用于小规模建筑物的研究开发。轻量型钢以檩条及横筋等 2 次部件为中心使用，通过该协会的推进，其用途也向梁、柱、以及桁架等主要结构部分扩大。该研究开发的设计和施工技术成为钢材料结构组合式预制住宅的结构设计原点。

由于采用轻量型钢的钢材料构架结构与作为日本既有工艺的木造构架工艺相似，因此许多企业着手进行钢材料结构组合式预制住宅的开发。所以目前也同样，钢材料结构组合式预制住宅占组合式预制住宅动工户数的大约 8 成。

钢材料结构组合式预制住宅的钢架部件及内外装潢相关部件在建立了高水准质量管理体系的工厂制造，因此可始终保证稳定提供高质量的部件。在工厂的生产线上，除了对轻量型钢进行滚轧成形、切断、开孔、以及焊接等外，还完成高耐久性的防

锈涂装。

在现场，无需进行焊接作业及切断及开孔作业，对按户发货的高精度工厂制造部件进行组装，完成高质量的住宅。

钢材料结构组合式预制住宅的构建工艺主要有板框式、构架式、构架及墙板并用式、采用重量钢架的框架式、以及单元式，掌握数种构建工艺的公司结合建筑物的用途和当地特性开展商品开发，推进事业发展（照片 1）。

这些工艺分别是组合式预制住宅各公司的独特技术，例如，即使属于相同的构架式，但作为系统可称为是不同的内容。

以下介绍主要的钢材料结构组合式预制住宅的工艺。

照片 1 日本的典型组合式预制住宅

构架式

· 板框式

积水住宅株式会社的构建工艺是板框结构方式。本构建工艺于 1960 年开发成功，是采用 C 形轻量型钢作为结构主体的工艺。在普遍采用木造住宅的时代，主要材料为“钢材、铝材、以及塑料”的构建工艺是创新性的住宅建造工艺。

1961 年对该工艺进行改进，开发了对性能和设计进一步充实的新型产品（照片 2）。这种新型产品在该行业率先进行了各项具有划时代意义的尝试。采用一米组件（1,000mm），天花板高度为 2,400mm，比建筑基准法规定的最低标准高出 300mm，保证了上方的宽敞空间。外墙采用由发泡聚苯乙烯及铝材构成的夹层板，以提高隔热性能。屋顶采用简单的山墙，但梁侧的房檐长出约 1m，采用这种措施遮挡梅雨季节的雨水以及夏日强烈日光的照射。对于窗户，为了提高施工精度，采用了完成实用化不久的铝制窗。关于内部装潢，也将以往使用较多的塑料改成木材等，结合日本人的感性进行了设计（图 1）。

1962 年，该公司开发了将新型产品上下重叠的 2 层住宅；1964 年，开发了考虑到设计性的部分 2 层结构住宅。采用新开发的独特钢构架构建工艺（照片 3），可根据 2 层的位置及房间配置自由度等客户的要求以及符合法令规定进行有效设计（照片 4）。

本构建工艺将具备抗震性的钢制支架以 X 形状设置的承重墙分别设在 1 层和 2 层，以兼顾设计自由度和结构强度。

2003 年，积水住宅株式会社开发了免震住宅，作为最高水准的抗震对策受到关注。进而，该公司

也着手推进性价比优异的震动控制技术的开发，2007年采用了独特的地震动能量吸收系统。该系统将部分作为抗震结构的承重墙换成安装了特殊减震器的构架系统（照片5、6），是可吸收摇动的系统。通过这项新技术，板框式构建工艺成为具有抗震、震动控制、以及免震全部阵容的系统。

图1 板框构建工艺的概述

- 照片2 销售当初的板框构建工艺
- 照片3 钢构架的构建工艺
- 照片4 板框工艺部件的生产线
- 照片5 设有减震器的构架系统
- 照片6 地震动能量吸收系统

· 墙板并用式

大和房屋工业株式会社的钢架结构组合式预制住宅是墙板并用式构建工艺。本构建工艺在工厂对钢构架安装外部装潢材料、隔热材料、以及内部装潢基材，制造完成的墙板，然后在施工现场进行组装，从而减少现场施工及缩短工期。这项基本原则的理念从最初开始一直延续到现在（图2~4）。

为了将由外部装潢材料及内部装潢基材封闭的墙板相互连接，需要在墙板之间采用槽形连接部件（柱），为了与钢筋混凝土基础连接以及与上侧的主梁连接，也需要事前在墙板侧预埋螺母等采取措施及使用连接材料。连接部件的宽度与板框的厚度相同，将墙板厚度的中心作为基准线，即使对于有外角和内角的平面，也可采用无需组件调整配件的墙板实现。

以上是墙板并用式系统的概要。组件尺寸为940mm，是与传统的京间式（关西地区）草垫长边尺寸6尺3寸的一半、即约945mm近似的尺寸。这是从尽可能有效利用当时外墙材料的一般性制造尺寸一倍的1820mm（另外加上连接部件处的间隙60mm成为1880mm，其1/2为940mm）的考虑出发而确定的。

然而后来与外墙建材尺寸的有效利用相比，为了提高楼板、天花板等内部装潢建材的尺寸效率，按照目前的住宅建材的平均尺寸，统一成为江户式（关东地区）组件的3尺（约910mm），将曾位于结构中心的基准线设在外围结构的内侧，以减少上述用于楼板、隔墙、以及天花板等的配件，成为如图5所示的平面和平面细节。

墙板并用式构建工艺从当初的2层建筑、房间数量较多的配置成为设置更大空间及大尺寸开口部分的设计，并部分采用结构部件进行加固（横梁、

高强度承重墙等）。

关于向3层建筑的推进，上述系统虽然存在难以满足各种需求的困难，但是在应对城市部分等狭小用地方面，墙板式住宅也具有优势。

图2 墙板并用式构建工艺的概述

图3 墙板并用式的墙板组装图

图4 墙板并用式的墙板平面图

图5 墙板并用式的墙板平面详细图

框架式

· 系统框架结构

旭化成 HOMES 株式会社的构建工艺采用了系统框架结构。本构建工艺将H形钢梁用端板方式与方形钢管柱直接以面接触连接，使用特殊的高强度螺栓实现刚性连接。由于其便于批量制造的部件结构和简单的架构，这种构建工艺实现了常规工艺非常困难的框架结构的组合式预制化。

1985年，获得了将柱梁连接部位及底座等作为原始工艺的38条认定，作为组合式预制工艺实现了框架结构。关于底座，采用通过特殊垫圈注入砂浆的固定底座式露出型固定底座工艺，以及柱与柱的连接也为干式螺栓连接（目前为柱连接器），是无需现场焊接的钢构架结构（图6）。

与支架结构相比，这种结构的设计自由度高，1986年推出了3层的住宅（照片7）。3层住宅的市场迅速扩大。此外，与支架结构相比，也可方便地实现耐火结构，作为中层多户住宅建筑用主体系统，也向中层多户住宅市场扩大。

另外，扩大本构建工艺的部件尺寸，开发采用柱250方钢管的系统框架结构。作为3~5层的住宅商品，除了专用公寓之外，还可用于公寓并用及商店并用等复合用途的公共住宅。

目前，采用150方钢管立柱的系统框架结构的主体系统，将多样化住宅作为商品群向3、4层建筑市场推进，提供中层城市型住宅满足广阔市场的需求（照片8、9、10）。

图6 系统框架结构

照片7 系统框架3层住宅

照片8 系统框架城市型3层住宅

照片9 系统框架展区的样品住宅

照片10 系统框架复合楼4层住宅

单元式

· 箱形框架单元式

积水化学工业株式会社の构建工艺是箱形框架单元式。作为单元工艺，将住宅分为数个单元，在工厂制造成为基本完成的状态，然后运到现场进行组装。在对住宅提出大量需求的时代背景下，采用工厂制造性较高的单元工艺实现了更高性能及高质量的住宅。

单元式住宅于 1971 年首次上市销售。

这种单元式住宅的特点是，采用箱形框架结构的单元提高工厂制造比例。此外，单元相互之间的组装方便，可满足复杂的独立式住宅的配置和规格要求（照片 11~13）。

初期的单元式住宅以 800mm（目前为 900mm）为基准尺寸，是将宽 2,400mm×长 5,600mm（外形尺寸为 5,000mm）×高 2,700mm 的单元在平面及立面上整齐式配置的简单系统。1、2 层等载荷条件的不同通过改变柱、梁的材料断面及壁厚予以满足。这种结构的主要特征是设计了在山墙侧凸出的、称为山墙外壁的部分，用于顺利完成单元之间的相互连接，并且可作为收纳空间等利用（图 7、8）。

通过满足配置、价格、以及设计的要求，单元的种类及组合方法随着时代的发展而不断进化。其中作为典型工艺具有以下 3 项。①亚单元：采用标准单元宽度尺寸大约一半的单元，大幅度提高了楼板面积的对应以及用地的对应等配置自由度。②屋顶工艺：用于形成三角屋顶的工艺。将屋顶的构成部件分为屋顶单元及墙板，可用 1 天安装（完成防雨水处理）完成各种屋顶形状。③高梁工艺：2 层的底梁部分在现场加固，取消由 1 层的 4 个单元构成的中央立柱部分，可实现作为住宅困难的最大 33 个草垫、无立柱以及无墙壁的大型空间（照片 14）。

图 7 单元住宅结构图

图 8 单元住宅初期组件

照片 11~13 单元住宅、安装、工厂生产线

照片 14 高梁工艺

· 单元式

三泽房屋株式会社の构建工艺是单元式住宅系统。单元式住宅系统的开发是从 1976 年的新住宅供给系统开发项目<住宅 55 提案竞赛>的征集开始的。这种住宅系统采用了钢材料结构单元，以一种材料实现结构承载力、防火、隔热、以及隔音等数种功能，将多功能材料（ALC 墙板）作为外墙实现了承重墙并用钢架框架单元住宅的实用化（照片 15，图 9）。

1989 年，对这种单元构建工艺进一步发展，采

用了各单元为完整箱体结构的“胶囊单元（箱体单元）”。对胶囊单元的立柱及横梁分别使用 125mm 方钢管及高度为 175mm 的轻量槽钢等，对其焊接分别连接成 1 层 1 跨的框架构架，然后通过螺栓或地脚螺栓进行平面及立面连接构成建筑物（图 10）。

采用承受垂直载荷以及地震及风压水平力两方面的框架构成的单元，便于对建筑物进行承载力要素协调良好的配置设计，同时由于不依赖于承重墙，因此提高了设置直到天花板的大开口自由度。

开发这种胶囊单元构建工艺的目的是实现“高度工业化”和“高速施工”。采用胶囊单元，不仅外墙及外部结构、而且隔墙及内部门窗及装修等作业也可以事先在工厂完成，大幅度提高了工厂生产化比例。由此可保证稳定的质量，并且减轻了现场施工的负担，实现缩短工期（照片 16）。

另外，在现场施工方面也同样，通过新型连接方法等的开发，对每根立柱使用 1 根高强度螺栓完成上下单元之间的连接以及相邻单元的连接，实现了用 1 天时间组装单元、并且完成防水处理的工期（照片 17）。

照片 15 承重墙并用钢架框架单元住宅

图 9 外墙多功能材料生产工序

图 10 单元住宅的组装

照片 16 复层壁结构示意图

照片 17 单元的安装

钢架组合式预制住宅的未来

目前，为了实现低碳化社会，各钢结构组合式预制住宅厂商致力于进一步提高节能性能，推广普及创能和蓄能，推进该技术的开发。

此外，面向现有建筑物有效利用型社会，有效利用及再生以往提供的大量钢材料组合式预制住宅的技术开发、以及增建及改建制度运用的讨论等也在积极推进。

— 组合式预制住宅制造厂商的国际事业推进 —

近年来，各日本的组合式预制住宅厂商积极推进国际事业的展开。发挥长期以来培育的工业化住宅的高质量和高性能，将住宅建设和城市建设在全球市场推广。

关于国际事业的推进，以下介绍在中国（积水住宅株式会社）、泰国（积水化学工业株式会社）、以及中国大陆及台湾（三泽房屋株式会社）的 3 个事例。

· 在中国大陆建设工厂

积水住宅株式会社将澳大利亚、新加坡、美国、以及中国等国家作为新的市场推进住宅供给。

在中国，钢架住宅工厂（照片 18、19）于 2012 年 4 月竣工投产。日本的工业化住宅的正式生产工厂首次进入了中国。

该工厂是为了满足中国国内新一代节能、高性能工业化住宅的需求而建造的。这座工厂在中国国内承担该公司推进的个人住宅（联排别墅）（照片 20）用钢架住宅构件、以及外壁及内装设备等的生产。生产能力为每年 72,000m²。

以在日本的累计建筑户数达 200 万户的业绩和作为环保型住宅领军企业取得的业绩为基础，积水住宅株式会社以该工厂为基地，通过工业化住宅系统，向中国国内的各城市推进优质住宅的供给。

照片 18 中国的钢架住宅工厂

照片 19 中国国内的联排别墅

照片 20 中国的钢架住宅工厂

· 在泰国的生产和销售

积水化学工业株式会社在泰国正在建设个人住宅（照片 21）批量制造工厂，计划于 2012 年 12 月竣工，从 2013 年开始在泰国正式推进住宅事业。

该公司的海外事业的特点是，采用当地采购、当地生产的方式，包括从工厂建设直到销售、施工、以及售后服务，与当地企业合资经营推进在日本开创的住宅事业。

积水化学与泰国最大的大型联合企业之一成立合资公司，设立制造公司和销售合资公司，用两年期间对施工体制、销售方法、以及成本等进行验证。

工厂的建设地点位于曼谷北侧约 80km 的萨拉布里（Saraburi）工业园区（照片 22、图 11）。计划于 2014 年度制造和销售 1,000 栋住宅。

照片 21 开发商的按户出售住宅施工例

照片 22 泰国的住宅制造工厂

图 11 泰国制造工厂的位置

· 在中国大陆及台湾也取得了业绩

在中国大陆及台湾的业绩

三泽房屋株式会社在海外推进住宅事业已有近 30 年的历史。

1986 年在北京建造了 134 户独立式住宅，在天津建造了 14 户独立式住宅。此外，在台湾也取得了建造业绩，其中在台北市建造了样品住宅（照片 23）。

该样品住宅在开始展出的 1 个月内，到场参观者达 150 组以上，非常引人注目。

照片 23 台北市按户出售住宅展示样品

* * *

运用工业化住宅的专有技术，各公司将进一步加速向全球的推进。

（14~15 页）

采用轻量型钢的钢构架房屋 钢构架房屋协会

什么是钢构架房屋？

钢构架房屋采用一种新型建筑工艺建造，以非焊接系统连接通过冷弯成型工艺将厚度约为 1.0mm 的镀锌钢板加工成的型钢（照片 1）。这种新型房屋构架技术的基础是美国的传统 2×4 立柱墙构架工艺。在建造钢构架房屋时，采用钢构架代替木质构架。

照片 1 轻量型钢

准备好墙板和楼板后，组装成箱形结构或房屋。用于墙板、楼板、以及顶板的轻量型钢的两个侧面覆以层压板、石膏板、以及其他材料。对房屋要求的各种性能特性、诸如结构稳定性、耐火性、耐久性、隔热性、以及隔音性等通过整个组合截面构架结构实现。从“产品制造”的角度考虑，由于下列原因，这些房屋是能够以较低的初期投资实现的高性能单元。

- 轻量型钢的薄钢板厚度便于使用螺钉连接——无需焊接。
- 采用镀锌钢板，利用锌发挥的牺牲防腐蚀作用，不需要进行切割表面及连接处的防腐蚀处理——无需进行防腐蚀涂装。
- 依靠 IT 手段实现的设计和制造系统可按照每个房屋的要求对每一根型钢进行准确地切割，并且从制造工厂发货——无需进行现场加工。
- 日本的主要钢铁制造厂商已获得了钢构架房屋建造的必要许可并向建造商提供产品——简化了设计。（表 1）

表 1 常规的钢结构与钢构架房屋的比较

钢铁工业机构的开发和推广工作

1994年11月,钢构架房屋被通商产业省(目前的经济产业省)的城市钢铁研究机构列为研究课题。由6家主要钢铁厂商(新日本制铁、NKK、川崎制铁、住友金属、神户制钢、以及日新制钢)以及作为项目协调人的钢材俱乐部(目前的日本钢铁联盟)参加,开始了日本的钢构架房屋开发工作。1996年1月,这6家主要钢铁厂商在钢材俱乐部中成立了钢构架房屋委员会,开始了各种课题的合作研究,包括结构性能、防火性能及耐火性能、耐久性、隔热及隔音性能,为在日本全面开发钢构架房屋进行准备。这项研究成功地开发了“KC(钢材俱乐部)型钢构架房屋”。(图1、照片2)

图1 钢构架房屋的结构

照片2 采用轻量型钢钢构架房屋的构架

后来,为了保证质量的一致性,进一步推广KC型钢构架房屋,三家大型钢铁企业、即新日本制铁公司、JFE钢铁公司(由NKK和川崎制铁于2003年4月合并成立的公司)、以及神户制钢公司成立了钢构架房屋协会,协会的普通会员由建造商、结构设计事务所、以及制造厂商构成。该协会开展以下活动:

- 提供结构设计师和建设管理人员的培训课程(完成培训课程是对协会成员的基本要求);
- 宣传册等促销资料的分发、出版房屋杂志、以及设立网站等促销活动;
- 发送建设确认申请所需要的正式文件、向房屋贷款公司的贷款申请、以及房屋性能评估;
- 制造用于钢构架房屋的轻量型钢、金属紧固件、螺钉、以及钉子的工厂审批系统的运作。

尽管轻量型钢、金属紧固件、以及螺钉是保证钢构架房屋质量的关键结构部件,然而却没有在JIS(日本工业标准)中做出相关规定。因此,对于这些结构部件制定了日本钢铁联盟标准作为代替JIS的补充措施。通过这些措施,保证了钢构架房屋的统一质量水准以及审核部件制造工厂的系统。

钢构架房屋建设的成长

建设省于2001年11月执行“关于轻量型钢结构的技术标准通告No.1641”后,在日本的建筑基准法中,将上述钢构架房屋工艺正式规定为普通房屋建造工艺。由于该公告的发布以及主要住宅建筑商越来越多地采用该工艺,钢构架房屋的开工数量呈现稳步增加。

(16~18页)

钢材的利用技术

关于焊接及焊接管理的基础知识

信州大学工学部建筑学科教授

中込 忠男

在大地震频繁发生的日本,抗震设计非常重要。发生地震时,木造及混凝土造的建筑物倒塌,而采用抗震设计的钢结构建筑物得以幸免,但也有以没有妥善焊接的焊接连接部位为破坏起点导致建筑物倒塌的情况。本文以焊接的施工管理为中心,从力学性能的角度阐述建筑钢架的重要事项。

无扇形切角工艺

目前的建筑物采用无扇形切角工艺和有扇形切角工艺两种方法建造,在日本广泛采用无扇形切角工艺。无扇形切角工艺的施工例如图1所示,有扇形切角工艺的施工例如图2所示。在施工时,有扇形切角工艺的坡口可朝向内侧,因此无论在现场或是在工厂都可以焊接。而无扇形切角工艺的坡口朝向外侧,因此只能进行平焊,无法在现场使用。关于弹性极限应力的差别例,在如图3所示的柱梁连接部位试件上,对载荷振幅采用渐增正负交替载荷进行试验的负荷变位关系结果如图4、图5所示。

由图可见,与在工厂制造的无扇形切角工艺相比,有扇形切角工艺的现场焊接型的弹性极限应力非常低。因此,为了具备充分的变形能力,在工厂采用无扇形切角工艺。另外,为了即使作为现场焊接型也具备足够的变形能力,需要使用如图6所示的梁腋扩大法兰宽度、以及如图7所示的开孔法兰工艺等提高变形能力。采用开孔法兰工艺与未采用该工艺的变形能力的差别如图8、图9所示。

图1 无扇形切角工艺

图2 有扇形切角工艺

图3 试件形状

图4 现场型有扇形切角的结果

图5 工厂型无扇形切角的结果

图6 水平梁腋工艺例

图7 开孔法兰工艺例

图8 不采用梁腋、开孔法兰工艺

图9 开孔法兰工艺

焊接条件

焊接金属的机械特性是否良好，与焊接施工的条件密切相关。尤其是热输入、层间温度对焊接金属的抗拉强度、屈服点、以及韧性产生影响。热输入可按式 1 计算。如图 10 所示，与焊丝的种类无关，弹性极限应力随着热输入以及层间温度的增加而降低。

不同钢材的理想热输入及层间温度虽然不同，以 SM490 为例，为了保证焊接部位的力学性能，层间温度控制在 350℃ 以下，热输入控制在 40kJ/cm 以下，焊丝伸出长度取 20~30mm。如果焊丝伸出过长，会造成电流及电压不稳定，防护效果降低，韧性变差。

$$H = \frac{60 \times E \times I}{V} \dots (\text{式 1})$$

H: 焊接热输入 (J/cm) I: 焊接电流 (A)
E: 电弧电压 (V) V: 焊接速度 (cm / 分)

图 10 层间温度与屈服点的关系

引弧板及引出板与垫板

· 引弧板及引出板的种类和性能

钢引弧板及引出板是为了防止坡口焊的始点及终点发生焊接不均匀而设在两端部位的辅助材料。虽然在该钢引弧板及引出板与母材之间形成的缝隙部位发生应力集中，担心成为破坏的起点，但是如果满足上述焊接条件，则在充分的变形之后发生破坏。

非金属引弧板及引出板是陶瓷材质的引弧板及引出板，不与母材焊接，仅用铁丝固定，安装非常简单。非金属引弧板及引出板在焊接后取下，不会发生缝隙造成的应力集中，但由于操作人员的技术水平，在焊接的始端及终端容易发生焊接缺陷。

按照在“引弧板及引出板的种类及性能”中记载的试验方法，关于对梁部件采用 H-400×200×13×21 的试件，对缺陷产生的影响进行的比较如图 11 所示，若在梁端部设定梁法兰板宽度方向 40mm、板厚方向 10mm 的焊接缺陷，在无焊接缺陷时的变形量差异如图 12、13 所示。试验结果表明，有缺陷时的变形能力显著降低。因此，需要进行 UT 试验等检查有无缺陷。

图 11 焊接缺陷的制作位置

图 12 有缺陷时的试验结果

图 13 无缺陷时的试验结果

· 垫板与引弧板及引出板的临时安装方法

焊接梁柱时，为了防止焊接金属漏掉而使用垫板。关于垫板的安装焊接，在柱、梁法兰侧均以梁法兰板宽度的 1/4 位置为中心、在 4 处位置焊接尺寸为 4~6mm、长度为 40~60mm 左右的垫板。使用引弧板及引出板安装垫板和引弧板及引出板时，如图 14 所示，对于安装引弧板及引出板，使梁法兰与垫板靠紧，仅对垫板焊接，对与梁法兰接触的部分不得进行焊接。此外，在如图 15 所示的现场，如果在扇形切角周围以及从下侧焊接下法兰垫板，则可能导致脆性破坏，因此不采用。

图 14 工厂型垫板引弧板及引出板的安装焊接

图 15 现场焊接时的下侧梁法兰的安装焊接



(封底)

泰国的钢结构

— 现状及未来发展 —

King Mongkut's University of Technology Thonburi
(泰国国王科技大学) 土木工程系

Engineering Institute of Thailand (泰国工程学院)

钢结构委员会成员 助理教授

S. Leelataviwat

建筑业是泰国最重要的消费钢材的行业之一，占全国钢材总消费量的 60%。尽管钢结构具备很多主要优点，然而在泰国的建筑仍主要由混凝土占主导地位。钢材的使用主要限于桥梁、工业设施、以及标志性建筑。与同一地区的其它国家相比，泰国的粗钢人均消费量明显处于较低水平(图 1)。因此，泰国在钢铁的使用方面仍存在巨大的成长潜力。

图 1 粗钢的人均消费量(国际钢铁协会, 2011 年)

在泰国，对钢结构建筑的记载可追溯到十九世纪后期。随着西方技术的流入和曼谷的城市发展，泰国出现了钢结构建筑的首次应用。早期的应用主要限于小型桥梁和铁路车站。上世纪 10 年代，大部分的早期钢结构桥梁被混凝土桥梁取代。以混凝土结构桥梁取代钢结构桥梁的主要原因是缺乏维修、以及作为一般观念认为混凝土结构尤其在泰国的潮湿环境下更加耐久。随着上世纪 10 年代首次引进了相对较便宜的波特兰水泥并在当地制造，采用混凝

土结构的建筑显著增加。人们普遍相信，泰国的人工费低廉，由此意味着高效设计方案将会主要受节约材料费用的支配，最终导致混凝土结构建筑在泰国的广泛应用。

当前，下列其它因素也影响了钢结构的使用。

有限的钢材供给：由于国内的上游钢材生产设备不足以及市场规模较小，在泰国可获得的钢材型号主要局限于某些品种（ $F_y=245\text{MPa}$ ）。受到钢材选择的限制，钢材和混凝土结构建设成本之间的差异相当可观。

严格的防火要求：泰国制定了非常严格的防火规范，在许多情况下要求不必要的防火等级。在某些项目中，防火设施可在整个结构成本中占很大部分。

缺乏技术知识和有资格的专业人员：大多数的建筑师、工程师、以及承包商以混凝土结构为主接受培训并开展业务。当前，泰国缺少有资格的钢结构设计和建造专业人员。

推进泰国钢结构的应用

泰国的钢材消费量较低主要归结于国内的上游钢材生产设备不足。然而在泰国，推进钢结构的应用不只是钢铁厂。当前，选择结构系统的决定因素仍然主要是建设成本。泰国钢铁研究所的近期研究表明，如果考虑到时间节省效益和净值，在泰国的混凝土和钢结构之间成本的差别微乎其微。但在现实中，大部分的决策取决于初期施工费用，对此混凝土结构似乎占据优势。所以，为了突破这个障碍，我们需要创新性的钢材解决方案。近年来，创新型钢材产品激增，包括预制、或使用预制部件建造的建筑、预制屋架、多孔（蜂窝）梁柱结构、格构钢托梁、防屈曲支撑、以及抗震结构等。随着时间的推移，这些产品将会逐渐被认识和接受。我们所面临的挑战是将这些解决方案从个别的定制项目向大规模应用推广。

因此，钢结构应用的研究和开发非常重要。我们不能仅单纯地引进外国的知识和技术。当地的建设条件、习俗、以及实务要求我们进行研究和开发，创建独特和新型的解决方案。产业必须研究和开发适合当地环境的解决方案。从研究成果和当地的设计实践中吸收最先进的技术进行设计规范和设计准则的制定，对于提高设计效率十分重要。研究和开发的过程对于获得大量的所需知识和培育有资格的专业人员至关重要。无论任何行业，人力资源始终是成功的基石。此外，来自政府的支援也能够促进资金密集型钢铁制造企业数量的增加。

如果没有相关各方的和谐努力，钢结构的应用只能以低速增长。然而社会需求将建筑行业推向提供具备高水准性能和经济性（包括寿命周期成本）的可持续性基础设施建设阶段。由此我们确信，在不久的将来，钢结构最终将在泰国的建筑行业发挥突出作用。