

南極昭和基地第10居住棟の油性コーキング材及び  
ゴム環状ガスケットの経年変化と耐久性田中亨二<sup>1</sup>・清水市郎<sup>2</sup>・須田祐子<sup>3</sup>

Durability of oil-based caulking compound and rubber gaskets applied in panel joints of the old living hut built in 1969 at Syowa Station, Antarctica

Kyoji Tanaka<sup>1</sup>, Ichirou Shimizu<sup>2</sup> and Yuko Suda<sup>3</sup>

**Abstract:** Deterioration of aged oil-based caulking and rubber gaskets that had been used for sealing the joints between wall panels of the old living hut built in 1969 at Syowa Station was studied. As for oil-based caulking, tack and penetration measurements were carried out. The caulking turned from flexible to brittle in mechanical property by degradation. Fortunately, no water leakage from the joints was reported in the service period of the building though the material had not severely moved by rigid structural design. As for rubber gaskets, appearance observation, tensile and hardness tests were carried out, they keep at good level in mechanical property, however severe cracks occurred on their surfaces, and they were judged to have reached the limit of their useful lifetimes.

**要旨:** 昭和基地の第10居住棟壁材の目地に施工され、29年経過した油性コーキング材・ゴム環状ガスケットの劣化性状について調査を行った。調査は、油性コーキングについては指触試験・針入度試験、並びにゴム環状ガスケットについては外観観察・引張試験・硬さ試験を行い、それぞれ劣化性状について検討を行った。その結果、油性コーキング材については、硬く脆化し機能を果たしてはいるが、パネルが動かない、2次シール材が設けられていた等の理由で故障等は顕在化しなかった。また、ゴム環状ガスケットについては、力学的・形状的には実用上の使用には耐えられるが、亀裂の激しい部分もあり使用限界であると思われた。

## 1. はじめに

南極昭和基地で1969年に建設され、29年間使用された第10居住棟が解体され、1998年に日本に持ち帰られた。これには主としてパネル目地に油性コーキング材、環状ガスケットとして合成高分子系材料が使用されていた。これら材料は有機質系材料であり、無機質系材料

<sup>1</sup> 東京工業大学建築物理研究センター。Structural Engineering Research Center, Tokyo Institute of Technology, 4259, Nagatsuta, Midori-ku, Yokohama 226-8503.

<sup>2</sup> (財) 建材試験センター。Japan Testing Center for Construction Materials, 21-10, Inari 5-chome, Soka 340-0003.

<sup>3</sup> 東京工業大学大学院。Graduate School, Tokyo Institute of Technology, 4259, Nagatsuta, Midori-ku, Yokohama 226-8503.

に比べて温暖、高温地域では一般に耐久性に乏しいといわれている。これら材料が、逆に南極のような極寒の気象環境で使用された時には、どの程度の耐久性が期待されるかは非常に興味のあるところであり、またそこで得られる知見も非常に有用である。本調査は従来あまり明らかにされていない建築高分子材料の、寒冷地での耐久性に関する知見を得る目的で行った。

## 2. 油性コーキング材の調査

### 2.1. 油性コーキング材とその使用部位

油性コーキング材は建物の目地の水密・気密を確保するために外壁パネルの目地を充填する目的で使用されるものであり、多少の目地の動きに追随させるため、粘ちょう性を持たせたペースト状の材料である。これは、図1に示すように、外壁パネルの目地に幅9mm、深さ6mmで充填されていた。この材料は、そのまま露出されて使用されることもあるが、この建物では、施工後壁パネルと同じ塗料が塗布されていた。資料の採取位置は図2に示す2カ所からである。採取した資料を図3に示す。

### 2.2. 試験と結果

劣化の評価は、指触による検査と針入度の測定によった。

#### (1) 指触による予備検査

予備的な試験として、採取された油性コーキングの指触による検査を行った。コーキング材は非常に固くなっているものと、まだ十分に柔らかさを保持し、まだ“べとつき”の残っているものがあつた、前者については建設当時のものがそのまま使用されていたと考えられるが、今なお柔らかさを保持しているものは、途中で補修のために充填されたものと推定された。理由は、両者に使用部位上での違いはないこと、また目地部には油性コーキング以外（一液型シリコン系シーリング）で補修された部分も散見されており、かなりの頻度で目地部分は補修がなされたことが想定されたからである。

#### (2) 針入度の測定

針入度はコーキング材の硬さを表し、規定の針が試料中に垂直に侵入したときの長さの0.1mmを1として表すものである。図4に測定装置を示す。試験はJIS K 2207に準拠して行った。試料は回収したビートを約1cmの厚さに切断して、図4中の25℃に保たれた水中に浸漬した状態で測定を行った。

#### (3) 針入度の測定結果

測定結果を図5に示す。初期値は、この油性コーキング材の製造会社を調べたところ、三ツ星産業株式会社（東京都千代田区神田小川町3-28-9）であることが判明したため、問い合わせ、当時の製品の平均的な針入度のデータを入手した。また途中で補修したと推定されま

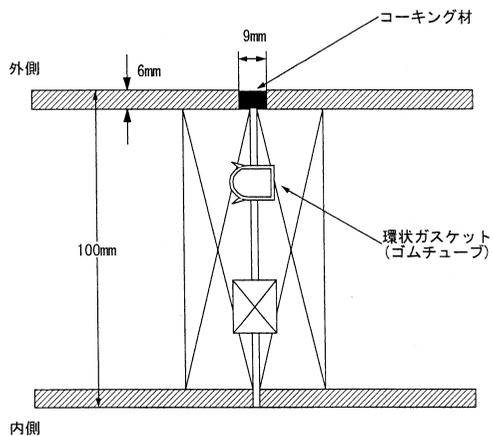


図1 居住棟外装パネル接合部の油性コーキング・ゴム環状ガスケット施工部分の断面図  
Fig. 1. Cross section of oil-based caulking and rubber gaskets in the joints.

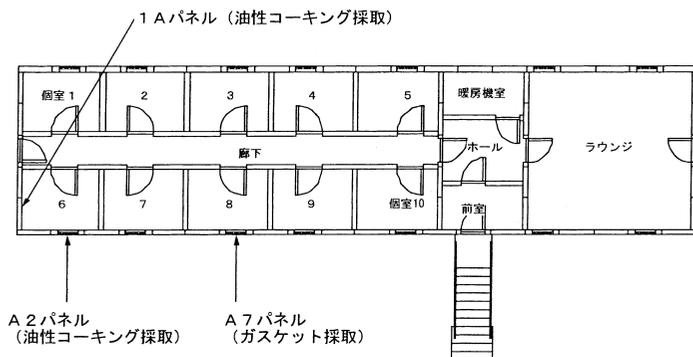


図2 居住棟からの油性コーキング・ゴム環状ガスケットの採取位置  
Fig. 2. Sampling locations of oil-based caulking and rubber gaskets in the joints.

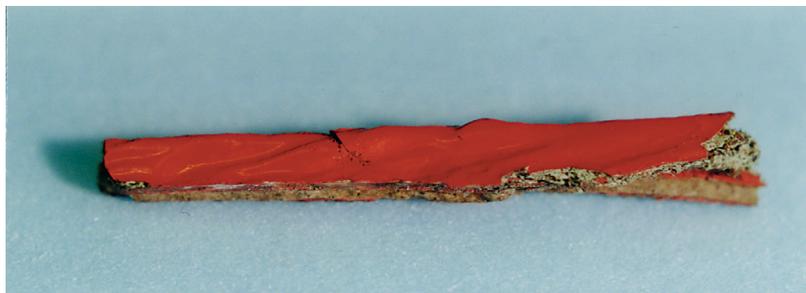


図3 採取された、約29年経過した硬化した油性コーキング材  
Fig. 3. Oil-based caulking after 29 years.

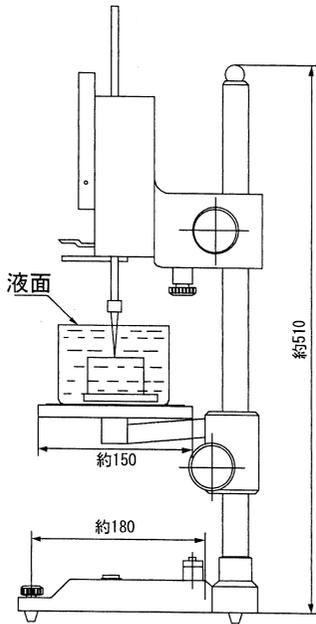


図4 JISK7203 に規定された針入度計  
Fig. 4. Penetration tester (JISK7203).

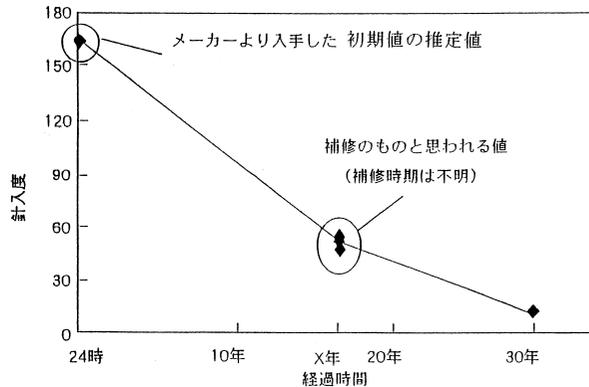


図5 油性コーキング材の針入度の経年変化  
Fig. 5. Penetration of oil-based caulking.

だ柔らかさの残っているものについても、補修時期は判明していないが、参考のため同図中に示した。

約30年も経たものは、針入度が激減しており、柔軟性を完全に失っている。材料としてはもう使用できない状態にあると判断される。その時期がいつ頃であったのかは、途中での試料採取が行われていないため、明らかにすることは出来なかった。

### 3 ゴム環状ガスケット

#### 3.1. 環状ガスケットと使用部位

環状ガスケットとは、パネルの間に挟み込み水密・気密を確保する目的で使用される部品である。水密・気密を高めるために材料を強く密着させる必要があり、圧縮状態で用いられる。そのためゴムは弾性にすぐれるゴムが使用される。また材料の使用効率を高めるために図6に示されるような中空の環状の形状をもつ。なお、このガスケットの材料はクロロプレンゴムである。

この材料が、図1に示すようにパネル側面のみぞに挟み込まれている。これはパネル表面のコーキングからの漏水・漏気があった場合、それを遮断するための2次シールとしての機能が期待されている。この部品はパネルの内部に位置するため、外気には直接さらされていない。

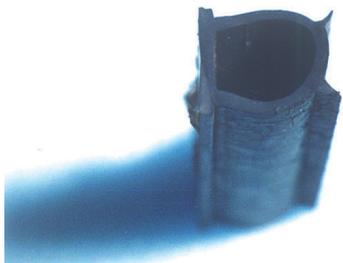


図6 居住棟から採取したゴム環状ガスケット  
Fig. 6. Rubber gasket.

ない。

試料の採取位置は、図2中のA7パネル接合部である。これ以外のものは試験時にはすでに外されていたため、正確な採取位置が不明なものも含め、合計5カ所から採取された試料を用いた。

### 3.2. 試験と結果

評価は、基本的な力学的性質を見るための引張試験と、材料の硬さを調べるための硬さ試験によった。

#### (1) 表面観察

ガスケットの表面には図7に示すような微細な亀裂が見られた。これらはガスケットのピート全長にわたり発生している。亀裂はガスケットの「側面」と「前面」に多く発生しており、パネルに接着剤で固定されている「底面」ではわずかであった。

この部品はパネルの内部で使われているため、日射による紫外線劣化は考えられず、亀裂発生の原因は大気中のオゾンと推定される。これは大気中に接触するガスケットの「側面」と「前面」に亀裂が多く発生し、接着剤でパネルに固定された。ゴム部分が大気と直接接触过していない「底面」では、亀裂の発生が抑制されていたこととも符合する。



図7 居住棟から採取したゴム環状ガスケットの表面  
Fig. 7. Surface rubber gasket.

(1) 引張試験

試料は環状ガスケット製品の位置による差異を調べるために、図8に示すビート断面の「前面」、「側面」、「底面」の3カ所から試験片を採取した。試験片には図9に示すダンベル3号型を使用し、試験はJIS K 6251に準拠し、引張速度500 mm/min、試験温度20°Cで行った。

試験結果は引張強さを図10に、破断時の伸びを図11に示す。通常のゴム製品の引張試験結果に比べて、試験片によるばらつきが非常に大きい。これは前述の亀裂が影響していると考えられる。すなわち、亀裂が多い、あるいは亀裂が深い試験片では、亀裂による断面積の減少、応力集中により簡単に破断するため、引張強さ、伸び能力の両者が低下している。また、ビート内での位置の差については、亀裂が非常に多く発生した「前面」から採取した試験片の強度、伸びが明らかに低くなっている。またこの材料の製造会社を調査したところタケチ工業ゴム株式会社(大阪府吹田市朝日が丘町15番2号)と判明したが、初期値の情報を保管しておらず、初期値を知ることでできなかった。そのため初期値との比較はできなかった。

(2) 硬さ試験

硬さ試験は同じくJIS K 6253に準拠して行った。測定にはある程度の厚さが必要であり、試験片を重ねて約12 mm以上の厚さの状態にして測定した。測定には図12に示すスプリン

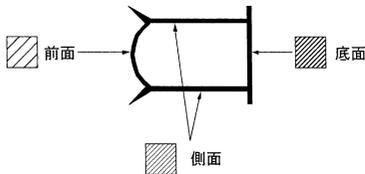


図8 ゴム環状ガスケットの引張試験用資料の採取位置

Fig. 8. Sampling locations of rubber gaskets test samples.

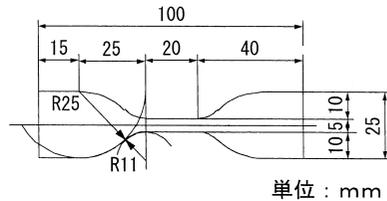


図9 引張試験用ダンベル状3号形試験片

Fig. 9. Pattern No. 3 dumb-bell sample for tension test.

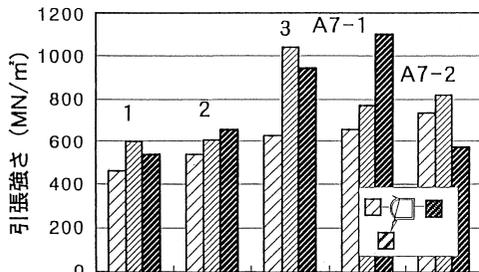


図10 居住棟から採取したゴム環状ガスケットの引張強さ試験結果

Fig. 10. Test results of rubber gaskets tension strength.

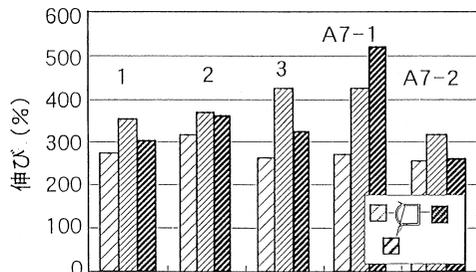


図11 居住棟から採取したゴム環状ガスケットの伸び試験結果

Fig. 11. Test results of rubber gaskets tensile strength.

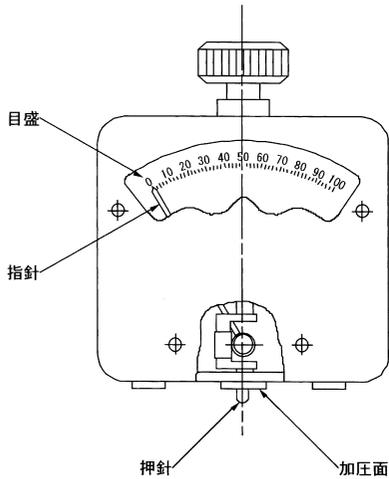


図12 硬さ試験に用いたスプリング式硬さ試験機

Fig. 12. Hardness tester.

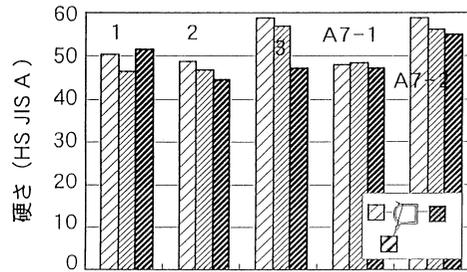


図13 居住棟から採取したゴム環状ガスケットの硬さ試験結果

Fig. 13. Test results of rubber gaskets hardness.

グ式硬さ試験機を使用した。押針を試料に押し付け、指針の最大値を読み取る。測定は20°Cで行った。この場合もビート面の「前面」、「側面」、「底面」の3面について測定した。

測定結果を図13に示す。引張試験に比べるとばらつきが少なくなっている。これは破壊試験ではないため、亀裂の影響を受けにくいためである。この場合も初期値が不明であり、どの程度物性変化を生じているかは評価できなかった。

#### 4. おわりに

本調査により、以下の結論が得られた。

(1) コーキング材については、硬く、もろくなっている。針入度の測定でも材料は測定限界程度まで劣化していることが示されており、その機能をほとんど失っている。それでもなお、使用できていたのはパネルの目地がそれ程動かなかったため、問題が顕在化しなかったためである。またその内側にはガスケットの2次シールが設けられていたことも問題が顕在化しなかった要因であると推定される。

(2) ゴム環状ガスケットについては、亀裂がかなり発生していた。しかし、力学的余力は残されており、また形状も異状を生じておらず、実用的にはまだ使用には耐え得ると思われる。ただ材料の観点からは亀裂の発生の程度の激しい部分もあり、かなり使用限界に近いと思われた。

(2001年7月16日受付; 2002年1月7日改訂稿受理)