

STEEL CONSTRUCTION TODAY & TOMORROW

(第 47 期, 2016 年 4 月)
日本鋼鐵聯盟與日本鋼結構協會會刊

中文版

英文版期刊《Steel Construction Today & Tomorrow》每年出版 3 期, 以相關的企業高管、各工業行業的公司以及管理機構為對象, 面向全球發行。本刊的主要目的是介紹有關鋼結構的標準和規範、建築施工和土木工程領域的先進建設項目實例以及最新施工技術和材料等。

為了更便于中國的讀者理解這些內容, 我們對本刊的文字部分編輯了中文版, 與英文版一並提供。關於照片和圖表, 其英文版附在各段文章的最後一頁。另外, 也請參照英文版確認技術性說明和具體內容。

第 47 期 (2016 年 4 月) : 目錄 — 特刊: 日本鋼結構協會 —

日本鋼結構協會業績表彰	
Nhat Tan 橋	1
絲帶小聖堂 (Ribbon Chapel)	3
日本生命丸之內花園塔	4
讀賣新聞東京總公司大廈	5
加固原有不合格鋼結構構架的設計方法	6
采用有效切口應力概念防止焊道疲勞破壞工藝的討論	7
專輯: BIM 與 CIM	
外觀設計・結構設計的 BIM	8
在施工 BIM 方面對鋼架施工的期待	11
實現鋼橋的戰略性維護管理的三維橋梁產品模型的運用	13
CIM 嘗試的運用施工	15
專輯: 不鏽鋼	
日本的不鏽鋼結構的應用現狀	17
日本鋼結構協會的近期活動	封底

注: 頁數為英文版第 47 期的頁數
中文版: ©一般社團法人日本鋼鐵聯盟 2016

郵政編碼 103-0025
東京都中央區日本橋茅場町 3-2-10
一般社團法人 日本鋼鐵聯盟
傳真: 81-3-3667-0245
電話: 81-3-3669-4815
電郵地址: sunpou@jisf.or.jp
URL <http://www.jisf.or.jp>

一 特刊：日本鋼結構協會－ 日本鋼結構協會業績表彰（2015）

（1～2 頁）

協會獎

Nhat Tan 橋

獲獎單位：IHI 基礎設施系統公司、三井住友建設共同企業體

Nhat Tan 橋坐落在越南的內拜國際機場至河內市中心的新幹道上，主橋部分長度 1,500m，是一座六跨鋼索斜拉橋，設有 8 條車道。這座多跨斜拉橋是在東南亞地區的首次應用，同時在全球也屬罕見。圖 1 是主橋的總圖和橫截面圖。

塔架的基礎採用了鋼管板樁（SPSP），鋼管的總重量為 14,200 噸。錨箱和鋼梁的總重量約為 15,000 噸。斜拉索採用了新型預制平行鋼絲拉索，斜拉索共有 220 條，斜拉索的總重量約為 1,800 噸。

這座斜拉橋的建築和結構設計由株式會社長大及大日本工程諮詢株式會社（NE）在交通工程設計公司（TEDi）的協助下完成。

建築施工由株式會社 IHI 基礎設施系統（IIS）及住友三井建設株式會社（SMCC）的合資公司完成，該合資公司由 IIS 牽頭。

圖 1 主橋的總圖 / 橫截面圖

總體施工工藝

主橋跨越的寬 1.0km 的河流是一條重要的航道，所以不允許採用占用河道（諸如在河上建造排架）的施工工藝。因此，該橋採用了在各塔架周圍的斜式排架工藝，並且對包括該橋邊跨的其餘部分採用了平衡懸臂施工工藝，請分別參見照片 1 和 2。邊跨通常採用排架預先建造，因此對大型斜拉索多跨橋的全跨應用懸臂工藝架設在世界上是首次嘗試。

照片 1 斜式排架的施工

照片 2 懸臂架設的施工

鋼管板樁（SPSP）基礎

承載主橋的 5 座塔架的基礎採用了鋼管板樁基礎工藝。這是在日本開發的技術，與常規工藝相比縮短了工期，同時提高了針對地震和軟弱地基的強度。這項技術首次用於東南亞地區，並且獲得了成

功。SPSP 的施工狀況如照片 3 所示。

在越南將 SPSP 基礎工藝新編為基礎系統（TCVN:24）的一項標準。

照片 3 SPSP 的施工狀況

階段分析與幾何形狀控制

・階段分析

架設施工中，為了檢查橋梁的結構完整性進行了正裝階段分析。這是在該模型中的一個值得注意的要點，採用了代表鋼梁和混凝土橋面板的兩個獨立梁單元的魚骨模型，因此，實現了有效的混凝土橋面板的蠕變和收縮的建模，更接近於實際的蠕變和收縮，並且便於主梁的複合及非複合段效果的建模。（參見圖 2）

圖 2 分析模型

・幾何形狀控制

在懸臂架設施工中，需要對橋梁建成後的幾何形狀預測在各架設階段進行調整的效果。施工階段的結果用於作為目標值，在斜拉索的拉緊施工時進行比較。

考慮到邊梁、錨箱、以及斜拉索的加工誤差，對目標值進行對應調整。

對於所有斜拉索的安裝和調整開發並應用了包括上述各項措施的系統。目標位移（分析值）與校準的測量值的比較如圖 3 所示。

圖 3 懸臂架設中目標值與大梁實際位移的比較

鋼結構的制作施工

如表 1 所示，鋼結構的制作在 3 個工廠進行，50%以上的施工由亞洲 IHI 基礎設施公司（IIA）完成。IIA 是 IHI 公司的子公司，在越南的海防擁有制作工廠。（參見照片 4）

表 1 鋼結構制作的概要

照片 4 鋼結構的制作狀況

為了保證鋼橋的高質量，在 IHI 公司位於日本的愛知工廠對越南的制作監管人員進行了為期 3—4 個月的培訓，同時在制作作業中對各制作階段派遣了日本的技術主管。

此外在制作施工中，進行了工廠視察和檢驗，在越南完成了高質量的鋼結構制作，證明了日本向

越南另一項成功的技術轉讓。

通過各種努力，在 IIA 完成的鋼結構的質量與在日本制作的鋼結構達到相同程度。

Nhat Tan 橋——河內著名的地標

由于採用了鋼結構，建設工期比原主進度計劃縮短了 4 個月。因此，向越南以及全世界表明採用鋼結構在橋梁建造和其他建設施工中的優越性。

主要採用鋼結構建造的 Nhat Tan 橋已經成為河內的著名地標物。尤其到了夜晚，塔架在五光十色的燈光照射下絢麗繽紛，成為越南的一座景色最優美的大橋（照片 5）。

照片 5 Nhat Tan 橋的夜景

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

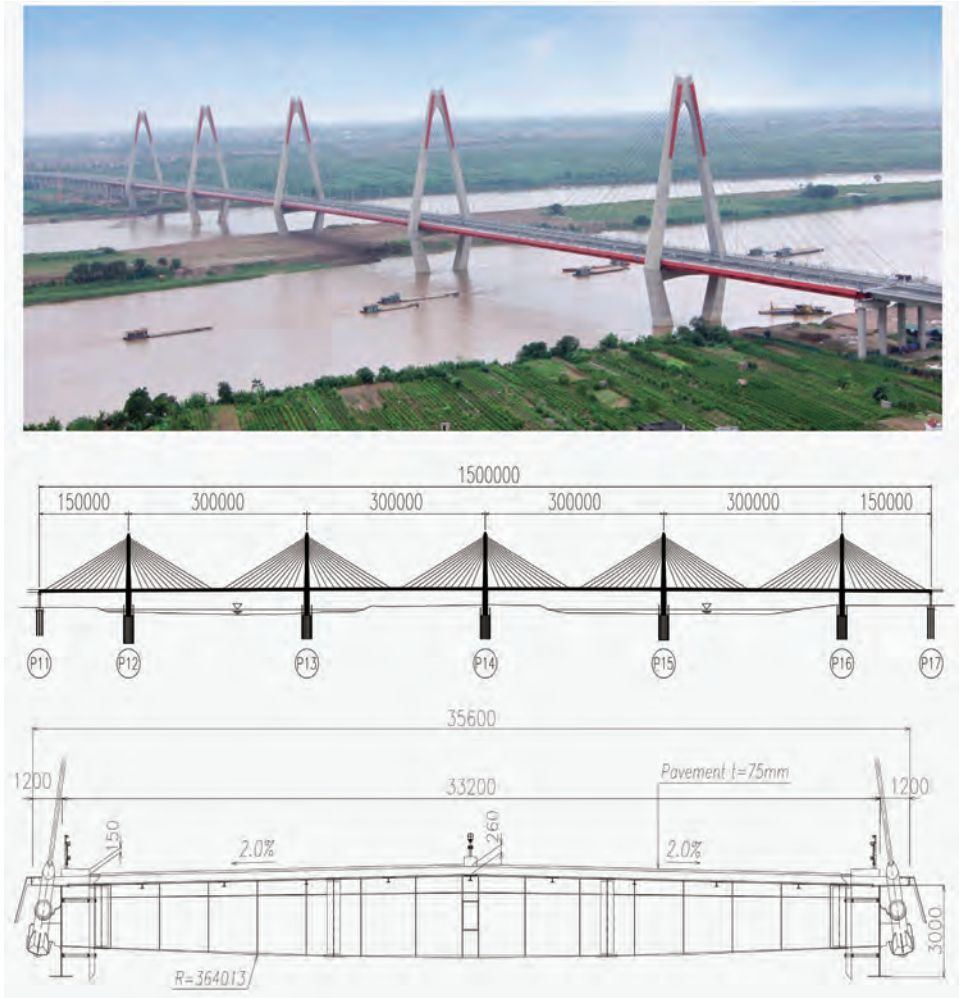


Fig. 2 Analysis Model

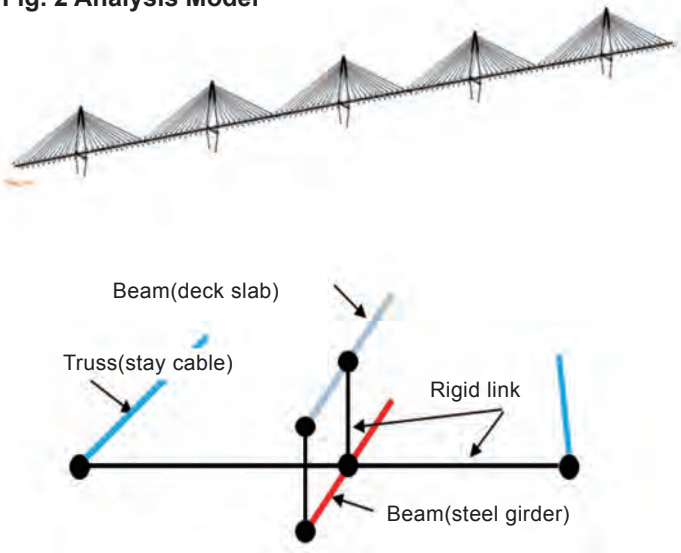


Photo 1 View of construction by inclined bent



Photo 2 View of construction by cantilever erection



Photo 3 SPSP installation

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

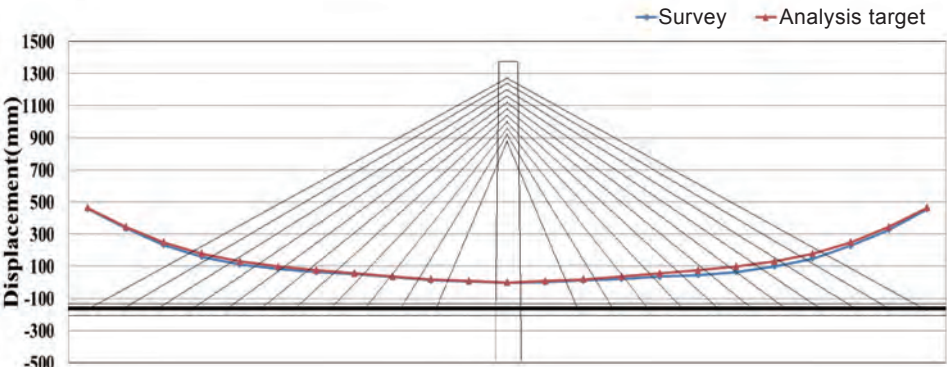


Table 1 Steel Fabrication Summary	
IHI Aichi (Japan)	2,500 tons
IHI Infrastructure Asia Co., Ltd. (IIA) (Vietnam)	7,885 tons
Mitsui Thang Long Steel Construction Co., Ltd. (MTSC) (Vietnam)	4,000 tons



Photo 4 Steel fabrication works



Photo 5 Night view of Nhat Tan Bridge

(3 頁)

業績獎

絲帶小聖堂 (Ribbon Chapel)

獲獎者：NAP 建築設計事務所 中村拓志、ARUP
柴田育秀、新日鐵住金工程公司 蓑田勇造

絲帶小聖堂是一座婚禮會場，座落在日本廣島的一個度假酒店的場地內。設計的靈感來自一條飛舞的絲帶，兩條螺旋樓梯環繞在小聖堂的外側，在屋頂陽台相會，從這裏可遠眺瀨戶內海的美景。這座鋼結構的高度為 15.4m，面積為 72m²。兩條樓梯的起點位于地面的不同位置，然後在頂部融為一體，象征著兩位新人通往美滿姻緣的幸福路徑。該結構可被視作一個螺旋彈簧，受到來自上方的壓力作用而上下移動並扭曲和擴展，然而與普通螺旋彈簧的不同之處是建築師採用了自由造型的設計（圖 1）。

採用螺旋式自由造型 3D 設計的“懸浮”樓梯在建造和鋼結構制作的成本和工期兩方面提出了前所未有的挑戰。因此，這座建築的幾何形狀被重新定義為 88 個二維圓弧的鋼構件組合，每個構件具有 10mm 的最大允許變化，創建了一個 3D 自由造型。

在鋼結構方面的挑戰包括：

- 提供支撐而不影響美觀
- 應對振動及地震的影響
- 控制鋼結構自重造成的位移

我們對穩定位移的解決方案是在兩個樓梯穿越路徑的四個方向連接四個點。由此創建一個三維承載系統以抵抗水平力、以及採用卡箍的基本結構概念以抑制兩個樓梯向外膨脹，提供彼此相互的水平支撐。採用直徑為 100mm 的鋼柱承載垂直荷載。鋼柱僅支撐內螺旋，而外螺旋以懸垂的形式連接到內螺旋。（參見圖 2）

其次，由於絲帶小聖堂位于地震區域，因此採用基礎隔震系統減輕地震力，提高建築的耐久性，所以無需修改造型、系統、規範或材料規格來保證穩定、安全的建築結構，但仍舊保留原先的設計創意。另外，在外螺旋的 3 處位置，樓板的固有振動頻率低於 8Hz，造成因腳步誘發的震動問題。對此，為了保證來賓的舒適性，採用 3 個懸臂式調諧質量阻尼器來抑制樓板震動。

第三個挑戰是在建造時因自重導致從設計位置的位移。根據預測，在施工完畢、拆除腳手架後，建築物會承受最大 32mm 的旋轉位移，造成垂直支柱發生傾斜。

我們的解決方案是：

- 對制作的鋼結構形狀考慮計算的變形效果和 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傾斜與旋轉位移相同、方向相反的角度。結果表明，在完成了施工後，支柱將垂直向回“扭曲”。（參見圖 3）

我們通過實際的應用作為創新的解決方案實現這個概念。這將成為在全球唯一的結構體系。包括耐久性結構系統和簡化的制作工藝的總體設計實現了生態環保、降低成本以及時間效率。這是一個標誌性的雙重目的設計，既是一座婚禮會場，又是一個展望台，每年吸引的新遊客數量持續增加。雖然這座建築的規模不大，但卻凸顯了先進的設計理念和嶄新的創意。。

圖 1 結構概念模型

圖 2 絲帶小聖堂的結構構件

圖 3 3D 凹面偏移吸收垂直支柱的位移

照片

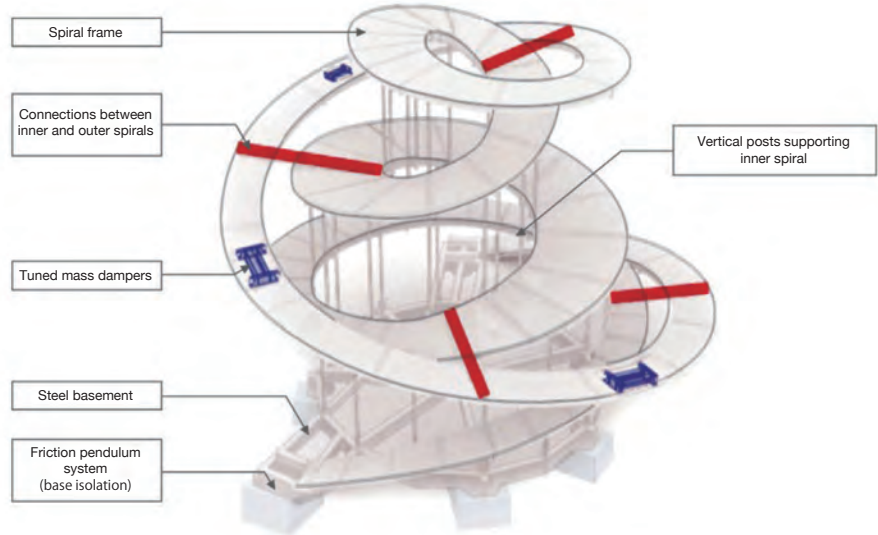
絲帶小聖堂

小聖堂向上盤旋的樓梯，在崖邊俯瞰大海

Fig. 1 Structural Concept Model

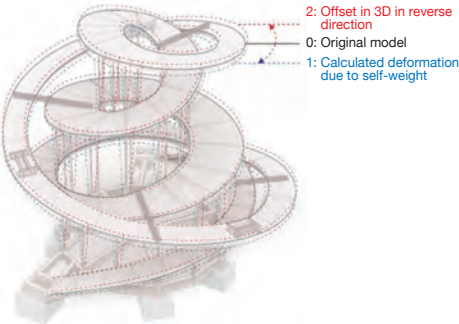


Fig. 2 Structural Components of Ribbon Chapel



The chapel spirals up a cliff overlooking the sea

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



Ribbon Chapel

(4 頁)

業績獎

日本生命丸之內花園塔

獲獎者：日建設計 長瀬悟、金山功、加賀美安男
大林組 高橋徹、田中祥之

日本生命丸之內花園塔是一座高 115m 的辦公樓，位于靠近皇宮的東京市中心。令人印象深刻的建築立面是結構和建築元素的一部分。此外，這座建築還設有環保型遮陽裝置，減少熱量的進入。利用各種鋼材優點的結構性解決方案綜合了建築、結構以及環境方面的設計。

結構的設計要求

對結構的設計要求如下：

- 視野開闊、寬敞的無立柱辦公空間
- 產生立體形象的立面設計
- 高抗震能力
- 獲得金牌認證的可持續性設計 LEED（節能與環保設計的先進性）

結構設計解決方案

針對結構設計采用了以下解決方案：

- 由芯構件和周邊框架構成的結構
- 連接芯構件和周邊的 27.5m 長橫梁
- 周邊外露式立柱的立面設計
- 地震響應控制設計
- 基于防火性能的鋼框架設計
- 使用回收鋼材的可持續性設計

結構系統

· 采用複合結構系統承載重力

64.8m×27.5m 的辦公空間的重力荷載由連接芯構件和周邊框架的 27.5m 長鋼梁支撐。對 RHS 和 CHS 鋼柱采用 Fc60 和 Fc80 規格的高強度混凝土灌注。對 27.5m 長 H 型鋼梁，部分填充混凝土加固，以改善樓面的振動性能。

· 用于響應控制的水平結構系統

— 芯構件的地震能量吸收裝置

爲了減少對地震和風力的響應，對芯構件采用由抗壓曲支架和牆式阻尼器構成的複合式遲滯及粘性被動耗能系統。

— 周邊構件的抑制地震破壞裝置

采用圓柱型金屬減震器和低屈服點鋼材抑制周邊框架受到的地震破壞。交替設置圓柱型減震器與雙柱的組合支撐重力荷載，同時通過周邊梁的連接

構成抗力矩框架。

在正確位置選擇結構材料

· 鋼材規格

考慮設計承載和結構作用，對用于鋼柱和鋼梁的主要鋼材的屈服點選擇 325、385、440 N/mm²。用于抗壓曲支架和周邊圓柱型金屬減震器的鋼板具有較低的屈服點，爲 225N/mm²。

· 用于複合立柱及橫梁的混凝土

對複合立柱和 27.5m 長橫梁采用高抗壓強度的 60 及 80N/mm² 的混凝土，有效支撐重力荷載。

· 實現可持續性的回收鋼材

屈服點爲 235 和 325N/mm² 的回收鋼材廣泛用于橫梁，獲得了綠色建築認證。

鋼結構的制作和現場架設

獲得了工廠制作和現場架設的高施工精度，有助于實現建築、結構以及環境一體化設計。

（圖表及照片）

建築物的外觀

周邊立柱

典型辦公樓面平面圖

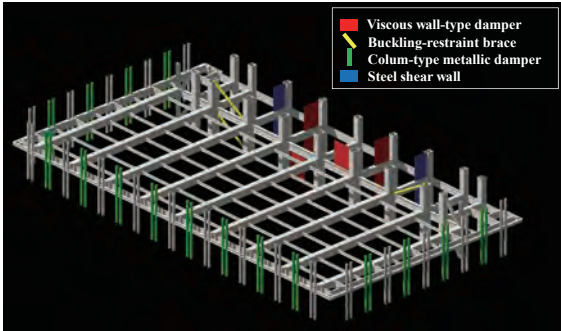
主結構計算機繪圖



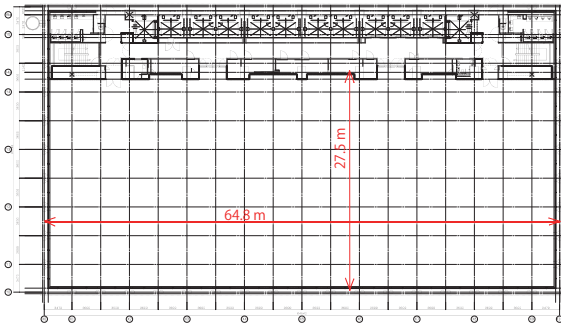
Building appearance



Perimeter column



Main structure CG



Typical office floor plan

(5 頁)

業績獎

讀賣新聞東京總公司大廈

獲獎者：日建設計 小板橋裕一、木村征也、加賀美安男、清水建設

在讀賣新聞東京總公司大廈的計劃中，針對以下設計、施工方面的課題進行了創意並采取措施，建成了一座對鋼結構的發展和普及做出貢獻的建築。

主架構在即使發生首都地區直下型大地震時仍保持彈性，確保可維持報社總部功能的高抗震性能。

對立柱、大梁採用高強度鋼材（立柱：SA440C 鋼材、TMCP385B 鋼材），實現了普通超高層抗震結構約 3 倍以上高能量吸收效率的“特定層能量吸收防震結構”。

降低發生長周期地震時或大地震時的滯後搖動計劃

在屋頂配置可應對 2~200gal 樓面響應加速度的 AMD，不僅對於風力產生的搖動、而且也可以對地震時的滯後搖動發揮抑制作用。

即使發生超過大地震的意想外特大地震時也不會倒塌的措施

開發並採用了對塑性變形性能高的梁端梁腹的局部壓曲進行加固細節結構。在高強度鋼材的立柱—大梁焊接連接處進行各種焊接施工試驗，找出夏比韌性高的焊接施工條件用於制作施工。

實現建築物長壽命、降低環境負荷的措施

使用樓面響應加速度、變位測定等對防振、抗震構件進行監視。採用裝有雙層低輻射玻璃的 2 片大跨度懸吊纜索桁架，形成了大幅降低熱負荷的寬闊中庭立面。另外，將總公司舊樓的原有軀體作為新建施工的支撐牆以及承載地基的一部分加以利用，減少了廢棄材料和多余土方，並且降低了擋土牆等臨時設施鋼材的用量。

(照片、插圖)

結構概要

全景

禮堂

Structural Outline

Aboveground section
 • Steel structure,
 CFT for part of
 column (FC90~60)

14F~
 • Grade of steel
 product for
 column: SN490C

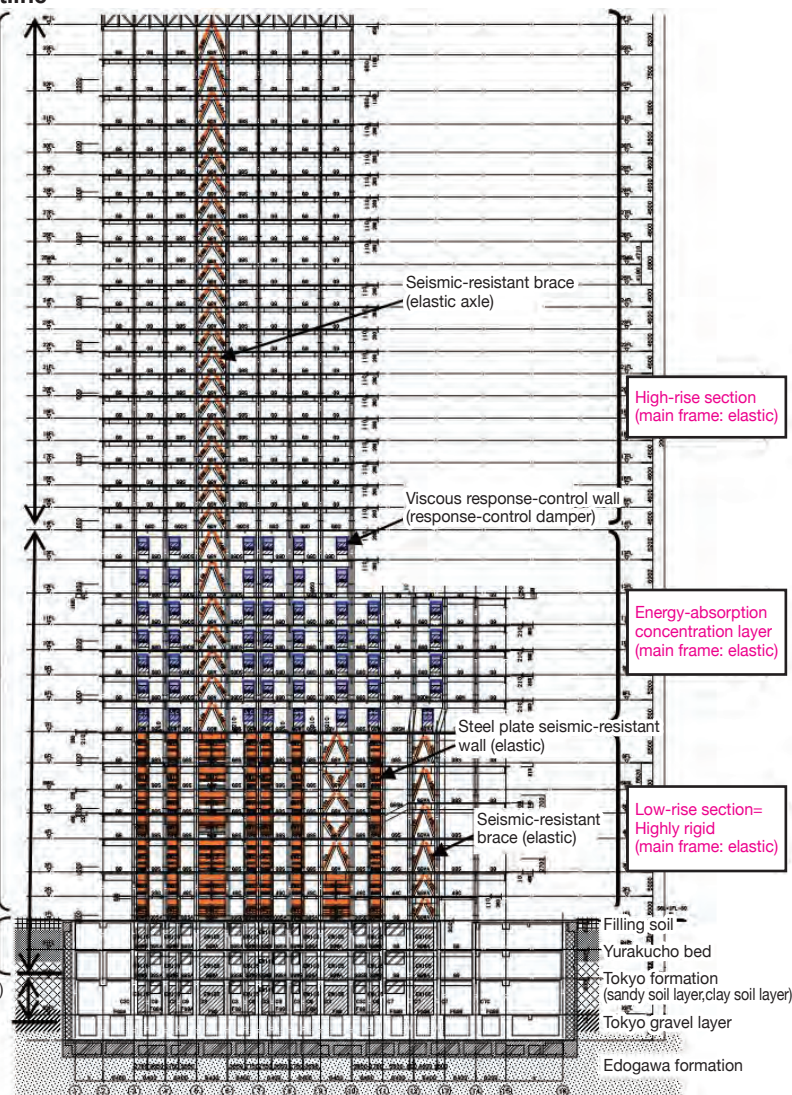
15F~
 • Grade of steel
 product for
 column: SN490B

Adoption of
 high-strength
 steel product for
 main frame

B2F~7F
 • Grade of steel
 product for
 column: SA440C,
 TMCP385C

2F~14F
 • Grade of steel
 product for
 girder: TMCP385B

Underground section
 • SRC structure
 (partly RC structure)
 Foundation
 • Spread foundation



Full view



Spacious atrium façade

(6 頁)

論文獎

對立柱使用 STKR 材料加固原有不合格 鋼結構構架的設計方法

獲獎者：京都大學 聲高裕治、宇都宮大學 中野達也

2007 年對建築基準法進行修改，對採用冷軋成型方鋼管作為立柱的鋼架結構新規定柱梁承載力比為 1.5 以上。本研究的對象是不符合該規格值的原有鋼架結構，其鋼材的種類為 STKR 的方鋼管立柱。

本項研究的成果由 3 部分論文構成，以如圖 1 所示的 4 種加固工藝為對象，提出了加固後的立柱全塑性彎矩計算公式方案。另外，通過加載試驗確認了加固後立柱的彈性塑性狀態、承載力以及塑性變形能力。此外，根據試驗結果確認全塑性彎矩計算公式的正確性，明確了發揮全塑性彎矩的條件。各部分的概要如下所示。

第 1 部分的論文以鋼板加固和角鋼加固為對象，主要討論了加固材料的尺寸以及設置加固材料的柱面數量的影響，並且也了解了加固的高度以及有關加固材料焊接的必要條件。對於角鋼加固，需要在立柱的 4 面設置加固材料。而對於鋼板加固，可選擇任意面加固。

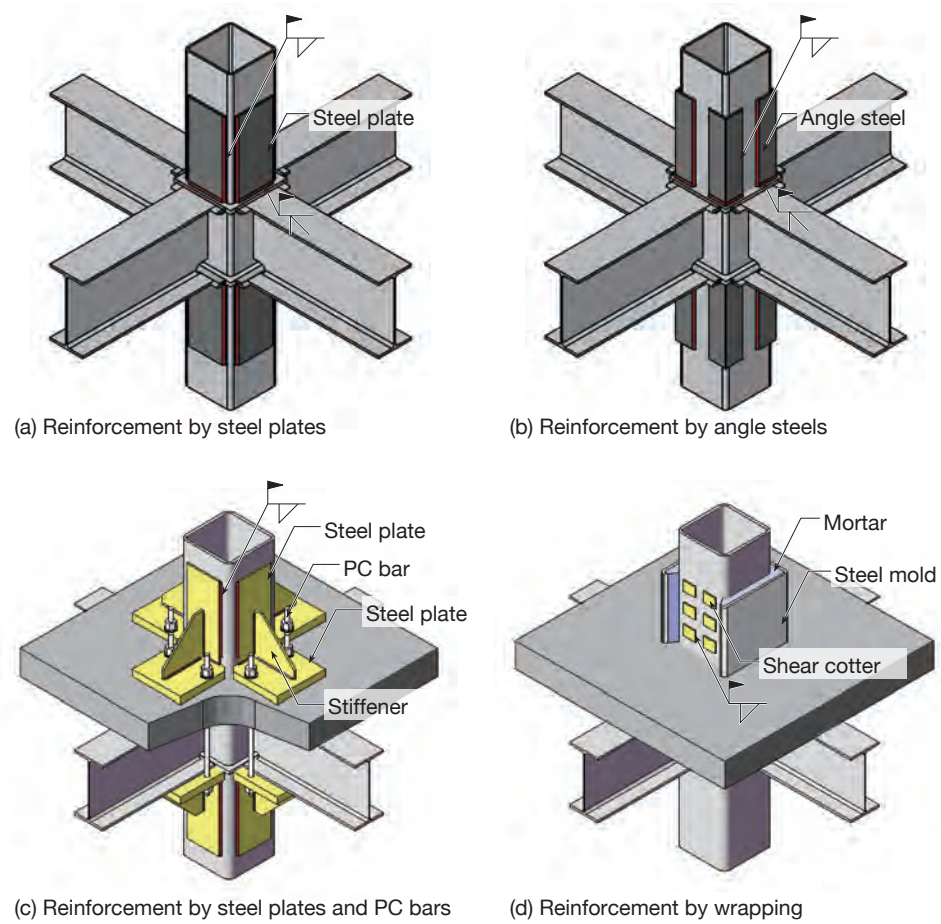
第 2 部分的論文以通過鋼板和預應力鋼的加固為對象。在試驗中，在立柱發生塑性化之前使預應力鋼發生分離以及固定板發生塑性化。根據這些試驗的結果，建立固定部位的承載力計算方法，提出設計方法的方案，使加固後的立柱全塑性彎矩發揮作用。

第 3 部分的論文以根部包覆加固為對象。主要的討論事項是為發揮加固後立柱的全塑性彎矩而掌握抗剪連接件的厚度及設置數量的必要條件。作為通過鋼板和預應力鋼進行加固以及根部包覆加固，應用時可無需拆除樓板。

此外，本項研究是作為國土交通省推進的建築基準整備促進事業的一部分實施的。在此向有關各位表示衷心感謝。

圖 1 加固工藝

Fig. 1 Methods of Reinforcement of STKR Column



(7 頁)

論文獎

采用有效切口應力概念防止焊趾加工外面加固板焊接接頭的焊道疲勞破壞工藝的討論

獲獎者：法政大學 森猛、日本橋梁建設協會 鈴木俊光、大前暢、村上貴紀、射越潤一

鋼板梁橋的主梁、橫梁交叉部位等采用外面加固板焊接接頭，該處的疲勞破壞起點較多發生在高應力集中的周邊焊趾處。但是，爲了改善疲勞強度，如果使用砂輪等加工焊趾，則有時不是焊趾而是焊道成爲發生破壞的起點。對此，我們以確立防止焊趾加工 5mm 左右的外面加固接頭的焊道破壞工藝爲目的，以模型試件的疲勞試驗和試件爲對象進行有限元應力解析，以主板厚度及加固板厚度爲變量，進行了參量有限元應力解析。

在疲勞試驗中，采用了焊趾加工、焊接熔深、焊腳長度不同的 5 種試件。在對這些試件進行的解析中，運用可以考慮的焊道前端形狀特異性的有效切口應力概念，將焊道前端與加工的焊趾應力集中進行比較，獲得了有效切口應力概念對於討論疲勞破壞起點有效的結果。在此基礎上，以主板厚度、加固板厚度、焊接尺寸、焊接形狀以及加固板長度方向及板厚方向的焊接熔深爲參數進行三維彈性有限元應力解析，明確了這些參數對焊道和焊趾的有效切口應力產生的影響。此外，作爲防止焊道破壞的方法，JSSC 指導方針推薦的“加固板端長度方向的焊接熔深取主板厚度的 2 倍以上”是正確的。由此，焊道的有效切口應力成爲焊趾的約 70%，顯示了其實用性結果。

圖 1 試件的形狀及尺寸

圖 2 發生海灘紋的疲勞破損面

圖 3 應力集中系數與焊接熔深的關係

Fig. 1 Configuration and Dimension of Test Specimen

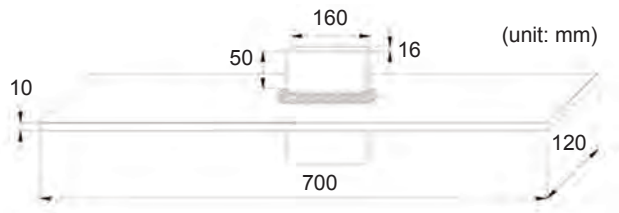


Fig. 2 Fatigue Failure Surface with Beach Mark

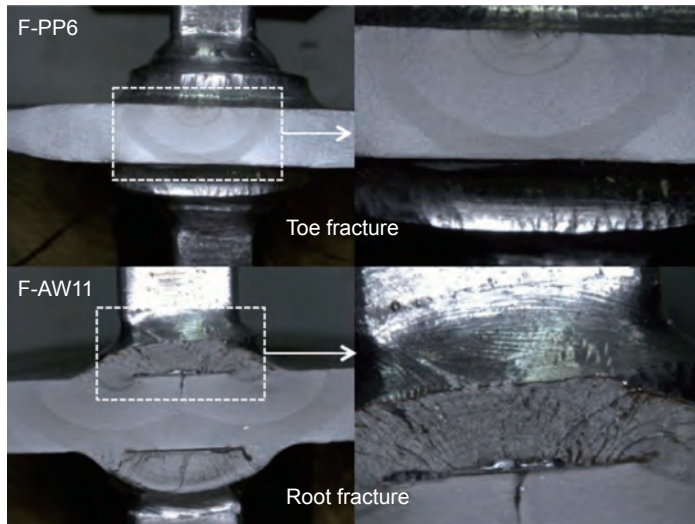
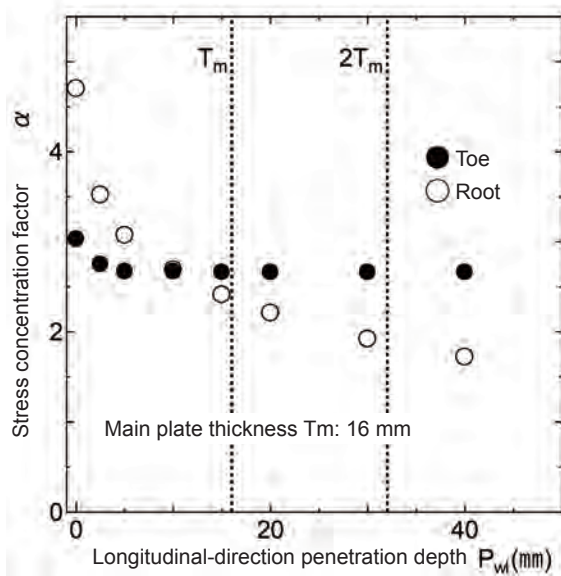


Fig. 3 Relation between Stress Concentration Factor and Weld Penetration Depth



專輯：BIM 與 CIM

(8 頁)

在日本，面對少子化及高齡化社會，爲了在建築產業節省資源和能源、實現省力和提高效率，要求對設計及施工、管理、維護等所有方面進行變革，人們所期待的其核心是“BIM (Building Information Modeling, 建築信息建模) 和 CIM (Construction Information Modeling, 施工信息建模)”。

關於 BIM，我們已進行了很多具體嘗試，CIM (面向基礎設施的 BIM) 也從 2012 年度開始正式推進。本專輯針對日本的 BIM 及 CIM 的利用現狀和今後的課題，結合以下 4 個事例進行介紹。

- ◆外觀設計・結構設計的 BIM
- ◆在施工 BIM 方面對鋼架施工的期待
- ◆實現鋼橋的戰略性維護管理的三維橋梁產品模型的運用
- ◆CIM 嘗試的運用施工

(8~10 頁)

專輯：BIM 與 CIM——Building Information Modeling (1)

外觀設計・結構設計的 BIM

日建設計 山梨和彥

通過提高生產率提升設計品質

BIM 原來曾是受到汽車及飛機的設計和生產過程的影響而誕生的“提高生產率”的工具。不是紙上的二維圖紙，而是在設計時在計算機的虛擬三維空間中將整合性高的三維模型制作成爲數字模型，減少施工過程中的返工，BIM 是根據這種方便施工的構想以提高生產率爲主要目的而誕生的方法。

BIM 雖然來自這樣的構想，但在實際中即使僅考慮設計過程，也顯現了各種優點。關於設計時的返工，以在設計の後期階段發生的設計本身無法得到客戶的理解、沒有達到預期的設計性能、成本超過預算、或者外觀與結構之間不匹配等問題爲起因的情況較多。對於這些問題，通過 BIM 實現設計的可視化，運用 BIM 進行各種模擬，以及通過 BIM 掌握實時數量等，BIM 成爲極其強有力的手段。BIM 是在設計過程中用來提高設計質量的直接且發揮強大作用的工具。

由于這些理由，日建設計將 BIM 作爲“提高設計質量”的王牌，在全公司推廣 BIM。(照片 1: LAZONA 川崎東芝大廈全景。圖 1: LAZONA 川崎東芝大廈基本設計階段的 BIM 綜合圖)

照片 1: LAZONA 川崎東芝大廈全景

圖 1: LAZONA 川崎東芝大廈基本設計階段的 BIM 綜合圖

外觀設計中的“形狀”與“現象”

在建築設計中利用 BIM 的優點大致可分爲“形狀”與“現象”來考慮。

外觀設計中 BIM 的最重要優點是，如果使用 BIM，對於三維的建築物可單純地按照三維進行設計。這就是對 BIM 定位的處理“形狀”的能力優勢。

(照片 2: HOKI 美術館。圖 2: HOKI 美術館的 BIM)

照片 2: HOKI 美術館

圖 2: HOKI 美術館的 BIM

與二維圖形相比，設計團隊內的相互理解大幅度增加。最重要的是，采用通過 BIM 制作的透視圖及視頻進行演示，能夠獲得客戶對設計的深度理解。此外，對外觀 BIM 結合結構 BIM 的柱及梁等結構體、以及設備 BIM 的風道和各種設備井類建立綜合模型，在設計時也可以在視覺上以及通過電子手段 (Clash Detection) 確認外觀、結構、以及設備的整合性。由于建築構件是立體輸入的，所以概算數量的計算等幾乎可實時獲得。因爲建築的外觀設計主要爲處理“形狀”的作業，所以在計算機上的虛擬三維空間如同建立塑料模型那樣推進設計是 BIM 的優點。

BIM 在外形設計中的另一個優點是使用 BIM 三維數字模型的各種模擬。這就是對 BIM 定位的處理在建築物內部發生的各種物理狀況、即“現象”的能力。

有關對處理建築設計中代表現象的模擬，是采用 CFD (Computer Fluid Dynamics, 計算機流體動力學) 進行氣流及溫熱環境的模擬。以往，比模擬本身更需要花費時間的是制作用于模擬的三維數字模型。但是由于現在設計本身通過 BIM 進行，所以采用 CFD 的模擬門檻降低，並且也可以方便地將來自 CFD 的結果向設計反饋，實現設計品質的提升。

(照片 3: On the water (在水面上)。圖 3: 利用 BIM 對 On the water (在水面上) 的模擬)

照片 3: On the water (在水面上)

圖 3: 利用 BIM 對 On the water (在水面上) 的模擬

除了 CFD 外，有關光照環境及音響環境的模擬也隨著 BIM 的普及而推廣，實現了設計品質的提升，在日常的設計作業中有這種實際感受。

結構設計中的“形狀”與“現象”

實際上在採用 BIM 之前，在結構領域對“形狀”=解析線段與“現象”=結構計算及解析問題曾使用計算機處理。日建設計著眼于這一點，將若幹個結構相關的軟件通過數字建立連接，全面推進了結構設計的 BIM 化。

最初開發的是將本公司編制的結構解析程序與結構 BIM 軟件結合的軟件。由此，通過結構解析程序上的解析線段具備的數值信息和構件信息，自動生成結構 BIM。在 BIM 上，如果提供梁及樓板的基準等詳細信息，可基本上自動制作各種構件清單和構架圖等。解析程序上的“現象”與設計圖上的“形狀”結合，考慮到結構設計方面品質是重要的優點。

（照片 4：桐朋學園調布校區一號館。圖 4：桐朋學園調布校區一號館的 BIM）

照片 4：桐朋學園調布校區一號館

圖 4：桐朋學園調布校區一號館的 BIM

另外，作為更加複雜的形狀以及“表現”結構部件、諸如體育館等設施的設計，在可處理自由形狀的三維 CAD 上，同時對建築形狀（外觀設計方面的形狀）及解析線段（結構設計方面的形狀）建模。關於建築形狀，向外觀設計 BIM 發送，與各種環境模擬處理的現象結合；關於解析線段，可與結構解析程序處理的現象結合，加速推進了結構設計的 BIM 化發展。

“行動”與“壽命周期”

如上所述，日建設計的外觀設計與結構設計領域的 BIM 以提高設計品質為目標，從“形狀”開始，向在其形狀中產生的“現象”擴大領域。今後，通過與基本上平行發展成熟的施工單位的 BIM 開展協作，將會致力於實現 BIM 本來的提高生產率的目標。

此外在設計領域，我們認為也有必要把在建築物中將發生的人員的“行動”也納入 BIM 的領域。對此預測將與最近重新受到關注的人工智能建立聯系。另外，對作為 BIM 最終用戶的客戶及社會也能夠帶來實惠也是重要的課題，同時必須在 FM 等建築物的“壽命周期”方面也推進 BIM 的應用。

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

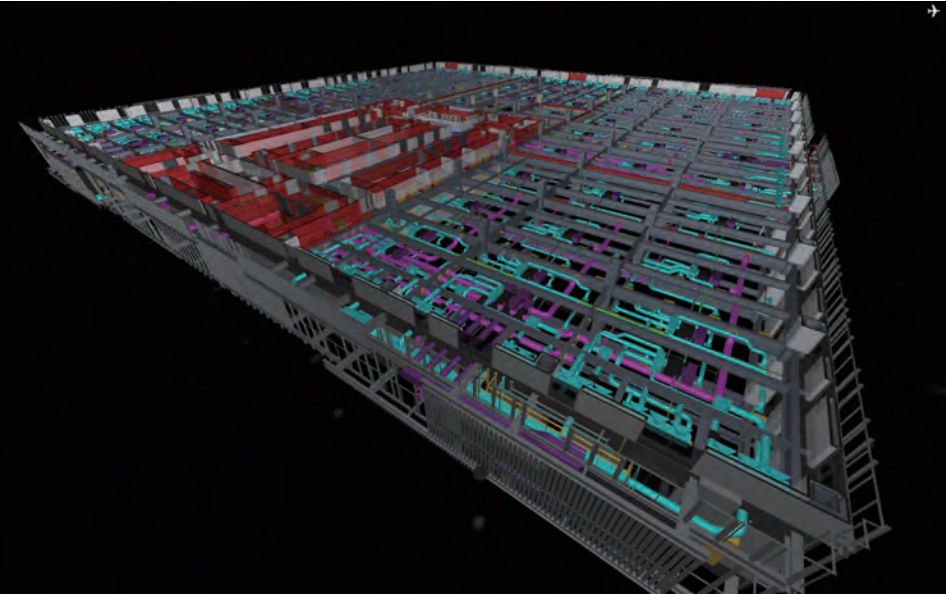


Photo 1 Lazona Kawasaki Toshiba Building

Fig. 2 BIM of Hoki Museum

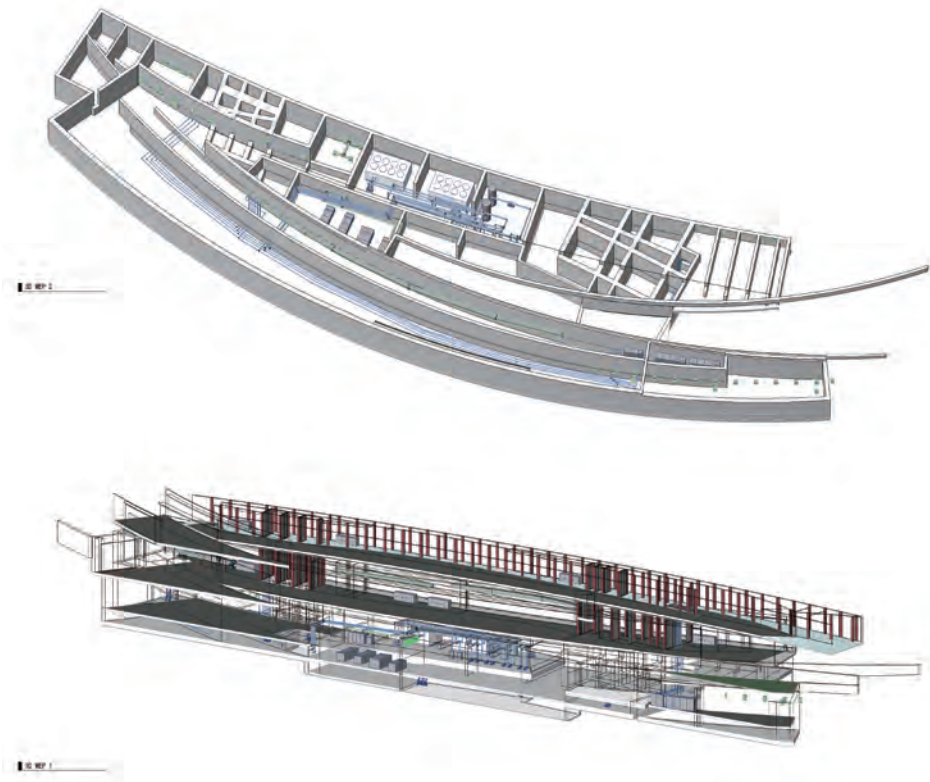


Fig. 3 Simulation by use of BIM of *On the water*

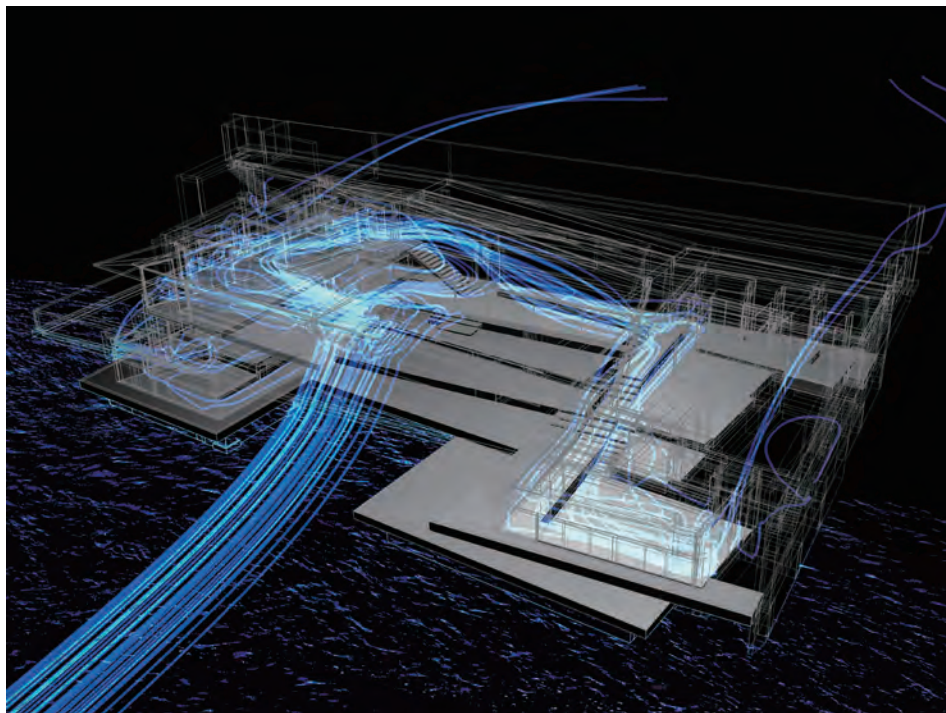


Photo 2 Hoki Museum



Photo 3 *On the water*

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

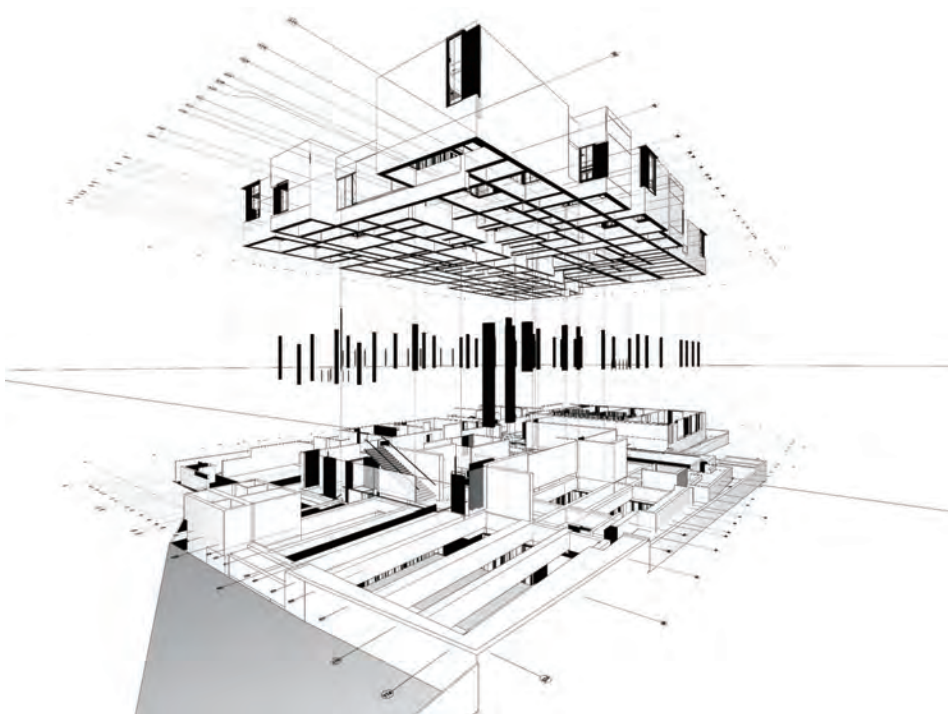


Photo 4 No. 1 Building of Toho Gakuen Chofu Campus

(11~12 頁)

專輯：BIM 與 CIM——Building Information Modeling (2)

在施工 BIM 方面對鋼架施工的期待

日本建設業聯合會 曾根 巨充

2014 年 12 月，一般社團法人日本建設業聯合會（以下簡稱日建聯）的 BIM 專業分組會在日本首次發行了在施工階段運用 BIM 的說明《施工 BIM 的方式～施工階段總承包商與專業施工公司協作手冊 2014～》（以下簡稱《手冊》）。爲了便于 BIM 入門者閱讀，《手冊》（A4 版 131 頁）采用了很多插圖，旨在加深對 BIM 的理解（照片 1）。

照片 1 《手冊》

總承包商在施工開始的同時根據設計文件編制施工圖，專業施工公司也根據設計圖及施工圖編制在工廠制造構件的制作圖。因此，總承包商及專業施工公司需要進行這些圖紙之間的調整，BIM 可發揮更加有效地完成這些工作的作用。

對此在《手冊》中明確了總承包商與專業施工公司相互共享施工階段的 BIM（以下簡稱施工 BIM）益處的步驟等。

施工 BIM

人們曾說，如果不是對從設計和施工到維護管理的整套作業運用，BIM 將無法發揮優勢。然而《手冊》提出因上述的理由等，從施工階段開始運用 BIM 的優點十分明顯。具體包括：①形成施工相關方面之間的共識，②相互影響的檢查及解決的確認，③施工性的討論及施工模擬，④制作圖紙的省力化，⑤圖紙認可的效率化，⑥成本的透明化等。

對鋼結構施工給予最高期待

《手冊》的內容包括，①施工 BIM 的目的，②獲得成功的步驟（圖 1），③各種施工的施工 BIM，④鋼結構辦公大廈在制作圖紙階段的 BIM 模型的應用，⑤總承包商、專業施工公司采用的施工 BIM 概要及成功要點，⑥施工 BIM 的效果表、格式範本。

作爲施工 BIM 的效果表，針對與二維圖紙討論相比效果更高的項目按 14 個工種（109 項）的建設施工類型進行了歸納。其中鋼結構施工占 26 項（圖 2），可以說是在施工 BIM 中最期待發揮效果的工種。

圖 1 施工 BIM 的步驟

圖 2 不同施工種類的施工 BIM

鋼結構施工的【通過 BIM 模型形成意見一致】

在《手冊》中，作爲施工 BIM 新的運用方法提出了【通過 BIM 模型形成意見一致】方案（圖 3）。作爲僅通過 BIM 模型的認可行爲，由于存在記錄的保存方法、認可過程以及 BIM 工具功能等問題，因此在制作認可圖之前的同意過程運用 BIM 模型。總承包商在施工階段對與各工種的專業施工公司制作的制作圖與具有相同信息量的 BIM 模型進行統合，通過統合的模型實施相互影響的確認和施工性的討論等。

這項工作在同與鋼結構制造相關的工種（例如電梯等）協作的同時已經開始了實踐（圖 4），在直到獲得設計監理部門的認可爲止過程中，確認了討論用圖紙的制作數量的減少以及安裝構件時減少不適合等的效果。

圖 3 通過 BIM 模型形成意見一致

圖 4 通過 BIM 模型形成意見一致的步驟

照片 BIM 模型例

結語

施工 BIM 在日本的進一步發展，關鍵在於以鋼結構制造工廠爲首的專業施工公司與總承包商的協作，這種說法並不過分。日建聯計劃通過舉辦介紹《手冊》的講習會等，向總承包商以及以鋼結構制造工廠爲首的專業施工公司廣泛宣傳施工 BIM 的效果。



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

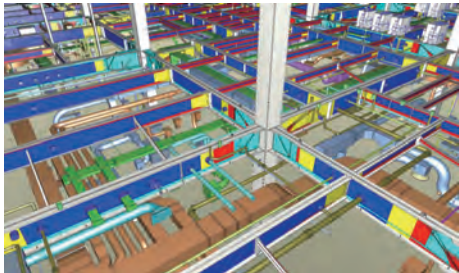


Photo 2 Fixing of ceiling inside equipment and coordination of steel-frame sleeves



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

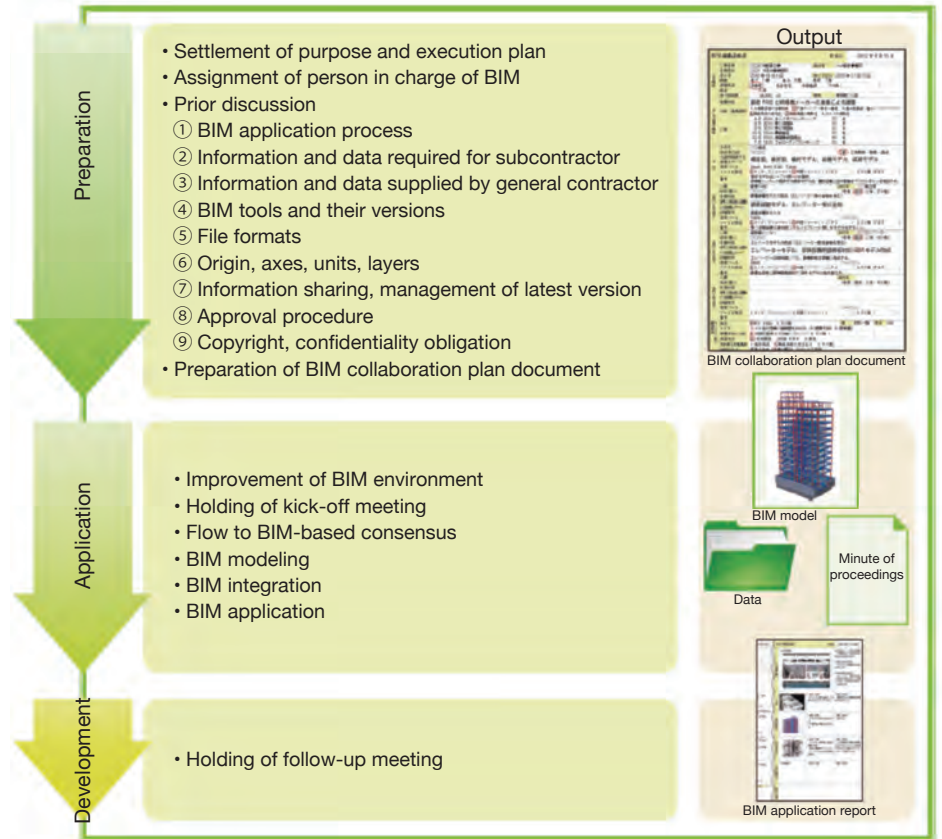


Fig. 2 Construction BIMs by Type of Construction Works

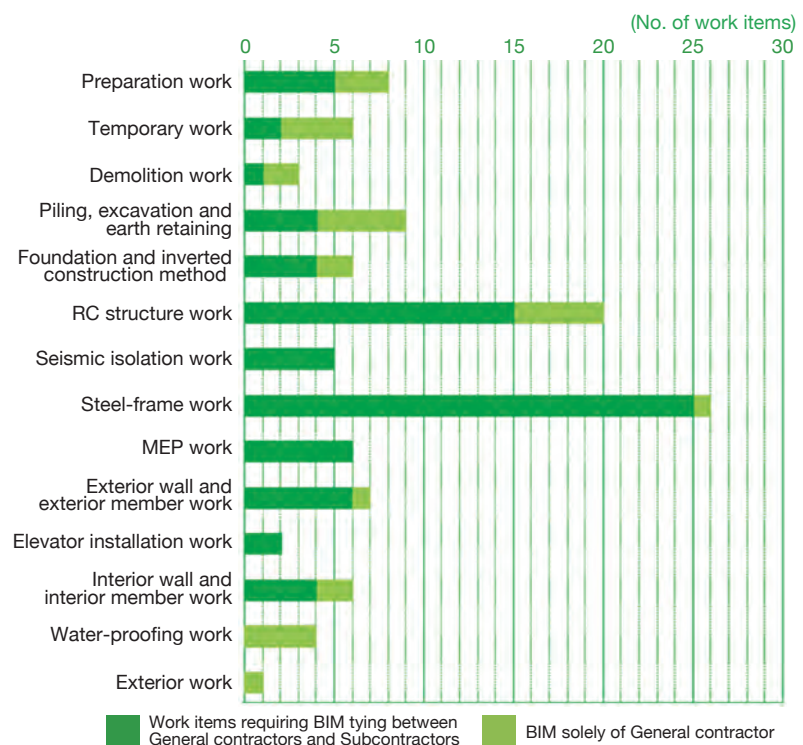


Fig. 3 Formation of BIM-based Consensus

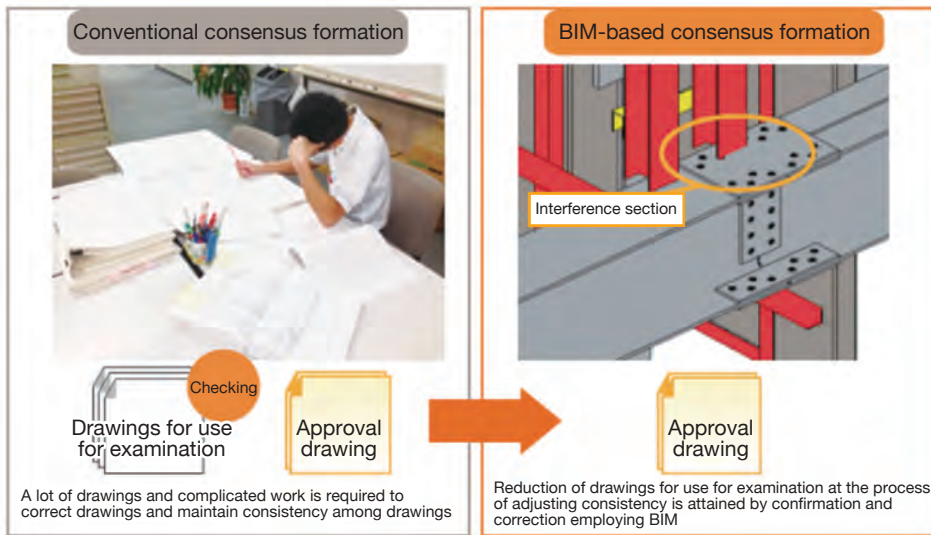
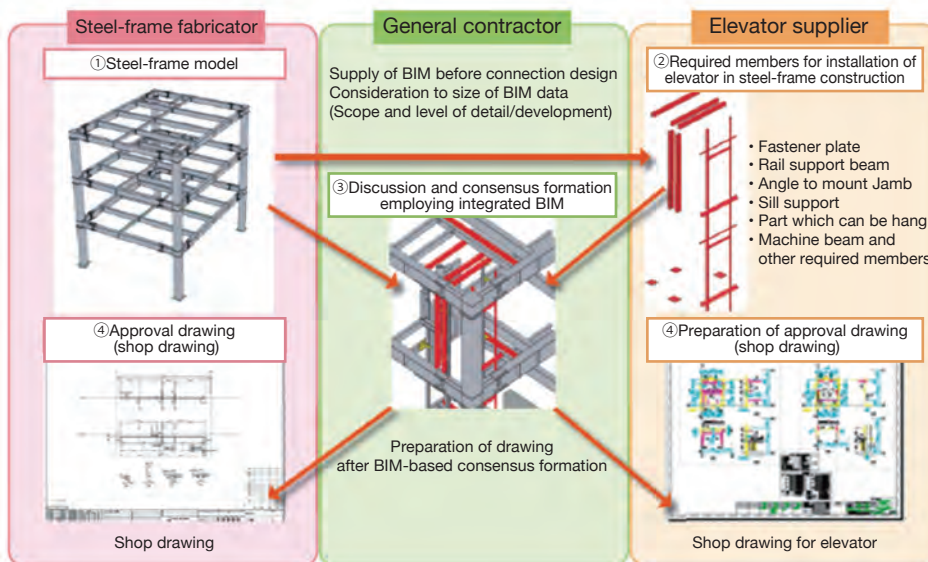


Fig. 4 Procedures for BIM-based Consensus (Example)



(13~14 頁)

专辑：BIM 与 CIM Modeling (1)

實現鋼橋的戰略性維護管理的三維橋梁產品模型的運用

日本建設業聯合會 松下裕明

大量現有橋梁陸續進入了高齡化時期，在有限的預算和人力資源條件下如何有效地開展維護管理成為日本的重要課題。

在這種狀況下，以國土交通省為中心，正在積極推進採用在基於三維產品模型（3D-PDM）平台上對從調查到計劃和施工、以及維護管理的事業過程總體進行整套管理的“CIM（Construction Information Modeling）”。3D-PDM 指對具備形狀信息的三維模型，作為屬性附加各項事業處理所需要的材料、規格、性能、數量以及成本等信息實現模型化。

本文介紹將鋼橋的產品模型性能擴展作為 CIM 平台用于戰略性維護管理的可能性。

鋼橋的 3D-PDM 運用狀況與課題

上世紀 90 年代後期，結合國土交通省推進採用 CALS/EC，鋼橋行業開發了如圖-1 所示的 3D-PDM 並已經運用。然而盡管有可能向三維設計及現場施工、維護擴展的 3D-PDM，但目前仍僅限于 NC 加工信息和作業資料的編制等運用于工廠制造的相關方面。

圖-1 三維橋梁產品模型的概要

為了開展戰略性維護管理而運用 3D-PDM

3D-PDM 是從與實物等價的結構體的調查、計劃階段開始在計算機內構建的，即便沒有特別的知識，也可以通過視覺方便地了解建築物的狀態。通過這種壓倒性的“易于理解性”實現業務處理的可視化，對產品模型實現了一元化的結構體信息在事業處理的總體中全面使用，可期待提高事業的效率、防止發生問題以及提高安全性。

圖-2 是用于戰略性維護管理的 3D-PDM 運用示意圖，對反映建設時的設計、質量、完成狀態信息的 3D-PDM 作為屬性依次附加檢查及修理、加固履曆、健全度診斷記錄等維護管理信息，構建用于維護管理的三維維護數據庫。另外，近年來隨著運用 ICT 技術和三維測量技術的維護管理技術的發展，通過與這些新技術的配合，產生了作為鋼橋維護的

戰略性維護管理工具的可能性

□ Construction Information

圖 2 用于戰略性維護管理的三維橋梁產品模型的運用示意圖

3D-PDM 在維護管理中的運用例

作為 3D-PDM 在維護管理中的運用例，以下介紹將激光掃描測定用于原有的斜拉橋定期檢查的事例。（圖-3）

本事例的特點是，對於斜拉橋的形狀、鋼索張力測定等定期檢查，通過激光掃描完成，對測定的 3D 群數據進行解析處理實現 3D 實體模型，制作維護管理用 3D-PDM。採用激光掃描測定與以往的方法相比，不僅可提高測定的效率和質量，而且利用制作的 3D-PDM 在測定後可方便地確認結構體任意點的形狀信息。

目前，雖然在 3D 模型化的精度及成本方面還有待改善，但我們認為這是可在視覺上掌握結構體長期變化的有效工具。

圖 3 激光掃描測定與 3D 建模技術

結語

在土木建設領域，雖然在鋼橋領域比較先行推進 3D-PDM 的採用，但目前仍停留在有限的利用範圍。另一方面，ICT 技術以及三維測定技術近年來的發展顯著，已經開始用于鋼橋的施工管理，配合這些發展，3D-PDM 蘊藏著可運用于對基礎設施開展戰略性維護管理的巨大可能性。今後，我們期待 CIM 能夠及早普及，加速運用三維技術的設備投資及開發。

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

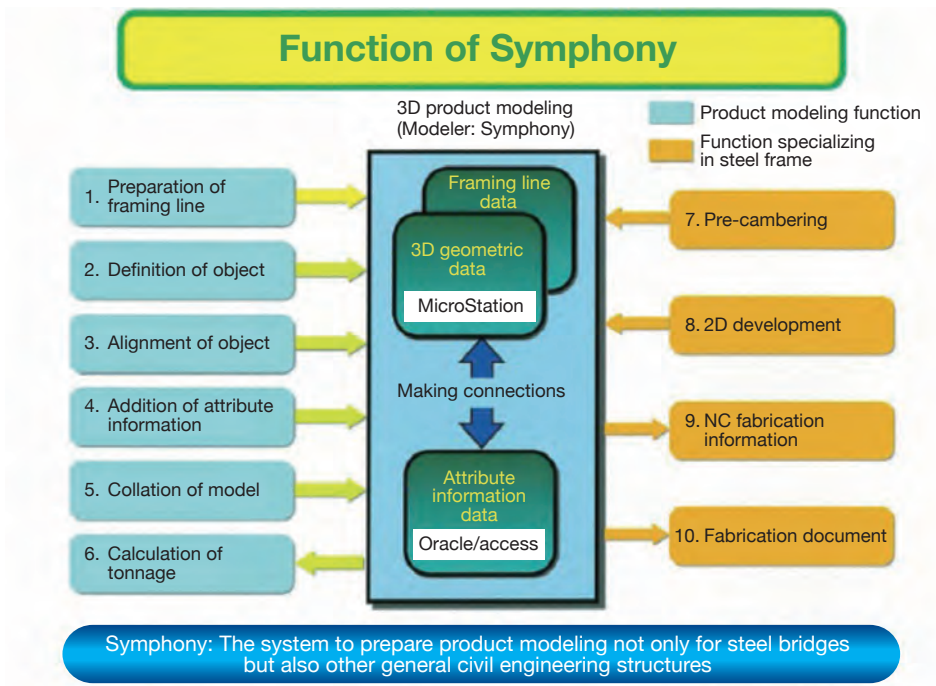


Fig. 2 Application of Three-dimensional Bridge Product Modeling Used for Strategic Maintenance (Image)

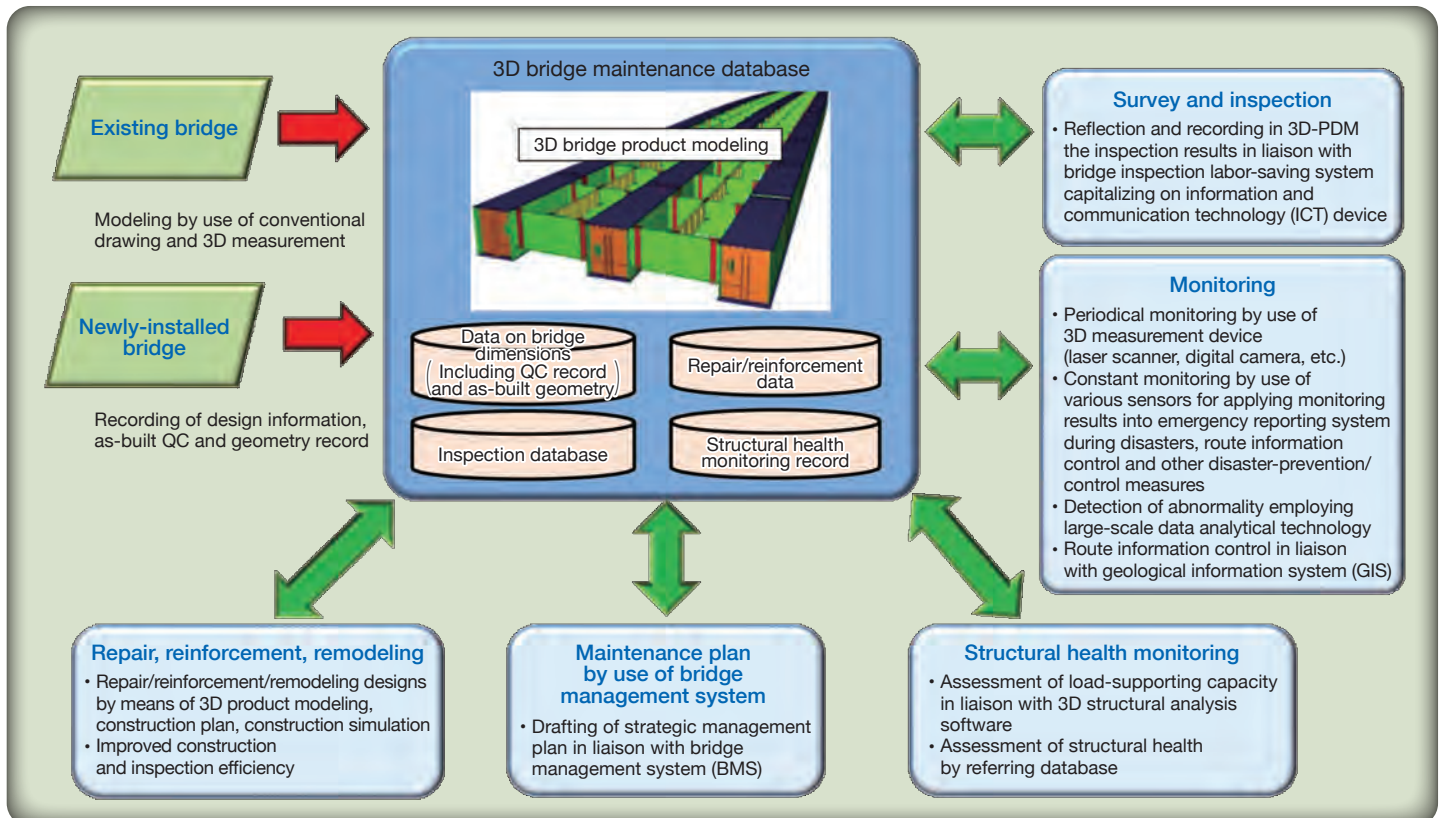
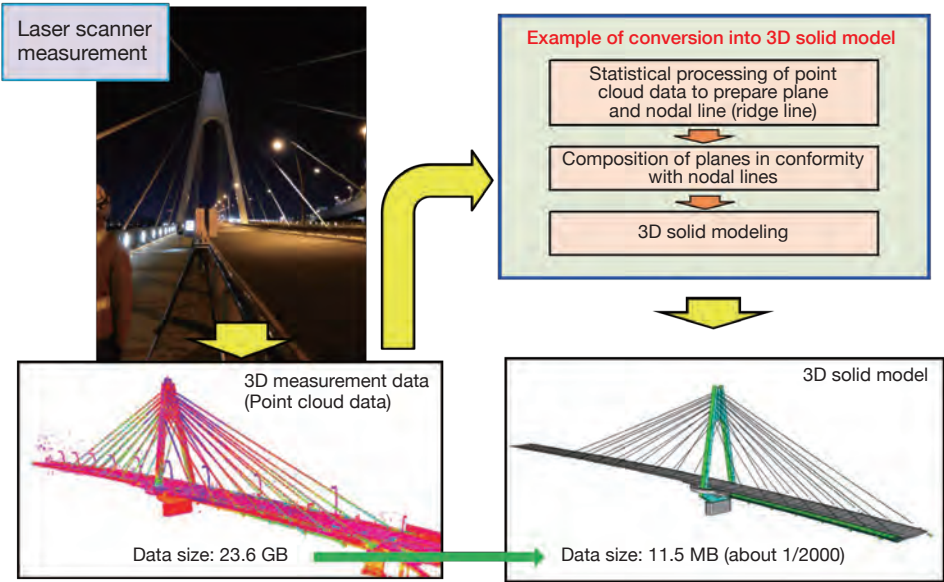


Fig. 3 Laser Scanner Measurement and 3D Modeling Technology



(15~16 页)

專輯：BIM 與 CIM□Construction Information Modeling (2)

CIM 嘗試的運用施工

高田機工 中根誠

本橋由中國地方整備局作為 CIM 嘗試的對象施工（希望施工）下訂單，是 2 跨連續非合成箱梁鋼橋。

關於在本施工中運用 CIM，根據對有效性的討論結果，我們著眼于“主結構與附屬物的三維模型化”以及“三維模型上的信息一元化管理”。本文概要介紹該數據的制作步驟和利用方法。

數據的制作步驟

首先，通過“MASTERSON(JIP 科技株式會社)”根據設計圖制作在工廠加工時使用的主結構 3D 模型。

其次，使用可比較方便地制作附屬物 3D 模型的“Braz(JIP 科技株式會社)”，制作上部結構檢修通道和上部結構排水裝置附屬物的 3D 模型。

最後，使用“AXEL3D(JIP 科技株式會社)”閱覽包括主結構 3D 模型和附屬物 3D 模型的信息輸出。數據制作步驟圖如圖-1 所示。

圖 1 數據制作步驟

本體結構與附屬物的 3D 模型化

◆概要

制作主結構及附屬物的 3D 模型實現可視化，在加工前驗證構件之間的相互影響以及工廠加工中的問題。

◆工廠加工中問題的驗證

在本橋的支點附近，支點上加固材、承載加固肋材以及支點上橫梁背襯材等的位置靠近，需要驗證構件的相互影響和作業空間等，以及在工廠加工中是否存在問題。對此，在通過二維圖紙驗證的基礎上，使用了主結構 3D 模型（圖-2）。

驗證表明在加工方面不存在問題，工廠的加工順利完成。

圖-2 主結構的 3D 模型

◆主結構與附屬物的相互影響確認

關於主結構與附屬物的相互影響確認，通常通過 2 維圖紙進行，但也需要對連接等以三維視野進

行確認。對此我們使用三維模型（圖-3），在工廠加工前對主結構和附屬物進行了相互影響的確認。

圖-3 主結構與附屬物的三維模型

三維模型上的信息一元化管理

◆概要

為了能夠在畫面上確認將來的維護管理等需要的信息，利用主結構以及附屬物的三維模型，在主結構構件信息的基礎上，補充了支點上反力、頂起加固材設計反力以及塗裝記錄表等信息。

◆主結構構件信息的一元化管理

制作主結構三維模型時，需要輸入材質及板厚等鋼材信息，其主結構構件信息可通過三維模型（圖-4）表示。

將來，如果需要對本橋進行加固，可通過畫面上的三維模型區分加固位置的材料及板厚，以提高作業效率。

圖-4 主結構構件信息

◆維護管理信息的一元化管理

除了主結構構件信息之外，補充將來維護管理等所需要的信息，可通過畫面上的三維模型確認（圖-5、6）。

另外對於本施工，除了圖-5、6 外，作為維護管理信息，補充設計條件、支點上反力、免震承載設計條件以及橋名板，可通過畫面上的三維模型確認。

圖-5 維護管理信息（頂起加固材設計反力）

圖-6 維護管理信息（塗裝記錄表）

結語

關於在本施工中的 CIM 嘗試性運用，建立“主結構與附屬物的三維模型”，在加工前能夠以較高的精度驗證加工中的問題以及主結構與附屬物的相互影響等問題。

通過“在三維模型上的信息一元化管理”，能夠在畫面上確認信息，對將來的維護管理將發揮重要作用。

另外，對維護管理信息補充到何種程度才能通過畫面上的三維模型確認，這是今後的討論課題。

最後借此機會，對本稿的執筆給予指導和建議的中國地方整備局鳥取河川國道事務所以及社團法人日本鋼結構協會的各位表示由衷感謝。

Fig. 1 Data Preparation Procedures

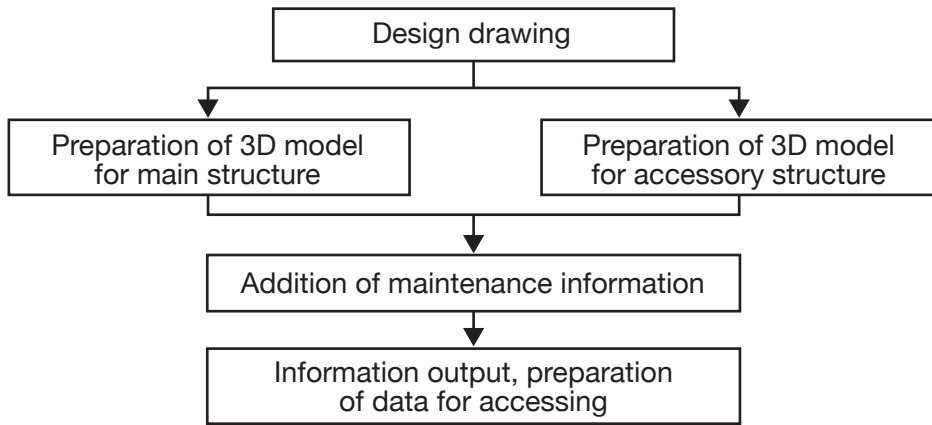


Fig. 2 Three-dimensional Model for Main Structures

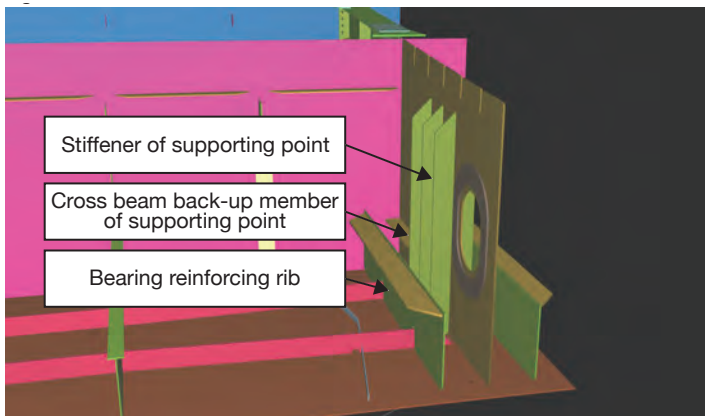


Fig. 3 Three-dimensional Model for Main Structures and Accessory Facilities

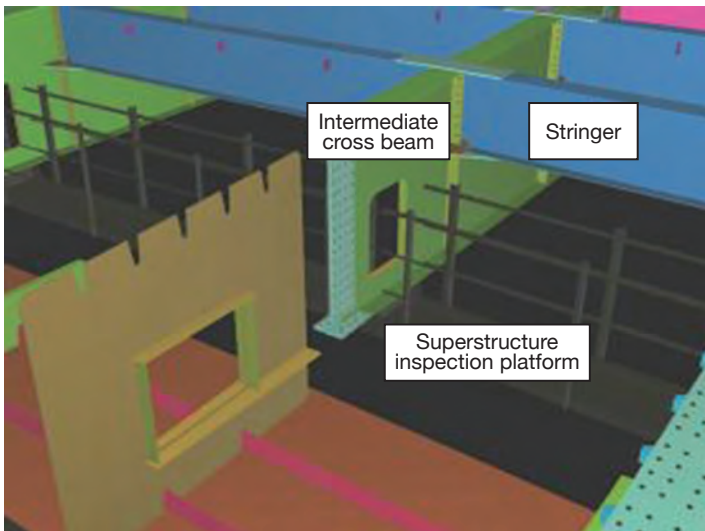


Fig. 4 Information on Members of Main Structures
Information on members of main structures

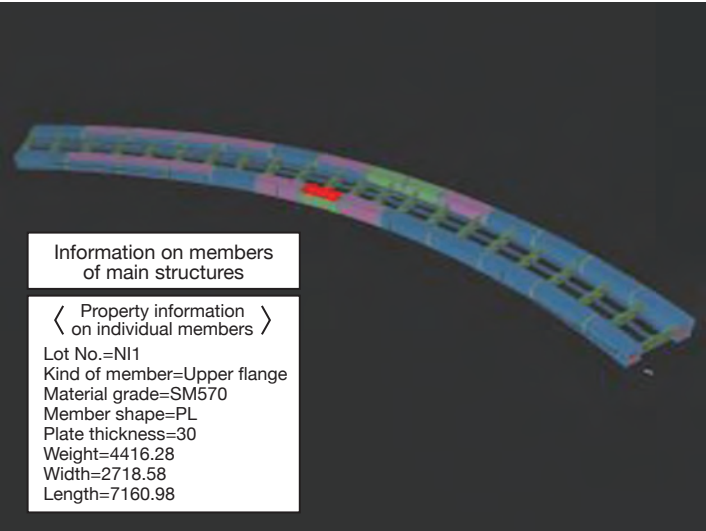


Fig. 5 Maintenance Information (Jack-up Stiffener Design Reaction Force)

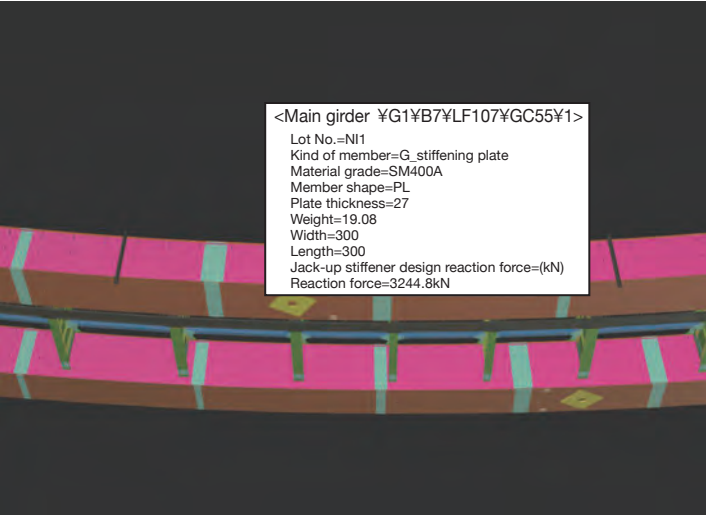
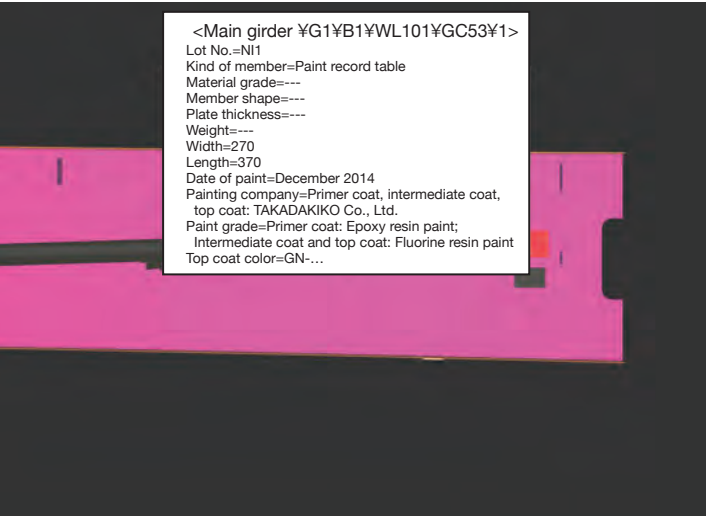


Fig. 6 Maintenance Information (Paint Record Table)



(17~18 頁)

專輯：不鏽鋼

日本的不鏽鋼結構的應用現狀

新日鐵住金不鏽鋼株式會社 志村保美

關於不鏽鋼在日本的應用，除了汽車領域、家用及專業機械領域外，在建築領域的應用較多。在建築領域，以建築物的屋頂壁材為首，對要求耐蝕性和外觀性的部位廣泛應用不鏽鋼。許多這些應用形態使用薄板，但使用厚板的結構構件用途在近年來呈現增加的趨勢。

作為結構構件用途，由於要求具備對於地震的結構安全性以及對於腐蝕的安全性，因此對應應用領域制定了設計標準，對於將不鏽鋼作為結構構件使用時的安全性，需要獲得官方的認可。目前，對不鏽鋼規定的建築領域的設計規範如表 1 所示。另外，即使沒有規定設計標準，也按各領域建立了針對運用新技術的機制，利用該機制，新的不鏽鋼也得到了運用。

作為結構用途的不鏽鋼，除了 JIS 規定的奧氏體系不鏽鋼的 SUS304、SUS316 外，還有二相系的 SUS821L1、SUS32304、SUS329J3L 等。參見表 2。

表 1 各類標準規定的不鏽鋼

表 2 二相鋼的標準

適用事例

關於不鏽鋼在建築領域的應用，以往 SUS304、SUS304N2、SUS316 為主要規格，但近年來在高強度和經濟性方面效果顯著的二相系不鏽鋼的應用擴大，因此以下介紹這方面的內容。

◆SUS329J3L

作為在東京站八重洲側出口遮蓋地下街換氣口的設施，為了與周邊的設計融為一體，採用了如照片 1 所示對壁面用植物遮蓋並部分露出不鏽鋼的方法。考慮種植植物的潮濕環境以及來自鐵路車站的鏽蝕等影響，為了降低對原有的地下街結構的荷載負擔而採用了 SUS329J3L。

照片 1 東京站換氣口遮板

◆SUS323L

在河流設施，不鏽鋼用於水壩設施及水閘。尤其是近年來，為了實現未來的無維護化，採用不鏽鋼的項目增加。使用 SUS323L 的水閘事例如照片 2 所示。採用高強度不鏽鋼，減輕閘門的重量，也可

減少提升裝置的功率，降低基礎成本，選用這種材料可在總體上獲得極高的經濟效果。

照片 2 水閘

◆SUS821L1

作為開發可再生能源的一部分，太陽能發電設備大幅增加，將不鏽鋼用於太陽能電池板的支架（照片 3）。運用高強度不鏽鋼，全面實現構件的輕量化，改善在寬闊場地的作業效率可縮短工期等，對降低總體成本做出貢獻。

照片 3 太陽能電池板的支架

◆SUS329J4L

不鏽鋼也運用在水道設施，照片 4 為供水池水箱，採用了二相不鏽鋼 SUS329J4L。該水箱儲存用於飲用的殺菌自來水進行供水，對氣相部位尤其要求高耐蝕性，根據曝露試驗的結果選擇了這種材料。對水箱內部的構架也採用了同種鋼材的熱軋成型鋼。

照片 4 供水池水箱

結語

與碳鋼相比，不鏽鋼雖然屬於價格高的材料，但在以維護為前提的外觀性運用領域、以及降低壽命周期成本為目的的領域，其需求正在不斷擴大。可實現高強度不鏽鋼輕量化的二相系不鏽鋼是能夠進一步實現經濟合理性的材料，我們期待今後擴大不鏽鋼的應用。

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

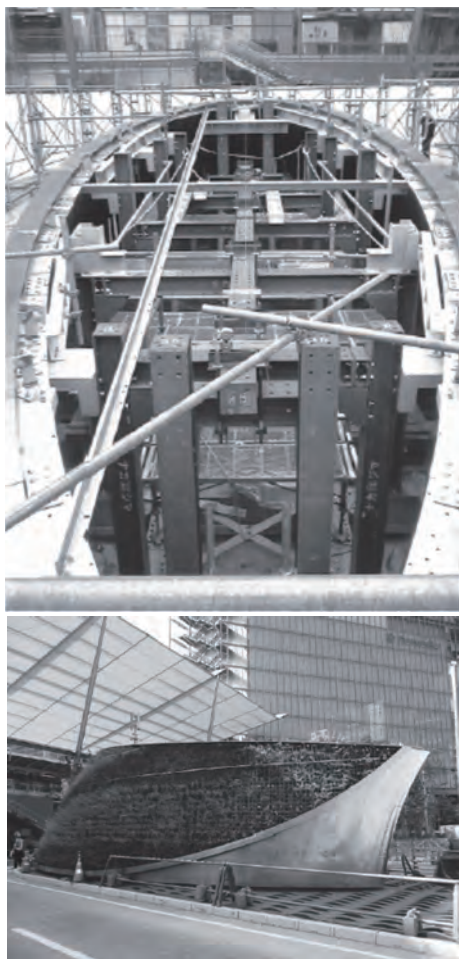


Photo 1 Ventilation opening cover at the Tokyo Station

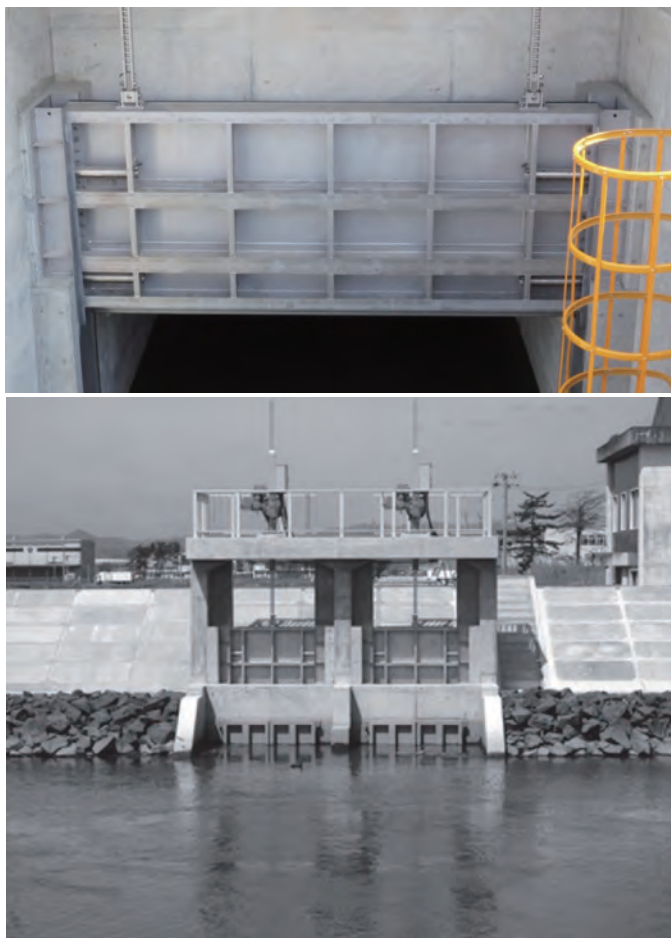


Photo 2 Floodgate (sluicing outlet)

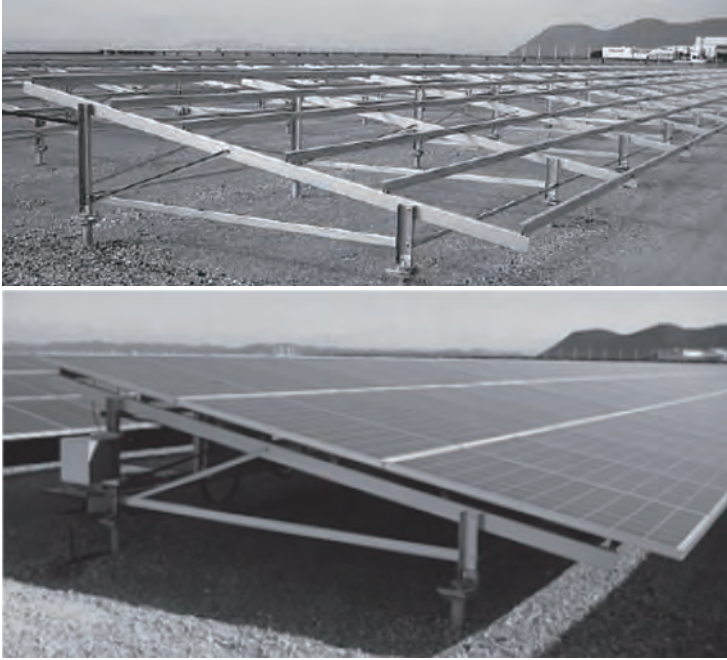


Photo 3 Solar panel framing

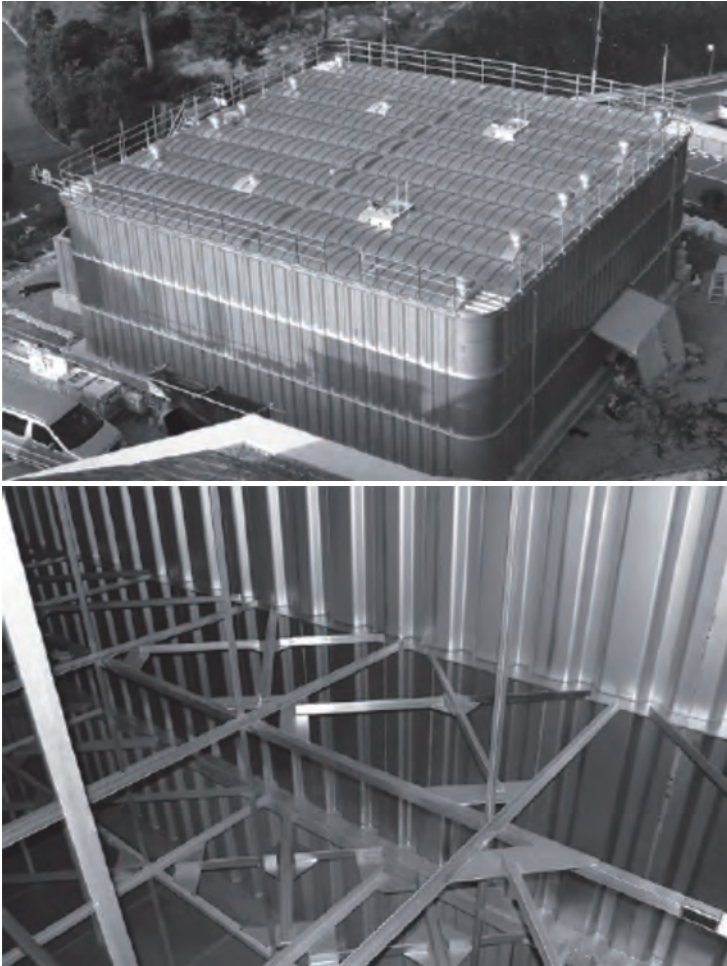


Photo 4 Atami Baien service reservoir

（封底）

日本鋼結構協會的近期活動

50 周年紀念鋼結構座談會 2015 ～奮起！通過鋼結構實現變革～

11 月 18 日～20 日，日本鋼結構協會（JSSC）在東京舉辦了為期 3 天的“鋼結構座談會 2015”。這是為了紀念 JSSC 成立 50 周年而策劃的活動，設立了“奮起！通過鋼結構實現變革”特別專題（第 1 部分、第 2 部分）。

在第 1 部分的特別演講中，以“奮戰在技術的最前線～向未知領域展開挑戰”為主題，關於宇宙太陽能發電站及微波輸電的商業應用、以及通過“Hayabusa”進行小行星採樣返回在宇宙探查技術開發中實現的變革，由從事最先進技術的研究學者發表了演講。

在第 2 部分的特別討論中，以“鋼結構改變今日、創造未來”為主題，針對鋼結構領域的最先進技術和最新發展以及技術展望舉行了專題討論。

此外，作為青年技術人員發表研究成果的機會，按慣例舉行了“學術會議”、日本鋼結構協會業績表彰、獲獎紀念演講（參見 1～6 頁內容）。另外，我們還與日本鋼鐵協會聯合舉辦了以“鋼材及其運用技術的發展歷程”為主題的研討會，並且作為以會員企業的技術信息為中心的宣傳活動，同時舉行了“企業圖片展示”。許多鋼結構技術人員及研究人員等參加了這次活動（累計人數達 1,500 名以上），提供了一次寶貴的交流機會。

圖 50 周年紀念座談會海報

國際委員會委員長致辭

野上邦榮（首都大學東京 教授）

社團法人日本鋼結構協會（JSSC）國際委員會從 2009 年的第 26 期開始，每年 1 次發行《Steel Construction Today & Tomorrow》。鋼結構協會自成立以來，從事有關鋼結構的調查研究和技術開發，致力於鋼結構的普及和技術的提高，同時對國際組織的活動提供協助。

今年，我們迎來了鋼結構協會創立 50 周年，因此舉辦了“JSSC 鋼結構座談會 2015”的盛大紀念活動。今後，面向下一個 50 年，我們將推進鋼結構的普及和技術開發，同時向全世界廣泛宣傳。

本期與以前同樣，首先介紹了鋼結構協會評選

的業績獎和論文獎。作為專輯，關於“建築設計的 BIM 以及土木施工的 CIM”，介紹了 BIM（CIM）在日本的設計、施工、維護管理的應用現狀。另外，還登載了有關 JSSC 成立 50 周年以及鋼結構座談會報告等活動內容。

為了實現標準類與國際化接軌，國際委員會積極開展與海外相關團體進行的技術信息交流和人員交流活動。作為其中的一環，雖然每年發行 1 次，但是我們力求通過本刊介紹協會的活動、以及日本的建設動向、計劃、設計和與建設相關的技術及技術開發信息，今後仍將積極開展這方面的交流工作。

有關本期的內容，如果各位讀者有希望獲取更詳細的資料等要求，請與擔當事務局（info-jssc@jssc.or.jp）洽詢。



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