

特集：

形態にあらわれた構造

Form and Structure

01 浮御堂
唐崎神社

02 天然図画亭
居初氏庭園

03 南郷洗堰

04 浮島十三重石塔

05 瀬川橋梁

06 流れ橋
(上津屋橋)

07 鍵屋

08 城北ワンド

09 毛馬閘門

10 十三大橋

11 安治川水門

12

琵琶湖
疏水

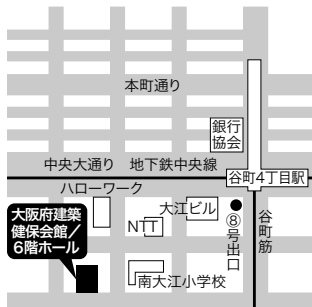
桂川

木津川

平成27年度 建築工事实務講習会

この講習会は、建築CPD情報提供
制度認定プログラムです。
(公社)大阪府建築士会 (6単位)
(公社)日本建築家協会 (6単位)

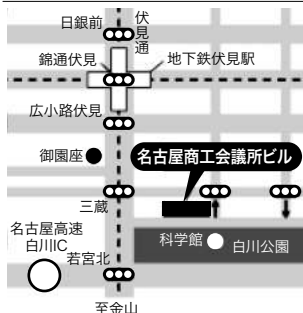
■講習会会場〈大阪府建築健保会館〉
交通：地下鉄谷町線・中央線谷町
四丁目駅 8号出口より徒歩5分



日本建築協会東海支部主催 建築工事实務講習会

この講習会は、建築CPD情報提供
制度認定プログラムです。
(公社)愛知建築士会 (6単位)
(公社)日本建築家協会 (6単位)

■講習会会場〈名古屋商工会議所ビル〉



日 時：2016年 1月13日(水)
9:00~17:30
会 場：大阪府建築健保会館
6Fホール
大阪市中央区和泉町2-1-11
TEL: 06-6942-3622
定 員：100名(先着順)
受講料：15,000円(含テキスト代 税込)
※テキスト当日配布

■申込方法
FAXまたはE-mailにて、
①催し名「講習会」
②受講者氏名(年齢)
③事業所名
④受講票送付先住所
⑤担当責任者
⑥E-mailアドレス
⑦電話番号
⑧受講料支払方法
(銀行振込、郵便振替、等)
⑨CPDを申請される方は、申請先の団
体名と参加者IDをお知らせ下さい。
受講料は、前納制となっておりますの
で、併せて銀行振込、郵便振替等で納
入して下さい。受講料入金確認後、受
講票を送付します。
なお、当会HPからもお申しいただけます
ので、<http://www.aaj.or.jp>をご覧ください。

日 時：2016年 1月28日(木)
9:30~17:00
会 場：名古屋商工会議所ビル・9階
(愛知建築士会内)
名古屋市中区栄2-10-19
定 員：60名(先着順)
受講料：15,000円(含テキスト代 税込)
※テキスト当日配布

■申込方法
FAXまたはE-mailにて
①講習会名
②〒・住所
③受講者氏名(年齢)
④事業所名
⑤担当責任者
⑥電話番号
⑦FAX番号
⑧E-mailアドレス
⑨受講料支払方法(銀行振込等)
受講料は前払制となっていますので、
併せて銀行振込等で納入して下さい。
受講料入金確認後、受講番号をE-mail
またはFAXで通知します。なお、日本
建築協会東海支部HPから受講申込書の
ダウンロードができますので、<http://www.aaj-tokai.jp> をご覧ください。
■締切日 2016年 1月20日(水)
但し、定員に達し次第締め切ります。

■申込先
(一社)日本建築協会(担当 内山)
〒540-6591
大阪市中央区大手前1-7-31 OMMビル7F
TEL: 06-6946-6981
FAX: 06-6946-6984
E-mail: jigyoka@aaj.or.jp
URL: <http://www.aaj.or.jp>

＜振込先＞
●三井住友銀行
大阪中央支店(普通No860034)
●三菱東京UFJ銀行
瓦町支店(普通No210054)
●りそな銀行
北浜支店(普通No272234)
●郵便振替口座 00910-9-39975
名義はいずれも
一般社団法人日本建築協会

■趣旨と内容
●本講習会は、建設業はもとより、官
公庁・設計事務所・設備会社など幅
広い分野の中堅以下の技術者を対象
としたものです。
●現場実務の基礎である「施工計画」
と「仮設見積」に重点をおき、講義
します。
●都市環境の変化に伴う法令・基準の
改正なども加え、技術の進歩に即応
した知識の習得をはかります。

■申込先
(一社)日本建築協会 東海支部
〒460-0008
名古屋市中区栄2-10-19
名古屋商工会議所ビル・9階
(愛知建築士会内)
TEL: 052-201-2201
FAX: 052-201-3601
E-mail: info@aaj-tokai.jp
URL: <http://www.aaj-tokai.jp>

＜振込先＞
●三菱東京UFJ銀行
栄町支店(普通 0167157)
一般社団法人日本建築協会
東海支部

■趣旨と内容
●本講習会は、官公庁・設計事務所・
建設業をはじめ、設備・営繕など幅広い
分野の技術者を対象としたものです。
●とくに取り付きにくい施工計画と仮
設見積、現場実務の基礎である積算業
務に重点をおき、講義します。
●都市環境の変化に伴う法令・基準の
改正なども加え、技術の進歩に即応し
た知識の習得をはかります。
●積算業務では具体例より、その着工
準備から完成に至るまでをわかりやす
く解説します。

■科目・講師

施工計画

勝野哲博 氏

戸田建設(株)大阪支店
建築工事事務課課長

門野 陽 氏

(株)鴻池組大阪本店
建築部品管理課主任

施工計画は、品質を確保し、安全で能
率よく経済的に本体工事を進める鍵を
にぎっています。この講習会では、仮
設から地下、躯体、仕上、設備にわた
り、適切な施工計画の要点をわかりや
すく解説します。

仮設見積

阿字地正人 氏

(株)大林組大阪本店
建築事業部生産技術部計画第三課長

仮設工事費は、非常に把握しにくい面
があって、ついつい単位面積当たり、
あるいは請負金比率のみで処理されが
ちです。施工計画に基づいた合理的で
迅速な見積方法を解説します。

施工計画

日吉 智紀 氏

清水建設(株)名古屋支店
建築技術部生産計画グループ主査

適切な施工計画を立案できることが、
建築現場技術者の必須条件です。
安全で、経済的な施工計画を解説します。

仮設見積

福井 浩二 氏

(株)大林組名古屋支店
建築工事事務課第二課長

仮設工事費は、非常に把握しにくい面
があって、ついつい単位面積当たり、
あるいは請負金比率のみで処理されが
ちです。施工計画に基づいた合理的で
迅速な見積方法を解説します。

積算業務

時武 治 氏

(株)竹中工務店名古屋支店
見積部課長

見積業務のなかで基本となるのは、数
量積算です。この手順、基準を基本に、
より合理的で正確な積算業務を解説し
ます。

第61回工高生 デザインコンクール 入選者発表

—設計課題：
みんなの図書館—

日本建築協会主催による平成27年の
標記コンクールの入選者が、右記のと
おり決定いたしましたので発表します。
なお、入選作品は平成28年1月号に
掲載いたします。

- 応募校数/19校
- 応募作品数/84点

最優秀賞	田中 聖也 岡田 直樹	広島市立広島工業高等学校	3年
優秀賞	池 美優	大阪市立工芸高等学校	3年
優秀賞	藤井 真樹 伊藤 勇哉	広島市立広島工業高等学校	2年 3年
入選	泉 杏佳	静岡県立科学技術高等学校	3年
入選	植田 豊	山梨県立甲府工業高等学校	2年
入選	笠原 楓恋	群馬県立前橋工業高等学校	3年
入選	北岡 彩那	三重県立伊勢工業高等学校	3年
入選	鈴木 千広	群馬県立前橋工業高等学校	3年
入選	辻 七加	大阪市立工芸高等学校	3年
入選	矢口くるみ	名古屋市立工芸高等学校	3年

順不同・敬称略

2015年建築関係団体 合同忘年懇親会

関西建築界恒例行事として、日本建築
協会、大阪府建築士会、大阪府建築士
事務所協会、日本建築家協会近畿支部
関係者が集い、忘年懇親会を開催し親
交を深めてまいりました。

本年は、大阪府建築士事務所協会が当
番会として下記の通り開催することにな
りましたので、多数ご参加をいただ
きますようご案内申し上げます。

日 時 平成27年**12月14**日(月)
午後6時～8時
会 場 シティプラザ大阪2階「匂」
大阪市中央区本町橋2-31
TEL.06-6947-7888

参加者 約300名予定
会 費 5,000円(福引付き)
申込み 11月16日(月)までに、会費
を添えて日本建築協会事務局
までお申込み下さい。
TEL.06-6946-6981
FAX.06-6946-6984
振込先 三井住友銀行大阪中央支店
普通預金口座 0860034
三菱東京UFJ銀行瓦町支店
普通預金口座 0210054
郵便振替口座
00910-9-39975
名義はいずれも
一般社団法人日本建築協会
シャ)ニホンケンチクキョウカイ

お願い ①出席者名簿の作成のため、
申込みの際には氏名(ふりが
な)・勤務先をFAXでお送
りください。
②申込者で11月24日(火)ま
でに欠席のご連絡がない場
合は会費のご負担をお願い
します。

2016年 在阪建築関係15団体 合同新年交礼会

日 時 平成28年**1月4**日(月)
15:00～16:00
会 場 リーガロイヤルホテル
2階「山楽の間」
大阪市北区中之島5-3-68
TEL.06-6448-1121

参加者 550名予定
会 費 3,000円

申 込 12月2日(水)までに会費を
添えて日本建築協会事務局ま
でお申し込み下さい。
TEL.06-6946-6981
FAX.06-6946-6984
振込先 三井住友銀行大阪中央支店
普通預金口座 0860034
三菱東京UFJ銀行瓦町支店
普通預金口座 0210054
郵便振替口座
00910-9-39975
名義はいずれも
一般社団法人日本建築協会
シャ)ニホンケンチクキョウカイ

お願い ①出席者名簿の作成のため、
申し込みの際に氏名(ふりが
な)・勤務先をお知らせ下さい。
共 催 (一社)日本建築協会
(一社)大阪電業協会
ほか13団体

会員作品特集号 第22回 “私の空間作法” 『建築と社会』 2016年4月号 作 品 募 集

『建築と社会』4月号では、会員作品発表の場として「第22回会員作品特集号“私の空間作法”」を企画しております。

対象は、建築・ランドスケープデザイン・インテリアデザイン・まちづくり・アート等、建築に関わるすべてとし、竣工作品、計画案を問いません。

また表現方法は、写真、CG等の別を問いません。

～みなさまの個性あふれる作品のご応募をお待ちしております～

応募までの To Do リスト

☐ 掲載希望作品を選定

☐ 図版データを準備

☐ 文字データを準備

- ・ ページタイトル
- ・ 応募者名
- ・ 所属
- ・ 説明文（300字程度）
- ・ 文責署名
- ・ 概要
- 作品名称
- 所在地もしくは設置場所等
- 施工
- 建築面積もしくは寸法等
- 延床面積
- 構造規模もしくは使用素材等
- 竣工もしくは完成年月日
- 撮影者名
- その他（協力者等）

☐ 上記一式を送付

■提出資料

1. 写 真：外観、内観、ディテール、模型写真等。（プリントの場合、サイズはキャビネ判程度。電子データの場合、解像度300dpi以上）5～6枚
2. CG等：パース、コンセプト図等。（パースの写真撮影等はいたしかねますので、印刷原稿となる状態をお願いします）
3. 説明文：作品名称以外のページタイトルと作品についての考えを300字程度にまとめた文章。
4. 概 要：作品名称、所在地、設計者、施工者名、建築面積、延床面積、構造規模、工期など。

■掲載に際しての補足

1. 応募できる人は、本会会員に限ります。
入会は日本建築協会ホームページ（<http://www.aaj.or.jp/>）の入会フォームからお願いします。
2. 写真の撮影者名は必ず付記願います。写真に著作権等が生じる場合は、応募者にて処理願います。
3. 掲載ページ数は、原則として1社（1人）1頁とします。また、11月末までに竣工予定の作品を掲載希望の場合、写真等の原稿期日は配慮いたしますので、ご連絡ください。
4. 建物の特徴や特殊な事柄については、簡単な補足説明をお願いする場合があります。
5. 作品の掲載順および誌面レイアウトを含む特集全体の構成は、委員会にて担当いたします。

※基本、掲載はモノクロ無料とします。
ただし、カラー掲載をご希望の場合は、30,000円をご負担ください。



私の空間作法

日本建築協会 ■ 会員作品特集



■掲載申込締切日および原稿送付先

1. 掲載申込締切日：
2015年12月16日(水)
2. 送付先：（一社）日本建築協会
「会員作品特集号」係
〒540-6591
大阪市中央区大手前1-7-31
OMMビル7階
TEL.06-6946-6981
FAX.06-6946-6984
E-mail：hensyu@aaj.or.jp

建築と社会

Architecture and Society

11

vol.96 No.1124

2015

特集予告

12月号…『図面』を変える〜田中の深化を誘う建設プロセスの変革〜
01月号…都市の記憶を探して(仮)

今月の表紙

安治川水門 (1970)



台風や津波による被害を想定したアーチ型の防潮水門。日本に存在するアーチ型の水門は3門だけで、そのすべてが大阪にある。安治川水門をはじめ、これと同型の尻無川水門、木津川水門である。

船舶の往来が比較的多いということで、この3カ所にはアーチ型が採用されている。河川をまたぐアーチが作動し上流側に倒れて、海からの高潮を受け止める。

大阪港港湾には数多くの巨大な重機や土木建造物が建ち並ぶが、この水門ほど、直裁的なデザインで存在感を放っているものもそうないだろう。

(多田正治)

表紙デザイン・撮影 多田正治
(多田正治アトリエ)

特集：形態にあらわれた構造

目次

【総論】

インタビュー 構造家の想像力 | 原 広司 8

【各論】

1-1 キャンチレバー構造を意匠設計から語る | 山梨知彦 12

1-2 逡巡と決断の感慨深いプロジェクト | 向野聡彦 14

2-1 PC造で挑んだ極小住宅—まだまだできることはある— | 大谷弘明 16

2-2 力感とプロポーション | 陶器浩一 18

3 かたい形、やわらかい形—オリガミの構造形態学— | 舘 知宏 20

4-1 結び合う二つの螺旋 | 中村拓志、大谷泰弘 22

4-2 構造が存在を主張しないこと | 柴田育秀 24

5-1 有機的な形態を設計する | 海老澤渉 26

5-2 有機的な形態を製作する | 田畑英樹 28

6 生物の構造における「遊び」 | 近藤 滋 30

7-1 東京工業大学附属図書館における意匠と構造の線を重ね合わせる設計プロセス | 安田幸一 32

7-2 東京工業大学附属図書館の構造設計 | 竹内 徹 34

8-1 まちの思いを建築に結晶させる—鼓門の意匠設計— | 白江龍三 36

8-2 巨大な木の塊の門 | 川原重明 38

【編集後記】 40

連載

会告 平成27年度建築工事実務講習会（本部、東海支部）
第61回工高生デザインコンクール入選者発表—設計課題：みんなの図書館—・2015年建築関係団体合同忘年懇親会・2016年在阪建築関係15団体合同新年交礼会 1
会員作品特集号 第22回“私の空間作法”作品募集 2

作品作風 トヨタカローラ新大阪 南高槻店 4

gallery 賑わいを描く | 塚本晋一 6

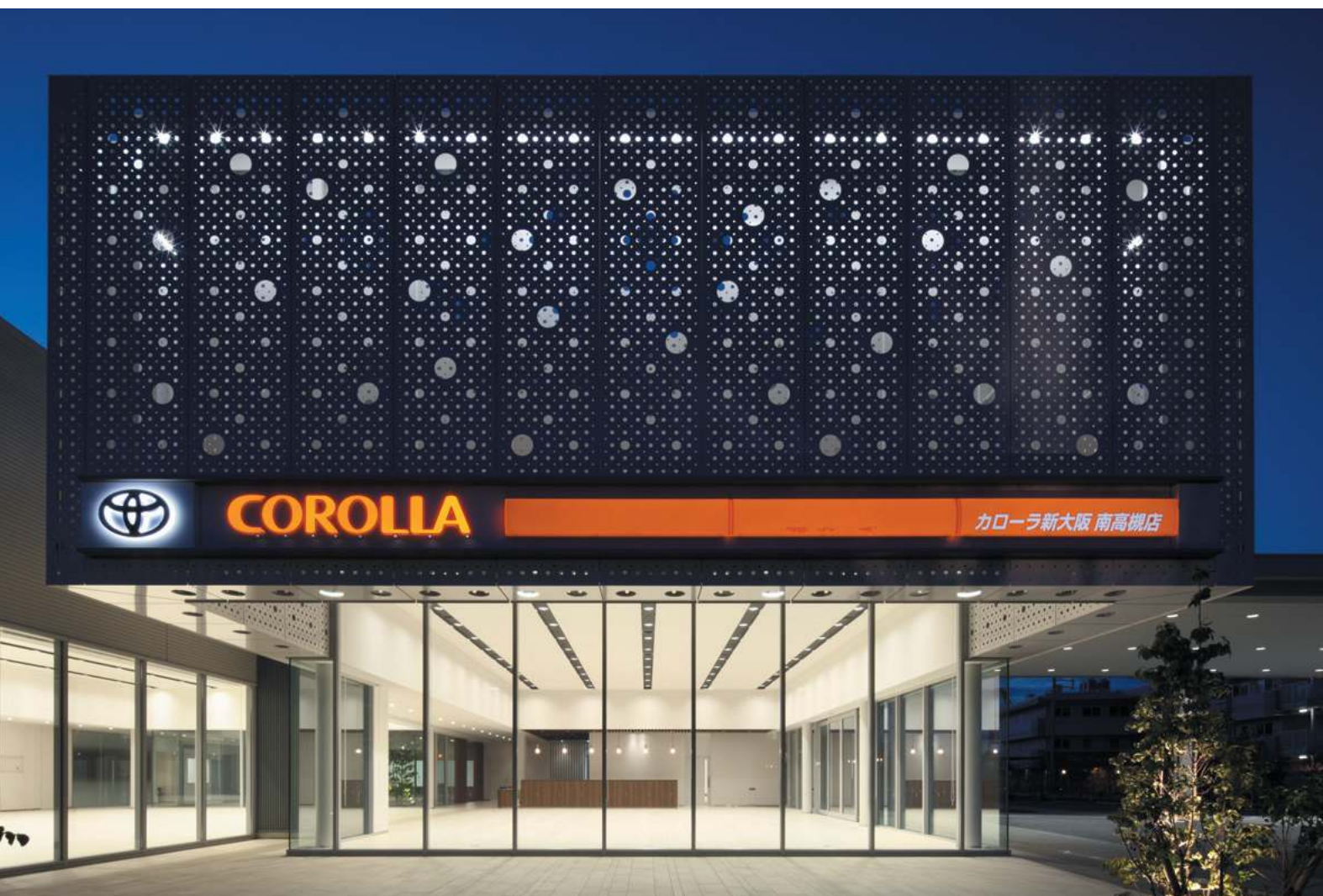
法令コーナー 国家戦略特区の規制緩和を活用した古民家改修
～全国初の旅館業法施行規則の特例活用～ | 松下彰夫 41

建築と社会を考える ウェル・ビーイングを媒介する住宅・建築へ—都市居住文化の歴史と未来— | 弘本由香里 42

構造の頁 繊維入り強化塗料による天井耐震補強工法—鴻池CSFP工法「帯塗(タイト)くん」— | 伊藤真二 46

information 第25回 大阪府公共建築設計コンクール あすなる夢建築、—世界劇場の女性— フェルメールとレンブラント：17世紀オランダ黄金時代の巨匠たち、生誕150年記念 数寄者 住友春翠—きれいさびを求めて、松谷武判の流れ MATSUTANI CURRENTS、春信一番！写楽二番！ 錦絵誕生250年 フィラデルフィア美術館浮世絵名品展 47

月間の動き 平成27年9月



トヨタカローラ新大阪 南高槻店

建 築 主 トヨタカローラ新大阪株式会社

設計・監理 竹中工務店

施 工 竹中工務店

既存店舗の建替えに伴う、トヨタカローラ店、ネットトヨタ店の併設店舗である。住宅地を取り巻く周辺環境に配慮して、カローラ、ネットという2つのチャンネルを象徴したボリュームを分節配置し、親しみやすい外観とした。道路に面した西向きのショールームにありがちな、午後の時間帯にブラインドを下ろし内部の様子が見えないという状況を緩和するために、外装材を西側に3.8m跳ね出し、「日射制御」と「屋内外の視線の抜け」という2つの相反する課題に対してのソリューションとした。跳ね出し部の外装は2重のアルミパンチングパネルで構成され、その丸穴の開け方を工夫することで、日射制御と熱環境負荷の軽減を図るエコシステムとして機能させるとともに、国道に面した風景の中で印象的な外観とした。夜間においても間接照明によりパンチングパネルから漏れる大小の光の粒が、ショールームとしてのブランドアピールを図っている。また室内には時とともに移ろう光が、木漏れ日のように差し込み、来店されるお客様が時間の流れや環境への配慮を感じられる計画としている。内部空間としては、ショールーム内の中庭廻りにラウンジと商談コーナーを設け、整備工場も含めた視線の抜けを確保しながら、緑を身近に感じることが出来る居心地の良い空間構成としている。

(田中盛志／竹中工務店)



配置図・1階平面図



所在地 大阪府高槻市深沢町1丁目26番2号
敷地面積 6,046.84㎡
建築面積 2,154.45㎡
延床面積 2,095.06㎡
構造規模 S造、地上2階
工期 2014年8月～2015年6月
最寄駅 JR高槻駅から京阪バス深沢バス停
撮影 竹中工務店

賑わいを描く

商業ディレクター

塚本 晋一

街の中、施設の中における思い出の場所、記憶に残る場所とはどのような空間なのでしょうか。

美しく整った竣工写真のように切り取られたような景色ばかりではなく、誰かの笑い声や笑顔に溢れたり、好きな人・家族・仲間と時を過ごしたり、何かのハプニングが起きたりと、賑わいという媒介があることによって、より色濃い場所になるのではないかと考えます。

自然発生的なハプニングや感情の起伏を期待するだけでなく、その場で繰り広げられるアクティビティを想定し、より積極的に生活者像や利用方法を企画することで運営手法や空間の機能、デザインが見えてくるのではないのでしょうか。

また、既存の施設や役割を終えた施設も新たな利用方法を想像し、ハードだけではなくソフトとしてのコンテンツや運営手法を見直すことで、新たな場所として再生させることも可能でしょう。

多目的は無目的とならないように、誰が、何を、どう活動し楽しむ、どう運営する場所なのかを考え計画することで、目指すべき賑わいに、より近づけていけると 생각합니다。

(※印の写真は、視察時に撮影した参考事例)

塚本 晋一 (ツカモト シンイチ)

1970年 静岡県生まれ

1993年 神奈川大学工学部建築学科卒業

1997年 北山創造研究所勤務

2006年 bird 設立

商業開発・街づくりに関する企画、戦略の立案、新規事業開発、新規業態開発などの調査マーケティングから企画、実施推進等

企画編集：増田敬彦 (作品作風小委員会)



■キャンペーンのメッカとなったステージイベントの賑わいを中心に作られた商業施設/名古屋



■盆栽、狂言など和のライフスタイル発信/東京都



■ファッションショー、ワークショップなどで生活感度UP/埼玉県



■銀行だった建物を活用したフリーマーケット/ブルックリン※



■街中でチェス/アントワープ※(上)

■スケートリンクになる市庁舎前/ブリュッセル※(下)

特集 形態にあらわれた構造



梅田スカイビル
撮影：大橋富夫

人は常に重力の影響を受けて生きているせいか、実は目に映るものにも無意識のうちに「力学」を感じているように思われます。ダイナミックな空間に感動したり、ピロティ建物に浮遊感を感じたり、建築体験の驚きや感動は、無意識の力学感覚によって「こうあるべき」と考えているものが打ち破られたときに生まれるのではないのでしょうか。

今回の特集では、形態と構造の関係をテーマに、「力学感覚」に訴える特徴的な建物を取り上げました。「力学」と言えば、本来、構造設計者と呼ばれるエンジニアの得意領域ですが、実際に建物の形態を考えるのは多くの場合、意匠設計者と呼ばれるデザイナーです。また、形態や構造について、日々想いを巡らせている研究者がいます。それぞれ立場の違う人たちが、それぞれどのように形態や構造について考えているのか、紐解いてみたいと思います。

（構造分科会）

【総論】

インタビュー 構造家の想像力 原 広司

【各論】

- | | | |
|----------------------------|---|-------------------|
| 1 ホキ美術館 | 1-1 キャンチレバー構造を意匠設計から語る
1-2 逡巡と決断の感概深いプロジェクト | 山梨知彦
向野聡彦 |
| 2 積層の家 | 2-1 PC造で挑んだ極小住宅—まだまだできることはある—
2-2 カ感とプロポーション | 大谷弘明
陶器浩一 |
| 3 かたい形、やわらかい形—オリガミの構造形態学— | | 舘 知宏 |
| 4 Ribbon Chapel | 4-1 結び合う二つの螺旋
4-2 構造が存在を主張しないこと | 中村拓志、大谷泰弘
柴田育秀 |
| 5 MARK IS
みなとみらいこもれびルーフ | 5-1 有機的な形態を設計する
5-2 有機的な形態を製作する | 海老澤涉
田畑英樹 |
| 6 生物の構造における「遊び」 | | 近藤 滋 |
| 7 東京工業大学附属図書館 | 7-1 東京工業大学附属図書館における意匠と構造の線を
重ね合わせる設計プロセス
7-2 東京工業大学附属図書館の構造設計 | 安田幸一
竹内 徹 |
| 8 金沢駅鼓門 | 8-1 まちの思いを建築に結晶させる—鼓門の意匠設計—
8-2 巨大な木の塊の門 | 白江龍三
川原重明 |

総論

特集

形態にあらわれた構造

構造家の想像力

—インタビュー—

原 広司

建築家、東京大学名誉教授

原 広司

1936年川崎生まれ。64年東京大学数物系大学院建築学専攻博士課程修了、工学博士。69年東京大学生産技術研究所助教授。82年同教授。97年同大学を退官、同大学名誉教授。70～98年設計活動をアトリエ・ファイ建築研究所と協同。99年原広司＋アトリエ・ファイ建築研究所に改名。主な作品は「梅田スカイビル」「JR京都駅」「札幌ドーム」。主な著書は67年『建築に何が可能か』（学芸書林）、73～79年『住居集合論 1～5』（鹿島出版会）、87年『空間〈機能から様相へ〉』（岩波書店）、98年『集落の教え100』（彰国社）など多数。

（聞き手：向井洋一、岡田健、大庭拓也、瀧口真衣子）

■はじめに

—本特集では、形態に力学的な特徴を感じる建築物を意匠と構造設計者がどのように考えてイメージを具体化したのか、それぞれの目線から作品のとらえ方の相違や共通点を紹介したいと考えています。

梅田スカイビル、JR京都駅ビル、宮城県図書館、札幌ドームの設計で、構造設計の先生方とのコラボレーションについてのお話を伺いたいと思います。

はじめは、小さい建物を中心に鉄筋コンクリートの動かない建物などを設計していました。梅田スカイビルは、僕の体験の中でジャンプがありました。変位が少ない鉄筋コンクリートに対して、変位の大きい鉄骨の建物を設計するわけです。スケール、寸法も大きくなり、自分にはあまり経験がありませんから、生産技術研究所の先輩である木村俊彦先生と一緒に設計してもらわないとできないと思いました。

木村先生は経験豊富でいろんな建物の構造設計をしておられましたから、ものの考え方、構造に対する解釈、率直なところ梅田スカイビルもJR京都駅ビルも木村先生なしでは設計できなかったと思います。

■「連結超高層」を成立させるには

梅田スカイビルの「連結超高層」では、頂部をピンとローラーで繋げばいいんじゃないかという考え方で始めました。木村先生と佐々木睦朗先生とでいろいろ解析されたところ、変位が大きすぎて成立しないんじゃないかという話が、途中から出てきました。

—地震時の変形が大きかったわけですね。

解析すると、地震でなくても風に対してもなかなか難しいということが分かりました。結局、上の繋ぎは剛にすれば解決する！ということで、木村先生が私たちの事務所に駆け込んで来られた。それでは剛にするにはどうしたらいいのか。方杖が入れば大丈夫そうだという話になり、それで行こうということになりました。大きな建物、ましてや連結超高層も経験がないし、どう設計したらいいのかよく知らなかったのですが、竹中工務店の人たちに多くの事柄を教えていただきました。

一番のポイントは地震の時にどこをどういう風に壊すか。非常に経験的な話で、どの

建物もだいたいこういう具合に壊れるだろうから、このくらいは致し方がない、というような納得のいく答えは教科書にも書いていない。普通の人たちは知らないわけです。超高層を設計して初めてわかる。経験を重ねていつてわかるんですね。

■「ノンエキスパンション」で

JR京都駅ビルは、建物の長さが470メートルもあるのを、木村先生はエキスパンションジョイントなしでいこうと考えられた。それを作ってもどうせ壊れるのなら、あらかじめここで壊すと決めておけばそれはそれでいいじゃないか。エキスパンションジョイントのコストは高いし意匠的には見苦しい、だから作らない。ただ、ここを壊すよとあらかじめ決めるにしても、そんなにたくさん壊れたら困るので、壊すにしてもほどほどにすることは、程度の問題で理論的には難しいですね。

二次部材についてもそうです。超高層のホテルの遮音性を保ちながら内装のジョイント部をどういう風にするかという問題はかなり難しい。もちろんすべてコストに関連した話です。結局、壊れても仕方ないみたいな話になります。天井の落下は東日本大震災で大きな問題となりました。天井が落下しなければいいと言いたいのですが、できるだけ壊さないようにするにはどうしたらいいのか、難しい課題です。そこらの具体的な判断のためには、みんなの経験的知識の集積、そういうのがないとなかなか決定ができないと思います。

—大規模の建物ということでしょうか。

規模が大きいと改修するにも補修費用は大変です。いろいろな二次部材の実物実験では、そうそう壊れないのがわかっています。関西や北陸の地震でも（高層ビルの外装の）カーテンウォールのガラスは1枚も割れなかった。技術の成果だと思いますよ。しかし、実際の建築ではコストの高い製品ばかりは使えない。そこをどういう風に対処するのか、ひとつ課題だと思います。

■「動く」建築のディテール

梅田スカイビルのブリッジは上は剛で行くと決めましたが、中間部のほうをピンとローラーでどうやって止めるのか、どういう風に滑らせるのか、経験がある人でないとわからない。小さな建物でもブリッジをかけたり、

連結部を作れば出てくる問題です。「動く」建築のディテールを整理しなければいけません。梅田スカイビルと一緒に設計した竹中工務店の馬渡勝昭さんとこのディテール集を作ろうと話してきたのですが、実現していません。

世の中には2種類の建物があります。動く建築と比較的動かない建築です。一般には多くの人がこのことを知らないと思います。鉄骨とRCとでこんなに違うのかということは、超高層をやってみて初めて実感しました。教育の上でも重要でしょう。経験が判断の基準にならざるを得ないと思います。

■「空中都市」で繋がる空間

一様なエンジニアが集合知的に問題を解決しながらプロジェクトが進んできたわけですが、梅田スカイビルはシルエットが象徴的です。建物のイメージはどのように作り上げてこられたのでしょうか。

始めに超高層ではなく様々な形態で容積を検討しましたが、どうやっても入らない。これは超高層でいかざるを得ないということになったわけです。当初の案は4本足で支えるものでしたが(図1)、オフィスのワンフロアの面積が1000平米くらい取らないと経済的に合いません。それで4本から2本に替えたんです。

競技設計時の課題には、24時間賑やかで活性化している建物か、大阪の新名所になるような建築等という要望がありました。それに応えるのはどうしたらいいのか、可能ならばこういうのでやってみたいと、木村先生に連結超高層の案を示し相談しました。連結超高層という名称も木村先生の発案です。以前から考えておられたようです。

日本では都市の地下は大変発達しています。地下街はみんな繋がっている。超高層であれば、空中でショートカットしているような空中都市のイメージ。地下でできることが空中でなぜできないのだろう。空中都市をつくるためにはどういう道具立てが必要か、梅田でやってみようというのが我々の考え方でした。木村先生は、電車の中ではひとりで立っているより2人で手をつないで立っている方が安全だということをいつもお話しされました。異なるもの同士の連結がいいともおっしゃっていました。それで片一方の建物の下のほう

にはロングスパンの空間を入れて、西と東では見かけは似ているが、周期の違う建物にしたわけです。

技術的あるいは経済的な課題として、ガラスカーテンウォールとPCカーテンウォールとの比率があります。コスト比は3:1くらいです。しかし、安いPCを多く使えば構造のコストが上がる。ですから最適な比率は構造から決定される。そのような全員理解から実現したファザードです。

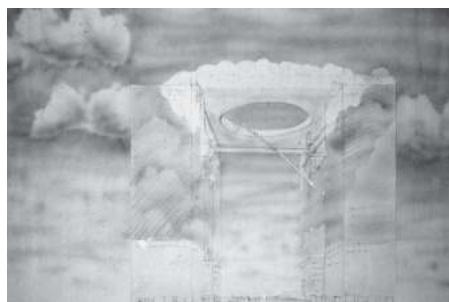


図1 梅田スカイビルファーストスケッチ

■人工地盤「マトリックス」

JR京都駅ビル(写真1)は木村先生の独壇場でした。絶対にこの案以外にあり得ないと、木村先生はそれほど自信をもっていましたね。2.8ヘクタールしかないところに23万~24万平米を入れようというのだから、すごい高密度です。敷地には地下鉄が通っているわ、JRの1号線がある。他にも駅に欠かせない施設がいっぱいあります。エレベーターを通そうにも階段を造るにも、途中で大きく曲がってしまう。



写真1 JR京都駅ビル

写真提供: アトリエ・ファイ建築研究所

木村先生が考えられたのは、「マトリックス」という鉄の塊みたいなものを10~11メートルほど浮かす。人工地盤みたいなものをつくり、その上に新しく施設を建てるわけです。1層分トラスだらけのマトリックスを縫って設備を入れる。そこを地盤と考えるわけです。

連結超高層ではこちらのイメージが先行し

ていましたが、JR京都駅ビルのほうでは木村先生がこうやるぞと構造方式をはじめに決められたのです。その条件の中で何が建築でできるのか考えました。構造のエンジニアリングのほうで決めた条件に対して建築は後で形を合わせていったわけです。

■明快な力学モデルによる解釈

— 2つの建物は対照的です。空中庭園のイメージから出てきた「連結方式」の梅田スカイビル。逆に技術解の「マトリックス」に建築家が形をあてはめた京都駅ビル。アプローチが柔軟ですね。

JR京都駅ビルのときに、木村先生の下で具体的にやられたのが金箱温春先生です。他の人以上に安全第一で、一方、木村先生は曲面の構造設計も多く手掛けておられます。非常に複雑な形でも単純化して考えておられると思いました。基本的には柱と梁によるラーメン構造。曲面全体で考えているが、要所は梁と柱で押さえる。モデルが明快です。

札幌ドームは、竹中工務店の丹野吉雄さんや大成建設の細澤治さんに加えて佐々木睦朗先生と半谷裕彦先生に入っていました。構造家がこれだけ揃えばまず安心。モデルを単純化し、それからいろいろ構築していく過程は実にわかりやすい。難問の中に沈んでしまわない態勢と方法です。建築の場合、スマートに作るためには単純化するモデルが綺麗じゃないといけない。JR京都駅ビルで非常に重要だったのは、470メートル一発でいく感覚。それが唯一の正しい解かはわからないが、木村先生の考えのほうがいいと感じました。

— 構造設計者にもそれぞれ個性があると思いますが、意匠の立場から構造の主張をしたいいこともあるのではないのでしょうか。

木村先生にいろいろと、こんなこともできるんじゃないかと申しあげますが、ある力学的性質の中の部分的な指摘をして、それをあだこうだと言っても、力学的事情はその他もろもろを包含した全体で決まってきます。私もあれこれ主張しますが、たいてい駄目ですね。構造に関しては任せた方がいい。素直に聞くべきだと思います。僕は問題の提起はしますが、あまり主張はしません。

■「開いたリング」

—札幌ドームではまわりをオープンになったものを作ろうとご提案されたそうですね。

曲面の縁となるリングの径は閉じていないといけなと言われますが、そんなことはないだろうと。「み」（注：竹箕ざる）（写真2）はちゃんと安定しているじゃないか。こういうものを作ればいい、と言いました。



写真2 み=竹箕ざる
写真提供：アトリエ・ファイ建築研究所

早速、元大成建設の可児才介さんが「み」を買ってきたところみんな納得しました。昔のちりとりはだいたいこんな形で、田舎ではしょっちゅう見ていた構造の柔らかなシステムです。それでと佐々木先生が凄いアイデアを出してくれました。開いたところをブリッジで繋ぎ、上の荷重をうまくバランスさせるシステムです。札幌ドーム（写真3）では、経験豊富なメンバーが多くいて、半谷さんをふくめていけると、なったわけです。



写真3 札幌ドーム
写真提供：アトリエ・ファイ建築研究所

■屋根の上で積雪が凍結

—思わぬ問題が潜んでいたようですね。

現場に1スパン分の屋根のモックアップを作って、実物大の屋根から雪がどう落下するか実験したところ大丈夫だということになった。ところが12月にオープンしたところ、雪が落ちて車を何台か破損してしまいました。落下時に削り取られた雪が弾んで、自動車を壊したわけです。人身事故にならなかったのは不幸中の幸いでした。

それより先に昼間雪が溶けて流れ出し、夕方に日が沈むと凍結する。これの繰り返しで曲面状のシャーベットができ、それがあるときずり落ちリバウンドする。雪の層の構成をみると、氷の層が結構厚く比重は設計荷重より大きく荷重状態が設計と違っている。屋根の変位を計測した結果、雪下ろしをしないと壊れるので、屋根の補強が必要ということになったわけです。みんなで協力し検討を重ねたうえ、札幌市に内部トラスの補強予算を認めてもらいました。これが雪との戦いの第1ラウンドです。

—屋根から滑り落ちる雪の対策についてもお聞かせください。

これは雪との戦いの第2ラウンドです。世界のどこにもリバウンドして雪が跳んでいくデータがない。個体と液体の中間みたいな状態のものの運動曲線を理論的に描くことはそう簡単ではありません。しょうがないから経験でいこうとクレーンを使って氷を落とす大がかりな実験をし、リバウンドした雪がどういう風に動くのか調べました。札幌ドームのような事例はそんなにありませんが、研究としては面白いですね。実際は大変ですが。

積雪の扱いでは、堆積すべきか落下させるべきか2つに大きく意見が分かれます。地域によって雪の性質が違います。荷重をどの程度みるかは見なおした方がいいでしょうね。また、壁の横からの雪の圧力がどれくらいかというデータはほとんどないと思います。側圧はすごく重要で隙間があると圧力がどうなるのか、というようなデータも必要です。

—初めての問題に直面したときは、デザイナーもエンジニアもフラットで、一緒に解決する、面白いと思います。

いざ当事者となると面白いとも言ってもらえない。雪に関しては格別でした。一緒に設計した人々は雪と戦った戦友の感覚ですね。安全に越したことはないから、雪の落下については実験値に従って、周壁をネットやコンクリートで作ったわけです。このような問題を一般的に解決するのは相当難しい。こうした工事費も札幌市に出していただいた。もう二度と「雪のことは解った」とは言いませんとただひたすら平謝りでした。少人数の僕らの事務所だけではとてもじゃないが解決できな

いわけですが、施工者が付いてくれていたからできたのです。

■本は直線に並べて分類

—宮城県図書館についてお願いします。

宮城県図書館（写真4）は木村先生と新谷真人先生がやられた。地形的には谷を越えて建っています。高いところから基礎を見下ろすと、7メートルくらい大きな径が縄文の住居跡のように見えました。山に橋を架ける感じで自然を残してやろうという発想がありました。長さは200メートル。図書館の専門家には評判が悪かったけど、僕は物を整理するときに、四角のところで動きが少ない整理の仕方はだめだと思う。直線に並んでいる方が分類しやすい。飛行場の動線も一緒です。だから本を直線に並べて分類する形にしました。ものの整理の仕方の話です。



写真4 宮城県図書館 撮影：大橋富夫氏

—敷地の選定も先生がされたのですか。

敷地はいくつか与えられた中から僕が選びました。平らなところは他の人が造ってはと提案しました。我々は山地の谷の地形を保存しながら造ったほうがいいと考えたわけでした。建物の形は、プランニングのまま現れています。新谷先生は尾根筋をそのまま残す方法はないかと考えられました。10メートルごとに柱を立て両側に耐力壁を作り、ひよろひよろとした柱が並んでいる感じですが、何にも問題は起こっていません。水平力を受けるコンクリートの壁の配筋は実に綺麗でしたよ。

力学的に地盤は、山と平地とで全然違います。動きが違うわけです。山地は地震になると複雑だと感じましたね。地震で意外なところが壊れる。例えばスプリンクラーなどです。躯体の構造の部分は、屋根も壁も柱もスラブも壊れなかったですね。ガラスのカーテンウォールも1枚も壊れない。大きな地震の前にも何度か地震が来ていますが、そのつど上

のものが落ちました。上から落ちてくるのは避けられません。上にある電球はひとつひとつ安全のための鎖を付けています。高いところの設備は気をつけないといけないのが原則。ここでは排煙のガラリが落ちました。幸い地震があった時は休館日だった。だいたい天井にある諸エレメントには注意してもしきれないところがあり、そうした弱点が大きな地震になると露呈することになります。東日本大震災で私たちの意識は変わりましたが、管理の仕方は相当注意しないといけない。建築を職業とする私たちには相当厳しい状況ですね。そういうことから札幌ドームでは改めて上部はすべてチェックさせています。パネル1枚落ちて大変ですから。

―天井の落下の話になると、特定天井になるとやらないようにするとか、空間デザインの自由度を狭めているような気がします。

今、小学校の体育館をやっていますが、天井を作らない方向で進めています。実際にはメンテナンスが心配です。メンテナンスがゆきとどいているかどうかが重要です。設計から何十年も経っている天井は怪しいかもしれません。

建物の規模が大きくなると技術が重要になります。重力と関係するかもしれません。小さいうちは何とかなっても、大きくなると技術的判断が非常に重要になる。小さな建物のデザインと大きなもののデザインは変わらないと言う人もいますが、地震に襲われると特に大きいものはスペシャリストの視点や保証システムが必要になります。そこが世間では理解されていません。

■重力と建築・空間

―天井の話では重力は空間を制約しますが、逆に目に見えないが常にそれを感じていることには、体験としては意味があるのでは。

結局、地震も含めて建築とは重力との戦いです。イメージとしてはフローティング、浮いている状態があこがれでもあります。雲みたいな建築になるのがいいなあというイメージを持っています。しかし現実是这样ではない。浮遊している感じを捉えるということは、いかにも軽々と揚がっているな、というみたいなことを作り出すのがかなり良い。構造的というか力学的なんですが、反力学的なたず

まいが格好いいんじゃないかと思っています。重いものを軽く表現するという意味ですが。

―重力はデザインにどのように関係しているのでしょうか。

地球外建築、人工衛星のステーションとか月面の基地とかの話になりますが、1990年代は日本が宇宙開発に参加するという機運がありました。そこで「地球外建築」の無重力の世界では、いかに重力を造りだすかが問題になります。普通に生活するためには、浮遊状態がまずいので重力をいかにして作るか。回転させた遠心力で重力に替えるぐらいしかないんですね。いざ作り出すとなると大変です。

空気もないし浮いているわけですから形態は重力と無関係です。流線形みたいなものもデザインとしてあるかもしれません。でも抵抗がないから、流線形でも四角形でも運動の力学では同じなのです。少し初速度を与えれば、そのまま宇宙へ無限に進んで行きます。

■「ダークマター」を例に

質量が重力に関係します。質量の原因となる力の話ですが、天文学者がすべての星の質量を計算してみたところ、重力の5%しかありません。この問題は1930年代ぐらいに提起された、「ダークマター」とか「ダークエナジー」の存在の話です。それが何なのかは専門家もだれも想像がつかないらしいですが、解らないということがすごい希望だと思います。この正体が明らかになると宇宙像がまったく新しくなります。これは、天文学者であり素粒子論の専門家でもある大栗博司先生に直接教えていただいたことです。

我々の日常の認識では重力というものはビジュアルになります。見えているという分かっているつもりでいます。でも重力の意味は分かっている、何かまだ不思議なものだということです。「ダークマター」の問題提起により力学の世界が変われば、建築も変わる可能性があります。いいチャンスだから、建築もそれに備えて考えておいてはと思います。

■建築の世界観はどう変わるのか

情報工学にはやられましたね。コンピュータ革命は建築の範囲を超えています。こういう事態にデザインの理論も備えておいた方がいいと思いますね。人類発祥以来、我々は都市を造るのは建築学の役割と思っていたわけ

です。それが、建築なんて四角に作ってればいいんだ、我々が都市も何もかも作るんだ、と情報工学は主張します。これまでにこうしたことに対して僕は警告してきました。

この100年の間に力学の幅も広がりました。世の中の様々な現象を扱うために、非線形とか複雑系の話とかが出てきています。建築にとって、力学が単なる安全のための計算だと思っている人たちは認識を変えなくてはいいですよ。建築全体の水準を落とさないために自分たちで変えないといけない。ダークマターの話はちょうどいい例だと思います。力学の問題としても面白いですね。もっと興味を持ってはどうかと思います。

■おわりに

アリストテレスは、建築あるいは建築技術を引き合いに出しています。その時代における本当に技術と言えば建築。思想的でもあった。それがだんだん地に堕ちていった。それでは面白くありません。建築にはもっと夢があります。実際はもっといろんなことができるんじゃないかと思います。

私は若いころから建築のシンボルは「雲」だと思ってきました。そこで、梅田スカイビルをはじめとして、さまざまな雲の形を屋根で造ったりしてきたのですが、その本来の意味は、建築は絶えず変化を伴った現象であるとするところにあります。建築は時間をパラメーターとする現象なのです。たまたま、地震がある日本では本来の力学も重力学なのではないでしょうか。(はら ひろし)

―建築物の設計では、重力の作用を理解し解釈するために、力学がそれを説明する閉じた体系だと思ってきました。でも、その重力の源となる物質の大半が実はダークマターと呼ばれる未だに正体不明の物質であるとすれば、力学を通した世界観が今後大きく変わるのかもしれない。

今まで経験したことのないものを作るときには、時として新しい技術や研究が必要になると思います。未知の領域に踏み込んでいくために、経験と英知を注ぎ込んでチャレンジが必要であると感じました。建築には夢があるということには、心から共感します。ありがとうございました。

1-1

ホキ美術館

キャンチレバー構造を
意匠設計から語る

山梨知彦

株式会社 日建設計 執行役員 設計部門副統括

はじめに

フランク・ロイド・ライトの落水荘を持ち出すまでもなく、近代建築を構成する素材が鉄筋コンクリートや鉄骨となり、建築家はキャンチレバーという表現手段をより手元に引き寄せることが出来るようになった。

私もまたキャンチレバーに魅せられた一人であるが、なかなかそれを生かせる機会に遭遇することはなかった。数年前、ホキ美術館（写真 1 提供：野田東徳／雁光舎。以下同じ）という好機を得て、「見せるためのキャンチレバー」と「見るためのキャンチレバー」とに挑戦することが出来た。ここではそのホキ美術館のキャンチレバー構造を、意匠設計の立場から解説したいと思う。

唯一の写実絵画専門の私設美術館

ホキ美術館は、おそらく日本で唯一の写実絵画専門の私設美術館である。美術館のオーナーである保木将夫氏は、趣味の写実絵画収集を始め、そのコレクションが50枚を超えたあたりから、自ら吟味して集めた写実画を、自らのキュレーションの元で、より広く一般の人々に見ていただきたいとの思いが湧き上がってきた。

初代のホキ美術館は、保木氏の自宅に隣接する住宅を改装した小規模なものであったが、年に数回の一般公開時に、口コミの評判で多くの来場者が詰めかけるようになってきた。

最終的には、一日当たり3000人の来場者が詰めかける事態に至り、保木氏は本格的な日本初の写実絵画専門美術館を構想された。初代ホキ美術館の改装をお手伝いさせていただいた縁から、私たち日建設計のチームに新美術館の設計を依頼して下さった。

設計条件は至って簡潔

設計を開始するにあたって、保木氏が我々に提示した条件はいたって簡潔なものであった。

- ・写実絵画が最良の状態で見えること
- ・美術館の前に立ち止まった人が思わず入りたくなるようなものであること
- ・歩きやすいこと

もちろん、最初の写実絵画が最良に見えることというテーマが最重要であった。

幾度かのミーティングの後、保木氏と我々が相互に確認しあった、繊細な写実絵画を生かす美術館空間とは以下のようなものであった。

- ・基本的な空間は、シンプルなギャラリー形式とする。
- ・繊細な写実絵画の存在を壊すことが無いよう、壁クロスの継ぎ目や、絵画を吊り下げるワイヤや、天井からぶら下がった照明器具といった具象物は、出来る限り消し去る。
- ・同様な理由により、吹き抜けなどの建築



写真 1 ホキ美術館の端部。キャンチレバーで大きく空中にせり出している

山梨知彦

昭和35年 6月14日生

神奈川県立横浜平沼高校、東京芸術大学、東京大学大学院を経て昭和59年 4月(株)日建設計入社。平成26年 1月より現職。

的で刺激的な空間は不要である。

- ・最初は気楽に、しかし歩を進めるほどに写実絵画に引き込まれ、没頭できる空間づくりを目指す。

こんな具合に、設計の極めて初期の段階で、シンプルなギャラリーのみで、いかに魅力ある美術館を創り得るだろうか、という問題設定がなされた。

円弧状のギャラリーを積み上げる

敷地が円弧状の境界線を持つため、ギャラリーを円弧状にするアイデアが出てきたが、これは一方の端からギャラリーに入った場合に、もう片方の終端が見えない形式となるため、来場者を奥へ奥へと誘うにはふさわしい形式でもあった。

また円弧2つを方向をたがえて重ね合わせると、2点で重なり、容易に積み上げることが出来る。敷地の長さは100mに過ぎないが、絵画の展示などで必要になるギャラリーの長さは500mほどとなるため、5本のギャラリー状の空間を積み重ねる必要があった。いずれも円弧状にカーブさせることで、積み上げが容易に出来ることがわかったため、全体は円弧状のギャラリーを積み上げる形式とすることにした。

端部の大キャンチレバーが生まれたわけ

我々意匠設計者の直感を読み解きそこに理性を与え、建築化していくプロセスでは、優秀なエンジニアの参加が不可欠である。

ホキ美術館の設計には、特に構造的アイデアが初期から必要に思われたため、神保町シアタービル、木材会館、そして日本建築学会賞作品賞をいただいたNBF大崎ビル（ソニーシティ大崎）とここ10数年、私の担当プロジェクトでパートナーとして構造を担当してきてくれた向野聡彦を引き込み具体的な検討が始まった。

円弧状の長さ約100mのギャラリーを、理想的な状態で下層の円弧状のギャラリーと重ね合わせるためには、端部から25m内側に入った2点でギャラリーを支持して、中央部でスパン50m、両端を跳ね出し長さ25mのキャンチレバーとすることが合理的であるというの

が向野からの意見であった。こうすると柱にかかる長期の水平方向の力がキャンセルされると共に、長辺方向の必要梁成が最小になり、高さ4mほどのギャラリー自体が梁となり得る。ただし、この鳥居状に支持されたギャラリーを成立させるには、鉄骨に鋼板を太鼓張りにした船のような構造体が必要であるという。

2番目のギャラリーはいわば企画展示室の役割を担うため、頻繁な絵画のレイアウト変更が予想された。美術館の内壁が鋼板であるならば、絵画をマグネットで固定すればレイアウトが自由にできる。それに船のように鉄板の全面溶接で組み立てられるならば、壁紙やボードのジョイントとも無縁な、写実絵画に理想的な展示空間が生み出せる。照明や空調のサプライやリターンには、鋼板の間の空間をそのまま用いれば、展示空間には具象物は一切表れなくなる。鋼板構造は高価だが、内装も外装も、構造体に塗装を塗布するだけで完成となるので合理的ともいえる。

このような感じで、アイデアがアイデアを生み、端部に大きな「見せるためのキャンチレバー」を持ったホキ美術館の基本構成は固まっていた。

もう一つのキャンチレバー

ホキ美術館は、ギャラリーの長手に沿った大ぶりのキャンチレバーが外観上の特徴を形づくっているが、2番目のギャラリーにはもう一つのキャンチレバーが仕込まれている。このギャラリーは企画展示室として典型的な写実絵画を、自然光があふれる状態で展示をしたかった。このため腰から下だけが解放された窓を設けることにしたが、ギャラリーの長さを生かすためにも、またそこから見える景色を分節しないためにも、この窓はギャラリーの端から端まで連続した横長窓にしたいと考えた。

このため、2番目のギャラリーは、短編方向に対しても全面的にキャンチレバー構造となっている。長辺側の見せるためのキャンチレバーに対して、こちらは何にも阻害されることなく、内部から外部を「見るためのキャンチレバー」と言えるかもしれない（写真2）。



写真2 柔らかな床素材や天井に埋め込まれた照明等のおかげで長く観ても疲れない

キャンチレバーの魅力

かくの如く、僕はキャンチレバーの魅力に取りつかれ、使いたい衝動へと駆り立てられるわけであるが、それをたしなめ、使うべき適所へと導いてくれるのが優秀なエンジニアだと思っている。僕らのデザインは、このように建築家のみならずエンジニアとの密接なコラボレーションの中に出現する。

向野とコラボレーションした最新作のゲストハウス「On the Water」（写真3、4）でも、湖にせり出す建物自体の構成と、内部から水辺への眺望を確保するため、大胆なキャンチレバーを採用している。



写真3 On the Waterの全景。湖に映えて美しい



写真4 On the Waterの内部から眺望。

キャンチレバーへの興味は当分尽きそうもない。

（やまなし とむこ）

各論

1-2

ホキ美術館

逡巡と決断の
感概深いプロジェクト

向野聡彦

株式会社 日建設計
エンジニアリング部門
構造設計グループ副代表

向野聡彦

昭和32年4月14日生まれ
ラサール高校、東京大学、同大学院修士課程、日本国有鉄道を経て昭和62年3月(株)日建設計入社。平成25年1月より現職。

はじめに

B777クラスの翼長はホキ美術館のキャンチレバーと同程度であろうか。飛行中の翼は先端で1 m程度たわんでいるように見える。たわみ量は素材の性質や断面形状によるが、当然ながら飛行機能上問題にはならないはずである。今一つのキャンチレバーである胴体は、客席を包む大きな円筒であり、それほどはたわまない。建築において大きなたわみは仕上げ材の損傷や居住性といった問題につながる。

キャンチレバーといえば、ガリレオガリレイの書に示された図と耐荷能力推定の歴史を思い浮かべたりもするが、飛行機のほかにも船や橋、さらには人間をはじめ動植物の各部、いたるところに同様の力学をみることができる。また、地震や風の横力に対しては、建物そのものが地盤に支えられたキャンチレバーとも言える。それぐらいその力学は構造設計者にとって身近な基本でもある。一端で支持されるキャンチレバーは、大きな力のかかる支持点付近が壊れれば落ちることになり、その安全性は荷重に対する余裕で担保されることになる。施工中の落橋、大庇の落下、取合うガラスの割れ…、キャンチレバーにまつわる事故は国内外に多くあり、設計と施工には大きな注意が必要である。強度もさることながら、出寸法に対し指数関数的に増加する先端変位、振動に対する不快感などにも慎重な

対応が求められる。

一方でキャンチレバーでしか得られない空間もある。ロングスパンの外側に片持ちを出すことで柱の曲げを減ずるバランスラーメン、反対側の梁とバランスしようとすることを利用した柱軸力制御など、その力学性状を応用した架構システムも多く、私もいくつか実践してきた。大崎の高層オフィスでは、偏コア部分を7 mほどのキャンチレバーで受けることにより柱軸力の均質化を図り、積層ゴムアイソレータの支持力と適合させた。最近竣工した日光のゲストハウスは、積雪荷重相当分のプレストレスでキャンチレバーの変位を制御しガラスののみこみ寸法を著しく減じた。山梨と協働した他のプロジェクトでも、キャンチレバーとその応用を構造上のテーマにしてきている。

ホキ美術館のキャンチレバー

ホキ美術館の建築は壁（展示）と天井からなるL型断面のエスキスからスタートした。どう曲げてどのように積み重ねると合理性があるか？そもそもL型が合理的か？といったことを検討し、L字型がコの字型になり最終案に至る。自由な問題設定と検討の紆余曲折は楽しみの一つでもある。必ずしも結果から読みなく説明できるほど明快ではないが、このプロセスは既得の知見や力感を確認・補正する意

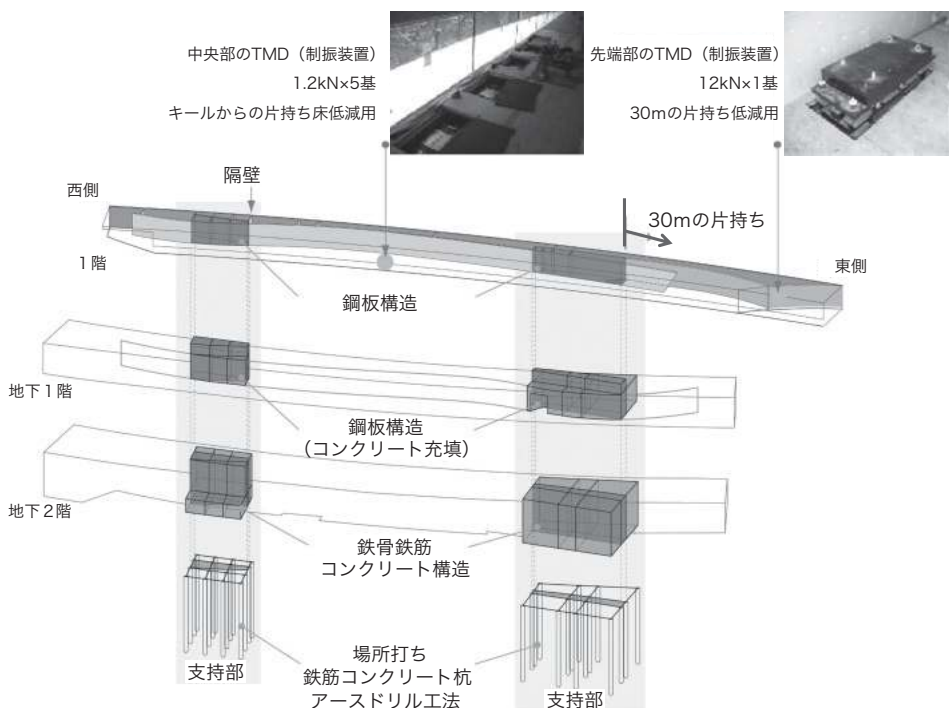


図1 構造概念図

味があるように思う。一本の梁を任意の2点で支えるという問題に対し、「応力を最小にする」とか「たわみを最小にする」とか単純化した力学合理で対話するが、建築家からは別な価値観に基づく要求が出てくることも多い。

さて、出来上がったホキ美術館は、100mの筒が下部構造から浮いて大きく張り出している。加えて筒の一面に長さ方向に連続したガラス開口が設けられていることも不思議な感覚が生ずる一因でもあろう。閉じている筒が（ねじれに）強いことを理解している人は、カーブしている筒が閉じていないことに疑問が生まれる。図面を見るなり内観するなりすると今一つの筒が内蔵されていることに気づき、なるほどということになる。この縦長の筒が主構造であり屋根や床はこの筒からのキャンチレバーなのである。長さ方向にも断面方向にもキャンチレバーがある訳である。約400tを支える支持部については、階段を内蔵するため筒を開かねばならず悩ましい問題であった。断面スケッチを用いながら、階段両側の壁の十分な重なりとディテールを決定していった。



写真1 キャンチレバー元端

設計にはいろんな思考が伴う。その時代の影響、それまでに培われてきた主観的志向性（好み）によることもあるだろう。また個人レベルでの小さなチャレンジも動機づけになる。はじめてのものをしてみたいという欲求、初めての構造システム、初めての構造要素、初めてのスケール…常に自分にとって新しい何かがそこにあり、設計したものが実現したときに感動と反省が入り混じる。30mの片持ち、細長い箱型断面のねじり…「耐力」については自信があっても「変形」「揺れ」にたいしては確信がもてない。万一の時にキャンチレバーの一部をサポートできるよう陰の対策を考えておき、初めての領域に踏み込む…ホキ美術館はそんなしびれを感じながら取り組

んだ感慨深いプロジェクトの一つである。「そんなに無理して大きくはね出す必要はないのでは」という思いと「今少し踏み込みたいし見てみたい」という思い…いつも葛藤がある。が、そこに面白さがあるとも言える。

建築家は我々エンジニアとの間合いをはかりながら何かを志向しているが、設計時に理解できることとそうでないことがあり、竣工してからなるほどと思うことも多い。山梨の考えていることをどれだけ理解できているかは疑問だが、私なりに解釈しており、加えてチームで創造する建築の奥深さをエンジニアなりに感じたりもしている。

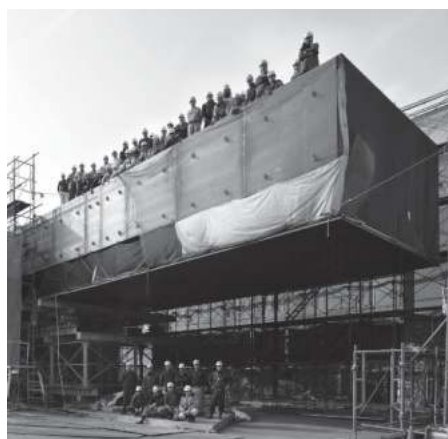


写真2 感動の共有

載荷実験での気付き

机上計算には様々な前提・仮定が伴う。実物の挙動には様々な不確定要因が含まれる。キャンチレバーのサポートが外れた時点で総量30tほどの錘を載せてみた。事前に幾つかの解析モデルで荷重変位関係を予想したが、載荷初期段階の挙動はこれから大きく外れる。初期不正…とくにこのように薄い鋼板の全溶接構造は初期たわみや残留応力により初期の剛性が低い。わかりやすく言えば、鋼板は曲がり鋼板の応力度は部位により大きく異なり部分的には降伏していたりする。とくに初期たわみの影響が大きい。荷重が大きくなると曲がった鋼板が延ばされ、次第に想定剛性に近づいていく。用意していた錘を使い切りその先どうしたものかと思案したが、一度錘を取り除いてみるとその除荷剛性は予想剛性に近く、再載荷や更なる荷重増の領域では想定した剛性であろうことが確認できたので載荷実験を終了した。また、装備したいいくつかの制振装置（TMD）の効果を振動計測で確認し

ているが、揺れの状況を計測し体感することでも感覚が補正されていく。



写真3 載荷実験

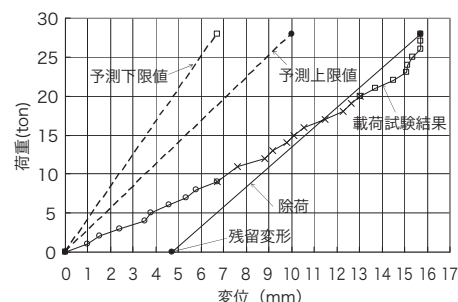


図2 荷重と先端変位

おわりに

木も枝から葉にいたるまで片持ちである。小さいころ良く木登りをしたもので、湖に斜めに張り出した木は夏場の恰好の遊び場であり、枝の先どこまでいけるかと競い合ったことを思い出す。1年前の感覚そのまま挑戦すると重くなった自らの体重で枝が折れたりたわんだりして失敗してしまう…。構造設計者にとっての力感とはとても重要であることに間違いはないが、この感覚を絶対視すると失敗することもありそう。自分の経験やモノの見方は時とともに変化しており、様々な経験を通して補正されていく。経験のスケールを超えるとき、より慎重な検討を加え、自らの力感を総動員しながら、また別な見方で考え直す、そんなことを日々繰り返している。

（この としひこ）



写真4 施工概観

各論

2-1

積層の家

PC造で挑んだ
極小住宅

—まだまだできることはある—

大谷弘明

株式会社 日建設計執行役員設計部門代表

大谷弘明

1962年 大阪生まれ

1986年 東京藝術大学美術学部建築科卒

同年 日建設計入社

(聞き手) 岡田健、佐々木隆允



写真1 建物外観

■建物概要

「積層の家」は建築家の大谷氏の自邸であり、奥行18cm、厚さ5cmのプレキャスト・コンクリート製の薄板(PC版)を、隙間を設けて互い違いに積み上げ、重なる部分を鋼棒で締め付けることで構造体とし、かつその構造体の大部分が外観にも室内にも表れている建物である。10坪の敷地に建つ地上3階建ての小さな住宅でありながらX型ダブル階段を有し、部屋を区切る建具等を一切設けず空間を連続させることで、回遊性を持たせた特徴的なプランを有している。(以上、編集部)



写真2 建物内観

■積層のアイデアに至るまで

PC版を積層して住宅を構成するアイデアは、敷地があまりに小さいことが発端となっている。敷地寸法は間口3.5m、奥行き9.5mしかない。防火地域であるため木造や耐火被覆なしの鉄骨造は採用できず、当初はRC造を考えていた。しかしRCはどうしても外周に足場が要る。商業地域だから建ぺい率は最大限とれる

ので人間が住める空間を確保するためには足場をなくして敷地ぎりぎりまで建てるしかない。そこから型枠コンクリートブロック造に目を付けた。

型枠コンクリートブロック造は、型枠代わりのコンクリートブロックを積み、その中空部に配筋しコンクリートを打設することで一体化する。これであれば外部から型枠工事をする必要がないので、隣地との間隔は詰められる。しばらくはそれで行くしかないと思っていたが、中ほどに構造控え壁を立てなくてはいけななどの制約条件が多いし、空間的にも「ブロック塀の中」に住むような感じになってしまう。ある時、要は人力で積みあげることで成立すればよいのだから、人が持ち上げられる重さのコンクリートの塊を積むことはできないか、と思い至った。

PC版を互い違いに積みば、重なりあった所は柱になる。一種の校倉造りである。互い違いに重なり合うから、重なり合わない場所には隙間ができ、それは50%開口である。密実に積むより部材の量がほぼ半分で済み、軽くなる。建築主としては工費が大きくなりすぎないのはとてもよい。

隙間が空くから、そこが窓や物を差し込める場所になる。50mm厚の段板を隙間に差し込めば階段になる。狭小な家でササラ栴など様々な建築的な納まりが見えすぎるのは望ましくない。何でもないように見える意匠にしたかった。一見するとPC版を互い違いに積んだだけ、その中に半仮設的な設えを差しこむだけ、というルールで「自動生成」したかのように見えるものをつくりたかった。

建築という存在は常に時間と共にある。世間の話題は3ヶ月もするとみんな忘れるが、建築に関わる問題は数十年後に発生する。自分でつくって自分が住むから、その時壊したくなる建築はつくりたくない。部材点数を限り人力で積み上げることで内法を極力大きくできると、意匠設計者としてディテールを極限まで簡素化するというポリシーが合致することがわかった時点でこれしかない、と思った。

結果的に、内法は6畳間を縦に2つ繋ぎ合わせた12畳くらい、間口1軒半、奥行4軒と、まあまあ広い。しかし、それを10坪の敷地に置くのはなかなか大変だった。隣家との間は

7 cmしか空いていない。

敷地の条件は厳しかったが小さな家にしては緩い階段が2本も付いていて、大きな木が家の真ん前に植えてあって、そのため道路後退までしている。狭い家だからこせせこましくしないと決めていた。条件が厳しいその分、知恵を絞れば大逆転の可能性が出てくる、といつも思っている。

■コンクリートあらかわしの効果

室内はPC版をコンクリートの素材そのままあらかわしとしているが、PC版に触れると手に伝わるヒンヤリした硬さには信頼感を感じる。叩いてみると木琴の様な高い音がする。無垢であり、蓄熱量があるということだ。外壁はイソバンド（鋼板断熱材サンドイッチパネル）を使った外断熱としているが、コンクリートに蓄熱量があることで夏でも暑くなく、冬もそんなに寒くない。また、これは偶然だが壁の隙間によって音が時間差で反射してくるため、音が打ち消しあって吸音（デッド）になる。普通、コンクリートあらかわしの空間は声が反響して話しにくいだが、この家は吸音材なしなのに静かで、外の騒音がはるか遠くから聞こえるように感じる。

コンクリートのもう一つ良い点は、時間の経過に耐えるということである。鉄や木では同じ表情を保ち続けることは難しい。この家は12年経っても、できた時と何も変わらない。痛まないし、色褪せもない。いわば人工的な石である。建材は常に紫外線と戦っていて、劣化の仕方にも良い劣化と悪い劣化がある。できた時は美しくとも20年後30年後はどうなるか。そのことに無関心でいては時間の淘汰に耐えられるものはいつとれない。

■重力・構造・美

若い時からずっと構造デザインをそのまま建築空間に仕立てあげてことを意識してきた。自分は芸大卒なので構造力学は一切わからない。わからないからこそ構造家と一緒に取り組むのが楽しい。構造家の力を借りずにつくことはできず、大切なパートナーだ。

積層構造というのは重力がないと成立しない、重力を利用したシステムであるが、この建物はその一方で重力に抗っている。PC版の最大スパンは3.6m。このスパンを厚さ5 cmコンクリートで飛ばしているのは異常なこと

で、ここにはプレテンションを用いている。宝塚歌劇の演出家は、演者に無理な姿勢を強いる。普通の姿勢は観客から見て綺麗に見えるからだ。バレリーナも同じだろう。建築も、どこかに無理をしないと美は出てこない。キーエンス本社ビル（1994年）ができたときにも思ったが、あれだけの無理をするとそれは美に繋がっていく。ビルは美術とか芸術からは遠いものと見なされやすいが、やり方によっては美の世界にいけると思う。それは重力との闘いを構造的にきちんと解いたとき、すなわち無理がありつつもその無理を構造家が納得できるときだろう。

■コンクリートでつくった民家

施工についてはピーエス三菱の古林氏の施工図作図の力量によるところが大きい。どの板も同じように見えるが、実はすべてのPC版に個別番号が付いていて、1本1本の施工図がある。種類ごとに全部準備しなくてはならなかったから膨大な図面枚数で、ところどころカブラーが挟み込んであったり、梁が入っているスラブ版とそうじゃないものがあったり、長さもいろいろ。床と取り合うところはもっと複雑になっており、見た目よりも難しい。そのすべてのところに付き合ってくれた。

施工のときには、スラブ版は下でサポートしておかないとたわむ。正面のガラスは、積層PC版を施工した後、隙間よりちょっとだけ小さく作ったものを差し込んで施工しており、一見ぴったり見えるけれども、ぴったりじゃない。そもそもこの家は、積層にしたことによって精度が凄く悪くなった。積んで締めているので歪む。歪むと直しようがない。締め込むときに、重なり合うところは膨らんでしまう傾向があり、所定の高さまで落ちないため、天端は水平ではない。一見、精度がよさそうに見えるのはPC版の厚さが5 cmのおかげである。実際、締め込んだ際に歪んだり割れたり欠けたりということがしょっちゅう起こった。それも味のうちと思わないとどうしようもない。コンクリートでつくる民家だと思えばよいと出来上がって気づいた。

のんびりした感じの民家的な精度感が、実は住まう人間に与える影響があつて実際にぼっとする。ここに住んで少し性格が変わったかもしれない。最初は色違い、しみ、あばた

が嫌だったけれど、諦めてみるとこれが結構な味わいになってくる。数がたくさんになると嫌なものでなくなる。日光が差すとそれらの欠点が一瞬に変化する。仮にこの家が綺麗なピンピンの鉄骨フラットバーでできていたとすれば、相当痛々しかったであろう。建築の精度というのは、そこそこでできている。その中でできる空間をどうするかの問題である。別の現場でも現場の人が良かれと思って綺麗に補修しようとするのを止めることが多い。



写真3 X階段見上げ

■人間的PC建築に可能性を見る

PC建築は一般の建築家からも住宅の建築家からも縁遠い存在であり、皆あまり興味がない。それは出来たPC建築が、繰り返し繰り返しの単調なもので、人間のためになっていないからではないか。単なる工法的な事情で、造りやすく早くてといった生産システムの分野にとどまってしまっている。できる空間が建築空間になっていない。そこにとどまっている限り、PC建築は普及しない。この家はその対極で、システムを利用したが人間の空間（住まい）を造ろうとした。メーカーや構造エンジニアは、生産システム側からPCが選択されるものだとして誤解しているが、そうではない。PCの純粋な建築的魅力にもっと着目しなければいけない。

シドニーオペラハウスではPCは美のために使っている。PC建築でまだやっていないことがたくさんあるはずだ。可能性があるのにそれを使おうとしないだけ。構造家があつて成り立つわけだし、製造者が協力しないとできない。どんどんハードルが高くなるけれど、PCの美に目覚めれば凄いことができるはずだし、出来る。（談）（おおたに ひろあき）

各論

2-2

積層の家

力感とプロポーション

陶器浩一

滋賀県立大学教授

陶器浩一

1962年 3月 大阪府生まれ
 1986年 3月 京都大学大学院修士課程修了
 同年 4月 ㈱日建設計入社
 2003年 4月 滋賀県立大学助教授
 2006年10月 同・教授 現在に至る

主な作品

キーエンス本社研究所ビル、梅田ダイビル、
 愛媛県歴史文化博物館、愛媛県美術館、積層
 の家、清里アートギャラリー、たいさんじ
 風花の丘、若葉台の家、水都大阪水辺の文化
 座、澄心寺庫裏、海光の家、半居、福良港津
 波防災ステーション、竹の会所、さとうミ
 ステーション、浜の会所

主な受賞

JSCA賞、Outstanding Structure Award
 (IABSE)、松井源吾賞、日本建築学会賞（技
 術部門）、日本建築家協会賞、日本建築大賞、
 SDレビュー朝倉賞、日本建築学会作品選奨

積層の家の構造設計を行うにあたり、私が
 最も大切にしたい事は「力感」と「プロポー
 ション」である。

最初の頃「そんなに無理をしなくて鉄骨で
 フレームを組んで内側をPC仕上げにしてはど
 うか」とアドバイスしてくれる人もいたが、
 同じ素材でも力が漲っているときと単なるお
 化粧では素材の表情が違う。マイヤールも
 言っているが、力に満ち溢れた素材は生き活
 きとして美しい（人間でも同じであるが）。

また、同じシステムでもプロポーションが
 異なると似て非なるものになってしまう。コ
 ンクリート板として厚さ5cmは非常識な寸法
 であるが、何としても“厚さ5cmの板を積層
 させて”建物を構成したかった。

厚さ5cmの板を互い違いに積み重ねてゆく
 だけの単純な構造であるが、単純であるが故
 に今までにない試行錯誤の連続であった。

最初、「厚さ5cmの棒をすかし積みして
 建物が出来ないかな？」と相談があったとき
 「それは無理だろ」というのが第一印象であ
 った（大谷さんも無理だと思っていた、はずで
 ある）。

しかしながら、櫛状に隙間だらけだが相互
 がずれなければひとつの構造として働く。積
 むということは連続するところがあるわけだ
 から、ストレスを導入して一体化すれば全体
 が面として作用するのでは、と検討を始めた。
 結果として、正面奥と両サイドを幅1m分だ
 け密に積めば、全体は相貫積みでいけること
 がわかった。

棒の寸法は厚さ5センチ幅18センチ。長さ
 最大3.6m。階段の寸法と内部のモジュールか
 らこの寸法が決まった。狭い前面道路からの
 資材搬入及び人力で積み上げてゆくことも考
 慮している。



写真1 厚さ5cmの平板をすかし積みして建物を構成する

コンクリート部材としては厚さ7cmは欲
 しいところであるが、その寸法で描いた室内
 空間は似て非なるものであった。何としても
 5cmにこだわりたい。が、これを3.6mの長
 さで水平に積んでゆくと薄すぎて途中でたわ
 んでしまうし、ひび割れる。そこでプレテン
 ション（工場緊張2.9φワイヤー3本撚り）を
 2組入れることにしたのだが、部材厚さ5cm
 なので通常問題にならないくらいのPC鋼線の
 位置の誤差でも部材が片反りしてしまう。ま
 た、縦方向に棒を150段も積み重ねることにな
 るのでまっすぐ平らに作らないといけない。

たかが平板されど平板。鋼線の位置管理、
 まっすぐな水平面を作るための型枠、コンク
 リート打設法、など普通のPCでは問題になら
 ない課題がたくさん出てきた。

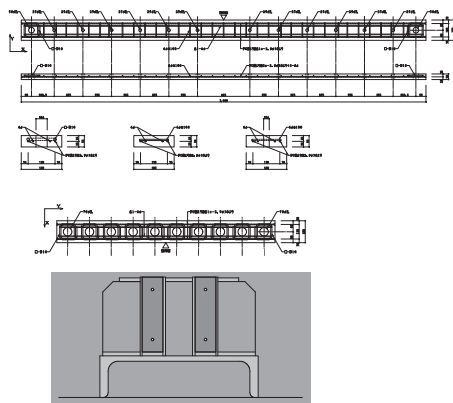


図1 平らで水平な面とするため、横向きで打設する

まっすぐ平らに作る必要があるため、型枠
 は図のように5cmの側面のみがコテ面とな
 り、積み重なる面が平行となるような鋼製枠
 とした。5cmの面からコンクリートを緊密に
 打設するために特製のシュートを作っている。



写真2 工場製作風景

また、階段、棚などすべての家具建具は相貫積みした5cmの隙間に板を差し込むことにより出来上がる。実際に使ったときの揺れやたわみ、施工精度を確認するため試作して性能確認を行なった。



次に現場施工。PC部材を人の手で持ち上げ、敷地いっぱい積み上げてゆく。鉛直部材を使わない校倉造である。その枚数は約1800枚、総延長にして約2.9kmもある。重ねたときのずれも蓄積されるし、目地に隙間があつてはグラウト材がもれてしまう。積み上げ順序と目地処理の方法まで一筋縄でいかない。



積み重ねた後、ちょうど重なり合った部分に縦方向にPC鋼棒(23φ)を挿入して緊結する。これによりばらばらであった部材は全体として一体化する。ただし緊張しすぎると部材が繊細なので割れてしまうし、順序を考えないで片方だけ締めすぎるとゆがんでしまう。緊張力と緊張順序を慎重に決めていった。



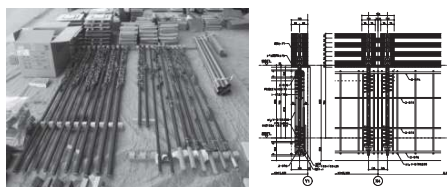
一見ばらばらでも、互い違いに積み重ねた部材が一つの面をなして構造体を形成するというのは、「組み立て構造」としてのPC構造ならではのメリットである。この建物は最先端の建築技術を駆使したものではないが、既成の工構法の概念を見直し、従来見出されていなかった素



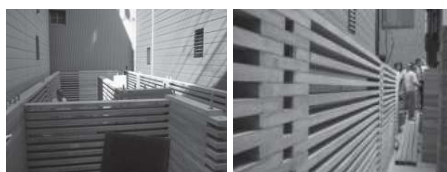
材の特性を解きほぐすことにより新たな空間の可能性を追求したものである。

工法

1. 現場打ちの基礎打設時に、端部をネジ切りしたPC鋼棒(23φ)を立て込む。



2. カプラーと呼ばれるジョイント金物を介してPC鋼棒をつなぎ、PC部材に開けられた穴にこの鋼棒を通して順次PCを互い違いに積み重ねる。



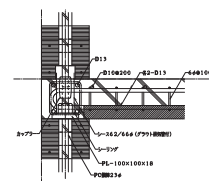
3. 階高分を積み上げたところで、鋼棒を油圧ジャッキによって緊張し、PCを圧着する。このときの導入力是一本あたり150kN～300kNである。



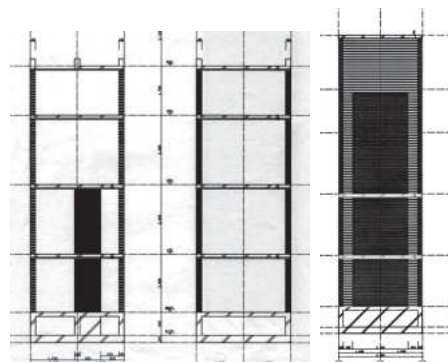
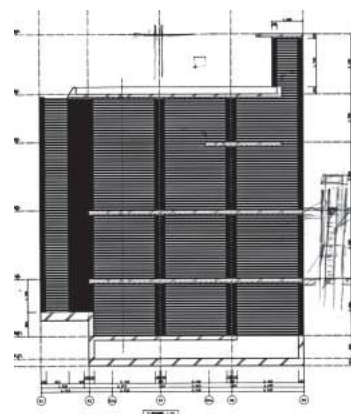
4. 緊張と同時に、鋼棒に錆の発生を防ぐため、セメントペーストをPC版と鋼棒の隙間に充填し空気から遮断する(グラウト)。



5. 床スラブ用PC版を敷き並べ、スラブ配筋および梁配筋を行い、コンクリートを現場打ちしてスラブを一体化させる。これでひとつの階が完成する。



6. この手順を階ごとに繰り返し、最終的に屋上パラペットRC内にアンカー用PC鋼棒を打ち込む。PC部材の総量は26立方メートル(重さ62トン)ほど、延べ長さは2,910メートルにおよび、部材点数は約1,800ピースである。



(とうき ひろかず)

かたい形、 やわらかい形

—オリガミの構造形態学—

館 知宏

東京大学 大学院総合文化研究科 助教

館 知宏

昭和57年生まれ

私立武蔵高校、東京大学建築学科卒業。東京大学大学院修士課程・博士課程を修了し平成22年4月より現職。博士（工学）。計算折紙（コンピューショナル・オリガミ）と空間構造・構造形態学の研究を行っている。

はじめに

建築は比較的大きいため小さいスケールで成立した形がそのまま構造的に成立するとは限らない。それでもなお、それだからこそ、模型を作りあるいはコンピュータ上で形を考えることは、空間構造を把握する上でとても重要である。スケールの三乗に比例する荷重を、二乗でしか比例しない断面が支える、という二乗三乗則をふまえると、小さな模型で大きな空間構造物を考えると、薄くてペラペラな材料である紙を使って構造を作るのは意義がある。

そこで、工学・科学・芸術を横断して発展している「オリガミ」の世界をご紹介したい。

座屈の形

紙は、面内変形（伸び縮み）はほとんどしないが、面外変形（曲げ）は容易という特徴がある。このように伸び縮みしないものを無理矢理に縮めようとすれば座屈現象が起きる。クッキングシートのロールを握って縮めみると、美しい折り目のパターンが発生する（図1）。これは薄肉円筒のダイヤモンド座屈あるいは吉村パターンとして知られている。

この現象から二つの事実を読み解くことができる。一つは、「縮まない」といいつつも実質的には皺を寄せて縮む事ができるということ、もう一つは、そのとき微分できない「折り」が発生するということである。

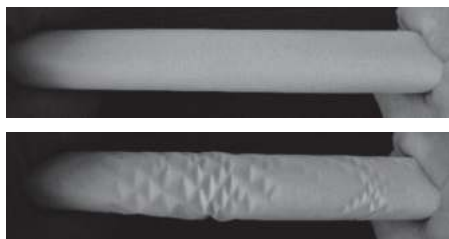


図1 ロール紙を圧縮した座屈パターン

折紙の形

「折り」を使って実質的に曲面を縮ませられる。面を自在に縮めることができるから鞍状やドーム状の複曲面が作れる（図2）。折り目パターンを適切に設計すれば折紙でどんな形状でも作れる。図3は任意に与えた複曲面を「折り」を使って、一枚の紙から近似的に作った例である。

微分幾何学においては、紙で作れる形は、柱面、錐面、接線曲面などの単曲面のみであ

ると学ぶ。一方、微分のできない箇所、すなわち「折り」を入れると曲げでは作れなかった複曲面ができてしまう。ここに折りと曲げの本質的な違いがある。

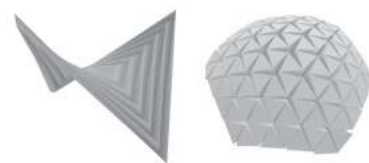


図2 鞍型の曲面（左）とドーム型の曲面（右）

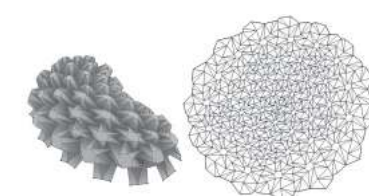


図3 折りによる自由形状¹⁾

折り構造のかたさ

さて、折られた紙は構造的にはどのように挙動するだろうか？折版構造をイメージしたひとは、「かたくなる」と思うだろう（図4）。一方、人工衛星に搭載された「ミウラ折り」（図5）のように折りたためる折り紙をイメージした人は「やわらかくなる」と考えるかもしれない。これは両方とも正しい。紙に三角形を描いて辺に沿って折り線を入れてみると、この三角形は曲がることができない。工学的に言えば、「折り目が補剛している」ことになるし、数学的に言えば「直線の折り目で囲まれた可展面領域は平面を保つ」こととなる。いずれにしても折りを加えることで折り目が剛な直線要素として振る舞い、面外変形を許さなくなるのである。折紙は全ての面を三角形分割して稜線をトラスとした構造と同様にふるまう。

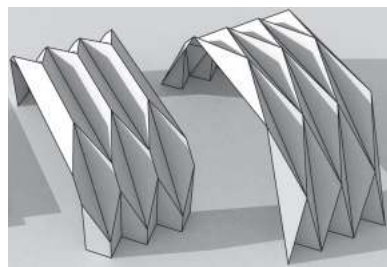


図4 折版構造

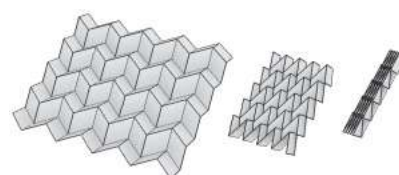


図5 ミウラ折り

理想的には折り線で囲まれた面領域は面内変形も面外変形もできず、剛体のようにふるま

う。このように剛体パネルが折り線をヒンジとしてつなぎ合わせられた構造を「剛体折紙」と呼ぶ。この剛体折紙モデルが安定となる（かたい）か、不安定となる（やわらかい）かは、主に境界条件によって決まる。例えばミウラ折りは単体では柔らかく変形するが、両面に面を貼って閉じると安定構造となって軽くてかたいコアパネルとなる（図6）。

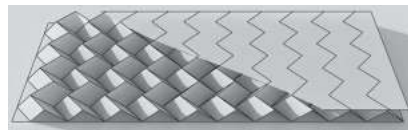


図6 サンドイッチコアのミウラ折り

閉じるとかたくなるか？

構造をかたくする秘訣は、端部を閉じる事である。開いた面を筒に閉じればねじれにくくなるし、閉じた多面体にすれば普通はまったく動かなくなる。コーシーの定理によると、凸な多面体はかならず剛である。これはジオデシック・ドームが安定する理由でもある。ただし、凹部分を含む場合は少し事情が異なり、例えば微小範囲で剛性が0な特殊な形がある（図7）。

ところで、この剛性0の形状には面白い性質がある。谷折り線を圧縮に耐える支柱とし、山折り線をケーブルにおきかえて、ケーブルにプレストレスをかけてやると、安定したテンセグリティ構造となる。折紙の微小変形モードと自己釣り合い力のモードが幾何的に等価であるという関係性があるからである。不安定だった形状に自己釣り合い力を加えると、ピンと張った弦のように安定した構造となる（図7）。

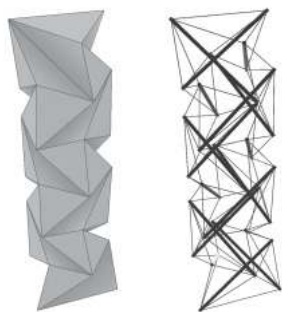


図7 左：微小範囲で不安定な構造。
右：安定なテンセグリティ構造

閉じた多面体はたためるか？

前述のような不安定な多面体を拡張すれば、そのまま折りたためる多面体が作れないだろうか？ ボリュームを覆っている閉じた多面体が、材料変形することなく、すなわち剛体折紙で折りたためれば、建築空間・折りたたみ

コンテナ、アクチュエータ等と様々な分野で応用が利きそうである。ところが残念ながら、剛体折りで折りたためる多面体は存在しない。

数学的には「フイゴ定理」（Bellows Theorem）によって、閉じた多面体はその体積を変化させる連続の変形ができないからだ。前述の不安定な多面体も、微小範囲では変形するが、変形させはじめると復元力が働き、元の状態にもどる。カメラの蛇腹のように一見折りたためるように見える構造も、実はよく見ると折り線が崩れ、あるいは材料が変形している（図8）。このような変形を起こすと大きなスケールの場合は壊れてしまう。剛体折りで折りたためる多面体は折紙研究者にとっての永久機関のようなものである。

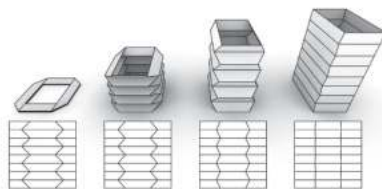


図8 普通の蛇腹は折りたたむ過程で折り線パターンが崩れて材料変形がおきる

折紙フイゴは作れないが、折紙フイゴに近い物を作る事は可能だ。閉じた多面体ではなく端部を2カ所開いた筒型を考えてみる。対称性に注意してミウラ折り構造を二枚つなぎ合わせると折りたためる筒型が作れる（図9）。これは折りたたみに材料変形が必要な普通の蛇腹（図8）とは対照的である。

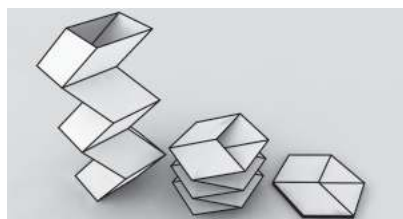


図9 材料変形無しで折りたためる筒構造²⁾

折紙の空間充填

シートを組み合わせるとかたくなるように、作った多面体どうしを立体的に組み合わせると剛性を増すことができる。例えば大空間の屋根に使われる立体トラスは正四面体と正八面体を組み合わせると空間を充填することで高い剛性を発揮する。

そこで、折りたためる筒型を空間充填するように組み合わせていくことができないだろうか？ 不適當に組み合わせると変形できるとい性質が失われてしまうので、ここでも対称性を考慮して縦横に組み合わせると、折りた

ためるできる立体構造が得られる（図10）。こうして作った構造体は縦方向と横方向の力に対しては柔軟で、高さ方向に対しては剛となる。このようにしてかたさとやわらかさを兼ね備えた構造体を作っていくことができるのだ。

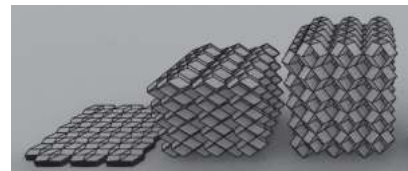


図10 折りたためるセル状構造²⁾

かたくてやわらかい形

折りたためる構造物が兼ね備える「かたさ」と「やわらかさ」の質を理解するのに有効な解析が固有値解析である。固有値解析では、一番柔らかく変形する（固有周期の長い）モード、次に柔らかいモードと、順に変形モードが得られる。そこで、折りたたみ構造では、最初に現れる折りたたみ変形のモードの剛性ができる限り低く、次に現れる意図しない変形モードの剛性ができる限り高いのが理想的である。

筆者らは最近、折りたたみ変形モードの剛性に対して次のモードの剛性が400倍となる折紙構造を発見した（図11）³⁾。かたくて軽量でありながらやらかく展開・収納するという空間構造物に求められる矛盾した要求を叶えてくれると期待している。このような構造的機能性の本質はその立体的な形にあり、ひとたび形の一部でも変更してしまえば成立しなくなる。

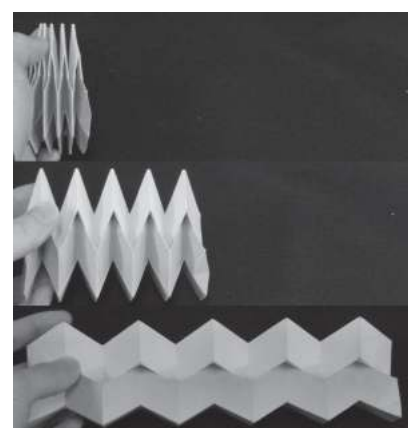


図11 かたくてやわらかい形。端部を駆動すると変形が全体にすみやかに波及して展開する

（たち ともひろ）

参考文献

- 1) T. Tachi: Designing Freeform Origami Tessellations by Generalizing Resch's Patterns, J. Mechanical Design, 135(11) 2013
- 2) T. Tachi and K. Miura: Rigid-Foldable Cylinders and Cells, J. IASS, 53(4), 2012.
- 3) E. T. Filipov, T. Tachi, G. H. Paulino: Origami tubes assembled into stiff, yet reconfigurable structures and metamaterials, PNAS, 2015

各論

4-1

Ribbon Chapel



写真1 らせん見上げ

結び合う二つの螺旋

中村拓志

株式会社 NAP建築設計事務所代表取締役

大谷泰弘

株式会社 NAP建築設計事務所

中村拓志

1974年東京生まれ。神奈川県鎌倉市、石川県金沢市で少年時代を過ごす。1999年明治大学大学院理工学研究科博士前期課程修了。同年限研吾建築都市設計事務所入所。2002年にNAP建築設計事務所を設立し、現在に至る。建築をコミュニケーションデザインと考え、人が自然や建築と関わり、愛着を感じることをモットーに設計している。代表作に「狭山の森 礼拝堂」、「Ribbon Chapel」、「Optical Glass House」、「録museum」、主な著書「恋する建築」（アスキー）、「微視的設計論」（INAX）、共著に「地域社会圏モデル」（INAX）など、主な受賞歴にJIA環境建築賞最優秀賞、日本建築家協会賞、JIA優秀建築賞など。

大谷泰弘

1980年東京都生まれ。東京理科大学建築学科卒業、同大学大学院理工学研究科建築学専攻修士課程修了。2006年（株）NAP建築設計事務所入社し、現在に至る。

（聞き手：岡田健、大庭拓也、津田文）

■プロジェクトの経緯

このプロジェクトは広島県福山市のツネイシホールディングスという造船業を中心とした企業グループが、地域への利益還元と発展のために様々な施設のリニューアルを企図して、グループ会社のホテル内に世界中から人が集まってくるような地域のシンボルとなる建物をつくることを要望したことで始まった。建築コーディネーターのフェリエ肇子さんから、我々に直接設計の依頼をいただいたことで設計がスタートした。

このホテルはもともと造船会社のクライアントである船主をもてなす迎賓館としてスタートした経緯があり、今では各界の著名人に愛される、日本でも屈指のリゾートホテルとなっている。当初より、披露宴会場はあったが、結婚式を行う会場は無かったため、全天候型で80席くらいの礼拝堂をつくりたいという建築主の要望で、敷地もホテル内の一角にある、緑に包まれた小高い山の中腹に決まっていた。

最初に敷地を訪れたとき、自然が豊かでどの方向にも瀬戸内の景色が美しいので、四角い角張った方向性のある建築ではなく、どの方向にも開かれた建築が望ましいのではないかと感じた。当初、敷地周囲の生い茂っていた木を伐採してオーシャンビューの建築を建てることも考えたが、海から見ても陸から見てもシンボルとしては強い印象の建物になってしまう。そこで、木の伐採は最小限にとどめ、高いところから瀬戸内の島並みを一望できるようにし、森の上からの眺望を確保することを提案した。礼拝堂だけだと土日しか使われないが、外から誰でも入れる展望台をつくれば、「世界中から人が集まる」「地域のシンボル」といったオーダーに対しても機能を果たすことができると考えた。

■二重らせん案に至るまで

円形の建物であるということと、教会なので音を荘厳に響かせるために天井の高い空間であってほしいということ、あとは海をどう見るかということを念頭に置き、案の試行錯誤を重ねていった。最終案であるこの案は、頂上までどうやって上がるかを考える中で辿り着いた案である。敷地も広くない、円形の建物ということから、周囲の景色を見渡し、体感しながら上がるらせん状の階段とし、2本が結び合うことと結婚という行為そのものを建築化する案が生まれた。

新郎新婦がそれぞれ別のらせん階段を上がってきて最後に一つになるという動きは、結婚式の結び合いを象徴している。一方、構造的にも、らせんが1本だとグラついて頼りない存在だが、2つが結び合えば強い構造として自立するという点が、結婚する2人が支え合って社会の中で自立するイメージに結びつく。建築的にも構造的にも結び合いを象徴するというのが閃いた段階で、この案がベストだと感じた。

■Ribbon Chapelの魅力、建築的な特徴

私たちは、人の体験や行為に着目して建築を作るということを意識し設計を行っている。日本庭園なら、最初にどういう風に庭を歩くのか。何を見て、何処の角を曲がって、飛び石だったら地面を見て、ふと顔を上げると借景で遠くの風景とつながっていたりするような、人が歩く経路を想像しながら建築を構成していく。このらせん状の建築は、森の中からスタートして徐々に葉っぱに近づいて行く。さらに木の上を越えると、急に山々が見えだしたり、尾道の遠い街の灯が見え、ぐるぐるっと廻ったところで瀬戸内の海が、どんと見えたり。いろんな体験、見る風景の違いが一気に映画のように楽しめるというところは、この建築でやりたかったことである。二重らせんという言葉で連想するDNAは、同じ方向のらせんであるが、この建物の二つのらせんは向きが異なっているため、体験として出会いやすれ違いが発生することや、それぞれのらせんから見える景色が異なることも面白いと思う。

建築的には、床、壁、天井といった単一の機能を有する部材にカテゴライズされた建築

を構成する通常の要素はなく、らせん自体が主体構造となり、屋根や床、腰壁、庇になることで全体を構成したものとなっている。そのため、リボンの巻き方もいろいろ工夫して、南西からの強い西日が入る方向にらせんの位置を調整し、幅を広げて日射をカットしようとか、エントランス前は新郎新婦が車で到着するので、らせんを重ねることで車寄せの大庇にできないかとか、いろんな環境と件や風景、機能に合わせながら少しずつ幅や角度などの巻き具合を変化させて調整した。螺旋が建築要素としていろんな性格を持ちながら内部空間をつくっているところが、一般の建築とは大きく異なる点だと思う。

らせん構造ということで当初、いろいろならせん状の建築を調べた。会津さざえ堂のように壁が上下に連続した構造になっているものや、古谷誠章さんのハイパースパイラルなど、らせんで構成されているものの、ブレースが入っているものがあつた。結果として、類似例を見ても、らせん自体を構造として使った建築は世界に例がないか、あってもきわめて少ないのではないかなと思う。

■二重らせんの構造について

構造については、建築主が造船を母体としている会社なので、当初から鉄骨造でつくろうと決めていた。構造家の柴田さんには、施主へのプレゼンテーション後に初めて相談した。その時点では、2つを1つにすれば構造的に自立するという明確な予感というものとは正直なかったが、模型として立っているから何とかできるのではないかと、思っていた。

柴田さんには最初に、2本のらせんを繋ぐことと、手すりを鉄板でつくことで構造的に機能するかということとを相談した。柴田

さんは繋ぐことによって建物全体がトラスのような構造になるかもしれない、手すりについては錆の問題もあるし構造的に機能させるのは合理的ではない、との意見だった。

二重らせんの形自体はその時点からほぼ変わっていない。設計途中の段階では少し耐震ブレースが入っていたが、柴田さんはこの建物のコンセプトからブレースを出すべきではないと理解されていて、3Dモデルをやりとりしながら、らせんの位置やバランスを微調整してブレースをなくしていく検討を行っていた。最終的には耐震構造ではブレースを無くすことは難しく、柴田さんからの発案で免震構造を採用した。内側のらせんと外側のらせんを繋ぐ位置についても、連結箇所を平面的にバランスよく配置するため、らせん全体の形状を3Dモデルで調整していった。

■振る舞いのデザインから生まれた形

私たちは、これまで振る舞いのデザインを大事にして、建築の形とか空間性というよりも、中の人がどういう行為や動き方をするかをデザインしようという観点で設計してきた。礼拝堂の中で結婚式を行うとき、新婦が歩く一歩一歩が一つの人生を象徴していて、最初はよちよち歩きから親とともに歩いていく。最後は新郎新婦2人で一緒に歩いて出てくる。結婚式における人間の行動と、その行動の中に含まれている意味、象徴性を今回大事にしながら設計できたと思っている。

こうした設計の中では、身体感覚というも

のが重要である。ちょっとした触感だったり聴覚だったり、五感にどういふ変化がおきているのか鋭敏に察知して、それを言葉にし、空間に落とし込む。そういう能力を大事にしたいと考えている。結果として建築は特異な形になっているが、お茶をどういふ風に出すのか、とか、日常的に身体で感じて身体で考えていることを設計においてもやっているだけで、形を作るつもりはない。新郎新婦が両端から上がってきて最後に一つになるといふセレモニーが生まれるよねと話合つて、その時に何を見てどうやってすれちがうのか、実際にやったり動いたりしながら設計を進めた結果である。

■構造家と協働することの醍醐味

これまでのプロジェクトの中で、ここまで構造的に難易度の高く、構造家と密に連携した経験がなかった分、今回、構造家と協働して仕事をする楽しさや、新しいもの、やったことのないものにチャレンジする興奮を感じた。柴田さんはコスト面も含めて質問すると答えがはつきり返ってくる、守備範囲を限定しない頼りがいのある方だ。デザインについても忌憚のない意見を言ってくれるので、私たちとしては相乗効果でお互い高めあいがいいお付き合いができたと感じている。すべてのプロジェクトでここまでのことはできないけれど、またチャンスを活かしながら構造家と一緒にチャレンジしていくことができればと思っている。(談)

(なかむら ひろし・おおたに やすひろ)



写真 2 建物内観

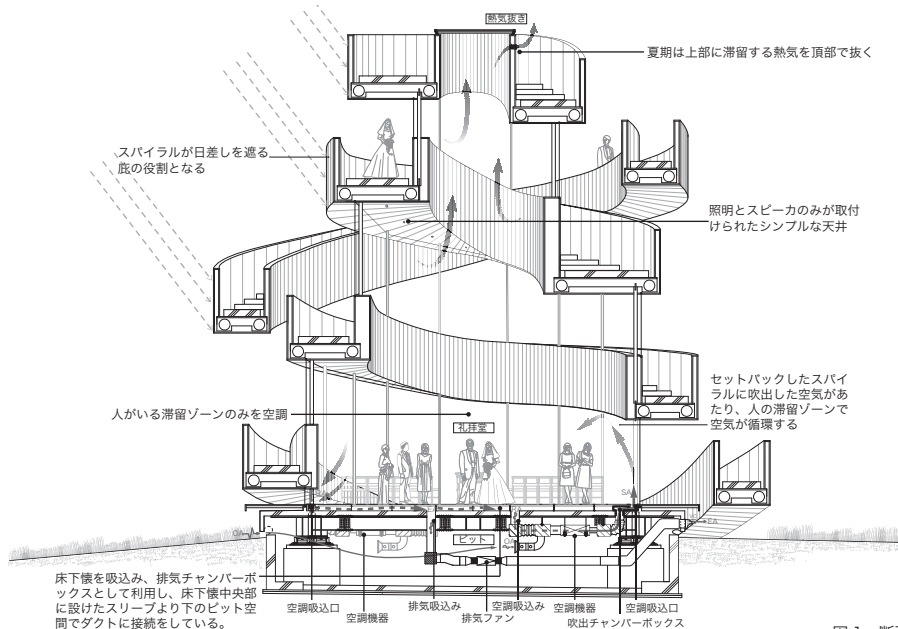


図 1 断面図

4-2

Ribbon Chapel

構造が存在を
主張しないこと

柴田育秀

Arup

シニアアソシエイト

ビルディングエンジニアリングリーダー

柴田育秀

1962年 秋田県生まれ

1996年 Arup入社、現在に至る

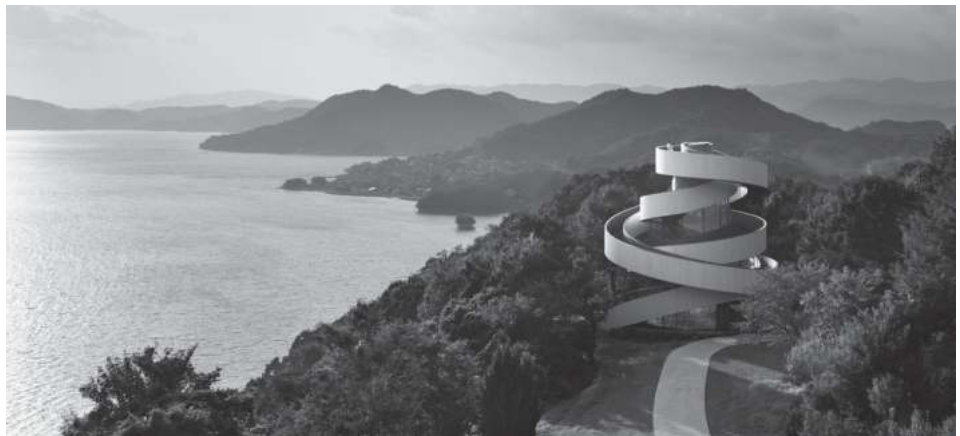


写真1 瀬戸内の海を見下ろす山の中腹にたつRibbon Chapel
写真提供：Arup 著作権：©Nacasa & Partners Inc

Ribbon Chapelとの出会い

2011年2月、一本の赤い糸が新郎新婦の頭上をくるくると舞っている一枚のスケッチに出会った（図1）。そこには、「Ribbon Chapel」と記されていた。絡み合うリボンが、屋根となり、庇となり、床となり、壁となって空間を創出する。この今だかつて見たことのないユニークな構想に魅せられた僕は、「螺旋だけの建築をつくりたい。螺旋だけで構造を成立させたい。」と強く思った。それが、僕にとってのRibbon Chapelとの最初の出会いであった。



図1 建築家による初期スケッチ

逆向き螺旋を繋ぐというアイデア

2011年4月、僕は建築家がつくった模型と向き合った。いろんな方向から軽く押してみる。まるでバネのように動いた。しかし、規則的な螺旋を描くバネのイメージとは明らかに形態を異にする。ふたつの螺旋が逆向きに回転し、しかも曲率が自由に変化している。ゆえに、ふたつの螺旋が何度かすれ違う。そこに着目した。ふたつの逆向き螺旋を何箇所か繋ぐことはできないだろうか、そうすれば安定するに違いない、そう直感した。同時に、その繋ぐという行為そのものが建築家のイメージを壊すことにはしないだろうか、とも思った。

この日、逆向き螺旋を繋ぐ案が建築家に受け入れられたものの、他の案も模索する意思があることを伝え帰路についた。その後約半年間に渡って、次から次と構造のスタディ模型をつくりながら考え続けた。結局、この案に勝る解決策は見つからなかった。

コンセプトをかたちに

2012年3月、基本設計が終わり、クライアントに報告する日をむかえた。僕はこの日のために、ふたつの構造模型を準備した。一つは、一本のアルミの棒で螺旋を模ったコンセプト模型である（写真2）。少し触れただけで大きく揺れるが、逆向きにすれ違う4箇所をクリップで止めると全く揺れない。逆向き螺旋を何箇所か繋ぐと、あらゆる方向に対する剛性が飛躍的に向上し、回転、はらみ出し、沈み込みといった螺旋特有の現象が抑止される。立体的フープ効果、ブレース効果とでもいえるのか。



写真2 構造コンセプト模型

もう一つは、コンセプトを具現化した骨組模型である（写真3）。螺旋をパイプとつなぎ梁とプレートで構成し、インナーの螺旋は外装材の支持を兼ねた間柱で支持する。そして、アウターの螺旋はインナーから腕のように出した4つの連結梁で支持しオーバーハングさせる。この4つの腕こそが、まさにコンセプト模型のクリップに相当する。全体としてチューブのような構造が構築され外力に抵抗するしくみである。

ヒトは誰でも、かたちあるものの安定性や強さを直観する。それは、生まれた時からずっと、かたちあるものに重力が働く世界で生きてきたからである。ゆえに、構造の安定性を伝えるには、かたちある「模型」で示すのが一番である。



写真3 構造骨組模型

息の長い建築を目指して

2012年3月、もうひとつの提案を行った。それは、免震による地震からの解放である。ここで挙式を挙げた二人にとって、ここは一生忘れえぬ思い出の地となるだろう。年老いてからまた訪れるに違いない。その時、この建築が昔と変わらない姿ですくくと立っている。それはとても大事なことだ。永遠にとまでは言わないが、少なくとも、ここで挙式を挙げた二人にとって永遠と思えるだけの息の長い建築であってほしい、そんな思いがあった。

今回のような特殊な形態を有していると、いくら部材断面を剛強にしても形態特有の挙動を制御しきれない。建築基準法上の最低限の耐震性は確保できても、それ以上となると自ずと限界がある。もちろん、ブレースのような耐震部材を付加するという方法もあるが、チャペル内部から外部の自然がよく見えることがこの建築の良さのひとつである。それを

阻害するような部材を設けることは避けるべき方法といえた。

地震も環境の一つに他ならない。免震化は地震国日本における環境適応のための一つの最適解といえる。そして、免震化によるメリットは、耐震性の向上とライフサイクルコストの低減のみではない。免震化は確実にデザインの自由度を広げ、免震でなければ実現しえないフォルム・空間・ディテールを創出することに繋がる。つまり、建築の質の向上に大きく寄与するのである(図2、3)。



図2 基礎免震を採用する



図3 すべり振り子型免震装置

つくりかたを考える

螺旋は全長約140mを有する勾配も幅も変化する自由曲線である。そのままつくろうとすると、膨大なコストと工期がかかってしまう。そこで、3次元の自由曲線を2次元の円弧の組み合わせに置換することを考えた。

また、4つの連結材を設けることで剛性を飛躍的に向上させたとはいえ、自重による螺旋特有の変形がなくなるわけではない。回転、はらみ出し、沈み込みといった現象に加え、重心がずれていることによる全体の倒れ込み

も生じる。最も懸念されたのは、間柱の倒れ込みである。完成した状態で間柱があっちこっちに傾いていたのでは話にならない。そこで、自重による変形を3次元オフセットすることを考えた(図4)。

さらに、螺旋の段部は鋼板上にスタッドを打ち、その上に配筋してコンクリートを打つ計画としていたが、ジャッキダウン時にコンクリートにクラックが入ることが懸念された。そこで、ジャッキダウンを2回に分けて行うことを考えた。1回目は鉄骨建て方後、2回目はコンクリート硬化後である。したがって、それぞれの自重と剛性に応じた変形量を算出の上、構造モデルを3次元オフセットした。

かなりリスクの大きい決断の積み重ねではあったが、これらが実に上手くいった。つくりかたを考えることは、構造デザインの一部に他ならないと思う。なぜならば、それなしに設計意図通りの構造体を世に送り出すことはできないのだから(写真4)。



写真4 建て方中の螺旋階段

デザインと構造

2013年12月、ついにRibbon Chapelは完成した。出会いから3年、精一杯の愛情を込めてつくりあげてきたRibbon Chapelは、瀬戸内の海を見下ろす山の中腹にすく々と立っている。その佇まいとスケール感は、実にバランスが良く絶妙である(写真1)。

僕は今まで、創造的なデザインと革新的な構造の融合を追求し続けてきた。それなくして、ヒトの心に響く建築を創ることはできないと考えてきたからである。そして、それは構造がその存在を主張することではなくて、むしろ存在を主張しないことだと考えるようになった。デザインと構造の融合を徹底的に追求するも、建築を肌で感じた時、構造がどうなっているのか分からないくらいが丁度良いと思う。

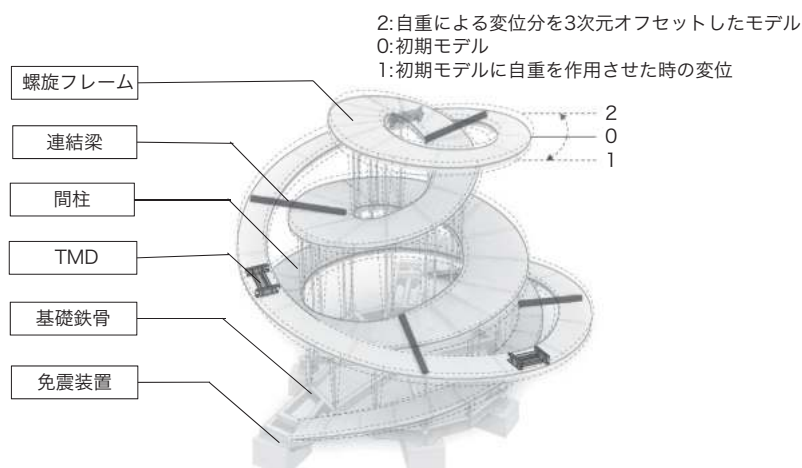


図4 構造ダイアグラム

(しばた いくひで)

各論

5-1

MARK IS みなとみらい
こもれびルーフ有機的な形態を
設計する

海老澤 渉

株式会社 三菱地所設計
構造設計部 兼 デジタルデザイン室
副主事

海老澤 渉

1982年生まれ
東京電機大学大学院修了
2007年三菱地所設計入社
2012年4月より現職

はじめに

「MARK IS みなとみらい」は、2013年6月に神奈川県横浜市みなとみらい21地区34街区に開業したこの地区で最大規模の商業施設である（写真1）。本施設がみなとみらいの新たな賑わいと憩いの拠点となるライフエンターテインメントモールとなるように空間構成や外観・内観など隅々までデザインを行った。その中で有機的な形態のデザインをした「こもれびルーフ」について紹介する。



写真1 建物外観

はじめに

本建物はみなとみらい21地区のグランモール公園及び横浜美術館に面して建つ。この立地条件を活かすべく自然環境を積極的に建築に取り込み、誰もが訪れたいくなるような、公園のような商業施設をテーマに施設計画を行った。屋上には訪れた人々が気持ちよく過ごせるように、庭園とそこに柔らかな光を落とすルーフをつくる計画とした（図1）。

アイキャッチとなるこもれびルーフ

本計画のこもれびルーフは、施設正面に広

がるグランモール公園・横浜美術館と一体となり立体的都市公園を形成するよう建物を中心に架け渡す計画とした。また遠景におけるアイキャッチとなることを狙い、特徴的な形状を採用している。

こもれびルーフの形状は、グランモールのケヤキと呼応する印象的な屋根となるように、ケヤキの森のような形状とした。柱は分岐して枝となり、所々にパネルが貼られたパーゴラは、葉が擦れ合う様子を思わせ、木もれ陽が落ちる居心地のよい場所をつくるとともに、本施設の立体的なシンボルとなっている（写真2、3）。

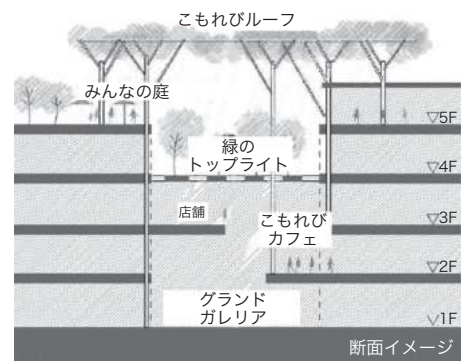


図1 施設断面イメージ



写真2 ケヤキとこもれびルーフ



写真3 屋上庭園とこもれびルーフ



図2 コンセプトスケッチ

では具体的にどんな形態のルーフをつくるのか？意匠から図2のスケッチと、「木の下に人々が集うイメージ～木が集まり、たくさんの人々が集う」感じと聞いて、すぐにこちらも構造体のイメージが湧いた。よくある1ヶ所から分岐するパターンのもではなく、もっと直感的に樹木柱だと感じる形状でかつ合理的に枝を伸ばしていったような形である。まさに木をつくろうと思った。幹から大枝を出し、さらに小枝を出していく。屋根梁の合理的な支持点や柱の枝配置のスタディを繰り返し、モデルを創ってはやり直し、そのたびに意匠と打合せをし、最終的にたどり着いた架構が図3である。樹木柱の部材断面は、意匠的なプロポーションも大事にしながら、規格材を用い、接合部の加工性などについても考慮した合理的なものとしている。

現場段階に入ってからこの架構データは、3次元の鉄骨図の元データとして利用できた。

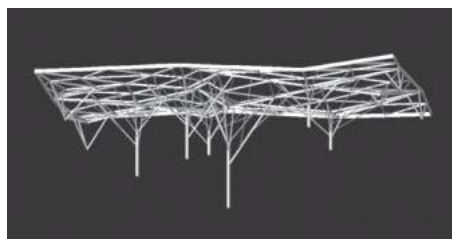


図3 架構パース

構造概要

こもれびルーフの平面形状は、X方向53m、Y方向28.8～31.45mの台形形状である。本体である商業施設が上層で二棟に分かれることのできる谷部を覆うように、全体としては水平な屋根を設ける。最高高さは設計GL+38.2mの大空間構造である。構造種別は鉄骨造であり、基礎は商業施設本体の鉄骨架構である。

屋根形状

屋根面は全体としてはフラットな屋根であるが、ケヤキの森をイメージした起伏を有している。平面形状が台形であること、また起伏があることにより、上下左右すべてが非対称の平面形状となっている。この起伏をうまく構造体で表現するため、屋根面は三角形グリッドの凸凹折板構面とした。

屋根架構

屋根面の三角形グリッド凸凹折板構面を構成する梁は全てH形鋼を用いている。

外周部は全て剛接合の外周梁を配置する。内部の折板構面を構成する三角・四角錐の境界谷線部に剛接合の大梁を配置し、その稜線上に両端ピン接合の小梁を配置する。その頂点に球形の鍛鋼品ノード430φを配置することで、角度の異なる大梁同士を剛接合している(写真4)。



写真4 鍛鋼ノードを用いた接合部

屋根面にはこの球形の鍛鋼品ノードが欠かせなかった。どうしても普段よくやるディテールでは、最大で8本、しかもそれぞれが角度の異なる梁をスマートに接合することができない。スケッチを延々と描きながら悶々としていたときに、ふと自分のスケッチを眺め直したら、単純なことなのだが、丸(球体)なら納まりそうだと気付いた。

球体であればいけそうだとわかったので、すぐにF値をもった球体がないか調べ、鍛鋼品ノードを採用することにした。430φであれば既成の型があったので、430φで納まる梁せいH-300を屋根梁せいの上限值とし、その梁せいとできる屋根梁の支点配置をスタディし、枝先のポイントを決定した。

柱架構

樹木を表現する柱は、幹・大枝・小枝により構成し、部材には全て鋼管を用いた。

大枝は幹の中間から、また小枝は大枝の中間から分岐し屋根面の梁に接合させた。幹、大枝からの分岐位置は、ケヤキの木のイメージを大切にしながら、屋根面梁のスタディ時に決めた屋根梁支持点を、樹木らしさを保ちつつ支えることができる枝振り形状をスタディし、決定している。樹木らしさを保つこ

と、遠景、近景での見え方、部材のプロポーション等には最後の最後まで気を配った。

部材のプロポーションは、幹・大枝・小枝の断面形状・断面積が概ね4:2:1となるように計画している(写真5、6)。



写真5 4階デッキからの見上げ



写真6 樹木柱見上げ

ランダム配置した大枝と小枝は、屋根面側をピン接合とし、元端を現場溶接の剛接合とした。幹、大枝から直接的に枝が生えるようなディテールとすることで屋上庭園から樹木柱を見上げた際の見え方にも配慮している。

ぜひ様々な場所から、こもれびルーフを眺めて頂きたい。見る場所により変化するこもれびルーフを楽しんでもらえれば幸いである。

おわりに

本施設「MRAK IS みなとみらい」は2013年の6月21日にグランドオープンし、オープン以来連日大変多くのお客様が本商業施設を利用いただいている。ここに訪れた人々が快適に過ごせるよう、いつまでも心地よい木もれ陽のような光をこもれびルーフがこの施設に落してくれることを願っている。

最後にこの仕事をする機会を与えていただいた三菱地所株式会社様、ならびに商業施設本体・こもれびルーフの設計・工事にご協力いただいた関係各位に心から深く感謝します。

(えびさわ わたる)

各論

5-2 MARK IS みなとみらい
こもれびルーフ有機的な形態を
製作する

田畑英樹

新日鉄住金エンジニアリング(株)
建築・鋼構造事業部 設計技術部 鉄構設計室
シニアマネジャー

田畑英樹

1970年生まれ
日本大学理工学部建築学科卒
1994年新日本製鐵(株)入社
2004年より現職

こもれびルーフは、樹木柱と凹凸折板構面屋根から構成された、ケヤキの森をイメージした鉄骨現しの架構である。施設本体の中心に配置され来場した人々が集う空間であるため、鉄骨の構造体でありながら全体の架構イメージから細部のディテールまで本施設のシンボルとしての仕上がりが必要である。

本項では、構造面と意匠面での品質を踏まえた「こもれびルーフ」鉄骨の製作・施工について紹介する。

3次元CADによる検討

こもれびルーフは、下部の本体主架構の形状から、屋根平面形が台形で柱の配置が非対称、柱脚高さも個々に異なるが、それらの条件を生かしながら自然なケヤキの森のイメージとなるよう、柱の分岐や屋根面の起伏形状が構造的に決められている。

その結果、屋根面部材の配置や勾配も個々のグリッドごとに異なり、樹木柱の幹・大枝・小枝の配置もランダムとなっているため、2次元図面では表現したり確認することが難しい部分が多い。そのため、ルーフ架構全体を3次元CADを用いて立体的に作図して検討と確認を行うこととした。構造解析モデルの芯線を基に、構造部材断面や接合部、仕上げ材を受ける2次部材まで3次元で作図し、樹木柱の配置と分岐位置や屋根面の形状、下から見上げたときの見え方を、意匠的な全体イメージと合っているか確認した(図1)。

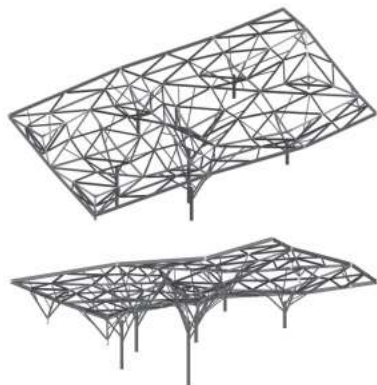


図1 3次元CADの全体モデル図

また、鉄骨現しであることから、全体イメージと同時に個々のディテールについても検証した。現場継手の位置やノード廻りの細かいプレート類やボルト、屋根面の梁と柱との接合部、屋根面の梁とアルミパネルの接合部も、納まり面と意匠面での確認を行った(図2~4)。

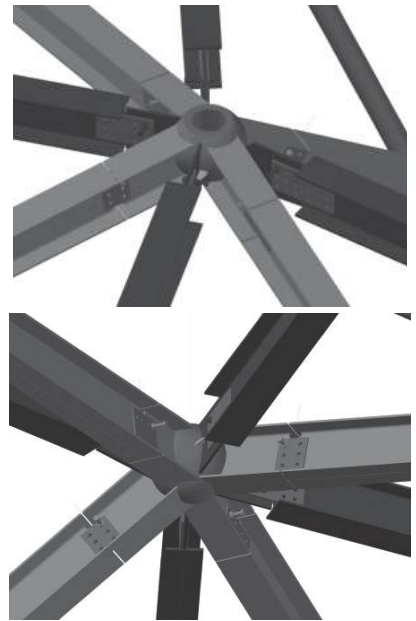


図2 鍛鋼品ノード接合部の詳細



図3 屋根梁-柱接合部の詳細



図4 樹木柱分岐部の詳細

このように、全体架構の検討と同時にディテールの検討を進めていくことは、後でディテールが納まらない、コンパクトに接合していないなどの、手戻りを発生させないために重要である。

鍛鋼品ノードを用いた接合部

本件の最も特徴的な接合部を紹介する。屋根面の接合部は、球体の鍛鋼品ノードを用いている。屋根面のH形鋼梁は前述したとおり、配置や勾配が個々のグリッドごとに様々である。一般的な接合部を考えると、H形鋼のフランジが接合する箇所にはダイヤフラムを配置し、周囲のH形鋼のフランジ厚を包絡す

る厚さのダイヤフラムを用いる。通常のビル鉄骨のように梁が水平で、XY方向に直角に交わっていれば、梁フランジの2サイズアップのダイヤフラムとなる。

この方法を本件の接合部に当てはめてみると図5、6のようになる。梁が水平ではなく鉛直方向に其々角度が異なり、XY方向に直角ではないため、周囲のH形鋼フランジを包絡するダイヤフラムが非常に厚くなってしまう。製作することは可能であるが、意匠的な要求を満たしていない。また、製作面でも、H形鋼梁の切断と開先の角度がグリッドごとに様々であるため、現寸作業と開先加工も全部材で異なる作業を行う必要があり、大変煩雑でコストアップの要因となってしまう。

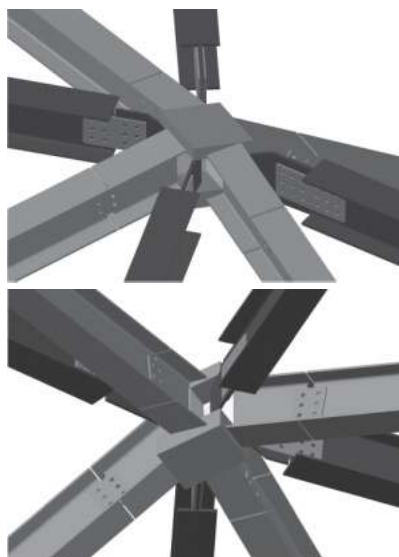


図5 ダイヤフラムを用いた接合部の例

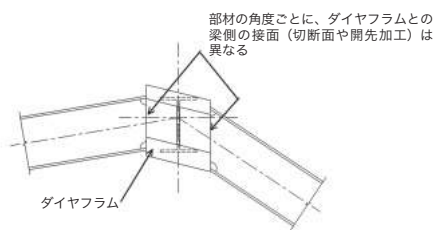


図6 ダイヤフラムを用いた接合部の断面図

一方、本件で採用された鍛鋼品ノードを用いた接合部が図7である。H形鋼の切断と開先加工は、ノードの球面に合わせた加工となり直線での加工よりは難しい。しかし、球面に合わせた加工であれば、鉛直方向や水平方向にどのような角度であっても、単一の加工になる。つまり、現寸作業や切断・開先加工はどの箇所でも同じ作業の繰り返しとなるため、難易度は高いが製作性は格段に良くなる。

鍛鋼品ノード接合部の3次元CADでの検討図が図2である。H形鋼梁のサイズが

H-294x200、BH-300x200に対して、鍛鋼品ノードの直径が430mmであれば、梁同士の手渉がないことが確認できた。

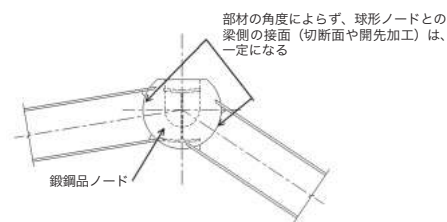


図7 鍛鋼品ノードを用いた接合部の断面図

鉄骨製作

上記の3次元CADデータで部材や接合部の詳細まで正確に入力し検証することによって、干渉の有無だけでなく工場での鉄骨製作の検討にも役立っている。鉄骨の組立順序をどうすればよいか、溶接するためのスペースが確保できているか、溶接順序をどうするかなど、3次元CADを使って事前に十分な検討を行った。更に、この3次元データを用いて現寸作業と詳細図作成を行うため、図面に起因する不具合は無くなり、工場製作と現場施工をスムーズに行うことができた。鍛鋼品ノードと製作中の接合部を写真1に示す。



写真1 鍛鋼品ノードとノード接合部

樹木柱の製作においても、3次元CADデータから相貫継手のデータを作成し、鋼管の切断・開先加工を行っている。樹木柱の幹は、枝材ブラケットを正確な角度で組み立てなければならないため、定盤上で相貫部の罫書きと位置出しを行い製作した。枝材の先端は、屋根梁と円筒型のピンで接合される。太径のピンが現場で上手く納まるよう溶接歪みなどないように製作した(写真2)。



写真2 樹木柱の製作

現場施工

ルーフ鉄骨は、6ブロックの工区に分けて建方を行った。柱を先行して建方し、屋根面は鍛鋼品ノードを仮設支保工で支持して建方した(写真3)。施工キャンバーを設けてレベル管理を行い、溶接とHTB本締めが完了した後に仮設支保工を開放した。

大梁フランジの溶接は意匠面を考慮して、溶接性確認試験を行った上でフラックス裏当てを用いて行った。

有機的な形態の鉄骨であったが、精度良く工区内に施工を完了した。

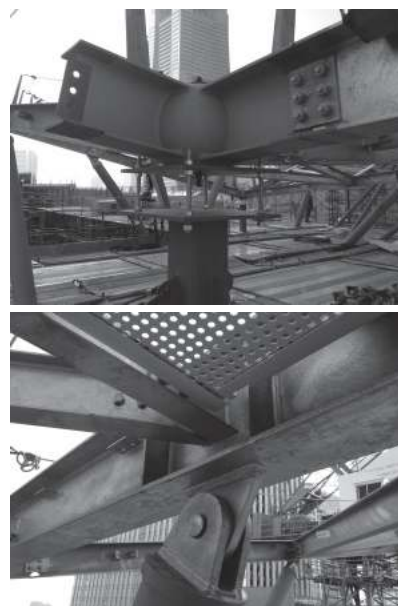


写真3 現場施工

おわりに

設計者の方々や鉄骨工場、現場管理の方々の多大な協力により、品質の良い鉄骨を実現することができた。

先日、本施設を訪れたところ「こもれびルーフ」の下は大勢の家族連れで賑わっていた。多くの人々が集い安らぐ空間を創る仕事に携わることができたことは望外の喜びである。あらためて、関係者の皆様に厚くお礼申し上げます。

(たばた ひでき)

生物の構造における「遊び」

近藤 滋

大阪大学大学院生命機能研究科
パターン形成研究室 教授

近藤 滋

1959年東京生まれ。東大理学部1982年卒。学位：京大医学部1988年。医科学博士。スィスパーゼ大研究員、理研CDB、名古屋大学等を経て現職。著書に波紋と螺旋とフィボナッチ（学研秀潤社・2013年）。

家を建てたけど……

国立競技場の問題が、世間をさわがしている（2015年8月現在）。そんな高額な建物である必要があるのか？と言うのが一般からの疑問だ。でも、存在感を出すにはある程度の出費はしかたないのかな、とも思う。

どうしてそう思うかと言うと、5年ほど前に、家を建てるという経験をしたからだ。家族のニーズを見極め、必要にして十分な家の広さと構造を探していく。「できるだけ安く」という制約が強かったので、当然のごとく、無駄なものは省く、実用一辺倒。で、どうなったかという、なんだかマッチ箱のような形の、存在感の無い家ができたのだった。

モデルハウスは素晴らしくかつこよくて魅力的だった。この違いは何だろう。頭をひねりながらもう一度住宅展示場に行って解った。

そうだ、この家には遊びが無いからだ。

遊びの構造はかっこいい

町を歩いていても、たいていのビルやマンションは、マッチ箱に似ている。味もそっけもない。費用を最小にするには、そうならざるを得ないのだろう。装飾的な構造があるマンションは、やはりちよつとカッコいい。でも、その分お高い。存在感を出すには、やはり遊びにお金をかけないといけない。

公共建築の場合、かなり頑張ったデザインのものがある。特に美術館やコンサートホールなどは、それらしい恰好をしている。国立競技場も、まあ、その範ちゅうなので、遊びにつかう費用が大きくても、仕方がないかな、と思う（2500億円が妥当かどうかは解らないが）。「無駄が無く、実用的であり、しかも美しい上に安上がりなデザイン」、というのは理想だろうが、難しいのだろうなあ。

建築自体が今よりも大作業だった昔の建物は、意外にデザイン性が高い。奈良や京都のお寺などは実にかつこく見える。でも、5重の塔なんて、実用性も、コスト計算も、無視した挙句の美しさだ。筆者の大学の近くには万博公園があり、太陽の塔がそびえたっている。ものすごい存在感である。こいつも、実用性は皆無の、遊びの極致と言っていいかもしれない。さすがは岡本太郎。現在では大阪の象徴のひとつとなっている。

生物の構造も遊びがある？

筆者の専門である発生学は、動物の形や模様がでる仕組みを解明する学問である。生物のあらゆる特徴は、「進化」、すなわち何千何万世代にもわたる厳しい生存競争を勝ち抜く過程で作られた。だから、ほとんどは生存に適した「理にかなった」形をしている。しかも結構美しかったりするの、何億年にもわたって研ぎ澄まされたデザインだからなのかもしれない。進化の末にたどり着いた構造だから、無駄や遊びなどは無いはずなのだが、それでもいくつか例外があるのが、面白い。

クジャクの羽やヘラジカの角などは、とても目立つし、見ていてかっこいい（写真1）。

だが、ここまででかいと生存に不利としか思えない。クジャクの羽は飛ぶのに邪魔になるし、大角は、森の中を歩くときに木の枝に引っかかる。一見生存に不利に見える「遊びの」構造が進化する原理は、多くの場合、性淘汰という進化学の概念で説明されている。



ヘラジカ



オオツノシカ
写真1 ヘラジカとオオツノシカ

性淘汰が起きる理由と特徴

オスはメスに選ばれないと子孫を残せない。だから、「メスに選ばれる」ということが、「生き残ること」と同様に重要である。メスにとっても、どんな（遺伝子を持った）オスを選ぶかで、子孫の生存率が変わってくるから、オスを選ぶには慎重で無ければならない。例えば、大きい角を持つオスが闘いに勝つ確率が高いのであれば、「大きい角のオスを選ぶ」という性質がメスに生まれるはず。ここまでが良いのだが、このメスの好みが暴走する可能性があるのだ。「一番大きい角のオスを選ぶ」という基準がメスの遺伝子に刻まれてしまうと、小さい角を作るオスは子孫を残せない。だから、より大きな角を作る遺伝的変異を持つオス個体のみが次世代を残せる。次の世代、その次の世代でも同じ競争が起きるので、しまいには（何千世代後には）、角が大きくなり過ぎ生存にマイナスになる。が、この軍拡競争は止めようがない。角が大きくなり過ぎた

オオツノシカ（絶滅したヘラジカの一種。体よりもでかい角を持っていた。）はこの軍拡競争の末に絶滅してしまったと言われている。

クジャクの飾り羽もオオツノシカの角もオスだけのものである。オスはメスを得られなければ次世代を残せないの、一発ギャブルに懸ける。一方、メスはほぼ100%オスを得られるので、わざわざ危険に身をさらす必要はない。この性淘汰では、遊びの形質がオスにのみ出現するという重要な特徴がある。

シマウマのシマシマ

一方で、何の役に立つのかさっぱりわからない遊び的な特徴が、オスメス両方にある場合がある。その代表的なものが、シマウマの縞模様だ。シマウマの縞がカモフラージュになると言う話があるが、間違いなく迷信である。ライオンは何の躊躇も無くシマウマを襲う。また、白黒の色の違いが、場所による温度差を生み、空気の流れで体を冷やす、というトンデモ理論も有るが嘘に決まっている。体を冷やしたいのなら、黒い部分の色を薄くすれば良い。と言うわけで、このシマシマをわざわざ作る理由が、見つからないのである。今度はメスも同じなので、メスの好みという「隠れた利点」も見つけることができない。

他の動物を見ると、皮膚模様の問題はさらにややこしくなる。アマゾンに棲むプレコストムスと言うナマズだが、模様のバリエーションが色々あって、見ていてとても楽しい（写真2）。だが、そもそも、棲んでいるところの水が濁っていることも多く、そんな場合、細かい模様の区別などできそうも無い。

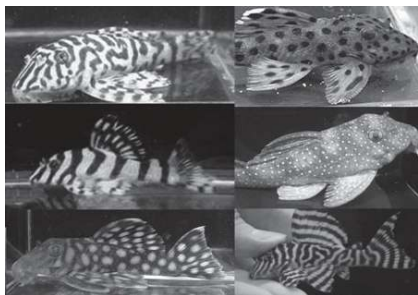


写真2 アマゾンに棲むナマズの色々な模様

特徴的な構造が生まれるためには、それなりのメリットが必要、というのが進化の法則のはず。どうやって進化したのだろうか？第一、こんなに色々な模様を作る仕組みを、それぞれの種で別個に進化させないといけな

て、大変な（進化的）コストである。神様は、動物に色を塗って遊ぶのが好きなのだろうか。

模様形成の原理はとても単純

最近、皮膚に模様を作る仕組みが明らかに、この謎はほぼ解明されている。

まず皮膚の模様が、なんでできているかといえば、2種類以上の異なる色を持つ色素細胞の分布である。良く調べられているゼブラフィッシュという縞模様の魚の場合、黄色と黒の2種類の色素細胞が、ストライプ状に並ぶことで縞模様になる。問題は、どうやってその配置になるかであるが、実に簡単なのだ。

実験によれば、黒と黄色の色素細胞は、隣に居ると互いに反発しあう。違う色の細胞に取り囲まれると、その細胞は死んでしまうのである。一方、黒細胞が生き残るには長い脚を出し、黄色の細胞に触ることで黄色細胞の表面にある分子から刺激を受けなければならぬ。言い換えると、遠いところに居る黄色は黒を助けるのである。近距離の反発と遠距離の生存刺激という、一見逆の反応が同時に起きると、どうなるか（図1）。計算機シミュレーションで調べてみると、完全にまじりあった状態からはじめても、ちゃんと縞模様ができる。模様の無い状態が不安定なのである。砂丘に風が吹くと、表面に縞模様ができるのを、見たことが有るだろう。それと、本質的には似た現象が、細胞間の刺激のやり取りで起きると思っただけならばよい（厳密には正しくはない）。

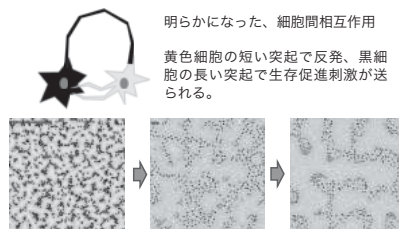


図1 細胞間相互作用のシミュレーション

本当にこんな原理で模様ができていいのか？と疑う人もいると思うので、ひとつ証拠をあげておこう。この原理でできる模様は、動的な性質を持っており、場の変形に応じて動く。例えば、縞模様の中に枝分かれがあると、場の拡大（個体の成長）と共に、枝分かれ部分がジッパーみたいに開いていく（写真3）。

この奇妙な現象は、シミュレーションで最初見つけたのだが、多くの魚の縞模様で起

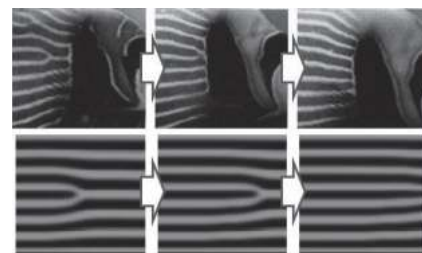


写真3 魚とシミュレーションの模様変化

きていることが発見された（変化がゆっくりすぎて、これまで誰も気がつかなかったが）。

また、これもシミュレーションの結果だが、反発力や生存刺激への依存度をちょっと変えるだけで、斑点、網目、縞、豹柄など動物に見られるほとんど全ての模様ができてしまう（写真4）。



写真4 パラメータを変えると、色々な模様に変わる

だから、それぞれの模様に対して、それを作る仕組みを別個に作る必要など、そもそも無いのだ。それに、この色素細胞の性質は、模様のあるなしにかかわらず、もともと彼らが持っている、と考えられている。だから、製造コストもほとんど無い。いろんな模様で遊んでも、それが生存に対して特に不利でなければ、生き残ってしまう。実によくできている（このあたりの説明は、紙面が足りないもので、明らかに不十分。興味のある方は筆者のHP「近藤滋+シマウマ」をサーチ）。

遊びの構造と製造コスト

以上、生物にも、ひときわ目立つ遊びの構造は存在するのである。性淘汰でできるもの（オオツノシカの角、クジャクの羽根）などは、コストはかかるが、その分、メスにアピールする意味があるので、相殺される（コストを払うのはオスである(T_T)）。一方、とことん役に立たないような皮膚模様の場合、そもそも製造コストが少ないので、自由なデザインを自然の中に見ることができる。

以上の事を頭において、国立競技場問題の生物学的な解決法は、と考えるとコストのかかる特殊構造でなくて、表面に描く模様で存在感を、という事になる。なるほどこれなら安く上がりそうだ。もちろん、誰に描かせるかの選考過程で、ひと悶着ありそうだが。

（こんどう しげる）

各論

7-1

東京工業大学附属
図書館東京工業大学附属
図書館における
意匠と構造の線を
重ね合わせる
設計プロセス

安田幸一

東京工業大学教授

意匠と構造のスケッチのキャッチ
ボール

建築の設計という行為は、意匠、構造、設備、あるいはランドスケープのそれぞれが創り出す線を重ね合わせることで常々思っている。意匠を担当する建築家が同時に設計チーム全体の調整役すなわち統括者となるケースが多い。

また、線を重ね合わせる際、それぞれの立場でスケッチを描きためているうちに、偶然全員の線が一致したときが理想の状態であるのだが、結果としてその重ね合った線の数、少なれば少ないほど良く、つまり使用する部品や材料が、ミニマルであることが望ましいと常々思っている。

特に意匠と構造は「キャッチボール」と称する案のやり取りを頻繁に行う。意匠は設計意図を形にしたスケッチを描き、構造に投げかける。意匠は、悩みながら、しかし自分の本意がどこにあるのかを常に自問自答しながら、構造に問いかける。構造は意匠の意図するところを最大限読み解いて、具体的な寸法を明示しながら図面を起こし提案する。

構造は出来る限り意匠が意図することに最も近い方法を選択するが、時に意匠の意図することとスケッチの間にある溝についても指摘し、本当の意図が言葉にあるのか、スケッチにあるのかを改めて意匠に問い返すことも重要である。このあたりのやり取りが、プロジェクトの最後まで効いてくる。お互いに相手の心の動きと手の動きを見比べながら、昇華していく。

意匠は身体のだこかにいつも違和感のある患者に例えることができ、構造は対処療法を適材適所に答えて行く医者役割を担う。こ

のことは、構造とのやり取りだけではなく、設備、照明、音響、ランドスケープ等々とのやり取りも同じようなプロセスをたどる。「キャッチボール」は最も楽しい行為であり設計の醍醐味である。特に竹内徹さんとは2002年に緑が丘1号館の耐震補強（東工大緑が丘1号館レトロフィット）のプロジェクト以降いくつかの大学校舎の耐震補強や増築で一緒に緒していたこともあり、気心も知れていた。

竹内さんは構造の考え方を目の前でさらさらと分かりやすいスケッチで渡してくれるため、キャッチボールのコントロールが抜群に良い構造設計者である。こちらの欲しいところに球を投げてくれるのである。

地中図書館と自然光を採り込んでい
るように錯覚する光天井

新図書館の敷地選定では、学生の利便性を考え、また周辺既存建築群の配置、高さを意識した上で、図書館本体のほとんどを地下に計画した。学生の書斎空間である学習棟は一部地上に設けることとした。キャンパスの結節点という場所に大きな建築を計画した場合、本館前プロムナードが閉鎖的なものになることは容易に想像でき、現在と同じように蔵前会館へ視線が抜けるような開放感を残したいと考え、また、正門からの主要動線であるため、本館への視認性を重視しながら広いオープンスペースを確保した。

気温変動の少ない地下空間は、静寂で落ち着いたほしい閲覧スペースには最適である。今回の閲覧室は地下1階と地下2階の2層構成であるが、東側の光庭まわり、北側の2層吹抜け空間を介して、一体化されワンルームとなっている。東側ドライエリアから吹抜け

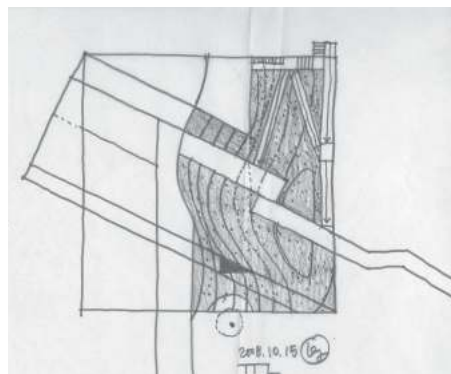


図1 東京工業大学附属図書館 ジオメトリー

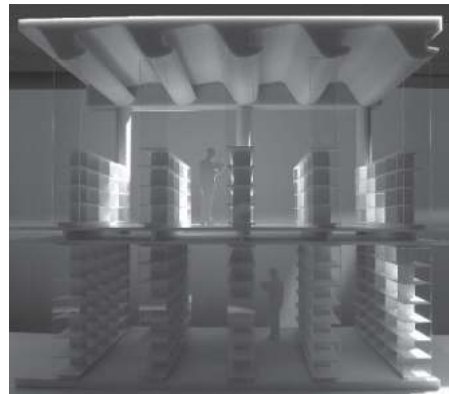


写真1 東京工業大学附属図書館 断面模形

安田幸一

1958年 神奈川県生まれ

1983年 東京工業大学大学院修了

1983-2002年 日建設計勤務

2002年 東京工業大学准教授、安田アトリエ設立

2007年-現在 東京工業大学教授、安田アトリエ主宰

空間への自然採光と自然通風を考慮し、この明るい吹抜けまわりは学生が長い時間滞在できる閲覧ゾーンとし、光が抑制され照度の低いところは本の長期保管に適しているため西側の書架および北側の集書書架ゾーンとなっている。

地下1階の南側書架は4段（高さ1500mm）に低く設定され、閲覧室全体が見渡せる広がりのある空間構成となる。一方、地下外壁から入ってくる湿度上昇を避けるため、計画上可能な部分には極力ドライエリアを設け、またその他の地下外壁まわりには、空気層を介してレンガを積み上げ二重壁としている。

南側の閲覧室では、地上のオープンスペースのスラブにもなっている波形断面形のPCaの天井が連なり柔らかな光が降り注ぐイメージがあった。梁、スラブ、天井、照明が一体化された部材を考えたのには、まるで地中を掘込んだような洞穴のイメージをつくるという意匠的な理由もあるが、根切り底をなるべく浅くし工費を軽減したいため、天井懐をミニマムとして、天井を別途張ることを避けたかった。

光の反射を考慮した波形の中で、直線と単純Rを組み合わせたカーブをみつけ、構造の梁せいを確保して断面形状を決定していった。意匠・構造・設備が一本の線に集約された好例であると言えるであろう。

大岡山キャンパスに浮遊する「チーズケーキ」の誕生

地上部には、プロムナードから南側への視線の妨げにならず、また正門からのアイストップとなり、かつ透明感を有した学習室・ガラスハウスを地上施設として計画した。北側接道からの日影規制、西側構内道路、プロムナード幅の確保等を考慮すると、ガラスハウスは三角形平面、3階建てで、プロムナードの突き当たりには小高い「緑の丘」として南に面したグリーン斜面と周辺グリーンのつながりを考慮すると、どうしても1階をピロティとしたかった。

竹内さんの解説にもあるようにちょうどブラジルでの講演会を終えた後、数々のオスカー・ニーマイヤー建築の脱重力建築に触発され続けていたことも多少関係があるだろう。

さらに帰りの長い機上の隣同士でスケッチのキャッチボールを行ったため、文字通り重力が弱くなっていたのだと思う。

お互いスケッチの進みが早かった。大学に戻り早速学生と共に2層の三角平面の学習棟を細い柱で支える模型を作成した。学生からはまるで「チーズケーキ」が浮かんでいるようなのだとの発言も飛び出した。後々完成後、キャンパスでのニックネームとなった。

振り返って思い出してみると、浮かび上がる「チーズケーキ」構想の大きな方針は、机上ではなく、機上での竹内さんとのキャッチボールで決定したのであった。

（やすだ こういち）



写真2 東京工業大学附属図書館 PCaとアルミ製書架



写真3 東京工業大学附属図書館 地下1階ロビー

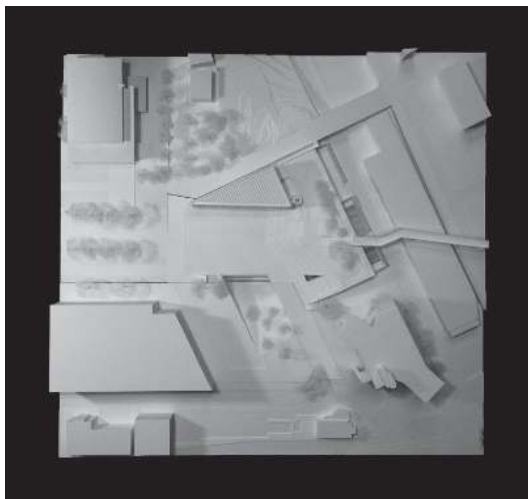


写真4 全体模型



写真5 大岡山キャンパスに浮遊する「チーズケーキ」を見る。手前は光庭

各論

7-2

東京工業大学附属
図書館東京工業大学附属
図書館の構造設計

竹内 徹

東京工業大学教授

竹内 徹

昭和35年3月3日生

都立新宿高校、東京工業大学を経て昭和59年4月新日本製鐵入社。平成2年～4年英国Ove Arup & Partners派遣勤務。平成15年1月より現職。

新図書館計画のはじまり

本建物の構造設計詳細は既に複数の雑誌で報告しており、本稿では「かたち」ができるまでの経緯を振り返ってみたい。きっかけは旧附属図書館の耐震診断より始まる。旧図書館は1973年竣工、地上4階建てで大学正門前に建っていた端正な建物であったが、これ故に正門から本館が見えないという問題もあった。診断の結果、コンクリート強度が非常に低く取り壊さざるを得なくなった。

さて、新しい図書館をどこに作るかである。計画の経緯は安田幸一先生の文章に譲るが、本館のプロムナード前の地下に作る提案がほぼ認められたのが2008年春であった。たまたまこの年6月にサンパウロで行われたブラジル日本移民百周年記念国際シンポジウムに安田先生と筆者が招待され、この機会に2人でリオとブラジリアを回り、オスカー・ニーマイヤーの作品を見て回ることにした。

伸びやかな曲線多用し重力から解放されたようなデザインはそれぞれに新鮮で圧倒されたが、建物を見て回る間にも新図書館の構成をどのようにするかという課題が心の片隅にあったことは確かである。ブラジリアの議事堂の光庭の使い方をしながら、「地下図書館に使えるね」などと話をした記憶がある。見てきたイメージの冷めやらぬままに新しい地下図書館のアイデアを小さな機内のテーブルの上でスケッチをやり取りし議論した。議論は主に地下躯体の構成や変形PC天井の可能性についてと記憶している。

せりだす“チーズケーキ”

帰国後程なくして安田先生より地下部の平面案と地上部のラフスケッチが送られてきた。地上部の学習棟は敷地より本館プロムナードゾーンを除いた直角三角形平面を有する学生の自習ゾーンとディスカッションルームを含む長辺約40mの建物であり、地下エントランスへの庇として先端15mは柱を立てない架構としたいという希望であった。そこで厚みを250mmで統一した極薄ダブルプレートを外郭状に編んだ3点支持架構のスケッチ（図1）を一晩で描き上げ提案し協議を行った。

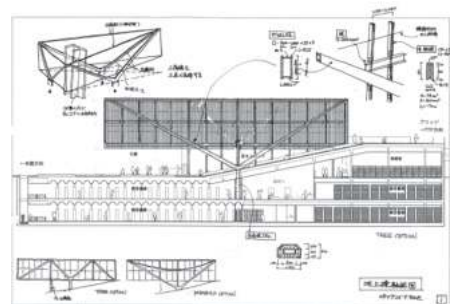


図1 エスキース時の学習棟の架構スケッチ

スケッチには最終案とともにトラス架構や張弦架構等のオプションが見られるが、この程度の規模の建物はシンプルな架構に限る。安田先生との協議の結果、目論見通り2本のV柱と背面のY柱で三角形形状の構造（この頃からこのブロックは「チーズケーキ」と呼ばれていた）を支持することで合意した。背面をY字型としたのは、背面のみ直接人工丘より支持する可能性を残したことで、背面から見たエレベーションでV字を見せる理由からである。各支持点は三角形平面各辺の中央に位置しているため、その重心は三角形平面の重心と一致する。従って見た目によらず本架構は自重に対し安定している。

同時期には地下部の架構スケッチも描いて議論した（図2）。ブラジルからの機中で合意したとおり柱は書架幅に合わせた長円断面とし、外周にはぐるりと光を取り入れるドライエリアが廻っている。地下はPCを含むRC架構で構成し、事務局を内蔵する地上の人工丘も地下と一体化したRC架構で構成した。

人工丘の構造はせり上がる斜面スラブを耐震壁付フレームで支持した剛性の高い構造となる。柔らかな学習棟の一部を人工丘より立



図2 エスキース時の地下部の架構スケッチ

ち上げると学習等が地震時に揺られ、複合構造として地上部の構造設計を行わねばならなくなる。そこで背面柱は地上レベルより立ち上げることで構造を単純化した。学習棟を免震化することも考えたが、小規模構造であり接続部の納まりの複雑化を考えると割に合わないと判断した。最終決定した学習棟の架構を図3に示す。

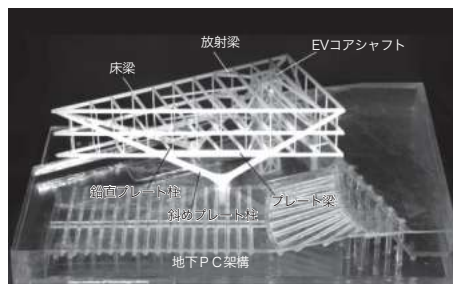


図3 学習棟の架構システム最終案

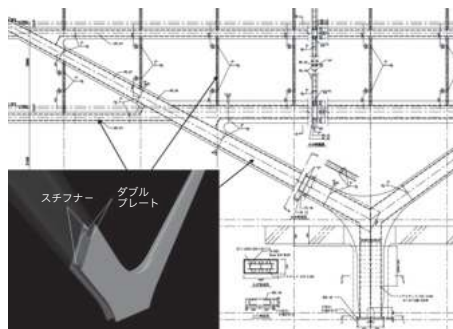


図4 学習棟の鉄骨詳細

さて、外郭架構を構成する部材であるが、骨組がそのまま側面のシルエットに現れてくるため優美な架構としたいと考えた。ニーマイヤーのように伸びやかで曲線とテーパーを組み合わせた箱型断面部材を鉄骨で制作すると曲げ加工や四面溶接が要求され、鉄骨単価が高くなる。当然ながら予算はない。そこで曲線とテーパーを組み合わせた斜め柱を加工費を上げずに鉄骨で構成するための一計を講じた。すべての断面をダブルプレートで構成し(図4)、座屈止めとしての補剛部材でつなぎ合わせた断面とすることで、板曲げを使用せずに小端を曲面・テーパー状にカットし部材をデザインすることができる。この手法はL. E. Robertsrson氏の納まりにヒントを得ている。軸力・曲げモーメントをダブルプレートのみで伝達できるため、柱梁接合部でダイヤフラムを通す必要がなく現場接合部も縦向き溶接のみで加工が簡略化できる。

外周の柱はできる限りその存在を隠すため外周サッシ幅に合わせた見付幅100mmのダブ

ルプレートで構成し、斜め柱より床梁を支持、または吊り下げた。一見、フィーレンデールトラスのように見えるが、柱が細すぎるためその機能は殆どない。従って側面V字柱間の約10mは2階床の側面梁により支えられている。もともとV字の間には鉛直柱があったが、これは安田先生の要望で撤去した。このため梁せいはこの部分のみ1000mmとなった。また横揺れを防ぐためエントランス部に斜めに入っていた制振部材も撤去した。

これらは撤去して正解であったと思っている。柱は存在が消え、縦ルーバーの奥に垣間見える架構は斜め柱と水平梁のみとなった。かつての上司、Peter Riceが得意としたフェイク・ストラクチャであり、非日常感を感じさせるファサードとなった。

PC躯体が“魅せる”地下図書館

地下部の構造は主体をRC造とし、外周の地下壁を耐震壁として利用し処理する計画である。地下部は建設費が高くなりやすく、これを抑えるために根切りをできるだけ浅くする必要がある。PC構造を積極的に採用し図書館の高い積載荷重と大きなスパンに関わらず構造を圧縮し階高を3.7~4.2mに抑えた。

地下躯体をそのままインテリアとして見せるのが、安田先生の当初からのコンセプトである。地下部の基本モジュールは3.2mで、基本計画より引き継がれた長円断面柱が9.6m~4.8m×3.2mの柱割で並ぶ。地下1階床は、階高を抑えるため、厚さ300mmのPCフラットスラブ構造とし、地上部スラブは地下1階の主閲覧室の天井と一体化した変型PCa梁(写真1)が採用された。このユニークな形状は安田研究室で試行錯誤の上決定された。変型PCa梁には800×300mmのRC梁が内蔵され、間接照明反射板としてデザインされた天井を含む1.6mモジュールの断面を有している。

鉄骨建方時の学習棟を写真2



写真1 変形PCa梁の製作

に、ルーバー取り付け時の敷地全景を写真3に示す。学習棟の足場が外れるのを見ながら、なぜ安田先生が緑が丘1号館で用いた横ルーバーでなく縦ルーバーを採用したのか考えていた。隣接する谷口先生の講堂や清家先生の事務棟との関係性を重視したようにも思われるが、架構の柱を消すためには効果的であった。竣工直前の2011年3月11日、東北地方太平洋沖地震において学習棟は加速度約120cm/sec²の地震動を受け先端が大きく横方向に揺れたが、被害は仕上げも含めて皆無であった。

本建物の構造実施設計は佐藤総合計画・佐藤英雄氏と共同で行った。東工大施設運営部の江原慎二氏とともにご尽力いただいた関係者の方々に感謝したい。

(たけうち とおる)



写真2 鉄骨建方完了時の学習棟



写真3 太陽光パネル付ルーバー取り付け時の敷地全景

各論

8-1

金沢駅鼓門

まちの思いを建築に
結晶させる

—鼓門の意匠設計—

白江龍三

環境建築家／株式会社白江建築研究所 代表

白江龍三

環境建築家。日本大学理工学部建築学科卒業、同大学院修了、宇都宮大学工学研究科後期博士課程満期退学。(株)菅原建築事務所、(株)日本設計、(株)SDCを経て白江建築研究所設立。日本大学、前橋工科大学で非常勤講師、(株)日建設計代表付を経て、現在は(株)白江建築研究所代表、前橋工科大学大学院非常勤講師。日本建築学会賞作品賞、免震構造協会賞作品賞、JIA環境建築賞、その他受賞。金沢駅東広場の設計においても、アルプロゲットアワード2006土木工業構造物部門1席（イタリア）、シカゴアテナウムミュージアム・インターナショナルアワード2007（米国）を受賞。



写真1 鼓門正面。高さ13.7mの木造の門は、能楽・加賀宝生の鼓をイメージしている

はじめに

金沢駅東広場の鼓門は、北陸新幹線の開通と共に頻繁にメディア登場して、お茶の間レベルでは金沢のシンボルのような存在になりつつある。海外の旅行サイトなどが公表している世界の美しい駅ランキングでも、多くの場合日本からランクインしているのは金沢駅だけで、その紹介写真には例外なく鼓門が写っている。鼓門は、世界的なレベルで金沢のイメージを代表するシンボルとして受け入れられつつあるのだ。

しかしその一方で、建築の専門家の一部からは辛口の批評をいただいたようである。私自身もこの形に至るまでには、多くの葛藤があった。

最初の計画にはなかった鼓門

金沢駅東広場の設計は、設計者である我々が様々な委員会に計画案を提案し、そこで了承されたら前へ進めるといった形式だった。初期の段階は主に建築や都市の専門家の委員会での協議が中心だったので、比較的順調に進んだ。そして基本設計が終了した時点で、専門家ではない方々も含む懇話会へのプレゼンを行ったのだが、ここで予期しない意見が出された。すなわち「ミニ兼六園を広場につくってほしい。駅舎の外壁に滝を流してほしい。大屋根は黒い瓦屋根で…。木造も…」などというものだった。プロデューサーから

は「木造か黒い瓦屋根を導入する必要がある。どこかに木造を入れるしかないだろう」と告げられることになった。

我々は合理主義の感性と20世紀末の技術美でこの広場をデザインする方針で、アルミとガラスのシンボリックな大屋根（後のもてなしドーム）と、屋根ガラスにシスルー太陽電池を封入した下屋で構成する建築を提案していた。これには道具を芸術に高めた工芸の伝統や、質実剛健で目的に対して真っすぐ取り組む武家の感性を受け継いで、金沢らしさを表現する意図もあった。

こうした方針の中では、防火地域に木造を持ち込むという発想はなかった。しかしプロデューサーの決定を受けて、大屋根（後のもてなしドーム）からの落雪受けと雨水集水庇、地下空間の吸気塔を一体化して木造の門を作ることとした。どのような門にするかは、なかなか名案が出せず十数案作成した。鼓の案は金沢の文化的背景の中で素直に発想されるものだったので早い時期に作成したのだが、合理主義的感性でまとめたいとの思いから強く推せず、建築専門のプロデューサーとの議論でも、「まさか鼓は無いですよ」ということになっていた。しかし納得できる案がないまま数か月が過ぎたころに、建築を専門としないプロデューサーや周辺関係者の会話から「鼓でいいんじゃないか」との話が伝えられた。鼓は、駅東広場全体の計画の初期に「金

「沢らしさ」を探した頃からしばしば耳にしたので、金沢の人達になじみ深い形であることは分かっていた。駅東広場デザインの最大の目標は、歴史的重層都市である金沢の中に、20世紀末の思想と感性を建築として残すことだったので、木造や鼓のような門という着想も今日の金沢の人達の素直な思いとして受け入れようと決めた。そして建築物として誇れる鼓をデザインしようと決意した。



図1 最初の計画に鼓門はなかった。写真は基本設計後期のもてなしドームの模型

鼓の形の組柱を持つ門のデザイン

鼓門は斜めに傾けた柱を楕円状に二重に配置して組柱を構成し、その上に波打つ格天井を乗せた構成になっている。斜めの柱はHPシェルのようにねじれた形で、中央がくびれて鼓のように見えるようにしている。斜めになった柱は、組柱1つにつき24本で、内外それぞれ12本を、逆方向に傾けて配置している。斜め柱は地震力に対してどれかが筋違のように機能するので、全体としてすべての方向の地震力に耐える。

斜め柱の固定は、下端は一体の楕円形コンクリート板の上に固定している（写真2）。このコンクリート板は躯体を磨いてベンチとして使えるようにしている。ここまでは鼓の形をイメージした時点で決めていたのだが、上部の固定には寺院などの組み物のように見える何かが欲しいと考えていた。これに対して構造設計者から、水平トラスで固定できるとの提案が出された。これを受けて寺社の斗きょうのように見える重ね梁を使ってトラスを構成し固定することとした。



写真2 コンクリート板によって足元を固定

3次元モデルを作り部材図を作成

具体的な設計では、パソコンの中で3次元モデルをつくり、そこから部材図を作成した。組柱などは柱相互のクリアランスが30mm程しかなく、20年前の当時はパソコンの3次元処理は初期の段階だったので不安があり、1/30の模型で確認すると共に、工事発注の中に1/10の模型での施工確認を含めた。

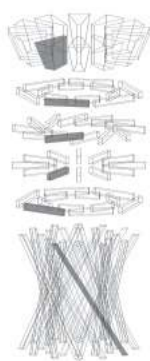


図2 組柱の構成



図3 1/30の設計確認模型

放水実験で消火の確実性を確認

敷地は防火地域の中なので、木造が作れないはずだが、防災計画上不燃同等とみなし、入念な消火設備を設置した。この設備は実際の放水実験により消火の確実性を確認した（写真3）。



写真3 放水実験

おわりに

鼓門を含む金沢駅東広場の計画は、我々の設計開始から竣工まで12年に亘った。設計の過程で5つの委員会が設置され、専門的な委員会は8回の会議が開かれ、プロデューサーとの協議は9回に及んだ。このようなプロセスの中で計画がまれ、プロジェクトが成長していった。沢山の人が関わる組織の中で、個々人は私も含め歯車のような存在になるのだが、それが皆意思と情熱を持った歯車であることが、このような大型で多方面の調整を要するプロジェクトの成功の要因だと思う。市民の声によって計画途中に現れた鼓門は、そのシンボルのような存在だ。

新国立競技場の混迷を見ると、都市の骨格を形成する建築の計画には、金沢駅東広場計画のような体制が必要であると思う。鼓門は今後もますます世界の人々に親しまれる存在になるだろうが、これを作る過程で発揮された様々な経験も、広く生かされて欲しい。

（しらせ りゅうぞう）

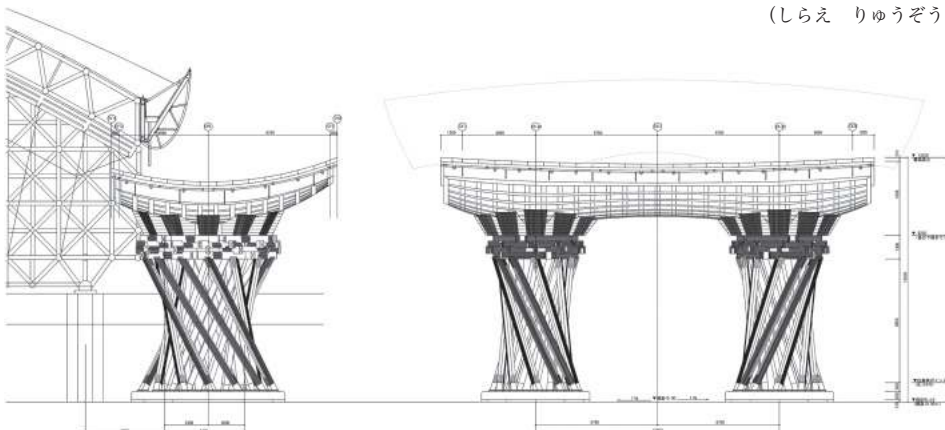


図4 鼓門立面図

巨大な木の塊の門

川原重明

株式会社 木質環境建築 代表取締役

はじめに

著者は、集成材メーカーの立場で鼓門の構造設計及び施工に携わってきた。構造に関しては、骨組モデルで形状を忠実にモデル化し、構造解析を行なっているが、特殊な解法は用いていない。しかし、形状決定まで絶えずモデルの修正が繰り返され、その地道な解析があつての実施となっている。また、実施においては、この解析を基に後述する各種課題の解決に取り組む事となるが、木造であるが故に、多くの検証や検討が必要であつた。

また、施工において、鼓門上部には大屋根の大樋が4.5m覆い被さっていることから、曳家を考慮した施工を検討する必要もあつた（図1）。

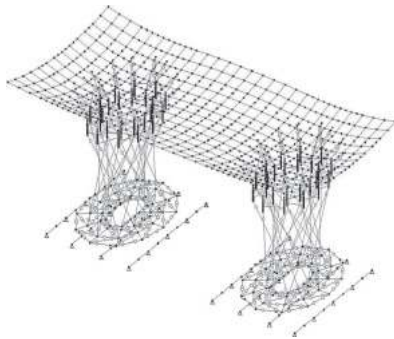


図1 解析モデル（曳家検討モデル）

1. 構造設計概要

耐震性、耐雪性、耐風性の高い構造物を目指し、地震に対しては設計せん断力 $C_0=0.4$ 、積雪には、積雪荷重（長期）を $5,400\text{N/m}^2$ として、許容応力度設計を実施した。各種外力に対して転倒が起こらない事も確認した。さらに、風には吹き上げ力を安全に評価している。

2. 構造・仕様

鼓門の構造形式は大断面木造である。屋根を凹凸の組み合わせによる格子梁、柱は鼓のような2重の斜柱でシェルの的に構成した独立柱とし、その両者の間には、柱頭を繋ぐ重ね梁が4段に配置され、さらにその上に基台と呼ばれるブロック状の集成材で格子梁を受けている。総材積 306m^3 、総重量約 162t の巨大な木の塊の門である（表1）。

部材	寸法 (mm)			本数	総材積 (m ³)
	幅	背	長さ		
柱	330	330	7454~8377	48	41.2
重梁	240	400	1442~2666	96	19.4
基台	240~1300	1550~2250	669~1451	24	47.5
格子梁(短辺)	240	803~1481	11480~11499	25	82.6
格子梁(長辺)	240	836~1481	23150	12	82.4
破風(短辺)	240	800~1099	12083	2	6.4
破風(長辺)	300	800~1154	23630	2	16.5
広小舞	120	75	3700~4600	18	0.8
野地板	220	30	900~1948	1186	9.2
				合計	306

表1 各部材の諸元

(1) 接合形式の選択

接合方法については木組み形式の接合も検討に上がっていたが、地元での製作・施工を考慮し、接合部の信頼性、製作・施工のし易さから、大断面木造では一般的である金物による接合を選択した（3. デティール参照）。

なお、接合金物、接合具共、すべて溶融亜鉛メッキ処理を施す仕様とした。

(2) 屋外仕様の検討

屋外使用である事から樹種は、強度性能も高く耐久性の高い米松とし、防腐・防蟻処理は、仕口加工後に注入可能な乾式注入とした。さらに、それに加え屋外用塗装に適した半造膜系の塗装を工場で3回塗りとする仕様とし、耐久性に対して慎重を期した。

(3) 製作仕様

各部材は大断面構造用集成材で、接着剤は屋外使用が可能な耐久性の高いレゾルシーノル系樹脂接着剤とした。

(4) 模型による確認

施工に先立って、実際の部品と同じ形状の1/10模型（写真1）を作成し、データ上の設計に誤りは無いか、組立は可能か、などの確認をしてから、実際の部材加工を行った。



写真1 1/10模型

3. デティール

(1) 柱脚接合部

施工性の向上と耐久性に配慮し、金物を介したピン接合とした。柱とは鋼板挿入ドリフトピン接合とし、ベース金物はアンカーボルトにより基壇と緊結し、その金物同士を大径ボルトによりピン接合とした（写真2）。

(2) 柱頭－重ね梁－基台との接合

重ね梁によって柱頭を束ね、さらにその重ね梁と基台を一体とする必要があつた。

それぞれの部品を接合した場合、金物が露出する可能性があつたため、3つの構成要素

川原重明

昭和40年11月27日生まれ

東京農工大学大学院を経て三井木材工業(株)に入社。大断面木造の設計、施工に従事。

平成17年4月～平成20年3月銘建工業(株)大断面工場 設計・開発室長。

平成20年6月(株)木質環境建築設立。現職。

を一度にまとめる方法として、柱頭から基台まで、心棒（鋼管）を通し、主にそれとの支圧によってせん断力を伝達させる接合とした。

また、上下動及び確実な一体化を図るために、基台天端から引きボルトによって全体を抑え込んでいる（図2、写真3、4）。



写真2 柱脚接合部

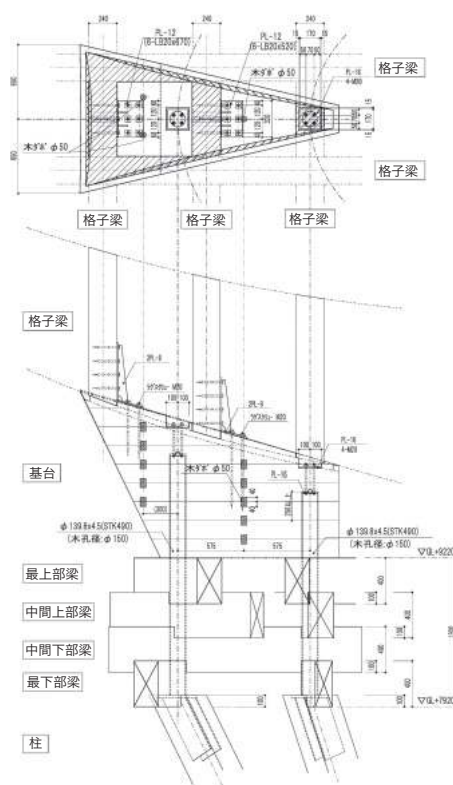


図2 柱頭～基台接合部

（3）基台と格子梁との接合

3次元曲面となる格子梁下端と基台とを確実に接合するために、基台天端に対して格子梁との接触部に溝を作り、格子梁の位置決めを確実にするとともに、その溝によるせん断力の伝達も期待している。さらに、その接触部分を確実に面タッチさせるために、架設後その隙間にエポキシグラウトを充填した。なお、この溝は型枠の役目も果たしている。

さらに、見え掛かりに配慮し、格子内部から接合金物を介し、ラグスクリューによって格子梁と基台とを接合した（図2、写真4）。



写真3 重ね梁接合部

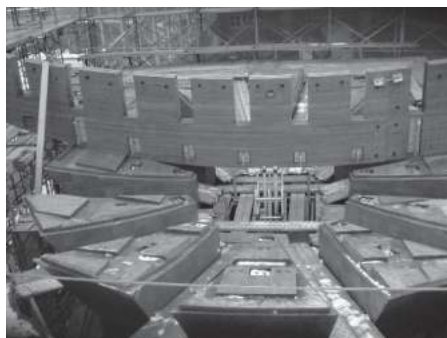


写真4 基台天端と格子梁との取合い

（4）格子梁の接合部

格子梁の相欠き接合は、長期的にはその欠き込み部からクラックが生じる可能性が高いことから、ボルトとドリフトピンのせん断力で軸力及びせん断力を伝達する鋼板挿入ドリフトピン（ボルト）接合とし、直接相欠き部で力を伝達させない接合とした（写真4、5）。



写真5 格子梁接合部

（5）野地板

野地板は本体と同じ塗装及び防腐・防蟻処理された米松製材（厚さ30mm、幅220mm、本実加工）を格子グリットに敷並べ屋根の局面を形成した。留め付けはステンレス製構造用ビスで留め付けると共に、その実部分にもステンレス製構造用ビスで野地板同士を留め付けることによって、野地板の一体化を図り、格子梁全体の高剛性化を図った（写真6）。



写真6 野地板施工

（6）曳家

正規の位置から11m程前方の地点で、レール、構台を敷設した上に、基壇～屋根銅板葺きまでの施工を行い、ほぼ完成に近い状態で、曳家工事を行った（写真7、8）。



写真7 レール、構台設置状況



写真8 曳家前状況

曳家完了後、構台、レールを撤去し、基壇と基礎とを「あと施工アンカー（鉄筋）」で接合するとともに隙間に無収縮モルタルを充填した。

おわりに

鼓門は形状こそユニークであるが、特殊な構造ではないことから、構造解析（形状や断面の決定）までは問題無く進む。しかし、木造であるが故に配慮すべき課題が多く、実施する時には、更に細かな段階で周知な検討とそのつどの決断が必要であった。

（かわはら しげあき）

FORM FOLLOWS FUNCTION（形態は機能に従う）という言葉がどのように進化し、そして普遍であるかが今回の特集にも見られたのではないのでしょうか。機能だけで決められているのではない、自然淘汰だけでもない、それぞれが持つ社会だけが作り出したルールと自分たちではどうしようもない自然科学と単純な方程式。まさしくそこに建築の構造と同じ感覚が存在するのであり、そこには人間が入り込む隙間がまだまだ存在するのではないか、構造が作り出す形態が生まれるのではないかと感じました。意匠設計者と構造設計者それぞれの感覚のバランスの中で今の社会が生み出した「形態」がここにありました。

（伊藤栄治）

私たちが空間に感動したり、建築に美を感じたりする源は何でしょう。今回の特集の企画を考える中で、それが実は私たち構造設計者が日ごろ頭を悩ませ、戦っている「重力」に関係する部分があるのかもしれない、と思うようになりました。仮にそうだとすると、無重力空間に住む宇宙人は、空間の感動や美の基準が私たちと違うのでしょうか？でも、原広司先生は、「地球外建築の無重力の世界では、いかに重力を作り出すかが問題になります」とおっしゃいました。地球人も宇宙人も、構造設計者は重力に悩み、重力と戦うことを宿命づけられているのかもしれない。

（岡田 健）

北陸新幹線開業を伝えるTV画面にたびたび映し出される木造の構造物。構造設計者や建築関係者だけでなく一般の方にも、「あのきれいで特徴的な形をした門のようなものは何だろう？一度この目で見てみたい」と思わせるものでした。今回の企画で初めて、「鼓門」という名前があることを知りました。強用美のすべてが備わったこの鼓門について、設計者や施工者の苦労話に感銘を受け、僣越ながら、これからの設計活動に少しでも生かすことが出来ればと感じました。快く執筆を承諾いただいた皆様に感謝します。

（岸本光平）

テーマは、形態にあらわれた構造企画書ですが、それぞれの作品の形態を決めたのは、建築家であったり、構造エンジニアであったりしています。素晴らしいことは、どの作品も最初に描いた形態を密接なコラボレーションすることにより実現されていることだと思います。今回の特集は、どの作品にも共通するキーワードは、重力がポイントであり、力感を感じ取り、力学を駆使し、当然ではありますが、施工方法も検討されたうえで、未知なる形態挑戦の過程を知ることができました。

今後チャレンジが、改めて必要と感じさせていただきました。ありがとうございます。

（司馬勢也）

編集後記

今回の特集記事では、それぞれの建物が特徴的であるとともに、それらの建物に対して構造設計者と意匠設計者の両方の立場から解説していただき、とても面白い特集記事になったと思います。また、建物以外にも「形態」に関する記事も執筆いただくことができました。建築とは違う視点ではあるが、とても興味深く、楽しく読ませていただきました。執筆いただいた皆様に感謝申し上げます。

（瀧野敦夫）

大きなチャレンジをする事なく、普通の構造設計を繰り返している自分にとって、今回の特集記事は皆どれも、「なんとしても、この形を実現したい」という熱い想いの伝わってくる、非常に面白く、時には感動すら感じる内容だったと思います。力学的に「こうあるべき」という常識を打ち破る発想には、やはり天才的なものがあるのですが、その実現に至る苦労や、力学的・技術的な裏付け、そして初めての挑戦に対する不安など、我々のような普通の技術者でも共感できる貴重な内容も紹介していただき、とても興味深い特集が出来たと思います。

（角田耕一）

建築形態を実現するために意匠・構造がやりとりする様子は、東工大の安田先生が表現されていた『キャッチボール』が良く言い当てられていると思います。また、パートナーである構造の竹内先生を『コントロールが抜群に良い』構造設計者と評しています。今回取り上げた視覚的にインパクトのある様々な形態も、信頼関係のあるキャッチボールから実現したことが、記事から読み取れます。私も構造設計をしています、キャッチボールのコントロールはまだまだ未熟です。執筆依頼に快諾いただいた東工大の両先生をはじめ、特集記事執筆にご協力いただいた皆様にも、お礼申し上げます。

（宮久保秀樹）

建築物というのは、非常に多種の知性と技術、センスの集大成ながら、それぞれの担当者が「阿吽」の呼吸で実にうまくやっていると感じます。エンジニアリングに関わるものに共通する性格は、自分のプロパーに責任をもっていること、相手のプロパーに全幅の信頼を置く点かと思います。建築に関わらず工学が飛躍的に発展する機動力である反面、重大なヒューマンエラーや偽装等の問題の原因となってきたことも事実です。今回の特集では、同じ建築作品を通して、互いの立場や考えを交えていく、ピアレビューの意義を考えるいい機会であったと感じます。

（向井洋一）

連載 No.539

法令コーナー

国家戦略特区の規制緩和を活用した古民家改修 ～全国初の旅館業法 施行規則の特例活用～

松下彰夫

養父市まち整備部土地利用未来課長
(兵庫県但馬県民局総務企画室課長)

養父市は兵庫県北部の但馬地域の中山間地域に位置し、「少子高齢化による人口減少」、「地域経済力の衰退」が喫緊の課題であり、市の生き残りをかけ国家戦略特区に名乗りをあげ、平成26年5月に「養父市中山間農業改革特区」に区域指定された。

特区事業として「農業」と「歴史的建築物の活用」の2分野で認定され、その規制緩和を活用し、地域経済活性化に取り組んでいる。

本稿では、養父市大屋町大杉地区において、歴史的建築物における規制緩和を活用した古民家改修を紹介する。

背景

大杉地区は、全国的にも珍しい「木造3階建て養蚕住宅」が多数残され、周辺の豊かな自然と調和していること等から、兵庫県「景観と形成等に関する条例」に基づく歴史的景観形成地区に指定されている。また、現在、養父市では文化財保護法に基づく「重要伝統的建造物群保存地区」の選定に向け取り組みを進めている。

一方、この大杉地区でも他の過疎地域と同様、人口減少に伴い空き家が目立ち始め、放置による良好な景観資源の損失、地域の衰退が危惧されていた。

そこで良好な景観資源である「木造3階建て養蚕住宅」を保全し、積極的に活用することにより交流人口等を増加させ、地域活性化・観光振興を促進していこうとしたが、その建物改修にあたり建築基準法、旅館業法等が支障となる可能性があった。

改修計画の概要

国家戦略特区の特定事業者である一般社団法人ノオトが、国家戦略特区による旅館業法施行規則の特例を全国で初めて活用し、木造3階建て養蚕住宅2棟(旧正垣邸・旧河邊邸)を旅館等に改修した。

■旧正垣邸

旧正垣邸は明治前期に建てられた築130年(推定)の木造3階建て養蚕住宅である。この建物を客室5部屋、席数16席のレストランを備えた旅館(延床面積331㎡)に改修した。



写真1 旧正垣邸（改修後）

当初、木造3階建ての改修にあたり、建築基準法第3条第1項第3号の規定に基づく適用除外を検討したが、当該建物の1階・2階の階高が低く圧迫感があることから、2階の床を撤去し、1階の天井を高くして、全体として3階建てが2階建てとなったことから、建築基準法は支障にならなかった。

次に、利用者のニーズ等を考慮し、旅館業法上の「簡易宿所」ではなく「旅館」とする計画にした。建物規模や改修後の経営面等から旅館業法で義務付けられている玄関帳場の設置が課題となったが、国家戦略特区による規制緩和により、玄関帳場の設置が免除され旅館業法も解決できた。



写真2 旧正垣邸1階レストラン

■旧河邊邸

江戸末期に建てられた築150年(推定)の木造3階建て養蚕住宅である。

当該建物は現在、取り組みを進めている「重要伝統的建造物群保存地区」での中核施設とする位置づけから、県・市文化財部局と調整し極力現状を維持することとした。1階部分に客室等を配置し、2階・3階は現状維持(住宅)とする1棟貸の宿泊施設(施設面積93㎡)に改修した。

なお、当該建物は旅館業法の「簡易宿所」に該当するため、国家戦略特区の規制緩和は適用していない。



写真3 旧河邊邸（改修後）

国家戦略特区による規制緩和

■規制緩和の概要

国家戦略特別区域内において、条例で歴史的価値が高い建築物等と位置付けられた建物は、旅館業法施行規則第5条第2項の特例により玄関帳場の設置が免除された。ただし、24時間ビデオカメラで宿泊者の出入り状況を確認する等の代替措置が必要となる。

なお、条例について県・市条例と特に規定はなく、今回の旧正垣邸は、兵庫県「景観の形成等に関する条例」に基づく「景観形成重要建造物」に指定することにより歴史的価値が高い建築物と位置付けた。

■規制緩和のメリット

小規模な古民家改修等において、玄関帳場の設置スペースを縮小でき、フロント人件費等が縮減できる。特に、一定の地域内で複数の小規模な古民家改修を実施し、宿泊施設を営業する場合、個々に玄関帳場を設置せず、1箇所の受付で集中管理・運営できるメリットは大きい。

今後の課題等

今回の規制緩和で玄関帳場の設置が免除されたが、今後、このような古民家を活用していく中で、各古民家の特性を生かし、利用者のニーズに応え、コストを抑制するため、旅館業法施行令で定める客室数について、9室以下のホテル営業及び4室以下の旅館営業が可能となれば更に設計の自由度が高まり、古民家活用が促進できるのではないかと思う。

おわりに

両施設とも本格オープンしたところである。ぜひ一度全国でも珍しい木造3階建て養蚕住宅が多く残る大杉地区に来ていただき、全国で初めて国家戦略特区による規制緩和を活用した旅館等をご覧いただきたい。

(まつした あきお)

松下彰夫

1964年生まれ。1990年兵庫県入庁。2014年養父市出向

連載

建築と社会を
考える

NO.2

連載
建築と社会を
考えるウェル・ビーイングを
媒介する住宅・建築へ

—都市居住文化の歴史と未来—

弘本由香里

大阪ガス株式会社
エネルギー・文化研究所 特任研究員

弘本由香里

筑波大学芸術専門学群卒業後、住宅建築専門誌「新住宅」編集員などを経て現職。生活・文化の視点から、都市居住やコミュニティのあり方を考える研究活動に携わる。共著に『大阪 新・長屋暮らしのすすめ』（創元社）、『地域を活かすつながりのデザイナー—大阪・上町台地の現場から』（創元社）などがある。

「新住宅」との出会いから

日本建築協会設立の前年にあたる、大正5（1916）年、一冊の住宅専門誌が誕生した。その名も「住宅」といい、東京で設立された住宅改良会（住宅供給会社「あめりか屋」による）が発行した。住宅建築や住生活の近代化を牽引するために編まれた、月刊の啓発雑誌だった。昭和6（1931）年には拠点を大阪に移したが、戦争の影響で昭和18（1943）年末にいったん廃刊。昭和21（1946）年に「新住宅」と誌名を改め、新住宅社から発行されることとなった。その後、戦後復興・高度経済成長期を、日本及び関西の住宅建築界とともに歩んだが、バブル崩壊後の平成4（1992）年1月に、惜しまれつつ事実上の廃刊となった（写真1）。

藤森照信氏は『昭和住宅物語“初期モダニズムからポストモダンまで23の住まいと建築家”』（『新建築 住宅特集』1986年5月創刊号～1988年5月号に連載、1990年に新建築社から書籍として発行）で、バブル期の建築を次のように表現している。「現代の都市の広範な場で起こっている不定型化、不可視化は、そうした都市に住む普通の人々の安定した都市イメージをバラバラに解き崩し、無秩序化した。そして、そうしたアナーキーな中で、目立つとか派手といったこれまでどちらかという抑制されてきた価値観が、他の価値観と

のつながりの糸をパチンと切って、ハジケルように時代の表に現れてきている」過剰な消費が社会を席捲し、まちと建物と暮らしの連続性が容赦なく分断されていくなかで、経済のあだ花のような建築も多数生まれては消えていった。

モダニズムが経済の力学に抗う術を見失い、モダニズムの限界を超えていくポストモダンのありようが、装飾性や記号性や風土性といった多様な概念とともに語られていった時代でもある。1980年代後半から1990年代にかけては、住まい・建築のデザインが抛って立つ基盤が壊れ見失われていくなかで、何を抛りどころにしていけばよいのか、それぞれのスタイルで彷徨っていた時代だったのかもしれない。

筆者は、ちょうどその頃「新住宅」の最後の2年半、編集に携わる機会を得た。そして、「新住宅」の遺産ともいえる、産官学の住宅・まちづくり関係者とのネットワークを活かすべく、現職に就き、生活者視点で住文化やまちづくりに関する研究活動や情報発信に取り組むこととなった。その延長で、大阪市立住まい情報センター及び住まいのミュージアム（大阪くらしの今昔館）の開設にも関わることとなった。時代に翻弄されながら「新住宅」が発してきた問いへの、答えを探す小さな歩みの始まりでもあった。

モダニズムの功罪を越えて

日本の都市は近代以降、経済の発展とともに、スプロール的に周辺地域を開発しながら拡大してきた。市場の力は圧倒的で、物理的にも文化的にも、都市や地域の明快な輪郭は曖昧に拡散し、均質的な景観が広がった。しかし、21世紀を迎えて、人口減少や少子高齢化、財政の逼迫等を背景に、住まい・まちづくりのありようも見直しを迫られている。モダニズムの限界や功罪を乗り越えていくためには、それ以前にも視野を広げ、かつて展開されていた都市に住み・暮らす文化とは、どのようなシステムによって成立していたのかを検証してみる必要がある。

いったん断絶した歴史の糸・記憶の糸をつなぎなおし、これからの都市居住文化を創造していく新たなシステムを築いていくこと。



写真1 住宅建築専門誌「新住宅」（新住宅社刊）

都市や地域における文化の連続性の回復は、地域の活力やモラルを支えるソーシャル・キャピタル（社会関係資本）の形成、新たな課題解決の知恵を生み出す基盤となっていく意味を持つ。

変化が激しく、格差や対立や孤立に拍車がかかりやすい社会であればあるほど、記憶や経験や知を蓄積し共有していく文化装置や、ゆっくりとしか変わらない自然資源や幾世代にもわたる時を重ねた歴史資源が、極めて重要な意味を持つてくる。都市や地域の持続的な発展のためには、記憶・知恵の継承を入り口に、日常の暮らしに根ざして、他者との交わりを可能にする、住宅・建築を媒介にした、学びやつながりのシステムやデザインが不可欠なのではないか、という視点が浮かびあがってくるのである。

近世・大坂の都市居住文化に遡る

上記のような問題認識のもと、大阪くらしの今昔館への関わりを通して教えられた、大阪の都市居住文化の歴史を紐解きながら、持続的な学びやつながりを誘発する仕掛けが、まちや住まいの中にいかに組み込まれていたかを簡単に振り返っておきたい。

大阪くらしの今昔館（大阪市北区天神橋6丁目、大阪市立住まい情報センター内）（写真2）は、2001年4月にオープン。2014年度には年間の入館者が35万人を超え、うち小中学生が

約3万人、外国人入館者も2/3に上っている。近世から近代にかけて大阪に花開いた都市居住の歴史・文化を体感し、住まい情報センターとの一体的な運営によって、現代の住まい・くらし・まちづくりに活かすことのできる施設である。

現在の大坂のまちの原点は、豊臣秀吉の大坂築城に遡る。400年前の落城の後、徳川幕府が着手したまちづくりによって築かれた、大坂三郷（北、南、天満）が、近世の度重なる大火や20世紀の戦災を経てなお、今に続いている大阪の都心部である（図1）。

近世・大坂の各町は、通りとその両側に並ぶ家々が町の単位となる、いわゆる両側町として構成され、町ごとに「町定（ちょうさだめ）」に基づいて、防犯・防災・防火をはじめ、清掃・し尿処理・道路や橋の管理・町並み規制・職業規制等々、町人（家持層）によるコミュニティ・マネジメントが行われていた。京都や奈良に比べても、大坂の町定は実

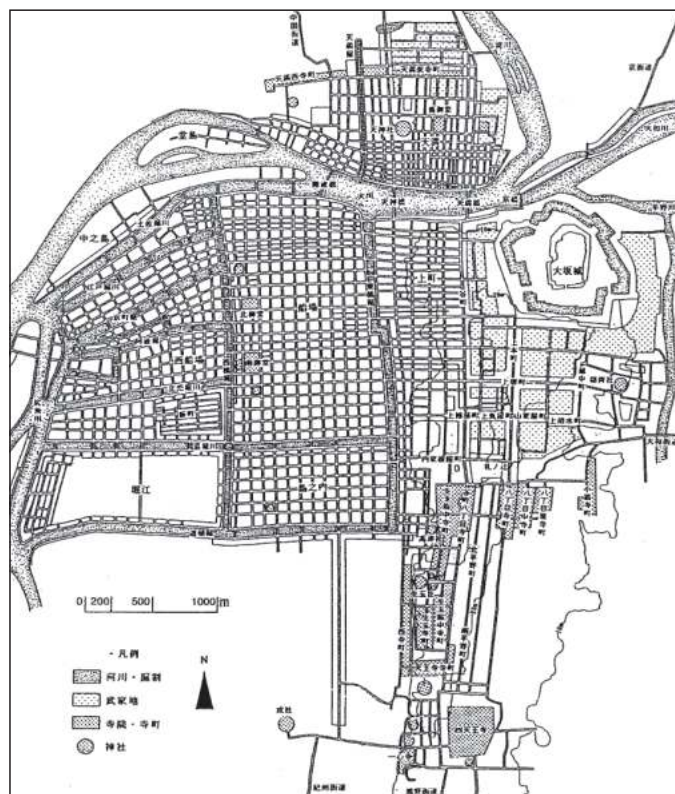


図1 都市居住文化の基盤となった近世（明暦期）の大坂の町割り

にきめ細かく、条目数が京都の倍以上に及んでいたといわれる。この町定は、流動性の高い都市コミュニティにおいて、経験や知恵を共有していくために欠かせないツールであったといえる。

町人の町・大坂では、8割以上を町人地が占め、町家が軒を連ねて広がっていた。町家とは、本来職住一体型の居住空間を持つもので、通りに間口を接し、表側に商いのための店の間を設け、奥に向かって中の間・座敷などの部屋が続き裏に前栽（せんざい）と呼ばれる庭や土蔵がある。また表から裏へ「通り庭」と呼ばれる土間が通っており、店の間に付いている店庭と、中戸を境に奥の台所庭とに分かれていた。

また、商いの町・大坂では、合理性を求める居住文化の特徴として、借家の比率が高く、元禄時代の記録でも8割以上が借家住まいであったという。借家人が圧倒的多数を占めた大坂ならではの賃貸システムとして発展していったのが、「裸貸（はだかがし）」である。

元禄年間に大坂を訪れたドイツ人・ケンペルは、「畳や戸や襖は同じ大きさで、長さが一間、幅は半間あり、すべての部屋のみならず家そのものも、畳の大きさや状態や寸法に従ってつくられ、そして建てられている」こ



写真2 大阪くらしの今昔館での町家・長屋のまちの再現

とに注目して日記に書き留めている。互換性のある規格と商品を普及させ、借家人自らが自分の商売や趣味に合った家具や建具を購入する方が職住一体の都市居住文化の理になっていた。こうした需要に応えるために、戸障子・襖・屏風・衝立・欄間・引手・釘隠・表具等々、大量生産品からオーダーメイドの高級品、あるいは中古品まで、各種建具類を取り扱う店が軒を連ね、大坂以外の土地から買い求めに来るものも多かったという。

裸賃のシステムとそれを支えた住関連産業の発展によって、当時の大坂では家持ちに限らず多様な階層が、それぞれの事情に応じて、自ら都市生活者として商いと住まいの空間をしつらえていた。こうしたシステムが、都市の活力や創造性を支えていたであろうことは想像に難くない。近世・大坂の高い借家比率と長屋住まいの文化は、近代の大阪にも発展的に引き継がれ、戦前まで借家率は約9割に上っていた。

コミュニティを支える装置と仕様

町家のもっとも大きな特徴は、不特定多数に開かれたパブリックスペースとしての店の間と、プライベートな生活空間が共存している点である。町家の通り庭は、建物に内包されながらオープンスペースの機能を有し、半ばパブリックな性格を持つ空間と考えられる。また、軒下空間の帰属も、現代の住宅と近世の町家では異なる。近世の町家では、軒下はパブリックスペースであった。ぱったり床几を降ろし、軒下まで店を広げて商いをするが、そこは本来誰でも立ち入ることのできる公道の一部とされていた。

通り庭にしろ、軒下にしろ、住まいとまちの接点が極めてファジーに設定されているところに注目したい。過密でストレスの多い都市コミュニティにあって、状況に応じて閉じることが開くこともできる、ファジーな領域を設けることで、住まいと商い、人と人、人とまちの関係を、適度に調整していくために編み出された装置の一つではないだろうか。

さらには、ファジーな調整空間を介して住まいとまちが相互浸透し、プライベートな生活の一部に、常にパブリックな意識が作用する役割を果たしていたと考えることもできる

だろう。そうした町家の特性が、流動性が高くコントロールしにくい都市コミュニティにおいて、居住者とコミュニティをつなぐ意識、都市生活に求められる一定のモラルを育む装置としても機能していたのではないだろうか。

先に述べたとおり、近世大坂で直接的に町のマネジメントにあたったのは、家持ち層の町人たちであった。しかし、町年寄を筆頭に家持ちで構成された、フォーマルなマネジメント組織だけが、町の営みのすべてをカバーしていたわけではない。例えば、町内のお地藏さんやお稲荷さん、あるいは念仏講などの身近な信仰を中心にしたコミュニティ、神社や寺やお祭りを中心にしたコミュニティ、同業者同氏のコミュニティ等々。いわば数々の機能的コミュニティと活動への参加を通して、家持ち層のみならず、借家人たちも何らかの場面で確実に町につながっていたものと思われる。そうした重層的なコミュニティの存在が、高度な町のマネジメントを足元で支えていた。多彩に営まれる年中行事等の舞台となる仕様が、町家の必須要素の一つでもあった(写真3)。

時代は下り、近代から戦災、高度経済成長期を経て、職住分離の居住スタイルが広がっていった。しかし、低成長社会に至って、今、改めて、住まいと商い、人と人、人とまちの関係のあり方を考えていくべき時を迎えている。少子高齢社会・人口減少社会におけるコミュニティのあり方と、そのコミュニティを支える装置としてのいわば21世紀型の町家・長屋のあり方が、問われているのではないだろうか。

単独世帯のマジョリティ化

超高齢化とともに、年金、医療・介護、住まいなど、生活者の暮らしを支える基盤となる制度の骨組みが、立て直しを迫られている。既存の制度は、戦後の高度経済成長期の、大都市圏への労働力の集中という形で支えられてきた。その裏側で、1970年代から90年代初頭にかけて、人口が大量に流出していった地方でも、人口が大量に流入した

大都市圏でも(図2)、コミュニティの崩壊が危惧され、自治省の主導のもと、全国各地でコミュニティ政策が導入されていった。マクロな雇用政策が生み出した地域の歪みを、コミュニティ政策でカバーしていこうとする意図があった。しかし、職住が分離しているサラリーマン層は担い手になりにくく、地域に根差した生業を営む自営業者等が主力になることが多かった。地域経済の低迷とともに、担い手も逼迫している。

社会の仕組みや家族のあり方そのものが軋んでいる。いわゆるサラリーマンの核家族は、世代間で生業を継承する必然性がなく、勤務地の流動性も高い。結果として、家族が同居を要する時期は限られ、世帯分離や離別・死別を経て、いずれは単独世帯(一人暮らし世帯)化していく運命を潜在的に抱えている。片や自営業でも、生業が継承されなければ、単独世帯化が進んでいく。

平成22(2010)年の国勢調査では、一般世帯数を家族類型別にみると、「単独世帯」は1678万5千世帯(一般世帯の32.4%)、「夫婦と子供から成る世帯」は1444万世帯(同27.9%)、「夫婦のみ世帯」は1024万4千世帯(同19.8%)、「ひとり親と子供から成る世帯」は452万3千世帯(同8.7%)などとなっている。平成17(2005)年と比べると、「単独世



写真3 近世・大坂の町並みと人の豊かな交わりを体感(大阪くらしの今昔館)

帯」は16.1%増となっており、一般世帯に占める割合は29.5%から32.4%に上昇している。

同じく平成22（2010）年の国勢調査で、大阪市の一般世帯数を家族類型別にみると、最も多いのが単独世帯で62万2010世帯（一般世帯の47.5%）に上る。核家族世帯（夫婦のみ、両親と子ども、ひとり親と子ども）は61万1570世帯（一般世帯の46.7%）で、単独世帯が核家族世帯を上回っている。また、単独世帯の年齢別構成を見ると、60歳以上の単独世帯が22万9570世帯（38.2%）で、一人暮らしの約4割が60歳以上という現実がある。

晩婚化や未婚率・離婚率等の上昇もさることながら、高齢化とともに核家族世帯の単独世帯化も進んでいる。単独世帯のマジョリティ化は、社会保障をはじめとする制度設計とその前提を問い直す転換点であるとともに、発想の転換点として受け止めなければならないだろう。

ウェル・ビーイングを支えるまちづくりは、医療・介護等のシステムづくりの前に、人の交わりを豊かにしていく環境づくりを原点としなければならないだろう。これまで政策の外側に置かれてきた単独世帯こそ、最も大きなポテンシャルを宿している存在と考え、力を引き出していくところに、住まい・まちづくりを横断するコミュニティ・デザインの役割があるはずである。

住宅・建築とコミュニティ・デザイン

「コミュニティ・デザイン」という言葉は、新しい言葉のように思われがちだが、実はそうでもない。高度経済成長期から安定成長期にかけて進められてきた、都市基盤整備や大規模開発を中心としたハードな「街づくり」も、市民による公害追放運動や環境改善運動などの「まちづくり」も、コミュニティを改善していくという目的を掲げ、しばしばコミュニティ・デザインという言葉を用いて語られてきた。

時代とともに、言葉の意味も変化していく。今、少子高齢化や人口減少によって、生活支援やストックの維持管理のニーズが増大している一方で、高度成長は見込めない。そこで、低成長社会を持続的に支えていく、内発的な仕組みを模索する流れが強まっている。こう

した社会の動きのなかで、ストックの活用と、問題解決につながる人や組織の関係性のデザインに重点を置いた概念として、コミュニティ・デザインという言葉が再び注目を集めるようになってきた。

少子高齢社会・人口減少社会にあって、地域の持続性を高めていくためには、コミュニティ政策と福祉政策・教育政策・雇用政策・住宅政策を、地域をベースに連続的に重層的に展開していくことが鍵になる。政策とインフォーマルな資源をつなぐところに、コミュニティ・デザインの発想が活かされなければならない。

例えば、ある地域では、日用品製造等の零細なまち工場の働き手だった人たちが、地域の福祉を支える働き手へとシフトしていくことによって、職住近接で顔の見える関係を活かし、きめ細かなケアを実現することにつながっていると聞く。周縁的なポテンシャルを有する、高齢者や女性の力を引き出していくには、職住の近接性が大きなファクターになる。移動のためだけにかかるコストや時間はできるだけ軽減して、その分を生活の優先事や生きがいや健康づくりに回したいというニーズがあるからだ。

職住近接でフレキシブルに働くことのできる地域雇用を豊かにしていくことは、地域で

の人の交わりの頻度や密度を高めることにつながる。ウェル・ビーイングの実感とともに、住民自治の担い手の層を厚くしていく、コミュニティ・デザインの意義を見出すことができる。結び目となる場として、あるいは規範を創造・共有・継承していくための装置として、地域における住宅・建築のあり方が問われる。住宅・建築計画は、コミュニティ・デザインを媒介し、インフォーマルな領域と福祉政策・教育政策・雇用政策をつなぐ、プラットフォームとしての役割を発揮しなければならない。

こうした住宅・建築の役割を考えると、必然的に、生活の固有性・多様性・リアリティ、人・モノ・環境の関係性・媒介性、デザインにおける参加性・フレキシビリティ、デザインによるサステナビリティといった要素と、それらを地域や人々の暮らしの中から読み取り、咀嚼し、形にし、コミュニケーションする能力が求められる。こうした能力を涵養し、専門家と生活者が広く共有していくことのできる場や媒体の重要性も一段と増している。

（ひろもと ゆかり）

参考文献：

2001年、『住まいのかたち 暮らしのなりたい 大阪市立住まいのミュージアム図録』、大阪市立住まいのミュージアム

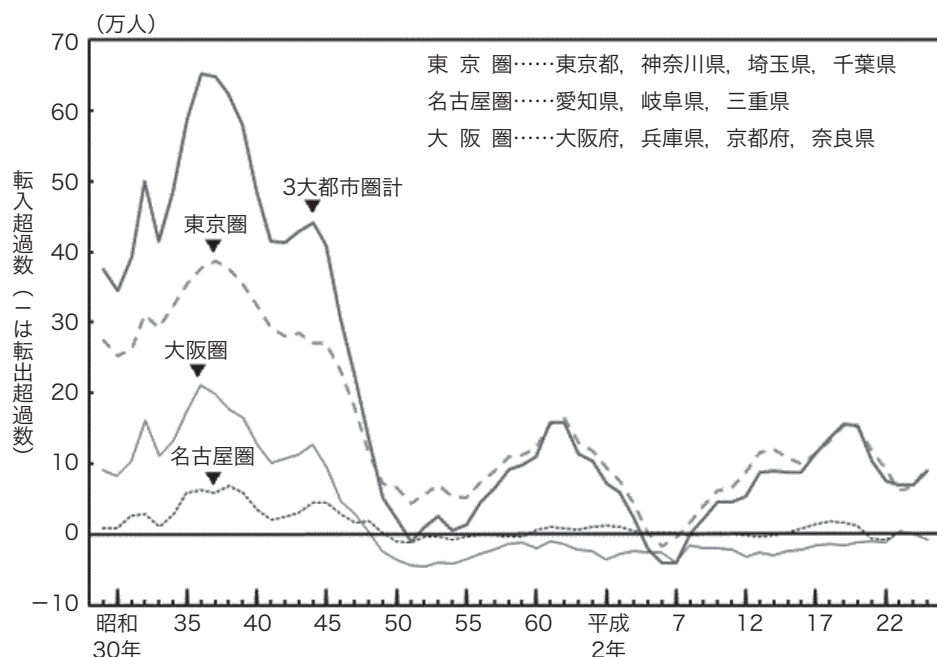


図2 3大都市圏の転入・転出超過数の推移（昭和29年～平成25年）
（資料）総務省統計局 住民基本台帳人口移動報告 平成25年結果

連載 No.407

構造の頁

繊維入り強化塗料による天井耐震補強工法

一鴻池CSFP工法
「帯塗（タイト）くん」一

伊藤真二

株式会社 鴻池組 技術研究所 博士（工学）

開発の背景

2011年の東日本大震災では、ホールや体育館等の大空間天井の落下被害が多数発生しただけでなく、事務所ビル等に広く採用されているライン型システム天井においても落下被害が多くみられた（写真1）。この天井は、T型をした棒状の鋼材（以下、「Tバー」という。）のフランジ部分に天井板が載る構造をしている。ライン直交方向の地震時の揺れに対してTバーが振られ、変形し、天井板が外れて落下しやすい（図1）。この問題を解決するために、繊維入り強化塗料を用いた補強工法（CSFP工法：Ceiling Support System by Fiber Reinforced Coating Paint）を開発した。

CSFP工法

（株）鴻池組、鴻池ビルテクノ（株）、
（株）桐井製作所、日本樹脂施工協同組合
による共同開発



写真1 事務所の天井被害例

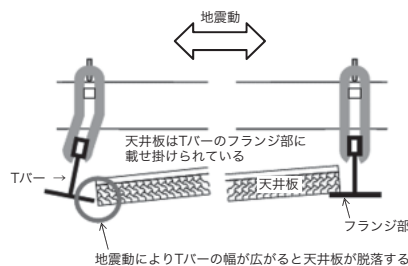


図1 天井板落下の原因

工法の概要

CSFP工法は、図2に示す通り、金属製のTバーや廻縁と天井板に跨るように繊維入り強化塗料を帯状に塗布して天井表面材を連結することで、地震時の天井板のずれ・浮きを減らし、天井地下材からの離脱や落下を防止、抑制する。

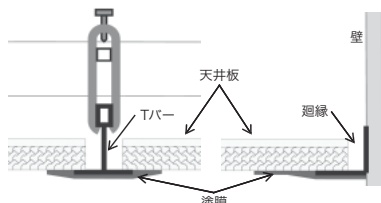


図2 CSFP工法の概要図

工法の特長

①短工期

室内側からの塗装工事（写真2）が中心であり天井裏の作業がほとんどないため、金曜日の夜から養生と足場の設置を行えば週末の2日間（土・日曜日）で施工可能である。

②居ながら改修

事務室の執務者には、金曜日の業務終了後、机上の書類等を片付けるだけで、事務机等備品類の移動は必要がなく、月曜日からの業務の再開がスムーズとなる。

③無振動・無騒音

補強アンカー工事等はなく、無振動・無騒音で施工ができる。

④美観性

仕上がりが見え隠れしないので、施工前後で天井面にほとんど変化がなく、天井面の美観・イメージを損なわない（写真3）。

⑤無臭性

使用塗料は全て水性であり、無臭かつ有害な物質は含んでいない。

⑥低コスト

仮設・養生費を含め、一般的な天井地下地補強工事の半分程度で施工が可能。



写真2 左：はけ塗 右：コーキングガン塗

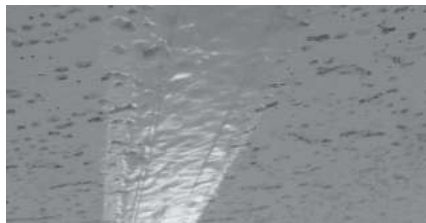


写真3 仕上がりが見え隠れしない

振動台実験による補強効果の検証

CSFP工法の効果を検証するために実天井の一部を模擬した試験体の振動台実験を行った（写真4）。実験は当社技術研究所（つくば市）の3次元振動台（3m×3m、搭載重量10ton、加速度±1.0G）を用いた。

●【補強なし】試験体

天井入力（吊元の床加速度）が約1,000cm/s²（振動台加速度 約500cm/s²）で、天井板が落下開始。同じく、1,400cm/s²（700cm/s²）で、複数の天井板が落下し、加振終了。

●【補強あり】試験体

天井入力1,400cm/s²（振動台700cm/s²）からTバー面塗装部の表層剥離が発生。振動台加振上限の1,700cm/s²（950cm/s²）で局部的に軽微な損傷（写真5）が発生したが、天井板等の部材は落下せず。本補強工法の有効性が確認できた。



写真4 振動台実験

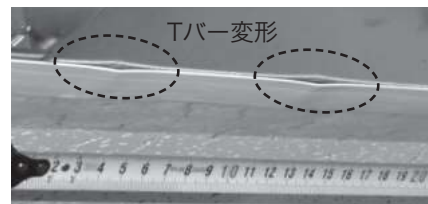
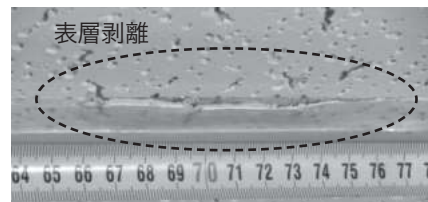


写真5 最終加振後の損傷状況

おわりに

今後も、繊維入り補強塗料の基本物性および補強した天井材の力学特性の定量的な評価を進めるとともに、ライン天井のみでなく、在来工法による吊り天井への適用範囲の拡大を行っていく予定である。

（いとう しんじ）

伊藤真二

1992年大阪市立大学大学院前期博士課程修了

▶第25回 大阪府公共建築設計コンクール あすなる夢建築

公共建築設計コンクールは、府内の建築を学ぶ専修学校、高等学校等の生徒・学生を対象に、小規模公共建築を題材とした設計コンクールを実施し、最優秀作品を実際に建設しようとするものである。実践を通じた生きた教育現場を提供することにより、建築技術者を目指す生徒達に夢と感動を与え、資質や能力を高め、将来の建築技術者の育成に寄与することを目的として1991年度から毎年実施している。

●課題

＜大阪府福島官舎＞

計画地は大阪市福島区に位置し、地下鉄野田阪神駅から徒歩約10分の場所。周辺は、西側に低層の住宅が建ち並び、東側は高層マンション、区民センター、幼稚園、小学校、保育所が位置しており、北側の北港通を挟み、区役所があることから区域の中心となっている。居住者は緊急時に早急な対応が求められる“危機管理担当者（※）”が生活し、数年おきに変わる。このことから、住まいの原点である“安全性と居住性”に加え、居住者が変わり続けても長く使い続けられていく『長く生き続ける住まい』を募集する。

※災害や危機的な事象等不測の事態に備え、発生時には府民の生命、財産等を守る人のこと

●応募資格

大阪府内に所在する学校のうち、学校教育法の規定による工業高等学校（工科高等学校）・短期大学・工業高等専門学校・専修学校・各種学校及び、職業能力開発促進法に基づく高等職業技術専門校の建築関連学科に在籍する学生・生徒であり、個人又は3名以下のグループ（共同制作）での応募とする。

●募集区分

【第1部】（高校生の部）

工業高等学校（工科高等学校）に在籍する生徒

【第2部】（専修学校生等の部）

短期大学・工業高等専門学校・専修学校・各種学校・高等職業技術専門校に在籍する学生

●スケジュール

応募登録：2015年12月3日（木）17：00まで

作品受付：2016年1月7日（木）～13日（水）

入選発表：2016年2月上旬予定（決定次第HPで発表）

表彰式：2016年3月下旬予定（決定次第HPで発表）

●問合せ

「あすなる夢建築」大阪府公共建築設計コンクール事務局

大阪府住宅まちづくり部公共建築室計画課 計画グループ

TEL 06-6210-9787（直通）

※応募要領、応募用紙他の詳細については以下のURL参照

http://www.pref.osaka.jp/koken_keikaku/asunaro/index.html

1 | ー世界劇場の女性ー フェルメールとレンブラント： 17世紀オランダ黄金時代の巨匠たち

17世紀はオランダ黄金時代といわれているが、この時代は新たな芸術文化が発展し、絵画の分野においても多くの優れた画家を輩出し数多くの傑作が生まれるという、特別な時代でもあった。絵画は一般市民の手に入るような大きさや価格でも出回っていた。当時の海外からの訪問者は、オランダのごく一般の家庭にさえも多くの絵が飾られているのに驚いたという。この時代に活躍した画家たちの中には、「光の画家」として知られるデルフト出身のヨハネス・フェルメール



ヨハネス・フェルメール
《水差しを持つ女》
1662年頃

油彩・カンヴァス、45.7×40.6cm
メトロポリタン美術館、ニューヨーク
Marquand Collection, Gift of Henry
G. Marquand, 1889 (89.15.21)
Photo Credit: Image copyright
©The Metropolitan Museum of Art.
Image source: Art Resource, NY

（1632－1675）やアムステルダムで名声を手にし、独特な発想、技法と構図で人気を得たレンブラント・ファン・レイン（1606－1669）など、今日私たちがよく耳にする名がある。彼らの作品は400年近く時を経た今でも色褪せることなく、私たちに感銘を与えてくれる。またこの時代は、女性がひとりの人間として認知され活躍し始める時代でもあり、絵画の中で女性は、生き生きと描かれる。それまでの内に籠もる生活から、主役として生きる“世界劇場の女性”の登場である。

本展覧会では、約60点の作品を通して、オランダ黄金時代と当時活躍した画家たちを紹介する。

フェルメール、レンブラントと並び、フランス・ハルス、ピーテル・デ・ホーホなど、黄金時代を彩った様々な画家たちの作品によって、当時の文化と人々の生活が私たちの目の前によみがえる。中でもメトロポリタン美術館の傑作、フェルメールの《水差しを持つ女》とレンブラントの《ペローナ》は日本初公開作品となる。

期 間 2016年1月5日(火)まで
9：00～17：00

※入場は閉館の30分前まで

休 館 日 月曜日

（ただし11/23・1/4は開館、12/28～1/1は休館）

会 場 京都市美術館

京都市左京区岡崎円勝寺町124（岡崎公園内）

TEL.06-4950-7555（展覧会事務局）

観 覧 料 一般1,500円、高大生1,200円、小中生600円

＊障がい者手帳等をお持ちの方は無料

information

2 | 生誕150年記念
数寄者 住友春翠ーきれいさびを求めて

現在の住友各社の前身を次々に創業、大正10年（1921）住友合資会社を設立した住友家第15代当主の生誕150年を記念した展覧会第2部。（第1部では青壮年期の蒐集品と須磨別邸を紹介）大正時代、50代になった春翠は、自らの美意識にかなった



茶白山本邸茶室「知足斎」

茶道具を取り合わせて歴史に残る名茶会を度々催したが、その主要な舞台となったのが大正4年（1915）に完成した天王寺茶白山（現在の大阪市立美術館・慶沢園）の本邸である。本展では春翠が好んだ名物茶道具や絵画の逸品とともに、それらが鑑賞された今はなき茶白山本邸の様子を資料で紹介する。

期 間 11月29日(日)まで
10:00~17:00 ※入館は16:30まで
休 館 日 月曜日（ただし11/23は開館、11/24は休館）
会 場 泉屋博古館（せんおくはくこかん）
京都市左京区鹿ヶ谷下宮ノ前町24
TEL.075-771-6411
観 覧 料 一般730円、高大生520円、小中生310円

3 | 松谷武判の流れ
MATSUTANI CURRENTS

松谷武判（まつたに・たけさだ）は1937年大阪市に生まれ、のち西宮市に移る。病氣療養のため通常の進学や就職がままならなかった松谷は、西宮市展日本画部への入選を皮切りに、美術家としての道を歩み始める。そして、近年国際的な再評価が進む関西の前衛美術グループ、具体美術協会に参加。リーダーの吉原治良の薫陶を受け、ポンドを用いたレリーフ状の絵画作品で頭角を現す。

《白い円》1966年
宮城県美術館蔵

1966年には毎日美術コンクールでグランプリを受賞、フランス政府給費留学生として渡仏。翌年からパリでS・W・ヘイターの版画工房アトリエ17に学び、数々の国際版画展で受賞。しかし自己の芸術を再び見つめ直した松谷は、長大なロール紙に鉛筆の線を一本一本描き重ねていくドローイングへと至る。今日では、ポンドのふくらみを鉛筆の黒で塗りつぶしていく手法が、美術家・松谷武判の代名詞ともなっている。

本展では、初期の日本画時代から、独自の表現を模索した具体時代、ヨーロッパでの地歩を築いた版画時代、黒の絵画と新作のインスタレーションまでを網羅し、洋の東西を超えて芸術の本質を見つめ続ける、松谷武判の創作の軌跡を紹介する。

期 間 12月6日(日)まで（11/3は無料開館）
10:00~17:00 ※入館は16:30まで
休 館 日 水曜日
会 場 西宮市大谷記念美術館
兵庫県西宮市中浜町4-38
TEL.0798-33-0164
観 覧 料 一般800円、高大生600円、小中生400円
＊障がい者手帳等をお持ちの方とその介助者1名は無料

4 | 春信一番！写楽二番！
錦絵誕生250年
フィラデルフィア美術館浮世絵名品展

本展はアメリカ・フィラデルフィア美術館が所蔵する4000点以上の浮世絵コレクションから150点の名品を厳選し、日本で初めて紹介するものである。浮世絵初期の稀少な鳥居派の役者絵に始まり、錦絵草創期、一筆斎文調、勝川春章の格調高い役者絵や美人画、浮世絵黄金期、鳥居清長、喜多川歌麿のみずみずしく生命感に溢れる美人画、そして、葛飾北斎、歌川広重の名所風景画から上方浮世絵まで、代表的な絵師たちの名品の数々が揃い、浮世絵の歴史が学べるようなラインナップである。

東洲斎写楽
三代目大谷鬼次の江戸兵衛
大判錦絵 寛政6年（1794）
フィラデルフィア美術館蔵
Philadelphia Museum of Art:
The Samuel S. White 3rd and
Vera White Collection, 1956
Mae Belle Vargas, Photographer

期 間 12月6日(日)まで
火～金/10:00~20:00
月・土・日・祝/10:00~18:00
※入館は閉館の30分前まで
休 館 日 11/9・11/16の各月曜日
会 場 あべのハルカス美術館
大阪市阿倍野区阿倍野筋1-1-43
あべのハルカス16階
TEL.06-4399-9050
観 覧 料 一般1,300円、高大生900円、小中生500円
＊障がい者手帳等をお持ちの方とその介助者1名は半額

本欄掲載の1～4の美術館等の招待券ご希望の方は、電話等で申し込み後、招待券送付用の切手（82円）を日本建築協会事務局までお送りください。

日本建築協会 月間の動き

平成27年 9月

理事会

第4回常任理事会

9月24日(木) 16:00~17:45

日本建築協会会議室

出席者 香西会長ほか8名

議 事 (1) 11月の通常理事会、支部長会議の議題、タイムスケジュール
(2) 100周年記念事業経過報告
(3) その他

編集委員会

第6回広告企画・編集合同委員会

9月1日(火) 18:00~19:15

日本建築協会会議室

出席者 米井委員長ほか3名

議 事 (1) 10月号特集 職人がいなくなる!!オリンピックと10年後に備えて
(2) 11月号特集 形態にあらわれた構造
(3) 12月号特集 BIM (仮)
(4) 1月号特集 都市の記憶を探して (仮)
(5) 2月号特集 非日常の棲み処 (すみか)…寝泊まりの進化 (仮)
(6) 3月号特集 東海特集
(7) 広告依頼先検討

第3回インテリア・住宅系分科会

9月7日(月) 19:08~21:00

日本建築協会会議室

出席者 黒柳幹事ほか4名

議 事 (1) 2016年2月号特集の企画

第4回インテリア・住宅系分科会

9月17日(木) 19:40~20:30

日本建築協会会議室

出席者 黒柳幹事ほか2名

議 事 (1) 2016年2月号特集の企画

第6回構造分科会

9月11日(金) 18:20~19:00

日本建築協会会議室

出席者 岡田幹事ほか7名

議 事 (1) 構造の頁の企画
(2) 11月号特集の企画

第5回設備分科会

9月9日(水) 18:08~20:00

日本建築協会会議室

出席者 橋本幹事ほか6名

議 事 (1) 設備の頁の企画
(2) 2016年特集の企画

第5回作品作風小委員会

9月24日(木) 19:00~20:20

日本建築協会会議室

出席者 西田小委員会委員長ほか6名

議 事 (1) 作品の選定
(2) 作品の掲載状況、予定の報告
(3) gallery掲載報告、予定

事業委員会

第4回情報見学小委員会

9月10日(木) 18:00~19:10

日本建築協会会議室

出席者 豊田小委員会委員長ほか8名

議 事 (1) 「新ダイビル」見学会 実施報告
(2) 吹田市立スタジアム、立命館大学 各見学会の報告
(3) 今後の参加料金について検討

U-35小委員会「talk baton 07」

9月12日(土) 14:30~17:30

泉佐野丘陵緑地

参加者 松島委員ほか9名

ゲスト 渡辺直樹

第6回U-35小委員会

9月14日(月) 20:00~23:00

日建設計会議室

出席者 若江リーダーほか6名

議 事 (1) 活動／予定／100周年事業
(2) 活動記録
(3) 次回予定／その他

第7回U-35小委員会

9月29日(火) 19:00~22:45

佐藤総合計画会議室

出席者 若江リーダーほか5名

議 事 (1) 活動／予定／100周年事業
(2) 次回予定／その他

出版委員会

第5回出版委員会

9月17日(木) 18:00~18:35

日本建築協会会議室

出席者 西委員長ほか5名

議 事 (1) <プロのノウハウ>と特装本の経過報告
(2) 進行中のテーマの検討
(3) 新テーマ検討

教育委員会

第1回大阪府住まいづくり教育普及協議会

9月18日(金) 10:30~12:00

大阪府建築士事務所協会会議室

100周年関連事業委員会

第3回史料研究会

9月29日(火) 18:10~20:15

日本建築協会会議室

出席者 山形委員長ほか3名

議 事 (1) 再読一論考・記事編一の連載
(2) 100周年記念誌

100周年記念事業委員会

第5回幹事会

9月24日(木) 18:00~19:15

日本建築協会会議室

出席者 設楽委員長ほか4名

議 事 (1) 各WGの進捗状況
(2) その他

見学会

第14回学生のための現場見学会「(仮称)城東区複合施設建設工事」

9月25日(金) 13:30~16:30

講師 恵本涼太郎(㈱日建設計)

佐藤 友成(㈱浅沼組)

参加者 19名

編集委員会(平成27年度)

■副会長

設楽 貞樹
本多 友常

■編集担当理事

西 博康
松崎 公一
佐藤 榮一
杉本 浩
竹中 統一
松本 真一
吉村 英祐
◎米井 寛

■副委員長

○勝山 太郎

■特集小委員会

■計画分科会

★計画系

飯田 匡
鈴木 克彦
△田中 直人
紅谷 昇平
松田奈緒子
三宅 次郎
守井 辰
吉村 英祐

★建築計画系

荒木 宏之
大西 広朗
神戸 嘉也
静 茂夫
下坂 浩和
野田 隆史
橋本 祐典
樋口 展寛
△三谷 帯介
米山 剛史
渡部 剛

★インテリア・住宅系

今井 充彦
川合 隆之
工藤 理隆
△黒柳 亮
酒井 雅男
塚口眞佐子
ペリー史子
間瀬 一博

■構造分科会

伊藤 栄治
△岡田 健
岸本 光平
司馬 勢也
瀧野 敦夫
角田 耕一
橋本 宗明
宮久保秀樹
向井 洋一

▲西田 佳代

芳谷 晴彦
増田 敬彦

■広告企画小委員会

大谷 金由
小川 雄介
小山 昭
金築 雄
藤田 昌宏
▲前田 衛
山辻 直樹

■設備分科会

有尾清二郎
北野 勝也
高村 聡
寺井 千佳
長澤 康弘
夏井 重行
△橋本 直樹
藤原 謙一
榊井 貴廣
宮崎ひろ志
山本 雅洋

■施工材料分科会

荻巣 友貴
後藤 尉彦
△桜井 和男
高橋 秀一
藤丸 啓一
山口 紀宏
吉田 正友

■法令分科会

磯林 雅之
岡本 亮二
杵掛 靖
△黒川 正樹
河野 学
前田 俊文

■作品作風小委員会

東井 嘉信
居内 章夫
池上 明
稲垣 和江
加嶋 章博
菊池 浩輔
倉橋 尉仁
倉渕奈千子
澤田 純一
高木 秀晃
鞆野 淳司
豊田 充広

▲西田 佳代

芳谷 晴彦
増田 敬彦

■広告企画小委員会

大谷 金由
小川 雄介
小山 昭
金築 雄
藤田 昌宏
▲前田 衛
山辻 直樹

■設備分科会

有尾清二郎
北野 勝也
高村 聡
寺井 千佳
長澤 康弘
夏井 重行
△橋本 直樹
藤原 謙一
榊井 貴廣
宮崎ひろ志
山本 雅洋

■施工材料分科会

荻巣 友貴
後藤 尉彦
△桜井 和男
高橋 秀一
藤丸 啓一
山口 紀宏
吉田 正友

■法令分科会

磯林 雅之
岡本 亮二
杵掛 靖
△黒川 正樹
河野 学
前田 俊文

■作品作風小委員会

東井 嘉信
居内 章夫
池上 明
稲垣 和江
加嶋 章博
菊池 浩輔
倉橋 尉仁
倉渕奈千子
澤田 純一
高木 秀晃
鞆野 淳司
豊田 充広

▲西田 佳代

芳谷 晴彦
増田 敬彦

■広告企画小委員会

大谷 金由
小川 雄介
小山 昭
金築 雄
藤田 昌宏
▲前田 衛
山辻 直樹

■設備分科会

有尾清二郎
北野 勝也
高村 聡
寺井 千佳
長澤 康弘
夏井 重行
△橋本 直樹
藤原 謙一
榊井 貴廣
宮崎ひろ志
山本 雅洋

■施工材料分科会

荻巣 友貴
後藤 尉彦
△桜井 和男
高橋 秀一
藤丸 啓一
山口 紀宏
吉田 正友

■法令分科会

磯林 雅之
岡本 亮二
杵掛 靖
△黒川 正樹
河野 学
前田 俊文

■作品作風小委員会

東井 嘉信
居内 章夫
池上 明
稲垣 和江
加嶋 章博
菊池 浩輔
倉橋 尉仁
倉渕奈千子
澤田 純一
高木 秀晃
鞆野 淳司
豊田 充広

印刷 2015年10月29日
発行 2015年11月1日
発行人 一般社団法人日本建築協会
大阪市中央区大手前1-7-31
電話 06-6946-6981
印刷所 ㈱中島弘文堂印刷所
デザイン 多田正治(多田正治アトリエ)
定価 1230円(税込)

©「建築と社会」誌の記事の無断転載を禁じます

お客様の抱える問題やニーズに
より速やかに、より丁寧に対応できるように

企画・デザイン、制作、製版、印刷

株式会社 中島弘文堂印刷所

本社 〒537-0002 大阪市東成区深江南2丁目6番8号
TEL.06-6976-8761 / FAX.06-6976-8765

東京支社 〒101-0052 東京都千代田区神田小川町1丁目4-2 風雲堂別館ビル2階
TEL.03-3526-5580 / FAX.03-3526-5582

<http://www.n-kobundo.co.jp/>

地球環境を守り、100年建築に貢献する

NACL のアルミ表面処理

株式会社 日本電気化学工業所

<http://nacl.jp> E-mail: sc@nacl.co.jp

本部営業部 〒560-0036 大阪府豊中市蛸池西町2丁目7番26号 NACLビル2階

TEL (06)6843-1235(代) FAX (06)6853-1632

東京事務所 〒111-0051 東京都台東区蔵前2丁目6-7

TEL (03)3862-0978(代) FAX (03)3862-7098

コンクリートのひび割れ対策に

NETIS 登録済み
KT-040018-V

DENKA
DENKI KAGAKU KOGYO KABUSHIKI KAISHA

高性能膨張材

デンカパワーCSA

JIS A 6202
適合品

特性

- ・乾燥収縮の低減
- ・自己収縮の低減
- ・水密性の向上(防水性)
- ・温度ひび割れの低減

主な用途例

- ・合成デッキスラブ
- ・土間スラブ
- ・RC 構造物
- ・自己充填コンクリート
- ・マスコンクリート 他

膨張材以外にも

- ・無収縮グラウト材
(タスコン)
 - ・躯体防水材
(シャガード)
 - ・ポリマーセメントモルタル
(RIS シリーズ)
- など、各種混和材(剤)を
ラインナップしています。

●資料のご請求お問い合わせは・・・

電気化学工業株式会社
近畿地区販売店

小浦産業株式会社

〒550-0004 大阪府大阪市西区靱本町1丁目14番6号
TEL 06-6443-6181 FAX 06-6443-6270