

建築技術

2

No.817
2018 February

特集
R・C・I事における
不易流行のテクノロジー

architectural design

認定こども園リーチェル幼稚園
グランディハウス県南支社新社屋

III.

忘れてはならない、RC工事の勘所 | 型枠工事

支柱の存置期間と各種短縮工法

宗永芳（RC工事設計業務） 建築工事系本誌

梁やスラブなどの水平部材を受ける支保工としては、パイプサポートなどの支柱を用いる「在来工法」のほか、梁型枠間に専用の横架材を架け渡す軽量型支保梁工法（写①）¹⁾、鋼製のデッキプレートなどを打込むデッキプレート型枠工法（写②）²⁾などの「無支柱工法」が主に用いられている。

「建築工事標準仕様書・同解説 JASS 5」（日本建築学会）ではスラブ下および梁下の支保工の存置期間は、構造体コンクリートの圧縮強度がその部材の設計基準強度 F_c に達したことが確認されるまでと規定されており、1フロアの躯体施工サイクルが12～15日である一般的な工事では、2サイクルで設計基準強度の発現が見込めることから、いずれの工法でも打込み時に最大となる施工時荷重を2層で負担させる「打込み時2層受け」が一般的に採用されている。本稿では「無支柱工法」と、在来工法での支保工の運用方法を工夫した「支柱の一部残存工法」について、存置期間の考え方と管理のポイントを紹介する。

無支柱工法

無支柱工法とは、支柱の替りにビーム材などの軽量型支保梁や、せき板代わりに鋼製デッキプレートを架け渡す型枠工法で、スラブ下が無支柱空間となり、作業動線などが確保しやすいといったメリットがある。存置期間の考え方として、梁側型枠の脱型時期が重要となる。梁側型枠が垂直部材であることから、柱や壁のせき板と同様に $5\text{N}/\text{mm}^2$ で解体するといった考え方は不可である。

打設時に横架材端部を梁側型枠の頂部に載せ掛けて施工荷重を支持している場合、脱型時に支持点が梁コンクリートに移ることから、然るべき強度発現の確認が必要となる。コンクリートへの掛かり代（のみ込み

寸法）にもよるため、原則として自重を含めた上載荷重と掛かり代部分の支圧面積からコンクリートの必要強度を計算し、かつ、コンクリートと鉄筋の付着力が期待できる $12\text{N}/\text{mm}^2$ 以上とする。また、横架材の一部がコンクリートにのみ込む（写③）³⁾ ことから断面欠損とならないよう、あらかじめ梁を増し打ちする計画としておくことも重要である。

支柱の一部残存工法

コンクリートの強度発現を待ちながら、2層に渡り支保工を存置している期間は、型枠資材の転用計画や仕上げおよび設備工事などの後工程の着手時期にも影響するため、工事全体の工程および経済性にも密接に関連する。

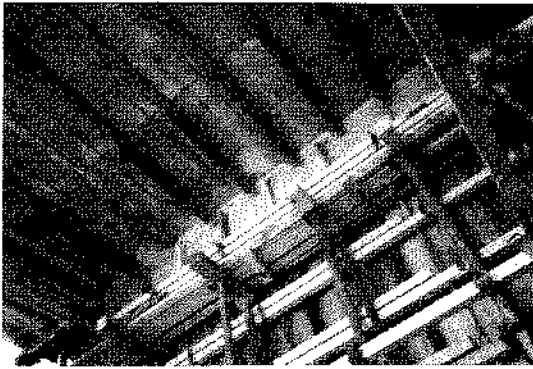
したがって、この存置期間を品質を損なわずに短縮できれば、仕上工事の早期着手が可能となり、全体工期の短縮およびコストダウンに大きく寄与することができる。

前出の JASS 5 ではスラブ下および梁下の支保工存置期間について、設計基準強度に達する以前に取り外しを行う場合、有害なひび割れやたわみの発生がないよう、対象とする部材に加わる施工荷重などを安全に支持できるだけの強度を「適切な計算方法」から求め、その圧縮強度を実際のコンクリート圧縮強度が上まわることが確認できることが条件とされている。

これに則り、「適切な計算方法」により一部の支保工のみを残存させて、それ以外の支保工を設計基準強度発現を待たずに早期に解体する「支柱の一部残存工法」という支持方法の考え方を以下に示す。

◎パーマナント工法

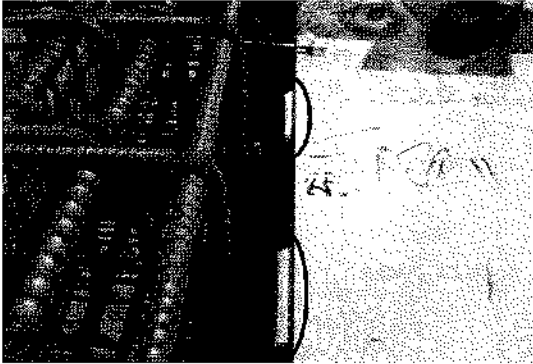
スパンの短い床スラブなどのように、施工荷重による縁応力度がコンクリートの曲げ強度より十分小さい場



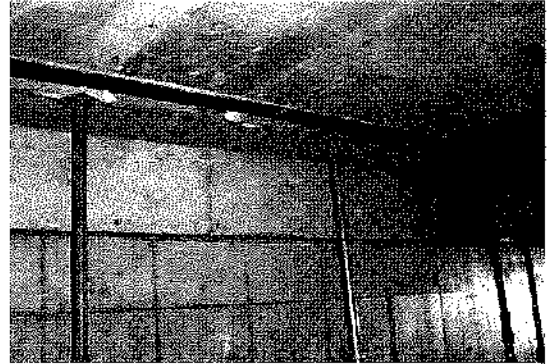
①ビームを用いた無支柱工法



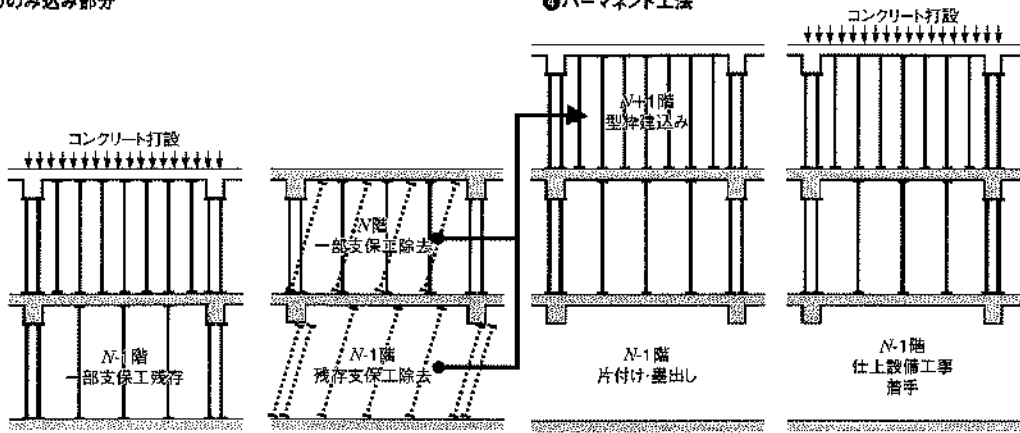
②デッキプレートを用いた無支柱工法



③梁のみ込み部分



④パーマナント工法



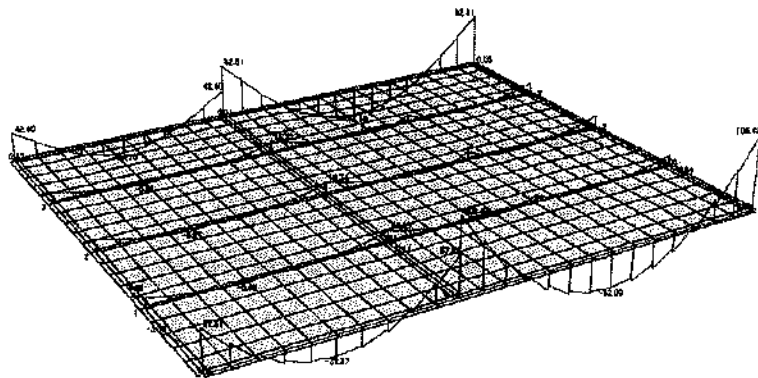
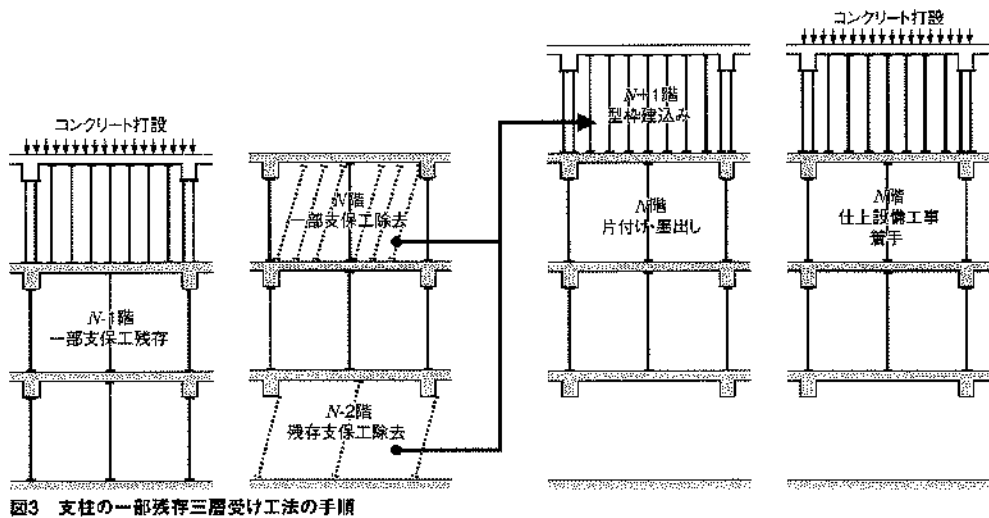
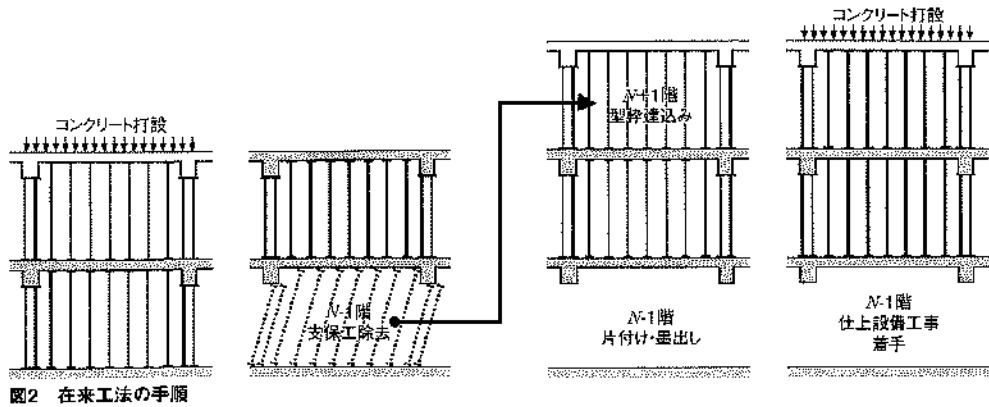
合、施工期間中に曲げひび割れや有害なたわみを生じる可能性はほとんどないと考えられる。パーマナント工法は、この規定に準じて床スラブの施工荷重を2層受けて軽減しつつ、支保工取り外し時に支柱を一部残したままとする工法である(写④)¹⁾。

この工法は、集合住宅の基準階など同一平面の繰返し作業が続く場合、床版型枠を本型枠と補助型枠に分け、適切な計算により求めた必要強度を確認したのち、設計基準強度の発現を待たずに補助型枠と支柱を残して、本型枠とその支保工の約2/3を直上階に転用する工法である。なお、残存支柱は極力スラブ中央

付近とし、いわゆる「盛り換え」でなく、コンクリート打設前から設置してゆるみのないようにするのがポイントとなっている。

本工法を採用すると、床版型枠および支保工の転用効率が向上するため資材の投入量が削減され、本型枠の転用荷揚げが一層分であることから、労務負荷の軽減ができる。また、存置支保工が少ないため、後続の仕上げ準備に着手できるといった効果が得られる。

なお、検討結果は設計基準強度、スパン長、スラブ厚などにより異なるが、打設サイクルによっては図1²⁾のようにスラブ材の2/3を直上階に転用することが可能



になるケースがある。

◎支柱の一部残存三層受け工法

本工法は敢えて打込み時3層受けとする替わりに、各層で支持する支柱の本数を最小限とする工法である。

コンクリートが設計基準強度に満たない打設後4日目前後（目安として圧縮強度15～18N/mm²程度）の段階で、通常のパイプサポートに比べ耐力の大きい残存支柱を適切な計算により求められた位置、本数

をあらかじめ設置し、ゆるみをなくしたうえで、一般の型枠と支保工のすべてを早期に解体する。ほとんどの型枠資材を直上階に荷揚げ、転用することができるに加え、残存支柱が極端に少ないことから、設備や仕上工事などの後工程も設計基準強度発現を待たず早期に着手でき（図2、3）²⁾、在来工法に比べ全体工期の短縮に大きく寄与する。

より早く支保工を取り外すための「適切な計算方法」

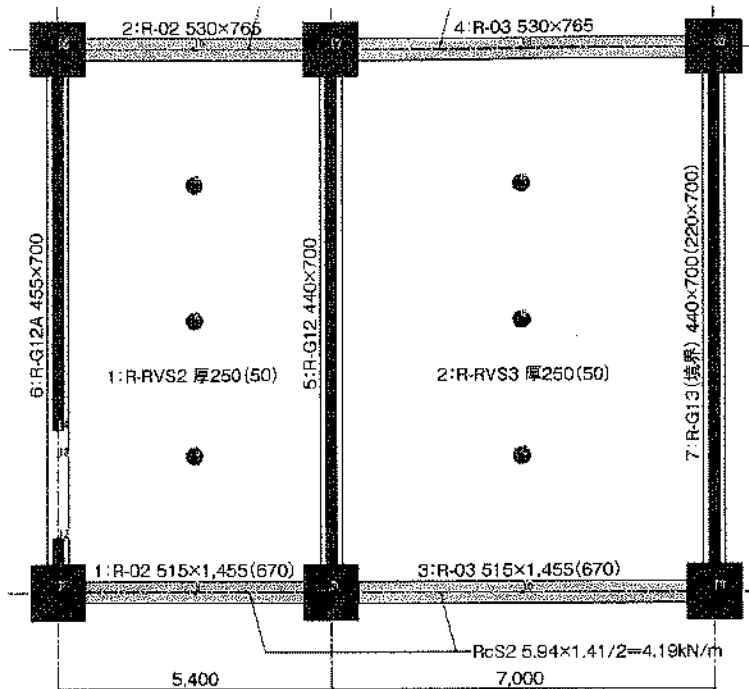


図5 残存支柱の配置例

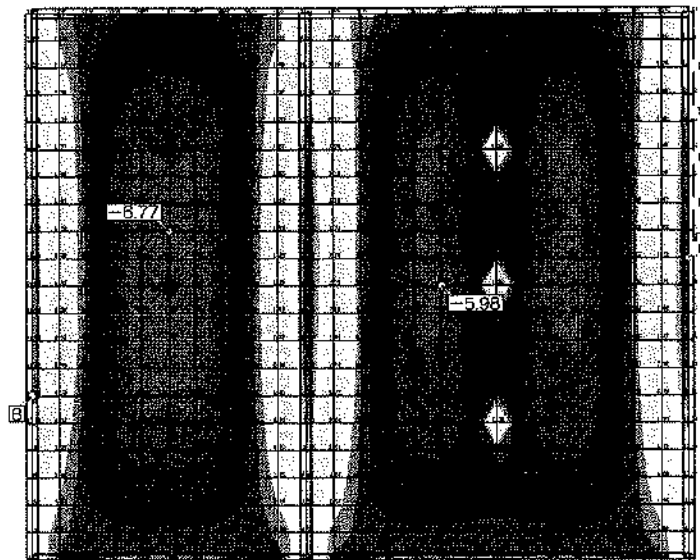


図6 残存支柱配置図の解析例

の一例として、梁スラブを300mm前後のメッシュでモデル化し(図4)⁴⁾、有限要素法を用いたFEM解析により、有害なひび割れやたわみを防止する残存支柱の位置と本数を後工程に配慮しながら配置(図5、6)⁴⁾するもので、実施工段階では工事の各ステップでコンクリート強度をその都度確認していく。したがって品質を確保するには、残存支柱の配置、解析の検討から施工プロセスまで一貫して管理する必要がある。

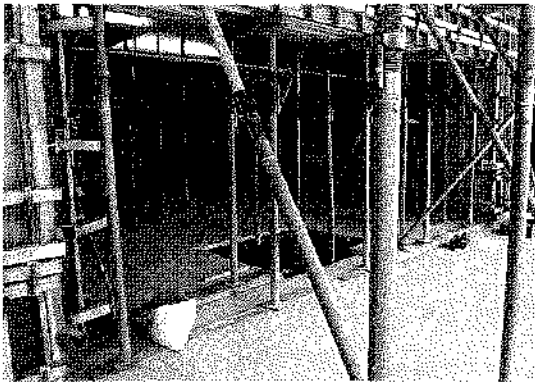
実例として、躯体工事1フロア15日のサイクルの集合住宅に適用した現場の同一日の各階進捗状況を示す。

【N階】

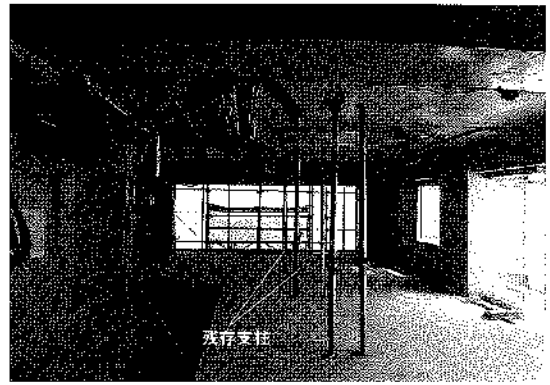
施工階は在来工法と、同様で立ち上がり躯体コンクリート打設直前の状況(写⑤)³⁾である。

【N-1階】

在来工法であれば打設時2層受けが原則のため、



⑥「N階」打設直前



⑦「N-1階」壁左官補修、天井配管施工状況



⑧「N-1階」外壁ALC、サッシ取付状況



⑨「N-2階」断熱吹付、UB設置状況

施工階の直下はまだ梁スラブの型枠支保工は存置され、支柱が林立している。本件ではスラブ下数本の残存支柱のみを残し、梁下を含めたほとんどの支柱が解体できたため、戸境壁の左官補修や天井の配管配線工事が進められている(写⑥)³⁾。さらに一部の部屋では、梁下に外壁ALCやサッシの取付けが可能となる(写⑦)³⁾。

【N-2階】

在来工法であれば支柱が解体転用され、片付け後に仕上げや設備工事が着手される階だが、本工法では3層受けのため数本の残存支柱が残るものの、す



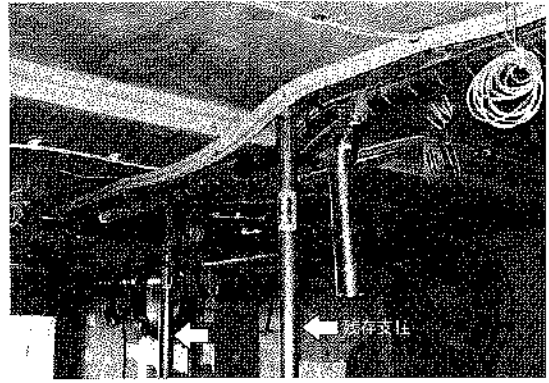
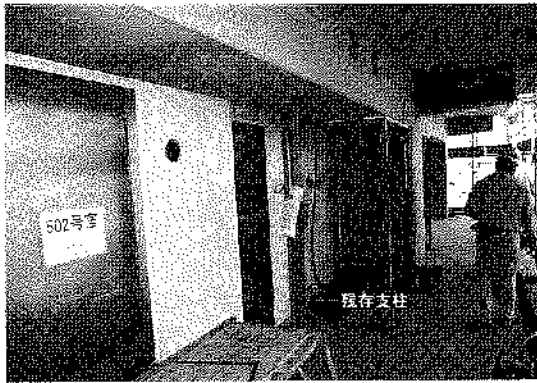
⑩「N-2階」間仕切壁下地施工状況

に断熱ウレタン吹付が完了し、ユニットバスが設置されており(写⑧)³⁾、一部の部屋では間仕切壁のLGS下地が開始されている(写⑨)³⁾。

また、外部廊下も数本の残存支柱を残しながらも、梁型の左官補修、メーターボックスの取付けなどが進んでいる様子が見て取れる(写⑩)³⁾。

これらの状況から在来工法に比べ、仕上工事が1フロア分、約2週間ほど早く進んでいることとなる(表1)⁴⁾。

なお、工法採用にあたり、現場の施工管理においては工法を十分理解したうえで、解析結果をまとめた施



⑩「N-2階」廊下梁型左直補修、MB取付状況

⑪設備ダクトと残存支柱の干渉例

表1 クイックアップ工法採用時の実施工程表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火

工要領書に基づき専門技術者指導のもと、コンクリートの強度管理や残存支柱を含めた支保工の配置計画および存置期間の管理が重要である。

特に3層に渡り設置される残存支柱の位置は、設備配管や内装仕切などの後工程と干渉すると逆効果になってしまう(写⑩)⁴⁾ので、十分な検討が必要である。

また、床にハーフPCa工法などに本工法を採用する場合は、少ない支柱の上に在来工法より早期に床PCa部材や鉄筋材などが載荷されていくため、施工・荷揚げステップに応じ、適切に施工荷重を設定して計算により確認する必要がある。

◎採用における留意点

上述したパーマナント工法、一部残存三層受け工法などの「支柱の一部残存工法」は採用に先立ち、「適切な計算方法」の考え方や内容について設計者、監理者など関係者への確認が必要である。また、当

該工事の準拠図書がJASS 5ではなく「公共建築工事標準仕様書」(公共建築協会)の場合、適切な計算方法により支柱を早期解体できるという規定自体がないため、採用へのハードルは上がる。

しかし、建設作業員の高齢化、熟練工の不足といった労務事情を背景に、工期短縮や型枠資材の転用効率向上などの効果を考えると、施工の合理化、生産性向上といった観点から今後採用が増えていく工法になるであろう。

(そう ながよし)

【参考文献】

- 1) 宗永芳：型枠の建込み，建築技術2011年6月号pp.116-119
- 2) 宗永芳：施工に起因する発生要因と対策，建築技術1999年5月号pp.164-177
- 3) 宗永芳：梁およびスラブ支柱の一部残存工法，建築技術2017年3月号pp.116-117
- 4) 宗永芳：建築分野の型枠工事を支える技術「支保工〜クイックアップ工法」，セメント・コンクリート，No.838

「仕組み」から知る 鋼構造設計の勘所

監修-宮里直也(日本大学理工学部建築学科教授)

高品質な鋼構造建築物を、合理的かつ経済的に構造設計するために必要な知識は何か。素材の理解や、工場でのどのように加工されるのか、また現場でどのように組み立てられるのか。また、構造設計で意図した建物の構造性能が、完成した建物で正しく実現できるかは、適切な監理や必要な指示ができるかにかかってくる。本特集では、鋼構造建築物が出来上がるまでの「仕組み」に着目して、構造設計者が理解すべき事項や、気に掛けるポイントを取り上げる。

architectural design 漱石山房記念館 / フォルムデザイン一夫
建設現場の生産性向上に向けて 第3回、エネマネハウス2017 第3回、
古建築で学ぶ建築技術考 最終回、建築関連最新判例の解説 第51回、
新時代を拓く最新施工技術 第101回、施工者に幸あれ 第75回

2月17日全国書店にて発売予定

建築技術

The Kenchiku Gijutsu
2018 February No.817

平成30年1月17日発行

発行所 株式会社建築技術
発行人 橋戸 幹彦
編集長 高木 秀之
編集部 橋戸 央樹
寺内 朋子
広告 橋本 剛
営業 高木 秀之
経理 木原真紀子

〒101-0061
東京都千代田区神田三崎町3-10-4
千代田ビル
販売・経理 TEL 03-3222-5951
FAX 03-3222-5957
広告 TEL 03-3222-5953
FAX 03-3222-5957
編集 TEL 03-3222-5955
FAX 03-3222-5957

e-mail hanbai@k-gijutsu.co.jp

*住所表示が変更になりました。

定価1,900円(本体1,759円+税)
1年間予約購読料 22,800円(税込み)
2年間予約購読料 45,600円(税込み)

大井 尚志
株式会社建設本部建築エンジニアリングセンター建築技術部長

城戸 隆宏
日本郵政不動産部門施設設計建築計画グループリーダー

佐原 守
株式会社建築技術本部技術研究所施設技術研究部上級主任係

澤地 孝男
国立研究開発法人建築研究所理事

戸倉 健太郎
三井住友建設株式会社本部施設情報技術部長

富田 知己
株式会社テクノス技術部顧問

中田 善久
日本大学理工学部建築学科教授

橋爪 慶介
大成建設株式会社本部技術部建築技術室部長

広沢 雅也
工学院大学名誉教授

樋口 成康
株式会社工務店生産本部生産企画部副部長

瀧本 正樹
清水建設株式会社生産本部生産計画技術部

本橋 健司
芝浦工業大学建築学部建築学科教授

森田 高市
国土技術政策総合研究所建築研究部構造基礎室長

柳井 正
株式会社NTTファシリティーズPM/PMアシスト技術員

吉田 俣郎
工学院大学名誉教授

和田 環
株式会社建設技術研究所建築生産グループ担当部長

■空を見渡すとタワークレーンがよぎよぎと舞い並び、槌音が心地よく響いてくる。2020年に開催される東京オリンピックに間に合わせるかのように、建設現場は急ピッチで工事を進めている。2018年度予算は97兆7,128億円と6年連続で過去最大を更新した。税収は1兆3,670億円増の59兆790億円を見込んでいるが、歳出は税収を大きく上回っている。将来を担う子どもたちに明るい未来を遺したいというが、渡せるものはなにかをふと考えてしまう。

■昨年は「インスタ映え」がワードとして流行した。画像共有サービスのインスタグラムで、投稿者が「見栄えのする」画像をアップして、それを見た人が反応する。インスタグラムを使う人のうち何割かの人は、見栄えがするであろう絵柄を撮ったことで、そしてそれをアップすることで気が済んでいる人もいるかもしれない。しかし大半は、アップした画像に、より多くの人が反応してくれることを期待している。ある人の説では、アップされた画像を見た人が「いいね」などの反応をすることが、投稿者の承認欲求を満足するらしい。2018年は、インスタグラムをやっている人・いない人、みんながお互いのよいところを見つけて、認め合えるようになってほしい。

■今月号では、RC工事の三職種(鉄筋、型枠、コンクリート)の課題と技術力確保・向上のほか、技術継承や技術革新など、いろいろな隠れテーマがちりばめられている。先日開催された鉄筋EXPOされたが、三職種までひろげた交流場が企画されるように願う。広告では、合板型枠と転用合理化工法や、鉄筋の機械式継手、自動結束機、生コンクリート供給など、三職種にかかわる幅広い情報を紹介しているので、是非とも情報を収集していただき、よりよいRC建築物を実現していただきたい。

■最近建築関係のメディアを見ていると、BIMやICT、ロボットなど、情報通信技術も含めた最新技術をどのように建築・建設業に取り込むかという記事をよく目にする。本誌でも昨年はそのような切り口の特集を何回か取り上げた。一方、建設業はまだまだ労働集約型産業の側面が強いように思う。今月号の特集は労働集約型の代表格でもあるRC工事に関する内容である。革新的なイノベーションが未だ姿を現さない現在において、今一度在来工法の可能性を考えてみてほしい。

■思ふに藤野氏の設計した住宅が、また一つ、失われようとしていることがわかった。住まい手の大女優が大事に使っており、状態よく残っていたのを確認したのが数年前。拠点を海外に移っていたため、どうとう日本の住居を手放すのか。新たな住まい手が見つければよいが、周囲の者が取り壊されているので、マンションでも建つのかもわからない。昨年、土浦亀城邸が売りに出されたと聞いた。残念ながら、公共建築に比べ住宅建築は残りにくいようである。