

Roll Draft형 Autolevelling에서의 제어 시뮬레이션

장시범, 허 유, 장승호
경희대학교 섬유공학과

1. 서 론

방적사의 생산공정에서 고려하여야 하는 가장 중요한 품질요인은 공정 중간제품의 굵기 균제도이다. 이는 최종 제품인 방적사의 굵기 균제도뿐만 아니라, 균일한 물성을 부여하는데에도 결정적인 역할을 한다. 따라서 섬유집속체 (슬라이버 또는 실)의 굵기 불균제 발생의 원인을 파악하려는 연구는 방적기술의 핵심을 이루고 있으며, 제어기술의 발달에 따라 드래프트기구의 동특성을 모델링하고 슬라이버의 굵기 불균제를 제어하기 위한 많은 연구가 이루어졌다¹⁻⁹.

본 연구에서는 roll draft형 autoleveller를 연조기에 적용하는 경우, 실제 슬라이버 굵기 변동의 제어효과를 확인하기 위하여 입력 슬라이버의 굵기와 드래프트 변화에 따른 출력 슬라이버의 굵기 변동을 나타내는 동특성 model을 이용하여⁶⁻⁹ 슬라이버 불균제 제어 시뮬레이션을 실행하였다. 일반적으로 roll draft형 autoleveller는 feedback제어 loop를 형성하고 있으므로 제어 시뮬레이션에서도 feedback 제어시스템을 구축하였으며, 입력슬라이버의 굵기 변동에 따른 출력슬라이버의 굵기변동을 해석하였다.

2. 실험

2.1 제어시스템의 구성

연조기에서 출력된 슬라이버 굵기를 측정하여 이를 제어기에서 actuator에 필요한 신호로 만든 후, actuating signal이 연조비의 변화를 일으키므로써 출력슬라이버의 굵기를 제어하는 시스템의 구성은 Fig. 1과 같다.

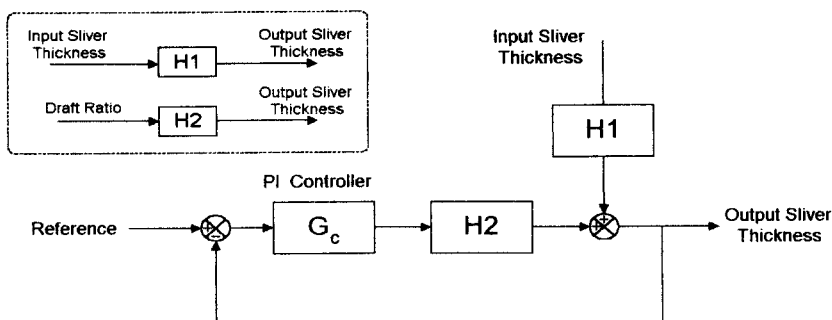


Fig. 1 Block diagram of feedback control system

Fig. 1에서 보는 바와 같이 입력 슬라이버의 굽기변동은 출력 슬라이버의 굽기변동을 일으키므로 이를 disturbance로 다루고 제어 loop를 통하여 draft ratio의 변화로서 굽기 변동을 억제하도록 구성하였다. 제어기로는 PI제어기를 이용하였다. 입력 슬라이버의 굽기와 출력 슬라이버의 굽기와의 관계를 나타내는 model은 H1으로 표시하고, draft ratio와 출력 슬라이버 굽기와의 관계는 H2로 표시하였다. 이때 연조비 증가에 따른 굽기 변동과 연조비 감소에 따른 굽기 변동은 동적 model이 다르게 나타나므로^{6,9} 각각을 구분하여 적용하였다.

2.2 시뮬레이션 Program

시뮬레이션을 위한 program의 흐름도는 Fig. 2에 주어져 있다.

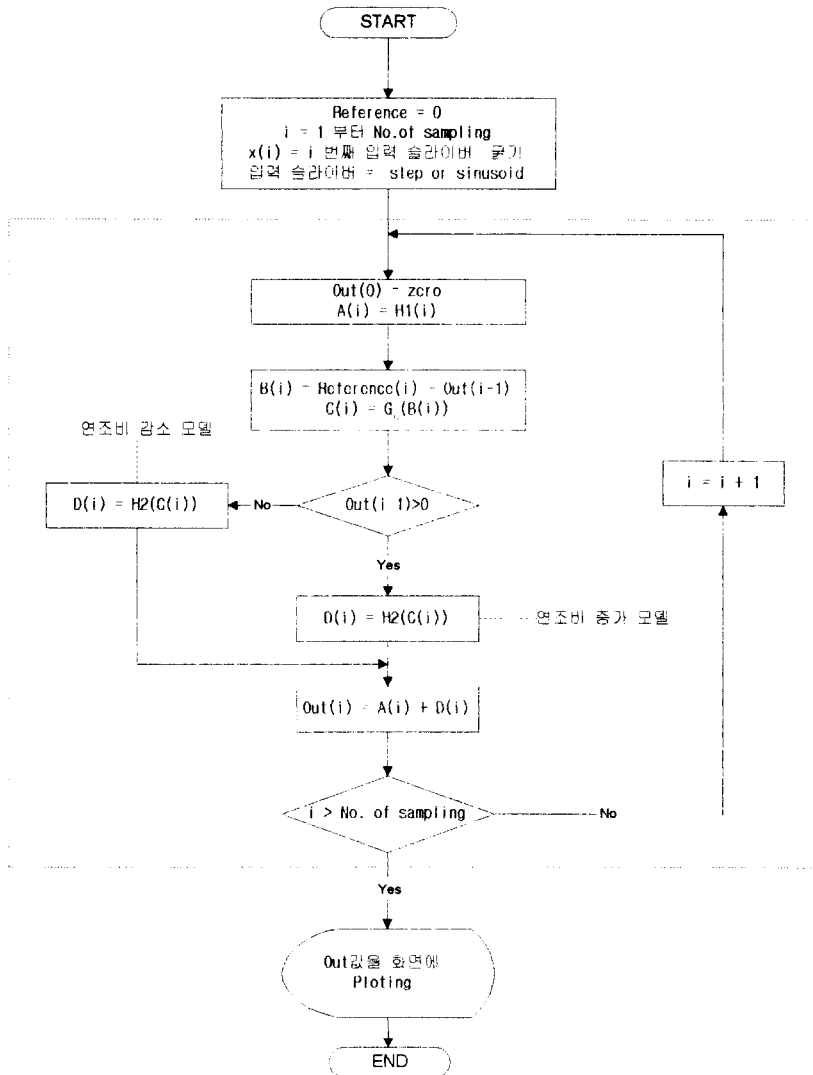


Fig. 2 Flowchart of feedback control system

3. 결과 및 고찰

3.1 Step 입력시 슬라이버 굽기변화의 시뮬레이션

입력 슬라이버의 굽기변화는 doubling되는 슬라이버중 1가닥이 끊어지는 경우와 굽기변동이 규칙적으로 발생하는 경우이다. 따라서 시뮬레이션에서는 각 경우를 구분하여 다루어 보았다. 먼저 슬라이버 1가닥이 끊어지는 경우는 입력 슬라이버의 굽기가 step형으로 변화하는 것으로 단순화시켜, 이에대한 출력 슬라이버의 굽기변화를 시뮬레이션해 보았다. Fig. 3은 결과를 보여준다. 이에 의하면 입력 슬라이버가 1가닥 절단되는 경우, 순간적인 출력 슬라이버의 굽기가 증가한 후, 다시 급격히 감소하였으나, 제어기의 작동에 의하여 굽기 목표치에 점차 접근하므로써 일정시간이 경과한 후에는 굽기가 변동이 제거되었음을 볼 수 있다. 그러나 제어를 통하여 입력 슬라이버 절단시 나타나는 순간적인 굽기의 변동을 제거하는데에는 어려움이 있다는 것을 알 수 있다. 제어시스템이 입력 disturbance에 반응하여 이를 제어하는데 일정시간이 필요하며, 시뮬레이션 결과 실시간으로 9초 정도가 소요되는 것으로 나타났다. 이는 슬라이버의 굽기 제어가 이루어지더라도 제어반응시간에 해당되는 슬라이버 길이만큼은 굽기차이가 나타난다는 것을 의미한다.

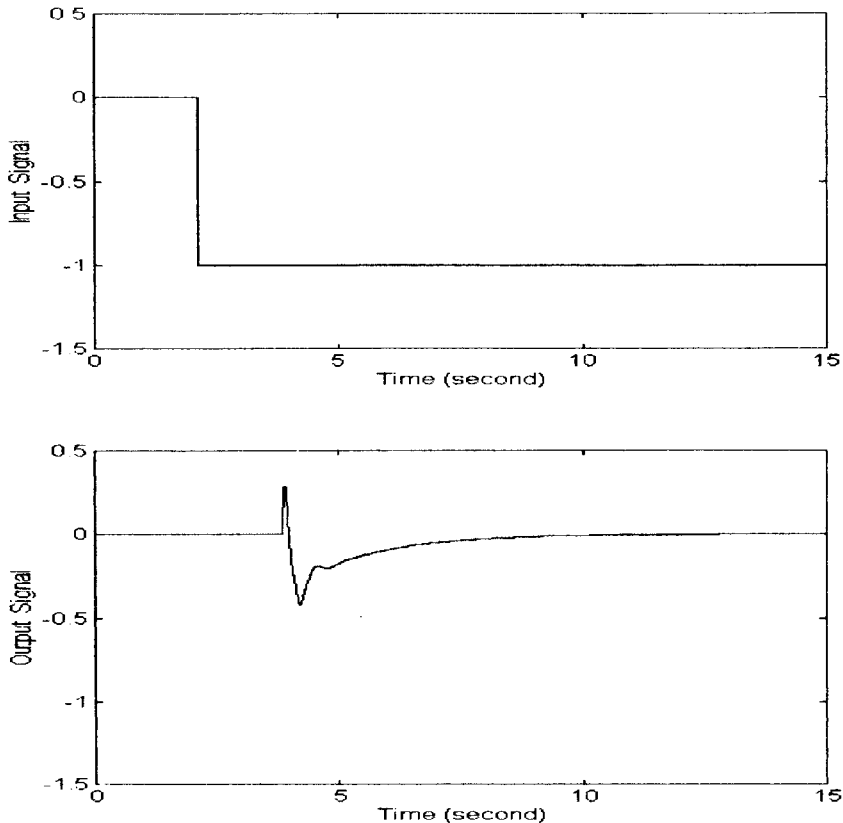


Fig. 3 Output Signal by the step variation in input signal

3.2 Sinusoid 입력시 슬라이버 굽기변화의 시뮬레이션

슬라이버의 굽기가 규칙적으로 바뀌는 경우는 실제 공정중에 자주 일어나는 불균제 현상이다. 이는 공정설비중 회전운동을 일으키는 운동요소에 결함이 나타나는 경우에 흔히 나타난다. 따라서 이러한 입력슬라이버의 굽기변동은 autolevelling이 이루어지는 연조공정을 거친 후에 출력 슬라이버의 굽기에 미치는 영향을 찾아보았다. 이를 위하여 입력슬라이버의 주기적 굽기변동을 sine파형으로 단순화시켰다. Fig. 4는 sine파형의 입력 슬라이버 굽기 변화에 따라 시뮬레이션된 출력슬라이버의 굽기변화 결과를 보여준다. 이에 의하면 autolevelling을 적용하므로써 주어진 주기에 해당되는 불균제의 정도는 자아졌으나, 입력 슬라이버보다 짧은 주기의 불균제가 출력 슬라이버에 포함되어 나타나는 것을 볼 수 있다. 이는 autolevelling을 사용하는 경우 제어에 의하여 불균제 제거효과를 가져올 수 있으나, 반면에 입력슬라이버에는 존재하지 않은 단주기 불균제가 발생할 수 있음을 의미한다고 할 수 있다.

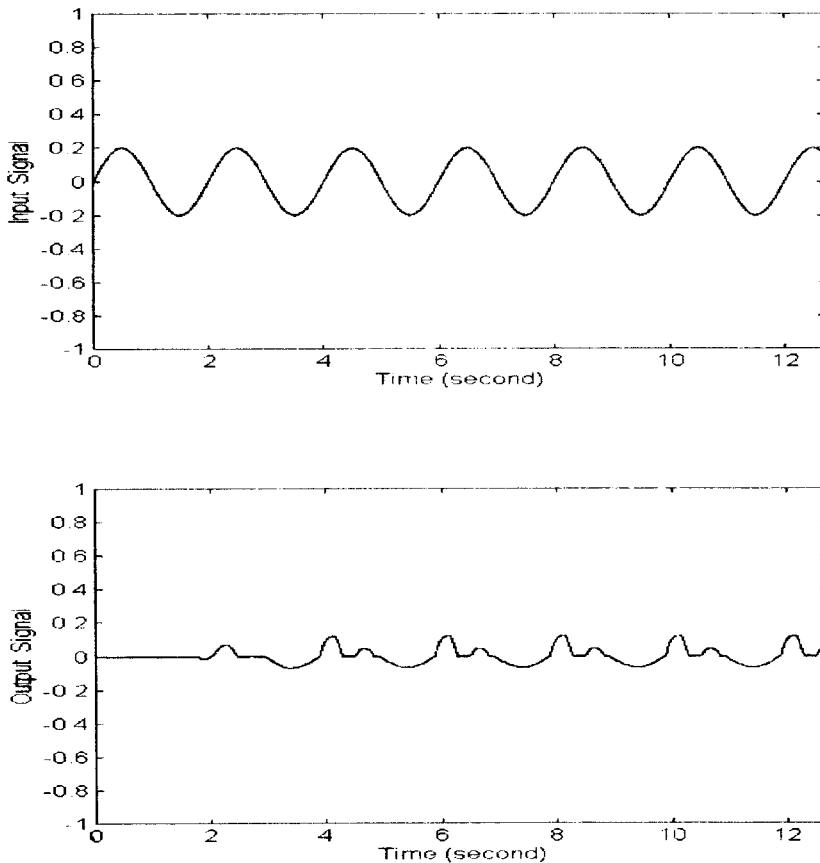


Fig. 4 Output signal by the sinusoid variation in input signal

4. 결 론

본 연구에서는 roll draft형 autoleveller의 제어성능을 확인하기 위하여 연조기에서의 슬라이버 굵기 거동을 나타내는 model을 바탕으로 슬라이버의 굵기제어 시뮬레이션을 해 본 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 입력 슬라이버의 굵기가 스텝변화하는 경우, 출력 슬라이버는 roll draft형 autoleveller의 제어를 통하여 굵기변동을 억제할 수 있다.
- (2) 입력 슬라이버의 굵기가 스텝변화하는 경우, 출력 슬라이버의 굵기제어가 이루어지는 데 필요한 제어 반응시간이 9초 정도로 나타났다.
- (3) 입력 슬라이버의 굵기가 주기적으로 변하는 경우, autolevelling에 의하여 출력 슬라이버의 굵기 불균제는 개선되지만, 입력 슬라이버에 포함되어 있지 않은 짧은 주기의 굵기 변동이 출력 슬라이버에 나타난다.

참고문헌

- (1) H. Catling, I. Davies, "Conservation of Mean Level in Autolevelling", J. Text. Inst., **57**, 395 (1966).
- (2) B. Dutta, P. Grosberg, "A Practical Limitation To Feedback Control of Roller-Drafting Systems", J. Text. Inst., **64**, 541 (1973).
- (3) G. Mandl, H. Noebauer, "The Influence of Cotton-Spinning Machinery on the Random Irregularity of Sliver and Yarns - Part I, II, III", J. Text. Inst., **68**, 387, 394, 400 (1977).
- (4) P. R. Lord, M. Govindaraj, "Dynamic Measurements of Mechanical Errors in Sliver-drawing", J. Text. Inst., **83**, 195 (1992).
- (5) Stantcho N. Djiev, "Modeling a Double-Zone Drafter as an Object of Control", Textile Res. J., **64**, 449 (1994).
- (6) B.D. Choi, Y. Huh, "Studies on the Dynamic Characteristics of the Sliver Irregularity in Roll-Drafting Mechanism", Proceedings of the 2nd Asian Textile Conference, Vol. I, 259 (1993).
- (7) B.D. Choi, Y. Huh, "Control of the Roll-Draft Mechanism by the Individual Motor Drive System", Proceedings of the 2nd Asian Textile Conference, Vol. I, 273 (1993).
- (8) B. D. Choi, Y. Huh, "A Study on the Digital Control of Sliver Irregularity by the Individual Motor Drive System (I)", J. Korean Fiber Soc., **31**, 551 (1994).
- (9) B. D. Choi, Y. Huh, "Identification of the Dynamic Behavior of Sliver by the Roller Drafting (II)", J. Korean Fiber Soc., **31**, 300 (1995).