

建築物における PC 技術の進展

福井 剛*

これまでの約 10 年間で本会誌の PC 建築特集に登場した PC 建築の報告を調べ、建物用途と構造的なキーワードにより分類し、事例紹介を通してこれまでの PC 技術の進展を振り返った。それぞれの事例に対して、PC 技術が採用された理由、設計および施工上の新たな試み、今後期待できる技術展開などを述べて、この 10 年間の変化を整理した。最後に PC 建築のこれからについて考える。

キーワード：施工事例、建物用途、構造的特徴

1. はじめに

私が初めて PC 建築工場の現場に触れたのは大学院生時代の 1994 年である。江戸川区にある葛西市場花き部施設新築工場の現場見学会の案内を受けて参加させていただいた。これは、柱・大梁・小梁・床部材をプレキャスト化したもので、柱・大梁・小梁はすべてプレストレスにより圧着接合する PCaPC 工法による工事だった。修士論文のテーマが PC 構造であったので、この工法については理解していたが、現場であまりにも簡単に躯体ができあがっていく様子には驚かされた記憶がある。翌年、本会誌 1995 年 4 号の PC 建築特集を開くと、この工事報告が掲載されていた。PC 部材ジョイントに用いる材料の選定や目地モルタルの施工実験について記されており、簡単に進む施工の裏側にある配慮を知った。本会誌を真剣に読んだのはこのときが初めてだったかもしれない。

時は過ぎ、今回、本特集で直近 10 年間の振り返り役割を与えられた。なんとなくの感覚で 10 年を振り返ることもできそうな気がするが、60 周年のお祝い号で文字ばかりでは申し訳ないので、過去の会誌の建築特集を眺めながら読者の皆さんと一緒に 10 年間の振り返りをしてみようと思う。

2. これまでのおおよそ 10 年の振り返り

10 年という長い気がするが、技術の進展や建設された建物の特徴の移り変わりを語るには少し短い。ありがたいことに今回与えられた題目は「50 年頃から」と幅が与えられているので、少し広めのおおよそ 10 年の視野で見たいと思う。



*1 Tsuyoshi FUKUI

日本大学理工学部
海洋建築工学科 教授

2.1 法律などに関する事象

今からおおよそ 10 年前は、2005 年に発覚した耐震強度構造計算書偽装事件以降、建築構造に関してさまざまな制約が課され、設計実務上の影響が生じていた。PC 構造にも他構造と同様に、一定期間はさまざまな混乱が生じていた。

そんななか、ちょうど 10 年前の 2009 年に、「プレストレスコンクリート造技術基準解説及び設計・計算例」、通称「緑本」が発刊された。これは、2007 年に改正された PC 構造に関する告示の運用方法を示したもので、国土交通省国土技術政策総合研究所と（独）建築研究所の監修による。同書により新たに明文化された主な事項は、

- ・限界耐力計算による計算例
- ・主要構造部材へのアンボンド PC 鋼材の利用
- ・あと硬化型 PC 鋼材の使用
- ・保有水平耐力設計における PC 部材種別の改訂

などであり、設計の自由度を広げることはあっても制約を強める事項は盛り込まれていない。結果として、法律などの面で PC 構造が他構造より不利になることはなかったといえる。

2.2 代表的な施工実績

過去 12 年分（2007～2018 年）の PC 建築特集に取り上げられた 74 件の施工実績について調べてみた。PC 建築特集は設計者や施工者の投稿によるものなので、この集計結果が施工実績の全容を現すものとはなり得ないが、本稿の執筆のためには十分な情報を得られると考えた。

2.2.1 建物用途による分類

建物用途として多かったものは、学校が 22 件と全体の 3 割ほどを占めている。次いで事務所の 17 件、運動施設の 8 件が続く。美術館・博物館、庁舎、病院は各 6 件であった。運動施設としては、競技場が 4 件、体育館が 4 件となっている。実績としては多数あると思われる物流施設の報告は 3 件となっている。

(1) 学校建築での使われ方

学校建築は掲載件数が多いこともあり、PC の使われ方には多様性が見られる。

柱・梁などの主要部材をすべてプレキャスト化した例としては、2007 年掲載の東北薬科大学教育研究棟（写真

- 1)¹⁾, 2012年の東北大学インテグレーション教育研究棟(写真-2)²⁾, 2015年の立川市立第一小学校(写真-3)³⁾などがある。

プレキャスト部材に意匠性をもたせて、屋根板や床板として用いた例としては、2009年の折板屋根にPC部材を採用した昭和学院伊藤記念ホール、2013年の曲面床板による立教大学ロイドホールがある。

以上の事例においては、東北大学インテグレーション教育研究棟と立川市立第一小学校で部材性能の確認実験が行われているが、すべて既存の設計体系内での設計が可能なのである。PC技術の進展というよりは、設計者の思想により生まれた特徴ある建物である。

(2) 事務所建築での使われ方

事務所建築として特筆すべき点は、3つの超高層免震ビルの誕生である。集合住宅としては2004年掲載の小田急海老名マンションの実績があるが、事務所としては初登場である。

2011年のみなとみらいセンタービル(写真-4)⁴⁾は、建物高さ98mの地上21階建ての免震構造で、建物外周に配置されたプレキャスト壁柱とこれをつなぐ鉄骨梁を耐震要素とし、床組みを高強度鉄筋を緊張材に用いた22mスパンのPCaPC小梁により構成したものである。さらに鉄骨梁の一部には低降伏点鋼が使用され、制振機構が付加されている。構造形式が独特であるだけでなく、構造体を活かした建物の外観も特徴的である。この建物は2006年掲載の大成札幌ビルを超高層化・大スパン化したもので、明快的な技術の進展がみられる事例である。

翌2012年の東京第5データセンター(写真-5)⁵⁾は、軒

高89mの地上16階建てで、外壁により壁式チューブ構造を構成し、サーバー室の重荷重を支える水平材をPCaPC造としたものである。超高層建築でありながら、サーバー機のレイアウトがしやすい柱が少ない内部空間を実現している。

2016年の二子玉川ライズII-a街区高層棟(写真-6)⁶⁾は、建物高さ130mの地上30階建てで、連層RCコア壁とポストテンションPC梁によるダブル井桁架構を耐震要素としている。事務所スペースは16m×60mの無柱空間をプレテンション梁により確保している。施工的には、柱梁接合部を一体としたPCaPC大梁に外周柱内にアンカーした未緊張のポストテンションPCケーブルを内蔵することで建物内部での緊張作業を可能としている。周知のとおり、プレストレス導入に際しては、アンカーディスク、くさび、油圧ジャッキなどの細かいパーツや重量物を建物外部で取り扱う必要があり、とくに超高層建物では資機材の落下に対しては細心の注意を払う必要がある。PCグラウトの飛散対策についても同様である。また、PC鋼材の揚重作業をなくす効果もあり、クレーン作業量の軽減にもつながっている。超高層PC建物を施工するうえで、現場作業の軽減と安全性の向上を両立させた新しい試みで、応用範囲も広い施工技術であるといえる。

(3) 競技場施設での使われ方

競技場施設に関するものとしては、競輪場、野球場、サッカー場、陸上競技場の施工報告がそれぞれ1件あった。

2007年のいわき平競輪場バンク(写真-7)⁷⁾は、新マコンネルと呼ばれる走行路盤の曲面をPCaPC躯体で表現した特徴を持つ、国内初の2層式バンクである。刻々と変化するバンク角を有する走行路盤部材800ピースと52本



写真-1 東北薬科大学教育研究棟



写真-2 東北大学インテグレーション教育研究棟



写真-3 立川市立第一小学校



写真-4 みなとみらいセンタービル



写真-5 東京第5データセンター



写真-6 二子玉川ライズII-a街区高層棟



写真 - 7 いわき平競輪場

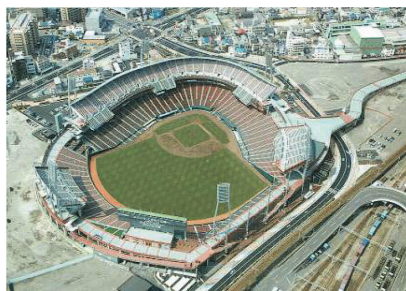


写真 - 8 ZOOM-ZOOM スタジアム広島



写真 - 9 Panasonic Stadium Suita

の柱部材でバンクを構成している。

2009年の広島東洋カープ本拠地球場である MAZDA ZOOM-ZOOM スタジアム広島 (写真 - 8)⁸⁾ は、複雑ではあるが規則的な形状のスタンド部の柱・梁・段床を PCaPC 造により構築し、不規則な部分を鉄骨造とすることにより、短工期と低コストを実現している。広島東洋カープは本スタジアム完成以降、2016年、2018年と2度のセントラルリーグの覇者に輝いていることを付記しておく。

2015年のガンバ大阪ホームスタジアムである Panasonic Stadium Suita (写真 - 9)⁹⁾ は、全額寄付金により建設された日本初のサッカースタジアムである。低コストと短工期の大命題と応援振動対策から PCaPC 工法が採択された。着工時期が建設工事の増大期と重なったため、プレキャスト化による短工期メリットを享受しながら、部材製作工場の負担を軽減するために、一部をサイト PCa 化、柱部材は場所打ちすることにより効率的な建設が進められた。

(4) 物流施設建築での使われ方

物流施設に関するものとしては、2008年のプロロジスパークセントレア (写真 - 10)¹⁰⁾、2017年の第一倉庫冷蔵岩槻物流センターの施工報告がある。いずれも大規模 PCaPC + 免震の組合せとなっており、物流倉庫建築のひとつの解として定着した感がある。もう少し昔の報告を探すと、1991年掲載のソニー (株) 板倉物流センターが目にとまった。延床面積は4万平米以上と現在と遜色なく大規模である。免震が急激に普及しはじめた1995年以前の建設であるために免震構造は採用されていないが、柱と梁の接合に場所打ちコンクリートを用いないドライジョイントによる PCaPC 工法が採用されている。前述の2件はいずれも柱梁接合部を場所打ちとするウエットジョイント工法が採用されており、この点が構工法の成熟による変化なのであろう。プレキャスト化に固執せず、効果的に場所打ちを利用することも技術の進展には必要と思われる。



写真 - 10 プロロジスパークセントレア

(5) 津波避難施設での使われ方

PC 建築特集号ではないが、2014年の第1号に掛川市津波避難タワー (写真 - 11)¹¹⁾ が掲載されている。静岡県掛川市に建設された2つの施設はいずれも PCaPC 工法がはじめて採用された津波避難施設である。今沢地区に建設された施設は、設計用浸水深10mに対して地上高さ12mとなっている。大スパンかつ高耐力・高耐久である PCaPC 工法の特徴を活かして、漂流物に対する衝突リスク軽減と施設下部空間の有効利用、ライフサイクルコストと環境負荷の低減が評価されている。PCaPC 工法の長所が評価され、新たな用途へ適用されたことは技術の進展である。



写真 - 11 掛川市今沢地区津波避難タワー

2.2.2 構造的な特徴による分類

表 - 1 は、前述の74件の建物の構造的な特徴について、主要なキーワードを抜き出したものである。建物の主要構造に PCaPC を用いたものが44件と最も多く、免震構造が24件とこれに続いている。近年、免震構造と PCaPC 工法の相性の良さについてはかなり認知度があがってきた。免震構造の24件のうち20件が PCaPC 工法との組合せである。これらもこの認知度の上昇に貢献してきた建物であろう。以下に、構造的な特徴により仕分けをして建物を見ていく。

(1) PCaPC 工法

PCaPC 工法として報告された建物の用途は、庁舎・事務所・データセンター・学校・住宅・病院・スタジアム・体育館・美術館・商業施設・物流倉庫・格納庫と多岐にわたり、一般的な建物のほとんどすべてに適用されている。ひと昔ふた昔前には、「大スパン・重荷重・短工期」が採用されたキーワードとして多かった気がするが、現在では必ずしもこれは当てはまらないようである。確かに可変性を求めて建物が大スパン化する傾向は見られるが、それよりも PC 構造が耐震要素として広く認知された影響が大きいと思う。20年前くらいには5階建てを超える PC 建物が

表 - 1 構造的なキーワードの該当件数

キーワード	件数
PCaPC	44
免震	24
場所打ち PC	14
細柱	7
超高層	4
格子梁	3
折板, 曲面板	3
床板	3
ブレース取付	2
レトロフィット	2
プレグラウト	2

計画されることはまれであったが、基規準が整備されたことと地道な実績の積上げにより中高層建物にも普通に使われるようになってきている。前述した超高層建物への適用事例に加えて、2013年の8階建て兵庫県立淡路医療センター(写真-12)¹²⁾、2018年の10階建て藤沢市新庁舎(写真-13)¹³⁾の報告もあげられている。

(2) 場所打ち PC 構造

場所打ち PC 構造として報告されているものは、従前と



写真 - 12 兵庫県立淡路医療センター



写真 - 13 藤沢市新庁舎

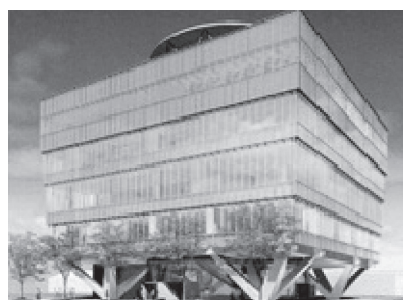


写真 - 14 滑川市民交流プラザ

同様の大空間確保のために使われているものが多いが、建物の一部分に場所打ち PC 梁を用いることにより、建物に特徴を与えているものいくつか見られる。

2007年の滑川市民交流プラザ(写真-14)¹⁴⁾は、陸立ち柱を受ける2階梁にプレストレスを与えることで、効率的な免震層の計画と個性的な建物外観を得ている。2011年の関西大学高槻ミュージックキャンパス体育・厚生棟では、アリーナの床を受けるプールの天井に位置する24mの梁を場所打ち PC 梁とすることで、重層の大空間を実現している。両者ともに、適材適所で PC を用いている。「困った時には PC で」の使い方は昔も今もさほど変わらないが、免震構造の普及により全体としては採用機会が増えていることが推測される。

(3) 細 柱

少しずつであるが、PC 細柱を用いた建物の報告が蓄積されている。PC 細柱の定義は存在しないが、本会誌報告で「細い」と紹介されているものは客観的に見ても「細い」と感じるはずである。

PC 細柱の元祖を辿ってみたい。私の認識では、PC 細柱の登場は1999年掲載の埼玉県立大学(写真-15)¹⁵⁾である。スレンダーな柱と梁により構成されている PC 架構は、20年経った現在でも魅力的で、ドラマなどのロケ地として利用されて良くテレビ画面に登場する。2006年に掲載された淀屋橋山本ビル(写真-16)¹⁶⁾は、PC 細柱でありながら地上12階建ての事務所ビルである。柱小径は140mmとその後の建物と比べてももっとも小さく、本会誌ではルーバー状細柱と紹介されている。前述の埼玉県立大学の柱小径が230mmであるから、かなりの細柱である。これ以降、数件の PC 細柱を用いた建物が本会誌に登場しており、最近10年でも4件の報告が挙げられている。表-2に本会誌で紹介された PC 細柱建物の一覧を示す。

表 - 2 PC 細柱建物一覧

掲載年	建物名	柱断面寸法 b × D (mm)	階数
1999	埼玉県立大学	230 × 630	4
2006	淀屋橋山本ビル	140 ~ 150 × 500	12
2007	焼津某事務所	180 ~ 200 × 700	3
2011	ふくぎん博多ビル ^{※)}	220 ~ 250 × 800	12
2011	宮崎銀行鹿児島	150 ~ 200 × 500	5
2015	稲盛記念会館	200 × 800	3
2016	愛知総合工科高等学校	260 × 600	4

※) 写真 - 17¹⁷⁾



写真 - 15 埼玉県立大学



写真 - 16 淀屋橋山本ビル



写真 - 17 ふくぎん博多ビル

(4) 免震レトロフィットとブレースの取付け

PC 圧着による部材の摩擦接合は、外力作用時にずれが生じるまでは剛性低下しない特徴を有している。この特徴を活かして、耐震ブレースの取付けと免震レトロフィットのキャピタル補強に用いた報告があげられている。写真 - 18 は 2018 年に掲載されている、建築家丹下健三設計の山梨文化会館の免震レトロフィット工事¹⁸⁾である。特徴的な直径 5 m の円筒形大断面柱に、免震装置を取りつけるための場所打ちキャピタルを圧着接合したものである。集計されてはいないが、レトロフィット工事に PC 技術を用いた同様の事例は相当数存在すると思われる。今後も免震装置の更新工事での採用が予想される。また、新築工事でも制振ダンパーや制振間柱を躯体に接合する際に日常的に PC 圧着が用いられている。部材を剛強に接合する技術として PC 圧着は地位を得ているといえる。

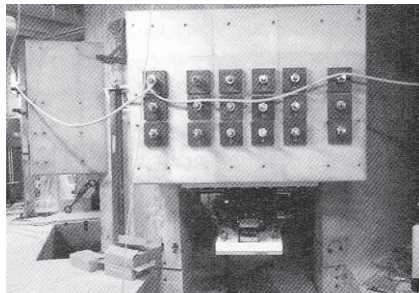


写真 - 18 山梨文化会館
(免震レトロフィットキャピタル部)

2.3 振り返りのまとめ

ここまで振り返り見た建物について、PC 技術の進展の目線でまとめてみたいとおもう。

まずは学校建築である。いくつかの施工実績をあげて PC 技術の進展は見当たらないと先に述べたが、もう少し大局的に考えてみる。1999～2008 年の 10 年間で報告されている学校建築は 7 件であったが、その後の 2009～2018 年の間に報告されている件数は 19 件と 3 倍近くに増えている。学校施設の更新時期と重なったことも理由の 1 つであろうが、学校建築の選択肢として PCaPC 工法の認知度が高まっていると考えて良いだろう。先に紹介した、

1999 年掲載の埼玉県立大学以降、PC 躯体を建物のデザインに活かした魅力的な建物が増えているように感じられる。象徴的な建物が求められることが多い学校建築は、今後も PC 構造の良さを発揮する格好の舞台である。建物をつかう若者が日常的に魅力的な PC 建物に触れることは、未来の PC 建築にとって必ずプラスになるだろう。

事務所建築では超高層建築の事例を紹介した。今後も高い居住性が求められる建物などへの採用を期待したい。これらの先行事例により、鉄骨価格が高騰する時期にも選択肢として上がりやすくなるはずである。本会誌の報告としてはあまりあげられていないが、場所打ち PC による中高層ビルへの採用は増えている。普通の建物にあたりまえに採用されるようになることを期待したい。

競技場施設では、観客席を構成する階段状の床に PC 段床板を用いることが、建物規模の大小にかかわらずもはや当たり前となっている。これは 2002 年に開催された日韓共催 FIFA ワールドカップのスタジアム建設以前から続いており、2020 東京オリンピックパラリンピックのメインスタジアムとなる新国立競技場建設にも PC 段床板が用いられる。構造躯体は、大スパン、キャンチレバー、段梁、分岐柱などで構成されるため、PC 構造と PCaPC 工法の出番が多く、今後の建設においても採用される機会が多いだろう。

3. これからの PC 建築のために

総務省の 2018 年 1 月 1 日時点の人口動態調査によると、日本人の総人口は 1 億 2 520 万 9 603 人で 9 年連続で減っている。さらに 15～64 歳の生産年齢人口は初めて全体の 6 割を切り、10 年後の 2029 年には 7 000 万人を割る予測もある。人口が減る問題もあるが、慢性的な人手不足はより深刻になる。建設業の熟練工の人手不足は最たる例である。しかし建物の性能やデザインに対する要求は高くなり続けるだろう。この状況下で PC 建築が選ばれるための方策を私なりに考えてみたい。

3.1 デザインとの融合

これまでと同様に、PC 構造とデザインの融合に対する努力は地道に継続すべきである。意匠設計者の欲求をかき立てるような建物が世の中に加えればそれ自身が PR 広告として機能するようになる。ささやかながら私も大学の授業で意匠設計指向の学生に対して「PC なら何でもできる」と吹き込み続けている。未だ成果らしい成果は生まれていないが継続はしていく。

魅力的な PC 建築物ができあがったら雑誌などに発表し、必ず構造形式は「プレストレストコンクリート構造」と明記して欲しい。くれぐれも遠慮して「RC 構造」と書かない様に。

3.2 構造設計者に対して

構造設計者に対しては、基標準の整備と施工物件の構造概要報告の提供が有効であろう。現在、建築学会のプレストレストコンクリート構造運営委員会において、PC 規準を改訂する作業が進められている。PC 構造は終局強度型の設計体系をとっていることもあって規準書の構成が他構

造と様相が異なっており、設計者からは改訂を望む声があった。今回の改訂では目次構成を RC 規準に近づけ、かつ PC 特有の事項についてわかりやすく記述する方針を立てている。付録の設計例についても最近の施工事例を参考に建物を見直している。施工物件の構造概要報告は、PC 建物実績の積上げのために本会誌への投稿とともに、一般の設計者の目につくように他誌への投稿をお願いしたい。

3.3 PC 設計ツール

PC 構造の魅力は設計の自由度である。部材種別の選定とプレストレスの調整などにより、選択できる断面寸法の幅は広く、多様な設計条件に対応可能である。PC に慣れ親しんだ設計者には魅力的な自由度ではあるが、これが難しさを生んでいる可能性がある。日常的に PC 構造を設計する設計者は多くはなく、たまに触れる際には不慣れさがある程度カバーするツールがあっても良いかもしれない。部材種別を選べばこれに適した標準的なプレストレスの大きさは決まり、標準的な PC 配線を得ることも可能である。これにより定着部周辺の納まりの検討も容易になり、施工上の諸問題の発生防止にもなる。

4. おわりに

たった 10 年間で何が変わったのか、と思いながら調べて整理してみると変化は緩やかに見えたが、そのさらに前の 10 年間に比べるとさまざまな変化が浮かび上がり新鮮だった。渦中にいると気づかないものである。

参考文献

- 1) 中西規夫, 鳥井信吾, 佐藤光彦, 大井紀一: 東北薬科大学教育研究棟の設計・施工 - 2 棟の PCaPC 造架構をブリッジで連結した免震構造 -, プレストレストコンクリート, vol.49, No.4, pp.22-30, 2007.
- 2) 小川一郎, 吉原 正, 荒井拓州, 永山憲二, 江口尚之: 東北大学片平キャンパス - インデグレーション教育研究棟 -, プレストレストコンクリート, vol.54, No.4, pp.49-54, 2012.
- 3) 小西泰孝, 鈴木 健, 森山毅子彦, 妹尾正和: 市松状 PCaPC リブ付壁の力学特性と施工 - 立川市立第一小学校の構造計画 -, プレストレストコンクリート, vol.57, No.4, pp.42-49, 2015.
- 4) 有山伸之, 関 清豪, 西本信哉, 竹崎真一, 甲斐隆夫: みなとみらいセンタービルの設計, プレストレストコンクリート, vol.53, No.4, pp.31-38, 2011.
- 5) 岩田樹美, 山我信秀, 豊田耕造: 東京第 5 データセンターの設計・

- 6) 施工 - PCaPC 壁式チューブ構造による超高層免震建物 -, プレストレストコンクリート, vol.54, No.4, pp.25-32, 2012.
- 7) 長瀬 悟, 林 博之, 奈良 昇: PCaPC 法による超高層オフィスの設計と施工 - 二子玉川ライズ II-a 街区高層棟の事例 -, プレストレストコンクリート, vol.58, No.4, pp.24-31, 2016.
- 8) 三塩達也, 小林利和, 星野明弘, 石井祥之: いわき平競輪場 (バンク) の設計・施工, プレストレストコンクリート, vol.49, No.4, pp.31-38, 2007.
- 9) 金箱温春, 坂田涼太郎: PCa 架構の利用によるスタジアムの構造設計 - 新広島市民球場における PCa 造の適用 -, プレストレストコンクリート, vol.51, No.4, pp.20-26, 2009.
- 10) 奥出久人, 大野正人, 木原隆志, 松尾 享: (仮称) 吹田市立スタジアムの設計・施工, プレストレストコンクリート, vol.57, No.4, pp.50-57, 2015.
- 11) 梅村建次, 福本晃治, 今宮実三郎, 高津比呂人: プロロジスパークセントレアの設計・施工, プレストレストコンクリート, vol.50, No.4, pp.40-48, 2008.
- 12) 所 佳輝, 杉浦亮介, 岡林秀勝, 森田輝生: PCaPC 工法による津波避難施設の施工 - 掛川市津波避難タワー -, プレストレストコンクリート, vol.56, No.1, pp.31-36, 2014.
- 13) 山浦晋弘, 秋田 智, 池田直子, 屋田研郎: 兵庫県立淡路医療センターの構造計画と施工 - 一辺が約 100m の平面形状を有する免震病院 -, プレストレストコンクリート, vol.55, No.4, pp.21-28, 2013.
- 14) 倉内信幸, 矢口歩美, 横溝 正, 中村昌弘: 藤沢市新庁舎の設計・施工 - 免震と PC 技術を組み合わせた防災機能強化施設 -, プレストレストコンクリート, vol.60, No.4, pp.64-71, 2018.
- 15) 中澤昭伸, 川上俊二: 滑川市民交流プラザの設計・施工, プレストレストコンクリート, vol.49, No.4, pp.62-68, 2007.
- 16) 金田勝徳, 深澤正彦, 下野繁太郎, 廣瀬 恵: 打放しコンクリート仕上げに用いられたプレキャストプレレストレストコンクリート構造 - 埼玉県立大学の設計と施工 -, プレストレストコンクリート, vol.41, No.4, pp.45-49, 1999.
- 17) 阿波野昌幸, 多賀謙蔵, 近藤広隆, 鈴木直人: ルーバー状の PCaPC 細柱によるオフィスの設計・施工 - 淀屋橋 山本ビル -, プレストレストコンクリート, vol.48, No.4, pp.38-43, 2006.
- 18) 長瀬悟, 林 博之, 江坂佳賢: 薄肉プレキャストコンクリート柱を用いた建築の構造設計, プレストレストコンクリート, vol.53, No.4, pp.61-68, 2011.
- 19) 蔵田富雄, 小林光男, 宮崎 潤, 北澤基至: 山梨文化会館 中間階免震レトロフィット工事 - 円筒形大断面柱をもつ建物の免震改修工事における PC の利用 -, プレストレストコンクリート, vol.60, No.4, pp.32-39, 2018.

【2019年1月20日受付】



刊行物案内

更新用プレキャスト PC 床版技術指針

平成 28 年 3 月

定 価 8,000 円 / 送料 300 円

会員特価 6,000 円 / 送料 300 円

公益社団法人 プレストレストコンクリート工学会