

STEEL CONSTRUCTION TODAY & TOMORROW

(第 47 期, 2016 年 4 月)
日本钢铁联盟与日本钢结构协会会刊

中文版

英文版期刊《*Steel Construction Today & Tomorrow*》每年出版 3 期, 以相关的企业高管、各工业行业的公司以及管理机构为对象, 面向全球发行。本刊的主要目的是介绍有关钢结构的标准和规范、建筑施工和土木工程领域的先进建设项目实例以及最新施工技术和材料等。

为了更便于中国的读者理解这些内容, 我们对本刊的文字部分编辑了中文版, 与英文版一并提供。关于照片和图表, 其英文版附在各段文章的最后一页。另外, 也请参照英文版确认技术性说明和具体内容。

第 47 期 (2016 年 4 月) : 目录

— 特刊: 日本钢结构协会 —

日本钢结构协会业绩表彰	
Nhat Tan 桥 -----	1
丝带小圣堂 (Ribbon Chapel) -----	3
日本生命丸之内花园塔 -----	4
读卖新闻东京总公司大厦 -----	5
加固原有不合格钢结构构架的设计方法 -----	6
采用有效切口应力概念防止焊道疲劳破坏工艺的讨论 -----	7
专辑: BIM 与 CIM	
外观设计·结构设计的 BIM -----	8
在施工 BIM 方面对钢架施工的期待 -----	11
实现钢桥的战略性维护管理的三维桥梁产品模型的运用 -----	13
CIM 尝试的运用施工 -----	15
专辑: 不锈钢	
日本的不锈钢结构的应用现状 -----	17
日本钢结构协会的近期活动 -----	封底

注: 页数为英文版第 47 期的页数

中文版: ©一般社团法人日本钢铁联盟 2016

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@jssf.or.jp

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

— 特刊：日本钢结构协会 — 日本钢结构协会业绩表彰（2015）

（1~2 页）

协会奖

Nhat Tan 桥

获奖单位：IHI 基础设施系统公司、三井住友建设共同企业体

Nhat Tan 桥坐落在越南的内拜国际机场至河内市中心的新干道上，主桥部分长度 1,500m，是一座六跨钢索斜拉桥，设有 8 条车道。这座多跨斜拉桥是在东南亚地区的首次应用，同时在全球也属罕见。图 1 是主桥的总图和横截面图。

塔架的基础采用了钢管板桩（SPSP），钢管的总重量为 14,200 吨。锚箱和钢梁的总重量约为 15,000 吨。斜拉索采用了新型预制平行钢丝拉索，斜拉索共有 220 条，斜拉索的总重量约为 1,800 吨。

这座斜拉桥的建筑和结构设计由株式会社长大及大日本工程咨询株式会社（NE）在交通工程设计公司（TEDI）的协助下完成。

建筑施工由株式会社 IHI 基础设施系统（IIS）及住友三井建设株式会社（SMCC）的合资公司完成，该合资公司由 IIS 牵头。

图 1 主桥的总图 / 横截面图

总体施工工艺

主桥跨越的宽 1.0km 的河流是一条重要的航道，所以不允许采用占用河道（诸如在河上建造排架）的施工工艺。因此，该桥采用了在各塔架周围的斜式排架工艺，并且对包括该桥边跨的其余部分采用了平衡悬臂施工工艺，请分别参见照片 1 和 2。边跨通常采用排架预先建造，因此对大型斜拉索多跨桥的全跨应用悬臂工艺架设在世界上是首次尝试。

照片 1 斜式排架的施工

照片 2 悬臂架设的施工

钢管板桩（SPSP）基础

承载主桥的 5 座塔架的基础采用了钢管板桩基础工艺。这是在日本开发的技术，与常规工艺相比缩短了工期，同时提高了针对地震和软弱地基的强度。这项技术首次用于东南亚地区，并且获得了成

功。SPSP 的施工状况如照片 3 所示。

在越南将 SPSP 基础工艺新编为基础系统（TCVN:24）的一项标准。

照片 3 SPSP 的施工状况

阶段分析与几何形状控制

· 阶段分析

在架设施工中，为了检查桥梁的结构完整性进行了正装阶段分析。这是在该模型中的一个值得注意的要点，采用了代表钢梁和混凝土桥面板的两个独立梁单元的鱼骨模型，因此，实现了有效的混凝土桥面板的蠕变和收缩的建模，更接近于实际的蠕变和收缩，并且便于主梁的复合及非复合段效果的建模。（参见图 2）

图 2 分析模型

· 几何形状控制

在悬臂架设施工中，需要对桥梁建成后的几何形状预测在各架设阶段进行调整的效果。施工阶段的结果用于作为目标值，在斜拉索的拉紧施工时进行比较。

考虑到边梁、锚箱、以及斜拉索的加工误差，对目标值进行对应调整。

对于所有斜拉索的安装和调整开发并应用了包括上述各项措施的系统。目标位移（分析值）与校准的测量值的比较如图 3 所示。

图 3 悬臂架设中目标值与大梁实际位移的比较

钢结构的制作施工

如表 1 所示，钢结构的制作在 3 个工厂进行，50% 以上的施工由亚洲 IHI 基础设施公司（IIA）完成。IIA 是 IHI 公司的子公司，在越南的海防拥有制作工厂。（参见照片 4）

表 1 钢结构制作的概要

照片 4 钢结构的制作状况

为了保证钢桥的高质量，在 IHI 公司位于日本的爱知工厂对越南的制作监管人员进行了为期 3—4 个月的培训，同时在制作作业中对各制作阶段派遣了日本的技术主管。

此外在制作施工中，进行了工厂视察和检验，在越南完成了高质量的钢结构制作，证明了日本向

越南另一项成功的技术转让。

通过各种努力，在 IIA 完成的钢结构的质量与在日本制作的钢结构达到相同程度。

Nhat Tan 桥——河内著名的地标

由于采用了钢结构，建设工期比原主进度计划缩短了 4 个月。因此，向越南以及全世界表明采用钢结构在桥梁建造和其他建设施工中的优越性。

主要采用钢结构建造的 Nhat Tan 桥已经成为河内的著名地标物。尤其到了夜晚，塔架在五光十色的灯光照射下绚丽缤纷，成为越南的一座景色最优美的大桥（照片 5）。

照片 5 Nhat Tan 桥的夜景

Fig. 1 General View/Cross-Section of Main Bridge

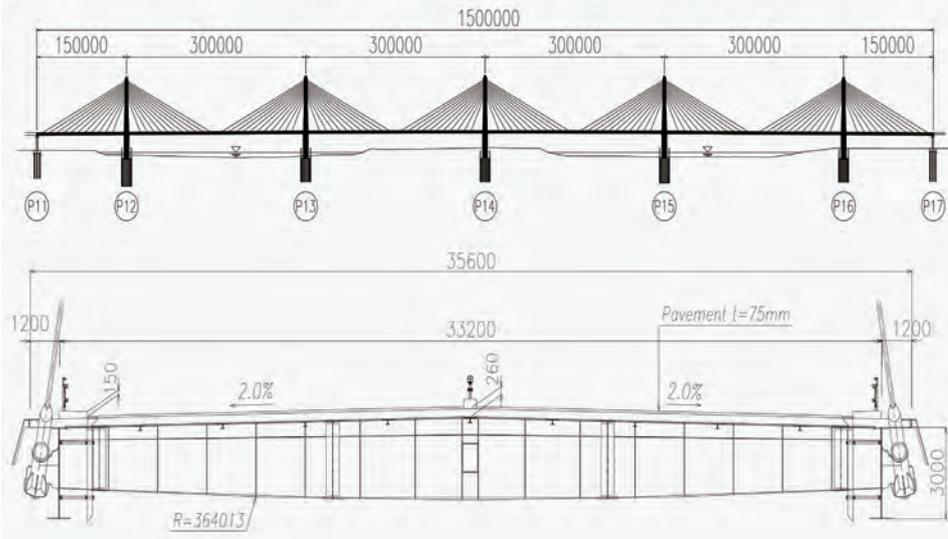


Fig. 2 Analysis Model

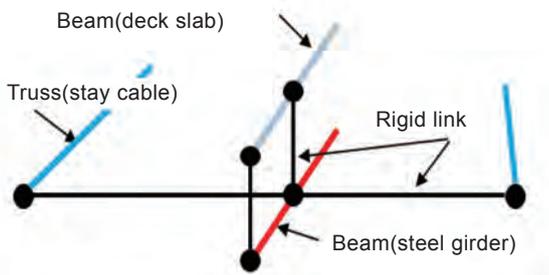
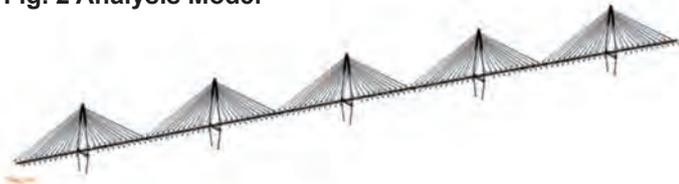


Photo 1 View of construction by inclined bent



Photo 2 View of construction by cantilever erection



Photo 3 SPSP installation

Fig. 3 Comparison of Target and Actual Girder Displacement during Cantilever Erection

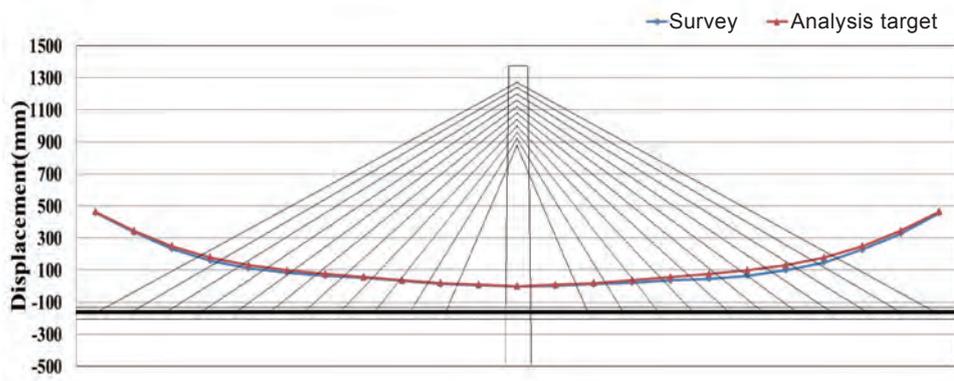


Table 1 Steel Fabrication Summary

IHI Aichi (Japan)	2,500 tons
IHI Infrastructure Asia Co., Ltd. (IIA) (Vietnam)	7,885 tons
Mitsui Thang Long Steel Construction Co., Ltd. (MTSC) (Vietnam)	4,000 tons



Photo 4 Steel fabrication works



Photo 5 Night view of Nhat Tan Bridge

(3 页)

业绩奖

丝带小圣堂 (Ribbon Chapel)

获奖者: NAP 建筑设计事务所 中村拓志、ARUP 柴田育秀、新日铁住金工程公司 蓑田勇造

丝带小圣堂是一座婚礼会场, 座落在日本广岛的一个度假酒店的场地内。设计的灵感来自一条飞舞的丝带, 两条螺旋楼梯环绕在小圣堂的外侧, 在屋顶阳台相会, 从这里可远眺濑户内海的美景。这座钢结构的高度为 15.4m, 面积为 72m²。两条楼梯的起点位于地面的不同位置, 然后在顶部融为一体, 象征着两位新人通往美满姻缘的幸福路径。该结构可被视作一个螺旋弹簧, 受到来自上方的压力作用而上下移动并扭曲和扩展, 然而与普通螺旋弹簧的不同之处是建筑师采用了自由造型的设计 (图 1)。

采用螺旋式自由造型 3D 设计的“悬浮”楼梯在建造和钢结构制作的成本和工期两方面提出了前所未有的挑战。因此, 这座建筑的几何形状被重新定义为 88 个二维圆弧的钢构件组合, 每个构件具有 10mm 的最大允许变化, 创建了一个 3D 自由造型。

在钢结构方面的挑战包括:

- 提供支撑而不影响美观
- 应对振动及地震的影响
- 控制钢结构自重造成的位移

我们对稳定位移的解决方案是在两个楼梯穿越路径的四个方向连接四个点。由此创建一个三维承载系统以抵抗水平力、以及采用卡箍的基本结构概念以抑制两个楼梯向外膨胀, 提供彼此相互的水平支撑。采用直径为 100mm 的钢柱承载垂直荷载。钢柱仅支撑内螺旋, 而外螺旋以悬垂的形式连接到内螺旋。(参见图 2)

其次, 由于丝带小圣堂位于地震区域, 因此采用基础隔震系统减轻地震力, 提高建筑的耐久性, 所以无需修改造型、系统、规范或材料规格来保证稳定、安全的建筑结构, 但仍旧保留原先的设计创意。另外, 在外螺旋的 3 处位置, 楼板的固有振动频率低于 8Hz, 造成因脚步诱发的震动问题。对此, 为了保证来宾的舒适性, 采用 3 个悬臂式调谐质量阻尼器来抑制楼板震动。

第三个挑战是在建造时因自重导致从设计位置的位移。根据预测, 在施工完毕、拆除脚手架后, 建筑物会承受最大 32mm 的旋转位移, 造成垂直支柱发生倾斜。

我们的解决方案是:

- 对制作的钢结构形状考虑计算的变形效果和 3D 的偏移
- 增加 3D 凹面偏移吸收垂直支柱的位移。在施工中有意使支柱倾斜与旋转位移相同、方向相反的角度。结果表明, 在完成了施工后, 支柱将垂直向回“扭曲”。(参见图 3)

我们通过实际的应用作为创新的解决方案实现这个概念。这将成为在全球唯一的结构体系。包括耐久性结构系统和简化的制作工艺的总体设计实现了生态环保、降低成本以及时间效率。这是一个标志性的双重目的设计, 既是一座婚礼会场, 又是一个展望台, 每年吸引的新游客数量持续增加。虽然这座建筑的规模不大, 但却凸显了先进的设计理念和崭新的创意。

图 1 结构概念模型

图 2 丝带小圣堂的结构构件

图 3 3D 凹面偏移吸收垂直支柱的位移

照片

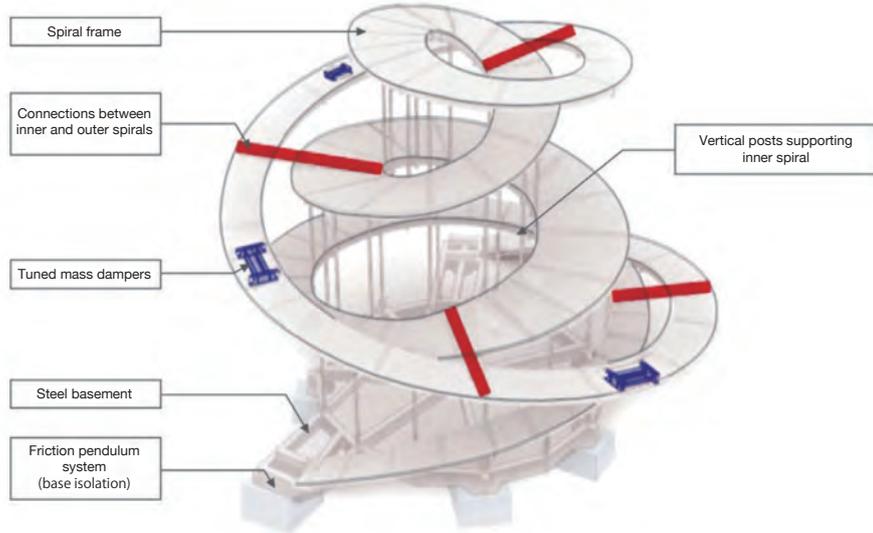
丝带小圣堂

小圣堂向上盘旋的楼梯, 在崖边俯瞰大海

Fig. 1 Structural Concept Model

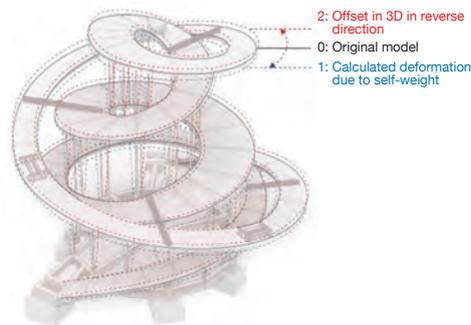


Fig. 2 Structural Components of Ribbon Chapel



The chapel spirals up a cliff overlooking the sea

Fig. 3 3D Concave Offset to Absorb the Vertical Support Post Movement



Ribbon Chapel

(4 页)

业绩奖

日本生命丸之内花园塔

获奖者：日建设计 长濑悟、金山功、加贺美安男
大林组 高桥徹、田中祥之

日本生命丸之内花园塔是一座高 115m 的办公楼，位于靠近皇宫的东京市中心。令人印象深刻的建筑立面是结构和建筑元素的一部分。此外，这座建筑还设有环保型遮阳装置，减少热量的进入。利用各种钢材优点的结构性解决方案综合了建筑、结构以及环境方面的设计。

结构的设计要求

对结构的设计要求如下：

- 视野开阔、宽敞的无立柱办公空间
- 产生立体形象的立面设计
- 高抗震能力
- 获得金牌认证的可持续性设计 LEED（节能与环保设计的先进性）

结构设计解决方案

针对结构设计采用了以下解决方案：

- 由芯构件和周边框架构成的结构
- 连接芯构件和周边的 27.5m 长横梁
- 周边外露式立柱的立面设计
- 地震响应控制设计
- 基于防火性能的钢框架设计
- 使用回收钢材的可持续性设计

结构系统

· 采用复合结构系统承载重力

64.8m×27.5m 的办公空间的重力荷载由连接芯构件和周边框架的 27.5m 长钢梁支撑。对 RHS 和 CHS 钢柱采用 Fc60 和 Fc80 规格的高强度混凝土灌注。对 27.5m 长 H 型钢梁，部分填充混凝土加固，以改善楼面的振动性能。

· 用于响应控制的水平结构系统

— 芯构件的地震能量吸收装置

为了减少对地震和风力的响应，对芯构件采用由抗压曲支架和墙式阻尼器构成的复合式迟滞及粘性被动耗能系统。

— 周边构件的抑制地震破坏装置

采用圆柱型金属减震器和低屈服点钢材抑制周边框架受到的地震破坏。交替设置圆柱型减震器与双柱的组合支撑重力荷载，同时通过周边梁的连接

构成抗力矩框架。

在正确位置选择结构材料

· 钢材规格

考虑设计承载和结构作用，对用于钢柱和钢梁的主要钢材的屈服点选择 325、385、440 N/mm²。用于抗压曲支架和周边圆柱型金属减震器的钢板具有较低的屈服点，为 225N/mm²。

· 用于复合立柱及横梁的混凝土

对复合立柱和 27.5m 长横梁采用高抗压强度的 60 及 80N/mm² 的混凝土，有效支撑重力荷载。

· 实现可持续性的回收钢材

屈服点为 235 和 325N/mm² 的回收钢材广泛用于横梁，获得了绿色建筑认证。

钢结构的制作和现场架设

获得了工厂制作和现场架设的高施工精度，有助于实现建筑、结构以及环境一体化设计。

（图表及照片）

建筑物的外观

周边立柱

典型办公楼面平面图

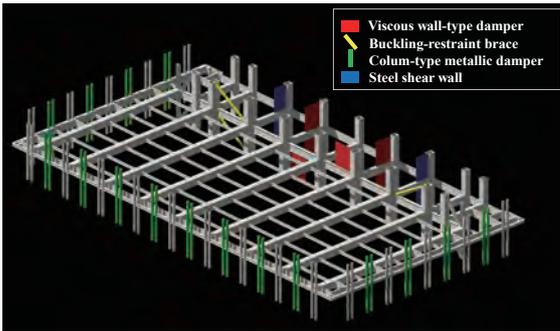
主结构计算机绘图



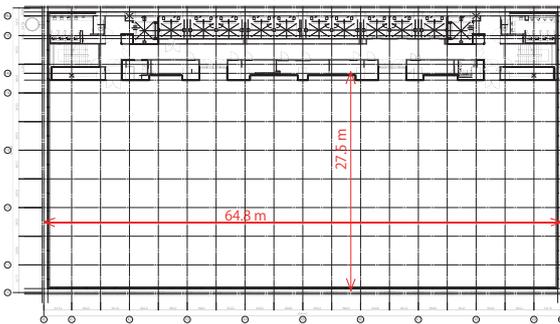
Building appearance



Perimeter column



Main structure CG



Typical office floor plan

(5 页)

业绩奖

读卖新闻东京总公司大厦

获奖者：日建设计 小板桥裕一、木村征也、加贺美安男、清水建设

在读卖新闻东京总公司大厦的计划中，针对以下设计、施工方面的课题进行了创意并采取措施，建成了一座对钢结构的发展和普及做出贡献的建筑。

主架构在即使发生首都地区直下型大地震时仍保持弹性，确保可维持报社总部功能的高抗震性能。

对立柱、大梁采用高强度钢材（立柱：SA440C 钢材、TMCP385B 钢材），实现了普通超高层抗震结构约 3 倍以上高能量吸收效率的“特定层能量吸收防震结构”。

降低发生长周期地震时或大地震时的滞后摇动计划

在屋顶配置可应对 2~200gal 楼面响应加速度的 AMD，不仅对于风力产生的摇动、而且也可以对地震时的滞后摇动发挥抑制作用。

即使发生超过大地震的意外特大地震时也不会倒塌的措施

开发并采用了塑性变形性能高的梁端梁腹的局部压曲进行加固细节结构。在高强度钢材的立柱—大梁焊接连接处进行各种焊接施工试验，找出夏比韧性高的焊接施工条件用于制作施工。

实现建筑物长寿命、降低环境负荷的措施

使用楼面响应加速度、变位测定等对防振、抗震构件进行监视。采用装有双层低辐射玻璃的 2 片大跨度悬吊缆索桁架，形成了大幅降低热负荷的宽阔中庭立面。另外，将总公司旧楼的原有躯体作为新建施工的支撑墙以及承载地基的一部分加以利用，减少了废弃材料和多余土方，并且降低了挡土墙等临时设施钢材的用量。

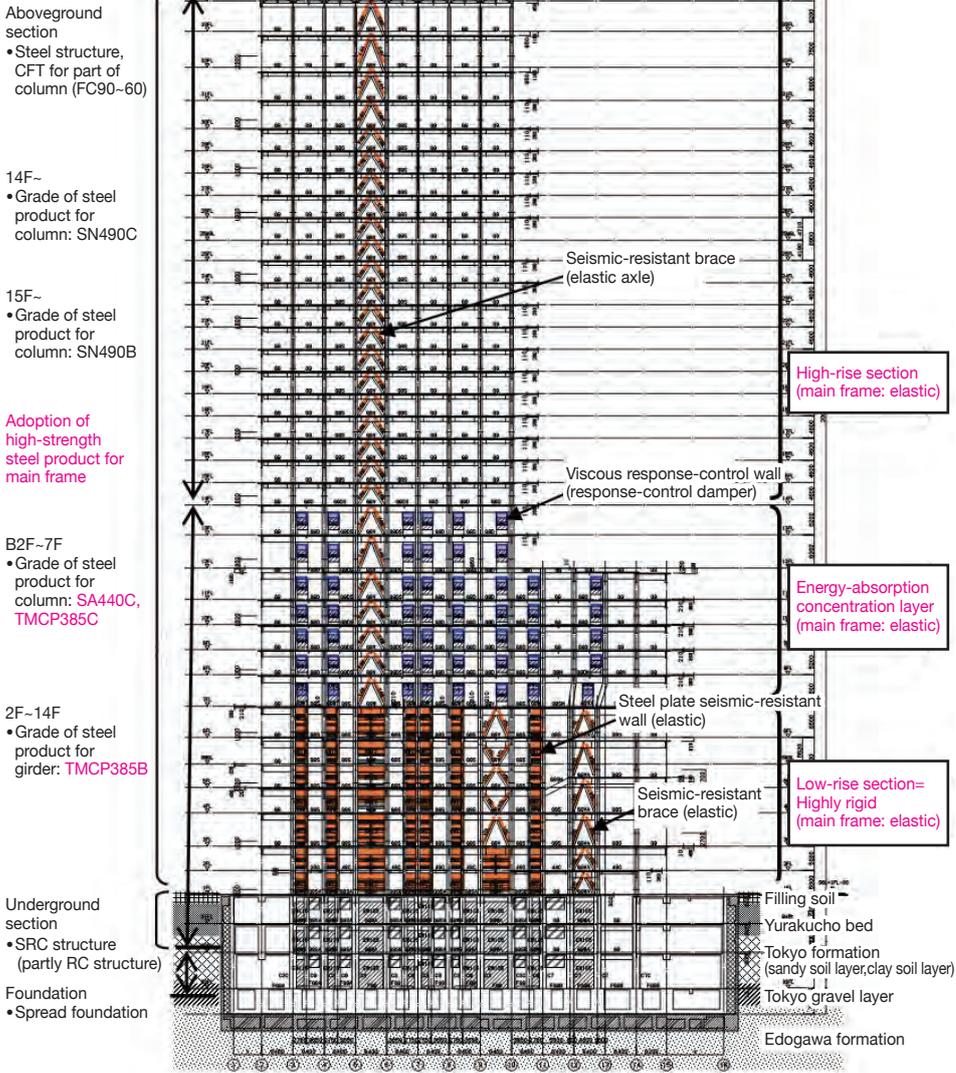
(照片、插图)

结构概要

全景

礼堂

Structural Outline



Full view



Spacious atrium façade

(6 页)

论文奖

对立柱使用 STKR 材料加固原有不合格 钢结构构架的设计方法

获奖者：京都大学 声高裕治、宇都宫大学 中野达也

2007 年对建筑基准法进行修改，对采用冷轧成型方钢管作为立柱的钢架结构新规定柱梁承载力比为 1.5 以上。本研究的对象是不符合该规格值的原有钢架结构，其钢材的种类为 STKR 的方钢管立柱。

本项研究的成果由 3 部分论文构成，以如图 1 所示的 4 种加固工艺为对象，提出了加固后的立柱全塑性弯矩计算公式方案。另外，通过加载试验确认了加固后立柱的弹性塑性状态、承载力以及塑性变形能力。此外，根据试验结果确认全塑性弯矩计算公式的正确性，明确了发挥全塑性弯矩的条件。各部分的概要如下所示。

第 1 部分的论文以钢板加固和角钢加固为对象，主要讨论了加固材料的尺寸以及设置加固材料的柱面数量的影响，并且也了解了加固的高度以及有关加固材料焊接的必要条件。对于角钢加固，需要在立柱的 4 面设置加固材料。而对于钢板加固，可选择任意面加固。

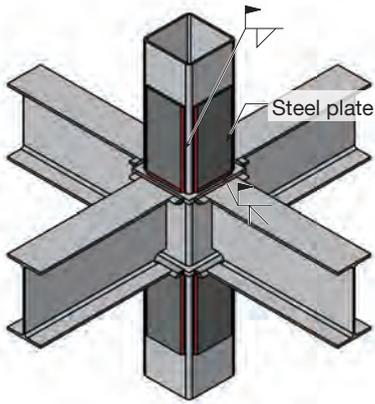
第 2 部分的论文以通过钢板和预应力钢的加固为对象。在试验中，在立柱发生塑性化之前使预应力钢发生分离以及固定板发生塑性化。根据这些试验的结果，建立固定部位的承载力计算方法，提出设计方法的方案，使加固后的立柱全塑性弯矩发挥作用。

第 3 部分的论文以根部包覆加固为对象。主要的讨论事项是为了发挥加固后立柱的全塑性弯矩而掌握抗剪连接件的厚度及设置数量的必要条件。作为通过钢板和预应力钢进行加固以及根部包覆加固，应用时可无需拆除楼板。

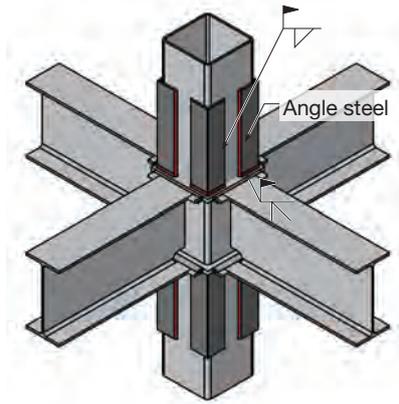
此外，本项研究是作为国土交通省推进的建筑基准整備促进事业的一部分实施的。在此向有关各位表示衷心感谢。

图 1 加固工艺

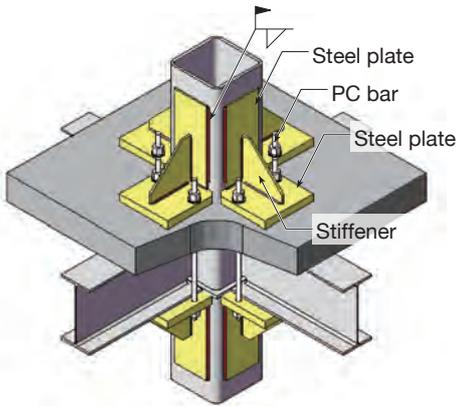
Fig. 1 Methods of Reinforcement of STKR Column



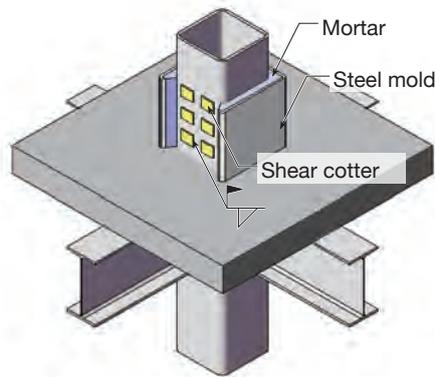
(a) Reinforcement by steel plates



(b) Reinforcement by angle steels



(c) Reinforcement by steel plates and PC bars



(d) Reinforcement by wrapping

(7页)

论文奖

采用有效切口应力概念防止焊趾加工外面加固板焊接接头的焊道疲劳破坏工艺的讨论

获奖者：法政大学 森猛、日本桥梁建设协会 铃木俊光、大前畅、村上贵纪、射越润一

钢板梁桥的主梁、横梁交叉部位等采用外面加固板焊接接头，该处的疲劳破坏起点较多发生在高应力集中的周边焊趾处。但是，为了改善疲劳强度，如果使用砂轮等加工焊趾，则有时不是焊趾而是焊道成为发生破坏的起点。对此，我们以确立防止焊趾加工 5mm 左右的外面加固接头的焊道破坏工艺为目的，以模型试件的疲劳试验和试件为对象进行有限元应力解析，以主板厚度及加固板厚度为变量，进行了参量有限元应力解析。

在疲劳试验中，采用了焊趾加工、焊接熔深、焊脚长度不同的 5 种试件。在对这些试件进行的解析中，运用可以考虑的焊道前端形状特异性的有效切口应力概念，将焊道前端与加工的焊趾应力集中进行比较，获得了有效切口应力概念对于讨论疲劳破坏起点有效的结果。在此基础上，以主板厚度、加固板厚度、焊接尺寸、焊接形状以及加固板长度方向及板厚方向的焊接熔深为参数进行三维弹性有限元应力解析，明确了这些参数对焊道和焊趾的有效切口应力产生的影响。此外，作为防止焊道破坏的方法，JSSC 指导方针推荐的“加固板端长度方向的焊接熔深取主板厚度的 2 倍以上”是正确的。由此，焊道的有效切口应力成为焊趾的约 70%，显示了其实用性结果。

图 1 试件的形状及尺寸

图 2 发生海滩纹的疲劳破损面

图 3 应力集中系数与焊接熔深的关系

Fig. 1 Configuration and Dimension of Test Specimen

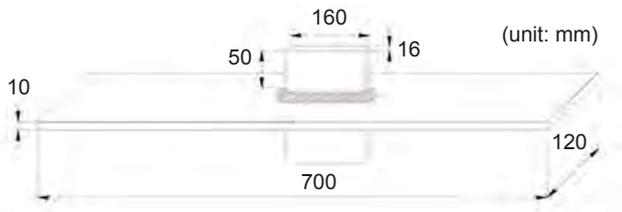


Fig. 2 Fatigue Failure Surface with Beach Mark

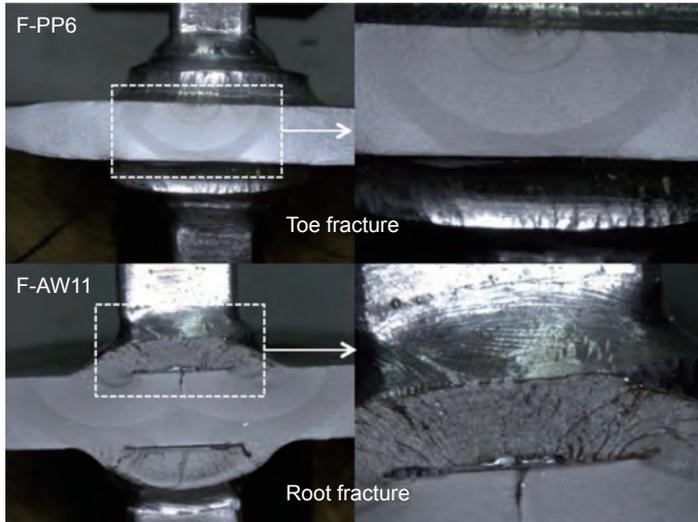
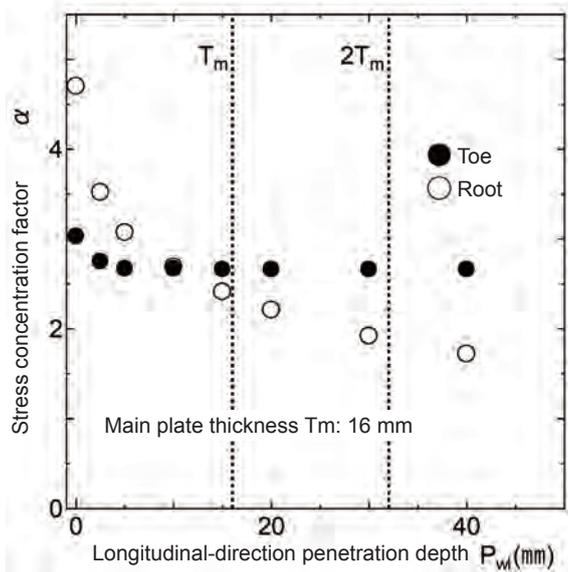


Fig. 3 Relation between Stress Concentration Factor and Weld Penetration Depth



专辑：BIM 与 CIM

(8 页)

在日本，面对少子化及高龄化社会，为了在建筑产业节省资源和能源、实现省力和提高效率，要求对设计及施工、管理、维护等所有方面进行变革，人们所期待的其核心是“BIM (Building Information Modeling, 建筑信息建模) 和 CIM (Construction Information Modeling, 施工信息建模)”。

关于 BIM，我们已进行了很多具体尝试，CIM (面向基础设施的 BIM) 也从 2012 年度开始正式推进。本专辑针对日本的 BIM 及 CIM 的利用现状和今后的课题，结合以下 4 个事例进行介绍。

- ◆外观设计·结构设计的 BIM
- ◆在施工 BIM 方面对钢架施工的预期
- ◆实现钢桥的战略性维护管理的三维桥梁产品模型的运用
- ◆CIM 尝试的运用施工

(8~10 页)

专辑：BIM 与 CIM——Building Information Modeling (1)

外观设计·结构设计的 BIM

日建设计 山梨和彦

通过提高生产率提升设计品质

BIM 原来曾是受到汽车及飞机的设计和生产过程的影响而诞生的“提高生产率”的工具。不是纸上的二维图纸，而是在设计时在计算机的虚拟三维空间中将整合性高的三维模型制作成为数字模型，减少施工过程中的返工，BIM 是根据这种方便施工的构想以提高生产率为主要目的而诞生的方法。

BIM 虽然来自这样的构想，但在实际中即使仅考虑设计过程，也显现了各种优点。关于设计时的返工，以在设计后期阶段发生的设计本身无法得到客户的理解、没有达到预期的设计性能、成本超过预算、或者外观与结构之间不匹配等问题为起因的情况较多。对于这些问题，通过 BIM 实现设计的可视化，运用 BIM 进行各种模拟，以及通过 BIM 掌握实时数量等，BIM 成为极其强有力的手段。BIM 是在设计过程中用来提高设计质量的直接且发挥强大作用的工具。

由于这些理由，日建设计将 BIM 作为“提高设计质量”的王牌，在全公司推广 BIM。(照片 1: LAZONA 川崎东芝大厦全景。图 1: LAZONA 川崎东芝大厦基本设计阶段的 BIM 综合图)

照片 1: LAZONA 川崎东芝大厦全景

图 1: LAZONA 川崎东芝大厦基本设计阶段的 BIM 综合图

外观设计中的“形状”与“现象”

在建筑设计中利用 BIM 的优点大致可分为“形状”与“现象”来考虑。

外观设计中 BIM 的最重要优点是，如果使用 BIM，对于三维的建筑物可单纯地按照三维进行设计。这就是对 BIM 定位的处理“形状”的能力优势。

(照片 2: HOKI 美术馆。图 2: HOKI 美术馆的 BIM)

照片 2: HOKI 美术馆

图 2: HOKI 美术馆的 BIM

与二维图形相比，设计团队内的相互理解大幅度增加。最重要的是，采用通过 BIM 制作的透视图及视频进行演示，能够获得客户对设计的深度理解。此外，对外观 BIM 结合结构 BIM 的柱及梁等结构体、及设备 BIM 的风道和各种设备井类建立综合模型，在设计时也可以在视觉上以及通过电子手段 (Clash Detection) 确认外观、结构、以及设备的整合性。由于建筑构件是立体输入的，所以概算数量的计算等几乎可实时获得。因为建筑的外观设计主要为处理“形状”的作业，所以在计算机上的虚拟三维空间如同建立塑料模型那样推进设计是 BIM 的优点。

BIM 在外形设计中的另一个优点是使用 BIM 三维数字模型的各种模拟。这就是对 BIM 定位的处理在建筑物内部发生的各种物理状况、即“现象”的能力。

有关对处理建筑设计中代表现象的模拟，是采用 CFD (Computer Fluid Dynamics, 计算机流体动力学) 进行气流及温热环境的模拟。以往，比模拟本身更需要花费时间的是制作用于模拟的三维数字模型。但是由于现在设计本身通过 BIM 进行，所以采用 CFD 的模拟门槛降低，并且也可以方便地将来自 CFD 的结果向设计反馈，实现设计品质的提升。

(照片 3: On the water (在水面上)。图 3: 利用 BIM 对 On the water (在水面上) 的模拟)

照片 3: On the water (在水面上)

图 3: 利用 BIM 对 On the water (在水面上) 的模拟

除了 CFD 外，有关光照环境及音响环境的模拟也随着 BIM 的普及而推广，实现了设计品质的提升，在日常的设计作业中有这种实际感受。

结构设计中的“形状”与“现象”

实际上在采用 BIM 之前，在结构领域对“形状”=解析线段与“现象”=结构计算及解析问题曾使用计算机处理。日建设计着眼于这一点，将若干个结构相关的软件通过数字建立连接，全面推进了结构设计的 BIM 化。

最初开发的是将本公司编制的结构解析程序与结构 BIM 软件结合的软件。由此，通过结构解析程序上的解析线段具备的数值信息和构件信息，自动生成结构 BIM。在 BIM 上，如果提供梁及楼板的基准等详细信息，可基本上自动制作各种构件清单和构架图等。解析程序上的“现象”与设计图上的“形状”结合，考虑到结构设计方面品质是重要的优点。（照片 4：桐朋学园调布校区一号馆。图 4：桐朋学园调布校区一号馆的 BIM）

照片 4：桐朋学园调布校区一号馆

图 4：桐朋学园调布校区一号馆的 BIM

另外，作为更加复杂的形状以及“表现”结构部件、诸如体育馆等设施的设计，在可处理自由形状的三维 CAD 上，同时对建筑形状（外观设计方面的形状）及解析线段（结构设计方面的形状）建模。关于建筑形状，向外观设计 BIM 发送，与各种环境模拟处理的现象结合；关于解析线段，可与结构解析程序处理的现象结合，加速推进了结构设计的 BIM 化发展。

“行动”与“寿命周期”

如上所述，日建设计的外观设计与结构设计领域的 BIM 以提高设计品质为目标，从“形状”开始，向在其形状中产生的“现象”扩大领域。今后，通过与基本上平行发展成熟的施工单位的 BIM 开展协作，将会致力于实现 BIM 本来的提高生产率的目标。

此外在设计领域，我们认为也有必要把在建筑物中将发生的人员的“行动”也纳入 BIM 的领域。对此预测将与最近重新受到关注的人工智能建立联系。另外，对作为 BIM 最终用户的客户及社会也能够带来实惠也是重要的课题，同时必须在 FM 等建筑物的“寿命周期”方面也推进 BIM 的应用。

Fig. 1 BIM integrated drawing at basic design stage of Lazona Kawasaki Toshiba Building

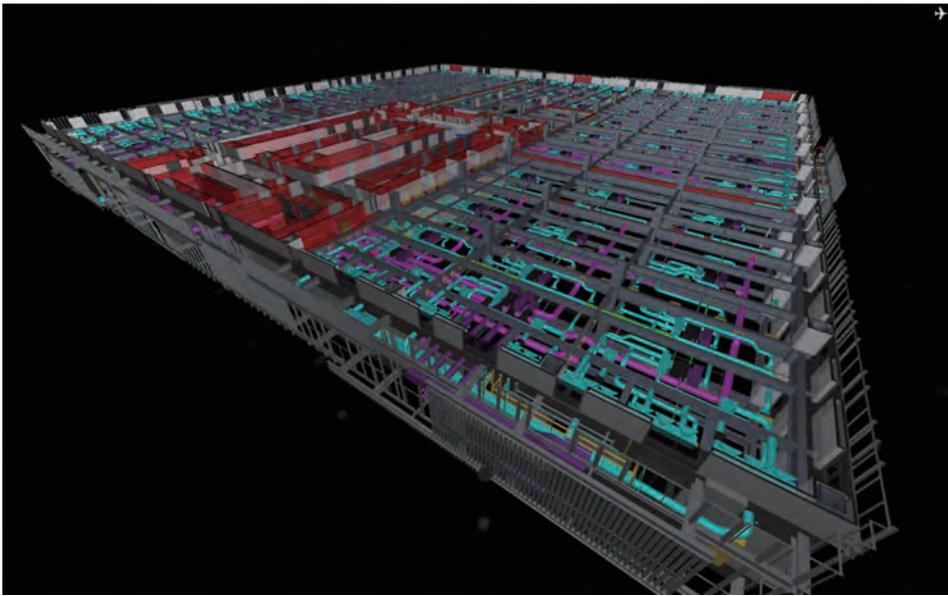


Photo 1 Lazona Kawasaki Toshiba Building

Fig. 2 BIM of Hoki Museum

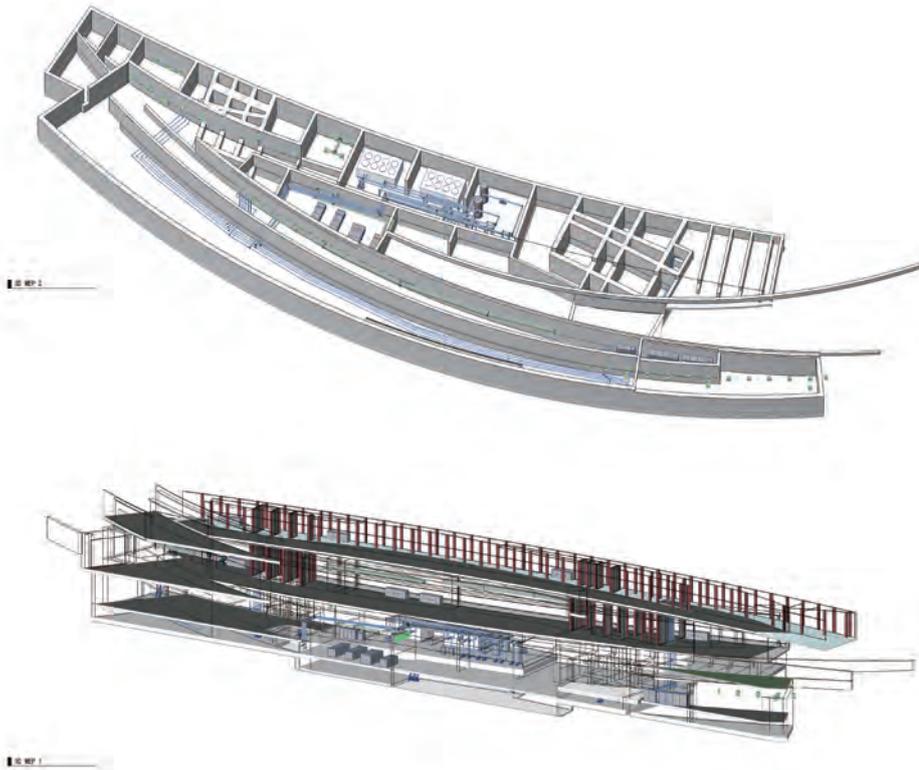


Fig. 3 Simulation by use of BIM of *On the water*

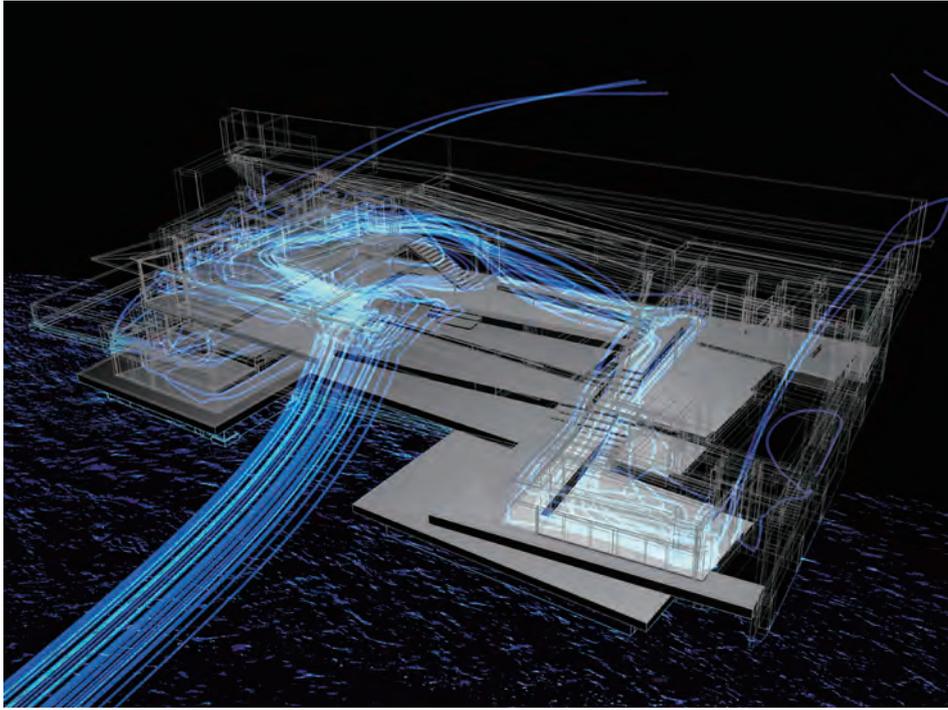


Photo 2 Hoki Museum



Photo 3 *On the water*

Fig. 4 BIM of No. 1 Building of Toho Gakuen Chofu Campus

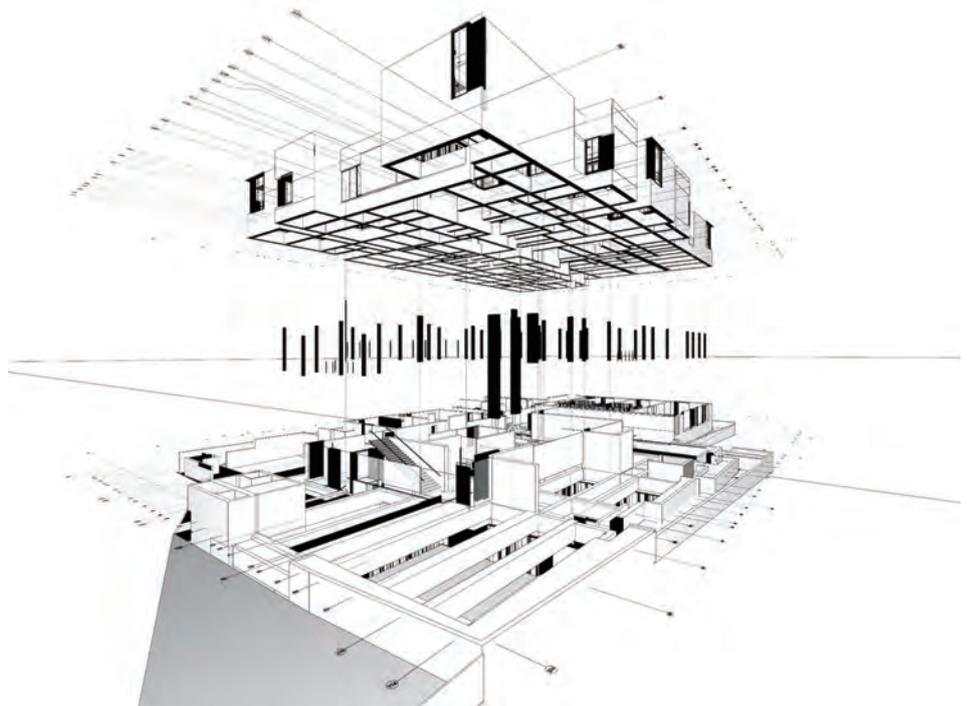


Photo 4 No. 1 Building of Toho Gakuen Chofu Campus

(11~12 页)

专辑：BIM 与 CIM——Building Information Modeling (2)

在施工 BIM 方面对钢架施工的期待

日本建设业联合会 曾根 巨充

2014 年 12 月，一般社团法人日本建设业联合会（以下简称日建联）的 BIM 专业分组会在日本首次发行了在施工阶段运用 BIM 的说明《施工 BIM 的方式～施工阶段总承包商与专业施工公司协作手册 2014～》（以下简称《手册》）。为了便于 BIM 入门者阅读，《手册》（A4 版 131 页）采用了很多插图，旨在加深对 BIM 的理解（照片 1）。

照片 1 《手册》

总承包商在施工开始的同时根据设计文件编制施工图，专业施工公司也根据设计图及施工图编制在工厂制造构件的制作图。因此，总承包商及专业施工公司需要进行这些图纸之间的调整，BIM 可发挥更加有效地完成这些工作的作用。

对此在《手册》中明确了总承包商与专业施工公司相互共享施工阶段的 BIM（以下简称施工 BIM）益处的步骤等。

施工 BIM

人们曾说，如果不是对从设计和施工到维护管理的整套作业运用，BIM 将无法发挥优势。然而《手册》提出因上述的理由等，从施工阶段开始运用 BIM 的优点十分明显。具体包括：①形成施工相关方面之间的共识，②相互影响的检查及解决的确认，③施工性的讨论及施工模拟，④制作图纸的省力化，⑤图纸认可的效率化，⑥成本的透明化等。

对钢结构施工给予最高期待

《手册》的内容包括，①施工 BIM 的目的，②获得成功的步骤（图 1），③各种施工的施工 BIM，④钢结构办公大厦在制作图纸阶段的 BIM 模型的应用，⑤总承包商、专业施工公司采用的施工 BIM 概要及成功要点，⑥施工 BIM 的效果表、格式范本。

作为施工 BIM 的效果表，针对与二维图纸讨论相比效果更高的项目按 14 个工种（109 项）的建设施工类型进行了归纳。其中钢结构施工占 26 项（图 2），可以说是在施工 BIM 中最期待发挥效果的工种。

图 1 施工 BIM 的步骤

图 2 不同施工种类的施工 BIM

钢结构施工的【通过 BIM 模型形成意见一致】

在《手册》中，作为施工 BIM 新的运用方法提出了【通过 BIM 模型形成意见一致】方案（图 3）。作为仅通过 BIM 模型的认可行为，由于存在记录的保存方法、认可过程以及 BIM 工具功能等问题，因此在制作认可图之前的同意过程运用 BIM 模型。总承包商在施工阶段对与各工种的专业施工公司制作的制作图与具有相同信息量的 BIM 模型进行统合，通过统合的模型实施相互影响的确认和施工性的讨论等。

这项工作在同与钢结构制造相关的工种（例如电梯等）协作的同时已经开始了实践（图 4），在直到获得设计监理部门的认可为止过程中，确认了讨论用图纸的制作数量的减少以及安装构件时减少不适合等的效果。

图 3 通过 BIM 模型形成意见一致

图 4 通过 BIM 模型形成意见一致的步骤

照片 BIM 模型例

结语

施工 BIM 在日本的进一步发展，关键在于以钢结构制造工厂为首的专业施工公司与总承包商的协作，这种说法并不过分。日建联计划通过举办介绍《手册》的讲习会等，向总承包商以及以钢结构制造工厂为首的专业施工公司广泛宣传施工 BIM 的效果。



Photo 1 “What’s Construction BIM—Handbook for the Collaboration of General Contractors and Subcontractors”

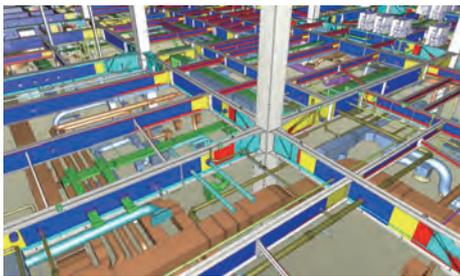


Photo 2 Fixing of ceiling inside equipment and coordination of steel-frame sleeves



Photo 3 BIM-based consensus of steel-frame members for elevator equipment (red) and steel-frame model (grey)

Fig. 1 Procedures from Preparation to Application of Construction BIM

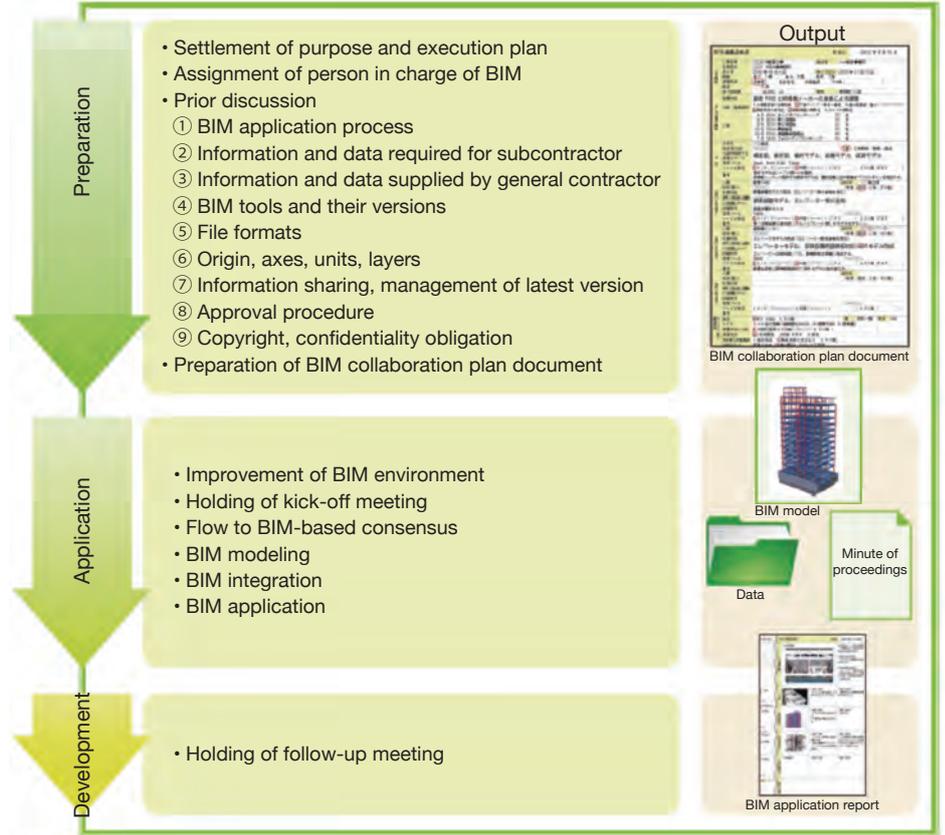


Fig. 2 Construction BIMs by Type of Construction Works

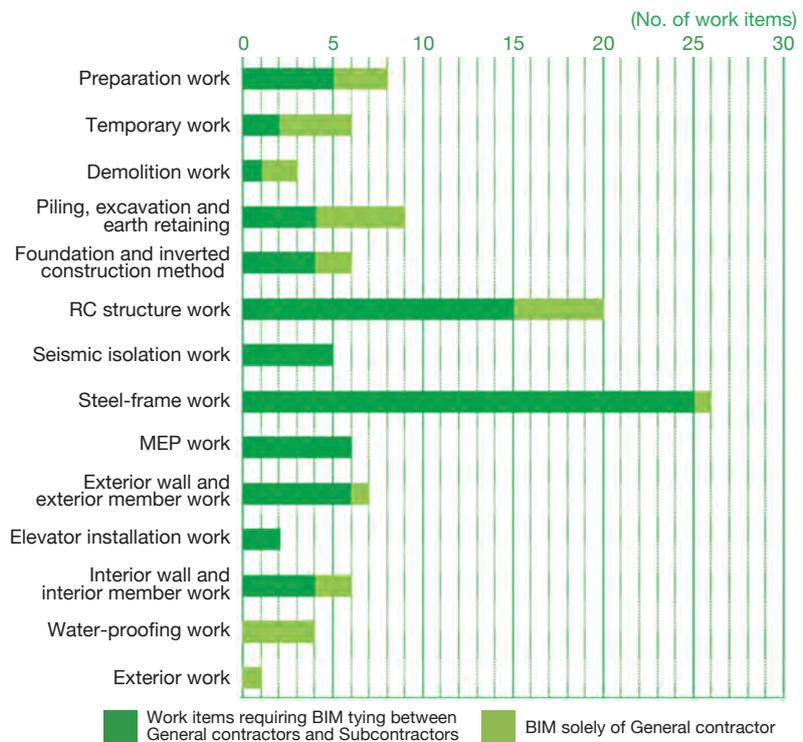


Fig. 3 Formation of BIM-based Consensus

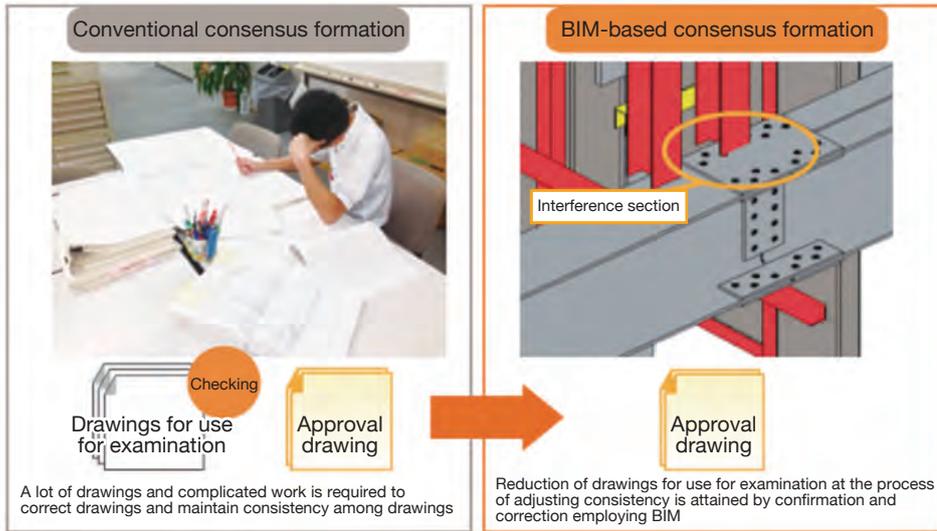
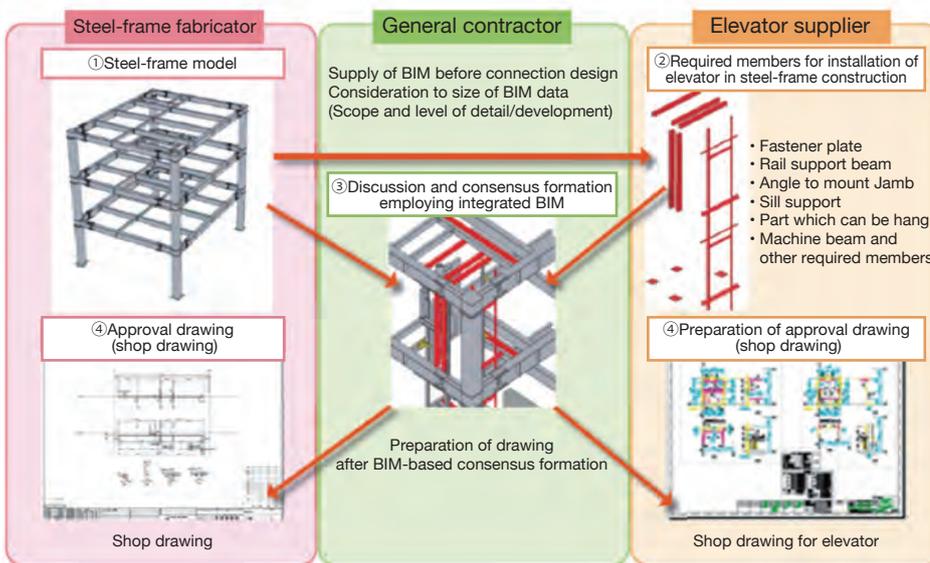


Fig. 4 Procedures for BIM-based Consensus (Example)



(13~14 页)

专辑：BIM 与 CIM□Construction Information Modeling (1)

实现钢桥的战略性维护管理的三维桥梁产品模型的运用

日本建设业联合会 松下裕明

大量现有桥梁陆续进入了高龄化时期，在有限的预算和人力资源条件下如何有效地开展维护管理成为日本的重要课题。

在这种状况下，以国土交通省为中心，正在积极推进采用在基于三维产品模型(3D-PDM)平台上对从调查到计划和施工、以及维护管理的事业过程总体进行整套管理的“CIM (Construction Information Modeling)”。3D-PDM 指对具备形状信息的三维模型，作为属性附加各项事业处理所需要的材料、规格、性能、数量以及成本等信息实现模型化。

本文介绍将钢桥的产品模型性能扩展作为 CIM 平台用于战略性维护管理的可能性。

钢桥的 3D-PDM 运用状况与课题

上世纪 90 年代后期，结合国土交通省推进采用 CALS/EC，钢桥行业开发了如图-1 所示的 3D-PDM 并已经运用。然而尽管有可能向三维设计及现场施工、维护扩展的 3D-PDM，但目前仍仅限于 NC 加工信息和作业资料的编制等运用于工厂制造的相关方面。

图-1 三维桥梁产品模型的概要

为了开展战略性维护管理而运用 3D-PDM

3D-PDM 是从与实物等价的结构体的调查、计划阶段开始在计算机内构建的，即便没有特别的知识，也可以通过视觉方便地了解建筑物的状态。通过这种压倒性的“易于理解性”实现业务处理的可视化，对产品模型实现了一元化的结构体信息在事业处理的总体中全面使用，可期待提高事业的效率、防止发生问题以及提高安全性。

图-2 是用于战略性维护管理的 3D-PDM 运用示意图，对反映建设时的设计、质量、完成状态信息的 3D-PDM 作为属性依次附加检查及修理、加固履历、健全度诊断记录等维护管理信息，构建用于维护管理的三维维护数据库。另外，近年来随着运用 ICT 技术和三维测量技术的维护管理技术的发展，通过与这些新技术的配合，产生了作为钢桥维护的

战略性维护管理工具的可能性。

图 2 用于战略性维护管理的三维桥梁产品模型的运用示意图

3D-PDM 在维护管理中的运用例

作为 3D-PDM 在维护管理中的运用例，以下介绍将激光扫描测定用于原有的斜拉桥定期检查的事例。(图-3)

本事例的特点是，对于斜拉桥的形状、钢索张力测定等定期检查，通过激光扫描完成，对测定的 3D 群数据进行解析处理实现 3D 实体模型，制作维护管理用 3D-PDM。采用激光扫描测定与以往的方法相比，不仅可提高测定的效率和质量，而且利用制作的 3D-PDM 在测定后可方便地确认结构体任意点的形状信息。

目前，虽然在 3D 模型化的精度及成本方面还有待改善，但我们认为这是可在视觉上掌握结构体长期变化的有效工具。

图 3 激光扫描测定与 3D 建模技术

结语

在土木建设领域，虽然在钢桥领域比较先行推进 3D-PDM 的采用，但目前仍停留在有限的利用范围。另一方面，ICT 技术以及三维测定技术近年来的发展显著，已经开始用于钢桥的施工管理，配合这些发展，3D-PDM 蕴藏着可运用于对基础设施开展战略性维护管理的巨大可能性。今后，我们期待 CIM 能够及早普及，加速运用三维技术的设备投资及开发。

Fig. 1 Outline of Three-dimensional Bridge Product Modeling (Modeler: Symphony)

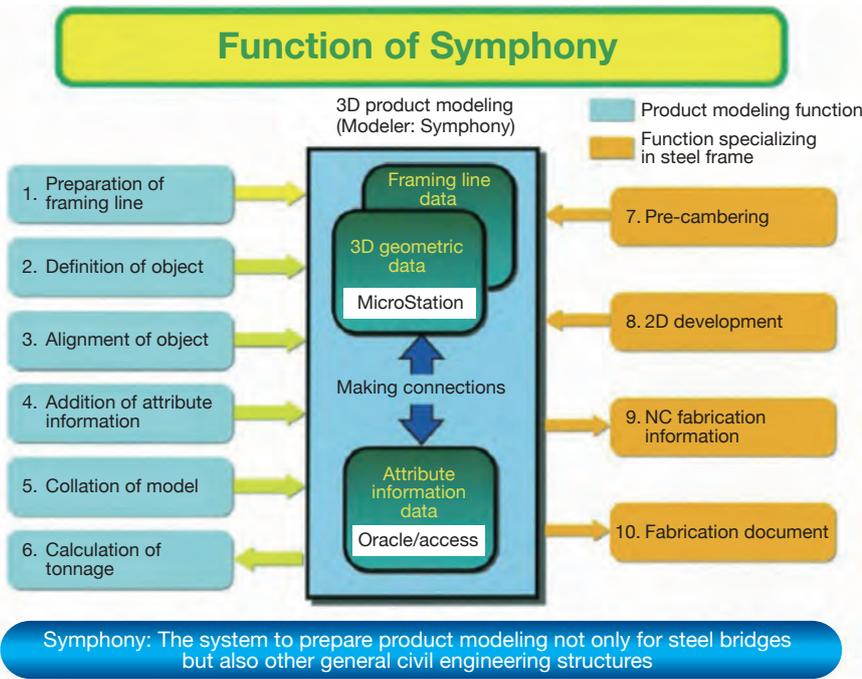


Fig. 2 Application of Three-dimensional Bridge Product Modeling Used for Strategic Maintenance (Image)

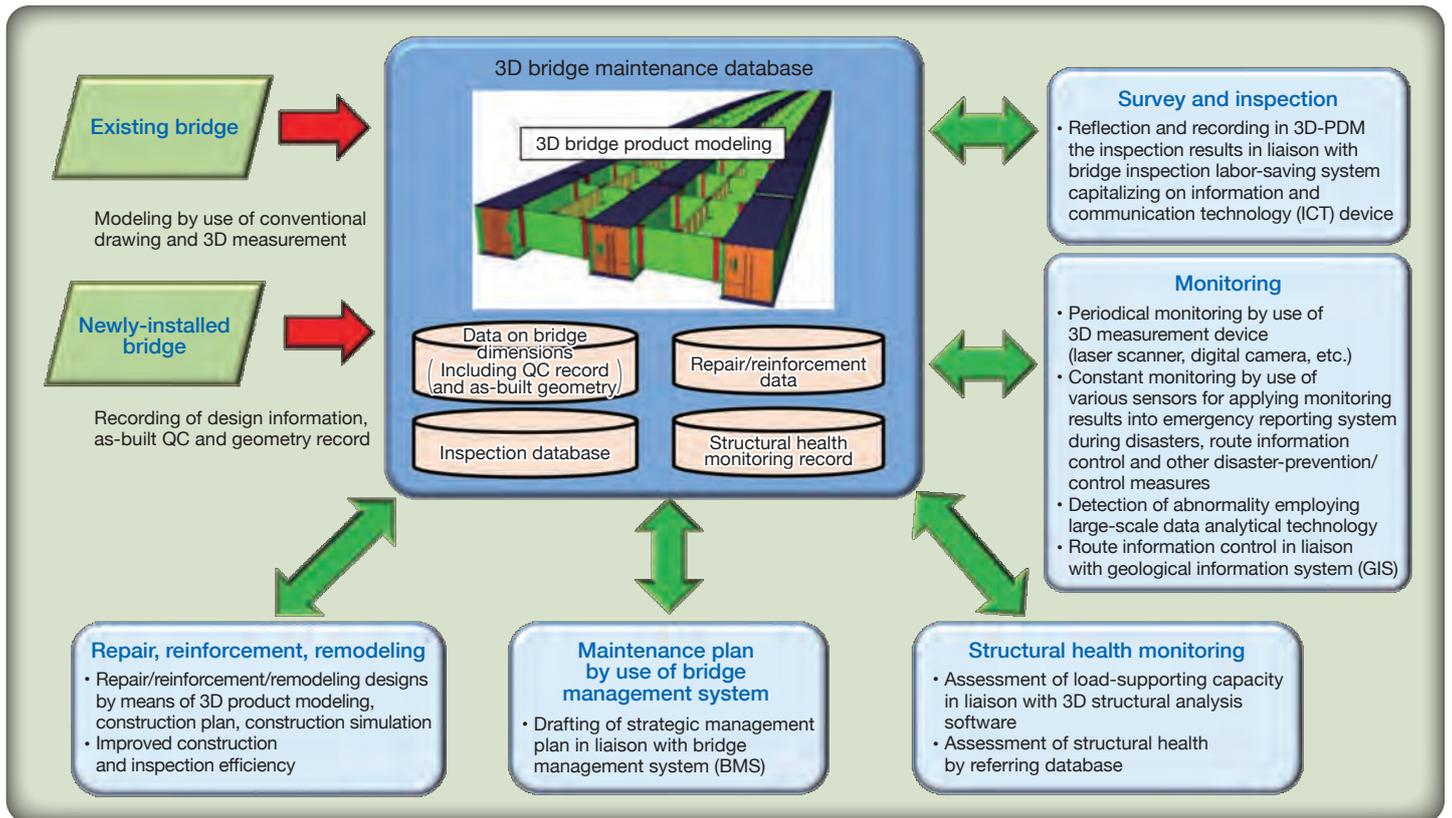
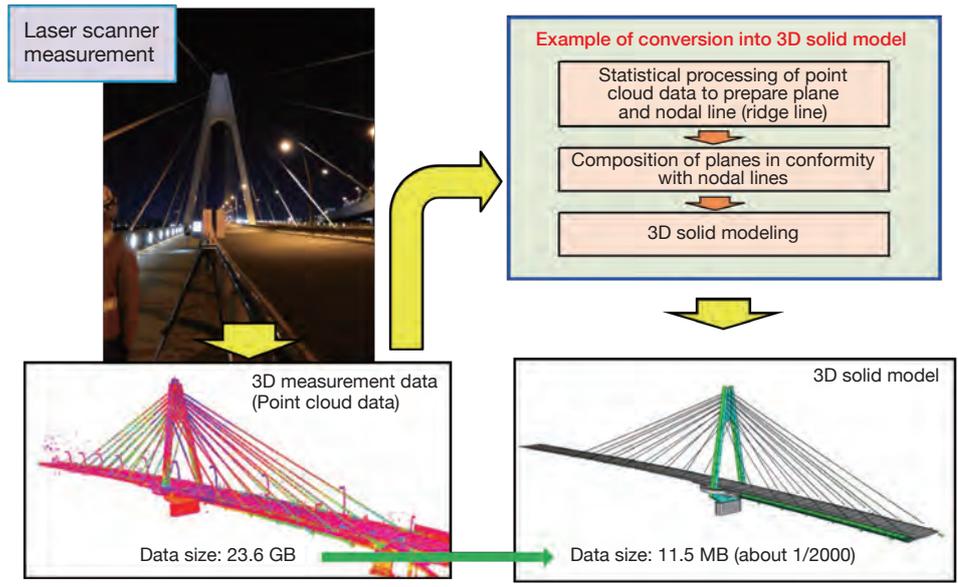


Fig. 3 Laser Scanner Measurement and 3D Modeling Technology



(15~16 页)

专辑：BIM 与 CIM □ Construction Information Modeling (2)

CIM 尝试的运用施工

高田机工 中根诚

本桥由中国地方整備局作为 CIM 尝试的对象施工（希望施工）下订单，是 2 跨连续非合成箱梁钢桥。

关于在本施工中运用 CIM，根据对有效性的讨论结果，我们着眼于“主结构与附属物的三维模型化”以及“三维模型上的信息一元化管理”。本文概要介绍该数据的制作步骤和利用方法。

数据的制作步骤

首先，通过“MASTERSON(JIP 科技株式会社)”根据设计图制作在工厂加工时使用的主结构 3D 模型。

其次，使用可比较方便地制作附属物 3D 模型的“Braz(JIP 科技株式会社)”，制作上部结构检修通道和上部结构排水装置附属物的 3D 模型。

最后，使用“AXEL3D(JIP 科技株式会社)”阅览包括主结构 3D 模型和附属物 3D 模型的信息输出。数据制作步骤图如图-1 所示。

图 1 数据制作步骤

本体结构与附属物的 3D 模型化

◆概要

制作主结构及附属物的 3D 模型实现可视化，在加工前验证构件之间的相互影响以及工厂加工中的问题。

◆工厂加工中问题的验证

在本桥的支点附近，支点上加固材、承载加固肋材以及支点上横梁背衬材等的位置靠近，需要验证构件的相互影响和作业空间等，以及在工厂加工中是否存在问题。对此，在通过二维图纸验证的基础上，使用了主结构 3D 模型（图-2）。

验证表明在加工方面不存在问题，工厂的加工顺利完成。

图-2 主结构的 3D 模型

◆主结构与附属物的相互影响确认

关于主结构与附属物的相互影响确认，通常通过 2 维图纸进行，但也需要对连接等以三维视野进

行确认。对此我们使用三维模型（图-3），在工厂加工前对主结构和附属物进行了相互影响的确认。

图-3 主结构与附属物的三维模型

三维模型上的信息一元化管理

◆概要

为了能够在画面上确认将来的维护管理等需要的信息，利用主结构以及附属物的三维模型，在主结构构件信息的基础上，补充了支点上反力、顶起加固材设计反力以及涂装记录表等信息。

◆主结构构件信息的一元化管理

制作主结构三维模型时，需要输入材质及板厚等钢材信息，其主结构构件信息可通过三维模型（图-4）表示。

将来，如果需要对本桥进行加固，可通过画面上的三维模型区分加固位置的材料及板厚，以提高作业效率。

图-4 主结构构件信息

◆维护管理信息的一元化管理

除了主结构构件信息之外，补充将来维护管理等所需要的信息，可通过画面上的三维模型确认（图-5、6）。

另外对于本施工，除了图-5、6 外，作为维护管理信息，补充设计条件、支点上反力、免震承载设计条件以及桥名板，可通过画面上的三维模型确认。

图-5 维护管理信息（顶起加固材设计反力）

图-6 维护管理信息（涂装记录表）

结语

关于在本施工中的 CIM 尝试性运用，建立“主结构与附属物的三维模型”，在加工前能够以较高的精度验证加工中的问题以及主结构与附属物的相互影响等问题。

通过“在三维模型上的信息一元化管理”，能够在画面上确认信息，对将来的维护管理将发挥重要作用。

另外，对维护管理信息补充到何种程度才能通过画面上的三维模型确认，这是今后的讨论课题。

最后借此机会，对本稿的执笔给予指导和建议的中国地方整備局鸟取河川国道事务所以及社团法人日本钢结构协会的各位表示由衷感谢。

Fig. 1 Data Preparation Procedures

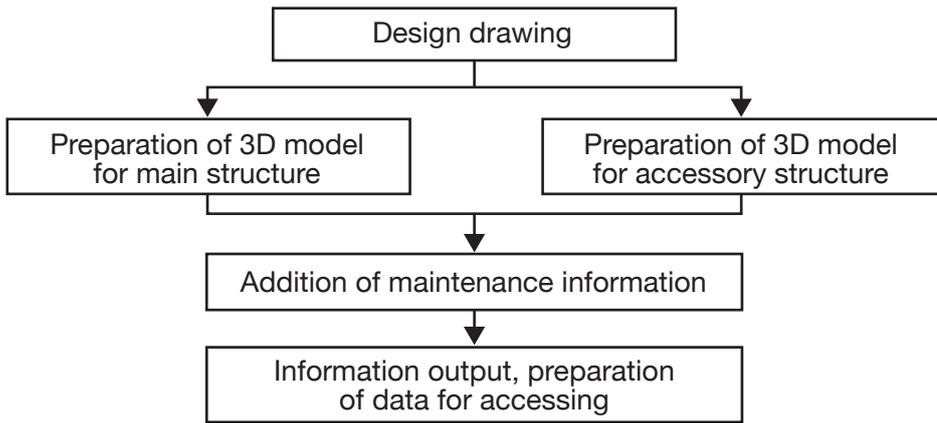


Fig. 2 Three-dimensional Model for Main Structures

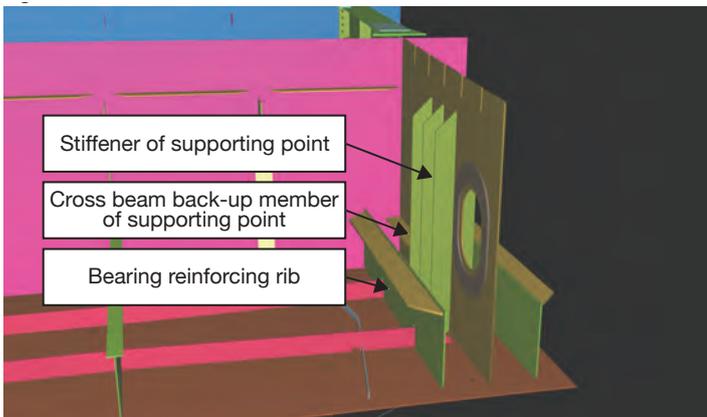


Fig. 3 Three-dimensional Model for Main Structures and Accessory Facilities

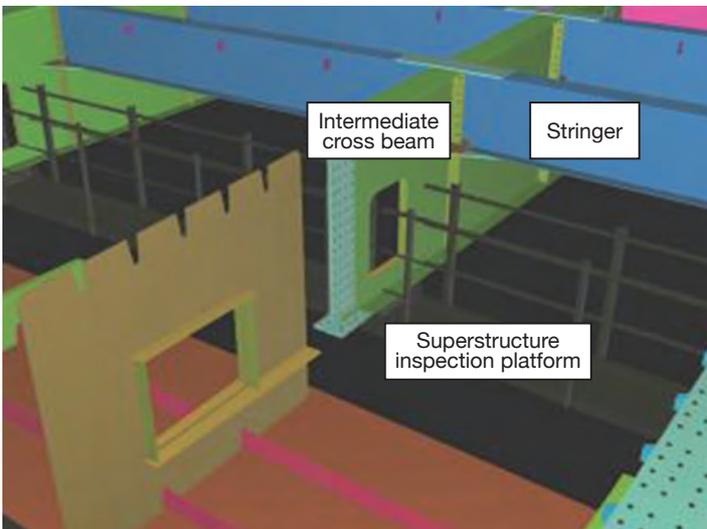


Fig. 4 Information on Members of Main Structures
Information on members of main structures

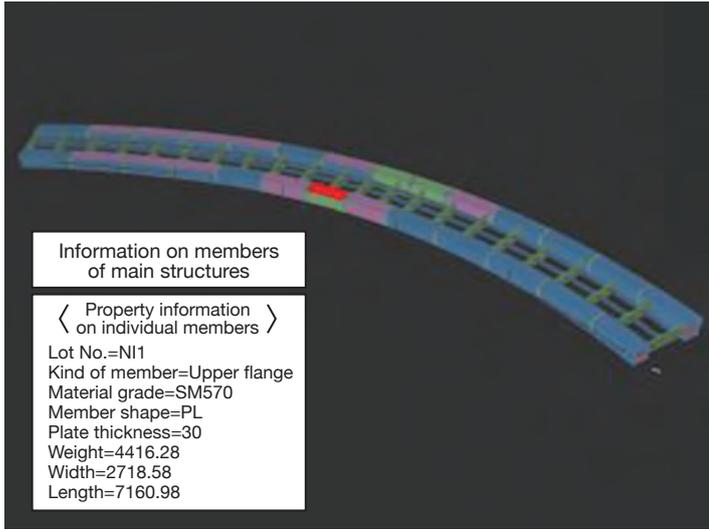


Fig. 5 Maintenance Information (Jack-up Stiffener Design Reaction Force)

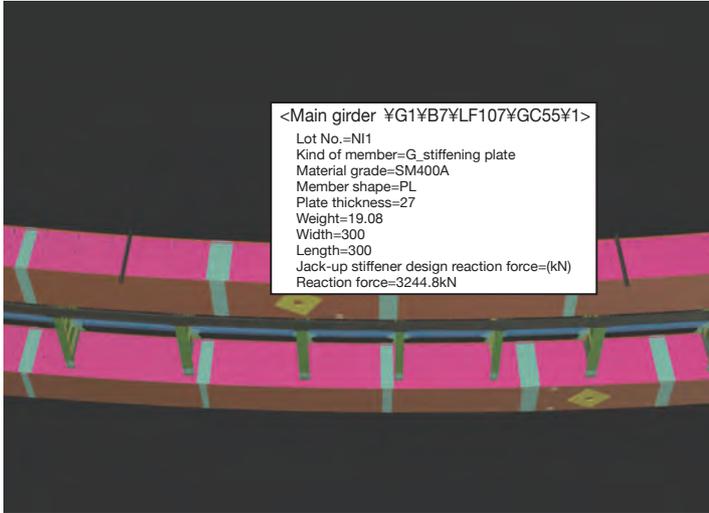
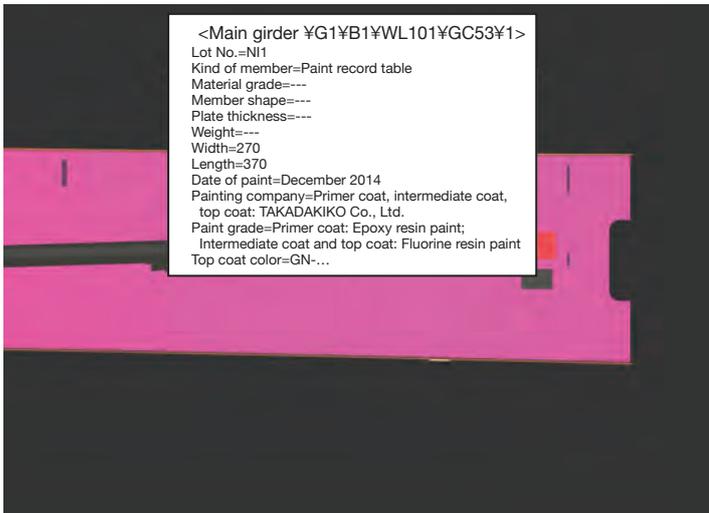


Fig. 6 Maintenance Information (Paint Record Table)



(17~18 页)

专辑：不锈钢

日本的不锈钢结构的应用现状

新日铁住金不锈钢株式会社 志村保美

关于不锈钢在日本的应用，除了汽车领域、家用及专业机械领域外，在建筑领域的应用较多。在建筑领域，以建筑物的屋顶壁材为首，对要求耐蚀性和外观性的部位广泛应用不锈钢。许多这些应用形态使用薄板，但使用厚板的结构构件用途在近年来呈现增加的趋势。

作为结构构件用途，由于要求具备对于地震的结构安全性以及对于腐蚀的安全性，因此对应应用领域制定了设计标准，对于将不锈钢作为结构构件使用时的安全性，需要获得官方的认可。目前，对不锈钢规定的建筑领域的设计规范如表 1 所示。另外，即使没有规定设计标准，也按各领域建立了针对运用新技术的机制，利用该机制，新的不锈钢也得到了运用。

作为结构用途的不锈钢，除了 JIS 规定的奥氏体系不锈钢的 SUS304、SUS316 外，还有二相系的 SUS821L1、SUS32304、SUS329J3L 等。参见表 2。

表 1 各类标准规定的不锈钢

表 2 二相钢的标准

适用事例

关于不锈钢在建筑领域的应用，以往 SUS304、SUS304N2、SUS316 为主要规格，但近年来在高强度和经济性方面效果显著的二相系不锈钢的应用扩大，因此以下介绍这方面的内容。

◆SUS329J3L

作为在东京站八重洲侧出口遮盖地下街换气口的设施，为了与周边的设计融为一体，采用了如照片 1 所示对壁面用植物遮盖并部分露出不锈钢的方法。考虑种植植物的潮湿环境以及来自铁路车站的锈蚀等影响，为了降低对原有的地下街结构的荷载负担而采用了 SUS329J3L。

照片 1 东京站换气口遮板

◆SUS323L

在河流设施，不锈钢用于水坝设施及水闸。尤其是近年来，为了实现未来的无维护化，采用不锈钢的项目增加。使用 SUS323L 的水闸事例如照片 2 所示。采用高强度不锈钢，减轻闸门的重量，也可

减少提升装置的功率，降低基础成本，选用这种材料可在总体上获得极高的经济效果。

照片 2 水闸

◆SUS821L1

作为开发可再生能源的一部分，太阳能发电设备大幅增加，将不锈钢用于太阳能电池板的支架(照片 3)。运用高强度不锈钢，全面实现构件的轻量化，改善在宽阔场地的作业效率可缩短工期等，对降低总体成本做出贡献。

照片 3 太阳能电池板的支架

◆SUS329J4L

不锈钢也运用在水道设施，照片 4 为供水池水箱，采用了二相不锈钢 SUS329J4L。该水箱储存用于饮用的杀菌自来水进行供水，对气相部位尤其要求高耐蚀性，根据曝露试验的结果选择了这种材料。对水箱内部的构架也采用了同种钢材的热轧成型钢。

照片 4 供水池水箱

结语

与碳钢相比，不锈钢虽然属于价格高的材料，但在以便于维护为前提的外观性运用领域、以及降低寿命周期成本为目的的领域，其需求正在不断扩大。可实现高强度不锈钢轻量化的二相系不锈钢是能够进一步实现经济合理性的材料，我们期待今后扩大不锈钢的应用。

Table 1 Grades of Stainless Steel Specified in Various Standards

Target facilities in construction standards, and building standards	Stainless steel grades
Dam, weir	SUS304, SUS316
Water service (aqueduct)	SUS304, SUS316
Water service (reservoir)	SUS304, SUS316, SUS329J4L
Building Standard Law	SUS304, SUS316, SUS304N2

Table 2 Grades of Duplex Stainless Steel Specified in Various Standards

JIS	ASTM	EN
SUS821L1	S82122	-
SUS323L	S32304	1.4362
SUS329J3L	S32803, S32205	1.4462
SUS329J4L	-	1.4507
SUS327L1	S32750	1.441

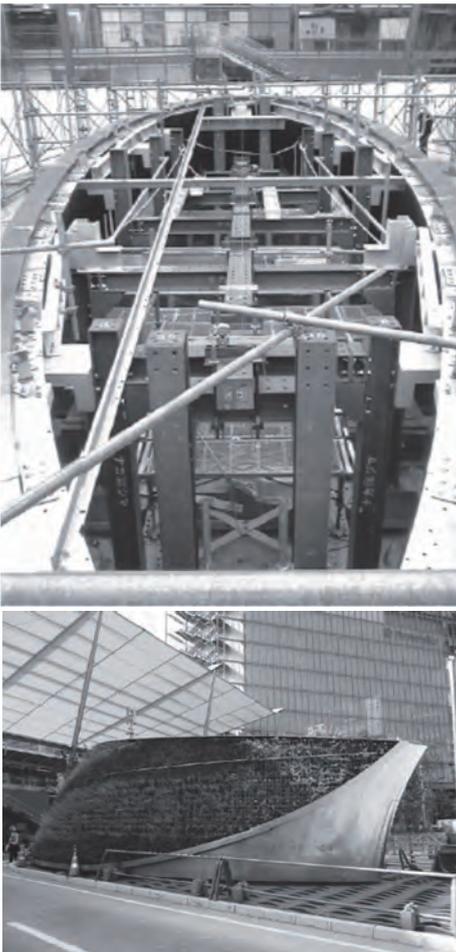


Photo 1 Ventilation opening cover at the Tokyo Station



Photo 2 Floodgate (sluicing outlet)



Photo 3 Solar panel framing

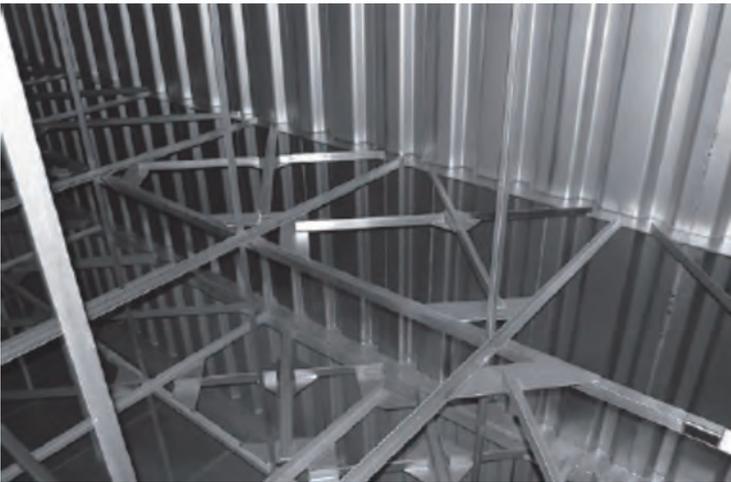
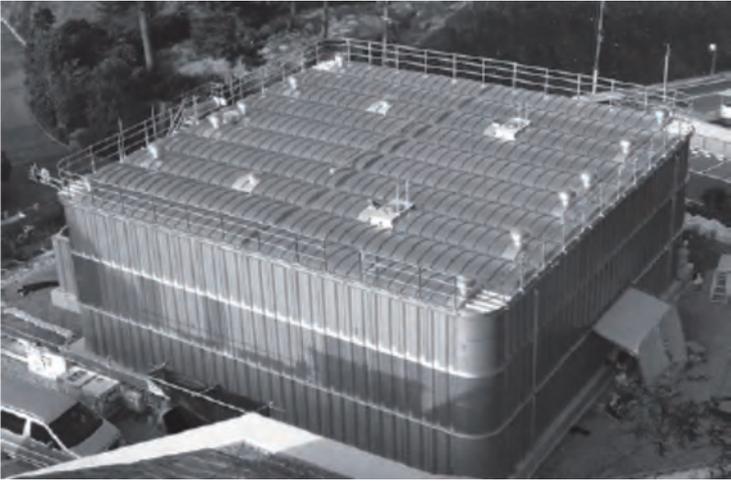


Photo 4 Atami Baien service reservoir

(封底)
日本钢结构协会的近期活动

50周年纪念钢结构座谈会 2015 ～奋起！通过钢结构实现变革～

11月18日～20日，日本钢结构协会（JSSC）在东京举办了为期3天的“钢结构座谈会2015”。这是为了纪念JSSC成立50周年而策划的活动，设立了“奋起！通过钢结构实现变革”特别专题（第1部分、第2部分）。

在第1部分的特别演讲中，以“奋战在技术的最前线～向未知领域展开挑战”为主题，关于宇宙太阳能发电站及微波输电的商业应用、以及通过“Hayabusa”进行小行星采样返回在宇宙探查技术开发中实现的变革，由从事最先进技术的研究学者发表了演讲。

在第2部分的特别讨论中，以“钢结构改变今日、创造未来”为主题，针对钢结构领域的最先进技术和最新发展以及技术展望举行了专题讨论。

此外，作为青年技术人员发表研究成果的机会，按惯例举行了“学术会议”、日本钢结构协会业绩表彰、获奖纪念演讲（参见1～6页内容）。另外，我们还与日本钢铁协会联合举办了以“钢材及其运用技术的发展历程”为主题的研讨会，并且作为以会员企业的技术信息为中心的宣传活动的同时举行了“企业图片展示”。许多钢结构技术人员及研究人员等参加了这次活动（累计人数达1,500名以上），提供了一次宝贵的交流机会。

图 50周年纪念座谈会海报

国际委员会委员长致辞

野上邦荣（首都大学东京 教授）

社团法人日本钢结构协会（JSSC）国际委员会从2009年的第26期开始，每年1次发行《Steel Construction Today & Tomorrow》。钢结构协会自成立以来，从事有关钢结构的调查研究和技术开发，致力于钢结构的普及和技术的提高，同时对国际组织的活动提供协助。

今年，我们迎来了钢结构协会创立50周年，因此举办了“JSSC 钢结构座谈会2015”的盛大纪念活动。今后，面向下一个50年，我们将推进钢结构的普及和技术开发，同时向全世界广泛宣传。

本期与以前同样，首先介绍了钢结构协会评选

的业绩奖和论文奖。作为专辑，关于“建筑设计的BIM以及土木施工的CIM”，介绍了BIM（CIM）在日本的设计、施工、维护管理的应用现状。另外，还登载了有关JSSC成立50周年以及钢结构座谈会报告等活动内容。

为了实现标准类与国际化接轨，国际委员会积极开展与海外相关团体进行的技术信息交流和人员交流活动。作为其中的一环，虽然每年发行1次，但是我们力求通过本刊介绍协会的活动、以及日本的建设动向、计划、设计和与建设相关的技术及技术开发信息，今后仍将积极开展这方面的交流工作。

有关本期的内容，如果各位读者有希望获取更详细的资料等要求，请与担当事务局（info-jssc@jssc.or.jp）洽询。



Poster prepared for the 2015 symposium
"Innovations from Steel Construction!"