



- (51) 국제특허분류:
G06Q 50/04 (2012.01) G06Q 10/04 (2012.01)
B23Q 17/09 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2016/003279
- (22) 국제출원일: 2016년 3월 30일 (30.03.2016)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2015-0129467 2015년 9월 14일 (14.09.2015) KR
- (71) 출원인: 서강대학교산학협력단 (SOGANG UNIVERSITY RESEARCH FOUNDATION) [KR/KR]; 04107 서울시 마포구 백범로 35, Seoul (KR).
- (72) 발명자: 김낙수 (KIM, Nak-Soo); 10413 경기도 고양시 일산동구 노루목로 79, 406 동 1401 호, Gyeonggi-do (KR). 천승현 (CHEON, Seung-Hyeon); 58632 전라남도 목포시 원산중앙로 87, 308 동 904 호, Jeollanam-do (KR). 이준민 (LEE, Joon-Min); 52447 경상남도 남해군 삼동면 동부대로 1122 번길 99-4, Gyeongsangnam-do (KR). 전용근 (JEON, Young-Geun); 21523 인천시 남동구 만수서로 55, 113 동 405 호, Incheon (KR).
- (74) 대리인: 특허법인 명인 (MI PATENT & LAW FIRM); 06240 서울시 강남구 테헤란로 4길 45 5층, Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

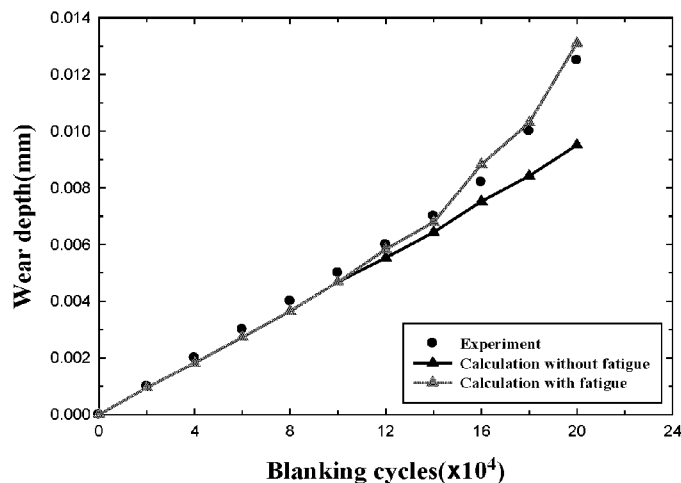
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

(54) Title: METHOD FOR PREDICTING WEAR AND LIFESPAN OF PRESS TOOL BY USING WEAR MODEL

(54) 발명의 명칭: 마모 모델을 이용한 프레스 공구의 마모 및 수명 예측 방법



(57) Abstract: A method for predicting the wear of a press tool comprises the steps of: calculating an abrasive wear amount of the press tool by applying an abrasive wear model to a finite element analysis simulation program; calculating a fatigue wear amount on the basis of a difference between the abrasive wear amount and an actually measured wear amount obtained by performing an actual press process using the press tool; and calculating a wear amount of the press tool by applying, to the finite element analysis simulation program, an abrasive wear model in which the abrasive wear amount is reflected and a fatigue wear model in which the fatigue wear amount is reflected, and using a wear simulation of the press tool.

(57) 요약서: 프레스

[다음 쪽 계속]



공구의 마모를 예측하는 방법은, 유한요소 해석 시뮬레이션 프로그램에 연삭 마모 모델을 적용하여 상기 프레스 공구의 연삭 마모량을 산출하는 단계, 상기 연삭 마모량과 상기 프레스 공구를 이용한 실제 프레스 공정을 수행하여 얻어진 실측 마모량의 차이에 기초하여 피로 마모량을 산출하는 단계, 그리고 상기 연삭 마모량이 반영된 연삭 마모 모델 및 상기 피로 마모량이 반영된 피로 마모 모델을 상기 유한요소 해석 시뮬레이션 프로그램에 적용하여 상기 프레스 공구의 마모 시뮬레이션을 이용하여 상기 프레스 공구의 마모량을 산출하는 단계를 포함한다.

명세서

발명의 명칭: 마모 모델을 이용한 프레스 공구의 마모 및 수명 예측 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 프레스 공정에서 사용되는 프레스 공구의 마모 및 수명을 예측하는 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 프레스 공구를 이용하여 판재와 같은 모재를 성형하는 프레스 공정으로는 전단 공정, 굽힘 공정, 드로잉 공정 등이 있다.
- [3] 프레스 공정에서는 공구 표면에서 공구와 판재의 접촉 및 미끄러짐에 의한 마찰이 발생하고 또한 공정 도중 판재로부터 가루나 먼지가 발생한다. 이러한 요인들이 공구 표면의 연삭 마모를 발생시키며, 나아가 프레스 공정의 특성상 공구에 지속적인 반복 하중이 작용하기 때문에 비점진적인 파괴 손실 형태의 피로마모가 발생한다. 이러한 마모는 공구의 치수 변화를 초래하고 판재 성형의 정밀성을 저하시켜 성형성과 제품의 품질에 부정적 영향을 미친다. 따라서 제품의 생산성 향상 및 원가 절감을 위해 공구의 마모량을 예측하여 적정 시기에 공구를 교체하는 것이 매우 중요하다.
- [4] 그러나 현재까지 공구의 마모량을 예측하고 공구 교체 시기를 결정하는 체계적인 방법이 알려져 있지 않기 때문에, 산업 현장에서는 실무자의 주관적인 경험이나 노하우에 의존하여 공구 마모에 의한 교체 시기를 판단하고 있다.
- [5] 이로 인해 공정 조건이나 환경이 조금만 달라져도 공구의 마모 수명을 판단하기 위해 많은 시행착오를 거쳐야 하며, 그만큼의 시간과 비용이 소모된다. 나아가 체계적인 공구 교체 시기의 판단은 프레스 공정에서 비용과 시간을 절감시키기 때문에 공구 마모 예측 기법의 체계화가 더욱 필요한 실정이다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [6] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 정량적이고 신뢰성 있는 공구 마모 예측 방법을 제공하는 것이다.

과제 해결 수단

- [7] 본 발명의 실시예에 따른 프레스 공구의 마모를 예측하는 방법은, 유한요소 해석 시뮬레이션 프로그램에 연삭 마모 모델을 적용하여 상기 프레스 공구의 연삭 마모량을 산출하는 단계, 상기 연삭 마모량과 상기 프레스 공구를 이용한 실제 프레스 공정을 수행하여 얻어진 실측 마모량의 차이에 기초하여 피로 마모량을 산출하는 단계, 그리고 상기 연삭 마모량이 반영된 연삭 마모 모델 및 상기 피로 마모량이 반영된 피로 마모 모델을 상기 유한요소 해석 시뮬레이션 프로그램에 적용하여 상기 프레스 공구의 마모 시뮬레이션을 이용하여 상기

프레스 공구의 마모량을 산출하는 단계를 포함한다.

[8] 상기 연삭 마모 모델은 수정된 Archard 모델일 수 있다.

[9] 상기 수정된 Archard 모델은 다음 수식에 의해 마모 깊이를 산출할 수 있다.

[10] [수식]

[11]

$$W = \int K \frac{P^a v^b}{H^c} dt$$

[12] 여기서, W는 마모 깊이(wear depth), P는 프레스 공구에 작용하는 수직 압력, v는 소재가 프레스 공구 표면에서 미끄러지는 속도, H는 프레스 공구의 표면 경도, t는 프레스 공구와 소재가 접촉하는 시간, K는 프레스 공구의 마모 계수, a, b, c는 프레스 공구의 마모에 영향을 미치는 인자들에 자유도를 부여하는 마모 상수를 나타낸다.

[13] 상기 K, a, b, c는 ASTM G99 규격에 따른 핀-온-디스크(pin-on-disc) 시험에 의해 구해질 수 있다.

[14] 상기 피로 마모 모델은 Lemaitre 모델일 수 있다.

[15] 상기 Lemaitre 모델은 다음 수식에 의해 손상 값 증가분을 산출하고, 상기 피로 마모량은 상기 손상 증가분을 기초로 산출될 수 있다.

[16] [수식]

[17]

$$\Delta D = \Delta \bar{\epsilon}_e^{pl} \left(-\frac{Y_e}{S_0} \right)^b \quad \text{with} \quad -Y = \frac{\bar{\sigma}_e^2}{2E(1-D)^2} \left[\frac{2}{3}(1+\nu) + 3(1-2\nu) \left(\frac{\sigma_{H,e}}{\bar{\sigma}_e} \right)^2 \right]$$

[18] 여기서, ΔD 는 피로 누적에 의한 손상 값 증가분, $\Delta \bar{\epsilon}_e^{pl}$ 는 탄성 영역에서의 변형률 증가분, Y_e 는 탄성 영역에서의 손상 스트레인 에너지 해방률(damage strain energy release rate), ν 는 포아송 비(Poisson's ratio), E 는 탄성 계수(young's modulus), D 는 손상 값, $\bar{\sigma}_e$ 는 탄성 영역에서의 유효 응력,

$\sigma_{H,e}$ 는 탄성 영역에서의 정수압 응력, S_0 와 b 는 프레스 공구의 재료에 따라 발생하는 손상 증가분의 정도를 조절하는 손상 계수를 나타낸다.

[19] 본 발명의 다른 실시예에 따른 프레스 공구의 마모 예측 방법은 상기 마모 시뮬레이션에 형상 업데이트 알고리즘을 적용하여 마모에 따른 상기 프레스 공구의 형상 변화를 반영하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[20] 상기 프레스 공구의 형상 변화를 반영하는 단계에서, 연삭 마모에 대해서는 상기 프레스 공구의 형상을 구성하는 표면 노드를 마모량에 따라 점진적으로 후퇴하는 방식으로 표면 형상을 업데이트하고, 피로 마모에 대해서는 누적된 손상치가 임계값에 도달하면 상기 프레스 공구의 형상을 구성하는 표면 요소를

제거하는 방식으로 표면 형상을 업데이트할 수 있다.

- [21] 본 발명의 다른 실시예에 따른 프레스 공구의 마모 예측 방법은 상기 프레스 공구의 소성 거동을 모사하여 상기 프레스 공구의 마모 시뮬레이션에 반영하는 단계를 더 포함할 수 있다.

- [22] 상기 프레스 공구의 소성 거동은 다음의 Johnson-cook 유동응력 수식에 의해 모사될 수 있다.

- [23] [수식]

$$[24] \quad \sigma_y = (A + B\varepsilon_p^n) \left(1 + C \ln(\dot{\varepsilon}_p / \dot{\varepsilon}_{p0})\right) \left(1 - \left((T - T_0) / (T_m - T_0)\right)^m\right)$$

- [25] 여기서, σ_y 는 유동응력이고, A 는 주어진 온도에서 정의되는 항복 응력(yield stress at a given reference temperature)이고, B 는 변형률 경화 계수(coefficient of strain hardening)이고, ε_p 는 소성 변형률(plastic strain)이고, n 은 변형률 경화 계수(strain hardening coefficient)이고, C 는 변형률 속도 경화 계수(coefficient of strain-rate hardening)이고, $\dot{\varepsilon}_p$ 는 소성 변형률 속도(plastic strain rate)이고, $\dot{\varepsilon}_{p0}$ 는 시험 결과를 반영할 수 있도록 설정되는 주어진 변형률 속도(reference strain rate)이고, T 는 온도이고, T_0 는 상온(room temperature)이고, T_m 는 녹는 온도(melting temperature)이고, m 은 재료 상수(material constant)이다.

- [26] 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 프레스 공구의 마모 예측 방법은 넥킹 이전에 발생하는 가공물의 소성 거동을 모사하여 상기 프레스 공구의 마모 시뮬레이션에 반영하는 단계를 더 포함할 수 있다.

- [27] 상기 가공물의 소성 거동은 다음의 Swift 수식에 의해 모사될 수 있다.

- [28] [수식]

$$[29] \quad \sigma_y = K (\varepsilon_0 + \varepsilon_p)^n$$

- [30] 여기서, σ_y 는 유동응력(flow stress)을 나타내고, K 는 응력 계수(stress coefficient)를 나타내며, ε_p 는 스트레인(strain)을 나타내고, ε_0 는 초기 스트레인(initial strain)을 나타내며, n 은 스트레인 경화 계수(strain hardening coefficient)를 나타낸다.

- [31] 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 프레스 공구의 마모 예측 방법은 가공물의 파단 모델을 모사하여 상기 프레스 공구의 마모 시뮬레이션에 반영하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [32] 상기 가공물의 파단 모델은 다음의 Enhanced Lemaitre 손상 모델에 의해 모사될 수 있다.
- [33] [수식]

$$\Delta D = \begin{cases} \Delta \bar{\varepsilon}^{Pl} \left(-\frac{Y}{S_0} \right)^b \frac{1}{\alpha_1 + \alpha_2 \bar{\theta}^2}, & \text{if } \bar{\varepsilon}^{Pl} > \varepsilon_D \text{ and } \eta > -\frac{1}{3} \\ 0, & \text{Otherwise} \end{cases}$$

- [35] 여기서, ΔD 는 단위 시간당 손상값 증분량(damage rate)을 나타내고, $\Delta \bar{\varepsilon}^{Pl}$ 는 등가 소성 변형률(equivalent plastic strain)을 나타내며, Y 는 영 계수(Young's modulus)를 나타내고, $\bar{\theta}$ 는 로드 상수(Lode parameter)를 나타내며, ε_D 는 스트레인 스레숄드(strain threshold, Threshold logarithmic strain at which Lemaitre damage model)를 나타내고, η 는 3축 비(triaxiality ratio)를 나타내며, α_2 는 $1 - \alpha_1$ 를 나타내고, S_0 , b , α_1 은 재료 상수(material parameter)이다.

발명의 효과

- [36] 본 발명에 의하면, 연삭 마모 모델과 피로 마모 모델을 적용하여 프레스 공구의 마모를 예측함으로써, 프레스 공구의 마모를 정확히 예측할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [37] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 프레스 공구의 마모 예측 방법에 사용되는 수정된 Archard 모델에서 핀-온-디스크 방법에 의해 프레스 공구의 재료 특성과 관련된 상수를 결정하기 위한 실험을 설명하기 위한 도면이다.
- [38] 도 2는 도 1의 핀-온-디스크 방법에 의해 실측된 마모 깊이에 맞는 그래프의 도출을 통해 프레스 공구의 재료 특성과 관련된 상수를 결정하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.
- [39] 도 3은 블랭킹 공정을 예로 하여 실험을 통해서 얻은 타발수에 따른 프레스 공구(핀치)의 마모량과 본 발명의 실시예에 따른 마모 예측 방법의 시뮬레이션을 통해 얻은 프레스 공구의 마모량을 대비하여 보여주는 그래프이다.
- [40] 도 4는 블랭킹 공정을 예로 하여 실험을 통해서 얻은 성형되는 구멍의 크기 변화와 본 발명의 실시예에 따른 마모 예측 방법의 시뮬레이션을 통해 얻은 구멍의 크기 변화를 대비하여 보여주는 그래프이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [41] 이하에서 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대해 상세히 설명한다.
- [42] 본 발명의 실시예에 따른 프레스 공구의 마모 예측 방법은 마모 모델을 이용하여 프레스 공구의 마모량을 산출하여 마모를 예측할 수 있는 방법에 관한 것이다.
- [43] 먼저, 본 발명의 실시예에 따른 프레스 공구의 마모 예측 방법은 유한요소 해석 시뮬레이션 프로그램에 연삭 마모 모델을 적용하여 프레스 공구의 연삭 마모량을 산출한다.
- [44] 여기서, 유한요소 해석 시뮬레이션 프로그램은 유한요소 해석 프로그램을 이용하는 임의의 시뮬레이션 프로그램일 수 있으며, 예를 들어 DEFORM 시뮬레이션 프로그램일 수 있다.
- [45] 본 발명의 실시예에서는, 프레스 공구의 표면에서 점진적으로 발생하는 연삭 마모량을 산출하기 위해 연삭 마모 모델을 사용하며, 연삭 마모 모델로 수정된 Archard 모델을 사용한다. 즉, 기존에 알려진 연삭 마모 모델인 Archard 모델을 수정한 수정된 Archard 모델을 유한요소 해석 시뮬레이션 프로그램에 적용하여 프레스 공구의 연삭 마모량을 산출한다.
- [46] 수정된 Archard 모델은 다음 수식에 의해 마모 깊이(W)를 산출한다.
- [47] [수식]
- [48]
- $$W = \int K \frac{P^a v^b}{H^c} dt$$
- [49] 여기서, W는 마모 깊이(wear depth), P는 프레스 공구에 작용하는 수직 압력, v는 소재가 프레스 공구 표면에서 미끄러지는 속도, H는 프레스 공구의 표면 경도, t는 프레스 공구와 소재가 접촉하는 시간, K는 프레스 공구의 마모 계수, a, b, c는 프레스 공구의 마모에 영향을 미치는 인자들에 자유도를 부여하는 마모 상수를 나타낸다.
- [50] 이때, 수정된 Archard 모델의 상수 K, a, b, c는 ASTM G99 규격에 따른 핀-온-디스크(pin-on-disc) 시험에 의해 결정될 수 있다. 구체적으로, 이들 상수는 도 1에 도시된 바와 같은 핀(10)과 디스크(20)를 이용한 실험을 통해 구해질 수 있다. 도면에 도시된 바와 같이 디스크(20)는 원판 형태를 가질 수 있다.
- [51] 예를 들어, 핀(10)은 프레스 공정에 사용되는 프레스 공구와 동일한 소재로 원기둥 형태로 형성될 수 있으며, 디스크(20)는 프레스 가공되는 판재와 동일한 소재로 형성될 수 있다. 도 1에 도시된 바와 같이, 핀(10)의 밑면을 디스크(20)의 상면에 접촉시킨 상태에서 핀(10)에 아래 방향으로 일정한 접촉 압력(P)을 가하고, 이 상태로 디스크(20)를 일정한 속도(v)로 일정 시간(t) 동안 회전시킨다. 접촉 압력(P)과 속도(v)를 변화시키면서 시험을 진행하고, 시험을 진행하면서 핀(10)의 마모 정도를 측정하고 또한 시간 또는 디스크(20)의 회전 횟수에 따른 핀(10)의 마모량 그래프를 작성한다. 그리고 상기한 수정된 Archard 모델의

수식에 이미 알고 있는 시험 조건인 P, v , 프레스 공구의 표면 경도인 H , 핀의 마모량 W 를 대입하고, 미지수 K, a, b, c 의 값을 변경하면서 실험 값과 일치하는 곡선을 구한다. 예를 들어, 도 2의 그래프에 나타난 바와 같이, 핀-온-디스크 시험을 통해 얻어진 소정 크기의 수직 하중을 가한 상태에서 디스크의 회전 횟수(cycles)와 그에 따른 마모 깊이(wear depth)를 그래프 상에 표시하고 그와 일치하는 곡선을 도출하여 미지수인 상수 K, a, b, c 를 결정할 수 있다.

- [52] 한편, 본 발명의 실시예에 따르면, 상기한 바와 같이 얻어진 수정된 Archard 모델을 이용하여 산출된 연삭 마모량과 실제 프레스 공구를 이용한 프레스 공정을 수행하여 얻어진 실측 마모량의 차이에 기초하여 피로 마모량을 산출한다. 즉, 프레스 공구에서 발생하는 마모는 연삭 마모 외에 피로 누적에 의한 피로 마모로 이루어지기 때문에, 실제 측정된 마모량에서 연삭 마모량을 제외한 나머지 부분을 피로 마모량으로 간주하는 것이다. 프레스 공정 중의 반복적인 하중에 의해 프레스 공구 내부에 손상이 누적되고 손상 값이 임계치에 도달할 경우 피로 누적에 의한 프레스 공구의 표면에서 피로 마모가 생긴다고 간주하는 것이다. 이러한 현상을 시뮬레이션으로 계산하기 위해 반복적인 하중에 의해 발생하는 손상을 계산할 수 있는 Lemaitre 모델을 피로 마모 모델로 사용한다.

- [53] 즉, 연삭 마모량과 프레스 공구를 이용한 실제 프레스 공정을 수행하여 얻어진 실측 마모량의 차이를 이용하여 피로 마모량을 산출하고, 이 피로 마모량이 반영된 피로 마모 모델을 유한요소 해석 시뮬레이션에 적용하는 것이다. 이때 피로 마모 모델로 Lemaitre 모델이 사용된다.

- [54] 일반적으로 Lemaitre 모델과 같은 손상 모델은 소성 영역에서만 손상을 계산하지만, 피로 마모의 경우 탄성 영역에서의 손상 누적에 의해 발생하는 현상이기 때문에, 기존의 Lemaitre 모델을 탄성 영역까지 확장하여 피로 마모량을 계산한다.

- [55] 본 발명의 실시예에 따르면, Lemaitre 모델은 다음 수식에 의해 손상 값 증가분(ΔD)을 산출하고, 피로 마모량은 손상 값 증가분을 기초로 산출된다.

- [56] [수식]

[57]

$$\Delta D = \Delta \bar{\epsilon}_e^{pl} \left(-\frac{Y_e}{S_0} \right)^b \quad \text{with} \quad -Y = \frac{\bar{\sigma}_e^2}{2E(1-D)^2} \left[\frac{2}{3}(1+\nu) + 3(1-2\nu) \left(\frac{\sigma_{H,e}}{\bar{\sigma}_e} \right)^2 \right]$$

- [58] 여기서, ΔD 는 피로 누적에 의한 손상 값 증가분, $\Delta \bar{\epsilon}_e^{pl}$ 는 탄성 영역에서의 변형률 증가분, Y_e 는 탄성 영역에서의 손상 스트레인 에너지 해방률(damage strain energy release rate), ν 는 포아송 비(Poisson's ratio), E 는 탄성

D 는 손상 값, $\bar{\sigma}_e$ 는 탄성 영역에서의 유효 응력, $\sigma_{H,e}$ 는 탄성 영역에서의 정수압 응력, s_0 와 b 는 프레스 공구의 재료에 따라 발생하는 손상 증가분의 정도를 조절하는 손상 계수를 나타낸다.

- [59] 이때, 손상 계수인 s_0 와 b 는 위에서 설명한 연삭 마모만을 고려한 모델의 결과와 실험 값과의 차이를 이용하여 결정될 수 있다. 예를 들어, 시뮬레이션 모델에 피로 마모 모델을 추가로 적용하여 프레스 공구의 마모량을 계산하고, 계산된 값과 실험 값과의 오차가 최소화되도록 하는 손상 계수 s_0 와 b 를 최적화 기법을 통해 도출할 수 있다.
- [60] 위에서 설명한 연삭 마모량이 반영된 연삭 마모 모델과 피로 마모량이 반영된 피로 마모 모델을 상기한 유한요소 해석 시뮬레이션 프로그램에 적용하여 프레스 공구의 마모 시뮬레이션을 도출한다.
- [61] 도 3은 블랭킹 공정을 예로 하여 실제 실험을 통해서 얻은 타발수에 따른 프레스 공구의 마모량과 시뮬레이션을 통해 얻은 프레스 공구의 마모량을 대비하여 보여주며, 도 3을 참조하면 연삭 마모 모델만을 적용한 경우(Calculation without fatigue)에 비해 피로 마모 모델을 함께 적용한 경우(Calculation with fatigue)가 실제 실험을 통해서 얻은 결과(Experiment)에 더 근접함을 알 수 있다.
- [62] 한편, 본 발명의 실시예에 따르면, 마모 시뮬레이션에 형상 업데이트 알고리즘을 적용하여 마모 진행에 따른 프레스 공구의 형상 변화를 반영할 수 있다. 예를 들어, 프레스 공구에 발생하는 연삭 마모에 대해서는 프레스 공구를 구성하는 포면 노드를 마모량에 따라 점진적으로 후퇴하는 방식으로 표면 형상을 업데이트하고, 피로 마모에 대해서는 누적된 손상치가 임계값에 도달하면 프레스 공구의 형상을 구성하는 표면 요소를 제거하는 방식으로 표면 형상을 업데이트할 수 있다. 이와 같은 방식으로 포면 형상 업데이트 알고리즘을 적용함으로써 마모 진행에 따른 프레스 공구의 형상 변화가 반영될 수 있고 그에 의해 보다 정확한 마모 예측이 가능해진다.
- [63] 한편, 도 4는 블랭킹 공정을 예로 하여 실험을 통해서 얻은 성형되는 구멍의 크기 변화와 본 발명의 실시예에 따른 마모 예측 방법의 시뮬레이션을 통해 얻은 구멍의 크기 변화를 대비하여 보여주는 그래프이며, 이를 이용하여 공구의 교체 시기를 결정할 수 있다.
- [64] 즉, 프레스 공정(예를 들어, 블랭킹 공정)이 진행됨에 따라 프레스 공구에 마모가 발생하고 프레스 공구의 마모에 의해 판재에 생성되는 구멍의 크기가 점차로 감소하게 되며, 도 4는 이와 같이 감소하는 구멍의 면적을 보여준다. 도 4를 참조하면 실험을 통해서 얻은 구멍의 면적 감소(Experiment)와 시뮬레이션 결과를 통해서 얻은 면적 감소(Calculation)는 근사하게 진행하며, 계산 결과를 선형 함수로 근사화시킨 회귀직선(regression line)은 도 4와 같다.

[65] 이를 이용하여 다음 식에 의해 프레스 공구의 교체 주기를 다음 식에 의해 산출할 수 있다.

[66] [수식]

$$[67] \quad \Delta A_{hole} = 0.0202 \times 10^{-4} N$$

[68] 여기서, ΔA_{hole} 은 구멍의 면적 감소율을 나타내고 N 은 타발수를 나타낸다.

[69] 예를 들어, 허용할 수 있는 구멍의 면적 감소량을 0.2mm²로 가정하면, 프레스 공구의 교체 주기는 위의 식에 의해 99,010타발이 된다.

[70] 한편, 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 프레스 공구의 경우 SKD11 소재로 가공될 수 있으며, Johnson-cook 유동응력 모델을 이용하여 넥킹(necking) 이전에 발생하는 프레스 공구의 재료의 소성 거동을 모사하여 마모 시뮬레이션에 반영할 수 있다. 이는 다음의 Johnson-cook 유동응력 수식에 의해 이루어질 수 있다.

[71] [수식]

$$[72] \quad \sigma_y = \left(A + B \varepsilon_p^n \right) \left(1 + C \ln(\dot{\varepsilon}_p / \dot{\varepsilon}_{p0}) \right) \left(1 - \left((T - T_0) / (T_m - T_0) \right)^m \right)$$

[73] 여기서, σ_y 는 유동응력이고, A 는 주어진 온도에서 정의되는 항복

응력(yield stress at a given reference temperature)이고, B 는 변형률 경화

계수(coefficient of strain hardening)이고, ε_p 는 소성 변형률(plastic strain)이고,

n 은 변형률 경화 계수(strain hardening coefficient)이고, C 는 변형률 속도 경화

계수(coefficient of strain-rate hardening)이고, $\dot{\varepsilon}_p$ 는 소성 변형률 속도(plastic

strain rate)이고, $\dot{\varepsilon}_{p0}$ 는 시험 결과를 반영할 수 있도록 설정되는 주어진 변형률

속도(reference strain rate)이고, T 는 온도이고, T_0 는 상온(room

temperature)이고, T_m 는 녹는 온도(melting temperature)이고, m 은 재료

상수(material constant)이다.

[74] Johnson-cook 유동응력 모델은 소성 변형률, 소성 변형률 속도, 온도에 의한 효과를 고려한 재료에 대한 현상학적 구성 모델이다.

[75] 예를 들어, 프레스 공구의 경우 SKD11 소재로 가공될 수 있으며, 공구의 재료 특성을 파악하기 위해 일반적인 인장시험을 진행할 수 있다. 그러나 SKD11 소재의 경우 다이 전용 재료로 초기 항복응력이 매우 높아 일반적인 전단 공저시 공구에 가해지는 하중이 공구의 초기 항복 응력 점에 도달하지 못하고

탄성변형만을 유발하기 때문에 공구의 경우에는 소성 거동을 표현하는 재료 특성이 공구의 마모를 평가하는데 큰 비중을 차지하지 않는다. 이러한 이유로 본 발명의 실시예에서는 SKD11 소재의 재료특성은 상기 수식에 의해 이미 알려진 다음의 표의 값을 사용하였다.

[76] [표]

[77]

J-C flow stress coefficient: $\sigma_y = (A + B\varepsilon_p^n)(1 + C \ln(\varepsilon_p / \varepsilon_{p0})) \left(1 - ((T - T_0) / (T_m - T_0))^m\right)$			
<i>A</i>	1766 MPa	<i>B</i>	904 MPa
<i>n</i>	0.39	<i>c</i>	0.012
<i>T_m</i>	1733 K	<i>T₀</i>	298 K
<i>M</i>	3.38		
Mechanical properties			
Young's modulus	208 GPa	Poisson's ratio	0.3
Yield stress	1766 MPa	Rockwell hardness	58 HRC

[78] 한편, 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 넥킹 이전에 발생하는 가공물(판재)의 소성 거동을 모사하여 마모 시뮬레이션에 반영할 수 있다. 예를 들어, 판재는 SUS430으로 형성될 수 있으며, Swift 유동응력 모델을 이용하여 넥킹 이전에 발생하는 재료의 소성 거동을 모사하여 마모 시뮬레이션에 반영할 수 있다. 이는 다음의 Swift 수식에 의해 이루어질 수 있다.

[79] [수식]

[80]

$$\sigma_y = K(\varepsilon_0 + \varepsilon_p)^n$$

[81] 여기서 σ_y 는 유동응력(flow stress)을 나타내고, K 는 응력 계수(stress coefficient)를 나타내며, ε_p 는 스트레인(strain)을 나타내고, ε_0 는 초기 스트레인(initial strain)을 나타내며, n 은 스트레인 경화 계수(strain hardening coefficient)를 나타낸다. 이때, 재료 상수인 응력 계수, 스트레인, 초기 스트레인은 상온 인장시험과 시뮬레이션을 통해 결정될 수 있다.

[82] 이러한 Swift 수식에 의해 재료의 소성변형이 일어나기 시작하는 순간부터

넥킹이 일어나기 전까지의 거동을 모사할 수 있다.

- [83] 한편, 본 발명의 다른 실시예에 따르면, Enhanced Lemaitre 손상 모델을 이용하여 가공물(판재)의 파단 모델을 모사하여 마모 시뮬레이션에 반영할 수 있다. 예를 들어, 판재는 SUS430으로 형성될 수 있으며, Enhanced Lemaitre 손상 모델을 이용하여 넥킹 이후의 재료의 파단을 모사하고 재료의 전단 특성을 고려할 수 있다. 이는 다음의 Swift 수식에 의해 이루어질 수 있다.

[84]

$$\Delta D = \begin{cases} \Delta \bar{\epsilon}^{pl} \left(-\frac{Y}{S_0} \right)^b \frac{1}{\alpha_1 + \alpha_2 \bar{\theta}^2}, & \text{if } \bar{\epsilon}^{pl} > \epsilon_D \text{ and } \eta > -\frac{1}{3} \\ 0, & \text{Otherwise} \end{cases}$$

- [85] 여기서, ΔD 는 단위 시간당 손상값 증분량(damage rate)을 나타내고, $\Delta \bar{\epsilon}^{pl}$ 는 등가 소성 변형률(equivalent plastic strain)을 나타내며, Y 는 영 계수(Young's modulus)를 나타내고, $\bar{\theta}$ 는 로드 상수(Lode parameter)를 나타내며, ϵ_D 는 스트레인 스레숄드(strain threshold, Threshold logarithmic strain at which Lemaitre damage model)를 나타내고, η 는 3축 비(triaxiality ratio)를 나타내며, α_2 는 $1 - \alpha_1$ 를 나타내고, S_0 , b , α_1 은 재료 상수(material parameter)이다.

- [86] 이상에서 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

산업상 이용가능성

- [87] 본 발명은 프레스 공구의 수명을 예측할 수 있는 방법에 관한 것으로 산업상 이용가능성이 있다.

청구범위

- [청구항 1] 프레스 공구의 마모를 예측하는 방법으로서,
유한요소 해석 시뮬레이션 프로그램에 연삭 마모 모델을 적용하여 상기
프레스 공구의 연삭 마모량을 산출하는 단계,
상기 연삭 마모량과 상기 프레스 공구를 이용한 실제 프레스 공정을
수행하여 얻어진 실측 마모량의 차이에 기초하여 피로 마모량을
산출하는 단계, 그리고
상기 연삭 마모량이 반영된 연삭 마모 모델 및 상기 피로 마모량이 반영된
피로 마모 모델을 상기 유한요소 해석 시뮬레이션 프로그램에 적용하여
상기 프레스 공구의 마모 시뮬레이션을 이용하여 상기 프레스 공구의
마모량을 산출하는 단계를 포함하는 프레스 공구의 마모 예측 방법.
- [청구항 2] 제1항에서,
상기 연삭 마모 모델은 수정된 Archard 모델인 프레스 공구의 마모 예측
방법.
- [청구항 3] 제2항에서,
상기 수정된 Archard 모델은 다음 수식에 의해 마모 깊이를 산출하는
프레스 공구의 마모 예측 방법.
- [수식]

$$W = \int K \frac{P^a v^b}{H^c} dt$$

(여기서, W는 마모 깊이(wear depth), P는 프레스 공구에 작용하는 수직
압력, v는 소재가 프레스 공구 표면에서 미끄러지는 속도, H는 프레스
공구의 표면 경도, t는 프레스 공구와 소재가 접촉하는 시간, K는 프레스
공구의 마모 계수, a, b, c는 프레스 공구의 마모에 영향을 미치는 인자들에
자유도를 부여하는 마모 상수를 나타냄)

- [청구항 4] 제3항에서,
상기 K, a, b, c는 ASTM G99 규격에 따른 핀-온-디스크(pin-on-disc) 시험에
의해 구해지는 프레스 공구의 마모 예측 방법.
- [청구항 5] 제1항에서,
상기 피로 마모 모델은 Lemaitre 모델인 프레스 공구의 마모 예측 방법.
- [청구항 6] 제5항에서,
상기 Lemaitre 모델은 다음 수식에 의해 손상 값 증가분을 산출하고, 상기
피로 마모량은 상기 손상 증가분을 기초로 산출되는 프레스 공구의 마모
예측 방법.
- [수식]

$$\Delta D = \Delta \bar{\epsilon}_e^{pl} \left(-\frac{Y_e}{S_0} \right)^b \quad \text{with} \quad -Y_e = \frac{\bar{\sigma}_e^2}{2E(1-D)^2} \left[\frac{2}{3}(1+\nu) + 3(1-2\nu) \left(\frac{\sigma_{H,e}}{\bar{\sigma}_e} \right)^2 \right]$$

(여기서, ΔD 는 피로 누적에 의한 손상 값 증가분, $\Delta \bar{\epsilon}_e^{pl}$ 는 탄성 영역에서의 변형률 증가분, Y_e 는 탄성 영역에서의 손상 스트레인 에너지 해방률(damage strain energy release rate), ν 는 포아송 비(Poisson's ratio), E 는 탄성 계수(young's modulus), D 는 손상 값, $\bar{\sigma}_e$ 는 탄성 영역에서의 유효 응력, $\sigma_{H,e}$ 는 탄성 영역에서의 정수압 응력, S_0 와 b 는 프레스 공구의 재료에 따라 발생하는 손상 증가분의 정도를 조절하는 손상 계수를 나타냄)

[청구항 7] 제1항에서,
상기 마모 시뮬레이션에 형상 업데이트 알고리즘을 적용하여 마모에 따른 상기 프레스 공구의 형상 변화를 반영하는 단계를 더 포함하는 프레스 공구의 마모 예측 방법.

[청구항 8] 제7항에서,
상기 프레스 공구의 형상 변화를 반영하는 단계에서, 연삭 마모에 대해서는 상기 프레스 공구의 형상을 구성하는 표면 노드를 마모량에 따라 점진적으로 후퇴하는 방식으로 표면 형상을 업데이트하고, 피로 마모에 대해서는 누적된 손상치가 임계값에 도달하면 상기 프레스 공구의 형상을 구성하는 표면 요소를 제거하는 방식으로 표면 형상을 업데이트하는 프레스 공구의 마모 예측 방법.

[청구항 9] 제1항에서,
상기 프레스 공구의 소성 거동을 모사하여 상기 프레스 공구의 마모 시뮬레이션에 반영하는 단계를 더 포함하는 프레스 공구의 마모 예측 방법.

[청구항 10] 제9항에서,
상기 프레스 공구의 소성 거동은 다음의 Johnson-cook 유동응력 수식에 의해 모사되는 프레스 공구의 마모 예측 방법.

[수식]

$$\sigma_y = \left(A + B \epsilon_p^n \right) \left(1 + C \ln(\dot{\epsilon}_p / \dot{\epsilon}_{p0}) \right) \left(1 - \left((T - T_0) / (T_m - T_0) \right)^m \right)$$

(여기서, σ_y 는 유동응력이고, A 는 주어진 온도에서 정의되는 항복 응력(yield stress at a given reference temperature)이고, B 는 변형률 경화

계수(coefficient of strain hardening)이고, ϵ_p 는 소성 변형률(plastic strain)이고, n 은 변형률 경화 계수(strain hardening coefficient)이고, C 는 변형률 속도 경화 계수(coefficient of strain-rate hardening)이고, $\dot{\epsilon}_p$ 는 소성 변형률 속도(plastic strain rate)이고, $\dot{\epsilon}_{p0}$ 는 시험 결과를 반영할 수 있도록 설정되는 주어진 변형률 속도(reference strain rate)이고, T 는 온도이고, T_0 는 상온(room temperature)이고, T_m 는 녹는 온도(melting temperature)이고, m 은 재료 상수(material constant)임)

[청구항 11] 제1항에서,
넥킹 이전에 발생하는 가공물의 소성 거동을 모사하여 상기 프레스 공구의 마모 시뮬레이션에 반영하는 단계를 더 포함하는 프레스 공구의 마모 예측 방법.

[청구항 12] 제11항에서,
상기 가공물의 소성 거동은 다음의 Swift 수식에 의해 모사되는 프레스 공구의 마모 예측 방법.

[수식]

$$\sigma_y = K (\epsilon_0 + \epsilon_p)^n$$

(여기서 σ_y 는 유동응력(flow stress)을 나타내고, K 는 응력 계수(stress coefficient)를 나타내며, ϵ_p 는 스트레인(strain)을 나타내고, ϵ_0 는 초기 스트레인(initial strain)을 나타내며, n 은 스트레인 경화 계수(strain hardening coefficient)를 나타냄)

[청구항 13] 제1항에서,
가공물의 파단 모델을 모사하여 상기 프레스 공구의 마모 시뮬레이션에 반영하는 단계를 더 포함하는 프레스 공구의 마모 예측 방법.

[청구항 14] 제13항에서,
상기 가공물의 파단 모델은 다음의 Enhanced Lemaitre 손상 모델에 의해 모사되는 프레스 공구의 마모 예측 방법.

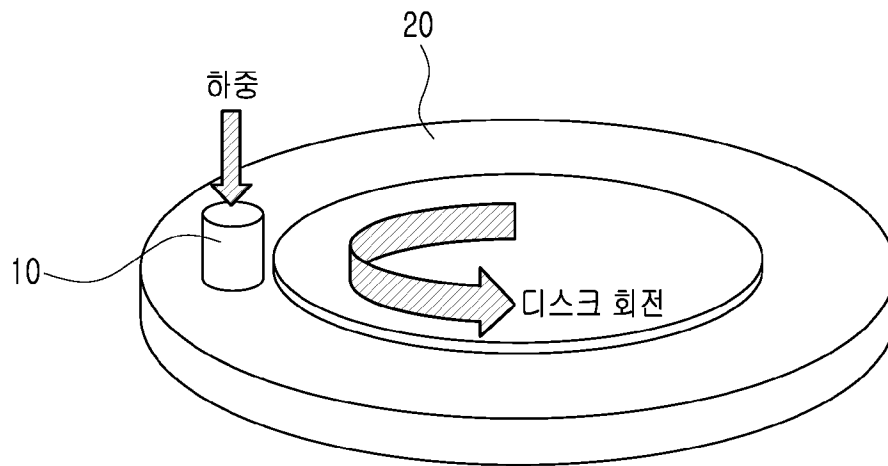
[수식]

$$\Delta D = \begin{cases} \Delta \bar{\varepsilon}^{pl} \left(-\frac{Y}{S_0} \right)^b \frac{1}{\alpha_1 + \alpha_2 \bar{\theta}^2}, & \text{if } \bar{\varepsilon}^{pl} > \varepsilon_D \text{ and } \eta > -\frac{1}{3} \\ 0, & \text{Otherwise} \end{cases}$$

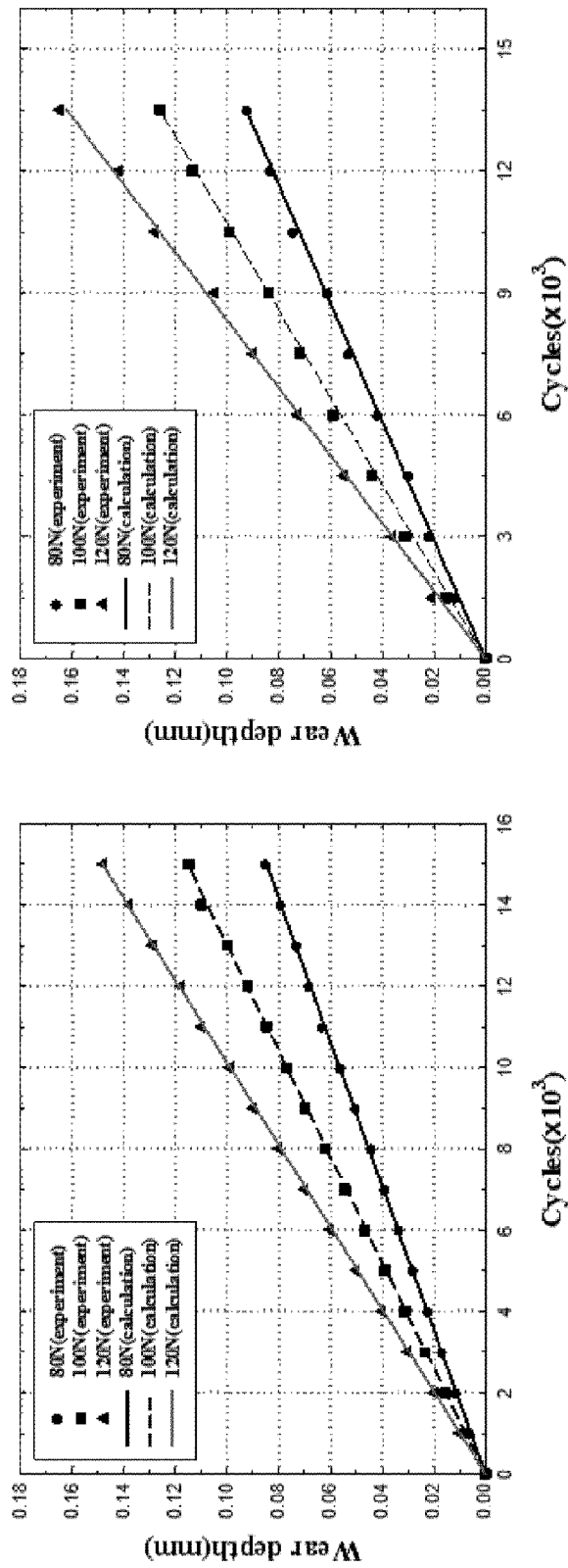
(여기서, ΔD 는 단위 시간당 손상값 증분량(damage rate)을 나타내고,

$\Delta \bar{\varepsilon}^{pl}$ 는 등가 소성 변형률(equivalent plastic strain)을 나타내며, Y 는 영
계수(Young's modulus)를 나타내고, $\bar{\theta}$ 는 로드 상수(Lode parameter)를
나타내며, ε_D 는 스트레인 스레숄드(strain threshold, Threshold logarithmic
strain at which Lemaitre damage model)를 나타내고, η 는 3축 비(triaxiality
ratio)를 나타내며, α_2 는 $1 - \alpha_1$ 를 나타내고, S_0 , b , α_1 은 재료
상수(material parameter)임)

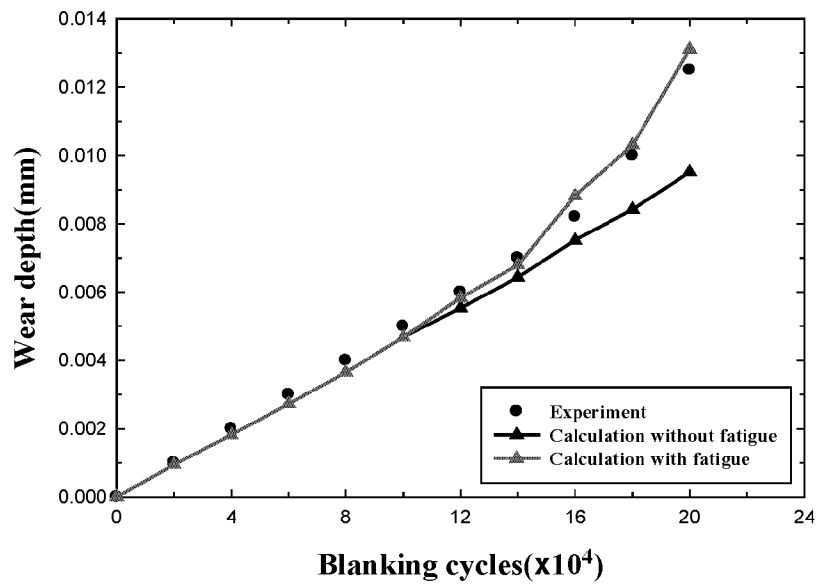
[도1]



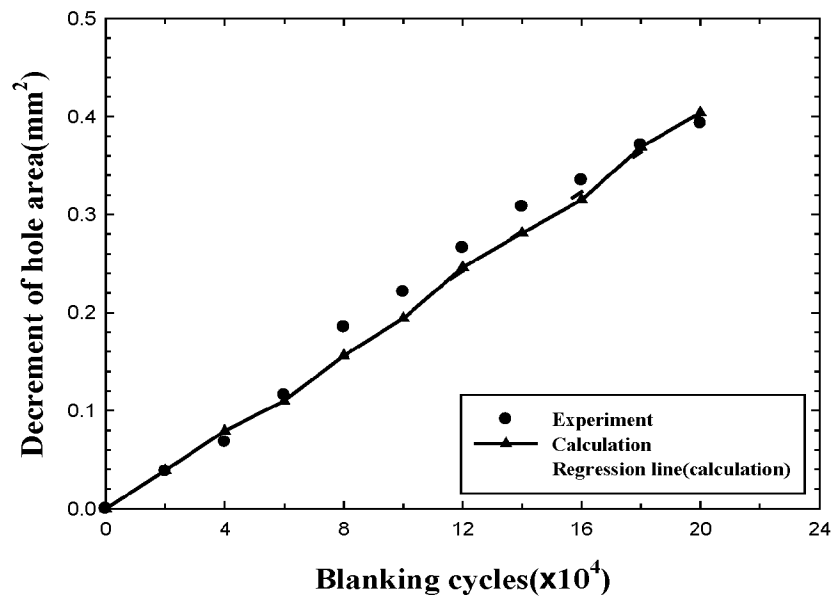
[도2]



[도3]



[도4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2016/003279**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****G06Q 50/04(2012.01)i, B23Q 17/09(2006.01)i, G06Q 10/04(2012.01)i**

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06Q 50/04; B23Q 17/09; G05B 19/404; B23Q 15/28; B24B 49/00; G06Q 10/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: wear model, fatigue, press tool, grinding wear amount, fatigue wear amount, simulation

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	KU, Ja - Kyung et al., A Study on Wear-Life Prediction of Conductor Roll Polisher in EGL Polishing Process, Journal of the Korean Society for Precision Engineering, September 2011, vol. 28, no. 9, pages 1062-1069. See pages 1063-1068.	1-4
Y		5-8
A		9-14
Y	KIM, Seul - Kee et al., Development of Computational Evaluation Method for Fatigue Crack Growth Rate based on Viscoplastic-Damage Model, Journal of the Computational Structural Engineering Institute of Korea, February 2015, vol. 28, no. 1, pages 1-8. See pages 2, 5.	5-6
Y	JP 2012-016757 A (JTEKT CORP.) 26 January 2012 See abstract, paragraphs [0007], [0022], [0030], claims 1-6 and figure 2.	7-8
A	WO 00-12260 A1 (MORI SEIKI CO., LTD. et al.) 09 March 2000 See abstract, claims 1-5 and figure 1.	1-14
A	JP 2008-221454 A (KOBE STEEL LTD.) 25 September 2008 See abstract, claims 1-5 and figure 13.	1-14



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

07 JULY 2016 (07.07.2016)

Date of mailing of the international search report

07 JULY 2016 (07.07.2016)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2016/003279

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
JP 2012-016757 A	26/01/2012	JP 05527062 B2	18/06/2014
WO 00-12260 A1	09/03/2000	EP 1027954 A1	16/08/2000
		JP 03686336 B2	24/08/2005
		US 6584415 B1	24/06/2003
JP 2008-221454 A	25/09/2008	JP 04583415 B2	17/11/2010

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

G06Q 50/04(2012.01)i, B23Q 17/09(2006.01)i, G06Q 10/04(2012.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

G06Q 50/04; B23Q 17/09; G05B 19/404; B23Q 15/28; B24B 49/00; G06Q 10/04

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드:마모 모델, 피로, 프레스 공구, 연삭 마모량, 피로 마모량, 시뮬레이션

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	구자경 등. EGL 공정용 컨터터 롤 폴리서 수명 예측에 관한 연구. 한국정밀공학회지. 2011.09. 제28권 9호, 페이지 1062-1069. 페이지 1063-1068 참조.	1-4
Y		5-8
A		9-14
Y	김슬기 등. 점소성-손상모델 기반 피로균열 진전속도 전산 평가법 개발. 한국전산구조공학회 논문집. 2015.02. 제28권 제1호. 페이지 1-8. 페이지 2,5 참조.	5-6
Y	JP 2012-016757 A (JTEKT CORP.) 2012.01.26 요약, 단락 [0007],[0022],[0030], 청구항 1-6 및 도면 2 참조.	7-8
A	WO 00-12260 A1 (MORI SEIKI CO., LTD. 등) 2000.03.09 요약, 청구항 1-5 및 도면 1 참조.	1-14
A	JP 2008-221454 A (KOBELITE LTD.) 2008.09.25 요약, 청구항 1-5 및 도면 13 참조.	1-14

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2016년 07월 07일 (07.07.2016)

국제조사보고서 발송일

2016년 07월 07일 (07.07.2016)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소



대한민국 특허청

(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,

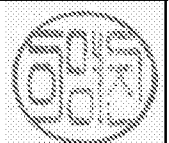
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

이명진

전화번호 +82-42-481-8474



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
JP 2012-016757 A	2012/01/26	JP 05527062 B2	2014/06/18
WO 00-12260 A1	2000/03/09	EP 1027954 A1	2000/08/16
		JP 03686336 B2	2005/08/24
		US 6584415 B1	2003/06/24
JP 2008-221454 A	2008/09/25	JP 04583415 B2	2010/11/17