

特別企画 関東大震災 百年

PCプレス
2023 / Sept.
vol.032

Index

- | | | |
|------|------------------------------|------|
| #001 | 特別企画
関東大震災百年 | p.01 |
| #002 | [よくわかる！PC基礎講座⑧]
PC桁橋の断面形状 | p.09 |
| #003 | PCのニューフェイスたち | p.10 |
| #004 | 特別企画
Vision2023について | p.42 |
| #005 | PCニュース～北から南から～ | p.46 |

謹んで地震災害、風水害のお見舞いを申し上げます

令和5年度に発生した地震災害、風水害により亡くなられた皆さまのご冥福を心からお祈り申し上げますとともに、被害に遭われた皆さまにお見舞いを申し上げます。一日も早い復興をお祈り申し上げます。

現在の吾妻橋
(特別に許可をいただき神谷ビルから撮影)



表紙のイラスト／下郷大橋
「PCのニューフェイスたち」で紹介している、下郷大橋(福島県)をイラストに描いたものです。

広報誌の名称について



は

コンクリート(C)にプレストレス(P)の力が作用した様子を表現したもので、「プレス」は定期刊行物を意味しております。

現場見学会を開催

PC建協支部が主催する現場見学会が開催されました。

(中部支部)

令和5年6月21日に岐阜市の東海環状自動車道中西郷高架橋西PC上部工事の工事現場で、名古屋大学工学部環境土木・建築学科の2年生35人を対象に現場見学会を中部地方整備局と共催で実施しました。

本橋は橋長190mのPC6径間連結コンボ橋(株)IHIインフラ建設)です。見学会では学生から多くの質問を受けました。

(東北支部) 令和5年度EE東北'23に出席

建設事業の新材料や新工法などの展示会「EE東北'23」が令和5年6月7日と8日の2日間にわたり、仙台市のみやぎ産業交流センター「夢メッセみやぎ」で開催されました。今回もPC建協東北支部は「生産性向上に寄与するプレキャスト技術」と題してブース出展しました。

全国から開通情報

(東北支部)

成瀬ダム付替国道342号
全線開通

令和5年4月29日に秋田県の成瀬ダム付替国道342号(総延長5.3km)が全線開通しました。この付替工事は東成瀬村での成瀬ダム建設により、一部区間が水没するため行われたものです。

成瀬村の狐狼化山トンネル付近で催された開通式には自治体関係者など約70人が出席し、テープカットなどで開通を祝いました。



▲ 赤滝大橋

第32回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム開催のお知らせ

(公社)プレストレストコンクリート工学会は「第32回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム」を令和5年10月26日と27日の2日間、福島県郡山市のビッグパレットふくしま(福島県産業交流館)で開催します。

本シンポジウムは学術・技術に関する価値ある情報を講演者と参加者が共有し、PC技術をさらに発展させることを目的としています。

詳細は(公社)プレストレストコンクリート工学会ホームページをご覧ください。
<https://www.jpcci.or.jp/>



▶シンポジウムポスター
グランプリ賞 北海道教育大学 小林礼奈氏デザイン

編集委員会

柳橋 則夫(編集委員長)、石井 一生(副委員長)、
吉山 誠之(副委員長)、湯山 芳夫、照井 満、鈴木 裕二、
八木橋 浩隆、大塚 俊介、牧 哲史、太野 垣 泰博

編集幹事会

荒畑 智志(幹事長)、小谷 仁(副幹事長)、瀬戸 裕一郎(副幹事長)、
阪田 憲一、青木 隆昌、河野 雅弘、栗川 修、喜多 俊介、木村 良輔、浅野 真人、
勝野 源基、中田 清博、苅部 秀次、新倉 港人、武内 涼太郎、坂田 貴俊

編集後記

関東大震災から100年のタイミングで、今回特別企画として東京工業大学川島教授、近畿大学阿波野教授、長岡技術科学大学下村教授にインタビューをさせて頂きました。各教授の方々からお話を身近で聞くことができとても勉強になりました。若い技術者、PC営業に関わる方々が利点をうまくクライアントに伝えていきPC業界の未来の発展へとつながっていければ幸いです。またインタビューの際に近畿大学へと伺わせて頂きました。出身大学ではありませんが、キャンパス内に入らせて頂き今の学生のキャンパスライフを拝見でき若いエキスをもらえたような気がします。

協力して頂いた教授の先生方、関わって頂いた関係者各位の皆さまには感謝致します。

今号では森会長に新ビジョンの意義とPC建協の未来についてもインタビューさせて頂きました。1月号と5月号でも引き続きVision2023についての特別企画を予定しておりますので楽しみにしてください。

また「PCのニューフェイスたち」では令和4年度に誕生した15作品を紹介しております。本号を通じてPC技術、PC構造物の素晴らしさを感じて頂けると嬉しいです。

(青木)



一般社団法人

プレストレスト・コンクリート建設業協会

JAPAN PRESTRESSED CONCRETE CONTRACTORS ASSOCIATION

[略称]
PC建協

〒162-0821 東京都新宿区津久戸町4-6 第3都ビル

TEL : 03(3260)2535 FAX : 03(3260)2518

<https://www.pcken.or.jp/>

支部

北海道支部

〒060-0001 札幌市中央区北1条西6-2 (損保ジャパン札幌ビル) ドービー建設工業(株) 北海道支店内
TEL : 011(231)7844 FAX : 011(222)5526

東北支部

〒980-0811 仙台市青葉区一番町1-8-1 (HF仙台一番町ビル) (株)ピーエス三菱 東北支店内
TEL : 022(266)8377 FAX : 022(227)5641

関東支部

〒162-0821 東京都新宿区津久戸町4-6(第3都ビル) (一社)プレストレスト・コンクリート建設業協会 本部内
TEL : 03(5227)7675 FAX : 03(3260)2518

北陸支部

〒951-8055 新潟市中央区礎町通一ノ町1945-1(リアライズ万代橋ビル) (株)日本ピーエス 新潟営業所内
TEL : 025(229)4187 FAX : 025(201)9782

中部支部

〒450-6643 名古屋市中村区名駅1-1-3 (JRゲートタワー) (株)安部日鋼工業 中部支店内
TEL : 052(541)2528 FAX : 052(561)2807

関西支部

〒532-0011 大阪市淀川区西中島6-2-3(チサンマンション 第7新大阪 309号)
TEL : 06(6195)6066 FAX : 06(6195)6067

中国支部

〒732-0824 広島市南区的場町1-2-19(アーバス広島6階) 極東興和(株) 広島支店内
TEL : 082(262)0474 FAX : 082(264)3728

四国支部

〒761-8082 香川県高松市鹿角町293-1 三井住友建設(株) 高松営業所内
TEL : 087(868)0035 FAX : 087(868)0404

九州支部

〒810-0004 福岡市中央区渡辺通2-4-8(福岡小学館ビル) (株)富士ピー・エス 九州支店内
TEL : 092(751)0456 FAX : 092(714)3942

●プレストレスト・コンクリートの利活用に関する相談窓口

PC技術相談室

技術的な課題を抱える事業主や設計者のご相談に、経験豊富なPC技術相談員がサポートします。
※業務内容により、有償業務となることがあります。

相談内容 **計画・設計** **施工** **積算** **補修・補強** など

お問い合わせ先 (一社)PC建協 **PC技術相談室** **TEL : 03 (3267) 9099**

E-mail: pcsoudan@pcken.or.jp

—PC建協紹介動画—

YouTube



—PC建協Facebook—



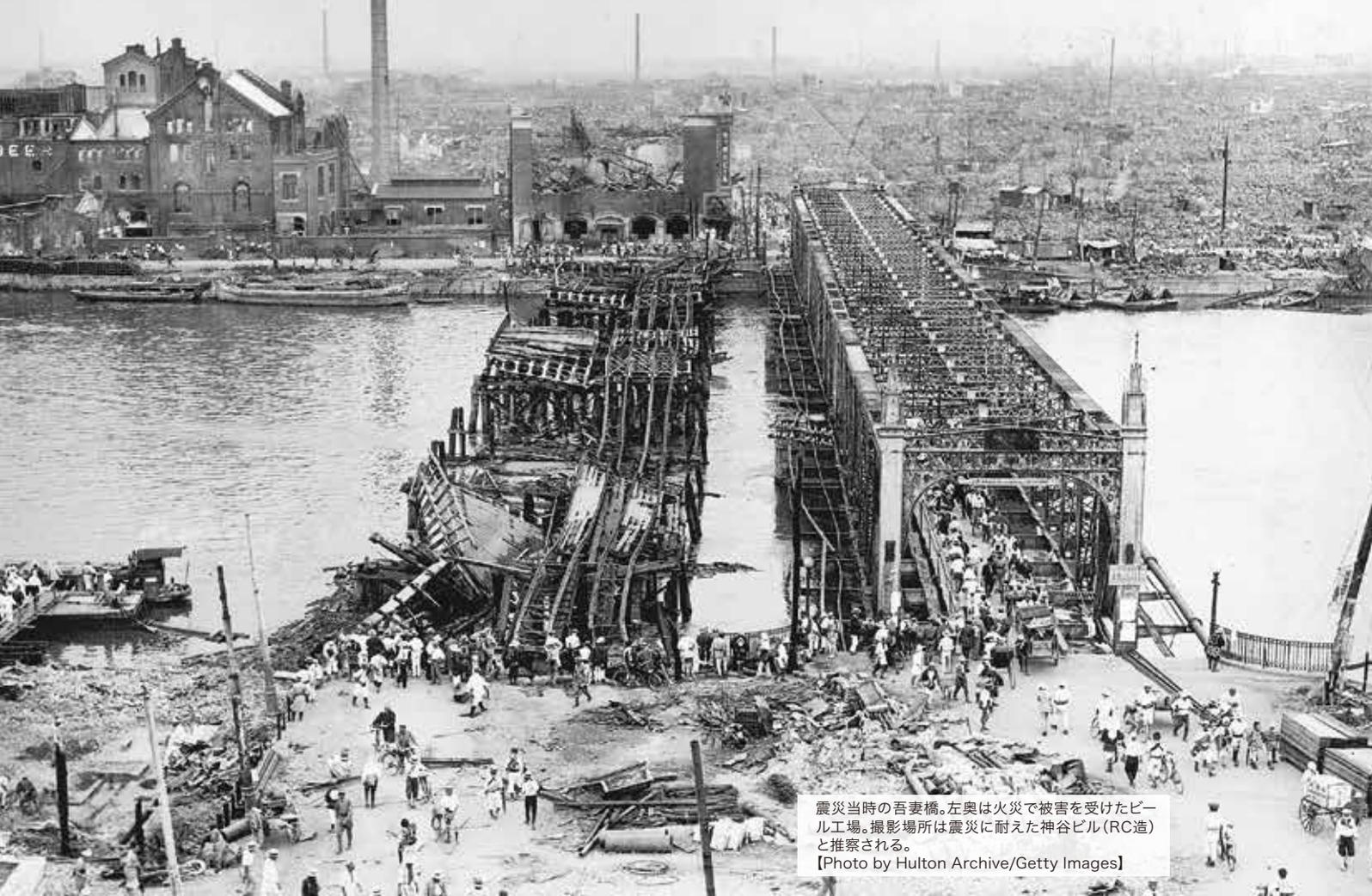
@pcken.or.jp

PCプレスVol.032

発行 一般社団法人プレストレスト・コンクリート建設業協会

〒162-0821 東京都新宿区津久戸町4-6 第3都ビル TEL:03(3260)2535

制作・印刷 株式会社テイスト 〒604-8475 京都市中京区西ノ京中御門西町26 TEL:075(812)4459



震災当時の吾妻橋。左奥は火災で被害を受けたビール工場。撮影場所は震災に耐えた神谷ビル（RC造）と推察される。
【Photo by Hulton Archive/Getty Images】

今から100年前の大正12年9月1日、「関東大震災」が発生しました。震源地は相模湾北西部、マグニチュード7・9と推定されています。

この地震で津波や土砂災害などが起こり、住宅全壊は10万9000棟余、また昼食時の調理場などからの火で火災が発生し、完全消火に48時間かかったことも相まって、死者・行方不明者は10万5000人余、東京市の約44%（34・7km²）が焼失しました。この大災害による被害総額は当時のGDPの約37%（約55億円）にのぼったそうです。

今回は関東大震災を機に始まった日本における耐震基準の変遷を切り口に、国土強靱化に向けた展望について有識者のお話をご紹介します。

最初に建設省土木研究所（現国土



交通省国土技術政策総合研究所）で道路橋示方書耐震設計編の改定作業を長年ご担当された（公社）日本地震工学会元会長の川島一彦（東京工業大学名誉教授）に「耐震設計の起源と道路橋示方書の変遷」について。

建築設計をご専門とされる（公社）PC工学会前会長の阿波野昌幸（近畿大学教授建築学部部長）に「早くから大地震に対応したPC建築のメリット」について。

最後に今年5月、（公社）PC工学会第36代会長へ就任された下村匠長（岡技術科学大学教授）には「全体システムとしての防災性・強靱化を目指す」について。

それぞれご自身の実体験に基づいたお考えや防災の将来展望などをお聞きしました。

耐震設計の起源と 道路橋示方書の変遷

かわしま かずひこ

川島 一彦 氏

東京工業大学名誉教授 工学博士。
1996年版「道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編」編集担当。1972年名古屋大学大学院工学研究科
土木工学専攻修士課程修了、同年建設省(現国土交通省)入省。土木研究所耐震研究室長等を経て、
1995年東京工業大学工学部土木工学専攻・教授。2009年世界地震工学会 (IAEE) 日本代表、2011
年日本地震工学会会長。1991年土木学会田中賞など受賞。
1947年生まれ。兵庫県出身



関東大震災を機に耐震基準の 歴史が始まった

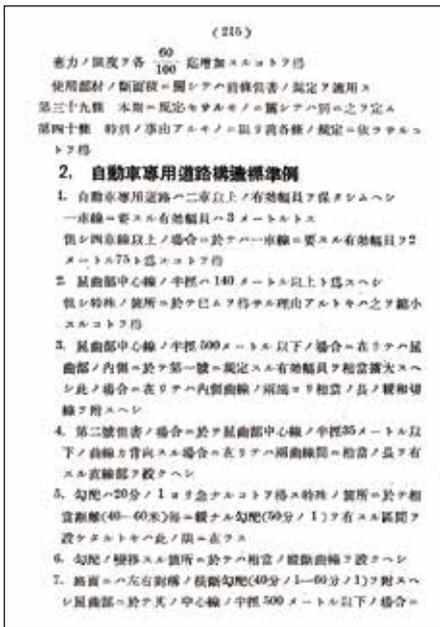
耐震については、大正末期から戦後にかけて元東京大学教授の佐野利器先生が活躍されてきました。先生は関東大震災前に「耐震」という言葉を初めて扱い、液状化についても詳しく論文を残されています。また、水平加速度を設計荷重に考慮する震度法の適用を薦め、道路橋の耐震設計基準化のきっかけを作られ、関東大震災後に発行された「道路構造二関スル細則(案)」に最強地震力への設計考慮について記載を残されました。しかし耐震については体系的にまだ確立されておらず、短い文章の掲載のみでした。

戦後に発行された道路橋示方書でも、耐震に関する記述はほんの数行程度で、耐震性の解析や評価の方法は書かれませんでした。「耐震性を考えなさい」といっつか書かれていますが、「耐震について具体的にどうしたら良いか」に関する記述は少なかつたです。

阪神・淡路大震災の実体験を 経て道路橋の耐震設計は高い 完成度に向かった

日本の道路橋の耐震設計についてまとまった記述は、昭和47年の「道路橋耐震設計指針・同解説」が最初でしょう。こうしてみると基準作りは長い時間がかかるものなのです。

阪神・淡路大震災を体験した直後に行った道路橋示方書の耐震指針の改定作業は、無我夢中で取り組みました。通勤電車の中でも、メモ用紙を縦横にしながら原稿をクシャクシャな字で書いて、それを清書して推敲。これを10回ほど繰り返し素案を書き上げました。この時に加筆した事柄は、今日に至るまで改良されながら引き継がれています。例えば、この時に採用した応答スペクトルは順次改定され、継続的に使用されています。



▲ 道路構造二関スル細則(案)(大正15年内務省)



▲ 道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編
平成8年12月版(社)日本道路協会

耐震は人命を守る投資

構造物に十分な耐震性を持たせようとすれば、コストは数割上がりま
す。しかし、被災によって人命が失わ
れることは許されませんし、それが
技術的に解決できるならば、そのよ
うにしなければなりません。そして
地震から人命を守るために適正な財
政投資は必要という話になるのは自
然な流れだと感じています。

阪神・淡路大震災では高速道路は
各所で止まり、家が壊れて多くの方
が亡くなり、それでもなお、その危険
が残る場所にお住まいの方がおられ
ました。この大惨事に直面し、「自然
は何とかなるなどと侮ってはいけな
い」というように人生観が変わった
方が多数おられました。

近年、全国的に橋梁の耐震性が高
められてきたように思います。官庁、
コンサルタンツ、建設に関わる皆様
が、皆、技術力を上げてこられた結果
の現れで、とてもすばらしいこと
です。多くの人の努力で強靱な国土が
できた。私もそれに関われたことを
光栄に思います。

未来の鍵は複合災害への強靱性

今後は“複合災害への強靱化”に向
けた研究が望まれます。関東大震災

の時、多くの人が避難場所へ大八
車で家財道具を持ち込みました。し
かしそれらは燃えてしまつて被害を
拡大しました。

現代なら同じことが自動車で起き
るかも知れません。ガソリンを積ん
でいる分だけ厳しい状況が生じる可
能性は、十分にあり得ます。

例えば、海岸近くでは液状化現象
で砂が吹きまくり、そこへ建物が崩
壊します。その中で自動車による火
災が起これば、砂に埋もれた2車線
道路の中をどこにも逃げられない。
これが「複合災害」です。私たちはそ
ういう複合災害にはまだ遭遇したこ
とがないが、想像しなければなりま
せん。

**建設業の活躍と
努力の見える化を**

建設業の皆さんは社会ニーズに応
え、人々の命を守るために貢献され
ています。未知の複合災害を心配し
つつ、同時に「こうしたら良い」とい
う解決策付きでの研究開発にも取り
組んでおられるようです。このよう
な事実を多くの方々知っていただ
くことが、今後はさらに重要となつ
ていくと思います。

関東大震災から「平成8年版 道路橋示方書・同解説 V耐震設計編」の発行までの経緯

年月日	主な地震・耐震設計法	特徴的な被害形態と設計震度等の主な改正点
大正12年9月1日	関東地震(M7.9)	強度不足による下部構造(基礎工)の横移動・傾斜・転倒及びこれに伴う落橋など
大正15年6月	道路構造二関スル細則(案)	地震荷重を初めて規定。所在地の最強地震力を用いることを明記
昭和14年2月	鋼道路橋設計示方書(案)	設計震度の標準化。架橋地点の状況によって増減可
昭和23年6月28日	福井地震(M7.1)	強度不足による下部構造(基礎工)の横移動・傾斜・転倒及びこれに伴う落橋など
昭和27年3月4日	十勝沖地震(M8.2)	
昭和31年5月	鋼道路橋設計示方書	地域、地盤条件に応じた水平設計震度を規定
昭和39年3月	道路橋下部構造設計指針 くい基礎の設計編	くい基礎の設計手法の明確化
昭和39年6月	鉄筋コンクリート道路橋設計示方書	コンクリート橋設計手法の明確化
昭和39年6月16日	新潟地震(M7.5)	地盤の液状化による下部工の沈下・傾斜及びこれに伴う上部構造の落橋など
昭和43年3月	プレストレストコンクリート道路橋 示方書	プレストレストコンクリート道路橋の設計手法の明確化
昭和46年3月	道路橋耐震設計指針 橋、高架の道路などの技術基準	本格的な耐震設計基準の整備。初めて別冊規定の制定。設計水平震度に修正震度法を導入。簡易な液状化 判定法と落橋防止構造を導入
昭和47年4月	道路橋耐震設計指針・同解説 I 共通編 II 鋼橋編	
昭和53年1月	道路橋耐震設計指針・同解説 III コンクリート橋編	コンクリート橋の耐震設計指針を明記
昭和53年6月12日	宮城県沖地震(M7.4)	下部構造で橋脚、橋台のコンクリートの剥離、クラックなど。上部構造では落橋、主桁の切断・クラック など、支座部では沓座(しゅうざ)の破壊、沓本体の破壊など
昭和55年5月	道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編 V 耐震設計編	下部(基礎)構造に関する8つの設計編を整理統合。地震時変形性能の照査規定を新設。動的解析の位置付 けと用いる設計地震動入力規定
平成2年2月	道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編	地盤の振動特性、橋の地震応答特性、RC橋脚の動的耐力などの知見を導入。従来の震度法と応答を考慮 した修正震度法を一つにまとめて改めて震度法とした。砂質土層の液状強度の算定に細粒分の影響を取り 入れた。RC橋脚の地震時変形性能に関する規定を地震時保有水平耐力(せん断耐力と終局水平(曲げ) 耐力)を基本とする照査法に改めた。動的解析に用いる応答スペクトル・地震入力、解析モデル、動的解析 による安全性の照査に関する規定を新設
平成3年2月	橋梁震災点検要領(案)	橋梁の変状調査を実施し、耐震性が相対的に低い橋架については、必要な対策を施して適切なレベルまで 耐震性を向上
平成7年1月17日	兵庫県南部地震(M7.3)	高速道路の倒壊、鉄道高架橋の破壊
平成7年2月	兵庫県南部地震により被災した 道路橋の復旧に係る仕様・解説	兵庫県南部地震(阪神・淡路大震災)後の暫定規定。被災した橋の復旧、新設橋梁の設計及び既設橋梁の補 強向けの参考仕様
平成8年12月	道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編	大幅改定。耐震設計の回復を明確化。震度法と地震時保有水平耐力法の2段階設計。設計地震力として内 陸直下型地震を規定。免震設計法を規定。液状化および流動化に対する耐震設計法を規定。RCラーメン 橋脚およびコンクリートを充てんした鋼製橋脚の地震時保有水平耐力法を規定。動的解析による安全性 の照査に保有水平耐力法も照査することとし、動的解析に用いる応答スペクトル・地震入力・解凍モデル などの規定を改めた

※(公社)土木学会「道路橋の耐震設計法の変遷」などよりPC建協作成

早くから大地震に 対応したPC建築の メリット

あわのまさゆき
阿波野 昌幸 氏

近畿大学 教授 建築学部長 博士(工学)。
1984年大阪大学大学院工学研究科 建築工学専攻 修士課程 修了。同年、(株)日建設計入社。
2021年(公社)プレストレストコンクリート工学会会長。1998年国際コンクリート連合(fib)
Awardなど受賞。
1958年生まれ。大阪府出身



**PC建築の設計施工規準は
最初から大地震対応の「終局強度
設計法」を採用していた**

昭和36年に(社)日本建築学会(現在は一般社団法人)はPC設計施工規準を発行しました。大きなポイントが、京都大学の板静雄先生と六車熙先生によってPC設計施工規準に「終局強度設計法」を採用した点です。鋼、RC、SRCなどの構造の規準は許容応力度設計法だけだったのに対して、PC設計施工規準に「終局強度設計法」を採用したということ。昭和56年の「新耐震設計法」に変わって以降、保有水平耐力などの大地震に対する検討が求められるようになりまし。しかしPCは終局強度設計法を既に採用していたことから、新耐震設計法が導入されて以降も「終局強度設計法で対応する」という考えが踏襲されました。

平成7年の阪神・淡路大震災では、PC建築物はほとんど被害がなく、1棟のみ旧耐震設計のPC建築物が被害を受けたようです。20年も先駆けて大地震に対応した設計法が採用されていたことが功を奏しました。新耐震基準の考え方は今まで踏襲されていますが、PCについては昭和36年の終局強度設計の考え方も今に引き継がれています。



▲プレストレストコンクリート設計施工規準・同解説(昭和36年(社)日本建築学会)

**PC構造は免震に向いており、
相性が良い**

地震力を和らげる方策として、制震と免震があります。鉄骨造の事務所や複合ビルには、圧倒的に制震構造のものが多く、制震デバイスを入れています。エネルギー吸収部材として、オイルダンパー、粘性ダンパーなどといういろいろなダンパーがあつて、それらを駆使して、各階のさまざまな場所に挿入しています。今は、振動解析も部材レベルでできるために実際に近い構造モデルを作成して、そのモデルを揺すって検討しているために、かなり細かい設計・検討がされています。

一方で、高層住宅はたいていRC造ですが、これには制震構造にする場合と免震構造にする場合があります。高さが60m以下の建物ではPC

建築が免震に向いています。PC建築では梁をロングスパンにできるため、空間が広くなり、柱の数が減ります。一本の柱に軸力が集中すると免震装置の積層ゴムは直径の大きなゴムで対応するようになります。ゴムの直径が大きくなると変形性能が大きくなるので、免震に好都合です。またPC構造は大地震に対しても弾性範囲で変形するので、免震層でエネルギーを吸収するのが良いのです。

都市防災の観点から見ると、津波対策でPC構造による避難タワーがたくさんできていますが、あれはまさにPC構造のロングスパンで柱が少なく、津波の影響が小さく、剛強な柱でしっかりと受け止めることができるといふメリットがあります。

**世間にPCのメリットを伝えたい
— PCの利点を伝えるには**

私の願いは、現在PC建築に関わっていない人たちにPC構造による大空間の確保とプレキャスト化のメリットを理解してほしい。現場施工の技術者がどんどん高齢化して少なくなっている。その一方で、PCにはプレキャスト化とPC独特の圧着工法があり、現場の負担を軽減できるだけでなく、大空間ができて面白い形もできる設計の自由度もある。ま



▶ 令和5年1月に開庁した長崎市庁舎(右:外観 左:19階展望フロア)
【提供:長崎市、(一社)長崎国際観光コンベンション協会】



※長崎市庁舎はp.34~35「PCのニューフェイスたち」にも掲載

たプレキャストは工場生産のため精度もよく、鉄の型枠を何度も転用できるのでカーボンニュートラルにも貢献することが可能など、さまざまな効果が期待できます。

PCの営業に関わる人にはこれらの利点をうまくクライアントに伝えてほしい。長崎市、宮崎県の西都市、石川県の能登町の庁舎があり、こうした公共の施設に取り組んでもらえると次の発展が楽しみになっています。

建築の耐震基準の変遷 1

※PC建協作成

年月日	主な地震・耐震設計法	特徴的な被害形態と設計震度等の主な改正点
大正8年4月	市街地建築物法	高さ100尺(約30.3m)規制、住居地域:65尺(約19.7m)
大正12年9月1日	関東地震(M7.9)	レンガ造大被害
大正13年6月	市街地建築物法改正	水平震度0.1
昭和8年4月	鉄筋コンクリート構造計算規準	日本建築学会
昭和23年6月28日	福井地震(M7.1)	木造建物倒壊
昭和25年5月	建築基準法	水平震度0.2(震度法)、短期許容応力度の導入
昭和36年8月	プレストレストコンクリート設計施工規準・同解説	日本建築学会。耐震設計に終局強度設計法を採用(他の構造は許容応力度設計)
昭和39年6月16日	新潟地震(M7.5)	液状化現象による建物倒壊
昭和43年5月16日	十勝沖地震(M7.9)	RC造に大被害、柱のせん断破壊
昭和46年1月	建築基準法改正	RC柱のせん断補強の強化
昭和50年4月21日	大分県中部地震(M6.4)	ピロティ建物1階崩壊
昭和53年6月12日	宮城県沖地震(M7.4)	戦後の大都市の被災
昭和56年6月	建築基準法大幅改正	「新耐震設計法」の導入、大地震に対する設計導入
昭和58年7月	プレストレストコンクリート造の建築物又は建築物の構造部分の構造方法に関する安全上必要な技術的規準 改定	建設省告示第1320号。終局強度設計を保有水平耐力検討と同等以上に位置付け:(ルート3a)。小梁・床・耐力壁以外の壁にアンボンド工法、認可
平成7年1月17日	兵庫県南部地震(M7.3)	震度7。都市直下型。死者6400人(建物倒壊)。ピロティ構造の建築物が多く崩壊
平成7年12月	耐震改修促進法	建築物の耐震改修の促進に関する法律
平成10年11月	プレストレストコンクリート設計施工規準・同解説 改訂	日本建築学会。阪神淡路大震災ではPC造の被害は非常に少なく、従来の終局強度設計法の設計体系を引継いだ

全体システムとしての 防災性・強靱化を目指す

しもむら たくみ

下村 匠 氏

長岡技術科学大学教授 博士(工学)。
(公社)プレストレストコンクリート工学会会長。
1988年東京大学工学部土木工学科卒、1990年東京大学大学院工学系研究科土木工学専攻修了。1992年東京大学助手、講師を経て1995年長岡技術科学大学助教授。
1964年生まれ。和歌山県出身

震災の経験が今に至る

私は阪神・淡路大震災の時は海外にいました。「日本の耐震設計は進歩しているので大丈夫」という認識でしたが、「それでもあのような被害が起きる」と知り、大変ショックを受けました。これが契機となつて研究や技術開発に携わるようになり、主に炭素繊維をRCの柱に巻いて補強するなど耐震補強の研究にも従事しました。

その後、10年ほど経った平成16年の新潟県中越地震(震度7)では私自身が被災しました。大地震であったにも関わらず、壊滅的な構造物の被害は見当たらず、その時「阪神・淡路大震災の経験を経ての10年間の技術進歩は効果を発揮した」と体感できました。

一方、新幹線が数箇月も不通になつたり、高速道路が仮復旧の状態だつたり、一般市民にとっては日常を失う辛い経験であることがよくわかりました。それらが復旧した時の喜びと安心感は格別なもので、インフラのありがたさは普段わからないけれども、いざ大災害の時ではなくてはならない不可欠なものであるということを一人の市民として痛感しました。

耐震設計は東日本大震災の 時点でほぼ完成していた

新潟県中越地震では新幹線のラーメン高架橋がせん断破壊しました。しかし、その後の東日本大震災の時は、さほど大きなせん断破壊はなかったと思います。東日本大震災の時点では、各分野の耐震設計は、ほぼ完成していたといえるでしょう。

個別構造物の壊れ方(破壊モード)は、地震が来たら「多分このような壊れ方をするだろう」と想定されていて、ほぼその通りに壊れていました。従つて、破壊モードの事前想定と対応した耐震設計は間違つておらず、それに基づいた耐震補強が機能した、ということになります。

全体システムとしての 防災性・強靱化を目指す

自然災害という意味ではむしろ、水害が毎年ひどくなっています。印象的な事例では、例えば数年前、台風により関西国際空港が水没し、暴風で流されたタンカーが空港の連絡橋に衝突した事故。また大雪による

立ち往生。この立ち往生こそ、今年々増加しており、新たな災害として世の中全体で取り組むべきものとして認識されています。震災の経験を教訓に同じ被害を受けないように技術を発展させてきたのと同様、大雪による立ち往生に対しても防災技術で克服できると良いと思います。除雪だけではなく、会社や学校を休みにし



▶新潟県中越地震において被災した上越新幹線魚野川橋梁(かぶりコンクリートが一部剥落したが橋脚の軸力保持機能は保たれ、軌道は元の位置を保っていた)。(提供：下村匠氏)

完成度が高まっており安心してはいますが、今後は鉄道や道路を社会全体のシステムの一部と捉えて、社会システム全体の復旧性・修復性を高めしていくこと。国土強靱化の一環として、その事業継続計画（BCP）を総合的に検討する。これを個別構造物の復旧性・修復性に反映し、相互にカバーし合い、対応していくことが望まれ始めています。

PCのメリット

**強靱なインフラ構築に向けた
新技術へのチャレンジ**

橋梁のコンクリート構造物といえ
ば橋脚はRC、上部工はPCで、鋼橋
も下部工はコンクリートが多いです。
PCはコンクリート構造物であるた
め設計の自由度が高い。その一方で、
コンクリート構造物である割に小さ
く軽くできて、慣性力の減少に貢献
しますので、耐震性に優れていると
いえます。

また、PCの利点をいかすような、
例えば衝撃吸収性に優れたアンボン
ドPCなどさまざまな技術開発がな
されています。

技術的なチャレンジは重要であり、
それらの技術の中で優れたものが
残っていくでしょう。技術的なチャ

レンジは大事なことだと思います。

**チャレンジを担う
若手技術者へ活躍の場を**

かつての日本の高度経済成長期に
たくさんのインフラ整備が行われ、
当時の若い技術者はたくさんの経験
を積みました。今の若い人はこうし
た景気の良い頃を知りません。

インフラ、土木関係だけに限った
ことではありませんが、若い人が成
長し活躍できるチャンスが得られる
ように、上の世代がマネジメントす
ることは重要です。その点は官民と
も同じでしょう。

これからは若い技術者でも個人で
創造的な技術力を発揮できるように
なれば良いかなと感じています。こ
のようなことが実現できればPC業
界の未来は明るいと思います。

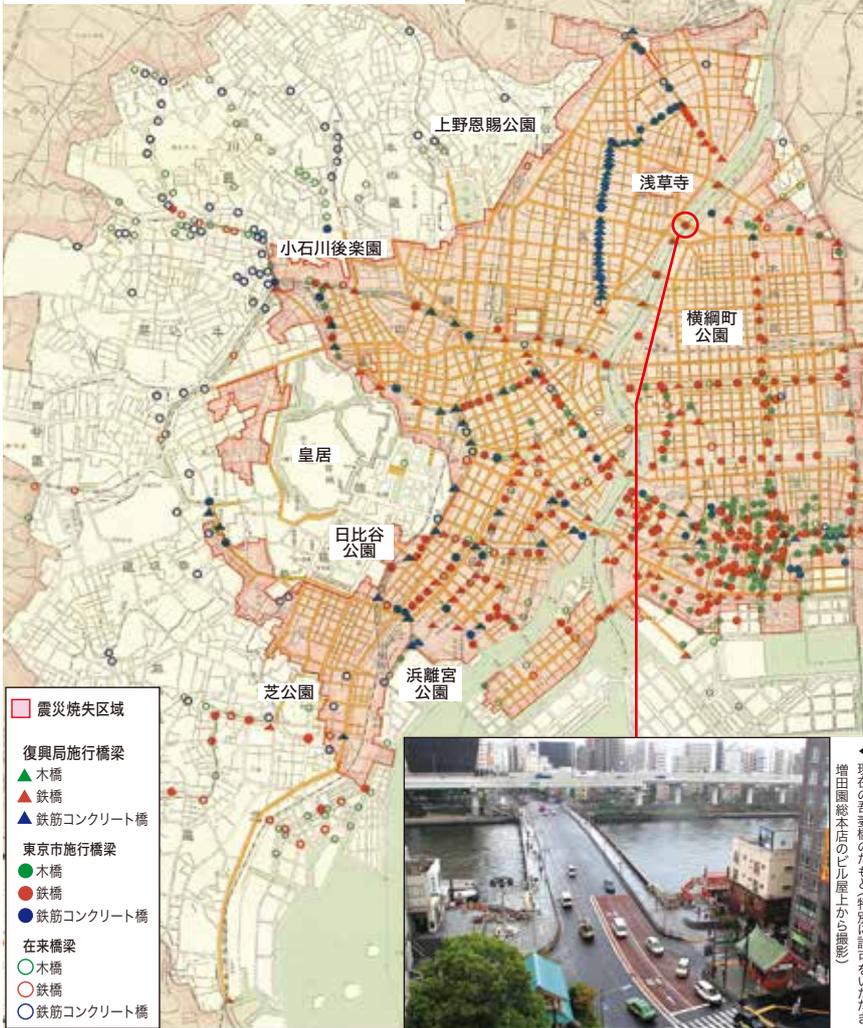
建築の耐震基準の変遷 2

※PC建協作成

年月日	主な地震・耐震設計法	特徴的な被害形態と設計震度などの主な改正点
平成12年6月	建築基準法改正	性能規定、木造建築物の法改正
平成12年10月6日	鳥取県西部地震 (M7.3)	震度6強
平成15年9月26日	十勝沖地震 (M8.0)	震度6弱。長周期地震動。オイルタンク被害
平成16年10月23日	新潟県中越地震 (M6.8)	震度7。事業継続計画 (BCP) の必要性
平成19年5月	国土交通省告示第600号	建築基準法施行令の規定に基づくプレストレストコンクリート造の建築物又は建築物の構造部分の構造方法に関する安全上必要な技術的基準の一部を改正する告示
平成19年6月	建築基準法改正	「2007年版建築物の構造関係技術基準解説書」。平成17年の構造計算偽装事件により構造設計者の判断によることは認められなくなり、詳細な検討内容・方法・算定式などが決められ、計算書のダブルチェック (適合判定) 導入。構造計算の厳格化
平成19年7月16日	新潟県中越沖地震 (M6.8)	震度6強
平成20年6月14日	岩手・宮城内陸地震 (M7.2)	震度6強
平成23年3月11日	東日本大震災 (東北地方太平洋沖地震、M9.0)	震度7。津波の大被害
平成27年2月	プレストレストコンクリート造建築物の性能評価型設計施工指針 (案)・同解説	日本建築学会
平成28年4月14日、16日	熊本地震 (M7.3)	震度7が2回。熊本城が被災
平成28年6月	国土交通省技術的助言	超高層建築物等における南海トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動への対策
平成30年9月6日	北海道胆振東部地震 (M6.7)	震度7。大規模山崩れ
令和2年1月	プレストレストコンクリート造建築物の保有水平耐力計算指針 (案)・同解説	日本建築学会
令和4年3月	プレストレストコンクリート設計施工規準・同解説 大改定	日本建築学会。最新の知見、アンボンドPC部材、柱梁接合部のせん断設計、高強度コンクリートの適用、PCaPC部材の設計例

関東大震災の復興計画(橋梁)

橋梁事業(Bridge Project)



関東大震災以前は木製の橋が多く、震災時に破損し通行不能となり多くの人命が奪われました。そのため多くの橋を鉄や鉄筋コンクリートで作りました。

図の統計によると国142、東京市313の計455の橋が施工されました。

当時の復興橋梁事業費は、国約3300万円、市約2400万円の施工費が計上されていました。これらの事業は、現在の価値に換算すると国約500億円、市約400億円となるようです。

図表:復興計画橋梁一覧

国施工橋梁

橋種	橋数
木橋	2
鉄橋	74
鉄筋コンクリート橋	66
計	142

東京市施工橋梁

橋種	橋数
木橋	95
鉄橋	173
鉄筋コンクリート橋	45
計	313

※「帝都復興事業図表」東京市役所 昭和5年3月発行(東京都立中央図書館蔵)の「第11図 橋梁事業」をもとにPC建協作成

インタビューを終えて

あらかじめ題を決めることなく重鎮の先生方にお話を伺ったところ、期せずして耐震設計から防災についての歴史をたどることになりました。

耐震設計基準の起源が関東大震災にあること、阪神・淡路大震災の経験を踏まえて主要構造の耐震設計技術は概ね完成されたこと、PC建築は新しい技術であるがゆえに、早い時期から大地震への配慮がなされていたこと、これからはインフラを単体ではなくソフト面も含めたシステムとして捉えるべきこと、などのお話を伺いました。これらは、先生方とそれぞれ時代に活躍した技術者たちが、現場に向き合い、チャレンジを重ねて積み上げてきた成果であることも、インタビューのなかで感じ取れました。

最近は大雨、大雪、猛暑などの気象現象が「これまでに経験したことのない…」とニュース番組で伝えられ、国土はますます強靱であることが求められています。

耐震に限らず、これから危惧される「複合災害」や、絶対に起きないとはいえない「想定外」(阪神・淡路大震災直後によく使われた言葉)に対して、若い技術者の方々が果敢にチャレンジし、これから100年の国土を強靱で豊かなものにしていただきたいという願いが、先生方の共通したメッセージでした。

(PC建協広報誌編集委員 牧 哲史)