

피로시험용 프로그램 개발에 관한 연구

이종선, 박규선*, 백준현(대진대학교), 김엽래(경민대학), 윤희중(인천기능대학)

A Study on the Program Development of Fatigue Test

Jong-Sun Lee, Gyu-Sun Park*, Jun-Hyun Baek(Daejin Univ.), Yeob-Rae Kim
(Kyoungmin College), Hee-Joung Youn(Inchon Polytechnic College)

Abstract

This study is object to program development of fatigue test for universal testing machine. Fatigue program is consist of test simulation, data analysis and print report by control fatigue testing program which expansively applies tension-compression tests with using oil pressure mechanism by Visual Basic software runnig under windows 98.

Keywords : Fatigue Test(피로시험), Universal Testing Machine(만능재료시험기), Specimen(시편), Data Analysis(데이터 분석), Least Square Method(최소자승법)

1. 서 론

기계부품은 사용중에 마모가 진행되고, 점차로 정밀도가 저하된다. 이것은 서서히 진행하므로 사고를 미연에 방지하는 것이 비교적 용이하다. 그러나 피로의 진행은 외형상의 변화를 거의 수반하지 않고, 따라서 파괴가 갑자기 일어나므로 큰 사고의 원인이 되는 경우가 많다. 마모 및 피로파괴가 실제 기계부품의 파손 원인의 대부분을 차지하므로 피로파괴에 대한 안전성의 확보는 기계설계상 최대 중요사항의 하나이다.

피로시험기의 종류로는 굽힘, 비틀림, 인장 압축이 있다. 굽힘의 환봉 시험편의 경우는 회전 굽힘 시험, 각주와 판상 시험편의 경우는 평면 굽힘시험을 실시한다. 비틀림은 헬리컬 스프링, 차축, 토션바 등의 반복 비틀림 파단이 문제가 되며, 실용상 중요하지만 시험편의 장치기구가 복잡하기 때문에 그다지 많이 사용되지는 않는다. 인장 압축은 시험편 단면에서 응력구배가 거의 없으므로 기초적 연구에 적합하다.

기존 피로시험기의 종류는 구동방식으로 분류하면 기계식, 전자식, 유압식 등이 있다. 기계식은 크랭크 기구를 사용하거나 중추를 회전시켜 원심력

을 이용하는 방식이고, 전자식은 전자석에 흐르는 전류의 주파수를 조절함으로써 시험편을 포함하는 시험기 본체의 고유진동수에 대응하는 진동하중을 주고, 공진상태로 하여 원하는 하중을 부하하는 경우가 많다. 또한 유압식은 대용량 피로시험기에 적합하다.

본 논문에서는 유압식 구동방식으로 움직이는 인장, 압축시험용 만능재료시험기(Universal Testing Machine)에 피로시험을 시행할 수 있는 프로그램을 개발하여 만능재료시험기의 기능을 추가시키는 데 연구의 목적이 있다. 피로시험용 프로그램의 개발시 사용된 언어는 Visual Basic을 활용하였으며 프로그램상으로 1 cycle에 해당하는 하중 또는 변위를 사용자가 원하는 대로 제어하여 시험이 가능하도록 프로그램의 개발을 시도하였다.

2. 본 론

본 프로그램은 크게 시험, 데이터 분석으로 나누어져 있다. 시험에서는 여러 가지의 시험조건을 설정하여 시험을 할 수 있고, 데이터 분석은 피로 시험후 데이터를 분석하고 실험결과 값을 출력할 수 있다.

프로그램의 진행은 사용자를 고려하여 대화식으로 진행되며 피로시험시 프로그램의 전체 흐름도는 Fig. 1과 같다.

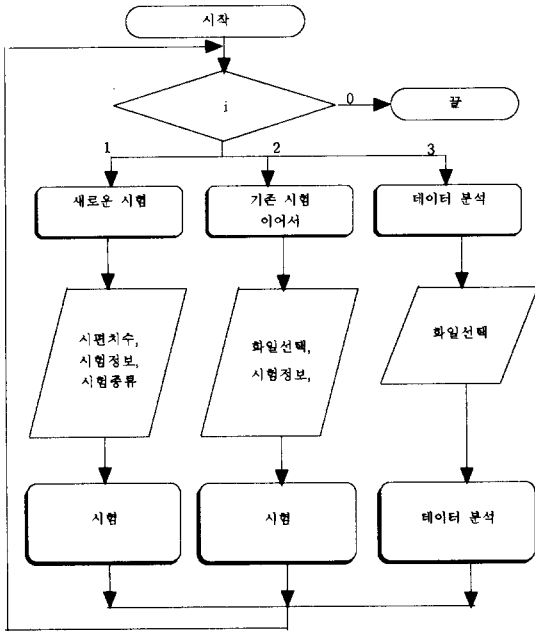


Fig. 1 프로그램 진행 알고리즘

피로시험을 수행하는 시험기의 구성은 Fig. 2와 같고, (a)는 PC, (b)는 인디케이터와 유압펌프, (c)는 만능재료시험기를 나타내고 있다.

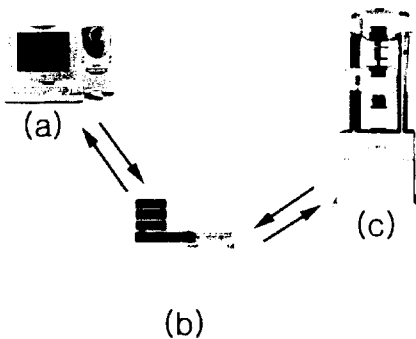


Fig. 2 피로시험기의 구성

피로시험을 수행할 수 있는 프로그램을 실행시키면 Fig. 3과 같이 시험을 선택할 수 있는 Form이 나온다. 이 Form에서는 새로운 시험을 시작할 것인지, 기존 시험에 이어서 시험을 할 것인지, 데

이터 분석을 할 것인지를 선택할 수 있다.

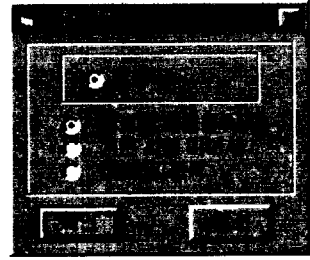


Fig. 3 시험선택

만약 프로그램 사용자가 새로운 시험을 선택하면 Fig. 4와 같은 Form이 나오고, 이곳에서는 사용자가 시험하고자 하는 시편을 선택할 수 있다. 시편을 선택하였다면 시편의 치수를 입력할 수 있다. 시편의 치수를 입력하면 프로그램에서 시편의 단면적은 자동으로 계산되도록 프로그래밍 되어 있으며 또한 치수 입력 후 단위를 바꾸면 자동으로 단위에 맞추어 치수를 바꿀 수 있도록 프로그래밍 되어 있다.

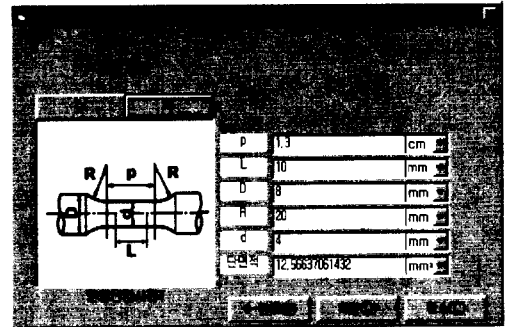
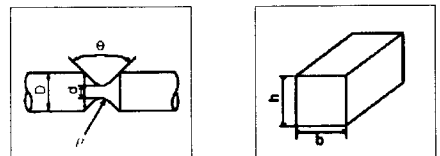


Fig. 4 시편선택

사용자가 선택할 수 있는 시편으로는 Fig. 5와 같이 다양하게 설정되어 있으며, 만약 시험하려는 시편이 없다면 "?"을 선택하고 단면적을 입력하도록 프로그래밍 되어 있다.



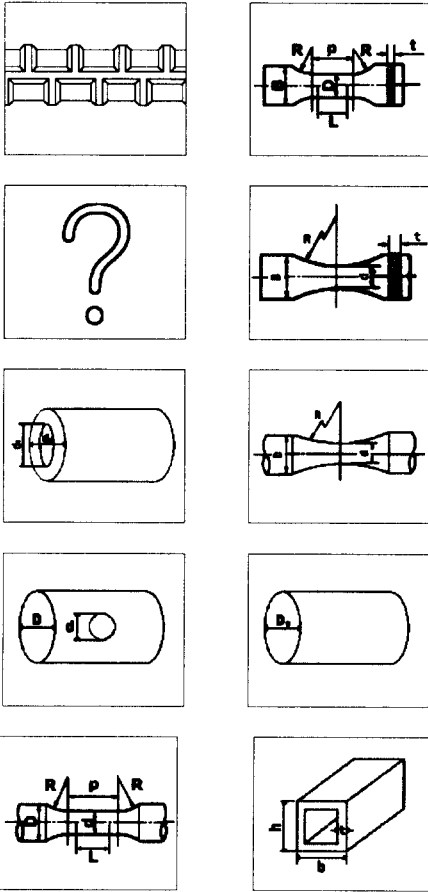


Fig. 5 시편종류

프로그램상에서 시험선택의 “기존시험 이어서”를 선택하면 기존에 시험했던 저장파일을 불러올 수 있다. 기존의 저장파일을 불러오면 Fig. 6과 같이 시편에 대한 정보가 나오는데 이것을 보고 기존에 사용자가 어떤 시편에 대하여 시험을 했는지 확인할 수 있다.

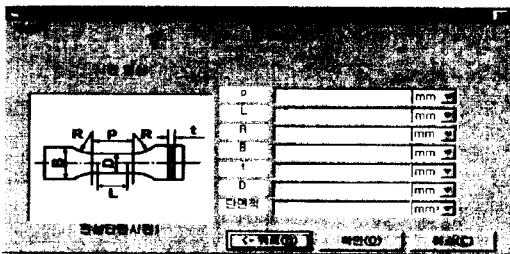


Fig. 6 시편정보

다음으로 입력할 사항은 Fig. 7과 같은 종료조건이다. 이 Form에서는 시편이 파괴되기 전에 사용자 임의로 시험이 종료될 조건을 입력할 수 있다. 입력하는 데이터의 종류는 시간, 최대하중, 최대변위량, 사이클, 최대응력이 있다. 시험 도중 입력한 종료조건, 하중조건중 어떤 하나의 조건에 도달하면 시험은 자동적으로 종료한다. 이는 기계에 무리하게 부하가 걸렸을 때 시험기의 파손을 방지하고 안전사고를 방지하기 위함이다.

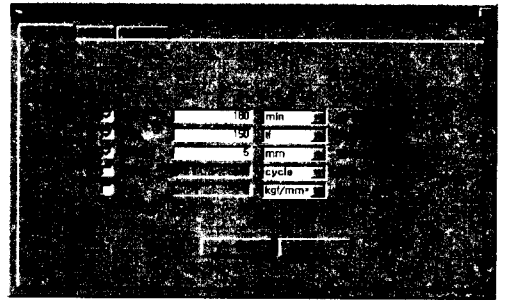


Fig. 7 종료조건

다음으로 입력할 사항은 Fig. 8과 같다. 사용자가 입력할 데이터로는 시험 기초 자료로서 시험번호, 룯트번호, 시료번호, 시료명, 시험일자, 채취일자, 의뢰자, 시험자, 임회자가 있다. 이 입력사항은 보고서에 기록되는 사항으로서 시편과 시험에 대한 정보를 입력한다.

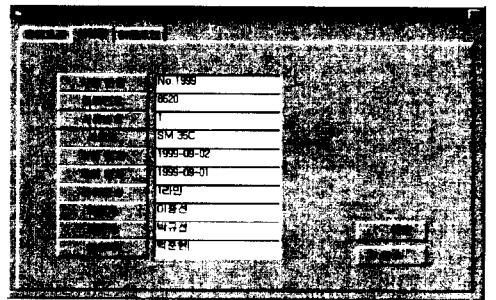


Fig. 8 시험 기초 자료

Fig. 9~Fig. 11은 각각 피로한도시험, 편진, 사용자 정의시험을 보여주고 있다. Fig. 9의 피로한도시험에서 사용자가 입력하는 사항은 최대하중과 종료시간을 입력할 수 있다. 시험의 진행은 하중과 변위로 제어되도록 프로그래밍 되어 있으며, 종

료시간에 맞추어 최대하중이 계산될 수 있도록 프로그램 되어 있다. 스미스가 제안한 피로한도속결법을 적용하여 시편의 낭비를 줄일 수 있고, 시험 시간 또한 최소화할 수 있으며, 사이클의 주기는 시험이 가장 빨리 끝날 수 있도록 시험기의 사양에 맞추어져 있다. 만약 시편이 최대하중에 도달하기 전에 파괴되면 시험은 종료된다.

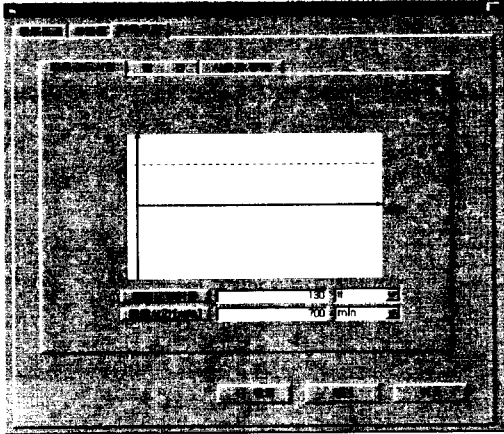


Fig. 9 피로한도 시험

Fig. 10에서의 편진은 상한하중, 하한하중을 입력할 수 있다. 입력하는 상한하중, 하한하중의 부호에 따라 인장편진, 압축편진, 양진, 부분양진을 사용자가 선택할 수 있다. 편진에서도 사이클의 주기는 피로한도시험과 동일하게 프로그램 되어 있다.

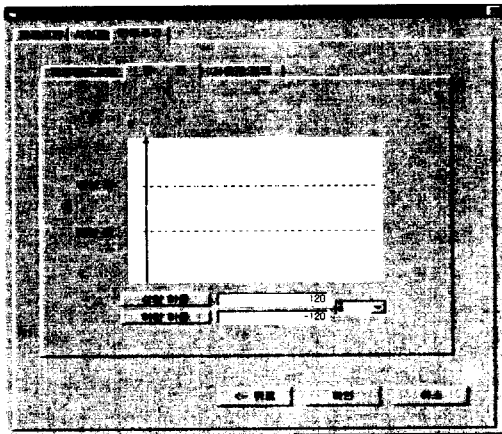


Fig. 10 편진

사용자가 원하는 복잡한 하중 사이클로 시험을 하고 싶을 때는 Fig. 11과 같이 도달하는 하중과 시간을 입력하여 사이클을 만들 수 있고, 사용자가 만든 사이클이 어떤 사이클인지 그래프를 그려 확인할 수 있다.

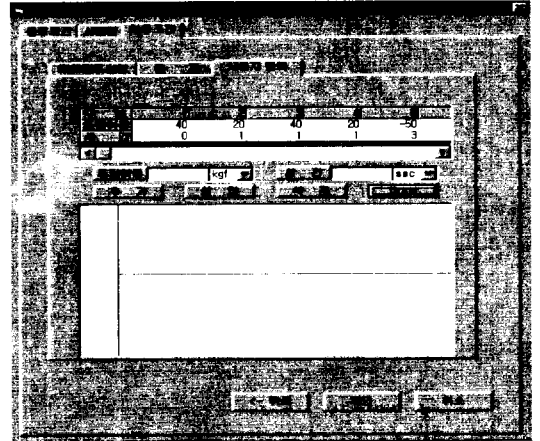


Fig. 11 사용자 정의 하중 사이클 입력

Fig. 12는 시험진행 화면으로서 사용자 입력사항이 끝나고 시험하는 과정이다. 시험에 들어가기 전에 프로그램상에서 인디케이터의 설정을 바꿀 수 있다. 시험을 하면서 하중-시간, 변위-시간, 변위-하중 그래프 중에서 사용자가 원하는 그래프만을 볼 수 있다. 그래프는 픽셀단위로 Display되며 Auto-Scale된다.

Auto-Scale은 피로시험시 받은 데이터중에서 최대값과 최소값을 메모리에 저장한 후 그 보다 큰 값이나 작은 값을 전송받으면 그 값으로 대체하고 그래프의 영역을 벗어나면 최대값과 최소값을 10 픽셀 만큼 크게 하여 Y축 영역이 되도록 하여 그래프가 Redraw되도록 프로그래밍 되어 있다.

프로그램상에서 받아 들이는 데이터는 인디케이터가 COM1과 COM2, 두 개의 포트에 각각 4800 bps의 속도로 전송해 주기 때문에 약 31개의 데이터를 받아야 하지만 데이터의 손실 때문에 초당 23~24개를 받을 수밖에 없다. 이 데이터는 바로 하드 디스크에 저장하며 그래프를 그리게 된다. 화면의 오른쪽에는 사용자가 입력한 사항을 확인해 볼 수 있으며, 보고서로 출력되는 사항 목록이다.

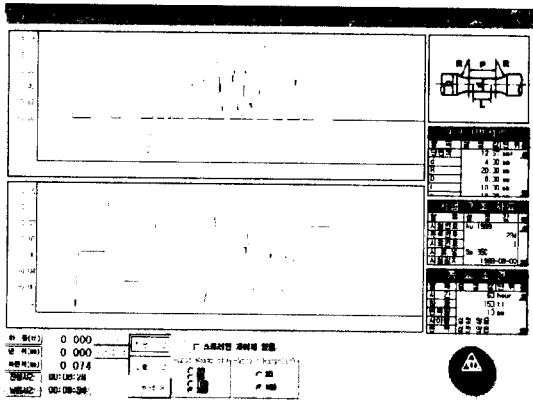


Fig. 12 시험진행 화면

Fig. 13은 하중-시간 그래프만 선택한 경우의 시험진행 그래프이다.

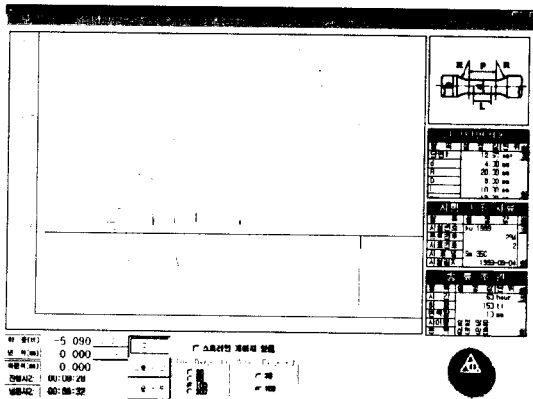


Fig. 13 하중-시간 그래프

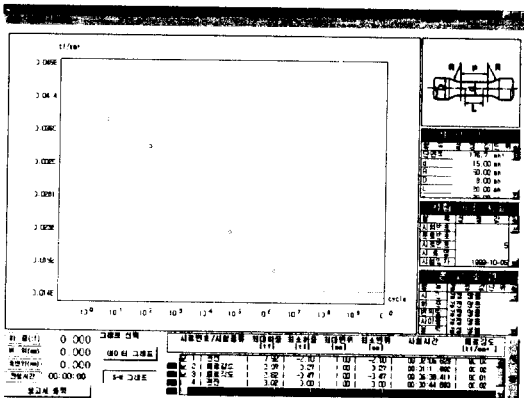


Fig. 14 데이터 분석 화면

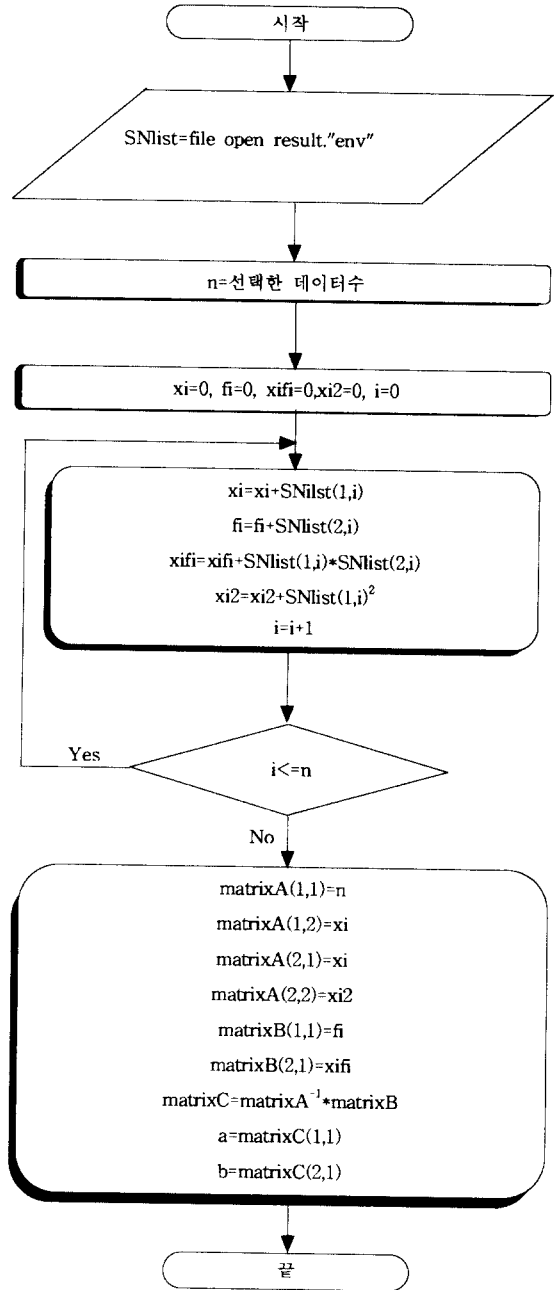


Fig. 15 데이터 분석 알고리즘

사용자가 직접 단면적이나 단위에 따른 치수를 계산해야 할 경우에는 풀다운 메뉴(Pulldown menu)에서 계산기를 선택하면 공학용 계산기를 사용할 수 있도록 프로그래밍 되어 있다.

플다운 메뉴에서는 단위설정, 시험설정, 데이터 분석, 프린터 설정, 인쇄가 있다. 단위설정은 보고서 출력시 단위를 설정할 수 있으며, 시험설정은 Fig. 3과 같은 화면이 나타나게 한다. 데이터 분석은 기존에 시험이 끝난 데이터로 분석할 때 사용한다.

Fig. 14~Fig. 15는 데이터 분석의 화면과 알고리즘이다. 사용자 정의 시험조건과 편진의 시험을 수행한 후 얻어지는 피로강도와 cycle을 S-N 선도에 최소자승법(Least square method)을 이용하여 데이터를 분석한 화면과 알고리즘이다.

3. 결 론

인장, 압축시험용 만능재료시험기의 기능을 확대하여 피로시험을 수행할 수 있는 피로시험용 제어 프로그램을 개발한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 프로그램상에서 인디케이터를 제어할 수 있으므로 사용자가 인디케이터를 따로 조정할 필요 없이 컴퓨터 프로그램상에서 바로 조정할 수 있다.
- (2) 피로한도시험을 할 때는 스미스가 제안한 피로한도속결법을 적용하여 프로그램상에서 시편의 낭비를 줄일 수 있고, 시험시간을 최소화할 수 있다.
- (3) 사용자가 특정한 사이클로 시험을 할 경우에는 사용자 정의에서 입력할 수 있으므로 프로그램상에서 정의되지 않은 어떠한 사이클도 시험이 가능하다.
- (4) 프로그램의 진행은 사용자를 고려하여 대화형식으로 진행되므로 처음 프로그램을 사용하는 사용자도 선택 및 입력할 사항을 쉽게 알 수 있다.

참고문헌

1. 신문섭, "비주얼베이직6. 시작, 그리고 완성", 도서출판 대림, pp121~580, 1998.
2. 주경민 외, "Visual Basic Programming Bible ver 5", 영진출판사, pp171~504, 1998.
3. 주경민 외, "Visual Basic Programming Bible ver 6.x", 영진출판사, pp337~877, 1999.
4. 오세욱 외, "재료시험입문", 원창출판사, pp.185~253, 1994.
5. 안철봉, 최병기, "피로균열 성장과정에 대한 평가방법의 영향", 한국공작기계학회지, Vol.8, No.1, pp.119~125, 1999.
6. 오환교, 김희송, "피로파괴 인성치의 통계적 성질에 관한 연구", 대한기계학회논문집, Vol.18, No.11, pp.2894~2901, 1994.