



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	福岡ドームの設備概要 : 竹中工務店・前田建設工業共同施計・施工-
Author(s)	佐藤, 稔
Description	第1回衛生工学シンポジウム (平成5年11月17日 (水) -18日 (木) 北海道大学学術交流会館) . 8 環境システム制御 . 8-3
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 1, 303-311
Issue Date	1993-11-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7471
Type	departmental bulletin paper
File Information	1-8-3_p303-311.pdf



8-3

福岡ドームの設備概要 —竹中工務店・前田建設工業共同設計・施工—

前田建設工業(株)建築設備部 佐藤 稔

はじめに

本年(93年)3月竣工の『福岡ドーム』は、すでにプロ野球リーグ戦において福岡ダイエーホークスの本拠地球場として使用されており、その他各種スポーツ、コンサート、展示会、集会等多目的に利用されている。

このドームは、日本初の大規模開閉式スタジアムであり、建築関係者はもとより、多くの人々の関心を集めた大規模プロジェクトであった。また、開閉式ドームの特徴として、先端的技術を駆使した空調技術(省エネルギー性、快適性など)、省資源技術(雨水再利用等)、音響技術、照明技術、防災技術が採用されている。

1. 建物概要

<一般事項>

建物名称 福岡ドーム
所在地 福岡市中央区地行浜2-2-2
建築主 (株)福岡ダイエー・リアル・エステート
運営者 (株)ツインドームシティ
主要用途 (主) 野球場
(従) 多目的競技場
地域・地区 商業地域・準防火地域・
地区計画区域
設計 (株)竹中工務店, 前田建設工業(株)
施工 (株)竹中工務店, 前田建設工業(株)
工期 平成3年4月着工
平成5年3月末竣工

<施設規模>

敷地面積 169,159m²
建築面積 69,130m²
延床面積 176,068m²
階数 地上7階
高さ 軒高: 地上40.8m
最高部高さ: 地上84.0m
アリーナ アリーナ気積: 約1,760,000m³
フィールド面積: 約13,500m²
フィールド寸法: 中翼約100m
中堅約122m
アリーナの高さ: 68.1m
収容人数 催事時: 52,000人
野球時: 40,000人
駐車台数 1,800台

<構造概要>

屋根構造 屋根形式: 割球型鉄骨造ラメラトラス構造, 最大スパン 212.8m
駆動装置 開閉方式: 自立型旋回移動方式 駆動方式: 電動自走ボギー台車方式
走行レール: 鋼製レール(73kgレール) 運転: マルチモード対応全自動制御方式
走行路 構造種別: RC造, SRC造
下部構造 構造種別: RC造, SRC造, S造
架構形式: 耐力壁, プレースを有するラーメン構造
耐力壁: RC造
プレース: SRC造
床形式: RC造, 一部プレキャストコンクリート造

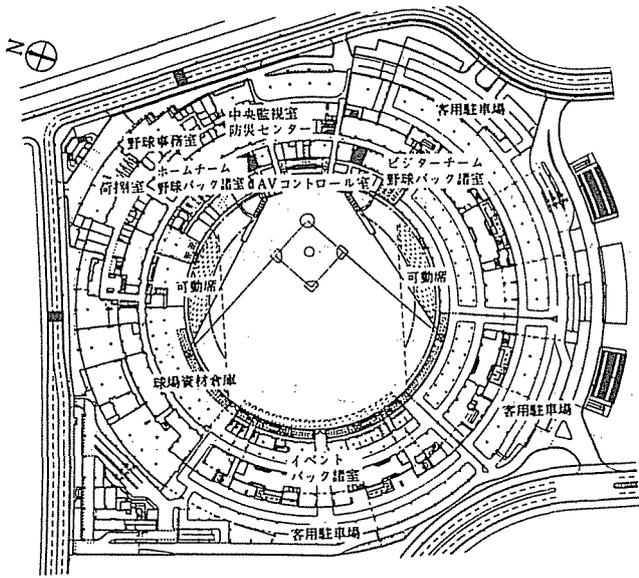


図-1 1階平面図

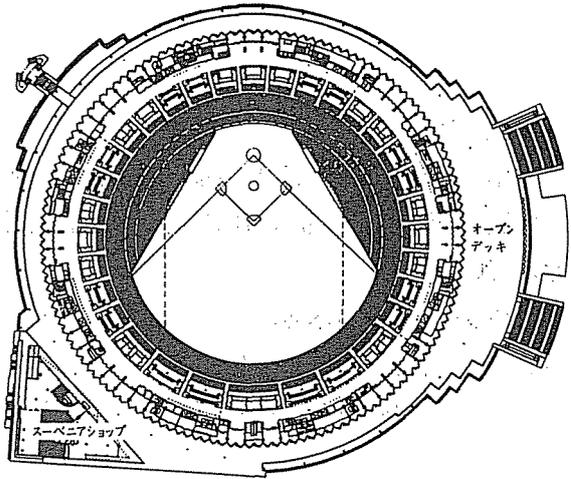


図-2 3階平面図

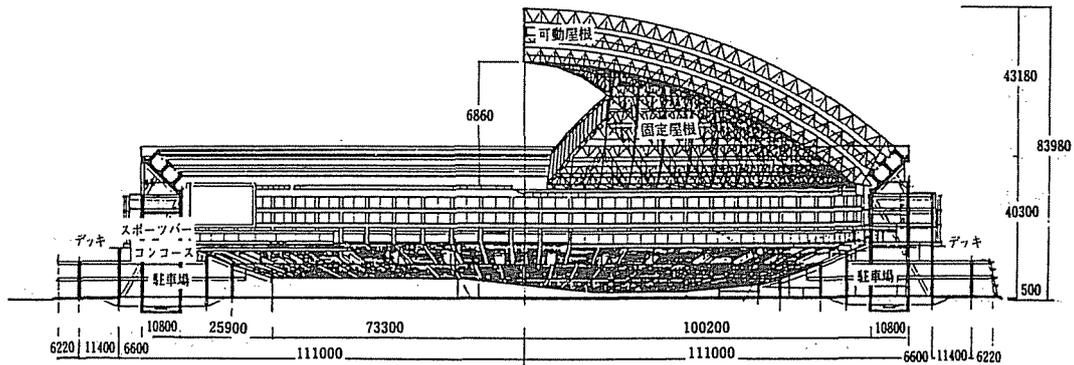


図-3 東西断面図

<基礎構造>

地 業 場所打ち鋼管コンクリート拡底杭 (フィールド部は既成コンクリート杭)

基 礎 RC造独立基礎, ベタ基礎

<仕 上>

屋 根 チタン $t=0.3\text{mm}$

外 壁 磁器質タイル打込 (P C a 板)

デッキ床 インターロッキングブロック

コンコース 床: コンクリート直押え 塗床, 壁: コンクリート打放し 塗装

客席段床 プレキャストコンクリート板

フィールド コンクリート直押え 人工芝

可 動 席 鉄骨造電動式 6,400席

ピッチャーズマウンド 電動昇降式

<設 備>

(1) 電気設備

受 変 電 特高22kV 3回線スポットネットワーク 特高変圧器 5,000kVA×3台 (22kV/6.6kV)
非常電源 ガスタービン発電機2,000kVA×1台, 鉛密閉式蓄電池
避 雷 棟上導体 駆動屋根部はアーススライダによる設置
照 明 固定屋根及びリング部からの投光照明
音 響 メインスピーカおよびサテライトスピーカによる集中・分散方式
電 話 電子鋼管蓄積プログラム制御方式 中継台 5台, 局線75L, 内線 800L

(2) 空調設備

熱 源 地域冷暖房プラント (福岡エネルギーサービス) より冷水・温水を受給
冷水 4,400RT (6~12°C), 温水 8.9Gcal/H (47~40°C)
リフト空調 空調機 62,500m³/h×120mmAq×37kW×30台, 中性能フィルター (NBS90%),
高圧スプレー加湿機内蔵, 軸流ファン (循環流発生用) 20,000m³/h×2.4kW×8台,
給気ファン 125,000m³/h×12台, 94,000m³/h×4台
滞留者人数計測による外気量制御, 外気冷房制御 (台数およびインバータ制御)
一般空調 外調機+ファンコイル
一般換気 諸 室: 排気ファン
機械室: 吸気ファン+排気ファン
駐車場: 排気ファン+デリバント方式

(3) 給排水衛生設備

給水 上水: 引込口径 150φ
中水: 引込口径 100φ
上水: FRP製受水槽 (有効280m³) + 加圧給水装置 (1,800ℓ/min×70mAq×22kW×3台,
2台並列3台ローテーション運転)
中水: 躯体利用地下水槽+加圧給水装置 (2,600ℓ/min×70mAq×30kW×3台, 2台並列3台
ローテーション運転)
給湯 一般諸室: 中央式 (給湯用高温ヒートポンプ+ガス焚温水ボイラー+貯湯槽+ポンプ)
給湯高温ヒートポンプ 42,000Kcal/h×2台,
ガス焚温水ボイラー 400,000Kcal/h×1台, 貯湯槽 7,000ℓ×2基
厨房・パントリー・湯沸室: 局所式ガスおよび電気
ガス 西部ガスより低圧 250φにて引込み (6,500Kcal/m³)
給湯用: 低圧 110m³/h, 厨房用: 低圧 340m³/h
排水 汚水・雑排水系統および厨房排水系統の2系統
汚水・雑排水系統: 下水本管の排水放流量制限のため、8系統のうち6系統の排水は
貯留後、ポンプアップにて放流
厨房排水系統: 建物内7カ所の厨房排水槽に貯留しポンプアップにて放流
厨房除外施設: バイオ分散処理方式
雨水再利用設備: 砂ろ過方式

2. アリーナ環境

2.1 光環境

アリーナの照明は、各種イベントや屋根開閉に対応できるよう、照明パターンの設定及びブロック別の制御を行っている。より効果的な光のコントロールを行うために、1/50縮小模型による実験を行い屋根の開閉に伴う光環境の変化を確認した。使用するランプも自然光に近いものを採用している。

(1) 照明器具の配置

固定屋根は屋根キャットウォーク部、可動屋根側は走行路下の内壁部に、以下の通り器具を配置している。

投光器

A	フィールド照明	2kW(HQI-2,000)	588台
B	看板照明	2kW(HQI-2,000)	8台
C	空間照明	1kW(M-1,000)	90台
D	客席照明	1kW(M-1,000)	24台
E	即時点灯照明	1kW(J-1,000)	48台
計			758台

(2) イベントの設定照度と照明パターン

1階AVコントロール室内の照明制御盤のボタン選択により、イベントごとの照明点灯パターンが自動的に設定され適切な照度が確保される。照度は、プロ野球試合時にバッテリー間：2,000lx以上、外野：1,650lx以上である。その他の照明パターンとして、アメリカンフットボール、展示会、コンサートなどの10のパターンをあらかじめ設定している。設定される項目は、パターンによる投光器の種類、場所別の投光器台数である。

(3) 屋根開放時の点消灯

屋根開放時の自然光を考慮して、大きく6つのブロックごとに点消灯を可能としている。

(4) 高演色性ランプ

主照明は自然光による色の見え方に極めて近い高演色性メタルハライドランプを採用している。

(5) 縮小模型による実験確認

背景（屋根、壁、空）が変わっていくときのボールの見え方や内部の視覚環境等を1/50スケールの縮小模型による官能評価実験を行って確認し、屋根等の背景色や照明装置の妥当性を検証した。

2.2 音環境

気積に比例して大きくなる残響時間や有害反射音に対処するため、屋根や壁に吸音材を貼ったり、バルコニーの壁に傾斜をつけるなどの工夫を重ね、その効果をさまざまなシミュレーションで検証しながら、残響時間の低減と明瞭度の確保を図った。電気音響は、各種イベントに対応できるようにメインスピーカー、サテライトスピーカーをコントロールし、適切な音圧を確保している。

(1) スピーカーの配置

客席用に24カ所のサテライトスピーカーを設置し、フィールド用には昇降式のメインスピーカーを固定屋根の頂部に設置している。

スピーカー

A	メインスピーカー	1カ所
B	固定屋根側サテライトスピーカー	10カ所
C	可動屋根側サテライトスピーカー	14カ所
計		25カ所

(2) 残響時間の低減

福岡ドームは、東京ドームの約1.4倍の気積を有するが、屋根面および壁面の吸音を行い、残響時間の低減を図って明瞭度を確保している。

(3) イベントごとの設定パターン

1階AVコントロール室内のパターン制御盤のボタン選択によりイベントごとの音響パターンがコンピュータコントロールシステムにより自動的に設定される（パターンプリセット方式）。パターンは野球、サッカー、アメリカンフットボール、展示会、集会等に対して8のパターンをあらかじめ設定している。設定される項目は、パターンによるスピーカーの選択、音量設定、延滞時間（スピーカーを鳴らすタイミングを自動的にずらすことにより、音のずれを防ぐ）、音質補正として、違和感のない拡声音が観客に来るようにコントロールしている。

メインスピーカーは電動昇降式とし、フィールド内で展示会を行う場合はスピーカーを降下させ、より明瞭性のある拡声が行えるようにしている。

(4) 詳細シミュレーション

スピーカーより出される音がドーム内で反射していく状態をコンピューターでシミュレーションし、その結果を基に音場シミュレータで実音による聴感試験を行って、拡声音の明瞭度を確認しながら最適なシステムを設計した。

2.3 アリーナ空調設備

(1) 熱源配管設備

本建物では地域冷暖房より冷水・温水を受給しており、熱交換器を介して熱交換を行っている。熱交換器およびその2次側の配管は、アリーナ系統と一般諸室系統に大きく分けている。2次側配管は地下ピット利用の周回トレンチ内をループ状に回り、分散された8カ所のシャフトより分岐して立上がり、各階の空調機やファンコイルに至る。

熱交換器：アリーナ系統 1,200USRTx3台

一般諸室系統 750USRTx2台

(2) アリーナ空調設備

アリーナ空調は居住域を主体とした空気方式を採用している。すなわち8ブロックに分けられた空調機より冷温風を供給し、客席後上方部に設けられた吹出口より送風する。客席を層流状に流れた供給空気は、客席最前部のスリットやコンコースへの出入口部分よりレタンされる。冷房時はこれに加えて、内壁側に吊られた8カ所の軸流

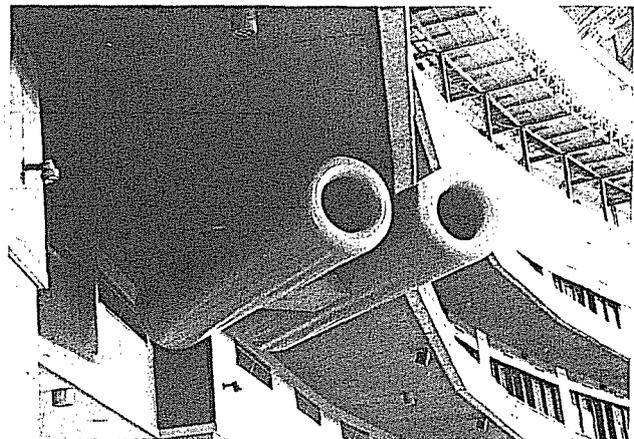


写真-1 軸流ファン

ファンを円周方向に向けて運転し、旋回する空気の流れを作ってやる。そして、気流を含めた快適指数 (SET*) による空調の制御を行い、気流によって体感を向上させ、熱的には省エネを図ることをねらっている。また、外気冷房や滞留者人数による外気量制御なども行っている。

空調機：62,500CMH×30台

給気ファン：125,000CMH×12台, 94,000CMH×4台

排気ファン：100,000CMH×12台, 84,400CMH×4台

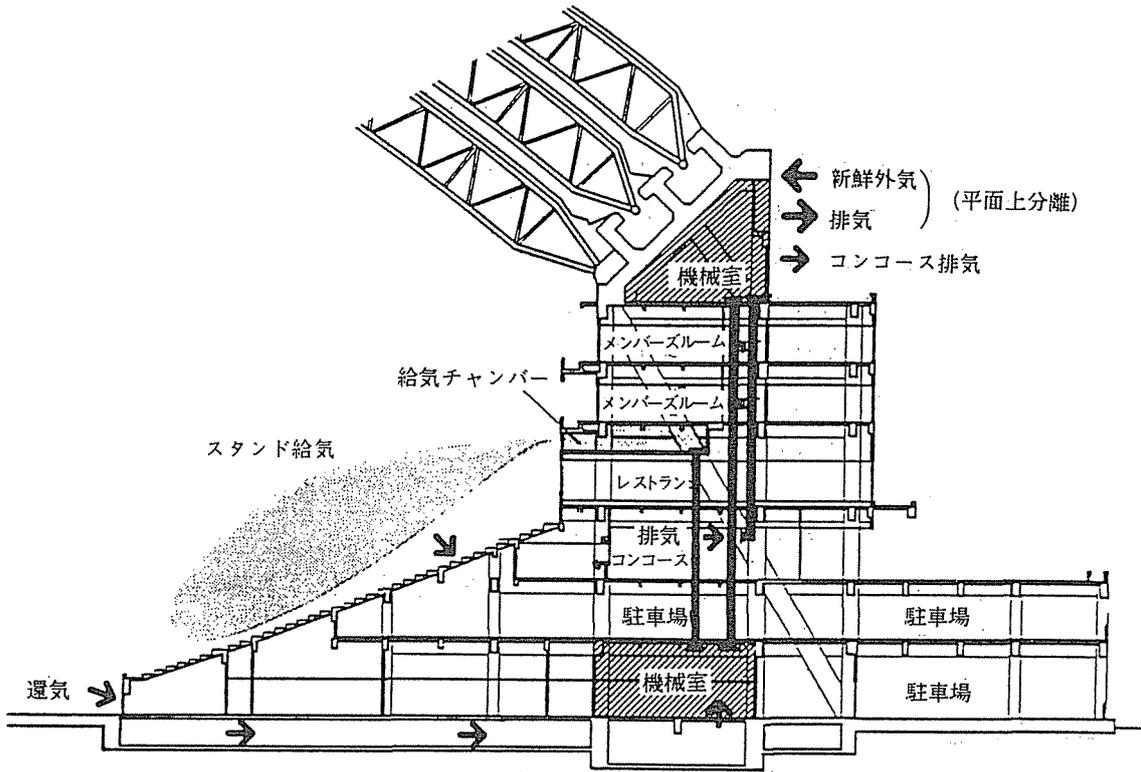


図-4 アリーナ空調概念図

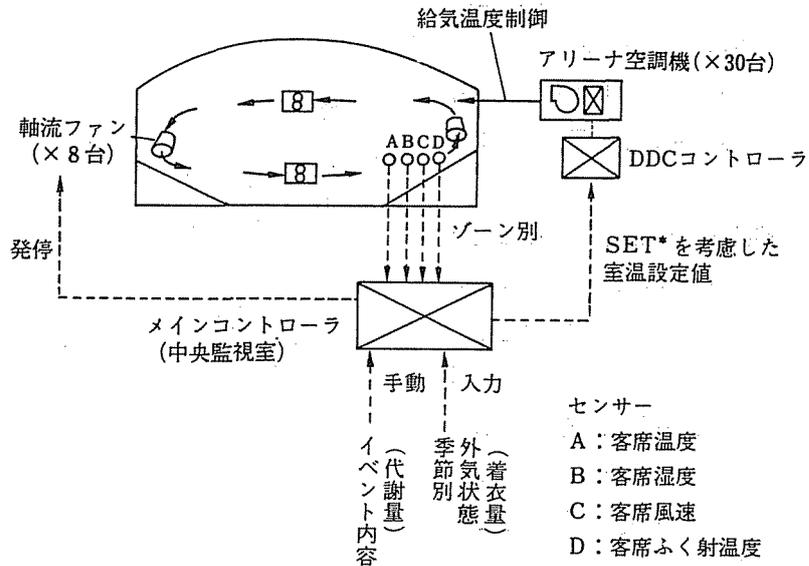


図-5 温感制御の概念図

(3) 屋根解放による自然利用

本建物の最大の特徴である屋根開閉に対して、空調運転の考え方を次のように設定した。すなわち、降雨がなく風速や温湿度の状態が良好な状態では、開催中屋根を開けて自然環境を享受する。一方、良好でない状態のときは屋根を閉めて空調設備による環境制御を行う。このような屋根開放が可能な頻度の検討を行い、かなりの頻度で自然利用ができるのではないかと推定している。

また、屋根を開閉するための判断材料として、外部環境を把握するためのセンサーを設置し、降雨、温湿度、風速、日射さらに不快指数や風冷指数といった状態を監視できるようにし、また気象予報会社から、ドーム周辺の気象情報を受けられるようにしている。

3. 大型映像・イベント対応設備

3.1 大型映像設備

このドームの大きな特徴の1つとして世界最大の大型映像があげられる。カラーボード部分で高さ10m、幅35.2m、メインスコアボード部分で高さ10m、幅17.6mでカラーボードとメインスコアボードを合わせると幅52.8mの巨大な映像設備である。そのため、送出側のAVコントロール室では特殊効果装置等を駆使し大画面で2分割、3分割といった映像合成を行うことができ、見る者を圧倒する。

また、局仕様のアリーナカメラは客席内に3台と天井部に1台の計4台設置される。天井部に取り付けられたカメラは水平360度、垂直120度可動できAVコントロール室から遠隔制御される。

3.2 イベント対応設備

イベント電源設備は、照明、音響、動力用に計1,570kVA用意している。電話端子盤は計600回線まで対応でき、アメフト用インカム回線、マイク回線、スピーカー回線などをイベント盤室内に各々設置している。イベント盤室はフィールドレベルに4カ所設け、客席レベルやピッチャマウンド内にも盤を7カ所設けているため、各種イベントに対応できるようになっている。

また、主催者側が電源車を持ち込んだ場合でも内野側、外野側に計600kVAのケーブル対応を行っている。

イベント対応の給排水設備としては、フィールドレベルに9カ所、客席レベルに4カ所設置されている。

3.3 テレビ・ラジオ中継対応設備

この球場は福岡ダイエーホークスのフランチャイズ球場ということもあり、計画時より福岡テレビ・ラジオ中継技術協会から建築主へ中継するための設備的要望があった。それを受けて局が持ち込む設備と球場内へ常設する設備と幾つかの区分を行った。

常設する設備としては、中継車から放送席、機材室、各カメラ席へのカメラケーブル、音声ケーブルおよびコネクター盤の設置を行った。また、バックネット側のガンマイク、収音マイク、ヘッドアンプ等を一部常設した。それ以外に中継用電源として50kVAを2系統用意した。また、大型映像用の天井カメラの映像も入力でき、中継車側でもリモート可能となっている。

4. 衛生・防災設備

4.1 給排水衛生設備

給排水設備の項目の中で、給水、排水および雨水利用の概要について以下に記す。

給水は、上水系統と中水系統に2分し、中水系統は便所洗浄水、植栽散水に使用している。中水は広域中水と屋根から主雨水した雨水を併用している。上水、中水とも加圧給水方式としている。

排水は、汚水系統と厨房排水系統に2分し、汚水は放流量を低減するため分散貯留を行い、厨房排水は除害処理を行って放流している。

雨水については、広大なドーム屋根面に降る雨水をいったん地下の水槽に落として貯留し、これをろ過して中水として再利用している。この雨水貯留は、大雨時に敷地内からの放流雨水を低減し、都市整備を保護する目的もあわせ持っている。

雨水集水面積：約32,000㎡

雨水貯留槽：有効約 2,900m³

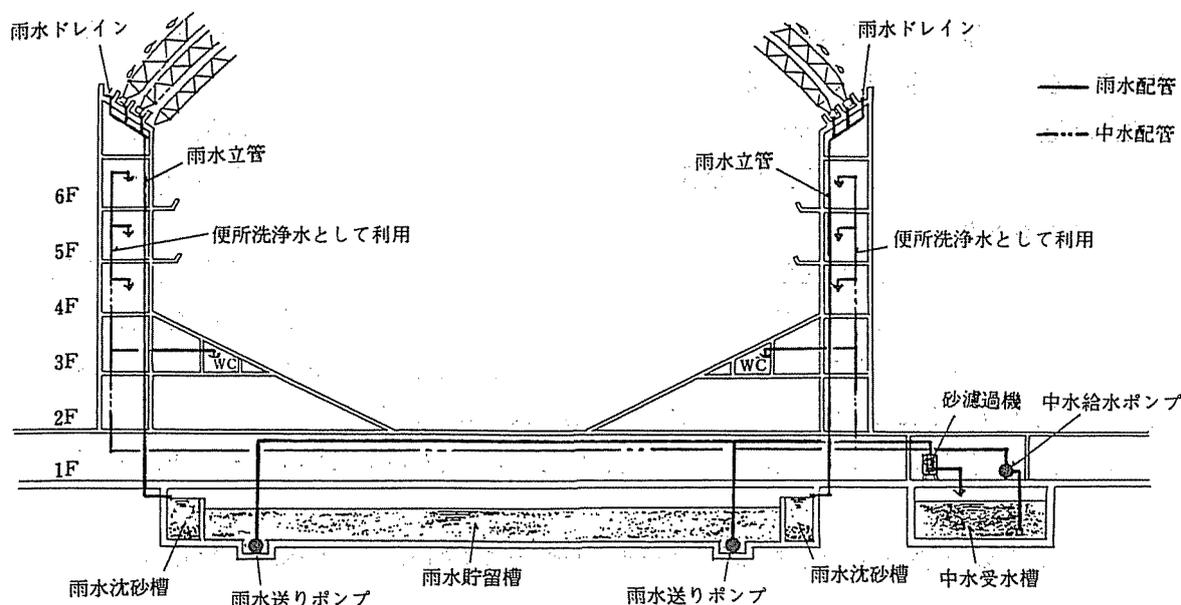


図-6 雨水貯留システム概念図

4.2 防災設備

アリーナ関連の防災設備について以下に記す。

アリーナの排煙については、屋根下部の気積を利用し蓄煙を行って、煙降下前に安全に避難が完了することを検証して建設大臣特認を得ている。

火災覚知・消火については、コンサートや展示会の火災にも対応可能な防災設備として計画し、消防防災システム評価を取得して設置している。これは赤外線カメラによって放射熱を検知するセンサー2基とこれによって特定された火源に自動方向設定を行う放水砲3基から構成されている。

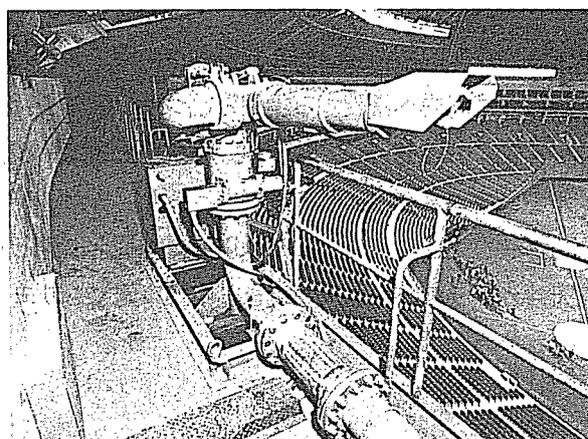


写真-2 放水砲

おわりに

『福岡ドーム』は竣工後早くも半年を経過した。我が国で最初の大規模開閉ドームとして、工期2年という超短工期で竣工させたが、その間、設計、施工、技術開発などさまざまな問題に対応してきた。また、竣工後も大空間環境実測を通して各種のデータを収集している。

幸い、竣工後大きなトラブルも無く、稼働率も非常に高いものとなっている。最後に、本プロジェクトの計画から実施に至るまで多数の方々に御指導、御協力をいただいた結果であり、紙面をおかりして深く感謝の意を表す。