대한기계학회 2000년도 추계학술대회논문집 A pp. 481~485 KSME 00F065

통신 교환기 고밀도 접속용 탄성 압입 핀의 특성 평가

신동필*. 정명영**. 홍성인***

Evaluation of Complaint Press-Fit pin for Telecommunications

Dong Pill Shin, Myung Yung Jeong and Sung In Hong

Key Words : Compliant Press-Fit Pin (탄성압입핀), Plated Through Hole (관통홀), Interconnection(접속), Telecommunication (통신), Elastic-Plastic Finite Element method (탄소성유한요소법).

Abstract

A new type of compliant press-fit pin has been developed and evaluated for use packaging of electronic telecommunications equipments. Main requirements for design are defined the upper limit of pin insertion force and the lower limit of pin retention force. Upper limit of pin insertion force is set to protect the copper plate of the inner PTH wall. Lower limit of pin retention force is set to satisfy a wire-wrapping specification. Results are represented by insertion force and retention force variations according to the front angle, rear angle and material, etc.

1. 서 론

정보 통신에 발달에 음성 통신, 데이터 통신, 이미지 통신 뿐만 아니라 영상 통신을 위한 데이터 통신 시스템이 개발되고 있다. 통신 시스템에서 사용되는 커넥터 시스템에는 에지 카드 커넥터 방식과 백플레인 커넥터 시스템이 있다.

회로기판이 직접 커넥터에 삽입되는 에지 카드 방식은 PC 의 주기판에 커넥터를 장착해 두어 애드-온 보드(add-on board)를 삽입할 수 있도록 하는 용도에 사용되어 익숙한 것으로 컴퓨터 분야에서 많이 사용되고 있다. 산업용 전자 시스템에 에지 카드 방식을 적용하는 경우에 지적되고 있는 단점으로는 (1) 에지 카드 커넥터 단자의 경도가 회로기판의 경도보다 높기 때문에 도터 카드(daughter card)를 에지 카드 커넥터에 삽입할 때 회로 기판의 선단면을 마모시키게 되고 선단면에 인쇄된 접촉점을 들뜨게 만들어 접촉이 불안해지며 (2) 단자와 회로기판의 온도 팽창계수가 다르기 때문에 장시간 반복되는 온도 상승과 하강에 의하여 접촉부위의 팽착, 수축이 반복되면서 접촉이 마모되고 마모된 찌꺼기가 오염물질이 되어 점착된다는 것이다. 물론 이러한 두 가지 현상은 진동이 있는 환경에 사용되는 경우에도 동일하다. 이러한 단점에도 불구하고 에지 카드 방식이 일반 전자 시스템에 많이 사용되고 있고 특히 컴퓨터 분야에서는 메모리모듈을 연결하는 용도로 계속적으로 발전하고 있는 이유는 (1) 도터 카드나 애드-온 보드에는 커넥터를 사용하지 않아도 되기 때문에 두 개의 커넥터를 사용하는 커넥터 시스템보다 가격이 저렴하며 (2) 에지 카드 방식이 커넥터 시스템보다 가격이 저렴하여 (2) 에지 카드 방식이 커넥터 시스템보다 전기적으로 유리한 장점이 때문인 것으로 생각된다.

백플레인 커넥터 시스템은 도터 카드와 백플레인에 각각 커넥터가 장착되어야 하므로 가격이 비싸지만 (1) 접촉을 이루는 단자와 핀의 재질이 동일하여 에지 카드 방식보다 우수한 접촉 신뢰성을 확보하고 있으며 (2) 많은 회로수를 동일한 도터 카드 공간에서 처리할 수 있는 장점이 있어 대형 전자 장비나 산업용 전자기기는 대부분 커넥터 시

* 충남대학교 대학원
** 전자통신연구원
*** 충남대학교

스템을 채택하고 있다.

여기서는 탄소성 유한 요소법을 통해 얻어진 설계 데이터로부터 제작되어진 새로운 형태의 탄성 압입 핀의 실험을 통한 평가 방법과 결과에 대해서 설명하고, 현재 개발된 탄성 압입핀의 기본 설계 개념상으로 스프링력에 미치는 많은 변수를 갖는 탄성 압입핀의 측정과 실험을 통해서 개발된 탄성 압입핀이 설계 기준에 적합한지를 평가하고자 한다.

2. 탄성 압입핀의 설계

규격의 치수를 사용하면 PTH 의 치수들은 정해지는데, 기본적으로 PTH 의 지름은 ϕ 0.55 ~ 0.65 mm 로 정해져 있고, 이 기준을 통해서 핀의 설계가 이루어진다.

이 탄성 압입 핀은 자유단과 고정단을 두어 스프링력이 발생하도록 하였다. 이런 설계 개념은 탄성 압입핀이 PTH 에 삽입시 발생하는 힘의 조절과 가공상이 문제를 해결하는 위한 설계이다. Fig.1 에서 보여지듯이 설계 변수로 후방부와 연결되지 않는 자유단과 연결되어 있는 고정단 사이의 거리인 최대 변위폭, 자유단과 고정단의 폭,전방부의 삽입각인 전방각, 고정단과 연결된 후방부의 후방각이 정해졌다.

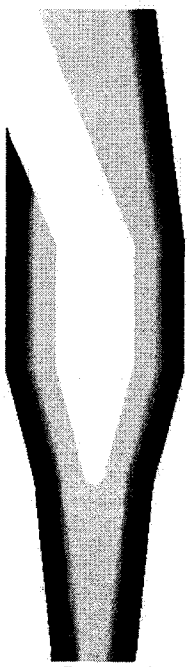


Fig.1 Compliant press-fit part of Compliant press-fit pin

최대 변위폭는 핀이 탄성 작용하는 데 중요한 치수가 된다. 이 치수는 PTH 의 최대 지름인 0.65mm 에 의해 최소 치수가 정해진다. 제작되어진 탄성 압입핀의 최대 변위폭은 0.4mm 를 기준으로 제작되었다. 이 값은 탄성 압입핀의 제작시 가장 문제가 되는 부분으로 현재 판두께가 0.4mm 으로 정해져 있어, 판두께와 최대 변위폭을 같게 하는 것으로 정했다. 최대 변위폭은 탄성 압입핀의 탄소성 거동중 소성 거동에 영향을 미치게 되므로 작게 하는 것이 좋다. 최대 변위폭은 0.1~0.45mm의 값이 가능하다. 이 수치의 최소 값은 PTH 의 직경이 0.65mm 일 때 탄성력이 0 인 경우이므로, 이 값보다는 커야 한다. 최대 값 0.45mm 는 하우징의 치수를 참조하였다.

자유단과 고정단의 폭치수는 PTH 의 최소 지름인 0.55mm 에 의해 최대 치수가 결정되는데, 핀이 PTH 에 삽입될 때, 자유단과 고정단의 폭의 합이 PTH 보다 커지면 Solid press-fit pin 과 같은 역할을 하게 된다. 이 치수는 0.25mm 를 기준으로 하였다.

고정단과 자유단의 폭을 각각 다르게 하는 모델을 정하여 해석하였을 때, 고정단과 자유단의 폭을 같게 하는 모델과 비교하여 그리 큰 차이를 나타내지는 못했지만, 전방부에서 비대칭적인 변형을 심화시키는 현상을 보여 주고 있다. 이 때문에 전방부에서는 고정단과 자유단을 같은 폭으로 설계하였고, 후방부에서의 폭을 증가시켰다. 고정단과 자유단이 폭을 같게 하고, PTH 의 공차를 고려할 때 후방부에서의 폭은 0.3mm 까지 증가시킬 수 있다.

이 모델에서는 경사부가 3 곳 존재하는데, 각기의 각도는 매우 중요하다. 일단 PTH 에 삽입되는 방향의 경사부의 각도를 전방각, 반대 쪽의 경사부의 각도를 후방각이 한다. 전방각과 후방각에 따라 변하게 될 삽입력과 추출력을 비교하여 적당한 각을 찾아야 한다. 해석을 통해서 전방각과 후방각을 찾아내었다. 스프링력의 대부분을 전방부에서 담당하게 되어 전방각 40° -60° 의 범위에서 더 높은 삽입력과 추출력이 계산되었으나, 전방각이 클 경우 삽입력이 증가되고, 심각한 경우에는 좌굴이 발생하여 30° 로 설계되었다.

3. 실험 방법

3.1 탄성 압입핀의 제작

Fig.2 는 제작되어진 탄성 압입핀을 3D precision vision 을 이용하여 촬영한 사진으로 탄성 압입핀의 탄성 압입부만을 확대하였다. 촬영에 사용된 3D precision vision 은 현재 탄성 압입핀의 치수 측정에 사용되고 있다. Fig.2 에서 3D precision vision 는 작동 원리상으로 반사광과 투과광을 사용하여 핀의 부분 중에 비교적 밝은 부분은 평평한 부분을 나타내고, 어두운 부분은 라운드 부분을 나타낸다.

탄성 압입핀의 재료로는 베릴륨동 C17410HT 와 인청동 C5210R-1/2H, C5210R-EH 2 종을 사용하였다. 베릴륨 동은 구리와 강철의 성질을 혼합한 같은 우수한 성질을 갖음으로써 다양한 용도를 갖는다. 열전도율이 좋고 내마모성이 뛰어나기 때문에 생상성이 높은 프라스틱 사출금형 재료로, 전기 전도율이 좋으면서 스프링성이 우수하고 고온에서도 높은 응력이완 저항력을 보유하므로 우수한 전기적 스프링 재료로 쓰인다.

탄성 압입핀은 프레스 가공으로 순차 이송 다이(progressive die)를 이용하여 제작하였다. 제작 공정 상에서 최대변위폭의 펀칭과 라운딩 부의 제작에 어려움이 있었다.

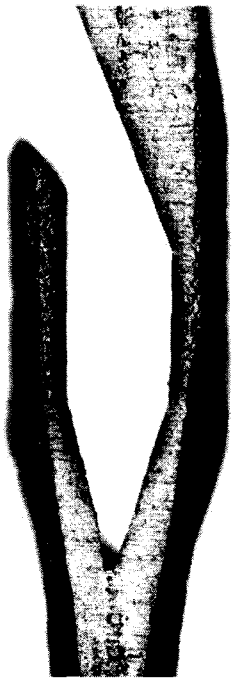
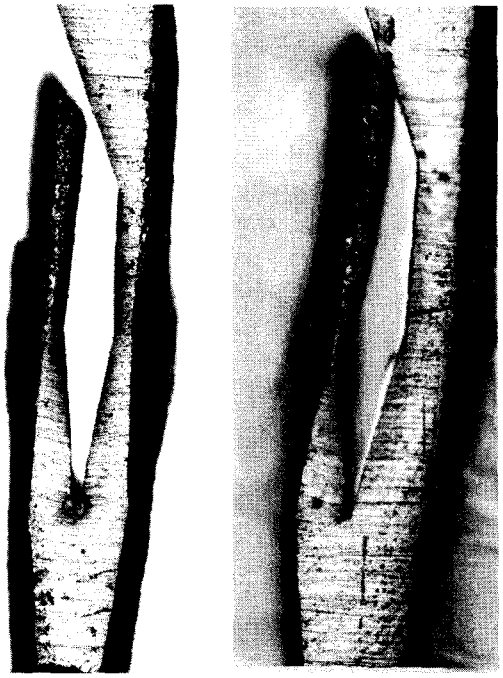


Fig.2 Compliant press-fit pin

3.2 삽입 시험과 인출 시험

UTM 을 이용하여 탄성 압입핀의 삽입 시험과 인출 시험을 실시하였다. 삽입과 인출은 연속적으로 진행되어지는데, 핀이 PTH 에 삽입과 인출될 때의 속도가 25~ 50mm/min으로 정해져 있는데, 해석에서는 25mm/min 으로 하였다. PTH 가 있는 Backplane 의 두께는 1.4~5.6mm으로 규정되어 있으나, 실제로는 3.2mm 또는 4.8mm 두께의 백플레인을 사용하므로, 백플레인의 두께는 4.8mm 로 하여 제작되었다. Fig.3 은 인출 후의 탄성 압입핀의 모습으로 Fig.3a 는 자유단과 고정단의 탄성부 두께가 같을 때 나타나는 변형 후 모습으로 안정적으로 자유단과 고정자의 변형이 이루어지고 있다. Fig.3b는 고정단의 도입부와 탄성부 모두가 큰 경우의 변형으로 자유단의 소성 거동이 크게 삽입 발생하는 경우이다.



(a) (b)

Fig.3 Defomed compliant press-fit pin

4. 실험 결과 및 고찰

현재 개발된 탄성 압입핀의 기본 설계 개념상으로 스프링력에 미치는 많은 변수를 가지고 있다. FEM 해석을 통한 데이타로부터 얻어진 설계로 제작된 탄성 압입핀의 측정과 실험을 통해서 개발된 탄성 압입핀이 설계 기준에 적합한지를 평가하고

자 한다.

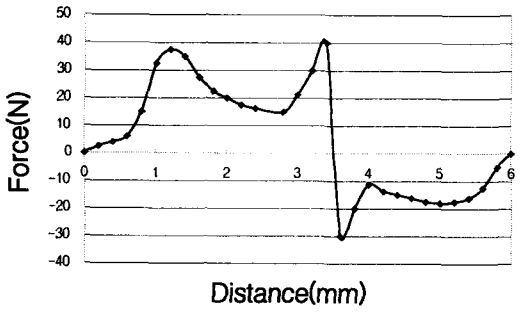


Fig.4. Insertion force and retention force variations of C17410HT

Fig.4,5,6은 재료에 따른 삽입력과 인출력을 나타낸 그래프이다. 삽입력의 기준은 200N 이하이고, 인출력의 기준은 20N 이상이다. 모두 기준에 만족하고 있으나, 베릴륨동이 인출력이 인청동보다 약간 크게 나왔다. 현재의 탄성 압입핀의 특성상 도입부의 소성 거동으로 인해 삽입력이 증가함을 Fig.을 통해 알 수 있다.

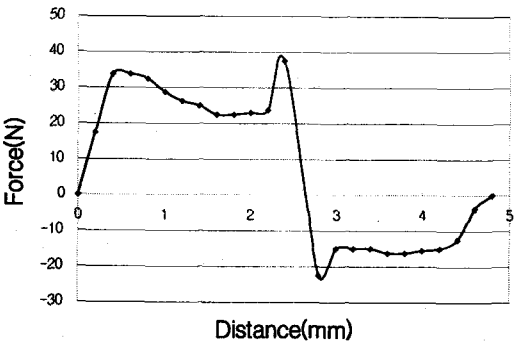


Fig.5 Insertion force and retention forcevariations of C5210R-1/2HT

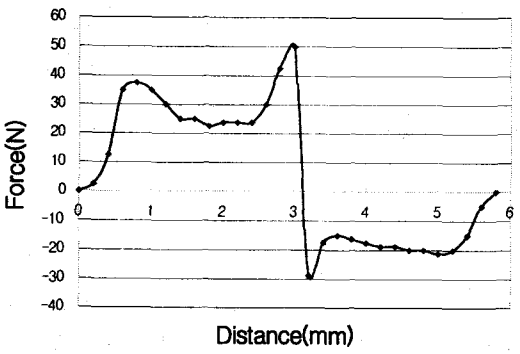


Fig.6 Insertion force and retention force variations of C5210R-EH

Fig.7 은 female pin 제작 초기의 female pin 에서의 male 부를 나타내고 있다. 이 핀을 PTH 에서 삽입시 삽입력이 상당히 커지는 현상을 나타냈다. 삽입력과 추출력의 그림에서 보여지듯이 고정단에서 초기 삽입력의 최대점까지의 힘을 견디지 못하고 방향 방향으로 좌굴이 발생할 경우 삽입되지 못하는 경우가 발생한다. 이 핀에서 현재까지 해석에서 변수로 고려되었던 사항들은 만족하고 있다. 최대 변위 폭이나 전방각, 자유단과 고정단의 폭 역시 공차 범위 안에 있었다. 제작된 Male pin 과의 차이는 도입부의 라운드에 있었는데, Fig.2와 비교해서 보면, Fig.7 에서의 도입부 부분에 검은 부분이 매우 적음을 알 수 있다. 치수 상에는 별 차이가 없었지만, 라운드의 차이에 의해서 삽입력이 증가되었고, 이에 따라 삽입에 문제가 발생했다.

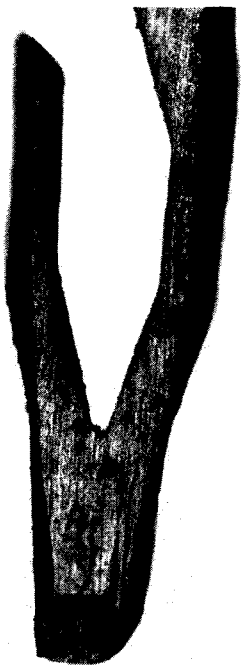


Fig. 7 Complaint pressfit part of female pin

Fig.8 는 펀치의 센터가 고정단 쪽으로 편심되어서 고정단 부분의 전체 치수가 자유단 보다 작아진 경우이다. 사진의 경우에는 고정단이 소성거동을 하면서 삽입 진행되지만, 대부분의 경우에는 고정단의 좌굴이 발생하여 삽입이 진행되지 않는 방향으로 휘어져 버렸다.

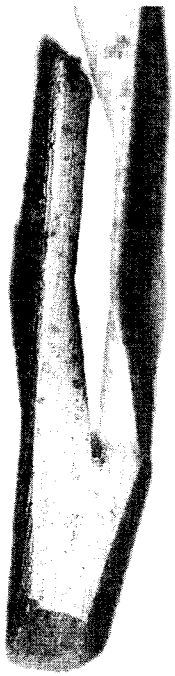


Fig. 8 Deformed Complaint press-fit part of female pin

5. 결 론

해석을 통해 설계, 제작된 탄성 압입핀의 스프링력을 평가하기 위해 삽입 시험과 입출 시험을 실시하였다. 탄성 압입핀의 스프링력은 탄성압입핀의 전기적 특성과 관계를 갖으며, 적정 수준의 스프링력을 보유하고 있어야 안정적인 전기 특성을 나타낼 수 있다. 탄성 압입핀의 스프링력을 직접적으로 측정하는 것은 불가능하므로, 탄성 압입핀의 삽입력과 인출력의 수준을 정해 놓고 있다. 현재 제작된 탄성 압입핀은 이 수준을 만족하고 있음을 확인하였다.

참고문헌

(1) P. J. Tamburro, 1977, Press-Fit Pins in Printed Circuit Boards Third, Forth, Fifth and Sixth Test Series, Proc. 10th Connector Symposium, pp.2-20.

(2) T. Kanai, Y. Ando, and S. Inagaki, 1985, Design of a Complaint Press-Fit Pin Connection, IEEE Trans. Comp. Hybrids, Manufact., Techno., Vol. CHMT-8, no. 1, pp. 40-45.

(3) Clifford L. Wings, " A Printed-Circuit-Board Connector Family with up to Forty-Eight Contacts per Inch of Board Height", IEEE Transaction on Components, Hybrids and Manufacturing Technology, Vol. CHMT-3, No. 4 December 1980

(4) Ram P. Goel and Edward Guancial, "Stress Distributions around an Interference-Fit Pin Connection in a Plated Through Hole", IEEE transactions on Componets, hybrids and manufacturing Techology, Vol. CHMT-3, No.3. 1980

(5) K. Yasuda, S. Inagaki and K.Nakano, " A High Density Multipin Connector with Newly Developed Miniature Compliant Press-In Pin Connection " , IEEE , pp 121-126, 1989