

各種冷却材に対する構造設計の技術評価：ナトリウム冷却炉  
配管引回し寸法をパラメータとした発生熱応力の検討  
(研究報告)

2000年3月

核燃料サイクル開発機構  
大洗工学センター

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4-49

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 Sections,

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)

2000

2000年3月

各種冷却材に対する構造設計の技術評価:ナトリウム冷却炉  
配管引回し寸法をパラメータとした発生熱応力の検討  
(研究報告)

月森和之\*、古橋一郎\*\*

## 要旨

ナトリウム冷却ループ型大型炉の設計において、1次系配管に発生する応力の低減が設計成立の重要な鍵のひとつである。本件は、炉容器と中間熱交換器を結ぶ基本的な配管系として面内S字型のレイアウトを対象として、想定される寸法範囲で弾性計算によるパラメータサーベイを行い、配管ルーティングに依存した発生応力の傾向を把握し、最適のルーティング候補を選定することを目的とする。

得られた主要な見解は以下のとおりである。

- (1)概して、ノズルよりもエルボ部の応力が厳しくなる。炉容器出口ノズルと中間熱交換器入口ノズル間レベル差と炉容器出口ノズルと液面までの距離を大きくすると、エルボの応力は減少する傾向にある。
- (2)超90度エルボを適用することで、エルボに発生する応力を大幅に低減することが期待できる。暫定的に応力制限を課した場合、超90度エルボ配管引回しは、従来の90度エルボ配管引回しに比べて広い寸法パラメータ範囲で成立する。
- (3)告示501号ベースでエルボの応力評価を行った場合、エルボ端部で応力強さが最大となる場合、シェル要素による計算された応力よりも過大となる傾向にある。この場合、エルボ中央と端部最大応力の平均を最大値とみなすことで、簡便かつ保守的に最大応力強さを評価できる。
- (4)従来の90度エルボによる配管引回しでエルボ部の応力強さが最小となるケース(炉容器出口ノズルと中間熱交換器入口ノズル間レベル差  $V=7m$ 、炉容器出口ノズルと液面までの距離  $V1=5m$ )に対して、105度エルボを前提として、ノズル間レベル差の最小化および同寸法で発生応力の大幅低減という2つの観点からそれについて、 $V=5m$ ,  $V1=4m$  および  $V=7m, V1=5m$  という代替引回しを提示した。いずれの場合もノズル部の応力は、90度エルボ配管引回しに比べて減少する。

---

\* 大洗工学センター システム技術開発部 構造・材料技術開発 Gr.

\*\* (株)CRC 総合研究所

March, 2000

Study on Sodium Coolant Loop-type Reactor  
PARAMETRIC STUDY ON MAXIMUM THERMAL STRESS DEPENDING ON  
ROUTING DIMENSION OF PIPING SYSTEM

Kazuyuki TSUKIMORI\*, Ichiro FURUHASHI\*\*

Abstract

It is one of the important key points to reduce thermal stress of the primary piping system in the design of sodium coolant loop-type FBR plants. The objectives of this study are to understand the characteristics of the thermal stresses in the simple S-shaped hot leg piping systems which run from the outlet nozzle of the reactor vessel (R/V) to the inlet nozzle of the intermediate heat exchanger (IHX), and to propose some recommendable routings of piping systems.

Results are summarized as follows.

- (1) Generally, the thermal stresses in elbows are severer than those at nozzles. The tendency was observed that the stress in elbow decreases with the increase of the distance between the outlet nozzle of R/V and the inlet nozzle of IHX and also the distance between the outlet nozzle of R/V and the liquid surface level.
- (2) It is expected to reduce thermal stresses in elbow to big extent by adopting super 90 degree elbows. Therefore, in these cases the dimension region which satisfies the allowable stress is broad compared with that in the case of the conventional 90 degree elbow.
- (3) The stress estimations in elbow based on 'MITI notice No.501' become excessively large compared with the results by FEA using shell elements, when the maximum stress occurs at the end of elbow. In these cases, the estimation can be rationalized by replacing the maximum stress by the mean of stresses at the end and at the middle of the elbow.
- (4) Two routings with 105 degree elbows are recommended. One has the advantage from the view point of reduction of length of pipe and the other does from the view point of reduction of thermal stresses, compared with the routing with 90 degree elbows.

---

\* Structure and Material Research Group,  
System Engineering Technology Division, Oarai Engineering Center  
\*\* CRC Research Institute, Inc.

## 目 次

1. 目的 .....	1
2. 方法 .....	1
3. 計算条件 .....	2
3.1 計算モデル .....	2
3.2 計算ケース .....	3
3.3 使用プログラム等 .....	3
4. 計算結果 .....	10
4.1 はり要素による計算結果 .....	10
4.2 シェル要素による計算結果 .....	20
5. 評価・検討 .....	24
5.1 はり要素による計算とシェル要素による詳細計算の比較 .....	24
5.2 配管引回し寸法と発生応力との関係 .....	39
5.3 超 90 度エルボによる発生応力の低減効果 .....	45
6. 結論 .....	48
参考文献 .....	49
 付録	
A.1 S 字部分の幾何学的関係および制約条件 .....	50
A.2 配管系境界の熱膨張変位の計算 .....	52
A.3 316FR 鋼および Mod.9Cr-1Mo 鋼の材料特性 .....	53
A.4 はり理論に基づく計算プログラムソースリスト .....	55
A.5 はり理論に基づく計算プログラムによる計算結果 .....	62

## 図リスト

Fig. 3.1-1 レファレンス配管モデルおよび各部の温度.....	7
Fig. 3.1-2 配管系概念図.....	8
Fig. 3.1-3 解析モデル.....	9
Fig. 4.1-1 ノズル部の応力 ( $\theta = 90^\circ$ ) .....	12
Fig. 4.1-2 エルボ部の応力 ( $\theta = 90^\circ$ ) .....	12
Fig. 4.1-3 ノズル部の応力 ( $\theta = 105^\circ$ ) .....	13
Fig. 4.1-4 エルボ部の応力 ( $\theta = 105^\circ$ ) .....	13
Fig. 4.1-5 ノズル部の応力 ( $\theta = 120^\circ$ ) .....	14
Fig. 4.1-6 エルボ部の応力 ( $\theta = 120^\circ$ ) .....	14
Fig. 4.1-7 ノズル部の応力 ( $V_1 = 2\text{ m}$ ) .....	15
Fig. 4.1-8 エルボ部の応力 ( $V_1 = 2\text{ m}$ ) .....	15
Fig. 4.1-9 ノズル部の応力 ( $V_1 = 3\text{ m}$ ) .....	16
Fig. 4.1-10 エルボ部の応力 ( $V_1 = 3\text{ m}$ ) .....	16
Fig. 4.1-11 ノズル部の応力 ( $V_1 = 4\text{ m}$ ) .....	17
Fig. 4.1-12 エルボ部の応力 ( $V_1 = 4\text{ m}$ ) .....	17
Fig. 4.1-13 ノズル部の応力 ( $V_1 = 5\text{ m}$ ) .....	18
Fig. 4.1-14 エルボ部の応力 ( $V_1 = 5\text{ m}$ ) .....	18
Fig. 4.1-15 設計成立寸法 .....	19
Fig. 4.2-1 $90^\circ$ エルボの解析モデル.....	21
Fig. 4.2-2 $90^\circ$ エルボの変形図および内表面の応力強さコンター .....	21
Fig. 4.2-3 $120^\circ$ エルボの解析モデル.....	22
Fig. 4.2-4 $120^\circ$ エルボの変形図および内表面の応力強さコンター .....	22
Fig. 4.2-5 シェル要素解析によるエルボ部の応力強さ .....	23
Fig. 4.2-6 シェル要素解析によるノズル部の応力強さ .....	23
Fig. 5.1-1 断面力および応力の長手方向分布 ( $90^\circ$ , $V_1 = 3\text{ m}$ ) .....	34
Fig. 5.1-2 断面力および応力の長手方向分布 ( $105^\circ$ , $V_1 = 3\text{ m}$ ) .....	34
Fig. 5.1-3 断面力および応力の長手方向分布 ( $120^\circ$ , $V_1 = 3\text{ m}$ ) .....	35
Fig. 5.1-4 断面力および応力の長手方向分布 ( $135^\circ$ , $V_1 = 3\text{ m}$ ) .....	35
Fig. 5.1-5 はり要素計算によるノズル部の応力と寸法の関係 .....	36
Fig. 5.1-6 はり要素計算によるエルボ部の応力と寸法の関係 (応力値修正) .....	37
Fig. 5.1-7 設計成立寸法 (エルボ部応力修正) .....	38
Fig. 5.2-1 配管系の $1/2$ モデル .....	44
Fig. A.1-1 S字部分の幾何学的関係 .....	50

## 表リスト

TABLE 3.2-1 計算ケース一覧および応力計算値 .....	5
TABLE 5.1-1 90° エルボ計算結果の比較( $V=6m, V_1=2m$ ).....	26
TABLE 5.1-2 90° エルボ計算結果の比較( $V=6m, V_1=3m$ ).....	26
TABLE 5.1-3 90° エルボ計算結果の比較( $V=6m, V_1=4m$ ).....	27
TABLE 5.1-4 90° エルボ計算結果の比較( $V=6m, V_1=5m$ ).....	27
TABLE 5.1-5 105° エルボ計算結果の比較( $V=6m, V_1=2m$ ).....	28
TABLE 5.1-6 105° エルボ計算結果の比較( $V=6m, V_1=3m$ ).....	28
TABLE 5.1-7 105° エルボ計算結果の比較( $V=6m, V_1=4m$ ).....	29
TABLE 5.1-8 105° エルボ計算結果の比較( $V=6m, V_1=5m$ ).....	29
TABLE 5.1-9 120° エルボ計算結果の比較( $V=6m, V_1=2m$ ).....	30
TABLE 5.1-10 120° エルボ計算結果の比較( $V=6m, V_1=3m$ ) .....	30
TABLE 5.1-11 120° エルボ計算結果の比較( $V=6m, V_1=4m$ ) .....	31
TABLE 5.1-12 120° エルボ計算結果の比較( $V=6m, V_1=5m$ ) .....	31
TABLE 5.1-13 135° エルボ計算結果の比較( $V=6m, V_1=2m$ ) .....	32
TABLE 5.1-14 135° エルボ計算結果の比較( $V=6m, V_1=3m$ ) .....	32
TABLE 5.1-15 135° エルボ計算結果の比較( $V=6m, V_1=4m$ ) .....	33
TABLE 5.1-16 135° エルボ計算結果の比較( $V=6m, V_1=5m$ ) .....	33
TABLE 5.3-1 エルボ部の最大発生応力および90度エルボの場合との比 .....	47
TABLE 5.3-2 ノズル部の最大発生応力および90度エルボの場合との比 .....	47
TABLE 5.3-3 105度エルボによる配管引回し案 .....	47
TABLE A.3-1 縦弾性係数 .....	53
TABLE A.3-2 ポアソン比 .....	53
TABLE A.3-3 線膨張係数 .....	54

## 1. 目的

ナトリウム冷却ループ型大型炉の設計において、1次系配管に発生する応力の低減が設計成立の重要な鍵のひとつである。本件は、炉容器と中間熱交換器を結ぶ基本的な配管系を対象として、想定される寸法範囲で弾性計算によるパラメータサーベイを行い、配管ルーティングに依存した発生応力の傾向を把握し、最適のルーティング候補を選定することを目的とする。なお、得られたルーティング候補は、今後必要に応じて、非弾性解析による詳細評価を行う。

## 2. 方法

計算の対象は、炉容器と中間熱交換器を結ぶ、単純な S 字型配管系とする。この体系は、配管系で熱膨張を吸収する面内配管引回しとして最も単純であり、容器間距離を最小にする可能性のあるものである。検討は平成 10 年度のループ型炉プラント概念候補のひとつの側部出入方式ホットレグ配管[1]をレファレンスとした。荷重は、内圧と容器の熱膨張による配管系両端に負荷される相対変位を考慮する。パラメータは、配管系のエルボの曲がり角度、鉛直高さなどの寸法とし、容器の配置、配管系などから、想定される範囲を決め、計算ケースを設定する。各ケースについて、有限要素法による弾性解析を実施し、エルボに発生する応力等を評価する。

### 3. 計算条件

#### 3.1 計算モデル

##### 3.1.1 配管寸法

Fig. 3.1-1 にレファレンスとした側部流入出方式のホットレグ配管の形態、主用寸法および温度条件を示す。これに基づいて 90 度を超えるエルボも含めた解析対象とする配管系概念を Fig. 3.1-2 に示す。このS字型配管引回しについての主用寸法は以下のとおりである。

- ・配管板厚 :  $h=15.9$  mm
- ・配管口径 :  $D=965.2$  mm
- ・ノズル長さ :  $a=700$  mm
- ・水平方向距離 :  $H=6500$  mm
- ・鉛直方向距離 :  $V=2000 \sim 9000$  mm
- ・エルボ部曲率半径 :  $R=965.2$  mm
- ・エルボ部曲り角度 :  $\theta = 90 \sim 135$  deg

##### 3.1.2 材料定数等

$R/V$ (ノズルを含む)は 316FR 鋼を想定し、配管系および IHX(ノズル含む)は高クロム材を想定した。容器の熱膨張によって生じるノズル間の相対変位および配管の熱膨張量の算定には、付録 A.3 に示す 316FR 鋼および高クロム材相当として Mod.9Cr-1Mo 鋼の材料定数を用いた(高クロム材の材料定数として暫定的に Mod.9Cr-1Mo 鋼の材料定数を用いた)。また、配管系の応力解析においては、ヤング率、ポアソン比および線膨張係数について以下の Mod.9Cr-1Mo 鋼の 550°C の値を使用した。

$$E = 15700 \text{ kgf/mm}^2$$

$$\nu = 0.306$$

$$\alpha = 12.35 \times 10^{-6} \text{ mm/mm°C} \text{ (室温 } 20^\circ\text{C} \text{ から } 550^\circ\text{C} \text{ までの平均熱膨張係数)}$$

##### 3.1.3 荷重条件(内圧、負荷変位)および境界条件

- ・ 内圧 :  $p=0.147 \text{ MPa}$  ( $1.5 \text{ kgf/cm}^2$ )
- ・ 相対変位量 :  $\angle H$ (水平方向) =  $-61.71$  mm,  
 $\angle V$ (鉛直方向) =  $15.82 \sim 44.96$  mm  
 $15.82 \text{ mm } (V_t=2 \text{ m})$

25.53 mm ( $V_1=3$  m)35.25 mm ( $V_1=4$  m)44.96 mm ( $V_1=5$  m)(ここで、 $V_1$  は炉容器ノズルから液面までの高さ)

配管系の相対変位については、Fig. 3.1-1 の温度分布と付録 A.3 の平均線膨張係数から付録 A.2 に示すように求めた。

- ・ 温度 :  $T_i=20^\circ\text{C}$ (初期)、 $T_s=550^\circ\text{C}$ (運転)、 $\Delta T=530^\circ\text{C}$ (変動)

- ・ 境界条件:

解析モデルを Fig.3.1-3 に示す。配管系は中央点に関して点対称形状とし、境界条件も点対称となるように与えた。中央点では並進変位を拘束した。両端では回転を拘束し、相対変位量の  $1/2$  を強制並進変位として与えた。

中央点  $U_x, U_y, U_z=0$ R/V 側端部  $\theta_x, \theta_y, \theta_z=0, U_x=-\Delta H/2, U_z=-\Delta V/2$ IHX側端部  $\theta_x, \theta_y, \theta_z=0, U_x=+\Delta H/2, U_z=+\Delta V/2$ 

### 3.2 計算ケース

主要パラメータは、エルボ曲り角度  $\theta$ 、鉛直方向距離  $V$ 、および炉容器ノズルから液面までの高さ  $V_1$  とする。 $\theta = 90/105/120/135(\text{deg})$  の 4 ケースとし、 $V$  の取り得る範囲を付録 A.1 の制約条件と上述の配管主用寸法を考慮して求めると以下のようになる。

エルボ曲がり角度 $\theta$ (deg)	中間直管長さ(mm)	エルボと容器の干渉回避(mm)
90	$L_2 \geq D$	$H-(L_1+R+D/2) \geq D$
105	$V \geq 2895.6$	$V \leq \infty$
120	$V \geq 3362.3$	$V \leq 15636.3$
135	$V \geq 3731.5$	$V \leq 8690.7$
	$V \geq 3977.9$	$V \leq 6334.4$

これを参考にして、 $V$  を 1m 単位として、計算ケースを TABLE3.2-1 のように定めた(なお、同表には次章の 4.1 の解析から得られた応力値もあわせて記述している)。配管はり要素による解析では  $V$  および液面高さ  $V_1$  の全ての可能なケースを解析した。 $V=6$  m のケースについては、シェル要素による解析をおこない、はり要素による解析と比較した。

### 3.3 使用プログラム等

- ・ 使用プログラム: FINAS V.13.0[2]

- ・ 使用要素: 3 次元配管はり要素 PIPE2
  - \* エルボ部の撓み係数については ASME SEC.III NB.3680 の評価式に準拠した。  
(一部比較のため、3 次元シェル要素 QFLA4S を使用)
- ・ 計算は、弾性、微小変形で行う。

TABLE 3.2-1 計算ケース一覧および応力計算値(1/2)

解析ケース	鉛直高さ V (mm)	液面高さ V <sub>1</sub> (mm)	応力S(kgf/mm <sup>2</sup> ) ノズル エルボ/位置	備考
90V32	3000	2000	49.567	167.639/B
90V33	3000	3000	37.838	154.450/B
90V42	4000	2000	40.096	120.216/B
90V43	4000	3000	29.195	109.009/B
90V44	4000	4000	18.294	97.801/B
90V52	5000	2000	38.664	104.980/A
90V53	5000	3000	28.237	89.158/A
90V54	5000	4000	17.810	77.704/B
90V55	5000	5000	7.382	67.692/B
90V62	6000	2000	40.335	104.722/A
90V63	6000	3000	30.223	88.577/A
90V64	6000	4000	20.111	72.432/A
90V65	6000	5000	9.999	58.103/B
90V73	7000	3000	33.582	90.607/A
90V74	7000	4000	23.703	74.367/A
90V75	7000	5000	13.824	58.127/A
90V84	8000	4000	27.968	78.220/A
90V85	8000	5000	18.273	61.994/A
90V95	9000	5000	23.067	67.202/A
105V42	4000	2000	16.943	91.998/B
105V43	4000	3000	8.398	82.018/B
105V44	4000	4000	1.057	72.038/B
105V52	5000	2000	12.910	68.650/B
105V53	5000	3000	5.331	60.477/B
105V54	5000	4000	3.159	54.758/C
105V55	5000	5000	10.738	67.774/C
105V62	6000	2000	12.540	56.553/B
105V63	6000	3000	5.614	49.519/B
105V64	6000	4000	2.222	42.484/B
105V65	6000	5000	9.148	54.358/C
105V73	7000	3000	7.151	43.365/B
105V74	7000	4000	0.725	37.123/B
105V75	7000	5000	6.611	42.865/C
105V84	8000	4000	3.163	34.065/B
105V85	8000	5000	3.762	33.012/C

注:表中のエルボ位置 A, B, C については Fig. 3.1-3 参照。

TABLE 3.2-1 計算ケース一覧および応力計算値(2/2)

解析ケース	鉛直高さ V (mm)	液面高さ V <sub>1</sub> (mm)	応力S(kgf/mm <sup>2</sup> ) ノズル エルボ/位置	備考
120V42	4000	2000	3.408	71.626/B
120V43	4000	3000	4.409	73.105/C
120V44	4000	4000	11.316	84.715/C
120V52	5000	2000	2.538	51.243/C
120V53	5000	3000	8.161	60.973/C
120V54	5000	4000	13.784	70.703/C
120V55	5000	5000	19.408	80.433/C
120V62	6000	2000	3.150	41.554/C シェル解析実施
120V63	6000	3000	7.997	49.761/C シェル解析実施
120V64	6000	4000	12.844	57.968/C シェル解析実施
120V65	6000	5000	17.690	66.176/C シェル解析実施
120V73	7000	3000	6.626	40.209/C
120V74	7000	4000	10.918	47.154/C
120V75	7000	5000	15.210	54.100/C
120V84	8000	4000	8.748	38.221/C
120V85	8000	5000	12.605	44.111/C
135V42	4000	2000	6.033	74.746/C
135V43	4000	3000	11.703	84.436/C
135V44	4000	4000	17.373	94.127/C
135V52	5000	2000	11.454	65.110/C
135V53	5000	3000	15.555	72.291/C
135V54	5000	4000	19.655	79.471/C
135V55	5000	5000	23.756	86.651/C
135V62	6000	2000	11.595	53.836/C シェル解析実施
135V63	6000	3000	14.898	59.377/C シェル解析実施
135V64	6000	4000	18.200	64.918/C シェル解析実施
135V65	6000	5000	21.503	70.458/C シェル解析実施

注:表中のエルボ位置 A, B, C については Fig. 3.1-3 参照。

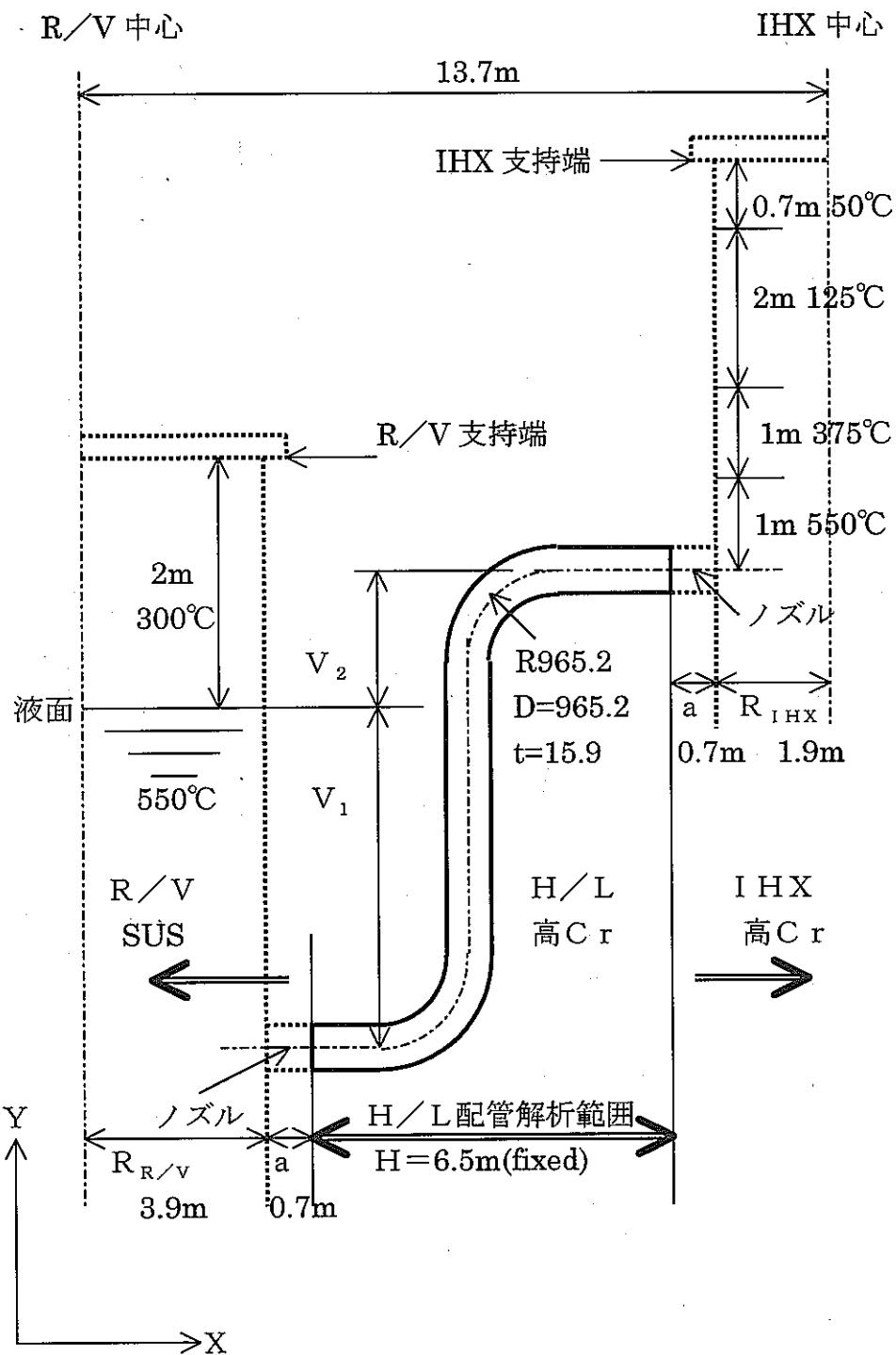


Fig. 3.1-1 レファレンス配管モデルおよび各部の温度

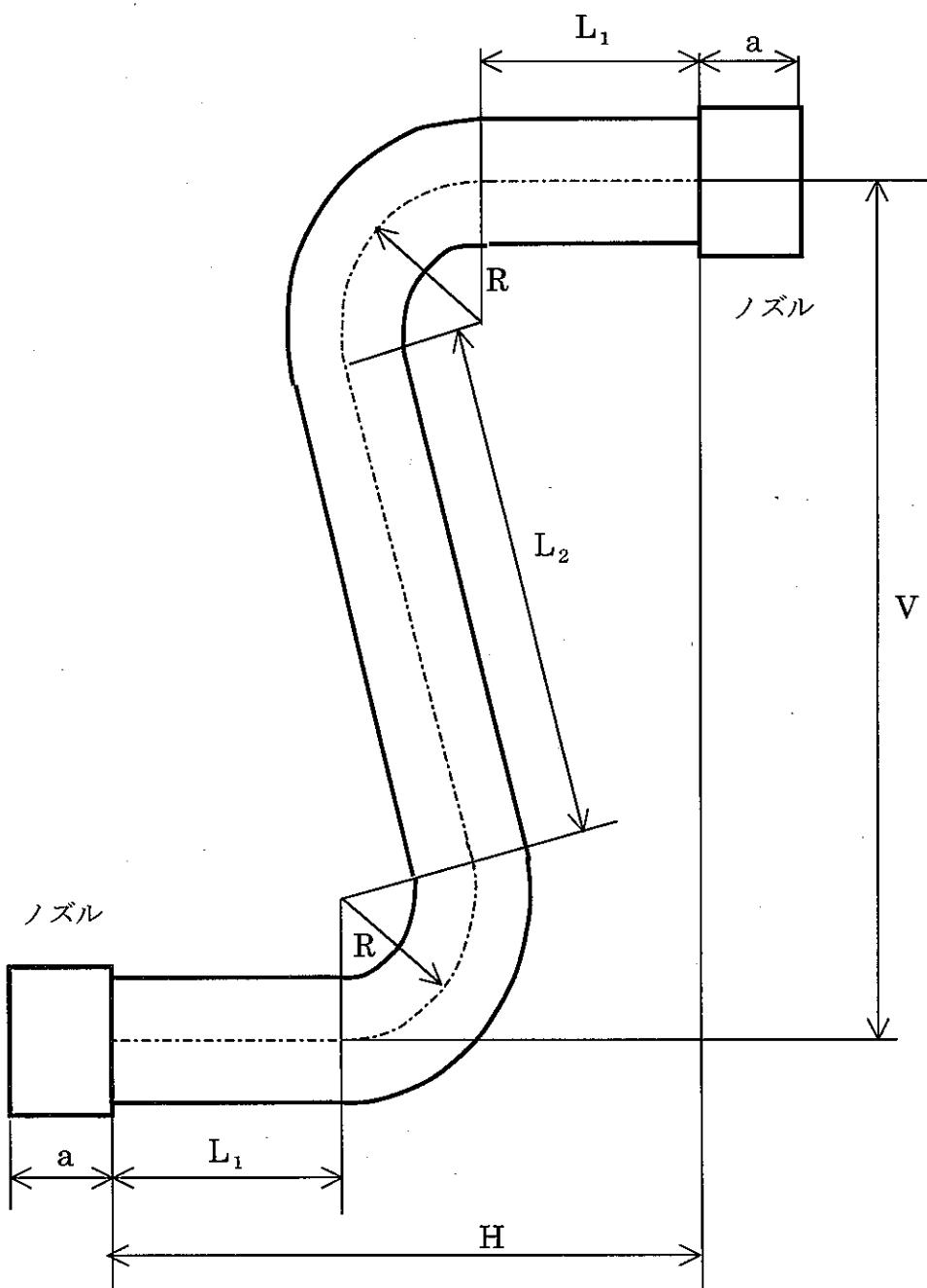


Fig. 3.1-2 配管系概念図

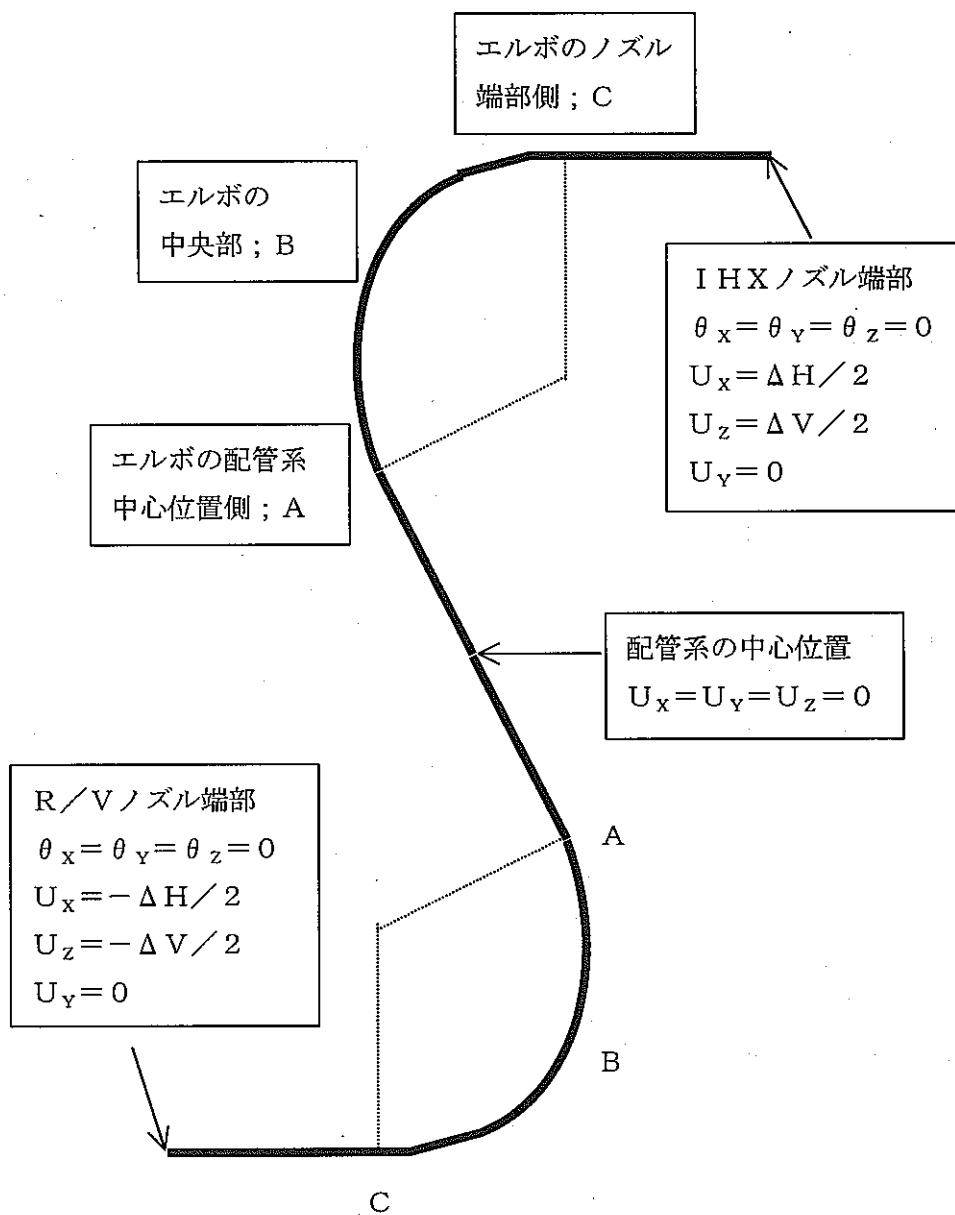


Fig. 3.1-3 解析モデル

#### 4. 計算結果

##### 4.1 はり要素による計算結果

配管はり要素解析によって得られたモーメント3成分から合モーメント $M_{is}$ を求め、これを用いて告示 501 号[3]の簡易式により応力評価した。ただし、今回の計算は面内の配管引回しで負荷される変位も面内なので1成分のみとなる。

$$M_{is} = (M_x^2 + M_y^2 + M_z^2)^{1/2}$$

$$\text{応力強さ; } S = C_1 p D / (2t) + C_2 M_{is} / Z$$

各係数は、

ノズル部  $C_1 = 1.0$ ,  $C_2 = 1.0$ ,  $C_1 p D / (2t) = 0.455$

エルボ部  $C_1 = 1.484$ ,  $C_2 = 11.691$ ,  $C_1 p D / (2t) = 0.676$

計算結果をもとに得られたノズルおよびエルボ部の応力強さ(エルボ部については最大値と位置)を前掲の TABLE 3.2-1 に示した。配管鉛直高さVを主パラメータとし、液面下高さ $V_1$ を副パラメータとして、ノズル部およびエルボ部の応力をプロットした結果を以下の図に示す。

エルボ曲げ角度 $\theta$	ノズル部の応力	エルボ部の応力
90° の場合	Fig.4.1-1	Fig.4.1-2
105° の場合	Fig.4.1-3	Fig.4.1-4
120° の場合	Fig.4.1-5	Fig.4.1-6
135° の場合	図省略(120° の場合より応力値が大)	

また、配管鉛直高さVを主パラメータとし、エルボ曲げ角度  $\theta$  を副パラメータとして、ノズル部およびエルボ部の応力をプロットした結果を以下の図に示す。

液面下高さ $V_1$	ノズル部の応力	エルボ部の応力
2mの場合	Fig.4.1-7	Fig.4.1-8
3mの場合	Fig.4.1-9	Fig.4.1-10
4mの場合	Fig.4.1-11	Fig.4.1-12
5mの場合	Fig.4.1-13	Fig.4.1-14

なお、ノズル、エルボそれぞれについて、次の暫定的な制限値を設定し、結果の比較の参考とした[1]。

- ・ノズル:  $S_a = 300 \text{ (Mpa)} = 30.6 \text{ (kgf/mm}^2)$
- ・エルボ:  $S_a = 600 \text{ (Mpa)} = 61.2 \text{ (kgf/mm}^2)$

計算結果を簡単にまとめると、次のとおりとなる。

- (1) ノズルレベル差  $V$  の取り得る範囲は、液面から R/V ノズルまでの距離  $V_1$  に依存して変わる。さらに、超 90 度エルボを適用した場合は、エルボと容器との干渉を避ける観点から、 $V$  の取り得る範囲は 90 度エルボの場合に比べて狭くなる。
- (2) ノズル部応力は概して制限値を下回り、90 度エルボの場合のみ  $V_1$  が 2m と 3m で制限値を超える場合がある。90 度エルボの場合のノズル部応力は  $V_1$  の増加とともに単調に減少する傾向が認められるが、超 90 度エルボの場合のノズル部応力では異なる。つまり、105 度エルボの場合、ノズル部応力は  $V_1=4\text{m}$  で最も小さく、120 度エルボの場合、90 度エルボの場合と逆にノズル部応力は  $V_1$  の増加とともに増加する傾向が認められる。
- (3) エルボ部の応力については、制限値を下回るポイントは少なくなる。特に 90 度エルボでは、 $V=6\text{m}, V_1=5\text{m}$  と  $V=7\text{m}, V_1=5\text{m}$  の 2 ケースのみであり、しかも制限値を若干下回る程度である。90 度エルボの応力は、ノズル部の場合と同様に  $V_1$  の増加とともに単調に減少する傾向が認められる。また、 $V_1$  の値別に見ると、 $V$  の範囲で極小値をとる傾向が伺える。90 度エルボに比べて超 90 度エルボでは制限値を下回るポイントは格段に多くなる。また、それらの応力のなかの最小値は制限値の半分に近い。105 度エルボの応力は  $V_1=4\text{m}$  のときに最も小さく、120 度エルボの応力は  $V_1$  の増加とともに増加する傾向が認められる。いずれも対象となる  $V$  の範囲では極小値をとらず、単調に減少する。
- (4) 告示 501 号の評価にしたがつた場合、超 90 度エルボといつても、その角度が大きいほど発生応力を低減できるというものでもない。エルボ部の応力について見ると、 $V_1=2\text{m}$  では 120 度エルボが、 $V_1=3\text{m}$  では 120 度と 105 度エルボが、 $V_1=4\text{m}$  と 5m では 105 度エルボが最も低い値となる。
- (5) Fig. 4.1-15 にエルボの角度ごとに制限値を満足する寸法をプロットした。90 度エルボの場合、僅か 2 点であるのに対して超 90 度エルボでは広い範囲で成立する。なお、エルボ部応力の最小値は 105 度エルボの  $V=8\text{m}, V_1=5\text{m}$  の場合で、 $33.0 \text{ kg/mm}^2$  である。

なお、スクリーニングとしての寸法の最適化については次章において検討する。

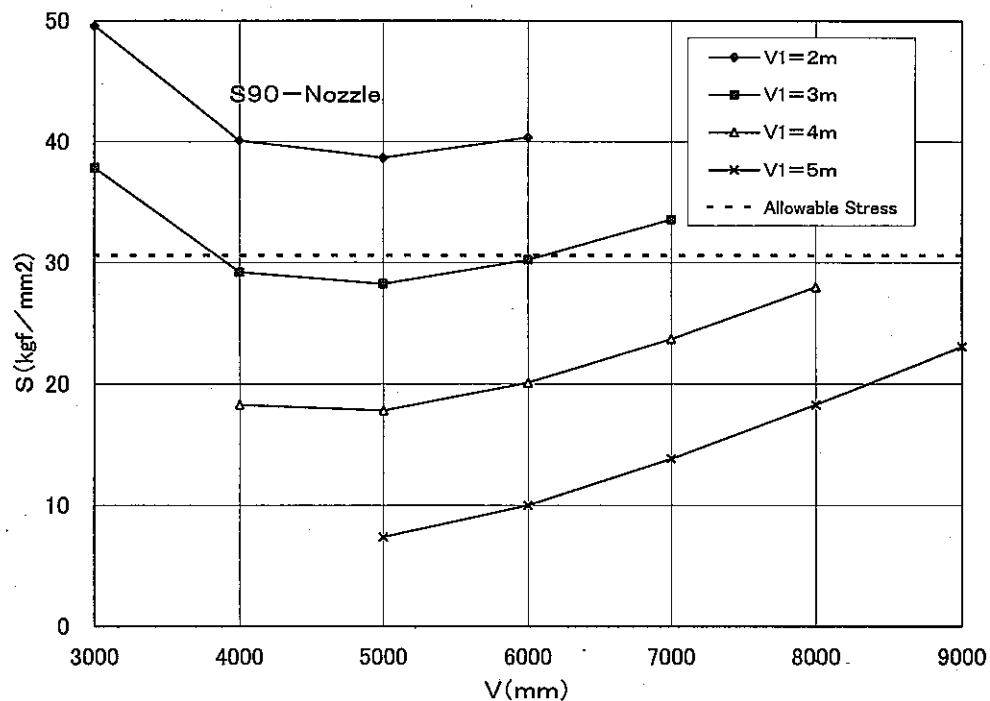


Fig.4.1-1 ノズル部の応力 ( $\theta = 90^\circ$ )

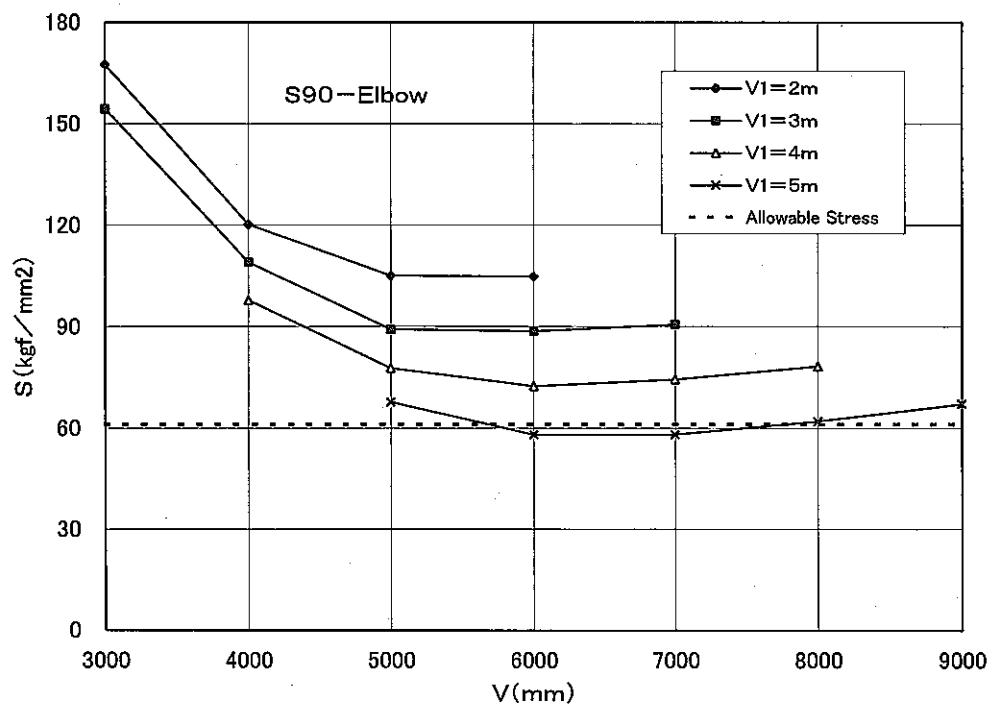


Fig.4.1-2 エルボ部の応力 ( $\theta = 90^\circ$ )

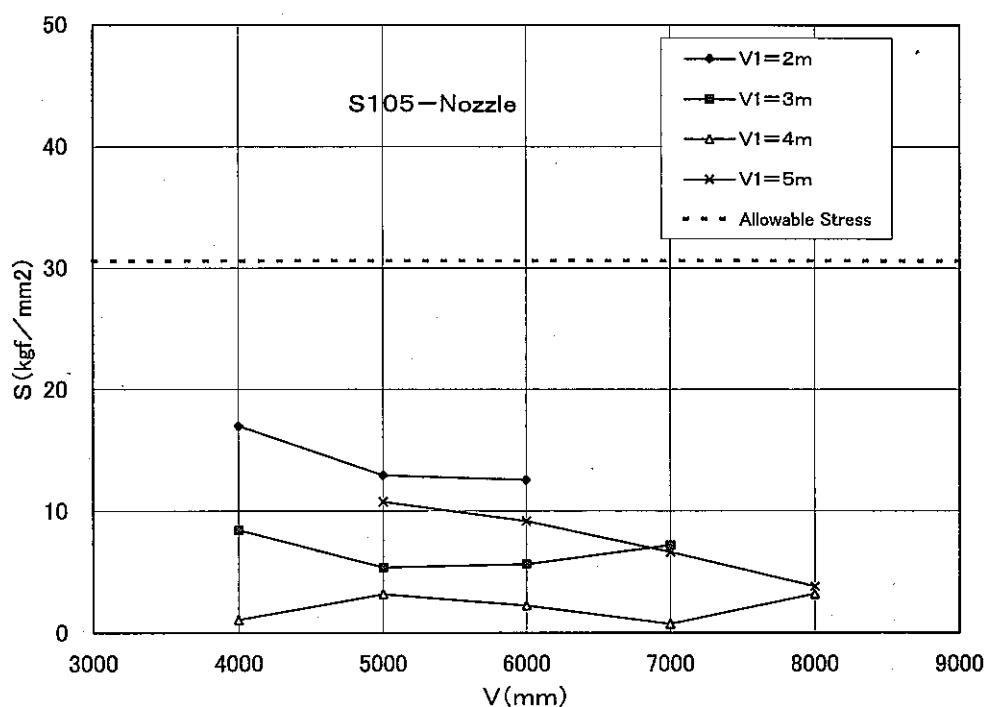


Fig.4.1-3 ノズル部の応力( $\theta = 105^\circ$ )

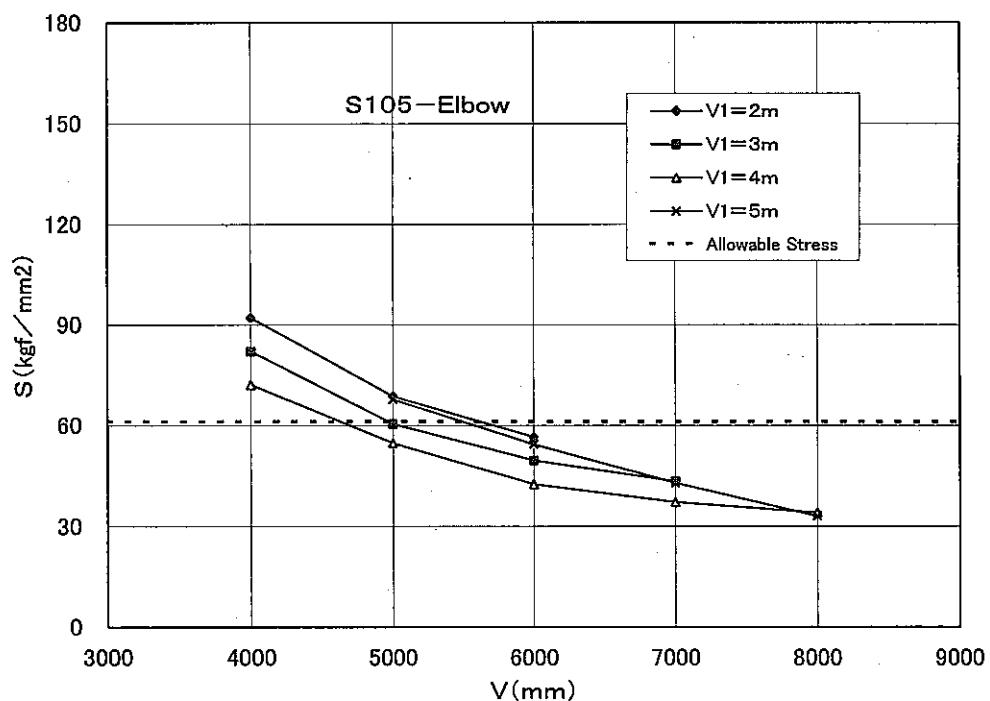


Fig.4.1-4 エルボ部の応力( $\theta = 105^\circ$ )

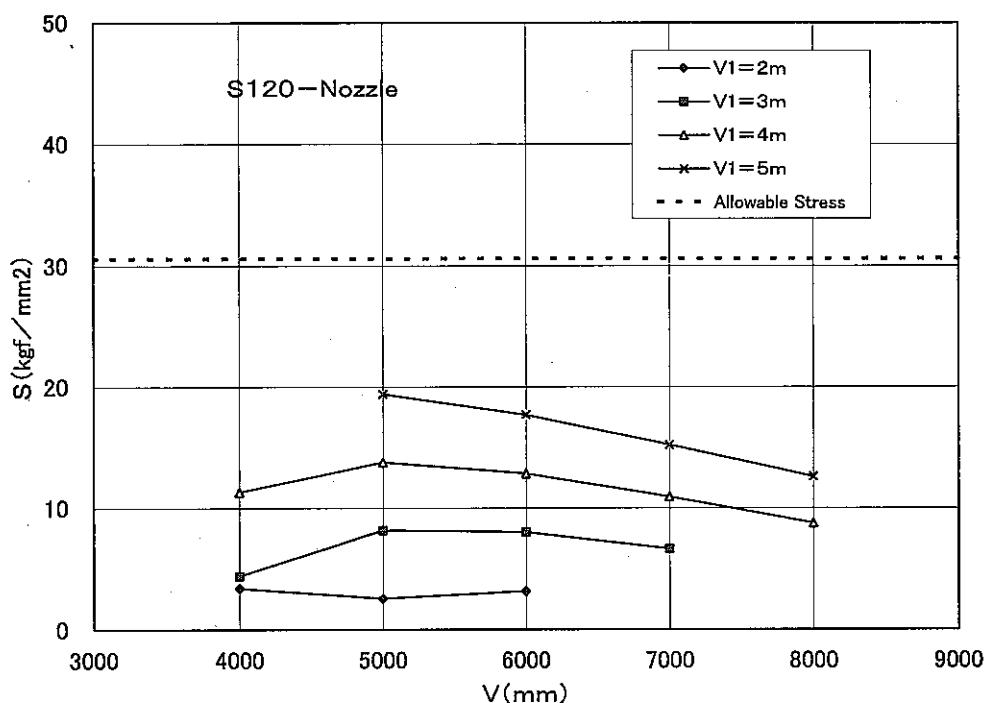


Fig.4.1-5 ノズル部の応力 ( $\theta = 120^\circ$ )

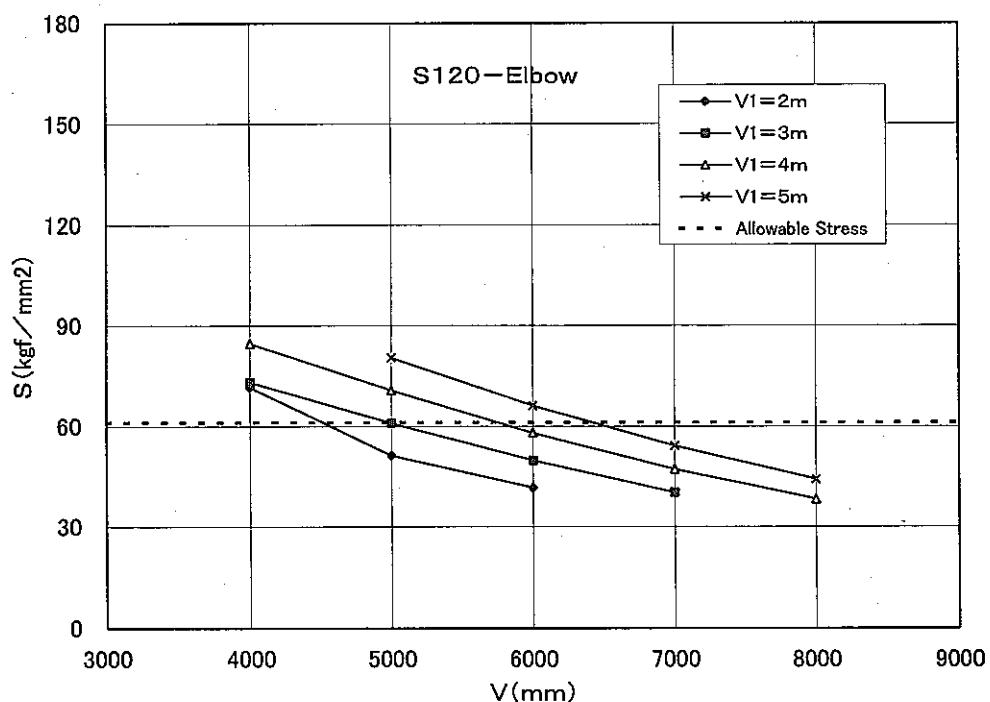


Fig.4.1-6 エルボ部の応力 ( $\theta = 120^\circ$ )

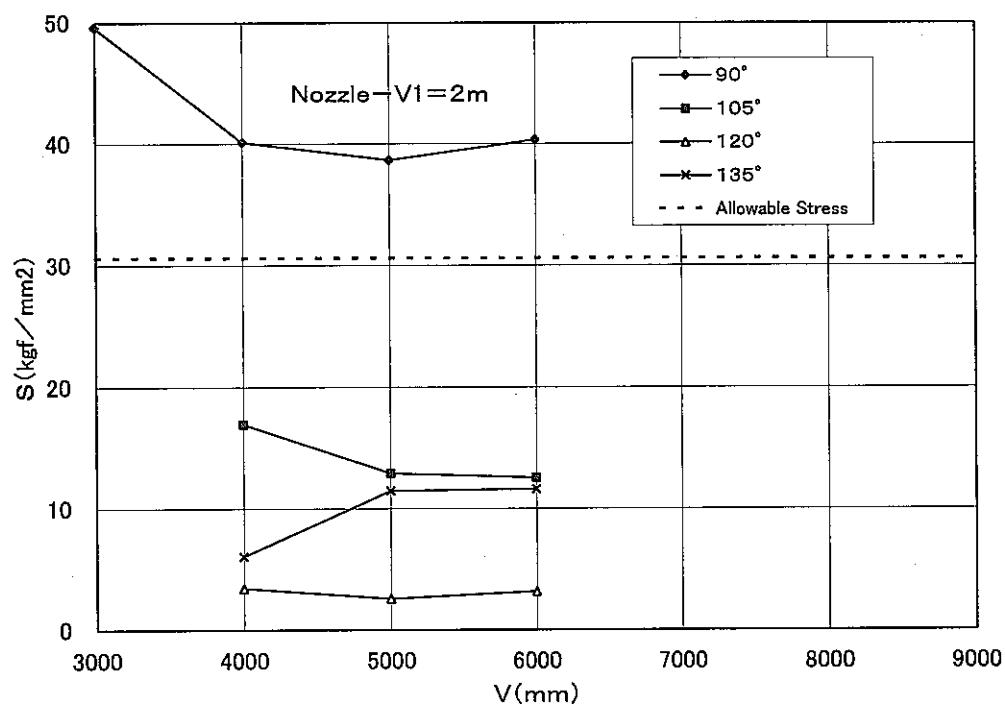


Fig.4.1-7 ノズル部の応力 ( $V_1 = 2\text{m}$ )

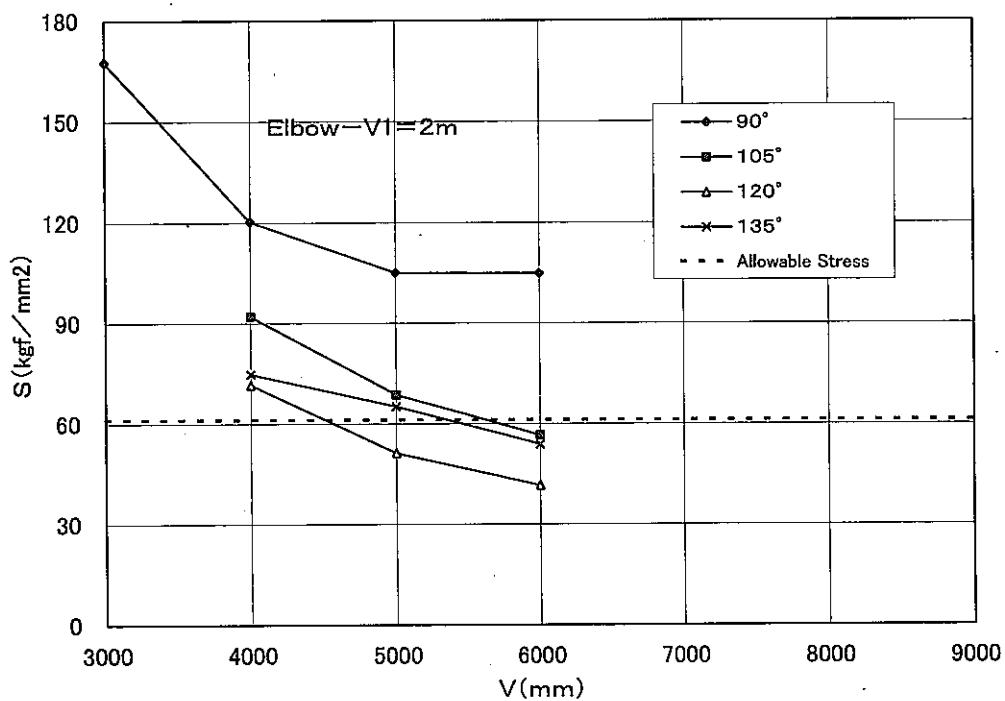


Fig.4.1-8 エルボ部の応力 ( $V_1 = 2\text{m}$ )

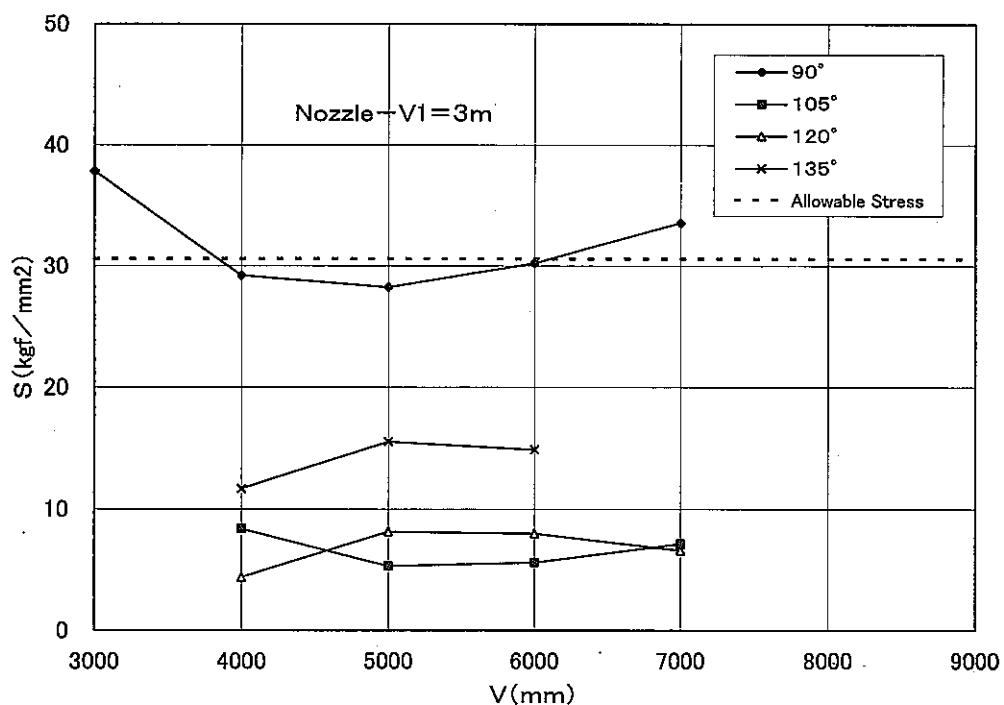


Fig.4.1-9 ノズル部の応力 ( $V_1 = 3\text{m}$ )

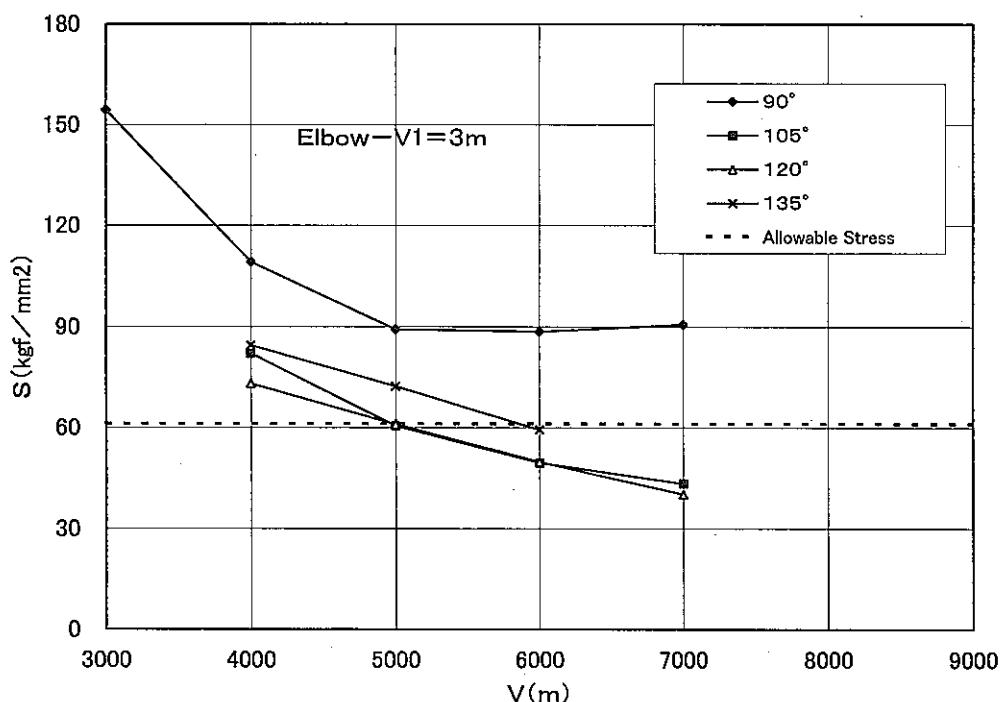


Fig.4.1-10 エルボ部の応力 ( $V_1 = 3\text{m}$ )

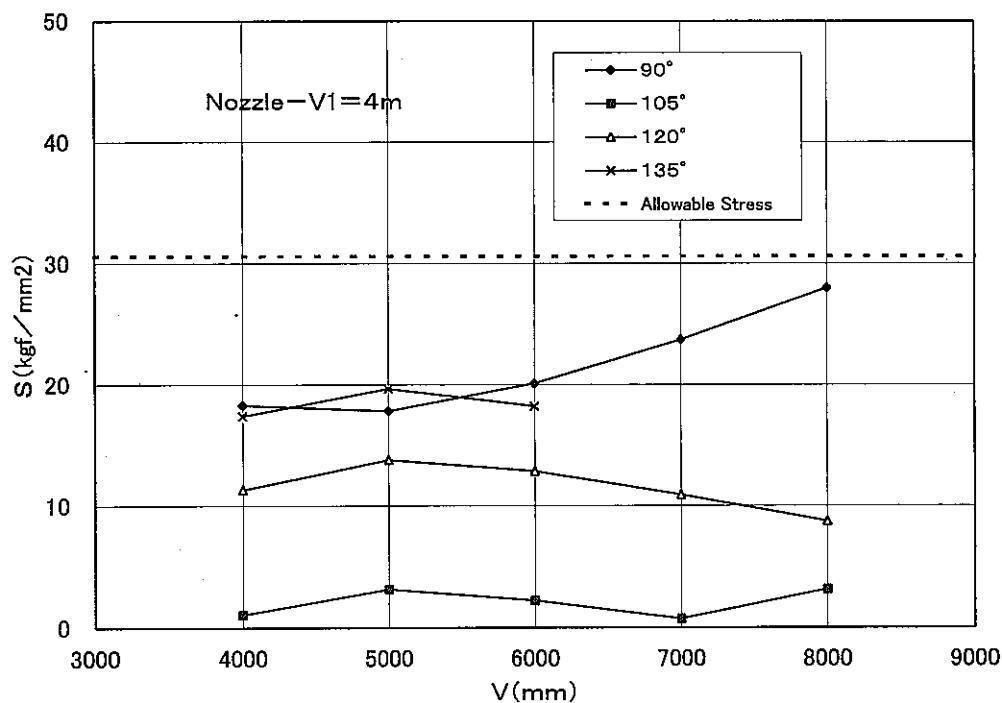


Fig.4.1-11 ノズル部の応力 ( $V_1 = 4\text{m}$ )

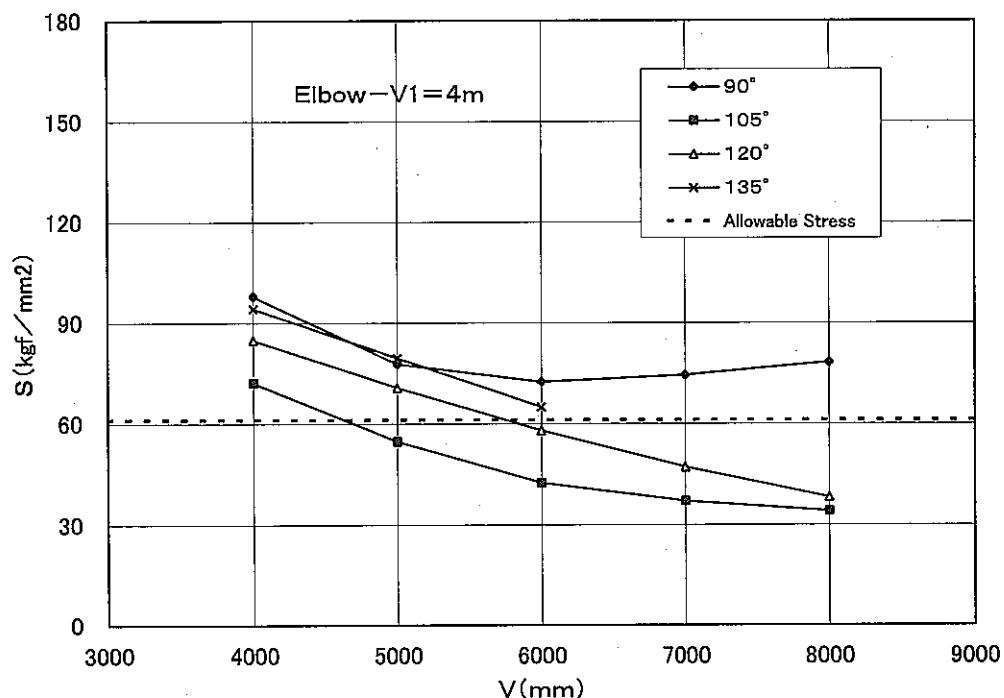


Fig.4.1-12 エルボ部の応力 ( $V_1 = 4\text{m}$ )

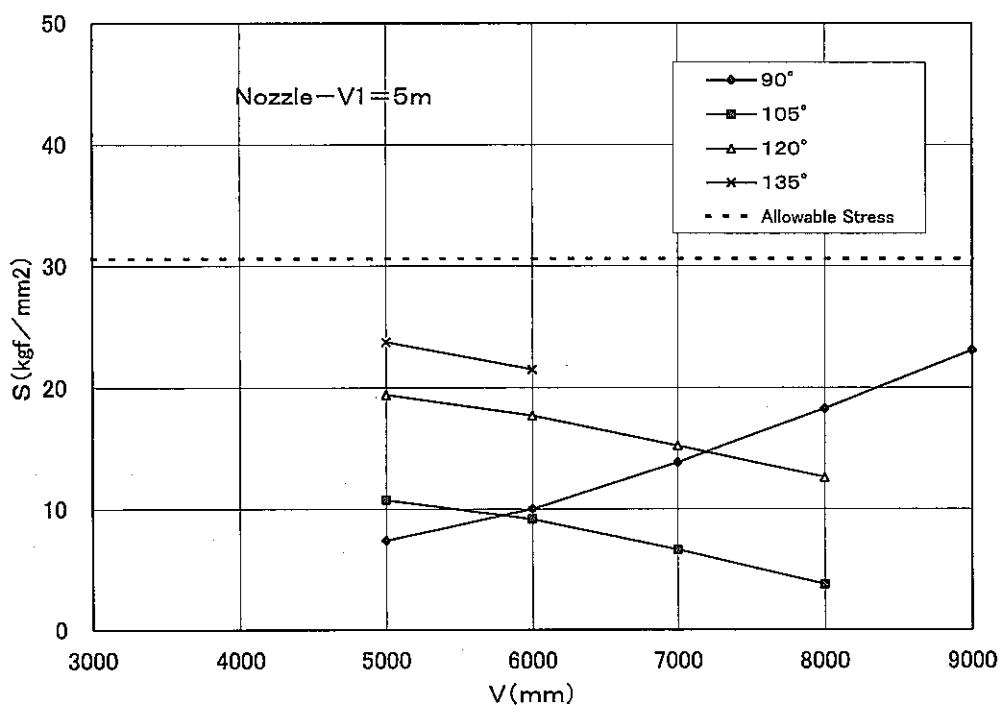


Fig.4.1-13 ノズル部の応力 ( $V_1 = 5\text{m}$ )

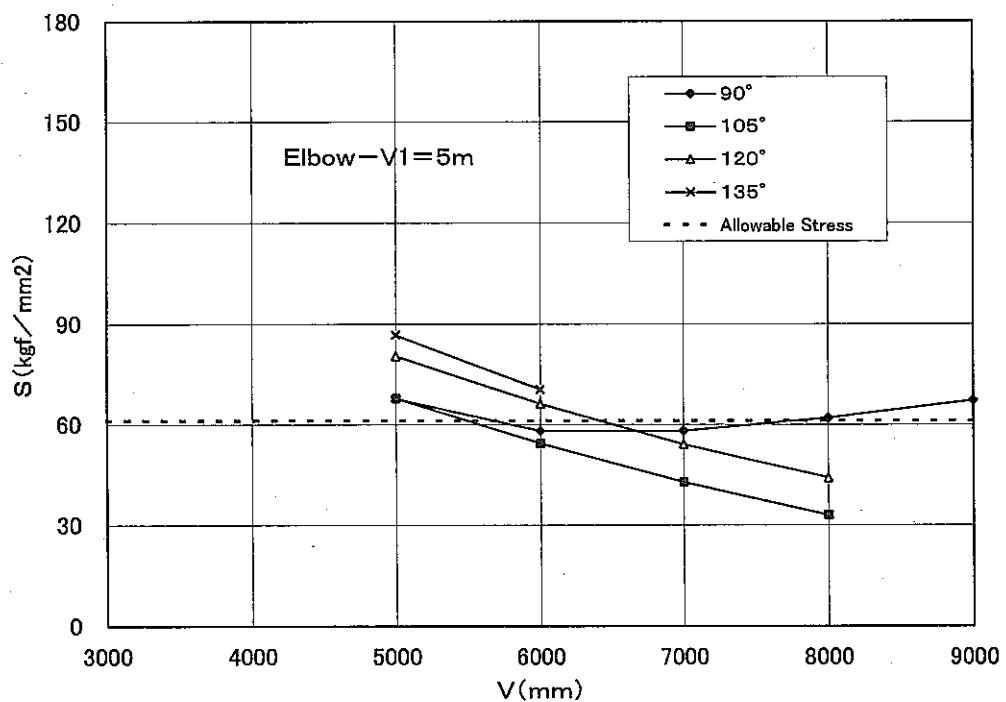


Fig.4.1-14 エルボ部の応力 ( $V_1 = 5\text{m}$ )

設計成立範囲(告示501号へ一入)

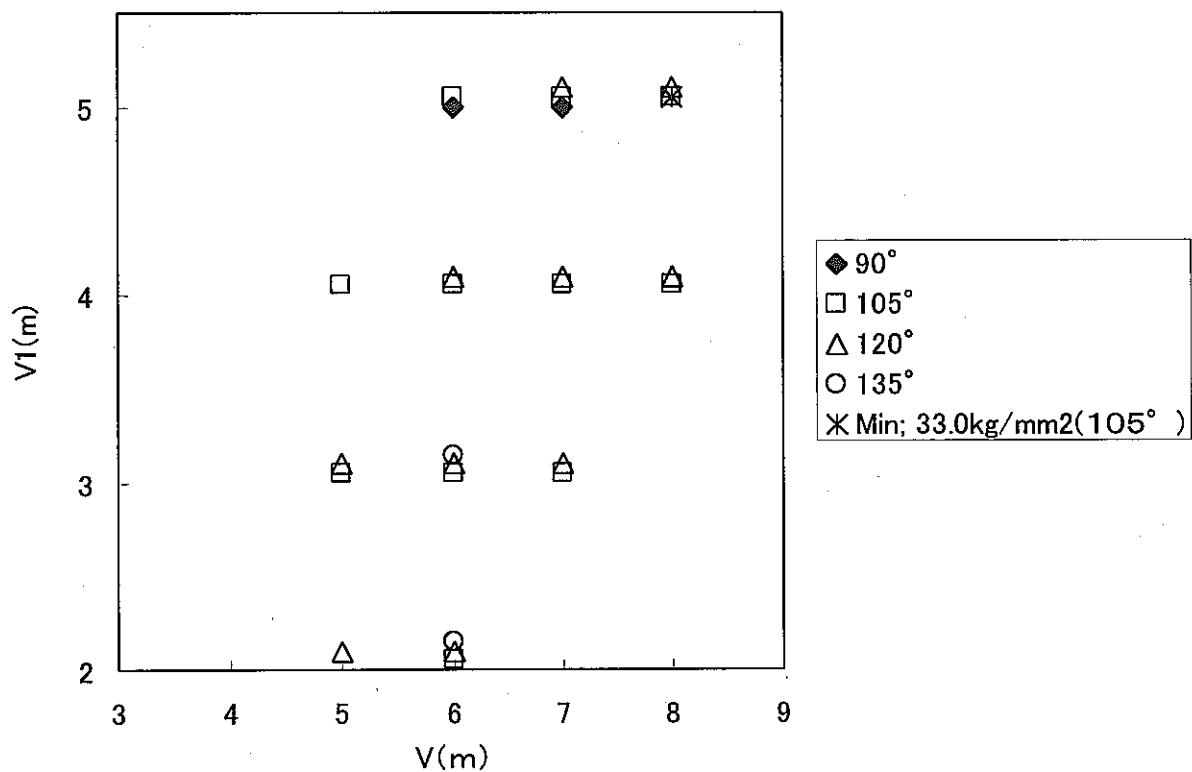


Fig. 4.1-15 設計成立寸法

#### 4. 2 シェル要素による計算結果

鉛直高さ  $V = 6 \text{ m}$ 、液面高さ  $V_1 = 2, 3, 4, 5 \text{ m}$  の各ケースについて 3 次元シェル要素 Q F L A 4 S を用いた解析をおこなった。

$90^\circ$  エルボの解析モデルを Fig. 4. 2-1 に示す。 $V_1 = 3 \text{ m}$  の変形図および内表面の TRESCA の応力強さ  $S_{\text{TRESCA}}$  コンターを Fig. 4. 2-2 に示す。

$120^\circ$  エルボの解析モデルを Fig. 4. 2-3 に示す。 $V_1 = 3 \text{ m}$  の変形図および内表面の TRESCA の応力強さコンターを Fig. 4. 2-4 に示す。

解析モデルおよび境界条件は中心点に関して点対称であり、変形図および  $S_{\text{TRESCA}}$  コンターは右半分のみ示した。

$V_1$  を主パラメータ、エルボ角度  $\theta$  を副パラメータとして、エルボ部の最大応力強さ  $S_{\text{TRESCA}}$  をプロットした結果を Fig. 4. 2-5 に示す。ノズル部の  $S_{\text{TRESCA}}$  をプロットした結果を Fig. 4. 2-6 に示す。なおノズル部の応力強さとしては、境界変位を与えた端部では端部効果により応力が過大に計算されるので、ここでは端部から 3 番目のリング状の要素並びのなかで最大の応力値を採用した。

Fig. 4. 2-5 および Fig. 4. 2-6 から、ノズルの最大応力強さは、ほぼはり要素による結果と対応することがわかる。ただし、エルボ部の最大応力強さは、はり要素の結果の方が高目にでの傾向があり、 $120^\circ$  度、 $135^\circ$  度エルボの場合ははり要素の場合と増減の傾向が異なる。この点も含めてはり要素による計算結果との詳細な比較・検討については次章で述べる。

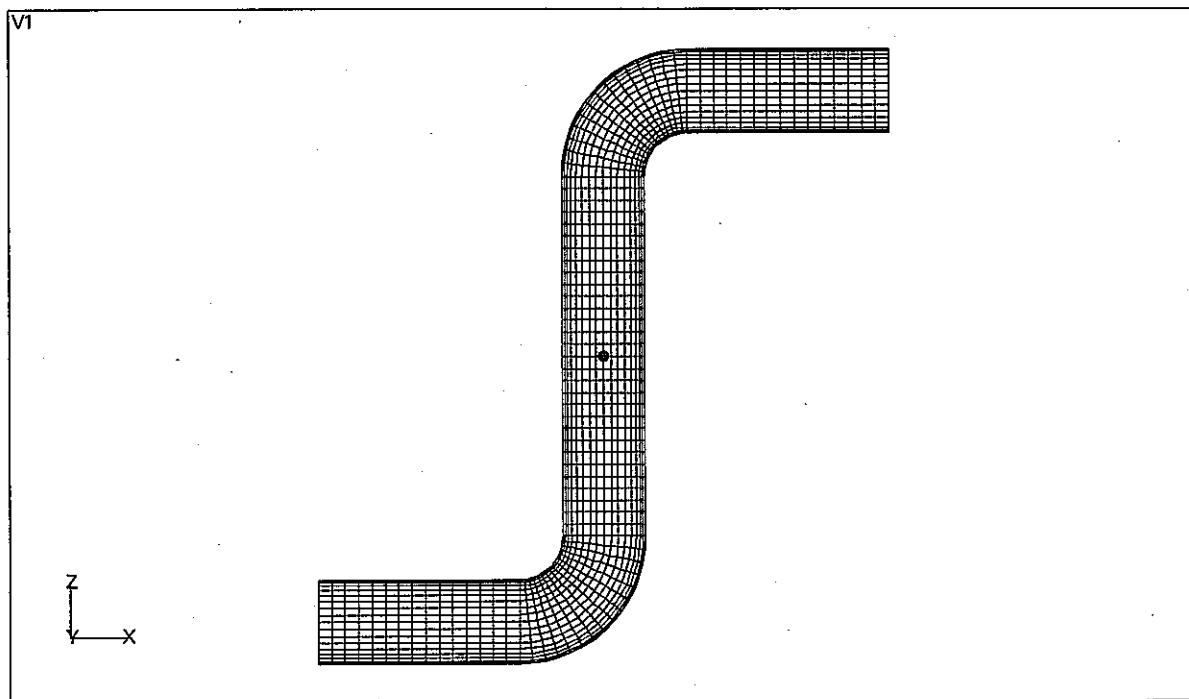


Fig.4.2-1 90° エルボの解析モデル

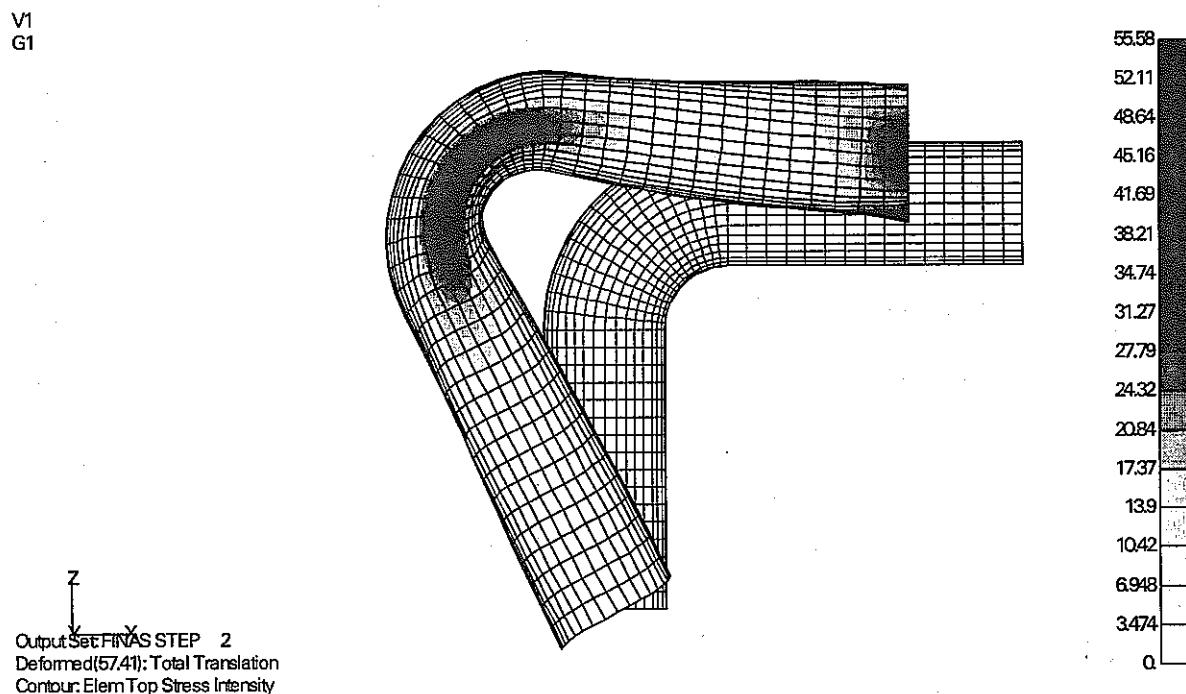


Fig.4.2-2 90° エルボの変形図および内表面の応力強さコンター

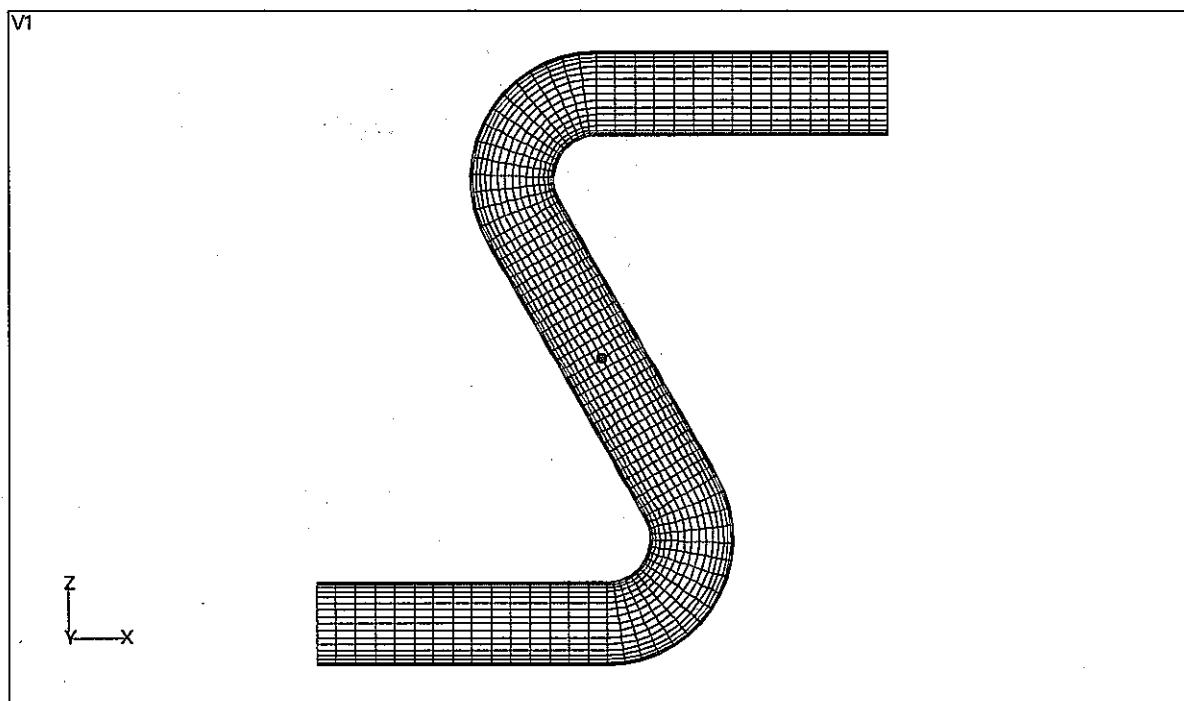


Fig.4.2-3 120° エルボの解析モデル

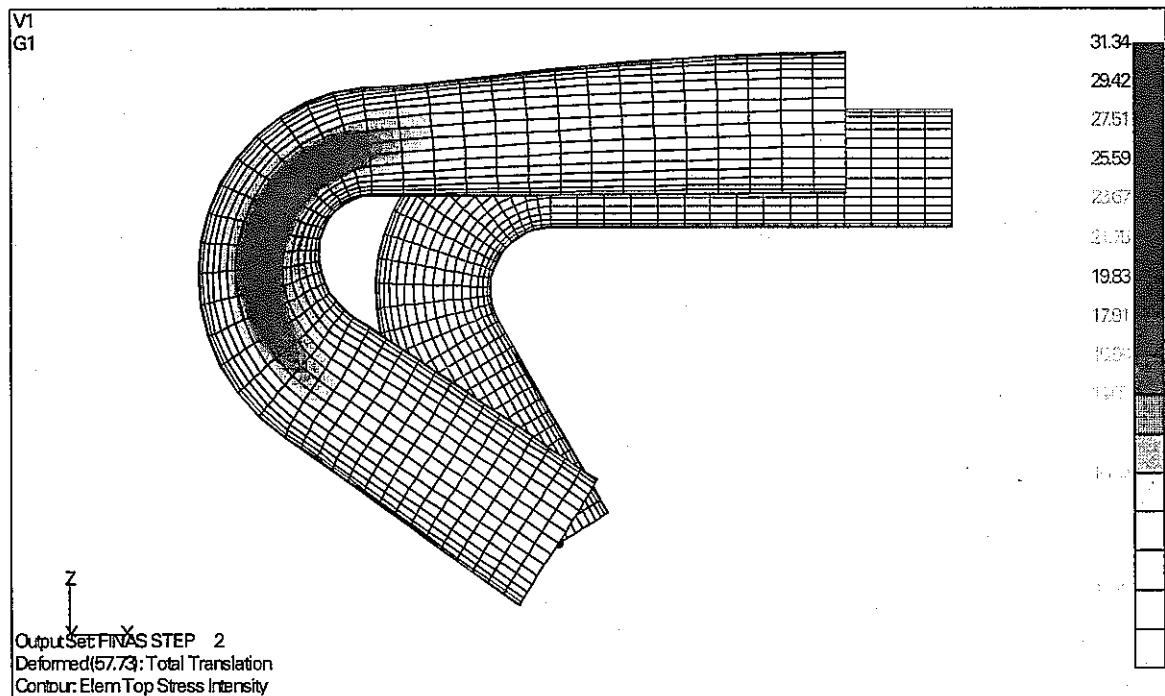


Fig.4.2-4 120° エルボの変形図および内表面の応力強さコンター

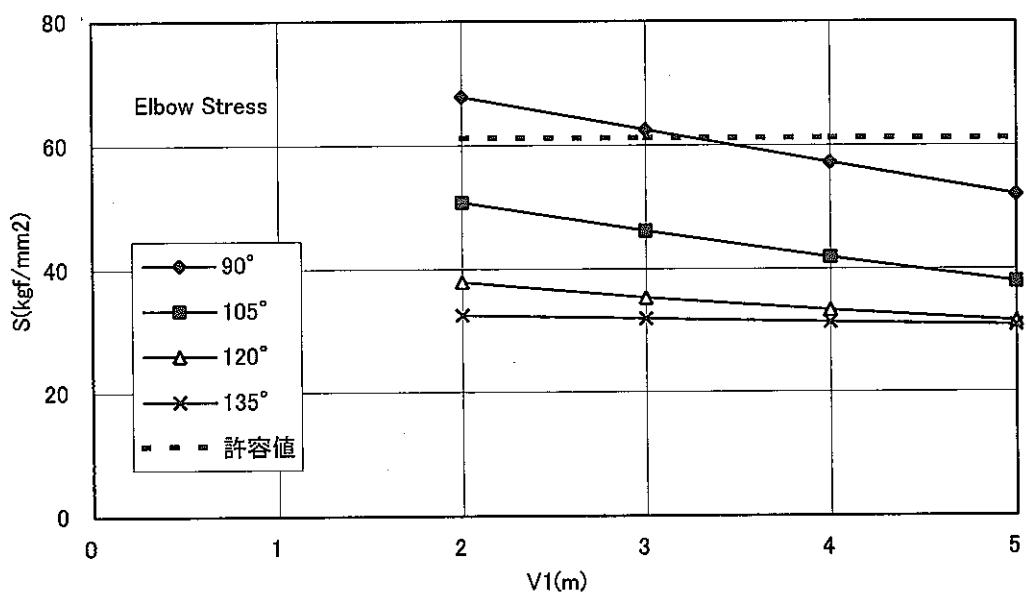


Fig.4.2-5 シェル要素解析によるエルボ部の応力強さ

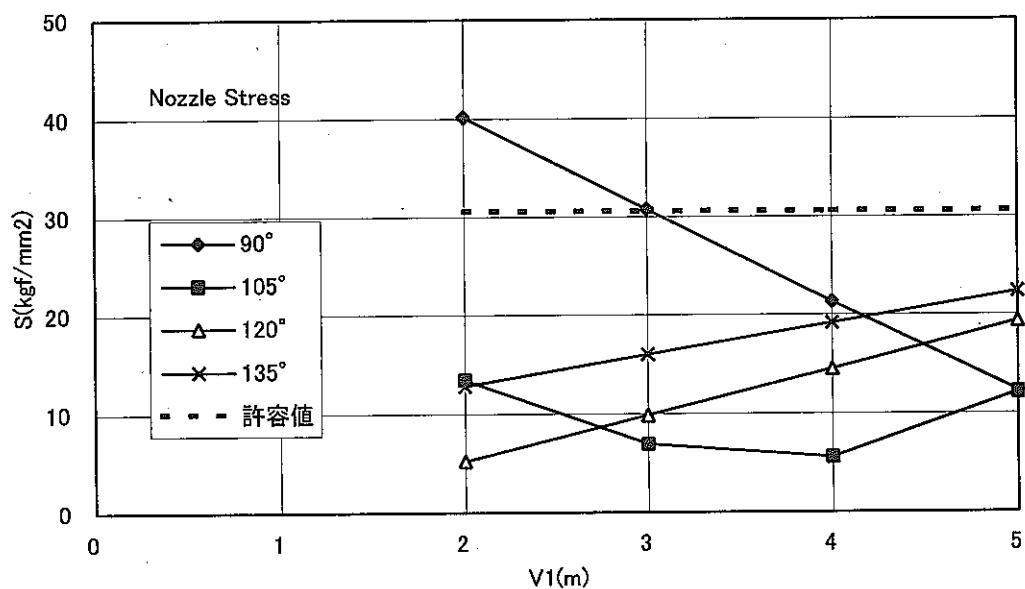


Fig.4.2-6 シェル要素解析によるノズル部の応力強さ

## 5. 評価・検討

### 5. 1 はり要素による計算とシェル要素による詳細計算の比較

$V=6m$  の場合の中心に関して点対称となる配管系の右半分について、各位置の断面力および応力の計算結果を比較して以下の表に示す。

90 度エルボ TABLE 5.1-1～TABLE 5.1-4

105 度エルボ TABLE 5.1-5～TABLE 5.1-8

120 度エルボ TABLE 5.1-9～TABLE 5.1-12

135 度エルボ TABLE 5.1-13～TABLE 5.1-16

ここでシェル要素の計算結果は以下のように求めた。

同一円周断面内のリング状要素並びを取り出し、各要素の面内中心点の管軸方向応力成分を円周方向に数値積分し、リング状円周断面の断面引張り力  $F_{AX}$  および曲げモーメント  $M_Y$  を計算した。ただし両端（中心側の直管中央部およびノズル側の直管終点端部）の  $M_Y$  は節点反力から計算した。各リング状要素並びに対して、各要素面内中心位置のトレスカ応力強さの最大値として、同リング断面の  $S_{TRESCA}$  とした。エルボ部分に関しては、配管系中心側端部、中央部、ノズル側端部の 3 断面に加えて、 $S_{TRESCA}$  が最大となる最大応力断面の結果を示した。

配管はり要素の計算結果は以下のように表示した。断面力  $F_{AX}$  および  $M_Y$  は各はり要素接続境界の計算結果そのものである。断面合計モーメント  $M_{IS}$  を用いて告示 501 号の簡易式により応力評価した結果を  $S_{501}$  として示した。

$$M_{IS} = (M_x^2 + M_y^2 + M_z^2)^{1/2}$$

$$S_{501} = C_1 p D / (2 t) + C_2 M_{IS} / Z$$

$$\text{直管部 } C_1 = 1.0, \quad C_2 = 1.0, \quad C_1 p D / (2 t) = 0.455$$

$$\text{エルボ部 } C_1 = 1.484, \quad C_2 = 11.691, \quad C_1 p D / (2 t) = 0.676$$

本報告の計算条件では面内強制変位による面内曲げであり、 $M_x = M_z = 0$  であり、合計モーメント  $M_{IS}$  は  $M_y$  の絶対値に等しくなる。 $V_1 = 3 m$  のケースについて横軸を中心点からの配管中心軸の展開長さ  $X$  (mm) として、断面力  $F_{AX}$  (ton)、 $M_y$  (ton · m) および応力評価値  $S$  (kgf/mm<sup>2</sup>) を比較してプロットした結果を Fig. 5.1-1 (90 度エルボ)、Fig. 5.1-2 (105 度エルボ)、Fig. 5.1-3 (120 度エルボ) および Fig. 5.1-4 (135 度エルボ) に示す。

図からわかるように、断面力  $F_{AX}$  および  $M_y$  の長手方向分布はシェル要素解析とはり要素解析で大きな差はない。配管系中心側直管では面内曲げ  $M_y$  が相対的に小さくなる（中心点で 0）。応力値も小さくなる。ここでのはり要素による応力評価値  $S_{501}$  はシェル要素計算値に  $S_{TRESCA}$  に比べてかなり小さくなる。

これは  $S_{501}$  評価式が曲げ荷重を主体とした場合の簡易式であるからと考えられるが、応力値自体が小さいため、設計上この領域がクリティカルとなる場合はない。

エルボ中央部での  $S_{501}$  は  $S_{TRESCA}$  に比べて大きな差がなく良好な近似となっているが、エルボ端部では両者に大きな差が生じるケースが多くみられる。これははり要素に基づく  $S_{501}$  評価式が、曲げ荷重主体で端部効果を無視し、エルボ全領域の一様な断面扁平化を仮定した関数近似解をもとにした簡易式であるためと考えられる。シェル解析結果から分かるように端部で最大曲げモーメントとなるケースであっても、同部では接続直管の拘束を受けて偏平化が抑制され、応力値は簡易評価値よりも小さくなり、最大応力はより中央側で生ずる。図および表から分かるように、このようなケースでは最大曲げモーメントとなる端部での簡易評価値と中央部での簡易評価値の平均値を取ることで、簡便にシェル計算値よりも少し大きめの評価値が得られる。このように、応力強さを修正した値を TABLE 5.1-1～TABLE 5.1-16 に括弧で併記している。

ノズル部については、ノズル側直管端部で曲げ荷重  $M_y$  が最大値となるケースが多く、シェル解析による  $S_{TRESCA}$  が  $S_{501}$  を少し上回るケースが多い。これはシェル解析ではノズルを剛体とみなして境界変位を与えていたため、端部拘束による影響が現れたためと考えられる。端部から 3 番目の要素並びの  $S_{TRESCA}$  は  $S_{501}$  とかなり近い値となり、この影響が減衰しているものと思われる。

参考として、はり要素の計算により得られたノズル部の簡易応力評価値を、横軸を鉛直高さ  $V$ 、エルボ角度と液面下高さ  $V1$  をパラメータとして Fig. 5.1-5 に、エルボ部の簡易応力評価値を Fig. 5.1-6 に示す。なお、エルボ部の最大応力の評価については、上述のシェル要素計算とはり要素計算ベースの評価との比較結果を踏まえて、エルボ端部で最大曲げモーメントとなるケースでは、同端部での評価値とエルボ中央部での評価値の平均値を最大応力と置いた。さらに、これに基づいて Fig. 5.1-7 に前章の Fig. 4.1-15 と同様に、エルボの角度ごとに制限値を満足する寸法をプロットした。Fig. 4.1-15 の場合に比べて成立する点数がかなり増えている。なお、エルボ部応力の最小値は 120 度エルボの  $V=8m, V1=4m$  の場合で、 $29.0 \text{ kg/mm}^2$  である。

TABLE 5.1-1 90° エルボ計算結果の比較 ( $V = 6\text{ m}$ ,  $V_1 = 2\text{ m}$ )

項目 位置	シェル要素			配管はり要素		
	$F_{AX}$ ton	$M_Y$ ton m	$S_{TRESCA}$ kgf/mm <sup>2</sup>	$F_{AX}$ ton	$M_Y$ ton m	$S_{501}$ kgf/mm <sup>2</sup>
直管中央	-169.8	0.0	16.47	-180.6	0.0	0.46
直管終点	-169.8	-100.9	35.20	-180.6	-98.53	9.36
エルボ始点	-172.1	-106.3	44.86	-180.6	-98.53	104.72 (95.22)
$\theta = 39^\circ$	-161.8	-96.19	67.78			
$\theta = 45^\circ$	-153.2	-87.86	67.50	-161.9	-80.54	85.72
エルボ終点	-50.22	11.57	40.58	-48.42	29.00	31.80
直管始点	-40.68	34.18	33.71	-48.42	29.00	3.08
3番目要素		364.1	40.14			
直管終点	-40.68	431.0	68.00	-48.42	441.5	40.34

□ : シェル要素、はり要素それぞれのエルボ部最大値、() : 最大応力の修正値

TABLE 5.1-2 90° エルボ計算結果の比較 ( $V = 6\text{ m}$ ,  $V_1 = 3\text{ m}$ )

項目 位置	シェル要素			配管はり要素		
	$F_{AX}$ ton	$M_Y$ ton m	$S_{TRESCA}$ kgf/mm <sup>2</sup>	$F_{AX}$ ton	$M_Y$ ton m	$S_{501}$ kgf/mm <sup>2</sup>
直管中央	-129.0	0.0	14.26	-139.2	0.0	0.46
直管終点	-129.0	-86.07	31.85	-139.2	-83.24	7.97
エルボ始点	-131.0	-90.72	40.79	-139.2	-83.24	88.58 (82.55)
$\theta = 39^\circ$	-125.3	-85.13	62.49			
$\theta = 45^\circ$	-119.0	-78.99	62.35	-127.3	-71.82	76.52
エルボ終点	-40.50	-3.23	37.27	-40.91	11.60	12.92
直管始点	-33.15	14.24	29.91	-40.91	11.60	1.50
3番目要素		269.5	30.74			
直管終点	-33.15	321.3	51.76	-40.91	329.6	30.22

□ : シェル要素、はり要素それぞれのエルボ部最大値、() : 最大応力の修正値

TABLE 5.1-3 90° エルボ計算結果の比較 ( $V = 6 \text{ m}$ ,  $V_1 = 4 \text{ m}$ )

項目 位置	シェル要素			配管はり要素		
	$F_{AX}$ ton	$M_Y$ ton m	$S_{TRESCA}$ kgf/mm <sup>2</sup>	$F_{AX}$ ton	$M_Y$ ton m	$S_{501}$ kgf/mm <sup>2</sup>
直管中央	-88.20	0.0	12.05	-97.79	0.0	0.46
直管終点	-88.20	-71.23	28.50	-97.79	-67.95	6.59
エルボ始点	-89.83	-75.13	36.72	-97.79	-67.95	72.43 (69.87)
$\theta = 45^\circ$	-84.78	-70.11	57.21	-92.76	-63.10	67.31
エルボ終点	-30.78	-18.02	34.11	-33.40	-5.80	6.80
直管始点	-25.62	-5.69	26.83	-33.40	-5.80	0.98
3番目要素 直管終点		174.9 211.6	21.34 35.57		217.6	20.11

□：シェル要素、はり要素それぞれのエルボ部最大値、()：最大応力の修正値

TABLE 5.1-4 90° エルボ計算結果の比較 ( $V = 6 \text{ m}$ ,  $V_1 = 5 \text{ m}$ )

項目 位置	シェル要素			配管はり要素		
	$F_{AX}$ ton	$M_Y$ ton m	$S_{TRESCA}$ kgf/mm <sup>2</sup>	$F_{AX}$ ton	$M_Y$ ton m	$S_{501}$ kgf/mm <sup>2</sup>
直管中央	-47.38	0.0	9.84	-56.40	0.0	0.46
直管終点	-47.38	-56.40	25.15	-56.40	-52.66	5.21
エルボ始点	-48.70	-59.54	32.65	-56.40	-52.66	56.29
$\theta = 45^\circ$	-50.58	-61.23	52.08	-58.18	-54.38	58.10
エルボ終点	-21.06	-32.81	31.16	-25.88	-23.20	25.18
直管始点	-18.09	-25.63	23.91	-25.88	-23.20	2.55
3番目要素 直管終点		80.34 101.9	12.32 20.42		105.7	10.00

□：シェル要素、はり要素それぞれのエルボ部最大値、()：最大応力の修正値

TABLE 5.1-5 105° エルボ計算結果の比較 ( $V = 6\text{ m}$ ,  $V_1 = 2\text{ m}$ )

項目 位置	シェル要素			配管はり要素		
	$F_{AX}$ ton	$M_Y$ ton m	$S_{TRESCA}$ kgf/mm <sup>2</sup>	$F_{AX}$ ton	$M_Y$ ton m	$S_{501}$ kgf/mm <sup>2</sup>
直管中央	-40.08	0.0	10.41	-48.48	0.0	0.46
直管終点	-40.08	-52.97	24.82	-48.48	-50.36	5.00
エルボ始点	-41.72	-56.28	32.23	-48.48	-50.36	53.85
$\theta = 45.5^\circ$	-45.99	-60.29	50.80			
$\theta = 52.5^\circ$	-43.71	-58.09	50.52	-51.13	-52.92	56.55
エルボ終点	-8.38	-24.06	27.64	-13.77	-16.86	18.48
直管始点	-4.95	-15.59	20.87	-13.77	-16.86	1.98
3番目要素 直管終点		111.1	13.43			
	-4.95	136.9	21.74	-13.77	133.8	12.54

□ : シェル要素、はり要素それぞれのエルボ部最大値、() : 最大応力の修正値

TABLE 5.1-6 105° エルボ計算結果の比較 ( $V = 6\text{ m}$ ,  $V_1 = 3\text{ m}$ )

項目 位置	シェル要素			配管はり要素		
	$F_{AX}$ ton	$M_Y$ ton m	$S_{TRESCA}$ kgf/mm <sup>2</sup>	$F_{AX}$ ton	$M_Y$ ton m	$S_{501}$ kgf/mm <sup>2</sup>
直管中央	-16.47	0.0	8.52	-25.84	0.0	0.46
直管終点	-16.47	-42.14	21.46	-25.84	-39.60	4.03
エルボ始点	-17.81	-44.82	28.14	-25.84	-39.60	42.49
$\theta = 52.5^\circ$	-24.52	-51.21	46.20	-32.73	-46.25	49.52
エルボ終点	-7.10	-34.49	26.26	-14.01	-28.18	30.44
直管始点	-5.21	-29.71	19.32	-14.01	-28.18	3.00
3番目要素 直管終点		42.41	6.93			
	-5.21	57.15	11.47	-14.01	57.11	5.61

□ : シェル要素、はり要素それぞれのエルボ部最大値、() : 最大応力の修正値

TABLE 5.1-7 105° エルボ計算結果の比較 ( $V = 6 \text{ m}$ ,  $V_1 = 4 \text{ m}$ )

項目 位置	シェル要素			配管はり要素		
	$F_{AX}$ ton	$M_Y$ ton m	$S_{TRESCA}$ kgf/mm <sup>2</sup>	$F_{AX}$ ton	$M_Y$ ton m	$S_{501}$ kgf/mm <sup>2</sup>
直管中央	7.13	0.0	6.64	-3.20	0.0	0.46
直管終点	7.13	-31.31	18.44	-3.20	-28.85	3.06
エルボ始点	6.10	-33.37	24.05	-3.20	-28.85	31.14
$\theta = 52.5^\circ$	-5.34	-44.33	41.89	-14.33	-39.59	42.48
エルボ終点	-5.83	-44.91	25.08	-14.25	-39.51	42.40
直管始点	-5.46	-43.84	26.83	-14.25	-39.51	4.02
3番目要素 直管終点		-26.26	5.58			
	-5.46	-22.58	6.09	-14.25	-19.56	2.22

□ : シェル要素、はり要素それぞれのエルボ部最大値、() : 最大応力の修正値

TABLE 5.1-8 105° エルボ計算結果の比較 ( $V = 6 \text{ m}$ ,  $V_1 = 5 \text{ m}$ )

項目 位置	シェル要素			配管はり要素		
	$F_{AX}$ ton	$M_Y$ ton m	$S_{TRESCA}$ kgf/mm <sup>2</sup>	$F_{AX}$ ton	$M_Y$ ton m	$S_{501}$ kgf/mm <sup>2</sup>
直管中央	30.74	0.0	5.50	19.44	0.0	0.46
直管終点	30.74	-20.48	15.64	19.44	-18.09	2.09
エルボ始点	30.01	-21.91	19.98	19.44	-18.09	19.78
$\theta = 52.5^\circ$	13.84	-37.45	37.58	4.06	-32.93	35.45
$\theta = 59.5^\circ$	11.03	-40.16	37.90			
エルボ終点	-4.55	-55.33	24.13	-14.49	-50.84	54.36 (44.91)
直管始点	-5.72	-57.96	17.27	-14.49	-50.84	5.05
3番目要素 直管終点		-94.93	12.20			
	-5.72	-102.3	13.90	-14.49	-96.24	9.15

□ : シェル要素、はり要素それぞれのエルボ部最大値、() : 最大応力の修正値

TABLE 5.1-9 120° エルボ計算結果の比較 ( $V = 6 \text{ m}$ ,  $V_1 = 2 \text{ m}$ )

項目 位置	シェル要素			配管はり要素		
	$F_{AX}$ ton	$M_Y$ ton m	$S_{TRESCA}$ kgf/mm <sup>2</sup>	$F_{AX}$ ton	$M_Y$ ton m	$S_{501}$ kgf/mm <sup>2</sup>
直管中央	15.50	0.0	5.33	4.10	0.0	0.46
直管終点	15.50	-23.72	15.15	4.10	-22.35	2.47
エルボ始点	14.54	-25.46	19.49	4.10	-22.35	24.28
$\theta = 60^\circ$	1.25	-38.20	37.46	-8.75	-34.75	37.37
$\theta = 68^\circ$	-0.20	-39.60	37.86			
エルボ終点	-3.80	-43.19	23.49	-12.85	-38.71	41.55 (39.46)
直管始点	-3.74	-42.86	16.03	-12.85	-38.71	3.95
3番目要素 直管終点		-36.02	5.22			
	-3.74	-34.53	4.89	-12.85	-29.84	3.15

□ : シェル要素、はり要素それぞれのエルボ部最大値、() : 最大応力の修正値

TABLE 5.1-10 120° エルボ計算結果の比較 ( $V = 6 \text{ m}$ ,  $V_1 = 3 \text{ m}$ )

項目 位置	シェル要素			配管はり要素		
	$F_{AX}$ ton	$M_Y$ ton m	$S_{TRESCA}$ kgf/mm <sup>2</sup>	$F_{AX}$ ton	$M_Y$ ton m	$S_{501}$ kgf/mm <sup>2</sup>
直管中央	29.96	0.0	4.33	17.54	0.0	0.46
直管終点	29.96	-15.52	12.48	17.54	-14.38	1.75
エルボ始点	29.28	-16.74	15.55	17.54	-14.38	15.86
$\theta = 60^\circ$	12.58	-32.78	33.88	1.82	-29.55	31.88
$\theta = 76^\circ$	6.67	-38.49	35.31			
エルボ終点	-5.86	-50.69	23.37	-15.72	-46.48	49.76 (40.82)
直管始点	-6.88	-53.02	16.09	-15.72	-46.48	4.65
3番目要素 直管終点		-85.64	9.85			
	-6.88	-92.17	11.58	-15.72	-83.50	8.00

□ : シェル要素、はり要素それぞれのエルボ部最大値、() : 最大応力の修正値

TABLE 5.1-11 120° エルボ計算結果の比較 ( $V = 6 \text{ m}$ ,  $V_1 = 4 \text{ m}$ )

項目 位置	シェル要素			配管はり要素		
	$F_{AX}$ ton	$M_Y$ ton m	$S_{TRESCA}$ kgf/mm <sup>2</sup>	$F_{AX}$ ton	$M_Y$ ton m	$S_{501}$ kgf/mm <sup>2</sup>
直管中央	44.42	0.0	3.33	30.98	0.0	0.46
直管終点	44.42	-7.32	9.83	30.98	-6.41	1.03
エルボ始点	44.03	-8.03	12.57	30.98	-6.41	7.44
$\theta = 60^\circ$	23.91	-27.36	30.31	12.89	-24.35	26.39
$\theta = 84^\circ$	10.04	-40.76	33.28			
エルボ終点	-7.91	-58.20	23.37	-18.59	-54.26	57.97 (42.18)
直管始点	-10.01	-63.18	16.31	-18.59	-54.26	5.36
3番目要素 直管終点		-135.3	14.51			
	-10.01	-149.8	18.28	-18.59	-137.2	12.84

□ : シェル要素、はり要素それぞれのエルボ部最大値、() : 最大応力の修正値

TABLE 5.1-12 120° エルボ計算結果の比較 ( $V = 6 \text{ m}$ ,  $V_1 = 5 \text{ m}$ )

項目 位置	シェル要素			配管はり要素		
	$F_{AX}$ ton	$M_Y$ ton m	$S_{TRESCA}$ kgf/mm <sup>2</sup>	$F_{AX}$ ton	$M_Y$ ton m	$S_{501}$ kgf/mm <sup>2</sup>
直管中央	58.89	0.0	3.17	44.42	0.0	0.46
直管終点	58.89	0.88	7.33	44.42	1.56	0.60
エルボ始点	58.77	0.69	9.81	44.42	1.56	2.32
$\theta = 60^\circ$	35.24	-21.94	26.75	22.96	-19.15	20.90
$\theta = 84^\circ$	16.27	-40.25	31.52			
エルボ終点	-9.97	-65.70	23.46	-21.46	-62.03	66.18 (43.54)
直管始点	-13.15	-73.34	16.66	-21.46	-62.03	6.06
3番目要素 直管終点		-184.9 -207.4	19.37 24.98			17.69

□ : シェル要素、はり要素それぞれのエルボ部最大値、() : 最大応力の修正値

TABLE 5.1-13 135° エルボ計算結果の比較 ( $V = 6 \text{ m}$ ,  $V_1 = 2 \text{ m}$ )

項目 位置	シェル要素			配管はり要素		
	$F_{AX}$ ton	$M_Y$ ton m	$S_{TRESCA}$ kgf/mm <sup>2</sup>	$F_{AX}$ ton	$M_Y$ ton m	$S_{501}$ kgf/mm <sup>2</sup>
直管中央	41.88	0.0	2.38	27.97	0.0	0.46
直管終点	41.88	-3.11	6.47	27.97	-3.14	0.74
エルボ始点	41.62	-3.55	8.68	27.97	-3.14	3.99
$\theta = 67.5^\circ$	21.05	-23.30	26.70	9.19	-21.26	23.13
$\theta = 103.5^\circ$	1.76	-41.91	32.49			
エルボ終点	-10.90	-54.23	23.37	-20.94	-50.34	53.84 (38.49)
直管始点	-12.75	-58.74	15.61	-20.94	-50.34	5.00
3番目要素 直管終点	-12.75	-124.5	12.82			
		-137.7	15.61	-20.94	-123.3	11.60

□ : シェル要素、はり要素それぞれのエルボ部最大値、() : 最大応力の修正値

TABLE 5.1-14 135° エルボ計算結果の比較 ( $V = 6 \text{ m}$ ,  $V_1 = 3 \text{ m}$ )

項目 位置	シェル要素			配管はり要素		
	$F_{AX}$ ton	$M_Y$ ton m	$S_{TRESCA}$ kgf/mm <sup>2</sup>	$F_{AX}$ ton	$M_Y$ ton m	$S_{501}$ kgf/mm <sup>2</sup>
直管中央	50.85	0.0	2.45	36.12	0.0	0.46
直管終点	50.85	3.19	5.52	36.12	2.89	0.72
エルボ始点	50.82	3.16	8.11	36.12	2.89	3.73
$\theta = 67.5^\circ$	27.63	-19.11	23.80	15.22	-17.28	18.92
$\theta = 103.5^\circ$	3.00	-42.88	31.91			
エルボ終点	-14.11	-59.50	23.74	-24.47	-55.59	59.38 (39.15)
直管始点	-16.68	-65.82	16.06	-24.47	-55.59	5.48
3番目要素 直管終点	-16.68	-159.0	16.00	-24.47	-159.9	14.90
		-177.9	19.94			

□ : シェル要素、はり要素それぞれのエルボ部最大値、() : 最大応力の修正値

TABLE 5.1-15 135° エルボ計算結果の比較 ( $V = 6 \text{ m}$ ,  $V_1 = 4 \text{ m}$ )

項目 位置	シェル要素			配管はり要素		
	$F_{AX}$ ton	$M_Y$ ton m	$S_{TRESCA}$ kgf/mm <sup>2</sup>	$F_{AX}$ ton	$M_Y$ ton m	$S_{501}$ kgf/mm <sup>2</sup>
直管中央	59.81	0.0	2.89	44.27	0.0	0.46
直管終点	59.81	9.49	6.78	44.27	8.92	1.26
エルボ始点	60.02	9.88	9.41	44.27	8.92	10.10
$\theta = 67.5^\circ$	34.21	-14.93	20.91	21.25	-13.30	14.72
$\theta = 103.5^\circ$	4.24	-43.84	31.35			
エルボ終点	-17.32	-64.76	24.15	-28.00	-60.84	64.92 (39.82)
直管始点	-20.62	-72.91	16.56	-28.00	-60.84	5.95
3番目要素 直管終点		-193.6	19.18			
	-20.62	-218.0	24.28	-28.00	-196.5	18.20

□：シェル要素、はり要素それぞれのエルボ部最大値、()：最大応力の修正値

TABLE 5.1-16 135° エルボ計算結果の比較 ( $V = 6 \text{ m}$ ,  $V_1 = 5 \text{ m}$ )

項目 位置	シェル要素			配管はり要素		
	$F_{AX}$ ton	$M_Y$ ton m	$S_{TRESCA}$ kgf/mm <sup>2</sup>	$F_{AX}$ ton	$M_Y$ ton m	$S_{501}$ kgf/mm <sup>2</sup>
直管中央	68.78	0.0	3.69	52.42	0.0	0.46
直管終点	68.78	15.80	8.29	52.42	14.95	1.81
エルボ始点	69.22	16.59	11.34	52.42	14.95	16.46
$\theta = 67.5^\circ$	40.79	-10.74	18.04	27.28	-9.31	10.51
$\theta = 112.5^\circ$	-3.61	-53.57	30.87			
エルボ終点	-20.53	-70.02	24.59	-31.54	-66.08	70.46 (40.49)
直管始点	-24.55	-80.00	17.10	-31.54	-66.08	6.42
3番目要素 直管終点		-228.1	22.36			
	-24.55	-258.2	28.63	-31.54	-233.0	21.50

□：シェル要素、はり要素それぞれのエルボ部最大値、()：最大応力の修正値

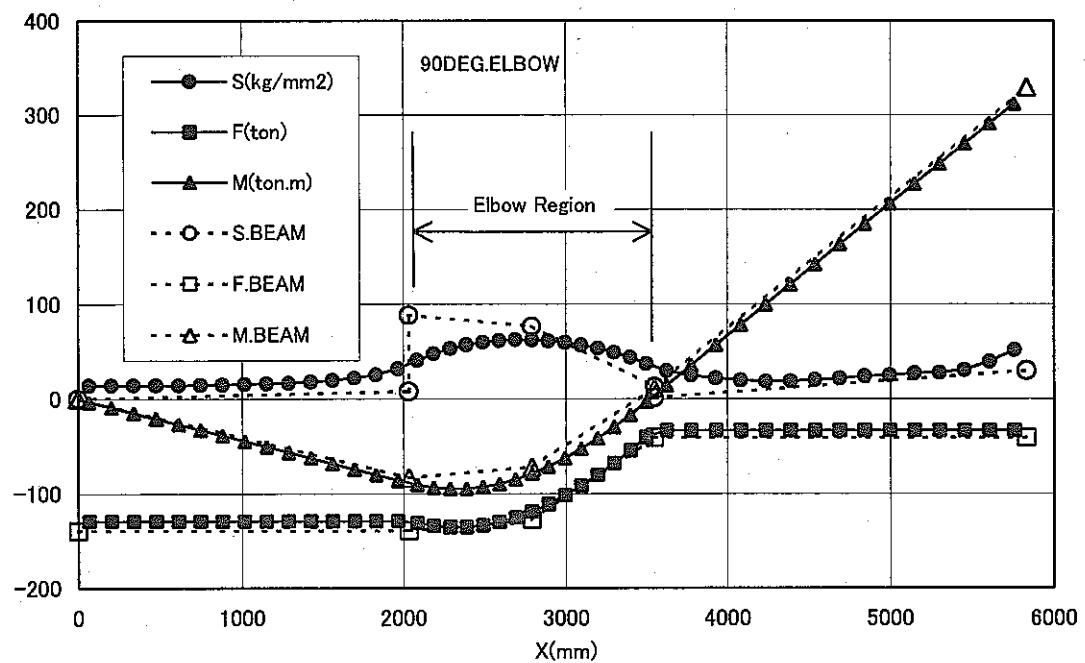


Fig.5.1-1 断面力および応力の長手方向分布 (90 度、 $V_1=3m$ )

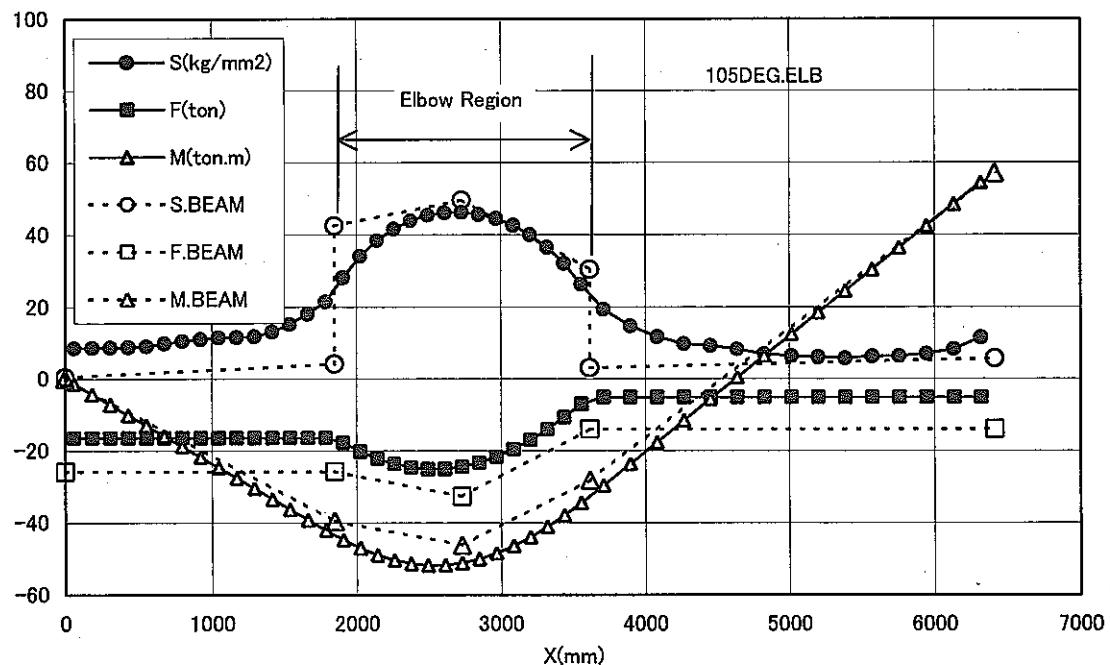


Fig.5.1-2 断面力および応力の長手方向分布 (105 度、 $V_1=3m$ )

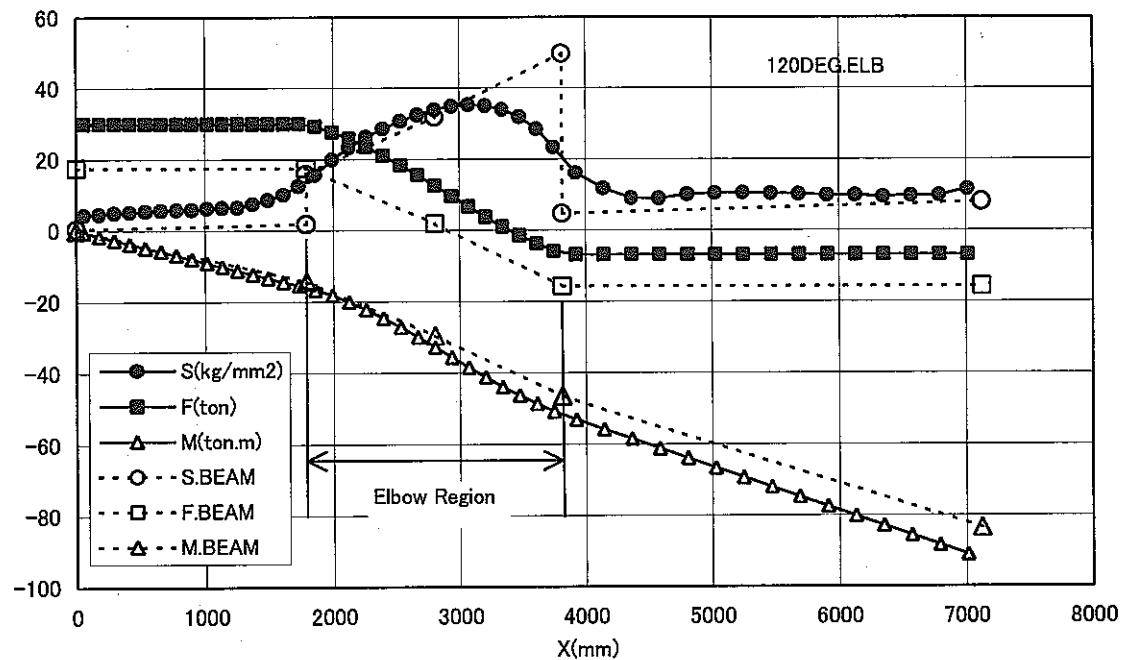


Fig.5.1-3 断面力および応力の長手方向分布 (120 度、 $V_1=3m$ )

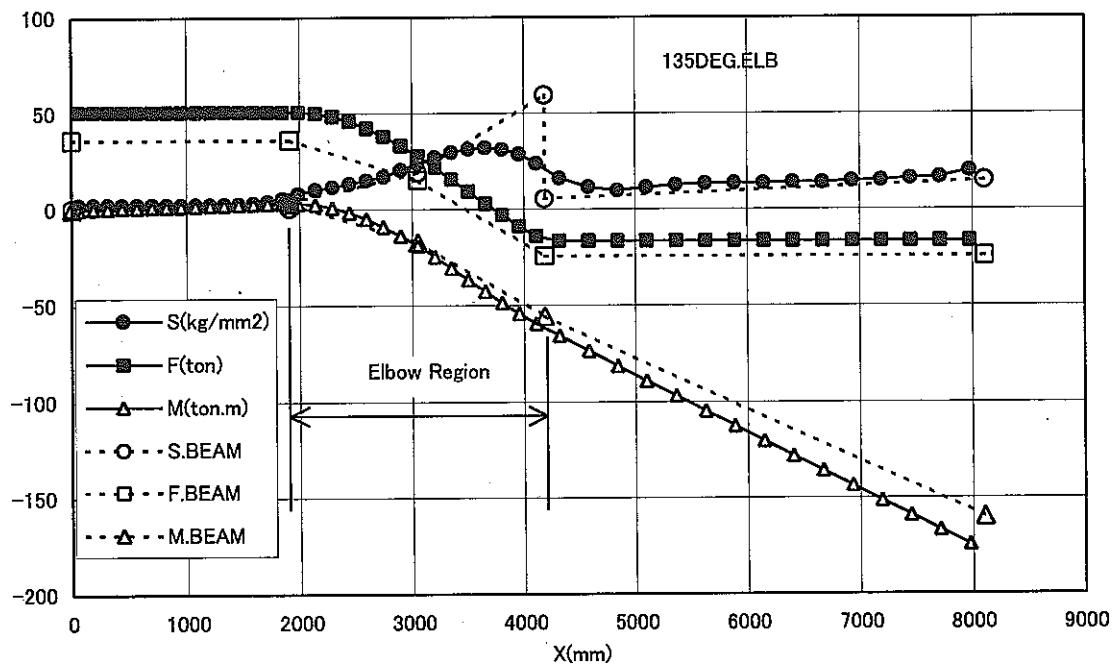


Fig.5.1-4 断面力および応力の長手方向分布 (135 度、 $V_1=3m$ )

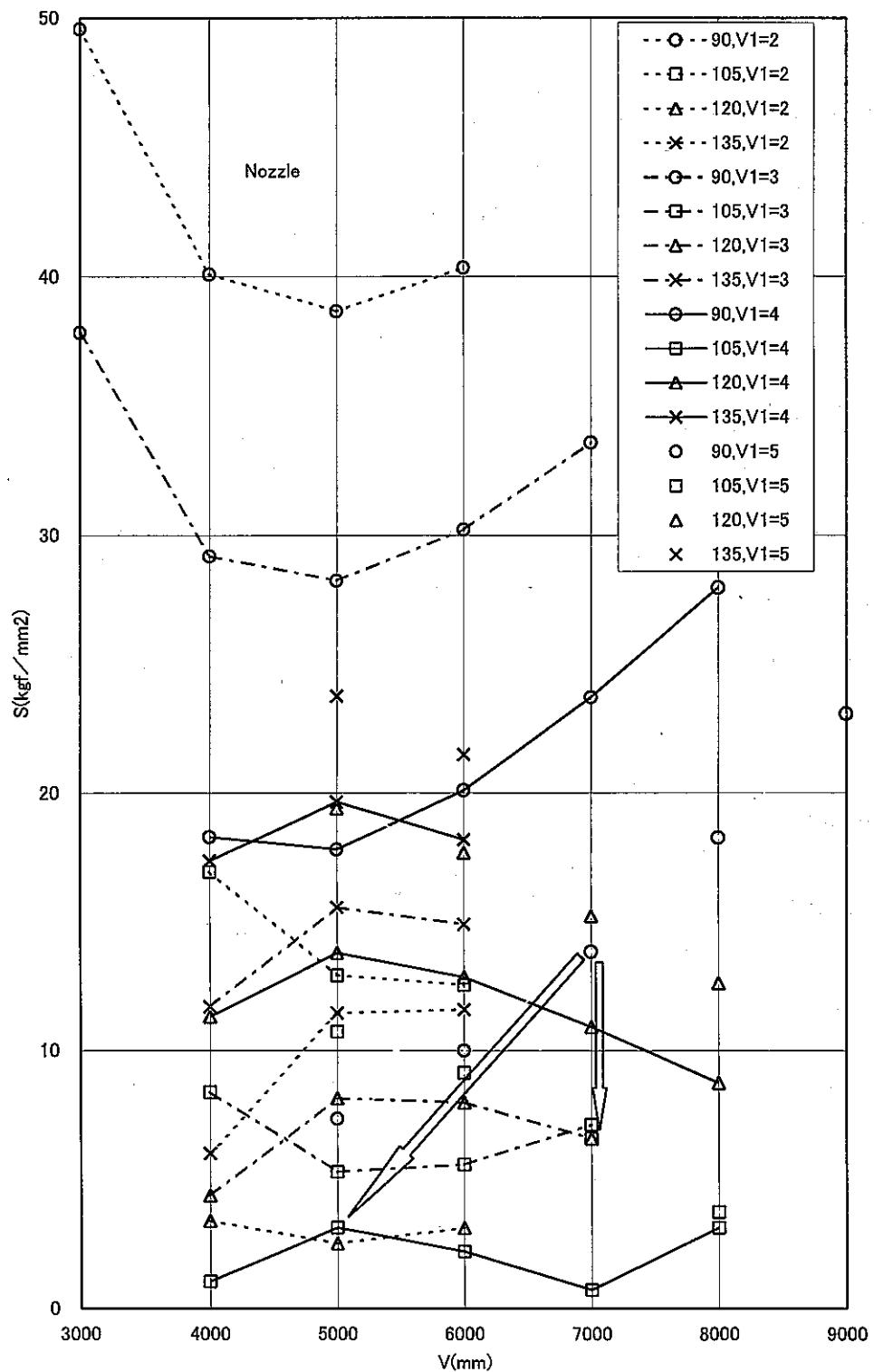


Fig.5.1-5 はり要素計算によるノズル部の応力と寸法の関係

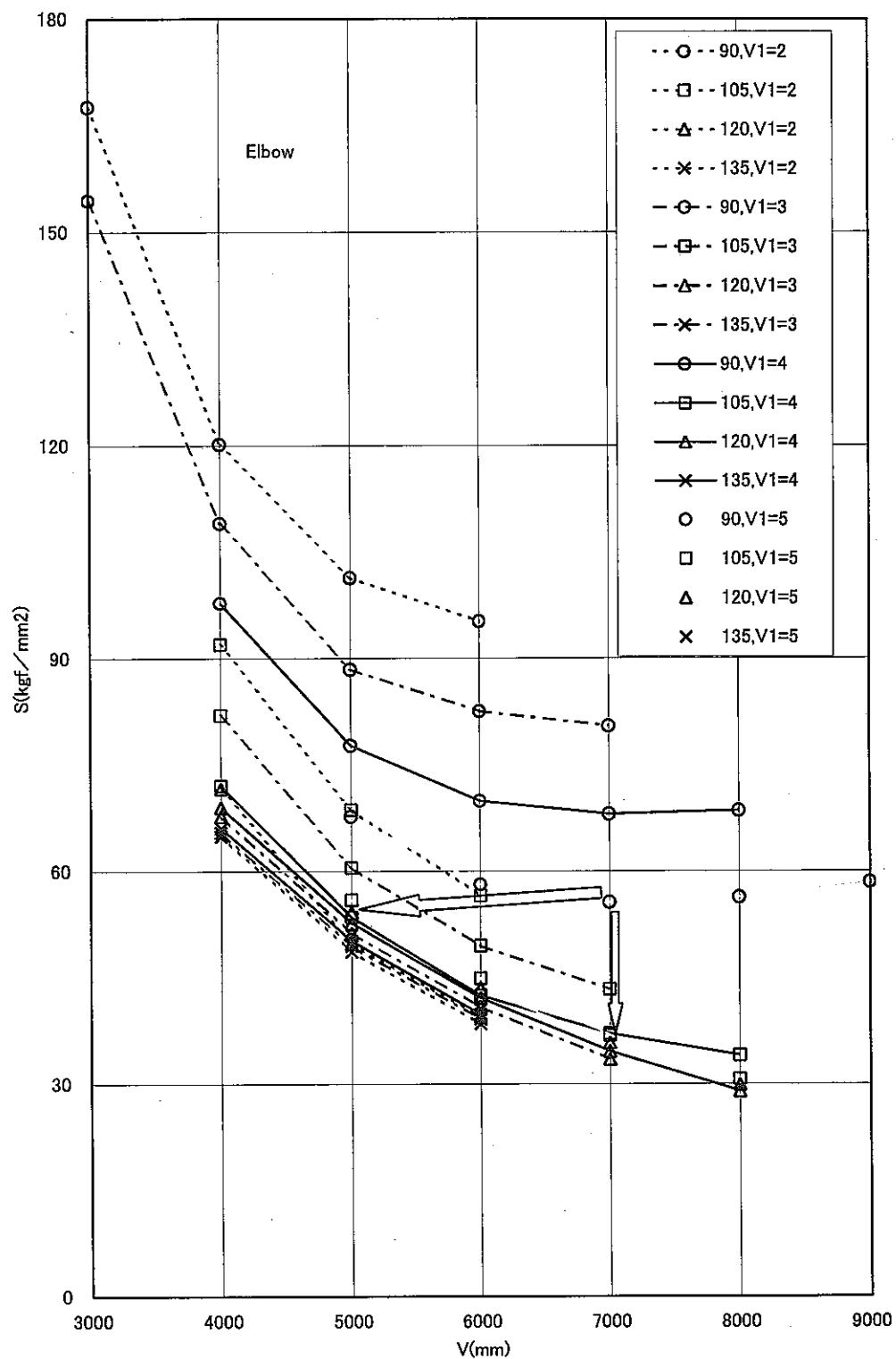


Fig.5.1-6 はり要素計算によるエルボ部の応力と寸法の関係(応力値修正)

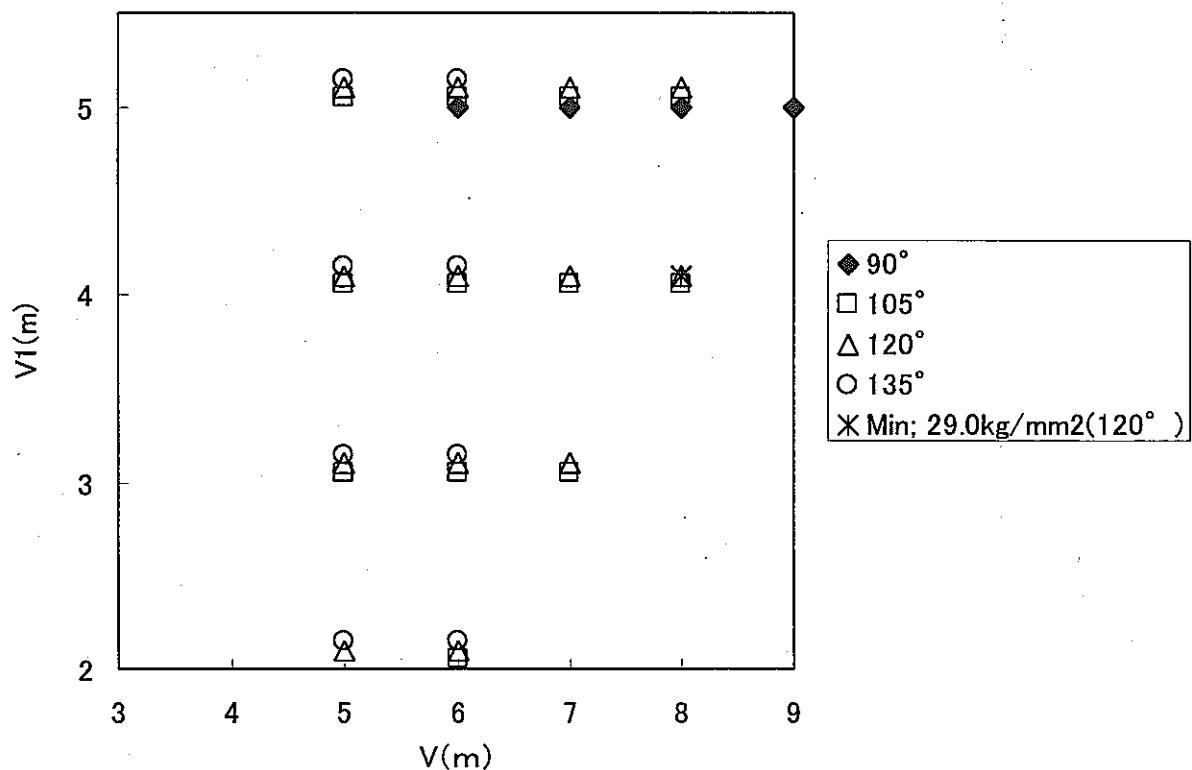


Fig.5.1-7 設計成立寸法(エルボ部応力修正)

## 5. 2 配管引回し寸法と発生応力の関係

配管系自身の熱膨張を差し引いた実質的な弾性変位量は、付録 A. 2 を参考にして計算すると以下のようになる。

$$\Delta H_E(\text{mm}) = -61.707 - H(\text{mm}) \times \alpha_{\text{高Cr}} \times 530$$

$$= -61.707 - H \times 6.5455 \times 10^{-3}$$

$$= -104.253 \quad (H=6.5\text{m} \text{の場合})$$

$$\Delta V_E(\text{mm}) = -3.614 + V_1(\text{mm}) \times \alpha_{\text{SUS}} \times 530 - V(\text{mm}) \times \alpha_{\text{高Cr}} \times 530$$

$$= -3.614 + V_1 \times 9.7149 \times 10^{-3} - V \times 6.5455 \times 10^{-3}$$

$$= -23.457 \quad (V=6\text{m}, V_1=2\text{m} \text{の場合})$$

$$= -13.742 \quad (V=6\text{m}, V_1=3\text{m} \text{の場合})$$

$$= -4.027 \quad (V=6\text{m}, V_1=4\text{m} \text{の場合})$$

$$= 5.688 \quad (V=6\text{m}, V_1=5\text{m} \text{の場合})$$

配管系は中心位置に関して点対称であり、半分（水平長さ  $H/2$  および垂直高さ  $V/2$ ）について考えれば、ノズル側端部を固定端として先端に強制変位 ( $\Delta H_E/2$ ,  $\Delta V_E/2$ ) を与えた片持ち曲がり梁とみなせる。

S 字配管引回し寸法と発生応力の関係については、前章の 4.1 節に記したとおりである。例えば、付録 A. 1 のような制約条件から寸法範囲を設定し、パラメトリックな計算を行うことで、発生する応力の傾向および制限値を満たす範囲を特定できる。

ここでは、スクリーニングの方法として、発生応力をはり理論[4]に基づいて評価する方法の展開を試みる。

### (1) 境界条件

Fig. 5.2-1 に示すような 1/2 モデルについて考える。XZ 平面上でのみ変形が許される面内曲げ問題とする。点  $j$  の変位を次式で表す ( $j = 1, 4$ )。

$u_j$  X 軸方向変位 (mm)

$v_j$  Z 軸方向変位 (mm)

$\beta_j$  XZ 面内右回り回転変位 (Y 軸回り回転角度、radian)

点 1 を固定し、点 4 に X 方向荷重  $F$  (kgf) および Z 方向荷重  $G$  (kgf) を加える。点  $j$  の Y 軸回り曲げモーメントを  $M_j$  (kgfmm) とする。

固定端 点 1  $u_1 = 0, v_1 = 0, \beta_1 = 0$

荷重端 点 4  $F$  および  $G$  を負荷する。 $M_4 = 0$

### (2) モーメント分布

一本の直列梁であるので荷重FおよびGはすべての位置で等しい。各点の曲げモーメントは以下のようになる。

$$\text{点 } 3 \quad M_3 = -(F \sin \theta + G \cos \theta) L_{34}$$

$$\text{点 } 2 \quad M_2 = M_3 - F R(1 - \cos \theta) - G R \sin \theta$$

$$= -F \{L_{34} \sin \theta + R(1 - \cos \theta)\} - G (L_{34} \cos \theta + R \sin \theta)$$

$$\text{点 } 1 \quad M_1 = M_2 - G L_{12}$$

$$= -F \{L_{34} \sin \theta + R(1 - \cos \theta)\} - G (L_{12} + L_{34} \cos \theta + R \sin \theta)$$

点3, 4間の任意位置のモーメントは点3からの距離をsとして次式で与えられる。

$$\text{点 } 3, 4 \text{ 間 } M = -(F \sin \theta + G \cos \theta) (L_{34} - s)$$

点2, 3間（エルボ）の任意位置のモーメントは各度変数を $\alpha$ （点2で0、点3で $\theta$ ）とすると、次式で与えられる。

$$\text{点 } 2, 3 \text{ 間 } M = M_3 - F R(\cos \alpha - \cos \theta) + G R(\sin \alpha - \sin \theta)$$

点1, 2間の任意位置のモーメントは点1からの距離をsとして次式で与えられる。

$$\text{点 } 1, 2 \text{ 間 } M = M_2 - G (L_{12} - s)$$

### (3) 各点の変位

点2の変位は次式で与えられる。

$$u_2 = F L_{12} / EA$$

$$v_2 = G L_{12}^3 / 3EI - M_2 L_{12}^2 / 2EI$$

$$= F \{L_{34} \sin \theta + R(1 - \cos \theta)\} L_{12}^2 / 2EI$$

$$+ G \{(L_{34} \cos \theta + R \sin \theta) L_{12}^2 / 2EI + L_{12}^3 / 3EI\}$$

$$\beta_2 = -G L_{12}^2 / 2EI + M_2 L_{12} / EI$$

$$= -F \{L_{34} \sin \theta + R(1 - \cos \theta)\} L_{12} / EI$$

$$- G \{(L_{34} \cos \theta + R \sin \theta) L_{12} / EI + L_{12}^2 / 2EI\}$$

ここにEはヤング率、Aは断面積、IはY軸に関する断面二次モーメントである。

$$A = \pi (D_o^2 - D_i^2) / 4$$

$$I = \pi (D_o^4 - D_i^4) / 64$$

エルボのせん断変形を無視すると、点3の変位は次式で与えられる。

$$u_3 = u_2 - \beta_2 R(1 - \cos \theta)$$

$$+ F (C_1 R / EA + C_6 kR^3 / EI)$$

$$+ G (-C_3 R / EA + C_8 kR^3 / EI) - M_3 C_4 kR^2 / EI$$

$$= F \{[L_{34} \sin \theta + R(1 - \cos \theta)] L_{12} R(1 - \cos \theta) / EI\}$$

$$\begin{aligned}
& + (L_{12} + C_1 R) / EA + (C_6 kR^3 + L_{34} C_4 kR^2 \sin \theta) / EI \\
& + G [ (L_{34} \cos \theta + R \sin \theta + L_{12} / 2) L_{12} R (1 - \cos \theta) / EI \\
& \quad - C_3 R / EA + (C_8 kR^3 + L_{34} C_4 kR^2 \cos \theta) / EI] \\
v_3 &= v_2 - \beta_2 R \sin \theta \\
& + F (-C_3 R / EA + C_8 kR^3 / EI) \\
& + G (C_2 R / EA + C_7 kR^3 / EI) - M_3 C_5 kR^2 / EI \\
& = F [ \{L_{34} \sin \theta + R(1 - \cos \theta)\} (L_{12}^2 / 2 + L_{12} R \sin \theta) / EI \\
& \quad - C_3 R / EA + (C_8 kR^3 + L_{34} C_5 kR^2 \sin \theta) / EI] \\
& + G [ (L_{34} \cos \theta + R \sin \theta) (L_{12}^2 / 2 + L_{12} R \sin \theta) / EI + C_2 R / EA \\
& \quad + (L_{12}^3 / 3 + L_{12}^2 R \sin \theta / 2 + C_7 kR^3 + L_{34} C_5 kR^2 \cos \theta) / EI]
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\beta_3 &= \beta_2 - F C_4 k R^2 / EI - G C_5 k R^2 / EI + M_3 k R \theta / EI \\
& = -F [ \{L_{34} \sin \theta + R(1 - \cos \theta)\} L_{12} + C_4 k R^2 + L_{34} k R \theta \sin \theta ] / EI \\
& \quad - G [ (L_{34} \cos \theta + R \sin \theta) L_{12} + L_{12}^2 / 2 + C_5 k R^2 + L_{34} k R \theta \cos \theta ] / EI
\end{aligned}$$

ここに  $C_1 \sim C_8$  はエルボの開き角度  $\theta$  (radian) の関数であり、次式で与えられる。

$$\begin{aligned}
C_1 &= \theta / 2 + (\sin 2 \theta) / 4, \quad C_2 = \theta / 2 - (\sin 2 \theta) / 4, \\
C_3 &= (\sin \theta)^2 / 2, \quad C_4 = \sin \theta - \theta \cos \theta, \\
C_5 &= \cos \theta + \theta \sin \theta - 1, \quad C_6 = \theta - 3(\sin 2 \theta) / 4 + \theta (\cos 2 \theta) / 2, \\
C_7 &= \theta + 3(\sin 2 \theta) / 4 - \theta (\cos 2 \theta) / 2 - 2 \sin \theta \\
C_8 &= -1 / 4 + \cos \theta - \theta (\sin 2 \theta) / 2 - 3(\cos 2 \theta) / 4
\end{aligned}$$

$k$  はエルボのたわみ係数であり、ここでは ASME SEC3.NB-3680 で与えられている次式を用いることとする。

$$k = (1.65 / h) / (1 + p r X / E t), \quad h = t R / r^2,$$

$$X = 6 (r / t)^{4/3} (R / r)^{1/3}$$

$p$  は使用内圧、 $r$  は管の板厚平均半径、 $t$  は板厚である。

荷重端の変位は次式で与えられる。

$$\begin{aligned}
u_4 &= u_3 - \beta_3 L_{34} \sin \theta \\
& + F (\cos^2 \theta L_{34} / EA + \sin^2 \theta L_{34}^3 / 3EI) \\
& + G \cos \theta \sin \theta (-L_{34} / EA + L_{34}^3 / 3EI)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
v_4 &= v_3 - \beta_3 L_{34} \cos \theta \\
& + F \cos \theta \sin \theta (-L_{34} / EA + L_{34}^3 / 3EI) \\
& + G (\sin^2 \theta L_{34} / EA + \cos^2 \theta L_{34}^3 / 3EI)
\end{aligned}$$

$$\beta_4 = \beta_3 - F \sin \theta L_{34}^2 / 2EI - G \cos \theta L_{34}^2 / 2EI$$

これらの式に点 3 の変位を代入すれば、荷重端の変位( $u$ ,  $v$ )が荷重( $F$ ,  $G$ )の関数として陽に求まる。(以下添字 4 を省略する)

$$u = f_{11} F + f_{12} G$$

$$\begin{aligned}
 v &= f_{21}F + f_{22}G \\
 f_{11} &= (L_{12} + C_1R + L_{34} \cos^2 \theta) / EA \\
 &\quad + L_{12} \{ L_{34} \sin \theta + R(1 - \cos \theta) \}^2 / EI \\
 &\quad + \{ C_6 kR^3 + 2L_{34} C_4 kR^2 \sin \theta + L_{34}^2 \sin^2 \theta (kR \theta + L_{34}/3) \} / EI \\
 f_{12} &= f_{21} = -(C_3 R + L_{34} \cos \theta \sin \theta) / EA \\
 &\quad + L_{12} (L_{12}/2 + L_{34} \cos \theta + R \sin \theta) \{ L_{34} \sin \theta + R(1 - \cos \theta) \} / EI \\
 &\quad + \{ C_8 kR^3 + L_{34} kR^2 (C_4 \cos \theta + C_5 \sin \theta) \\
 &\quad + L_{34}^2 \cos \theta \sin \theta (kR \theta + L_{34}/3) \} / EI \\
 f_{22} &= (C_2 R + L_{34} \sin^2 \theta) / EA \\
 &\quad + L_{12} (L_{34} \cos \theta + R \sin \theta)^2 / EI \\
 &\quad + \{ L_{12}^3 / 3 + L_{12}^2 (L_{34} \cos \theta + R \sin \theta) \} / EI \\
 &\quad + \{ C_7 kR^3 + 2L_{34} C_5 kR^2 \cos \theta + L_{34}^2 \cos^2 \theta (kR \theta + L_{34}/3) \} / EI
 \end{aligned}$$

荷重端で強制変位( $u$ ,  $v$ )が与えられる変位制御の場合は上の式を逆に解けば良い。すなわち荷重端反力( $F$ ,  $G$ )は次式で求めることができる。

$$\begin{aligned}
 F &= K_{11}u + K_{12}v \\
 G &= K_{21}u + K_{22}v \\
 K_{11} &= f_{22} / \det(f), \quad \det(f) = f_{11}f_{22} - f_{12}f_{21} \\
 K_{12} &= K_{21} = -f_{12} / \det(f) \\
 K_{22} &= f_{11} / \det(f)
 \end{aligned}$$

#### (4) 数値計算プログラム

以上の解を用いてS字配管の熱応力を計算する数値プログラムを作成した。

- ・ 形状パラメータ  $\theta$  [=90deg],  $H$  [=6500mm],  $V$  [=6000mm],  $V_1$  [=3000mm],  $D_0$  [=965.2mm],  $t$  [=15.9mm],  $R$  [=965.2mm]
- ・ ここで [括弧内] 数値はデフォルト値であり、以下同様とする。
- ・ 使用内圧；  $p$  [=0.015kgf/mm<sup>2</sup>]
- ・ 水平相対変位；  $\angle H$  [=−61.707mm]
- ・ 垂直相対変位；  $\angle V$  (mm)は次式で与えられる。

$$\angle V = V_1 \times \alpha_2 \times \angle T - 3.614 \quad (V_1=0 \text{ の時の相対変位})$$

- ・ 配管温度上昇；  $\angle T$  [=530°C]
- ・ 炉容器の室温基準平均熱膨張係数；  $\alpha_2$  [=18.33 × 10<sup>-6</sup> mm/mm°C]
- ・ 配管中央部の合計変位( $u$ ,  $v$ ) = ( $\angle H/2$ ,  $-\angle V/2$ )となる。
- ・ 配管自身の熱膨張を差し引いた弾性変位は次式で与えられる。

$$u = (\angle H - H \times \alpha_1 \times \angle T) / 2$$

$$v = -(\angle V - V \times \alpha_1 \times \angle T) / 2$$

- ・ 配管の室温基準平均熱膨張係数；  $\alpha_1$  [=12.35 × 10<sup>-6</sup> mm/mm°C]

- 配管のヤング率 ;  $E$  [ $=15700\text{kgf/mm}^2$ ]
- 形状制限 0 ( $V_1 \leq V$ ) を満たすケースのみ計算する。
- 次式の形状制限 1 を満たすケースのみ計算する。

$$L_{12} = H/2 - V/(2\tan\theta) - R\tan(\theta/2) \geq D_0$$

- 次式の形状制限 2 を満たすケースのみ計算する。

$$2L_{34} = V/\sin\theta - 2R\tan(\theta/2) \geq D_0$$

- 形状制限 3 ( $H - L_{12} - R - D_0/2 \geq D_0$ ) を満たすケースのみ計算する。
- 点 1 (ノズル)、点 2～6 (エルボを 4 等分する位置)、点 7 (配管中央部) の断面合計曲げモーメント、断面合計軸方向引張り荷重 ( $F\cos\alpha - G\sin\alpha$ )、断面合計せん断荷重 ( $F\sin\alpha + G\cos\alpha$ )、告示 501 号による応力評価をおこなう。エルボ応力が端部側で最大となるケースでは本文修正法による計算結果を 8 番目位置に出力する。
- 計算タイプ 0 は 1 ケースのみの計算結果を詳細出力する。
- 計算タイプ 1 は  $H$  固定、 $\theta$  が第 1 パラメータ、 $V$  が第 2 パラメータ、 $V_1$  が第 3 パラメータ、これらパラメータの範囲および刻み幅を指定する。
- 計算タイプ 2 は  $H$  固定、 $V$  が第 1 パラメータ、 $V_1$  が第 2 パラメータ、 $\theta$  が第 3 パラメータ、これらパラメータの範囲および刻み幅を指定する。
- 計算タイプ 3 は  $V_1$  固定、 $\theta$  が第 1 パラメータ、 $H$  が第 2 パラメータ、 $V$  が第 3 パラメータ、これらパラメータの範囲および刻み幅を指定する)

参考のため、プログラムソースリストを付録 A.4 に示した。また、上記の各計算タイプ出力例を付録 A.5 の Bin00.txt～Bin03.txt に示した。はり要素による計算結果と一致することが確認できる。

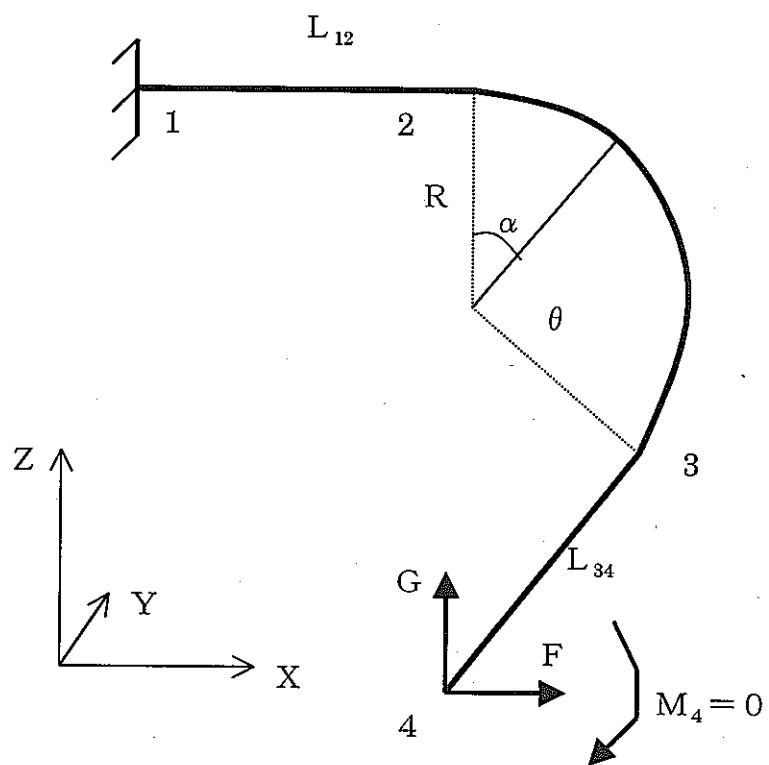


Fig. 5.2-1 配管系の1／2モデル

### 5. 3 超 90 度エルボによる発生応力の低減効果

前章の計算結果において、超 90 度エルボを採用することで従来の 90 度エルボの配管系に比べて大幅に熱応力を低減できる可能性があることが示された。これについては、エルボの角度を大きくとる(超 90 度エルボを採用する)ことで、単に配管自身の変位吸収能力が高まったというだけでなく、配管に沿った曲げモーメントの分布形態が変化した点を見逃してはならない(前章 5.1 節、Fig.5.1-1～Fig.5.1-4 参照)。

前章 4.2 節のシェル要素の計算により得られた  $V=6m$  の場合のエルボ部の最大発生応力および 90 度エルボの場合との比を TABLE 5.3-1 に示す。また、ノズル部の発生応力および 90 度エルボの場合との比を TABLE 5.3-2 に示す。エルボ部の応力について、90 度エルボの場合、 $V=2m$  および  $V=3m$  では制限値を満足しない。エルボに発生する応力は、超 90 度エルボを使った場合、90 度エルボを使った場合に比べて大幅に低減される。特に、135 度エルボの場合、最大応力は 90 度エルボの場合の半分程度になる(Fig.4.2-5 参照)。一方、ノズル部の応力については、やはり、90 度エルボの場合、 $V=2m$  および  $V=3m$  では制限値を満足しない。しかし、 $V_1$  の増加とともに最大応力は減少し、超 90 度エルボの場合と同程度か、逆に低くなる。これは、90 度エルボの場合のノズル部最大応力が  $V_1$  の増加とともに減少するのに対して、105 度エルボの場合は一旦減少して増加し、120 度および 135 度エルボの場合は増加するためである(Fig.4.2-6 参照)。 $V_1=5m$  では、135 度エルボのノズル最大応力は 90 度エルボのそれの倍近くになるが、制限値は十分下回っている。

超 90 度エルボの製作については、従来の大口径 90 度が 2 つの半割部分を成形したのち溶接により一体化することを考えると、同様の製作方法をとるならば基本的に技術上困難な問題が生じるとは考えにくい。

また、現場での据付の位置決め、溶接などの作業についても、最低限の作業スペースを確保できれば、据付上の問題は生じないと考えられる(本検討では、隔壁および保温材の厚さも考慮しなければならないが、これらを含めて容器外表面とエルボ背側外表面の距離を最低でも約 1.7m 確保するという条件を課した)。また、検査については従来 90 度エルボと同じと考えてよい。

検討の最後として、従来 90 度エルボによる配管引回しに対して、エルボ部発生応力の大幅低減と鉛直方向配管長さ(ノズル間レベル差)の短縮の 2 つの観点から超 90 度エルボによる配管引回し代替案を提示する。ただし、ここでは検討のなかで 90 度エルボに近い 105 度エルボの中から代替案を選定すること

にする。Fig.5.1-6 を見ると、90 度エルボについてエルボの応力が最も低くなるのは、ノズル間レベル差  $V=7\text{m}$ 、炉容器ノズルと液面間距離  $V1=5\text{m}$  のケースであるので、これを 90 度エルボ配管引回しの候補とする。これに対して図中に矢印で示すように同じ寸法で 105 度エルボを使った場合、エルボの応力は大幅に減少する。これを 1 つの代替案とする。一方、90 度エルボと同程度で若干低い応力という条件でノズル間レベル差  $V$  を最小化することを考えると、 $V=5\text{m}$  で  $V1=4\text{m}$  と  $5\text{m}$  が制限値以下である。ここでは、 $V1=4\text{m}$  の方が応力が低いのでこちらをもうひとつの代替案とする。Fig.5.1-5 に矢印で示すように、ノズル部の応力については、2 つの 105 度エルボ配管引回し案いずれの場合も 90 度エルボの場合の半分以下の低い値となる。以上、90 度エルボ配管引回しと 105 度エルボによる 2 つの代替案を比較して TABLE 5.3-3 に示す。

TABLE 5.3-1 エルボ部の最大発生応力および90度エルボの場合との比

エルボ角度	液面下の高さV <sub>1</sub> (m) ⇒	2.0	3.0	4.0	5.0
90 度	最大応力(kgf/mm <sup>2</sup> )	67.78	62.49	57.21	52.08
105 度	最大応力(kgf/mm <sup>2</sup> )	50.80	46.20	41.89	37.90
	応力の比(105度/90度)	0.75	0.74	0.73	0.73
120 度	最大応力(kgf/mm <sup>2</sup> )	37.86	35.31	33.28	31.52
	応力の比(120度/90度)	0.56	0.57	0.58	0.60
135 度	最大応力(kgf/mm <sup>2</sup> )	32.49	31.91	31.35	30.87
	応力の比(135度/90度)	0.48	0.51	0.55	0.59

TABLE 5.3-2 ノズル部の最大発生応力および90度エルボの場合との比

エルボ角度	液面下の高さV <sub>1</sub> (m) ⇒	2.0	3.0	4.0	5.0
90 度	応力(kgf/mm <sup>2</sup> )	40.14	30.74	21.34	12.32
105 度	応力(kgf/mm <sup>2</sup> )	13.43	6.93	5.58	12.20
	応力の比(105度/90度)	0.33	0.23	0.26	0.99
120 度	応力(kgf/mm <sup>2</sup> )	5.22	9.85	14.51	19.37
	応力の比(120度/90度)	0.13	0.32	0.68	1.57
135 度	応力(kgf/mm <sup>2</sup> )	12.82	16.00	19.18	22.36
	応力の比(135度/90度)	0.32	0.52	0.90	1.81

TABLE 5.3-3 105度エルボによる配管引回し案

配管引回し案	V(m)	V1(m)	エルボ部応力(修正)(kg/mm <sup>2</sup> )	ノズル部応力(kg/mm <sup>2</sup> )	記事
90度エルボ候補案	7	5	55.61	13.82	90度エルボ中エルボ応力が最小
105度エルボ代替案①	7	5	36.87	6.61	エルボ応力低減
105度エルボ代替案②	5	4	53.53	3.16	ノズル間レベル差最小化

## 6. 結論

ノズルを有する側部出入面内配管引回しの最も単純化されたルーティングとして、超 90 度エルボ適用も視野に入れた S 字型ホットレグ配管系について、炉容器出口ノズルと中間熱交換器入口ノズル間レベル差、炉容器出口ノズルと液面までの距離およびエルボ角度をパラメータとして検討を行い、エルボおよびノズルに発生する熱応力と各パラメータとの関係を調べ、その傾向を議論した。さらに、はり要素の計算結果に基づく告示 501 号ベースの評価とシェル要素の計算結果から応力を評価した場合を比較し、前者の簡便な合理化案を示した。また、超 90 度エルボ適用による応力の低減効果を評価し、従来の 90 度エルボによる配管引回しに対する代替として 105 度エルボによる配管引回しを提示した。

得られた主要な見解は以下のとおりである。

- (1) 概して、ノズルよりもエルボ部の応力が厳しくなる。炉容器出口ノズルと中間熱交換器入口ノズル間レベル差と炉容器出口ノズルと液面までの距離を大きくすると、エルボの応力は減少する傾向にある。
- (2) 超 90 度エルボを適用することで、エルボに発生する応力を大幅に低減することが期待できる。暫定的に応力制限を課した場合、超 90 度エルボ配管引回しは、従来の 90 度エルボ配管引回しに比べて広い寸法パラメータ範囲で成立する。
- (3) 告示 501 号ベースでエルボの応力評価を行った場合、エルボ端部で応力強さが最大となる場合、シェル要素による計算された応力よりも過大となる傾向にある。この場合、エルボ中央と端部最大応力の平均を最大値とみなすことで、簡便かつ保守的に最大応力強さを評価できる。
- (4) 従来の 90 度エルボによる配管引回しでエルボ部の応力強さが最小となるケース(炉容器出口ノズルと中間熱交換器入口ノズル間レベル差  $V=7m$ 、炉容器出口ノズルと液面までの距離  $V1=5m$ )に対して、105 度エルボを前提として、ノズル間レベル差の最小化および同寸法で発生応力の大幅低減という 2 つの観点からそれについて、 $V=5m$ 、 $V1=4m$  および  $V=7m$ 、 $V1=5m$  という代替引回しを提示した。いずれの場合もノズル部の応力は、90 度エルボ配管引回しに比べて減少する。

なお、上で提示した代替配管引回しは弾性計算から得た簡易なものであり、今後必要に応じて、非弾性解析等による詳細評価を行う。

また、今回の検討は同一面内の配管引回しに限ったが、さらに一般的な配管引回しの簡素化のためには、面外 3 次元配管引き回しについて同様の検討が望まれる。

## 参考文献

- [1] 早船 浩樹、久保田 健一、吉田 匡史、宇野 修、赤津 実、江沼 康弘、一宮 正和、林 秀行、水野 朋保、実用化戦略調査研究（FBRプラント）－平成10年度予備調査結果要約の取りまとめ、JNC TN9420 99-004(1999, 6)
- [2]汎用非線形構造解析システム FINAS version 13.0 ユーザーズマニュアル、PNC TN9520 95-014(1995, 7)
- [3]発電用原子力設備に関する構造等の技術基準を定める告示(昭和 55 年通商産業省告示第 501 号)
- [4]たとえば、中原一郎、材料力学上巻、養賢者堂(1974)

付録A.1 S字部分の幾何学的関係および制約条件

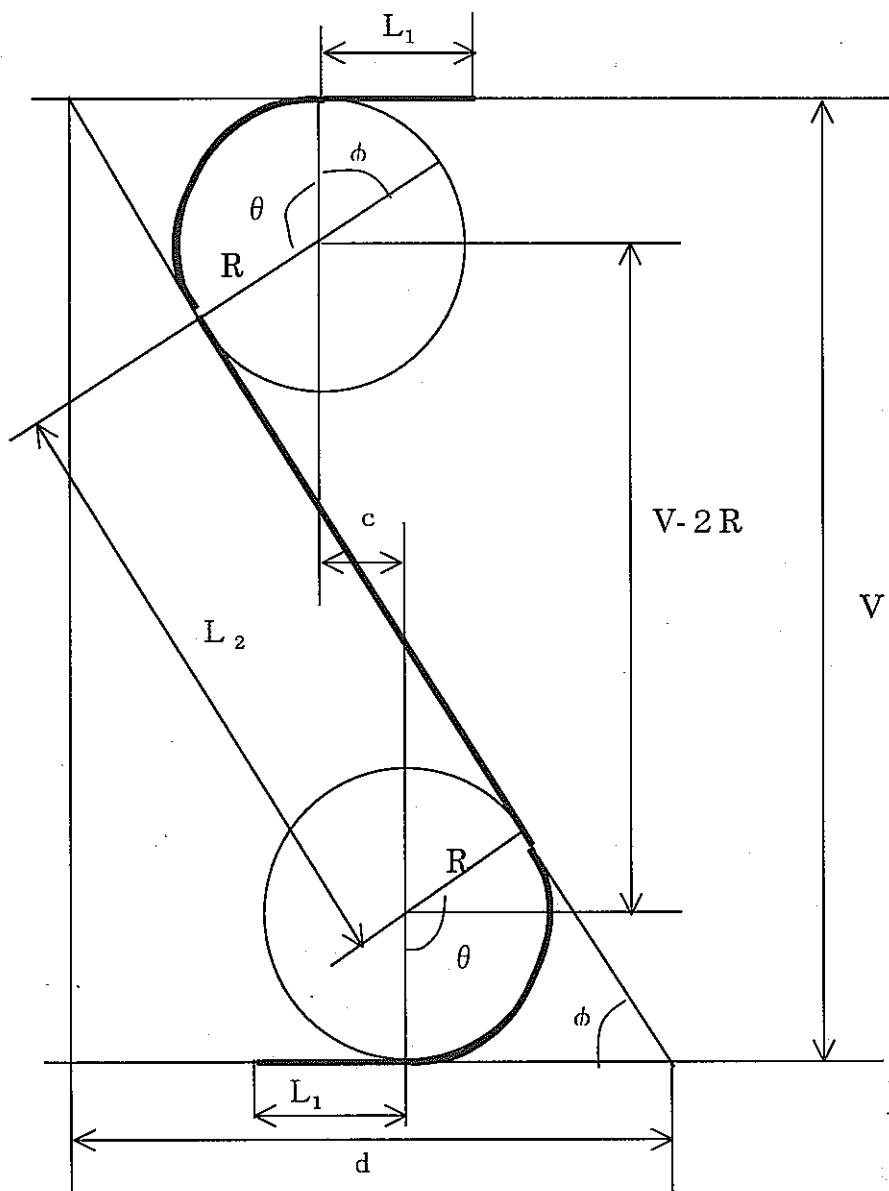


Fig. A.1-1 S字部分の幾何学的関係

### S字部分の幾何学的関係

$$\phi + \theta = \pi \rightarrow$$

$$\tan \phi = -\tan \theta, \quad \sin\left(\frac{\pi}{2} - \phi\right) = \cos \phi = -\cos \theta, \quad \cos\left(\frac{\pi}{2} - \phi\right) = \sin \phi = \sin \theta$$

$$d \tan \phi = V$$

$$L_2 + 2R \tan \frac{\theta}{2} = \sqrt{d^2 + V^2}$$

$$d = \frac{V}{\tan \phi} = -\frac{V}{\tan \theta} \quad (\theta \geq \frac{\pi}{2} \text{ で } d \geq 0)$$

$$d^2 + V^2 = \left( \frac{V}{\sin \theta} \right)^2, \quad \sin \theta \geq 0$$

$$L_2 = \frac{V}{\sin \theta} - 2R \tan \frac{\theta}{2}$$

$$c = d - 2R \tan \frac{\theta}{2} = -\frac{V}{\tan \theta} - 2R \tan \frac{\theta}{2} \quad (\theta = \frac{\pi}{2} \text{ の時, } c = -2R)$$

### 制約条件

(1)機器配置による制約(今回の計算では以下のとおり想定した)

- ・水平方向距離 : H(固定)=6500

- ・鉛直方向距離 : V(最大/最小)=9000/2000

$$V = V_1(R/V \text{ 液面} \sim R/V \text{ ノズル}) + V_2(R/V \text{ 液面} \sim IHX \text{ ノズル})$$

$$V_1(\text{最大}/\text{最小})=5000/2000, V_2(\text{最大})=4000$$

(2)直管部最小長さ(直管部最小長さを配管直径とした)

- ・中間直管部長さ :  $L_2 \geqq D \rightarrow L_2 = \frac{V}{\sin \theta} - 2R \tan \frac{\theta}{2} \geqq D$

- ・(ノズル~エルボ) 直管部長さ :  $L_1 \geqq D$

$$2L_1 - c = H \rightarrow L_1 = \frac{H + c}{2} = \frac{H}{2} - \frac{V}{2 \tan \theta} - R \tan \frac{\theta}{2} \geqq D$$

(3)エルボ部と容器の干渉回避(今回の計算では、エルボ外面と容器外面の間の隙間を配管直径とノズル長の和以上確保することとした)

- ・ $H - (L_1 + R + D/2) \geqq D$  [容器外面までの距離は  $D + a$  (ノズル長)]

$$\frac{H}{2} + \frac{V}{2 \tan \theta} + R(\tan \frac{\theta}{2} - 1) \geqq 1.5D$$

## 付録A.2 配管系境界の熱膨張変位の計算

### ・ R/V ノズル先端の熱膨張変位

$$\begin{aligned} \text{水平変位 } \delta_x &= (R_{R/V} + a) \alpha_{SUS} (550 - 20) \\ &= (3900 + 700) \times 18.33E-6 \times 530 = 44.689 \text{mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{鉛直変位 } \delta_y &= -V_1 \alpha_{SUS} (550 - 20) - 2000 \alpha_{SUS} (300 - 20) \\ &= -V_1 \times 18.33E-6 \times 530 - 2000 \times 17.20E-6 \times 280 \\ &= -V_1 \times 9.7149E-3 - 9.632 \end{aligned}$$

### ・ IHX ノズル先端の熱膨張変位

$$\begin{aligned} \text{水平変位 } \delta_x &= -(R_{IHX} + a) \alpha_{高C_r} (550 - 20) \\ &= -(1900 + 700) \times 12.35E-6 \times 530 = -17.018 \text{mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{鉛直変位 } \delta_y &= -700 \alpha_{高C_r} (50 - 20) - 2000 \alpha_{高C_r} (125 - 20) \\ &\quad - 1000 \alpha_{高C_r} (375 - 20) - 1000 \alpha_{高C_r} (550 - 20) \\ &= -700 \times 10.60E-6 \times 30 - 2000 \times 10.90E-6 \times 105 \\ &\quad - 1000 \times 11.80E-6 \times 355 - 1000 \times 12.35E-6 \times 530 \\ &= -13.246 \text{mm} \end{aligned}$$

### ・ H/L 配管の境界変位

R/V ノズル先端側を固定端とした場合、IHX ノズル先端側に与える強制変位は以下のようになる。

$$\text{水平変位 } \Delta H = \delta_x (\text{IHX}) - \delta_x (\text{R/V}) = -61.707 \text{mm}$$

$$\begin{aligned} \text{鉛直変位 } \Delta V &= \delta_y (\text{IHX}) - \delta_y (\text{R/V}) \\ &= V_1 \times 9.7149E-3 - 3.614 \text{mm} \\ &= 15.816 \text{mm} (V_1 = 2 \text{m} \text{の時}) \\ &= 25.531 \text{mm} (V_1 = 3 \text{m} \text{の時}) \\ &= 35.246 \text{mm} (V_1 = 4 \text{m} \text{の時}) \\ &= 44.961 \text{mm} (V_1 = 5 \text{m} \text{の時}) \end{aligned}$$

## 付録A.3 316FR 鋼およびMod.9Cr-1Mo 鋼の材料特性

TABLE A.3-1 縦弾性係数 E (kgf/mm<sup>2</sup>)

温度°C	SUS316FR	Mod.9Cr-1Mo(NT)
375	17400	17400
400	17200	17200
425	17000	17000
450	16700	16700
475	16400	16400
500	16200	16200
525	15900	15900
550	15700	15700
575	15400	15400
600	15200	15200
625	14900	-----
650	14700	-----

TABLE A.3-2 ポアソン比  $\nu$ 

温度°C	SUS316FR	Mod.9Cr-1Mo(NT)
375	0.300	0.300
400	0.300	0.300
425	0.300	0.300
450	0.300	0.300
475	0.301	0.301
500	0.302	0.302
525	0.304	0.304
550	0.306	0.306
575	0.308	0.308
600	0.310	0.310
625	0.312	-----
650	0.314	-----

TABLE A.3-3 線膨張係数  $\alpha$  ( $10^{-6}$  mm/mm/°C)

温度(°C)	SUS316FR		Mod.9Cr-1Mo	
	A	B	A	B
20	15.15	-----	10.48	-----
50	15.65	15.45	10.72	10.60
75	16.07	15.63	10.92	10.70
100	16.48	15.82	11.12	10.80
125	16.86	16.00	11.31	10.90
150	17.22	16.18	11.50	11.00
175	17.55	16.37	11.68	11.09
200	17.85	16.54	11.86	11.19
225	18.12	16.72	12.04	11.28
250	18.36	16.88	12.21	11.37
275	18.58	17.04	12.37	11.46
300	18.79	17.20	12.53	11.55
325	18.99	17.34	12.68	11.64
350	19.19	17.47	12.83	11.72
375	19.38	17.58	12.98	11.80
400	19.57	17.69	13.12	11.89
425	19.75	17.78	13.25	11.97
450	19.93	17.89	13.38	12.05
475	20.11	18.00	13.51	12.12
500	20.28	18.12	13.63	12.20
525	20.45	18.23	13.75	12.27
550	20.60	18.33	13.86	12.35
575	20.74	18.44	13.97	12.42
600	20.87	18.54	14.07	12.49
625	20.99	18.64	-----	-----
650	21.09	18.74	-----	-----

(備考) Aは瞬時線膨張係数

Bは室温(20°C)からその温度までの平均線膨張係数

## 付録A.4 はり理論に基づく計算プログラムソースリスト

```

C
C---- IN-PLANE BENDING OF HOT/LEG PIPING , 2000/3/10 BY I.FOOLHASH
C
COMMON / GEOM / XL1, XL2, RR, TH, CK, EA, EI
COMMON / COMP / F11, F12, F22, G11, G12, G22
COMMON / C501 / ZF, C1, C2, SPR, YM(7), ST(8)
C
C---- DEFINE DATA , DEFAULT DATA
C
DATA PAI / 3.14159265E0 /
DATA KANAL / 0 /
DATA HLEN, VLEN, V1LEN / 6500.0, 6000.0, 3000.0 /
DATA DOUT, THICK / 965.2, 15.9 /
DATA RELB, THETA / 965.2, 90.0 /
DATA DTEMP, PRES / 530.0, 0.015 /
DATA DELH, DELV / -61.707, -3.614 /
DATA EMOD, ALPHA1, ALPHA2 / 1.57E4, 12.35E-6, 18.33E-6 /
C
C---- VARIABLE PARAMETERS
C
DATA KTMIN, KTMAX, KTDEL / 90, 135, 15 /
DATA KHMIN, KHMAX, KHDEL / 4000, 8000, 500 /
DATA KVMIN, KVMAX, KVDEL / 3000, 10000, 500 /
DATA K1MIN, K1MAX, K1DEL / 1000, 6000, 500 /
C
C---- SAVE TEXT-FILE NAME, OUTPUT RESULTS
C
OPEN(10,FILE='BINOO.TXT',STATUS='UNKNOWN')
C
RR = RELB
TH = THETA*PAI/180
RM = (DOUT-THICK)/2
DI = DOUT-2*THICK
AA = PAI*(DOUT**2-DI**2)/4
AI = PAI*(DOUT**4-DI**4)/64
EA = EMOD*AA
EI = EMOD*AI
ZF = 2*AI/DOUT
CH = THICK*RELB/RM**2
CX = 6*(RM/THICK)**(4./3.)*(RELB/RM)**(1./3.)
CK = 1.65 / CH /(1.0+PRES*RM*CX/(EMOD*THICK))
C1 = (2.0*RELB-RM)/(2.0*(RELB-RM))
C2 = 1.95/(CH**2.3.))
SPR= PRES*DOUT/(2*THICK)
C
DH = DELH
DV = DELV + V1LEN*ALPHA2*DTEMP
UE = ( DH - HLEN*DTEMP*ALPHA1 )/2
VE =-( DV - VLEN*DTEMP*ALPHA1 )/2
C
IF(THETA.EQ.90.0) THEN
  XL1= HLEN/2 - RELB
  XL2= VLEN/2 - RELB
ELSE
  XL1= HLEN/2 - VLEN/(2*TAN(TH)) - RELB*TAN(TH/2)
  XL2= VLEN/(2*SIN(TH)) - RELB*TAN(TH/2)
ENDIF
ICASE=0
C
KANAL=0, 1-CASE CHECK RUN, DETAILED OUTPUT
C
IF(KANAL.EQ.0) THEN
  WRITE(10,600) THETA,HLEN,VLEN,V1LEN,XL1,XL2,DH,DV,
  +           UE,VE,CH,CX,CK,C1,C2
600 FORMAT('Theta, H ',2F12.1,/,,
  +           V, V1 ',2F12.1,/,,

```

```

+      , L1, L2 ,2F12.3,/,
+      , Total(DH,DV) ,2F12.3,/,
+      , Elastic(u,v) ,2F12.3,/,
+      , Elbow(h,X,k) ,3F12.4,/,
+      , Elbow(C1,C2) ,2F12.3)
CALL SOLVE( KANAL )
CALL ST501( KANAL, UE, VE )
ENDIF

C
C   KANAL=1, HLEN( HORIZONTAL LENGTH ) FIXED
C     PARAMETER-1 THETA = KTMIN, KTMAX, KTDEL
C     PARAMETER-2 VLEN = KVMIN, KVMAX, KVDEL
C     PARAMETER-3 VILEN = K1MIN, K1MAX, K1DEL
C

IF(KANAL.EQ.1) THEN
  WRITE(10,610) HLEN
610 FORMAT(' H(mm)=',F7.1,' Fixed',11X,
+        ' Stress Evaluat. by MITI 501',/,
+        ' Icase Theta V(mm) V1(mm) Nozzle Elbow(1)',/
+        ' Elbow(2) Elbow(3) Elbow(4) Elbow(5) Pipe.Med',
+        ' Mod.Eval')
  DO 100 KT=KTMIN,KTMAX,KTDEL
    THETA=REAL(KT)
    TH=PAI*THETA/180
  DO 110 KV=KVMIN,KVMAX,KVDEL
    VLEN=REAL(KV)
    IF(THETA.EQ.90.0) THEN
      XL1= HLEN/2 - RELB
      XL2= VLEN/2 - RELB
    ELSE
      XL1= HLEN/2 - VLEN/(2*TAN(TH)) - RELB*TAN(TH/2)
      XL2= VLEN/(2*SIN(TH)) - RELB*TAN(TH/2)
    ENDIF
    IF( XL1.LT.DOUT ) GO TO 110
    IF( XL2.LT.(DOUT/2) ) GO TO 110
    IF( (HLEN-XL1-RELB-DOUT/2).LT. DOUT ) GO TO 100
    CALL SOLVE( KANAL )
  DO 120 K1=K1MIN,K1MAX,K1DEL
    IF(K1.GT.KV) GO TO 110
    ICASE=ICASE + 1
    V1LEN=REAL(K1)
    DV = DELV + V1LEN*ALPHA2*DTEMP
    VE =-( DV - VLEN*DTEMP*ALPHA1 )/2
    CALL ST501( KANAL, UE, VE )
    WRITE(10,611) ICASE,KT,KV,K1,ST
611 FORMAT(4I7,8F10.3)
120 CONTINUE
110 CONTINUE
100 CONTINUE
ENDIF

C
C   KANAL=2, HLEN( HORIZONTAL LENGTH ) FIXED
C     PARAMETER-1 VLEN = KVMIN, KVMAX, KVDEL
C     PARAMETER-2 VILEN = K1MIN, K1MAX, K1DEL
C     PARAMETER-3 THETA = KTMIN, KTMAX, KTDEL
C

IF(KANAL.EQ.2) THEN
  WRITE(10,620) HLEN
620 FORMAT(' H(mm)=',F7.1,' Fixed',11X,
+        ' Stress Evaluat. by MITI 501',/,
+        ' Icase V(mm) V1(mm) Theta Nozzle Elbow(1)',/
+        ' Elbow(2) Elbow(3) Elbow(4) Elbow(5) Pipe.Med',
+        ' Mod.Eval')
  DO 200 KV=KVMIN,KVMAX,KVDEL
    VLEN=REAL(KV)
  DO 210 K1=K1MIN,K1MAX,K1DEL

```

```

IF(K1.GT.KV) GO TO 200
V1LEN=REAL(K1)
DV = DELV + V1LEN*ALPHA2*DTEMP
VE =-( DV - VLEN*DTEMP*ALPHA1 )/2
DO 220 KT=KTMIN, KTMAX, KTDEL
THETA=REAL(KT)
TH=PAI*THETA/180
IF(THETA.EQ.90.0) THEN
XL1= HLEN/2 - RELB
XL2= VLEN/2 - RELB
ELSE
XL1= HLEN/2 - VLEN/(2*TAN(TH)) - RELB*TAN(TH/2)
XL2= VLEN/(2*SIN(TH)) - RELB*TAN(TH/2)
ENDIF
IF( XL1.LT.DOUT ) GO TO 220
IF( XL2.LT.(DOUT/2) ) GO TO 220
IF( (HLEN-XL1-RELB-DOUT/2).LT. DOUT ) GO TO 210
ICASE=ICASE + 1
CALL SOLVE( KANAL )
CALL ST501( KANAL, UE, VE )
WRITE(10,621) ICASE,KV,K1,KT,ST
621 FORMAT(4I7,8F10.3)
220 CONTINUE
210 CONTINUE
200 CONTINUE
ENDIF
C
C   KANAL=3, V1LEN( VERTICAL LENGTH UNDER LIQUID ) FIXED
C   PARAMETER-1 THETA = KTMIN, KTMAX, KTDEL
C   PARAMETER-2 HLEN = KHMN, KHMAX, KHDEL
C   PARAMETER-3 VLEN = KVMIN, KVMAX, KVDEL
C
IF(KANAL.EQ.3) THEN
WRITE(10,630) V1LEN
630 FORMAT('V1(mm)=',F7.1,' Fixed',11X,
+          ' Stress Evaluat. by MITI 501', '/',
+          ' Icase Theta H(mm) V(mm) Nozzle Elbow(1)', ,
+          ' Elbow(2) Elbow(3) Elbow(4) Elbow(5) Pipe.Med', ,
+          ' Mod.Eval')
DO 300 KT=KTMIN, KTMAX, KTDEL
THETA=REAL(KT)
TH=PAI*THETA/180
DO 310 KH=KHMN, KHMAX, KHDEL
HLEN=REAL(KH)
UE= ( DH - HLEN*DTEMP*ALPHA1 )/2
DO 320 KV=KVMIN, KVMAX, KVDEL
VLEN=REAL(KV)
IF(VLEN.LT.V1LEN) GO TO 320
IF(THETA.EQ.90.0) THEN
XL1= HLEN/2 - RELB
XL2= VLEN/2 - RELB
ELSE
XL1= HLEN/2 - VLEN/(2*TAN(TH)) - RELB*TAN(TH/2)
XL2= VLEN/(2*SIN(TH)) - RELB*TAN(TH/2)
ENDIF
IF( XL1.LT.DOUT ) GO TO 320
IF( XL2.LT.(DOUT/2) ) GO TO 320
IF( (HLEN-XL1-RELB-DOUT/2).LT. DOUT ) GO TO 310
ICASE=ICASE + 1
VE =-( DV - VLEN*DTEMP*ALPHA1 )/2
CALL SOLVE( KANAL )
CALL ST501( KANAL, UE, VE )
WRITE(10,631) ICASE,KT,KH,KV,ST
631 FORMAT(4I7,8F10.3)
320 CONTINUE
310 CONTINUE

```

```

300 CONTINUE
ENDIF
C
CLOSE(10,STATUS='KEEP')
STOP
END
C
SUBROUTINE SOLVE( KANAL )
C
COMMON / GEOM / XL1, XL2, RELB, TH, CK , EA, EI
COMMON / COMP / F11, F12, F22, S11, S12, S22
C
C ELBOW GEOMETRICAL PARAMETERS FOR CALC. FLEXIBILITY
C
C
C = COS(TH)
S = SIN(TH)
TH2= 2*TH
C1 = TH/2 + SIN(TH2)/4
C2 = TH/2 - SIN(TH2)/4
C3 = S**2/2
C4 = S - TH*C
C5 = C + TH*S - 1.0
C6 = TH - 3.0*SIN(TH2)/4 + TH*COS(TH2)/2
C7 = TH + 3.0*SIN(TH2)/4 - TH*COS(TH2)/2-2*S
C8 = -0.25 + C - TH*SIN(TH2)/2 - 3.0*COS(TH2)/4
C
C CALC. TOTAL FLEXIBILITY MATRIX
C
F11 = ( XL1 + C1*RELB + XL2*C**2 )/EA
+ + XL1*( XL2*S + RELB*(1.0-C) )**2/EI
+ +( C6*CK*RELB**3 + 2*XL2*C4*CK*RELB**2*S
+ + XL2**2*S**2*( CK*RELB*TH + XL2/3 ) )/EI
F12 = -( C3*RELB + XL2*C*S )/EA
+ + XL1*( XL1/2 + XL2*C + RELB*S )*( XL2*S + RELB*(1.0-C) )/EI
+ +( C8*CK*RELB**3 + XL2*CK*RELB**2*( C4*C + C5*S )
+ + XL2**2*C*S*( CK*RELB*TH + XL2/3 ) )/EI
F22 = ( C2*RELB + XL2*S**2 )/EA
+ + XL1*( XL2*C + RELB*S )**2/EI
+ +( XL1**3/3 + XL1**2*( XL2*C + RELB*S ) )/EI
+ +( C7*CK*RELB**3 + 2*XL2*C5*CK*RELB**2*C
+ + XL2**2*C**2*( CK*RELB*TH + XL2/3 ) )/EI
C
C CALC. TOTAL STIFFNESS MATRIX
C
DETF = F11*F22-F12**2
S11 = F22/DETF
S12 = -F12/DETF
S22 = F11/DETF
C
IF( KANAL.EQ.0 ) THEN
  WRITE(10,600) F11,F12,F22
  WRITE(10,610) S11,S12,S22
ENDIF
600 FORMAT(' f11,f12,f22 ',1P3E12.3)
610 FORMAT(' k11,k12,k22 ',1P3E12.3)
C
RETURN
END
C
SUBROUTINE ST501( KANAL, U, V )
C
DIMENSION XL(21), AN(21), AX(21), SH(21), XM(21), SS(21)
COMMON / GEOM / XL1, XL2, RR, TH, CK , EA, EI
COMMON / COMP / F11, F12, F22, G11, G12, G22
COMMON / C501 / Z , C1 , C2 , SPR, YM(7), ST(8)
C

```

```

C      MOMENT
C
C      C = COS(TH)
C      S = SIN(TH)
C      XF = G11*U + G12*V
C      XG = G12*U + G22*V
C      YM(7) = 0.0
C      YM(6) = -(XF*S+XG*C)*XL2
C      YM(5) = YM(6)-XF*RR*(COS(.75*TH)-C)+XG*RR*(SIN(.75*TH)-S)
C      YM(4) = YM(6)-XF*RR*(COS(0.5*TH)-C)+XG*RR*(SIN(0.5*TH)-S)
C      YM(3) = YM(6)-XF*RR*(COS(.25*TH)-C)+XG*RR*(SIN(.25*TH)-S)
C      YM(2) = YM(6)-XF*RR*(1.0-C)-XG*RR*S
C      YM(1) = YM(2)-XG*XL1

C      STRESS EVALUATION BY MITI-501
C
C      ST(1)=SPR+ABS(YM(1))/Z
C      DO I=2,6
C      ST(I)=C1*SPR+C2*ABS(YM(I))/Z
C      ENDDO
C      ST(7)=SPR+ABS(YM(7))/Z
C      STEND=AMAX1(ST(2),ST(6))
C      IF(STEND.GT.ST(4)) THEN
C          ST(8)=(STEND+ST(4))/2
C      ELSE
C          ST(8)=ST(4)
C      ENDIF

C      KANAL=0 , DETAILED CALCULATION
C
C      IF(KANAL.NE.0) GO TO 99
C      DX1 = XL1/4
C      DO I=1,5
C      AN(I) = 0.0
C      XL(I) = (I-1)*DX1
C      AX(I) = XF
C      SH(I) = XG
C      XM(I) = YM(1) + XL(I)*XG
C      SS(I) = SPR + ABS(XM(I))/Z
C      ENDDO
C      DTH = TH/10
C      DO I=6,16
C      ARAD = (I-6)*DTH
C      AN(I) = 57.29578E0*ARAD
C      XL(I) = XL1 + RR*ARAD
C      AX(I) = XF*COS(ARAD) - XG*SIN(ARAD)
C      SH(I) = XF*SIN(ARAD) + XG*COS(ARAD)
C      XM(I) = YM(6) - XF*RR*(COS(ARAD)-C) + XG*RR*(SIN(ARAD)-S)
C      SS(I) = C1*SPR + C2*ABS(XM(I))/Z
C      ENDDO
C      DX2 = XL2/4
C      DO I=17,21
C      AN(I) = AN(16)
C      XL(I) = XL(16) + (I-17)*DX2
C      AX(I) = AX(16)
C      SH(I) = SH(16)
C      XM(I) = (21-I)*YM(6)/4.
C      SS(I) = SPR + ABS(XM(I))/Z
C      ENDDO

C      WRITE(10,600) XF,XG
C      WRITE(10,601) XL
C      WRITE(10,602) AN
C      WRITE(10,603) AX
C      WRITE(10,604) SH
C      WRITE(10,605) XM

```

```
      WRITE(10,606) SS
      WRITE(10,607) ST(1),ST(8)
600 FORMAT('Force(F,G)',1P2E12.3)
601 FORMAT('Axial Length',2I12.1)
602 FORMAT('Axial Angle',2I12.1)
603 FORMAT('Axial Force',1P2I12.3)
604 FORMAT('Shear Force',1P2I12.3)
605 FORMAT('Moment.Y',1P2I12.3)
606 FORMAT('Stress-501',2I12.3)
607 FORMAT('Nozzle,Elbow',2F12.3)
C
99 CONTINUE
RETURN
END
```

## 付録A.5 はり理論に基づく計算プログラムによる計算結果

## Bin00.txt (計算タイプ0の例)

Theta, H	90.0	6500.0										
V, V1	6000.0	3000.0										
L1, L2	2284.800	2034.800										
Total(DH,DV)	-61.707	25.531										
Elastic(u,v)	-52.126	6.871										
Elbow(h,X,k)	.0681	703.9380	23.7456									
Elbow(C1,C2)	1.484	11.691										
f11,f12,f22	3.333E-03	6.051E-04	2.273E-04									
k11,k12,k22	5.809E+02	-1.547E+03	8.519E+03									
Force(F,G)	-4.091E+04	1.392E+05										
Axial Length	.0	571.2	1142.4	1713.6	2284.8	2284.8	2436.4	2588.0	2739.6	2891.3		
	3042.9	3194.5	3346.1	3497.7	3649.3	3800.9	3800.9	4309.6	4818.3	5327.0	5835.7	
Axial Angle	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	9.0	18.0	27.0	36.0	
	45.0	54.0	63.0	72.0	81.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	
Axial Force	-4.091E+04	-4.091E+04	-4.091E+04	-4.091E+04	-4.091E+04	-4.091E+04	-6.218E+04	-8.191E+04	-9.963E+04	-1.149E+05		
	-1.273E+05	-1.366E+05	-1.426E+05	-1.450E+05	-1.439E+05	-1.392E+05	-1.392E+05	-1.392E+05	-1.392E+05	-1.392E+05	-1.392E+05	
Shear Force	1.392E+05	1.311E+05	1.197E+05	1.054E+05	8.854E+04							
	6.948E+04	4.871E+04	2.673E+04	4.099E+03	-1.863E+04	-4.091E+04	-4.091E+04	-4.091E+04	-4.091E+04	-4.091E+04	-4.091E+04	
Moment.Y	-3.296E+08	-2.501E+08	-1.706E+08	-9.109E+07	-1.160E+07	-1.160E+07	-1.160E+07	8.929E+06	2.798E+07	4.508E+07	5.982E+07	
	7.182E+07	8.080E+07	8.653E+07	8.887E+07	8.777E+07	8.324E+07	8.324E+07	6.243E+07	4.162E+07	2.081E+07	0.000E+00	
Stress-501	30.223	23.043	15.863	8.683	1.503	12.923	10.104	30.220	48.280	63.839		
	76.515	85.996	92.047	94.520	93.354	88.578	7.974	6.094	4.215	2.335	.455	
Nozzle, Elbow	30.223	82.547										

## Bin01.txt (計算タイプ1の例)

Icase	Theta	H(mm)= 6500.0	Fixed	Stress	Evaluat.	by MITI	501					Mod.Eval
							V(mm)	V1(mm)	Nozzle	Elbow(1)	Elbow(2)	
1	90	3000	1000	61.297	24.261	126.703	180.827	178.392	119.770	.455	180.827	
2	90	3000	1500	55.432	32.438	125.967	174.233	169.887	113.590	.455	174.233	
3	90	3000	2000	49.567	40.616	125.232	167.639	161.381	107.411	.455	167.639	
4	90	3000	2500	43.703	48.793	124.496	161.045	152.875	101.231	.455	161.045	
5	90	3000	3000	37.838	56.971	123.760	154.451	144.370	95.052	.455	154.451	
6	90	3500	1000	54.469	5.331	96.693	151.190	160.526	123.279	.455	151.190	
7	90	3500	1500	48.845	13.867	96.635	145.160	152.053	116.267	.455	145.160	
8	90	3500	2000	43.220	22.403	96.577	139.129	143.581	109.254	.455	139.129	
9	90	3500	2500	37.596	30.939	96.520	133.099	135.109	102.242	.455	133.099	
10	90	3500	3000	31.972	39.475	96.462	127.069	126.636	95.230	.455	127.069	

11	90	3500	3500	26.347	48.011	96.404	121.038	118.164	88.218	.455	121.038
12	90	4000	1000	50.997	10.218	76.443	131.424	147.704	122.804	.455	131.424
13	90	4000	1500	45.546	1.449	76.860	125.820	139.329	115.331	.455	125.820
14	90	4000	2000	40.096	8.672	77.276	120.216	130.955	107.857	.455	120.216
15	90	4000	2500	34.646	17.442	77.693	114.613	122.580	100.383	.455	114.613
16	90	4000	3000	29.195	26.211	78.109	109.009	114.206	92.909	.455	109.009
17	90	4000	3500	23.745	34.981	78.526	103.405	105.832	85.436	.455	103.405
18	90	4000	4000	18.294	43.750	78.942	97.801	97.457	77.962	.455	97.801
19	90	4500	1000	49.451	21.858	61.753	117.654	138.686	121.647	.455	119.651
20	90	4500	1500	44.133	12.929	62.518	112.383	130.426	113.902	.455	113.142
21	90	4500	2000	38.814	3.999	63.282	107.111	122.166	106.156	.455	107.111
22	90	4500	2500	33.496	6.282	64.046	101.839	113.906	98.410	.455	101.839
23	90	4500	3000	28.178	15.211	64.811	96.567	105.646	90.665	.455	96.567
24	90	4500	3500	22.860	24.141	65.575	91.296	97.386	82.919	.455	91.296
25	90	4500	4000	17.541	33.070	66.340	86.024	89.126	75.174	.455	86.024
26	90	4500	4500	12.223	42.000	67.104	80.752	80.866	67.428	.455	80.752
27	90	5000	1000	49.092	31.986	50.477	107.739	132.434	120.802	.455	114.271
28	90	5000	1500	43.878	22.942	51.507	102.733	124.289	112.891	.455	107.812
29	90	5000	2000	38.665	13.899	52.537	97.727	116.143	104.980	.455	101.354
30	90	5000	2500	33.451	4.856	53.567	92.722	107.998	97.070	.455	94.896
31	90	5000	3000	28.237	5.539	54.597	87.716	99.852	89.159	.455	88.437
32	90	5000	3500	23.024	14.582	55.627	82.710	91.707	81.248	.455	82.710
33	90	5000	4000	17.810	23.625	56.657	77.704	83.561	73.337	.455	77.704
34	90	5000	4500	12.596	32.668	57.687	72.698	75.416	65.426	.455	72.698
35	90	5000	5000	7.383	41.712	58.718	67.693	67.270	57.515	.455	67.693
36	90	5500	1000	49.506	41.153	41.428	100.422	128.201	120.535	.455	110.479
37	90	5500	1500	44.378	32.026	42.667	95.635	120.165	112.523	.455	104.079
38	90	5500	2000	39.250	22.900	43.906	90.848	112.129	104.511	.455	97.679
39	90	5500	2500	34.122	13.774	45.146	86.061	104.094	96.499	.455	91.280
40	90	5500	3000	28.994	4.648	46.385	81.274	96.058	88.487	.455	84.880
41	90	5500	3500	23.866	5.829	47.624	76.487	88.022	80.475	.455	78.481
42	90	5500	4000	18.738	14.955	48.864	71.700	79.986	72.463	.455	72.081
43	90	5500	4500	13.610	24.082	50.103	66.913	71.951	64.451	.455	66.913
44	90	5500	5000	8.482	33.208	51.343	62.125	63.915	56.439	.455	62.125
45	90	5500	5500	3.354	42.334	52.582	57.338	55.879	48.426	.455	57.338
46	90	6000	1000	50.447	49.674	33.901	94.928	125.466	120.867	.455	107.898
47	90	6000	1500	45.391	40.486	35.310	90.325	117.534	112.795	.455	101.560
48	90	6000	2000	40.335	31.298	36.719	85.722	109.601	104.722	.455	95.222
49	90	6000	2500	35.279	22.111	38.127	81.119	101.669	96.650	.455	88.884
50	90	6000	3000	30.223	12.923	39.536	76.515	93.737	88.578	.455	82.547
51	90	6000	3500	25.167	3.736	40.945	71.912	85.804	80.505	.455	76.209

52	90	6000	4000	20.111	6.803	42.353	67.309	77.872	72.433	.455	69.871
53	90	6000	4500	15.056	15.991	43.762	62.706	69.939	64.360	.455	63.533
54	90	6000	5000	10.000	25.178	45.170	58.103	62.007	56.288	.455	58.103
55	90	6000	5500	4.944	34.366	46.579	53.500	54.074	48.216	.455	53.500
56	90	6000	6000	1.023	43.554	47.988	48.897	46.142	40.143	.455	48.897
57	90	6500	1000	51.759	57.740	27.458	90.754	123.863	121.743	.455	106.249
58	90	6500	1500	46.765	48.506	29.007	86.309	116.027	113.638	.455	99.973
59	90	6500	2000	41.771	39.272	30.555	81.863	108.192	105.532	.455	93.698
60	90	6500	2500	36.778	30.039	32.104	77.418	100.356	97.426	.455	87.422
61	90	6500	3000	31.784	20.805	33.652	72.973	92.521	89.321	.455	81.147
62	90	6500	3500	26.790	11.571	35.201	68.527	84.685	81.215	.455	74.871
63	90	6500	4000	21.796	2.338	36.749	64.082	76.850	73.110	.455	68.596
64	90	6500	4500	16.802	8.247	38.298	59.637	69.015	65.004	.455	62.320
65	90	6500	5000	11.808	17.481	39.846	55.191	61.179	56.898	.455	56.045
66	90	6500	5500	6.814	26.714	41.395	50.746	53.344	48.793	.455	50.746
67	90	6500	6000	1.820	35.948	42.943	46.301	45.508	40.687	.455	46.301
68	90	7000	1000	53.341	65.471	21.811	87.563	123.127	123.088	.455	105.325
69	90	7000	1500	48.401	56.203	23.477	83.255	115.383	114.968	.455	99.111
70	90	7000	2000	43.462	46.935	25.143	78.947	107.638	106.848	.455	92.897
71	90	7000	2500	38.522	37.667	26.809	74.639	99.894	98.728	.455	86.684
72	90	7000	3000	33.583	28.399	28.475	70.332	92.150	90.608	.455	80.470
73	90	7000	3500	28.643	19.130	30.141	66.024	84.405	82.487	.455	74.256
74	90	7000	4000	23.704	9.862	31.807	61.716	76.661	74.367	.455	68.042
75	90	7000	4500	18.764	.757	33.474	57.408	68.917	66.247	.455	61.828
76	90	7000	5000	13.824	10.025	35.140	53.100	61.172	58.127	.455	55.614
77	90	7000	5500	8.885	19.294	36.806	48.792	53.428	50.007	.455	49.400
78	90	7000	6000	3.945	28.562	38.472	44.484	45.684	41.887	.455	44.484
79	90	7500	1000	55.122	72.950	16.762	85.119	123.067	124.827	.455	104.973
80	90	7500	1500	50.230	63.655	18.529	80.933	115.408	116.706	.455	98.820
81	90	7500	2000	45.339	54.361	20.295	76.747	107.750	108.585	.455	92.666
82	90	7500	2500	40.448	45.067	22.062	72.560	100.092	100.464	.455	86.512
83	90	7500	3000	35.557	35.773	23.829	68.374	92.433	92.343	.455	80.358
84	90	7500	3500	30.666	26.479	25.595	64.188	84.775	84.221	.455	74.205
85	90	7500	4000	25.775	17.185	27.362	60.002	77.116	76.100	.455	68.051
86	90	7500	4500	20.884	7.891	29.128	55.815	69.458	67.979	.455	61.897
87	90	7500	5000	15.993	2.754	30.895	51.629	61.799	59.858	.455	55.743
88	90	7500	5500	11.102	12.048	32.662	47.443	54.141	51.736	.455	49.590
89	90	7500	6000	6.211	21.342	34.428	43.256	46.482	43.615	.455	43.436
90	90	8000	1000	57.053	80.229	12.175	83.255	123.540	126.897	.455	105.076
91	90	8000	1500	52.205	70.916	14.029	79.177	115.963	118.784	.455	98.981
92	90	8000	2000	47.358	61.603	15.882	75.100	108.385	110.671	.455	92.886

93	90	8000	2500	42.511	52.290	17.736	71.022	100.808	102.559	.455	86.790
94	90	8000	3000	37.663	42.977	19.589	66.945	93.231	94.446	.455	80.695
95	90	8000	3500	32.816	33.663	21.443	62.867	85.654	86.333	.455	74.600
96	90	8000	4000	27.968	24.350	23.297	58.790	78.076	78.220	.455	68.505
97	90	8000	4500	23.121	15.037	25.150	54.712	70.499	70.108	.455	62.410
98	90	8000	5000	18.274	5.724	27.004	50.634	62.922	61.995	.455	56.315
99	90	8000	5500	13.426	4.940	28.857	46.557	55.344	53.882	.455	50.220
100	90	8000	6000	8.579	14.254	30.711	42.479	47.767	45.770	.455	44.124
101	90	8500	1000	59.099	87.350	7.951	81.846	124.437	129.240	.455	105.543
102	90	8500	1500	54.291	78.023	9.880	77.867	116.937	121.143	.455	99.505
103	90	8500	2000	49.484	68.696	11.810	73.888	109.437	113.046	.455	93.467
104	90	8500	2500	44.676	59.369	13.740	69.908	101.937	104.949	.455	87.429
105	90	8500	3000	39.869	50.042	15.669	65.929	94.437	96.852	.455	81.391
106	90	8500	3500	35.061	40.715	17.599	61.950	86.937	88.755	.455	75.352
107	90	8500	4000	30.254	31.388	19.529	57.971	79.436	80.658	.455	69.314
108	90	8500	4500	25.446	22.061	21.458	53.992	71.936	72.561	.455	63.276
109	90	8500	5000	20.639	12.734	23.388	50.012	64.436	64.464	.455	57.238
110	90	8500	5500	15.832	3.407	25.318	46.033	56.936	56.366	.455	51.200
111	90	8500	6000	11.024	7.271	27.247	42.054	49.436	48.269	.455	45.162
112	90	9000	1000	61.234	94.340	4.016	80.801	125.676	131.811	.455	106.306
113	90	9000	1500	56.463	85.003	6.013	76.911	118.250	123.735	.455	100.323
114	90	9000	2000	51.692	75.667	8.010	73.022	110.823	115.659	.455	94.340
115	90	9000	2500	46.921	66.330	10.006	69.132	103.396	107.583	.455	88.357
116	90	9000	3000	42.151	56.994	12.003	65.243	95.970	99.507	.455	82.375
117	90	9000	3500	37.380	47.657	14.000	61.353	88.543	91.431	.455	76.392
118	90	9000	4000	32.609	38.321	15.997	57.464	81.116	83.355	.455	70.409
119	90	9000	4500	27.839	28.985	17.994	53.574	73.690	75.278	.455	64.426
120	90	9000	5000	23.068	19.648	19.991	49.685	66.263	67.202	.455	58.443
121	90	9000	5500	18.297	10.312	21.988	45.795	58.836	59.126	.455	52.461
122	90	9000	6000	13.526	.975	23.985	41.906	51.410	51.050	.455	46.478
123	90	9500	1000	63.437	101.220	1.036	80.048	127.192	134.570	.455	107.309
124	90	9500	1500	58.701	91.877	2.372	76.241	119.835	126.519	.455	101.380
125	90	9500	2000	53.964	82.535	4.429	72.434	112.479	118.468	.455	95.451
126	90	9500	2500	49.227	73.192	6.485	68.627	105.123	110.417	.455	89.522
127	90	9500	3000	44.491	63.850	8.542	64.820	97.766	102.366	.455	83.593
128	90	9500	3500	39.754	54.508	10.599	61.013	90.410	94.315	.455	77.664
129	90	9500	4000	35.018	45.165	12.656	57.206	83.054	86.264	.455	71.735
130	90	9500	4500	30.281	35.823	14.713	53.399	75.697	78.213	.455	65.806
131	90	9500	5000	25.545	26.480	16.770	49.592	68.341	70.162	.455	59.877
132	90	9500	5500	20.808	17.138	18.826	45.785	60.985	62.111	.455	53.948
133	90	9500	6000	16.072	7.795	20.883	41.978	53.628	54.060	.455	48.019

134	90	10000	1000	65.694	108.006	4.545	79.533	128.932	137.483	.455	108.508
135	90	10000	1500	60.990	98.660	2.435	75.802	121.644	129.461	.455	102.632
136	90	10000	2000	56.285	89.315	1.027	72.072	114.355	121.438	.455	96.755
137	90	10000	2500	51.581	79.969	3.138	68.341	107.066	113.416	.455	90.878
138	90	10000	3000	46.876	70.624	5.249	64.611	99.777	105.393	.455	85.002
139	90	10000	3500	42.171	61.278	7.359	60.880	92.488	97.370	.455	79.125
140	90	10000	4000	37.467	51.933	9.470	57.150	85.199	89.348	.455	73.249
141	90	10000	4500	32.762	42.587	11.581	53.419	77.910	81.325	.455	67.372
142	90	10000	5000	28.058	33.242	13.691	49.689	70.621	73.302	.455	61.496
143	90	10000	5500	23.353	23.896	15.802	45.958	63.332	65.280	.455	55.619
144	90	10000	6000	18.649	14.551	17.913	42.227	56.043	57.257	.455	49.742
145	105	3500	1000	31.520	35.190	94.960	123.972	116.243	73.367	.455	123.972
146	105	3500	1500	26.888	42.431	94.507	118.299	108.901	68.250	.455	118.299
147	105	3500	2000	22.256	49.671	94.054	112.627	101.559	63.134	.455	112.627
148	105	3500	2500	17.624	56.912	93.601	106.954	94.217	58.018	.455	106.954
149	105	3500	3000	12.992	64.153	93.148	101.281	86.875	52.901	.455	101.281
150	105	3500	3500	8.360	71.393	92.695	95.608	79.533	47.785	.455	95.608
151	105	4000	1000	25.488	27.498	75.572	101.978	101.271	73.596	.455	101.978
152	105	4000	1500	21.215	34.522	75.608	96.989	94.255	67.970	.455	96.989
153	105	4000	2000	16.943	41.546	75.644	91.999	87.238	62.344	.455	91.999
154	105	4000	2500	12.671	48.570	75.679	87.009	80.221	56.717	.455	87.009
155	105	4000	3000	8.398	55.594	75.715	82.019	73.205	51.091	.455	82.019
156	105	4000	3500	4.126	62.617	75.751	77.029	66.188	45.465	.455	77.029
157	105	4000	4000	1.057	69.641	75.786	72.039	59.172	39.839	.455	72.039
158	105	4500	1000	22.214	21.176	62.421	87.206	90.419	71.398	.455	87.206
159	105	4500	1500	18.211	27.949	62.756	82.726	83.740	65.588	.455	82.726
160	105	4500	2000	14.208	34.721	63.091	78.246	77.060	59.779	.455	78.246
161	105	4500	2500	10.205	41.493	63.425	73.766	70.381	53.969	.455	73.766
162	105	4500	3000	6.203	48.265	63.760	69.286	63.701	48.159	.455	69.286
163	105	4500	3500	2.200	55.037	64.095	64.806	57.022	42.350	.455	64.806
164	105	4500	4000	2.714	61.809	64.430	60.325	50.343	36.540	.455	61.067
165	105	4500	4500	6.717	68.581	64.765	55.845	43.663	30.730	.455	62.213
166	105	5000	1000	20.490	15.710	52.892	76.823	82.569	68.942	.455	76.823
167	105	5000	1500	16.700	22.218	53.412	72.737	76.207	63.107	.455	72.737
168	105	5000	2000	12.910	28.726	53.932	68.650	69.846	57.272	.455	68.650
169	105	5000	2500	9.121	35.234	54.451	64.564	63.485	51.437	.455	64.564
170	105	5000	3000	5.331	41.742	54.971	60.477	57.124	45.602	.455	60.477
171	105	5000	3500	1.541	48.250	55.491	56.391	50.762	39.767	.455	56.391
172	105	5000	4000	3.159	54.758	56.011	52.304	44.401	33.932	.455	53.531
173	105	5000	4500	6.948	61.266	56.531	48.217	38.040	28.097	.455	54.742
174	105	5000	5000	10.738	67.774	57.051	44.131	31.679	22.262	.455	55.952

175	105	5500	1000	19.689	10.864	45.641	69.258	76.846	66.838	.455	69.258
176	105	5500	1500	16.076	17.106	46.274	65.485	70.777	61.059	.455	65.485
177	105	5500	2000	12.462	23.349	46.907	61.712	64.709	55.281	.455	61.712
178	105	5500	2500	8.849	29.591	47.540	57.939	58.641	49.502	.455	57.939
179	105	5500	3000	5.236	35.833	48.173	54.165	52.572	43.724	.455	54.165
180	105	5500	3500	1.622	42.075	48.806	50.392	46.504	37.945	.455	50.392
181	105	5500	4000	2.902	48.317	49.440	46.619	40.436	32.167	.455	47.468
182	105	5500	4500	6.515	54.559	50.073	42.845	34.368	26.388	.455	48.702
183	105	5500	5000	10.128	60.801	50.706	39.072	28.299	20.610	.455	49.937
184	105	5500	5500	13.742	67.043	51.339	35.299	22.231	14.831	.455	51.171
185	105	6000	1000	19.465	6.517	39.920	63.588	72.639	65.207	.455	64.397
186	105	6000	1500	16.003	12.497	40.619	60.071	66.839	59.529	.455	60.071
187	105	6000	2000	12.540	18.477	41.319	56.553	61.039	53.851	.455	56.553
188	105	6000	2500	9.077	24.457	42.018	53.036	55.239	48.173	.455	53.036
189	105	6000	3000	5.614	30.437	42.717	49.519	49.439	42.495	.455	49.519
190	105	6000	3500	2.151	36.417	43.417	46.002	43.639	36.817	.455	46.002
191	105	6000	4000	2.222	42.397	44.116	42.484	37.839	31.139	.455	42.484
192	105	6000	4500	5.685	48.377	44.815	38.967	32.039	25.461	.455	43.672
193	105	6000	5000	9.148	54.357	45.514	35.450	26.239	19.783	.455	44.904
194	105	6000	5500	12.611	60.337	46.214	31.933	20.439	14.105	.455	46.135
195	105	6000	6000	16.073	66.317	46.913	28.415	14.639	8.427	.455	47.366
196	105	6500	1000	19.613	2.594	35.283	59.241	69.527	64.020	.455	61.630
197	105	6500	1500	16.282	8.319	36.016	55.938	63.973	58.467	.455	57.202
198	105	6500	2000	12.951	14.043	36.750	52.634	58.420	52.913	.455	52.774
199	105	6500	2500	9.620	19.768	37.484	49.331	52.866	47.359	.455	49.331
200	105	6500	3000	6.289	25.493	38.218	46.028	47.312	41.806	.455	46.028
201	105	6500	3500	2.958	31.217	38.952	42.725	41.759	36.252	.455	42.725
202	105	6500	4000	1.283	36.942	39.686	39.422	36.205	30.698	.455	39.422
203	105	6500	4500	4.614	42.666	40.419	36.119	30.651	25.145	.455	39.393
204	105	6500	5000	7.945	48.391	41.153	32.816	25.097	19.591	.455	40.603
205	105	6500	5500	11.276	54.116	41.887	29.512	19.544	14.037	.455	41.814
206	105	6500	6000	14.606	59.840	42.621	26.209	13.990	8.484	.455	43.025
207	105	7000	1000	20.003	2.305	31.447	55.848	67.217	63.208	.455	59.528
208	105	7000	1500	16.790	4.523	32.193	52.728	61.890	57.791	.455	55.259
209	105	7000	2000	13.577	10.000	32.940	49.607	56.563	52.374	.455	50.990
210	105	7000	2500	10.364	15.478	33.687	46.486	51.236	46.957	.455	46.722
211	105	7000	3000	7.151	20.955	34.433	43.365	45.909	41.541	.455	43.365
212	105	7000	3500	3.938	26.433	35.180	40.244	40.582	36.124	.455	40.244
213	105	7000	4000	.726	31.910	35.926	37.124	35.255	30.707	.455	37.124
214	105	7000	4500	3.398	37.387	36.673	34.003	29.929	25.290	.455	35.695
215	105	7000	5000	6.611	42.865	37.419	30.882	24.602	19.874	.455	36.873

216	105	7000	5500	9.824	48.342	38.166	27.761	19.275	14.457	.455	38.052
217	105	7000	6000	13.036	53.820	38.912	24.640	13.948	9.040	.455	39.230
218	105	7500	1000	20.553	5.517	28.226	53.163	65.501	62.695	.455	57.929
219	105	7500	1500	17.447	1.073	28.970	50.200	60.384	57.421	.455	53.810
220	105	7500	2000	14.341	6.312	29.714	47.237	55.267	52.147	.455	49.692
221	105	7500	2500	11.236	11.551	30.458	44.274	50.150	46.873	.455	45.574
222	105	7500	3000	8.130	16.791	31.202	41.311	45.033	41.599	.455	41.455
223	105	7500	3500	5.024	22.030	31.946	38.348	39.916	36.325	.455	38.348
224	105	7500	4000	1.918	27.269	32.690	35.385	34.799	31.051	.455	35.385
225	105	7500	4500	2.098	32.508	33.434	32.422	29.682	25.777	.455	32.465
226	105	7500	5000	5.204	37.747	34.178	29.459	24.565	20.504	.455	33.603
227	105	7500	5500	8.309	42.986	34.922	26.496	19.447	15.230	.455	34.741
228	105	7500	6000	11.415	48.226	35.666	23.533	14.330	9.956	.455	35.879
229	105	8000	1000	21.207	8.422	25.491	51.013	64.230	62.416	.455	56.714
230	105	8000	1500	18.200	3.412	26.222	48.188	59.308	57.287	.455	52.738
231	105	8000	2000	15.193	2.950	26.952	45.363	54.386	52.158	.455	48.761
232	105	8000	2500	12.185	7.960	27.683	42.539	49.464	47.029	.455	44.784
233	105	8000	3000	9.178	12.970	28.413	39.714	44.542	41.900	.455	40.807
234	105	8000	3500	6.171	17.980	29.144	36.890	39.620	36.771	.455	36.890
235	105	8000	4000	3.164	22.991	29.875	34.065	34.698	31.642	.455	34.065
236	105	8000	4500	.754	28.001	30.605	31.240	29.775	26.512	.455	31.240
237	105	8000	5000	3.761	33.011	31.336	28.416	24.853	21.383	.455	30.713
238	105	8000	5500	6.769	38.021	32.066	25.591	19.931	16.254	.455	31.806
239	105	8000	6000	9.776	43.032	32.797	22.767	15.009	11.125	.455	32.899
240	105	8500	1000	21.928	11.046	23.149	49.275	63.295	62.318	.455	55.796
241	105	8500	1500	19.012	6.255	23.858	46.573	58.555	57.333	.455	51.953
242	105	8500	2000	16.096	1.464	24.568	43.871	53.815	52.348	.455	48.110
243	105	8500	2500	13.180	4.678	25.278	41.169	49.075	47.363	.455	44.266
244	105	8500	3000	10.264	9.468	25.987	38.467	44.334	42.378	.455	40.423
245	105	8500	3500	7.348	14.259	26.697	35.766	39.594	37.393	.455	36.579
246	105	8500	4000	4.432	19.050	27.407	33.064	34.854	32.408	.455	33.064
247	105	8500	4500	1.516	23.841	28.116	30.362	30.114	27.423	.455	30.362
248	105	8500	5000	2.310	28.631	28.826	27.660	25.374	22.438	.455	28.146
249	105	8500	5500	5.226	33.422	29.536	24.958	20.633	17.454	.455	29.190
250	105	8500	6000	8.142	38.213	30.245	22.256	15.893	12.469	.455	30.235
251	105	9000	1000	22.688	13.411	21.130	47.860	62.616	62.356	.455	55.108
252	105	9000	1500	19.857	8.830	21.814	45.268	58.046	57.513	.455	51.390
253	105	9000	2000	17.027	4.250	22.497	42.676	53.476	52.670	.455	47.673
254	105	9000	2500	14.196	1.682	23.181	40.084	48.906	47.827	.455	43.956
255	105	9000	3000	11.366	6.262	23.864	37.493	44.336	42.984	.455	40.238
256	105	9000	3500	8.535	10.843	24.548	34.901	39.766	38.141	.455	36.521

257	105	9000	4000	5.705	15.424	25.231	32.309	35.196	33.298	.455	32.803
258	105	9000	4500	2.874	20.004	25.915	29.717	30.626	28.455	.455	29.717
259	105	9000	5000	.867	24.585	26.598	27.125	26.056	23.612	.455	27.125
260	105	9000	5500	3.697	29.165	27.282	24.533	21.486	18.770	.455	26.849
261	105	9000	6000	6.528	33.746	27.965	21.941	16.916	13.927	.455	27.843
262	105	9500	1000	23.467	15.537	19.384	46.702	62.133	62.494	.455	54.598
263	105	9500	1500	20.717	11.158	20.038	44.209	57.722	57.790	.455	51.000
264	105	9500	2000	17.967	6.778	20.692	41.717	53.312	53.086	.455	47.401
265	105	9500	2500	15.217	2.399	21.345	39.224	48.902	48.382	.455	43.803
266	105	9500	3000	12.467	3.332	21.999	36.732	44.491	43.678	.455	40.205
267	105	9500	3500	9.717	7.711	22.652	34.239	40.081	38.974	.455	36.607
268	105	9500	4000	6.967	12.091	23.306	31.746	35.671	34.270	.455	33.008
269	105	9500	4500	4.216	16.470	23.960	29.254	31.261	29.566	.455	29.410
270	105	9500	5000	1.466	20.850	24.613	26.761	26.850	24.862	.455	26.761
271	105	9500	5500	2.195	25.229	25.267	24.268	22.440	20.158	.455	24.749
272	105	9500	6000	4.945	29.609	25.920	21.776	18.030	15.455	.455	25.692
273	105	10000	1000	24.254	17.443	17.870	45.750	61.798	62.705	.455	54.227
274	105	10000	1500	21.579	13.256	18.491	43.348	57.538	58.136	.455	50.742
275	105	10000	2000	18.905	9.069	19.112	40.945	53.278	53.568	.455	47.256
276	105	10000	2500	16.231	4.881	19.734	38.543	49.018	48.999	.455	43.771
277	105	10000	3000	13.557	.694	20.355	36.141	44.758	44.430	.455	40.286
278	105	10000	3500	10.883	4.844	20.976	33.738	40.498	39.862	.455	36.800
279	105	10000	4000	8.208	9.031	21.597	31.336	36.238	35.293	.455	33.315
280	105	10000	4500	5.534	13.219	22.219	28.934	31.978	30.724	.455	29.829
281	105	10000	5000	2.860	17.406	22.840	26.531	27.718	26.156	.455	26.531
282	105	10000	5500	.725	21.593	23.461	24.129	23.458	21.587	.455	24.129
283	105	10000	6000	3.399	25.780	24.083	21.727	19.198	17.018	.455	23.753
284	120	4000	1000	10.315	49.885	73.735	80.808	69.207	42.041	.455	80.808
285	120	4000	1500	6.861	55.690	73.484	76.217	63.158	37.806	.455	76.217
286	120	4000	2000	3.408	61.495	73.232	71.627	57.109	33.570	.455	71.627
287	120	4000	2500	.956	67.300	72.980	67.036	51.061	29.334	.455	67.168
288	120	4000	3000	4.409	73.105	72.728	62.446	45.012	25.099	.455	67.775
289	120	4000	3500	7.863	78.910	72.476	57.855	38.963	20.863	.455	68.382
290	120	4000	4000	11.316	84.714	72.225	53.265	32.915	16.628	.455	68.990
291	120	4500	1000	6.130	45.799	61.071	65.405	57.639	39.854	.455	65.405
292	120	4500	1500	3.046	51.107	61.146	61.496	52.064	35.377	.455	61.496
293	120	4500	2000	.949	56.415	61.221	57.588	46.489	30.900	.455	57.588
294	120	4500	2500	4.033	61.724	61.296	53.679	40.915	26.423	.455	57.701
295	120	4500	3000	7.117	67.032	61.371	49.771	35.340	21.946	.455	58.401
296	120	4500	3500	10.201	72.340	61.445	45.862	29.765	17.469	.455	59.101
297	120	4500	4000	13.285	77.649	61.520	41.953	24.191	12.992	.455	59.801

298	120	4500	4500	16.369	82.957	61.595	38.045	18.616	8.515	.455	60.501
299	120	5000	1000	3.996	41.513	52.214	55.179	49.615	37.013	.455	55.179
300	120	5000	1500	1.185	46.378	52.463	51.766	44.473	32.539	.455	51.766
301	120	5000	2000	2.538	51.243	52.713	48.353	39.331	28.065	.455	49.798
302	120	5000	2500	5.349	56.108	52.963	44.940	34.189	23.591	.455	50.524
303	120	5000	3000	8.161	60.973	53.213	41.527	29.047	19.117	.455	51.250
304	120	5000	3500	10.972	65.838	53.462	38.114	23.905	14.643	.455	51.976
305	120	5000	4000	13.784	70.703	53.712	34.701	18.763	10.169	.455	52.702
306	120	5000	4500	16.596	75.568	53.962	31.288	13.621	5.695	.455	53.428
307	120	5000	5000	19.407	80.433	54.212	27.875	8.479	1.221	.455	54.154
308	120	5500	1000	2.980	37.316	45.594	48.043	44.007	34.567	.455	48.043
309	120	5500	1500	.529	41.781	45.932	45.005	39.247	30.202	.455	45.005
310	120	5500	2000	3.127	46.247	46.270	41.966	34.487	25.838	.455	44.106
311	120	5500	2500	5.726	50.712	46.609	38.928	29.728	21.474	.455	44.820
312	120	5500	3000	8.324	55.178	46.947	35.889	24.968	17.109	.455	45.533
313	120	5500	3500	10.922	59.643	47.285	32.851	20.208	12.745	.455	46.247
314	120	5500	4000	13.520	64.109	47.623	29.812	15.448	8.381	.455	46.960
315	120	5500	4500	16.119	68.574	47.961	26.774	10.689	4.016	.455	47.674
316	120	5500	5000	18.717	73.040	48.299	23.735	5.929	1.699	.455	48.388
317	120	5500	5500	21.315	77.505	48.638	20.697	1.169	6.063	.455	49.101
318	120	6000	1000	2.607	33.347	40.415	42.864	40.036	32.691	.455	42.864
319	120	6000	1500	.727	37.451	40.791	40.118	35.613	28.483	.455	40.118
320	120	6000	2000	3.150	41.554	41.166	37.373	31.190	24.275	.455	39.463
321	120	6000	2500	5.573	45.658	41.541	34.627	26.767	20.068	.455	40.142
322	120	6000	3000	7.997	49.761	41.917	31.882	22.344	15.860	.455	40.821
323	120	6000	3500	10.420	53.865	42.292	29.136	17.921	11.652	.455	41.500
324	120	6000	4000	12.843	57.968	42.668	26.390	13.498	7.445	.455	42.179
325	120	6000	4500	15.267	62.072	43.043	23.645	9.075	3.237	.455	42.858
326	120	6000	5000	17.690	66.175	43.418	20.899	4.652	2.322	.455	43.537
327	120	6000	5500	20.113	70.279	43.794	18.154	1.122	6.529	.455	44.216
328	120	6000	6000	22.537	74.382	44.169	15.408	5.545	10.737	.455	44.895
329	120	6500	1000	2.620	29.673	36.234	38.986	37.190	31.329	.455	38.986
330	120	6500	1500	.565	33.447	36.616	36.476	33.065	27.297	.455	36.476
331	120	6500	2000	2.840	37.221	36.997	33.966	28.940	23.265	.455	35.593
332	120	6500	2500	5.115	40.995	37.379	31.456	24.815	19.233	.455	36.225
333	120	6500	3000	7.390	44.769	37.760	28.946	20.689	15.201	.455	36.858
334	120	6500	3500	9.665	48.542	38.142	26.437	16.564	11.169	.455	37.490
335	120	6500	4000	11.940	52.316	38.523	23.927	12.439	7.137	.455	38.122
336	120	6500	4500	14.215	56.090	38.905	21.417	8.314	3.105	.455	38.754
337	120	6500	5000	16.490	59.864	39.286	18.907	4.188	2.278	.455	39.386
338	120	6500	5500	18.765	63.638	39.667	16.398	1.288	6.310	.455	40.018

339	120	6500	6000	21.040	67.411	40.049	13.888	5.413	10.342	.455	40.650
340	120	7000	1000	2.868	26.317	32.784	36.009	35.128	30.377	.455	36.009
341	120	7000	1500	.722	29.790	33.152	33.693	31.268	26.526	.455	33.693
342	120	7000	2000	2.334	33.263	33.521	31.378	27.408	22.675	.455	32.320
343	120	7000	2500	4.480	36.736	33.889	29.062	23.548	18.824	.455	32.899
344	120	7000	3000	6.626	40.208	34.258	26.747	19.688	14.973	.455	33.478
345	120	7000	3500	8.772	43.681	34.626	24.431	15.828	11.121	.455	34.056
346	120	7000	4000	10.918	47.154	34.995	22.116	11.968	7.270	.455	34.635
347	120	7000	4500	13.064	50.627	35.363	19.800	8.108	3.419	.455	35.213
348	120	7000	5000	15.210	54.099	35.731	17.484	4.248	1.783	.455	35.792
349	120	7000	5500	17.356	57.572	36.100	15.169	.964	5.635	.455	36.371
350	120	7000	6000	19.502	61.045	36.468	12.853	4.824	9.486	.455	36.949
351	120	7500	1000	3.259	23.281	29.893	33.677	33.621	29.737	.455	33.677
352	120	7500	1500	1.227	26.478	30.237	31.525	29.998	26.065	.455	31.525
353	120	7500	2000	1.715	29.675	30.580	29.373	26.376	22.393	.455	29.524
354	120	7500	2500	3.746	32.873	30.924	27.220	22.753	18.720	.455	30.046
355	120	7500	3000	5.778	36.070	31.268	25.068	19.131	15.048	.455	30.569
356	120	7500	3500	7.809	39.267	31.612	22.915	15.508	11.375	.455	31.091
357	120	7500	4000	9.841	42.464	31.955	20.763	11.886	7.703	.455	31.614
358	120	7500	4500	11.872	45.661	32.299	18.611	8.263	4.030	.455	32.136
359	120	7500	5000	13.904	48.859	32.643	16.458	4.641	.993	.455	32.658
360	120	7500	5500	15.935	52.056	32.987	14.306	1.019	4.666	.455	33.181
361	120	7500	6000	17.967	55.253	33.331	12.153	3.955	8.338	.455	33.703
362	120	8000	1000	3.733	20.553	27.444	31.821	32.510	29.328	.455	31.821
363	120	8000	1500	1.805	23.497	27.756	29.807	29.102	25.828	.455	29.807
364	120	8000	2000	1.034	26.442	28.068	27.794	25.694	22.329	.455	27.794
365	120	8000	2500	2.963	29.387	28.381	25.781	22.285	18.829	.455	27.584
366	120	8000	3000	4.891	32.331	28.693	23.768	18.877	15.330	.455	28.050
367	120	8000	3500	6.820	35.276	29.005	21.755	15.469	11.831	.455	28.516
368	120	8000	4000	8.748	38.221	29.317	19.742	12.061	8.331	.455	28.981
369	120	8000	4500	10.677	41.166	29.630	17.729	8.652	4.832	.455	29.447
370	120	8000	5000	12.605	44.110	29.942	15.716	5.244	1.332	.455	29.913
371	120	8000	5500	14.534	47.055	30.254	13.703	1.836	-3.518	.455	30.379
372	120	8000	6000	16.462	50.000	30.566	11.690	2.924	-7.018	.455	30.845
373	120	8500	1000	4.254	18.115	25.353	30.321	31.687	29.085	.455	30.321
374	120	8500	1500	2.420	20.828	25.630	28.428	28.472	25.751	.455	28.428
375	120	8500	2000	.585	23.541	25.907	26.536	25.258	22.417	.455	26.536
376	120	8500	2500	2.161	26.254	26.184	24.643	22.044	19.083	.455	25.449
377	120	8500	3000	3.995	28.967	26.461	22.751	18.830	15.749	.455	25.859
378	120	8500	3500	5.830	31.680	26.738	20.858	15.616	12.415	.455	26.269
379	120	8500	4000	7.665	34.393	27.015	18.966	12.401	9.081	.455	26.680

380	120	8500	4500	9.500	37.106	27.292	17.073	9.187	5.747	.455	27.090
381	120	8500	5000	11.335	39.819	27.569	15.181	5.973	2.413	.455	27.500
382	120	8500	5500	13.170	42.532	27.846	13.288	2.759	2.272	.455	27.910
383	120	8500	6000	15.004	45.245	28.123	11.396	1.806	5.606	.455	28.320
384	135	4000	1000	.548	65.056	71.240	63.663	44.879	21.219	.455	64.360
385	135	4000	1500	3.198	69.901	70.754	59.375	39.600	18.094	.455	64.638
386	135	4000	2000	6.033	74.746	70.268	55.087	34.321	14.969	.455	64.917
387	135	4000	2500	8.868	79.591	69.782	50.799	29.042	11.844	.455	65.195
388	135	4000	3000	11.703	84.436	69.296	46.511	23.763	8.719	.455	65.474
389	135	4000	3500	14.538	89.281	68.809	42.223	18.485	5.594	.455	65.752
390	135	4000	4000	17.373	94.126	68.323	37.936	13.206	2.469	.455	66.031
391	135	4500	1000	5.234	62.317	58.826	47.578	32.364	18.312	.455	54.947
392	135	4500	1500	7.597	66.454	58.734	44.170	27.671	14.798	.455	55.312
393	135	4500	2000	9.959	70.591	58.643	40.763	22.979	11.284	.455	55.677
394	135	4500	2500	12.322	74.729	58.551	37.356	18.286	7.771	.455	56.042
395	135	4500	3000	14.684	78.866	58.460	33.949	13.594	4.257	.455	56.407
396	135	4500	3500	17.047	83.003	58.368	30.541	8.902	.743	.455	56.772
397	135	4500	4000	19.409	87.141	58.277	27.134	4.209	4.121	.455	57.137
398	135	4500	4500	21.772	91.278	58.185	23.727	1.834	7.635	.455	57.502
399	135	5000	1000	7.354	57.930	50.460	37.906	24.500	14.759	.455	47.918
400	135	5000	1500	9.404	61.520	50.555	35.086	20.325	11.249	.455	48.303
401	135	5000	2000	11.454	65.110	50.650	32.265	16.151	7.739	.455	48.688
402	135	5000	2500	13.504	68.700	50.746	29.444	11.976	4.229	.455	49.072
403	135	5000	3000	15.555	72.290	50.841	26.624	7.802	.719	.455	49.457
404	135	5000	3500	17.605	75.880	50.936	23.803	3.627	4.142	.455	49.842
405	135	5000	4000	19.655	79.470	51.031	20.982	1.898	7.652	.455	50.226
406	135	5000	4500	21.705	83.061	51.126	18.162	6.073	11.162	.455	50.611
407	135	5000	5000	23.755	86.651	51.221	15.341	10.247	14.672	.455	50.996
408	135	5500	1000	8.162	53.088	44.225	31.639	19.571	12.091	.455	42.363
409	135	5500	1500	9.987	56.233	44.402	29.231	15.832	8.721	.455	42.732
410	135	5500	2000	11.812	59.377	44.580	26.823	12.092	5.352	.455	43.100
411	135	5500	2500	13.637	62.522	44.757	24.415	8.352	1.982	.455	43.469
412	135	5500	3000	15.462	65.667	44.935	22.007	4.612	2.738	.455	43.837
413	135	5500	3500	17.287	68.811	45.112	19.599	.873	6.108	.455	44.205
414	135	5500	4000	19.112	71.956	45.290	17.192	4.218	9.477	.455	44.574
415	135	5500	4500	20.937	75.100	45.467	14.784	7.958	12.846	.455	44.942
416	135	5500	5000	22.762	78.245	45.644	12.376	11.698	16.216	.455	45.311
417	135	5500	5500	24.587	81.390	45.822	9.968	15.438	19.585	.455	45.679
418	135	6000	1000	8.292	48.296	39.287	27.336	16.469	10.351	.455	37.816
419	135	6000	1500	9.943	51.066	39.492	25.232	13.094	7.169	.455	38.149
420	135	6000	2000	11.595	53.836	39.696	23.129	9.719	3.986	.455	38.483

421	135	6000	2500	13.246	56.607	39.901	21.026	6.344	.804	.455	38.816
422	135	6000	3000	14.897	59.377	40.106	18.923	2.969	3.730	.455	39.150
423	135	6000	3500	16.549	62.147	40.310	16.820	1.757	6.912	.455	39.484
424	135	6000	4000	18.200	64.917	40.515	14.717	5.132	10.095	.455	39.817
425	135	6000	4500	19.852	67.688	40.719	12.614	8.507	13.277	.455	40.151
426	135	6000	5000	21.503	70.458	40.924	10.511	11.882	16.460	.455	40.484
427	135	6000	5500	23.154	73.228	41.129	8.408	15.257	19.642	.455	40.818
428	135	6000	6000	24.806	75.998	41.333	6.305	18.632	22.825	.455	41.152

## Bin02.txt (計算タイプ2の例)

Icase	H(mm)= 6500.0	Fixed V1(mm)	Stress Nozzle	Evaluat. by MITI	501	Pipe.Med	Mod.Eval				
		V1(mm)	Theta	Elbow(1)	Elbow(2)	Elbow(3)	Elbow(4)	Elbow(5)			
1	3000	1000	90	61.297	24.261	126.703	180.827	178.392	119.770	.455	180.827
2	3000	1500	90	55.432	32.438	125.967	174.233	169.887	113.590	.455	174.233
3	3000	2000	90	49.567	40.616	125.232	167.639	161.381	107.411	.455	167.639
4	3000	2500	90	43.703	48.793	124.496	161.045	152.875	101.231	.455	161.045
5	3000	3000	90	37.838	56.971	123.760	154.451	144.370	96.052	.455	154.451
6	3500	1000	90	54.469	5.331	96.693	151.190	160.526	123.279	.455	151.190
7	3500	1000	105	31.520	35.190	94.960	123.972	116.243	73.367	.455	123.972
8	3500	1500	90	48.845	13.867	96.635	145.160	152.053	116.267	.455	145.160
9	3500	1500	105	26.888	42.431	94.507	118.299	108.901	68.250	.455	118.299
10	3500	2000	90	43.220	22.403	96.577	139.129	143.581	109.254	.455	139.129
11	3500	2000	105	22.256	49.671	94.054	112.627	101.559	63.134	.455	112.627
12	3500	2500	90	37.596	30.939	96.520	133.099	135.109	102.242	.455	133.099
13	3500	2500	105	17.624	56.912	93.601	106.954	94.217	58.018	.455	106.954
14	3500	3000	90	31.972	39.475	96.462	127.069	126.636	95.230	.455	127.069
15	3500	3000	105	12.992	64.153	93.148	101.281	86.875	52.901	.455	101.281
16	3500	3500	90	26.347	48.011	96.404	121.038	118.164	88.218	.455	121.038
17	3500	3500	105	8.360	71.393	92.695	95.608	79.533	47.785	.455	95.608
18	4000	1000	90	50.997	10.218	76.443	131.424	147.704	122.804	.455	131.424
19	4000	1000	105	25.488	27.498	75.572	101.978	101.271	73.596	.455	101.978
20	4000	1000	120	10.315	49.885	73.735	80.808	69.207	42.041	.455	80.808
21	4000	1000	135	.548	65.056	71.240	63.663	44.879	21.219	.455	64.360
22	4000	1500	90	45.546	1.449	76.860	125.820	139.329	115.331	.455	125.820
23	4000	1500	105	21.215	34.522	75.608	96.989	94.255	67.970	.455	96.989
24	4000	1500	120	6.861	55.690	73.484	76.217	63.158	37.806	.455	76.217
25	4000	1500	135	3.198	69.901	70.754	59.375	39.600	18.094	.455	64.638
26	4000	2000	90	40.096	8.672	77.276	120.216	130.955	107.857	.455	120.216
27	4000	2000	105	16.943	41.546	75.644	91.999	87.238	62.344	.455	91.999

28	4000	2000	120	3.408	61.495	73.232	71.627	57.109	33.570	.455	71.627
29	4000	2000	135	6.033	74.746	70.268	55.087	34.321	14.969	.455	64.917
30	4000	2500	90	34.646	17.442	77.693	114.613	122.580	100.383	.455	114.613
31	4000	2500	105	12.671	48.570	75.679	87.009	80.221	56.717	.455	87.009
32	4000	2500	120	.956	67.300	72.980	67.036	51.061	29.334	.455	67.168
33	4000	2500	135	8.868	79.591	69.782	50.799	29.042	11.844	.455	65.195
34	4000	3000	90	29.195	26.211	78.109	109.009	114.206	92.909	.455	109.009
35	4000	3000	105	8.398	55.594	75.715	82.019	73.205	51.091	.455	82.019
36	4000	3000	120	4.409	73.105	72.728	62.446	45.012	25.099	.455	67.775
37	4000	3000	135	11.703	84.436	69.296	46.511	23.763	8.719	.455	65.474
38	4000	3500	90	23.745	34.981	78.526	103.405	105.832	85.436	.455	103.405
39	4000	3500	105	4.126	62.617	75.751	77.029	66.188	45.465	.455	77.029
40	4000	3500	120	7.863	78.910	72.476	57.855	38.963	20.863	.455	68.382
41	4000	3500	135	14.538	89.281	68.809	42.223	18.485	5.594	.455	65.752
42	4000	4000	90	18.294	43.750	78.942	97.801	97.457	77.962	.455	97.801
43	4000	4000	105	1.057	69.641	75.786	72.039	59.172	39.839	.455	72.039
44	4000	4000	120	11.316	84.714	72.225	53.265	32.915	16.628	.455	68.990
45	4000	4000	135	17.373	94.126	68.323	37.936	13.206	2.469	.455	66.031
46	4500	1000	90	49.451	21.858	61.753	117.654	138.686	121.647	.455	119.651
47	4500	1000	105	22.214	21.176	62.421	87.206	90.419	71.398	.455	87.206
48	4500	1000	120	6.130	45.799	61.071	65.405	57.639	39.854	.455	65.405
49	4500	1000	135	5.234	62.317	58.826	47.578	32.364	18.312	.455	54.947
50	4500	1500	90	44.133	12.929	62.518	112.383	130.426	113.902	.455	113.142
51	4500	1500	105	18.211	27.949	62.756	82.726	83.740	65.588	.455	82.726
52	4500	1500	120	3.046	51.107	61.146	61.496	52.064	35.377	.455	61.496
53	4500	1500	135	7.597	66.454	58.734	44.170	27.671	14.798	.455	55.312
54	4500	2000	90	38.814	3.999	63.282	107.111	122.166	106.156	.455	107.111
55	4500	2000	105	14.208	34.721	63.091	78.246	77.060	59.779	.455	78.246
56	4500	2000	120	.949	56.415	61.221	57.588	46.489	30.900	.455	57.588
57	4500	2000	135	9.959	70.591	58.643	40.763	22.979	11.284	.455	55.677
58	4500	2500	90	33.496	6.282	64.046	101.839	113.906	98.410	.455	101.839
59	4500	2500	105	10.205	41.493	63.425	73.766	70.381	53.969	.455	73.766
60	4500	2500	120	4.033	61.724	61.296	53.679	40.915	26.423	.455	57.701
61	4500	2500	135	12.322	74.729	58.551	37.356	18.286	7.771	.455	56.042
62	4500	3000	90	28.178	15.211	64.811	96.567	105.646	90.665	.455	96.567
63	4500	3000	105	6.203	48.265	63.760	69.286	63.701	48.159	.455	69.286
64	4500	3000	120	7.117	67.032	61.371	49.771	35.340	21.946	.455	58.401
65	4500	3000	135	14.684	78.866	58.460	33.949	13.594	4.257	.455	56.407
66	4500	3500	90	22.860	24.141	65.575	91.296	97.386	82.919	.455	91.296
67	4500	3500	105	2.200	55.037	64.095	64.806	57.022	42.350	.455	64.806
68	4500	3500	120	10.201	72.340	61.445	45.862	29.765	17.469	.455	59.101

69	4500	3500	135	17.047	83.003	58.368	30.541	8.902	.743	.455	56.772
70	4500	4000	90	17.541	33.070	66.340	86.024	89.126	75.174	.455	86.024
71	4500	4000	105	2.714	61.809	64.430	60.325	50.343	36.540	.455	61.067
72	4500	4000	120	13.285	77.649	61.520	41.953	24.191	12.992	.455	59.801
73	4500	4000	135	19.409	87.141	58.277	27.134	4.209	4.121	.455	57.137
74	4500	4500	90	12.223	42.000	67.104	80.752	80.866	67.428	.455	80.752
75	4500	4500	105	6.717	68.581	64.765	55.845	43.663	30.730	.455	62.213
76	4500	4500	120	16.369	82.957	61.595	38.045	18.616	8.515	.455	60.501
77	4500	4500	135	21.772	91.278	58.185	23.727	1.834	7.635	.455	57.502
78	5000	1000	90	49.092	31.986	50.477	107.739	132.434	120.802	.455	114.271
79	5000	1000	105	20.490	15.710	52.892	76.823	82.569	68.942	.455	76.823
80	5000	1000	120	3.996	41.513	52.214	55.179	49.615	37.013	.455	55.179
81	5000	1000	135	7.354	57.930	50.460	37.906	24.500	14.759	.455	47.918
82	5000	1500	90	43.878	22.942	51.507	102.733	124.289	112.891	.455	107.812
83	5000	1500	105	16.700	22.218	53.412	72.737	76.207	63.107	.455	72.737
84	5000	1500	120	1.185	46.378	52.463	51.766	44.473	32.539	.455	51.766
85	5000	1500	135	9.404	61.520	50.555	35.086	20.325	11.249	.455	48.303
86	5000	2000	90	38.665	13.899	52.537	97.727	116.143	104.980	.455	101.354
87	5000	2000	105	12.910	28.726	53.932	68.650	69.846	57.272	.455	68.650
88	5000	2000	120	2.538	51.243	52.713	48.353	39.331	28.065	.455	49.798
89	5000	2000	135	11.454	65.110	50.650	32.265	16.151	7.739	.455	48.688
90	5000	2500	90	33.451	4.856	53.567	92.722	107.998	97.070	.455	94.896
91	5000	2500	105	9.121	35.234	54.451	64.564	63.485	51.437	.455	64.564
92	5000	2500	120	5.349	56.108	52.963	44.940	34.189	23.591	.455	50.524
93	5000	2500	135	13.504	68.700	50.746	29.444	11.976	4.229	.455	49.072
94	5000	3000	90	28.237	5.539	54.597	87.716	99.852	89.159	.455	88.437
95	5000	3000	105	5.331	41.742	54.971	60.477	57.124	45.602	.455	60.477
96	5000	3000	120	8.161	60.973	53.213	41.527	29.047	19.117	.455	51.250
97	5000	3000	135	15.555	72.290	50.841	26.624	7.802	.719	.455	49.457
98	5000	3500	90	23.024	14.582	55.627	82.710	91.707	81.248	.455	82.710
99	5000	3500	105	1.541	48.250	55.491	56.391	50.762	39.767	.455	56.391
100	5000	3500	120	10.972	65.838	53.462	38.114	23.905	14.643	.455	51.976
101	5000	3500	135	17.605	75.880	50.936	23.803	3.627	4.142	.455	49.842
102	5000	4000	90	17.810	23.625	56.657	77.704	83.561	73.337	.455	77.704
103	5000	4000	105	3.159	54.758	56.011	52.304	44.401	33.932	.455	53.531
104	5000	4000	120	13.784	70.703	53.712	34.701	18.763	10.169	.455	52.702
105	5000	4000	135	19.655	79.470	51.031	20.982	1.898	7.652	.455	50.226
106	5000	4500	90	12.596	32.668	57.687	72.698	75.416	65.426	.455	72.698
107	5000	4500	105	6.948	61.266	56.531	48.217	38.040	28.097	.455	54.742
108	5000	4500	120	16.596	75.568	53.962	31.288	13.621	5.695	.455	53.428
109	5000	4500	135	21.705	83.061	51.126	18.162	6.073	11.162	.455	50.611

110	5000	5000	90	7.383	41.712	58.718	67.693	67.270	57.515	.455	67.693
111	5000	5000	105	10.738	67.774	57.051	44.131	31.679	22.262	.455	55.952
112	5000	5000	120	19.407	80.433	54.212	27.875	8.479	1.221	.455	54.154
113	5000	5000	135	23.755	86.651	51.221	15.341	10.247	14.672	.455	50.996
114	5500	1000	90	49.506	41.153	41.428	100.422	128.201	120.535	.455	110.479
115	5500	1000	105	19.689	10.864	45.641	69.258	76.846	66.838	.455	69.258
116	5500	1000	120	2.980	37.316	45.594	48.043	44.007	34.567	.455	48.043
117	5500	1000	135	8.162	53.088	44.225	31.639	19.571	12.091	.455	42.363
118	5500	1500	90	44.378	32.026	42.667	95.635	120.165	112.523	.455	104.079
119	5500	1500	105	16.076	17.106	46.274	65.485	70.777	61.059	.455	65.485
120	5500	1500	120	.529	41.781	45.932	45.005	39.247	30.202	.455	45.005
121	5500	1500	135	9.987	56.233	44.402	29.231	15.832	8.721	.455	42.732
122	5500	2000	90	39.250	22.900	43.906	90.848	112.129	104.511	.455	97.679
123	5500	2000	105	12.462	23.349	46.907	61.712	64.709	55.281	.455	61.712
124	5500	2000	120	3.127	46.247	46.270	41.966	34.487	25.838	.455	44.106
125	5500	2000	135	11.812	59.377	44.580	26.823	12.092	5.352	.455	43.100
126	5500	2500	90	34.122	13.774	45.146	86.061	104.094	96.499	.455	91.280
127	5500	2500	105	8.849	29.591	47.540	57.939	58.641	49.502	.455	57.939
128	5500	2500	120	5.726	50.712	46.609	38.928	29.728	21.474	.455	44.820
129	5500	2500	135	13.637	62.522	44.757	24.415	8.352	1.982	.455	43.469
130	5500	3000	90	28.994	4.648	46.385	81.274	96.058	88.487	.455	84.880
131	5500	3000	105	5.236	35.833	48.173	54.165	52.572	43.724	.455	54.165
132	5500	3000	120	8.324	55.178	46.947	35.889	24.968	17.109	.455	45.533
133	5500	3000	135	15.462	65.667	44.935	22.007	4.612	2.738	.455	43.837
134	5500	3500	90	23.866	5.829	47.624	76.487	88.022	80.475	.455	78.481
135	5500	3500	105	1.622	42.075	48.806	50.392	46.504	37.945	.455	50.392
136	5500	3500	120	10.922	59.643	47.285	32.851	20.208	12.745	.455	46.247
137	5500	3500	135	17.287	68.811	45.112	19.599	.873	6.108	.455	44.205
138	5500	4000	90	18.738	14.955	48.864	71.700	79.986	72.463	.455	72.081
139	5500	4000	105	2.902	48.317	49.440	46.619	40.436	32.167	.455	47.468
140	5500	4000	120	13.520	64.109	47.623	29.812	15.448	8.381	.455	46.960
141	5500	4000	135	19.112	71.956	45.290	17.192	4.218	9.477	.455	44.574
142	5500	4500	90	13.610	24.082	50.103	66.913	71.951	64.451	.455	66.913
143	5500	4500	105	6.515	54.559	50.073	42.845	34.368	26.388	.455	48.702
144	5500	4500	120	16.119	68.574	47.961	26.774	10.689	4.016	.455	47.674
145	5500	4500	135	20.937	75.100	45.467	14.784	7.958	12.846	.455	44.942
146	5500	5000	90	8.482	33.208	51.343	62.125	63.915	56.439	.455	62.125
147	5500	5000	105	10.128	60.801	50.706	39.072	28.299	20.610	.455	49.937
148	5500	5000	120	18.717	73.040	48.299	23.735	5.929	1.699	.455	48.388
149	5500	5000	135	22.762	78.245	45.644	12.376	11.698	16.216	.455	45.311
150	5500	5500	90	3.354	42.334	52.582	57.338	55.879	48.426	.455	57.338

151	5500	5500	105	13.742	67.043	51.339	35.299	22.231	14.831	.455	51.171
152	5500	5500	120	21.315	77.505	48.638	20.697	1.169	6.063	.455	49.101
153	5500	5500	135	24.587	81.390	45.822	9.968	15.438	19.585	.455	45.679
154	6000	1000	90	50.447	49.674	33.901	94.928	125.466	120.867	.455	107.898
155	6000	1000	105	19.465	6.517	39.920	63.588	72.639	65.207	.455	64.397
156	6000	1000	120	2.607	33.347	40.415	42.864	40.036	32.691	.455	42.864
157	6000	1000	135	8.292	48.296	39.287	27.336	16.469	10.351	.455	37.816
158	6000	1500	90	45.391	40.486	35.310	90.325	117.534	112.795	.455	101.560
159	6000	1500	105	16.003	12.497	40.619	60.071	66.839	59.529	.455	60.071
160	6000	1500	120	.727	37.451	40.791	40.118	35.613	28.483	.455	40.118
161	6000	1500	135	9.943	51.066	39.492	25.232	13.094	7.169	.455	38.149
162	6000	2000	90	40.335	31.298	36.719	85.722	109.601	104.722	.455	95.222
163	6000	2000	105	12.540	18.477	41.319	56.553	61.039	53.851	.455	56.553
164	6000	2000	120	3.150	41.554	41.166	37.373	31.190	24.275	.455	39.463
165	6000	2000	135	11.595	53.836	39.696	23.129	9.719	3.986	.455	38.483
166	6000	2500	90	35.279	22.111	38.127	81.119	101.669	96.650	.455	88.884
167	6000	2500	105	9.077	24.457	42.018	53.036	55.239	48.173	.455	53.036
168	6000	2500	120	5.573	45.658	41.541	34.627	26.767	20.068	.455	40.142
169	6000	2500	135	13.246	56.607	39.901	21.026	6.344	.804	.455	38.816
170	6000	3000	90	30.223	12.923	39.536	76.515	93.737	88.578	.455	82.547
171	6000	3000	105	5.614	30.437	42.717	49.519	49.439	42.495	.455	49.519
172	6000	3000	120	7.997	49.761	41.917	31.882	22.344	15.860	.455	40.821
173	6000	3000	135	14.897	59.377	40.106	18.923	2.969	3.730	.455	39.150
174	6000	3500	90	25.167	3.736	40.945	71.912	85.804	80.505	.455	76.209
175	6000	3500	105	2.151	36.417	43.417	46.002	43.639	36.817	.455	46.002
176	6000	3500	120	10.420	53.865	42.292	29.136	17.921	11.652	.455	41.500
177	6000	3500	135	16.549	62.147	40.310	16.820	1.757	6.912	.455	39.484
178	6000	4000	90	20.111	6.803	42.353	67.309	77.872	72.433	.455	69.871
179	6000	4000	105	2.222	42.397	44.116	42.484	37.839	31.139	.455	42.484
180	6000	4000	120	12.843	57.968	42.668	26.390	13.498	7.445	.455	42.179
181	6000	4000	135	18.200	64.917	40.515	14.717	5.132	10.095	.455	39.817
182	6000	4500	90	15.056	15.991	43.762	62.706	69.939	64.360	.455	63.533
183	6000	4500	105	5.685	48.377	44.815	38.967	32.039	25.461	.455	43.672
184	6000	4500	120	15.267	62.072	43.043	23.645	9.075	3.237	.455	42.858
185	6000	4500	135	19.852	67.688	40.719	12.614	8.507	13.277	.455	40.151
186	6000	5000	90	10.000	25.178	45.170	58.103	62.007	56.288	.455	58.103
187	6000	5000	105	9.148	54.357	45.514	35.450	26.239	19.783	.455	44.904
188	6000	5000	120	17.690	66.175	43.418	20.899	4.652	2.322	.455	43.537
189	6000	5000	135	21.503	70.458	40.924	10.511	11.882	16.460	.455	40.484
190	6000	5500	90	4.944	34.366	46.579	53.500	54.074	48.216	.455	53.500
191	6000	5500	105	12.611	60.337	46.214	31.933	20.439	14.105	.455	46.135

192	6000	5500	120	20.113	70.279	43.794	18.154	1.122	6.529	.455	44.216
193	6000	5500	135	23.154	73.228	41.129	8.408	15.257	19.642	.455	40.818
194	6000	6000	90	1.023	43.554	47.988	48.897	46.142	40.143	.455	48.897
195	6000	6000	105	16.073	66.317	46.913	28.415	14.639	8.427	.455	47.366
196	6000	6000	120	22.537	74.382	44.169	15.408	5.545	10.737	.455	44.895
197	6000	6000	135	24.806	75.998	41.333	6.305	18.632	22.825	.455	41.152
198	6500	1000	90	51.759	57.740	27.458	90.754	123.863	121.743	.455	106.249
199	6500	1000	105	19.613	2.594	35.283	59.241	69.527	64.020	.455	61.630
200	6500	1000	120	2.620	29.673	36.234	38.986	37.190	31.329	.455	38.986
201	6500	1500	90	46.765	48.506	29.007	86.309	116.027	113.638	.455	99.973
202	6500	1500	105	16.282	8.319	36.016	55.938	63.973	58.467	.455	57.202
203	6500	1500	120	.565	33.447	36.616	36.476	33.065	27.297	.455	36.476
204	6500	2000	90	41.771	39.272	30.555	81.863	108.192	105.532	.455	93.698
205	6500	2000	105	12.951	14.043	36.750	52.634	58.420	52.913	.455	52.774
206	6500	2000	120	2.840	37.221	36.997	33.966	28.940	23.265	.455	35.593
207	6500	2500	90	36.778	30.039	32.104	77.418	100.356	97.426	.455	87.422
208	6500	2500	105	9.620	19.768	37.484	49.331	52.866	47.359	.455	49.331
209	6500	2500	120	5.115	40.995	37.379	31.456	24.815	19.233	.455	36.225
210	6500	3000	90	31.784	20.805	33.652	72.973	92.521	89.321	.455	81.147
211	6500	3000	105	6.289	25.493	38.218	46.028	47.312	41.806	.455	46.028
212	6500	3000	120	7.390	44.769	37.760	28.946	20.689	15.201	.455	36.858
213	6500	3500	90	26.790	11.571	35.201	68.527	84.685	81.215	.455	74.871
214	6500	3500	105	2.958	31.217	38.952	42.725	41.759	36.252	.455	42.725
215	6500	3500	120	9.665	48.542	38.142	26.437	16.564	11.169	.455	37.490
216	6500	4000	90	21.796	2.338	36.749	64.082	76.850	73.110	.455	68.596
217	6500	4000	105	1.283	36.942	39.686	39.422	36.205	30.698	.455	39.422
218	6500	4000	120	11.940	52.316	38.523	23.927	12.439	7.137	.455	38.122
219	6500	4500	90	16.802	8.247	38.298	59.637	69.015	65.004	.455	62.320
220	6500	4500	105	4.614	42.666	40.419	36.119	30.651	25.145	.455	39.393
221	6500	4500	120	14.215	56.090	38.905	21.417	8.314	3.105	.455	38.754
222	6500	5000	90	11.808	17.481	39.846	55.191	61.179	56.898	.455	56.045
223	6500	5000	105	7.945	48.391	41.153	32.816	25.097	19.591	.455	40.603
224	6500	5000	120	16.490	59.864	39.286	18.907	4.188	2.278	.455	39.386
225	6500	5500	90	6.814	26.714	41.395	50.746	53.344	48.793	.455	50.746
226	6500	5500	105	11.276	54.116	41.887	29.512	19.544	14.037	.455	41.814
227	6500	5500	120	18.765	63.638	39.667	16.398	1.288	6.310	.455	40.018
228	6500	6000	90	1.820	35.948	42.943	46.301	45.508	40.687	.455	46.301
229	6500	6000	105	14.606	59.840	42.621	26.209	13.990	8.484	.455	43.025
230	6500	6000	120	21.040	67.411	40.049	13.888	5.413	10.342	.455	40.650
231	7000	1000	90	53.341	65.471	21.811	87.563	123.127	123.088	.455	105.325
232	7000	1000	105	20.003	2.305	31.447	55.848	67.217	63.208	.455	59.528

233	7000	1000	120	2.868	26.317	32.784	36.009	35.128	30.377	.455	36.009
234	7000	1500	90	48.401	56.203	23.477	83.255	115.383	114.968	.455	99.111
235	7000	1500	105	16.790	4.523	32.193	52.728	61.890	57.791	.455	55.259
236	7000	1500	120	.722	29.790	33.152	33.693	31.268	26.526	.455	33.693
237	7000	2000	90	43.462	46.935	25.143	78.947	107.638	106.848	.455	92.897
238	7000	2000	105	13.577	10.000	32.940	49.607	56.563	52.374	.455	50.990
239	7000	2000	120	2.334	33.263	33.521	31.378	27.408	22.675	.455	32.320
240	7000	2500	90	38.522	37.667	26.809	74.639	99.894	98.728	.455	86.684
241	7000	2500	105	10.364	15.478	33.687	46.486	51.236	46.957	.455	46.722
242	7000	2500	120	4.480	36.736	33.889	29.062	23.548	18.824	.455	32.899
243	7000	3000	90	33.583	28.399	28.475	70.332	92.150	90.608	.455	80.470
244	7000	3000	105	7.151	20.955	34.433	43.365	45.909	41.541	.455	43.365
245	7000	3000	120	6.626	40.208	34.258	26.747	19.688	14.973	.455	33.478
246	7000	3500	90	28.643	19.130	30.141	66.024	84.405	82.487	.455	74.256
247	7000	3500	105	3.938	26.433	35.180	40.244	40.582	36.124	.455	40.244
248	7000	3500	120	8.772	43.681	34.626	24.431	15.828	11.121	.455	34.056
249	7000	4000	90	23.704	9.862	31.807	61.716	76.661	74.367	.455	68.042
250	7000	4000	105	.726	31.910	35.926	37.124	35.255	30.707	.455	37.124
251	7000	4000	120	10.918	47.154	34.995	22.116	11.968	7.270	.455	34.635
252	7000	4500	90	18.764	.757	33.474	57.408	68.917	66.247	.455	61.828
253	7000	4500	105	3.398	37.387	36.673	34.003	29.929	25.290	.455	35.695
254	7000	4500	120	13.064	50.627	35.363	19.800	8.108	3.419	.455	35.213
255	7000	5000	90	13.824	10.025	35.140	53.100	61.172	58.127	.455	55.614
256	7000	5000	105	6.611	42.865	37.419	30.882	24.602	19.874	.455	36.873
257	7000	5000	120	15.210	54.099	35.731	17.484	4.248	1.783	.455	35.792
258	7000	5500	90	8.885	19.294	36.806	48.792	53.428	50.007	.455	49.400
259	7000	5500	105	9.824	48.342	38.166	27.761	19.275	14.457	.455	38.052
260	7000	5500	120	17.356	57.572	36.100	15.169	.964	5.635	.455	36.371
261	7000	6000	90	3.945	28.562	38.472	44.484	45.684	41.887	.455	44.484
262	7000	6000	105	13.036	53.820	38.912	24.640	13.948	9.040	.455	39.230
263	7000	6000	120	19.502	61.045	36.468	12.853	4.824	9.486	.455	36.949
264	7500	1000	90	55.122	72.950	16.762	85.119	123.067	124.827	.455	104.973
265	7500	1000	105	20.553	5.517	28.226	53.163	65.501	62.695	.455	57.929
266	7500	1000	120	3.259	23.281	29.893	33.677	33.621	29.737	.455	33.677
267	7500	1500	90	50.230	63.655	18.529	80.933	115.408	116.706	.455	98.820
268	7500	1500	105	17.447	1.073	28.970	50.200	60.384	57.421	.455	53.810
269	7500	1500	120	1.227	26.478	30.237	31.525	29.998	26.065	.455	31.525
270	7500	2000	90	45.339	54.361	20.295	76.747	107.750	108.585	.455	92.666
271	7500	2000	105	14.341	6.312	29.714	47.237	55.267	52.147	.455	49.692
272	7500	2000	120	1.715	29.675	30.580	29.373	26.376	22.393	.455	29.524
273	7500	2500	90	40.448	45.067	22.062	72.560	100.092	100.464	.455	86.512

274	7500	2500	105	11.236	11.551	30.458	44.274	50.150	46.873	.455	45.574
275	7500	2500	120	3.746	32.873	30.924	27.220	22.753	18.720	.455	30.046
276	7500	3000	90	35.557	35.773	23.829	68.374	92.433	92.343	.455	80.358
277	7500	3000	105	8.130	16.791	31.202	41.311	45.033	41.599	.455	41.455
278	7500	3000	120	5.778	36.070	31.268	25.068	19.131	15.048	.455	30.569
279	7500	3500	90	30.666	26.479	25.595	64.188	84.775	84.221	.455	74.205
280	7500	3500	105	5.024	22.030	31.946	38.348	39.916	36.325	.455	38.348
281	7500	3500	120	7.809	39.267	31.612	22.915	15.508	11.375	.455	31.091
282	7500	4000	90	25.775	17.185	27.362	60.002	77.116	76.100	.455	68.051
283	7500	4000	105	1.918	27.269	32.690	35.385	34.799	31.051	.455	35.385
284	7500	4000	120	9.841	42.464	31.955	20.763	11.886	7.703	.455	31.614
285	7500	4500	90	20.884	7.891	29.128	55.815	69.458	67.979	.455	61.897
286	7500	4500	105	2.098	32.508	33.434	32.422	29.682	25.777	.455	32.465
287	7500	4500	120	11.872	45.661	32.299	18.611	8.263	4.030	.455	32.136
288	7500	5000	90	15.993	2.754	30.895	51.629	61.799	59.858	.455	55.743
289	7500	5000	105	5.204	37.747	34.178	29.459	24.565	20.504	.455	33.603
290	7500	5000	120	13.904	48.859	32.643	16.458	4.641	.993	.455	32.658
291	7500	5500	90	11.102	12.048	32.662	47.443	54.141	51.736	.455	49.590
292	7500	5500	105	8.309	42.986	34.922	26.496	19.447	15.230	.455	34.741
293	7500	5500	120	15.935	52.056	32.987	14.306	1.019	4.666	.455	33.181
294	7500	6000	90	6.211	21.342	34.428	43.256	46.482	43.615	.455	43.436
295	7500	6000	105	11.415	48.226	35.666	23.533	14.330	9.956	.455	35.879
296	7500	6000	120	17.967	55.253	33.331	12.153	3.955	8.338	.455	33.703
297	8000	1000	90	57.053	80.229	12.175	83.255	123.540	126.897	.455	105.076
298	8000	1000	105	21.207	8.422	25.491	51.013	64.230	62.416	.455	56.714
299	8000	1000	120	3.733	20.553	27.444	31.821	32.510	29.328	.455	31.821
300	8000	1500	90	52.205	70.916	14.029	79.177	115.963	118.784	.455	98.981
301	8000	1500	105	18.200	3.412	26.222	48.188	59.308	57.287	.455	52.738
302	8000	1500	120	1.805	23.497	27.756	29.807	29.102	25.828	.455	29.807
303	8000	2000	90	47.358	61.603	15.882	75.100	108.385	110.671	.455	92.886
304	8000	2000	105	15.193	2.950	26.952	45.363	54.386	52.158	.455	48.761
305	8000	2000	120	1.034	26.442	28.068	27.794	25.694	22.329	.455	27.794
306	8000	2500	90	42.511	52.290	17.736	71.022	100.808	102.559	.455	86.790
307	8000	2500	105	12.185	7.960	27.683	42.539	49.464	47.029	.455	44.784
308	8000	2500	120	2.963	29.387	28.381	25.781	22.285	18.829	.455	27.584
309	8000	3000	90	37.663	42.977	19.589	66.945	93.231	94.446	.455	80.695
310	8000	3000	105	9.178	12.970	28.413	39.714	44.542	41.900	.455	40.807
311	8000	3000	120	4.891	32.331	28.693	23.768	18.877	15.330	.455	28.050
312	8000	3500	90	32.816	33.663	21.443	62.867	85.654	86.333	.455	74.600
313	8000	3500	105	6.171	17.980	29.144	36.890	39.620	36.771	.455	36.890
314	8000	3500	120	6.820	35.276	29.005	21.755	15.469	11.831	.455	28.516

315	8000	4000	90	27.968	24.350	23.297	58.790	78.076	78.220	.455	68.505
316	8000	4000	105	3.164	22.991	29.875	34.065	34.698	31.642	.455	34.065
317	8000	4000	120	8.748	38.221	29.317	19.742	12.061	8.331	.455	28.981
318	8000	4500	90	23.121	15.037	25.150	54.712	70.499	70.108	.455	62.410
319	8000	4500	105	.754	28.001	30.605	31.240	29.775	26.512	.455	31.240
320	8000	4500	120	10.677	41.166	29.630	17.729	8.652	4.832	.455	29.447
321	8000	5000	90	18.274	5.724	27.004	50.634	62.922	61.995	.455	56.315
322	8000	5000	105	3.761	33.011	31.336	28.416	24.853	21.383	.455	30.713
323	8000	5000	120	12.605	44.110	29.942	15.716	5.244	1.332	.455	29.913
324	8000	5500	90	13.426	4.940	28.857	46.557	55.344	53.882	.455	50.220
325	8000	5500	105	6.769	38.021	32.066	25.591	19.931	16.254	.455	31.806
326	8000	5500	120	14.534	47.055	30.254	13.703	1.836	3.518	.455	30.379
327	8000	6000	90	8.579	14.254	30.711	42.479	47.767	45.770	.455	44.124
328	8000	6000	105	9.776	43.032	32.797	22.767	15.009	11.125	.455	32.899
329	8000	6000	120	16.462	50.000	30.566	11.690	2.924	7.018	.455	30.845
330	8500	1000	90	59.099	87.350	7.951	81.846	124.437	129.240	.455	105.543
331	8500	1000	105	21.928	11.046	23.149	49.275	63.295	62.318	.455	55.796
332	8500	1000	120	4.254	18.115	25.353	30.321	31.687	29.085	.455	30.321
333	8500	1500	90	54.291	78.023	9.880	77.867	116.937	121.143	.455	99.505
334	8500	1500	105	19.012	6.255	23.858	46.573	58.555	57.333	.455	51.953
335	8500	1500	120	2.420	20.828	25.630	28.428	28.472	25.751	.455	28.428
336	8500	2000	90	49.484	68.696	11.810	73.888	109.437	113.046	.455	93.467
337	8500	2000	105	16.096	1.464	24.568	43.871	53.815	52.348	.455	48.110
338	8500	2000	120	.585	23.541	25.907	26.536	25.258	22.417	.455	26.536
339	8500	2500	90	44.676	59.369	13.740	69.908	101.937	104.949	.455	87.429
340	8500	2500	105	13.180	4.678	25.278	41.169	49.075	47.363	.455	44.266
341	8500	2500	120	2.161	26.254	26.184	24.643	22.044	19.083	.455	25.449
342	8500	3000	90	39.869	50.042	15.669	65.929	94.437	96.852	.455	81.391
343	8500	3000	105	10.264	9.468	25.987	38.467	44.334	42.378	.455	40.423
344	8500	3000	120	3.995	28.967	26.461	22.751	18.830	15.749	.455	25.859
345	8500	3500	90	35.061	40.715	17.599	61.950	86.937	88.755	.455	75.352
346	8500	3500	105	7.348	14.259	26.697	35.766	39.594	37.393	.455	36.579
347	8500	3500	120	5.830	31.680	26.738	20.858	15.616	12.415	.455	26.269
348	8500	4000	90	30.254	31.388	19.529	57.971	79.436	80.658	.455	69.314
349	8500	4000	105	4.432	19.050	27.407	33.064	34.854	32.408	.455	33.064
350	8500	4000	120	7.665	34.393	27.015	18.966	12.401	9.081	.455	26.680
351	8500	4500	90	25.446	22.061	21.458	53.992	71.936	72.561	.455	63.276
352	8500	4500	105	1.516	23.841	28.116	30.362	30.114	27.423	.455	30.362
353	8500	4500	120	9.500	37.106	27.292	17.073	9.187	5.747	.455	27.090
354	8500	5000	90	20.639	12.734	23.388	50.012	64.436	64.464	.455	57.238
355	8500	5000	105	2.310	28.631	28.826	27.660	25.374	22.438	.455	28.146

356	8500	5000	120	11.335	39.819	27.569	15.181	5.973	2.413	.455	27.500
357	8500	5500	90	15.832	3.407	25.318	46.033	56.936	56.366	.455	51.200
358	8500	5500	105	5.226	33.422	29.536	24.958	20.633	17.454	.455	29.190
359	8500	5500	120	13.170	42.532	27.846	13.288	2.759	2.272	.455	27.910
360	8500	6000	90	11.024	7.271	27.247	42.054	49.436	48.269	.455	45.162
361	8500	6000	105	8.142	38.213	30.245	22.256	15.893	12.469	.455	30.235
362	8500	6000	120	15.004	45.245	28.123	11.396	1.806	5.606	.455	28.320
363	9000	1000	90	61.234	94.340	4.016	80.801	125.676	131.811	.455	106.306
364	9000	1000	105	22.688	13.411	21.130	47.860	62.616	62.356	.455	55.108
365	9000	1500	90	56.463	85.003	6.013	76.911	118.250	123.735	.455	100.323
366	9000	1500	105	19.857	8.830	21.814	45.268	58.046	57.513	.455	51.390
367	9000	2000	90	51.692	75.667	8.010	73.022	110.823	115.659	.455	94.340
368	9000	2000	105	17.027	4.250	22.497	42.676	53.476	52.670	.455	47.673
369	9000	2500	90	46.921	66.330	10.006	69.132	103.396	107.583	.455	88.357
370	9000	2500	105	14.196	1.682	23.181	40.084	48.906	47.827	.455	43.956
371	9000	3000	90	42.151	56.994	12.003	65.243	95.970	99.507	.455	82.375
372	9000	3000	105	11.366	6.262	23.864	37.493	44.336	42.984	.455	40.238
373	9000	3500	90	37.380	47.657	14.000	61.353	88.543	91.431	.455	76.392
374	9000	3500	105	8.535	10.843	24.548	34.901	39.766	38.141	.455	36.521
375	9000	4000	90	32.609	38.321	15.997	57.464	81.116	83.355	.455	70.409
376	9000	4000	105	5.705	15.424	25.231	32.309	35.196	33.298	.455	32.803
377	9000	4500	90	27.839	28.985	17.994	53.574	73.690	75.278	.455	64.426
378	9000	4500	105	2.874	20.004	25.915	29.717	30.626	28.455	.455	29.717
379	9000	5000	90	23.068	19.648	19.991	49.685	66.263	67.202	.455	58.443
380	9000	5000	105	.867	24.585	26.598	27.125	26.056	23.612	.455	27.125
381	9000	5500	90	18.297	10.312	21.988	45.795	58.836	59.126	.455	52.461
382	9000	5500	105	3.697	29.165	27.282	24.533	21.486	18.770	.455	26.849
383	9000	6000	90	13.526	.975	23.985	41.906	51.410	51.050	.455	46.478
384	9000	6000	105	6.528	33.746	27.965	21.941	16.916	13.927	.455	27.843
385	9500	1000	90	63.437	101.220	1.036	80.048	127.192	134.570	.455	107.309
386	9500	1000	105	23.467	15.537	19.384	46.702	62.133	62.494	.455	54.598
387	9500	1500	90	58.701	91.877	2.372	76.241	119.835	126.519	.455	101.380
388	9500	1500	105	20.717	11.158	20.038	44.209	57.722	57.790	.455	51.000
389	9500	2000	90	53.964	82.535	4.429	72.434	112.479	118.468	.455	95.451
390	9500	2000	105	17.967	6.778	20.692	41.717	53.312	53.086	.455	47.401
391	9500	2500	90	49.227	73.192	6.485	68.627	105.123	110.417	.455	89.522
392	9500	2500	105	15.217	2.399	21.345	39.224	48.902	48.382	.455	43.803
393	9500	3000	90	44.491	63.850	8.542	64.820	97.766	102.366	.455	83.593
394	9500	3000	105	12.467	3.332	21.999	36.732	44.491	43.678	.455	40.205
395	9500	3500	90	39.754	54.508	10.599	61.013	90.410	94.315	.455	77.664
396	9500	3500	105	9.717	7.711	22.652	34.239	40.081	38.974	.455	36.607

397	9500	4000	90	35.018	45.165	12.656	57.206	83.054	86.264	.455	71.735
398	9500	4000	105	6.967	12.091	23.306	31.746	35.671	34.270	.455	33.008
399	9500	4500	90	30.281	35.823	14.713	53.399	75.697	78.213	.455	65.806
400	9500	4500	105	4.216	16.470	23.960	29.254	31.261	29.566	.455	29.410
401	9500	5000	90	25.545	26.480	16.770	49.592	68.341	70.162	.455	59.877
402	9500	5000	105	1.466	20.850	24.613	26.761	26.850	24.862	.455	26.761
403	9500	5500	90	20.808	17.138	18.826	45.785	60.985	62.111	.455	53.948
404	9500	5500	105	2.195	25.229	25.267	24.268	22.440	20.158	.455	24.749
405	9500	6000	90	16.072	7.795	20.883	41.978	53.628	54.060	.455	48.019
406	9500	6000	105	4.945	29.609	25.920	21.776	18.030	15.455	.455	25.692
407	10000	1000	90	65.694	108.006	4.545	79.533	128.932	137.483	.455	108.508
408	10000	1000	105	24.254	17.443	17.870	45.750	61.798	62.705	.455	54.227
409	10000	1500	90	60.990	98.660	2.435	75.802	121.644	129.461	.455	102.632
410	10000	1500	105	21.579	13.256	18.491	43.348	57.538	58.136	.455	50.742
411	10000	2000	90	56.285	89.315	1.027	72.072	114.355	121.438	.455	96.755
412	10000	2000	105	18.905	9.069	19.112	40.945	53.278	53.568	.455	47.256
413	10000	2500	90	51.581	79.969	3.138	68.341	107.066	113.416	.455	90.878
414	10000	2500	105	16.231	4.881	19.734	38.543	49.018	48.999	.455	43.771
415	10000	3000	90	46.876	70.624	5.249	64.611	99.777	105.393	.455	85.002
416	10000	3000	105	13.557	.694	20.355	36.141	44.758	44.430	.455	40.286
417	10000	3500	90	42.171	61.278	7.359	60.880	92.488	97.370	.455	79.125
418	10000	3500	105	10.883	4.844	20.976	33.738	40.498	39.862	.455	36.800
419	10000	4000	90	37.467	51.933	9.470	57.150	85.199	89.348	.455	73.249
420	10000	4000	105	8.208	9.031	21.597	31.336	36.238	35.293	.455	33.315
421	10000	4500	90	32.762	42.587	11.581	53.419	77.910	81.325	.455	67.372
422	10000	4500	105	5.534	13.219	22.219	28.934	31.978	30.724	.455	29.829
423	10000	5000	90	28.058	33.242	13.691	49.689	70.621	73.302	.455	61.496
424	10000	5000	105	2.860	17.406	22.840	26.531	27.718	26.156	.455	26.531
425	10000	5500	90	23.353	23.896	15.802	45.958	63.332	65.280	.455	55.619
426	10000	5500	105	.725	21.593	23.461	24.129	23.458	21.587	.455	24.129
427	10000	6000	90	18.649	14.551	17.913	42.227	56.043	57.257	.455	49.742
428	10000	6000	105	3.399	25.780	24.083	21.727	19.198	17.018	.455	23.753

## Bin03.txt (計算タイプ3の例)

V1(mm)=	3000.0	Fixed	Stress	Evaluat.	by	MITI	501				
Icase	Theta	H(mm)	V(mm)	Nozzle	Elbow(1)	Elbow(2)	Elbow(3)	Elbow(4)	Elbow(5)	Pipe.Med	Mod.Eval
1	90	4000	3000	42.015	60.570	76.305	158.141	173.830	120.983	.455	158.141
2	90	4000	3500	34.916	58.706	54.672	127.508	150.063	118.904	.455	127.508
3	90	4000	4000	32.151	63.668	39.243	108.892	136.027	116.516	.455	112.704

4	90	4000	4500	31.632	72.307	26.996	96.875	128.042	115.752	.455	106.314
5	90	4000	5000	32.390	83.079	16.572	88.798	123.956	116.693	.455	102.746
6	90	4000	5500	33.926	95.150	7.283	83.229	122.479	119.056	.455	101.142
7	90	4000	6000	35.959	108.037	2.600	79.337	122.803	122.531	.455	100.934
8	90	4000	6500	38.320	121.446	10.598	76.609	124.404	126.861	.455	101.735
9	90	4000	7000	40.903	135.183	18.204	74.714	126.928	131.840	.455	104.949
10	90	4000	7500	43.639	149.123	25.508	73.429	130.129	137.312	.455	111.276
11	90	4000	8000	46.478	163.177	32.575	72.597	133.831	143.154	.455	117.887
12	90	4000	8500	49.388	177.284	39.448	72.109	137.904	149.273	.455	124.697
13	90	4000	9000	52.345	191.399	46.159	71.881	142.254	155.596	.455	131.640
14	90	4000	9500	55.330	205.490	52.732	71.855	146.807	162.066	.455	138.672
15	90	4000	10000	58.332	219.532	59.186	71.983	151.509	168.636	.455	145.757
16	90	4500	3000	43.517	33.245	87.746	157.709	167.344	115.184	.455	157.709
17	90	4500	3500	36.294	36.389	64.561	127.819	145.105	113.787	.455	127.819
18	90	4500	4000	33.329	43.300	48.422	109.307	131.435	111.439	.455	110.373
19	90	4500	4500	32.622	52.357	35.982	97.187	123.291	110.320	.455	103.753
20	90	4500	5000	33.224	62.700	25.691	88.947	118.791	110.678	.455	99.813
21	90	4500	5500	34.633	73.846	16.746	83.208	116.773	112.331	.455	97.770
22	90	4500	6000	36.565	85.504	8.700	79.158	116.496	115.029	.455	97.094
23	90	4500	6500	38.849	97.491	1.282	76.292	117.470	118.547	.455	97.419
24	90	4500	7000	41.375	109.684	7.027	74.279	119.359	122.701	.455	98.490
25	90	4500	7500	44.069	122.004	13.638	72.896	121.930	127.349	.455	100.122
26	90	4500	8000	46.881	134.391	19.980	71.987	125.013	132.376	.455	103.189
27	90	4500	8500	49.777	146.805	26.106	71.439	128.483	137.694	.455	109.122
28	90	4500	9000	52.730	159.216	32.057	71.168	132.247	143.234	.455	115.192
29	90	4500	9500	55.723	171.602	37.862	71.113	136.234	148.940	.455	121.357
30	90	4500	10000	58.740	183.947	43.543	71.226	140.389	154.769	.455	127.586
31	90	5000	3000	43.237	6.904	98.408	156.723	160.513	109.203	.455	156.723
32	90	5000	3500	36.211	14.609	73.906	127.633	139.742	108.390	.455	127.633
33	90	5000	4000	33.203	23.412	57.122	109.282	126.476	106.089	.455	109.282
34	90	5000	4500	32.373	32.959	44.482	97.096	118.224	104.651	.455	100.873
35	90	5000	5000	32.826	42.994	34.282	88.711	113.357	104.469	.455	96.590
36	90	5000	5500	34.082	53.347	25.626	82.804	110.835	105.450	.455	94.127
37	90	5000	6000	35.865	63.906	18.003	78.589	109.981	107.399	.455	92.994
38	90	5000	6500	38.007	74.594	11.103	75.570	110.342	110.126	.455	92.848
39	90	5000	7000	40.399	85.358	4.730	73.420	111.604	113.469	.455	93.445
40	90	5000	7500	42.970	96.161	2.599	71.917	113.545	117.299	.455	94.608
41	90	5000	8000	45.667	106.974	8.272	70.903	116.003	121.511	.455	96.207
42	90	5000	8500	48.457	117.778	13.706	70.267	118.858	126.022	.455	98.144
43	90	5000	9000	51.313	128.559	18.946	69.923	122.021	130.768	.455	100.345
44	90	5000	9500	54.216	139.306	24.028	69.808	125.421	135.696	.455	104.557

45	90	5000	10000	57.151	150.009	28.979	69.875	129.006	140.763	.455	109.942
46	90	5500	3000	41.869	18.268	107.956	155.685	154.188	103.693	.455	155.685
47	90	5500	3500	35.198	6.671	82.363	127.311	134.673	103.327	.455	127.311
48	90	5500	4000	32.237	5.181	65.005	109.108	121.765	101.047	.455	109.108
49	90	5500	4500	31.324	15.227	52.158	96.857	113.417	99.316	.455	98.087
50	90	5500	5000	31.636	25.055	42.002	88.326	108.215	98.641	.455	93.483
51	90	5500	5500	32.725	34.760	33.565	82.248	105.227	99.005	.455	90.626
52	90	5500	6000	34.330	44.385	26.285	77.858	103.836	100.262	.455	89.060
53	90	5500	6500	36.291	53.948	19.816	74.673	103.620	102.253	.455	88.463
54	90	5500	7000	38.503	63.456	13.939	72.368	104.287	104.836	.455	88.602
55	90	5500	7500	40.896	72.913	8.505	70.725	105.626	107.894	.455	89.309
56	90	5500	8000	43.421	82.320	3.411	69.586	107.483	111.332	.455	90.459
57	90	5500	8500	46.043	91.676	2.768	68.837	109.744	115.074	.455	91.956
58	90	5500	9000	48.737	100.981	7.383	68.395	112.321	119.058	.455	93.726
59	90	5500	9500	51.483	110.235	11.826	68.195	115.147	123.235	.455	95.715
60	90	5500	10000	54.268	119.437	16.126	68.188	118.170	127.564	.455	97.876
61	90	6000	3000	39.952	39.075	116.365	154.885	148.771	98.954	.455	154.885
62	90	6000	3500	33.687	24.249	89.857	127.084	130.262	98.908	.455	127.084
63	90	6000	4000	30.811	12.268	71.982	108.982	117.633	96.620	.455	108.982
64	90	6000	4500	29.840	1.737	58.917	96.648	109.185	94.619	.455	96.648
65	90	6000	5000	30.020	9.324	48.756	87.962	103.675	93.503	.455	90.732
66	90	6000	5500	30.940	18.527	40.466	81.705	100.263	93.315	.455	87.510
67	90	6000	6000	32.356	27.393	33.441	77.133	98.382	93.952	.455	85.542
68	90	6000	6500	34.118	36.022	27.310	73.771	97.639	95.279	.455	84.525
69	90	6000	7000	36.126	44.475	21.830	71.302	97.759	97.174	.455	84.238
70	90	6000	7500	38.314	52.789	16.839	69.505	98.542	99.530	.455	84.518
71	90	6000	8000	40.635	60.991	12.222	68.225	99.843	102.262	.455	85.243
72	90	6000	8500	43.055	69.098	7.899	67.348	101.550	105.298	.455	86.323
73	90	6000	9000	45.550	77.124	3.808	66.789	103.580	108.580	.455	87.684
74	90	6000	9500	48.102	85.077	1.444	66.483	105.867	112.062	.455	89.273
75	90	6000	10000	50.696	92.965	5.191	66.382	108.361	115.707	.455	91.044
76	90	6500	3000	37.838	56.971	123.760	154.451	144.370	95.052	.455	154.451
77	90	6500	3500	31.972	39.475	96.462	127.069	126.636	95.230	.455	127.069
78	90	6500	4000	29.195	26.211	78.109	109.009	114.206	92.909	.455	109.009
79	90	6500	4500	28.178	15.211	64.811	96.567	105.646	90.665	.455	96.567
80	90	6500	5000	28.237	5.539	54.597	87.716	99.852	89.159	.455	88.437
81	90	6500	5500	28.994	4.648	46.385	81.274	96.058	88.487	.455	84.880
82	90	6500	6000	30.223	12.923	39.536	76.515	93.737	88.578	.455	82.547
83	90	6500	6500	31.784	20.805	33.652	72.973	92.521	89.321	.455	81.147
84	90	6500	7000	33.583	28.399	28.475	70.332	92.150	90.608	.455	80.470
85	90	6500	7500	35.557	35.773	23.829	68.374	92.433	92.343	.455	80.358

86	90	6500	8000	37.663	42.977	19.589	66.945	93.231	94.446	.455	80.695
87	90	6500	8500	39.869	50.042	15.669	65.929	94.437	96.852	.455	81.391
88	90	6500	9000	42.151	56.994	12.003	65.243	95.970	99.507	.455	82.375
89	90	6500	9500	44.491	63.850	8.542	64.820	97.766	102.366	.455	83.593
90	90	6500	10000	46.876	70.624	5.249	64.611	99.777	105.393	.455	85.002
91	90	7000	3000	35.733	72.313	130.314	154.410	140.933	91.935	.455	154.410
92	90	7000	3500	30.232	52.590	102.308	127.308	123.783	92.269	.455	127.308
93	90	7000	4000	27.554	38.204	83.502	109.233	111.481	89.903	.455	109.233
94	90	7000	4500	26.500	26.748	69.955	96.661	102.800	87.438	.455	96.661
95	90	7000	5000	26.449	17.043	59.646	87.634	96.744	85.591	.455	87.634
96	90	7000	5500	27.054	8.456	51.453	81.003	92.607	84.499	.455	82.751
97	90	7000	6000	28.106	.728	44.708	76.056	89.894	84.116	.455	80.086
98	90	7000	6500	29.473	8.030	38.993	72.331	88.259	84.352	.455	78.341
99	90	7000	7000	31.069	14.945	34.035	69.517	87.452	85.109	.455	77.313
100	90	7000	7500	32.836	21.566	29.645	67.397	87.292	86.302	.455	76.849
101	90	7000	8000	34.731	27.962	25.694	65.815	87.643	87.856	.455	76.836
102	90	7000	8500	36.723	34.178	22.087	64.657	88.403	89.711	.455	77.184
103	90	7000	9000	38.792	40.249	18.753	63.838	89.493	91.814	.455	77.826
104	90	7000	9500	40.920	46.200	15.640	63.291	90.851	94.124	.455	78.708
105	90	7000	10000	43.094	52.051	12.707	62.967	92.429	96.607	.455	79.787
106	90	7500	3000	33.743	85.523	136.193	154.742	138.347	89.503	.455	154.742
107	90	7500	3500	28.568	63.912	107.535	127.802	121.627	89.950	.455	127.802
108	90	7500	4000	25.980	48.529	88.289	109.663	109.396	87.529	.455	109.663
109	90	7500	4500	24.895	36.626	74.478	96.938	100.587	84.869	.455	96.938
110	90	7500	5000	24.746	26.830	64.039	87.727	94.289	82.726	.455	87.727
111	90	7500	5500	25.213	18.392	55.815	80.906	89.844	81.269	.455	81.087
112	90	7500	6000	26.101	10.876	49.115	75.771	86.783	80.477	.455	78.124
113	90	7500	6500	27.289	4.010	43.504	71.865	84.778	80.274	.455	76.070
114	90	7500	7000	28.697	3.730	38.693	68.880	83.587	80.575	.455	74.728
115	90	7500	7500	30.267	9.760	34.487	66.599	83.037	81.299	.455	73.949
116	90	7500	8000	31.962	15.514	30.748	64.865	82.995	82.378	.455	73.621
117	90	7500	8500	33.753	21.050	27.374	63.565	83.362	83.753	.455	73.659
118	90	7500	9000	35.618	26.410	24.294	62.612	84.062	85.378	.455	73.995
119	90	7500	9500	37.543	31.628	21.449	61.940	85.032	87.210	.455	74.575
120	90	7500	10000	39.514	36.727	18.798	61.499	86.227	89.218	.455	75.358
121	90	8000	3000	31.918	96.997	141.541	155.406	136.482	87.649	.455	155.406
122	90	8000	3500	27.026	73.755	112.266	128.530	120.072	88.179	.455	128.530
123	90	8000	4000	24.519	57.472	92.589	110.285	107.867	85.703	.455	110.285
124	90	8000	4500	23.408	45.130	78.501	97.391	98.924	82.868	.455	97.391
125	90	8000	5000	23.173	35.196	67.903	87.991	92.403	80.466	.455	87.991
126	90	8000	5500	23.515	26.826	59.609	80.978	87.680	78.693	.455	80.978

127	90	8000	6000	24.256	19.522	52.907	75.657	84.311	77.549	.455	76.603
128	90	8000	6500	25.281	12.975	47.345	71.575	81.977	76.968	.455	74.272
129	90	8000	7000	26.516	6.983	42.624	68.422	80.449	76.874	.455	72.648
130	90	8000	7500	27.907	1.409	38.541	65.983	79.556	77.194	.455	71.588
131	90	8000	8000	29.418	5.193	34.951	64.100	79.169	77.863	.455	70.981
132	90	8000	8500	31.021	10.191	31.748	62.660	79.191	78.825	.455	70.743
133	90	8000	9000	32.698	14.985	28.855	61.576	79.548	80.035	.455	70.805
134	90	8000	9500	34.433	19.614	26.212	60.780	80.178	81.454	.455	71.117
135	90	8000	10000	36.215	24.107	23.775	60.222	81.036	83.050	.455	71.636
136	105	4000	3500	10.534	27.580	71.705	92.943	86.912	54.857	.455	92.943
137	105	4000	4000	6.435	30.203	59.151	73.599	70.565	50.676	.455	73.599
138	105	4000	4500	5.014	27.408	49.903	61.945	61.050	47.402	.455	61.945
139	105	4000	5000	4.969	22.119	42.473	54.460	55.608	45.680	.455	54.460
140	105	4000	5500	5.695	15.698	36.198	49.438	52.685	45.271	.455	49.438
141	105	4000	6000	6.876	8.845	30.747	45.968	51.368	45.833	.455	45.968
142	105	4500	3500	11.707	34.785	76.160	94.945	87.265	54.704	.455	94.945
143	105	4500	4000	7.223	35.180	62.538	75.473	71.320	50.934	.455	75.473
144	105	4500	4500	5.506	31.682	52.776	63.505	61.654	47.606	.455	63.505
145	105	4500	5000	5.222	26.400	45.151	55.691	55.846	45.585	.455	55.691
146	105	4500	5500	5.743	20.348	38.869	50.368	52.474	44.751	.455	50.368
147	105	4500	6000	6.741	14.050	33.523	46.635	50.682	44.828	.455	46.635
148	105	4500	6500	8.026	7.793	28.880	43.965	49.936	45.562	.455	44.763
149	105	4500	7000	9.486	1.740	24.797	42.032	49.890	46.750	.455	44.391
150	105	4500	7500	11.049	5.368	21.179	40.626	50.312	48.241	.455	44.433
151	105	4500	8000	12.664	10.778	17.960	39.605	51.046	49.921	.455	44.763
152	105	5000	3500	12.446	42.381	80.618	96.684	87.264	54.302	.455	96.684
153	105	5000	4000	7.765	40.394	65.942	77.208	71.868	51.023	.455	77.208
154	105	5000	4500	5.835	36.009	55.630	64.993	62.167	47.733	.455	64.993
155	105	5000	5000	5.351	30.561	47.755	56.890	56.081	45.495	.455	56.890
156	105	5000	5500	5.685	24.713	41.405	51.291	52.332	44.312	.455	51.291
157	105	5000	6000	6.505	18.815	36.100	47.308	50.127	43.975	.455	47.308
158	105	5000	6500	7.620	13.059	31.565	44.417	48.963	44.267	.455	44.417
159	105	5000	7000	8.914	7.552	27.628	42.289	48.511	45.010	.455	43.650
160	105	5000	7500	10.315	2.351	24.176	40.711	48.546	46.065	.455	43.388
161	105	5000	8000	11.773	3.865	21.130	39.539	48.916	47.327	.455	43.433
162	105	5000	8500	13.254	8.381	18.432	38.670	49.511	48.719	.455	43.695
163	105	5000	9000	14.736	12.550	16.036	38.034	50.256	50.182	.455	44.108
164	105	5000	9500	16.202	16.377	13.909	37.576	51.093	51.673	.455	44.624
165	105	5000	10000	17.641	19.874	12.020	37.257	51.984	53.161	.455	45.209
166	105	5500	3500	12.844	49.956	84.967	98.267	87.113	53.805	.455	98.267
167	105	5500	4000	8.108	45.620	69.296	78.852	72.317	51.039	.455	78.852

168	105	5500	4500	6.038	40.260	58.424	66.439	62.652	47.843	.455	66.439
169	105	5500	5000	5.392	34.522	50.263	58.079	56.358	45.455	.455	58.079
170	105	5500	5500	5.561	28.747	43.796	52.225	52.293	43.989	.455	52.225
171	105	5500	6000	6.217	23.117	38.480	48.007	49.733	43.301	.455	48.007
172	105	5500	6500	7.172	17.732	33.998	44.905	48.204	43.214	.455	44.905
173	105	5500	7000	8.310	12.647	30.153	42.591	47.393	43.571	.455	43.081
174	105	5500	7500	9.558	7.885	26.815	40.847	47.087	44.246	.455	42.547
175	105	5500	8000	10.868	3.456	23.893	39.528	47.134	45.143	.455	42.336
176	105	5500	8500	12.206	1.993	21.322	38.529	47.430	46.189	.455	42.359
177	105	5500	9000	13.549	5.767	19.050	37.775	47.897	47.328	.455	42.552
178	105	5500	9500	14.882	9.229	17.040	37.213	48.481	48.519	.455	42.866
179	105	5500	10000	16.192	12.392	15.260	36.801	49.139	49.730	.455	43.265
180	105	6000	3500	12.999	57.255	89.150	99.781	86.955	53.317	.455	99.781
181	105	6000	4000	8.305	50.712	72.559	80.446	72.746	51.047	.455	80.446
182	105	6000	4500	6.151	44.357	61.137	67.865	63.155	47.977	.455	67.865
183	105	6000	5000	5.378	38.250	52.667	59.272	56.702	45.487	.455	59.272
184	105	6000	5500	5.404	32.446	46.048	53.181	52.374	43.793	.455	53.181
185	105	6000	6000	5.913	26.976	40.678	48.742	49.506	42.811	.455	48.742
186	105	6000	6500	6.720	21.855	36.205	45.441	47.658	42.399	.455	45.441
187	105	6000	7000	7.714	17.087	32.408	42.948	46.533	42.423	.455	42.948
188	105	6000	7500	8.821	12.665	29.141	41.046	45.924	42.768	.455	41.907
189	105	6000	8000	9.994	8.578	26.303	39.585	45.686	43.347	.455	41.466
190	105	6000	8500	11.200	4.814	23.819	38.460	45.716	44.090	.455	41.275
191	105	6000	9000	12.417	1.356	21.636	37.594	45.937	44.945	.455	41.270
192	105	6000	9500	13.628	3.162	19.711	36.931	46.295	45.872	.455	41.401
193	105	6000	10000	14.823	6.056	18.011	36.428	46.747	46.840	.455	41.634
194	105	6500	3500	12.992	64.153	93.148	101.281	86.875	52.901	.455	101.281
195	105	6500	4000	8.398	55.594	75.715	82.019	73.205	51.091	.455	82.019
196	105	6500	4500	6.203	48.265	63.760	69.286	63.701	48.159	.455	69.286
197	105	6500	5000	5.331	41.742	54.971	60.477	57.124	45.602	.455	60.477
198	105	6500	5500	5.236	35.833	48.173	54.165	52.572	43.724	.455	54.165
199	105	6500	6000	5.614	30.437	42.717	49.519	49.439	42.495	.455	49.519
200	105	6500	6500	6.289	25.493	38.218	46.028	47.312	41.806	.455	46.028
201	105	6500	7000	7.151	20.955	34.433	43.365	45.909	41.541	.455	43.365
202	105	6500	7500	8.130	16.791	31.202	41.311	45.033	41.599	.455	41.455
203	105	6500	8000	9.178	12.970	28.413	39.714	44.542	41.900	.455	40.807
204	105	6500	8500	10.264	9.468	25.987	38.467	44.334	42.378	.455	40.423
205	105	6500	9000	11.366	6.262	23.864	37.493	44.336	42.984	.455	40.238
206	105	6500	9500	12.467	3.332	21.999	36.732	44.491	43.678	.455	40.205
207	105	6500	10000	13.557	.694	20.355	36.141	44.758	44.430	.455	40.286
208	105	7000	3500	12.886	70.608	96.964	102.802	86.918	52.588	.455	102.802

209	105	7000	4000	8.424	60.232	78.761	83.590	73.722	51.193	.455	83.590
210	105	7000	4500	6.215	51.973	66.297	70.711	64.305	48.400	.455	70.711
211	105	7000	5000	5.269	45.010	57.185	61.700	57.626	45.801	.455	61.700
212	105	7000	5500	5.071	38.943	50.190	55.180	52.883	43.772	.455	55.180
213	105	7000	6000	5.335	33.555	44.623	50.337	49.518	42.335	.455	50.337
214	105	7000	6500	5.891	28.716	40.069	46.666	47.145	41.408	.455	46.666
215	105	7000	7000	6.635	24.339	36.268	43.841	45.496	40.893	.455	43.841
216	105	7000	7500	7.497	20.365	38.044	41.641	44.382	40.702	.455	41.641
217	105	7000	8000	8.432	16.748	30.279	39.913	43.665	40.759	.455	40.336
218	105	7000	8500	9.409	13.450	27.885	38.550	43.246	41.004	.455	39.777
219	105	7000	9000	10.406	10.443	25.798	37.470	43.050	41.389	.455	39.430
220	105	7000	9500	11.407	7.702	23.971	36.614	43.024	41.877	.455	39.246
221	105	7000	10000	12.403	5.203	22.365	35.938	43.123	42.438	.455	39.188
222	105	7500	3500	12.724	76.630	100.615	104.362	87.099	52.387	.455	104.362
223	105	7500	4000	8.409	64.624	81.704	85.171	74.311	51.362	.455	85.171
224	105	7500	4500	6.205	55.488	68.753	72.147	64.970	48.703	.455	72.147
225	105	7500	5000	5.201	48.076	59.318	62.943	58.203	46.077	.455	62.943
226	105	7500	5500	4.917	41.814	52.115	56.224	53.293	43.926	.455	56.224
227	105	7500	6000	5.082	36.383	46.418	51.193	49.723	42.311	.455	51.193
228	105	7500	6500	5.533	31.593	41.789	47.351	47.133	41.179	.455	47.351
229	105	7500	7000	6.170	27.321	37.948	44.371	45.265	40.448	.455	44.371
230	105	7500	7500	6.927	23.483	34.709	42.031	43.938	40.037	.455	42.031
231	105	7500	8000	7.760	20.016	31.945	40.179	43.019	39.880	.455	40.179
232	105	7500	8500	8.638	16.875	29.563	38.702	42.409	39.919	.455	39.311
233	105	7500	9000	9.540	14.024	27.494	37.521	42.036	40.109	.455	38.815
234	105	7500	9500	10.452	11.431	25.688	36.574	41.845	40.413	.455	38.493
235	105	7500	10000	11.361	9.073	24.103	35.815	41.792	40.802	.455	38.308
236	105	8000	3500	12.535	82.252	104.119	105.968	87.418	52.296	.455	105.968
237	105	8000	4000	8.369	68.784	84.553	86.768	74.973	51.600	.455	86.768
238	105	8000	4500	6.183	58.825	71.136	73.595	65.696	49.066	.455	73.595
239	105	8000	5000	5.136	50.965	61.382	64.204	58.850	46.424	.455	64.204
240	105	8000	5500	4.779	44.482	53.963	57.295	53.790	44.171	.455	57.295
241	105	8000	6000	4.857	38.970	48.124	52.085	50.038	42.404	.455	52.085
242	105	8000	6500	5.215	34.186	43.402	48.079	47.253	41.094	.455	48.079
243	105	8000	7000	5.757	29.973	39.503	44.950	45.190	40.173	.455	44.950
244	105	8000	7500	6.420	26.225	36.232	42.477	43.672	39.570	.455	42.477
245	105	8000	8000	7.161	22.867	33.452	40.504	42.570	39.224	.455	40.504
246	105	8000	8500	7.949	19.844	31.064	38.919	41.788	39.080	.455	38.999
247	105	8000	9000	8.766	17.111	28.998	37.640	41.254	39.095	.455	38.367
248	105	8000	9500	9.595	14.635	27.199	36.604	40.912	39.234	.455	37.919
249	105	8000	10000	10.427	12.389	25.624	35.765	40.721	39.469	.455	37.617

250	120	4000	4000	7.838	73.520	64.731	49.484	31.865	16.596	.455	61.502
251	120	4500	4000	7.253	72.631	66.030	52.183	34.800	18.540	.455	62.407
252	120	4500	4500	9.386	69.884	57.260	40.867	25.097	14.176	.455	55.376
253	120	4500	5000	9.901	64.616	50.483	34.066	19.763	11.407	.455	49.341
254	120	5000	4000	6.572	72.120	67.486	54.856	37.617	20.386	.455	63.488
255	120	5000	4500	8.909	68.667	58.073	43.124	27.825	16.276	.455	55.896
256	120	5000	5000	9.573	63.332	50.984	35.921	22.177	13.436	.455	49.626
257	120	5000	5500	9.387	57.384	45.265	31.217	19.003	11.896	.455	44.300
258	120	5000	6000	8.740	51.402	40.473	28.006	17.341	11.336	.455	39.704
259	120	5500	4000	5.847	72.038	69.098	57.469	40.266	22.099	.455	64.754
260	120	5500	4500	8.347	67.770	59.031	45.376	30.462	18.287	.455	56.573
261	120	5500	5000	9.152	62.272	51.603	37.797	24.552	15.417	.455	50.034
262	120	5500	5500	9.086	56.452	45.727	32.764	21.037	13.687	.455	44.608
263	120	5500	6000	8.546	50.729	40.882	29.277	19.022	12.865	.455	40.003
264	120	5500	6500	7.742	45.302	36.789	26.782	17.963	12.694	.455	36.042
265	120	6000	4000	5.118	72.379	70.853	60.001	42.730	23.669	.455	66.190
266	120	6000	4500	7.740	67.226	60.134	47.596	32.972	20.181	.455	57.411
267	120	6000	5000	8.672	61.481	52.347	39.671	26.849	17.317	.455	50.576
268	120	6000	5500	8.724	55.709	46.287	34.326	23.033	15.432	.455	45.018
269	120	6000	6000	8.292	50.173	41.362	30.573	20.697	14.381	.455	40.373
270	120	6000	6500	7.587	44.995	37.249	27.854	19.326	13.951	.455	36.424
271	120	6000	7000	6.732	40.222	33.754	25.837	18.592	13.959	.455	33.030
272	120	6000	7500	5.799	35.868	30.752	24.314	18.280	14.265	.455	30.091
273	120	6500	4000	4.409	73.105	72.728	62.446	45.012	25.099	.455	67.775
274	120	6500	4500	7.117	67.032	61.371	49.771	35.340	21.946	.455	58.401
275	120	6500	5000	8.161	60.973	53.213	41.527	29.047	19.117	.455	51.250
276	120	6500	5500	8.324	55.178	46.947	35.889	24.968	17.109	.455	45.533
277	120	6500	6000	7.997	49.761	41.917	31.882	22.344	15.860	.455	40.821
278	120	6500	6500	7.390	44.769	37.760	28.946	20.689	15.201	.455	36.858
279	120	6500	7000	6.626	40.208	34.258	26.747	19.688	14.973	.455	33.478
280	120	6500	7500	5.778	36.070	31.268	25.068	19.131	15.048	.455	30.569
281	120	6500	8000	4.891	32.331	28.693	23.768	18.877	15.330	.455	28.050
282	120	6500	8500	3.995	28.967	26.461	22.751	18.830	15.749	.455	25.859
283	120	7000	4000	3.737	74.163	74.700	64.804	47.125	26.400	.455	69.483
284	120	7000	4500	6.500	67.163	62.725	51.891	37.564	23.583	.455	59.527
285	120	7000	5000	7.639	60.738	54.190	43.355	31.137	20.811	.455	52.047
286	120	7000	5500	7.904	54.859	47.702	37.443	26.831	18.709	.455	46.151
287	120	7000	6000	7.676	49.502	42.547	33.194	23.950	17.291	.455	41.348
288	120	7000	6500	7.164	44.640	38.325	30.052	22.038	16.430	.455	37.346
289	120	7000	7000	6.488	40.242	34.794	27.676	20.793	15.990	.455	33.959
290	120	7000	7500	5.721	36.275	31.799	25.846	20.011	15.857	.455	31.060

291	120	7000	8000	4.910	32.704	29.230	24.416	19.553	15.942	.455	28.560
292	120	7000	8500	4.084	29.498	27.012	23.287	19.321	16.177	.455	26.392
293	120	7000	9000	3.263	26.623	25.086	22.387	19.249	16.513	.455	24.505
294	120	7000	9500	2.458	24.049	23.407	21.664	19.287	16.913	.455	22.857
295	120	7500	4000	3.108	75.499	76.748	67.081	49.087	27.589	.455	71.290
296	120	7500	4500	5.902	67.582	64.178	53.955	39.651	25.100	.455	60.768
297	120	7500	5000	7.119	60.757	55.266	45.150	33.120	22.400	.455	52.953
298	120	7500	5500	7.476	54.744	48.544	38.980	28.616	20.229	.455	46.862
299	120	7500	6000	7.341	49.394	43.247	34.504	25.507	18.667	.455	41.949
300	120	7500	6500	6.918	44.614	38.943	31.165	23.363	17.630	.455	37.889
301	120	7500	7000	6.325	40.334	35.367	28.618	21.896	17.002	.455	34.476
302	120	7500	7500	5.637	36.499	32.349	26.643	20.908	16.682	.455	31.571
303	120	7500	8000	4.898	33.062	29.773	25.088	20.261	16.587	.455	29.075
304	120	7500	8500	4.138	29.983	27.555	23.850	19.860	16.655	.455	26.916
305	120	7500	9000	3.378	27.226	25.633	22.855	19.635	16.836	.455	25.040
306	120	7500	9500	2.629	24.758	23.960	22.049	19.536	17.095	.455	23.404
307	120	7500	10000	1.901	22.551	22.499	21.393	19.529	17.405	.455	21.972
308	120	8000	4000	2.525	77.061	78.852	69.284	50.920	28.682	.455	73.172
309	120	8000	4500	5.330	68.252	65.714	55.963	41.613	26.508	.455	62.108
310	120	8000	5000	6.613	61.003	56.427	46.909	35.000	23.891	.455	53.956
311	120	8000	5500	7.051	54.817	49.463	40.499	30.325	21.669	.455	47.658
312	120	8000	6000	7.001	49.432	44.012	35.806	27.012	19.987	.455	42.619
313	120	8000	6500	6.660	44.691	39.611	32.279	24.660	18.795	.455	38.485
314	120	8000	7000	6.146	40.491	35.976	29.570	22.991	18.000	.455	35.030
315	120	8000	7500	5.531	36.753	32.922	27.454	21.813	17.511	.455	32.104
316	120	8000	8000	4.860	33.419	30.326	25.778	20.993	17.255	.455	29.598
317	120	8000	8500	4.163	30.441	28.097	24.434	20.434	17.169	.455	27.438
318	120	8000	9000	3.461	27.779	26.170	23.347	20.067	17.209	.455	25.563
319	120	8000	9500	2.765	25.398	24.494	22.461	19.842	17.339	.455	23.929
320	120	8000	10000	2.085	23.268	23.032	21.734	19.720	17.531	.455	22.501
321	135	4500	4000	14.629	92.214	65.090	34.293	10.205	.943	.455	63.254
322	135	5000	4000	14.069	89.588	65.866	37.415	13.826	3.049	.455	63.502
323	135	5000	4500	16.491	85.762	57.165	26.395	3.823	4.294	.455	56.078
324	135	5500	4000	13.358	87.381	66.828	40.521	17.330	5.069	.455	63.951
325	135	5500	4500	15.988	83.088	57.423	28.924	7.196	1.788	.455	56.006
326	135	5500	5000	16.583	76.587	50.533	22.531	2.017	5.444	.455	49.559
327	135	6000	4000	12.554	85.659	67.975	43.563	20.653	6.965	.455	64.611
328	135	6000	4500	15.373	80.778	57.855	31.452	10.466	1.973	.455	56.115
329	135	6000	5000	16.106	74.283	50.611	24.577	4.956	2.990	.455	49.430
330	135	6000	5500	15.906	67.512	44.889	20.331	2.117	4.965	.455	43.922
331	135	6500	4000	11.703	84.436	69.296	46.511	23.763	8.719	.455	65.474

332	135	6500	4500	14.684	78.866	58.460	33.949	13.594	4.257	.455	56.407
333	135	6500	5000	15.555	72.290	50.841	26.624	7.802	.719	.455	49.457
334	135	6500	5500	15.462	65.667	44.935	22.007	4.612	2.738	.455	43.837
335	135	6500	6000	14.897	59.377	40.106	18.923	2.969	3.730	.455	39.150
336	135	7000	4000	10.840	83.691	70.770	49.350	26.653	10.327	.455	66.521
337	135	7000	4500	13.955	77.357	59.227	36.395	16.557	6.401	.455	56.876
338	135	7000	5000	14.957	70.621	51.217	28.652	10.531	2.962	.455	49.637
339	135	7000	5500	14.974	64.078	45.107	23.683	7.026	.751	.455	43.880
340	135	7000	6000	14.500	57.966	40.180	20.314	5.064	1.781	.455	39.140
341	135	7000	6500	13.776	52.371	36.077	17.933	4.055	2.231	.455	35.152
342	135	7500	4000	9.988	83.384	72.375	52.075	29.325	11.794	.455	67.730
343	135	7500	4500	13.210	76.236	60.141	38.778	19.348	8.399	.455	57.507
344	135	7500	5000	14.333	69.271	51.732	30.651	13.132	5.081	.455	49.961
345	135	7500	5500	14.457	62.746	45.400	25.348	9.347	2.792	.455	44.047
346	135	7500	6000	14.075	56.759	40.357	21.705	7.092	1.443	.455	39.232
347	135	7500	6500	13.430	51.332	36.198	19.103	5.808	.794	.455	35.217
348	135	7500	7000	12.652	46.446	32.695	17.185	5.143	.723	.455	31.816
349	135	8000	4000	9.164	83.465	74.091	54.687	31.795	13.131	.455	69.076
350	135	8000	4500	12.466	75.474	61.187	41.094	21.968	10.256	.455	58.284
351	135	8000	5000	13.699	68.223	52.373	32.612	15.602	7.076	.455	50.418
352	135	8000	5500	13.925	61.662	45.806	26.995	11.570	4.730	.455	44.328
353	135	8000	6000	13.633	55.753	40.629	23.091	9.049	3.237	.455	39.422
354	135	8000	6500	13.067	50.451	36.400	20.274	7.510	2.408	.455	35.363
355	135	8000	7000	12.359	45.709	32.863	18.181	6.612	2.055	.455	31.945
356	135	8000	7500	11.582	41.477	29.859	16.588	6.137	2.029	.455	29.032