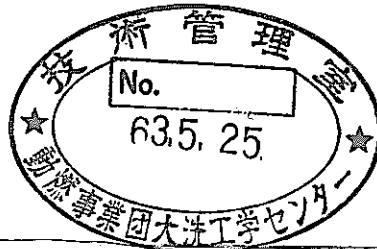


高速実験炉「常陽」主冷却器運転特性

ベーン開度による主冷却器伝熱特性の評価



区分変更	
変更後資料番号	PNC TN9440 88-008
決裁年月日	平成 13 年 7 月 31 日

1988年3月

技術資料コード	
開示区分	レポート No.
	I9440 88-001
この資料は 図書室保存資料です 閲覧には技術資料閲覧票が必要です	
動力炉・核燃料開発事業団大洗工学センター技術管理室	

動力炉・核燃料開発事業団
大洗工学センター
実験炉部

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村大字村松4番地49
核燃料サイクル開発機構
技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:
Technical Cooperation Section,
Technology Management Division,
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki, 319-1184
Japan

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)

礼



高速実験炉「常陽」主冷却器運転特性 ペーン開度による主冷却器伝熱特性の評価

高津戸裕司* 田村誠司*1

要 旨

本報告書は、第6回定検時に行なった主冷却器伝熱管外面の掃除による伝熱特性の変化を、プラント運転特性より評価したものである。

主冷却器熱伝達モデルを構築し、そのモデル式に掃除前後のプラント運転データを使って多重回帰分析を行なった。その結果より最大除熱量及び主冷却器熱通過率を求め、掃除効果を比較した。

今回の評価により、Aループでは、掃除後熱通過率が1A主冷却器で約19%、2Aで約4.2%上昇した。これに対しBループでは、掃除効果がAループより小さかった。これは、主送風機入口空気温度と解析に使用した外気温度との時間遅れによる誤差の影響が大きく、解析精度の低下をまねいたものと思われる。第6回定検以降、プラント運転特性データに、主送風機室室温が追加されたので今後の解析ではその精度がさらに向上すると思われる。

今回の評価の結果、主冷却器伝熱特性の変化を回帰分析法で評価できることが明らかとなった。

*大洗工学センタ 実験炉部 原子炉第一課
*1日立製作所エネルギー研究所

目 次

1. 緒 言	1
2. 解析・評価の方法	2
2.1 解析・評価の概要	2
2.2 主冷却器内熱伝達モデルの算出とその適用	4
2.3 ベーン開度と風量の関係	9
2.4 熱出力補正	11
2.5 主冷却器伝熱特性解析プログラム	14
2.6 データベース	14
3. 解析・評価の結果	15
3.1 解析結果	15
3.2 解析結果の評価	20
4. 結 言	24
5. 参考資料	25
付録1. 主冷却器伝熱特性評価プログラム	26
付録2. データベース	29

図 面 リ ス ト

第1図	解析・評価の概要	3
第2図	2次主冷却系概略図	7
第3図	主送風機入口ベーン開度 - 空気体積流量曲線	10
第4図	主冷却器内風量 - 主送風機入口ベーン開度曲線	10
第5図	J O Y D A S 炉心熱出力と熱出力測定システム炉心熱出力との関係	12
第6図	1 A 主送風機ベーン開度曲線	16
第7図	2 A 主送風機ベーン開度曲線	17
第8図	1 B 主送風機ベーン開度曲線	18
第9図	2 B 主送風機ベーン開度曲線	19
第10図	外気温度の比較	23

表 リ ス ト

第1表	主冷却器内伝熱モデル構築に使用した記号	8
第2表	熱出力測定システム 100MW時のJ O Y D A S 炉心熱出力、 2次系除熱量の比較	13
第3表	主冷却器伝熱管外面掃除効果の比較	21

1. 緒 言

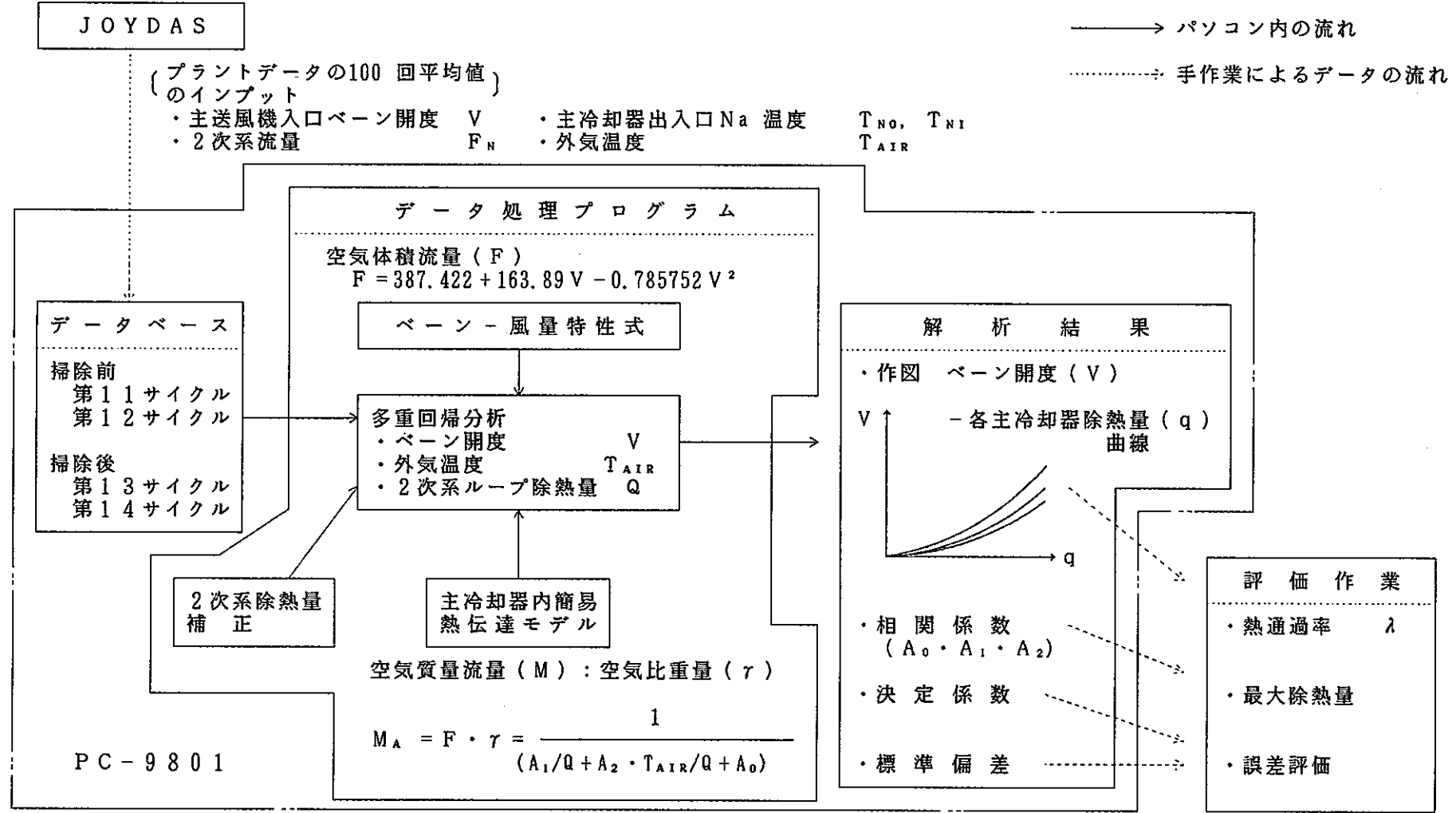
「常陽」の冷却材温度制御は、主冷却器の空気流量を制御することによって冷却材温度を所定の値に調節するものである。その為、主冷却器伝熱面の錆や汚れによる熱通過率の低下は、主冷却器の空気流量増加、すなわち主送風機入口ベーン開度（以後単にベーン開度と書く）の増加となる。総合機能試験以来、主冷却器等の伝熱特性の詳しい測定や設計性能との比較等の試験が数多くなされて来たが、今回はプラント運転データ⁽²⁾⁽³⁾を使って主冷却器伝熱管外面掃除による主冷却伝熱特性の変化を調査したものである。

2. 解析・評価の方法

2.1 解析・評価の概要

第1図に今回行った解析・評価の流れを示す。解析に使用したデータは、すべてJOYDASからのデータで、主に100回平均値を使用した。これらのデータをNECパソコンPC-9801を使って多重回帰分析処理を行ない、その結果を測定データとともにベーン開度-除熱量曲線として、温度別に作図した。また、解析結果の熱通過率を含む項の相関係数より主冷却器熱通過率及び最大除熱量を算出した。尚掃除前のデータとして、第11サイクルと第12サイクルのデータを、また掃除後のデータとして第13サイクル及び第14サイクルBOC (Begining of Cycle)時のデータを使用した。

データ処理については、まず主冷却器内熱伝達モデルを考え、風量と各主冷却器除熱量及び外気温度の関係式を作った。次に風量とベーン開度の関係式を求めた。そしてこれらの関係式の最小二乗法による近似関数(相関関数)をJOYDASからの入口ベーン開度、外気温度及び2次系除熱量の生データを使って、多重回帰分析により求めた。



第1図 解析・評価の概要

2.2 主冷却器内熱伝達モデルの算出とその適用

第2図に2次主冷却系概略図を、また、第1表に熱伝達モデル構築に使用した記号を示す。

第-2図より以下の式が導出できる。

- (1) 主冷却器一基当りのナトリウム除熱量： Q_N [MW]

$$Q_N = K \times \frac{M_N}{2} \times (H_{NO} - H_{NI}) \quad \dots\dots\dots (2 \cdot 2 \cdot 1)$$

- (2) 主冷却器一基当りのナトリウムから空気への
伝熱量： Q_T [MW]

$$Q_T = K \times \lambda \times (\tilde{T}_T - \tilde{T}_A) \times S \quad \dots\dots\dots (2 \cdot 2 \cdot 2)$$

- (3) 主冷却器一基当りの空気受熱量： Q_A [MW]

$$Q_A = K \times (60 \cdot M_A) \times C_P \times (T_{AO} - T_{AIR}) \quad \dots\dots\dots (2 \cdot 2 \cdot 3)$$

ここで、以下の仮定をする。

仮定-1 主冷却器内は定常伝熱状態とし、ナトリウム除熱量、空気受熱量、ナトリウムから空気への伝熱量はすべて等しい。つまり、2次系の熱は100%空気側へ伝達する。

仮定-2 空気温度200℃の時の比熱は、0℃の時の値に対して約2%増加と変化が小さいので、空気の比熱は一定として取扱う。

仮定-3 主冷却器内伝熱管のナトリウムと空気の温度は、それぞれの出入口の算術平均点で代表させる。よって仮定-1より主冷却器除熱量を q [MW]として

$$Q_A = Q_N = Q_T = q \quad \dots\dots\dots (2 \cdot 2 \cdot 4)$$

と置く。また仮定-3より

$$\tilde{T}_N = \frac{T_{NO} + T_{NI}}{2} \quad \dots\dots\dots (2 \cdot 2 \cdot 5)$$

$$\tilde{T}_A = \frac{T_{AO} + T_{AIR}}{2} \quad \dots\dots\dots (2 \cdot 2 \cdot 6)$$

(2・2・2)式より $\tilde{T}_A = \tilde{T}_N - \frac{q}{K \times \lambda \times S}$

(2・2・6)式を代入して T_{AO} を求めると

$$T_{AO} = 2 \left[\tilde{T}_N - \frac{q}{K \times \lambda \times S} \right] - T_{AIR}$$

(2・2・3)式に代入して T_{AO} を消去すると

$$q = Q_A = 2 \times K \times (60 \times M_A) \times C_P \left(\tilde{T}_N - \frac{q}{K \times \lambda \times S} - T_{AIR} \right)$$

上式を変形して

$$\begin{aligned} \frac{1}{M_A} &= (120 \times C_P \times K) \frac{\tilde{T}_N}{q} - (120 \times C_P \times K) \frac{T_{AIR}}{q} \\ &\quad - (120 \times C_P) \times \frac{1}{\lambda \times S} \dots\dots\dots (2 \cdot 2 \cdot 7) \end{aligned}$$

ここで、主冷却器出入口ナトリウム温度は、原子炉出力に対して直線状に変化するから \tilde{T}_N も主冷却器除熱量 q に対し、直線近似できる。よって $\tilde{T}_N = a_0 + a_1 q$ (a_0, a_1 は定数) とおいて (2・2・7) 式に代入すると

$$\begin{aligned} \frac{1}{M_A} &= (120 \times C_P \times K \times a_0) \frac{1}{q} - (120 \times C_P \times K) \times \frac{T_{AIR}}{q} \\ &\quad - \left[\frac{120 \times C_P}{\lambda \times S} + 120 \times C_P \times K \times a_1 \right] \dots\dots\dots (2 \cdot 2 \cdot 8) \end{aligned}$$

ここで、IHXからの2次系の1ループ当りの受熱量 Q は、ループ中のそれぞれの主冷却器のナトリウム流量・出入口温度がほぼ等しく制御されて運転されている為、 $Q = 2q$ と置いて (2・2・8) 式に代入すると

$$\begin{aligned} \frac{1}{M_A} &= (240 \times C_P \times K \times a_0) \frac{1}{Q} - (240 \times C_P \times K) \cdot \frac{T_{AIR}}{Q} \\ &\quad 120 \times C_P \left[K a_1 + \frac{1}{\lambda \times S} \right] \end{aligned}$$

ここで $A_1 = 240 \times C_p \times K \times a_0$

$A_2 = 240 \times C_p \times K$

$A_0 = 120 \times C_p \times \left[K a_1 + \frac{1}{\lambda \times S} \right]$

とおくと

$$\frac{1}{M_A} = A_1 \frac{1}{Q} + A_2 \frac{T_{AIR}}{Q} + A_0 \quad \dots\dots (2 \cdot 2 \cdot 9)$$

となる。

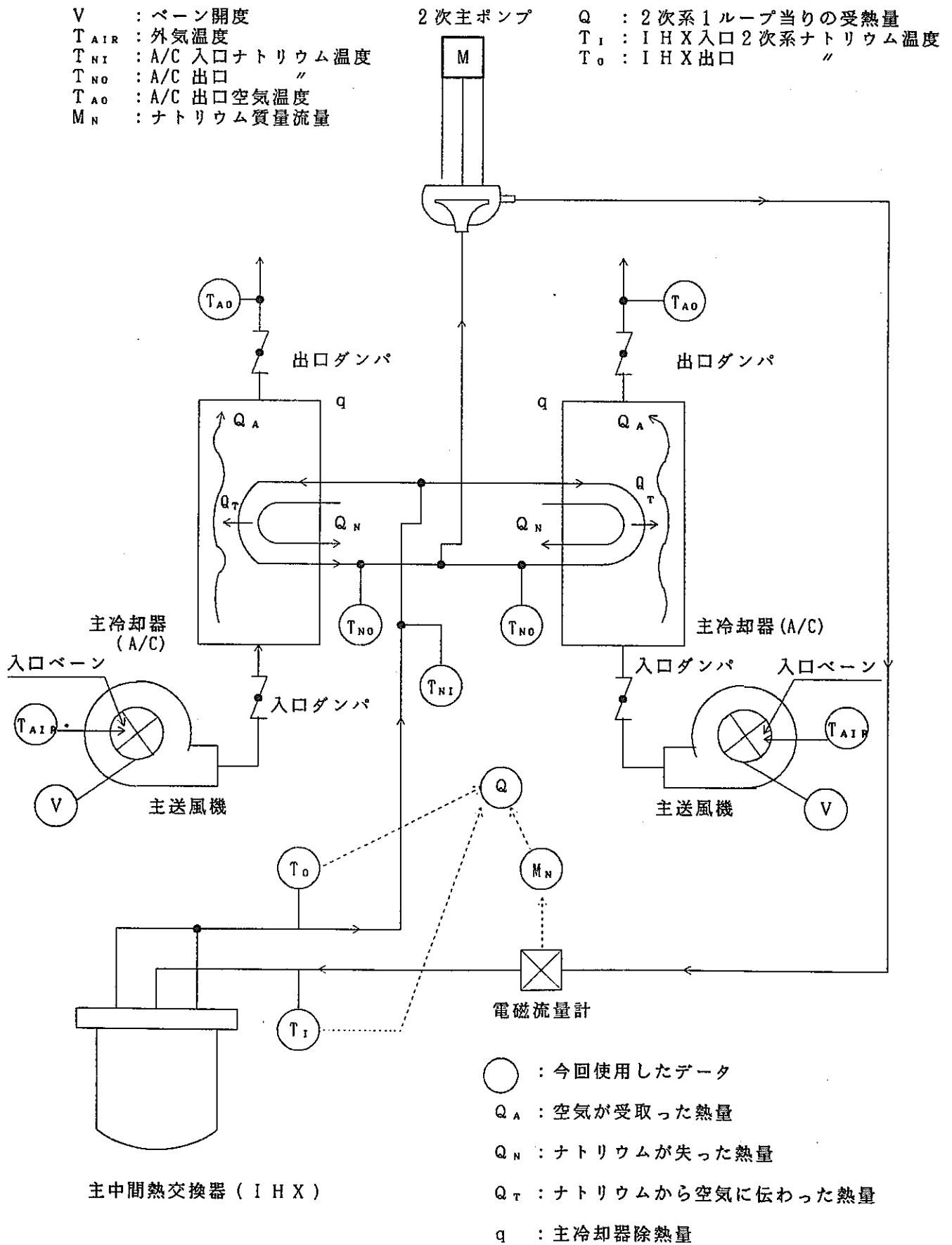
熱伝達モデルを(2・2・9)式のような1次結合関数に展開したのは、多重回帰分析を適用する為である。つまり主変数として、 $x_1 = 1/Q$ 、 $x_2 = T_{AIR}/Q$ 、従属変数として $y = 1/M_A$ と置いて、JOYDASからデータを

$$y_1 \left[= \frac{1}{M_{A1}} \right], \quad x_{11} \left[= \frac{1}{Q_1} \right], \quad x_{21} \left[= \frac{T_{AIR-1}}{Q_1} \right]$$

$$y_2 \left[= \frac{1}{M_{A2}} \right], \quad x_{12} \left[= \frac{1}{Q_2} \right], \quad x_{22} \left[= \frac{T_{AIR-2}}{Q_2} \right]$$

$$y_n \left[= \frac{1}{M_{An}} \right], \quad x_{1n} \left[= \frac{1}{Q_n} \right], \quad x_{2n} \left[= \frac{T_{AIR-N}}{Q_n} \right]$$

のデータセットに置き換え、これらのデータセットに対する近似式の A_1 、 A_2 、 A_0 を最小二乗法によって決定した。



第2図 2次主冷却系概略図(1ループのみ示す。)

第1表 主冷却器内伝熱モデル構築に使用した記号

記号	名称	単位
V	ベーン開度	%
T _{AIR}	外気温度	℃
T _{AO}	主冷却器出口空気温度	℃
T _{NI}	主冷却器入口ナトリウム温度	℃
T _{NO}	主冷却器出口ナトリウム温度	℃
Q	2次系ループ当りのナトリウム受熱量	MW
Q _A	主冷却器1基当りの空気受熱量	MW
Q _N	主冷却器1基当りのナトリウム除熱量	MW
Q _T	主冷却器1基当りのナトリウムから空気への伝熱量	MW
q	主冷却器除熱量	MW
T _I	IHX入口2次系ナトリウム温度	℃
T _O	IHX出口2次系ナトリウム温度	℃
C _P	空気の比熱	Kcal/kg・℃
K	換算係数	(1/8.6×10 ⁵)MW/Kcal
S	主冷却器1基の伝熱面積	(1225) m ²
λ	主冷却器伝熱面の熱通過率	Kcal/m ² ・h・℃
H _{NO}	主冷却器出口ナトリウムのエンタルピ	Kcal/kg
H _{NI}	主冷却器入口ナトリウムのエンタルピ	Kcal/kg
\bar{T}_N	伝熱管内ナトリウム平均温度	(T _{AO} +T _{AI})/2 ℃
\bar{T}_A	主冷却器出入口空気平均温度	(T _{AO} +T _{AI})/2 ℃
γ	空気比重量	kg/m ³
M _A	主冷却器1基当りの空気質量流量	kg/min
F	主冷却器1基当りの空气体積流量	m ³ /min
M _N	2次系ループ当りのナトリウム質量流量	kg/H

2.3 ベーン開度と風量の関係

主冷却器内熱伝達モデル(2・2・9)式において、主冷却器内空気質量流量 M_A は、プラント運転データとして測定していない。従って昭和58年3月に技術課で測定した「100MW定常運転時の伝熱特性試験」のベーン開度-空気体積流量線図を使って、運転データのベーン開度より主冷却器内空気質量流量 M_A を算出した。ベーン開度と空気体積流量の関係は、同試験結果の線図より、多項式回帰分析を行なって下記近似式を求めている。その結果を第-3図に示す。

$$\text{空気体積流量： } F = 387.422 + 163.89V - 0.785752V^2 \dots\dots\dots (2 \cdot 3 \cdot 1)$$

第3図にて、 R^2 は決定係数、 ERR は標準偏差を示す。決定係数は、近似式と測定データの誤差を無次元化してその近似度を評価するもので、通常1以下で1に近い程近似が良い。標準偏差(ERR)は、近似式と測定データの散らばり方の度合いを示し、 y と同じ単位をもつ。つまりベーン開度 V 、[%]時の空気体積流量 $F(V)$ は、 $F(V) \pm ERR$ [m^3 / min]の範囲にデータが68.3%の確率で表わせる事を示している。

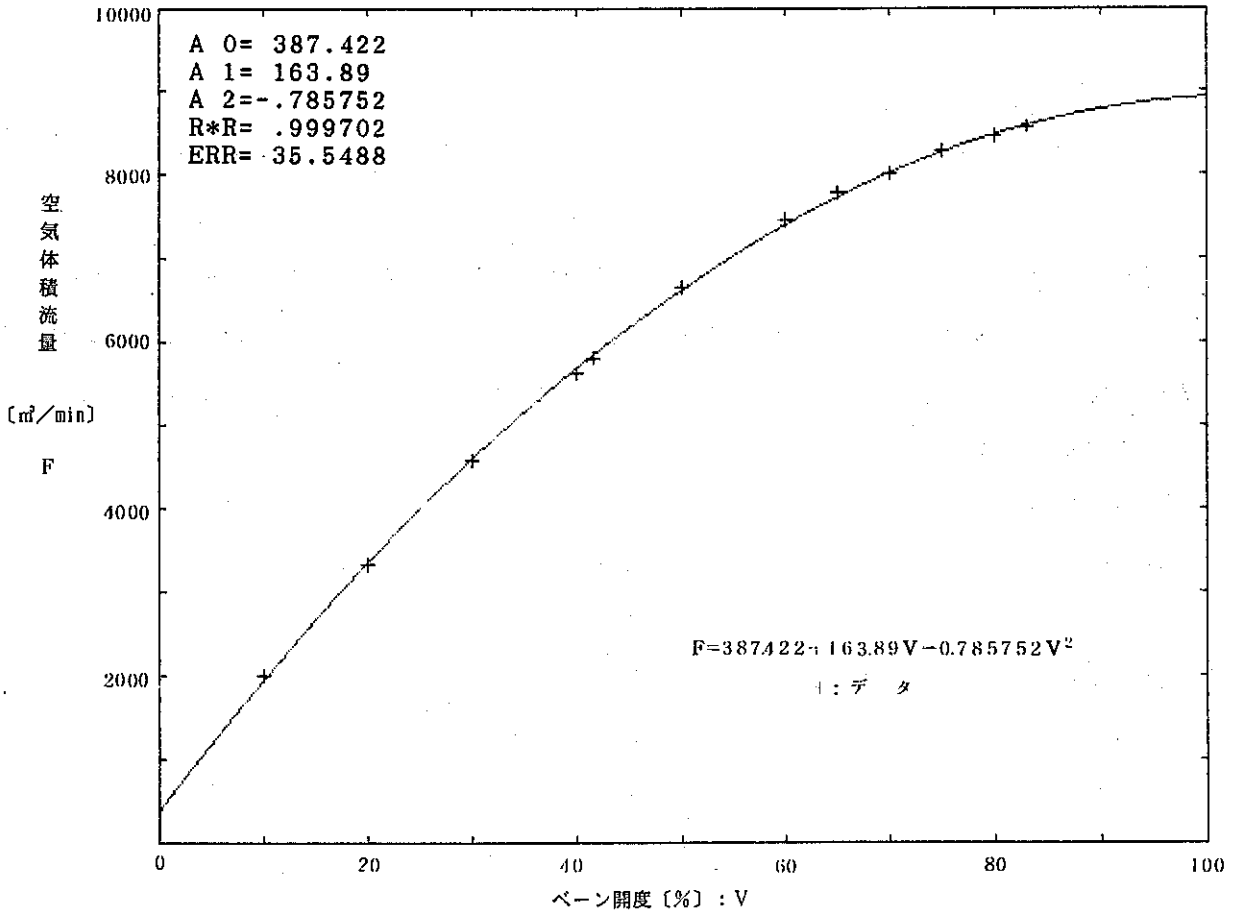
また、(2・3・1)式を空気質量流量に換算する為の空気比重として(2・3・2)式を使用した。

$$\gamma = 1.25243 - 4.47978 \times 10^{-3} T_{AIR} + 1.13097 \times 10^{-5} T_{AIR}^2 \dots\dots\dots (2 \cdot 3 \cdot 2)$$

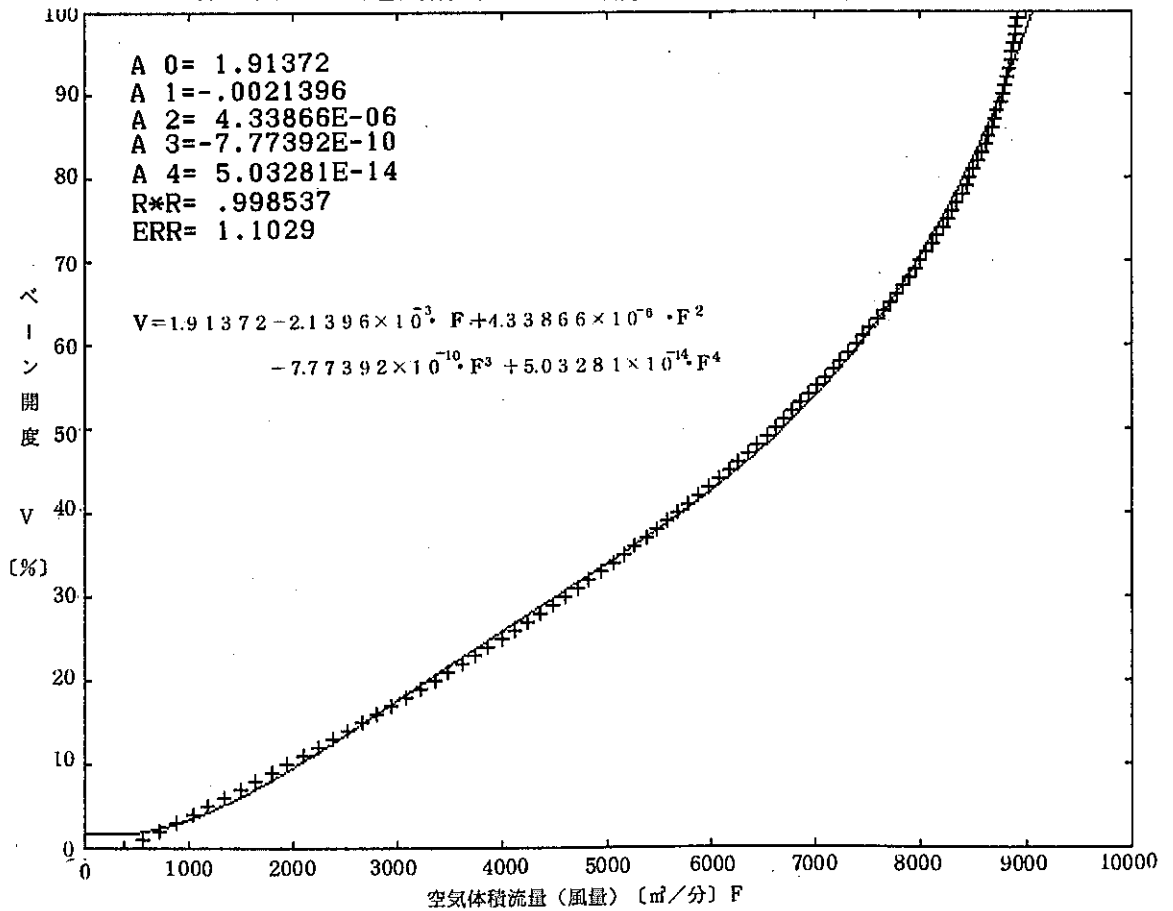
第4図に(2・3・1)式の逆関数を多項式回帰分析で求めた結果を示す。+印が(2・3・1)式のベーンと風量の値で実線が近似曲線である。この近似式を(2・3・3)式に示す。

$$V = 1.91372 - 2.1396 \times 10^{-3} F + 4.33866 \times 10^{-6} F^2 - 7.77392 \times 10^{-10} F^3 + 5.03281 \times 10^{-14} F^4 \dots\dots\dots (2 \cdot 3 \cdot 3)$$

(2・3・3)式は入口ベーン開度と2次系ループ別除熱量の解析結果作図の時に使用した。なお第-4図でもわかる様に、(2・3・3)式は、ベーン開度90%以上で(2・3・1)式との近似が非常に悪くなっている。その為、空気体積流量からのベーン開度の算出は、(2・3・3)式で得られたベーン開度を元の(2・3・1)式に代入して、その精度を調べ、誤差の大きい場合は(2・3・1)式の微係数を使って誤差を補正している。



第3図 主送風機入口ベーン開度 - 空気体積流量曲線



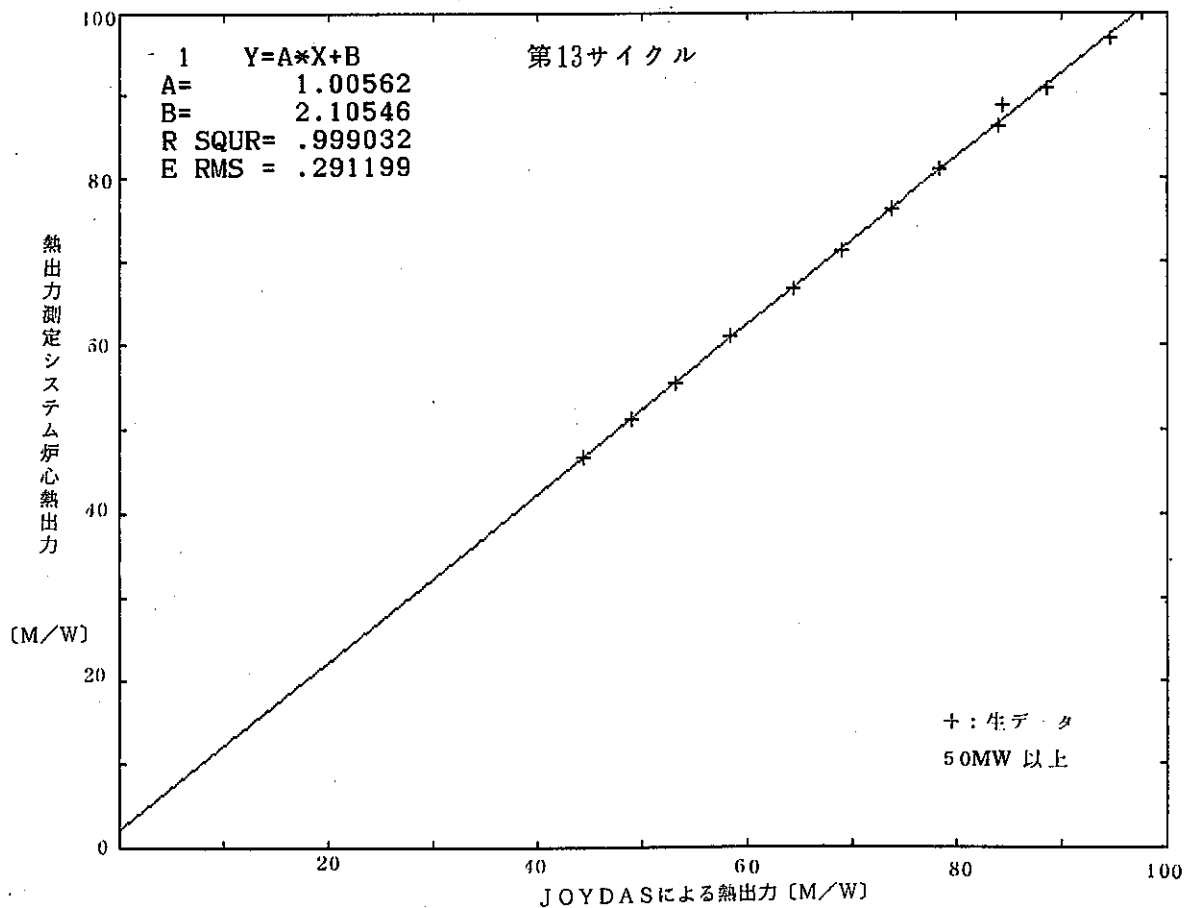
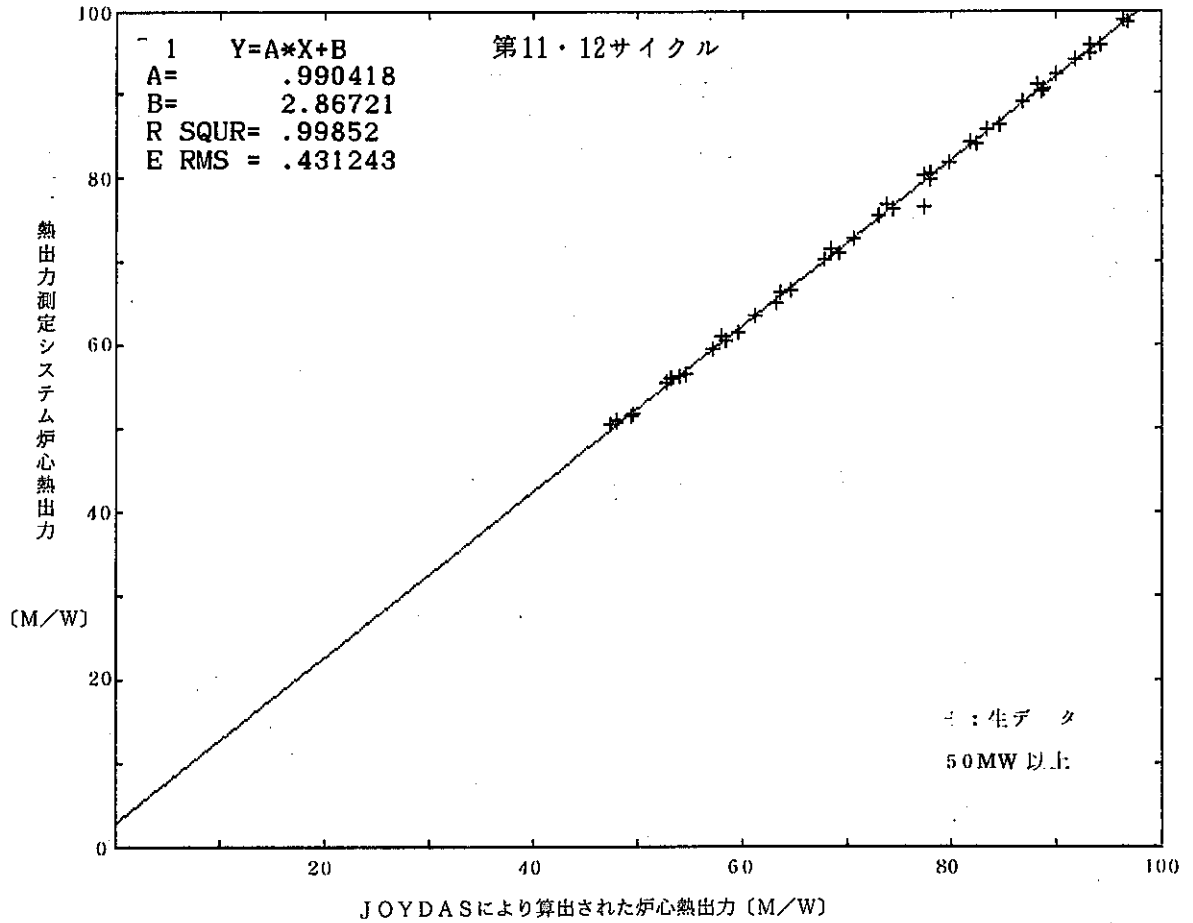
第4図 主冷却器内風量 - 主送風機ベーン開度曲線

2.4 熱出力補正

第5図に第11・12サイクル及び第13サイクルのJOYDAS炉心熱出力と技術課の熱出力測定システムによる炉心熱出力との比較を示す。この図よりJOYDASによる炉心熱出力の方が熱出力測定システム熱出力より、2～2.7MW低い事がわかる。また、サイクル間でも異なっており、両サイクルの熱出力測定システムの値を等しくしてJOYDASの炉心熱出力を比較してみると、第11・12サイクルの方が第13サイクルより約0.7MW高くなっていることがわかる。

この傾向は、2次系除熱量についてもあてはまる。第-2表に、今回の評価作業で使った各熱出力や除熱量データを単変数回帰分析を行い、熱出力測定システムによる炉心熱出力と比較した結果を示す。この表より、2次系除熱量も第11・12サイクルの方が第13サイクルよりも約0.6MWから0.8MW高くなっている。

そこで、各サイクル間の熱出力の統一を図るため熱出力測定システム熱出力を基準として2次系除熱量を補正した。つまり、第11・12サイクル熱出力測定システムの熱出力と2次系除熱量との関係を求め第13サイクルの2次系除熱量は、この関係式を使って熱出力測定システム熱出力より求めた。



第5図 JOYDAS炉心熱出力と熱出力測定システム炉心熱出力との関係

第2表 熱出力測定システム 100MW時のJOYDAS炉心熱出力と、
2次系除熱量の比較

	第11・12 サイクル	第13 サイクル	差
熱出力測定システム 炉心熱出力	100	100	—
JOYDAS 炉心熱出力	98.07	97.35	0.72
2次系Aループ 除熱量	49.70	48.86	0.84
2次系Bループ 除熱量	47.03	46.45	0.58

2.5 主冷却器伝熱特性評価プログラム

2.2～2.3で述べた主冷却器内伝熱モデル及び多重回帰分析を使った主冷却器伝熱特性解析プログラムを付録1に示す。プログラムの内容は下記5項目からなっている。

1) 解析に使うデータの呼び込み “DATA FILE READING”

“CYCLE 1”に入っている。

2) 使用データの選出 “DATA CONTROL”

3) 測定データのプロット “DATA PLOTTING”

4) 多重回帰分析 “DATA ANALYSIS”

5) 多重回帰分析結果の表示及び作図 “SMOOTHING”

2.6 データ・ベース

主冷却器伝熱特性の解析に使用する測定データで、JOYDASのデータを入力している。その内容を付録2に示す。データはサイクル番号、データ採取年月日、データ採取時間、測定データ(13点)の順番でなっている。

3. 解析・評価の結果

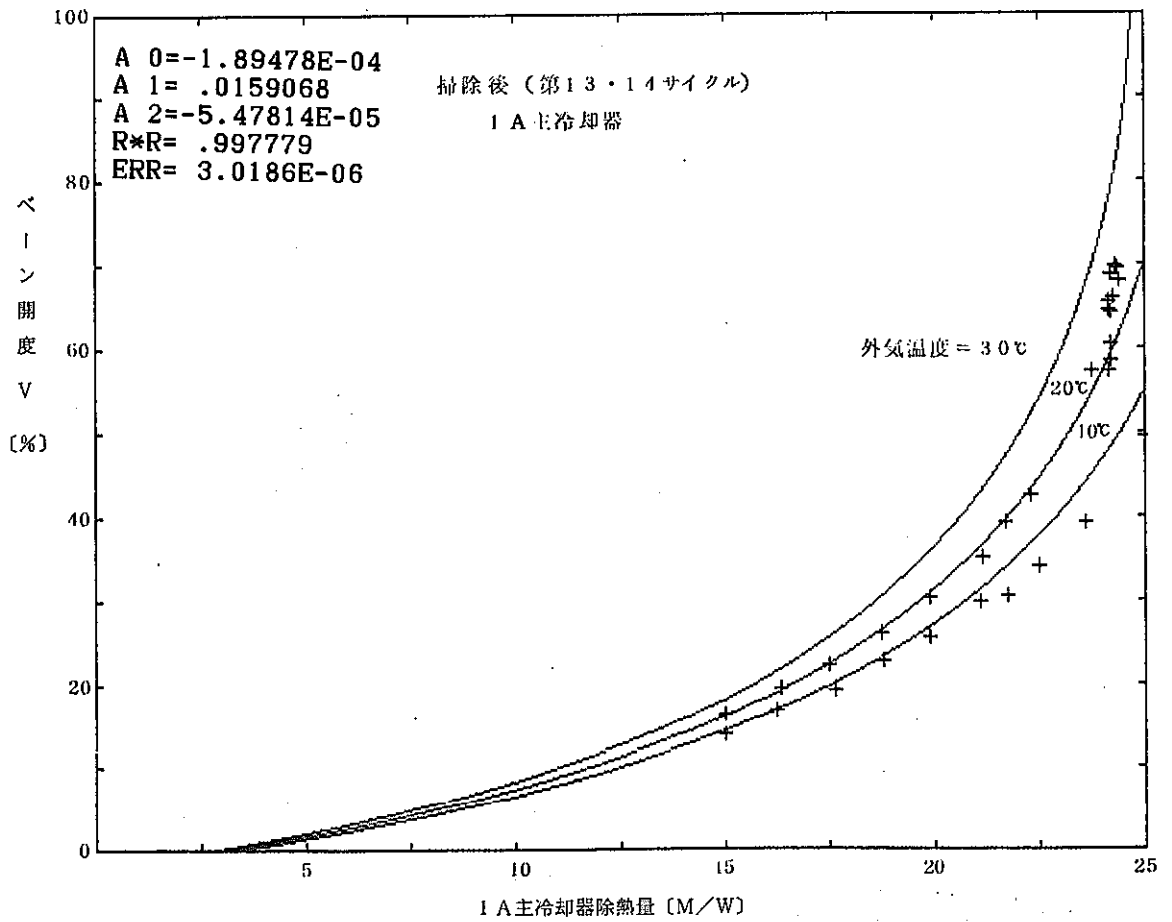
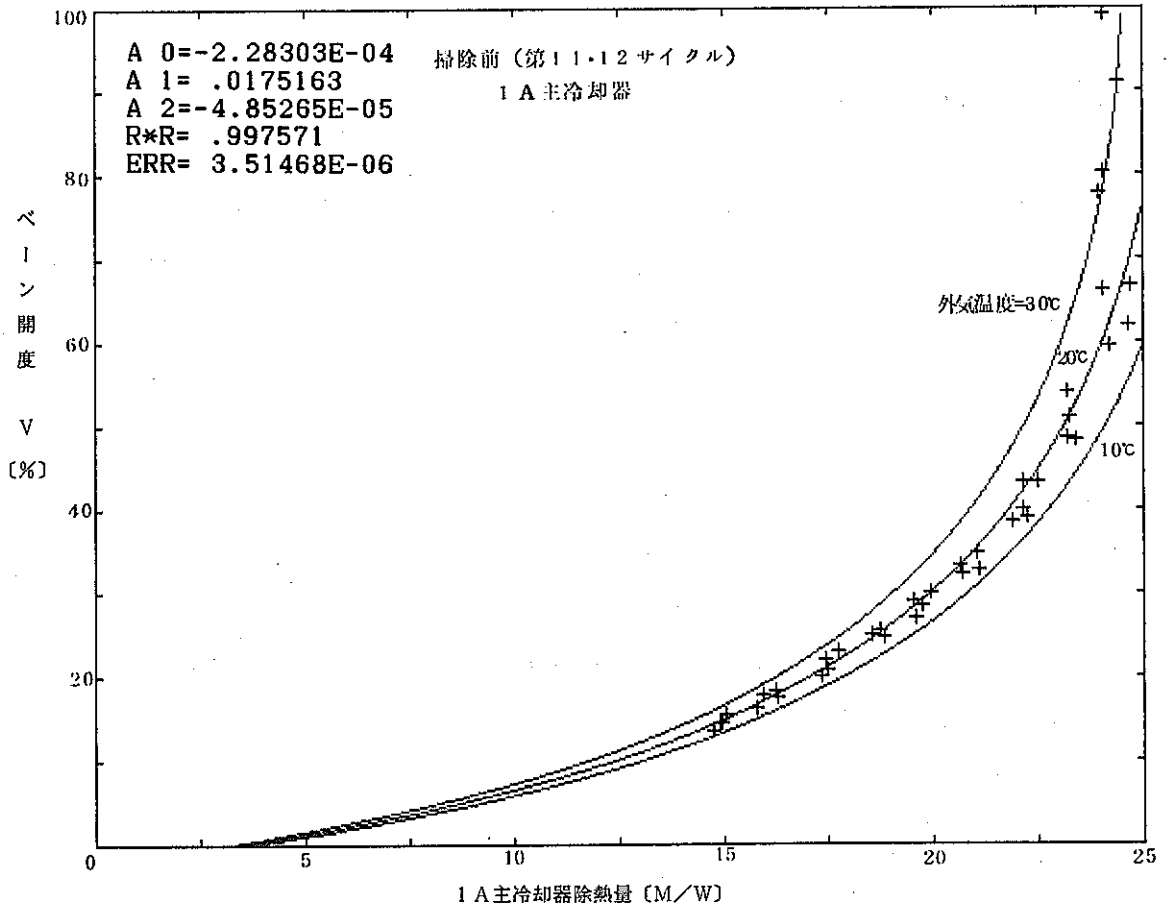
3.1 各主冷却器の除熱特性について

前章で述べた方法で、掃除前については第11・12サイクルの運転データを、また、掃除後については第13・14サイクルの運転データを用いて解析した。その結果を第8図から第11図に示す。図中の+印は測定データを示す。また、 A_0 、 A_1 、 A_2 は(2・2・9)式

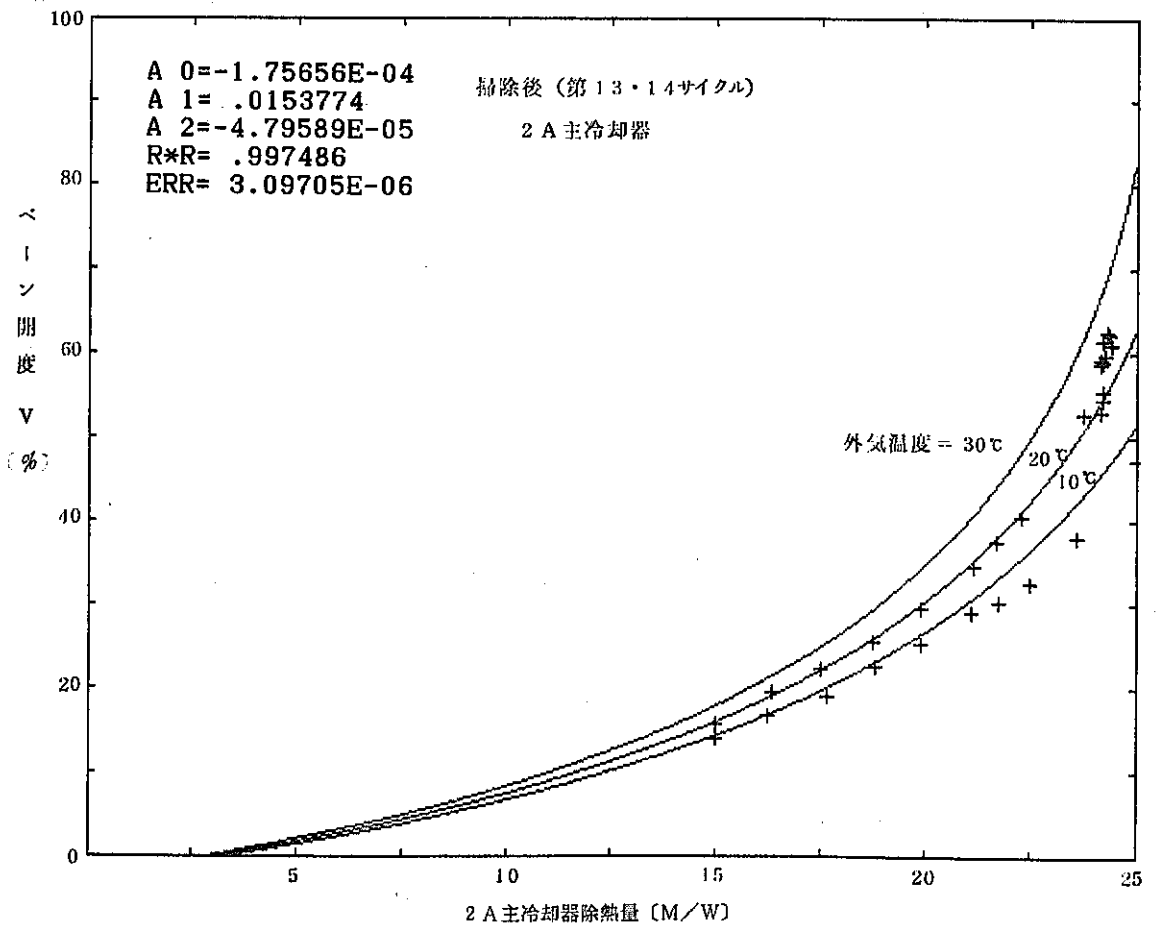
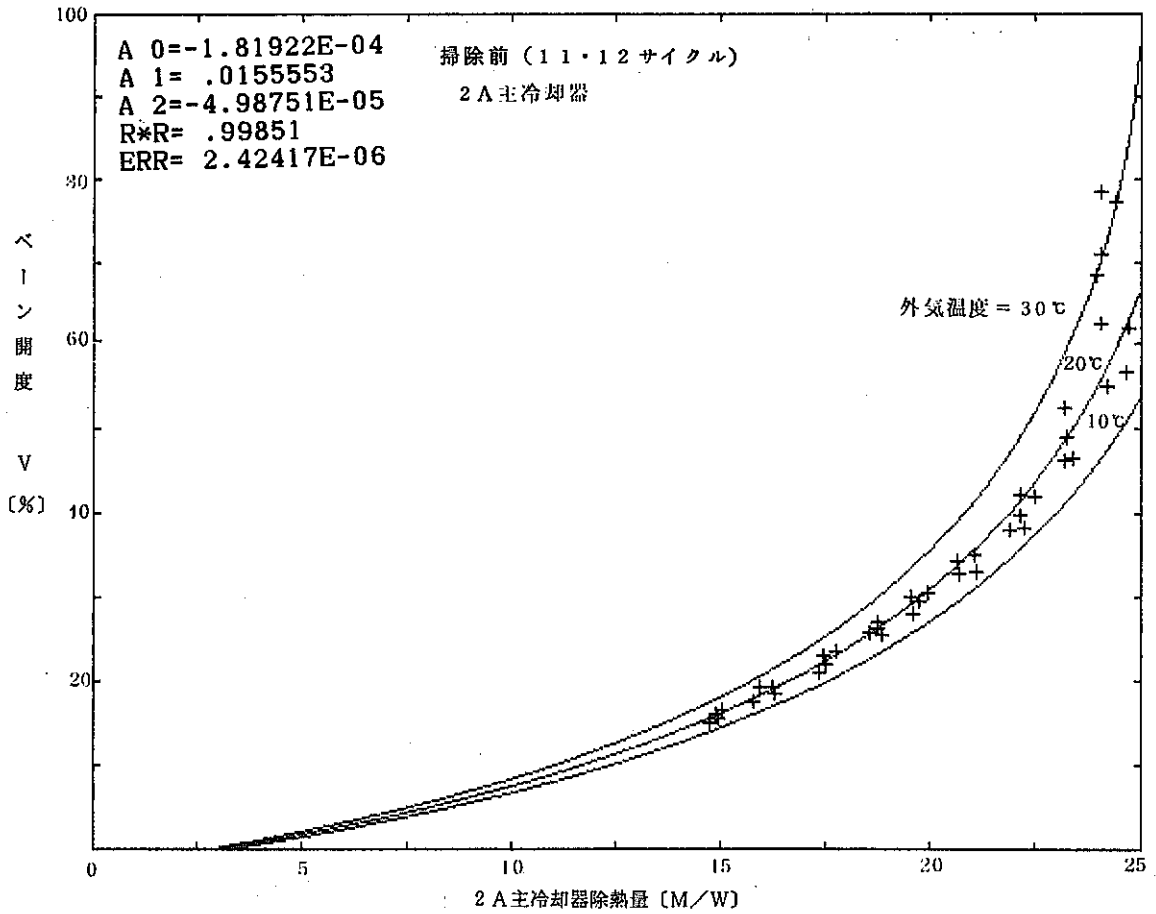
$$\frac{1}{M_A} = \frac{1}{E \times \tau} = A_1 \frac{1}{Q} + A_2 \frac{T_{AIR}}{Q} + A_0$$

の多重回帰分析結果の相関係数である。

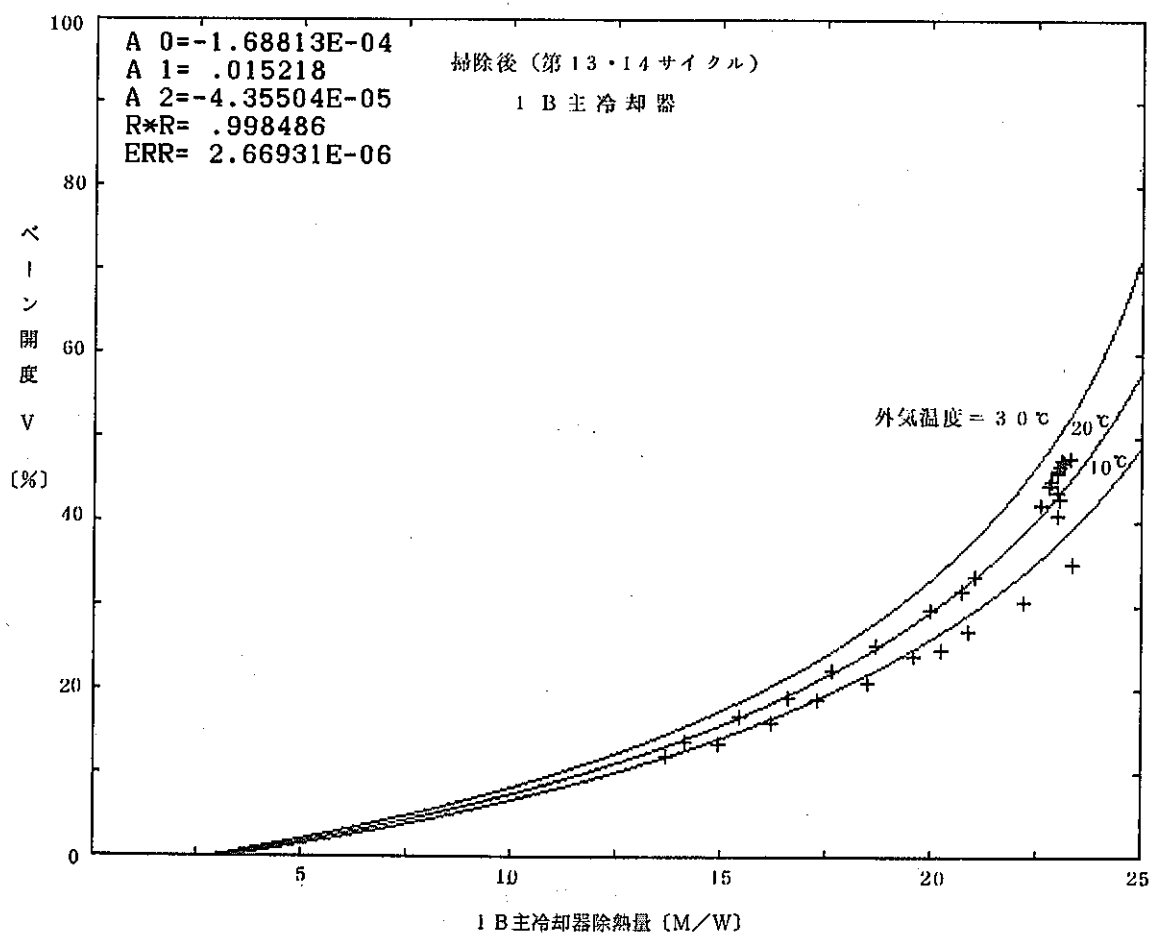
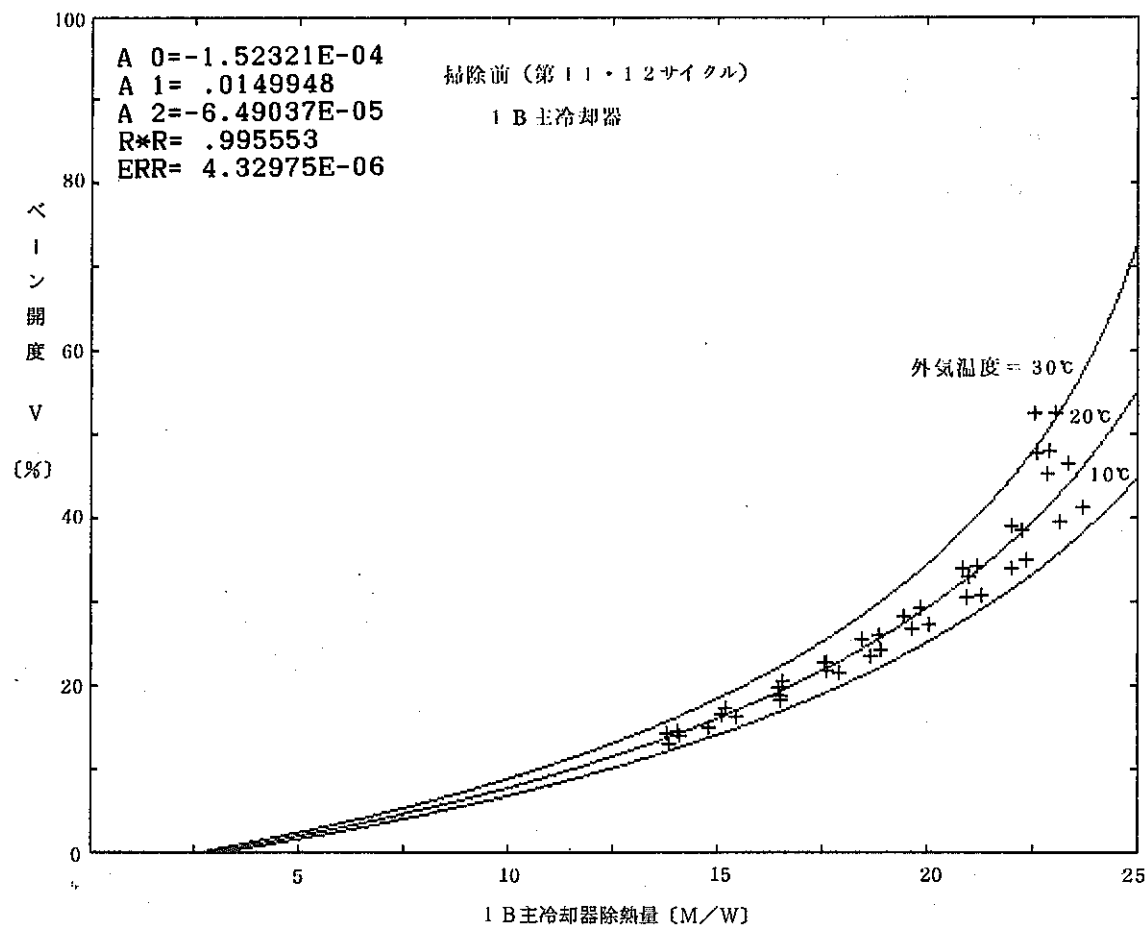
解析結果は、決定係数 R^2 が0.99以上となり主冷却器熱伝達モデリングが妥当であったと思われる。一方、標準偏差 $E R R$ が小さな値となっているのは解析で(2・2・9)式を用いており、従属変数が $1/M_A$ の為である。



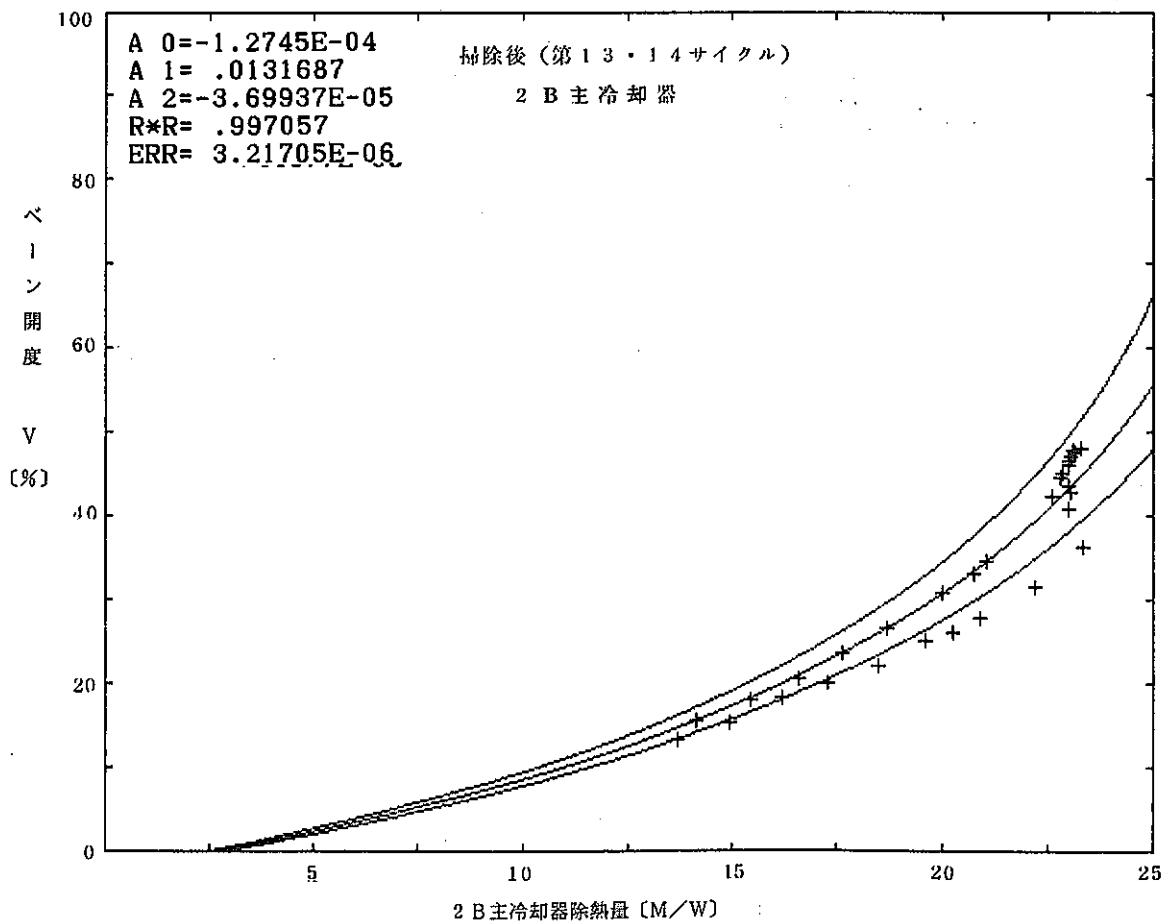
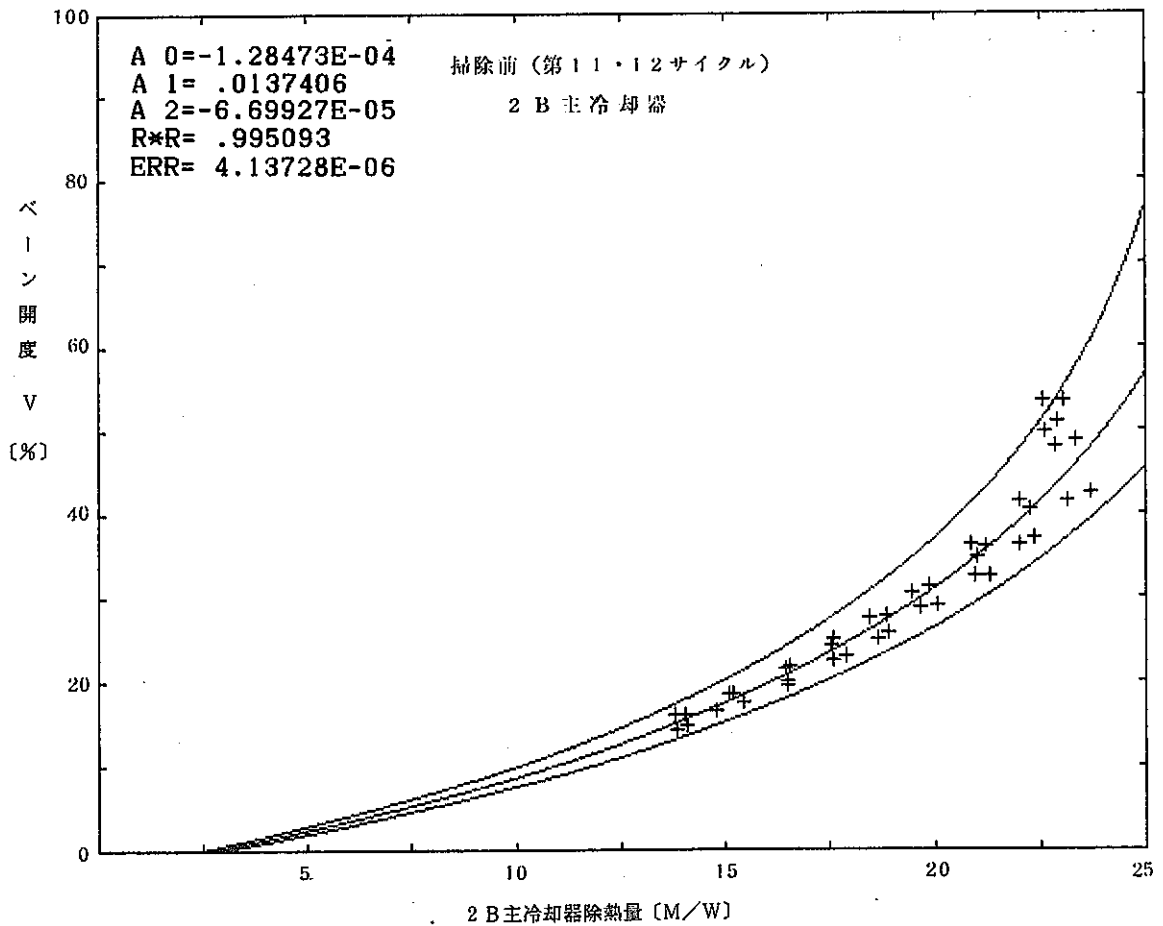
第6図 1 A 主送風機ベーン開度曲線



第7図 2A 主送風機ベーン開度曲線



第8図 1 B 主送風機ベーン開度曲線



第9図 2 B 主送風機ベーン開度曲線

3.2 解析結果の評価

(1) 評価結果

掃除効果の比較を、次の3項目について行なった。

① 各主冷却器除熱量が25 MW時のベーン開度

各主冷却器除熱量が25 MWで、外気温度がそれぞれ10℃、20℃、30℃の時の主送風機入口ベーン開度

② 各主冷却器熱通過率

各サイクルデータの多重回帰分析で得られた相関係数A。より求めた熱通過率。主冷却器内空気流量が変化すると熱通過率も変化する為、この熱通過率は原子炉出力60 MW以上の時の平均値である。

③ 各主冷却器最大除熱量

外気温度がそれぞれ10℃、20℃、30℃の時のベーン開度 100%での主冷却器1基当りの除熱量

この比較の結果を第3表に示す。この表より以下の事がわかる。

① 掃除の効果が最も良く表われたのは1 A主冷却器で熱通過率が約19%、最大除熱量が0.2 MWから0.7 MWの範囲で増加した。

② 2 A、2 B主冷却器の伝熱特性は、熱通過率で見ると4.2%と1.2%増と若干の増加傾向がみられた。

③ 1 B主冷却器については、掃除によって伝熱効率が逆に悪くなるという予想外の結果となった。

全体としてAループについては掃除後の伝熱効率が良くなったが、Bループについては、解析結果に評価誤差の影響が大きく表われてしまった傾向が見られた。

第3表 主冷却器伝熱管外面掃除効果の比較

A/C No.	サイクル No.	外気温度	主冷却器除熱量が25MWの時のベーン開度 (%)	熱通過率 ($\text{Kcal} / \text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{C}$)	ベーン全開時主冷却器1台の除熱量 (MW)	掃除の効果
1 A	第11・12 (掃除前)	10	59.0 %	45.8	26.5	1) 熱通過率増加率 : +19% 2) 主冷却器除熱量増加率 10℃; +0.7MW 20℃; +0.4MW 30℃; +0.2MW
		20	76 %		25.6	
		30℃	49MW以上でベーン全開		24.5	
	第13・14 (掃除後)	10	54.5 %	54.6	27.2	
		20	70 %		26.0	
		30℃	49.5MW以上でベーン全開		24.7	
2 A	第11・12 (掃除前)	10	54 %	56.4	27.4	1) 熱通過率増加率 : +4.2% 2) 主冷却器除熱量増加率 10℃; +0.4MW 20℃; +0.4MW 30℃; +0.4MW
		20	66 %		26.2	
		30℃	96 %		25.0	
	第13・14 (掃除後)	10	51 %	58.7	27.8	
		20	62.5 %		26.6	
		30℃	82 %		25.4	
1 B	第11・12 (掃除前)	10	45 %	62.9	29.3	1) 熱通過率増加率 : -8.5% 2) 主冷却器除熱量増加率 10℃; -1.0MW 20℃; -0.5MW 30℃; +0.1MW
		20	55 %		27.6	
		30℃	72.5 %		25.9	
	第13・14 (掃除後)	10	49 %	57.6	28.3	
		20	58 %		27.1	
		30℃	71 %		26.0	
2 B	第11・12 (掃除前)	10	45 %	73.3	29.6	1) 熱通過率増加率 : +1.2% 2) 主冷却器除熱量増加率 10℃; -0.5MW 20℃; +0.2MW 30℃; +0.8MW
		20	57 %		27.6	
		30℃	77 %		25.8	
	第13・14 (掃除後)	10	48 %	74.2	29.1	
		20	56 %		27.8	
		30℃	66 %		26.6	

(2) 考 察

第-3表に示す様に今回の掃除効果の評価結果には、ばらつきが多く掃除をして伝熱効率が悪くなるというありえない結果も出ている。この原因について以下の検討を行った。

① 外気温度の時間遅れ

今回の評価作業で使用した外気温度データは、JOYDAS値であり、第11・12サイクルでは、その検出器が中央制御室休憩室北側階段付近に設置されていたが第13・14サイクルでは原子炉付属建家屋上に移されている。さらに第13サイクル以降はAループ及びBループ主送風機風洞室の空気温度のデータが追加されている。第-12図に第13サイクル及び第14サイクルの主送風機風洞室空気温度と、今回の解析で使用した外気温度の関係を示す。第12図より主送風機入口空気温度と解析に使用した外気温度との間にはお互いの変化時間遅れによる誤差として約5℃から7℃の誤差が生じている事がわかる。

② ベーン開度の誤差

主送風機ベーン駆動機構はリンク機構になっており、同じ原子炉出力、外気温度でベーン制御信号が同じであってもベーンの停止する角度は少し異なってくる。技術課で毎サイクル行なっているベーン・ダンパ開度特性試験によれば、そのベーン開度の誤差は2～3%となっている。従って、この解析以前にベーン開度のデータ内に2～3%の誤差が含まれている事になる。

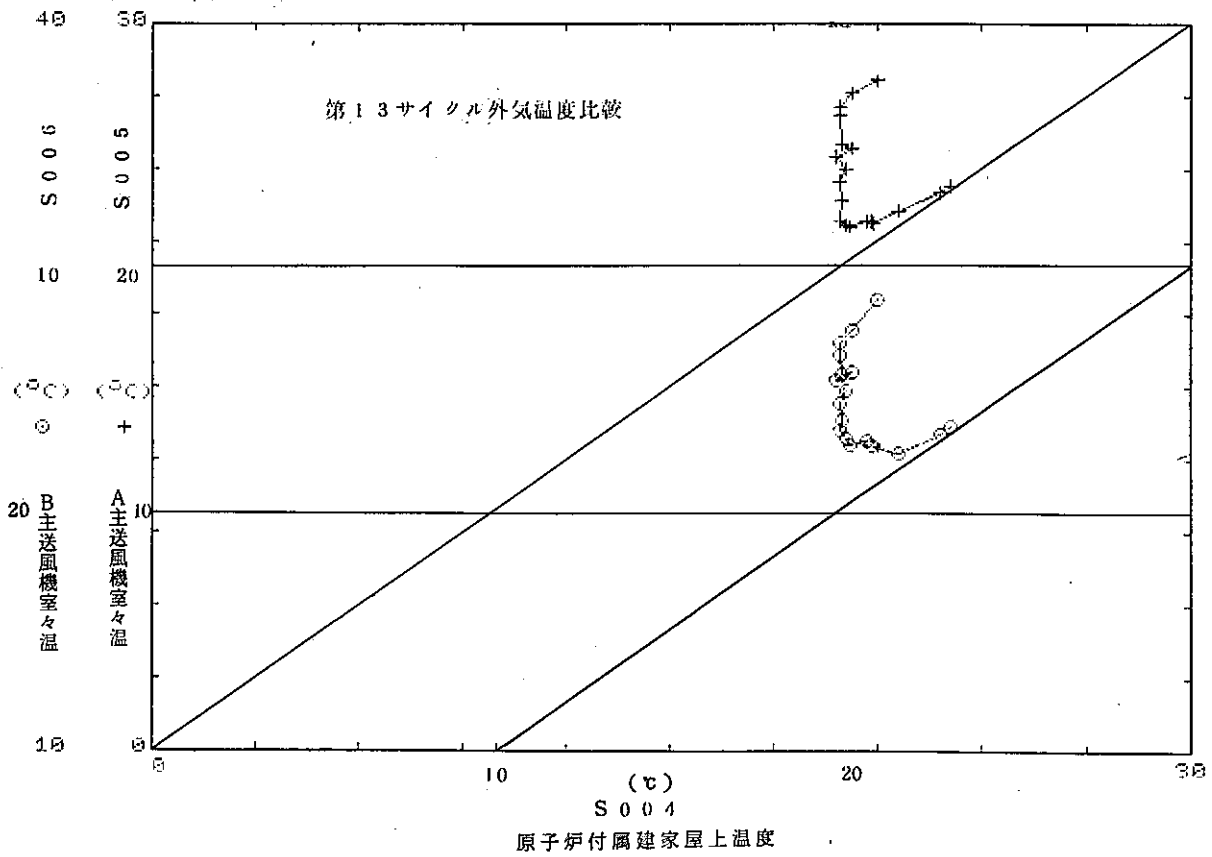
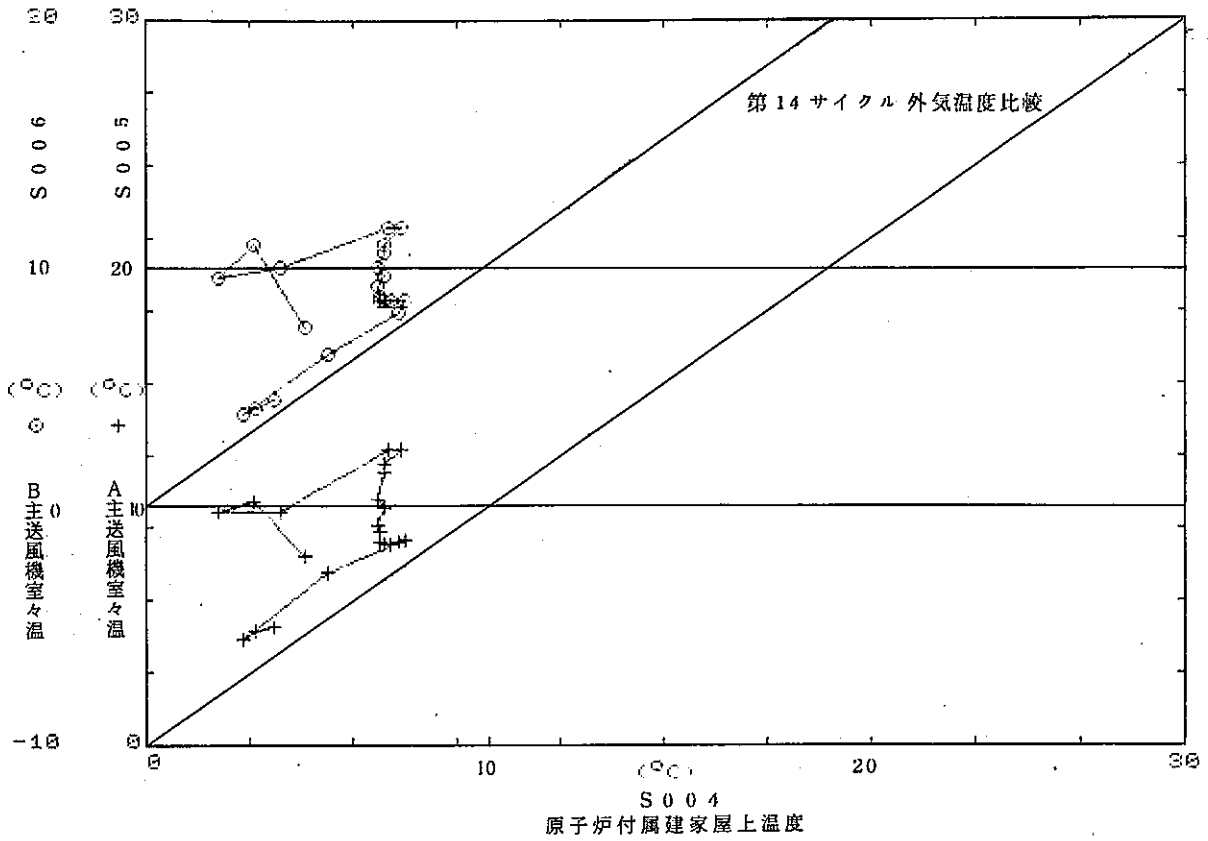
以上の誤差がA、Bループの掃除前後の伝熱効率の変化に含まれているが、さらにBループの主冷却器には、

③ 伝熱面掃除の効果がAループ側より小さかった事。二課の話によると、Aループ側の伝熱管外面は空気取入口が海側を向いている為、さびやほこりがBループよりも多かったそうである。その為、Aループの方が伝熱面掃除効果が大きかった。

④ ベーンの動く範囲がAループは10%～80%なのに対し、Bループは8%～50%となっている。

第-3図からわかる様に、ベーン開度が小さいほど風量変化率(除熱率)の変化率が大きい事がわかる。その為、同じ3%のベーンヒステリシスの誤差であってもBループの方が誤差が大きくなっている。

この様な理由により、特にBループの評価結果の誤差の影響が大きかったと思われる。



第10図 外気温度の比較

4. 結 言

今回の主冷却器伝熱特性の評価作業は、第6回定検時に行なわれた主冷却器伝熱面の掃除作業前後でのプラント運転データを使った多重回帰分析法により、主冷却器の伝熱特性の変化を評価したものである。各主冷却器の熱通過率は主冷却器工事認可資料の設計値⁽³⁾67.16KCal / m² · h · °Cに近い46~75KCal / m² · h · °Cとなり、ほぼ妥当な値が得られた。今回の評価により、回帰分析法で主冷却器伝熱特性の経年変化等が比較できることがわかった。

しかし今回の評価作業では主冷却器伝熱面掃除前後の比較という点においては必ずしも満足できる結果が得られなかった。これは、今回の解析に使用した外気温度と実際の主冷却器入口空気温度との変化時間遅れによる誤差の為である。

今後は実際の主冷却器入口空気温度を使用して評価できるので、この点の比較も可能となると思われる。

5. 参考資料

- (1) 計算機を使ったデータ処理技術
1986年11月 第2回原子炉一課課内講座資料
- (2) 100MW定常運転時の伝熱特性試験結果報告書
昭和58年3月 技術課資料 57-125
- (3) 主冷却器熱流動解析工事認可資料
- (4) 伝熱工学資料

付録1 主冷却器伝熱特性評価プログラム

```

10 ***** DATA ANALYSIS FOR COOLER *(SCHOOL)*****
20 PRINT "PLANT DATA KAISEKI"
30 DIM X(100,100),HEAD$(100),DAT$(100),TIM$(100),X1(99,9),Y1(99),Z(10),S(10,10),T(10),X2(10)
40 *****
100 GOTO 25000
4999 ***** DATA PLOTTING *****
5000 *C:CLS 2
5360  CONSOLE 0,25,0
5370  SCREEN 2,0
5380  WINDOW (0,0)-(639,399)
5390  VIEW (0,0)-(639,399)
5410  MAX=50
5420  MIX=0
5430  MAY=100
5440  MIY=0
5450  LPRINT "SCALE X(";MAX;",";MIX;")  SCALE Y(";MAY;",";MIY;")  VARIABLE X(";IP;")"
5460  POINT (138,0)
5470  LINE-STEP(0,39),7, ,
5480  FOR I=1 TO 9
5490  LINE-STEP(3,0),7, ,
5500  POINT STEP(-3,0)
5510  LINE-STEP(0,40),7, ,
5520  NEXT I
5530  FOR I=1 TO 9
5540  LINE-STEP(50,0),7, ,
5550  LINE-STEP(0,-3),7, ,
5560  POINT STEP(0,3)
5570  NEXT I
5580  LINE-STEP (50,0),7, ,
5590  FOR I=1 TO 9
5600  LINE-STEP(0,-40),7, ,
5610  LINE-STEP(-3,0),7, ,
5620  POINT STEP (3,0)
5630  NEXT I
5640  LINE-STEP(0,-39),7, ,
5650  LINE-STEP(-50,0)
5660  FOR I=1 TO 9
5670  LINE-STEP(0,3),7, ,
5680  POINT STEP(0,-3)
5690  LINE-STEP(-50,0)
5700  NEXT I
5710  CPX=500/(MAX-MIX)
5720  CPY=400/(MAY-MIY)
5725  IF NIKAIIME THEN 5811
5730  FOR I=NS1 TO NE1
5740  PX=138+(X(I,NQ)-MIX)*CPX:PY=399-(X(I,NV)-MIY)*CPY
5750  POINT (PX,PY)
5760  LINE-STEP(3,0),7, ,
5770  LINE-STEP(-6,0),7, ,
5780  LINE-STEP(3,0),7, ,
5790  LINE-STEP(0,3),7, ,
5800  LINE-STEP(0,-6),7, ,
5805  NEXT I
5810  GOTO *D
5811  FOR I=NS1 TO NE1
5812  PX=138+(X(I,NQ)-MIX)*CPX:PY=399-(X(I,NV)-MIY)*CPY
5813  POINT (PX,PY)
5814  CIRCLE (PX,PY),2,7, ,
5815  NEXT I
5818  END
5819 ***** DATA ANALYSIS *****
5820 *D
5830 E=0:C=0
5840 FOR I=0 TO 10
5850 T(I)=0: Z(I)=0
5860 FOR J=0 TO 10
5870 S(J,I)=0
5880 NEXT J
5890 NEXT I
5900 FOR K=1 TO N1

```

```

5900 FOR K=1 TO N1
5910 FOR I=0 TO M1
5920 IF I=M1 THEN E=Y1(K-1): GOTO *H
5930 E=X1(K-1,I)
5940 *H: Z(I)=E:T(I)=T(I)+E
5950 FOR J=0 TO I
5960 S(I,J)=S(I,J)+Z(I)*Z(J)
5970 NEXT J
5980 NEXT I
5990 NEXT K
6000 FOR I=0 TO M1
6010 T(I)=T(I)/N1
6020 NEXT I
6030 FOR I=0 TO M1
6040 FOR J=0 TO I
6050 S(I,J)=S(I,J)-N1*T(I)*T(J)
6060 S(J,I)=S(I,J)
6070 NEXT J
6080 NEXT I
6090 FOR I=0 TO M1-1
6100 Z(I)=S(I,M1)
6110 NEXT I
6120 FOR I=0 TO M1-1
6130 J=1
6140 IF S(I,J)<>0 THEN *I
6150 J=J+1
6160 IF J=M1 THEN PRINT "ERROR" :END
6170 IF S(I,J)=0 THEN 6150
6180 FOR K=0 TO M1-1
6190 C=S(I,K)
6200 S(I,K)=S(J,K)
6210 S(J,K)=C
6220 NEXT K
6230 C=Z(I)
6240 Z(I)=Z(J) :Z(J)=C
6250 *I:C=S(I,I)
6260 FOR J=0 TO M1-1
6270 S(I,J)=S(I,J)/C
6280 NEXT J
6290 Z(I)=Z(I)/C
6300 FOR K=0 TO M1-1
6310 IF K=I THEN *J
6320 C=S(K,I)
6330 FOR J=0 TO M1-1
6340 S(K,J)=S(K,J)-C*S(I,J)
6350 NEXT J
6360 Z(K)=Z(K)-C*Z(I)
6370 *J: NEXT K
6380 NEXT I
6390 Z(M1)=0
6400 FOR I=0 TO M1-1
6410 Z(M1)=Z(M1)+Z(I)*T(I)
6420 NEXT I
6430 Z(M1)=T(M1)-Z(M1)
6440 PRINT "A 0=";Z(M1)
6450 FOR I=0 TO M1-1
6460 PRINT "A";STR$(I+1);"=";Z(I): LPRINT "A";STR$(I+1);"=";Z(I)
6470 NEXT I
6480 A=0
6490 FOR I=0 TO M1-1
6500 A=A+Z(I)*S(I,M1)
6510 NEXT I
6520 B=S(M1,M1)
6530 E=A/B
6540 PRINT "R*R=";E :LPRINT "R*R=";E
6550 ER=0
6560 FOR J=0 TO N1-1
6570 Y=Z(M1)
6580 FOR I=0 TO M1-1
6590 Y=Y+Z(I)*X1(J,I)
6600 NEXT I
6610 ER=(Y-Y1(J))*(Y-Y1(J))+ER
6620 NEXT J
6630 ER=SQR(ER/N1)
6640 PRINT "ERR=";ER:LPRINT "ERR=";ER

```



```

6999 '***** SMOOTHING *****
7000 TAIR=TAIR+10      :IF TAIR>35 THEN TAIR=0 :CLS: COPY:FOR I=1 TO 25 :LPRINT :NEXT I:GOTO *BI
7010 Q=MIX
7015 TEMPA=TAIR :GOSUB *HIJU
7020 IF Q=0 THEN FLOW=0:GOTO *AA
7030 FLOW=1/(Z(2)+Z(0)/Q+Z(1)*TAIR/Q)/HIJU
7040 *AA:GOSUB *VAN
7050 POINT(138,(399-(VAN-MIY)*CPY))
7055 FOR J=0 TO 499
7060 Q=J/CPX+MIX
7070 IF Q=0 THEN FLOW=0:GOTO *BB
7080 FLOW=1/(Z(2)+Z(0)/Q+Z(1)*TAIR/Q)/HIJU
7084 *BB: GOSUB *VAN
7090 GOSUB *DF
7100 LINE-((138+J),(399-(VAN-MIY)*CPY)),7, ,
7110 NEXT J
7120 GOTO 7000
8000 '***** SUB ROUTINE *****
8010 *FLOW
8020 FLOW=389.805+163.752*VAN-.784374*VAN^2
8030 RETURN
8050 *VAN
8060 VAN=1.91372-.0021396*FLOW+4.33866E-06*FLOW^2-7.77392E-10*FLOW^3+5.03281E-14*FLOW^4
8070 RETURN
8200 *DF
8210 FLOW1=FLOW
8220 GOSUB *VAN
8240 GOSUB *FLOW
8250 DFLOW=FLOW1-FLOW :IF ABS(DFLOW)<.1 THEN 8290
8260 VAN=VAN+DFLOW/(163.752-2*.784374*VAN) :GOTO 8240
8290 RETURN
8500 *HIJU :HIJU=1.25243-4.47978E-03*TEMPA+1.13097E-05*TEMPA*TEMPA :RETURN
9999 '*****
10000 VAN=0 :VANN=0
10003 FOR I=0 TO 100 STEP 10
10005 VAN=I:VANN=VAN:GOSUB *FLOW :FLOW2=FLOW
10010 GOSUB *DF :LPRINT I,VANN,FLOW,VAN
10015 NEXT I
10020 STOP
24999 '***** DATA FILE READING *****
25000 FL$="CYCLE1"
25010 OPEN FL$ AS #1
25020 FOR I=1 TO 85
25030 INPUT# 1,HEAD$(I),DAT$(I),TIM$(I)
25040 INPUT# 1,X(I,37),X(I,38),X(I,39),X(I,40),X(I,41),X(I,42),X(I,63),X(I,64),X(I,65),X(I,66),
      X(I,89),X(I,97),X(I,98)
25060 NEXT I
25080 CLOSE#1
25099 '***** DATA CONTROL *****
25100 *SSS
26000 N=0
26010 INPUT "WHICH CYCLE 11 OR 13";NCYCLE
26020 IF NCYCLE=11 THEN NS1=1:NE1=51 ELSE NS1=52:NE1=85
26030 N1=NE1-NS1+1
26040 PRINT "1 COOLER A1"
26050 PRINT "2 COOLER A2"
26060 PRINT "3 COOLER B1"
26070 PRINT "4 COOLER B2"
26080 *BBBB :N=N+1 :IF N=5 THEN *SSS
26090 NV=62+N :M1=2
26100 ON N GOTO *A11,*A22,*B11,*B22
26110 *A11:NQ=97:NTI=37:NTO=39:LPRINT "CYCLE ";NCYCLE , "COOLER A1":GOTO 26150
26120 *A22:NQ=97:NTI=37:NTO=40:LPRINT "CHCLE ";NCYCLE , "COOLER A2":GOTO 26150
26130 *B11:NQ=98:NTI=38:NTO=41:LPRINT "CYCLE ";NCYCLE , "COOLER B1":GOTO 26150
26140 *B22:NQ=98:NTI=38:NTO=42:LPRINT "CYCLE ";NCYCLE , "COOLER B2":GOTO 26150
26150 FOR I=NS1 TO NE1
26160 II=I-NS1
26170 VAN=X(I,NV)
26180 GOSUB *FLOW
26190 TEMPA=X(I,89):GOSUB *HIJU
26200 Y1(II)=1/FLOW/HIJU
26210 X1(II,0)=1/X(I,NQ)
26220 X1(II,1)=X(I,89)/X(I,NQ)
26230 PRINT Y1(II),X1(II,0),X1(II,1)
26240 NEXT I
27000 GOTO 5000

```

付録2 データ・ベース
(今回の評価作業で使用了データ)

データの順序

サイクルNo 年 月 日 時間
C12E01 8 6 1 0 2 6 0925

データ

A ループA/C 入口温度 X (I, 37)	B ループA/C 入口温度 X (I, 38)	1 A A/C出口温度 X (I, 39)	2 A A/C出口温度 X (I, 40)	1 B A/C出口温度 X (I, 41)
2 B A/C出口温度 X (I, 42)	1 A 主送風機ベーン開度 X (I, 63)	2 A ベーン開度 X (I, 64)	1 B ベーン開度 X (I, 65)	2 B A/Cベーン開度 X (I, 66)
外気温度 X (I, 89)	2次系A ループ除熱量 X (I, 97)	2次系B ループ除熱量 X (I, 98)		

	C12E01	861026	0925							
41.5	457.7	469.8	333.2	334.5	349.5	351	59.5	55.1	39.4	
	15.88	49.2406	46.9041							
	C12E02	861026	1006							
36.2	454.1	465	334.8	336	350.9	351.7	48.4	46.2	34	
	16.53	47.2149	44.5977							
	C12E03	861026	1106							
32.6	448.5	460.5	336	337.5	351.4	352.5	38.6	37.9	30.6	
	18.25	44.5348	42.5225							
	C12E04	861026	1151							
28.8	444	454.8	337.5	339	352.5	353.5	32.3	32.8	26.8	
	19.01	42.1365	39.884							
	C12E05	861026	1241							
25.8	440.1	451.5	339	340.2	352.7	354	28.4	29.4	24.3	
	19.04	40.1249	38.3228							
	C12E06	861026	1329							
22.6	435.2	445.5	340.5	341	354	355	25.1	25.7	21.8	
	19.14	37.7608	35.7595							
	C12E07	861026	1418							
19.6	430.5	440.8	342	343.1	354.7	355.5	19.9	21.1	18.3	
	18.81	35.2678	33.5433							
	C12E08	861026	1510							
16.4	424.6	433.5	343.7	345.1	355.7	357	16.2	17.6	14.9	
	18.06	32.1182	30.1843							
	C12E09	861026	1554							
14.2	420.7	429.2	345	346.5	356.9	357.3	13.6	14.9	13.1	
	17.6	29.9834	28.2497							
	C12E10	861026	1640							
12.2	417	424.6	346.5	348	357.1	358.5	11.8	13.4	11.4	
	17.33	27.9279	26.1418							

	C12E11	861026	1727								
10	412.6	420	348.5	349.5	358.5	359.1	9.6	10.7	9.4		
	16.97	25.4784	24.0148								
	C12E20	861027	1332								
10.8	412.5	420	348.1	349.5	358.5	360	9.6	11.2	10.1		
	14.58	25.4392	23.9539								
	C12E21	861028	0926								
9.9	411.8	419.7	348	349.5	358.5	360	9.4	10.7	9.4		
	14.04	25.286	23.936								
	C12E22	861028	1022								
12.7	417.1	424.8	346.5	348	357	358.5	12.3	13.6	11.9		
	15.35	27.9047	26.2389								
	C12E23	861028	1103								
14.8	421.5	430.5	345	346.3	356.7	357.3	14.4	15.5	13.9		
	17.1	30.3942	28.7947								
	C12E24	861028	1152								
17.4	426.4	436.4	343.1	344	355.5	356.9	17.5	18.4	16.3		
	17.02	33.1215	31.4873								
	C12E25	861028	1242								
20	431.4	441	342	342.6	354.1	355.5	20.7	21.9	18.7		
	16.52	35.605	33.6082								
	C12E26	861028	1405								
23	436.4	447	339.7	340.8	354	354.8	24.7	25.4	21.5		
	16.9	38.323	36.3826								
	C12E27	861028	1519								
24.9	439.5	450	339	340.5	352.5	354	27.1	28.1	23.6		
	16.52	39.8215	37.8608								
	C12E28	861028	1628								
28.9	445.4	456.3	337.4	338.5	352	352.9	32.7	33.1	27.3		
	15.09	42.9475	40.6824								
	C12E29	861028	1718								
32.5	450	462	336	337.4	351	352.5	39.1	38.3	30.7		
	14.49	45.2384	43.1853								
	C12E30	861028	1812								
36.9	454.8	466.5	334.5	335.9	350.6	351.4	48.2	46.4	34.9		
	14.14	47.6491	45.2906								
	C12E31	861028	1925								
42.5	459.7	472.3	333.1	334.5	349.5	351	62	56.8	41.2		
	13.76	50.1015	48.023								
	C11E01	860819	1027								
48.1	457.3	471	333.3	334.5	349.6	351	66.3	62.4	45.2		
	22.61	48.9662	46.3149								
	C11E02	860819	1149								
36.2	449.7	462	336	337.5	351.4	352.5	43.2	42.2	33.9		
	22.92	45.0092	42.249								
	C11E03	860819	1343								
27.5	439.4	451.5	339	340.4	353.6	354	28.9	30	25.6		
	23.2	39.7702	37.4985								
	C11E04	860819	1522								
21.6	431.3	442.5	341.9	343.1	354.7	355.5	21.9	23.1	19.7		
	22.82	35.4287	33.5027								

16	C11E05 421.4	860819 430.5	1711 345.3	346.5	357	358	14.5	16.1	14.3
	22.48	30.2336	28.1769						
11.4	C11E06 413.6	860819 421.5	1848 348.3	349.5	358.5	358.7	10.3	12.2	10.5
	22.55	25.9098	24.1902						
12.4	C11E07 412.6	860820 421.5	1358 348.1	349.5	358.5	359.2	10.8	12.5	11.2
	26.24	25.5389	24.1312						
41.4	C11E10 454.3	860819 467.4	1106 334.7	336	351	351.4	53.9	52.4	39
	22.39	47.2224	44.6213						
30.6	C11E11 444	860819 456	1246 337.5	339	352.5	353.3	33.2	34.2	28.2
	22.93	41.9554	39.5129						
24.9	C11E12 436.2	860819 447.5	1435 340.5	341.3	354	354.9	25.4	27	22.8
	22.46	38.1139	35.7884						
18.5	C11E13 425.3	860819 436	1626 343.8	345	355.5	357	17.8	19.3	16.4
	22.51	32.3818	30.7094						
13.7	C11E14 417	860819 426	1802 346.5	348	357.1	358.5	13	14.4	12.6
	22.27	27.9463	26.2411						
48.7	C11B01 460.2	860707 472.9	1129 333	334.5	349.5	350.8	66.8	61.9	46.5
	19.12	50.2142	47.2674						
40.4	C11B02 454.6	860707 467.9	1026 334.5	336	350.1	351.1	50.9	49.1	38.5
	18.96	47.324	45.1157						
34.8	C11B03 449	860707 462	0926 335.6	336.8	351	352.2	40	39.7	32.9
	18.91	45.0061	42.5506						
36	C11B04 451.3	860706 463.5	2220 335.7	336.8	351	352.5	43.2	42.1	34.2
	19	45.7256	42.9444						
31.3	C11B05 445.5	860706 457.5	2112 337.3	338.4	351.7	352.6	34.7	34.9	29.3
	19.36	42.8443	40.2983						
27.8	C11B06 441	860706 452.9	2011 338.5	339.5	352.5	353.9	29.9	30.5	26
	19.7	40.5577	38.2299						
24.2	C11B07 436.4	860706 447	1907 339.8	340.9	353.7	354.7	25.5	26.2	22.7
	19.88	38.1512	35.6268						
21.7	C11B08 432.2	860706 442.6	1823 340.9	342	354	355.5	23	23.6	20.4
	20.12	36.0398	33.6612						
18.5	C11B09 426.6	860706 436.5	1732 343.5	344.4	355.5	356.7	18.2	19.3	17.2
	20.38	33.0519	30.9148						

15.9	C11B10 421.9	860706 431.5	1626 345	346.3	356.7	357.1	15.4	16.5	14.6
	20.6	30.543	28.6308						
14	C11B11 417.2	860706 426	1553 346.5	348	357.1	358.5	13.2	14.1	12.9
	20.93	28.0246	26.1808						
11.8	C11B12 412.5	860706 421.5	1441 348	349.3	358.5	358.5	10.5	11.9	10.8
	21.22	25.7012	24.2097						
53.6	C11M01 457.5	860730 469.5	1300 333	334.5	349.5	351	98.9	78.6	52.6
	32.44	48.8938	45.6866						
53.4	C11M02 459	860730 472.5	1100 333	334.5	349.5	351	90.9	77.2	52.4
	31.3	49.6322	46.6995						
51	C11M03 457.5	860730 471	1000 333	344.5	349.5	351	80.2	71	48
	30.6	48.8846	46.3922						
49.7	C11M04 457.5	860730 469.5	0900 333	334.5	349.5	349.533	77.8	68.5	47.8
	29.9	48.7302	45.8345						
11.2	C13B09 411	870904 418.6	1347 349.5	350.5	357.6	358.5	11.3	11.4	9.7
	19.9	25.166	23.5264						
12.7	C13B10 415.1	870904 423.3	1432 348	348.6	357	358.5	13.5	13.5	11
	20	27.4617	25.5968						
15.5	C13B11 419.6	870904 429	1513 346.1	346.5	355.5	357	16.2	15.8	13.8
	19.9	30.0241	28.3413						
18	C13B12 424.6	870904 434.8	1607 343.7	345	355.2	356	19.6	19.6	16.7
	20.1	32.7335	30.9148						
20.5	C13B13 429	870904 439.5	1704 342.2	343.5	354	355.5	22.3	22.2	19
	20.2	35.0345	33.1569						
23.4	C13B14 433.4	870904 444	1746 340.5	342	352.8	354.1	26	25.4	22.2
	20.7	37.4756	35.3003						
26.4	C13B15 437.8	870904 449.1	1854 339.3	340.5	352.5	354	30.3	29.5	25.2
	20.8	39.8046	37.441						
30.8	C13B16 442.5	870904 454.5	1953 337.8	339	351.3	352.5	35	34.6	29.6
	20.9	42.2736	40.0374						
34.6	C13B17 446.9	870904 459	2055 336.7	337.5	351	352.5	42.5	40.4	33.5
	20.9	44.6287	42.0984						
33	C13B18 444.1	870905 457.5	0855 336.9	337.5	351	352.5	39.3	37.5	31.8
	21.6	43.4115	41.5222						

42.3	C13B19 453	870905 466.3	1009 335.2	336	349.5	351	57.2	52.8	42
	22.8	47.4807	45.1774						
48.1	C13B20 455.9	870905 469.5	1112 334.5	335.6	349.5	350.8	68	61.1	47.4
	23.1	48.7612	46.5883						
46.6	C13M01 454.5	870910 468	1405 334.5	335.1	349.5	350.9	65.4	59.3	46.1
	23.6	48.3283	46.0442						
47	C13M02 455	870910 467.9	1450 334.3	334.9	349.5	351	69.7	62.4	46.6
	23.9	48.6044	46.0781						
40.7	C13M03 454.6	870910 468	0040 334.5	334.9	349.5	350.9	57.2	52.9	40.7
	17.1	48.3298	46.0398						
42.8	C13M04 454.6	870919 468	0856 334.5	335.3	349.5	350.9	58.6	54.6	42.8
	18.5	48.4054	46.0805						
46	C13M05 455	870910 468	1325 334.4	335	349.5	351	66	59.7	45.7
	21.2	48.5285	46.0035						
43.6	C13M06 454.8	870910 468.1	2205 334.5	335.1	349.4	351	60.5	55.4	43.4
	18.3	48.412	46.0059						
47.8	C13M07 454.5	870910 468	1316 334.4	334.8	349.5	351	68.7	61.5	47.3
	24.3	48.4453	46.194						
47.6	C13M08 455.3	870910 468.7	1035 334.5	334.9	349.5	351	69.6	62.2	47.1
	23.2	48.6844	46.3111						
44.6	C13M09 454.2	870910 466.5	0958 334.5	335	349.5	351	64.4	58.7	44.3
	23.1	48.2856	45.6117						
44.9	C13M10 454.4	870910 466.8	0907 334.5	335.3	349.5	350.9	64.2	59	44.7
	23.3	48.3644	45.6874						
9.2	C14B10 411	871130 417	1416 349.5	350.2	357.9	358.6	10	10.1	7.8
	6.9	25.0243	22.7211						
11.1	C14B11 415.5	871130 423	1502 347.5	348	357	358.5	12	11.9	9.7
	6.7	27.5577	25.3398						
13.3	C14B12 420	871130 427.6	1547 345.4	346.5	355.8	357	13.7	14.1	11.9
	6.8	30.0011	27.4493						
15.2	C14B13 424.6	871130 432.9	1624 343.7	345	355.5	356.9	16.7	16.7	13.6
	6.8	32.4778	29.9178						
18.2	C14B14 429.8	871130 438.5	1703 342	343.3	354	355.5	19.2	18.9	15.9
	6.9	35.2956	32.4083						

20	C14B15 434.4 7.1	871130 443.1 37.6418	1744 340.6 34.625	342	353.8	354.4	22.8	22.5	18.8
22.1	C14B16 438.6 7.5	871130 448.5 39.8311	1825 339.4 36.9878	340.5	352.5	354	25.4	25.3	20.8
25	C14B17 443.1 7.3	871130 453.1 42.2218	1905 337.8 39.1563	339	352.2	352.7	29.7	29.1	24
27.7	C14B18 448.4 5.3	871130 458.7 45.005	1956 336.4 41.8014	337.5	351	352.5	33.9	32.5	26.9
26.1	C14B19 445.7 2.8	871201 456.2 43.5493	0940 337.4 40.5305	338.1	351.1	352.5	30.4	30.2	24.7
31.6	C14B20 453.1 3.2	871201 464.8 47.2064	1034 335.2 44.3632	336	350.6	351.1	39.3	38.1	30.6
36.2	C14B21 458.3 3.7	871201 469.5 49.9864	1310 334.2 46.6904	334.6	349.5	351	49.6	47.3	35