พิกัดความเผื่อและค่าใช้งานของลูกปืนแนวรัศมี (Class 0)

(1) ล้อด้านใน หน่วย μm

d (mm) เส้นผ่านศูนย์กลางด้านในของลูกปืน		$\triangle dmp$		อนุกรมเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 V_{dp}	อนุกรมเส้นผ่านศูนย์กลาง 0,1 V_{dp}	อนุกรมเส้นผ่านศูนย์กลาง 2,3,4 V_{dp}	V_{dmp}	K_{ia}	ลูกปืนเดียว $\triangle Bs$		ลูกปืนผสม $\triangle Bs$		V_{Bs}
มากกว่า	หรือน้อยกว่า	สูงกว่า	ต่ำกว่า	สูงสุด			สูงสุด	สูงสุด	สูงกว่า	ต่ำกว่า	สูงกว่า	ต่ำกว่า	สูงสุด
0.6(1)	2.5	0	–8	10	8	6	6	10	0	–40	–	–	12
2.5	10	0	–8	10	8	6	6	10	0	–120	0	–250	15
10	18	0	–8	10	8	6	6	10	0	–120	0	–250	20
18	30	0	–10	13	10	8	8	13	0	–120	0	–250	20
30	50	0	–12	15	12	9	9	15	0	–120	0	–250	20
50	80	0	–15	19	19	11	11	20	0	–150	0	–380	25
80	120	0	–20	25	25	15	15	25	0	–200	0	–380	25
120	180	0	–25	31	31	19	19	30	0	–250	0	–500	30
180	250	0	–30	38	38	23	23	40	0	–300	0	–500	30
250	315	0	–35	44	44	26	26	50	0	–350	0	–500	35
315	400	0	–40	50	50	30	30	60	0	–400	0	–630	40
400	500	0	–45	56	56	34	34	65	0	–450	–	–	50
500	630	0	–50	63	63	38	38	70	0	–500	–	–	60
630	800	0	–75	–	–	–	–	80	0	–750	–	–	70
800	1000	0	–100	–	–	–	–	90	0	–1000	–	–	80
1000	1250	0	–125	–	–	–	–	100	0	–1250	–	–	100
1250	1600	0	–160	–	–	–	–	120	0	–1600	–	–	120
1600	2000	0	–200	–	–	–	–	140	0	–2000	–	–	140

(1) 0.6 mm รวมอยู่ใน class นี้ (2) ใช้กับวงแหวนแต่ละวงสำหรับลูกปืนผสม

(2) วงแหวนด้านนอก

D (mm) เส้นผ่านศูนย์กลางด้านนอกของลูกปืน		$\triangle Dmp$		ลูกปืนแบบเปิด อนุกรมเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 V_{Dp} f	ลูกปืนแบบเปิด อนุกรมเส้นผ่านศูนย์กลาง 0,1 V_{Dp} f	ลูกปืนแบบมีซีล, ลูกปืนแบบมีการหุ้ม อนุกรมเส้นผ่านศูนย์กลาง 2,3,4 V_{Dp} f	ลูกปืนแบบมีซีล, ลูกปืนแบบมีการหุ้ม อนุกรมเส้นผ่านศูนย์กลาง 2,3,4 V_{Dp} f	(4) V_{DMp}	K_{ea}	$\triangle Cs$		V_{Cs}
มากกว่า	หรือน้อยกว่า	สูงกว่า	ต่ำกว่า	สูงสุด				สูงสุด	สูงสุด	สูงกว่า	ต่ำกว่า	สูงสุด
2.5(3)	6	0	–8	10	8	6	10	6	15			
6	18	0	–8	10	8	6	10	6	15			
18	30	0	–9	12	9	7	12	7	15			
30	50	0	–11	14	11	8	16	8	20			
50	80	0	–13	16	13	10	20	10	25			
80	120	0	–15	19	19	11	26	11	35			
120	150	0	–18	23	23	14	30	14	40			
150	180	0	–25	31	31	19	38	19	45			
180	250	0	–30	38	38	23	–	23	50	ขึ้นกับพิกัดความเผื่อ $\triangle Bs$ เทียบกับ d ของลูกปืนเดียวกัน		ขึ้นกับพิกัดความเผื่อ $\triangle Bs$ เทียบกับ d ของลูกปืนเดียวกัน
250	315	0	–35	44	44	26	–	26	60			
315	400	0	–40	50	50	30	–	30	70			
400	500	0	–45	56	56	34	–	34	80			
500	630	0	–50	63	63	38	–	38	100			
630	800	0	–75	94	94	55	–	55	120			
800	1000	0	–100	125	125	75	–	75	140			
1000	1250	0	–125	–	–	–	–	–	160			
1250	1600	0	–160	–	–	–	–	–	190			
1600	2000	0	–200	–	–	–	–	–	220			
2000	2500	0	–250	–	–	–	–	–	250			

(3) 2.5 mm รวมอยู่ใน class นี้ (4) ใช้กรณีไม่ได้ติดตั้งแหวนรอง (retaining ring)

ค่าความคลาดเคลื่อนเชิงมิติ

$\triangle dmp$: ค่าพิกัดความเผื่อของค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางด้านในภายในระนาบ
$\triangle Dmp$: ค่าพิกัดความเผื่อของค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางด้านนอกภายในระนาบ
$\triangle Bs$: ค่าพิกัดความเผื่อของวงด้านในที่วัดได้ หรือค่าพิกัดความเผื่อของระนาบศูนย์กลางการหมุน
$\triangle Cs$: ค่าพิกัดความเผื่อวงแหวนนอก

ความไม่เท่ากันเชิงมิติ

V_{dp} : ค่าความไม่เท่ากันของค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางด้านในภายในระนาบ
V_{dmp} : ค่าเฉลี่ยความไม่เท่ากันของค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางด้านในภายในระนาบ
V_{Dp} : ค่าความไม่เท่ากันของค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางด้านนอกภายในระนาบ
V_{DMp} : ค่าเฉลี่ยความไม่เท่ากันของค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางด้านนอกภายในระนาบ
V_{Bs} : ค่าความไม่เท่ากันของความกว้างของวงแหวนด้านใน
V_{Cs} : ค่าความไม่เท่ากันของความกว้างของวงแหวนด้านนอก

ความเที่ยงตรงในการหมุน

K_{ia} : ค่าเบี่ยงเบนในแนวรัศมีของวงแหวนด้านใน
K_{ea} : ค่าเบี่ยงเบนในแนวรัศมีของวงแหวนด้านนอก

เกี่ยวกับรหัส IP ของสวิตช์เซ็นเซอร์

รหัส IP ในแค็ตตาล็อกนี้อ้างอิงจาก "ประกาศการป้องกันสำหรับอุปกรณ์" ของ IEC 529:1989
ความสามารถในการซีลอาจได้รับผลกระทบจากเงื่อนไขหรือสภาพแวดล้อมที่ใช้งาน เช่น น้ำมันสำหรับการตัด, สารเคมี หรือฝุ่น

IP 6 7
(การป้องกันในระดับนานาชาติ International Protecion)
เลขบอกลักษณะตัวแรก (0~6): การเข้าไปของสิ่งแปลกปลอมที่เป็นของแข็ง
เลขบอกลักษณะตัวที่สอง (0~8): การเข้าไปของน้ำที่มีผลทำให้เกิดอันตราย

เลขบอกลักษณะ	การเข้าไปของสิ่งแปลกปลอมที่เป็นของแข็ง	การเข้าไปของน้ำที่มีผลทำให้เกิดอันตราย
0	ไม่มีการป้องกัน	ไม่มีการป้องกัน
1	ป้องกันสิ่งแปลกปลอมที่เป็นของแข็งขนาด 50 mm.ขึ้นไป	ป้องกันน้ำหยดในแนวตั้ง
2	ป้องกันสิ่งแปลกปลอมที่เป็นของแข็งขนาด 12.5 mm.ขึ้นไป	ป้องกันน้ำหยดในแนวตั้งที่ทำมุมไม่เกิน 15 องศา
3	ป้องกันสิ่งแปลกปลอมที่เป็นของแข็งขนาด 2.5 mm.ขึ้นไป	ป้องกันน้ำพ่นแบบสเปรย์
4	ป้องกันสิ่งแปลกปลอมที่เป็นของแข็งขนาด 1.0 mm.ขึ้นไป	ป้องกันน้ำกระเด็น
5	ป้องกันฝุ่นเข้าในระดับที่จะรบกวนการทำงานของอุปกรณ์ที่ต้องป้องกันฝุ่น	ป้องกันน้ำที่ฉีดมาได้รอบทิศทาง
6	ป้องกันฝุ่นเต็มที่ : ไม่มีทางเข้าของฝุ่น	ป้องกันน้ำที่ฉีดมาอย่างแรงได้รอบทิศทาง
7	–	ป้องกันน้ำเข้าในปริมาณที่จะก่อให้เกิดอันตรายเมื่อสิ่งห่อหุ้มถูกจุ่มน้ำชั่วคราว
8	–	ป้องกันน้ำเข้าในปริมาณที่จะก่อให้เกิดอันตรายเมื่อสิ่งห่อหุ้มถูกจุ่มน้ำเป็นเวลานานภายใต้สภาพที่เลวร้ายกว่าหมายเลข 7 ซึ่งระบุไว้ในคำเตือนของผู้ร่วมผลิต

วิธีใช้คอยล์สปริงและข้อควรระวัง

MISUMI มีความมุ่งมั่นในการออกแบบคอยล์สปริง (ไม่รวมสปริงเส้นกลม) ให้มีรูปร่างภาคตัดขวางที่เหมาะสมที่สุด และมีความทนทานสูงสุด ขณะใช้สปริง โปรดใส่ใจต่อข้อควรระวังต่อไปนี้ และควรหลีกเลี่ยงการใช้งานที่ไม่เหมาะสมเพื่อความปลอดภัย

① **ใช้แกนประคองสปริง (Spring Guide) เสมอ**
หากใช้งานโดยไม่มีแกนประคองสปริง คอยล์สปริงอาจโก่ง หรืองอตรงกลาง ซึ่งอาจทำให้หักได้ เนื่องจากผิวด้านในของส่วนที่งอจะมีความเค้นสูง ควรมั่นใจว่าได้ใช้แกนประคองสปริง และเส้นผ่านศูนย์กลางด้านนอก ร่วมกับคอยล์สปริง
※โดยส่วนใหญ่ จะใช้ได้ผลที่ดีที่สุดด้วยการสอดเพลาให้ทะลุคอยล์สปริงจนสุด จากบนถึงล่าง เป็นแกนประคองเพลาสำหรับเส้นผ่านศูนย์กลางด้านใน

② **พิกัดความเผื่อระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางด้านในสปริง กับเพลา**
เมื่อพิกัดความเผื่อระหว่างสปริง และเพลา ไม่เพียงพอ พื้นผิวด้านในของคอยล์สปริงอาจสัมผัสกับเพลา และทำให้เกิดการสึกที่จุดนั้น ซึ่งจะเป็นเหตุให้สปริงหักในจุดที่สึกหรอในที่สุด ในทางกลับกัน พิกัดความเผื่อจากเพลาที่มากเกินไปอาจทำให้คอยล์สปริงโก่งงอ แนะนำว่าให้กำหนดเส้นผ่านศูนย์กลางของเพลาให้เล็กกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางด้านในของคอยล์สปริงประมาณ 1.0 mm.
หากคอยล์สปริงมีช่วงความยาวอิสระที่ยาว (กล่าวคือ ช่วงความยาวอิสระ/OD เท่ากับ 4 ขึ้นไป) ให้กำหนดชิ้นบนเพลา ดังแสดงในรูป-1 เพื่อป้องกันพื้นผิวด้านในของคอยล์สปริงไม่ให้สัมผัสกับคานขณะโค้งงอ

③ **พิกัดความเผื่อระหว่าง OD สปริงกับรู Counterbore**
คอยล์สปริงจะขยายออกเมื่อผิดปกติ พิกัดความเผื่อที่ไม่เพียงพอระหว่างสปริงกับรู counterbore จะกีดขวางการขยายนั้น และทำให้เกิดความเค้นสูงซึ่งทำให้คอยล์สปริงหักได้ แนะนำให้กำหนดเส้นผ่านศูนย์กลางของ counterbore ให้ใหญ่กว่าเส้นผ่านศูนย์กลางด้านนอกของคอยล์สปริงปริมาณ 1.5 mm. การกำหนดค่าต่างๆ สำหรับ counterbore ดังแสดงในรูป-1 เป็นค่าที่เหมาะที่สุดสำหรับคอยล์สปริงที่มีช่วงความยาวอิสระที่ยาว

④ **หลีกเลี่ยงเพลาที่สั้น และรู counterbore ที่ตื้น**
หากช่วงประคองสั้นเกินไป คอยล์สปริงอาจสัมผัสกับขอบตัวประคองเมื่อมันโก่งงอ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นอาจทำให้คอยล์สปริงหัก แนะนำให้กำหนดความยาวตัวประคองให้ยาวกว่าครึ่งหนึ่งของความสูงเริ่มต้นของสปริง และควรลบคมเพลาให้ได้ประมาณระดับ C3

⑤ **อย่าใช้เกินระยะเบี่ยงเบนสูงสุด (ขีดจำกัด 300,000 ครั้ง) หรือใกล้ขีดจำกัดความยาว (Solid Length) ของมัน**
หากใช้คอยล์สปริงเกินขีดจำกัด 300,000 ครั้ง ภาคตัดขวางของสปริงจะเริ่มได้รับความเค้นสูงกว่าค่าทางทฤษฎี ซึ่งอาจทำให้คอยล์สปริงหัก ยิ่งไปกว่านั้น เมื่อใช้คอยล์สปริงใกล้ขีดจำกัด คอยล์ที่ทำงานจะค่อยๆ ยุบตัว ค่าคงที่สปริงเพิ่ม และทำให้กราฟโหลดสูงขึ้น ดังแสดงในรูป-2 อย่าใช้คอยล์สปริงเกินขีดจำกัด 300,000 ครั้ง

⑥ **ตั้งค่าการเบี่ยงเบนเริ่มต้น**
หากมีช่องว่างสำหรับให้คอยล์สปริงเคลื่อนที่ในแนวตั้ง มันจะได้รับแรงกระแทกซึ่งทำให้งอตรงกลาง หรือโก่ง
การตั้งค่าการเบี่ยงเบนเริ่มต้นจะทำให้ปลายส่วนบนและล่างของคอยล์สปริงมีเสถียรภาพมากขึ้น

⑦ **หลีกเลี่ยงการมีเศษผงหรือสิ่งแปลกปลอมติดอยู่ภายใน**
เศษผง หรือสิ่งแปลกปลอมที่ติดอยู่ระหว่างคอยล์ อาจทำให้บางส่วนของคอยล์สปริงหยุดทำงาน ส่งผลให้คอยล์ที่เหลือเกิดการเบี่ยงเบน ดังแสดงในรูป-3 กรณีนี้จะทำให้คอยล์ที่ทำงานลดลงอย่างมาก เป็นการเพิ่มความเค้นบนสปริง และทำให้หักในที่สุด ระวังอย่าให้เศษผงหรือสิ่งแปลกปลอมติดอยู่ในคอยล์

⑧ **รักษาให้พื้นผิวที่ติดตั้งขนานอยู่เสมอ**
คอยล์สปริงควรติดตั้งอย่างเหมาะสม โดยให้พื้นผิวที่ติดตั้งด้านบนและล่างขนานกัน การไม่ขนานกันอาจทำให้สปริงงอตรงกลาง บริเวณที่งอจะเกิดความเค้นสูง ซึ่งจะทำให้สปริงหักที่จุดดังกล่าว กรณีเดียวกันนี้ สามารถใช้กับแม่พิมพ์ (die) ที่ใช้คอยล์สปริง หากแม่พิมพ์ไม่ขนานกัน ดังแสดงในรูป-4 คอยล์สปริงอาจงอตรงกลาง หรือเกินขีดจำกัด 300,000 ครั้งเร็วก่อนกำหนด รักษาให้พื้นผิวที่ติดตั้งขนานกันให้มากที่สุดเพื่อป้องกันอาการเหล่านี้

⑨ **อย่าใช้คอยล์สปริงมาต่อกัน**
หากท่านใช้คอยล์สปริงสองตัวต่อกัน อาจทำให้งอ ดังแสดงในรูป-5 ซึ่งทำให้มันขยับออกจากเพลาหรือ รู counterbore หากเกิดกรณีนี้ขึ้น คอยล์สปริงจะหักในที่สุดด้วยเหตุผลเดียวกับที่บรรยายไว้ในข้อ ① ข้างต้น
ยิ่งกว่านั้น ความแตกต่างของโหลดสปริง สปริงที่อ่อนกว่าจะอ่อนกำลังและเบี่ยงเบนมากกว่าสปริงที่แข็งกว่า ดังแสดงใน (รูป-6) ซึ่งทำให้สปริงที่อ่อนกว่าเสียหายได้ง่าย และหัก

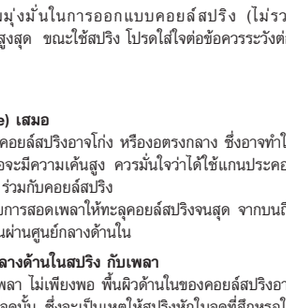
⑩ **อย่าใช้คอยล์สปริงสองตัวขนานกัน**
การใช้คอยล์สปริงสองตัวขนานกัน ดังแสดงในรูป-7 อาจทำให้คอยล์ด้านในซึ่งถูกประกบอยู่ระหว่างคอยล์ด้านนอก หรือสลับกัน เมื่อมีการสัมผัสกัน กรณีนี้จะทำให้คอยล์สปริงหักด้วยเหตุผลเดียวกับข้อ ④

⑪ **อย่าใช้คอยล์สปริงในแนวนอน**
หากใช้คอยล์สปริงในแนวนอน ผิวด้านในของสปริงจะสัมผัสกับเพลา ทำให้เกิดการสึกกร่อนที่จุดเหล่านั้น สปริงบริเวณจุดดังกล่าวจะเสียหายในที่สุด

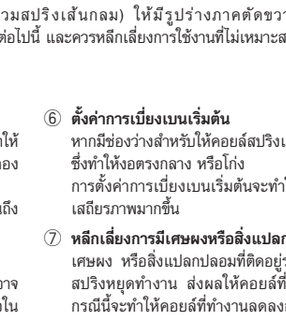
สภาพการทดสอบความทนทานของ MISUMI

① **สูตรแกนสปริง**
การทะลุผ่านของแกน
เส้นผ่านศูนย์กลางแกน -1.0 mm. น้อยกว่าขนาด :d
② **การเบี่ยงเบนเริ่มต้น 1.0 mm.**
③ **ช่วงกว้าง**
การเบี่ยงเบนที่ค่าขีดจำกัด 300,000 ครั้ง
④ **ความเร็ว**
180spm
※ จำนวนครั้งการทำงานสูงสุดที่ทำได้อาจแตกต่างกัน ขึ้นกับสภาพการใช้งาน

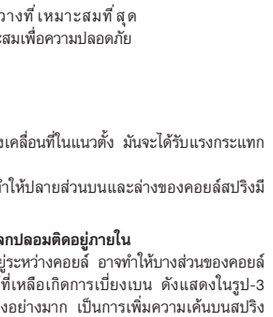
รูป-1



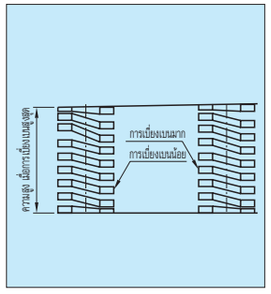
รูป-2



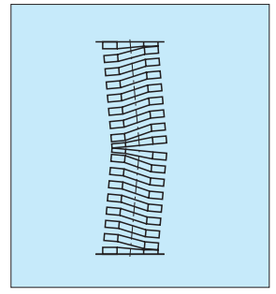
รูป-3



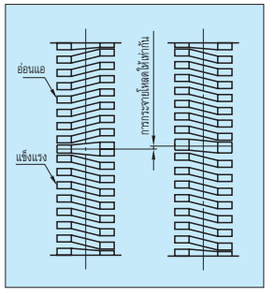
รูป-4



รูป-5



รูป-6



รูป-7