

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2 回転剛性の評価

正会員 ○島崎和司*1 正会員 佐藤宏貴*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

その1で得られた実験結果を基に、その2で回転剛性の評価を試みる。

2. 実験データの補正

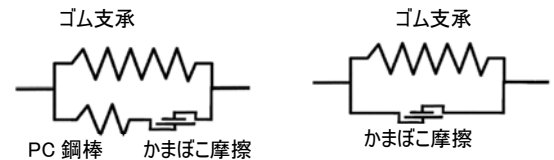
2.1 補正方法概要

実験結果は、密閉ゴムピン支承の回転抵抗が小さく、試験装置の摩擦等の影響が大きくなっているため補正が必要である。試験は、図1に示す模式図のように考えることができる。シリーズ1では、かまぼこ型回転滑り支承の摩擦抵抗と軸力固定のためのPC鋼棒の曲げ剛性が付加され、シリーズ2では、かまぼこ型回転滑り支承の摩擦抵抗が付加される。摩擦抵抗は、滑り出した後は一定の値として実験値から差し引くこととする。初期の滑り出し荷重、除荷時の滑り出し荷重を平均して補正值を定めた。シリーズ2では、テフロンシートの上に超極圧潤滑剤を塗る事により摩擦抵抗が安定していたので、補正值のばらつきは少ない。軸力が大きいほど摩擦係数が小さく、300φでは、0.007~0.018程度であった。また、軸力の加力時は、装置の安定のため油圧ジャッキを固定しており、ゴムの縮みに伴い初期力が生じているので、これも補正した。

シリーズ1のPC鋼棒の曲げ剛性は、ゴム支承位置に丸鋼を設置して回転剛性をほぼ0とするとともに、かまぼこの摩擦を大きくして回転を拘束することによりPC鋼棒の曲げ剛性を算定した。図2(a)に実験結果を示す。載荷時と除荷時で異なるのでそれぞれ2次式と1次式で線形回帰し実験値から補正した。かまぼこが滑っている間は同一の値とした。

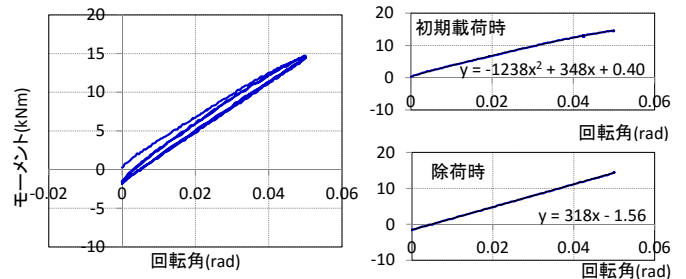
2.2 補正結果

シリーズ1のφ150の補正結果を図3に示す。(a)はゴム厚15mmの試験体の軸力とせん断力の違いによる相違を、(b)がせん断力140kNの時のゴム厚の違いによる相違を示している。PC鋼棒の剛性の評価で除荷時の補正がうまくいっていないものも見受けられるが、載荷時の回転抵抗を見ると、この程度の軸力では、軸力による回転抵抗の相違は見られなく、せん断力が大きくなると回転抵抗が増している。その1の実験結果で見られた軸力による回転抵



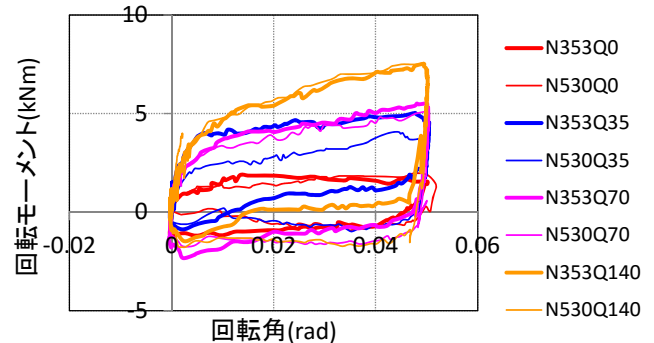
(a) シリーズ1 (b) シリーズ2

図1 実験値の補正の模式図

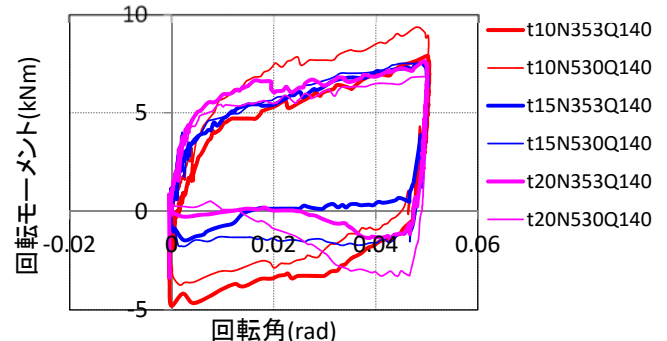


(a) 実験結果 (b) 線形回帰(2次)

図2 シリーズ1のPC鋼棒の回転抵抗



(a) 軸力とせん断力の相違による違い(t15)



(b) ゴム厚の相違による違い

図3 シリーズ1の補正結果(1サイクルのみ)

抗の相違は、このシリーズではかまぼこの摩擦力の相違であったと考えられる。

シリーズ2のφ300の補正結果の例を図4に示す。ゴム厚さが25mmで、テフロンのないものでは軸力の相違による回転抵抗の相違が大きい。テフロンがあるものでは軸力による相違はあまり見られなく、ゴム厚が大きいものではその差が小さい。これは、デバイスとゴムの間の摩擦によってゴムの流体的な水平方向の移動が拘束されるためと考えられる。また、テフロンありの場合に回転角が1/50を超えるあたりから回転抵抗の剛性が増大する傾向が見られるが、これはゴムの水平移動に伴い、デバイスの上下が衝突してこじれることによる摩擦が生じたためと思われる。実験後の最終写真に見られた側面の傷が、これを物語っている。

3. 回転剛性の評価

ゴムを単軸方向のばねと仮定して円形の弾性支承梁として回転剛性を算定すると、図5に示す(2)式で与えられる。ここで E はゴムのヤング係数であるが、単純引張時のヤング係数は 5.7N/mm^2 程度でかなり小さい値である。図6はシリーズ2のφ300の圧縮応力度と軸ひずみの関係を示したものである。軸剛性は $t25$ で 3000N/mm^2 程度、 $t38$ で 2000N/mm^2 程度となっており、密閉状態での剛性はかなり高く、ゴム厚の厚いものの方が低い値となっている。

この剛性を用いて(2)式による弾性支承梁としての回転剛性を実験結果に重ねて記したものが図7である。軸力を加えた後の極初期の回転剛性は、図6に示した軸剛性を用いた弾性支承梁として評価できると考えられるが、すぐにゴムが流体的挙動を示すために剛性が低下している。ゴム厚が38mmでテフロンシートによりデバイスとゴムの間の摩擦を低減した試験体では、定常状態の2次剛性は、単純引張時のヤング係数を用いた値に近い。変形が増大すると定常状態の回転剛性が大きくなる点が見られるが、これはその1に示したように上下のデバイスがぶつかりこじれによる抵抗力が働いたためと思われる。シリーズ1でせん断力が大きいほど抵抗が大きかったのも、このこじれによる抵抗力の差と考えられる

4. まとめ

密閉ゴムピン支承の基本性能を確認するための実験を行い、ピン支承として十分な性能があることを示した。また、回転剛性はゴム厚、デバイスとゴムの間の摩擦、軸力、せん断力の影響を受けることがわかった。実用化のためには、これらの定量的な評価とともに、スケール効果、温度、速度による影響を評価する必要がある。

謝辞

実験の計画、実施、初期データの処理は神奈川県立大学学生的美谷島氏、北原氏と派遣スタッフの野村氏により、島崎研究室学生の協力のもとになされたものです。

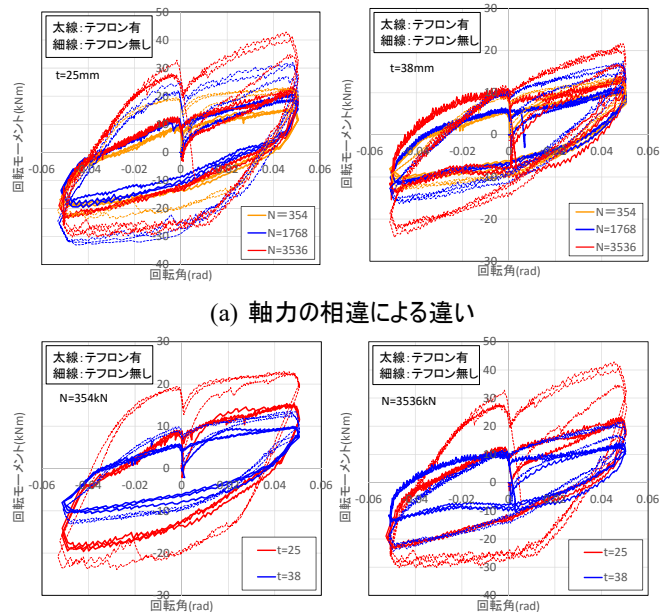
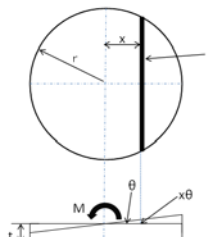


図4 シリーズ2の補正結果(φ300)



$$M = \int_A x \cdot \frac{x\theta}{t} \cdot E \cdot da \quad (1)$$

$$= \frac{\pi \cdot r^4 \cdot E}{4t} \theta$$

$$\frac{M}{\theta} = \frac{\pi \cdot r^4 \cdot E}{4t} \quad (2)$$

図5 弾性支承梁としての回転剛性

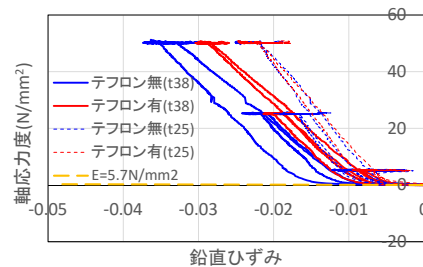


図6 シリーズ2の軸剛性(φ300)

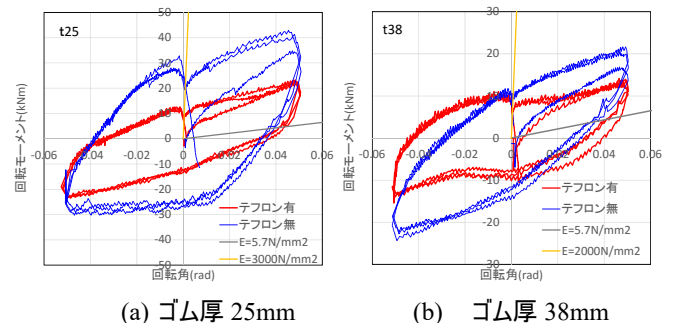


図7 シリーズ2の回転剛性の評価(φ300)

*1 神奈川県立大学工学部建築学科

*2 日之出水道機器

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

*2 Hinodesuidokiki Co., Ltd.