

NHK神戸放送会館 - サステナブルな放送局の建設と運用をめざして -

NHK kobe station

- aiming at construction and use of a sustainable broadcasting station -

(株)大林組 本店設備設計部 大石晶彦・井守紀昭

Obayashi Co. Akihiko Oishi・Noriaki Imori

キーワード：放送局 (Broadcasting Station), サステナブル・ビルディング (Sustainable Building)

環境配慮 (Environmental Consideration), 性能検証 (Commissioning)



写真 - 1 建物外観(南西面より観る)

1. はじめに

1995年1月17日、阪神・淡路大震災によって旧NHK神戸放送会館は被災し、その日から10年目を迎える2005年1月17日に被災した跡地に建つ新しい放送会館で運用を開始した。新放送会館では、災害時の緊急報道拠点として地域に貢献するために、免震構造を採用して建物の安全性を確保し、あわせて放送機能を維持するための設備システムのリスク対策を総合的に計画した。また、地球環境への配慮から積極的に省エネルギー・省資源化を考え、さらに、デジタル放送化がもたらすエネルギー消費量の実態などを今後の計画・設計などに活かすため運用検証を行った。

建物外観と建築概要を写真 - 1 と表 - 1 示す。

表 - 1 建築概要

所在地	兵庫県神戸市中央区中山手通2丁目
建築主	日本放送協会
建物用途	放送局
延床面積	5,226.47 m ²
構造	鉄骨造、免震構造
階数	地上3階、塔屋1階
最高高さ	18.87m
工期	2003年5月～平成2004年7月
放送開始	2005年1月17日
総合管理・基本計画	NHK技術局
設計・施工	大林組・日本設計・イチケン 特定建築工事設計・施工連合体
専門施工	(機械)ダイダン・三機工業・高砂熱学工業JV (電気)きんでん
検証(分析・評価)	NHK技術局・大林組

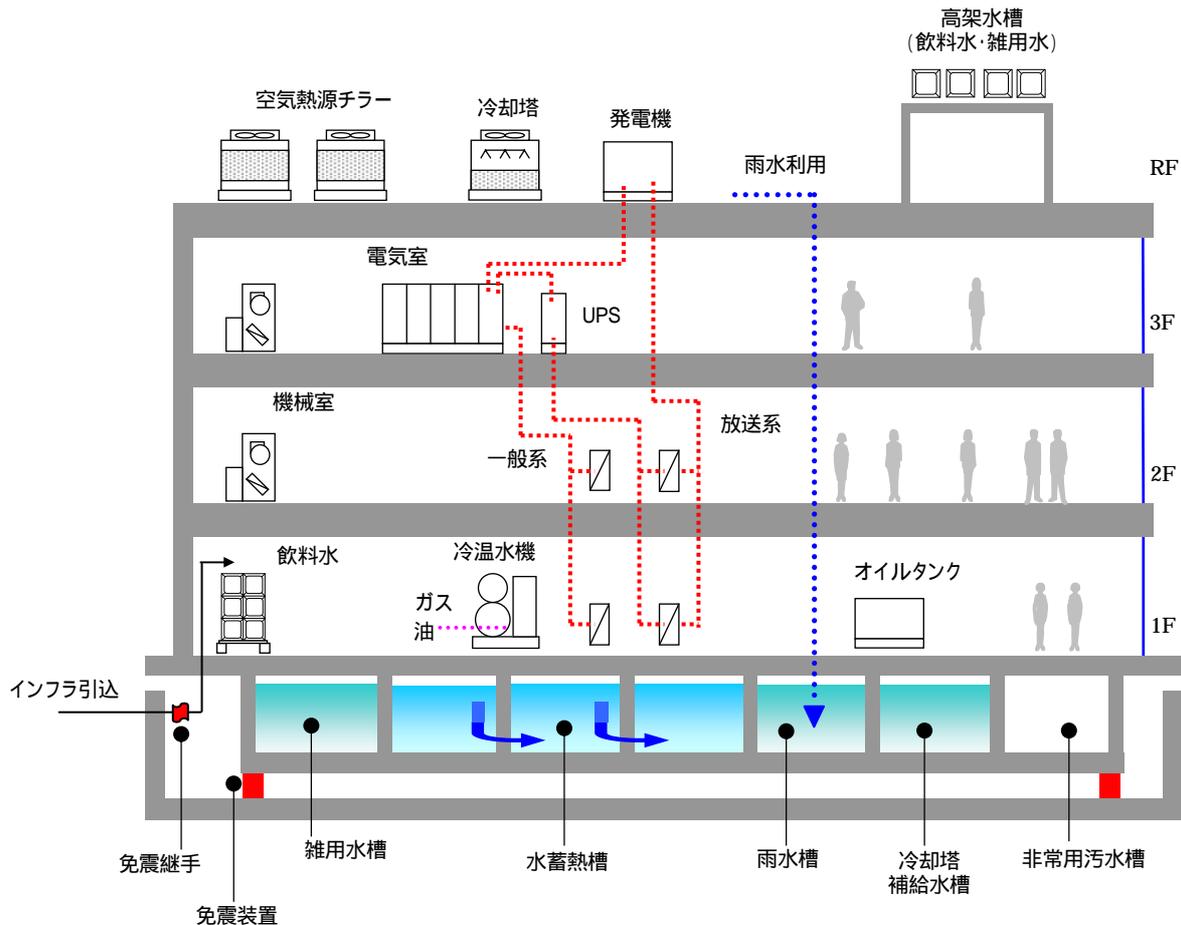


図 - 1 建築設備を守る免震と設備デザイン

2. 建物の安全と放送機能の維持

2.1 建築設備の耐震・安全性確保

大地震時の建物安全性を確保するとともに、放送機能維持に必要なすべての設備を守るために免震構造を採用した。免震層は基礎部分に設けてアンテナタワーをはじめ、電気・空調・衛生・各種水槽類を含めた全施設を免震側に載せた。(図 - 1)

2.2 設備・機能のバックアップフロー確立

(1) インフラのバックアップ

公共インフララインが断られた時にも放送を続けるために、放送局自前で機能を持続するための備えを持った。

- ・オイルタンク：発電機と空調熱源機用
共に定格で 48 時間運転を可能とする
- ・上水受水槽：1 日相当を貯水 + 高架水槽 2 基
- ・雑用水槽：2 日相当を貯水 + 高架水槽 2 基

- ・非常用汚水槽：1 日相当を貯留可能
1 階便所の污水・雑排水をバルブ切替える
- ・冷却塔用冷却水槽：吸気式冷温水機用
定格 48 時間運転を可能とする

(2) 設備機能のバックアップ

非常時、災害時に放送機能を維持するために、熱源のノンダウン化や台数分割などの考えにより信頼性の高い設備システムとした。機器故障や停電などの危険事象を時間スケール別に想定し、それぞれに応じたバックアップフローを確立した。(表 - 2)
なお、「放送機能の維持」、すなわち放送機器などにとって望ましい環境を確保するため、基本的に「冷房」について空調のバックアップを考えている。

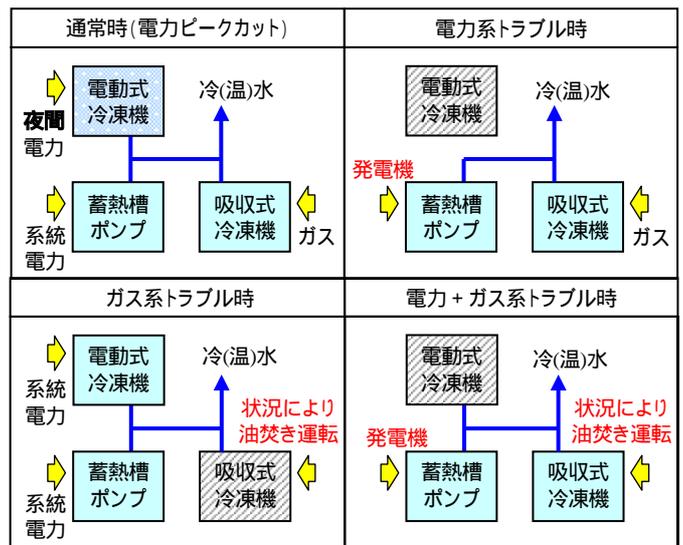
表 - 2 空調システムのバックアップ構成

設備機能	空調				給水	
	空調熱源	最重要室	重要室	一般室	上水系統	雑用水系統 (トイレ洗浄、散水、濯水)
概念図						
機器故障	冷凍機3台で相互バックアップ運転。ポンプは台数分割もしくは予備機設置により対応。	予備機を含めた複数台設置 (N + 1台) のエアコンにより、通常の空調を行う。	複数台設置 (50%能力 × 2台) の空調機、もしくは他ゾーン空調機からのバックアップ (ダンパー切替) により、最低限の空調を行う。	空調停止。ただし、複数台のAHU (またはFCU) を設置している部屋は正常な機器にて空調を続ける。	受水槽は2槽式、高架水槽は2基設置し、揚水ポンプも2台設置しているため、正常な機器で対応。	高架水槽は2基設置し、揚水ポンプも2台設置しているため、正常な機器で対応。
停電 (短時間)	蓄熱水を汲み上げて放熱。状況により吸収式冷温水機を運転。冷却塔、ポンプ類は発電機から給電。	発電機より給電し、空調を行う。	発電機より給電し、空調を行う。	空調停止	発電機より給電し、揚水ポンプを運転する。	発電機より給電し、揚水ポンプを運転する。
停電 (2日間)	吸収式冷温水機を運転。冷却塔、ポンプ類は発電機から給電。	同上	同上	同上	同上	同上
ガス停止 (短時間)	電動式チラーを運転。(備蓄灯油により吸収式冷温水機の運転も可能)	通常運転	通常運転	通常運転	通常運転	通常運転
ガス停止 (2日間)	電動式チラーを運転。(備蓄灯油により吸収式冷温水機を運転することも可能)	同上	同上	同上	同上	同上
断水 (短時間)	電動式チラーを運転。(冷却水槽の備蓄水により吸収式冷温水機の運転も可能)	同上	同上	同上	高架水槽、受水槽の残量で対応。	高架水槽、受水槽の残量で対応。
断水 (2日間)	電動式チラーを運転。(冷却水槽の備蓄水により吸収式冷温水機を運転することも可能)	同上	同上	同上	同上	同上
震災等のインフラ長期停止	発電機より給電し、備蓄している灯油と冷却水により吸収式冷温水機を運転して冷水を供給。復電後は電動式チラーにより冷水を供給。	発電機より給電し、空調を行う。復電後は通常運転を行う。	発電機より給電し、空調を行う。復電後は通常運転を行う。	空調停止	発電機にて揚水ポンプを運転して貯留水により給水。	発電機にて揚水ポンプを運転して貯留水により給水する。下水道ラインが断たれた場合は、1階トイレに限り、非常用汚水槽に汚水を貯留することでトイレ使用を可能とする。
備考	1) 空調熱源の運転は冷水供給を必須として運用管理する。 2) 長期インフラ停止時には「灯油および水」の備蓄により一時対応を行い、状況判断によりローリー車などによる補給を行う。					

3. 空調熱源のノンダウン化

「電気・ガス・灯油」の3種のエネルギーと、「空冷・水冷」の2つの熱交換方式による複数台熱源機を組み合わせ、多様なインフラ障害に対応できる中央熱源システムとした。また、放送の中核を担う最重要室は独立性および更新性に優れた空冷パッケージエアコンを複数台設置してリスク分散を図った。

空調熱源のノンダウン化を確実なものにするために「水蓄熱システム」を熱源の軸に据えた。水蓄熱システムは熱利用において物質相変化がなく、機器運転はエネルギー負担が比較的少ないポンプ動力のみで不意の事態にレスポンスの早い冷水供給が可能である。例えば商用電力障害の場合、発電機により蓄熱放熱ポンプを起動し直ちに冷水を供給して「応急処置」を行い、吸収式冷温水機 (ガス・灯油切替型) の立ち上がりによる本格バックアップを待つ。水蓄熱システムが有ってこそ複数台熱源機のバックアップ機能が活かってくる。図 - 2 にバックアップ運転の基本パターンを示す。



冷水供給が最優先する

運転状況の凡例：運転 停止 夜間運転

図 - 2 熱源のバックアップ運転 (基本パターン)

ノンダウン化を前提とした上で、夜間蓄熱がもたらすメリットとして、電力平準化とランニングコスト削減の効果を最大限に活かすため、夏期昼間に電動式冷凍機の運転を行わない計画とした。冬の冷暖混在期にはヒートポンプチャラーの加熱モード運転により全日の暖房負荷を処理し、吸収式冷温水機は非常時の冷房バックアップのため常に冷房回路で備えておく。また、非常時に蓄熱槽より冷水供給を行い冷房持続（ノンダウン）するための備えとして最小蓄熱保存量を設定して熱源群の自動制御を行っている。なお、施設は24時間稼働のため夜間蓄熱時にも放熱を同時に行っている。

4. 地球環境への配慮と運用検証

NHKでは、環境保護への取り組みを経営課題の一つとして掲げており、放送会館の建設・運用においても省エネルギー・省資源化に積極的な取り組みをしている。放送局は放送機器など内部発熱体が多く24時間稼働しつづける施設ゆえに省エネルギー技術の導入は意義が大きいと考える。

4.1 運用検証

運用開始からおよそ半年後の2005年夏期より、今後のエネルギーの有効利用を目的として、エネルギー消費特性の把握や省エネルギー手法などの検証を新たな取り組みとして始めた。デジタル放送化に対応した放送局のモデルとして、全国各地の放送会館における今後の建設計画・設計に有効活用できるものと考えている。

4.2 省エネルギー・省資源化技術

省エネルギーの基本となる躯体熱負荷の低減のためダブルスキンなどの建築・構造的な手法を外装デザインに取り入れた。(写真-2) また、変流量・変風量などの制御により無駄のない適正な運用を行っている。365日24時間使い続けられる施設であるからこそ、季節・時間帯による在室者や空調負荷の変動に合わせた能力制御が大切である。さらには、自然エネルギーの利用や緑化にも取り組んだ。各手法と運用検証による効果等実績値を表-3にまとめる。



写真-2 外装デザイン = 熱負荷の低減、自然エネルギーなど

表 - 3 省エネルギー手法とその効果等

分類	手法	効果等
熱負荷の低減	ダブルスキン	断熱性強化と外装デザインの融合 ペリメータ冷房負荷削減率 50% (予測計算値)
	水平庇	
	傾斜ガラス	
	高遮熱高断熱複層ガラス (Low-Eペア)	
エネルギー使用量の削減	変流量制御 (空調ポンプ)	台数制御およびインバーター制御 電力量削減率 平均70% (年間実績値)
	大温度差送水 (冷水・温水)	温度差 8 前後 (年間実績値)
	変風量制御	インバーター制御、VAV制御 電力量削減率 平均56%、室温振幅0.5 程度 (年間実績値)
	適正外気量制御	ウォーミングアップ制御、CO2濃度制御
	排熱利用 (暖房利用)	昼間電力量削減率 2% (12~2月実績値)
	照明システム	高効率照明、センサー制御 (照度・人感)
自然エネルギーなどの利用	太陽光発電	定格発電能力 10kW相当 発電量能力 8,040kWh (年間実績値)
	雨水利用 (雑用水)	屋上降水を貯留 (有効50m3)、便所洗浄水・灌水・散水に利用 全体給水量の 29% (雑用水の 54%) を雨水利用 (年間実績値)
	外気冷房	高発熱室における外気冷房運転率 50%超 (4、11月実績値)
	緑化	外構および屋上緑化

「実績値」は「運用検証」において確認された値

4.3 水蓄熱システム

免震層上部に限られた容積の基礎梁空間を有効に利用して必要な蓄熱容量を確保すべく、蓄熱槽効率の高い直列連結式温度成層型の水蓄熱槽を構築した。温度成層を確実に形成するため、各槽を連ねる誘導配管および「多孔ヘッダ」と呼ぶ整流分配器を設けた。冷水槽温度プロファイル (図 - 3) より、放熱時に低温側はしっかりと冷熱 (5~6) を保ちつつ高温側から順に 15 程度に移行していることが判る。同じく蓄熱時の温度成層状況も適正であり、かつ、非常時のために設定した蓄熱保存量を確保した制御ができていることを確認した。また、年間の夜間移行率は冷房が 100%、暖房も 99%超を達成しており、夜間蓄熱による電力平準化とランニングコスト削減効果を把握した。(図 - 4)

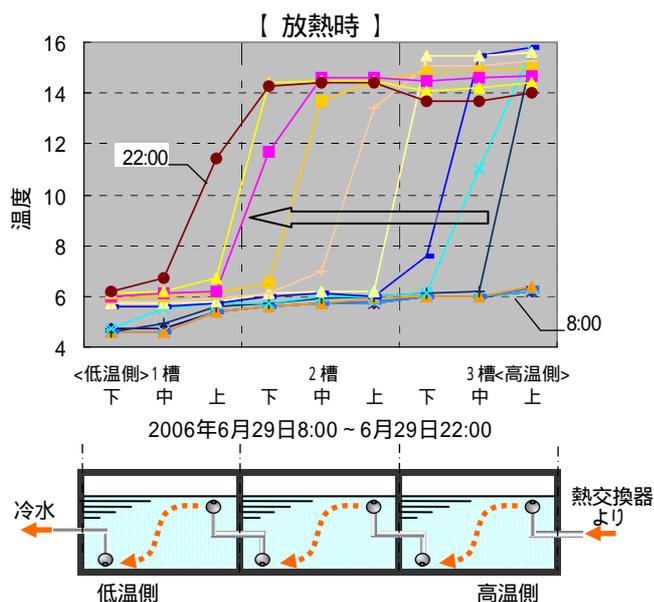


図 - 3 蓄熱槽の温度プロファイル

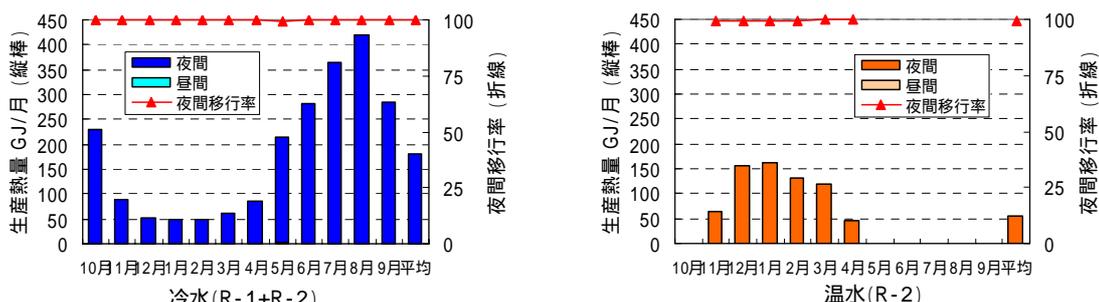


図 - 4 空調熱源の生産熱量

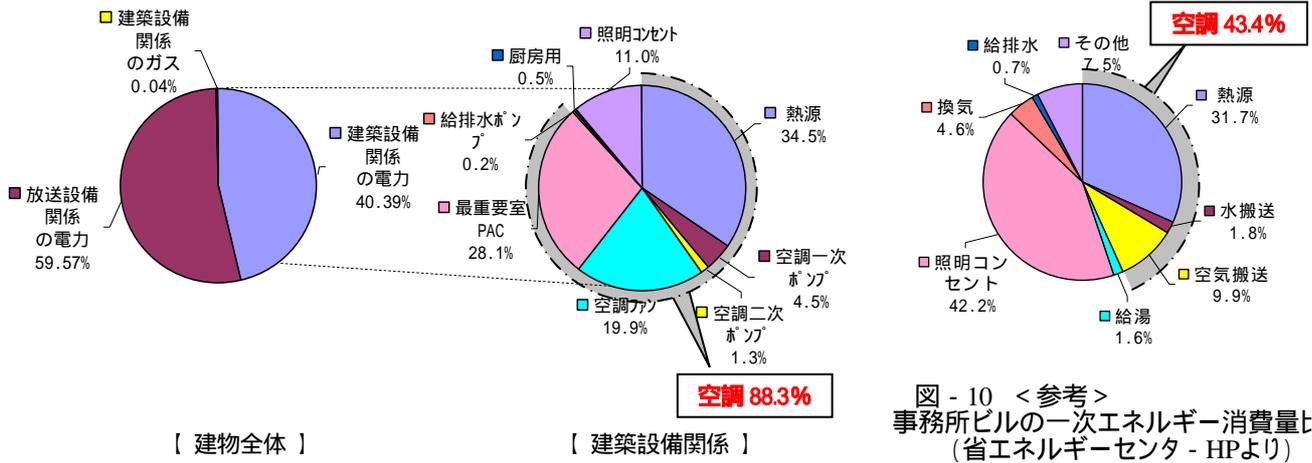


図 - 9 一次エネルギー消費量の比率(期間合計)

図 - 10 <参考> 事務所ビルの一次エネルギー消費量比率 (省エネルギーセンター - HPより)

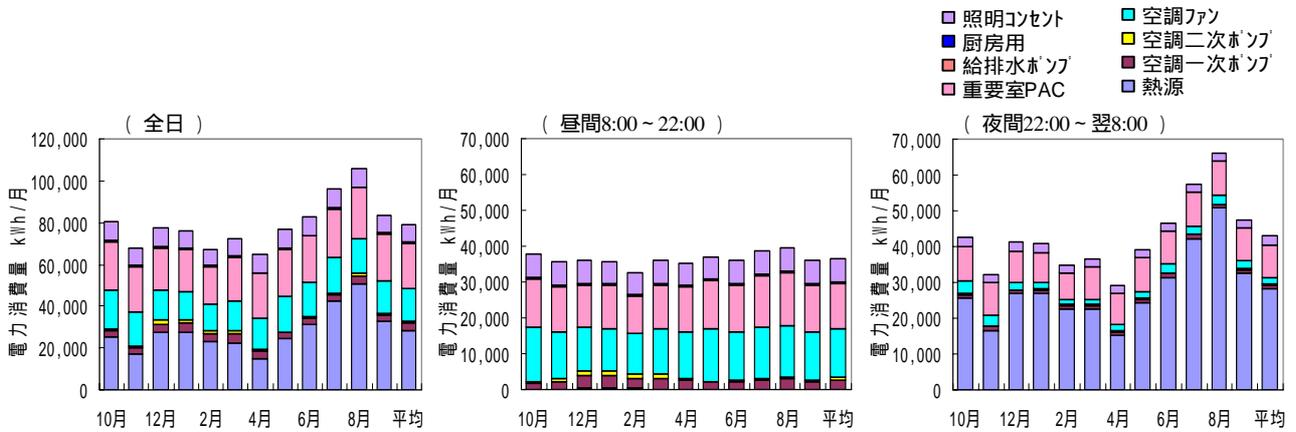


図 - 11 建築設備関係の設備区別の電力消費量

4.5 エネルギーの消費特性

放送局で消費される電力は、放送用の機器やスタジオ照明などの『放送設備関係』と、一般業務ビル同様の『建築設備関係』に区分される。図 - 9 のとおり放送設備関係の電力消費量が過半(59.57%)を占めている。放送設備関係に費やされる電力は、そのほとんどが内部発熱となるため空調冷房負荷に与える影響が大きく、建築設備関係の電力消費量の88.3%が「空調」に掛かる結果となっている。比較参考として一般事務所ビルの傾向(図 - 10)と比べても、「空調エネルギー大」という放送局の特殊性が伺える。

図 - 11 に建築設備関係の電力消費量を月別にみる。チラーは蓄熱運転制御によりほぼ100%夜間運転しており、夜間の電力消費量の過半をチラーが占めている。昼夜の電力比率は平均で46:54となり電力平準化の成果が高い。

また、最重要室PACの電力消費量が熱源に次いで大

きく、かつ期間・昼夜を問わずほとんど変動がないことも特徴である。最重要室は「確実な冷房」が大前提である一方で、それに要する空調エネルギーの全体に占める割合は大きい。放送局の省エネルギーを考える上では空調方式、排熱処理方法、トップランナー方式による機器選定などによる省エネルギーへの期待が今後の課題と考える。

5. おわりに

歴史的な震災を経験した神戸から、「その教訓を未来へ伝え続けるとともに、地域文化の発信拠点として地域とともに歩いていく」ため、ここに放送局としてのサステナブル建築の在り方を示すことができたと感じている。

ここに至る過程においてご指導・ご協力いただいた多くの方々に深く感謝いたします。