

## ノート

## 層状鉱物を用いた水道管用ゴムパッキンの開発

飛澤 泰樹<sup>\*1)</sup> 清水 研一<sup>\*2)</sup> 菅野 彰<sup>\*3)</sup> 本田 壽男<sup>\*4)</sup>

## Development of the rubber packing for water pipes using stratified mineral

Taiki Tobusawa<sup>\*1)</sup>, Kenichi Shimizu<sup>\*2)</sup>, Akira Kanno<sup>\*3)</sup>, Toshio Honda<sup>\*4)</sup>

キーワード：ゴム，パッキン，層状鉱物

Keywords：Rubber, Packing, Stratified mineral

## 1. はじめに

一般的に水道管の接続部には、漏水を防ぐためにゴムパッキンが取り付けられている。しかし、地盤の偏位（地盤が傾く等）に対してゴムパッキンが追従できず、水道管の接続部に隙間が生じた場合、従来品では漏水を完全に防げない事が問題となっている。そこで、本研究では、従来の圧縮変形によるシール性に加えて、吸水膨潤する事でシール性を更に高めるゴムパッキンの開発を目的とした。

水道管用ゴムパッキンの場合、日本水道協会規格（JWWA）K156-2004「水道施設用ゴム材料」の物性規格Ⅲ・60からⅢ・80に適合している必要がある（表1<sup>(1)</sup>）。規格の特徴は、硬さが増すにつれて、中間伸び（引張応力7MPa時の伸び）が大きく減少する事である。そのため、中間伸びと吸水性の両立が本研究において最も難しい部分であった。

表1. JWWA K156-2004の物性規格

	硬さ*1 (HA)	中間伸び*2 (%)	引張強さ (MPa)	引張伸び (%)
Ⅲ・60	60±5	≤300	12≤	300≤
Ⅲ・65	65±5	≤250	12≤	300≤
Ⅲ・75	75±5	≤200	12≤	300≤
Ⅲ・80	80±5	≤150	12≤	280≤

\*1 デュロメータ硬さ \*2 引張応力7MPa時の伸び

本研究では、ベースゴムに吸水性を持たせるために、吸水性材料として層状鉱物を添加した。他にもシリカや吸水性ポリマーも検討したが、シリカは吸水性が不十分であり、吸水性ポリマーは衛生面に不安があった。また、パッキン構造については、従来の単層構造だけでなく三層構造についても検討した。

## 2. 実験

## 2.1 材料 ベースゴムにはスチレンブタジエンゴム

事業名 平成20,21年度 共同研究

\*1) 繊維・化学グループ

\*2) 材料技術グループ

\*3) 三報ゴム株式会社

\*4) 本田技術士事務所（前 三報ゴム株式会社）

（SBR1502，JSR株式会社製）を用い、基礎配合剤として硫黄等17種類を添加した。また、層状鉱物として、ベントナイト（ベンゲル，株式会社ホーゲン製）及び2種類のモンモリロナイト（ベンゲルA・株式会社ホーゲン製，クニピアF・クニミネ工業株式会社製）を用いた。以後、2種類のモンモリロナイトは、ベンゲルAをモンモリロナイト1とし、クニピアFをモンモリロナイト2とする。

2.2 材料の混練及び成形 まず、ミキシングロール（株式会社東洋設計製）を用いて、ロール表面温度40～80℃でベースゴム，基礎配合剤及び層状鉱物を混練し、厚さ約2.5mmの未加硫ゴムシートを作製した。次に、未加硫ゴムシートから側長約100mmのシートを切り出した後、小型熱プレス機（アズワン株式会社製）を用いて、160℃，30MPaで20分間加硫処理を行い、厚さ約2mmの加硫ゴムシートを作製した。

2.3 硬さ試験片作製及び試験 2.2で作製した加硫ゴムシートから、打ち抜きにて側長約30mmの試験片を作製した。その試験片を3枚重ねた状態で、デジタル式ゴム硬度計（ISO-DD2-A型，高分子計器株式会社製）及び定圧荷重器（CL-150，高分子計器株式会社製）を用いてデュロメータ硬さ試験を行った。

2.4 引張試験片作製及び試験 2.2で作製した加硫ゴムシートから、打ち抜きにてJIS K 6251ダンベル状3号形試験片を作製した。そして、引張試験は、23±2℃，50±5%RHの室内において、オートグラフAG-10TD（株式会社島津製作所製）を用いて試験速度500mm/minで行った。また、伸び測定には、長尺型接触式伸び計を用いた。

2.5 吸水率試験片作製及び試験 2.2で作製した加硫ゴムシートから、打ち抜きにて側長約30mmの試験片を作製した。そして、70℃で12時間以上乾燥させた後、約23℃のイオン交換水に所定の期間浸漬させた。その際、電子天秤（ExcellencePlusXP205，メトラー・トレド株式会社製）を用いて浸漬前後の質量を測定し、下記数式から吸水率を算出した。

$$\text{吸水率 (\%)} = \frac{(m_2 - m_1)}{m_1} \times 100$$

$m_1$  : 浸漬前の試験片質量 (g)

$m_2$  : 浸漬後の試験片質量 (g)

### 3. 結果

**3.1 層状鉱物の比較** ベントナイト, モンモリロナイト1及びモンモリロナイト2を, ベースゴムに対してそれぞれ50 phr (phr: ベースゴム100gに対する量) 添加した。各添加品の硬さ及び引張試験結果を表2に示す。また, 図1に各添加品の吸水率変化を示す。なお, ベントナイト, モンモリロナイト1及びモンモリロナイト2は表中及び図中において, それぞれベント, モンモリ1及びモンモリ2と表記する。

表2. 各添加品の硬さ及び引張試験結果

	硬さ*1 (HA)	中間伸び*2 (%)	引張強さ (MPa)	引張伸び (%)
ベント	67	268	13.0	450
モンモリ1	66	253	13.6	442
モンモリ2	67	260	12.4	416

\*1 デュロメータ硬さ \*2 引張応力7MPa時の伸び

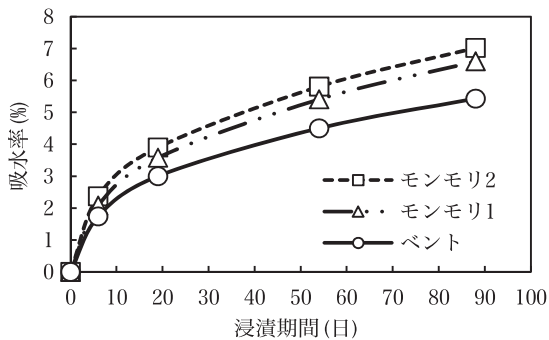


図1. 各添加品の吸水率変化

表2及び図1より, ベントナイトよりもモンモリロナイトを添加した方が中間伸びを低くでき, 吸水率も高くできることがわかった。しかし, 経済性を考慮し, 本研究では主にベントナイトを使用した。

**3.2 パッキン構造の検討** 層状鉱物を添加するだけでは, 物性規格を満たす事はできなかった。特に, 中間伸びの規格値を満たす事が難しかった。そこで, 吸水率が高い層と中間伸びが低い層からなる三層構造について検討した。

吸水率が高い層にはベントナイト120 phr添加品(浸漬期間75日で10%)を用い, 中間伸びが低い層にはベントナイト未添加品を用いた。各層単体の硬さ及び引張試験結果を, 表3に示す。

表3. 各層単体の硬さ及び引張試験結果

	硬さ*1 (HA)	中間伸び*2 (%)	引張強さ (MPa)	引張伸び (%)
吸水率が高い層	76	267	8.6	336
中間伸びが低い層	59	215	14.1	369

\*1 デュロメータ硬さ \*2 引張応力7MPa時の伸び

図2に, 三層構造の模式図を示す。三層構造の厚みは全体で約2mmとし, 各層の厚みは表3の値をもとに, 物性規格を満たすように設計した。

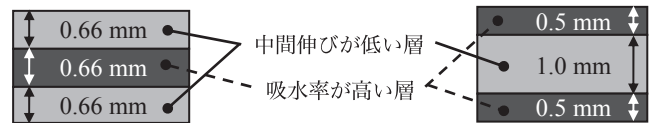


図2. 三層構造の模式図(左:三層構造A, 右:三層構造B)

表4に, 各三層構造の硬さ及び引張試験結果を示す。また, 各三層構造A, Bと同量のベントナイトを均一に添加した単層構造A', B'の結果も同表に示す。各構造の添加量は, A, A'が40 phrでB, B'が60 phrであった。

表4. 各構造の硬さ及び引張試験結果

	硬さ*1 (HA)	中間伸び*2 (%)	引張強さ (MPa)	引張伸び (%)
三層構造A	67	235	14.1	398
単層構造A'	66	253	12.3	389
三層構造B	69	233	12.8	410
単層構造B'	70	263	11.8	407

\*1 デュロメータ硬さ \*2 引張応力7MPa時の伸び

表4より, 三層構造は両者とも物性規格Ⅲ・65を満たすが, 単層構造は両者とも満たさなかった。

次に, 各三層構造の吸水率変化を図3に示す。

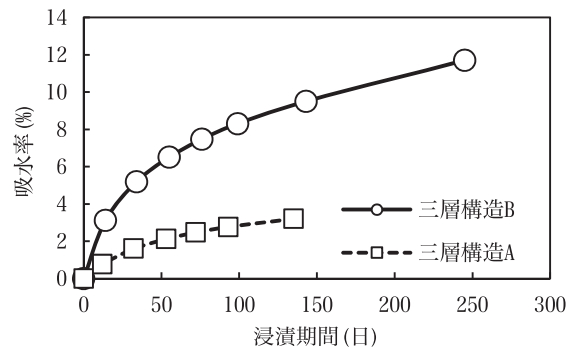


図3. 各三層構造の吸水率変化

図3より, 吸水率が高い層を外側に配した三層構造Bの方が, Aよりも吸水性に優れている事がわかった。

### 4. まとめ

本研究では, 吸水性材料としてベントナイトを使用し, 構造を三層とする事で, 吸水率10%以上有する水道管用ゴムパッキンを開発した(特開2012-21634)。また, ベントナイトの代わりにモンモリロナイトを用いる事で, 吸水率をさらに高められると考えられる。

(平成25年7月22日受付, 平成25年8月13日再受付)

### 文 献

(1) JWWA K 156 : 2003 「水道施設用ゴム材料」