

2025年2月博士学位论文概要

枕木垒叠建筑· 生斗学舍的设计、 施工过程研究及 其建筑保全方法

作者 徐 子 (早稻田大学中谷礼仁研究室)
审查员 中谷 礼仁 (早稻田大学 教授)
中川 武 (早稻田大学 名誉教授)
内田 祥士 (东洋大学 教授)
山田 宫土理 (早稻田大学 副教授)

*职称为当时任职情况。

在日本建筑的后现代转向时期,各种建筑理念纷纷涌现。枕木建筑生斗学舍(1976-1980)因获得1981年度日本建筑学会奖而进入了日本建筑界的视野。在远离都市的海岛三宅岛上,现代的设计手法与传统的木造技术相互交汇,并借由非专业建筑者们艰苦卓绝的集体施工,生斗学舍极具特色的枕木垒叠的独特结构体系得以确立。

该建筑展现出了极具特色的建造方式与表现风格,更因其在工法的摸索过程中涉及了木匠首领(棟梁)的介入与指导而蕴含着更为复杂的历史背景,因此被认为是日本近现代建筑史上的重要作品。然而竣工后的40余年间始终未有系统性的调查研究。本研究对生斗学舍从设计到施工的实现过程进行解明,并探讨建筑保全的可能性,提出相应的策略。



生斗学舎大厅（2023 年 6 月）



生斗学舎玄关 (2023 年 6 月)



生斗学舍阁楼（2023年6月）



1970 年代的东京^[1]



生斗学舍的建设现场^[2]



废弃的铁路枕木

历史背景

(第 1 章)

自力建造建筑

自力建造 (self-build)，即业主亲自建造建筑的活动，在各个地域各个时代均不少见。其中，在 20 世纪 60 年代后期以后的日本，出现了一系列高质量的自建建筑作品。这些建筑灵活地利用二手价廉的建筑材料或者非专门的材料作为建材，展现除了独特多样的建筑构法。这些作品不仅展现了高度的自主性，同时可被视为对当时日本现代建筑生产的高度工业化与分工体系化趋势的批判性回应。

失败者的复活战

1970 年代后，日本的学生改革运动日渐式微。数名夜间学校运动与全共斗的参加者们自称为“失败者”，受到自力更生思想的影响，计划亲手建造一所学校，以自主构筑生存、学习的空间。

学校选址在三宅岛，那里在古代曾是罪犯的流放地。建材则选定为 5000 根废弃枕木，它们经过风吹日晒和粪尿淋洒，扭曲变形，坚硬沉重，其中的木材防腐剂散发着经年不去的臭气。枕木每根重达 50-70kg，难以加工，加之长时间的集中劳动，建造过程成为了字面意义上的挣扎苦斗。

竣工之后，该建筑被命名为“生闘学舎・자립”，意为“生存、斗争、学习”以及“自立”。其后，建设者们整理出版了记录建设经纬的《败者复活战：生闘学舎・자립建设记录》（1982 年，修罗书房）。

废弃枕木的再利用

随着近代初期铁路网的扩张，大量的木制枕木的被使用与替换，因而在世界各地均出现了回收废弃枕木再用于建筑的事例。与诸多的枕木小屋相比较，生斗学舍的独特性不仅在于其枕木使用规模之庞大、构法加工之严密精准，更是在于在其建设过程中，因枕木加工法而结成了以施工为中心的共同体。这一点使其在枕木建筑中独树一帜。

图纸：设计阶段的形态构想过程及社会性依据解读

(第2章)

针对建筑设计者高须贺晋所绘设计图纸，进行了收集、整理与解读，分析了设计阶段（1975-1976）的建筑形态构想过程及其社会性依据。该建筑的设计方针可归纳为以下两点。

室外支撑墙的设置与建筑法规的关系

生斗学舍的形态特征之一是突出于室外、在立面投下深深阴影的支撑墙。其突出的长度并不寻常。其中的设计理由实际上与当时日本施行的建筑基准法及施行令有关。

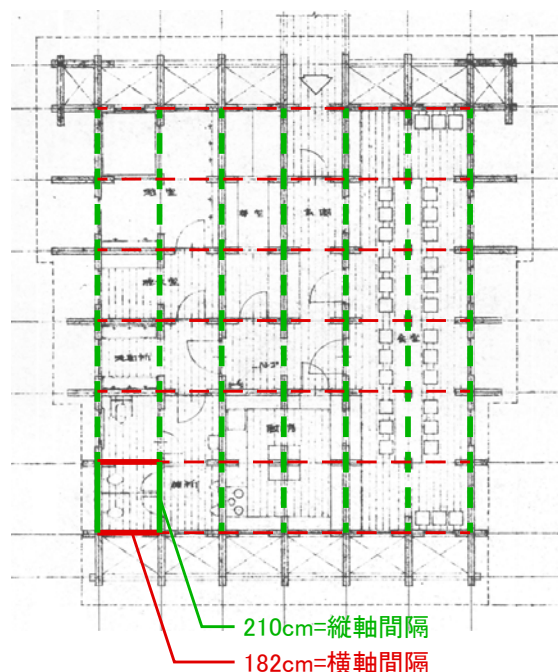
此推论的线索来源于记有墙壁长度计算公式的图纸，以及官方存档的建筑登记证明文件。当年，垒叠式木构法建筑尚未建立技术标准。为此，建筑师套用了当时已经存在的交叉斜撑墙木结构建筑的强度判定标准，以之计算并设计了墙壁的长度，以此通过了建筑许可审批。

基于枕木规格尺寸的模数体系

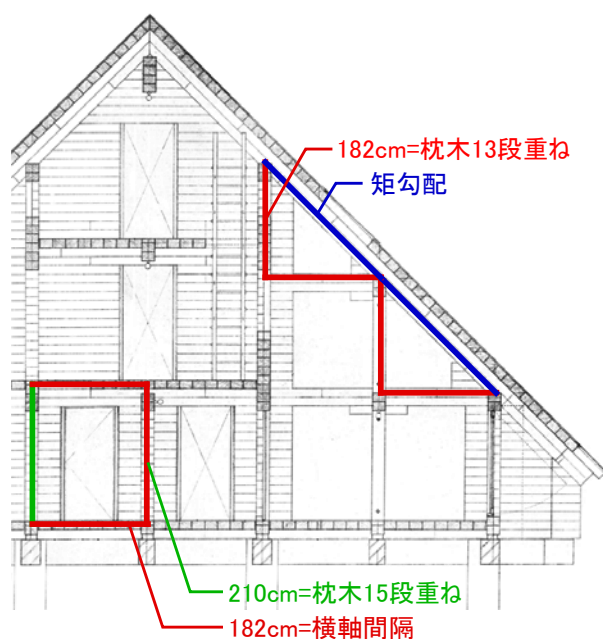
枕木的规格位长 210cm× 宽 20cm× 高 14cm。生斗学舍基于枕木的规格构建了完整的模数体系。从整体的平面与剖面规划，到门窗、梁柱等局部尺寸，再到枕木构件的长度、榫卯节点的位置，均是严格遵循该模数进行设计的。

此外，屋顶坡度的设计也与枕木的高度相关。建筑师通过将建筑的进深轴线跨度设定为单根枕木高度的整数倍，即通过将轴间距 WW 设定为 13 根枕木垒叠的高度 182cm(13 根 × 14cm)，实现了整比例的矩勾配（45 度）屋顶形式。

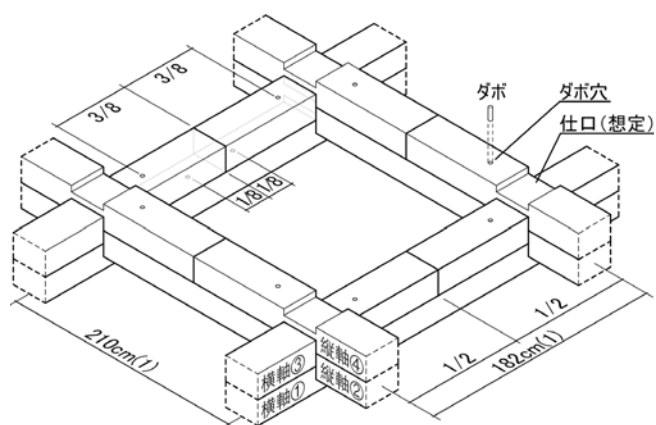
此外，通过对比分析实测与图纸的异同之处可知，在施工阶段尽管枕木工法有所调整，上述模数设计仍然得到了贯彻实施。



基于生活栋图纸的平面关系^[3]



基于生活栋图纸的剖面关系^[3]



基于枕木模数的搭建逻辑

实地：施工阶段的设计变更及工法调整对比

(第3章)

在施工过程中发生了诸多设计变更，这些变更涉及到了建筑意匠、结构特性及加工方式等多个方面。尤为重要的是，在工匠首领的指导下，施工过程引入了传统的木构技术。其中，对于枕木加工工法的调整对建筑整体质量的提升起到了关键作用。具体而言，在于额外实施了削平工法以及改善了仕口（榫卯）。

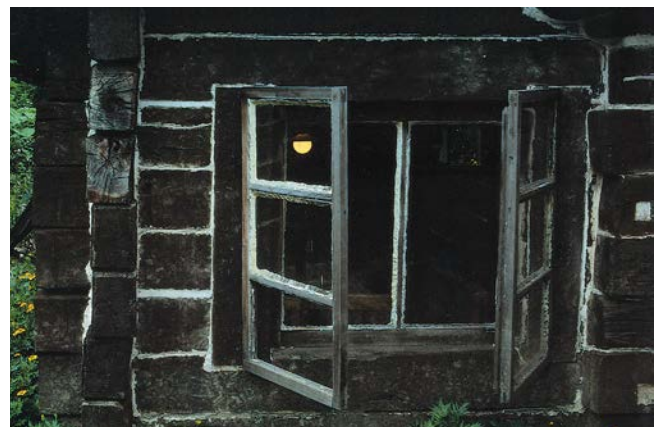
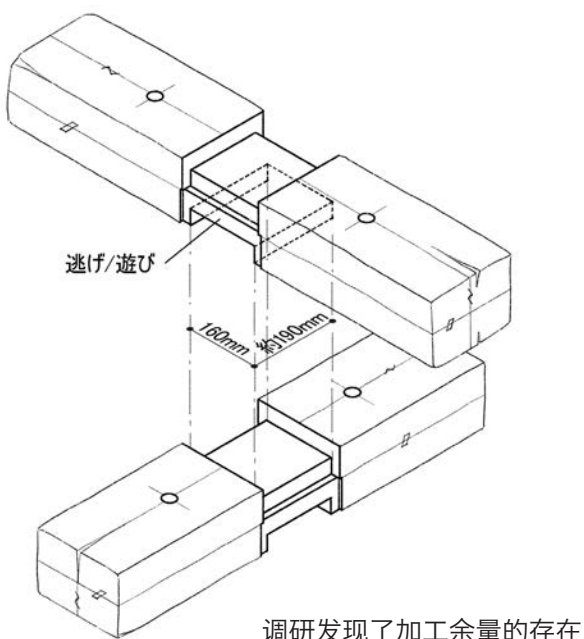
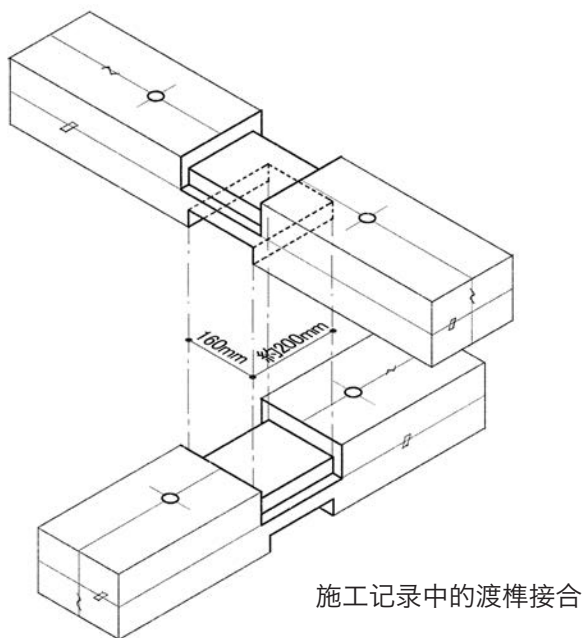
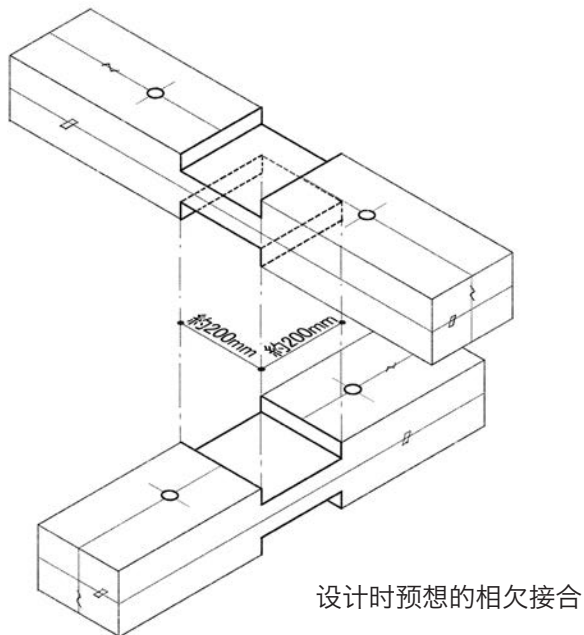
削平工法

通过削平扭曲变形的枕木的上下表面，枕木构件得以稳定地垒叠，构建间的缝隙也缩小了。不过同时，由于枕木高度的削减，导致原设计的门垛及梁的高度不足，为此，施工时对这些位置的枕木配置进行了调整。

仕口构造的调整

由设计阶段的相欠接合（相欠き）调整为渡榫接合（渡りアゴ），增强了接合处的稳定性。同时在仕口位置的枕木侧面留出了加工余量（逃げ），以消解尺寸误差，进而确保了接合的紧密以及墙面外观的美观。

两图展示了有无实施削平工法及仕口改善的外观对比。这些改进显著增强了生斗学舍结构的稳定性，同时提高了部件接合的精度和墙面外观的美观度。



日本长野的枕木小屋的墙面^[4]



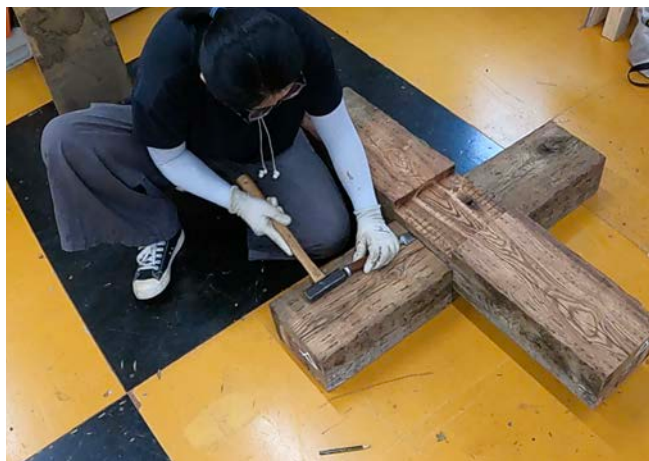
生斗学舍的墙面



掌握枕木的扭曲状况



制作仕口



通过实物匹配现场确定仕口高度



预拼装

制作：等比例实物模型再现局部墙体并验证加工手法 （第3章）

使用废弃枕木制作了等比例实物模型，以此再现了部分生斗学舍局部的墙体结构。目的是在掌握并验证生斗学舍中的枕木加工手法的同时，通过该实物模型进行工学实验，分析局部模型的结构特性，进而评估施工效果。制作过程得到了生斗学舍现任管理人、日本木工家具名匠户泽忠藏的加工指导。

枕木部件共制作 19 个，垒叠共 10 层。在实物模型的制作过程中，主要的加工步骤均遵循了当时的手法。



实物模型整体



紧密接合的仕口的状态

实验：静态水平加力实验掌握 结构特性评估施工效果

(第3章)

等比例实物模型的静态水平加力实验通过大型二轴构造物评价装置进行。该实验在早稻田大学建筑材料和结构方向的山田宫土理、與石直幸、早部安弘教授的指导下进行。

实验方法为，给实物模型分别施加 9kN、60kN、100kN 的竖向荷载，在每个竖向荷载阶段进行多次水平加力。水平加力向正（推）负（推拉）两个方向交替进行，达到提前设定的多个层间变形角（ $1/600\text{rad}$ - $1/15\text{rad}$ ）为止。在实验过程中记录荷重与模型变形的关系、各段枕木部件的位移情况。在实验后，观察各个部件的受损情况。

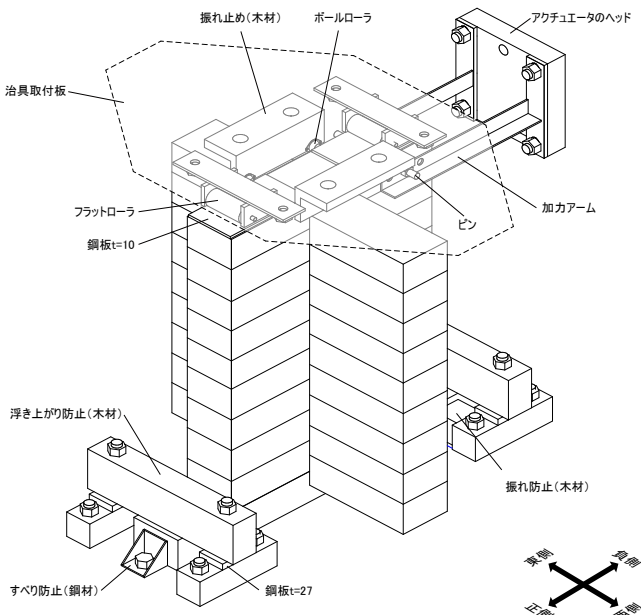
实验结果表明，试验体表现出了优异的耐力，并且在反复施加荷载的情况下，未出现其他木结构试验体常见的耐力下降现象。此外，研究预测，在地震发生时，该结构可能在发生剪切破坏之前，会先经历摇摆（rocking）效应。本实验的结果不仅对生斗学舍的建筑保全方案提供了重要的启示，同时也因类似原木垒叠结构的耐力实验的稀缺性，本研究对于深化该领域的相关认知也具有重要意义。



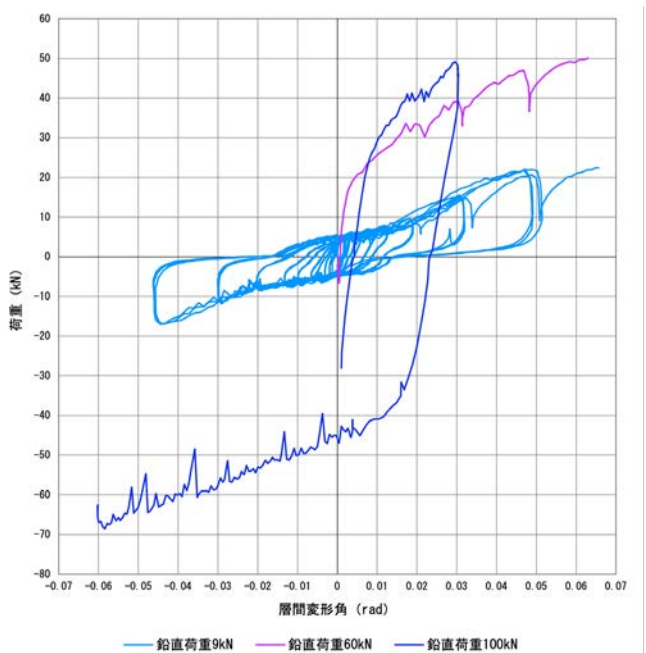
实验现场



竖向荷载 100kN，层间变形角 $1/15\text{rad}$ ，负方向



加力装置概要



荷重 - 变形关系

策略：生斗学舍的保存与维护 方针提案

(第4章)

关于生斗学舍的建筑保全问题，从保护理念及实体的保护两个方面出发，并分别提出了建议。

保存维护理念

对照现有的建筑遗产保护制度(世界遗产、日本文化财)，生斗学舍符合其价值判定基准。然而在实际的认定和后续支持方面，现有制度难以保障长期的维护与修复。并且，此情况也可能出现于多个日本现代自力建筑作品上，如乌鸦城、Poulailier、开拓者之家。据此提出以下策略。

- 建立多元化的遗产保护体系
构建多元化的遗产观念，推动包括生斗学舍在内的、现有保护制度非典型对象的自力建造建筑作品纳入保护框架，建立新类别的保护机制。
- 确保可持续且自主的维护体系
在充分利用现有保护制度的基础上，构建动态运营模式，通过活用与再生等活动进行自主资金筹措，以实现自主且可持续的维护与修复活动。
- 依托地方力量推动保护
重新缔结与三宅村的联系，结合地方振兴政策，推动区域性保护活动，进而通过提升社会认知度，促使现有文化财保护制度对该建筑遗产给予关注与支持。

实体保全方法

生斗学舍的主体结构稳固，不过各处均出现了裂化。特别是屋顶发生了漏雨，因此现任管理人将屋顶更新提上日程，现阶段已拆除了旧屋顶。结合该建筑的现状以及前述的研究成果，分建筑部位提出以下建议。

- 钢筋混凝土基础
定期进行抗震性能检测，并实施针对老化及破损的检查与加固措施。
- 枕木墙体
根据实物模型加力实验的结果，修复时可以考虑解体修复及部件更换。同时，为抑制剧烈地震时的摇摆现象，可以考虑对枕木堆叠较少的部位（梁桁、阁楼）采用贯穿螺栓固定。
- 屋顶结构
为了可以长久地实现维护修复，今后不应拘泥于原有的高难度屋顶铺设方式，而应探索可持续的屋面系统。此外，在屋顶拆除后，出现了阁楼处部件浮起的现象。加力实验结果表明，竖向荷载增加时，水平荷载也相应增加。因此，适当保持一定的屋顶重量而非一味减轻，有助于提升整体结构的稳定性。



鲸井勇《Poulailier》（プーライエ）^[1]
1972-1973，建材收集自美军基地、古仓库和农舍



石山修武《开拓者之家》（開拓者の家）^[5]
1974-1986，使用波纹钢板



山根锐《乌鸦城》（カラス城）^[1]
1970-1972，使用了废弃的铁桶作为混凝土模板



结论：生斗学舍的历史特质

生斗学舍的实现，是在对现代化的反思背景下，由木匠首领的技术指导、非建筑专业人员的集体劳动相结合完成的。这种协同建造的体制，在某种程度上可看作是日本古代历史上普遍存在的建筑生产方式的暂时回归。建筑师在设计时，采用了垒叠枕木的简单重复性工法，为这种生产方式的回归做出了准备；而若无木匠首领的指导，生斗学舍无法达到其独特的高质量。研究最终得出结论，生斗学舍将在层叠交错的历史要素中孕育了普遍性，这正是其历史意义的核心所在。

（第5章）



图片来源

- [1] 植田美編集, GA Houses 世界の住宅 4 日本の現代住宅 1970 年代, A.D.A. Editra Tokyo, 1978.
- [2] 生闘学舎・자립, 敗者復活戦 生闘学舎・자립建設記録, 修羅書房, 1982.
- [3] 原図=高須寛晋] 級建築士事務所
- [4] ウッディライフ, 1982, vol.61
- [5] 土井鷹雄ほか編, 現代建築空間と方法 4 石山修武, 同朋舎, 1986.
- [6] 写真=戸沢実