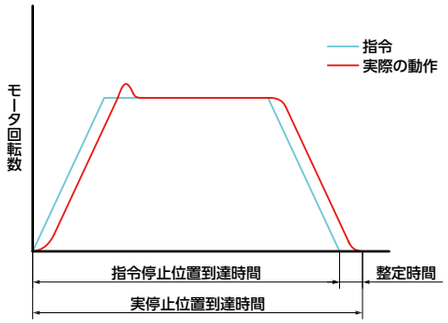
## テクニカル・インフォメーション

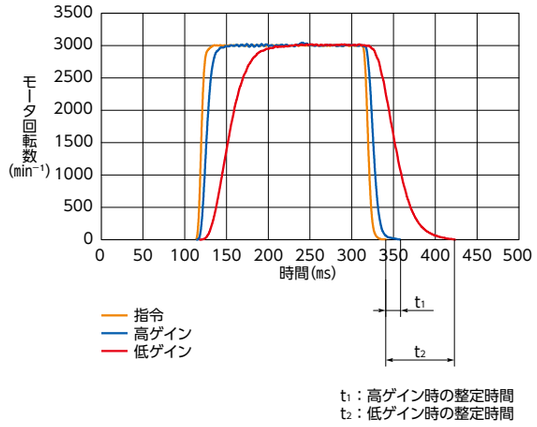
### ● 生産性と整定時間

サーボモータとボールねじを使用した一軸アクチュエータを利用した生産設備では、サーボモータとアクチュエータをプログラムの指令どおりに動作させることが、生産性向上につながります。
しかし、実際の動作は指令に対して遅れが発生し、決められた位置でアクチュエータを停止させようとすると、指令よりも遅れて停止します。この遅れを整定時間といいます。
アクチュエータが完全に停止しないと次工程に移れないため、生産性向上のためには整定時間を短縮することが重要です。




### ● サーボモータのゲインと整定時間

サーボモータのゲインとはどのくらい指令どおりの動作をさせるかを表す指標です。
ゲインを上げると整定時間を短縮できますが、上げすぎるとハンチングが発生しサーボモータの制御ができなくなります。
ハンチングを抑えながらゲインを上げるためには、サーボモータの各パラメータを微調整する必要があります。
しかし、弾性部に金属を使用したディスクタイプなどのカップリングでは、ゲインを上げた時にハンチングが発生しやすい傾向にあり、パラメータの微調整のみでゲインを上げるには限界があります。
ハンチングが発生した場合、一般的には回転系の剛性を上げるため、より高剛性のカップリングへの変更が推奨されています。
しかし実際は、カップリングの変更だけではボールねじを含む回転系全体の剛性を上げることはできず、ディスクタイプなどの高剛性カップリングに変更しても効果がない場合があります。




t₁：高ゲイン時の整定時間
t₂：低ゲイン時の整定時間

### ● 高減衰能ゴムタイプ

XGT2-C XGL2-C XGS2-C XGT XGL XGS

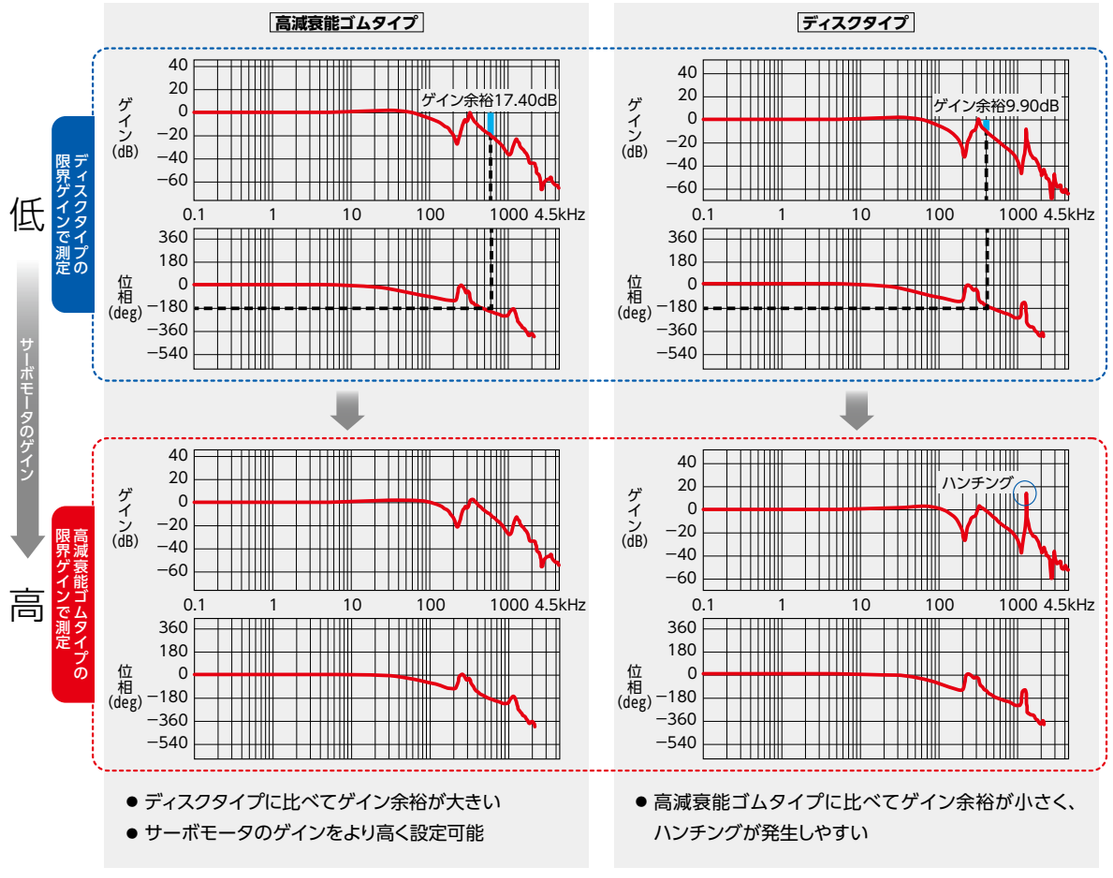
高減衰能ゴムタイプはディスクタイプなどの高剛性のカップリングよりも高ゲインで使用でき、整定時間の短縮が可能です。
また、制振機能により面倒なパラメータ調整作業が軽減され、最適なパラメータ出しに要する時間が短縮できます。

### ● なぜ高減衰能ゴムタイプはディスクタイプよりもゲインを上げられるのか?

高減衰能ゴムタイプがディスクタイプよりもサーボモータのゲインを上げられる要因はボード線図から読み取ることができます。
ボード線図の位相遅れが−180°の点における0dBとのゲイン幅をゲイン余裕、折点周波数における180°との位相幅を位相余裕と呼びます。
一般的にサーボ系のゲイン余裕は10〜20dB、位相余裕は40〜60°が目安とされており、サーボモータのゲインを上げるとゲイン余裕が小さくなり、10dB以下になるとハンチングが発生しやすくなります。
高減衰能ゴムタイプとディスクタイプの限界ゲイン（ハンチングの発生がなく、カップリングが使用できるゲインの上限値）を比較すると、高減衰能ゴムタイプはゲイン余裕が大きく、10dBを大きく上回っています。そのため、サーボモータのゲインをディスクタイプよりも上げることができます。
ゲイン余裕を大きくするためには、カップリングの減衰性および動剛性が高いことが求められます。➡ P.xxxx

ディスクタイプ限界ゲイン時のゲイン余裕
高減衰能ゴムタイプ　：17.40dB
ディスクタイプ　：9.90dB

● ボード線図




- ディスクタイプに比べてゲイン余裕が大きい
- サーボモータのゲインをより高く設定可能

- 高減衰能ゴムタイプに比べてゲイン余裕が小さく、ハンチングが発生しやすい


NBK 鍋屋バイテック会社 ▶0575-23-1162 ▶info@nbk1560.com ▶https://www.nbk1560.com

# XGT2-C/XGL2-C/XGS2-C フレキシブルカップリング - 高減衰能ゴムタイプ

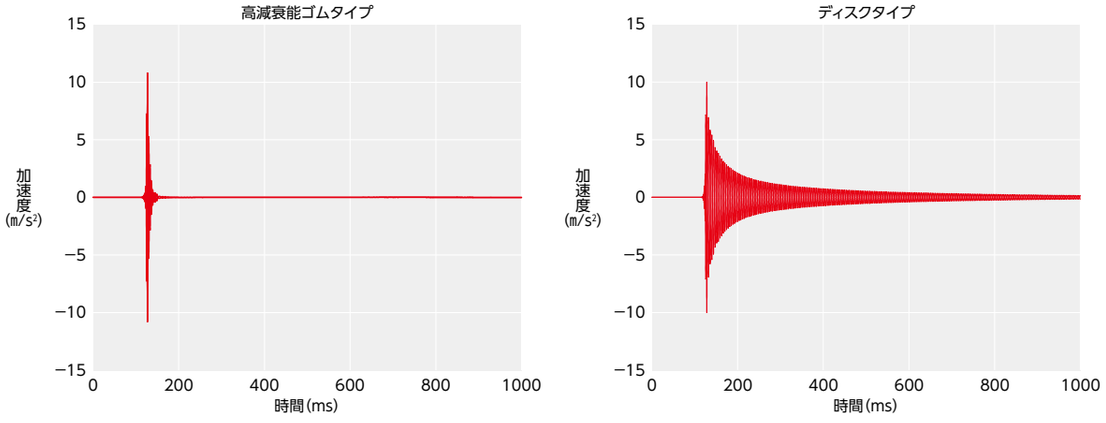
特許取得済

バックラッシュ0　高ゲイン対応　高トルク　高剛性　振動吸収　電気絶縁性

## テクニカル・インフォメーション

### ● 高減衰能ゴムタイプとディスクタイプの減衰性の比較

減衰特性を表す減衰比は、高減衰能ゴムタイプがディスクタイプよりもはるかに高く、振動を速やかに吸収します。




### ● 高減衰能ゴムタイプ（XG2シリーズ/XGシリーズ）とディスクタイプカップリングの比較

サーボモータとアクチュエータを使用した試験で、次のことを確認しました。

● 整定時間

ゲインを上げると整定時間が短くなり、XG2シリーズ・XGシリーズがよりゲインを高く設定することができました。
ゲインが同じであればカップリングによる整定時間の差異はありませんでした。
整定時間を短縮するには、ディスクタイプよりゲインを高く設定できる高減衰能ゴムタイプ、特にXG2シリーズが有効となります。

● 位置決め精度・くり返し位置決め精度

ゲインやカップリングによる差異はありませんでした。

● オーバーシュート

ゲインを上げるとオーバーシュートが大きくなりますが、ゲインが同じであればオーバーシュートの差異はありませんでした。

● まとめ

整定時間はゲインを高く設定できるXG2シリーズが最も短くすることができました。位置決め精度・くり返し位置決め精度・オーバーシュートはカップリングによる差異はありませんでした。
結果として、装置・設備のサイクルタイムを短縮するためには、XG2シリーズが有効であることが確認できました。

● 試験装置

アクチュエータ　：MCM08　日本精工㈱製
　　＊ボールねじリード10mm
サーボモータ　：HF-KP13　三菱電機㈱製

● 試験条件

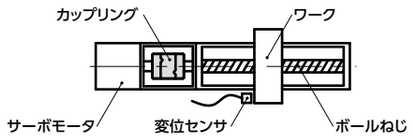
モータ回転数　：3000min$^{-1}$
加減速時間　：50ms
ワーク負荷　：3.0kg
負荷慣性モーメント比　：3.5

● 試験動作

正転（1rev）→停止（500ms）→逆転（1rev）

● 試験方法

ワークの動きを変位センサで計測し、ワーク移動量および整定時間を測定する。




● 整定時間、位置決め精度およびオーバーシュート測定

| ゲイン*1 | | XG2シリーズ | XGシリーズ | ディスクタイプ | 考察 |
|---|---|---|---|---|---|
| 25 | 整定時間（ms） | 12 | 12 | 12 | ディスクタイプが使用できるゲインの上限値です。<br>XGシリーズとXG2シリーズは問題なく使用可能です。 |
| | 位置決め精度（mm） | 0.002 | 0.002 | 0.002 | |
| | くり返し位置決め精度（mm） | ±0.001 | ±0.002 | ±0.002 | |
| | オーバーシュート（μm） | 0.6 | 0.6 | 0.6 | |
| 27 | 整定時間（ms） | 8 | 8 | ハンチング発生 | XGシリーズが使用できるゲインの上限値です。<br>XG2シリーズは問題なく使用可能です。<br>ディスクタイプはハンチングが発生し使用できません。 |
| | 位置決め精度（mm） | 0.002 | 0.003 | | |
| | くり返し位置決め精度（mm） | ±0.002 | ±0.002 | | |
| | オーバーシュート（μm） | 1 | 1 | | |
| 32 | 整定時間（ms） | 3 | ハンチング発生 | ハンチング発生 | ディスクタイプとXGシリーズはハンチングが発生し使用できません。<br>XG2シリーズは問題なく使用可能です。 |
| | 位置決め精度（mm） | 0.003 | | | |
| | くり返し位置決め精度（mm） | ±0.001 | | | |
| | オーバーシュート（μm） | 1.7 | | | |

＊1：　位置制御ゲイン・速度制御ゲインなどのすべてのゲインを調整した値（最小：1-最大：32）

位置決め精度
：位置決め動作を行い、目標点と実際の停止位置との差の絶対値を求める。この測定を原点から最大ストロークの範囲内の各点で行い、求めた値の最大値を示したもの。

くり返し位置決め精度
：任意の一点へ同じ動作方向からの位置決めを7回くり返して停止位置を測定し、停止位置の最大値と最小値の差を求める。この測定方法を最大ストロークの範囲の中央およびほぼ両端のそれぞれの位置で行い、求めた値の最大のものを測定値として、その値の1/2倍に±をつけて示したもの。

● 表中の値は、試験条件により異なります。


NBK 鍋屋バイテック会社　0575-23-1162　info@nbk1560.com　https://www.nbk1560.com

# XGT2-C/XGL2-C/XGS2-C フレキシブルカップリング - 高減衰能ゴムタイプ

特許取得済

バックラッシュ0　高ゲイン対応　高トルク　高剛性　振動吸収　電気絶縁性

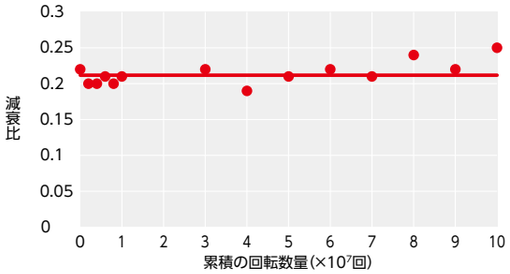
## テクニカル・インフォメーション

### ● 使用回数による性能変化

● 試験方法①
カップリングに常用トルクを負荷しながら一方向に回転させ、減衰比・動剛性を測定する。

● カップリング
**XGT2-25C-12-12**

● 使用回数（累積の回転数量）による減衰比の変化




＊累積の回転数量が$10^8$回後でも、回転後に減衰比・動剛性に大きな変化はありません。

● 試験方法②
一軸アクチュエータにモータとカップリングを取りつけ、ワークを往復運動させ、減衰比を測定する。

● カップリング
**XGT-25C-8-8**

● 試験動作
正転（10rev）→逆転（10rev）　この動作を繰り返す。
ストローク100mm、総走行距離4400km

● 減衰比と動剛性の測定

| | 試験前 | 試験後 |
|---|---|---|
| 減衰比 | 0.07 | 0.07 |

＊総走行距離4400km後でも減衰比に変化はありません。

● 試験装置
アクチュエータ　：BG46　日本ベアリング㈱製
＊ボールねじリード10mm
サーボモータ　：HF-KP13　三菱電機㈱製

● 試験条件
モータ回転数　：3000min$^{-1}$
加減速時間　：10ms
ワーク負荷　：3.0kg
負荷慣性モーメント比　：3.5

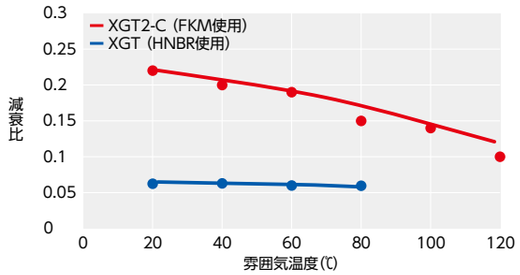
● 試験方法
試験前後のカップリングの減衰比を測定する。

### ● 温度による性能変化

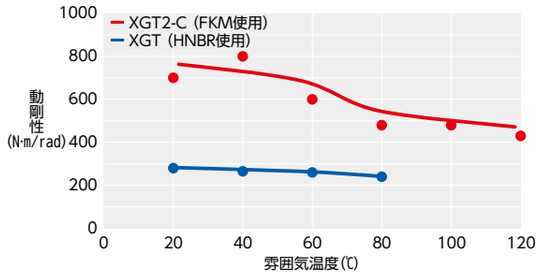
● 試験方法
カップリングを所定の雰囲気温度下で4時間放置し、減衰比・動剛性を測定する。

● カップリング
**XGT2-25C-12-12** **XGT-25C-12-12**

● 温度による減衰比の変化

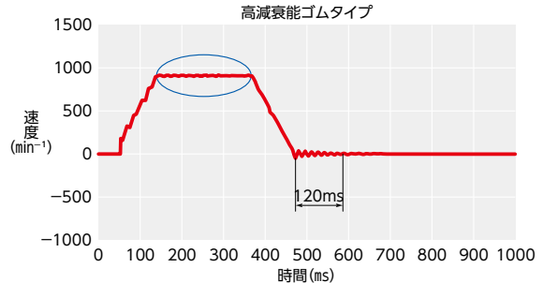


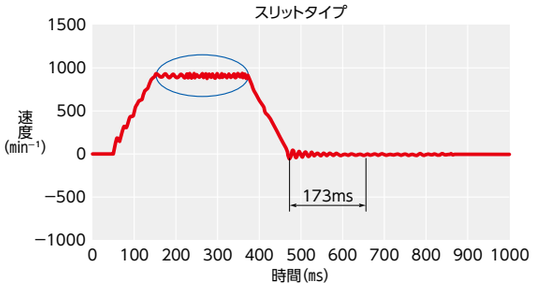

● 温度による動剛性の変化



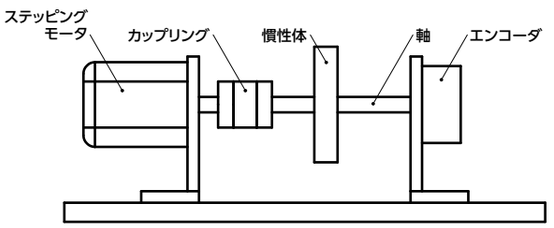

＊温度が上昇すると減衰比・動剛性は低下しますが、**XGT2**は全温度域で**XGT**の減衰比・動剛性を上回ります。
＊**XGT2-68C**は高減衰能ゴムにHNBRを使用しています。

### ● ステッピングモータ駆動時の速度ムラ抑制




● 試験装置
モータ　：αstep AR66AK-1　オリエンタルモーター㈱製
設定電圧――DC24V
分解能――1000p/r
慣性モーメント-1250×10$^{-7}$kg・cm$^2$
エンコーダ　：RD5000　㈱ニコン製




● 駆動条件
起動速度　：60min$^{-1}$
駆動速度　：900min$^{-1}$
回転角度　：1800°
加減速時間　：100ms

＊高減衰能ゴムタイプは定速回転時の速度ムラ抑制に効果があります。


NBK 鍋屋バイテック会社　▶0575-23-1162　▶info@nbk1560.com　▶https://www.nbk1560.com

# XGT2-C/XGL2-C/XGS2-C フレキシブルカップリング - 高減衰能ゴムタイプ

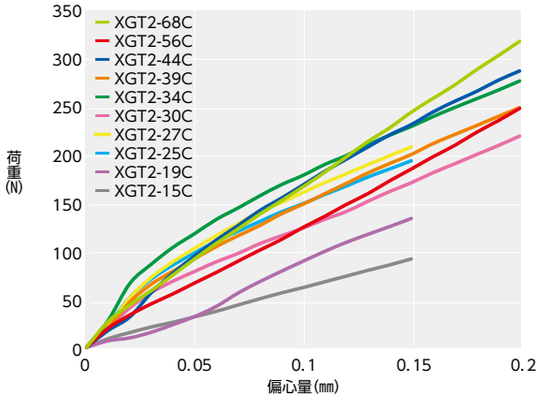
特許取得済

バックラッシュ0　高ゲイン対応　高トルク　高剛性　振動吸収　電気絶縁性

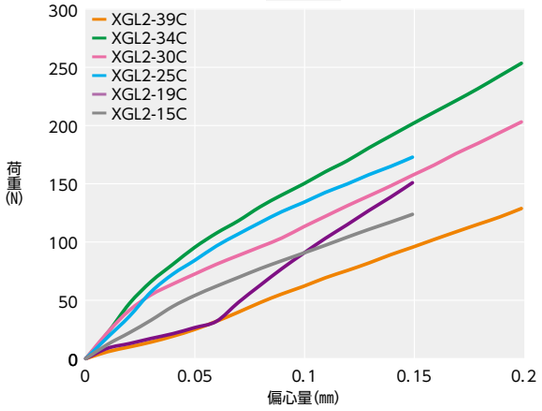
## テクニカル・インフォメーション

### ● 偏心反力

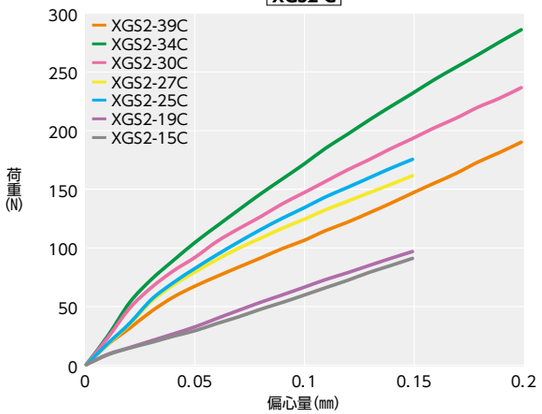
**XGT2-C**



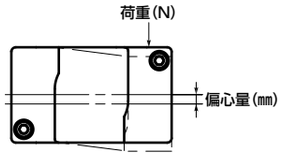

**XGL2-C**




**XGS2-C**

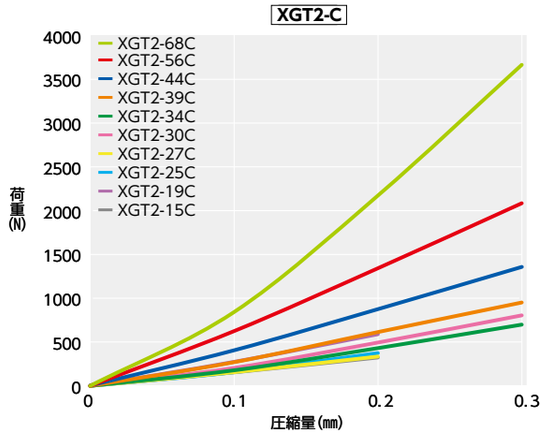



**XGT2-C** **XGL2-C** **XGS2-C** を偏心させた時に発生する力です。
偏心反力が小さいほど軸受などに作用する力が小さくなります。

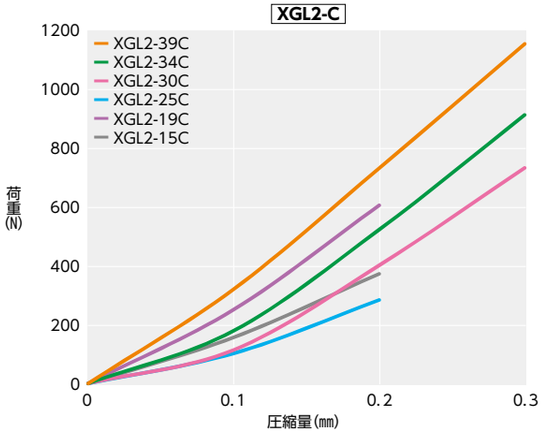



### ● スラスト反力

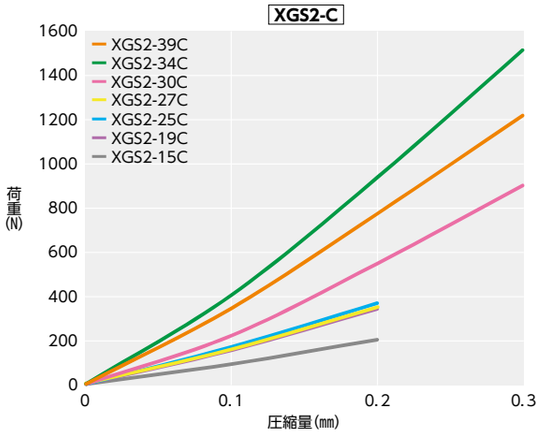
**XGT2-C**



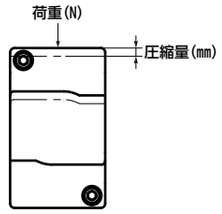

**XGL2-C**




**XGS2-C**




**XGT2-C** **XGL2-C** **XGS2-C** を軸方向に圧縮させた時に発生する力です。スラスト反力が小さいほどモータなどに作用する力が小さくなります。




### ● 高減衰能ゴムの物性・耐薬品性

| | 影響 | |
|---|---|---|
| | FKM | HNBR |
| 耐老化性 | ◎ | ◎ |
| 耐候性 | ◎ | ◎ |
| 耐オゾン性 | ◎ | ◎ |
| ガソリン・軽油 | ◎ | ○～◎ |
| ベンゼン・トルエン | ◎ | △～○ |
| アルコール | ◎ | ◎ |
| エーテル | ×～△ | ×～△ |
| ケトン(MEK) | × | × |
| 酢酸エチル | × | ×～△ |
| 水 | ◎ | ◎ |
| 有機酸 | × | ◎ |
| 高濃度無機酸 | ◎ | ○ |
| 低濃度無機酸 | ◎ | ◎ |
| 強アルカリ | × | ◎ |
| 弱アルカリ | △ | ◎ |

◎：すぐれている　○：使用可　△：条件により使用可　×：使用不可

### ● スリップトルク

クランピングタイプの **XGT2-C** **XGL2-C** **XGS2-C** は下表のように、軸穴径によって軸のスリップトルクが異なります。選定の際は注意してください。

単位：N・m

| 外径 | 軸穴径(mm) | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3 | 4 | 4.5 | 5 | 6 | 6.35 | 7 | 8 | 10 | 11 | 12 | 14 | 15 | 16 | 17 | 19 | 20 |
| **15** | 1 | 1.3 | 1.5 | 1.7 | 1.9 | | | | | | | | | | | | |
| **19** | | 2.2 | | 2.7 | 3.1 | 3.3 | 3.8 | | | | | | | | | | |
| **25** | | | | 4.3 | 5 | 5.5 | | 6.8 | | | | | | | | | |
| **27** | | | | 3.8 | 5 | | | 6.8 | | | | | | | | | |
| **30** | | | | | | | | 7.5 | 10 | 12 | | | | | | | |
| **34** | | | | | | | | 8.3 | 10 | 10 | 12 | 13 | | | | | |
| **39** | | | | | | | | | 13 | | 15 | 17 | 18 | 18 | 23 | 25 | |
| **44** | | | | | | | | | | | 16 | 19 | 20 | 21 | 23 | 25 | 27 |
| **56** | | | | | | | | | | | | | 45 | | | 50 | 61 |

- 軸の寸法許容差h7、硬度34 - 40HRC、**XGT2-C** **XGL2-C** **XGS2-C** の寸法表に記載のねじ締めつけトルクの値での試験値であり保証値ではありません。
- スリップトルクは使用条件により変化します。事前に実際と同じ条件でテストしてください。


NBK 鍋屋バイテック会社　0575-23-1162　info@nbk1560.com　https://www.nbk1560.com