

JAERI-M

9 3 8 0

放射性廃棄物容器としてのP I C容器の
安全性試験（I）
— P I C容器の耐高水圧性と耐R I 浸出性 —

1981年3月

石崎寛治郎*・岡川誠吾・大内康喜・伊藤彰彦
築 尚**・浅見 晃*・峯岸敬一*・和達嘉樹
荒木邦夫・天野 恕

日本原子力研究所
Japan Atomic Energy Research Institute

この報告書は、日本原子力研究所が JAERI-M レポートとして、不定期に刊行している研究報告書です。入手、複製などのお問合わせは、日本原子力研究所技術情報部（茨城県那珂郡東海村）あて、お申しこしください。

JAERI-M reports, issued irregularly, describe the results of research works carried out in JAERI. Inquiries about the availability of reports and their reproduction should be addressed to Division of Technical Information, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken, Japan.

放射性廃棄物容器としてのP I C容器の安全性試験(I)
— P I C容器の耐高水圧性と耐R I浸出性 —

日本原子力研究所東海研究所環境安全研究部

* 石崎寛治郎・岡川 誠吾・大内 康喜
** 伊藤 彰彦・築 尚・浅見 晃
* 峯岸 敬一・和達 嘉樹・荒木 邦夫
+ 天野 恕

(1981年2月4日受理)

日本原子力研究所と秩父セメント株式会社で共同開発したP I C容器の安全性について、主に耐高水圧性と耐R Iの浸出性について検討した。

P I C容器は耐圧型と均圧型の2種類の容器を使用し、R Iは¹³⁴Csと¹³⁷Csを用いた。ホットの模擬放射性廃棄物はこれらのR Iを布ウェス中に散布したもの(2)、セメント均一固化体(1)、使用済イオン交換樹脂のポリエチレン均一固化体(1)の4体で、容器の外側寸法は200ℓと60ℓサイズである。外水圧試験は深海底5000mの条件を模擬した条件で24時間保持した。ウェスを収納した2体のP I C容器に関しては高水圧試験後、常温常圧下で長期(400日程度)の浸出試験を実施中である。また、P I C容器の長期耐久性を確認するため3年程度の地中埋設および屋外暴露試験を実施している。

これまでに得られた結果をまとめると下記のとおりである。

- (1) 均圧型P I C容器は250kg/cm²まで耐圧性を有し、次後均圧化するが均圧後も500kg/cm²の外水圧力で破壊等の異常のないことが明らかとなった。
- (2) 耐圧型P I C容器は500kg/cm²外水圧力下で、十分な耐圧強度と不透水性を有し、R Iの浸出抵抗性に優れていることが確認された。
- (3) ウェスを収納したP I C容器の長期浸出試験(144日まで)結果、均圧型P I C容器では¹³⁴Csの浸出比が浸漬日数の平方根に比例して増加するのに対し、耐圧型P I C容器では全く浸出していなかった。

+ 安全性試験研究センター

* 秩父セメント株式会社

** 外来研究員；東電環境エンジニアリング株式会社

Safety Assessment of PIC-Container Used for
Radioactive Wastes (I)

— Resistance to High Hydraulic Pressure and
Resistance to Leaching of Radio Isotopes
for PIC-Container —

Kanjiro ISHIZAKI*, Seigo OKAGAWA, Kouki OHUCHI,
Akihiko ITO, Hisashi YANA**, Akira AZAMI*,
Keiichi MINEGISHI*, Yoshiki WADACHI, Kunio ARAKI
and Hiroshi AMANO

Division of Environmental Safety Research,
Tokai Research Establishment, JAERI

(Received February 4, 1981)

Safety assessment of PIC (Polymer-Impregnated Concrete)-Containers, developed by JAERI and Chichibu Cement Co., Ltd., were tested mainly from the standpoints of resistance to high hydraulic pressure and resistance to leaching of RI (radio isotopes).

PIC-containers of the pressure-resisting type and pressure-equalizing type were tested. RI used were ^{134}Cs and ^{137}Cs . The simulated wastes with radioactivity were 4 specimens, i.e., wastes of cloth dispersed RI (2), cement solidification (1) and polyethylene solidification of used resin (1). The external volume of container was 200 l and 60 l. Outside hydraulic pressure test was carried out by loading of 500 kg/cm² (corresponding to 5000 m depths in the sea) for 24 h. After the two containers including wastes of cloth were tested by high-hydraulic pressure, long-term (for 400 days) leaching test under the ordinary temperature and atmospheric pressure is in progress. Also, in order to confirm long-term (for 3 years) durability of PIC-containers, the tests of shallow land burial and exposure at outdoor are in progress.

* Chichibu Cement Co. Ltd.

** On leave from the Todan Kankyo Engineering Co., Inc.

Results obtained were as follows.

- (1) The 200 l PIC-container of pressure-equalizing type was resistant to hydraulic pressure up to 250 kg/cm² and after that the internal and external pressure of container was equalized. The container was not imploded by 500 kg/cm²-outside hydraulic pressure.
- (2) The PIC-container of pressure-resistance type could withstand outside hydraulic pressure of 500 kg/cm². It was confirmed that the containers were having sufficient resistance to high hydraulic pressure, excellent impermeability and excellent resistance to leaching of RI.
- (3) From the result of leaching test for 144 days, it became clear that the leaching ratio of ¹³⁴Cs for containers of pressure-equalizing type was proportional to square root of the exposed days and the leaching of RI from the container of pressure-resisting type was not observed.

目 次

1. 緒言	1
2. 実験方法	2
2.1 P I C 容器の作製	2
2.2 模擬廃棄物パッケージの作製	2
2.3 外水圧試験	2
2.4 R I の浸出試験	3
2.5 P I C 容器の長期耐久性試験	4
3. 結果と考察	12
3.1 高水圧試験装置の運転記録	12
3.2 均圧型 P I C 容器の耐高水圧性	12
3.3 耐圧型 P I C 容器の耐高水圧性	13
3.4 高水圧での P I C 容器の耐 R I 浸出性	15
3.5 常温常圧下での P I C 容器の長期耐 R I 浸出性	16
3.6 P I C 容器の長期耐久性試験経過	16
4. 結言	32
参考文献	34

Contents

1. Introduction	1
2. Experiments	2
2.1 Preparation of PIC-container	2
2.2 Preparation of simulated radioactive waste package	2
2.3 Outside hydraulic pressure test	2
2.4 Leaching test of RI	3
2.5 Long-term durability test of PIC-containers	4
3. Results and Discussion	12
3.1 Operating result of high hydraulic pressure test apparatus	12
3.2 Resistance to high hydraulic pressure for PIC-containers of pressure-equalizing type	12
3.3 Resistance to high hydraulic pressure for PIC-containers of pressure-resisting type	13
3.4 Resistance to leaching of RI for PIC-container under outside hydraulic pressure	15
3.5 Resistance to long-term leaching of RI for PIC-container under ordinary temperature and atmospheric pressure	16
3.6 The progress of long-term durability test for PIC-containers	16
4. Conclusion	32
References	34

1. 緒 言

放射性廃棄物の処分法は2種に大別され、その一つは希釈・拡散であり、他は封入・隔離である。実際の処分は、どちらかに完全に属するものではなく、一方に片寄っているにせよ双方の性格を兼ね備えるものである。

低レベル放射性廃棄物の海洋処分は従来の経緯からみると、むしろ前者の要素が大きいと考えられてきた。我国においては海洋処分の事前評価として、パッケージの着底と同時に含有放射能が全量放出されるという実際よりはるかに厳しい仮定を導入しても、海洋処分による公衆の被曝線量は非常に低く安全であるという結論がだされている。¹⁾ すなわち、投棄される廃棄物パッケージは、着底までは内容物を保持する健全性が要求されるが、着底後の密封性については各国の国内基準にも、国際的な指針にも、格別の規定はなかった。

しかし、実際には規制は厳しくなる傾向にある。例えば、米国は1972年に「高レベル放射廃棄物以外の放射性物質は、それらの拡散又は海水中での希釈を防止するため、処分されるべき物質は、容器及び／又は不活性なマトリックスの予期される寿命の期間内に減衰、分解又は崩壊すること。」と規定した。²⁾ さらに、1979年に改訂されたN E Aの放射性廃棄物海洋投棄用パッケージの指針Ⅱ章Bには、「パッケージは海底へ沈降し、海底へ衝突するまで、廃棄物を確実に保持し、その後においても放射性核種の海中への放出が合理的に達成できる限り小さくするよう設計されなければならない。」という文章が新たに追加された。

低中レベル放射性廃棄物の処分用容器の性能が向上すれば、厳しくなる傾向の基準に対応でき、あるいは、放出量が低減することにより、より容易に処分を実施することも可能であろう。

本報告は、このような世界的な傾向に対処するために優れた強度と耐久性を有し、耐圧容器としても使用可能なP I C（ポリマー含浸コンクリート, Polymer-Impregnated Concrete）容器に着目し、この容器の水深5,000mの海底を模擬した条件下（500kg/cm², 2°C, 平均流速1~2cm/sec）における耐高水圧性および放射性核種の浸出性に関する試験結果をまとめたものである。

P I C容器は耐圧容器と均圧容器の2通りの使用法について検討した。500kg/cm²の載荷時間は24時間とした。長期試験としては外水圧試験後、装置から取出したホット供試体4体の内2体、即ち、ウエスに¹³⁴Csを散布して収納した均圧型容器と耐圧型容器に関して、常温、常圧の純水中に浸漬して放射性核種の浸出測定を継続中である。本報告では高水圧下での試験結果および後者については、浸漬日数144までの結果を報告する。

浸出試験と前後して、放射性廃棄物の樹脂固化体のP I C容器への封入試験（加熱された混合物とP I C容器の両立性試験）およびP I C容器の遮蔽試験も行なわれた。⁴⁾ また、屋外暴露試験、地中埋設試験（いずれもコールド供試体使用）も行なっている。

以上の各種試験により、放射性廃棄物容器としてのP I C容器の安全性に関する特性が明らかになると期待される。

2. 実験方法

2.1 P I C 容器の作製

試験に用いたP I C容器は、耐圧強度 500kg/cm^2 に設計した 200ℓ ドラム缶サイズの実大容器と 60ℓ 容器(200ℓ ドラム缶のおよそ $2/3$ サイズ容器)の2種類とした。容器の寸法と形状を図1に、基材容器のコンクリートの示法配合を表1に示す。

基材容器はミキサーにより混練したコンクリートを型枠に投入し、内部バイブレータ法によって振動成形した後、蒸気養生を施して作製した。P I C容器の製造工程図を図2に掲げる。

2.2 模擬廃棄物パッケージの作製

外水圧試験およびR Iの浸出試験に用いた供試体はコールド2体、ホット4体の計6体で、その調製方法、混入核種、蓋のシール方法と材料および略号は表2のとおりである。

2.3 外水圧試験

1) 高水圧試験装置の概略

本試験装置は最大 200ℓ ドラム缶サイズまでの供試体を収納し、深海底 5000m の環境条件(水圧 500kg/cm^2 、水温 2°C 、流速 $1 \sim 2\text{ cm/sec}$)を長期間にわたって保持し、R Iの浸出試験を行うために設置されたものである。昇圧は油圧駆動プランジャー型増圧機を行い、浸出水の循環にはノンシール渦巻型ポンプを使用し、ポンプ出口側の高圧弁を開閉することにより高圧水槽内の流速を所定の値に調整する。装置内の水の冷却は一次及び二次熱交換器(循環水温度保持用)に冷凍機で冷却されたブライイン(3.5%エチレングリコール水溶液)を通すことにより行っている。装置の概略仕様を次に示す。

高圧水槽	内径 892mm , 高さ 1992mm , スチール製, 内面内張SUS309
常用圧力	$500\text{kg/cm}^2 \pm 1.5\%$
常用水温	$2^\circ\text{C} \pm 0.5^\circ\text{C}$
高圧水槽内流速	$1 \sim 2\text{ cm/sec}$
昇圧能力	$500\text{kg/cm}^2 / 30\text{ 分}$
浸出水	純水

試験装置のフローシートを図3に、高圧水槽断面図を図4に示す。

2) 外水圧試験における測定項目

高水圧試験装置の運転記録は、主に水圧、流速と流量、水温、高圧水圧入量、昇圧および降

圧所要時間などについて行った。加圧下の容器のひずみと変位は図5の位置に関して、新興通信工業㈱DP1400型デジタル多点ひずみ測定器および、東京測器研究所製TDS256DC型により測定した。ひずみはP I C容器表面をサンドペーパで平滑にして、接着剤・アロンアルファを塗布して下地処理を行った後、長さ20mmの2軸ポリエステルゲージを接着した。さらに、リード線をハンダ付けして取りだした上にパラフィンを塗布後、スリーコーティングにより防水処理を施した。リード線の槽外への取りだし方法は2つの方法がある。すなわち、槽内で水中コネクターを経由する方法とリード線を直接槽外に取りだす方法である。このリード線はNo.6容器以外は、水中コネクターを経由して槽外に取りだしてひずみ計と結線した。後者はひずみの測定に関しては都合がよいがリード線をエポキシ等により50.0kg/cm²に耐えるように加工しなければならずエポキシ部分より水漏れすることが多い。このためホットの試験ではR I の拡散を招く危険性があるため前者の方法を採用した。しかし、今回の測定では水中コネクターの絶縁不良などの理由により不調であった。このためNo.6容器ではゲージから直接リード線を槽外に取りだしてひずみ計と結線して測定した。その結果、No.6容器は良好なひずみ測定結果を得た。

外水圧の載荷によるP I C容器の吸水重量と浸入水の量を測定するため、試験前後の容器重量を測定した。また、試験後の容器の破壊やクラックの発生状況などの外観観察を行って容器の健全性を調べた。

2.4 R I の浸出試験

1) 外水圧下の浸出試験

外水圧下のR I 浸出試験は容器No.3, 4, 5, 6について実施した。

高圧水槽からの浸出水のサンプリング方法は、サンプリングポートから高圧バルブ、パイプ配管、サンプリングボックスを介して5ℓのポリエチレン瓶に採取した。サンプリング頻度は、浸出試験開始後1時間目、中間点、試験終了直前の3回を標準とした。又、試験終了後の排水時及び高圧水槽内の洗浄水もサンプリングした。

2) 常温常圧下の長期浸出試験

2°C, 50.0kg/cm² - 2.4 hr 載荷後のホット供試体の内、容器No.5, 6について常温常圧下の長期浸出試験(400日)を実施中である。浸出液は毎回サンプリング時に純水と交換した。容器No.5均200-W_Aの浸出水のサンプリングは、サンプリング1時間前に水槽内にコンプレッサーにより空気を吹込んで浸出水を攪拌し排水時にサンプリングした。一方容器No.6耐60-W_A浸出水のサンプリングも均一になるようにして排水時にサンプリングした。各サンプリング量は5ℓとし、サンプリングの頻度は浸漬日数の平方根 $\sqrt{\text{day}}$ で整数となる日(1~20)にサンプリングすることにした。

3) 浸出水の放射能測定

サンプリングした5ℓの浸出水に少量の酸を加えて全量を71mℓに加熱濃縮したのち、プラ

スチック容器に移して γ 線の測定を行った。

γ 線測定機器

N a I (T ℓ) シンチレーター	5" $\phi \times 4"$
γ 線波高分析装置	T M C 社製 1 0 2 4 チャンネル波高分析装置
遮 蔽	2 0 cm厚の鉄室

浸出水中の放射能濃度及び浸出放射能は(1)式及び(2)式で計算した。

$$\text{放射能濃度 } [\mu\text{Ci}/\text{m}\ell] = \frac{(\text{カウント数} - B \cdot G)}{3.7 \times 10^4 \times 60 \times \eta \times A \times t \times V_1} \quad \dots \dots \dots \quad (1)$$

ここで、

η : 計数効率 (^{137}Cs は 0.105, ^{134}Cs は 0.09)

A : 放出率 (^{137}Cs は 0.85, ^{134}Cs は 0.88)

t : 計測時間 (min, 全て 400 min で測定した。)

V_1 : 測定に用いた浸出水の容積 ($\text{m}\ell$, 全て $5 \times 10^3 \text{ m}\ell$ を用いた。)

$$\text{浸出放射能 } (\mu\text{Ci}) = \text{放射能濃度 } (\mu\text{Ci}/\text{m}\ell) \times V_2 (\text{m}\ell) \quad \dots \dots \dots \quad (2)$$

ここで、

V_2 : 外水圧試験の場合, 水槽内容積 (1173 ℓ) から供試体容積を差引いた容積 (

$\text{m}\ell$, 200 ℓ 容器では $951 \times 10^3 \text{ m}\ell$, 60 ℓ 容器では $1094 \times 10^3 \text{ m}\ell$)

長期浸出試験の場合, 容器 No. 5 均 200-W_A のとき $450 \times 10^3 \text{ m}\ell$, 容器 No. 6 耐 60-W_A のとき $120 \times 10^3 \text{ m}\ell$

浸出比は(3)式で計算した。

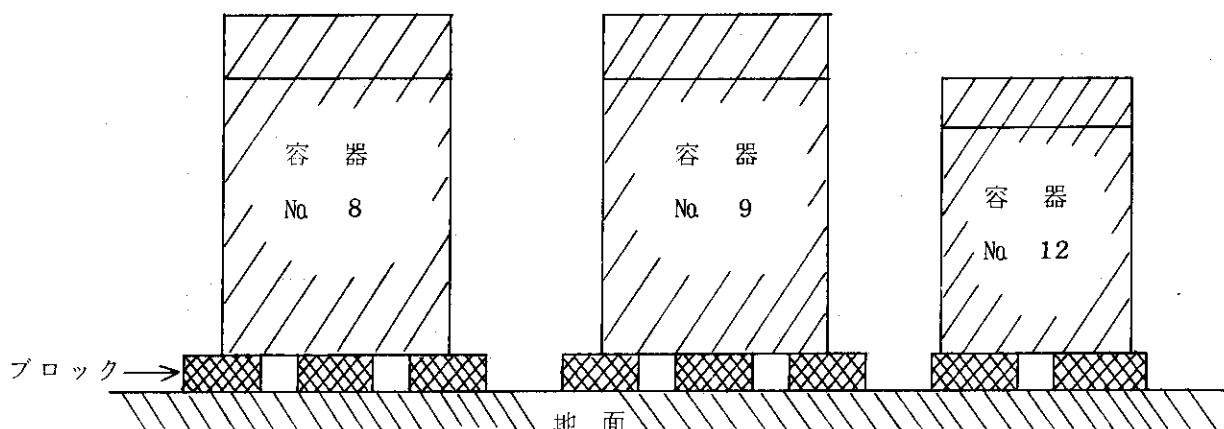
$$\text{浸出比} = \frac{\text{全 放 出 放 射 能}}{\text{浸出試験開始日の容器内 R I 量} \times \text{R I の減衰補正係数}*} \quad \dots \dots \dots \quad (3)$$

* ^{134}Cs の半減期が 2.06 y であり, 長期浸出試験についてのみ補正した。

2.5 P I C 容器の長期耐久性試験

P I C 容器の陸上保管および地中処分を想定した長期耐久性を確認するため屋外暴露試験および地中埋設試験を実施する。試験内容はそれぞれ長期耐久性試験(1), (2)の概要に示すとおりで, 試験期間は 3 年程度を予定しているが, この間材令が 0.5 年, 1 年, 2 年, 3 年に達した時点で所定の測定を行う。なお, 10 $\phi \times 20 \text{ h cm}$ 供試体を用いた圧縮強度, 割裂引張強度および動弾性の測定用供試体は 6 ヶ月後に試験を開始した。

P I C 容器の長期耐久性試験(1), 屋外暴露試験の概要



200ℓおよび60ℓP I C容器屋外暴露試験の概略図

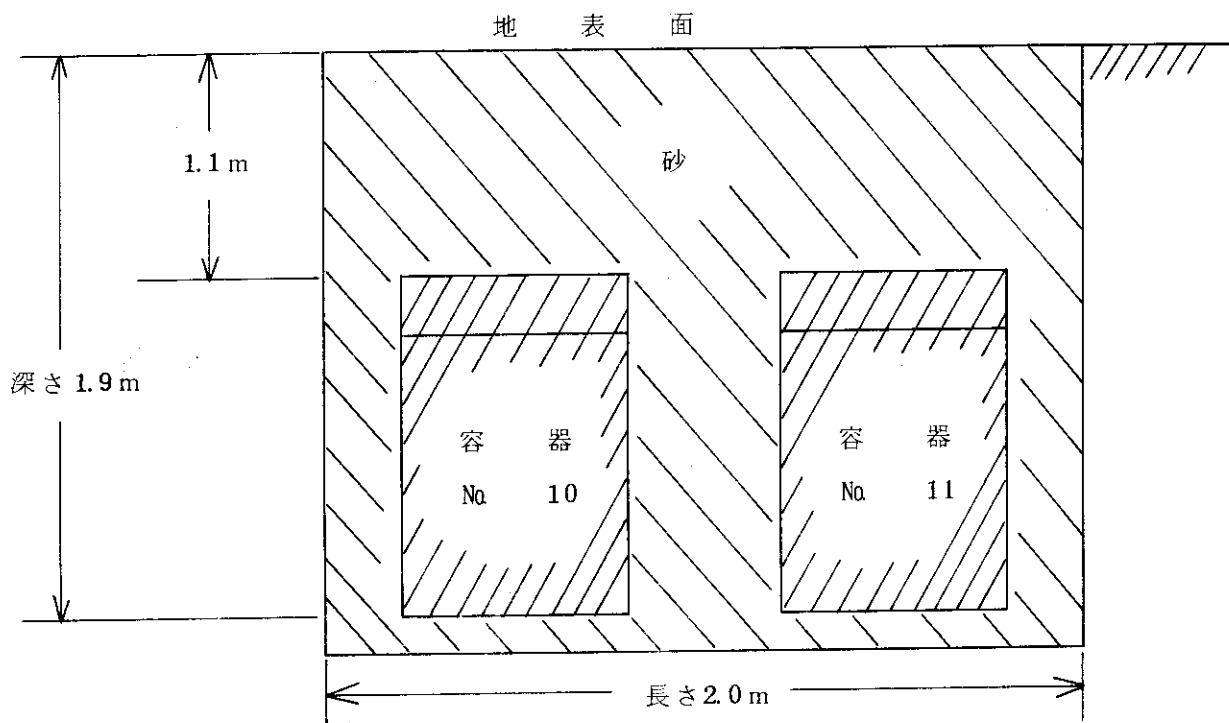
試験開始時の条件

項 目	容 器 №		
	8	9	12 *
試験開始日	1980年4月17日	1980年4月17日	1977年4月
試験前重量	419kg	415kg	152kg
蓋部のシール方法	アスベストジョイントパッキン3mmにUラント・ポリウレタン（日本ユニポリマー株）を塗布後ボルト締め。	アスベストジョイントパッキン3mmにエポキシ，HTS-200P（住友化学株）を塗布後ボルト締め。	エポキシ，HTS-200P（住友化学株）を塗布後ボルト締め。
ボルト穴のシール方法	MTシール・ポリウレタン（三井東圧株）をボルトの頭部に塗布	シリコンシーラント（東レ株）をボルトの頭部に塗布	エポキシ・HTS-200P（住友化学株）をボルトの頭部に塗布

* 容器№12はJAERI-memo #7358, 1977年4月に実施した外水圧力のクリープ試験で500kg/cm² - 112.5 hr 載荷して異状のなかった容器である。

- 測定項目 (1) 外観変化
 (2) 重量変化
 (3) パッキンの耐久性
 (4) ボルトの耐久性
 (5) 接着剤の耐久性
 (6) 10φ×20h cm 供試体の強度および動弾性の変化など

P I C 容器の長期耐久性試験(2), 地中埋設試験の概要



200ℓ PICO容器地中埋設試験の概略図

試験開始時の条件

項 目	容 器 №	
	1 0	1 1
試験開始日	1980年5月15日	1980年5月15日
試験前重量	416 kg	416 kg
蓋部のシール方法	蓋部にスプレー式接着のり（住友シリ－M株）でアスペストパッキン3mmを接着し、胴部にUラント・ポリウレタン（日本ユニポリマー（株））を塗布しボルト締め。	蓋部の接着は容器№10に同じ。胴部にエポキシHTS-200P（住友化学株）を塗布しボルト締め。
ボルト穴のシール方法	Uラント・ポリウレタン（日本ユニポリマー株）をボルトの頭部に塗布。	

- 測定項目 (1) 外観変化 (6) $10\phi \times 20\text{h cm}$ 供試体の強度および動
 (2) 重量変化 弹性の変化など
 (3) パッキンの耐久性
 (4) ボルトの耐久性
 (5) 接着剤の耐久性

表1 コンクリートの示法配合

最大骨材寸法 (mm)	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	スランプ (cm)	空気量 (%)	単位重量 (kg/m ³)				
					水	セメント	砂	砂利	鋼纖維
10	43	60	8±1.5	2±0.5	237	550	871	579	117

(注) 各材料の比重は下記のとおり。

セメント = 3.17, 砂 = 2.64, 砂利 = 2.63, 鋼纖維 = 7.80

表2 外水圧試験およびR.I.浸出試験に用いた供試体の調製方法

容器 No	PIC 容器 サイズ	模擬廃棄物 [Cs混入]	混入核種	蓋のシール方法	略号	備考
1	200L	(未充填)	—	※ パッキングをボルト締め	均200 —Cold(1)	—
2	200L	(未充填)	—	パッキングにSBR系 吹付接着剤を塗布して ボルト締め	均200 —Cold(2)	—
3	60L	使用すみイオン交換樹脂の ポリエチレン均一固化体	¹³⁷ Cs: 6.10mCi	エポキシ樹脂を塗布後 ボルト締め	耐60-PE	II報で作製したポリエチレン固化体を使用
4	200L	セメント620, 水525 バーミキュライト110 kg/m ³ の配合でコールド により混練し, PIC容器 中でCsと混合	¹³⁴ Cs: 9mCi	同上	耐200-CE	—
5	200L	吸水させたウェスにCsを 三層にわけて散布	¹³⁴ Cs: 0.95mCi	パッキングをボルト締め	均200-WA	500kg/cm ² — 24hrの高水圧試験 後, 400日間常温常 圧で浸出試験を継続中
6	60L	同上	¹³⁴ Cs: 4mCi	エポキシ樹脂を塗布後 ボルト締めし, 数日後 ポリウレタンシールを 塗布	耐60-WA	同上

※ パッキングはアスペストジョイントパッキング(厚さ3mm)を使用した。

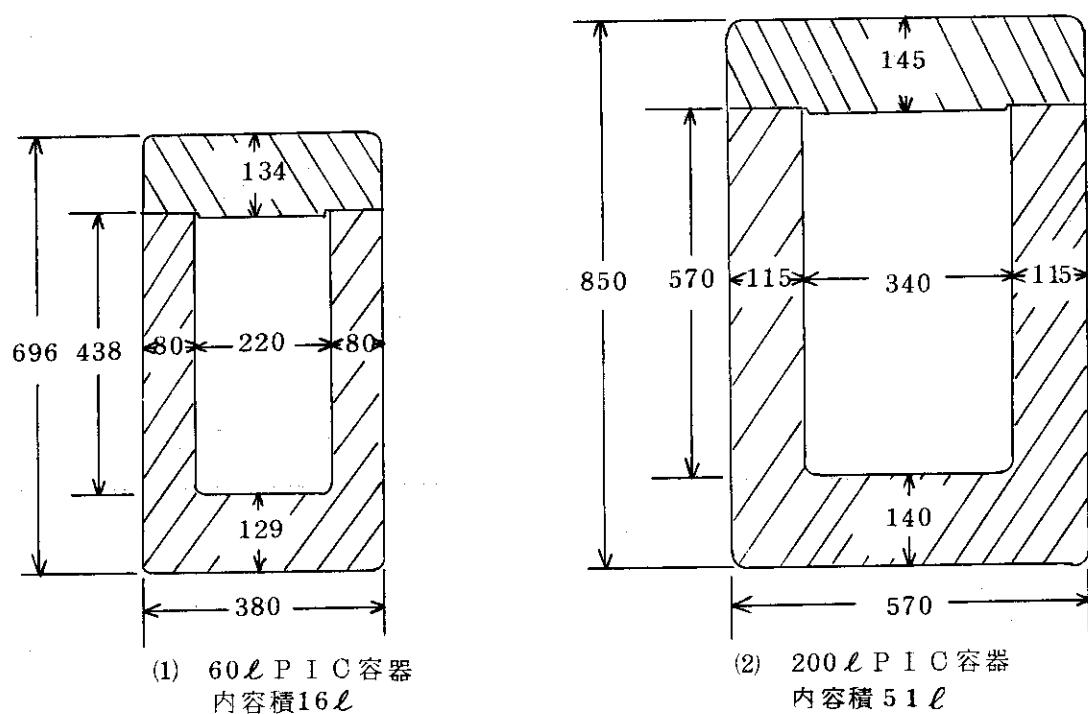


図 1 試験に用いたP I C容器の寸法と形状

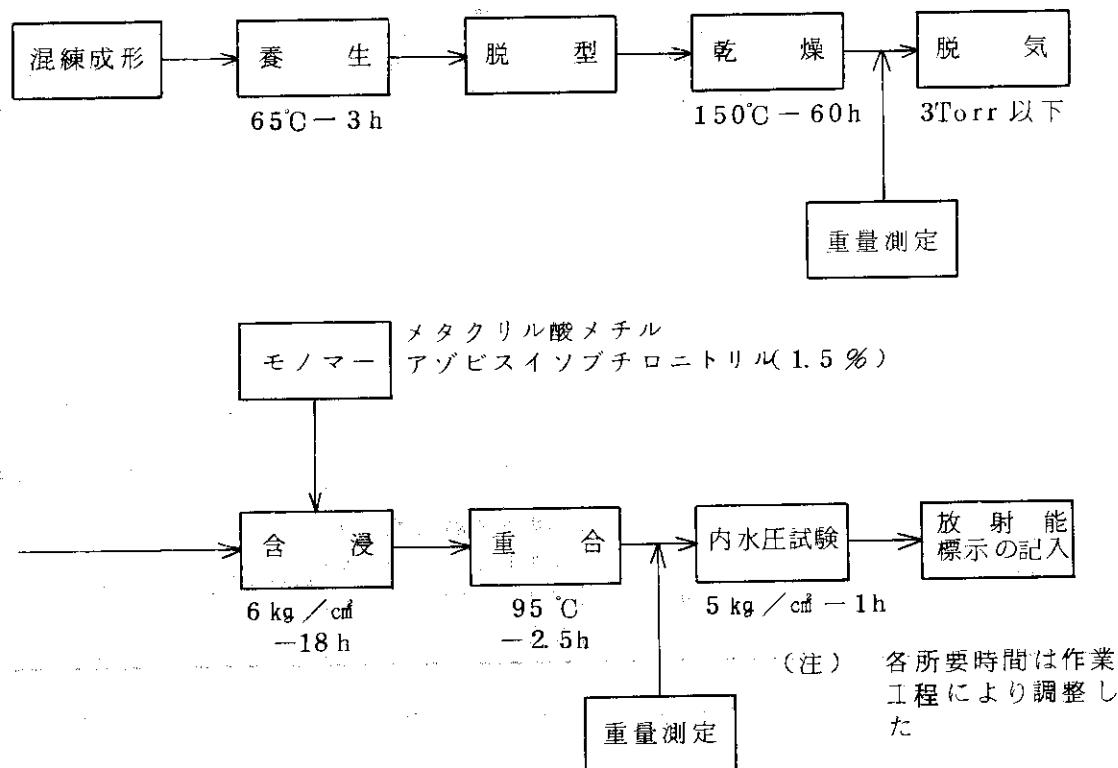


図 2 P I C 容器の製造工程図

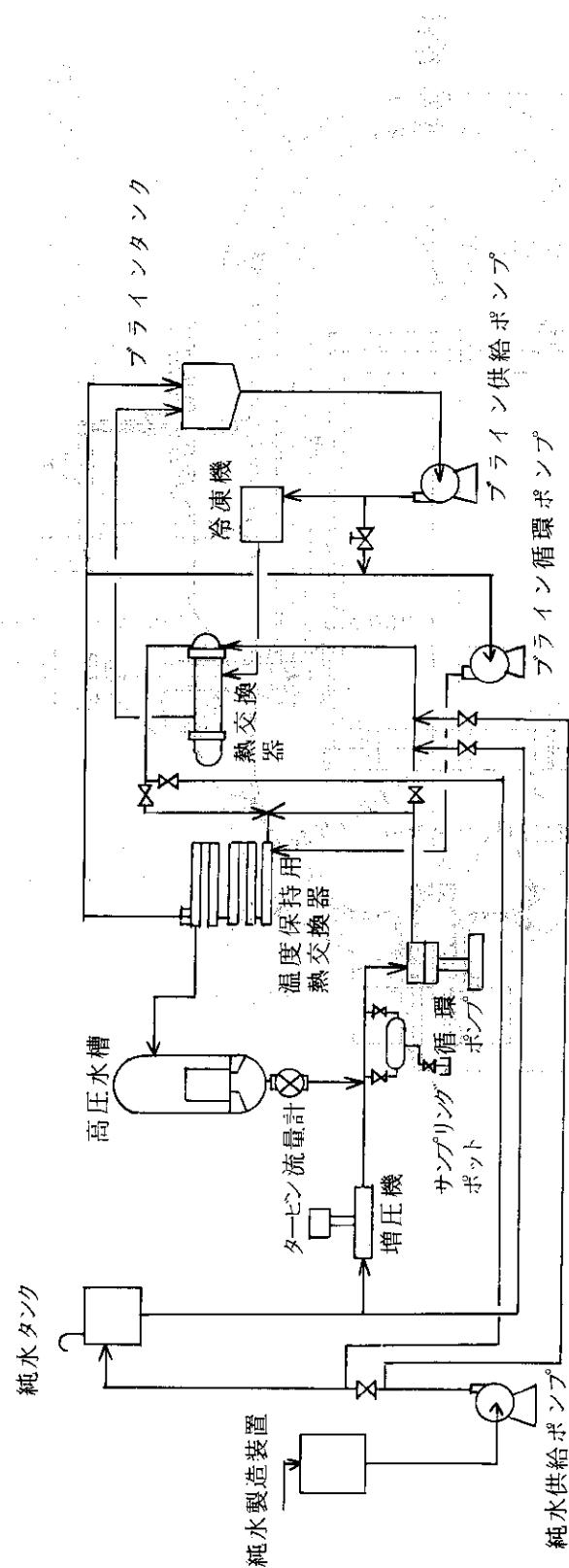


図3 実大固化体高压RI浸出試験装置 フローシート

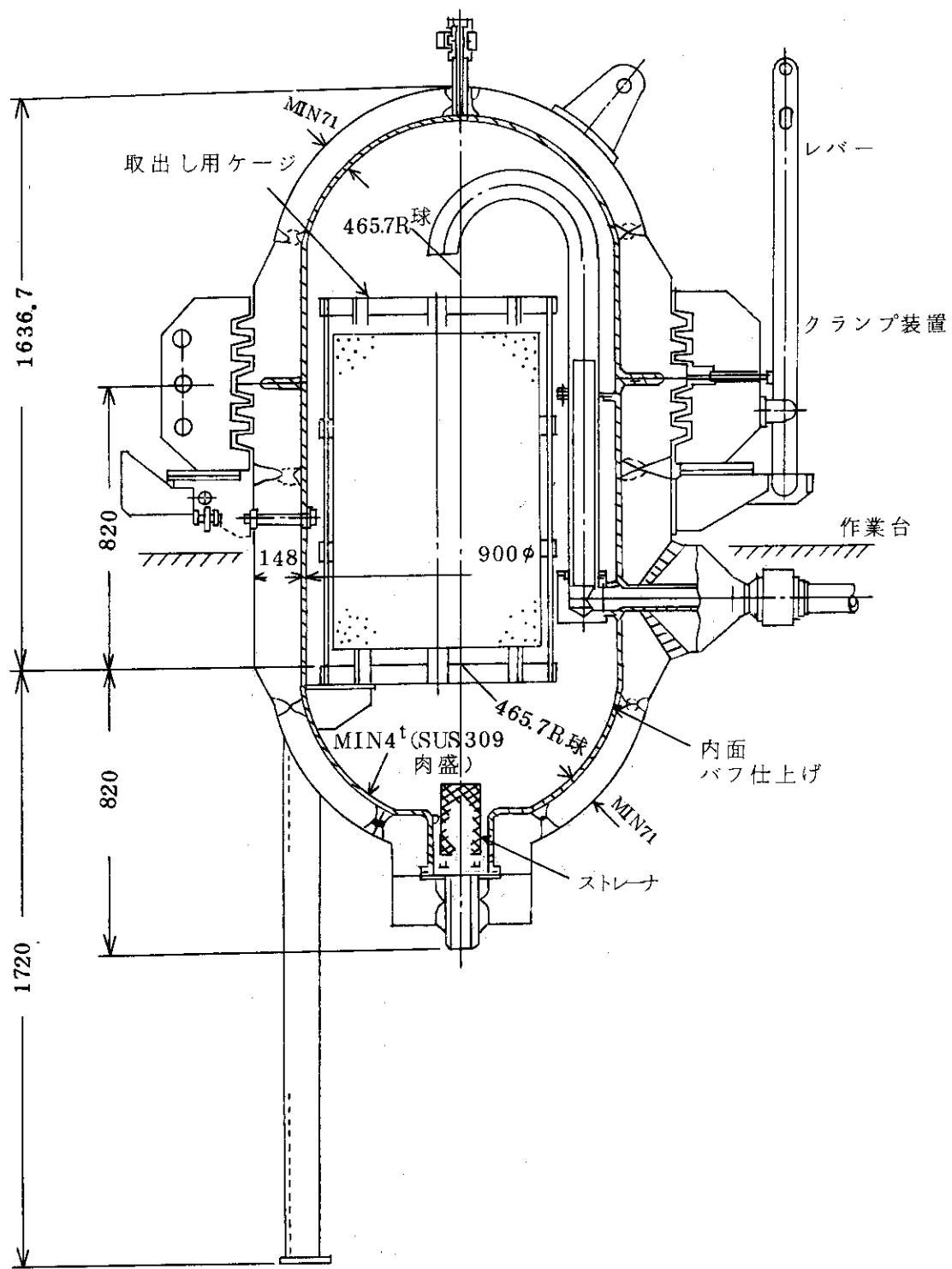


図4 高圧水槽断面図

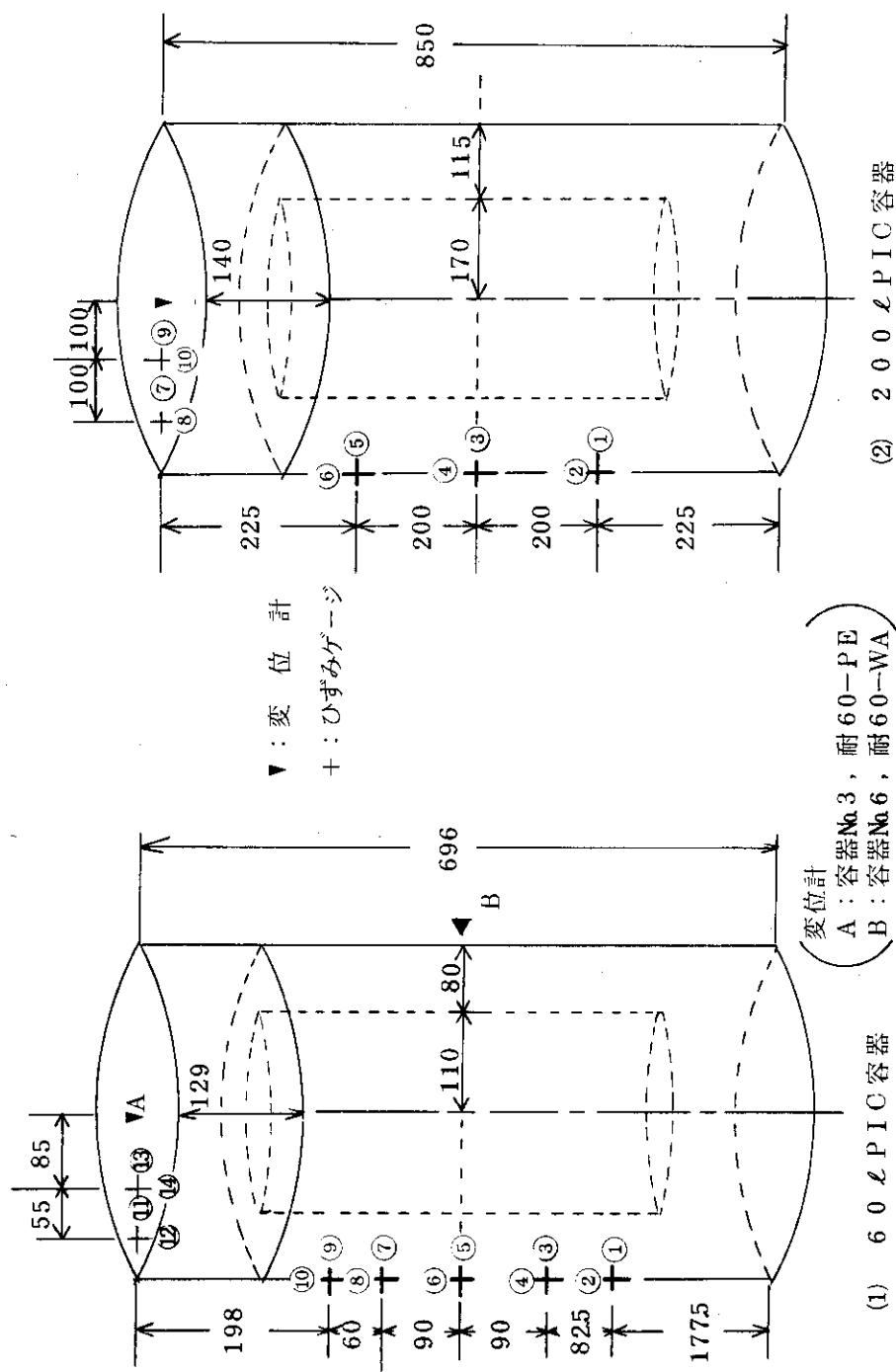


図 5 60 ltr, 200 ltr PIC 容器のひずみゲージおよび変位計取付位置図

3. 結果と考察

3.1 高水圧試験装置の運転記録

外水圧試験は深海 5000 m の環境条件を模擬した水圧 500 kg/cm², 流速 1.1 cm/sec, 水温 2°C で 24 時間の試験を行った。但し容器 No.1 および No.2 は R.I. を用いないコールド試験として P.I.C. 容器が均圧化するまでの耐圧性と均圧化後の耐圧性を確認するため常温による 500 kg/cm² での加圧試験を 1 および 2 時間実施した。主な運転記録を表 3 に示す。

試験装置の高圧系の圧力低下はリークテストの結果、1 時間当たりの自然降圧が 0.34 kg/cm² で 24 時間後でも 8 kg/cm² 程度と小さかったので、500 kg/cm² 保持中の降圧はほとんど無視できた。容器 No.3 については加圧と冷却を同時に開始したが、他の容器については浸出水温が 2°C に到達してから昇圧を開始した。浸出水の常温より 2°C までの冷却時間は表 3 から明らかのように 1.5 ~ 2 時間を要した。また、浸出水の温度は各試験容器についてほぼ同様であったので代表例を図 6 に示す。

3.2 均圧型 P.I.C. 容器の耐高水圧性

均圧容器の外水圧試験は 200 ℥ の実大 P.I.C. 容器 No.1, No.2, No.5 の 3 体について実施した。その際の外水圧記録を図 7 ~ 9 に示す。

No.1 容器はパッキングをボルト締めした均圧容器の耐圧力と測定機器の作動チェックを目的として予備実験を行ったものである。図 7 から昇圧開始 17 分後、253 kg/cm² まで耐圧性を保持し、その後容器内への浸水が始まり、34 分間で容器内に充満した。浸入速度は高圧水槽圧入量と等しかったため圧力はほとんど平衡状態で経過し、27.8 kg/cm² より再度昇圧が始まり 68 分間で 500 kg/cm² に達した。その後微小の圧力変動が続いた。試験前後の容器の重量は 420 kg と 476 kg で 56 kg の増加があった。No.1 容器の高水圧下でのひずみ変化の一例を図 10, 11 に示す。図 10 は容器下部の円周方向を、図 11 は軸方向のひずみ変化を測定しており、外水圧力 250 kg/cm² まではひずみがほぼ直線で増加したが、250 から 300 kg/cm² 間でおよそ 400×10^{-6} ひずみが小さくなつて応力の回復している結果を得た。容器が均一にひずみとして算出した容器の軸方向と胴中央部半径方向の変位量は外水圧力 250 kg/cm² で 0.31 mm と 0.38 mm となり、一方 500 kg/cm² では 0.28 mm と 0.26 mm を得た。この傾向は他のゲージについても同様（添付資料 - 2 参照）で図 7 と一致しており、変位量の面からも均圧化が裏付けられた。

No.2 容器はパッキンにゴム系吹付接着剤を塗布後ボルト締めして密封したもので、簡便な吹付接着剤の耐圧性の改善を調べる目的で実施した。図 8 から昇圧開始 14 分後、圧力 223 kg/cm² まで耐圧性が保持され、その後容器内に浸水が始まり 31 分で充満した。浸入開始時、浸水量が水槽圧入量を上回ったため 200 kg/cm² まで水圧が一担降下し、以後昇圧を始め 78

分間に 500 kg/cm^2 に達した。その後の圧力変動はほとんどなかった。試験前後の容器の重量は 458 kg と 513 kg で 55 kg の重量増加であった。No.2 容器のひずみと変位は水中コネクターの絶縁不良のためひずみにはらつきが大きく、良好な結果は得られなかつた（添付資料一2 参照）。この中で容器下部の円周方向と軸方向のひずみ No.1 と No.2 ゲージは図 12 と 13 に示すごとく安定した測定値を得た。外水圧力 200 kg/cm^2 までは良い直線性を示し、 $200 \sim 250 \text{ kg/cm}^2$ の間でひずみが 200×10^{-6} 程度小さくなつて容器の応力が回復した。これは図 8 に示すように 223 kg/cm^2 で水が浸入したためである。容器の軸方向と胴中央部半径方向の変位量は 250 kg/cm^2 で 0.33 mm と 0.30 mm を得たが 500 kg/cm^2 については絶縁不良などにより正確なひずみが計測できなかつた。

No.5 容器は 200ℓ の P I C 容器に吸水させたウェスを 3 層に充填し、その層間に ^{134}Cs を散布してパッキンをボルト締めした供試体である。試験は図 9 より昇圧開始後 17 分、 270 kg/cm^2 まで耐圧性を保持し、以後浸水を始め 16 分間で充填した。水圧は、浸入速度が早かつたため 167 kg/cm^2 まで降下した。その後昇圧を始め 49 分間で 500 kg/cm^2 に達した。 500 kg/cm^2 に保持中増圧機の吸入側逆止弁に洩れがあり、増圧機を停止したので水槽の圧力が 30 kg/cm^2 程度低下する結果となつた。試験前後の容器の重量は 432 kg と 475 kg で 43 kg の重量増加であった。No.5 容器の胴下部の円周方向と軸方向のひずみ変化を図 14, 15 に掲げる。ひずみは外水圧力 250 kg/cm^2 まではほぼ直線上に増加し、 $250 \sim 300 \text{ kg/cm}^2$ の間でひずみが 200×10^{-6} 程度小さくなり応力の回復していることがわかつた。これは図 9 の結果と一致した。しかし、24 h 保持中にひずみは著しく変化し No.1 ゲージでは $+500 \times 10^{-6}$ の値を示し降圧後も $+900 \times 10^{-6}$ 程度の値を示し見かけ上容器が膨張するとの結果を得た。これは 300 kg/cm^2 で保持中にゲージ、コネクター部分の絶縁抵抗が低下したためと考えられる。容器胴中央部半径方向の変位測定は不調であったが、容器軸方向の変位は 500 kg/cm^2 で 0.48 mm 、蓋中央部の変位量は 0.04 mm 程度で無視できる程度に小さい。

以上の結果から、蓋と容器の間にアスベストジョイントパッキンをはさんでボルト締めした均圧型 P I C 容器は、 250 kg/cm^2 程度の耐圧性を有し、均圧後も 500 kg/cm^2 の高水圧力で破壊等の異常のないことが明らかになつた。また今回の実験では S B R 系吹付接着剤を塗布したことによる耐圧性の改善効果は認められなかつた。

3.3 耐圧型 P I C 容器の耐高水圧性

耐圧容器の高水圧試験はいずれも放射性核種を収納したホット固化体で 60ℓ の No.3, No.6 容器および 200ℓ の No.4 容器の 3 体について実施した。耐圧容器は蓋と容器間にエポキシ樹脂を塗布後ボルト締めして調整した。高水圧試験装置の外水圧記録を図 16 ~ 18 に示す。

No.3 容器は P I C 容器中に $^{137}\text{Cs} 6.10 \text{ mCi}$ をポリエチレン中に均一固化した固化体で、蓋と容器の接着はエポキシ樹脂を塗布後ボルト締めしたものである。常圧から 500 kg/cm^2 までの昇圧は 2°C に冷却しながら実施し、およそ 35 分を要した。 500 kg/cm^2 までの昇圧中は特に異常なかつたが、加圧水が 2°C に達した後徐々に容器内に水が浸入した。試験後、容器と蓋の接着部分に気泡が認められたので、接着剤部分より徐々に水が浸入したものと推定された。

このことは接着剤の均一な塗布方法と低温特性の良好な接着剤を選定する必要のあることを示唆している。試験前後の容器重量は 167.2 kg と 173.2 kg で 6 kg の重量増加であった。容器上部の半径方向と軸方向のひずみの測定結果を図 19 と 20 に示す。ひずみは外水圧力を 2°C へ冷却しながら昇圧したため温度変化の影響を受けて直線性は悪いが、均圧容器のような昇圧過程で急にひずみが小さくなるようなことはなかった。しかし、24 hr 保持中にはほぼ完全に応力が回復しており、容器の内外圧はほぼ均圧になったものと思われる。500 kg/cm² での最大変位は軸方向で 0.42 mm, 胴中央部半径方向で 0.28 mm 程度と推定された。60 ℥ 容器の破壊は胴中央部の半径方向に 0.50 mm 程度変位した時に起こるので、破壊しないのが妥当である。

No. 4 容器は ¹³⁴Cs 9 mCi をセメント中に混合した固化体で、蓋と胴部の接着はエポキシ樹脂を塗布後ボルト締めしたものである。常圧から 500 kg/cm² までの昇圧は加圧水が 2°C に達してから行ったもので、昇圧時間は 33 分で均圧型容器の 1/2 以下であった。500 kg/cm² への昇圧中は特に異常がなかったが、500 kg/cm² で保持中に水が浸入した。試験後、容器と蓋のボルト穴部分から小さな気泡のでていることが見出されたので、ボルト穴部分を経由して徐々に水が浸入したものと思われる。試験前後の容器重量は 477 kg と 500 kg で 23 kg の重量増加であった。容器胴中央部の円周方向と軸方向のひずみの測定結果を図 21 と 22 に掲げる。外水圧とひずみは比較的良好な直線性を示したが、500 kg/cm² 保持中にひずみが著しく小さくなつた。これは容器内に水が浸入して応力がほぼ完全に回復し、容器の内外圧がほぼ均圧になったものと思われる。なお、500 kg/cm² に保持中高水圧試験装置の増圧機の入口側逆止弁に少量の洩水があったため夜間増圧弁を停止したので外水圧力は 430 kg/cm² まで低下した。500 kg/cm² での最大変位は、軸方向で 0.63 mm, 胴中央部の半径方向で 0.64 mm 程度と推定された。200 ℥ 容器は、過去の実験結果から胴中央部が 1.10 mm 程度変位した時に破壊しているので十分に安全サイドにある。

No. 6 容器は容器内に収納したウェス中に ¹³⁴Cs 4 mCi を散布し、蓋と容器の接着はエポキシ樹脂を塗布してボルト締めしたのち、さらに数日後ポリウレタンシールを塗布したものである。昇圧は容器とひずみゲージのなじみをよくするため一担 100 kg/cm² まで昇圧してから降圧した後、500 kg/cm² まで昇圧した。500 kg/cm² までの昇圧時間は約 32 分であった。500 kg/cm² までの昇圧中および 500 kg/cm² で 24 hr 保持中もほとんど外水圧力の低下ではなく、自然降圧とサンプリングによる降圧も含めてわずかに 3 回増圧しただけであった（図 18 参照）。試験前後の容器重量は 161.2 kg と 161.3 kg で、重量増加はわずか 0.1 kg であった。このことより P I C 容器は 500 kg/cm² で 24 時間保持してもほとんど吸水や透水しないことが確認された。この時の胴中央部の変位計および胴中央部円周方向と上部軸方向のひずみ変化を図 23 ~ 25 に示す。ひずみは外水圧力に対し良好な直線性を示し、500 kg/cm² で 24 hr 保持中もほとんど変化していなかった。降圧後同程度のひずみがプラス側に移動しているので、変位計と容器の接触部分が多少ずれたものと推定される。この時の軸方向の変位量は 0.52 mm, 胴中央部半径方向の変位量は 0.33 mm 程度であった。

No. 4 および No. 6 容器の 500 kg/cm² に昇圧直後の容器の変形推定図は図 26 のとおりである。以上のことにより、耐圧型 P I C 容器は 500 kg/cm² の高水圧に対しても十分な耐圧強度を

保持し、適正な接着剤を選定すれば水の浸入を防止できるとともに、優秀な不透水性を有していることが確認された。

3.4 高水圧下でのP I C容器の耐R I 浸出性

高水圧下でのR I 浸出試験は、前記No 3, No 4, No 5, No 6 の合計4供試体である。500 kg/cm² の外水圧力下に保持中と降圧後の排水および容器内の浸入水についての放射能測定結果を表4～7に示す。

¹³⁷Cs では 0.664 MeV, ¹³⁴Cs では 0.790 MeV におけるピークを用いて測定し、測定値からバックグラウンドを差し引いた値が 1 cpm 以下を検出限界とした。本実験では ¹³⁷Cs の検出限界濃度 $1.0 \times 10^{-9} \mu\text{Ci}/\text{m}\ell$ となり、¹³⁴Cs では $1.1 \times 10^{-9} \mu\text{Ci}/\text{m}\ell$ となった。この結果高圧水槽中の放射能としては検出限界が ¹³⁷Cs および ¹³⁴Cs のいずれも 60 ℓ 容器で $1.2 \times 10^{-3} \mu\text{Ci}$, 200 ℓ 容器で $1.0 \times 10^{-3} \mu\text{Ci}$ となった。

No 3 容器では 500 kg/cm² に保持中 ¹³⁷Cs の放射能濃度は $1.0 \times 10^{-9} \mu\text{Ci}/\text{m}\ell$ 以下で、浸出放射能も $1.0 \times 10^{-3} \mu\text{Ci}$ 以下といずれも検出限界以下であった。降圧後の浸出水（排水および洗浄水）中の放射能は、 $1.80 \times 10^{-1} \mu\text{Ci}$ となり、浸入水の浸出放射能は $2.15 \mu\text{Ci}$ であった。この値は浸出比にして 3.8×10^{-4} となる。

No 4 容器では 500 kg/cm² に保持し、1 h ～ 6.5 h までは検出限界以下であったが、24 hにおいては放射能濃度が $1.4 \times 10^{-9} \mu\text{Ci}/\text{m}\ell$ となり検出限界を越えた。これは、前記高水圧試験の節で述べたごとく高水圧試験装置の増圧機の入口側逆止弁に洩水があり、夜間増圧弁を開じたため外水圧力が 430 kg/cm² まで低下したことにより、容器内の浸入水が高圧水槽内に多少洩れたためと考えられる。しかし、この高水圧下の浸出水は降圧後の浸出水の放射能のおよそ 1/100 であり、浸入水の約 1/2000 と著しく低かった（表5 参照）。

No 5 容器では均圧型容器中のウェスに ¹³⁴Cs を散布したものであるため、容器内に水が侵入すれば直ちに浸出してくるものと予想された。しかし、500 kg/cm² に保持後 2 h, 6 h, 24 h での放射能濃度はいずれも検出限界以下で、予想に反して ¹³⁴Cs の浸出は認められなかった。このことは、24 時間程度の加圧では拡散による浸出は無視できる程度に小さいといえる。また、降圧後の浸出水の放射能は $2.31 \times 10^{-1} \mu\text{Ci}$ となり、検出限界を越えた（図27 参照）。

No 6 容器では 500 kg/cm² に 24 h 保持中および降圧後も放射能濃度は $1.1 \times 10^{-9} \mu\text{Ci}/\text{m}\ell$ 以下で、検出限界以下であった。これは完全な耐圧性を保持し、容器内に水が侵入しなかったことを裏付けている（図27 参照）。

以上の結果より、耐圧型 P I C 容器は 500 kg/cm² の高水圧下で不透水性を有しているため R I の耐浸出性に優れていることが確認された。また容器内に侵入した水は 500 kg/cm² ～ 24 h の載荷では圧力変動がなければ容器外に浸出しないことが明らかとなった。しかし、深海底への投棄条件を想定して、長期間載荷すれば拡散により R I が浸出してくるものと考えられる。従って、深海投棄した固化体から R I の浸出を防止するためには No 6 の耐圧型 P I C 容器のごとく容器内に水が侵入しないようにすることが肝要である。

3.5 常温常圧下でのP I C容器の長期耐R I 浸出性

常温常圧下での長期耐R I 浸出性試験は、 500kg/cm^2 —24 h 載荷後の均圧型No 5 容器と耐圧型No 6 容器に関して実施中である。

深海底に投棄された固化体は高水圧下で長期間にわたって健全なことが要望されている。この条件を模擬するためには高水圧下で長期の浸出試験を行うことが好ましいが、実際上は一供試体で長期間高水圧試験装置を占有することは不可能である。このため、高水圧下の条件でR I が浸出すると思われる4つの主要な要因にわけて検討すれば、近似できるものと考えた。すなわち、R I の浸出する要因は、①高水圧下で水が侵入した後はR I の拡散による、②容器の腐食により浸出する、③耐圧容器ではクリープにより容器が破壊する、④接着材の劣化による浸出などが考えられる。これらの要因に関して、①は高水圧により容器内に侵入した後のR I の拡散速度が圧力によって著しく変化しない、また本実験ではR I もできるだけ浸出しやすいようにウェス中に散布した、②は水圧の高低よりも海水中成分の影響の方が大きいと考えられ、P I C容器に関してはすでに400日間の常温常圧下での海水浸漬試験を実施すみで、耐海水性の優秀なことが実証されている、③は設計上の安全率の問題で投棄海域の深さにより実用段階で補償する、④については耐久性の優秀な接着剤を使用するか、耐久性の良いパッキングを使用すればよい、と考えた。従って、P I C容器の長期耐R I 浸出性は、 500kg/cm^2 —24 h 載荷後、継続して常温常圧下で純水中に浸漬する方法により実施できるものと考え、400日実施することにした。⁵⁾

144日までの浸出試験結果を表8、9に、これらの関係を図28に示す。現在までのところ、耐圧型P I C容器（No 6 容器）は全く浸出していず、均圧型P I C容器（No 5 容器）は ^{134}Cs の浸出比が浸漬日数の平方根とほぼ直線的に増加しており、両者の浸出性状は明らかに異なっている。

3.6 P I C容器の長期耐久性試験経過

P I C容器の長期耐久性試験は、材令が6ヶ月に達したばかりで、これまでのところP I C容器に異常は認められない。今後も継続して観察をつづけている。

表 3 外水圧試験装置の運転記録

項目	容器No	1(均200-Cold(1))	2(均200-Cold(2))	3(耐60-P_E)	4(耐200-CE)	5(均200-W_A)	6(耐60-W_A)
試験開始日時	3/28 11:30	4/3 10:05	4/11 9:32	4/23 11:13	5/22 10:47	7/7 13:20	
試験終了日時	3/28 14:10	4/3 14:00	4/12 10:37	4/24 12:02	5/23 12:00	7/8 14:22	
運転状態	水圧(kg/cm^2) 流速(cm/sec)	500 0	500 0	500 0.1	500 0.1	500 1.1	500 2.0 1.1
水温(°C)	10	11	2	2	2	2	2
昇圧所要時間(min)	6.8	7.8	3.5	3.3	4.9		3.2
500kg/cm ² 保持時間(h)	1	2	2.4	2.4			2.4
降圧所要時間(min)	3.2	3.1	3.0	2.2	2.4		2.4
試験前浸出水温(°C)	10	11	13.0	13.5	12.5		21.0
水温2°Cまでの降温所要時間(min)	—	—	9.9	10.4	8.8		13.2
高圧水圧入量(L) (純水タンク減量)	88	82	(106)	70	88		60
サンプル採取(L)	—	—	18	18	18		18
備考							

表4 容器No.3 [耐60°C-E]の外水圧下のR.I.浸出試験結果

浸出試験開始日の容器内¹³⁷Cs 6.1mCi

試料名	サンプリング日、時	経過時間 [hr]	放射能濃度 [$\mu\text{Ci}/\text{mL}$]	浸出放射能 [μCi]	浸出比
浸出水	4/11 10:15	1.0	1.0×10^{-9} 以下	1.0×10^{-3} 以下	1.6×10^{-7} 以下
"	4/11 17:20	8.1	"	"	"
"	4/12 9:30	24.3	"	"	"
排水及び洗浄水	4/12~4/14	—	—	1.80×10^{-1}	—
容器内浸入水*	4/24	336	9.44×10^{-4}	2.15	(3.8×10^{-4})**

* 浸入水量は2280mLである。

** 浸出比は固化体中に浸水14日後の値である。

表5 容器No.4 [耐200°C-E]の外水圧下のR.I.浸出試験結果

浸出試験開始日の容器内¹³⁴Cs 8.7mCi

試験名	サンプリング日、時	経過時間 [hr]	放射能濃度 [$\mu\text{Ci}/\text{mL}$]	浸出放射能 [μCi]	浸出比
浸出水	4/23 11:58	1.0	1.1×10^{-9} 以下	1.1×10^{-3} 以下	1.3×10^{-7} 以下
"	4/23 17:30	6.5	"	"	"
"	4/24 11:00	24.0	1.4×10^{-9}	1.3×10^{-3}	1.5×10^{-7}
排水及び洗浄水	4/24~4/28	—	—	1.53×10^{-1}	—
容器内浸入水*	5/2	197	6.59×10^{-4}	2.77	(3.4×10^{-4})**

* 浸入水量は4200mLである。

** 浸出比は固化体中に浸水10日後の値である。

表 6 容器No 5 [均200-W_A] の外水圧下のR.I.浸出試験結果浸出試験開始日容器内 ^{134}Cs 0.89mCi

試料名	サンプリング 日，時	経過時間 [hr]	放射能濃度 [$\mu\text{Ci}/\text{mL}$]	浸出放射能 [μCi]	浸出比
浸出水	5/22 13:15	1.7	1.1×10^{-9} 以下	1.1×10^{-3} 以下	1.2×10^{-6} 以下
"	5/22 18:30	6.3	"	"	"
"	5/23 11:15	23.7	"	"	"
排水及び洗浄水	5/23～5/27	—	—	2.31×10^{-1}	—

表 7 容器No 6 [耐60-W_A] の外水圧下のR.I.浸出試験結果浸出試験開始日容器内 ^{134}Cs 3.6mCi

試料名	サンプリング 日，時	経過時間 [hr]	放射能濃度 [$\mu\text{Ci}/\text{mL}$]	浸出放射能 [μCi]	浸出比
浸出水	7/7 15:00	1.0	1.1×10^{-9} 以下	1.2×10^{-3} 以下	3.5×10^{-7} 以下
"	7/8 9:30	1.95	"	"	"
"	7/8 13:45	23.8	"	"	"
排水及び洗浄水	7/8～7/9	—	—	1.2×10^{-3} 以下	—

表8 容器No.5 [均200-WA]，常温常圧下での長期R.I.浸出試験結果

浸出試験開始日の容器内¹³⁴Cs 0.89mCi

サンプリング 日，時	経過時間 [$\sqrt{\text{day}}$]	放射能濃度 [$\mu\text{Ci}/\text{mL}$]	浸出放射能 [μCi]	全浸出放射能 [μCi]	浸出比
5/29 14:20	0.3	1.64×10^{-8}	7.4×10^{-3}	7.4×10^{-3}	8.3×10^{-6}
5/30 14:20	1.1	2.09×10^{-8}	9.4×10^{-3}	9.5×10^{-3}	1.07×10^{-5}
6/2 14:20	2.0	2.85×10^{-8}	1.28×10^{-2}	1.29×10^{-2}	1.46×10^{-5}
6/5 14:20	2.7	3.27×10^{-8}	1.47×10^{-2}	1.49×10^{-2}	1.68×10^{-5}
6/14 10:40	4.0	1.18×10^{-8}	5.3×10^{-3}	2.02×10^{-2}	2.30×10^{-5}
6/23 14:20	5.0	9.1×10^{-9}	4.1×10^{-3}	2.43×10^{-2}	2.79×10^{-5}
7/4 16:20	6.0	5.4×10^{-9}	2.4×10^{-3}	2.67×10^{-2}	3.10×10^{-5}
7/17 17:30	7.0	4.1×10^{-9}	1.9×10^{-3}	2.86×10^{-2}	3.36×10^{-5}
8/1 9:45	8.0	1.29×10^{-8}	5.8×10^{-3}	3.44×10^{-2}	4.10×10^{-5}
8/18 14:20	9.0	9.5×10^{-9}	4.3×10^{-3}	3.87×10^{-2}	4.68×10^{-5}
9/7 9:30	10.0	6.4×10^{-9}	2.9×10^{-3}	4.16×10^{-2}	5.12×10^{-5}
9/27 10:30	11.0	7.1×10^{-9}	3.2×10^{-3}	4.48×10^{-2}	5.63×10^{-5}
10/21 10:30	12.0	5.7×10^{-9}	2.6×10^{-3}	4.74×10^{-2}	6.08×10^{-5}

表9 容器No.6 [耐60-WA]，常温常圧下での長期R.I.浸出試験結果

浸出試験開始日の容器内¹³⁴Cs 3.6mCi

サンプリング 日，時	経過時間 [$\sqrt{\text{day}}$]	放射能濃度 [$\mu\text{Ci}/\text{mL}$]	浸出放射能 [μCi]	全浸出放射能 [μCi]	浸出比
7/10 10:00	1.0	1.1×10^{-9} 以下	1.3×10^{-4} 以下	1.3×10^{-4} 以下	8.1×10^{-8} 以下
7/13 10:00	2.0	"	"	"	"
7/18 10:00	3.0	"	"	"	"
7/25 10:00	4.0	"	"	"	"
8/3 10:20	5.0	"	"	"	"
8/14 14:00	6.0	"	"	"	"
8/27 10:00	7.0	"	"	"	"
9/11 16:00	8.0	"	"	"	"
9/27 10:00	9.0	"	"	"	"
10/17 10:00	10.0	"	"	"	"
11/7 14:20	11.0	"	"	"	"

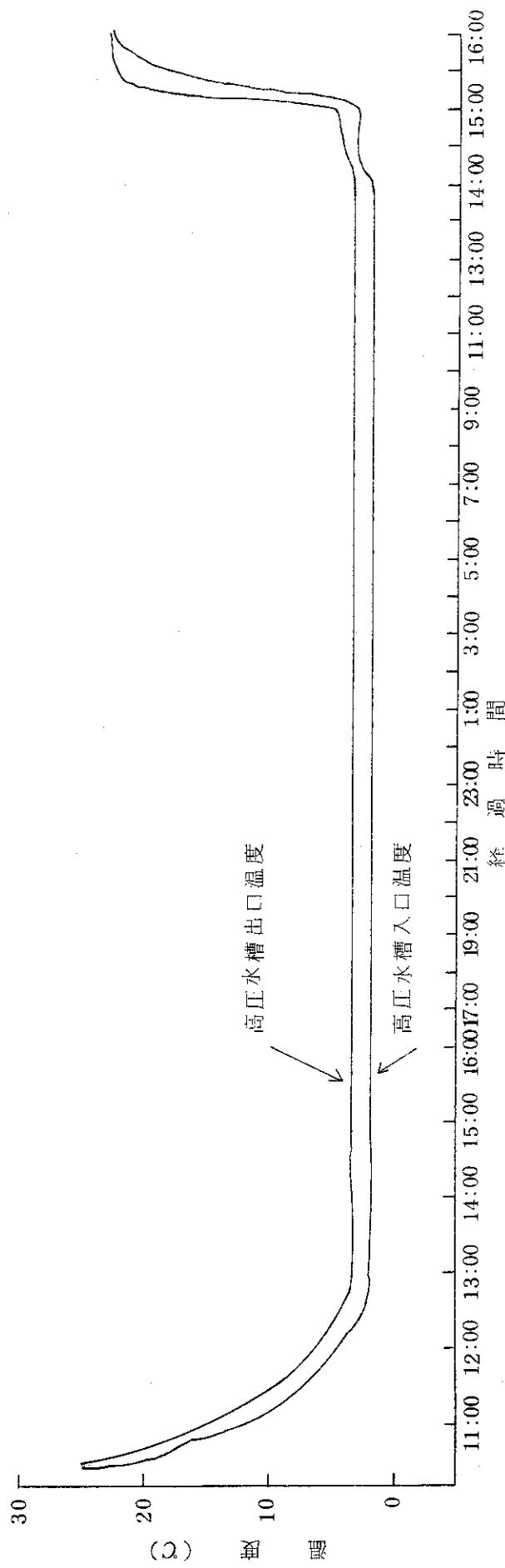


図 6 容器No. 6 [耐 60-WA] 浸出水温の記録

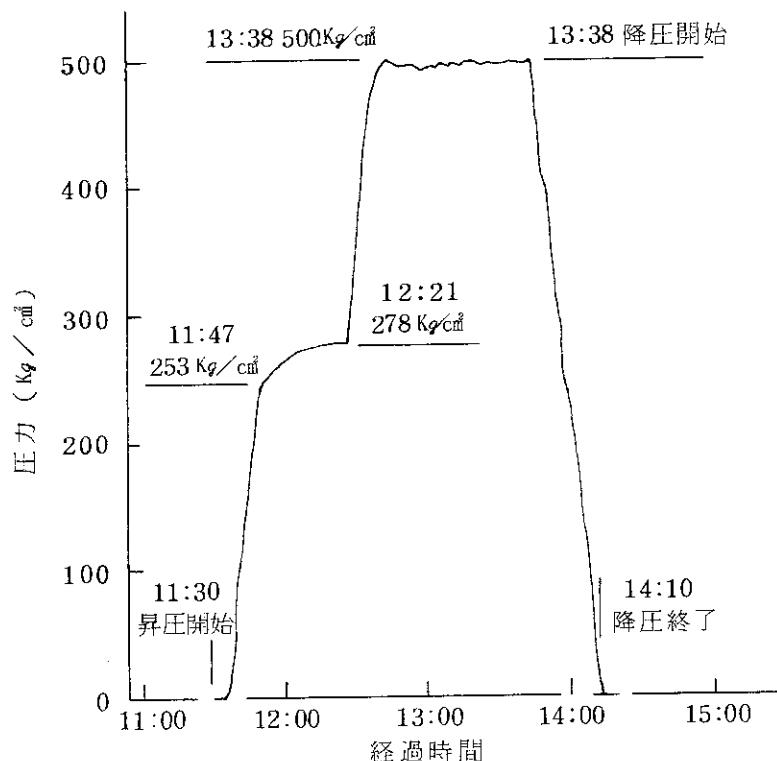


図 7 容器No.1〔均200-Cold(1)〕外水圧力記録図

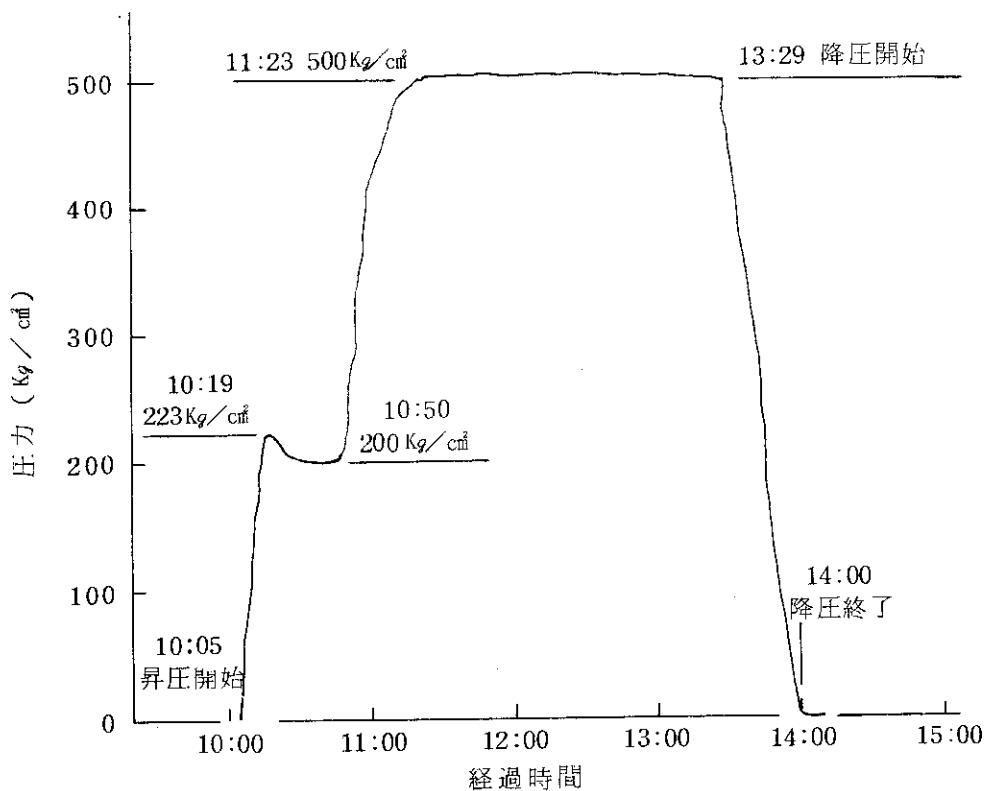
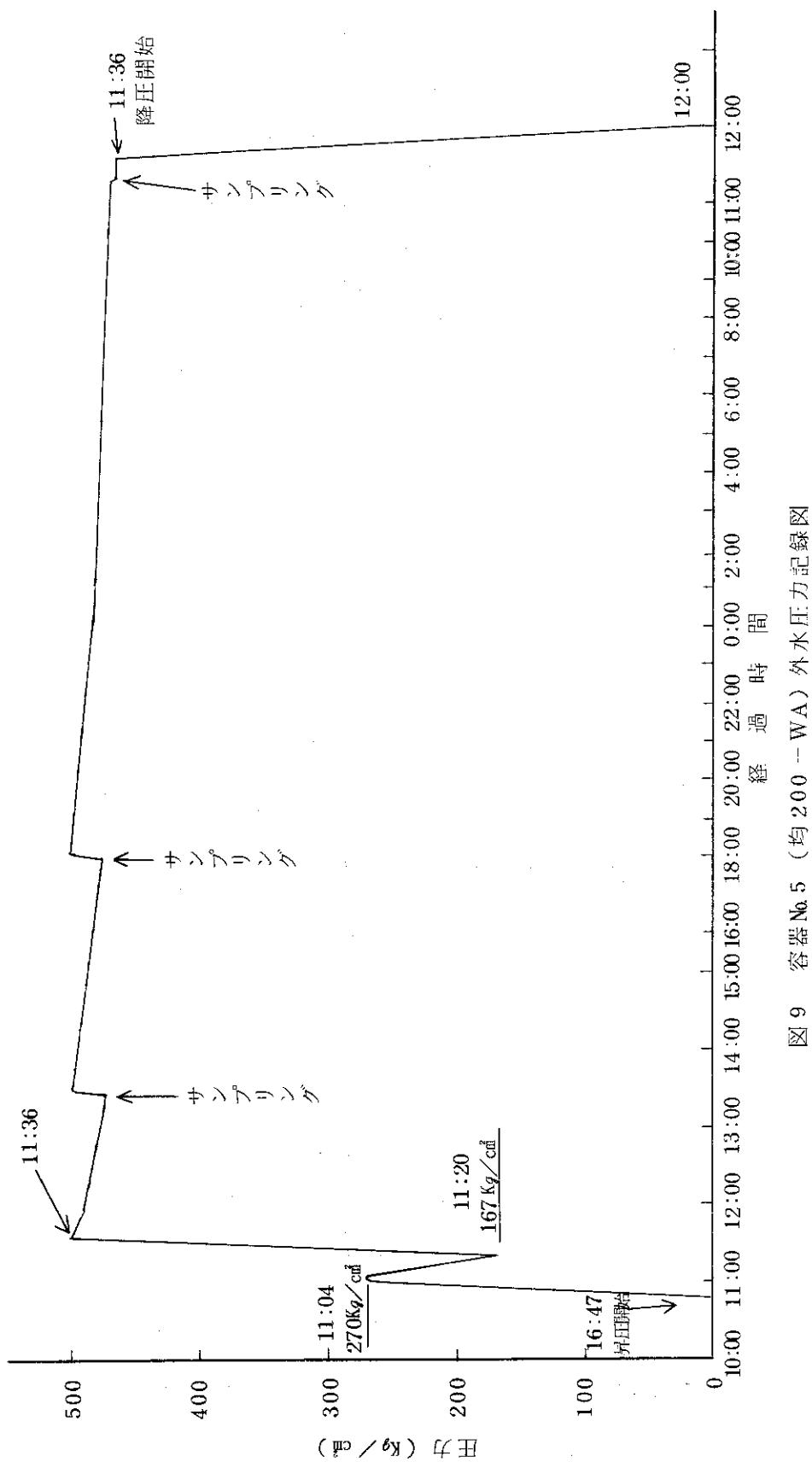


図 8 容器No.2〔均200-Cold(2)〕外水圧力記録図



容器No.1, 均200-Cold(1)

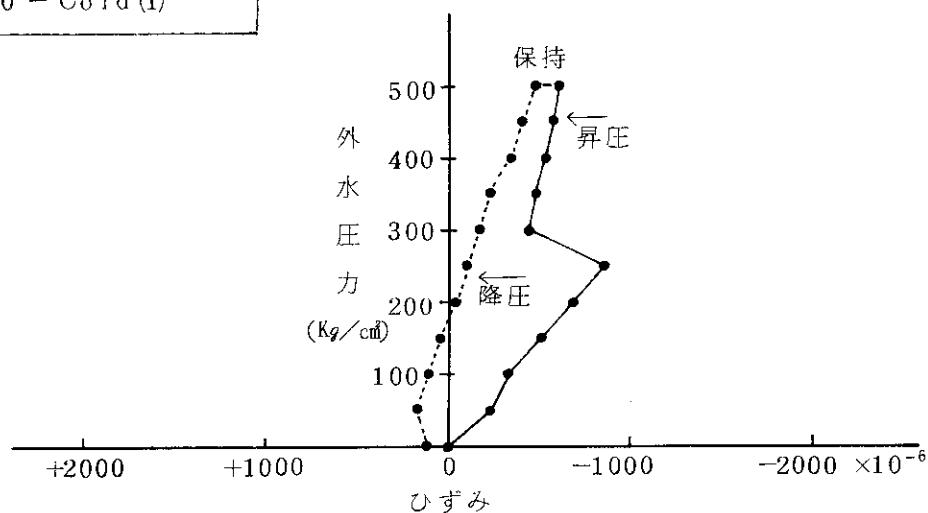


図10 №1容器の外水圧下でのひずみ変化(ゲージNo.1)

容器No.1, 均200-Cold(1)

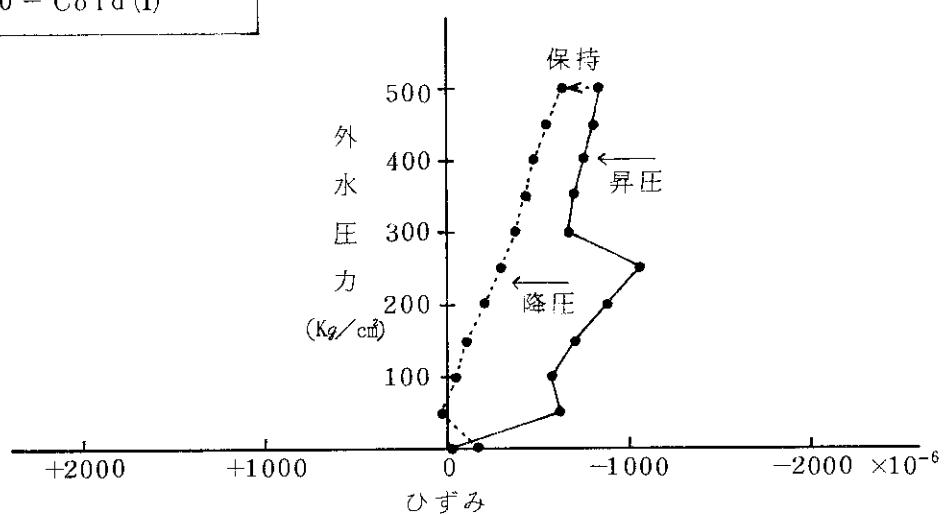


図11 №1容器の外水圧下でのひずみ変化(ゲージNo.2)

容器No.2, 均200-Cold(2)

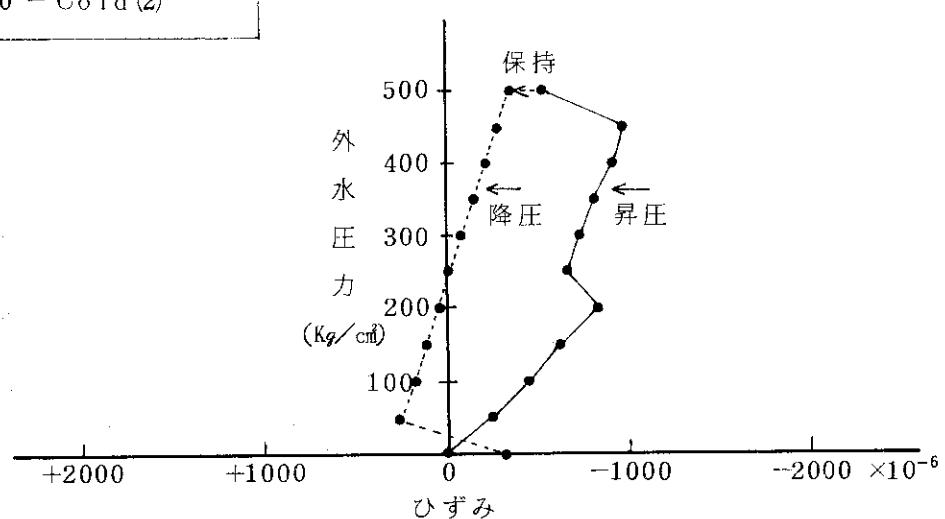


図12 №2容器の外水圧下でのひずみ変化(ゲージNo.1)

容器No.2, 均200-Cold(2)

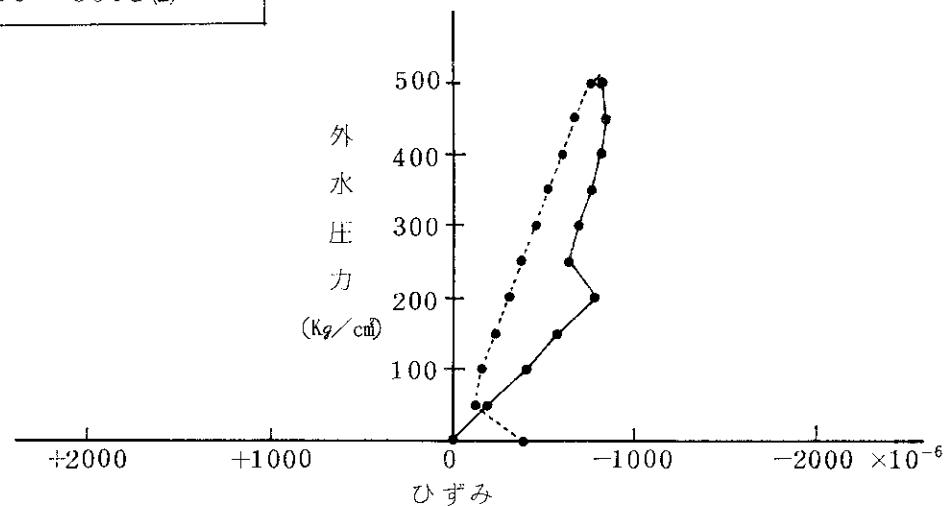


図13 No.2容器の外水圧下でのひずみ変化(ゲージNo.2)

容器No.5, 均200-WA

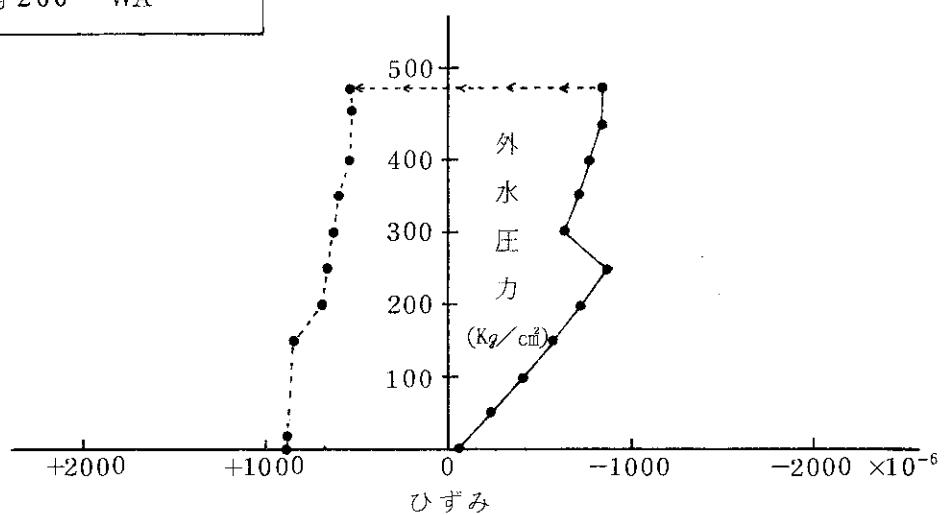


図14 No.5容器の外水圧下でのひずみ変化(ゲージNo.1)

容器No.5, 均200-WA

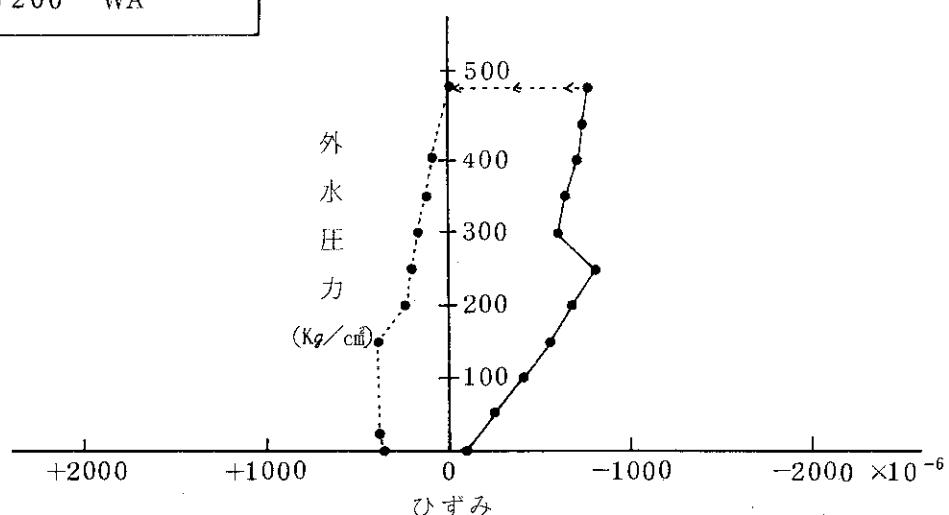


図15 No.5容器の外水圧下でのひずみ変化(ゲージNo.2)

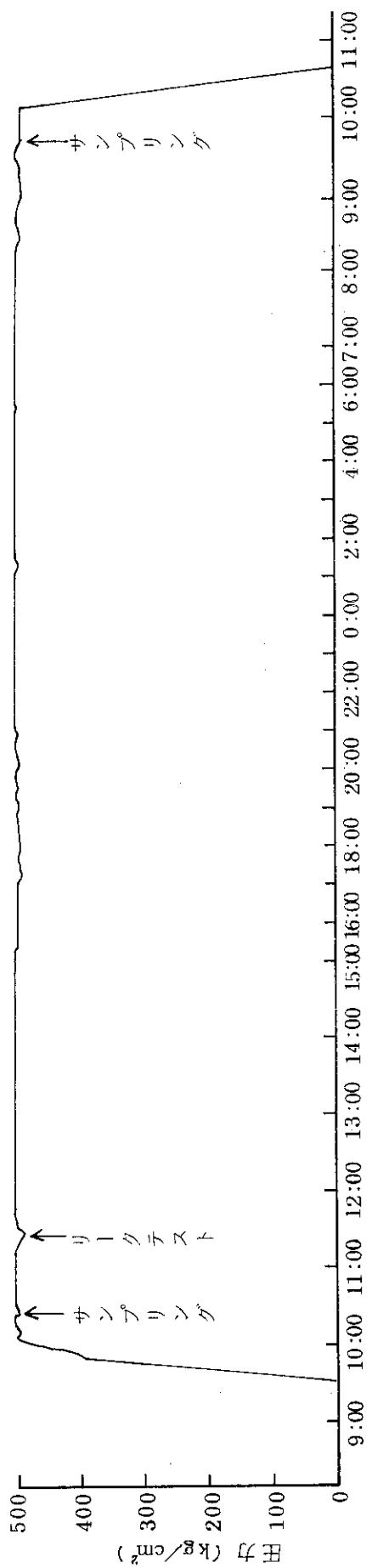


図 16 容器No.3 (耐 60 - PE)

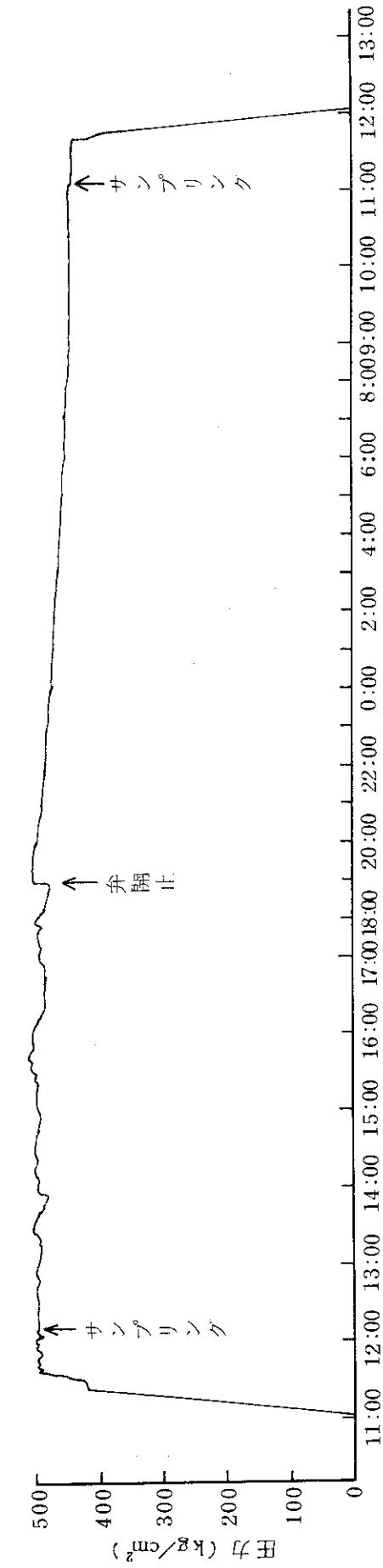


図 17 容器No.4 (耐 200 - CE)

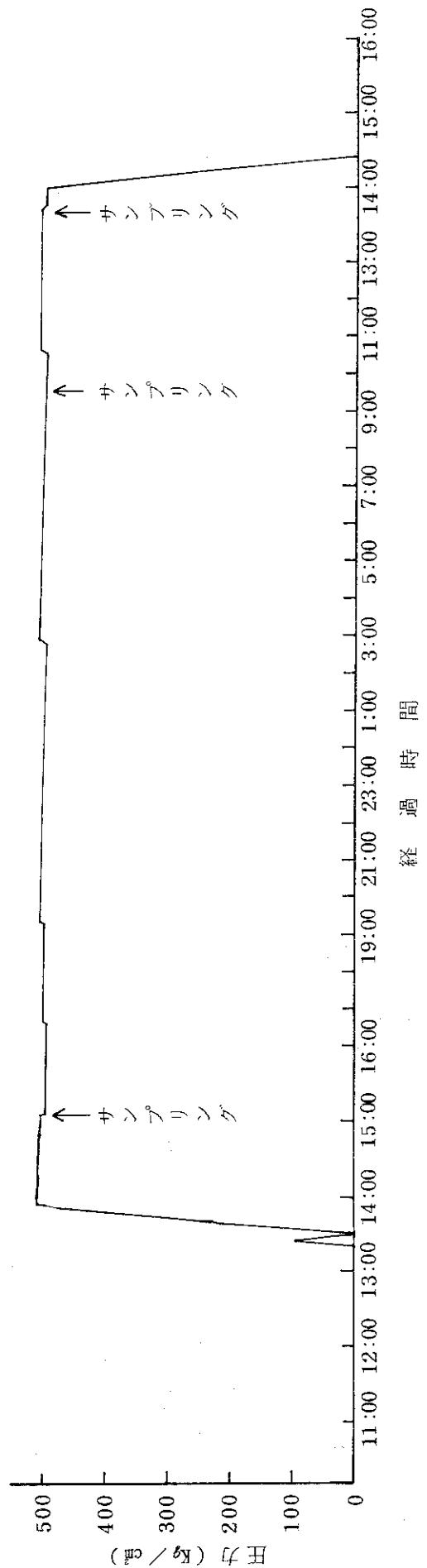


図 18 容器No. 6 (耐 60 - WA) 外水圧記録図

容器No.3, 耐 60 - PE

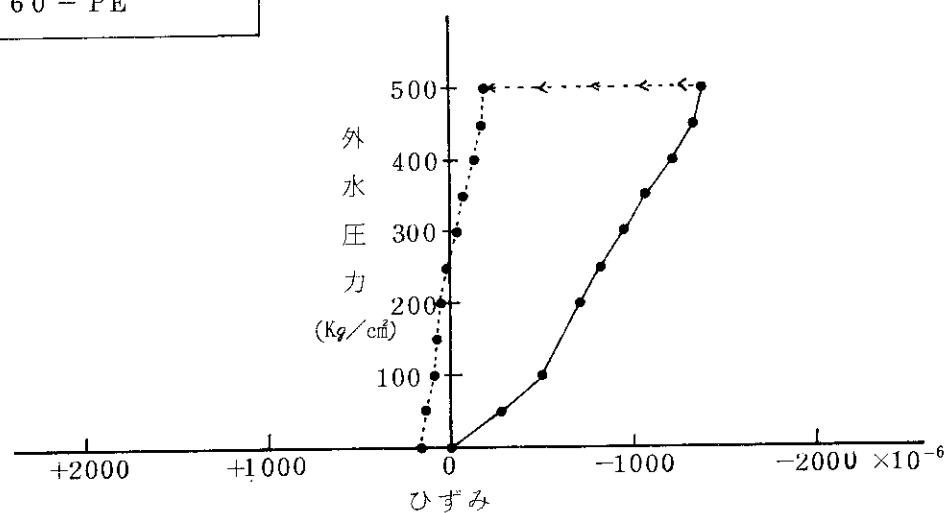


図 19 No.3 容器の外水圧下におけるひずみ変化 (ゲージNo.7)

容器No.3, 耐 60 - PE

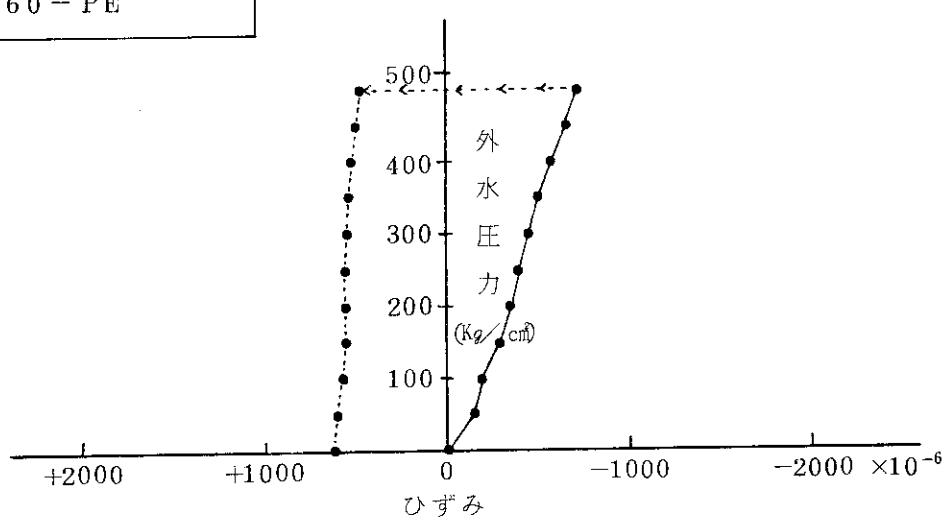


図 20 No.3 容器の外水圧下におけるひずみ変化 (ゲージNo.8)

容器No.4, 耐 200 - CE

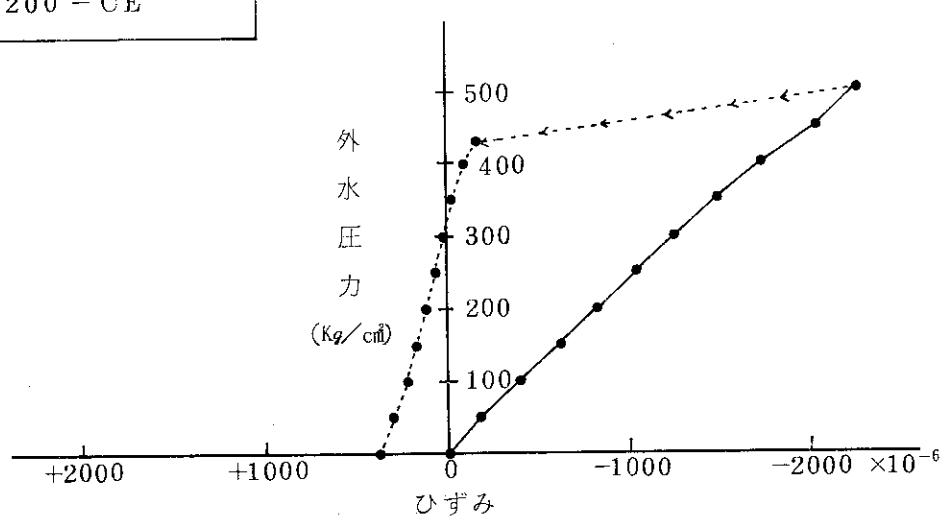


図 21 No.4 容器の外水圧下におけるひずみ変化 (ゲージNo.3)

容器No.4, 耐200-CE

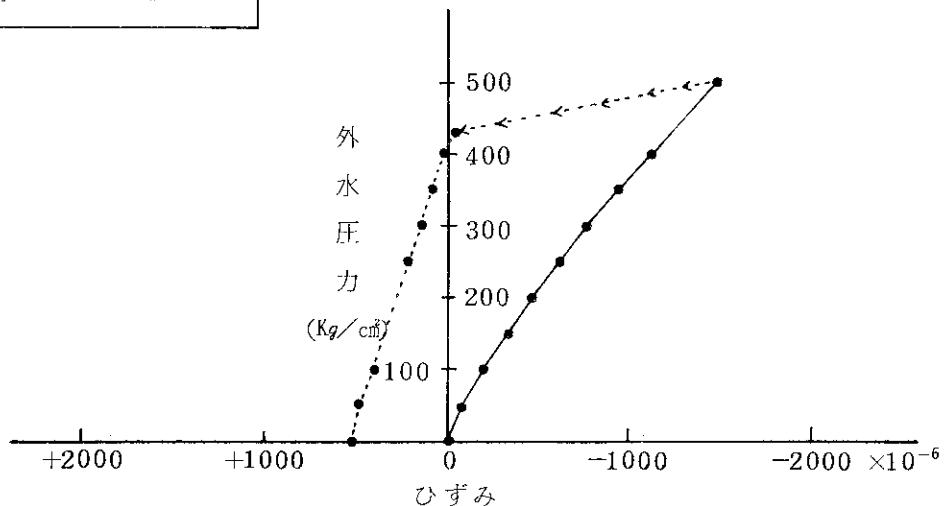


図22 No.4容器の外水圧下におけるひずみ変化(ゲージNo.4)

容器No.6, 耐60-WA

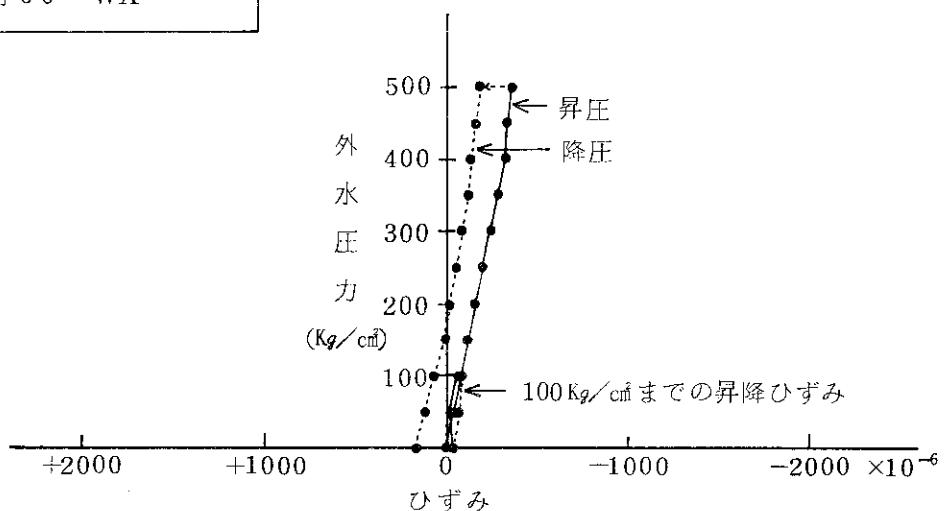


図23 No.6容器の外水圧下におけるひずみ変化(変位計B)

容器No.6, 耐60-WA

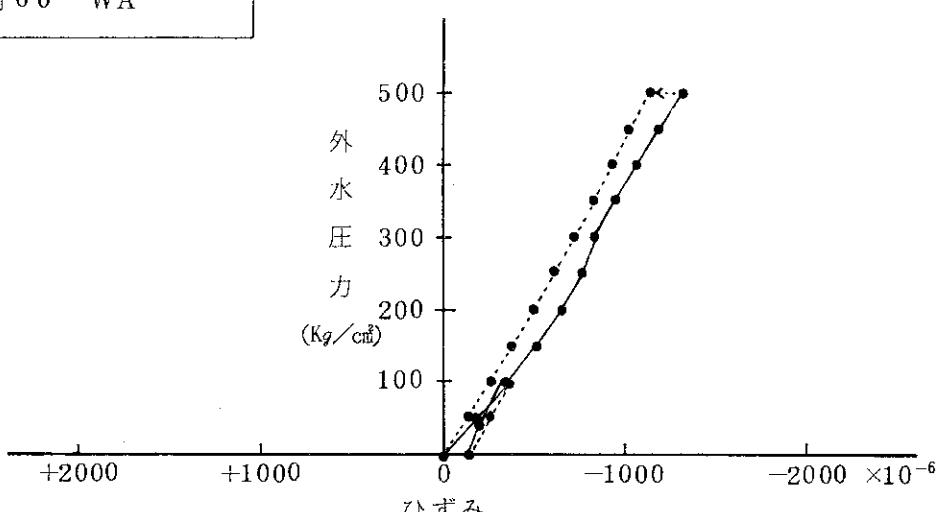


図24 No.6容器の外水圧下におけるひずみ変化(No.5ゲージ)

容器No.6, 耐 60-WA

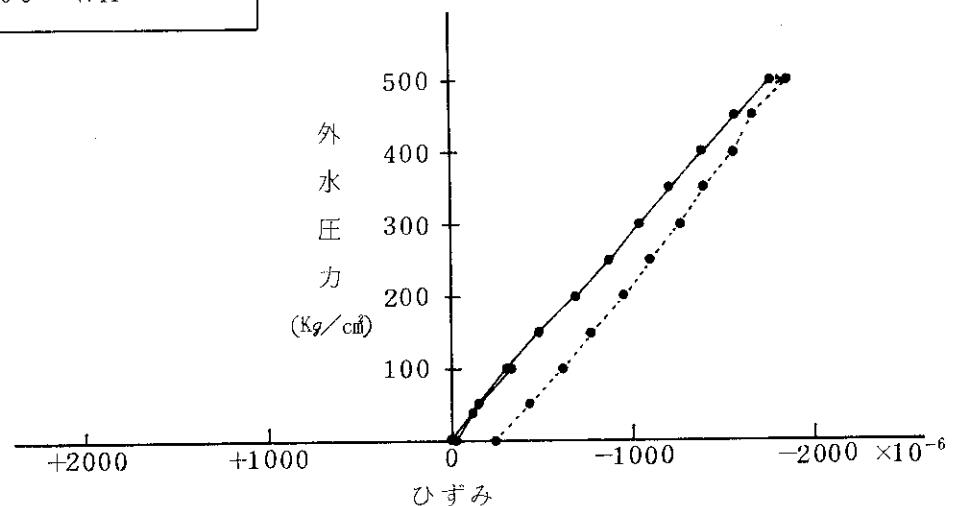


図 25 No. 6 容器の外水圧力におけるひずみ変化 (No. 8 ケージ)

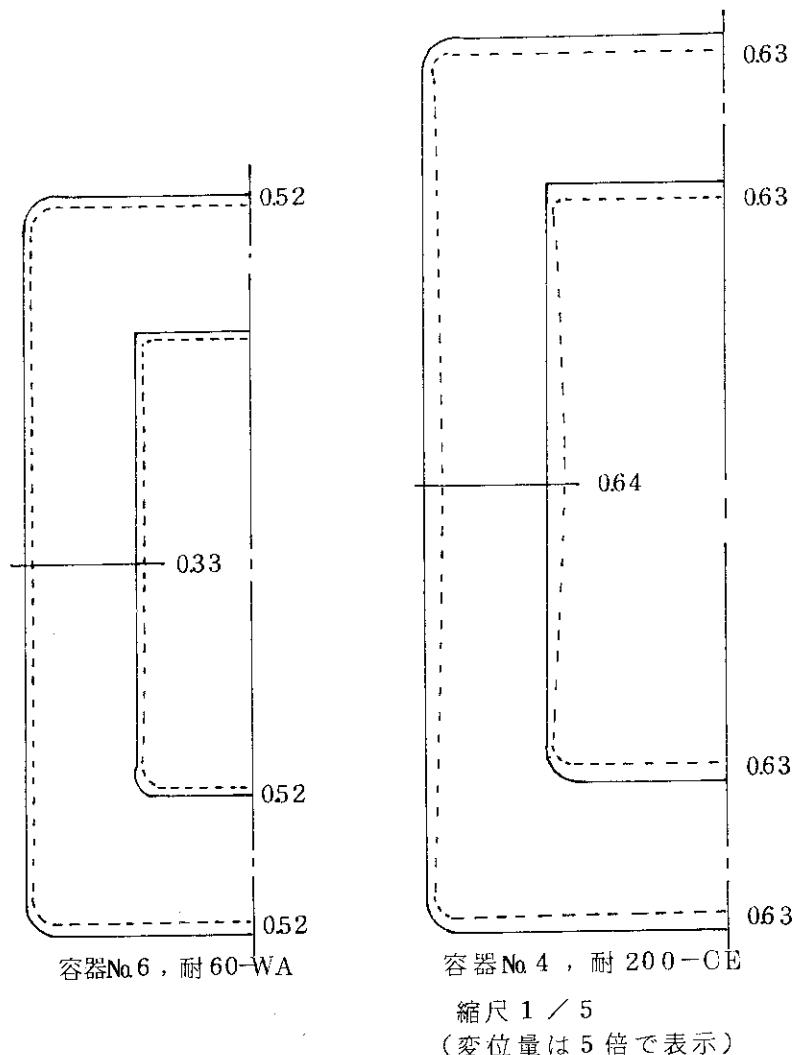
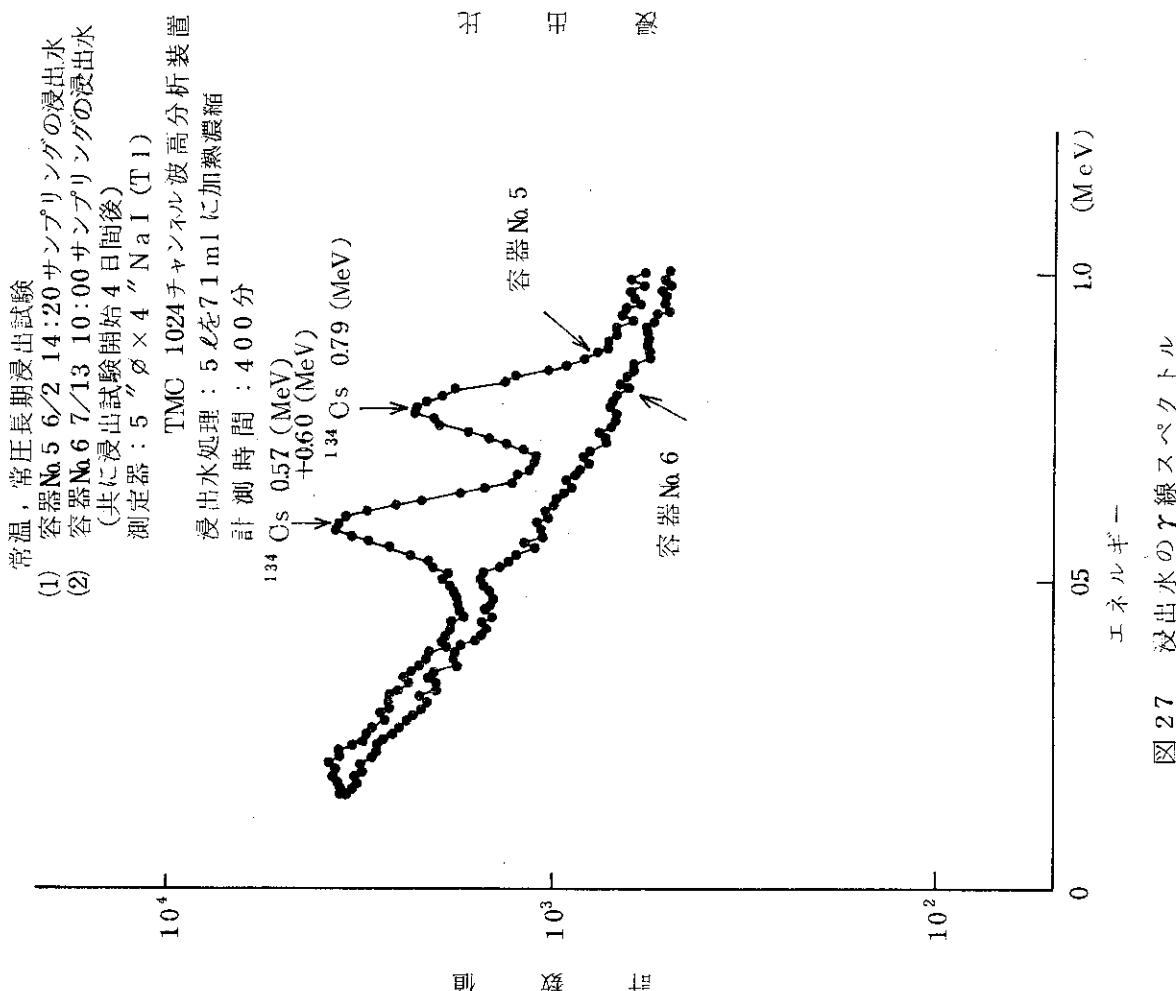


図 26 外水圧力 500 kg/cm² 載荷時の容器変形推定図 (単位 mm)



4. 結 言

放射性廃棄物容器としてのP I C容器の安全性試験について、P I C容器の耐高水圧性と耐R Iの浸出性について検討した。結果を要約すると以下のとおりである。

- (1) 蓋と容器間にアスペストジョイントパッキングをはさんでボルト締めした均圧型200ℓ P I C容器は、250kg/cm²程度の耐圧性を有し、以後均圧化するが均圧後も500kg/cm²の高水圧力で破壊等の異常のないことが明らかになった。
- (2) 耐圧型P I C容器は500kg/cm²—24時間の高水圧に対しても重量増加が0.1kgで十分な耐圧強度を保持し、浸水も防止できるとともに優秀な不透水性を有していることが確認された。
- (3) 耐圧型P I C容器は500kg/cm²の外水圧下で¹³⁴Csが全く浸出せず、R Iの耐浸出性に優れていることが確認された。
- (4) ホットの均圧型、耐圧型P I C容器について、容器内に浸入した水は500kg/cm²—24時間の載荷では圧力変動がなければ容器外に浸出しないことが明らかになった。しかし、深海底へ投棄した条件を想定して長時間載荷すれば拡散によりR Iが浸出してくるものと考えられる。
- (5) 深海投棄した固化体からR Iの浸出を防止するためには耐圧型P I C容器のごとく容器内に水が浸入しないようにすることが肝要である。
- (6) 500kg/cm²—24時間載荷したホット供試体について継続して実施している常温常圧下での¹³⁴Csの浸出試験結果、144日までのところ均圧型P I C容器では浸出比が浸漬日数の平方根に比例して増加するのに対し、耐圧型P I C容器は全く浸出していないことが明らかとなった。
- (7) 主要な結果を要約すると表10のとおりである。

本研究の遂行にあたり、環境安全研究部 伊藤太郎次長、森山昇副主任研究員、土尻滋研究員、秩父セメント㈱ 須藤儀一部長に種々ご指導いただきました。また固化体の作製および高水圧試験に当っては新潟鉄工㈱栗田昂明課長、田村保彦、山木仁氏、早瀬雄司氏、秩父セメント㈱神林文夫氏、環境安全研究部外来研究員佐藤謹氏、平山博規氏、山手太一郎氏、鶴田武夫氏に種々御援助いただきました。ここに記して感謝の意を表します。

表 10 外水圧下のPIOC容器の耐圧試験およびRI浸出試験結果の要約

項目	容器 No	1	2	3	4	5	6
略号	均 200-Cold(1)	均 200-Cold(2)	耐 60-P E	耐 200-C E	約 200-W A	耐 60-W A	
試験日 (1980 年)	3月 28 日	4月 3 日	4月 11 ~ 12 日	4月 23 ~ 24 日	5月 22 ~ 23 日	7月 7 ~ 8 日	
容器ササイズ	200 L	200 L	60 L	200 L	200 L	60 L	
混入核種	—	—	¹³⁷ Cs 6.10 mCi	¹³⁴ Cs 9 mCi	¹³⁴ Cs 0.95 mCi	¹³⁴ Cs 4 mCi	
試験条件	10°C, 500 kg/cm ² -1 h r	11°C, 500 kg/cm ² -2 h	2°C, 500 kg/cm ² -24 h	同	同 左	同 左	同 左
試験目的	予備実験 (均圧容器の耐圧力, 機器の作動チェック)	予備実験 (簡便な吹付接着剤の耐圧性と測定法のチェック)	ボリエチレン固化体の高水圧下での耐圧性と容器からのRIの浸出性	セメント固化体の高水圧下での耐圧性と容器からのRIの浸出性	ウェスにCsを散布して封入した均圧容器の耐圧性と容器からのRIの浸出性	ウェスにCsを散布して封入した均圧容器の耐圧性と容器からのRIの浸出性	ウエスにCsを散布して封入した均圧容器の耐圧性と容器からのRIの浸出性
蓋のシール方法	パッキンをボルト締め	パッキンにSBR系吹付接着剤を塗布してボルト締め	エポキシ樹脂を塗布後	同 左	バッキンをボルト締め	エポキシ樹脂を塗布後ボルト締め。数日後ボリウレタンシールを塗布	
容器の破壊・クラックの発生	健 全	健 全	健 全	健 全	健 全	健 全	健 全
健全性 RI の全 500 kg/cm ² -2.4h	2.53 kg/cm ² まで不透水性を有し、以後パッキン部分より約3.4分間で水が侵入	2.23 kg/cm ² まで不透水性を有し、以後パッキン部分より約3.1分間で水が侵入	5.00 kg/cm ² まで不透水性を有し、2°Cに冷却後蓋の接着部分より徐々に水が侵入	5.00 kg/cm ² まで不透水性を有し、以後パッキン部より約1.6分で水が侵入	5.00 kg/cm ² まで不透水性を有し、保持中にボルト穴部分より余々に水が侵入	27.0 kg/cm ² まで不透水性を有し、以後パッキン部より約1.6分で水が侵入	水の浸入なし
浸出量 降圧後	—	—	—	—	—	—	検出限界濃度以下
容器の重量変化 (kg)	試験前 4.20	4.58	1.67.2	4.77	4.32	0.19 × 10 ⁻¹ μCi	検出限界濃度以下
試験後 4.76	5.13	1.73.2	5.00	4.75	1.61.2		
増加重量	5.6	5.5	6.0	2.3	4.3	0.1	1.61.3
容器部半径方向 (mm)	0.31 mm : 0.26 mm	0.30 mm	0.28 mm	0.64 mm	500 kg/cm ²	500 kg/cm ²	0.33 mm
容器脇部軸方向 (mm)	0.38 mm : 0.28 mm	0.33 mm	0.42 mm	0.63 mm	0.48 mm	0.52 mm	—
蓋部底中央部軸方向	—	—	—	—	0.04 mm	—	—
備考	未充填	未充填	〔 固化体の組成 〕 ボリエチレン 4.97% 粒状樹脂 5.03	〔 固化体の組成 〕 セメント 6.20, 水 5.25, バーミキュライト 1.10 kg/cm ³	試験後の容器により長 期 (400 日間) の浸出試験を継続中	同 左	

(注) * 検出限界濃度は $1.4 \times 10^{-9} \mu\text{Ci}/\text{mL}$ で、全浸出量の限界濃度は 60 L 容器で $1.57 \times 10^{-1} \mu\text{Ci}$, 200 L 容器で $1.30 \times 10^{-1} \mu\text{Ci}$ である。

参 考 文 献

- 1) 原子力安全委員会 放射性廃棄物安全技術専門部会：試験的海洋処分の環境安全評価について（1979）
- 2) Marine protection, Research and Sanctuaries Act, 227.7節, revised 1977 (USA)
- 3) OECD/NEA : Guidelines for Sea Dumping Packages of Radioactive Waste (1979)
- 4) 石崎, 土尻, 田村, 本田, 森山, 浅見, 峯岸, 和達, 荒木, 天野: J A E R I - M 9 2 6 3

添付資料

資料一1 各種試験の写真記録

資料一2 外水圧力とひずみ変化のデータシートおよび図面

- 2.1 : №1 容器
- 2.2 : №2 容器
- 2.3 : №3 容器
- 2.4 : №4 容器
- 2.5 : №5 容器
- 2.6 : №6 容器

資料－1 各種試験の写真記録

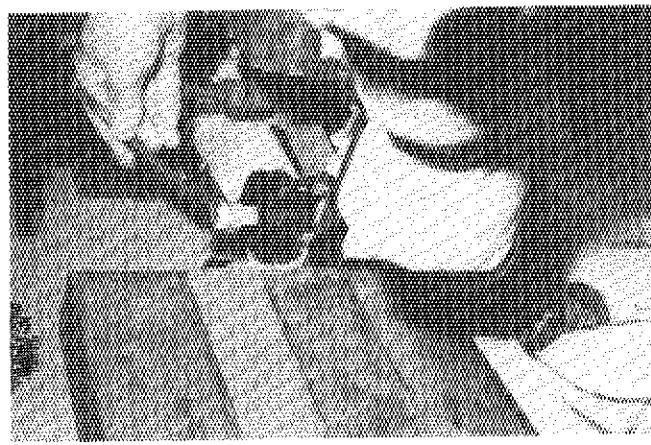


写真 1 ポリエチレン、粒状樹脂固化充填
(No. 3 , 耐 60-PE)

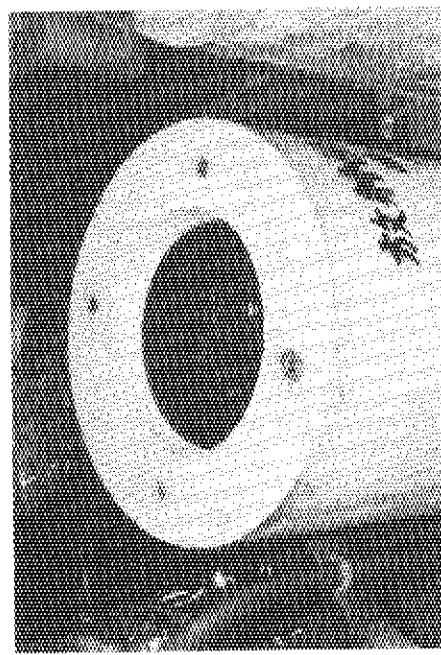


写真 2 ウエス充填 (No. 5 , 耐 200-WA)

写真 3 ^{134}Cs の調製

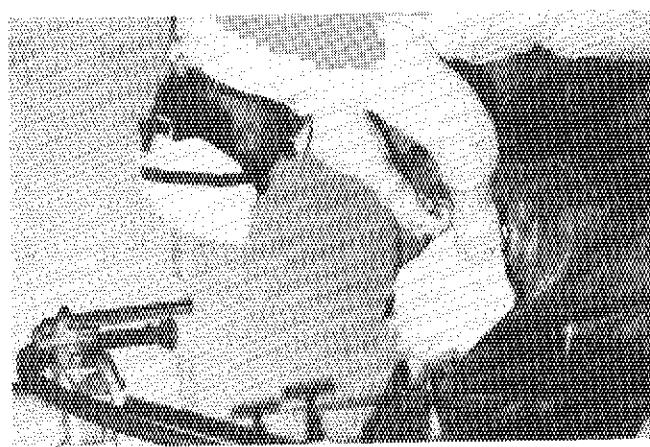
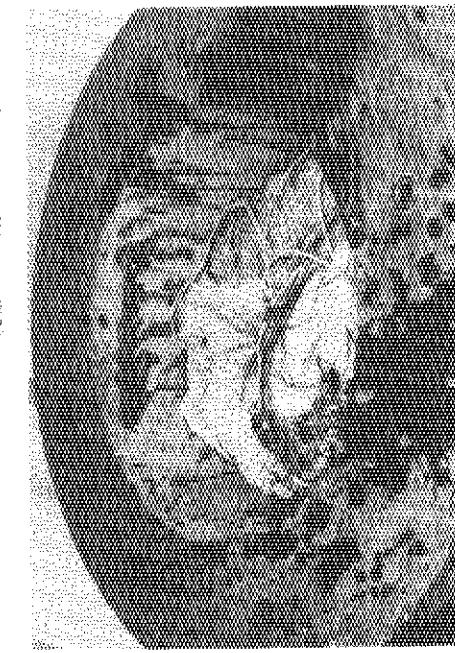


写真 4 ^{134}Cs の容器内
ウエスへの散布
(No. 6 , 耐 60-WA)



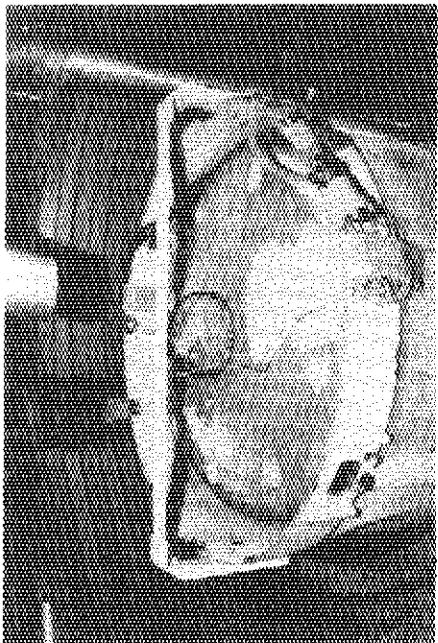


写真7 高圧水槽内供試体(No.4, 耐200°C)

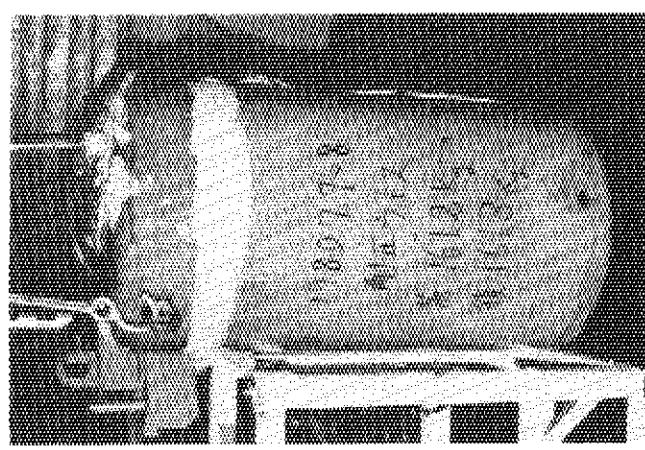


写真8 高圧水槽より取出した後(No.6, 耐60°C)

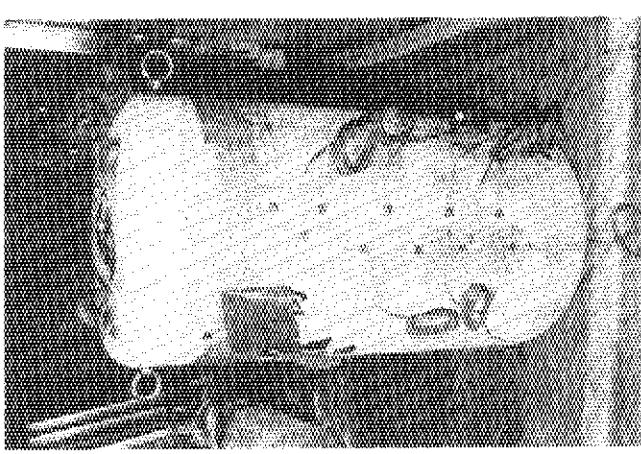


写真5 番ゲージの貼付
(No.3, 耐60°C)

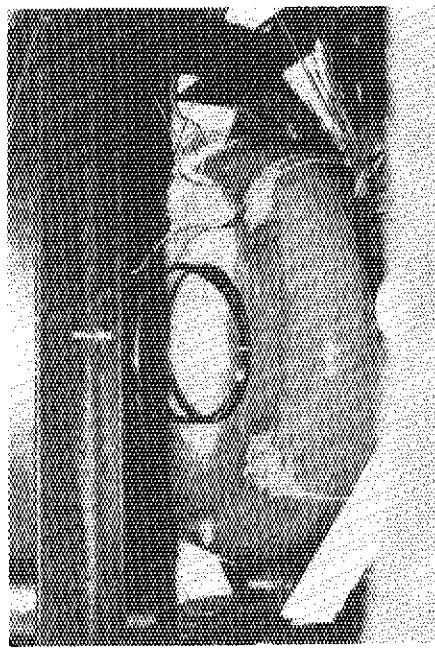


写真6 壓力計の供試体上部取付け(No.3, 耐60°C)

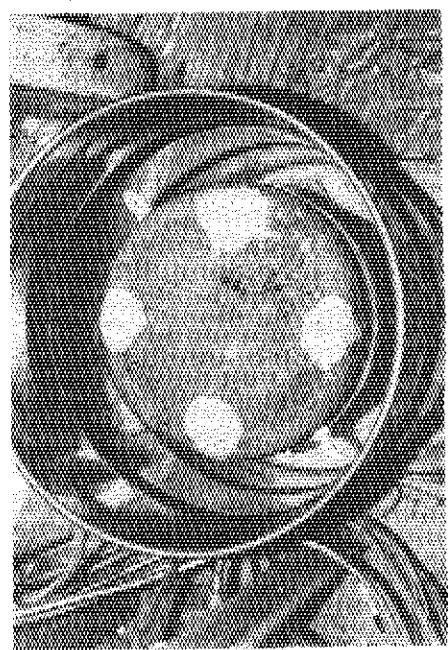


写真 9 200 kg/cm² 常圧水槽中の試験
供試体 (No. 6, 耐 60 °WA)

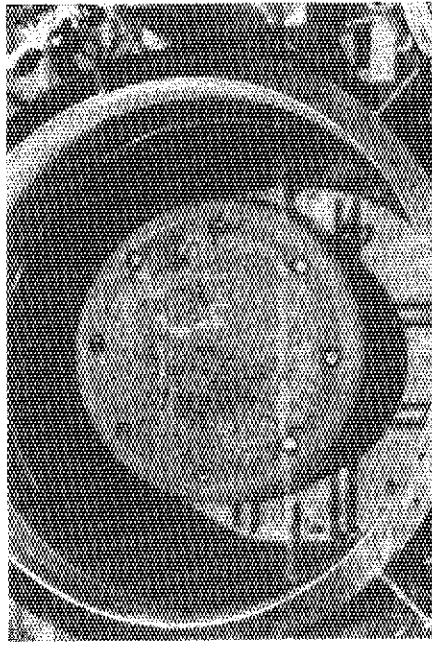


写真 10 500 kg/cm² 常圧水槽中の試験
供試体 (No. 5, 耐 200 °WA)

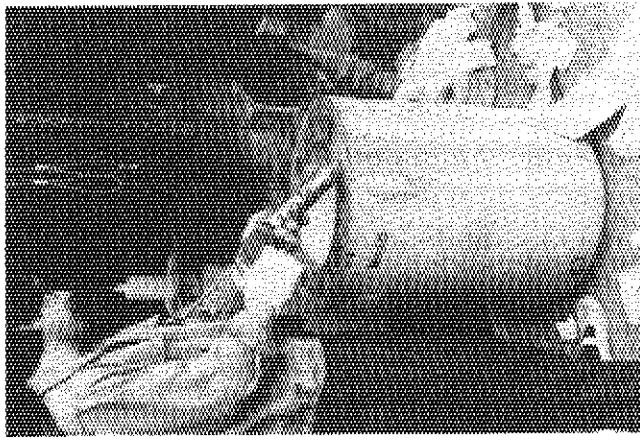


写真 11 接着剤(ポリウレタン)の織布

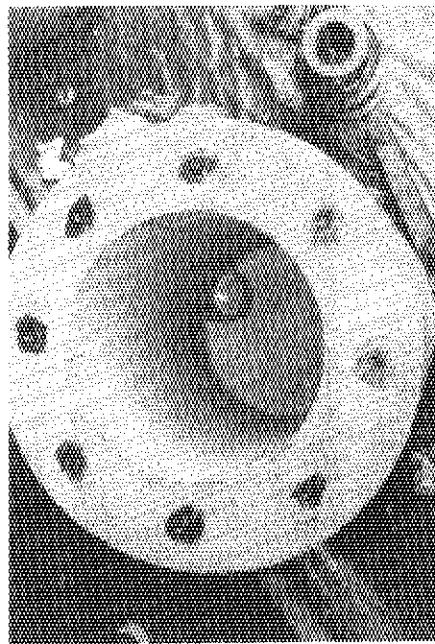


写真 12 埋設試験接着剤(エポキシ樹脂)の容
器内封入による耐久性試験、蓋部の接着
はポリウレタン樹脂

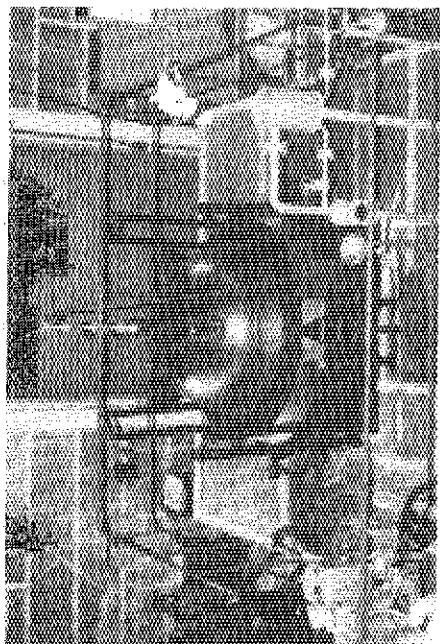


写真 15 高水圧試験装置

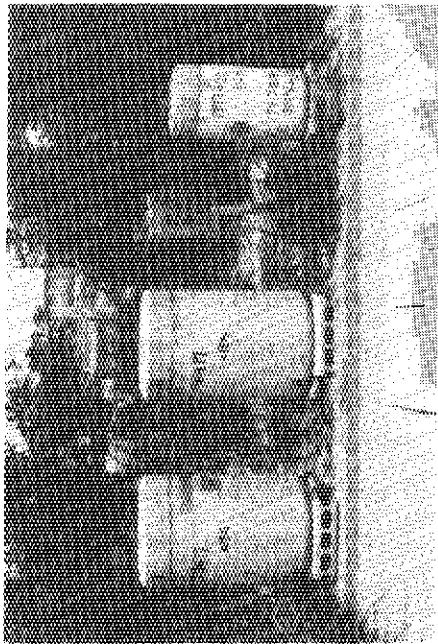


写真 16 屋外曝露試験中の供試体

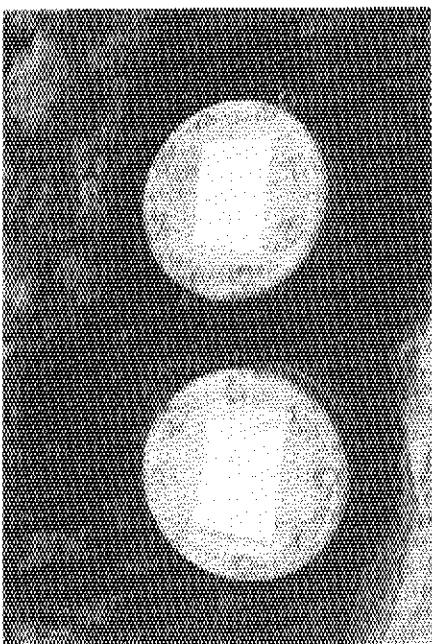


写真 13 地中埋設

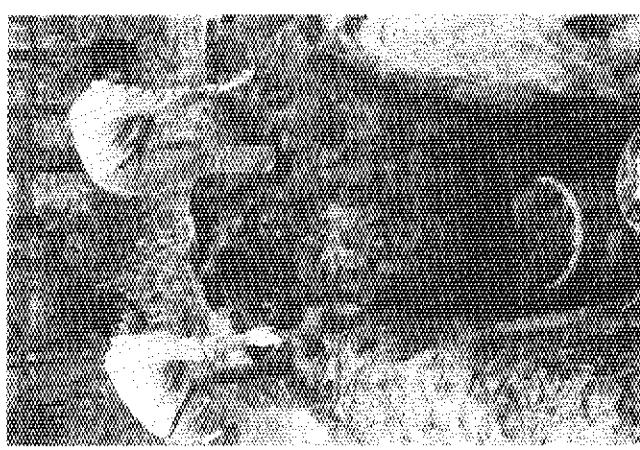


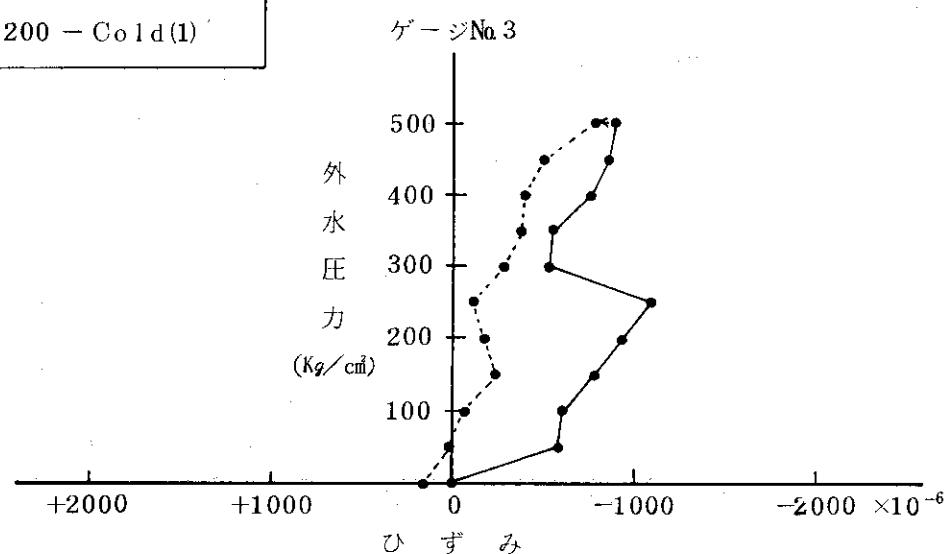
写真 14 埋めもどし作業

資料-2.1

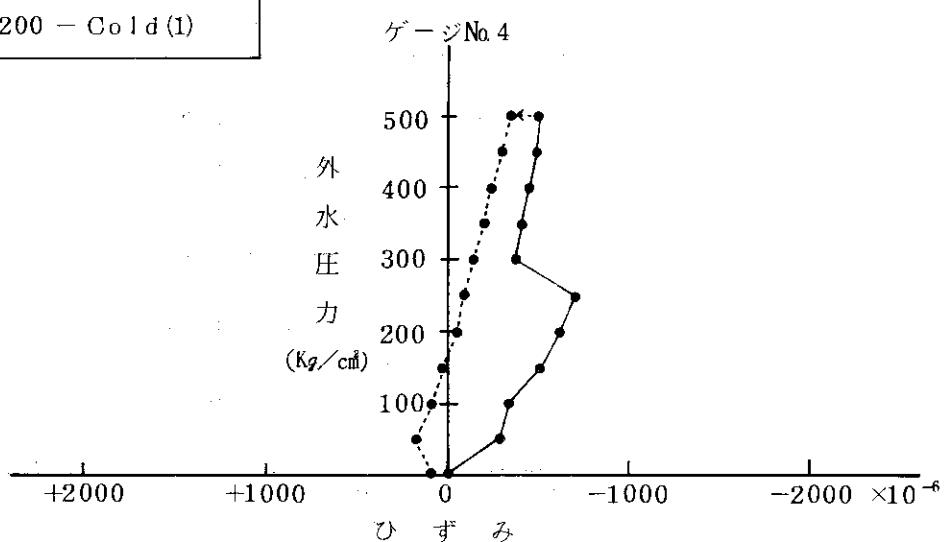
容器No.1, 均200-Cold(1)

昇降圧力と 保持時間	変位	ゲージNo.とひずみ量($\times 10^{-6}$)								
		内圧 センサー	外圧 センサー	1	2	3	4	5	6	
昇 圧 kg / cm ²	0	1	4	13	7	7	34	7	6	5
	50	-1609	-843	-486	-229	-610	-582	-286	-716	-390
	100	-1250	-1601	-634	-329	-574	-599	-338	-775	-338
	150	-1284	-3211	-1952	-503	-696	-776	-506	-834	-334
	200	-1305	-3937	-2077	-685	-875	-930	-616	-875	-285
	250	-1518	-4285	-2073	-863	-1058	-1084	-701	-1001	-274
	300	-3061	-3635	-2515	-440	-664	-526	-377	-426	-190
	350	-3609	-3432	-2163	-476	-698	-553	-406	-414	-199
	400	-1803	-3341	-1916	-531	-755	-760	-449	-442	-222
	450	-1720	-3217	-1701	-582	-805	-845	-489	-460	-231
	500	-1635	-3175	-1633	-610	-839	-895	-502	-454	-199
kg / cm ² で の 保 持 時 間 (分)	20	-2798	-3622	-2008	-512	-706	-783	-403	-377	-2
	40	-2688	-3600	-2021	-510	-670	-767	-399	-388	-28
	60	-2496	-3584	-1996	-477	-632	-786	-351	-386	-4
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
降 圧 kg / cm ²	450	-2416	-3742	-2377	-412	-552	-500	-303	-342	57
	400	-2277	-3913	-2811	-345	-477	-400	-244	-279	107
	350	-2167	-3967	-3088	-226	-433	-370	-205	-197	134
	300	-1935	-4018	-3384	-170	-375	-283	-154	-139	169
	250	-1781	-4014	-3643	-104	-297	-109	-94	-82	207
	200	-1739	-4053	-3888	-37	-203	-172	-40	-131	256
	150	-1535	-4003	-3959	44	-106	-229	25	47	309
	100	-1500	-3985	-3977	104	-38	-31	85	99	354
	50	-1489	-3840	-3527	171	34	18	171	151	404
	0	-1547	-3100	-2464	115	-189	164	90	172	375

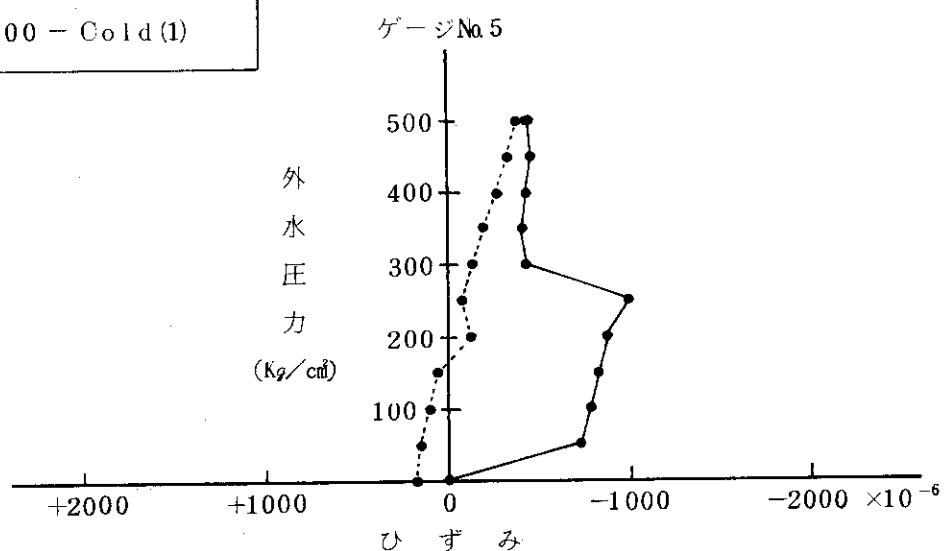
容器No.1, 均200-Cold(1)



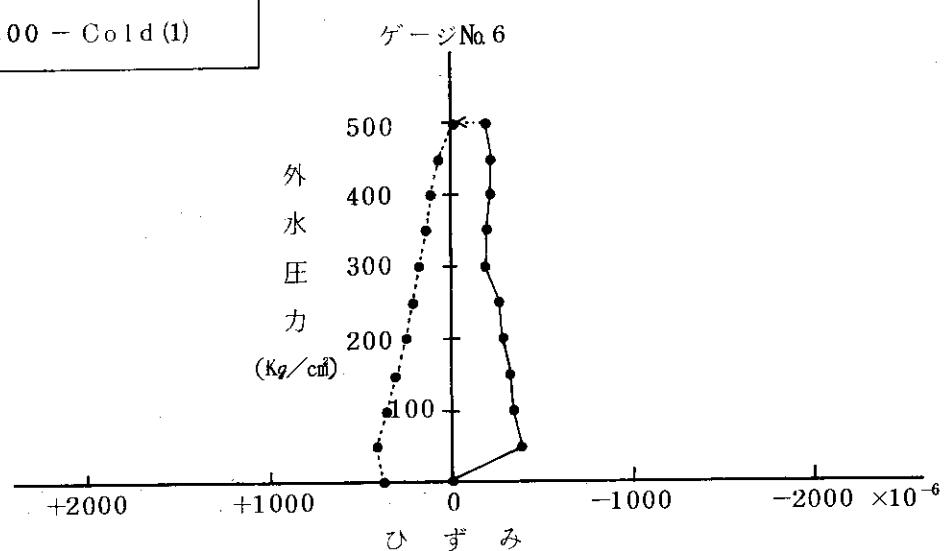
容器No.1, 均200-Cold(1)



容器No.1, 均200-Cold(1)



容器No.1, 均200-Cold(1)

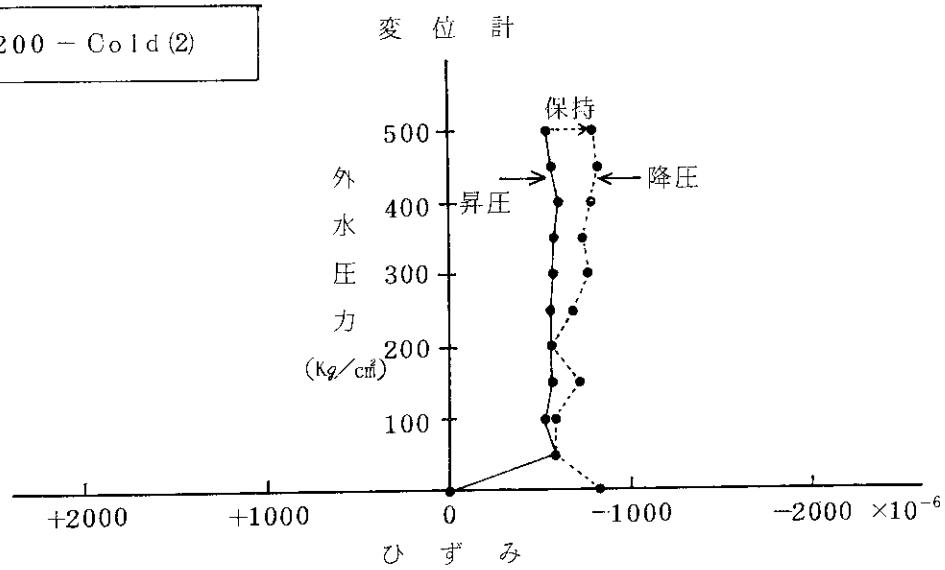


資料-2.2

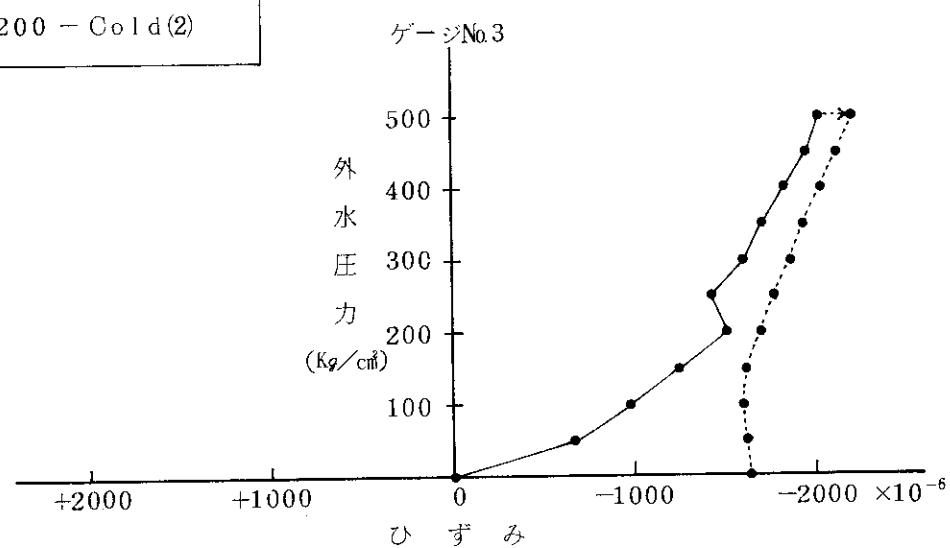
容器No 2, 均200-Cold(2)

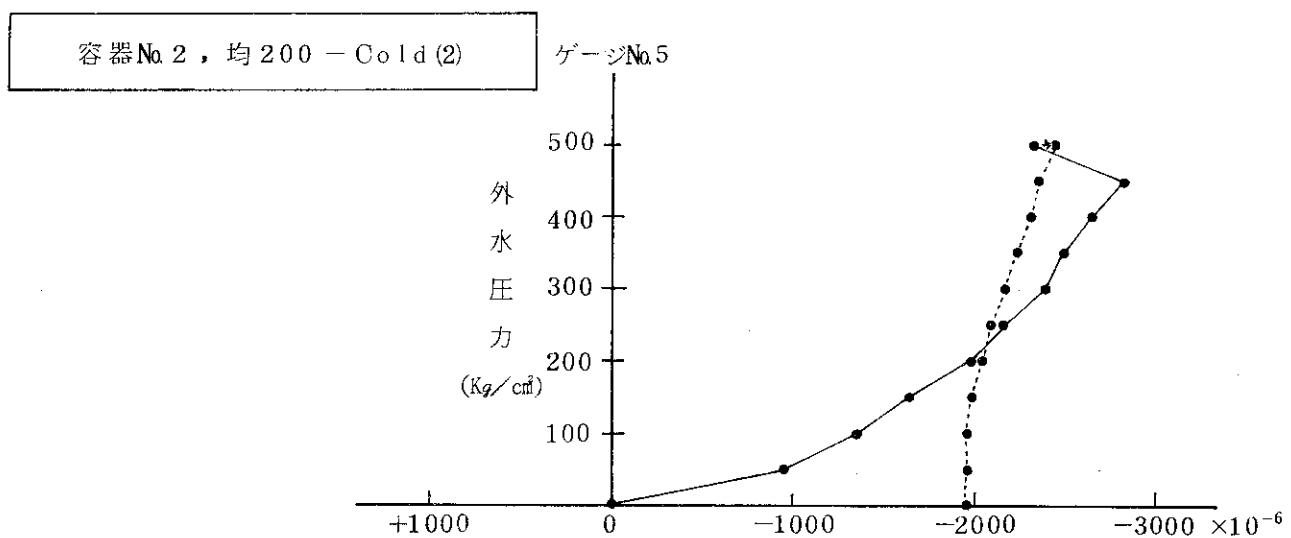
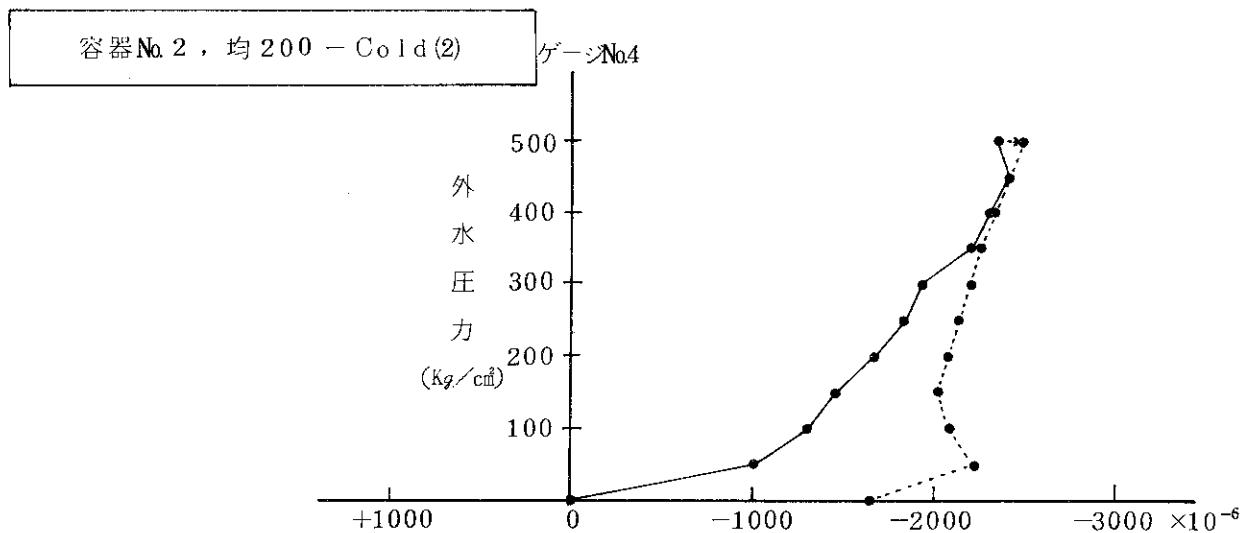
昇降圧力と 保持時間		ゲージNo およびひずみ量 ($\times 10^{-6}$)								
		変位	内圧 センサー	外圧 センサー	1	2	3	4	5	6
昇 圧 kg / cm ²	0	-6	19	18	-1	-2	-5	0	-1	3
	50	-583	-114	-1133	-247	-195	-672	-1023	-956	-278
	100	-587	-645	-1914	-448	-403	-982	-1308	-1350	-404
	150	-717	-1596	-2747	-625	-579	-1245	-1468	-1641	-440
	200	-564	-1663	-2825	-838	-785	-1510	-1673	-1975	-458
	250	-689	-2269	-3219	-672	-633	-1435	-1844	-2164	-533
	300	-775	-1900	-3025	-739	-692	-1602	-1933	-2392	-586
	350	-737	-1617	-2878	-811	-764	-1709	-2206	-2490	-614
	400	-789	-1324	-2622	-925	-814	-1835	-2304	-2645	-627
	450	-828	-1165	-2470	-981	-827	-1954	-2408	-2817	-612
	500	-801	-1148	-2480	-534	-819	-2018	-2353	-2326	-534
の 保 持 時 間 (分)	20	-712	-1436	-2649	-426	-798	-2070	-2360	-2333	-508
	40	-736	-1411	-2571	-406	-781	-2110	-2378	-2361	-495
	60	-612	-1598	-2827	-386	-778	-2146	-2409	-2374	-488
	80	-616	-1624	-2810	-375	-774	-2172	-2431	-2394	-478
	100	-557	-1730	-2934	-356	-765	-2192	-2453	-2407	-476
	120	-546	-1733	-2936	-359	-756	-2207	-2484	-2443	-479
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
降 圧 kg / cm ²	450	-574	-2126	-3178	-286	-671	-2119	-2407	-2374	-406
	400	-614	-2130	-3239	-224	-593	-2032	-2332	-2309	-369
	350	-585	-2220	-3462	-154	-518	-1931	-2261	-2235	-330
	300	-586	-2198	-3509	-84	-455	-1871	-2204	-2165	-293
	250	-582	-2261	-3664	-16	-377	-1767	-2139	-2094	-254
	200	-559	-2303	-3802	45	-314	-1694	-2081	-2042	-224
	150	-569	-2287	-3905	118	-230	-1619	-2036	-1987	-197
	100	-528	-2261	-4007	169	-160	-1594	-2083	-1960	-193
	50	-588	-2219	-4135	174	-124	-1619	-2219	-1961	-234
	0	-817	-1510	-3747	-326	-391	-1632	-1654	-1948	-413

容器No.2, 均200-Cold(2)



容器No.2, 均200-Cold(2)



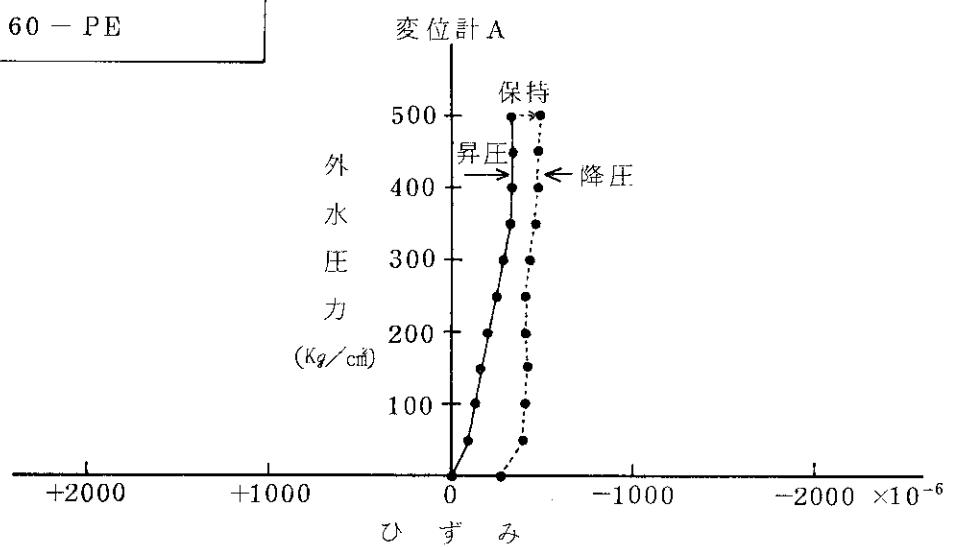


資料-2.3

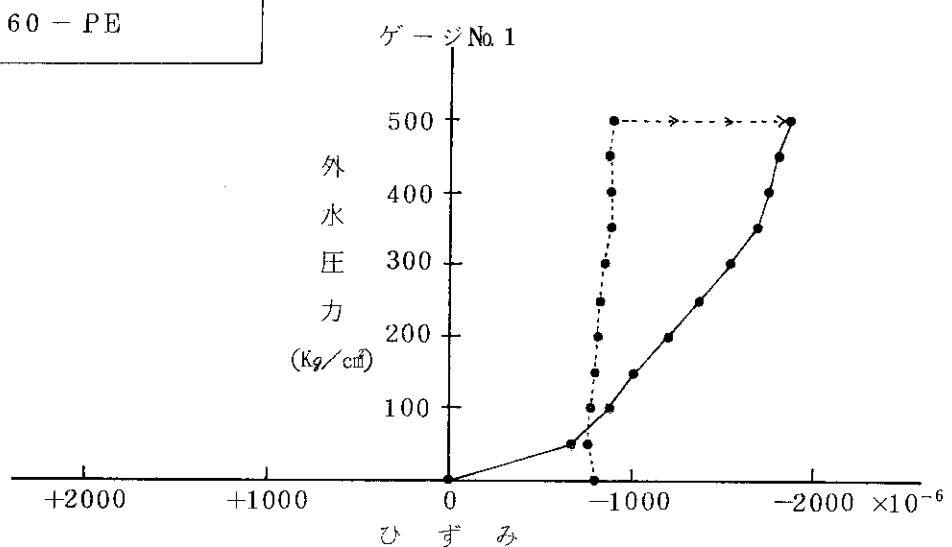
容器No 3, 耐 60-P_E

昇降圧力と 保持時間		ゲージNoとひずみ量(×10 ⁻⁶)													
		変位計	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	14
昇 圧 kg cm ² ～ （h）	0	-7	-2	-1	0	-4	0	4	-11	-10	-15	-10	-12	19	30
	50	-97	-671	-542	-8	-187	7	244	-279	-146	-285	-200	-163	967	574
	100	-143	-869	-277	-380	-367	85	15	-497	-187	-434	-152	-264	1105	740
	150	-172	-1012	-564	-599	-491	152	97	-582	-244	-612	84	-319	1093	696
	200	-214	-1200	-805	-792	-641	110	-224	-708	-344	-808	313	-443	1017	595
	250	-247	-1377	-862	-952	-789	32	-440	-829	-395	-995	344	-558	935	495
	300	-292	-1545	-1136	-1096	-914	-74	-661	-948	-452	-1183	303	-649	848	376
	350	-324	-1683	-1217	-1222	-996	-195	-809	-1069	-512	-1372	248	-764	765	267
	400	-325	-1747	-1250	-1305	-1014	-310	-981	-1224	-593	-1546	167	-839	651	128
	450	-337	-1799	-1325	-1352	-1026	-391	-1111	-1342	-663	-1719	88	-901	575	-23
	500	-334	-1870	-1403	-1406	-1032	-418	-1213	-1388	-724	-1882	39	-979	545	-140
保 持 時 間 （h）	2	-325	-1002	-749	-491	-472	535	-454	-675	-65	-614	313	-157	906	29
	4	-313	-667	-485	7	-113	807	-108	-442	151	-246	395	146	996	214
	6	-392	-589	-441	174	22	687	-30	-380	190	-164	405	228	1008	290
	8	-199	-514	-430	258	91	658	-9	-367	222	-146	411	266	968	239
	10	-200	-565	-586	313	142	641	2	-390	234	-147	397	289	906	193
	12	-287	-634	-785	361	193	645	22	-346	287	-146	430	329	893	183
	14	-337	-717	-866	393	226	647	36	-348	326	-189	411	365	850	100
	16	-367	-730	-829	423	254	650	47	-272	398	-173	462	404	879	141
	18	-491	-803	-927	443	272	644	53	-312	402	-235	431	409	816	81
	20	-490	-830	-935	468	299	642	67	-277	447	-252	469	420	821	75
降 圧 kg cm ² ～ （h）	22	-531	-872	-954	555	361	706	138	-279	452	-292	479	453	797	53
	24	-492	-898	-875	610	403	729	187	-184	469	-261	561	475	837	78
	450	-480	-876	-888	703	495	672	352	-171	494	-264	558	527	834	100
	400	-475	-884	-856	751	543	381	193	-126	525	-248	592	573	859	135
	350	-457	-889	-829	803	593	477	139	-76	543	-226	618	617	889	166
	300	-433	-855	-801	845	634	589	152	-38	551	-196	642	655	914	187
	250	-415	-830	-746	901	682	721	215	4	557	-166	666	694	946	194
	200	-407	-797	-688	960	729	862	289	54	563	-126	695	739	985	206
	150	-425	-799	-690	1024	778	990	497	67	554	-129	690	762	1004	203
	100	-408	-768	-597	1082	820	1140	595	87	579	-94	732	789	1051	236
0	50	-396	-756	-525	1161	868	1067	796	138	602	-65	773	837	1107	249
	0	-276	-799	-213	1499	906	1109	903	167	615	59	785	868	1143	268

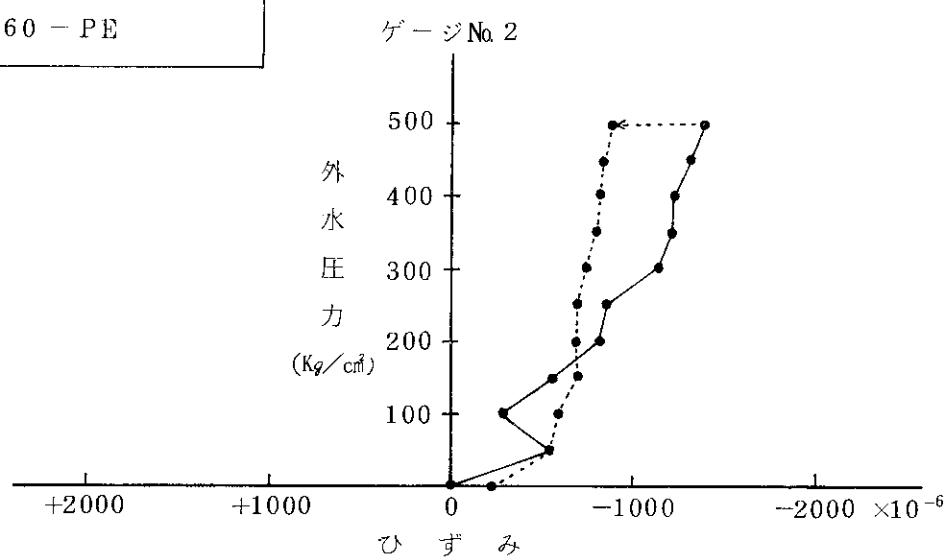
容器No.3, 耐 60-PE



容器No.3, 耐 60-PE

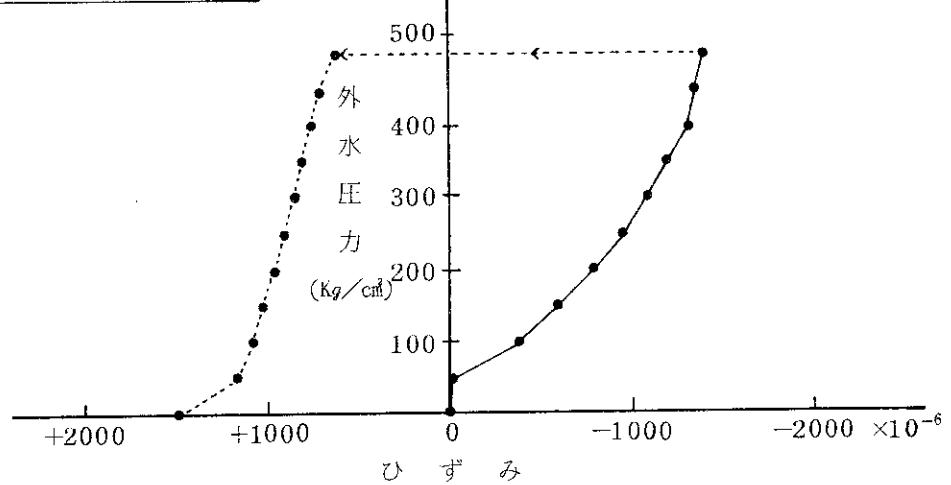


容器No.3, 耐 60-PE



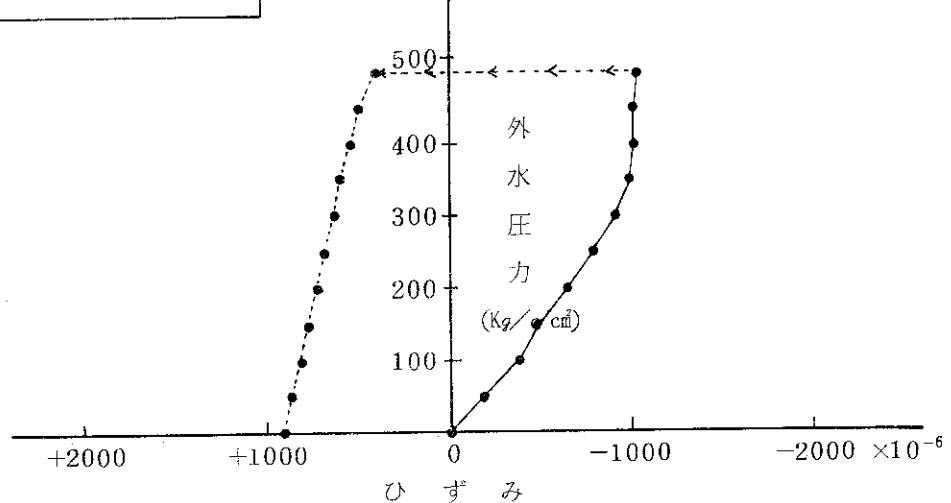
容器No.3, 耐 60-PE

ゲージNo.3



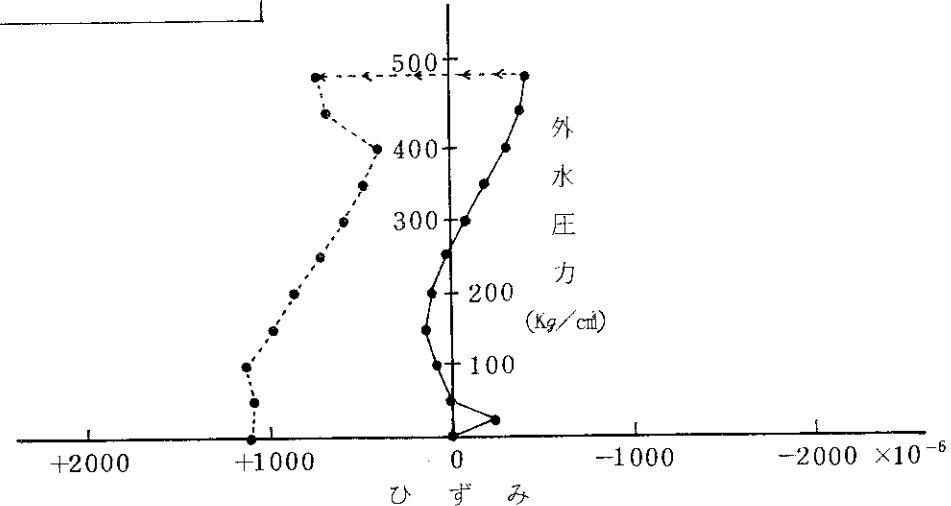
容器No.3, 耐 60-PE

ゲージNo.4

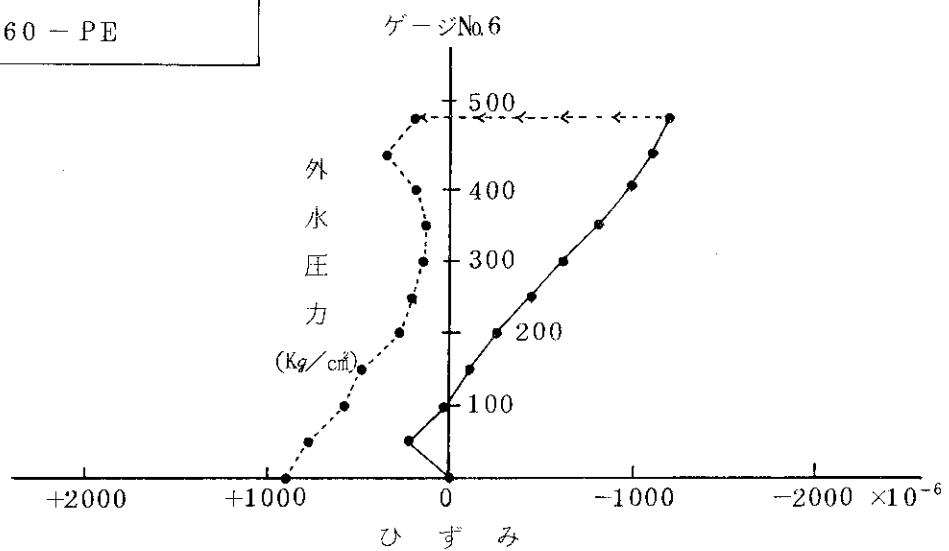


容器No.3, 耐 60-PE

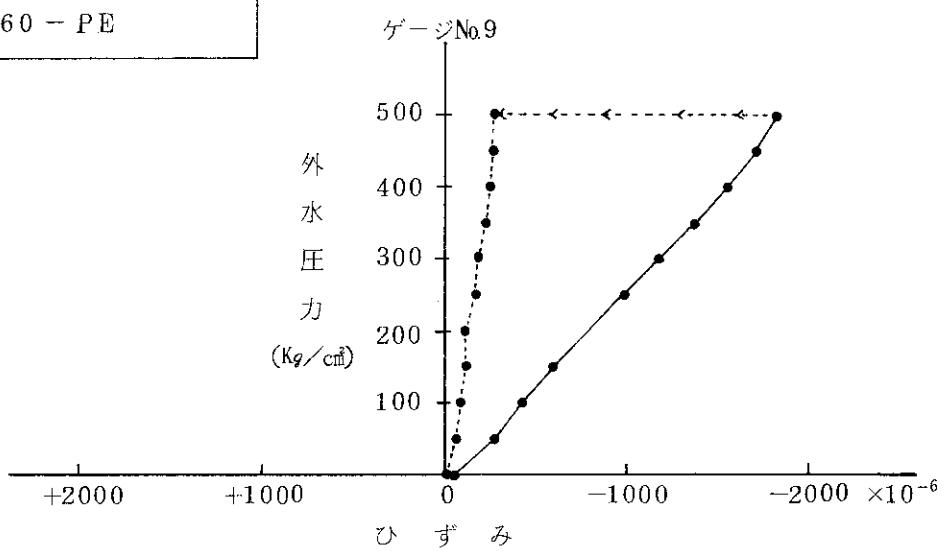
ゲージNo.5



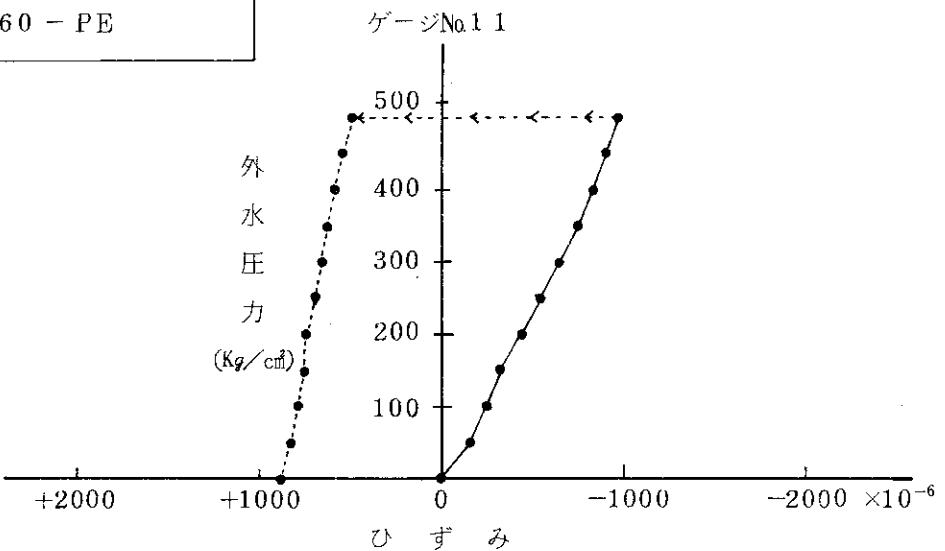
容器No.3, 耐 60-PE



容器No.3, 耐 60-PE



容器No.3, 耐 60-PE

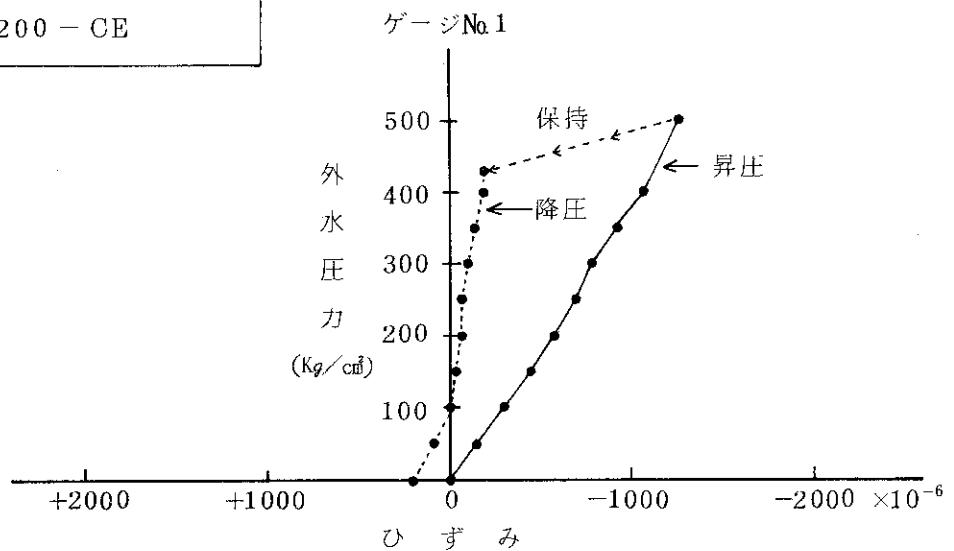


資料一 2.4

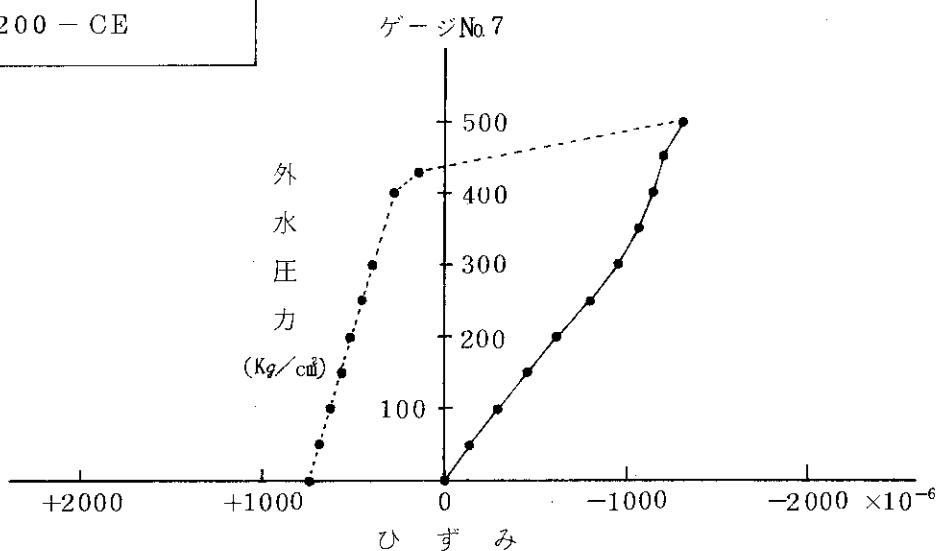
容器No 4, 耐 2 0 0 - C E

昇降圧力と 保持時間		ゲージNoとひずみ量(×10 ⁻⁶)										
		変位計	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
昇 圧 kg /cm ²	0	-1	-8	-1	-5	-4	-5	-1	-5	0	-17	0
	50	-14	-149	2004	-174	-81	1400	1521	-137	-42	-509	-113
	100	-15	-296	2005	-399	-198	-	1522	-296	-	-678	-257
	150	-15	-437	2020	-614	-333	2395	949	-461	-157	-793	-411
	200	-17	-571	2048	-829	-474	2423	-451	-629	-205	-855	-567
	250	-24	-687	2046	-1048	-624	2420	-1245	-806	-234	-758	-717
	300	-25	-778	2040	-1255	-772	2413	-1724	-958	-241	-855	-860
	350	-26	-926	2057	-1497	-952	2426	-1812	-1066	-210	-718	-1012
	400	-35	-1070	2050	-1746	-1131	2326	-1747	-1162	-164	-1604	-1154
	450	-50	-1169	2068	-2052	-1343	2453	-1444	-1213	118	-1835	-1167
	500	-53	-1279	2073	-2269	-1491	2455	-1564	-1321	153	-1675	-1279
保 持 時 間 hr	2	-52	-1230	2051	-2055	-1334	828	-1503	-1292	396	-1763	-1311
	4	-	-	-	-	-1295	552	-	-1186	437	-1594	-1224
	6	-	-	-	-1924	-1214	644	-1348	-1110	485	-1527	-1166
	8	-74	-559	2316	-823	-510	1051	-800	-476	221	-352	-457
	10	-70	-439	2201	-627	-387	1137	-674	-303	247	-178	-277
	12	-67	-391	2298	-540	-326	1223	-618	-213	274	-92	-186
	14	-68	-362	2332	-489	-289	1254	-593	-152	256	65	-126
	16	-67	-336	2386	-442	-257	1319	-555	-97	232	70	-71
	18	-68	-310	2341	-440	-229	1878	-518	-49	221	-	-
	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
降 圧 kg /cm ²	22	-69	-218	1973	-196	-82	2064	-404	104	303	60	126
	24	-71	-204	1909	-163	-59	2290	-377	138	301	76	156
	430	-71	-203	1900	-162	-59	2280	-377	139	305	76	156
	400	-77	-198	1906	-79	5	2279	-292	268	225	56	251
	350	-80	-151	1917	-14	76	2293	-	-	-	104	237
	300	-81	-108	1902	38	137	2276	-181	394	267	154	181
	250	-82	-75	1906	93	207	2284	-129	451	322	212	-31
	200	-81	-73	1900	150	-	2281	-81	504	394	264	-56
	150	-80	-36	1896	212	-	2266	-31	564	468	425	-33
	100	-81	-6	1896	276	400	1806	35	620	531	522	70
	50	-78	83	1894	359	485	1824	98	684	613	594	239
	0	-77	205	1888	443	517	2268	124	727	641	693	312

容器No.4, 耐 200-CE

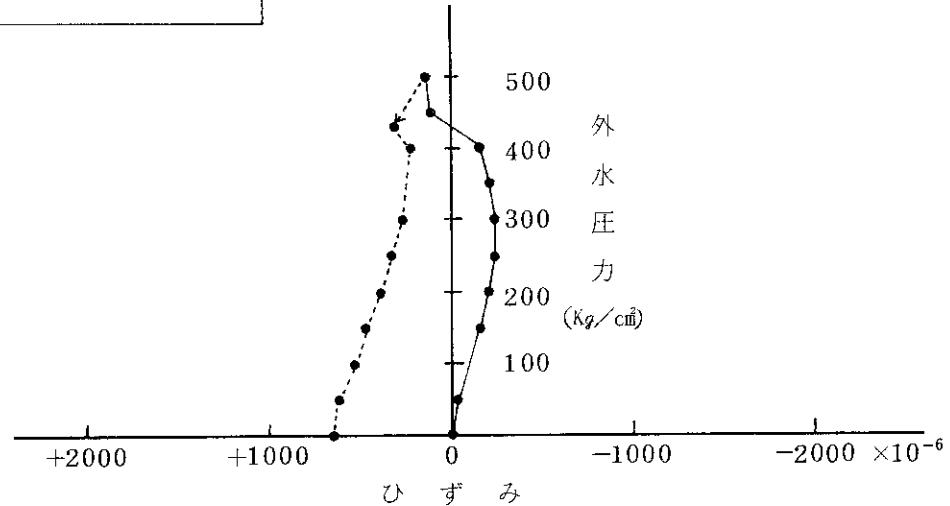


容器No.4, 耐 200-CE



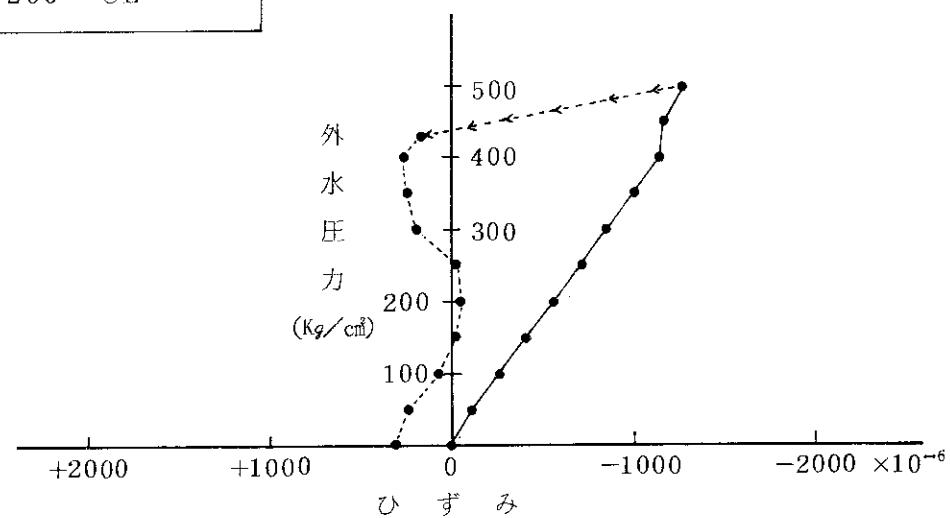
容器No.4, 耐 200-CE

ゲージNo.8



容器No.4, 耐 200-CE

ゲージNo.10

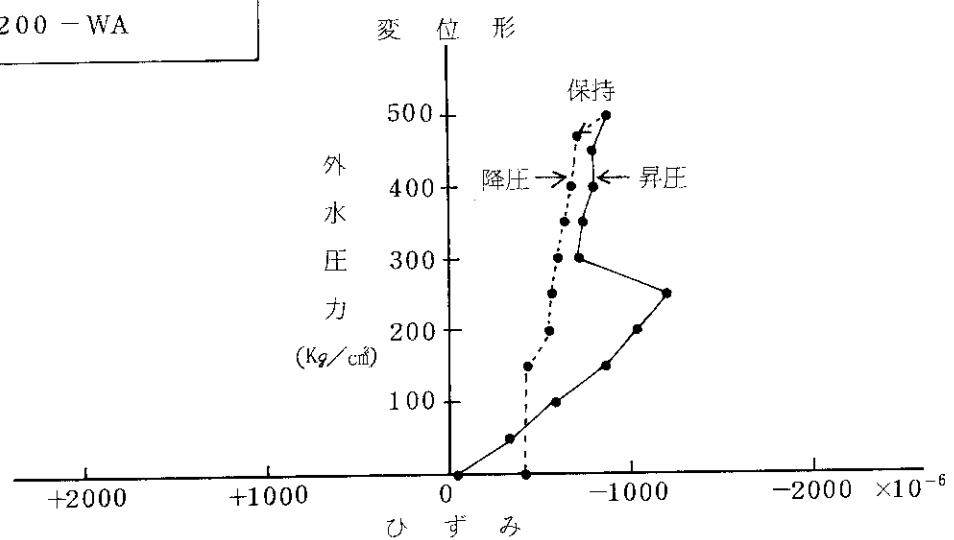


資料-2.5

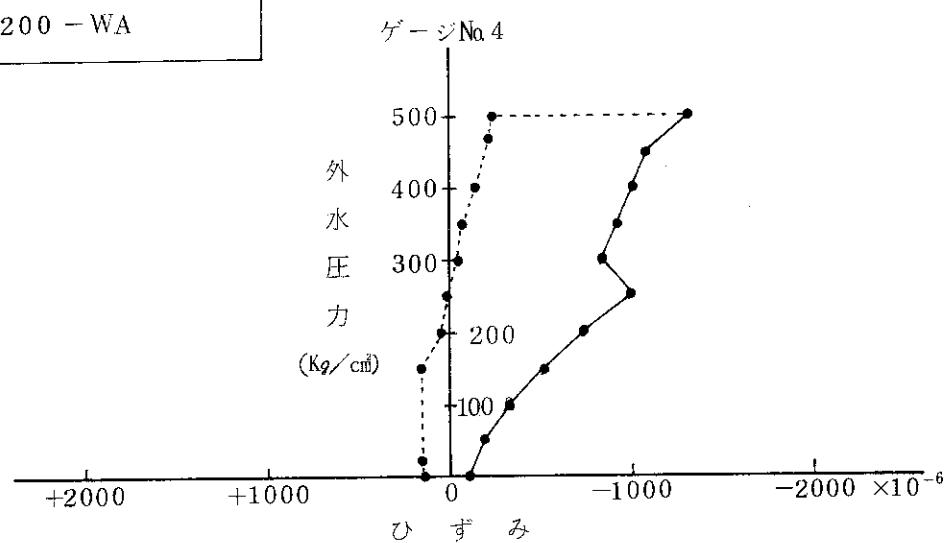
容器No.5, 均200-WA

昇降圧力と 保持時間		ゲージNo.とひずみ量($\times 10^{-6}$)										
		変位計	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
昇 圧 kg /cm ²	0	- 37	- 50	- 106	-	- 96	- 48	- 62	- 1	- 1	18	91
	50	- 334	- 226	- 248	-	- 183	- 215	- 224	- 253	- 86	- 374	2823
	100	- 580	- 406	- 416	-	- 326	- 441	- 332	- 575	- 171	- 753	2537
	150	- 856	- 578	- 563	-	- 511	- 651	- 409	- 747	- 246	- 1064	2289
	200	- 1023	- 726	- 684	-	- 740	- 869	- 468	- 993	- 318	- 1402	2029
	250	- 1196	- 874	- 803	-	- 1000	- 1055	- 507	- 1202	- 353	- 1731	1766
	300	- 703	- 639	- 608	-	- 837	- 650	- 429	- 330	- 300	- 493	2660
	350	- 744	- 713	- 652	-	- 931	- 727	- 482	- 369	- 357	- 518	2644
	400	- 795	- 787	- 704	-	- 1008	- 812	- 539	- 405	- 412	- 492	2661
	450	- 795	- 838	- 737	-	- 1080	- 885	- 587	- 427	- 468	- 485	2640
	500	- 877	- 839	- 764	-	- 1136	- 964	- 639	- 523	- 548	- 455	2627
で の 保 持 時 間 (hr)	2	- 600	- 1	- 427	-	- 690	- 191	- 276	- 561	- 615	- 226	2766
	4	- 777	164	- 322	-	- 550	5	- 149	- 564	- 811	- 173	2782
	6	- 746	257	- 266	-	- 490	88	- 86	- 538	- 849	- 150	2783
	8	- 772	275	- 260	-	- 498	108	- 77	- 549	- 874	- 152	2753
	10	- 761	322	- 217	-	- 463	161	- 43	- 534	- 862	- 107	2787
	12	- 746	329	- 226	-	- 432	176	- 23	- 519	- 877	- 99	2772
	14	- 795	348	- 221	-	- 412	194	- 13	- 518	- 889	- 95	2759
	16	- 764	366	- 195	-	- 394	223	7	- 512	- 897	- 73	2762
	18	- 730	378	- 180	-	- 381	238	32	- 494	- 892	- 60	2766
	20	- 736	440	- 117	-	- 316	317	98	- 457	- 878	- 31	2797
	22	- 665	493	- 46	-	- 256	379	164	- 414	- 848	18	2855
	24	- 712	517	- 11	-	- 237	403	185	- 392	- 840	34	2871
降 圧 kg /cm ²	468	- 711	536	7	-	- 225	419	190	- 395	- 830	34	2897
	400	- 679	545	96	-	- 149	338	294	- 349	- 778	190	3029
	350	- 641	601	126	-	- 71	374	346	- 323	- 753	282	3113
	300	- 599	629	174	-	- 31	415	393	- 282	- 694	360	3192
	250	- 561	656	194	-	- 13	463	430	- 268	- 654	489	3212
	200	- 550	697	236	-	- 46	522	482	- 224	- 580	863	3189
	150	- 425	841	393	-	- 161	673	584	- 45	- 462	1076	3541
	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0	- 421	888	348	-	- 154	784	581	- 25	- 389	946	3339

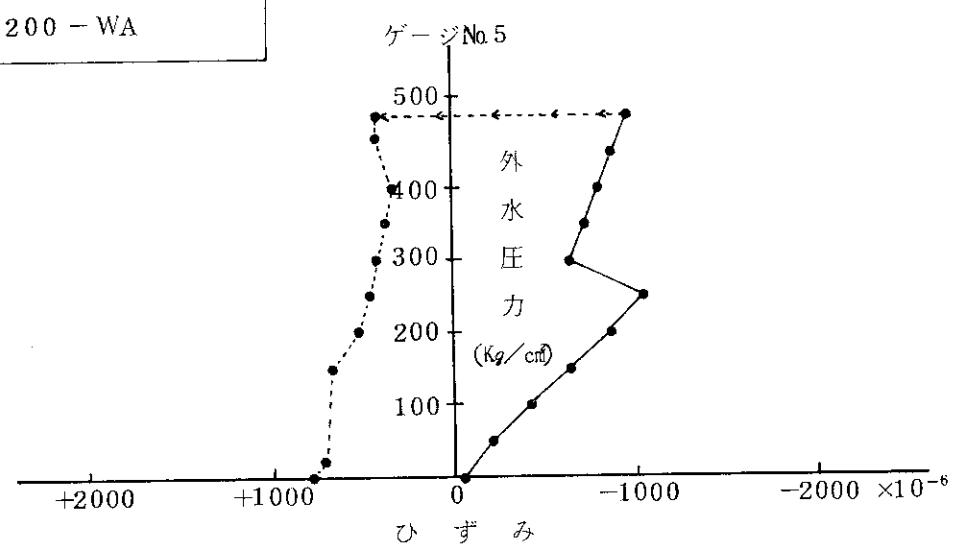
容器No.5, 均200-WA



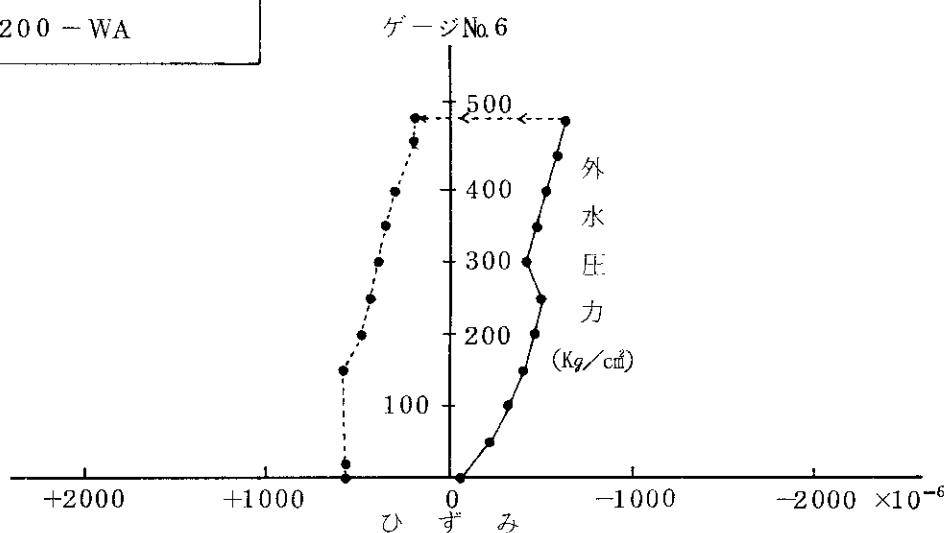
容器No.5, 均200-WA



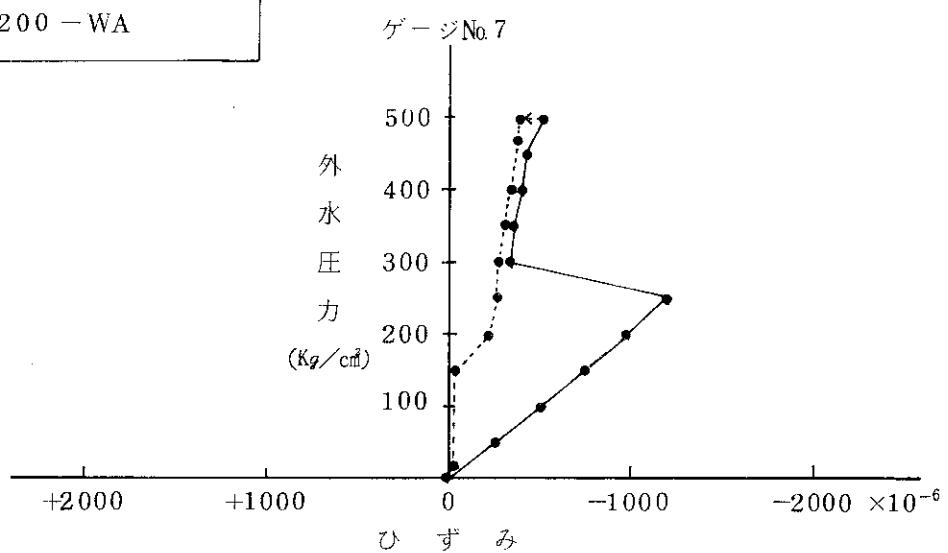
容器No.5, 均200-WA



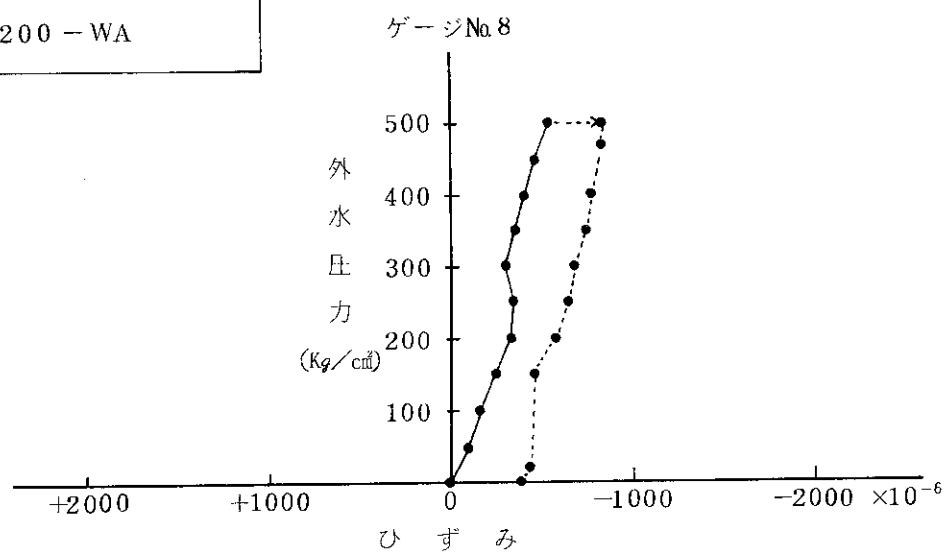
容器No.5, 均200-WA



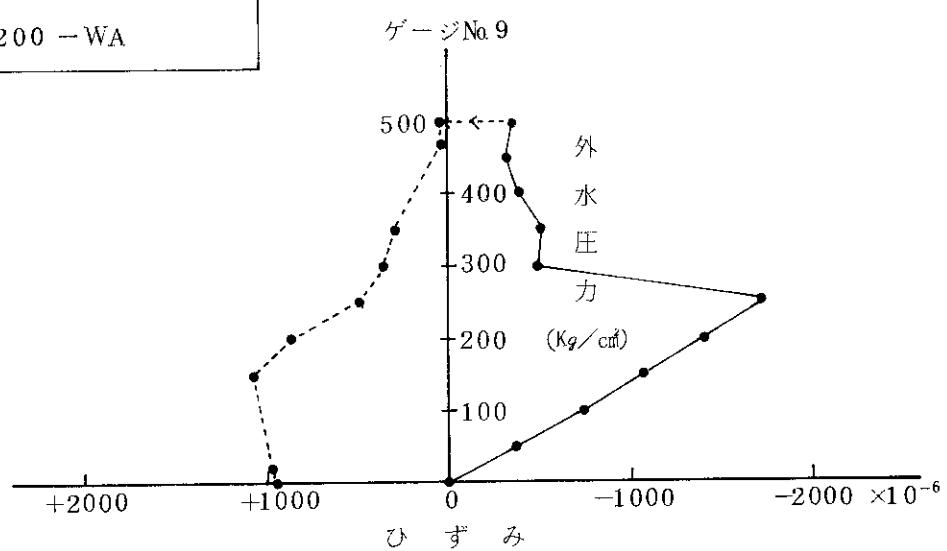
容器No.5, 均200-WA



容器No.5, 均200-WA



容器No.5, 均200-WA

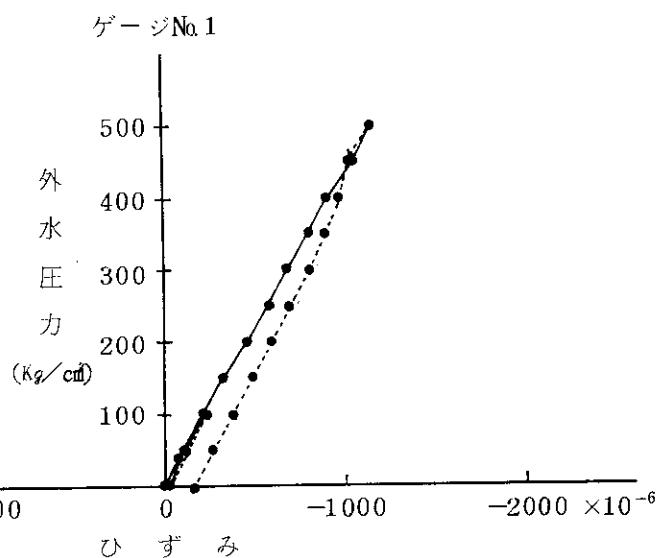


資料一2.6

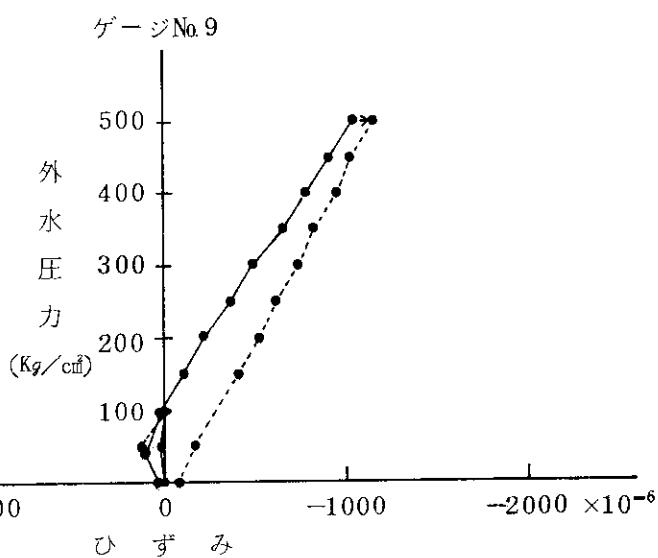
容器No.6, 耐60-WA

昇降圧力と 保持時間		ゲージNoとひずみ量(×10 ⁻⁶)										
		変位計	1	2	5	6	7	8	9	10	13	14
昇 圧 kg cm ² c m での 保 持 時 間 (h)	0	-1	-6	-6	-4	-6	-9	-7	-2	-2	0	1
	50	-41	-110	-117	-176	-269	-127	-149	13	-125	-72	-104
	100	-93	-235	-255	-382	-454	-259	-330	-1	-193	-166	-228
	50	-64	-123	-118	-245	-286	-126	-150	115	-66	-78	-104
	0	-38	-28	-10	-137	-161	-16	-15	32	-30	-13	-14
	40	-28	-94	-92	-201	-215	-109	-120	105	-52	-64	-85
	100	-82	-216	-245	-357	13	-261	-313	3	-148	-166	-220
	150	-120	-328	-377	-512	-	-352	-482	-104	-159	-257	-329
	200	-158	-464	-511	-647	-	-282	-694	-223	-288	-346	-456
	250	-197	-580	-640	-769	-	-	-868	-376	-437	-439	-591
500 kg cm ² での 保 持 時 間 (h)	300	-236	-685	-776	-840	-	-	-1040	-494	-592	-538	-716
	350	-282	-803	-926	-950	-	-	-1210	-655	-744	-662	-857
	400	-320	-913	-1056	-1067	-	-	-1386	-790	-897	-775	-990
	450	-329	-1054	9905	-1196	-	-	-1570	-917	-1050	-900	-1134
	500	-356	-1145	9650	-1330	-	-	-1764	-1048	-1218	-1057	-1334
	2	-362	-1167	9628	-1252	-	-	-1770	-1058	-1229	-1121	-1404
	4	-355	-1140	-	-1093	-	-	-1796	-1033	-1178	-1135	-1382
	6	-264	-1231	-	-1282	-	-	-1845	-1089	-1187	-1170	-1450
	8	-611	-1187	-	-1271	-	-	-1896	-1115	-1195	-1170	-1494
	10	-204	-1190	-	-1263	-	-	-1888	-1149	-1189	-1171	-1507
降 圧 kg cm ² での 保 持 時 間 (h)	12	-217	-1240	-	-1264	-	-	-1901	-1170	-1194	-1167	-1523
	14	-205	-1259	-	-1291	-	-	-1935	-1212	-1228	-1182	-1561
	16	-204	-1251	-	-1278	-	-	-1933	-1216	-1221	-1180	-1559
	18	-192	-1236	-	-1263	-	-	-1927	-1211	-1212	-1169	-1555
	20	-796	-1183	-	-1259	-	-	-1901	-1210	-1200	-1158	-1542
	22	-206	-1230	-	-1266	-	-	-1947	-1232	-1226	-1262	-1558
	24	-183	-1150	-	-1145	-	-	-1861	-1160	-1161	-1129	-1504
	450	-162	-1034	-	-1018	-	-	-1671	-1026	-1011	-1025	-1346
	400	-137	-979	-	-942	-	-	-1559	-947	-926	-968	-1265
	350	-116	-896	-	-827	-	-	-1398	-834	-802	-878	-1144
昇 圧 kg cm ² での 保 持 時 間 (h)	300	-89	-806	-	-730	-	-	-1262	-738	-695	-808	-1036
	250	-47	-700	-	-612	-	-	-1093	-626	-565	-711	-909
	200	-18	-597	-	-500	-	-	-945	-523	-449	-633	-790
	150	12	-493	-	-378	-	-	-768	-406	-316	-543	-657
	100	68	-388	-	-261	-	-	-607	-294	-191	-450	-528
	50	117	-269	-	-137	-	-	-430	-172	-55	-346	-383
	0	170	-163	-305	-13	-	-	-243	-65	75	-254	-253

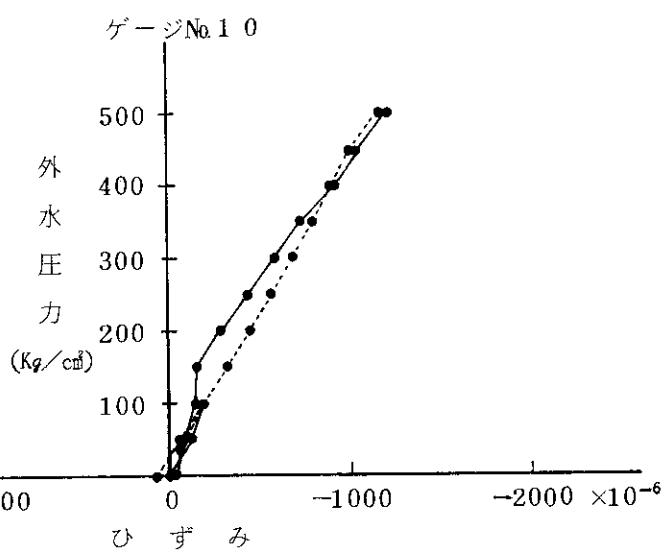
容器No.6, 耐 60-WA



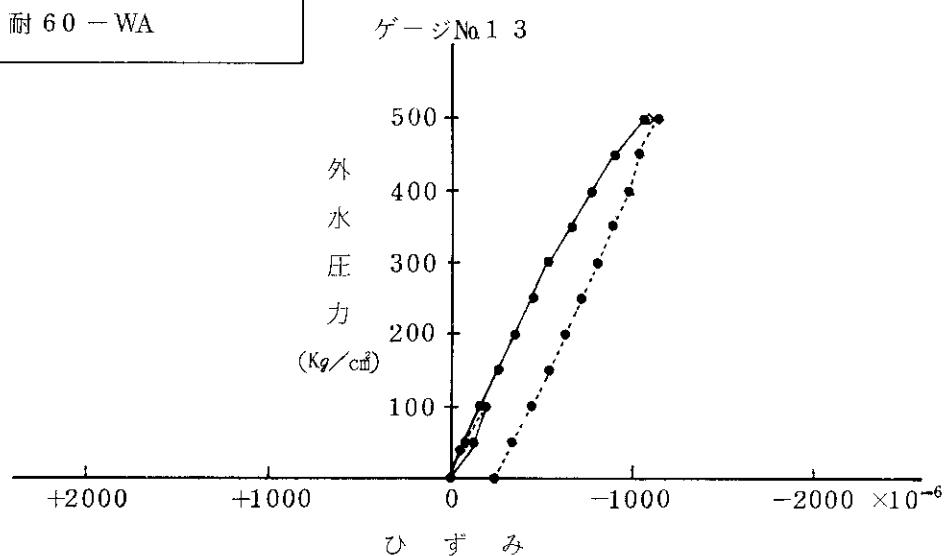
容器No.6, 耐 60-WA



容器No.6, 耐 60-WA



容器No.6, 耐 60-WA



容器No.6, 耐 60-WA

