



Architecture and Society

建築と社会

特集/建築においてROBOTが活躍する日は来るのか？

～建設業における、機械化、自動化、ロボット化の現在と未来～

日本建築協会

日本建築協会80年史
1917-1996

「日本建築協会80年史1917-1996」

増刷頒布中 頒価 3,000円

1999年7月に発行した「日本建築協会80年史1917-1996」は、各方面から好評をいただいておりますが、このたび、皆様の強いご要望により、増刷・頒布することにいたしました。大正6年3月30日に関西建築協会として誕生した日本建築協会の80年の歴史を、様々な事業や委員会活動を通じて、また、本会設立者の片岡安、武田五一以降現在までの会員たちの社会活動を通して知ることができる記念誌として、A4判・240頁にまとめています。

とくに、協会草創期の大正・昭和初期の片岡安ら協会のメンバーと当時の大阪市長・関 一との交流を物語る一文は、大阪の都市計画史、あるいは関西の建築人物誌ともなっています。本会の歴史を知るだけでなく、建築を通して、それぞれの時代の雰囲気を感じることができる大変貴重な資料となるものです。

購入ご希望のかたは、下記要領でお申し込み下さい。

*

申 込 先 社団法人 日本建築協会
〒540-6591 大阪市中央区大手前1-7-31
大阪マーチャндаイズ・マートビル7階B室
TEL 06-6946-6981 FAX 06-6946-6984
頒 価 1部3,000円(税・送料込み)
※増刷部数には限りがございますので、お早めにお申し込み下さい。

「日本建築協会80年史」

A4判・240頁・並製本

●日本建築協会の沿革／委員会活動／「建築と社会」の変遷／大正時代から現在までの本会主催の博覧会・展覧会・講演会／よろず相談住宅展／青年建築家・青年技術者顕彰／工高生デザインコンクール入選者etc.

●日本建築協会創立者と会を支えた38人のプロフィール(片岡 安・設楽貞雄・武田五一・池田 實・波江悌夫・竹腰健造・尾崎久助・東畑謙三・塚本猛次・福田朝生・佐野正一・葛野壯一郎・横濱 勉・松本再象・宗 兵蔵・園部文雄・日高 胖・野村一郎・古宇田 實・松室重光・松井貴太郎・安井武雄・中澤誠一郎・坂 静雄・今林彦太郎・井上新二・松本儀八・池田宮彦・錢高輝之・中西六郎・大林芳郎・鴻池藤一・伊東五郎・竹中鎌一・鷲尾健三・松村雄吉・横尾義貴・足立 孝)

●座談会「戦中から戦後初期の協会活動」一尾亀清四郎・大林芳郎・小西 岬・佐野正一・横尾義貴・三品哲夫の6氏による終戦前後の協会活動の証言一

*

■執筆ワーキンググループ

坂本勝比古／安達英俊／石田潤一郎／植松清志／梅宮弘光／桐谷邦夫／酒井一光／橋寺知子／山形政昭／吉田高子／和田康由

■80年史編纂委員会

長谷部朔郎／安達英俊／近藤達夫／谷淳之介／十倉 毅／原見昌志／和田康由／吉田悦二



「日本建築協会の遺産と功績」(坂本勝比古)より



「草創期の人々」より片岡安の項



会告

第25回茶室見学会 清流亭 (通常是非公開)

日 時：平成20年12月6日(土)
14:00~16:30

講 師：中村昌生氏
京都工芸繊維大学名誉教授

見学先：清流亭

集 合：現地

京都市左京区南禅寺下河原町
43/JR京都駅・四条河原町
駅より⑤系統バスにて「法勝
寺町」下車徒歩5分、地下鉄
東西線「蹴上駅」下車徒歩10
分

定 員：30名(先着順)

参加費：会員4,000円、一般5,000円

学生は各半額

申 込：FAXまたはE-mailで、

①催し名「茶室見学会」

②氏名

③会員・一般の別

④職場名または学校名

⑤参加証送付先(郵便番号)

⑥連絡先電話番号

をお知らせ願います。

申込先：(社)日本建築協会編集事業課
〒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

主 催：(社)日本建築協会編集事業課

事業委員会情報見学小委員会

担当主査：森田芳次/安井

建築設計事務所



今回は趣を変えて、京都南禅寺北西部に位置する「清流亭」を、先生のご紹介で見学させていただきます。

南禅寺界隈は、明治23年のびわ湖疎水開通を機に、豊かな水を引き入れた瀟洒で雄大な山荘地として開発が進みました。大正のはじめ、この地に江州の塚本与三次も山荘を営み、御大典の折、ここに宿泊した東郷元帥によって「清流亭」と命名されました。

建物は名工上坂浅次郎、庭園は小川治兵衛手がけました。この山荘は宮家をはじめ各界の名士や文人墨客が来遊し、その後、美術工芸展が催されるなど京都の工芸家憧れのサロンでもありました。

主座敷は残月亭のヴァリエーション、茶室「白鷺」は江戸時代に利休好みとして起し絵図に伝えられていた深三疊台目です。

京都における優れた近代和風邸宅の一つとして注目されている清流亭を、特別に見学させていただきます。

2008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、日本建築家協会近畿支部、大阪府建築士会、大阪府建築士事務所協会関係者が集い、忘年懇親会を開催し親交を深めてまいりました。

本年は日本建築家協会近畿支部が当番会として下記のとおり開催することになりましたので、会員各位の多数のご参加を頂きますようご案内申し上げます。

日 時 平成20年12月17日(水)
午後6時~7時30分

会 場 太閤園別館1階

ガーデンホール

大阪府都島区網島町9-10

TEL.06 (6356) 1111

参加者 350名予定

会 費 6,000円

申込み 11月20日(木)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 860034

社団法人日本建築協会

郵便振替口座

00910-9-39975

社団法人日本建築協会

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。
②申込者で11月27日(木)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。

2009年 建築関係14団体 合同新年交礼会

日 時 平成21年1月5日(月)
午後2時30分~3時30分

会 場 シェラトン都ホテル大阪

大和の間

大阪府天王寺区上本町6-1-55

参加者 500名予定

会 費 3,500円(当日欠席されても会費をいただきます)

申 込 12月3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 860034

社団法人日本建築協会

郵便振替口座

00910-9-39975

社団法人日本建築協会

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。
②申込者で12月8日(月)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。

共 催 (社)日本建築協会

(社)大阪建設業協会ほか12団体

第54回工高生 デザインコンクール 入選者発表

—設計課題：
インターネットカフェ—

日本建築協会主催による平成20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21年1月号に
掲載いたします。

- 応募校数/26校
- 応募作品数/98点

順不同・敬称略

入選・最優秀賞	岸本 麻希	大阪市立工芸高等学校	3年
入選・優秀賞	関口 宏海	山梨県立甲府工業高等学校	3年
入選・優秀賞	佐野 智哉	静岡県立科学技術高等学校	2年
入選	中込 慎也	山梨県立甲府工業高等学校	2年
入選	依田 彩加	山梨県立甲府工業高等学校	3年
入選	阿師村珠実	三重県立四日市工業高等学校	2年
入選	西田 雄太	三重県立四日市工業高等学校	3年
入選	萱原 裕馬	滋賀県立八幡工業高等学校	3年
入選	河野 恵佳	大阪市立工芸高等学校	3年
入選	中谷 美緒	大阪市立工芸高等学校	3年

平成20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。
(社)大阪府建築士会 (7単位)
(社)日本建築家協会 (6単位)〕

日 時：2008年12月3日(水)
9：30～17：30
会 場：大阪府建築健保会館
6階ホール
大阪市中央区泉町2-1-11
定 員：100名(先着順)
受講料：15,000円(含テキスト代)
*テキストは、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
 - ⑥電話番号
 - ⑦受講料支払方法
(銀行振込、郵便振替、等)
 - ⑧CPDを申請される方は、申請先の
団体名をお知らせください。

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、受講票をお送りいたします。
なお、当会HPからもお申込みいただけますので、<http://www.aaj.or.jp>をご覧ください。

■申込先
(社)日本建築協会編集事業課
〒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

■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。

■科目・講師

施工計画

白塚 芳郎氏

(株)鴻池組大阪本店建築部部長

山内 博記氏

(株)浅沼組大阪本店建築部
技術グループグループリーダー
*

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

阪井 聡氏

(株)大林組本店建築生産技術部
計画第1課課長
*

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。

<取扱銀行>

- 三井住友銀行
大阪中央支店(普通No.860034)
- 三菱東京UFJ銀行
瓦町支店(普通No.210054)
- りそな銀行
北浜支店(普通No.272234)
- 郵便振替口座 00910-9-39975

■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





南東外観



外部階段ディテール



足湯

所在地	兵庫県宝塚市鶴の荘347
敷地面積	4,031.98㎡
建築面積	1,623.11㎡
延床面積	6,329.14㎡
構造規模	RC造、4F
工期	2007年4月～2008年3月
最寄り駅	阪急宝塚線 清荒神駅
撮影	伸和

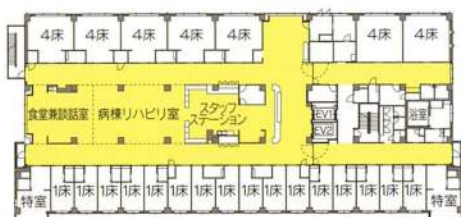
宝塚リハビリテーション病院

宝塚リハビリテーション病院は、兵庫県宝塚市を中心に急性期病院から老人保健施設まで幅広く展開する発注者、医療法人尚和会が新しく開設した135床のリハビリテーション専門病院である。患者の社会や地域への早期復帰を促す、人に優しい施設づくりをめざした。またリハビリに適した建築計画上のさまざまな工夫を取り込んでいる。

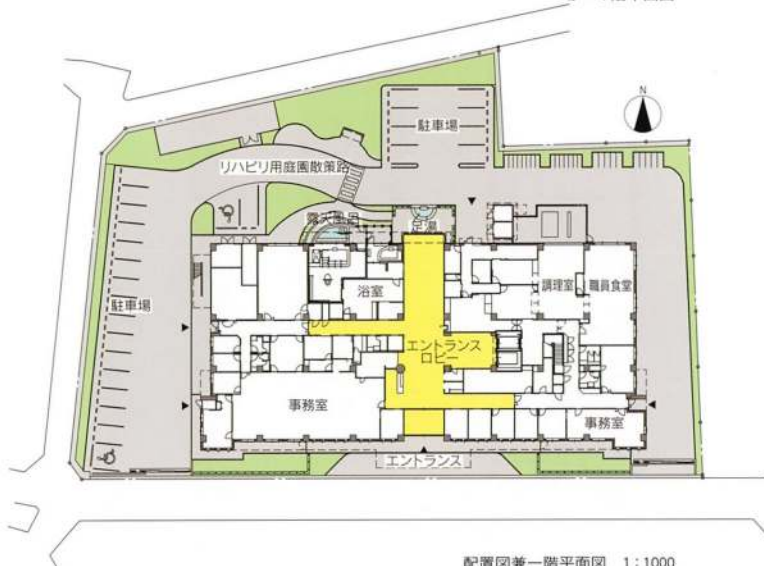
プロジェクト開始後まもない平成18年4月にリハビリの施設基準が大幅改正された。新基準で運用されている事例がない中で、これからのリハビリ病院的あり方をハードとしてどうするかを発注者と設計者が一体となって検討した。運営上のコンセプトである『一年365日フルタイムリハビリ』『チーム医療によるリハビリ』を具現化するために、患者とスタッフが見通しのよい空間で行きかうオープンなリハビリスペースやスタッフステーションを採用した。

『オープンリハビリスペース』とは、各病棟の中央に設けたりハビリ室や食堂兼談話室が一体となった壁のない広いスペース。さらに訓練室や浴室等の生活スペースを1フロアに設けることで目覚めから就寝までの『フルタイムリハビリ』を同一階で完結できる計画とした。そして医師、看護師、セラピスト等による『チーム医療』をささえ、スタッフ同士や患者との交流をはかりやすいようにスタッフステーションは極力壁を設けず、オープンリハビリスペースと連続した広く開放的なスペースとする等、これまでにない意欲的な病棟プランを実現した。また患者の早期離床を促すために、温泉露天風呂、車椅子用足湯、リハビリ散策路、屋上庭園等を導入し、患者とスタッフが建物内外を自由に行きかう活気のある施設となることをめざした。

建物の外観は、患者の気持ちを明るくし、リハビリ訓練の意欲を与える『健康的』で『開放的』なデザインをめざし、明るくはなやかな色調の外壁にコンクリート打放の水平バルコニーを重層させたシンプルで伸びやかな構成とした。コーナー部に配置した特別個室のカーテンウォールが外観上のアクセントとなるとともに、ガラスの透明感が地域や社会への開放性を演出している。(増田徹/大林組)



2～4階平面図



配置図兼一階平面図 1:1000



スタッフステーションカウンター



食堂兼談話室及び病棟リハビリ室



特別病室



エントランスロビー



企画・基本計画 ■
株式会社近鉄百貨店

設計・監理 ■
大林組本店一級建築士事務所

施工 ■
大林組・竹中工務店・奥村組共同企業体

and

■回遊性の創出

andは阿倍野・天王寺ターミナルを後背地にもつ近鉄百貨店の商業施設である。建物は1～4階が物販店舗、5・6階が近鉄文化サロンで構成している。

近鉄百貨店～Hoop～andへと連続する3つのグループ施設がアベノのまちにあらたな魅力ある回遊性を生み出すため、自然光ふりそそぐ中庭や緑豊かな屋上テラスを設け、そこで光・風・緑を感じながらゆったりとした私的な時間を過ごすことのできる滞在型空間を創出している。

■周辺環境との調和

敷地は北面に通り抜け広場、それ以外の面は商業と住宅が対峙している立地条件である。商業施設としての賑わいと周辺環境との調和を両立するため、Hoopからの通り抜け動線となる北側ファサードには透明感のあるガラススクリーンでOPENに構成し、それ以外の隣接建物に面するファサードは暖かみのあるレンガ調タイルでCLOSEに構成することで実現している。

(岡田邦弘・児玉克史／大林組)



所在地	大阪市阿倍野区阿倍野筋2-1-40
敷地面積	4,772.32㎡
建築面積	3,613.41㎡
延床面積	17,162.20㎡
構造規模	柱RC一梁S造／7F
工期	2006年2月～2008年8月
最寄り駅	近鉄 大阪阿部野橋駅
撮影	SS大阪／酒井文明





■はじめに

私の研究室は、いわゆる学際的な学部に所属する建築系の研究室である。早稲田大学の人間科学部は、従来の学問体系や学びのスタイルにとらわれず、より柔軟で学際的なアプローチで今日的な課題に挑戦するため、1987年に創立され、2003年に（新）人間科学部とスポーツ科学部に分離、改編された。人間環境科学科、健康福祉科学科、人間情報科学科の3学科からなり、私の研究室の所属する人間環境科学科は「環境」を多義的にとらえ、エコロジカルな自然環境だけでなく、人間の身体環境をはじめとして、人工環境や文化環境、社会環境など、さまざまな次元の環境が、すべて学びの対象としている。具体的には、建築学を含む工学の他に心理学、社会学、生物学、文化人類学、言語学などの多彩な分野の教員で構成されている。学生は、自分の学科の科目のみではなく、他学科の科目も自由に選択し、履修する事が可能である。研究室配属は、演習授業として、3年生の前期からスタートする。研究室選択は自学科の学生が優先されるが、定員内であれば他学科学生も配属可能である。すなわち、本学部の学生は、環境、健康、情報の様々な分野について、幅広い講義を受け境界領域を学ん

環境行動研究

- 駅の群衆流動
- 避難行動（車いす避難）
- 歩行者専用道路の利用
- 子どもの行動
- 建物内の経路選択行動
- 百貨店の避難行動



人間工学研究

- 螺旋階段の昇降実験
- 風呂のまたぎ段差実験
- オフィスの最低限スペース実験
- エレベータ開閉ボタンのデザイン
- 群衆実験



佐野研究室の研究テーマ

できた学生ということになる。よって、3年生の研究室の配属以降にそれぞれの研究室の専門分野について深く学び、最終的にはそれをもとに社会に出てゆくこととなる。私の研究室では、3年生の演習、4年生の卒業研究で、内容を建築とその関連領域にしぼり実習、授業、研究を行っている。

私の研究室は、現在修士課程3名、4年生8名、3年生12名の構成である。本学部は1研究室1教員の体制であるが、建築分野の教員は学科内に他1名、学科の助教1名、関連分野の心理学の研究室に助手1名のスタッフがいる。

■建築人間工学と心理学の視点による評価手法

学生は学際的なスキルを持って研究室にやってくるが、研究室では専門的知識として、人間の視点から建築、都市を評価する手法を取得することを求めている。その柱は人間工学的実験調査分析評価と心理学的統計分析評価である。人間工学的評価では実験室実験および現地調査により、身体挙動、身体反応、行動の工学的分析を行う。心理学的評価では質問紙調査の統計分析方法を習得する。また、演習、卒業研究テーマでは特に建築専門であることを特徴づけるため、つねに「建築、都市との関わりの中で人をどうとらえるか」について問う事としている。

研究室の研究は、以下の5つのカテゴリーのいくつかを目的の一部にする事を求め

ている。

①安全、安心のために（非常時：火災、防災／日常時：事故、防犯）②使いやすさのために（Human Centered Design）③わかりやすさのために④新しさ（技術、理論、評価）のために⑤ユーザーグループ（高齢者、障害者、子供、外国人）のために（Universal Design）

■研究テーマ（環境行動研究と人間工学研究）

研究室の研究テーマを大きく分けると環境行動研究と人間工学研究に分けられる。環境行動研究は、人の周りに存在する建築・都市・空間といった環境の中で、人間が環境と相互に関係しながら行動する状況を調査・分析・モデル化するものである。人間工学研究では、人間が直接関係する事物との関係の中で行う挙動について実験・調査を行い、定量的に分析することで、人間の能力に適合した事物を検討する。

■社会還元のための研究プロジェクト

研究室のもう一つの主眼として社会に還元できるテーマ設定を目標としている。そのため、実務および実社会に関連した研究を積極的に行っている。研究者および実務者とコラボレーションする事で新しい視点を発見できると考え、以下のようにさまざまな相手との共同研究を行っている。

避難行動研究 東京理科大学



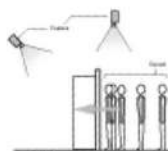
群衆流動シミュレーション研究 SimTred 株式会社工務店、A&A



駅における旅客行動調査 財団法人鉄道総合研究所



人間工学実験・群衆実験・車いす避難実験 独建築研究所



ロボット共生研究 文化女子大学



〈群集・人間行動研究〉

○群集実験・人間工学実験（独）建築研究所）

体育館のような大規模実験空間において、50人規模の被験者を用いて、群集挙動を分析する実験を行った。開口部幅、開口部に接続する廊下、付室などの大きさ、形状が、開口部の流動に与える影響を天井からのビデオ撮影画像により詳細に分析した。開口部と同じ幅の廊下に出て直角に曲がる場合、従来の想定と異なり、流動係数が低減することを明らかにした。

○鉄道駅実地調査（財）鉄道技術総合研究所）

近年、エキナカ商業施設が増大しているが、通行部分と商業部分での旅客利用がうまく制御されていない場合がある。実際の駅においてエキナカ施設設置前後の駅内の人の流れを20台のビデオカメラ撮影による調査を行い、群集流の変化、問題のある滞留部分を発見した。また、店舗前滞留距離・面積の分析を行う事で、適切な店舗、通路配置計画のガイドラインを示した。

○群集流動・避難シミュレーション（早稲田大学渡辺研究室、竹中工務店、A&A）

建築物における日常的な人の流れや、災害時の避難を目的として、群集流動・避難シミュレーションの開発を行っている。建物内の居室や共有部分に人を配置し、それぞれの人の目的地を設定する事で、日常的

な人の流れや避難時の人の行動をシミュレートする事が可能である。前述の群集実験のデータをもとに群集挙動の妥当性を検討し、実用可能なレベルにある事を確認している。

○生活共生ロボット研究（文化女子大学渡辺・高橋研究室、早稲田大学渡辺研究室、千葉大学）

家庭内にサービスロボットが入ってきた場合に、家族の一員となるか、邪魔者となるかは大きな問題である。とくに、日本の住居はそれほど大きくないため、一人（一台）ふえると居住スペースが不足する事も考えられる。ここでは、ロボットの役割、ロボットにさせる作業、ロボットとの距離感などについて、心理評価、人間工学的実験をととして、検討している。その結果として、ロボットの形態と適する作業には関連がある事、ロボットと人間の間のパーソナルスペースの寸法などを明らかにした。

〈災害時避難研究〉

○避難行動研究（①東京大学関沢研究室、②東京理科大学大宮研究室、③百貨店）

①25階建ての高層建築物オフィスビルにおいて1000人規模で参加する避難訓練の様子を調査し、全館が一斉に避難する際の階段室への人の集中の問題点などを分析している。人の集中を起こさないために、階毎に時間をずらして避難する順次避難の実施し、この方法が有効である事を確かめた。

②車いす利用者は、災害時に高層建築物の上階から避難する事は困難である。この対策として、階段を降下できる特別の避難用車いすが開発されており、その有効性を検討した。避難階段の幅員が1200mm以上で訓練をした介助者であれば十分利用可能な事、階段を2列で歩く避難者が、内側一列を優先通路としてあげれば避難用車いすが通行可能である事などを示した。

③実際の百貨店の売り場において避難実験を行い、避難行動特性を検討した。その結果として、避難者は、すべてが最短距離にある階段にいく訳ではない事、避難者は百貨店の外周壁部分に階段があると考えており、外周方向へ避難する事、家族やグループなど小集団で避難する際には相談しながら避難が行われるため、単独避難よりも時間がかかる事などが明らかになった。

■おわりに

本研究室の特徴として、人間工学・心理学の二つの専門分野を持ち、それらの境界領域の問題を解決できる学生の育成を考えている。特に建築・都市計画を主題とするが、それに加えて統計学、情報学（プログラミング/シミュレーション）、環境学を習得する事を目指している。

(URL: <http://www.arch.nature.waseda.ac.jp/>)



ロボットとの共生実験



エレベータボタンのわかりやすさ



避難用車いすの操作性実験



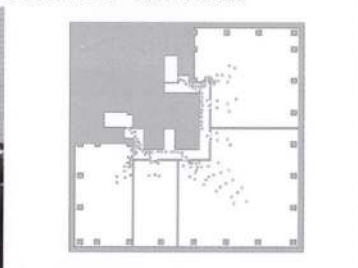
保育園での行動観察



鉄道駅での群集流動調査



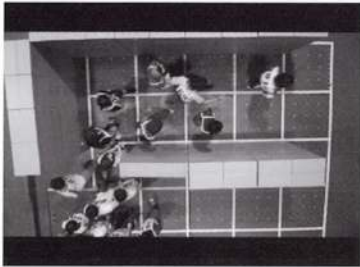
高層事務所建築物での避難訓練調査



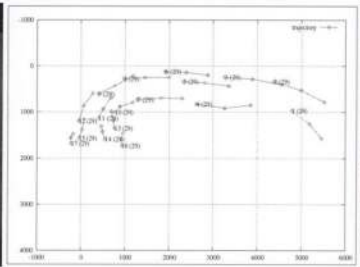
群集流動シミュレーションの開発



大型百貨店での避難実験



廊下状空間での群集実験



群集実験の歩行軌跡分析



群集交差実験



ゼミ合宿（明治村：帝国ホテル）

宮之阪の家

設計

戸室 太一 Taichi Tomuro

敷地の北側は交通量の多い幹線道路に面しています。設計ではこの幹線道路からの騒音を遮るため、建物の北側にできるだけ壁面が多くなるように階段室や洗面・洗濯室、納戸等の諸室を配しました。これに対して敷地の南側にはダイニング、リビング、テラスを連続的に並べ極力外部に向かって開くようにしています。

これら相反する二つのモメントを、外部では白い壁と木の仕上げ材という二つの要素によって対比的に表現しました。白い壁のボリュームが幹線道路に対して堅いまもりをなす一方、外壁等の人が触れる部分は木で仕上げることで、植栽と相まって人々を自然と誘い込むような柔らかな表情をもたせようと考えたからです。

幹線道路にわずかでもしっとりとした陰影を与えることができたなら、設計の意図はある程度達成されたのではないかと思います。



戸室太一

- 1961 東京生まれ
- 1985 早稲田大学理工学部建築学科卒業
- 1985— 早川邦彦建築研究室
- 1989— レンゾ・ピアノ・ビルディングワークス・ジョブ・ジャパン
- 1995— アルヴァロ・シザ・アルキテット
(1995—1996文化庁派遣芸術家在外研修員)
- 1998— 岡部憲明アーキテクチャーネットワーク
- 1999— 谷口建築設計研究所
- 2006— 戸室太一建築設計室設立
- 撮 影：北島俊治
- 企画編集：池上明(作品作風小委員会)



特集

建築においてROBOTが 活躍する日は来るのか？ ～建設業における、機械化、自動化、 ロボット化の現在と未来～

この特集では、建設各社がこの20～30年間取組んできた多種多様な建築用ロボットや自動化システムを紹介することにより、建築用ROBOT（機械化・自動化・ロボット化）の歴史・現状・今後の展望を紹介します。

また、これまでのロボットといった狭義の概念を「ロボット技術を活用した、実世界に、働きかける機能を持つ知能化システム」といった広い意味のROBOT（総称RT（Robot Technology））を知ることにより、今後の建設用ROBOTを理解していただくうえでの参考になればと考えます。

【総論】

建築生産における自動化・ロボット化の経緯と今後の展望●前田純一郎

【各論1】

カットアンドダウン工法（KC & D工法）一人と環境にやさしい高層ビル解体工法―●小林 実

タワースマートシステム●在田浩徳

移動架構工法の変遷と「多段階リフトアップ工法」の開発●嘉本敬樹

スリップフォーム工法●淀川 桂

全自動油圧式コンクリート圧縮試験装置●森 智司

双腕作業機 ASTACO●石井啓範

【各論2】

人支援ロボットスーツ®「HAL™」●田中一正

レスキューロボットシステム●松野文俊・五十嵐広希

レスキューロボット「T-53援竜」～新潟・柏崎での災害復旧活動～●㈱テムザック

消防用ロボットの現況と将来●田中英夫

ASIMO●本田技研工業㈱広報部

企画：施工材料分科会

山岡篤人（大林組） 桜井和男（竹中工務店） 平田茂良（大和ハウス工業） 松元秀樹・下迫 力（鹿島建設） 吉田正友（日本総合試験所）

建築生産における 自動化・ロボット化の 経緯と今後の展望

前田純一郎

■はじめに■

自動車や電子部品などの製造業では、1980年は「ロボット元年」と呼ばれ、産業用ロボットなどの自動化技術を製造ラインに導入することにより、その生産性を飛躍的に向上することに成功した。建設業においても、自動化技術による生産性の向上への期待が高まり、大手建設会社を中心に多種多様な建築用ロボットや自動化システムが開発された。日本建築学会の調査によると、建築関係だけでもその数は150機種に上るといわれている。しかし、近年その開発と現場への導入は停滞を余儀なくされている。一方、製造業においては生産性の向上は継続しており、ロボット技術も飛躍的に進歩している。本稿では、建築生産における自動化やロボット化の課題を整理し、建設業を取り巻く環境の変化を踏まえて、ロボットや自動化技術の導入の可能性と今後取り組むべき方向を考えてみたい。

■建築生産の自動化・ ロボット化の経緯と課題■

自動化・ロボット化研究開発の経緯

(1) 建築用ロボットの開発

1980年代の半ばから、3Kの典型と言われた建設現場の作業環境を改善し、安全性や生産性を向上させる目的で建設用ロボットの研究開発が活発に行われた。日本建築学会や土木学会、建築業協会などの学・協会にも専門の委員会が設置され、独自の研究活動を行った。建設省の総合技術開発プロジェクトや早稲田大学の建設作業ロボット化共同研究もそのような取り組みを加速させることになった。1990年代にかけて数多くの機種が開発されている。建築作業用に限って、主なものを列挙すると、

①躯体用：耐火被覆吹付け、鉄骨溶接、鉄骨玉掛外し、鉄筋配筋、コンクリート打設、コンクリート床仕上

②仕上用：外壁塗装、天井ボード貼り、内壁ボード貼り、外壁ハンドリング、ガラスハンドリング

③リニューアル・解体用：外壁塗膜剥離、鉄筋コンクリート切断、耐震補強材取付け

④検査・メンテナンス用：外壁タイル剥離検査、クリーンルーム検査、ガラス清掃、床清掃

写真1～写真3に、清水建設における開発事例を示す。ロボットの導入により、悪環境作業からの解放や労働災害の低減、施工品質の確保、また、労務工数の削減や工期の短縮など生産性の向上についてもかなりの成果を上げることができた。ただ、折からの建設投資の増大による熟練工不足と労務費の高騰という追い風の中にあっても、得られた効果がロボットの導入費用を十分カバーするレベルに達しておらず、コスト的には十分な効果は上げられなかった。しかし、業界にはロボット技術は今後の生産技術として不可欠なものとの認識があり、積極的な取り組みが続けられた。

(2) ビル自動施工システムの開発

1990年前後からは、ビル工事の全体を対象とした自動施工システムを開発する動きが始まった。自動化技術に、全天候化技術やブレイク化・ユニット化などの工業化技術、さらにコンピュータによる現場情報管理を組合わせた新しいビルの作り方を提案するものであった。建設会社8社で合計12のシステムが開発され、適用された現場の総数は30現場弱に達した。写真4～写真6に、建設各社の「ビル自動施工システム」の開発事例を示す。

写真6の「スマートシステム」は、清水建設が鉄骨造の高層ビル用として、1990年に



写真1
コンクリート床仕上げロボット

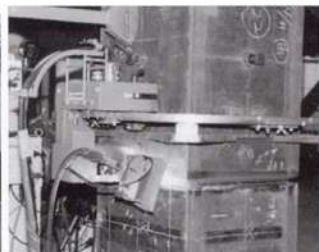


写真2
鉄骨溶接ロボット



写真3
耐火被覆吹付けロボット



写真4
シャトライズ工法
(鹿島建設)



写真5
ABCS工法 (大林組)



写真6
スマートシステム
(清水建設)

開発したものである。

本システムの開発の狙いを列挙すると、

- ①全天候化により天候に左右されない計画的な生産が可能になり、休日出勤など労務の無駄を減らす。
- ②躯体サイクル中に仕上げや設備の揚重を先行して組み込むことにより、仮設リフトの負担を軽減し、内装設備サイクル工程の作業量や時間を低減する。
- ③躯体サイクルの資材の垂直・水平搬送を連続的に自動運転することにより、搬送効率を向上させる。
- ④接合方法やデザインを自動搬送や据付に適するように変更することにより、作業効率を高めると共に、プレハブ化・ユニット化技術の導入と相俟って専門取付工による作業方式を可能にする。
- ⑤コンピュータにより生産管理、進捗管理、労務管理などの現場情報管理を統合化する。

このようなシステムの導入により、重労働の軽減に加えて、天候に左右されず、良好で安定した作業環境を実現し、施工品質も確保することができた。さらに工期を短縮し、労務工数を削減することもできた。

建築用ロボットの現状と課題

(1) 開発や適用の現状

現在、建設投資の長期的な低迷が続く中で、建設各社の受注競争は一段と厳しさを増している。建築用ロボットや自動施工システムの現場への導入に際しては、その性能や取扱性、安全性と共に、コスト効果が厳しく問われるようになった。実用化のレベルに達し、現在でも現場で活用されている建築用ロボットは極めて少なくなっている。1997年の建築業協会の調査によると、開発された150数機種の建築用ロボットのうちで実用化のレベルに達したものは21機種となっている。写真7、8は、製作台数が多く、多数の現場で適用されて、実用化に達したと考えられている建築用ロボットの事例である。



写真7
コンクリート床仕上
ロボット (鹿島建設)



写真8
鉄骨玉掛外し装置
(清水建設)

(2) ロボットの普及を阻害する要因

建築用ロボットが現場に普及するには様々な阻害要因があり、それが克服できていないところに問題がある。清水建設では、開発した建築用ロボット10機種を抽出し、普及を阻害する要因の調査分析を行った。阻害要因は、次の5つのカテゴリーに分けている。表1に分析結果の一部を示す。

- ①ロボットの性能・能力に関わる要因：作業能力、施工品質、小型軽量化、操作性など
- ②ロボットを使用する現場条件に関わる要因：事前計画、据付・段取替え、汎用性、安全性など
- ③サブコンや協力業者との関係に関わる要因：担当者の育成、契約関係、作業者の意欲など
- ④ロボットの運用に関わる要因：メーカーやリース会社の意欲、保有やメンテナンス体制など
- ⑤建築構工法や建設需要に関わる要因：設計の適合性、繰返し度、工事量の確保など

調査対象とした10機種の建築用ロボットに対して、上記の5つの要因のどれにウエイトが高いかの評価を行ったものである。10機種総計としては、阻害要因のうち、①のロボット性能・能力に関するものが35%、②の現場条件に関わるものが28%、③の業者との関係に関するものが15.5%、④の運用に関するものが11.5%、⑤の構工法や需要に関するものが10%となった。ロボットの性能、即ち技術に直接に関わるものが最も多く約1/3を占めていることが注目される。

表1 建築用ロボット阻害要因の分

(数字は%) 2001年6月

機種名		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	計
作業区分		吹付け				ハンドリング		コンクリート		溶接・搬送		
阻害要因	ロボットの機能に関する要因	40	20	60	30	20	50	20	30	40	40	350
	現場条件に関する要因	30	10	20	30	70	40	30	20	10	20	280
	サブコンや協力業者との関係に関する要因	10	0	15	10	10	10	40	40	10	10	155
	ロボットの運用に関する要因	10	20	5	10	0	0	10	10	30	20	115
	構工法や需要に関する要因	10	50	0	20	0	0	0	0	10	10	100
計		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1,000

(3) 今後の課題

建築作業には、作業の内容が定型化されていない、繰返し性が確保されない、作業の種類が多く、内容も複雑である、作業場所が広く分散している、協調作業が多い、対象が大型から小型まで分布している、自然環境下の作業が多いなど、製造業に比べて自動化・ロボット化の困難な条件が多く存在する。一方、ロボット技術の研究開発は、近年急速な進歩をみせており、以前には、現場で要求される条件を満足するセンサやメカニズム、制御などの要素技術が未発達であったが、昨今の先端のロボット技術を導入すれば、性能のよいロボットを効率良く実現できる可能性は高まっている。

ただ、近年、ロボット工学の世界において、製造業の工場以外の屋外作業や人間生活空間の中では、あまりにもロボットにとって困難な条件が揃っているために、あくまでもロボット本体の高機能化を目指すのではなく、ロボットに必要な能力を空間側に分散して配置することによりロボットの負担を軽くし、ローコストで実用性の高いシステムを目指すべ

きとの声が高まってきている。

ビル自動施工システムの現状と課題

(1) 現場適用の現状

2000年代にはいり、各社のシステムの適用件数は次第に減少してきた。最近、現場適用された事例としては、大林組のABCS工法がある。(写真5) 本システムは、機械装置や仮設設備について、施工効率やコスト効果を高めるための改善を継続的に積み重ね、既に5現場での適用実績をあげている。ビル自動施工システムは、工事全体の計画に関わるものであるだけに、現場導入時の意思決定のバリアが高い。在来工法に比べて、コスト的なメリットの確認はもちろん、施工計画の大幅な変更、新工法を熟知した専門工事業者との連携、機器の運用やメンテナンスを担当する技術者の確保など、多くの条件をクリアしなければならない、全社的なバックアップ体制やトップマネジメントの理解と後押しが必要である。

(2) (事例研究) スマートシステムの課題と改善

清水建設のスマートシステムは、作業改善や安全性の向上には十分な成果を上げたが、機械装置や仮設設備は大規模となり、工期短縮や労務工数削減の効果を考慮しても、在来工法に比べてコスト的な優位性を確保するレベルには達しなかった。コスト効果を得る可能性は、繰返しの多い大規模な超高層ビルに限られており、しかもバブル期のように賃金が高騰した時期には、工数削減による効果も大きかったが、1990年代後半から賃金レベルが低下するに伴い、コスト効果も減少し、抜本的な改善を迫られた。

そこで、繰返し効果の少ない中高層ビルを対象とした簡易スマートシステムの開発に取り組んだ。在来のジブクレーンや天井走行クレーンを採用して手動操作とし、一般的な油圧シリンダーを採用した。また仮設材は市販の汎用品を使用した。写真9は、簡易化されたシステムの内部を示す。さらに、自動化施工部分をコア部に限定し、周辺部は在来工法とする方式も試みた。写真10は、在来工法と組み合わせた事例である。これに加えて、鉄骨造超高層ビル以外への適用拡大を図るため

に、RC造の高層住宅用のシステムや、鉄骨構造物(鉄塔)用に特化されたシステムなどを開発した。



写真9
簡易スマートシステムの内観



写真10
在来工法との組合せの事例

(3) 今後の課題

ABCS工法やスマートシステムなどのその後の経過が示すように、全自動化や高機能化でなく、人間との適切な作業分担や汎用機材の採用など、トータルシステムとして効果を高めるための改善が求められる。また、今後は一度基本に立ち返って、建物の作り方から抜本的に見直す必要もある。ビル自動施工システムにおける「自動化」はあくまでも手段であり、我々の本来の目的である「ビルの新しい作り方」を実現する要素の1つと捉え、工業化工法や情報技術と統合した新たなシステムの構想作りが必要と思われる。

■今後の自動化・ロボット化の展望■

本節では、まずロボットそのものの概念、捉え方の変化と、注目すべき要素技術の研究開発の動向を述べた後、建築生産を取り巻く環境条件の変化を概観し、その流れの中で今後の建築生産の自動化やロボット化の可能性を考えてみたい。

ロボットからRTへ

ロボットはこれまで、自動車や電子部品など製造業の工場の中で作業する「産業用ロボット」を中心に発展してきた。「産業用ロボット」は、「人間の代わりに作業する機械で、

ある程度自律的にかつ連続的に動作する人間の腕に似た機構を持つ機械」と捉えられてきた。ISOでは、「3軸以上の自由度を持つ自動制御、プログラム可能なマニピュレータ」と定義されている。しかし、今後は、製造業の工場内に加えて建設業や農林業などの屋外作業空間や、住宅やオフィスなどの人間生活空間での活躍が期待されている。経済産業省では、20世紀の自動車産業に匹敵するものづくりとして、ロボット産業の育成に本格的に取り組み始めており、2001年5月に、(社)日本機械工業連合会と(社)日本ロボット工業会により、「21世紀におけるロボット社会創造のための技術戦略調査報告書」がとりまとめられた。この中で、これまでの狭義のロボットの概念から脱却して、「ロボット技術を活用した、実世界に働きかける機能を持つ知能化システム」と、広い意味でロボットを捉え、その技術の総称として、RT(Robot Technology)と呼称することを提唱している。ロボットというと「鉄腕アトム」のようなSFの世界の話になり勝ちであるため、RTという用語により、より現実的な技術として一般国民の認識を高めるという一面と、センサやアクチュエータ、移動機構、画像処理や音声信号処理などの要素技術を統合したロボットを含む高機能な機械システムや電気システム、情報システムの創出を促進する基盤の整備という側面を持っている。RTは、近年、IT(Information Technology: 情報技術)と共に、一般的な用語として広く使われ始めている。

RTとして注目すべき技術

今後注目すべき技術としては、センサや移動機構、マニピュレータなど従来からのロボットに固有な要素技術に加えて、人間の能力を補完するパワーアシスト技術や、ロボット機能を空間全体に分散して配置する空間(環境)構造化技術、また、人間型ロボットが人間と協調するための制御やコミュニケーション技術、さらに人間にとって厳しい特殊環境下で無人作業するための遠隔操作や制御の技術などが挙げられる。

(1) パワーアシスト技術

パワーアシスト技術とは、人間の力をロボ

ットにより増幅する、あるいは、人間とロボットで力を分担することにより、負荷の大きな作業において人間の肉体的な負担を軽減する技術である。人間が扱い易い単純な道具としてのロボットであり、製造業や物流業の重量物ハンドリング、建設業の資材運搬や組立て、農林業の重労働などにその適用が期待されている。いずれも、人間の能力を拡大する使い方のほかに、長時間の無理な姿勢での繰り返し作業において、人間の疲労を軽減することも可能である。作業員が装着するウェアラブル型や自重補償型などのアシストシステムがあるが、近年、ウェアラブル型のシステムが話題となっている。筑波大学のロボットスーツや東京理科大学のマッスルスーツなどが、代表的な開発事例である。

(2) 空間（環境）構造化技術

屋外作業空間や人間生活空間は、工場内に比べて環境条件が多様で、作業内容も非定型的で複雑であり、ロボットには、最も不得意な領域といえる。このような条件下でロボット本体に高度の能力を要求するのは、いざうらに実用化を遅らせるだけである。近年、「空間（環境）の構造化（知能化）」という概念がクローズアップされてきた。「認識」、「情報処理」、「動作」をロボットの3要素というが、これは従来のようにロボットに物理的に一体化されている必要はなく、空間全体に分散して配置されていても良いと考える。具体的にいうと、空間にICタグやセンサ、カメラ、アクチュエータなどの機能部品を分散配置して知能化し、センサネットワークから位置情報やイベント情報を獲得して、比較的シンプルなロボットにより多様なサービスを提供しようとするものである。図1は、構造化された空間内で作業するロボットのイメージ例である。シンプルなロボットが十分に機能を発揮するためには、ロボット導入に適した空間（環境）側のデザインも重要なテーマとなり、ロボットと人間双方にやさしいユニバーサルデザインの研究なども行われている。空間全体を構造化（知能化）することにより、ロボットの負担を軽減し、ローコストで実用的なロボットシステムを実現することが可能になる。

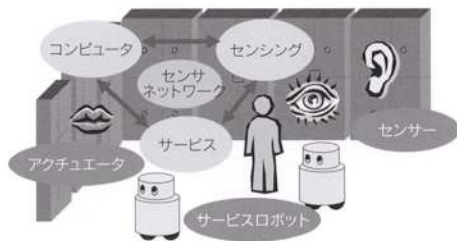


図1
構造化空間におけるロボットのイメージ例

(3) 人間型ロボット技術

人間型ロボットは、1970年代より、早稲田大学などを中心に研究されていたが、1996年、本田技研工業が人間型ロボットのフルスケールモデルP2を発表し、国内外に大きな反響を呼んだ。さらに、2000年には、実用化に向けた小型・軽量の新しいモデル、ASIMOを発表している。1998年度からは、経済産業省のプロジェクト「人間協調・共存型ロボットシステム研究開発」がスタートした。応用研究テーマとしては、プラント保守点検、対人サービス、産業車両代行運転、ビル・ホーム管理サービス、屋外共同作業の5つを選定して行われた。その中の「屋外共同作業」では建設作業を取り上げ、簡易建築物（プレハブ住宅）の外壁パネルの運搬、組立作業を人間型ロボットと作業員が協調して行うシステムを、安川電機、川田工業、清水建設、産業技術総合研究所が共同して開発した。図2はシステムの概念を、また、写真11は人間作業員との協調搬送の状況を示す。

(4) 特殊環境ロボット技術

災害対応やその復旧作業など、人間にとって厳しい環境下でのロボットの研究開発が行われている。1999年に発生した東海村のウラン燃料加工工場における臨界事故を契機に「原子力災害対応ロボット」が日本原子力研究所を中心に組み込まれた。また、東京消防庁や消防研究所を中心に「消防用ロボット」の研究も進められている。2002年度からは、文部科学省の「大都市大震災軽減化特別プロジェクト」の一環として、「レスキューロボット」などの研究が開始された。ここでは、センシングや移動機構、空中移動、情報収集、環境モデリング、ヒューマンインタフェース等が、主要な技術課題となっている。土木施工の分野では、雲仙普賢岳噴火災害を契機にして、火山活動や地震による大規模な自然災

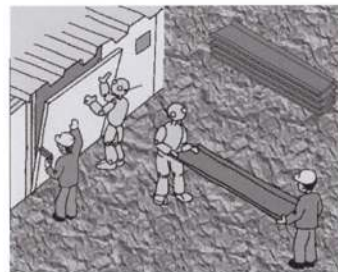


図2
人間協調作業システムの概念図



写真11
人間型ロボットと人間の協調搬送作業

害の復旧作業のために、汎用建設機械をベースに無人化施工を行う遠隔操作ロボットの開発と現場適用が行われた。国土交通省では、さらに次世代の遠隔操作技術を総合技術開発プロジェクトとして推進している。

建築生産を取り巻く環境条件の変化

技能労働者の不足は、バブル経済の崩壊後しばらく沈静化していたが、平成17年には、再び「不足」側に転じた。図3は、技能労働者の不足率の推移を示す。不足の度合いは職種により差があるが、今後技能労働者の不足は恒常化することが予想され、技能に依存せずに施工品質を確保する技術が求められる。

また技能労働者の高齢化は着実に進行している。最近の職種別の年齢構成の調査結果によると、特に左官工では60%弱が50歳以上、型枠大工では50%弱が50歳以上などの現状が報告されている。今後、技能労働者の肉体的能力の低下をサポートしつつ豊富な経験やノウハウを有効に活用する方策や技術が求められる。

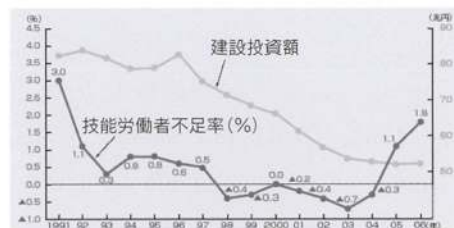


図3
技能労働者不足率の推移
(2007年版 建設業ハンドブックより)

一方、近年現場の作業の安全性向上に加えて、現場周辺の環境保全に対しても十分な配慮が求められる。近隣や第三者に与える不安感を取り除き、生態系の破壊などのトラブル要因の低減に説得力のある具体策を示すことが必要である。

今後の建築生産自動化・ロボットの方向性

(1) 技能労働者高齢化への対応

高齢化した技能労働者を支援するツールとして、装着型のパワーアシスト技術の適用が期待されるが、その建設現場における重作業への適用性を検証する必要がある。建設作業においては、必ずしも装着型である必要はないが、自重補償型のシステムによる作業負担の軽減も含めて、作業者の負担を減らし作業効率を高める効果が期待できる。高齢技能労働者のノウハウを活用する手段としては極めて有効な技術と思われるが、一般的に、人間の判断をうまく組み込んだ協調系の作業システムを構築する際に重要な役割を果たすものと考えられる。(社)建築業協会のロボット専門部会では、吹付けアスベストの除去作業用ロボットにパワーアシスト技術の導入を検討した。図4は、システムのイメージを示す。

(2) 技能労働者不足への対応

非熟練工でも所定の作業品質を確保する技術として、従来からプレハブ化、ユニット化、部品化などの建築技術が研究されているが、それに加えて自動化やロボット化の技術も検討されるべきである。例えば、熟練したクレーンなどのオペレータの技能や運転ノウハウを機械に組み込み、非熟練オペレータの運転操作を支援するシステムなどが、建設機械メーカーで開発されている。



図4
パワーアシストによるアスベスト除去
イメージ

(3) 建築現場の環境構造化

近年、建設現場においてもIDタグを適用した検査や進捗管理のシステムの事例が多く発表されるようになった。IDタグに加えて、多様なセンサやデジタルカメラ、センサネットワーク技術や画像処理などの技術などにより、現場空間全体が知能化される。そして、そのような空間側と情報の授受を行って作業するシンプルでコスト的にもメリットのある建築用ロボットの登場が期待される。2006年には、(社)日本ロボット工業会の「次世代RTの環境構造化に関する調査研究」の中で、建設作業現場ワーキンググループにおいて、RTを導入した環境構造化現場のシナリオ作成やニーズや課題の検討が行われた。

(4) 建物のライフサイクル全般への展開

従来の建築用ロボットは、主に施工作業を対象として開発されてきた。今後は、その対象を、部品の生産、調達、施工、管理、検査、引渡し後の維持管理、運用、調査診断、リニューアル、解体といった建築物のライフサイクル全般に拡張するべきである。ロボットは、単に工事用の仮設機械という考えから脱却して、建物のライフサイクルの中で運用される設備の一部という見方も必要になるのではなかろうか。リニューアル工事は、新築工事に対して年々その比率を高めており、将来には、新築工事に近い規模となることが予測されている。この分野では、既に外壁タイル剥離検査や外壁塗膜剥離用のロボットなどが開発されているが、その重要性の増加に伴って、本格的な研究開発への取り組みが求められる。

(5) 環境に配慮した施工技術への対応

ダイオキシンやアスベストの除去などの作業は、作業員や周辺環境に大きな影響を与える危険性をはらんでいる。このような作業においては、従来から作業員の安全を確保するための自動化の効果が認識されており、焼却工場などの煙突内のダイオキシンの除去システムや小口径煙突の内部に施工されたアスベストの除去システムなどで具体的な取り組みが行われてきたが、今後ますますこの社会的要請は高まると思われる。

■おわりに■

ロボットや自動化の技術開発は、これまでゼネコンが単独でメーカーと組んで行うことが多かったが、研究開発投資にも制約のある今日、そのような取組みは困難になりつつある。ゼネコンや専門工事会社とメーカーがコンソーシアムなどの共同開発体制を組み、共通のシステム設計仕様をまとめて、協力しながら試作から実用化を目指すような体制が必要ではなかろうか。学・協会などの公的な機関の積極的な支援、さらには国の研究開発助成策も必要になろう。

建設業を取り巻く環境は、大きく変わりつつある。高齢化や熟練工不足は構造的なものになりつつあり、技術の伝承の不十分さから品質の確保も重要な課題となっており、さらに環境保全に対する社会的な要請も厳しくなる。一方、ITやRTの技術の発展は目覚ましいものがあり、バブルの崩壊以降、停滞を余儀なくされていた建築生産の自動化・ロボット化は、社会的な要請に応える有効な手段として、再び脚光を浴びる日の近いことを確信している。

(まえだ じゅんいちろう/清水建設株式会社技術研究所)

参考文献

- 1) 建築作業のロボット化に関する調査研究報告書(その5) 建築用ロボットの普及に係わるアンケート調査、建築業協会ロボット専門部会、1997年10月
- 2) ビル自動化施工システムに関する調査研究報告書、日本建築学会、建設生産自動化小委員会、1998年3月
- 3) 横山和彦、前田純一郎、五十枝隆勝、金子健二:「屋外共同作業への応用分野」、日本ロボット学会、製造科学技術センター共催、ロボットシンポジウム予稿集、2001年7月
- 4) 第5回建築生産自動化ワークショップ予稿集、日本建築学会 建築生産自動化小委員会、2007年2月
- 5) 第11回建設ロボットシンポジウム論文集、日本建築学会・土木学会・日本ロボット学会他共催、2008年9月

カットアンドダウン工法 (KC & D工法)

一人と環境にやさしい
高層ビル解体工法

小林 実



図1 コアウォールと荷重伝達フレーム

これまで中高層ビルの解体はビルの上部から解体するのが一般的であった。まずタワークレーンを設置し、最上階に解体作業を行う重機を揚げて、上の階から順に建物を粉碎しながら地上階まで降りる工法である。

当社は、いわゆる「だるま落とし」のように、ビルの下階から各階を順次解体し、地上レベル付近だけで解体作業を行う鹿島カットアンドダウン工法 (KC & D工法) を開発し、鹿島旧本社ビル2棟 (第1棟: 地上17階・高さ65m、第2棟: 地上20階・高さ75m) の解体工事に採用した。高層ビルへの適用は世界で初めてとなる。

■工法概要■

本工法は建物の1階の全ての柱部分に油圧式のジャッキを設置して、2階以上を支持し、1階部分の柱を切断しては、ジャッキの伸縮を繰り返して、上層階を下降させ、梁や床を解体する。この作業を繰り返すことにより建物を下階から順に解体する。(写真1、写真2、写真3)

本工法では、建物の基礎部分と上部構造が1階で切断された状態となる。そこで建物が地震時に転倒することを防止するために建物内部に「コアウォール」を構築し、建物基礎部分と解体する地上階とを「荷重伝達フレーム」で連結させ、解体作業中においても既存建物と同等の安全性を確保する。(図1)

また早期地震警報を活用した各種制御システムを組み込み、解体工事中の安全も確保している。

■特徴■

本工法には、以下のメリットがある。

- ・下層階で梁・床・外装の解体作業を行うため、騒音や粉塵の飛散抑制など、環境に与える影響を低減できる。

- ・解体工事に伴い発生する廃棄物を、資源としてリサイクルするための分別作業を進め易い。従来工法による内装材リサイクル率の標準が約55%であることに對して、今回の工法では約93%となった。また建物躯体を含めリサイクル率は99%であった。
- ・上層階は、外部足場もなく、外装材もそのまま下降させることができるので、特に市街地での工事においては近隣への不安感を抑制できる。
- ・建物の上階に昇って解体する作業工程が削減されるため、高所作業や落下危険性に対する安全性が向上する。
- ・従来工法では高層階からクレーンやエレベーターで廃材を下に降ろしていたが、今回工法では地上近くに降りてから搬出できるため、荷降ろしの手間が省け、効率的に作業が行える。
- ・常に囲まれた中での作業となり、解体現場がいわば環境に配慮した工場のように機能する。

■今後の展望■

本工法の適用対象としている建物は、20階建て程度の鉄骨造ラーメン構造だが、今回の工事で得られた技術的知見をもとに、環境配慮・施工効率の向上、コスト低減など、本工法の更なる展開を図り、将来の超高層ビル解体に向けて汎用性を高めていきたいと考えている。

(こばやし みのる/鹿島建設株式会社建築管理本部
建築技術部技術コンサルグループ)



写真2 油圧ジャッキ (1階) 梁床解体 (2階解体作業階)

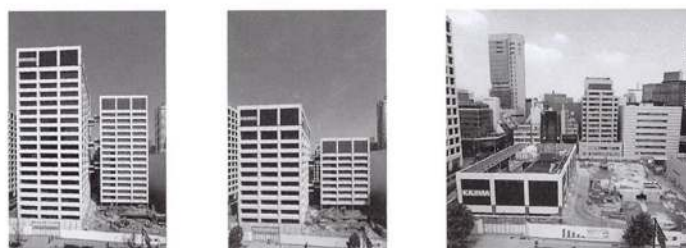


写真1 ジャッキダウン工法を適用したビル解体施工例

タワースマートシステム

在田浩徳



写真1 工事状況

■はじめに■

携帯電話に代表される移動通信機器の普及にはめざましいものがあり、通信エリアの拡大・安定化を目的にその通信拠点となる施設が盛んに建設されている。通常、これらの施設には大規模な通信鉄塔が構築され、鉄塔本体に外装を施すなどして、地域の景観や環境との調和を重視したデザインが積極的に導入されている。

これに対し鉄塔工事は、高所で足場の悪い状態での作業を強いられ、施工中の周辺環境への配慮、墜落災害、飛来落下等の安全面で十分満足できる状況ではなかった。

タワースマートシステムによる鉄塔工事は、従来工法の課題をクリアし、狭い敷地、マイクロ波等の近接による上空制限下でも、安全に快適に作業できる環境を提供可能な技術である。

■工事概要■

タワースマートシステムが採用された工事は、京都駅の南、名神高速道路の京都南ICの近くに位置する、「NTT DoCoMo関西・京都ビル 鉄塔新設工事」である（写真1）。新設鉄塔の隣には、NTTコミュニケーションズの鉄塔があり、ここから北東方向の比叡山のアンテナに向けてマイクロ波を飛ばしている。

工事中にクレーンがマイクロ波を遮ることがなく安全に作業できること、合わせて隣の敷地や道路の占有を極力避けることが、タワースマート採用の背景にあった。

■システムの概要■

(1) 構成とねらい（図1）

タワースマートシステムは、「揚重・搬送システム」、「外周養生システム」、「クライミングシステム」の3つのサブシステムで構成

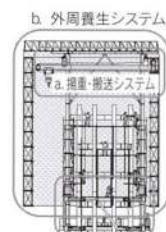


図1 システム構成

される。設置スペースを低減するため、システム全体を鉄塔本体に支持、クライミングする方式を採用し、作業時の墜落・落下に対する安全確保のため、システム全体を覆う外周養生を設けて高所でも安定した作業空間を確保できるようにした。その結果、補強を施すことなく鉄塔本体の構造耐力だけでシステムが設置可能になるとともに、雨・風の影響も少なく、品質を確保しつつ安全に工事を進めることができた。

(2) サブシステムの概要

a. 揚重・搬送システム

資材を地上約100mまで垂直揚重後、荷の吊り替えなしに水平搬送し、施工階の所定位置に搬送可能な機能を有している。本システムは鉄塔外周四隅に配置された4本のマストで支持され、10.5mまでの鉄骨柱を水平搬送できる高さを有している。オペレーターは施工階に位置し、実際の吊り荷の動き、作業員の作業状態を直接目視しながら、合図を交わして操作を行なう。

b. 外周養生システム

作業エリアの外周、頂部、床の3ヶ所の養生材で構成される。外周部は揚重・搬送システムを支える4本のマスト廻りに、地上100mの風圧に耐えうる鋼製のトラス材を配置させ、その全面にメッシュシートを被せ、外部からの明るさを確保しつつ、雨・風が作業エリアに侵入しないようにした。頂部については、中央部から両サイドに勾配を設けてシートで覆い、雨水が作業エリアに侵入しないようにした。床については、施工階レベルに位置する上部ベースと建て方完了した鉄塔内部に隙間のない段差レスの作業床を設け、作業員が常にフラットな床上で作業できるようにし、高所でも1階床上作業と同等の作業性を確保した。

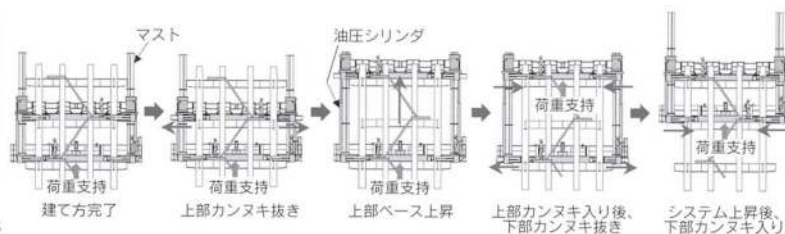


図2 クライミング手順

c. クライミングシステム (図2)

マスト下部に取り付けられた下部ベースと、下部ベースから4本の油圧シリンダで支持される上部ベースで構成される。上部ベースは油圧シリンダの動きに応じ、ガイドローラーを介してマストに沿って上昇・下降できるようになっている。各ベースには、鉄塔の梁に出し入れ可能な伸縮式のカンヌキ材があり、このカンヌキ材を梁上に位置させて鉄塔本体に支持するようになっている。通常作業時は下部ベースのカンヌキ材を梁に預けシステム全体を支持するが、クライミング時には、カンヌキ材の出し入れと上部ベースの上昇・下降動作で、各ベースを梁に交互に預け、尺取り虫の要領でクライミングを行なう。

■工事内容■

(1) 施工手順 (図3)

下層部の鉄骨柱重量が一般部より重く、また、最下部のプラットホームをタワースマートシステムの組立・解体作業床として活用するため、1、2節の鉄骨は敷地内に設置した200t油圧クレーンで施工した。システム組立て後、柱1節毎の建て方とクライミングを交互に行ない、プラットホームを除いた塔体本体の工事を行なった。最頂部の小鉄塔完成後、最下部のプラットホームまでシステムをクライミングダウンさせ、揚重・搬送システム、外周養生システムの2つを解体した。その後、残ったクライミングシステム上部にプラットホームの平面寸法に見合う作業構台を取り付け、1段分のプラットホームの資材を投入し、再度クライミングを行なった。同様の作業を繰り返し、最上部のプラットホームから順に下方のプラットホームを構築した。

(2) 塔体工事 (写真2)

塔体は、全天候型の作業空間内で建て方作業

を行なった。鉄骨等の資材は、吊り替えなしで施工階の取付け位置に搬送され、作業員は隙間のない作業床を移動し、あたかも1階床上と同じような感覚で作業を進めた。柱上部の高所作業は、システム内に設置された足場を使って、安全に確実に作業を行なった。建て方後の溶接、溶射（溶接部位に現場で行なう耐食を目的とした表面処理）、塗装作業も、雨、風の影響を受けることなく、予定通り作業を進めることができた。鉄骨建て方～塗装までの一連の作業を柱1節毎に繰り返して行なう手順で、安定した足場、養生材も毎回同じように確実に準備されるため、9～11日の安定した施工サイクルで工事を進めることができた。最頂部の小鉄塔を構築した後、屋根シートを撤去し、上部を開放状態にしてシステム全体をクライミングダウンさせた。

(3) プラットホーム工事 (写真3・写真4)

準備作業として、システムを組立てた最下部のプラットホーム上で、揚重・搬送システム、外周養生システムの解体を行ない、残ったクライミングシステム上部に作業構台の取付けを行なった。プラットホームの施工は、この作業構台に資材を一括取り込みし、所定位置にクライミングした後、作業員が構台上に乗り込み、塔体本体から約4m跳ね出した鉄骨の組立てを行なった。塔体工事で異なり、天候不良による作業中断が3日ほどあったが、塔体から跳ね出した部位でも常にフラットな床上で作業ができ、従来工法に比べ作業性の向上、安全確保の面で大きな効果が得られた。一つのプラットホームが完成すると、作業構台を一旦クライミングダウンさせ新たな資材を取り込み、上から下に順番にプラットホームを構築した。プラットホームの完成に合わせ、塗装の補修工事を上部から順に施し、最終仕上げを行なった。

■タワースマートを採用して■

(1) 適用の効果

高所で足場の悪い作業環境ゆえ、作業足場の設置、飛来・落下の安全対策を施すにも危険作業をとまなう鉄塔工事において、作業エリアの外周を完全に覆った作業空間を提供し、作業に必要な足場も一体化して工事進捗とともに一括で設置替えできるシステムは、これまでの鉄塔工事にはない画期的なものと言える。また、雨・風の影響を受けることが少なく、溶接、溶射等の品質確保も容易になる。何よりも天候不良による工事中断が減り、工程管理がやり易く、工期の遵守も容易となる。高所からの墜落・飛来落下の危険も低減でき、工事中の安全性も大きく向上した。

(2) 今後の課題

従来工法に対し、品質確保、工期遵守、安全性向上の面では大きな優位性を得られるが、一番の課題はシステムにかかるコストであると言える。鉄塔自体も高さ、形状とも様々であり、建築生産分野では、一つの生産機械システムを広く適用展開するには、機器仕様、フレーム構成等にフレキシブル性が強く求められる。今回行なった「既存タワークレーンのマストを転用する」など、構成機器に既存部品、一般汎用品を採用するなどの創意工夫もさることながら、鉄塔新設工事だけでなく解体工事にも市場ターゲットを広げて考えることは、今後とも重要と考える。

(ざいた ひろのり/清水建設衛生生産技術本部機械技術部)

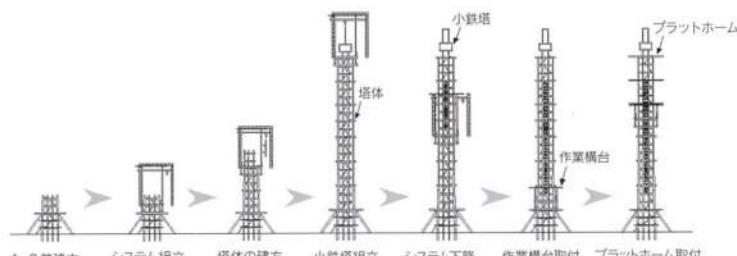


図3 施工手順



写真2 塔体工事



写真3 外周養生解体



写真4 プラットホーム工事全景

移動架構工法の変遷と「多段階リフトアップ工法」の開発

嘉本敬樹

■はじめに■

1980年代以降、健康・スポーツ・余暇、さらに環境との調和などのニーズと、都市が全国に拡大していく流れが相俟って、体育館、ドーム型球場、多目的ホール、大型駅舎、空港施設など大空間構造物の需要が増大してきた。大空間構造物の施工には、これまで大量のステージを架けて高所で部材を組み立てる工法がとられてきたが、高所における安全性の確保や、短工期化、低コスト化の厳しさが増してきた結果、このような課題を同時に解決できる新工法の確立が求められるようになった。

このニーズに応えるため、「リフトアップ工法」、「プッシュアップ工法」、「トラベリング工法」の3工法を基本とする「移動架構工法」が開発され実用化されている。これらはいずれも、大架構の屋根や床などを含む架構の一部あるいは全てを水平もしくは垂直方向

に移動させるものであり、施工条件に応じて最適な工法を選定する。「移動架構工法」は、時代の要請に応えた大空間構造物施工のトータルシステムであり、作業の安全性確保、工期の短縮、コストの低減などに多大な成果をあげている。

本稿では、上記3工法の特徴を主な施工物件を例に挙げて紹介すると共に、リフトアップ工法を世界初の3棟連結型超高層マンションに適用した「多段階リフトアップ工法」の実施について報告する。

■リフトアップ工法■

リフトアップ工法は、地上で組み立てた大架構を、本設柱（あるいは仮設柱）に反力を取りワイヤ等で吊り上げる工法で、この原理は1913年にアメリカで考案されている。一方、わが国では、1958年に東京タワーのアンテナ部がリフトアップ工法により施工されている。建築においては、1962年銀座三愛ビルで、5階からR階までのスラブを、先立てしたコア鉄骨から吊り上げたのが最初である。その後、施工監視・制御システムの開発を経て、1992年には梅田スカイビル（図1）で1,040t、147mという空中庭園のリフトアップに成功。さらに1995年にはナゴヤドームで、世界最大級の重量10,300tのドーム屋根をリフトアップした実績がある。

■プッシュアップ工法■

リフトアップ工法が柱の上部から大架構を吊り上げるのに対して、大架構をジャッキなどを用いて下方から押し上げるのがプッシュアップ工法である。この工法は、リフトアップ工法が採用できない場合（揚体より高い位置に反力を取ることができない場合等）に用

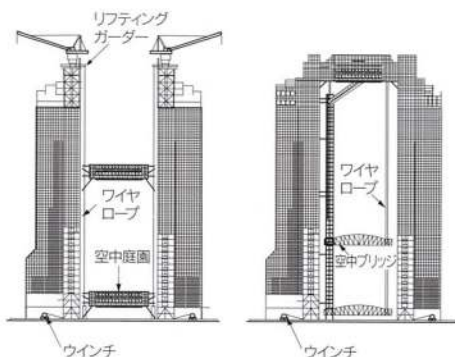


図1 リフトアップ工法（梅田スカイビル）

いられるほか、図2に示すようなパンタドーム構法の建物の施工に最適な工法である。

1975年に東洋鋼鈑下松工場体育館の建設で本工法が採用されて以来、1983年の神戸市ワールド記念ホールのパンタドーム（1,450t）、1994年のなみはやドーム（1,670t）、2000年の日石三菱下松石炭中継基地（6,500t）などの施工実績がある。

■トラベリング工法■

トラベリング工法は、横引き工法、スライド工法とも呼称され、構造物の周辺に敷地の余裕がなく、またクレーンの作業に制約がある場合などに最適な工法である。本工法では、図3に示すように大架構をいくつかのブロックに分割し、クレーン作業が可能な場所で1ブロックずつ組立て、これを順次横移動させながら架設していく。よって、組立て場所を一定の場所に固定できるため、営業や生産施設に与える影響を最小限にとどめて、新築・増築が可能である。

1989年に竣工した横浜アリーナ（3,070t）のトラベリング工事にあたっては、ダブルシュートラベリング工法、大ブロック連結トラベリング工法が開発され実施された。1994年、小田急電鉄相模大野駅ビル（2,868t）においては、列車運行中の昼間に、鉄道軌道上の大架構トラベリングを成功させ、本工法の信頼性が高く評価された。

■多段階リフトアップ工法■

移動架構工法の歴史は、東京タワーの建設工事から数えて50年の節目の年をむかえる。この間、油圧ジャッキ、滑りシューの改良、

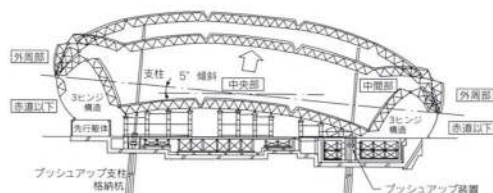


図2 プッシュアップ工法（なみはやドーム）

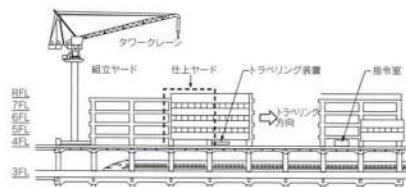


図3 トラベリング工法（新幹線博多駅ビル）

表1 建物概要

建物名称	アイランドタワースカイクラブ
建築地	福岡県東区照葉3丁目
建築主	新栄住宅株式会社
設計監理	竹中工務店・司建築設計事務所 設計監理共同企業体
施工	竹中・松本建設工事共同企業体
建物用途	共同住宅
階数	地下1階、地上42階
最高高さ	145.3m
建築面積	6,997.58m ²
延床面積	60,831.26m ²
構造種別	鉄筋コンクリート造 鉄骨造、鉄骨鉄筋コンクリート造
構造形式	耐震壁を有するラーメン構造 基礎免震構造、制振構造
基礎形式	鋼管場所打ちコンクリート掘底杭

計測管理技術の進歩、制御システムの開発など、様々な要素技術の発展と共に日々進化してきた。

以下では、2007年～2008年にアイランドタワースカイクラブ（表1）で実施したリフトアップ工事について報告する。この建物は、地上42階建てのスレンダーな3棟の超高層建物を、3層のスカイガーデンによって連結するという世界初の構造形式を持つ免震・制振超高層RC造集合住宅である。

図4に示すように、各棟は1辺約21mの正方形をした平面形状で、アスペクト比は7程度と大きく、各棟単独では構造的に成立し難い形状である。そこで建物中心に対して各棟を120°回転配置し、各棟を3箇所のスカイガーデンで連結することによって、水平方向・ねじれ方向の剛性を向上させ、耐震安全性と居住性を高めている。スカイガーデンは鉄骨トラス造で、15F・26F・37Fの床レベルに連結され、緑豊かなコミュニティ広場としても利用される。

施工中に発生しうる地震に対しては、各棟が単独で自立できる限界高さを解析により求め、それまでに3棟を連結する必要があった。そこで、躯体工事のタクト工程6日ピッチを中断せず、安全な施工を行なうため、直下層にて外装パネルまでの施工を完了させたスカイガーデンを、約30m上部に吊り上げることを繰り返す、「多段階リフトアップ工法」（図5）を開発した。

リフトアップ工法自体はこれまでも多くの実施例があるものの、今回のように本体の主架構がRC造であるケースは少ない。高密

度に配筋されたPCa部材に、リフトアップ荷重を受ける鉄骨ブラケットをアンカー固定させることが困難であったため、棟間に架け渡した3台のリフティングガーダー（仮設鉄骨）の上に各2台の油圧ジャッキを配置し、6点吊りのリフトアップとした。ジャッキシステムは、工程上の制約から1日でリフトアップを完了する必要があったため、高速リフトアップ（毎分25cm）が可能なダブルツイングジャッキを採用した。

実施した3回のリフトアップに際しては、司令室に設けた制御盤とパソコンにて荷重と変位を集中制御し、高さ約30m、重量約300tのリフトアップをほぼ計画どおりの時間（3～3.5時間）で完了することができた（写真1）。さらにスカイガーデンにおける高所作業の削減とともに外部足場が不要となり、安全性・生産性が著しく向上した。今回の多段階リフトアップ工法で得られた成果は大きく、リフトアップのみならず、トラベリング

工法などへの展開も期待できるものとなった。

■今後の展開■

今後の移動架構工法は大空間構造物の施工に限らず、鉄道上空の有効利用や、建物を使用しながらの増・改築工事、歴史的建造物保存などのニーズに対応する技術として発展していくと予測される。また前章に示した免震、制振機能を組み合わせた複雑な架構形式の構造物の施工に対応し、高い施工品質、高い生産性、安全性を確保する工法として期待される。

これまで蓄積してきたノウハウと経験を活かし、新しい技術と融合させることで、さらなる進化を遂げた移動架構工法を実現することが求められている。

（かもと けいじゅ／藤竹中工務店 技術研究所
新生産システム部門 研究員）

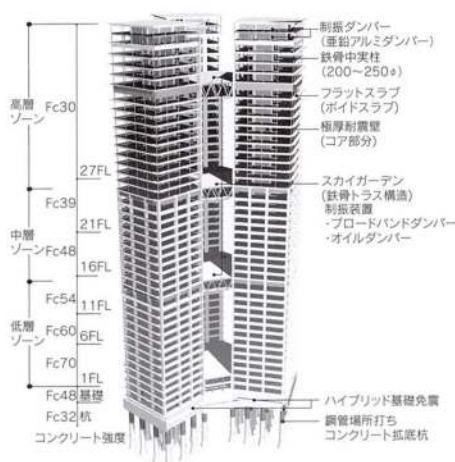


図4 構造概要

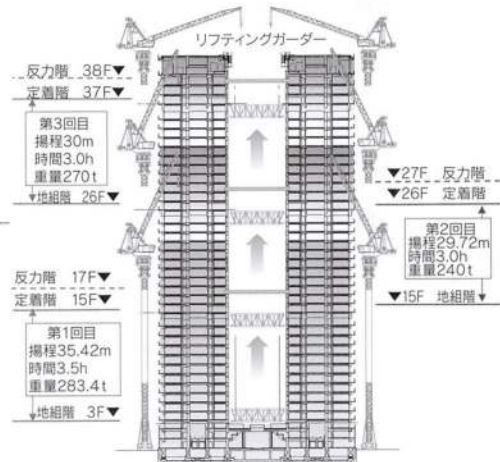


図5 多段階リフトアップ概要



写真1 リフトアップ状況

スリップフォーム工法

淀川 桂

■スリップフォーム工法とは■

スリップフォーム工法は、型枠（Form）をジャッキによりコンクリートの表面を滑らせ（Slip）上昇させながら連続的にコンクリート打設を行い構造物を構築する工法で、もともとヨーロッパで考案された。日本でも昭和初期に、手動ジャッキによる単純な機構の装置を用いた施工記録が残っており、建設業における「機械化」の先駆けと言えよう。その後昭和40年代中頃、ゼネコン各社が油圧ジャッキによる上昇・直径・壁厚等の調整機構を備え「機械化・自動化」した工法を、ドイツ・スウェーデンなどから導入した。大林組では独自に改良を加え、複雑な形状変化に対応できる型枠機構と、高度に自動化した精度管理システムを備えた「Newスウェー工法」を開発・保有しており、68件の適用実績がある。

■スリップフォーム工法の特徴■

（1）スリップフォーム装置の概要

スリップフォーム装置は図1に示すように、主に①型枠②鉄筋組立・コンクリート打設・壁面補修等の一連の作業を行う作業床③型枠および作業床を支持するヨーク④装置を上昇させる上昇ジャッキ⑤ジャッキの反力材となり作業時の全ての鉛直荷重を支持するロッド⑥平面形状を変化させる各種調整機構⑦形状変更の反力材となるビーム⑧コンクリート・鉄筋等の揚重・分配設備により構成される。

さらに、これらの装置をリアルタイムで計測・制御する精度管理システムや、コンクリートの若齢強度を算出し脱型時の初期圧縮強度を管理するシステムを備え、機械化・自動化・省力化が図られている。

（2）スリップフォーム工法のメリット

スリップフォーム工法には、以下のような特徴があり、工期短縮や品質と安全性向上の面で大きなメリットがある。

- ・連続施工により打継ぎのないコンクリートを構築できる
- ・滑らかな形状変化に対応可能で自由な形状のコンクリート構造物を実現
- ・1日に数mというスピード施工が可能
- ・装置と一体で上昇する安定した作業床上で安全・確実に施工できる

（3）スリップフォーム工法の適用範囲

煙突・サイロ・高架水槽・管制塔・電波塔・展望台・橋脚・ピルのコア等…自由な形状のRC造塔状構造物に適用でき、円筒形ばかりでなく、図2のような特殊形状も施工可能である。

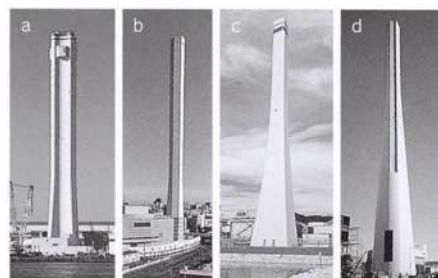
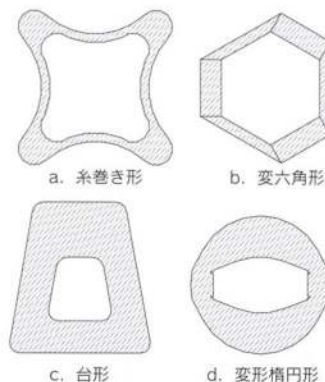


図2 特殊形状構造物の施工例

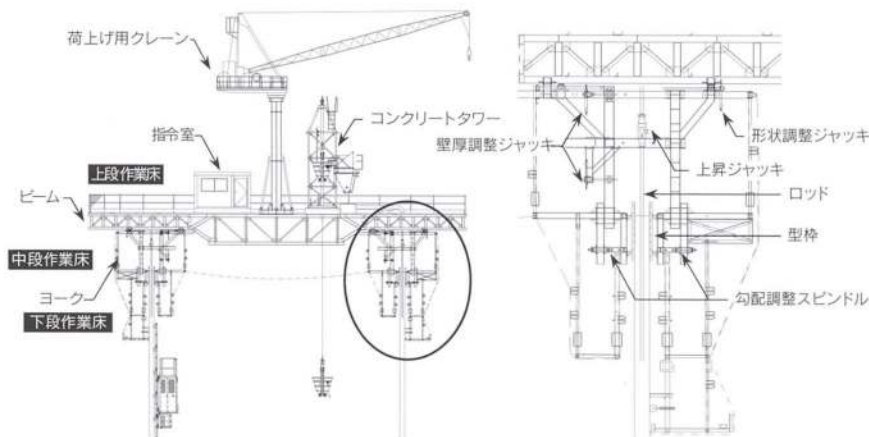


図1 スリップフォーム装置

■精度管理システム■

さまざまな形状調整機構を備えるスリップフォーム工法における精度管理は、特に特殊形状構造物の施工時には重要な課題となる。このため、コンピュータと各種センサーを用いて高度に自動化した精度管理システムを備えている。(図3参照)

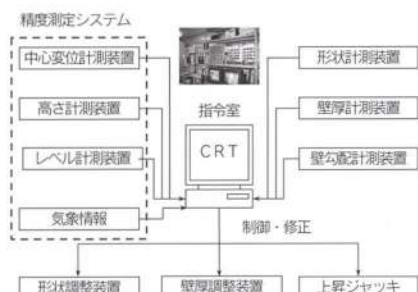


図3 精度管理システム概略図

躯体高さ・形状・壁厚・勾配・中心位置のずれおよび気象情報等、施工中のあらゆるデータが自動計測され、指令室のコンピュータで計算・表示される。(写真1参照) このシステムにより、スリップフォーム装置をリアルタイムで監視・コントロールすることができるため、複雑な形状の構造物を高精度に施工することが可能となった。

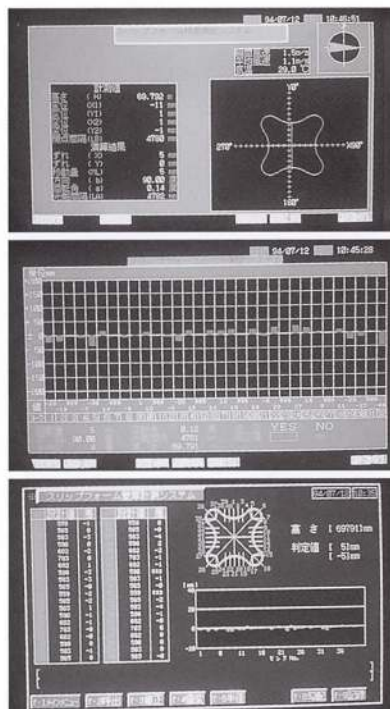


写真1 精度管理システム表示例

■スリップフォーム工法の応用例■

(1) スリップアップ工法

「スリップアップ工法」は、RC塔状構造物を短工期で施工する「スリップフォーム工法」と大型鉄骨屋根を地上で組み立て所定の位置

まで引き上げる「リフトアップ工法」を一体化した、画期的かつ合理的な工法である。

スリップフォーム装置に鉄骨屋根を搭載して同時に上昇させるため、大規模な石炭サイロ等の建設に①工期短縮②品質向上③安全性向上等のメリットがある。一方実施にあたっては、大規模重量鉄骨を支持するスリップフォーム装置および接続部の詳細検討や、地震・風等の施工中の水平力に対する若齢コンクリート強度の検討が必要となる。



写真2 スリップアップ工法施工例(中央)

(2) スリップジャンプ工法

「スリップジャンプ工法」はスリップフォーム装置を用いてジャンピング方式の施工を行う工法である。一般にスリップフォーム工法は鉛直方向のRC壁を急速施工するために有効な工法であり、フロア毎の梁・スラブ等水平取合いの多い建物ではメリットが得られにくい。スリップフォーム工法の型枠機構を応用し、微妙に壁勾配が異なる滑らかな曲面を持つ建築物に適用した。在来工法と比べて1ロットごとの型枠の外しおよびリセットが不要のため、型枠工事の省力化につながる事例もあり、特殊形状のRC建築物に対して適用検討の余地がある。



写真3 スリップジャンプ工法施工例

(3) ハイブリッドスリップフォーム工法

「ハイブリッドスリップフォーム工法」は、山間部の高橋脚特有の施工条件を考慮して考案された工法である。(旧日本道路公団殿と共同開発) 従来の橋脚構造に替えて施工のたやすい構造=「鋼管・コンクリート複合構造」を用い、その構造に適した施工法=「スリッ

プフォーム工法」を組み合わせることで、大幅な省力化を実現している。先行建方した鋼管から吊り降ろしたPC鋼より線を介して支持されたスリップフォーム装置により、コンクリート工事を行い、鋼管・コンクリートの一体構造とする。スリップフォーム装置はコンクリート打設終了後リフトダウンを行い地上で解体するため、作業の安全性も高い。

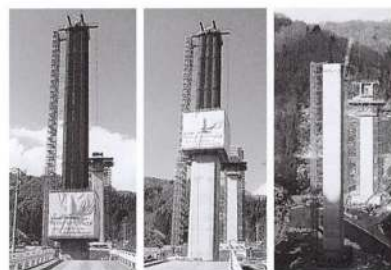


写真4 ハイブリッドスリップフォーム工法施工例

■将来への展望■

近年、高性能の混和剤や添加材の研究を背景に高強度コンクリートが開発されると同時に、鋼材価格の急激な上昇や需給環境の逼迫により、鉄筋コンクリート造が見直されている。また、環境意識の高まりとともに、煙突・サイロ・各種タワー等にも機能性だけでなく美観・周辺環境との調和・ランドマーク性などが求められている。

スリップフォーム工法は導入以来約40年を経て、時代のニーズに応じた様々な技術開発を加えながら、各種コンクリート構造物を自由な形状で高精度に施工できる工法として定着してきた。さらに、精度管理システムや機械式型枠機構等の個々の要素技術や、施工性および品質向上を目指したコンクリートの研究などの周辺技術は、一般建築工法にも応用・活用されている。

建設業における機械化・自動化・ロボット化は、建築物が一品生産品であるため難しい側面があるが、「3K」と言われた作業環境・熟練労働者の高齢化・若年労働者の建築離れ等の解決策として、積極的に取り入れるべきと思われる。

スリップフォーム工法は、形状の自由度の高さ・施工精度の向上に加え、機械化による省力化・作業の安全性の向上が図られ、今後も新たな技術の展開・さらなる用途拡大が期待される。

(よどがわ かつら/大林組建築本部特殊工法部)

全自動油圧式 コンクリート 圧縮試験装置

森 智司

■装置概要■

本装置は、耐圧試験機・供試体供給ワークローダー・データ処理装置（試験室内パソコン）から構成され、試験の流れは、以下の通りである（図1、写真1）。

- ワークローダーに平面度チェックをしながら供試体を試験順に並べる。
- 試験室内パソコンで試験計画ファイルを作成（供試体の情報を入力：コード番号、呼び強度、設計強度、混和剤の種類、材齢、養生方法等）し、順に測定開始命令を試験機に発信する。
- 供試体用ワークローダーは、試験機本体との通信により、供試体を順次供給し、同時に1本前に試験を終了した供試体を排出し、排出された供試体はベルコンで廃材置き場へ自動的に運ばれる。
- 耐圧試験機は、ワークローダーから供給された供試体をJIS A 1108の試験方法により自動で圧縮強度試験を行い、測定した最大荷重を事務室内パソコンに通信する。
- 試験室内パソコンは、受信した最大荷重から圧縮強度を計算、記憶・表示させ、報告書を作成する。

今回導入した装置は、計装部をパソコン制御からPLC制御に替えた結果、載荷速度を管理しやすくし、強度の高い供試体が爆裂しないように改良したものである。また、試験中に荷重と耐圧試験機シリンダーの動きを監視し、供試体のひずみが急激に増加し始めた時点で油圧バルブをロックする機能を付加した（図2）。

■仕 様■

〈耐圧試験機〉

1) 試験機本体 負荷方式：油圧式 最高圧力 3kPa以下 最大容量：1MN (1000kN)
負荷方法：自動／手動切替 構造：下部シリ

ンダー式 油圧回路：ポンプ+圧力チェック
弁付き回路 圧力センサー：歪みゲージ式
その他：位置ずれセンサー付

2) 計装部 機能：油圧制御（バルブコントロールによる圧力制御機能）PLC（Programmable Logic Controller）制御方式
機器間通信：データ処理PC LAN接続
ワークローダー PIO接続 荷重表示：デジタル表示 1999.9kN 分解能 0.1kN
負荷速度表示：99.9kN/sec（但し $\phi 100$ mm供試体対象）荷重精度：各レンジの20%以上において指示値の $\pm 1\%$ 以内 レンジ切替：500/1000kN 2段切替 表示モード切替：ピークホールドON/OFF 荷重バックアップ：メモリーカード

〈試験供試体供給ワークローダー〉

対応供試体サイズ： $\phi 100$ mm×高さ200mm
ストック数：6本／列×13列＝78本 搬送部：エアシリンダー2段駆動 試験機直前待機機能付き 計装部：PLC制御方式
〈データ処理装置（事務室内設置用）〉
OS：WindowsXP ソフト：専用データ処理プログラム

■あとがき■

本装置は、これを導入したことで目的としていた試験の迅速化・能率化・均一化が図られ、試験担当者は時間的な余裕が得られたとともに、試験そのもののヒューマンエラーが減少した。しかしながら、偶然によるゴミやコンクリート破片の挟み込みなど、本来の強度が得られない事態の発生等、完全とは言えないケースが考えられる。最終的には、試験前の準備とチェックの徹底、異常時の判断能力等、試験要員の技量が重要と考える。

（もり さとし／財団法人日本建築総合試験所試験
研究センター材料部中央試験室室長）

現在当試験所では、本部中央試験室・大淀試験室・堺試験室・京都試験室・加古川試験室および神戸試験室の6試験室において、 $\phi 10$ cm×20cmのコンクリート圧縮試験を年間約21万件（63万本、平成19年度実績）実施しており、このほとんどは全自動圧縮試験装置によるものである。

コンクリート圧縮試験の自動化への歩みは、1982年から始まり、当時施設整備として試験業務の迅速化・能率化・均一化を目的に計画した、全自動100tf油圧式コンクリート圧縮試験装置を同年度3月に堺試験室に導入し、コンクリート圧縮試験の自動化に成功した。しかし、当時この装置は非常に高価であり、大きな設置面積を要することから、全ての試験室（当時神戸試験室を除く5試験室）に導入することは躊躇され、しばらくは全試験室に普及出来なかった。しかし、その後の試験依頼の増加に伴い試験の自動化が避けられなくなり、価格の低減・設置面積のコンパクト化に成功し、1991年から各室に2台ずつ、少しずつ改良を重ねながら導入してゆき、1995年には上記5試験室全てに、また、1998年には新設の神戸試験室に導入した。

ここでは、昨年度末に導入した最新の全自動1000kN油圧式コンクリート圧縮試験装置を簡単に紹介する。

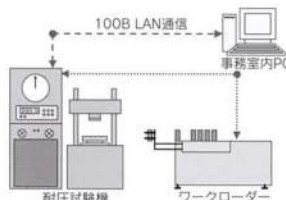


図1 試験機の概要



写真1

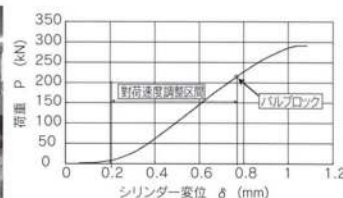


図2 荷重(P)－シリンダー変位(δ)関係（一例）

各論1

双腕作業機 ASTACO

石井啓範

■開発の背景■

近年、地球温暖化・資源枯渇など地球環境問題のクローズアップとともに循環型社会の構築が求められるようになってきており、各産業分野において、リサイクルに関する各種法整備がなされている。こういった流れを受け、元々は掘削機械として開発されてきた油圧ショベルをベースとして、これまで、各種解体や産業廃棄物処理などの複雑作業に対応した様々な作業機械が開発されてきた。今後は、さらなる複雑作業への対応が求められるものと考えられる。

ここで、力と複雑さを軸にとって、作業機械の適用範囲について考えてみる（図1）。

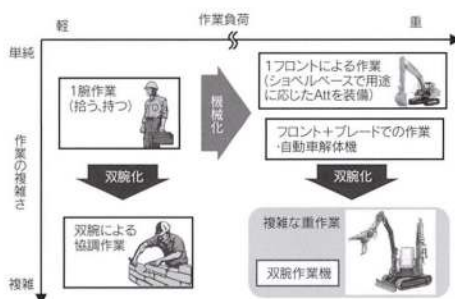


図1 作業機械の適用範囲

単純で軽負荷な作業では、人間が片腕、もしくは両腕を1つの腕のように用いて対応している。作業内容が複雑になった場合の人間の対応を見てみると、人間は2つの腕を協調させることによって、複雑な作業に対応していることがわかる。一方、作業負荷をより増大させた延長に作業機械があると考え、作業内容に応じて、フロントに特殊なアタッチメントを装備した作業機械が多種多様な産業分野で重用されている。ここで、さらなる複雑作業への対応を視野に入れた場合に、人間と同様に2つのフロントを有することがひとつの解決方法ではないかと考えるに至り、より高度なハンドリング作業の実現を目指し、2つのフロントを有する双腕作業機ASTACOを開発した。

■双腕作業機ASTACOの概要■

開発したASTACOの全体写真を図2に、ASTACOの仕様を表1に示す。ASTACOの主な特徴は以下のとおり。

・本体は当社の油圧ショベルZaxis70をベー

スとしている。

・フロント（腕）は、右腕は高所作業とハンドリング等の軽負荷を主目的としてミニショベルZaxis35U木造家屋解体機を、左腕はブレイカやカタ作業等の重作業を対象としてミニショベルZaxis50Uのフロントを装備している。

・油圧システムは、1つのポンプで多数のアクチュエータに対応可能なロードセンシングシステムを採用している。

・操作方式は、1つの操作装置で1つのフロント操作が可能で、しかも長時間作業時にも疲労が少ない速度指令式ワンレバー操作方式を採用している。

表1 ASTACO仕様

		双腕作業機ASTACO (Att仕様)	
		左腕	右腕
仕様	運転質量	kg	8710
	機体質量	kg	6880
	標準シュー幅	mm	450/バットクローラ（分割式）
性能	接地圧	kPa(kg/cm ²)	40(0.41)
	走行速度(高/低)	km/h	5.0 / 3.4
エンジン	名称	いすゞCC-4JG1	
	定格出力 kW/min-1 (PS/rpm)	40.5/2100(55/2100)	
	総排気量(総排気量) L(cc)	3059(3059)	
油圧装置	油圧ポンプ形式	可変容量型ピストン式×2 歯車式×1	
	主リリーフ弁セット圧 MPa(kg/cm ²)	24.5(250)	
	旋回油圧モータ形式	定容量型ピストン式×1	
	走行油圧モータ形式	可変容量型ピストン式×2	
	フロント自由度	4	
フロント	取付可能アタッチメント自由度	2	
	アタッチメント形式	油圧式カタ	全旋回式 フォークグラップル
	ブームスイング角度(左/右)度	70/30	30/45
油類容量	燃料タンク容量 L	100	
	作動油タンク容量 L	全量100(タンク基準レベル60)	
	エンジンオイル交換量 L	12	
作業範囲	最大作業半径 mm	6540	6770
	最大作業深さ mm	3820	1980
	最大作業高さ mm	5800	7600
	最大ダンプ高さ mm	3740	5220
	フロント最小旋回半径 mm	2970	2690



図2 双腕作業機ASTACO

■操作方式■

次にASTACOの操作方法について述べる。

ASTACOでは1つの操作レバーを1つのフロントに対応させるワンレバー操作方式を採用し、2つのフロントの同時操作を可能としている。ここで、ワンレバー操作方法として一般的によく用いられる位置指令方式、いわゆるマスタ/スレーブ方式と、通常のショベルに採用されている速度指令方式の比較について述べる(表2)。マスタ/スレーブ方式とはマスタである操作レバーとスレーブであるフロントが相似形を成すのが一般的で、マスタレバーの姿勢を変化させると、スレーブがその動きに追従して同じ姿勢をとるシステムである。マスタとスレーブが同じ姿勢となることから非常に直感的に操作がしやすいという利点を持っているが、フロント先端の位置を常に指示する必要があるため、マスタを常に広い範囲で動かす必要があり、長時間使用時のオペレータの疲労が大きな問題点となる。一方、速度指令方式とは通常のショベルと同様にフロントの速度をレバー角度によって指令する方式である。

速度指令方式ではレバーを大きく動かす必要が無く、長時間作業時でも疲労が少ないという利点があるが、操作レバーとフロント形状の相関性が薄いため、直感的に操作できないことが問題として挙げられる。そこでASTACOでは、双方の利点を生かすべく、操作時の疲労が少ないとされる速度指令方式をベースとし、レバーの構成・配置を工夫することで、直感的な操作が可能な速度指令式ワンレバー操作方式の考案した。

現在ASTACOに搭載している速度指令式

ワンレバー操作方式の構成について述べる(図3)。図に示すように、操作アームの先端に3自由度(上下・前後・回転)のジョイスティックを横置きに配置し、操作装置自体も根元のブラケット部分で左右に揺動する構成としている。このような構成とすることで、オペレータはアームレストに前腕を乗せたままの状態でもフロントを操作することができ、疲労することなく長時間作業時に対応可能となる。また、オペレータは「フロント先端のアタッチメントを動かしたい方向に操作レバーを動かす」というイメージで操作することができ、直感的な操作が可能となる。操作レバーの各自由度と、フロントの各自由度の対応を図4に示す。なお、アタッチメントについては操作レバーに配したスイッチにより操作する。

■作業対象■

現在、主に解体・スクラップ業者を対象としてフィールドテストを実施している。これまで実際に操作いただいたユーザからは、本機の操作システムは自由度が多い割には直感的に操作でき、かなり複雑な操作も可能であるとの評価を得ている。フィールドテストにより、操作自体は数日で慣れることができ、双腕を駆使してトタンの折り曲げや不定形構造物の任意箇所切断など、単腕では困難あるいは不可能な複雑・重作業も行えることを確認した(図5)。

今後は実用化に向けて、さらに実現現場でのフィールドテストを行っていく予定である。

(いしい あきのり/日立建機 技術開発センタ)

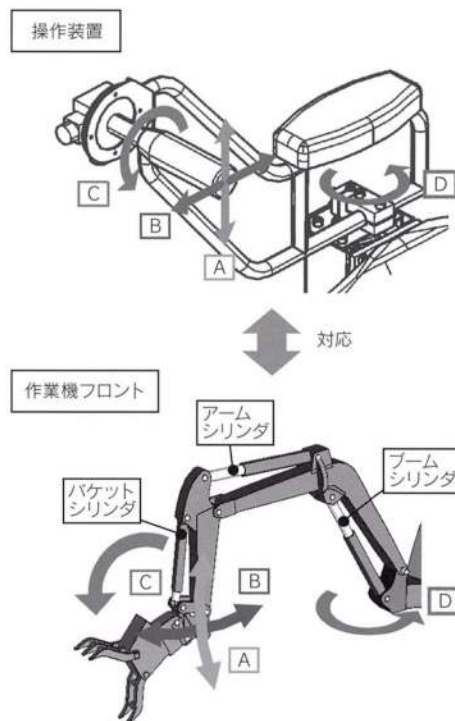


図4 自由度対応



図5 フィールドテスト

表2 操作方式の比較

操作方式	位置指令方式 (マスタ/スレーブ)	速度指令方式 (通常の油圧ショベル)
直感性	非常に良い フロントと相似形	悪い 慣れが必要 非相似形
疲労	大(広い範囲を動かす必要あり)	小(レバーを傾けるだけでよい)
微操作性	相似比の影響が大きい	良い

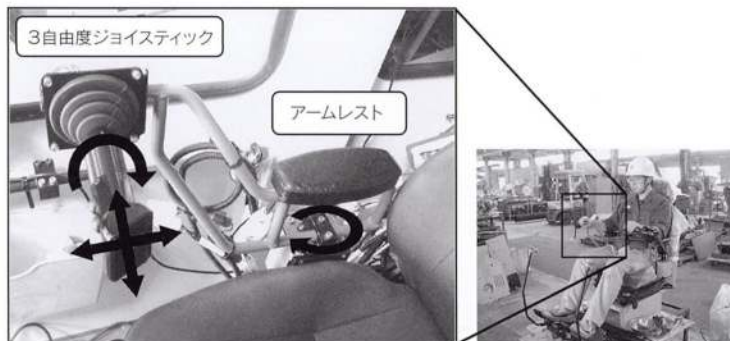


図3 速度指令式ワンレバー操作装置

人支援ロボットスーツ® 「HAL™」

田中一正



Prof. Sankai, Univ. of Tsukuba / CYBERDYNE Inc.

■近未来に求められるもの■

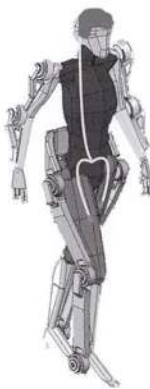
日本社会は、すでに世界一の高齢社会である。しかもこの先、団塊の世代が続々と現役を退き、2015年には国民の4人に一人、さらに2025年には実に3人に一人が、65歳以上という、かつて経験したことが無い社会が到来することになる。そんな日本の社会に必要なのは、障がい者・高齢者の自立を支援する技術、また生産人口の減少にともない高齢者・女性の労働現場への進出がますます必要と思われることから、生産・重作業分野でのパワーアシスト技術が考えられる。

われわれ住宅メーカーにとっても、次世代居住環境に重要な、省エネルギー・健康管理技術・見守り技術などロボット技術を導入する分野は数限りない。

■人支援ロボットスーツ「HAL」■

HAL (Hybrid Assistive Limb) とは体に装着する事によって、身体機能を拡張したり、増幅したりする事ができる世界初のスーツ型ロボットであるが、人が筋肉を動かそうとしたとき、脳から運動ニューロンを介して筋肉に神経信号が伝わり、筋骨格系が動作する。その際に、微弱な生体電位信号が皮膚表面に漏れ出してくる。HALは、装着者の皮膚表面に貼り付けられたセンサで信号を読み取り、増幅し、各パワーユニットを制御して、装着している人の動作をアシストする。一連の処理は筋肉が動き出すより一瞬早く行われるため、装着している人は、時間差による違和感を感じることなく意思のままに関節を動かす事が可能となるのである。

このHALは、筑波大学の山海嘉之教授の長年の研究成果から生まれた。「HAL」には二つの制御システムがあり、生体電位信号を検出し、人間の思い通りに動作する「随意的制御システム」、もうひとつは、人の基本動作をパターン化し、HAL自らがあらかじめプログラムされた「自立的制御システム」の二つの制御システムである。HALはこの二つ



の制御システムをハイブリッドした画期的なスーツ型ロボットなのだ。

■障がい者・高齢者の自立支援■

今後当社は販売総代理店として、HALを障がい者・高齢者の自立をサポートするロボットとして世の中に広めていく。HALは二つの制御システムにより装着者の思いのままに動く世界初の自立支援ロボットである。脚に障がいを持つ人々や、脚力が弱くなった高齢者の人々の脚力・歩行機能をサポートする。この技術は、世界テクノロジー賞大賞、経済産業大臣賞、日本イノベーター大賞優秀賞 etc...など様々な受賞をしており世界的に高い評価を得ている。特に北欧の国々からは、共同研究開発のオファーも来ており近い将来、デンマークやスウェーデンにおいて人支援ロボットとしてデビューする日も遠くない。

■建設現場などの労働・重作業分野にも■

HALは、労働・重作業分野などの重作業環境における活用についても研究開発が行われている。現在、工場生産現場ではセル生産方式を採用する企業が増加している。多品種少量かつ高性能の機器生産には、ベルトコンベア方式は対応しにくく、また製品重量が増すごとに労働者への重量負荷が高くなり大型の製品や、重量のある製品ではセル生産は難しいといわれてきた。しかしHALを労働・重作業分野で活用することができれば、大型の製品でもセル生産方式が可能となり、生産現場へのロボットスーツの導入が進み、生産方式に革命をもたらす可能性もある。

建築現場では、建材を持ち運ぶ、支えるなどの日常的動作の影響で、慢性的な疲労や腰痛などの労働者が多く、それが原因で作業効率の低下を招いている。HALはこれらの身体負担を軽減し、作業効率を高めるだけでなく、生産重作業分野の就業環境を劇的に変化させ、近い将来に高齢者や女性が働きやすい環境作りにも一役担うことになるだろう。

(たなか かずまさ / 大和ハウス工業株式会社)
ロボット事業推進室 室長

レスキュー ロボットシステム

松野文俊・五十嵐広希

■はじめに■

1995年1月17日に発生した阪神淡路大震災では6400名以上の尊い命が奪われた。最近でも中国四川省での大地震、中越沖地震と地震災害が頻繁に起こっている。また、今後30年の間に我が国の太平洋岸で、いわゆる南海・東南海地震（M8.1～8.5）が起きる確率は40～60%、宮城沖地震（M7.5程度）は98%とされている。これらの海底地震は大きな津波を発生させ沿岸部に甚大な被害をもたらす可能性がある。首都圏のどこかで直下型地震（M7程度）が起こる確率は70%とされている。さらに、チェルノブイリの原子力発電所の事故やJCOの放射能事故やJR尼崎での列車脱線事故などの人為的なミスによる災害、地下鉄サリン事件やニューヨーク世界貿易センタービル破壊テロなど人為的なテロ災害も後を絶たない。これらの災害現場に人が入ってレスキュー活動を行うことは、2次災害が発生する危険性があり、極力避けなければならない。

レスキュー活動のうち特に人命救助においては、Search and Rescueという言葉が良く使われる。阪神淡路大震災の経験から、瓦礫の中に閉じ込められた要救助者は3日を過ぎると、その生存確率が5%以下になってしまうことがわかっている。したがって、発災後3日すなわち「黄金の72時間」以内に、迅速に人命救助を遂行することが望まれる。そこで、

人間が近づくには危険な場所の情報収集や人命救助のためのレスキューロボットシステムの研究開発が積極的に行なわれている。本稿では、安全、迅速、正確にSearchタスクを遂行する情報収集のためのレスキューロボットシステムについて述べる。

■レスキューロボットシステム運用シナリオ■

実災害でのレスキューロボットシステム運用シナリオにおいて、以下の4つのミッションユニット（MU）を構成することが有効と考えている。

1. 上空移動体を用いた情報収集MU
2. 瓦礫上移動体を用いた情報収集MU
3. 瓦礫内移動体を用いた情報収集MU
4. 広域災害情報収集のための社会インフラMU

以下に、我々が想定しているレスキューロボットシステム運用シナリオを示す。（図1参照）
・平時

平時には航空機や社会インフラMUの分散センサ、ネットワーク家電、PDAにより収集された情報と包括的災害救助シミュレータによってGIS（地理情報システム）上に防災マップが整備される。また、テストフィールドでロボット活用の仮想現場訓練がなされる。また、平時の3次元GISデータを基にシミュレーションにより仮想的な災害空間を構築し、仮想避難訓練や仮想空間におけるレスキューロボットの遠隔操作訓練が行われる。



図1 レスキューロボットシステム運用シナリオ

・発災直後

発災直後には上空MUのインテリジェントヘリが出勤し、カメラやレーザレンジファインダで被災地の広域な情報を収集する。これらの情報を集約し、被害の大域的な状況をGISを用いて管理し、状況の正確な把握と、どの地域にどのMUを向かわせるかなどの対応戦略策定、意思決定の支援を行う。

・発災数時間後

上空MUの飛行船やバルーンは情報タグ、携帯アンテナ、赤外線カメラなどを用いて被災者情報を収集するとともに、カメラやレーザレンジファインダなどを用いて詳細な環境マップを作成し、救助隊や瓦礫上のレスキューロボットや瓦礫内のレスキューロボットの位置同定および通信中継などの行動支援を行う。瓦礫上MUでは救助隊により倒壊現場に投入されたロボットが瓦礫の上を移動し、カメラなどで被災者情報を収集するとともに、構造破壊の状況やガスや危険物の状況を調査する。瓦礫内MUでは救助隊により倒壊現場に搬入されたロボットが瓦礫の上や横の開口部から瓦礫内に投入され、遠隔操作により移動し、赤外線カメラ、温度センサなどのセンサを用いて瓦礫内の局所的な被災者情報を収集する。アドバンスドレスキューツールは救助隊の携帯資機材として倒壊現場に搬入され、活用される。

各MUにおいて収集されたすべての情報はGISにより整理・管理される。社会インフラMU・上空MUにより収集された情報はグローバルマップ上に、瓦礫上MU・瓦礫内MUによって収集された情報はローカルマップ上に、地下街などで収集された情報は建物内マップ上にマッピングされる。マッピングされた情報に基づいて、災害対応戦略策定・意思決定支援が行われる。また、マッピングされた情報のうち日常生活に必要なものを社会インフラMUや上空MUのバルーンなどを用いて住民に配信する。

■レスキューロボットシステム開発の現状■

1. 上空移動体を用いた情報収集システム

上空から大域的な情報を収集するために、無人ヘリコプター、無人飛行船、気球などが開発されている。収集したデータをGISを用

いて管理し、必要に応じて必要な情報を意思決定者に提示し、災害対応戦略策定に役立たせる。

2. 瓦礫上移動体を用いた情報収集システム

瓦礫の上あるいは地下街を迅速に移動し、災害の状況把握や要救助者の位置の特定と状態などの情報を収集するロボットシステムが開発されている。また、地下街などで化学テロが発生した場合などに、迅速に情報収集するための高速移動と高い情報収集能力を実現する地下街移動ロボットが開発されている。また、瓦礫上から瓦礫の中に埋まっている要救助者を探索するUWBセンサなどが開発されている。

3. 瓦礫内移動体を用いた情報収集システム

瓦礫の中に進入し、探査するために、狭い空間でも移動できるようなヘビ型ロボットが開発されている。また、ヘビ型ロボットは日常の管内や床下の点検作業あるいは天井裏の配線作業などに応用できる。さらに、レスキュー隊員の瓦礫内探索や救助活動を支援するためのアドバンスドレスキューツール（ジャッキアップロボット、カッターロボット、インテリジェント棒カメ、自走式ファイバースコープなど）が開発されている。

4. 広域災害情報収集のための社会インフラ

あらかじめビルや住宅の各部屋に設置して、日常ではデジタル家電などを制御するマイクログリッドとして機能し、大地震発生など緊急時には情報収集端末となるレスキューコミュニケーションタが開発されている。これは、停電時にはバッテリー駆動となり、再生機能を使い「誰がいますか?」と呼びかけをし、録音機能を使って音声などを記録する。記録されたデータはアドホックネットワークを介して、災害対策本部などに集約される。「助けてくれー!」といった要救助者の音声で録音されていたレスキューコミュニケーションタを検索することにより、要救助者の位置特定を行うことが可能となる。

■レスキュー隊員によるレスキューロボットを用いた想定訓練■

国際レスキューシステム研究機構では現職のレスキュー隊員のボランティアで組織するIRS-Uを設立した。IRS-Uはレスキュー



図2 IRS-Uによる瓦礫内探査ヘビ型ロボット(IRS蒼龍)を用いた想定訓練(2006年4月22日東京消防庁立川訓練所)



図3 川崎市消防局川崎消防署との総合訓練(2006年11月5日JR川崎駅地下街アゼリア)

ロボットを実災害に活用することを目的に、想定シナリオを作成しレスキューロボット、アドバンスドレスキューツール、レスキュー情報機器を用いた想定訓練を行っている。(図2, 3参照)。

■おわりに■

本稿では我々が想定しているレスキューロボットシステムの運用シナリオについて概説した。我々の目指すレスキューシステムは、災害シミュレータを核とした意思決定支援システムとレスキュー活動を支援するロボットや情報システムが統合されたものである。我々は実災害に有用なシステムを構築し、2050年にはサンダーバードのような国際救助隊を構築することを目標に掲げている。実災害に有用なレスキューロボットシステムを構築するためには、実際のユーザーである消防関係の方々にレスキューロボットシステムを使っていただき、ご意見を開発にフィードバックし改良を進めていくことは非常に重要である。また、社会インフラとして建築物にセンサー類を埋め込むなど平時の利用も視野に入れた研究開発も重要である

（まつの ふみとし/電気通信大学教授・国際レスキューシステム研究機構副会長）
（いがらし ひろき/日本SGI株）

レスキューロボット 「T-53援竜」 ～新潟・柏崎での 災害復旧活動～

(株)テムザック

■テムザックのレスキューロボット開発■

テムザックのレスキューロボット開発は、1995年阪神淡路大震災の際、救助活動に参加した地元北九州の消防の方から、災害現場において「とにかくパワーのあるもの」「遠隔から操作できるもの」があればレスキュー隊員の安全確保や救助作業も行いやすいとの意見が多く寄せられたことから始まる。

T-53援竜は、災害現場等人の近づけない危険な作業環境で人の代わりに作業することをコンセプトに製作されたクローラー走行式双腕レスキューロボットの3代目で、2004年に開発したT-52援竜のベースを基に大学、消防関係者等と共同で実施した性能テストや訓練から収集したデータ及び知見を基に開発に至る。(写真1)

■T-53援竜機能■

T-53援竜は、油圧式駆動でT-52援竜に比べ機体が一回り小さく、機動性を重視した小型のレスキューロボットである。

T-53援竜は搭乗だけでなく遠隔にて操縦する事が可能である。二次災害等の危険性がある現場での作業では操縦者は安全な場所から遠隔で操縦する事が可能である。T-53援竜の遠隔操縦装置は、旅行カバンサイズのトランクに収納された、コントローラ×1、メインモニタ×1、サブモニタ×2、と無線アンテナで構成される。メインモニタには、腕の姿勢の3次元画像、サブモニタにはロボットに配置された7台のカメラからの画像が表示される。(写真2)

また、T-53援竜は一般道路でも走行できるように車両ナンバーを取得し、オペレータの直感的な作業ができるよう腕部に同期動作制御を導入することで、作業現場までの機敏性、作業の効率アップなど、実用化に向けたレスキューロボットの完成系にほぼ近いモデルとなった。



写真1 T-53援竜



写真2 遠隔操作装置

■新潟・柏崎での中越沖地震の際、 復旧活動に参加■

昨年7月16日柏崎・刈羽を中心に発生した新潟県中越沖地震が発生した際、同年8月1日～10日にかけて、新潟工科大学・長岡技術科学大学からの依頼を受けて、「T-53援竜」とテムザックの社員5名はボランティア活動に参加した。

現場に到着後、地元の方々と下見をしたのち、入念な作業の打合せを行った。また、作業手順の指示などは建築会社の方が協力してくださった。現場は築60年程度の本造2階建ての本屋倉庫ではほぼ全壊していた。最終目的は学期の下期に使用する教科書の救出である。

まず、T-53援竜は車両ナンバープレートを取得しているため、初の公道走行が行われた。このような大型の機械は現場近くの大きな道路まではトレーラーなどで運べるが、災害現場など瓦礫が散乱するなかではなかなか道路の確保が難しい。小型化され、ナンバーを取得していることが大きく貢献した。

さらに、このクラスの建設重機であれば通常2台は必要であると思われる作業も、双腕という特徴を最大限に生かし、地元建設会社や解体業者に断られてしまうような狭い場所での作業も、片腕にて屋根の柱を保持し、もう片腕にて倉庫内の瓦礫・ダンボールを撤去するなど大いに活躍した。そして、援竜最大の特徴である搭乗しての操作と遠隔での操作の切り替え可能なことは、二次災害の危険を回避する上でなくてはならない機能であることも証明できた。(写真3)



写真3 柏崎被災現場

■今後の展望■

今回の柏崎での復旧活動はレスキューロボットを開発する我々にとって、本当に貴重な体験である。今後、この経験から抽出された改善点に的確に対応・対策を施し、震災が起きた際、被害を最小限に食い止めるためにレスキューロボットが活躍できるよう、より一層の研究開発を進めるべく邁進し、近い将来レスキューロボットを皆様に提供できるよう努めていきたい。

消防用ロボットの現況と将来

田中英夫

消防活動、特に大規模な火災において、ロボットによる消火は隊員の安全を考えるとどうしても必要なものである。また、近年の災害の多様化により、毒劇物の漏洩現場からの救出、あるいは、物質の特定などにおいても、ロボットの必要性は増している。

本稿では、現在東京消防庁で活用されているロボットを紹介し、今後実現することが望まれるロボットについて、その要素などを述べていきたい。

■現在のロボット■

消火用ロボット（無人走行放水車）

この車は、主として石油コンビナート、航空機、タンクローリー等の化学災害、強い放射熱を発生する大



愛称：レインボーファイブ

規模火災及び爆発危険のある火災等、消防隊員が接近困難な災害に対応する。

偵察ロボット

この車は、濃煙や有毒ガス等で消防隊員による内部状況の確認が困難な災害に対して、遠隔操作により情報収集を行う。



愛称：ファイアーサーチ

遠隔検知ロボット

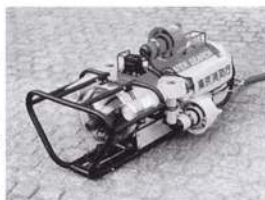
このロボットは、地下鉄駅等の高低差のある空間で、有毒ガス災害が発生した場合に、遠隔操作で発生現場に行き、各種ガス、放射線などの測定を行う。



探知機ロボット

水中検索ロボット

このロボットは、水難事故において、天候、震度、障害物等のため消防の潜水隊の活動が困難な場合に、水上からの遠隔操作により水中の要救助者の検索を行う。



愛称：ウォーターサーチ

救出口ロボット

このロボットは、マニピレータ2本を活用して地上に倒れている要救助者を収容するもので、前方監視カメラ、濃煙内撮像装置、可燃性ガス測定器等の各種センサーを装備し、遠隔操作により隊員に代わって救助活動を行う。



愛称：ロボキュー

■これからのロボット■

1 問題点

(1) 消火用ロボット

火災の消火には多量の水が必要で、それを

先端に送るためのホースが不可欠である。このためのホースは高圧に耐え、ロボット側に巻き取り装置が必要である。このことから車両を小型化することや、少量で雰囲気温度を下げるような薬剤の研究が必要である。

(2) 探査用ロボット

災害の最前線からデータを安全な場所送信するため基本的に有線としている。このことからその巻き取り装置などに問題がある。無線の場合は耐火建物内部など通信が途絶し、走行不能になることも考えられる。

(3) 救出用ロボット

遠隔操作で要救助者を救出することは、要救助者の体位、体型など、不確定要素が多く困難が多い。このことから、基本的に防護衣を着た隊員が直接救助してくるのが迅速かつ安全であろう。しかしながら、爆発危険や、放射能汚染区域など、防護衣では対応不可能な場所への進入のためのロボットが望まれる。

2 近未来の消防用ロボット

火災現場でのロボット活用は、電子機器の最も不得意とする高温、多湿空間での作業になる。更に、有毒ガスや、腐食性のガスなど過酷な環境下での活動が求められる。また、一つとして同じ条件の現場はなく、災害にあわせたロボットを作ろうとすると、何種類も作らなければならない、またその災害が起こる可能性はきわめて低い。

このことから、消防ロボットとして想像されるのは、次のようなものと考えられる。

(1) パワーアシスト型

重量物を搬送したり、過酷な条件下で長時間活動したりする隊員をアシストするもの。

(2) 検知、探査型

過酷な条件下で、環境測定が可能で、更にカメラ映像データを蓄積、または即時送信できるもの。その上、自走、または浮遊し、帰ってくることができるもの。

このようなものが考えられるが、産業技術の発展と新素材の開発など、更なる進歩が必要ではないかと思われる。

(たなか ひでお 東京消防庁町田消防署長)



本田技研工業(株)広報部

「なぜ自動車、二輪車を作っているホンダが、2足歩行ロボットを作っているのか？」と尋ねられることがよくある。二輪事業で会社を立ち上げ、その後四輪事業で成長したこともあり、ホンダは二輪車・四輪車メーカーと思う人も多いと思われるが、自分たちは単なる自動車メーカー、二輪車メーカーとは思っていない。その証拠に社名には「自動車」とか「二輪車」といった文字は入っていない。

私たちは、自社を「モビリティ（＝移動）・カンパニー」と呼んでいる。お客様に移動の自由や、楽しさを提供する会社だと思っている。自動車や二輪車では陸上での移動の自由を、また船外機（ボートのエンジンとスクリーン）では水上での移動の自由を提供している。これらの商品が、2次元の移動の自由を提供しているに対し、2010年より米国でデリバリー開始予定のHondaJetでは、3次元の移動の自由を提供させて頂くつもりである。

■なぜホンダが2足歩行ロボットの開発を行うか■

ではASIMO（ホンダの2足歩行ロボットの総称）は、何のモビリティを提供するものなのか。ASIMOが、人の代わりにどこかへ行き、人の分身として何かをしてくれることで、実際に人がその場所へ行くことなく何かをすることを可能にしてしまう。ロボットが人の代わりに動き、代役を果たすことから、

これまで私たちが「モビリティ」と呼んでいたものとは、かなり異なるが、私たちはASIMOを「4次元のモビリティ」と捉えている。

人の行くところは、平らな所もあれば不整地もある。また、階段であったり、切り立った崖だったりする。こうした場所を行き来するには、やはり人間と同じような2足歩行が最適である。故にホンダは2足歩行をまず目指したのである。

■足歩行ロボットの開発の推移■

1986年に埼玉県和光市にある本田技術研究所内に基礎技術研究センターが開設され、そこでロボットの研究が開始された。当時のメンバーは数人、メンバーと一部の役員以外は、彼らが何の研究をしているのかさえ、一切知らないといった状況の中で約10年間着々と2足歩行の研究が進められた。

当時、本格的な2足歩行を実践しているロボットは殆どなく、論文や学説も無かったことから、研究はまさに手探りの状態でスタート。ロボットの2足歩行を研究するために、まずは人間や動物の歩行の仕組みを徹底的に調べ上げた。研究者は、毎日動物園に通い、いろいろな動物の歩行の様子をつぶさに観察していった。「いい大人が毎日の様に動物園に来て、一日中動物を眺めているものですか、動物園の方に訝しがられたりしました」と、ある研究員から聞いたことがある。こうした努力の結果、研究開始の翌年には、動歩行（人間と同じ歩き方）を実現し、7年後の1993年までには、ロボットの2足歩行について、ほぼ目標としていたレベルに達することができた。

1993年からは、今まで下半身のみだったロボットに、2本の腕のついた上半身を装着したヒューマノイドロボットの研究が始まる。実際には2足歩行だけでは、崖などを登ることは難しく、やはり人間と同じような2本の腕と手が必要である。また2本の腕を持つことにより、これまで人間が行ってきた作業や仕事のかなりの部分をロボットに代わりにやってもらうことが可能となる。

上半身をつけての歩行時のバランス制御というのは、かなり高いハードルではあったものの、この頃には開発体制も大分整ってきた

ことから、矢継ぎ早に新しいロボットを開発（93年から97年にかけてP1、P2、P3という3つのプロトタイプを導入）し、着々とヒューマノイドロボットを進化させてきた。

こうした中、研究開始時からの目標であった「一家に1台、皆様のご家庭で役に立つロボット」の開発がスタートした。研究者たちが最初に議論したのは、ロボットのサイズだった。既に発表していたP3でも、全高が160cmあり、重量は130kgある。これだけの全高・重量のものが、家の中を歩いていたら、見た目にも圧迫感はあるし、万が一人とぶつかって人の上に被ってしまった場合、大変危険ということで、大幅なダウンサイジングが必要と考えた。

議論に議論を重ねた結果、ドアノブや、電気のスイッチに手が届き、またテーブルにものを運んだりできる一方で、見た目の圧迫感を感じない、全高120～130cmにすることに決定した。そこから、あらゆるパーツの小型軽量化が行われ、2000年11月に、全高120cm、重量43kgで人間のようになめらかに歩くASIMOが誕生した。

2000年のデビュー後も、ロボット研究者たちはASIMOをより高性能化させるべく、研究のペースを緩めることなく、着々と研究を続け、2005年12月には、時速6kmでの走行や、トレーやワゴンを使って飲み物等を運ぶことを可能とした。2007年12月には、複数体のASIMOが連携し、実際に来客の案内や、飲み物のデリバリーを行うといった実験をホンダ青山本社で開始した。

■ホンダのロボット開発の今後■

今後は、ホンダの施設以外の多くの一般人が訪れる場所で、案内や接客等の作業実績を重ね、この結果を研究にフィードバックし、家庭で様々な作業に役を立つロボットを世に出していきたいと思っている。2010年代の早い段階で、商業施設等で接客を行えるロボットを導入、2010年代の後半～2020年後には、一般家庭で役に立つロボットを導入したいと思っている。そのためには、まだまだ越えなければいけないハードルが無数にあるが、ホンダは「皆様のご家庭でASIMOが活躍する」という夢の実現に向け、今後も弛まず研究を続けていくつもりである。

平成20年11月28日施行の 改正建築士法

松本 保

大阪府住宅まちづくり部建築指導室建築安全課総括主査

平成18年の二度に渡る法改正によって、平成19年6月20日に引き続き、平成20年11月28日、改正建築士法が施行される運びとなっている。

ここで、その改正内容について見ることにしたい。

■ 主な改正内容

1. 建築士に関する情報の開示 (第6条第2項)

先の構造計算書偽装問題以降、建築士情報に対する消費者ニーズの高まりを受け、国及び都道府県は、所管の建築士名簿を一般の閲覧に供しなければならないとされた。

なお、省令の改正により、消費者にとって説明者が建築士であるかどうか判別できるよう、顔写真入りの携帯型免許証が導入されることになっている。

2. 建築士の資質・能力の向上

(1) 建築士試験の受験資格の見直し(法第14条及び第15条)

現行の建築士試験に対しては、学歴要件について、所定の建築または土木の課程を卒業すれば足りるため、設計、工事監理に関する科目を履修していなくても、受験資格が与えられ、また、実務経験要件に関しても、建築に関する経験が幅広く認められるため、設計、工事監理の経験を有していなくても、受験資格が与えられている。

しかし、構造計算書偽装問題の発生により、建築士に本来期待される設計、工事監理に必要な能力を的確に検証したうえで資格を与えることが必要と判断されるに至り、学歴要件に関して、所定の課程ではなく所定の建築科目を修めることが要件とされ、実務経験に関しても、省令によって設計、工事監理等にかかわる一定の経験を有することが要件とされている。

(2) 建築士に対する定期講習受講の義務付け(法第22条の2)

法第22条第1項では従来、建築士に知識及び技能の維持向上に努めることを課しているが、構造計算書偽装問題などの発生を受け、この自主的努力に加えて、建築士事務所に所属する建築士に対し一定期ごとに国土交通大臣の登録を受けた登録講習機関の講習の受講を義務付けることとしている。

新設されるすべての構造設計一級建築士、設備設計一級建築士に対しても、同様に一定期ごとの講習の受講が義務付けられている。

3. 高度な専門能力を有する建築士の活用

建築技術の高度化に伴う専門分化に伴い、一定規模以上の建築物の構造設計、設備設計については、より高度な技術が必要とされるため、専門的知識・技能を有する建築士を選別し、法適合性の確保を図る観点から、これら専門の建築士の関与を義務づけることとしている。

(1) 構造設計一級建築士及び設備設計一級建築士証の交付(法第10条の2)

一級建築士のうち、5年以上の構造、設備に関する専門的な実務経験を有し、国土交通大臣の登録を受けた登録講習機関の講習を修了した建築士に、構造設計一級建築士証、設備設計一級建築士証が交付される。

(2) 構造設計一級建築士等による構造関係規定への適合確認の実施等(法第20条の2、第20条の3)

一定規模以上の建築物の構造設計または設備設計については、構造設計一級建築士または設備設計一級建築士が、設計を行うか法適合性を確認することとし、その旨を明らかにして設計図書に記名、押印することとしている(平成21年5月27日以降)。なお、建築基準法の第5条の4や同法第6条第3項によって、その実効性の担保が図られている。

4. 建築士事務所の業務の適正化

(1) 管理建築士の要件強化(法第24条第2項)

管理建築士に求められる能力は年々高度化しているが、現行法では建築士であれば誰でも管理建築士になることができることになっている。このため、管理建築士の要件を強化し、建築士として3年以上の設計等の業務に従事した後、国土交通大臣の指定を受けた登録講習機関が行う管理建築士講習の課程を修了した建築士でなければならないこととしている。

(2) 設計・工事監理の再委託の制限(法第24条の3)

(ア) 建築の専門分化を背景とした業務体制重層化により、再委託は広く行われているが、建築士事務所以外の者に再委託を行うのは、無資格者による不適切な設計等を助長しかね

ない。このため、受託した設計・工事監理業務を建築士事務所の開設者以外の者に再委託することが、明確に禁止されることになった。

(イ) 分譲マンションのように、委託者と最終利用者が異なる場合、最終利用者は再委託の事実を知ることが困難であり、欠陥等による不利益を被るのは委託者ではなく最終利用者であることから、共同住宅等の建築物の設計、工事監理業務については、委託者の許諾を問わず、一括再委託が禁止されることになった。

(3) 契約前の重要事項説明の実施(法第24条の7)

契約をめぐる紛争を防止するには、委託者が契約の締結に際し業務の内容について十分理解、確認することが重要であるため、建築士事務所の開設者に、契約前に委託者に対して管理建築士等から書面を交付して、作成する設計図書の種類ほかの重要事項を説明させることが義務付けられた。

5. 建築士・建築士事務所の登録等の事務の効率化(法第10条の4、第10条の20、第26条の3ほか)

一級建築士の登録事務は国土交通大臣が、二級建築士・木造建築士の登録事務及び建築士事務所の登録・閲覧事務は都道府県知事が実施しているが、これらの事務は行政以外の主体を活用することによっても実施することができると考えられる。このため、国土交通大臣あるいは都道府県知事の指定を受けた者に事務を実施させることができるとされ、それぞれ、中央指定登録機関、都道府県指定登録機関、指定事務所機関登録と称される。

■ 終わりに

平成18年の二度に渡る建築士法の改正は、昭和25年の制定以来ともいえる大幅な改正である。国はもちろんであるが、大阪府でもできるだけスムーズに新しい制度に移行したいと考えている。

5. でふれた指定機関については、国及び大阪府その他の一部地方自治体がこの制度を導入する方向で、調整を進めているところである。(まつもと たもつ)

大規模構造解析

水島靖典

関西中工務店、修士（工学）

建築工学において、様々な場面で数値シミュレーションが用いられているが、現在用いられている手法が実用的であることに疑問の余地はない。

しかしながら、全体の挙動を把握しつつ、詳細な部分の挙動も同時に捉えることができる大規模な解析を行うことが理想の一つであることも間違いないと筆者らは考えた（図1）。そのような数値解析を行うことは、一般的なコンピュータでは不可能であるが、近年の計算機システムの進化により、スーパーコンピュータシステムを利用すれば、可能になりつつある。

大規模解析を行う能力を持つ計算機システムが一般的なものになる前にその手法を提示し、特徴、問題点等を把握することは重要であると考えられる。

地球シミュレータ

本研究は、大阪大学工学研究科と独立行政法人海洋研究開発機構との共同研究により行われた。

通常の計算機では不可能な建築構造物の詳細大規模モデルのFEM解析を同機構地球シミュレータセンターの所有する、「地球シミュレータ」を利用して行った（写真1）。また大阪大学サイバーメディアセンターの協力のもと、遠隔操作システムにより、大阪大学研究室より「地球シミュレータ」を利用した（図2）。

モデル化手法

本研究では、解析対象をRC造建築構造物一周辺地盤連成系とした。コンクリートモデルは三軸拘束効果及び損傷による塑性軟化を考慮したコンクリートモデルを使用した。

また鉄筋コンクリートは、鉄筋モデルとコンクリートモデルを独立に作製し、その後、仮想的なビームを用いてそれらを連成させる手法をとった（図3）。

建築構造物と周辺地盤の相互作用を考慮するために、構造物と周辺地盤の力の伝達を本研究では地下構造物と周辺地盤との境界面に接触条件を定義することにより、直接的に取り扱う。

解析にはLS-DYNAを用いた。

大規模モデル

大規模モデルの概形を図4に示す。3×3スパン、24層のRC造建築物をモデル化した。地盤は、表層地盤としてせん断波速度200m/secの弾性地盤を、支持地盤としてせん断波速度400m/secの弾性地盤をモデル化した。

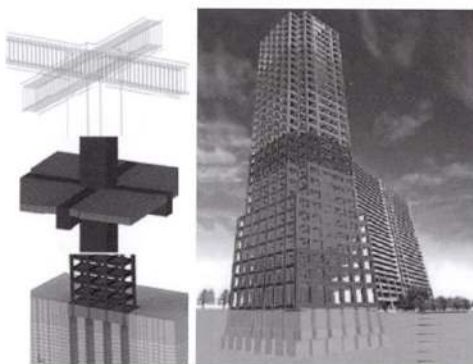


図1 大規模解析モデルイメージ

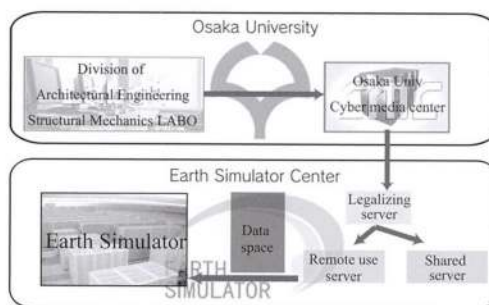


図2 遠隔利用システム概要

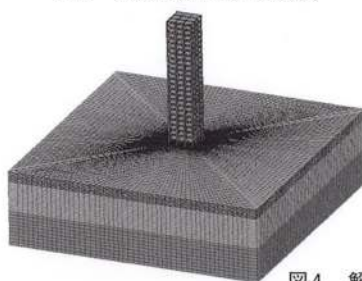
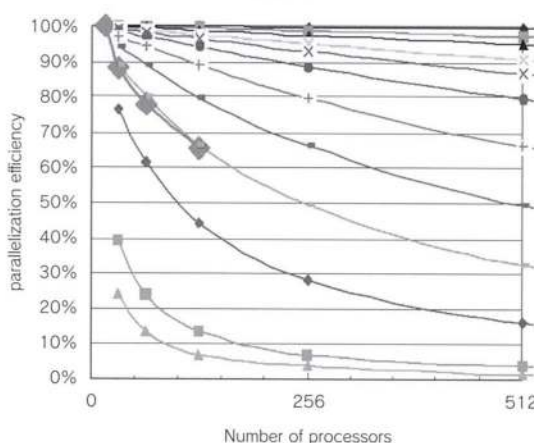


図4 解析モデル



要素数は、上部構造4,034,352、地下構造267,327、周辺地盤300,540、合計4,602,219である。

大規模解析結果例

大規模解析の結果例を示す。

まず初めに、大規模並列計算を行った際の並列化効率を示す。図5には高速化率を示す。図6に、並列化効率を示す。図6より、256CPUを用いた場合でも並列化効率が50%を超える十分な並列化率であることがわかる。ここで高速化率、並列化率、並列化効率とは、それぞれ、 n を使用CPU数、 T_n を n 個



写真1 地球シミュレータ

図3 鉄筋コンクリートモデル化手法

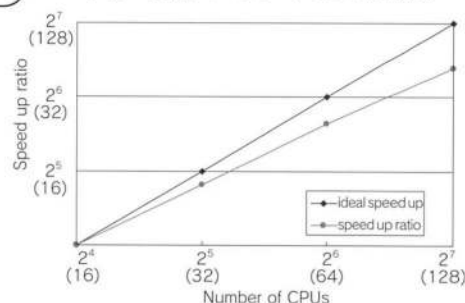


図5 高速化率

図6 並列化効率

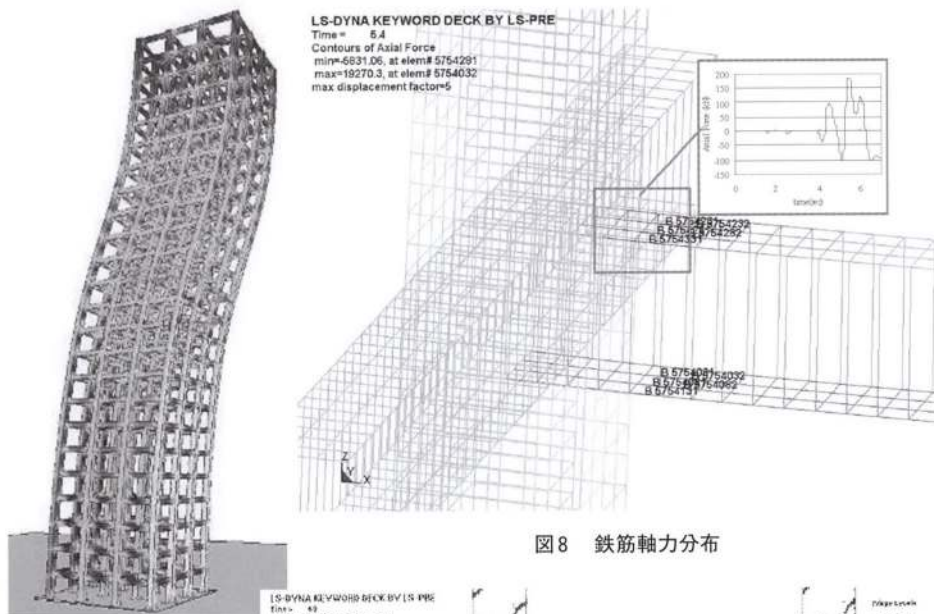


図8 鉄筋軸力分布

図7 変形図
(相当応力分布)

図9
接合部付近の応力分布

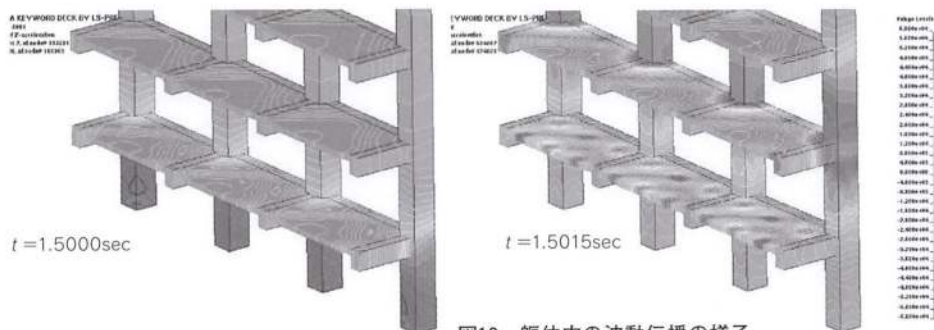


図10 躯体内の波動伝播の様子

のCPU使用時の実行時間とすると、

$$\text{高速化率} : S_n = T_n / T_1$$

$$\text{並列化効率} : E_n = S_n / n$$

であらわされる。また並列化率とはプログラム全体における並列処理可能な部分の割合のことである。計算時間は、上部構造のみを解析した場合で、256CPUを用いて約19時間であった。

図7に、解析結果例として変形図（コンターは相当応力分布）を示す。また、図8に鉄筋軸力分布を示す。図9には接合部付近の応力分布を示す。

このように、大規模解析により、建物の大局的な挙動を把握しつつ詳細部の挙動を把握することができる。すなわち詳細部の損傷に起因する建物全体挙動への影響もただちに反映することが可能であると考えられる。

詳細部からの視点では、境界条件の影響を低減することが可能であると考えられる。

図10に、上部構造柱下端部に衝撃荷重を入力した際に生じる躯体内の応力伝播波の様子を示す。大規模計算機システムを用いることにより、非常に小さなタイムステップで解析を行うことが可能となる。そのため、応力伝播波等のこれまで無視されてきた挙動を表現することが可能である。

大規模解析の今後

あくまで、本研究は大規模構造解析技術の発展の第一歩である。今後は大規模構造解析技術の、構造解析分野における位置付け、役割を様々な視点からさらに明確化する必要があると考えられる。

(みずしま やすのり)

Information

▶ 建築関連中小企業に対する 金融上の支援

建築確認、建築着工の減少等により影響を受ける建築関連中小企業に、①セーフティネット貸付制度②セーフティネット保証制度が措置されている。平成20年10月1日～12月31日におけるセーフティネット保証（5号）の指定業種が中小企業庁より発表され、これに合わせてリーフレット「建築関連中小企業に対する金融上の支援について」（第5版）を国土交通省が作成した。

http://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/0809630_leaflet_safetynet_ver5を参照。

▶ 第18回大阪府公共建築 設計コンクール応募要領

この「あすなる夢建築」コンクールでは、将来の建築界を担う若者の夢あふれるアイデアを募集。課題の建物を実際に建築する際には、最優秀作品の提案趣旨を生かすことを視野に入れての募集でもある。個人、3名以下のグループでの応募とする。大阪府などが主催。

課 題 「癒される空間!」～大阪府営貝塚橋本住宅集会所～

資 格 大阪府内の工業高校（工科高等学校）の生徒は第1部で募集。短期大学・工業高等専門学校・専修学校・各種学校、高等職業技術専門学校の建築関連学科に在籍する学生は第2部で募集。

登 録 2008年12月11日（木）17時まで

作品提出 2009年1月13日（火）～1月16日（金）

審査員 狩野忠正／鈴木 毅／加我宏之／福田悦子／吉羽裕子／田村 誠／唄 良政

提出先 大阪府住宅まちづくり部公共建築室
計画課「あすなる夢建築」事務局
〒540-0012大阪市中央区谷町2-3-4
サンシャイン大手前ビル8階

提出方法は、<http://www.pref.osaka.jp/koken/keikaku/asunaro/index.html>に掲載。

▶ 第7回エコビルド賞決定

「ecobuild2008」展は、勸建築環境・省エネルギー機構などの主催で10月1日～3日に開催された。このとき、「地球環境・建築憲章」の趣旨に沿って取り組み第一次審査に通過した建築物14作品の展示・エコビルド賞公開審査（審査委員長：仙田満氏ほか4委員）が行われ、応募総数40作品の中から、受賞作品5点が決定した。

・エコビルド大賞

大成札幌ビル／大成建設㈱

・エコビルド賞

東京大学柏キャンパス環境棟／㈱日本設計
ソニーシティ／㈱プランテック総合計画事務所
日産先進技術開発センター／㈱日本設計
階段の家／㈱ y+M design office

▶ BELCAの優良補修・改修工 法等評価事業の新規登録

(社)建築・設備維持保全推進協会（BELCA）では、「優良補修・改修工法等評価事業」を実施しており、平成20年9月30日付けで新たに評価対象技術を2点登録した。

・評価対象技術1

耐火ブロック工法 ロクマル

申請者／㈱古河テクノマテリアル

・評価対象技術2

パブリックモデル便器（排水アジャスター仕様）

申請者／TOTO㈱

▶ 「建物診断の最新動向」

赤外線を中心とした「最新の外壁診断技術動向」、今年4月の定期報告制度の改正に伴う「ニュービジネスとしての定期報告」、「省エネ診断の実務」の3つのテーマを取り上げ、セミナーが開催される。

日 時 2008年12月2日（火）13：30～16：40

会 場 総評会館204会議室（定員100名）

東京都千代田区神田駿河台3-2-11

参加費 BELCA資格者4000円

その他7000円

問い合わせは、(社)建築・設備維持保全推進協会（BELCA）情報管理部へ。TEL03-5252-3873。
e-mail：belca@belca.or.jp

▶ 「溶接接合設計施工ガイドブック」 講習会開催

溶接の情報を俯瞰できる手引書を求める声に呼応して、日本建築学会では「溶接接合設計施工ガイドブック」（B5判、約130頁）を刊行した。これをテキストに、大阪では下記の講習会が開かれる。定員150名。

日 時 2008年11月28日（金）

13：00～16：30

会 場 大阪科学技術センター4階401号室

大阪市西区靱本町1-8-4

参加費 日本建築学会会員7000円

その他12000円

申込先 日本建築学会近畿支部

TEL06-6443-0538

・プログラム

①設計と施工／吹田啓一郎（京都大学）

- ②溶接の基本とつくり込み／椿 英顕（竹中工務店）
 ③柱梁接合部／田中 剛（神戸大学）
 ④ブレース接合部／田代靖彦（日建設計）

▶「IPEC-2008」開催

有限責任中間法人日本インテリアプランナー協会は、インテリアのプロと企業をつなぐ総合展示会「IPEC-2008」を開催する。今年は出展形式を、企業とデザイナーの空間提案の展示「インテリア・デザインユニット」、デザイナーによるデザイン提案「デザイナーズ・ショーケース」、企業による素材の展示「100マテリアルズ」の三部構成にしている。

会 期 2008年11月19日(水)～22日(土)
 10:00～18:00(最終日17時)
 会 場 東京ビッグサイト 西2ホール
 入場料 一般1000円

▶大阪ヨーロッパ映画祭開催

1994年、大阪に初の国際映画祭が誕生した。発起人はフランス人監督のパトリス・ボワトール氏。

今年15回目の大阪ヨーロッパ映画祭は、名誉委員長に『アラビアのロレンス』『ドクトル・ジバゴ』の映画音楽で知られるモーリス・ジャール氏を迎える。

●特別上映会『英国の巨匠デヴィッド・リンと仏国の巨匠モーリス・ジャール』
 日時：11月21日(金)
 会場：リサイタルホール

●ヨーロッパ最新映画日本初上映
 日時：11月22日(土)～24日(月・祝)
 会場：リサイタルホール

●10周年記念『世界のCMフェスティバル』
 日時：11月28日(金)
 会場：大阪厚生年金会館

●キンダーフィルム特集『エストニアの子供たちによる短編アニメーション』
 日時：11月15日(土) 16日(日)
 会場：キッズプラザ大阪

問い合わせは、大阪ヨーロッパ映画祭(TEL 06-6882-6213) 広報へ。

▶栗原邸(旧鶴巻邸)の一般公開

2007年度DOCOMOMO Japanにより、この栗原邸が優れたモダニズム建築の一つに選ばれたことを記念して、普段は見学できない住宅を一般公開することになった。

日 時 2008年11月8日(土)、9日(日)
 所在地 京都市山科区御陵大岩17-2
 入場料 一般1000円、学生500円

問い合わせはE-mailかFAXで京都工芸繊維大学大学院造形工学部助教・笠原一人氏へ。
 E-mail: kasahara@kit.ac.jp
 FAX075-742-7250

▶第10回村野藤吾建築設計図展「アンビルト・ムラノ」

今回の村野藤吾建築設計図展は、アンビルト・プロジェクトに焦点を当て、戦前から晩年にかけて計画されたものの実現しなかった18作品を選び、模型も新たに製作して展示。

会 期 2008年11月25日(火)～12月26日(金)
 日曜・祝日休館
 10:00～17:00(入館は16:30まで)
 会 場 京都工芸繊維大学美術工芸資料館
 京都市左京区松ヶ崎御所海道町
 入場料 一般200円、学生150円、高校生無料
 出 品 ダンスホール(1933年)、大阪メトロポリタンホテル(1933年)、西川商店(1937年)、川崎会館(1937年)、中山製鋼所附属病院(1937年)、宇部ゴルフクラブハウス(1937年)、大丸元町食堂(1938年)、宇部油化工業(1940年)、榎原丸(1940年)、宇部図書館(1949年)、宇部鋳業会館(1949年)、八幡製鉄労働会館(1950年)、飯田家納骨堂(1951年)、東京都庁舎(1952年)、福岡文化センター公会堂(1959年)、志摩グランドホテル(1973年)、晴山ホテル(1976年)、文教学園仁愛講堂(1984年)

■シンポジウム(入場無料・申し込み不要)
 日 時 2008年12月6日(土)14:00～17:00
 会 場 京都工芸繊維大学3号館0311講義室
 定 員 200名(当日先着順)
 パネラ 福田晴虔(建築史家)
 宮本佳明(建築家)
 司 会 石田潤一郎(京都工芸繊維大学)
 問い合わせは、「村野藤吾の設計研究会」(FAX075-724-7250) へ。

▶gallerism—画廊の視点—

現代美術を扱う15の画廊で組織し、現代美術の社会的受容と支持層の拡大を目指すgallerism—画廊の視点—展は、今回15人の作家を紹介する。観覧料無料。日曜休み。

関連事業として、鷺田清一氏(哲学者・大阪大学総長)と森村泰昌氏(美術家)の対談は11月5日夜、大阪府立現代美術センター南隣のNS21ビル9階ホールで開催された。

会 期 2008年11月3日～11月15日(土)
 10:00～18:00(土・祝日は16時まで)

会 場 大阪府立現代美術センター 展示室
 大阪市中央区大手前3-1-43
 電話06-4790-8520
 問い合わせはギャラリーヤマキファインアートの山木さんへ。電話078-391-1666。

▶「駅2008—鶴見線に降りたアートたち」展

JR東日本鶴見線の5つの駅を舞台に、現代アーティストが新作を展示する東京ステーションギャラリーの展覧会は、鶴見線の各駅が持つ懐かしい昭和の情景や海の光景とアートを、鉄道に乗りながら楽しめる。

会 期 2008年10月25日～12月7日(日)
 会 場 鶴見駅、国道駅、浅野駅、海芝浦駅、扇町駅の5駅—改札内の展示は目的の地までの切符を購入—
 展 示 鶴見駅／木村幸恵(油絵)→国道駅／高明根(写真家)→浅野駅／安藤栄作(木彫家)→海芝浦駅／林武史(彫刻家)→扇町駅／Mana(造園家)

▶蜷川実花展 地上の花、天上の色



《Acid Bloom》2003年 ©mika ninagawa

セルフポートレートから出発した蜷川実花さん。現実の光景を撮影しつつも非現実を映し出す“花”、写真家として自らの力量を問う“旅”、タレントや女優のイメージまでも創出する“ポートレート”など450点を展示する。

会 期 2008年11月1日～12月28日(日)
 11:00～19:00(金・土は20:00まで)
 月曜日休館、ただし11/24は開館
 会 場 東京オペラシティアートギャラリー
 東京都新宿区西新宿3-20-2
 入場料 1000円、大高生800円、中小生600円

▶ブラジル×日本 旅が結ぶアート

日本ブラジル交流年の今年、ブラジル・パラナ州クリチバにあるオスカー・ニーマイヤー美術館では6月に、兵庫県立美術館の「兵庫のコレクション展」が開催された。その帰国展を、パラナ州在住の現代美術作家3人の作品を加えて開催する。

会 期 2008年11月1日～12月7日(日)
月曜日休館、ただし11/24は開館
10:00～18:00(金・土は20:00まで)

会 場 兵庫県立美術館 企画展示室
神戸市中央区脇浜海岸通1-1-1

入場料 1000円、高大生700円、中小生400円

展 示 ①「兵庫のコレクション展」
②現代美術作家3人
・フランシスコ・ファリア
・ジョゼ・アントニオ
・マゼ・メンデス



フランシスコ・ファリア《Xarayes I》2006年 鉛筆、紙
招待券は日本建築協会(TEL06-6946-6981)へ。

■関連講演—聴講無料・観覧券半券要—

テーマ 「クリチバの街づくり」

—環境を考えたブラジルの都市計画

日 時 2008年11月22日(土)15:30～

講 師 中瀬 勲(兵庫県立人と自然の博物館副館長)

▶特別展「江戸と明治の華—皇室侍医ベルツ博士の眼—」

エルヴィン・フォン・ベルツ(1849～1913)は明治9年に東京医学校の教師として来日し、森鷗外ら優秀な医学者を育てる一方、明治、大正両天皇の侍医に任命されている。美肌液「ベルツ水」でもお馴染みだ。また、滞在30年間に屏風、掛軸、絵巻、印籠や根付、蒔絵や金属工芸品を収集。これら収集品はドイツに送られ、シュトゥットガルトにあるリンデン民族学博物館に約6000点が収蔵されている。

会 期 2008年10月25日～12月8日(月)
9:30～17:00(金曜は20:00まで)
火曜日休館

会 場 大阪歴史博物館・6階・特別展示室
大阪市中央区大手前4-1-32
地下鉄谷町線・中央線「谷町四丁目」

観覧料 1000円、高大生750円
中学生以下、大阪市内在住の65歳以上は無料〔要証明提示〕

展 示 小林永濯「祝賀図」、河鍋曉斎「猊群舞図」、リンデン民族学博物館所蔵の美術工芸品など180件
招待券は日本建築協会(TEL06-6946-6981)へ。

▶「90周年記念 大阪市中央公会堂の建築・美術・舞台」

平成14年には国の重要文化財に指定された大阪市中央公会堂は大正7年11月に開館し、今年90歳となる。大阪歴史博物館では、公会堂誕生に至る過程を中心に、完成後の様々な出来事、保存・再生工事で明らかになった点などを約50点の資料で紹介する。



大阪市公会堂設計競技1席 岡田信一郎案透視図
大阪市中央公会堂蔵

会 期 2008年10月29日～12月23日(火・祝)
9:30～17:00(金曜日は20:00まで)
火曜日休館(ただし12/23は開館)

会 場 大阪歴史博物館・8階

観覧料 常設展示観覧料で入場可(大人600円、高大生400円)。中学生以下と大阪市内在住の65歳以上は無料〔要証明〕

展 示 ①寄贈者・岩本栄之助
②設計競技と建築工事—13人の有名建築家による公会堂設計競技案を展示
③松岡壽の天井画・壁画
④公会堂の舞台活動
⑤平成の保存・再生工事

招待券は日本建築協会(TEL06-6946-6981)へ。

●展示解説—11/24(月・休日)と12/13(土)—
8階特集展示室で14時から30分程度、学芸員による展示解説がある。

▶特別展「国宝 三井寺展」

琵琶湖南西の長等山中腹に伽藍を構える三井寺(園城寺)が所蔵する秘仏や絵画を中心に、国宝・重要文化財約60件を含むおよそ190件の名宝が紹介される。

今年是天台密教の真髓を伝えた智証大師円珍が唐から帰朝して1150年にあたり、境内にある国宝・勸学院に狩野永徳の長男・狩野光信が描いた襖絵の数々も展示する。



重要文化財 如意輪観音坐像
平安時代 三井寺蔵

会 期 2008年11月1日～12月14日(日)
9:30～17:00

月曜日休館、ただし11/24は開館

会 場 大阪市立美術館(天王寺公園内)

入場料 1200円、高大生900円、中学生以下と大阪市内在住65歳以上は無料

展 示 国宝・新羅明神坐像/国宝・黄不動尊/国宝・中尊大師/国宝・御骨大師

招待券は日本建築協会(TEL06-6946-6981)へ。

▶「純粋なる形象 ディーター・ラムスの時代 —機能主義デザイン再考」展

1955年ブラウン社に入社し、40年以上にわたる500を超える製品をデザイン・監修してきたディーター・ラムスのデザイン哲学を解明する展覧会は、日本初公開のスケッチやプロトタイプ、モックアップなど300点を超える資料と、その背景となった歴史的デザインなども展示し、ディーター・ラムス回顧展にとどまらず、20世紀における「モダニズム」「近代化」を概観する内容となっている。



ディーター・ラムス
©VITSE

SK4/SK5
ラジオ・レコードプレーヤー
1956年/58年
ブラウン社
photo: Braun GmbH



会 期 2008年11月15日(土)～2009年1月25日(日)
10:30～19:30 月曜日、12/31休館。
11/24、12/29、1/12は開館

会 場 サントリーミュージアム [天保山]
大阪市港区海岸通1-5-10

地下鉄中央線「大阪港」駅徒歩約5分
入場料 1000円、高大生・シニア700円、
小中生500円

招待券は日本建築協会(TEL06-6946-6981)へ。

■開催記念シンポジウム

「デザインを創りだす時代のかたち」

日 時 2008年11月15日(土)14:00～

会 場 同館のIMAXシアター

入場料 1000円(自由席340席)

プログラム

①ディーター・ラムス氏への公開質問
②喜多俊之「デザインの力:企業ブランドとデザイン」
③深澤直人「デザインがクリアーにするビジョン」
④パネルディスカッション—コメンテーターにクラウス・クレンプ氏、司会に柏木博氏を迎えて、3人によるディスカッション。

理事会

第5回常任理事会

9月24日(水) 15:00~16:00
場 所 OMMビル1階 サロン
出席者 中井会長ほか9名
議 事 (1) 建築協会の今後の活動の方向性について
(2) 後援名義等の使用承諾について
(3) その他報告事項

支部長会議

第1回支部長会議

9月24日(水) 16:00~17:00
場 所 OMMビル1階 サロン
出席者 上林京都支部長、森畑中国支部長、佐伯東海支部長と中井会長ほか9名
議 事 (1) 支部の今後の活動予定について
(2) 会員増強について
(3) 「建築と社会」に掲載する支部だよりについて
(4) 公益社団法人化について
(5) その他

青年技術者表彰式

第55回青年技術者表彰式

講演会・懇親会

9月24日(水) 17:00~19:30
場 所 OMMビル1階 サロン
●表彰式
出席者 受賞者 19名
選考委員 設楽委員長ほか2名
協会役員 中井会長ほか6名
一般参加者 17名
(1) 会長から受賞者へ盾の授与
(2) 受賞者代表
榎安井建築設計事務所・
影林督論の挨拶

●講演会

出席者 53名
講 師 榎東畑建築事務所大阪事務所
設計部部長 中村文紀 氏
テーマ 「建築技師の仕事」一組織の設計者に求められるもの一

●懇親会

出席者 46名
講師・受賞者・協会役員等を交えた懇談・懇親会

編集委員会

第6回編集委員会

9月10日(水) 18:00~19:00
出席者 設楽委員長ほか2名
議 事 (1) 10月号「木造住宅を巡って～主に法制度の観点から～」

特集報告

- (2) 11月号「建築においてROBOTが活躍する日は来るか？」特集の企画
- (3) 12月号「自然と戦う構造」特集の企画
- (4) 各小委員会・分科会の報告
- (5) 収支状況報告

第6回構造分科会

9月5日(金) 18:00~19:40
出席者 房安幹事ほか3名
議 事 (1) 「構造の頁」の企画
(2) 12月号「自然と戦う構造」特集の企画

第7回法令分科会

9月9日(火) 15:00~17:10
出席者 谷本幹事ほか6名
議 事 (1) 「法令コーナー」の企画
(2) 10月号「木造住宅を巡って～主に法制度の観点から～」特集経過報告
(3) 情報交換

第6回作品作風小委員会

9月25日(木) 19:00~20:00
出席者 居内副委員長ほか8名
議 事 (1) 作品の選定
(2) 作品の掲載状況並びに掲載予定の報告
(3) 「gallery」掲載報告・予定
(4) 前回の編集委員会の報告

第6回広告企画小委員会

9月10日(水) 17:00~18:00
出席者 設楽委員長ほか1名
議 事 (1) 10月号「木造住宅を巡って～主に法制度の観点から～」特集報告
(2) 11月号「建築においてROBOTが活躍する日は来るか？」特集の企画
(3) 12月号「自然と戦う構造」特集の企画
(4) 広告頁「第一線の建築設計担当者に聞く いち押し建材・設備」シリーズの企画
(5) 広告掲載状況
(6) その他
(7) 収支状況報告

第6回10年委員会

9月4日(木) 18:30~20:30
出席者 設楽委員長ほか3名
議 事 コンベ審査委員長、審査委員の検討

事業委員会

第4回情報見学小委員会

9月11日(木) 18:00~19:00
出席者 瀬戸川委員長ほか10名
議 事 (1) 本年度事業について

(茶室・武庫川女子大学ほか)

(2) その他

出版委員会

第5回出版委員会

9月18日(木) 18:00~19:15
出席者 上原委員長ほか9名
議 事 (1) 「プロのノウハウ」と特装本の経過報告
(2) 進行中のテーマについて
(3) その他

東海支部(6月~10月分)

第1回役員会

6月5日(木) 18:00~
出席者 佐伯支部長ほか11名
議 事 (1) 平成20年度支部常置委員会構成及び事業予定
(事業委員会)
・モード学園見学会準備中
・10月17日~20日 五輪後の施設見学、世界遺産を中心に北京方面企画
(研修同好委員会)
・建築工事実務講習会開催予定。ゴルフコンペ開催予定

*常置委員会:総務委員会・事業委員会・編集委員会・研修同好委員会
委員会・21世紀委員会・東海特集特別編集委員会

第2回役員会

7月15日(木) 18:00~
議 事 (1) 支部会員増強
(2) 支部年間スケジュール

第3回役員会

8月19日(木) 18:00~
出席者 佐伯支部長ほか15名
議 事 (1) 建築総合展「新公益法人制度に関する講習会」に関する質問書
(2) 「建築と社会」東海特集

第4回役員会

9月25日(木) 18:00~
出席者 佐伯支部長ほか13名
議 事 (1) 「建築と社会」東海特集号
(2) 東海支部50周年記念事業
(3) 常置委員会スケジュール
(4) 団体会員増強

第1回東海支部特集特別編集委員会

10月14日(火) 18:00~
出席者 佐伯支部長ほか6名
議 事 2009年3月号東海特集の企画
一「作品作風」「街道・宿場町シリーズ」「東海の建築事例紹介シリーズ」「東海支部会員が語る」

空調・衛生・クリーンルーム設備
(設計・施工)



本社・本店 東京都港区浜松町1-25-7 電話03(3432)5711
大阪支社 大阪市淀川区加島1-58-59 電話06(6302)2270
支店 北海道/東北/北関東/横浜/名古屋/中国/九州

電気・空調・衛生・防災・産業廃水設備
設計施工



本店・大阪本社 〒550-0002 大阪市西区江戸堀1丁目9番25号 電話(06)6441-8231
東京本社 〒102-0071 東京都千代田区富士見2丁目15番10号 電話(03)3261-8231
支店 名古屋・福岡
支店 札幌・仙台・新潟・大宮・千葉・横浜・金沢・京都・神戸・天理・岡山・
広島・高松・熊本
営業所 帯広・函館・青森・秋田・盛岡・前橋・長野・静岡・豊田・津・富山・
福井・徳山・松山・高知・北九州・鹿児島・那覇
出張所 旭川・福島・川崎・松江・徳島・下関・長崎・大分・宮崎
海外支店 シンガポール・ホノルル
技術研究所 〒354-0044 埼玉県入間郡三芳町大字北永井390番地 電話(0492)58-1511



We have hope

■印刷事業 ポスター、カタログ、パンフレット、書籍、年鑑、社史、
雑誌、文字、画像データ処理
■メディア事業 SPプランニング・コンサルティング、ITソリューション、
web及びメディアコンテンツ企画制作



株式会社NPCコーポレーション
本社 〒530-0043 大阪市北区天満1-9-19
tel: (06) 6351-7271 (代) fax: (06) 6352-7479
第二ビル 〒530-0043 大阪市北区天満1-11-8
tel: (06) 6351-0128 (代) fax: (06) 6351-0208
東京支社 〒105-0004 東京都港区浜松町1-2-1
一光浜松町ビル7F
tel: (03) 3433-5211 (代) fax: (03) 5776-7733
(旧社名ナニワ印刷機、日本データネット版)

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 大阪府豊中市蛍池西町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7-2 東京NACLビル
TEL (03)3862-0978(代) FAX (03)3862-7098

デンカCSAファミリー製品

- デンカCSA (膨張性混和材) コンクリートのひびわれ防止に
- デンカタスコ (グラウト用無収縮材) 鉄骨ベース、逆打部の充填モルタルに
- デンカキューデックス (止水・補修用急硬セメント) コンクリート躯体の漏水補修に
- デンカES (土質安定用急硬材) 地盤補強用薬注入
- デンカΣ1000 (製品用超高度混和材) コンクリートパイルの早期出荷とハイモメント製造用に

電気化学工業株式会社

近畿地区販売店

金森藤平商事株式会社

TEL 大阪 (06) 6332-6861
TEL 東京 (03) 3272-8501

光洋物産株式会社

TEL 大阪 (06) 6252-6000

浜宗産業株式会社

TEL 本社・京都・京丹後 (0772) 72-2220
舞鶴 (0773) 76-0133

小浦産業株式会社

TEL 大阪 (06) 6443-6181

おいしさのために
環境のために
厨房からできること。



ECOLOGY
&
ECONOMY

ホシザキ電機株式会社 <http://www.hoshizaki.co.jp/>

本社/〒470-1194 愛知県豊明市栄町南館 3-16 ☎(0562)97-2111
東京/〒108-0074 東京都港区高輪 2-20-32 ☎(03)5791-8021
大阪/〒540-0026 大阪市中央区内本町 2-2-12 ☎(06)4792-5501



株式会社 レオクラン

〒566-0111 摂津市千里丘2丁目15-17
TEL: 06-6387-1554 (代) FAX: 06-6387-9895
ホームページ: <http://www.leoclan.co.jp>

～企画から運営までをトータル・サポート～

- ・コンサルティング業務
- ・企画・設計・施工業務
- ・ITネットワーク業務
- ・サプライ業務
- ・メンテナンス業務

LEOCLANとは、ラテン語で「LEO」＝ライオン 「CLAN」＝一族・一門の二つの言葉からなる造語です。いつも堂々と力強くありたいという私たちの願いを、会社名に込めました。若い組織ですが、スタッフは 保健・医療・福祉 に対して長年の実務経験と実績を有した「スペシャリスト集団」です。

現場マン
必読!!

建築主が納得する 住まいづくり

建築主が納得する
住まいづくり



玉水新吾 著
Shingo TAMAMIZU

企画・日本建築協会

建築主が大満足する家づくりとは。住宅メーカーのベテラン技術者が、現場で経験したクレームやトラブルの事例より、家を建てる時に、建築主に説明して念押ししたほうがよいポイントや、着工までに納得してもらいたいべき事項をあげ、その対応や配慮を工程にそって解説した。現場マン必読!!顧客満足度アップ、クレームゼロの方法。

Q&Aでわかる
技術的ポイント



著者略歴

玉水新吾(たまみず しんご)
1953年京都市生まれ、名古屋工業大学建築学科卒業後、1976年から大手住宅メーカーにて、住宅現場の施工管理・品質・保証・工程・安全衛生・環境・技術研修・知的財産・教育など、住宅技術一筋。
著書:『現場で学ぶ住まいの雨仕舞い』(学芸出版社)、『低層住宅施工現場のCIS』、『かんたんCISマナー』(ともに共著、PHP研究所)
所属: 日本建築協会、大阪住宅安全衛生協議会

四六判・224頁
定価1995円(本体1900円)

◎目次

- | | |
|------------|---------------|
| 第1章 敷地の法規制 | 第7章 外部仕舞い |
| 第2章 事前準備 | 第8章 開口部 |
| 第3章 工程と祭り事 | 第9章 竣工・引渡し |
| 第4章 基礎構造 | 第10章 電気設備 |
| 第5章 大工上棟 | 第11章 給排水・ガス設備 |
| 第6章 大工造作 | |

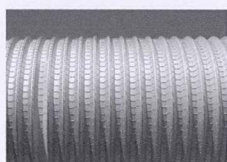


学芸出版社 〒600-8216 京都市下区木津屋橋通西洞院東入
tel 075-343-0811 fax 075-343-0810
<http://www.gakugei-pub.jp/> E-mail info@gakugei-pub.jp

ヨドコウ



ヨドルーフ166ハゼ/りんくうプレジャータウン シークル



3次元形状の屋根を実現

高い品質を誇る商品力と、実績に裏付けられた確かな技術力。

培ってきたノウハウを力に、金属屋根の可能性を拓ける、

ヨドコウのヨドルーフ。

経済性・施工性・意匠性に優れる

ヨドルーフ

スチール! & アイデア!
淀川製鋼

本 社 大阪市中央区南本町4丁目1番1号
東京支社 東京都中央区新富1丁目3番7号
<http://www.yodoko.co.jp>

〒541-0054 ☎(06) 6245-1256
〒104-0041 ☎(03) 3551-7941