

세 개의 절삭날을 갖는 초경드릴의 절삭 성능에 관한 연구

변 상기·장 성규 (주) 한국에이비시스템)
전 언찬·김 현수 (동아대학교 기계공학과)

1. 서론

절삭가공 중에서 구멍가공은 최근 광범위하게 이루어지는 작업의 하나이다. 현재 대부분의 구멍가공은 두개의 절삭날을 갖는 Twist Drill에 의해 이루어지고 있다. 이 두개의 절삭날 드릴은 작업능률이 다른 절삭 공구에 비교하여 낮고, 그 가공정도도 충분하지 않다. 이런 문제점을 개선하기 위해서 두개의 절삭날 드릴의 인선형상에 관한연구¹⁾, 절삭력과 공구수명에 관한 연구²⁾, Nick 드릴의 연구³⁾, 특수인선을 갖는 초경드릴의 연구⁴⁾등 많은 연구가 이루어져 왔다. 두개의 절삭날 드릴에 작용하는 흔들림 진동, 혹은 비비리 진동을 방지하는 관점에서 세개의 절삭날을 갖는 고속도강계의 드릴을 개발이 되어 왔으며, 그 결과 절삭개시 직후에 흔들림 진동이 발생하지 않고 다각형의 왜곡원이나 구멍축의 공구 마크를 방지할 수 있었다. 또 가공구멍의 정도에 관하여 두개의 절삭날 드릴에 비하여 전반적으로 우수한 결과를 얻었다. 그러나 치질부의 적절한 시닝형상, 칩의 배출성, 절삭날 재연삭의 복잡성, 공구재 절과 관련한 절삭능력의 한계등 해결하여야 할 많은 문제를 갖고 있다. 최근 생산능률과 가공정도의 향상을 목적으로 한 WC계 초경합금계 세개의 절삭날 솔리드 드릴이 개발 되었다. 이 초경 세개의 절삭날 드릴은 큰선단각과, 2단의 여유면을 갖고 굽힘강성을 높이기 위해서 넓은 웨브폭을 갖고 있다. 또 주절삭날의 연장이 드릴의 중심을 통과하고 치질부에는 특수한 시닝을 하고 있다. 최근 이 드릴이 생산현장에 보급하기 시작하여 가공정도와 절삭조건에 관계, 표면조도, 혹은 실제에 사용하는 유의점등이 충분히 밝혀지고 있지 않다.

본연구에서는 초경 세개의 절삭날 드릴을 사용하여 구멍가공 실험을 하고, 그 절삭성능과 관련하여 가공구멍의 형상을 측정함에 따라 가공구멍 중심축의 기울어짐, 진원도 및 표면거칠기를 연구 하였다.

본실험에 사용된 시험편은 구상흑연주철의 GCD50으로서 그화학적 성분은 Table 1과 같으며 기계적 성질은 Table 2와 같다.

본실험에 사용된 시험편은 구상흑연주철의 GCD 50으로서 그화학적 성분은 Table 1과 같으며 기계적 성질은 Table 2와 같다.

Table 1 Chemical compositions of the Workpiece (wt. %)

C	Si	Mn	P	S	Mg
3.66	2.7	0.18	0.033	0.017	0.047

Table 2 Mechanical properties of the workpiece

Structure		Tensile strength (MPa)	Elongation (%)	Hardness (H _B)
Graphite (%)	Matrix			
90	45	707	6.6	223

그리고 사용된 공구는 초경 세개의 절삭날 드릴의 인선형상을 Fig. 1에 표시하였다. 이 드릴은 초경합금계K20의 솔리드 드릴이고 직경φ18.5mm, 길이120mm, 홈길이70mm이다. 여유면은 2단으로 연삭하고 선단각은 일반적 트위스트 드릴보다 크다. 웨브 두께는 3.9mm이고, 두개의 절삭날 드릴보다 두껍다. 사선에 표시한 인선부에서는 경사면의 연삭과 치질부에 대하여 시닝이 되어 있다. 고속도강계 세개의 절삭날 드릴과는 다르고, 경사각이 0°, 치질부의 직경이 1mm, 주 절삭날의 연장이 드릴의 중심을 지나서 특수한 인선형상으로 되어있다. 초경 세개의 절삭날 드릴의 절삭성능을 비교하기 위해서 초경 세개의 절삭날 드릴과 같은 직경의 두개의 절삭날 드릴에서도 같은 구멍가공을 하였다. 두개의 절삭날 드릴의 치수는 길이125mm, 홈길이 80mm이다. 이 드릴은 선단각 140° 주절삭날 외, 주부에서의 여유각 12°, 웨브 두께 2mm, 비틀림각

2. 실험장치 및 실험방법

2.1 시험편 및 실험공구

31°의 절삭날 형상을 갖고 있다. 재질은 K20계열의 TiC코팅이 되어있다.

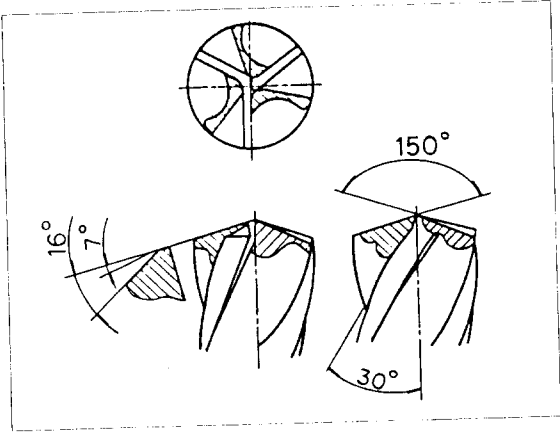


Fig. 1 Shape of the drill

2.2 실험 장치

본 실험에 사용된 장치는 2-Spindle type의 CNC Mahining Center(Model: MC340, Stama GmbH)로서 Fig. 2는 실험장치를 나타내었으며, 이상치의 가공능력은 드릴직경 Max. $\phi 27$, 밀링 $150\text{cm}^3/\text{min}$, Spindle Torque 70Nm의 능력을 가진 기계로서 시험을 하였다. 그리고 공작물의 $120\text{kg}/\text{cm}^2$ 유압으로 고정할 수 있는 지그를 사용하였고 시험편의 내경측정은 1/100mm의 실린더 게이지를 이용하여 변화량을 측정하였고, 표면거칠기는 Surface Roughness tester(Taylor Hobson: Form talysrn), 진원도는 Roundness tester(Feinprof:Formmeter F3P)로 측정하였다.

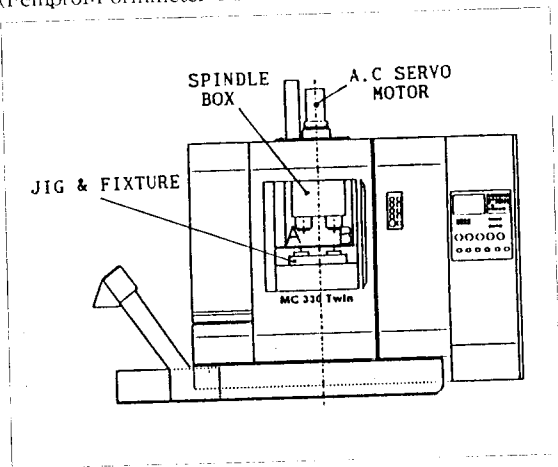


Fig. 2 Schematic of the test equipment

2.3 실험방법

공작물을 2-Spindle의 머시닝센터의 테이블에 고정하고, 공구홀드에 공구를 고정하고 공구 회전방식에

의하여 길이 25mm의 관통구멍을 가공하였다.

그리고 Spindle "A"에는 3개의 절삭날 드릴, "B"에는 2개의 절삭날 드릴을 고정하여 절삭속도 $V=110\text{ m}/\text{min}$, $F=190\text{ mm}/\text{min}$ 으로 가공하였다. 구멍가공 후 피삭제를 가공구멍 소정의 위치까지 원주방향으로 가공구멍의 형상을 측정하였다. 이것들의 측정은 구멍입구에서 깊이 2.5mm, 및 22.5mm의 두개 단면에서 실시하였다. 즉 기준원의 크기를 정하기 위해서 구멍가공 실험에 앞서 직경 18.5mm의 드릴을 다이얼게이지로 교정을 하였다. 가공구멍의 표면 거칠기는 구멍의 중앙에서 축방향으로 중심선 평균 거칠기를 구하였다.

3. 실험결과 및 고찰

가공구멍 입구에서 두개의 절삭날과 세개의 절삭날에 대한 가공길이별 직경 변화를 Fig. 3에 표시하였다. 초경 세개의 절삭날 드릴과 두개의 절삭날 드릴의 결과를 비교하여 보면 가공길이 10m 부근에서는 두개의 절삭날 드릴의 직경 변화가 $32\mu\text{m}$ 으로 급격히 증가하지만 오히려 세개의 절삭날 드릴의 경우는 10m이후에서는 $25\mu\text{m}$ 정도에서 완만한 직경의 변화를 보인다. 따라서 직경의 변화는 두개의 절삭날 드릴 보다 세개의 절삭날 드릴이 가공정도가 개선된다고 생각된다.

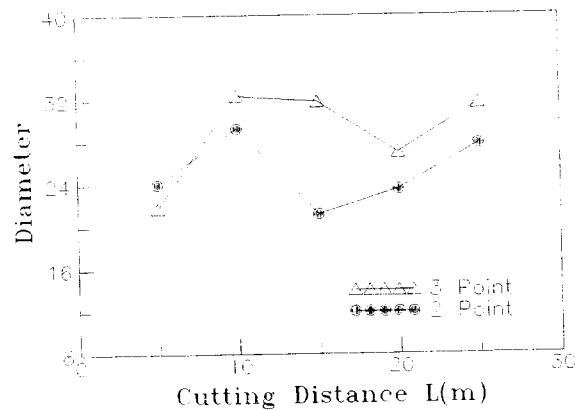


Fig. 3 Over size of the diameter

Fig. 4에 나타난 초경 세개의 절삭날 드릴과 두개 절삭날 드릴에 의해 가공된 구멍 중심축의 기울어짐은 양 드릴에서 보면 세개의 절삭날 드릴에서는 초기 기울기값이 두개의 절삭날 드릴과 일치하지만, 10m 부근에서는 기울기 값이 $25\mu\text{m}$ 정도로 크게 변하며, 그 이후에서는 점점 감소함을 알 수 있었고, 가공길이 25m 부근에서는 중심축의 기울기 값이 $23\mu\text{m}$ 로 가장 작게 됨을 알 수 있었다. 이것은 이송이 약 $0.1\text{mm}/\text{rev}$ 일 때 칩의 배출이 순조롭고 절삭력이 그다지 크게되지 않기 때문이라고 생각할 수 있다. 따라서 높은 가공 정도의 구멍을 얻기 위해서는 적당한 이송량에서 작업을 하여야만 한다.

Fig. 4에 보는 바와 같이 초경 세계의 절삭날 드릴에 의해 가공된 구멍 중심축의 기울기 값이 두계 절삭날 드릴의 것에 비교해서 가공길이가 증가할수록 상당히 양호한 경향을 나타낸다. Fig. 3, 4에 있어서 두계 절삭날 드릴과 세계 절삭날 드릴의 가공정도에 대하여 가공길이에 따라 두계 절삭날의 경우는 직경의 변화가 불규칙적이고, 세계 절삭날의 경우는 직경변화의 산포가 완만함을 나타내고 있음을 알 수 있다.

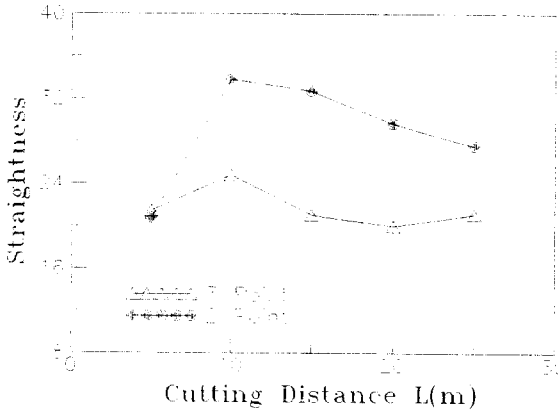


Fig. 4 Straightness to cutting distance

Fig. 5에서는 두 계 절삭날 및 세 계 절삭날 드릴의 단면에서 진원도를 측정된 결과를 나타내었다. 상부에서 구멍길이 2.5mm, 및 하부 22.5mm의 진원도이다. 초경 세계 절삭날 드릴의 진원도는 구멍의 입구에서 21.7 μ m 정도로서 상당히 나쁘지만 가공의 진행과 더불어 진원도가 향상되고, 구멍의 출구 부분에서는 두계의 절삭날 드릴의 29.3 μ m보다 상당히 우수함을 알 수 있었다. 그리고 세 계의 절삭날 드릴에서의 진원도 형상은 Fig. 6에 나타내었다.

Fig. 7에서는 양 드릴에 의해 가공된 구멍의 표면 거칠기(중심선 평균거칠기:Ra)의 비교를 나타내었다.

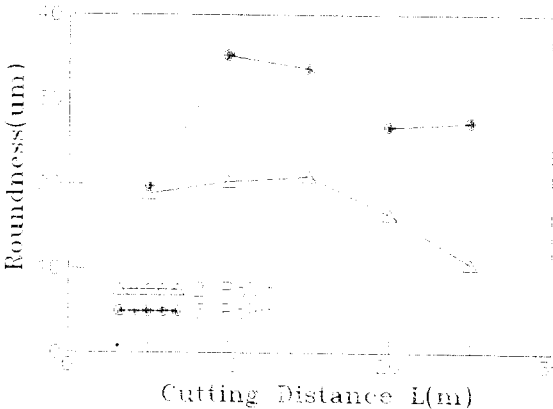


Fig. 5 Roundness to cutting distance

초경 세계의 절삭날 드릴에 의해 가공된 구멍은 두계 절삭날 드릴에 의한 것과 비교하면 다소 낮은 표면 거칠기가 나타남을 알 수 있었다.

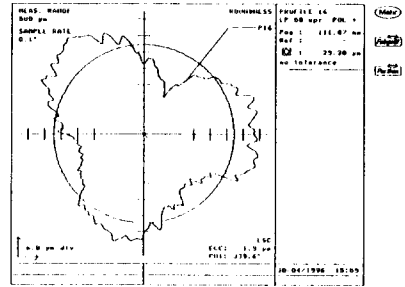


Fig. 6 Type of the Roundness

Fig. 3과 Fig. 7에 표시한 결과에서 의해 초경 세계의 절삭날 드릴을 사용한 경우 진직구멍을 가공할 수 있고 구멍축 방향의 표면거칠기는 다소 두 계 절삭날 드릴에 비하여 떨어지나, 구멍입구에서의 진원도는 두계 절삭날 드릴에 비하여 상당히 양호하다. 이것들의 원인을 구명하기 위하여 고찰하여 보면 분실험에 사용한 드릴의 직경은 $\phi 18.5\text{mm}$ 로서 구멍길이 방향에서의 직경의 변화를 조사하는것에 따라 초경 세계의 절삭날 드릴에서 보여진 구멍 입구에서의 진원도의 변화에 대해서 검토했다. 초경 세계의 절삭날 드릴에서 가공된 구멍에서는 거의 같은 크기로 되지만 입구에서는 21 μ m 정도로 크게 되는 것을 알 수 있었다. 초경 세계의 절삭날 드릴에서 가공하면 가공구멍 입구 부분에서의 직경확대가 현저하다. 두계 절삭날 드릴에서는 다소 기복이 보여지고 가공구멍 전체에 걸쳐 거의 동일한 크기의 직경으로 되어있다. 초경 세계의 절삭날 드릴에서는 가공구멍 입구부분의 극히 제한된 범위에서 꽤 큰직경으로 되어 있지만 두계 절삭날 드릴보다도 전체적으로 원활한 구멍으로 되어 있다. 이상에 의해서 Fig.5와 Fig.6에서 설명한대로 초경 세계 절삭날 드릴에 의해서 가공된 구멍의 진원도가 두계 절삭날 드릴보다 떨어져지고 있다는 것으로 생각되어 진다. 이것들은 초경 세계 절삭날 드릴에서 구멍가공 작업중 절삭개시 직후에서 꽤 심한 진동이 자주 발생된 사실과 관계가 있다. 이 진동은 절삭속도가 꽤 빠르고 선단각이 두계 절삭날 드릴보다 꽤 큰것에 기인한 것으로 추정된다. 절삭개시 직후의 진동을 방지할수 있다면 보다 우수한 진원도를 기대할수 있다. 이상의 실험결과에서 초경 세계 절삭날 드릴을 사용하면 선단각이 크기 때문에 구멍입구 부분의 극히 제한된 범위에서 직경의 확대량이 크게되는 경향이 있는 것의 두계 절삭날 드릴에 비교하여 전반적으로 높은 가공정도를 얻을수 있는 것이 명확하게 되었다. 또 초경 세계의 절삭날 드

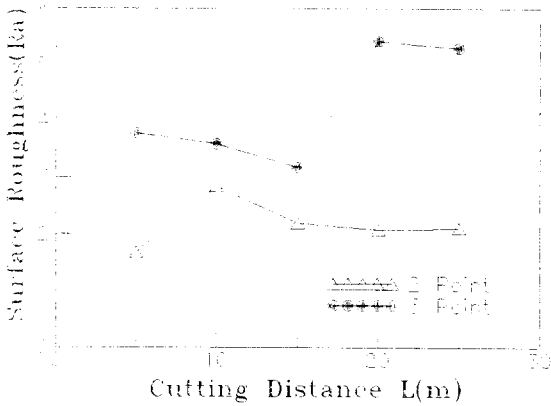


Fig. 7 Surface Roughness to cutting distance

릴의 가공정도는 표면조도를 제외하고 두께 절삭날 드릴 보다 우수하다. 이 이유는 드릴의 고강성, 공구제질과 그것에 관련하여 정한 절삭조건 칩 배출성 등의 차이에 의한 것이라 생각된다. 진원도에 관하여서는 구멍가공 개시직후에 진동이 발생하지 않도록 절삭날 형상을 개선하면 꽤 높은 정도를 얻을 수 있다. 다른쪽으로 초경 세개 절삭날 드릴은 두께 절삭날 드릴과 비교하여 꽤 고가이고 인선의 재연삭이 복잡하다. 또 직립한 절삭속도와 이송에서 작업이 이루어지지 않는 경우 혹은 공작물의 강성이나 그 지그의 강성이 충분하지 않는 경우 초경공구류의 절삭날 칩핑 현상이 발생하기 쉽다는 것이 실험을 통하여 관찰되었다. 따라서 초경 세개 절삭날 드릴의 사용에 있어서 이것들의 점을 충분히 고려할 필요가 있다.

4. 결론

특수형상을 갖는 고속절삭용에 적용한 초경 세개 절삭날 드릴과 두 개의 절삭날을 갖는 드릴의 절삭성능을 평가하기 위해서 가공구멍의 정도, 직경변화 및 기울기변화에 관한 실험을 행한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

- 1) 초경 세개 절삭날 드릴에서는 구멍입구 부분에서 극히 한정된 범위에 있어서 직경의 확대량이 크게 되는 경향이 있으며 두께 절삭날 드릴에 비하여 전반적으로 꽤 높은 정도를 필요로 하는 구멍가공이 가능하다. 가공거리가 15m이후 부터 중심축 기울기 값이 22 μ m정도로 일정하게 나타난다.
- 2) 초경 세개 절삭날 드릴의 사용에 대하여 두 개의 절삭날 드릴과의 경제적인 비교, 가공구멍의 고정도에 사용하든 공작기계나 공작물과 지그의 강성, 절삭조건 등을 충분히 고려할 필요가 있다.

참고문헌

- 1) Watson: "Drilling model for cutting lip and chisel edge and comparison of experimental and predicted results. III-Drilling model for chisel edge-", Int. J. Mach. Tool Des. Res., Vol. 25, No. 4, pp. 377~392,(1985)
- 2) Hosoi T., Hosoi R., Asano K., Horiuchi O., Hasegawa Y.: "Drilling capacity of a new carbide tipped twist drill with special edge shape", JSPM, Vol.47, No. 8, pp. 975~980 (1981)
- 3) Ogawa M., Nakayama K.: " Improved performance of twist drill by the nicks on its cutting edges" JSPM Vol. 50 No. 10 pp. 1659~1664, (1984)
- 4) John S. Agapiou: "Design characteristics of new types of drill and evaluation of their performance drilling cast iron- Drills with three major cutting edges-" Int. J. Mach. Tools Manufact Vol. 33 No. 3, pp. 343~365, (1993)