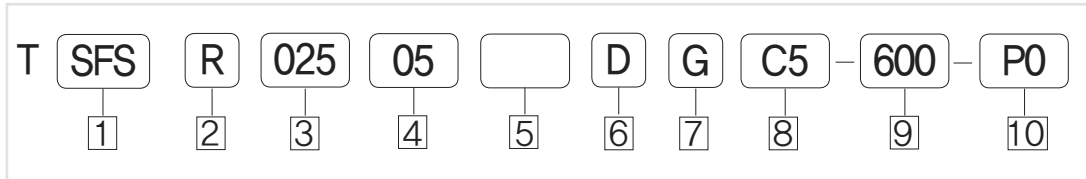


Ball Screw



TPC-TBI Ball Screw Model Table

주문형식



1 너트형식

너트 구분

| | |
|---|------|
| S | 싱글너트 |
| D | 더블너트 |

너트 형상

| | |
|---|-------|
| F | 플랜지타입 |
| C | 원통타입 |

너트의 종류

| | | | |
|---|----------|---|----------|
| S | DIN규격 너트 | E | E타입 너트 |
| T | T타입 너트 | K | K타입 너트 |
| I | I타입 너트 | U | DIN규격 너트 |
| V | V타입 너트 | | |

2 나사방향

| | |
|---|-----|
| R | 우나사 |
| L | 좌나사 |

3 축경 (mm)

4 리드 (mm)

5 회로수 (열x권)

※ 카다로그 참조

6

플랜지타입

| | |
|---|------|
| N | 원형타입 |
| S | 싱글컷팅 |
| D | 더블컷팅 |

7 제조방식

| | |
|---|----|
| G | 연삭 |
| F | 전조 |

8 정도등급

C0, C1, C2, C3, C5, C7, C10

※ C10의 경우에는 무기호

9 축전장 (mm)

10 축방향 클리어런스

P0, P1, P2, P3, P4

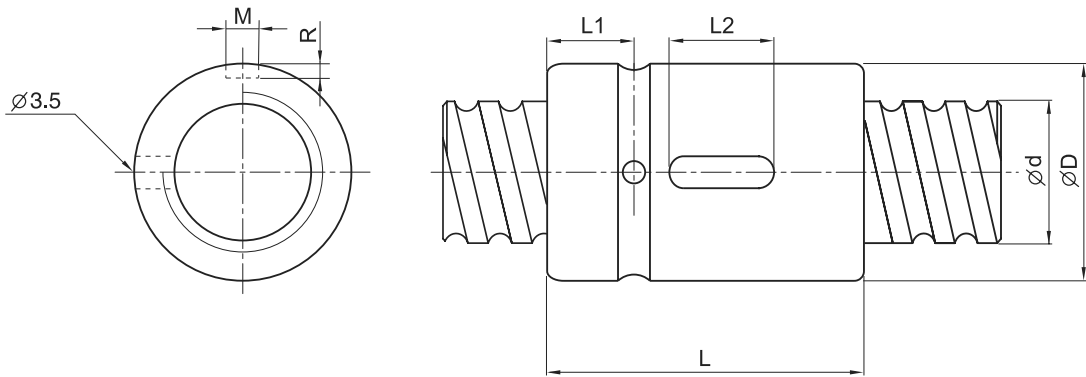
너트만의 호칭 번호

TSFS R 025 05 □ D G C5

축만의 호칭 번호

- 1) TSFI시리즈의 경우(기본축사양)
-TSCR 025 05 G C7 - 3000(연삭 C7급)
- 2) TSFS시리즈의 경우(TSFS만 적용)
-TSSR 025 05 F - 3000(전조 C10급)

TSCI Series

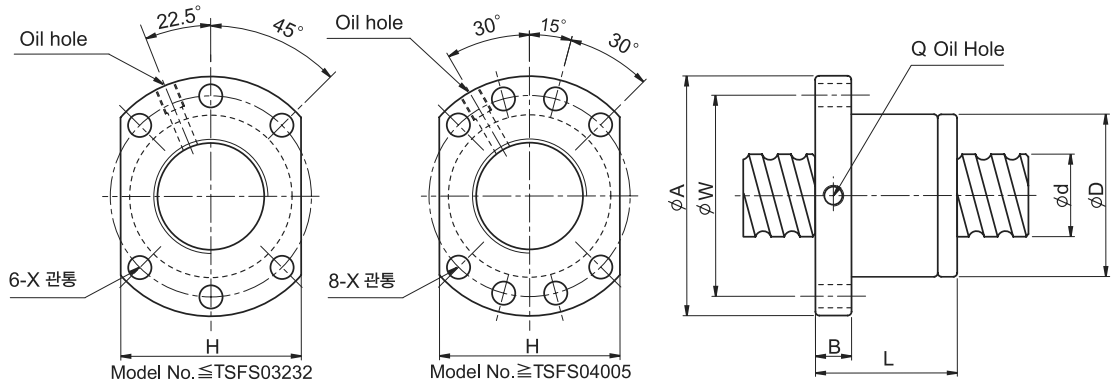


| Model No. | Dimensions | | | | | | | | | | | | |
|---------------|------------|----|-------|-----|----|----|----|---|-----|-----|--------------------|--------------------|--------------------|
| | d | 리드 | 볼경 | D | L | L1 | L2 | M | R | 회로수 | 동정격 하중 (kgf) | 정정격 하중 (kgf) | 강성 (kgf/ um) |
| TSCI01604-4 | 16 | 4 | 2.381 | 30 | 40 | 9 | 15 | 3 | 1.5 | 1x4 | 973 | 2406 | 32 |
| ★ TSCI01605-4 | | 5 | 3.175 | 30 | 45 | 9 | 20 | 5 | 3 | 1x4 | 1380 | 3052 | 33 |
| TSCI02004-4 | 20 | 4 | 2.381 | 34 | 40 | 9 | 15 | 3 | 1.5 | 1x4 | 1066 | 2987 | 37 |
| ★ TSCI02005-4 | | 5 | 3.175 | 34 | 45 | 9 | 20 | 5 | 3 | 1x4 | 1551 | 3875 | 39 |
| TSCI02504-4 | 25 | 4 | 2.381 | 40 | 40 | 9 | 15 | 3 | 1.5 | 1x4 | 1180 | 3795 | 43 |
| ★ TSCI02505-4 | | 5 | 3.175 | 40 | 45 | 9 | 20 | 5 | 3 | 1x4 | 1724 | 4904 | 45 |
| TSCI02510-4 | | 10 | 4.762 | 46 | 85 | 13 | 30 | 5 | 3 | 1x4 | 2954 | 7295 | 51 |
| TSCI03204-4 | 32 | 4 | 2.381 | 46 | 40 | 9 | 15 | 3 | 1.5 | 1x4 | 1296 | 4838 | 49 |
| ★ TSCI03205-4 | | 5 | 3.175 | 46 | 45 | 9 | 20 | 5 | 3 | 1x4 | 1922 | 6343 | 52 |
| ★ TSCI03210-4 | | 10 | 6.35 | 54 | 85 | 13 | 30 | 5 | 3 | 1x4 | 4805 | 12208 | 62 |
| ★ TSCI04005-4 | 40 | 5 | 3.175 | 56 | 45 | 9 | 20 | 5 | 3 | 1x4 | 2110 | 7988 | 59 |
| ★ TSCI04010-4 | | 10 | 6.35 | 62 | 85 | 13 | 30 | 5 | 3 | 1x4 | 5399 | 15500 | 72 |
| TSCI05010-4 | 50 | 10 | 6.35 | 72 | 85 | 13 | 30 | 5 | 3 | 1x4 | 6004 | 19614 | 83 |
| ★ TSCI06310-4 | 63 | 10 | 6.35 | 85 | 85 | 13 | 30 | 6 | 3.5 | 1x4 | 6719 | 25358 | 96 |
| ★ TSCI08010-4 | 80 | 10 | 6.35 | 105 | 85 | 13 | 30 | 8 | 4.5 | 1x4 | 7346 | 31953 | 109 |

주) ★기호는 좌나사 제작 가능

BALL SCREW

TSFS Series [DIN 69051 FORM B]-고속 저소음/경하중 타입

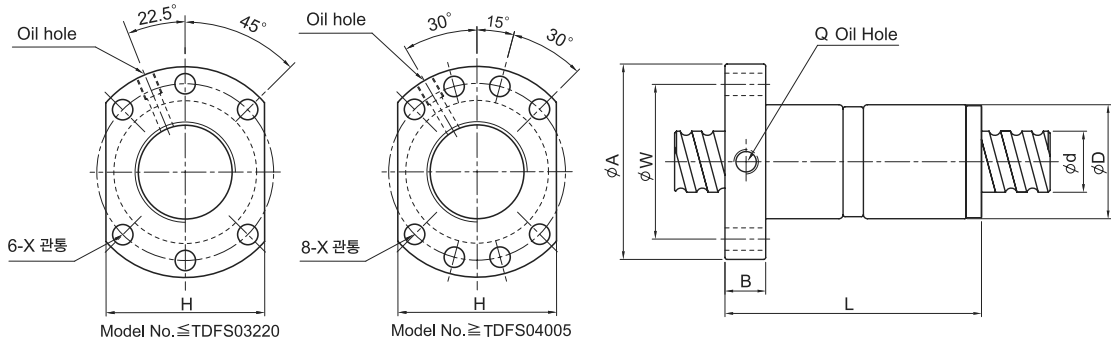


단위: (mm)

| Model No. | Dimensions | | | | | | | | | | | 회로수 | 동정격 하중 (kgf) | 정정격 하중 (kgf) | 강성 (kgf/ um) |
|---------------|------------|----|-------|----|-----|----|------|----|----|-----|----|-------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | d | 리드 | 볼경 | D | A | B | L | W | H | X | Q | | | | |
| TSFS01205-2.8 | 12 | 5 | 2.5 | 24 | 40 | 10 | 31 | 32 | 30 | 4.5 | | 2.8x1 | 661 | 1316 | 19 |
| TSFS01210-2.8 | | 10 | 2.5 | 24 | 40 | 10 | 48.5 | 32 | 30 | 4.5 | | 2.8x1 | 642 | 1287 | 19 |
| TSFS01605-3.8 | 15 | 5 | 2.778 | 28 | 48 | 10 | 38 | 38 | 40 | 5.5 | M6 | 3.8x1 | 1112 | 2507 | 30 |
| TSFS01610-2.8 | | 10 | 2.778 | 28 | 48 | 10 | 47 | 38 | 40 | 5.5 | M6 | 2.8x1 | 839 | 1821 | 23 |
| TSFS01616-1.8 | | 16 | 2.778 | 28 | 48 | 10 | 45 | 38 | 40 | 5.5 | M6 | 1.8x1 | 552 | 1137 | 14 |
| TSFS01616-2.8 | | 16 | 2.778 | 28 | 48 | 10 | 61 | 38 | 40 | 5.5 | M6 | 2.8x1 | 808 | 1769 | 22 |
| TSFS01620-1.8 | | 20 | 2.778 | 28 | 48 | 10 | 57 | 38 | 40 | 5.5 | M6 | 1.8x1 | 554 | 1170 | 14 |
| TSFS02005-3.8 | 20 | 5 | 3.175 | 36 | 58 | 10 | 40 | 47 | 44 | 6.6 | M6 | 3.8x1 | 1484 | 3681 | 37 |
| TSFS02006-4.8 | | 6 | 3.175 | 36 | 58 | 10 | 50 | 47 | 44 | 6.6 | M6 | 4.8x1 | 1811 | 4644 | 47 |
| TSFS02008-4.8 | | 8 | 3.175 | 36 | 58 | 10 | 60 | 47 | 44 | 6.6 | M6 | 4.8x1 | 1863 | 4861 | 50 |
| TSFS02010-3.8 | | 10 | 3.175 | 36 | 58 | 10 | 60 | 47 | 44 | 6.6 | M6 | 3.8x1 | 1516 | 3833 | 40 |
| TSFS02020-1.8 | | 20 | 3.175 | 36 | 58 | 10 | 57 | 47 | 44 | 6.6 | M6 | 1.8x1 | 764 | 1758 | 19 |
| TSFS02020-2.8 | | 20 | 3.175 | 36 | 58 | 10 | 77 | 47 | 44 | 6.6 | M6 | 2.8x1 | 1118 | 2734 | 29 |
| TSFS02505-3.8 | 25 | 5 | 3.175 | 40 | 62 | 10 | 40 | 51 | 48 | 6.6 | M6 | 3.8x1 | 1650 | 4658 | 43 |
| TSFS02506-4.8 | | 6 | 3.175 | 40 | 62 | 10 | 50 | 51 | 48 | 6.6 | M6 | 4.8x1 | 2015 | 5879 | 55 |
| TSFS02508-4.8 | | 8 | 3.175 | 40 | 62 | 10 | 60 | 51 | 48 | 6.6 | M6 | 4.8x1 | 2009 | 5867 | 56 |
| TSFS02510-3.8 | | 10 | 3.175 | 40 | 62 | 12 | 62 | 51 | 48 | 6.6 | M6 | 3.8x1 | 1638 | 4633 | 45 |
| TSFS02525-1.8 | | 25 | 3.175 | 40 | 62 | 12 | 70 | 51 | 48 | 6.6 | M6 | 1.8x1 | 843 | 2199 | 22 |
| TSFS02525-2.8 | | 25 | 3.175 | 40 | 62 | 12 | 95 | 51 | 48 | 6.6 | M6 | 2.8x1 | 1232 | 3421 | 34 |
| TSFS03205-3.8 | 32 | 5 | 3.175 | 50 | 80 | 12 | 42 | 65 | 62 | 9 | M6 | 3.8x1 | 1839 | 6026 | 51 |
| TSFS03206-4.8 | | 6 | 3.175 | 50 | 80 | 12 | 51 | 65 | 62 | 9 | M6 | 4.8x1 | 2247 | 7608 | 65 |
| TSFS03208-4.8 | 31 | 8 | 3.969 | 50 | 80 | 12 | 62 | 65 | 62 | 9 | M6 | 4.8x1 | 3015 | 9181 | 68 |
| TSFS03210-3.8 | | 10 | 3.969 | 50 | 80 | 13 | 62 | 65 | 62 | 9 | M6 | 3.8x1 | 2460 | 7255 | 55 |
| TSFS03220-2.8 | | 20 | 3.969 | 50 | 80 | 12 | 80 | 65 | 62 | 9 | M6 | 2.8x1 | 1907 | 5482 | 43 |
| TSFS03232-1.8 | | 32 | 3.969 | 50 | 80 | 13 | 84 | 65 | 62 | 9 | M6 | 1.8x1 | 1257 | 3426 | 27 |
| TSFS03232-2.8 | | 32 | 3.969 | 50 | 80 | 13 | 116 | 65 | 62 | 9 | M6 | 2.8x1 | 1838 | 5329 | 42 |
| TSFS04005-3.8 | 40 | 5 | 3.175 | 63 | 93 | 15 | 45 | 78 | 70 | 9 | M8 | 3.8x1 | 2018 | 7589 | 60 |
| TSFS04006-4.8 | | 6 | 3.175 | 63 | 93 | 14 | 50 | 78 | 70 | 9 | M6 | 4.8x1 | 2467 | 9583 | 77 |
| TSFS04008-4.8 | 38 | 8 | 3.969 | 63 | 93 | 14 | 61 | 78 | 70 | 9 | M6 | 4.8x1 | 3327 | 11491 | 81 |
| TSFS04010-3.8 | | 10 | 6.35 | 63 | 93 | 14 | 63 | 78 | 70 | 9 | M8 | 3.8x1 | 5035 | 13943 | 67 |
| TSFS04020-2.8 | | 20 | 6.35 | 63 | 93 | 14 | 82 | 78 | 70 | 9 | M8 | 2.8x1 | 3959 | 10715 | 54 |
| TSFS04040-1.8 | | 40 | 6.35 | 63 | 93 | 15 | 105 | 78 | 70 | 9 | M8 | 1.8x1 | 2585 | 6648 | 34 |
| TSFS04040-2.8 | | 40 | 6.35 | 63 | 93 | 15 | 145 | 78 | 70 | 9 | M8 | 2.8x1 | 3780 | 10341 | 52 |
| TSFS05005-3.8 | 50 | 5 | 3.175 | 75 | 110 | 15 | 45 | 93 | 85 | 11 | M8 | 3.8x1 | 2207 | 9542 | 68 |

주) ★기호는 좌나사 제작 가능
 주) TSFS05010이상 사양은 TSFU로 제작 가능

TDFS Series (DIN 69051 FORM B) – 고속 저소음 타입

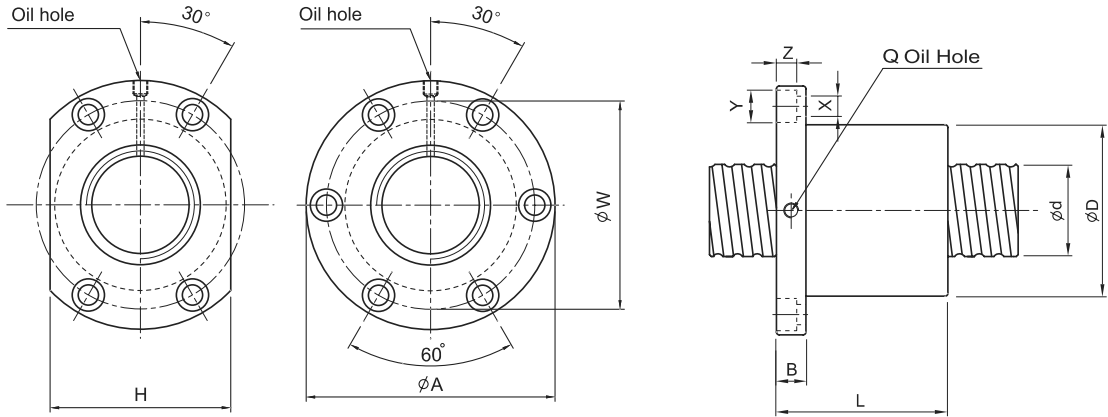


| Model No. | Dimensions | | | | | | | | | | | | | 동정격 하중 (kgf) | 정정격 하중 (kgf) | 강성 (kgf/ um) |
|---------------|------------|----|-------|-----|-----|----|-----|-----|-----|------|----|-------|-------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | d | 리드 | 볼경 | D | A | B | L | W | H | X | Q | 회로수 | | | | |
| TDFS01605-3.8 | 15 | 5 | 2.778 | 28 | 48 | 10 | 73 | 38 | 40 | 5.5 | M6 | 3.8x1 | 1112 | 2507 | 41 | |
| TDFS01610-2.8 | | 10 | 2.778 | 28 | 48 | 10 | 97 | 38 | 40 | 5.5 | M6 | 2.8x1 | 839 | 1821 | 31 | |
| TDFS02005-3.8 | 20 | 5 | 3.175 | 36 | 58 | 10 | 75 | 47 | 44 | 6.6 | M6 | 3.8x1 | 1484 | 3681 | 50 | |
| TDFS02006-4.8 | | 6 | 3.175 | 36 | 58 | 10 | 98 | 47 | 44 | 6.6 | M6 | 4.8x1 | 1811 | 4644 | 63 | |
| TDFS02008-4.8 | | 8 | 3.175 | 36 | 58 | 10 | 116 | 47 | 44 | 6.6 | M6 | 4.8x1 | 1863 | 4861 | 66 | |
| TDFS02010-3.8 | | 10 | 3.175 | 36 | 58 | 10 | 120 | 47 | 44 | 6.6 | M6 | 3.8x1 | 1516 | 3833 | 53 | |
| TDFS02505-3.8 | 25 | 5 | 3.175 | 40 | 62 | 10 | 75 | 51 | 48 | 6.6 | M6 | 3.8x1 | 1650 | 4658 | 59 | |
| TDFS02506-4.8 | | 6 | 3.175 | 40 | 62 | 10 | 98 | 51 | 48 | 6.6 | M6 | 4.8x1 | 2015 | 5879 | 75 | |
| TDFS02508-4.8 | | 8 | 3.175 | 40 | 62 | 10 | 116 | 51 | 48 | 6.6 | M6 | 4.8x1 | 2009 | 5867 | 76 | |
| TDFS02510-3.8 | | 10 | 3.175 | 40 | 62 | 12 | 122 | 51 | 48 | 6.6 | M6 | 3.8x1 | 1638 | 4633 | 61 | |
| TDFS03205-3.8 | 32 | 5 | 3.175 | 50 | 80 | 12 | 82 | 65 | 62 | 9 | M6 | 3.8x1 | 1839 | 6026 | 71 | |
| TDFS03206-4.8 | | 6 | 3.175 | 50 | 80 | 12 | 99 | 65 | 62 | 9 | M6 | 4.8x1 | 2247 | 7608 | 90 | |
| TDFS03208-4.8 | 31 | 8 | 3.969 | 50 | 80 | 12 | 126 | 65 | 62 | 9 | M6 | 4.8x1 | 3015 | 9181 | 92 | |
| TDFS03210-3.8 | | 10 | 3.969 | 50 | 80 | 13 | 122 | 65 | 62 | 9 | M6 | 3.8x1 | 2460 | 7255 | 75 | |
| TDFS03220-2.8 | | 20 | 3.969 | 50 | 80 | 12 | 160 | 65 | 62 | 9 | M6 | 2.8x1 | 1907 | 5482 | 58 | |
| TDFS04005-3.8 | 40 | 5 | 3.175 | 63 | 93 | 15 | 85 | 78 | 70 | 9 | M8 | 3.8x1 | 2018 | 7589 | 83 | |
| TDFS04006-4.8 | | 6 | 3.175 | 63 | 93 | 14 | 98 | 78 | 70 | 9 | M6 | 4.8x1 | 2467 | 9583 | 106 | |
| TDFS04008-4.8 | 38 | 8 | 3.969 | 63 | 93 | 14 | 125 | 78 | 70 | 9 | M6 | 4.8x1 | 3327 | 11491 | 110 | |
| TDFS04010-3.8 | | 10 | 6.35 | 63 | 93 | 14 | 123 | 78 | 70 | 9 | M8 | 3.8x1 | 5035 | 13943 | 91 | |
| TDFS04020-2.8 | | 20 | 6.35 | 63 | 93 | 14 | 162 | 78 | 70 | 9 | M8 | 2.8x1 | 3959 | 10715 | 73 | |
| TDFS05005-3.8 | 50 | 5 | 3.175 | 75 | 110 | 15 | 85 | 93 | 85 | 11 | M8 | 3.8x1 | 2207 | 9542 | 96 | |
| TDFS05010-3.8 | 48 | 10 | 6.35 | 75 | 110 | 18 | 138 | 93 | 85 | 11 | M8 | 3.8x1 | 5638 | 17852 | 109 | |
| TDFS05012-3.8 | | 12 | 6.35 | 75 | 110 | 18 | 147 | 93 | 85 | 11 | M8 | 3.8x1 | 5632 | 17836 | 110 | |
| TDFS05020-3.8 | | 20 | 6.35 | 75 | 110 | 18 | 218 | 93 | 85 | 11 | M8 | 3.8x1 | 5749 | 18485 | 116 | |
| TDFS06310-3.8 | 61 | 10 | 6.35 | 90 | 125 | 18 | 140 | 108 | 95 | 11 | M8 | 3.8x1 | 6343 | 23308 | 130 | |
| TDFS06316-3.8 | | 16 | 6.35 | 90 | 125 | 18 | 191 | 108 | 95 | 13.5 | M8 | 3.8x1 | 6327 | 23262 | 136 | |
| TDFS06320-3.8 | | 20 | 7.144 | 95 | 135 | 20 | 226 | 115 | 100 | 13.5 | M8 | 3.8x1 | 7493 | 26424 | 142 | |
| TDFS08010-3.8 | 77 | 10 | 6.35 | 105 | 145 | 20 | 140 | 125 | 110 | 13.5 | M8 | 3.8x1 | 6980 | 29563 | 149 | |
| TDFS08020-3.8 | | 20 | 9.535 | 125 | 165 | 25 | 230 | 145 | 130 | 13.5 | M8 | 3.8x1 | 12145 | 43598 | 174 | |
| TDFS10020-3.8 | 96 | 20 | 12.7 | 150 | 202 | 30 | 244 | 176 | 155 | 17.5 | M8 | 3.8x1 | 19633 | 71408 | 208 | |

주) ★기호는 좌나사 제작 가능

BALL SCREW

TSFV Series - 고속 타입 / 중하중 타입

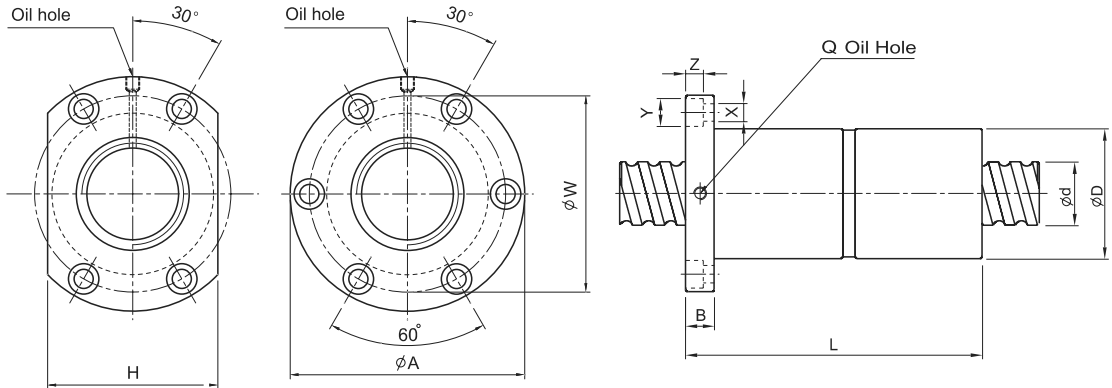


단위: (mm)

| Model No. | Dimensions | | | | | | | | | | | | | 동정력 하중 (kgf) | 정정력 하중 (kgf) | 강성 (kgf/ um) | |
|---------------|------------|----|-------|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|------|------|----|--------------------|--------------------|--------------------|-----|
| | d | 리드 | 볼경 | D | A | B | L | W | H | X | Y | Z | Q | | | | 회로수 |
| TSFV01205-2.8 | 12 | 5 | 2.5 | 30 | 50 | 10 | 42 | 40 | 32 | 4.5 | 8 | 4.5 | M6 | 2.8x1 | 661 | 1316 | 19 |
| TSFV01210-2.7 | | 10 | 2.5 | 30 | 50 | 10 | 53 | 40 | 32 | 4.5 | 8 | 4.5 | M6 | 2.7x1 | 623 | 1241 | 18 |
| TSFV01510-2.7 | 15 | 10 | 3.175 | 34 | 58 | 10 | 57 | 45 | 34 | 5.5 | 9.5 | 5.5 | M6 | 2.7x1 | 972 | 2020 | 23 |
| TSFV01604-3.8 | 16 | 4 | 2.381 | 34 | 57 | 11 | 45 | 45 | 34 | 5.5 | 9.5 | 5.5 | M6 | 3.8x1 | 931 | 2285 | 31 |
| TSFV01605-4.8 | | 5 | 3.175 | 40 | 63 | 11 | 58 | 51 | 42 | 5.5 | 9.5 | 5.5 | M6 | 4.8x1 | 1614 | 3662 | 40 |
| TSFV01610-2.7 | | 10 | 3.175 | 40 | 63 | 11 | 56 | 51 | 42 | 5.5 | 9.5 | 5.5 | M6 | 2.7x1 | 1008 | 2161 | 24 |
| TSFV02004-4.8 | 20 | 4 | 2.381 | 40 | 60 | 10 | 50 | 50 | 40 | 4.5 | 8 | 4 | M6 | 4.8x1 | 1247 | 3584 | 45 |
| TSFV02005-4.8 | | 5 | 3.175 | 44 | 67 | 11 | 57 | 55 | 52 | 5.5 | 9.5 | 5.5 | M6 | 4.8x1 | 1814 | 4650 | 47 |
| TSFV02010-2.7 | | 10 | 3.969 | 46 | 74 | 13 | 57 | 59 | 46 | 6.6 | 11 | 6.5 | M6 | 2.7x1 | 1518 | 3398 | 30 |
| TSFV02020-1.8 | | 20 | 3.175 | 46 | 74 | 13 | 70 | 59 | 46 | 6.6 | 11 | 6.5 | M6 | 1.8x1 | 764 | 1758 | 19 |
| TSFV02505-4.8 | 25 | 5 | 3.175 | 50 | 73 | 11 | 55 | 61 | 52 | 5.5 | 9.5 | 5.5 | M8 | 4.8x1 | 2017 | 5884 | 56 |
| TSFV02506-4.8 | | 6 | 3.969 | 53 | 76 | 11 | 62 | 64 | 58 | 5.5 | 9.5 | 5.5 | M6 | 4.8x1 | 2711 | 7268 | 58 |
| TSFV02508-4.8 | | 8 | 4.762 | 56 | 85 | 13 | 70 | 71 | 64 | 6.5 | 11 | 6.5 | M6 | 4.8x1 | 3466 | 8776 | 61 |
| TSFV02510-2.7 | | 10 | 6.35 | 68 | 102 | 15 | 70 | 84 | 82 | 9 | 14 | 8.5 | M8 | 2.7x1 | 3040 | 6547 | 37 |
| TSFV02525-1.8 | | 25 | 3.175 | 50 | 73 | 13 | 83 | 61 | 52 | 5.5 | 9.5 | 5.5 | M8 | 1.8x1 | 843 | 2199 | 22 |
| TSFV03204-4.8 | 32 | 4 | 2.381 | 54 | 81 | 12 | 50 | 67 | 64 | 6.6 | 11 | 6.5 | M6 | 4.8x1 | 1517 | 5806 | 62 |
| TSFV03205-4.8 | | 5 | 3.175 | 58 | 85 | 12 | 56 | 71 | 64 | 6.6 | 11 | 6.5 | M8 | 4.8x1 | 2249 | 7612 | 66 |
| TSFV03206-4.8 | | 6 | 3.969 | 62 | 89 | 12 | 60 | 75 | 68 | 6.6 | 11 | 6.5 | M8 | 4.8x1 | 3079 | 9575 | 70 |
| TSFV03208-4.8 | | 8 | 4.762 | 66 | 100 | 15 | 75 | 82 | 76 | 9 | 14 | 8.5 | M8 | 4.8x1 | 3962 | 11547 | 74 |
| TSFV03210-4.8 | | 10 | 6.35 | 74 | 108 | 15 | 96 | 90 | 82 | 9 | 14 | 9 | M8 | 4.8x1 | 5620 | 14649 | 76 |
| TSFV03220-2.7 | | 20 | 6.35 | 74 | 108 | 16 | 100 | 90 | 82 | 9 | 14 | 8.5 | M8 | 2.7x1 | 3509 | 8644 | 46 |
| TSFV04005-4.8 | 40 | 5 | 3.175 | 67 | 101 | 15 | 59 | 83 | 72 | 9 | 14 | 8.5 | M8 | 4.8x1 | 2468 | 9586 | 76 |
| TSFV04010-4.8 | | 10 | 6.35 | 82 | 124 | 18 | 100 | 102 | 94 | 11 | 17.5 | 11 | M8 | 4.8x1 | 6316 | 18600 | 90 |
| TSFV04020-2.7 | | 20 | 6.35 | 82 | 124 | 18 | 100 | 102 | 90 | 11 | 17.5 | 11 | M8 | 2.7x1 | 3935 | 10893 | 56 |
| TSFV05005-4.8 | 50 | 5 | 3.175 | 80 | 114 | 15 | 60 | 96 | 82 | 9 | 14 | 8.5 | M8 | 4.8x1 | 2698 | 12053 | 87 |
| TSFV05010-4.8 | | 10 | 6.35 | 93 | 135 | 16 | 93 | 113 | 98 | 11 | 17.5 | 11 | M8 | 4.8x1 | 7023 | 23537 | 106 |
| TSFV05020-2.7 | | 20 | 9.525 | 105 | 152 | 28 | 121 | 128 | 110 | 14 | 20 | 13 | M8 | 2.7x1 | 7336 | 19700 | 68 |
| TSFV06310-4.8 | 63 | 10 | 6.35 | 108 | 154 | 22 | 105 | 130 | 110 | 14 | 20 | 13 | M8 | 4.8x1 | 7860 | 30430 | 126 |
| TSFV06320-2.7 | | 20 | 9.525 | 122 | 180 | 28 | 120 | 150 | 130 | 18 | 26 | 17.5 | M8 | 2.7x1 | 8162 | 24741 | 80 |
| TSFV08010-4.8 | 80 | 10 | 6.35 | 130 | 176 | 22 | 105 | 152 | 132 | 14 | 20 | 13 | M8 | 4.8x1 | 8593 | 38344 | 145 |
| TSFV08020-4.8 | | 20 | 9.525 | 143 | 204 | 28 | 180 | 172 | 148 | 18 | 26 | 18 | M8 | 4.8x1 | 15103 | 57296 | 168 |
| TSFV08020-7.6 | | 20 | 9.525 | 143 | 204 | 28 | 240 | 172 | 148 | 18 | 26 | 18 | M8 | 3.8x2 | 22423 | 90719 | 260 |

주) ★기호는 좌나사 제작 가능

TDFV Series – 고속타입

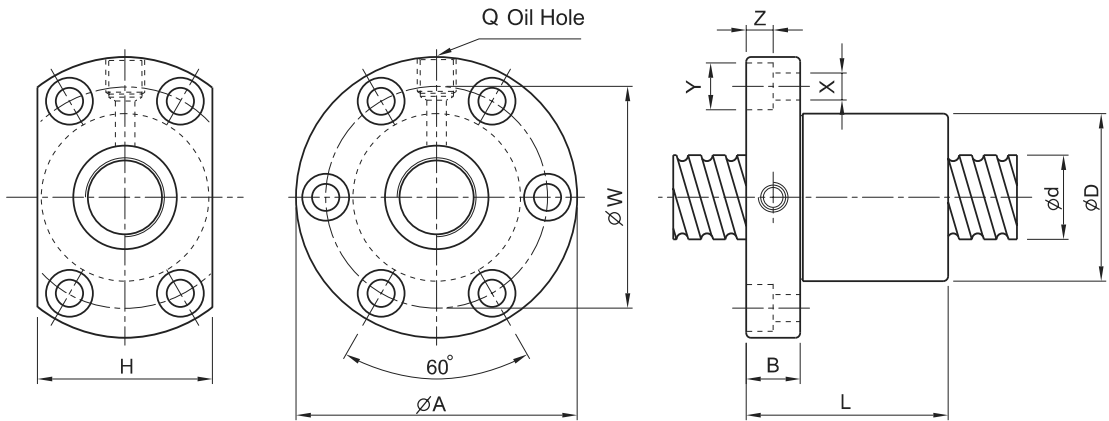


단위: (mm)

| Model No. | Dimensions | | | | | | | | | | | | | 동정력 하중 (kgf) | 정정력 하중 (kgf) | 강성 (kgf/ um) | |
|---------------|------------|----|-------|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|------|------|----|--------------------|--------------------|--------------------|-----|
| | d | 리드 | 볼경 | D | A | B | L | W | H | X | Y | Z | Q | | | | 회로수 |
| TDFV01510-2.7 | 15 | 10 | 3.175 | 34 | 58 | 10 | 107 | 45 | 34 | 5.5 | 9.5 | 5.5 | M6 | 2.7x1 | 972 | 2020 | 30 |
| TDFV01604-3.8 | 16 | 4 | 2.381 | 34 | 57 | 11 | 89 | 45 | 34 | 5.5 | 9.5 | 5.5 | M6 | 3.8x1 | 981 | 2285 | 42 |
| TDFV01605-4.8 | | 5 | 3.175 | 40 | 63 | 11 | 113 | 51 | 42 | 5.5 | 9.5 | 5.5 | M6 | 4.8x1 | 1614 | 3662 | 53 |
| TDFV01610-2.7 | | 10 | 3.175 | 40 | 63 | 11 | 106 | 51 | 42 | 5.5 | 9.5 | 5.5 | M6 | 2.7x1 | 1008 | 2161 | 32 |
| TDFV02004-4.8 | 20 | 4 | 2.381 | 40 | 60 | 10 | 94 | 50 | 40 | 4.5 | 8 | 4 | M6 | 4.8x1 | 1247 | 3584 | 61 |
| TDFV02005-4.8 | | 5 | 3.175 | 44 | 67 | 11 | 112 | 55 | 52 | 5.5 | 9.5 | 5.5 | M6 | 4.8x1 | 1814 | 4650 | 63 |
| TDFV02010-2.7 | | 10 | 3.969 | 46 | 74 | 13 | 117 | 59 | 46 | 6.6 | 11 | 6.5 | M6 | 2.7x1 | 1518 | 3398 | 40 |
| TDFV02505-4.8 | 25 | 5 | 3.175 | 50 | 73 | 11 | 105 | 61 | 52 | 5.5 | 9.5 | 5.5 | M8 | 4.8x1 | 2017 | 5884 | 75 |
| TDFV02506-4.8 | | 6 | 3.969 | 53 | 76 | 11 | 116 | 64 | 58 | 5.5 | 9.5 | 5.5 | M6 | 4.8x1 | 2711 | 7268 | 78 |
| TDFV02508-4.8 | | 8 | 4.762 | 56 | 85 | 13 | 134 | 71 | 64 | 6.5 | 11 | 6.5 | M6 | 4.8x1 | 3466 | 8776 | 82 |
| TDFV02510-2.7 | | 10 | 6.35 | 68 | 102 | 15 | 130 | 84 | 82 | 9 | 14 | 8.5 | M8 | 2.7x1 | 3040 | 6547 | 49 |
| TDFV03204-4.8 | 32 | 4 | 2.381 | 54 | 81 | 12 | 94 | 67 | 64 | 6.6 | 11 | 6.5 | M6 | 4.8x1 | 1517 | 5806 | 85 |
| TDFV03205-4.8 | | 5 | 3.175 | 58 | 85 | 12 | 106 | 71 | 64 | 6.6 | 11 | 6.5 | M8 | 4.8x1 | 2249 | 7612 | 90 |
| TDFV03206-4.8 | | 6 | 3.969 | 62 | 89 | 12 | 114 | 75 | 68 | 6.6 | 11 | 6.5 | M8 | 4.8x1 | 3079 | 9575 | 95 |
| TDFV03208-4.8 | | 8 | 4.762 | 66 | 100 | 15 | 139 | 82 | 76 | 9 | 14 | 8.5 | M8 | 4.8x1 | 3962 | 11547 | 100 |
| TDFV03210-4.8 | | 10 | 6.35 | 74 | 108 | 15 | 186 | 90 | 82 | 9 | 14 | 9 | M8 | 4.8x1 | 5620 | 14649 | 101 |
| TDFV03220-2.7 | | 20 | 6.35 | 74 | 108 | 16 | 200 | 90 | 82 | 9 | 14 | 8.5 | M8 | 2.7x1 | 3509 | 8644 | 61 |
| TDFV04005-4.8 | 40 | 5 | 3.175 | 67 | 101 | 15 | 109 | 83 | 72 | 9 | 14 | 8.5 | M8 | 4.8x1 | 2468 | 9586 | 105 |
| TDFV04010-4.8 | | 10 | 6.35 | 82 | 124 | 18 | 188 | 102 | 94 | 11 | 17.5 | 11 | M8 | 4.8x1 | 6316 | 18600 | 121 |
| TDFV04020-2.7 | | 20 | 6.35 | 82 | 124 | 18 | 200 | 102 | 90 | 11 | 17.5 | 11 | M8 | 2.7x1 | 3935 | 10893 | 74 |
| TDFV05005-4.8 | 50 | 5 | 3.175 | 80 | 114 | 15 | 115 | 96 | 82 | 9 | 14 | 8.5 | M8 | 4.8x1 | 2698 | 12053 | 122 |
| TDFV05010-4.8 | | 10 | 6.35 | 93 | 135 | 16 | 173 | 113 | 98 | 11 | 17.5 | 11 | M8 | 4.8x1 | 7023 | 23537 | 144 |
| TDFV05020-2.7 | | 20 | 9.525 | 105 | 152 | 28 | 221 | 128 | 110 | 14 | 20 | 13 | M8 | 2.7x1 | 7336 | 19700 | 90 |
| TDFV06310-4.8 | 63 | 10 | 6.35 | 108 | 154 | 22 | 195 | 130 | 110 | 14 | 20 | 13 | M8 | 4.8x1 | 7860 | 30430 | 172 |
| TDFV06320-2.7 | | 20 | 9.525 | 122 | 180 | 28 | 220 | 150 | 130 | 18 | 26 | 17.5 | M8 | 2.7x1 | 8162 | 24741 | 107 |
| TDFV08010-4.8 | 80 | 10 | 6.35 | 130 | 176 | 22 | 195 | 152 | 132 | 14 | 20 | 13 | M8 | 4.8x1 | 8593 | 38344 | 201 |
| TDFV08020-4.8 | | 20 | 9.525 | 143 | 204 | 28 | 340 | 172 | 148 | 18 | 26 | 18 | M8 | 4.8x1 | 15103 | 57296 | 226 |
| TDFV08020-7.6 | | 20 | 9.525 | 143 | 204 | 28 | 460 | 172 | 148 | 18 | 26 | 18 | M8 | 3.8x2 | 22423 | 90719 | 351 |

BALL SCREW

TSFI Series

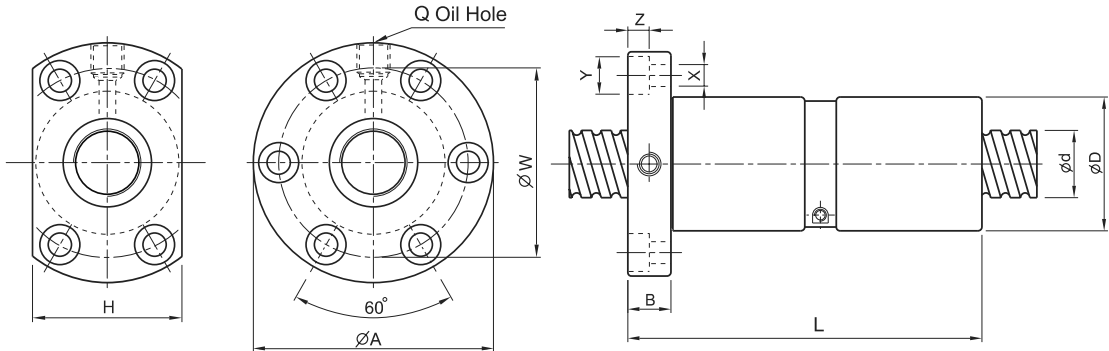


단위: (mm)

| Model No. | Dimensions | | | | | | | | | | | | | | 동정력 하중 (kgf) | 정정력 하중 (kgf) | 강성 (kgf/ um) |
|---------------|------------|------|-------|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|------|-----|----|-----|--------------------|--------------------|--------------------|
| | d | 리드 | 볼경 | D | A | B | L | W | H | X | Y | Z | Q | 회로수 | | | |
| TSFI01604-4 | 16 | 4 | 2.381 | 30 | 49 | 10 | 45 | 39 | 34 | 4.5 | 8 | 4.5 | M6 | 1x4 | 973 | 2406 | 32 |
| ★ TSFI01605-4 | | 5 | 3.175 | 30 | 49 | 10 | 50 | 39 | 34 | 4.5 | 8 | 4.5 | M6 | 1x4 | 1380 | 3052 | 33 |
| ★ TSFI01610-3 | | 10 | 3.175 | 34 | 58 | 10 | 57 | 45 | 34 | 5.5 | 9.5 | 5.5 | M6 | 1x3 | 1103 | 2401 | 27 |
| TXSI01610-3 | | 10 | 3.175 | 30 | 49 | 10 | 55 | 39 | 34 | 4.5 | 8 | 4.5 | M6 | 1x3 | 833 | 1249 | 27 |
| TSFI02004-4 | 20 | 4 | 2.381 | 34 | 57 | 11 | 46 | 45 | 40 | 5.5 | 9.5 | 5.5 | M6 | 1x4 | 1066 | 2987 | 37 |
| ★ TSFI02005-4 | | 5 | 3.175 | 34 | 57 | 11 | 51 | 45 | 40 | 5.5 | 9.5 | 5.5 | M6 | 1x4 | 1551 | 3875 | 39 |
| ★ TSFI0205T-4 | | 5.08 | 3.175 | 34 | 57 | 11 | 51 | 45 | 40 | 5.5 | 9.5 | 5.5 | M6 | 1x4 | 1550 | 3875 | 39 |
| ★ TSFI02504-4 | 25 | 4 | 2.381 | 40 | 63 | 11 | 46 | 51 | 46 | 5.5 | 9.5 | 5.5 | M6 | 1x4 | 1180 | 3795 | 43 |
| ★ TSFI02505-4 | | 5 | 3.175 | 40 | 63 | 11 | 51 | 51 | 46 | 5.5 | 9.5 | 5.5 | M8 | 1x4 | 1724 | 4904 | 45 |
| TSFI02510-4 | | 10 | 4.762 | 46 | 72 | 12 | 85 | 58 | 52 | 6.5 | 11 | 6.5 | M6 | 1x4 | 2954 | 7295 | 51 |
| TSFI03204-4 | 32 | 4 | 2.381 | 46 | 72 | 12 | 47 | 58 | 52 | 6.5 | 11 | 6.5 | M6 | 1x4 | 1296 | 4838 | 49 |
| ★ TSFI03205-4 | | 5 | 3.175 | 46 | 72 | 12 | 52 | 58 | 52 | 6.5 | 11 | 6.5 | M8 | 1x4 | 1922 | 6343 | 52 |
| ★ TSFI03210-4 | | 10 | 6.35 | 54 | 88 | 15 | 90 | 70 | 62 | 9 | 14 | 8.5 | M8 | 1x4 | 4805 | 12208 | 62 |
| ★ TSFI04005-4 | 40 | 5 | 3.175 | 56 | 90 | 15 | 55 | 72 | 64 | 9 | 14 | 8.5 | M8 | 1x4 | 2110 | 7988 | 59 |
| ★ TSFI04010-4 | | 10 | 6.35 | 62 | 104 | 18 | 93 | 82 | 70 | 11 | 17.5 | 11 | M8 | 1x4 | 5399 | 15500 | 72 |
| ★ TSFI05010-4 | 50 | 10 | 6.35 | 72 | 114 | 18 | 93 | 92 | 82 | 11 | 17.5 | 11 | M8 | 1x4 | 6004 | 19614 | 83 |
| ★ TSFI06310-4 | 63 | 10 | 6.35 | 85 | 131 | 22 | 98 | 107 | 95 | 14 | 20 | 13 | M8 | 1x4 | 6719 | 25358 | 95 |
| TSFI08010-4 | 80 | 10 | 6.35 | 105 | 150 | 22 | 98 | 127 | 115 | 14 | 20 | 13 | M8 | 1x4 | 7346 | 31953 | 109 |

주) ★기호는 좌나사 제작 가능

TDFI Series



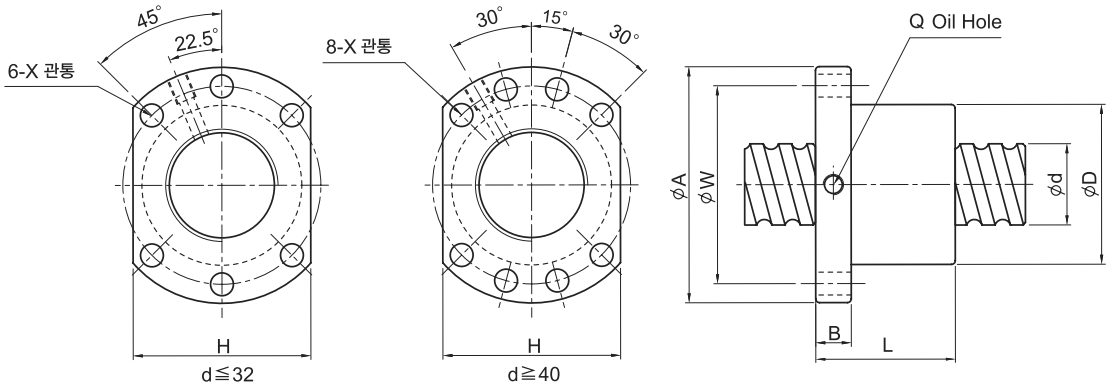
단위: (mm)

| Model No. | Dimensions | | | | | | | | | | | | | | | | 동정력 하중 (kgf) | 정정력 하중 (kgf) | 강성 (kgf/ um) |
|---------------|------------|----|-------|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|------|-----|----|-----|------|-------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | d | 리드 | 볼경 | D | A | B | L | W | H | X | Y | Z | Q | 회로수 | | | | | |
| TDFI01604-4 | 16 | 4 | 2.381 | 30 | 49 | 10 | 80 | 39 | 34 | 4.5 | 8 | 4.5 | M6 | 1x4 | 973 | 2406 | 44 | | |
| TDFI01605-4 | | 5 | 3.175 | 30 | 49 | 10 | 100 | 39 | 34 | 4.5 | 8 | 4.5 | M6 | 1x4 | 1380 | 3052 | 44 | | |
| TDFI02004-4 | 20 | 4 | 2.381 | 34 | 57 | 11 | 80 | 45 | 40 | 5.5 | 9.5 | 5.5 | M6 | 1x4 | 1066 | 2987 | 51 | | |
| ★ TDFI02005-4 | | 5 | 3.175 | 34 | 57 | 11 | 101 | 45 | 40 | 5.5 | 9.5 | 5.5 | M6 | 1x4 | 1551 | 3875 | 52 | | |
| TDFI02504-4 | 25 | 4 | 2.381 | 40 | 63 | 11 | 80 | 51 | 46 | 5.5 | 9.5 | 5.5 | M6 | 1x4 | 1180 | 3795 | 60 | | |
| ★ TDFI02505-4 | | 5 | 3.175 | 40 | 63 | 11 | 101 | 51 | 46 | 5.5 | 9.5 | 5.5 | M8 | 1x4 | 1724 | 4904 | 62 | | |
| TDFI02510-4 | | 10 | 4.762 | 46 | 72 | 12 | 145 | 58 | 52 | 6.5 | 11 | 6.5 | M6 | 1x4 | 2954 | 7295 | 68 | | |
| TDFI03204-4 | 32 | 4 | 2.381 | 46 | 72 | 12 | 80 | 58 | 52 | 6.5 | 11 | 6.5 | M6 | 1x4 | 1296 | 4838 | 69 | | |
| ★ TDFI03205-4 | | 5 | 3.175 | 46 | 72 | 12 | 102 | 58 | 52 | 6.5 | 11 | 6.5 | M8 | 1x4 | 1922 | 6343 | 72 | | |
| TDFI03210-4 | | 10 | 6.35 | 54 | 88 | 15 | 162 | 70 | 62 | 9 | 14 | 8.5 | M8 | 1x4 | 4805 | 12208 | 83 | | |
| ★ TDFI04005-4 | 40 | 5 | 3.175 | 56 | 90 | 15 | 105 | 72 | 64 | 9 | 14 | 8.5 | M8 | 1x4 | 2110 | 7988 | 84 | | |
| TDFI04010-4 | | 10 | 6.35 | 62 | 104 | 18 | 165 | 82 | 70 | 11 | 17.5 | 11 | M8 | 1x4 | 5399 | 15500 | 99 | | |
| TDFI05010-4 | 50 | 10 | 6.35 | 72 | 114 | 18 | 171 | 92 | 82 | 11 | 17.5 | 11 | M8 | 1x4 | 6004 | 19614 | 115 | | |
| ★ TDFI06310-4 | 63 | 10 | 6.35 | 85 | 131 | 22 | 182 | 107 | 95 | 14 | 20 | 13 | M8 | 1x4 | 6719 | 25358 | 135 | | |
| ★ TDFI08010-4 | 80 | 10 | 6.35 | 105 | 150 | 22 | 182 | 127 | 115 | 14 | 20 | 13 | M8 | 1x4 | 7346 | 31953 | 156 | | |

주) ★기호는 좌나사 제작 가능

BALL SCREW

TSFU Series (DIN 69051 FORM B)

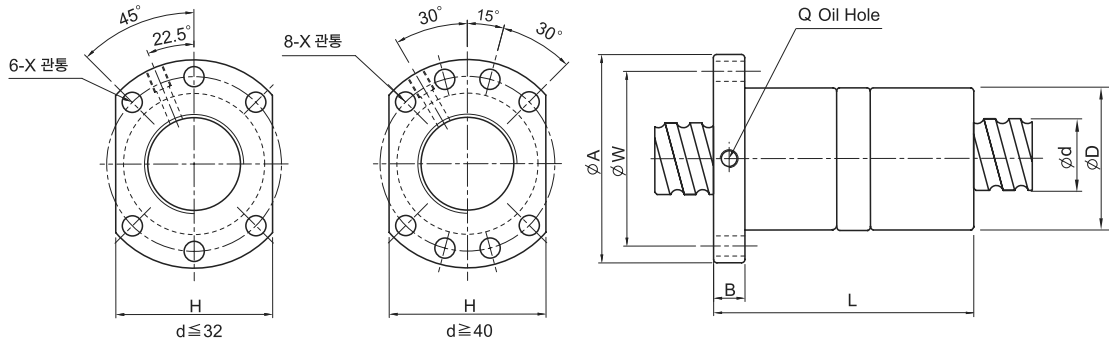


단위: (mm)

| Model No. | Dimensions | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|------------|----|-------|-----|-----|----|-----|-----|------|-----|----|-----|--------------------|--------------------|--------------------|
| | d | 리드 | 볼경 | D | A | B | L | W | X | H | Q | 회로수 | 동정력 하중 (kgf) | 정정력 하중 (kgf) | 강성 (kgf/ um) |
| TSFU01204-4 | 12 | 4 | 2.5 | 24 | 40 | 10 | 40 | 32 | 4.5 | 30 | | 1x4 | 902 | 1884 | 26 |
| ★ TSFU01604-4 | 16 | 4 | 2.381 | 28 | 48 | 10 | 40 | 38 | 5.5 | 40 | M6 | 1x4 | 973 | 2406 | 32 |
| ★ TSFU01605-4 | | 5 | 3.175 | 28 | 48 | 10 | 50 | 38 | 5.5 | 40 | M6 | 1x4 | 1380 | 3052 | 32 |
| ★ TSFU01610-3 | | 10 | 3.175 | 28 | 48 | 10 | 57 | 38 | 5.5 | 40 | M6 | 1x3 | 1103 | 2401 | 26 |
| TSFU02004-4 | 20 | 4 | 2.381 | 36 | 58 | 10 | 42 | 47 | 6.6 | 44 | M6 | 1x4 | 1066 | 2987 | 38 |
| ★ TSFU02005-4 | | 5 | 3.175 | 36 | 58 | 10 | 51 | 47 | 6.6 | 44 | M6 | 1x4 | 1551 | 3875 | 39 |
| TSFU02504-4 | 25 | 4 | 2.381 | 40 | 62 | 10 | 42 | 51 | 6.6 | 48 | M6 | 1x4 | 1180 | 3795 | 43 |
| ★ TSFU02505-4 | | 5 | 3.175 | 40 | 62 | 10 | 51 | 51 | 6.6 | 48 | M6 | 1x4 | 1724 | 4904 | 45 |
| TSFU02506-4 | | 6 | 3.969 | 40 | 62 | 10 | 54 | 51 | 6.6 | 48 | M6 | 1x4 | 2318 | 6057 | 47 |
| TSFU02508-4 | 25 | 8 | 4.762 | 40 | 62 | 10 | 63 | 51 | 6.6 | 48 | M6 | 1x4 | 2963 | 7313 | 49 |
| ★ TSFU02510-4 | | 10 | 4.762 | 40 | 62 | 12 | 85 | 51 | 6.6 | 48 | M6 | 1x4 | 2954 | 7295 | 50 |
| TSFU03204-4 | 32 | 4 | 2.381 | 50 | 80 | 12 | 44 | 65 | 9 | 62 | M6 | 1x4 | 1296 | 4838 | 51 |
| ★ TSFU03205-4 | | 5 | 3.175 | 50 | 80 | 12 | 52 | 65 | 9 | 62 | M6 | 1x4 | 1922 | 6343 | 54 |
| TSFU03206-4 | | 6 | 3.969 | 50 | 80 | 12 | 57 | 65 | 9 | 62 | M6 | 1x4 | 2632 | 7979 | 57 |
| TSFU03208-4 | | 8 | 4.762 | 50 | 80 | 12 | 65 | 65 | 9 | 62 | M6 | 1x4 | 3387 | 9622 | 60 |
| ★ TSFU03210-4 | | 10 | 6.35 | 50 | 80 | 12 | 90 | 65 | 9 | 62 | M6 | 1x4 | 4805 | 12208 | 61 |
| ★ TSFU04005-4 | 40 | 5 | 3.175 | 63 | 93 | 14 | 55 | 78 | 9 | 70 | M8 | 1x4 | 2110 | 7988 | 63 |
| TSFU04006-4 | | 6 | 3.969 | 63 | 93 | 14 | 60 | 78 | 9 | 70 | M6 | 1x4 | 2873 | 9913 | 66 |
| TSFU04008-4 | | 8 | 4.762 | 63 | 93 | 14 | 67 | 78 | 9 | 70 | M6 | 1x4 | 3712 | 11947 | 70 |
| ★ TSFU04010-4 | | 10 | 6.35 | 63 | 93 | 14 | 93 | 78 | 9 | 70 | M8 | 1x4 | 5399 | 15500 | 73 |
| ★ TSFU05010-4 | 50 | 10 | 6.35 | 75 | 110 | 16 | 93 | 93 | 11 | 85 | M8 | 1x4 | 6004 | 19614 | 85 |
| ★ TSFU05020-4 | | 20 | 7.144 | 75 | 110 | 16 | 138 | 93 | 11 | 85 | M8 | 1x4 | 7142 | 22588 | 94 |
| TSFU06310-4 | 63 | 10 | 6.35 | 90 | 125 | 18 | 98 | 108 | 11 | 95 | M8 | 1x4 | 6719 | 25358 | 99 |
| TSFU06320-4 | | 20 | 9.525 | 95 | 135 | 20 | 149 | 115 | 13.5 | 100 | M8 | 1x4 | 11444 | 36653 | 112 |
| ★ TSFU08010-4 | 80 | 10 | 6.35 | 105 | 145 | 20 | 98 | 125 | 13.5 | 110 | M8 | 1x4 | 7346 | 31953 | 109 |
| TSFU08020-4 | | 20 | 9.525 | 125 | 165 | 25 | 154 | 145 | 13.5 | 130 | M8 | 1x4 | 12911 | 47747 | 138 |
| TSFU10020-4 | 100 | 20 | 9.525 | 150 | 202 | 30 | 180 | 170 | 17.5 | 155 | M8 | 1x4 | 14303 | 60698 | 162 |

주) ★기호는 좌나사 제작 가능

TDFU Series (DIN 69051 FORM B)



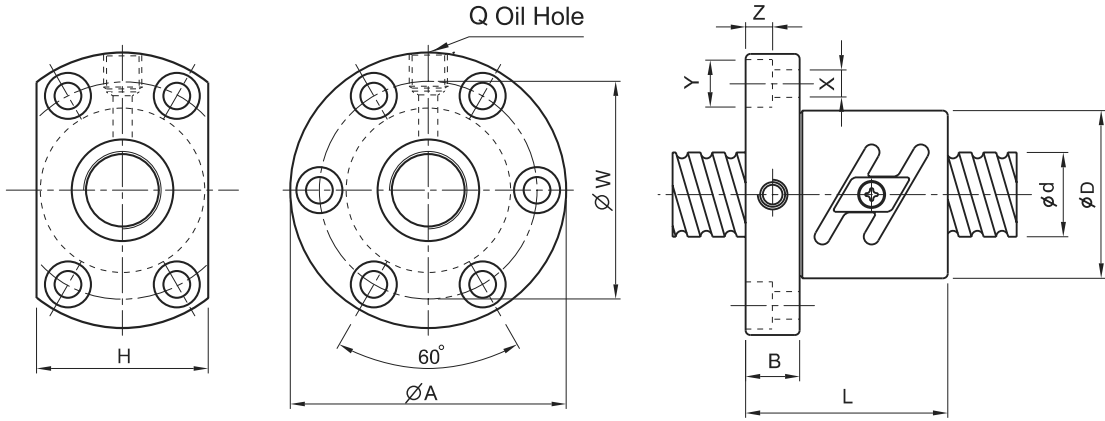
단위: (mm)

| Model No. | Dimensions | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|------------|-------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|------|--------------|--------------|-------------|
| | d | 리드 | 볼경 | D | A | B | L | W | X | H | Q | 회로수 | 동정격 하중 (kgf) | 정정격 하중 (kgf) | 강성 (kgf/um) |
| TDFU01604-4 | 16 | 4 | 2.381 | 28 | 48 | 10 | 80 | 38 | 5.5 | 40 | M6 | 1x4 | 973 | 2406 | 43 |
| ★ TDFU01605-4 | | 5 | 3.175 | 28 | 48 | 10 | 100 | 38 | 5.5 | 40 | M6 | 1x4 | 1380 | 3052 | 44 |
| ★ TDFU01610-3 | | 10 | 3.175 | 28 | 48 | 10 | 118 | 38 | 5.5 | 40 | M6 | 1x3 | 1103 | 2401 | 35 |
| TDFU02004-4 | 20 | 4 | 2.381 | 36 | 58 | 10 | 80 | 47 | 6.6 | 44 | M6 | 1x4 | 1066 | 2987 | 51 |
| ★ TDFU02005-4 | | 5 | 3.175 | 36 | 58 | 10 | 101 | 47 | 6.6 | 44 | M6 | 1x4 | 1551 | 3875 | 53 |
| TDFU02504-4 | 25 | 4 | 2.381 | 40 | 62 | 10 | 80 | 51 | 6.6 | 48 | M6 | 1x4 | 1180 | 3795 | 60 |
| ★ TDFU02505-4 | | 5 | 3.175 | 40 | 62 | 10 | 101 | 51 | 6.6 | 48 | M6 | 1x4 | 1724 | 4904 | 62 |
| TDFU02506-4 | | 6 | 3.969 | 40 | 62 | 10 | 105 | 51 | 6.6 | 48 | M6 | 1x4 | 2318 | 6057 | 64 |
| TDFU02508-4 | | 8 | 4.762 | 40 | 62 | 10 | 120 | 51 | 6.6 | 48 | M6 | 1x4 | 2963 | 7313 | 67 |
| ★ TDFU02510-4 | 10 | 4.762 | 40 | 62 | 12 | 145 | 51 | 6.6 | 48 | M6 | 1x4 | 2954 | 7295 | 67 | |
| TDFU03204-4 | 32 | 4 | 2.381 | 50 | 80 | 12 | 80 | 65 | 9 | 62 | M6 | 1x4 | 1296 | 4838 | 71 |
| ★ TDFU03205-4 | | 5 | 3.175 | 50 | 80 | 12 | 102 | 65 | 9 | 62 | M6 | 1x4 | 1922 | 6343 | 74 |
| TDFU03206-4 | | 6 | 3.969 | 50 | 80 | 12 | 105 | 65 | 9 | 62 | M6 | 1x4 | 2632 | 7979 | 78 |
| TDFU03208-4 | | 8 | 4.762 | 50 | 80 | 12 | 122 | 65 | 9 | 62 | M6 | 1x4 | 3387 | 9622 | 82 |
| ★ TDFU03210-4 | | 10 | 6.35 | 50 | 80 | 12 | 162 | 65 | 9 | 62 | M6 | 1x4 | 4805 | 12208 | 82 |
| ★ TDFU04005-4 | 40 | 5 | 3.175 | 63 | 93 | 14 | 105 | 78 | 9 | 70 | M8 | 1x4 | 2110 | 7988 | 87 |
| TDFU04006-4 | | 6 | 3.969 | 63 | 93 | 14 | 108 | 78 | 9 | 70 | M6 | 1x4 | 2873 | 9913 | 91 |
| TDFU04008-4 | | 8 | 4.762 | 63 | 93 | 14 | 132 | 78 | 9 | 70 | M6 | 1x4 | 3712 | 11947 | 96 |
| ★ TDFU04010-4 | | 10 | 6.35 | 63 | 93 | 14 | 165 | 78 | 9 | 70 | M8 | 1x4 | 5399 | 15500 | 99 |
| ★ TDFU05010-4 | 50 | 10 | 6.35 | 75 | 110 | 16 | 171 | 93 | 11 | 85 | M8 | 1x4 | 6004 | 19614 | 117 |
| ★ TDFU05020-4 | | 20 | 7.144 | 75 | 110 | 16 | 280 | 93 | 11 | 85 | M8 | 1x4 | 7142 | 22588 | 126 |
| ★ TDFU06310-4 | 63 | 10 | 6.35 | 90 | 125 | 18 | 182 | 108 | 11 | 95 | M8 | 1x4 | 6719 | 25358 | 139 |
| TDFU06320-4 | | 20 | 9.525 | 95 | 135 | 20 | 290 | 115 | 13.5 | 100 | M8 | 1x4 | 11444 | 36653 | 152 |
| ★ TDFU08010-4 | 80 | 10 | 6.35 | 105 | 145 | 20 | 182 | 125 | 13.5 | 110 | M8 | 1x4 | 7346 | 31953 | 156 |
| TDFU08020-4 | | 20 | 9.525 | 125 | 165 | 25 | 295 | 145 | 13.5 | 130 | M8 | 1x4 | 12911 | 47747 | 187 |
| TDFU10020-4 | 100 | 20 | 9.525 | 150 | 202 | 30 | 340 | 170 | 17.5 | 155 | M8 | 1x4 | 14303 | 60698 | 222 |

주) ★기호는 좌나사 제작 가능

BALL SCREW

TSFT Series

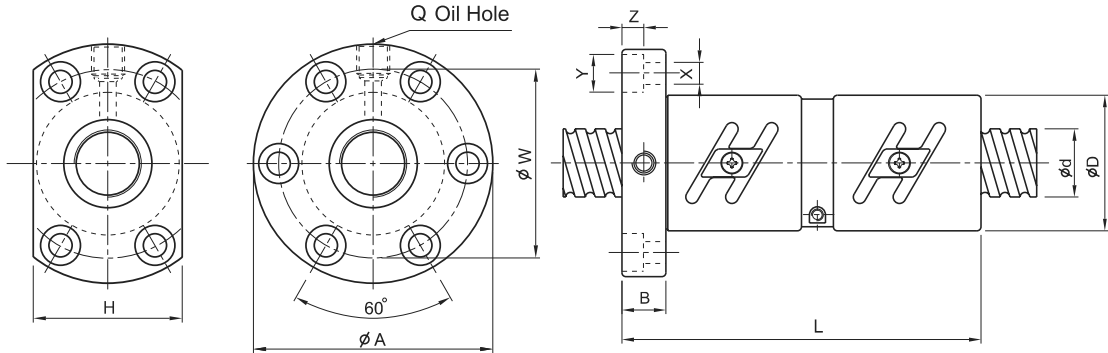


단위: (mm)

| Model No. | Dimensions | | | | | | | | | | | | | 회로수 | 동정력 하중 (kgf) | 정정력 하중 (kgf) | 강성 (kgf/ um) |
|---------------|------------|----|-------|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|------|------|----|-------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | d | 리드 | 볼경 | D | A | B | L | W | H | X | Y | Z | Q | | | | |
| TSFT02005-5 | 20 | 5 | 3.175 | 44 | 67 | 11 | 57 | 55 | 52 | 5.5 | 9.5 | 5.5 | M6 | 2.5x2 | 1879 | 4844 | 49 |
| TSFT02505-5 | 25 | 5 | 3.175 | 50 | 73 | 11 | 55 | 61 | 52 | 5.5 | 9.5 | 5.5 | M8 | 2.5x2 | 2089 | 6129 | 58 |
| TSFT02510-2.5 | | 10 | 6.35 | 68 | 102 | 15 | 70 | 84 | 82 | 9 | 14 | 8.5 | M8 | 2.5x1 | 2845 | 6062 | 34 |
| TSFT03205-5 | 32 | 5 | 3.175 | 58 | 85 | 12 | 56 | 71 | 64 | 6.6 | 11 | 6.5 | M8 | 2.5x2 | 2329 | 7929 | 69 |
| TSFT03206-5 | | 6 | 3.969 | 62 | 89 | 12 | 65 | 75 | 68 | 6.6 | 11 | 6.5 | M8 | 2.5x2 | 3189 | 9974 | 73 |
| TSFT03208-5 | | 8 | 4.762 | 66 | 100 | 15 | 82 | 82 | 76 | 9 | 14 | 8.5 | M8 | 2.5x2 | 4103 | 12028 | 77 |
| TSFT03210-5 | | 10 | 6.35 | 74 | 108 | 16 | 96 | 90 | 82 | 9 | 14 | 9 | M8 | 2.5x2 | 5821 | 15259 | 79 |
| TSFT03220-2.5 | | 20 | 6.35 | 74 | 108 | 16 | 100 | 90 | 82 | 9 | 14 | 8.5 | M8 | 2.5x1 | 3284 | 8004 | 43 |
| TSFT04005-5 | 40 | 5 | 3.175 | 67 | 101 | 15 | 59 | 83 | 72 | 9 | 14 | 8.5 | M8 | 2.5x2 | 2556 | 9985 | 79 |
| TSFT04010-5 | | 10 | 6.35 | 82 | 124 | 18 | 100 | 102 | 94 | 11 | 17.5 | 11 | M8 | 2.5x2 | 6541 | 19375 | 94 |
| TSFT04020-2.5 | | 20 | 6.35 | 82 | 124 | 18 | 100 | 102 | 90 | 11 | 17.5 | 11 | M8 | 2.5x1 | 3683 | 10086 | 52 |
| TSFT05010-5 | 50 | 10 | 6.35 | 93 | 135 | 18 | 103 | 113 | 98 | 11 | 17.5 | 11 | M8 | 2.5x2 | 7274 | 24518 | 110 |
| TSFT05020-2.5 | | 20 | 9.525 | 105 | 152 | 28 | 121 | 128 | 110 | 14 | 20 | 13 | M8 | 2.5x1 | 6867 | 18241 | 63 |
| TSFT06310-5 | 63 | 10 | 6.35 | 108 | 154 | 22 | 105 | 130 | 110 | 14 | 20 | 13 | M8 | 2.5x2 | 8141 | 31697 | 131 |
| TSFT06320-2.5 | | 20 | 9.525 | 122 | 180 | 28 | 127 | 150 | 130 | 18 | 26 | 17.5 | M8 | 2.5x1 | 7639 | 22908 | 74 |
| TSFT08010-5 | 80 | 10 | 6.35 | 130 | 176 | 22 | 105 | 152 | 132 | 14 | 20 | 13 | M8 | 2.5x2 | 8900 | 39942 | 151 |
| TSFT08020-5 | | 20 | 9.525 | 143 | 204 | 28 | 180 | 172 | 148 | 18 | 26 | 18 | M8 | 2.5x2 | 15642 | 59684 | 174 |
| TSFT08020-7.5 | | 20 | 9.525 | 143 | 204 | 28 | 240 | 172 | 148 | 18 | 26 | 18 | M8 | 2.5x3 | 22169 | 89525 | 257 |

주) ★기호는 좌나사 제작 가능

TDFT Series



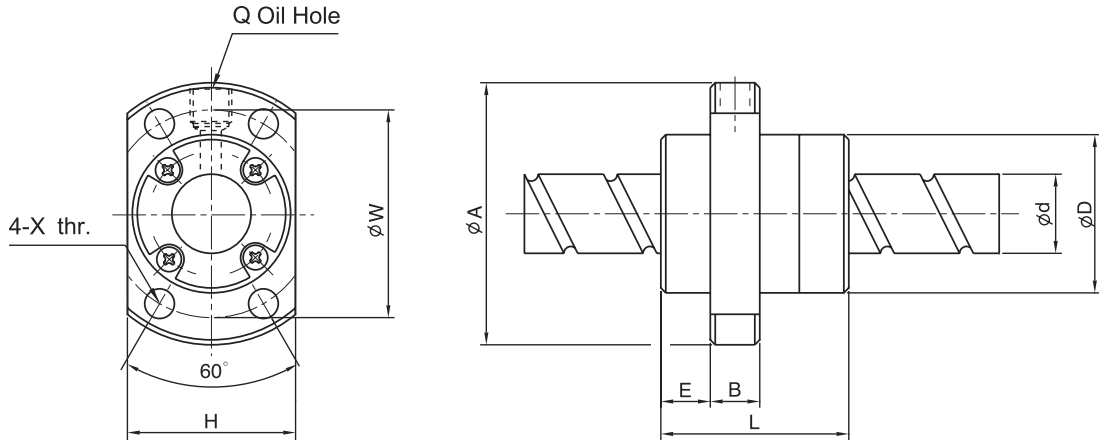
단위: (mm)

| Model No. | Dimensions | | | | | | | | | | | | | 회로수 | 동정격 하중 (kgf) | 정정격 하중 (kgf) | 강성 (kgf/ um) |
|---------------|------------|----|-------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|-------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | d | 리드 | 볼경 | D | A | B | L | W | H | X | Y | Z | Q | | | | |
| TDFT02005-5 | 20 | 5 | 3.175 | 44 | 67 | 11 | 105 | 55 | 52 | 5.5 | 9.5 | 5.5 | M6 | 2.5x2 | 1879 | 4844 | 66 |
| TDFT02505-5 | 25 | 5 | 3.175 | 50 | 73 | 11 | 105 | 61 | 52 | 5.5 | 9.5 | 5.5 | M8 | 2.5x2 | 2089 | 6129 | 78 |
| TDFT02510-2.5 | | 10 | 6.35 | 68 | 102 | 15 | 130 | 84 | 82 | 9 | 14 | 8.5 | M8 | 2.5x1 | 2845 | 6062 | 46 |
| TDFT03205-5 | 32 | 5 | 3.175 | 58 | 85 | 12 | 106 | 71 | 64 | 6.6 | 11 | 6.5 | M8 | 2.5x2 | 2329 | 7929 | 94 |
| TDFT03206-5 | | 6 | 3.969 | 62 | 89 | 12 | 123 | 75 | 68 | 6.6 | 11 | 6.5 | M8 | 2.5x2 | 3189 | 9974 | 99 |
| TDFT03208-5 | | 8 | 4.762 | 66 | 100 | 15 | 154 | 82 | 76 | 9 | 14 | 8.5 | M8 | 2.5x2 | 4103 | 12028 | 104 |
| TDFT03210-5 | | 10 | 6.35 | 74 | 108 | 16 | 187 | 90 | 82 | 9 | 14 | 8.5 | M8 | 2.5x2 | 5821 | 15259 | 105 |
| TDFT03220-2.5 | | 20 | 6.35 | 74 | 108 | 16 | 198 | 90 | 82 | 9 | 14 | 8.5 | M8 | 2.5x1 | 3284 | 8004 | 57 |
| TDFT04005-5 | | 40 | 5 | 3.175 | 67 | 101 | 15 | 109 | 83 | 72 | 9 | 14 | 8.5 | M8 | 2.5x2 | 2556 | 9985 |
| TDFT04010-5 | 10 | | 6.35 | 82 | 124 | 18 | 188 | 102 | 94 | 11 | 17.5 | 11 | M8 | 2.5x2 | 6541 | 19375 | 126 |
| TDFT04020-2.5 | 20 | | 6.35 | 82 | 124 | 18 | 200 | 102 | 90 | 11 | 17.5 | 11 | M8 | 2.5x1 | 3683 | 10086 | 69 |
| TDFT05010-5 | 50 | 10 | 6.35 | 93 | 135 | 18 | 193 | 113 | 98 | 11 | 17.5 | 11 | M8 | 2.5x2 | 7274 | 24518 | 149 |
| TDFT05020-2.5 | | 20 | 9.525 | 105 | 152 | 28 | 225 | 128 | 110 | 14 | 20 | 13 | M8 | 2.5x1 | 6867 | 18241 | 84 |
| TDFT06310-5 | 63 | 10 | 6.35 | 108 | 154 | 22 | 197 | 130 | 110 | 14 | 20 | 13 | M8 | 2.5x2 | 8141 | 31697 | 179 |
| TDFT06320-2.5 | | 20 | 9.525 | 122 | 180 | 28 | 227 | 150 | 130 | 18 | 26 | 17.5 | M8 | 2.5x1 | 7639 | 22908 | 100 |
| TDFT08010-5 | 80 | 10 | 6.35 | 130 | 176 | 22 | 195 | 152 | 132 | 14 | 20 | 13 | M8 | 2.5x2 | 8900 | 39942 | 209 |
| TDFT08020-5 | | 20 | 9.525 | 143 | 204 | 28 | 340 | 172 | 148 | 18 | 26 | 18 | M8 | 2.5x2 | 15642 | 59684 | 235 |

주) ★기호는 좌나사 제작 가능

BALL SCREW

TSFE Series – 대리드 볼스크류



※ 2014년 상반기 단종예정, TSFY 시리즈로 업그레이드로 출시 예정

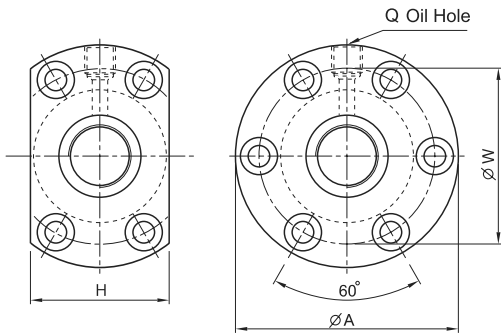
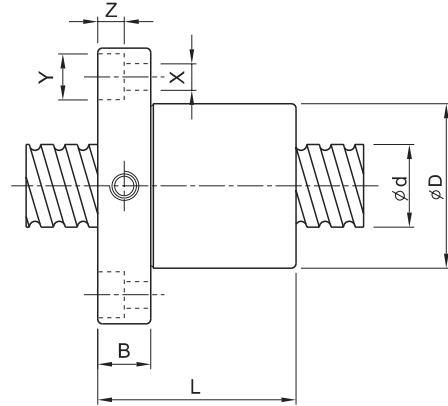
단위: (mm)

| Model No. | Dimensions | | | | | | | | | | | | 동정격 하중 (kgf) | 정정격 하중 (kgf) | 강성 (kgf/ um) | |
|-------------|------------|----|-------|----|-----|------|----|-----|-----|-----|----|----|--------------------|--------------------|--------------------|-----|
| | d | 리드 | 볼경 | D | A | E | B | L | X | W | H | Q | | | | 회로수 |
| TSFE01616-3 | 16 | 16 | 2.778 | 32 | 53 | 10.1 | 10 | 38 | 4.5 | 42 | 34 | M6 | 1.7x2 | 1021 | 2409 | 29 |
| TSFE01616-6 | | 16 | 2.778 | 32 | 53 | 10.1 | 10 | 38 | 4.5 | 42 | 34 | M6 | 1.7x4 | 1853 | 4818 | 57 |
| TSFE01632-3 | 16 | 32 | 2.778 | 34 | 55 | 10.5 | 10 | 34 | 5.5 | 45 | 36 | M6 | 0.7x2 | 439 | 976 | 11 |
| TSFE01632-6 | | 32 | 2.778 | 34 | 55 | 10.5 | 10 | 34 | 5.5 | 45 | 36 | M6 | 0.7x4 | 797 | 1953 | 21 |
| TSFE02020-3 | 20 | 20 | 3.175 | 39 | 62 | 12 | 10 | 47 | 5.5 | 50 | 41 | M6 | 1.7x2 | 1321 | 3320 | 35 |
| TSFE02020-6 | | 20 | 3.175 | 39 | 62 | 12 | 10 | 47 | 5.5 | 50 | 41 | M6 | 1.7x4 | 2397 | 6640 | 67 |
| TSFE02040-3 | 20 | 40 | 3.175 | 38 | 58 | 11 | 10 | 41 | 5.5 | 48 | 40 | M6 | 0.7x2 | 582 | 1397 | 13 |
| TSFE02040-6 | | 40 | 3.175 | 38 | 58 | 11 | 10 | 41 | 5.5 | 48 | 40 | M6 | 0.7x4 | 1056 | 2794 | 26 |
| TSFE02525-3 | 25 | 25 | 3.969 | 47 | 74 | 14 | 12 | 57 | 6.6 | 60 | 49 | M6 | 1.7x2 | 1974 | 5188 | 43 |
| TSFE02525-6 | | 25 | 3.969 | 47 | 74 | 14 | 12 | 57 | 6.6 | 60 | 49 | M6 | 1.7x4 | 3583 | 10377 | 83 |
| TSFE02550-3 | 25 | 50 | 3.969 | 46 | 70 | 13 | 12 | 50 | 6.6 | 58 | 48 | M6 | 0.7x2 | 870 | 2183 | 16 |
| TSFE02550-6 | | 50 | 3.969 | 46 | 70 | 13 | 12 | 50 | 6.6 | 58 | 48 | M6 | 0.7x4 | 1579 | 4366 | 32 |
| TSFE03232-3 | 32 | 32 | 4.762 | 58 | 92 | 17 | 12 | 71 | 9 | 74 | 60 | M6 | 1.7x2 | 2876 | 8207 | 54 |
| TSFE03232-6 | | 32 | 4.762 | 58 | 92 | 17 | 12 | 71 | 9 | 74 | 60 | M6 | 1.7x4 | 5220 | 16414 | 106 |
| TSFE03264-3 | 32 | 64 | 4.762 | 58 | 92 | 15.5 | 12 | 62 | 9 | 74 | 60 | M6 | 0.7x2 | 1225 | 3282 | 20 |
| TSFE03264-6 | | 64 | 4.762 | 58 | 92 | 15.5 | 12 | 62 | 9 | 74 | 60 | M6 | 0.7x4 | 2223 | 6565 | 39 |
| TSFE04040-3 | 40 | 40 | 6.35 | 73 | 114 | 19.5 | 15 | 89 | 11 | 93 | 75 | M6 | 1.7x2 | 4600 | 13281 | 66 |
| TSFE04040-6 | | 40 | 6.35 | 73 | 114 | 19.5 | 15 | 89 | 11 | 93 | 75 | M6 | 1.7x4 | 8348 | 26561 | 128 |
| TSFE05050-3 | 50 | 50 | 7.938 | 90 | 135 | 21.5 | 20 | 107 | 14 | 112 | 92 | M6 | 1.7x2 | 6512 | 19430 | 80 |
| TSFE05050-6 | | 50 | 7.938 | 90 | 135 | 21.5 | 20 | 107 | 14 | 112 | 92 | M6 | 1.7x4 | 11820 | 38859 | 155 |

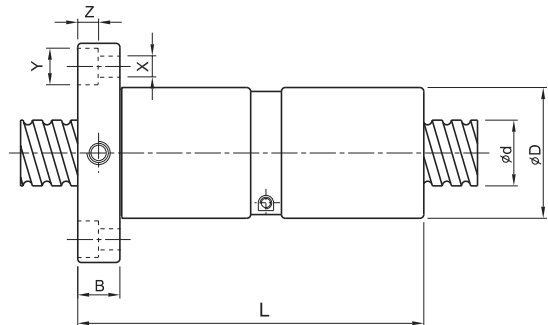
주) 표준 너트에는 실이 없으며 필요하시면 주문 가능.

TSM / TDFM Series 밀링머신 전용 볼스크류

TSM Series



TDFM Series



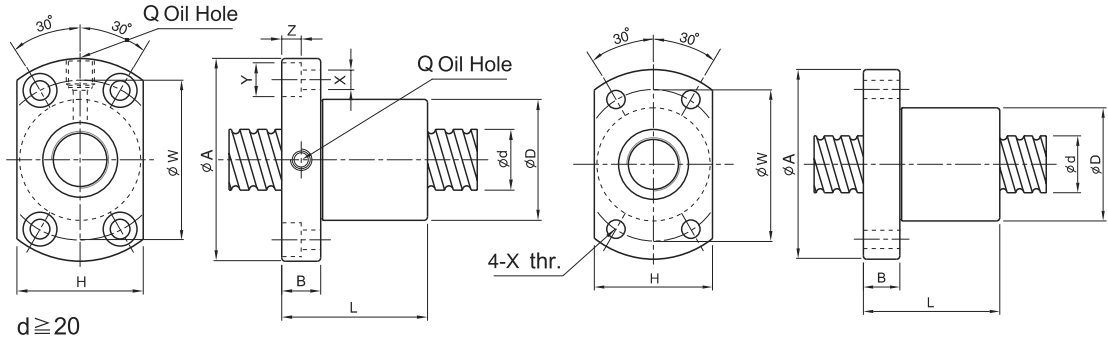
단위: (mm)

| Model No. | Dimensions | | | | | | | | | | | | | 동정격 하중 (kgf) | 정정격 하중 (kgf) | 강성 (kgf/ um) | |
|---------------|------------|------|-------|----|----|----|-----|----|----|-----|----|-----|----|--------------------|--------------------|--------------------|-----|
| | d | 리드 | 볼경 | D | A | B | L | W | H | X | Y | Z | Q | | | | 회로수 |
| ★ TSM03205-4 | 32 | 5 | 3,175 | 48 | 74 | 12 | 52 | 60 | 60 | 6.5 | 11 | 6.5 | M8 | 1x4 | 1922 | 6343 | 53 |
| ★ TSM0325T-4 | 32 | 5.08 | 3,175 | 48 | 74 | 12 | 53 | 60 | 60 | 6.5 | 11 | 6.5 | M8 | 1x4 | 1922 | 6343 | 53 |
| ★ TDFM03205-4 | 32 | 5 | 3,175 | 48 | 74 | 12 | 102 | 60 | 60 | 6.5 | 11 | 6.5 | M8 | 1x4 | 1922 | 6343 | 73 |
| ★ TDFM0325T-4 | 32 | 5.08 | 3,175 | 48 | 74 | 12 | 104 | 60 | 60 | 6.5 | 11 | 6.5 | M8 | 1x4 | 1922 | 6343 | 73 |

주) ★기호는 좌나사 제작 가능

BALL SCREW

TSFK Series – 미니어처 볼스크류



(TSFK01004)

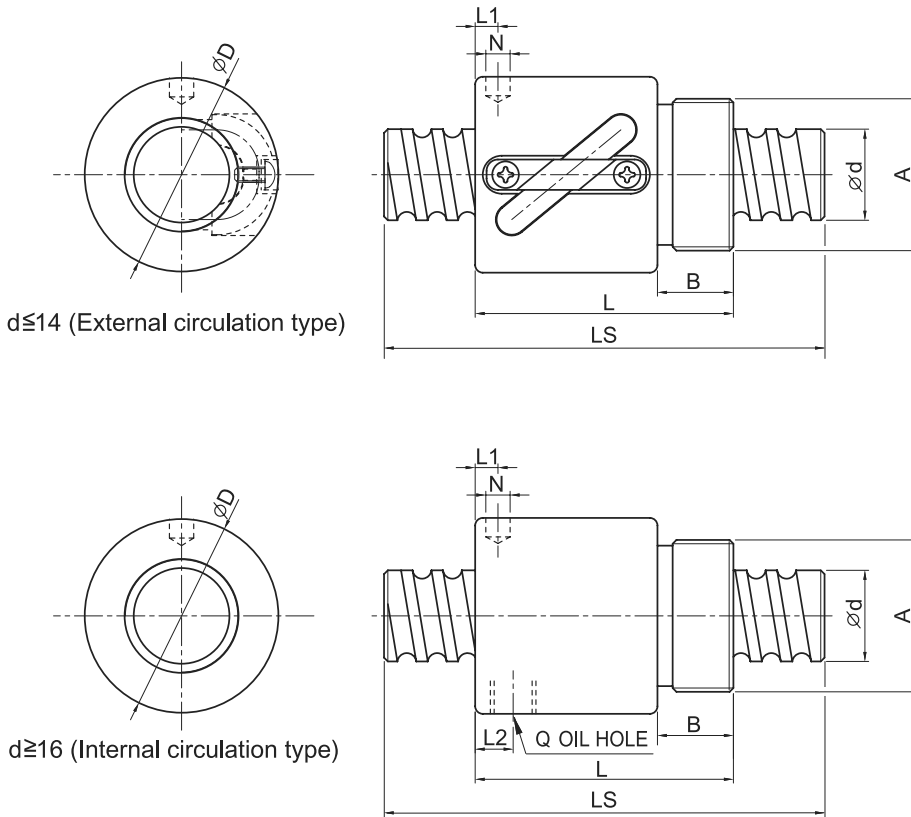
단위: (mm)

| Model No. | Dimensions | | | | | | | | | | | | | 회로수 | 동정격 하중 (kgf) | 정정격 하중 (kgf) | 강성 (kgf/ um) |
|-------------|------------|-----|-----|----|----|-----|----|----|----|-----|---|-----|----|-----|--------------------|--------------------|--------------------|
| | d | 리드 | 볼경 | D | A | B | L | W | H | X | Y | Z | Q | | | | |
| TSFK00401 | 4 | 1 | 0.8 | 10 | 20 | 3 | 12 | 15 | 14 | 2.9 | - | - | - | 1x2 | 64 | 97 | 5 |
| TSFK00601 | 6 | 1 | 0.8 | 12 | 24 | 3.5 | 15 | 18 | 16 | 3.4 | - | - | - | 1x3 | 111 | 224 | 9 |
| ★ TSFK00801 | 8 | 1 | 0.8 | 14 | 27 | 4 | 16 | 21 | 18 | 3.4 | - | - | - | 1x4 | 161 | 403 | 14 |
| ★ TSFK00802 | | 2 | 1.2 | 14 | 27 | 4 | 16 | 21 | 18 | 3.4 | - | - | - | 1x3 | 222 | 458 | 13 |
| TSFK0082.5 | | 2.5 | 1.2 | 16 | 29 | 4 | 26 | 23 | 20 | 3.4 | - | - | - | 1x3 | 221 | 457 | 13 |
| ★ TSFK01002 | 10 | 2 | 1.2 | 18 | 35 | 5 | 28 | 27 | 22 | 4.5 | - | - | - | 1x3 | 243 | 569 | 15 |
| TSFK01004 | | 4 | 2 | 26 | 46 | 10 | 34 | 36 | 28 | 4.5 | 8 | 4.5 | M6 | 1x3 | 468 | 905 | 17 |
| ★ TSFK01202 | 12 | 2 | 1.2 | 20 | 37 | 5 | 28 | 29 | 24 | 4.5 | - | - | - | 1x4 | 334 | 906 | 22 |
| TSFK01402 | 14 | 2 | 1.2 | 21 | 40 | 6 | 23 | 31 | 26 | 5.5 | - | - | - | 1x4 | 354 | 1053 | 24 |
| TSFK01602 | 16 | 2 | 1.2 | 25 | 43 | 10 | 40 | 35 | 29 | 5.5 | - | - | M6 | 1x4 | 373 | 1200 | 26 |

주) 표준 너트에는 쉘이 없으며, 필요하시면 주문 가능.

주) ★기호는 좌나사 제작 가능

TBSH Series



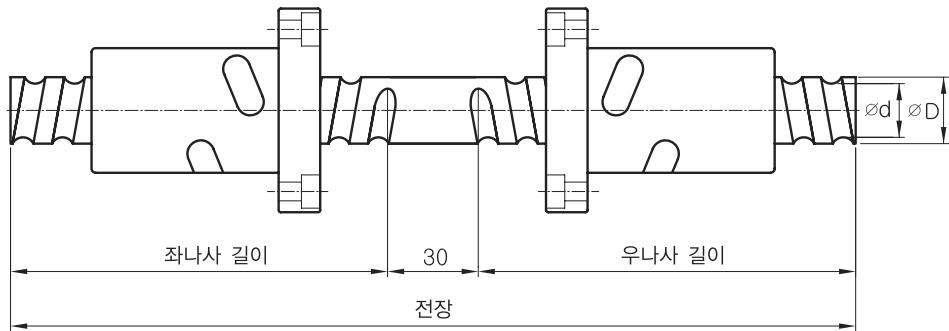
단위: (mm)

| Model No. | Dimensions | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|------------|-----|-------|------|----------|-----|------|-------|-----|----|----|-------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | d | 리드 | 볼경 | D | A | B | L | L1 | N | L2 | Q | 회로수 | 동정격 하중 (kgf) | 정정격 하중 (kgf) | 강성 (kgf/ um) |
| TBSHR0082.5-2.5 | 8 | 2.5 | 1.2 | 17.5 | M15x1P | 7.5 | 23.5 | 10 | 3 | - | - | 2.5x1 | 189 | 381 | 11 |
| TBSHR01002-3.5 | 10 | 2 | 1.2 | 19.5 | M17x1P | 7.5 | 22 | 3 | 3.2 | - | - | 3.5x1 | 277 | 664 | 17 |
| TBSHR01004-2.5 | | 4 | 2 | 25 | M20x1P | 10 | 34 | 3 | 3 | - | - | 2.5x1 | 400 | 754 | 14 |
| TBSHR01204-3.5 | 12 | 4 | 2.5 | 25.5 | M20x1P | 10 | 34 | 13 | 3 | - | - | 3.5x1 | 804 | 1649 | 23 |
| TBSHR01205-3.5 | | 5 | 2.5 | 25.5 | M20x1P | 10 | 39 | 16.25 | 3 | - | - | 3.5x1 | 801 | 1644 | 24 |
| TBSHR01404-3.5 | 14 | 4 | 2,381 | 32.1 | M25x1.5P | 10 | 35 | 13 | 3 | - | - | 3.5x1 | 804 | 1803 | 26 |
| TBSHR01604-3 | 16 | 4 | 2,381 | 29 | M22x1.5P | 8 | 32 | 4 | 3.2 | - | - | 1x3 | 759 | 1804 | 24 |
| TBSHR01605-3 | | 5 | 3,175 | 32.5 | M26x1.5P | 12 | 42 | 19.25 | 3 | - | - | 1x3 | 1077 | 2289 | 25 |
| TBSHR02005-3 | 20 | 5 | 3,175 | 38 | M35x1.5P | 15 | 45 | 20.3 | 3 | - | - | 1x3 | 1211 | 2906 | 30 |
| TBSHR02505-4 | 25 | 5 | 3,175 | 43 | M40x1.5P | 19 | 69 | 32.11 | 3 | 8 | M6 | 1x4 | 1724 | 4904 | 37 |

주) Ø8~Ø16 볼나사는 셸이 없습니다.

BALL SCREW

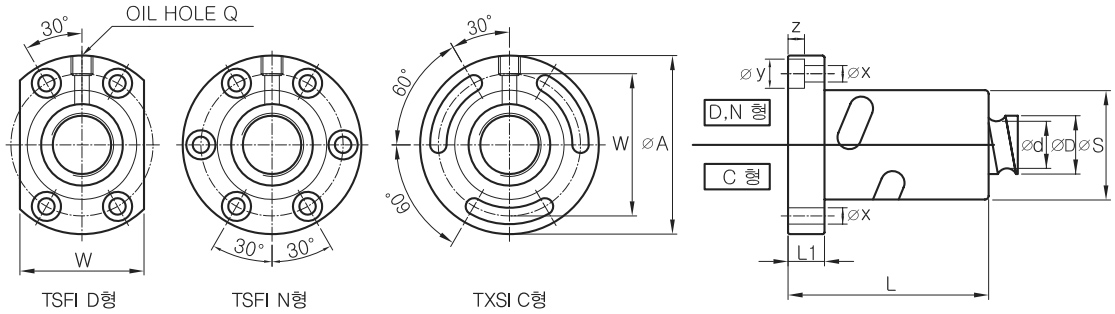
좌우연삭 볼 스크류 축



단위: (mm)

| 축 형번 | 볼경 | 곡경 | 나사축 외경 | 리드 | Total length 전체길이 | R length 오른나사 길이 | L length 왼나사 길이 |
|---------|------|------|--------|----|----------------------|------------------------|-----------------------|
| | | | | | T | R | L |
| RL 1605 | 1/8" | 13.9 | 16 | 5 | 530 | 250 | 250 |
| | | | | | 730 | 350 | 350 |
| | | | | | 930 | 450 | 450 |
| | | | | | 1130 | 550 | 550 |
| RL 1610 | 1/8" | 13.9 | 16 | 10 | 730 | 350 | 350 |
| | | | | | 930 | 450 | 450 |
| | | | | | 1130 | 550 | 550 |
| RL 2005 | 1/8" | 17.9 | 20 | 5 | 530 | 250 | 250 |
| | | | | | 730 | 350 | 350 |
| | | | | | 930 | 450 | 450 |
| | | | | | 1130 | 550 | 550 |
| RL 2505 | 1/8" | 22.9 | 25 | 5 | 730 | 350 | 350 |
| | | | | | 930 | 450 | 450 |
| | | | | | 1130 | 550 | 550 |
| | | | | | 1630 | 800 | 800 |
| RL 2510 | 1/4" | 20.8 | 25 | 10 | 930 | 450 | 450 |
| | | | | | 1130 | 550 | 550 |
| RL 3205 | 1/8" | 29.9 | 32 | 5 | 930 | 450 | 450 |
| | | | | | 1130 | 550 | 550 |
| | | | | | 1630 | 800 | 800 |
| RL 3210 | 1/4" | 27.9 | 32 | 10 | 1130 | 550 | 550 |
| | | | | | 1630 | 800 | 800 |
| RL 4010 | 1/4" | 35.8 | 40 | 10 | 1130 | 550 | 550 |
| | | | | | 2030 | 1000 | 1000 |
| RL 5010 | 1/4" | 45.8 | 50 | 10 | 1130 | 550 | 550 |
| | | | | | 2030 | 1000 | 1000 |

좌우연삭 볼스크류 너트



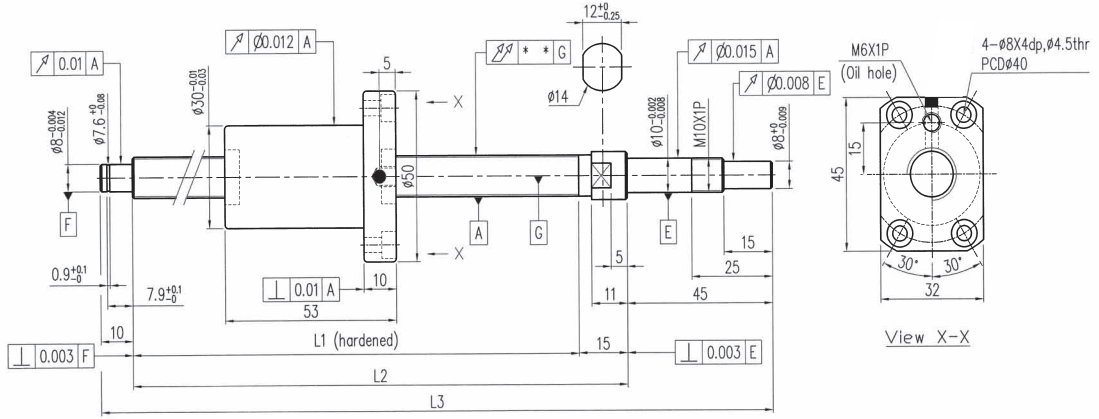
단위: (mm)

| Model No. | Dimensions | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|------------|------|---------|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|------|-----|----|-----|-----------------|-----------------|--------------------|
| | ØD | 리드 | 볼경 (Ød) | ØS | A | B | L | W | H | X | Y | Z | Q | 회로수 | 동정력 하중 (kgf) | 정정력 하중 (kgf) | 강성 (kgf/ um) |
| TSFI01604-4 | 16 | 4 | 2.381 | 30 | 49 | 10 | 45 | 39 | 34 | 4.5 | 8 | 4.5 | M6 | 1x4 | 973 | 2406 | 32 |
| ★ TSFI01605-4 | | 5 | 3.175 | 30 | 49 | 10 | 50 | 39 | 34 | 4.5 | 8 | 4.5 | M6 | 1x4 | 1380 | 3052 | 33 |
| ★ TXSI01610-3 | | 10 | 3.175 | 30 | 49 | 10 | 55 | 39 | 34 | 4.5 | 8 | 4.5 | M6 | 1x3 | 833 | 1249 | 27 |
| TSFI02004-4 | 20 | 4 | 2.381 | 34 | 57 | 11 | 46 | 45 | 40 | 5.5 | 9.5 | 5.5 | M6 | 1x4 | 1066 | 2987 | 37 |
| ★ TSFI02005-4 | | 5 | 3.175 | 34 | 57 | 11 | 51 | 45 | 40 | 5.5 | 9.5 | 5.5 | M6 | 1x4 | 1551 | 3875 | 39 |
| ★ TSFI0205T-4 | | 5.08 | 3.175 | 34 | 57 | 11 | 51 | 45 | 40 | 5.5 | 9.5 | 5.5 | M6 | 1x4 | 1550 | 3875 | 39 |
| ★ TSFI02504-4 | 25 | 4 | 2.381 | 40 | 63 | 11 | 46 | 51 | 46 | 5.5 | 9.5 | 5.5 | M6 | 1x4 | 1180 | 3795 | 43 |
| ★ TSFI02505-4 | | 5 | 3.175 | 40 | 63 | 11 | 51 | 51 | 46 | 5.5 | 9.5 | 5.5 | M8 | 1x4 | 1724 | 4904 | 45 |
| TSFI02510-4 | | 10 | 4.762 | 46 | 72 | 12 | 85 | 58 | 52 | 6.5 | 11 | 6.5 | M6 | 1x4 | 2954 | 7295 | 51 |
| TSFI03204-4 | 32 | 4 | 2.381 | 46 | 72 | 12 | 47 | 58 | 52 | 6.5 | 11 | 6.5 | M6 | 1x4 | 1296 | 4838 | 49 |
| ★ TSFI03205-4 | | 5 | 3.175 | 46 | 72 | 12 | 52 | 58 | 52 | 6.5 | 11 | 6.5 | M8 | 1x4 | 1922 | 6343 | 52 |
| ★ TSFI03210-4 | | 10 | 6.35 | 54 | 88 | 15 | 90 | 70 | 62 | 9 | 14 | 8.5 | M8 | 1x4 | 4805 | 12208 | 62 |
| ★ TSFI04005-4 | 40 | 5 | 3.175 | 56 | 90 | 15 | 55 | 72 | 64 | 9 | 14 | 8.5 | M8 | 1x4 | 2110 | 7988 | 59 |
| ★ TSFI04010-4 | | 10 | 6.35 | 62 | 104 | 18 | 93 | 82 | 70 | 11 | 17.5 | 11 | M8 | 1x4 | 5399 | 15500 | 72 |
| ★ TSFI05010-4 | 50 | 10 | 6.35 | 72 | 114 | 18 | 93 | 92 | 82 | 11 | 17.5 | 11 | M8 | 1x4 | 6004 | 19614 | 83 |
| ★ TSFI06310-4 | 63 | 10 | 6.35 | 85 | 131 | 22 | 98 | 107 | 95 | 14 | 20 | 13 | M8 | 1x4 | 6719 | 25358 | 95 |
| TSFI08010-4 | 80 | 10 | 6.35 | 105 | 150 | 22 | 98 | 127 | 115 | 14 | 20 | 13 | M8 | 1x4 | 7346 | 31953 | 109 |

주) ★기호는 좌나사 제작 가능

BALL SCREW

TXSVR01210 Series – 축단가공형 연삭 볼스크류
(TXSVR01205 제작가능 – 별도문의)

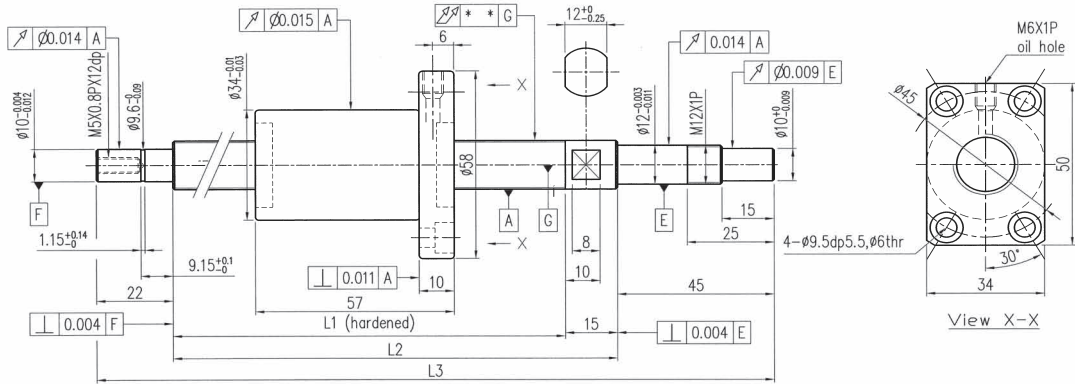


| | | |
|---------------|------------------|-----------|
| 볼중심경 | Ball center dia. | 12.85 |
| 볼경(mm) | Ball dia. | 2.5 |
| 리드 | Pitch | 10 |
| 회로수 | Number of turns | 2.7x1 |
| 리드 각도 | Lead angle | 13.91° |
| 나사방향 | Helix dir. | R(우나사) |
| 탄성력 | Spring force | 0.1~0.2Kg |
| 예압량 | Preload | 25kgf |
| 동정격하중Ca (kgf) | Dynamic (Ca) | 513 |
| 정정격하중Coa(kgf) | Static (Coa) | 1004 |
| 정도 | Grade | 0.018 |

단위: (mm)

| 스트로크(mm) | 호칭형번 | 치수(MM) | | | 축흔들림 ↕↗ |
|----------|-------------------------|--------|-----|-----|------------|
| | | L1 | L2 | L3 | |
| 100 | TXSVR01210B1DGC5-230-P1 | 160 | 175 | 230 | 0.035 |
| 150 | TXSVR01210B1DGC5-280-P1 | 210 | 225 | 280 | 0.035 |
| 250 | TXSVR01210B1DGC5-380-P1 | 310 | 325 | 380 | 0.050 |
| 350 | TXSVR01210B1DGC5-480-P1 | 410 | 425 | 480 | 0.060 |
| 450 | TXSVR01210B1DGC5-580-P1 | 510 | 525 | 580 | 0.075 |

TXSVR01510 Series – 축단가공형 연삭 볼스크류
(TXSVR01505 제작가능 – 별도문의)

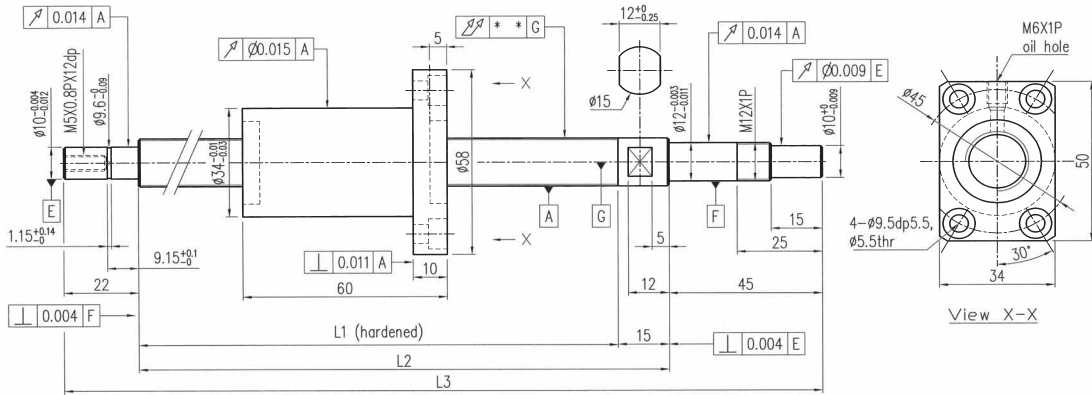


| | | |
|---------------|------------------|-----------|
| 볼중심경 | Ball center dia. | 15.5 |
| 볼경(mm) | Ball dia. | 3.175 |
| 리드 | Pitch | 10 |
| 회로수 | Number of turns | 2.7x1 |
| 리드 각도 | Lead angle | 11.6° |
| 나사방향 | Helix dir. | R(우나사) |
| 탄성력 | Spring force | 0.1~0.3Kg |
| 예압량 | Preload | 38kgf |
| 동정격하중Ca (kgf) | Dynamic (Ca) | 802 |
| 정정격하중C0a(kgf) | Static (C0a) | 1634 |
| 정도 | Grade | 0.018 |

단위: (mm)

| 스트로크(mm) | 호칭형번 | 치수(MM) | | | 축흔들림 ↗ |
|----------|-------------------------|--------|-----|-----|-----------|
| | | L1 | L2 | L3 | |
| 100 | TXSVR01510B1DGC5-271-P1 | 189 | 204 | 271 | 0.025 |
| 150 | TXSVR01510B1DGC5-321-P1 | 239 | 254 | 321 | 0.035 |
| 200 | TXSVR01510B1DGC5-371-P1 | 289 | 304 | 371 | 0.035 |
| 250 | TXSVR01510B1DGC5-421-P1 | 339 | 354 | 421 | 0.040 |
| 300 | TXSVR01510B1DGC5-471-P1 | 389 | 404 | 471 | 0.040 |
| 350 | TXSVR01510B1DGC5-521-P1 | 439 | 454 | 521 | 0.050 |
| 400 | TXSVR01510B1DGC5-571-P1 | 489 | 504 | 571 | 0.050 |
| 450 | TXSVR01510B1DGC5-621-P1 | 539 | 554 | 621 | 0.050 |
| 500 | TXSVR01510B1DGC5-671-P1 | 589 | 604 | 671 | 0.065 |
| 550 | TXSVR01510B1DGC5-721-P1 | 639 | 654 | 721 | 0.065 |
| 600 | TXSVR01510B1DGC5-771-P1 | 689 | 704 | 771 | 0.065 |
| 700 | TXSVR01510B1DGC5-871-P1 | 789 | 804 | 871 | 0.085 |
| 800 | TXSVR01510B1DGC5-971-P1 | 889 | 904 | 971 | 0.085 |

XSVR01520 Series – 축단가공형 연삭 볼스크루

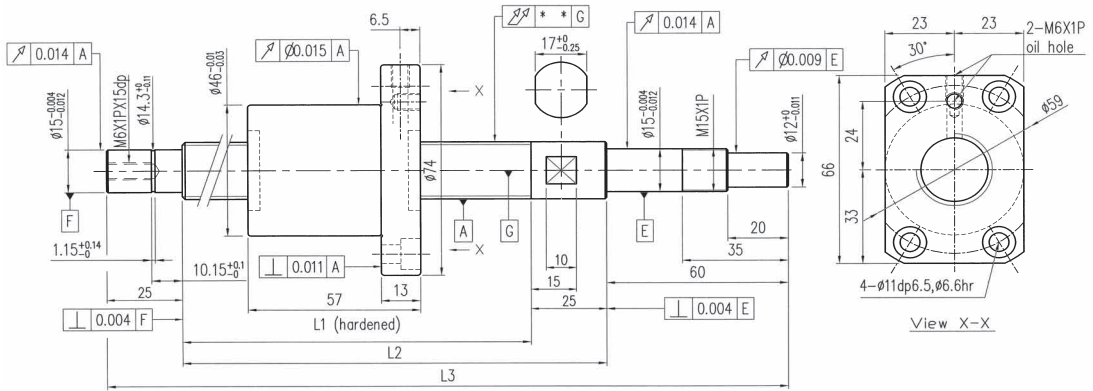


| | | |
|---------------|------------------|-----------|
| 볼중심경 | Ball center dia. | 15.5 |
| 볼경(mm) | Ball dia. | 3.175 |
| 리드 | Pitch | 20 |
| 회로수 | Number of turns | 1.8x1 |
| 리드 각도 | Lead angle | 22,33° |
| 나사방향 | Helix dir. | R(우나사) |
| 탄성력 | Spring force | 0.1~0.3Kg |
| 예압량 | Preload | 38kgf |
| 동정격하중Ca (kgf) | Dynamic (Ca) | 549 |
| 정정격하중C0a(kgf) | Static (C0a) | 1097 |
| 정도 | Grade | 0.018 |

단위: (mm)

| 스트로크(mm) | 호칭형번 | 치수(MM) | | | 축흔들림 ↗↘ |
|----------|-------------------------|--------|-----|-----|------------|
| | | L1 | L2 | L3 | |
| 100 | TXSVR01520A1DGC5-271-P1 | 189 | 204 | 271 | 0.025 |
| 150 | TXSVR01520A1DGC5-321-P1 | 239 | 254 | 321 | 0.035 |
| 200 | TXSVR01520A1DGC5-371-P1 | 289 | 304 | 371 | 0.035 |
| 250 | TXSVR01520A1DGC5-421-P1 | 339 | 354 | 421 | 0.040 |
| 300 | TXSVR01520A1DGC5-471-P1 | 389 | 404 | 471 | 0.040 |
| 350 | TXSVR01520A1DGC5-521-P1 | 439 | 454 | 521 | 0.050 |
| 400 | TXSVR01520A1DGC5-571-P1 | 489 | 504 | 571 | 0.050 |
| 450 | TXSVR01520A1DGC5-621-P1 | 539 | 554 | 621 | 0.050 |
| 500 | TXSVR01520A1DGC5-671-P1 | 589 | 604 | 671 | 0.065 |
| 550 | TXSVR01520A1DGC5-721-P1 | 639 | 654 | 721 | 0.065 |
| 600 | TXSVR01520A1DGC5-771-P1 | 689 | 704 | 771 | 0.065 |
| 700 | TXSVR01520A1DGC5-871-P1 | 789 | 804 | 871 | 0.085 |
| 800 | TXSVR01520A1DGC5-971-P1 | 889 | 904 | 971 | 0.085 |

TXSVR02010 Series - 축단가공형 연삭 볼스크류



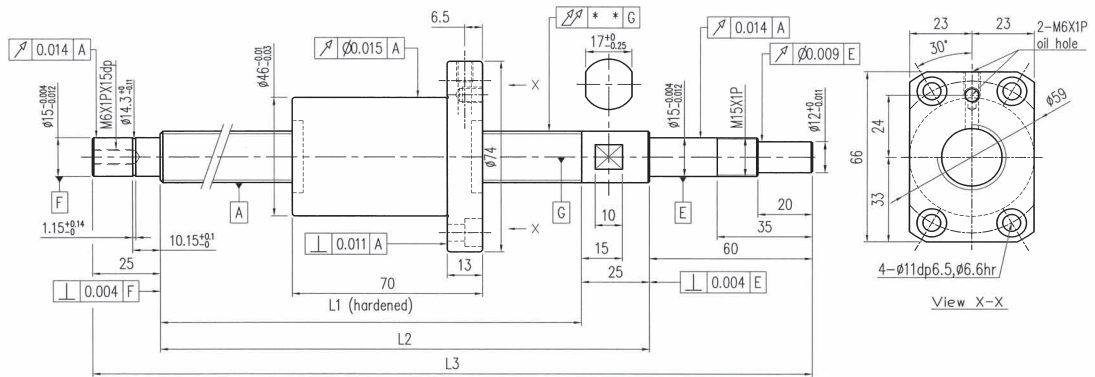
| | | |
|---------------|------------------|-----------|
| 볼중심경 | Ball center dia. | 21.35 |
| 볼경(mm) | Ball dia. | 3.969 |
| 리드 | Pitch | 10 |
| 회로수 | Number of turns | 2.7x1 |
| 리드 각도 | Lead angle | 8.48° |
| 나사방향 | Helix dir. | R(우나사) |
| 탄성력 | Spring force | 0.1~0.3Kg |
| 예압량 | Preload | 43kgf |
| 동정격하중Ca (kgf) | Dynamic (Ca) | 1252 |
| 정정격하중Coa(kgf) | Static (Coa) | 2748 |
| 정도 | Grade | 0.018 |

단위: (mm)

| 스트로크(mm) | 호칭형번 | 치수(MM) | | | 축흔들림 ↗↘ |
|----------|--------------------------|--------|------|------|------------|
| | | L1 | L2 | L3 | |
| 200 | TXSVR02010B1DGC5-399-P1 | 289 | 314 | 399 | 0.035 |
| 300 | TXSVR02010B1DGC5-499-P1 | 389 | 414 | 499 | 0.040 |
| 400 | TXSVR02010B1DGC5-599-P1 | 489 | 514 | 599 | 0.050 |
| 500 | TXSVR02010B1DGC5-699-P1 | 589 | 614 | 699 | 0.065 |
| 600 | TXSVR02010B1DGC5-799-P1 | 689 | 714 | 799 | 0.065 |
| 700 | TXSVR02010A1DGC5-899-P1 | 789 | 814 | 899 | 0.085 |
| 800 | TXSVR02010B1DGC5-999-P1 | 889 | 914 | 999 | 0.085 |
| 900 | TXSVR02010B1DGC5-1099-P1 | 989 | 1014 | 1099 | 0.110 |
| 1000 | TXSVR02010B1DGC5-1199-P1 | 1089 | 1114 | 1199 | 0.110 |

BALL SCREW

TXSVR02020 Series – 축단가공형 연삭 볼스크루

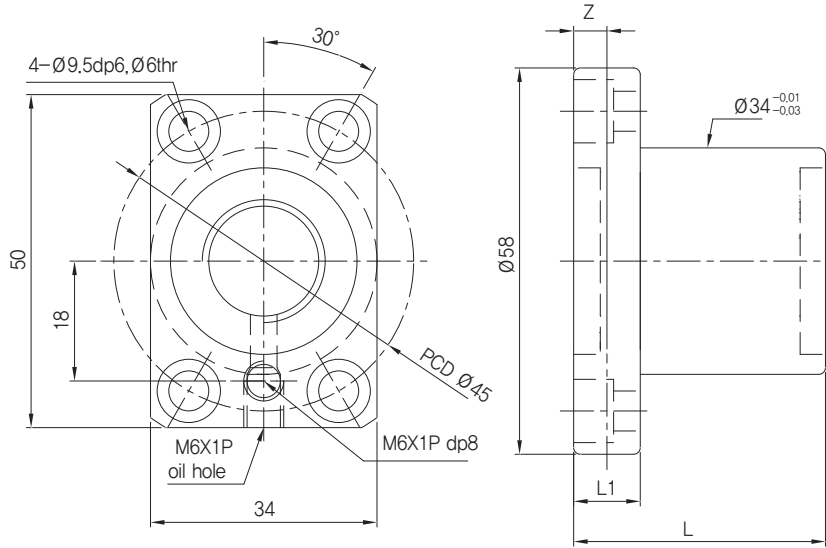


| | | |
|---------------|------------------|-----------|
| 볼중심경 | Ball center dia. | 20.75 |
| 볼경(mm) | Ball dia. | 3.175 |
| 리드 | Pitch | 20 |
| 회로수 | Number of turns | 1.8x1 |
| 리드 각도 | Lead angle | 17.05° |
| 나사방향 | Helix dir. | R(우나사) |
| 탄성력 | Spring force | 0.1~0.3Kg |
| 예압량 | Preload | 31kgf |
| 동정격하중Ca (kgf) | Dynamic (Ca) | 630 |
| 정정격하중C0a(kgf) | Static (C0a) | 1422 |
| 정도 | Grade | 0.018 |

단위: (mm)

| 스트로크(mm) | 호칭형번 | 치수(MM) | | | 축흔들림 ↗↘ |
|----------|--------------------------|--------|------|------|------------|
| | | L1 | L2 | L3 | |
| 200 | TXSVR02020B1DGC5-399-P1 | 289 | 314 | 399 | 0.035 |
| 300 | TXSVR02020B1DGC5-499-P1 | 389 | 414 | 499 | 0.040 |
| 400 | TXSVR02020B1DGC5-599-P1 | 489 | 514 | 599 | 0.050 |
| 500 | TXSVR02020B1DGC5-699-P1 | 589 | 614 | 699 | 0.065 |
| 600 | TXSVR02020B1DGC5-799-P1 | 689 | 714 | 799 | 0.065 |
| 700 | TXSVR02020A1DGC5-899-P1 | 789 | 814 | 899 | 0.085 |
| 800 | TXSVR02020B1DGC5-999-P1 | 889 | 914 | 999 | 0.085 |
| 900 | TXSVR02020B1DGC5-1099-P1 | 989 | 1014 | 1099 | 0.110 |
| 1000 | TXSVR02020B1DGC5-1199-P1 | 1089 | 1114 | 1199 | 0.110 |

TXSS 16000 Series – 나사축 직경 Ø15



| | | |
|--------|------------------|--------|
| 볼중심경 | Ball center dia. | 15.672 |
| 볼경(mm) | Ball dia. | 2.778 |
| 나사방향 | Helix dir. | R(우나사) |

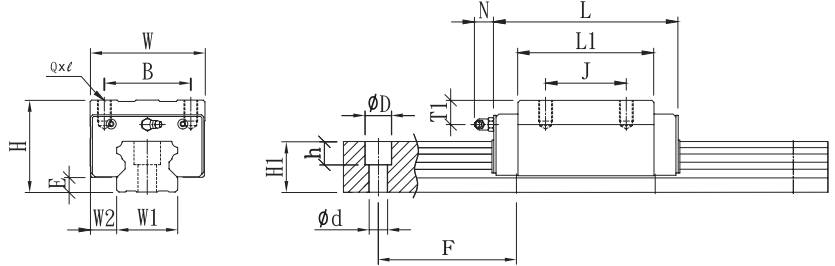
단위: (mm)

| 호칭형번 | 나사축 직경 (Ø) | 리드 | 회로수 | 리드각도 | 동정격하중 Ca (Kgf) | 정정격하중 Coa (Kgf) | L | L1 | Z |
|------------|------------|----|-------|--------|----------------|-----------------|-------|----|---|
| TXSS 16051 | 15 | 5 | 3.8x1 | 5.8° | 730 | 1501 | 37.8 | 10 | 5 |
| TXSS 16101 | 15 | 10 | 2.8x1 | 11.48° | 551 | 1090 | 47.25 | 12 | 6 |
| TXSS 16200 | 15 | 20 | 1.8x1 | 22.11° | 364 | 700 | 56.3 | 12 | 6 |

LM, 볼스크류 대체시 확인 사항

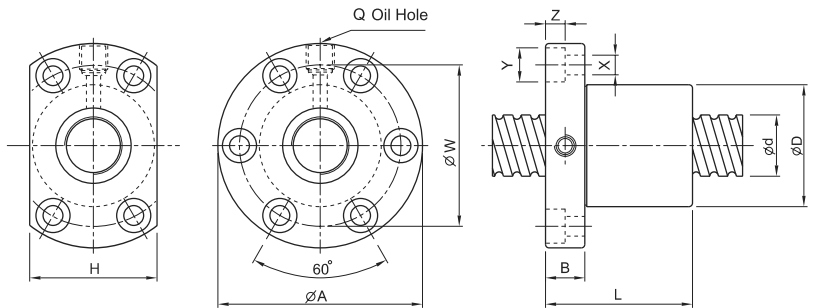
1. LM 가이드 대체 시 확인사항

- 가. H : 높이
- 나. B, J : 볼트간격
- 다. L : 블록길이
(블록2개 사용시 필요함)
- 라. W : 블록 넓이
- 마. 하중



2. 볼스크류 대체 시 확인사항

- 가. 타메이커 대체시 동일한 Ø크기와 리드
(ex : 타메이커1616 -> TPC 대체시1616)
- 나. W : PCD값
- 다. ØD : 몸통크기
- 라. B : 플랜지 두께
- 마. L : 너트길이



Ball Screw 기술자료



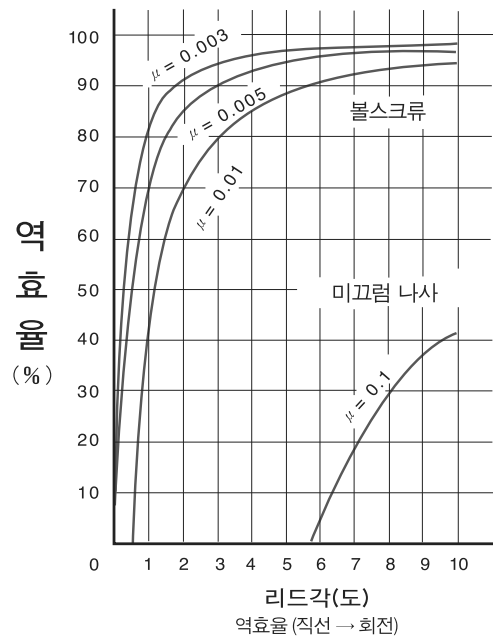
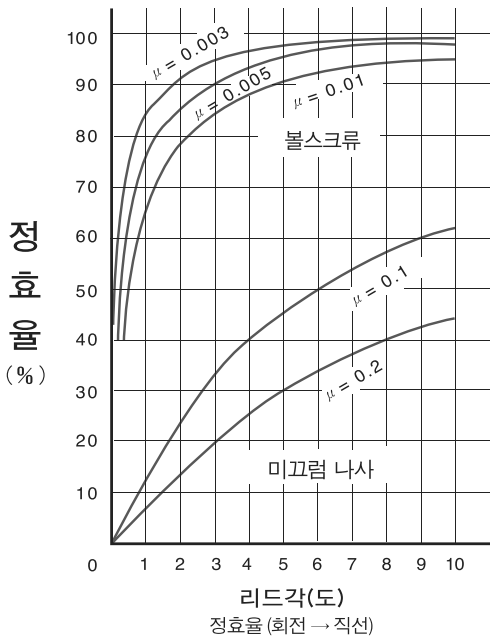
1 볼스크류의 특징

(1) 높은 신뢰성

엄격한 품질관리하에서 볼스크류를 생산하고 있으므로 적절한 윤활 조건하에서 사용하는 경우 오랜기간 문제없이 사용할 수 있습니다.

(2) 부드러운 작동

볼스크류는 그림1.1에서 보여주는 것과 같이 높은 효율을 가지고 있어 구동 토크가 30% 이하로 되고, 직선 운동을 회전운동으로 쉽게 변환할 수 있습니다.



μ : 마찰계수

$$T = \frac{P \cdot \ell}{2 \pi \eta_1}$$

T = 토크 kgf · cm
 P = 힘 kgf
 ℓ = 리드 cm
 η₁ = 정효율

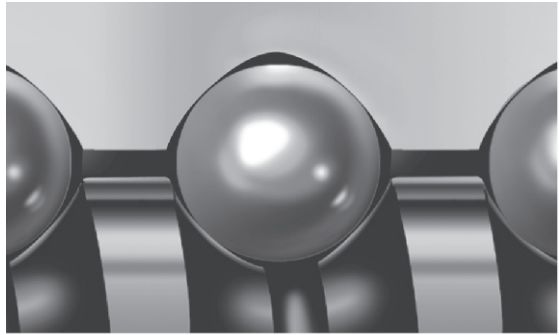
$$T = \frac{P \cdot \ell}{2 \pi \eta_2}$$

T = 토크 kgf · cm
 P = 힘 kgf
 ℓ = 리드 cm
 η₂ = 역효율

[그림 1.1] 볼스크류의 기계적 효율

(3) 높은 강성을

볼스크류는 그림1.2에 표시한 것과 같이 고딕아치 홈현상을 하고 있으며, 축방향 간격이 최소화되어 있어 강성은 높아도 구동 토크는 작다.

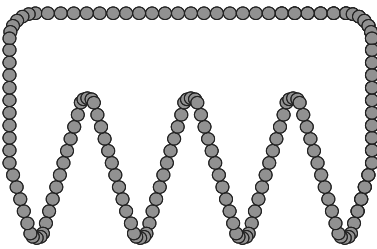


[그림 1.2] 볼스크류의 홈현상

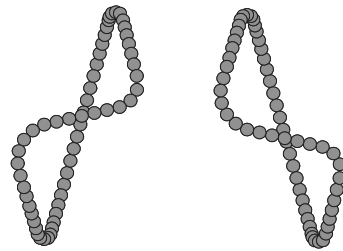
(4) 볼 순환방법

리턴튜브 방식 (그림1.3)

디플렉트 방식 (그림1.4)



[그림 1.3] 리턴튜브 방식



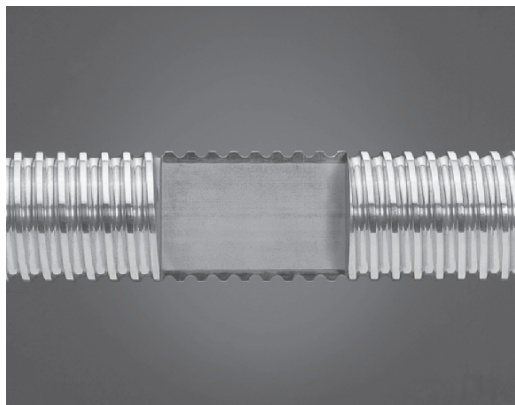
[그림 1.4] 디플렉트 방식

(5) 높은 내구성

오랜 경험에 의한 축적된 재료, 열처리, 제조 기술로 인해 TBI에서 생산하는 볼스크류는 뛰어난 내구성을 가지고 있다.

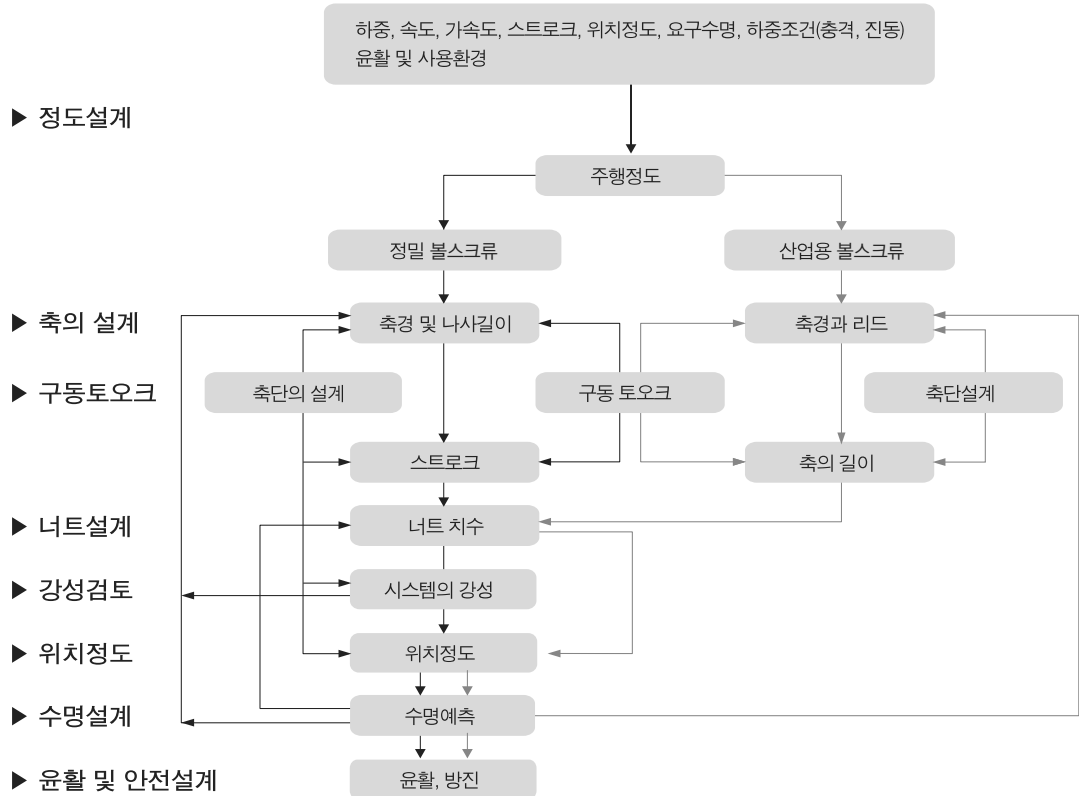
표1.1 재료와 열처리

| 부 품 | 재 질 | 열처리 방법 | HRC경도 |
|-------|----------------|--------|-------|
| 나 사 축 | SCM450 S55C | 고주파열처리 | 58~62 |
| 너 트 | SCM415 | 침탄열처리 | 58~62 |
| 강 구 | SUJ2 | | 60이상 |



[그림 1.5] 열처리 단면

2 볼스크류의 선정



3 정도 설계

3.1.1 리드정도

볼스크류의 리드 정도는 그림 3,1에 규정된 것과 같이 4가지 기본항목으로 분류되며, 누적대표 리이드 오차와 변동은 표 3,2와 표 3,3에 나타나 있다. C7급과 C10의 누적 대표리드는 임의의 길이 300mm에 대한 값이며 C7급은 0.05mm, C10급은 0,21mm이다.

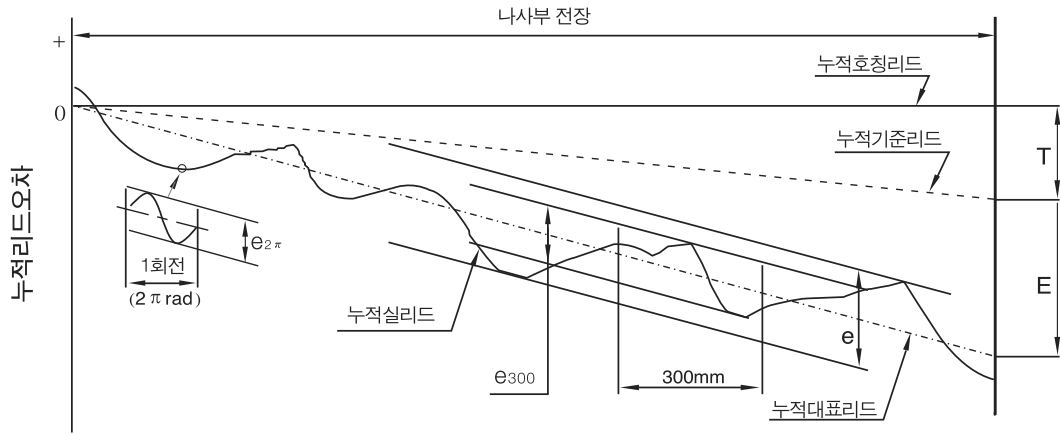


그림3.1 Diagram of Lead Accuracy

표3.1 리드

| 용어 | 기호 | 내용 | 허용치 |
|------------|------------------|--|--------------|
| 누적기준리드 목표치 | T | 일반적으로 누적호칭리드와 같지만 사용의도에 따라 의도적으로 보정할 수 있으며 실제 볼스크류의 사용에 있어서 누적호칭리드와 기준 리드는 다르다. 온도에 의한 열팽창을 고려하여 약간(-)를 가진다. | |
| 누적실리드 | | 실제 볼스크류의 이송한 누적리드의 오차 | |
| 누적대표리드 | | 누적 실리드의 경향을 대표하는 직선으로 최소 자승법을 구해진다. | |
| 누적대표리드오차 | E | 누적대표리드와 누적기준리드의 차 | 표3,2 |
| 변동 | e | 누적 대표 리드에 상, 하 방향으로 평행이동한 2개의 직선의 최대 폭 | 표3,2 표3,3 |
| | e _{2π} | 나사축의 1회전 내의 변동 | |
| | E ₃₀₀ | 임의의 나사부 길이 300mm에 대한 변동 | |

표3.2 누적대표 리드오차와 변동

단위: μm

| 등 급 | | C0 | | C1 | | C2 | | C3 | | C5 | | C7 | C10 |
|-------|-------|---------|-----|---------|----|---------|----|---------|----|---------|-----|-------------------------|--------------------------|
| 초과 | 이하 | $\pm E$ | e | $\pm E$ | e | $\pm E$ | e | $\pm E$ | e | $\pm E$ | e | e | e |
| | 100 | 3 | 3 | 3.5 | 5 | 5 | 7 | 8 | 8 | 18 | 18 | $\pm 50 / 300\text{mm}$ | $\pm 210 / 300\text{mm}$ |
| 100 | 200 | 3.5 | 3 | 4.5 | 5 | 7 | 7 | 10 | 8 | 20 | 18 | | |
| 200 | 315 | 4 | 3.5 | 6 | 5 | 8 | 7 | 12 | 8 | 23 | 18 | | |
| 315 | 400 | 5 | 3.5 | 7 | 5 | 9 | 7 | 13 | 10 | 25 | 20 | | |
| 400 | 500 | 6 | 4 | 8 | 5 | 10 | 7 | 15 | 10 | 27 | 20 | | |
| 500 | 630 | 6 | 4 | 9 | 6 | 11 | 8 | 16 | 12 | 30 | 23 | | |
| 630 | 800 | 7 | 5 | 10 | 7 | 13 | 9 | 18 | 13 | 35 | 25 | | |
| 800 | 1000 | 8 | 6 | 11 | 8 | 15 | 10 | 21 | 15 | 40 | 27 | | |
| 1000 | 1250 | 9 | 6 | 13 | 9 | 18 | 11 | 24 | 16 | 46 | 30 | | |
| 1250 | 1600 | 11 | 7 | 15 | 10 | 21 | 13 | 29 | 18 | 54 | 35 | | |
| 1600 | 2000 | | | 18 | 11 | 25 | 15 | 35 | 21 | 65 | 40 | | |
| 2000 | 2500 | | | 22 | 13 | 30 | 18 | 41 | 24 | 77 | 46 | | |
| 2500 | 3150 | | | 26 | 15 | 36 | 21 | 50 | 29 | 93 | 54 | | |
| 3150 | 4000 | | | 30 | 18 | 44 | 25 | 60 | 35 | 115 | 65 | | |
| 4000 | 5000 | | | | | 52 | 30 | 72 | 41 | 140 | 77 | | |
| 5000 | 6300 | | | | | 65 | 36 | 90 | 50 | 170 | 93 | | |
| 6300 | 8000 | | | | | | | 110 | 60 | 210 | 115 | | |
| 8000 | 10000 | | | | | | | | | 260 | 140 | | |
| 10000 | 12500 | | | | | | | | | 320 | 170 | | |

표3.3 나사부 길이 300mm 및 1회전($e2\pi$)에 대한 허용치

단위: μm

| 등 급 | C0 | C1 | C2 | C3 | C5 | C7 | C10 |
|------------|-----|----|----|----|----|----|-----|
| e_{300} | 3.5 | 5 | 7 | 8 | 18 | 50 | 210 |
| $e_{2\pi}$ | 2.5 | 4 | 5 | 6 | 8 | | |

3.1.2 축방향 클리어런스

볼스크류의 축방향 클리어런스와 정도 등급은 아래 표 3.4와 같다.

표3.4 축방향클리어런스와 정도 조합

| 등 급 | P0 | P1 | P2 | P3 | P4 |
|-----------|----|----|--------|--------|--------|
| 축방향 클리어런스 | 있음 | 없음 | 없음 | 없음 | 없음 |
| 예압 | 없음 | 없음 | 경(輕)예압 | 중(中)예압 | 중(重)예압 |

• 정도, 클리어런스, 예압등급 및 너트의 참고치

| 정 도 | 클리어런스와 예압 | 너 트 타 입 | 축 타 입 |
|-----|----------------------|----------|---------------------------|
| C10 | P0(클리어런스 있음) | 싱글너트 | 전조 볼스크류 |
| C7 | P1 or P0 (표준은 P1) | 고객의 요구사양 | 전조 또는 연삭 볼스크류 (표준은 연삭) |
| C5 | 고객의 요구사양 (표준은 P2) | 고객의 요구사양 | 연삭 볼스크류 (검사성적서 첨부) |
| C3 | 고객의 요구사양 (표준은 P2) | 고객의 요구사양 | 연삭 볼스크류 (검사성적서 첨부) |

* 예압범위의 가이드라인

| 전조 | | | | | | | |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 예압 | I-Type | U-Type | E-Type | T-Type | V-Type | S-Type | K-Type |
| P0 | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |

| 연삭 | | | | | | | |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 예압 | I-Type | U-Type | E-Type | T-Type | V-Type | S-Type | K-Type |
| P0 | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| P1 | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| P2 | √ | √ | √ | √ | √ | √ | |
| P3 | √ | √ | | √ | √ | √ | |
| P4 | | | | √ | √ | | |

• 축방향 클리어런스(P0)

전조 볼스크류와 연삭 볼스크류의 축방향 클리어런스

| 나사축 직경 | 전조 볼스크류의 축방향 클리어런스(max) | 연삭 볼스크류의 축방향 클리어런스(max) |
|-------------|-------------------------|-------------------------|
| ∅ 04~ ∅ 14 | 0.05 | 0.015 |
| ∅ 15~ ∅ 40 | 0.08 | 0.025 |
| ∅ 50~ ∅ 100 | 0.12 | 0.05 |

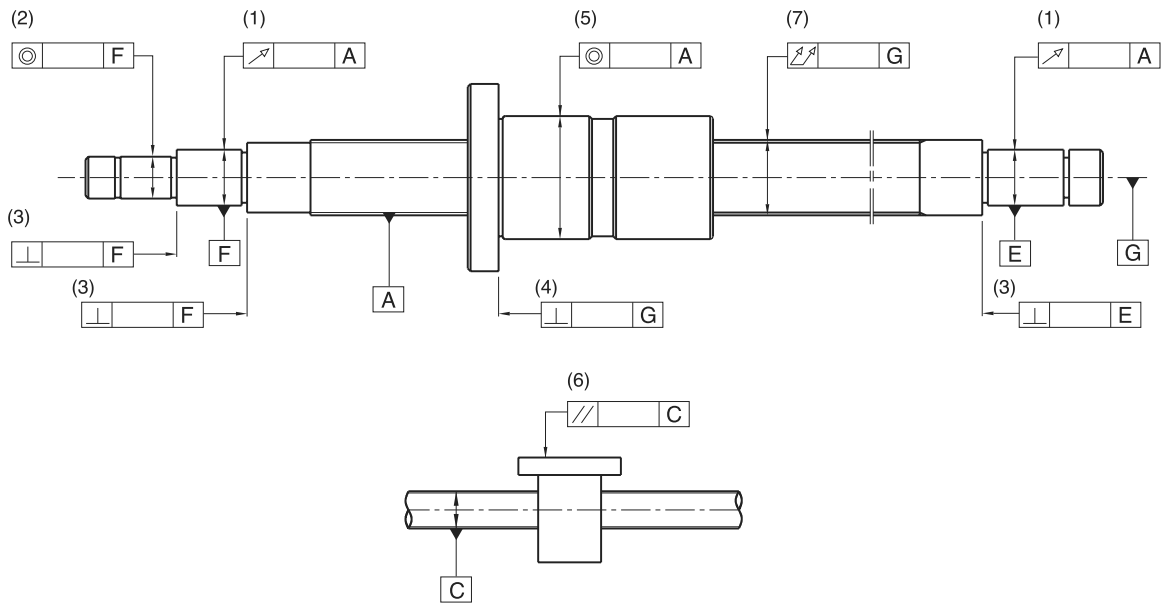
• 축방향 클리어런스(P1)

예압이 안걸린 상태이나 백러쉬가 제로임.

• 상용 축방향 클리어런스(P2) 참고치

| Model No. | Spring Force(kg) Single Nut | Spring Force(kg) Double Nut |
|-----------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1605 | 0.1~0.3 | 0.3~0.6 |
| 2005 | 0.1~0.3 | 0.3~0.6 |
| 2505 | 0.2~0.5 | 0.3~0.6 |
| 3205 | 0.2~0.5 | 0.5~0.8 |
| 4005 | 0.2~0.5 | 0.5~0.8 |
| 2510 | 0.2~0.5 | 0.5~0.8 |
| 3210 | 0.3~0.6 | 0.5~0.8 |
| 4010 | 0.3~0.6 | 0.5~0.8 |
| 5010 | 0.3~0.6 | 0.8~1.2 |
| 6310 | 0.6~1.0 | 0.8~1.2 |
| 8010 | 0.6~1.0 | 0.8~1.2 |

3.13 볼스크류 각 부분의 공차 정의



⊥ : 직각도 ↗ : 동심도 // : 평행도 □ : 기준

1. 나사축이 지지되는 부분의 원주의 동심도
2. 나사축이 지지되는 부분의 직각도
3. 너트 원주의 동심도
4. 플랜지 취부면의 직각도
5. 너트 원주간 평행도
6. 전체 동심도

유의) 볼스크류 표면은 JIS B1192(1997년 제정)에 규정된 정밀도에 따라 연마됩니다.

3.14 예압 토크

볼스크류의 예압 토크는 JIS B 1192에 따라서 생산됩니다.

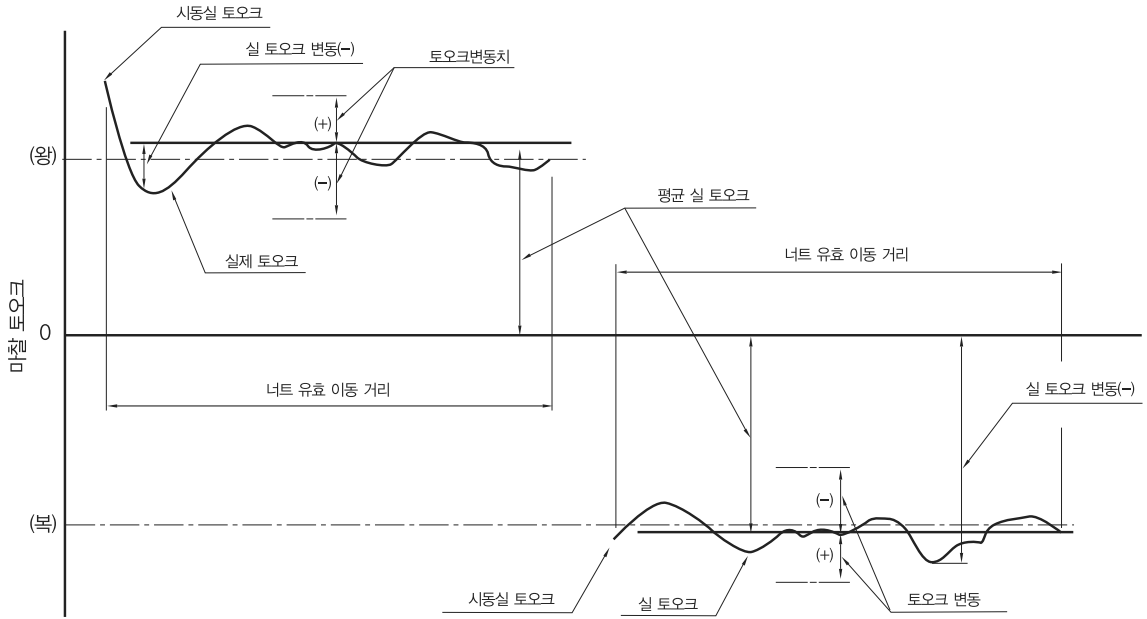


그림3.2 예압 관련 기술 용어

| | |
|-----------|---|
| 예압 | 예압의 목적은 축방향공차를 제거하여 볼스크류의 강성을 증가시키는 것 5.1.3 참조. |
| 예압 토크 | 다른 하중 없이 예압만으로 볼스크류를 계속 회전시키는 데 필요한 토크. |
| 기준 토크 | 목표치 예압 토크. |
| 토크 변동값 | 예압 토크의 목표치로부터의 변동. 기준 토크에 대하여 +, - 값으로 정의됨. |
| 토크 변동률 | 기준 토크와 토크 변동 사이의 비율. |
| 실 토크 | 볼스크류의 실제 값을 사용하여 측정되는 변동예압토크. |
| 평균 실 토크 | 유효 나사부 길이에서 최대 실 토크와 최소 실 토크를 측정하여 얻어진 평균값. |
| 실제 토크 변동값 | 유효 나사부 길이에서 최대 변동 값을 나타내는 실제 측정값. |
| 실제 토크 변동률 | 평균 실제 토크와 실제 토크 변동 사이의 비율. |

표3.5 예압 토오크의 허용 범위

| 기준 토오크 kgf·cm | | 유효 나사부 길이 (mm) | | | | | | | | | | |
|------------------|-----|---------------------|--------|--------|--------|-------------------------|--------|--------|--------|--------------|--------|--------|
| | | 4000 이하 | | | | | | | | 4000 ~ 10000 | | |
| | | Slenderness 1:40 이하 | | | | Slenderness 1:40 ~ 1:60 | | | | - | | |
| | | 정도 | | | | 정도 | | | | 정도 | | |
| 초과 | 이하 | C0 | C1 | C3 | C5 | C0 | C1 | C3 | C5 | C1 | C3 | C5 |
| 2 | 4 | ± 35 % | ± 40 % | ± 45 % | ± 55 % | ± 45 % | ± 45 % | ± 55 % | ± 65 % | - | - | - |
| 4 | 6 | ± 25 % | ± 30 % | ± 35 % | ± 45 % | ± 38 % | ± 38 % | ± 45 % | ± 50 % | - | - | - |
| 6 | 10 | ± 20 % | ± 25 % | ± 30 % | ± 35 % | ± 30 % | ± 30 % | ± 35 % | ± 40 % | - | ± 40 % | ± 45 % |
| 10 | 25 | ± 15 % | ± 20 % | ± 25 % | ± 30 % | ± 25 % | ± 25 % | ± 30 % | ± 35 % | - | ± 35 % | ± 40 % |
| 25 | 63 | ± 10 % | ± 15 % | ± 20 % | ± 25 % | ± 20 % | ± 20 % | ± 25 % | ± 30 % | - | ± 30 % | ± 35 % |
| 63 | 100 | | | ± 15 % | ± 20 % | | | ± 20 % | ± 25 % | - | ± 25 % | ± 30 % |

기준 토오크

$$T_p = 0.05 (\tan \beta)^{-0.5} \cdot \frac{F_{ao} \cdot \ell}{2\pi}$$

여기서

T_p 기준 토오크(kgf,cm) ℓ 리드(cm)

F_{ao} 예압(kgf) β 리드각

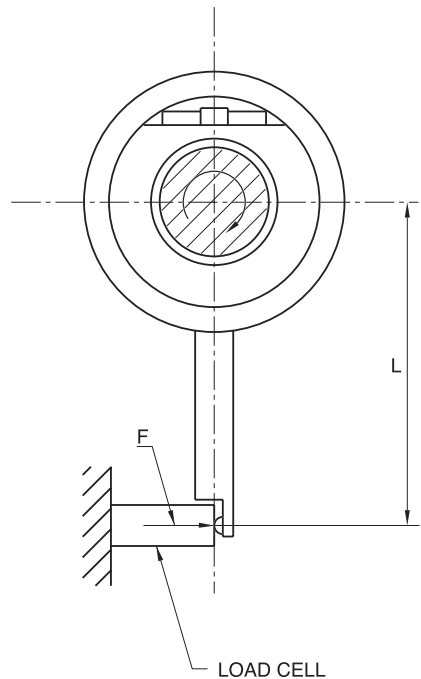
측정조건

예압동토크(T_p)는 그림 3.4와 같이 아래 서술한 측정조건임. 볼스크류축을 전동시킨후, 전동힘(F)과 측정된 수직 직승력 길이(L)가 상호 너트의 간섭이 없는 움직이는 상태에서 측정.

$$T_p = F \cdot L$$

측정조건

- (1) 측정시는 스크래퍼가 붙지않은 상태에서 측정
- (2) 측정회전수는 100rpm
- (3) 사용 윤활유는 JSK2001 (공업용 윤활유점도분류)의 규정, ISO VG68을 기준



3.4 예압동토크 측정방법

3.2.1 장착방법

위험속도와 좌굴하중은 볼스크류의 길이와 볼스크류의 고정방법에 따라 달라진다.
아래의 그림은 일반적인 볼스크류의 장착방법을 나타내고 있다.

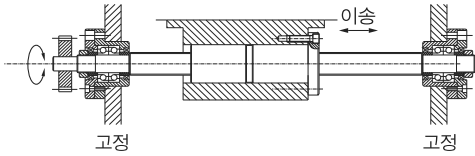


그림4.1

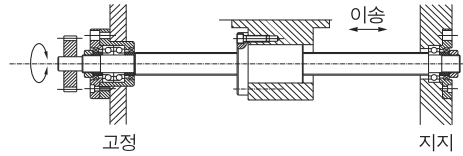


그림4.2

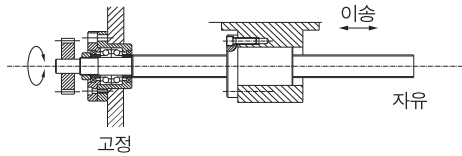


그림4.3

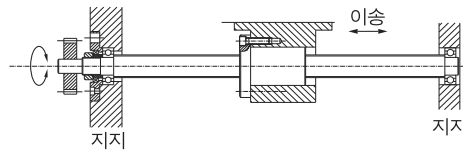


그림4.4

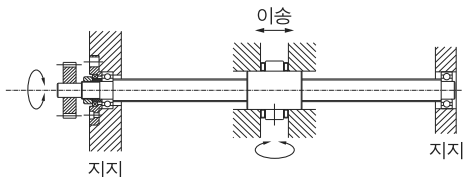


그림4.5

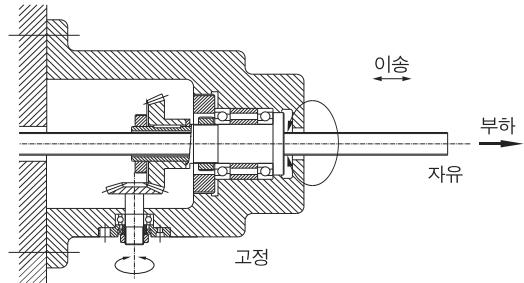


그림4.6

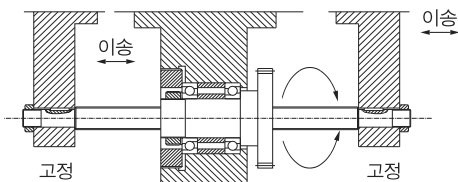


그림4.7

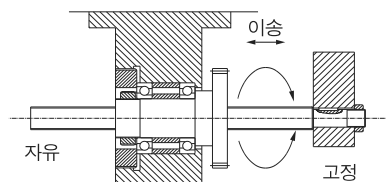


그림4.8

일반적인 볼스크류 축단 장착예

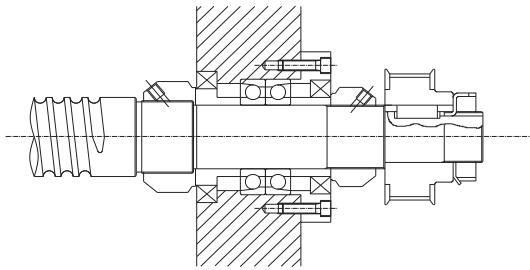


그림4.9

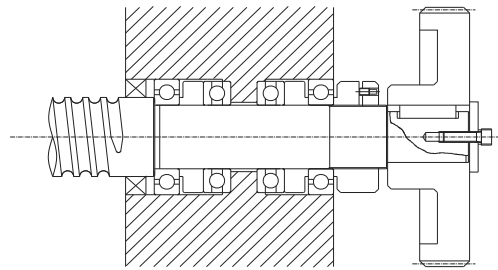


그림4.10

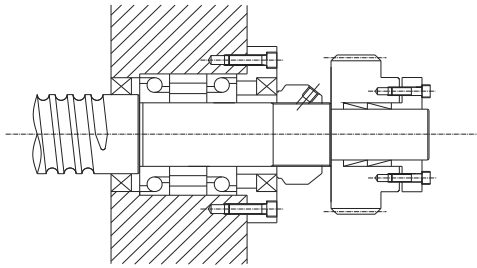


그림4.11

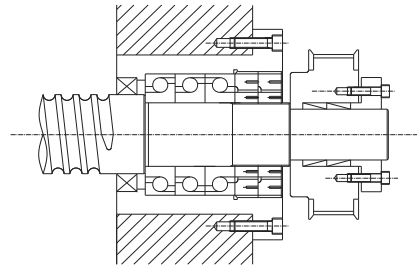


그림4.12

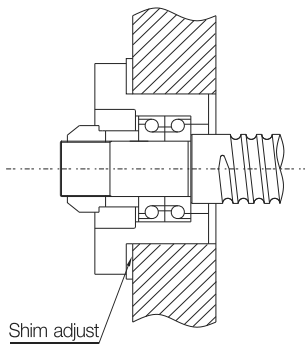


그림4.13

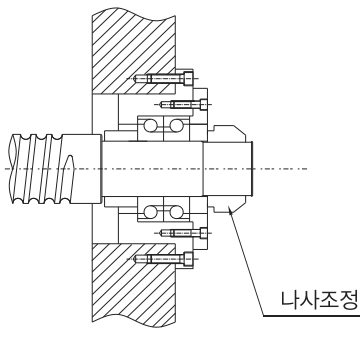


그림4.14

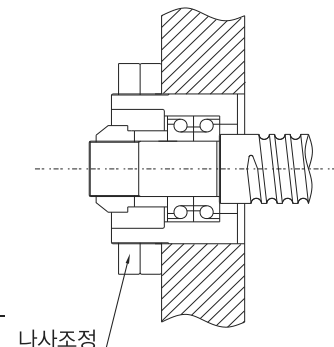


그림4.15

일반적인 볼스크류 축단 장착에

3.2.2 허용하중

(1) 좌굴하중

좌굴하중이 작용하는 경우에는 볼스크류 축에 좌굴이 발생하지 않도록 안정성을 검토할 필요가 있다. [그림3.20]에 일반적인 나사 축경의 좌굴 하중과 허용인장압축 하중에 대해 나타나 있다.(축경이 125mm 넘는 것에 대해서는 하기의 식으로 계산)

$$P = \alpha \times \frac{N\pi^2 E}{L^2} = m \frac{dr^4}{L^2} \times 10^3$$

α : 안전계수 ($\alpha=0.5$)

E : 종탄성계수 ($E = 2.1 \times 10^4 \text{kgf/mm}^2$)

L : 나사축의 단면 2차모멘트

$$I = \frac{\pi}{64} dr^4 \text{ (mm}^4\text{)} \quad dr : \text{나사축 곡경 (mm)}$$

$$L : \text{장착거리 (mm)}$$

m • N : 취부방법에 따른 계수

지지-지지 m=5.1 (N=1) 고정-고정 m=20.3 (N=4)

고정-지지 m=10.2 (N=2) 고정-자유 m=1.3 (N=1/4)

(2) 허용인장압축하중

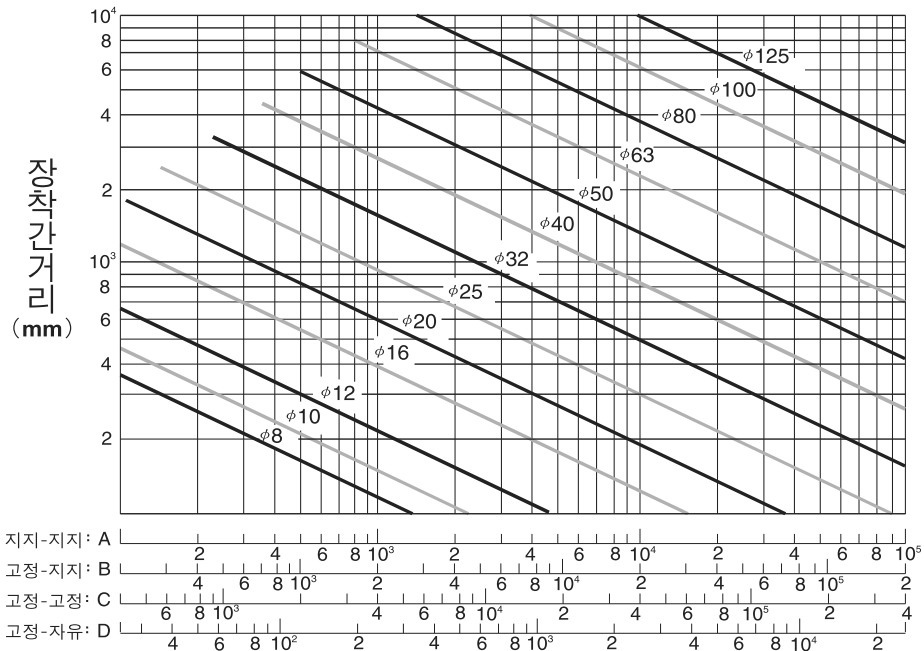
볼스크류에 축방향 하중이 작용할 경우 축방향 하중과 좌굴하중을 동시에 검토할 필요가 있다.

$$P = \sigma A = 11.8dr^2 \text{ (kgf)}$$

σ : 허용인장입축응력 (kgf/mm²)

A : 나사축 곡경 단면적 (mm²)

dr : 나사축 곡경 (mm)



축부하 하중(kgf)
[그림 3.20] 좌굴하중과 허용인장 압축하중

3.23 허용회전수

(1) 위험속도

볼스크류의 회전속도가 높아지면 나사축의 고유진동수에 의해 공진을 일으키게 되는데, 이 공진 속도의 80% 이하에서 사용 하길 권장한다. [그림3.21]은 나사축의 외경과 허용회전수의 관계를 나타낸다.

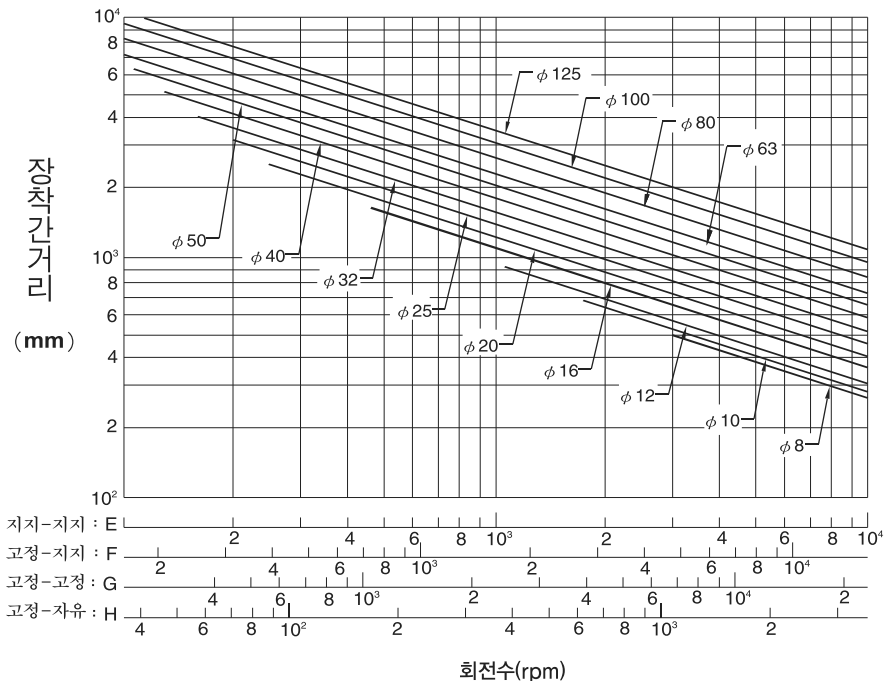
지지-지지 $f = 9.7$ ($\lambda = \pi$)
 고정-지지 $f = 15.1$ ($\pi = 3.927$)
 고정-고정 $f = 21.9$ ($\pi = 4.730$)
 고정-자유 $f = 3.4$ ($\pi = 1.875$)

$$n = \alpha \times \frac{60\lambda^2}{2\pi L^2} \sqrt{\frac{EIg}{rA}} = f \frac{dr}{L^2} \times 10^7 \text{ (rpm)}$$

- α : 안전계수 ($\alpha = 0.8$)
- E : 종탄성계수 ($E = 2.1 \times 10^4 \text{ kgf/mm}^2$)
- I : 나사축의 단면 2차모멘트
- $I = \frac{\pi}{64} dr^4 \text{ (mm}^4)$
- dr : 나사축 곡경 (mm)
- g : 중력가속도 ($g = 9.8 \times 10^3 \text{ mm/s}^2$)
- r : 밀도 ($r = 7.8 \times 10^6 \text{ kgf/mm}^3$)
- A : 나사축 최소 단면 ($A = \pi dr^2 / 4 \text{ mm}^2$)
- L : 장착간거리 (mm)
- $f \cdot \lambda$: 지지방법에 따른 계수

(2) Dm · n치

볼스크류의 허용회전수는 dm(볼 중심경) x n(회전수)에 의해 제한된다.
 정밀급의 경우에는 $dm \cdot n < 70000$, 전조급일 경우에는 $dm \cdot n < 50000$ 이다.



[그림 3.21] 허용회전수 vs. 축직경

3.3 회전토크

등속 시 Ts

$$T_s = T_P + T_D + T_F \quad (\text{등속 시})$$

$$T_s = T_G + T_P + T_D + T_F \quad (\text{가속 시})$$

T_G : 가속 시 필요한 회전토크(1)
 T_P : 외부하중에 의한 마찰 토크(2)
 T_D : 볼나사의 예압 토크(3)
 T_F : 기타 마찰토크(4)
 (지지 베어링과 오일씰의 마찰 계수)

(1) 가속 시 T_G

$$T_G = J \alpha \quad (\text{kgf} \cdot \text{cm})$$

$$\alpha = \frac{2\pi n}{60 \Delta t} \quad (\text{rad/s}^2)$$

J : 모터축환산 관성토크 ($\text{kgf} \cdot \text{cm} \cdot \text{s}^2$)
 α : 각가속도 (rad/s^2)
 n : 회전수 (min^{-1})
 Δt : 치동시간 (sec)

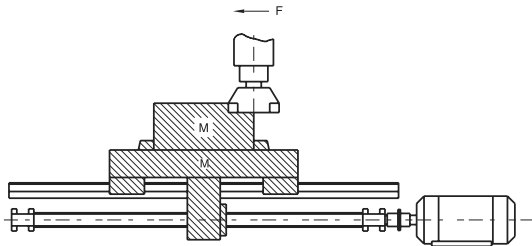


Fig.3.22 : 부하 관성토크

참조) 부하 관성토크(표3.6)

$$J = J_{BS} + J_{CU} + J_W + J_M$$

J_{BS} : 볼스크류 샤프트 관성토크
 J_{CU} : 커플링 관성토크
 J_W : 리니어 모션부 관성토크
 J_M : 모터축롤러샤프트부 관성토크

(2) 외부하중에 의한 마찰토크 T_P

$$T_P = \frac{P \cdot \ell}{2\pi \eta_1} \quad (\text{kgf} \cdot \text{cm})$$

$$P = F + \mu M$$

P : 축하중(kgf)
 ℓ : 볼스크류 리드(cm)
 η_1 : 볼스크류 효율
 ↙ ↘ 회전운동이 직선운동으로 변환 시 효율
 F : 절삭력(kgf)
 μ : 마찰계수
 M : 이동물질량(kg)
 g : 중력가속도 (9.8m/s^2)

$$T_P = \frac{P \cdot \ell \cdot \eta_2}{2\pi}$$

η_2 : 역효율
 ↙ ↘ 직선운동이 회전운동으로 변환 시 효율

(3) 볼스크류의 예압토크 T_D

$$T_D = \frac{K \cdot P_{PL} \cdot \ell}{\sqrt{\tan \alpha} \cdot 2\pi} \quad (\text{kgf} \cdot \text{cm})$$

K : 내부계수(0.5 is usually adopted)
 P_{PL} : 예압량(Kgf)
 ℓ : 리드(cm)
 α : 리드각

(4) 마찰토크 T_F

$$T_F = T_B + T_O + T_J \quad (\text{kgf} \cdot \text{cm})$$

T_B : 지지축의 마찰토크
 T_O : 자유축의 마찰토크
 T_J : 모터축의 마찰토크

버팀축마찰력은 윤활류의 양에 따라 영향을 받거나 때로는 윤활류가 너무 팽팽하게 발라서 예상하지 못한 마찰력 발생되어질 때, 또는 온도상승, 또는 이러한 부분에 대해 반드시 주의.

표3.6 부하 관성토크 환산공식

| 공식 | J |
|------------|---|
| 모터축환산 관성토크 | |
| 실린더 부하 | $\frac{\pi \rho L D^4}{32}$ |
| 리니어 운동 물체 | $\frac{M}{4} \left(\frac{V\ell}{\pi \cdot N_M} \right)^2 = \frac{M}{4} \left(\frac{P}{\pi} \right)^2$ |
| 단위 | kg · m ² |
| 감속시 관성토크 | $J_M = \left(\frac{J\ell}{N_M} \right)^2 \cdot J\ell$ |

| | |
|--|---|
| <p>ρ : 밀도(kg/m³) $\rho = 7.8 \times 10^3$ L : 실린더 길이(m) D : 실린더 직경(m) M : 리니어모션부 질량(kg) Ve : 리니어 운동물체 속도(m/min) NM : 모터축회전수(min⁻³)</p> | <p>P : 모터 매 회전시 직선운동 물체의 이동량 Ne : 리니어운동방향의 회전수 Je : 부하방향의 관성토크 JM : 모터방향의 관성토크</p> |
|--|---|

3.4 너트 디자인

3.4.1 너트의 선정

1) 계열

계열선정시, 정밀도, 납기, 사이즈
(볼스크류축외경, 리드비, 볼스크류 외경비)

2) 순환타입

순환선정시, 너트설치부분의 공간의 경제성 고려,
아래 순환방식의 특징표시

a) 외순환식

- 경제성
- 양산의 최적합성
- 볼스크류 외경이 비교적 크거나 리드 응용 효율적

b) 내순환식

- 너트 외경이 정밀(공간 적음)
- 볼스크류 외경이 비교적 크거나 리드 응용 효율적

c) End-caps 순환식

- 고속 용도에 적합
- 고하중 용도에 적합(TBI MOTION 특허 너트)

3) 회전수

회로수는 성능과 수명 등 고려하여 선정

4) Flange모양

너트 설치부분의 공간을 고려한 선정

5) 오일 Hole

정밀 볼스크류의 오일 Hole에는 장치 조립 시 및 정기
주입 시에 사용되어짐.

3.4.2 너트의 종류

● S-type nut (고속/경하중용)

강구순환 방식은 E타입과 유사합니다.
 강구의 장점은 소음/너트 양쪽 먼지 차단기능이 가능하고 조립공간이 작아 고속운동 및 경하중에 적합한 모델임

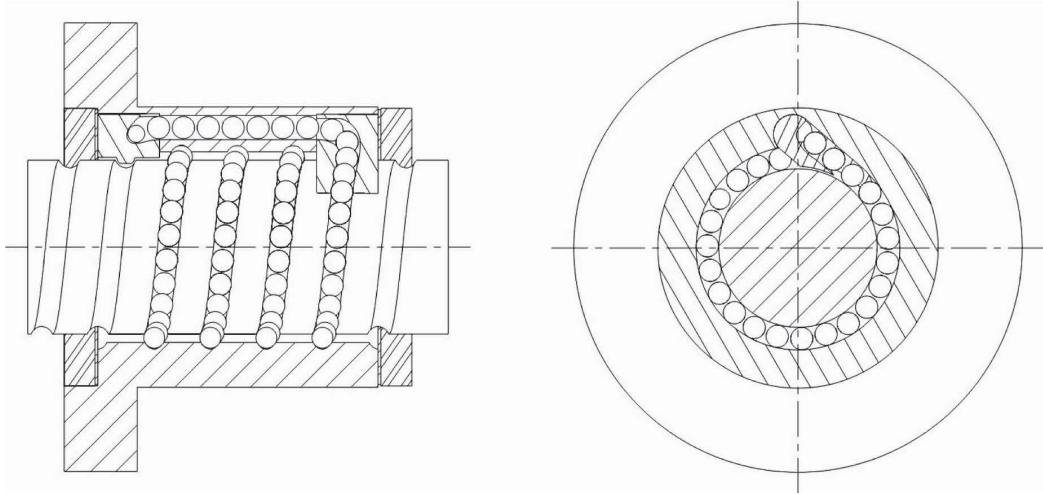


Fig. 3.23 S-type nut

● V-type nut (고속/중하중용)

강구순환 방식은 T타입과 유사합니다.
 강구의 장점은 강구와 가이드 부분의 마찰로 인해 생기는 소음 방지하는 순환구조로 인해 회전이 부드러우며 고속운동 및 고하중에 적합한 모델입니다.

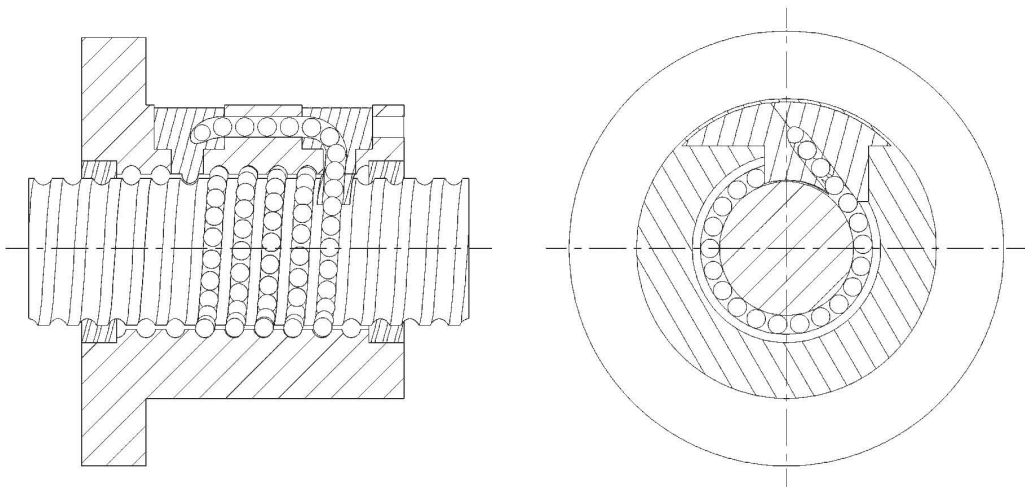


Fig. 3.24 V-type nut

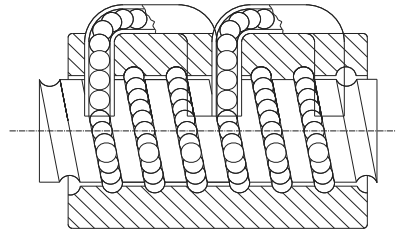
3.4.3 너트의 선정

(1) 너트의 선정

볼스크류를 선정할때 가장 중요한 것은 사용조건을 명확하게 하는 것이다. 사용조건에 하중, 스트로크, 토오크, 위치결정 정도, 로스트 모션, 강성, 리드, 너트경 등이 있다. 모든 요인은 서로 밀접한 관계에 있어 한가지 조건이 변하면 다른 요인들도 변하게 되므로 서로 상호간의 균형을 잡을 필요가 있다.

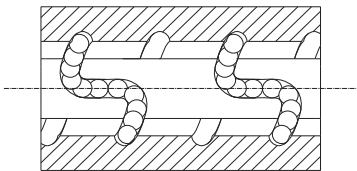
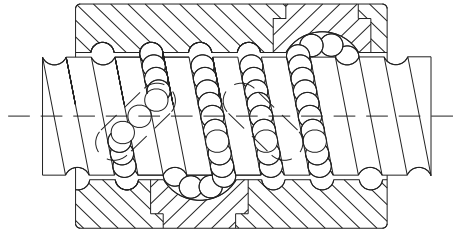
● T 형 너트

이 타입의 경우 스틸볼이 스크류 축과 너트 사이의 홈을 따라 볼이 회전하다가 외부에 장착된 리턴 튜브를 통해 순환하는 방식이다.



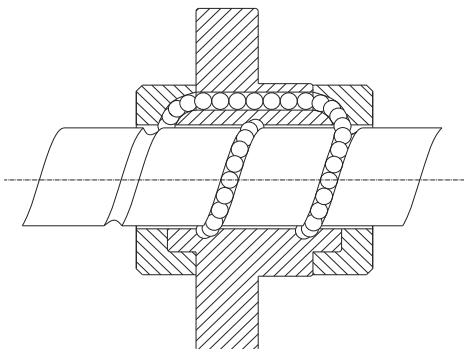
● I 형 너트

이 타입은 내부의 불순환부의 홈을 통해 볼이 움직이며, 디플렉트를 통해 대각선 방향으로 순환되는 타입이다. 이 타입의 볼스크류는 너트의 경이 작아 콤팩트하다.



● K 형 너트

이 타입은 I형 너트와 유사하나 볼이 순환되도록 키 형상의 슬롯이 가공되어져 있다.



● E 형 너트

이 타입은 외부의 순환 타입과 내부 순환의 2가지 구조가 모두 포함되어져 있다. 축과 너트 사이의 홈을 회전하는 볼이 엔드캡과 너트의 내부에 가공된 순환로를 통해 순환하게 된다. 다열 구조나 대리드 타입의 볼스크류 타입에 주로 많이 적용된다.

3.5.1 이송나사계의 축방향 강성 K

이송나사계의 축방향 강성을 K라고 하면 축방향의 탄성 변위량은 다음식으로 얻을 수 있습니다.

$$K = \frac{P}{e} \text{ (kgf / mm)}$$

- P : 축방향 하중
- e : 축탄성 변위량 (mm)
- K : 이송나사계의 축방향 강성

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{K_S} + \frac{1}{K_N} + \frac{1}{K_B} + \frac{1}{K_H} \text{ (mm / kgf)}$$

- K_S : 나사축방향 강성 (1)
- K_N : 너트축방향 강성 (2)
- K_B : 지지베어링의 축방향 강성 (3)
- K_H : 너트 브라켓과 지지베어링 브라켓의 강성 (4)

(1) 나사축의 축방향 강성 K_S

$$K_S = \frac{P}{\delta_S} \text{ (kgf / mm)}$$

P : 축방향하중 (kgf)

고정 - 고정

$$\delta_{SF} = \frac{PL}{4AE} \text{ (mm)}$$

고정 - 자유

$$\delta_{SS} = \frac{PL_0}{4AE} \text{ (mm)}$$

$$\delta_{SS} = 4 \delta_{SF}$$

δ_{SF} : 고정 - 고정설치부위의 방향변위량

δ_{SS} : 고정 - 고정설치부위의 방향변위량

- A : 볼스크류축 잇수 저직경담면적 (mm²)
- E : 종탄성계수 (mm)
- L : 설치간거리 (mm)
- L₀ : 부하작용점간거리 (mm)

(2) 너트의 축방향 강성 K_N

$$K_N = \frac{P}{\delta_N} \text{ (kgf / mm)}$$

(a) 싱글너트

$$\delta_{NS} = \frac{K}{\sin\beta} \left(\frac{Q^2}{d} \right)^{1/3} \times \frac{1}{\xi} \text{ (mm)}$$

$$Q = \frac{P}{n \cdot \sin\beta} \text{ (kgf)}$$

$$n = \frac{D_{ozm}}{d} \text{ (each)}$$

Q : 각복의 하중 (kgf)

n : 볼수

k : 상수

$$\text{dimensions } k \approx 5.7 \times 10^{-4}$$

β : 볼과 홈의 접촉각 (45°)

P : 축방향 하중 (kgf)

d : 볼직경 (mm)

ξ : 정밀도 계수

m : 유효볼수

D_o : 볼직경 (mm)

$$D_o = \frac{e}{\tan\alpha \cdot \pi}$$

e : 리드 (mm)

α : 리드 각도

(b) 더블너트

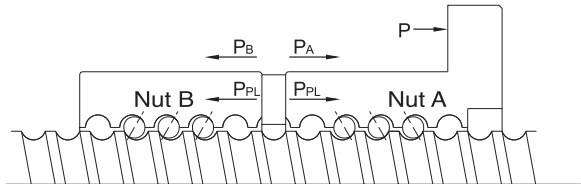


Fig.3.29 더블너트 예압

예압부하중량 P_{PL}은 약 3배의 축방향부하중량 P작용 시, 너트B의 예압 P_{PL}을 없애기위해, 예압부하중량 P_{PL}은 최대 축방향 부하중량의 1/3내로 설계하시오. 최대 예압부하중량이 0.25Ca가 표준. 변위량은 단일 너트 시의 1/2 변위량으로 3배의 축방향 부하중량의 예압량

$$K_N = \frac{P}{\delta_{NW}} = \frac{3P_{PL}}{\delta_{NS/2}} = \frac{6P_{PL}}{\delta_{NS}} \text{ (kgf/mm)}$$

δ_{NS} : 싱글너트 변위량 (mm)
 δ_{NW} : 더블너트 변위량 (mm)

(Explanation of the rigidity of double nuts)

그림 3.29 및 3.30과 같이 2개의 너트 A, B에 P_{PL} 의 예압부분이 너트 A, B 모두가 X점의 탄성변형선이 도달하게 된다. 만약, 외력 P가 작용하면 너트 A는 X점으로부터 이동하여 X1점에 도달하고, 너트 B는 X점으로부터 X2점에 도달한다. 여기서 단 너트 변위량 δ_{ns} 의 계산공식을 얻는다.

$$\delta_0 = aP_{PL}^{2/3}$$

너트 A, B의 변위량은

$$\delta_A = aP_{PL}^{2/3}$$

외력 P로부터 너트 A, B의 변위량은 상등함. 그래서

$$\delta_A - \delta_0 = \delta_0 - \delta_B$$

또한 너트 A, B에 외력은 P뿐이며 P_A 증가일 때는

$$P_A - P_B = P$$

$$\delta_B = 0$$

너트 B에 너트 A의 흡수로 작아진 외력을 방지하기 위함

when $\delta_B = 0$

$$aP_A^{2/3} - aP_{PL}^{2/3} = aP_{PL}^{2/3}$$

$$P_A = 2P_{PL}^{3/2}$$

$$P_A = \sqrt{8} P_{PL} \doteq 3P_{PL}$$

or based on $\delta_A - \delta_0 = \delta_0 - \delta_B$

$$\delta_0 = \frac{\delta_A}{2}$$

그러므로 3.31 그림과 같이 판단가능하고, 3배의 예압량 축방향 부하중량 시, 1/2의 단일너트의 변위량, 강도는 2배

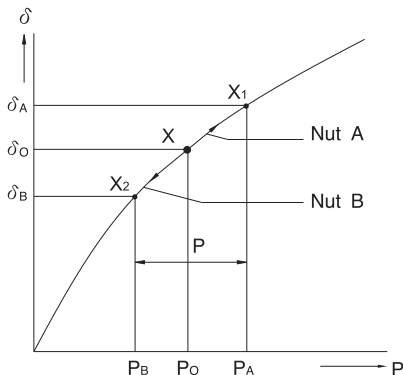


Fig. 3.30

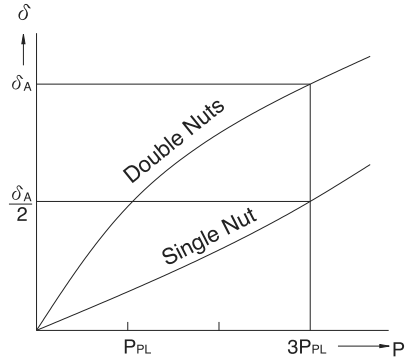


Fig. 3.31

(3) 지지베어링의 축방향 강성 K_B

$$K_B = \frac{P}{\delta_B} \text{ (kgf/mm)}$$

볼스크류 지지베어링의 축방향 강성은 사용하는 지지베어링에 따라 달라집니다.

일반적인 계산 방법은 아래와 같습니다.

$$\delta_B = \frac{2}{\sin\beta} \left(\frac{Q^2}{d} \right)^{1/3}$$

$$Q = \frac{P}{n \sin\beta} \text{ (kgf)}$$

Q : 각볼의 하중 (kgf)

β : 접촉각 (45°)

d : 볼직경 (mm)

P : 축방향하중 (kgf)

n : 볼수

(4) 너트 브라켓과 지지베어링 브라켓의 축방향 강성 K_H

기계 설계 시에 충분히 검토하여 가능한 강성을 높게 설정하십시오.

$$K_H = \frac{P}{\delta_H} \text{ (kgf/mm)}$$

3.6 위치정도

3.6.1 정도 선정법

위치 결정 정도의 오차 발생 요인은 리드정도, 축방향 클리어런스, 이송계의 축방향 강성, 발열에 의한 열범위, 안내계에 의한 주행 중의 자세 등이 있다. 따라서 요구하는 위치 정도에 맞는 볼스크류 정도 등급을 선정할 필요가 있으며 [표 3.7]은 용도별 등급의 선정예를 나타낸다.

표3.7 용도별 정도등급 선정예

| 적용설비 | | 축 | 정도등급 | | | | | | |
|----------|--------------|-----|------|----|----|----|----|----|-----|
| | | | C0 | C1 | C2 | C3 | C5 | C7 | C10 |
| N C 머신 | 선반 | X | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| | | Z | | | | ○ | ○ | ○ | |
| | 밀링머신 보링머신 | XY | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| | | Z | | | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| | 머시닝센터 | XY | | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| | | Z | | | ○ | ○ | ○ | | |
| | 지그보정 | XY | ○ | ○ | | | | | |
| | | Z | ○ | ○ | | | | | |
| | 드릴링머신 | XY | | | | ○ | ○ | ○ | |
| | | Z | | | | | ○ | ○ | |
| | 연삭기 | X | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| | | Z | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| | 방전가공기 | XY | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| | | (Z) | | | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| | 와이어 커팅기 | XY | | ○ | ○ | ○ | | | |
| UV | | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| 편칭프레스 | XY | | | | ○ | ○ | ○ | | |
| 레이저커팅머신 | XY | | | | ○ | ○ | | | |
| | Z | | | | ○ | ○ | | | |
| 목공기 | | | | | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| 범용기, 전용기 | | | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| 반도체설비 | 노광기 | | ○ | ○ | | | | | |
| | 화학처리장치 | | | | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| | 와이어 본더 | | | ○ | ○ | | | | |
| | 프로버 | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | |
| | 인serter | | | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| PCB드릴링머신 | | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| 산업로봇 | 직교로봇 | 조립 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| | | 기타 | | | | | ○ | ○ | ○ |
| | 다관절로봇 | 조립 | | | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| | 기타 | | | | ○ | ○ | ○ | | |
| 스칼라로봇 | | | | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| 물딩머신 | | | | | | ○ | ○ | ○ | |
| 사출기 | | | | | | ○ | ○ | ○ | |
| 3차원측정기 | | | ○ | ○ | ○ | | | | |
| 사무기기 | | | | | | ○ | ○ | ○ | |
| 화상처리장치 | | | ○ | ○ | | | | | |

3.7 볼수명 설계

3.7.1 볼스크류 수명

볼스크류의 가장 큰 특징 중의 하나는 볼스크류를 사용할 때 사용조건을 알면 수명계산이 가능한 점이다. 가동 중에는 별로 마모현상이 없다가 수명이 다하면 갑자기 부서져서 운동을 할 수 없게 된다. 그러므로 수명계산 시 볼스크류가 수명을 다해서 정지할 때의 중요성을 감안하여 안전계수를 가감하여야 한다. 특히 안전과 관계될 때는 하중계수를 충분히 감안하여야 한다.

3.7.2 기본 정정격하중 Coa

정지 혹은 운동하고 있는 상태로 과중한 하중을 받거나, 충격하중을 받을 경우, 볼과 볼홈사이에는 국부적인 영구변형이 생긴다. 이 영구변형이 어떤 한도를 넘으면 부드러운 운동이 얻어지지 않는다. 일반적으로 볼의 영구변형량이 볼의 직경의 0.0001배 이내이면 사용상 전혀 문제가 없음이 확인되었는데, 그 때의 하중을 기본 정정격하중(Coa)이라 한다. 실제로는 사용조건에 따라 계산하중에 다음과 같은 정적안전계수를 고려해야 한다.

3.7.3 기본 동정격하중 Ca

기본 동정격하중(dynamic load rate)Ca는 한무리의 같은 볼나사를 각각 운동시켰을때, 그 중에서 90%수량의 볼나사가 회전수명이 100만 회전에 도달하여 박리현상(flaking현상)을 일으키지 않는 축방향하중을 말한다. 그러므로 회전수명의 계산은 100만 회전의 몇 배인가의 계산이 된다.

$$L \propto \left(\frac{1}{P} \right)^3$$

L : 회전수명

P : 하중

3.7.4 피로수명

표3.8

| 용도 | 수명(시간) |
|----------|--------|
| 공작기계 | 20000 |
| 일반 산업용기계 | 10000 |
| 제어장치 | 15000 |
| 계측장치 | 15000 |

평균하중 P_e

$$P_e = \left(\frac{P_1^3 n_1 t_1 + P_2^3 n_2 t_2 + \dots + P_n^3 n_n t_n}{n_1 t_1 + n_2 t_2 + \dots + n_n t_n} \right)^{1/3} \quad (\text{kgf})$$

| 변동 축하중 (kgf) | 변동 회전수 (min ⁻¹) | 시간 (%) |
|--------------|-----------------------------|----------|
| P_1 | n_1 | t_1 |
| P_2 | n_2 | t_2 |
| \vdots | \vdots | \vdots |
| \vdots | \vdots | \vdots |
| P_n | n_n | t_n |

But, $t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n = 100$

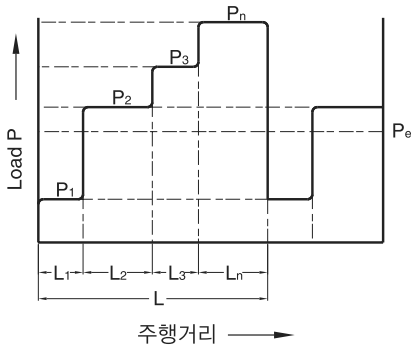


Fig. 3.32

$$P_e = \frac{2P_{\max} + P_{\min}}{3} \quad (\text{kgf})$$

P_{\max} : 최대 축방향하중 (kgf)

P_{\min} : 최소 축방향하중 (kgf)

하중 변화 시(Fig 3.33)

$$P_e \approx 0.65 P_{\max} \quad (\text{Fig. A})$$

$$P_e \approx 0.75 P_{\min} \quad (\text{Fig. B})$$

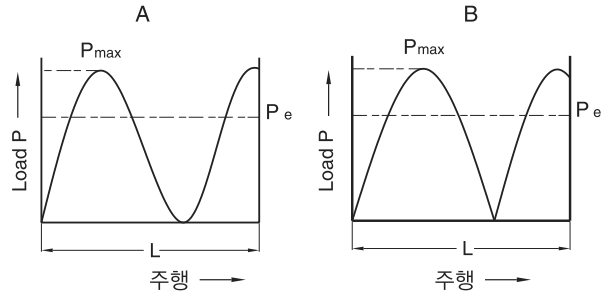


Fig. 3.33

수명계산

피로수명 계산방법

$$L = \left(\frac{C_a}{P_a \cdot f_w} \right)^3 \cdot 10^6$$

$$L_t = \frac{L}{60n}$$

$$L_s = \frac{L \cdot \ell}{10^6}$$

Where

L : 총 피로수명 (rev)

L_t : 수명시간 (h)

L_s : 주행거리 수명 (km)

C_a : 기본 동정격하중 (kgf)

P_a : 축하중 (kgf)

n : 매분 회전수 (rpm)

f_w : 하중계수

ℓ : 리드

- 보통운전에 충격이 없을때 1.0~1.2
- 일반 보통운전 1.2~1.5
- 충격, 진동운전 1.5~3.0

기본 동정격하중 C_a

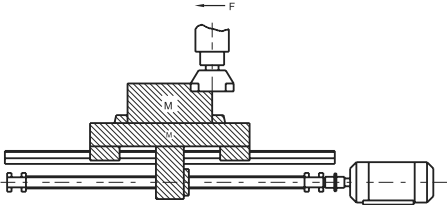
$$C_a = P_e \cdot f_s$$

기본 정정격하중 C_{oa}

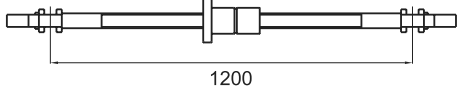
$$C_{oa} = P_{\max} \cdot f_s$$

표3.9 안전율 (f_s)

| 용도 | 사용조건 | f_s |
|------|-------------|---------|
| 산업기계 | 보통운전 경우 | 1.0~1.3 |
| | 충격, 진동이 있을때 | 2.0~3.0 |
| 공작기계 | 보통운전 경우 | 1.0~1.5 |
| | 충격, 진동이 있을때 | 2.5~7.0 |

| 볼스크류 선정의 핵심사항 | 볼스크류 선정의 계산 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|-------------------------------|-------|--------|-----|-----|------|--------------------------|-----|-----|---|---------------|-----|---|---|---|---|-----|-----|---|---|---|---|--|-----|-----------------|------|-------|----|-----|------|-------------------------------|-------|--------|-----|---------------|-----|---------|-----|----|----|-----|-----|---------|-----|----|----|-----|-----|---------|-----|----|----|
| <p>볼스크류 선택 시, 가장 먼저 기본적인 운영조건, 디자인결정, 그다음에 부하중량, 스토로크, 토오크, 위치정밀도, 반복정밀도, 경도, 리드 스토로크, 너트내경 등, 각 요소의 연계성, 그 중 한 개의 요소가 변경되면 다른 요소도 변경되어야 하기에 반드시 각요소의 균형에 주의 바람.</p> |  <p>설계조건</p> <ol style="list-style-type: none"> 테이블 중량 300 Kg 작업물 중량 400 Kg 최대이동거리 700 mm 고속피드 10 m/min 최소분해능력 10 μm/stroke 구동모터 DC motor (MAX 1000 min⁻¹) 미끄럼 표면 마찰계수 (μ = 0.05~0.1) 가동율 60% 정도검토 사항 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>1. 작업조건 설정</p> <p>(a) 기계수명 계산</p> $H = \boxed{} \times \boxed{} \times \boxed{} \times \boxed{}$ <p style="text-align: center;">hours/day days/ year life years Running</p> <p>(b) 기계조건</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #cccccc;">계산값</th> <th style="background-color: #cccccc;">Speed/rotations</th> <th style="background-color: #cccccc;">절삭저항</th> <th style="background-color: #cccccc;">미끄럼저항</th> <th style="background-color: #cccccc;">시간</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #cccccc;">운전중</td> <td style="background-color: #cccccc;">고속피드</td> <td style="background-color: #cccccc;">m/min/1min⁻¹</td> <td style="background-color: #cccccc;">kgf</td> <td style="background-color: #cccccc;">kgf</td> <td style="background-color: #cccccc;">%</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #cccccc;">Light cutting</td> <td style="background-color: #cccccc;">경절삭</td> <td style="background-color: #cccccc;">/</td> <td style="background-color: #cccccc;">/</td> <td style="background-color: #cccccc;">/</td> <td style="background-color: #cccccc;">/</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #cccccc;">중절삭</td> <td style="background-color: #cccccc;">중절삭</td> <td style="background-color: #cccccc;">/</td> <td style="background-color: #cccccc;">/</td> <td style="background-color: #cccccc;">/</td> <td style="background-color: #cccccc;">/</td> </tr> </tbody> </table> <p>(c) 위치 정밀도</p> <p>Feed 정밀 공차의 요인중 리드 스트로크, Feed 계통의 경도는 중요한 검토 대상임. 기타 온도상승은 열변형을 일으켜 가이드면에 조립정밀도 등등 위치 error발생을 유발함.</p> | 계산값 | Speed/rotations | 절삭저항 | 미끄럼저항 | 시간 | 운전중 | 고속피드 | m/min/1min ⁻¹ | kgf | kgf | % | Light cutting | 경절삭 | / | / | / | / | 중절삭 | 중절삭 | / | / | / | / | <p>1. 작업조건 설정</p> <p>(a) 기계수명 계산</p> $H = 12\text{시간} \times 250\text{일} \times 10\text{년} \times 0.6 \text{ 가동율} = 18000\text{hr}$ <p>(b) 기계조건</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #cccccc;">계산값</th> <th style="background-color: #cccccc;">Speed/rotations</th> <th style="background-color: #cccccc;">절삭저항</th> <th style="background-color: #cccccc;">미끄럼저항</th> <th style="background-color: #cccccc;">시간</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #cccccc;">운전중</td> <td style="background-color: #cccccc;">고속피드</td> <td style="background-color: #cccccc;">10m/min/1000min⁻¹</td> <td style="background-color: #cccccc;">0 kgf</td> <td style="background-color: #cccccc;">70 kgf</td> <td style="background-color: #cccccc;">10%</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #cccccc;">Light cutting</td> <td style="background-color: #cccccc;">경절삭</td> <td style="background-color: #cccccc;">6 / 600</td> <td style="background-color: #cccccc;">100</td> <td style="background-color: #cccccc;">70</td> <td style="background-color: #cccccc;">50</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #cccccc;">중절삭</td> <td style="background-color: #cccccc;">중절삭</td> <td style="background-color: #cccccc;">2 / 200</td> <td style="background-color: #cccccc;">200</td> <td style="background-color: #cccccc;">70</td> <td style="background-color: #cccccc;">30</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #cccccc;">중절삭</td> <td style="background-color: #cccccc;">중절삭</td> <td style="background-color: #cccccc;">1 / 100</td> <td style="background-color: #cccccc;">300</td> <td style="background-color: #cccccc;">70</td> <td style="background-color: #cccccc;">10</td> </tr> </tbody> </table> <p>미끄럼저항 = (300+400) × 0,1 = 70 kgf</p> | 계산값 | Speed/rotations | 절삭저항 | 미끄럼저항 | 시간 | 운전중 | 고속피드 | 10m/min/1000min ⁻¹ | 0 kgf | 70 kgf | 10% | Light cutting | 경절삭 | 6 / 600 | 100 | 70 | 50 | 중절삭 | 중절삭 | 2 / 200 | 200 | 70 | 30 | 중절삭 | 중절삭 | 1 / 100 | 300 | 70 | 10 |
| 계산값 | Speed/rotations | 절삭저항 | 미끄럼저항 | 시간 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 운전중 | 고속피드 | m/min/1min ⁻¹ | kgf | kgf | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Light cutting | 경절삭 | / | / | / | / | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 중절삭 | 중절삭 | / | / | / | / | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 계산값 | Speed/rotations | 절삭저항 | 미끄럼저항 | 시간 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 운전중 | 고속피드 | 10m/min/1000min ⁻¹ | 0 kgf | 70 kgf | 10% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Light cutting | 경절삭 | 6 / 600 | 100 | 70 | 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 중절삭 | 중절삭 | 2 / 200 | 200 | 70 | 30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 중절삭 | 중절삭 | 1 / 100 | 300 | 70 | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| 볼스크류 선정의 핵심사항 | 볼스크류 선정의 계산 |
|--|---|
| <p>2. 볼스크류 리드선정 (mm)</p> $l = \frac{\text{고속피드(m/min)} \times 1000}{\text{최대 모터 회전 속도(min}^{-1}\text{)}} \text{ (mm)}$ | <p>2. 볼스크류 리드선정 (mm)</p> $l = \frac{10000}{1000} = 10 \text{ (mm)}$ <p>Minimal disassembly = $\frac{10\text{mm}}{1000 \text{ stroke}} = 0.01 \text{ mm/stroke}$</p> |
| <p>3. 평균하중 Pe의 계산 (kgf)</p> $Pe = \left(\frac{P_1 n_1 t_1 + P_2 n_2 t_2 + \dots + P_n n_n t_n}{n_1 t_1 + n_2 t_2 + \dots + n_n t_n} \right)^{1/3}$ $Pe = \frac{2P_{\text{max}} + P_{\text{min}}}{3}$ <p>pe ≒ 0.65 Pmax pe ≒ 0.75 Pmin</p> | <p>3. 평균하중 Pe의 계산 (kgf)</p> $Pe = \left(\frac{70^3 \times 1000 \times 10 + 170^3 \times 600 \times 50 + 270^3 \times 200 \times 30 + 370^3 \times 100 \times 10}{1000 \times 10 + 600 \times 50 + 200 \times 30 + 100 \times 10} \right)^{1/3}$ <p>≒ 189 kgf</p> |
| <p>4. 평균회전 nm (rpm)</p> $n_m = \frac{n_1 t_1 + n_2 t_2 + \dots + n_n t_n}{100}$ | <p>4. 평균회전 nm (rpm)</p> $n_m = \frac{1000 \times 10 + 600 \times 50 + 200 \times 30 + 100 \times 10}{100}$ $= \frac{4.7 \times 10^4}{100}$ <p>= 470 min⁻¹</p> |
| <p>5. 소요 동정격하중의 계산 Ca</p> <p>Ca = Pe • fs</p> | <p>5. 소요 동정격하중의 계산 Ca</p> <p>Ca = 189 × 5 = 945 (kgf)</p> |
| <p>6. 소요 정정격하중의 계산 Coa</p> <p>Coa = Pmax • fs</p> | <p>6. 소요 정정격하중의 계산 Coa</p> <p>Coa = 369 × 5 = 1845 (kgf)</p> |
| <p>7. 너트타입 선정 (본 카탈록 참조)</p> <p>Ca > 945 Coa > 1845</p> <p>기본 동정격하중 Ca과 정정격하중 Coa을 본 카탈록에서 참조하여 선택</p> | <p>7. 너트타입 선정 (본 카탈록 참조)</p> <p>Ca = 3178 kgf Coa = 9480 kgf</p> |

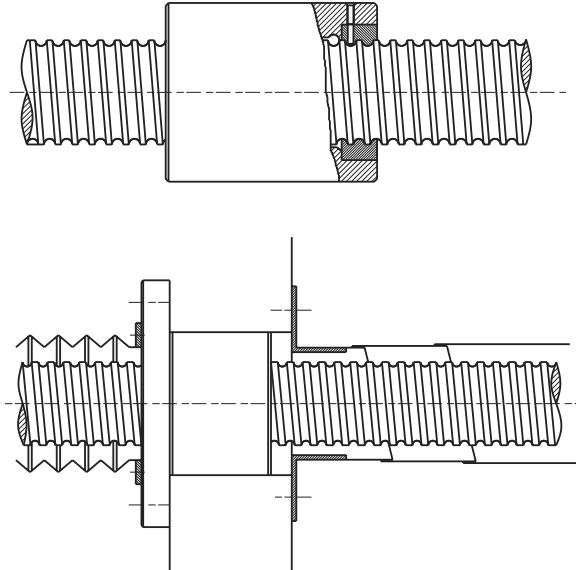
| 볼스크류 선정의 핵심사항 | 볼스크류 선정의 계산 |
|---|---|
| <p>8. 수명시간의 계산 (h)</p> $L_t = \left(\frac{C_a}{P_e \cdot f_w} \right)^3 \cdot \frac{1}{60n_m} \cdot 10^6$ | <p>8. 수명시간의 계산 (h)</p> $L_t = \left(\frac{3178}{189 \cdot 2} \right)^3 \cdot \frac{1}{60 \cdot 470} \cdot 10^6$ <p>= 20479 (h)</p> |
| <p>9. 축길이 선정</p> <p>축 길이 = 최대왕복거리 + 너트길이 + 2×축단여유량</p> | <p>9. 축길이 선정</p> <p>축 길이 = 700 + 93 + 2 × 81 = 874mm</p> |
| <p>10. 마운팅 거리 결정</p> | <p>10. 마운팅 거리 결정 (F-F support)</p>  |
| <p>11. 허용 축방향하중의 검토</p> | <p>11. 허용 축방향하중의 검토</p> <p>F-F 지탱하므로 생략함.</p> |
| <p>12. 허용회전수 n 및 dm식의 검토</p> $n = \alpha \times \frac{60\lambda^2}{2\pi L^2} \sqrt{\frac{E I_g}{r A}} = f \frac{dr}{L^2} \times 10^7 \text{ (rpm)}$ <p>dm = 축외경 × 최고회전수</p> | <p>12. 허용회전수 n 및 dm식의 검토</p> $n = \frac{21.9 \times 35.2 \times 10^7}{1200^2}$ <p>= 5353min⁻¹ > nmax</p> <p>dm = 40 × 1000 = 40000 < 50000</p> |
| <p>13. 열변위 대책과 강도 검토</p> | <p>13. 열변위 대책과 강도 검토</p> <p>(a) 열변위대책</p> <p>일반기계는 볼스크류는 약 2~5도의 온도 상승, 2도 이상 상승시 볼스크류의 신전량이 요구됨</p> $\Delta \ell = \alpha \cdot t \cdot L$ <p>= 11.7 × 10⁻⁶ × 2 × 700 mm ≒ 0.016 mm</p> $F_p = \frac{EA \Delta \ell}{L}$ $= \frac{2.06 \times 10^4 \times \frac{\pi \times 35.2^2}{4} \times 0.016}{700} \approx 458 \text{ kgf}$ |

| 볼스크류 선정의 핵심사항 | 볼스크류 선정의 계산 |
|---|---|
| <p>◎ 수평 설치 시</p> <p>1. 가속 시</p> $P_{ACC} = M g \times \mu + \frac{M \times V}{60 \times \Delta t}$ <p>2. 감속 시</p> $P_{DEC} = M g \times \mu - \frac{M \times V}{60 \times \Delta t}$ <p>◎ 수직 설치 시</p> <p>1. 가속(아래), 감속(위)</p> $P_U = M g - \frac{M \times V}{60 \times \Delta t}$ <p>2. 가속(위), 감속(아래)</p> $P_D = M g + \frac{M \times V}{60 \times \Delta t}$ <p>M : 대상물 중량 (kg) g : 중력 가속도 (9.8m/s²) v : 속도 (m/min) Δt : 가속/등속시간 (s) μ : 마찰계수</p> | <p>편차량은 온도상승에 의해 0.016mm 팽창 및 485Kgf의 인장력에 의해서 보정 될 수 있다.</p> <p>(b) 강성</p> <p>1) 방향강성</p> $\delta_{SF} = \frac{PL}{4AE} = \frac{27 \times 1200}{4 \times \frac{\pi \times 35.2^2}{4} \times 2.06 \times 10^4}$ $= 0.00036 \text{ mm}$ $K_S = \frac{370}{0.00036} = 10.3 \times 10^5 \text{ kgf/mm}$ <p>2) 볼베어링과 너트 구강성</p> $n = \frac{41.8 \times \pi \times 2.5}{6.35} = 52$ $Q = \frac{370}{52 \sin 45^\circ} = 10$ $\delta_{NS} = \frac{0.00057}{\sin 45^\circ} \left(\frac{10^2}{6.35} \right)^{1/3} \times \frac{1}{0.7}$ $= 2.9 \times 10^{-3} \text{ mm}$ $K_N = \frac{370}{2.9 \times 10^{-3}} = 1.28 \times 10^5 \text{ kgf/mm}$ <p>3) 지지축의 강성 너트강성 50Kgf/um로 계산</p> $\delta_B = \frac{370}{50 \times 2} = 3.7 \mu\text{m}$ $K_B = \frac{370}{0.0037} = 1 \times 10^5 \text{ kgf/mm}$ <p>◎ δ_{TOTAL} = 0.36 + 2.9 + 3.7 = 6.96 μm</p> |
| <p>14. 볼스크류 수명 확인</p> | <p>14. 볼스크류 수명 확인</p> $L = 20479(h) > 18000 (h)$ |

3.8 안전설계

볼스크류 사용시 반드시 충분한 윤활을 해야 된다. 만약에 윤활이 부족하면 볼과 전주홈 사이에 금속 접촉으로 마찰과 마모가 증가하여 고장과 수명 단축의 원인이 됩니다. 일반적인 볼스크류 윤활에는 오일 윤활과 그리스 윤활이 있습니다.

그리고 윤활의 경우 회전 속도의 증가에 대해 등마찰토크가 증가하게 되므로 사용속도가 3-5m/min에서는 그리스 윤활이 좋으며, 10m/min을 초과하는 경우에는 오일 윤활이 좋습니다.



[그림 5.1] 방진기구

표5.1 윤활유의 급유 간격

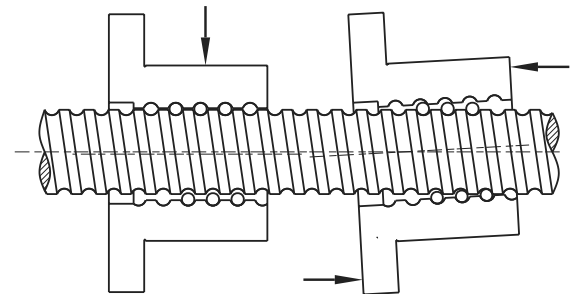
| 윤활방식 | 주기 | 검사항목 | 보급 및 변경간격 |
|------|-------|------------|----------------|
| 자동급유 | 매주 | 오일레벨 | 오일탱크에 적당하중 보충 |
| 그리스 | 2~3개월 | 칩 등 이물질 혼입 | 매년 또는 검사결과에 따라 |
| 오일용기 | 매일 | 오일레벨 | 소모량에 따라 |

3.8.2 편하중

볼스크류에 편하중이 작용하면 볼스크류 수명과 소음에 바로 영향을 미치고, 수동 작동 시 걸림현상이 나타나게 된다. 편하중이 발생하는 경우 대부분이 조립에 잘못에 기인하는 경우가 많으므로 조립에 주의 할 필요가 있다.

3.8.1 방진

볼스크류의 너트에 수분 및 이물질이 혼입되면 파손의 원인이 되거나 저항을 증가시킨다. 예를 들어 공작기계 작업환경에서 칩 또는 절삭유가 혼입될 가능성이 있는 환경에서는 그림 5.1과 같이 자바라 또는 텔레스코픽으로 완전히 커버 할 필요가 있다.



[그림 5.2] 편하중