

预制建筑技术集成

第一册

预制建筑总论

[日] 社团法人预制建筑协会 编著

朱邦范 主译

中国建筑工业出版社

预制建筑技术集成

第一册
预制建筑总论

[日] 社团法人预制建筑协会 编著
朱邦范 主译

中国建筑工业出版社

著作权合同登记图字：01—2012—1487 号

图书在版编目 (CIP) 数据

第一册 预制建筑总论 / (日) 社团法人预制建筑协会
编著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2012.5
(预制建筑技术集成)
ISBN 978-7-112-14177-7

I. ①第… II. ①社… III. ①预制结构: 混凝土
结构-研究 IV. ①TU756.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 054368 号

原书书名: プレキャスト建築技術集成第1編 プレキャスト建築総論 (平成15年1月)
原书编者: 社团法人プレハブ建築協会 中高層部会 性能分科会 構造特別委員会
原书出版者: 社团法人プレハブ建築協会
本书由日本社团法人预制建筑协会授权翻译出版

本书主要介绍预制混凝土结构的工法及设计施工概述, 从宏观上讲解预制混凝土结构的技术。本书共5章, 包括建筑领域预制混凝土结构的现状、预制技术的特征和采用的工法; 预制混凝土结构的构造计划及结构设计; 预制混凝土结构的施工计划及构件的制造、运输、组装及质量管理方法; 预制混凝土结构中接合部的连接形式和连接方法及应力传递方法及设计强度公式, 最后介绍了21世纪预制混凝土结构的各种课题。

本书可供我国从事预制建筑的设计施工人员及管理人员参考使用, 但不可作为设计与施工的依据与准则。

责任编辑: 王 梅
责任设计: 赵明霞
责任校对: 姜小莲 赵 颖

预制建筑技术集成

第一册

预制建筑总论

[日] 社团法人预制建筑协会 编著
朱邦范 主译

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)
各地新华书店、建筑书店经销
华鲁印联 (北京) 科贸有限公司制版
北京云浩印刷有限责任公司印刷

*

开本: 880×1230 毫米 1/16 印张: 14½ 字数: 425 千字
2012年6月第一版 2012年6月第一次印刷
定价: 40.00 元
ISBN 978-7-112-14177-7

(22196)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换
(邮政编码 100037)

译版前言

住宅工业化通过预制技术实现住宅建设的高效率、高品质、低资源消耗和低环境影响,具有显著的经济效益和社会效益,是当前住宅建设的发展趋势。预制混凝土技术最早可以追溯到1891年,巴黎Ed. Coigent公司首次利用预制混凝土技术建造了Biarritz的俱乐部。迄今,预制混凝土技术的发展历史已有110余年。目前,预制混凝土结构(PC)在西欧、北美的应用相当广泛,并发挥着不可替代的作用。在亚洲的日本,1957年开发了中型预制板住宅,1961年使用大型预制板建造了4层公共住宅,1965年开始采用预制构件建造住宅,确立了在日本发展预制技术的基础。到1990年开始,日本与美国共同研究的PRESSS等项目研究开发了多种工法,确立了现在的预制工法,并逐渐广泛应用于运动场、立体停车场、物流仓库等的建设,预制构件也开始用于超高层PC公共住宅楼的建设。自1999年开始,日本开始使用KSI等新的住宅方式,并针对住房的可变性以及顾客对住房独创性、新颖性的要求,开展了各种研发工作。到目前为止,日本在预制建筑方面的技术已经趋于成熟。

日本预制建筑协会在推进日本预制技术的发展方面作出了巨大的贡献。1963年成立的日本预制建筑协会先后建立了PC工法焊接技术资格认定制度、预制装配住宅装潢设计师资格认定制度、PC构件质量认定制度、PC结构审查制度等,并编写了相关的预制规范。为了推广预制技术,日本预制协会成立了专门机构,编写了《预制建筑技术集成》丛书,其中涵盖了剪力墙式预制钢筋混凝土(W-PC)、剪力墙式框架预制钢筋混凝土(WR-PC)及现浇同等型框架预制钢筋混凝土(R-PC)方面的建造技术资料。

随着经济的高速发展,我国也逐渐开始重视住宅工业化的发展。1999年国务院《关于推进住宅产业现代化提高住宅质量的若干意见》开始提出住宅产业现代化的概念,强调住宅建设必须做到节能、节地、节水、节材,注重环境保护,提出发展节能省地型住宅的目标,推进住宅产业现代化工作。住房和城乡建设部在“十一五”期间开始建立了“国家住宅产业化基地”的体制,支持和引导住宅产业化先进技术、成果在住宅示范工程以及其他住宅建设项目中推广应用。

“十一五”期间,随着产业政策的推行,我国涌现了一系列支持住宅产业化的新产品、新材料、新体系。但与发达国家相比,我国住宅产业化仍处于起步阶段。上海市城市建设设计研究总院紧跟住宅建设的发展趋势,成立专门部门从事PC建筑设计研究工作。为了推进预制建筑技术在中国的发展,上海市城市建设设计研究总院特地组织PC项目的骨干力量翻译了日本(社)预制建筑协会的这套技术集成资料。此资料由以下四本组成:

第一册 预制建筑总论	第二册 W-PC的设计
第三册 WR-PC的设计	第四册 R-PC的设计

预制建筑技术集成丛书的翻译与出版,周成功、顾超瑜、郑仁光、江勇、邵苇、陈水英、徐壮涛、吴晓清等人参与了全书部分内容的翻译与校核,上海勒卡彭建筑信息咨询有限公司金季平总经理给予了鼎力相助,上海城建集团的各位领导给予了大力支持,在此一并表示感谢。

另外,特别感谢日本东北工业大学薛松涛教授与有川教授以及日本PC建筑协会的大内明委员长为本书中文版授权所做出的努力。

特别说明:《预制建筑技术集成》中文版的出版得到了日本PC建筑协会的授权,上海市城市建设设计研究总院为中国境内唯一被授权单位拥有本书中文版的版权;本书是对日文原版资料的翻译,只能作为预制建筑从业人员的参考资料,不能作为设计与施工的依据与准则。

由于编译者的时间和水平有限,翻译不当和错漏之处在所难免,敬请广大读者谅解,并欢迎批评指正。最后,再次对参与译版资料编写的各位专家、工作人员表示感谢。

上海市城市建设设计研究总院 朱邦范

2011年12月

预制建筑技术集成出版之际

1999年10月，我协会中高层部会举办了“预制混凝土结构设计研讨会”，共有42家会员公司的73名代表出席了该会议。在本次研讨会上，为了重新制定适合建筑标准法规定的各项标准、指南等，重新探讨了日本建筑中心下设的结构相关指南研究委员会下发的采用壁式结构WG的壁式预制钢筋混凝土结构方面的原建设省告示、通告，并确定了今后的行动指南。

中高层部会在本次研讨会之后，于同年11月举办的全国各分部联络会上决定设置一个新机构来制定壁式预制钢筋混凝土（W-PC）、壁式框架预制钢筋混凝土（WR-PC）及现浇同等型框架预制钢筋混凝土（R-PC）方面的建造技术资料集，并制定了2000年度开始执行的事业规划。最后，在中高层部会下面新设了性能分科会，并在该分会下面新设了由代表我国水平的专家及活跃在第一线的设计专家组成的结构特别委员会（委员长 盐原 等 东京大学研究生院副教授），开始着手编写预制建筑技术集成。该集成由以下四本组成。

第1册 预制建筑总论 第3册 WR-PC的设计

第2册 W-PC的设计 第4册 R-PC的设计

该结构特别委员会，下设由从52家会员公司中选出的共计84人组成的5个工作小组（WG），在大约3年时间里，举办了300多次会议。另外，性能分科会专门设置组委会，积极支持结构特别委员会及各工作小组的工作。

去年，日本建筑学会出版发行了《现浇同等型预制钢筋混凝土结构设计指南（案）及解说（2002）》。今年，日本建筑中心出版发行了《壁式钢筋混凝土结构设计施工指南》及《壁式框架钢筋混凝土结构设计施工指南》。这次发行的技术集成第1册为预制混凝土工法的设计、生产、施工等各方面的解说，第2、3、4册为结构设计人员的实用教材、工程主管人员的辅助判断资料，衷心希望这套集成能作为上述指南的补充资料充分发挥它的作用。

至今年1月止，本协会正好创立40周年。在今年这值得纪念的一年里，中高层部会群策群力发行了集预制建筑技术领域大成的技术集成，并举办了讲习会，使所有会员喜出望外。

在此，对百忙之中始终给予热心指导的盐原委员长、敕使川原副委员长等人表示崇高的敬意。另外，对在工作之余参加5个WG的各位委员及推选公司长期以来的合作和支持表示衷心的感谢。今后，由法规、标准等的修改而进行的技术集成的修改等后继工作，仍然要请各位继续给予关心和支持。

社团法人预制建筑协会

2003年1月

对预制建筑技术集成的期待

钢筋混凝土（RC）结构是指在加固钢筋的模板框架中填充尚未凝结的混凝土，随着混凝土的硬化，混凝土与钢筋粘结形成整体的合成结构。RC 结构具有随意选择形状的优点，但另一方面又受限于熟练劳动者的技术水平。

RC 结构比钢筋结构更坚固，适合重视隔声效果、防风性能的住宅等建筑物。在经济高速增长时期，为了解决住房数量不足的问题，我国建造了大量 RC 结构的公共住宅，这些住宅楼中许多都使用了预制钢筋混凝土（PC）构件。工厂生产的 PC 构件，由于使用同一模板进行大量生产，所以能够大量供应市场，有利于降低建设成本。

后来，日本经济经过稳定增长时期进入了长期低迷阶段，人们不再满足于单一的住宅形式而开始追求多样性，PC 构件的品种也开始丰富起来，各品种的产量开始下降，相对于现浇 RC 结构的成本优势已不复存在。但是，由于熟练劳动者的绝对数量不足，很难向人们提供高质量的 RC 结构建筑物，但通过提高施工效率来提高生产效率，能够形成质量高、寿命长的资产，PC 构件开始在这方面显露出其优势，所以现在仍然被广泛使用。

日本已经建设了许多使用 PC 构件的建筑物，但通过这次修改建筑标准法，有必要加深设计人员或建筑主管等人对预制建筑的理解。在这种形势下，最近（财）日本建筑中心、（社）日本建筑学会等相继发行了预制建筑方面的技术资料。

本委员会此次发行的《预制建筑技术集成》，是本委员会成立以来积累的预制建筑方面技术的汇总。使用本资料建设的高质量、高效率、耐久的预制建筑将在使用寿命、成本方面占据明显优势，符合时代要求。

《预制建筑技术集成》共 4 册。第 1 册从 PC 工法到最前沿的设计、制造、施工等方面的信息，可以说是建筑学专业学生的优秀教材，也是建设主管、建筑师、结构工程师、工程管理人员等所有从事预制建筑工作人士的必备技术资料。另外，第 2 册到第 4 册分别针对施工业绩优良的 3 种工法，结合实际工程，详尽介绍最新观点，以期安全合理地进行预制结构设计。

《预制建筑技术集成》能够补充（财）日本建筑中心、（社）日本建筑学会出版发行的其他相关标准，将大大加深对预制建筑的理解。在此对参与本资料编写的各位专家、本委员会工作人员表示感谢的同时，也衷心希望本资料能够得到有效利用。

结构特别委员会委员长 盐原 等
（东京大学研究生院 副教授）
2003 年 1 月

前言

本资料是预制建筑协会中高层部会性能分科会结构特别委员会实施编写的有关整个预制结构领域的技术资料集的成果之一。

结构特别委员会下设 5 个工作组 (WG) 承担编写任务, 本册由 WG1 和 WG2 编写。其中, WG1 编写了第 1 章到第 3 章, WG2 编写了第 4 章和第 5 章。

本册主要讲述预制混凝土结构的工法概要及设计、施工概要, 从宏观上讲解预制混凝土结构的技术。

第 1 章主要讲述建筑领域预制混凝土结构的现状、预制技术的特征和采用的工法等概要。

第 2 章主要讲述预制混凝土结构的构造计划及结构设计概要。

第 3 章主要讲述预制混凝土结构的施工计划及构件的制造、运输、组装概要以及质量管理方法。

第 4 章主要讲述预制混凝土结构中最重要接合部的概要 (连接形式和连接方法) 和应力传递方法及设计强度式。

在第 5 章, 就 21 世纪钢筋混凝土结构的各种课题、混凝土预制件在解决课题方面的作用等, 请各 WG 的主任、副主任进行发言, 并记述其内容。

编写本书时, 对预制混凝土结构的设计、施工、制造和接合部设计方法进行汇总的技术资料还未问世, 所以我们首先从收集参考文献和技术资料着手。我们从日本建筑学会、日本建筑中心、都市基础配备公团、参加预制建筑协会的企业收集了许多资料作为参考。没有这些参考资料, 就没有这本书的问世。在此对相关的机构与企业表示衷心的感谢。

在建筑领域, 预制混凝土结构作为一种可以使施工合理化或缩短工期的结构从 20 世纪后半叶开始应用于中低层公共住宅, 现在已经被广泛应用于各种高度的建筑物, 使用对象也从住宅扩大到办公大楼、购物中心等。

预制技术已广泛应用于柱、梁、剪力墙等主要结构构件, 次梁、楼板等二次结构构件, 以及木桩、幕墙等产品。

泡沫经济崩溃后, 虽然预制技术的使用一度低迷, 但由于广泛的社会需求, 混凝土预制技术已经逐渐渗透到整个建筑领域。我们相信今后为了保护地球环境和提高生产效率, 人们对混凝土预制技术的需求会更大, 它也必将取得更大的发展。

本书主要介绍混凝土预制技术的设计、施工概要及接合部的设计方法等, 可供初学者或各种层次的技术人员使用。如果本书能够被设计相关人员广泛使用并有助于预制混凝土结构的普及, 编者将感到无比荣幸。

结构特别委员会

WG1 主任 松泽哲哉

WG2 主任 石川胜美

2003 年 1 月

目录

- 第 1 章 预制混凝土结构概论 1
 - 1.1 前言 1
 - 1.2 预制混凝土结构的历史 1
 - 1.2.1 历史年表 1
 - 1.2.2 预制建筑协会的相关事项 7
 - 1.3 当前技术 8
 - 1.3.1 预制化工法的优点 8
 - 1.3.2 混凝土预制化工法 12
 - 1.3.3 预制混凝土的生产技术 42
 - 1.4 预制化计划 52
 - 1.4.1 预制化的计划时间 52
 - 1.4.2 预制化的范围选定 53
 - 1.5 术语的定义 56
- 第 2 章 预制混凝土结构设计概论 58
 - 2.1 前言 58
 - 2.2 预制混凝土的结构设计特点 58
 - 2.2.1 结构设计与现浇混凝土建筑的不同点 58
 - 2.2.2 结构计划 59
 - 2.2.3 本技术资料集成研究的接合部施工方法的种类 61
 - 2.3 预制工法与设计标准 63
 - 2.3.1 W-PC 结构的设计 63
 - 2.3.2 WR-PC 结构的设计 66
 - 2.3.3 现浇同等型 R-PC 结构的设计 73
 - 2.3.4 楼板的结构设计 76
 - 2.3.5 楼梯的构造设计 79
 - 2.3.6 其他预制工法的结构设计 80
- 第 3 章 预制混凝土结构施工概论 83
 - 3.1 前言 83
 - 3.2 施工计划及质量管理计划 83
 - 3.2.1 质量要求的确认 83
 - 3.2.2 施工计划 84
 - 3.2.3 工程计划 85
 - 3.2.4 质量管理计划 87
 - 3.3 构件的制造 96
 - 3.3.1 构件的制造工厂 96
 - 3.3.2 构件的制造计划 100
 - 3.3.3 构件的制造 100

3.4	构件的存放、搬运	105
3.4.1	构件的存放	105
3.4.2	构件的搬运	105
3.5	构件的组装及接合	110
3.5.1	组装计划	110
3.5.2	构件的组装	116
3.5.3	构件的接合	118
3.6	质量管理及测试、检查	120
3.6.1	质量管理	121
3.6.2	测试、检查	121
第4章	预制构件的接合部	126
4.1	前言	126
4.2	接合部的设计	129
4.2.1	接合部的性能要求	129
4.2.2	设计方法	131
4.3	预制构件的接合	136
4.3.1	壁式预制结构的接合部	136
4.3.2	现浇同等型框架式预制结构的接合部	139
4.4	应力传递要素的力学特性	154
4.4.1	混凝土和混凝土之间的应力传递	154
4.4.2	钢筋与混凝土之间的应力传递	166
4.4.3	钢筋和钢筋之间的应力传递	169
4.4.4	钢板和钢板之间的应力传递	172
4.4.5	其他的应力传递要素	174
4.5	接合部的应力传递模型和强度式	175
4.5.1	壁式预制结构	175
4.5.2	现浇同等型框架式预制结构	186
第5章	未来的预制结构	215
5.1	预制混凝土结构的现状	215
5.2	21世纪的课题	215
5.2.1	环保型结构物的开发	216
5.2.2	长寿化技术的开发	216
5.2.3	建设生产技术的大胆研发	216
5.3	未来的预制混凝土结构	216

第 1 章 预制混凝土结构概论

1.1 前言

预制一词来自英语的“precast”，意思是“事先将混凝土等浇入模型使其硬化”。现在，“混凝土预制”（以下简称“PC”）一词作为含有钢筋混凝土的专业术语已经确定下来。另外，混凝土预制件就是在工厂制造部件、构件，在现场进行组装完成的生产方式（装配结构），也将其定位为“工业化工法的核心技术”。此外，预制构件被定义为“由在建筑物完成位置之外凝固的混凝土组成的钢筋混凝土构件”（日美共同研究：PRESSS）等。

预制技术的历史在日本可以追溯到 1918 年伊藤为吉提议使用预制框架，1957 年开发了中型预制板住宅，1961 年在日本最早使用大型预制板建造了 4 层公共住宅，1965 年日本住宅公团（现在的都市基础配备公团）用壁式预制件建造了 4 层住宅，这些阶段可以说是预制技术确立基础的时期。20 世纪 70 年代引进薄层预制木楼面板工法，用 H-PC 工法建造 14 层高的住宅楼；1988 年，使用高层集体住宅专用壁式框架钢筋混凝土的预制件建造 11 层高的住宅楼；1990 年到 1993 年，日美共同研究的 PRESSS 等项目研究开发各种各样的工法，确立了现在的预制化工法。

预制技术现在已为所有从事建筑工作的人士所认识，并被广泛应用于各种块体、桩、楼板、幕墙等预制产品以及主要结构构件使用预制构件的建筑物。但是，大多数人都认为预制件的使用将取代现浇混凝土技术，适用范围还有待进一步扩大。现在，建筑工程中仍然存在熟练工数量不足、需从环保观点重新认识用于现浇混凝土的模板材料等问题，在解决这些问题时，预制件具有现浇混凝土所没有的优点，它可以通过提高施工效率促进生产，还可以建造高质量、高寿命的环保型建筑。

预制技术并非少数人才可以了解的技术，本章将对其进行详细解释，使其成为“谁都可以理解的技术”。

1.2 预制混凝土结构的历史

1.2.1 历史年表

前面已经提到，我国预制技术的历史可以追溯到 1918 年伊藤为吉提议使用预制框架。这里，主要介绍 20 世纪 50 年代以后的预制工法的历史。

20 世纪 50 年代，经过战后的混乱期，于 1950 年制定了住宅金融公库法，1957 年开始使用中型预制件模板建造住宅，奠定了研究开发预制化工法的基础。后来，经济又进入了高速增长的伊奘诺景气时期。

到了 20 世纪 70 年代，中高层公共住宅的出售数量从高峰期的 75000 套降到了 1976 年的 32000 套，住宅建设迎来了严冬时代，后来开始了住宅建设的第 3 个 5 年计划，人们对住房由量的需求转变为质的需求，于是开发了 SPH 及 NPS。

20 世纪 80 年代，从 1981 年开始进入住宅建设的第 4 个 5 年计划，1982 年建设省（现在的国土交通省）提出了百年住宅建设计划。人们开始研究、开发能够适应多样性住房需求的预制技术，1982 年正式开始采用大型 PC 板工法的 NPS。另外，这个时期也开始采用壁式钢筋混凝土预制件的直接连接方式，还规范了预制技术的开发。这些技术和钢筋连接工法等的开发，使建筑施工进入了框架预制化工法的时代。

进入 20 世纪 90 年代后，开始研究壁式框架结构的预制化工法，并逐渐将其广泛应用于运动场、立

体停车场、物流仓库等的建设，预制构件也开始大规模用于超高层 PC 公共住宅楼的建设。最近，住宅、都市配备公团（现在的都市配备公团）于 1999 年开始使用 KSI 等新的住宅方式，并针对住房的可变性以及顾客对住房独创性、新颖性的要求，进行了各种各样的研究、开发。

下面是我国预制化工法的历史年表。

历史年表

年代（年）	预制件的有关研究、开发	政府机关的设立/ 法规/政策、制度	日本建筑学会/日本建筑中心/ 预制协会 标准·指针	代表性建筑物/ 工法/材料	地震
大正 1918（大正 7 年） 1919（大正 8 年）	- 提议预制件框架/伊藤为吉 - 最初的预制构件产品，参加上野世界和平博览会展出/伊藤为吉	制定市区建筑物法			
1922（大正 11 年） 1923（大正 12 年） 1924（大正 13 年）	- 万年墙 - 广泛开展抗震研究		制定抗震基准法		关东大地震（M7.9）
昭和 1930（昭和 5 年） 1933（昭和 8 年）	市浦健介绍 Walter A. G. Gropius（德）的运动		制定钢筋混凝土结构计算标准		三陆海域地震（M8.5）
1941（昭和 16 年） 1944（昭和 19 年） 1945（昭和 20 年） 1946（昭和 21 年） 1947（昭和 22 年） 1948（昭和 23 年） 1949（昭和 24 年）	- 提议组装配式钢筋混凝土/田边平学·后藤一雄 - 耐燃组装配式房屋的提案/岸田日出刀 《组装配式钢筋混凝土建筑—混凝土预制件》的实用化/田边平学	- 住宅紧急措施令 - 成立国土审议会 - 制定日本建筑规格 3001 - 成立建设省	- 抗震结构要领 - 制定钢筋混凝土结构计算标准	制造预拌混凝土	东南海地震（M8.3） 福井地震（M7.2）
1950（昭和 25 年） 1951（昭和 26 年） 1952（昭和 27 年） 1953（昭和 28 年）	- 试建每栋 4 户的 2 层建筑/混凝土预制件 《木造亡国论》/田边平学	- 公布建筑标准法 - 公布建筑土法 - 设立住宅金融公库 - 公布公营住宅法	- 建筑地基结构设计标准及解说 - 预应力混凝土结构设计施工标准方案 - 制定建筑工程标准说明书及解说（JASS5）	- 广泛使用预应力混凝土工法 - RC 壁式住宅发达 - 滑动工法	十胜海域地震（M8.2）

续表

年代（年）	预制件的有关研究、开发	政府机关的设立/ 法规/政策、制度	日本建筑学会/日本建筑中心/ 预制协会 标准・指针	代表性建筑物/ 工法/材料	地震
1955（昭和30年）	- 开发永久弹性工法 - 开发使用中性预制件模板的住宅 - 使用混凝土立墙平浇建筑法试着建设2层阶梯式住宅/公团、建研、大成建设	- 成立日本住宅公团 - 住宅建设10年计划 - 住宅建设5年计划	- 制定壁式钢筋混凝土结构设计标准 - 制定钢筋混凝土结构设计标准	- 初次使用金属模板 - 东京塔竣工	
1956（昭和31年）					
1957（昭和32年）					
1958（昭和33年）					
1960（昭和35年）	- 使用中型PC模板大规模开发建设公营住宅 - 日本第一栋使用大型PC模板的4层集体住宅/公团，大成建设		- 修改建筑基础结构设计标准 - 预应力混凝土设计施工标准及解说	高强度变形钢筋的使用	智利地震 日向滩地震（M7.0）
1961（昭和36年）					
1962（昭和37年）					
1963（昭和38年）	- 金属模板工法实用化/住宅公团 - 发表年度1万套预制装配公共住宅建设指南/建设省 - 建设省标准尺寸JIS化	- 成立预制建筑协会（社） - 修改建筑标准法 - 容积率地区制度成立 - 废除31m限高制度 - 将41m以上定为评定对象		- 人工轻型粒料的使用 - 金属模板工法的实用化	
1964（昭和39年）	着手使用预制化工法建设中高层住宅/住宅公团	工厂厂房认定制度/住宅金融公库	制定高层建筑技术指南	酒店ニューオータニ竣工	新潟地震（M7.5）
1965（昭和40年）	- 日产2套的移动式预制工厂实用化（千叶县作草部团地W-PC结构4层建筑）/住宅公团 - 第1届预制装配住宅建筑、构件、相关机器综合展览（东京青海） - 建设省积极采用预制装配住宅	- 设立日本建筑中心 - 创设地方住宅供给公社制度	- 制定建筑工程标准说明书及解说（JASS10） - 制定壁式钢筋混凝土设计标准（4层以下）	混凝土泵车的普及	
1966（昭和41年）	- 公营住宅采用预制化工法 - 各大型综合建筑公司设立预制板公司 - 第2届预制装配住宅建设、构件机器综合展览（二子玉川） - 使用H-PC工法试建集体住宅	- 公布住宅建设计划法 - 第1个住宅建设5年计划			
时代背景（1963年～1974年） 日本住宅公团设立（1955年）以来，在对预制混凝土长达10年的研究后，正式确立了对工法的研究，使建造高层住宅成为可能。另外，为使混凝土预制件适应中层建筑，日本独自开发了塔形履带式起重机。					

续表

年代（年）	预制件的有关研究、开发	政府机关的设立/ 法规/政策、制度	日本建筑学会/日本建筑中心/ 预制协会 标准・指针	代表性建筑物/ 工法/材料	地震
1967（昭和42年）	- KS工法/川崎制铁 - PS工法中层大规模建设公共住宅/建设省 - 壁式混凝土预制5层建筑抗震试验/建研、公团 - 第3届预制装配住宅建设、构件机器综合展览（二子玉川）			H-PC工法的实用化（八幡制铁所君津）	
1968（昭和43年）	- ネ力预制装配工法（东急建设） - 预制板浇注模板工法试行 - 第4届预制装配住宅建设、建材机器综合展览（日本桥）	新都市计划法的公布		霞之关大厦竣工	十胜海域地震（M7.9）
1969（昭和44年）	第5届预制装配住宅建设、建材机器综合展览（日本桥）	- 公布都市再开发法 - 发表住宅建设工业化的长期设想/建设省			
1970（昭和45年）	- 引进半预制楼板工法 - 试用镶嵌瓷砖预制件外壁 - 实施标准住宅技术方案竞赛/建设省 - 第6届预制装配住宅建设、建材机器综合展览（日本桥） - H-PC工法标准设计化/住宅公团	- 第2个住宅建设5年计划 - 成立环境厅 - 设置超高层公寓开发研究委员会/建设省 - 使用大型预制模板工法的中层住宅规格统一要领—SPH/建设省	SPH（公共住宅用中层大规模住宅标准设计）的开发与制定	- 机械式接头的开发 - 西台住宅区（SRC）中8PC工法的采用	
1971（昭和46年）	第7届预制装配住宅建设、建材机器综合展览（日本桥）	修正建筑标准法施行法令	- 壁式钢筋混凝土预制5层集体住宅设计指针及解说的出版 - 修改钢筋混凝土结构计算标准		
1972（昭和47年）	- 使用H-PC工法的14层住宅（丰岛5丁目住宅区）/住宅公团 - 发表芦屋滨高层住宅工程提案竞赛/建设省 - 第8届预制装配住宅建设、建材机器综合展览（池袋）	着手开发新的抗震设计方法/建设省综合宣传部	JASS10修改1	- 椎名町公寓（RC结构、Fc30） - 粗口径钢筋接口工法的开发	
1973（昭和48年）	- 发表工业化住宅性能认定规定 - 开发NPS（代替SPH）	- 设立住宅零部件开发中心 - 公布新国土利用计划法			
1974（昭和49年）	- 开始KEP研究/住宅公团 - 开发RPC工法	- 高档住宅零部件认定制度生效/建设省 - 国土厅成立	- PC大规模住宅焊接工程质量标准/预制协会 - 修改建筑地基结构设计标准		
1975（昭和50年）	- 设计中层大规模公共住宅标准设计新系列（NPS）/建设省 - 中层住宅主体系统设计开发竞赛/建设省	- PC工法焊接技术资格认定制度生效/预制协会 - 住宅建筑用地开发公团成立	- 修改RC结构计算标准 - 修改SRC结构计算标准		伊豆半岛海域地震（M6.9）

续表

年代（年）	预制件的有关研究、开发	政府机关的设立/ 法规/政策、制度	日本建筑学会/日本建筑中心/ 预制协会 标准・指针	代表性建筑物/ 工法/材料	地震
	<u>时代背景（1975 年～1979 年）</u> 由于迎来了销售量锐减的“严冬时代”，“第 3 个住宅建设 5 年计划”的构思规定了对住房由量的追求转变为质的追求。				
1976（昭和 51 年）	• 低层住宅主体系统设计开发竞赛/建设省 • 新住宅供给开发工程（house55）提案竞赛 • 性能订购方式的采用/住宅公团	• 第 3 个住宅建设 5 年计划	• JASSI0 修改 2 • 原有建筑物抗震判断标准	• 芦屋滨高层住宅（S 结构）的动工	宫城县海域地震
1977（昭和 52 年）		• 新抗震设计法的开发完成公布《新抗震设计法（案）》			
1978（昭和 53 年）				• 太阳城 G 结构（RC 结构，Fc36）	
1979（昭和 54 年）		• 公布能源节约法		• 钢筋混凝土结构配筋指针及解说	
1981（昭和 56 年）	• 直接连接方式的开发试验（1）/预制协会 • 使用大型 PC 板工法的 NPS 的正式采用 • 发表百年住宅系统（CHS）的基本计划/建设省	• 修改建筑标准法施行法令 • 新抗震设计法生效 • 将高度 60m 以上定为评定对象 • 第 4 个住宅建设 5 年计划 • 住宅、都市配备公团成立	• 结构计算指针及解说/日本建筑中心 • “PS”工法设计施工指针及解说/预制协会	• 流化剂的使用	
1982（昭和 57 年）					
	<u>时代背景（1980 年～1984 年）</u> 这个时期的住宅政策逐渐转变为追求居住舒适性、安全性、居住环境等，第一次石油危机引发的经济低迷现象也出现了恢复势头。但是，由于中高层预制装配公共住宅采用的 SPH 逐渐转变为 NPS（公共住宅设计计划标准）以及采用 H-PC 工法的高层预制装配集体住宅的增长减慢，所以住宅建设量呈现减少趋势。				
1983（昭和 58 年）		• 壁式结构告示（1319 号）	• 壁式钢筋混凝土结构实际施工指针		日本海中部地震（M7.7） 长野县西部地震
1984（昭和 59 年）	• 直接连接方式的开发试验（2）/预制协会 • 在流通大附属高中试用复合化工法 • 设置高层壁式钢筋混凝土框架研究推进委员会/建筑中心		• 壁式混凝土预制件设计手册 3 份/预制协会	• GH 光之丘 A 街区	
1985（昭和 60 年）		• 住宅附设义务（港区、中央区、新宿区）		• 抗震工法 • 填充式接口、螺纹式接口 • 花园城市新川崎（RC 结构 Fc42）	
	<u>时代背景（1985 年～1988 年）</u> 由于采用了 PS 工法等，住宅建设数量急剧增加。预制建筑协会中高层部会也于昭和 62 年编写了 PC 工法的解释资料，为了普及促进中高层预制装配建筑物而设立“调查研究公积金”，通过这一系列的措施来开拓新市场。				
1986（昭和 61 年）	• 浦和短期大学正式导入半预制构件	• 高层 RC 技术商谈委员会/建筑中心 • 第 5 个住宅建设 5 年计划	• 钢筋混凝土预制结构的设计与施工 • 钢筋混凝土预制件（Ⅲ种 PC）结构设计、施工指针及解说	• 抗震阻尼器的实际应用	

续表

年代（年）	预制件的有关研究、开发	政府机关的设立/ 法规/政策、制度	日本建筑学会/日本建筑中心/ 预制协会 标准・指针	代表性建筑物/ 工法/材料	地震
1987（昭和 62 年） 1988（昭和 63 年）	・ 着手开发新 RC/建设省综合宣传部	・ 临海副都心构想 ・ 壁式框架结构告示（1598 号）	・ 中高层壁式框架钢筋混凝土结构设计施工指针及解说 ・ 壁式结构钢筋配置指针 ・ 建筑基础结构设计指针的修改 ・ 修改 RC 结构计算标准	・ 大川端溪流城市 21B 栋 ・ 小松川绿色城镇（RC 结构，Fc42） ・ MKO 公寓（RC 结构，Fc42）	
平成 1989（平成 1 年）	・ 开始日美共同研究（预制结构）	・ 预制装配住宅装潢设计师资格认定制度/预制协会 ・ PC 构件质量认证制度生效/预制协会	・ 壁式预制结构的竖向接合部的运动与设计方法	・ 高强度混凝土（Fc60） ・ 横滨陆标塔（超流动性混凝土）	
1990（平成 2 年）	・ 开始 WR-PC 工法共同研究 ・ 正式开发复合化工法	・ 中高层住宅工程		・ 新东京都办公大楼	
时代背景（1989 年～1992 年） 这时年号改为平成，在设计工法方面，不再拘泥于以往的研究开发壁式框架结构（WR-PC）高层住宅工法的构思，而是努力开发新的工法，努力开拓新的领域。另外，预制建筑协会为了提高质量而确立了 PC 构件制造工厂的自主认定制度。					
1991（平成 3 年）	・ 开发大厦全自动系统		・ JASS10 修改 3 ・ 修改 RC 结构计算标准	・ 试用离心成形混凝土柱框型架预制件	
1993（平成 5 年）	・ 大阪煤气 NEXT21 采用 PC 工法		・ 壁式钢筋混凝土工程施工技术指导/预制协会		北海道西南海域地震（M6.8）
时代背景（1993 年～） 随着泡沫经济的破灭，PC 行业也迎来了严冬时代。但是，由于熟练劳动者的数量不足，及 PC 工法在环保问题上凸显出的重要性和必要性，研究开发如何发挥 PC 工法的优点成为当务之急。					
1994（平成 6 年）		・ 降低住宅建设成本活动	・ JASS5 修改 11 ・ 预应力混凝土（PC）合成楼板设计施工指针及解说		北海道东面地震（M8.1）
1995（平成 7 年）	・ 设置应对地震灾害特别委员会/预制协会 ・ 结构构件市场流通方法研究委员会报告书/日本混凝土工学协会 ・ 为编制 PC 结构设计指针的共同研究报告书/建设省	・ 高龄社会住宅设计指针 ・ 制定抗震修改促进法			兵库县南部地震（M7.2）
1996（平成 8 年）	・ 加速 PC 工法在运动场、立体停车场、流通仓库等领域的应用 ・ PC 工法的抗震研究报告书/住都公团、预制协会	・ 修改公营住宅法（老年人口入住条件等）		・ 超高强度混凝土 Fc100（山形上山公寓）	三陆はるか海域地震
1997（平成 9 年）	・ PC 构件在超高层 RC 集体住宅方面的应用盛况 ・ 取得 WR-PC 工法的一般认定（1、2 次）/住都公团十九段建研+预制协会 12 家会员公司		・ JASS5 修改 12 ・ 壁式结构相关设计标准集及解说 ・ PC 工法焊接工程质量管理标准/预制协会	・ 超高层抗震建筑物的实际应用（仙台 MT 大厦）	

续表

年代（年）	预制件的有关研究、开发	政府机关的设立/ 法规/政策、制度	日本建筑学会/日本建筑中心/ 预制协会 标准・指针	代表性建筑物/ 工法/材料	地震
1998（平成10年） 1999（平成11年）	- 取得 WR-PC 工法的一般认定（3、4 次）/预制协会 10 家会员公司 - 开发住宅公团 KSI - 取得 WR-PC 工法的一般认定（5 次）/预制协会 3 家会员公司	- 修改建筑标准法 - 中期检查制度 - 性能规定 - 都市基础配备公团成立 - 公布住宅质量保证促进法 - 公布节约能源法“二代节约能源标准”	- 修改 RC 结构计算标准（最大应力设计方法） - 修改 PC 构件质量认定规定/预制协会	千葉 NTアバンドーネ原（PC 工法综合设计）	
2000（平成12年） 2001（平成13年） 2002（平成14年） 2003（平成15年）	- 取得 WR-PC 工法的一般认定（汇总）/预制协会 27 家会员公司 - 着手编写预制建筑技术丛书/预制协会性能分科会结构特别委员会 - 反梁外部框架结构中预制化工法的使用/都市公团+预制协会	- 制定 PC 结构的自主审查制度，开始审查事业/预制协会 1998 建筑标准法修正案的完全施行 - 制定住宅质量保证促进法 - 修改壁式结构的告示（1026 号） - 修改壁式框架结构的告示（1025 号）	- 钢筋混凝土预制结构设计指针（案） - 着手 JASS10 第 4 次修改工作 - 建筑物结构相关技术标准解说书 - 修改 SRC 结构计算标准 - 修改建筑物基础结构设计指针 - NewRC 开发报告书/国土交通省 - 现浇等同型钢筋混凝土预制结构设计指针（案）及解说书 - 修改壁式钢筋混凝土结构设计指针 - 修改壁式框架钢筋混凝土结构设计指针 - 预制建筑技术丛书第 1~4 册/预制协会	幕张 M4 街区（PC 工法综合设计）	鸟取县西部地震 艺预地震（M6.4）

1.2.2 预制建筑协会的相关事项

日本预制建筑协会于 1963 年成立，直到现在，仍然在预制化工法研究、开发方面发挥着巨大的作用。这里将着重介绍预制建筑协会与预制技术的关系。

1 PC 工法焊接技术资格认定制度

从 1975 年开始为了提高焊工的焊接水平，预制建筑协会设立了“PC 工法焊接资格认定委员会”，进行“焊接管理技术者”以及“焊接技工”的资格认定工作。到 2002 年 12 月为止，已有 2828 人获得资格认证。另外，“PC 工法焊接资格认定委员会”由日本焊接协会、有经验的专家、相关行政人员构

参考文献

- 1) 预制建筑协会 30 年史编辑委员会：《プレ建筑协会 30 年史》，1993. 11
- 2) PCa 技术研究会：《混凝土预制技术手册—活用及设计施工指南》，pp. 20~21，PCa 技术百年史，建筑技术施工 9 月号附刊，1999. 9

成,通过举办讲习会、实施考察等进行公正的资格认证。

2 预制装配住宅装潢设计师资格认定制度

从1990年开始设立“预制装配住宅装潢设计师资格认定制度”。实施该制度是为了提高预制装配住宅营业人员的知识水平,为顾客提供更高水平的服务。到2002年12月,累计已有20631人通过资格认定。

3 PC构件质量认定制度

有关中高层混凝土系列工业化建筑用的PC构件的质量认定工作,以前是由都市基础设备公团、东京都等各单位团体分别进行认定的。1989年,在提供高质量的PC构件时,为了统一评价标准,各单位团体开始自主制定“PC构件质量认定制度”,维持PC构件的性能、质量,更好地普及在公共住宅等方面的应用。认定对象为中高层建筑用PC构件制造工厂,通过“PC构件质量认定策划委员会”进行审议,为了保证对工厂的技术审查的公正性,委托外面的第三方进行认证。截至2002年12月,全国共有47家工厂通过了认证。

4 PC结构审查制度

随着1999年建筑标准法的修改以及保证住宅质量的一系列法律的实施,建筑物结构的安全性以及生产、施工方面的技术保证比以前更加重要。在这种情况下,从2000年开始,出现了对使用PC构件的各种建筑物进行自主审查的制度。“PC结构委员会”由资深专家、行政人员及活跃在设计工作第一线的各位委员组成,其下面设有在审查部会进行技术研讨业务的“PC结构审查专业委员会”。截至2002年12月末,共进行了53次审查。

1.3 当前技术

1.3.1 预制化工法的优点

1 抗震性

现在,日本实际使用的预制化工法大致可以分为以下三种:1)将以往的现浇框架结构预制件化的工法;2)将以往的壁式钢筋混凝土预制件化的工法;3)将壁式框架结构预制件化的工法。

建筑性能标准法的制定和促进住宅质量保证方面法律的实施,必然要求今后设计的建筑物的抗震性能满足相应法律要求。

在采用预制化工法的结构中,为了获得与现浇的RC结构同等的结构性能,人们开发了混凝土预制构件的接合方式。于是,混凝土预制结构具有与现浇的钢筋混凝土结构相同的抗震性能。壁式钢筋混凝土及其对应的预制化工法W-PC结构具有较好的抗震性能,一般的框架结构及其对应的预制化工法R-PC结构能够通过变形消耗地震能量,因而也具有较强的抗震性能。壁式框架结构及WR-PC结构的抗震性能居于两者之间。

在过去的地震灾害报告中,没有预制化工法的建筑物的相关受害报告。1995年在兵库县南部发生地震时,对适用灾害救助法地区内的壁式钢筋混凝土预制件造建筑物的受灾情况调查,基本上都是由预制建筑协会进行的。总共2032栋楼房中,有37栋受到较大损害,其中18栋是由地壳运动引起的,其他19栋的损害主要集中在楼板与墙壁的结合部、增盖部分与以往部分的膨胀结合部分,各部分受损害程度都比较轻,基本上没有发现预制构件本身破损的现象。¹⁾

从以上的地震损害情况可以看出W-PC结构是一种拥有较强抗震性能的优良结构,可以将大地震对构造的损害降到最小限度。另外,由于R-PC结构和WR-PC结构还没有实际遇到过大地震,所以还不清楚它们在发生地震时的实际损害情况,综合考虑多数结构试验及仿真试验结果,基本可以断定只是在梁或柱的接合部发生损伤,而不会出现建筑物倒塌或人员伤亡。但是,框架结构的变形会引起家具、备用品等的倒塌、破损等情况,因此必须将这些物品牢牢固定。