

大深度水压下におけるモールドコネクター 性能試験及び安定性向上の研究

中條 秀彦^{*1} 青木 太郎^{*1} 島村 崇^{*1}

10,000m 級無人探査機「かいこう」には多くの電子機器間を結ぶモールドコネクターと油漬コネクターが使用されている。前者は 20,000PSI に耐えるコネクターが比較的安価に市販されており、取り扱いも容易である。また、後者はたいへん耐圧性に優れているが、高価で繊細な取扱を要求される。今回トラブルが多発した「かいこう」使用のモールドコネクターを大深度圧下 (0~1,275kgf/cm²) において試験をし性能を評価した。その結果、モールドコネクターは圧力により接触抵抗変動を起こす事が明らかになった一方で、嵌合部への積極的なグリース使用は、この変動を抑制できる事が確認された。また、ソケットレセプタクル/ピンプラグの組合せによる大深度圧試験ではコネクター内部に変形が生じた。対策としてモールドコネクターと交換可能な小型均圧型油漬コネクターを試作し、大深度圧試験において良好な結果を得た。

キーワード：かいこう，モールドコネクター，油漬コネクター

Performance Evaluation and Stability Improvement of Molded Connectors at Great Water Depth

Hidehiko NAKAJOH^{*2} Taro AOKI^{*2}
Takashi MURASHIMA^{*2}

The 10,000m class ROV "KAIKO" used two type's connectors, molded connectors and oil filled connectors. The former has 20,000 PSI maximum water pressure when operated under open face conditions. It is inexpensive and easy to handle. This type's connectors are quite ordinary. The characteristic of latter is very durable, expensive and require caution in handling. We designed the new type's small oil filled connector which is able to exchange with a molded connector compatible. We tested the performance evaluation under the deep sea conditions about both type's connectors, molded type's using in "KAIKO" system and new type's one. The following operational results were obtained: the molded connectors of contact electronic resistance were increased or decreased in number according to pressure. This situation was not apparent on using much grease or insulok tie to prevent grease leakage. Some molded type's connectors were damaged at more than 900kgf/cm² pressure. The use of oil

*1 深海開発技術部

*2 Deep Sea Technology Department

filled connector as we designed led to a good result when these was no change due to pressure.

Key Words : ROV "KAIKO", molded connector, oil filled connector

1 はじめに

海洋の最深部までの調査及び「しんかい6500」の救難を目的とした10,000m級無人探査機「かいこう」の開発は、いくつかの課題を克服しながら平成6年2月29日にマリアナ海溝最深部10,911mに到達し、すべての検査を終了した。その後10,000m級無人探査機「かいこう」は操作慣熟訓練のため、岸壁訓練・実海域試験を繰り返し行ってきた。その期間を利用してシステムの機能及び信頼性の一層の向上を図るため、海域試験における運用結果等を踏まえ、必要に応じ個別機器の性能評価を実施し、所要の処置を講ずるとともに、機能向上等に必要の研究課題の検討を行ってきた。

現在無人探査機「かいこう」には多くの電子機器間を結ぶ水中コネクタが使用されている。大きく分けると2種類の水中コネクタ外装が使用されている。一つは、コネクタを合成樹脂で固めたモールドコネクタ。もう一つは、コネクタはチタン合金製、ケーブルは油漬けにし、全体が均圧構造をした油漬けコネクタである。この油漬けコネクタは、耐圧性に優れているが、高価で繊細な取扱いを要求されるのに対して、モールドコネクタは、オープンフェイスで20,000PSI (約1,400kgf/cm²)の水圧に耐える構造をした物が、比較的安価に市販されており、また、その取扱いも容易である。それゆえに、モールドコネクタは広く一般的に利用されている。

しかし、高い耐圧性を有したモールドコネクタを使用しているはずの無人探査機「かいこう」ではあるが潜航中に水圧による接触不良と思われる計器の不具合を起こしたことがあった。この件に関しては、コネクタが合成樹脂で固められているとはいえ、金属のように強固な素材ではないため、水圧による形状の変形が何か影響をしているのではと指摘されていた。

今回の試験は「かいこう」に使用されているモールドタイプのコネクタ (Brantner 社製) の大深度水圧下における性能評価と、根本対策品としてモールドコネクタと交換可能なローコスト小型均圧型油漬コネクタを試作し、性能評価することが目的である。

高圧力下のコネクタの状態を調べるため、4・12芯の2種類のモールドコネクタに0~1,275kgf/cm²までの圧力をかけ、数分間1,275kgf/cm²を保持し、その後、常

圧まで下げる。この圧力試験を数回繰り返しつづけて行う繰り返し圧力試験を実施した。使用するコネクタの各ピンは一つのループになるようにつなぎ、繰り返し圧力試験中はコネクタに定電流 (MIL-C-20482規格に準じた電流値¹⁾) を流す事によってその間の電圧変化を記録し、接触抵抗の変動を調査した。実験の前後には外観検査と各ピンのコンタクト押脱力検査を実施し圧力によるコネクタの形状変化を調べた。

性能試験項目²⁾ (複数同時試験項目を含む)

- ① 外観・寸法検査
- ② コンタクト押脱力検査
- ③ 絶縁抵抗検査 (DC500V印加時)
- ④ 耐電圧検査 (AC1,000Vr.m.s)
- ⑤ 接触抵抗検査 (電圧変動検査)
- ⑥ 熱衝撃検査 (-60~150℃)
- ⑦ 繰り返し耐水圧検査 (0~1,250kgf/cm²)
- ⑧ リーク検査 (1,250kgf/cm²時)
- ⑨ 解体検査

今回の繰り返し耐水圧検査の接触抵抗検査によって、モールドコネクタは大小の差はあるが圧力の上昇に伴わない電圧が変動すること、すなわち接触抵抗が変動することが確認された。また、今回はじめてコネクタの嵌合時に使用するグリースの影響についても確認を行った。グリースを使用することによって圧力によるコネクタの接触抵抗変動をかなり抑制できることが確認できた。また、4芯ソケットレセプタクル/ピンプラグは高圧力にさらされるとコネクタの内部が変形してしまうことも判明した。

今回試作した小型均圧型油漬コネクタはモールドコネクタとの相性も良く、繰り返し圧力試験においても圧力による影響を受けない良好な結果を得た。

また、追加試験として、別の水中コネクタメーカーのMacArtney社のSUBCONNシリーズのコネクタについても同様の性能試験を行い比較を試みた。

2 モールドコネクタ性能評価試験

2.1 レセプタクル単体（オープンフェイス）試験 （圧力試験・熱衝撃試験）

Brantner社レセプタクル4芯と12芯をそのままオープンフェイスにて、 $1,250\text{kgf/cm}^2$ 、1時間加圧（油圧にて）を行った。また別の同型のコネクタ4芯と12芯を熱衝撃試験（ $-60\sim 150^\circ\text{C}$ 、5サイクル）後、オープンフェイスにて $1,250\text{kgf/cm}^2$ 、1時間加圧（油圧にて）を行った。加圧中はリーク電流の測定を行い、試験後、損傷の有無を調査した。

その結果、圧力試験・熱衝撃試験ではなんら異常は認められなかった。

このことによりBrantner社製のレセプタクルは耐圧性があると判断し次のプラグとの組み合わせ試験を行った。

2.2 繰り返し圧力試験

4芯・12芯の各レセプタクルとプラグを嵌合させ0～ $1,257\text{kgf/cm}^2$ まで加圧を繰り返し行い、加圧中の接触抵抗を測定することでコネクタの圧力への影響を考察した（写真1、写真2）。

嵌合方法については無人探査機「かいこう」で使用されているコネクタの嵌合方法（3種類）に準ずるものとした。第1は一对のレセプタクルコネクタとプラグコネクタをゴムモールド部のみにグリース（高真空用グリース：東レ・ダウコーニング・シリコン株）を塗布する一般的な方法。第2はコンタクト部にもグリース

を塗る方法（写真3）であるが、このグリースの必要性に関しては作業現場でも決まった手法がなく、その効果についても今回考察した。第3はコネクタに入れたグリースが外に出てこないように嵌合したコネクタをインシュロックで止める方法である（写真4）



写真2 試料

Photo 2 Test samples.

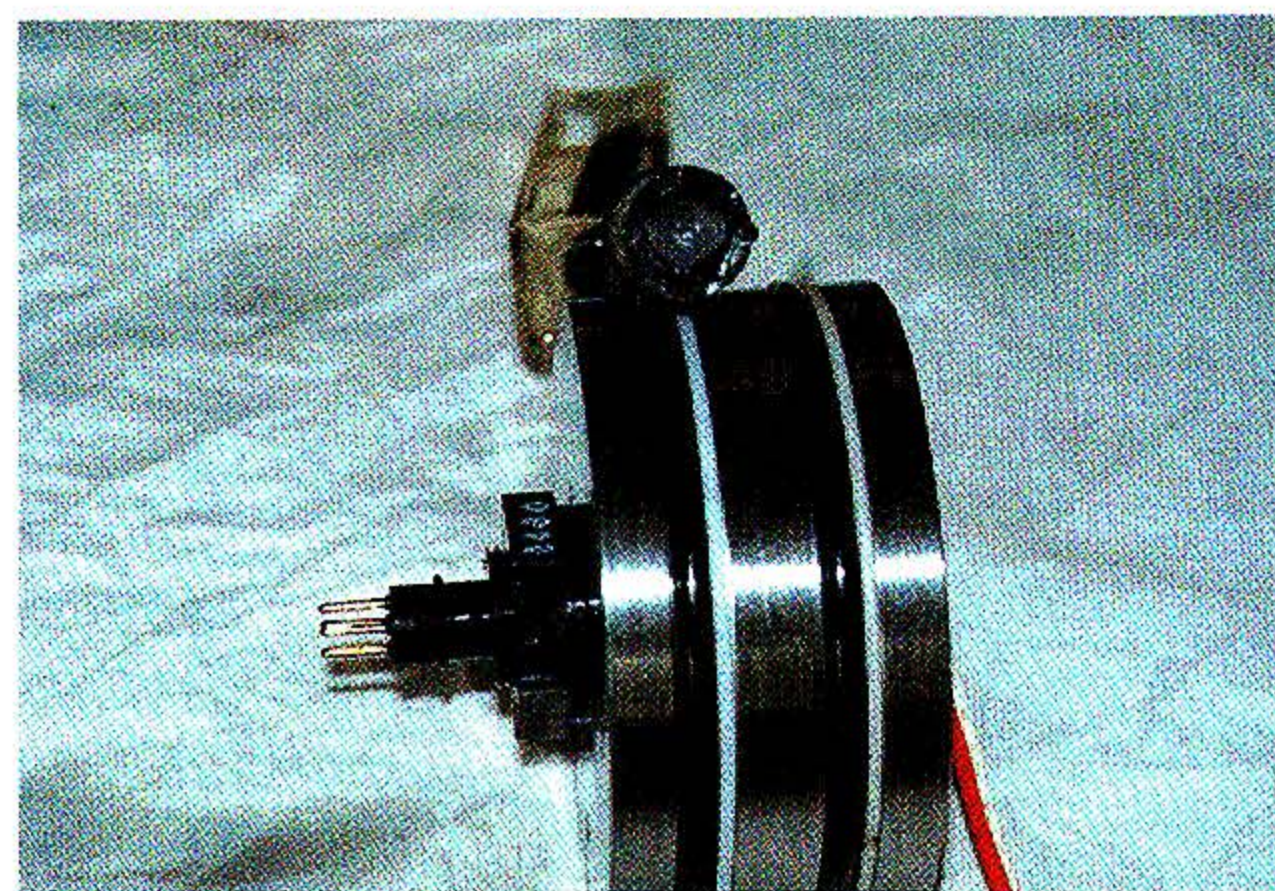


写真3 グリース入り

Photo 3 Test case with grease.

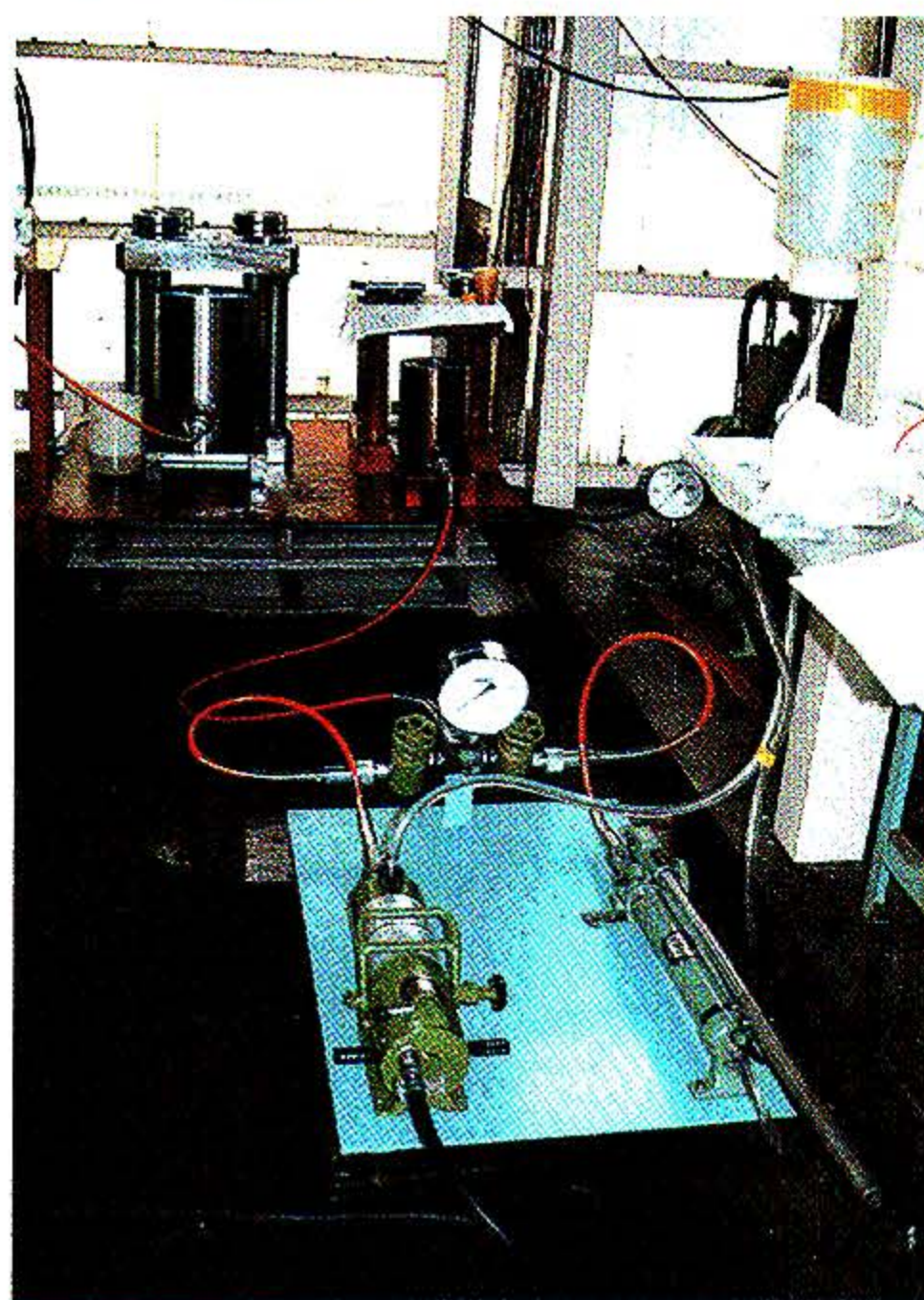


写真1 圧力試験装置

Photo 1 Device for pressure test.

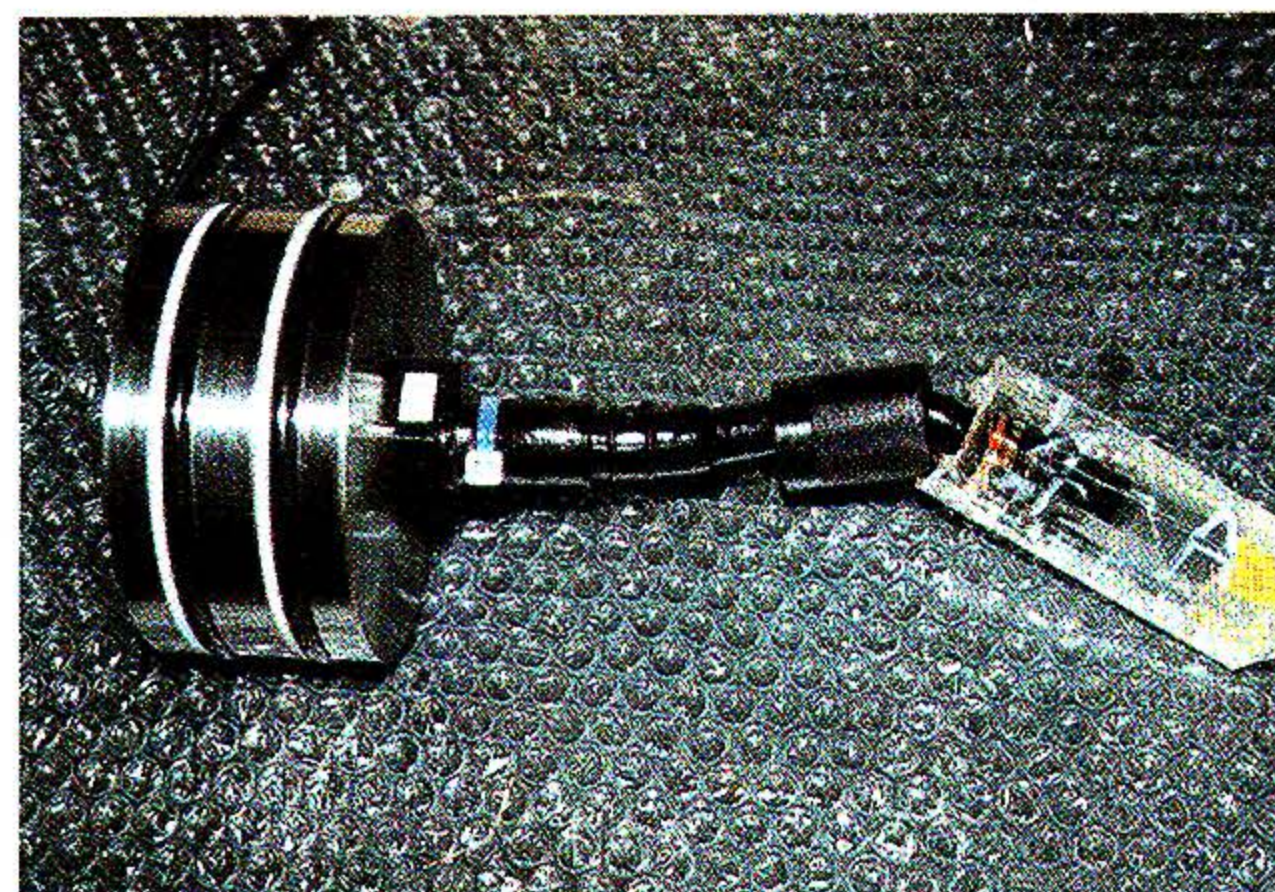


写真4 レセプタクル／プラグ＋バンド止め

Photo 4 Receptacle and plug connector with a insulok tie.

2.2.1 4芯コネクタ（ソケットレセプタクル/ピンプラグ）圧力試験

① 嵌合部にグリースなしの場合

（ゴムモールド部のみにグリースを塗布し、嵌合部には積極的に塗布しない）

結果を図1aに示す。グリースなしにおける加圧試験では、圧力を上げた直後から電圧変動（接触抵抗変動）が現れた。その後、電圧（接触抵抗）は圧力の増加とともに急激に増加し一定となった（平均電圧増加幅26mV）。1,257kgf/cm²で保持中はコネクタの電圧値も一定のまま保たれた。また、減圧時は圧力の減少に応じて急激に下がり始め、0 kgf/cm²の常圧では、ほぼ加圧前の状態に戻った。繰り返し5回加圧をしたが、いずれも同じ傾向を示した。これは明らかに水中コネクタが圧力による影響を受けていることを示している。

他の同型の試料による同様の繰り返し圧力試験でも同様に電圧の変動が見られたが800~1,000kgf/cm²の間で電圧に瞬間的なパルス状の増加現象（瞬間最大変化幅82mV:825kgf/cm²時）も見られたほか、急激な減圧時にも幅の小さいパルス状の電圧変動が見られた（図1b）。

このようなパルス状の電圧変動は他の雄雌の組み合わせ、4芯コネクタ：ピンレセプタクル/ソケットプラグの組み合わせや、12芯コネクタにおける圧力試験では見られなかった。

② 嵌合部にグリースありの場合

結果を図1cに示す。グリースありにおける繰り返し加圧実験では、グリースなしの場合に起こった大きな電圧変動やパルス状の瞬間的な電圧変動は全く現れなくなり、コネクタの電圧は圧力による影響をあまり受けずほとんど平坦な状態で推移し、最大でも4 mV程度の増加であった。

この実験より、グリースを使用することによって圧力による電圧変動すなわち接触抵抗変動を抑制する効果があることが判明した。

③ グリース+インシュロック止め

さらにグリースがはみ出ないようにバンド止めした場合は、繰り返し圧力試験中には小さな変動（最大5 mV増加）でほぼ安定して推移した。実験結果はグリースをありの場合とあまり変わらなかった。圧力試験中の電圧変動がグリースを使用することでかなり押さえられていると考えられるが、今回のこの試験だけではバンド止めの効果の有無を判断することは出来なかった。

しかし、あとの12芯による繰り返し圧力試験においてバンド止めはグリース使用を助ける効果があることが実

験的に判明した。

2.2.2 4芯コネクタ（ピンレセプタクル/ソケットプラグ）

① グリースなしの場合

結果を図2aに示す。グリースなしにおける圧力試験では、同じ4芯でもソケットレセプタクル/ピンプラグの時のような大きな電圧の変動は起きず、圧力変化による電圧の変動はほとんどなく、常圧時の電圧値を保ったままであった。

しかしこの0~1,257kgf/cm²の繰り返し圧力試験後、嵌合したコネクタ同士を一度引き離した後、再び嵌合しようとしてもコネクタが嵌合出来ない程にコネクタが変形した状態になっていた。そこで、コネクタの内部状態を詳しく調べるためコネクタを縦にスライスする解体検査を行った。その結果、ソケットプラグのスリーブとコンタクトが内側に変形していることが判明した。（詳細は4章を参照）

② 嵌合部にグリースありの場合

結果を図2bに示す。グリースありにおける圧力試験

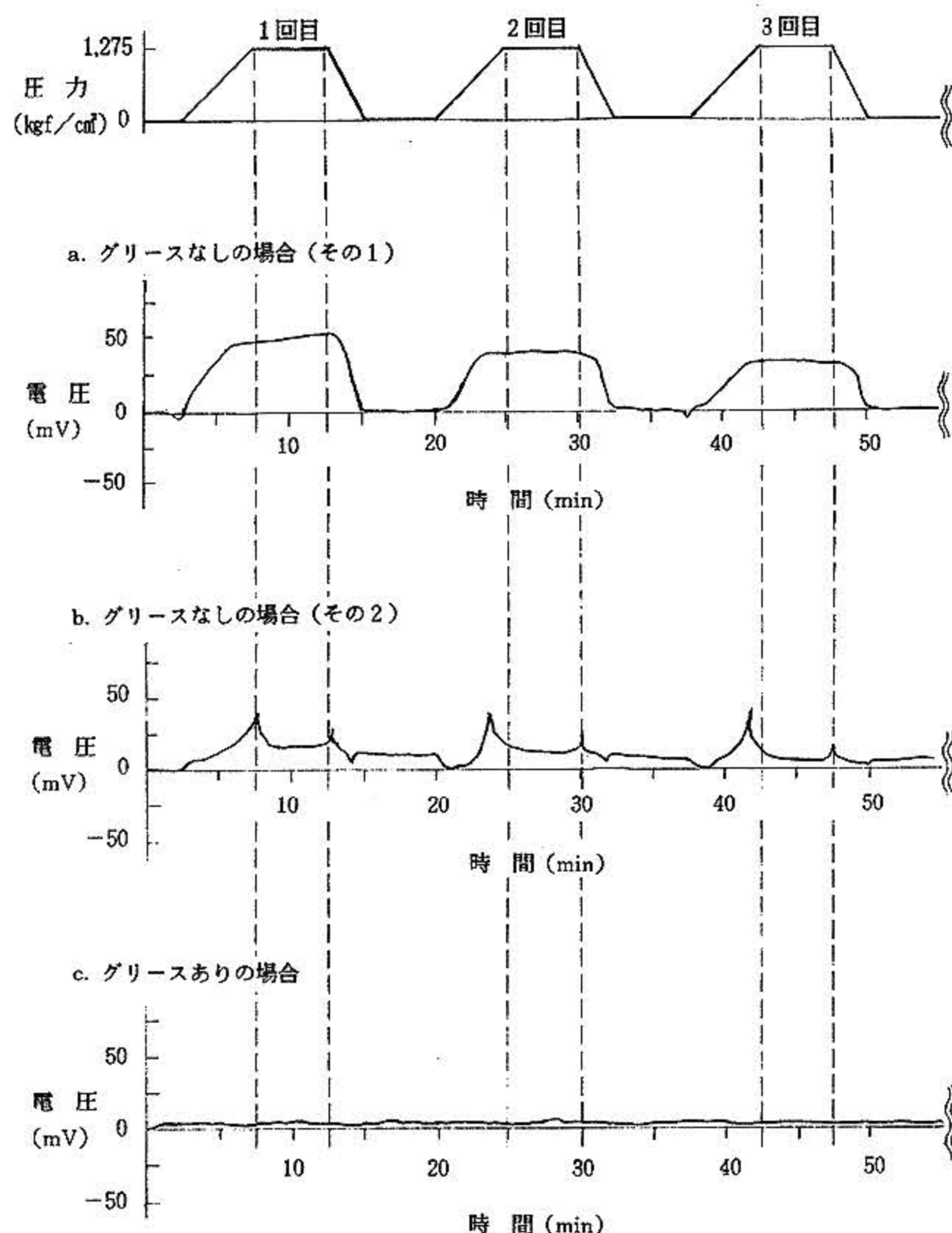


図1 4芯ソケットレセプタクル/ピンプラグ圧力試験結果
Fig.1 Results of pressure test of 4 pin Socket receptacle/Pin plug connector.

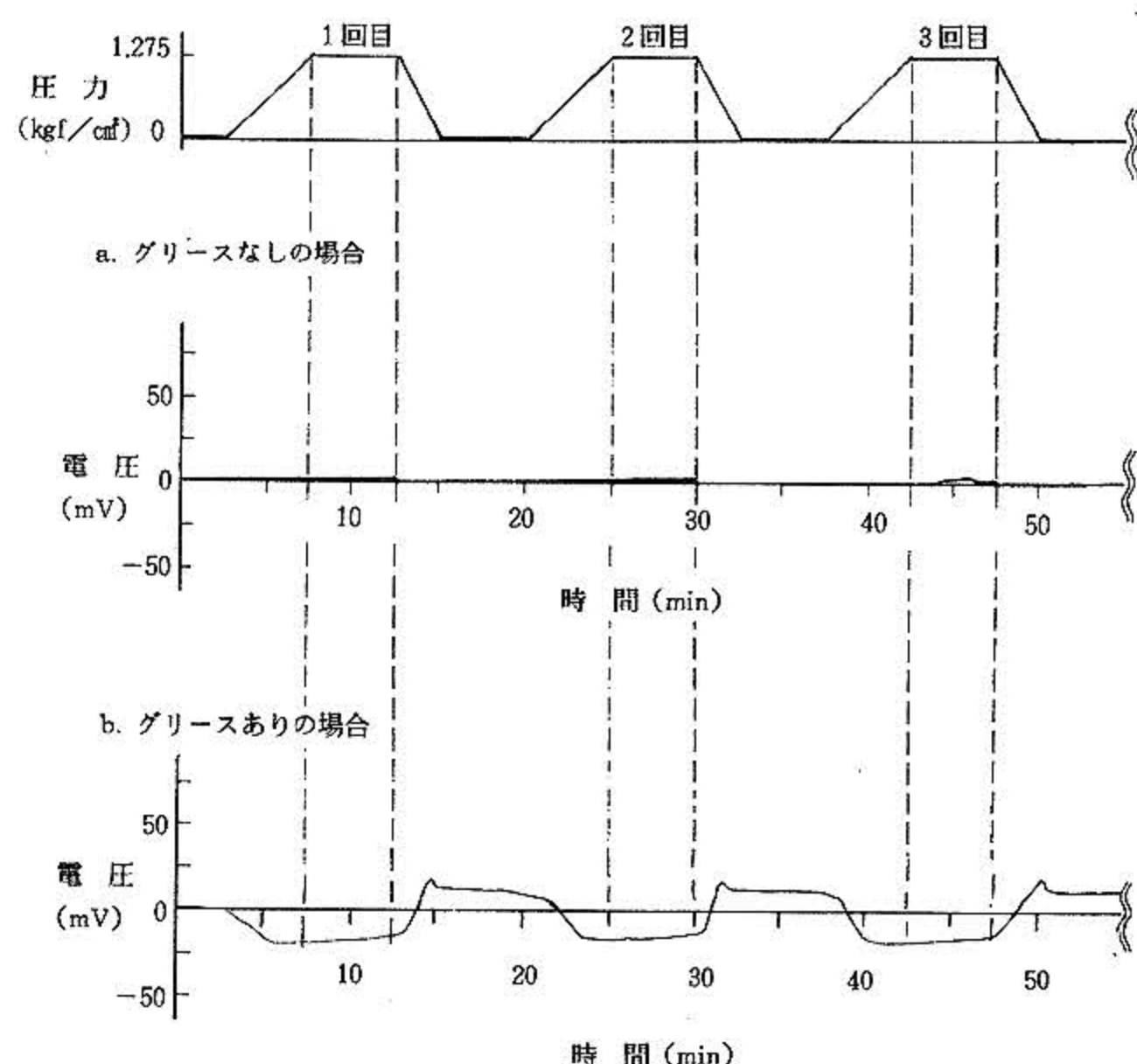


図2 4芯ピンレセプタクル/ソケットプラグ圧力試験結果
Fig. 2 Results of pressure test of 4pin Pin receptacle Socket plug connector.

では、加圧開始とともに徐々に電圧が下がりはじめ、加圧開始時より約15mVの電圧低下した時点で一定となった。この値は圧力保持中も一定でたもたれ、減圧して常圧に戻った時の電圧は1回目は開始前よりも5mV高い電圧値に戻ったが2回目以降は1回目に戻った電圧値から始まりほぼ開始時の値に戻った。

この実験後、もう一度グリースをエアーで吹き飛ばして加圧試験を行ったところ。コネクタを一度引き離れた後、再び嵌合しようとしたところ、この場合もやはりコネクタが嵌合出来ない状態になっていた。そこでグリースなしの場合と同様に、コネクタの内部状態を調べるためコネクタを縦にスライスする解体検査を行った。その結果、やはりソケットプラグのスリーブとコンタクトが内側に変形していることが判明した。このグリースを使用した実験から、グリースを入れることによりコネクタのコンタクト部の変形を防ぐ事が出来る効果も明らかになった。

2.2.3 12芯コネクタ（ソケットレセプタクル/ピンプラグ）

① グリースなしの場合

結果を図3aに示す。グリースなしにおける圧力試験では、1回目の加圧開始から急激に電圧低下が起こり加圧前の値より最大68mV電圧が減少した所ではほぼ一定となった。この急激な電圧低下は圧力保持中に徐々に元に戻り始め、開始時より15mV減少の値で一定になった。

減圧時には一定となっていた電圧も下がりほぼ加圧前の値に戻った。この1回目の加圧時に起きた現象は2回目以降の圧力試験に現れていないこと、また2回目以降の電圧変化が全て同じ変化を示したことから考えると、コネクタが確実に接続していなかったために発生した現象ではないかと推測される。2回目以降の圧力試験では、加圧時にゆっくり電圧が減少し始め、保持中は一定の値を保ち、減圧時に元に戻る、山形状の変化を繰り返した。

② 嵌合部にグリースありの場合

結果を図3bに示す。グリースありにおける圧力試験では、電圧変動がグリースなしの時に比べてかなり小さくなった（最大13mV増加）。また1回目の圧力試験後、常圧に戻ったときの値は実験開始前の値より若干（10mV）高い値を示したが2回目以降はこの値から始まり、この値に戻った。

③ グリース+インシュロック止め

結果を図3cに示す。さらにグリースが出ないようにバンド止めした場合は、ほとんど変動が見られなくなった（最大3.3mV増加）。

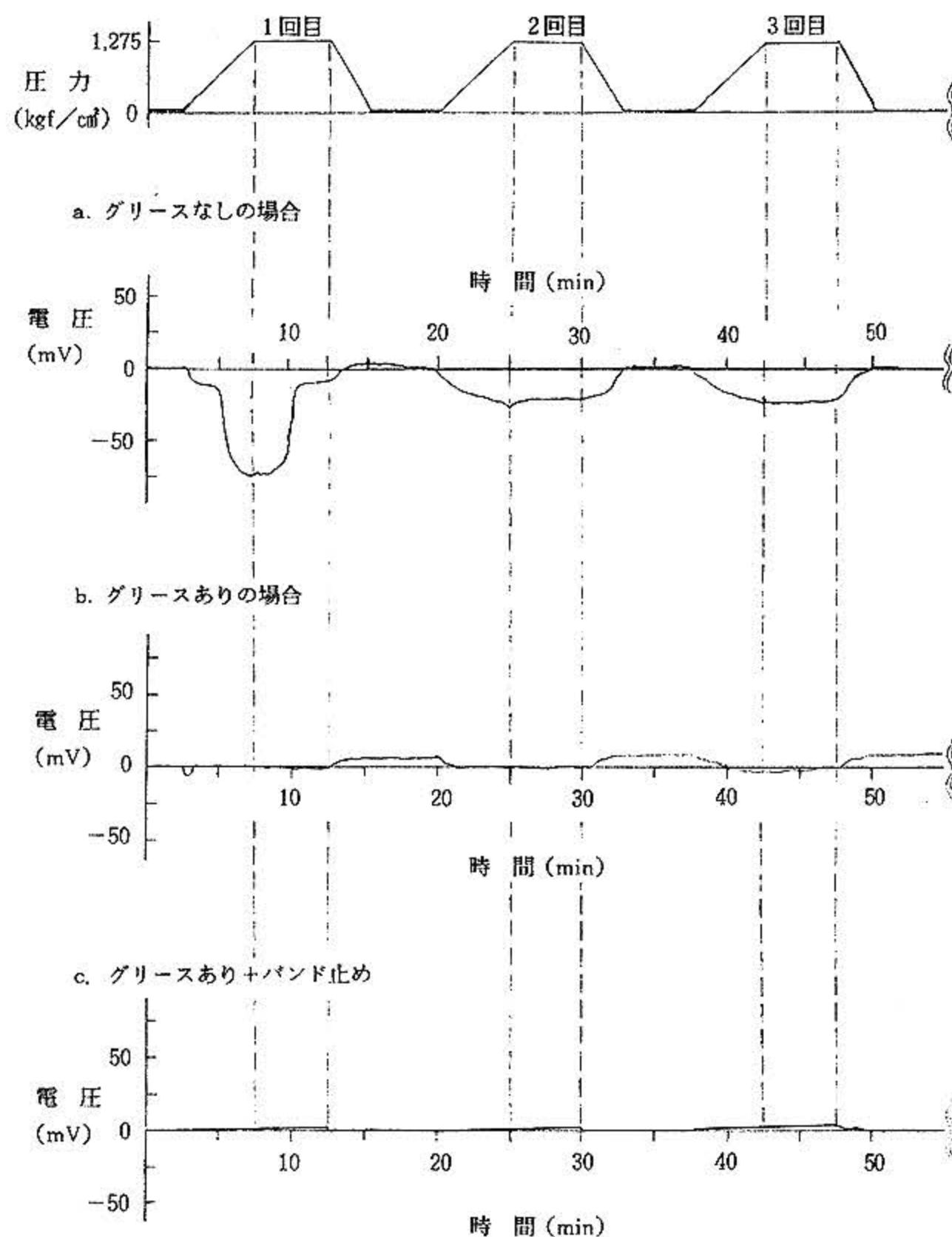


図3 12芯ソケットレセプト/ピンプラグ圧力試験結果
Fig. 3 Results of pressure test of 12pin Socket receptacle Pin plug connector.



写真5 試作均圧型油漬コネクタ
Photo 5 Oil filled connector as a model.

4芯ではあまりインシュロック止めの効果はグリースの効果に隠れて分かりずらかったが、今回12芯では嵌合部にグリースありの場合よりもさらに電圧変動が小さくなった事によりインシュロックのバンド止めによる効果が確認できた。

3 試作均圧型油漬コネクタ

今回試作した小型均圧型油漬コネクタ（ソケットレセプタクル/ピンプラグ）は「かいこう」で使用されているモールドタイプのコネクタと交換可能な油漬コネクタである。コネクタの外装シェルはチタン合金製、ケーブルは油漬けにされ完全に均圧構造をしている。また、このプラグコネクタの嵌合部は特殊な構造をしており、嵌合するとケーブル部内部に満たされている油がコンタクト部にまで出てきて接触したピンとコンタクトも油で覆われ完全な均圧構造となる（写真5）。なお、Brantner社製レセプタクルと組み合わせて使用する場合は、レセプタクル側嵌合部の山を削る加工が必要である。

今回は4芯の物を試作し、モールドコネクタのレセプタクルと嵌合させ0～1,275kgf/cm²まで加圧を繰り返して行い、加圧中の電圧（接触抵抗）を測定し圧力への影響を考察した。嵌合具合についても総合的に試験を行った。また、均圧コネクタのレセプタクルとプラグの組み合わせ実験を行い試作コネクタの性能も評価した。

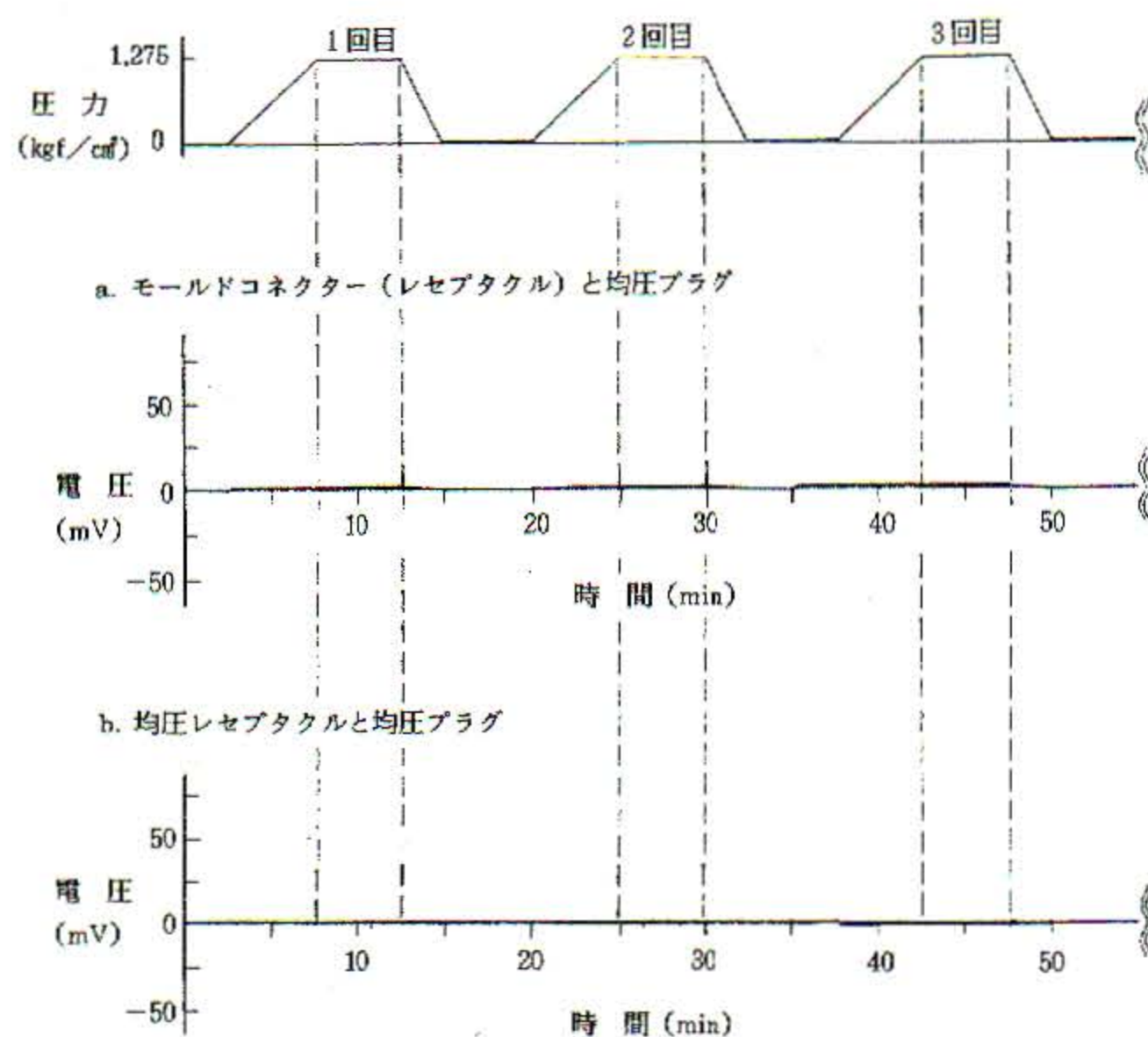


図4 試作均圧型油漬コネクタ圧力試験結果
Fig 4 Results of pressure test of oil filled connector as a model.

3.1 4芯モールドコネクタ（レセプタクル）と試作均圧コネクタ（プラグ）

結果を図4aに示す。4芯のモールドコネクタ（レセプタクル）と今回試作した均圧コネクタを嵌合して繰り返しの圧力試験を試みた。結果は圧力による電圧変動（すなわち接触抵抗）は極めて少なく、電圧はほとんど一定であった。

3.2 試作均圧コネクタ（レセプタクル）と試作均圧コネクタ（プラグ）

今回試作した均圧コネクタのレセプタクル、プラグによる圧力試験では今までで最も圧力による電圧変動の少ないものとなった。結果を図4bに示す。電圧変動はほとんどなく、圧力による影響をほとんど受けないと言える。ただ、数回ではあるが5mVほどの小さなパルス状の波形があった。

これらの実験より、今回試作された均圧コネクタが十分に大深度の圧力下で安定して電力を伝えられることが確かめられた。

今回試作した均圧コネクタはモールドコネクタ（Brantner社製）と嵌合が可能なように寸法の点で互換性を考えて設計を行った物である。しかし互換にしたため、ソケットレセプタクルとピンプラグの嵌合では、プラグの抜け防止にロッキングスリーブの止めのために使用するネジを使用したため、ネジ山が少なく強度的に問題があり圧力試験中にレセプタクルのピンが損傷してし

まった。そのため実用に際しては、ピンレセプタクル/ソケットプラグの組み合わせであることが望まれる。

4 4芯コネクタ（ピンレセプタクル/ソケットプラグ）コンタクト変形についての試験

4芯コネクタのピンレセプタクルとソケットプラグは嵌合した状態で20,000PSI（約1,400kgf/cm²）の圧力に耐える規格になっている。しかし実際に圧力試験において、グリースを入れるなどの処理を何もせず、市販されているままの状態同士で嵌合し0～1,275kgf/cm²までの圧力をかけるとソケットプラグ内のコンタクトが内側に変形してしまい、一度引き離れた後、再び嵌合しようとしても不可能なほどに挿入が難しくなってしまった。嵌合が難しくなったコネクタを縦にスライスする解体検査を行ったところ、ソケットプラグのスリーブとコンタクトが内側に変形していることが判明した。そのため、

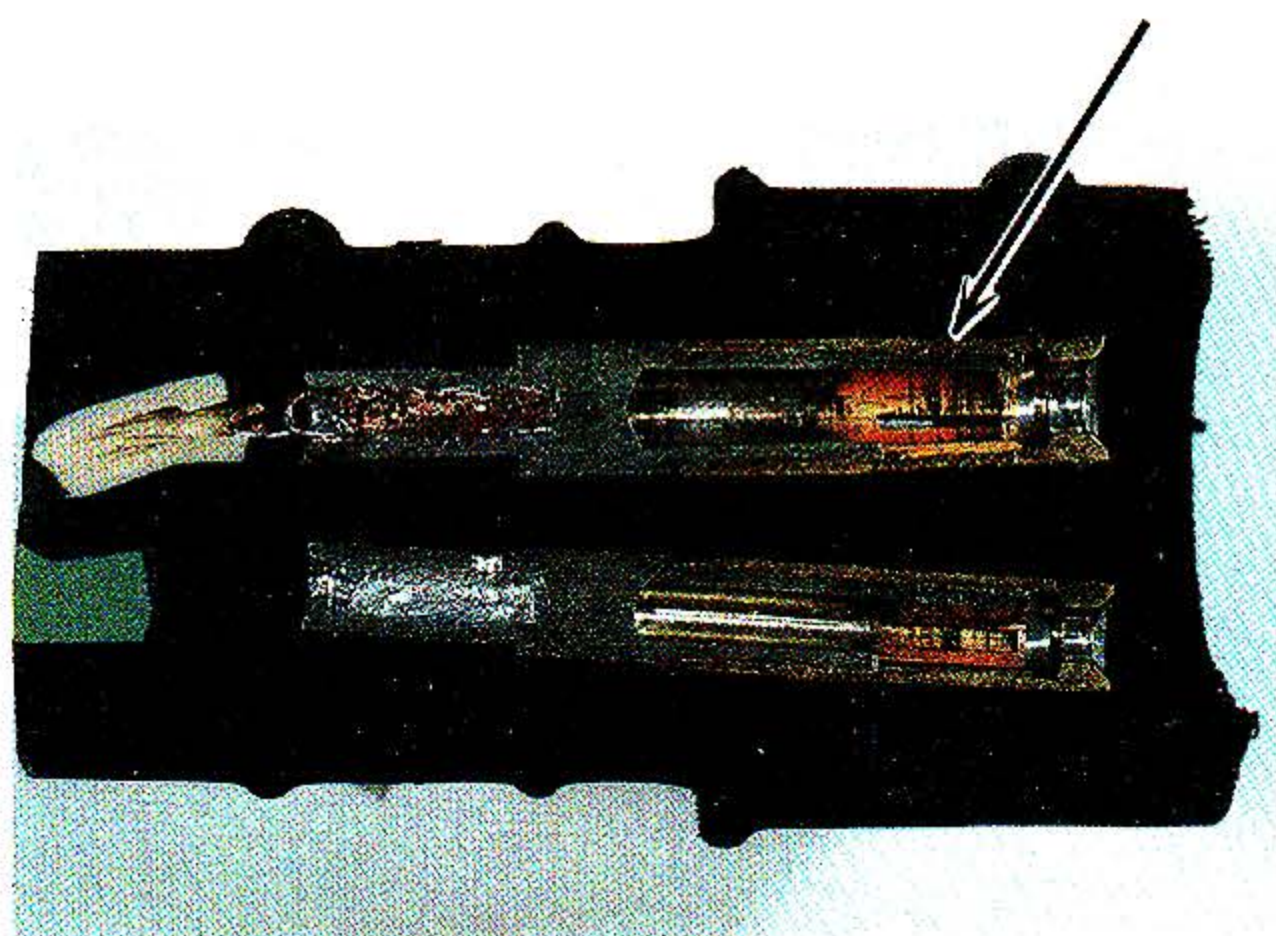


写真6 900kgf/cm²圧力試験後の変形
Photo 6 Damage after the 900kgf/cm² pressure test.

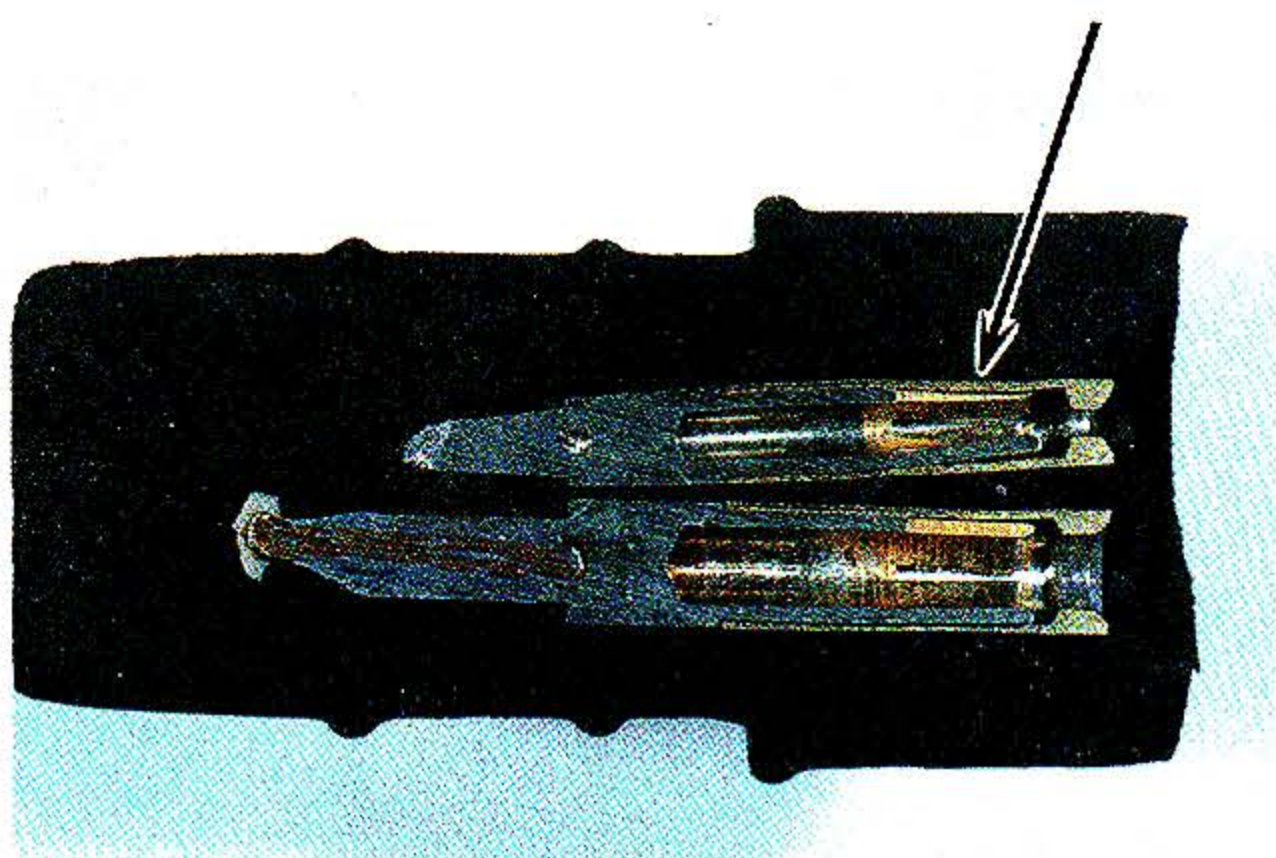


写真7 1,000kgf/cm²圧力試験後の変形
Photo 7 Damage after the 1,000kgf/cm² pressure test.

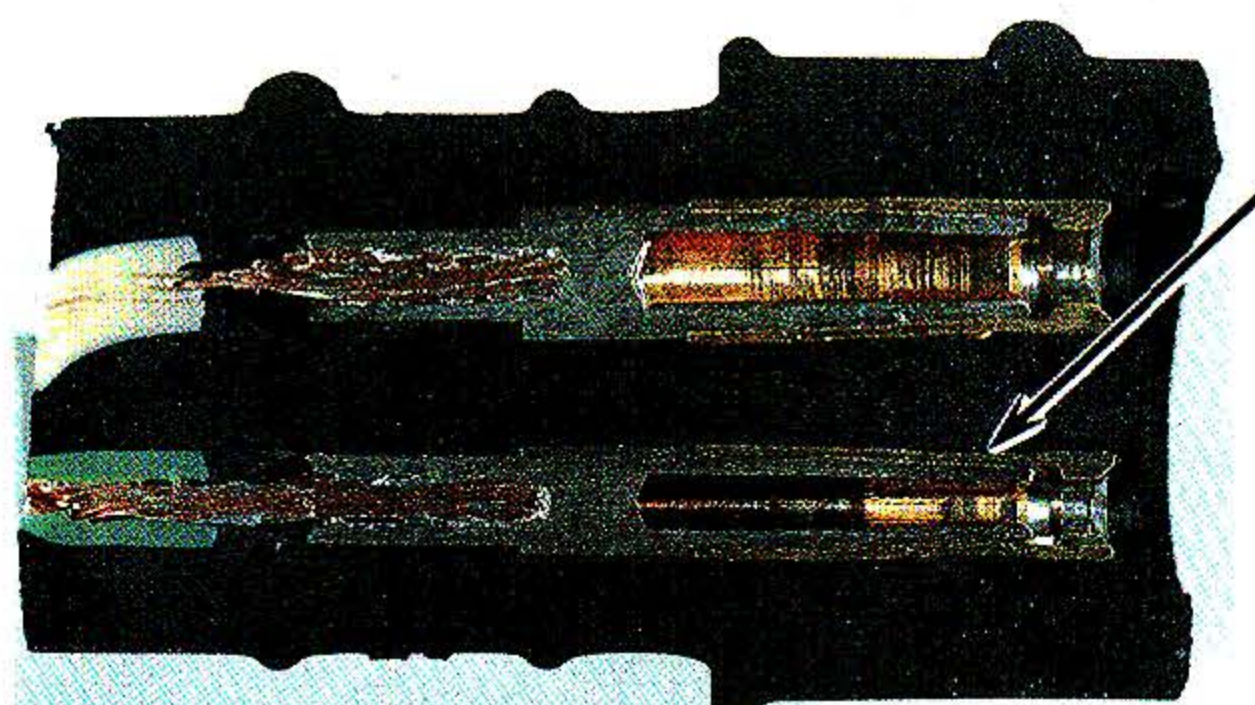


写真8 1,100kgf/cm²圧力試験後の変形
Photo 8 Damage after 1,100kgf/cm² pressure test.

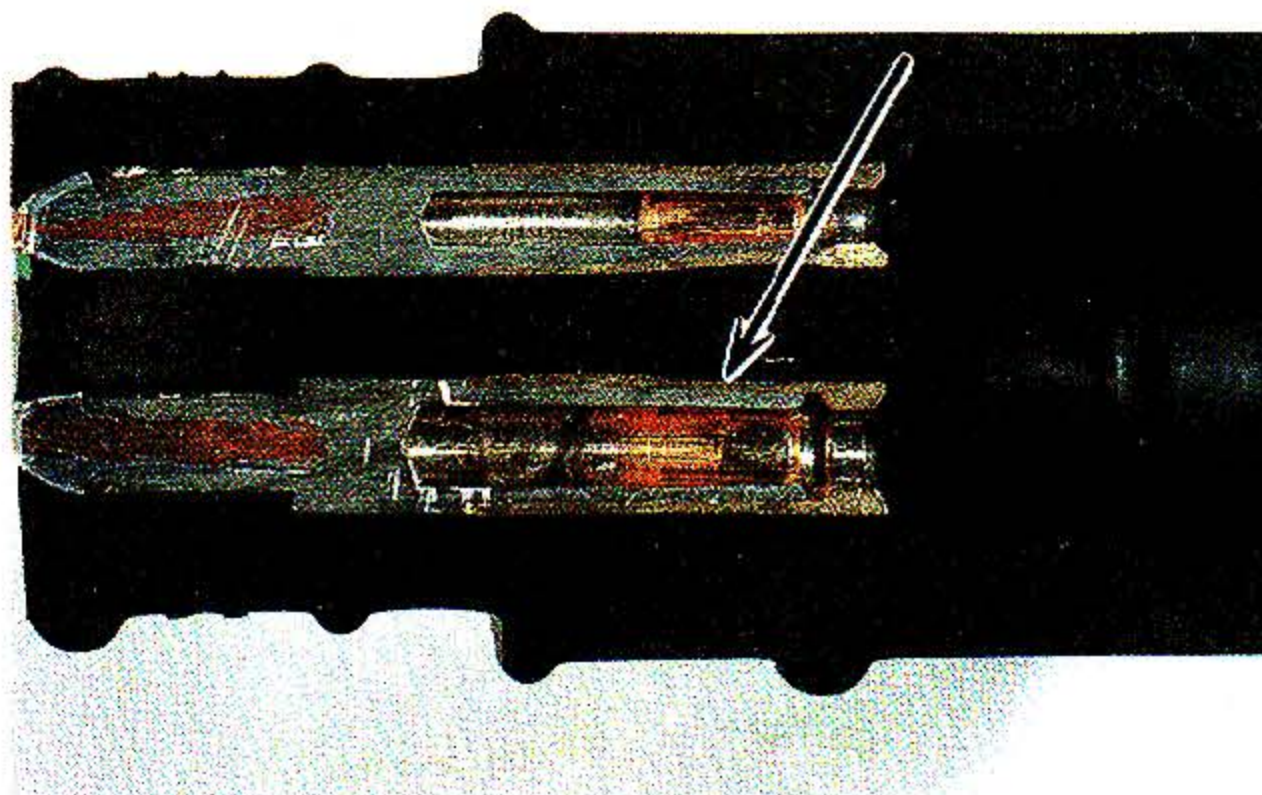


写真9 1,275kgf/cm²圧力試験後の変形
Photo 9 Damage after 1,275kgf/cm² pressure test.

コネクタを覆う特殊ゴムがコンタクトにめり込んでいるように見える（写真6～9）。

そこで、どのくらいの圧力が加わった時プラグのコンタクトが変形してしまうのかを調べた。600, 700, 800, 900, 1,000, 1,100, 1,275kgf/cm²の各圧力にて繰り返し圧力試験を行った。そのうち、900, 1,000, 1,100, 1,275kgf/cm²の圧力による繰り返し圧力試験後のコネクタを縦にスライスし解体しコンタクトの変形具合を調べた。

その結果、900kgf/cm²でわずかにコンタクトの変形が見られ（写真6）、加えられた圧力が1,000, 1,100, 1,275kgf/cm²と高くなるにつれてコンタクトの変形が大きくなっていく事が判明した（写真7～9）。

また、今回初めてコネクタをスライスすることによって、製造課程で写真7のように隣のコンタクトと今にもくっつきそうになっているコネクタもあることが判明した。

4.1 コンタクト変形過程の考察

4 芯ソケットプラグ内部のコンタクト変形の状態から推測される変形の過程を以下に示す。

① 初期状態 (図 5 a)

モールドコネクタの初期状態を図 5 a に示す。正常な状態はスリーブもコンタクトも直立している。

② 加圧状態 (図 5 b)

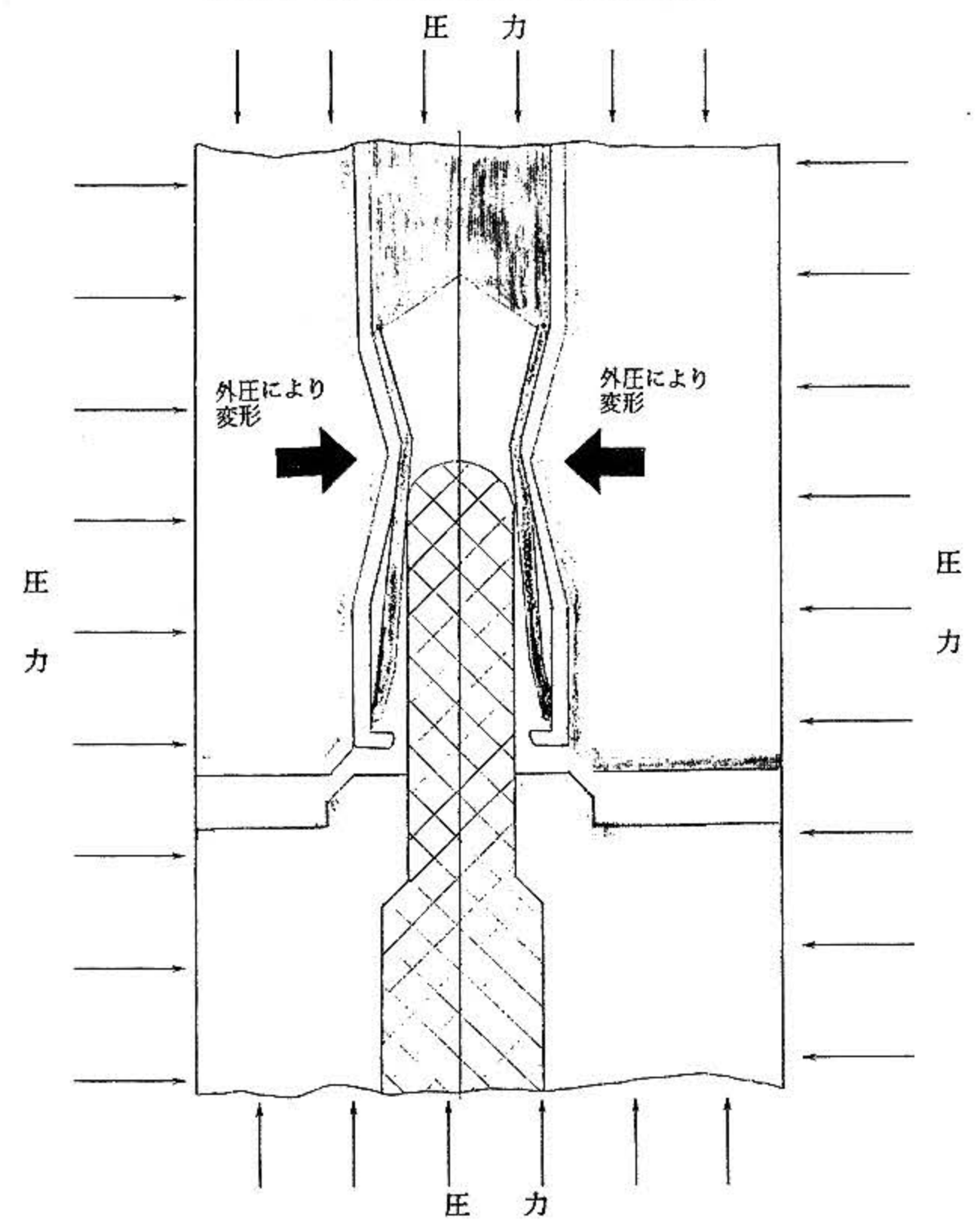
ソケットの内部には割りスリーブがあり、正常であれば割りスリーブの細くなった部分とピンの根元が必要な接触を維持する。ところが外圧がある一定の圧力 (約 900kgf/cm²) 以上になると、ソケットが外圧により内側に變形し、これに伴いソケット内部の割りスリーブも變形し、ピンとの接触部がピンの先端部に移動する。この現象はモールドコネクタが耐圧型で、嵌合してもソケット内部に空気が存在することから生じると考えられる。(注: プラグ/レセプタクルの嵌合面には空気層はないと言える。)

③ 加圧解放状態 (図 5 c)

圧力が解放されても、ソケットコンタクトの變形は残り、コンタクトが入りずらくなる。

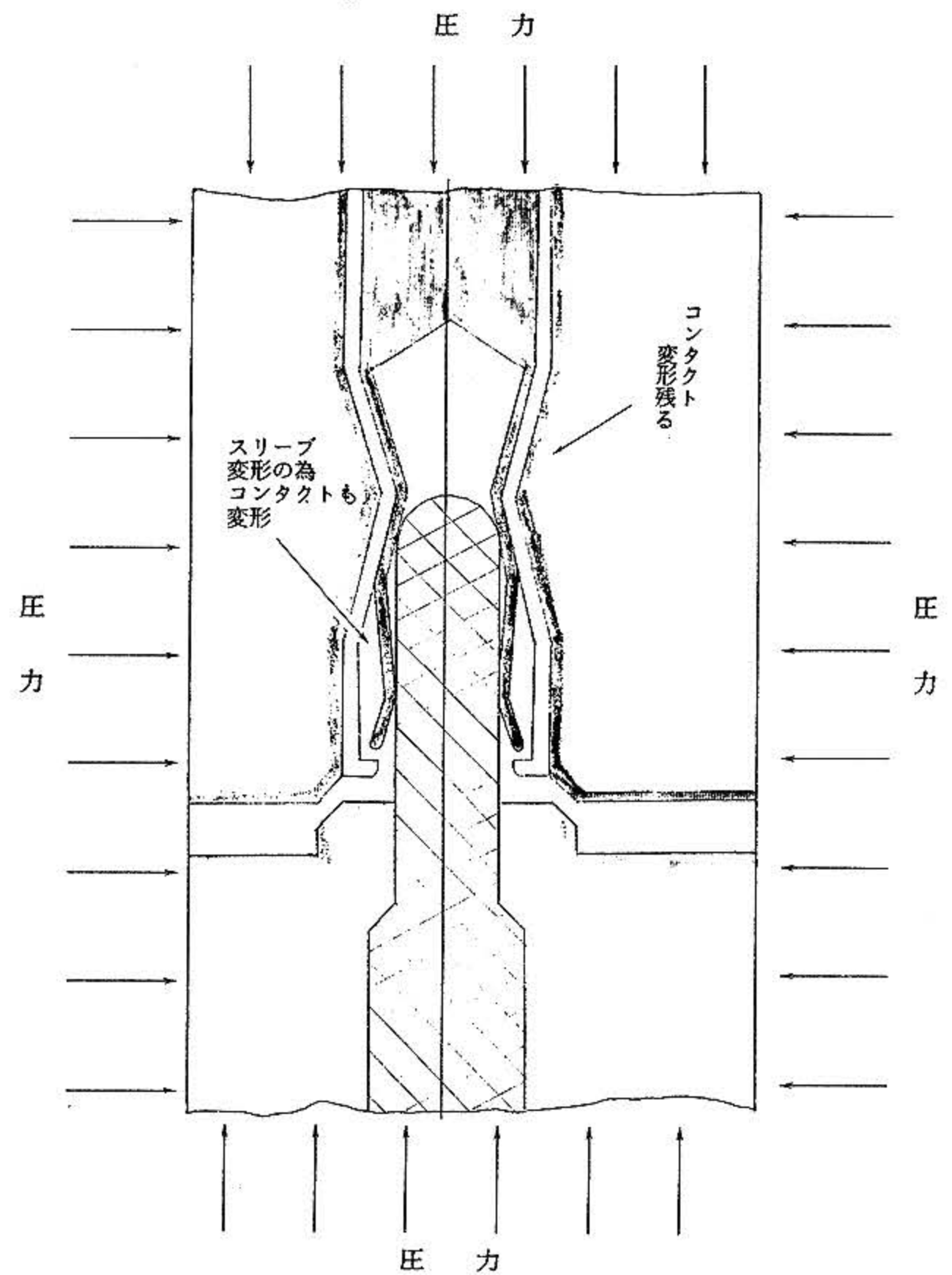
b) 加圧状態

While the pressurise condition



c) 加圧開放状態

After the pressurise condition



a) 初期状態

Before the pressurise condition

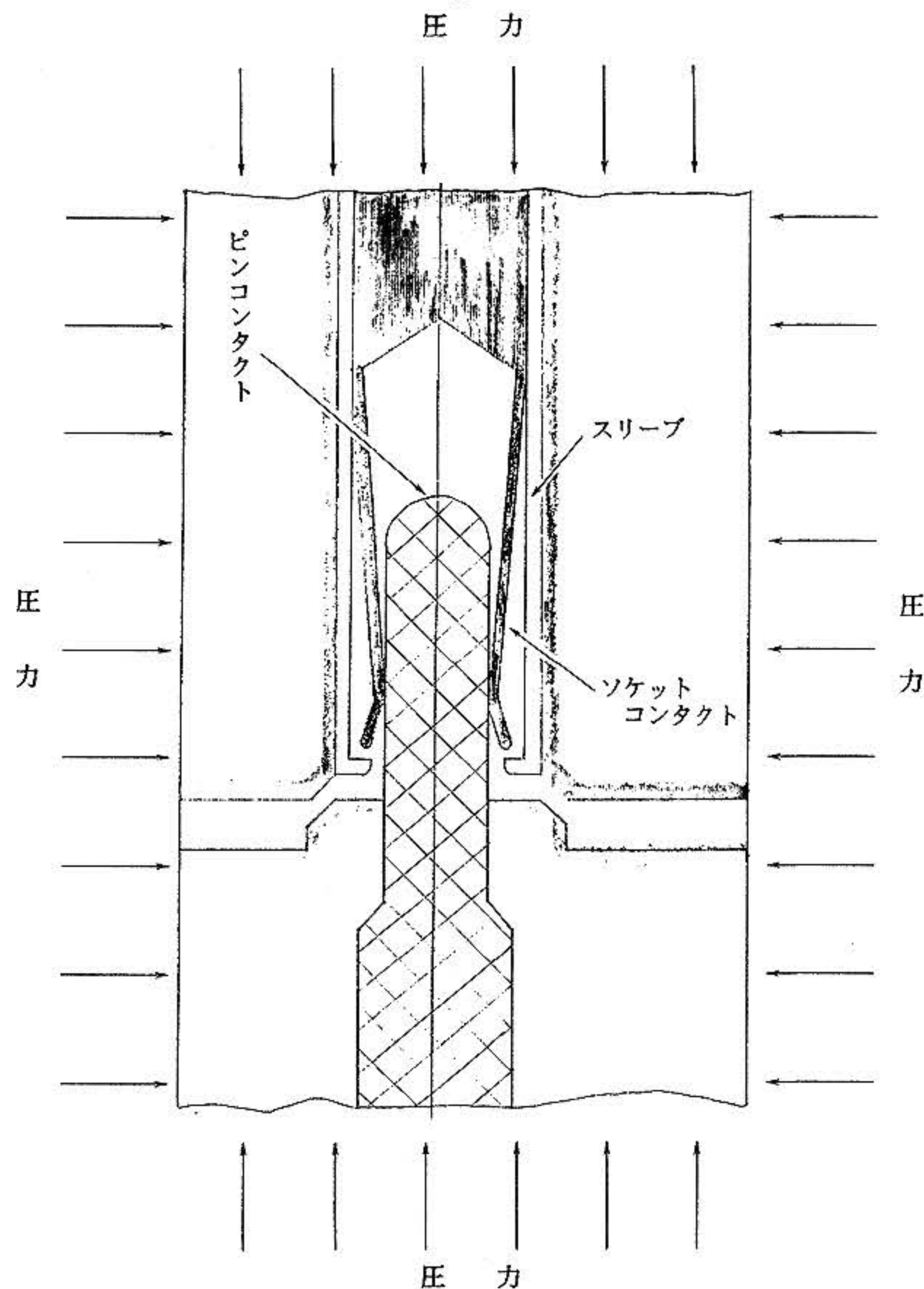


図 5 コンタクト変形の様子

Fig 5 process of distorting a contact.

以上が4芯コネクタのソケットプラグにおけるコンタクト変形の状態から推測される変形の過程である。

このタイプのコネクタは「かいこう」においては一カ所、ランチャーの深度計で使われているだけである。ただ、今回明らかになったソケットプラグの変形は水深9,000m以上の水圧で起こる故障である。

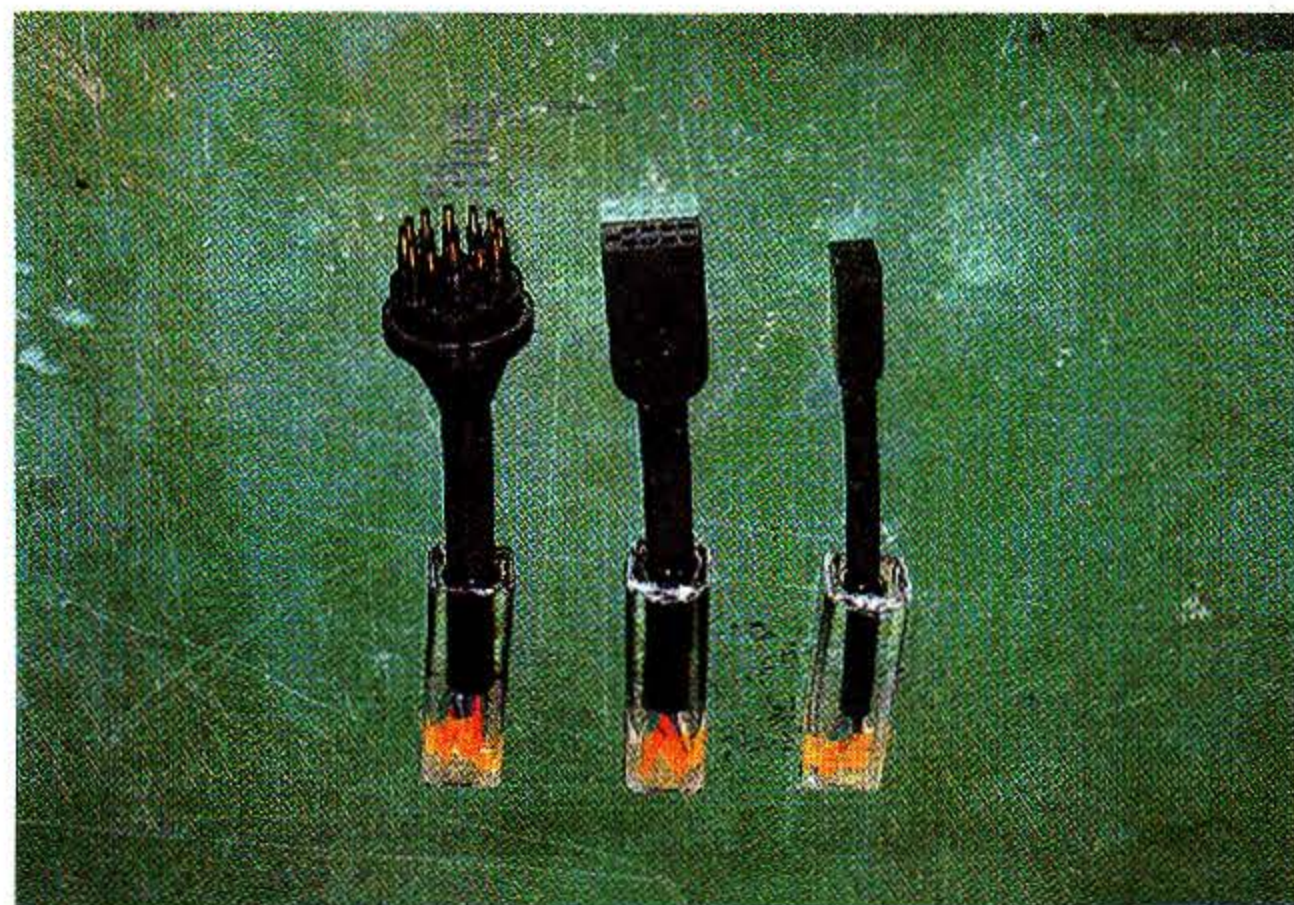


写真10 SUBCONN コネクタ
Photo10 SUBCONN series connectors.

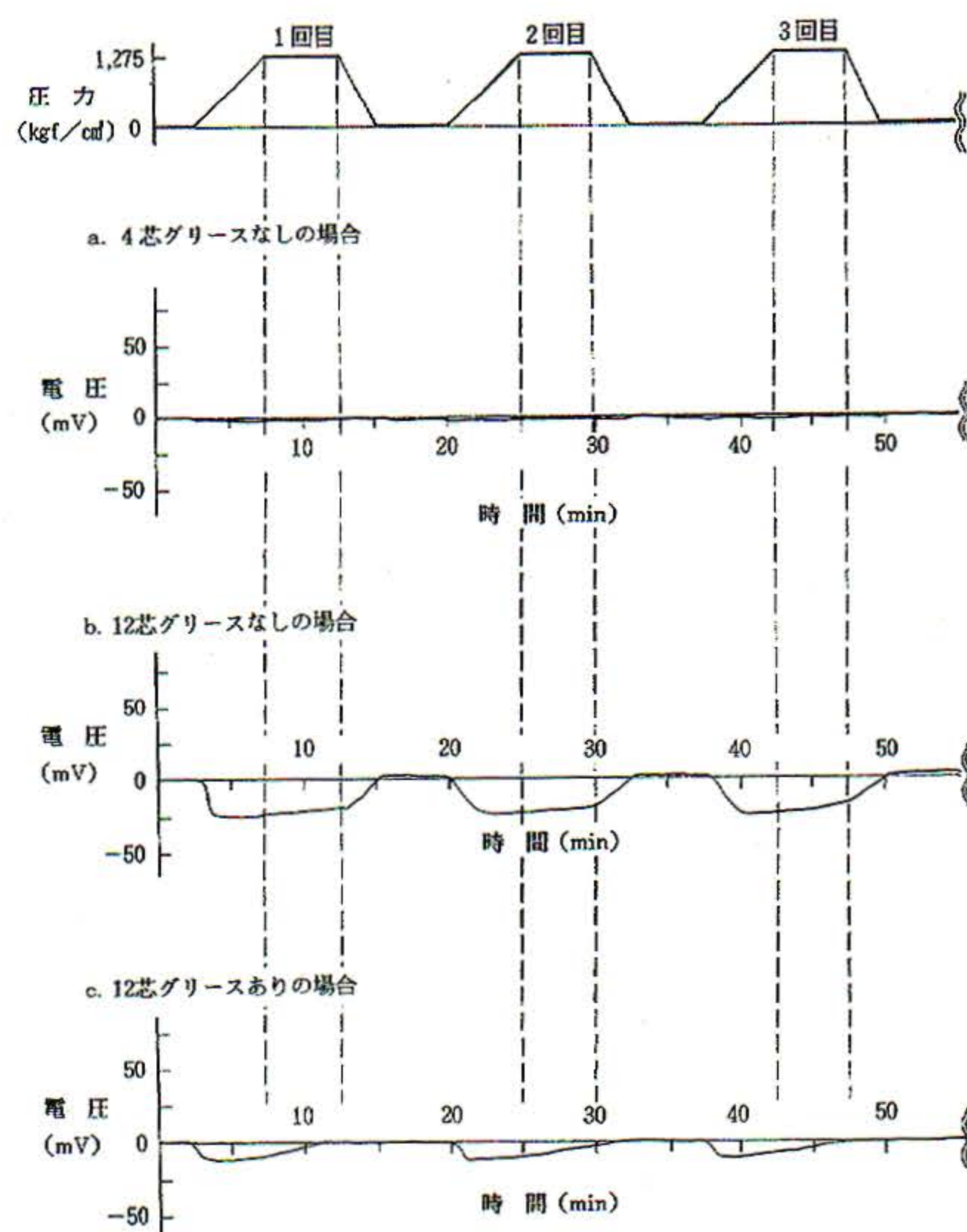


図6 SUBCONNコネクタ圧力試験結果
Fig. 6 Results of pressure test of SUBCONN series connectors.

5 他社（SUBCONN）のコネクタに対する繰返し圧力試験

モールドコネクタのメーカーはBrantner社の他にMacArthney社の物がよく使われている。ここではMacArthney社のSubconnシリーズコネクタにBrantner社のモールドコネクタと同様の繰返し圧力試験（0～1,275kgf/cm²を5回）を実施した。嵌合方法は、グリースを入れた場合と入れない場合の2種類で行った。今回は同社の4・9・12芯の3種類のコネクタを試験した（写真10）。

5.1 4芯、9芯、12芯コネクタ圧力試験

① グリースなしの場合

グリースなしにおける圧力試験では、圧力を上げた直後から急激に電圧が下がりはじめ、やがて圧力の上昇とともに電圧降下率も小さくなりある程度の所で一定となった。一定となった後は圧力が上昇しても若干元に戻る（電圧上昇）傾向が見られたものの圧力保持中も減圧するまでその状態は保たれた。減圧を行い常圧に戻るとはじめての電圧値に戻った。この一連の電圧変動は2回目以降の繰返し圧力試験でも同じように現れた。圧力によるこの電圧変動は4・9・12芯のコネクタでも同様の変動であったがピン数が多くなるに従って電圧降下の割合が大きくなる傾向が見られ、4芯では最大5mV（図6a）、9芯では最大7mV、12芯では最大20mV（図6b）であった。

② 嵌合部にグリースありの場合

嵌合部にグリースありの場合における圧力試験では、グリースを入れなかった場合に起きた電圧変動が4・9・12芯いずれもかなり小さくなった。4・9芯ともにほとんど電圧変動がなくなり、安定した状態となった。12芯にいたっては最大20mVもあった電圧変動がグリースを入れることによって最大7mVにまで小さくなり、圧力保持の時には電圧は加圧前の電圧値に戻った（図6c）。

今回のこの他社のモールドコネクタにおいてもグリースを入れることによって嵌合がし易くなるばかりではなくコネクタの電圧変動も抑制する効果があることが実験によって確かめられた。

6 まとめ

今回の試験は「かいこう」に使用されているモールドタイプのコネクタ（Brantner社製）の大深度下における性能評価と、根本対策品としてモールドコネクタと交換可能な小型均圧型油漬コネクタ（ダイトロンテ

クノロジー社製)を試作し性能評価することが目的であった。

諸実験から次のことが明らかになった。

① モールドタイプのコネクタは、4芯・12芯とも圧力の加圧・保持・減圧にともない接触抵抗(電圧)が増加・一定・減少(または減少・一定・増加)の変化をすることが判明した。

その接触抵抗変動(電圧変動)はコネクタの組み合わせやピン数等によって変動の傾向が個々に異なった。4芯ソケットレセプタクル/ピンプラグでは瞬間的なパルス状の電圧変動が見られるなどグリースを使用しない時はかなり不安定で変動も大きい傾向があった。また、4芯ピンレセプタクル/ソケットプラグではグリースを使用しなくてもあまり電圧変動は起きなかったが高圧になるとソケット内部のコンタクトが変形を起こした。また、12芯では4芯に比べると半分の電圧変動になり、毎回同じ山形状の電圧変動を見せた。

② 4芯コネクタのソケットレセプタクル/ピンプラグの組み合わせにおいては、グリース等を使用せず、コネクタ同士を嵌合して約900kgf/cm²以上の圧力をかけると、ピンプラグ内のコンタクトが変形してしまい、一度引き離してしまうと再嵌合が困難になってしまうことが判明した。

③ コネクタの嵌合時にグリースを嵌合部に塗布することで圧力による電圧変動をかなり押さえることが出来ることが判明した。

その際、グリースの使用量については、一度入れて使用し、使用後エアーを用いてグリースを出来る限り吹き飛ばして再度圧力試験を行ってもグリースを入れた時と変わらない状況であったことからグリースの量は少量でも圧力による電圧変動を十分抑制出来るものと考えられる。

④ グリースがコネクタから出ないようにインシュロックで止める方法は、グリース使用の効果を高めることが確認できた。グリースの流出が防止できるため繰り返し使用に簡便である。

⑤ 根本対策品として試作した小型均圧型油漬コネクタは、Brantner社モールドコネクタのレセプタクルとの嵌合状態も良く、繰り返し圧力試験においても圧力

による電圧変動はほとんど見られず、満足のいく結果であった。

今回試作した均圧コネクタはBrantner社モールドコネクタとの互換性を考えて設計を行った物である。しかし、ソケットコンタクトにした場合、一部強度的に問題があり、実用にはピンレセプタクル/ソケットプラグの組み合わせであることが望まれる。

⑥ 水中ケーブルメーカーのBrantner社以外のメーカー、MacArtney社のSUBCONNシリーズのモールドコネクタでも圧力による電圧の変動は見られたが、その圧力による変動は前者の物に比べると非常に安定していて小さいものであった。

7 おわりに

今回の繰り返し耐水圧検査の接触抵抗調査によってモールドコネクタは大小の差はあるが圧力の影響から電圧変動(接触抵抗変動)を生じることが確認された。今後、モールドコネクタの使用に当たっては接触抵抗の変動を考慮に入れた利用が望まれるが、規格等の変更が困難な物やデリケートな所等は、今回試作した様な小型均圧型油漬コネクタにする等の考慮が必要になるであろう。

今後は試作された均圧コネクタが実海域で使用できるかなど、実海域試験を行い、実用化にむけてより細かいデータを更に積み重ねていくつもりである。

謝 辞

今回の性能試験にあたりコネクタの試作及び性能試験等に多大なる御協力を頂いた三井造船(株)玉木氏とダイロンテクノロジー(株)栗山氏に深謝します。

参考文献

- 1) コネクタの試験方法(MILITARY STANDARD TEST METHODS FOR ELECTRICAL CONNECTORS), 訳 日本電子機会工業会, PP.28-30. (1976)
- 2) 電子・電気部品の試験法 (Military Standard), 日本規格協会, pp.178-180 (1986)

(原稿受理: 1996年8月6日)