

[原因と対策の報告の公表文（様式2）]

伊方発電所から通報連絡のあった異常に係る原因と対策の報告について（平成14年7月分）

14. 9. 10  
環境政策課  
(内線2443)

- 1 四国電力(株)から、伊方発電所で平成14年7月に発生した設備異常について、原因と対策の報告がありましたので、お知らせします。

[報告書の概要]

県の公表区分	異常事項	発生年月日	推定原因等	対策
B	高圧注入流量計の故障 (2号機)	14. 7. 6	流量検出器本体とアンプ回路の絶縁が、一時的に不良となり、アンプ回路が接地状態となったことから、出力が不安定になったものと推定される。	○検出器を予備品と取替え、健全性を確認のうえ復旧。 ○今後とも、定期検査時に特性試験を行い、健全性を確認するとともに予備品を常備する。
B	一次系補給水ポンプの故障 (2号機)	14. 7.10	インペラ用ボルトの首下丸み部に座金が片当たりした状態で締付けられていたため、ポンプの起動、停止等により締付けが緩み、インペラとケーシングが接触したため、ボルトに繰り返し荷重が加わった結果、疲労割れが発生・進展し、接触部が広がり、自動停止に至ったと推定される。 なお、ボルト材質ステンレスの種類違いが判明したが、応力評価の結果、原因ではないことが確認された。	○インペラ用ボルトを新品に取替えるとともに、擦傷を研磨補修し、健全性を確認後、復旧済。 ○当該ポンプと同様の締付け構造のポンプについては、ボルト締付け前後にボルト中心と座金中心にずれがないことを確認することとし、作業要領書を改訂。 ○同様のポンプについて、至近の分解点検時にインペラ用ボルトに異常がないことをボルト材質も含め確認。
C	海水淡水化装置の濃縮海水排水ポンプの自動停止 (3号機)	14. 7.24	排水ポンプの起動、停止を行う水位スイッチ電極が付着物により検知不良となったため、常用ポンプ(A号機)が空転状態となり、その後予備ポンプ(B号機)が停止した際に常用ポンプ側に濃縮海水が逆流したため、回転方向とは逆方向の負荷がかかり、自動停止したものと推定される。	○水位スイッチの点検、清掃及び当該ポンプの分解点検を実施し、復旧済。 ○水位スイッチの点検頻度を、2定期検査に1回から年1回に変更することとし、作業要領書を改訂。

- 2 県としては、伊方発電所に職員を派遣し、当該部の復旧状況の確認など、四国電力の対策が確実に実施されていることを確認しています。

愛媛県知事  
加戸守行 殿

四国電力株式会社  
取締役社長 大西 淳

伊方発電所第2号機高圧注入ポンプ出口流量計の不具合  
他2件にかかる報告書の提出について

平成14年7月6日に発生しました伊方発電所第2号機高圧注入ポンプ出口流量計の不具合他2件につきまして、その後の調査結果がまとまりましたので、安全協定第11条第2項に基づき、別添のとおり報告いたします。

今後とも伊方発電所の安全・安定運転に取り組んでまいりますので、ご指導賜りますようお願い申し上げます。

以上

伊方発電所第2号機

高圧注入ポンプ出口流量計の不具合について

平成14年9月  
四国電力株式会社

---

1. 件名

伊方発電所第2号機 高圧注入ポンプ出口流量計の不具合について

2. 事象発生の日時

平成14年 7月 6日 9時00分頃

3. 事象発生の設備

高圧注入ポンプ出口流量計

4. 事象発生時の運転状況

通常運転中（出力572 MW）

5. 事象の概要

伊方発電所第2号機は、通常運転中（出力572 MW）のところ、平成14年7月6日9時00分頃、通常 $0\text{ m}^3/\text{h}$ となっている高圧注入ポンプ出口流量計の指示値が約 $100\text{ m}^3/\text{h}$ となっていることを中央制御室の運転員が確認した。

高圧注入ポンプは停止中であり、当該流量計の下流側に設置されている2台の流量計指示値は $0\text{ m}^3/\text{h}$ であった。

現地調査の結果、流量検出器の故障であることが確認されたため、当該検出器を予備品に取り替え、同日17時50分通常状態に復帰した。

なお、本事象によるプラント運転への支障はなく、また、環境への放射能の影響はなかった。

[\(添付資料-1,2\)](#)

6. 事象の時系列

平成14年7月6日

9時00分頃

通常  $0 \text{ m}^3/\text{h}$  となっている高圧注入ポンプ出口流量計の指示値が約  $100 \text{ m}^3/\text{h}$  となっていることを運転員が確認

10時07分	検出器、計器盤点検開始
10時40分	検出器故障を確認
11時37分	予備検出器校正開始
13時52分	予備検出器校正終了
14時00分	検出器取替作業開始
17時34分	検出器取替作業完了
17時50分	高圧注入ポンプ出口流量指示値が正常であることを確認

## 7. 調査結果

### (1) 現地調査

高圧注入流量計の指示不良原因特定のため、以下の調査を実施した。

- a. 検出配管の健全性を確認するため、流量検出器の入口弁（高圧側、低圧側）を「閉」、均圧弁を「開」とし、検出器の出力を確認したところ、指示値は変化せず、約  $100 \text{ m}^3/\text{h}$  であり、検出配管の異常は認められなかった。
- b. 流量検出器に模擬信号を入力し、出力値を確認したところ、測定範囲である  $0 \sim 200 \text{ m}^3/\text{h}$  相当の差圧信号入力に対し、 $100 \sim 173 \text{ m}^3/\text{h}$  相当の出力を示した。
- c. 流量検出器以降に配置される機器の健全性を確認するため、検出器出力側の信号線を切離し、計器盤入口から模擬信号を入力して確認試験を行った結果、計器盤、指示計及び記録計に異常は認められなかった。

(添付資料-2)

以上のことから、当該流量計の指示不良は、流量検出器単体の故障と判断した。なお、当該検出器は平成14年1月に取替えたものであった。

### (2) 原因調査

流量検出器を取り外し、故障原因特定のため、以下の調査を実施した。

- a. 流量検出器の外観目視点検  
外観・目視点検の結果、腐食、傷、変形等の異常は認められなかった。

- b. 流量検出器の入出力確認

流量検出器に模擬信号を入力し、出力値を確認した結果は、以下のとおりであった。

- ・現地設置状態と同様\*に流量検出器本体を接地した状態では  $0 \sim 200 \text{ m}^3/\text{h}$  相当の差圧信号入力に対して、出力は  $82 \sim 136 \text{ m}^3/\text{h}$  相当であり、入力値と大きく異なる値を示すとともに出力が不安定になることを確認した。
- ・流量検出器本体を接地しない状態では  $0 \sim 200 \text{ m}^3/\text{h}$  相当の入力に対して、出力は  $28 \sim 193 \text{ m}^3/\text{h}$  相当であり、許容誤差は満足

しないものの安定した出力を示していた。

(添付資料－3)

このことから、流量検出器の絶縁不良が考えられた。(正常品であれば、接地の有無に関係なく出力は安定している)

\*現場取付状態では、流量検出器本体には接地線等は設置していないが、検出配管等を介して接地状態となっている。

c. 流量検出器各部の詳細調査

絶縁不良原因特定のため、以下の調査を実施した。

(a) アンプカードの電圧測定

アンプ回路の健全性を確認するため、アンプ回路各部の電圧を測定した結果、基準値相当であり、回路に異常のないことを確認した。

(添付資料－4)

(b) タッピング試験

流量検出器に模擬入力を加えた状態でアンプケース部及び受圧部をタッピングしたところ、出力値に変化は認められなかった。

(c) 流量検出器内部異物の確認

流量検出器内部(アンプカード部)の異物確認を実施したところ、出力不良につながるような異物は認められなかった。

(添付資料－5)

(d) 歪みゲージ抵抗値測定

受圧部の健全性を確認するため、受圧部に模擬入力を加え、歪みゲージの抵抗値を測定した結果、模擬入力値に対する抵抗値の変化に異常は認められなかった。

(添付資料－6)

上記のとおり、各部の調査結果に異常は認められなかった。また、アンプカードの電圧測定実施後、出力電圧波形の確認を行ったところ、確認中に不具合事象は回復し、以降、同様な事象は再現されなくなった。

d. アンプカードの接地模擬試験

各部の詳細調査中に、不具合事象が再現されなくなったことから、強制的にアンプカード単体を接地した状態でアンプカードに模擬信号を入力し入出力確認を行ったところ、現地調査時及び流量検出器本体を接地しての入出力確認時と同様に、入力値から大きく逸脱した出力値(入力 $0\sim 200\text{ m}^3/\text{h}$ 相当に対し、出力 $57\sim 165\text{ m}^3/\text{h}$ 相当)を示すとともに出力が不安定になる事象が再現することを確認した。

(添付資料－7)

以上のことから、アンプ回路において、何らかの要因により一時的に接地状態となり、流量検出器が動作不良を起こしたと考えられる。

## 8. 推定原因

高圧注入ポンプ出口流量検出器の故障は、一時的に流量検出器本体とアンプ回路の絶縁が不良となりアンプ回路が接地状態となったことから、出力が不安定になったものと推定される。

## 9. 対 策

- (1) 当該検出器を予備品に取り替え、健全性を確認のうえ復旧した。
- (2) これまでと同様に、定検時に流量検出器の特性試験を行い健全性を確認するとともに、運転中の故障に対応するため予備品を常備しておく。

以 上

---

## 添 付 資 料

[添付資料－1 高圧注入系概略系統図](#)

[添付資料－2 高圧注入ポンプ出口流量計概要図](#)

[添付資料－3 入出力確認結果](#)

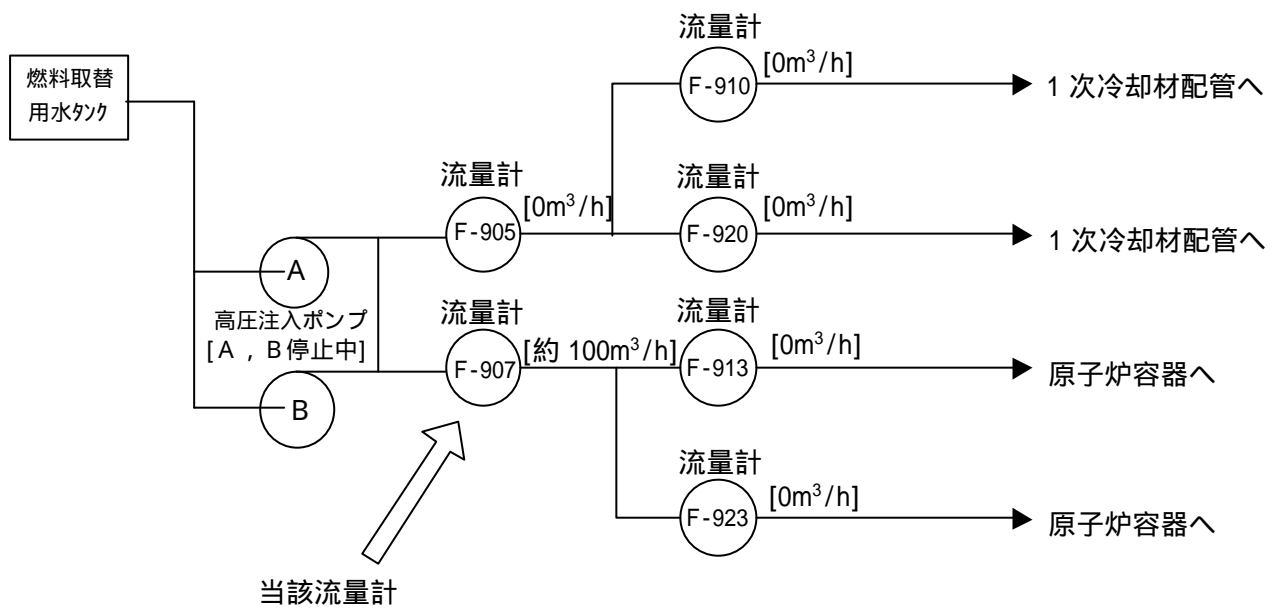
[添付資料－4 アンプカード各部の電圧測定結果](#)

[添付資料－5 流量検出器各部点検状況](#)

[添付資料－6 歪みゲージ抵抗値測定結果](#)

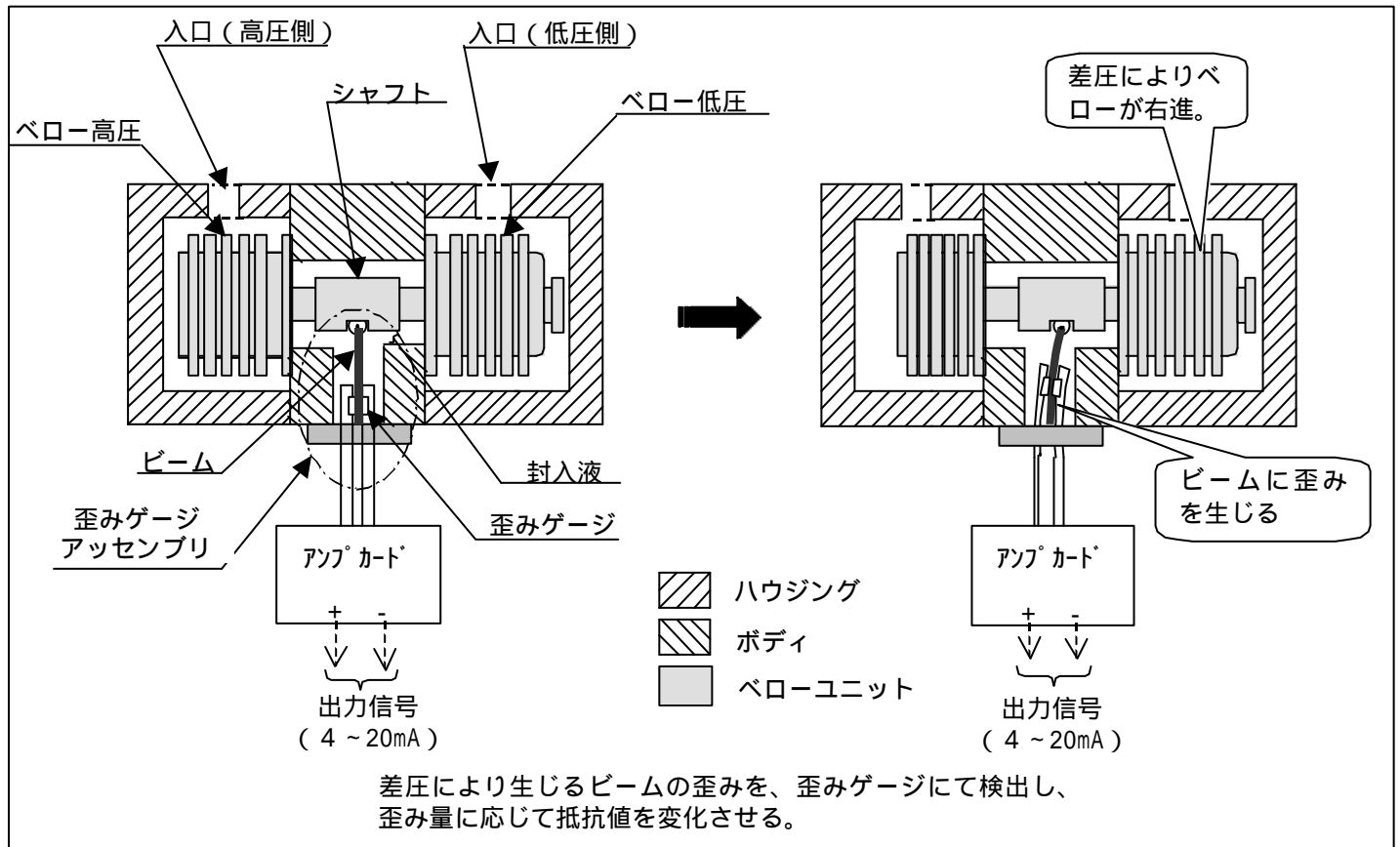
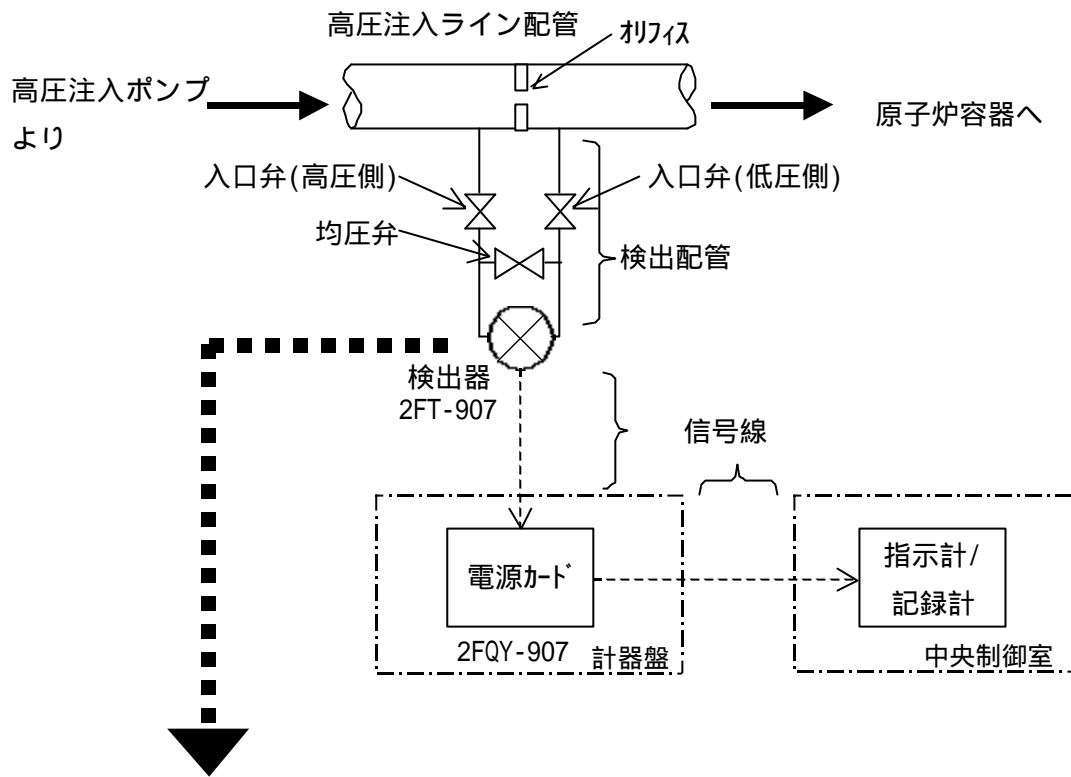
[添付資料－7 接地模擬試験結果](#)

### 高圧注入系 概略系統図



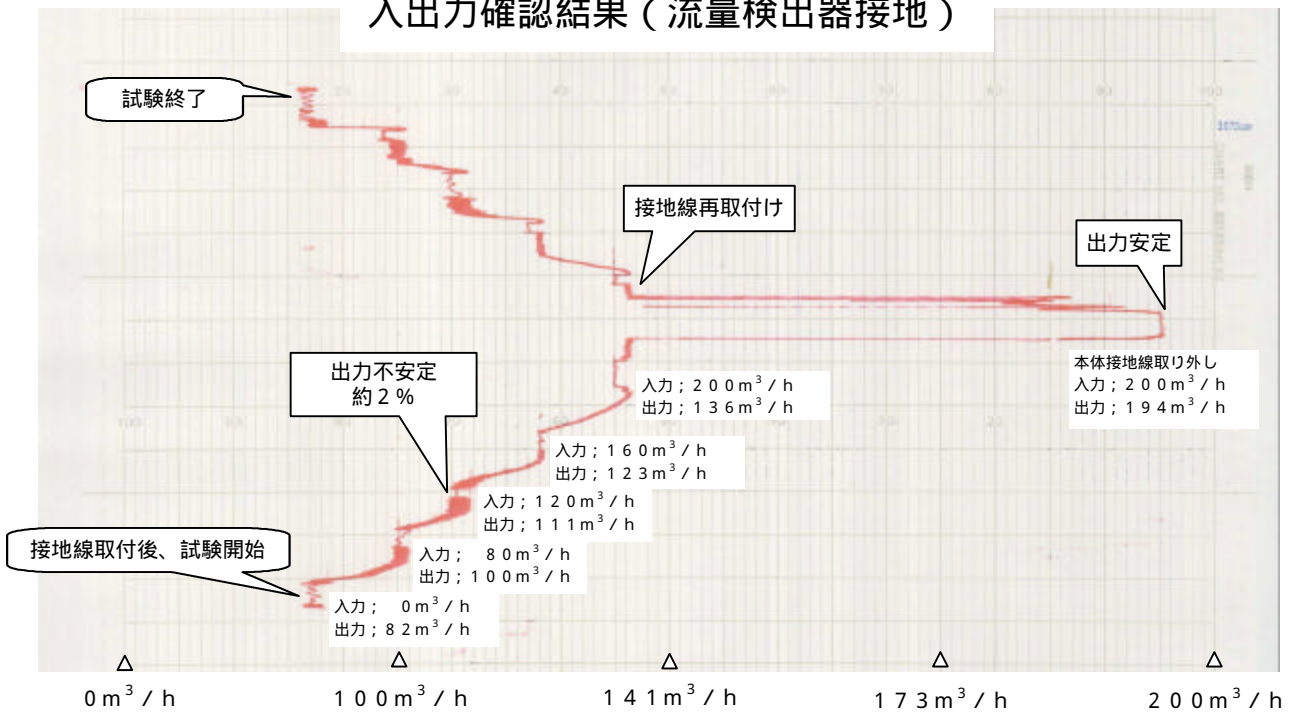
[ ]内は、不適合発生時の状況  
 (流量は中央制御室設置指示計の指示値)

### 高圧注入ポンプ出口流量計概要図





入出力確認結果 ( 流量検出器接地 )

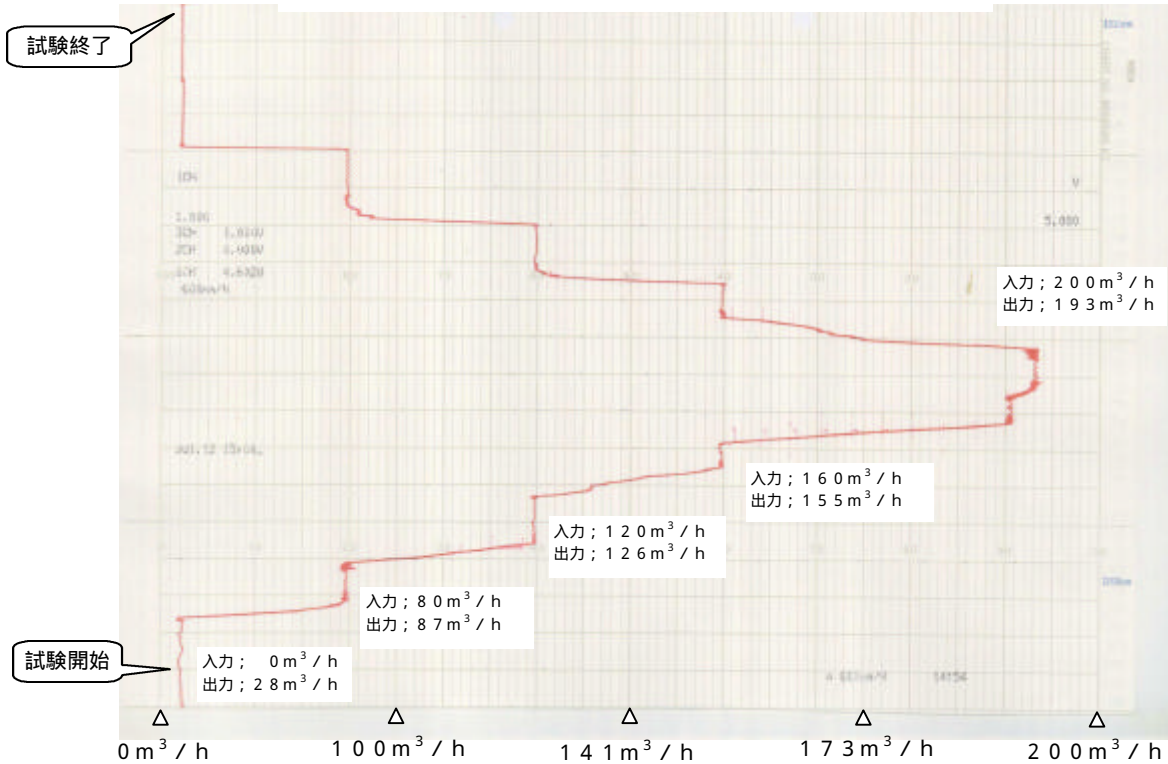


模擬入力 m <sup>3</sup> / h	出力値 m <sup>3</sup> / h	許容誤差 m <sup>3</sup> / h	判定	総合判定
0	82	-14 ~ 14	不良	
80	100	79 ~ 81	不良	不良
120	111	119 ~ 121	不良	
160	123	159 ~ 161	不良	
200	136	199 ~ 201	不良	

結果

各ポイントに於けるデータの全てが許容誤差を大きく逸脱している。  
また、出力も不安定である。

入出力確認結果 ( 流量検出器接地無し )



模擬入力 m <sup>3</sup> / h	出力値 m <sup>3</sup> / h	許容誤差 m <sup>3</sup> / h	判定	総合判定
0	28	-14 ~ 14	不良	不良
80	87	79 ~ 81	不良	
120	126	119 ~ 121	不良	
160	155	159 ~ 161	不良	
200	193	199 ~ 201	不良	

結果

各ポイントに於けるデータの全てが許容誤差を逸脱しているが、調整可能範囲である。  
また、出力も安定している。

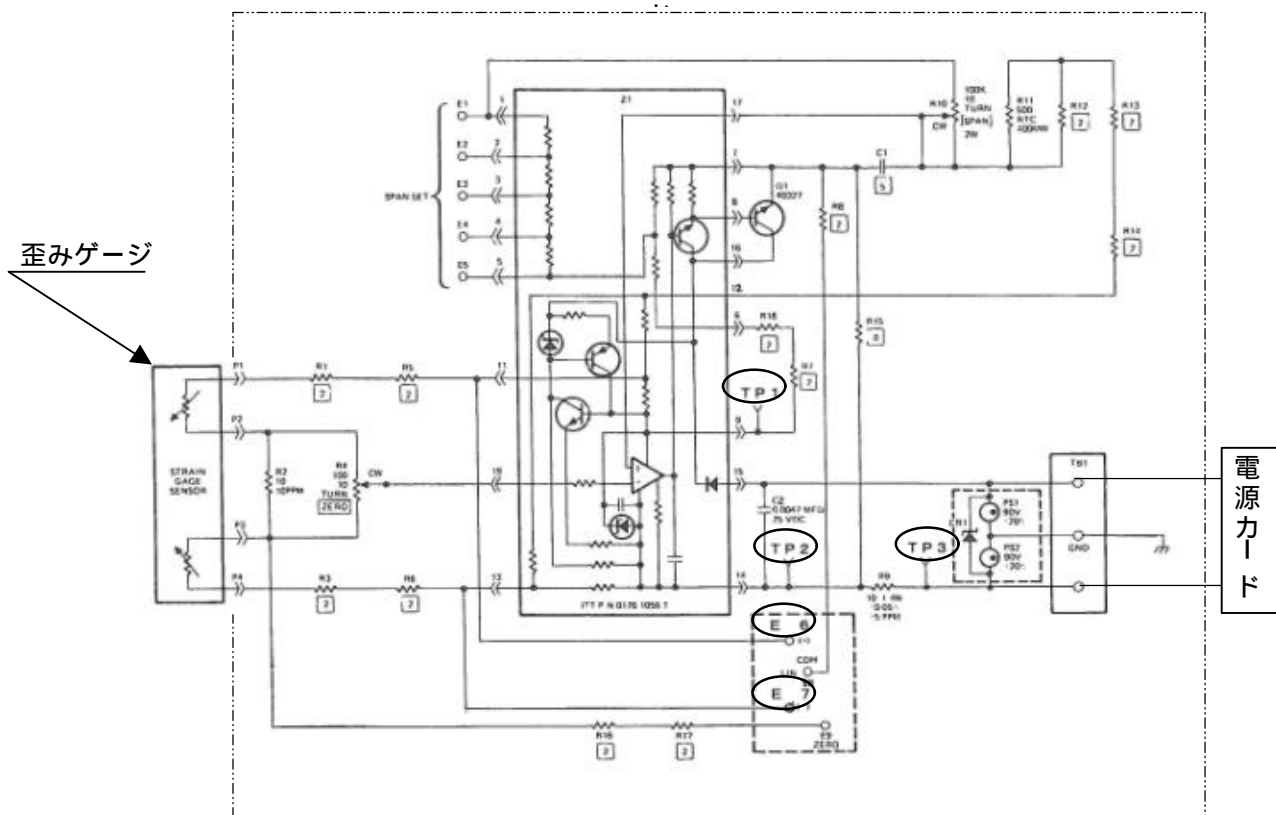
## アンプカード各部の電圧測定結果

ポイント	基準電圧	接地線有り(V)		接地線無し(V)	
		0%	100%	0%	100%
TP1	6.4V DC	6.523	6.526	6.523	6.526
TP2	GROUND				
TP3	0V DC	-0.04	-0.2	-0.04	-0.2
E6	4V DC	4.146	4.155	4.146	4.155
E7	2V DC	2.376	2.381	2.376	2.381

### 結果

接地線有り、無しともに測定データは、基準電圧相当であり問題ない。

### アンプカー

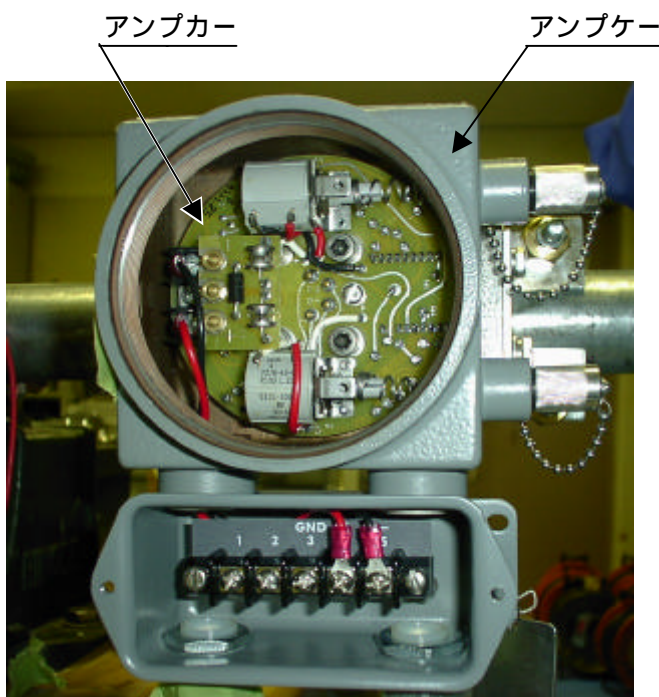


○ : 測定ポイント

## 流量検出器各部点検状況



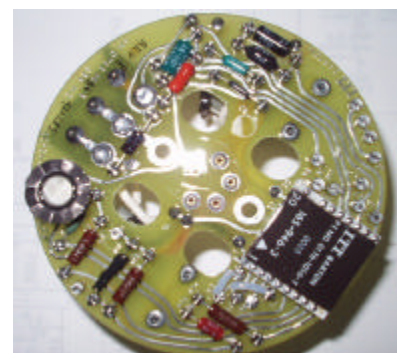
流量検出器外観



アンプカー

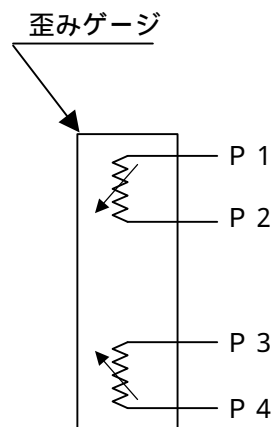
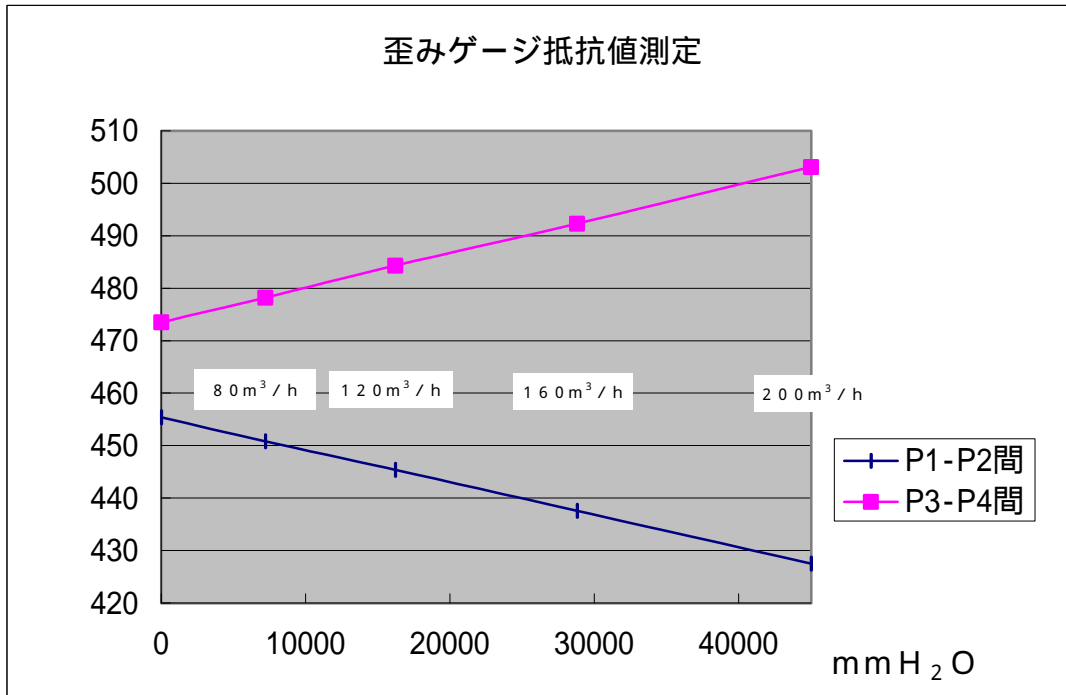
アンプケー

アンプカード部開放状態



アンプカード（裏面）

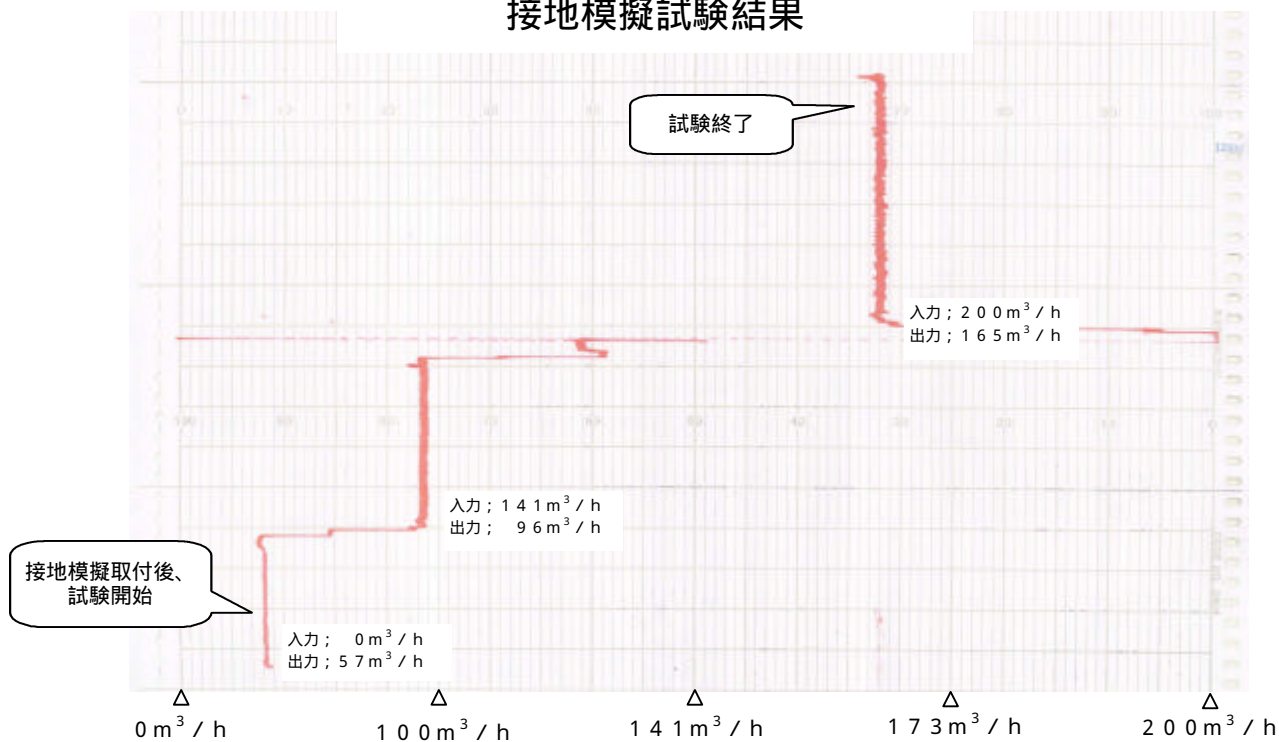
## 歪みゲージ抵抗値測定結果



### 結果

P 1 - P 2 間および P 3 - P 4 間の抵抗とも各流量に比例した抵抗値の変化となっており良好である。

## 接地模擬試験結果



模擬入力 m <sup>3</sup> /h	出力値 m <sup>3</sup> /h	許容誤差 m <sup>3</sup> /h	判定	総合判定
0	57	-14 ~ 14	不良	不良
141	96	140 ~ 142	不良	
200	165	199 ~ 201	不良	

## 結果

各ポイントに於けるデータの全てが許容誤差を大きく逸脱している。  
また、出力も不安定であり、事象はほぼ再現している。