

# 沈埋トンネル用のゴムガasketの止水と横倒れ実験

## MODEL TEST ON WATER-TIGHTNESS AND LATERAL MOVEMENT OF RUBBER GASKET AT IMMERSED TUNNEL JOINT

清宮 理\*、田邊源吾\*\*

Osamu KIYOMIYA and Gengo TANABE

\* 正会員 工博 運輸省港湾技術研究所 構造強度研究室長(〒239 横須賀市長瀬3-1-1)

\*\* 運輸省港湾技術研究所 構造強度研究室 (〒239 横須賀市長瀬3-1-1)

Rubber gasket at joint part of immersed tunnel is required to both bearing capacity of compression force and water-tightness. To cope with large scale earthquake force and large water pressure, a new type rubber gasket which has large deformation capacity is proposed. Water-tightness test for this rubber gasket is carried out to know phenomena of water leakage and lateral movement of the rubber gasket. It is made clear through the test that smooth surface of the rubber gasket gives large lateral movement and stopper is effective to prevent from this lateral movement and water-tightness.

Key Words : Rubber gasket, Immersed tunnel, Water-tightness, Leakage test, Lateral movement

### 1. まえがき

沈埋トンネルには、地震や地盤の不等沈下によって発生する函体の大きな断面力を低減するために柔継手<sup>1)</sup>が設置される。柔継手は図-1に示すようにゴムガasketとPCケーブルで構成される。ゴムガasketには、沈埋函のトンネル方向に発生する圧縮力を隣接函体に伝達する構造部材および止水材としての機能が求められる。近年大水深でかつ地震力の大きい地点で沈埋トンネルが建設されるようになった。この際従来のゴムガasket以上に変形能力を備えたゴムガasketが必要となり、この対策として新形式ゴムガasketが提案された。この新形式のゴムガasketの強度特性と耐久性に関しては既に検討がなされている。ただし止水性の検討については検討がなされていない。

沈埋函同士の水圧接合で圧縮された状態でゴムガasketは、静水圧に対して十分な止水能力を有している。しかし水圧接合時でゴムガasketが十分に圧縮されていない状態や地震などによって継手間が開き、圧縮荷重が解放される状態では止水性が低く、漏水したりゴムガasketが静水圧により横倒れを生じる可能性がある。小さな圧縮荷重状態でもゴムガasketが十分な止水性能と横倒れが起きないことを確認しておく必要がある。今回これらを確認するためにゴムガasketの止水と横倒れ試験を行いこれらの現象の把握を行った。特に横倒れに対しては材料の表面の摩擦の影響と横倒れ防止用の

ストッパーの効果について着目した。

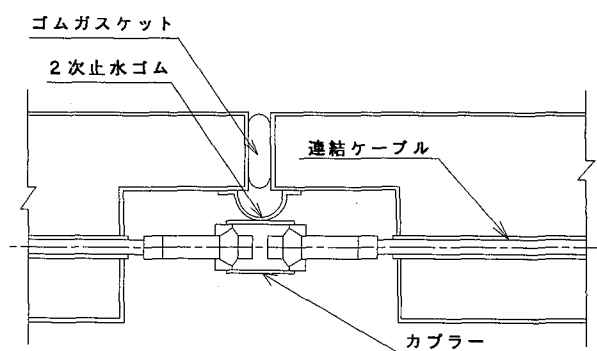


図-1 沈埋トンネルの継手構造

### 2. 止水性を考慮する状態

ゴムガasketの止水と横倒れに対する安全性は、沈埋函の設置から供用期間中までのガasketの状態を次の3種類に分けて考えてみる。

#### (1) 水圧接合時の状態

浮遊曳航して建設現場に運ばれた沈埋函は、水バラストにより海底面に沈設される。図-2に示すように、沈設された沈埋函を引き寄せジャッキで既設の沈埋函に引き寄せ、ゴムガasketの頂部（ノーズ部）を既設の沈埋函の端部鋼殻に接触させる。沈埋函間のバルクヘッド内の水を徐々に抜き、ゴムガasketを沈埋函の端部か

ら水平方向に作用する静水圧により圧縮変形させながら圧接する。水を抜き始めるとゴムガスケットには外側より設置水深に対応する静水圧を受ける。この際止水と横倒れが問題となる。横倒れの状況を図-3に示す。設置水深30mならば約3kgf/cm<sup>2</sup>の静水圧を受ける。水圧接合荷重が全てゴムガスケットを介して既設の沈埋函に伝達されると接合作業は終了する。このときゴムガスケットに作用する荷重はおおよそ100tf/mである。

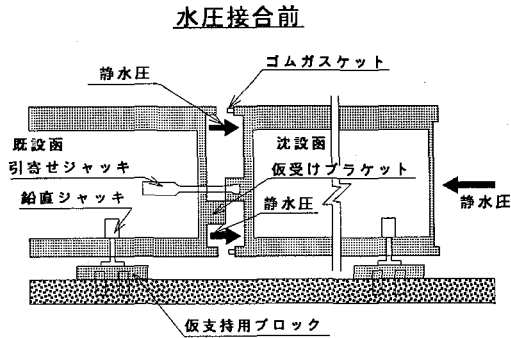


図-2 水圧接合過程の概要

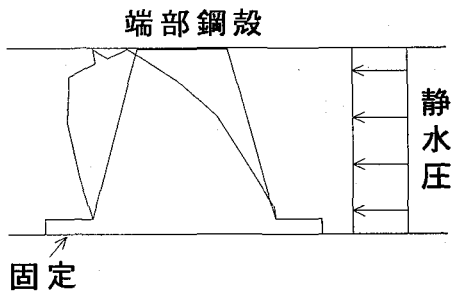


図-3 横倒れの状況

### (2) 常時状態

水圧接合完了時から供用期間中の状態を言う。ゴムガスケットの作用する常時状態の荷重は主に静水圧である。この状態ではゴムガスケットが十分圧縮されているので止水性と横倒れに対する安全性は非常に高い。

### (3) 地震時状態

地震時状態は、常時状態において地震時荷重を受けた状態を言う。この地震力により、ゴムガスケットは常時状態を起点として圧縮と引っ張りの繰り返し荷重を受けることになる。圧縮された場合には、ゴムガスケットは圧縮されるほど反発力が増して止水性能は高まるので、この際に破壊しない限り止水性は確保されている。引っ張られた場合には、ゴムガスケットは荷重の解放に伴って変形が復元する。ゴムガスケットのノーズ高さ以上の圧縮変形が残っていれば、止水性は一応確保されている。このときゴムガスケットは、横方向から静水圧を受けているので圧縮荷重が抜けると横倒れを起こす可能性がある。

## 3. ゴムガスケットの基本的な性状

### 3. 1 ゴムガスケットの形状と材質<sup>2)</sup>

沈埋トンネルに從來から広く使用されているゴムガスケットはジーナ型と呼ばれ、オランダのフレッドシュタイン社が考案したものである。地震外力が大きくかつ設置水深が深い場合には、十分な止水性能が得られず背の高い変形性能のあるゴムガスケットが必要となる。ジーナ型より大きな変形性能を得るために開発したのが図-4に示す改良ジーナ型と名づけたゴムガスケットである。改良ジーナ型は、従来のジーナ型の背を高くして肩の部分を持ち落としてある。上部にはノーズと呼ばれる施工時の一時的な止水のために突起が付いている。本体の下部のフランジの箇所で沈埋函の端部にボルトで固定する。またフランジ部は繊維補強されかつ端部に引き抜き防止用のリングが取り付けられている。改良ジーナ型の材質は、天然ゴム（NR）である。

表-1にJIS K6301に従って行った材料の物性試験結果を示す。

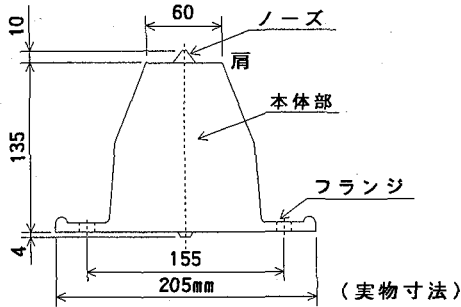


図-4 改良ジーナ型ゴムガスケット

表-1 ゴム材の基本的な材料試験

| 試 験 項 目                         |                                     | 改良ジーナ型 |      |
|---------------------------------|-------------------------------------|--------|------|
| 硬 さ 試 験<br>JISA (度)             | 硬度<br>温度                            | 50度    |      |
|                                 | 10℃                                 | 55     |      |
|                                 | 20℃                                 | 52     |      |
|                                 | 30℃                                 | 50     |      |
| 引張試験<br>(JIS3号型)                | 強 さ<br>(kgf/cm)                     | 10℃    | 3220 |
|                                 |                                     | 20℃    | 3000 |
|                                 |                                     | 30℃    | 3030 |
|                                 | の び<br>(%)                          | 10℃    | 560  |
|                                 |                                     | 20℃    | 580  |
|                                 |                                     | 30℃    | 570  |
| 永 久 の び 試 験 ( % )               |                                     | 5      |      |
| 老化試験<br>(ギヤー式)<br>70±1℃<br>96時間 | 硬度変化 (度)                            |        | +3   |
|                                 | 引張強さ変化率<br>変化 ( % )                 |        | +4.3 |
|                                 | 伸び変化 ( % )                          |        | -6.2 |
|                                 | 永 久 ひ ず み 試 験 ( % )<br>(70±1℃×22時間) |        | 8    |

### 3. 2 ゴムガスケットの圧縮特性<sup>3) 4)</sup>

改良ジーナ型のゴムガスケットを対象に静的載荷試験を行った。ゴムガスケットの縮尺は実物の1/2である。

また模型の長さは50cmである。載荷試験より得られた各ゴムガスケットの荷重変位曲線を図-5に示す。この図からわかるようにゴムガスケットは荷重値が大きくなるにしたがい変形量が大きくならない材料非線形性を示すとともに、載荷時と除荷時では荷重変位曲線の経路が異なる特徴を有している。また最初の荷重と2, 3回繰り返したときの荷重変位曲線は異なる。繰り返し回数が大きくなると変形量が小さくなり荷重変位曲線がほぼ一定となり次第に材質的に安定してくる。図-6にゴムガスケットの圧縮量とゴムガスケットの端部鋼殻への接触幅との関係を示す。最初ノーズ部分のみ接触し圧縮量が15mmを越えると肩の部分も接触し始めその後圧縮量の増大とともに接触幅は増加していった。図-7に圧縮量と接面応力との関係を示す。接面応力はゴムガスケットのノーズ位置の鋼板に取り付けた圧力計で計測した。ノーズが接触した箇所では最初10kgf/cm<sup>2</sup>と大きな接面応力が生じ、いったん圧縮量の増加とともに接面応力は減少した。これは肩の部分が接触し始め接触面積が増加したことによる。圧縮量の増加とともに接面応力は増加し除荷時には載荷時より下側の経路をたどった。

ゴムガスケット 圧縮試験

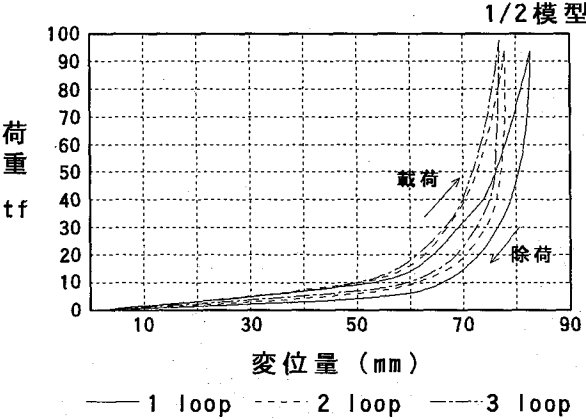


図-5 荷重変位曲線

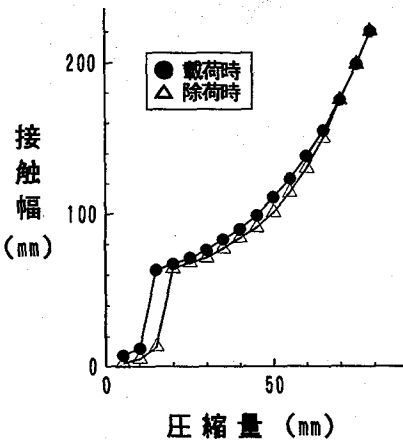


図-6 圧縮量と接触幅

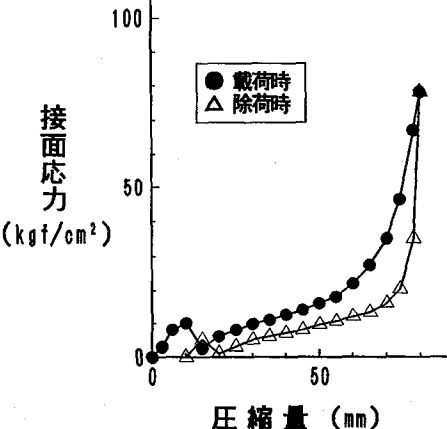


図-7 圧縮量と接面応力

### 3. 3 ゴムガスケットと端部鋼殻の表面の状態と摩擦係数

ゴムガスケットの止水性と横倒れの現象に与える要因として端部鋼殻とゴムガスケットの表面の状況がある。一般的にゴムガスケットは沈設作業前の仮置き時に海中にあるため生物、浮泥などの付着がある。沈設作業前に潜水夫によりこれらを除去するがこの作業を省くため付着防止塗料を塗る場合もある。一般的にこれら塗料の摩擦係数は小さいと考えられる。摩擦係数を大きくした方が横倒れも起きにくくなると考えられ、この場合端部鋼殻にゴムを取り付けたり、鋼材に溝を付けたりする方法も考えられる。

今回、生物付着防止塗料（バイオックス：摩擦が小さいことから生物が付着しない塗料）、グリース（浮泥などがついた滑りやすい状況を再現）、ゴム材料および鋼板との摩擦係数を事前に摩擦試験により調べた。

試験装置（HEIDON社製）の概要を図-8に示す。鉛直荷重は200gf、水平方向引張速度は100mm/min、移動側の供試体寸法は110mm×230mm、固定側の供試体寸法は63.5mm×63.5mmである。供試体には水を塗布した。試験結果には、かなりばらつきが見られたが、それぞれ5体の平均値として表-2に示す摩擦係数が得られた。生物付着塗料やグリースを塗ると摩擦係数がかなり小さくなることがわかった。今回得られた摩擦係数は、供試体の寸法と上載荷重が小さく実物での摩擦係数より大き目に出ていていると考えられるので注意が必要である。

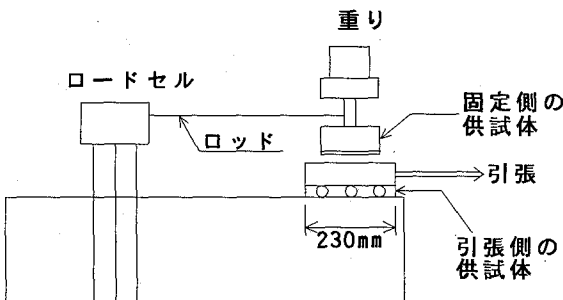


図-8 摩擦試験装置

表－２ 摩擦係数

|                      |      |
|----------------------|------|
| 鋼とゴム                 | 0.56 |
| 鋼（グリース）とゴム（グリース）     | 0.25 |
| 鋼（ゴム付）とゴム            | 0.98 |
| 鋼（バイオックス）とゴム         | 0.19 |
| 鋼（バイオックス）とゴム（バイオックス） | 0.41 |

3. 4 ストッパーの配置

ゴムガスケットが横倒れを起こす場合の対策には幾つか考えられるが、ここではストッパーを取り上げる。ストッパーは鋼製で端部鋼殻にゴムガスケットの頂部を挟んで1対取り付け。ストッパーの大きさ、形状あるいは配置位置に関しては従来なら提案がなされていない。ストッパーの材質は鋼材で端部鋼殻に溶接して取り付ける。ストッパーの条件として横倒れを止める以外に、ストッパーがゴムガスケットに食い込んで破損を与えないこと、ゴムガスケットがストッパーを乗り越えないことなどが求められる。

4. 止水と横倒れ試験

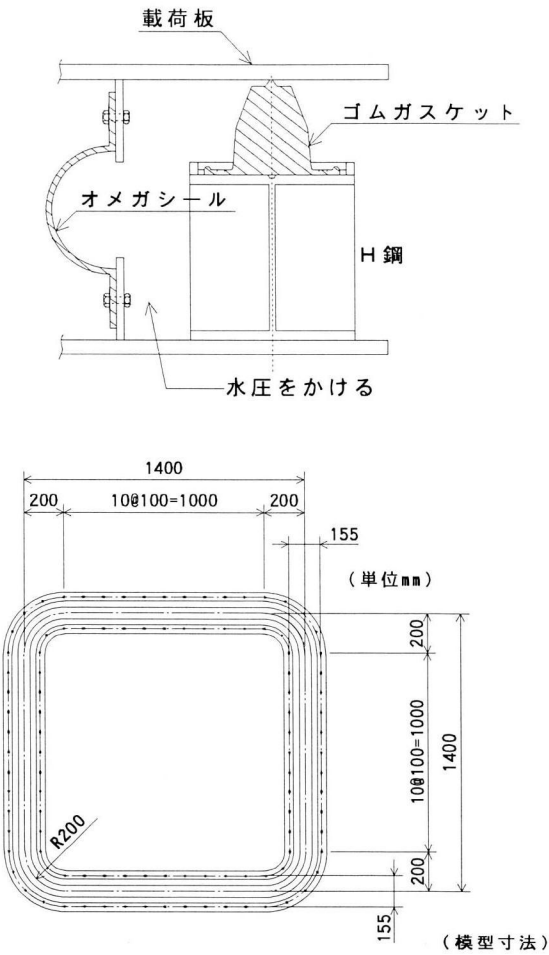
4. 1 試験の目的

改良ジナ型のゴムガスケットの止水性能を調べるとともに横倒れ現象の確認を行う。ゴムガスケットと端部鋼殻間の摩擦がどのように止水性や横倒れに対して影響するかに着目して試験を行う。

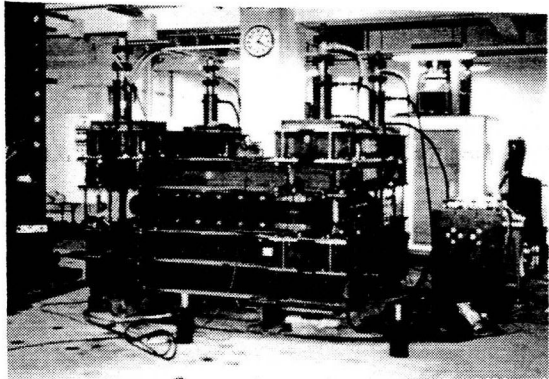
4. 2 試験の方法

図－9に載荷治具と供試体の平面図を示す。供試体は、長さ1400mm、幅1400mm（ゴムガスケット中心）で正方形に製作した。下部鋼板への固定は、取付金具とボルトで行った。コーナー部の曲率R=200mmは、既往の沈埋トンネルの施工事例を参考に設定した。写真－1に止水試験中の状況を示す。ゴムガスケットを2枚の鋼板で上下から挟みP C 鋼棒で鋼板を連結した。この状態でセンターホールジャッキでゴムガスケットを均等に圧縮載荷した。この際鋼板の変形を押さえるために、上下の鋼板の外側にH鋼を配置して鋼板の剛性を増した。センターホールジャッキは70tf用を4台使用し、1台の油圧機で荷重を制御した。ゴムガスケットの圧縮変形量を所定の値に制御した状態で、ゴムガスケット、鋼板およびオメガシールとで囲まれた空間に水道水と手押しポンプにより水圧を作用させた。水圧は、窒素ガスによるアキュムレータにより試験中に一定になるよう保持した。作用水圧は最大で3kgf/cm<sup>2</sup>に設定した。横倒れの確認は、供試体の直線部を対象とした。

測定項目はジャッキ圧、水圧、ゴムガスケットの圧縮量および内側への横倒れ量である。ジャッキ圧と水圧は圧力計で、圧縮量は変位計で計測した。横倒れ量は周囲16箇所をメジャーで人力により測定した。



図－9 試験治具と供試体



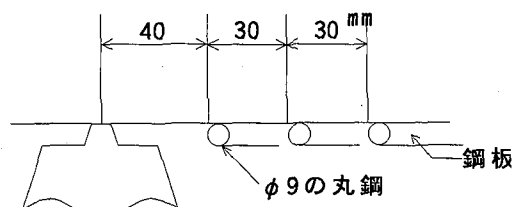
写真－1 載荷装置全体概要

4. 3 試験条件

試験条件は、ゴムガスケットの圧縮量、鋼板とゴムガスケットの表面状況およびストッパーの有無と配置位置である。ゴムガスケットの圧縮量としては、10mm, 20mm, 30mm, 40mm, 50mmおよび60mmの6ケースを設定した。鋼板面としては、無処理、グリース塗布、ゴム板接着および突起付き鋼板使用の4種類とした。ゴムガスケット表面は、無処理とバイオックス塗布とした。

ストッパーとして、基礎的な効果を調べるために図－10に示すような簡単な機構を考えた。ゴムガスケット

のノーズ位置から40mm, 70mmあるいは100mmの位置に直径9mmの丸鋼を溶接し、丸鋼の背面に厚さ9mmの鋼板を取り付けた。丸鋼に接触したときゴムガスケットに過大なひずみ集中を生じないことと、ゴムガスケットがストッパーを乗り越えても再圧縮時に元の位置に戻すためである。



ゴムガスケット  
図-10 ストッパーの機構

## 5. 試験結果

### 5. 1 止水に関する結果

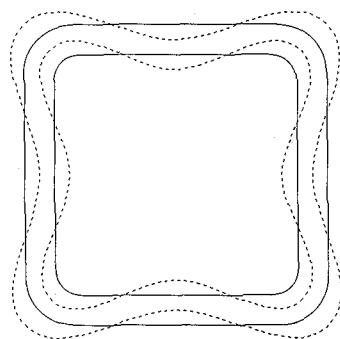
所定の水圧まで作用させたとき漏水を生じたのはゴムガスケットの圧縮量が10mmのときだけである。これ以上の圧縮量の時には漏水は生じなかった。表-3に圧縮量10mmでの試験結果の一覧を示す。この試験ケースの中では、端部鋼殻にゴム板を取り付けた場合と鋼板無処理でストッパーが40mmの位置の場合の2ケースで漏水しなかった。各試験ケースとも作用水圧の増加とともに図-11に示すようにゴムガスケットの直線部が内側に移動し始め4隅の曲線部はほぼ固定状態となった。漏水はこの直線部から生じたが漏水の状況として図-12に示すようにゴムガスケットのノーズからの漏水と横倒れに伴いゴムガスケットの肩が鋼板に接触しこの肩からの漏水の2種類の形態に分類できた。鋼板の無処理と突起付き鋼板のように摩擦が大きい場合には、横倒れが小さくノーズが止水機能を果たしていた。しかしグリースやバイオックスのように摩擦が小さいときは横倒れが大きく、ノーズが鋼板から離れてゴムガスケットの肩が鋼板に接触した。漏水時の作用水圧はいずれの試験ケースでも2.5kgf/cm<sup>2</sup>以上あった。模型の縮尺が1/2であるので作用荷重の大きさは想定している水圧の1/4の0.75kgf/cm<sup>2</sup>である。したがって10mmの圧縮量でも止水に対する安全性は大きいことがわかる。このことはゴムガスケットのノーズがつぶれていれば止水性能が十分であることを示している。

### 5. 2 横倒れに関する結果

各試験ケースでの横倒れ量の整理を行った。ゴムガスケットの横倒れ量の分布を図-13に示す。圧縮量が10mm、鋼板無処理でストッパーなしで作用水圧が2.0kgf/cm<sup>2</sup>の試験ケースである。このとき最大で33mmの横倒れが内側方向に生じた。4隅の横倒れ量は小さかった。図-14に鋼板が無処理でストッパーのない場合での横倒れ

表-3 止水試験結果

| 接 触 面  | ストッパー位置<br>(mm) | 漏水時の水圧<br>(kgf/cm <sup>2</sup> ) | 横倒れ量<br>(mm) | 漏 水 状 況  |
|--------|-----------------|----------------------------------|--------------|----------|
| 無処理    | なし              | 2.50                             | 66           | ノーズのはずれ  |
| 無処理    | 40              | しない                              | 32           | しない      |
| 無処理    | 70              | 2.76                             | 63           | ノーズのはずれ  |
| 無処理    | 110             | 2.70                             | 47           | ノーズのはずれ  |
| グリース   | なし              | 2.54                             | 90           | 肩のはずれ    |
| グリース   | 40              | 2.90                             | 65           | 肩のはずれ    |
| グリース   | 70              | 2.80                             | 79           | ノーズのりこえる |
| グリース   | 110             | 2.70                             | 93           | 肩のはずれ    |
| バイオックス | なし              | 2.98                             | 94           | 肩のはずれ    |
| ゴム     | なし              | しない                              | 47           | しない      |
| 突起付鋼板  | なし              | 2.50                             | 50           | ノーズのはずれ  |



—— 圧縮前のゴムガスケット形状  
----- 水圧作用時のゴムガスケット横方向変形状

図-11 ギュムガスケット変形状況の概要

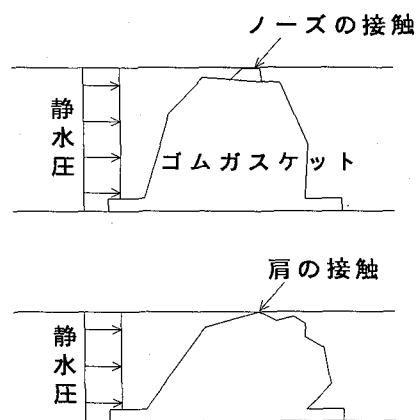


図-12 漏水の状況

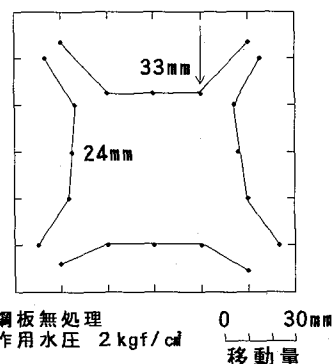


図-13 横倒れ量の分布

量と作用水圧との関係を示す。横倒れは比較的低い水圧で生じており、作用水圧の増加とともに横倒れ量が増加した。圧縮量が大きくなるに従い横倒れ量は小さくなった。図-15に作用水圧 $2.5\text{kgf/cm}^2$ でストッパーがないとき、鋼板の処理の仕方による横倒れ量と圧縮量との関係を示す。鋼板無処理と比較して突起付き鋼板とゴム板付着では横倒れ量は圧縮量が $20\text{mm}$ まで小さくなった。圧縮量が大きくなると横倒れ量は3者でほぼ同程度の $5\text{mm}$ ~ $10\text{mm}$ の範囲となった。突起付き鋼板とゴム板は横倒れの現象を押さえることができる。一方バイオックスとグリースでは横倒れ量が鋼板無処理の場合よりかなり大きく、圧縮量が大きくなっても横倒れ量がさほど減少しなかった。

図-16に作用水圧 $1.0\text{kgf/cm}^2$ でストッパーがないとき、鋼板の処理の仕方による横倒れ量と圧縮量との関係を示す。作用水圧 $2.5\text{kgf/cm}^2$ のときと同様にバイオックスとグリースでは横倒れ量が鋼板無処理の場合よりもかなり大きく、かつ圧縮量が大きい場合でも横倒れ量が減少しなかった。突起付き鋼板とゴム板は鋼板無処理とほぼ同じ傾向を示し、横倒れ量はかなり小さい値であった。

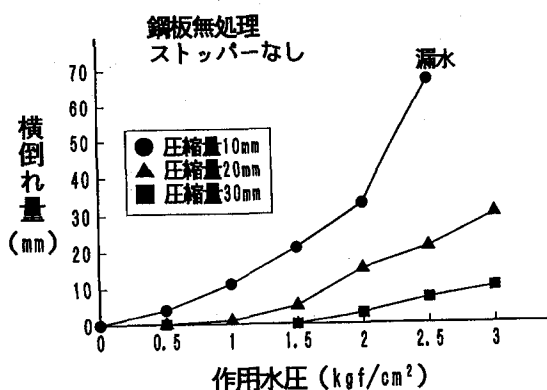


図-14 作用水圧と横倒れ量

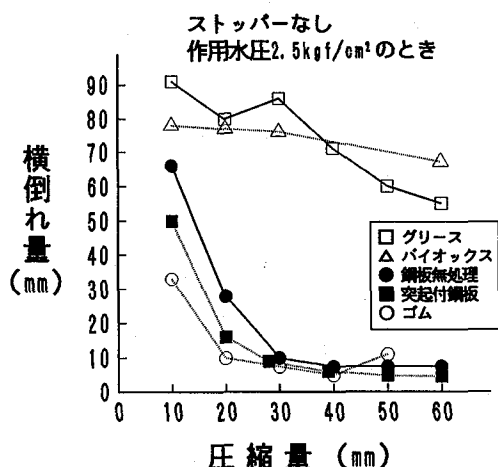


図-15 作用水圧 $2.5\text{kgf/cm}^2$ のときの鋼板の処理方法と横倒れ量

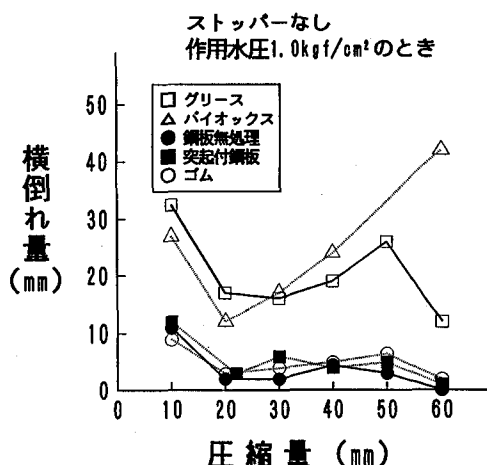


図-16 作用水圧 $1.0\text{kgf/cm}^2$ のときの鋼板の処理方法と横倒れ量

図-17にストッパーの影響を示す。図では、圧縮量 $10\text{mm}$ での鋼板無処理の場合の作用水圧と横倒れ量の関係を示している。ストッパーの位置がノーズより $40\text{mm}$ 離れた箇所に設置されている場合にはゴムガスケットは横倒れが進行するとともにストッパーに接触して横倒れが止まり漏水も生じなかった。ストッパーが $70\text{mm}$ 以上離れたと作用水圧が増加するとストッパーに接触することなく漏水が生じた。横倒れと漏水に関しては、ストッパーがゴムガスケットに近い場合有効であった。ストッパーが離れると効果が無かった。

図-18にグリースを塗布した場合の横倒れ量と作用水圧との関係を示す。ストッパーが $40\text{mm}$ 離れている場合ゴムガスケットはストッパーに接触した後ストッパーを乗り越えた。この状態で漏水が生じた。ストッパーが $70\text{mm}$ 以上離れている場合はストッパーの効果はほとんどなく、ストッパーがない場合と同様な状況の横倒れと漏水が生じた。

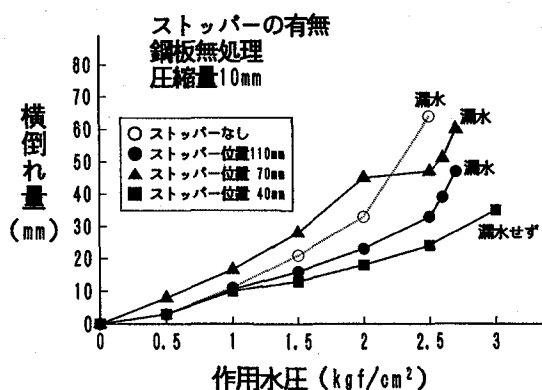


図-17 鋼板無処理でのストッパーの効果

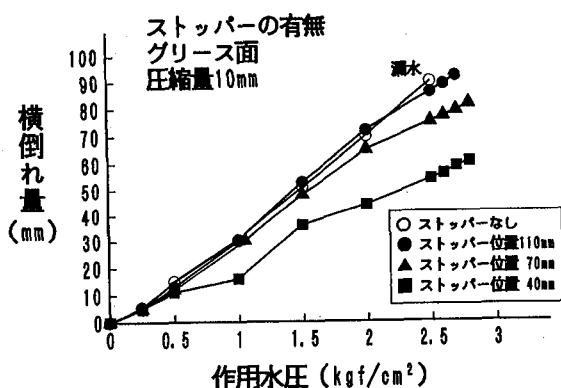


図-18 グリース塗布でのストッパーの効果

## 6. 止水に対する安全性の評価

ここでは、所定の圧縮量時のゴムガスケット上端の接面応力にガスケット係数を乗じた値を周囲の水圧と比較して、止水に対する安全性を評価する。接面応力は設計圧縮量時に作用する軸力を接触面積で除した値である。この考え方は、式(1)および図-19に示すパッキンの理論<sup>5)</sup>によるものである。

$$P_w < m \cdot \sigma = m \cdot P / B \quad (1)$$

ここで、 $P_w$ : 作用水圧

$P$ : ゴムガスケット作用する接面荷重

$B$ : ゴムガスケットと母材の接触幅

$\sigma$ : 接面応力

$m$ : ガスケット係数 (ガスケットの形状ならびに材質、硬度、接触面の粗度状態、などで設定される定数)

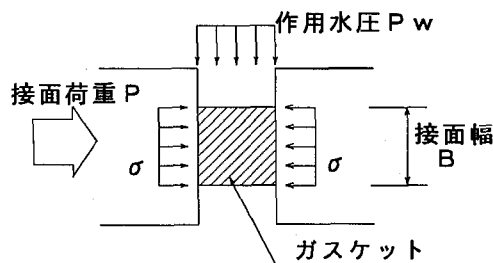


図-19 パッキンの理論の概念図

漏水を生じたときのゴムガスケットの圧縮量は10mmでこのときのノーズがつぶれた状態での接面応力は9.82kgf/cm<sup>2</sup>、接触幅は1.1cmである。(図-6, 7 参照) 各条件での漏水圧は2.50-2.98kgf/cm<sup>2</sup>の範囲であった。横倒れとともに接面応力や接触幅は変化すると考えるが試験中にこれらの計測は困難であるので、今回は初期の値を用いて計算した。この結果ガスケット係数は、2.54-3.03の範囲の値となった。

## 7. 結論

止水と横倒れに関する試験から以下の結論を得た。

1) ノーズが頂部に取り付けられたゴムガスケットでは、ノーズがつぶされていれば水圧3kgf/cm<sup>2</sup> (水深30mに相当) に対する止水性は高い。この際ノーズの接面応力の2.54-3.03倍の静水圧で漏水を生じた。沈埋トンネルの端部鋼殻の鋼板の処理状態によりノーズの止水性はあまり変わらなかった。

2) 正方形のゴムガスケットを外側から静水圧を作用させると直線部は内側に移動し隅角部はほとんど移動しなかった。漏水は直線部に生じたが、鋼板の摩擦が大きい場合は、横倒れ量も小さくノーズから漏水が生じた。しかし摩擦が小さいときは横倒れ量も大きくゴムガスケットのノーズが鋼板から離れて肩が鋼板に接触して漏水に至った。横倒れの防止の観点から、鋼板の表面の摩擦が大きい方がよい。

3) 摩擦係数が小さい場合ゴムガスケットの圧縮量が大きくても横倒れ現象が生じた。摩擦係数が大きければ圧縮量が大きくなれば横倒れはほとんど生じなかった。

4) 摩擦試験から、ゴム材料の湿潤状態での摩擦係数はバイオックス (生物付着防止塗料)、グリース (浮泥等の付着を想定)、鋼板、ゴム付き鋼板の順位が大きくなった。

5) 横倒れ防止用のストッパーは、ゴムガスケットに近い場合は有効であるが離れると効果が小さかった。バイオックスやグリースを塗布した場合は、ゴムガスケットが横倒れを起こすとストッパーを乗り越える現象が観察され、この場合ストッパーの大きさを今回より高くする必要がある。

## あとがき

今回ゴムガスケットの止水と横倒れに関して基礎的な試験を行った。止水に関しては荷重が除荷された状況や長期的な安定性について今後検討を進める予定である。また横倒れ防止用のストッパーについては、有効性が確認されたが今後形状や配置場所などをさらに検討する必要がある。

## 参考文献

- 1) 社団法人土木学会：東京港トンネル工事誌、p. 77, 昭和52年3月
- 2) 清宮理、佐藤正一：沈埋トンネル柔継手部の新形式ゴムガスケットの基本的な力学試験、構造工学論文集, Vol. 41A, pp. 103-111, 1995年3月
- 3) 清宮理他3名：沈埋トンネル柔継手の力学性状、港湾技研資料、No. 728, 32p, 1992年6月
- 4) 清宮理他3名：沈埋トンネル柔継手の載荷試験、構造工学論文集, Vol. 39A, pp. 1447-1456, 1993年4月
- 5) 岩波繁蔵、近森徳重：パッキン技術便覧、産業図書、昭和56年2月