

## 密閉ゴムピン支承の基本性能評価のための実験的研究 その1 実験概要

正会員 ○佐藤宏貴\*1 正会員 島崎和司\*1  
同 山口貴之\*2 同 佐伯英一郎\*2

ピン支承 密閉ゴム 回転剛性  
ゴム厚さ 軸力 せん断力

### 1. 序

建築構造物のピン支承は、高軸力を受けるために設計が困難であることが想定されるが、その解の一つとして密閉ゴムピン支承が考えられる。密閉ゴムピン支承は橋梁のピン支承としての実績はあるが、その回転剛性に関する性能を検証した研究は少ない<sup>1)2)</sup>。本研究では、建築構造物の脚部に用いることを想定し、建物の自重や水平力による付加軸力とせん断力を負荷した状態で、回転角1/20まで強制変位を与えて、回転剛性を評価して、ピン支承としての性能評価するための基本データを得ることを目的とする。その1では実験概要を述べ、その2で回転剛性の評価を試みる。

### 2. 実験概要

#### 2.1 試験体概要

試験体は、図1に示す金属のデバイスにゴムを密閉したものである。使用したゴムは硬度50度の天然ゴム板である。試験は、軸力とせん断力の影響を検討するシリーズ1と高軸力下での挙動を検討するシリーズ2の2シリーズからなる。シリーズ1は、比較的径の小さい径とゴム厚を変えた表1に示すシリーズである。このシリーズではゴム直径3種、ゴム厚3種の計5種類の試験体で、面圧を20,30MPaの2種、せん断力を軸力の0,0.1,0.2,0.4倍の4段階とした計40ケースとした。シリーズ2では表2に示すようにパラメータを設定した。ゴム直径3種、ゴム厚2種とし、ゴムとデバイスの摩擦の影響の検討のための円形のテフロンシートの有無で計12種類の試験体で、面圧を3種とした計36ケースとし、それぞれ3回ずつ行った。

#### 2.2 加力方法概要

シリーズ1の実験装置を図2に示す。油圧ジャッキで軸力を負荷し、水平に設置したアクチュエーターでせん断力を与え、垂直に設置したアクチュエーターで回転を与える。軸力の反力はPC鋼棒を用いて拘束し、PC鋼棒の反力位置には試験体のゴム頂部が回転中心となるように設定した曲率のかまぼこ型回転滑り支承を設置した。摩擦係数低減のためテフロンシートを2枚重ねて挟んだ。

シリーズ2の実験装置を図3に示す。高軸力対応のため5MN圧縮試験機に設置し、圧縮試験機で軸力を与えた後、

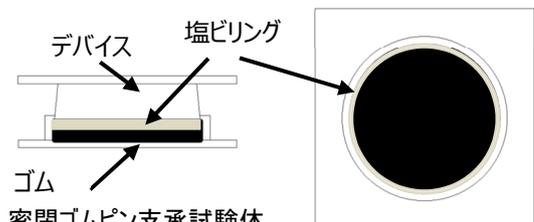


図1 密閉ゴムピン支承試験体

表1 シリーズ1 試験体

No.	直径 (mm)	ゴム厚 (mm)	軸力 (kN)	せん断力 (kN)			
				0	25	50	100
1	126	10	249	0	25	50	100
			374				
2	150	10	0	35	70	140	
		15					
		20					
5	178	10	498	0	50	100	200
			747				

表2 シリーズ2 試験体

No.	直径 (mm)	ゴム厚 (mm)	テフロン	軸力(kN)		
				5 (MPa)	25 (MPa)	50 (MPa)
1	150	12.5	無	89	442	884
2						
3						
4	250	20	無	246	1228	2456
5						
6						
7	300	21	無	354	1768	3536
8						
9						
10	300	32	無	354	1768	3536
11						
12						

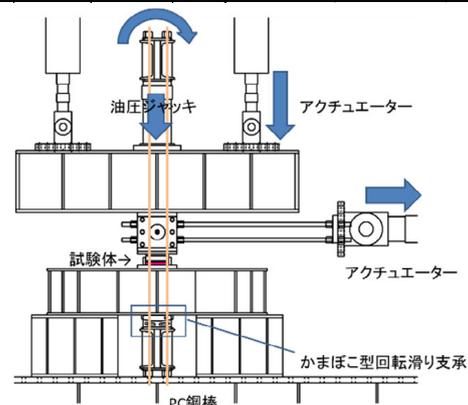


図2 シリーズ1 実験装置

左側についている油圧ジャッキで回転させる。このときの回転中心は、かまぼこ型回転滑り支承によりゴム顶部にくるよう設計した。シリーズ1でのこの部分の摩擦力の影響を低減させるため、2枚のテフロンシートの間に超極圧潤滑剤を塗ることにより摩擦を軽減した。また、摩擦による抵抗モーメントを低減させるため回転半径をできるだけ小さくした。

加力は1/20radまで強制回転を与えた後、シリーズ1では変形0まで、シリーズ2では逆方向に同じ強制回転を与え、最後に水平に戻すまでを1サイクルとし、それぞれの軸力で3サイクル行った。またシリーズ2では、途中の1/200, 1/100, 1/50で各3回繰り返しの後、1/20で繰り返す実験も行った。

### 3. 実験結果

#### 3.1 シリーズ1 結果

代表例として、150φ ゴム厚 15mm の No.3 のモーメント-回転角関係を図4に示す。軸力の異なる実験は続けて実施している。初期の剛性は、かまぼこ型回転滑り支承の摩擦力で回転が固定され、軸力固定のためのPC鋼棒の曲げ剛性が実験での剛性となっており、ゴム支承の回転剛性は、かまぼこ型回転滑り支承の摩擦が切れた第2勾配が試験体の回転剛性と考えられる。これをみると、同じせん断力だと軸力が增大すると回転剛性が大きくなり、同じ軸力だとせん断力が増加すると回転剛性が大きくなっているようである。また他の試験体も同様の結果となった。

#### 3.2 シリーズ2 結果

代表例として、300φ ゴム厚 38mm の No.11,12 のモーメント-回転角関係を図5に示す。初期の剛性は、かまぼこ型回転滑り支承の摩擦力で回転が固定されているため、摩擦力分だけループが上下に大きくなっている。これをみると、軸力が大きくなると回転抵抗が増大している。また、ゴムとデバイス間にテフロンシートを敷いて摩擦を低減させると回転剛性が低下している。小振幅での回転抵抗は1/20繰り返しでの回転抵抗より小さく、1/20繰り返しで回転抵抗を評価すれば安全側に評価できると言える。写真1にNo.12の試験終了後の状況を示す。ゴムの摩擦によってテフロンシートが押し出され、デバイス側面に擦り傷が生じているのが見て取れる。

### 4. まとめ

その1では、密閉ゴムピン支承の基本性能を確認するための実験の概要を示した。

#### 参考文献

- 津村直宜, 他: 密閉ゴム支承板支承の力学特性に関する実験的検討, 土木学会年次学術講演会講演概要集第1部(A), pp. 726-727, 1999
- 山口貴之, 他: 3面拘束されたゴムを有するピン支承の開発研究 その1,2, 日本建築学会大会学術講演梗概集, #22335-22336, 2015

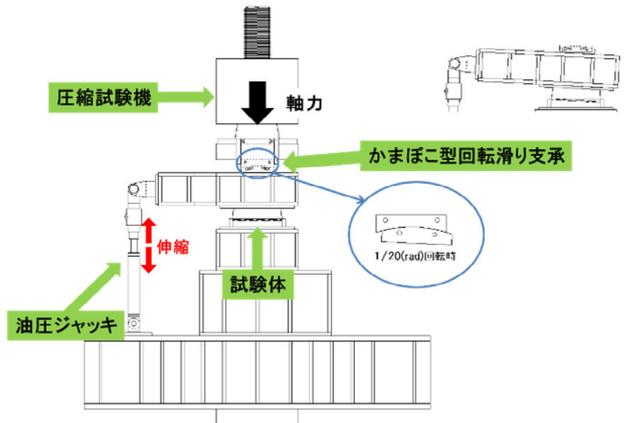
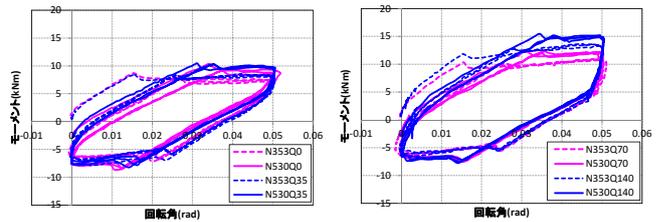
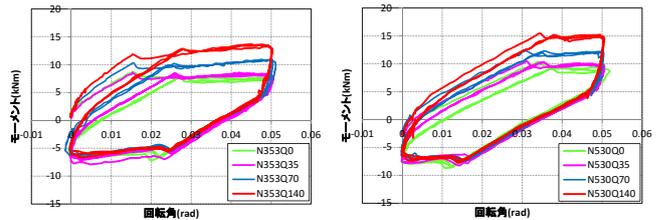


図3 シリーズ2 実験装置

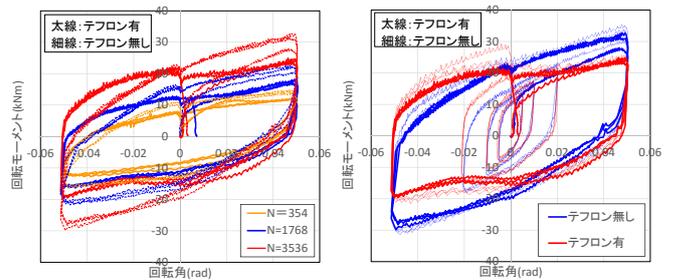


(a) 同じせん断力で軸力が相違



(b) 同じ軸力でせん断力が相違

図4 シリーズ1 150φ ゴム厚 15mm の結果



(a) 軸力の相違

(b) 小振幅時の繰り返し

図5 シリーズ2 300φ ゴム厚 38mm の結果



写真1 シリーズ2 No.12 実験終了後の状況

\*1 神奈川大学工学部建築学科

\*2 日之出水道機器株式会社

\*1 Dept. of Arch. and Build. Eng., Kanagawa University

\*2 Hinodesuidokiki Co., Ltd.