京都水族館の建築設備

大成建設㈱　設計本部　斧　田　浩　一

■キーワード／省CO_2・空気熱源ヒートポンプ・蓄熱

1．はじめに

本建物は，京都市民の憩いの広場である梅小路公園の一角に計画された，内陸型としては国内最大級の本格的な水族館である。「水と共につながる，いのち。」をコンセプトに運営されるこの水族館は，「環境モデル都市」京都にふさわしい環境配慮型の体験型水族館をめざして計画され，2012年３月開館した。

館内展示スペースは，淡水の「京の川ゾーン」，オットセイやアザラシを展示する「かいじゅうゾーン」，500ｔの水量を保持する「大水槽」をはじめ，京都の希少生物を紹介するゾーン，環境をテーマにしたワークショップなど，観覧者に親しみやすい工夫を凝らした展示ゾーンから構成されている。

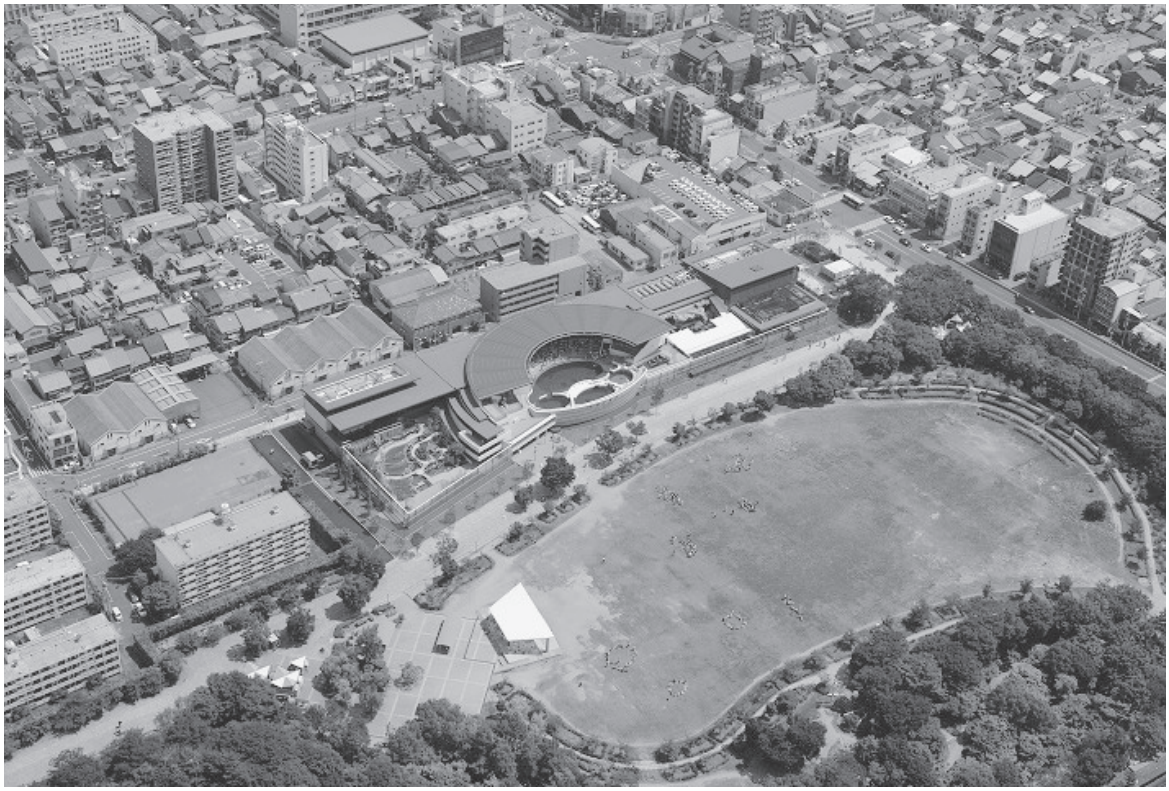
本計画は，国土交通省がCO_2排出削減の実現性に優れたリーディングプロジェクトに対して支援を行う「住宅・建築物省CO_2先導事業」に採択された。

本報告では，施設概要，省CO_2先導事業についての概略を報告する。

2．建物概要

建物名称　京都水族館
所 在 地　京都府京都市下京区観喜寺町
建 築 主　オリックス不動産㈱
建築面積　5,948.25㎡
延床面積　10,974.29㎡
構　　造　RC造
階　　数　地上３階
建物用途　水族館
工　　期　2010年７月～2012年１月
設　　計　㈱東洋設計事務所
　　大成建設㈱一級建築士事務所
施　　工　大成建設㈱　関西支店

建物地上部は日影規制を受け，建物高さは15m以下に，地中は京都という土地柄，埋蔵文化財保護への配慮から地下掘削２ｍまでという制約を受けた。このような空間的制約のなかで，必要諸室と水処理設備を含めた多くの機械，配管スペースを確保することに努めた。



写真－１　建物外観

3．空調システム

3－1　熱源設備

本建物は，外調および水処理温調用共用として，高効率型空冷ヒートポンプモジュールチラーと氷蓄熱空冷ヒートポンプチラーを採用した。

熱源システムは，容量の異なる高効率空冷ヒートポンプモジュールチラー３台と氷蓄熱空冷ヒートポンプチラーを並列に容量制御を行う方式とした。

イルカプールは，外調機負荷と水槽温調用の熱源負荷全体の約６割を占める。そのため水槽全体容量のおよそ半分を占める屋外イルカプールの負荷処理が課題となった。

イルカプールの温調を夜間にのみ行い，熱源のピークシフトをはかることで熱源容量削減をはかった。イルカプール自体を蓄熱槽とし，夜22時から朝６時まで蓄熱運転を行い，昼間は原則温調を行わないものとした。

通常は熱源一次側（送水側）で行う蓄熱を，結果的に負荷側で行った。１日の水槽温度変化は，ろ過循環水量が大きいため，夏期ピーク時で１～２℃程度であり，イルカへの負担を最小限に抑えている。

3－2　空調設備

本施設の展示スペースは，窓面が小さく日射負荷などの外乱負荷も少なく，飼育照明等の影響も少ないため，外気負荷を除く内部負荷は，人体からの発熱負荷を除いてほとんど発生しない。そこで空調システムは，外調機と個別に負荷を処理できる空冷ヒートポンプパッケージエアコンを採用した。

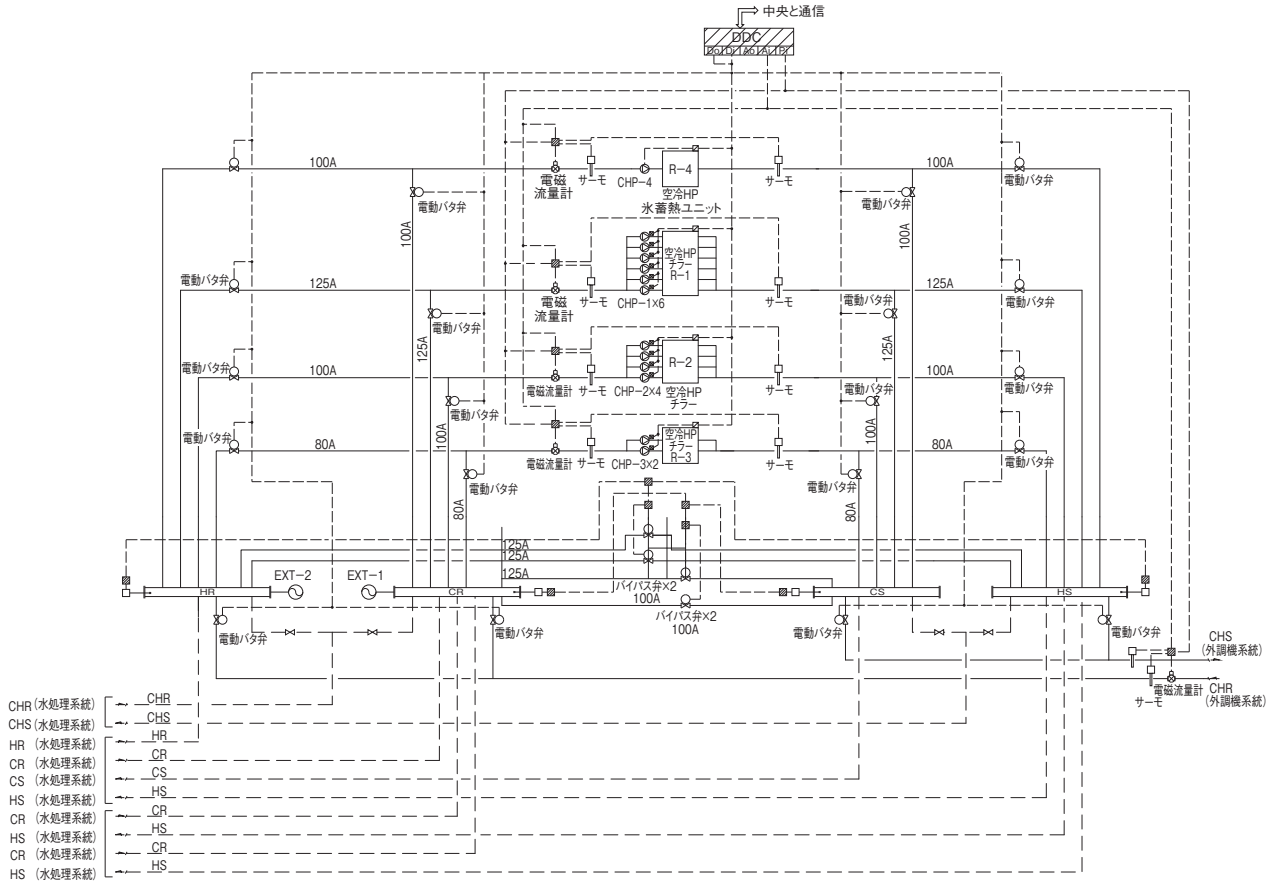
エントランス空調機には，クールピット経由の外気を取り込み，外気量はCO_2濃度により，風量制御を行っている。

また当建物の排煙設備は，避難安全検証法により，機械排煙設備は設置しないものとした。このため天井内ダクト総量が減少し，天井内，シャフト内の配管，ダクトの納まりに有利となった。

［熱源・空調設備概要］

・高効率空冷ヒートポンプモジュールチラー
　冷房能力：630kW×１基，420kW×１基，
　　210kW×１基
・氷蓄熱ヒートポンプチラー　冷房能力：330kW×１基
・外調機：風量5,000～9,000㎥/h　×５台
・空気熱源ヒートポンプエアコン（ビルマルチ）
　21系統（850kW）

写真－２　イルカスタジアム



図－１　熱源フロー

３－３　イルカスタジアム

イルカスタジアムは，南側に面して配置されており，約1,000席の収容人員を有する。開館時には毎日数回のイルカパフォーマンスが開催されている。(写真－２)

イルカスタジアム北側は，近隣騒音に配慮して開口部を設けずに，すべてRC壁で覆う計画としている。

その結果，スタンド客席部が庇と円弧状の壁に囲まれた閉鎖空間となり，南北間の通風が期待されず，客席部分の夏期温熱環境の悪化が懸念された。そこでシミュレーションによって，その温熱環境予測を行った。(図－２)

シミュレーションは，無風時，南風時，庇下誘引ファン設置時，ミスト噴霧時の４ケースで行い，それぞれを比較した。

この結果，誘引ファンの設置は効果が少なく，最も効果があると予想されたミスト噴霧を採用し，ノズルを客席上段に設置することとした。

図－３に完成前９月のミスト噴霧前後の気温変化状況を示す(上段：ミスト噴霧前，下段：噴霧後)。温度測定は，工事期間中の９月に行った。測定日の外気温は31℃で，ミストを約30分後に測定した。測定した12点のうち，ノズルに近い客席は最大３℃程度の温度低下が見られ，ミスト噴霧の有効性が確認できた。

４．水処理設備

４－１　人工海水製造システム

製造メーカーと共同開発した水族館専用の人工海水の素を使用し，製材を溶解し，適正な濃度に調整する技術を採用している。海水は魚類用，海獣用で異なった製材を採用し，安定した水質の海水を供給している。

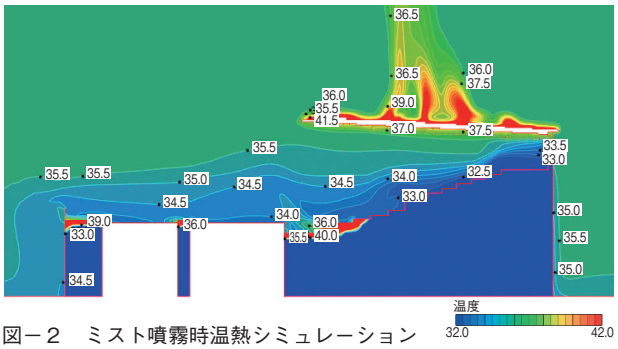
４－２　高性能ろ過システム

従来の水族館では水質維持のために循環水量の10％程度の新鮮海水を補給するのが一般的であったが，高性能ろ過システムの採用により，従来の１/10程度にまで補給水の低減を目指せるようになった。さらに給排水などのインフラ施設への負荷低減，泡沫分離装置との併用による透明度向上が可能となった。

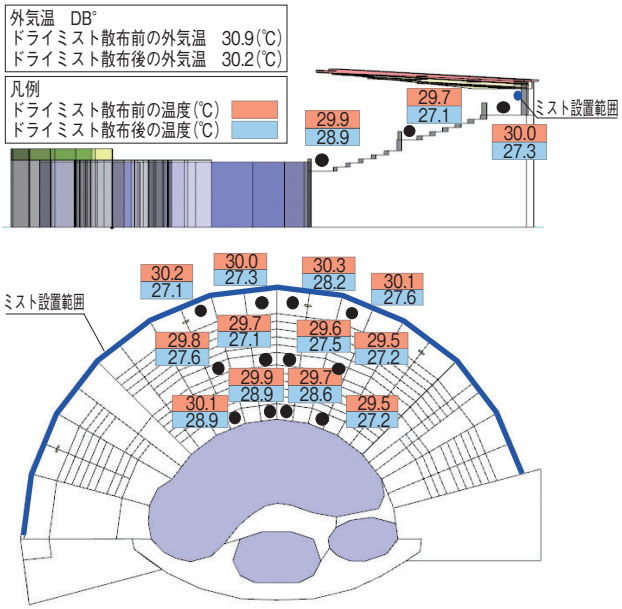
写真－４　大水槽

４－３　海水再生システム

一般のろ過機の洗浄には大量の水を使用する。また従

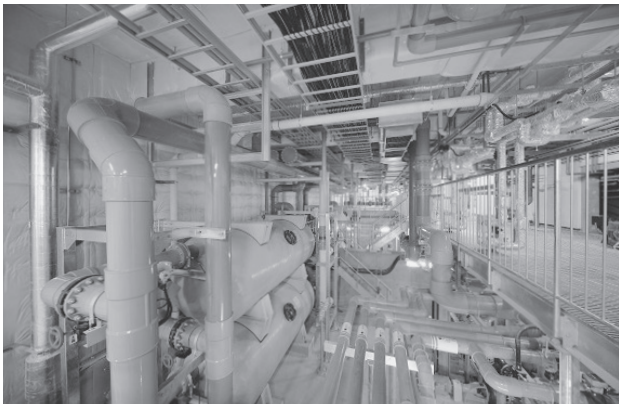


図－２　ミスト噴霧時温熱シミュレーション



図－３　ミスト噴霧前後の温度分布

写真－３　ミスト噴霧状況



写真－５　水処理機械室

来の方式では洗浄した海水をそのまま排水している。本計画で海水再生システムを採用することで，使用した洗浄水を再生・再利用することにより施設全体にかかわる給排水量を最小限に抑え，運用コストの削減，省CO_2および水資源の保護を実現した。

5．省CO_2先導事業の概要

「住宅・建築物省CO_2先導事業」は，国土交通省が所管官庁となり，平成20年度から応募を開始した制度で，その目的は，「住宅・建築物環境対策事業を国が広く応募し，整備費等の一部を補助することにより，省CO_2先導事業の推進，省エネ改修の推進および関連投資の活性化を緊急にはかること」としており，建築物（非住宅）一般，中小規模，共同住宅，戸建の部門別に年間２回程度の応募で計30件程度のプロジェクトが採択されている。本計画は，平成21年度の建築物（非住宅）一般部門に応募し採択された。建物完成後も３年間の実績報告義務がある。

採択時に提案し，採用した項目を下記に挙げる。

・太陽光発電システム（定格出力：60kW）
・雨水利用設備
・イルカプールを利用した複合熱源システム
・BEMSの見える化
・水盤，ミスト噴霧システム
・自然換気を利用した複合換気システム
・LED照明の採用
・超高性能ろ過システム
・人工海水製造システム
・海水再生システム

観覧エリアには，京都水族館で採用した上記の環境技術を紹介する模型を展示するほか，館内３カ所に環境技術を紹介するモニターを設置している。

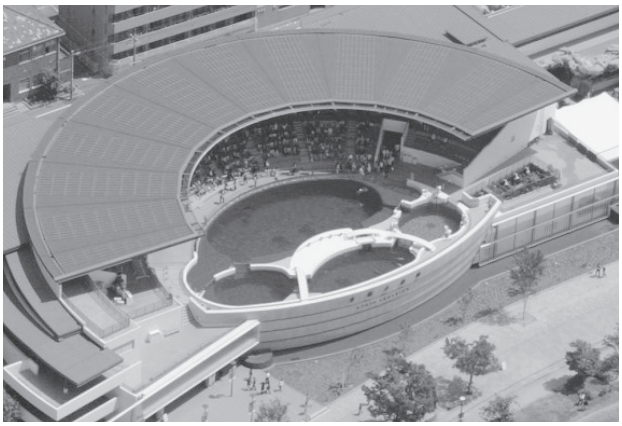
また建築環境総合性能評価システムCASBEEの評価認証認定機関による認証で，Ｓランクを取得している。

6．おわりに

京都水族館は，2012年１月に完成し，同年３月にオープンした。完成後は，古都京都の新名所として，多くの利用客でにぎわっている。今後も多くの利用客に喜ばれる施設となることを祈念している。

最後に，本建物の建設にあたり，ご協力いただいたオリックス不動産㈱殿をはじめ，関係各位にこの場を借りてお礼申しあげます。

写真－６　環境技術模型展示ブース



写真－７　太陽光発電パネル（庇上部）

写真－８　外観ライトアップ

写真－９　全景