

42.8 mスパンの体育館に用いられた プレキャストプレストレストコンクリート構造 —児玉町総合公園体育館の設計・施工—

成田 智*1

1. はじめに

児玉町は、埼玉県の北西端に位置する町で、東北部は平坦地が広がり、南西部は町の最高峰神山をはじめ、不動山、陣見山など500 m級の山々が連なる山岳地帯である。この秩父郡と分水嶺をなす山々を源流とする小山川は、町の中央部を南から東に流れ、利根川に注いでいる。

児玉町の地場産業である瓦産業は、慶応年間からの伝統をもつ「児玉瓦」として有名で、現在も関東随一の産地である。

その児玉町が、平成16年10月開催の埼玉国体の少年少女バスケットボール会場に決定し、それに伴い老朽化が激しい町民体育館の建て替えを行うことになり、平成12年に「児玉総合体育館設計コンペ」が行われ、筆者らの案が採用

された。児玉町側からのコンペ時の要項の一つに、瓦屋根が求められたのは当然であり、この瓦屋根をどう生かす計画を立てるかがコンペ参加時の最大のテーマの一つであった。また、建設予定地は、コンクリート打放し仕上げの瓦屋根の文化会館「セルディ」の隣接地であることから、コンセプトは「恵まれた自然環境の中、何年にも渡って親しまれ、利用される施設、文化会館と一体となった「生涯学習・生涯スポーツ」の拠点としてふさわしい施設づくり」という提案を行い計画を進めた。

この提案に応えるため、43 mスパンの体育館にプレキャストプレストレストコンクリート構造を採用した。

以下に当体育館の設計および施工についての概略を報告する。

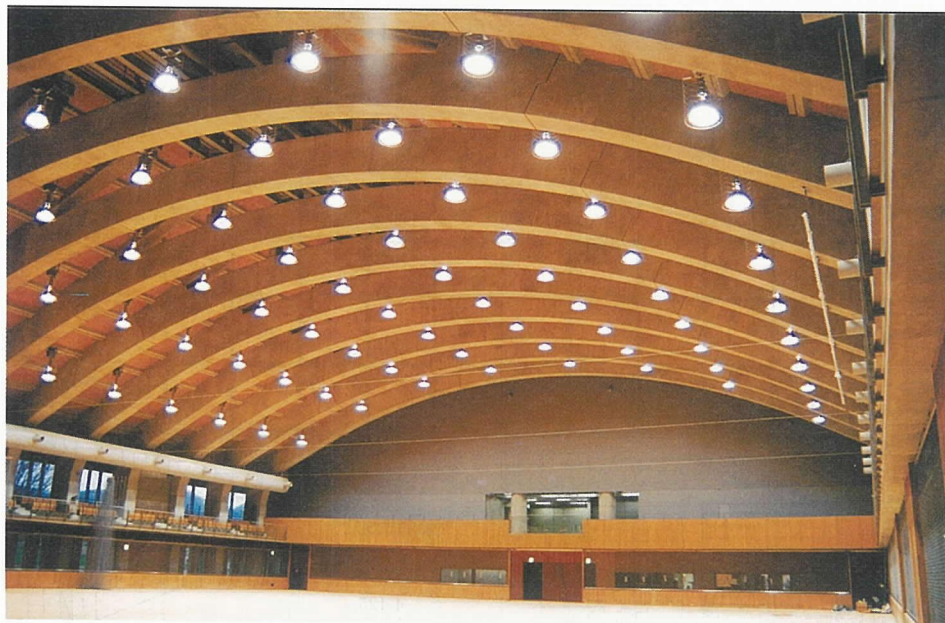


写真-1 アリーナ内観



*1 Akira NARITA
 (株)INA 新建築研究所
 構造設計部 次長



写真-2 建物外観

2. 建築概要

建築概要を表-1に示す。また、メインアリーナ内観を写真-1に、外観を写真-2に示す。本計画地は児玉町総合公園整備の中で「自然・レクリエーション的土地利用のスポーツ・レクリエーション地域」と扱われており、その核となる公園付属施設として計画された。

平面図を図-1に、立面図・断面図を図-2に示す。平面計画は明快で機能的な諸室配列とするため、交流・休憩ゾーンとなる「スポーツマンギャラリー」を挟んで、1階に「管理ゾーン」「スポーツ利用者ゾーン」を配置している。メインアリーナはバスケットコート2面利用できる広さで、長手方向にアリーナギャラリーが設けられ、国体時には控え選手の動線、通常はアリーナと一体となった観覧スペースとしている。このことが当体育館の特長の一つであり、メインアリーナの平面の広さが同規模のアリーナより広い52m×42.8mとなっている理由である。また、2階はアリーナの外周にランニングトラックを設けている。メインアリーナ中央の梁の高さは床面より13.5mとし、競技上に必要な高さを確保している。

外部仕上げはコンクリート打放し仕上げで、屋根は児玉瓦を使用している。内部仕上げもコンクリート打放し仕上げを基本とし、アリーナの1階は木板貼り、天井は吸音率を高めるため木毛セメント板をプレキャスト板に打ち込んで使用している。

表-1 建築概要

工事名称	(仮称) 児玉町総合公園体育館建築工事		
建設地	埼玉県児玉郡児玉町大字金屋		
設計	(株) INA 新建築研究所		
監理	都市基盤整備公団 (株) INA 新建築研究所		
施工	建築：ハザマ・古郡JV PCaPC部：黒沢建設(株)		
建物用途	体育館		
建築面積	3 772 m ²		
延べ床面積	4 423 m ²		
建物規模	地上2階		
建物高さ	19.46 m		
工期	平成13年12月～平成15年4月		
構造	基礎：直接基礎(ソイルセメントコラム工法) 主体構造：PCaPC造 一部鉄筋コンクリート構造		
使用材料	コンクリート：場所打躯体 基礎・地中梁 $F_c = 30 \text{ N/mm}^2$ 地上部 $F_c = 27 \text{ N/mm}^2$ PCa部 $F_c = 50 \text{ N/mm}^2$ PC鋼材：PC鋼より線 SWPR 7 BN PC鋼棒 SWPR 930/1080 鉄筋 D 29 SD 390 D 19 ~ D 25 SD 345 D 10 ~ D 16 SD 295		

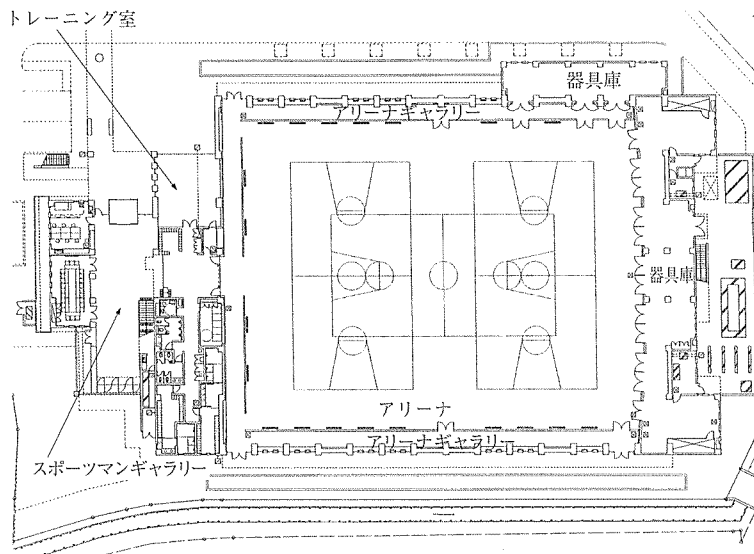


図-1 平面図

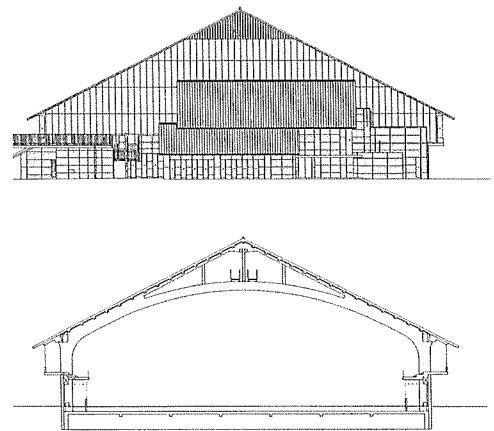


図-2 立面図・断面図

3. 構造計画概要

PC 架構軸組図を図-3に示す。

メインアリーナの42.8 m スパンの架構は、切り妻屋根の形状と競技上から必要な内部空間を満足できるアーチャーメンと山形ラーメンを一体化した架構システムである。この架構は、山形ラーメンとした場合よりスラストが少なく柱頭部の曲げモーメントを小さくでき、柱と梁の断面を比較的小さくすることが可能である。この架構をアリーナの長手方向に4.0 m ピッチに配置している。架構の配置を4.0 m ピッチとした理由は、同じ形状の繰り返しによりアーチが面と線の両面をもつ空間が構成できることと、柱とアーチ梁の幅を750 mm 程度にし、極力部材断面の大きさを抑さえ、圧迫感をさけることから決定している。

大空間であることから柱と梁のみで地震時水平力に対して抵抗することは、安全性はもとより経済性、部材断面の点からからも合理的ではない。そこで、主にメインアリーナの外周に厚さ180 mm ~ 500 mm の耐震壁をバランスよく配置し、耐震性能を高めている。この耐震壁は、設計ル

ート1の壁量を満たしている。

メインアリーナの柱と梁はプレストレストによる圧着工法としている。アーチの梁成はスパン42.8 m に対して約1/30分の1400 mm と非常に小さい断面である。この断面はフレームの形状とPCaPC構造によって可能であり、プレストレストによってたわみとひび割れの制御と耐力の向上を図っている。緊張力の導入はポストテンション工法により現場で行っている。アーチ中央の3部材は、地組を行い緊張力を導入し一体化した後架設を行っている。

屋根版は、リップ付きのPCa版とし、ジョイントプレートにより梁に取り付けた後で、屋根版のリップの間にプレストレストをポストテンションで導入し一体化している。また、屋根版の厚さは保有水平耐力時の水平力を耐震壁まで伝達できる厚さとし、耐力と水平剛性を確保している。軒の片持ちスラブもPCa版とし、柱にプレストレストによって圧着し一体化している。

アーチ中央部分は、屋根版と一体化されていないことからキャットウォークの鉄骨梁とタイロッドのブレースでアーチ梁の面外方向の地震力を屋根版に伝達している。

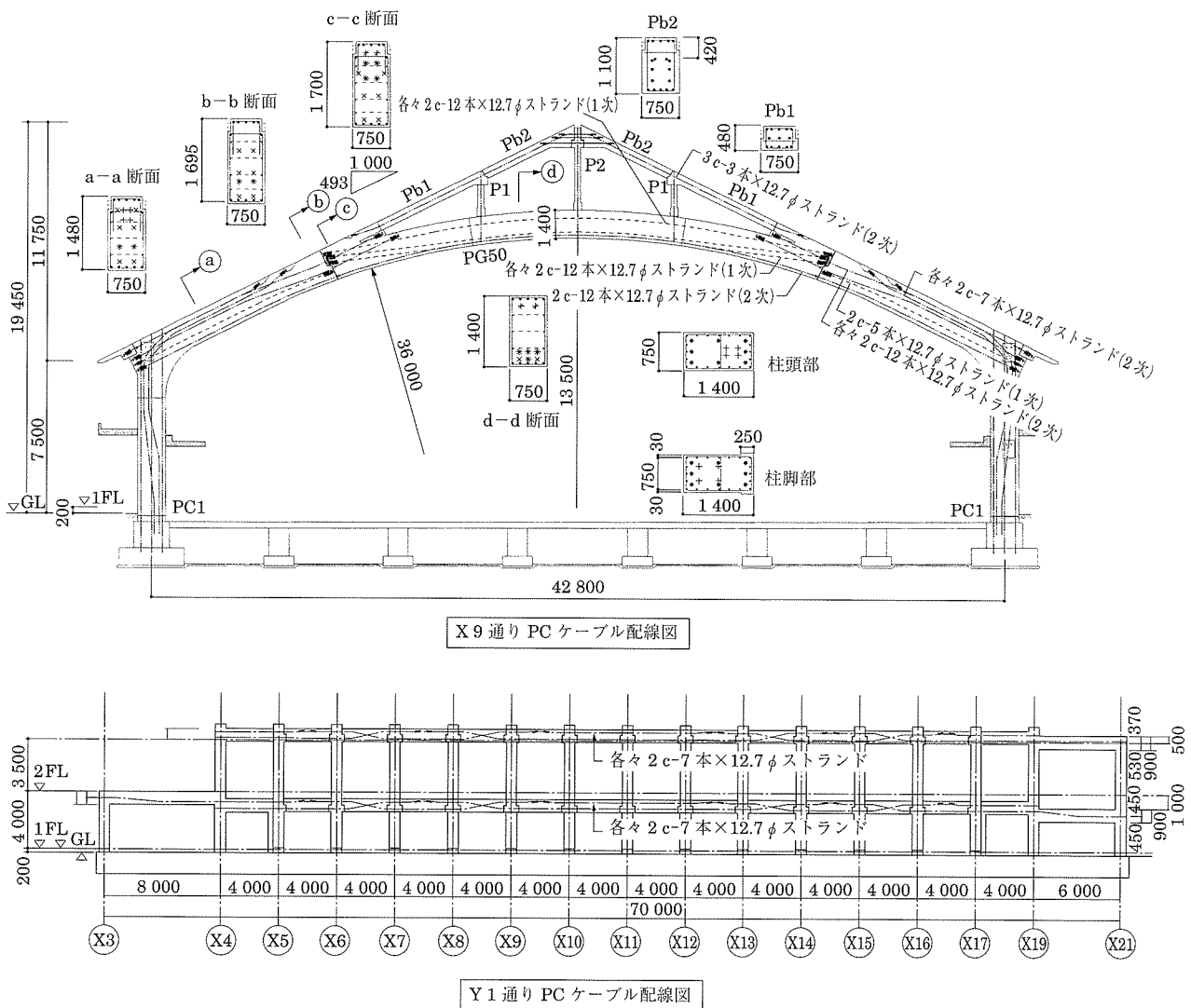


図-3 PC 架構軸組図

現場打ちコンクリート部分の地中梁，アリーナ妻側，2階客席および，ランニングトラックは，屋根版とともにアリーナ全体を「たる」のたがのごとく，アンボンドストランドによってプレストレスを導入し一体化している。これによって，建物の耐震性を高めるとともにひび割れを低減し，コンクリート打放しの耐久性を高めることができる。

4. PC 造部の構造設計

PC 部材の柱と梁の断面，および接合部は，フルプレストレスで設計し，各部材は剛接合として応力の伝達を図っている。建物高さは 20 m と低く，設計ルート 1 の壁量を満たす耐震壁を有しているが，耐震設計に関しては 2 次設計において保有耐力の検討を行っている。

設計用地震力は，建築基準法に基づいて標準せん断力係数 (C_n) を 1 次設計で 0.2，2 次設計で 1.0 として求めている。

また，アリーナの梁間方向のアーチャーメンは大スパンであることから上下動に対する地震応答解析を行い，その応答結果による応力を水平方向地震時応力と組み合わせて，地震時応力として採用している。

さらに，公共建築で多くの人が集まる施設であることから重要度係数を 1.25 とし，必要保有耐力の割増を行っている。

- ・解析モデル 平面フレームモデル (図 - 4)
- ・解析条件 弾性応答解析
- ・減衰 減衰定数 3% 剛性比例型
- ・入力加速度 上下動最大加速度 200 gal (cm/s^2)
- ・採用地震波 El Centro UD, Taft UD, Kobe UD

解析モデルによる固有値解析結果固有周期は，1 次が 0.61 秒，2 次が 0.36 秒，固有モードは 1 次が逆対称で 2 次が対称モードとなっている。図 - 4 に 1 次から 5 次までの固有周期と固有モードを示す。

応答の結果を図 - 5，図 - 6 に示す。

各接点単位の応答結果は，Taft UD においてアーチ梁中央で応答加速度が 624 gal，鉛直変位が 2.1 cm となり最大値となっている。

曲げモーメントは，柱とアーチ梁の接合部において最大となり，その曲げモーメント 2 370 kN は長期曲げモーメントの 60% となった。

5. PCa 部材の製作

PCa 部材の数量表を表 - 2 に示す。PCa 部材の配筋とシース管の配管状況は，図 - 7 に示すとおりであり，柱・梁の交差部など「にげ」という誤差が許されないため精度の高い PCa 製作が求められた。

製作は黒沢建設(株) 苫小牧工場 (ISO 9002, JIS, プレハブ協会各種認定工場) で行った。本工事の PCa 部材の総量は 1 561 m^3 である。各部とも製作難易度が高いにもかかわらず，高品質の製作が行われ，架設終了後の寸法測定結果も精度が良く PCaPC 構造の品質の高さが改めて認識された。

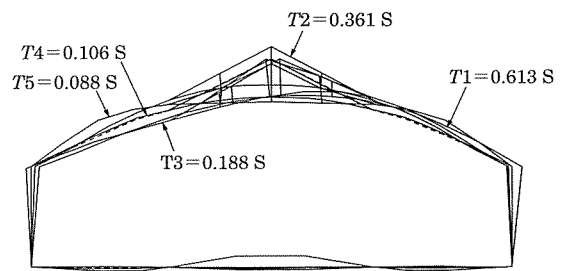


図 - 4 固有周期・固有モード

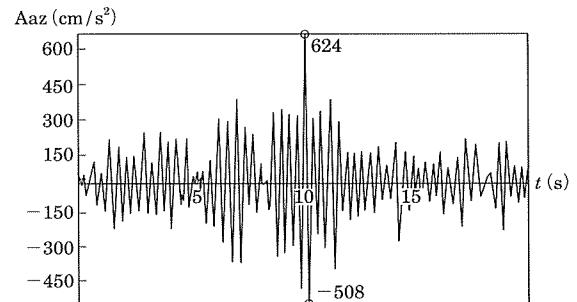


図 - 5 アーチ梁中央部絶対加速度応答履歴

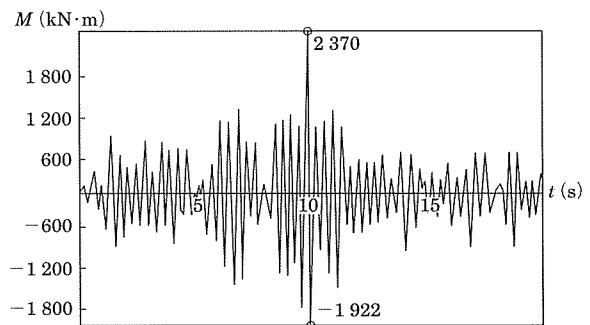


図 - 6 アーチ梁端部応力応答履歴

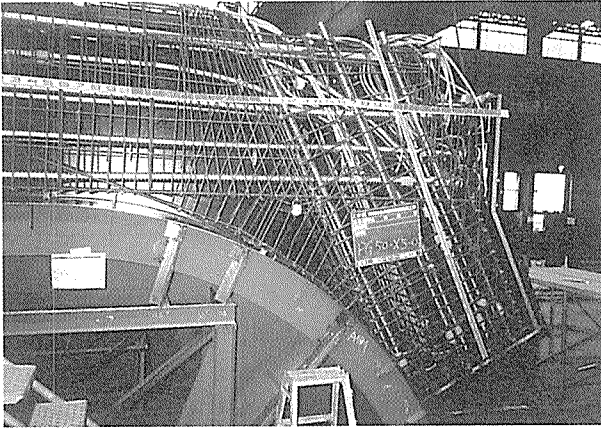
表 - 2 PCa 部材の数量

部材名	部材数	部材数量 (m^3)
柱	65	177
梁	153	997
屋根版	461	387
合計	679	1561

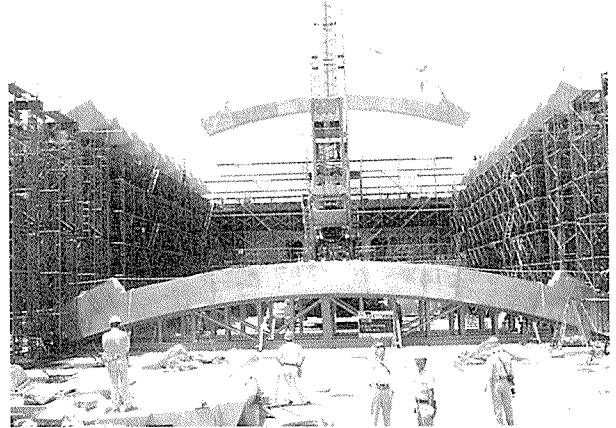
6. PCa 架設計画および施工状況

写真 - 3 に PCa 部材の製作および，架設状況を示す。部材架設用重機は 350 t クローラークレーンを 1 台使用した。350 t クローラークレーンを選択したのは，アーチ部中央の 3 部材を地組で一体化し架設するため，その重量が 70 t となったことからである。

梁間方向のアーチャーメンの架構は運搬上から 7 部材に



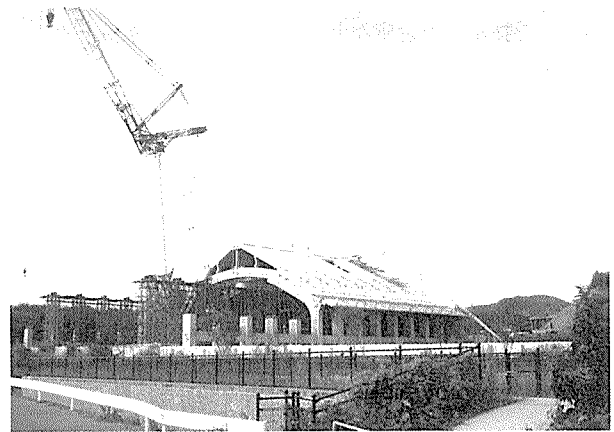
a) 柱・アーチ交差部配筋状況



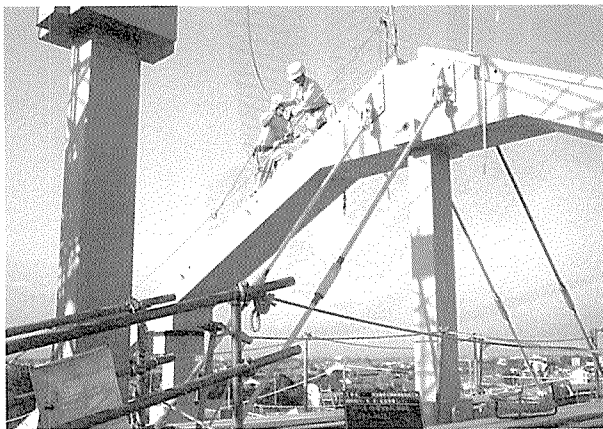
b) アーチ梁の地組・架設



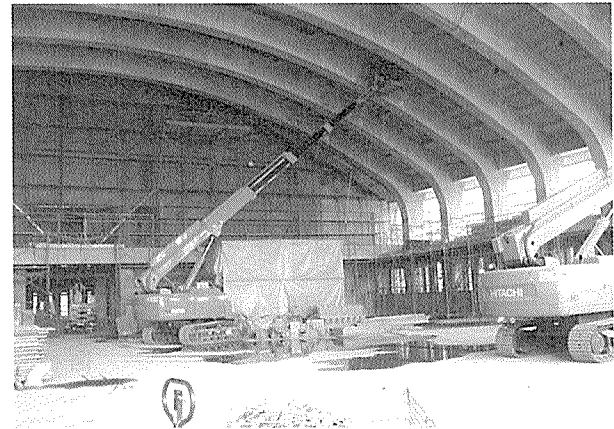
c) 架設状況 - 1



d) 架設状況 - 2



e) 架設状況 - 3



f) 高所作業車による施工状況

写真 - 3 工事写真

り、崩れることのない耐震性の高い建物を実現することができる。当体育館は、瓦屋根と打放しコンクリートを意匠的に生かし、児玉町の文化・風土を表現することを理念として、PCaPC構造を採用し、計画を進め平成15年4月末に無事竣工を迎えることができた。完成間近の平成15年4月の晴れた日に現場へ行ったところ、体育館の近くで鯉のぼりが空高くおよいでいた。実に瓦屋根の体育館に合う風景で、このことからからも、当体育館は児玉町のもつアイ

デンティティを良く表現できたのではないかと考えている。また、当体育館の報告が新たなPCaPC構造の一例として参考になれば幸いである。

最後に施主である児玉町のご担当の皆様、監理者である都市基盤整備公団の皆様、施工者であるハザマ・古都JVの皆様、PCaPC工事を担当した黒沢建設(株)の皆様に謝意を表す次第である。

【2003年4月17日受付】